TỔNG CÔNG TY BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG VIỆT NAM
HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
TRUNG TÂM ĐÀO TẠO BƯU CHÍNH VIÊN THÔNG I

Tài liệu giảng dạy

CÔNG NGHỆ TRUY NHẬP TRONG MẠNG NGN

Biên soạn: Nguyễn Việt Hùng

Hà nội tháng 5 năm 2007

MỤC LỤC

MỤC LỤC....i
DANH MỤC HÌNH VẼ....i
DANH MỤC BẢNG BIỂU iii
TỪ VIẾT TẮT....iv
PHẦN I: GIỚI THIỆU CHUNG....1
Chương 1: Phát triển của mạng viễn thông và phương thức truy truy nhập 2
1.1 Các thế hệ mạng truy nhập và mạng viễn thông tương ứng 2
1.1.1 Mạng NGN và các công nghệ truy nhập 2
1.1.2 Những giai đoạn phát triển của mạng truy nhập....3
1.2 Công nghệ truy nhập hữu tuyến....6
1.3 Công nghệ truy nhập vô tuyến....6
1.4 Những công nghệ truy nhập hữu tuyến cạnh tranh....6
1.4.1 Công nghệ PLC 6
1.4.2 Công nghệ CM (CATV)....8
1.5 So sánh và đánh giá các công nghệ truy nhập....9
PHẦN II: CÔNG NGHỆ TRUY NHẬP HỮU TUYẾN....10
Chương 2: Họ công nghệ xDSL....11
2.1 Công nghệ trong họ xDSL....11
2.2 Kiến trúc hệ thống....15
2.2.1 Thiết bị nhà cung cấp dịch vụ kết nối 16
2.2.2 Phía khách hàng 16
2.2.3 Mạch vòng thuê bao 16
2.3 ADSL, ADSL2, ADSL2+ 17
2.3.1 ADSL....17
2.3.1.1 Kĩ thuật điều chế 17
2.3.1.2 Kỹ thuật truyền dẫn song công 18
2.3.1.3 Nguyên lý thu phát 21
2.3.2 ADSL2....22
2.3.2.1 Giới thiệu chung....22
2.3.2.2 Các tính năng liên quan đến ứng dụng 23
2.3.2.3 Các tính năng liên quan đến PMS-TC....23
2.3.2.4 Các tính năng liên quan đến PMD 24
2.3.3 ADSL2+....25
2.3.3.1 Giới thiệu chung....25
2.3.3.2 Mở rộng băng tần 26
2.3.3.3 Ghép để đạt tốc độ cao hơn....27
2.3.3.4 Một số tính năng khác của ADSL2+....28
2.4 HDSL, HDSL2,SHDSL, HDSL4 29
2.4.1 HDSL....29
2.4.1.1 HDSL nguyên bản....29
2.4.1.2 Khả năng và ứng dụng HDSL....29
2.4.1.3 Truyền dẫn HDSL 30

2.4.2 HDSL thế hệ thứ hai (HDSL2) 30
2.4.3 SHDSL....31
2.4.4 HDSL4....31
2.5 VDSL và VDSL2....31
2.5.1 VDSL....31
2.5.2 VDSL2....33
2.6 Tình hình triển khai tại Việtnam....34
Chương 3: Công nghệ truy nhập quang....35
3.1 Các mạng PON....35
3.2 APON....38
3.2.1 Cấu hình tham chiếu....38
3.2.1.1 OLT....39
3.2.1.2 ONU....40
3.2.1.3 ODN....41
3.2.2 Các đặc tả cho APON....42
3.2.3 Cấu trúc phân lớp APON....43
3.2.3.1 Lớp vật lý....44
3.2.3.2 Lớp hội tụ truyền dẫn TC....44
3.3 EPON....44
3.3.1 Kiến trúc EPON....44
3.3.2 Mô hình ngăn xếp EPON....45
3.3.3 Giao thức EPON.....46
3.3.4 Bảo mật trong EPON....46
3.3.5 Những bước phát triển tiếp theo....47
3.4 Metro Ethernet....48
3.4.1 Lợi ích khi dùng dịch vụ Ethernet....48
3.4.1.1 Tính dễ sử dụng....48
3.4.1.2 Hiệu quả về chi phí....48
3.4.1.3 Tính linh hoạt....49
3.4.2 Mô hình dịch vụ Ethernet....49
3.4.2.1 Kết nối Ethernet ảo....49
3.4.2.2 Khuôn khổ định nghĩa dịch vụ Ethernet.....50
3.4.3 Các thuộc tính dịch vụ Ethernet....52
3.4.3.1 Ghép dịch vụ....52
3.4.3.2 Gộp nhóm....52
3.4.3.3 Đặc tính băng thông....52
3.4.3.4 Thông số hiệu năng....53
3.4.3.5 Vấn đề an ninh mạng (Network security)....53
3.4.4 Tình hình triển khai....53
3.4.5 Những công nghệ được sử dụng....56
3.4.5.1 Truyền tải Metro Ethernet qua SONET/SDH....56
3.4.5.2 RPR....56
PHẦN III: CÔNG NGHỆ TRUY NHẬP VÔ TUYẾN....58
Chương 4: Các mạng truy nhập không dây băng rộng....59
4.1 Giới thiệu chung....59

4.2 Phát triển của truy nhập vô tuyến hội tụ đến 4G 60
4.2.1 Hệ thống thông tin di động 2G và nền tảng CDMA 61
4.2.1.1 GSM 61
4.2.1.2 IS-95 62
4.2.1.3 GPRS 63
4.2.2 Hệ thống 3G 63
4.2.2.1 IMT-2000 63
4.2.2.2 GPP2 & cdma2000 64
4.2.3 WLAN 65
4.2.4 Wimax 66
4.2.5 Hệ thống 4G 67
4.3 So sánh đánh giá các công nghệ 67
Chương 5: Truy nhập qua vệ tinh 69
5.1 Giới thiệu chung 69
5.2 Hệ thống VSAT 71
Chương 6: WLAN và WI-FI 72
6.1 Giới thiệu chung 72
6.2 Kiến trúc WLAN 72
6.2.1 Cấu hình mạng WLAN 72
6.2.1.1 Cấu hình mạng WLAN độc lập 73
6.2.1.2 Cấu hình mạng WLAN cơ sở 73
6.2.1.3 Kiến trúc đầy đủ của WLAN 74
6.2.2 Mô hình tham chiếu cơ bản IEEE 802.11 75
6.3 Chuẩn công nghệ 76
6.4 Hệ thống thiết bị 79
6.4.1 Các card giao diện mạng vô tuyến 79
6.4.2 Các điểm truy nhập vô tuyến 79
6.4.3 Cầu nối vô tuyến từ xa 80
6.5 Bảo mật 81
6.5.1 Tập dịch vụ ID (SSID) 81
6.5.2 Giao thức bảo mật tương đương hữu tuyến (WEP) 82
6.5.3 Lọc địa chỉ MAC 83
6.6 Tình hình triển khai tại Việtnam 84
7.1 Giới thiệu chung 85
7.1.1 Lịch sử Wimax 85
7.1.2 Khái niệm Wimax 86
7.1.3 Băng tần 86
7.2 Kiến trúc Wimax 87
7.2.1 Cấu hình mạng 87
7.2.1.1 Cấu hình mạng điểm- đa điểm (PMP) 87
7.2.1.2 Cấu hình mắt lưới MESH 87
7.2.2 Mô hình phân lớp 88
7.3 Chuẩn công nghệ 89
7.3.1 Chuẩn 802.16-2001 90
7.3.2 Chuẩn 802.16a-2003 91

7.3.3 Chuẩn 802.16c-2002 91
7.3.4 Chuẩn 802.16d-2004 91
7.3.5 Chuẩn 802.16e-2005 92
7.4 Một số đặc điểm kỹ thuật của Wimax 92
7.4.1 Lớp vật lý 92
7.4.1.1 Khái niệm OFDM 93
7.4.1.2 OFDMA cho lớp vật lý vô tuyến MAN-OFDMA 94
7.4.1.3 SOFDMA theo tỷ lệ (S-OFDMA) 94
7.4.1.4 Kênh con hóa 95
7.4.2 Lớp MAC 96
7.5 Hệ thống thiết bị 98
7.6 Bảo mật 102
7.7 Tình hình triển khai tại Việtnam 102

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1: Mạng thế hệ sau và các công nghệ truy nhập....3
Hình 1.2: Sự ra đời của các dòng thiết bị truy nhập.....4
Hình 1.3: Thiết bị DLC thế hệ 3.....5
Hình 1.4: Thiết bị truy nhập IP cho mạng thế hệ sau.....6
Hình 2.1: Lịch sử phát triển của các công nghệ trong họ xDSL....11
Hình 2.2: Bộ cung cấp mạch vòng thuê bao số xDSL....15
Hình 2.3: Cấu trúc hệ thống ADSL.....16
Hình 2.4: ADSL sử dụng và không sử dụng kĩ thuật triệt tiếng vọng 18
Hình 2.5: Phân chia băng tần của kĩ thuật FDM....19
Hình 2.6: Phân chia băng tần của kĩ thuật EC 20
Hình 2.7 Phân tách tín hiệu lên, xuống bằng phương pháp khử tiếng vọng 20
Hình 2.8 : Sơ đồ khối thu và phát ADSL....21
Hình 2.9: Tốc độ số liệu đường xuống của ADSL2+ so với ADSL2 27
Hình 2.10: Ghép hai đường ADSL2+....28
Hình 2.11: Khả năng cung cấp dịch vụ của kĩ thuật VDSL 32
Hình 2.12: Tình hình triển khai xDSL tại Việt nam của VNPT 34
Hình 3.1: Sơ đồ logic hệ thống mạng PON 36
Hình 3.2: Cấu hình chung của một mạng PON....38
Hình 3.3: Cấu hình tham chiếu APON 38
Hình 3.4: Các khối chức năng trong OLT 39
Hình 3.5: Các khối chức năng trong ONU 40
Hình 3.6: Cấu hình vật lý của ODN 42
Hình 3.7: Cấu trúc phân lớp mạng APON....43
Hình 3.8: Ngăn xếp EPON.....46
Hình 3.9 Mạng MAN thử nghiệp tại thành phố Hồ Chí Minh 53
Hình 3.10 Mạng MAN tại Ninh Bình....55
Hình 4.1 : Các công nghệ truy nhập vô tuyến....59
Hình 4.2: Xu hướng hội tụ của công nghệ truy nhập vô tuyến....60
Hình 4.3: Mốc lịch sử của truy nhập vô tuyến....61
Hình 4.4: Sự phát triển lên 4G từ các công nghệ WAN....61
Hình 4.5: Hệ thống IMT 2000....63
Hình 4.6 : Các công nghệ truy nhập vô tuyến cạnh tranh 68
Hình 5.1 Điện thoại di động Iridium 70
Hình 6.1 Quá trình phát triển WLAN.....72
Hình 6.2: Cấu hình mạng WLAN độc lập. 73
Hình 6.3 Cấu hình mạng WLAN cơ sở. 74
Hình 6.4: Cấu hình WLAN dùng bộ lặp.....74
Hình 6.5: Kiến trúc WLAN đầy đủ. 75
Hình 6.8: Mô hình tham chiếu cơ bản IEEE 802.11. 76
Hình 6.6: Mô hình tham chiếu. 78
Hình 6.9: Điểm truy nhập AP....80
Hình 6.10: Cầu nối vô tuyến. 81

Hình 7.1: Cấu hình điểm-đa điểm (PMP) 87
Hình 7.2: Cấu hình mắt lưới MESH 88
Hình 7.3: Các phân lớp giao thức Wimax cho hai lớp cuối cùng 89
Hình 7.4: Vị trí của chuẩn IEEE 802.16 trong cấu trúc chuẩn IEEE 802 90
Hình 7.5: Quá trình truyền dẫn.....92
Hình 7.6: OFDM với 9 sóng mang con 94
Hình 7.7: Ấn định khe thời gian trong OFDM.....96
Hình 7.8: Phân lớp MAC và các chức năng 97

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1: Các công nghệ trong họ xDSL. 13
Bảng 2.2: Tốc độ khoảng cách các loại VDSL 32
Bảng 7.1: Các tham số của SOFDMA.....95
Bảng 7.2: Thương hiệu của các nhà cung cấp thiết bị Wimax 98

TỪ VIẾT TẮT

TỪ VIẾT TẮT	NGHĨA TIẾNG ANH	NGHĨA TIẾNG VIỆT
ADC	Analog-to-Digital Converter	Biến đổi số tương tự
AAA	Authentication, authorization and Account	Nhận thực, cấp phép và lập tài khoản
AAS	Adaptive Antenna System	Hệ thống anten thích ứng
ACK	Acknowledgment	Xác nhận
ADSL	Asymmetric Digital Subcriber Line	Đường dây thuê bao số bất đối xứng
AES	Advance Ecryption Standard	Chuẩn mật mã nâng cao
AK	Authorization Key	Khóa nhận thực
AMC	Adaptive Modulation and Coding	Điều chế và mã hóa thích ứng
ANSI	American National Standards Institute	Viện Quốc Gia Mỹ
APON	ATM Passive Optical Network	Mạng quang thụ động truyền dẫn không đồng bộ
ARQ	Automatic Retransmission Request	Yêu cầu truyền lại tự động
ASN	Access Service Network	Mạng dịch vụ truy nhập
ATM	Asynchronuos Transfer Mode	Phương thức truyền dẫn không đồng bộ
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Phương thức truyền không đồng bộ
ATP	Access Termination Point	Điểm tham chiếu đầu cuối truy nhập
AWGN	Additive White Gauussian Noise	Nhiễu Gauss trắng cộng
BE	Best Effort	Dịch vụ nỗ lực tốt nhất
BER	Bit Error Ratio	Tỉ số tín hiệu trên nhiễu
B-ISDN	B-Inergrated Service Digital Network	Mạng số các dịch vụ tích hợp băng rộng
BPSK	Binary Phase shift Keying	Khóa chuyển pha nhị phân
BR	Bandwidth Request	Yêu cầu băng thông
B-RAS	BroadBand Remote Access Server	Máy chủ truy nhập băng rộng từ xa
BS	Base Station	Trạm gốc
BSN	Block Sequence Number	Số thứ tự khối
BTC	Block Turbo Code	Mã Turbo khối
BW	Bandwidth	Băng thông

BWA	Broadband Wireless Access	Truy nhập không dây băng rộng
C/I	Carrier to Interference Ratio	Tỉ số tín hiệu/ nhiễu
CA	Collision Avoidance	Tránh xung đột
CAP	Carrierless Amplitude and Phase modulation	Điều chế biên độ pha không sóng mang
CBC	Cipher Block Chaining	Chuỗi khối mã hóa
CC	Confirmation Code	Mã xác nhận
CCI	Co-Channel Interference	Nhiễu kênh liên kết
CCK	Complementary Coded Keying	Khóa mã hóa bổ sung
CDMA	Code Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo mã
CDMA	Code Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo mã
CID	Connection Identifier	Nhận dạng kết nối
CO	Central Office	Trung tâm chuyển mạch
CP	Cyclic Prefix	Tiền tố tuần hoàn
CPE	Customer Premises Equipment	Thiết bị truyền thông cá nhân
CPE	Customer Premises Equipment	Thiết bị truyền thông cá nhân
CPS	Common Part Sublayer	Lớp con phần chung
CRC	Cyclic Redundancy Check	Kiểm tra độ dư vòng tuần hoàn
CS	Convergence Sublayer	Lớp con hội tụ
CSMA	Carrier Sense Multiple Access	Đa truy nhập cảm nhận sóng mang
CSN	Connection Service Network	Mạng dịch vụ kết nối
CTC	Concatenated Turbo Code	Mã Turbo xoắn
DAMA	Demand Assigned Multiple Access	Đa truy nhập ấn định theo nhu cầu
DCD	Downlink Channel Descriptor	Miêu tả kênh đường xuống
DCF	Distributed Control Function	Chức năng điều khiển phân tán
DES	Data Encryption Standard	Chuẩn mật mã hóa dữ liệu
DFE	Decision Feedback Equalization	Phân đoạn hồi tiếp quyết định
DFS	Dynamic Frequence Selecton	Lựa chọn tần số động
DFT	Discrete Fourier Transform	Biến đổi Fourier rời rạc
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol	Giao thức cấu hình Host động
DL	Downlink	Đường xuống
DLFP	Downlink Frame Preamble	Tiền tố khung đường xuống
DMT	Discrete Multiple Tone Modulation	Điều chế đa tần rời rạc
DSA	Dynamic Services Addition	Bổ sung các dịch vụ động
DSC	Dynamic Services Change	Chuyển đổi các dịch vụ động

DSL	Digital Subcriber Line	Đường dây thuê bao số
DSLAM	DSL Access Module	Khối truy nhập DSL
EAP	Extensible Authentication Protocol	Giao thức nhận thực mở rộng
EC	Encryption Control	Điều khiển mật mã hóa
ECB	Electronic Code Book	Sách mã điện tử
EDCA	Enhanced Distributed Control Access	Truy nhập điều khiển phân tán nâng cao
EDGE	Enhanced Data Rates	Các tốc độ dữ liệu được nâng cấp
EKS	Encryption Key Sequence	Chuỗi khóa mật mã
ETSI	European Technical Standards Institute	Viện Chuẩn kĩ thuật Châu Âu
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	Viện các chuẩn viễn thông Châu Âu
EV-DO	Enhanced Version- Data Only	Chỉ dữ liệu-phiên bản nâng cao
Ex	Exchange	Tổng đài
FBSS	Fast Base Station Switch	Chuyển mạch trạm gốc nhanh
FCH	Frame Control Header	Tiêu đề điều khiển khung
FDD	Frequency Division Duplexing	Song công phân chia theo tần số
FDD	Frequence Division Duplex	Song công phân chia theo tần số
FDM	Frequence Division Mutiplexing	Ghép kênh phân chia theo tần số
FEC	Forward Error Correction	Sửa lỗi trước
FEC	Forward Error Crrection	Hiệu chỉnh lỗi trước
FEXT	Far-End Crosstalk	Xuyên âm đầu xa
FFT	Fast Fourier Transform	Biến đổi Fourier nhanh
FFT	Fast Fourier Transform	Chuyển đổi Fourier nhanh
FSAN	Full Service Access Network	Tổ chức điều hành mạng truy nhập dịch vu đầy đủ
FSH	Fragmentation Subheader	Tiêu đề con phân đoạn
FTTC/B	Fiber To The Curb/Building	Cáp quang tới khu vực/cao ốc
FTTCab	Fiber To The Cabinet	Cáp quang đến tủ phân phối
FTTEx	Fiber To The Exchage	Cáp quang tới tổng đài
FTTH	Fiber To The Home	Cáp quang tới nhà
GMS	Global System for Mobile communication	Hệ thống truyền thông di động toàn cầu
GPC	Grant Per Connection	Cấp phát trên mỗi trạm gốc
GPRS	Generalized Packet Radio Service	Dịch vụ vô tuyến gói chung

GPSS	Grant Per Subscriber Station	Cấp phát trên mỗi trạm thuê bao
GSM	Global System For Mobile Communicatons	Hệ thống toàn cầu cho truyền thông di động
HARQ	Hybrid Automatic Retransmission Request	Yêu cầu truyền lại tự động kết hợp
HCS	Header Check Sequence	Thứ tự kiểm tra tiêu đề
HFC	Hybrid Fiber Coaxial	Mạng lai cáp quang cáp đồng trục
HHO	Hard HandOver	Chuyển giao cứng
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access	Truy nhập gói đường xuống tốc độ cao
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access	Truy nhập gói đường lên tốc độ cao
HT	Header Type	Loại tiêu đề
IDFT	Inverse Discrete Fourier Transform	Biến đổi ngược Fourier rời rạc
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers	Viện các kĩ sư điện và điện tử
IFFT	Inverse Fast Fourier Transform	Biến đổi fourier ngược nhanh
IMT	International Mobile T elecommunications	Viễn thông di động quốc tế
IP	Internet Protocol	Giao thức Internet
IP	Internet Protocol	Giao thức liên mạng
ISDN	Integrated Services Digital Network	Mạng số đa dịch vụ
ISI	Inter-Symbol Interference	Nhiễu giữa các Symbol
ISM	Industrial Scientific and Medical	Công nghiệp khoa học và hóa học
ISP	Internet Service Provider	Nhà cung cấp dịch vụ Internet
KEK	Key Encryption Key	Khóa mật mã khóa
LAN	Local Area Network	Mạng vùng cục bộ
LMDS		Phân phối dịch vụ nội hạt
LOS	Line Of Sight	Tầm nhìn thẳng
LPF	Low Pass Filter	Bộ lọc thông thấp
LSB	Least Significant Bit	Bít ít ý nghĩa nhất
MAC	Medium Access Control	Điều khiển truy nhập phương tiện
MAN	Metropolitan Area Network	Mạng vùng thành thị
MDHO	Marco Diversity Handover	Chuyển giao đa dạng bằng Marco
MIMO	Multiple Input Multiple Output	Nhiều đầu vào nhiều đầu ra
MIP	Mobile Internet Protocol	Giao thức Internet di động

MISO	Multiple Input Single Output	Nhiều đầu vào một đầu ra
MMDS		Phân phối dịch vụ đa kênh đa điểm
MPLS	Multi Protocol Label Switching	Giao thức chuyển mạch nhãn đơn giản
MRC	Maximum Ratio Combining	Kết hợp tỉ số cực đại
MS	Mobile Station	Trạm di động
MSB	Most Significant Bit	Bít ý nghĩa nhất
NACK	Non-ACK	Không xác nhận
NAP	Network Access Provider	Nhà cung cấp truy nhập mạng
NEXT	Near-End Crosstalk	Xuyên âm đầu gần
NGN	Next Generation Network	Mạng kế tiếp
NLOS	Non Line Of Sight	Không tầm nhìn thẳng
NTE	Network Termination Equipment	Thiết bị đầu cuối mạng
OFDM	Orthogonal Frequence Division Multiplexing	Ghép kênh phân chia theo tần số trực giao
OFDMA	Orthogonal Frequence Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao
OLT	Optical Line Terminal	Đầu cuối đường dây quang
ONU	Optical Network Unit	Đơn vị mạng quang
PAN	Personal Area Network	Mạng cá nhân
PCF	Point Control Function	Chức năng điều khiển điểm
PDA	Personal Digital Assistant	Hỗ trợ cá nhân dùng kĩ thuật số
PDU	Protocol Data Unit	Đơn vị dữ liệu giao thức
PHS	Payload Header Suppression	Nén tiêu đề tải trọng
PKM	Privacy Key Management	Quản lí khóa bảo mật
PLMN	Public Land Mobile Network	Mạng di động mặt đất công cộng
PLOAM	Physical Layer Operation and Management	Quản lí và hoạt động của tầng vật lí
PMD	Physical Medium Dependent	Môi trường vật lí phụ thuộc
PMP	Point to Multipoint	Điểm-đa điểm
PMS	Physical Medium Specific	Đặc tính môi trường vật lí
PN	Packet Number	Số gói
PON	Passive Optical Network	Mạng quang thụ động
POTS	Plain Old Teliphone Service	Dịch vụ truyền thống
PPP	Point to Point Protocol	Giao thức điểm-điểm
PS	Physical Slot	Khe vật lí

PSCN	Packet Switched Core Network	Mạng lõi chuyển mạch gói
PSD	Power Spectral Density	Mật độ phổ công suất
PSH	Packing Subheader	Tiêu đề con gói
PSTN	Public Switch Telephone Network	Mạng điện thoại chuyển mạch công cộng
PTP	Point to Point	Điểm-điểm
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	Điều chế biên độ cầu phương
QPSK	Quadratura Phase Shift Keying	Khóa chuyển pha cầu phương
RAN	Region Area Netwwork	Mạng vùng địa phương
REQ	Request	Yêu cầu
RFI	Radio Frequency Interference	Nhiễu tần số vô tuyến
RLC	Radio Link Controller	Bộ điều khiển liên kết vô tuyến
RS	Reed-Solomon	Mã Reed-Solomon
RTG	Receive Transition Gap	Khoảng trống chuyển giao đầu thu
Rx	Receiver	Đầu thu
SA	Security Association	Kết hợp bảo mật
SAID	Security Association Identifier	Nhận dạng kết hợp bảo mật
SAP	Service Access Point	Điểm truy nhập dịch vụ
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	Hệ thống phân cấp kỉ thuật số đồng bộ
SDU	Service Data Unit	Đơn vị dữ liệu dịch vụ
SHA	Secure Hash Algorithm	Thuật toán xáo trộn bảo mật
SN	Service Node	Node dịch vụ
SNR	Signal to Noise Ratio	Tỉ số tín hiệu trên nhiễu
SOFDMA	Scalable Orthogonal Frequence Division Multiple Access	Ghép kênh phân chia theo tần số trực giao theo tỉ lệ
SOHO	Small Office Home Office	Văn phòng gia đình văn phòng nhỏ
SONET	Synchronous Optical Network	Chuẩn xác định truyền thông trên cáp quang
SS	Subscriber Station	Trạm thuê bao
SSCS	Specify ServicesConvergence Sublayer	Lớp con hội tụ các dịch vụ riêng
STC	Space Time Code	Mã không gian thời gian
STM	Synchronuos Transfer Mode	Trường chuyển mạch đồng bộ
TC	Transmission Convergence	Lớp hội tụ truyền dẫn
TDD	Time Division Duplex theo thời gian	Song công phân chia

TDM	Time Division Multiplexing theo thời gian	Ghép kênh phân chia
TDMA	Time Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo mã
TDMA	Time Division Multiplexing Access	Đa truy nhập phân chia theo thời gian
TE	Termination Equipment	Thiết bị đầu cuối
TEK	Traffic Encryption Key	Khóa mật mã lưu lượng
TFTP	Trivial File Transfer Protocol	Giao thức truyền tệp thông thường
TLS	Transport Layer Security	Bảo mật lớp truyền tải
TLV	Type/Length/Value	Loại/ Độ dài/ Giá trị
Tx	Transmiter	Đầu phát
UCD	Uplink Channel Descriptor	Miêu tả kênh đường lên
UGS	Unsolicited Grant Service	Dịch vụ cấp phát không kết hợp
UL	Uplink	Đường lên
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System	Hệ thống viễn thông di động toàn cầu
UMTS UTRA	UMTS terrestrial Radio Access	Truy nhập vô tuyến trên mặt đất
UNI	User Network Interface	Giao diện người dùng mạng
UTRAN	UMTS terrestrial Radio Access Network	Mạng truy nhập vô tuyến trên mặt đất UMTS
VoIP	Voice Over IP	Thoại qua IP
VTU	VDSL Transmission Unit	Khối truyền dẫn VDSL
VTU-O	VDSL Transmission Unit CO	Khối truyền dẫn VDSL phía tổng đài
VTU-R	VDSL Transmission Unit Remote	Khối truyền dẫn VDSL phía thuê bao xa
WAN	Wide Area	Network mạng diện rộng
WDM	Wavelength Division Multiplexing	Ghép kênh đa bước sóng
WEP	Wired Equivalent Privacy	Bảo mật đương lượng hữu tuyến
Wi-Fi	Wireless Fidelity	
WLAN	Wireless LAN	Mạng LAN không dây
WMAN	Wireless MAN	Mạng MAN không dây
WME	Wi-Fi Mutlimedia Extensions	Những mở rộng đa phương tiện Wi-Fi
WPA	Wi-Fi Protected Access	Truy nhập được bảo vệ Wi-Fi

xDSL	Digital Subcriber Line	Họ công nghệ DSL
XOR	Exclusive-OR	Hàm cộng modul

PHẦN I: GIỚI THIỆU CHUNG

Chương 1: Phát triển của mạng viễn thông và phương thức truy truy nhập

1.1 Các thế hệ mạng truy nhập và mạng viễn thông tương ứng

1.1.1 Mạng NGN và các công nghệ truy nhập

Định nghĩa NGN

Mạng viễn thông thế hệ mới có nhiều cách gọi khác nhau như Mạng đa dịch vụ, Mạng hội tụ, Mạng phân phối hay mạng nhiều lớp. Cho tới nay các tổ chức và các nhà cung cấp thiết bị viễn thông trên thế giới rất quan tâm đến NGN nhưng vẫn chưa có một định nghĩa rõ ràng. Do vậy ta chỉ có thể tạm định nghĩa NGN như sau:

" NGN là mạng có hạ tầng thông tin duy nhất dựa trên công nghệ chuyển mạch gói, triển khai các dịch vụ một cách đa dạng và nhanh chóng, là sự hội tụ giữa thoại và dữ liệu, giữa cố định và di động."

Đặc điểm NGN

NGN có 4 đặc điểm chính:

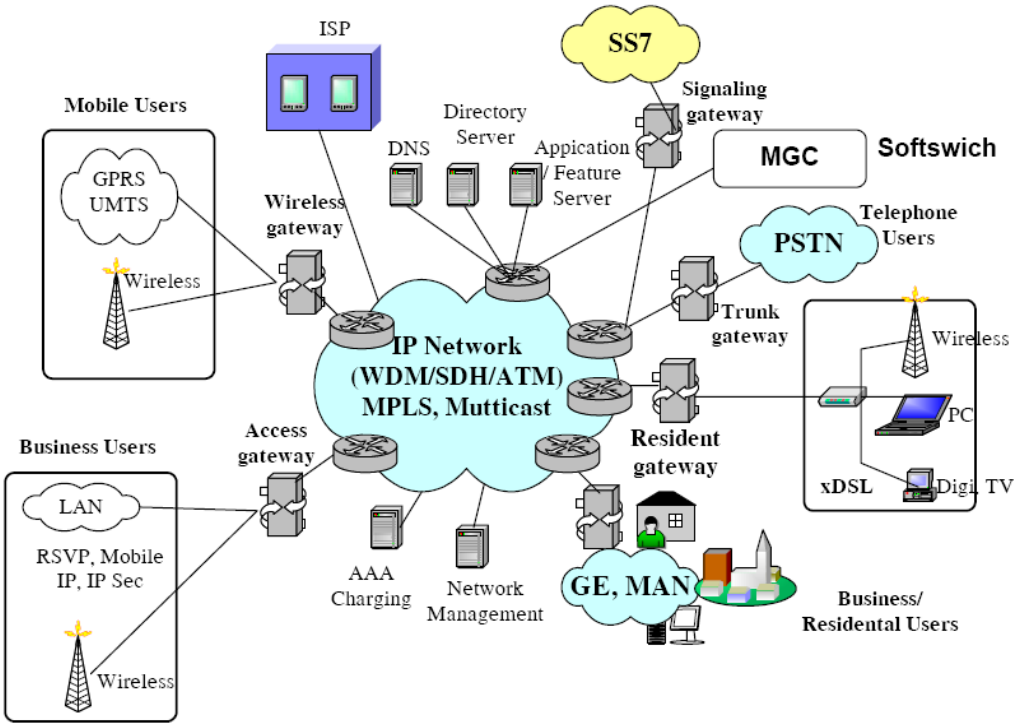
- Nền tảng là hệ thống mở.
- NGN là do mạng dịch vụ thúc đẩy nhưng các dịch vụ trên NGN phải độc lập với mạng lưới.
- NGN là mạng chuyển mạch gói dựa trên một giao thức thống nhất.
- Là mạng có dung lượng ngày càng tăng, có tính thích ứng ngày càng tăng và có đủ dung lượng để đáp ứng nhu cầu.

Trong NGN giao thức IP thực tế đã trở thành giao thức ứng dụng vạn năng được áp dụng làm cơ sở cho mạng đa dịch vụ. Hiện tại mặc dù vẫn còn gặp nhiều khó khăn so với mạng chuyển mạch kênh về khả năng hỗ trợ lưu lượng thoại và cung cấp chất lượng dịch vụ đảm bảo cho số liệu, nhưng với tốc độ thay đổi nhanh chóng nhiều công nghệ mới đang được áp dụng sẽ sớm khắc phục điều này trong tương lai gần.

Các công nghệ truy nhập và mạng NGN

Như trong hình 1.1 để kết nối người dùng vào mạng NGN người ta có thể sử dụng một công nghệ hoặc có thể kết hợp một vài công nghệ khác nhau để tạo ra hàng loạt những phương thức kết nối khác nhau. Những công nghệ kết nối hiện nay đang được sử dụng phổ biến bao gồm :

- Vô tuyến (GSM, 3G, 4G, WLAN, WMAN)
- Hữu tuyến xDSL, PON, CATV, PLC



Hình 1.1: Mạng thế hệ sau và các công nghệ truy nhập

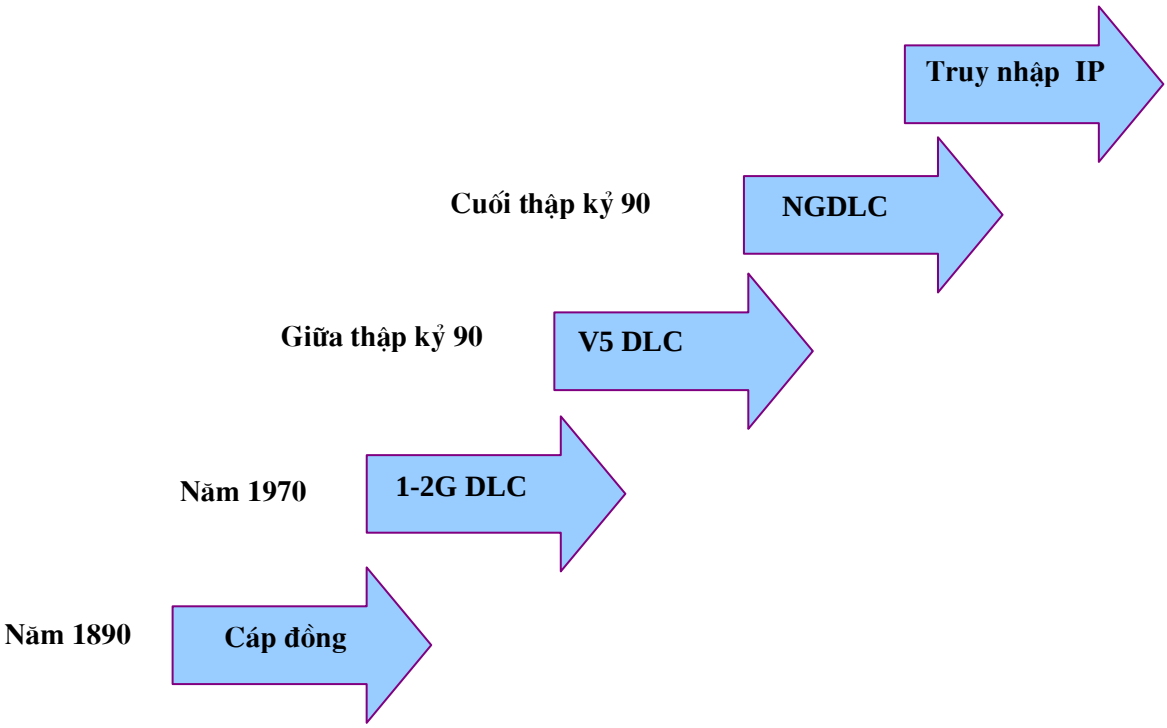
Tuy nhiên, để đạt được cấu trúc như mong muốn trên hình 1.1 thì mạng truy nhập nói riêng và mạng viễn thông nói chung phải trải qua những giai đoạn quá độ với nhiều trạng thái khác nhau tương ứng với những xuất phát điểm (mạng truyền số liệu, thoại truyền thống PSTN, mạng di động, mạng di động nội hạt) và giải pháp sử dụng khác nhau. Chúng ta có thể tổng kết lại (nhìn từ hướng phát triển từ mạng PSTN) những thế hệ của mạng truy nhập như trong mục sau.

1.1.2 Những giai đoạn phát triển của mạng truy nhập

Hình 1.2 cho chúng ta thấy tiến trình phát triển của các thiết bị truy nhập trong mạng Viễn Thông.

Dòng thiết bị hỗ trợ dịch vụ băng rộng đầu tiên và được tích hợp phía thuê bao là DLC thế hệ 3 hay NDLC ra đời vào những năm cuối thế kỷ 20. Thiết bị này có nhiều điểm tương đồng với ATM DSLAM do cùng sử dụng một công nghệ và kiến trúc tương tự nhau (Để hiểu thêm về DLC xem phụ lục A). NDLC thể đấu nối và phối hợp hoạt động với nhau tạo thành một mạng ATM diện rộng thống nhất, chuyển mạch gói với băng thông tương đối lớn cho phép cung cấp các dịch vụ dữ liệu một cách tương đối mềm dẻo (Hình 1.3). Đặc tính của dòng thiết bị này như sau:

- Cung cấp giải pháp truy nhập băng rộng tạm thời qua mạng lõi ATM.
- Sử dụng công nghệ xDSL để truy nhập dữ liệu tốc độ cao.
- Chuẩn V5.x để giao diện với mạng PSTN.
- Kết nối ATM với mạng đường trục hay qua mạng IP.
- Hỗ trợ các dịch vụ thoại/fax, ISDN và dữ liệu băng rộng.



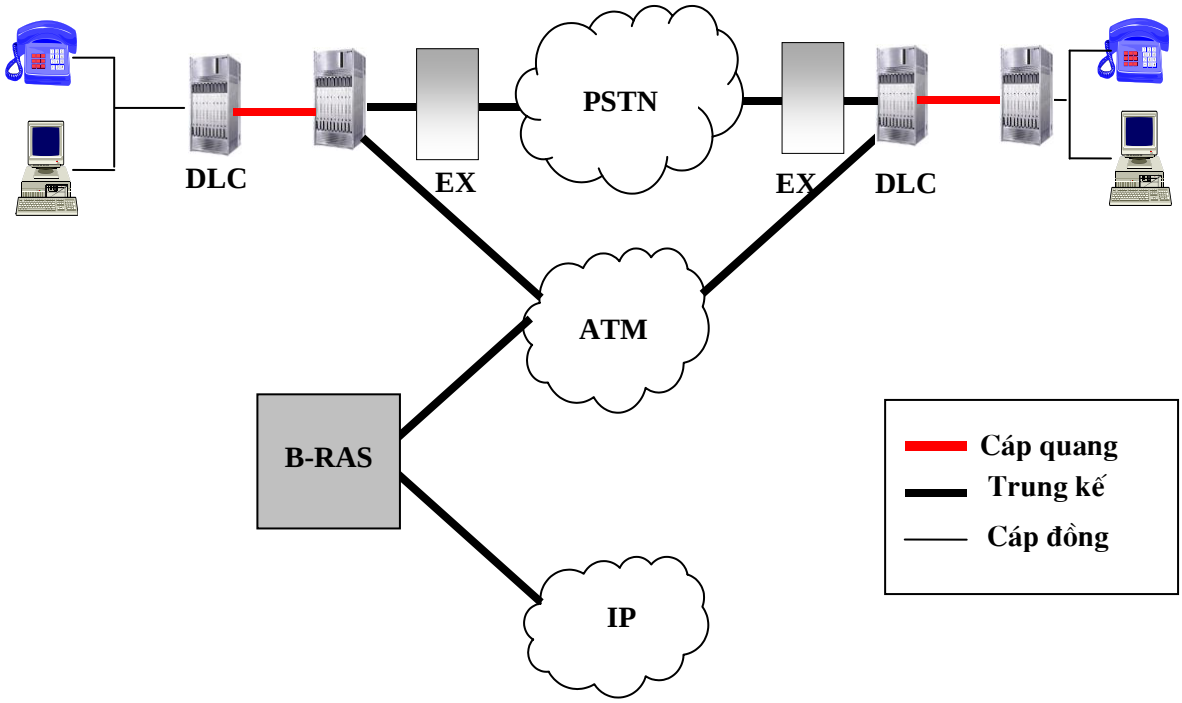
Hình 1.2: Sự ra đời của các dòng thiết bị truy nhập.

Tuy nhiên dòng thiết bị này có một số nhược điểm sau:

- Băng thông và dung lượng hạn chế.
  Nút cổ chai trong vòng ring truy nhập nếu phần lớn các thuê bao đều sử dụng dịch vụ xDSL và nút cổ chai trong mạng lõi ATM.
- Khó mở rộng dung lượng.
  Kiến trúc phức tạp, qua nhiều lớp (Ip qua ATM qua SDH/DSL).
  Giá thành và chi phí tương đối cao.

Sau DLC thế hệ 3 là dòng thiết bị truy nhập IP hay IP-DSLAM. Đây là dòng thuê bao truy nhập tiên tiến nhất hội tụ nhiều công nghệ nền tảng trong mạng thế hệ sau NGN. Dòng thiết bị này chạy trên nền tảng mạng IP, IP-AN với những đặc điểm sau:

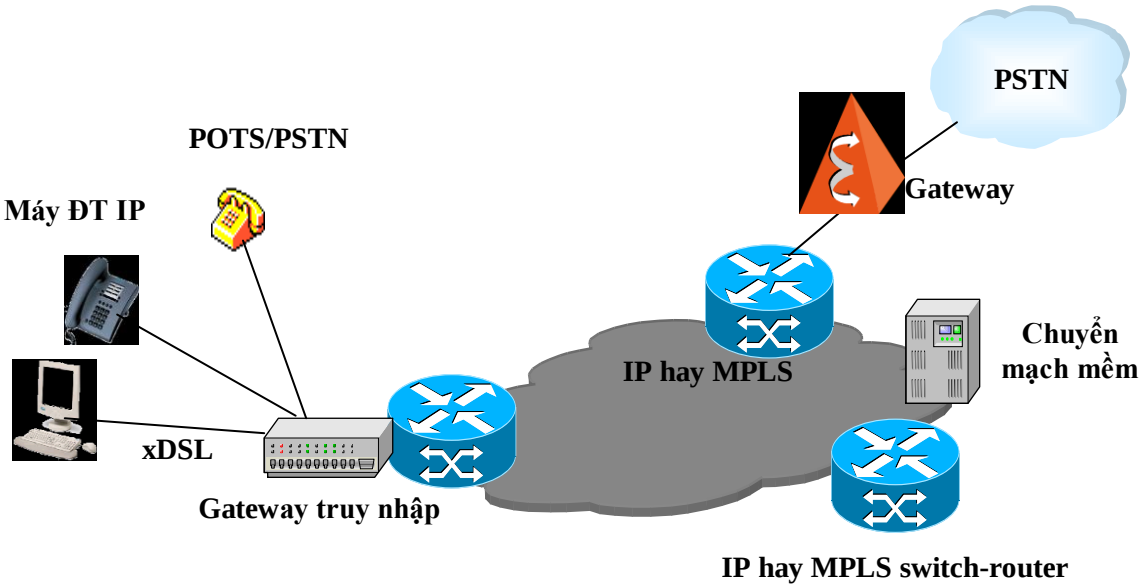
- Băng thông/ Dung lượng hầu như không hạn chế (Trên thực tế hầu như không tắc nghẽn với băng thông trong khoảng 1-10Gbps).
- Truy nhập băng rộng IP.
  Dễ dàng mở rộng và tích hợp với mạng NGN (Trên nền mạng chuyển mạch mềm).
- Cung cấp tất cả các dịch vụ qua một mạng Ip duy nhất mặc dù hệ thống này vẫn hỗ trợ các đầu cuối tương tự truyền thống. Thiết bị này phối hợp hoạt động với mạng IP qua media gateway.
- Giá thành tính cho từng thuê bao và chi phí vận hành mạng thấp.
  Kiến trúc đơn giản(IP over SDH)



Hình 1.3: Thiết bị DLC thế hệ 3.

Trong giai đoạn quá độ hiện nay, để việc đầu tư vào mạng truy nhập mang lại hiệu quả về mặt kinh tế và kỹ thuật thì ngoài giải pháp kéo thêm cáp đồng đến khu vực thuê bao còn có cách sử dụng các thiết bị truy nhập, quang hóa mạng truy nhập và tận dụng tối đa những công nghệ truy nhập vô tuyến, hơn nữa để phù hợp với xu thế tất yếu là tiến từ mạng PSTN lên mạng NGN khi mà mạng nội hạt chưa sẵn sàng hỗ trợ các thiết bị truy nhập IP tiên tiến nhất thì cần phải có dòng thiết bị truy nhập đáp ứng tất cả các yêu cầu sau:

- Hỗ trợ các giao diện PSTN truyền thống, các đầu cuối analog.
  Có khả năng cung cấp các dịch vụ băng rộng và các dịch vụ mới khác.
  Hỗ trợ báo hiệu V5.x và có thể kết nối tới các tổng đài nội hạt đang sử dụng (Tức là làm việc như là thiết bị DLC).
- Dễ dàng nâng cấp, tích hợp khi chuyển sang mạng NGN.
  Đảm bảo thời gian triển khai và chi phí phát thiển thuê bao không quá cao.



Hình 1.4: Thiết bị truy nhập IP cho mạng thế hệ sau.

1.2 Công nghệ truy nhập hữu tuyến

Hiện nay trên thị trường những nhà khai thác với cơ sở hạ tầng khác nhau đưa ra những dịch vụ truy nhập dựa trên công nghệ khác nhau :

- Dial up, xDSL, ISDN dựa trên cáp đồng xoắn
- CM trên mạng cáp truyền hình CATV
- PLC trên mạng cáp điện lực
- Truy nhập quang trên CATV, PLC

Tuy nhiên xét về tính kinh tế cũng như sự ổn định về giải pháp kỹ thuật họ công nghệ xDSL vẫn là giải pháp hợp lý trong vòng 5 năm tới.

1.3 Công nghệ truy nhập vô tuyến

Với sự xuất hiện của Wimax, công nghệ truy nhập vô tuyến đã cho thấy sự hội tụ một cách rõ ràng, và mạng truy nhập vô tuyến sẽ tiến tới cung cấp dịch vụ kết nối có tốc độ cao hơn, và sẽ có sự thỏa hiệp giữa tính di động và tốc độ (QoS)

1.4 Những công nghệ truy nhập hữu tuyến cạnh tranh

1.4.1 Công nghệ PLC

Việc sử dụng mạng lưới phân phối điện cho mục đích truyền thông đã được biết đến từ những năm đầu của thế kỷ 20. Bằng cách sử dụng phương thức điều chế khoá bật tắt (turn on-turn off carrier) các hệ thống PLC đầu tiên đã được sử dụng cho việc truyền thông nội bộ nhằm thực hiện nhiệm vụ điều khiển và đo đạc từ xa. Nhưng ở các hệ thống này tốc độ truyền tin rất thấp. Ngày nay với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ, đặc biệt là công nghệ sản xuất vi mạch tích hợp cho từng ứng dụng đặc biệt ASIC

(Application Specific Integrated Circiut) đã cho phép PLC có những bước phát triển nhảy vọt và trở thành một trong những công nghệ truy nhập băng rộng, tốc độ cao đầy hứa hẹn.

Trong một vài năm gần đây công nghệ PLC đang phát triển mạnh mẽ do những nguyên nhân sau:

- Nhu cầu truy nhập Internet băng thông rộng đang bùng nổ. Trong khi các công nghệ truy nhập băng thông rộng khác vì các lý do khác nhau chưa đáp ứng được.
- Mạng lưới điện hạ thế sẵn có ở khắp nơi, dải tần trên đường dây điện chưa được sử dụng hết.
- Đối với các nhà khai thác viễn thông mới việc xây dựng mạng truy nhập để cung cấp dịch vụ trực tiếp tới khách hàng đòi hỏi chi phí lớn và tốn nhiều thời gian, công sức .

Trong thực tế các hoạt động chuẩn hoá hệ thống truyền thông tốc độ cao PLC đang được tiến hành ở rất nhiều quốc gia, hàng loạt hệ thống PLC tốc độ cao đã và đang được cân nhắc thành sản phẩm thương mại.

Tại mỗi hộ gia đình, có rất nhiều thiết bị số liệu và thiết bị điện sử dụng các ổ cắm điện, do đó không cần phải bàn cãi nhiều về khả năng truyền thông đa năng bằng việc sử dụng các ổ cắm điện giữa các thiết bị điện và số liệu. Không giống như các hệ thống LAN hồng ngoại hoặc vô tuyến, các thiết bị đầu cuối PLC có độ ổn định kết nối cao thậm chí khi cáp điện được chôn trong tường nhà.

Hơn nữa, một ưu điểm đối với với mạng gia đình đó là PLC cung cấp khả năng kết nối tới mạng truy nhập, đây là một tính năng hấp dẫn của PLC khi nó thỏa mãn các nhu cầu về tốc độ số liệu. Thông thường, mạng truy nhập nội hạt hay đoạn kết nối cuối cùng đến thuê bao là phần chi phí tốn kém nhất cho một hệ thống truyền thông.

Do những đặc điểm hấp dẫn nêu trên, PLC đã nhận được sự quan tâm hết sức đặc biệt của các nước Châu Âu, Bắc Mĩ, Nhật và gần đây là một số nước Châu á khác. ở Châu Âu, trong những năm gần đây đã có khá nhiều cuộc thử nghiệm mạng truy nhập và mạng gia đình sử dụng công nghệ PLC. Trong năm 1999, ETSI cũng đã đặt ra một dự án mang tên EP PLT (ETSI Project Powerline Telecommunication) để phát triển các tiêu chuẩn và các đặc tả kỹ thuật cho hệ thống PLC. Tháng 3 năm 2000, tại Thuỵ Sĩ, diễn đàn PLC đã được thiết lập nhằm mục tiêu liên kết các thành viên quan tâm đến công nghệ PLC bao gồm 51 thành viên tại 17 quốc gia và 3 lục địa. Tại Bắc Mĩ, liên minh công nghiệp Bắc Mĩ đã thiết lập một tổ chức có tên là HomePlug nhằm thực hiện mục tiêu cung cấp một diễn đàn để tạo ra các đặc tả mở cho phát triển hệ thống PLC cho các sản phẩm và mạng truy nhập tốc độ cao, mạng gia đình sử dụng công nghệ PLC. Hai lĩnh vực ứng dụng hiện nay của PLC là truy nhập nội hạt (last- mile access) và kết nối mạng trong nhà (in- house

networking). Các dịch vụ của PLC có thể được cung cấp đảm bảo luôn sẵn sàng tại mọi ổ điện và không cần thi công cáp bao gồm:

- Truy nhập Internet băng thông rộng (tới 45Mbs hoặc hơn), các kết nối này luôn online.
- Dịch vụ thoại và fax.
- Kết nối LAN trong nhà (in-house LAN) cho các máy PC và máy in.
- Các dịch vụ băng hẹp khác (house automation, health care...).

Căn cứ vào dung lượng cung cấp và cấu hình sử dụng mà ta có thể phân loại công nghệ PLC.

Xét băng tần sử dụng, tại Nhật, băng tần khụng cần đăng kí cho PLC từ 10-450 Khz trong khi tại Châu Âu là từ 10 -148.5 Khz (CENELEC: European Committee for Electronic Technical Standarzation). Các hệ thống PLC vận hành ở dải tần này sẽ được xem như là các hệ thống PLC băng hẹp.Gần đây nhiều quốc gia trong đó có Nhật đó bắt đầu cân nhắc đến việc mở rộng dải tần hoạt động cho PLC lên tới 30 Mhz. Tại Châu Âu, ETSI đó xác định kế hoạch phân bố băng tần từ 1,6 Mhz đến 10 Mhz được ấn định dành riêng cho truy nhập nội hạt, dải tần từ 10 Mhz đến 30 Mhz được ưu tiên dành cho ứng dụng mạng gia đình (in-house), những hệ thống như vậy có thể được coi là các hệ thống băng rộng. Tại Việt nam EVN đã thử nghiệp thành công PLC tại trụ sở Trần Nguyên Hãn, nhưng khả năng triển khai trên diện rộng vẫn còn để ngỏ.

Nếu xét theo cấu hình xử dụng chúng ta có thể có những cấu hình PLC như:

- Cấu hình Fiber-LV (Low Voltage)
- Cấu hình MV&LV (Medium Voltage & Low Voltage)
- Cấu hình MV & Wireless
- Cấu hình FTTH (Fiber to the Home)

Do bản chất sơ khai của đường cáp điện không phải là để truyền dẫn tín hiệu thông tin cho nên không có một sự đảm bảo hiệu năng nào khi thực hiện truyền thông trên cáp điện nhìn từ quan điểm truyền dẫn tín hiệu. Vấn đề lớn nhất của PLC là chống nhiễu (do các nguồn điện hoặc ngoài điện) và suy hao trên đường dây, cũng như tìm kiếm sự chấp nhận của thị trường.

Vì vậy, PLC có thể gặp phải các đặc tính đặc biệt của kênh truyền dẫn sử dụng cáp điện, như là các đặc tính trở kháng thay đổi theo thời gian và rất thấp của đường dây điện, rất nhiều nhân tố gây ra các dạng tạp âm tín hiệu.

1.4.2 Công nghệ CM (CATV)

Là công nghệ cho phép truy xuất thông tin tốc độ cao đến các server từ xa như Internet server hay VoD server qua mạng truyền hình cáp (Cáp đồng trục) với tốc độ thay đổi phụ thuộc vào hệ thống modem cáp, kiến trúc mạng cáp đồng trục và lưu lượng trên modem.

Tốc độ theo chiều xuống có thể lên đến 27Mbps, tuy nhiên đây là dung lượng tổng cộng của mọi người chia ra do cấu trúc mạng dạng nhánh, thường thì dung lượng của một thuê bao chỉ từ 1-3Mbps. ở chiều lên có thể đạt được 10Mbps nhưng thường là 1-2,5 Mbps

Ưu điểm của modem cáp là tận dụng được mạng truyền hình cáp sẵn có nên giảm chi phí, các linh kiện tần số cao cần thiết cho hoạt động của modem cáp đã trở nên rất rẻ và được bán đại trà. Nhưng cũng do làm việc ở tần số cao và có đến 90% cáp đi trong nhà mà các cáp này thường được lắp đặt vội vã, cẩu thả nên dễ gây nhiễu cho tivivà các thiết bị khác, giải pháp ở đây là cần phải đi lại dây ở nhà. Hơn nữa do việc sử dụng chung các kênh đường lên nên dễ gây tắc nghẽn.

Các nhà khai thác mạng cáp đồng trục đang tiến hành cải tiến hạ tầng mạng cáp bằng cách đưa thêm mạng cáp quang vào mạng cáp đồng trục thay truyền dẫn tương tự bằng truyền dẫn số được gọi là mạng lai ghép HFC: Mạng HFC cung cấp gần 100 kênh truyền dẫn tốc độ cao (6 MHz) cho mỗi kênh phân phối các luồng video tương tự, số, dữ liệu tới người sử dụng và có thể mở rộng các dịch vụ băng rộng nhờ modem cáp. Tuy nhiên do đường truyền HFC là chung nên băng thôngkhả dụng cho mỗi kênh khi có nhiều người sử dụng không cao bằng DSL.

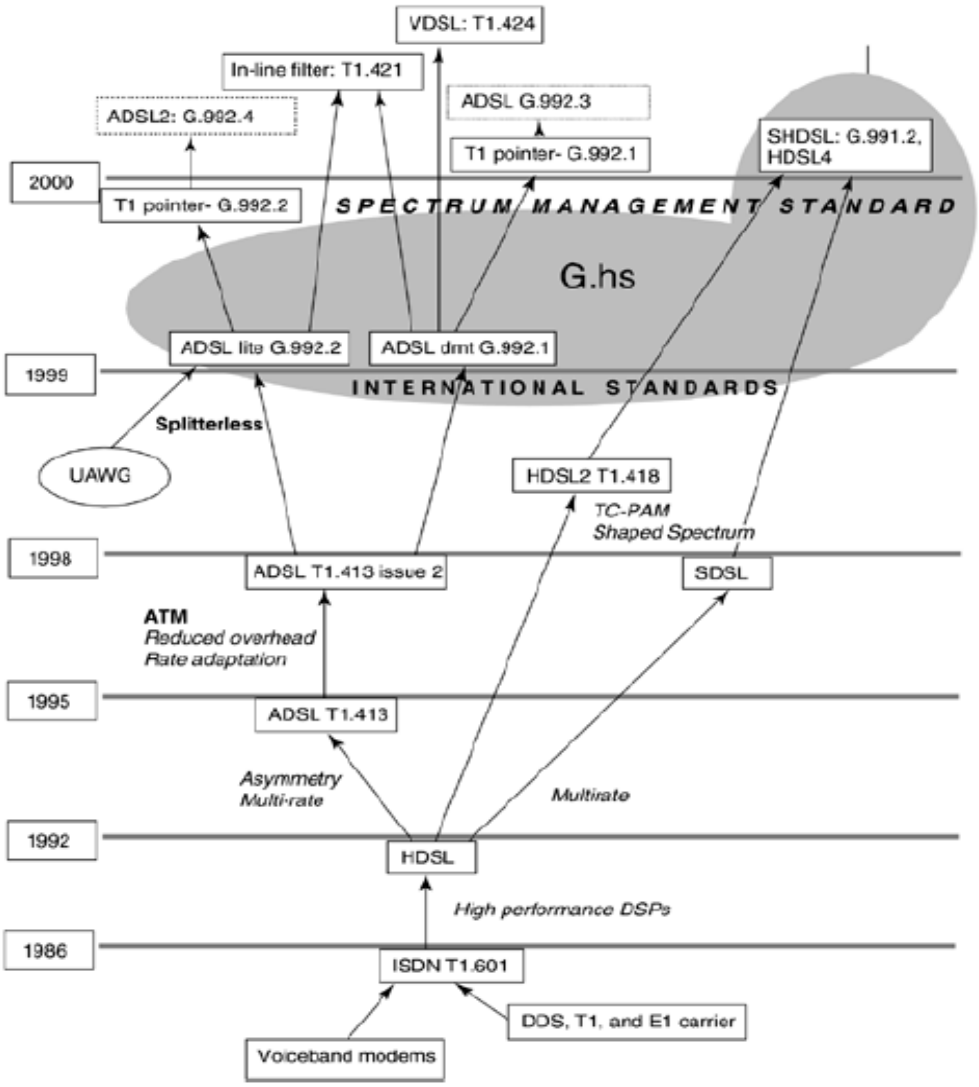
1.5 So sánh và đánh giá các công nghệ truy nhập

PHẦN II: CÔNG NGHỆ TRUY NHẬP HỮU TUYẾN

Chương 2: Họ công nghệ xDSL

2.1 Công nghệ trong họ xDSL

Như đã đề cập ở chương 1, xDSL là họ công nghệ đường dây thuê bao số gồm nhiều công nghệ có tốc độ, khoảng cách truyền dẫn khác nhau và được ứng dụng vào các dịch vụ khác nhau, với x thay cho các ký tự : A, H, V, I, S, … Lịch sử phát triển của các công nghệ trong họ được thể hiện trong hình 2.1 .



Hình 2.1: Lịch sử phát triển của các công nghệ trong họ xDSL

Có thể phân loại xDSL theo đặc tính truyền dẫn giữa hai chiều lên và xuống như sau (Bảng 2.1 tổng kết đặc điểm của một số công nghệ trong họ):

- Truyền dẫn hai chiều đối xứng gồm: HDSL/HDSL2, SHDSL đã được chuẩn hoá và những phiên bản khác như: SDSL, IDSL…

- Truyền dẫn hai chiều không đối xứng gồm ADSL/ADSL. Lite (G.Lite), ADSL2, ADSL2+ đã được chuẩn hoá và một số tên gọi khác chưa được chuẩn hoá như: RADSL, UADSL, CDSL.
- Công nghệ VDSL, VDSL2 cung cấp cả dịch vụ truyền dẫn đối xứng và không đối xứng.

HDSL/HDSL 2 (High data rate DSL): Công nghệ đường dây thuê bao số truyền tốc độ dữ liệu cao HDSL sử dụng 2 đôi dây đồng trong đó mỗi đôi dây sử dụng hoàn toàn sông công để cung cấp dịch vụ T1 (1,544 Mb/s), 2 hoặc 3 đôi dây để cung cấp dịch vụ E1 (2,048 Mb/s)

SDSL (Single pair DSL): Công nghệ DSL một đôi dây truyền đối xứng tốc độ 784 kb/s trên một đôi dây, ghép kênh thoại và số liệu trên cùng một đường dây, sử dụng mã 2B1Q. Công nghệ này chưa có các tiêu chuẩn thống nhất nên không được phổ biến cho các dịch vụ tốc độ cao. SDSL chỉ được ứng dụng trong việc truy cập trang Web, tải những tệp dữ liệu và thoại đồng thời với tốc độ 128 Kb/s với khoảng cách nhỏ hơn 6,7 Km và tốc độ tối đa là 1024 Kb/s trong khoảng 3,5 Km.

SHDSL: Là công nghệ kết hợp của HDSL 2 và SDSL với tốc độ thay đổi từ 192kbps đến 2,134 Mbps, khoảng cách tương ứng với tốc độ tối đa là 2km. Trong thực tế, nó có thể cấu hình ở dạng 2 đôi dây cung cấp tốc độ từ 384kbps đến 4,264Mbps.

ADSL (Asymmetric DSL), ADSL2, ADSL2+: Công nghệ DSL không đối xứng được phát triển từ khi xuất hiện các nhu cầu truy nhập Internet tốc độ cao, các dịch vụ trực tuyến, video theo yêu cầu...vào đầu những năm 90. ADSL cung cấp tốc độ truyền dẫn không đối xứng lên tới 8 Mb/s luồng xuống và 16- 640 Kb/s luồng lên với khoảng cách truyền dẫn 5km và giảm đi khi tốc độ lên cao. Ưu điểm nổi bật của ADSL là cho phép khách hàng sử dụng đồng thời một đường dây thoại cho cả 2 dịch vụ: thoại và số liệu. Một dạng ADSL mới gọi là ADSL "Lite" hay ADSL không sử dụng bộ lọc đã xuất hiện từ đầu năm 1998 chủ yếu cho ứng dụng truy cập Internet tốc độ cao, kỹ thuật này không đòi hỏi bộ lọc phía thuê bao nên giá thành thiết bị và chi phí lắp đặt giảm đi tuy nhiên tốc độ luồng xuống chỉ còn 1,5 Mb/s. ADSL2 thêm những cải tiến về điều chế và mã hóa làm tăng hiệu quả sử dụng băng thông. ADSL2+ mở rộng băng tần cho chiều xuống tới 2.2 Mhz.

ReachDSL là công nghệ DSL đối xứng đáp ứng nhu cầu của thuê bao về đường dây DSL tốc độ cao ở các khoảng cách xa. Để bổ sung cho công nghệ ADSL tiêu chuẩn (DMT hay G.lite), các sản phẩm ReachDSL cung cấp tốc độ dữ liệu từ 128 kbps đến 1 Mbps và được thiết kế để làm việc với điều kiện đường dây và đi dây trong nhà dễ dãi hơn. Một trong các lợi ích của ReachDSL là không cần phải lắp đặt các bộ tách dịch vụ thoại đơn thuần POTS. Điều này cho phép khách hàng hoàn toàn có thể tự lắp đặt các bộ microfilter.Khác với các hệ thống ADSL có độ dài vòng thuê bao giới hạn trong khoảng 6

Km kể từ tổng đài, các hệ thống ReachDSL mở rộng dịch vụ đến hơn 6 500 m và hiện nay đã có các đường dây vượt quá 10 Km.

VDSL (Very high data rate DSL): Công nghệ DSL tốc độ dữ liệu rất cao là công nghệ phù hợp cho kiến trúc mạng truy nhập sử dụng cáp quang tới cụm dân cư. VDSL truyền tốc độ dữ liệu cao qua các đường dây đồng xoắn đôi ở khoảng cách ngắn. Tốc độ luồng xuống tối đa đạt tới 52 Mb/s trong chiều dài 300 m. Với tốc độ luồng xuống thấp 1,5 Mb/s thì chiều dài cáp đạt tới 3,6 km. Tốc độ luồng lên trong chế độ không đối xứng là 1,6- 2,3 Mb/s.

Bảng 2.1: Các công nghệ trong họ xDSL.

Công nghệ	**Tốc độ**	**Khoảng cách truyền**	**Số đôi dây**	**Ứng dụng**
IDSL	144 Kb/s đối xứng	5km	1 đôi	Truyền thoại và số liệu
HDSL	1,544Mb/s đối xứng 2,048Mb/s đối xứng	3,6 km – 4,5 km	2 đôi 3 đôi	Cấp luồmgT1/E1 để truy xuất WAN. LAN, truy xuất server
HDSL2	1,544Mb/s đối xứng 2,048Mb/s đối xứng	3,6 km – 4,5 km	1 đôi	
SDSL	768kb/s đối xứng 1,544Mb/s hoặc 2,048Mb/s một chiều	7 km 3 km	1 đôi	Như HDSL nhưng thêm phần truy xuất đối xứng
SHDSL	5.6Mbps lên/xuống	7 km 3 km	1, 2 đôi	Kết nối server
ADSL	7 Mbps xuống, 800 kbps lên	5km (tốc độ càng cao thì khoảng	1 đôi	Truy xuất Internet, video on demand, interactive multimedia, truy xuất LAN từ xa

		cách càng ngắn)		
ADSL2	8 Mb/s xuống, 1 Mbps lên	5km (tốc độ càng cao thì khoảng cách càng ngắn)	nhiều đôi dây	Truy xuất Internet, video on demand, interactive multimedia, truy xuất LAN từ xa
ADSL2+	24 Mbps xuống 1 Mbps lên	5km (tốc độ càng cao thì khoảng cách càng ngắn)	nhiều đôi dây(tới 32 đôi)	Truy xuất Internet, video on demand, interactive multimedia, truy xuất LAN từ xa
ADSL2-RE	8 Mbps down 1 Mbps up	5km (tốc độ càng cao thì khoảng cách càng ngắn)	Reach Extende	Truy xuất Internet, video on demand, interactive multimedia, truy xuất LAN từ xa
VDSL	26 Mb/s đối xứng 13–52 Mb/s luồng xuống 1,5-2,3 Mb/s luồng lên	300 m – 1,5 km (tuỳ tốc độ)	1 đôi	Như ADSL nhưng thêm HDTV(truyền hình tốc độ cao)
VDSL2	100Mbps lên/xuống G.993.2	300 m – 1,5 km (tuỳ tốc độ)	1 đôi	Như ADSL nhưng thêm HDTV(truyền hình tốc độ cao)

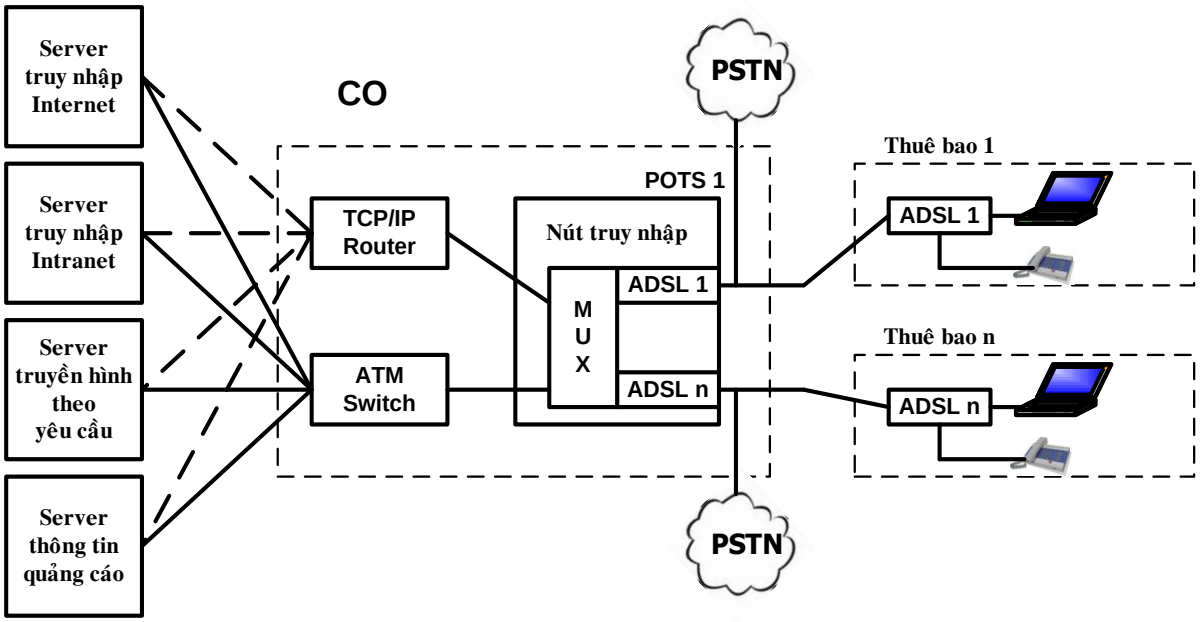
Với một họ các kỹ thuật DSL khác nhau, việc áp dụng chúng sao cho phù hợp và có hiệu quả cao là một vấn đề cần xem xét. Mỗi loại kỹ thuật có những tính năng, đặc thù và điểm mạnh, điểm yếu riêng. Trong họ xDSL thì các công nghệ bất đối xứng như ADSL, ADSL2, ADSL2+ là những công nghệ được sử dụng nhiều nhất, phổ biến nhất trên thế giới.

Nhận xét đánh giá về đặc điểm của xDSL:

- Xây dựng tính mềm dẻo đủ mức cần thiết để hỗ trợ cho các ứng dụng. Tính mềm dẻo thể hiện ở đây là: Khả năng để hỗ trợ nhiều loại hình dịch vụ, khả năng mở rộng để phát triển từ một vài thuê bao tới hàng ngàn thuê bao, khả năng quản lý tin cậy mạng điểm - điểm trong việc hỗ trợ những ứng.
- Cho phép mạng của nhà cung cấp dịch vụ NPS và người sử dụng dịch vụ tận dụng một số đặc tính của cấu trúc cơ sở hạ tầng hiện nay như những giao thức lớp 2, 3 giống như Frame Relay, ATM và IP và độ tin cậy những dịch vụ mạng. xDSL có thể triển khai những dịch vụ được dựa trên các gói tin hoặc tế bào giống như Frame Relay, IP hoặc ATM hay trên những dịch vụ kênh đồng bộ bit.
- xDSL đáp ứng được yêu cầu đòi hỏi thời gian thực, tốc độ cao…
  Khả năng xDSL ngày càng phong phú với rất nhiều các phiên bản mới như ADSL2, HDSL2…
- Qua những kết quả nghiên cứu, các nhà cung cấp dịch vụ thừa nhận rằng họ công nghệ xDSL không phải là thế hệ tương lai của mạng truy nhập mà chỉ là giải pháp hiện tại của truy nhập mạng.

2.2 Kiến trúc hệ thống

Hệ thống xDSL bao gồm những thiết bị phía nhà cung cấp dịch vụ, những thiết bị khách hàng, những thiết bị này được nối với nhau thông qua mạch vòng đường dây thuê bao. Hình 2.2 thể hiện kiến trúc chung của môt hệ thống sử dụng xDSL, hình 2.3 thể hiện chi tiết những thiết bị trong một hệ thống ADSL thông dụng



Hình 2.2: Bộ cung cấp mạch vòng thuê bao số xDSL

2.2.1 Thiết bị nhà cung cấp dịch vụ kết nối

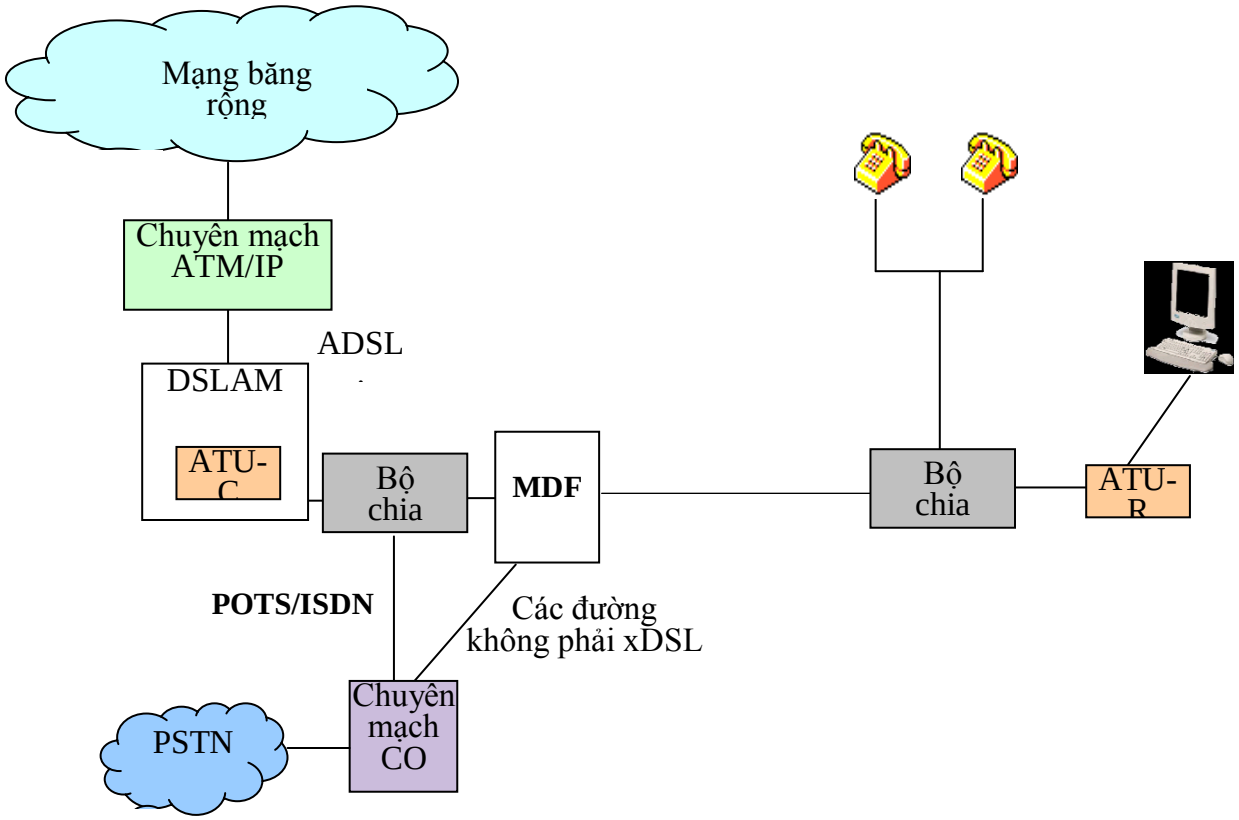
Gồm có các bộ chia được lắp đặt nơi các mạch vòng thuê bao kết cuối trên giá phối dây chính MDF, đầu ra có hai đôi dây. Đôi thứ nhất kết nối tới mạng chuyển mạch thoại để cung cấp dịch vụ thoại truyền thống. Đôi dây thứ hai kết nối tới khối kết cuối ADSL trung tâm (ATU-C). Để truyền dẫn hiệu quả, các khối ATU-C được kết hợp với chức năng ghép kênh tạo nên bộ ghép kênh truy nhập DSL (DSLAM) trong tổng đài trung tâm và được kết nối tới mạng các nhà cung cấp dịch vụ thông qua mạng băng rộng ATM hoặc IP.

2.2.2 Phía khách hàng

Bao gồm các bộ chia được lắp đặt nơi các mạch vòng thuê bao kết cuối, đầu ra kết nối tới khối kết cuối ADSL đầu xa (ATU-R) tới đầu cuối khách hàng sử dụng ADSL và một đầu tới đầu cuối khách hàng sử dụng thoại.

2.2.3 Mạch vòng thuê bao

Là một đôi dây đồng xoắn đôi nối cụm thuê bao và tổng đài trung tâm. Tuy nhiên, để hệ thống ADSL có thể triển khai được trên thực tế, thì ta phải xem xét được sự tương thích phổ của các dịch vụ ADSL trên mạch vòng thuê bao vì nó ảnh hưởng sâu sắc tới chất lượng dịch vụ ADSL.



Hình 2.3: Cấu trúc hệ thống ADSL.

2.3 ADSL, ADSL2, ADSL2+

ADSL (Asymmetric DSL) Công nghệ DSL không đối xứng được phát triển từ khi xuất hiện các nhu cầu truy nhập Internet tốc độ cao, các dịch vụ trực tuyến, video theo yêu cầu...vào đầu những năm 90. ADSL cung cấp tốc độ truyền dẫn không đối xứng lên tới 8 Mb/s luồng xuống và 16- 640 Kb/s luồng lên với khoảng cách truyền dẫn 5km và giảm đi khi tốc độ lên cao. Ưu điểm nổi bật của ADSL là cho phép khách hàng sử dụng đồng thời một đường dây thoại cho cả 2 dịch vụ: thoại và số liệu. Một dạng ADSL mới gọi là ADSL "Lite" hay ADSL không sử dụng bộ lọc đã xuất hiện từ đầu năm 1998 chủ yếu cho ứng dụng truy cập Internet tốc độ cao, kỹ thuật này không đòi hỏi bộ lọc phía thuê bao nên giá thành thiết bị và chi phí lắp đặt giảm đi tuy nhiên tốc độ luồng xuống chỉ còn 1,5 Mb/s.

ADSL2 thêm những cải tiến về điều chế và mã hóa làm tăng hiệu quả sử dụng băng thông.

ADSL2+ mở rộng băng tần cho chiều xuống tới 2.2 Mhz.

2.3.1 ADSL

Đường dây thuê bao số bất đối xứng ADSL là kỹ thuật truyền dẫn mạch vòng nội hạt đồng thời truyền tải trên cùng một đôi dây các dịch vụ sau:

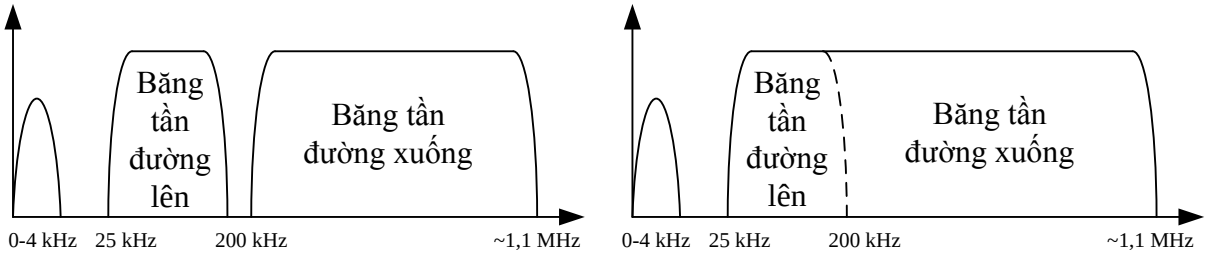
- Tốc độ bit thu (về phía thuê bao) lên tới gần 9 Mbit/s.
- Tốc độ bit phát (về phía mạng) lên tới 1 Mbit/s.
- Dịch vụ điện thoại truyền thống POTS.

Hệ thống truyền dẫn được thiết kế để hoạt động trên cáp đồng xoắn đôi, nhiều cỡ dây hỗn hợp. Kỹ thuật truyền tải ADSL được xây dựng dựa trên điều kiện không có cuộn gia cảm và có một vài trường hợp hạn chế của nhánh rẽ được chấp nhận. Nhưng đã áp dụng công nghệ tiên tiến để nâng cao tốc độ truyền dẫn, có thể cung cấp cho thuê bao dịch vụ băng rộng một chiều như HDTV, dịch vụ số liệu tốc độ trung bình kiểu trao đổi và dịch vụ điện thoại thông thường.

2.3.1.1 Kĩ thuật điều chế

Hiện có 3 kĩ thuật điều chế được sử dụng là QAM, CAP và DMT, kĩ thuật DMT (Discrete Multi- Tone Modulation) được sử dụng rộng rãi.

Điều chế DMT là kĩ thuật điều chế đa sóng mang. DMT chia phổ tần số thành các chu kì kí hiệu. Mỗi chu kì kí hiệu có thể mang một số lượng bít nhất định. Phổ từ 26 kHz đến 1,1 MHz được chia thành các kênh 4 kHz và DMT mã hoá và điều chế tạo thành các kênh phụ 4 kHz. Các bít trong mỗi kênh phụ được điều chế bằng kĩ thuật QAM và đặt trong các sóng mang, hình 2.4.



Hình 2.4: ADSL sử dụng và không sử dụng kĩ thuật triệt tiếng vọng

Đối với bất kì loại mã đường truyền nào sử dụng một đôi dây cho việc truyền song công đều phải chia bưng tần hoạt động thành băng tần từ tổng đài tới thuê bao và băng tần từ thuê bao tới tổng đài (đơn giản là kĩ thuật ghép kênh theo tần số – FDM) hoặc phải sử dụng kĩ thuật xoá tiếng vọng. Tuy nhiên, trong kĩ thuật ADSL cả FDM và kĩ thuật xoá tiếng vọng có thể sử dụng kết hợp đồng thời điều này là do sự không đối xứng của băng tần ADSL, các dải tần có thể gối chồng lên nhau nhưng không trùng khít vào nhau. Đây là đặc thù riêng của ADSL so với các kĩ thuật DSL khác.

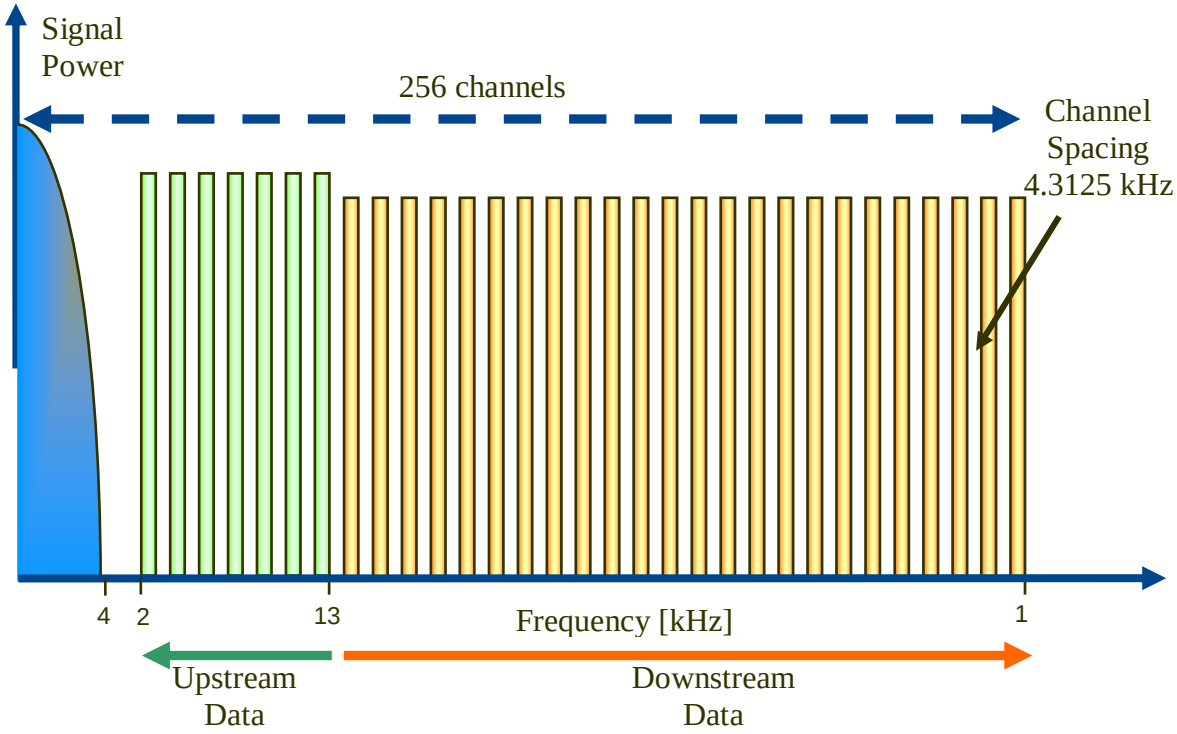
Kĩ thuật xoá tiếng vọng có một số yếu điểm là bị ảnh hưởng lớn bởi tác động của xuyên âm đầu gần (NEXT); khi đó đầu thu có thể nhận tín hiệu được truyền sang từ hệ thống bên cạnh. Các hệ thống bên cạnh ở đây có thể là các đôi dây khác hoặc thậm chí là ngay bộ phát của hệ thống. Nừu bộ thu bỏ qua toàn bộ dải tần số mà đầu gần phát thì FDM sẽ tránh được xuyên âm đầu gần. Tất nhiên điều này đồng nghĩa với việc cắt bỏ một lượng băng tần hiệu dụng của hướng kia. Như vậy, sử dụng kĩ thuật xoá tiếng vọng sẽ làm cho hiệu suất băng tần cao hơn nhưng chi phí cho nó lại phức tạp và nhạy cảm. Kĩ thuật xoá tiếng vọng có thể sử dụng đối với tần số thấp nhất nên đạt hiệu quả cao hơn.

Trong trường hợp dùng một đường truyền đồng thời cho cả hai hướng trên cùng một dải tần số cần phải kiểm soát tiếng vọng. Một cách kiểm soát tiếng vọng là chia tần số thành hai băng tần cho đường từ tổng đài tới thuê bao và ngược lại.

2.3.1.2 Kỹ thuật truyền dẫn song công

Có 3 kĩ thuật truyền dẫn song công trên đôi dây đồng là: phân chia theo tần số (FDM), phân chia theo thời gian (TDM) và triệt tiếng vọng (EC). ADSL thường thực hiện kĩ thuật FDM và EC.

Kĩ thuật ghép kênh theo tần số.



Hình 2.5: Phân chia băng tần của kĩ thuật FDM

Kĩ thuật này cho phép dải tần phát tách khỏi dải tần thu để tránh tự xuyên âm và có dải tần bảo vệ giữa chúng.

Phương pháp này có ưu điểm sau:

- Triệt tiêu được NEXT vì hai dải tần số cách nhau bằng băng tần bảo vệ.
- Không cần sự đồng bộ giữa phát và thu.
- Đã được phát triển từ lâu nên đạt được sự chín muồi công nghệ.

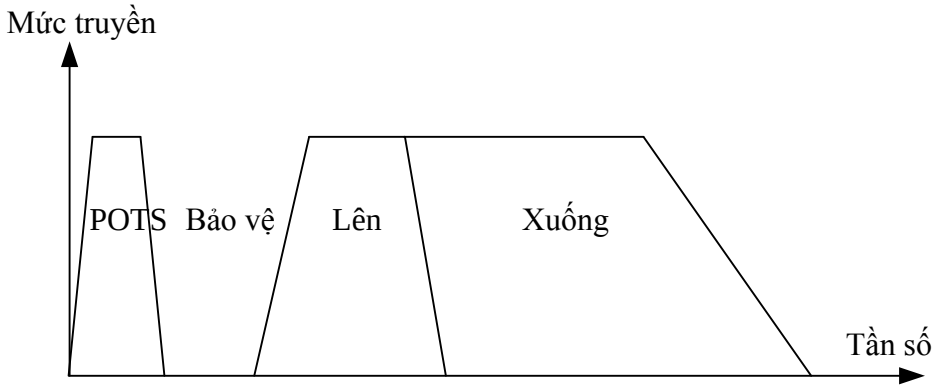
Tuy nhiên vẫn còn tồn tại một số nhược điểm:

- Không sử dụng hiệu quả băng thông vì luồng lên và xuống ở 2 dải tần khác biệt nhau và còn có dải tần bảo vệ.
- Tốc độ luồng xuống ở dải tần cao nên bị giảm nhanh chóng khi cự ly truyền dẫn tăng do suy hao ở miền tần số cao nhanh.
- Vẫn xảy ra hiện tượng NEXT mặc dù trường hợp lý tưởng các bó cáp đều cùng loại nhưng vẫn có các hệ thống DSL khác nhau hoạt động trong cùng bó cáp .

Kỹ thuật triệt tiếng vọng EC

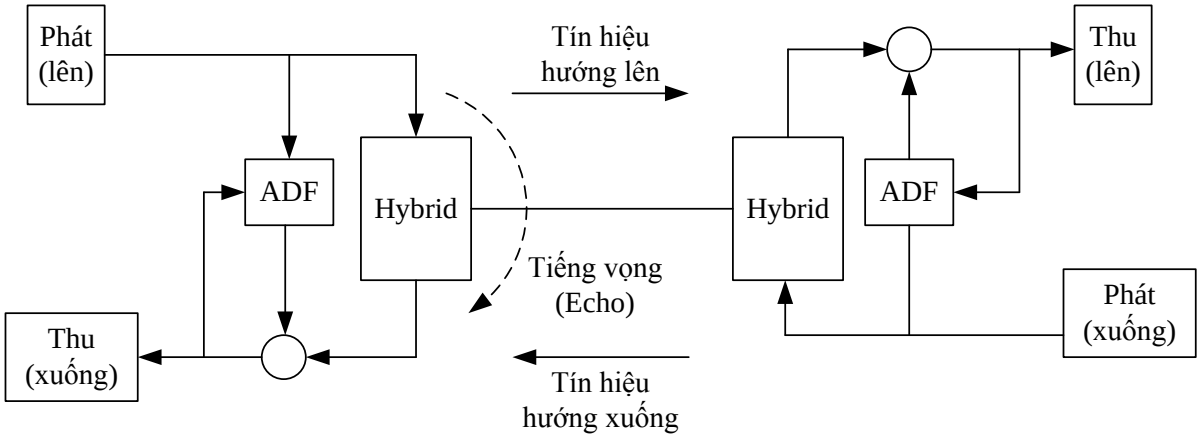
Kỹ thuật này sử dụng một kênh duy nhất cho cả phát và thu nên phổ tín hiệu của chúng trùm lên nhau và tồn tại tiếng vọng của tín hiệu phát lẫn trong tín hiệu thu nên cần một bộ khử tiếng vọng tại phía thu.

Tiếng vọng gồm tổ hợp hai loại: tiếng vọng đầu gần và đầu xa. Mục đích của bộ triệt tiếng vọng là triệt tiếng vọng đầu gần còn tín hiệu đầu xa ảnh hưởng không đáng kể nên có thể bỏ qua.



Hình 2.6: Phân chia băng tần của kĩ thuật EC

Như vậy, kỹ thuật này cho phép hai modem sử dụng toàn bộ băng thông có sẵn trên cả hai hướng.



Hình 2.7 Phân tách tín hiệu lên, xuống bằng phương pháp khử tiếng vọng

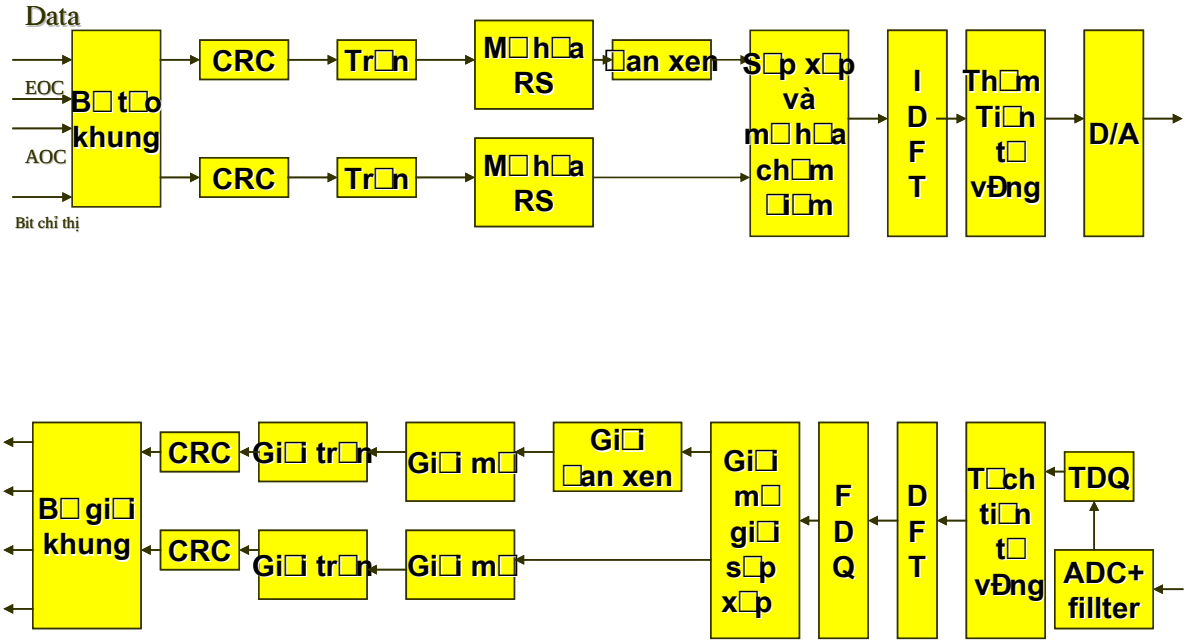
Khi tín hiệu truyền qua mạch sai động (hybrid), một phần tín hiệu vòng lại đầu thu do mạch hybrid không hoàn hảo. Bộ lọc số đáp ứng ADF được sử dụng có chức năng tạo ra một bản sao của tín hiệu vọng và tiếng vọng bị triệt hoàn toàn bằng cách trừ bản sao này với tín hiệu vọng thực tế

Ưu điểm:

- Tận dụng hiệu quả băng thông vì phổ hai hướng trùm lên nhau.
- Cải thiện đáng kể tốc độ truyền nhất là khi cự ly dài vì tín hiệu hướng xuống được sử dụng ở băng tần thấp là vùng mà suy hao nhỏ hơn.
- Nhược điểm:

- Không loại bỏ được NEXT do có nhiều hệ thống khác nhau làm việc trong cùng bó cáp mà bộ triệt tiếng vọng không thể loại bỏ được xuyên âm từ chúng.
- Việc chế tạo những bộ lọc số thích ứng rất phức tạp nhất là khi làm việc với tần số cao. Vì vậy, các modem ADSL hiện nay vẫn sử dụng kiểu FDM khi yêu cầu tốc độ cao chưa gay gắt lắm.

2.3.1.3 Nguyên lý thu phát



Hình 2.8 : Sơ đồ khối thu và phát ADSL

Khối tạo khung: Nhận các kênh dữ liệu, EOC, AOC và các bít chỉ thị rồi tạo khung và siêu khung theo tốc độ thoả thuận sau quá trình khởi tạo. Số liệu trên đường truyền dẫn ADSL được bố trí thành cấu trúc siêu khung.

CRC: Tạo 8 bít kiểm tra lỗi và đặt trong khung thứ nhất của mỗi siêu khung. Trong một luồng, CRC sẽ kiểm tra tất cả các bít chuyển qua trừ các byte FEC, CRC của siêu khung trước đó và khung đồng bộ. CRC giúp phát hiện có bao nhiêu siêu khung sau khi thu xuất hiện một lỗi không thể sửa được bằng FEC.

Khối trộn (Ngẫu nhiên hoá): Thực hiện trên luồng nhanh và luồng chậm một cách độc lập nhằm mục đích tránh các các bít giống nhau xuất hiện liên tiếp. Tại đầu thu quá trình diễn ra ngược lại với cùng qui luật.

Khối FEC: Thêm bít dư vào phần dữ liệu nhằm sửa một số bít bị lỗi sau bộ giải điều chế phía thu (ở đây sử dụng mã Reed Solomon).

Khối đan xen: Chỉ tồn tại trong luồng xen, để phân tán lỗi cụm tới các từ mã khác nhau sao cho số byte bị lỗi liên tiếp nằm trong khả năng sửa lỗi của loại mã đó. Tất nhiên, lúc này thông tin sẽ bị trễ hơn so với không đan xen.

Sắp xếp tone: Là quá trình tách một số bít nhất định rồi gán vào một tone nhất định. Sau quá trình khởi tạo, số lượng bít gán cho mỗi tone đã được quyết định (có giá trị từ 0 đến 15 bít). Dữ liệu từ hai nguồn nhanh, chậm được đưa vào sắp xếp tone trước khi đưa đến bộ mã hoá DMT.

Mã hoá: Sau khi sắp xếp tone, mỗi bin phải thực hiện mã hoá các bít này. Ngoài ra, khối mã hoá còn có chức năng điều chỉnh độ lợi kênh (Công suất) cho từng bin nhờ bảng giá trị bit/tone và độ lợi bin.

Khối IDFT: Sau khi sắp xếp tonevà mã hoá sẽ tạo ra một số phức. Như vậy, sẽ có nhiều nhất là 256 số phức. Khối IDFT sẽ chuyển các số phức trong miền tần số này sang tín hiệu trong miền thời gian.

Khối thêm tiền tố vòng: Để tạo ra kênh giả tuần hoàn giúp quá trình cân bằng trong miền tần số ở phía thu thuận lợi hơn.

Khối biến đổi số-tương tự DAC và lọc dạng: Chuyển đổi các mức tín hiệu sang mức điện áp và pha khác nhau trên đường truyền. Bộ lọc để giới hạn tín hiệu phát trong băng thông của ADSL ..

2.3.2 ADSL2

2.3.2.1 Giới thiệu chung

ADSL2 là thế thứ hai của ADSL được chuẩn hoá trong ITU G.992.3 và G992.4 dựa trên chuẩn của thế hệ thứ nhất ITU G.992.1 và G.992.2. Tuy nhiên ADSL2 có nhiều cải tiến so với ADSL thế hệ thứ nhất. Nhờ những cải tiến nêu trên mà ADSL2 cải thiện đáng kể về tốc độ và khoảng cách so với ADSL. Với ADSL2 có thể đạt được tốc độ đường xuống trên 8Mbps và đường lên tới 800Kbps trên một đôi dây điện thoại. So với ADSL, ADSL2 tăng tốc độ đường xuống khoảng từ 50 đến 196Kbps và tăng tốc độ đường lên khoảng từ 32 đến 64Kbps. Mặt khác, với cùng tốc độ số liệu như ADSL, ADSL2 tăng khoảng cách so với ADSL từ 500 đến 1000feet (khoảng từ 150 đến 300m). Hình 3.29 mô tả một ví dụ về tốc độ và khoảng cách ADSL2 so với ADSL thế hệ thứ nhất. Trên đường đây điện thoại có cùng độ dài so với ADSL thì ADSL2 có tốc độ số liệu tăng khoảng 50Kbps. Với cùng tốc độ như ADSL, ADSL2 đạt được khoảng cách tăng khoảng 600feet (khoảng 180m) so với ADSL, điều này làm tăng vùng phủ khoảng 6%.

Có được kết quả này là do ADSL2 cải thiện hiệu quả điều chế, giảm tiêu đề khung, đạt được độ lợi mã hoá cao hơn, cải thiện trạng thái khởi tạo và tăng cường thuật toán xử lý tín hiệu... So với ADSL, ADSL2 bổ xung một số tính năng mới, đó là những tính năng

liên quan đến Các tính năng liên quan đến ứng dụng, các tính năng liên quan đến PMS-TC và các tính năng liên quan đến PMD.

2.3.2.2 Các tính năng liên quan đến ứng dụng

Hỗ trợ ứng dụng ở chế độ hoàn toàn số

ADSL đưa ra một chế độ tuỳ chọn cho phép truyền số liệu ADSL trên băng tần thoại do đó tăng thêm 256Kbps cho tộc độ dữ liệu đường lên. Chế độ này là lựa chọn hấp dẫn đối với các doanh nghiệp sử dụng dịch vụ thoại và số liệu trên các đường dây riêng biệt bởi vì nhờ chế độ này mà các doanh nghiệp đạt được các dịch vụ với tốc độ đường lên cao hơn.

Hỗ trợ ứng dụng thoại trên băng tần ADSL

Có ba phương thức cơ bản để truyền lưu lượng thoại trên đường dây cáp đồng sử dụng băng tần DSL đó là: Thoại qua chế độ truyền dẫn cận đồng bộ (VoATM), thoại qua giao thức internet (VoIP) và thoại phân kênh trên DSL (CVoDSL).

Phương thức VoATM, thực hiện việc sắp xếp thoại đã được số hoá và thông tin báo hiệu vào các tế bào ATM, các tế bào này được truyền trên đường dây điện thoại và truyền qua mạng đến kết nối riêng ảo ATM.

Tương tự phương thức thứ hai, VoIP cũng sắp xếp thoại đã được số hoá và thông tin báo hiệu vào các gói IP và truyền chúng trên đường dây điện thoại cùng với số liệu khác.

Còn phương thức CVoDSL, là một cải tiến của công nghệ đường dây thuê bao số. Phương thức này truyền lưu lượng thoại TDM một cách trong suốt qua băng tần DSL. CVoDSL là duy nhất giữa các giải pháp thoại qua DSL trong đó nó truyền thoại trong lớp vật lý, cho phép truyền các kênh thoại trên băng tần DSL trong khi vẫn duy trì cả POTS và truy nhập Internet tốc độ cao. Đây là một phương thức đơn giản, linh hoạt, hiệu quả về mặt chi phí cho phép thiết bị thế hệ sau có chức năng thoại.

Hỗ trợ chức năng ghép ngược ATM (IMA) trong ATM TPS-TC:

Tốc độ số liệu tới khách hàng có thể tăng đáng kể bằng cách ghép nhiều đường điện thoại cùng nhau. Để thực hiện việc ghép, chuẩn ADSL2 hỗ trợ chức năng ghép ngược ATM (IMA) được triển khai cho cấu trúc ATM truyền thống. Thông qua IMA, ADSL2 có thể ghép hai hoặc nhiều đôi dây đồng trong một tuyến ADSL. Kết quả là đạt được tốc độ đường xuống linh hoạt hơn cụ thể là : 20 Mbps trên 2 đôi ghép, 30 Mbps trên 3 đôi ghép, 40 Mbps trên 4 đôi ghép.

2.3.2.3 Các tính năng liên quan đến PMS-TC

Việc phân khung linh hoạt hơn, hỗ trợ tới 4 khung mang, 4 đường:

Số liệu được truyền khác nhau có thể được tập hợp vào các cấu trúc khác nhau khi chúng truyền qua chức năng PMS-TC phát. Nhóm cấu trúc này được gọi là cấu trúc khung.

Giảm tiêu đề khung

Hệ thống ADSL2 giảm tiêu đề khung bằng cách sử dụng khung với các tiêu đề của khung có thể lập trình được. Do đó, không như trong chuẩn ADSL thế hệ thứ nhất số bit tiêu đề trên khung là cố định và chiếm 32Kbps của tải số liệu thực tế, trong chuẩn. ADSL2 số bit tiêu chuẩn trong khung có thể lập trình được chiếm từ 4 đến 32Kbp. Trong các hệ thống ADSL thế hệ thứ nhất, trên các đường dây điện thoại có tốc độ số liệu thấp (ví dụ 128Kbps) thì 32Kbps (hoặc 25% tốc độ số liệu tổng) được cung cấp phát cố định cho thông tin tiêu đề. Trong các hệ thống ADSL2, tốc độ số liệu tiêu đề có thể giảm xuống còn 4Kbps, do đó cung cấp thêm 28Kbps cho tải số liệu.

2.3.2.4 Các tính năng liên quan đến PMD

Chuẩn đoán

Việc xác định nguyên nhân của những vấn đề phát sinh trong quá trình cung cấp dịch vụ ADSL cho khách hàng là một trở ngại rất lớn trong tiến trình phát triển của ADSL. Để khắc phục vấn đề này, bộ thu phát ADSL2 đươc tăng cường khả năng chuẩn đoán. Khả năng chuẩn đoán cung cấp các công cụ để giải quyết những vướng mắc trong và sau khởi tạo, để giám sát trong khi cung cấp dịch vụ và nâng cao năng lực. Để chuẩn đoán và giải quyết các vấn đề gặp phải thì các bộ thu phát ADSL2 cung cấp khả năng thực hiện đo tạp âm đường dây, suy giảm mạch vòng và tỷ số tín hiệu trên tạp âm (SNR) tại hai đầu đường dây. Kết quả của những phép đo này được tập hợp lại bằng cách sử dụng chế độ kiểm tra chuẩn đoán đặc biệt ngay cả khi chất lượng đường dây là quá tồi để có thể hoàn thành kết nối ADSL.

Ngoài ra, ADSL2 bao gồm khả năng giám sát hiệu năng thời gian thực, khả năng này cung cấp thông tin về chất lượng đường dây và điều kiện tạp âm tại hai đầu đường dây. Thông tin này được xử lý bởi phần mền để giám sát chất lượng kết nối ADSL và tránh xảy ra các lỗi dịch vụ trong tương lai. Thông tin này cũng được sử dụng để quyết định xem một khách hàng có thể được cung cấp các dịch vụ có tốc độ số liệu cao hơn hay không.

Thích ứng tốc độ

Các đường dây điện thoại được bện với nhau trong bó cáp nhiều đôi chứa 25 hoặc nhiều hơn các đôi dây xoắn. Kết quả là tín hiệu điện từ một đôi gây ra từ trường trên các đôi gần kề trong bó cáp. Hiện tượng này được gọi là "xuyên âm" và có thể cản trở đặc tính tốc độ số liệu ADSL. Kết quả là những thay đổi của các mức xuyên âm có thể làm

đứt kết nối trong ADSL. Xuyên âm chỉ là một nguyên nhân gây đứt kết nối trên hệ thống ADSL. Các nguyên nhân khác có thể là do nhiễu sóng vô tuyên AM, những thay đổi về nhiệt độ và nước trong bó cáp.

ADSL2 giả quyết vấn đề này bằng cách thích ứng liên tục tốc độ số liệu theo thời gian thực. Cải tiến này, được gọi là thích ứng tốc độ liên tục (SRA), cho phép hệ thống ADSL2 thay đổi tốc độ của kết nối trong khi cung cấp dịch vụ mà không làm ngắt dịch vụ hoặc gây lỗi bit. ADSL2 phát hiện ra những thay đổi trong điều kiện kênh (ví dụ, một trạm vô tuyến AM nội hạt ngừng phát vào buổi tối) và thích ứng tốc độ số liệu với điều kiện mới trong suốt với người sử dụng.

Khởi tạo nhanh

Khởi tạo bộ thu phát ADSL được yêu cầu cho kết nối giữa ATU-C và ATU-R để thiết lập một tuyến thông tin giữa chúng. Ở ADSL thế hệ thứ nhất chỉ hỗ trợ chế độ khởi tạo thông thường. Tuy nhiên ở ADSL2 hỗ trợ cả hai chế độ: chế độ khởi tạo thông thường và chế độ khởi tạo nhanh. Thủ tục khởi tạo thông thường mất khoảng từ 10 tới 15 giây trong khi đó thủ tục khởi tạo nhanh chỉ mất khoảng từ 2 tới 3 giây. Có được điều này là do thủ tục khởi tạo nhanh dựa vào việc lưu trữ và sử dụng lại các tham số truyền dẫn từ khởi tạo thông thường trước đó nhờ đó giảm đáng kể thời gian điều khiển.

Cải thiện về mặt công suất:

Các bộ thu phát ADSL thế hệ thứ nhất hoạt động ở chế độ công suất lớn nhất suốt ngày đêm ngay cả khi không được sử dụng. Để đáp ứng vấn đề này, chuẩn ADSL2 đưa ra chế độ quản lý công suất giúp giảm công suất tiêu thụ trong khi đó vẫn duy trì chức năng luôn "luôn kết nối" của ADSL cho người sử dụng. Những chế độ này bao gồm: chế độ công suất L2 và chế độ công suất L3.

Chế độ công suất L2 cho phép tiết kiệm đáng kể công suất tại khối thu phát ADSL ở trạm trung tâm (ATU-C) bằng cách vào và ra chế độ công suất thấp một cách nhanh chóng dựa trên lưu lượng Internet chạy trên kết nối ADSL. Chế độ công suất L2 là một trong những cải tiến quan trọng nhất của chuẩn ADSL2. Khi tải xuống các file dữ liệu lớn thì ADSL2 hoạt động ở chế độ công suất lớn nhất (được gọi là chế độ công suất "L0") để cực đại tốc độ tải xuống. Khi lưu lượng Internet giảm, ví dụ như khi người sử dụng đang đọc một trang văn bản dài, thì các hệ thống ADSL2 có thể chuyển sang chế độ công suất thấp L2, trong chế độ này tốc độ số liệu giảm đáng kể và giảm công suất tiêu thụ.

2.3.3 ADSL2+

2.3.3.1 Giới thiệu chung

Công nghệ ADSL2+ là thành viên mới nhất trong họ các chuẩn ADSL. ADSL2+ được chuẩn hoá trong ITU G.992.5 vào tháng 5 năm 2003. Có thể coi ADSL2+ là ADSL

thế hệ thứ ba hoặc là phiên bản delta của ADSL thế hệ thứ hai (ADSL2). Cũng giống như ADSL2, ADSL2+ sử dụng đôi dây đồng xoắn để truyền đồng thời thoại và số liệu tốc độ cao giữa kết cuối mạng (ATU-C) và kết cuối khách hàng (ATU-R). Tuy nhiên băng tần của ADSL2+ có khác so với băng tần của ADSL2. Trong khi ADSL2 sử dụng băng tần từ 0-1,1Mhz thì ADSL2+ sử dụng băng tần từ 0-2,2Mhz. Cũng giống như ADSL2, ADSL2+ dành băng tần cơ sở để truyền thoại, băng tần thấp để truyền số liệu đường lên và băng tần cao để truyền số liệu đường xuống. Tuy nhiên, băng tần đường xuống của ADSL2+ gấp đôi so với băng tần đường xuống của ADSL2, do đó ADSL2+ tăng đáng kể tốc độ số liệu trên đường dây điện thoại có khoảng cách ngắn hơn 9Kilofeet (khoảng 3 km)

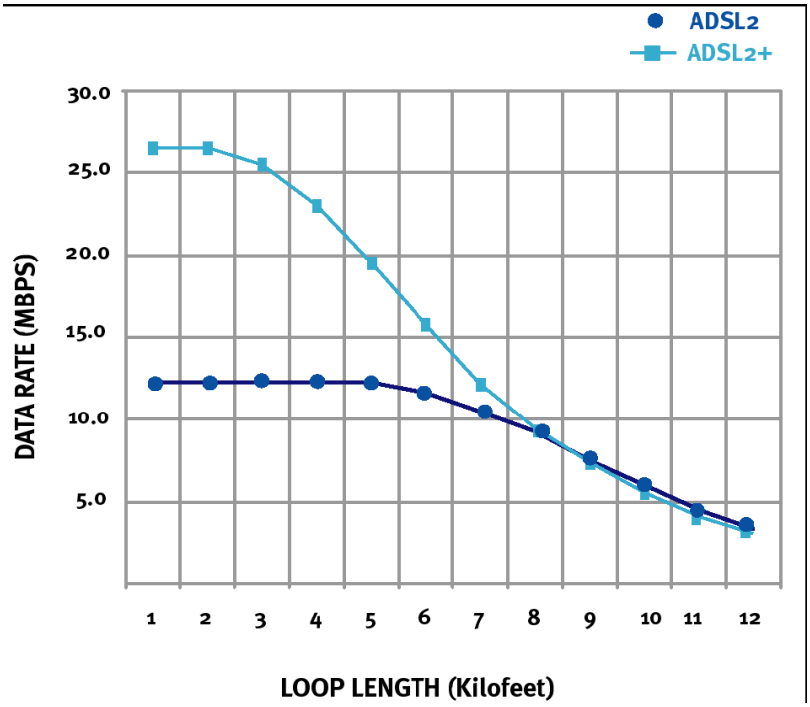
Nhờ có tính năng mới thêm vào mà ADSL2+ có thể đạt được tốc độ số liệu đường xuống tới 25Mbps. Trên đường dây điện thoại có khoảng cách 3Kilôfeet (khoảng gần 1 km) tốc độ số liệu đường xuống có thể đạt được 24Mbps và có thể đạt được 20Mbps trên đường dây có khoảng cách 5Kilôfeet (khoảng 1.5 km).

ADSL2+ là ADSL2 với băng tần mở rộng nó được chuẩn hoá dựa trên chuẩn của ADSL2. Do đó, ADSL2+ mang đầy đủ các đặc tính của ADSL2. Tuy nhiên, ở ADSL2+ còn có thêm một số tính năng mới nhằm đáp ứng tốc độ số liệu cao hơn trên mạch vòng có khoảng cách ngắn hơn. Một số tính năng mới được thêm vào như: mở rộng băng tần, ghép để đạt tốc độ cao hơn và một số tính năng khác của ADSL2+.

2.3.3.2 Mở rộng băng tần

Trong khi hai thành viên trong họ các chuẩn ADSL2 là G.992.3(G.dmt.bis) và G.992.4(G.lite.bis) sử dụng băng tần đường xuống tới 1,1Mhz và 552Mhz tương ứng thì ADSL2+ sử dụng băng tần đường xuống tới 2.208Mhz tương ứng với 512 sóng mang phụ (Hình 3.30). Như vậy băng tần của ADSL2+ tăng gấp đôi so với băng tần đường xuống của ADSL2 còn băng tần đường lên của ADSL2+ không thay đổi so với ADSL2

Nhờ cải tiến đặc biệt này mà tốc độ số liệu đường xuống của ADSL2+ tăng gấp đôi so với ADSL2 trên đường dây điện thoại có khoảng cách dưới 4Kilofeet và cao hơn nhiều so với ADSL2 trên đường dây điện thoại có khoảng cách từ 4 đến 8Kilofeet. Tuy nhiên với đường dây điện thoại có khoảng cách lớn hơn 8Kilofeet thì tốc độ số liệu đường xuống của ADSL2+ tương tự như ADSL2 (Hình 2.9).

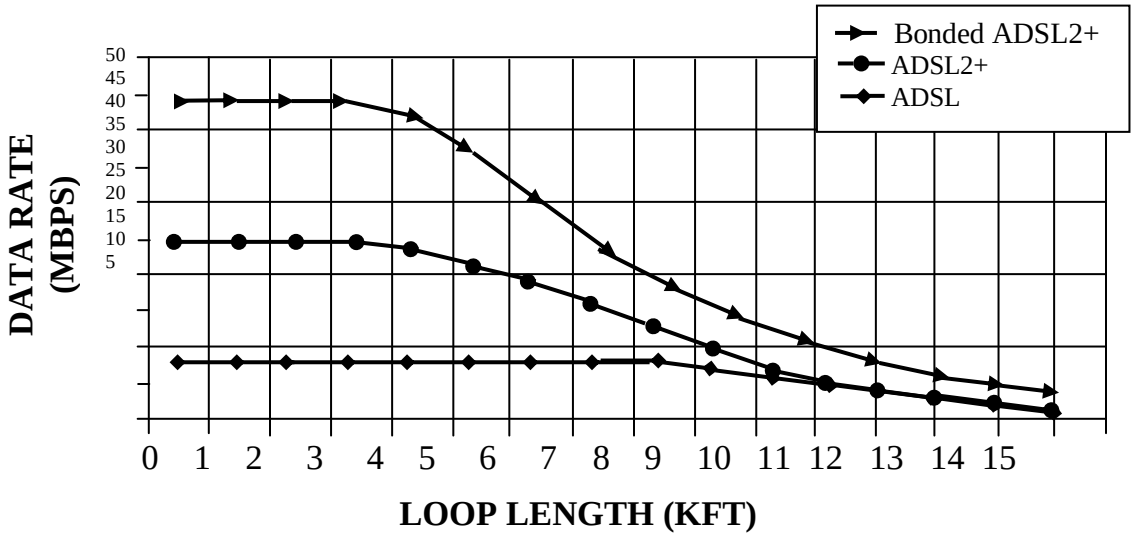


Hình 2.9: Tốc độ số liệu đường xuống của ADSL2+ so với ADSL2

Với mục đích giảm xuyên âm thì ADSL2+ cung cấp khả năng chỉ sử dụng các tần số nằm trong khoảng từ 1.1Mhz tới 2.2Mhz bằng cách che các tần số thấp hơn 1.1Mhz. Điều này đặc biệt hữu dụng khi các dịch vụ ADSL từ trạm trung tâm (CO) và từ kết cuối đầu xa (RT) cùng nằm trên một cáp tới nhà khách hàng. Trong điều kiện này, nhà cung cấp dịch vụ có thể triển khai dịch vụ ADSL2 với băng tần đường xuống từ 0.14Mhz tới 1.1Mhz cho khách hàng cách xa trạm trung tâm (CO) với yêu cầu tốc độ số liệu không thực sự cao còn các khách hàng cách xa trạm trung tâm (CO) nhưng gần trạm kết cuối đầu xa (RT) với yêu cầu tốc độ số liệu cao thì có thể sử dụng dịch vụ ADSL2+ với băng tần đường xuống từ 1.1Mhz tới 2.2Mhz. Bằng cách này có thể loại bỏ hầu hết xuyên âm giữa các dịch vụ và đảm bảo được tốc độ đường dây từ trạm trung tâm.

2.3.3.3 Ghép để đạt tốc độ cao hơn

Kỹ thuật ghép nhiều đường dây điện thoại nhằm mục đích đạt tốc độ số liệu cao hơn và cải thiện khoảng cách là kỹ thuật mới của họ công nghệ ADSL2. Cũng giống như ADSL2, việc ghép ở ADSL2+ cũng thực hiện ghép nhiều đường ADSL2+. Tuy nhiên, ở ADSL2+, việc ghép đạt được tốc độ số liệu cao hơn rất nhiều so với ADSL2. Như chỉ ra trên Hình 3.33, bằng cách ghép hai đường ADSL2+ có thể cung cấp cho khách hàng tốc độ số liệu lên đến 44Mbps trên đường dây có khoảng cách ngắn hơn 5Kilofeet (khoảng 1.5km). Trên các đường dây điện thoại có khoảng cách xa hơn, việc ghép hai đường ADSL2+ có thể hỗ trợ được tốc độ 8Mbps với khoảng cách trên 12Kilofeet (khoảng 3.6km).



Hình 2.10: Ghép hai đường ADSL2+

Việc ghép nhiều đôi dây điện thoại trong ADSL2+ có một số đặc điểm như sau:

- Việc ghép hỗ trợ khả năng tự động giải phóng và khôi phục các đôi dây mà không vấn sự can thiệp của con người. Mặt khác, việc ghép có thể được thực hiện tự động bằng phần mềm.
- Việc ghép hỗ trợ các tốc độ số liệu khác nhau (với tỷ lệ 4/1) giữa các đôi dây. Điều này rất có ý nghĩa trong trường hợp các đường dây đồng có dung lượng thấp hơn các đường dây khác thì không cần thiết phải giảm tốc độ số liệu trên các đường dây có dung lượng cao hơn.
- Có thể ghép tới 32 đôi dây.
- Các cổng (port) trên card đường dây ADSL2+ được ghép một cách ngẫu nhiên. Nghĩa là việc ghép được thực hiện bằng cách kết hợp bất kỳ cổng nào và việc ghép rất mềm dẻo.
- Chuẩn ghép ATM được sử dụng trên bất kỳ lớp vật lý nào. Ngoài ADSL2+, nó có thể được sử dụng cho các dịch vụ DSL khác.

2.3.3.4 Một số tính năng khác của ADSL2+

Ngoài các tính năng mới được trình bày ở trên, ADSL2+ còn có thêm một số tính năng mới như sau:

- ADSL2+ có khả năng hỗ trợ tới 3 từ mã (Reed-Solomontrene) ký hiệu, trong khi đó ADSL2 chỉ có thể hỗ trợ tối đa 2 từ mã (Reed-Solomontrene) trên ký hiệu. Giá trị này được quy định khác nhau trong chuẩn ITU G.992.3 và G.992.5. Cụ thể là G.992.3 quy định số khung ghép số liệu trên ký tự và số từ mã FEC trên ký hiệu cực đại là 2. Trong khi đó, G.992.5 quy định số khung ghép số liệu trên ký hiệu và số từ mã trên ký hiệu cực đại là 3.
- Dưới sự điều khiển của người vận hành thông qua CO-MIB, việc điều khiển phổ đường xuống với PSD phát cực đại tại điểm tham chiếu U-C trên sóng mang phụ cho phép việc cấu hình theo yêu cầu của từng vùng (ví dụ, Bắc

Mỹ, Châu Âu hoặc Nhật Bản) và cấu hình theo các môi trường triển khai (ví dụ, trạm trung tâm (CO) hoặc trạm đầu xa (RT)).

- Việc định dạng phổ đường xuống trong thời gian showtime (dạng PSD phát trong băng thông là không phẳng) cải thiện linh hoạt của PSD phát đường xuống.

2.4 HDSL, HDSL2,SHDSL, HDSL4

2.4.1 HDSL

2.4.1.1 HDSL nguyên bản

Khái niệm ban đầu về HDSL (đường dây thuê bao số tốc độ cao) xuất hiện vào năm 1986 ở phòng thí nghiệm AT&T Bell và Bellcore. Các thiết kế thiết bị thu phát HDSL thực chất là thiết kế ISDN cơ bản ở mức cao hơn. Hệ thống HDSL mẫu xuất hiện năm 1989. Thiết bị HDSL đầu tiên được Bell Canada đưa vào hoạt động vào năm 1992 do công ty Tellabs Operation Inc sản xuất. Năm 1997 trên thế giới đã có khoảng 450000 đường dây HDSL đang hoạt động trong đó có khoảng 250000 đường dây HDSL ở Bắc Mỹ. Mỗi năm có hơn 150000 đường dây HDSL được lắp đặt. Tháng 10 năm 1998, ITU thông qua khuyến nghị G.991.1 cho HDSL thế hệ thứ nhất, tiêu chuẩn này dựa trên tiêu chuẩn ETSI TM-03036. ITU bắt đầu nghiên cứu xây dựng khuyến nghị HDSL thế hệ thứ 2 (HDSL2) gọi là G.991.2.

HDSL được ưa dùng hơn T1 truyền thống là bởi vì HDSL cung cấp các đặc tính chuẩn đoán (bao gồm đo SNR) và HDSL gây xuyên âm ít hơn các hệ thống truyền dẫn khác do tín hiệu truyền được hạn chế trong băng tần hẹp hơn T1 truyền thống.

2.4.1.2 Khả năng và ứng dụng HDSL

HDSL truyền tải hai hướng 1,544Mbit/s hoặc 2,048 Mbit/s trên đường dây điện thoại dài đến 3,7 km (12 kft) với dây 0,5 mm (24 AWG) đôi dây xoắn không có bộ lặp trung gian và có thể tăng chiều dài lên gấp đôi với 1 bộ lặp trung gian. Hơn 95% đường dây HDSL không có bộ lặp. HDSL là phương thức truyền dẫn tin cậy cho tất cả các vùng phục vụ với tỉ lệ lỗi bít là 10-9 đến 10-10. Hệ thống HDSL DS1 (1,544 Mb/s) sử dụng hai đôi dây, mỗi đôi dây truyền 768 kbit/s tải hiệu dụng (784 kbit/s tịnh) trên mỗi hướng. Do đó thuật ngữ song công được sử dụng để mô tả hệ thống truyền dẫn HDSL. Hệ thống HDSL E1 (2048 kbit/s) có thể lựa chọn sử dụng hai hoặc 3 đôi dây, mỗi đôi dây sử dụng hoàn toàn song công. HDSL 2,048 Mbit/s 3 đôi dây sử dụng bộ thu phát rất giống bộ thu phát hệ thống 1,544 Mbit/s. Mạch vòng HDSL 2,048 Mbit/s có thể có mạch rẽ nhưng không có cuộn cân bằng.

Mặc dù ban đầu HDSL được mô tả là công nghệ cần lặp, nhưng các bộ lặp HDSL vẫn thường được sử dụng trên đường dây HDSL không bộ lặp có chiều dài từ 2,75 km đến 3,7 km (9 đến 12 kft). Đối với dây 24 AWG, có thể đạt được 7,3 km khi sử dụng một bộ lặp và 11 km (36 kft) khi dùng 2 bộ lặp. Độ dài thực sự có thể thấp hơn ở những nơi

không thể đặt được bộ lặp chính xác ở vị trí trung gian. Ban đầu hệ thống HDSL hai bộ lặp được cấp nguồn bằng cách, bộ lặp thứ nhất được cấp qua đường dây từ CO, bộ lặp thứ hai được cấp nguồn từ phía thuê bao. Việc cấp nguồn từ phía thuê bao có hạn chế về quản lý và bảo dưỡng. Do nguồn tiêu thụ từ các bộ thu phát ngày nay là nhỏ nên người ta có thể cấp nguồn cho cả hai bộ lặp từ nguồn của CO.

2.4.1.3 Truyền dẫn HDSL

Có một vài giải pháp được lựa chọn cho hệ thống HDSL nguyên thuỷ: song công đơn, đơn công kép và song công kép.

Song công đơn chỉ cần sử dụng một đôi dây và một cặp thiết bị thu phát ở mỗi đầu của đường dây. Hai hướng truyền dẫn có thể được tách biệt bằng ghép kênh theo tần số (FDM) hoặc bằng truyền dẫn hỗn hợp triệt tiếng vọng. Tuy nhiên, truyền toàn bộ tải trên hầu hết các mạch vòng đều dựa trên công nghệ đầu những năm 90. Hơn nữa dải thông lớn cần phải quan tâm đến tương thích phổ với các hệ thống truyền dẫn khác. Hệ thống HDSL 1,544 Mbit/s đôi dây đơn (đôi khi gọi gọi là SDSL) phát triển vào đầu những năm 90 có độ dài mạch vòng ít hơn 6 kft trên đôi dây 26 AWG; do có khoảng ngắn này đã hạn chế rất lớn khả năng sử dụng của nó. Chỉ với kỹ thuật tiên tiến xuất hiện vào cuối năm 90 thì truyền dẫn 1,544 Mbit/s đơn song công mới trở thành hiện thực. HDSL2, mô tả ở phần 2.4.4, áp dụng truyền dẫn song công đơn.

Truyền dẫn đơn công kép sử dụng hai đôi dây, với một đôi dây truyền toàn bộ tải theo một hướng và đôi dây thứ hai truyền toàn bộ tải theo hướng ngược lại. Phương pháp này rất đơn giản để tách tín hiệu ở hai hướng khác nhau của truyền dẫn. Khai thác T1 truyền thống sử dụng truyền dẫn đơn công kép. Truyền dẫn đơn công kép có nhược điểm truyền tín hiệu có băng tần lớn do đó có suy hao lớn và xuyên âm ở tần số cao. Do có xuyên âm các tín hiệu truyền trên hai đôi dây không hoàn toàn tách biệt. Do đó các thiết bị thu phát đơn công kép có thể đơn giản hơn nhưng hoạt động kém hơn song công kép.

Truyền dẫn song công kép cải tiến độ dài mạch vòng và độ tương thích phổ bằng cách gửi một nửa thông tin trên mỗi đôi dây. HDSL giảm băng tần của tín hiệu truyền bằng cách sử dụng truyền dẫn ECH để truyền hai hướng cùng một băng tần. Năng lượng tín hiệu truyền của HDSL song công kép giảm dần đối với tần số lớn hơn 196 kHz. Kết quả là tín hiệu xuyên âm và suy hao giảm. Một ưu điểm khác của truyền dẫn song công kép là sử dụng một đôi dây có thể dễ dàng cung cấp hệ thống truyền dẫn nửa tốc độ.

2.4.2 HDSL thế hệ thứ hai (HDSL2)

Tiêu chuẩn cho công nghệ HDSL thế hệ thứ hai xuất hiện vào năm 1995 có tốc độ bit và độ dài mạch vòng giống như HDSL thế hệ thứ nhất chỉ khác là sử dụng một đôi dây thay vì hai đôi dây. Giảm số lượng đôi dây là rất quan trọng bởi vì rất nhiều LECs thiếu các đôi dây dư ở một số vùng. HDSL2 có kỹ thuật mã hoá cao và điều chế phức tạp hơn.

Lựa chọn kỹ càng tần số phát và thu cho HDSL2 để chống lại xuyên âm. Các phiên bản mới của HDSL mượn nhiều ý tưởng từ ADSL. Phiên bản tương thích tốc độ dường như đã xuất hiện. Người ta đang xem xét đặt băng tần số cho HDSL lên trên băng tần thoại tương tự hoặc trên ISDN cơ bản. Thuật ngữ SDSL (DSL đối xứng hay DSL đôi dây đơn) cũng được sử dụng để mô tả các phiên bản sau của HDSL.

2.4.3 SHDSL

SHDSL là công nghệ kết hợp của HDSL 2 và SDSL với tốc độ thay đổi từ 192kbps đến 2,134 Mbps, khoảng cách tương ứng với tốc độ tối đa là 2km. Trong thực tế, nó có thể cấu hình ở dạng 2 đôi dây cung cấp tốc độ từ 384kbps đến 4,264Mbps.

2.4.4 HDSL4

Sử dụng 4 đôi dây để truyền tốc độ như ở trong HDSL2 do vậy nó có thể giảm băng tần sử dụng, kéo dài cự ly truyền dẫn, giảm số lượng trạm lặp, do vậy nó có thể đạt được cự li là 11kf thay vì 9 kf như HDSL2, đồng thời nó cũng làm giảm tác động nhiễn đến các hệ thống khác.

2.5 VDSL và VDSL2

2.5.1 VDSL

Là một công nghệ trong họ xDSL VDSL (Very high data rate DSL) cung cấp các đường thuê bao số với tốc độ rất cao. Cũng như các dịch vụ khác trong họ xDSL như ADSL, HDSL, SDSL… kĩ thuật VDSL được sử dụng để cung cấp các dịch vụ băng rộng như các kênh tivi, truy nhập dữ liệu với tốc độ rất cao hội nghị qua video, video động, truyền tổ hợp dữ liệu và tín hiệu video trên cùng một đường dây… cho các thuê bao dân cư và kinh doanh trong lúc chưa lắp đặt được mạng cáp quang đến tận nhà thuê bao. Hình 2.11 mô tả các khả năng cung cấp dịch vụ của kĩ thuật VDSL.

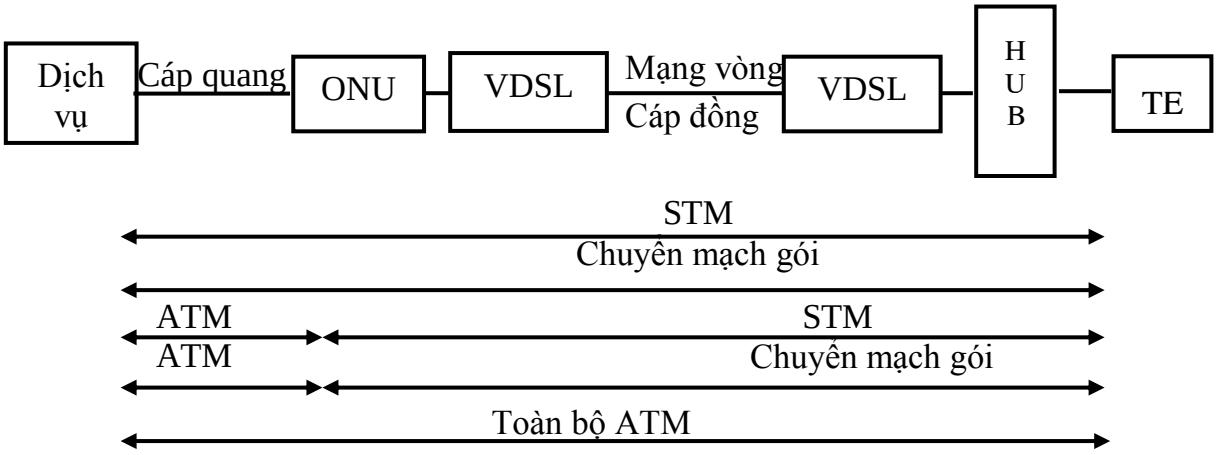
Kĩ thuật VDSL sử dụng phương thức truyền dẫn giống như ADSL nhưng kĩ thuật VDSL có khả năng cung cấp số liệu với tốc độ rất cao gần gấp 10 lần tốc độ truyền dẫn của ADSL , Hình 2.11. Tốc độ truyền dẫn của VDSL ở luồng xuống đạt tới 52 Mb/s trong chiều dài khoảng 300m, và luồng xuống đạt ở tốc độ thấp 1,5 Mb/s với chiều dài cáp 3,6km. Tốc độ luồng lên trong chế độ không đối xứng (là phương thức mà tốc độ truyền dẫn từ phía tổng đài tới thuê bao bằng tốc độ truyền dẫn từ thuê bao tới tổng đài) là 1,6-2,3 Mb/s. Tốc độ luồng trong chế độ đối xứng là 26 Mbps. Phương thức truyền dẫn không đối xứng rất phù hợp để cung cấp dịch vụ tốc độ cao từ phía tổng đài tới thuê bao nên rất hay được sử dụng trong kĩ thuật VDSL.

Trong VDSL cả hai kênh số liệu đều hoạt động ở tần số cao hơn tần số sử dụng cho thoại và ISDL nên cho phép cung cấp các dịch vụ VDSL bên cạnh các dịch vụ đang tồn tại.

Khi cần tăng tốc độ luồng xuống hoặc chế độ đối xứng thì hệ thống VDSL sử dụng kĩ thuật triệt tiếng vọng.

Công nghệ VDSL được ứng dụng trong truy cập dịch vụ băng rộng như dịch vụ Internet tốc độ cao, các chương trình Video theo yêu cầu.

Ngoài việc có khả năng cung cấp tốc độ cao hơn nhiều so với tốc độ truyền dẫn của kĩ thuật ADSL kĩ thuật VDSL còn yêu cầu khoảng động nhỏ hơn kĩ thuật ADSL nên kĩ thuật truyền dẫn của VDSL không phức tạp bằng kĩ thuật truyền dẫn ADSL. Mặc dù có nhiều ưu điểm như vậy nhưng kĩ thuật này vẫn chưa được sử dụng rộng rãi đó là vì chưa lựa chọn được cơ chế điều chế, băng tần, phương pháp ghép kênh thích hợp. Hơn nữa, một số chipset của modem sử dụng kĩ thuật VDSL vẫn còn đắt nên kĩ thuật này chưa được sử dụng nhiều trong thực tế. Tuy nhiên đây là một kĩ thuật hứa hẹn trong một vài năm tiếp theo.



Hình 2.11: Khả năng cung cấp dịch vụ của kĩ thuật VDSL

Trong ý nghĩa là bước đệm để tiến tới mạng truy nhập quang (APON, BPON, GPON), VDSL được sử dụng trong các mạch vòng nội hạt để truyền tín hiệu từ khối mạng quang ONU tới các thuê bao. Bảng 2.2 mô tả tốc độ và khoảng cách từ ONU tới thuê bao.

Bảng 2.2: Tốc độ khoảng cách các loại VDSL

Tốc độ thu (Mbit/s)	Tốc độ phát (Mbit/s)	Khoảng cách (met)
52	6,4	1000- 300
26	3,2	2500- 800
26	26	1000- 300
13	13	1800- 600
13	26	3750- 1200

2.5.2 VDSL2

Là công nghệ mới nhất trong họ xDSL nó có thể cung cấp tốc độ lên tới 250Mbps, nó được thiết kế để cung cấp kết nối cho các dịnh vụ voice, video, data, HDTV và game tương tác.

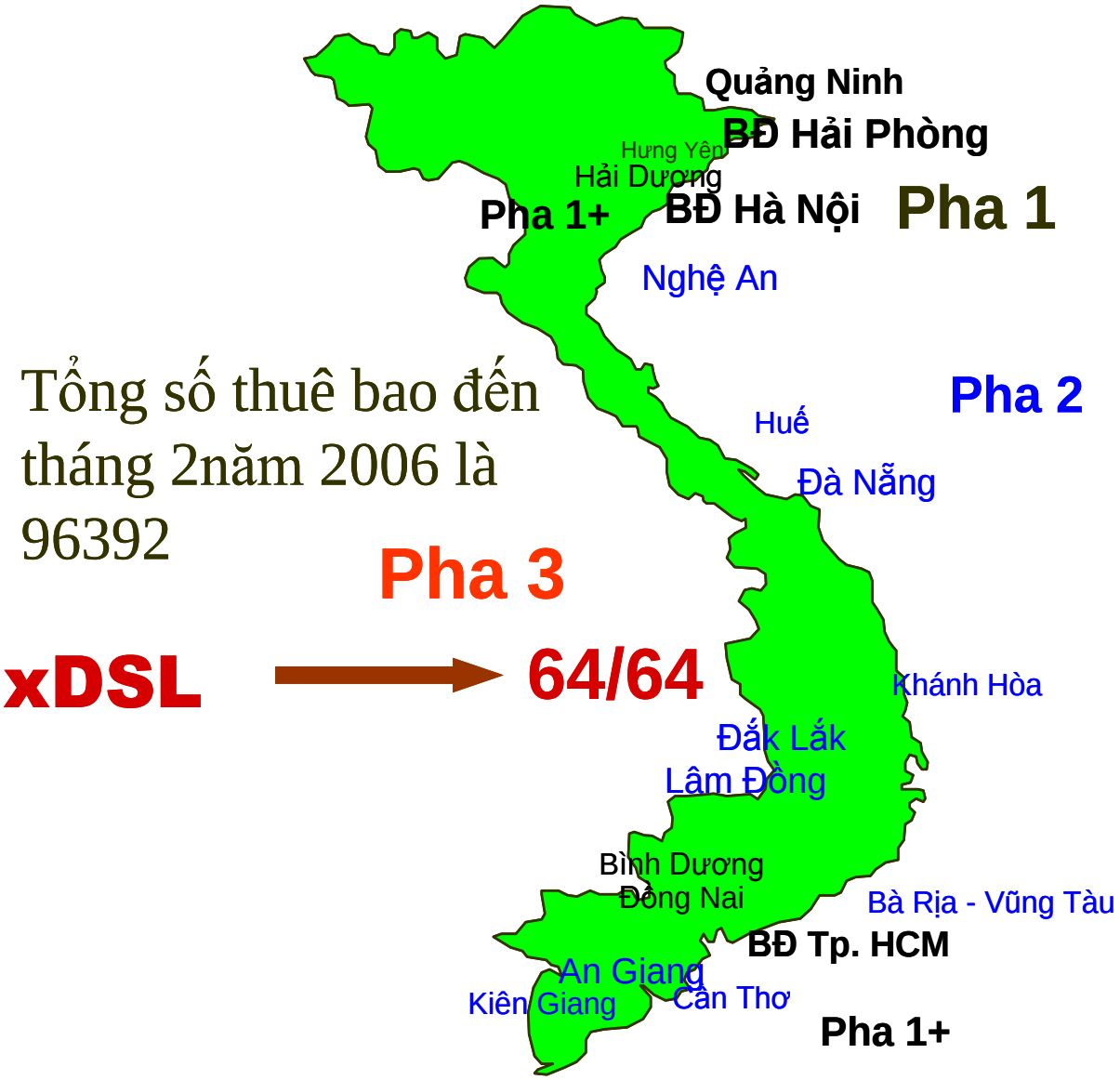
VDSL2 được miêu tả trong chuẩn G993.2, nó là sự mở rộng của chuẩn G993.1 dành cho VDSL, nó cung cấp các tốc độ bít bất đối xứng, đối xứng (song công) lên tới 250Mbps với băng tần sử dụng lên tới 30MHz.

VDSL2 sẽ giảm tốc độ rất nhanh từ 250Mbps tại nguồn đến 100Mbps tại khoảng cách 500m, 50Mbps tại khoảng cách cỡ 1km, sau đó với cự ly từ 1,6km thì tốc độ của nó như là ADSL2+.

VDSL2 deteriorates quickly from a theoretical maximum of 250 Mbit/s at 'source' to 100 Mbit/s at 0.5 km (1640 ft) and 50 Mbit/s at 1 km (3280 ft), but degrades at a much slower rate from there, and still outperforms VDSL. Starting from 1.6 km (1 mile) its performance is equal to ADSL2+.

VDSL2 cũng cho phép hỗ trợ tốc độ luồng xuống từ 1 đến 4Mbps trong khoảng cách từ 4 đến 5km, do vậy nó không giống như VDSL nó có thể được sử dụng cho cả những cự li trung bình.

2.6 Tình hình triển khai tại Việtnam



Hình 2.12: Tình hình triển khai xDSL tại Việt nam của VNPT

xDSL đã được ứng dụng đơn lẻ trong các lĩnh vực ở Việt nam ngay từ những ngày đầu ra đời, nhưng mãi đến năm 2002 VNPT bắt đầu thử nghiệm để triển khai trên diện rộng với hai hệ thống sử dụng IP-DSLAM và ATM-DSLAM. Chi tiết về từng bước triển khai được thể hiện trên hình vẽ 2.12

Chương 3: Công nghệ truy nhập quang

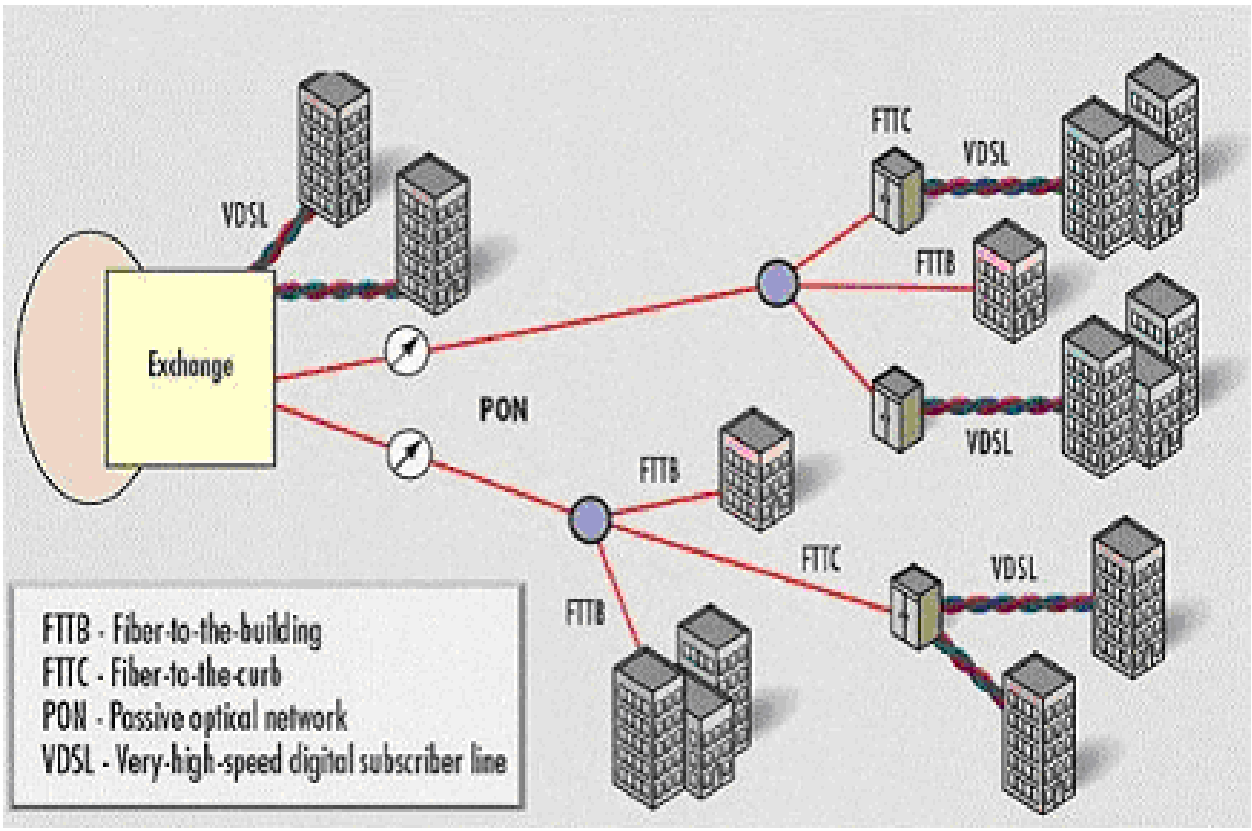
3.1 Các mạng PON

Ta có thể phân mạng truy nhập quang thành hệ thống tích cực và thụ động phụ thuộc vào các đặc tính của thiết bị đòi hỏi giữa trạm trung tâm và nhà của thuê bao.

Hầu hết các mạng viễn thông ngày nay đều dựa trên các thiết bị Active components – tạm gọi là các thiết bị tích cực, tại tổng đài của nhà cung cấp dịch vụ lẫn thiết bị đầu cuối của khách hàng cũng như các trạm lặp, các thiết bị chuyển tiếp và một số các thiết bị khác trên đường truyền. Tích cực có nghĩa là các thiết bị này cần phải cung cấp nguồn cho một số thành phần, thường là bộ xử lý, các chíp nhớ… Với Passive Optical Networks – mạng quang thụ động – tất cả các thành phần tích cực giữa tổng đài CO (Central Office) và người sử dụng sẽ không còn tồn tại mà thay vào đó là các thiết bị quang thụ động, để điều hướng các lưu lượng trên mạng dựa trên việc phân tách năng lượng của các bước sóng quang học tới các điểm đầu cuối trên đường truyền. Việc thay thế các thiết bị tích cực sẽ tiết kiệm chi phí cho các nhà cung cấp dịch vụ vì họ không còn cần đến năng lượng và các thiết bị chủ động trên đường truyền nữa. Các bộ ghép / tách thụ động chỉ làm các công việc đơn thuần như cho đi qua hoặc chặn ánh sáng lại… Vì thế, không cần năng lượng hay các động tác xử lý tín hiệu nào và từ đó, gần như kéo dài vô hạn thời gian trung bình giữa hai lần lỗi MTBF (Mean Time Between Failures), giảm chi phí bảo trì tổng thể cho các nhà cung cấp dịch vụ. Một hệ thống mạng PON bao gồm các thiết bị kết cuối kênh quang (OLT – Optical line terminators) đặt tại CO và bộ các đơn vị mạng quang (ONU – Optical network Unit) được đặt tại nhà người sử dụng. Giữa chúng là hệ thống mạng quang (ODN – Optical distribution network) bao gồm cáp quang, các thiết bị ghép / tách thụ động (Xem Hình 3.1)

Công nghệ truy nhập quang có thể được nhìn nhận theo mức cáp quang hóa mạng truy nhập với khái niệm về kiện trúc mạng FTTx theo kiểu cấu hình sao, bao gồm họ các kiến trúc sau:

- Cáp quang tới tận Office FTTO.
- Cáp quang tới tận khu dân cư FTTC.
- Cáp quang tới tận khu công sở FTTB.
- Cáp quang tới tận hộ gia đình FTTH.



Hình 3.1: Sơ đồ logic hệ thống mạng PON

Ngoài ra, như trên hình 3.2, căn cứ vào việc phân tách thông tin của người dùng ta có thể có các mạng PON như:

WDMA PON, tuy nhiên do giá cả của giải pháp này đắt đỏ cho nên chưa là một giải pháp cho mạng truy nhập tại mức độ công nghệ hiện nay. Có một vài giải pháp cải tiến như là WRPON (giải pháp này sử dụng một AWG thay vì một bộ hợp tách quang dựa trên bước sóng), mặc dù vậy giá cả cũng không phải là rẻ.

TDMA PON sử dụng gán các khe thời gian cho các thuê bao khác nhau và sử dụng hai bước sóng cho luồng lên và luồng xuống. TDMA PON được biết đến ban đầu là APON và sau đó được thay thế bởi tên là BPON năm 2001.

Năm 1997 FSAN đề xuất lên ITU-T và sau đó một thời gian ITU-T đã công bố bộ chuẩn liên quan đến BPON cụ thể là :

G983.1 : Năm 1998, trình bày về lớp vật lý của hệ thống APON/BPON.

G983.2: Năm 1999, đặc tính của giao diện điều khiển và quản lý ONT

G983.3: Phê chuẩn năm 2001, đặc tính mở rộng cung cấp những dịch vụ thông qua phân bổ bước sóng.

G983.4 : Thông qua năm 2001, mô tả những cơ chế cần thiết để hỗ trợ phân bổ băng tần động trong các ONT của cùng một mạng PON.

G983.5: Thông qua năm 2002, xác định những cơ chế chuyển mạch bảo vệ cho BPON

G983.6: Thông qua năm 2002, định nghĩa những mở rộng cho giao diện điều khiển cần thiết cho quản lý những chức năng chuyển mạch tại ONT

G983.7: Thông qua năm 2001, định nghĩa những mở rộng cho giao diện điều khiển cần thiết cho quản lý những chức năm DBA tại ONT.

G983.8: Thông qua năm 2003, xác định những mở rộng cho giao diện điều khiển cần thiết cho quản lý những dịch vụ mở rộng tại ONT.

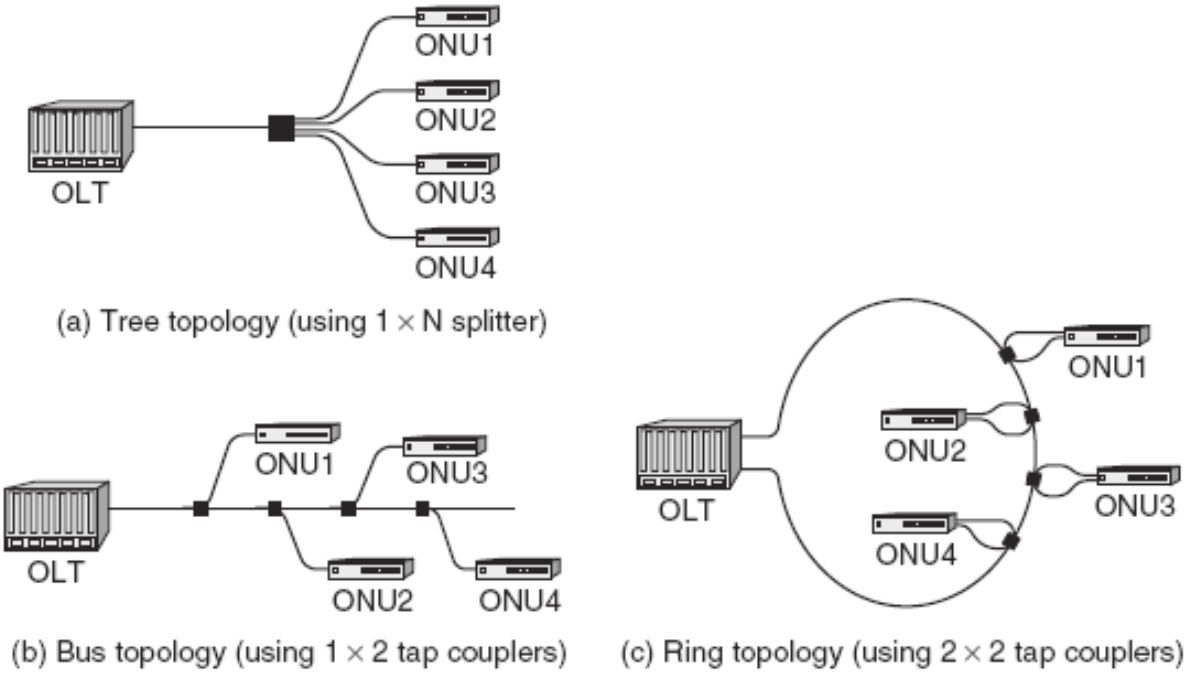
Sau đó để vượt qua ngưỡng tốc độ 622Mbps của BPON và tăng tính hiệu quả của BPON cho những lưu lượng số liệu, năm 2001 FSAN đã đưa ra GPON sử dụng GFP (Generic Framing Procedure), cho phép hoạt động ở chế độ khung thay đổi và tế bào ATM. Năm 2003- 2004, dựa trên những đề xuất của FSAN, ITU-T đã đưa ra hệ thống chuẩn về GPON (G984.1, G984.2 và G984.3), chi tiết về chuẩn này có thể tham khảo ở đĩa chuẩn ITU-T năm 2004, với những đặc điểm cơ bản sau:

G984.1: mô tả những đặc tính chung của hệ thống GPON như là kiến trúc, tốc độ bit, bảo vệ và bảo mật

G984.2: Xác định những thông số của GPON tại tốc độ lên là (155Mbps, 622Mbps, 1,5Gbps, 2, 5GBps), xuống là (1,5Gbps và 2,5Gbps)

G984.3 : Mô tả những đặc tính về khung hội tụ truyền dẫn của GPON; bản tin, phương pháp xác định khoảng, hoạt động, giám sát, những chức năng bảo dưỡng, và bảo mật.

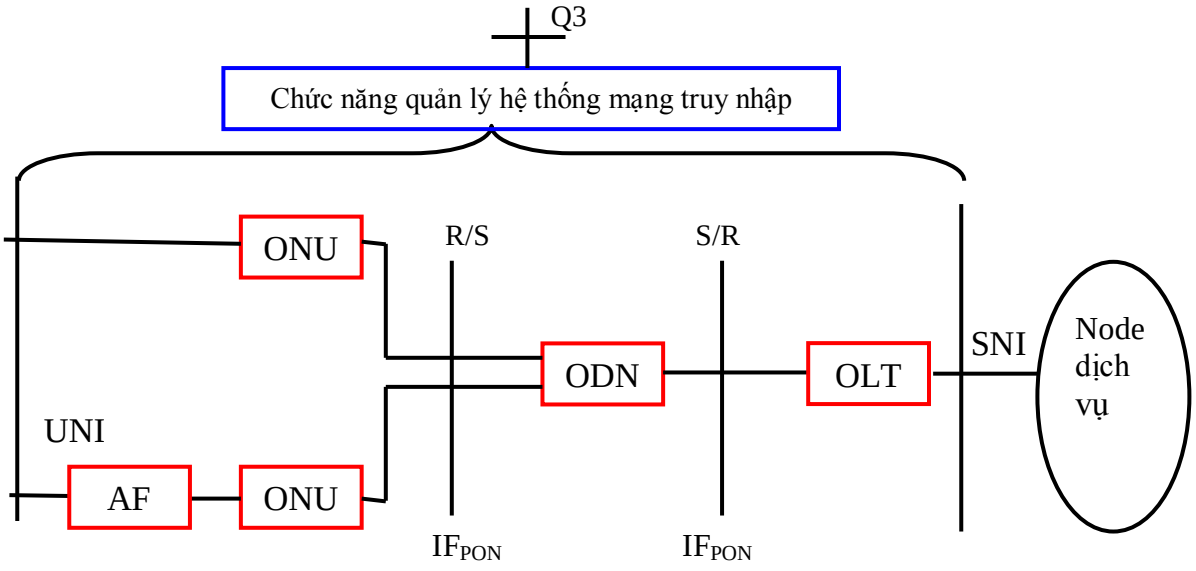
Với một hướng phát triển khác, khi mà Ethernet phát triển rộng khắp, mạng quang thụ động dựa trên Ethernet EPON hình thành năm 2001, đóng gói dữ liệu trong khung Ethernet theo chuẩn IEEE 802.3, sử dụng mã đường 8b/10b hoạt động với tốc độ 1G sử dụng MAC của 802.3. Sau nay những phiên bản tiếp theo cho phép EPON hoạt động ở những tốc độ cao hơn nữa.



Hình 3.2: Cấu hình chung của một mạng PON

3.2 APON

3.2.1 Cấu hình tham chiếu



Hình 3.3: Cấu hình tham chiếu APON

Hệ thống bao gồm OLT, ONU, cáp quang sử dụng cấu hình PON trong đó có một bộ chia quang thụ động. Các ONU chia sẻ chung dung lượng của một sợi quang, khi sử

dụng bộ chia, vấn đề ta cần đặc biệt quan tâm là sự bảo mật. Ở đường lên, cần phải sử dụng giao thức một phương thức đa truy nhập.

Mạng phân phối quang ODN cung cấp 1 hoặc nhiều hơn các đường dẫn quang từ OLT đến một hoặc nhiều hơn các ONU. Mỗi đường dẫn quang được định nghĩa giữa điểm tham chiếu S và R trong 1 cửa sổ bước sóng nhất định. Hai hướng truyền dẫn trong ODN được định nghĩa như sau:

- Đường xuống cho tín hiệu từ OLT đến ONU
- Đường lên cho tín hiệu từ ONU đến OLT

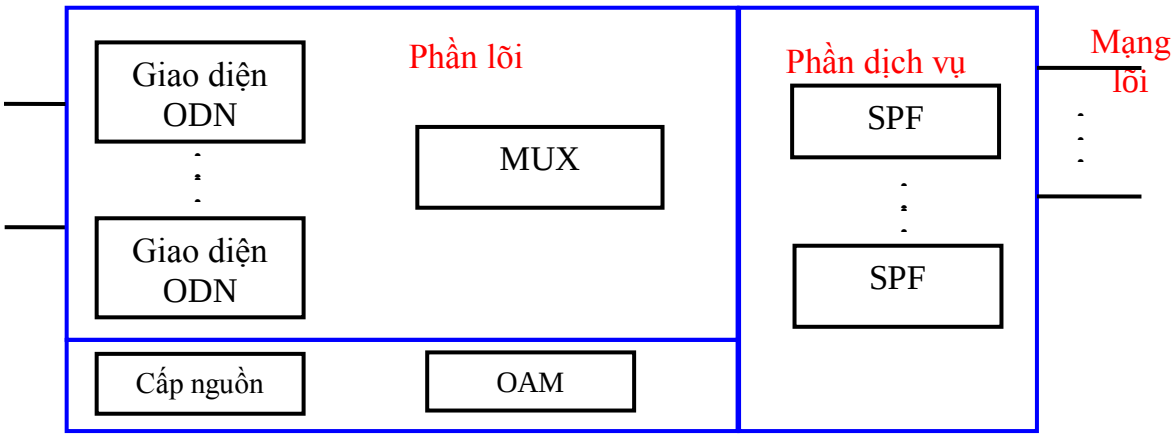
Giao diện tại hai điểm tham chiếu S, R (được gọi chung là IFPON) hỗ trợ tất cả các thành phần giao thức cần thiết để cho phép truyền dẫn giữa OLT và ONU.

ONU có thể có một chức năng thích ứng AF cho truyền dẫn đường dây thuê bao số DSL qua cáp đồng đến nhà thuê bao. OAN được quản lý thông qua giao diện quản trị Q3.

3.2.1.1 OLT

OLT có chức năng quản lý tất cả các hoạt động của APON. ONU và OLT cung cấp các dịch vụ truyền dẫn một cách trong suốt giữa UNI và SNI thông qua PON.

OLT được kết nối đến mạng chuyển mạch thông qua các giao diện chuẩn V5.x, VB5.x, NNT's. OLT bao gồm 3 phần: chức năng cổng dịch vụ, giao diện ODN, phần ghép các VP.



Hình 3.4: Các khối chức năng trong OLT

Chức năng cổng dịch vụ SPF

Chức năng này đóng vai trò giao tiếp với node dịch vụ. Chức năng cổng dịch vụ thực hiện chèn tế bào ATM vào tải trọng SDH đường lên, và tách tế bào ATM từ tải trọng SDH đường xuống. Chức năng này phải được dự phòng, do đó chuyển mạch bảo vệ là cần thiết.

MUX.

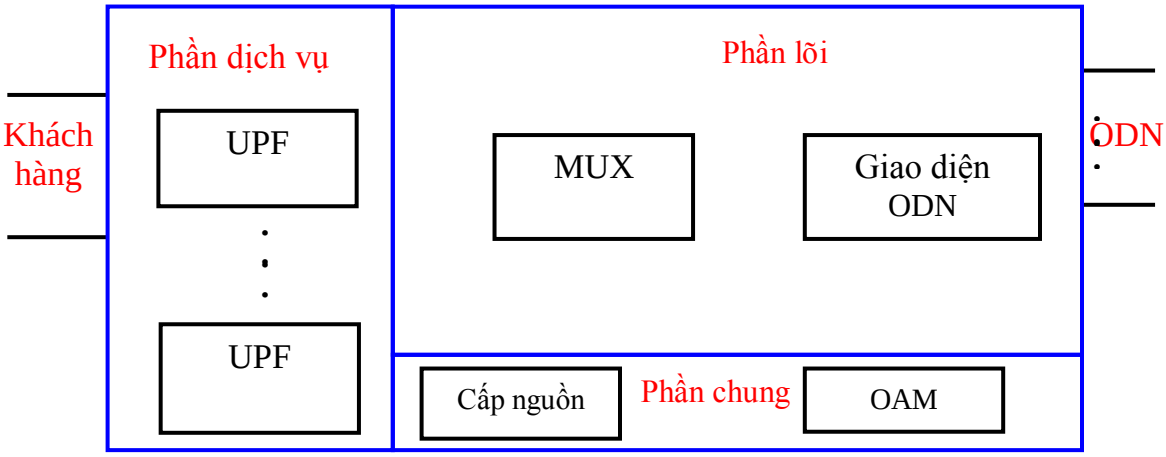
MUX cung cấp kết nối VP giữa chức năng cổng dịch vụ SPF và giao diện ODN. Các VP khác nhau được gán vào các dịch vụ khác nhau tại IFPON. Các thông tin khác như báo hiệu, OAM được trao đổi nhờ các VC trong VP.

Giao diện ODN

Đầu cuối đường dây PON xử lý chuyển đổi quang điện. Giao diện ODN chèn các tế bào ATM vào tải trọng PON đường xuống và tách các tế bào ATM từ tải trọng đường lên.

3.2.1.2 ONU

ONU gồm giao diện ODN, cổng người dùng, chức năng ghép kênh/phân kênh truyền dẫn, dịch vụ & khách hàng, và cấp nguồn.



Hình 3.5: Các khối chức năng trong ONU

Giao diện ODN

Giao diện ODN xử lý các quá trình chuyển đổi quang điện. Giao diện ODN trích các tế bào ATM từ tải trọng PON đường xuống và chèn các tế bào ATM vào tải trọng đường lên trên cơ sở đồng bộ từ sự định thời khung đường xuống.

Ghép kênh

Chỉ các tế bào ATM có hiệu lực mới có thể đi qua bộ phận ghép kênh do đó nhiều VP có thể chia sẻ băng thông đường lên một cách hiệu quả.

Chức năng cổng người dùng UPF

Chức năng cổng người dùng tương thích các yêu cầu UNI riêng biệt. OAN có thể hỗ trợ một số các truy nhập và các UNI khác nhau. Các UNU này yêu cầu các chức năng

riêng biệt phụ thuộc vào các đặc tả giao diện có liên quan. Tách các tế bào ATM đường xuống và chèn các tế bào ATM ở đường lên.

Cấp nguồn

Việc cấp nguồn cho ONU có thể được thực hiện độc lập

3.2.1.3 ODN

ODN cung cấp phương tiện truyền dẫn quang cho kết nối vật lý giữa OLT và ONU. Các ODN riêng lẻ có thể được kết hợp và mở rộng nhờ các bộ khuếch đại quang.

Thành phần quang thụ động

ODN bao gồm các thành phần quang thụ động:

- Cáp và sợi quang đơn mode
- Connector quang
- Thiết bị rẽ nhánh quang thụ động
- Bộ suy hao quang thụ động
- Mối hàn

Giao diện quang

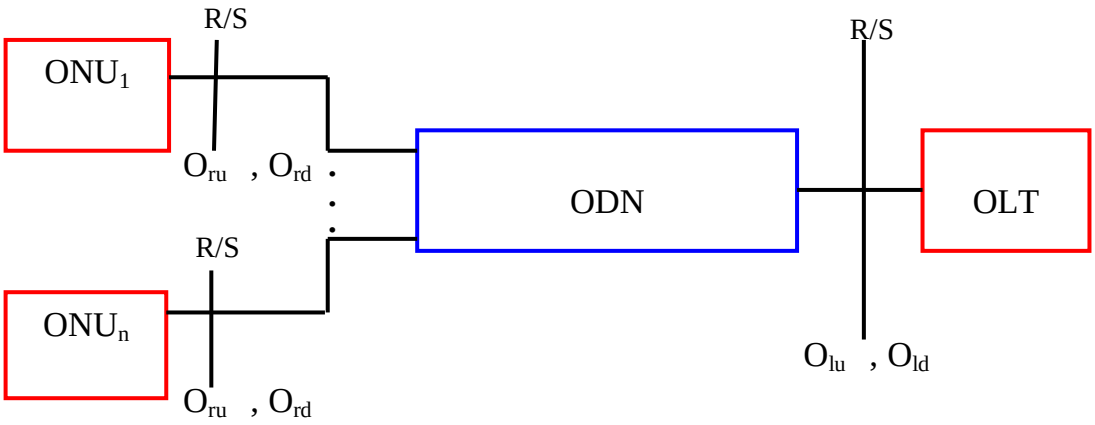
Hình 3.5 chỉ ra cấu hình tham chiếu mức vật lý thông thường của ODN

Nếu ODN cần thêm các connector quang hoặc các thiết bị quang thụ động thì chúng sẽ được đặt giữa S và R, suy hao của chúng sẽ được tính đến trong các phép tính suy hao.

ODN cung cấp đường quang giữa OLT và ONU, mỗi đường quang được định nghĩa là khoảng ở giữa các điểm tham chiếu tại một cửa sổ bước sóng nhất định.

Các giao diện quang ở trong hình 5 là:

- O_{ru}, O_{rd} Giao diện quang tại điểm tham chiếu S/R giữa ONU và ODN cho đường lên và đường xuống tương ứng.
- O_{lu}, O_{ld} Giao diện quang tại điểm tham chiếu R/S giữa OLT và ODN cho đường lên và đường xuống tương ứng.



Hình 3.6: Cấu hình vật lý của ODN

3.2.2 Các đặc tả cho APON

APON là sự kết hợp giữa phương thức truyền tải không đồng bộ ATM với mạng truy nhập quang thụ động PON.

Mạng APON sử dụng công nghệ ATM là giao thức truyền tin. Công nghệ ATM cung cấp sự mềm dẻo theo khái niệm độ trong suốt dịch vụ và phân bổ băng tần,ngoài ra còn có những tính năng rất hữu ích cho hoạt động khai thác và bảo dưỡng các kết nối từ đầu cuối đến đầu cuối nhờ đó giảm được chi phí hoạt động của mạng. Các ưu điểm của ATM được kết hợp với môi trường truyền dẫn là sợi quang với tài nguyên băng tần dường như là vô hạn đã tạo ra một mạng truy nhập băng rộng được biết tới như là BPON (Broadband PON-mạng PON băng rộng).

Như mọi hệ thống khác, APON cũng được chia thành các lớp, lớp con với các nhiệm vụ cụ thể. Các lớp này thuộc một trong hai mặt bằng. Một là mặt bằng dữ liệu có nhiệm vụ phân phối lưu lượng đến và đi từ các thiết bị đầu cuối, trong trường hợp này là các cổng tại OLT và ONU. Hai là mặt bằng điều khiển, hay mặt bằng OAM hay hệ thống hỗ trợ hoạt động (OSS), thực hiện các chức năng vận hành, điều khiển, quản lý. Những chức năng này có tính chất không liên tục, ví dụ như là các chức năng OAM: khởi tạo, khôi phục lỗi, báo cáo trạng thái, với trường hợp mạng quang có các chức năng riêng biệt như điều chỉnh công suất laser.

Trong bài viết, ta sẽ liệt kê thông tin điều khiển chứa trong các trường tiêu đề, tiêu đề con, hay các phần thông tin mào đầu trước lưu lượng người dùng. Ta phải hiểu rằng, thông tin tiêu đề thuộc về 1 lớp sẽ không được nhìn thấy bởi các lớp ở trên tại cả phía gửi và phía nhận. Ta đã miêu tả cấu trúc ngữ pháp các bản tin bằng cách liệt kê từng bit, từng byte trong format bản tin. Thực tế, chỉ cần xem bản tin của một lớp nói gì, nghe gì ta có thể hoàn toàn biết chức năng của giao thức lớp đó.

Hoạt động của APON cũng sẽ được đề cập đến qua bài viết thông qua việc mô tả quá trình trao đổi bản tin giữa các thực thể ngang hàng theo thời gian, việc trao đổi các lệnh và các đáp ứng giữa các lớp liền kề theo chiều dọc trong ngăn xếp giao thức.

3.2.3 Cấu trúc phân lớp APON

Mô hình phân lớp mạng ATM gồm có lớp môi trường truyền dẫn và lớp đường, lớp môi trường truyền dẫn phân chia thành lớp môi trường vật lý và lớp hội tụ truyền dẫn.

Trong mạng ATM-PON lớp đường tương ứng với lớp đường ảo của lớp ATM Lớp dưới cùng là lớp phương tiện vật lý thực hiện giao tiếp với phần quang của mạng (hay chính là mạng phân phối quang ODN). Lớp này thực hiện các chức năng: chuyển đổi điện-quang, nhận/truyền các tín hiệu đến/đi ở phương tiện vật lý tại một trong ba bước sóng quang (1310, 1490, 1550nm), kết nối với sợi quang của ODN. Cấu trúc của lớp tuân theo tập các tham số quang điện đã được chuẩn hóa.

<table>
<tr><td colspan="3">Lớp đường</td><td>Chuyển đổi tế bào ATM và các khung dữ liệu người dùng</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Lớp Môi trường truyền dẫn</td><td rowspan="2">Lớp hội tụ truyền dẫn</td><td>Lớp con Thích ứng</td><td>Lớp thích ứng của B-ISDN</td></tr>
<tr><td>Lớp con truyền dẫn PON</td><td>-Xắp xếp
-Cấp phát khe tế bào
-Cấp phát băng tần
-Bảo mật và an toàn
-Đồng chỉnh khung
-Đồng bộ cụm(Burst)
-Đồng bộ bit/byte</td></tr>
<tr><td colspan="2">Lớp vật lý</td><td>-Tương thích E/O
-Ghép bước sóng
-Kết nối sợi quang</td></tr>
</table>

Hình 3.7: Cấu trúc phân lớp mạng APON

Giữa lớp phương tiện vật lý và lớp đường (giao điện mà qua đó tế bào ATM được phân phối tới lớp khách hàng) là lớp hội tụ truyền dẫn TC (tương ứng với lớp 2 trong mô hình OSI). Lớp TC được phân chia thành lớp con truyền dẫn PON và lớp con thích ứng nằm ở trên, tương ứng với lớp con hội tụ truyền dẫn của mô hình B-ISDN. Lớp con thích ứng được chuẩn hóa dựa trên chuẩn ATM trên cơ sở cáp đồng truyền thống [ITU I.732]. Chức năng của lớp này là chuyển đổi giữa khung 125[redacted] mức người dùng (đơn vị dữ liệu giao thức PDU) và tế bào ATM.

3.2.3.1 Lớp vật lý

Lớp này không giống như các lớp trên là các thành phần phần cứng chứ không phải là phần mềm. Phần cứng này được định nghĩa bởi các chuẩn [G.983.1 & G.983.3] và tuân theo các tham số sau:

- Tốc độ bit: 155.52 hoặc 622.08Mb/s ở đường xuống và 155.52Mb/s đường lên
- Bước sóng: 1260 đến 1360nm đường lên, 1480 đến 1580nm đường xuống
- Dạng lưu lượng: số ở cả hai hướng, hỗ trợ tương tự ở đường xuống
- Tỉ lệ chia công suất quang: lên đến 32, con số này bị giới hạn bởi suy hao ODN

3.2.3.2 Lớp hội tụ truyền dẫn TC

Lớp con truyền dẫn PON của lớp hội tụ truyền dẫn

Lớp con truyền dẫn TS hoàn toàn làm việc với tế bào. Theo hướng về, lớp này nhận các tế bào từ tín hiệu điện do lớp phương tiện vật lý đưa đến, đồng bộ tại mức bit và byte, giới hạn tế bào và khung được xác định, mào đầu được tách và xử lý, chuyển các luồng tế bào lên lớp cao hơn tiếp theo. Theo hướng đi, quá trình xử lý diễn ra ngược lại. Trong lớp này, giao thức sắp xếp được sử dụng để đảm bảo rằng các tế bào đến từ các ONU khác nhau không chồng lấp lên nhau. Hai chức năng quan trọng khác mà chúng ta sẽ thảo luận ở sau là gán băng tần động (DBA) và mật mã

Lớp con thích ứng của lớp hội tụ truyền dẫn

Đây là lớp trong đó có sự chuyển đổi diễn ra giữa tế bào ATM và PDU (có thể là: SONET/SDH, xDSL, các PDU dựa trên khung 125[redacted] [ITU I.732] của các công ty điện thoại). Lớp này không cung cấp giao diện với các lưu lượng trên cơ sở gói như Ethernet hay IP. Để cung cấp những giao diện này ta phải có 1 phần mềm chuyển đổi thêm vào, phần này không ở trong phạm vi chuẩn.

3.3 EPON

3.3.1 Kiến trúc EPON

Kiến trúc IEEE 802 cho rằng tất cả mọi trạm truyền thông trong từng phần của một mạng LAN đều được kết nối tới một thiết bị dùng chung. Trong một thiết bị dùng chung, tất cả các trạm đều được coi như thuộc về một phạm vi truy nhập đơn, ở đây phần lớn các trạm có thể phát tín hiệu ở một thời gian và tất cả các trạm khác có thể nhận tín hiệu trong toàn bộ khoảng thời gian đó.

Những vùng đa truy nhập có thể được nối liền với nhau bằng một thiết bị được gọi là bridge. Những bridge lựa chọn chuyển tiếp những gói tin để tạo ra một cấu trúc của mạng LAN bao gồm toàn bộ các vùng truy nhập. Việc lựa chọn chuyển tiếp sẽ ngăn chặn việc truyền dẫn một gói tin trong những vùng mà không chứa bất cứ một trạm đích của

gói tin này. Cầu nối của nhiều LAN được sử dụng mở rộng để cung cấp khả năng quản lý độc lập của những vùng truy nhập, để tăng số trạm hoặc phạm vi vật lý của một mạng xa hơn giới hạn của những phần LAN riêng biệt, và để cải thiện số lượng đầu vào.

Trong một trường hợp ở xa, một vùng truy nhập có thể bao gồm một trạm. Tiêu biểu là nhiều vùng trạm đơn được kết nối bằng liên kết điểm - điểm (P2P) tới một bridge, cấu hình của một LAN chuyển mạch.

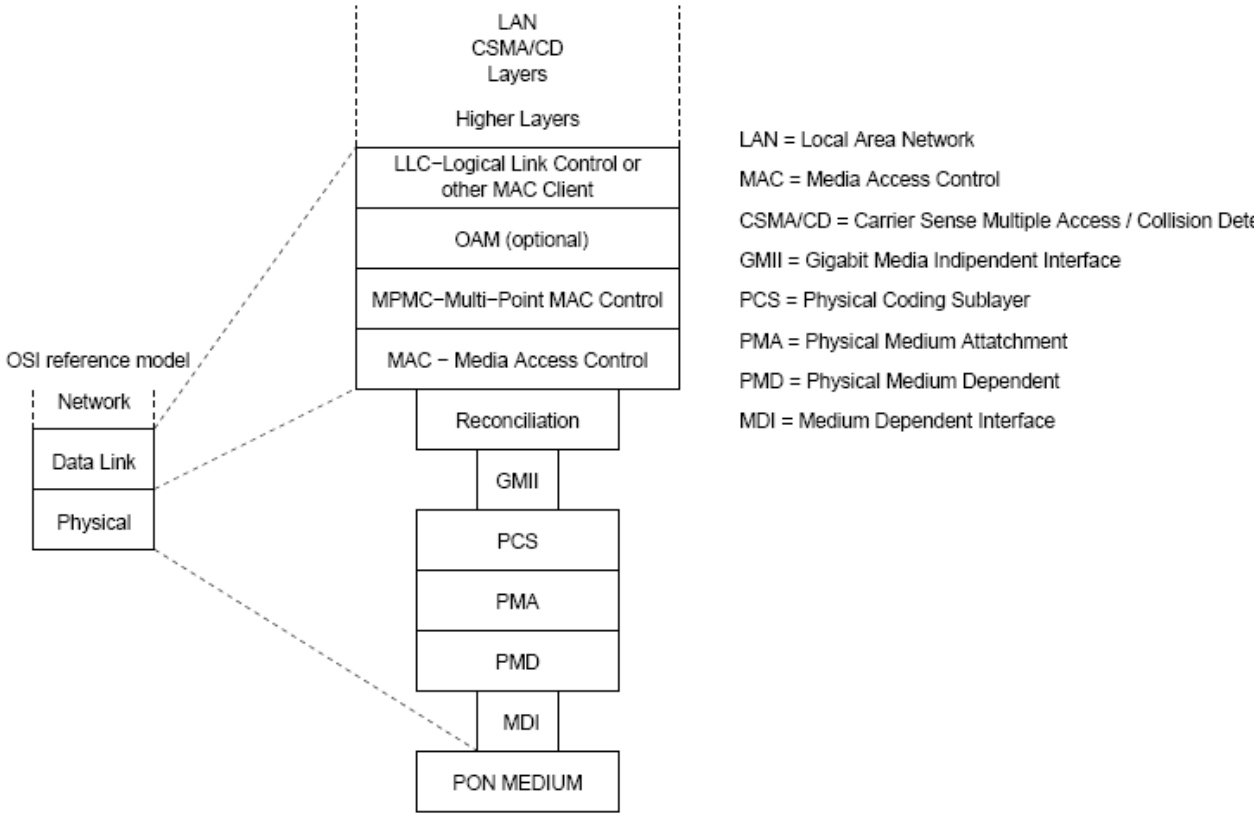
Dựa vào khái niệm vùng truy nhập, những bridge không bao giờ chuyển tiếp một khung trở lại cổng lối vào của nó. Trong trường hợp vùng truy nhập bao gồm nhiều trạm, nó được cho rằng toàn bộ các trạm đã kết nối tới cổng giống nhau trên bridge có thể liên lạc với một trạm khác không thông qua bridge. Trong trường hợp LAN chuyển mạch, không thể có sự dễ dàng tiếp nhận trong vùng truy nhập của nơi gửi, vì không có khung nào được chuyển tiếp trở lại.

Có một vấn đề cần quan tâm trong phương thức hoạt động bridge này đó là: Người dùng đã kết nối tới những ONU khác trong cùng một PON không thể thuộc cùng LAN và không có khả năng liên lạc với một người dùng khác ở lớp 2 (lớp liên kết dữ liệu). Nguyên nhân là phương tiện PON không cho phép các ONU liên lạc theo một hướng khác, bởi tính định hướng của những bộ tách/ghép thụ động. OLT chỉ có một cổng đơn kết nối tới tất cả các ONU, và một bridge được đặt vào trong OLT sẽ không bao giờ chuyển tiếp một khung dữ liệu trở lại cổng mà nó đi vào. Nhiệm vụ trong IEEE 802.3ah, vấn đề này đặt ra một câu hỏi về EPON tuân theo kiến trúc IEEE 802, đặc biệt với cầu nối P802.1D.

Trong EPON có những cấu hình như sau :

Mô hình cấu hình điểm điểm (P2PE).
Mô hình chia sẻ phương tiện (SME)
Mô hình kết hợp P2PE và SME.
Giải pháp cuối cùng

3.3.2 Mô hình ngăn xếp EPON



Hình 3.8: Ngăn xếp EPON.

Ngăn xếp của EPON đã có một sự thay đổi lớn so với Ethernet 802.3 ban đầu bởi vì những những chuẩn cấu hình của các PON. Ở lần xuất bản trước của chuẩn 802.3 đã sử dụng cấu hình điểm - điểm (P2P) mà ở đây các mạng PON yêu cầu cấu hình điểm - đa điểm (P2MP). Ngăn xếp EPON mới với một sự thích ứng cho P2MP được chỉ ra ở hình 3.8. Ở đây có bổ sung lớp điều khiển MAC đa điểm.

3.3.3 Giao thức EPON.

Để xử lý các yêu cầu về lưu lượng trong luồng lên, EPON sử dụng giao thức điều khiển đa điểm MPCP. Đây là giao thức dựa trên việc truyền các khung, dựa trên việc truyền các bản tin điều khiển lớp MAC 64 byte. Các bản tin này kết hợp với lưu lượng đường xuống để cung cấp việc truyền dẫn tùy ý cho các khung Ethernet 802.3. Các chức năng của MPCP là :

Yêu cầu và phân bổ băng tần
Thỏa thuận các tham số
Quản lý và định thời luồng xuống từ các ONU để tránh đụng độ
Sắp xếp và tối ưu hóa các khe thời gian luồng xuống để giám sát độ trễ
Tự động khôi phục và đăng ký các ONU

3.3.4 Bảo mật trong EPON

Các kỹ thuật PON rất hạn chế trong việc chống nghe lén và chống ăn cắp các dịch vụ , những đề nghị về cơ cấu bảo mật trong tiêu chuẩn 802.3ah không có được những hỗ trợ cần thiết, thay vào đó là các tiêu chuẩn về cơ cấu bảo mật trong 802.1ae. Do các tiêu chuẩn này không hoàn thành vào đúng lúc các tiêu chuẩn về EPON ra đời nên hầu hết các mạng EPON được triển khai trên thế giới hiện nay đều sử dụng một cơ chế bảo mật duy nhất. Trong vài trường hợp, các nhà cung cấp dịch vụ viễn thông lớn đưa ra cơ chế bảo mật riêng của mình, cơ chế này không những đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật cần thiết mà còn có thể được coi là môi trường giám sát nội hạt. Ví dụ, hệ thống mật mã hóa thông tin AES không có kế hoạch bảo mật khi được ứng dụng tại Trung Quốc và các nhà cung cấp EPON đã phải sử dụng phương pháp xáo trộn do công ty viễn thông Trung Quốc cung cấp để bảo mật cho đường xuống.

Cơ cấu mật mã hóa của EPON được dựa trên thuật toán mật mã hóa tiên tiến AES (Advance Encryption Standard) do viện kỹ thuật và tiêu chuẩn của Hoa Kỳ xuất bản [FIPS197]. AES cho phép sử dụng các từ khóa 128 bit, 192 bit hay 256 bit. Cấu trúc khung Ethernet bao gồm cả phần mở đầu và IPG không bị thay đổi để phù hợp với các tiêu chuẩn của IEEE và tránh những bổ sung sau này của tiêu chuẩn IEEE 802.3. Để đảm bảo tính cá nhân cao, phương pháp này mật mã hóa toàn bộ một khung Ethernet, bao gồm cả phần header Ethernet và trường FCS. Các bản tin OAM và MPCP cũng được mật mã hóa.

3.3.5 Những bước phát triển tiếp theo

Những tiềm năng của EPON là gì? Câu hỏi này đã được trả lời bởi nhóm làm việc IEEE 802.3 vào tháng 3 năm 2006 khi họ thành công trong việc nghiên cứu đạt được cấu hình EPON 10 Gb/s.

EPON 10 Gb/s là một bước tiến mới trong việc tăng dung lượng, nó hỗ trợ hiệu quả cho việc truyền tín hiệu truyền hình chất lượng cao và nhu cầu hỗ trợ mạng đường trục vô tuyến thế hệ kế tiếp. Nghiên cứu của IEEE 802.3 về EPON 10 Gb/s tập trung vào định nghĩa một lớp vật lý điểm – đa điểm mới, duy trì lớp MAC, điều khiển MAC và tất cả các lớp bên trên không bị thay đổi theo phạm vi rộng nhất có thể. Điều này có nghĩa là các sóng mang vẫn có kiến trúc như cũ và có độ tương thích với hệ thống quản lý mạng (NMS), các hoạt động của lớp PON, quản lý và hệ thống OAM...

Nhóm nghiên cứu EPON 10 Gb/s đã đặt ra những mục tiêu cho cả truyền dẫn trên đường dây đối xứng và bất đối xứng. Hệ thống đối xứng sẽ hoạt động ở tốc độ 10 Gb/s ở cả luồng lên và luồng xuống. Hệ thống bất đối xứng sử dụng luồng xuống 10 Gb/s và luồng lên 1 Gb/s, đa số giống như các tiêu chuẩn sẵn có của IEEE 802.3ah cho luồng lên.

Điểm nhấn mạnh của cấu trúc đối xứng là ở hoạt động truyền dẫn theo chế độ cụm ở tốc độ 10 Gb/s. Mã hóa đường dây 64b/66b được dùng trong lớp vật lý Ethernet 10 Gb/s là cần thiết ở FEC.

EPON 10 Gb/s được đánh giá là có tính hiệu quả kinh tế cao, nó cung cấp băng thông lớn hơn mạng CATV sử dụng DOSIS 3.0. Đây chính là nguyên nhân chủ yếu làm cho EPON 10 Gb/s là một công nghệ có khả năng thay thế cho các mạng CATV thế hệ tiếp theo. Nó cũng cho phép thay đổi một cách đột biến băng thông dữ liệu sẵn có cho các thuê bao mà không cần việc người quản lý đường dây thay đổi cách phân phối video sẵn có.

3.4 Metro Ethernet

3.4.1 Lợi ích khi dùng dịch vụ Ethernet

Nhiều nhà cung cấp dịch vụ đã cung cấp dịch vụ Metro Ethernet. Một số nhà cung cấp đã mở rộng dịch vụ Ethernet vượt xa phạm vi mạng nội thị (MAN) và vươn đến phạm vi mạng diện rộng (WAN). Hàng ngàn thuê bao đã được sử dụng dịch vụ Ethernet và số lượng thuê bao đang tăng lên một cách nhanh chóng. Những thuê bao này bị thu hút bởi những lợi ích của dịch vụ Ethernet đem lại, bao gồm:

- Tính dễ sử dụng.
- Hiệu quả về chi phí (cost effectiveness).
- Linh hoạt.

3.4.1.1 Tính dễ sử dụng

Dịch vụ Ethernet dựa trên một giao diện Ethernet (Ethernet interface) chuẩn, phổ biến dùng rộng rãi trong các hệ thống mạng cục bộ (LAN). Hầu như tất cả các thiết bị và máy chủ trong LAN đều kết nối dùng Ethernet, vì vậy việc sử dụng Ethernet để kết nối với nhau sẽ đơn giản hóa quá trình hoạt động và các chức năng quản trị, quản lí và cung cấp(OAM &P).

3.4.1.2 Hiệu quả về chi phí

Dịch vụ Ethernet làm giảm chi phí đầu tư (CAPEX-capital expense) và chi phí vận hành (OPEX-operation expense):

- Một là, do sự phổ biến của Ethernet trong hầu hết tất cả các sản phẩm mạng nên giao diện Ethernet có chi phí không đắt.
- Hai là, ít tốn kém hơn những dịch vụ cạnh tranh khác do giá thành thiết bị thấp, chi phí quản trị và vận hành thấp hơn.
- Ba là, nhiều nhà cung cấp dịch vụ Ethernet cho phép những thuê bao tăng thêm băng thông một cách khá mềm dẻo.. Điều này cho phép thuê bao thêm băng thông khi cần thiết và họ chỉ trả cho những gì họ cần.

3.4.1.3 Tính linh hoạt

Dịch vụ Ethernet cho phép những thuê bao thiết lập mạng của họ theo những cách hoặc là phức tạp hơn hoặc là không thể thực hiện với các dịch vụ truyền thống khác. Ví dụ: một công ty thuê một giao tiếp Ethernet đơn có thể kết nối nhiều mạng ở vị trí khác nhau để thành lập một Intranet VPN của họ, kết nối những đối tác kinh doanh thành Extranet VPN hoặc kết nối Internet tốc độ cao đến ISP. Với dịch vụ Ethenet, các thuê bao cũng có thể thêm vào hoặc thay đổi băng thông trong vài phút thay vì trong vài ngày ngày hoặc thậm chí vài tuần khi sử dụng những dịch vụ mạng truy nhập khác (Frame relay, ATM,…). Ngoài ra, những thay đổi này không đòi hỏi thuê bao phải mua thiết bị mới hay ISP cử cán bộ kỹ thuật đến kiểm tra, hỗ trợ tại chỗ.

3.4.2 Mô hình dịch vụ Ethernet

Tất cả các dịch vụ Ethernet sẽ có một vài thuộc tính chung, những dịch vụ khác nhau sẽ khác nhau về một số các thuộc tính. Dịch vụ Ethernet được cung cấp bởi mạng Metro Ethernet Network (MEN) của nhà cung cấp. Thiết bị khách hàng CE (Customer Equipment) gắn vào mạng MEN qua giao tiếp người sử dụng-mạng UNI (User-Network Interface) sử dụng chuẩn giao diện Ethernet chuẩn với tốc độ 10Mbit/s, 100Mbit/s, 1Gbit/s hoặc 10Gbit/s.

Có thể có nhiều UNIs kết nối đến MEN từ một vị trí. Những dịch vụ được xác định theo quan điểm của thuê bao. Những dịch vụ này dùng các công nghệ truyền dẫn hay các giao thức ở MEN khác nhau như SONET, DWDM, MPLS, GFP, … Tuy nhiên, dưới góc độ thuê bao, kết nối mạng về phía thuê bao của giao diện UNI là Ethernet.

3.4.2.1 Kết nối Ethernet ảo

Một thuộc tính cơ bản của dịch vụ Ethernet là kết nối Ethernet ảo (EVC-Ethernet Virtual Connection). EVC được định nghĩa bởi MEF là "một sự kết hợp của hai hay nhiều UNIs trong đó UNI là một giao diện Ethernet, là điểm ranh giới giữa thiết bị khách hàng và mạng MEN của nhà cung cấp dịch vụ.

Nói một cách đơn giản, EVC thực hiện 2 chức năng:

- Kết nối hai hay nhiều vị trí thuê bao (chính xác là UNIs), cho phép truyền các frame Ethernet giữa chúng.
- Ngăn chặn dữ liệu truyền giữa những vị trí thuê bao (UNI) không cùng EVC tương tự. Khả năng này cho phép EVC cung cấp tính riêng tư và sự bảo mật tương tự Permanent Virtual Circuit (PVC) của Frame Relay hay ATM.

Hai quy tắc cơ bản sau chi phối, điều khiển việc truyền các Ethernet frame trên EVC. Thứ nhất, các Ethernet frame đi vào MEN không bao giờ được quay trở lại UNI mà nó xuất phát. Thứ hai, các địa chỉ MAC của trong Ethernet frame giữ nguyên không

thay đổi từ nguồn đến đích. Ngược lại với mạng định tuyến (routed network), các tiêu đề (header) Ethernet frame bị thay đổi khi qua router. Dựa trên những đặc điểm này, EVC có thể được sử dụng để xây dựng mạng riêng ảo lớp 2 (Layer 2 Virtual Private Network-VPN).

MEF định nghĩa 2 kiểu của EVCs.

- Điểm-điểm(Point-to-point).
- Đa điểm - điểm (Multipoint-to-Multipoint).

EVC có thể được dùng để xây dựng mạng riêng ảo lớp 2 (Layer 2 Virtual Private Network-VPN).

Ngoài những điểm chung này, dịch vụ Ethernet có thể thay đổi với nhiều cách khác nhau. Phần này thảo luận về những dạng khác nhau của dịch vụ Ethernet và một vài đặc điểm quan trọng phân biệt chúng từ những dịch vụ khác.

3.4.2.2 Khuôn khổ định nghĩa dịch vụ Ethernet.

Để giúp những thuê bao có thể hiểu rõ hơn sự khác nhau trong các Dịch vụ Ethernet, MEF đã phát triển các Khuôn khổ Định nghĩa dịch vụ Ethernet. Mục tiêu của hệ thống này là:

- Định nghĩa và đặt tên cho các kiểu dịch vụ Ethernet.
- Định nghĩa những thuộc tính (attribute) và các thông số của thuộc tính (attribut parameters) được dùng để định nghĩa một dịch vụ Ethernet riêng biệt.

Hiện tại MEF đã và đang xác định (vì chưa thành chuẩn) hai kiểu dịch vụ Ethernet:

- Kiểu Ethernet Line (E-Line) Service – dịch vụ điểm-điểm (point-to-point)
- Kiểu LAN (E-LAN) Service – dịch vụ đa điểm - đa điểm (multipoint-to-multipoint)

Để định rõ một cách hoàn toàn về dịch vụ Ethernet, nhà cung cấp phải xác định kiểu dịch vụ và UNI; các thuộc tính của dịch vụ EVC đã kết hợp với kiểu dịch vụ đó. Các thuộc tính này có thể được tập hợp lại theo những dạng sau:

- Giao diện vật lý (Ethernet Physical Interface).
- Thông số lưu lượng (Traffic Parameters)
- Thông số về hiệu năng (Performance Parameters).
- Lớp dịch vụ (Class of Service).
- Service Frame Delivery
- Hỗ trợ các thẻ VLAN (VLAN Tag Support)
- Ghép dịch vụ (Service Multiplexing).
- Gộp nhóm (Bundling).
- Lọc bảo mật (Sercurity Filters).

Kiểu dịch vụ Ethernet Line

Kiểu Ethernet Line (E-Line Service) cung cấp kết nối Ethernet ảo điểm-điểm giữa 2 UNIs. Dạng đơn giản nhất, dịch vụ E-Line có thể cung cấp băng thông đối xứng cho dữ liệu gửi nhận trên hai hướng không có các đảm bảo tốc độ giữa hai UNI 10 Mbps.. Dạng phức tạp hơn, dịch vụ E-line có thể cung cấp CIR (Commited Information Rate) và thuộc tính về độ trễ, jitter,…

Ghép dịch vụ (service multiplexing) cho phép kết hợp nhiều EVC trên một cổng vật lý UNI duy nhất. Một dịch vụ E-Line có thể cung cấp point-to-point EVCs giữa UNIs tương tự như việc sử dụng Frame Relay PVCs để nối liền các site với nhau.

Một dịch vụ E-Line cũng cung cấp việc kết nối point-to-point giữa UNIs tương tự với một dịch vụ thuê kênh riêng TDM.

Dịch vụ E-Line cũng có một vài đặc điểm cơ bản như Frame Delay, Fram Jitter và Frame Loss tối thiểu và không có ghép dịch vụ (Service Multiplexing), tức là yêu cầu giao diện vật lý UNI riêng biệt cho mỗi EVC

Tóm lại, một E-Line Service có thể được dùng để xây dựng những dịch vụ tương tự như Frame Relay hay thuê kênh riêng (private leased line). Tuy nhiên, băng thông Ethernet và việc kết nối thì tốt hơn nhiều… Một E-Line Service có thể được dùng để xây dựng các dịch vụ tương tự như Frame Relay hay kênh thuê riêng (private leased line).

Kiểu dịch vụ Ethernet LAN

Kiểu dịch vụ Ethernet LAN (E-LAN) cung cấp kết nối đa điểm, tức là nó có thể kết nối 2 hoặc hơn nhiều UNIs. Dữ liệu của thuê bao được gửi từ một UNI có thể được nhận tại một hoặc nhiều dữ liệu của UNIs khác.

Mỗi site (UNI) được kết nối với một multipoint EVC. Khi những site mới (UNIs) được thêm vào, chúng sẽ được liên kết với multipoint EVC nêu trên do vậy nên đơn giản hóa việc cung cấp và kích hoạt (activation) dịch vụ. Theo quan điểm của thuê bao, dịch vụ E LAN làm cho MEN trông giống một mạng LAN ảo.

Dịch vụ E-LAN Service có thể cung cấp một CIR (Committed Information Rate), kết hợp CBS (Committed Burst Size), EIR (Excess Information Rate) với EBS (Excess Burst Size) và độ trễ, jitter, và tổn thất khung (frame lost).

E-LAN Service với cấu hình point-to-point

E-LAN service có thể được sử dụng để liên kết chỉ với 2 UNIs (sites). Trong khi điều này có thể xảy ra tương tự một E-Line Service, có nhiều sự khác biệt khá quan trọng.

Với dịch vụ E-LAN, khi một UNI (site) mới được thêm vào, một EVC mới phải được thiết lập để liên kết UNI mới với một trong những UNIs hiện thời.

Với dịch vụ E-LAN, khi UNI mới cần được thêm vào ta không cần thêm EVC mới mà đơn giản chỉ thêm UNI mới vào EVC đa điểm cũ. Vì thế, E-LAN Service đòi hỏi chỉ một EVC để hoàn tất việc kết nối multi-site.

Nói chung, dịch vụ E-LAN có thể kết nối nhiều địa điểm với nhau, ít phức tạp hơn việc sử dụng những công nghệ như Frame Relay hoặc ATM.

Tóm lại, MEF định nghĩa hai kiểu dịch vụ chính E-Line và E-LAN, tuy nhiên các hãng, tổ chức tham gia MEF có cách sử dụng tên cho hai loại dịch vụ này khác nhau. Ví dụ như Cisco đưa ra các dịch vụ Ethernet Relay Service (ERS) và Ethernet Wire Service (EWS) cho loại E-Line; Ethernet Relay Multipoint Service (ERMS) và Ethernet Multipoint Service (EMS) cho loại E-LAN

3.4.3 Các thuộc tính dịch vụ Ethernet

3.4.3.1 Ghép dịch vụ

Ghép dịch vụ cho phép nhiều UNI thuộc về các EVC khác nhau. UNI như vậy gọi là UNI được ghép dịch vụ (service multiplexed UNI). Khi UNI chỉ thuộc một EVC thì UNI này gọi là UNI không ghép dịch vụ (non - multiplexed UNI).

Lợi ích của ghép kênh dịch vụ cho phép chỉ cần một cổng giao diện UNI có thể hỗ trợ nhiều kết nối EVC. Điều này làm giảm chi phí thêm cổng UNI và dễ dàng trong việc quản trị.

VLAN được cấu hình tại cổng thiết bị khác hàng CE kết nối với UNI được gọi là CE- VLAN. Như vậy, tại mỗi UNI có một ánh xạ (mapping) giữa CE-VLAN và EVC. Điều này gần giống như ánh xạ giữa DLCI và PVC trong Frame Relay.

3.4.3.2 Gộp nhóm

Trong cấu trúc frame của 802.1Q thì có một trường 12 bit là VLAN tag. Nhu vậy có tối đa là 4096 VLAN cho một miền lớp 2. Với tính năng gộp nhóm, có nhiều hơn một CE-VLAN được ánh xạ vào một EVC tại UNI. Khi tất cả VLAN đều được ánh xạ vào một EVC thì EVC đó có thuộc tính gộp nhóm tất cả trong một.

3.4.3.3 Đặc tính băng thông

MEF định nghĩa đặc tính băng thông được ứng dụng ở UNI hay cho một EVC. Đặc tính băng thông là một giới hạn mà khung Ethernet có thể xuyên qua UNI. Có thể có đặc tính băng thông riêng rẽ cho những khung vào bên trong MEN và cho những khung đi ra khỏi MEN. Thông số CIR cho một Frame Relay PVC là một vídụ của đặc tính băng thông.

3.4.3.4 Thông số hiệu năng

Các thông số này ảnh hưởng đến chất lượng dịch vụ mà thuê bao cảm nhận được. Thông số hiệu năng được đánh giá qua các thông số sau:

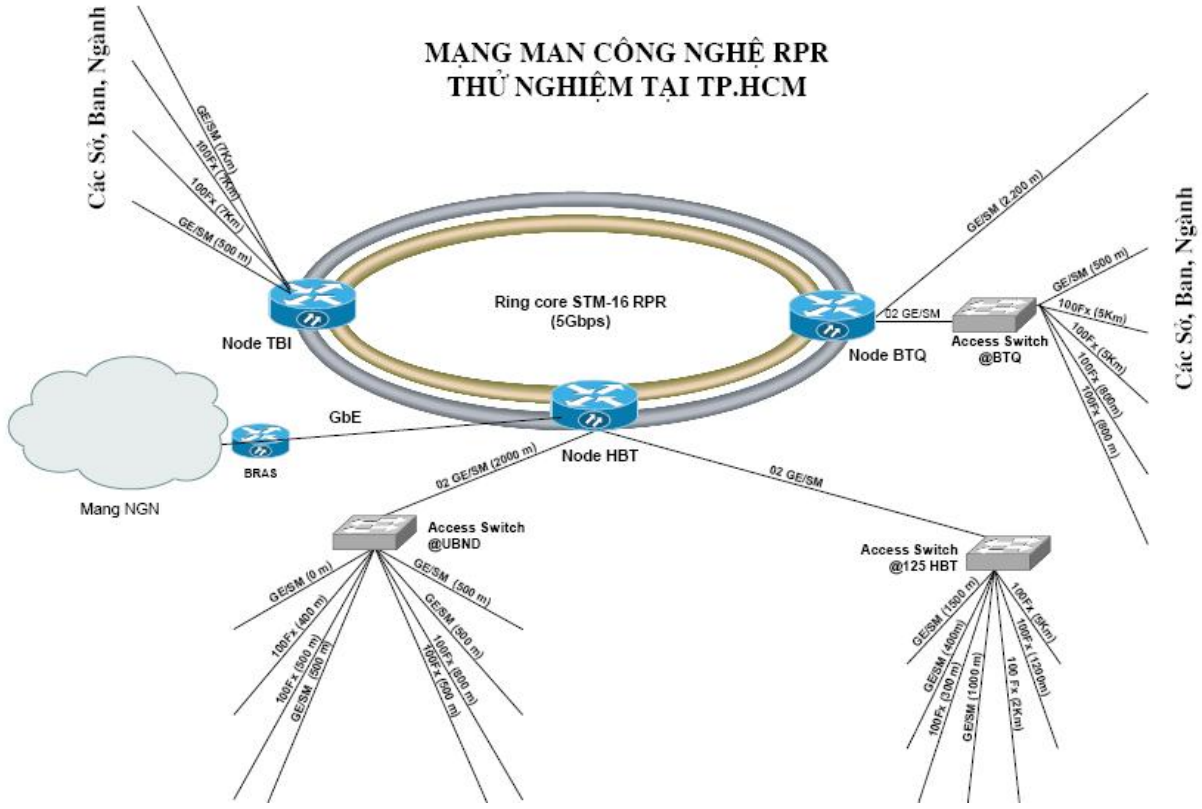
- Độ khả dụng
- Độ trễ khung
- Độ trượt khung
- Tỉ lệ tổn thất khung

3.4.3.5 Vấn đề an ninh mạng (Network security)

Mạng Metro Ethernet cung cấp mạng riêng ảo lớp 2 (layer 2 VPN) nên những vấn đề an ninh tồn tại tại lớp 2 này như: Từ chối dịch vụ (DoS: Denial of Service), tràn ngập MAC (MAC flooding) giả mạo địa chỉ MAC (MAC spoofing) cần đặc biệt quan tâm.

3.4.4 Tình hình triển khai

Hiện nay VNPT đã có chu trương và đã triển khai thử nghiệp mạng MAN sử dụng Metro Ethernet tại những tỉnh thành lớn trong cả nước. Trên hình dưới đây mô tả cấu hình thử nghiệm tại thành phố Hồ Chí Minh và Ninh Bình.



Hình 3.9 Mạng MAN thử nghiệp tại thành phố Hồ Chí Minh

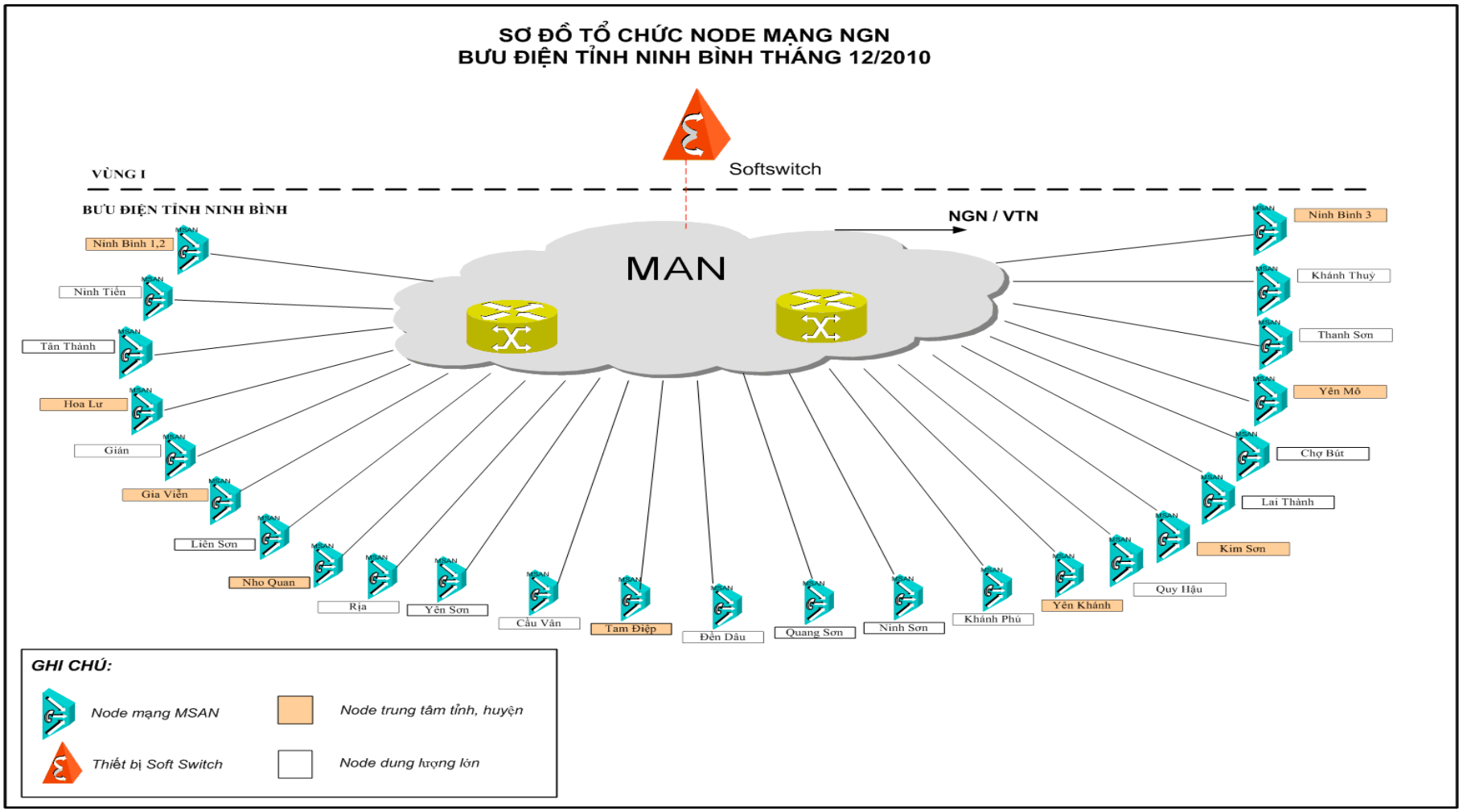
Với cấu hình của Ninh Bình như hình vẽ ở dưới những thiết bị sẽ cần được trang bị sẽ được liệt kê sơ lược như trong bảng dưới đây.

Trang bị mới 24 node MSAN với tổng dung lượng 97300 POTS (thoại), 13224 ports ADSL2+, 164 ports SHDSL tại các trung tâm huyện, thị xã và các khu vực dân cư tập trung lưu lượng cao.

Trang bị mới 24 trạm CES (Carrier Ethernet Switch) với 109 port FE, 84 port GE và 23 port 10GE.

Bảng 3.7 Số liệu các loại cổng trên thiết bị MSAN và CES

STT	**Địa điểm**	**MSAN**			**CES**		
		Thoại	ADSL2+	SHDSL	FE	GE	10GE
1	Ninh Bình	17.190	1.473	35	11	6	3
2	Ninh Tiến	1.522	456	4	4	4	0
3	Tân Thành	4.421	774	12	3	2	2
4	Hoa Lư	2.916	966	5	7	2	2
5	Gián	4.638	498	6	7	2	2
6	Gia Viễn	3.715	633	8	7	4	2
7	Liên Sơn	896	171	0	1	2	2
8	Nho Quan	4.260	906	8	7	2	2
9	Rịa	1.953	240	3	3	2	2
10	Yên Sơn	1.626	204	3	2	2	2
11	Cầu Vân	4.254	405	3	4	2	2
12	Tam Điệp	10.633	1.137	10	8	4	2
13	Đền Dâu	4.440	429	9	3	4	0
14	Quang Sơn	1.655	222	7	4	4	0
15	Ninh Sơn	3.784	918	4	4	4	0
16	Khánh Phú	2.459	231	3	3	4	0
17	Yên Khánh	2.320	705	9	7	6	0
18	Qui Hậu	3.676	279	3	3	4	0
19	Kim Sơn	7.225	927	10	7	4	0
20	Lai Thành	1.566	222	3	1	4	0
21	Chợ Bút	4.162	198	3	3	4	0
22	Yên Mô	4.331	588	8	7	4	0
23	Thanh Sơn	2.762	486	5	2	4	0
24	Khánh Thuỷ	896	156	3	1	4	0
	Tổng	***97.300***	***13.224***	***164***	***109***	***84***	***23***



Hình 3.10 Mạng MAN tại Ninh Bình

3.4.5 Những công nghệ được sử dụng

Như chúng ta có thể thấy trên mô hình triển khai những công nghệ có thể được sử dụng dụng đó là :

- Truyền tải Ethernet qua SDH, EOS
- RPR
- EPON với công nghệ cụ thể là GE
- MPLS và GMPLS

3.4.5.1 Truyền tải Metro Ethernet qua SONET/SDH

Khái niệm truyền dữ liệu qua mạng SONET/SDH là cơ cấu truyền tải lưu lượng cung cấp một số chức năng và các giao diện nhằm mục đích tăng hiệu quả của việc truyền dữ liệu qua mạng SONET/SDH. Mục tiêu quan trọng nhất mà các hướng công nghệ nói trên cần phải thực hiện được đó là phối hợp hỗ trợ lẫn nhau để thực hiện chức năng cài đặt chỉ định băng thông cho các dịch vụ một cách hiệu quả mà không ảnh hưởng tới lưu lượng đang được truyền qua mạng SONET/SDH hiện tại. Điều này có nghĩa là mạng sẽ đảm bảo được chức năng hỗ trợ truyền tải lưu lượng dịch vụ của mạng hiện có và triển khai các loại hình dịch vụ mới. Thêm vào đó EOS cần cung cấp chức năng đảm bảo chất lượng dịch vụ QoS với mức độ chấp nhận nào đó cho các loại dịch vụ mới, mềm dẻo và linh hoạt trong việc hỗ trợ truyền tải lưu lượng truyền tải bởi các giao thức khác nhau qua mạng.

Cơ cấu của truyền dữ liệu qua mạng SONET/SDH bao gồm 3 giao thức chính: Thủ tục đóng khung tổng quát GFR (Generic Framing Procedure), kỹ thuật liên kết chuỗi ảo VCAT (Virtual Concatenation) và cơ cấu điều chỉnh dung lượng đường thông LCAS (Link Capacity Adjustment Scheme). Cả 3 giao thức này đã được ITU-T chuẩn hoá lần lượt bởi các tiêu chuẩn G7041/Y.1303, G.704, G.7042/Y.1305. Giao thức GFR cung cấp thủ tục đóng gói khung dữ liệu cho các dạng lưu lượng khác nhau (Ethernet, IP/PPP, RPR..) vào các phương tiện truyền dẫn TDM như là SONET/SDH hoặc các hệ thống truyền tải quang OTN (Optical Transport Network). Giao thức VCAT cung cấp các thủ tục cài đặt băng thông cho kênh kết nối mềm dẻo hơn so với những thủ tục áp dụng trong hệ thống truyền dẫn TDM trước đó. Giao thức LCAS cung cấp thủ tục báo hiệu đầu cuối tới đầu cuối để thực hiện chức năng điều chỉnh động dung lượng băng thông cho các kết nối khi sử dụng VCAT trong kết nối SONET/SDH.

3.4.5.2 RPR

Tháng 12 năm 2000, IEEE thành lập một nhóm nghiên cứu về công nghệ mạng vòng gói phục hồi (IEEE 802.17) nhằm đưa ra các tiêu chuẩn cho giao thức RPR. Công nghệ RPR được sử dụng để truyền tải các gói số liệu trên mạng vòng ở tốc độ hàng Gigabit/s.

Giải pháp này sử dụng các Router kết nối cáp quang với công nghệ mới RPR hỗ trợ IP hoặc thậm chí MPLS đáp ứng tất cả các dịch vụ khác nhau. RPR là công nghệ chủ đạo cho mạng đô thị thế hệ mới đang được các hãng viễn thông lớn tập trung phát triển (50 nhà sản xuất thiết bị và chip - Cisco, Nortel, Siemens, Redstone, …). Công nghệ này kết hợp tính ưu việt của phương thức bảo vệ đường như ở công nghệ SDH cho phép khả năng hồi phục tuyến cực nhanh ở mức 50 ms. Cùng với khả năng đánh địa chỉ kết nối theo địa chỉ (dùng địa chỉ MAC) và phân loại lưu lượng cho chất lượng dịch vụ như ở công nghệ Ethernet ở lớp 1.

RPR đã thừa kế hai đặc trưng quan trọng của mạng SONET/SDH.

- Có thể kết nối theo cấu hình RING.
- Có thể khôi phục đường truyền nhanh khi đường cáp quang bị đứt <50ms.

Ngoài ra, RPR còn có các ưu điểm chính:

- Đa dạng phân lớp dịch vụ (CoS).
- Sự linh hoạt của lớp vật lý: RPR có thể tương thích với các tiêu chuẩn lớp vật lý của Ethernet, SONET và DWDM.
- Cho phép chuyển tải lưu lượng theo phương thức quảng bá .
- Có khả năng mở rộng quy mô mạng cao.
- Điều chỉnh băng thông giữa các người sử dụng (Fairness) và điều khiển sự tắc nghẽn lưu lượng trong mạng.

RPR sử dụng vòng song hướng gồm hai sợi quang truyền ngược chiều nhau, cả hai vòng đồng thời được sử dụng để truyền dữ liệu và điều khiển. RPR cho phép nhà cung ứng giảm chi phí thiết bị phần cứng cũng như thời gian giám sát mạng. Trong RPR không có khái niệm khe thời gian, toàn bộ băng thông được ấn định cho lưu lượng. Bằng cách tính khả năng mạng và dự báo yêu cầu lưu lượng, RPR ghép thống kê và phân phối công bằng băng thông cho các node trên vòng để tránh tắc nghẽn có thể mang lại lợi ích hơn nhiều so với vòng SDH/SONET dựa trên ghép kênh phân chia theo thời gian.

RPR là giao thức lớp MAC vận hành ở lớp 2 của mô hình OSI, nó không nhận biết lớp 1 nên độc lập với truyền dẫn nên có thể làm việc với WDM, SDH hay truyền dẫn dựa trên Ethernet (sử dụng GBIC – Gigabit Interface Converter) ngoài ra, RPR đi từ thiết bị đa lớp đến dịch vụ mạng thông minh lớp 3 như MPLS, MPLS kết hợp thiết bị rìa mạng IP lớp 3 với thiết bị lớp 2 như ATM, Frame relay. Sự kết hợp độ tin cậy và khả năng phục hồi của RPR với ưu điểm quản lý lưu lượng và khả năng mở rộng của MPLS VPN và MPLS TE được xem là giải pháp xây dựng MAN trên thế giới hiện nay.

PHẦN III: CÔNG NGHỆ TRUY NHẬP VÔ TUYẾN

Chương 4: Các mạng truy nhập không dây băng rộng

4.1 Giới thiệu chung

Chúng ta có thể nhìn nhận truy nhập vô tuyến theo quan điểm của IEEE theo hình 4.1 dưới đây:

Bluetooth 802.15	802.11b 802.11g 802.11a HiperLAN2	802.11 *802.16* MMDS LMDS	2.5G/3G GSM/GPRS CDMA/1x/3x 4G
T□c □□ s□ li□u th□p	T□c □□ s□ li□u cao h□n	T□c □□ s□ li□u cao h□n	T□c □□ s□ li□u th□p h□n
Kho□ng c□ch ng□n	K/c trung b□nh	K/c trung b□nh dài h□n	Kho□ng c□ch dài h□n
Notebook/PC □□n th.b□/ M□y in/Bàn ph□m/□.thoại	M□y t□nh-M□y t□nh và t□i Internet	Truy nhốp □□n km cu□i c□ng, c□ □□nh	C□c m□y c□m tay & th.b□PDA □□n Internet
< 1 Mbps	2 □□n 54+ Mbps	22+ Mbps	10 □□n 384 Kbps Đến 1Gbps

Hình 4.1 : Các công nghệ truy nhập vô tuyến

Theo đó căn cứ vào vùng bao phủ hệ thống thiết bị chúng ta có các mạng diện hẹp PAN với những ví dụ công nghệ như Bluetooth, Wireless USB.

Các mạng diện nội hạt với điển hình là công nghệ WLAN với những chuẩn cho lớp vật lý 802.11a, 802.11b, 802.11g.

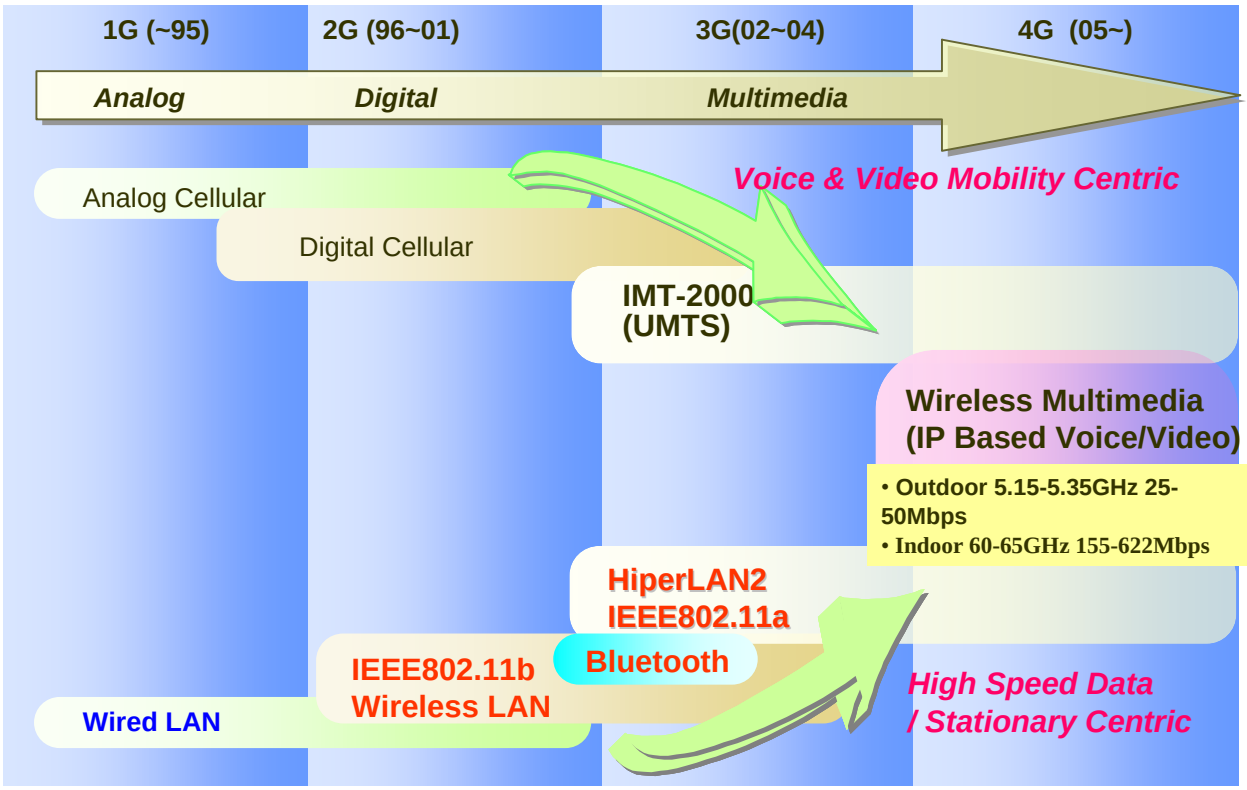
Tiếp theo là các mạng diện rộng hơn với những cải tiến của chuẩn 801.11, những mạng truy nhập vô tuyến đa kênh đa điểm, đa kênh đa điểm nội hạt (MMDS và LMDS) với xuất phát điểm là dùng để quảng bá tín hiệu truyền hình.

Cuối cùng là mạng diện rộng với các thế hệ của điện thoại tế bào và cộng thêm vào đó hệ thống truy nhập sử dụng vệ tinh.

Sau đây chúng ta sẽ xem xét hướng phát triển của từng nhánh công nghệ một, chúng ta sẽ làm sáng tỏ một thực tế rằng các hệ thông truy nhập vô tuyến đang hội tụ lại ở thế hệ thứ 4 4G

4.2 Phát triển của truy nhập vô tuyến hội tụ đến 4G

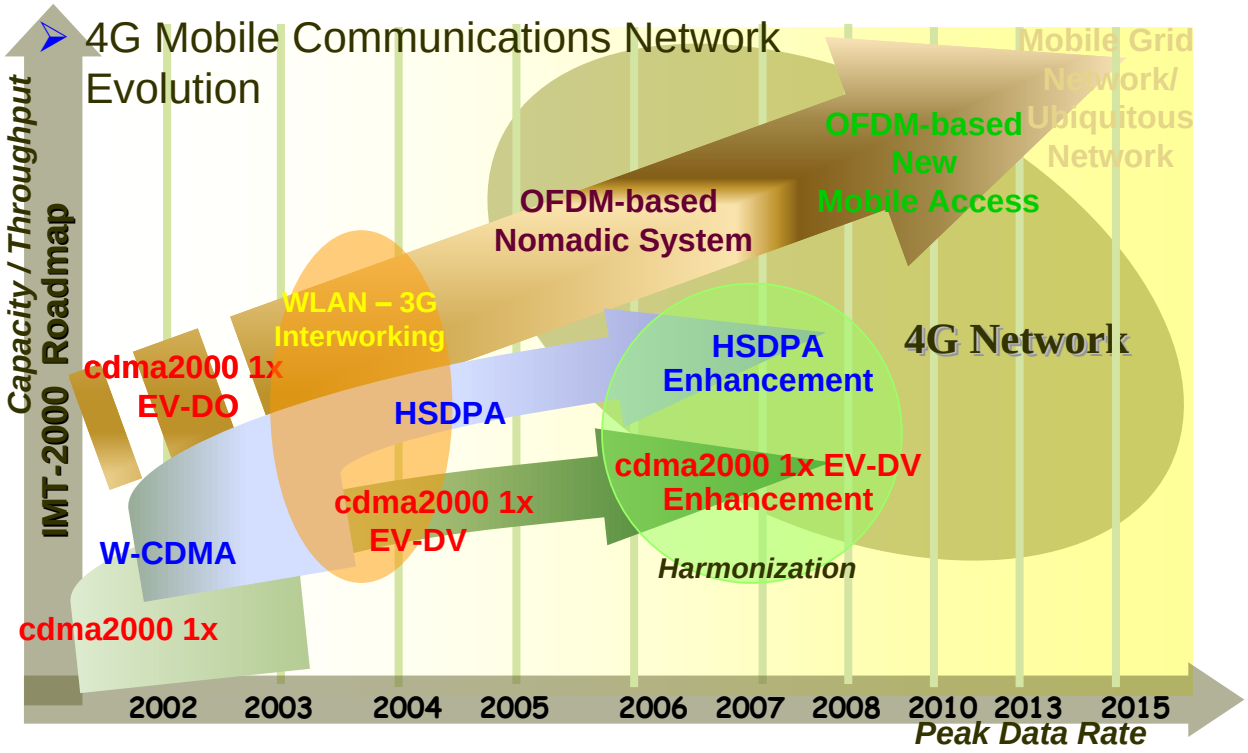
Như chúng ta đã đề cập đến từ trên, để tiến tới thế hệ thứ 4 mạng truy nhập vô tuyến sẽ hội tụ lại từ hai hướng, Hình 4.2:



Hình 4.2: Xu hướng hội tụ của công nghệ truy nhập vô tuyến

- Hướng 1: từ phía các hệ thống cá nhân, nội hạt, thành phố (với những đại diện điển hình WLAN và Wimax)
- Hướng 2: từ phía các hệ thống diện rộng (với các đại diện là GSM, IMT2000, WCDMA)

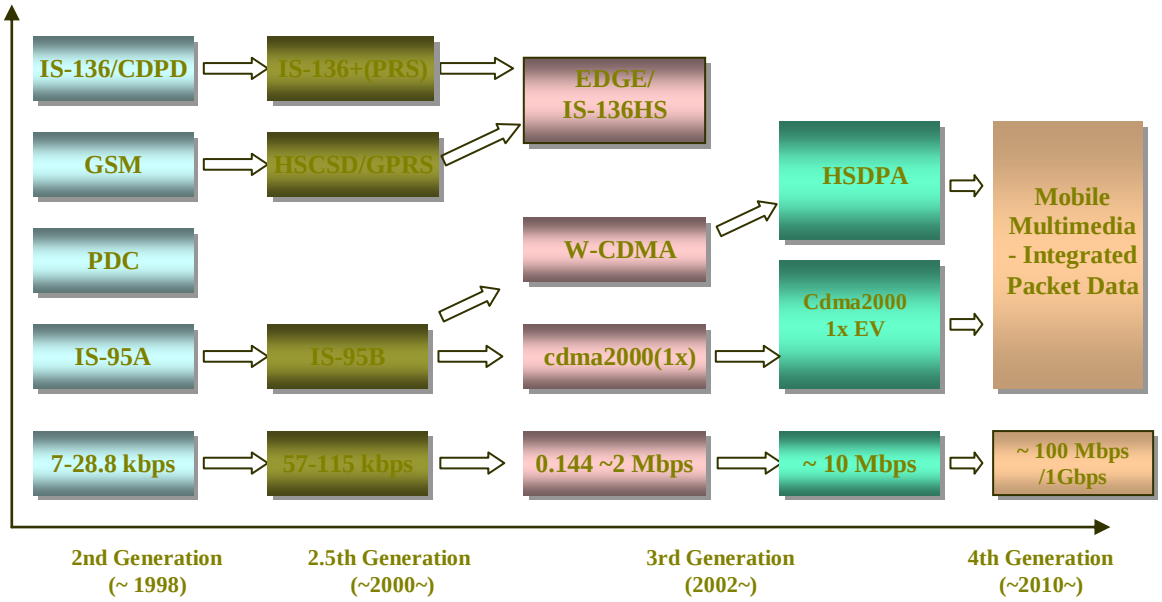
Trên hình 4.2 mô tả rõ hai xu hướng phát triển này, hình 4.3 những xu hướng đó được miêu tả với những mốc thời gian cụ thể.



Hình 4.3: Mốc lịch sử của truy nhập vô tuyến

4.2.1 Hệ thống thông tin di động 2G và nền tảng CDMA

4.2.1.1 GSM



Hình 4.4: Sự phát triển lên 4G từ các công nghệ WAN

Trong những năm đầu của thập kỷ 1980, hội nghị viễn thông và bưu điện châu Âu (CEPT) đưa ra nhóm di động đặc biệt (Group Special Mobile) với mục tiêu là phát triển chuẩn Pan-European cho thông tin tế bào số. Dự án này có tên là GSM và hệ thống thực

hiện các chuẩn tương ứng, hệ thống toàn cầu cho thông tin di động, cũng được viết tắt là GSM.

Từ đó đến nay, các mạng GSM, kể cả mạng GSM theo khái niệm gốc hoặc các phát triển của nó, phát triển rộng khắp trên thế giới và được coi là kế hoạch thành công. Các hệ thống GSM hoạt động ở dải tần khoảng 900 MHz (GSM-900), 1.8 GHz (gsm-1800), hoặc 1.9GHz (GSM-1900). GSM-900 là mạng tế bào GSM gốc đáp ứng các vùng rộng lớn (macro cell) và để hoạt động với các đầu cuối nguồn lớn. GSM sử dụng TDMA với tốc độ dữ liệu thấp cỡ trên dưới 10kbps.

4.2.1.2 IS-95

Vào cuối những năm 1980 và đầu những năm 1990, QUALCOMM, Inc. của San Diego đưa ra đa truy nhập phân chia theo mã, CDMA. Các thử nghiệm và việc chế tạo mạng thành công đã đưa TIA và EIA chấp nhận hệ thống QUALCOMM như chuẩn tạm thời của họ, "TIA/EIA/IS-95 - chuẩn tương thích giữa trạm gốc -trạm di động cho hệ thống di động trải phổ băng rộng hai chế độ".

Các đặc điểm kỹ thuật của TIA/EIA/IS-95 được thiết lập để hệ thống hoạt động ở hai chế độ cơ bản (tương tự và số), cả hai chế độ trong cùng dải tần. Khả năng hoạt động ở hai chế độ thuận tiện cho việc chuyển tiếp từ môi trường tương tự sang môi trường số. Mặc dù tương thích, các hệ thống số và tương tự khá khác nhau. TIA/EIA/IS-95 hỗ trợ kỹ thuật trải phổ liên tục trực tiếp với các kênh kép băng thông 1.25 MHz.

Việc hai hệ thống số và tương tự cùng tồn tại tức là các trạm di động hai chế độ có thể đặt và nhận các cuộc gọi từ bất cứ hệ thống nào và ngược lại, tất cả các hệ thống có thể đặt và nhận các cuộc gọi từ bất cứ trạm di động nào. Các hoạt động ngược lại như miêu tả trên yêu cầu một số chú ý. Một trạm di động có thể khởi tạo một cuộc gọi với hệ thống CDMA và trong khi cuộc gọi vẫn đang trong quá trình xử lý, nó có thể chuyển sang hệ thống tương tự, nếu có yêu cầu.

Một số đổi mới đã được đưa vào hệ thống CDMA so với các hệ thống tế bào ban đầu. Chuyển giao mềm chính là một điểm mới ngoài ra còn có những sự đổi mới khác được đưa ra trọng hệ thống CDMA như là việc sử dụng các bộ thu hệ thống định vị toàn cầu (GPS) tại các trạm gốc. Các hệ thống CDMA ban đầu được sử dụng với các đặc tính kỹ thuật TIA/EIA/IS-95.

Các đặc tính kỹ thuật của version A được phát triển lện TIA/EIA/IS-94B, trong đó các đặc tính mới có liên quan tới truyền dữ liệu tốc độ cao hơn, các thuật toán chuyển giao mềm, các kỹ thuật điều khiển năng lượng. Tên cdmaOne được sử dụng để xác định hoạt động với công nghệ CDMA với kỹ thuật khác.

4.2.1.3 GPRS

Để hỗ trợ một cách hiệu quả một vài loại lưu lượng tạo ra bởi nhiều loại ứng dụng, mạng tổng hợp phải cung cấp được các dịch vụ dữ liệu gói. Với mục tiêu ấy, ba công nghệ dữ liệu, được đưa vào các hệ thống vô tuyến, xuất hiện một xen nhau để sử dụng cho các ứng dụng gói trong các mạng vô tuyến: Dịch vụ vô tuyến gói chung (GPRS), TIA/EIA/IS-95B, và dữ liệu tốc độ cao (HDR).

Việc đưa ra GPRS trong mạng vô tuyến di động cho phép cải thiện khả năng của hệ thống GSM sẵn có, một số cải thiện chính là :

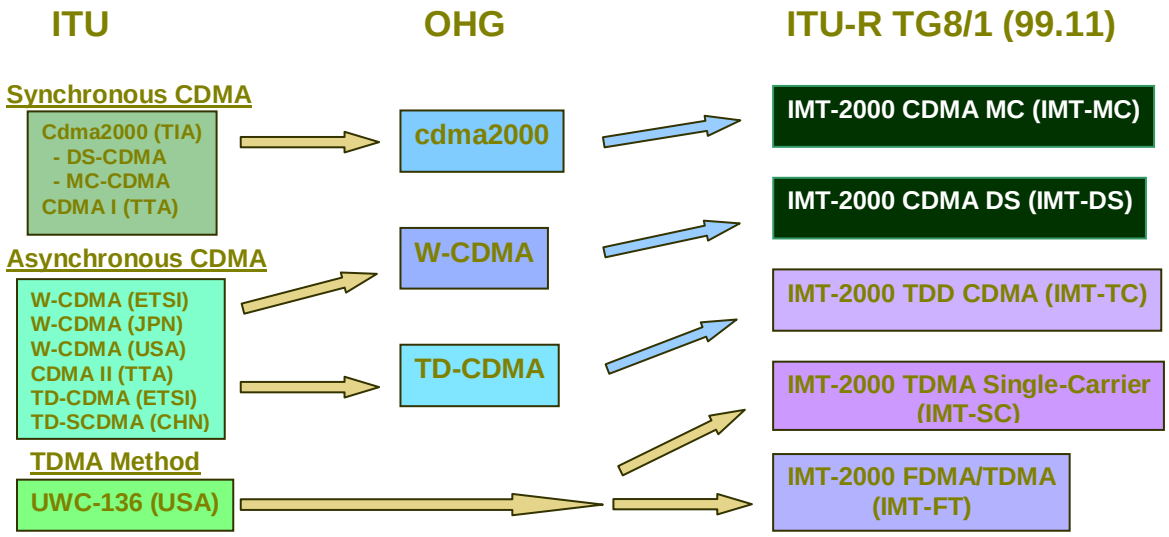
- Sử dụng cả hai loại dịch vụ chuyển mạch kênh và dịch vụ chuyển mạch gói.
- Sử dụng tài nguyên vô tuyến tốt hơn.
- Tính cước dựa trên dung lượng.

4.2.2 Hệ thống 3G

4.2.2.1 IMT-2000

Khái niệm hệ thống di động thế hệ thứ 3 (3G) được đưa ra bởi IMT-2000. Về cốt lõi, một hệ thống 3G phải cung cấp:

- Các dịch vụ đa phương tiện, trong các hoạt động chế độ kênh và gói.
- Các lĩnh vực người sử dụng như tư nhân, công cộng, thương mại, dân cư, và các lĩnh vực khác.
- Các mạng dựa trên mặt đất và vệ tinh.
- Thiết bị bỏ túi cá nhân, thiết bị trên xe cộ, và bất cứ đầu cuối đặc biệt khác.



Hình 4.5: Hệ thống IMT 2000

Các đặc tính xác định của IMT-2000 bao gồm:

- Mức độ tương đồng cao trong các thiết kế trên toàn thế giới.

- Tính tương thích của các dịch vụ trong IMT-2000 và các mạng cố định.
- Chất lượng cao
- Đầu cuối nhỏ được sử dụng rộng rãi.
- Khả năng của các ứng dụng đa phương tiện và dải rộng của các dịch vụ và các đầu cuối IMT-2000 có thể được thực hiện như mạng độc lập hoặc như một phần tích hợp của các mạng cố định. Các hệ thống 3G cung cấp khả năng modul hoá về cả hai mặt dung lượng và chức năng.

Trái ngược với QoS cố định trong hệ thống vô tuyến 1G và 2G (được xác định như sự cố gắng tốt nhất), các hệ thống 3G cung cấp QoS mềm dẻo. Các ứng dụng của nó và người sử dụng có thể được ấn định một QoS mặc định với các điều chỉnh sao cho thích hợp với QoS mong muốn. Các tài nguyên khi đó được phân phối tuỳ theo hàng loạt các tham số như các hiện trạng QoS căn cứ bởi số thuê bao điện thoại, tải hệ thống, các điều kiện truyền, loại lưu lượng (cái này tuỳ thuộc vào ứng dụng), và các yếu tố khác.

Tóm lại, các mục tiêu chính của các mạng 3G như sau:

- Sự chấp nhận toàn cầu về tập các chuẩn nòng cốt cho giao diện vô tuyến.
- Thúc đẩy roaming toàn cầu.
- Hỗ trợ hiệu quả dải rộng các dịch vụ dữ liệu bao gồm cả đa phương tiện.

Trên thực tế, các hệ thống 3G được triển khai với hai mục đích chính:

- Để hỗ trợ các dịch vụ dữ liệu gói với tốc độ và chất lượng như các mạng cố định.
- Cung cấp truy nhập internet.

4.2.2.2 GPP2 & cdma2000

Giao diện vô tuyến đa sóng mạng IMT-2000 CDMA được nhắc đến với cdma2000. Nó là giao diện vô tuyến trải phổ băng rộng được thiết kế để đạt được các yêu cầu của hệ thống vô tuyến 3G cũng như các yêu cầu của sự phát triển của các chuẩn họ 2G TIA/EIA-95-B. cdma2000 cung cấp khả năng tương thích ngược lại với TIA/EIA-95-B. Khả năng tương thích ngược cho phép cơ sở hạ tầng của cdma2000 hỗ trợ các trạm di động TIA/EIA-95-B và cho phép các trạm di động cdma2000 hoạt động được với các hệ thống TIA/EIA-95-B. cdma2000 đề xuất ra khả năng tương thích ngược với cdmaOne để cung cấp việc chuyển giao mềm từ các mạng 2G lên 3G. Một khía cạnh quan trọng của khả năng tương thích ngược là khả năng hỗ trợ việc bao phủ các mạng cdma2000 và cdmaOne với cùng phổ.

cdma2000 thực hiện các yêu cầu truyền dẫn băng rộng theo hai cách khác nhau. Việc truyền dẫn lên có thể sử dụng hoặc kỹ thuật trải phổ trực tiếp hoặc kỹ thuật đa sóng mang. Việc thực hiện MC đối với đường lên của cdma2000 tạo điều kiện thuận lợi cho thiết kế chồng lấp cdmaOne và cdma2000. Trong việc thực hiện MC, hệ thống cdma2000 Nx1.25 Mhz (với N=1,3,6,9, hoặc 12) có thể chồng lấp N sóng mang liên tục của

cdmaOne, với N là số tốc độ phân tán SR . SR 2 được dùng để chỉ 1X và SR 3 để chỉ 3X, đó là hai kỹ thuật được định nghĩa trong các chuẩn cdma2000.

Cdma2000 cũng hỗ trợ việc sử dụng lại các chuẩn dịch vụ đã có của cdmaOne, như các dịch vụ liên quan đến thoại, các dịch vụ dữ liệu, các dịch vụ tin nhắn,…Việc chuyển giao đầy đủ các cuộc gọi dữ liệu và thoại từ một hệ thống tới một hệ thống khác là đặc điểm rất hay được hỗ trợ bởi cdmaOne và cdma2000. Khả năng thực hiện chuyển giao mềm giữa hệ thống cdmaOne và cdma200 cho phép các nhà hoạt động xây dựng dần dần các mạng cdma2000 khi có nhu cầu tăng cường dịch vụ và thêm dung lượng.

4.2.3 WLAN

Công nghệ hữu tuyến Ethernet được giới thiệu vào năm 1970, với tốc độ 10 Mbps, hơn hẳn tốc độ của các công nghệ không dây khác hiện có ở thời điểm đó. Vào năm 1985 FCC cho phép phát triển cho thương mại hệ thống WLAN sử dụng băng tần ISM. Băng tần ISM đã rất hấp dẫn các đại lý cung cấp khi không cần phải có sự cấp phép của FCC để hoạt động trong băng tần này.

Mạng vô tuyến băng rộng đầu tiên, WLAN được xây dựng trên cơ sở họ các chuẩn IEEE 802.11. Chuẩn IEEE 802.11 đầu tiên được phát hành vào 1997, chiếm 83.5MHz băng thông trong băng tần 2.4GHz không cấp phép. Nó sử dụng điều chế PSK với trải phổ nhảy tần FHSS và trải phổ chuỗi trực tiếp DSSS. Tốc độ dữ liệu lên đến 2Mbps được hỗ trợ với CSMA/CA, sử dụng cho truy nhập ngẫu nhiên. Chuẩn đầu tiên được mở rộng vào 1999 để tạo ra chuẩn 802.11b, hoạt động trong cùng băng tần nhưng chỉ sử dụng DSSS. Cung cấp tốc độ kênh truyền cực đại lên đến 11Mbps với tốc độ dữ liệu người dùng cực đại khoảng 1.6Mbps. Phạm vi truyền dẫn đạt tới 150m. Kiến trúc mạng trong 802.11b là hình sao hoặc ngang cấp, mặc dù đặc tính ngang cấp không được sử dụng điển hình. Chuẩn này đã được triển khai và sử dụng rộng rãi với các nhà sản xuất thiết bị tích hợp các card 802.11b vào các máy tính xách tay.

Chuẩn 802.11a được hoàn thành vào 1999 như một sự mở rộng của 802.11b để cải thiện tốc độ dữ liệu của 802.11b. Chuẩn 802.11a chiếm 300MHz phổ trong băng NII 5GHz. Thực tế, 300MHz phổ được phân chia thành ba băng con 100MHz. Một băng thấp từ 5.15-5.25GHz, một băng ở giữa từ 5.25-5.35GHz, một băng trên từ 5.725-5.825GHz. Mỗi kênh chiếm 20MHz, ngoại trừ các phần cuối của băng giữa và băng thấp là 30MHz. Có ba mức công suất phát cực đại được chỉ ra là 40mW cho băng thấp, 200mW cho băng giữa và 800mW cho băng cao. Những giới hạn này nhằm ám chỉ rằng băng thấp hầu như chỉ phù hợp cho các ứng dụng trong nhà, băng giữa cho ngoài trời và trong nhà còn băng cao cho ngoài trời. Điều chế và mã hóa tỉ lệ biến đổi được sử dụng cho mỗi kênh. Các loại điều chế biến đổi qua BPSK, QPSK, 16QAM và 64QAM và các tỉ lệ mã hóa xoắn biến đổi qua 1/2, 2/3 và 3/4. Điều này dẫn đến tốc độ dữ liệu cực đại mỗi kênh là 54MHz. Với các hệ thống trong nhà, sóng mang 5GHz kết hợp với giới hạn công suất trong băng thấp

giảm phạm vi của 802.11a so với 802.11b và cũng khó hơn để tín hiệu xuyên qua các bức tường và các vật cản khác. Chuẩn 802.11a sử dụng đa truy nhập OFDM thay vì FHSS và DSSS.

Chuẩn 802.11g được hoàn thành vào 2003, kết hợp ưu điểm của 802.11a và 802.11b với tốc độ dữ liệu lên đến 54Mbps trong băng tần 2.5GHz cho phạm vi lớn hơn. Chuẩn này tiếp tục tương thích với 802.11b vì thế các điểm truy nhập 802.11g sẽ làm việc với các bộ thích ứng mạng vô tuyến 802.11a. Tuy nhiên, 802.11g sử dụng OFDM, lược đồ điều chế và mã hóa của 802.11a. Cả các điểm truy nhập và các Card LAN đều phù hợp với cả ba chuẩn để tránh không tương thích. Họ chuẩn 802.11a/b/g được xem như là Wi-Fi, cho độ tin cậy vô tuyến.

4.2.4 Wimax

Wimax là khả năng khai thác liên mạng toàn cầu đối với truy nhập vi ba. Wimax là một công nghệ không dây dựa trên chuẩn 802.16 cung cấp các kết nối băng rộng thông lượng cao qua khoảng cách xa. Công nghệ Wimax bao gồm các sóng vi ba để truyền dữ liệu không dây. Wimax được dùng cho một số ứng dụng như kết nối băng rộng đầu cuối, các hotspot và các kết nối tốc độ cao cho các khách hàng kinh doanh. Nó cung cấp kết nối mạng vùng thành thị không dây MAN với tốc độ lên tới 70Mbps và các trạm gốc Wimax trung bình có thể bao phủ từ 5 đến 10km.

Các chuẩn cố định và di động đều được sử dụng trong cả băng tần cấp phép và không cấp phép. Tuy nhiên miền tần số cho chuẩn cố định là 2-11GHz trong khi chuẩn di động là dưới 6GHz.

IEEE 802.16 định nghĩa các lớp vật lý khác nhau:

- Wireless MAN-SC layer
- Wireless MAN-SCa layer
- WirelessMAN-OFDM Layer
- WirelessMAN-OFDMA Layer
- Wireless HUMAN

Những lớp vật lý được định nghĩa chi tiết bao gồm 5 loại trong đó hiện nay sự dụng chủ yếu loại thứ 3 và thứ tư. Hai loại này dựa chủ yếu trên nguyên lý OFDM và OFDMA

Các đặc tính chính của lớp vật lí này bao gồm:

- Hỗ trợ TDD và FDD
- TDMA UL
- TDM DL
- Điều chế khối thích ứng và mã hóa FEC cho cả đường UL và DL

- Truyền theo khung để cải thiện sự cân bằng (một chiều) và thực hiện ước lượng kênh qua NLOS và mở rộng môi trường trễ trải phổ.
- Kí hiệu được đóng thành gói.
- Mã hóa soắn FEC sử dụng mã Reed Solomon và chèn Pragmatic TCM
- FEC sử dụng tùy chọn BTC và CTC
- Không sử dụng FEC tùy chọn sử dụng ARQ để điều khiển lỗi.
- Tùy chọn tính phân tập chuyển tiếp STC.
- Ngoại trừ các yêu cầu khác, quá trình truyền tin tương tự cho cả hướng đường lên UL và đường xuống DL.

Lớp vật lý vô tuyến MAN-OFDM dựa trên điều chế OFDM được thiết kế để hoạt động cho đường truyền trong phạm vi không truyền thẳng NLOS trong dải tần từ 2-11 GHz. Hỗ trợ song công TDD, FDD.

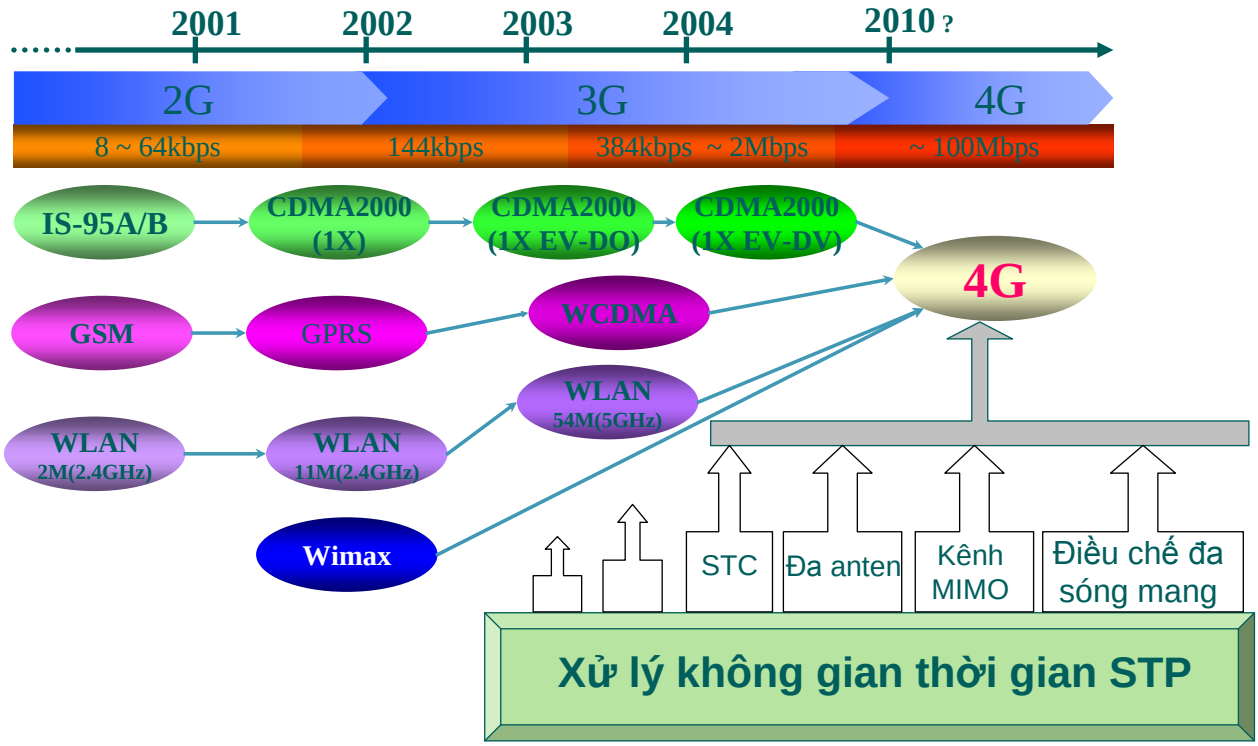
Lớp vật lý vô tuyến MAN-OFDMA: dựa trên kỹ thuật điều chế OFDMA được thiết kế để hoạt động đối với đường truyền không trong tầm nhìn thẳng NLOS trong dải tần 2-11 GHz. Trong dải tần được cấp phép, hai phương pháp song công được sử dụng là FDD và TDD, FDD SSs có thể là bán song công (H-FDD). Trong dải tần không cấp phép, sử dụng phương pháp song công TDD.

4.2.5 Hệ thống 4G

Ngay cả trước khi các mạng 3G được khai trương và đưa vào sử dụng hoàn toàn, nhiều nhóm nghiên cứu khác nhau đã xem xét đến dạng tiếp theo của công nghệ tế bào, hay còn gọi là 4G. Cho đến bây giơ chưa có định dạng chung cho 4G, nhưng mạng thế hệ mới có thể là dựa trên IP, cung cấp tốc độ dữ liệu lên tới 100 Mbps và hỗ trợ khả năng di dộng toàn cầu. Một lộ trình hướng tới mạng này là sự hội tụ của các công nghệ như tế bào 3G và Wireless LANs (WLANs).

4.3 So sánh đánh giá các công nghệ

Qua những phần trình bày ở trên thì khi mà hệ thống 4G chưa đưa vào khai thác trên diện rộng thì ở mỗi vùng hoạt động vẫn còn có sự cạnh tranh giữa những công nghệ đến từ những hướng phát triển khác nhau (xem hình 4.6) đó là CDMA 2000, WCDMA (GSM), đó là CDMA và Wimax, và WLAN và Wimax. Có nhiều ý kiến khi Wimax mới ra đời với ưu việt về tốc độ và cự li bao phủ có thể đánh bại những đối thủ khác, tuy nhiên vấn đề quản lý khai thác dịch vụ và bảo mật lại cản trở nó triển khai trên diện rộng vượt ra khỏi phạm vi ứng dụng cho truy nhập số liệu nội hạt.



Hình 4.6 : Các công nghệ truy nhập vô tuyến cạnh tranh

Chương 5: Truy nhập qua vệ tinh

5.1 Giới thiệu chung

Một kênh vệ tinh truyền thông trực tiếp có thể dễ dàng hoạt động ở tốc độ dữ liệu 23 Mbps. Tuy nhiên, tốc độ phổ biến nhất là khoảng 400 kbps (dịch vụ Direct PC). Các hệ thống hiện nay sử dụng các quỹ đạo địa tĩnh (GEO:Geosynchronous Earth Orbit) ở độ cao 22500 dặm (khoảng một phần một phần mười khoảng cách từ quả đất đến mặt trăng). Khoảng cách lớn này làm tăng thời gian trễ của dịch vụ hai chiều tức các dịch vụ tương tác.

Tuy nhiên, các hệ thống vệ tinh nhân tạo thế hệ mới như hệ thống vệ tinh nhân tạo Iridium và hệ thống vệ tinh nhân tạo Teledesic sử dụng các quỹ đạo thấp hơn nhiền LEO (Low Earth Orbit) có thời gian trễ nhỏ nhất và tiêu thụ năng lượng máy phát nhỏ hơn. Một vấn đề lớn của các nhà cung cấp dịch vụ qua hệ thống thông tin vệ tinh là giá cả.

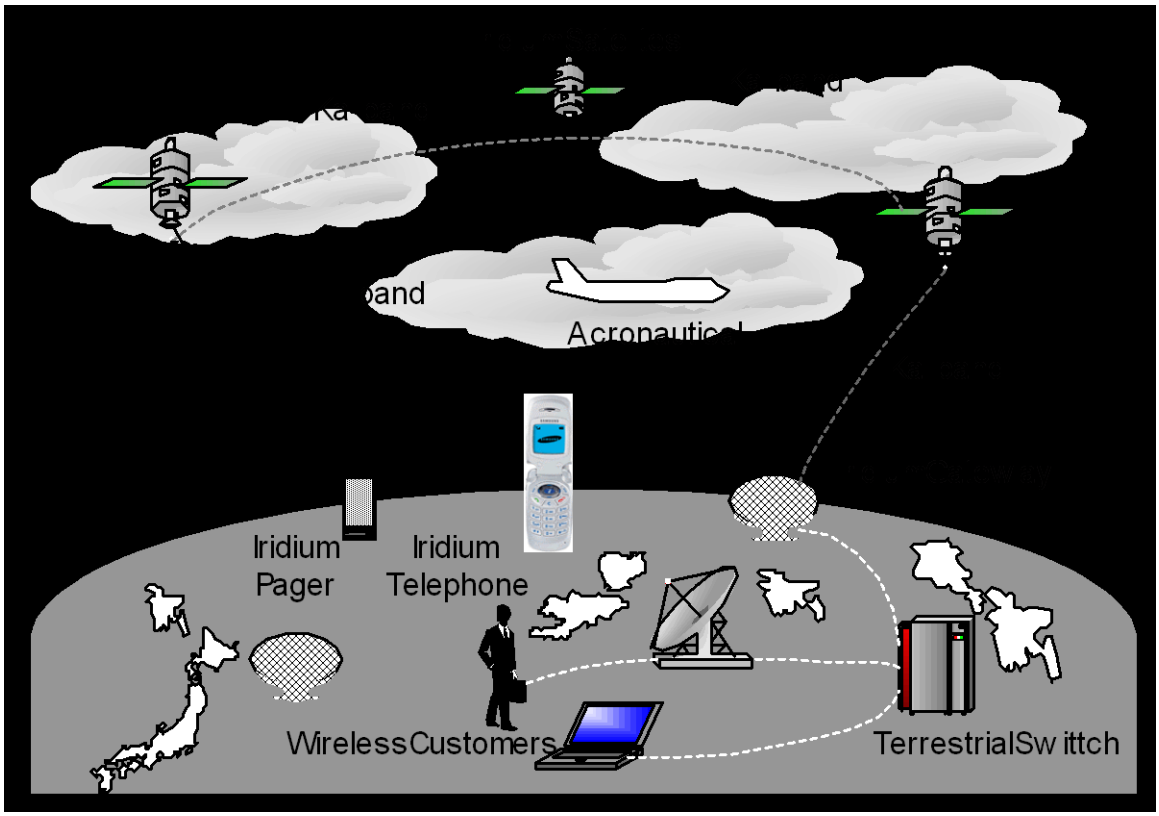
Ưu điểm lớn nhất và đặc biệt của các hệ thống GEO là tầm phủ sóng rộng. Vệ tinh nhân tạo làm cho vùng phủ sóng trở nên lớn nhất. Thông tin vệ tinh hoàn toàn không phụ thuộc vào điều kiện địa lý như thung lũng, núi non, biển cả,...Thông tin vệ tinh phụ vụ không bị ảnh hưởng bởi khoảng cách. Một vệ tinh nhân tạo phục vụ các điểm cách xa nhau hàng ngàn cây số cũng giống với khi phục vụ cho hai nhà hàng xóm. Điều này vẫn đúng khi nào các địa điểm phục vụ của hệ thống thông tin vệ tinh vẫn còn nằm trong tầm phủ sóng của nó.

Mặt khác hệ thống thông tin vệ tinh cũng có những nhược điểm trầm trọng về mặt kỹ thuật của nó. Các dịch vụ dựa vào thông tin có thể bị máy bay che khuất và dĩ nhiên cũng có thể bị các vệ tinh có quỹ đạo thấp hơn che khuất. Ánh sáng mặt trời cũng có thể tác động lên tín hiệu và tín hiệu có thể bị mất một thời gian khi mặt trời đi qua sau các vệ tinh trong các ngày đông chí và hạ chí. Một vài hiệu ứng mặt trời làm cho bầu khí quyển phồng lên và các vệ tinh có quỹ đạo thấp phải chuyển động đều đặn để tránh khỏi bị khí quyển lôi kéo. Tuổi thọ của một vệ tinh được xác định bởi lượng nhiên liệu nó mang theo. Tác động nhỏ của trọng trường phải được cân bằng bằng việc đốt định kỳ tên lửa. Khi nhiên liệu cạn kiệt thì vệ tinh nhân tạo trở nên vô dụng.

Trở ngại cuối cùng của các hệ thống thông tin vệ tinh là sự có mặt của quá nhiều vệ tinh cũng gây ra rắc rối. Các vị trí vệ tinh thuận lợi của các vệ tinh GEO đã được chiếm giữ từ nhiều năm qua. Tình hình cũng sẽ xảy ra tương tự đối với các vệ tinh LEO. Dĩ nhiên, việc chia nhau dải thông hạn chế giữa lượng người sử dụng khổng lồ sẽ trở thành một bài toán nan giải.

Có một vài hệ thống LEO như:

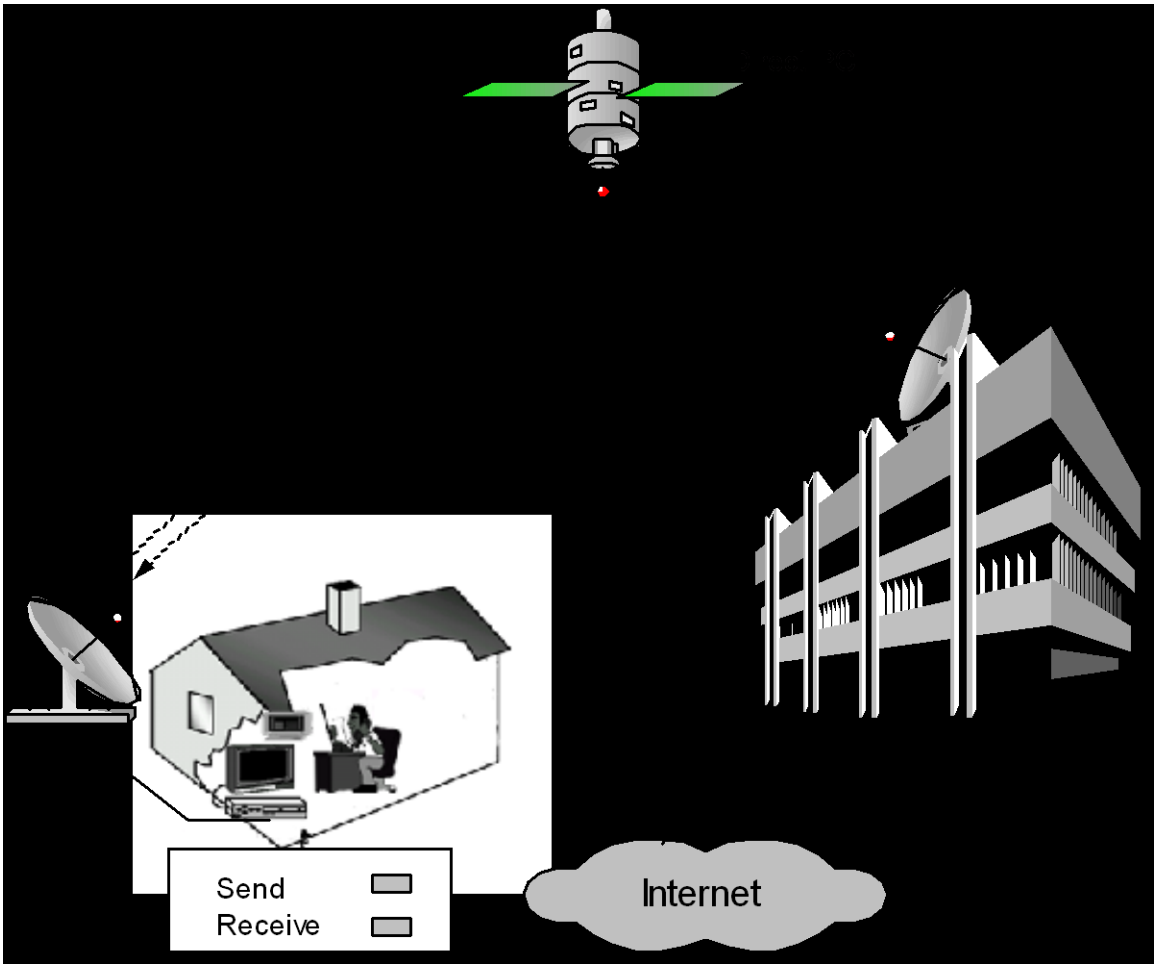
- Iridium có 66 vệ tính có mục đích của hệ thống vệ tinh nhân tạo Iridium là dùng cho hệ thống điện thoại di động cấu hình sử dụng được thể hiện trên hình 5.1
- Teledesic còng gọi là "Internet trên trời" (Internet in the sky) lại chủ đích nhằm vào dịch vụ truy xuất Internet bao gồm 288 vệ tinh nhân tạo của Teledesic có giá thành xấp xỉ 9 tỷ dollar.
- Globalstar, một công ty con của hãng Loral and Qualcomm có hệ thống 48 vệ tinh với giá thành 2,6 tỷ dollar với mục đích chính là dùng cho các ứng dụng dữ liệu truyền thống, điện thoại và fax.
- Skybridge dữ kiến sẽ phóng 64 vệ tinh với giá thành tổng cộng là 3,5 tỷ dollar.



Hình 5.1 Điện thoại di động Iridium

Một số hệ thống GEO như :

- Hệ thống Direct PC của Hughes Communications vẫn là mạng truy nhập Internet qua vệ tinh lớn nhất hiện nay (Hình 5.2). Tốc độ truy xuất Internet theo chiều downstream từ 200 kbps đến 400 kbps sẽ được mở rộng bằng hệ thống GEO dự kiến Hughes Spaceway gồm 8 vệ tinh nhân tạo hoạt động ở tốc độ 6 Mbps với giá thành tổng cộng là 3 tỷ dollar.
- Hệ thống Expressway gồm 14 vệ tinh nhân tạo có giá thành 4 tỷ dollar cho phép truy xuất theo chiều downstream lên đến 1,5 Mbps.



Hình 5.2: Nguyên lý hoạt động của DirectPC

5.2 Hệ thống VSAT

VSAT xuất phát từ đường kính của đĩa parabol mà nó sử dụng nó có cỡ từ 0.5m đến 2.5 m. Một mạng VSAT bao gồm một trạm mặt đất vệ tinh và những kết cuối VSAT.

Thông thương VSAT cung cấp kết nối với tốc độ là 56Kbps, có thể đạt được tốc độ của luông T1 hoặc E1. VSAT cũng có thể cung cấp thông tin mang tính thời gian thực trong một khoảng thời gian ngăn.

Có 3 lý do để người ta sử dụng VSAT đó là:

- Kinh tế
- Thiết lập mạng riêng
- Cung cấp kết nối chất lượng trong khi điều kiện xung quan không đảm bảo

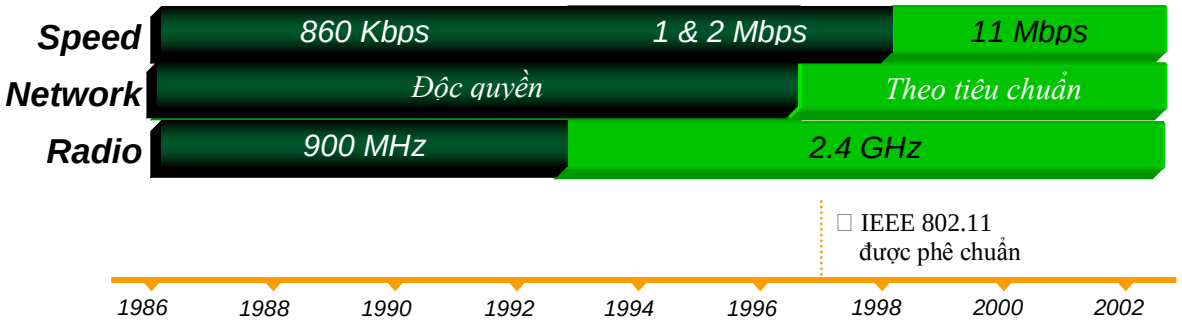
Chi tiết hơn về những thông số kỹ thuật của VSAT có thể tham khao thêm ở tài liệu [2].

Chương 6: WLAN và WI-FI

6.1 Giới thiệu chung

Lịch sử phát triển WLAN có thể tóm tắt thành ba thế hệ như sau :

- Thế hệ đầu : hoạt động tại băng tần 900-928 Mhz (băng ISM), với tốc độ nhỏ hơn 860 kbps. Do hạn hẹp về băng tần (nhiều ứng dụng vô tuyến khác cùng chạy trên băng tần này) nên các công nghệ ở giai đoạn này không phát triển được.
- Thế hệ thứ hai: hoạt động tại băng 2,4 Ghz – 2,483 Ghz, tốc độ đạt 2 Mbps, sử dụng kỹ thuật trải phổ và ghép kênh nhưng cũng bị hạn chế băng tần.
- Thế hệ thứ ba: hoạt động tại các băng tần 2,4 Ghz (sử dụng các phương pháp điều chế phức tạp hơn) đạt tốc độ 11 Mbps, 5 Ghz và 17 Ghz, tốc độ lên tới 54 Mbps.



Hình 6.1 Quá trình phát triển WLAN.

Các tổ chức tiêu chuẩn lớn như IEEE và ETSI liên tục đưa ra và cập nhật các tiêu chuẩn cho WLAN 802.11, HiperLAN của mình.

Mác chứng nhận Wi-Fi là để cung cấp cho các khách hàng sự đảm bảo rằng các sản phẩm mang logo này sẽ hoạt động cùng với nhau. Các thành viên nhóm WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) bao gồm số lượng ngày càng tăng các nhà sản xuất WLAN hàng đầu trong đó có các hệ thống của Cisco.

Wi-Fi đã trở nên đồng nghĩa với công nghệ vô tuyến 802.11 trong nhiều bài báo liên quan đến chủ đề này. Tuy nhiên, Wi-Fi không phải là một tiêu chuẩn công nghệ, nó chỉ đảm bảo về khả năng hoạt động tương tác giữa các nhà sản xuất thành viên. Nói cách khác, người sử dụng có thể có phần cứng tuân theo 802.11 mà vẫn không được coi là Wi-Fi.

6.2 Kiến trúc WLAN

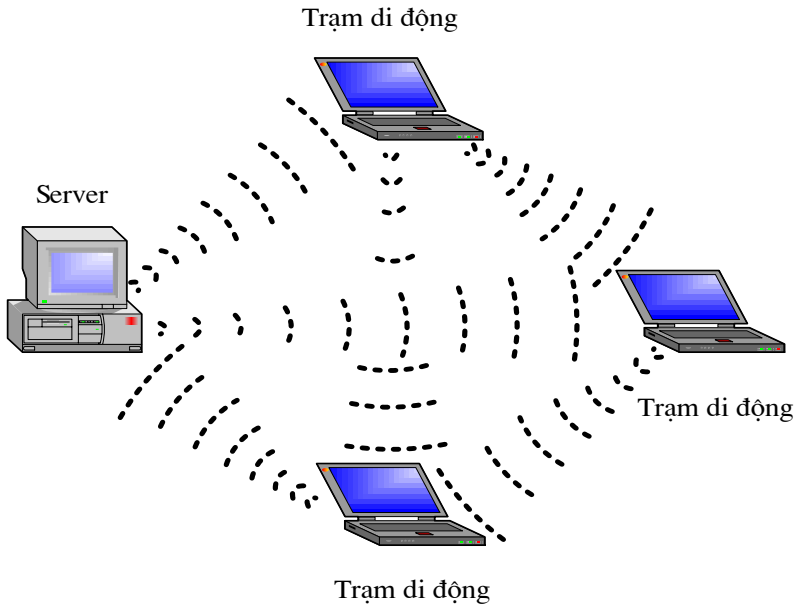
6.2.1 Cấu hình mạng WLAN

Tùy vào ứng dụng cụ thể Wlan có thể có những cấu hình như :

- Cấu hình mạng WLAN độc lập
- Cấu hình mạng WLAN cơ sở, có thể dùng thêm trạm lặp
- Kiến trúc đầy đủ của WLAN

6.2.1.1 Cấu hình mạng WLAN độc lập

Về cơ bản, hai máy tính được trang bị thêm card adapter vô tuyến có thể hình thành một mạng độc lập khi chúng ở trong dải tần của nhau. Với các hệ điều hành dùng đang được sử dụng rộng rãi như Windows 95, Windows NT có thể cài đặt cấu hình mạng này một cách dề dàng. Đây là cấu hình mạng ngang cấp hay còn gọi là mạng ad hoc. Các mạng hình thành theo nhu cầu như vậy không cần thiết phải quản lý hay thiết lập cấu hình từ trước. Nút di động có thể truy cập vào các tài nguyên của các máy khác mà không phải qua một máy chủ trung tâm. Cấu hình mạng độc lập được mô tả như hình 6.2.

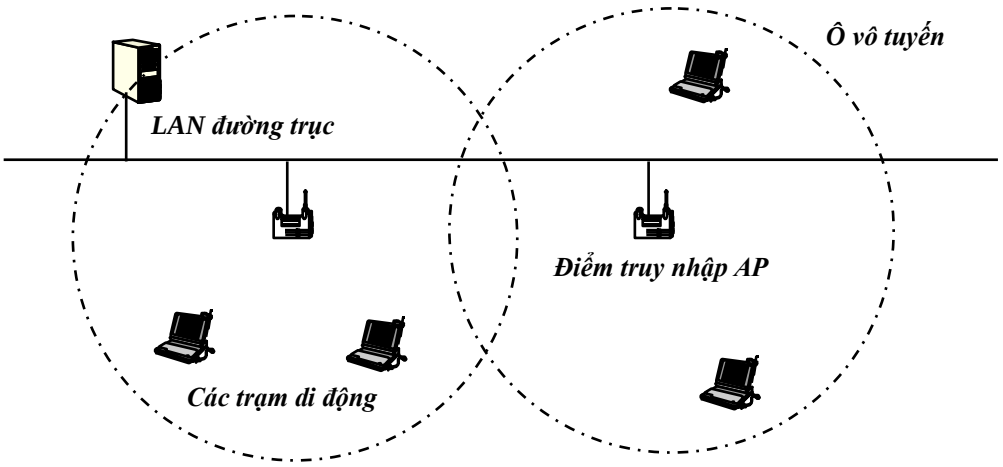


Hình 6.2: Cấu hình mạng WLAN độc lập.

6.2.1.2 Cấu hình mạng WLAN cơ sở

Một điểm truy nhập có thể mở rộng khoảng cách giữa hai WLAN độc lập khi nó hoạt động như một bộ lặp làm tăng hai lần cự ly giữa các nút di động. Các điểm truy nhập AP sẽ gắn với mạng đường trục hữu tuyến và giao tiếp với các thiết bị di động trong vùng phủ sóng của một ô. AP đóng vai trò điều khiển cell và điều khiển lưu lượng tới mạng (hình 6.3).

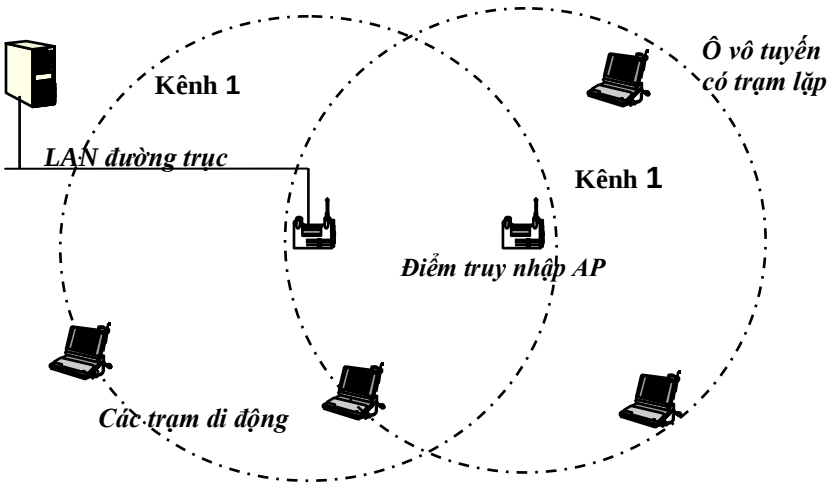
Trong cấu hình WLAN cơ sở, các thiết bị di động không giao tiếp trực tiếp với nhau mà giao tiếp với các điểm truy nhập.



Hình 6.3 Cấu hình mạng WLAN cơ sở.

Như vậy, cấu hình WLAN cơ sở sẽ bao gồm các nút di động được nối vào mạng hữu tuyến, chuyển dịch từ thông tin vô tuyến sang thông tin hữu tuyến thông qua một điểm truy nhập. Điểm truy nhập AP có thể là trạm gốc (đối với cơ sở hạ tầng hữu tuyến) hoặc cầu vô tuyến đối với cơ sở hạ tầng vô tuyến.

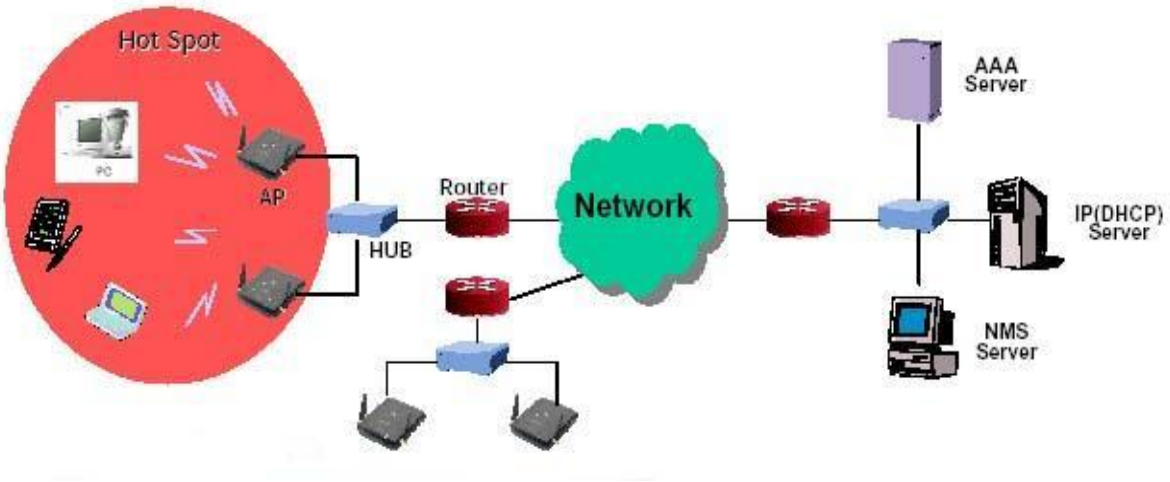
Các bộ lặp có thể được sử dụng để tăng khoảng cách vùng phủ sóng trong trường hợp kết nối đến mạng đường trục khó thực hiện. Việc này yêu cầu chồng lấn 50% của AP trên mạng đường trục và bộ lặp. Tốc độ dữ liệu sẽ giảm do thời gian thu và phát lại(hình 6.4).



Hình 6.4: Cấu hình WLAN dùng bộ lặp.

6.2.1.3 Kiến trúc đầy đủ của WLAN

Mạng WLAN có kiến trúc đầy đủ như hình vẽ sau:



Hình 6.5: Kiến trúc WLAN đầy đủ.

Trong mạng WLAN cấu hình đầy đủ các thiết bị tập trung lưu lượng và đảm bảo tính riêng tư bảo mật cho thuê bao số liệu khi kết nối vào mạng được bổ xung thêm vào.

6.2.2 Mô hình tham chiếu cơ bản IEEE 802.11

Như chỉ ra trong hình 6.6, chuẩn IEEE 802.11 chứa những khuyến nghị liên quan đến hai lớp cuối trong mô hình OSI., trong đó lớp vật lý của IEEE 802.11 được phân chia thành 2 phân lớp:

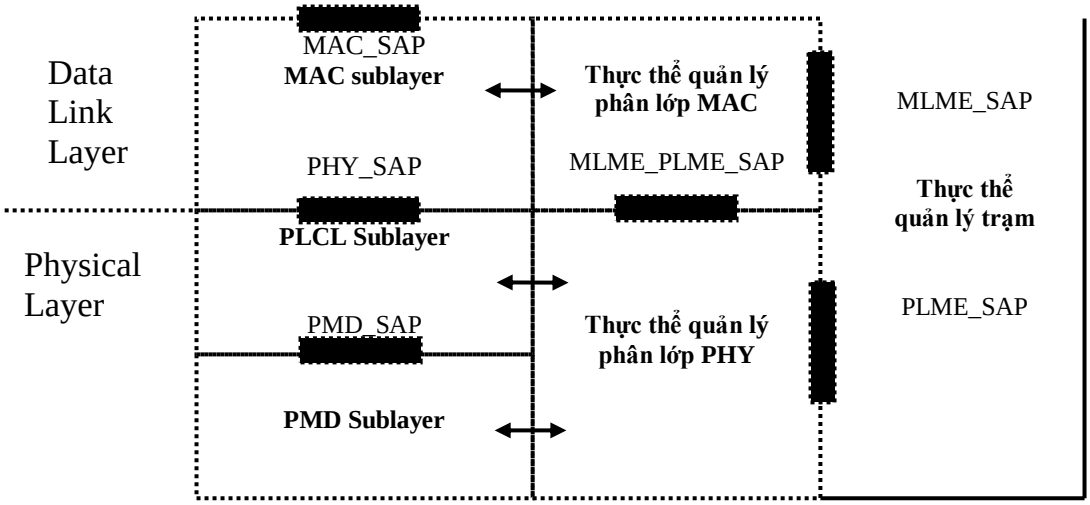
- Phân lớp phụ thuộc môi trường vật lý PMD liên quan tới các đặc trưng của môi trường vô tuyến (các loại lớp vật lý DSSS, FHSS, DFIR) và xác định phương pháp thu và phát dữ liệu qua môi trường (ví dụ điều chế và mã hoá).
- Phân lớp thủ tục hội tụ lớp vật lý PLCP xác định phương pháp chuyển đổi đơn vị dữ liệu giao thức MPDU thành các gói phù hợp với phân lớp PMD. Nó cũng thực hiện cảm ứng sóng mang (truy nhập kênh) cho phân lớp MAC.

Phân lớp MAC xác định một cơ chế truy nhập cơ bản (dựa trên CSMA) cho các nút di động để truy nhập vào môi trường vô tuyến. Nó có thể thực hiện cả phần tách rời và mã hoá các gói dữ liệu.

Quản lý lớp vật lý PHY liên quan tới thích ứng các trạng thái kênh khác nhau và duy trì cơ sở thông tin quản lý lớp PHY. Quản lý phân lớp MAC liên quan tới các vấn đề đồng bộ, quản lý nguồn, ghép và tách. Ngoài ra nó duy trì MIB của phân lớp MAC. Cuối cùng quản lý trạm xác định các lớp quản lý PHY và MAC tương tác với nhau như thế nào.

Trong mô hình tham chiếu kiến trúc IEEE 802.11 ở hình 2.6, hầu hết các lớp vật lý bao gồm ba thực thể chức năng: chức năng phụ thuộc môi trường vật lý PMD, PLCL và chức năng quản lý lớp. Dịch vụ lớp vật lý được cung cấp cho thực thể MAC tại các STA thông qua điểm truy nhập dịch vụ SAP gọi là PHY-SAP. Bộ các hàm nguyên thuỷ cũng

được định nghĩa để mô tả giao diện giữa phân lớp giao thức hội tụ lớp vật lý PLCP và phân lớp PMD, gọi là PMD-SAP.



Hình 6.8: Mô hình tham chiếu cơ bản IEEE 802.11.

6.3 Chuẩn công nghệ

Năm 1990, Hiệp hội các kỹ sư điện và điện tử IEEE đã thành lập một tổ chức để phát triển tiêu chuẩn cho WLAN hoạt động ở tốc độ 1 và 2 Mbps. Năm 1992, Viện tiêu chuẩn viễn thông Châu Âu thành lập một hiệp hội để xây dựng tiêu chuẩn WLAN tốc độ cao hoạt động ở tốc độ khoảng 20 Mbps. Từ đó đến nay hai tổ chức này liên tục đưa ra các phiên bản mới của các tiêu chuẩn cho WLAN. Tiêu chuẩn đang thông dụng nhất hiện nay là IEEE 802.11b. Các tiêu chuẩn WLAN 802.11 bị ảnh hưởng rất nhiều của các thiết bị WLAN đang có trên thị trường. Do đó mặc dù công việc tiêu chuẩn đã tiến hành trong một thời gian dài để hoàn thiện (do số lượng nhiều nhà sản xuất thiết bị khác nhau) nhưng nó vẫn là tiêu chuẩn phổ thông nhất. Hiện nay có rất nhiều tiêu chuẩn áp dụng cho WLAN, bảng sau sẽ tóm tắt các chuẩn WLAN hiện đang phổ biến trên thế giới.

Bảng 2.1 Tóm tắt các tiêu chuẩn WLAN trên thế giới

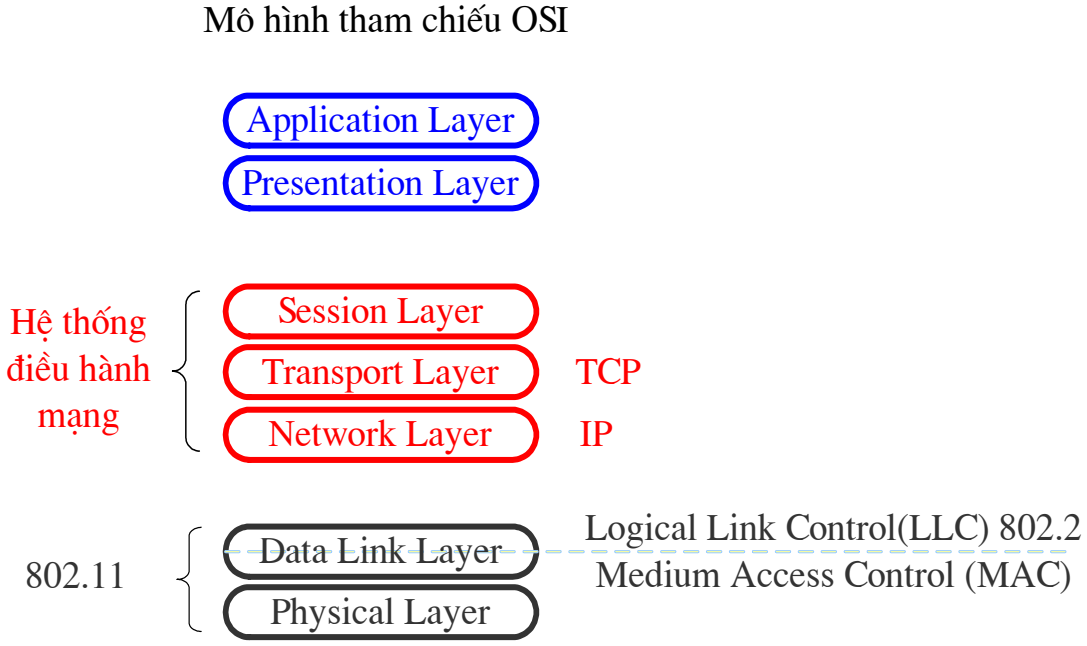
Chuẩn	**Tần số**	**Tốc độ**	**Ghép kênh**	**Ghi chú**
IEEE 802.11	900 MHz	300 Kbps	FHSS	
IEEE 802.11b	2,4 GHz 900 MHz	11 Mbps	DSSS FHSS	Được sử dụng phổ biến nhất
IEEE 802.11a	5 GHz	54 Mbps	OFDM	Mới hơn, nhanh hơn, dùng tần số cao hơn

IEEE 802.11e	5 GHz UNII	54 Mbps	OFDM	
IEEE 802.11g	2,4 GHz ISM	54 Mbps	DSSS FHSS	Nhanh và tương thích với 802.11b
IEEE 802.11h	5 GHz UNII	54 Mbps	OFDM	
IEEE 802.11i			OFDM	
IEEE/ETSI 802.11j			OFDM GMSK	
ETSI HiperLAN	5,15-5,3 GHz 17,1-17,3 GHz	23,5 Mbps	GMSK	
ETSI HiperLAN 2		54 Mbps		Dùng cho Voice/ Video
SIG Bluetooth	2,4 GHz	1 Mbps	FHSS	Dùng cho mạng cá nhân (PAN)
HomeRF	2,4 GHz	10 Mbps	FHSS	QoS, mật mã tốt
OpenAir		1,6 Mbps	FHSS	
LAN hồng ngoại	350 000 GHz	4 Mbps		Chỉ dùng trong một phòng, không ảnh hưởng tới sức khoẻ

Tiêu chuẩn WLAN IEEE 802.11 được đưa ra bởi hiệp hội LMSC 802 của IEEE. Tiêu chuẩn được phát triển qua sáu phiên bản dự thảo và phiên bản cuối cùng được thông qua ngày 26/06/1997. Tiêu chuẩn cho phép nhiều nhà cung cấp thiết bị phát triển các thiết bị kết nối LAN trên phạm vi toàn cầu đối với băng tần công nghiệp, khoa học, y tế 2,4 GHz. Việc tiêu chuẩn hoá vẫn đang được tiếp tục để đạt được chứng chỉ tiêu chuẩn ISO/IEC và tiêu chuẩn IEEE.

Năm 1997 IEEE đã chấp nhận tiêu chuẩn đầu tiên cho WLAN-IEEE Std 802.11-1997. Tiêu chuẩn này đã được sữa chữa và bổ xung vào năm 1999. IEEE Std 802.11-1997 xác định MAC, các giao thức quản lý MAC và các dịch vụ, và ba lớp vật lý . Ba lớp vật lý bao gồm PHY băng tần cơ sở hồng ngoại, một PHY vô tuyến trải phổ chuỗi trực tiếp DSSS trong băng 2.4 GHz và một PHY trải phổ nhảy tần FHSS trong băng 2,4 GHz. Tất cả 3 lớp vật lý mô tả hai hoạt động ở tốc độ 1 và 2 Mbps. Hiện nay nhóm nghiên cứu IEEE 802.11 đang phát triển hai lớp PHY mới. Thứ nhất IEEE 802.11a nghiên cứu ghép kênh miền tần số trực giao OFDM trong băng tần UNII để vận chuyển dữ liệu lên tới 54 Mbps. Thứ hai là tiêu chuẩn IEEE 802.11b đang nghiên cứu mở rộng PHY DSSS trong băng 2,4 GHz để truyền dữ liệu với tốc độ tới 11 Mbps.

Tiêu chuẩn IEEE 802.11 xác định kết nối vô tuyến đối với các nút cố định, các thiết bị cầm tay và thiết bị di động trong một vùng địa lý nhất định. Đặc biệt nó xác định một giao diện giữa trạm vô tuyến và một điểm truy nhập cũng như giữa các trạm vô tuyến với nhau. Cũng giống như các tiêu chuẩn IEEE 802.x khác, tiêu chuẩn IEEE 802.11 xác định PHY và MAC. Tuy nhiên lớp MAC 802.11 cũng thực hiện các chức năng mà thường liên quan tới các giao thức lớp cao hơn (ví dụ như phân đoạn, khôi phục lỗi, quản lý di động và tiêu thụ nguồn). Các chức năng bổ xung này cho phép lớp MAC giấu các đặc trưng của lớp vật lý vô tuyến đối với các lớp trên. Hình sau cho thấy rõ vị trí của tiêu chuẩn 802.11 trong mô hình tham chiếu kết nối các hệ thống mở :



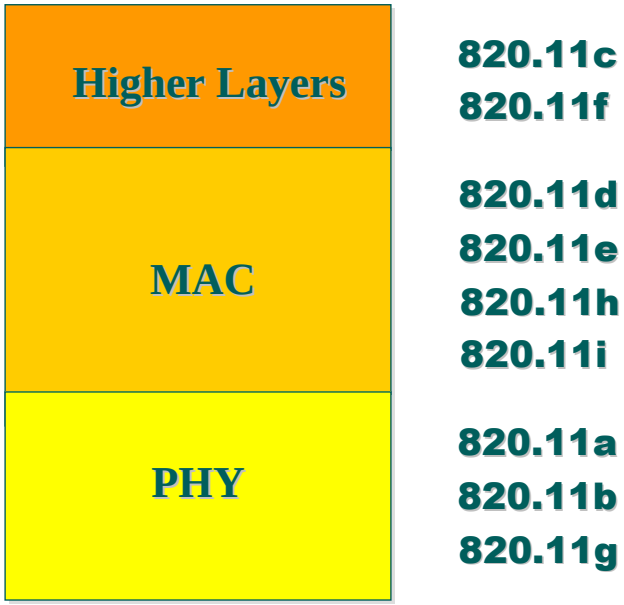
Hình 6.6: Mô hình tham chiếu.

Về cơ bản lớp MAC là chương trình tại bộ xử lý, nó quản lý và duy trì liên lạc giữa card giao tiếp mạng NIC và AP qua việc sắp xếp truy cập đến các kênh vô tuyến được chia sẻ. Mục tiêu của lớp MAC là cung cấp các chức năng: sắp xếp địa chỉ, phát và kiểm tra các khung kiểm soát cho môi trường được chia sẻ của lớp vật lý. MAC có nhiệm vụ điều chỉnh việc sử dụng môi trường vô tuyến và việc này được thực hiện thông qua cơ chêd truy nhập kênh, chia các tài nguyên chính giữa các nút, kênh vô tuyến.

Lớp vật lý PHY là giao tiếp trung gian giữa MAC và thiết bị vô tuyến, có nhiệm vụ chuyển và nhận khung dữ liệu qua việc chia sẻ thiết bị vô tuyến. PHY cung cấp 3 chức năng. Thứ nhất là cung cấp việc trao đổi khung giữa MAC và PHY qua sự điều khiển các giao thức hội tụ lớp vật lý PLCP, là lớp con giữa MAC và lớp phụ thuộc phương tiện vật ýlý PMD. Thứ hai, PHY sử dụng tín hiệu và kỹ thuật trải phổ để truyền các khung dữ liệu

trên thiết bị trung gian với sự điều khiển của PMD. Thứ ba, PHY cung cấp việc cảm ứng môi trường cho lớp MAC.

Nếu căn cứ vào phân lớp trong mô hình như trong hình 6.6 ta có các chuẩn trong họ 802.11 được bố trí như trong hình vẽ sau:



Hình 6.7: Các chuẩn trong họ 802.11.

6.4 Hệ thống thiết bị

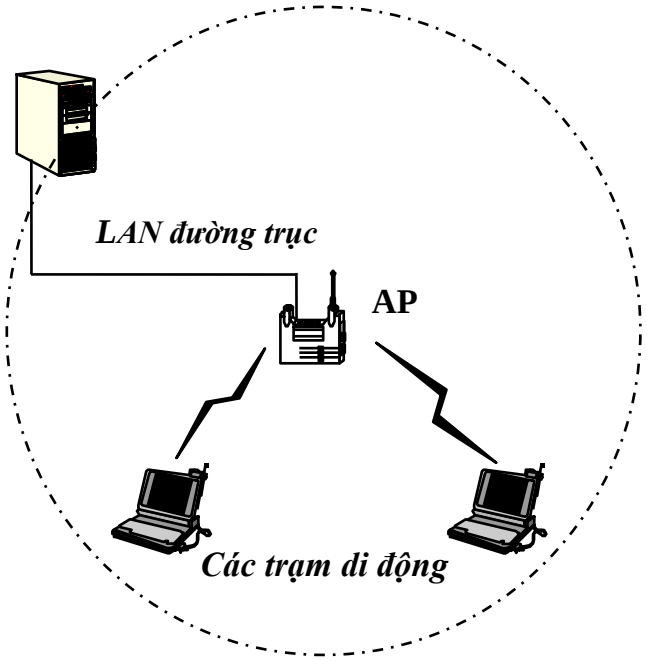
6.4.1 Các card giao diện mạng vô tuyến

Giống như các card biến đổi thích ứng card giao diện vô tuyến trao đổi thông tin với hệ thống điều hành mạng thông qua một bộ điều khiển chuyên dụng, qua đó cho phép các ứng dụng sử dụng mạng vô tuyến để truyền dữ liệu. Tuy nhiên nó khác với card biến đổi thích ứng là không cần bất kỳ dây cáp nào nối chúng với mạng và cho phép đặt lại các nút mạng mà không cần thay đổi cáp mạng hoặc thay đổi các kết nối tới các hub.

6.4.2 Các điểm truy nhập vô tuyến

Các vùng phủ sóng được tạo ra xung quanh các điểm truy nhập, các vùng này liên kết giữa các nút di động và cơ sở hạ tầng hữu tuyến. Nó làm cho WLAN biến thành một phần mở rộng của mạng hữu tuyến. Vì các điểm truy nhập cho phép mở rộng các vùng phủ sóng nên các WLAN rất ổn định và các điểm truy nhập bổ xung có thể triển khai trong cả toà nhà hay một khuôn viên trường đại học để tạo ra các vùng truy nhập vô tuyến rộng lớn (hình 1.2). Ngoài chức năng trao đổi thông tin với các mạng không dây mà còn lọc lưu lượng và thực hiện các chức năng cầu nối tiêu chuẩn. Do băng thông băng thông ghép đôi không đối xứng giữa thông tin vô tuyến và hữu tuyến nên cần một điểm truy nhập có bộ đệm thích hợp và các tài nguyên của bộ nhớ. Các bộ đệm cũng chủ yếu dùng

để lưu các gói dữ liệu ở điểm truy nhập khi một nút di động cố gắng di chuyển khỏi vùng phủ sóng hoặc khi một nút di động hoạt động ở chế độ công suất thấp.



Hình 6.9: Điểm truy nhập AP.

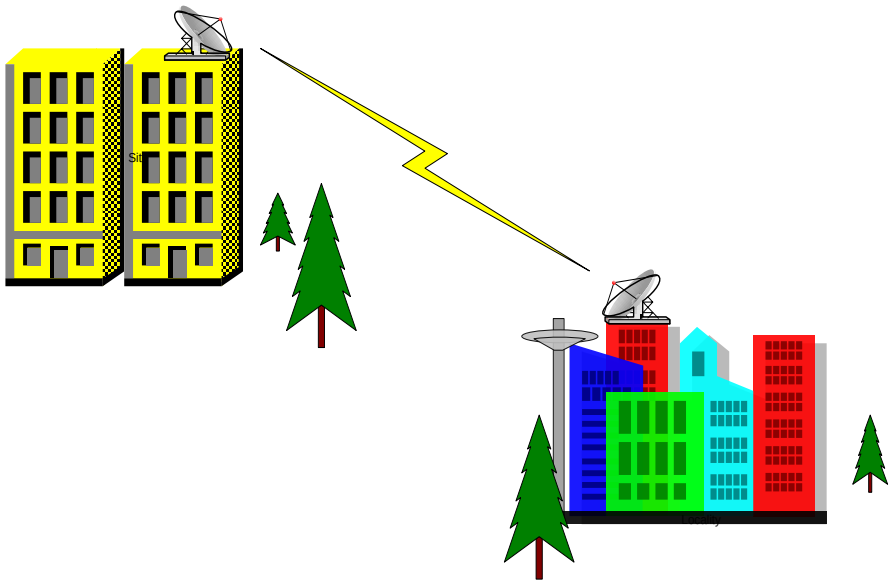
Các điểm truy nhập trao đổi với nhau qua mạng hữu tuyến để quản lý các nút di động. Vì các điểm truy nhập được kết nối với mạng hữu tuyến nên mỗi nút di động sẽ truy nhập vào các tài nguyên của máy chủ cũng như các nút di động khác. Mỗi điểm truy cập có thể phục vụ nhiều nút di động, số lượng cụ thể phụ thuộc vào số lượng và bản chất của truyền dẫn. Nhiều ứng dụng thực tế bao gồm một điểm truy nhập đơn và 15-50 nút di động

Một điểm truy nhập không cần điều khiển truy nhập từ nhiều nút di động (có nghĩa là nó có thể hoạt động với một giao thức truy nhập ngẫu nhiên phân tán như là CSMA). Tuy nhiên một giao thức đa truy nhập tập trung được điều khiển bởi một điểm truy nhập sẽ có nhiều thuận lợi. Các lựa chọn giao diện mạng hữu tuyến chung tới điểm truy nhập gồm có 10 base2, 10 baseT, modem cáp và modem ADSL, ISDN. Một số card giao diện mạng vô tuyến có thể sử dụng kết hợp với các điểm truy nhập vô tuyến.

6.4.3 Cầu nối vô tuyến từ xa

Các cầu vô tuyến từ xa tương tự như các điểm truy nhập trừ trường hợp chúng được sử dụng cho các kênh bên ngoài. Phụ thuộc vào khoảng cách và vùng mà có thể cần tới các anten ngoài. Các cầu này được thiết kế để kết nối các mạng với nhau, đặc biệt trong

các toà nhà và xa khoảng 32km. Chúng cung cấp một lựa chọn nhanh chóng và rẻ tiền so với lắp đặt cáp hoặc đường điện thoại thuê riêng, và thường được sử dụng khi các kết nối truyền thống không khả thi (ví dụ qua các sông, vướng địa hình, các khu vực riêng, đường cao tốc, minh hoạ trong hình 1.3). Khác với các liên kết cáp và các mạch điện thoại chuyên dụng các cầu vô tuyến có thể lọc lưu lượng và đảm bảo rằng các mạng được kết nối không mất các lưu lượng cần thiết.



Hình 6.10: Cầu nối vô tuyến.

6.5 Bảo mật

Không giống như các hệ thống hữu tuyến được bảo vệ vật lý, các mạng vô tuyến không cố định trong một phạm vi. Chúng có di chuyển ra xa khoảng một 1000 bước chân ngoài ranh giới của vị trí gốc với một laptop và một anten thu. Những điều này làm cho mạng WLAN rất dễ bị xâm phạm và khó khăn trong bảo mật. 802.11 có ba phương thức cơ bản để bảo mật cho WLAN là : SSID, WEP và MAC address filtering.

6.5.1 Tập dịch vụ ID (SSID)

SID là một chuỗi được sử dụng để định nghĩa một vùng phổ biến xung quanh các điểm truy nhập nhận (APs). Sự khác nhau giữa các SSID trên các AP có thể cho phép chồng chập các mạng vô tuyến. SSID là một ý tưởng về một mật khẩu gốc mà không có nó các máy tính (máy khách) không thể kết nối mạng. Tuy nhiên, yêu cầu này có thể dễ dàng bị gạt qua một bên bởi vì các AP quảng bá SSID nhiều lần trong một giây và bất kỳ công cụ phân tích 802.11 nào như là Airmagnet, NetStumbler, hay Wildpackets Airopeek có thể được sử dụng để đọc nó. Bởi vì những người sử dụng thường định cấu hình các máy khách, điều này làm cho các mật khẩu được biết rộng rãi.

Những người sử dụng có nên thay đổi SSID của họ không? Tất nhiên, mặc dù SSID không bổ sung bất kỳ lớp bảo mật nào, nó nên được thay đổi khỏi các giá trị mặc định vì rằng nó làm cho những người khác không thể ngẫu nhiên sử dụng mạng của người sử dụng hợp pháp.

6.5.2 Giao thức bảo mật tương đương hữu tuyến (WEP)

Tiêu chuẩn 802.11 định nghĩa một phương thức mật mã hoá và nhận thực gọi là WEP (giao thức bảo mật tương đương hữu tuyến) để giảm nhẹ những lo lắng về bảo mật. Nói chung, nhận thực được sử dụng để bảo vệ chống lại những truy nhập trái phép tới mạng, trong khi mật mã hoá được sử dụng để đánh bại những người nghe trộm khi cố gắng thực hiện giải mật mã bắt giữ được. 802.11 sử dụng WEP cho cả mật mã hoá và nhận thực.

Có bốn tuỳ chọn sẵn có khi sử dụng WEP:

- Không sử dụng WEP
- Sử dụng WEP chỉ để mật mã hóa.
- Sử dụng WEP chỉ để nhận thực.
- Sử dụng WEP đề nhận thực và mã hoá.

Mật mã hóa WEP dựa trên thuật toán RC4, thuật toán này sử dụng một khoá 40 bit cùng với một vec tơ khởi tạo (IV) ngẫu nhiên 24 bit để mã hóa việc truyền dẫn dữ liệu vô tuyến. Nếu được phép, cùng một khoá WEP phải được sử dụng trên tất cả các máy khách và các AP cho các truyền thông.

Để ngăn chặn truy nhập trái phép, WEP cũng định nghĩa một giao thức nhận thực. Có hai dạng nhận thực được định nghĩa bởi 802.11 là : Nhận thực hệ thống mở và Nhận thực khoá dùng chung.

Nhận thực hệ thống mở cho phép bất kỳ máy khách 802.11b kết hợp với AP và bỏ qua quá trình nhận thực. Không diễn ra nhận thực máy khách hoặc mật mã hoá dữ liệu. Nó có thể được sử dụng cho truy nhập WLAN công cộng, truy nhập WLAN công cộng có thể tìm thấy trong các cửa hàng cafe, sân bay, các khác sạn, các trung tâm hội nghị, và các những nơi gặp gỡ tương tự khác. Ở đây, tính công cộng được yêu cầu cho sử dụng mạng. Mạng mở nhận thực người sử dụng dựa trên tên mật khẩu người sử dụng trên một trang Web đăng nhập an toàn. Để khép kín các mạng, chế độ này có thể được sử dụng khi các phương thức nhận thực khác được cung cấp.

Trong việc sử dụng nhận thực khoá dùng chung, AP gửi một *challenge phrase* tới một radio khách yêu cầu nhận thực. Radio khách mã hóa *challenge phrase* dựa vào khoá

dùng chung và trả nó về cho AP. Nếu AP giải mã thành công nó trở về bản tin *challenge* gốc, nó chứng tỏ rằng máy khách có khoá riêng chính xác. Khi đó máy khách được tạo một kết nối mạng.

Đối với người quan sát ngẫu nhiên, dường như thấy rằng quá trình nhận thực khoá dùng chung là an toàn hơn quá trình nhận thực khoá mở. Tuy nhiên, cả challenge phrase (được gửi trong một văn bản không mã hoá) và challenge là sẵn có, một hacker có thể tìm thấy khoá WEP. Vì thế không phải nhận thực hệ thống mở mà cũng không phải nhận thực khóa riêng là an toàn.

Bởi vì tiêu chuẩn 802.11 dựa vào các dịch vụ quản lý khoá ngoài để phân phối các khoá bí mật tới mỗi trạm và không chi rõ các dịch vụ phân phối khoá, hầu hết các máy khách 802.11 truy nhập các Card và các AP dựa trên phân phối khoá nhân công. Điều này nghĩa là các khoá giữ nguyên không thay đổi trừ khi nhà quản lý thay đổi chúng. Những khó khăn do trạng thái không thay đổi của các khoá và quá trình quản lý khoá nhân công cũng như việc thay đổi các khoá trên mỗi trạm trong một mạng lớn có thể tiêu tốn rất nhiều thời gian. Hơn nữa, do tính di động vốn có của dân số và không có một phương pháp hợp lý để quản lý tác vụ này, nhà quản lý mạng có thể phải chịu áp lực rất lớn để hoàn thành việc này trong một khung thời gian hợp lý.

Một lo lắng khác là sức mạnh của WEP vì rằng nó chỉ cung cấp bốn khoá mật mã tĩnh dùng chung. Điều này nghĩa là bốn khoá mật mã hóa là giống nhau cho tất cả các máy và các AP tại mọi thời điểm một máy khách truy nhập vào mạng. Với đủ thời gian, "sự gần gũi (trạng thái về thời gian và không gian)", và các công cụ dowload từ Web, các hackers có thể xác định khoá mật mã đã sử dụng và giải mã dữ liệu.

Từ việc WEP có thể bị bẻ gãy, người sử dụng có nên sử dụng WEP không? nếu người sử dụng không có cái gì khác, thì vẫn nên dùng WEP vì nó sẽ gây khó khăn hơn cho các *Hacker* có khả năng .

6.5.3 Lọc địa chỉ MAC

Ngoài hai cơ chế bảo mật cơ bản mà 802.11 cung cấp, nhiều công ty đã triển khai lọc địa chi MAC trong các sản phẩm của họ. Cơ chế này là không hoàn hảo.

Bộ lọc địa chỉ MAC bao gồm các địa chỉ MAC của các Card giao diện mạng vô tuyến (NIC), có thể kết hợp với AP đã cho bất kỳ. Một số nhà cung cấp đã cung cấp các công cụ tự động quá trình nhập và cập nhật; mặt khác, đây là một xử lý nhân công hoàn toàn. Một bộ lọc MAC cũng không không bảo mật mạnh bởi vì nó dễ dàng để tìm ra các địa chỉ MAC tốt với một Niffer (tên chương trình phân tích mạng), khi đó bằng việc sử

dụng các driver Linux sẵn có trên Internet cho hầu hết các Card truy nhập máy khách 802.11, người sử dụng có thể xác định cấu hình địa chỉ MAC sniffed vào trong Card và giành quyền truy nhập tới mạng. Mặc dù không bảo mật hoàn hảo, lọc địa chỉ MAC có tác dụng làm cho ai đó khó khăn hơn khi giành quyền truy nhập mạng.

Có hai phương thức khác đã đề cập bởi Wi-Fi, sử dụng các khoá phiên và một hệ thống VPN, có thể triển khai được cho bảo mật Wi-Fi. Để mà hiểu được mức độ bảo mật bao nhiêu là cần thiết cho một ứng dụng thực tế, điều quan trọng là phải hiểu các mối đe doạ và các tấn công có thể xảy ra.

6.6 Tình hình triển khai tại Việtnam

Để chuẩn bị cho Seagame 22, VDC đã triển khai dịch vụ WiFi hàng loại, sau đó khi WiFi đã trở nên phổ biến tại Việtnam thì việc sử dụng nó như là một kết nối linh động cho mạng nội hạt được sử dụng rộng rãi.

Chi tiết về mô hình triển khai rộng rãi của VDC có thể tham khảo ở tài liệu [14].

Chương 7: Wimax

7.1 Giới thiệu chung

Chúng ta đã biết đến các công nghệ truy cập Internet phổ biến hiện nay như quay số qua Modem thoại, hay các đường thuê kênh riêng, hoặc sử dụng các hệ thống vô tuyến như điện thoại di động hay mạng Wi-Fi. Mỗi phương pháp truy nhập có đặc điểm riêng. Đối với Modem thoại thì tốc độ quá thấp, ADSL thì tốc độ có thể lên tới 8Mbps nhưng cần có đường kết nối riêng thì giá thành đắt mà gặp nhiều khó khăn trong quá trình triển khai đối với những khu vực có địa hình phức tạp. Hệ thống thông tin điện thoại di động hiện nay cung cấp tốc độ 9.6Kbps thấp so với nhu cầu của người sử dụng, ngay cả với các mạng thế hệ sau GSM như GPRS (2.5G) cho phép truy cập ở tốc độ lên tới 171.2Kb/s hay EDGE khoảng 300-400Kb/s cũng chưa thể đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng khi sử dụng các dịch vụ Internet. Hệ thống điện thoại di động tiếp theo 3G thì tốc độ truy cập Internet cũng không vượt qua 2Mb/s. Với Wi-Fi (chính là mạng LAN không dây) chỉ có thể áp dụng cho các máy tính trao đổi thông tin với khoảng cách ngắn. Với thực tế như vậy, Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) ra đời nhằm cung cấp một phương tiện truy nhập Internet không dây tổng hợp có thể thay thế cho ADSL và Wi-Fi. Hệ thống Wimax có khả năng cung cấp đường truyền với tốc độ lên tới 70Mbps và với bán kính phủ sóng của một trạm anten phát BS lên tới 50Km. Mô hình phủ sóng của mạng Wimax tương tự như mạng điện thoại tế bào. Bên cạnh đó, Wimax cũng hoạt động mềm dẻo như Wi-Fi khi truy cập mạng. Mỗi khi một máy tính muốn truy cập mạng nó sẽ tự động kết nối tới trạm anten Wimax gần nhất.

7.1.1 Lịch sử Wimax

Nhóm công tác IEEE 802.16 là nhóm đầu tiên chịu trách nhiệm phát triển chuẩn 802.16 bao gồm giao diện vô tuyến cho truy nhập không dây băng rộng. Hoạt động của nhóm khởi đầu trong một cuộc họp vào 08/1998. Ban đầu nhóm tập trung vào việc phát triển các chuẩn và giao diện vô tuyến cho băng tần 10-60GHz. Sau đó dự án sửa đổi dẫn đến việc tán thành chuẩn IEEE 802.16a tập trung vào băng tần 2-11GHz. Các chi tiết kĩ thuật giao diện vô tuyến 802.16a được phê chuẩn cuối cùng vào 01/2003.

ETSI đã tạo ra chuẩn MAN không dây cho băng tần 2-11GHz vào 10/2003 còn được gọi là HiperMAN. Chuẩn HiperMAN về cơ bản là theo sự hướng dẫn 802.16. Chuẩn HiperMAN cung cấp việc truyền thông cho mạng không dây trong các băng tần 2-11GHz ở Châu Âu. Nhóm làm việc HiperMAN tận dụng lược đồ điều chế OFDM FFT 256 điểm. Đó là một trong những lược đồ điều chế được định nghĩa trong chuẩn IEEE 802.16a.

Wimax Forum giữ vai trò liên minh tương tự như sự liên minh Wi-Fi trong WLAN, hỗ trợ phát triển các sản phẩm MAN vô tuyến dựa trên các chuẩn của Viện nghiên cứu của các kĩ sư điện và điện tử (IEEE) và viện nghiên cứu các chuẩn viễn thông Châu Âu (ETSI). Wimax Forum tin rằng một chuẩn chung cho truy nhập vô tuyến băng rộng (BWA) sẽ làm giảm chi phí thiết bị và thúc đẩy việc cải thiện hiệu năng. Bên cạnh đó, các nhà khai thác BWA sẽ không bị ràng buộc với một nhà cung cấp thiết bị duy nhất do các trạm gốc (BS) sẽ tương thích với thiết bị truyền thông cá nhân CPE của nhiều nhà

cung cấp. Wimax Forum ban đầu tập trung vào truyền thông cố định cho dải tần 10-66GHz, việc mở rộng quy mô lớn bắt đầu vào 01/2003 và chuyển sang cả lĩnh vực di động. Wimax dựa trên cơ sở tương thích toàn cầu được kết hợp bởi các chuẩn IEEE 802.16-2004 và IEEE 802.16e của IEEE và ETSI HiperMAN của ETSI. Trong đó IEEE 802.16-2004 cho cố định và IEEE 802.16e cho dữ liệu di động tốc độ cao.

7.1.2 Khái niệm Wimax

Wimax là khả năng khai thác liên mạng toàn cầu đối với truy nhập vi ba (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

Wimax là một công nghệ không dây dựa trên chuẩn 802.16 cung cấp các kết nối băng rộng thông lượng cao qua khoảng cách xa. Công nghệ Wimax bao gồm các sóng vi ba để truyền dữ liệu không dây. Wimax được dùng cho một số ứng dụng như kết nối băng rộng đầu cuối, các hotspot và các kết nối tốc độ cao cho các khách hàng kinh doanh. Nó cung cấp kết nối mạng vùng thành thị không dây MAN với tốc độ lên tới 70Mbps và các trạm gốc Wimax trung bình có thể bao phủ từ 5 đến 10km.

Các chuẩn cố định và di động đều được sử dụng trong cả băng tần cấp phép và không cấp phép. Tuy nhiên miền tần số cho chuẩn cố định là 2-11GHz trong khi chuẩn di động là dưới 6GHz.

Wimax hỗ trợ cả tầm nhìn thẳng LOS ở phạm vi lên đến 50km và ở tầm nhìn không thẳng NLOS khoảng từ 6-10km cho thiết bị truyền thông cá nhân CPE cố định.

Tốc độ dữ liệu đỉnh cho chuẩn cố định sẽ hỗ trợ lên đến 70Mbps mỗi thuê bao, trong phổ 20MHz nhưng tốc độ dữ liệu tiêu chuẩn sẽ hơn 20-30Mbps. Các ứng dụng di động sẽ cũng được hỗ trợ tốc độ dữ liệu đỉnh 30Mbps mỗi thuê bao trong phổ 10MHz, tốc độ tiêu chuẩn 3-5Mbps. Các trạm gốc sẽ hỗ trợ 280Mbps để đáp ứng nhu cầu của hàng ngàn người sử dụng cùng một lúc.

7.1.3 Băng tần

IEEE 802.16-2004 dựa trên kĩ thuật OFDM và được thiết kế cho các hoạt động trong các băng tần 2-11GHz hỗ trợ các lược đồ điều chế thích ứng và mã hóa. Đây là một giải pháp không dây cho truy nhập Internet băng rộng cố định, cung cấp sự tương tác, giải pháp phân loại sóng mang cho các thiết bị đầu cuối. Nó có thể được dùng trong các băng tần được cấp phép và không cấp phép.

Các băng tần được cấp phép

- 2.3GHz (2.3-2.4)
- 2.5GHz (2.5-2.7)
- 3.5GHz (3.4-3.7)

Các băng tần không cấp phép

- 3.5GHz(3.65-3.70)
- 5.8GHz (5.725-5.85)

IEEE 802.16e hoạt động trong băng tần không cấp phép 2.3GHz, 2.5GHz và 3.5GHz.

7.2 Kiến trúc Wimax

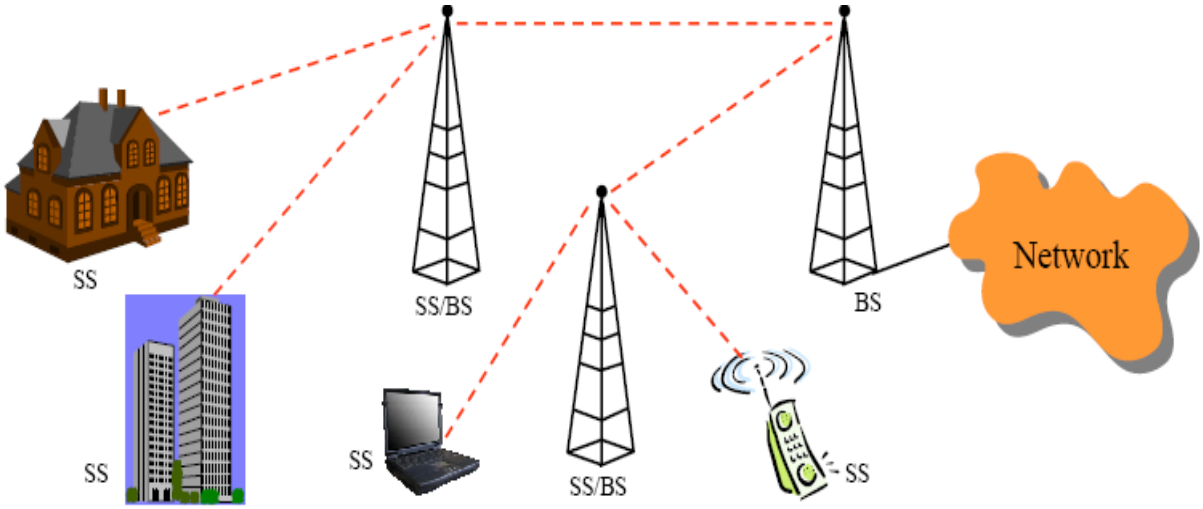
7.2.1 Cấu hình mạng

Công nghệ Wimax hỗ trợ mạng PMP và một dạng của cấu hình mạng phân tán là mạng lưới MESH.

7.2.1.1 Cấu hình mạng điểm- đa điểm (PMP)

PMP là một mạng truy nhập với một hoặc nhiều BS có công suất lớn và nhiều SS nhỏ hơn. Người dùng có thể ngay lập tức truy nhập mạng chỉ sau khi lắp đặt thiết bị người dùng. SS có thể sử dụng các anten tính hướng đến các BS, ở các BS có thể có nhiều anten có hướng tác dụng theo mọi hướng hay một cung.

Với cấu hình này trạm gốc BS là điểm trung tâm cho các trạm thuê bao SS. Ở hướng DL có thể là quảng bá, đa điểm hay đơn điểm. Kết nối của một SS đến BS được đặc trưng qua nhận dạng kết nối CID.



Hình 7.1: Cấu hình điểm-đa điểm (PMP)

7.2.1.2 Cấu hình mắt lưới MESH

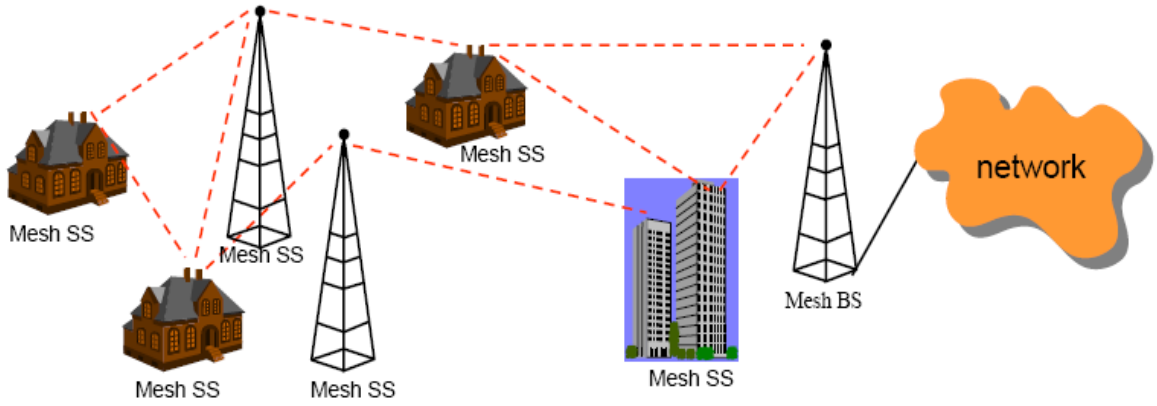
Với cấu hình này SS có thể liên lạc trực tiếp với nhau. Trạm gốc Mesh BS kết nối với một mạng ở bên ngoài mạng MESH

Một số điểm phân biệt

Neighbor: Kết nối trực tiếp đến một node mạng
Neighborhood: Tất cả các neighbor khác
Extended neighborhood: Tất cả các neighbor từ neighborhood

Kiểu MESH khác PMP là trong kiểu PMP các SS chỉ liên hệ với BS và tất cả lưu lượng đi qua BS trong khi trong kiểu MESH tất cả các node có thể liên lạc với mỗi node khác một cách trực tiếp hoặc bằng định tuyến nhiều bước thông qua các SS khác.

Một hệ thống với truy nhập đến một kết nối backhaul được gọi là Mesh BS, trong khi các hệ thống còn lại được gọi là Mesh SS. Dù cho MESH có một hệ thống được gọi là Mesh BS, hệ thống này cũng phải phối hợp quảng bá với các node khác.



Hình 7.2: Cấu hình mắt lưới MESH

Backhaul là các anten điểm-điểm được dùng để kết nối các BS được định vị qua khoảng cách xa.

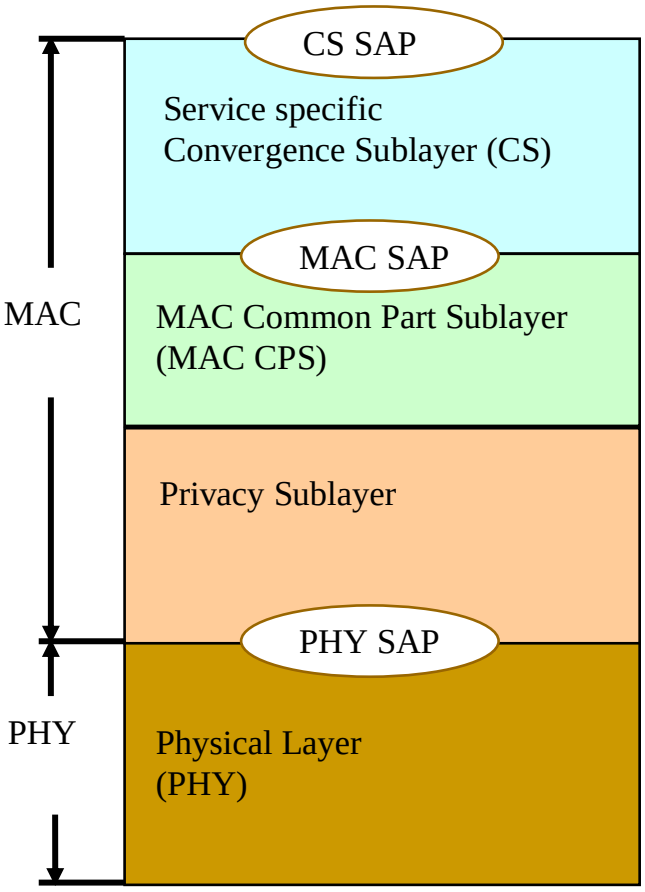
Một mạng MESH có thể sử dụng hai loại lập lịch quảng bá. Với kiểu lập lịch phân tán, các hệ thống trong phạm vi 2 bước của mỗi cell khác nhau chia sẻ cách lập lịch và hợp tác để đảm bảo tránh xung đột và chấp nhận tài nguyên.

MESH lập lịch tập trung dựa vào Mesh BS để tập hợp các yêu cầu tài nguyên từ các Mesh SS trong một dải bất kì và phân phối các yêu cầu này với khả năng cụ thể. Khả năng này được chia sẻ với các Mesh SS khác mà dữ liệu của người dùng được chuyển tiếp thông qua các Mesh SS đó trao đổi với Mesh BS.

Trong kiểu MESH, phân loại QoS được thực hiện trên nền tảng từng gói hơn là được kết hợp với các liên kết như trong kiểu PMP. Do đó chỉ có một liên kết giữa giữa hai node Mesh liên lạc với nhau.

7.2.2 Mô hình phân lớp

Hình 7.3 miêu tả phân lớp giao thức Wimax cho hai lớp cuối cùng trong mô hình OSI:

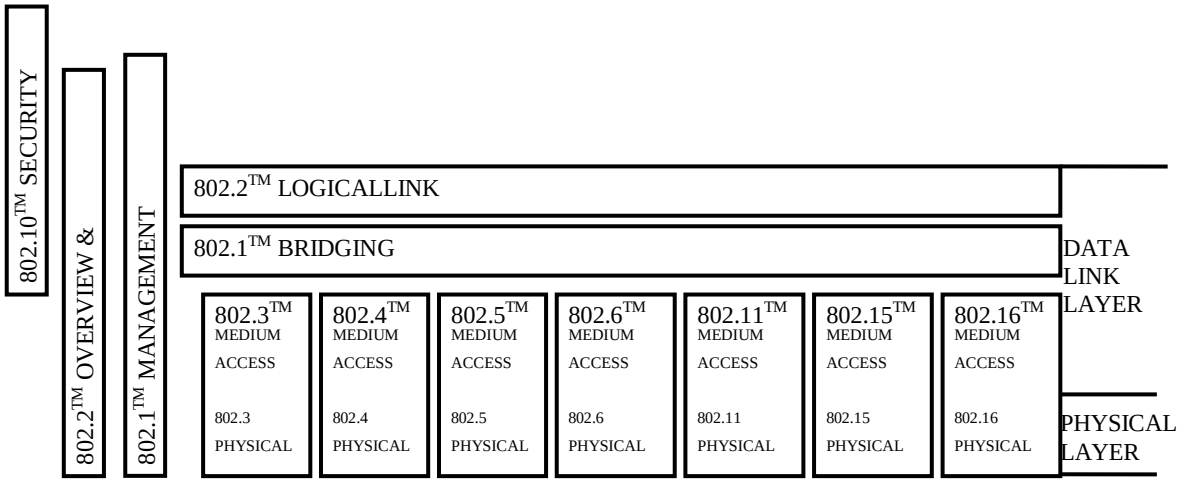


Hình 7.3: Các phân lớp giao thức Wimax cho hai lớp cuối cùng

7.3 Chuẩn công nghệ

Chuẩn IEEE 802.16 đặc tả lớp vật lý (PHY) và lớp điều khiển truy nhập môi trường (MAC) đối với truy nhập băng rộng trong một mạng khu vực đô thị (MAN). Chuẩn IEEE 802.16 điền đầy các lỗ hổng giữa lớp liên kết logic IEEE 802.2 và giao diện vô tuyến. Cùng với khả năng của bridging theo chuẩn IEEE 802.1, các chuẩn này và các kỹ thuật truy nhập ở lớp cao hơn của chúng có thể được sử dụng để tạo ra một mạng hỗn loạn (routable). Hình 7.4 minh họa vị trí của chuẩn 802.16 trong cấu trúc các chuẩn IEEE 802.

Trong khi chuẩn 802.16 chỉ đặc tả một lớp điều khiển truy nhập môi trường (MAC), nó đã trải qua hàng loạt sự sửa đổi. Sự sửa đổi này thêm vào sự đặc tả vài lớp vật lý khác nhau, như vị trí phổ tần mới, cả dải tần cho phép và dải tần không cho phép cũng xuất hiện. Để ngăn cản sự lộn xộn, một bản tóm tắt ngắn gọn của nhiều sự mở rộng và phạm vi dải tần khác nhau của các chuẩn được thể hiện ở dưới đây.



Hình 7.4: Vị trí của chuẩn IEEE 802.16 trong cấu trúc chuẩn IEEE 802

7.3.1 Chuẩn 802.16-2001

Chuẩn IEEE 802.16-2001 đặc tả sự chuẩn hóa các lớp MAC và PHY dành cho việc cung cấp truy nhập vô tuyến băng rộng cố định trong các kết nối điểm-điểm, điểm-đa điểm. Với kỹ thuật điều chế sóng mang đơn trong dải tần 10-66GHz, 802.16-2001 cung cấp sự hỗ trợ cho cả truyền song công phân chia theo thời gian (TDD) và song công phân chia theo tần số (FDD). Ở các phân lớp con, IEEE802.16-2001 xác định lớp MAC cơ bản để phục vụ cho tất cả các sự thay đổi của các chuẩn. Trong khi 802.11 dựa vào CSMA/CA để quyết định khi các node trong mạng được chấp nhận truyền, lớp MAC của IEEE 802.16—2001 sử dụng toàn bộ các mô hình khác nhau để điều khiển truyền dẫn. Thời gian truyền dẫn, giữa các khoảng thời gian truyền dẫn và thời gian điều chế được gán bởi một trạm gốc (BS) và chia sẻ với toàn bộ các node trong mạng trong khuôn dạng của bản đồ phát quảng bá đường lên hoặc đường xuống. Bằng lược đồ thời gian truyền, sự 'khuấy động' các node ẩn có thể tránh được. Các thuê bao chỉ cần "nghe" các trạm gốc nhiều hơn các node khác trong mạng vô tuyến cục bộ WLAN. Ngoài ra, thuật toán lập danh mục ổn định khi các thuê xảy ra vấn đề quả tải hoặc các vấn đề liên quan tới quá tải.

Trạm thuê bao có thể đàm phán phần dải thông được cấp trong một cụm tới một cụm cơ bản, với điều kiện quá trình lập danh mục mềm dẻo. Các kỹ thuật điều chế bao gồm QPSK, QAM-16 và QAM-64. Các kỹ thuật này có thể thay đổi từ khung tới khung và từ SS tới SS phụ thuộc vào tình trạng của sự kết nối. Kỹ thuật điều chế và kỹ thuật tự sửa lỗi hướng về phía trước (FEC) mềm dẻo để trong các điều kiện đường truyền cụ thể cho phép mạng thích ứng nhanh với các điều kiện thời tiết, như mưa tạnh, vv…. Các thông số truyền dẫn ban đầu được điều chỉnh qua một quá trình tương tác gọi là Initial Ranging. Quá trình này, BS cung cấp năng lượng, điều chế và định thời thông tin phản hồi tới SS cũng được chỉ dẫn trên một 'ongoing' cơ bản (đường tới SS).

Thực hiện cả song công của kênh đường lên và đường xuống, sử dụng kỹ thuật TDD hoặc FDD.

Quan trọng hơn nữa, IEEE 802.16-2001 kết hợp chặt chẽ các tính năng để cung cấp QoS khác nhau xuống tới lớp vật lý. Hỗ trợ QoS xung quanh việc xây dựng khái niệm các luồng dịch vụ được nhận ra đủ để đáp ứng yêu cầu của người dùng mà được gọi là

Service Flow ID. Luồng dịch vụ được đặc trưng bởi các tham số QoS của chúng, nó có thể được sử dụng để định rõ các tham số như góc trễ tối đa, độ jitter phù hợp. Luồng dịch vụ có thể bắt đầu ở BS hoặc SS theo một hướng duy nhất. Ở các lớp cao hơn, phải được phục vụ cùng với luồng dịch vụ để đảm bảo QoS từ đầu cuối tới đầu cuối ví dụ như Diff-Serv.

Nhóm là việc IEEE 802.16 cũng giới thiệu vài đặc điểm bảo mật. Bảo mật trong IEEE 802.16 chủ yếu trong phân lớp con phần riêng. Mục tiêu của phân lớp con phần riêng là cung cấp sự bảo mật dọc theo các kết nối vô tuyến trong mạng. Để hoàn thành điều này, thực hiện mã hóa dữ liệu giữa BS và SS. Để ngăn chặn kẻ trộm dịch vụ, SS có thể sử dụng X.509 để kiểm soát các SS. Kể cả xác nhận là các khóa (key) và địa chỉ lớp MAC của các SS công công. Chi tiết cụ thể của phân lớp con phần riêng sẽ được thảo luận trong phần sau.

7.3.2 Chuẩn 802.16a-2003

IEEE 802.16a là một phiên bản sửa đổi từ chuẩn cơ bản, được thông qua bởi chuẩn băng rộng IEEE trong 1/2003. Quan trọng hơn, chuẩn IEEE 802.16a mở rộng thêm sự hỗ trợ trong băng tần cho phép 2-11GHz, nó mở ra nhiều thị trường công nghệ tiềm năng. Sự hoạt động theo đường truyền NLOS trở thành hiện thực khi hoạt động trong dải tần 2-11 GHz, mở rộng vùng địa lý của mạng. Sự truyền dẫn đa đường có thể trở thành một sự cản trở. Chuẩn IEEE 802-16a bao gồm cả việc đặc tả lớp PHY và tăng lớp MAC để phù hợp với sự truyền dẫn đa đường và việc giảm bớt các giao diện. Các đặc trưng đã được thêm vào để cho phép các kỹ thuật quản lý công suất tiến tiến và ma trận anten thích ứng. Ngoài ra lựa chọn OFDM như là một sự lựa chọn để điều chế sóng mang đơn. Để cung cấp một cơ cấu cho việc giảm các giao diện khi mà xuất hiện nhiều mạng, chuẩn IEEE 802.16a thêm vào phương pháp điều chế OFDMA để lựa chọn trong phạm vi dải tần 2-11GHz hiện có.

Với nhiều yếu tố yêu cầu các đặc tính của phân lớp con phần riêng vấn đề bảo mật được cải thiện. Các đặc tính riêng được sử dụng để chứng minh chắc chắn người gửi các bản tin MAC.

IEEE 802.16 thêm vào sự hỗ trợ tùy chọn cho các mạng hình lưới (Mesh), nơi mà lưu lượng có thể định tuyến từ trạm thuê bao tới trạm thuê bao. Đó là một sự thay đổi từ mô hình điểm-đa điểm (PMP), nơi mà lưu lượng chỉ được cho phép giữa BS và SS. IEEE 802.16 thêm vào sự đặc tả lớp MAC phù hợp đã làm cho lược đồ truyền dẫn của SS là một phần của lưới (Mesh), nhưng nó không hiện rõ tới SS.

7.3.3 Chuẩn 802.16c-2002

Tháng 12/2002, uỷ ban các tiêu chuẩn IEEE phê chuẩn bổ sung chuẩn IEEE 802.16c. Sự bổ sung này để hiệu chỉnh một vài lỗi và sự mâu thuẫn trong chuẩn cơ bản, mô tả chi tiết hệ thống trong dải tần 10-60 GHz.

7.3.4 Chuẩn 802.16d-2004

IEEE 802.16-2001, 802.16a và 802.16c được tích hợp trong chuẩn IEEE 802.16-2004 được chứng nhận trong 24/6/2004 và đã được công bố vào tháng 12/2004. Phiên bản này bắt đầu được phát triển như việc đặc tả một hệ thống dưới cái tên IEEE 802.16-REVd nhưng đã đủ để công bố như là một sự tái bản thành công của các chuẩn cơ bản IEEE

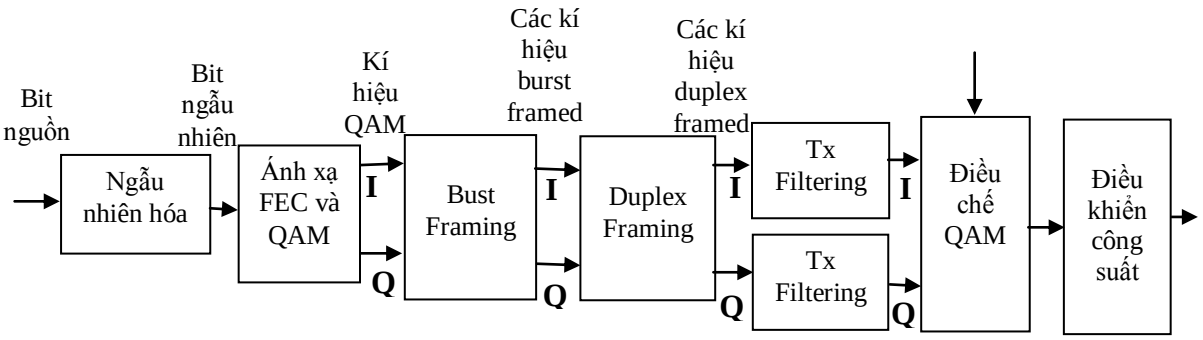
802.16. IEEE 802.16-2004 là một phiên bản được chuẩn hóa để sử dụng cho việc chứng nhận Wimax.

7.3.5 Chuẩn 802.16e-2005

Chuẩn IEEE 802.16e-2005 được chứng nhận vào cuối tháng 12/2005. IEEE 802.16e thêm vào tính di động cho các chuẩn hiện tại, sử dụng SOFDMA thay cho OFDM trong chuẩn IEEE 802.16d. IEEE 802.16e cho phép chuyển giao tín hiệu tốc độ cao cần thiết cho truyền thông với những người dùng di chuyển ở tốc độ của phương tiện giao thông.

7.4 Một số đặc điểm kỹ thuật của Wimax

7.4.1 Lớp vật lý



Hình 7.5: Quá trình truyền dẫn

IEEE 802.16 định nghĩa các lớp vật lý khác nhau:

Wireless MAN-SC layer
Wireless MAN-SCa layer
WirelessMAN-OFDM Layer
WirelessMAN-OFDMA Layer
Wireless HUMAN

Các lớp vật lý này sử dụng các kỹ thuật điều chế mã hóa khác nhau nhưng quá trình truyền dẫn của chúng bao giờ cũng gồm các bước sau theo hình 7.5.

Dữ liệu ban đầu được ngẫu nhiên hóa, mã hóa FEC và được ánh xạ thành các kí hiệu QAM. Các kí hiệu QAM được sắp sếp trong các khung trong một cụm (burts) bản tin. Các cụm kí hiệu này sẽ được ghép trong một khung song công. Các thành phần kí hiệu I và Q sẽ được chèn ở trong các bộ lọc dạng xung, được điều chế cầu phương tới một tần số sóng mang, và thực hiện điều khiển biên độ và công suất để được công suất đầu ra phù hợp để truyền đi.

Wireless MAN-SC layer: dựa trên công nghệ sóng mang đơn được thiết kế cho đường truyền hoạt động trong tầm nhìn thẳng LOS trong dải tần số cao từ 10-66GHz. Hỗ trợ song công TDD, FDD.

Lớp vật lý vô tuyến MAN-Csa: dựa trên công nghệ sóng mang đơn và được thiết kế cho đường truyền NLOS trong băng tần 2-11 GHz. Hỗ trợ song công TDD, FDD.

Các đặc tính trong lớp vật lí này bao gồm:

- Hỗ trợ TDD và FDD
- TDMA UL
- TDM DL
- Điều chế khối thích ứng và mã hóa FEC cho cả đường UL và DL
- Truyền theo khung để cải thiện sự cân bằng (một chiều) và thực hiện ước lượng kênh qua NLOS và mở rộng môi trường trễ trải phổ.
- Kí hiệu được đóng thành gói.
- Mã hóa soắn FEC sử dụng mã Reed Solomon và chèn Pragmatic TCM
- FEC sử dụng tùy chọn BTC và CTC
- Không sử dụng FEC tùy chọn sử dụng ARQ để điều khiển lỗi.
- Tùy chọn tính phân tập chuyển tiếp STC.
- Ngoại trừ các yêu cầu khác, quá trình truyền tin tương tự cho cả hướng đường lên UL và đường xuống DL.

Lớp vật lý vô tuyến MAN-OFDM dựa trên điều chế OFDM được thiết kế để hoạt động cho đường truyền trong phạm vi không truyền thẳng NLOS trong dải tần từ 2-11 GHz. Hỗ trợ song công TDD, FDD.

Lớp vật lý vô tuyến MAN-OFDMA: dựa trên kỹ thuật điều chế OFDMA được thiết kế để hoạt động đối với đường truyền không trong tầm nhìn thẳng NLOS trong dải tần 2-11 GHz. Trong dải tần được cấp phép, hai phương pháp song công được sử dụng là FDD và TDD, FDD SSs có thể là bán song công (H-FDD). Trong dải tần không cấp phép, sử dụng phương pháp song công TDD.

Lớp vật lý vô tuyến HUMAN: Tần số kênh trung tâm theo công thức:

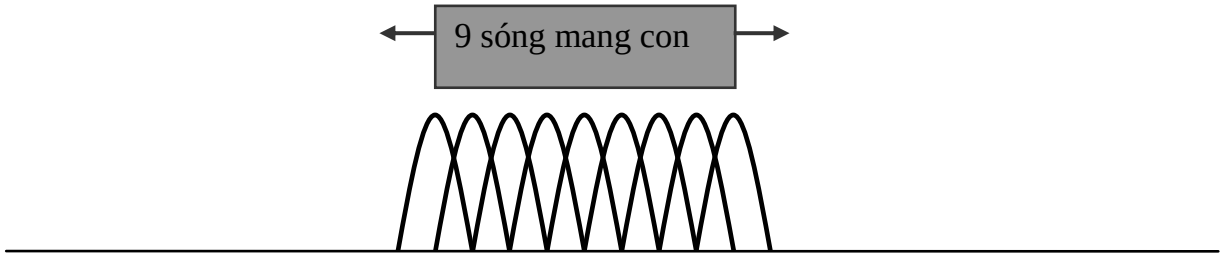
- Kênh tần số trung tâm (MHz) = 5000 + 5 . nch (n= 0 - 199)
- Độ rộng kênh là 5 MHz, dải tần công tác là 5-6 GHz.

Wimax Forum đã quyết định rằng các mặt phẳng kiểm tra tính tương tác đầu tiên và các chứng nhận cuối cùng sẽ hỗ trợ FFT OFDM PHY 256 điểm (chung giữa IEEE 802.16-2004 và ETSI HiperMAN) với Wimax cố định và OFDMA, SOFDMA đối với Wimax di động.

7.4.1.1 Khái niệm OFDM

OFDM là một kĩ thuật hấp dẫn sử dụng cho các hệ thống truyền thông số liệu tốc độ cao. Nó được phát triển từ 2 kĩ thuật quan trọng là ghép kênh phân chia theo tần số (FDM) và truyền thông đa sóng mang.

OFDM thêm đặc điểm trực giao vào FDM đa sóng mang. Trực giao nghĩa là không gây ra nhiễu lên nhau. Trong OFDM các sóng mang con được thiết kế để trực giao. Điều này cho phép các sóng mang con chồng lên nhau và tiết kiệm băng tần. Do đó, OFDM đạt được cả tốc độ dữ liệu cao và hiệu suất trải phổ cao. Để giải điều chế tín hiệu, cần một chuyển đổi Fourier rời rạc (DFT).



Hình 7.6: OFDM với 9 sóng mang con

7.4.1.2 OFDMA cho lớp vật lý vô tuyến MAN-OFDMA

Như ta đã biết OFDM có thể hỗ trợ việc truyền một người dùng hoặc truy nhập nhiều người dùng. Khi OFDM được kết hợp với TDMA (đa truy nhập phân chia theo thời gian) chúng ta được OFDM-TDMA. Khi OFDM kết hợp với FDMA thì tạo ra OFDMA (đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao). Kĩ thuật đa truy nhập OFDM-TDMA ấn định các khe thời gian cho mỗi người dùng. Trong một khe thời gian, tất cả các sóng mang con được dành riêng định vị cho một người dùng.

OFDMA cho phép nhiều người dùng truy nhập các sóng mang con cùng một lúc. Ở mỗi đơn vị thời gian, tất cả các người dùng có thể truy nhập. Việc ấn định các sóng mang con cho một người dùng có thể thay đổi ở mỗi đơn vị thời gian.

7.4.1.3 SOFDMA theo tỷ lệ (S-OFDMA)

Đây là một đặc điểm bổ xung cho IEEE 802.16e để hỗ trợ chuyển giao dễ dàng.

Trong OFDM-TDMA và OFDMA, số lượng sóng mang con thường được giữ bằng nhau với phổ có sẵn. Số sóng mang con không thay đổi dẫn đến không gian sóng mang con thay đổi trong các hệ thống khác nhau. Điều này làm cho việc chuyển giao giữa các hệ thống gặp khó khăn. Ngoài ra, mỗi hệ thống cần một thiết kế riêng và chi phí cao.

OFDMA theo tỉ lệ (-SOFDMA) giải quyết các vấn đề này bằng cách giữ cho không gian sóng mang con không thay đổi. Nói cách khác, số sóng mang con có thể tăng hoặc giảm với những thay đổi trong một băng tần cho trước. Ví dụ, nếu một băng tần 5MHz được chia thành 512 sóng mang con, một băng tần 10MHz sẽ được chia thành 1024 sóng mang con.

Bởi vì không gian sóng mang con là giữ nguyên trong S-OFDMA nên một máy di động có thể chuyển giao giữa các hệ thống một cách suôn sẻ. Ngoài ra, với không gian sóng mang con không thay đổi, một thiết kế là phù hợp cho nhiều hệ thống và có thể tái sử dụng. Chi phí cho thiết kế và sản phẩm sẽ thấp hơn.

IEEEE 802.16e-2005 kiểu MAN-OFDMA vô tuyến dựa trên cơ sở nội dung của OFDMA theo tỉ lệ (SOFDMA). SOFDMA hỗ trợ một phạm vi rộng băng tần để tập trung linh động vào nhu cầu cho việc cấp phát đa dạng phổ và các yêu cầu sử dụng mới. Tính quy mô được hỗ trợ bằng cách hiệu chỉnh kích cỡ FFT trong khi cố định không gian tần số sóng mang con ở 10.94kHz. Do đơn vị tài nguyên là băng tần sóng mang con và

khoảng thời gian symbol là cố định, nên tác động đến lớp cao hơn là tối thiểu khi cùng tỉ lệ băng tần.

Bảng 7.1: Các tham số của SOFDMA

Các tham số	Các giá trị			
Băng tần kênh truyền hệ thống (MHz)	1.25	5	10	20
Tần số lấy mẫu (MHz)	1.4	5.6	11.2	22.4
Kích cỡ FFT (N_{FFT})	128	512	1024	2048
Số kênh con	2	8	16	32
Không gian tần số sóng mang con	10.94kHz			
Thời gian symbol hữu ích (T_b=1/f)	91.4 micro giây			
Thời gian bảo vệ (T_g=T_b/8)	11.4 micro giây			
Khoảng thời gian symbol OFDMA (T_g+T_b)	102.9 micro giây			
Số lượng symbol OFDMA (khung 5ms)	48			

S-OFDMA cho phép các kích cỡ FFT nhỏ hơn để cải thiện hiệu suất cho các kênh truyền với băng thông thấp hơn, có thể giảm kích cỡ FFT nhưng giữ nguyên không gian sóng mang con là hằng số độc lập với băng thông khi băng thông giảm hoàn toàn.

S-OFDMA mang lại một thuận lợi hơn OFDMA. Nó tỉ lệ kích cỡ của chuyển đổi Fourier nhanh với băng tần kênh để giữ cho không gian sóng mang không đổi qua các băng tần kênh khác nhau. Không gian sóng mang không đổi làm cho hiệu suất dùng phổ cao hơn trong các kênh rộng và giảm chi phí trong các kênh hẹp.

7.4.1.4 Kênh con hóa

Đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao (OFDMA) cho phép một số các sóng mang con được gán cho các người dùng khác nhau. Ví dụ, sóng mang con 1, 3 và 7 có thể được gán cho người dùng 1 và sóng mang con 2, 5 và 9 cho người dùng 2. Các nhóm sóng mang con này được xem như các kênh con.

Kênh con hóa định nghĩa các kênh con mà có thể cấp phát cho các thuê bao khác nhau tùy thuộc vào điều kiện kênh truyền và các yêu cầu dữ liệu khác. Điều này mang lại cho các nhà khai thác tính mềm dẻo cao hơn trong quản lí băng tần và công suất phát đồng thời sử dụng tài nguyên hiệu quả hơn.

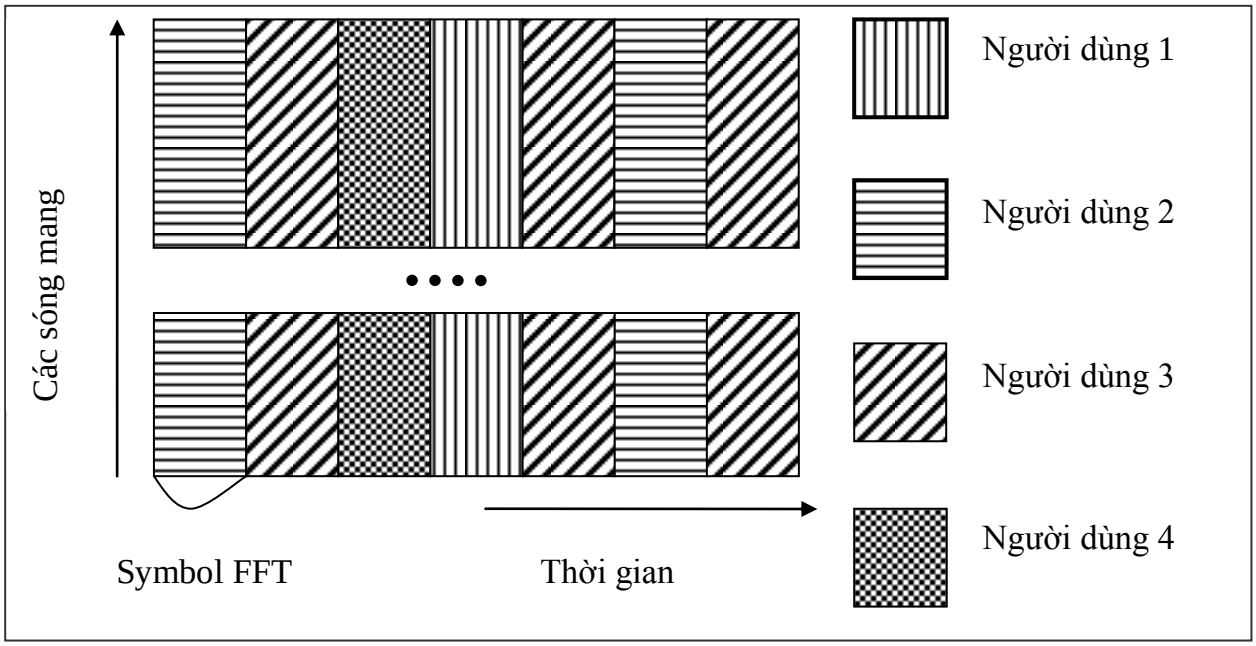
Ví dụ trong cùng một khe thời gian mà công suất phát lớn hơn có thể được cấp phát cho người dùng với điều kiện kênh truyền kém thuận lợi hơn, trong khi công suất thấp hơn cho các người dùng trong các vị trí tốt hơn. Cải thiện độ bao phủ trong các tòa nhà có thể đạt được bằng cách cấp phát công suất cao hơn cho các kênh con được ấn định cho các thiết bị người dùng bên trong.

Kênh con hóa trong đường lên mang lại sự cải thiện hiệu năng, khi công suất phát từ thiết bị người dùng có nhiều hạn chế. Trong OFDM, các thiết bị người dùng phát sử dụng toàn bộ không gian sóng mang. OFDMA hỗ trợ đa truy nhập, cho phép các thiết bị người dùng phát chỉ qua một kênh con được cấp phát cho chúng. Trong OFDMA với 2048 sóng mang và 32 kênh con, nếu chỉ một kênh con được cấp phát cho một thiết bị, tất

cả công suất phát sẽ được tập trung trong 1/32 phổ có sẵn và có thể mang lại độ khuếch đại cao. Đa truy nhập trở nên thuận lợi khi sử dụng các kênh rộng.

OFDMA khai thác tính đa dạng tần số của kênh truyền đa đường bằng cách mã hóa và đan xen thông tin qua các sóng mang con trước khi truyền. Điều chế OFDMA có thể được thực hiện với chuyển đổi Fourier ngược nhanh với hiệu suất cao, điều này cho phép số lượng lớn sóng mang con (lên tới 2048) với độ phức tạp thấp. Trong một hệ thống OFDMA, tài nguyên là có sẵn trong miền thời gian bởi các symbol OFDMA và trong miền tần số bởi các sóng mang con. Các tài nguyên tần số và thời gian có thể được sắp xếp trong một kênh con để cung cấp đến các người dùng cụ thể. OFDMA là một lược đồ ghép kênh/đa truy nhập mà cung cấp thao tác ghép kênh các luồng dữ liệu từ nhiều người dùng lên các kênh con đường xuống và đa truy nhập bởi các kênh con đường lên.

Trong OFDM các thiết bị người dùng được ấn định các khe thời gian cho truyền dẫn, nhưng chỉ một thiết bị người dùng có thể phát trong một khe thời gian.



Hình 7.7: Ấn định khe thời gian trong OFDM

Trong OFDMA mỗi kênh con cho phép nhiều người dùng có thể phát ở cùng một thời điểm qua các kênh con được cấp phát cho chúng.

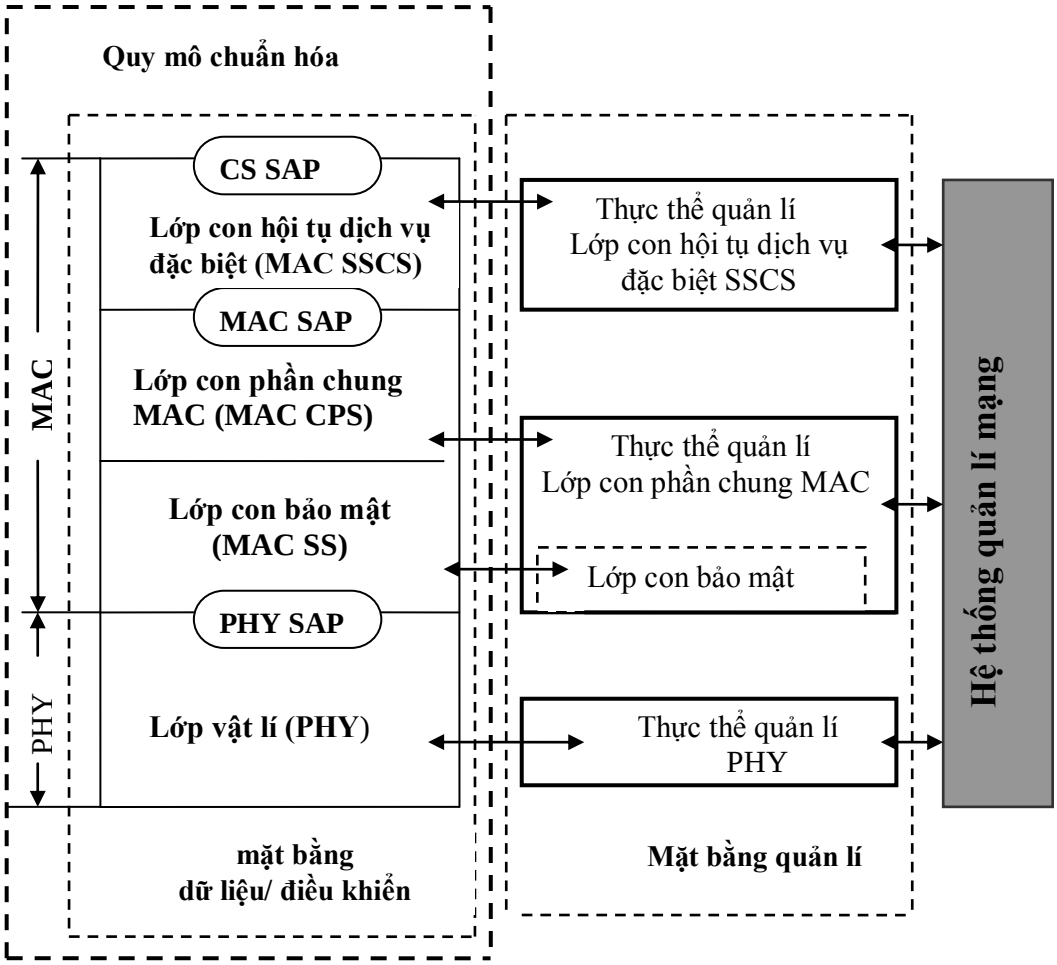
7.4.2 Lớp MAC

Lớp MAC là hướng kết nối bao gồm ba phân lớp con. Lớp con hội tụ dịch vụ riêng (SSCS) cung cấp mọi sự biến đổi hay ánh xạ dữ liệu mạng ngoài, nhận dữ liệu mạng ngoài qua điểm truy nhập dịch vụ CS SAP, các MAC SDU (đơn vị dữ liệu dịch vụ) được nhận bởi lớp con phần chung MAC CPS thông qua MAC SAP.

Bao gồm việc phân loại các SDU mạng ngoài và kết hợp chúng với nhận dạng luồng dịch vụ MAC thích hợp (SFID) và nhận dạng kết nối (CID). Nó có thể cũng bao gồm các chức năng như nén tiêu đề tải trọng (PHS). Nhiều chi tiết kĩ thuật CS được cung cấp cho giao diện với nhiều loại giao thức. Định dạng bên trong của tải trọng CS là duy

nhất với mỗi CS, và các MAC CPS không yêu cầu hiểu dược định dạng của nó hay phân tích bất kì thông tin nào từ tải trọng CS.

MAC CPS cung cấp các chức năng MAC chính của việc truy nhập hệ thống, cấp phát độ rộng dải tần, thiết lập và duy trì kết nối. Nó nhận dữ liệu từ nhiều CS thông qua MAC SAP, phân loại thành các kết nối MAC cụ thể. QoS được áp dụng cho việc truyền và lập lịch dữ liệu thông qua lớp PHY sử dụng 4 loại dịch vụ cơ bản.



Hình 7.8: Phân lớp MAC và các chức năng

Có hai loại kết nối đó là các kết nối quản lý và kết nối truyền tải dữ liệu. Các kết nối quản lí có ba loại: cơ bản, sơ cấp và thứ cấp. Một kết nối cơ bản được tạo ra cho mỗi MS khi nó gia nhập vào mạng. Kết nối sơ cấp cũng được tạo ra cho mỗi MS ở thời điểm vào mạng nhưng được dùng cho các bản tin quản lí dung sai trễ. Loại kết nối quản lí thứ ba, loại thứ cấp được dùng cho các bản tin quản lí IP tóm lược (như DHCP, SNMP, TFP). Các kết nối truyền tải dữ liệu có thể được cung cấp hoặc được thiết lập theo yêu cầu. Chúng được dùng cho các luồng lưu lượng người dùng. Đơn điểm hoặc đa điểm có thể được dùng cho truyền dẫn.

7.5 Hệ thống thiết bị

Wimax là một công nghệ mới ra đời hoạt động dựa theo chuẩn IEEE 802.16. Mạng Wimax có nhiều tính năng ưu việt hơn các mạng trước đó. Ngoài khả năng cung cấp đa dịch vụ nó còn có thể cung cấp các kết nối băng rộng tùy theo nhu cầu sử dụng của khách hàng. Các thiết bị sản xuất theo chuẩn thì vừa mới được chứng nhận, đáp ứng nhu cầu xây dựng mạng của các nhà cung cấp. Thiết bị dựa trên chuẩn IEEE 802.16-2004 đã được chứng nhận vào 4/2005 cho phép mạng Wimax có thể cung cấp các dịch vụ cố định như VoIP, Internet băng thông rộng….Mặc dù được sản xuất theo chuẩn cố định nhưng các thiết bị này có thể dễ dàng được nâng cấp bằng phần mềm theo chuẩn 802.16e để cung cấp các dịch vụ cho khách hàng mà đang di chuyển. Mới đây thôi, Intel đã sản xuất thành công chip dựa theo chuẩn IEEE 802.16e và vào 8/2006 các thiết bị Wimax dựa trên chuẩn IEEE 802.16e đã được chứng nhận, làm tăng thêm khả năng dùng di động cho khách hàng. Mạng dựa trên các thiết bị này có thể cung cấp các dịch vụ có tính di động cao, băng thông rộng.

Hiện nay, nền công nghiệp sản xuất thiết bị cho Wimax đang được phát triển rất mạnh mẽ bởi chính những hãng sản xuất, cung ứng các thiết bị vô tuyến điện tử hàng đầu thế giới. Thương hiệu của những hãng cho trong bảng 7.2 dưới đây.

Bảng 7.2: Thương hiệu của các nhà cung cấp thiết bị Wimax

Vendor	**Multiservice**	**Proprietary**	**Wimax-2004**	**Wimax-802.16e**	**WiBRO**
Adaptix				Motion 2100	Motion
AirSpan	AS4020	ASWipLL, AS4030	AS MAX	AS.MAX road map	
Alcatel			OEM Alvarion	Evolium Wimax base station	
Alvarion	WalkAIR, eMGW	BreezeAccess Breeze2000	BreezeMAX	BreezeMAX road map	
Aperto Networks		PacketWave	PacketMAX	PacketMAX	
Arraycom		iBurst			
Axcera					
Axxcelera	AB Access	ExcelAir 70	ExcelMAX (3.5)		

Vendor	**Multiservice**	**Proprietary**	**Wimax-2004**	**Wimax-802.16e**	**WiBRO**
			AB Max (5.8)		
Cambridge Broadband	VectaSTAR		VectaMAX		
Ericsson			OEM Airspan	Road map	
Flarion/Qualcomm					
Harris	ClearBurst MB				
IPWireless					
Motorola		MOTOwi4 Canopy products		MOTOwi4 UltraLite products	
Navini				RipWave MX	
NextNet		Expedience		Road map	
Nortel			Road map with Airspan	LG/Nortel joint venture	LG/Nortel joint venture
PointRed Technologies		MicroRed			
Proxim Wireless		Tsunami	TeraMAX	Tsunami MP.16	
Redline		AN100	RedMAX		
Samsung				Road map	RAS bs, CPEchips in existing terminals
Siemens			WayMAX	WayMAX	

Vendor	**Multiservice**	**Proprietary**	**Wimax-2004**	**Wimax-802.16e**	**WiBRO**
			@vantage	Family road map	
Soma		SoftAir System		Road map	
SR Telecom	AirStar	Angel (named changed to Symmetry ONE)	Symmetry ONE	Symmetry MX	
Trango Broadband		Access 5830 and FOX			
UTStarcom					
Vyyo		V251,Wireless Modem, V3000 wireless hub			
WaveRider/ WaveWireless		LMS Family		Road map	
Wavion	Space time processing technology				
WiLAN		Ultima 3, AWE, Libra families	Libra MX		
ZTE		ZXBWA-3E		ZiMax	

Các nhà cung cấp thiết bị cho Wimax có thể chia làm hai loại, đó là các nhà cung cấp thiết bị Wimax cố định sau đó tiến tới cung cấp cả thiết bị Wimax di động và các nhà cung cấp thiết bị cho Wimax nhưng chỉ hướng tới thị trường Wimax di động. Các nhà cung cấp các thiết bị Wimax mà nhắm tới các thiết bị trường di động ngay từ đầu đó là:

Adaptix Inc.;
Alcatel;
Nokia Corp.;
Nortel Networks Ltd;

LG Electronics Inc.;
Motorola Inc.;
Navini Networks Inc.;
Ericsson AB.
Posdata Co. Ltd;
Samsung Electronics Co. Ltd;
Lucent Technologies Inc.;

Các nhà cung cấp thiết bị Wimax nhắm tới thị trường Wimax cố định sau đó chuyển hướng sang cung cấp cho thị trường Wimax di động là:

Airspan Networks Inc.;
Alvarion Ltd;
Aperto Networks;
Cambridge Broadband Ltd;
Navini Networks Inc.;
Proxim Corp.;
Redline Communications Inc.;
Siemens AG;
SR Telecom Inc.;
Wi-LAN Inc.;
ZTE Corp.

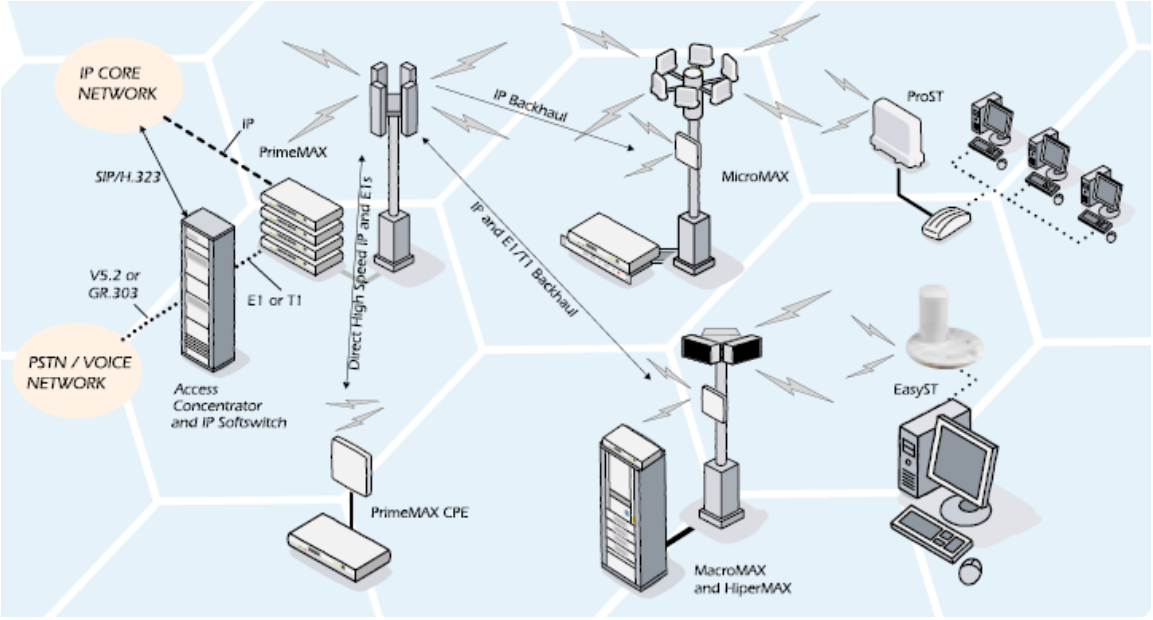
Có rất nhiều hãng lớn tham gia sản xuất các chip và thiết bị cho Wimax, đó là các hãng nổi tiếng như:

Altera Corp.;
Beceem Communications Inc.;
Fujitsu Ltd.;
Intel Corp.;
Sequans Communications;
TeleCIS Wireless Inc.;
Wavesat Wireless Inc.;
Xilinx Inc.

Các hãng này mới cung cấp được chip phục vụ cho việc sản xuất các thiết bị Wimax cố định, còn chip cho thiết bị Wimax di động thì mới chỉ đưa ra giới thiệu, sản phẩm được sản xuất theo chuẩn này còn rất hạn chế. Chính vì thế mà trên thị trường hiện nay đa số vẫn là các thiết bị Wimax cố định. Để phục vụ cho tính di động, các thiết bị được sản xuất theo chuẩn cố định có thể được nâng cấp bằng phần mềm hoạt động được trong mạng di động. Đó cũng là một tính năng được tích hợp trong chip cố định khi chuẩn 802.16e được chứng nhận. Chi tiết hơn về thông tin các thiết bị tham khảo thêm tài liệu [15]

Sản phẩm thiết bị cho Wimax hầu hết đều hoạt động trong các dải tần số công tác thuộc dải tần thấp (2-11 GHz) tương ứng với hai lớp 256 OFDM PHY và 2048 OFDMA PHY. Các những thiết bị hoạt động trong cả dải tần thấp này nhưng cũng có một số thiết bị của một vài hãng có phân chia ra theo tần số sóng mang, theo một dải tần công tác nhất định. Để có thể thấy rõ các thiết bị trong mạng Wimax, chúng ta có thể xem cấu trúc mạng cụ thể của một hãng sau.

Như hình 3.1 trên ta có thể thấy, một mạng bắt buộc phải có các BS và CPE, ngoài ra nó còn có các bachaul và các giao thức quản lý mạng hay các bộ ghép luồng lưu lượng.



Hình 3.1: Kiến trúc hệ thống AS.MAX của hãngAirSpan

7.6 Bảo mật

Cũng giống như môi trường vô tuyến khác, Wimax cũng chịu một áp lực về bảo mật rất lớn, do các mô hình kinh doanh chưa rõ ràng nên những biện pháp bảo mật đầy đủ từ phía các nhà quản trị mạng chưa được đề cập đến, tuy nhiên bản thân Wimax cũng có những biện pháp bảo mật riêng.

Lớp con bảo mật MAC 802.16 (lớp con phần riêng MAC) tập trung vào các chức năng bảo mật gắn liền với các khung lớp MAC. Có thể xem lớp con này gồm hai giao thức thành phần:

- *Giao thức đóng gói*: Giao thức này định nghĩa tập "các bộ mật mã" hỗ trợ việc mật mã gói dữ liệu giữa BS và SS. Các bộ này chứa thông tin về mật mã hóa dữ liệu và các thuật toán nhận thực, và các qui tắc để áp dụng các thuật toán này vào tải trọng MAC PDU.
- *Giao thức quản lí khóa:* Giao thức này thuộc về việc quản lí và phân phối vật liệu khóa từ BS đến SS. Giao thức được lựa chọn ở đây là giao thức quản lí khóa bảo mật (PKM) đã được phát triển trong các modem cáp DOCSIS-compliant.

Chi tiếp về những biện pháp bảo mật này có thể tham khảo thêm ở tài liệu [10]

7.7 Tình hình triển khai tại Việtnam

Đầu năm 2006, thủ tướng chính phủ cho phép các tổng công ty viễn thông ở Việt Nam: Tổng công ty viễn thông Việt Nam (VNPT), Tổng công ty truyền thông đa phương tiện (VTC), công ty cổ phần viễn thông FPT Telecom, tổng công ty viễn thông quân đội Viettel triển khai các dịch vụ Wimax.

Hiện nay, tập đoàn bưu chính viễn thông Việt Nam (VNPT) và một số doanh nghiệp khác đang trong giai đoạn tích cực triển khai thử nghiệm công nghệ Wimax tại Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh, Đà Nẵng, Bắc Ninh và Lào Cai.

VDC hợp tác cùng Intel khảo sát mặt bằng và lắp đặt thiết bị tại Lào Cai cho hệ thống Fixed Wimax, hệ thống thử nghiệm bao gồm một trạm phát sóng BTS và modem không dây tại 20 trạm đầu cuối tiếp nhận dịch vụ được phân bố ở nhiều địa phương. Lễ công bố giai đoạn thử nghiệm chính thức được tổ chức vào tháng 10/2006. Hai dịch vụ được thử nghiệm đó là Internet băng thông rộng và điện thoại VoIP.

Về phía FPT Telecom, lãnh đạo doanh nghiệp này cho biết, FPT sẽ cung cấp cả hai dạng Mobile Wimax và Fixed Wimax ở các dải tần 2,3 GHz và 3.3 GHz. Hiện nay, FPT đang trong giai đoạn lựa chọn thiết bị, thử nghiệm kỹ thuật và nghiên cứu các dự án tiền thử nghiệm.

Về phía Viettel Internet cho biết họ sẽ thử nghiệm Mobile Wimax bởi vì Fixed đã được thử nghiệm thành công ở nhiều nước.

Bốn nhà cung cấp Việt Nam hiện tại (VNPT, FPT, VTC và Viettel) chỉ đang được cấp phép thử nghiệm dịch vụ Wimax cố định, trên tần số 3.3GHz đến 3.4GHz. Dự kiến, trong năm 2007, Bộ BCVT sẽ cấp phép cung cấp dịch vụ Wimax di động. Wimax di động mới là triển vọng lớn nhất của Wimax. Với công nghệ này, người dùng đầu cuối có thể được sử dụng Internet tốc độ cao lên đến 1Mbps, tại bất kỳ nơi nào trong vùng phủ sóng bán kính rộng nhiều km. Thiết bị đầu cuối của dịch vụ Wimax di động có thể là các card PCMCIA, USB, hoặc đã được tích hợp sẵn vào trong con chip máy tính (kiểu như công nghệ Centrino của Intel).

Hiện nay, tại Việt Nam đang tiến hành dự án thí điểm Fixed Wimax 802.16 - 2004 Rev.d với tần số 3,3 GHz - 3,4 GHz tại Lào Cai do công ty điện toán và truyền số liệu (VDC) hợp tác cùng Cơ quan hợp tác phát triển quốc tế Hoa Kỳ tại Việt Nam (USAID).

Những ứng dụng công nghệ vô tuyến băng rộng thế hệ mới sẽ được cung cấp thí điểm trong 6 tháng (từ tháng 7 đến tháng 12), trong đó sử dụng một trạm phát chính và khoảng 20 trạm kết nối dân dụng.

Có 18 địa điểm tại Lào Cai được lựa chọn tham gia thử nghiệm gồm 6 trường học, một số cơ sở y tế, điểm bưu điện văn hoá xã, ủy ban xã, doanh nghiệp vừa và nhỏ và một gia đình nông dân chưa từng tiếp xúc với công nghệ hiện đại. Các dịch vụ được đưa vào thử nghiệm là thoại và Internet tốc độ cao.

Dự án có tổng chi phí khoảng 500.000 - 600.000 USD, trong đó USAID hỗ trợ 250.000 USD. Theo nhà cung cấp dịch vụ, các chương trình khác cũng đang trong giai đoạn lập kế hoạch sử dụng vệ tinh để kết nối, mở rộng Wimax đến những vùng xa khó đến bằng đường bộ.

Sự hợp tác này là một phần của chương trình băng thông rộng châu Á (Asian Broadband Campaign - ABC) của Intel. Hãng sẽ cung cấp kiến thức sâu rộng về băng thông rộng vô tuyến, công nghệ silicon và các dịch vụ công nghệ cho các chính phủ, những nhà quản lý thông tin liên lạc, các cơ quan thuộc lĩnh vực giáo dục, y tế và nông nghiệp cũng như những nhà cung cấp viễn thông nhằm giúp chuẩn bị và thực hiện thử

nghiệm công nghệ Wimax. So với công nghệ hữu tuyến thì mạng vô tuyến có chi phí thấp và xây dựng nhanh hơn, do đó những nhà cung cấp dịch vụ có thể linh động hơn trong việc mang đến cho các cộng đồng thiếu dịch vụ này một nền kinh tế tri thức hiện đại toàn cầu với mức chi phí vừa phải.

Việc thử nghiệm được tiến hành trên hai lĩnh vực. Truy nhập Internet tốc độ cao dựa trên mạng Wimax và ứng dụng gọi điện thoại qua giao thức IP.

Cụ thể về phương án thử nghiệm cũng như kết quả thử nghiệm có thể tham khảo thêm ở tài liệu [10]

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Albert Azzam và Niel Ransom, Broad band Access Technologies, McGraw-Hill,1999.

[2]. Roger L. Freeman, Fundamentals of Telecommunications, Second Edition , John Wiley & Sons Ltd, 2005.

[3]. Thomas Starr, Massimo Sorbara, John M. Cioffi, Peter J. Silverman, DSL Advances, Prentice Hall , 2002.

[4]. Philip Golden, Hervé Dedieu, Krista Jacobsen, Fundamentals of DSL Technology, Taylor & Francis Group, 2006.

[5]. Nguyễn Việt Hùng, Công nghệ ADSL, Bài giảng TTĐTBCVT 1, năm 2004, 2005, 2006.

[6]. Shlomo Ovadia, Broadband Cable TV Access Networks: from technologies to applications, Prentice Hall, 2001.

[7]. Halid Hrasnica Abdelfatteh Haidine Ralf Lehnert, Broadband Powerline Communications Networks, John Wiley & Sons Ltd, 2004.

[8]. Savo G. Glisic, Advanced Wireless Networks 4G Technologies, John Wiley and Sons, Jun.2006.

[9]. David Tse, Pramod Viswanath, "Fundamentals of Wireless Communication", Cambridge University Press, 2005.

[10]. Nguyễn Việt Hùng, Công nghệ truy nhập băng rộng Wimax, Bài giảng Trung Tâm Đào Tạo Bưu chính Viễn thông I, tháng 10 năm 2006.

[11]. Chinlon Lin, Broadband Optical Access Networks and Fiber-to-the-Home Systems Technologies and Deployment Strategies, John Wiley & Sons Ltd, 2006.

[12]. Thomas Hardjono, Lakshminath R. Dondeti, Security in Wireless LANs and MANs, Artechouse, 2004.

[13]. Glen Kramer,"Ethernet Passive Optical Networks"**,** Mc Graw Hill, 2005.

[14]. Vũ Trí Trung, "Triển khai và ứng dụng WLAN", Đồ án tốt nghiệp- Học viện CNBCVT, 2005.

[15]. Tạ Tiến Quang, "Wimax và ứng dung", Đề tài SVNCKH, Học viện CNBCVT, 2006

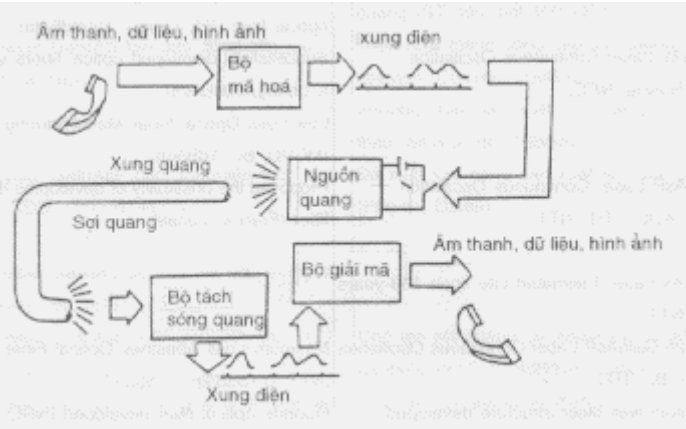
[16]. Nguyễn Thúy Điệp, "Công nghệ Wimax", Đồ án tốt nghiệp đại học, Học viên CNBCVT, 2006.

[17]. Nguyễn Quý Sỹ, Nguyễn Việt Cương, "Kỹ thuật mạng và cung cấp dịch vụ ADSL", Tài liệu giảng dậy, Học viện CNBCVT, tháng 4 năm 2003.

I. HỆ THỐNG THÔNG TIN QUANG

1.1 THÔNG TIN QUANG

Khác với thông tin hữu tuyến và vô tuyến - các loại thông tin sử dụng các môi trường truyền dẫn tương ứng là dây dẫn và không gian - thông tin quang là một hệ thống truyền tin thông qua sợi quang. Điều đó có nghĩa là thông tin được chuyển thành ánh sáng và sau đó ánh sáng được truyền qua sợi quang. Tại nơi nhận, nó lại được biến đổi trở lại thành thông tin ban đầu. Hình 1.1. Giới thiệu một hệ thống truyền dẫn sợi quang digital được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay. Trong phần này chúng ta sẽ xem xét các giai đoạn phát triển của hệ thống này và so sánh các đặc tính của nó với các đặc tính của những hệ thống đang tồn tại. Cuối cùng, chúng ta sẽ giải thích các tính chất của ánh sáng.



Hình 1.1. Hệ thống truyền dẫn sợi quang digital

1.1.1. SỰ PHÁT TRIỂN CỦA THÔNG TIN QUANG

Các phương tiện sơ khai của thông tin quang là khả năng nhận biết của con người về chuyển động, hình dáng và màu sắc của sự vật thông qua đôi mắt. Tiếp đó, một hệ thống thông tin điều chế đơn giản xuất hiện bằng cách sử dụng các đèn hải đăng các đèn hiệu. Sau đó, năm 1791, VC.Chape phát minh ra một máy điện báo quang.

Thiết bị này sử dụng khí quyển như là một môi trường truyền dẫn và do đó chịu ảnh hưởng của các điều kiện về thời tiết. Để giải quyết hạn chế

này, Marconi đã sáng chế ra máy điện báo vô tuyến có khả năng thực hiện thông tin giữa những người gửi và người nhận ở xa nhau.

Đầu năm 1980, A.G.Bell - người phát sinh ra hệ thống điện thoại - đã nghĩ ra một thiết bị quang thoại có khả năng biến đổi dao động của máy hát thành ánh sáng. Tuy nhiên, sự phát triển tiếp theo của hệ thống này đã bị bỏ bễ do sự xuất hiện hệ thống vô tuyến.

(Bảng 1.1) Các giai đoạn phát triển của thông tin cáp sợi quang

Năm	Nguồn quang	Cáp sợi quang
1960	Triển khai máy laser Ruby (HUGHES)	
1962	Máy laser Ga As	
1965	Máy laser Co2 (BL)	
1966		Khả năng sử dụng đường truyền dẫn cáp quang (ST, tổn thất 1000dB/km)
1970	Máy laser GaAIAS tạo dao động liên tục (BL, Nga, NEC)	Triển khai thành công sợi sáp quang sử dụng abaston (Corning, 20 dB/km)
1973		Phương pháp sản xuất sợi quang có độ tổn thất thấp (MCVD, BL, 1 dB/km)
1976	Máy laser GalnAsP dao động liên tục (MIT, KDD, TIT, NTT)	Đề xuất khả năng sản xuất sợi quang florua (France, Lucas).
1977	Máy laser GaAIAs có tuổi thọ ước lượng là 100 năm (BL, NTT)	
1979	Máy laser GalnAsP 1,55 um (KDD, BL, TIT) dao động liên tục	Chế tạo sợi quang có Abastoes có độ tổn thất tối thiểu (NTT, 0.18 dB/km (1.55um))
1980	Cấu trúc laser giếng lượng tử được chế tạo (Bell Lab).	Chế tạo sợi quang Flo (NRL) độ tổn thất 1000 dB/km
1981	GalnAsP LD (1.6 um) Continuous Oscillation (TIT)	
1982	LD Array High Power (2.5 W Continuous Osciltation)	
1983	Single Mode, Single Frequency LD (KDD, Bel Lab.)	Sợi quang fluor có độ tổn thất thấp (NRT, NTT) độ tổn thất 10 dB/km
1986	Single Mode, Single Frequency	Sợi quang fluor có độ tổn thất thấp,

	LD Commercialization (NEC, Hitachi etc.)	Độ tổn thất 1dB/km (khoảng 2.5 um)
1989	GaAI/AIGa Laser Develoment	

Sự nghiên cứu hiện đại về thông tin quang được bắt đầu bằng sự phát minh thành công của Laser năm 1960 và bằng khuyến nghị của Kao và Hockham năm 1966 về việc chế tạo sợi quang có độ tổn thất thấp. 4 năm sau, Kapron đã có thể chế tạo các sợi quang trong suốt có độ suy hao truyền dẫn khoảng 20 dB/km. Được cổ vũ bởi thành công này, các nhà khoa học và kỹ sư trên khắp thế giới đã bắt đầu tiến hành các hoạt động nghiên cứu và phát triển và kết quả là các công nghệ mơi về giảm suy hao truyền dẫn, về tăng giải thông về các Laser bán dẫn ... đã được phát triển thành công trong những năm 70. Như được chỉ ra trong <bảng 1.1>, độ tổn thất của sợi quang đã được giảm đến 0,18 dB/km. Hơn nữa, trong những năm 70 Laser bán dẫn có khả năng thực hiện dao động liên tục ở nhiệt độ khai thác đã được chế tạo. Tuổi thọ của nó được ước lượng hơn 100 năm. Dựa trên các công nghệ sợi quang và Laser bán dẫn giờ đây đã có thể gửi một khối lượng lớn các tín hiệu âm thanh / dữ liệu đến các địa điểm cách xa hàng 100 km bằng một sợi quang có độ dày như một sợi tóc, không cần đến các bộ tái tạo. Hiện nay, các hoạt động nghiên cứu nghiêm chỉnh đang được tiến hành trong lĩnh vực được gọi là photon học - là một lĩnh vực tối quan trọng đối với tất cả các hệ thống thông tin quang, có khả năng phát hiện, xử lý, trao đổi và truyền dẫn thông tin bằng phương tiện ánh sáng. Photon học có khả năng sẽ được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vự điện tử và viễn thông trong thế kỷ 21.

1.1.2. Các đặc tính của thông tin quang

Trong thông tin sợi quang, các ưu điểm sau của sợi quang được sử dụng một cách hiệu quả: độ suy hao truyền dẫn thấp và băng thông lớn. Thêm vào đó, chúng có thể sử dụng để thiết lập các đường truyền dẫn nhẹ và mỏng (nhỏ), không có xuyên âm với các đường sợi quang bên cạnh và không chịu ảnh hưởng của nhiễm cảm ứng sóng điện tử. Trong thực tế sợi quang là phương tiện truyền dẫn thông tin hiệu quả và kinh tế nhất đang có hiện nay

Trước hết, vì có băng thông lớn nên nó có thể truyền một khối lượng thông tin lớn như các tín hiệu âm thanh, dữ liệu, và các tín hiệu hỗn hợp thông qua một hệ thống có cự ly đến 100 GHz-km. Tương ứng, bằng cách sử dụng sợi quang, một khối lượng lớn các tín hiệu âm thanh và hình ảnh

có thể được truyền đến những địa điểm cách xa hàng 100 km mà không cần đến các bộ tái tạo.

Thứ hai, sợi quang nhỏ nhẹ và không có xuyên âm. Do vậy, chúng có thể được lắp đặt dễ dàng ở các thành phố, tàu thuỷ, máy bay và các toà nhà cao tầng không cần phải lắp thêm các đường ống và cống cáp.

Thứ ba, vì sợi quang được chế tạo từ các chất điện môi phí dẫn nên chúng không chịu ảnh hưởng bởi can nhiễu của sóng điện từ và của xung điện từ. Vì vậy, chúng có thể sử dụng để truyền dẫn mà không có tiếng ồn. Điều đó có nghĩa là nó có thể lắp đặt cùng với cáp điện lực và có thể sử dụng trong môi trường phản ứng hạt nhân.

Thứ tư, do nguyên liệu chủ yếu để sản xuất sợi quang là cát và chất dẻo - là những thứ rẻ hơn đồng nhiều - nên nó kinh tế hơn cáp đồng trục nhiều. Giá thành của sợi quang sẽ giảm nhanh một khi công nghệ mới được đưa ra. Ngoài ra, như đã đề cập ở trên, do đặc trưng là có độ tổn thất thấp giá thành lắp đạt ban đầu cũng như giá thành bảo dưỡng và sửa chữa thấp bởi vì chúng cần ít các bộ tái tạo hơn.

Ngoài những ưu điểm đã nêu trên, sợi quang có độ an toàn, bảo mật cao, tuổi thọ dài và có khả năng đề kháng môi trường lớn. Nó cũng dễ bảo dưỡng, sửa chữa và có độ tin cậy cao. Hơn nữa, nó không bị rò rỉ tín hiệu và dễ kéo dài khi cần và có thể chế tạo với giá thành thấp. Trong bảng 1.2, chúng ta tổng hợp các ưu điểm trên. Nhờ những ưu điểm này, sợi quang được sử dụng cho các mạng lưới điện thoại, số liệu/ máy tính, và phát thanh truyền hình (dịch vụ băng rộng) và sẽ được sử dụng cho ISDN, điện lực, các ứng dụng y tế và quân sự, cũng như các thiết bị đo.

Bảng 1.2 Các ưu nhược điểm của sợi quang

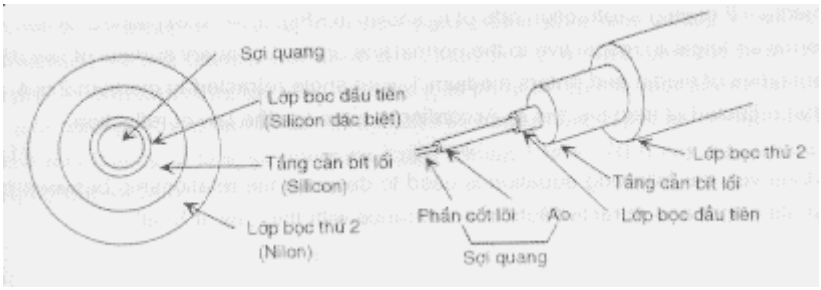
Đặc tính	Ưu điểm	Nhược điểm
Độ tổn thất thấp	Cự ly tái tạo xa chi phí thiết bị đường dây dẫn	
Dải thông lớn	Truyền dẫn dung lượng lớn	
Giảm kích thước đường truyền dẫn	Dễ lắp đặt và bảo dưỡng Giảm chi phí lắp đặt cống	Khó đấu nối
Phi dẫn	Ngăn ngừa xuyên âm Thông tin an toàn	Cần có các đường dây Cấp nguồn cho tiếp phát
Nguồn - cát	Nguyên liệu phong phú	Cần có các phương thức

	Chi phí sản xuất rẻ	chỉnh lõi mới (cáp)
Đánh giá	Dường truyền dẫn tuyệt vời	Có thể giải quyết bằng các tiến bộ công nghệ mới

1.2 CÁP SỢI QUANG

Sợi quang là những dây nhỏ và dẻo truyền các ánh sáng nhìn thấy được và các tia hồng ngoại. Như đã được trình bày trong hình 1.4, chúng có lõi ở giữa và có phần bao bọc xung quanh lõi. Để ánh sáng có thể phản xạ một cách hoàn toàn trong lõi thì chiết suất của lõi lớn hơn chiết suất của áo một chút.

Vỏ bọc ở phía ngoài áo bảo vệ sợi quang khỏi bị ẩm và ăn mòn, đồng thời chống xuyên âm với các sợi đi bên cạnh và làm cho sợi quang dễ xử lý. Để bọc ngoài ta dùng các nguyên liệu mềm và độ tổn thất năng lượng quang lớn.



Hình 1.4. Cấu trúc cáp sợi quang

Lõi và áo được làm bằng thuỷ tinh hay chất dẻo (Silica), chất dẻo, kim loại, fluor, sợi quang kết tinh). Ngoài ra chúng được phân loại thành các loại sợi quang đơn mode và đa mode tương ứng với số lượng mode của ánh sáng truyền qua sợi quang. Ngoài ra chúng còn được phân loại thành sợi qaung có chỉ số bước và chỉ số lớp tuỳ theo hình dạng và chiết suất của các phần của lõi sợi quang. Các vấn đề này sẽ được trình bày tỉ mỉ ở mục 1.2.2

1.3. HỆ THỐNG CÁP QUANG

Nhờ kết quả của các hoạt động nghiên cứu và phát triển cường độ cao trong những năm 1970, hiện nay công nghệ thông tin quang đa mode đang được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới. Cũng đúng như vậy đối với hệ thống thông tin quang đơn mode. Dựa trên kỹ thuật đã được phát triển, ngày càng nhiều cáp quang đã được sử dụng trong nhiều lĩnh vực. Trong phần này, các đặc tính chung của cáp quang được giải thích và tiếp đó,

chúng tôi sẽ giới thiệu việct hiết kế một hệ thống số và tương tự cũng như công nghệ ghép kênh phân chia bước sóng.

1.3.1. Tổng quan về hệ thống thông tin quang

1. Cấu hình của hệ thống thông tin quang.

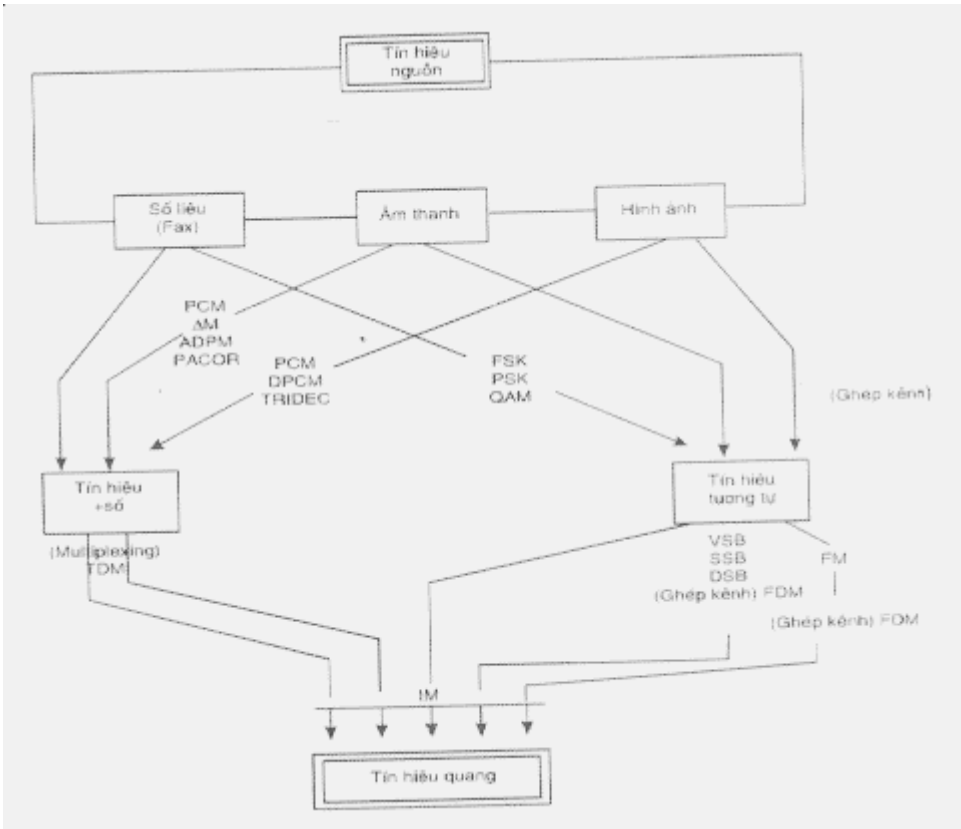
Để thiết lập một hệ thống truyền dẫn hợp lý, việc lựa chọn môi trường truyền dẫn, phương pháp truyền dẫn và phương pháp điều chế/ ghép kênh phải được xem xét trước tiên. Cho đến nay thì không gian được sử dụng một cách rộng rãi cho thông tin vô tuyến, còn cáp đối xứng và cáp đồng trục cho thông tin hữu tuyến. Trong phần dưới đây, chúng tôi chỉ bàn đến các phương pháp truyền dẫn hiện đang sẵn có dựa trên việc sử dụng cáp quang. Sự điều chế sóng mang quang của hệ thống truyền dẫn quang hiện nay được thực hiện với sự điều chế theo mật độ vì các nguyên nhân sau:

(1) Sóng mang quang, nhận được từ các phần tử phát quang hiện có, không dủ ổn định để phát thông tin sau khi có sự thay đổi về pha và độ khuyếch đại và phần lớn không phải là các sóng mang đơn tần. Đặc biệt các điốt phát quang đều không phải là nhất quán và vì vậy có thể coi ánh sáng đại loại như tiếng ồn thay vì sóng mang. Do đó, chỉ có năng lượng là cường độ ánh sáng tức thời được sử dụng.

(2) Hiện nay, các Laser bán dẫn được chế tạo đã có tính nhất quán tuyệt vời và do đó có khả năng cung cấp sóng mang quang ổn định. Tuy nhiên, công nghệ tạo phách - Một công nghệ biến đổi tần số cần thiết để điều chế pha - còn chưa được phát triển đầy đủ.

(3) Nếu một sóng mang đơn tần có tần số cao được phát đi theo cáp quang đa mode - điều mà có thể xử lý một cách dễ dàng - thì các đặc tính truyền dẫn thay đổi tương đối phức tạp và cáp quang bị dao động do sự giao thoa gây ra bởi sự biến đổi mode hoặc do phản xạ trong khi truyền dẫn và kết quả là rất khó sản xuất một hệ thống truyền dẫn ổn định. Vì vậy, trong nhiều ứng dụng, việc sử dụng phương pháp điều chế mật độ có khả năng sẽ được tiếp tục.

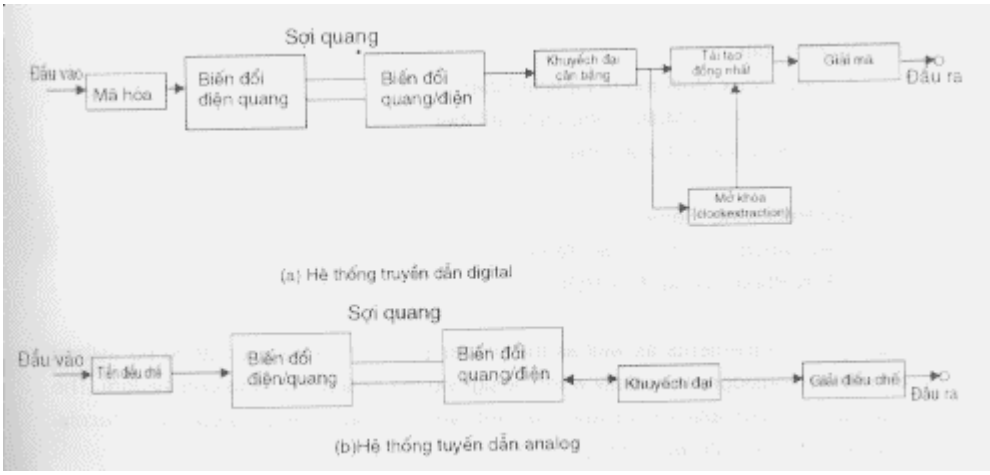
Đối với trường hợp đều chế quang theo mật độ (IM) có rất nhiều phương pháp để biến đổi tín hiệu quang thông qua việc điều chế và ghép kênh các tín hiệu cần phát. Một trong những ví dụ điển hình được trình bày trong hình 1.19



Hình 1.19. Quá trình ghép kênh điện

Phương pháp phân chia theo thời gian (TDM) được sử dụng một cách rộng rãi khi ghép kênh các tín hiệu như số liệu, âm thanh điều chế xung mã PCM (64kb/s) và số liệu video digital. Tuy nhiên, trong truyền dẫn cự ly ngắn, của các tín hiệu video băng rộng rãi cũng có thể sử dụng phương pháp truyền dẫn analog. Phương pháp điều chế mật độ số DIM - phương pháp truyền các kênh tín hiệu video bằng IM - và phương pháp thực hiện điều chế tần số (FM) và điều chế tần số xung (PFM) sớm để tăng cự ly truyền dẫn có thể được sử dụng cho mục tiêu này.

Ngoài TDM và FDM, phương pháp phân chia theo bước sóng (WDM) - phương pháp điều chế một số sóng mang quang có các bước sóng khác nhau thành các tín hiệu điện khác nhau và sau đó có thể truyền chúng qua một sợi cáp quang - cũng đang được sử dụng. Hơn nữa, khi truyền nhiều kênh thông qua cáp quang, một số lượng lớn các dữ liệu có thể được gửi đi nhờ gia tăng số lõi cáp sau khi đã ghép các kênh trên. Phương pháp này được gọi là ghép kênh SDM. Hệ thống truyền dẫn quang có thể được thiết lập bằng cách sử dụng hỗn hợp TDM/FDM, WDM và SDM. Chúng ta có thể thấy rằng hệ thống truyền dẫn quang cũng tương tự như phương pháp truyền dẫn cáp đôi và cáp đồng trục truyền thống, chỉ có khác là nó biến đổi các tín hiệu điện thành tín hiệu quang và ngược lại tại đầu thu. Hình 1.20 trình bày cấu hình của hệ thống truyền dẫn cáp quang.



Hình 1.20. Cấu hình của hệ thống truyền dẫn cáp quang

Phương pháp truyền dẫn analog có thể được tiến hành chỉ với một bộ khuyếch đại tạo điều kiện để phía thu nhận được mức ra theo yêu cầu bằng cách biến đổi các tín hiệu điện thành các tín hiệu quang và ngược lại. Khi sử dụng phương pháp điều chế PCM thì mọi chức năng giải điều chế tương ứng với nó cần được gán cho phía thu. Cho tới đây, chúng ta đã mô tả các chức năng cơ bản của hệ thống truyền dẫn quang. Ngoài những phần đã trình bày ở trên hệ thống hoạt động thực tế còn có thêm một mạch ổn định đầu ra của các tín hiệu quang cần phát, một mạch AGC để duy trì tính đồng nhất của đầu ra tín hiệu điện ở phía thu và một mạch để giám sát mỗi phía.

2. Những thành phần cơ bản của hệ thống truyền dẫn quang.

Hệ thống truyền dẫn quang bao gồm các phần tử phát xạ ánh sáng (nguồn sáng), các sợi quang (môi trường truyền dẫn) và các phần tử thu để nhận ánh sáng truyền qua sợi quang.

Các phần tử sau đây được chọn để sử dụng:

1. Phần tử phát xạ ánh sáng
a. Điôt Laser (LD)
b. Điôt phát quang (LED)
c. Laser bán dẫn

2. Sợi quang
a. Sợi quang đa mode chỉ số bước
b. Sợi quang đa mode chỉ số lớp
c. Sợi quang đơn mode

3. Phần tử thu ánh sáng
a. Điôt quang kiểu thác (APD)
b. Điôt quang PIN (PIN - PD)

1.4. PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN DẪN ĐỒNG BỘ E

1.4.1. Cơ sở của tiêu chuẩn hoá

Trước khi phương pháp truyền dẫn đồng bộ có được dạng thức cao cấp của các đặc trưng đơn nhất, Metrobus và SONET đã có những đóng góp to lớn. Metrobus là hệ thống thông tin quang đồng bộ nội tại mà bell Communications Research của AT & T ở Hợp chúng quốc Hoa Kỳ nghiên cứu và phát triển. Còn SONET là tiêu chuẩn kết nối của hệ thống thông tin quang mà sau đó Bell communications reseach (Bellcore) đề xuất và rồi được uỷ ban T1 chấp nhận sử dụng và phát triển cho tiêu chuẩn Bắc Mỹ. Metrobus đã chống lại quan điểm của thông tin quang cổ điển, đã sử dụng sự ghép tầng đầu tiên, đã chấp nhận sử dụng khái niệm container (công tenơ), đã sử dụng Overhead (mào đầu) một cách hiệu quả và đã thiết lập khái niệm hệ thống thông tin quang đồng bộ nội tại, hệ thống này coi tín hiệu cấp 150 Mbit/s làm cấp tiêu chuẩn. Do vậy, trên cơ sở cấp 50 Mbit/s, SONET bổ sung quan niệm về cấu trúc phân cấp và phương pháp đồng bộ nhờ con trỏ để hệ thống hoá đoạn mào đầu và sau đó mở ra chân trời mới cho thông tin toàn cầu. Dựa trên những cái đó, chính phân cấp của đồng bộ (SDH) hiện nay đã lấy tín hiệu cấp 150 Mbit/s làm tiêu chuẩn, kể cả phân cấp số kiểu Châu Âu, và được phổ cập hoá để mở ra khả năng thông tin toàn cầu.

1. Metrobus

Metrobus là một hệ thống thông tin quang do J.D.Spalink, một nhà nghiên cứu tại Bellcore của AT & T, đề xuất năm 1982. Nó đã được triển khai theo quy mô đầy đủ vào đầu năm 1984, được công bố vào tháng chín năm 1985 và được thử nghiệm để thương mại hoá vào đầu năm 1987. Chính sách cơ bản của Metrobus là phát triển hệ thống thông tin quang tối ưu nhất, có cân nhắc đến khía cạnh tốc độ cao, dung lượng lớn, vốn là đặc trưng của một hệ thống thông tin quang, phương hướng tiến triển của mạng thông tin, quá trình phát triển của công nghệ cốt yếu và xu hướng đổi mới dịch vụ. Tên gọi của Metrobus có nguồn gốc từ mục tiêu ứng dụng của nó nhằm vào vùng thành phố lớn (metropolitan). Trong quá trình R&D cho ứng dụng đó đã nổi lên một số khái niệm. Điển hình là khái niệm về mạng thông tin quang điểm - đa điểm, khái niệm về hệ thống đồng bộ nội tại, tầm nhìn của DS-O, khái niệm ghép kênh tầng đầu tiên, điều chỉnh đồng thời những tín hiệu nhiều cấp bằng việc điều khiển số hiệu công tenơ, thiết lập tín hiệu tiêu chuẩn nội tại 150Mbit/s và sử dụng đủ mào đầu.

Do tất cả các hệ thống thông tin quang trước đây đều đã được đề xuất trong bối cảnh của các hệ thống điểm - nối điểm, cho nên khái niệm của thông tin quang đã được xem như một khái niệm có tính chất cách mạng.

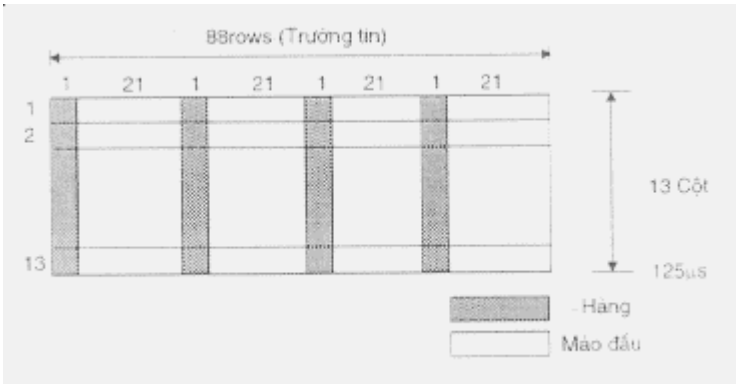
Những khái niệm khác đã đóng vai trò không thể thiếu được để thể hiện khái niệm này. Với việc cân nhắc đến dải thông vô hạn mà thông tin quang cung cấp, ta thấy nó đủ bảo đảm khoảng trống cho mào đầu, và bằng việc sử dụng nó cũng như bằng việc hình thành kênh truyền thông mào đầu, cho phép ứng dụng liên kết của toàn bộ các tuyến thông tin quang. Tuy nhiên, do tỷ lệ của mào đầu đã vượt quá 4,5% của toàn bộ, cho nên khái niệm này khó có thể được chấp nhận trong bối cảnh đó.

Việc lựa chọn 150 Mbit/s (cụ thể là 146,432, Mbit/s) làm tín hiệu nội bộ của mạng đã thực sự là một quan điểm tiên phong. Sở dĩ như vậy là vì những điều sau đây được dự kiến : khi được xem xét theo khía cạnh phân lớp tín hiệu digital, tốc độ bít mà tất cả các tín hiệu có thể bao gồm là 150 Mbit/s; theo khía cạnh dịch vụ, tín hiệu thoại, số liệu và video (kể cả tín hiệu HDTV có nén) hiện tại đều có thể được sử dụng trong cấp 150Mbit/s này; về khía cạnh công nghệ bán dẫn cơ bản, công nghệ CMOS có thể được sử dụng trong phạm vi 150 Mbit/s chẳng khó khăn gì. Ngoài ra, về khía cạnh thuê bao thì còn có một số lợi thế: với cấp phân tử 150 Mbit/s, các ánh sáng có thể được sử dụng nhờ sự kết hợp với điốt LED và PIN rẻ tiền, và cáp sợi quang có thể tạo điều kiện cho sự kết hợp hiệu quả này nhờ việc sử dụng sợi quang đa mode có chỉ số tăng dần thay cho đơn mode.

Khái niệm ghép kênh tầng đầu tiên cũng là một khái niệm mang tính cách mạng. Nó cho phép ghép kênh trực tiếp tín hiệu DS -1 thành tín hiệu tiêu chuẩn150 Mbit/s mà không cần chuyển qua tín hiệu DS-2 hoặc DS-3 điều không thể có trong hệ thống ghép kênh không đồng bộ trước đây. Nó trở thành nền tảng để thực hiện kết nối tách/nhập và nối kết chéo là những nối kết thường thấy trong mạng thông tin quang.

Được giới thiệu như một phương tiện thực hiện ghép kênh tầng thứ nhất, khái niệm này giúp cho việc ghép kênh tín hiệu phân cấp bằng việc điều khiển số hiệu của các công tenơ. Nghĩa là, bằng việc xác định các ô có kích thước cố định, làm cho các tín hiệu DS -1. DS -1C, DS-2, DS-3 v.v...lấp đầy vào các ô tương ứng của các khối 1, các khối 2, các khối 4, các khối 28 trong cùng một đơn vị thời gian. Như vậy, kết nối tách nhập và kết nối chéo rất tiện lợi, bởi vì tất cả các tín hiệu đều được xử lý với đơn vị của số hiệu ô.

Tín hiệu tiêu chuẩn nội bộ bao gồm 13Wx88 (1W=16 bít) như trong hình 1.37. Tốc độ bit là 146,432 Mbit/s (13x88x16x8 kbit/s). 88 đơn vị của từ mã (thuộc về 88 ô) xuất hiện trong 125m s/13, trong dó 4 đơn vị được sử dụng cho mào đầu và mỗi tín hiệu DS-n chiếm số hiệu tương ứng của ô.



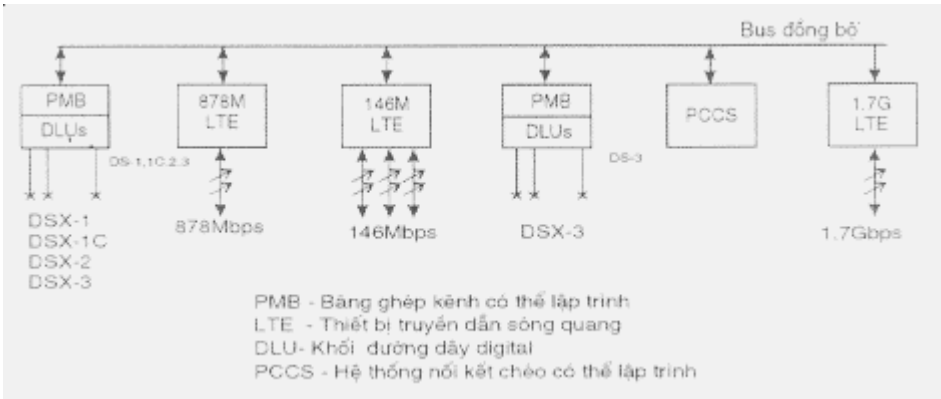
Hình 1.37. Cấu trúc khung của Metrobus

Việc giới thiệu khái niệm đồng bộ nội tại cũng đã là một tiền đề cho mạng thông tin đồng bộ. Có nghĩa là, do phạm vi mục tiêu đã chỉ được giới hạn cho khu vực thành phố, dựa trên tiêu chuẩn nội bộ của mạng, biện pháp đối phó trong trường hợp vượt quá giới hạn cận đồng bộ đã không được chuẩn bị chút nào. Trong trường hợp này tín hiệu định thời sẽ sử dụng tần số chuẩn đồng bộ hoá cơ bản BSRF và cũng có thể sử dụng tín hiệu định thời được đón nhận từ bộ dao động nội và từ tín hiệu thu được.

Độ nhìn rõ của tín hiệu DS-O đã được tạo ra với đơn vị 125 m s. Khi việc chuyển từ mỗi tín hiệu phân cấp sang công tenơ cũng được thực hiện với đơn vị 125 m s, thì các tín hiệu DS-O nhận được qua lấy mẫu 8 kbit/s có thể xuất hiện một cách trong suốt ngay tại tín hiệu phân cấp mức cao.

Theo cách như vậy, việc phân tách kênh DS-O 64 kbit/s khỏi tín hiệu tiêu chuẩn nội bộ 150 Mbit/s có thể được thực hiện một cách dễ dàng.

Hình 1.38 biểu diễn cấu trúc của hệ thống Metrobus. Phần được trình bày như bus nội bộ trong hình vẽ tương ứng với tín hiệu tiêu chuẩn nội bộ 146,432 Mbit/s. Tín hiệu được tạo ra từ DS-1 đến DS-3 qua PMB (băng ghép kênh có thể lập trình). Thông tin quang 146 Mbit/s có thể phối hợp trực tiếp với tín hiệu này, và đi qua thiết bị truyền dẫn sóng quang LTE-Lightwave Transmission Equipment). có thể tạo nên thông tin quang 876 Mbit/s hoặc 1,7 Gbit/s bằng việc đưa 6 hoặc 12 đơn vị của tín hiệu này vào WIM (ghép kênh xen từ mã - Word Interleaved Multiplexing), rồi sau đó đưa qua LTE. Những quá trình này được mô tả trong hình vẽ. Ngoài ra, hệ thống PCCS (hệ thống kết nối chéo có thể lập trình) thực hiện chức năng nối kết chéo qua các công tenơ do tiêu chuẩn của tốc độ bit DS-1 tạo ra bằng cách đưa vào tín hiệu 146 Mbit/s.



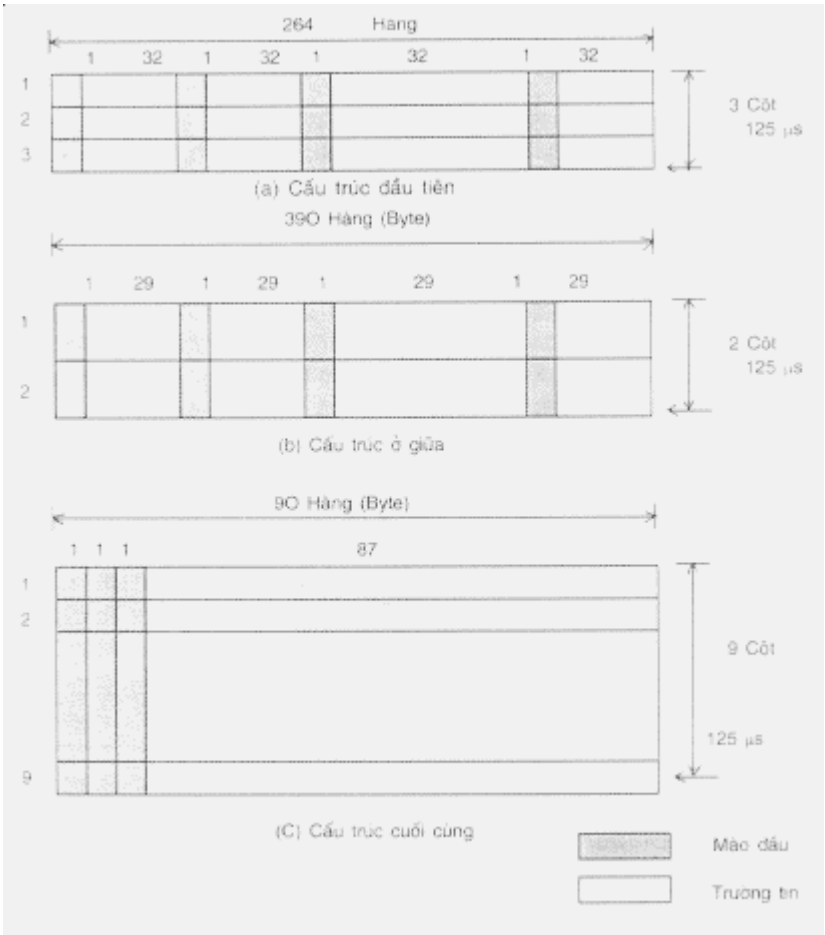
Hình 1.38. Cấu trúc của hệ thống Metrobus

2. SONET

Sonet là một từ viết tắt của Synchronous Optical Network (mạng quang đồng bộ). Nó đã được R.J.Boehm và Y.J.Ching ở viện nghiên cứu truyền thông Bell đệ trình lên uỷ ban T1- tổ chức tiêu chuẩn truyền thông của Bắc Mỹ - vào cuối năm 1984 như một đề án tiêu chuẩn về đấu nối hệ thống thông tin quang. Vào thời gian đó, khung được đề xuất có dạng 3x8x33B như trong hình 1.39, và tốc độ bit là 50,688 Mbit/s (=3x8x33x8 kbit/s). Tín hiệu này được gọi là STS-1 (Synchronous Transport Signal - 1 - Tín hiệu chuyển giao đồng bộ - 1) và DS - 3 hoặc SYNTRAN DS-3, mà nó đã được chấp nhận như tín hiệu phân cấp cơ bản và được ấn định đưa vào quá trình ghép kênh xen byte qua STS-1.

Tầng đầu tiên của SONET đã được đề nghị cho mục đích "gặp gỡ giữa chặng" và quan điểm nghi ngờ về tính khả thi của nó đã chiếm ưu thế. Kết quả là việc tiêu chuẩn hoá nó hầu như không được tiến hành trong khoảng một năm, sau khi khái niệm SONET đã được giới thiệu. Tuy nhiên, việc tiêu chuẩn hoá đã bỗng nhiên được đưa ra cùng với thông báo của Metrobus vào tháng chín năm 1985, và khái niệm về hệ thống phân cấp và kỹ thuật đồng bộ hoá bằng con trỏ đã được các thành viên của uỷ ban T1 đề xuất thêm. Những người đề xuất SONET đã phát triển và hệ thống hoá cấu trúc khung của tầng đầu tiên và đưa ra công thức (28+L) (24+M) (8+N). Điều này dự tính tôn mào đầu của mức DS-3 lên kích thước DS-1 của L đơn vị; mào đầu của mức DS-1 lên kích thước DS-O của M đơn vị và mào đầu của mức DS-O lên Nbit. Tầng giữa của khung SONET có cấu trúc 26Bx30 và 49,92 Mbit/s (30x26x8x8 kbit/s) được điều chỉnh với L=2, M=2 N=0 dựa trên công thức miêu tả trong hình 1.39. Vào khoảng thời gian đó viện nghiên cứu truyền thông Bell của AT&T đề nghị rằng tín hiệu tiêu chuẩn nội bộ của Metrobus (có cấu trúc 26x88W và 146,432 Mbit/s) cần được chấp nhận là tín hiệu tiêu chuẩn. Tín hiệu này được biểu thị bằng công thức của Viện Nghiên cứu truyền thông Bell sẽ là: J+K (28+L) (24+M), (8+N), J=1, K=3; L=1, M=2; N=0; và L, M và N trong số đó có cùng một ý nghĩa như được xác định trước,

K có nghĩa là số hiệu của tín hiệu mức DS-3, còn J là kích thước của DS-1 đại diện cho mào đầu gắn vào toàn bộ chúng.



Hình 1.39. Cấu trúc khung của SONET

Mặc dù uỷ ban T1 đã xem xét kỹ những cuộc thảo luận liên quan đến hai dự án này, nó vẫn không thể phán quyết được tính ưu việt theo kết quả đối chiếu và kiểm nghiệm. Điểm bàn cãi sôi nổi nhất là trong đánh giá giữa 150Mbit/s và 50 Mbit/s thì tốc độ bit nào ưu việt hơn.

Tuy nhiên, do sự cạnh tranh vì phân chia thị trường viễn thông và vai trò giữa các công ty, đầu năm 1986, uỷ ban T1 đã đi tới một quyết định là tín hiệu tiêu chuẩn STS -1 sẽ là 49,92 Mbit/s. Trong khi ITU - T cũng đang hoạt động nhằm tiêu chuẩn hoá băng kênh rộng vào cùng thời gian đó thì uỷ ban T1 quyết định đề nghị lấy 149,976 Mbit/s làm dự án của Bắc Mỹ, nó gấp ba lần 49,92 Mbit/s; có nghĩa là uỷ ban T1, người đã quyết định chọn cấp 50 Mbit/s, đã thừa nhận về mặt kỹ thuật tính thích hợp của 150 Mbit/s. Sau đó, những hoạt động tiêu chuẩn hoá SONRT được tiến hành một cách suôn sẻ, chủ yếu nhờ uỷ ban ngang cấp T1X1, và đã đi đến một

thoả thuận về một tiêu chuẩn thậm chí khá chi tiết. Mặc dù nó đã tiến hành hoạt động phối hợp ngay tức khắc mang tính chất bề mgoài, với ITU-T về vấn đề tiêu chuẩn kết nối NNI của B-ISDN, song đã có rất nhiều mặt hạn chế trong việc điều tiết với các tín hiệu digital kiểu Châu Âu, bởi vì 13Bx60 và 49,92 Mbit/s (hoặc 146,976 Mbit/s) chỉ chủ yếu phù hợp với các tín hiệu digital của Bắc Mỹ.

Do vậy, cấu trúc 9Bx270 và tốc độ 155,520 Mbit/s, cái được tăng lên ba lần cấu trúc khung và tốc độ bít của SONET chính là phân cấp đồng bộ số mà nó đã được quy định như khuyến nghị G.707-G.709 của ITU-T.

3. Phân cấp số đồng bộ

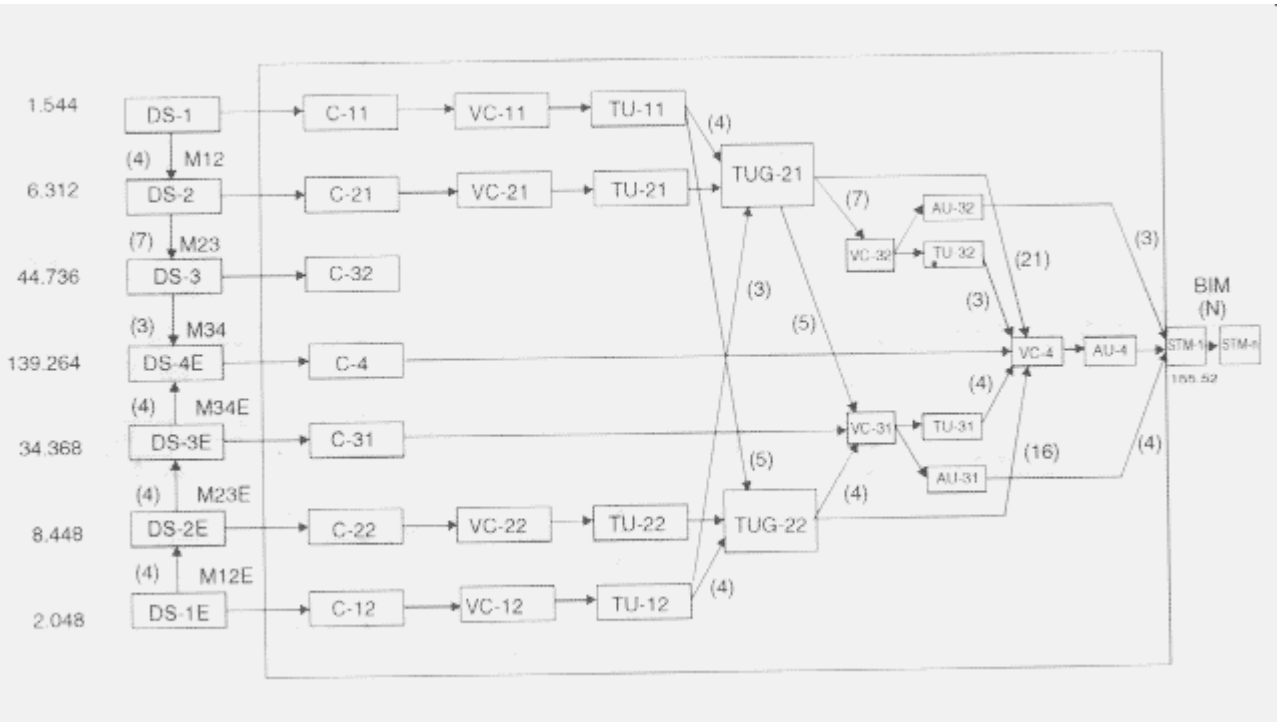
ITU-T đã thiết lập các kênh H1, H2, H3, H4 như đối với kênh tốc độ cao của khách hàng trong quá trình tiêu chuẩn hoá ISDN vào đầu năm 1980. Trong số đó, kênh H1, đã được tiêu chuẩn hoá bằng việc phân chia nhỏ thành kênh H11 của 1,536 Mbit/s dựa trên cơ sở tín hiệu DS-1 kiểu Bắc Mỹ, và kênh H12 của 1,920 Mbit/s dựa trên cơ sở tín hiệu DS-1 kiểu châu Âu. Mới đang chỉ có những nét đại cương mang tính chất khái niệm tương ứng với phân cấp số hiện có liên quan đến các kênh H2, H3, H4, nó đã bắt đầu đề cập đến tiêu chuẩn của một kênh băng rộng dựa trên các kênh đó. Đầu tiên nó nghiên cứu các tốc độ bit 30-40, 45, 60-70 Mbit/s, sau đó đề án 149,976 Mbit/s đã được đưa ra, dựa trên tiêu chuẩn SONET của uỷ ban T1.

Trong khi đó, ITU-T bắt đầu hoạt động để tiêu chuẩn hoá phân cấp đồng bộ số cho NNI (giao diện nút mạng) vào tháng bảy năm 1986, khác biệt với UNI (giao diện khách hàng - mạng) của ISDN. Điều này đã bắt đầu một giai đoạn tiêu chuẩn hoá đích thực hướng tới phân cấp số đồng bộ và ITU-T cùng uỷ ban T1 đã duy trì mối quan hệ hợp tác chặt chẽ cho mục đích đó, Hoa kỳ đã chính thức đưa ra cấp 50 Mbit/s dựa trên tín hiệu STS-1 đang được sử dụng của SONET tại hội nghị ở Brazin vào tháng Hai năm 1987 còn CEPT tìm cách chứng minh sự cần thiét của cấp tốc độ 150Mbit/s vì nó có thể thích hợp với cả hai hệ phân cấp số kiểu Bắc Mỹ và kiểu Châu Âu.

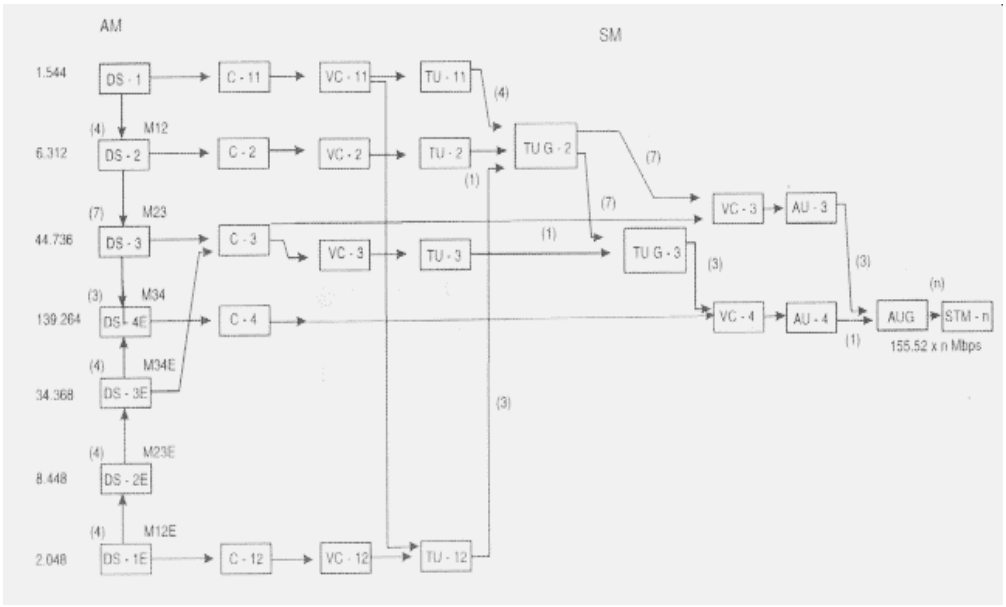
Kết quả là, đề án của Mỹ đã được thay đổi thành 149,976 Mbit/s của cấu trúc 13Bx180, dựa trên tín hiệu STS-3, tại Hội nghị ở Hamburg vào tháng 7 cùng năm đó, còn CEPT đề xuất tín hiệu 155,520 Mbit/s của 9Bx270 đối lập với của Mỹ. Người ta đã tranh cãi suốt một thời gian dài về hai cấu trúc này và điểm tranh cãi sôi nổi nhất là sự chung hoà giữa tín hiệu DS-2 của 8,448 Mbit/s và DS-3E của 34,368 Mbit/s thoả thuận cuối cùng qua hội nghị ở Seoul vào tháng Hai năm 1988 là cấu trúc 9Bx270. Tiêu chuẩn NNI được thoả thuận là tiêu chuẩn trong các khuyến nghị G-707 - G.709 của ITU-T và phân cấp số đồng bộ, tập trung trên tín hiệu STM-1

của cấu trúc khung 9Bx270 và tốc độ bít 155,520Mbit/s, đã được chính thức hoá.

Ngay cả sau khi khuyến nghị của ITU-T đã được ổn định thì các hoạt động nghiên cứu và đổi mới về phân cấp số đồng bộ vẫn được tiếp tục. Vào thời điểm khi tiêu chuẩn phân cấp số đồng bộ lần đầu tiên được quy định, hệ thống ghép kênh đồng bộ đã có một cấu trúc hoàn chỉnh như hình 1.40. Tuy nhiên, khi những khuyến nghị G.781 - 784 và G.957 - 958 (đều dựa trên cơ sở phân cấp số đồng bộ) đã được tiêu chuẩn hoá để hoàn chỉnh trong quá trình nghiên cứu hai năm sau đó, thì hệ thống ghép kênh đồng bộ đã được đơn giản hoá như cấu trúc trong hình 1.41. Có thể thấy được rằng các đường ghép kênh phân cấp kiểu châu Âu tương đồng một cách đáng kể với các đường ghép kênh phân cấp kiểu Mỹ, và rằng đã bổ sung các khái niệm mới, chẳng hạn như AUG, TUG-3. Hiểu theo đúng nghĩa của nó thì phạm vi mà Metrobus đóng góp cho việc tiêu chuẩn hoá SONET và SONET đóng góp cho việc tiêu chuẩn hoá phân cấp số đồng bộ là cực kỳ to lớn. Rất nhiều đặc trưng của phân cấp đồng bộ có nguồn gốc từ tiêu chuẩn của hệ thống Metrobus, chẳng hạn như quan điểm về mạng thông tin quang, khái niệm về hệ thống đồng bộ (một cách nội tại), độ rõ của DS-O qua khung 125m s, khái niệm về ghép kênh tầng thứ nhất, phối hợp tín hiệu tốc độ ghép kênh bằng việc điều khiển số hiệu của công tenơ, thiết lập tín hiệu cấp 150 Mbit/s tiêu chuẩn, và nâng cao độ linh hoạt và độ tin cậy của hệ thống nhờ sử dụng mào đầu một cách hiệu quả. Cũng như vậy, cấu trúc hệ thống phân cấp, hệ thống hoá cấu trúc mào đầu, đồng bộ hoá bằng con trỏ, và khả năng cấu trúc mạng thông tin liên tục địa, đều xuất phát từ tiêu chuẩn kết nối của SONET. Dựa trên những cơ sở đó, tiêu chuẩn phân cấp số đồng bộ là tiêu chuẩn cho phép cấu trúc nên mạng thông tin toàn cầu qua việc điều chỉnh kết hợp hai kiểu phân cấp số của Bắc Mỹ và của Châu Âu.



Hình 1.40 Cấu trúc ghép kênh đồng bộ số giai đoạn đầu tiên



Hình 1.41. Cấu trúc ghép kênh đồng bộ

Mặt khác, phân cấp số đồng bộ vốn được khởi đầu vì mục đích tiêu chuẩn hoá NNI của B-ISDN, đã có ảnh hưởng rất lớn đến tiêu chuẩn UNI của B-ISDN. Trước hết, ảnh hưởng trực tiếp của NNI của B-ISDN là đã quy

định 155,520 Mbit/s cho tốc độ bít tiêu chuẩn của NNI của B-ISDN và trong số quy định tốc độ bít trường tin thấp hơn 149,760 Mbít/s. Ngoài ra, ảnh hưởng có tính chất cơ bản khác nữa là nó có các tế bào ATM được ánh xạ trong đường bao của trường tin VC-4 để phát đi cơ sở phân cấp số đồng bộ của UNI của B-ISDN. Nói một cách chính xác, phân cấp số đồng bộ đã đóng một vai trò chủ chốt trong việc hình thành khái niệm B-ISDN cũng như đi tới một phương pháp truyền dẫn đồng bộ mới.

1.4.2. SHD và SONET

Như trên đã giải thích về quá trình tiêu chuẩn hoá phương thức truyền dẫn đồng bộ, SDH và SONET, có một mối quan hệ hết sức mật thiết. Đó chính là: hoạt động tiêu chuẩn hoá SONET tạo điều kiện thuận tiện cho tiêu chuẩn SDH và nó cũng mở rộng SONET để SONET được sử dụng cho thông tin hoàn cầu. Do vậy cần phải hiểu rằng giải thích SDH là đã bao hàm cả việc giải thích SONET. Tuy nhiên vẫn có một số khác biệt nhỏ giữa SDH và SONET. Nếu những sự khác biệt tiêu biểu giữa chúng ta có thể đếm trên đầu ngón tay thí điểm bắt đầu cơ bản của SDH là cấp 150Mbít/s, trong khi SONET là cấp 50Mbít/s. Có nghĩa là, trong khi SDH kết hợp DS-4E với tín hiệu mức thấp thành tín hiệu cấp cao nhất thì SONET có DS-3 như tín hiệu cấp cao nhất. Do có một khái niệm về giao diện, cho nên, đương nhiên, đây chẳng phải là một sự khác biệt đáng kể. Có nghĩa là nếu ba lần của tín hiệu STS-1 (Tín hiệu chuyển giao đồng bộ cấp 1) là 51,840 Mbít/s tín hiệu truyền dẫn cơ bản của SONET - được phối ghép để tạo thành STS-3C thì nó cũng có thể bằng với tín hiệu STM-1-155,520 Mbít/s của SDH, SDH và SONET có sự khác biệt nào đó về các loại tốc độ truyền dẫn. STM (155,520 Mbít/s, là một khối cơ bản, STM - 4 (622,080 Mbít/s), gấp bốn lần của STM-1 và STM-16 (2.488,320 Mbít/s), gấp bốn lần của STM-4, là những đối tượng quan tâm chính trong SDH. Trong khi đó, ở trường hợp SONET, STS-1 (51,840 Mbít/s) là tốc độ cơ bản, STS-3 (155,520 Mbít/s) STS-9, STS-12 (622,080 Mbít/s)STS-18, STS-24, STS-36, STS-36, STS-48 (2.488,320 Mbít/s) là các đối tượng quan tâm (tham khảo bảng 1.9); khi đó, nói chung, tín hiệu STM-n bằng với tín hiệu STS-3n trong tốc độ truyền dẫn :

Bảng 1.9 Tốc độ truyền dẫn của SDH và của SONET

SDH		**SONET**	
N	STM - N	N	STS - N
		1	51.840 Mbps
1	155.520 Mbps	3	155.520 Mbps

		9	466.560 Mbps
4	622.080 Mbps	12	622.080 Mbps
		18	933.120 Mbps
		24	1,244.160 Mbps
		36	1,866.240 Mbps
16	2,488.320 Mbps	48	2,488.320 Mbps

Về mặt cấu trúc khung, SONET giảm đi ba lần so với SDH. Nếu SDH là STM-1, nó có cấu trúc 9x270B và STS-1 của SONET có cấu trúc 9x90B, bằng một phần ba kích thước của SDH. Cũng như vậy, mào đầu đoạn của STM-1 trong dạng 9x9B được bố trí ở hàng đầu của khung STM - 1, mào đầu đoạn của STS-1 dưới dạng 9x3B được bố trí ở hàng đầu của khung STS-1. Sau đó, trong cả hai trường hợp, hàng thứ tư được dành riêng cho con trỏ (pointer). Cụ thể là, việc lựa chọn hàng thứ nhất, thứ tư và thứ bảy của mào đầu đoạn trong STS-1 tương ứng với mào đầu đoạn của STS-1 và việc sử dụng các thành phần này là như nhau trong cả hai trường hợp.

SDH và SONET có một số khác biệt trong khối tín hiệu cấu thành. Gốc gác của vấn đề như vậy là vì STM-1 là cấp 155Mbít/s và STS - 1 là cấp 50Mbít/s. Do đó, trong trường hợp STM - 1 cần phải ghép kênh một cách có hệ thống tất cả các tín hiệu phân cấp từ DS-1 đến DS-4E, trong khi đó, ở trường hợp STS-1 chỉ cần thiết ghép kênh có hiệu quả năm loại tín hiệu phân cấp là DS-1, DS-1E, DS-1C (3,152Mbít/s), DS-2 và DS-3. Do vậy, trong trường hợp STM-1, các khối tín hiệu ở giữa, chẳng hạn như C, VC, TU, TUG, AU, AUG v.v.... sẽ được thiết lập và thủ tục ghép kênh đồng bộ toàn bộ hệ thống như trong hình 1.41 là cần thiết. Ngược lại, trong trường hợp STS-1 chỉ có một khối tín hiệu trung gian, gọi là một nhánh ảo (VT-virtual tributary) là sẽ được thiết lập. VT nayf tương ứng với VC của SDH. Các VT tương đương với VC-11, VC-12 VC-2 được gọi tương ứng là VT 1,5, VT2 và VT6, còn VT3 được bổ sung cho DS-1C.

Vì đơn vị tín hiệu trung gian liên quan có khác nhau, cho nên SDH và SONET cũng khác nhau về cấu trúc ghép kênh. Trong trường hợp SDH cấu trúc thống kê hệ thống như trong hình 1.41 là cần thiết , trong đó nó nối kết C, VC, TU, TUG, AU, AUG ATM-n với nhau, còn trong trường hợp SONET, chỉ cần đến một thủ tục ghép kênh đơn giản là đấu nối DS-m, VT và STS-1. Sau đó, phương pháp ánh xạ các tín hiệu phân cấp thành VT-1,5 VT 2 và VT 6 cũng giống như phương pháp ánh xạ mỗi tín hiệu phân cấp thành VC-11, VC-12 và VC-2, và phương pháp ánh xạ DS-1C thành VT3 sẽ sử dụng phép ánh xạ tuân theo căn chỉnh dương, không

và âm. Phương pháp dùng để ghép kênh các VT này thành đường bao trường tin STS-1, tức là SPE (Synchronous Payload Envelope - Đường bao trường tin đồng bộ) cũng giống như phương pháp ghép kênh VC liên quan thành VC-3 qua TUG-2. Trong trường hợp thứ hai, việc ánh xạ DS-3 thành SPE cũng giống như phương pháp ánh xạ DS-3 thanh VC-3, nhưng phép ánh xạ SYNTRAN DS-3 thì được cung cấp phụ thêm.

Về phương diện thuật ngữ, khi mối quan hệ tương ứng giữa SONET và STM được tóm lược, thì VT 1,5 VT2, VT6 lần lượt tương ứng với VC-11, VC-12, VC-2, STS-1SPE tương ứng với VC-3 và STS-3C với STM-1. Khi các thuật ngữ liên quan đến phân cấp cần đối sánh, phương tiện vật lý, đoạn tái tạo, đoạn ghép kênh và lớp đường truyền được đặt ra trong SDH sẽ được gọi là lớp quang, lớp đoạn, lớp đường dây và lớp đường truyền trong SONET. Các thuật ngữ xác định khác liên quan đến ánh xạ, ghép kênh, mào đầu và đồng bộ hoá thì hầu như giống nhau.

SONET cũng như SDH đều dựa trên khái niệm phân cấp, sử dụng khung 125 m s, dùng mào đầu hệ thống, và có tốc độ truyền dẫn cơ bản giống nhau. Nhưng nó được điều tiết nhờ sự liên kết tất cả các tín hiệu phân cấp số Bắc Mỹ kể cả tín hiệu DS-1E kiểu Châu Âu, và nó chứa đựng cả thủ tục ghép kênh tầng thứ nhất.

Ngoài ra, SONET sử dụng đồng bộ hoá liên quan tới phương pháp con trỏ, giống như của SDH, cho nên có thể kết nối toàn bộ nước Mỹ bằng mạng truyền dẫn đồng bộ.

1.4.3 Phân cấp số cận đồng bộ so với đồng bộ

Lớp (mức) số hiện có bao gồm các tín hiệu DS-1-DS-4 của hệ thông Châu Âu/ Bắc Mỹ, đã được bộ phận tiêu chuẩn hoá viễn thông của ITU và Bell System quy định. Trong số đó, các tín hiệu của hệ thống Bắc Mỹ đã được uỷ ban T1 của Bắc Mỹ thừa nhận trở lại như tiêu chuẩn Bác Mỹ, đồng thời, tiêu chuẩn đó cũng được biết đến như là tiêu chuẩn do Bell System thiết lập lại.

Để phân biệt lớp số này với phân cấp số đồng bộ được thực thi gần đây, nó được gọi là phân cấp số cận đồng bộ.

Phân cấp số cận đồng bộ, một hệ phân cấp số tiêu chuẩn đang được sử dụng, được phân loại thành hệ thống Châu Âu và hệ thống Bắc Mỹ như (a) và (b) trong Hình 1.42 Phân cấp số cận đồng bộ của Bắc Mỹ được hình thành từ DS-1 (1,544 Mbít/s), DS-1C (3,152 Mbít/s), DS-2 (6,312 Mbít/s) và DS-3 (44,736 Mbít/s), DS-4E (139,264 Mbít/s). Phân cấp số cận đồng bộ Châu Âu bao gồm DS-1E (2,048 Mbít/s), DS-2E (8,448

Mbít/s), DS03E (34,368 Mbít/s) và DS-4E (139,264 Mbít/s), DS-5E (564,992 Mbít/s).

Ghép kênh theo mỗi giai đoạn là ghép kênh cận đồng bộ và nó được đồng bộ hoá nhờ cân chỉnh dương - đó là một loại nhồi bít.

Phân cấp số đồng bộ, như được trình bày trong (c) của hình 1.42, được hình thành từ các tín hiệu STM-n. Đồng thời, n là một số nguyên lần, mà 1,4 và 16 là các số được quan tâm chủ yếu. Các tốc độ bít tương ứng với các số này là 155,520 Mbít/s, 622,080 Mbít/s và 2.488,320 Mbít/s. Một tín hiệu STM-n được hình thành thông qua ghép kênh đồng bộ từ các tín hiệu phân cấp DS-1, DS-2, DS-3 và DS-4E, DS3E, DS-2E, DS-1E. Đồng thời, các tín hiệu DS-1C hoặc DS-5E không được sử dụng. Tín hiệu STM-n được cấu thành từ n lần các tín hiệu STM-1 mà nó đã là sự ghép kênh xen byte (BIM).

Tuy nhiên, cấu trúc mào đầu của nó được tiến hành một cách hơi khác.

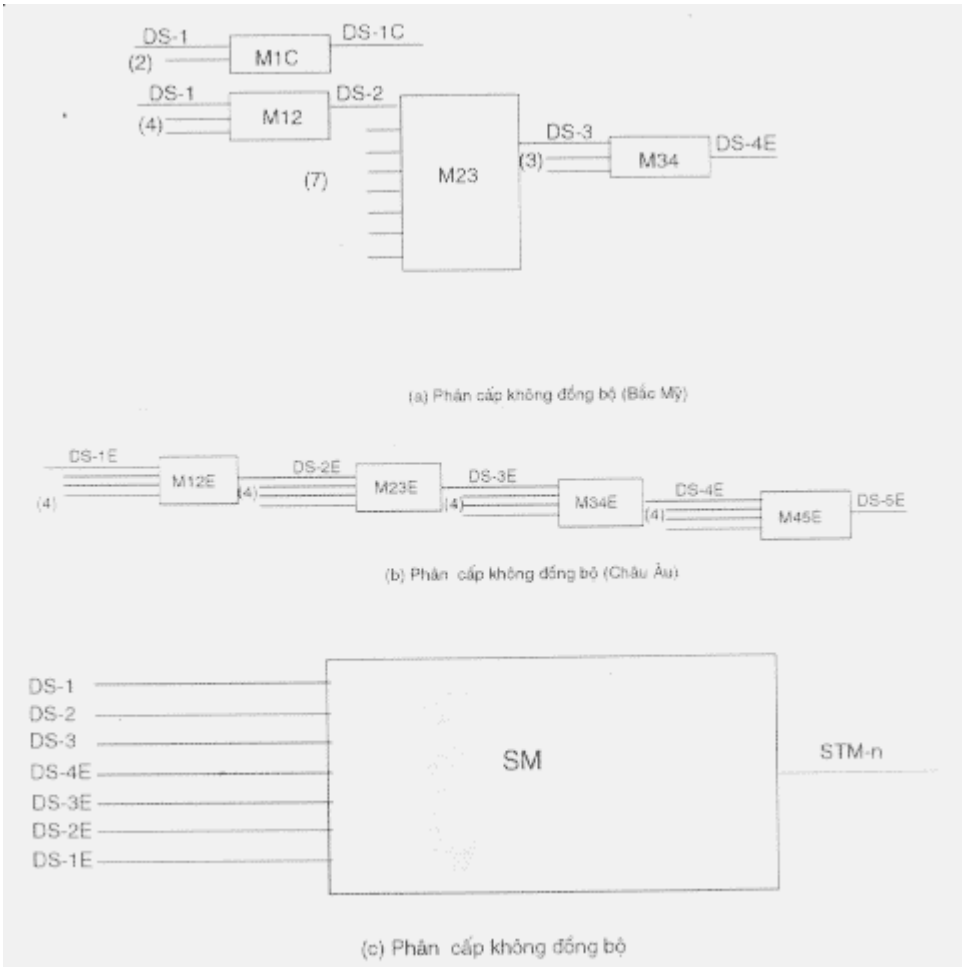
Khi so sánh (a), (b) trong Hình 1.42 với (c) trong cùng hình đó chúng ta có thể dễ dàng nhận thấy rằng phân cấp số đồng bộ có một cấu trúc đơn giản hơn nhiều so với cấu trúc của phân cấp số cận đồng bộ.

Có nghĩa là, tất cả các tín hiệu phân cấp của hệ thống Bắc Mỹ và Châu Âu chỉ có một giai đoạn ghép kênh. Trong một hệ thống phân cấp số câu đồng bộ việc ghép kênh không đồng bộ được thực hiện khi tín hiệu trong một cấp được ghép kênh thành cấp của giai đoạn kế sau. Trong một hệ thống phân cấp đồng bộ, việc ghép kênh đồng bộ được thực hiện khi tín hiệu phân cấp được ghép thành tín hiệu STM-n. Vả lại, trong phân cấp số cận đồng bộ tín hiệu DS-m thuộc về cấp của giai đoạn kế sau của tín hiệu DS-(m-1); nhưng tất cả các tín hiệu này có mối quan hệ ngang bằng trong phân cấp số đồng bộ.

(a) Phân cấp không đồng bộ (Bắc Mỹ)

(b) Phân cấp không đồng bộ (Châu Âu)

(c) Phân cấp không đông bộ



Hình 1.42. Phân cấp số

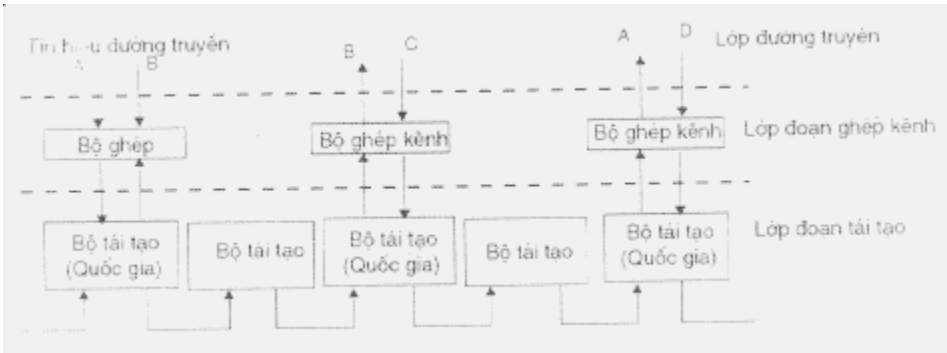
1.4.4. Khái niệm phân cấp và mào đầu

Nói chung, các tín hiệu số được gửi đi qua đường truyền, đoạn tái tạo, đoạn ghép kênh và môi trường vật lý như được minh hoạ trong hình 1.43. Khi áp dụng các khái niệm phân cấp cho quá trình truyền dẫn số thì đường truyền dẫn có thể được phân chia thành một lớp, đường truyền, một lớp đoạn ghép kênh, một lớp đoạn tái tạo và một lớp môi trường vật lý (hoặc lớp quang học).

Cấu trúc của ghép kênh đồng bộ có một sự sắp xếp theo không gian có hệ thống phù hợp với các khái niệm phân lớp. Trong Hình 1.44, khung STM-n được phân loại theo chức năng; mào đầu của đoạn ghép kênh được áp dụng trên lớp của đoạn tái tạo và trên lớp của đoạn ghép kênh. Hơn nữa, mào đầu đường truyền được áp dụng cho lớp đường truyền và các mào đầu cho bất kỳ các đường có mức thấp hơn nào khác thì hiện diện trong hình bao trường tin bên trong STM.

Các mào đầu được sử dụng trong ghép kênh đồng bộ được phân chia thành mào đầu đoạn (SOH-Section overhead) và mào đầu đường truyền (POH - Path Over-head), dựa trên những khái niệm phân cấp như mô tả ở

trên. Trong số chúng, SOH bao gồm một mào đầu đoạn đường trục và đầu đoạn ghép kênh.



Hình 1.43. Đường truyền dẫn (một đường) và khái niệm phân lớp của tín hiệu số

Mào đầu đoạn tái tạo	Mào đầu đường truyền của lớp có mức cao	Mào đầu đường truyền của lớp có mức thấp
Con trỏ		
Mào đầu đoạn tái tạo		

Hình 1.44. Cấu trúc khung và các khái niệm phân lớp của STM-n

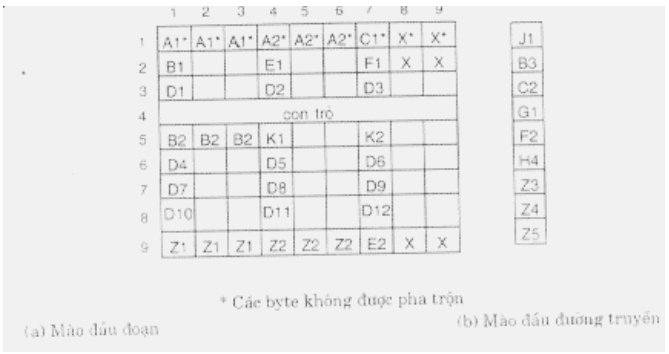
SOH được chèn vào trong giai đoạn cuối cùng khi tín hiệu STM-n được hình thành còn POH được chèn vào bất kỳ khi nào tín hiệu công tenơ ảo được tạo thành.

SOH được chèn vào và được tách ra trong đoạn tái tạo hoặc đoạn ghép kênh để chỉ thị hiệu năng truyền dẫn cũng như hoạt động và bảo dưỡng tín hiệu STM-n. Như được minh hoạ trong hình 1.44, các SOH nằm bên trên và bên dưới của con trỏ được sử dụng tương ứng cho đoạn tái tạo và đoạn ghép kênh. Có nghĩa là B1, SOH cho BIP-8 (Bit Interleaved Parity-8) được bố trí trên phần phía trên của PTR và nó được kiểm tra và tính toán lại trong mỗi bộ tái tạo.

Tuy nhiên, ba byte của B2-SOH cho BIP-24- được bố trí ở phần phía dưới của PTR và chúng chỉ được kiểm tra ở cuối đường dây. Như đã đề cập ở trên, POH được phân chia thành POH của lớp có mức cao cho VC-4 hoặc VC-3 và POH của lớp có mức thấp hơn dùng cho VC-11, VC-12 và VC-3. Trong bất kỳ trường hợp nào POH cũng được sử dụngcho truyền thông đầu cuối - tới - đầu cuối giữa những điểm, nơi các VC tương ứng được hình thành và giải toả.

Để giải thích cấu trúc của mào đầu đoạn và mào đầu đường hãy xem khung STM-1 trong hình 1.45, (a), (b). Việc sử dụng mỗi loại mào đầu trong hình này như sau: A1, A2 dùng cho bít sắp xếp khung; B1, B2; B3 dùng để kiểm tra ngang bằng chẵn lẻ, C1, C2 dùng cho số lượng tín hiệu và D1-D12 dùng cho kênh truyền số liệu, còn E1 và E2 dùng cho kênh nghiệp vụ; F1, F2 dùng cho kênh khách hàng; G1 là để kiểm tra trạng thái đường truyền, H4 dùng để chỉ thị đa khung; J1 dùng để ghi dấu tích đường truyền; K1, K2 dùng cho chuyển mạch bảo vệ tự động; Z1~ Z5 là các mào đầu dự phòng cho các mục đích khác.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9		J1
1	A1*	A1*	A1*	A2*	A2*	A2*	C1*	X*	X*		B3
2	B1			E1			F1	X	X		C2
3	D1			D2			D3				G1
4	con trỏ										F2
5	B2	B2	B2	K1			K2				H4
6	D4			D5			D6				Z3
7	D7			D8			D9				Z4
8	D10			D11			D12				Z5
9	Z1	Z1	Z1	Z2	Z2	Z2	E2	X	X		



Hình 1.45. Cấu trúc mào đầu

*** Các byte không được pha trộn**
(a) Mào đầu đoạn (b) Mào đầu đường truyền

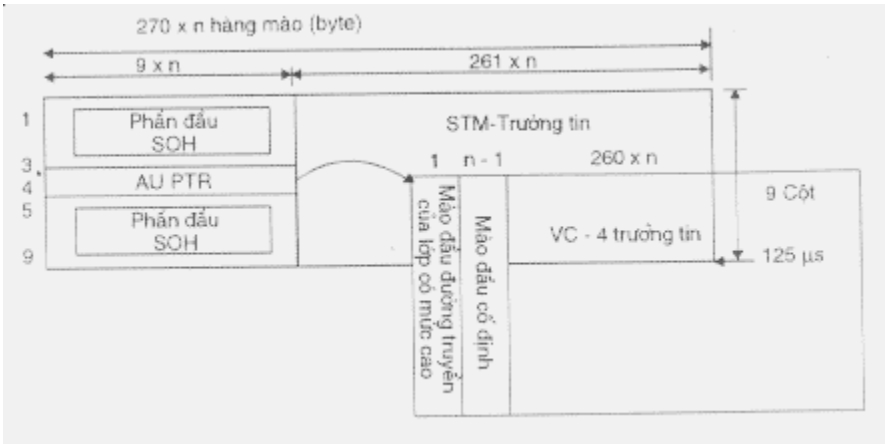
1.4.5. Cấu trúc của khung STM-n

Khung STM-n có một cấu hình như được trình bày trong hình 1.46, dựa trên cơ sở các khái niệm phân lớp định nghĩa trong phần trước. Do cấu trúc này chiếm một vùng 9Bxnx270 (B=Byte) trong vòng 125 m s, cho

nên nó có một tốc độ bít là n x 155,520 Mbít/s (=9 x n x 270 x 8 x 8 kbit/s). Trong đó, 9B x n x 9 được phân bố cho vùng mào đầu SOH và con trỏ AU (Khối quản lý) và phần còn lại của 9B x n x 261 được phân bố cho đường bao trường tin của STM-1.

Do vậy, STM-1, một tín hiệu cơ bản của phân cấp số đồng bộ, sẽ có kích thước là 9B x 270. Cũng như vậy, 9B x 9 trong số đó là cùng của mào đầu đoạn và con trỏ AU, và cũng chừng ấy 9B x 261 là đường bao trường tin, và tốc độ bít trở thành 155,520 Mbít/s.

Theo quan điểm cấu trúc khung STM-1, SOH được tạo thành từ hai khu vực 3 x 9B và 5 x 9B, con trỏ AUPTR bao gồm khu vực 1 x 9B và cấu hình của nó như được trình bày trong hình 1.45. Một VC-4 được ánh xạ trong vùng còn lại, hoặc ba tín hiệu VC-3 có thể được ánh xạ sang vùng đó cùng với mào đầu cố định (FOH-Fixed Overhead). Các tín hiệu VC-4 và VC-3 đều bao gồm hình bao trường tin và vùng POH có kích thước 9 x 1B được bố trí ở trước mỗi hình bao trường tin. Đồng thời, cấu hình bên trong của POH như trong (b) của hình 1.45. VC-4 hoặc VC-3 mà được gán con trỏ AUPTR thì được gọi là AU-4 hoặc AU-3.



Hình 1.46. Cấu trúc của khung STM-n

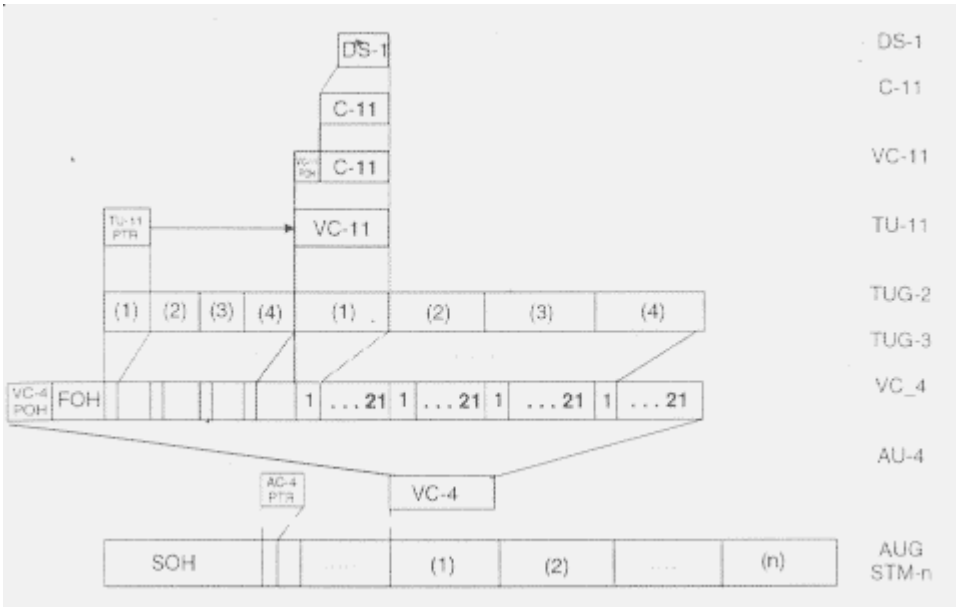
Do vậy, trong cấu trúc của khung STM-1, AU-4 là tổ hợp của vùng trường tin STM-1 và vùng con trỏ AU, và cấu trúc cuối cùng của STM-1 có thể đạt được khi các vùng SOH tương ứng được đặt lần lượt vào phần phía trên/ phía dưới của AU-4.

1.4.6 Cấu trúc ghép kênh đồng bộ

Như đã được mô tả, quá trình ghép kênh đồng bộ xử lý tất cả các tín hiệu phân cấp số một cách ngang bằng và nó sẽ thiết lập nên các tín hiệu STM-n. Trong hình 1.41, sơ đồ tổng thể của cấu trúc ghép kênh đồng bộ trên các tín hiệu phân cấp đã được đưa ra.

Trong hình này, các con số nằm trong ngoặc chỉ rõ số lượng tín hiệu cần thiết cho qúa trình ghép kênh tương ứng. Qua trình ghép kênh đồng bộ nằm trong hình chữ nhật in chấm (được chỉ thị bằng chữ SM), trong khi đó, hình chữ nhật phía bên trái được chỉ thị bằng chữ AM, biểu thị cho quá trình ghép kênh không đồng bộ mà trong đó các tín hiệu phân cấp được hìn thành.

Tại bước đầu tiên của quá trình ghép kênh đồng bộ, các tín hiệu của mỗi cấp được ánh xạ sang các công tenơ tương ứng. Đồng thời, phương pháp chèn dương/không/âm hoặc chỉ chèn dương trong khối bít được sử dụng để đồng bộ hoá. Một VC (Công tenơ) được hình thành nếu đưa thêm POH vào côngtenơ, và một TU (khối phân nhánh) được hình thành nếu gắn thêm PTR vào nó. Tuy nhiên, như trong trường hợp VC-4, VC-3, TU sẽ trở thành AU (Khối quản lý) nếu tín hiệu được ánh xạ thẳng sang STM-1 mà không qua các VC khác. Khi đó, số m (m=1, 2, 3, 4) gán cho mỗi khối tín hiệu sẽ chỉ thị rằng mỗi tốc độ bít của khối tín hiệu liên quan sẽ tương ứng với cấp DS-m. Khi m=1, nó được chia nhỏ thành 11 và 12 và chúng biểu thị tương ứng cho tốc độ bít của hệ thống Bắc Mỹ DS-1 và hệ thống Châu Âu DS-1E.



Hình 1.47. Qúa trình ghép kênh trên đường truyền

Tuy nhiên, trong trường hợp STM-n, tốc độ bít gấp n lần 155,520 Mbít/s

Trường hợp TU-1 (TU - 11 hoặc TU-12) nó được ghép kênh thành VC-3 và VC-4 thành kiểu TUG (nhóm của khối phân nhánh) sau khi được gộp lại thành bốn. TU-2 có thể được xem như tương đồng với TUG-2. Ngoài ra, TU-3 có thể được xem như bằng với TUG-3. VC-3 có thể được ghép kênh thành VC-4 sau khi đã được định tuyến với TU-3, hoặc nó có thể được ghép thẳng vào AU (khối quản lý - Administrative Unit) nhờ định

tuyến cho AU-3. Nhóm đơn vị quản lý AUG- Administrative Unit Group) có thể được xem như tương đồng với AU-4. Sẽ đạt được tín hiệu STM-n khi gán mào đầu đoạn (SOH) vào n nhóm AUG đã được ghép kênh.

Ghép kênh đồng bộ được đưa ra như một trong các thí dụ trong hình 1.47 là quá trình ghép kênh trên các đường truyền của DS-1\C-11\VC-11\TU-11\TUG-2\TUG-3\VC-4\TU-4\AUG\STM-n, được chỉ dẫn bằng các đường kẻ đậm trong Hình 1.41. Như được trình bày trong hình 1.47, tín hiệu DS-1 được ánh xạ trước hết thành C-11 và sau đó VC-11 POH được nạp vào đó để biến đổi nó thành VC-11. Đạt được TUG-2 khi TU-11 PTR được gán tới VC-11, và sau đó nó được ghép thành bốn. Ngay đối với các tín hiệu TUG-2 chúng ta có thể thấy rằng các con trỏ TU-11 PTR của các TU-11 được gộp lại với nhau và được đưa ra ngoài. Ngoài ra, TUG-3 đạt được nhờ ghép kênh một TUG-2 thành 7 TUG-2 và sau đó, gán FOH vào đầu của chúng. TUG-3 lại được ghép thành 3 TUG-3 và các FOH cùng các VC-4 POH sẽ được gán vào phía trước chúng để đạt được VC-4.

Theo bề ngoài, tín hiệu VC-4 cũng giống như tín hiệu thu được nhờ ghép TUG-2 thành 21 TUG và sau đó gán VC-4 POH và FOH vào phía trước chúng.

Khi kiểm tra các kết quả ghép kênh chúng ta có thể biết rằng mỗi một trong 84 tín hiệu TU-11 có thể được truy nhập trên VC-4. Đồng thời, FOH chỉ được sử dụng như một mào đầu được điền tạm để điều chỉnh kích thước.

Có thể thu được AU-4 nhờ gán AU-4 PTR vào VC-4 và nó cũng giống như tín hiệu AUG. Cuối cùng có thể thu được tín hiệu STM-n khi một AUG được ghép thành n AUG và sau đó. một mào đầu đoạn được gắn trên chúng.

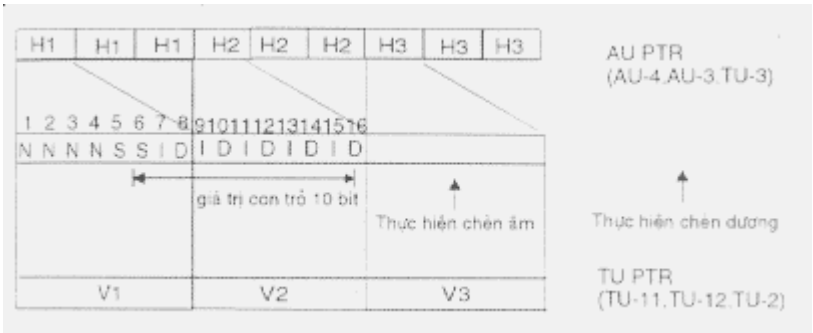
1.4.7 Con trỏ và đồng bộ hoá

Trong SDH, kỹ thuật con trỏ được sử dụng để đồng bộ hoá. Con trỏ này được sử dụng để chỉ thị sự thay đổi mối quan hệ khi VC được đồng chỉnh theo tín hiệu TU hoặc AU và khi VC chỉ thị địa chỉ xuất phát trong một khung TU hoặc AU và điểm xuất phát của nó bị thay đổi.

Như được trình bày trong hình 1.41 các loại con trỏ khả dụng là AU-4 PTR, AU-3 PTR, TU-3 PTR, và TU-11 PTR, TU-2 PTR, TU-12 PTR v.v.... Trong số đó AU-4 PTR, AU-3 PTR xuất hiện trên vị trí của AU PTR được chỉ rõ trong hình 1.46 và TU-3 PTR được bố trí trên đỉnh của hàng đầu tiên trong phạm vi khung TU-3.

Các con trỏ của lớp có mức cao nói trên được đánh dấu với H1, H2 và H3. các con trỏ của lớp có mức thấp, chẳng hạn như TU-11 PTR, TU-2 PTR và TU-12 PTR được đánh dấu bằng V1, V2 và V3. Các con trỏ của lớp mức thấp này được cấu trúc như sau: ba trong số các byte đầu tiên của mỗi đoạn sẽ đạt được nhờ phân chia TU tương ứng thành một đoạn 125 m s. Trong số đó, việc ứng dụng các đoạn mà ba byte đầu tiên của chúng là các con trỏ V1, V2 và V3, còn byte thứ tư là V4, thì còn chưa được xác định. Đồng thời, vùng trường tin của mỗi TU sẽ bố trí các địa chỉ trên byte đứng ngay đằng sau V2 và sau đó, theo trình tự 0, 1, 2 ....

Các con trỏ H1, H2, H3 và V1, V2, V3 có cùng một chức năng như nhau, trong khi chúng được dánh dấu một cách khác nhau. Hình 1.48 chỉ rõ phải xác định cách sử dụng ba byte này như thế nào. Bốn bít của cờ hiệu số liệu mới (NDF-New Data Flag) chỉ thị trạng thái của số liệu mới, còn bít SS được sử dụng để phân định loại của TU hoặc AU tương ứng. Địa chỉ bắt đầu của VC tương ứng được ghi trên 10 bít sau đó. 10 bít này được phân chia thành 5 bít I (Increment - gia tăng) và 5 bít D (Decrement - giảm) như được trình bày trong hình. Trong số đó, bít I sẽ bị huỷ bỏ mỗi khi địa chỉ của điểm xuất phát được gia tăng và bít D bị huỷ bỏ mỗi khi địa chỉ của điểm xuất phát giảm đi. Cuối cùng, byte H3 (hoặc V3) được sử dụng để nạp các số liệu hợp lệ khi thực hiện việc chèn âm.



Hình 1.48. Cấu hình và chức năng của con trỏ

Khi thực hiện một ghép chèn dương, các số liệu hợp lệ được phát đi bằng cách nạp tải cho byte đứng ngay đằng sau H3 (V3). Khi xảy ra sự khác nhau về tần số giữa khung TU và AU hoặc giữa các VC (là các trường tin của chúng) thì các byte con trỏ có thể được sử dụng để giải quyết các vấn đề này nhờ sử dụng phép chèn dương/ không/âm. Nếu tần số của VC tương ứng bắt đầu lớn hơn so với khung TU/AU thì trường tin cần phát sẽ được gia tăng. Đồng thời, đợi cho tới khi tổng số các dữ liệu được tích tụ do sự khác biệt tần số trở nên bằng 1 byte (trong trường hợp VC-4 là ba

byte), rồi khi đó nạp chúng cho một byte H3 hoặc V3 (trong trường hợp VC-4 là 3 byte), đồng thời huỷ bỏ các bít D. Khi đó, trên khung kế sau, ghi lại địa chỉ mới mà nó đã được giảm đi 1 tương ứng với địa chỉ đã được ghi trước đó trên một con trỏ 10 bít để tiến hành chèn âm. Sử dụng các phương pháp tương tự để tiến hành chèn âm khi tần số của VC tương ứng bắt đầu thấp hơn so với khung TU/AU. Tuy nhiên, khi đó các bít I sẽ bị huỷ bỏ và các số liệu không hợp lệ sẽ được nạp sang byte tiếp sau của H3 hoặc V3 và địa chỉ sẽ được gia tăng 1.

1.4.8 Các đặc điểm của Phương pháp Truyền dẫn Đồng bộ

Như đã phân tích cho tới lúc này, khi được so sánh với truyền dẫn không đồng bộ có một số đặc điểm nổi bật. Trong phần sau đây sẽ giải thích đặc điểm này.

1. *Khung 125 às*

Có thể thấy đặc điểm đầu tiên của truyền dẫn đồng bộ trong cấu trúc khung của nó; đó là cấu trúc khung được hình thành bằng các khối 125. Đặc điểm này không có trong phân cấp số không đồng bộ hiện dùng. Trong phân cấp số đồng bộ nó cho phép việc truy nhập từ các tín hiệu phân cấp mức cao tới các tín hiệu phân cấp mức thấp; đặc biệt là xuống tới tín hiệu DS-O được thực hiện một cách dễ dàng. Bằng đặc điểm này, toàn bộ quá trình xử lý số liệu có thể được thực hiện nhờ một đơn vị byte. Tuy nhiên đặc điểm này làm nảy sinh vấn đề trong phân cấp số không đồng bộ hiện tại. Do đó mà biến động (jitter) thời gian đợi trở nên nặng nề. Có nghĩa là việc chèn dương/không/âm là cần thiết khi các tín hiệu C-1 và C-2 được hình thành từ các tín hiệu số DS-1 và DS-2. Nhờ đó, các vấn đề liên quan đến jitter có thể được giải quyết.

2. *Sự hợp nhất các phân cấp số*

Cấu trúc ghép kênh đồng bộ có khả năng hoà hợp các tín hiệu số Bắc Mỹ và Châu Âu. Có nghĩa là, các tín hiệu STM-n có cùng hình dạng bề ngoài có thể được hình thành qua thủ tục ghép kênh đồng bộ ngay cả khi được gán bất kỳ tín hiệu nào trong số các DS-1, DS-2, DS-3 của Bắc Mỹ và các DS-1E, DS-2E, DS-3E, và DS-4E của Châu Âu. Ngoài ra, các tín hiệu Bắc Mỹ có thể kết hợp được với các tín hiệu Châu Âu trong quá trình ghép kênh đồng bộ, và ngược lại. Trước đây, không thể thực hiện được điều này. Ghép kênh tất cả các đường là phi thực tế và khả năng sử dụng phương thức đó cần phải được xác định để chuẩn bị cho sự liên kết mạng toàn cầu.

3. *Cấu trúc phân lớp*

Một trong những đặc điểm nổi bật của truyền dẫn đồng bộ là nó có thể thoả hiệp các khái niệm phân lớp khác nhau. Dựa trên khái niệm này, các mào đầu được phân loại thành SOH và POH trong cấu trúc khung. Có nghĩa là mạng thông tin chủ yếu được phân lớp thành các đường và các đoạn. Các mào đầu cần thiết cho các đường sẽ không được xử lý tại các đoạn mà chúng được truyền đi một cách trong suốt. Các SOH nằm ở phần phía trên hoặc phần phía dưới của con trỏ sẽ được phân loại theo chức năng - chúng được gán tương ứng với chức năng đoạn tái tạo và chức năng đoạn ghép kênh. Có nghĩa là các đoạn lại được phân lớp một lần nữa thành các đoạn ghép kênh mức cao và các đoạn tái tạo mức thấp.

4. Sử dụng một cách hệ thống các mào đầu

Trong các tín hiệu STM-1, mào đầu đoạn và con trỏ chiếm một không gian 9x9B. Mào đầu thực tế sẽ tăng lên khi các mào đầu và con trỏ của đường đang xét bị vượt quá trên một số các tầng. Chúng ta có thể biết rằng các mào đầu trong STM-1 vượt quá 105 khi tốc độ báo hiệu DS-4E là 139,264 Mbit/s. Đây là một điều cải tiến to lớn so với mạng phân cấp số không đồng bộ hiện nay. Các mào đầu được sử dụng đầy đủ sau khi được phân loại thành SOH, POH và PTR. Chúng được sử dụng để tạo điều kiện dễ dàng cho công tác quản lý điều hành và sửa chữa mạng thông tin.

5. Đồng bộ hoá bằng con trỏ.

Trong quá trình ghép kênh đồng bộ, mạng thông tin được đồng bộ hoá nhờ việc thỉnh thoảng gài vào các con trỏ. Có nghĩa là sự xê dịch tần số giữa đồng hồ hệ thống và các tín hiệu thu có thể được xử lý phù hợp với con trỏ và chèn dương/không/âm. Thông qua việc sử dụng bộ nhớ cơ động, phương pháp đồng bộ hoá kiểu này tạo điều kiện khả thi cho đồng bộ hoá băng rộng nhờ việc đưa ra khả năng quan hệ với môi trường cận đồng bộ. Phương pháp đồng bộ hoá bằng con trỏ tương ứng với việc nhồi byte, nếu chúng ta nghiên cứu nó trong bối cảnh của đồng bộ hoá nhồi bit. Vì lý do đó, phương pháp đồng bộ hoá con trỏ tạo ra jitter tần số thấp và jitter biên độ cao. Một trong những vấn đề quan trọng là phải giải quyết jitter này.

6. Ghép kênh một bước

Trong quá trình ghép kênh đồng bộ, các đường truyền trên đó các tín hiệu TUG-2 được ánh xạ trực tiếp thành các tín hiệu VC-4, hoặc các tín hiệu AU-3 được ánh xạ trực tiếp thành các tín hiệu. Cái đó gọi là ghép kênh

một bước; tầng trung gian bị bỏ qua trong quá trình ghép kênh. Khái niệm này không hề được ứng dụng đối với quá trình ghép kênh không đồng bộ đang được sử dụng.

Ngoài ra, khi áp dụng trên một mạng thông tin, nơi một số lượng lớn các tín hiệu được gửi đi nhờ tiến hành một số quá trình ghép kênh, khái niệm này tạo điều kiện dễ dàng và kinh tế cho kết nối phân chia và kết nối chéo. Ghép kênh một bước trở nên khả thi nhờ dựa vào khái niệm côngtenơ.

7. Khái niệm Mạng thông tin.

Phương pháp truyền dẫn đồng bộ đã được thiết lập dựa trên cơ sở của khái niệm mạng thông tin. Do bởi các hệ thống thông tin quang hiện nay đã được thiết kế dựa trên quan niệm truyền dẫn điểm nối điểm cho nên sẽ không có hiệu quả khi thực hiện các kết nối tách/nhập hoặc nối kết chéo thường xuyên xảy ra đối với các tín hiệu đã được tạo ra trên các nút ở giữa, sau khi hình thành mạng truyền thông. Tuy nhiên, khi số lượng các hệ thống thông tin quang được sử dụng ngày một nhiều thì các hệ thống và các tiêu chuẩn dựa trên khái niệm của mạng quang đã trở nên cần thiết và khái niệm ghép kênh một bước đã được áp dụng. Hơn nữa, về mặt các mào đầu thì các SOH cần cho các đoạn và POhH cần cho các đường đã được phân loại và một vài loại mào đầu trong số đó đã được gán cho việc khai thác và bảo dưỡng mạng thông tin được hiệu quả.

8. Mạng thông tin toàn cầu

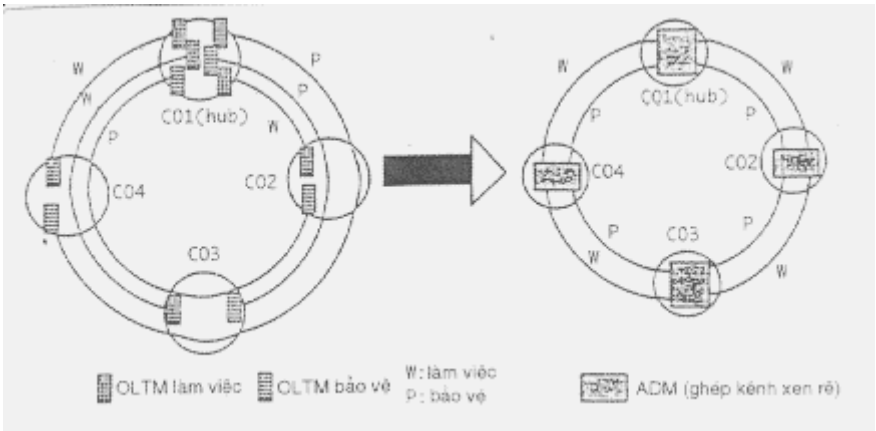
Một đặc điểm khác của mạng truyền dẫn đồng bộ là nó được dựa trên cơ sở khái niệm thông tin toàn cầu. Việc đồng bộ hoá được tiến hành một số lần qua việc sử dụng các con trỏ là yếu tố cho phép mạng truyền dẫn đồng bộ được đồng bộ hoá với mạng thông tin toàn cầu. Vì mục đích đó, phân cấp số của Bắc Mỹ và của Châu Âu đã kết nối với nhau. Nếu các mào đầu từ bên ngoài và cấu trúc ghép kênh được sử dụng đều dựa trên khái niệm này của mạng thông tin thì mạng thông tin toàn cầu có thể trở thành hiện thực.

1.6.6 Các mạch vòng tự hàn gắn (SHR)

1. Lợi ích của việc sử dụng các SHR

Các mạng hiện tại với công nghệ cáp sợi quang đang sử dụng phương pháp định tuyến bảo vệ phân tập tự động và tìm hướng kép để bảo vệ mạng trong những trường hợp đứt cáp hoặc hư hỏng các trung tâm chính. Những mạng như vậy có thể được phát triển thành các vòng SHR nếu như SHR chứng tỏ được là kinh tế hơn. Một mạng mạch vòng là một tập hợp các nút hình thành nên một vòng khép kín, trong

đó mỗi nút được kết nối qua một phương tiện truyền thông song công. Một SHR là một mạng mạch vòng cung cấp dải thông và hoặc thiết bị mạng dự phòng sao cho các dịch vụ bị gián đoạn có thể được phục hồi một cách tự động sau sự cố mạng. Các thiết bị ghép kênh dùng trong các cấu trúc vòng là các thiết bị ADM có nhiệm vụ xen và rẽ các kênh tại chỗ và chuyển tiếp xuyên suốt các kênh quá giang. Hình 1.68 miêu tả một thí dụ về một kịch bản phát triển mạng từ mạng bảo vệ phân tập sang mạch vòng. Hình 1.68(a) miêu tả một mạng cáp quang hướng tâm với ba CO và trung tâm phục vụ của chúng. Các đường truyền thông giữa một CO và trung tâm của nó được đi qua chặng cáp quang ưu tiên điểm - nối - điểm, chặng này được bảo vệ nhờ chặng cáp quang phân tập vật lý do hệ thống APS điều khiển. Các bộ ghép kênh đầu cuối được sử dụng trong mạng cáp quang hướng tâm này có thể được phát triển thành một hệ thống ADMS tốc độ cao, trong đó các ADM này bắt đầu có hiệu lực và khái niệm mạch vòng chứng minh được là có hiệu quả kinh tế. Khi so sánh với đối tác hướng tâm của nó, mạch vòng có thể sẽ cần đến các ADM tốc độ cao hơn, bởi vì nó sử dụng chung không chỉ các phương tiện cáp quang mà còn thiết bị ghép kênh.



Hình 1.68 Phát triển của cấu trúc mạch vòng

Như được mô tả trong hình 1.68, cấu trúc mạch vòng đã có những ưu điểm sau đây so với cấu trúc hướng tâm 1:1/DP: (1) giảm bớt các sợi quang và các thiết bị quang/điện tử và các bộ tái tạo; và (2) khả năng sinh tồn đầy đủ trong khi đứt cáp quang và hỏng nút mạng (trừ nút bị hỏng). Đối với thí dụ trình bày trong hình 1.68(a), mạng hướng tâm 1:1/Dp yêu cầu 12 bộ OLTM, còn mạng mạch vòng trình bày trong hình 1.68(b) chỉ đòi hỏi có 4 bộ ADM. Phụ thuộc vào các tốc độ đường dây được dùng, một số ADM ít hơn cho mạch vòng có thể không nhất thiết chứng tỏ rằng các chi phí đầu tư là thấp hơn. Nếu ta nghiên cứu một trường hợp trong đó cả hai mạng vòng và hướng tâm đều sử dụng cùng một tốc độ đường dây, và chi phí của một OLTM vào khoảng 80% chi phí của một ADM (tại cùng một tốc độ đường

dây) thì mạng vòng có thể tiết kiệm dược 58% chi phí đầu tư so với đối tác hướng tâm của nó. Bây giờ chúng ta nghiên cứu một trường hợp khác, trong đó mạng hướng tâm 1:1/DP sử dụng hệ thống 565 Mbit/s và mạng vòng sử dụng hệ thống 2,40 Gbit/s. Giả thiết rằng giá thành tương đối của một thiết bị kết cuối 565 - Mbit/s là 1 và chi phí của thiết bị 2,40 Gbit/s gấp ba lần giá thành này. Mạng vòng đang nghiên cứu ở đây cần đến bốn bộ ADM 2,4 cobit/s, điều này dẫn đến một giá thành tương đối là 12 (1 x 3 x 4 = 12), trong khi đó mạng hướng tâm 1:1/DP cần đến 12 bộ OLTM 565 Mbit/s, điều này dẫn đến một giá thành tương đối là 9,6 (1 x 0,8 x 12 = 9,6). Do vậy, trong thí dụ đặc trưng này, mạng hướng tâm 1:1/DP dường như ít đắt hơn mạng vòng. Tuy nhiên, có thể phải cần đến các bộ tái tạo cho các chặng bảo vệ phân tập dài hơn trong các mạng hướng tâm cáp quang rộng hơn và có thể điều chỉnh những lợi thế của việc sử dụng các OLTM tốc độ thấp. Khi số lượng các nút trong mạng vòng tăng lên tới tám hoặc lớn hơn, mạng 1:1/DP sẽ bắt đầu ít hấp dẫn hơn so với mạch vòng.

Lưu ý rằng thảo luận ở đây chỉ chú ý đến giá thành của thết bị ghép kênh, bởi vì nó là yếu tố nổi trội nhất của toàn bộ giá thành hệ thống chuyển tải bằng cáp quang đối với các mạng "intra LATA".

Trong nhiều trường hợp, mạng vòng có các ưu điểm về kinh tế so với đối tác hướng tâm của nó, tuy nhiên, nó có thể gặp khó khăn hơn hoặc đắt đỏ hơn để nâng cấp hệ thống khi dung lượng mạch vòng đã cạn kiệt. Mạch vòng cũng có thể cần đến một hệ thống điều khiển mạng phức tạp hơn so với đối tác định tâm của nó, bởi vì rằng tất cả các nút sẽ tương tác với nhau khi các tình huống sự cố xảy ra hoặc có yêu cầu tái cấu hình. Tuy nhiên, vấn đề cạn kiệt của dung lượng mạch vòng có thể được giảm bớt hoặc được giải quyết nhờ quy hoạch mạng cẩn thận hoặc triển khai ADM tốc độ cao hơn nhiều (chẳng hạn, tính khả dụng của các ADM 9,6 Gbit/s). Vả lại (xem mục 4.5), hệ thống điều khiển dùng cho mạng vòng có thể được đơn giản hoá khi thiết bị SONET được triển khai. Bảng 1.17 tổng kết hoá một sự so sánh tương đối giữa các cấu trúc mạng vòng và định tâm với mạng bảo vệ phân tập (Hub/DP).

Bảng 1.17. So sánh giữa định tuyến bảo vệ phân tập và cấu trúc SHR

Các thuộc tính	Hub/DP	SHR/ADM
Khả năng nâng cấp	Dễ dàng	Khó khăn - đắt
Tổng số cáp quang	Nhiều hơn	Ít hơn
Tổng số đầu cuối	Nhiều hơn	Ít hơn
Tốc độ đầu cuối	Thấp hơn	Cao hơn

Khả năng sinh tồn của cáp sợi quang	Ê 100% *	100%
Khả năng sinh tồn của trung tâm **	Nghèo	Tốt hơn

* Phụ thuộc vào cấp bảo vệ 1:1 hay 1: N

** Giả thiết toàn bộ toà nhà trung tâm bị hư hỏng.

2. SHR của SONET

SHR là một mạng đường vòng cung cấp dải thông hoặc và thiết bị mạng dư thừa, sao cho các dịch vụ bị gián đoạn có thể được khôi phục một cách tự động. Giải pháp chung để bảo đảm một khả năng tự hàn gắn là cung cấp một vòng truyền thông thứ hai song song với vòng làm việc thứ nhất. Trong trường hợp này, một sự cố trên vòng có thể được bỏ qua nhờ chuyển các cuộc truyền thông sang vòng thứ hai; nói chung nó được coi như một chức năng chuyển mạch đường dây (hoặc chuyển mạch bảo vệ). Hơn nữa, nếu vòng thứ hai phát theo hướng ngược lại so với vòng thứ nhất thì một sự ngắt trong cả hai vòng giữa hai nút kề liền nhau có thể được cứu vãn nhờ các nút trên một trong hai phía bị ngắt bằng việc đấu vòng các cuộc liên lạc ngược trở lại sang vòng thứ hai. Nó được gọi một cách thông dụng là chức năng đấu vòng ngược. Hình 1.69 miêu tả các thí dụ về chuyển mạch đường dây và mạch vòng ngược để phục hồi.

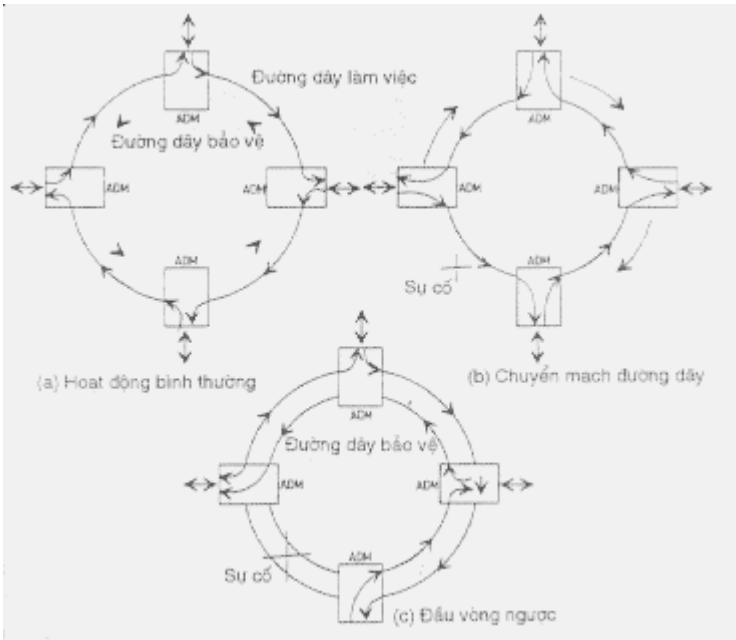
Chú ý rằng một sự kết hợp các chức năng vòng ngược và chuyển mạch đường dây (trên một trong hai phía bị ngắt) có thể được sử dụng để phục hồi dịch vụ bị gián đoạn. Do vậy, một thuộc tính quan trọng của SHR là: nếu vòng bị "gẫy" tại bất kỳ một điểm nào đó, thì hướng truyền dẫn đối với các tín hiệu có thể được đảo lại nhằm tránh việc mất dịch vụ.

Các SHR của SONET có thể được phân chia thành hai loại phổ biến là đơn hướng và song hướng theo hướng của luồng lưu lượng dưới các điều kiện bình thường. Cấu trúc của SHR thuộc về một trong hai loại phổ biến này có thể khác nhau về cơ chế điều khiển bảo vệ cần sử dụng để phục hồi các dịch vụ bị gián đoạn.

SHR đơn hướng

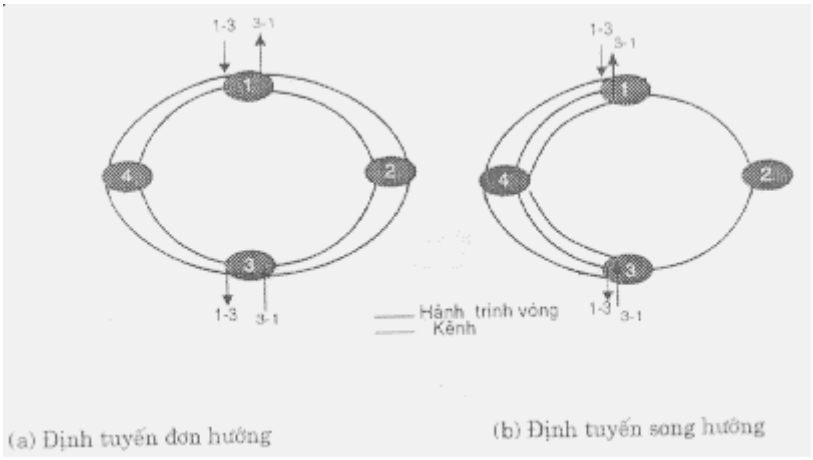
Trong SHR đơn hướng (USHR) lưu lượng làm việc được chuyển quanh mạng vòng chỉ theo một hướng (chẳng hạn ngược chiều kim đồng hồ). Hãy tham khảo hình 1.70(a). Lưu lượng từ bất kỳ một nút nào đó được định tuyến theo các đường truyền thông làm việc từ Nút 1 tới Nút 3 (tức là đường 1-2-3). Lưu lượng quay về tiếp tục đi theo vòng từ Nút 3 quay về Nút 1 theo cùng một chiều như từ Nút 1 đến Nút 3, sử dụng phần còn lại của vòng làm việc (tức là đường 3-4-1).

Do vậy, lưu lượng đi tới tại Nút 1 và Nút 3 theo các con đường khác nhau. Do quá trình truyền dẫn của lưu lượng làm việc bình thường trên USHR này là chỉ đi theo một chiều cho nên dung lượng của vòng được xác định bởi tổng nhu cầu giữa các nút. Các USHR đôi khi được gọi là "các vòng quay ngược" là bởi vì vòng truyền thông thứ hai (chỉ để bảo vệ) được phát đi theo chiều ngược với vòng thứ nhất (vòng làm việc).



Hình 1.69. Chuyển mạch đường dây so với đầu vòng ngược dung để phục hồi đường vòng.

Vì các kênh phục vụ được định tuyến một cách đơn hướng, cho nên cần phải có một cáp quang để vận chuyển chúng. USHR này có thể được cài đặt theo khái niệm bảo vệ 1:1 hoặc 1 + 1. USHR sử dụng một vòng riêng biệt làm vòng bảo vệ mà nó không vận chuyển nhu cầu dịch vụ trong trạng thái bình thường và nó trộn (đấu vòng) các kênh bị gián đoạn sang vòng bảo vệ từ phía vòng làm việc khi thành phần của mạng bị hỏng. Cấu trúc 1:1/USHR này cũng được gọi là một SHR đơn hướng trộn (USHR/L). Tương phản lại, USHR 1 + 1 phân chia các tín hiệu sang cả hai vòng làm việc và bảo vệ tại nút phía phát này (có nghĩa là bắc cầu đầu cuối), còn nút phía thu sẽ lựa chọn tín hiệu tốt nhất trong hai tín hiệu như nhau dựa trên tiêu chuẩn chuyển mạch bảo vệ. Cấu hình USHR 1 + 1 này đôi khi được gọi là một đường đơn hướng SHR (USHR/P). Lưu ý rằng các USHR 1:1 có thể được cấu hình như các USHR 1:N, có nghĩa là một vòng truyền thông bảo vệ được cho N vòng truyền thông làm việc dùng chung: tuy vậy các USHR 1:N không phải là loại tự hàn gắn được toàn bộ.



Hình 1.70. Các định nghĩa về các SHR đơn hướng và song hướng

SHR song hướng

Như được trình bày trong hình 1.70(b), ở trường hợp SHR song hướng (BSHR), lưu lượng làm việc đi theo cả hai hướng trên một đường duy nhất; đường này sử dụng hai đường truyền thông song song với nhau (hướng hoạt động và hướng ngược lại) giữa các nút của vòng (chẳng hạn giữa Nút 1 và Nút 3). Thí dụ, trong điều kiện bình thường, các tín hiệu từ Nút 1 đến Nút 3 được định tuyến qua đường 1-2-3, còn các tín hiệu quay về từ Nút 3 tới Nút 1 được định tuyến qua cùng một đường như vậy (đường 3-2-1). Vì lưu lượng được định tuyến trên một đường duy nhất giữa các nút mà dung lượng dư thừa quanh một vòng có thể được dùng chung trên cơ sở từng tuyến kết nối và nó không được dành riêng cho tổng yêu cầu trên vòng đó (như đối với trường hợp USHR). Do các kênh nghiệp vụ được định tuyến song hướng tại hai nút, cho nên cần đến hai cáp quang để vận chuyển các kênh nghiệp vụ này.

Một BSHR có thể dùng hai hoặc bốn cáp quang, tuỳ thuộc vào việc bố trí dung lượng dư thừa. Trong trường hợp BSHR bốn cáp quang (hoặc cấu hình 1:1) một vòng truyền thông thứ hai, cô lập với vòng thứ nhất, sẽ được cung cấp để bảo vệ. Các kênh làm việc và bảo vệ sẽ sử dụng các vòng truyền thông khác nhau. Các BSHR 1:1 cũng có thể được cấu hình như các BSHR 1:N, tức là một vòng truyền thông bảo vệ dùng cho N vòng truyền thông làm việc. Như được đề cập ở trên, các BSHR 1:N không phải là loại tự hàn gắn đầy đủ, và do vậy, trong mục này sẽ không thảo luận về chúng. Trong trường hợp của BSHR hai cáp quang, các kênh làm việc và bảo vệ sử dụng cùng một cáp quang với một phần dải thông được dự phòng để bảo vệ. Để cung cấp một chức năng tự hàn gắn, thường một nửa dải thông sẽ được dự phòng để bảo vệ. Việc bố trí mạng vòng như vậy có thể bảo đảm chuyển mạch bảo vệ đường dây nhờ sử dụng phương pháp TSI để

hoà nhập các kênh làm việc trong cáp quang bị hỏng với các kênh bảo vệ trong cáp quang không bị ảnh hưởng. Các USHR và BVSR còn có thể được phân loại tiếp thành các SHR chuyển mạch bảo vệ đường dây và đường truyền phù hợp với mức của SONET dùng để: (1) vận chuyển các tin báo gặp sự cố và (2) xúc phát hoạt động chuyển mạch bảo vệ để cho phép vòng được phục hồi một cách tự động khỏi sự cố.

SHR chuyển mạch bảo vệ đường dây

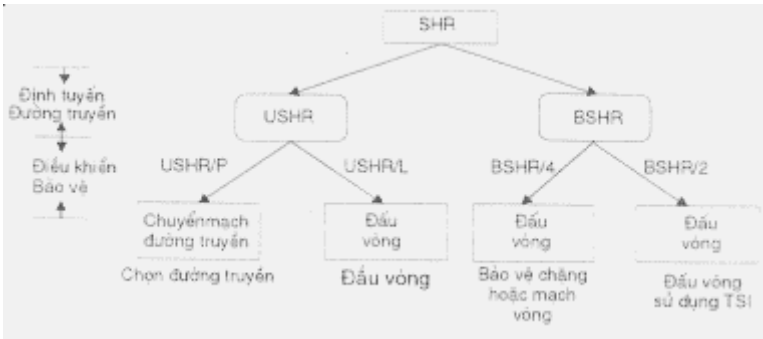
Một cấu trúc SHR chuyển mạch bảo vệ đường dây sử dụng tiêu đề đường dây của SONET (chẳng hạn các byte K1 và K2) để vận chuyển các tin báo sự cố và để xúc phát động tác chuyển mạch bảo vệ. Động tác chuyển mạch bảo vệ chỉ được thực hiện tại lớp đường dây để phục hồi khỏi sự cố và không liên quan đến lớp đường truyền. Nó phục hồi yêu cầu đường dây khỏi một phương tiện bị sự cố. Các cấu trúc chuyển mạch bảo vệ đường dây đã được xác định cho cả hai loại USHR và BSHR, sử dụng nguyên tắc đấu vòng lưu lượng sang đường bảo vệ. Khi một vòng bị đứt cần phải có điều khiển tại chỗvà điều khiển từ xa để thực hiện việc đấu vòng lưu lượng tại các nút nằm trên hai phía của chỗ đứt. Hệ thống chuyển mạch bảo vệ đường dây là một sự lựa chọn tự nhiên đối với tất cả các BSHR bởi vì định tuyến yêu cầu BSHR sử dụng cùng một nguyên tắc như các hệ thống điểm - nối - điểm hiện nay, là những hệ thống sử dụng hệ chuyển mạch bảo vệ đường dây (tức là APS) để phục hồi các yêu cầu nếu một cấu kiện mạng bị hư hỏng.

SHR chuyển mạch bảo vệ đường truyền

Một cấu trúc SHR chuyển mạch bảo vệ đường truyền sử dụng tín hiệu của lớp đường truyền (chẳng hạn, đường AIS) để khởi động chuyển mạch bảo vệ. Khác với hệ thống chuyển mạch bảo vệ đường dây, hệ thống chuyển mạch bảo vệ đường truyền sẽ phục hồi một kênh STS hoặc VT đầu cuối - tới - đầu cuối. Chuyển mạch đường truyền của một đường đặc trưng nào đó độc lập với trạng thái của các đường khác. Mặc dù một nút nào đó phát hiện một sự cố đường dây, thì chuyển mạch vẫn được thực hiện tại lớp đường truyền cho các SHR chuyển mạch đường truyền. Với chuyển mạch bảo vệ đường truyền, người ta xác định rõ hai cấp của các mức mạch vòng: VT và STS. SHR chuyển mạch bảo vệ đường truyền VT được xác định như một vòng, trong đó đường truyền VT được chuyển mạch cho các cuộc sắp xếp lại mạch vòng, và SHR chuyển mạch bảo vệ đường STS được xác định như một mạch vòng trong đó các đường truyền STS được chuyển mạch để tái sắp xếp mạch vòng.

Các vòng chuyển mạch đường truyền STS và VT tương ứng được sử dụng chủ yếu trong các mạng liên tổng đài và các mạng đấu vòng.

Hình 1.71 miêu tả các yêu cầu kỹ thuật của cấu trúc vòng SONET dựa trên cơ sở định truyền yêu cầu và cơ chế điều khiển bảo vệ.



Hình 1.71.

1.7 SỰ TIẾN TRIỂN SANG BISDN

B-ISDN đã được phát triển để điều tiết các thể loại khác nhau của các tín hiệu băng rộng, dựa trên những khái niệm về tiêu chuẩn ISDN và tiêu chuẩn thông tin quang đồng bộ, trong khi đó hệ thống thông tin ATM đã được phát triển để cài đặt B-ISDN. Mục tiêu chủ yếu của BISDN là liên kết tất cả các tín hiệu liên tục theo thời gian thực và các tín hiệu số liệu theo nhóm có sự phân bố dải tần rộng (cần thiết để cung cấp các dịch vụ băng hẹp, phát hiện từ xa, chẳng hạn như giám sát từ xa, đầu cuối số liệu, điện thoại và fax, và các dịch vụ băng rộng, chẳng hạn như điện thoại thấy hình, hội nghị truyền hình, truyền tín hiệu truyền hình độ nét cao, truyền số liệu tốc độ cao v.v). B-ISDN đòi hỏi một phương pháp hiệu quả để có thể xử lý chung tất cả các dịch vụ nói trên. Hệ thống truyền thông ATM (phương thức chuyển giao không đồng bộ) đã được đề xuất như là một giải pháp.

Các khái niệm về BISDN đã được phát triển để đáp ứng một cách hiệu quả các nhu cầu đang càng ngày càng gia tăng về các thể loại dịch vụ băng rộng khác nhau. Để điều tiết tất cả các loại tín hiệu băng rộng này, các dịch vụ thông tin, chẳng hạn như các thể loại điện thoại video, cần được liên kết với các loại dịch vụ phân bố, chẳng hạn như CATV. Ngoài ra, phải có một chức năng cung cấp cả các dịch vụ chế độ kênh, cả các dịch vụ chế độ gói.

Mặt khác, lại đã từng có một đòi hỏi về khả năng mạng có khả năng cung cấp dịch vụ giám sát từ xa hoạt động tại một tốc độ truyền dẫn thấp (bit/s) cũng như dịch vụ thoại/thị tần hoạt động ở tốc độ truyền dẫn trung bình/cao (vài chục kbit/s cho thoại và vài trăm Mbit/s cho video). Một

giải pháp cho việc này là đề xuất tiêu chuẩn hoá các loại tín hiệu khác nhau của các dịch vụ để ứng có các hình thức bề ngoài như nhau và sau đó, tích trữ chúng lại để ghép kênh. Các tế bào ATM đã được sử dụng để tiêu chuẩn hoá các hình thức bề ngoài của các tín hiệu dịch vụ và hệ thống ATDM (ghép kênh không đồng bộ phân chia theo thời gian) đã được sử dụng để ghép một nhóm các tế bào ATM; một hệ thống truyền thông dựa trên cơ sở các tế bào ATM và ghép kênh ATDM được gọi là hệ thống thông tin ATM.

Hệ thống truyền thông ATM đã liên kết hệ thống thông tin digital chế độ kênh đang hoạt động với hệ thống thông tin chế độ gói. Hệ thống thông tin ATM giống như hệ thống thông tin gói, trong đó nó sử dụng các tế bào ATM như một phương tiện truyền dẫn cơ bản, trong khi đó nó khác với chuyển mạch gói ở chỗ nó đồng thời có thể xử lý được các tín hiệu thời gian thực và tương đương. Ngoài ra, các hệ thống chuyển mạch gói nói chung đã được sử dụng một cách cục bộ trong các mạng LAN, còn đối với hệ thống ATM thì do nó đã được thiết kế để sử dụng trên các mạng công cộng định cỡ lớn, cho nên nó khắc phục được những khó khăn trong việc gán địa chỉ, điều khiển kết nối và lưu trình, chuyển mạch và truyền dẫn. Mặt khác, so với hệ thống thông tin chế độ kênh (phân bố kênh cho mỗi dịch vụ rồi sau đó thông qua các kênh này mà chuyển các tín hiệu thông tin đi như một dãy bít liên tục), ATM phân chia các tín hiệu mang thông tin rồi sau đó nạp chúng vào các tế bào ATM để chuyển chúng đi qua các kênh ảo. Do vậy, một số vấn đề mới liên quan đến việc thiết lập nối kết, quá trình báo hiệu, đến truyền dẫn và chuyển mạch đã phát sinh.

B-ISDSN hay hệ thống thông tin ATM đã được triển khai vào cuối năm 1980, từ đó đến nay nó vẫn được nghiên cứu và nâng cấp. Do vậy trong mục sau đây sẽ xem xét lại các vấn đề liên quan đến chúng, dựa trên các điều khoản thuộc về BISDN của ITU-T.

Hệ thống thông tin ATM đã được phát triển để cài đặt B-ISDN cho nên đôi khi nó được xem là "mạng ATM".

1.7.1 Các khái niệm cơ bản của B-ISDN

Khi xã hội phát triển, khi càng ngày càng có nhiều công ty mọc lên, thì nhu cầu về các dịch vụ đa phương tiện và các dịch vụ băng rộng khác nhau cũng đang gia tăng một cách đáng kể. Bây giờ càng ngày càng có nhiều người sử dụng các đầu cuối số liệu, các máy tính cá nhân, các máy Fax và các hệ thống hội nghị video, và số lượng các công ty nhận tham gia vào các dịch vụ CATV cũng đã tăng lên.

Ngoài ra, nhu cầu về các dịch vụ như điện thoại thấy hình (video), truyền hình độ phân giải cao, truyền số liệu tốc độ cao, dịch vụ giám sát bằng video, truy tìm bằng video, video text băng rộng cũng đang tiếp tục gia tăng. Những dịch vụ kể trên bao gồm các dịch vụ giao lưu cũng như các dịch vụ phân phối mà một số trong các dịch vụ đó có thể cần đến các mạng riêng của mình (do một số trong các dịch vụ đó là các dịch vụ chế độ kênh, một số là các dịch vụ chế độ gói). Song để làm được điều đó cần phải đầu tư mạnh và sẽ làm cho thông tin trở nên kém hiệu quả. Do đó, hiện đang có một nhu cầu liên kết các dịch vụ nói trên thành một mạng truyền thông chung cho tất cả các dịch vụ liên kết.

BISDN - một mạng thông tin số, có khả năng cung cấp các loại hình dịch vụ băng hẹp, chẳng hạn như điện thoại, các đầu cuối số liệu, giám sát từ xa, facximin, teletext, cũng như các dịch vụ băng rộng, chẳng hạn như điện thoại thấy hình, hội nghị truyền hình, truyền dẫn hình ảnh có độ phân giải cao, truyền số liệu tốc độ cao, giám sát bằng video và CATV...

Do vậy, B-ISDN có thể được xem như một mạng thông tin mà nó đã được phát triển từ mạng ISDN băng hẹp hiện đang được sử dụng.

1.7.2 Các đặc trưng tín hiệu của dịch vụ B-ISDN

B-ISDN có những mục đích cơ bản là kết hợp tất cả các dịch vụ hiện hữu vào một mạng truyền thông trong tương lai. Do vậy, về cơ bản nó cung cấp các dịch vụ băng hẹp, chẳng hạn như điện thoại, đầu cuối số liệu, fasimile, soạn thảo văn bản từ xa, đọc số đo từ xa, videotex, bưu chính điện tử, teletex. Ngoài ra, nó có khả năng cung cấp các dịch vụ băng rộng, chẳng hạn như điện thoại thấy hình, hội nghị truyền hình và truyền số liệu tốc độ cao, facsimile màu, CATV, phân phối HDTV, âm thanh nhạy cảm cao, thư truyền hình, giám sát bằng video, truyền chương trình chiếu phim độ phân giải cao và videotex băng rộng.

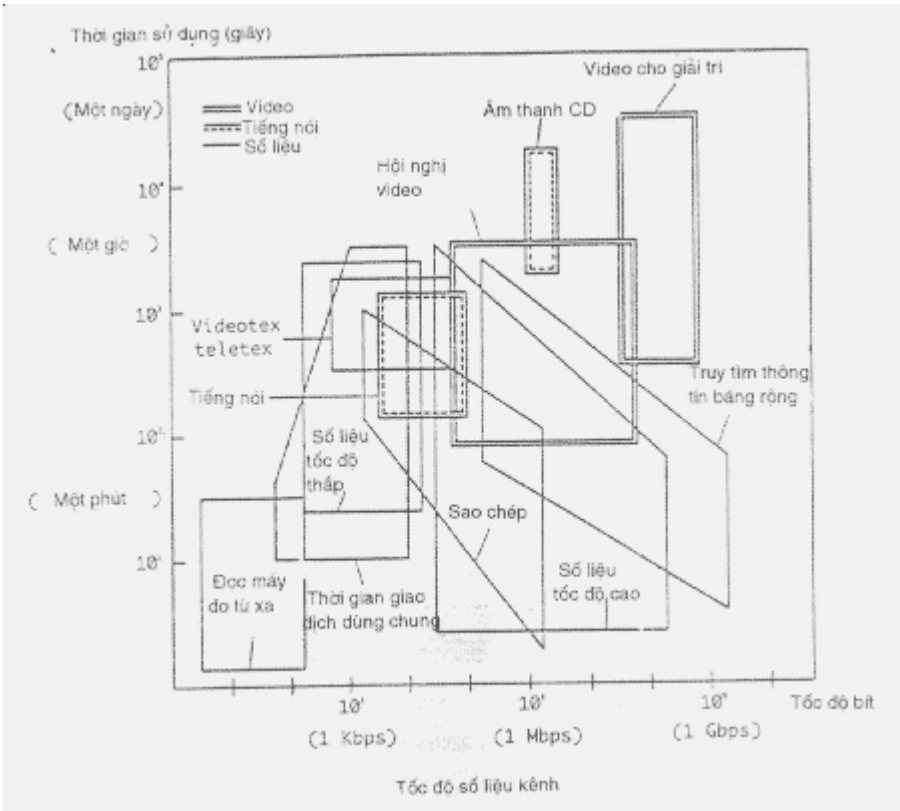
Những dịch vụ BISDN này bao gồm tất cả các dịch vụ có những đặc tính khác nhau. Có nghĩa là, các dịch vụ tương tác chẳng hạn như điện thoại hoặc điện thoại thấy hình và các dịch vụ thông báo chẳng hạn như bưu chính điện tử hoặc bưu chính bằng hình ảnh và các dịch vụ truy tìm để tra cứu bản vẽ và văn bản đều được bao gồm trong đó. Các dịch vụ này là các dịch vụ thông tin mà tín hiệu của dịch vụ được chuyển giao theo cả hai chiều, song bên cạnh đó, chúng còn có các dịch vụ phân phối một chiều, chẳng hạn như dịch vụ CATV.

Những đặc trưng nổi bật nhất của các tín hiệu dịch vụ B-ISDN là phạm vi phân bố dải thông của nó rất rộng. Trong khi tín hiệu cấu hình cơ bản của ISDN băng hẹp được phân bố quanh tín hiệu thoại thì việc phân bố tốc độ tín hiệu của B-ISDN bao gồm các lớp digital khác, các tín hiệu video

khác nhau và các tín hiệu truyền số liệu tốc độ cao. Do đó, đứng trên quan điểm tốc độ truyền dẫn, các tín hiệu của dịch vụ chiếm băng tần rộng từ vài bit/s của các tín hiệu giám sát từ xa tới các tín hiệu video với vài trăm Mbit/s. Ngoài ra, thời gian sử dụng nó trong phạm vi từ các số liệu tốc độ thấp, có độ dài vài giây, tới dịch vụ video có độ dài vài giờ, các dịch vụ thoại có độ dài vài ba phút.

Như đã mô tả, B-ISDN có khả năng cung cấp dịch vụ băng rộng tới nhiều Mbit/s, còn các tần số mà nó sử dụng và phân bố thời gian sử dụng thì có phạm vi rất rộng.

Đặc tính phân bố khác của tín hiệu dịch vụ B-ISDN là các tín hiệu liên tục, chẳng hạn như tiếng nói và hình ảnh, có thể cùng "sống chung" với các tín hiệu nhóm, chẳng hạn như số liệu đầu cuối. Các tín hiệu tiếng nói và hình ảnh có thể trở thành các tín hiệu tốc độ bít bằng nhau nhờ phương pháp số hoá. Tuy nhiên, các tín hiệu số liệu khác nhau là các tín hiệu với tốc độ bít biến đổi rất rộng. Mặt khác, các tín hiệu hình ảnh và âm thanh đòi hỏi được xử lý theo thời gian thực, còn trong trường hợp số liệu thì không cần như vậy.



Hình 1.72. Phân bố dịch vụ của B-ISDN

Do những sự khác nhau như vậy, chuyển mạch và truyền dẫn các tín hiệu dịch vụ B-ISDN trở nên khó mà thực hiện được. Vì lý do đó, chuyển

mạch gói là lý tưởng đối với tốc độ thấp hoặc số liệu nhóm, trong khi đó, đối với tín hiệu tiếng nói và hình ảnh thì chuyển mạch kênh là thích hợp hơn. Ngoài ra, đối với các tín hiệu thoại, chuyển mạch phân chia thời gian đã phát hiện từ lâu là thích hợp hơn cả, còn đối với các tín hiệu video tốc độ cao là chuyển mạch kênh phân chia theo không gian.

Vì vậy, tìm được một hệ thống truyền dẫn có khả năng trao đổi với nhau các tín hiệu tốc độ thấp/cao và các tín hiệu liên tục/ nhóm là cực kỳ khó khăn.

Tốc độ số liệu kênh

1.7.3 Nền tảng kỹ thuật của B-ISDN

Như đề cập trước đây, vì các dịch vụ do B-ISDN cung cấp có những đặc điểm khác nhau, cho nên một số công nghệ cơ bản được đòi hỏi để hiện thực hoá B-ISDN. Thứ nhất, xử lý tốc độ cao và công nghệ môi trường, truyền dẫn băng rộng và công nghệ chuyển mạch băng rộng; chúng được yêu cầu là bởi vì các tín hiệu của dịch vụ băng rộng và tốc độ cao được sử dụng rộng rãi. Vả lại, việc cải thiện công nghệ và thiết bị xử lý video là cần thiết bởi vì các dịch vụ chính của B-ISDN là các loại dịch vụ video khác nhau. Hơn nữa, công nghệ mạng thông tin đối với những vấn đề trên đây là cần thiết, bởi vì các dịch vụ tốc độ thấp/tốc độ cao được cung cấp và các dịch vụ chế độ gói đồng tồn tại.

Những công nghệ cơ bản này đã được phát triển và được nâng cấp liên tục nhằm đáp ứng một cách đầy đủ nhu cầu về các dịch vụ băng rộng càng ngày càng tăng. Thứ nhất, công nghệ thông tin quang đã được nâng cao; suy hao của cáp sợi quang đã được giảm xuống thấp hơn 0,5 dB/Km và giá cả của các phần tử bức xạ/thu ánh sáng đã sụt xuống khá nhanh chóng; Hơn nữa, công nghệ về mạch tích hợp và công nghệ chế tạo các cấu kiện cũng đã rất tiên tiến. Các phần tử Silíc lưỡng cực hoặc GaAs được phát triển một cách thành công có khả năng thực hiện việc xử lý tốc độ cao (hàng trăm Mbit/s hoặc Gbit/s) và CMOS có khả năng xử lý mức 150 Mbit/s. Ngoài ra, công nghệ phần mềm và m p tiến triển một cách thành công tạo điều kiện để điều khiển tốc độ cao, cũng như hoạt động và chuyển mạch tốc độ cao trở nên có thể được.

Việc nén, chuyển đổi và tái tạo các tín hiệu dịch vụ khác nhau đã trở nên dễ dàng do phát triển công nghệ xử lý tín hiệu. Vả lại, việc thu thập, thay đổi và xử lý các tín hiệu dịch vụ đã trở nên dễ dàng hơn nhờ phát triển công nghệ máy tính. Qua việc sử dụng công nghệ nói trên, cùng với công nghệ VLSI, các thiết bị đầu cuối khách hàng hiệu quả đã được phát triển. Thêm vào đó, các thiết bị đầu cuối B-ISDN được sử dụng cho các thiết bị video khác nhau đã được triển khai một cách thành công và được sử dụng

với các monitor TV chất lượng cao, cùng với các camera video có độ nhạy cao.

Mặt khác, các hoạt động tiêu chuẩn hoá của ISDN, theo sáng kiến của ITU-T trong những năm 1980, đã ảnh hưởng đến rất nhiều hoạt động nghiên cứu về sự liên kết các loại tín hiệu dịch vụ khác nhau cũng như việc số hoá mạng thông tin và đã đóng góp vào sự phát triển công nghệ thông tin. Dựa vào những vấn đề nói trên, hệ thống thông tin ATM có khả năng cung cấp dịch vụ B-ISDN có những nét đặc trưng khác nhau. Điều này đã dẫn đến sự phát triển công nghệ liên kết dịch vụ B-ISDN.

1.7.4 Nền tảng của tiêu chuẩn hoá B-ISDN

Trong quá trình tiêu chuẩn hoá B-ISDN tiến hành vào đầu những năm 80, ITU-T đã quy định các kênh H1, H2, H3, H4 là các kênh tốc độ cao của khách hàng. Trong số đó, kênh H1 được phối ghép với nhóm sơ cấp của ISDN trong dạng kênh H11 1,536 Mbit/s và kênh H12 1,920 Mbit/s, và vì vậy hình thành cơ sở của ISDN cùng với giao diện cơ bản 2B + D 144 kbit/s.

H2, H3 và H4 được quy định là các kênh băng rộng tương ứng với phân cấp số đang tồn tại.

Bắt đầu từ năm 1985 người ta đã chú ý đến các kênh băng rộng và kết quả là các tốc độ bit 30 - 40, 45 60 - 70 Mbit/s đã được xem là tiêu chuẩn cho các kênh H2, H3 và H4. Mặt khác, uỷ ban T1 đã đưa ra một dự án sử dụng 149,760 Mbit/s dựa trên cơ sở SONET.

Sau đó, vào tháng Bảy năm 1986, ITU-T bắt đầu tiêu chuẩn hoá giao diện nút mạng (NNI) một cách độc lập với tiêu chuẩn hoá giao diện khách hàng - mạng (UNI) của BISDN.

Nhiệm vụ tiêu chuẩn hoá NNI, vốn được tiến hành dưới nhiều điều kiện khó khăn, đã đi đến thoả thuận là sử dụng tiêu chuẩn tín hiệu STM-1, có cấu trúc 9B x 270 và có tốc độ bit 155,520 Mbit/s, tại hội nghị Seoul được tổ chức vào tháng Hai năm 1988. Sau đó, nó trở thành phân cấp số đồng bộ của các khuyến nghị G.707 - G.709. Mặt khác, nhiệm vụ tiêu chuẩn hoá UNI của B-ISDN do BBTG (Broad Band Task Group- Nhóm đặc trách băng rộng) thực hiện đã hoà nhập với khuyến nghị I.121 vào năm 1988 tại cùng hội nghị trên. Đó là những văn kiện đầu tiên đã đặc tả khuôn khổ cơ bản của B-ISDN. Những văn kiện này quy định rằng B-ISDN phải dựa vào ATM và các dịch vụ của nó, phải được phân chia thành các dịch vụ giao lưu và các dịch vụ phân bố, và rằng cấu trúc chức năng/tiêu chuẩn của B-ISDN phải được thiết lập giống như của ISDN. Các văn kiện này cũng đã xác định rõ mô hình giao thức cho ATM và

kích thước của tế bào ATM là 30 byte. Ngoài ra, các văn kiện này phân định 32,768 Mbit/s cho H21, 43 - 45 Mbit/s cho H22 và 132 - 138, 240 Mbit/s cho H4. Thêm nữa, nó quy định UNI là lớp 150 Mbit/s và lớp 600 Mbit/s.

Sau đó ít lâu, BBTG đã được chỉ định là WP8 nhưng công việc tiêu chuẩn hoá UNI đã gặp những khó khăn liên quan đến kích thước của tế bào ATM, đến tốc độ bit và cấu trúc khung trên mặt giao tiếp.

Ngoài ra, về kích thước của tế bào ATM, "4+32" byte (đầu đề tế bào + trường tin) do người châu Âu đề xuất đã cạnh tranh với "5+64" byte do người Mỹ đưa ra. Song cuối cùng đã quyết định là "5+48" byte sẽ được sử dụng cho mục đích này. Do bị ảnh hưởng mạnh của SDH đã được tiêu chuẩn hoá trước đó, tốc độ bít của mặt giao tiếp đã được quyết định là 155,520 Mbit/s. Ngoài ra, cấu trúc khung của lớp vật lý đã quyết định tuân theo cấu trúc khung STM-1 hoặc dòng tế bào ATM thuần tuý. Hơn nữa, cũng đã được phép bố trí các tín hiệu khác của G.702. WP8 đã xác định rõ những chi tiết của những điều khoản cần được bàn cãi như các khuyến nghị thuộc Seri I tại Hội nghị Masyama, tổ chức ở Nhật Bản vào tháng 11 năm 1990. Như vậy, khuôn khổ tổng thể về BISDN đã được hoàn chỉnh. Mặt khác, khi ITU đã được tổ chức lại vào năm 1993, nhóm nghiên cứu 13 (SG.13) của ITU-T bắt đầu đảm trách các hoạt động nghiên cứu về tiêu chuẩn hoá BISDN.

1.7.5 Nguyên tắc cơ bản của BISDN

Như đã trình bày trước đây, BISDN là một khái niệm được đưa ra để thoả mãn nhu cầu về các dịch vụ băng rộng đang càng ngày càng gia tăng. Các mục đích cơ bản của BISDN là thiết lập một mạng số có khả năng liên kết và cung cấp các hình loại dịch vụ băng rộng khác nhau thông qua việc sử dụng truyền dẫn tốc độ cao, chuyển mạch tốc độ cao, xử lý tín hiệu, máy tính, phần mềm và công nghệ cấu kiện. Vả lại, thông qua BISDN, các dịch vụ giao lưu và phân phối cũng như các dịch vụ chế độ kênh và chế độ nhóm cũng được cung cấp. Thêm vào đó, các dịch vụ băng hẹp và các dịch vụ băng rộng được cung cấp một cách đồng thời. Để đạt được các mục đích nói trên, BISDN phải có khả năng hỗ trợ các nối kết truyền thông bán cố định cố định các nối kết điểm - nối - điểm đa điểm - nối - điểm và các nối kết dành dùng các dấu riêng/cố định; Như vậy, BISDN cần phải có khả năng thông minh để mở rộng và cải tiến các dịch vụ và để quản lý hoạt động, bảo dưỡng và điều khiển mạng một cách hiệu quả.

Cấu trúc của B-ISDN phải như thế nào đó sao cho nó không cản trở sự phát triển công nghệ hoặc sự phát triển phương pháp hiện thực hoá trong tương lai. Ngoài ra, nó phải có khả năng đáp ứng các nhu cầu của khách hàng hoặc sự phát triển mạng mà nó có thể phát sinh một lần nữa. Hơn

nữa, dựa trên các khái niệm của ISDN, tiêu chuẩn giao diện phối ghép và giao thức cũng cần phải được thiết lập một cách phù hợp.

BISDN dùng ATM để thực hành các chức năng của mình. ATM là một hệ thống truyền thông phân chia đều các hình loại dịch vụ khác nhau, sắp xếp chúng vào các tế bào ATM có kích thước như nhau và cuối cùng, chuyển chúng đi nhờ các ATDM. Hơn nữa, nó thiết lập các đường ảo và các kênh ảo để chuyển giao tế bào ATM.

Do đó, thông qua việc sử dụng ATM, có thể thực hiện được kết nối mạng có độ linh hoạt cao và phân bố dải thông biến đổi. Cùng với những cái đó, ATM có khả năng chuyển giao thông tin và số liệu qua các loại phương tiện vật lý và các mạng chuyển tải khác nhau, bởi vì nó được xác định một cách độc lập với các phương tiện chuyển tải của các lớp vật lý.

1.7.6. So sánh B-ISDN và ISDN

B-ISDN là một khái niệm xuất phát từ tiêu chuẩn ISDN. Do vậy, các quan điểm về B-ISDN cũng giống như của ISDN. Tuy nhiên, việc thiết lập B-ISDN được thực hiện khác với thiết lập ISDN.

Thứ nhất, BISDN là một mạng số liên kết đa dịch vụ như trong trường hợp ISDN, nhưng nó khác với ISDN ở chỗ nó bảo đảm việc liên kết cả các tín hiệu băng rộng nữa. Vì lý do đó, mô hình cấu trúc cơ bản của BISDN cũng giống như của ISDN, ngoài trừ khả năng xử lý các tín hiệu băng rộng, đồng thời với các chức năng của ISDN băng hẹp. Về mặt thiết lập cấu trúc chức năng hay cấu hình tiêu chuẩn, BISDN cũng giống như của ISDN. Nhóm chức năng của nó bao gồm TE1, NT1, NT2 và TA, cùng các điểm chuẩn được hình thành từ R, S và T.

Tuy nhiên, chúng chỉ tương tự nhau về mặt khái niệm mà không tương thích nhau về mặt hoạt động thực tế. Có nghĩa là BISDN không thể được thực hiện chỉ bằng việc bổ sung các thiết bị của dịch vụ băng rộng vào mạng ISDN hoặc TE của ISDN không thể được đấu nối tới NT của BISDN. Do đó, các nhóm chức năng của ISDN và các điểm chuẩn cũng giống như các phần tử liên quan của BISDN chỉ về mặt khái niệm. Tuy nhiên nó có thể phối ghép với TE1 của ISDN hoặc với TA qua việc sử dụng TE2 của BISDN. Trong hoạt động thực tế BISDN khác rất xa với ISDN; hệ thống thông tin ISDN có các đặc trưng kết hợp các hệ thống thông tin chuyển mạch kênh số đang hoạt động với hệ thống chuyển mạch gói, trong khi đó BISDN dùng hệ thống ATM hoàn toàn khác với các hệ thống nói trên của ISDN.

Có nghĩa là, trong khi ISDN chủ yếu điều tiết hệ thống thông tin kênh (hệ thống thông tin gói cũng được điều tiết) thì BISDN chủ yếu sử dụng hệ

thống thông tin gói, đồng thời vẫn điều tiết hệ thống thông tin kênh). Do những sự khác nhau về hệ thống truyền thông đó, quá trình truyền dẫn, báo hiệu và quản lý mạng của BISDN cũng được tiến hành khác với ISDN. Do vậy, BISDN cần được coi là khác hẳn so với ISDN.

1.7.7 Hệ thống thông tin ATM

ATM là một hệ thống truyền thông để thực hiện BISDN. ATM là một hệ thống chuyển giao kiểu gói có hình thức đặc biệt, sử dụng ATDM. Trong BISDN, thông tin được chuyển đi nhờ một luồng liên tục cái gói có một kích thước không đổi. Các gói có kích thước cố định này được gọi là các tế bào ATM. Do vậy thông tin dịch vụ cũng được bố trí vào tế bào ATM, sau đó được chuyển đi theo những kích thước không đổi. Và sau đó, tín hiệu truyền dẫn của BISDN được tạo nên như ATDM với các tế bào ATM. Đồng thời ATDM là một phương pháp ghép kênh thống kê, thực hiện việc phân chia theo thời gian để ghép các tế bào ATM của một số kênh đi tới một cách không đồng bộ.

Nếu sử dụng ATM, dung lượng của kênh nghiệp vụ cũng được tính theo số lượng các tế bào ATM. Cho nên sự vượt quá dung lượng truyền dẫn của thông tin được biểu thị bởi số lượng các tế bào ATM. Việc phân phối dung lượng truyền dẫn được xác định theo dung lượng yêu cầu và khả năng phân phối có thể có thông qua thương lượng với mạng thông tin trong quá trình thiết lập cuộc gọi.

ATM - một hệ thống kiểu liên kết - sẽ thiết lập các kênh ảo để chuyển giao thông tin dịch vụ. Mỗi khi một kênh ảo được thiết lập, số hiệu nhận dạng nối kết được gán và khi nối kết được giải toả, số hiệu nhận dạng này cũng được huỷ bỏ. Trình tự sắp xếp giữa các tế bào ATM trong một kênh ảo nào đó do các chức năng của lớp ATM dự kiến trước. Thông tin báo hiệu về thiết lập nối kết được chuyển giao các tế bào ATM riêng biệt.

Hệ thống ATM xác định rõ mô hình chuẩn của giao thức phân lớp để chuyển giao thông tin một cách có hệ thống và cơ động. Các lớp giao thức được sử dụng là lớp ATM, lớp ứng dụng ATM (AAL) và lớp mức cao. Lớp AAL ánh xạ các tín hiệu dịch vụ sang khu vực trường tin của các tế bào ATM, còn lớp ATM thực hiện chức năng tạo đầu đề của tế bào ATM để chuyển giao trường tin một cách trong suốt. Lớp vật lý thực hiện chức năng chuyển đổi các tế bào ATM thành hàng bít và sau đó, chuyển chúng đi.

Kích thước của tế bào ATM là 53 byte. Nó được phân chia thành mào đầu 5 byte và đường bao trường tin 48 byte (hình 1.73(a). Chức năng chủ yếu của mào đầu tế bào là nhận dạng các tế bào thuộc về cùng một kênh

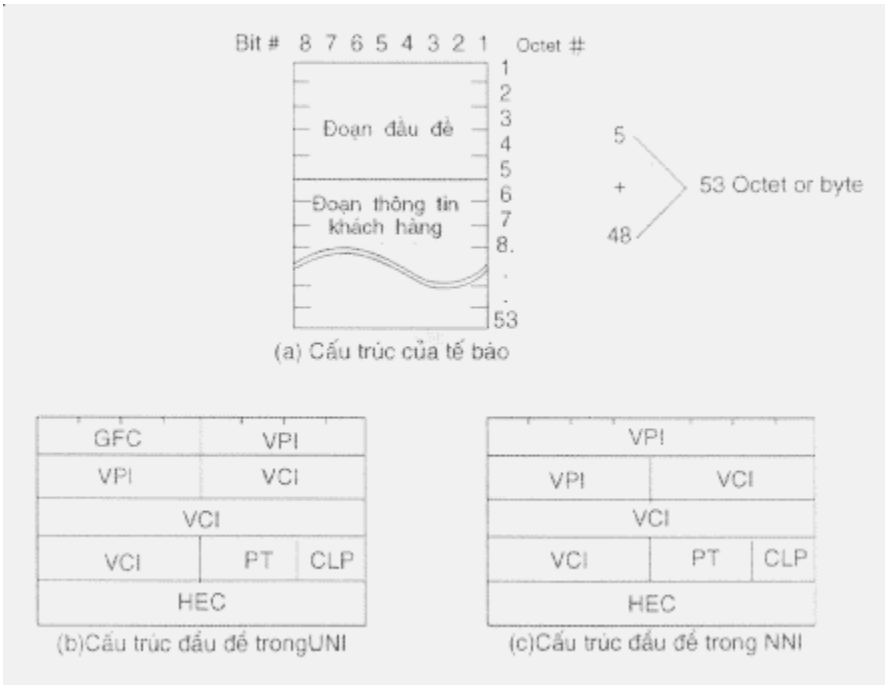
ảo (trong số các tế bào ATM) hiện diện trong một luồng thông tin ATDM.

Đó là chức năng do VPI (phần tử nhận dạng đường ảo) và VCI (phần tử nhận dạng kênh ảo) chỉ rõ trong (b) và (c) của hình 1.73.

(a) Cấu trúc của tế bào

(b) Cấu trúc đầu đề trong UNI

(c) Cấu trúc đầu đề trong NNI



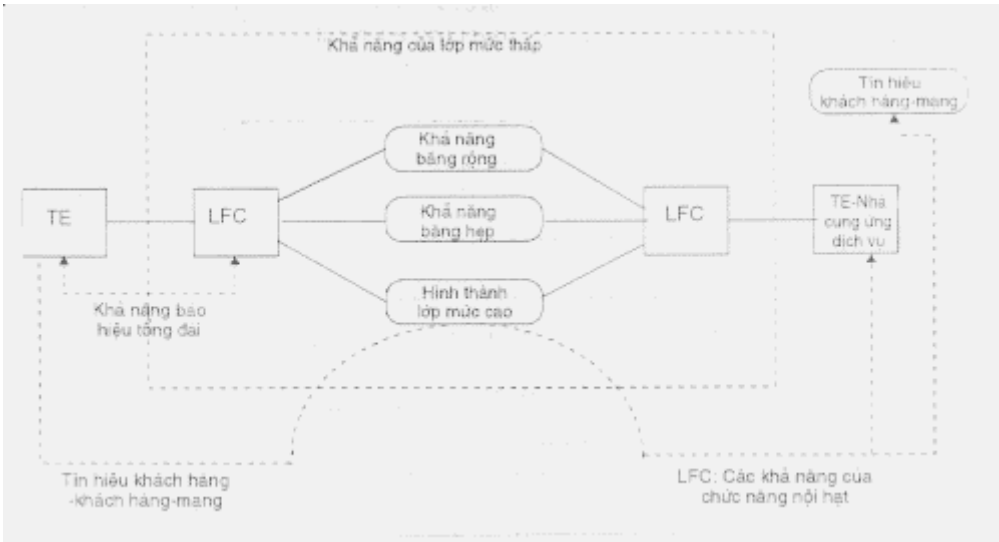
Hình 1.73 Cấu trúc của tế bào ATM

Đồng thời, đường ảo có nghĩa là một bó các kênh ảo cùng sử dụng chung các đường nào đó và mào đầu tế bào cũng được phân loại thành loại trường tin (PT) và chỉ thị thẩm quyền mất tế bào và cung cấp khả năng điều khiển sửa sai của mào đầu. Nó còn cung cấp thêm chức năng điều khiển luồng chung cho mào đầu tế bào trong giao diện UNI.

1.7.8. Cấu trúc chức năng của BISDN

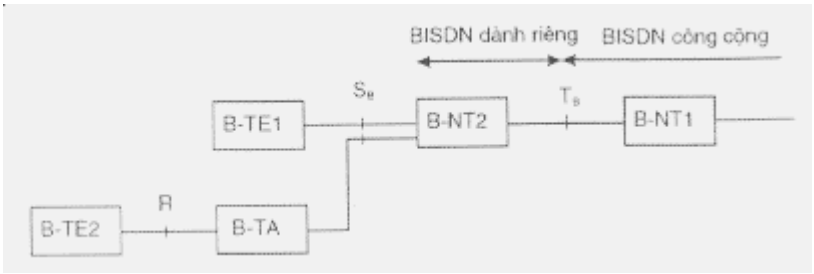
Mô hình cấu trúc chức năng chung của ISDN băng rộng về cơ bản giống như ISDN băng hẹp. Có nghĩa là về mặt cấu hình tiêu chuẩn, nhóm chức năng và điểm gốc, cả hai cấu trúc đó là như nhau. Nó chỉ ra rằng B-ISDN được hình thành trên cơ sở khái niệm của ISDN. Mô hình cấu trúc cơ bản của B-ISDN như được trình bày trong hình 1.74. Cấu trúc của ISDN băng rộng bao gồm khả năng mức cao và khả năng mức thấp.

Khả năng mức cao là chức năng liên quan đến thiết bị đầu cuối (TE) và khả năng mức thấp bao gồm khả năng ISDN băng hẹp dựa trên khả năng băng rộng, 64 bit/s, và khả năng báo hiệu liên tổng đài.



Hình 1.74. Mô hình cấu trúc cơ bản của B-ISDN

Cấu hình tiêu chuẩn của B-ISDN được trình bày trong hình 1.75

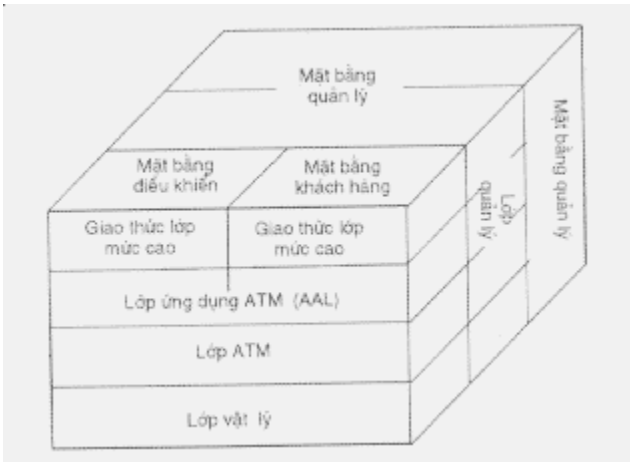


Hình 1.75. Cấu hình tiêu chuẩn của B-ISDN

Điểm gốc là Sb và Tb, nhóm chức năng bao gồm B-TE1, B-TE2 và B-TA, B-NT1, B-NT2. Trong hình 1.75, các thiết bị đầu cuối (B-TE) có chứa B-TE1, B-TE2 và B-TA. Cũng như vậy, B-NT2 và B-NT1 tương ứng nằm trong mạng B-IDN dành riêng và B-ISDN công cộng. Để chỉ thị điểm gốc và nhóm chức năng của mình, B có nghĩa là B-ISDN.

1.7.9. Mô hình chuẩn của giao thức

Mô hình chuẩn giao thức (PRM) của B-ISDN được hình thành từ mặt bằng quản lý, mặt bằng điều khiển, và mặt bằng khách hàng như được trình bày trong hình 1.76. Chức năng của mặt bằng quản lý được phân chia thành : quản lý mặt bằng và quản lý lớp.



Hình 1.76. Cấu hình chuẩn của B-ISDN

Quản lý mặt bằng trong mặt bằng quản lý của PRM của B-ISDN có nghĩa là quản lý tổng thể toàn hệ thống. Cũng như vậy, quản lý lớp hàm ý là quản lý nguồn tiềm năng và khách hàng luôn biến đổi, và quản lý thông tin OAM. Ngoài ra, trên mặt bằng điều khiển, thông tin điều khiển cuộc gọi và điều khiển kết nối sẽ được quản lý. Trên mặt bằng khách hàng, thông tin về khách hàng được giám sát. Các giao thức của mặt bằng điều khiển và mặt bằng khách hàng được phân loại thành lớp mức cao, lớp ứng dụng ATM (AAL), cùng lớp ATM và lớp vật lý. Chức năng của mỗi lớp như trong bảng 1.18.

Lớp	Lớp con	Chức năng
Lớp mức cao		Chức năng hội tụ
Lớp ứng dụng	Hội tụ	Chức năng hội tụ
	Phân đoạn và lắp ráp lại	Chức năng phân đoạn và chức năng lắp ráp lại
Lớp ATM AAL		Chức năng điều khiển dòng chung Chức năng tạo ra và huỷ bỏ mào đầu tế bào Chức năng thông dịch VPI/NCI của tế bào Chức năng ghép kênh và tách kênh cho tế bào
Lớp vật lý	Hội tụ truyền dẫn	Chức năng phân chia tốc độ tế bào Chức năng tạo ra và khẳngdđịnh tín hiệu HEC Chức năng nhận dạng tế bào Chức năng tạo ra và khôi phục dẫn
	Môi trường vật lý	Chức năng thông tin thời gian bit Chức năng liên quan đến môi trường vật lý

Bảng 1.18. Chức năng của mỗi lớp trong PRM của B-ISDN

Lớp AAL được hình thành từ lớp con hội tụ (CS), lớp con phân đoạn và lắp ráp lại (SAR). CS biến đổi thông tin dịch vụ khách hàng của lớp mức cao thành khối số liệu giao thức (PDU) và SAR tạo nên phần thông tin khách hàng của tế bào ATM bằng việc ngăn chặn PDU.

Lớp ATM điều khiển kết nối và dòng thông tin trong UNI bằng việc sử dụng đoạn GFC. Cũng như vậy, nó kết nối VPI/VCI với các điểm truy

nhập dịch vụ sau khi thông dịch và ghép kênh/tách kênh cho các tế bào. Bên cạnh đó, nó xử lý các đoạn PT hoặc CLP và thực hiện chức năng là tạo ra và huỷ bỏ mào đầu tế bào ATM.

Lớp vật lý bao gồm lớp con hội tụ truyền dẫn và lớp con môi trường vật lý. Chức năng của lớp con hội tụ truyền dẫn bao gồm việc phân chia tốc độ tế bào, tạo ra và xác nhận byte sửa sai đầu đề, phát hiện điểm biên giới tế bào. Ngoài ra, trong trường hợp phát theo phân cấp số đồng bộ nó thực hiện chức năng tạo ra và khẳng định khung truyền dẫn. Lớp con môi trường vật lý có nghĩa là bước truyền dẫn cuối cùng qua cáp sợi quang hoặc cáp đồng trục.

1.7.10. Giao diện khách hàng - mạng của B-ISDN

Cấu hình của giao diện khách hàng - mạng (UNI) của B-ISDN được trình bày trong hình 1.77, trong trường hợp chỉ thị nó bằng việc sử dụng các điểm chức năng Tb, Sb và R và các nhóm chức năng B-NT1, B-NT2, B-TE1, B-TE2, và B-TA. Trong hình này, các trường hợp (a), (b), (c), (d), (e), (f), (i), (j) có cấu hình giống như cấu hình trong ISDN. Cũng như vậy, các trường hợp (g), (h) chỉ cho thấy rằng B-NT có thể dung cấp các điểm gốc S và Sb một cách đồng thời.

Cấu hình vật lýcủa UNI để kết nối đã điểm được trình bày trong hình 1.78. Trong hình này, (a) chỉ thị cấu hình chung của loại tập trung hoá, còn (b) chỉ thị cấu hình chung của loại phân bố. Cũng như vậy, (c), (d), (e) chỉ thị lần lượt cấu trúc bus hình sao, cấu trúc bus và cấu trúc vòng của loại phân bố. MA trong hình này là bộ phối hợp phương tiện, còn W chỉ ra điểm kết nối giữa các MA với nhau. Ngoài ra, TE* chỉ thị TE tạo ra cấu trúc kiểu bus và SSB chỉ thị điểm kết nối giữa các TE* này. MA là thiết bị và B là điểm gốc đều thuộc loại phi tiêu chuẩn. B-NT1 thực hiện chức năng của lớp 1, chẳng hạn như điểm cuối đường dây truyền dẫn, xử lý phối ghép truyền dẫn, vận hành và bảo dưỡng. B-NT2 thực hiện chức năng của lớp 1 và lớp có mức cao và nó có thể được cấu hình theo phương pháp tập trung hoặc phương pháp phân bố. Các chức năng liên quan đến B-NT2 là bộ phối hợp phương tiện (MA), tìm kiếm biên giới tế bào, tập trung hoá, nhớ đệm. ghép kênh, tách kênh, gán nguồn, xử lý phối ghép chức năng AAL về báo hiệu, xử lý giao thức báo hiệu và chuyển mạch kết nối bên trong. B-TE thực hiện truyền thông giữa khách hàng - với - khách hàng và giữa khách hàng - với - máy, kết cuối phối ghép, xử lý giao thức báo hiệu, xử lý nối kết trên các thiết bị khác, trên lớp 1 và lớp có mức cao hơn, kể cả OAM.

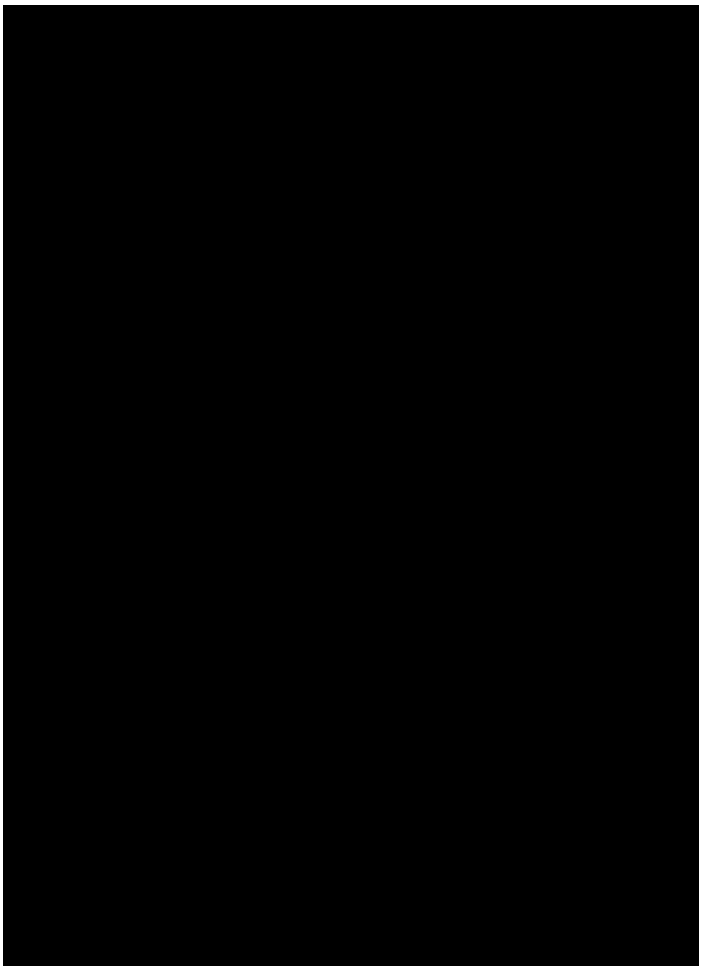
(a), (b) Trường hợp giao diện vật lý là Sb, và Tb

(c), (d) Trường hợp giao diện vật lý là Sb

(e), (f) Trường hợp giao diện vật lý là Tb

(g), (h) Trường hợp S, Sb, Tb là đồng tồn tại

(i), (j) Trường hợp Sb, và Tb là đồng nhất



Hình 1.77. Cấu hình vật lý cơ bản của UNI

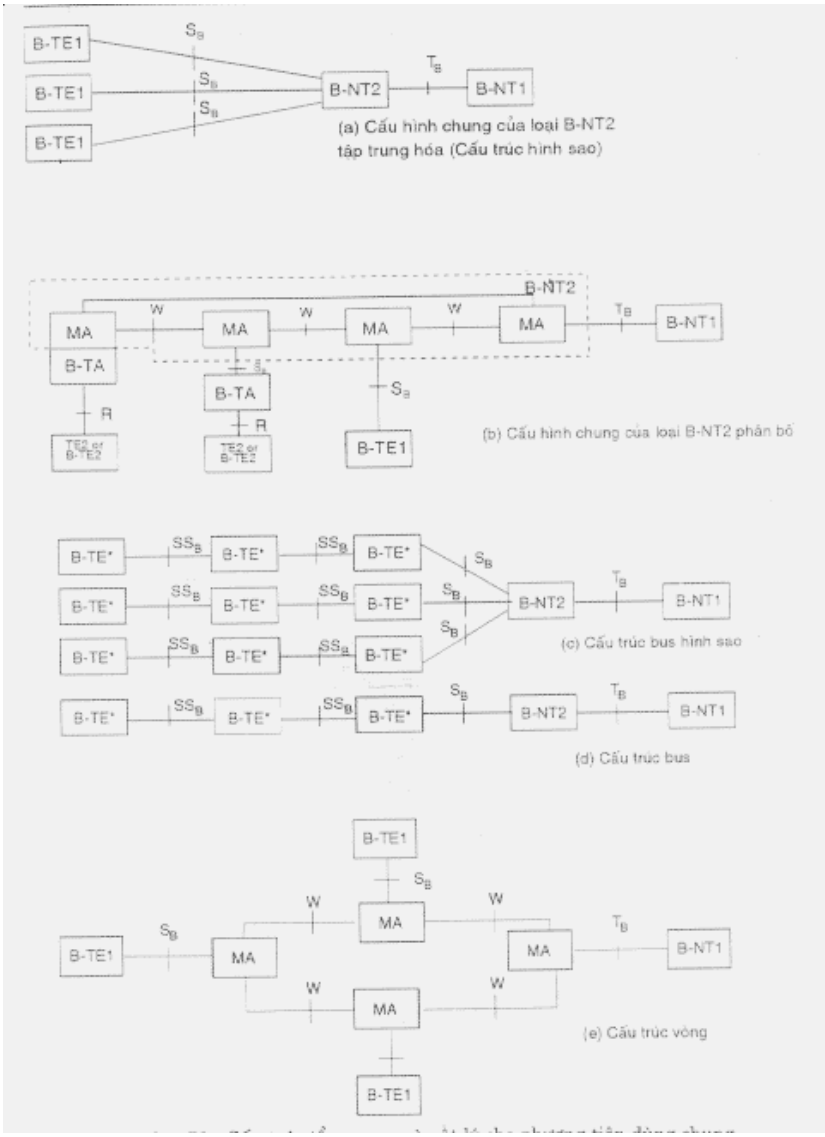
(a) Cấu hình chung của loại B-NT2 tập trung hoá (Cấu trúc hình sao)

(b) Cấu hình chung của loại B-NT2 phân bố

(c) Cấu trúc bus hình sao

(d) Cấu trúc bus

(e) Cấu trúc vòng



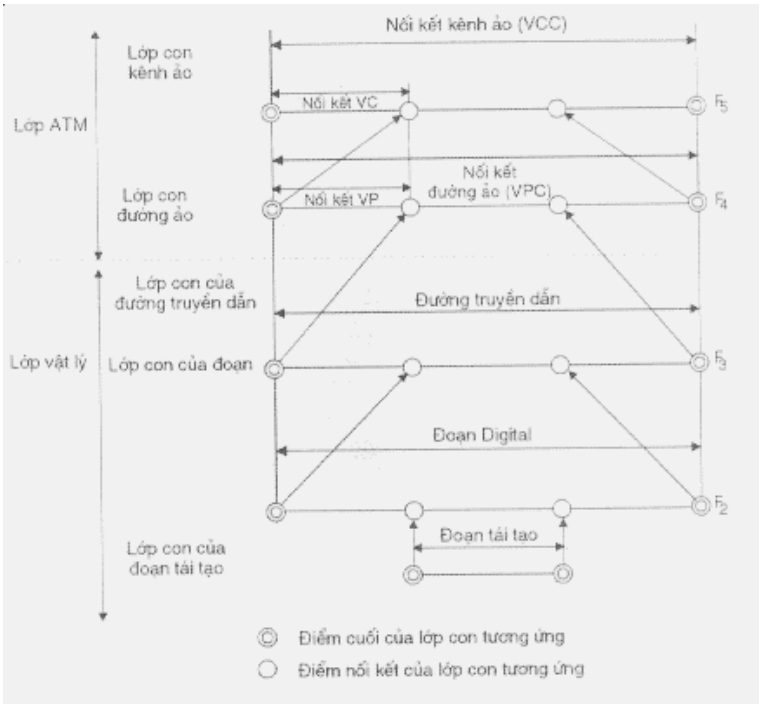
Hình 1.78. Cấu trúc tổng quan và vật lý cho phương tiện dùng chung.

1.7.11 Giao diện mạng của B-ISDN

Nếu cân nhắc rằng BISDN là mạng chuyển tải của ATM, thì có thể đưa ra khái niệm phân lớp của mạng. Có nghĩa là, mạng chuyển tải được phân lớp thành mạng lớp ATM và mạng lớp vật lý. Mạng lớp ATM lại được chia nhỏ thành lớp con của kênh ảo và lớp con của đường ảo.

Điểm cuối của lớp con tương ứng

Điểm nối kết của lớp con tương ứng



Hình 1.79. Mối quan hệ giữa các mạng phân lớp của B-ISDN

Cũng như vậy, mạng của lớp vật lý được chia nhỏ thành lớp con của đường truyền dẫn, lớp con của đoạn digital và lớp con của đoạn tái tạo. Khái niệm các mạng phân lớp này đều được áp dụng trong trường hợp mạng dựa trên tế bào hoặc mạng dựa trên SDH. Mối quan hệ giữa các lớp mạng của B-ISDN được trình bày trên hình 1.79. Trong lớp con của kênh ảo có cung cấp kết nối kênh ảo (VCC - Virtual Channel Connection) để chuyển giao thông tin giữa khách hàng - khách hàng giữa khách hàng - mạng và giữa mạng - mạng. Do vậy VCC được thiết lập giữa các điểm chuẩn Tb hoặc Sb và các tế bào liên quan đến cùng một kết nối VCC sẽ được chuyển giao qua cùng một kênh.

Trong lớp con của đường ảo có cung cấp nối kết đường ảo (VPC - Virtual Path Connection) để chuyển giao thông tin giữa khách hàng - khách hàng, giữa khách hàng - mạng và giữa mạng - mạng. Do vậy, VPC được cấu hình nhờ kết nối liên tục của các kênh kết nối VP, còn VPC, giữa khách hàng - khách hàng được thiết lập giữa các điểm chuẩn Tb hoặc Sb. Ngoài ra, các tế bào liên quan đến cùng một VPC sẽ được chuyển giao trên cùng một đường.

Mạng của lớp vật lý là một mạng truyền dẫn đồng bộ, được kết hợp với mạng của lớp phương tiện truyền dẫn: có nghĩa là lớp con của đường truyền dẫn chính là đường VC-4 trong trường hợp phân lớp dựa trên SDH; lớp con của đoạn digital và lớp con của đoạn tái tạo tương ứng là đoạn ghép kênh và đoạn tái tạo.

2. THÔNG TIN VÔ TUYẾN

2.1 NỀN TẢNG CỦA THÔNG TIN VÔ TUYẾN

Thông tin vô tuyến sử dụng khoảng không gian làm môi trường truyền dẫn. Phương pháp thông tin là: phía phát bức xạ các tín hiệu thông tin bằng sóng điện từ, phía thu nhận sóng điện từ phía phát qua không gian và tách lấy tín hiệu gốc. Về lịch sử của thông tin vô tuyến, vào đầu thế kỷ này Marconi thành công trong việc liên lạc vô tuyến qua Đại Tây dương, Kenelly và Heaviside phát hiện một yếu tố là tầng điện ly hiện diện ở tầng phía trên của khí quyển có thể dùng làm vật phản xạ sóng điện từ. Những yếu tố đó đã mở ra một kỷ nguyên thông tin vô tuyến cao tần đại quy mô. Gần 40 năm sau Marconi, thông tin vô tuyến cao tần là phương thức thông tin vô tuyến duy nhất sử dụng phản xạ của tầng đối lưu, nhưng nó hầu như không đáp ứng nổi nhu cầu thông tin ngày càng gia tăng.

Chiến tranh Thế giới lần thứ hai là một bước ngoặt trong thông tin vô tuyến. Thông tin tầm nhìn thẳng - lĩnh vực thông tin sử dụng băng tần số cực cao (VHF) và đã được nghiên cứu liên tục sau chiến tranh thế giới - đã trở thành hiện thực nhờ sự phát triển các linh kiện điện tử dùng cho HF và UHF, chủ yếu là để phát triển ngành Rađa. Với sự gia tăng không ngừng của lưu lượng truyền thông, tần số của thông tin vô tuyến đã vươn tới các băng tần siêu cao (SHF) và cực cao (EHF). Vào những năm 1960, phương pháp chuyển tiếp qua vệ tinh đã được thực hiện và phương pháp chuyển tiếp bằng tán xạ qua tầng đối lưu của khí quyển đã xuất hiện. Do những đặc tính ưu việt của mình, chẳng hạn như dung lượng lớn, phạm vi thu rộng, hiệu quả kinh tế cao, thông tin vô tuyến được sử dụng rất rộng rãi trong phát thanh truyền hình quảng bá, vô tuyến đạo hàng, hàng không, quân sự, quan sát khí tượng, liên lạc sóng ngắn nghiệp dư, thông tin vệ tinh - vũ trụ v.v... Tuy nhiên, can nhiễu với lĩnh vực thông tin khác là điều không tránh khỏi, bởi vì thông tin vô tuyến sử dụng chung phần không gian làm môi trường truyền dẫn.

Để đối phó với vấn đề này, một loạt các cuộc Hội nghị vô tuyến Quốc tế đã được tổ chức từ năm 1906. Tần số vô tuyến hiện nay đã được ấn định theo "Quy chế thông tin vô tuyến (RR) tại Hội nghị ITU ở Geneva năm 1959. Sau đó lần lượt là Hội nghị về phân bố lại dải tần số sóng ngắn để sử dụng vào năm 1967, Hội nghị về bổ sung quy chế tần số vô tuyến cho thông tin vũ trụ vào năm 1971, và Hội nghị về phân bố lại tần số vô tuyến của thông tin di động hàng hải cho mục đích kinh doanh vào năm 1974. Tại Hội nghị của ITU năm 1979, dải tần số vô tuyến phân bố đã được mở

rộng tới 9kHz - 400 Ghz và đã xem xét lại và bổ sung cho Quy chế thông tin vô tuyến điện (RR). Để giảm bớt can nhiều của thông tin vô tuyến, ITU tiếp tục nghiên cứu những vấn đề sau đây để bổ sung vào sự sắp xếp chính xác khoảng cách giữa các sóng mang trong Quy chế thông tin vô tuyến:

- Dùng cách che chắn thích hợp trong khi lựa chọn trạm.

- Cải thiện hướng tính của anten

- Nhận dạng bằng sóng phân cực chéo.

- Tăng cường độ ghép kênh.

- Chấp nhận sử dụng phương pháp điều chế chống lại can nhiễu.

2.2 CÁC ĐẶC TÍNH CỦA SÓNG VÔ TUYẾN

Tần số sử dụng cho sóng điện từ như vai trò sóng mạng trong thông tin vô tuyến được gọi riêng là "tần số vô tuyến" (RF). Tần số này chiếm một dải rất rộng từ VLF (tần số cực thấp) tới sóng milimét. Không thể lý giải đầy đủ sóng vô tuyến theo lý thuyết, bởi vì nó không chỉ bị ảnh hưởng bởi tầng đối lưu và tầng điện ly mà còn bởi các thiên thể, kể cả mặt trời.

Do vậy, việc đánh giá các trạng thái của các hành tinh, của tầng đối lưu và điện ly và việc dự báo đường truyền sóng vô tuyến cũng như khả năng liên lạc dựa trên nhiều dữ liệu trong quá khứ là hết sức quan trọng. Phần sau đây của chương trình này sẽ giúp bạn đọc hiểu được cơ chế truyền sóng vô tuyến theo tần số thông tin vô tuyến cùng những vấn đề khác, liên quan đến sóng vô tuyến.

2.2.1 Phân loại tần số vô tuyến

Trong thông tin vô tuyến, cơ chế truyền sóng vô tuyến và việc sử dụng thiết bị truyền thông phụ thuộc vào tần số vô tuyến sử dụng. Bảng 2.1 trình bày băng tần số vô tuyến được phân loại theo tiêu chuẩn quốc tế hiện hành và theo cơ chế và phương thức sử dụng sóng vô tuyến.

Bảng 2.1. Phân loại, cơ chế và sử dụng sóng vô tuyến

Tần số	Phân loại băng tần	Cơ chế truyền sóng vô tuyến	Cự ly thông tin và lĩnh vực sử dụng
3KHz~30 KHz	VLF	Sóng đất-điện ly	Thông tin đạo hàng quân sự khắp thế giới

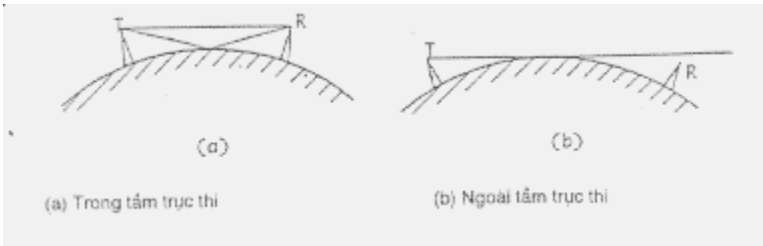
30KHz~300KHz	LF	Sóng đất	1500Km đạo hàng vô tuyến
300KHz~3MHz	MF	Sóng đất (Cự ly ngắn) Sóng trời (Cự ly dài)	Phát thanh cố định Hàng không, đạo hàng, liên lạc nghiệp dư
3MHz~30MHz	HF	Sóng trời	3~6MHz : Thông tin liên tục địa 6~30Mhz : Thông tin di động Thông tin kinh doanh và nghiệp dư, dân sự quốc tế
30MHz~300MHz	VHF	Sóng trời Sóng đối lưu	Thông tin trực thi, VHF, FM Đa thông tin
300MHz~3GHz	UHF	Sóng trời Sóng đối lưu	Rađar, đa thông tin Thông tin di động
3GHz~30GHz	SHF, Viba	Sóng trời	Thông tin vệ tinh, thông tin cố định, Rađar
30GHz~300GH	EHF, Milimeter	Sóng trời	Thông tin cho tương lai

2.2.2 Đường truyền lan sóng vô tuyến

Sóng vô tuyến không truyền lan theo dạng lý tưởng khi chúng ở trong không gian do ảnh hưởng của mặt đất và tầng đối lưu. Hình 2.1 mô tả đường truyền sóng giữa các đầu phát T và đầu thu R và chỉ cho thấy còn có sóng phản xạ từ bề mặt đất để đạt tới trạm thu, ngoài sóng trực tiếp theo đường thẳng.

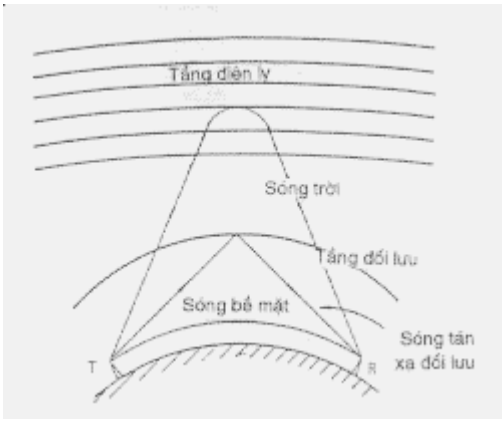
(a) Trong tầm trực thi

(b) Ngoài tầm trực thi



Hình 2.1. Đường đi của Sóng vô tuyến

Khi khoảng cách giữa trạm phát và trạm thu xa nhau hơn, thông tin bằng sóng đi thẳng trở nên không thể được do độ cong của bề mặt trái đất như trình bày trong hình 2.1(b) nhưng vẫn có thể có sóng vô tuyến truyền lan xuống mặt đất do có sóng bề mặt và sóng trời, nhờ hiện tượng khúc xạ (hình 2.2). Nói chung, sóng bề mặt, sóng trực tiếp và sóng phản xạ, trừ sóng trời, đều được gọi là sóng đất. Sóng trời là sóng điện từ bị thay đổi hành trình của mình tại tầng điện ly và quay trở về trái đất; tầng điện ly là nơi hội tụ của vô số điện tích, định hình tại độ cao 100-400Km. Ngoài sóng bề mặt và sóng trời còn có sóng tán xạ - đó là phản xạ do những sự biến đổi mãnh liệt của tầng đối lưu và điện ly hoặc do sóng điện từ va chạm với các vật chất, chẳng hạn như các sao băng, và bị tán xạ để rồi đạt tới đầu thu. Sóng tán xạ được sử dụng trong phương pháp chuyển tiếp qua tán xạ đối lưu.



Hình 2.2. Hành trình của sóng vô tuyến đi qua đường chân trời

1. Sự lan truyền của băng tần số thấp

Sự lan truyền của băng tần số thấp là nhờ vào sóng đất. Nó được thực hiện nhờ nhiễu xạ sóng điện từ. Do độ nhiễu xạ tỷ lệ nghịch với bước sóng cho nên tần số sử dụng càng cao, sóng đất càng yếu (để truyền lan tần số thấp). Hiện tượng nhiễu xạ có mối tương quan chặt chẽ với độ dẫn điện và hằng số điện môi của đất trong đường lan truyền. Vì cự ly truyền sóng trên mặt biển dài hơn so với mặt đất cho nên tần số thấp được sử dụng rộng rãi trong thông tin vô tuyến đạo hàng. Trong trường hợp tần số cực thấp, bước sóng lớn hơn nhiều so với chiều cao từ bề mặt trái đất lên tới tầng điện ly. Cho nên, mặt đất và tầng điện ly đóng vai trò như hai bức

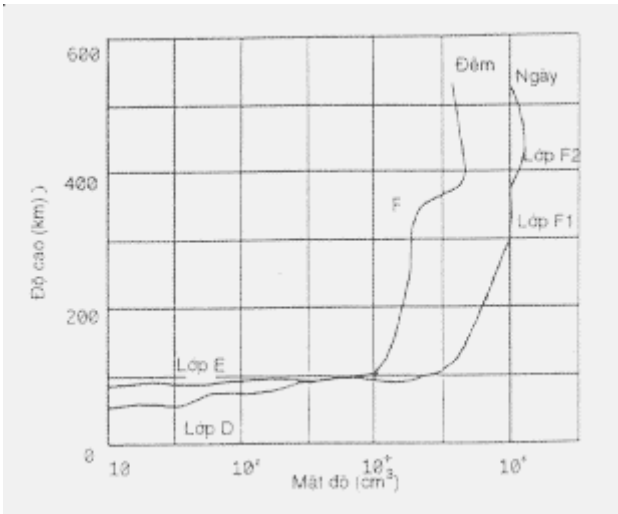
tường. Nó được gọi là chế độ ống dẫn sóng mặt đất - điện ly mà nhờ nó, có thể thông tin tới toàn thế giới. Băng tần số cực thấp được sử dụng chủ yếu cho thông tin hàng hải và thông tin đạo hàng.

2. Sự truyền lan của băng tần số cao

Thông tin cự ly xa bằng băng tần số cao được thực hiện nhờ sự phản xạ của sóng trời trên tầng điện ly. Trong phương thức thông tin này, mật độ thu sóng trời phụ thuộc vào tần số vô tuyến và trạng thái của tầng điện ly, trạng thái này thay đổi theo thời gian, theo ngày, theo mùa và theo điều kiện thời tiết. Cho nên việc dự báo trạng thái của tầng điện ly là vô cùng quan trọng đối với thông tin liên lạc sử dụng sóng trời.

(1) Tầng điện ly

Tầng điện ly hình thành tại độ cao 100Km - 400Km là do kết quả của việc ion hoá trạng thái của tầng đối lưu bằng các tia cực tím và tia X do mặt trời bức xạ. Tầng điện ly được phân chia thành một vài lớp có giá trị mật độ điện tử cực đại. Mỗi tầng được phân chia thành các lớp D, E, F theo độ cao của nó. Lớp F lại được phân chia thành lớp F1, F2. Hình 2.3 trình bày mật độ tính theo độ cao của các lớp ion điển hình.



Hình 2.3. Mật độ điện tử /ion của tầng điện ly - theo độ cao

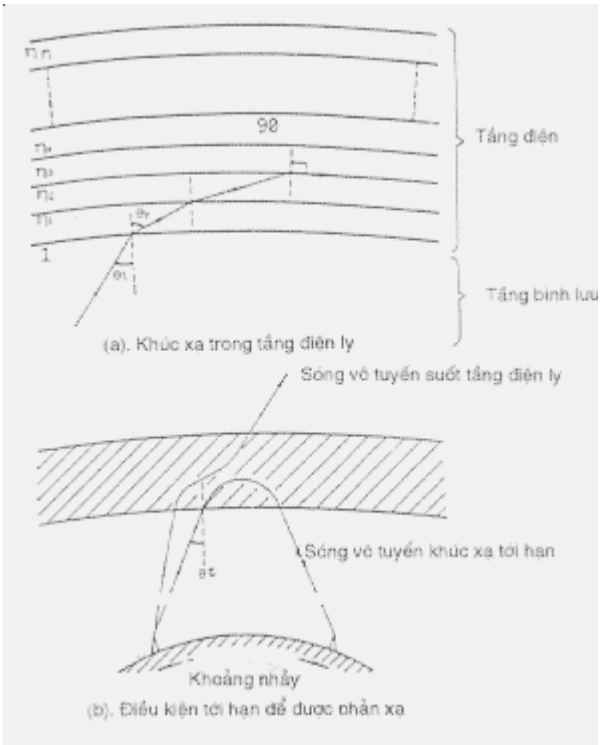
(2) Truyền sóng trong lớp Ion

Trong khi tầng điện ly có thể xem như một tấm dẫn điện phẳng trong việc truyền lan các tần số thấp thì lớp ion hoá giống như một tấm điện môi khổng lồ mà hệ số khúc xạ của nó biến đổi liên tục, vì sự biến đổi của mật độ ion theo bước sóng là không đáng kể trong băng tần số cao (bước sóng ngắn hơn). Hệ số khúc xạ hiệu dụng được xác định như sau:

Trong công thức này, N biểu thị cho số lượng ion trong trạng thái các điện tử tự do hoặc plasma, trên m3. Hình 2.4 trình bày đường đi của sóng

vô tuyến trong tầng điện ly. Góc tới q i đi được xác định theo công thức sau:

Trong chiều tới thẳng đứng (q i = 0), nếu giá trị cực đại của mật độ điện tử trong tầng điện ly là Nm, thì tần số cực đại phản xạ tại điểm này là q Nm, gọi là tần số cực trị cho tầng điện ly này.



Hình 2.4.- Cơ chế phản xạ của tầng điện ly

Nếu tần số cực trị cho biết trước thì tần số lớn nhất được phản xạ đối với góc kích thích có thể được quyết định. Tần số này gọi là Tần số khả dụng Cực đại (MUF) và được biểu thị bằng MUF = f.sec q i . Hành trình vô tuyến của MUF là khoảng cách tối đa mà sóng trời có thể đạt tới và được gọi là khoảng nhảy. Vùng mà cả sóng trực tiếp lẫn sóng không gian đều không đạt tới được gọi là vùng nhảy. Khi sóng vô tuyến đi xuyên qua tầng điện ly thì nó sẽ bị suy giảm vì va chạm với các phân tử. Điều này chủ yếu xảy ra ở lớp D có mật độ điện tử cao hơn so với trong lớp E và F. Độ suy hao tỷ lệ thuận với 1/f2, do vậy , về mặt chất lượng thông tin, điều đáng mong muốn là chọn được tần số cao nhất để được sử dụng như sóng không gian.

Bằng việc nghiên cứu sự biến đổi của MUF theo ngày và theo thời gian, người ta thường sử dụng tần số thấp hơn khoảng 15% so với giá trị dự kiến trung bình của MUF trong thông tin bằng sóng trời. Tần số thấp hơn này được gọi là tần số làm việc tối ưu (OWF). OWF thấp hơn MUF trong khoảng 90% tỷ lệ chiếm thời gian.

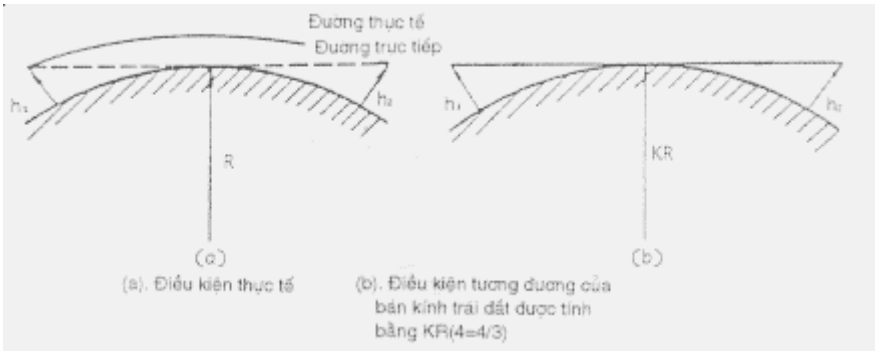
3) Truyền sóng của VHF và UHF.

Trừ một vài trường hợp đặc biệt, giới hạn trên mà sóng không gian truyền lan được là 30 MHz . Sóng không gian được sử dụng cho các tín hiệu lớn hơn VHF. Sự thay đổi hệ số khúc xạ theo độ cao của khí quyển gây ảnh hưởng đến sóng không gian. Khí quyển tiêu chuẩn là một khí quyển lý tưởng có một tỷ lệ biến đổi hệ số khúc xạ theo độ cao một cách đều đặn, bởi vì nó có một hệ số thay đổi cố định của áp suất khí quyển theo độ cao, nhiệt độ và độ ẩm. ITU-R quy định chỉ số khúc xạ của khí quyển tiêu chuẩn theo độ cao h Km như sau:

Vì có sự biến đổi hệ số khúc xạ một cách liên tục, cho nên đường đi thực tế của sóng không gian là khác với đường trực tiếp (thẳng). Để bù lại sự khác nhau này, cự ly thông tin cực đại thực tế được tính toán theo đường trực tiếp dựa trên quy định bán kính hiệu quả của trái đất KR (K=4/3 trong khí quyển tiêu chuẩn) (tham khảo Hình 2.5).

a) Điều kiện thực tế

b) Điều kiện tương đương của bán kính trái đất được tính bằng KR (4=4/3)



Hình 2.5. Khúc xạ của sóng vô tuyến trong khí quyển tiêu chuẩn

4) Sóng tán xạ đối lưu.

Việc lan truyền cuả sóng vô tuyến nhờ hiệu ứng tán xạ đối lưu của khu vực khí quyển rộng lớn trong tầng đối lưu được dùng cho băng tần trên VHF. Phương pháp này cho phép thông tin liên lạc cự ly xa ở các băng tần VHF, UHF, và SHF và phụ thuộc rất nhiều vào thông tin trực thi trước đây. Phương pháp này có nhiều ưu điểm của thông tin băng rộng và ghép kênh cũng như thông tin đồng thời cho một khu vực rộng. Mặt khác nó cũng đòi hỏi công suất phát lớn và máy thu có độ nhậy cao.

2.5. HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG

Gần đây, thông tin di động đã trở thành một ứng dụng trong lĩnh vực thông tin vô tuyến. Sự phát triển của thông tin di động được bắt đầu bằng

phát minh thí nghiệm về sóng điện tử của Hertz và điện báo vô tuyến của Marconi và vào thời kỳ đầu của phát minh thông tin vô tuyến, nó được sử dụng trong dịch vụ vận tải an toàn đường biển để điều khiển các tàu. Đối với thông tin vô tuyến mặt đất, sau chiến tranh thế giới thứ nhất, hệ thống điện thoại vô tuyến di động đã được lắp đặt và khai thác trong ngành cảnh sát của Mỹ. Trong dịch vụ thông tin di động hàng không - một hệ thống được khai thác ở các dải thông HF và VHF đã được thiết lập để kiểm soát bay. Hiện nay, hệ thống điện thoại xe cộ tự động và hệ thống điện thoại di động tàu bè đã được thiết lập để sử dụng trong thực tế. Người ta sử dụng chuông bỏ túi, điện thoại không đầy, dải băng nghiệp dư các nhân (CB_máy bộ đàm... và các dịch vụ thông tin vô tuyến di động khác nhau chẳng hạn như dịch vụ vệ tinh hàng hải, điện thoại trên tàu hoả máy bay đang được cung cấp. Tần số sử dụng lên đến VHF và UHF và trong tương lai không xa tần số cận vi ba (quasi microwave) (1-2 GHz) cũng sẽ được sử dụng. Trong mục này, chúng ta sẽ xem xét các dịch vụ thông tin di động khác nhau, sự phát triển của chúng trong tương lai, đặc biệt, thông tin di động mặt đất sẽ được đề cập đến một cách tỉ mỉ hơn.

2.5.1 Các loại và các đặc tính của thông tin di động mặt đất.

1/ Thông tin di động mặt đất.

Thông tin di động mặt đất thường được phân nhóm thành hệ thống công cộng và dùng riêng... Hệ thống công cộng có nghĩa là hệ thống thông tin có thể truy nhập tới mạng điện thoại chuyển mạch công cộng (PPTN) - có điện thoại xe cộ, điện thoại không dập, chuông bỏ túi... Trong hệ thống dùng riêng cả 2 loại hệ thống. Hệ thống thứ nhất là hệ thống dịch vụ công cộng chẳng hạn như cảnh sát, cứu hoả, cấp cứu, điện lực và giao thông. Hệ thống thứ hai là dùng cho các cá nhân hay các công ty. ở đây, ngoài dịch vụ kinh doanh sử dụng sóng vô tuyến dành riêng, còn có hệ thống MCA hệ thống kinh tế trung nhập đa kênh, sử dụng các kênh vô tuyến trong thông tin vô tuyến nội bộ công ty và cá nhân chẳng hạn như máy bộ đàm và vô tuyến nghiệp dư. Ngoài những dịch vụ kể trên còn có các dịch vụ thông tin di động mặt đất khác mới xuất hiện như chuông bỏ túi có màn hiện hình, đầu cuối xa... Các đặc tính của thông tin di động được trình bày trong bảng 2.2.

Bảng 2.2 Các đặc tính của các dịch vụ thông tin di động mặt đất.

	Hệ thống công cộng			Hệ thống dành riêng				
	Âm thanh		Dữ liệu	Âm thanh				Dữ liệu
	Điện thoại xe cộ	Điện thoại	Chuông không dây	Doanh nghiệp	Vô tuyến tư nhân	MCA	Cá nhân	Đầu (truy nhập đa kênh)
Các dạng thông tin	Song công	Song công	Thông tin đơn hướng	Đơn công	Đơn công	Đơn công	Đơn công	Song công
Loại di động	Trang bị trên xe cộ	Bán cố định	Xách tay	Trang bị trên xe	Trang bị trên xe, xách tay	Trang bị trên xe	Trang bị trên xe,xách tay	Xách tay
Vùng di động	Hạn chế thành phố ngoại ô	Toàn quốc	Hạn hẹp	Toàn quốc	Toàn quốc	Hạn hẹp	Toàn quốc	Hạn hẹp (trong T.phố)
Vùng phục vụ của 1 điểm	5~10 Km	20 m	10~15 km	5~10km	0,5~1 km	20~30 km	5~10 km	250~500m
Người sử dụng	Phổ thông (chủ yếu cho bộ phận quản lý của chính phủ và công ty)	Phổ thông	Phổ thông (chủ yếu cho bộ phận quản lý, bác sĩ, cảnh sát)	Công ty	Phổ thông	Công ty	Phổ thông	Công ty
Những trở ngại trong xuyên âm	Nhỏ	Nhỏ	Nhỏ	Bình thường	Nghiêm trọng	Nhỏ	Bình thường	Nhỏ
Các dạng dịch vụ	Không dùng tay, điện thoại cầm tay cho hành khách, điện thoại xe cộ	Điện thoại cầm tay	Tự động truy nhập băng rộng					

2/ Thông tin di động hàng hải

Thông tin di động hàng hải được phân thành hệ thống thông tin tàu thuyền giữa trạm gốc ở cảng và tàu đi dọc theo bờ biển và hệ thống thông tin vệ tinh hàng hải đến với các tàu ngoài khơi xa.

Thông tin điện thoại tàu thuyền được phát triển từ điện báo vô tuyến sử dụng bằng sóng ngắn trung bình, còn hệ thống điện thoại tàu bè thực sự, sử dụng băng tần VHF là hệ thống điện thoại tàu bè của Great Lakes ở Mỹ năm 1952. ở Châu Âu, kênh thông tin hai hướng mở rộng được phát

triển theo các kiểu của Mỹ. Các nước ở vùng biển Bắc bắt đầu khai thác hệ thống này năm 1956, nhưng hệ thống này thuộc kiểu truy nhập khai thác nhân công với băng tần 150 MHz.

Sau đó, ITU-R đã khuyến nghị kiểu truy nhập tự động và bây giờ hệ thống 450 MHz NMT được khai thác ở phía Bắc và kiểu tự động băng tần 250 MHz được sử dụng ở Nhật.

Trong thời kỳ đầu của thông tin vệ tinh hàng hải, hệ thống MARISATA được khai thác như là một hệ thống nội bộ công ty và theo đó INMARSAT được thiết lập và khai thác vào năm 1979 và rất nhiều dịch vụ như điện thoại, telex, dữ liệu, và cứu hộ hàng hải đã được cung cấp.

Hệ thống giải pháp tổng thể GMDSS (Hệ thống cứu nạn và an toàn hàng hải toàn cầu đang được phát triển và sẽ được sử dụng.

3/ Thông tin di động hàng không.

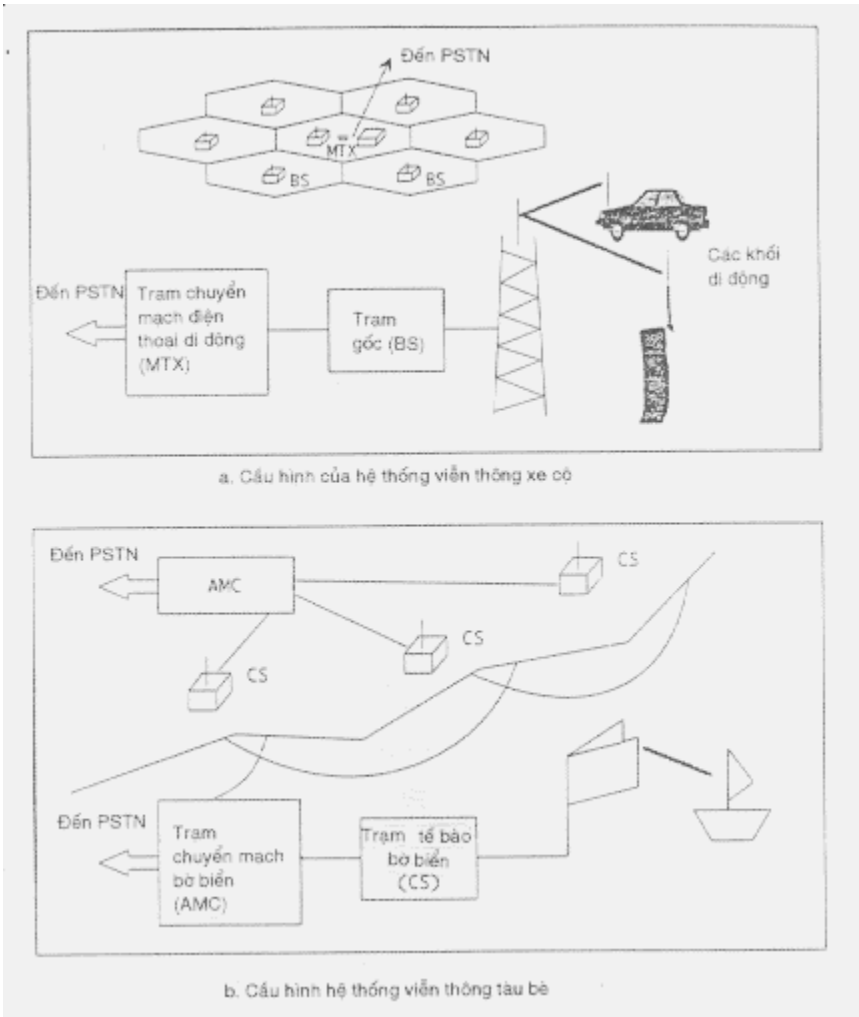
Trong thông tin di động hàng không có dịch vụ điện thoại vô tuyến sân bay để kiểm soát bay và hệ thống điện thoại công cộng hàng không cho hành khách. Dịch vụ điện thoại công cộng hàng không kiểu thông tin trực tiếp giữa đài mặt đất và máy bay - được sử dụng một phần ở Mỹ, Nhật và một số nước khác. Các kiểu chủ yếu của nó là ARINC và Airfone - là những kiểu được phát triển ở Mỹ. Băng tần là 800 - 900 MHz - dùng chung với băng tần của thông tin di động mặt đất. Điều chế ở đây là SSB. Về truy nhập cuộc gọi, loại thứ nhất là chuyển vùng thông tin và loại sau là kiểu vùng thông tin phụ thuộc.

Theo sự phát triển của kỹ thuật thông tin vệ tinh di động hàng không đang được xúc tiến một cách tích cực việc sử dụng dịch vụ điện thoại công cộng hàng không thực sự sẽ được mở rộng cho các đường bay quốc tế sau những năm 1990.

2.5.2 Cấu hình của hệ thống thong tin di động

Cấu hình của hệ thống thông tin di động có thể khác nhau tuỳ theo các dạng dịch vụ và thường bao gồm tổng đài chuyển mạch điện thoại di động, trạm gốc di động và các đầu cuối điện thoại vô tuyến. Các mạng cơ bản tiêu biểu của các hệ thống điện thoại xe cộ và tàu bè được mô tả trong hình 2.32.

Trong đó, vùng bao phủ của một trạm gốc là một vùng thì nhiều vùng tạo nên một trạm chuyển mạch và biên giới vào một trạm chuyển mạch có thể xử lý sẽ là một vùng lưu lượng... Toàn bộ vùng phục vụ được hình thành bởi vùng lưu lượng này.



Hình 2.32 Cấu hình của hệ thống viễn thông xe cộ và tàu bè

1/ Trạm chuyển mạch viễn thông.

Trạm chuyển mạch liên kết mạng thông tin di động với PSTN và hệ thống chuyển mạch ở trạm chuyển mạch là dạng tự động và điều khiển theo chương trình lưu trữ. Các chức năng chính của nó là đấu nối các thuê bao di động với nhau và với các thuê bao của PSTN. Vì vậy MTX cần phải có các chức năng khác với hệ thống chuyển mạch PSTN, chẳng hạn như chuyển vùng tìm kiếm vị trí và đăng ký.

Chuyển vùng nghĩa là trong quá trình cuối gọi, nếu máy di động di chuyển khỏi vùng phục vụ của một khu vực cụ thể thì hệ thống sẽ chuyển cuộc gọi này sang một kênh tần số mới ở một khu vực tế bào mới mà không làm gián đoạn cuộc gọi. Điều này được thực hiện bằng một hệ thống tính toán phức tạp, một hệ thống nhạy cảm và điều khiển chính xác. Phương pháp chung ở đây là bằng việc giám sát chất lượng tín hiệu (mức) của từng kênh thu được từ các trạm gốc khác, khi chất lượng tín hiệu bắt đầu giảm dưới mức quy định thì khu vực tế bào hiện tại sẽ chuyển tín hiệu báo động cho trạm chuyển mạch sau đó trạm chuyển mạch sẽ yêu

cầu đo chất lượng tín hiệu của kênh đi tới trạm góc biên cạnh để xác định xem vùng nào xử lý cuộc gọi và sau đó dựa vào kết quả này chọn ra vùng tối ưu. Việc đăng ký đơn vị là khi thuê bao di động dịch chuyển từ nhà đến vùng lưu lượng khác, trạm nhà sẽ làm cho trạm đã dịch chuyển phát hiện ra thuê bao di động và hệ thống ở nhà sẽ lưu trữ lại các thông tin đăng ký để đấu nối cuộc gọi. Và trạm chuyển mạch cần phải có chức năng là tất cả các thông tin dịch vụ khác được lưu trữ trong hệ thống chuyển mạch để đấu nối các thuê bao di động với nhau và các thuê bao PSTN.

2/ Trạm gốc.

Trạm gốc dùng để nối trạm chuyển mạch viễn thông di động và mạng di động và nó bao gồm thiết bị thu phát, ăngten và thiết bị điều khiển. Chức năng chính của nó là điều khiển và quản lý vùng đã được phân định bằng cách chuyển các tín hiệu gọi đến/gọi đi gán kênh, giám sát kênh và tự chẩn sai. Để giảm tối thiểu can nhiễu của các vùng bên cạnh thì các yếu tố như phân bổ tần số và phân bổ mã vùng rất quan trọng. Những điều này được nhắc đến trong phần hệ thống điện thoại di động.

3/ Máy di động của điện thoại vô tuyến.

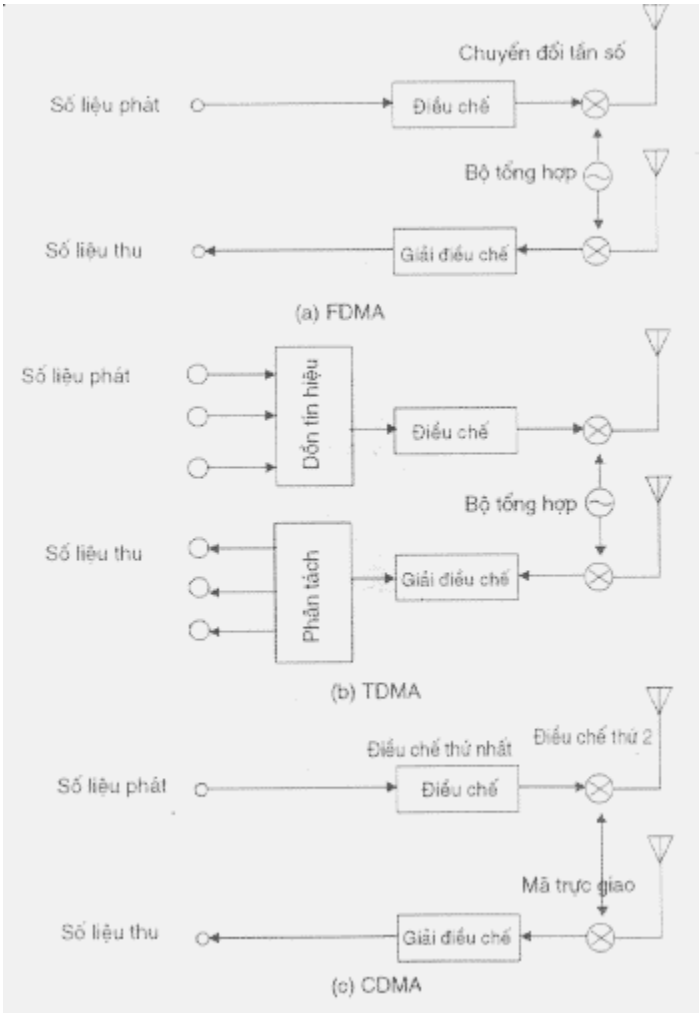
Máy tự động nghĩa là thiết bị thông tin được trang bị để di động như là xe cộ, tàu bè, máy bay và chúng bao gồm điện thoại cầm tay, chuông bỏ túi và điện thoại vô tuyến xách tay.

2.5.3 Phương pháp truy nhập kênh

Trong thông tin di động, cần phải điều tiết càng nhiều người sử dụng càng tốt trên các nguồn tần số giới hạn. Truy nhập kênh được phân loại thành kiểu chiếm dụng kênh và phân chia kênh. Kiểu chiếm dụng kênh là truy nhập tốt đối với thông tin liên tục như điện thoại. Có đa truy nhập phân chia theo tần số trong hệ thống tế bào tương tự, đa truy nhập phân chia theo thời gian đủ sử dụng trong hệ thống tế bào số, và đa truy nhập phân chia theo mã.

Kiểu chia kênh được gọi là truy nhập ngẫu nhiên vì nó cho phép có va chạm và người sử dụng có thể chuyển một cách độc lập tín hiệu gốc một cách ngẫu nhiên. Có các loại truy nhập ALOHA, ICMA (đa truy nhập chuyển tín hiệu rỗi) và CSMA (đa truy nhập nhạy cảm sóng mang). Trong hệ thống tế bào, khi máy di động tiến hành cuộc gọi và chuyển tín hiệu điều khiển để yêu cầu kênh tới trạm gốc thì truy nhập ngẫu nhiên được sử dụng.

1/ FDMA,/TDMA/CDMA



Hình 2.34 Cầu hình của hệ thống thu phát (trạm gốc)

Mặt khác trong CDMA thì sóng đã được điều chế thứ nhất của số liệu phát được điều chế trực giao thứ hai bằng mã khuyếch tán. Tỷ lệ dải thông giữa sóng điều chế lần thứ hai và sóng điều chế lần thứ nhất gọi là hiệu quả khuyếch tán. Nếu khuyếch tán ngược bằng mã khuyếch tán này thì chúng ta lại nhận được sóng điều chế lần thứ nhất.

Ngược lại với trường hợp FDMA và TDMA trong đó tín hiệu là trực giao trong từng miền tần số và từng miền thời gian, để tránh sự va chạm, các tín hiệu góc của khách hàng trong CDMA điểm đặc trưng của nó là tín hiệu được trực giao hoá ở miền mã.

2/ Truy nhập ngẫu nhiên.

Trong trường hợp truyền thông gói mà yêu cầu thông tin là ngẫu nhiên và khả năng tạo nhóm cao, mặc dù một kênh vô tuyến được dùng chung cho nhiều người sử dụng nhưng xác suất va chạm thấp. Bằng cách sử dụng truyền thống góc theo thống kê này, việc truy nhập để thực hiện ghép kênh được gọi là đa trung nhập thống kê.

Truy nhập ngẫu nhiên đơn giản nhất là ALOHA. Từ mỗi khi góc thông tin cần phát được tạo ra máy di động giữ góc thông tin này tới trạm gốc. Khi có xuất hiện lỗi trong góc thông tin này tới trạm gốc. Khi có xuất hiện lỗi trong góc thông tin thu được do va chạm thì trạm gốc yêu cầu phát trả lại cho máy di động. Chống ICMA phát hiện được khi nào đường thông đến trạm gốc không bị chiếm (chả có máy di động nào phát, và khi nào đường thông đến trạm gốc đang được sử dụng (một máy di động đang phát) và tránh được va chạm trong kênh vô tuyến từ trạm gốc xuống (từ trạm gốc đến máy di động).

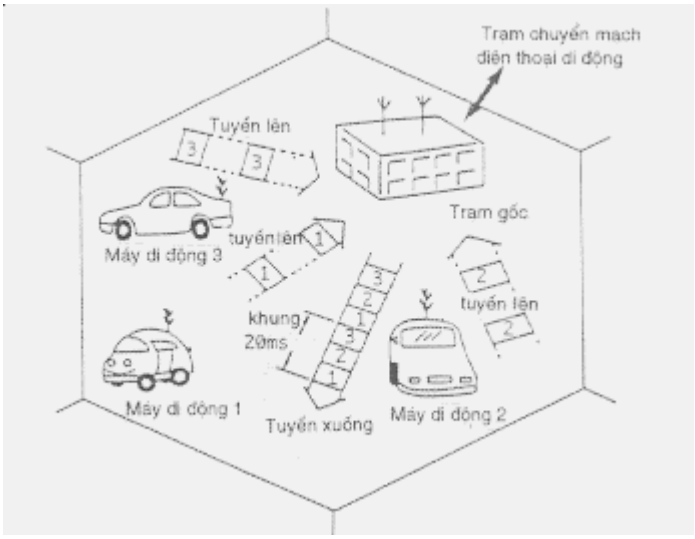
3/ FDMA

Phương pháp đơn giản nhất về truy nhập kênh là đa truy nhập phân chia tần số. FDMA là thể hiện kênh băng hẹp mà đơn giản là bất kỳ đầu cuối nào cũng có một đường điện thoại theo mỗi kênh mà nó có thể truy nhập tới bất kỳ tần số nào. Đôi khi hệ thống này còn được gọi là mỗi kênh trên một sóng mang. Phân chia tần số ở đây là mỗi máy di động có thể sử dụng một đường được tạo ra bằng cách này (xem hình 2.35). Đa truy nhập phân chia tần số có nghĩa là nhiều khách hàng có thể sử dụng dải tần đã được gán cho họ mà không bị trùng nhờ việc chia phổ tần ra thành nhiều đoạn.

Ghép kênh phân chia tần số là: tín hiệu cần được phát tới một số khách hàng từ một máy phát sẽ được phát đi bằng cách phân chia các băng tần và máy thu sẽ chọn thông tin thuộc băng tần của nó. FDMA là phát tín hiệu tới một số máy thu. Do vậy, nếu sử dụng FDMA trong hệ thống tế bào thì FDMA phải là kênh nghịch (backward channal) FDM là kênh thuận (Forward channel). Nó được gọi là FDM/FDMA.

Hình 2.35 (trunked). 1 mạch trên một mạch RF

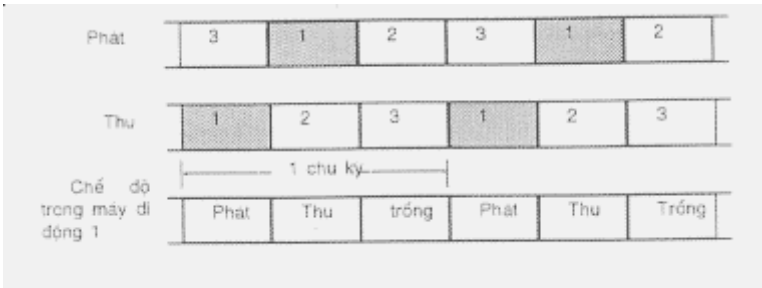
Những ưu điểm của đa truy nhập phân chia tần số là một trong những vấn đề khó khăn trong việc thực hiện hệ thống tế bào số đó là sự khuyếch tán trễ do thời gian đến bị trễ của sóng đa đường trong kênh tế bào, nó gây ra



Hình 2.36 Sơ đồ khái niệm của thông tin di động TDMA

(1) Định thời phát và thu

Hình 2.37 Chỉ rõ việc định thời phát và thu tại trạm gốc và chế độ định thời tại máy di động trong trường hợp ba kênh TDMA, chu kỳ phát, thu, trống được lặp đi lặp lại trong máy di động. Do việc định phát và thu không trùng nhau nên không cần đến bộ lọc chọn lựa thu phát trong máy di động. Khoảng thời gian trống được sử dụng để đo mức thu của các trạm gốc lân cận.

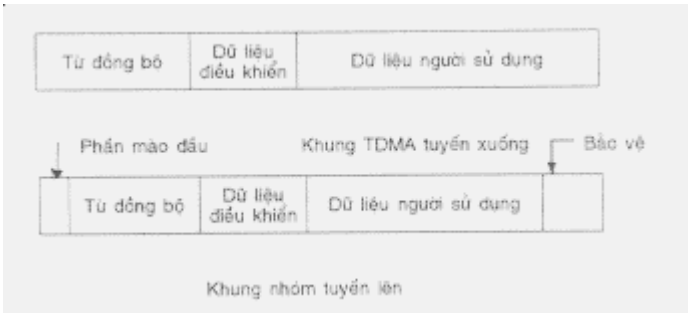


Hình 2.37 Định thời phát thu ở trạm gốc

2/ Cấu hình của khung

Cấu hình của khung được trình bày trong (Hình 2.38). Nhóm của tuyến lên (từ máy di động đến trạm gốc) bao gồm phần mào đầu, từ mã đồng bộ dữ liệu điều khiển, dữ liệu của người sử dụng và thời gian bảo vệ. Vì khung của tuyến xuống (từ trạm gốc đến máy di động) là tín hiệu liên tục nên không cần thiết phải có phần mào đầu và thời gian bảo vệ. Phần mào đầu là hệ thống mã của đồng bộ sóng mang và đồng bộ đồng hồ. Khi phát hiện trễ thì việc tái tạo sóng mang là không cần thiết và mã đồng bộ sóng mang là mã 1 bởi vì sóng thu phải là sóng chuẩn để phát hiện bằng cách tạo ra thời gian trễ mã 1).

Từ mã đồng bộ chỉ rõ điểm bắt đầu của dữ liệu điều khiển và dữ liệu người sử dụng. Dữ liệu điều khiển dùng để điều khiển kênh vô tuyến trong thông tin.



Hình 2.38 Cấu hình của khung

3/ Điều chỉnh thời gian bảo vệ và định thời phát.

Khi một máy di động gửi chùm tín hiệu hướng lên để tạo định thời cho tín hiệu TDMA hướng xuống, đôi khi chùm này bị xung đột bởi vì cự ly giữa các máy di động tới trạm gốc là khác nhau. Chẳng hạn như khi khe 1 được gán cho một máy di động ở xa trạm gốc và máy di động gần nhất được gán khe 2 thì phần cuối của tín hiệu chùm sẽ va chạm với khe 2 bởi vì chùm tín hiệu của máy di động 1 đến chậm. Điều này như được trình bày trong hình <hình 2.38>, có thể tránh được bằng cách đưa vào sử dụng thời gian bảo vệ. Tình huống mà có thể tránh được xung đã được trình bày trong <Hình 2.39>. Khi bán kính tế bào là R thì thời gian bảo vệ (g) điển hình là 2R/C (giây) trong đó C là vận tốc ánh sáng. Khi R-3km thì g là 20s. Nếu thời gian bảo vệ quá dài thì hiệu quả của khung [(độ dài của dữ liệu điều khiển + dữ liệu người sử dụng) độ dài khung] bị giảm.

Việc điều chỉnh đồng thời phát là phương pháp điều chỉnh định thời gian phát của máy di động theo cự ly từ trạm gốc để nhận được tín hiệu khởi của từng máy di động mà việc định thời nó được mô tả ở <Hình 2.37> vào không gây ra xung đột ở trạm gốc. Mặc dù hiệu quả sử dụng khung không giảm nó vẫn cần phải đo khoảng cách. Nó được chấp nhận sử dụng khi hệ thống có tốc độ bít cao, nơi không thể chấp nhận giảm hiệu quả khung dự có thời gian bảo vệ giống như hệ thống tế bào lớn.

4/ Thu tín hiệu nhóm.

Tuy nhiên, các tín hiệu nhóm từ các máy di động không xung đột với nhau do điều khiển định thời phát và thời gian bảo vệ và định thời đồng hồ của tín hiệu nhóm là nhập đồng bộ. Vì vậy, việc tái tạo lại đồng hồ nhóm của mỗi máy di động là cần thiết ở trạm gốc.

Vì tín hiệu nhóm được phát một cách tuần hoàn từ máy di động trong kênh truyền thông cho nên việc tái tạo đồng hồ mà không cần phải vì

phần mào đầu được thực hiện bằng cách duy trì gia của tín hiệu đồng hồ đã được tái tạo cho đến khi thu được tín hiệu nhóm tiếp theo và thực hiện phương thức tái tạo đồng hồ thông thường khi nhận được tín hiệu nhóm. Mặt khác, kênh điều khiển chung là truy nhập ngẫu nhiên và tín hiệu nhóm được bổ sung phần mào đầu để tái tạo đồng hồ. Để không làm giảm hiệu quả khung thì việc đồng bộ hoá đồng hồ cần phải được chèn vào 1 phần mào đầu ngắn với tốc độ cao. Nó có thể là đồng bộ tốc độ cao bằng cách đồng bộ hoá pha đầu tiên của đồng hồ tái tạo với tín hiệu nhận được.

(5) Giám sát mức thu ở trạm gốc bên cạnh sự điều khiển chuyển vùng để làm cho cuộc gọi được liên tục bằng cách phát hiện ra bào đôi dịch chuyển và chuyển tế bào này sang kênh vô tuyến khi máy di động đang gọi tới tế bào đã di chuyển là một kỹ thuật điều khiển quan trọng khi cường độ trường của tín hiệu thu được tại trạm gốc bị giảm (trong hệ thống tế bào tương tự) các trạm gốc trong tế bào bên cạnh sẽ đo cường độ tín hiệu của máy di động ngay lập tức. Cường độ tín hiệu mạnh nhất của tế bào trạm gốc được nhằm vào tế bào đã dịch chuyển và kênh vô tuyến của trạm gốc này được gán cho máy di động. Tuy nhiên sự phát hiện tế bào dịch chuyển này đã được sử dụng trong FDMA. Nếu số người sử dụng tăng lên thì quá trình điều khiển chuyển vùng sẽ rất lớn ở trạm gốc. Trong TDMA ngoài khe phát và thu còn có một khe trống. Nên nó được sử dụng thì quá trình điều khiển của trạm gốc sẽ được đơn giản hoá rất nhiều bởi vì có thể đo cường độ tín hiệu từ trạm gốc gần đó và nó được đánh giá là tế bào đã dịch chuyển.

5/ CDMA

Trước đây rất lâu, do những đặc tính của hệ thống thông tin trại phổ là rất mạnh về mặt chống nhiễu và có lợi thế cho thông tin bí mật đường dài, cho nên nó đã được sử dụng trong thông tin quân sự. Đầu những năm 1980 do công nghệ bán dẫn VLSI và nhờ sự phát triển của ký thuyết thông tin đó truy nhập phân chia theo mỗi trong đó nó ghép kênh bằng việc điều chế dãy trực tiếp đã được thương mại hoá trong các hệ thống thu GPS và Ommi-Tracs. Cũng theo cách như vậy, CDMA đã nổi lên như một hệ thống thông tin di động đôi kênh từ cuối những năm 80.

Trong bối cảnh này trước hết, nguyên lý cơ bản, được xuất phát từ lý thuyết của Shannon, trong đó dung lượng thông tin có thể đạt rất lớn theo công thức sau; mặc dầu độ rộng của băng tần sử dụng (w) lớn thay cho việc tỷ số tín hiệu trên tạp âm (S/N) nhỏ hơn 1.

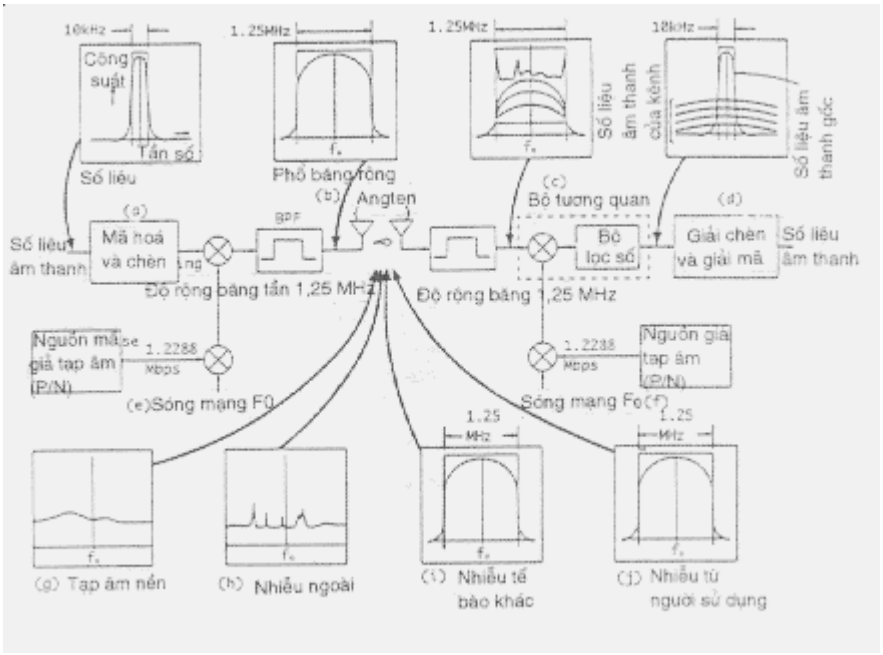
$$C = W \log_2 (1+S/N) \text{ [bps]} \quad (2.40)$$

$$= 1.44W \, n(1+S/N)$$

Trong đó nếu S/N nếu 0,1 thì C sẽ là

$C = 1.44\ W\ (S/N)$ (2/41)

Vì vậy, khi W>S/N thì C có thể lớn vô hạn, nếu nhiều người sử dụng phát và thu dựa nhau theo một mã khác nhau thì có thể truy nhập lựa chọn 1-1 giữa tần số phát và thu.



Hình 2.40 Nguyên lý của hệ thống CDMA

Ở đây, để hiểu một cách đơn giản quá trình mã hoá phổ khuếch tán giữa phát và thu của hệ thống CDMA, nguyên lý của nó được trình bày trong hình 2.40. Cụ thể là ở phía phát, thì đối tượng để mã hoá và chèn dữ liệu âm thanh đã được số hoá (9,6 Kbps) được ghép kênh thành tín hiệu điều chế nhờ mã giả tạp âm 1,2288Mbps (9,6kbps x 128) với tần số sóng mang Fo. Nó được bức xạ qua ăngten rằng cách được ghim trong bộ lọc băng thông có đồng băng là 1,25MHz. Mặt khác, ở phía thu thì tín hiệu thu từ ăngten đi qua bộ lọc băng thông có độ dải thông là 1,25MHz và được điều chế với sóng mang giống như ở phần phát bằng bộ mã hoá giả tạp âm 1,2288 Mbps, cộng với bộ tương quan và sau đó số liệu âm thanh nguyên thuỷ và giả tạp âm được lọc bằng bộ lọc số. Và số liệu âm thanh có thể được tái tạo bằng cách giải chèn và giải mã.

Đồng thời số liệu âm thanh của các kênh khác cũng như tạp âm và nhiễu vì số liệu âm thanh gốc có thể được phân chia và nhận được như trong hình 2.40. Điều đó có nghĩa là số liệu âm thanh giống như (a) được bức xạ cùng với (c) với và mỗi tín hiệu băng đã được khuếch tán từ bộ ghép kênh giống như (b) được bức xạ từ ăntenra không trung với cường độ chỉ khuyếch tán trong độ rộng băng 1,25 MHz. ở ăntenthu có thể thu được tạp âm nền (g), nhiễu bên ngoài (h), nhiễu của tế bào khác (i), tạp âm từ người sử dụng khác (j) mà nó được phát ở chỗ khác, cũng như sóng thu

mong đợi. Nhóm sóng vô tuyến này được lọc trong bộ lọc có độ rộng băng là fo+(1,25/x) MHz và được cộng vào với bộ tương quan có fo=91,2288/x) Mbps của được tạo ra ở phía thu.

Khi đi qua bộ lọc, (g), (h), (i), (j) sẽ trở thành băng khuếch tán trong phạm vi 1,25MHz. Tín hiệu khuếch tán mong muốn (b) bị co lại trong phạm vi dải 10KHz, nhưng nó chia sẻ với tín hiệu mong muốn ở (d) và tín hiệu khuếch tán không cần thiết sự phân bố cường độ của chung (năng lượng điện) vẫn giữ nguyên như là cường độ tạp âm ở độ rộng băng 10KHz giống như (d), vì vậy (C/I) của tín hiệu mong đợi (c) trở nên tốt như là hiệu quả khuếch tán (128 lần).

Để hiểu được thư tuệ khuếch tán này một cách dễ dàng, công thức đơn giản được trình bày như sau. Đầu tiên nếu số liệu âm thanh 9,6kbps được điều chế lần thứ nhất ở phần phát là a(t), hệ thống PN là C(t), sóng được phát là y(t) thì khi đó chúng ta có thể nhận được công thức liên quan như sau:

$$Y(t) = a(t) \times c(t) \quad (2.42)$$

Nếu tín hiệu không giảm và không có can nhiễu hay tạp âm thì y(t) thể hiện tín hiệu thu như nó vốn có. Trong trường hợp khuếch tán ngược do nó được nhân với cùng một trong của phân phát nên đầu ra khuếch tán ngược z(t) là:

$$Z(t) = Y(t) \times c(t) = a(t) \times \{c(t)\}^2 \quad (2.43)$$

Trong đó, mặc dù c(t) là số ngẫu nhiên thì giá trị của nó chỉ giới hạn trong 1 với bình phương của c(t) bao giờ cũng = 1. Cho nên J(t) giống như được trình bày dưới đây:

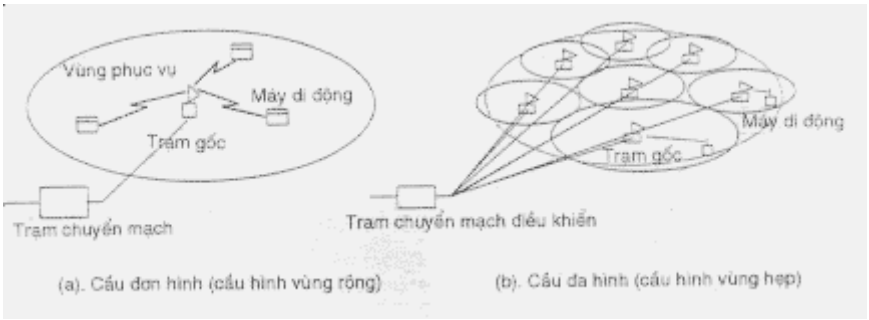
$$z(t) = a(t) \quad (2.44)$$

Tương tự như vậy ta có thể biết rằng sóng hoàn toàn giống như vậy có thể được tạo ra tại cùng một thời điểm ở phía thu. ở đây nếu hệ thống PN là 1 số ngẫu nhiên bên trong thì đó là một trường hợp tốt. Nhưng nếu là như vậy thì không thể tạo ra được một cách đồng thời một hệ thống hoàn toàn giống như vậy. Vì vậy phải sử dụng số giả định.

2.5.4. Cấu hình tế bào

1/ Khái niệm về hệ thống tế bào.

Do nguồn tần số giới hạn của thông tin vô tuyến điều quan trọng là cần phải tận dụng tần số một cách tốt nhất. Vì vậy khi chúng ta thiết lập một hệ thống viễn thông di động, vấn đề cốt lõi là phải sử dụng lại cùng 1 tần số ở địa điểm cách xa nơi sử dụng cùng tần số này.



Hình 2.41 Cấu hình vùng

Trong số các dạng truyền thông của thông tin di động thì có những dạng mà các máy di động liên lạc với nhau không cần trạm gốc giống như thiết bị thu phát và có những dạng mà các máy di động liên lạc với nhau thông qua trạm gốc như điện thoại trên tắc xi và trên xe cộ. Đối với loại thứ I thì bản thân người sử dụng kiểm tra xem có nhiễu không, sau đó mới liên lạc. Có thể sử dụng lại tần số nhưng hiệu quả thì thấp. Mặt khác đối với dạng thông tin thông qua trạm gốc có thể sử dụng kế hoạch tần số lập lại một cách rất hiệu quả bằng cách phân bổ tần số ở trạm gốc. Tuy nhiên trong trường hợp hệ thống viễn thông di động có trạm gốc thì nó có 2 loại: loại thứ I là trạm bao phủ khu vực phục vụ giống như là liên lạc vô tuyến tắc xi, loại thứ II là đa trạm gốc bao phủ khu vực phục vụ như là hệ thống điện thoại xe cộ. Vùng là một miền mà sóng vô tuyến có thể đến được trạm gốc và loại thứ nhất là loại vùng đơn, loại thứ II là loại đa vùng.

Vùng đơn được gọi là vùng lớn bởi vì 1 trạm gốc bao phủ một khu vực phục vụ lớn. Có thông tin vô tuyến tắc xi, hệ thống nhắn tin và MCA (TRS). Dạng này có cấu hình đơn giản được nối với máy di động, các thiết bị phát/thu ở trạm gốc, tổng đài hay hệ thống chuyển mạch. Nhưng để duy trì được vùng phục vụ lớn thì công suất phát của máy di động của trạm gốc cần phải lớn. Vì vậy, nếu cự ly không đủ lớn thì không thể sử dụng ăng ten một tần số. Và nếu so sánh với dạng đa vùng thì đơn vùng không sử dụng lại tần số theo địa lý vì vậy hệ số sử dụng tần số thấp hơn đối với đa vùng. Sở dĩ gọi là vùng nhỏ bởi vì vùng của trạm gốc nhỏ hơn so với vùng của trạm gốc của đơn vùng trong đó vùng phục vụ tương ứng với vùng này. Vùng nhỏ có các đặc tính sau nếu so sánh với vùng lớn.

1/ Hiệu quả sử dụng tần số tốt hơn bởi vì một tần số có thể sử dụng ở nhiều vùng khác nhau có cự ly tương đối xa nhau đơn để tránh nhiễu trong khu vực phục vụ. Trông càng nhỏ thì tỷ lệ sử dụng lại tần số càng lớn.

2/ Chất lượng tốt hơn bởi vì vùng phục vụ bao gồm nhiều vùng nhỏ liên tục. Tương đối dễ đáp ứng được yêu cầu về cự ly khu vực phục vụ, cấu hình v.v...

3/ Công suất phát có thể thấp hơn. Cần phải giám sát trạng thái và điều khiển trung nhập bằng cách trao đổi thông tin giữa nhiều trạm gốc để đảm bảo hiệu quả và tính liên tục của một gốc. Cấu hình của hệ thống thì phức tạp. Mặc dù cấu hình của vùng nhỏ phức tạp nhưng nó có thể bao phủ 1 khu vực phục vụ rộng lớn và thực hiện được một hệ thống lớn có hiệu quả tần số cao.

Vì vậy nó được sử dụng trong hệ thống điện thoại, xe cộ và hệ thống điện thoại di động. Trong cấu hình của vùng nhỏ thì khu vực phục vụ giống nhiều vùng và mỗi vùng trông như một tế bào và nếu trạm gốc là lỗi thì nó được gọi là hệ thống tổ ong (collular). Mỗi vùng được gọi là một tế bào. Trong hệ thống tổ ong cần phải xác định số lượng và độ lớn của tế bào bằng xem xét địa hình, sự lan truyền sóng vô tuyến lưu lượng v.v... Đặc biệt chúng ta cần phải nghiên cứu nên bố trí trạm gốc như thế nào để loại trừ những lỗ hổng của khu vực phục vụ và cần nâng cao hiệu quả sử dụng tần số như thế nào. Việc nghiên cứu này được gọi là phân bố tế bào.

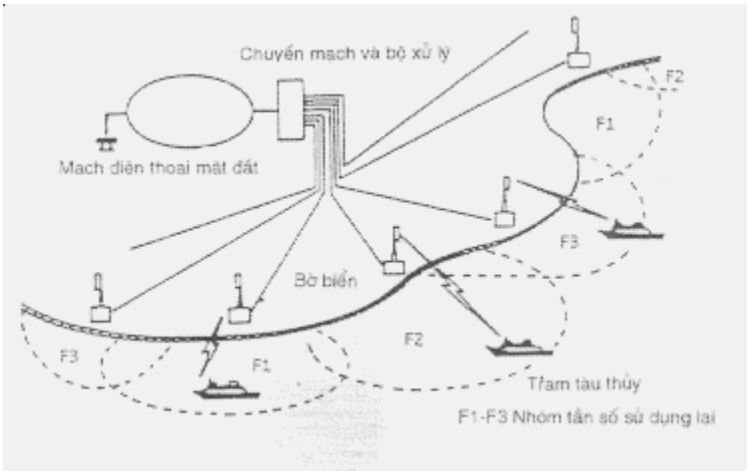
2/ Phân bố tế bào.

1/ Phân bố tế bào theo kiểu tuyến tính đa theo kiểu địa hình khi phân bổ tế bào được bố trí theo kiểu tuyến tính do khu vực phục vụ nằm trên bờ, dọc theo bờ biển hay dọc theo đường trục giữa các thành phố lớn cách nhau vài chục kilomét thì tế bào được bố trí theo hàng dọc và sử dụng lại tần số sau mỗi vòng. Chẳng hạn, 3 tế bào sử dụng lại cuộc gọi trên tàu ở càng, cuộc gọi trên tàu hoả và cuộc gọi trên máy bay. <Hình 2.42> miêu tả sự lặp lại của 3 tế bào trên sự phân bổ tế bào kiểu tuyến tính.

Khi khu vực phục vụ có kiểu địa hình (mặt phẳng) giống như các cuộc gọi của các xe cộ thì rất nhiều tế bào được phân bổ một cách phức tạp theo mô hình tế bào lặp lại trên khu vực phục vụ không có chỗ hở.

Phân bổ tế bào theo địa hình như sau:

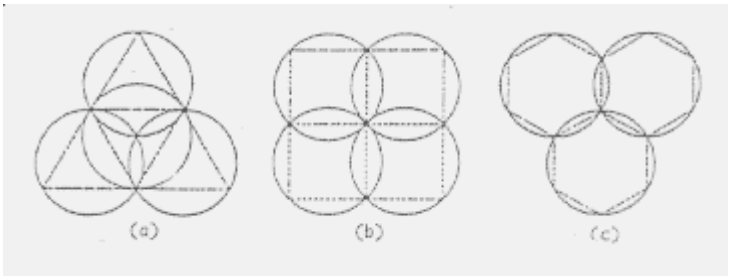
Mặc dù hình dạng tế bào thực tế phức tạp do sự lan truyền vô tuyến chịu ảnh hưởng của các yếu tố tự nhiên và địa lý, tế bào sẽ được mô hình hoá và các vị trí tế bào được phân bổ đều đặn trên vùng phục vụ ở đó.



Hình 2.42 Ví dụ kiểu tuyến tính lặp lại ba tế bào

2/ Hệ dạng tế bào

Nếu ăngten đa hướng phát sóng vô tuyến trên khu vực mặt bằng thì vùng bao phủ có dạng hình tròn. Khu vực tế bào được xác định bằng các điểm có cùng vị trí mức thu trung bình giữa các vị trí tế bào trong khu vực lan truyền sóng vô tuyến và có dạng hình đa giác. Có 3 phương pháp để bao phủ kín khu vực bằng các tế bào hình dạng đa giác có kích thước như nhau (hình 2.43).



Hình 2.43 Hình dạng tế bào

Bảng 2.3 Khoảng cách tâm giữa các tế bào

Kiểu tế bào đơn vị	Khoảng cách tâm giữa các tế bào kề nhau
Tam giác đều (a)	R
Hình vuông (b)	$\sqrt{2}$ R
Lục giác đều (c)	$\sqrt{3}$ R

Hình vẽ

(a) Trường hợp tế bào hình tam giác đều

(b) Trường hợp tế bào hình vuông

(c) Trường hợp tế bào hình lục giác

Đường nối tâm của khu vực gốc lên nhau sẽ có hình tam giác đều, hình vuông hay hình lục giác đều. Không có bất kỳ hình dạng tế bào đa giác phân bổ đều nào khác ngoài các hình trên. Chúng được gọi là kiểu tế bào tam giác đều kiểu tế bào hình vuông và kiểu tế bào lục giác đều. Mỗi kiểu tế bào có những đặc tính riêng của mình.

a. Cự ly tế bào: Khi bao phủ khu vực với mỗi dạng tế bào thì khoảng cách tâm sẽ như ở trong <bảng 2.3>. Khoảng cách tâm của dạng lục giác đều là lớn nhất.

Bảng 2.4 Khu vực tế bào đơn vị là khu vực gốc lên nhau

Kiểu tế bào đơn vị	Khu vực tế bào đơn vị	Khu vực chống lấn
Tam giác đều	$\frac{3\sqrt{3}}{4}R2$ 1.3R2	$(\frac{2-3\sqrt{3}}{2})R2$ 1.2R2
Hình vuông	2R2	(2 - 4)R2 0.73R2
Lục giác đều	$\frac{3\sqrt{3}}{2}R2$ 0.26R2	$(2-3\sqrt{3})R2$ 0.35R2

R: Độ rộng của tế bào chống lấn

Hình vẽ

Bảng 2.5 Độ rộng của tế bào chống lấn

Kiểu tế bào đơn vị	Độ rộng của tế bào chống lấn
Tam giác đều	R
Hình vuông	$(2-\sqrt{2})$ R 0.59R
Lục giác đều	$(2-\sqrt{3})$ R 0.27R

R : Bán kính

Hình vẽ

b. Khu vực tế bào và khu vực chống lấn: Khi các tế bào phân chia khu vực thành các tế bào đơn vị có cùng kích thước và khu vực chống lấn sẽ khác nhau tuỳ theo từng kiểu tế bào như <Bảng 2.4>. Khu vực tế bào đơn vị là một khu vực được bao phủ bởi tam giác đều tối thiểu hoá số lượng tế bào để bao phủ một khu vực. Độ rộng của tế bào chống lấn được trình bày trong <bảng 2.5>.

c. Số lượng tần số cần thiết tối thiểu: Do không thể sử dụng cùng một tần số vì nhiễu với các tế bào bên cạnh, cho nên số lượng tần số cần thiết tối thiểu được trình bày trong <bảng 2.6>.

Bảng 2.6 Số lượng tần số cần thiết tối thiểu.

Dạng tế bào đơn vị	Số lượng tần số cần thiết tối thiểu
Tam giác đều	6
Hình vuông	4
Lục giác đều	3

Mỗi dạng có những đặc tính riêng của nó. Dạng tam giác đều là không thích hợp trừ trường hợp đặc biệt và dạng tế bào lục giác đều là hiệu quả nhất.

---ꕥ📖ꕥ---

Giáo trình

Hệ thống viễn thông

Bài 1: TỔNG QUAN VỀ CÁC HỆ THỐNG VIỄN THÔNG

I. Khái niệm :

- Hệ thống viễn thông là tập hợp tất cả các phương tiện kỹ thuật để truyền dẫn tin tức từ nơi phát đến nơi thu .
- Tùy theo các mục đích khác nhau mà người ta có nhiều cách phân loại hệ thống viễn thông .

• Phân loại theo tính chất công việc :

HTVT { Chuyển mạch (tổng đài) .
Truyền dẫn (Vi ba ,vệ tinh) .

Vi ba liên lạc trong phạm vi ngắn .

Vệ tinh liên lạc trong phạm vi dài .

• Phân loại theo cơ chế truyền tin :

HTVT { Hệ thống đơn công (Truyền tín hiệu theo một chiều nhất định) .
Hệ thống song công (Truyền tín hiệu hai chiều cùng một lúc) .
Hệ thống bán song công (Truyền tín hiệu hai chiều không đồng thời) .

- Cấu hình cơ bản của một HTVT :

+Nguồn tin : Nơi phát ra tin tức cần truyền đi .

+ Cảm biến : Biến tin tức thành tín hiệu điện .

+ Xử lý tín hiệu : Biến tín hiệu thành một tín hiệu khác để truyền dạt hiệu quả cao trong truyền dẫn .

+ Kênh truyền :Đường truyền tín hiệu . Đối với các HTVT hiện nay có 3 kênh truyền chính.

{ Cáp kim loại (Truyền ngắn,tốc độ truyền thấp).
Vô tuyến (Truyền trong không khí) .
Cáp quang (Chế tạo bằng thủy tinh) .

II. Các thông số đánh giá chất lượng của các HTVT :

1) Độ suy hao của đường truyền :

Độ suy hao : Là tỷ số giữa công suất tín hiệu ngõ vào chia cho công suất tín hiệu ngõ ra . Trong các HTVT công suất và độ suy hao đều tính theo đơn vị chuẩn hóa là decibel (dB).

• Công suất : $[p] = 10\log_{10}^{P/PC}$

Nếu Pc = 1W ⇨ [p] có đơn vị là dBW .

Nếu Pc = 1mW ⇨ [p] có đơn vị là dBm.

• Độ suy hao: $[A] = 10\log_{10}^{\frac{Pin}{Pout}}$ = [Pin] - [Pout] (đơn vị : dB) .

Vd: Đổi 100W ra dBm và dBW.

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

[P] dBW = $10 \log \frac{100}{10} = 2*10 = 20$ dBW

[P] dBWm = $10\log \frac{100*10^3}{10} = 5*10 = 50$ dBm

$\log_a^b = M \Rightarrow b = a^M$

$\log_a^a = 1$

$\log_a^{b^\alpha} = \alpha \log_a^b$

$\log_a^{(b.c)} = \log_a^b + \log_a^c$

$\log_a^{\frac{b}{c}} = \log_a^b - \log_a^c$

$\log_a^1 = 0$

*** <u>Chú ý</u>**

- Khi công suất tính bằng W tăng gấp 2 thì công suất tính bằng dB tăng thêm 3 đơn vị

100W # 20dBW = 50 dBm
200W # 23dBW = 53dBm
50W # 17dBW = 47dBm

P_1 # $[P_1] = 10\log \frac{P1}{10}$

$P_2 = 2P_1 \Rightarrow [P_2] = 10\log \frac{2P1}{10} = 10\log \frac{2}{1} + 10\log \frac{P1}{10}$

P_1(W) $\Rightarrow [P1] = 10\log \frac{P1}{10}$

$[P_1]$dBm = $10\log \frac{P1*10^3}{10} = 10\log \frac{P1}{10} + 10\log \frac{10^3}{10}$

1W # 0 dBW = 30 dBm
2W # 3 dBW = 33 dBm
4W # 6 dBW = 36 dBm
8W # 9 dBw = 39 dBm
16W # 12 dBw = 42 dBm
32W # 15 dBw = 45 dBm
64W # 18 dBw = 48 dBm

<u>Vd</u>

Đổi 11dBW = (20 - 9) dBw
= 100 : 9 = 12,5 W

10W # 10 dBW
100W # 20 dBW
1000W # 30 dBW
10000W # 40 dBW

Đổi dBm ra mW

17dBm = (20 – 3) = 100 : 2 = 50mW
19dBm = (10 + 9) = 10 * 8 = 80mW

2) **<u>Thời gian trễ :</u>**

Tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

Là khoảng thời gian mà tín hiệu truyền từ nơi phát đến nơi thu trong các hệ thống viễn thông thời gian trễ tối đa cho phép là 100ms

Tín hiệu tại đầu thu : $u_R(t) = \alpha\, u_T(t - \Im)$

α : Độ suy hao

$\Im$: Thời gian trễ

vd :Tín hiệu tại đầu phát $u_T(t) = A\cos(100\pi t + \pi/6)$ (t = ms)

Xác định pha của tín hiệu tại đầu thu cách nơi phát 30km

Thời gian trễ : $\Im = \frac{d}{c} = \frac{3*10^4}{3*10^8} = 10^{-4}$ (s)

$\Rightarrow$ Độ trễ pha $\omega\Im = 100\pi * 10^{-4} = \frac{\pi}{100}$

Pha của tín hiệu tại đầu thu $\frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{100}$ (rad)

3) **Băng thông của hệ thống :**

là khoảng tần số mà đảm bảo cho hệ thống hoạt động ở chế độ bình thường .

Tần số cắt : Là tần số mà tại đó độ lợi giảm đi $\frac{1}{\sqrt{2}}$ lần (tính theo dB thì độ lợi giảm 3 lần)

Băng thông bằng độ rộng phổ (khoảng thời gian giữa tần số nhỏ nhất f_{min} và f_{max} của tiếng nói con người .

Băng thông của hệ thống (BW) :

$$BW = f_{max} - f_{min} \text{ (Hz)}$$

Đối với một hệ thống lý tưởng thì sẽ có băng công bằng độ rộng phổ của tín hiệu .

4) Độ méo tín hiệu :

Một hệ thống tuyến tính là hệ thống có quan hệ giữa tín hiệu đầu phát và đầu thu theo phương trình đường thẳng . Hệ thống phi tuyến là hệ thống có quan hệ giữa tín hiệu đầu phát và đầu thu theo phương trình đường cong .

Méo tín hiệu trong hệ thống phi tuyến chia làm hai loại :

- Méo hài .
- Méo điều chế tương hổ .

+ Méo hài : f_1 → Phi tuyến → $f_1, 2f_1, \ldots$

Các tần số $2f_1, 3f_1 \ldots nf_1$ gọi là hài

tài liệu học thông tin quảng và vi ba số
Lê Thanh Tân

Như vậy hài là những thành phần tần số mới xuất hiện ở ngõ ra của phi tuyến và có tần số gấp số nguyên lần tần số tín hiệu ngõ vào .Thành phần hài có tần số gấp n lần ngõ vào gọi là hài n lần .

Méo hài : là méo gây ra do các thành phần hài .

+ Méo điều chế tương hổ .

Trong mạch phi tuyến nếu cho tín hiệu ngõ vào có nhiều tần số thì ở ngõ ra ngoài các thành phần hài còn có các thành phần khác có tần số không gấp một số nguyên lần tần số ngõ vào . Các thành phần này được gọi là sản phẩm điều chế tương hổ .

Méo điều chế tương hổ là méo gây ra do các sản phẩm điều chế tương hổ .

5) <u>Nhiễu:</u>

Là một tín hiệu không mong muốn nhưng xuất hiện trong tín hiệu thu được . có nhiều cách phân loại nhiễu khác nhau .

- Phân theo nguồn gốc :

  Nhiễu { Can nhiễu : xuất phát bên ngoài hệ thống
  Tạp âm (tiếng ồn) : Xuất phát bên trong hệ thống

- Phân theo đặc tính tần số :

  Nhiễu { trắng : nhiều thành phần tần số tạo nên
  Màu : Một thành phần tần số tạo nên

- Phân loại theo cách thức tác động của nhiễu

  Nhiễu { cộng tín hiệu cần thu cộng với tín hiệu nhiễu
  Nhân tín hiệu cần thu với tín hiệu nhiễu

Trong các hệ thống viễn thông để đánh giá chất lượng của tín hiệu thu được người ta thường dùng đại lượng tỷ số tín hiệu trên nhiễu .

Tín hiệu /nhiễu : viết tắt $\frac{S}{N}$ hay SNR

$$\frac{S}{N}=\frac{P_S}{P_N};\left[\frac{S}{N}\right]\text{dB}=[P_S]-[P_N]$$

Trong các hệ thống số ngoài đại lượng $\frac{S}{N}$ người ta còn dùng đại lượng tỷ lệ bit lỗi ký hiệu BER

BER = số bít lỗi / tổng số bít thu được

III . <u>Tín hiệu và phân tích tín hiệu</u>

1. <u>Khái niệm tín hiệu :</u>

Là một biểu hiện vật lý của tin tức nó được tạo ra nhờ vào bộ cảm biến .Tùy theo mục đích khác nhau mà người ta phân chia tín hiệu theo nhiều cấp ,

<u>VD</u> : micro ,camera .

+ Phân loại theo tính liên tục .

Tín hiệu { Tương tự : truyền hình , phát thanh .
Số : Điện thoại di động .

→ Tín hiệu tương tự là tín hiệu liên tục cả về thời gian lẩn biên độ .

tailieu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

Tín hiệu số là tín hiệu liên tục về thời gian nhưng không liên tục về biên độ .

* **Các ưu điểm của tín hiệu số so với tín hiệu tương tự :**

- Khả năng bảo mật tín hiệu số tốt hơn .
- Khả nắng chống nhiễu cao

Số ⟶ thu để tách nhiểu

TT ⟶ thu .

- Hiệu quả nén tín hiệu cao .

\+ Phân theo tính tuần hoàn : 2 loại

Tín hiệu { tuần hoàn x(t) = x(t-T)
{ Ngẩu nhiên

$X(t) = 220\sin(100\pi t)$ f = 50hz

$X(t+0.02) = 220\sin[100\pi(t+0.02)]$

$= 220\sin[100\pi t + 2\pi]$

$= 220\sin 100\pi t$

\+ Phân theo năng lượng và công suất :

- Năng lượng tín hiệu : Là tín hiệu có năng lượng hữu hạn $0<E_x<\infty$ ký hiệu E_x

$$E_x = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2(t)\,dt$$

- Công suất tín hiệu : Là tín hiệu công suất hữu hạn $0<P_x<\infty$ ký hiệu P_x

$$P_x = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_{t_0-\frac{T}{2}}^{t_0+\frac{T}{2}} x^2(t)\,dt$$

Nếu x(t) là tuần hoàn thì :

$$P_x = \frac{1}{T}\int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x(t)dt$$

2. <u>Phân theo tín hiệu</u>

a. <u>Phân tích theo tần số :</u>

Là xác định các thành phần tần số có trong tín hiệu và năng lượng tương ứng của mỗi thành phần là bao nhiêu .

Cơ sở phân tích tín hiệu tần số là phép biến đổi Fourier.

- Biến đổi thuận $X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)e^{-s2\pi f(t)}\,dt$

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

- Biến đổi ngược $X(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(f) e^{s2\infty f(t)}\, dt$

$X(f) = |X(f)| e^{j\varphi(f)}$

$|X(f)|$: Phổ biên độ của x(t)

$\varphi(f)$: Phổ pha.

b. Phân tích theo thời gian :

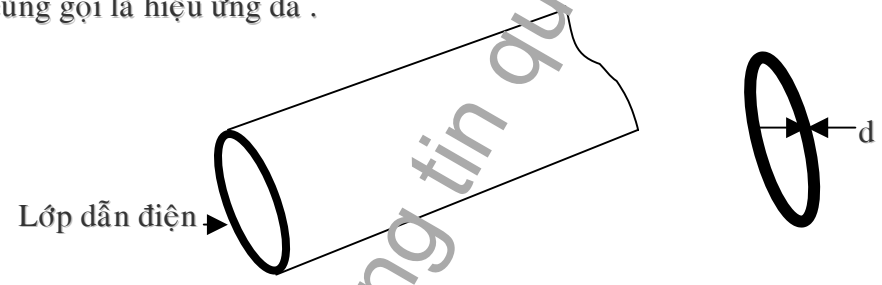
xác định biên độ của tín hiệu tại các thời điểm khác nhau .Trong thực tế rất nhiều người ứng dụng phân tích tín hiệu theo thời gian .Máy hiện sóng (osciloscope) .

BÀI 2 MÔI TRƯỜNG TRUYỀN TIN

I. Các hiệu ứng xãy ra trên đường dây :

1. Hiệu ứng da :

Khi cho các tín hiệu có tần số cao chạy trên dây dẫn thì mật độ điện từ không phân bố đều tiết diện phẳng của dây mà tập trung chủ yếu ở lớp vỏ bên ngoài cùng gọi là hiệu ứng da .



Bề dày lớp dẫn điện $d = \sqrt{\frac{l}{\pi\eta\mu}}$ (l là điện trở suất . μ là từ độ thẩm) .

Người ta đã ứng dụng hiệu ứng da để chế tạo ra dây dẫn lưỡng kim ,ống dẫn sóng để dùng trong các hệ thống viễn thông .

2. Hiệu ứng lân cận :

Khi hai dây dẫn đặt gần nhau thì mật độ điện tử phân ở lớp vỏ của hai dây dẫn theo hiệu ứng da cũng không đều mà tập trung nhiều ở phía tiếp xúc hai dây dẫn gọi là hiệu ứng da lân cận .

3. Hiệu ứng nhiệt :

Khi nhiệt độ của môi trường thay đổi làm cho các thông số của đường dây : điện trở , điện dẫn , điện cảm ,điện dung bị thay đổi đây là hiệu ứng nhiệt độ.

II. Các loại kênh truyền :

Cáp kim loại
Cáp quang } Hữu tuyến
Vô tuyến

1. Kênh truyền hữu tuyến :

tài liệu học thông tin quang và vi ba số Lê Thanh Tân

a. **Cáp kim loại :**

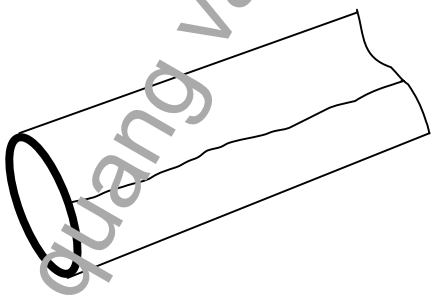
Là cáp được chế tạo từ các vật liệu kim loại dẫn điện .Tùy theo phạm vi ứng dụng khác nhau mà cáp km loại cũng được chế tạo theo nhiều kiểu khác nhau .

+ Cáp đôi song hành : là loại cáp cân bằng có trở kháng 300 Ω hoặc 600Ω .Cáp này thích hợp cho việc truyền tín hiệu có tần số thấp và trung bình .Băng thông tương đối hẹp và độ nhiễu phiên âm tương đối lớn .

+ Cáp xoắn đôi : Cáp cân bằng trở kháng Z = 200Ω băng thông hẹp ,chống độ nhiểu xuyên âm .

- STP (shield TP)
- UTP (un shield TP)

+ Cáp đồng trục : là cáp không cân bằng, Trở kháng 75Ω và 50Ω có băng thông tương đối lớn nên rất thích hợp để truyền tín hiệu số có tín hiệu cao, khả năng chống nhiễu tương đối cao.



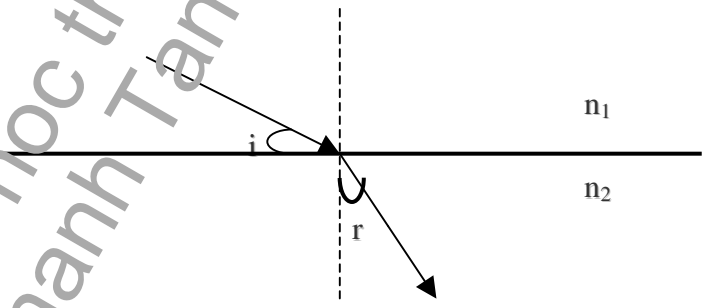
- Cáp thick (dày)
- Cáp thin (mỏng)

b. Cáp quang :

Cáp quang được chế tạo từ thủy tinh và tín hiệu truyền dẫn bên trong là ánh sáng.

❖ Cơ sở của việc truyền dẫn quang.

_ Hiên tượng khúc xạ ánh sáng: Khi một tia sáng đi qua mặt phân cách giữa hai môi trường có chiết suất khác nhau thì làm cho tia sáng bị đổi phương. Hiện tượng này gọi là hiện tượng khúc xạ ánh sáng .



i: là góc tới được tạo bởi tia tới và pháp tuyến.

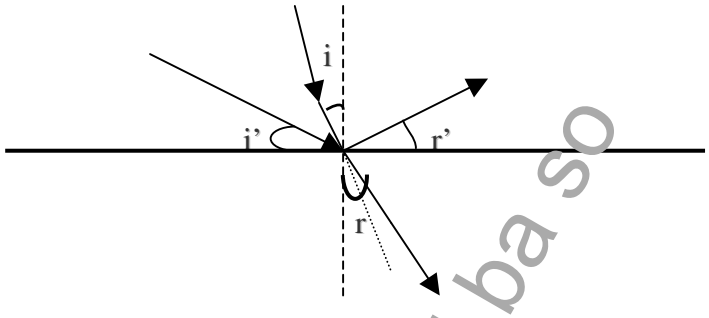
r: là góc khúc xạ, góc tạo bởi tia khúc xạ và pháp tuyến

Định luật khúc xạ ánh sáng : Khi góc tới thay đổi thì góc khúc xạ cũng thay đổi theo nhưng tỷ số giữa sin góc tới và sin góc khúc xạ luôn luôn là một hằng số. Hằng số này chính là tỉ số chiết suất giữa hai môi trường

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n2}{n1}.$$

tailieu hoc thong tin quang va vi ba so
Le Thanh Tan

_ Hiện tượng phản xạ toàn phần:



Vì $n_1 > n_2 \Rightarrow \sin i / \sin r < 1$

$\Rightarrow \sin i < \sin r$

$r > r$ (vì $0<i,r<90^0$ hàm Sin là hàm tăng)

Khi cho ánh sáng di từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường chiết quang kém thì góc khúc xạ lớn hơn góc tới. Nếu tăng góc tới đến một góc giới hạn nào đó thì góc khúc xạ sẽ bằng 90^0 tiếp tục tăng góc tới thì tia khúc xạ sẽ biến mất và toàn bộ tia sáng sẽ phản xạ lại môi trường 1 theo định lý phản xạ. Hiện tượng này gọi là hiện tượng phản xạ toàn phần .

Để có hiện tượng phản xạ toàn phần thì thỏa mản 2 điều kiện sau:

+ Ánh sáng đi từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường chiết quang kém.

+ Góc tới > góc giới hạn ($i>i_{gh}$) .

Góc ghới hạn là góc tới khi góc khúc xạ bằng 90^0

$$\frac{Sini}{Sinr} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{Sini_{gh}}{1} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow i_{gh} = arcSin\frac{n_2}{n_1}$$

❖ <u>Các loại sợi quang</u>:

_ Sợi quang có chiết suất nhảy bậc SI (step index) :

+ <u>Cấu tạo</u> gồm hai lớp:

- Lớp lõi có chiết suất lớn
- Lớp vỏ bên ngoài có chiết suất nhỏ
- Đồ thị biểu diễn theo bán kính là một đường bậc thang.

+ <u>Nguyên lý truyền tín hiệu:</u> Dựa theo hiện tượng phản xạ tòan phần.

Khi chiếu ánh sáng vào một đầu của sợi quang, nếu tia sáng thẳng góc với thiết diện thẳng của sợi quang thì nó sẽ truyền đến đầu thu theo một đường thẳng. Nếu tia sáng vuông góc với thiết diện thẳng của sợi quang thì sẽ bị phản xạ nhiều lần và truyền đến đầu thu. Như vậy đường đi của tia sáng là một đường gấp khúc. Tín hiệu tại đầu thu là một tập hợp của tất cả các tia sáng .

<u>Ưu điểm :</u> Sợi SI có cấu trúc đơn giản nên dể chế tạo do đó giá thành thấp .

<u>Nhược điểm</u> : $v = c/n$ do các tia sáng có nhiều đường đi khác nhau nhưng truyền cùng vận tốc nên chúng đến đầu thu không cùng lúc .Hiện tượng này gọi là tán xạ trong sợi SI .Kết quả của hiện tượng này làm cho xung ánh sáng thu được có độ rộng

tailieuhocthongtin quang và vi ba so
Le Thanh Tan

lớn hơn xung áng sáng đầu phát .Do đó sợi SI không truyền được tín hiệu có tốc độ cao

_ Sợi Quang có chiết suất giảm dần SI(Graded) :

+ Cấu tạo:

- Gồm rất nhiều lớp ,mỗi lớp có bề dày rất mỏng, lớp bên ngoài có chiết suất nhỏ hơn lớp bên trong.
- Đồ thị biểu diễn chiết suất theo bán kính là một đường cong

có giá trị cực đại tại R = 0 (tâm của sợi quang)

có giá trị cực tiểu tại R = r (r là bán kính sợi quang)

+ Nguyên lý truyền tín hiệu: Dựa theo hiện tượng khúc xạ ánh sáng

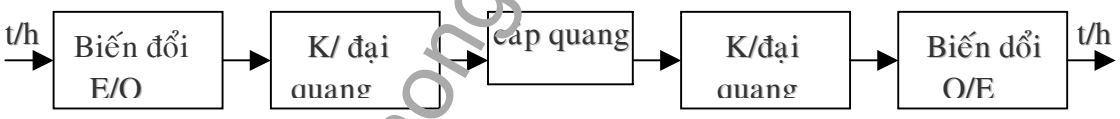
Khi chiếu ánh sáng vào một đầu của sợi quang thì các tia sáng này khúc xạ nhiều lần để truyền đến đầu thu .Đường đi của các tia sáng là đường hình sin .

Ưu điểm : Mặc dù đường đi của các tia sáng dài ngắn khác nhau nhưng các tia có đường đi dài đạt được vận tốc cao do truyền trong môi trường có chiết suất nhỏ ,các tia có đường đi ngắn đạt tốc độ chậm do đi trong môi trường có chiết suất lớn do đó các tia này sẽ đến cùng một lúc nên không gây hiện tượng tán xạ. Vì vậy sợi GI có thể truyền dẫn được tín hiệu có tốc độ cao .

Nhược điểm : Do có cấu trúc phức tạp nên sợi GI khó chế tạo nên giá thành cao .

Để hạn chế số lượng tia sáng truyền đi trong sợi quang người ta chế tạo ra sợi quang có kích thước nhỏ hơn. Nếu sợi quang chỉ truyền đi được một vài tia sáng thì được gọi là sợi đơn made. Neếu sợi quang truyền được nhiều ánh sáng gọi là sợi đa made.

❖ Nguyên lý truyền dẫn quang :



Để truyền dẫn tín hiệu đầu tiên tín hiệu được đưa vào bộ biến đổi điện quang, tín hiệu ngõ ra là tín hiệu ánh sáng. Tín hiệu này được khuếch đại nhiều lần để tạo ra công suất đủ lớn rồi đưa vào sợi quang. Tín hiệu ánh sáng lan truyền sang sợi quang và đến đầu thu .

Tại đầu thu do suy hao của sợi quang nên cường độ tín hiệu thu được nhỏ do đó tín hiệu này được khuếch đại trước khi đưa vào bộ biến đổi quang điện. Ngõ ra của bộ biến đổi này chính là tín hiệu ban đầu (tín hiệu cần truyền)

❖ Các thông số của sợi quang :

_ Hệ số suy hao : là lượng suy hao trên mỗi đơn vị chiều dài của sợi quang. Thông số này được tính bằng đơn vị DB/km. Có 4 nguyên nhân gây suy hao cho sợi quang + Suy hao do hấp thụ : Nếu trong quá trình chế tạo sợi quang thành phần của sợi có lẫn một số tạp chất thì sẽ làm cho độ trong suốt của sợi quang giảm đi. Chính các thành phần tạp chất này sẽ hấp thụ một phần ánh sáng khi chiếu qua bó và gây suy hao cho sợi quang .

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

+ Suy hao do tán sắc : nếu bên trong các sợi quang có các điểm khuyết tật như bọt khí, các vết nứt và chúng có dạng như các lăng kính thì khi ánh sáng chiếu qua nó gây ra hiện tượng tán sắc. Sau khi bị tán sắc có thể một số tia không cón đủ điều kiện để phản xạ toàn phần nên không đến được đầu thu do đó gây suy hao cho sợi quang .

+ Suy hao do uốn cong : Khi sợi quang bị uốn cong thì pháp tuyến tại điểm uốn cong bị thay đổi nên dẫn đến góc tới của một số tia sáng thay đổi theo . Do đó có thể một số tia không còn đủ điều kiện phản xạ toàn phần nên gây ra suy hao cho sợi quang .

+ Suy hao do đàn hồi : Khi hàn nối thì tại mối hàn chiết suất sợi quang sẽ bị thay đổi do vậy gây ra một phần suy hao cho sợi quang .

_ Khẩu độ số : (NA) tính bằng

$NA = n_0 \sin i_{1max}$

Trong đó i_{1max} là góc tới lớn I tại A mà vẫn đảm bảo xãy ra phản xạ toàn phần tại B

Mà $n_0 \sin i_1 = n_1 \sin r$(định lý khúc xạ ánh sáng)

$n_0 \sin i_{1max} = n_1 \sin r_{1max}$ (*)

Do $r+i_2=90^0$ khi $r = r_{max}$

$\Rightarrow i_2 = i_{2min}$

Để có phản xạ toàn phần tại B thì $i_{2min} > i_{2gh} = \arcsin n_2/n_1$

$\Rightarrow \quad \sin r_{2min} > n_2/n_1$

Từ (*) $\Rightarrow NA = n_0 \sin i_{1max} = n_1 \cos i_{2min} = n_1 \sqrt{1 - \sin^{in'} i_{i\min}}$

Mà $\sin I_{2min} > n_2/n_1$

$\Rightarrow NA < n_1 \sqrt{1 - n_2^2 / n_1^2}$

$\Rightarrow 0 < NA < \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$

Thông số NA càng nhỏ thì sợi quang ít tán xạ nên chất lượng cao hơn (khoảng cách từ 0 đến $\sin i_{2max}$ khả năng phản xạ càng lớn khi khoảng cách đó nhỏ lại thì sợi quang ít tán xạ)

❖ Các ưu khuyết điểm của sợi quang :

+ Ưu điểm :

_ Sợi quang có băng thông rất rộng nêncó khả năng truyền được tín hiệu có tốc độ cao .

_ Do sợi quang cấp điện hoàn toàn nên nó không gây nhiễu cho các hệ thống khác và cũng không bị các hệ thống khác gây nhiễu .

_ Sợi quang có độ suy hao thấp nên thích hợp cho các cự ly liên lạc xa .

_ Các thông số của sợi quang khá ổn định giúp cho tuổi thọ của sợi quang lâu hơn .

_ Sợi quang có kích thước nhỏ gọn nên dể lắp đặt .

+ Nhược điểm :

_ Do chế tạo bằng thủy tinh nên dể gãy .

tai lieu hoc thong tin quang va vi ba so
Le Thanh Tan

- Việc hàn nối sợi quang tương đối phức tạp .

III Kênh truyền vô tuyến :

1. Các phương thức truyền sóng :

Do đặt điểm của không gian tự do thay đổi theo độ cao nên người ta chia không gian tự do làm ba tần cơ bản : Tần đối lưu, bình lưu và tần điện ly

Mỗi tần có các đặc điểm khác nhau nên cũng thích hợp cho các phương thức truyền khác nhau .

+ Truyền thẳng : (trực tiếp) Sử dụng môi trường là tần đối lưu .Để truyền theo phương thức này anten phát phải nhìn thấy anten thu do độ cong của mặt trái đất nên truyền theo phương thức này có cự ly hạn chế

+ Truyền phản xạ : Dựa vào đặt điểm của tần điện ly là phản xạ tốt đối với tín hiệu có tần số thấp nên người ta truyền sóng vào sự phản xạ của tần điện ly . Phương thức này có cự ly liên lạc tương đối xa .

2. Sự phân chia các băng tần số :

Trong mỗi lĩnh vực khác nhau được phân phát sử dụng tần số khác nhau .

+ Phát thanh : Chia làm một băng .
_ Băng LW (sóng dài) f: 150 $\rightarrow$285 KHz
_ Băng MW (sóng trung) f: 525 $\rightarrow$1650 KHz
_ Băng SW (sóng ngắn) f: 4M $\rightarrow$26,1 MHz
_ Băng USW (FM) f: 87,5M $\rightarrow$108 MHz
+ Truyền hình : 4 băng tần .
_ Băng I : Từ 41M _ 68MHz (VHF)
_ Băng II : Từ 134M_ 216MHz (VHF)
_ Băng III: Từ 470M _ 506 MHz(UHF)
_ Băng IV : Từ 600M _900MHz(UHF)
+ Vệ tinh : 3 băng tần
_ Băng Ctừ 4G _ 6GHz
_ Băng KU từ 11G _ 14 GHz
_ Băng KA từ 20G _ 30 GHz
+ Thông tin di động : 2 băng tần
_ D900 : từ 890 _ 960 MHz
_ DCS1800 : từ 1710 _ 1880 MHz

❖ Suy hao trong không gian

Khi sóng điện từ lan truyền trong không gian thì nó sẽ va chạm với các phân tử khí và gây ra suy hao . Suy hao của không gian ký hiệu L_S :

$$L_S = 10\log_{10}(\frac{4\pi D}{\lambda})^2 = 20\log_{10}\frac{4\pi D}{\lambda}$$

Trong đó D : là cự ly liên lạc (m) .

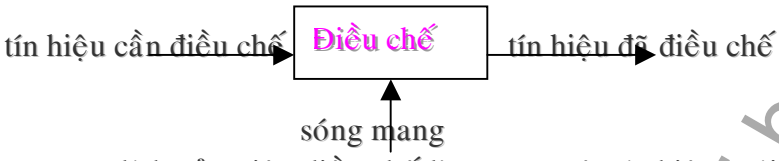
λ : là bước sóng làm việc (m) .

tai lieu mon thong tin quang va vi ba so
Le Thanh Tan

BÀI 3 : ĐIỀU CHẾ VÀ GIẢI ĐIỀU CHẾ

I . Khái niệm :

+ Điều chế là quá trình biến đổi tín hiệu thành một tín hiệu khác nhờ vào sóng mang .



+ Mục dích của việc điều chế là tạo ra một tín hiệu mới phù hợp với môi trường truyền dẫn .

Điều chế tín hiệu { Điều chế tương tự .
Điều chế số .

- Điều chế tương tự là điều chế mà tín hiệu cần điều chế là tín hiệu tương tự .
- Điều chế số mà tín hiệu cần điều chế là tín hiệu số .

II . Điều chế tương tự :

Sóng mang sử dụng trong quá trình điều chế thông thường là tín hiệu hình sin có dạng

$x_c(t) = A\cos(\omega_c t + \varphi)$

Trong quá trình điều chế tùy theo thành phần nào của sóng mang bị thay đổi mà người ta có các kiểu điều chề khác nhau . có 3 kiểu :

- Điều chế biên độ (AM)
- Điều chế tần số (FM)
- Điều chế pha (PM)

1. AM :

+ Khái niệm : Là quá trình điều chế làm cho biên độ của sóng mang thay đổi theo quy luật biến đổi của tín hiệu giải nền , trong khi tần số và pha của sóng mang không thay đổi .

+ Biểu thức toán học

Nếu gọi x(t) là tín hiệu giải nền .

$x_c(t) = A\cos(\omega_c t + \varphi)$ là sóng mang

Thì tín hiệu đã điều chế AM có dạng : $x_{AM}(t) = [A+x(t)]\cos(\omega_c t + \varphi)$

+ Dang sóng của tín hiệu AM :

+ Chỉ số điều chế (Độ sâu điều chế)

Chỉ số điều chế AM không lặp lại ký hiệu m_a được tính bằng :

$$m_a = \frac{E_{max} - E_{min}}{E_{max} + E_{min}}$$

Trong đó $E_{max} = A+\max\{x(t)\}$

$E_{min} = A + \min\{x(t)\}$

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

- Nếu $E_{max}>0$,$E_{min}>0 \Rightarrow m_a <1$ và đầu thu có thể khôi phục lại được tín hiệu dải nền .
- Nếu $E_{max}>0$,$E_{min}<0 \Rightarrow m_a >1$ và đầu thu không thể khôi phục lại tín hiệu dải nền do vậy không nên dùng trường hợp này .
- Nếu x(t) là tín hiệu hình sin .

Ví dụ 1: $x(t) = B\cos\omega_0 t$ thì $E_{max} = A+B$

$E_{min} = A-B$

$$\Rightarrow m_a = \frac{A+B-(A-B)}{A+B+A-B} = \frac{B}{A}$$

Ví dụ 2: Cho tín hiệu dải nền $x(t) = 5\cos(100\pi t + 30^0)$ được điều chế AM với sóng mang .

$X_c(t) = 4\sin(100\pi t)$

Tính chỉ số điều chế AM và đưa ra nhận xét .

$m_a = 5/4 = 1,25$

Đây là hiện tượng quá điều chế đầu thu không khôi phục lại tín hiệu dải nền nên không dùng trường hợp này

- Nếu x(t) là tín hiệu không sin

  Chẳng hạn $x(t) = A_1\cos\omega_1 t + A_2\cos\omega_2 t + ...A_n\cos\omega_n t$ thì chỉ số điều chế $m_a = \sqrt{ma_1^{\,2} + ma_2^{\,2} + ... + ma_n^{\,2}}$

  Trong đó ma_i là chỉ số điều chế thành phần thứ i

Ví dụ 3 : cho tín hiệu dải nền $x(t) = 3\cos 10\pi t + 2\cos 5\pi t + 6\sin 100\pi t$

Điều chế AM tín hiệu này với sóng mang $x_c(t) = 10\cos 2000\pi t$

Tính chỉ số điều chế AM $ma_1 = 3/10$

$ma_2 = 2/10$

$ma_3 = 6/10$

$ma = 7/10$

+ Phổ của tín hiệu đã điều chế AM :

Phổ của tín hiệu là tập hợp tất cả các thành phần có trong tín hiệu và biên độ tương ứng của nó

Vd phổ của tín hiệu tiếng nói nằm trong khoảng tần số từ 300hz đến 3400hz .

Giả sử tín hiệu dải nền $x(t)=B\cos\omega_0 t$

Tín hiệu sóng mang $x_c(t)=A\cos\omega_c t$

Thì tín hiệu đã điều chế $x_{AM}(t)=[A+ x(t)]\cos\omega_c t$

$=[A+ B\cos\omega_0 t]\cos\omega_c t$

$$=A\cos\omega_c t + \frac{B}{2}\cos(\omega_0 t+\omega_c t) + \frac{B}{2}\cos(\omega_c t-\omega_0 t)$$

Như vậy trong tín hiệu đã điều chế AM có 3 thành phần :

- Thành phần sóng mang có tần số ω_c
- Thành phần biên trên có tần số $\omega_c+\omega_0$
- Thành phần biên dưới có tần số $\omega_c-\omega_0$

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

$x_{AM}(t) = A\cos\omega_c t + B/2\cos(\omega_c + \omega_0)t + B/2\cos(\omega_c - \omega_0)t$

Trong 3 thành phần điều chế AM chỉ có thành phần 2 biên là chứa tín hiệu dải nền . Và khi tín hiệu đã điều chế truyền đến đầu thu thì maý thu chỉ cần 1 biên thì có thể khôi phục được tín hiệu dải nền . Do vậy để tiết kiệm năng lượng máy phát sẽ phát đi những thành phần cần thiết và loại bỏ những thành phần không cần thiết từ đó phát sinh ra các kiểu điều chế AM khác nhau .

Các kiểu điều chế AM : DSB –TC ; DSB-SC ; SSB-TC ; SSB-SC

- DSB-TC (Điều chế 2 biên phát sóng mang) Phát đi 3 thành phần có trong tín hiệu đã điều chế .
- DSB-SC (điều chế 2biên khử sóng mang) phát thành phần 2 biên nhưng không phát sóng mang .
- SSB-TC (điều chế đơn biên phát sóng mang) phát đi sóng mang và chỉ 1 biên .
- SSB-SC (điều chế đơn biên khử sóng mang) chỉ phát đi duy nhất 1 biên.

2. **FM** (Frequency Modulaeion) :

+ Khái niệm : FM là quá trình điều chế làm thay đổi tần số của sóng mang theo quy luật biến đổi dải nền trong khi biên độ và pha của sóng mang không thay đổi .

+ Biểu thức toán học :

Gọi x(t) là tín hiệu dải nền

$x_c(t) = A\cos 2\pi f_c t$ là sóng mang thì tín hiệu đã điều chế FM có dạng :

$$x_{FM}(t) = A\cos\left[2\pi\left(f_c t + k_f \int_0^T x(t)dt\right)\right]$$

Trong đó k_f : là hệ số di tần (kHz/von)

+Dang sóng :

+Chỉ số điều chế FM :

m_f được tính như sau : $m_f = \dfrac{\Delta_f}{f_{max}}$

trong đó : $\Delta_f = k_f[\max\{x(t)\}]$ độ di tần cực đại

f_{max} là tần số lớn nhất trong x(t).

+ Độ rộng băng thông của tín hiệu FM :

$$BW = 2(\Delta_f + f_{max})$$

3. **PM** (Phase Modulation) :

+ Khái niệm : Là quá trình điều chế làm thay đổi pha của sóng mang theo quy luật biến đổi của tín hiệu dải nền trong khi biên độ và tần số của sóng mang không thay đổi.

+ Biểu thức toán học :

Gọi x(t) là dải nền .

Tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

$x_c(t) = A\cos(\omega_0 t + \varphi)$ là sóng mang

Khi đó tín hiệu đã điều chế PM có dạng : $x_{PM}(t) = A\cos(\omega_c t + \varphi + k_p \int_0^t x(t)dt)$,

Trong đó k_p là hệ số di pha (rad/v)

+ Chỉ số điều chế :

$$m_p = k_p \max\{x(t)\}$$

Chú ý : Khi tín hiệu truyền từ nơi phát đến nơi thu thì pha của tín hiệu bị thay đổi phụ thuộc vào tần số làm việc và cự ly truyền. Do vậy, đối với kiểu điều chế PM thì việc dải điều chế rất phức tạp nên kiểu điều chế này không sử dụng đối với tín hiệu tương tự. Tuy nhiên , trong điều chế số vẫn sữ dụng điều chế pha có cải tiến.

III. **Giải điều chế tín hiệu :**

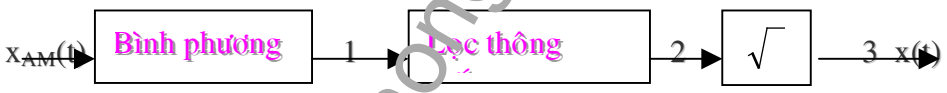
+ Khái niệm : Là quá trình tái tạo lại tín hiệu dãi nền từ tín hiệu đã điều chế. Công việc dãi điều chế thực hiện ở máy thu.

Giải điều chế chia làm 2 loại : giải điều chế kết hợp và giải điều chế không kết hợp.

- Giải điều ché kết hợp : Là quá trình giải điều chế có sử dụng sóng mang. Sóng mang sử dụng phải có cùng tần số và pha so với sóng mang đầu phát.

- Giải điều chế không kết hợp : Là quá trình giải điều chế không sử dụng sóng mang.

Vd về giải điều chế AM không kết hợp



sử $x_{AM}(t) = [A + x(t)]\cos\omega_c t$ khi qua mạch bình phương ta được

$x_1(t) = x^2_{AM}(t) = [A + x(t)]^2\cos^2\omega_c t = [A + x(t)]^2\frac{1+\cos 2\omega_c t}{2}$

$x_1(t) = \frac{[A+x(t)]^2}{2} + \frac{[A+x(t)]^2}{2}\cos 2\omega_0 t$ liên tục cho $x_1(t)$ qua LPF

$x_2(t) = \frac{[A+x(t)]^2}{2}$ cho $x_2(t)$ qua hàm căn bậc 2 ta được

$x_3(t) = \frac{A + x(t)}{\sqrt{2}} = \frac{A}{\sqrt{2}} + \frac{x(t)}{\sqrt{2}}$

$x_3(t)$ qua tụ C thì ngõ ra được $\frac{x(t)}{\sqrt{2}}$

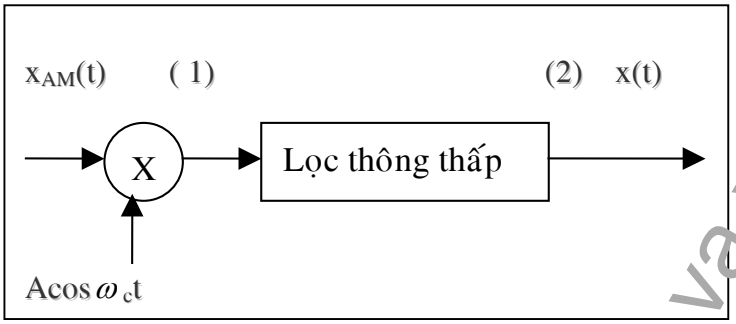
vd về giải điều chế kết hợp

$x_{AM}(t) = [A + x(t)]\cos\omega_c t$

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

$x_1(t)=[A+x(t)]\cos^2\omega_c t=[A+x(t)]\dfrac{1+\cos 2\omega_c t}{2}$

$$=\frac{[A+x(t)]}{2}+\frac{[A+x(t)]}{2}\cos 2\omega_0 t$$



$x_1(t)$ qua LPF ta được

$x_2(t)=\dfrac{A+x(t)}{2}$ cho $x_2(t)$ qua tụ C ta được $\dfrac{x(t)}{2}$

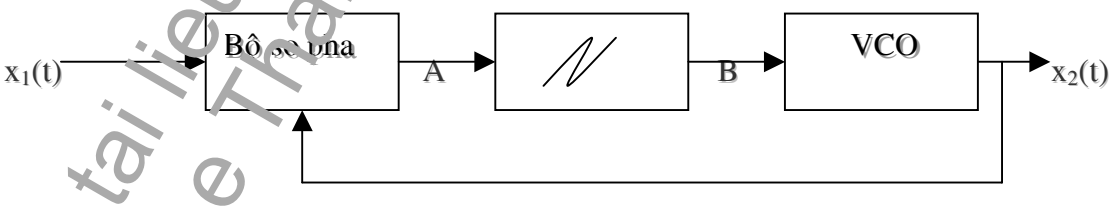
*** Chú ý :**

-Trong dải điều chế kết kết hợp điều kiện để dãi điều chế được là sóng mang ở máy thu phải cùng tần số và pha so với sóng mang đầu phát.

- Để tạo ra sóng mang giống với đầu phát ở máy thu sữ dụng các bộ khôi phục sóng mang. Có 2 loại khôi phục sóng mang thường sử dụng .

SM { Vòng khóa pha.
Vòng CosTAS.

- Vòng khóa pha :



Bộ so pha bằng bộ nhận.
VCO : Bộ dao động được điều khiển bằng điện áp.
Giả sử $x_1(t) = A\cos(\omega_1 t + \varphi_1)$ thì ban đầu VCO tạo ra tín hiệu

tai lieu hoc thong tin quang va vi ba so
Le Thanh Tan

$x_2(t) = B\cos(\omega_2 t + \varphi_2)$. Trong đó $x_2(t)$ sẽ được hồi tiếp để so sánh với $x_1(t)$.

$x_A(t) = x_1(t) * x_2(t) = \frac{AB}{2}\cos[(\omega_1 + \omega_2)t + (\varphi_1 + \varphi_2)] + \frac{AB}{2}\cos[(\omega_1 - \omega_2)t + (\varphi_1 - \varphi_2)]$

$x_B(t) = \frac{AB}{2}\cos[(\omega_1 - \omega_2)t + (\varphi_1 - \varphi_2)]$

$x_B(t)$ chính là điện áp kích cho VCO .

Nếu $\omega_1 - \omega_2 \neq 0$ và $\varphi_1 - \varphi_2 \neq 0$ thì VCO sẽ điều chỉnh tần số và pha quá trình lặp lại như củ cho đến khi $\varphi_1 = \varphi_2$ và $\omega_1 = \omega_2$ thì VCO không thay đổi nữa . Lúc này ta gọi pha đã bị khóa và tín hiệu VCO tạo ra giống như tín hiệu ngõ vào .

- Vòng COSTAS :

Giả sử $x_1(t) = A\cos(\omega_1 t + \varphi_1)$ và ban đầu VCO tạo ra $x_2(t) = B\cos(\omega_2 t + \varphi_2)$

$x_A(t) = AB\cos(\omega_1 t + \varphi_1)\cos(\omega_2 t + \varphi_2) = \frac{AB}{2}\cos[(\omega_1 + \omega_2)t + (\varphi_1 + \varphi_2)] + \frac{AB}{2}\cos[(\omega_1 - \omega_2)t + (\varphi_1 - \varphi_2)]$

$x_B(t) = AB\cos(\omega_1 t + \varphi_1)\sin(\omega_2 t + \varphi_2) = \frac{AB}{2}\mathrm{Sin}[(\omega_1 + \omega_2)t + (\varphi_1 + \varphi_2)] - \frac{AB}{2}\mathrm{Sin}[(\omega_1 - \omega_2)t + (\varphi_1 - \varphi_2)]$

$x_C(t) = \frac{AB}{2}\mathrm{Cos}[(\omega_1 - \omega_2)t + (\varphi_1 - \varphi_2)]$

$x_D(t) = -\frac{AB}{2}\mathrm{Sin}[(\omega_1 - \omega_2)t + (\varphi_1 - \varphi_2)]$

$x_E(t) = -A^2B^2/8\ \mathrm{Sin}\,\alpha\cos\alpha = A^2B^2/8\ \mathrm{Sin}[2(\omega_2 - \omega_1)t + 2(\varphi_2 - \varphi_1)]$

chính $x_E(t)$ làm điện áp VCO

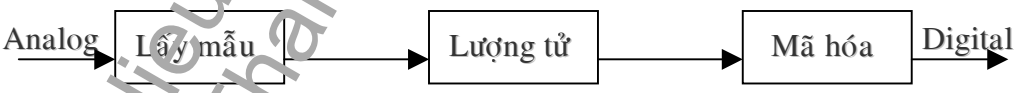
Nếu $\varphi_1 - \varphi_2 \neq 0$, $\omega_1 - \omega_2 \neq 0$ thì VCO sẽ điều chỉnh tần số và pha của nó .Quá trình sau đó được lặp lại cho đến khi $\varphi_1 = \varphi_2$ và $\omega_1 = \omega_2$ thì VCO sẽ không điều chỉnh nữa . Tín hiệu do VCO tạo ra lúc này sẽ có cùng tần số và pha so với $x_1(t)$.

BÀI 4: KỸ THUẬT ĐIỀU CHẾ SỐ

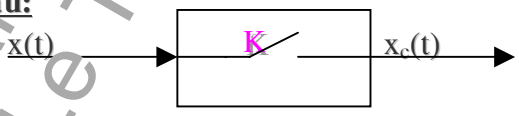
I.**Biến đổi tương tự – số :**

Để biến đổi tín hiệu tương tự thành tín hiệu số thì có nhiều phương pháp khác nhau Tuy nhiên trong lĩnh vực viễn thông phương pháp phổ biến nhất là điều chế xung mã PCM (pull Code Modolation) .

Quá trình biến đổi A/D bằng PCM gồm 3 bước như trong sơ đồ sau :



1. **Lấy mẫu:**



Mô hình hóa của bộ lấy mẫu là một khóa k đóng mở liên tục . mục đích của việc lấy mẫu là biến đổi tín hiệu liên tục thành tín hiệu rời rạc. Các giá trị của tín hiệu rời rạc được gọi là các mẫu .thời gian giữa hai lần khóa k đóng mở liên tiếp được

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

gọi là chu ký lấy mẫu,kí hiệu là T, nghịch đảo của chu kì lấy mẫu gọi là tần số lấy mẫu .kí hiệu f_S (Sampcing) .

Tín hiệu rời rạc sau khi lấy mẫu được xác định bằng công thức

$X_o(t) = x(nT) = x(n)$,(T là chu kì lấy mẫu)

Để từ x(nT) khôi phục lại tín hiệu x(t) mà ít bị sai dạng thì việc lấy mẫu phải tuân theo định lý lấy mẫu.

Đinh lý:

- Tín hiệu lấy mẫu phải có băng thông hữu hạn.
- Tần số lấy mẫu ≥tần số lớn nhất có trong tín hiệu ,khi tần số lấy mẫu bằng 2 lần tần số lớn nhất có trong tín hiệu thì tần số này gọi là tần số lấy mẫu tối thiểu hay còn gọi là tần số Nyquit

$$f_S \geq f_{max}$$

vd1: $x(t)=3\cos 10\pi t.2\sin 12\pi t + 4\sin 20\pi t$

tính tần số lấy mẫu tối thiểu

$x(t)=3\sin 22\pi t + 3\sin 2\pi t + 4\sin 20\pi t$

các thành phần tần số có trong tín hiệu ;

f_1=11Khz

f_2=1Khz

f_3=10Khz

tần số lớn nhất $f_{max}=f_1$=11Khz

$f_S=2f_{max}$=2.11=22Khz

vd2:Cho tín hiệu $x(t)=3\cos 10\pi t + 2\sin 12\pi t + 4\sin 20\pi t$

xác định tín hiệu rời rạc sau khi lấy mẫu

a.f_S=10K

$$x(nT)=3\cos 10\pi \frac{n}{10} + 2\sin 12\pi \frac{n}{10} + 4\sin 20\pi \frac{n}{10}$$

$=3\cos n\pi +2\sin \pi n/5 + 4\sin 2\pi n -3\cos \pi n+2\sin 6\pi n/5$

biến đổi ngược $x(nT)=3\cos 10\pi n/10 + 2\sin 12\pi n/10$

=> $x(t) = 3\cos 10\pi t + 2\sin 12\pi t$ (không đúng x(t))

b. f_s = 40khz

⇨ $x(nT) = 3\cos 10\pi tn/40 + 2\sin 12\pi n/40 + 4\sin 20\pi n/40$

⇨ $x(nT) = 3\cos \pi n/4 + 2\sin \pi n/40 + 4\sin \pi n/2$

Biến đổi ngược :

$x(nT) = 3\cos 10\pi m/40 + 2\sin 12\pi m/40 + 4\sin 20\pi m/40$

=> $x(nT) = 3\cos 10\pi t + 2\sin 12\pi t + 4\sin 20\pi t$

đúng với tín hiệu x(t) ban đầu .

2. **Lượng tử hóa :**

x(nT) → Lượng tử hóa → $x^{'}(nT)$

$x(1T) = 1.2$ v

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

x(2T) = 2.6 v
x(3T) = 4.2 v
x'(1T) = 1 v
x'(2T) = 3 v
x'(3T) = 4 v

Các mẫu của tín hiệu rời rạc sau khi lấy mẫu thông thường có giá trị ngẫu nhiên. Do đó lượng tử hóa là làm gần đúng các mẫu về các giá trị chuẩn cho trước các giá trị chuẩn này gọi là các mức lượng tử , khoảng cách giữ 2 mức lượng tử liên tiếp gọi là bước lượng tử kí hiệu là Q .

Như vậy trong lượng tử hóa sẽ gây nên sai số và được gọi là sai số lượng tử kí hiệu e

$$-\frac{Q}{2} \le e \le \frac{Q}{2}$$

Ví dụ : cho tín hiệu x(t) = $\sin 100\pi t$ (t = s)

Lấy mẫu ở tần số f_s = 1000Hz

a. xác định x(nT) ?
b. tính giá trị của 10 mẫu đầu tiên từ x(1T) cho đến x(10T) ?
c. xácđịnh lại 10 mẫu này khi lượng tử hóa biết các mức lượng tử là một số nguyên ?

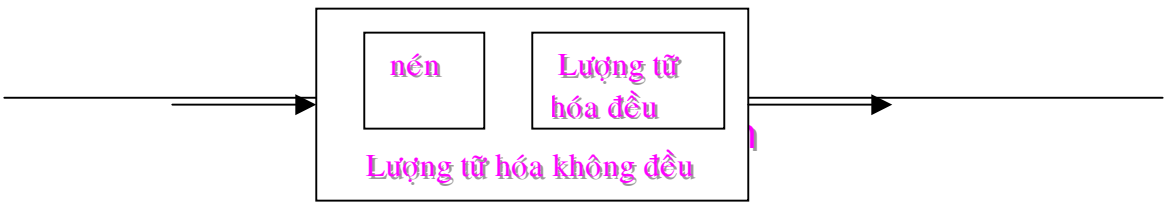
Giải :

a. Ta có x(nT) = $4\sin 100\pi/1000 = 4\sin \pi n/10$.
b. x(1T) = $4\sin \pi/10$ = 1.23v => x'= 1
   x(2T) = $4\sin 2\pi/10$ = 2.35v => x'= 2
   x(3T) = $4\sin 3\pi/10$ = 3.23v => x'= 3
   x(4T) = $4\sin 4\pi/10$ = 3.8v => x'= 4
   x(5T) = $4\sin 5\pi/10$ = 4v => x'= 4
   x(6T) = $4\sin 6\pi/10$ = 3.80v => x'= 4
   x(7T) = $4\sin 7\pi/10$ = 3.23v => x'= 3
   x(8T) = $4\sin 8\pi/10$ = 2.35v => x'= 2
   x(9T) = $4\sin 9\pi/10$ = 1.23v => x'= 1
   x(10T) = $4\sin \pi$ = 0v => x'= 0

* **Các cách lượng tử hóa :**

_ Lượng tử hóa đều : là chia các bước lượng tử đều nhau . nhược điểm của lượng tử hóa đều là sẽ gây sai số lớn cho các mẫu có giá trị nhỏ. Để khắc phục nhược điểm này người ta sử dụng các lượng tử hóa không đều .

- Lượng tử hóa không đều : Chia các bước lượng tử không đều nhau ở vùng có biên độ càng nhỏ thì bước lượng tử càng ngắn. Ở vùng có biên độ càng lớn htì bước lượng tử càng dài. Để thực hiện lượng tử hóa không đều, người ta nén thực hiện trước rồi sau đó đưa qua bộ lượng tử hóa đều .



tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Le Thanh Tan

x(n) x'(n)

Theo tiêu chuẩn quốc tế có 2 tiêu chuẩn nén tín hiệu .
Luật A : y = Ax/ (1=lnA) (A = 87.6)
Luật μ : y = (1+lnx)/(1+ln μ)
Trong đó x là thành phần ngõ vào của nén
y là thành phần ngõ ra của nén.

3. **Mã hóa :**

Mã hóa là gán cho mỗi mẫu (mẫu đã chuẫ hóa) bằng một chuỗi bit . Kết quả của mã hóa ta được tín hiệu số ở ngõ ra.
Số bit mã hóa cho một mẫu và số mức lượng tữ liên hệ nhau bằng công thức :

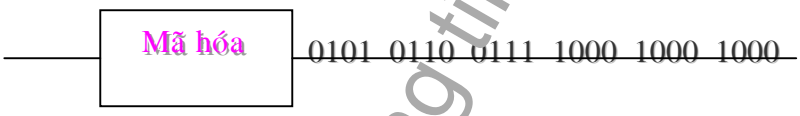
$$n = \log_2 M$$

trong đó : n: là số bit gán cho một mẫu.
M : là số mức lượng tữ.

Tốc độ bit của tín hiệu số sau khi ra khỏi bộ mã hóa được xác định bằng công thức :

$$f_b = f_s * n \quad (b/s)$$

trong đó : f_s chỉ số lấy mẫu
n số bit mã hóa cho một mẫu.



x(1) = 1 0 # 0100
x(2) = 2 1 # 0101
x(3) =3 2 # 0110
x(4) =4 3 # 0111
x(5) =4 4 # 1000
x(6) =4

II. Các kỹ thuật điều chế số :

Giống như điều chế tương tự , điều chế số cũng được chia ra làm 3 loại :

- Khóa dịch biên độ ASK.
- Khóa dịch tần số FSK.
- Khóa dịch pha PSK.

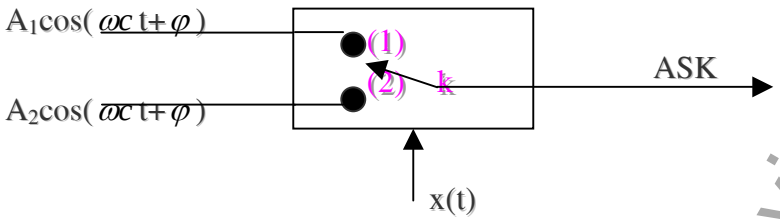
Ngoài ra còn có thể kết hợp nhiều kiểu điều chế cùng một lúc để tạo ra kỹ thuật điều chế lai.

1. **ASK** : Khóa dịch biên độ.

tai lieu hoc thong tin quang va vi ba so
Le Thanh Tan

+ Khái niệm : ASK là quá trình làm thay đổi biên độ sóng mang theo quy luật biến đỗi của tín hiệu dải nền trong khi ần số và pha của sóng mang không thay đổi. Tín hiệu dải nền trong trường hợp này là một tín hiệu số.

+ Nguyên lý điều chế :



- Khóa K có thể chuyển đổi từ vị trí (1) sang vị trí (2) và ngược lại dưới sự điều khiển của tín hiệu dải nền x(t).
- Khi x(t) = "1" thì K ở vị trí (1) lúc đó tín hiệu ngõ ra $x_{ASK}(t) = A_1\cos(\omega_c t + \varphi)$.
- Khi x(t) = "0" thì K ở vị trí (2) kúc đó $x_{ASK}(t) = A_2\cos(\omega_c t + \varphi)$.

Như vậy tín hiệu ngõ ra có biên độ thay đổi tùy thuộc vào x(t0.

Tổng quát : $x_{ASK}(t) = A_n\cos(\omega_c t + \varphi)$. (n = 1,2,3...)

* **OOK** : Là trường hợp đặc biệt của ASK .

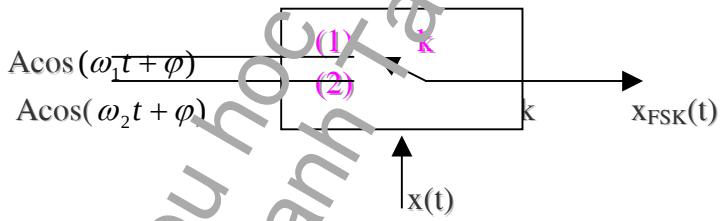
để giảm bớt năng lượng khi truyền đi bit 0 người ta điều chế biên độ tương ứng với x_0 bằng 0 , kiểu điều chế này được gọi là khóa tắt mở OOK.

2.FSK (Frequency Shift keying) :

+Khái niệm:

FSK là quá trình điều chế làm thay đổi tần sốcủa sóng mang theo qui luật biến đổi của tín hiệu dải nền trong khi biên độ và pha không thay đổi .tín hệu sóng mang trong trường hợp này là một tín hiệu số .

+Nguyên lý điều chế :



Tổng quát : $x_{FSK}(t) = A\cos(\omega_n t + \varphi)$ (n=1,2)

+Dạng sóng:

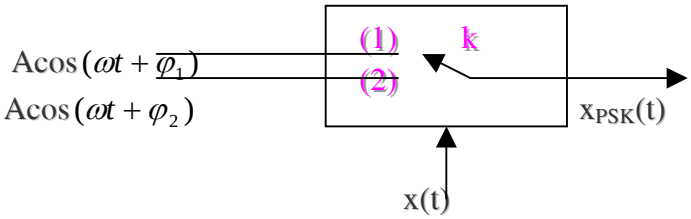
3.PSK (Phase Shift Keying) :

+Khái niệm :

PSK lá quá trình điều chế làm thay đổi pha của sóng mang theo qui luật biến đổi của tín hiệu dải nền trong khi biên độ và tần số không thay đổi . Tín hiệu dải nền trong trường hợp này là một tín hiệu số .

+Nguyên lý điều chế :

tài liệu học thông tin quang và vi ba so
Lê Thanh Tân

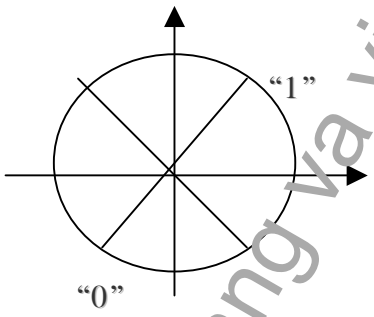


Tổng quát : $x_{PSK}(t)=A\cos(\omega_c t+\varphi_n)$ (n=1,2)

Trong điều chế PSK φ_1 và φ_2 được chọn sao cho chúng hơn kém nhau 180^0 /

$\varphi_1 = \varphi_2 \pm 180^0$.

+Giảng đồ pha :



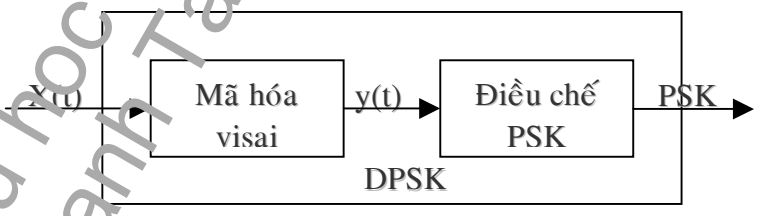
+Dang sóng :

- Nhược điểm của PSK : Trong truyền dẫn tín hiệu , khi tín hiệu đi từ đầu phát đến đầu thu thì pha của nó thay đổi một góc $\omega_0 \tau$

ω_0 là một tần số làm việc .

τ là thời gian truyền từ máy phát đến nơi thu như vậy nếu sử dụng kiểu điều chế PSK thì trong trường hợp góc pha bị thay đổi 180^0 thì máy thu sẽ giải điều chế sai do đó PSK không sử dụng được trong thực tế .

Để khắc phục nhược điểm này người ta sử dụng kiểu điều chế pha vi sai gọi tắt là DPSK (Difference Phase shift Keying)



Sơ đồ điều chế DPSK

* **Mạch mã hóa vi sai :**

Giả sử x(t)=101101

Trạng thái ban đầu y(t)=1

Vậy y(t)=1001001

Nếu bộ điều chế PSK sử dụng có các trạng thái

φ_1 =0 tương ứng với bit 0

tailieu hoc thong tin quang va vi ba so
Le Thanh Tan

$\varphi_2 = \pi$ tương ứng với bit 1

Vậy pha ngõ ra tương ứng với x(t) bit trên

$\varphi = \pi 00 \pi 00 \pi$

Tín hiệu ngõ ra bộ điều chế DPSK được truềyn đến đầu thu .

Xét 2 trường hợp xảy ra

+ Trường hợp 1 : Pha của tín hiệu đấu thu thay đổi không đáng kể so với đầu phát .

+ Trường hợp 2: Pha của đầu thu thay đổi 180^0 so với đầu phát

*** Mạch giải mã vi sai**

+Trường hợp 1 : Pha của tín hêịu thu được $\varphi = \pi 00 \pi 00 \pi$

thì z(t)=1001001 lúc đó x(t)=101101

+Trường Hợp 2 :Pha của tín hiệu thu được $\varphi = 0 \pi \pi 0 \pi \pi 0$

thì z(t)=0110110 Lúc đó x(t)=101101

Như vậy trong cả 2 trường hợp bộ giải điều chế DPSK vẫn khôi phục lại được tín hiệu ban đầu . Do đó DPSK được sử dụng được trong thực tế .

III. Điều chế nhiều mức :

Trong các kiểu điều chế cơ bản như ASK,FSK,PSK tại mỗi thời điểm máy thu chỉ giải điều chế được một bit,do đó tốc độ truyền dẫn được hạn chế . Để tăng tốc độ điều dẫn người ta sử dụng kỹ thuật điều chế nhiều mức . Trong điều chế nhiều mức người ta ghép nhiều mức tín hiệu lại thành một nhóm rồi mới đua qua bộ điều chế . Như vậy tín hiệu ở ngõ ra có nhiều mức .Trong trường hợp này tại mỗi thời điểm máy thu giải điều chế nhiều hơn một bit .

VD: Cho tín hiệu x(t)=1011010110 Nếu ghép 2 bit thành một nhóm thì sẽ có 4 loại nhóm khác nhau 00,01,10,11 mỗi nhóm bit được gọi là một Symbol có bao nhiêu kiểu Symbol thí có bấy nhiêu số mức điều chế . số mức điều chế và số bit trong mỗi symbol liên hệ nhau bằng công thức

$M=2^n$ hay $n=\log_2 M$

M : số mức điều chế

n : số bit trong mỗi symbol

Qui ước : Trong điều chế nhiều mức thông thường số mức điều chế được ghi trên ngay kiểu điều chế .

❖ Điều chế 4PSK=QPSK:

Vd: x(t)=1011000010

I=11001

Q=01100

- Bộ định mức : Biến đổi định mức của tín hiệu khi tín hiệu là bit 1 thì ngõ ra có điện áp là +1 khi tín hiệu vào là bit 0 thì điện áp ngõ ra là –1
- OSC : Bộ dao động

* Nếu tín hiệu x(t) là Symbol "00"

T=0 , Q=1

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

$\rightarrow x_A(t) = -\cos\omega_c t$

$x_B(t) = -\sin\omega_c t$

$x_{QPSK}(t) = x_A(t) + x_B(t) = -\cos\omega_c t - \sin\omega_c t = -[\cos\omega_c t + \cos(\omega_c t - 90^0)$

$= -2\cos(\omega_c t - 45^0)\cos 45^0$

$= -\sqrt{2}\cos(\omega_c t - 45^0)$

$= \sqrt{2}\cos(\omega_c t - 45^0 - 180^0)$

$= \sqrt{2}\cos(\omega_c t - 135^0)$

* Nếu tín hiệu x(t) là Symbol "01" :

I=0 , Q=1

$\rightarrow x_A(t) = -\cos\omega_c t$

$x_B(t) = \sin\omega_c t$

$x_{QPSK}(t) = x_A(t) + x_B(t) = -\cos\omega_c t + \sin\omega_c t = -(\cos\omega_c t - \sin\omega_c t)$

$= -[\cos\omega_c t - \cos(\omega_c t - 90^0)$

$= -2\text{Sin}(\omega_c t - 45^0)\,\text{Sin}\,45^0$

$= -\sqrt{2}\,\text{Sin}(\omega_c t - 45^0)$

$= \sqrt{2}\cos(-\omega_c t + 135^0)$

$= \sqrt{2}\cos(\omega_c t - 135^0)$

* Nếu tín hiệu x(t) là Symbol"10'

I=1,Q=0

$\rightarrow x_A(t) = \cos\omega_c t$

$x_B(t) = -\sin\omega_c t$

$x_{QPSK}(t) = x_A(t) + x_B(t) = \cos\omega_c t - \sin\omega_c t$

$= \cos\omega_c t - \cos(\omega_c t - 90^0)$

$= -2\text{Sin}(\omega_c t - 45^0)\,\text{Sin}\,45^0$

$= -\sqrt{2}\,\text{Sin}(\omega_c t - 45^0)$

$= -\sqrt{2}\,\text{Cos}(\omega_c t - 45^0 - 90^0)$

$= -\sqrt{2}\cos(\omega_c t - 135^0)$

$= \sqrt{2}\cos(\omega_c t - 135^0 + 180^0)$

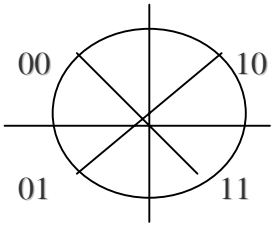
$= \sqrt{2}\cos(\omega_c t + 45^0)$

*Nếu tín hiệu x(t) là Symbol"11"

I=1,Q=0

$X_{QPSK}(t) = \sqrt{2}\cos(\omega_c t - 45^0)$

Giản đồ pha của QPSK:



Dạng sóng của QPSK:

Tính góc pha cùng vectơ :

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Le Thanh Tan

❖ **Điều chế lai 16 QAM :**

VD xác định pha của tín hiệu điều chế QPSK biết sóng mang sử dụng là $x(t)=2\cos(\omega_c t+45^0)$

"11" $x_{QPSK}(t) = 2\sqrt{2}\cos\omega_c t$

"10" $x_{QPSK}(t) = 2\sqrt{2}\cos(\omega_c t+90^0)$

"01" $x_{QPSK}(t) = 2\sqrt{2}\cos(\omega_c t-90^0)$

"00" $x_{QPSK}(t) = 2\sqrt{2}\cos(\omega_c t\pm 180^0)$

❖ **Điều chế 16 QAM**(Quadrature Amplitude Modulation) :

Điều chế biên độ cầu phương(16 QAM) :là kiểu điều chế lai giữa biên độ và pha . Trong điều chế này sử dụng 2 sóng mang vuông góc và tín hiệu đã điều chế có 16 mức .

Giả sử abcd=1010

$\rightarrow x_{16QPSK}(t) = 3\sqrt{2}\cos(\omega_c t-45^0)$

abcd=1101	abcd=0011
abcd=1111	abcd=0101
abcd=0010	abcd=1000
abcd=1110	abcd=1001
abcd=0001	abcd=1011
abcd=0000	abcd=0100
abcd=0110	abcd=011(
abcd=1100	

Như vậy trong 16 QAM có 3 mức biên độ và 12 pha . Đây chính là điều chế lai giữa biên độ và pha .

➢ **Ưu nhược điểm của điều chế nhiều mức :**

+ Ưu điểm :

- Tốc độ truyền dẫn tăng khi số mức điều chế tăng .
- Khi số mức điều chế tăng lên thì độ rộng băng thông của tín hiệu sau điều chế sẽ giảm xuống . Do đó hiệu quả sử dụng tần số sẽ cao hơn .

Băng thông của tín hiệu được điều chế

$$BW=\frac{f_b}{2}$$

Băng thông của tín hiệu sau điều chế :

$$BW=(1+r)\frac{f_b}{n}$$

f_b : Tốc độ bit của tín hiệu dải nền

n: Số bit trong mỗi symbol

r : Hệ số của bộ lọc trong bộ điều chế .

Hiệu quả sử dụng tần số :

$$\eta=\frac{f_b}{BW_{saudieuche}}$$

tai lieu hoc thong tin quang va vi ba so
Le Thanh Tan

Hiệu quả sử dụng tần số là tốc độ bit có thể truyền được tương ứng với độ rộng băng thông là 1hz của đường truyền .

+ Nhược điểm :

Khi số mức điều chế tăng lên thì máy thu càng khó giải điều chế do đó tỉ số bit lỗi cũng tăng lên (chất lượng kém)

$$BW_{t/h} \le BW_{đt}$$

Bài tập :

1. Một đường truềyn có độ rộng băng thông là 10Mhz sử dụng để truyền dẫn tín hiệu số có tốc độ bit 70M/b/s

a. Nếu không điều chế tín hiệu thì có thể truyền được hay không ? giải thích .
b. Nếu sử dụng kỹ thuật điều chế thì số mức tối thiểu cần thiết là bao nhiêu ?
c. Tính hiệu quả sử dụng tần số ứng với kiểu điều chế trên .

Giải:

a.Nếu không điều chế :

$BW_{t/h}=\frac{f_b}{2}=\frac{70}{2}=35Mhz \quad > BW_{đt}=10Mhz$

Nên không thể truyền được

b. Gọi M là số mức điều chế cần thiết

Để truyền được thì: $BW_{đt} \ge BW_{t/h}$

mà $BW_{t/h}=(1+r)\frac{f_b}{\log_2 M}$

$\Leftrightarrow BW_{đt} \ge (1+r)\frac{f_b}{\log_2 M} \quad \Leftrightarrow \log_2 M \ge (1+r)\frac{f_b}{BW_{đt}}=7$

$\Leftrightarrow \log_2 M \ge 7 \quad \Rightarrow M \ge 2^7=128$

c. Hiệu quả sử dụng tần số .

$$\eta=\frac{f_b}{BW_{saudieuche}}$$

mà : $BW_{saudieuche}= BW=(1+r)\frac{f_b}{n}=\frac{70}{7}=10Mhz$

$\Rightarrow \eta=\frac{70}{10}=7$ b/s/hz

2. Một đường truyền có độ rộng 25Mhz dùng truyền tín hiệu số có tốc độ bit 140M/b/s . Bộ lọc sử dụng có 1tần số r=0.3.

a. tính số mức điều chế cần thiết tối thiểu .
b. Tính hiệu quả sử dụng tần số .

Giải:

a.Để truyền được thì : $BW_{đt} \ge BW_{t/h}$

$BW_{t/h} \ge (1+r)\frac{f_b}{\log_2 M}=1.3\frac{70}{\log_2 M} \Rightarrow \log_2 M \ge 1.3\frac{140}{25}=7.28$ chọn $\log_2 M=8$

$\Rightarrow M \ge 2^8=256$

Tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

vậy số mức điều chế tối thiểu M=256 mức.

b. $BW_{sauđieuchế} = 1.3\frac{140}{8} = 22.75(Mhz) \Rightarrow \eta = \frac{140}{22.75} 6.15(b/s/hz)$

3. Một tín hiệu số có tốc độ bit 1200bit/s được điều chế bằng một sóng mang có tần số 1.28 MHz .Hỏi trong mỗi bit của tín hiệu sử dụng có bao nhiêu chu kỳ của sóng mang?

giải

Độ rộng bit $T_b = \frac{1}{f_b} = 1/1200(s)$

Chu kỳ sóng mang : $T_c = \frac{1}{f_c} = \frac{1}{1.28M}(\mu s)$

Số chu kỳ sóng mang trong mỗi bit

$$m = \frac{T_b}{T} = \frac{1/1200}{1/1{,}28.10^6} = \frac{128}{1200.10^{-6}} = \frac{1{,}28}{0{,}0012} = 1066{,}7 \text{ (chu kỳ)}$$

BÀI 5: HỆ THỐNG GHÉP KÊNH

I. Tổng quan về ghép kênh :

Ghép kênh là ghép nhiều tín hiệu riêng lẻ thành một tín hiuệ để truyền đi chung trên một đường truyền . Mục đích của việc ghép kênh là nâng cao hiệu quả của đường truyền .

Thông thường thiết bị ghép kênh được sử dụng để ghép các đường trung kế . Ngoài ra có thể sử dụng thiết bị ghép kênh để giải quyết vấn đề thiếu cáp quang trong mạng điện thoại . Do đó thiết bị ghép kênh còn gọi là thiết bị lợi dây .

II. Các kỹ thuật ghép kênh :

1. Ghép kênh phân chia theo tần số :(FDM: Frequency DivisionMultiplex)

a. Nguyên lý :

Để ghép kênh FDM,băng thông của đường truyền được chia làm nhiều khoảng nhỏ,mỗi khoảng tần số này được sử dụng để truyền 1 kênh khác nhau. Như vậy các kênh tín hiệu sẽ đồng thời được truyền đi nhưng mỗi kênh có một tần số riêng biệt nên không gây nhiễu cho nhau.

b. Cách thực hiện :

+Đầu phát:(ghép kênh)

Trong FDM, N kênh tín hiệu được đưa vào các bộ điều chế để điều chế với một sóng mang có tần số thích hợp . Ngõ ra của bộ điều chế được đưa qua bộ lọc để lấy 1 biên của tín hiệu đã điều chế . Các tín hiệu này được đưa vào mạch cộng để tạo ra tín hiệu FDM .

VD Giả sử mỗi kênh tín hiệu tiếng nói co" tần số từ 0-4Khz được ghép kênh FDM . Nếu đường truyền có băng thông từ 60Khz-100khz thì có thể ghép được bao nhiêu kênh . Tính tần số của các sóng mang sử dụng cho các kênh ?

Giải

tai lieu hoc thong tin quang va vi ba so
Le Thanh Tan

a. độ rộng của đường truyền

BW=100-60=40(Khz)

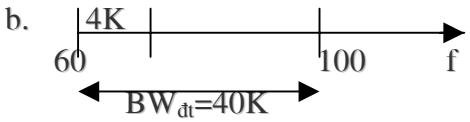
Độ rộng tín hiệu BW=4Khz

Ta có cứ 1 kênh 4Khz

? 40Khz

$\Rightarrow$ thì sẽ có được $\frac{40}{10}=10$ (kênh)

b.

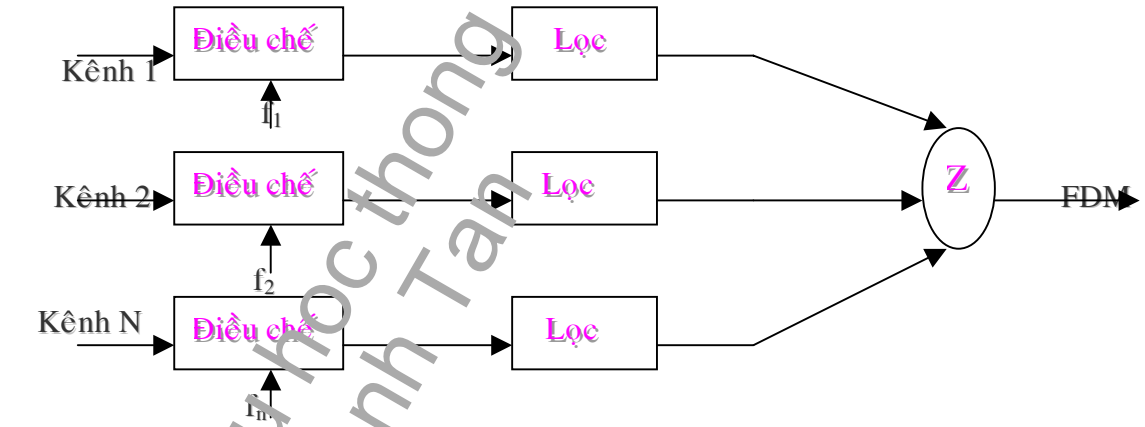


Nếu sử dụng biên trên

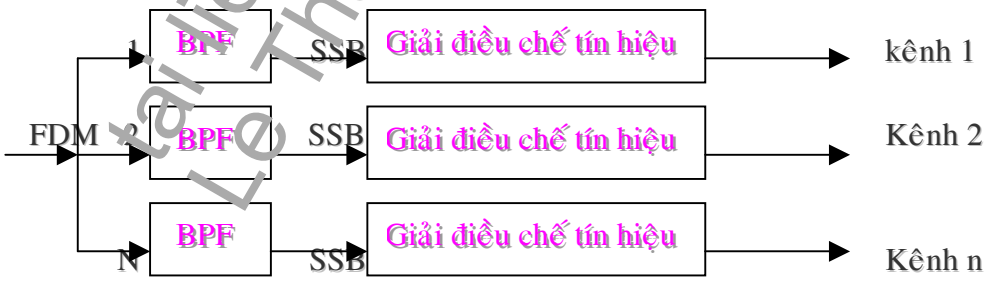
F_{c1}=60K
F_{c2}=64K
F_{c3}=68K
F_{c4}=72K
F_{c5}=76k
F_{c6}=80k
F_{c7}=84k
F_{c8}=88k
F_{c9}=92k
F_{c10}=96k

Nếu sử dụng biên dưới

F_{c1}=64K
F_{c2}=68K
F_{c3}=72K
F_{c4}=76K
F_{c5}=80k
F_{c6}=84k
F_{c7}=88k
F_{c8}=92k
F_{c9}=96k
F_{c10}=100k



+ Đầu thu :(tách kênh)



tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

Để tách kênh trong tín hiệu FDM đầu tiên tín hiệu được chia ra làm n nhánh ,mỗi nhánh cho qua bộ lọc thông dải có tần số cắt tương ứng với kênh đó . tín hiệu ở ngõ ra của bộ lọc được giải điều chế để thu lại tín hiệu ban đầu .

* **Lưu ý :** ghép kênh FDM thích hợp cho tín hiệu của kênh tương tự vì đối với tín hiệu tương tự thì băng thông nhỏ hơn đối với tín hiệu số .

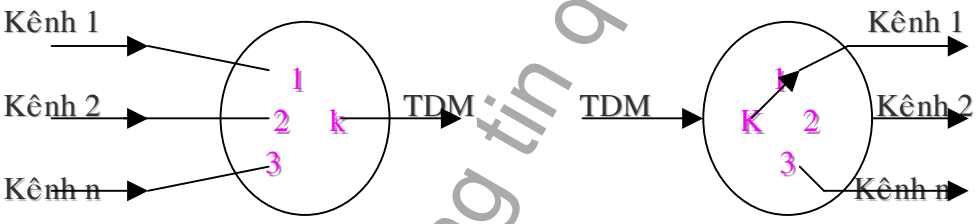
2. Ghép kênh phân chia theo thời gian TDM (Time Division multiplex)

a. Nguyên lý : Trong ghép kênh TDM tín hiệu của các kênh không đồng thời truyền trên đường truyền mà nó thay nhau chiếm đường truyền . mỗi kênh chỉ sử dụng đường truyền trong 1 khoảng thời gian cho phép . khi được phép sử dụng đường truyền thì kênh đó sẽ chiếm tất cả băng thông của đường truyền .

b. Cách thực hiện :

Ở đầu phát sử dụng 1 khóa chuyển mạch có thể thay đổi vị trí để tiếp xúc với các kênh . Khi khóa k tiếp xúc với 1 điểm nào đó thì kênh tín hiệu tương ứng được truyền đi trên đường truyền. Thời gian khóa k quay hết một vòng được gọi là khung thời gian khoảng thời gian khóa k dừng lại tại mỗi vị trí được gọi là khe thời gian .

Ở đầu thu để tách các kênh ta cũng sử dụng khóa chuyển mạch giống như đầu phát . Để tín hiệu tách ra không bị sai dạng thì khóa k ở đầu thu phải quay đồng bộ với khóa k ở đấu phát .



* **Chú ý :** Ghép kênh TDM thích hợp cho việc ghép tín hiệu số nên ghép kênh TDM còn được gọi là ghép kênh số .

3 .**So sánh FDM và TDM :**

FDM	TDM
Tín hiệu của 1 kênh được truyền liên tục	Gián đoạn(rời rạc)
Các kênh truyền đồng thời	Không đồng thời
Thích hợp cho kênh tương tự	thích hợp cho kênh số
1 kênh chỉ chiếm 1 phần $BW_{đt}$	1 kênh chiếm tất cả $BW_{đt}$
dung lượng thấp(N=1)	Dung lượng cao (N>1)
Không cần đồng bộ	khóa k đồng bộ giữa đầu phát và đầu thu
Dễ bị nhiễu xuyên kênh khi tần số sóng mang thay đổi	không bị nhiễu xuyên kênh

III. **Các tiêu chuẩn ghép kênh TDM :**

1. **Tiêu chuẩn Bắc Mỹ:**

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tan

Mỗi khung thời gian có chiều dài là 125 μs và được chia làm 24 khe thời gian. Mỗi khe thời gian truyền được 1 kenh tiếng nói ,mỗi khe chứa 8 bit, riêng khe thời gian thứ 0 chứa thêm 1 bit đồng bộ . Như vậy tốc độ của luồng số (ngõ ra) của bộ ghép kênh là :

Tốc độ bit : $f_b = \frac{24*8+1}{125.10^{-6}} = 1544000 = 1{,}544 (Mb/s)$

Và còn được gọi là luồng cấp 1 (hay luồng cơ bản theo tiêu chuẩn Bắc Mỹ) Nó còn gọi tắc là luống T_1

Để quản lý sự đồng bộ của hệ thống ghép kênh người ta nhóm các khung liên tiếp để tạo thành một đa khung . Trong tiêu chuẩn bắc Mỹ mỗi đa khung gồm 12 khung . Vậy các bit đồng bộ trong 1 đa khung được phân bố như sau :

10001101110B B { 1: Có cảnh báo.
0: không có cảnh báo

2. Tiêu chuẩn Châu Âu:

Trong tiêu chuẩn Châu Âu thời gian được chia thành nhiều có độ dài 125 μs , mỗi khung chia làm 32 khe thời gain để truyền 30 kênh tiếng nói .

khe số 0 truyền tín hiệu đồng bộ .

khe số 16 truyền tín hiệu báo hiệu .

Như vậy tốc độ của luồng số ở ngõ ra của bộ ghép kênh theo tiêu chuẩn chau Âu có tốc độ bit như sau: $f_b = \frac{32*8}{125.10^{-6}} = 2{,}048$ (Mbp/s)

Tốc độ này được gọi là luồng số cấp 1 theo tiêu chuẩn Châu Âu được gọi tắc là luồng 2M hay luồng E_1

* **Chú Ý :**Trong mạng viễn thông ở VN sử dụng thiết bị ghép kênh theo tiêu chuẩn Châu Âu .

Để đồng bộ người ta cũng sử dụng cấu trúc đa khung . Mỗi đa khung gồm 16 khung liên tiếp . Tín hiệu trong mỗi đa khung được phân bố như sau :

+ Tín hiệu đồng bộ :

- Đối với khung lẻ : (1,3,5,7....15) x0011011
- Đối với khung chẵn : x1Bxxxxxx

Trong đó : B { 1: có cảnh báo
0: không có cảnh báo .

X: tùy ý.

+ Tín hiệu báo hiệu :

Khe thứ 0 của khung thứ 1 báo hiệu cho kênh 1 và 17
Khe thứ 1 của khung thứ 2 báo hiệu cho kênh 2 và 18
Khe thứ 2 của khung thứ 3 báo hiệu cho kênh 3 và 19
Khe thứ 3 của khung thứ 4 báo hiệu cho kênh 4 và 20

IV. Ghép luồng (ghép kênh cấp cao) :

Ghép luống hay ghép kênh cấp cao là ghép các nguồn có tốc độ thấp thành các nguồn có tốc độ cao hơn .

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

1. Ghép luồng theo tiêu chuẩn Châu Âu :

a. Luồng cấp 2 :

Được ghép từ 4 luồng cấp 1,cấu trúc của luồng cấp 2 được phân bố như sau :

Mỗi khung thời gian có độ dài 100,3 μs và được chia làm 4 cụm , mỗi cụm chứa 212bit thông tin .

+ Cụm 1: từ bit 1 đến 10 là 10 bit đồng bộ

bit thứ 11,12 là 2 bit cảnh báo

bit thứ 13 đến 212 là 200 bit dữ liệu của 4 luồng E_1 được ghép xen kẻ với nhau từng bit

+ Cụm 2 và 3: Bit 1 đến 4 là 4 bit thêm vào ,bit thứ 5 đến 212 là 208 bit dữ liệu của 4 luồng E_1 .

+ Cụm 4 : Từ 1 đến 4 là 4 bit thêm vào .

bit thứ 5 đến 8 là 4 bit phục vụ mạng

từ 9 đến 211 là 204 bit dữ liệu .

Như vậy trong 1 khung của luồng cấp 2 chứa tất cả 848 bit do đó tốc độ của luồng cấp 2 là :

$$f_b = \frac{848}{100,3.10^{-6}} = 8,48(Mbp/s)$$

Tốc độ này được gọi là luồng cấp 2 hay E_2 . Có dung lượng 120 kênh tiếng nói.

b.Luồng cấp 3 :

Được ghép từ 4 luồng cấp 2 , mỗi khung của luồng cấp 3 có chiều dài 44,7 μs và chứa tất cả 1536 bit . Như vậy tốc độ của luồng cấp 3

$$f_b = \frac{1536}{44,7.10^{-6}} = 34,362(Mbp/s)$$

luồng cấp 3 gọi tắt là luồng E_3 hay 34M ,nó có dung lượng 480 kênh thoại .

c. Luồng cấp 4 :

Được ghép từ 4 luồng cấp 3 , mỗi khung của luồng cấp 4 có chiều dài 21,02 μs và chứa tổng cộng 2928 . Tốc độ của luồng cấp 4 là 139,264 Mbp/s . luồng cấp 4 có dung lượng 1920 kênh thoại . Nó được gọi tắt là luồng E_4 hay luồng 140 M

d. Luồng cấp 5 :

Được ghép từ 4 luồng cấp 4 có tốc độ 364,943 Mbp/s . Luồng cấp 5 có dung lượng 7680 kênh thoại và được gọi tắt là luồng E_5 hay 365 M/s

2. Ghép luồng theo tiêu chuẩn Bắc Mỹ :

a. Luồng cấp 2 :

Được ghép từ 4 luồng cấp 1 có tốc độ 6,312 Mbp/s . Luồng cấp 2 gọi tắt là luồng T_1 có dung lượng 96 kênh tiếng nói.

b. luồng cấp 3 :

Được ghép từ 4 luồng cấp 2 có dung lượng 384 kênh tiếng nói ,có tốc độ 26,736 Mb/s gọi tắt là T_3.

BÀI TẬP:

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

1) cho tín hiệu tương tự $x_a(t)=12\cos 10\pi t.\cos 20\pi t.\cos 40\pi t$ (t=ms)
   a. xác định thành phần tần số có trong $x_a(t)$.
   b. Nếu biến đổi PCM của $x_a(t)$ thí tần số Nyquist là bao nhiêu ?
   c. Tính tốc độ sau PCM biết bộ lượng tử hóa có 1024 mức .
   d. Nếu sử dụng đường truyền có độ rộng 50Khz thì có truyền được tín hiệu số trên mà không cần điều chế, được không? giải thích?
   e. Với đường truyền trên và phải điều chế thí số mức điều chế cần thiết tối thiểu là bao nhiêu? Cho r=0,3.
   f. Đưa tín hiệu số vào bộ ghép kênh TDM chậu Âu có được không? Giải thích?

Giải :

a. $x_a(t)=12\cos 10\pi t.\cos 20\pi t.\cos 40\pi t$

$= 6\cos 30\pi t.\cos 40\pi t + 6\cos 10\pi t.\cos 40\pi t$

$=3\cos 70\pi t+3\cos 10\pi t+3\cos 50\pi t+3\cos 30\pi t$

các thành phần tần số có trong tín hiệu :

f_1=35Khz

f_2=5khz

f_3=25Khz

f_4=15Khz

b. tần số lớn nhất có trong tín hiệu $f_{max}= f_1$=35Khz

Vậy tần số Nyquit : $f_s=2 f_{max}=2*35=70$Khz

c. số bit mã hóa cho 1 mẫu : $n=\log_2 1024=10$ (bit)

$\Rightarrow$ Tốc độ bit $f_b=f_s.n=10*70=700$(Kb/s)

vậy tốc độ bit f_b=700(Kb/s)

d. nếu không điều chế thì $BW_{t/h}=\frac{f_b}{2}=\frac{700}{2}=350$ Khz

Cần : $BW_{đt} \geq BW_{t/h}$=350 Khz

mà $BW_{đt}$=50Khz nên không thể truyền được tín hiệu .

e.Để truyền được $BW_{đt} \geq BW_{t/h}$

mà $BW_{t/h}=(1+r)\frac{f_b}{\log_2 M} \Rightarrow BW_{đt} \geq (1+r)\frac{f_b}{\log_2 M} \Rightarrow \log_2 M \geq 1{,}3\frac{70}{50}=18{,}2$

chọn $\log_2 M=19$

$\Rightarrow$ Số mức điều chế $M=2^{19}$ mức

f. Số bit mã hóa cho một mẫu $n= \log_2 M=\log_2 2^{19}=19$ bit

$\Rightarrow$ Tốc độ bit $f_b=f_s.n=19*70=1{,}33$ Mb/s

Tính tốc độ của kênh trong TDM theo Châu Âu

Nếu f_b bằng nhau thì ghép được và ngược lại

Vì 125 μs $\Rightarrow$ 8 bit

1s $\Rightarrow$ 64 Kb/s

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

Với kết quả như trên ta thấy khi đưa tín hiệu số vào bộ ghép kênh TDM châu âu thì không được vì tốc độ bit khác nhau nên không ghép được.

Chọn câu trả lời đúng nhất

1. Chỉ số ber dúng để đánh giá
   a. chất lượng của hệ thống tương tự.
   b. Chất lượng của hệ thống số .
   c. Cả a,b đều đúng .
   d. Cả a,b đều sai .
   Trả lời : câu b
2. các bộ khôi phục sóng mang được sử dụng tại
   a. Máy phát để điều chế tín hiệu .
   b. Máy thu để giải điều chế tín hiệu .
   c. Máy thu giải điều chế kết hợp .
   d. Cả a,b,c đúng .
   Trả lời : câu c
3. Sợi quang có đường kính càng nhỏ thì .
   a. Ít bị tán xạ hơn.
   b. Tốc độ truyền dẫn tốt hơn .
   c. Bị suy hao nhiều hơn .
   d. Cả a,b,c đều đúng .
   Trả lời : câu a.
4. Trong PCM nếu tăng số mức lượng tử thí tín hiệu số thu được
   a. Có tốc độ bit tăng lên .
   b. Độ rộng băng thông tăng lên
   c. Có sai số lượng tử thấp hơn .
   d. Cả a,b,c đúng.
   Trả lời : câu d
5. Khi tăng số mức điều chế thì
   a. chất lượng tín hiệu thu được tại đầu thu tốt hơn .
   b. băng thông của tín hiệu đã điều chế rộng hơn .
   c. Cự ly truyền tín hiệu tăng lên
   d. A,b,c sai
   Trả lời : câu d
6. một máy phát có công suất 4W thì tương đương với
   a. 36 dBw
   b. 6dBw
   c. 3dBw
   d. cả a,b,c sai
   trả lời : câu a
7. Trong điều chế AM ,chỉ số điều chế
   a. càng lớn càng tốt .

tai lieu hoc thong tin quang va vi ba so
Le Thanh Tan

b. càng nhỏ càng tốt
c. cả a,b đều đúng
d. cả a,b đều sai
Trả lời : câu d
8. trong PCM nếu lấy mẫu sai định lý thỉ
a. không thể thực hiện lượng tử hóa được
b. sai số lượng tử sẽ tăng lên
c. không khôi phục lại được tín hiệu ban đầu
d. cả a,b,c đều đúng
trả lời : câu c →

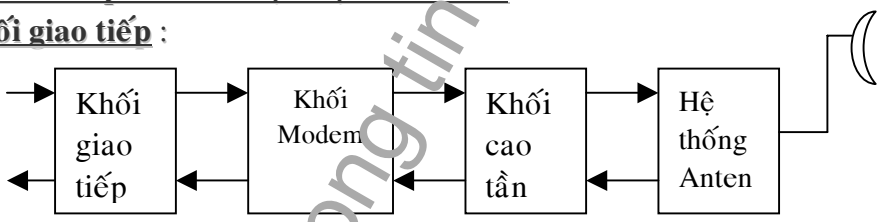
BÀI 6: HỆ THỐNG TRUYỀN DẪN VI BA SỐ

I. Tổng quan về vi ba số :

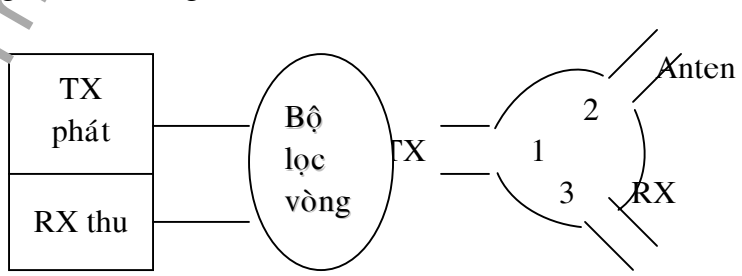
Vi ba là thiết bị truyền dẫn vô tuyến thường sử dụng kèm theo thiết bị ghép kênh .Viba hoạt động ở tần số từ 1GHz đến 30GHz .Cự ly liên lạc của một chặn viba tối đa khoảng 60km, do đó muốn truyền dẫn tín hiệu đi xa hơn thì phải sử dụng các trạm lặp (Repeater). Viba hoạt động ở chế độ song công .Tùy theo loại tín hiệu truyền dẫn là tương tự hay số mà người ta chia vi ba làm hai loại : Vi ba tương tự và vi ba số .

II. **Các thành phần của một trạm vi ba số :**

1. **Khối giao tiếp** :



Thành phần cơ bản của một trạm vi ba số có thể chia làm 4 khối chức năng sau :
- Khối giao tiếp : Thực hiện chức năng giao tiếp với thiết bị ghép kênh . Nhiệm vụ của khối này là xử lý tín hiệu . các phép xử lý cụ thể là chuyển mã đường truyền và mã hóa ngẫu nhiên.
- Khối modem : Điều chế và giải điều chế tín hiệu .
- Khối cao tần : Có nhiệm vụ biến đổi tín hiệu để được tín hiệu khác có tần số mong muốn và khuếch đại tín hiệu .
- Hệ thống Anten : Bao gồm Anten, bộ lọc vòng, chức năng của khối này là biến đổi tín hiệu điện thành sóng điện từ và ngược lại.



tai lieu hoc thong tin quang va vi ba so
Le Thanh Tan

a. Chuyển mã đường truyền :

+ Mã đường truyền :Là một cách để biểu diễn tín hiệu số trên đường dây. Có rất nhiều mã đường truyền khác nhau , nhưng chúng được phân thành 2 nhóm. Nhóm mã đơn cực và nhóm mã lưỡng cực.

- Mã đơn cực : Là mã sữ dụng một mức điện áp khác 0 để biểu diễn tín hiệu số.
- Mã lươmg cực : Là mã sữ dụng 2 mức điện áp khác 0 để biểu diễn tín hiệu số.

+ Các mã đường truyền :

- Mã NRZ (Non Return Zero : mã không quay về 0)

bit 1 được biểu diễn mức +1V kéo dài trong khoảng thời gian 1 bit,
bit 0 được biểu diễn mức 0V kéo dài trong khoảng 1 bit.

- Mã RZ (return zero: Mã quay về 0)

Bit 1 được biểu diễn bằng 2 nữa bit, nữa bit đầu có mức +V,nữa bit sau có mức 0.
Bit 0 biểu diễn mức 0 giống NRZ.

- Mã AMI :(Alternate mark Intersion: Đảo dấu luân phiên)

Bit 1 biểu diễn mức +V hay –V , nhưng đảo dấu luân phiên,
Bit 0 biểu diễn bằng mức 0.

- Mã AMI có 2 loại :
  - AMI-NRZ : Bit 1 biểu diễn bằng 1 bit.
  - AMI-RZ : Bit 1 biểu diễn bằng 2 nữa bit.
- Mã CMI(Code Mark inversion) :

  Bit 1 giống AMI-NRZ.
  Bit 0 bằng 2 nữa bit nữa đầu có mức –V, nữa sau có mức+V.
- Mã Manchester :

Bit 1 biểu diễn bằng 2 nữa bit.1/2 đầu có mức –V và ½ sau có mức +V

- Mã HDB3(High Density) :

Bit 1 được biểu diễn theo kiểu đảo dấu luân phiên.
Bit 0 nếu trong tín hiệu không xuất hiện 4 bit 0 liên tiếp thì các bit 0 được biểu diễn bằng mức 0.

Nếu trong tín hiệu xuất hiện 4 bit 0 liên tiếp thì 4 bit 0 này được mã hóa bằng một trong 2 cách sau :
000V : Nếu tổng số bit 1 giữa 2 lần xuất hiện chuỗi 4 bit 0 là số lẽ.
B00V : Nếu tổng số bit 1 giữa 2 lần xuất hiện chuỗi 4 bit 0 là số chẳng.
Trong đó : Bit V = +V và –V nhưng luôn luôn phạm luật đảo dấu .
Bit B = +V và –V nhưng tuân theo luật đảo dấu.

Quy ước : Khi chưa có tín hiệu coi như xuất hiện 4 bit 0.

+ Chuyển mã đường truyền : Tín hiệu truyền từ tín hiệu ghép kênh song song thiết bị vi ba và ngược lại luôn luôn là tín hiệu lưỡng cực vì lý do :

- Vì tín hiệu lưỡng cực có thành phần một chiều nhỏ nên khi truyền qua biến áp , tụ điện thì tín hiệu ở đầu thu không bị ảnh hưởng nhiều.
- Khi truyền đi tín hiệu lưỡng cực thì ở đầu thu dể dàng khôi phục lại xung clock hơn.

tailieu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

Tuy nhiên, khi nhận được tín hiệu lưỡng cực thì khối giao tiếp trong thiết bị vi ba phải chuyển sang mã đơn cực thì mới sử dụng được. Như vậy việc biến đổi tín hiệu lưỡng cực sang đơn cực và ngược lại được gọi là chuyển mã đường truyền.

b. Mã hóa ngẫu nhiên :

Là biến đổi tín hiệu cần truyền thành một tín hiệu khác mà năng lượng của nó phân bố đều trong băng thông và được gọi là tín hiệu ngẫu nhiên.

Mục đích của việc mã hóa ngẫu nhiên là giúp cho đầu thu tránh được hiện tượng khôi phục nhầm sóng mang. Vì nếu khôi phục nhầm sóng mang thì sẽ không giãi điều chế được.

+ Cách thực hiện mã hóa ngẫu nhiên : Để thực hiện mã hóa ngẫu nhiên người ta tạo ra chuỗi tín hiệu giã ngẫu nhiên rồi kết hợp với tín hiệu cần truyền bằng cổng logic XOR.

Điều kiện để đầu thu khôi phục lại được tín hiệu x(t) thì đầu thu phải tạo ra được chuỗi PN giống chuỗi PN đầu phát . Để tạo ra chuỗi PN này người ta sử dụng các mạch hồi tiếp tuyến tính dùng thanh ghi dịch.

VD : mạch tạo chuỗi PN 4 Fliplop.

Giã sử trạng thái ban đầu của các Fliplop :1111

Ta có bảng trạng thái sau :

	FF1	FF2	FF3	FF4
Ban đầu	1	1	1	1
CLK1	0	1	1	1
CLK2	0	0	1	1
CLK3	0	0	0	1
CLK4	1	0	0	0
CLK5	0	1	0	0
CLK6	0	0	1	0
CLK7	1	0	0	1
CLK8	1	1	0	0
CLK9	0	1	1	0
CLK10	1	0	1	1
CLK11	0	1	0	1
CLK12	1	0	1	0
CLK13	1	1	0	1
CLK14	1	1	1	0
CLK15	1	1	1	1

Chu kỳ của chuỗi PN $m = 2n - 1$

Theo quy định thì các HTVT bộ tạo PN phải có $N \geq 10$.

Trong một chu kỳ của chuỗi PN tổng số bit 0 và số bit 1 gần bằng nhau. Tính chất này gọi là tính chất cân bằng của chuỗi PN.

VD : nFF => $m = 2^m - 1$

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tan

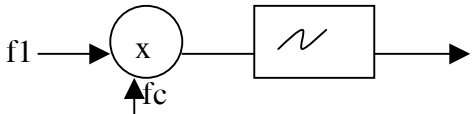
FF2 => m=3

2. **<u>khối điều chế và giải điều chế</u>** (đã học).

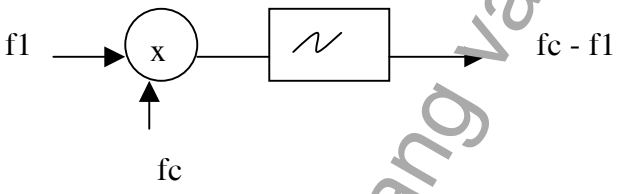
3. **<u>Khối cao tần :</u>**

a. <u>Đổi tần :</u> Là biến đổi tín hiệu từ tần này sang tần số khác. Mục đích của việc biến đổi tần số là giúp cho các bộ dao động làm việc ổn định hơn nhưng vẫn đảm bảo tần số làm việc. Đổi tần được chia làm 2 loại : Đổi tần lên và đổi tầng xuống.

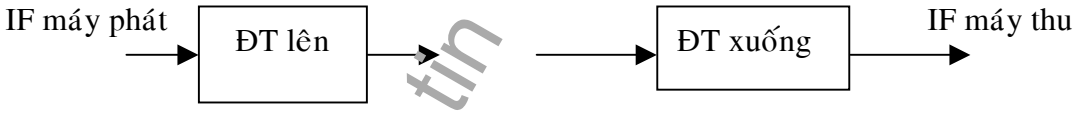
- Đỗi tần lên : Tạo ra tín hiệu có tần số cao hơn tần số ngõ vào.



- Đỗi tầng xuống : Tạo ra tín hiệu có tần số thấp hơn tầng số ngõ vào.

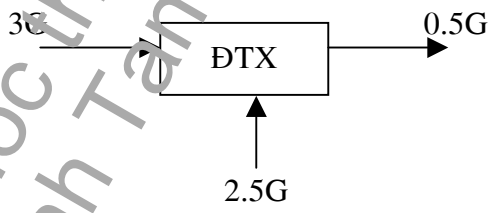


* <u>Trung tần IF</u> : Là tần số trung gian được tạo ra từ khối đổi tần. Đối với đổi tần lên trung tần là tầng số của tín hiệu ngõ vào. Đối với đổi tầng xuống trung tần là tần số của tín hiệu ngõ ra.



* <u>Tần số ảnh</u> : Là tần số của tín hiệu không mong muốn nhưng khi đi qua bộ đổi tần xuống nó cũng tạo ra tín hiệu có tần số đúng bằng trung tần của tín hiệu cần thu.

<u>Vd</u> : Giả sử muốn thu một kênh tín hiệu có tần số 3 GHz và tạo ra trung tần 0.5 GHz thì bộ dao động có tần số 2.5GHz.



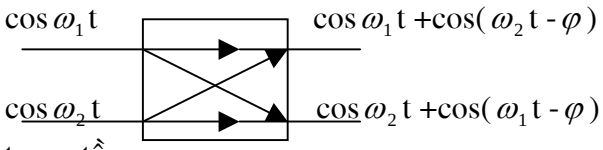
Tuy nhiên do băng thông của ngõ vào tương đối nên tín hiệu có tần số 2 GHz cũng đi vào được khối cao tần. Tín hiệu này cũng tạo ra tần số 0.5 GHz và gây nhiễu cho tín hiệu cần thu . như vậy tín hiệu 2 GHz được gọi là tần số ảnh.

* **<u>Cách khắc phục biến áp :</u>**

- Không nên chọn IF có tần số quá thấp hay quá cao vì khi đó khoảng cách từ tần số cần thu đến tần số ãnh gần lại nên dễ bị ảnh hưởng của tần số ảnh.
- Chia BW làm việc của máy thu làm thành nhiều khoảng tần số khi đó tần số ảnh sẽ bị loại ngay ngõ vào của máy thu .
- Sử dụng các bộ đổi tần cân bằng có khả năng khử được tần số ảnh.

$\varphi = 90^0$

tài liệu học trong tín quang và vi ba số
Lê Thanh Tân



gọi ω_I là trung tần

ω_0 là tần số dao động

giả sử tín hiệu ngõ vào của anten

$x_{RF}(t) = \omega_0 x_A(t) = A\cos(\omega_0 + \omega_I)t + B\cos(\omega_0 - \omega_I)t$

$x_B(t) = A\cos[(\omega_0 + \omega_I)t - 90^0] + B\cos[(\omega_0 - \omega_I)t - 90^0]$

$x_C(t) = x_A(t).\cos\omega_0 t = [A\cos(\omega_0 + \omega_I)t + B\cos(\omega_0 - \omega_I)t]\cos\omega_0 t$

$= A\cos(\omega_0 + \omega_I)t\cos\omega_0 t + B\cos(\omega_0 - \omega_I)t.\cos\omega_0 t$

$= \frac{A}{2}A\cos(2\omega_0 + \omega_I)t\cos\omega_0 t + \frac{A}{2}\cos\omega_I t + \frac{B}{2}\cos(2\omega_0 - \omega_I)t + \frac{B}{2}\cos^2 w_i t$

$x_D(t) = x_B(t)\cos\omega_0 t = A\cos[(\omega_0 + \omega_I)t - 90^0] + B\cos[(\omega_0 - \omega_I)t - 90^0]\cos\omega_0 t$

$= \frac{A}{2}\cos[(2\omega_0 + \omega_I)t - 90^0] + \frac{A}{2}\cos(\omega_I t + 90^0)$

$= \frac{B}{2}\cos[(2\omega_0 - \omega_I)t - 90^0] + \frac{B}{2}\cos(\omega_I t + 90^0)$

$x_1(t) = \frac{A}{2}\cos[(2\omega_0 + \omega_I)t + \frac{A}{2}\cos\omega_I t + \frac{B}{2}\cos(2\omega_0 - \omega_I)t + \frac{B}{2}\cos\omega_I t - \frac{A}{2}$

$\cos(2\omega_0 + \omega_I)t - \frac{A}{2}\cos\omega_I t - \frac{B}{2}\cos(2\omega_0 - \omega_I)t + \frac{B}{2}\cos\omega_I t$

$x_1(t) = B\cos\omega_I t$

$x_2(t) = x_D(t) + x_C(t) - 90^0$

$= A\cos[(2\omega_0 + \omega_I)t - 90^0] + A\cos(\omega_I t - 90^0) + B\cos[(2\omega_0 - \omega_I)t - 90^0]$

$x_0(t) = A\cos(\omega_I t - 90^0)$

chọn câu trả lời đúng:

1.Trong các hệ thống phi tuyến nếu tín hiệu ngõ vào có tần số 1,5Mhz thì hài bậc 3 sẽ có tần số .

a. 2Mhz
b. 1Mhz
c. 4Mhz
d. cả 3 đều sai .

Trả lời: câu d

2. trong hệ thống phi tuyến nếu tín hiệu vào có tần số 1,5Mhz và 2M thì sản phẩm điều chế tương hỗ bậc 3 có tần số

a. 2,5Mhz
b. 1Mhz
c. 5,5Mhz
d. cả 2 đều đúng

tài liệu học thông tin quang và vi ba so
Lê Thanh Tân

trả lời :câu d

3. tín hiệu điện sử dụng trong sinh hoạt là
   a. tín hiệu năng lượng .
   b. tín hiệu công suất .
   c. cả 2 đều đúng .
   d. cả 2 đều sai
   trả lời : câu b

4. Sợi quang SI và GI có những điểm nào khác nhau :
   a. đường kính khác nhau .
   b. Độ suy hao khác nhau .
   c. Độ tán xạ khác nhau .
   d. Cả 3 đều đúng .
   Trả lời : Câu c

5. Trong truyền dẫn vô tuyến suy hao của không gian phụ thuộc vào :
   a. tần số làm việc .
   b. cự ly truyền tín hiệu .
   c. Cả 2 đều đúng .
   d. Cả 2 đều sai .
   Trả lời : Câu c

6. trong điều chế tín hiệu sóng mang sử dụng :
   a. Có tần số luôn luôn lớn hơn tần số dải nền .
   b. Có tần số luôn luôn nhỏ hơn tần số dải nền .
   c. Tuỳ thuộc vào môi trường truyền tín hiệu .
   d. Cả 3 đều sai .
   Trả lời : câu c

7 trong điều chế SSB-SC ,cách giải điều chế nào thì chất lượng sẽ tốt hơn :
   a. Giải điều chế kết hợp .
   b. Giải điều chế không kết hợp
   c. Chất lượng như nhau.
   d. Cả 3 đều sai .
   Trả lời : câu b

8 .Trong điều chế ASK nếu tín hiệu dải nền có mức điện áp là +1 tương ứng với bit 1 và –1 tương ứng với bit 0 thì tín hiệu đã điều chế có dạng sóng giống :
   a. OOK .
   b. FSK.
   c. PSK
   d. Cả 3 đều sai
   Trả lời :câu c

9 . trong điều chế QPSK nếu sử dụng sóng mang :
$f_c(t) = A\cos(\omega_0 t + 60^0)$ thì pha của tín hiệu đã điều chế của Symbol "11" là :
   a. 0^0.

tài liệu học trong tín quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

b. 25^0.
c. 45^0
d. Cả 3 đều sai .
Trả lời : câu d

10 Trong ghép kênh TDM theo tiêu chuẩn Châu Âu của luồng số 4M bit/s có dung lượng :
a. 60 kênh thoại .
b. 48 kênh thoại .
c. 120 kênh thoại .
d. Cả 3 đều sai .
Trả lời : câu d

b. **<u>Các vấn đề trong truyền sóng vô tuyến :</u>**

+ Hiện tượng fading : Là hiện tượng mà làm cho cường độ trường tại điểm thu không ổn định .

+ Nguyên nhân : Gồm hai nguyên nhân chính

- Khi sóng điện từ truyền đi trong môi trường có chiết suất không đồng nhất thì sẽ làm cho tia sáng bị uốn cong . Khi đó Anten thu sẽ bị lệch hướng so với anten phát nên cường độ trường tại anten thu giảm xuống và gây ra fading . Fading nay được gọi là fading phẳng .

- Khi sóng điện từ truyền từ nơi phát đến nơi thu bằng nhiều đường khác nhau như tia trực tiếp , tia phản xạ . Cường độ trường tại điểm thu là tổng hợp tất cả các tia sáng.

Nếu các tia sáng cùng pha thì cường độ trường tổng hợp tăng lên

Nếu các tia sáng ngược pha thì cường độ trường tổng hợp giảm xuống và gây ra hiện tượng fading. Fading nay được gọi là fading nhiều tia .

Gọi d_1 là chiều dài đường đi của tia trực tiếp

d_2 là chiều dài đường đi của tia phản xạ

Giả sử tín hiệu tại đầu phát $x_A(t) = A\cos \omega_0 t$

Thời gian tia trực tiếp đi từ A đến B : $t_1 = d_1 / c$

Thời gian tia phản xạ đi từ A đến B : $t_2 = d_2 / c$

$x_A(t) = A\cos \omega_0 t$, $x_B(t) = A\cos(\omega_0 t - t_1)$

Tín hiệu tại B theo tia trực tiếp :

$x_{B1} = A\cos(\omega_0 t - \omega_0 t_1)$

Tín hiệu tại B theo tia phản xạ .

$x_{B2} = A\cos(\omega_0 t - \omega_0 t_2)$

t : cự ly truyền tín hiệu .

Tín hiệu tổng hợp tại B . $x_B(t) = x_{B1}(t) + x_{B2}(t)$

$= A\cos(\omega_0 t - \omega_0 t_1) + A\cos(\omega_0 t - \omega_0 t_2)$

$= 2A\cos\frac{2\omega_0 t - \omega_0 t_1 - \omega_0 t_2}{2}.\cos\frac{\omega_0 t_2 - \omega_0 t_1}{2}$

tài liệu học thông tin quang và vi ba số Lê Thanh Tân

= $2A\cos[\omega_0 t - (\omega_0 t_1 + \omega_0 t_2)/2 \cdot \cos(\omega_0 t_2 - \omega_0 t_1)/2$

Vậy biên độ là $2A\cos[\omega_0 (t_2 - t_1)/2]$

+ Tín hiệu tại B cực đại khi : $\cos[\frac{\omega_0 (t_2 - t_1)}{2} = 1$

$$\Leftrightarrow \omega_0 \frac{t_2 - t_1}{2} = 0 + 2K\pi$$

$$\Leftrightarrow t_2 - t_1 = \frac{4K\pi}{\omega_0} = \frac{2K}{f_0}$$

$$\Leftrightarrow \frac{d_2}{c} - \frac{d_1}{c} = \frac{2K}{f_0}$$

$$\Leftrightarrow d_2 - d_1 = 2k\frac{c}{f_0} = 2K\lambda$$

+ TÍn hiệu tại B cực tiểu khi $\cos \omega_0 \frac{t_2 - t_1}{2} = 0$

$$\Leftrightarrow \omega_0 \frac{t_2 - t_1}{2} = \frac{\pi}{2} + K\pi = (2K+1)\frac{\pi}{2}$$

$$\Leftrightarrow t_2 - t_1 = \frac{2(2K+1).}{2\pi f_0} \cdot \frac{\pi}{2} = \frac{2K+1}{2f_0}$$

$$\Leftrightarrow \frac{d_2}{c} - \frac{d_1}{c} = (2K+1)\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{f_0}$$

$$\Leftrightarrow d_2 - d_1 = (2K+1)\frac{\lambda}{2}$$

+ <u>cách khắc phục fading :</u>

- Dùng các mạch điều khiển độ lợi tự động trong các máy thu . Khi tín hiệu thu bị fading thì mạch này sẽ làm thay đổi hệ số khuếch đại để tín hiệu ra ít bị giao động hơn.
- Sử dụng kỹ thuật phân tập :

Phân tập là dùng nhiều hơn nguồn tài nguyên thông tin cần thiết để nâng cao chất lượng truyền dẫn tín hiệu .

- Phân tập Anten : Tịa đầu thu sử dụng nhiều Anten thu đặt cách nhau một khoảng trong không gian . Phân tập Anten còn gọi là phân tập không gian .
- Phân tập tần số : cùng một thông tin nhưng sử dụng nhiều tần số khác nhau để phát đi .
- Sử dụng độ dự trử fading : Khi tính toán thiết kế một tuyến viba số cần phải đảm bảo nếu có fading xãy ra thì công thức thu thực tế vẫn lớn hơn mức ngưỡng của máy thu , khi đó máy thu sẽ làm việc liên tục không bị gián đoạn .

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

Như vậy khoảng cách từ mức tín hiệu thu thực tế trong điều kiện không bị fading đến mức ngưỡng của máy thu được gọi là độ dự trử fading.

+ Tính toán thiết kế trong vi ba số :

- Độ lợi Anten : Trong viba Anten sử dụng là loại Anten parabol . Độ lợi Anten được tính bằng công thức .

$$G=10\log_{10}\frac{4\pi A\eta}{\lambda^2}(dB)$$

Trong đó: A: diện tích hiệu dụng của anten (hướng sóng) m

η : Hiệu suất (phụ thuộc công nghệ chế tạo .

λ : Bước sóng làm việc (m).

vd: tính độ lợi của anten có đường kính 2m,hiệu suất 0,7 làm việc ở tần số 3Ghz

bước sóng làm việc $\lambda=\frac{c}{f}=\frac{3.10^8}{3.10^9}=0,1(m)$

diện túch hiệu dụng $A=(BK)^2\pi=(\frac{DK}{2})^2\pi=\pi$

Độ lợi anten $G=10\log_{10}\frac{1\pi A\eta}{\lambda^2}=10\log_{10}\frac{4\pi^2 0,7}{0,01}=10\log_{10}\pi^2+10\log_{10}\frac{28}{0,01}$

=34(dB)

- Suy hao của không gian tự do .kí hiệu là L_s

$$L_s=10\log_{10}(\frac{4\pi D}{\lambda})^2=20\log_{10}\frac{4\pi D}{\lambda}(dB)$$

Trong đó : D : cự ly truyền sóng (m) .

λ : bước sóng làm việc (m) .

vd tính suy hao của không gian tự do biết rằng cự ly vào 50Km và tần số làm việc 6Ghz .

Suy hao không gian $L_s=20\log_{10}\frac{4\pi.5.10^4}{0,05}=60+20\log_{10}\frac{20\pi}{0,05}=140(dB)$

- Suy hao của feeder:

$$L_f=\alpha.l\ (dB)$$

α. : hệ số suy hao (dB)

l : chiều dài feeder (dB)

- Công suất tín hiệu thu tại anten thu :

$P_{R1}=P_T$(dBm,dBW) - L_{fT} – G_T – L_s

Vd Một đài truyền hình có công suất phát 10W, độ lợi anten phát là 15dB, suy hao feeder máy phát 3dB. Tính công suất tín hiệu thu được tại một điểm cách đài truyền hình 20Km . Biết tần số làm việc là 500MHz

Giải

Bước sóng $\lambda=\frac{c}{f}=\frac{3.10^8}{500.10^6}=0,6m$

tài liệu học thông tin quảng và vi ba số
Lê Thanh Tân

Cự ly truyền sóng D=2.10^4(m)

Suy hao không gian tự do $L_s = 20\log_{10}\frac{4\pi.2.10^4}{0,6} = 112\,(dB)$

P_{R1} = 10 –3 + 15 – 112 = -90 dBW = -60dBm

- Công suất tín hiệu thu tại ngõ vào máy thu

$P_R = P_{R1} + G_R - L_{fR}$

Điều kiện cho máy thu hoạt động được là $P_R \geq P_{ngưỡng}$

VD: Một tuyến liên lạc vi ba có cự ly 40km tốc độ làm việc 4,5 GHz. Anten sử dụng ở hai đầu giống nhau có đường kính 3m và hiệu suất là 50%. Công suất của máy phát 5W, công suất ngưỡng của máy thu là –50dBm. Tính công suất tín hiệu tại ngõ vào máy thu biết suy hao của feeder máy phát là 5dB, máy thu là 3dB.

Giải : D = 40km = 4.10^4 m

$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.10^8}{4,5.10^9} = 0,06\,(m)$

A = $2,25\pi$ (m)

P_T =5W =7dBW = 37dBm

Độ lợi Anten $G_R = G_T = 10\log_{10}\frac{4\pi^2.2,25.50}{0,0036.100} = 41dB$

Suy hao không gian $L_S = 20\log_{10}\frac{4\pi.4.10^4}{0,06} = 138dB$

Công suất tín hiệu thu tại Anten thu P_{R1} = 37 –5+41 –138 = 65

Công suất tín hiệu thu tại ngõ vào máy thu bằng

$P_R = P_{R1} + G_R - L_{FR}$

= -65+41 –3=-27dBm

Vì –27 ≥-50 nên máy thu hoạt động được

VD: Một máy phát có công suất 5W độ lợi Anten phát 30dB, suy hao của feeder máy phát 2dB. Tính cự ly liên lạc biết công suất tín hiệu tại Anten thu –30dBW, tần số làm việc là 3 GHz

Công suất tín hiệu thu tại Anten thu $P_{R1} = 37\text{-}2+30\text{-}20\log_{10}\frac{4\pi D}{0,1}$

$=> 20\log_{10}\frac{4\pi D}{0,1} = 95$

=> $20\log_{10} 125,6D = 4,75$

=> $125,6\,D = 10^{4,75}$

=> D = 447,7 m = 0,44 km

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

BÀI 7: HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG

I. Thành phần của một hệ thống thông tin di động :

Một hệ thống thông tin di động có thể chia thành 3 hệ thống con

+ Hệ thống con chuyển mạch (SS).
+ Hệ thống con trạm góc (BSS).
+ Hệ thống con khai thác và bảo dưỡng(OMS)

1. SS(Switching Subsystem)

SS được xem như là một tổng đài của mạng điện thoại di động . Chức năng của SS là chuyển mạch cuộc gọi và quản lý thuê bao di động . SS có 5 thành phần .

a. Trung tâm chuyển mạch di động (MSC :Mobile Switching Center)

MSC là thành phần trung tâm của hệ thống chuyển mạch . Chức năng chính của MSC là xử lý cuộc gọi. MSC là nơi duy nhất thực hiện chức năng chuyển mạch . Do đó tất cả các cuộc gọi đều phải đi qua MSC.

b. Bộ nhớ định vị thường trú: (HLR : Home Location Register):

HLR lưu trử thông tin của thuê bao di động . Thuê bao được đăng ký tại vùng nào thì sẽ được lưu vào HLR của vùng đó . Thông tin trong HLR được cập nhật bằng tay mỗi khi có một thuê bao bán ra . Thông tin này không cho biết trạng thái và vị trí hiện tại của thuê bao , nó còn là một ổ cứng trong máy tính .

c. Bộ nhớ định vị tạm trú: (VLR : Visitor LR)

VLR lưu trử thông tin của các thuê bao di động đang hiện diện trong vùng hoạt động đó . Thông tin này được cập nhật tự động thông qua thủ tục đăng ký vị trí . Thông tin này cho biết vị trí và trạng thái hiện tại của thuê bao . Khi thuê bao di chuyển từ trạm phát sóng này sang trạm phát sóng khác thì thông tin trong VLR sẽ thay đổi khi thuê bao tắt máy , thông tin trong VLR sẽ bị xóa và giúp cho hệ thống tiềm gọi thuê bao nhanh chóng và chính xác hơn.

d. Bộ nhớ định nghĩa thiết bị di động (EIR:Equipment Identifi Register)

EIT dùng để quản lý thiết bị di động, thông tin lưu trử trong EIR là số định nghĩa thiết bị di động Quốc tế gọi tắt là số IMEI (International Mobile Equipmen Idenlify)

IMEI phải trùng với số con rom bên trong ta nhấn * # 06 #

e. Trung tâm nhận thực thuê bao (AC:Authenti cation)

AC có chức năng kiểm tra một thuê bao di động có quyền thực hiện một dịch vụ hay không

2. BSS : Gồm 3 phần tử

a. Thuê bao di động (MS: Mobile Station)

Một thuê bao di động gồm 2 phần : Thiết bị di động (ME : Mobile Equipment) và khối định nghĩa thuê bao (SIM: Subcriber Identity Module). Thuê bao di động thực hiện được dịch vụ khi SIM được chèn vào bên trong thiết bị di động

* ME : là thiết bị thu phát cá nhân được thuê bao trực tiếp sử dụng. ME hoạt động giống như một máy tính do chương trình chứa trong SIM điều khiển

Băng tần hoạt động : Trong thông tin di động băng tần được chia làm hai hệ .

tài liệu học thông tin quảng và in ba so
Lê Thanh Tân

- D900 : Trong D900 gồm hai tần số :
Tần số hướng lên (từ MS đến BTS) sử dụng trong khoảng từ 890 đến 915MHz
Tần số hướng xuống (từ BTS đến MS) sử dụng trong khoảng từ 935 đến 960 MHz
Khoảng tần số mỗi hướng chia làm 124 kênh mỗi kênh gồm hai tần số , một cho hướng lên và một cho hướng xuống. Hai tàn sồ trong cùng một kênh cách nhau 45MHz, độ rộng băng thông mỗi kênh là 200KMHz . Khoảng tần số từ 915 đến 935 MHz khôngsử dụng với mục đích bảo vệ
Một ME bình thường chỉ có thể hoạt động ở 124 kênh tần số khác nhau .
Chú ý: Ở Việt nam hiện nay các mạng di động đang sử dụng hệ D 900 cụ thể mạng vinaphone sử dụng các kênh tần số từ 1 đến 40 kênh . Mobilephone sử dụng kênh 84 đến 124
- DCS 1800 : Trong DCS1800 chia làm 374 kênh tần số, mỗi kênh gồm một tần só hướng lên và một tần số hướng xuống , khoảng cách giữa hai tần số này là 95MHz. Độ rộng băng thông của mỗi kênh là 200KMHZ
* Công suất thu phát của ME :
+ Công suất ngưỡng thu từ –90 dBm đến –50 dBm
+ Công suất ngưỡng phát : Gồm 3 mức : Mức 1 : 0,8W
Mức 2 : 2W
Mức 3 : 5W
Tùy theo khoảng cách từ MS đến BTS mà ME sẽ thay đổi công suất phát thích hợp
* SIM card: là một bộ nhớ lưu trử thông tin cá nhân của thuê bao di động . Các thông tin lưu trử trong sim bao gồm
+ Số thuê bao
+ Các dịch vụ
+ Số chuyển vùng
b. Trạm thu phát gốc (BTS : Base Transceiver satation)
BTS là trạm thu phát cố định tạo ra vùng hoạt động cho MS . mỗi vùng phủ sóng của BTS được gọi là 1 tế bào . Tập hợp tất cả các tế bào tạo nên vùng hoạt động của mạng di động. Mỗi BTS chỉ hoạt động tối đa ở 12 kênh TS khác nhau, kênh TS cụ thể do người khai thác mạng quyết định. Trong một mạng thông tin di động các BTS được lắp đặt khắp mọi nơi.(BTS gọi là mở rộng vùng phủ sóng)
c. Bộ điều khiển trạm gốc : (BSC : basestation Contioller)
BSC có chức năng điều khiển tất cả các hoạt động của BTS như : cấp phát kênh, nhảy tần số, chuyển giao, điều khiển công suất. Mỗi BSC điều khiển nhiều BTS. Giao tiếp giữa BSC với các BTS có tốc độ 2 Mb/s
III. **Nguyên lý đa truy suất trong thông tin di động :**
Đa truy suất trong thông tin di động là việc nhiều MS cùng sử dụng một BTS để truy suất vào mạng ,giao tiếp MS và BTS là giao tiếp vô tuyến nên đa truy suất này được gọi là đa truy suất vô tuyến. Trong thông tin di động sử dụng 3 kiểu đa truy suất.
1. Đa truy suất phân chia theo tần số (FDMA : Frequencys Division Multipe Access)

tài liệu học thông tin quang và viba số
Lê Thanh Tân

Băng thông làm việc của một BTS được chia làm nhiều băng tần nhỏ . Mỗi băng tần nhỏ được cấp phát cho một MS để truy suất vào mạng. Như vậy nhiều MS truy suất vào mạng dưới các tần số khác nhau.

2. Đa truy suất phân chia theo thời gian : TDMA

Thời gian làm việc của BTS được chia thành nhiều khung thời gian mỗi khung có độ dài 4615 μs, được chia thành 8 khe thời gian mỗi khe có độ dài 577 μs. Khi MS truy suất vào mạng thì sẽ được cấp phát khe thời gian này.

Các mạng thông tin di động ở việt nam hiện nay sử dụng kết hợp hai kiểu đa truy suất là FDMA và TDMA

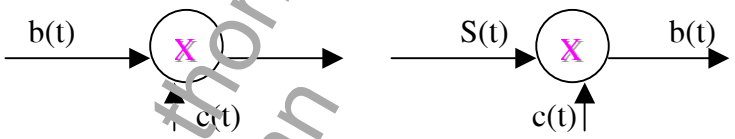
3. Đa truy suất phân chia theo mã: CDMA

a. Khái niệm trải phổ tín hiệu : Trải phổ tín hiệu là làm cho băng thông của tín hiệu rộng hơn gấp nhiều lần trước khi truyền tín hiệu . Mục đích đầu tiên của trải phổ là để bảo mật tín hiệu sau đó trải phổ được ứng dụng trong kỹ thuật đa truy suất .

b. Cách thực hiện trải phổ : Đối với tín hiệu số thì độ rộng phổ được xác định bằng công thức

$$BW = \frac{1}{T} \quad (T : \text{Độ rộng bit})$$

Do đó để thực hiệu trải phổ tín hiệu người ta sử dụng một chuỗi tín hiệu giả ngẫu nhiên có độ rộng bit nhỏ hơn rất nhiều lần so với độ rộng bit của tín hiệu cần trải phổ. Khi nhân hai tín hiệu này với nhau thì phổ của tín hiệu sẽ rộng hơn gấp nhiều lần so với ban đầu .



B(t): tín hiệu cần trải phổ

C(t) : tín hiệu giả ngẫu nhiên

S(t) : tín hiệu sau khi trải phổ

Độ rộng phổ trước khi trải $BW_b = \frac{1}{T_b}$

Độ rộng phổ sau khi trải $BW_S = \frac{1}{T_c}$

Do $T_b > T_c$ nên $BW_s > BW_b$ tín hiệu sau khi trải phổ S(t) =b(t) .c(t).

Ở đầu thu khi thu được tín hiệu S(t) muốn khôi phục lại b(t) thì máy thu phải thực hiện nén phổ . Để làm được điều này máy thu phải tạo ra chuỗi giả ngẫu nhiên c(t) giống đầu phát để nhân với S(t). Như vậy nếu máy thu không tạo ra được c(t) thì không thu được tín hiệu ban đầu . Do đó c(t) được gọi là tín hiệu mã hay mã.

c. ứng dụng của trải phổ trong CDMA:

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
LêThanhTan

Trong hệ thống CDMA , mỗi MS được cấp phát sử dụng một chuỗi PN khác nhau để truy suất vào mạng. Như vậy khi truyên tín hiệu cho một MS nào đó thì chỉ MS này mới thu được tín hiệu còn các MS khác không thu được vì không biết chuỗi PN trong trường hợp này mỗi chuỗi PN được gọi là một kênh.

IV. Các thủ tục trong thông tin di động

Thủ tục trong thông tin di động là quá trình chuẩn bị trước trước khi thực hiện một dịch vụ nào đó của MS . Các thủ tục này bao gồm

+ cập nhập vị trí
+ tìm gọi
+ Khởi tạo cuộc gọi
+ chuyển giao

1. Thủ tục cập nhập vị trí :

Cập nhập vị trí là một thủ tục mà thuê bao di động báo cho hệ thống biết được trạng thái và vị trí hiện tại của nó.

Mục đích của thủ tục này để giúp cho hệ thống quản lý được các thuê bao và thực hiện tìm kiếm thuê bao bị gọi nhanh hơn

+ Các điều kiện để xãy ra: Có 3 điều kiện
- Khi thuê bao chuyển trạng thái từ tắt sang mở .
- Khi thuê bao chuyển từ BTS này sang BTS khác
- cập nhập theo chu kỳ thời gian

+ Các bước của thủ tục cập nhập vị trí :

Đầu tiên MS phát một tín hiệu để yêu cầu xin được cập nhập vị trí . Nếu được hệ thống chấp thuận thì BTS phát lại tín hiệu yêu cầu MS cung cấp thông tin cá nhân và thông tin của BTS đang phục vụ nó. Khi các thông tin này đã truyền đến hệ thống thì quá trình nhận thực xãy ra. Nếu các thông tin chính xác thì sẽ được tự động lưu vào VLR và thủ tục cập nhập vị trí hoàn tất.

2. Thủ tục tìm gọi :

Xãy ra khi thuê bao di động bị gọi. Mục đích của thủ tục là tím kiếm thuê bao bị gọi để thực hiện chuyển mạch

+ Nguyên tắc tìm gọi: Khi có một thuê bao di động bị gọi thì số thuê bao bị gọi đầu tiên sẽ được gởi tới MSC . Trước khi thực hiện chuyển mạch thì MSC truy suất vào VLR để biết được vị trí của thuê bao . Tiếp theo một thông báo tìm gọi được gởi đến BTS mà thuê bao đang định vị thông qua BSC . Khi BTS phát thông báo tìm gọi thì tất cả các MS nằm trong vùng phủ sóng của BTS đó đều nhận được thông báo này nhưng chỉ có MS bị gọi trả lời thông báo tìm gọi.

+ Để nhận được cuộc gọi MS yêu cầu cấp cho một khe thời gian trước khi tiến hành đàm thoại hệ thống bắt buộc giữa MS và BTS sử dụng một mật mã để truyền nhận tín hiệu.

3. Thủ tục tạo cuộc gọi :

Được thực hiện khi MS chủ động gọi đi. Để thực hiện thủ tục này đầu tiên MS phát đi bản tin để xin cấp phát khe thời gian . trước khi cấp phát hệ thống yêu cầu MS

tài liệu học thông tin quang và vi ba số
Lê Thanh Tân

cung cấp thông tin cá nhân, khi nhận được thông tin cá nhân từ Ms hệ thống tiến hành nhận thục. Nếu thuê bao được phép gọi đi thì mới được cấp phát khe thời gian. Lúc này số thuê bao bị gọi được gởi đến MSC và MSC tiến hành triển mạch . Khi thuê bao bị gọi nhấc máy thì hệ thống báo cho MS gọi đi biết để thực hiện đàm thoại . Trong thời gian đàm thoại giữa MS và BTS cũng sử dụng mật mã để truyền dẫn tín hiệu.

4. Thủ tục chuyển giao:

Chuyển giao là quá trình thay đổi BTS phục vụ cho MS khi MS đang ở trong chế độ đàm thoại.

Mục đích của việc chuyển giao là d0ảm bảo thông tin liên tục để năng cao chất lượng phục vụ.

* các điều kiện để xảy ra thủ tục chuyển giao

+ Khi MS di chuyển từ BTS này sang BTS khác

+ MS không di chuyển nhưng do chất lượng của đường truyền với BTS đang phục vụ kém

+ Khi MS không di chuyển nhưng dung lượng của BTS đang phục vụ sắp đạt đến trạng thái bảo hòa thì nó sẽ ngẽn mạch.

Hết

tai lieu hoc thong tin quang va vi ba so
Le Thanh Tan

kinh nghiệm của dân trong nghề sửa chữa ĐTDĐ

1. Tìm hiểu máy hư qua chủ máy
Khi nhận sửa một máy hỏng, việc trước tiên bạn hãy khéo léo hỏi chủ máy để nhanh chóng xác định tình trạng của máy thông qua các câu hỏi như: Máy hư lúc nào? Nó có dấu hiệu gì khác thường? Có cho ai bung máy chưa? Máy có bị vô nước kg? Máy có bị rớt lần nào chưa? Máy có hao pin kg? trước đó sóng có mạnh kg? Tiếng nghe có lớn kg?... càng biết nhiều thông tin từ người dùng máy, bạn sẽ càng nhanh chóng xác định hư hỏng

2. Quan sát trực tiếp trên máy
Trước hết, bạn nên tìm Pan bằng mắt (dùng kính Lup) để xem kỹ các bộ phận của máy. Khi cầm trên tay 1 máy hỏng, bạn hãy quan sát và phát hiện các dấu hiệu bất thường của máy. Các vị trí cần chú ý là các chỗ ghép vỏ máy, các tiếp điểm kết nối với Pin, với thẻ SIM có bị ghỉ sét hay kg? Màn hình có bị vết đen hay kg? Có vết nức trên vỏ máy hay kg? Máy có bị vào nước hay kg? Xem các IC có bị thay thế chưa? Có mất linh kiện gì kg? Bảng mạch in nhiều lớp có bị cong kg? Các phím đồng có bị ố, sét kg? Có vết nứt trên board mạch in hay kg?

3. Dùng phép đo điện trở
Bạn hãy đo Ohm trên máy tốt để lấy mẫu chuẩn tại các điểm khả nghi, ghi lại kết quả đo để sau đó đối chiếu với kết quả đo trên máy hư. Nếu số đo nhỏ hơn kết quả chuẩn, có lẽ mạch đã bị chạm, rỉ, dính. Nếu số đo lớn hơn kết quả chuẩn, có lẽ đã có chổ đứt, hở trên mạch.

4. Dùng phép đo điện áp Đo điện áp cũng là 1 phương pháp phát rất quan trọng để khảo sát tính bình thường hay bất thường của mạch điện.
Trước hết, bạn hãy kiểm tra mức điện áp của mạch nguồn nuôi. Nếu mất áp, nguyên do có thể do chạm tải, do mất lệnh mở nguồn, đứt nguồn, hay do IC đóng mở đường nguồn. Đo áp trên chân IC, nếu thấy mất áp, trước hết phải kiểm tra các linh kiện xung quanh. Nếu thấy các linh kiện này đều bình thường, IC này có thể hỏng. Khi máy đang có tín hiệu, phải dùng Volt kế AC đủ nhạy để kiểm tra biên độ tín hiệu.
Chú ý: Mức phân cực DC của các tần thường ít ảnh hưởng đến nhau. Sự khác thường mức DC cho biết vùng có linh kiện hỏng.
Mức AC luôn có tính định hướng, nó có điểm xuất phát, lần lượt qua các linh kiện, các điểm trên mạch rồi sau cùng sẽ đến tải. Mất tín hiệu thường do các linh kiện AC như tụ liên lạc bị hở mạch, cuộn cảm bị chạm hay bị đứt

5. Dùng phép đo dòng điện
Dòng điện là một đại lượng rất quan trọng, nó phản ánh trạng thái làm việc của mạch điện một cách chính xác. Khi cấp điện cho máy với bộ nguồn DC ngoài (thay cho Pin), trên hộp nguồn thường có điện kế đo dòng. Bạn hãy làm quen với các động thái của dòng điện trên máy đo dòng để biết các trạng thái khởi động của máy có bình thường hay kg. Nếu máy bình thường, khi nhấn nút mở máy, ban đầu dòng tăng vài chục mA, rồi đột nhiên tăng lên rất lớn (khoảng 200mA), lúc này máy đang cho phát sóng về các trạm để xin kết nối với mạng. Khi kết nối xong, máy sẽ trở về trạng thái chờ, vào mode

WatchDog, khi đó dòng nuôi máy trở về vài chục mA và thỉnh thoảng nhích lên để quét phím.
Một máy ăn dòng quá lớn, trên 500mA, dấu hiệu này cho biết máy đã có linh kiện bị chạm như các tụ lọc bị chạm hoặc rỉ nặng. Các IC công suất bị chạm sẽ ăn dòng rất lớn. Bạn có thể cho cách ly các mạch điện để xác định vùng có chạm. Khi tháo 1 đường mạch ra mà dòng trở về mức thấp, như vậy đã xác định được vùng có chạm.
Một máy ăn dòng quá nhỏ hay không ăn dòng, dấu hiệu này cho biết trong máy có chổ bị hở mạch.
Trong các sơ đồ mạch điện của nhà sản xuất, người ta thường có ghi dòng tiêu thụ chảy trong các nhánh để bạn có thể kiểm tra sự hoạt động của mạch điện này

6. Dùng phép đo đối chứng
Khi bạn có trong tay 1 máy tốt và 1 máy hỏng của cùng 1 model, lúc đó bạn có thể dùng phép đo đối chứng để nhanh chóng tìm ra chỗ hư.
Bạn có thể dùng phương pháp đo Ohm, đo Volt DC, Volt AC, đo dòng, đo dạng sóng… để đối chứng kết qủa của 2 máy.
Nếu kg có 2 máy giống nhau, bạn đối chứng theo dữ liệu đã có trên sơ đồ mạch của máy. Đây là 1 phương pháp phát hiện hỏng hóc rất hiệu quả.

7. Dùng phép thay thử
Một trong các cách sửa rất hay được dùng đó là cho "dọn nhà", tức thay thế ngay các linh kiện nghi hư. 1 IC dùng trong máy này có thể được dùng cho nhiều máy khác, do vậy, khi nghi hư, bạn hãy tìm nó trong các máy khác và lấy ra cho thay thử. Tuy nhiên, trước khi thay thử, bạn nên đo Ohm để đối chứng.với IC tốt bạn đang có. Nếu không thấy sự khác nhau, điều này cho thấy chưa chắc IC bạn vừa tháo ra bị hư.

8. Dùng phép dò độ nóng
Với các máy có linh kiện bị chạm, ăn dòng lớn. Bạn có thể dùng cách dò độ nóng để nhanh chóng xác định vùng bị hư hay tìm được linh kiện hư. Bạn hãy cho cấp điện vào mạch, chờ 1 lúc, sau đó tắt nguồn và dùng tay dò chỗ nóng. Nếu nóng trên IC nguồn, kiểm tra tải. Nếu nóng trên IC công suất, có thể IC đã bị chạm.
Chú ý: Nếu cấp nguồn lâu sẽ hại cho các IC khác. Vì vậy, nên giảm áp nguồn để dòng vào máy khoảng 200mA. Ở mức dòng này, bạn có thể yên tâm cấp nguồn thời gian đủ lâu để phát hiện chổ nóng mà không làm hư thêm các chổ khác.

9. Dùng phép đè và nhấn
Với các máy hư hỏng có dấu hiệu chập chờn, do có những chổ tiếp xúc xấu. Khi đó, đè và nhấn là 1 cách để phát hiện linh kiện có tiếp điểm hỏng và chỉ cần gia cố các chân hàn cho tốt.
Chú ý: Phải chọn đúng thế nhấn để không làm gãy board, làm cho máy hư hại năng hơn

10. Dùng phép ngắn mạch
Khi bạn hiểu rõ cấu trúc máy và cần sửa chữa hiện tượng mất tín hiệu. Bạn có thể dùng cách bắt cầu cho ngắn mạch để tín hiệu đi qua đường nối tắt đến các phần khác. Dùng cách này sẽ nhanh chóng tìm ra vùng hư. Bạn cũng có thể dùng dây để đưa nguồn điện đến cấp cho vùng bị mất nguồn.

11. Dùng phép hở mạch
Với các máy có dấu hiệu bị chạm, ăn dòng lớn, dùng phương pháp hở mạch để xác định vùng có linh kiện bị chạm.
Nếu nghi có chạm mạch ở phần công suất PA, hãy tháo điện trở đặt trên đường nguồn DC cho hở mạch. Nếu dòng nuôi trở lại bình thường là đã xác định được vùng có linh kiện bị chạm.
Nếu nghi có chạm ở mạch điện trên nắp màn hình, hãy rút dây kết nối giữa board mạch chính và mạch điện màn hình ra, nếu dòng nuôi trở về bình thường thì đã tìm ra chỗ chạm.
Nếu nghi có chạm ở thẻ SIM, hãy cho làm hở mạch đường nguồn cấp cho thẻ SIM, nếu dòng nuôi trở về mức bình thường là đã xác định được chỗ chạm.

12. Dùng phép làm sạch
Các máy điện thoại di động thường mang đi nhiều nơi, sau 1 thời gian dài sử dụng, máy bị bụi hoặc bị vào nước khiến nhiều chổ trong máy bị ten, rỉ sét. Do đó, khi nhận máy hỏng, trước hết bạn hãy vệ sinh cho máy. Nếu có thể, bạn cho rửa board với máng siêu âm. Các chỗ dễ bị ten, rỉ là tiếp điểm đặt ở phần dưới của máy, tiếp điểm với thẻ SIM, với nguồn Pin, với ống nói, ống nghe…

13. Dùng máy hiện sóng
Khi có máy hiện sóng, bạn nên làm quen với các dạng tín hiệu trong máy. Sửa bằng cách dò tìm các tín hiệu trên board là 1 phương pháp chính thống và rất được ưa dùng. Các dạng tín hiệu thường gặp như: Xung dữ liệu trên đường truyền, xung nhịp đồng bộ, tín hiệu âm thoại ở các ống nói/ ống nghe, tín hiệu xung nhịp chính 13Mhz, tín hiệu xung đồng hồ 32768Hz, tín hiệu dao động ngoại sai LO, tín hiệu RF, tín hiệu IF.

14. Dùng cách dò tín hiệu
Bạn có thể tự lắp ráp 1 mạch điện khuếch đại hay mạch tạo dao động từ những linh kiện được lấy ra trong các máy cũ để làm thiết bị truy tìm tín hiệu trên board. Ví dụ, dùng mạch khuyếch đại, bạn có thể xác định được có tín hiệu âm thoại hay kg, với mạch tạo dao động, bạn có thể dùng nó để cấp vào mạch, sau đó kiểm tra xem nó có đi qua được các tầng trong máy hay kg.

15. Dùng phần mềm để sửa máy
Máy điện thoại di động vốn là 1 máy tính nhỏ, nên ngoài các linh kiện chuyên dùng tạo ra phần cứng, nó còn là 1 thiết bị hoạt động dựa trên phần mềm trong các bộ nhớ như FlashROM, EEPROM. Có nhiều máy do việc cấp điện không ổn định hoặc do khò quá nóng… đôi khi không do gì cả cũng có thể làm xuất hiện lỗi trong phần mềm. Lúc đó, máy sẽ không mở được điện, không kết nối được với mạng, hoạt động chập chờn. Khi nghi máy hỏng phần mềm, bạn nên Flash lại máy. Nghĩa là cho cài đặt lại phần mêm hệ thống đặt trong bộ nhớ flashROM.
Trường hợp bạn có dây kết nối đúng loại, kết nối được phone với máy tính. Bạn hãy cho kiểm tra phần mềm trước, trước khi quyến định tìm hư hỏng phần cứng. Đó là biện pháp quen thuộc gọi là “Mềm trước cứng sau”

16. Dùng phép gia cố các mối hàn
Rất nhiều máy do rớt, hay sau 1 thời gian dùng quá cơ động, nhiều điểm hàn sẽ bị hở khiến cho máy chết. Với loại hỏng này chỉ cần liệu pháp gia cố là trả máy về trạng thái hoạt động bình thường.

17. Dùng dây Jump
Máy di động cần rất nhiều đường nối mạch và có những đường nằm ở lớp trong. Nếu các đường mạch ở lớp trong bị đứt, bạn phải dùng dây để jump thay thế các đường mạch bị đứt. Dây jump phải là dây đồng rất nhỏ (có thể lấy từ cuộn cảm của relay), bên ngoài có lớp cách điện. Sau khi jump, bạn phải đè dây xuống và dùng lớp sơn cách điện cố định các dây nối này.

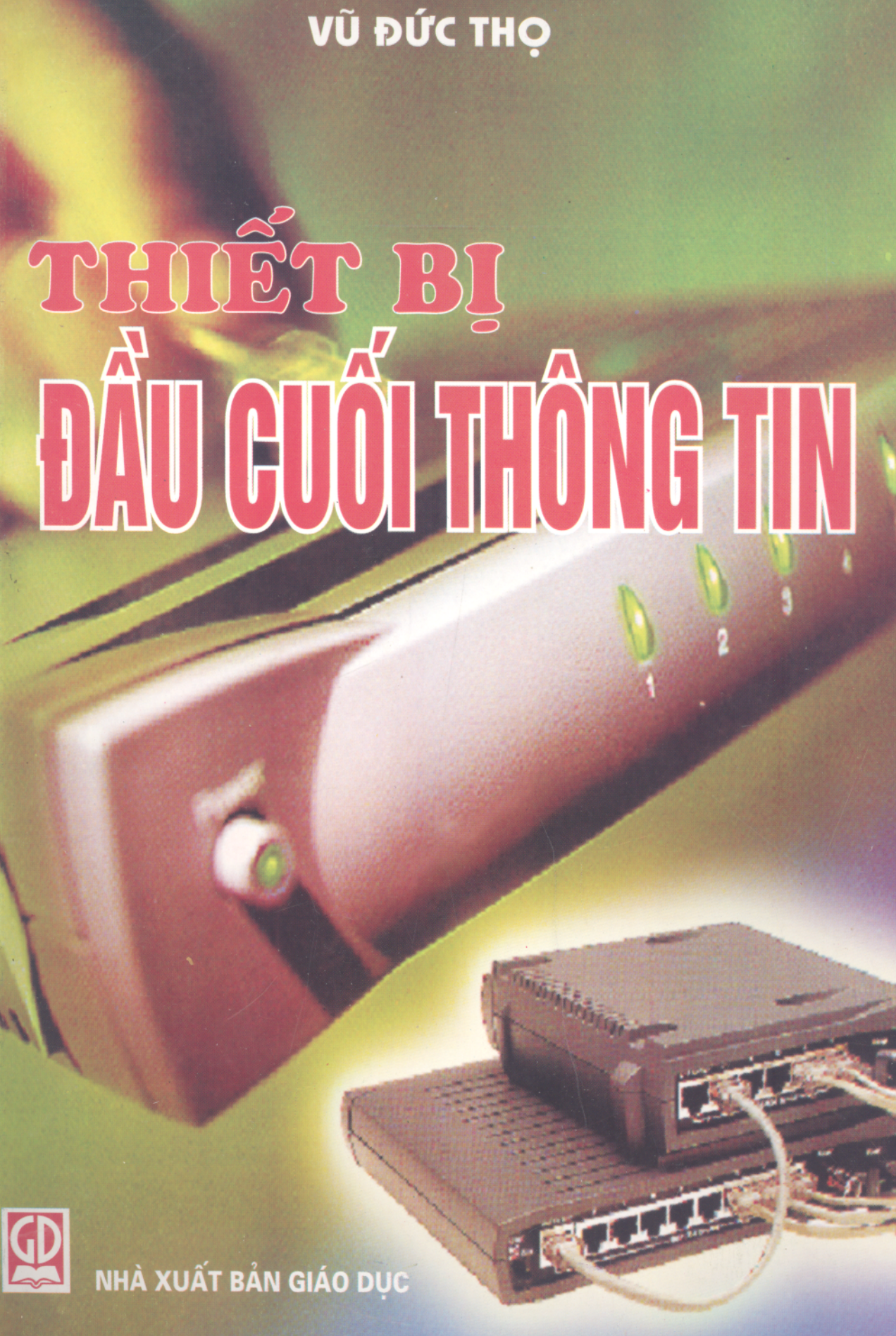
18. Dùng phép giả dây anten
Khi sửa chữa các điện thoại di động bị sóng quá mạnh hay qua yếu, bạn có thể dùng 1 đoạn dây nhỏ dùng làm anten. Anten có thể được hiểu là 1 mạch tải cao tần, nó có liên quan đến hoạt động của khối cao tần RF. Nếu đưa anten đúng vào khối RF, bạn có thể làm tăng mức sóng cho các máy yếu. Trường hợp máy bắt sóng quá mạnh dây anten thêm vào cũng được dùng để làm giảm mức sóng. Anten đơn giản là 1 dây đồng dài khoảng 1cm, đặt đúng chỗ sẽ cải thiện được khả năng thu phát của máy.

19. Dùng phép điều chỉnh
Trong điện thoại có rất nhiều khối điều chỉnh như:
APC (Automatic Power Control), điều chỉnh mức công suất phát ở khối khuếch đại PA (RF Power Amplifier). Bạn có thể thay đổi trị số linh kiện các mạch này như: tăng giảm giá trị điện trở để thay đổi mức điện áp VAPC qua đó chỉnh lại công suất làm việc của khối khuếch đại PA.
AFC (Automatic Frequency Control), điều chỉnh độ lệch tần cho tín hiệu 13Mhz. Bạn có thể thay đổi trị số linh kiện ở mạch này như tăng giảm các điện trở, các tụ ở mạch lọc thông thấp để thay đổi mức điện áp VAPC, qua đó, chỉnh lại mức độ ổn định tần số cho tín hiệu 13Mhz.
Ở tầng khuếch đại LNA cũng có mạch điều chỉnh ổn định biên độ. Ở tầng khuếch đại đệm trước khi vào tầng giải mã tách sóng tín hiệu I/Q cũng có mạch hiệu chỉnh độ lợi. Bạn cũng có thể thay đổi trị số linh kiện để có được điều kiện làm việc tốt hơn cho máy.

20. Dùng phép phân tích để sửa máy
Đây là phương pháp tối ưu nhất. Để nắm được phương pháp này, trước hết bạn hãy quan sát để khoanh vùng, sau đó tìm sơ đồ mạch điện để xác định sơ đồ mạch cho từng vùng. Từ sơ đồ, bạn sẽ phân tích nguyên lý hoạt động của mạch điện, sau đó đo đạt để tìm chỗ hỏng.
Làm được điều này, đòi hỏi người sửa phải vững kiến thức mạch điện tử, khi đó bạn sẽ không ngại đối diện với những hỏng hóc của bất kì đời máy nào. Nếu không, bạn chỉ biết 3 cách:" 1 - Thổi nóng gia cố chân hàn, 2- vệ sinh board mạch, 3- dọn nhà (hay thay thế các linh kiện nghi ngờ là hư).

VŨ ĐỨC THỌ

THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI THÔNG TIN



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

VŨ ĐỨC THỌ

THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI THÔNG TIN

(Tái bản lần thứ tư)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

LỜI NÓI ĐẦU

Một hệ thống thông tin truyền tin tức từ nguồn tin đến đích nhận tin. Trong đó thiết bị đầu cuối thông tin (TBĐC) nằm ở đầu hệ thống để biến đổi tin tức nguồn thành tín hiệu điện, và nằm ở cuối hệ thống để biến đổi tín hiệu điện thành tin tức có dạng phù hợp với yêu cầu nhận tin.

*"**Thiết bị đầu cuối thông tin**" là môn học về nguyên lí các phương pháp biến đổi tin của các TBĐC khác nhau. Những vấn đề liên quan đến lượng thông tin nhìn được giới thiệu riêng ở giáo trình truyền hình.*

*Cuốn "Thiết bị đầu cuối thông tin" được xuất bản lần đầu vào năm 1996. Từ đó đến nay do có sự cập nhật thông tin và để phù hợp với chương trình giảng dạy của trường Đại học Bách khoa Hà Nội, chúng tôi biên soạn lại, bổ sung thêm nội dung trong cuốn "**Thiết bị đầu cuối thông tin**" để làm tài liệu giảng dạy cho sinh viên khoa Điện tử - Viễn thông.*

Giáo trình gồm 16 chương. Từ chương 1 đến chương 9 giới thiệu các TBĐC phục vụ truyền tiếng nói, âm nhạc, văn bản, ảnh tĩnh.

Các chương 10 ÷ 16 giới thiệu các vấn đề của thiết bị đầu cuối số liệu.

Cuốn sách chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót ; chúng tôi mong nhận được nhiều ý kiến đóng góp của bạn đọc gần xa. Các ý kiến xin gửi về Nhà xuất bản Giáo dục 81 Trần Hưng Đạo - Hà Nội (Tel : 8.222.393). Chúng tôi xin trân trọng cảm ơn bạn đọc góp ý kiến nhằm hoàn thiện cuốn sách.

Tác giả

Chương 1

ÂM THANH - THÍNH GIÁC - TIẾNG NÓI

§1. ÂM THANH

Sóng âm là sự biến đổi các tính chất của môi trường đàn hồi khi năng lượng âm truyền qua. Sóng âm có thể truyền trong vật chất thể rắn, lỏng, khí. Sóng âm không truyền được trong chân không. Trong giáo trình này ta chỉ chú ý sự truyền âm trong không khí. Khi kích thích dao động âm trong môi trường thể khí thì những lớp khí bị nén và những lớp khí bị dãn được hình thành. Trạng thái nén và dãn lần lượt được lan truyền từ nguồn âm dưới dạng sóng dọc (phương dịch chuyển của dao động trùng với phương truyền âm). Sự biến đổi áp-suất-tổng xung quanh áp-suất-tĩnh bằng một lượng nhỏ $p = \mathcal{P} - \mathcal{P}_0$, biểu thị thanh áp.

Đơn vị áp suất 1 pascal, viết tắt là $Pa = N/m^2$

$1\ bar = 10^6\ dyne/cm^2 = 10^5 Pa$

Ví dụ : áp suất tĩnh $\mathcal{P}_0$ của khí quyển ở điều kiện tiêu chuẩn xấp xỉ $1\ bar = 10^6$ thanh áp trung bình trong không khí.

Lí thuyết sóng xác định đặc tính sóng âm bởi phương trình sóng :

$$\nabla^2 p = \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial z^2} = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 p}{\partial t^2}$$ (c được giới thiệu ở dưới)

Thanh áp p (x, y, z, t) là hàm của các biến không – thời gian.

Trong trường hợp riêng, nếu $\frac{\partial^2 p}{\partial y^2} = 0$, $\frac{\partial^2 p}{\partial z^2} = 0$ thì ta có sóng phẳng. Khi đó, nghiệm của phương trình sóng : $p = f\left(t - \frac{x}{c}\right)$ là hàm số khả vi của các biến t, x và xác định đơn trị theo giá trị pha $t - \frac{x}{c}$, với đặc tính :

$$f\left[(t_o + \Delta t) - \frac{x_o + \Delta x}{c}\right] = f\left(t_o - \frac{x_o}{c}\right)$$

Do đó : $\frac{\Delta x}{\Delta t} = c$

c là tốc độ truyền năng lượng âm (gọi tắt là tốc độ âm).

Nếu sóng phẳng đó là điều hòa, thì :

$$p = P_m \cos\left[2\pi f\left(t - \frac{x}{c}\right)\right]$$

$$p = \sqrt{2} p_e \cos(\omega t - kx)$$

P_m : biên độ ; p_e : giá trị hiệu dụng

$f = \frac{1}{T}$: tần số, nghịch đảo của chu kì T, với $\lambda f = c = \frac{\omega}{K}$

$\omega = 2\pi f$; $K = \frac{2\pi}{\lambda}$; λ : bước sóng.

Tốc độ âm c phụ thuộc vào đặc điểm hóa lí của môi trường, ví dụ : trong không khí khô, 0^oC, $\mathcal{P}_o$ = 760mmHg, hàm lượng khí CO_2 là 3×10^{-4} phân tử gam thì c = 33.145x cm/s. Ở khoảng nhiệt độ khí quyển nước ta, có thể xác định :

$$c = 33.145\sqrt{\frac{T}{273}} \text{ cm/s}$$

T là nhiệt độ Kenvin.

Dưới đây, dẫn ra một số định nghĩa và công thức trong điều kiện sóng âm là phẳng và điều hòa :

Tốc độ dao động âm (còn gọi là tốc độ pha) $v = \frac{dx}{dt}$ $(v \ll c)$

Âm trở của môi trường :

$$\dot{z} = \frac{\dot{p}}{\dot{v}}$$

$$|\dot{z}| = \rho c \ [g/cm^2 s]$$

ρ là khối lượng riêng không khí.

Cường độ âm I là công suất âm thông qua một đơn vị diện tích mặt sóng. Mật độ năng lượng âm ε là năng lượng âm trong một đơn vị thể tích trường âm. $I = pv = \varepsilon c$.

§2. THÍNH GIÁC

Dưới đây là những kết quả nghiên cứu thống kê về thính giác người.

2.1. Cảm thụ về tần số

Dải tần 16 ÷ 20.000 Hz là phạm vi tần số âm mà tai người có thể cảm thụ được, gọi là âm tần. Dưới 16 Hz là hạ âm. Trên 20 kHz là siêu âm. Cảm thụ về tần số âm, thể hiện "độ cao" của

âm. Khi tăng liên tiếp gấp đôi tần số thì tai người cảm thụ thấy bậc biến thiên bằng nhau về độ cao âm. Trong âm học, người ta thường dùng đơn vị Octave (oct). Số oct tương ứng với tần số f_n được xác định như sau :

$$n = \log_2 \frac{f_n}{f_o} \simeq 3{,}34 \lg \frac{f_n}{f_o}$$

Vậy 1 oct tương ứng với biến thiên gấp hai lần về tần số so với tần số chuẩn f_o. Khoảng âm tần chiếm 10 oct. Người ta còn dùng đơn vị $\frac{1}{3}$ oct. Ví dụ, chọn $f_o = 20$ Hz, ta có bảng sau đây :

f_n(Hz)	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315
n (oct)	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	1	$1\frac{1}{3}$	$1\frac{2}{3}$	2	$2\frac{1}{3}$	$2\frac{2}{3}$	3	$3\frac{1}{3}$	$3\frac{2}{3}$	4

f_n(Hz)	630	1.000	1.250	2.000	2500	3.150	5.000	10.000	20.000
n (oct)	5	$5\frac{2}{3}$	6	$6\frac{2}{3}$	7	$7\frac{1}{3}$	8	9	10

Cực tiểu biến thiên tương đối của tần số mà tai người nhận ra (như là có thay đổi độ cao âm) được gọi là ngưỡng vi phân của độ thính theo tần số. Ngưỡng này phụ thuộc vào giá trị khởi đầu của tần số, cũng phụ thuộc vào biên độ di tần và tốc độ di tần. Ví dụ :

Khoảng thấp hơn 500 Hz $\frac{\Delta f}{f} = 1\%$

Khoảng cao hơn 4000 Hz $= 0{,}4 \div 0{,}5\%$

Khoảng tần số trung bình $= 0{,}2 \div 0{,}3\%$

Vậy sự cảm thụ về tần số âm gần với quy luật $\log_2$ theo tần số. Các đặc tính tần số của thiết bị điện thanh sử dụng trục tần số theo thang tỉ lệ $\log_2$ sẽ rất trực quan.

2.2. Đặc điểm cấu trúc tai người và khái niệm dải tới hạn

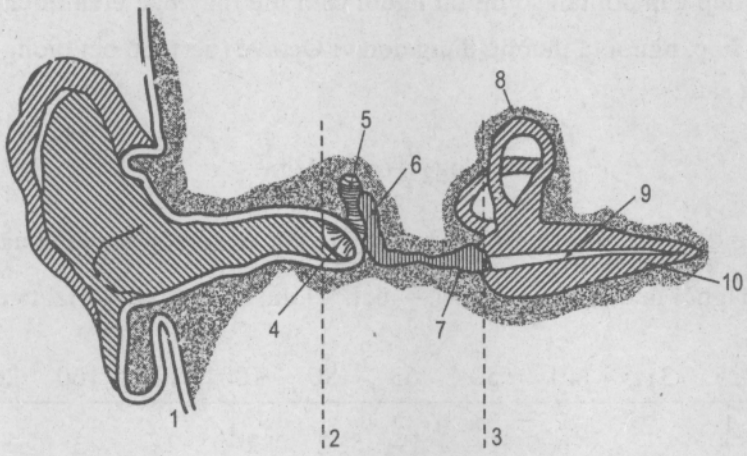
Hình 1-1 giới thiệu cấu trúc tai người. Tai có 3 phần : tai ngoài, tai giữa, tai trong.

Tai ngoài có tác dụng định hướng nguồn âm, cộng hưởng ở tần số chừng 3 kHz. Tai ngoài tận cùng ở trống tai ; trống tai biến năng lượng âm thanh thành năng lượng cơ học để truyền cho tai giữa, với giới hạn trên của thanh áp là 120 dB.

Tai giữa có 3 xương nhỏ nhất của cơ thể người : xương búa, xương đe, xương bàn đạp nhằm phối hợp trở kháng.

Tai trong có tiền đình và màng basilar. Tiền đình giúp người ta cảm nhận sự thăng bằng. Màng basilar có chừng 30000 tế bào lông xếp thành nhiều hàng dọc theo chiều dài 32mm. Tế bào lông cảm nhận dao động và truyền tin tức âm thanh lên não dưới dạng xung điện qua cáp sợi dây thần kinh. Từng vùng cục bộ trên màng basilar có tính chọn lọc tần số khác nhau. Dải tới hạn là dải tần số được các tế bào lông trong từng vùng cục bộ phản ứng nhạy nhất. Phương trình thực nghiệm dưới đây xác định dải tới hạn :

Dải tới hạn = 24,7 (4,37F + 1)



Hình 1-1 : Cấu trúc tai người
1. Tai ngoài ; 2. Tai giữa ; 3. Tai trong ; 4. Trống tai ; 5. Xương búa ; 6. Xương đe ;
7. Xương bàn đạp ; 8. Tiền đình ; 9. Màng basilar ; 10. Dây thần kinh thính giác.

Bề rộng dải tới hạn tính bằng Hz (ΔF tới hạn)

F là tần số trung tâm của dải tới hạn, tính bằng kHz.

Dải tới hạn không phải là cố định ; một âm nào đó sẽ sinh ra một dải tới hạn của âm đó (lấy tần số âm đó làm trung tâm). Thính giác cảm thụ năng lượng âm trong dải tới hạn một cách khác so với cảm thụ năng lượng âm nằm ngoài dải tới hạn. Xét trường hợp các âm đơn cấu thành âm phức. Nếu các âm đơn thuộc về các dải tới hạn khác nhau, thì âm phức tạo ra sẽ dễ nghe. Nếu các âm đơn cùng thuộc về một dải tới hạn, thì âm phức tạo ra rất chối tai (chối tai nhất khi khoảng cách tần số bằng 0,2 bề rộng dải tới hạn).

2.3. Cảm thụ về biên độ

Cảm thụ về biên độ âm thể hiện "độ to" của âm, thường gọi là âm lượng. Âm lượng không chỉ phụ thuộc vào biên độ âm, mà còn phụ thuộc vào tần số và hàng loạt yếu tố khác. Ví dụ, khi tác động lâu một âm thanh biên độ không đổi thì âm lượng giảm đi.

Ngưỡng nghe được là mức thanh áp nhỏ nhất của âm đơn mà tai người còn cảm thụ được. Ngưỡng nghe được là mức giới hạn chuyển từ trạng thái nghe thấy sang trạng thái không nghe thấy, và ngược lại. Ngưỡng nghe được phụ thuộc tần số, lứa tuổi người nghe, biện pháp bố trí nguồn âm... Thanh áp hiệu dụng của dao động điều hòa 1000 Hz bằng 2.10^{-5} N/m^2 gọi là ngưỡng nghe được tiêu chuẩn.

Ngưỡng chói tai là mức thanh áp lớn nhất của âm đơn mà tai người còn chịu đựng được. Ngưỡng chói tai là mức giới hạn khả năng chịu đựng nếu vượt quá sẽ gây ra tổn thương thính giác không hồi phục được. Ngưỡng chói tai phụ thuộc tần số (nhưng phụ thuộc ít hơn so với ngưỡng nghe được). Thanh áp điều hòa 1000 Hz bằng 20 N/m^2 gọi là ngưỡng chói tai tiêu chuẩn. Nói một cách gần đúng cứ mỗi khoảng tăng gấp 10 lần cường độ âm (đơn) thì tương ứng

với bậc tăng âm lượng 1 lần. Cảm thụ về biên độ âm gần với quy luật $\log_{10}$. Ben là đơn vị so sánh tương đối với chuẩn để biểu thị mức âm lượng :

$$M(\text{Ben}) = \lg\frac{I}{I_o}$$

với I là cường độ âm được xét ;

I_o là cường độ âm làm chuẩn.

Ở tần số 1000 Hz, thính giác phân biệt biến thiên âm lượng 0,1 Ben = 1 dB. Đơn vị dB rất thường dùng :

$$N = 10\lg\frac{I}{I_o}\ (\text{dB})$$

Từ các công thức sóng âm phẳng và điều hòa ở §1, ta có :

$$N = 10\lg\frac{I}{I_o} = 10\lg\frac{\varepsilon}{\varepsilon_o} = 20\lg\frac{p}{p_o} = 20\lg\frac{v}{v_o}...$$

Nếu chuẩn so sánh là ngưỡng nghe được tiêu chuẩn ($I_o = 10^{-12}\text{W/m}^2$; $\varepsilon_o = 3.10^{-15}\ \text{J/m}^3$; $v_o = 5.10^{-8}$ m/s) thì số dB tương ứng được gọi là mức tuyệt đối của âm. Ví dụ, mức tuyệt đối của ngưỡng chói tai là 120 dB.

Cực tiểu biến thiên âm lượng mà tai người nhận ra được gọi là ngưỡng vi phân của độ thính theo biên độ. Nghĩa là âm lượng biểu thị tính chất "lượng tử" của thính giác. Với âm lượng bé gần ngưỡng nghe được thì ngưỡng ΔN chừng vài dB. Còn với âm lượng trung bình $\Delta N \simeq 0{,}4$ dB.

Trong thông tin, người ta thường dùng đơn vị dB để chỉ mức các đại lượng điện so sánh với chuẩn. Cần lưu ý rằng người ta đã chọn rất nhiều giá trị chuẩn khác nhau tùy theo ứng dụng ; do đó dễ nhầm lẫn. Ví dụ :

$$(\text{dBW}) = 10\lg\frac{P}{1\text{W}}$$

$$(\text{dBV}) = 20\lg\frac{U}{1\text{V}}$$

$$(\text{dBm}) = 10\lg\frac{P}{1\text{mW}}$$

Trong trường hợp dBm, nếu trở kháng chuẩn $R_o = 600\Omega$ (điểm 0dBm = 1mW thường được coi là điểm đầu vào mạng thông tin điện thoại), thì ta có tương đương :

$$(\text{dBm}) = 20\lg\frac{U}{0{,}775\text{V}} = 20\lg\frac{I}{1{,}29\text{mA}}$$

Ngoài dB, các đại lượng điện còn được biểu thị bằng Nêpe :

$$N' = \ln\frac{U}{U_o}$$

(1 dB = 0,115 Nêpe ; 1 Nêpe = 8,686 dB)

Khi dùng đơn vị so sánh tương đối, việc cộng hay trừ không thể như số thường. Ví dụ : 2 loa cùng phát một chương trình có mức lệch nhau 7 dB, nếu loa công suất bé bị ngắt thì âm lượng chỉ giảm 0,8 dB.

Muốn tìm ra đáp số 0,8 dB của ví dụ này, ta phải dùng định nghĩa $N = 10\lg\frac{I}{I_o}$ để giải.

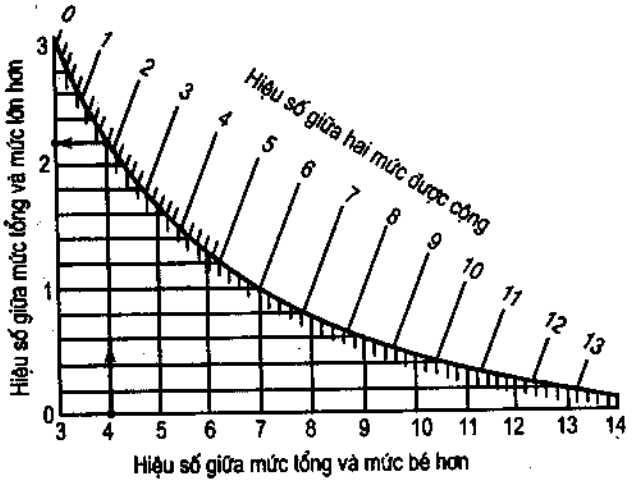
Bằng đồ thị hình 1-2, việc cộng và trừ các số dB trở thành đơn giản.

Ví dụ :

Đo mức âm không có tạp âm nền (như quạt và máy điều hòa không chạy) được 33 dB.

Đo mức âm bao gồm tạp âm nền (quạt và máy điều hòa chạy) được 37 dB.

Hiệu số 37 dB – 33 dB = 4 dB được coi như là chênh lệch mức âm tổng với mức âm nhỏ hơn (trục hoành). Từ đồ thị suy ra hiệu số mức âm tổng với tạp âm nền (trục tung) là 2,2 dB.



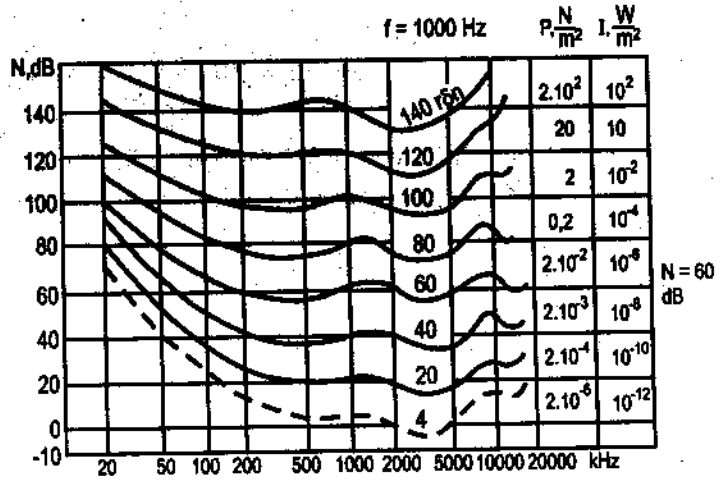
Hình 1-2 : Đồ thị trợ giúp cộng – trừ dB.

Vậy mức tạp âm thực sự là : 37 dB – 2,2 dB = 34,8 dB.

2.4. Đường cong đẳng âm lượng (ĐCĐAL)

ĐCĐAL là kết quả tổng hợp nghiên cứu thống kê về thính giác. Để xây dựng ĐCĐAL, người ta đưa ra đơn vị "phôn". Số "phôn" của một âm đơn tần số f nào đó đúng bằng số dB của âm 1000 Hz khi thính giác cân bằng âm lượng của chúng. ĐCĐAL được vẽ trên đồ thị mà trục tung là mức dB, trục hoành là thang tần số âm với tham số họ đường cong là "phôn". Cách vẽ như sau, ví dụ : vẽ đường 60 phôn : cho máy phát A phát âm đơn 1000 Hz, 60 dB, cho máy phát B phát âm đơn 100 Hz. Người nghe điều chỉnh mức âm 100 Hz sao cho đạt tới cảm giác âm lượng 100 Hz cân bằng với âm lượng máy phát A. Đồng hồ đo thanh áp của máy phát B cho biết mức âm 100 Hz là 65 dB. Vậy ở 100 Hz, mức tuyệt đối 65 dB đẳng âm lượng với mức tuyệt đối 60 dB của âm 1000 Hz. Mức âm của cả hai sóng đều là 60 phôn. Ta vẽ được 1 điểm trên ĐCĐAL 60 phôn : hoành độ là 100 Hz, tung độ là 65 dB.

Thay đổi tần số và mức âm của máy phát B, dùng tai để cân bằng âm lượng máy B với



Hình 1-3 : Đường cong đẳng âm lượng.

máy A, ta vẽ được một ĐCĐAL 60 phôn. Đường này cắt đường f = 1000 Hz ở điểm có tung độ 60 dB. Phần ĐCĐAL 60 phôn nằm dưới đường N = 60 dB ở trong khoảng tần số trung bình ; ở đó tai có độ nhạy lớn. Phần ĐCĐAL 60 phôn nằm trên đường N = 60 dB ở hai đầu dải âm tần ; ở đó tai kém nhạy hơn.

Tương tự, ta vẽ các ĐCĐAL với mức phôn khác.

Nhận xét :

1 - Với âm lượng càng lớn thì ĐCĐAL bằng phẳng hơn, nghĩa là âm lượng ít thay đổi theo tần số hơn.

2 - Ở tần số thấp (f < 200 Hz) thì độ nhạy của tai kém hẳn.

3 - Khi giảm mức truyền đạt (giảm mức tuyệt đối, không phụ thuộc tần số), thì cảm thụ dải tần bị cắt xén. Ví dụ, ở mức 60 dB dải tần là từ 35 Hz, ở mức 20 dB dải tần là từ 120 Hz, bị thu hẹp. Vậy mạch điều chỉnh âm lượng được thiết kế tốt nhất là thay đổi số "phôn".

2.5. Hiệu ứng che lấp

Hiệu ứng che lấp là sự nâng cao ngưỡng nghe được (độ nhạy thính giác giảm) đối với một âm thanh xét khi có mặt âm thanh nhiễu. Người ta đánh giá mức che lấp bằng đại lượng che lấp :

$$M = N'_o - N_o$$

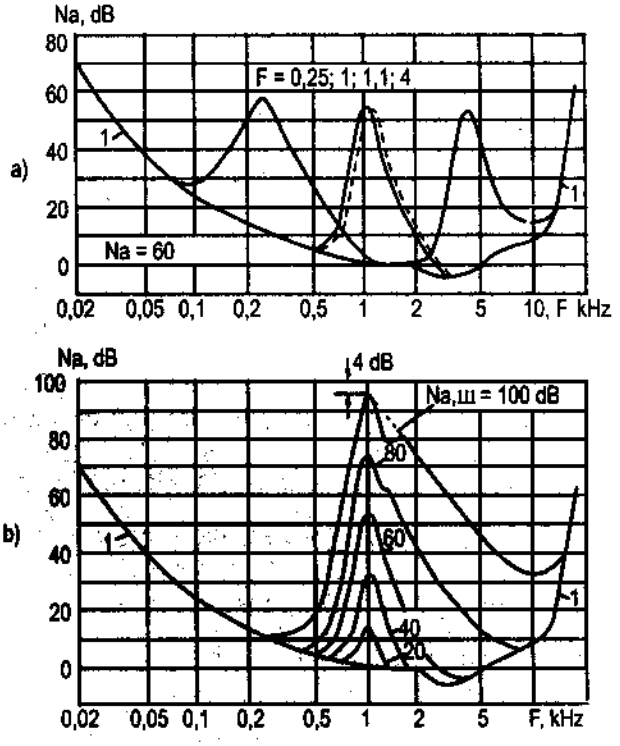
N_o : mức ngưỡng nghe được đối với âm xét khi không nhiễu ;

N'_o : mức ngưỡng nghe được đối với âm xét khi có nhiễu.

Đại lượng che lấp M phụ thuộc vào mức và tần số, vào chênh lệch mức và chênh lệch tần số của âm bị che lấp và âm nhiễu.

Hiệu ứng che lấp là đặc điểm của thính giác bình thường (khác với bệnh nặng tai do thính giác bị quá tải, không hồi phục sau tác động của âm năng lượng lớn).

Hiệu ứng che lấp, như các đồ thị hình 1-4 cho thấy, có đặc điểm không đối xứng, âm nhiễu tần số thấp dễ che lấp âm tần số cao, nhưng âm nhiễu tần số cao khó che lấp được âm tần số thấp. Đặc điểm này

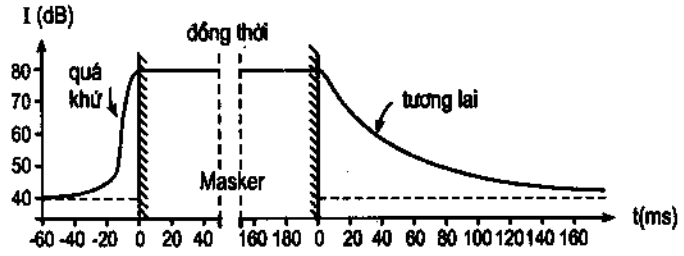


Hình 1-4 : Sự phụ thuộc ngưỡng nghe được vào âm nhiễu che lấp về a) Tần số ; b) Mức.

cần được lưu ý trong âm nhạc : cần nữ nhiều hơn nam trong dàn hợp ca, cần nhiều viôlông hơn là viôlông-xen trong hòa tấu.

Sự che lấp giữa 2 âm được xét thực ra là che lấp lẫn nhau. Âm nào trong hai âm bị che lấp ? Phải xét trong dải tới hạn : năng lượng âm nào trong toàn bộ dải tới hạn của nó nhỏ hơn. Ví dụ : trong một dải tới hạn được xét có một âm đơn và một tạp âm tồn tại trong dải $\frac{1}{3}$ octave, nếu mức tạp âm lớn hơn mức âm đơn 4 dB thì âm đơn bị che lấp, nếu mức âm đơn lớn hơn mức tạp âm 24 dB thì tạp âm mới bị che lấp.

Vì tai người có quán tính (xem thêm mục 2.7.1), nên một âm to có thể che lấp một âm nhỏ hơn, dù âm nhỏ hơn kề trước hay kề sau nó. Hiệu ứng che lấp nói trên đây là xét 2 âm đồng thời còn bây giờ đề cập đến hai âm không đồng thời, âm nhỏ hơn kề trước bị che lấp gọi là premasking (che lấp quá khứ), âm nhỏ hơn kề sau bị che lấp gọi là post masking (che lấp tương lai). Xem hình 1-5.



Hình 1-5 : Ngưỡng nghe được của tín hiệu bị che lấp.
(giả sử âm to gây ra sự che lấp có biên độ 100 dB, kéo dài 200ms, trên hình gọi là Masker)

2.6. Tính phi tuyến của thính giác

Giả sử tín hiệu âm thanh có dải tần hẹp (hay âm đơn). Ví dụ cho tác động âm nhiễu : lúc đầu có cùng dải tần như tín hiệu xét, sau đó ta điều chỉnh mở rộng dải tần âm nhiễu về hai phía. Do năng lượng âm nhiễu tăng nên đại lượng che lấp tăng dần. Nhưng khi âm nhiễu đạt dải thông tới hạn $\Delta F_{\text{tới hạn}}$ thì đại lượng che lấp đạt giá trị cực đại, bằng $M_{\text{tới hạn}}$. Ngay cả khi $\Delta F > \Delta F_{\text{tới hạn}}$ thì vẫn giữ nguyên giá trị $M = M_{\text{tới hạn}}$. Trong khoảng 20 + 16000 Hz, thính giác có 24 dải tới hạn (xem mục 2.2 trên đây). Cấu trúc dải tới hạn của thính giác làm cơ sở cho tính phi tuyến của thính giác. Các thực nghiệm sau đây thể hiện tính phi tuyến của thính giác :

1 - Cho tác động âm đơn f_1 với mức 100 dB. Người nghe không chỉ cảm thấy âm f_1, mà còn cảm thấy có cả hài bậc hai ($2f_1$) với âm lượng 88 dB, cả hài bậc ba ($3f_1$) với âm lượng 74 dB.

2 - Cho tác động âm đơn f_1 đồng thời với một âm đơn f_2 khác mà tần số f_2 thay đổi liên tục tùy ý. Người nghe cảm thụ thấy âm phách $F = |f_2 - f_1|$ khi f_2 xấp xỉ bằng $n f_1$, với n = 1, 2, 3...

3 - Cho tác động 2 âm đơn f_1 và f_2. Tần số hai âm đơn này ở vào hai dải tới hạn khác nhau của thính giác. Người nghe cảm thụ các âm $f = mf_1 \pm nf_2$ với các mức âm lượng khác nhau,

trong đó lớn nhất là $f_1 - f_2$. Do thính giác có tính phi tuyến nên ta cảm thụ gần đúng các âm phức gồm âm tần cơ bản và các sóng hài, nhưng ta lại cảm thụ sai các âm phức gồm những thành phần tần số không bội. (Méo âm thanh do thêm thành phần sóng hài không gây ra sai lệch cảm thụ lớn bằng méo âm thanh do thêm thành phần tần số không bội).

2.7. Các đặc điểm thời gian và không gian của thính giác

1. Quán tính của thính giác

Hưởng ứng của thính giác đối với tác động của âm không phải là ngay tức thì, mà là có trễ. Sau khi âm bắt đầu chừng 200 ms thính giác mới xác định âm lượng của nó. Khi âm ngừng, cảm giác thấy âm đó còn kéo dài thêm 150 + 200ms. Thính giác không phân biệt khoảng ngừng bé hơn 50 ms giữa 2 âm giống nhau đi liền nhau. Điều này dẫn đến hiện tượng che lấp về thời gian. Phải qua thời gian tác động của âm cỡ vài chu kì thì thính giác mới xác định độ cao âm.

2. Hiệu ứng hai tai

Hai tai của người cách nhau khoảng cách bằng bước sóng âm 2000 Hz. Do lệch pha, do nhiễu xạ và che chắn bởi đầu người, vành tai nên sóng âm từ một nguồn đến hai tai có khác nhau ; kết quả là con người có khả năng định hướng nguồn âm với sai số $3^o \div 4^o$ (nếu nguồn không quá lệch về phía bên).

3. Hiệu ứng stereo

Khác với hiệu ứng 2 tai, trong đó nêu đặc điểm cảm thụ âm đối với một nguồn âm, hiệu ứng stereo là sự cảm thụ bằng 2 tai đối với 2 (hoặc nhiều) nguồn âm thanh tương quan.

Sự truyền thanh bằng 2 (hoặc nhiều) kênh độc lập từ 2 (hoặc nhiều) điểm trong trường sơ cấp (nguồn tin) đến 2 (hoặc nhiều) điểm tương ứng trong trường thứ cấp (ví dụ, 2 loa đặt cách nhau nơi nhận tin) tạo nên cảm tưởng của người nghe về đặc tính không gian của trường âm sơ cấp - truyền đạt như thế gọi là truyền đạt stereo. Tất nhiên, tín hiệu ở 2 kênh là tương quan, theo yêu cầu mỹ cảm của thính giác. So với truyền đạt mono, truyền đạt stereo tạo ra cảm giác không gian của âm thanh tốt hơn, nhưng cũng không thể hoàn toàn như sự cảm nhận trực tiếp của người nghe có mặt trong trường âm sơ cấp.

Khi truyền đạt mono, nhờ bố trí hai hệ thống loa cách nhau, người nghe có cảm tưởng về đặc tính không gian của âm thanh. Như vậy cũng tốt, nhưng cảm giác không gian đó không phản ánh đặc tính thực của không gian trường âm sơ cấp.

§3. MÃ HÓA TÍN HIỆU ÂM THANH THEO CẢM NHẬN (PERCEPTUAL CODING)

Mục §2 đã chứng tỏ rằng tai người không cảm nhận tất cả sóng âm, mà chỉ cảm nhận một phần sóng âm. Sự cảm nhận này chỉ tương ứng có điều kiện với các âm vật lí. Nhằm đạt đến sự

trung thực cảm nhận mà tín hiệu âm thanh chỉ cần mã hóa với tối thiểu số bit, chúng ta thực hiện phương pháp mã hóa theo cảm nhận. Trong loại mã này, sự trung thực vật lí phải nhường chỗ cho sự trung thực về cảm nhận. Trên cơ sở mô hình sinh - âm học (psychoacoustical model) của thính giác người, bộ mã hóa này xác định phần không mang tin tức (phần thính giác không cảm nhận) để loại bỏ. Ý đồ thiết kế bộ mã hóa là phải che giấu tạp âm lượng tử dưới ngưỡng nghe được và đạt hiệu quả mã hóa cao nhất (Hiệu quả mã hóa là tỉ số giữa độ trung thực với tốc độ bit).

Trong một âm vật lí, phần thính giác cảm nhận được gọi là entropy cảm nhận. Entropy này thay đổi từ âm vật lí này đến âm vật lí khác. Phải chọn số mức lượng tử hóa càng nhiều cho mẫu âm vật lí nào có entropy cảm nhận càng lớn. Thực chất đây là phương pháp lượng tử hóa thích ứng.

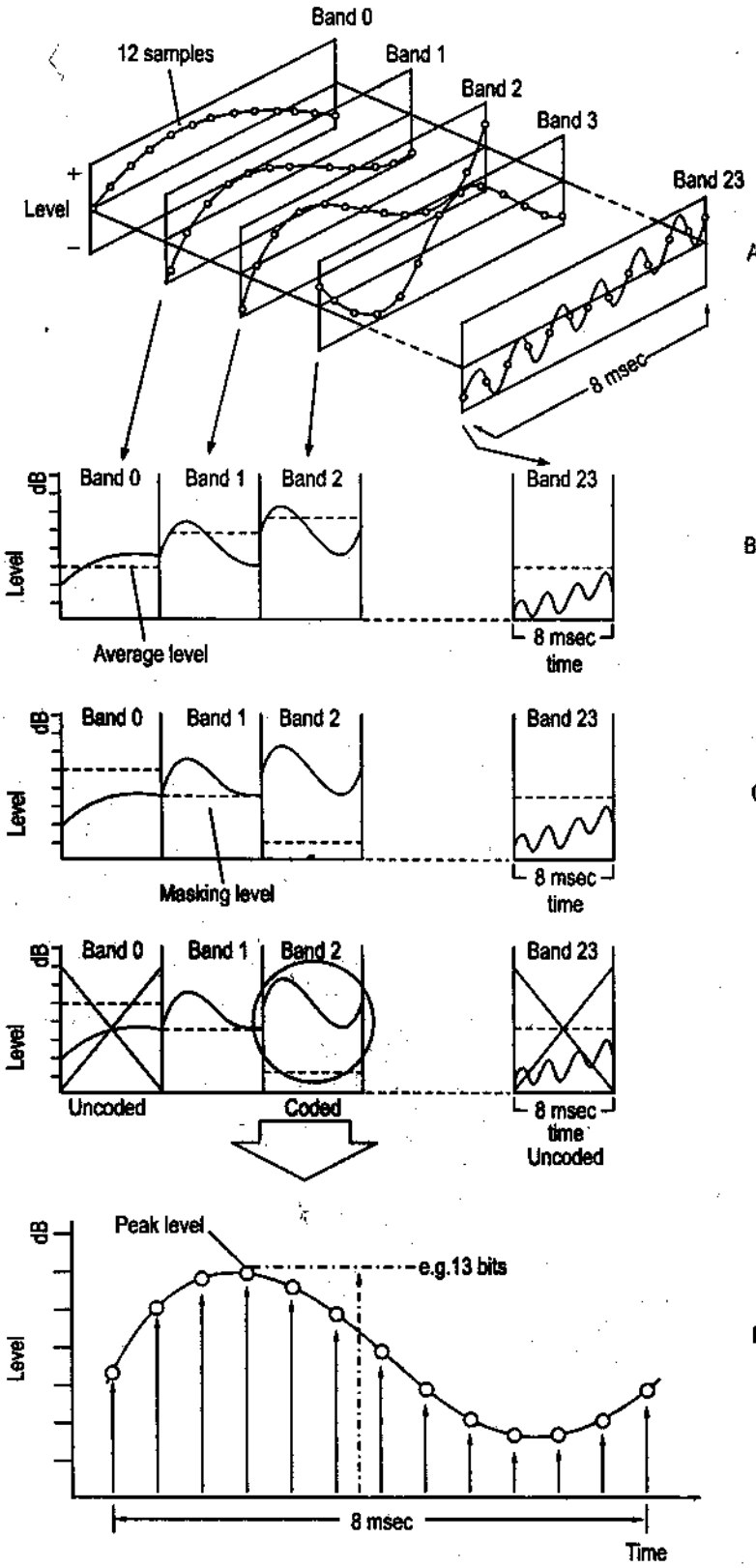
Hình 1-6 giới thiệu một kĩ thuật mã hóa tín hiệu âm thanh theo cảm nhận, gọi là subband coding (Mã hóa theo dải tần chia nhỏ).

Mỗi cửa sổ thời gian xử lí là 8ms : có 12 mẫu. Có 24 bộ lọc số. Mỗi bộ lọc số có đặc tính tần số rất dốc (100 dB/octave) ở hai biên. Các bộ lọc số này mô hình hóa dải tới hạn của thính giác và hạn chế tạp âm lượng tử. Chúng có trễ xử lí không đáng kể so với quán tính của thính giác. Sự mã hóa thích ứng trong mỗi bộ lọc là độc lập. Sự mã hóa căn cứ vào ngưỡng nghe được và ngưỡng che lấp để tính tỉ số SMR (Signal-to-Mask Ratio).

$$\text{SMR} = \frac{\text{Công suất đỉnh của tín hiệu trong băng thông bộ lọc}}{\text{Ngưỡng che lấp tương ứng trong băng thông bộ lọc}}$$

Như hình 1-6 cho biết, đầu ra bộ lọc nào không có tin tức có thể cảm nhận (dưới ngưỡng nghe được, bị che lấp bởi âm bộ lọc lân cận) thì không mã hóa. SMR được tính cho từng bộ lọc số. Số bit cần cho thành phần tín hiệu qua mỗi bộ lọc phải đủ để mức tạp âm lượng tử vẫn bảo đảm dưới ngưỡng che lấp. Số bit này thay đổi (tăng) theo SMR. Khi tổng hợp lại âm thanh, tạp âm lượng tử mỗi bộ lọc cần bị tín hiệu âm thanh che lấp. Ví dụ : Một kênh truyền âm nhạc 48000 mẫu/s × 16 bit/mẫu = 768 Kbit/s. Tần số lấy mẫu không thay đổi (định lý Nyquist). Áp dụng mã hóa theo cảm nhận, trung bình giảm số bit lượng tử hóa xuống 6 lần : (2,67 bit/mẫu) nên tốc độ bit cũng giảm 6 lần, còn 128 Kbit/s.

Số hóa âm thanh phục vụ âm nhạc chất lượng cao không chỉ là chuyển đổi âm thanh tương tự thành âm thanh số, mà còn quan tâm đến các giải pháp giảm méo lượng tử, giảm tạp âm lượng tử, giảm tác hại của jitter, và có khả năng mạnh về sửa sai lỗi. Các tiêu chuẩn về audio thường được kết hợp chung với tiêu chuẩn về video. MPEG (Moving Pictures Expert Group - Nhóm chuyên gia hình ảnh động) của Tổ chức tiêu chuẩn quốc tế ISO và Ủy ban kĩ thuật điện quốc tế IEC đã đưa ra các tiêu chuẩn MPEG-1 và MPEG-2 để chỉ đạo các áp dụng số hóa âm thanh và hình ảnh. Âm thanh số xử lí theo khung (cửa sổ). Nhiễu sinh ra khi chuyển khung được xử lý để bị che lấp về mặt thời gian (xem hình 1-5). Khi truyền âm nhạc nhiều kênh (ví dụ MPEG-2), thuật toán mã hóa so sánh phần giống nhau và phần bị che lấp của các kênh còn lại tương đối với một kênh xét để không mã hóa chúng nữa. Tốc độ bit tổng thể không tăng tỉ lệ thuận với số kênh n, mà chỉ tăng theo $\sqrt{n}$. Ví dụ : hệ thống 5-1 có tốc độ bit tổng thể chỉ gấp 2,26 lần so với một kênh âm tần.



Hình 1-6 : Mã hóa tín hiệu âm thanh có chia nhỏ dải tần

A. Tín hiệu âm thanh được lọc bằng 24 bộ lọc số (0 ÷ 23).

Level : mức

Sample : mẫu.

B. Mức trung bình được tính cho từng thành phần tín hiệu xuất hiện đầu ra mỗi bộ lọc.

Average level : mức trung bình

Time : thời gian.

C. Mức che lấp được tính cho từng thành phần tín hiệu.

Masking level : mức che lấp.

D. Những thành phần không nghe được sẽ không được mã hóa.

Coded : mã hóa

Uncoded : không mã hóa.

E. Số bit cần cho mã hóa tùy thuộc SMR của trị số đỉnh, ví dụ là 13 bit.

Peak level : mức đỉnh.

§4. TIẾNG NÓI

4.1. Mô hình phát tiếng nói

So sánh tiếng nói với âm thanh, ta thấy tiếng nói chỉ chiếm một dải hẹp hơn các giá trị của đại lượng vật lí (tần số, cường độ âm...) nhưng vì là công cụ và sản phẩm của tư duy nên có lượng tin tức rất lớn và độ trừu tượng cảm nhận rất cao. Chữ viết tạo ra biểu hiện thị giác cụ thể tương ứng với tiếng nói, vì vậy có thể chuyển đổi qua lại giữa tiếng nói và chữ viết. Xét về mặt xử lí, truyền dẫn, lưu trữ thì tiếng nói có thể chung hoặc riêng biệt tách rời với âm thanh phi tiếng nói.

Tiếng nói được cơ quan phát âm của con người tạo ra nhằm mục đích thông tin. Tiếng nói được phân loại thô thành âm hữu thanh và âm vô thanh.

Âm hữu thanh : luồng không khí từ phổi làm thanh đới dao động, phát ra những xung âm thanh (đưa ra thanh quản) có tần số f_0, gọi là tần số âm cơ bản. Phạm vi f_0 từ 70 Hz đến 450 Hz, trung bình f_0 của nam giới là 150 Hz, f_0 của nữ giới là 250 Hz. Đường bao phổ của những xung âm cơ bản có độ dốc giảm dần về phía tần số cao khoảng 6 dB/1oct.

Âm vô thanh : có bản chất tạp âm, kết quả của sự phụt hơi qua các khe trong khoang miệng (môi, mũi, răng, lợi). Khoang miệng là một hệ thống bộ lọc âm học phức tạp với hàng loạt hốc cộng hưởng, mà tần số cộng hưởng thay đổi được nhờ con người điều khiển tinh vi rất nhiều cơ trong khoang miệng.

Khi xét đặc điểm phổ của một ngôn ngữ, người ta thấy có một số xác định những mẫu âm nguyên tố, gọi là phonem. Đường bao phổ của mỗi phonem có dạng xác định với một số xác định các cực đại (phoman) và các cực tiểu (antiphoman).

Thành phần phổ mang tin tức là khá hẹp so với toàn bộ phổ tiếng nói, và không khớp với phần mang năng lượng âm chủ yếu (94% công suất tiếng nói thuộc dải tần 80 ÷ 2000 Hz). Dải tần tiêu chuẩn của tín hiệu điện thoại là từ 300 Hz đến 3400 Hz.

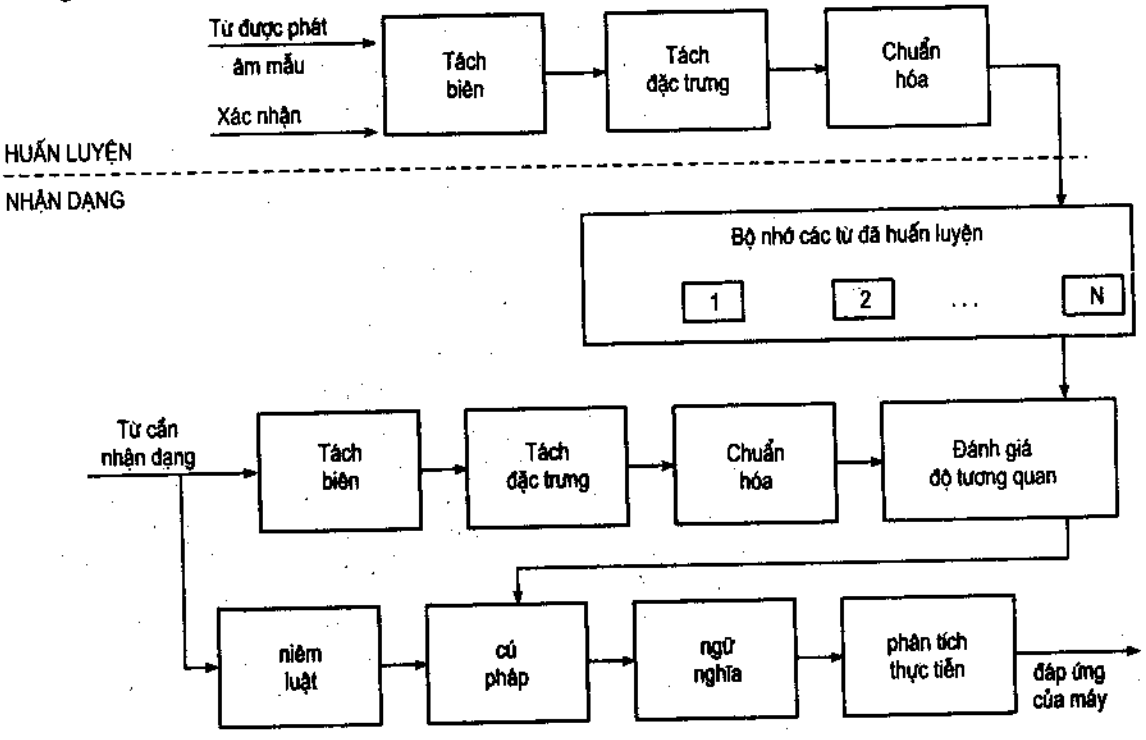
4.2. Ứng dụng của mô hình

Bản thân tiếng nói gốc là tương tự. Nhờ số hóa và xử lí số đối với tiếng nói, người ta có thể truyền thoại bằng kĩ thuật thông tin số, có thể tổng hợp và phân tích tiếng nói (trong thông minh nhân tạo). Để số hóa tiếng nói, người ta xử lí với chu kì 20ms (cửa sổ). Mỗi cửa sổ được đặc trưng bởi một bộ các thông số : thông số chuyển mạch (để chỉ mẫu âm là hữu thanh hay là vô thanh), thông số về xung âm cơ bản (nếu là âm hữu thanh), thông số về tạp âm (nếu là âm vô thanh), thông số về bộ lọc khoang miệng.

Mục đích của xử lí số là bảo đảm sự chính xác khi phân tích hay tổng hợp tiếng nói. Một kĩ thuật xử lí số đối với tiếng nói là mã hóa dự đoán tuyến tính LPC (Linear Predictive Coding). LPC dự đoán tín hiệu thoại ở mẫu xét trên cơ sở lấy trung bình các thông số của các mẫu trước. Số các mẫu trước (được lấy trung bình) bằng số các thông số (theo nguyên tắc số phương trình độc lập cần có bằng số ẩn số cần tìm). Sự sai lệch giữa thông số thực của mẫu xét và giá trị dự đoán được gọi là sai số dự đoán. Một thuật toán điều khiển LPC để tối thiểu hóa sai số dự đoán. Thực chất của mạng thông tin số truyền thoại là truyền dòng bit biểu thị các thông số đặc trưng của tiếng nói. Ở nơi thu nhận, với số liệu nhận được và với mô hình đã biết về tiếng nói, người ta sẽ tạo lại tiếng nói đã phát (giống như người thợ may với số đo và với kiểu áo, có thể may được chiếc áo mặc rất vừa ý).

Dưới đây, xin giới thiệu cụ thể việc nhận dạng tiếng nói (phân tích). Nhận dạng tiếng nói là việc phân tích tiếng nói để xác định nội dung thông báo hàm chứa trong tiếng nói sao cho một máy móc có thể đáp ứng chính xác mệnh lệnh dạng tiếng nói. Với các mục đích khác nhau, các thiết bị nhận dạng tiếng nói sẽ rất khác nhau. Việc đưa tin tức dưới dạng tiếng nói vào máy tính là tốt hơn việc vào số liệu bằng bàn phím nếu xét tổng hợp cả hai chỉ tiêu : tốc độ và chính xác. Độ chính xác nhận dạng tiếng nói là số % từ được nhận dạng đúng (sai số nhận dạng dã ngoại cho phép < 4%). Ngoài ra, quy luật phân bố sai lỗi, sự từ chối hoặc bỏ sót từ, sự nhận dạng sai từ hoặc nhiễu thành tiếng nói đều là căn cứ đánh giá hiệu quả việc nhận dạng tiếng nói.

Hiển nhiên, việc nhận dạng tiếng nói là rất khó khăn, trước hết vì sự không đồng nhất và phức tạp của tiếng nói : vốn từ, khả năng nhầm lẫn từ, băng tần bị giới hạn, tạp âm, méo, giọng nói, độ to và độ nhanh phát âm, sự nối âm và luyến láy... Dưới đây là sơ đồ khối trình bày cấu trúc tổng thể của thiết bị nhận dạng tiếng nói có huấn luyện.



Hình 1-7 : Sơ đồ khối thiết bị nhận dạng tiếng nói.

Giai đoạn huấn luyện : người phát âm các mẫu từ để máy tập nhận dạng các từ đó ; nhờ sự phản hồi (không vẽ trên hình 1-7) mà người huấn luyện xác nhận bằng bàn phím sự nhận dạng đúng của thiết bị ; khi đó bộ các giá trị bit thông số đặc trưng cho từ đã xác nhận được ghi vào bộ nhớ. Kết quả quá trình huấn luyện là thiết bị có vốn từ bằng N.

Thuyết minh chức năng các khối trong hình 1-7 như sau :

1 - Tách biên

Vì thiết bị nhận dạng từng từ, nên cần xác định ranh giới mỗi từ trong câu được phát âm. Việc tách biên được thực hiện nhờ thuật toán so sánh mức ngưỡng năng lượng. Biên của từ là điểm mà tín hiệu tiếng nói đạt mức ngưỡng. Thời hạn của từ là thời gian tín hiệu tiếng nói vượt trên ngưỡng. Khoảng lặng giữa các từ là thời gian tín hiệu dưới ngưỡng (từ biên cuối từ trước đến biên đầu từ sau kế tiếp).

2 - Tách đặc trưng

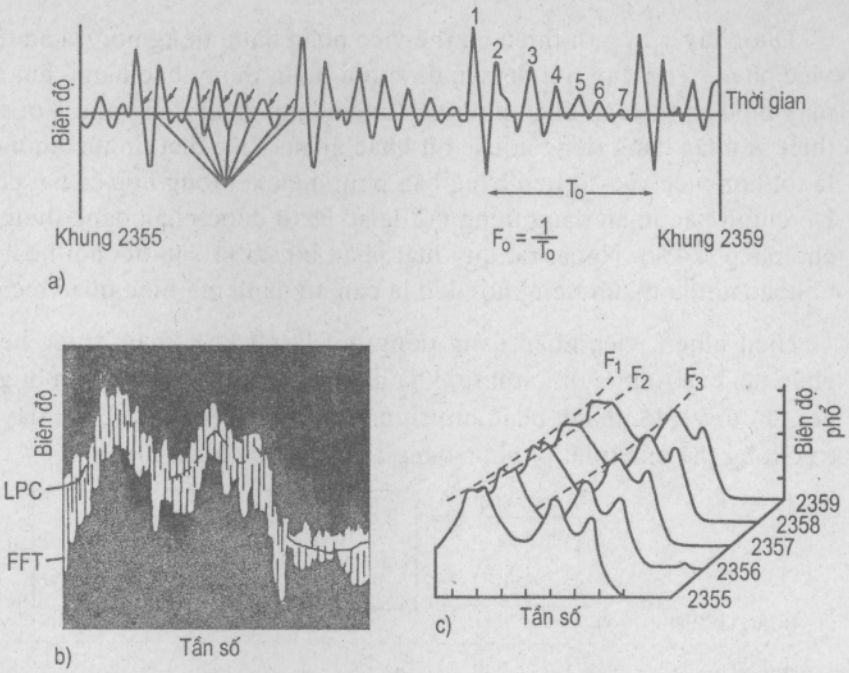
Ở đầu đoạn này, chúng ta đã biết khái niệm các đặc trưng của mẫu tiếng nói. Hình 1-8 giới thiệu ví dụ dạng sóng và dạng phổ một từ.

Từ hình 1-8, ta có thể nhận thấy các đặc trưng sau :

– Tổng bình phương biên độ là năng lượng trong cửa sổ tương ứng ;

– Số lần cắt 0 của sóng là dấu hiệu phân biệt nguyên âm (thưa và khá đều) với phụ âm (dày và không đều) ;

– Thời gian giữa các đỉnh cực đại sóng là chu kì âm cơ bản T_o của dao động thanh đới ;



Hình 1-8 : Những tham số âm học điển hình nhận dạng tiếng nói

a) Dạng sóng âm của tiếng nói

b) Phổ của dạng sóng hình a có những cực đại (phoman)

FFT : Biến đổi Fourier nhanh

LPC : Mã dự đoán tuyến tính

c) Phổ LPC được làm trơn đối với 5 đoạn thời gian kế tiếp nhau

(Mỗi đoạn 6,4ms với các phoman F_1, F_2, F_3)

– Tần số cộng hưởng của bộ lọc âm học (khoang miệng) được xác định theo số xung âm trong T_o ; hình 1-8a biểu thị tần số cộng hưởng này bằng $7F_o$.

3 - Chuẩn hóa

Độ to nhỏ và dài ngắn khác nhau của một từ được phát âm trong các hoàn cảnh khác nhau làm khó khăn cho việc nhận dạng từ đó. Sự chuẩn hóa làm cho các từ được phát âm trong các hoàn cảnh khác nhau đó trở thành giống nhau tối đa để dễ nhận dạng đúng. Sau chuẩn hóa, từ có kích thước mẫu (về biên độ và về định thời). Để chuẩn hóa, người ta áp dụng :

– Chương trình xử lí động cho phép chuẩn hóa một từ gần đến kích thước mẫu nhất.

– Các mẫu phổ LPC của mỗi từ được người đọc phát âm trong lần trước đã ghi lại cũng được hiện lên màn hình đồng thời với hình ảnh mẫu phổ LPC của từ đó được người đọc phát âm trong lần này để so sánh.

– Chuẩn hóa kênh tín hiệu điện thanh (trước hết về băng tần).

4 - Đánh giá độ tương quan

Khi tiến hành nhận dạng, bộ các giá trị bit của từ cần nhận dạng được so sánh với N bộ giá trị bit trong bộ nhớ từ mẫu (đã được huấn luyện). Kết quả so sánh là một bảng liệt kê một số từ theo thứ tự tương quan giảm dần với từ cần nhận dạng. Những xử lí tiếp theo sẽ chính xác sự nhận dạng (4 khối dưới cùng của hình 1-7) dựa theo quan hệ giữa các từ trong một câu. Các thuật toán tinh vi bảo đảm đưa ra đáp ứng đúng của máy móc.

Chương 2

TÍN HIỆU ĐIỆN THANH

Trong quá trình từ nguồn tin đến nhận tin, tín hiệu bị méo và chịu tác động của nhiễu. Trong quá trình đó, tín hiệu phải qua nhiều thiết bị và môi trường truyền dẫn, chịu nhiều biến đổi và gia công. Để tin tức nhận được ở thiết bị sau bảo đảm trung thực, thiết bị trước phải đưa ra tỉ số tín hiệu/nhiễu $\left(\frac{S}{N}\right)$ theo tiêu chuẩn làm việc của thiết bị sau. Hai thiết bị xét phải phối ghép với nhau tốt theo tiêu chuẩn nhất định để bảo đảm thiết bị sau thực sự tiếp nhận tín hiệu từ thiết bị trước chuyển đến. Tương ứng với sự cảm thụ thính giác được xét về mặt tần số và biên độ trong I ; ở phần này, ta xem xét tín hiệu điện thanh trên hai mặt : dải tần và dải động.

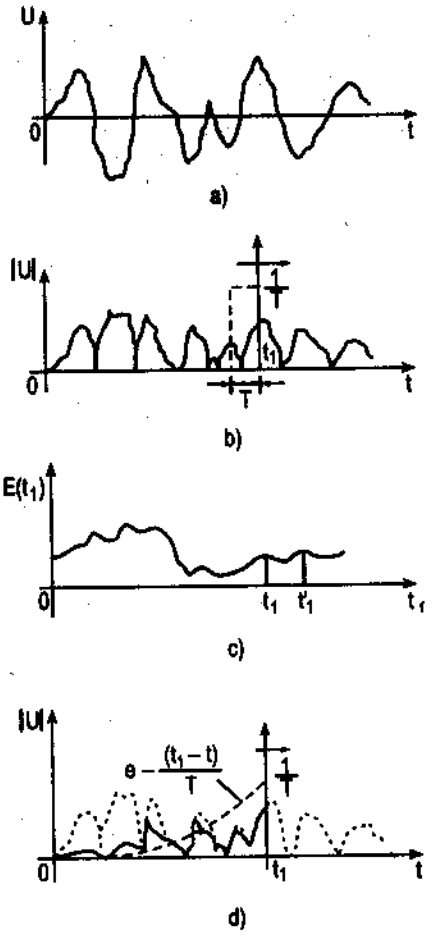
§1. MỨC ĐỘNG - DẢI ĐỘNG - BIẾN ĐỔI DẢI ĐỘNG

1.1. Mức động

Ta đã biết : thính giác có quán tính, tai không phản ứng đối với quá trình tức thời của âm. Sự cảm thụ bằng tai là kết quả tác động bình quân của năng lượng âm trong một khoảng thời gian nhất định. Hưởng ứng của thính giác chỉ có sau một khoảng thời gian nhất định để gom góp các nhân tố tác động của âm. Khả năng gom góp các nhân tố tác động lên thính giác và sự tồn tại của trí nhớ thính giác dẫn đến điều này : tại một thời điểm xét, cảm thụ thính giác không chỉ được xác định bởi công suất tín hiệu thời điểm đó, mà còn bởi các giá trị vừa mới qua không lâu của năng lượng tín hiệu. Tất nhiên, ảnh hưởng của các giá trị đã qua càng giảm nếu chúng càng lùi sâu vào quá khứ so với thời điểm xét.

Hình 2-1 minh họa đặc điểm trên : u(t) là tín hiệu điện thanh. Gọi cảm thụ thính giác đối với âm thanh tương ứng với u(t) là mức động $E(t_1)$. Quan hệ giữa chúng có thể biểu thị bằng công thức toán học sau :

$$E(t_1) = \frac{1}{T}\int_0^{t_1} e^{-\frac{t_1-t}{T}} u^2(t)dt$$



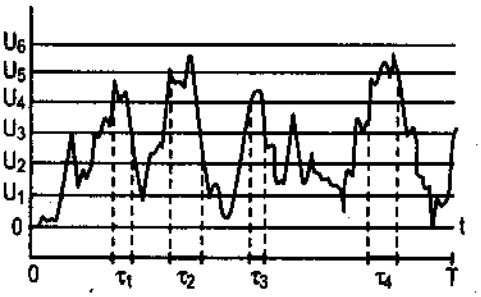
Hình 2-1 : Đồ thị thời gian tín hiệu điện thanh.

Trong biểu thức này, dấu bình phương của tín hiệu biểu thị tác động vào thính giác như là năng lượng của âm (bình quân trong thời gian T) ; hệ số ảnh hưởng $e^{-\frac{t_1-t}{T}}$ biểu thị tác động của các giá trị đã qua càng lâu càng giảm dần.

Mức động của tín hiệu điện thanh là cảm thụ thính giác có được nhờ tính bình quân trong khoảng thời gian xác định các giá trị tức thời đã san bằng của tín hiệu đó. Người ta đã làm ra những dụng cụ chỉ báo mức động $E(t_1)$. Dụng cụ này có bộ nắn điện và mạch tích phân. $E(t_1)$ và u(t) đều biến đổi theo thời gian.

1.2. Dải động

Hình 2-2 là đồ thị thời gian của mức động tín hiệu điện thanh, trong đó ta không dùng kí hiệu $E(t_1)$, mà đổi biến số thành u(t). Quan sát đồ thị, ta thấy mức động biến đổi thăng giáng ngẫu nhiên theo thời gian. Người ta thường dùng phương pháp nghiên cứu thống kê đối với tín hiệu điện thanh để định lượng những đặc tính của chúng. Ví dụ, u(t) lấy giá trị cực đại, cực tiểu với xác suất thấp ; u(t) lấy giá trị trung gian với xác suất cao. Mức cực tiểu là mức mà 100% thời gian u(t) lớn hơn nó, xác suất của sự kiện mức động u(t) vượt quá mức cực tiểu là W = 1. Mức cực đại là mức mà 0% thời gian u(t) lớn hơn nó ; xác suất của sự kiện u(t) > mức cực đại là W = 0.



Hình 2-2 : Đồ thị thời gian mức động.

Trong thời gian quan sát T, với giá trị mức động u_4 chẳng hạn, ta có các khoảng τ_1, τ_2, τ_3, τ_4 là các khoảng thời gian mà $u(t) > u_4$. Nghĩa là, ta quan sát thấy $u(t) > u_4$ trong $\frac{\tau_1+\tau_2+\tau_3+\tau_4}{T}.100\%$ thời gian quan sát T. Nếu T đủ lớn thì : $\frac{\sum\tau_i}{T}$ tiến tới xác suất W_4 của sự kiện $u(t) > u_4$.

Bằng cách đó, người ta xây dựng được hàm phân bố W(x) với x là "biến số mới" thay thế cho mức động u(t).

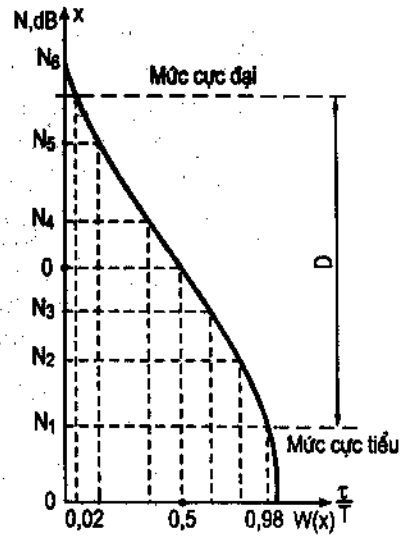
Hình 2-3 trình bày hàm phân bố W(x). Với giả thiết gần đúng rằng W(x) là phân bố Gauxơ :

$$W_{N\le x<\infty} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\int_N^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}dx$$

σ là phương sai của quá trình ngẫu nhiên.

Và để tiện trong thực tiễn định nghĩa lại rằng :

– Mức cực đại ứng với W(x) = 0,02



Hình 2-3 : Phân bố mức động và định nghĩa dải động.

– Mức cực tiểu ứng với W(x) = 0,98

– Dải động D của tín hiệu là khoảng các giá trị có thể của mức động x (nằm giữa mức cực đại và mức cực tiểu).

ta có :

$$D = 20\lg \frac{u/_{W=0,02}}{u/_{W=0,98}} = 4,1 \text{ Б}$$

Ví dụ : Tiếng nói phát thanh viên D = 30 dB

Sân khấu truyền thanh D = 50 dB

Nhạc giao hưởng D = 60 dB

Ta cũng có biểu thức sau :

$$P_{tb} = \frac{P_{max}}{e^{0,115D - 0,004D^2}}$$

với P_{tb} là công suất trung bình của tín hiệu

P_{max} là công suất cực đại (ứng với mức cực đại, W = 0,02)

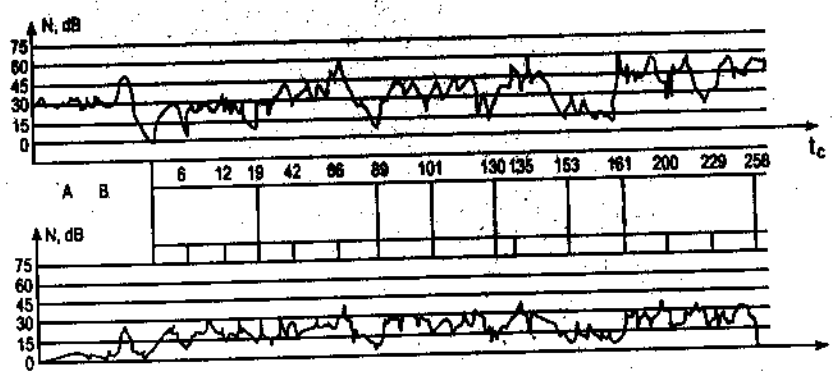
Ví dụ : D = 40 dB thì $P_{tb} = 2\% P_{max}$

Điều rút ra từ kết quả này là : nếu không biến đổi dải động thì rất lãng phí công suất máy phát.

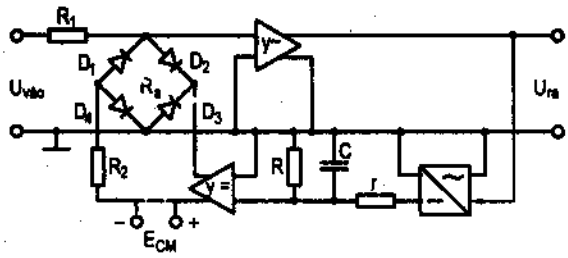
1.3. Biến đổi dải động

Bằng cách biến đổi dải động, chúng ta tận dụng công suất máy phát giảm nhỏ tác hại của méo, tăng tỉ số $\frac{S}{N}$. Đã có nhiều kĩ thuật cho phép nén, dãn dải động thỏa mãn mọi nhu cầu.

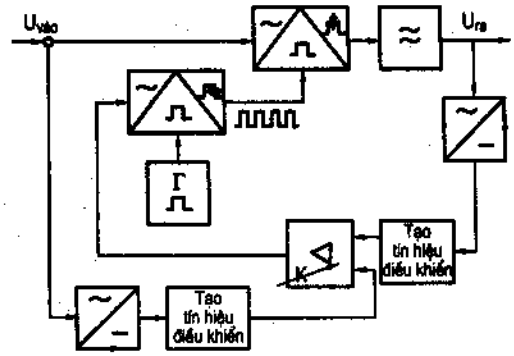
Hình 2-4 biểu thị tín hiệu điện thanh trước và sau khi thực hiện nén dải động bằng các mạch hạn chế mức đơn giản và bằng sự điều chỉnh tay của các chuyên viên âm thanh.



Hình 2-4 : Tín hiệu diện thanh trước và sau khi thực hiện nén dải động.



Hình 2-5 : Sơ đồ mạch nén dải động nhờ đặc tuyến phi tuyến của điốt.

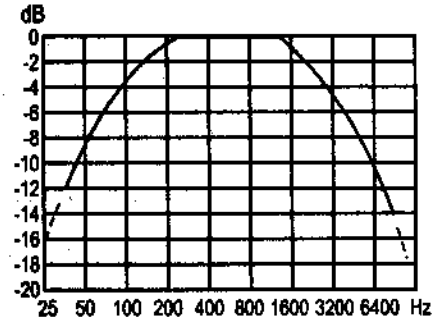


Hình 2-6 : Mạch nén/dãn dải động bằng điều chế xung.

Mạch hình 2-6 có thể tùy ý nén/dãn dải động, nhờ điều chỉnh hệ số khuếch đại tín hiệu điều khiển. Giả sử, ứng với bề rộng xung τ_o của tín hiệu điều biên xung (⎍⎍⎍) thì dải động của u_{ra} không thay đổi so với $u_{vào}$. Với bề rộng xung > τ_o (do kết quả điều rộng xung (⎍⎍⎍) ta sẽ có dãn dải động, với bề rộng xung < τ_o ta sẽ có nén dải động.

§2. DẢI TẦN, BIẾN ĐỔI PHỔ TÍN HIỆU

Có thể nghiên cứu phổ tín hiệu điện thanh như sau : dùng các bộ lọc dải có dải thông liên tiếp nhau để bao trùm toàn bộ dải tần tín hiệu xét. Dải thông của mỗi bộ lọc cỡ 1 hay $\frac{1}{2}$oct . Tín hiệu xét được đưa đến đầu vào bộ lọc. Dụng cụ chỉ báo mắc ở đầu ra mỗi bộ lọc. Hình 2-7 biểu thị dạng phổ tần số của tín hiệu điện thanh. Theo đồ thị, trong khoảng tần số trung bình mức năng lượng phổ lớn và đều (0 dB) còn ở hai bên thì mức năng lượng phổ giảm nhanh.



Hình 2-7 : Dải tần tín hiệu điện thanh.

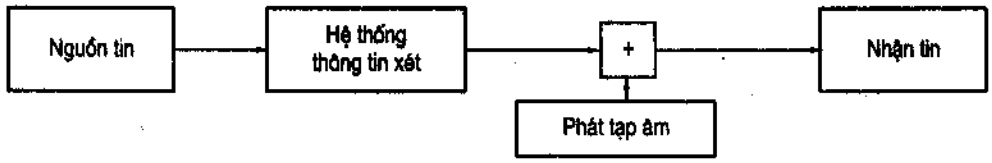
Biến đổi phổ là vấn đề thường gặp, chẳng hạn để giảm nhỏ tác hại của nhiễu khi biết rõ phổ của nhiễu, hay để bù trừ méo tần số (xem mục 3 - 3). Hiện nay có nhiều kĩ thuật được dùng để biến đổi phổ tín hiệu : các bộ lọc linh kiện thụ động, bộ lọc tích cực, bộ lọc số.

§3. CHẤT LƯỢNG TRUYỀN TÍN HIỆU ĐIỆN THANH

3.1. Độ nghe rõ

Độ nghe rõ là tỉ số giữa số phần tử tiếng nói được nhận đúng trên tổng số phần tử tiếng nói truyền đạt. Có các mức phần tử xét : độ nghe rõ âm tiết, độ nghe rõ từ, độ nghe rõ nội dung. Có

thể nghe rõ nội dung nhưng nghe kém rõ từ. Có thể nghe rõ từ nhưng nghe kém rõ âm tiết, hình 2-8 trình bày thực nghiệm xác định độ nghe rõ từ.



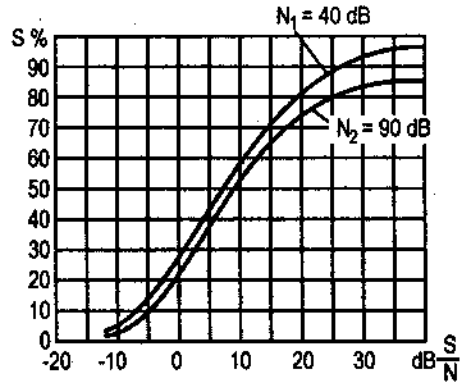
Hình 2-8 : Sơ đồ khối thực nghiệm xác định độ nghe rõ.

Âm phát ra ở loa (nhận tin) với mức âm có $\frac{S}{N}$ chuẩn. Phát thanh viên đọc trước micrô (nguồn tin) khoảng 2000 từ theo một bảng từ chuẩn bị sẵn. Sự sắp xếp từ trong bảng không tạo thành những liên kết có nghĩa. Tỉ lệ xuất hiện của các từ tương đương với xác suất của nó trong ngôn ngữ. Người nghe ghi toàn bộ văn bản nhận được khi người đọc đọc 20 từ/phút. Đối chiếu văn bản nhận được với bảng từ phát đi ta xác định độ nghe rõ từ của hệ thống thông tin xét. Có thể phân cấp như sau : tốt 80 ÷ 100%, khá 55 ÷ 80% ; tạm được 40 ÷ 55%. Mặc dù dải tần điện thoại là 300 ÷ 3400 Hz, nhưng hệ thống truyền tin tốt có thể đạt độ nghe rõ từ đến 90%, độ nghe rõ nội dung đến 99%.

Hình 2-9 trình bày kết quả xác định độ nghe rõ âm tiết S%. Trục hoành biểu thị tỉ số $\frac{S}{N}$. Mức nhiễu là tham số.

Nhận xét : khi tín hiệu và nhiễu bằng nhau $\left(\frac{S}{N} = 0 \text{ dB}\right)$ thì S = 25%, nghĩa là gián đoạn thông tin.

Khi $\frac{S}{N} \geq 30$ dB thì S tăng chậm theo $\frac{S}{N}$ đến cực đại. Giá trị mức nhiễu tăng thì S_{max} giảm.



Hình 2-9 : Sự phụ thuộc độ nghe rõ vào nhiễu.

3.2. Độ trung thực

Hệ thống thông tin có độ trung thực cao đòi hỏi phải có độ méo các loại trong giới hạn cho phép, mức nhiễu thấp, $\frac{S}{N}$ lớn. Độ trung thực truyền tín hiệu điện thanh là tỉ số giữa số các giọng nói mà người nghe nhận biết đúng trên tổng số các giọng nói được truyền đạt. Phương pháp xác định độ trung thực tương tự như xác định độ nghe rõ. Ở bên phát và bên thu có các bản mẫu ghi âm giống nhau để người nghe nhận dạng giọng nói.

3.3. Méo

Méo là không trung thực của âm nhận được so với âm nguồn. Sự méo về cảm thụ đặc tính không gian nguồn âm phụ thuộc vào studio, vào bố trí micrô và bố trí loa. Điều này ta sẽ xem xét ở chương IV. Trong phần tiếp đây, ta xem xét méo và nhiễu ảnh hưởng đến chất lượng tín hiệu điện thanh.

Các dạng méo tín hiệu điện thanh :

– Méo tần số, còn gọi là méo biên tần. Méo này do đặc tuyến biên độ - tần số của kênh không đủ rộng và không đủ bằng phẳng. Các thành phần phổ tín hiệu, xét về mặt biên độ, được mạch truyền đạt với hệ số truyền đạt khác nhau. Thính giác nhận biết méo tần số như là âm sắc bị thay đổi. Nếu tín hiệu bị cắt xén phần tần thấp thì âm nhận được trội tần cao, nghe đanh the thé. Nếu tín hiệu bị cắt xén phần tần cao thì âm nhận được trội tần thấp, nghe đục ồm ồm. Dải thông của thiết bị điện thanh được thiết kế gần đúng một cách hợp lí :

$$f_{min} \times f_{max} = 600000$$

– Méo pha do đặc tuyến pha - tần số của kênh không tuyến tính theo tần số. Méo pha chỉ nhận biết được khi tín hiệu có thanh áp khá lớn (méo pha nguy hiểm nhiều hơn cho tín hiệu số liệu). Méo biên tần và méo pha đều là méo tuyến tính.

– Méo phi tuyến do đặc tuyến truyền đạt phi tuyến $u_{ra} = f(u_{vào})$ của kênh. Sự biến đổi phi tuyến sẽ làm xuất hiện những thành phần tần số mới không có trong tín hiệu vào. Méo phi tuyến được thính giác nhận biết như là những âm phụ lục bục, xuyt xoạt, lắc rắc kèm theo tín hiệu. Một trong những phương pháp xác định méo phi tuyến là áp dụng công thức :

$$K = \frac{\sqrt{U_{m_2}^2 + U_{m_3}^2 + \ldots}}{U_{m_1}} \times 100(\%)$$

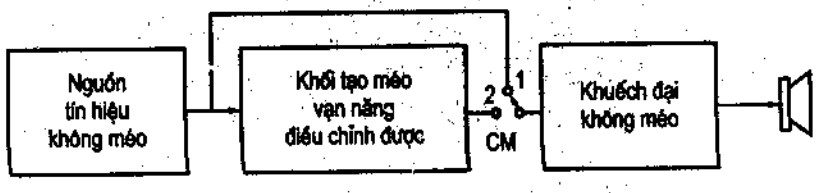
U_{m_1} là biên độ sóng điều hòa f_1 đầu ra và U_{m_2}, U_{m_3} ... là biên độ các sóng hài $2f_1$, $3f_1$ ... đầu ra khi chỉ đưa vào đầu vào dao động điều hòa tần số f_1.

– Méo giao thoa là một loại méo phi tuyến đặc biệt, kết quả giao thoa hai dao động điều hòa đầu vào (f_1 và f_2) làm xuất hiện ở đầu ra các thành phần tần số lạ không bội (so với f_1 và f_2) : $|f_1 \pm f_2|$.

Hệ số meo giao thoa xác định theo công thức :

$$K = \sqrt{\frac{U^2(f_1 + f_2) + U^2(f_1 - f_2)}{U^2(f_1) + U^2(f_2)}} \times 100(\%).$$

Yêu cầu méo giao thoa K < 1 %.



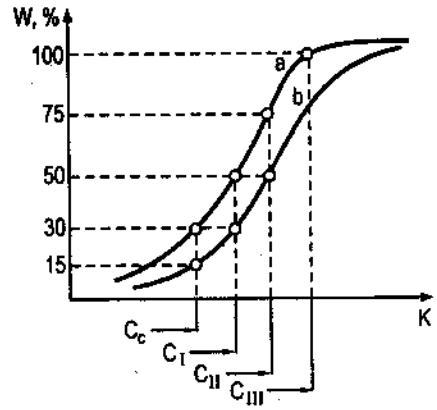
Hình 2-10 : Sơ đồ khối thực nghiệm đánh giá ảnh hưởng méo.

Hình 2-10 trình bày thực nghiệm đánh giá méo ảnh hưởng chất lượng truyền tín hiệu điện thanh.

Khối tạo méo cho phép chọn dạng méo, điều chỉnh mức méo, nhưng không làm thay đổi âm lượng khi so sánh. Chuyển mạch CM lần lượt cung cấp cho những người giám định trích đoạn chương trình không méo (CM ở vị trí 1) và trích đoạn chương trình đó bị làm méo (CM ở vị trí 2).

Hình 2-11 biểu thị khái quát kết quả thực nghiệm : trục hoành ghi mức định lượng vật lí đặc trưng cho mức méo của dạng méo xét. Trục tung ghi số % người giám định khẳng định có méo.

Đường a là kết quả thực nghiệm với các chuyên viên âm thanh. Đường b là kết quả thực nghiệm đối với người bình thường. C_c, C_I, C_{II} , C_{III} là các cấp chất lượng được phân cấp theo kết quả thực nghiệm.



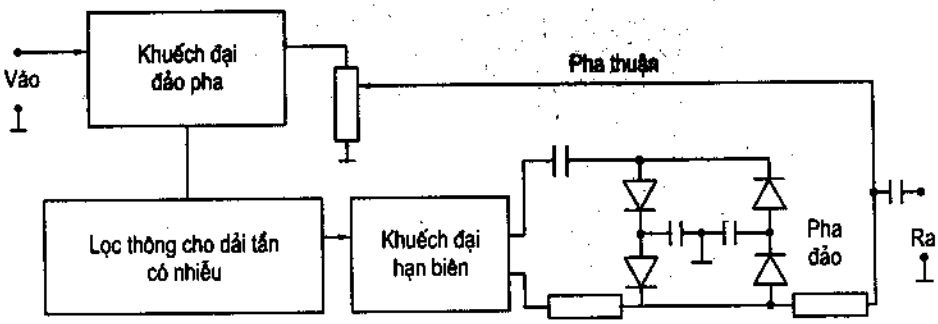
Hình 2-11 : Kết quả thực nghiệm

Dưới đây giới thiệu bảng chỉ tiêu cấp chất lượng thiết bị điện thanh của Liên Xô cũ để tham khảo.

CHỈ TIÊU CHẤT LƯỢNG THIẾT BỊ ĐIỆN THANH

Chỉ tiêu	Đơn vị	Cấp cao	Cấp I	Cấp II	Cấp III
Dải thông tần	Hz	30 + 15.000	50 + 10.000	100 + 6000	200 + 4100
Độ không đều đặc tính biên độ - tần số :					
Khoảng giữa	dB	2	2	3	6
Hai biên	dB	6	6	6	10
Méo phi tuyến	%	1	2,5	4	7
Nhiễu nguồn	dB	–60	–55	–50	–50
Tạp âm trắng	dB	–62	–60	–55	
Nhiễu xung phổ 1500 + 3000 Hz	dB	–90	–85	–80	
Nhiễu xung phổ dưới 500 Hz	dB	–60	–55	–50	
Nhiễu xuyên âm	dB	–80	–74	–70	–70
Suy giảm xuyên âm âm 2 kênh Stereo	dB	30	20	18	15
Chênh lệch 2 kênh truyền đạt Stereo	dB	0,5	1	2	3

Ghi chú : Trị số dB ghi đối với nhiễu chỉ mức nhiễu so với mức tín hiệu định mức.



Hình 2-12 : Mạch hạn chế nhiễu.

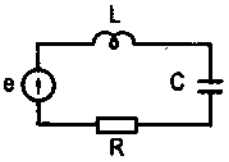
Méo và nhiễu đều tác động đến tín hiệu, có thể làm giảm độ trung thực của tín hiệu nhận so với tín hiệu phát. Nhưng chúng khác nhau : méo đặc trưng cho mức độ kém hoàn hảo của thiết bị, còn nhiễu thường là các "tín hiệu lạ" chèn vào tín hiệu có ích. Nguồn gốc, cách định lượng nhiễu và chống nhiễu được trình bày trong những giáo trình chuyên đề. Hình 2-12 giới thiệu mạch hạn chế nhiễu kiểu động : mục đích của nó là để triệt nhiễu khi ngừng âm thanh có ích. Nếu tín hiệu mạnh thì các điốt thông mạnh làm ngắn mạch pha đảo của tín hiệu xuống đất. Trong khoảng ngừng, các điốt hầu như hở mạch, pha đảo triệt tiêu pha thuận nên người nghe không còn khó chịu với tạp âm nhiễu rộ lên (như trong các thiết bị không có mạch này).

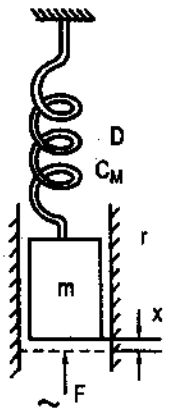
Chương 3

MICRÔ VÀ LOA

§1. BIẾN ĐỔI THUẬN NGHỊCH ÂM THANH - TÍN HIỆU ĐIỆN VÀ NGUYÊN LÍ TƯƠNG TỰ ĐIỆN CƠ

Micrô và loa là thiết bị đầu cuối của nhiều hệ thống thông tin. Trong chúng xảy ra biến đổi âm thanh thành tín hiệu điện và ngược lại. Chúng là một hệ phức tạp bao gồm các phần hệ âm học, cơ học, điện học tương tác với nhau. Các hệ dao động âm, cơ, điện tuy khác nhau nhiều về vật lí, nhưng có thể được mô tả bằng những biểu thức toán học tương tự nhau. Cho nên người ta có thể đưa việc tính toán âm học và cơ học về việc tính toán mạch điện. Khi đó, người ta có thể sử dụng phương phắp tính mạch điện đã hoàn thiện và các máy móc đo lường điện đã hoàn hảo. Ví dụ dưới đây minh họa một sự tương tự :

Điện		**Cơ**
	L	m (khối lượng)
	R	r (ma sát)
	i	v
	$U = \frac{q}{C}$	$F = \frac{x}{C_M \text{(độ uốn)}}$
$Z = \frac{U}{I} = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$		$z = \frac{F}{v} = r + j\left(\omega m - \frac{1}{\omega C_M}\right)$
$\omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}}$		$\omega_o = \frac{1}{\sqrt{mC_M}}$
$L\frac{d^2q}{dt^2} + R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = E_m \sin\omega t$		$m\frac{d^2x}{dt^2} + r\frac{dx}{dt} + \frac{x}{C_M} = F_m \sin\omega t$
i	e	v F



Để đặc trưng cho khả năng biến đổi năng lượng, ta định nghĩa hệ số ghép điện cơ là :

$$M = \frac{F}{i} = \frac{e}{v}$$

Trong loa : lực F là hưởng ứng đầu ra, dòng điện âm tần i là tác động đầu vào.

Trong micrô : sức điện động e là hưởng ứng đầu ra, tốc độ dịch chuyển của màng rung, v là tác động đầu vào ; M càng lớn biểu thị hiệu suất càng cao.

Trong phạm vi làm việc tuyến tính của micrô và loa, chúng có thể được biểu diễn như một mạch điện tương đương hai cửa.

§2. ĐẶC ĐIỂM VÀ CHỈ TIÊU CÔNG TÁC CỦA MICRÔ VÀ LOA

2.1. Micrô

Độ nhạy hướng trục của micrô là tỉ số điện áp đầu ra của micrô với thanh áp tác động khi hướng truyền âm ngược hướng trục âm của micrô (cùng phương)

$$\eta_o = \frac{u}{p}\left[\frac{mV}{N/m^2}\right]$$

p là thanh áp tại vị trí đặt micrô.

Nếu độ nhạy của micrô không thay đổi đối với tất cả các góc tới của hướng truyền sóng âm thì micrô đó là vô hướng. Thực tế sử dụng cả micrô vô hướng lẫn micrô định hướng. Đặc tuyến hướng là tỉ số giữa độ nhạy η_θ với độ nhạy hướng trục η_o.

$$H(\theta) = \frac{\eta_\theta}{\eta_o}$$

Góc θ là góc lệch giữa hướng truyền âm so với hướng trục âm của micrô. Người sử dụng mong muốn đặc tuyến hướng H(θ) không thay đổi theo tần số.

Đặc tính tần số của micrô là sự phụ thuộc của độ nhạy hướng trục đối với tần số : $\eta_o(\omega)$

Tạp âm nội bộ của micrô được xác định $N = 20\lg\frac{U_{ta}}{U_{th}}$; với U_{ta} là điện áp tạp âm nội bộ, U_{th} là điện áp tín hiệu đầu ra micrô tương ứng với thanh áp 1μbar tác động vào micrô.

Điều kiện thu âm và tính phương hướng của micrô :

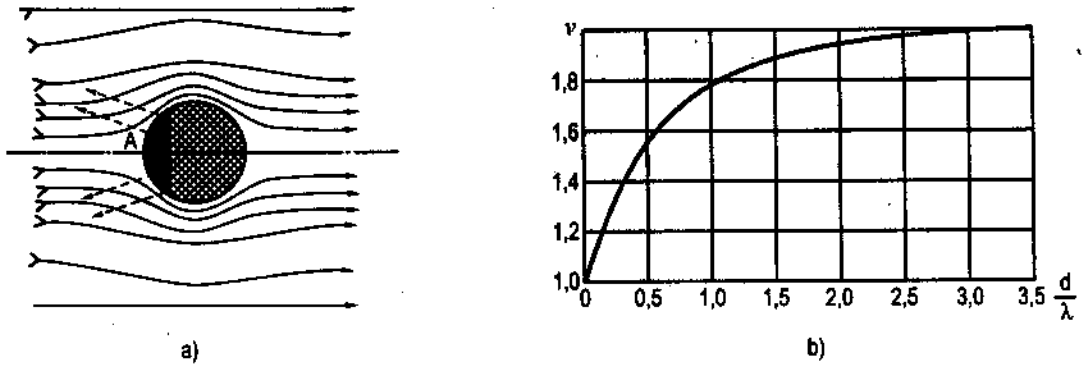
Trước hết, ta xét vấn đề méo trường âm tại vùng có vật thể nào đó do chính vật thể đó gây ra. Hệ số méo trường âm được định nghĩa :

$$v = \frac{p'}{p}$$

p' là thanh áp tại vùng xét khi có vật thể ;

p là thanh áp tại vùng đó khi không có vật thể.

Hình 3-1a biểu thị quả cầu đặt trong trường âm. Quả cầu đường kính d. Hệ số méo trường âm đo tại A được trình bày ở hình 3-1b.

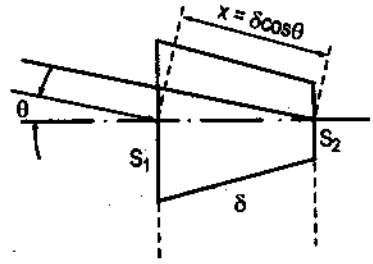


Hình 3-1
a - Quả cầu trong trường âm ; b - Hệ số méo trường âm.

Nhận xét rằng, ν phụ thuộc vào kích thước tương đối $\frac{d}{\lambda}$. ν cũng phụ thuộc vào hình dạng vật thể và hướng tới của sóng âm.

Micrô dùng để thu âm, nhưng bản thân nó lại làm méo trường âm. Để thu âm trung thực thì trước hết micrô phải có kích thước nhỏ bé và có hình dạng phù hợp (sao cho méo trường âm là không đáng kể).

Để làm rõ đặc tuyến hướng của micrô, ta giả thiết micrô có dạng hình nón cụt và trục làm thành với hướng tới của âm một góc θ, có đáy S_1 quay về nguồn âm và đáy S_2 như hình 3-2.



Hình 3-2 : Mô hình nón cụt của micrô.

Tại S_2 sóng âm từ nguồn do chênh lệch quãng đường x mà lệch pha so với sóng âm tại S_1.

$$x = \delta\cos\theta$$

$$\varphi = \omega\Delta t = \omega\frac{x}{c} = \frac{\omega}{c}\delta\cos\theta$$

Phần điện ra biến đổi cơ - điện chịu tác động tổng hợp của thanh áp tại S_1 và S_2. Xuất phát từ trên, ta có thể chứng minh :

$$\eta_\theta = M_x(\alpha S_1 + \beta S_2 + j\beta S_2\varphi)$$

α, β là hệ số phụ thuộc cấu tạo micrô ;

M là hệ số ghép điện - cơ,

a) Nếu micrô không thu âm ở mặt sau, $S_2 = 0$, thì $H(\theta) = 1$. Khi đó, micrô là vô hướng và gọi là micrô thu thanh áp.

b) Nếu micrô thu âm cả ở S_1 và S_2 với $S_t = S_2$, và kết cấu thích hợp, ta có $H(\theta) = \cos\theta$. Khi đó, micrô có đặc tính hướng hình số 8 và gọi là micrô thu gradient thanh áp.

c) Trường hợp trung gian giữa hai trường hợp trên là micrô thu âm chủ yếu ở S_1, phần phụ từ S_2, và với kết cấu thích hợp, ta có :

$$H(\theta) = \frac{1 + b\cos\theta}{1 + b}$$

b là hệ số phụ thuộc kết cấu.

2.2. Loa

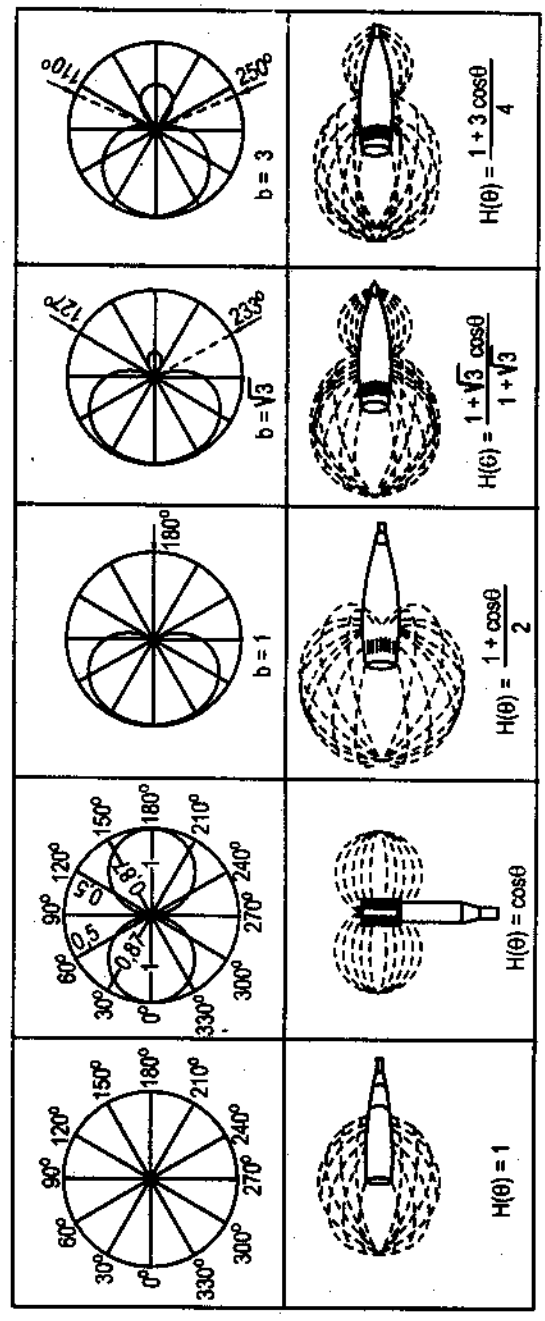
Độ nhạy hướng trục của loa là tỉ số $\eta_o = \frac{p_o}{\sqrt{P}}$ với p_o là thanh áp do loa tạo ra tại một điểm trên trục âm và cách loa 1 mét, P là công suất điện đưa vào loa.

Hiệu suất của loa là tỉ số $\lambda = \frac{P_a}{P}$ với P_a là công suất âm bức xạ.

Đặc tính tần số của loa là các quan hệ $\eta_o(\omega)$, $\lambda(\omega)$.

Công suất điện danh định của loa là công suất lớn nhất do mạch điện cung cấp cho loa mà loa vẫn bảo đảm những chỉ tiêu kĩ thuật cho trước (về méo phi tuyến, độ bền nhiệt, độ bền cơ...).

Điện áp danh định của loa là điện áp của tín hiệu cung cấp cho loa đạt được công suất điện danh định.



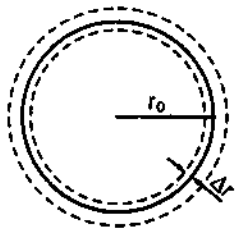
Hình 3-3 : Đặc tính phương hướng điển hình của micrô.

Trở kháng danh định của loa là trở kháng đo được với dòng điện điều hòa (400 hay 1000Hz) có mức điện áp bằng 30% trị số điện áp danh định.

Đặc tính hướng của loa là $H(\theta) = \frac{p_\theta}{p_o}$ với p_θ là thanh áp trên hướng lệch góc θ so với hướng trục âm của loa. Loa dùng để phát âm vào không khí. Vì khả năng tải năng lượng âm của không khí là có hạn, nên loa phải có kích thước và cấu tạo phù hợp với yêu cầu truyền năng lượng âm thanh vào không khí. Đây là một trong những điểm khác biệt của loa so với micrô.

Đặc điểm bức xạ âm và tính phương hướng của loa

Chỉ quả cầu bức xạ mới có đặc tính $H(\theta) = 1$ (vô hướng). Hình 3-4 vẽ mô hình đó, quả cầu co dãn và trương nở để kích thích dao động âm truyền đều các hướng.



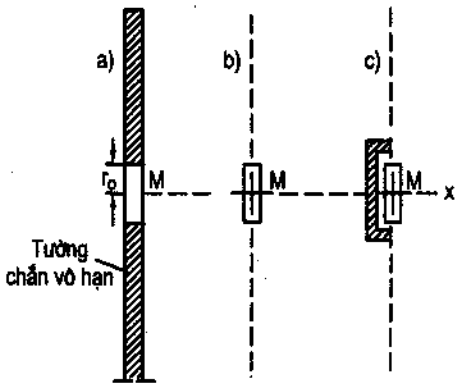
Hình 3-4 : Mô hình quả cầu bức xạ.

Hình 3-5 trình bày nguồn bức xạ pittông. M là màng pittông tròn dao động theo hướng trục x, M đặt trong lỗ tròn bán kính r_o, một phía đã bị bịt kín bằng vật liệu chắn âm, vậy âm được bức xạ vào không khí chỉ ở một phía theo hướng trục x. Đây là mô hình đơn giản hệ dao động loa. Người ta chứng minh rằng :

$$H(\theta) = \frac{2J_1(Kr_o \sin\theta)}{Kr_o \sin\theta}$$

J_1 là kí hiệu hàm Becxen hạng nhất

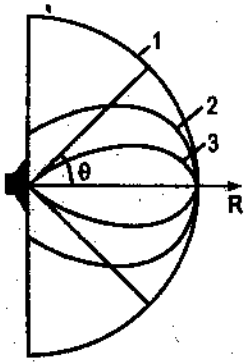
$$K = \frac{\omega}{c} = \frac{2\pi}{\lambda}$$



Hình 3-5 : Mô hình nguồn bức xạ pittông.

Hình 3-6 vẽ đặc tính hướng $H(\theta)$ tương ứng.

1. $Kr_o = 0{,}25$
2. $Kr_o = 2{,}5$
3. $Kr_o = 5$



Hình 3-6 : Đặc tính phương hướng của nguồn bức xạ pittông.

Rõ ràng, nếu kích thước dài (tương đối) $\frac{r_o}{\lambda}$ càng lớn thì tính phương hướng càng tăng (búp sóng càng nhọn).

Để đặc trưng cho khả năng truyền năng lượng âm của môi trường, người ta đưa ra khái niệm trở kháng bức xạ : đó là tỉ số giữa lực tạo ra trong sóng âm không khí với tốc độ dao động âm của màng loa (giá trị phức) :

$$z_b = \frac{F}{v} = a + jb$$

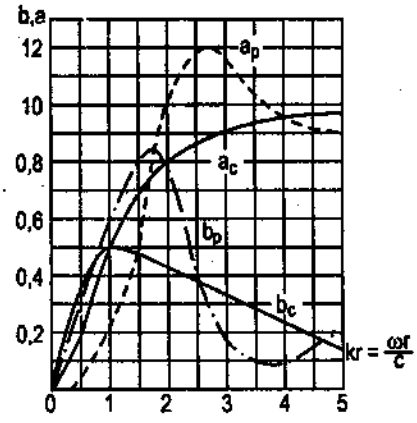
Thành phần thực a đại diện cho sự truyền lan trong trường âm phần năng lượng sóng âm từ nguồn mà không quay trở lại. Thành phần ảo b đại điện cho phần năng lượng âm mà nguồn và môi trường trao đổi với nhau.

Trên đồ thị hình 3-7 biểu thị trở kháng bức xạ của quả cầu $a_c + jb_c$ và của pittông bức xạ một phía $a_p + jb_p$.

Trục hoành của đồ thị là cự li tương đối Kr, với r là cự li từ điểm xét trên trục âm trong trường âm đến tâm quả cầu hay tâm màng pittông :

$$Kr = \frac{\omega r}{c}$$

Nhận xét đồ thị : ta thấy khi Kr < 1 thì b > a, khi Kr → ∞ thì a → 1 và b → 0. So với a_c, b_c thì a_p , b_p biến thiên dữ dội, phức tạp hơn.



Hình 3-7 : Đồ thị trở kháng bức xạ.

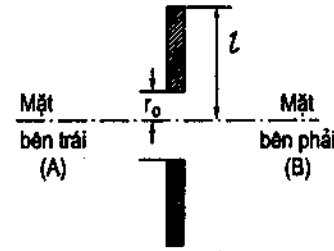
Một kết luận có thể rút ra là : nếu xem r là tham số thì đồ thị biểu thị đặc tính tần số của trở kháng bức xạ. Nếu xem ω là tham số thì đồ thị biểu thị đặc tính không gian của trở kháng bức xạ.

Ở vùng không gian lân cận nguồn bức xạ âm có sự trao đổi qua lại năng lượng âm giữa nguồn và môi trường.

Đặc điểm sự trao đổi năng lượng âm thể hiện càng mạnh nếu tần số càng thấp, thể hiện một vấn đề tổng quát hơn gọi là hiệu ứng suy giảm năng lượng âm tần số thấp của loa.

Giải thích hiệu ứng này như sau :

Ta vẽ lại nguồn bức xạ pittông nhưng với tường chắn hữu hạn (bán kính *l*) và không bịt.



Hình 3-8 : Hiệu ứng suy giảm năng lượng âm tần số thấp.

Giả sử sóng âm tần số f (bước sóng λ)

– Trong trường hợp tường chắn vô hạn ($l = \infty$) thì không có khuếch tán áp suất giữa mặt bên trái và mặt bên phải của pittông. Ở thời điểm t_1 nào đó, p_A cực đại, p_B cực tiểu. Và đúng vào thời điểm $t_2 = t_1 + \frac{T}{2}$ (với $T = \frac{1}{f}$) thì p_A cực tiểu, p_B cực đại.

Sự bức xạ năng lượng âm của pittông không phụ thuộc tần số.

– Trong trường hợp tường chắn hữu hạn (bán kính *l*) thì xảy ra khuếch tán áp suất giữa 2 mặt pittông với quãng đường 2*l*. Nếu $2l < \frac{T}{2} \times c = \frac{\lambda}{2}$ thì sự khuếch tán áp suất nén p_A bắt đầu từ t_1 và từ A đã đến tới B trước thời điểm t_2. Do đó làm san bằng sóng âm bức xạ tại B. Kết quả có rất ít năng lượng âm được phát ra.

– Với giá trị *l* cho trước (loa có kích thước cho trước) thì chỉ có tần số thấp thỏa mãn $2l < \frac{\lambda}{2}$; tức là $f < \frac{c}{4l}$ mới có hiệu ứng này ; tần số càng thấp càng bị san bằng, càng bị suy giảm.

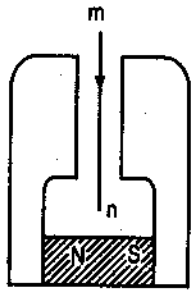
§3. MICRÔ VÀ LOA HỆ ĐIỆN ĐỘNG

Nguyên lí : dây dẫn điện chiều dài *l* dịch chuyển tự do trong mặt phẳng thẳng góc với đường sức của từ trường (không đổi, đều) trong khe có độ cảm ứng từ B. Trong micrô điện động thì dao động âm cưỡng bức dây dẫn dao động với tốc độ v sẽ sinh ra sức điện động âm tần cảm ứng $E = Blv$.

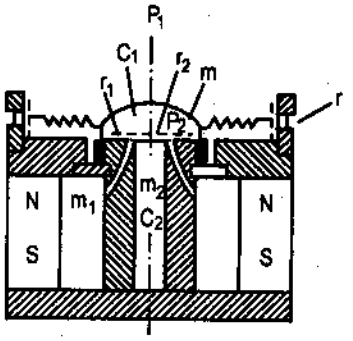
Trong loa điện động thì dòng điện âm tần tương tác với từ trường sẽ sinh ra lực F làm dây dẫn dao động kích thích trường âm thanh $F = Bli$.

Hệ số ghép điện cơ của hệ điện động $M = Bl$.

Micrô và loa điện động được dùng rất phổ biến. Micrô điện động có chất lượng tốt, nhưng khó tiểu hình hóa và chịu chấn động hơi kém (nhất là micrô băng). Loa điện động được dùng rộng rãi nhất vì kết cấu tương đối đơn giản, âm thanh trung thực nhưng hiệu suất thấp (0,5 ÷ 4%).



Hình 3-9 : Mô hình hệ điện động.

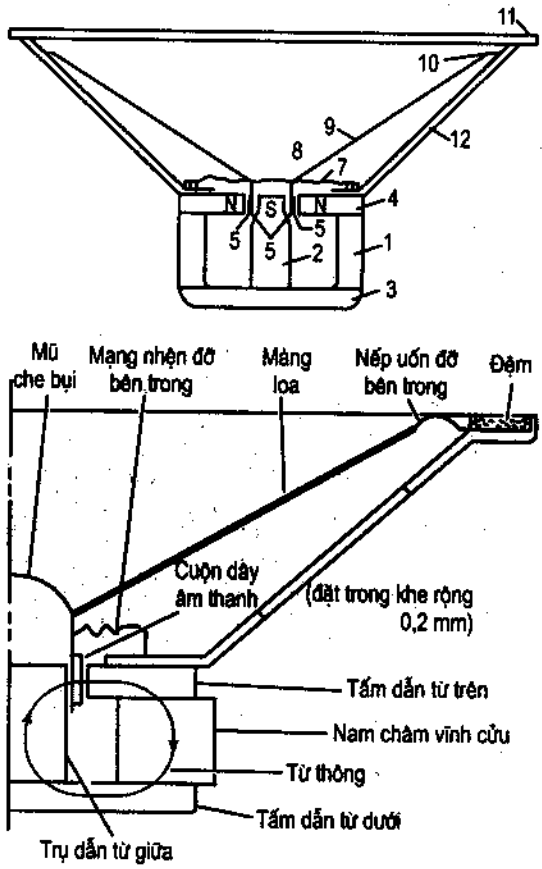


Hình 3-10 : Micrô điện động.

Dưới đây giới thiệu cấu tạo kĩ thuật của micrô và loa điện động.

Hình 3-10 là cấu trúc micrô điện động. Hình 3-11 là cấu trúc loa điện động. Chúng đều có nam châm vĩnh cửu và mạch dẫn từ với khe từ hình xuyến (đường sức từ hướng tâm). Trong khe đặt cuộn dây âm thanh, cuộn dây này dao động tự do theo phương trục. Chữ "tự do" hiểu theo nghĩa : với dao động biên độ cực đại, sự dao động đó không bị các liên kết của kết cấu ảnh hưởng đến. Các kết cấu này có tính đàn hồi cao, gắn cuộn dây với khung cố định.

Về kết cấu micrô và loa có những yếu tố khác nhau như sau : hệ dao động micrô không làm méo trường âm tác động vào nó, còn hệ dao động loa truyền cực đại có thể năng lượng âm cho không khí với đặc tính hướng mong muốn. Nhận xét hình vẽ ta cũng thấy sự khác nhau : màng micrô hình vòm, nhẹ, làm bằng polistyrol. Khi màng dao động, không khí trong không gian dưới



Hình 3-11 : Mặt cắt loa điện động.

màng xuyên qua tấm che bằng vải tơ để lưu thông sang các lỗ thông trong hệ dẫn từ, những lỗ này dẫn đến các hốc lớn. Chụp lồi của loa làm tăng diện tích mặt bức xạ âm. Màng loa làm bằng giấy đặc biệt, có hình dạng xác định, với khối lượng và diện tích tối ưu để tăng cường thêm công suất bức xạ âm. Tất nhiên, loa công suất càng lớn thì càng to. Tần số cộng hưởng cơ của hệ dao động là $\omega_o = \frac{1}{\sqrt{mC_M}}$ trong đó m và C_M là khối lượng và độ uốn của hệ dao động và liên kết đàn hồi (nếp nhăn, mạng nhện). ω_o được coi là giới hạn dưới của dải tần số công tác. Để mở rộng khả năng thu âm trầm (micrô) hay phát âm trầm (loa) thường mong muốn tăng độ uốn C_M đến tối đa.

Đối với loa công suất lớn, vành loa phải làm càng to. Phổ biến nhất là vành loa có diện tích mặt cắt biến thiên theo quy luật hàm số mũ :

$$S_x = S_1 e^{mx}$$

$$m = \frac{4\pi f_c}{c}$$

S_1 là diện tích lỗ cửa nối vào vành ;

m là chỉ số mở rộng vành ;

x là chiều dài vành loa (trên trục loa từ lỗ cửa) ;

f_c là tần số cắt (giới hạn dưới của dải tần) ;

Ví dụ : $f_c = 475$ Hz ($\lambda_c = 28,5$ in) ; m = 0,440.

$S_1 = 0,140$ Sq in ; x = 4 in ; mx = 1,76 ;

$e^{1,76} = 5,8124$; $S_x = 0,8137$ Sq.in.

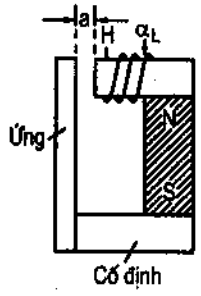
Đường kính miệng vành $\frac{\lambda}{4} = 7,21$ in ứng với chiều dài 9 in.

Thường thấy vành hàm số mũ được ứng dụng trong loa nén. Loa nén có công suất lớn, hiệu suất cao gấp 10 lần loa điện động. Trong loa nén, năng lượng âm từ màng loa bị nén lại trong buồng nén trước cửa vào vành. Chủ yếu dùng loa nén để bức xạ dải cao của tần số âm thanh.

§4. MICRÔ VÀ LOA HỆ ĐIỆN TỪ

Nguyên lí : Bộ phận ứng (một phần tử khép kín mạch từ) ngăn cách với phần cố định của mạch từ bởi khe từ bề rộng a ; bộ phận ứng có thể rung động tự do. Mạch từ dẫn từ thông do nam châm vĩnh cửu tạo ra và làm lõi dẫn từ của cuộn dây âm thanh. Cuộn này được cố định trên lõi mạch từ. Trong micrô điện từ, dao động âm làm rung bộ phận ứng, khe từ có bề rộng thay

đổi, làm từ trở biến thiên, trong từ thông xuất hiện thành phần biến thiên, kết quả cuộn dây âm thanh cảm ứng sức điện động âm tần. Từ trở mạch từ chủ yếu là do khe từ quyết định :



Hình 3-12 : Mô hình điện từ.

$$R_M \approx \frac{a+x}{\mu_o S}$$

x là độ dịch của phần ứng khỏi vị trí tĩnh do chịu tác động của thanh áp.

S là diện tích mặt cắt mạch từ tại khe $\mu_o = 4\pi . 10^{-7}$ H/m.

Từ thông do nam châm tạo ra :

$$\Phi = \frac{\theta}{R_M}$$

θ là sức từ động của nam châm vĩnh cửu.

Trong cuộn dây sẽ xuất hiện sức điện động cảm ứng :

$$E = -W\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\theta S W \mu_o}{(a+x)^2} v$$

W là số vòng dây của cuộn dây.

Ta nhận thấy giá trị E phụ thuộc vào cả x, nghĩa là tồn tại méo phi tuyến. Muốn méo phi tuyến nhỏ thì phải thực hiện điều kiện $x \ll a$. Vậy micrô điện từ thường kém nhạy.

Trong loa điện từ, dòng điện âm tần trong cuộn dây âm thanh tạo ra thành phần từ thông xoay chiều, tương ứng lực từ biến thiên gây ra sự dao động của phần ứng, kích thích âm thanh. Lực từ gây ra dao động phần ứng là :

$$F = \frac{(\Phi_o + \Phi_\sim)^2}{2\mu_o S}$$

$$\Phi_o = \frac{\theta}{R_M}$$

$$\Phi_\sim = \frac{iW}{R_M}$$

Nếu chỉ lưu ý đến thành phần dao động âm (làm rung màng loa)

$$F = \alpha\Phi_o\Phi_\sim + \beta\Phi_\sim^2 \qquad (\alpha, \beta \text{ là các hằng số})$$

Thành phần $\Phi_\sim^2$ là sóng hài bậc hai, chứng tỏ méo phi tuyến. Với điều kiện $\Phi_o \gg \Phi_\sim$ thì méo phi tuyến đủ bé :

$$F = \alpha\Phi_o\Phi_\sim = \frac{\theta S W \mu_o}{a^2} i$$

Thực ra thì cường độ từ trường có một trị số tối ưu. Nếu Φ_o quá lớn làm cho thành phần không đổi quá lớn, do đó phần ứng không thể tự do dao động.

Hệ số ghép điện cơ của hệ điện từ là :

$$M = \theta\mu_o SW \times \frac{1}{a^2}$$

Loa điện từ có ứng dụng chủ yếu làm ống nghe điện thoại vì rẻ tiền.

§5. MICRÔ VÀ LOA HỆ TĨNH ĐIỆN

Nguyên lí : Tấm động dao động tự do làm thành với tấm cố định một tụ điện. Trong micrô tụ điện, nếu tấm động chịu tác động của thanh áp điều hòa, thì dao động :

$$x = x_m e^{j\omega t}$$

Tương ứng, điện dung tụ điện bao gồm thành phần biến thiên :

$$C = \frac{\varepsilon_o S}{a + x}$$

ε_o là hằng số điện môi ;

S là diện tích tấm tụ ;

a là khoảng cách tĩnh giữa hai tấm tụ.

Ta đã biết $i = \frac{dq}{dt}$; $q = CU$; $C_o = \frac{\varepsilon_o S}{a}$

$$i = U_o \frac{dC}{dt} = -U_o \frac{\varepsilon_o S}{(a+x)^2} j\omega x \approx \frac{U_o \frac{x}{a}}{\frac{1}{j\omega C_o}} = \frac{e}{Z_i}$$

với $e = U_o \frac{x}{a} = U_o \frac{j\omega x}{j\omega a} = U_o \frac{v}{j\omega a}$ và $Z_i = \frac{1}{j\omega C_o}$

Trong loa tụ điện, nếu đặt vào tụ một điện áp âm tần U, thì lực F làm tấm động tụ điện dao động :

$$F = (U_o + U_\sim)^2 \frac{S\varepsilon_o}{2a^2} = F_o + F_\sim + F_{\text{hài bậc hai}}$$

Tín hiệu có ích :

$$F_\sim = \frac{U_o S\varepsilon_o}{a^2} U_\sim = \frac{U_o}{j\omega a} j\omega U_\sim \frac{\varepsilon_o S}{a} = \frac{U_o}{j\omega a} \frac{d}{dt}(U_\sim . C_o)$$

$$F_\sim = \frac{U_o}{j\omega a} i$$

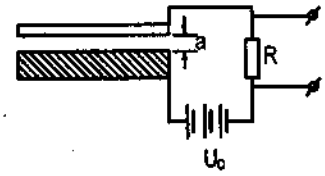
Hệ số ghép điện cơ của hệ tĩnh điện là $M = \frac{U_o}{j\omega a}$

Cấu tạo kĩ thuật :

– Micrô tụ điện :

a = 20 ÷ 30 μm, bề dày tấm động (kim loại) 5 μm.

C_o = 2 ÷ 100 pF



Hình 3-13 : Mô hình hệ tĩnh điện.

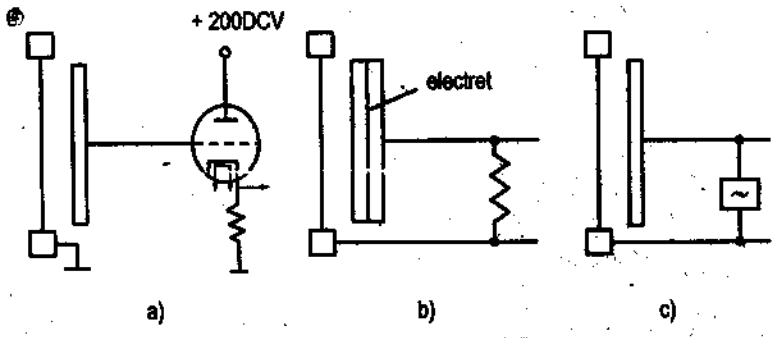
– Nguồn U_o trong sơ đồ hình 3-13 có thể có 3 biến dạng sau :

a) Nguồn một chiều 20 DCV ÷ 200 DCV. Điện trở đầu vào của bộ lặp cathode ≥ 10^8 Ω.

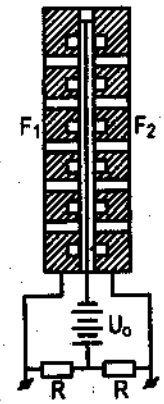
b) Điện môi tích điện vĩnh cửu (electret). Tấm electret là tấm mỏng polymer (như Teflon) có độ dày 12 ÷ 25 μm. Điện tích được nạp sao cho tương đương thiên áp một chiều 200 DCV.

c) Nguồn dao động cao tần cỡ 10 MHz bị điều chế tần số bởi dao động của tấm động. Nhờ giải điều tần mà có được tín hiệu âm tần (không có giới hạn dưới của dải tần).

– Ưu điểm của micrô tụ điện : độ trung thực cao, độ nhạy cao, dải động lớn, chịu chấn động, tiểu hình hóa được (đến kích thước 3 × 3 × 2 mm). Do đó micrô tụ điện trở thành được ưa chuộng nhất.



Hình 3-14 : Các phương pháp thực hiện nguồn U_o.



Hình 3-15 : Cấu trúc sai phân hệ tĩnh điện.

– Hình 3-15 giới thiệu cách đấu kiểu sai phân của micrô hoặc loa tụ điện. Kiểu đấu này ghép sai phân hai tụ điện, bao gồm hai tấm cố định, và một tấm động chung ở giữa. Các dòng 1 chiều, hài bậc hai, nhiễu đồng pha, nhiễu nhiệt bị triệt tiêu trên tải.

– Trong hình tấm cố định của tụ có nhiều lỗ để tăng khối lượng không khí giữa hai tấm tụ, những lỗ thông để sóng âm lưu thoát dễ dàng.

– Loa tụ điện không có tổn hao nhiệt, không có tổn hao dòng điện xoáy, không có tổn hao từ nên hiệu suất cao. Ưu điểm rõ rệt của loa tụ điện là đặc tính tần số khá bằng phẳng và giới hạn trên của dải tần làm việc rất cao. Nhược điểm của loa tụ điện : công suất không lớn, phải có nguồn định thiên, phải phối hợp trở kháng bằng biến áp. Loa tụ điện được dùng rộng rãi.

§6. MICRÔ ÁP ĐIỆN, BỘT THAN

6.1. Micrô áp điện

Một số chất liệu có tính chất áp điện : nếu tác động một lực làm tinh thể biến dạng thì sẽ sinh ra điện áp trên tinh thể, đó là hiệu ứng áp điện thuận làm nguyên lí cho micrô áp điện. Nếu đặt vào tinh thể một điện áp thì tinh thể bị biến dạng, đó là hiệu ứng áp điện nghịch.

Các chất liệu áp điện khá nhiều : thạch anh, ADP (ammonium dihydrogen phosphate), gồm đa tinh thể như PZT (lead zirconate titanate và barium titanate, polymer bán tinh thể như PVDF (polyvinylidenepluoride).

Đối với phần tử áp điện :

$$\frac{F}{q} = \frac{u}{x} = kA$$

F là lực sinh ra điện tích q ;

u là điện áp sinh ra biến dạng x ;

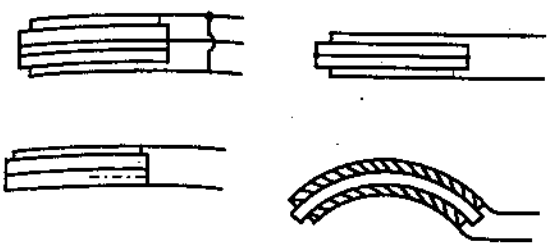
A là hệ số phụ thuộc kích thước, hình dạng của phần tử áp điện.

Ta đã biết :

$$i = \frac{dq}{dt} = j\omega q$$

$$v = \frac{dx}{dt} = j\omega x$$

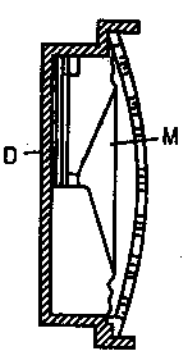
Vậy hệ số biến đổi điện cơ của hệ áp điện là $M = \frac{kA}{j\omega}$.



Hình 3-16 : Hệ điện áp với các cách ghép đôi khác nhau.

Cấu tạo kĩ thuật của micrô áp điện. Mỗi tinh thể áp điện có một chiều thể hiện hiệu ứng áp điện gọi là trục áp điện. Phải cắt miếng tinh thể áp điện theo bề mặt vuông góc trục áp điện thì mới sử dụng được. Tùy theo cách ghép đôi các miếng cắt (hình 3-16) mà ta có các kiểu biến dạng áp điện kiểu dịch, kiểu uốn, kiểu xoắn.

Hình 3-17 cấu tạo micrô áp điện. Nó có một màng để tập trung năng lượng dao động vào đầu tự do của phần tử áp điện ghép đôi.



Hình 3-17 : Cấu tạo micrô áp điện.

Ưu điểm của micrô áp điện : kích thước tương đối nhỏ.

Độ nhạy khá cao $\left(5 \div 25 \frac{mV}{N/m^2}\right)$

Chất lượng âm thanh chấp nhận được.

Nhược điểm : chịu chấn động hơi kém.

6.2. Micrô bột than

Nguyên lí : Màng rung dao động dưới tác động của sóng âm làm thay đổi độ nén trên những hạt than, làm cho điện trở của micrô thay đổi :

$$r = R_o + R_m \sin\omega t$$

R_o là điện trở tĩnh,

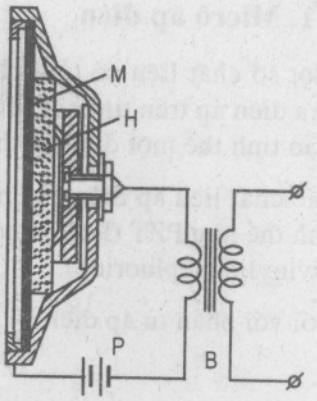
Dòng điện trong mạch micrô :

$$i = \frac{U_o}{R_1 + R_o + R_m \sin\omega t}$$

R_t là điện trở tải.

Gọi $m = \frac{R_m}{R_1 + R_o}$, ta có :

$$i = \frac{U_o}{R}(1 + m\sin\omega t + m^2\sin^2\omega t + ...)$$



Hình 3-18 : Cấu tạo Micrô bột than.

Sự tồn tại của các hài bậc cao chứng tỏ méo phi tuyến của loại micrô này. Méo phi tuyến có thể lớn tới 30%, dòng điện yêu cầu đáng kể. Micrô bột than đã được dùng rất phổ biến làm ống nói điện thoại vì giá rẻ, độ nhạy cao $200\frac{mV}{N/m^2}$, hệ số khuếch đại công suất cỡ 1000.

Micrô điện thoại có các thông số sau : điện trở $R_o = 100 \div 200\ \Omega$, $I_o = 35$ mA, với dải động từ ngưỡng nhạy $(2 \div 3)\ 10^{-3}\ N/m^2$ đến ngưỡng quá tải $10 \div 15\ N/m^2$ và sao cho m khá bé thì K < 10%. Nhược điểm khác của micrô bột than là : tiếng ồn lớn và dải tần hẹp, kém bằng phẳng.

Chương 4

STUDIO

Studio là những phòng dành riêng thực hiện việc tạo tín hiệu điện thanh, tạo chương trình nghe nhìn từ sự biểu diễn trong đó. Studio là khâu đầu tiên trong hệ thống thông tin điện thanh. Các quá trình âm thanh diễn ra trong studio cùng với việc sử dụng nhiều thiết bị đầu cuối trong đó quyết định chất lượng âm thanh của tín hiệu điện thanh.

§1. THỂ TÍCH VÀ HÌNH DÁNG

Studio là những phòng kín với các mặt giới hạn được xử lí, các thiết bị được sắp đặt đặc biệt, có thể tích và hình dáng phù hợp yêu cầu...

Thể tích của studio được xác định theo đặc tính và số lượng người biểu diễn trong đó. Để định lượng, người ta đưa ra khái niệm "Đơn vị dàn nhạc". Đó là thể tích cần thiết cho công suất âm của một cây sáo tiêu chuẩn. Gọi G_i là số đơn vị dàn nhạc của mỗi loại nhạc cụ trong dàn nhạc, n_i là số nhạc cụ loại trên trong dàn nhạc. Tổng số đơn vị dàn nhạc của dàn nhạc có k loại nhạc cụ là :

$$\sum_{i=1}^{k} G_i n_i$$

Dàn nhạc có N người biểu diễn. Số đơn vị dàn nhạc trung bình đối với mỗi người biểu diễn là :

$$G' = \frac{\sum_{i=1}^{k} G_i n_i}{N}$$

Người ta đã nghiên cứu thống kê để xác định G'. Ví dụ, dàn nhạc dân tộc thì G' = 2, dàn nhạc giao hưởng thì G' = 4. Tham khảo tiêu chuẩn của Liên Xô cũ, thể tích studio được quy định V_{min} = 10. N. G'.

Hình dáng của studio cũng được nhiều chuyên gia nghiên cứu. Sau đây là một tiêu chuẩn đối với dạng phòng đơn giản nhất là hình hộp chữ nhật :

Chiều cao $h = 0,62\sqrt[3]{V}$, chiều rộng $b = \sqrt[3]{V}$, chiều dài $l = 1,62\sqrt[3]{V}$.

Với điều kiện trên, và nếu các mặt giới hạn hút âm tốt, thì tần số cộng hưởng của khối không khí trong phòng là :

$$f = \frac{c}{2}\sqrt{\frac{m^2}{l^2} + \frac{n^2}{b^2} + \frac{k^2}{h^2}}$$

với m, n, k là các số nguyên.

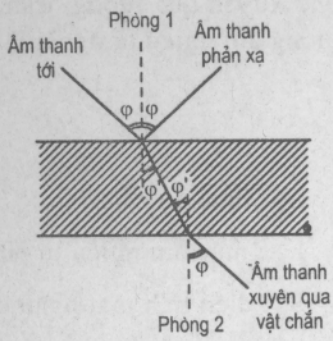
Đối với các studio có thể tích đủ lớn ($\sqrt[3]{V} = \lambda_{max}$) thì các tần số cộng hưởng phân phối khá dày đặc và đều đặn trong suốt dải âm tần.

§2. ĐIỀU KIỆN ÂM THANH KHUẾCH TÁN

Studio cần được cách âm tốt để tín hiệu điện thanh không bị nhiễu. Studio cần bảo đảm không có tiếng vọng bằng cách xử lí các bề mặt hút âm tốt và sắp xếp hợp lí. Khi đó, âm thanh trong studio là âm thanh khuếch tán nhận được từ chương trình biểu diễn.

Trong bài này ta sẽ dùng một số định nghĩa :

Hệ số phản xạ âm $\beta = \frac{E_p}{E_t}$.



Hình 4-1 : Sóng âm gặp tường chắn.

Hệ số dẫn âm $\gamma = \frac{E_x}{E_t}$

Độ cách âm $\sigma = 10\lg\frac{1}{\gamma}$

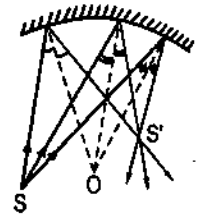
Hệ số hút âm $\alpha = \frac{E_h + E_x}{E_t}$; $\alpha + \beta = 1$

Với E_t là năng lượng tia âm tới ;

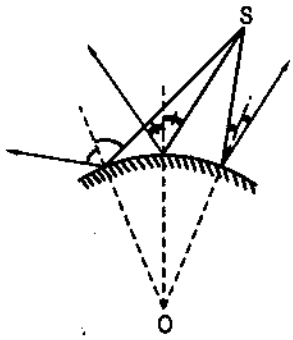
E_p là năng lượng tia âm phản xạ ;

E_h là năng lượng tia âm bị hút bởi vật chắn ;

E_x là năng lượng tia âm xuyên qua.



Hình 4-2 : Phản xạ âm từ mặt lõm.



Hình 4-3 : Phản xạ âm từ mặt lồi.

Sự phản xạ từ mặt lõm hình 4-2 thường hội tụ tia phản xạ thành nguồn âm ảo (S'). Những mặt lõm được phép dùng là những mặt có bán kính cong

hoặc rất nhỏ (≤ 40 cm)

hoặc rất lớn (> 4 *l*)

Mặt lồi hình 4-3 có khả năng phân tán các sóng phản xạ, bảo đảm độ nghe rõ đồng đều trong phòng.

Đối với studio dạng hình hộp chữ nhật, thì các mặt tường, trần có cấu trúc dạng những bán cầu đục lỗ hay đắp nổi bán trụ, độ cao phần lồi cỡ $\frac{\lambda}{6}$, độ rộng đáy của phần lồi cỡ $\frac{\lambda}{4}$.

Các vật liệu hút âm được dùng để xử lí bề mặt tường, trần, nền và các thiết bị có bề mặt lớn trong studio. Thường kết hợp vật liệu hút âm tần thấp (cấu trúc dạng đục lỗ) với vật liệu hút âm tần cao (những vật liệu xốp xơ) để bảo đảm độ hút âm đồng đều suốt dải âm tần. Yêu cầu các vật liệu hút âm không biến dạng và ổn định.

Cách âm studio thường yêu cầu chi phí lớn. Âm thanh nhiễu từ các phòng liền kề và đường phố xuyên qua tường, trần, nền hoặc được truyền lan theo móng, khung nhà. Có thể coi năng lượng âm nhiễu từ ngoài là năng lượng tiếng ồn của nguồn tương đương trong studio :

$$L_s = 10\lg\frac{\sum S_x 10^{0,1(L_x - \sigma_x)}}{\alpha S}$$

L_s : mức ồn cần tính ;

L_x : mức âm nhiễu từ phòng liền kề ;

S_x : diện tích mặt ngăn cách với phòng liền kề ;

σ_x : độ cách âm của kết cấu ngăn cách đó ;

αS : lượng hút âm tổng của studio.

Cho phép mức ồn trong studio là $L_s \leq 25$ phôn.

Dưới đây là các giá trị cách âm :

– Các phòng làm việc thông thường :

$$\sigma_x = 30 \div 40 \text{ dB}$$

– Phòng có tường gạch, trần và cửa cách âm khá :

$$\sigma_x = 40 \div 50 \text{ dB}$$

– Phòng có lớp cách li với phòng liền kề, cửa đặc biệt :

$$\sigma_x = 50 \div 60 \text{ dB}$$

– Phòng có móng tách rời kiểu cách li âm, và có khoảng không đệm cách li với phòng liền kề $\sigma_x > 60$ dB.

§3. DỘI VANG (reverberation)

Hiện tượng dội vang được nhận biết rõ khi nguồn âm tắt ; âm thanh trong studio không mất ngay mà năng lượng âm giảm dần trong quá trình dội vang. Chất lượng tín hiệu điện thanh phụ thuộc rõ rệt vào hiện tượng dội vang. Điều kiện của dội vang là trường âm thanh khuếch tán.

Trong studio, âm thanh từ nguồn truyền đến tai người nghe (hay đến micrô) không chỉ theo đường thẳng (phần trực tiếp) mà còn theo những đường gấp khúc nhiều lần do phản xạ. Độ dài quãng đường truyền sóng âm giữa hai lần phản xạ kế tiếp nhau phụ thuộc vào hướng truyền âm, vào thể tích, hình dạng và sự bố trí các thiết bị trong studio. Trên quan điểm thống kê, ta xác định được độ dài trung bình l của quãng đường tự do truyền sóng âm giữa hai lần phản xạ kế tiếp nhau : $l = \dfrac{KV}{S}$ với V là thể tích studio, S là diện tích các bề mặt phản xạ, K là hệ số phụ thuộc vào hình dạng studio (thường K = 4).

Gọi τ là thời gian sóng truyền qua khoảng l :

$$\tau = \frac{l}{c} = \frac{KV}{cS}$$

Giả sử tại thời điểm $t = 0$ nguồn âm công suất P bắt đầu phát. Ở thời điểm $t = \tau$, năng lượng âm trong phòng là $P\tau = E_1$.

Sau một lần phản xạ, phần năng lượng E_1 chỉ còn lại $E_2 = P\tau\beta$, sau $n - 1$ lần phản xạ thì phần năng lượng E_1 trở thành $E_n = P\tau\beta^{n-1}$.

Lưu ý rằng, tính đến thời điểm $t = 2\tau$, nguồn âm đã phát vào phòng thêm phần năng lượng $P\tau = E_1$ nữa, mà ở $t = n\tau + 0$ thì E_1 đã xảy ra $(n - 2)$ lần phản xạ, trở thành $E_{n-1} = P\tau\beta^{n-2}$ v.v...

Cuối cùng, trong khoảng thời gian từ $(n-1)\tau$ đến $n\tau$, nguồn âm đã vừa phát thêm phần năng lượng âm $P\tau = E_1$ nữa, chưa qua 1 lần phản xạ nào. Vậy ở thời điểm $t = n\tau$ tổng năng lượng âm thanh trong phòng :

$$E = E_n + ... + E_1 = P\tau\beta^{n-1} + ... + P\tau$$

$$E = P\tau(\beta^{n-1} + ... + \beta^3 + \beta^2 + \beta + 1) = P\tau\frac{1-\beta^n}{1-\beta}$$

Vì $n = \frac{t}{\tau}$, $\varepsilon = \frac{E}{V}$, $1 - \beta = \alpha$, nên :

$$\varepsilon = \frac{KP}{C\alpha S}(1 - \beta^{\frac{CSt}{KV}})$$

Khi $t \to \infty$ thì $\varepsilon \to \varepsilon_o = \frac{KP}{C\alpha S}$

Nghĩa là, với thời gian đủ lớn, sẽ đạt đến trạng thái cân bằng : năng lượng âm bị hút bằng năng lượng âm nguồn bức xạ thêm vào, khi đó mật độ năng lượng âm ε_o không thay đổi.

Bằng cách phân tích tương tự, giả sử ở thời điểm $t = 0$ mà mật độ năng lượng âm trong phòng là ε_o, nguồn âm bị tắt, thì mật độ năng lượng âm trong phòng ở thời điểm t là :

$$\varepsilon = \varepsilon_o\beta^{\frac{CSt}{KV}}$$

Nếu kể đến tổn hao năng lượng âm trong môi trường không khí (do độ nhớt, tính dẫn nhiệt, sự bức xạ nhiệt và khuếch tán của các phân tử khí) thì biểu thức trên sẽ là :

$$\varepsilon = \varepsilon_o 10^{-0,1\delta Ct}\beta^{\frac{CSt}{KV}}$$

với δ là hệ số suy giảm, đơn vị $\frac{dB}{m}$.

Thời gian T mà trong đó mật độ năng lượng âm trong studio giảm 10^6 lần (hay là 60 dB) gọi là thời gian dội vang tiêu chuẩn. Thực tế, mức năng lượng âm trung bình trong studio bằng 60 dB, nên T tương ứng với thời gian trung bình suy giảm mức âm đến ngưỡng nghe được. Ta có thể tính được :

$$T = \frac{0,0713V}{0,4V\delta - S\lg(1-\alpha)}$$

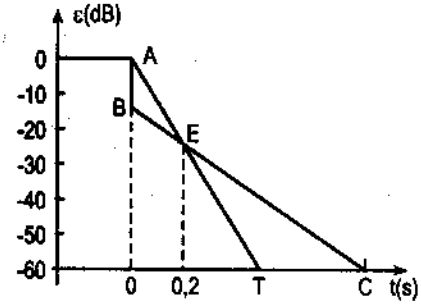
ứng với K = 4,05 ; C = 340 m/s

Dội vang tương đương :

Đối với thu âm thực tế trong studio, ngoài mật độ năng lượng âm khuếch tán ε_p, để tăng cường $\frac{S}{N}$, bao giờ cũng có phần năng lượng âm trực tiếp ε_t (trực tiếp đi thẳng từ nguồn âm đến

micrô). Hiện tượng dội vang và định nghĩa thời gian dội vang nói đến trên đây còn chưa bao gồm thành phần trực tiếp ε_t này. Bây giờ ta xem xét khái niệm dội vang tương đương nhằm giải quyết vấn đề thu âm thực tế.

Hình 4-4 trình bày hiện tượng xảy ra khi nguồn âm bị cắt ở thời điểm t = 0. Đoạn đột biến AB là do đột ngột mất phần năng lượng trực tiếp ε_t . Đoạn BC là quá trình dội vang, đặc trưng bằng ε_p , xác định điểm E trên BC tương ứng với t = 0,2s. Kẻ AE được đường thẳng AET. AET là một quá trình dội vang nào đó có thời gian dội vang T xác định theo định nghĩa ở phần trên.



Hình 4-4 : Phương pháp xác định thời gian dội vang tương đương.

Nghiên cứu thống kê cho biết rằng : sự cảm thụ của thính giác về dội vang của hai quá trình ABC và AET là như nhau. Do vậy, T xác định theo quá trình AET là thời gian dội vang tương đương của quá trình ABC. Bằng cách trên ta có cách tính được thời gian dội vang tương đương của các quá trình thực. Khi tỉ số $\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_t}$ thay đổi thì thời gian dội vang thay đổi. Tỉ số âm thanh $\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_t}$ thay đổi bằng cách thay đổi đặc tính hướng của micrô, hay bằng cách thay đổi khoảng cách từ micrô đến nguồn âm. Thời gian dội vang được chọn tối ưu tùy theo chương trình biểu diễn được thu âm. Khi nghe chương trình phát thanh, hiệu quả dội vang đối với cảm thụ thính giác lớn hơn khi nghe trực tiếp biểu diễn.

Dội vang kĩ thuật :

Với một phòng có sẵn mà muốn dùng nó để tạo các chương trình khác nhau thì có thể không đạt được thời gian dội vang tối ưu cho từng chương trình. Các biện pháp kĩ thuật sau đây được sử dụng để điều chỉnh thời gian dội vang theo yêu cầu của từng chương trình.

1 - Dựa vào công thức Sabine :

$$T = 0{,}161\frac{V}{\alpha A}$$

V là thể tích phòng (m^3)

α là hệ số hút âm của vật liệu xử lí bề mặt ;

A là diện tích của các bề mặt được xử lí (m^2).

2 - Hồi tiếp âm thanh giữa loa và micrô. Nhờ phần lượng hồi tiếp mà dường như hệ số phản xạ âm tăng lên $\beta' = \beta + \nu$

Khi đó :

$$\varepsilon = \varepsilon_0 10^{0,1\delta Ct}(\beta+\nu)^{\frac{CSt}{KV}}$$

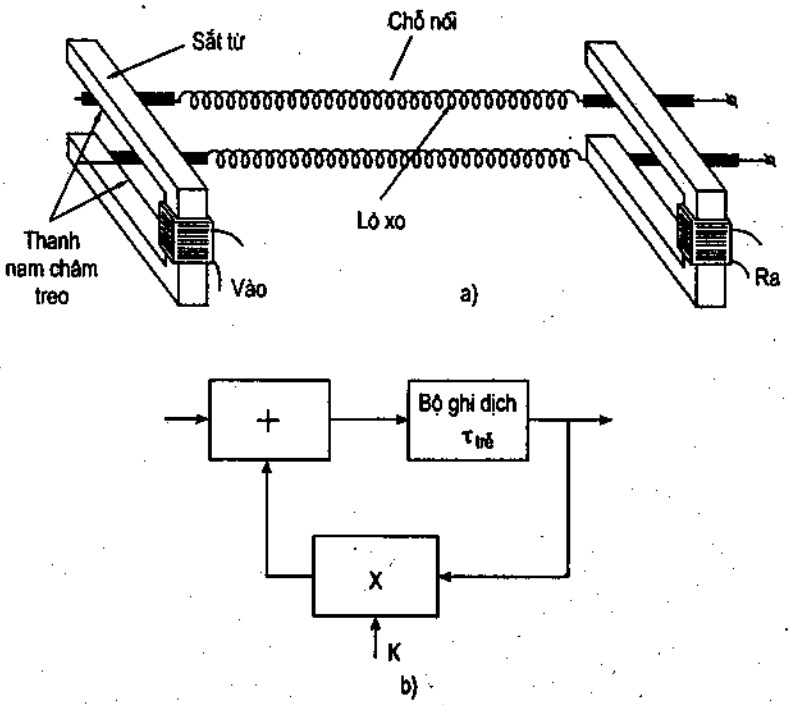
với ν là hệ số hồi tiếp

$$T = \frac{0,0713V}{0,4V\delta - S\lg(1-\alpha+\nu)}$$

Vì ngưỡng tự kích tương ứng với $\beta+\nu=1$ nên cần điều chỉnh hồi tiếp trong phạm vi $0<\nu<1-\beta$.

3 - Bằng kĩ thuật ghi tín hiệu lên băng từ và đọc ra bằng các đầu từ có thời gian trễ tín hiệu khác nhau, rồi trộn tín hiệu của chúng, ta có thể thay đổi thời gian dội vang. Dùng các bộ lọc, ta có thể chọn đoạn tần số cần ưu tiên dội vang.

4 - Trong các thiết bị xách tay, người ta dùng hệ biến đổi điện - từ - cơ - từ - điện để tạo hiệu quả dội vang. Trong đó, dao động tắt dần của lò xo là quá trình cơ học (xem hình 4-5a).



Hình 4-5 : a) Dội vang cơ học ; b) Dội vang kĩ thuật số.

5 - Dội vang kĩ thuật số, với sơ đồ khối ở hình 4-5b. Thời gian dội vang được xác định $T \approx 3\frac{\tau_{trễ}}{\lg K}$.

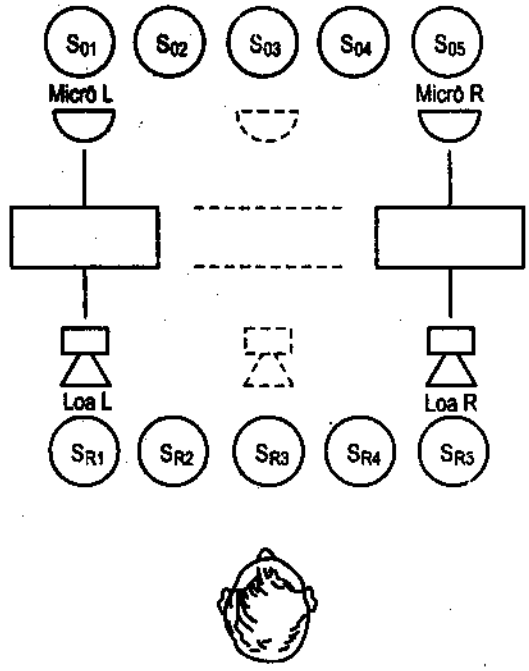
§4. TRUYỀN THANH STEREO

Giáo trình này đã đề cập đến hiệu ứng stereo ở chương 1 (mục 2-7-3). Đặc điểm của truyền thanh stereo :

– Hai kênh truyền dẫn độc lập ;

– Sự sắp đặt hai hệ thống loa ở phòng nghe (thứ cấp) phải tương ứng hình học với sự sắp đặt hai hệ thống micrô ở phòng thu (sơ cấp) ;

– Mỗi tai người nghe đều cảm nhận âm thanh tổng hợp từ hai hệ thống loa. Dưới đây giới thiệu thêm một số vấn đề kĩ thuật :



Hình 4-6 : Bố trí nguồn âm sơ cấp và thứ cấp của truyền thanh stereo 2 kênh.

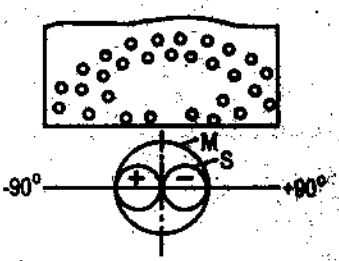
4.1. Sử dụng micrô thu âm trong hệ M – S

M là micrô vô hướng, S là micrô có đặc tính hướng cosθ. Tín hiệu nhận được từ mỗi micrô sẽ được trộn "đại số" để lấy ra tín hiệu kênh trái L = M + S và tín hiệu kênh phải R = M – S.

4.2. Phát và thu stereo hệ M – S

Phổ của tín hiệu âm tần stereo hệ M – S trước khi điều chế máy phát gồm có các thành phần :

– Thành phần âm tần L + R = 2M phục vụ máy thu Mono.



Hình 4-7 : Sử dụng micrô trong thu âm stereo hệ M–S.

– Phía trên giới hạn cao của dải tần 2M là tín hiệu Pilot 19 kHz.

– Thành phần âm tần L – R đã điều chế biên độ cân bằng trở thành (L – R)', là hai biên trên và biên dưới so với vị trí sóng mang 38 kHz, tuy nhiên bản thân sóng mang 38 kHz bị triệt tiêu để chống nhiễu cho máy thu stereo.

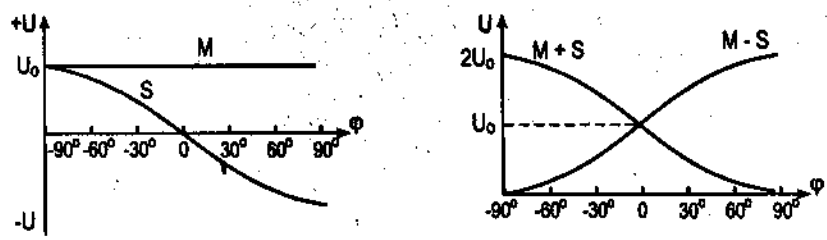
Ở máy thu stereo có quá trình sau :

– Chuyển phổ cao tần xuống thấp sau tách sóng cao tần (tách sóng điều tần) ;

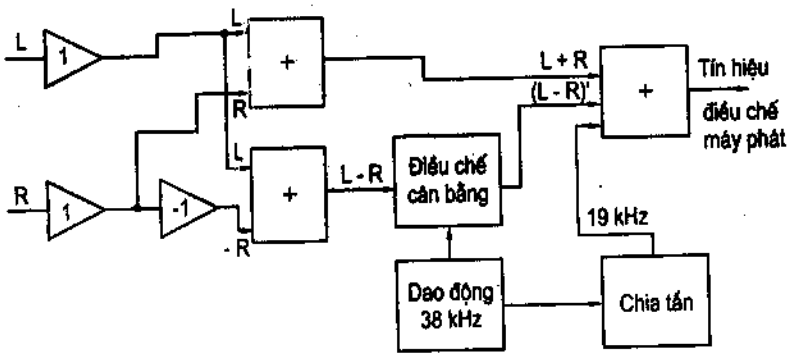
– Bộ dao động tại máy thu 76 kHz được khóa pha bởi Pilot 19 kHz, tạo ra dao động 38 kHz đồng bộ đồng pha với máy phát để cung cấp cho bộ tách sóng đồng bộ thực hiện giải mã stereo :

$(L + R) - (L - R) = 2R$

$(L + R) + (L - R) = 2L$



Hình 4-8 : Đặc tính phương hướng thu âm hệ M–S.



Hình 4-9 : Điều chế tín hiệu hệ M – S để phát thanh stereo.

4.3. Méo tín hiệu stereo

Ngoài các dạng méo đã biết ở chương 2 (mục 3 - 3), thì tín hiệu stereo còn chịu các méo sau :

– Sự không cân bằng lí tưởng âm lượng 2 kênh dẫn đến tỉ lệ âm lượng phát ra không đúng như tỉ lệ năng lượng âm thu ở nguồn âm, kết quả là người nghe cảm thụ sai lệch không gian nguồn âm (xem hình 4-10).

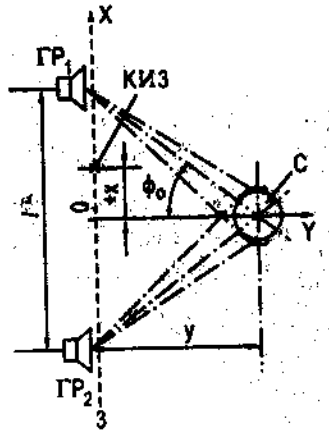
КИЗ : vị trí cảm thụ sai lệch x do lệch cân bằng âm lượng ΔN (vị trí cảm thụ đúng, giả sử x = 0)

Kết quả thực nghiệm với các số liệu :

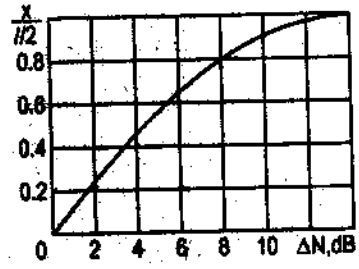
l = 2,8 m

y = 2,5 m

– Sự lệch pha trong 2 kênh làm cho tín hiệu phát ra của chúng sớm muộn so với nhau, người nghe cảm giác lệch lạc về phía phát của kênh có âm thanh đến sớm hơn.



Hình 4-10 : Phương pháp xác định méo do chênh âm lượng 2 kênh.



Hình 4-11 : Kết quả thực nghiệm tương ứng.

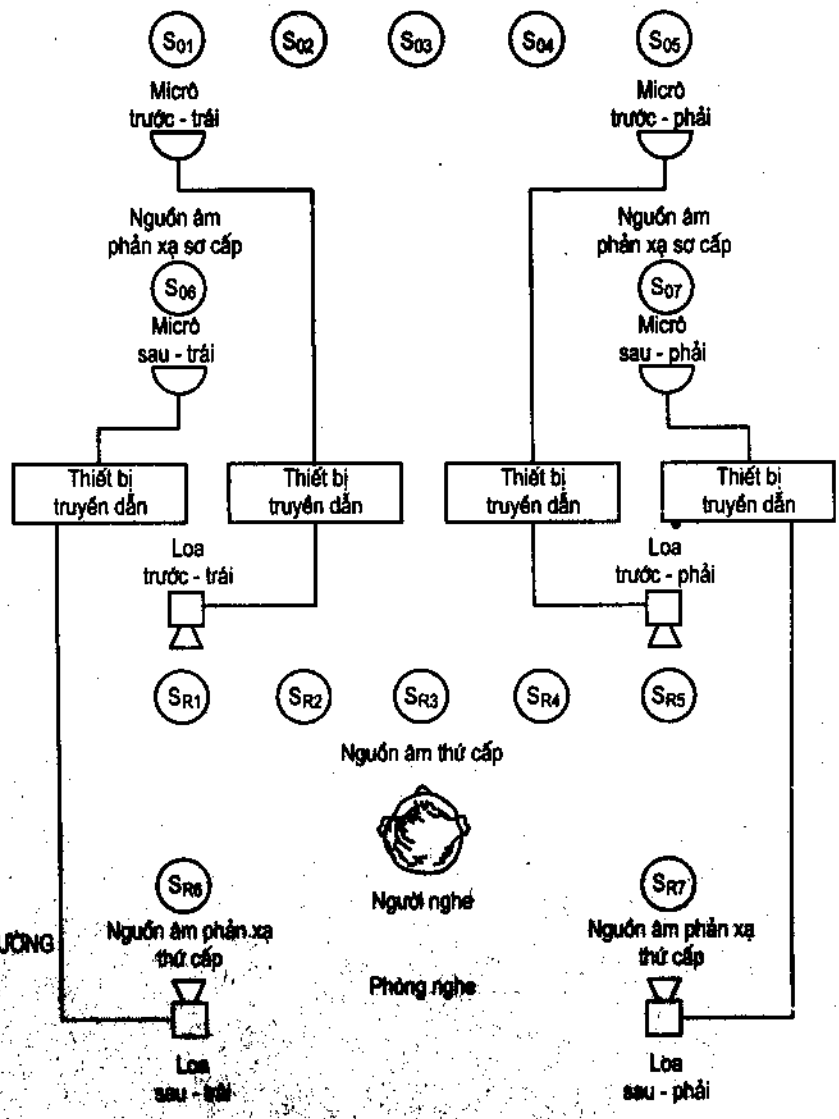
– Xuyên âm 2 kênh xảy ra do cách li không tốt 2 kênh.

Hãy tham khảo tiêu chuẩn sau :

Tần số f (Hz)	Méo cho phép		
	Chênh âm lượng (dB)	Lệch dịch pha (°)	Suy giảm xuyên âm (dB)
40	≤ 2,5	≤ 45	≥ 40
1000	≤ 1,0	≤ 30	≥ 40
15000	≤ 2,5	≤ 145	≥ 30

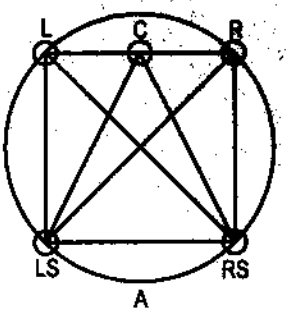
4.4. Stereo 4 kênh (Quadraphonic)

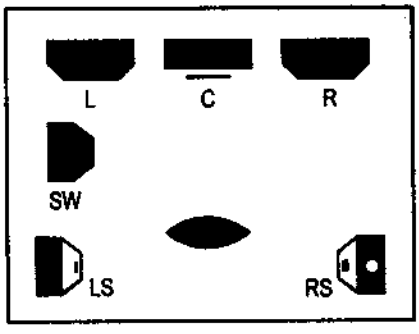
Hình 4-12a biểu thị cách tổ chức hệ thống Quadraphonic. Đây là hệ thống âm thanh tuyệt hảo đã được dùng khá phổ biến.



Hình 4-12a : Hệ thống stereo 4 đường.

DOLBY AC-3 ĐẶC TÍNH THANH TRƯỜNG





Hình 4-12b : Hệ thống Dolby AC–3.

4.5. Stereo xoay vòng

Hình 4-12b biểu thị hệ thống âm thanh xoay vòng Dolby AC – 3. Đây là hệ thống âm thanh hoàn hảo áp dụng kĩ thuật số. Người nghe thưởng thức âm thanh xoay vòng từ 5 thùng loa (giữa trước, trái trước, phải trước, trái sau, phải sau) và một loa siêu trầm SW.

AC – 3 được thiết kế để kết hợp với thưởng thức hình ảnh HDTV.

Chương 5

GHI ÂM TỪ (DÙNG ĐẦU TỪ VÀ BĂNG TỪ)

Cho đến nay đã có hàng chục kĩ thuật ghi âm khác nhau. Chương này trình bày kĩ thuật ghi âm từ, hiện vẫn được dùng phổ biến vì sử dụng tiện lợi, rẻ tiền. Mặc dù cũng đã có kĩ thuật số ghi âm từ, nhưng ở đây ta chỉ nghiên cứu kĩ thuật tương tự.

§1. MÉO GHI ÂM

Ghi bao gồm quá trình ghi khi lưu trữ tin và quá trình đọc tin đã lưu trữ trước đó. Ghi tin tức lên vật mang là làm biến thiên tính chất của vật mang theo tọa độ phù hợp với tín hiệu được ghi. Tín hiệu ghi nguyên là một hàm biến số thời gian sẽ được ghi trên vật mang đang chuyển động (tương đối với "bút") thành một hàm biến số tọa độ gắn vật lí với vật mang đó. Nếu hàm thời gian và hàm tọa độ phù hợp hoàn toàn với nhau thì quá trình ghi không bị méo, và nhờ vậy, có thể tạo lại một cách trung thực tín hiệu ban đầu từ vật mang tin.

Vậy quá trình ghi và tạo lại tín hiệu đều có chuyển động tương đối giữa đầu "bút" và vật mang tin. Nếu tốc độ chuyển động tương đối đó trong quá trình ghi không đúng hoàn toàn chính xác với trong quá trình tạo lại tín hiệu, thì xảy ra một dạng méo tín hiệu đặc biệt đặc trưng cho việc ghi - tạo lại tín hiệu. Trong trường hợp ghi âm thì loại méo này được gọi là méo sai điệu (flutter).

Xét cụ thể hơn như sau. Giả sử tín hiệu là điều hòa.

$$u_1 = U_{m_1} \sin \omega_1 t$$

$$f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi}$$

Gọi $\lambda_{băng}$ là bước sóng tín hiệu ghi được trên băng từ theo đơn vị tọa độ trên băng từ.

S_1 là tốc độ tương đối khi ghi.

f_1 là tần số tín hiệu đưa vào khi ghi.

ta có :

$$\lambda_{băng} = \frac{S_1}{f_1}$$

Giả sử S_2 là tốc độ tương đối khi tạo lại ; f_2 là tần số tín hiệu tạo lại từ băng.

Rõ ràng :

$$\lambda_{băng} = \frac{S_2}{f_2}$$

Từ đó, ta suy ra :

$$f_2 = f_1 \frac{S_2}{S_1} \left(\omega_2 = \omega_1 \frac{S_2}{S_1} \right)$$

Tín hiệu tạo lại có dạng :

$$u_2 = U_{m_2} \sin \omega_2 t = U_{m_2} \sin \omega_1 \frac{S_2}{S_1} t$$

Thực tế thường xảy ra :

$$S_2 = S_1 + S_m \cos \Omega t$$

Vậy :

$$u_2 = U_{m_2} \sin \omega_1 \left[1 + \frac{S_m}{S_1} \cos \Omega t \right] t$$

Trường hợp $S_2 = S_1$ ($S_m = 0$) thì tần số tín hiệu tạo lại đúng bằng tần số tín hiệu được đem ghi. Tỉ số $\frac{S_m}{S_1}$ đặc trưng mức độ sai lệch tốc độ tương đối khi ghi với khi tạo lại là nguyên nhân méo sai điệu được gọi là hệ số méo sai điệu. Vì cảm thụ thính giác đối với méo sai điệu rất rõ khi $f_\Omega = \frac{\Omega}{2\pi} < 16\text{Hz}$ nên chỉ tiêu méo sai điệu khi đó là chặt chẽ hơn (so với $f_\Omega > 16\text{Hz}$).

Sai số tốc độ cho phép :

Khi ghi : $\frac{S_{m\ ghi}}{S_{chuẩn}} \leq 0{,}05\%$

Khi tạo lại : $\frac{S_{m\ tạo\ lại}}{S_{chuẩn}} \leq 0{,}15\%$

Sự sai lệch tốc độ tương đối khi ghi và khi tạo lại thường do sự quay không đều hệ chuyển động, sự lệch tâm trục quay, sự trượt và co dãn của băng từ. Trong máy ghi âm, các đầu từ cố định, băng từ chuyển động đều trượt qua đầu từ.

§2. BĂNG TỪ VÀ ĐẦU TỪ

2.1. Vật liệu từ

Khi tác động từ trường với cường độ từ trường H thì vật thể trong từ trường sẽ xuất hiện độ cảm ứng từ B :

$$B = \mu_o H + \mu_o M$$

μ_o là hằng số từ. Trong chân không và không khí thì $B = \mu_o H_o$. Số hạng thứ hai đặc trưng cho vật liệu từ : $M \neq 0$, độ cảm ứng từ B sẽ lớn hơn. Sự phụ thuộc B theo H là phi tuyến, vì $M = M_o + \chi H$

Vậy $$B = \mu_0(\chi + 1)H + \mu_0 M_0 = \mu_0 \mu H + \mu_0 M_0$$

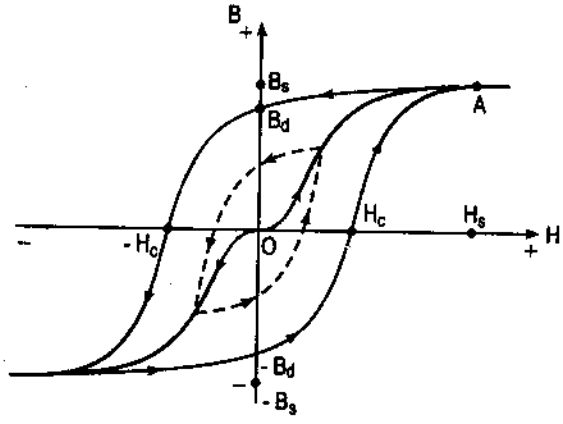
với $\mu = \chi + 1$ được gọi là độ từ thẩm của vật liệu từ :

Đặc tuyến từ hóa của vật liệu từ (hình 5-1).

– Khi vật liệu chưa bị từ hóa, nếu tăng dần từ trường tác động vào nó từ 0 đến giá trị nhỏ hơn H_s , thì đặc tuyến từ hóa là đoạn cong OA được gọi là đặc tuyến từ hóa ban đầu.

– Nếu giá trị cực đại của từ trường tác động vẫn nhỏ hơn H_s, mà ta đổi chiều từ trường một cách đối xứng thì đặc tuyến từ hóa là các đặc tuyến bộ phận đối xứng.

– Nếu $H \gg H_s$ thì vật liệu từ ở trạng thái bão hòa. Khi đó, nếu đổi chiều từ trường thì đặc tuyến từ hóa có diện tích cực đại (đối xứng). Đường cong từ hóa giới hạn này được gọi là vòng từ trễ. H_c gọi là lực kháng từ.



Hình 5-1 : Đặc tuyến từ hóa.

– Ứng với H = 0 ta có độ cảm ứng từ dư Bd.

Vật liệu từ được phân thành hai loại : cứng và mềm. Vật liệu từ cứng có giá trị từ thẩm nhỏ (một vài) và giá trị lực kháng từ lớn (hàng trăm Oersted). Vật liệu từ mềm có giá trị độ từ thẩm lớn (hàng vạn) và giá trị lực kháng từ nhỏ (vài Oersted). Đầu từ thường có lõi là vật liệu từ mềm. Ngược lại, lớp bột từ trên băng từ là vật liệu từ cứng. Trong gần một thế kỉ phát triển, mật độ tín hiệu ghi trên băng từ, đĩa từ đã tăng gần triệu lần.

2.2. Băng từ

Băng từ gồm một lớp đế polyester, trên đó là lớp keo bột từ. Các hạt từ có kích thước cỡ 0,1 μm. Để băng phải có độ uốn thích hợp và có sức bền chịu kéo không nhỏ hơn 2,5 KG. Mặt băng phải phẳng, nhẵn. Băng phải ổn định đối với độ ẩm và nhiệt. Dưới đây giới thiệu các băng catxet thông dụng (tốc độ 4,8 cm/s) :

Chỉ tiêu	đơn vị	C – 60	C – 90	C – 120
Độ dày băng	μm	18	12	8
Độ dày lớp bột từ	μm	6	4	2
Độ từ dư	Gauss	1200	1300	1300
Lực kháng từ	Oersted	300	330	350

Một mạch từ kín (ví dụ xuyến từ) có độ cảm ứng từ B. Khi tạo ra một khe hở thì độ cảm ứng từ sẽ nhỏ hơn. Đó là hiện tượng tự khử từ của mạch từ hở. Người ta đánh giá mức độ giảm nhỏ cảm ứng từ của mạch từ hở so với mạch từ kín bằng trường khử từ :

$$H_p = -NB$$

Sự làm việc của băng từ hiển nhiên thuộc về mạch từ hở, với hệ số tự khử từ :

$$N = \frac{1}{1 + \frac{\lambda}{2d}}$$

d là bề dày lớp bột từ.

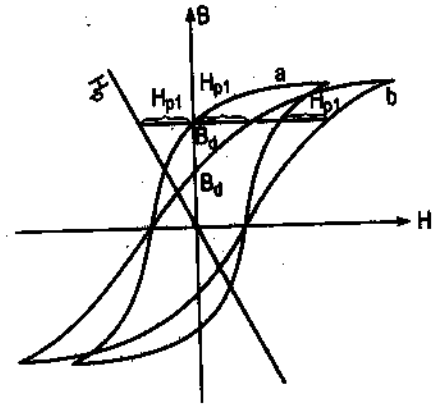
Hình 5-2 : a là vòng từ trễ của mạch từ kín, b là vòng từ trễ của mạch từ hở. Đường thẳng H_p là đặc tuyến khử từ. Từ đặc tuyến a và H_p cho trước, ta có thể vẽ đặc tuyến b theo quy tắc :

$$B_b = B_a \; ; \; H_b = H_a - H_p.$$

So sánh a với b, ta nhận thấy :

– Mạch từ hở có độ cảm ứng từ dư nhỏ hơn ;

– Vòng từ trễ mạch từ hở bị méo lệch nhiều hơn khỏi dạng hình chữ nhật ;



Hình 5-2 : Ảnh hưởng của trường khử từ.

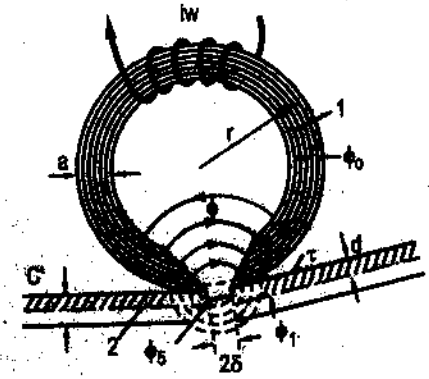
– Vì N tăng theo f, nghĩa là độ cảm ứng từ dư giảm theo tần số. Vậy do đặc điểm này, việc ghi tín hiệu đã bị méo biên tần ;

– Nếu vật liệu từ của băng từ có vòng từ trễ càng gần hình chữ nhật (tỉ số $\frac{B_d}{B_s} \times 100\%$ càng lớn càng tốt, có thể đến 75%) và lực kháng từ H_c càng lớn thì càng ít méo.

2.3. Đầu từ

Hình 5-3 vẽ một đầu từ có lõi hình xuyến. Bán kính trung bình lõi là r, thiết diện lõi có bề rộng a (ví dụ a = 3,5 mm) và có chiều dày b lớn hơn chiều rộng băng từ một chút. Khe từ có độ rộng 2δ (ví dụ 2δ = 10 μm) và độ sâu τ (ví dụ τ = 1 mm).

Vì băng từ áp sát vào đầu từ tại khe từ, nên bề mặt tiếp xúc đó của đầu từ phải nhẵn, chính xác, chống mài mòn. Tại khe từ, ta thấy đường sức từ tập trung tại vùng sát băng từ, đường sức đi bên trong lớp bột từ của băng từ chủ yếu có phương song song với phương chuyển động của băng từ.



Hình 5-3 : Đầu từ.

Ta đã biết từ trở tổng của đầu từ $R_M = R_{ML} + R_{MI}$

Với từ trở lõi là $R_{ML} = \frac{2\pi r}{\mu_o \mu ab}$ và từ trở khe là $R_{MI} = \frac{2\delta_1}{\mu_o \tau b}$.

(chỉ số 1 chỉ đây là khe từ thứ 1 của lõi đầu từ)

Thông lượng đầu từ :

$$\phi_o = \frac{iW}{R_M}$$

Cường độ từ trường trong khe từ :

$$H = \frac{\phi_o}{\tau b}$$

Vì μ phụ thuộc phi tuyến vào H và cũng phụ thuộc vào tần số (tổn hao dòng điện xoáy và trường khử từ của lõi đầu từ tăng theo tần số) nên từ trở lõi R_{ML} là phi tuyến và phụ thuộc vào tần số. Việc ghi tín hiệu lên băng từ sẽ không méo nếu từ trở tổng $R_M = R_{M1}$ = hằng số. Nếu khe từ công tác có từ trở không đủ lớn (xem §5. Hiệu ứng khe từ – yêu cầu bề rộng khe 2δ càng nhỏ càng tốt) thì có thể làm khe từ thứ hai rộng hơn, (ví dụ : $2\delta_2 = 200$ μm) sao cho :

$$R_M = R_{ML} + R_{M1} + R_{M2} \simeq R_{M2}$$

Lưu ý rằng, đầu từ tạo lại không có khe phụ. Vì trường của băng từ rất yếu, nên đầu từ tạo lại làm việc với giá trị μ hầu như không đổi, sự tạo lại không méo phi tuyến. Mặt khác, nếu có thêm khe phụ thì từ trở lớn của khe làm giảm độ nhạy của nó. Còn đầu từ xóa được thiết kế với khe từ rộng (0,15 ÷ 0,3 mm) nên cũng không cần có thêm khe phụ.

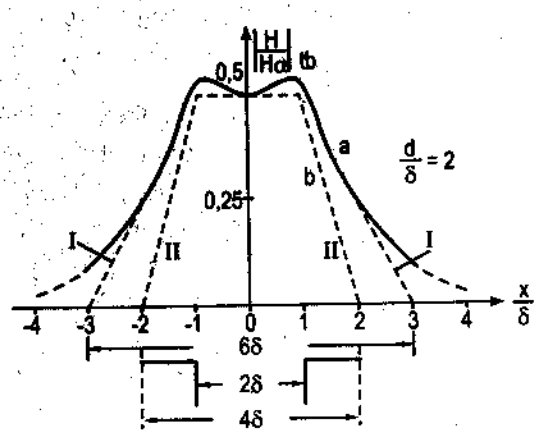
Những vấn đề trình bày trên có thể thay đổi theo cải tiến của công nghệ. Hiện nay hay dùng đầu từ hỗn hợp vừa ghi vừa phát. Để chống nhiễu, người ta bọc kim đầu từ bằng vật liệu từ mềm (cho đầu ghi và đầu đọc).

§3. TRƯỜNG LÀM VIỆC CỦA ĐẦU TỪ

Phạm vi trường từ của đầu từ, nơi diễn ra quá trình từ hóa băng từ khi ghi và quá trình từ thông tín hiệu trên băng khép kín qua lõi từ đầu từ khi tạo lại, gọi là trường làm việc đầu từ. Mỗi phần tử nguyên tố của băng từ sẽ tương tác với đầu từ trong thời gian hữu hạn Δt.Δt phụ thuộc vào tốc độ băng từ và phạm vi trường làm việc đầu từ.

Hình 5-4 trình bày kết quả nghiên cứu trường làm việc đầu từ biểu thị bằng các đơn vị tương đối (để tổng quát hóa) :

– Trục hoành biểu thị độ dài dọc theo mặt khe từ áp vào băng, lấy bề rộng nửa khe từ δ làm đơn vị so sánh ; x = 0 là tọa độ vị trí giữa khe từ.



Hình 5-4 : Đồ thị trường làm việc đầu từ.

– Trục tung biểu thị môđun cường độ trung bình của trường làm việc đầu từ, lấy cường độ trường tại một điểm khá sâu trong khu vực giữa khe (tại đó nó đạt cực đại) làm đơn vị so sánh.

– Sự lấy trung bình theo thiết diện lớp bột từ băng từ bề dày d.

$$\left|\frac{H}{H_\infty}\right|_{t.b} = \frac{1}{\frac{d}{\delta}} \int_0^{\frac{d}{\delta}} \left|\frac{H}{H_\infty}\right| d\left(\frac{y}{\delta}\right)$$

Dấu giá trị tuyệt đối biểu thị quan tâm đến môđun chứ không để ý đến dấu (chiều) của trường.

– Theo đường I thì phạm vi trường làm việc đầu từ là 6 δ. Tuy nhiên $H = H_x + H_y$. H_y vuông góc với mặt băng từ. Trường khử từ của băng từ đối với H_y rõ ràng lớn hơn trường khử từ đối với H_x. Chính H_x sẽ tương tác chủ yếu với hãng từ. Đường II biểu thị trường H_x tương tác với băng từ, nó có dạng hình thang, đáy trên có bể rộng 2 δ với cường độ trường cực đại, đáy dưới có bề rộng ,4 δ, xác định phạm vi làm việc của đầu từ. Vậy thời gian băng từ tương tác là $\Delta t = \frac{4\delta}{S}$. Để mô tả tác dụng trường làm việc đầu từ với băng từ, ta vẽ các xung hình thang, đáy là $\Delta t = \frac{4\delta}{S}$, chiều cao tỉ lệ với dòng điện tức thời trong cuộn dây đầu từ, đáy nhỏ có thể phía trên hay phía dưới tùy theo chiều dòng điện.

§4. XÓA BĂNG

Xóa băng là công việc chuẩn bị để ghi băng. Kết quả việc xóa băng là các phần tử băng từ có cùng một trạng thái từ tính, đồng nhất suốt chiều dài cuộn băng từ. Trong hầu hết các ứng dụng, đó là trạng thái triệt tiêu độ từ hóa dư của băng sau lần ghi trước. Bảo đảm xóa tốt, thì sự ghi mới trung thực (tuyến tính). Việc xóa băng diễn ra như sau :

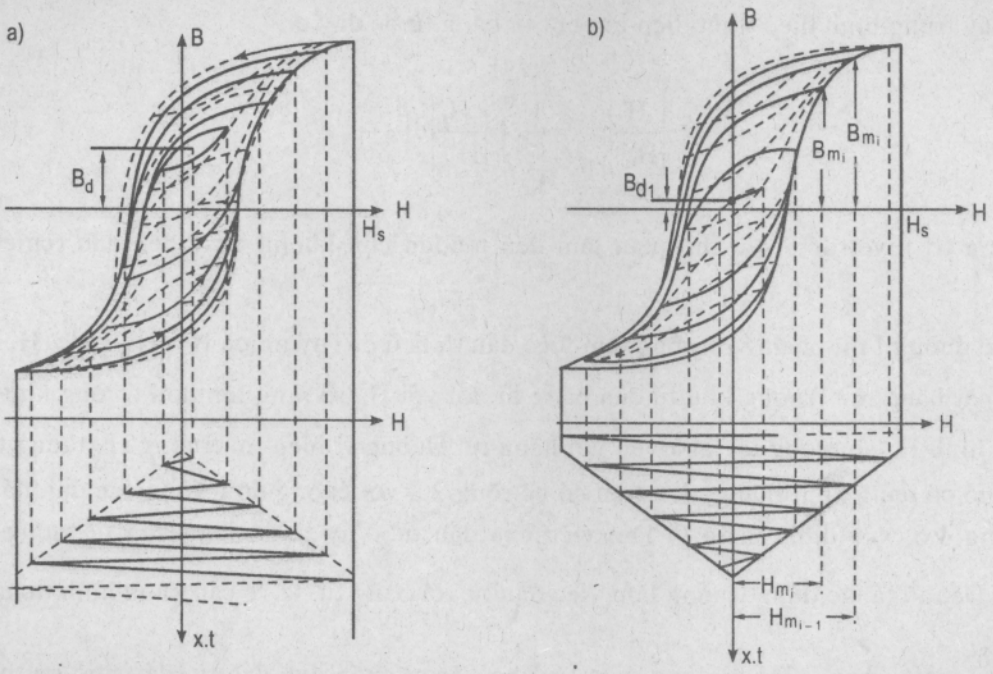
Tần số dòng điện đưa vào đầu từ xóa xấp xỉ 100 kHz. Bề rộng khe từ đầu xóa rộng, bảo đảm trong Δt có hàng trăm chu kì. Hình 5-5a trình bày quá trình tiến vào trường làm việc đầu xóa của phần tử băng có sẵn độ từ hóa dư Bd (kết quả ghi lần trước). Trường từ hóa xoay chiều có biên độ tăng dần và đạt cực đại khi phần tử băng từ tiến đến vị trí mặt giới hạn khe từ. Giá trị cực đại này > H_s. Tương ứng phần tử băng từ bão hòa.

Như vậy, bắt đầu từ (H = 0, B = Bd) quá trình từ hóa diễn ra theo các đặc tuyến từ hóa bộ phận không khép kín, to dần, và ở mép khe quá trình từ hóa diễn ra theo vòng từ trễ.

Kết thúc quá trình đầu tiên này, dù mỗi phần tử băng có trị số Bd trước khi xóa khác nhau, chúng đều bị từ hóa đến bão hòa đồng nhất như nhau.

Quá trình tiếp theo là quá trình phần tử băng từ rời xa khe từ hình 5-5b. Biên độ từ trường đầu xóa từ bão hòa giảm dần đến không. Nói là "giảm dần" vì quá trình giảm từ cực đại đến

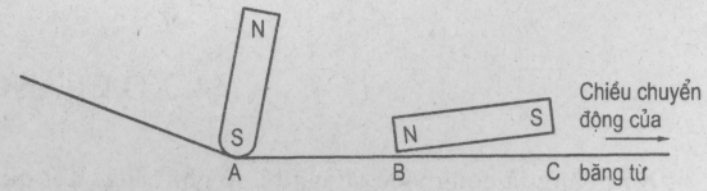
không bao gồm vài chục chu kì dòng điện xóa. Phần tử băng từ chịu tác động của từ trường này sẽ bị từ hóa theo những đặc tuyến từ hóa bộ phận, nhỏ dần, độ cảm ứng từ dư Bd giảm dần sau mỗi chu kì, cuối cùng giảm đến không.



Hình 5-5 : Giải thích quá trình xóa băng.

Nếu cực đại cùng dấu tiếp theo của trường từ hóa đầu từ xóa không nhỏ hơn quá 10% thì băng từ được coi là bị xóa đồng nhất Bd = 0.

Muốn bảo đảm xóa tốt thì quá trình giảm dần phải đủ dài, điều kiện này đòi hỏi tần số dòng điện xóa đủ lớn, khe từ đầu từ xóa đủ rộng.



Hình 5-6 : Xóa băng bằng nam châm vĩnh cửu.

Hình 5-6 kết cấu khối nam châm vĩnh cữu dùng để xóa băng. Cự li từ nam châm đến băng tại các vị trí :

$$A \simeq 0 ; B = 0{,}076 \text{ mm} ; C = 0{,}7 \text{ mm}.$$

Để xóa, đầu tiên phần tử băng cũng bị từ hóa đến bão hòa ở A, sau đó chịu tác động của trường giảm dần ở B, C.

§5. GHI ÂM KHÔNG THIÊN TỪ

Ở mục này, ta xét cách ghi sử dụng đặc tuyến từ hóa ban đầu của vật liệu từ băng từ.

Hình 5-7 dòng điện âm tần 500 Hz (T = 2ms) với đầu từ ghi mà :

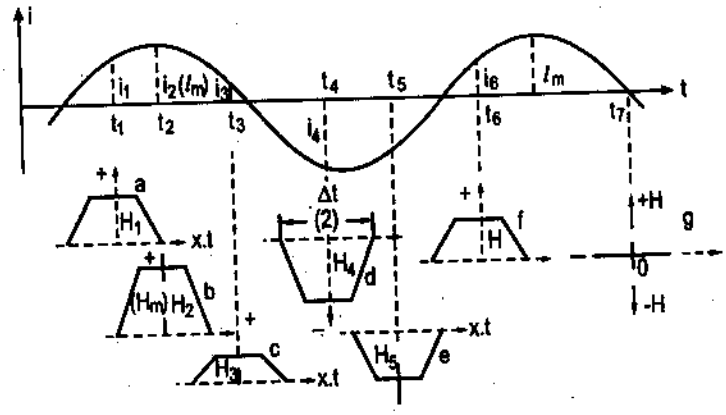
$$\Delta t = \frac{4\delta}{S} = 50\mu s$$

ta có :

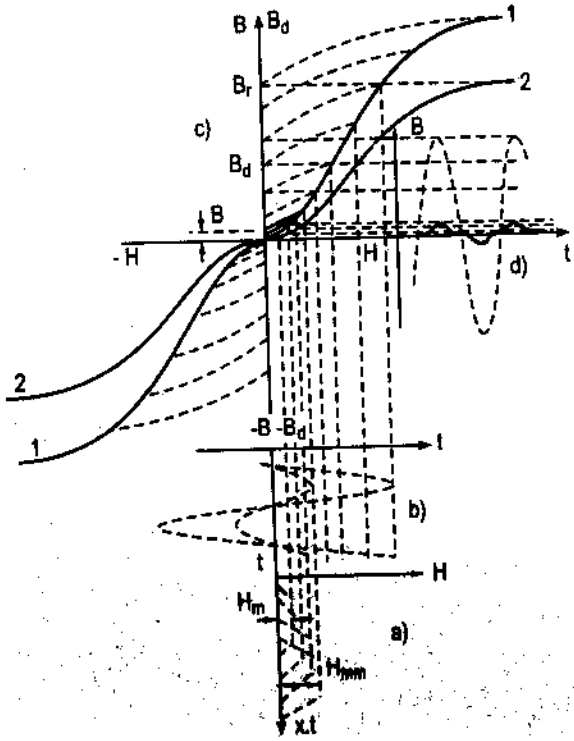
$$\frac{\Delta t}{T} = 2,5\%$$

Vậy trong Δt, từ trường đầu ghi hầu như không đổi, xung từ hóa là các hình thang mà đáy nhỏ phẳng.

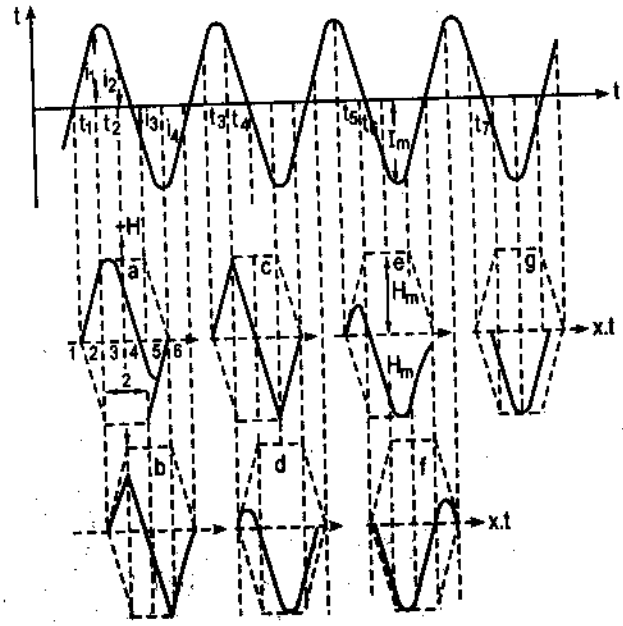
Hình 5-8 minh họa cách xây dựng đặc tuyến ghi Bd (H) (đường 2) từ đặc tuyến từ hóa ban đầu B (H) (đường 1). Dưới tác động của từ trường hình sin (tín hiệu ghi) nhỏ thì độ từ hóa dư trên băng hầu như không sin do đoạn cong đầu của đặc tuyến động ghi.



Hình 5-7 : Xung trường đầu từ ghi âm ở tần số thấp.



Hình 5-8 : Đặc tuyến động ghi.



Hình 5-9 : Xung trường đầu từ ghi âm ở tần số cao.

Nhận xét : chỉ có phần giữa (xét trong góc phần tư thứ nhất) của đặc tuyến Bd (H) là khá thẳng và tương đối dốc. Chỉ có công tác ở đoạn này, kết quả ghi khá tuyến tính và ghi khá nhạy. Điều kiện ghi không thiên từ chỉ thích hợp với loại tín hiệu có biên độ đủ lớn và dải động nhỏ. Tín hiệu âm tần có dải động lớn nên không thích hợp.

Bây giờ ta hãy xét đặc tính tần số của ghi âm : với giá trị Δt = 50 μs của đầu từ ghi trong ví dụ trên, nếu dòng điện âm tần có tần số 1000 Hz thì $\frac{\Delta t}{T} = 5\%$. Trong Δt tín hiệu di pha $\frac{\pi}{10}$. Đỉnh

xung trường làm việc, đầu từ ghi không còn bằng phẳng nữa, mà biến đổi cỡ $\frac{T}{20}$ của hình sin. Hiển nhiên độ từ hóa dư (kết quả ghi) bắt đầu giảm nhỏ hơn so với ở tần số 500 Hz xét ở trên.

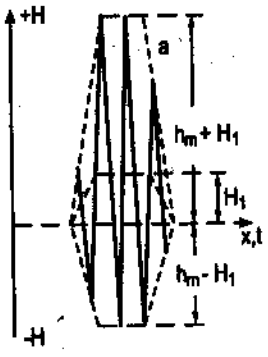
Hình 5-9 trình bày đầu từ ghi $\Delta t = 50\mu s$ trong trường hợp tín hiệu âm tần f = 15000 Hz, khi này $\frac{\Delta t}{T} = 75\%$, tức là dòng điện tín hiệu cần ghi đã đổi chiều. Dạng xung từ hóa là $\frac{3}{4}$ hình sin. Độ từ hóa dư sau khi phần tử băng từ ra khỏi trường làm việc đầu từ ghi lại giảm nhỏ hơn nữa. (Đó là hiệu ứng khe từ).

Hiệu ứng khe từ cùng với hiệu ứng tự khử từ của băng từ đều làm đặc tính tần số ghi tín hiệu giảm dần theo tần số.

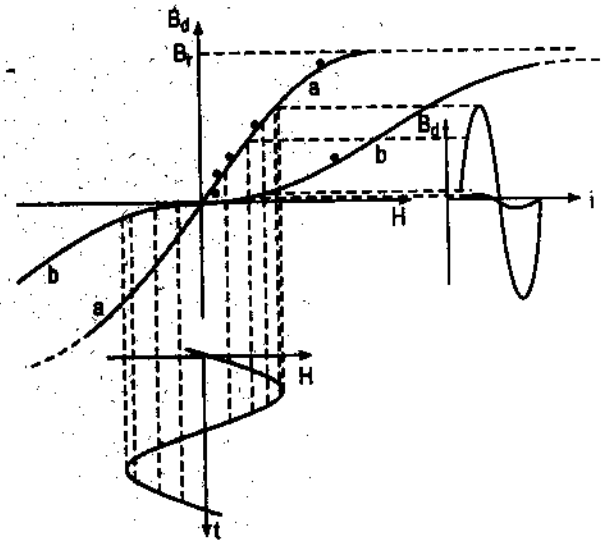
§6. GHI ÂM CÓ THIÊN TỪ

Thiên từ là trường từ hóa tần số cao (xấp xỉ 100 kHz) được đưa vào đầu từ ghi âm để cải thiện chất lượng ghi âm. Ghi âm có thiên từ là phương pháp ghi âm được dùng rộng rãi.

Hình 5-10 vẽ dạng xung trường làm việc đầu từ ghi dựa vào nguyên lí xếp chồng (âm tần và thiên từ). Vì âm tần có biên độ nhỏ hơn thiên từ (H < hm) nên biên độ và chiều của dòng âm tần quyết định mức độ không đối xứng và chiều lệch của trường làm việc đầu từ ghi. Dựa vào cách phân tích quá trình từ hóa phần tử băng từ, ta thấy độ từ hóa dư của phần tử băng từ xét tỉ lệ với độ lệch đối xứng, nghĩa là biến thiên phù hợp với tín hiệu âm tần đem ghi. (Khác với quá trình xóa ở chỗ : trường không đạt bão hòa và không giảm dần).



Hình 5-10 : Dạng xung đầu từ ghi âm có thiên từ.

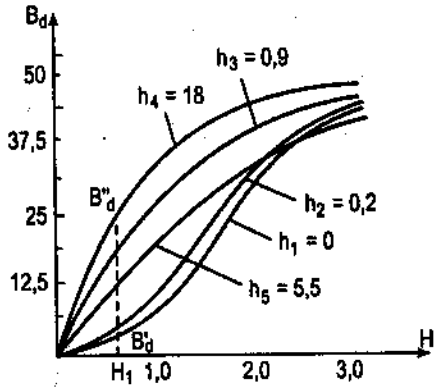


Hình 5-11 : So sánh đặc tuyến động.

Hình 5-11 so sánh đặc tính động ghi trong trường hợp có thiên từ (a) và không có thiên từ (b). Nhờ thiên từ nên méo phi tuyến giảm, dải động mở rộng.

Méo tần số (biên tần) trong trường hợp ghi có hay không có thiên từ đều giống nhau. Hiệu ứng khe từ và hiệu ứng tự khử từ của băng từ trong hai trường hợp đều tồn tại.

Hình 5-12 trình bày họ đặc tuyến động ghi B_d (H) với tham số là cường độ dòng thiên từ. Để tổng quát hóa, các đơn vị tương đối được dùng cho H, B_d , h. Ta nhận xét rằng : đặc tuyến thay đổi hình dạng theo cường độ dòng thiên từ h. Có trị số h tối ưu theo yêu cầu độ nhạy, độ tuyến tính.



Hình 5-12 : Ảnh hưởng dòng thiên từ đối với đặc tuyến động ghi.

§7. TẠO LẠI TÍN HIỆU

Giả sử do kết quả ghi tín hiệu, thông lượng từ do độ từ hóa dư là hàm số tọa độ chiều dài băng :

$$\phi = \phi_m \sin\frac{2\pi}{\lambda_b}x$$

Khi băng từ trượt qua đầu từ với tốc độ S, trong thời gian tương tác $\Delta t = \frac{4\delta}{S}$, từ thông này khép kín qua lõi từ đầu từ tạo lại, sẽ cảm ứng ở cuộn dây W vòng của đầu từ tạo lại một sức điện động âm tần :

$$E = -W\frac{d\phi}{dt} \simeq -W\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{4\delta}{S}$$

Áp dụng công thức :

$$\sin a - \sin b = 2\sin\frac{a-b}{2}\cos\frac{a+b}{2},$$

ta có :

$$\Delta\Phi = \Phi(x+4\delta) - \Phi(x) = \Phi_m \sin\frac{2\pi}{\lambda_b}(x+4\delta) - \Phi_m \sin\frac{2\pi}{\lambda_b}x$$

$$\Delta\Phi = 2\Phi_m \sin\frac{2\pi}{\lambda_b}\frac{4\delta}{2}\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_b}x + \frac{2\pi}{\lambda_b}\frac{4\delta}{2}\right)$$

Vì : $\omega = 2\pi f = 2\pi\frac{S}{\lambda_b}$, hay là $\frac{2\pi}{\lambda_b} = \frac{\omega}{S}$,

ta có : $\frac{4\delta\pi}{\lambda_b} = \frac{2\omega\delta}{S}$ và $\frac{2\pi x}{\lambda_b} = \frac{\omega}{S}$. St = ωt.

Vậy : $\Delta\Phi = 2\Phi_m \sin\frac{2\omega\delta}{S}\cos\omega\left(t + \frac{2\delta}{S}\right)$

Do đó :

$$E \simeq W\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{W2\Phi_m}{\frac{4\delta}{S}}\sin\frac{2\omega\delta}{S}\cos\omega\left(t + \frac{2\delta}{S}\right)$$

trong biểu thức của E, biên độ E_m là :

$$E_m = W\Phi_m \cdot \frac{\sin\frac{2\omega\delta}{S}}{\frac{2\omega\delta}{S}} \cdot \omega = K \cdot A \cdot \omega$$

K là hệ số hằng số.

A là hệ số méo khe : $A = \frac{\sin\frac{2\omega\delta}{S}}{\frac{2\omega\delta}{S}}$

Nhận xét :

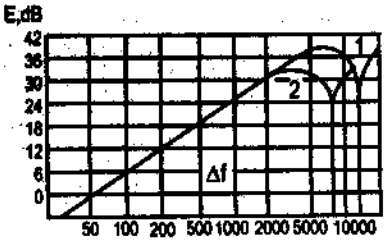
– Khi tần số thấp $\frac{2\omega\delta}{S} < 0{,}2$ thì A ≃ 1. E_m tăng tuyến tính theo tần số ;

– Khi $\frac{2\omega\delta}{S} = \frac{\pi}{2}$, $\sin\frac{2\omega\delta}{S} = 1$, thì A và E_m cực đại (tương ứng $f = \frac{S}{8\delta}$) ;

– Khi $\frac{2\omega\delta}{S} = \pi$, $\sin\frac{2\omega\delta}{S} = 0$, thì A = 0, E_m = 0 (tương ứng $f = \frac{S}{4\delta}$).

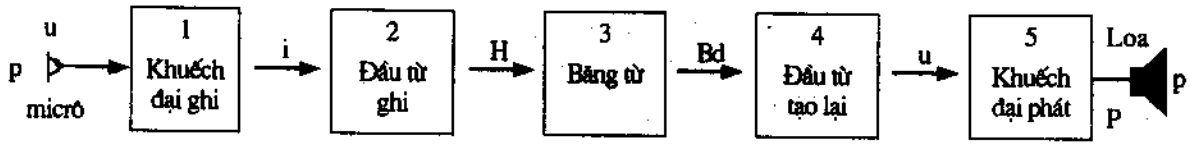
(Vì $\frac{4\delta\pi}{\lambda_b} = \frac{2\omega\delta}{S}$, nên nói cách khác : khi phạm vi trường làm việc 4δ của đầu từ bằng nửa bước sóng thì E_m cực đại, khi phạm vi trường làm việc bằng bước sóng thì E_m = 0)

Hình 5-13 biểu thị $E_m(\omega)$, chính là đặc tuyến tần số tạo lại tín hiệu của đầu từ. Dải tần công tác của đầu từ tạo lại bị giới hạn ở phía thấp tại lân cận $\frac{S}{N} = 0dB$, bị giới hạn ở phía cao sao cho $4\delta = 0{,}8\lambda_b$ (nghĩa là tương ứng $\frac{S}{8\delta} < f < \frac{S}{4\delta}$).



Hình 5-13 : Đặc tuyến tần số tạo lại
1. S = 38,1 cm/s ; 2. S = 19,05 cm/s.

§8. CHẤT LƯỢNG ÂM THANH SAU QUÁ TRÌNH GHI VÀ TẠO LẠI



p : thanh áp

P : công suất điện

8.1. Đặc tuyến biên tần

Ta hãy tham khảo tiêu chuẩn của Liên Xô cũ về máy ghi âm theo bảng dưới đây :

Phân cấp	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	f_3 (Hz)	f_4 (Hz)	A (dB)	B (dB)
Cấp I	31,5	250	6.300	18.000	3	6
Cấp III	40	250	630	12.500	4	7

A là chênh lệch mức so với trung bình trong dải tần $f_2 - f_3$.

B là chênh lệch mức so với trung bình trong dải tần $f_1 - f_2$, $f_3 - f_4$. Để đạt được tiêu chuẩn như trên, thường dùng kĩ thuật mạch điện trong các bộ khuếch đại để bù trừ sự không bằng phẳng của đặc tuyến biên tần khâu từ tính. Cụ thể như sau :

Trục hoành của các đặc tuyến đều là tần số, trục tung đều là biên độ đo bằng dB (mức) ;

Đặc tuyến 1 là của đầu từ tạo lại (đầu từ phát), tức của khối 4 ;

Đặc tuyến 2 là của đầu từ ghi, tức của khối 2 ;

Đặc tuyến 5 là của khâu từ tính, bao gồm khối 2, 3, 4, coi như tổng hợp của đặc tuyến 1, đặc tuyến 2 và của băng từ ;

Đặc tuyến 3 là của khuếch đại ghi, tức là của khối 1 ;

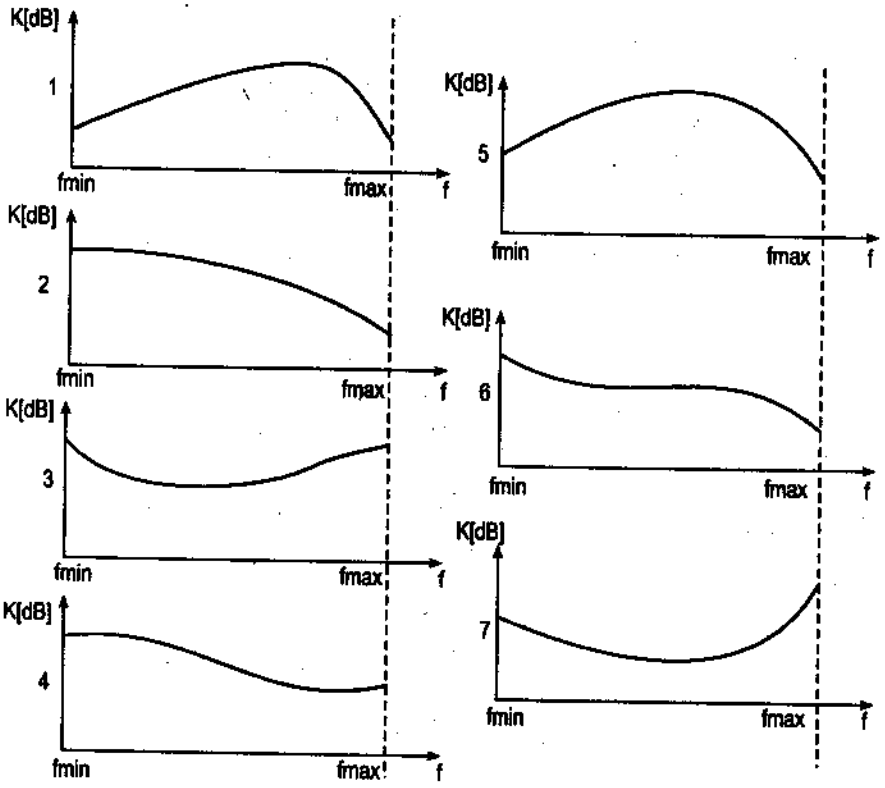
Đặc tuyến 4 là của khuếch đại phát, tức là của khối 5 ;

Đặc tuyến 7 là của khâu điện tử, là ảnh soi gương của đặc tuyến 5, chúng bù trừ lẫn nhau để đặc tuyến tần số tổng hợp bằng phẳng ;

Đặc tuyến 6 là của kênh ghi, bao gồm khối 1 và khối 2, là tổng hợp của đặc tuyến 3 và đặc tuyến 2. Đặc tuyến biên tần của kênh ghi được chuẩn hóa để băng ghi âm có thể phát âm tốt ở các máy khác nhau. Ở tần thấp, sự nâng cao đặc tuyến theo biểu thức :

$$10\lg\left(1+\frac{1}{\omega^2\tau_2^2}\right)$$

với τ_2 = 3180 μs đối với tốc độ băng 4,8 cm/s.



Hình 5-14

Còn ở tần cao, sự hạ thấp đặc tuyến theo biểu thức :

$$-10\lg(1+\omega^2\tau_1^2)$$

$$\tau_1 = 120\ \mu s$$

đối với tốc độ băng 4,8 cm/s.

Qua nghiên cứu các đặc tuyến tần số trên, ta thấy méo biên tần chủ yếu do khâu từ tính : hiệu ứng khe từ, hiệu ứng tự khử từ, sức điện động đầu từ phát giảm đến không khi tần số giảm đến không. Méo tần cao do tăng tổn hao các loại ; sự không chính xác của vị trí khe từ, sự tiếp xúc không tốt của băng từ với khe từ đều làm tăng bề rộng "hiệu dụng" của khe từ, góp phần tăng méo tần cao. Ví dụ, băng từ cách mặt khe từ 0,00075 in đã làm suy giảm thành phần 5.000 Hz đến 30 dB, thành phần tần số thấp bị suy giảm ít hơn.

8.2. Méo phi tuyến

Chủ yếu do tính phi tuyến của đặc tuyến động Bd (H), có thể còn do lõi đầu từ ghi có độ từ hóa dư khi đột biến dòng điện trong cuộn dây của nó. Để giảm méo phi tuyến, cần chọn trị số dòng thiên từ tối ưu và cần hạn chế biên độ tín hiệu sao cho phần tử băng từ không bị bão hòa. Méo sai điệu là một méo phi tuyến đặc biệt. Nguyên nhân là tốc độ kéo băng không chuẩn, lực ép và ma sát với băng không chuẩn.

8.3. Bảo dưỡng

Nếu đầu từ bị bẩn và bị nhiễm từ, thì âm thanh phát sẽ có tiếng ồn và nhiều tạp. Có thể làm sạch đầu từ bằng băng lau đầu từ hay các biện pháp đơn giản hơn. Có thể khử từ đầu từ và các bộ phận tiếp xúc với băng từ băng dụng cụ khử từ. Tiếng ồn còn do băng từ không đồng nhất và làm "nhòe" lẫn nhau khi các vòng băng quấn sát nhau.

Việc kiểm chuẩn máy ghi âm có thể thực hiện đơn giản nhờ băng ghi chuẩn. Thường nội dung kiểm chuẩn là xác định đặc tuyến biên tần, méo sai điệu, góc lệch đầu từ. Đầu từ cần định vị chính xác trên cả 3 chiều không gian (nếu đầu từ dùng chung cho ghi và phát, thì sự xoay lệch đầu từ trên mặt phẳng băng sẽ gây hậu quả nhẹ hơn so với đầu từ ghi riêng, đầu từ phát riêng). Cũng cần kiểm tra xem đầu từ bị mòn đến mức nào và có đều không.

§9. ĐẶC ĐIỂM TÍN HIỆU VIDEO VÀ MÁY GHI HÌNH

Trong máy ghi hình, để có hình và có tiếng, máy phải có đường tín hiệu video và đường tín hiệu âm thanh. Đường tín hiệu âm thanh được ghi - phát theo nguyên lí đã trình bày trên, nhờ đầu từ âm thanh, theo một vệt ghi riêng dọc theo mép băng từ. Tín hiệu video có dải tần từ 0 đến 6 MHz, thật sự rộng hơn nhiều so với âm thanh. Nếu đơn giản ghi tín hiệu video rập khuôn như ghi âm, thì :

1 - Ở tần số thấp, tín hiệu đầu từ phát bị nhiễu che lấp ;

2 - Ở tần số cao (f_{max}, λ_{min}), ta đã biết $4\delta = 0{,}8\lambda_{b\,min}$, $\lambda_b = \frac{S}{f}$, vậy tốc độ tương đối băng từ - đầu từ :

$$S = f\lambda_{b\,min} = f\frac{4\delta}{0{,}8} = 6.10^{+6}\left[\frac{1}{s}\right] \times 2.10^{-6}[m] = 12\left[\frac{m}{s}\right]$$

Kĩ thuật máy ghi hình đã giải quyết như sau :

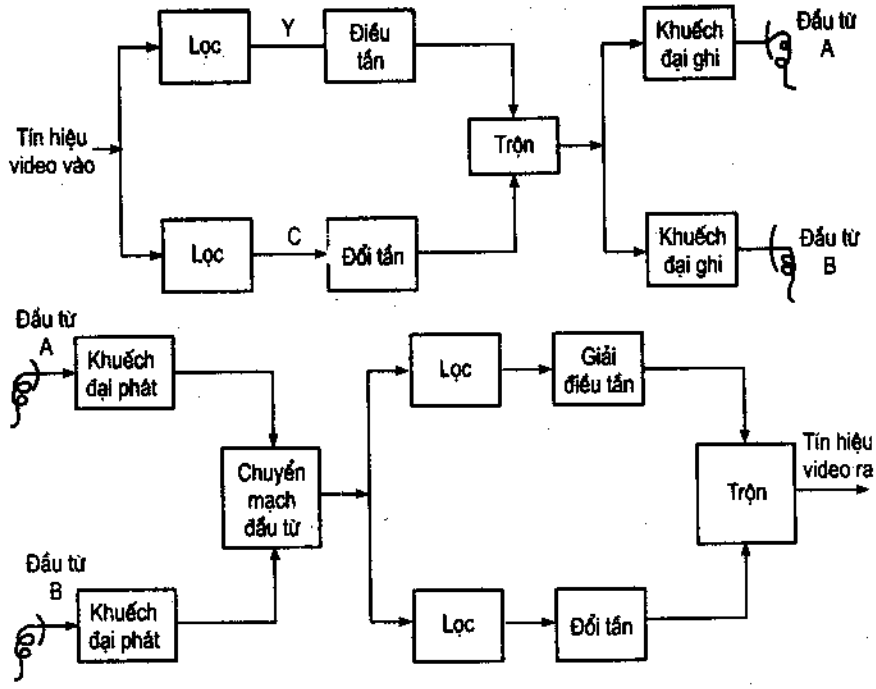
1 - Chuyển phổ tín hiệu video trước khi ghi để nâng giới hạn thấp của dải tần đến xấp xỉ 1 MHz (thay cho xấp xỉ 0), do đó giảm dải thông tần (băng tần) của tín hiệu video sau chuyển phổ xuống còn 4 oct (thay cho 18 oct của tín hiệu không chuyển phổ) ;

2 - Chấp nhận tốc độ tương đối băng từ - đầu từ cao (cỡ 12 m/s) nhưng chủ yếu do đầu từ quay, còn tốc độ tuyệt đối của băng từ không khác mấy tốc độ băng trong máy ghi âm.

3 - Tách rời các tín hiệu để tránh giao thoa (tín hiệu chói và tín hiệu màu tách rời về tần số, các tín hiệu khác nhau được ghi ở các vị trí khác nhau trên mặt băng khá rộng). Dưới đây ta xem xét các biện pháp trên một cách cụ thể hơn.

Phổ tín hiệu video bao gồm thành phần phổ tín hiệu chói Y và thành phần phổ tín hiệu màu C. Phổ Y tập trung năng lượng ở vùng tần số thấp, nhờ bộ lọc, tín hiệu chói được tách ra, có dải

tần 25 Hz ÷ 3 MHz, sau điều tần, chuyển phổ lên dải tần 3,3 MHz ÷ 4,8 MHz. Phổ C tập trung năng lượng ở vùng tần số cao, nhờ bộ lọc, tín hiệu màu được tách ra, có dải tần 3,9 MHz ÷ 4,75 MHz, sau đổi tần, chuyển phổ xuống dải tần 0,25 MHz ÷ 1,1 MHz. Sau khi trộn, Y và C vẫn không giao thoa như mong muốn vì khác dải tần. Đó là quá trình chuyển phổ khi ghi video. Khi phát sẽ xảy ra quá trình chuyển phổ ngược lại để hoàn nguyên tín hiệu video.



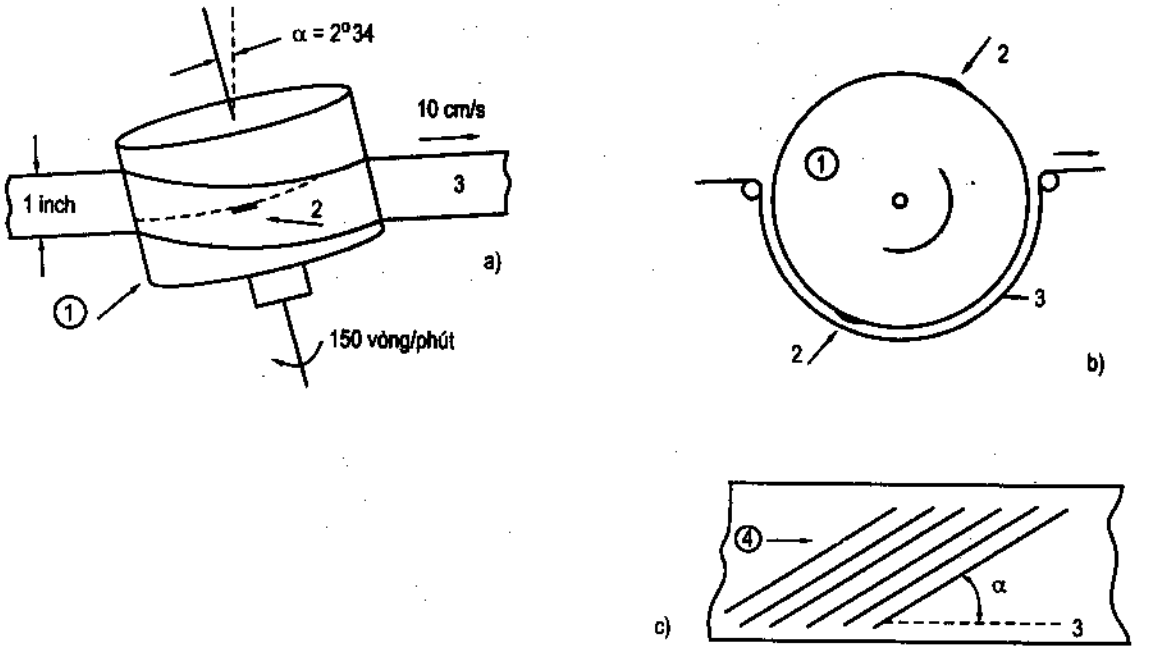
Hình 5-15 : Sơ đồ khối ghi và phát tín hiệu video.

Cần lưu ý đặc điểm điều tần : tần số sóng mang F_o xấp xỉ giới hạn trên f_{cmax} của dải tần video : $F_o = (1,1 \div 1,5)\, f_{cmax}$.

Một đặc điểm nữa là hệ số điều tần rất nhỏ (tỉ số giữa độ di tần Δf và tần số tín hiệu điều chế f_c rất nhỏ) nên dải tần của tín hiệu sau điều tần có độ rộng cực tiểu có thể. Sau điều tần và đổi tần, giới hạn thấp của tín hiệu 0,25 MHz đủ lớn để bảo đảm $\frac{S}{N}$ đủ lớn khi tạo lại. Ghi tín hiệu video sau điều tần và đổi tần không cần thiên từ vì khi đó tín hiệu không nhạy với méo phi tuyến nữa.

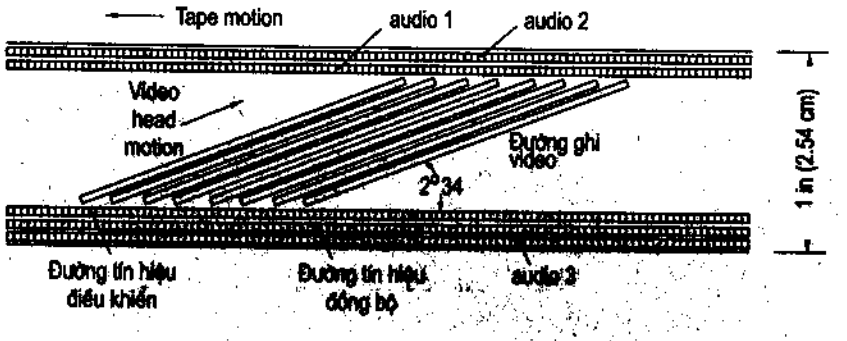
Hình 5-16 trình bày một phương pháp ghi tín hiệu video : đĩa mang theo 2 đầu từ (ở vị trí đối xứng qua tâm đĩa) quay với tốc độ cao. Mặt phẳng đĩa tạo với mép băng từ góc α (nhỏ). Tốc độ băng từ không lớn. Các đường ghi tín hiệu video trên băng từ là các đường xiên, luân lưu nhau của hai đầu từ. Tốc độ tương đối đầu từ - băng từ trên vệt ghi xiên lên tới 10 m/s. Ở phía phát (xem hình 5-15), chuyển mạch đầu từ (làm việc đồng bộ với sự quay của đĩa) sẽ nối tiếp tín hiệu của các vệt ghi luân lưu thành tín hiệu liên tục.

Cần lưu ý rằng khe từ của 2 đầu từ (A và B) có độ xoay lệch trái ngược nhau trên mặt phẳng băng so với định hướng vệt ghi $\pm(6 \div 15^o)$ để phân biệt được vệt nào của đầu từ nào (A hay B).



Hình 5-16 : Giản đồ hệ thống đầu từ – băng từ ở máy ghi từ ghi xiên ;
a – nhìn ngang ; b – nhìn trên xuống ; c – mặt băng từ ;
1 – đĩa đầu từ ; 2 – đầu từ video ; 3 – băng từ ; 4 – rãnh từ video.

Hình 5-17 biểu thị bố trí các vệt ghi trên băng video : các đường ghi âm (audio 1-3), đường tín hiệu đồng bộ (Syrnchronization) và đường tín hiệu điều khiển (control) dọc theo mép băng ; còn đường ghi video là các vệt xiên.



Hình 5-17 : Các rãnh ghi tín hiệu băng ghi hình.

Dễ dàng thấy rằng máy ghi hình phức tạp hơn nhiều so với máy ghi âm : vấn đề ổn định tốc độ tương đối đầu từ - băng từ, vấn đề mỗi khe đầu từ khi tạo lại phải trượt đúng lên vệt ghi của nó v.v... Vì vậy máy ghi hình có rất nhiều hệ tự động điều chỉnh : điều chỉnh tốc độ và pha mô tơ quay đĩa, mô tơ kéo băng, điều chỉnh sai lệch thời gian gốc (bảo đảm sự chính xác về pha của các dòng quét trên màn hình) v.v...

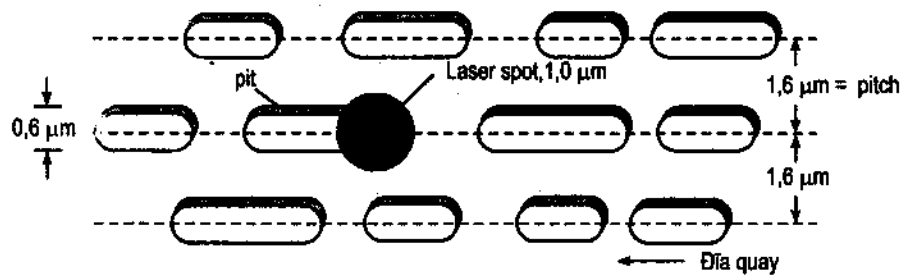
Băng từ video được xử lí bề mặt, tạo thêm một lớp mỏng trên lớp bột từ ; lớp này có ma sát nhỏ, độ cách điện không lớn (điện tích tĩnh điện quá lớn và lớp đệm của không khí xoáy do chuyển động tương đối tốc độ cao của băng không xử lí sẽ tạo ra nhiễu và điều biên kí sinh)

Chương 6

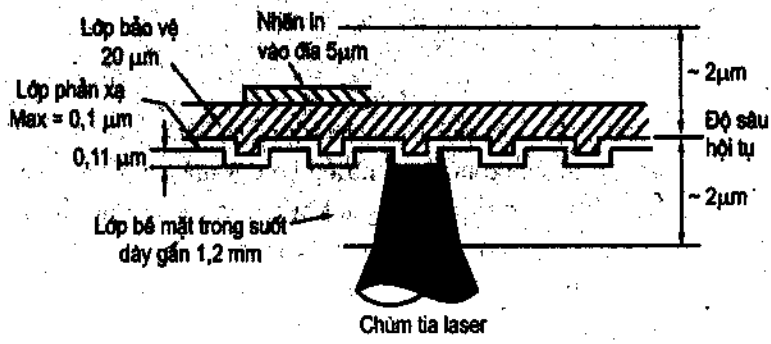
GHI TÍN HIỆU BẰNG TIA LAER

Ghi tín hiệu bằng tia laer là lĩnh vực kĩ thuật số. Trong ứng dụng thực tế thường liên kết âm thanh và hình ảnh với nhau.

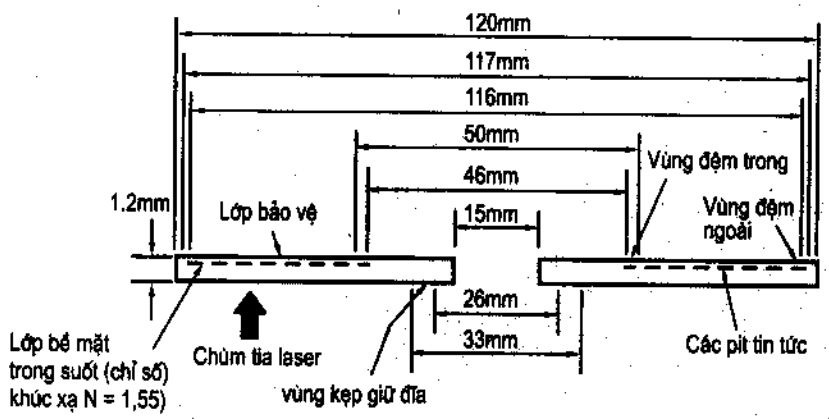
§1. NGUYÊN LÝ GHI TÍN HIỆU BẰNG TIA LASER



Hình 6-1a : Pit có bề rộng 0,6µm.
Điểm hội tụ của tia laser ϕ1,0µm các pit liên tục thành đường xoắn ốc với cự li vòng xoắn 1,6µm.



Hình 6-1b : Chùm tia laser chiếu vào mặt đĩa từ phía dưới qua lớp plastic trong suốt, hội tụ vào lớp pit, gặp bề mặt phản xạ bằng kim loại (nhôm hoặc vàng, dày 100 + 50nm)



6.1.c = ϕ = 120mm vành đĩa, laser beam : tia laser

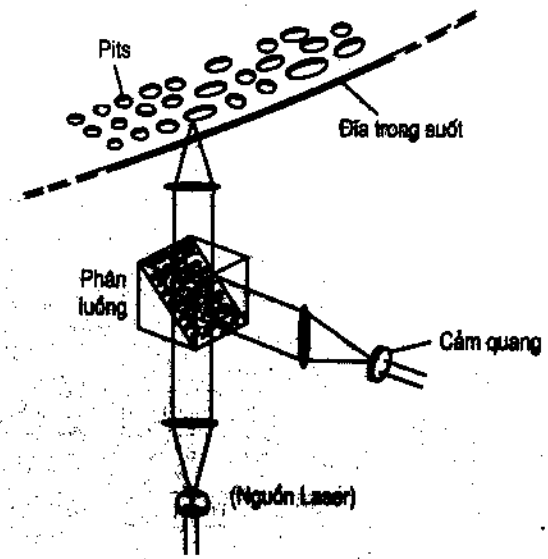
ϕ = 15mm lỗ giữa đĩa, đĩa dày 1,2mm clamping area : vùng kẹp giữ đĩa.

Hình 6-1. Mô tả kích thước của cấu trúc C–D.
Vùng ghi số liệu là một hình vành khăn rộng 35,5mm, bao gồm cả vùng đệm (trong và ngoài) không có số liệu âm thanh mà chỉ có số liệu điều khiển.

Nhờ đặc điểm hội tụ cao của tia laser, môi trường đĩa quang đạt dung lượng 100 lần lớn hơn môi trường đĩa từ (đĩa C.D. đạt 10^6 bit/mm^2). Nếu pit bằng hạt gạo, thì đường kính C.D. gần 1 km. Thành (mép) của pit biểu thị số 1, đáy của pit và mặt bằng giữa các pit biểu thị số 0. Tia laser phản xạ khi đọc số liệu có sự thay đổi cường độ tương ứng.

Vậy lớp pit mang tin tức được bảo vệ bởi các lớp cách ly cả ở hai bề mặt đĩa, và quá trình ghi/đọc không có tiếp xúc cơ học. Sự tiếp xúc quang học khi đọc thông tin trên C.D. chẳng khác gì mắt ta đọc sách. Tuổi thọ của C.D. là 100 năm.

Chùm tia laser ban đầu ϕ800μm đã hội tụ đến ϕ1μm nhờ thấu kính và vật liệu nền plastic của đĩa (dày chừng 1,2mm có N = 1,55). Vì vậy các hạt bụi bẩn ϕ < 500μm trên bề mặt đĩa ứng với vị trí chùm tia chưa hội tụ, không gây sai lỗi cho việc đọc số liệu.



Hình 6-2 : Dùng tia laser để đọc tín hiệu trên C.D.
(Nguồn laser như cái đèn, phần tử cảm quang như con mắt, dòng pit như dòng chữ).

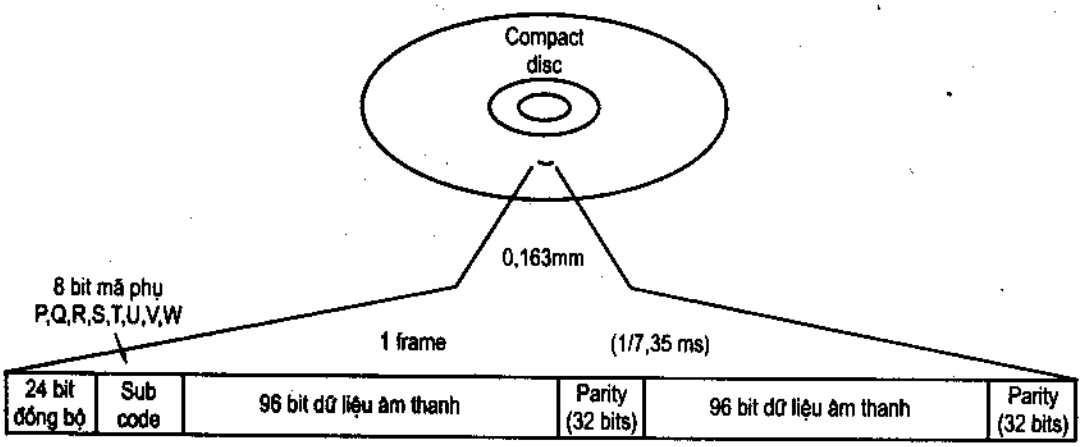
Tin tức trên đĩa được ghi/đọc với tốc độ dài không đổi dọc theo đường xoắn. Hệ thống servo đọc tín hiệu đồng bộ ghi chèn trong khung dữ liệu để tự động điều chỉnh CLV (constant linear velocity : tốc độ dài không đổi, bằng 1,25m/s).

Tín hiệu âm thanh âm nhạc stereo : 2 kênh, tần số lấy mẫu 44,1kHz mã hóa 16 bit cho mỗi mẫu (2^{16} = 65.536 mức lượng tử). Dòng số mã hóa nguồn này 1,41 Mbit/s sau khi mã hóa kênh

(áp dụng mã sửa sai lỗi, đồng bộ và điều chế) đạt 4,3218 Mbit/s. Đĩa dùng để nghe 74 phút âm nhạc stereo có 783 Mbyte sau mã hóa nguồn.

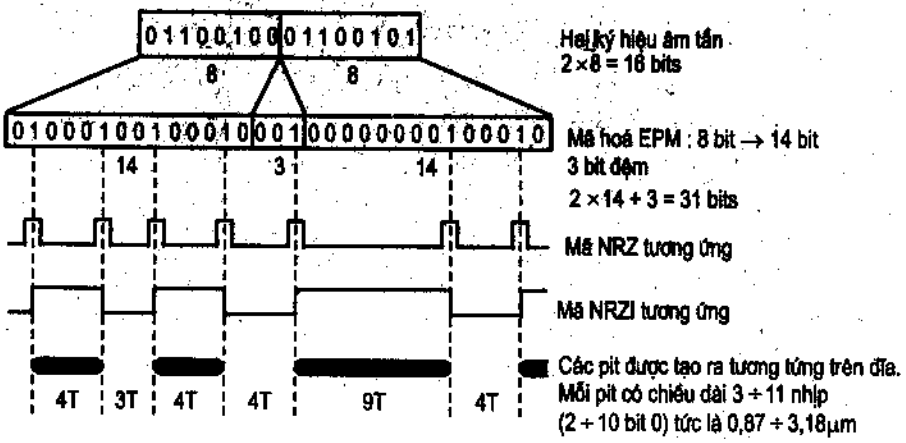
Mã hóa kênh gồm có EFM (eight-to-fourteen modulation) phù hợp việc tạo pit mật độ cao trên đĩa và CIRC (Cross-Interleave Reed-Solomon Code) để sửa lỗi.

C.D. có chỉ tiêu chất lượng âm nhạc như sau : Dải tần số 5 + 20.000 Hz với chênh lệch hệ số truyền đạt không quá ±0,2dB. Dải động D > 100dB. Tỉ số $\frac{S}{N} > 100$ dB. Suy giảm xuyên âm > 100 dB (ở 1 kHz). Méo phi tuyến < 0,002% (ở 1 kHz). Méo sai điệu cỡ 10^{-6}. Phương pháp mã hóa số liệu trên C.D. xem hình 6-3.



Hình 6-3 : Một khung số liệu trên đĩa trước EFM và cài xen (288 bit). Trừ 24 bit đồng bộ, số liệu còn lại trong khung phải EFM để tạo ra tổng số 588 bit mã hóa.

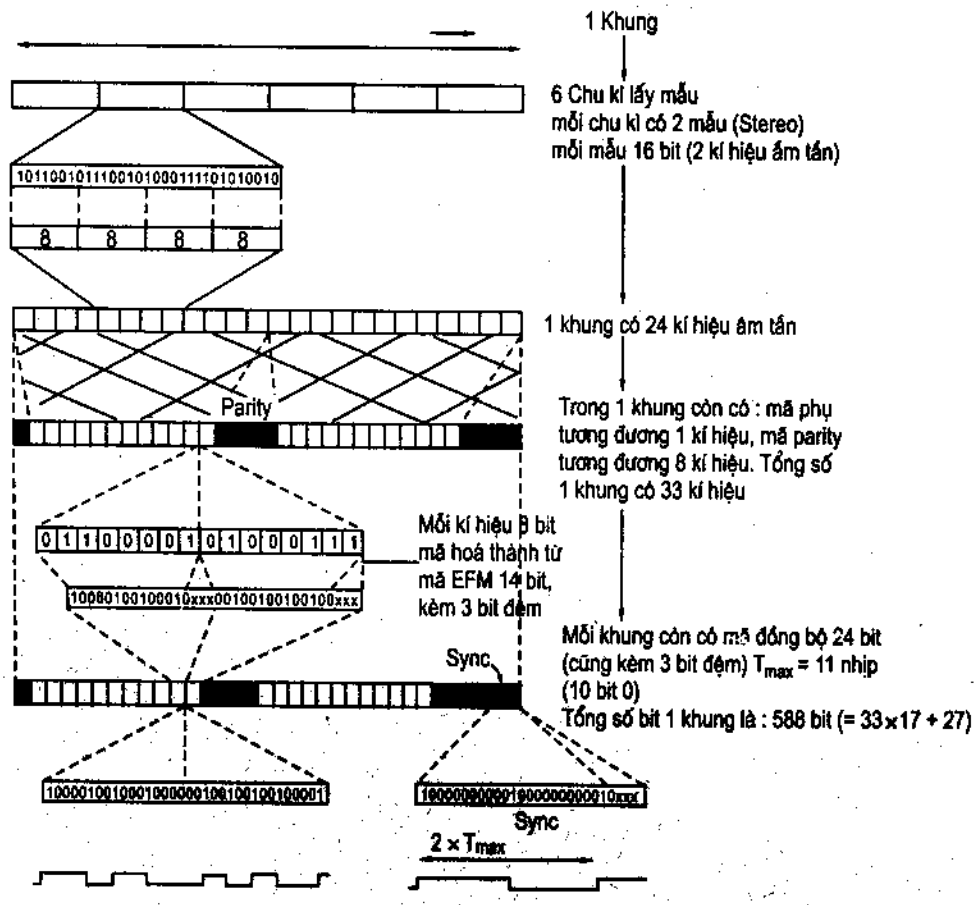
Khung là cấu trúc cơ sở nhất (nhỏ nhất) của dữ liệu để nhận dạng các loại dữ liệu được sắp xếp theo quy định. Nhờ vậy có thể dễ dàng phân biệt : dữ liệu âm thanh, mã sửa lỗi, mã đồng bộ, mã phụ.



Hình 6-4 : Xử lí theo kí hiệu âm tần 8 bit.

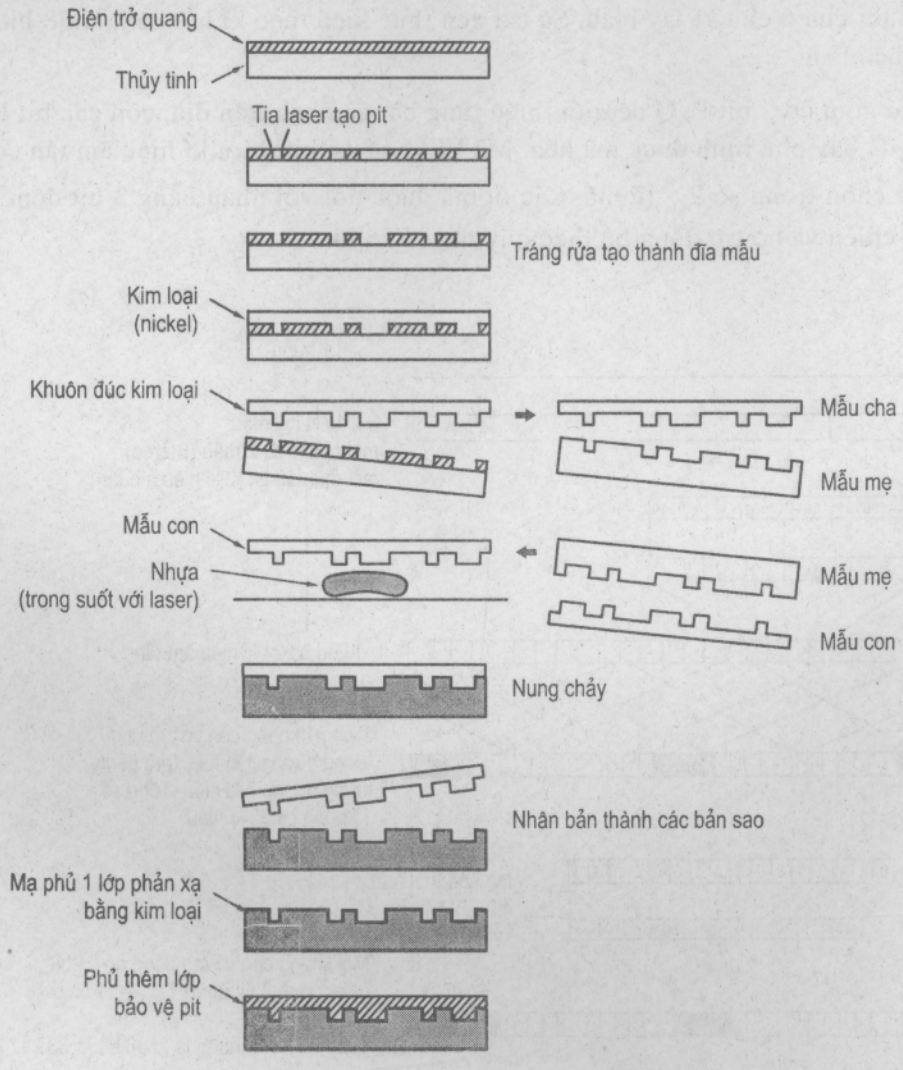
Một chu kì lấy mẫu âm tần stereo có 2 mẫu (2 kênh), mỗi mẫu mã hóa bằng 16 bit, 1 khung có 96 × 2 bit của 6 chu kì lấy mẫu. Sự cài xen thực hiện theo kí hiệu âm tần 8 bit, xếp vào các khung khác nhau.

Mã phụ gồm có 2 bit P, Q để giới thiệu từng bài ca nhạc trên đĩa, còn các bit R, S, T, U, V, W là phụ đề hay phụ hình được mã hóa. Mã EFM có 14 bit. Một kí hiệu âm tần có 1 từ mã xác định được chọn trong số 2^{14} từ mã. Các từ mã được nối với nhau bằng 3 bit đệm để nén thành phần một chiều và hỗ trợ đồng bộ theo quy tắc xác định.



Hình 6-5 : Quá trình mã hóa một khung số liệu trên C.D.

C.D. phải giải quyết không những vấn đề giải mã, sửa lỗi, tách và xử lí các loại tín tức, biến đổi DA, tự động điều chỉnh để tốc độ dài không đổi, mà còn phải tự động điều chỉnh để điểm hội tụ tia laser luôn đặt đúng vào pit. Sai số xa – gần cho phép không quá 0,5 μm, nhưng độ chòng chành của đĩa lớn gấp 800 lần (±0,4 mm). Sai số bám rãnh xoắn trên mặt phẳng đĩa ch cho phép không quá 0,1 μm, nhưng hệ thống kẹp giữ đĩa có độ lệch tâm lớn gấp 1000 lần (0,1 mm). Việc giải quyết tốt tất cả những yêu cầu đó chứng tỏ C.D. ở đẳng cấp kĩ thuật cao hơn so với ghi âm từ. Đối với C.D., thiết bị ghi thường tách riêng khỏi thiết bị đọc (phát lại). Hình 6-6 mô tả quá trình tạo ra C.D. thương phẩm.



Hình 6-6 : Quá trình tạo ra C.D.

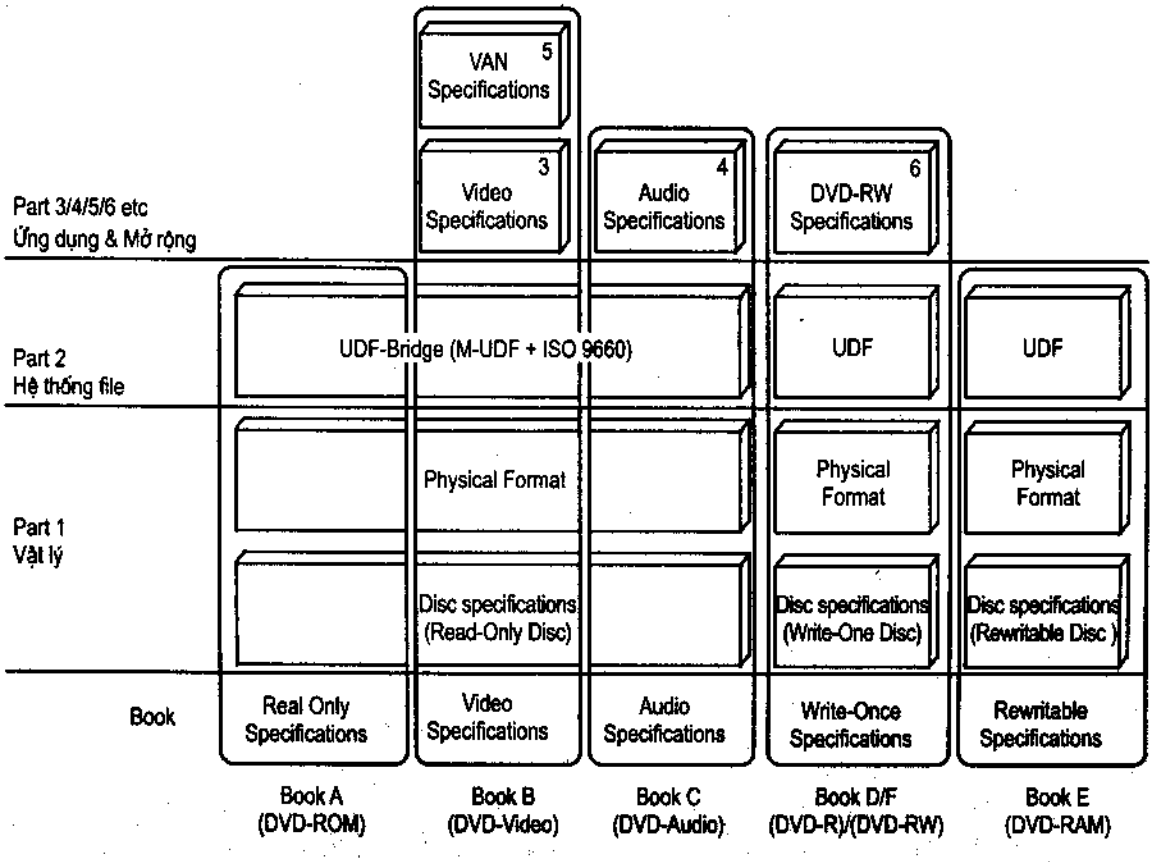
§2. SỰ PHÁT TRIỂN TỪ C.D. ĐẾN D.V.D

Kĩ thuật ghi tín hiệu bằng tia laser đã phát triển nhanh chóng theo hướng tăng dung lượng, giảm sai lỗi và hoàn thiện phần mềm. Quá trình này làm mở rộng và nâng cấp các ứng dụng.

Philips và Sony bắt đầu nghiên cứu phát triển C.D. từ những năm 70 của thế kỉ 20. Đầu tiên là C.D. âm nhạc (CD–DA) chiếm lĩnh thị trường từ 1983. CD-ROM (từ 1984) có thể lưu trữ không những âm thanh mà cả video và số liệu máy tính. CD-i (từ 1986) để lưu trữ audio, video, text, graphics và phần mềm. CD-R (từ 1988) cho phép người sử dụng ghi dữ liệu riêng không xóa được lên đĩa. CD-RW (từ 1996) cho phép ghi xóa như RAM. CD+G bổ sung khả năng dữ liệu đồ họa (graphics) và làm phong phú hơn trường mã phụ.

Cuối cùng kĩ thuật D.V.D ra đời nhằm mục đích : có một tiêu chuẩn cho mọi ứng dụng tương tác với TV và PC, khả năng tương thích với các chủng loại thiết bị ghi tín hiệu bằng tia laser đã có, giá thành hạ, sản xuất hàng loạt số lượng lớn đĩa và có cấu trúc file dữ liệu vạn năng.

Tháng 12 năm 1995, khuôn mẫu đầu tiên của D.V.D. được công bố. Tuy rằng tên gốc D.V.D. có nghĩa là đĩa video số (Digital video Disc), nhưng D.V.D. có phạm vi ứng dụng rộng lớn cho video, audio và máy tính nên D.V.D. được hiểu là Digital Versatile Disc (đĩa số vạn năng). Năm 1997, các khuôn mẫu cho DVD-Video và DVD-ROM được phổ biến. Hình 6-7 giới thiệu họ các khuôn mẫu DVD.



Hình 6-7 : Họ các khuôn mẫu D.V.D. với các chỉ tiêu và đặc trưng kĩ thuật riêng được quy định trong các sách từ A đến E. Mỗi sách (Book) lại chia thành nhiều phần (Part) từ 1 đến 6.

Ghi chú : Specifications : các đặc trưng kỹ thuật.
Format : khuôn mẫu

Dưới đây giới thiệu vài nét về bước phát triển mới nâng cấp của DVD so với CD.

DVD bắt buộc phải có vi xử lí để điều khiển việc đọc cấu trúc file và tương tác với đĩa. Mọi dữ liệu trên D.V.D đều được đánh địa chỉ và phải được truy cập ngẫu nhiên. Dữ liệu của D.V.D. được xem là dữ liệu phần mềm (như CD-ROM).

Nếu mật độ tin tức của C.D. là 1 bit/μm^2 thì mật độ tin tức của DVD tăng đến 7 bit/μm^2 nhờ cải tiến kĩ thuật trong 15 năm. Cụ thể là :

– Chọn dùng bước sóng laser ngắn hơn (635 và 650nm so với 780 nm).

– Thấu kính laser có độ hội tụ NA (numerical aperture) cao hơn (0,6 so với 0,45).

– Kích thước pit nhỏ hơn (0,4 ÷ 1,87 μm so với 0,87 ÷ 3,18 μm)

– Cự li rãnh xoắn gần hơn (0,74 μm so với 1,6 μm)

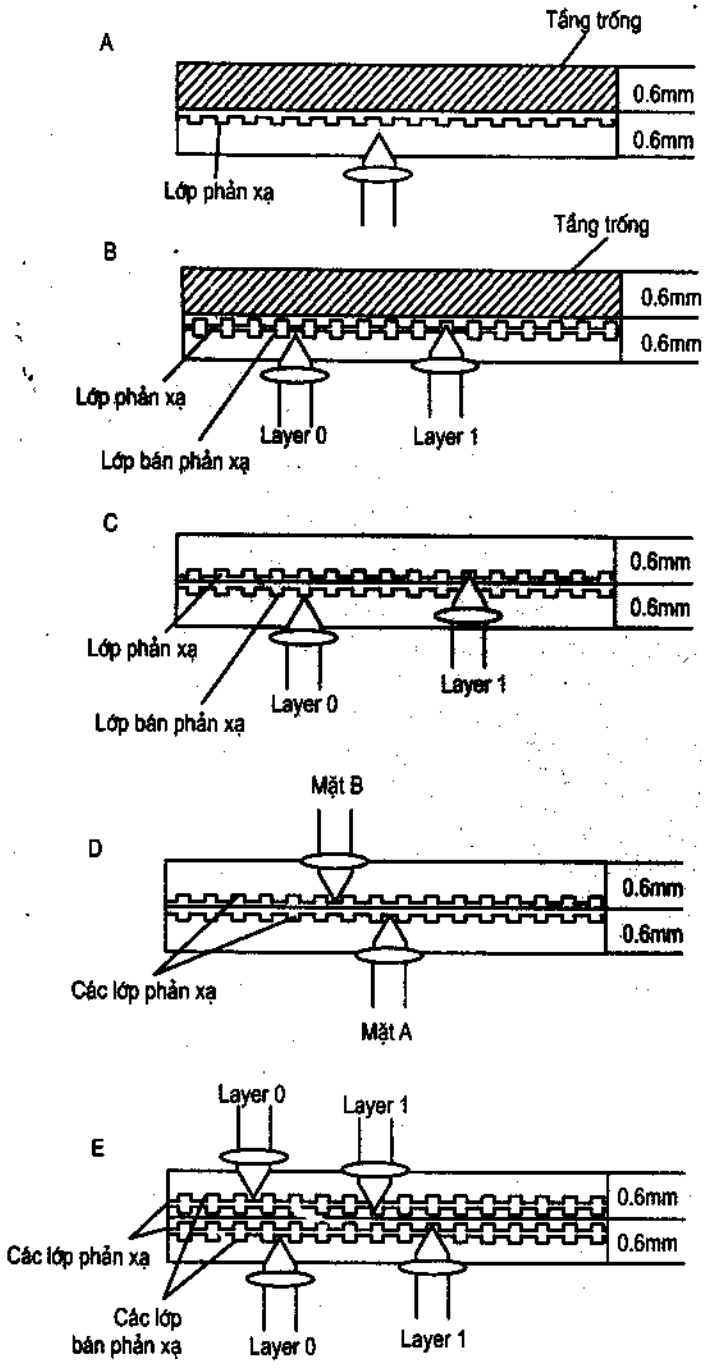
– Tốc độ CLV cao hơn (3,49 m/s so với 1,25 m/s)

– Mã sửa lỗi mạnh hơn (RS so với CIRC)

– Đĩa quay ổn định hơn do đĩa mỏng hơn (0,6mm so với 1,2mm)

– Bảo vệ pit tốt hơn do pit đặt xa bề mặt đĩa hơn.

– Phương pháp điều chế hoàn thiện hơn (EFM Plus so với EFM).



Hình 6-8 : Có 4 loại cấu trúc của DVD

A. Một mặt – một lớp

DVD–5 dung lượng 4,7 Gbyte 133 phút đọc số liệu

B & C. Một mặt hai lớp

DVD–9 dung lượng 8,5 Gbyte 241 phút đọc số liệu

D. Hai mặt – một lớp

DVD–10 dung lượng 9,4 Gbyte 266 phút đọc số liệu

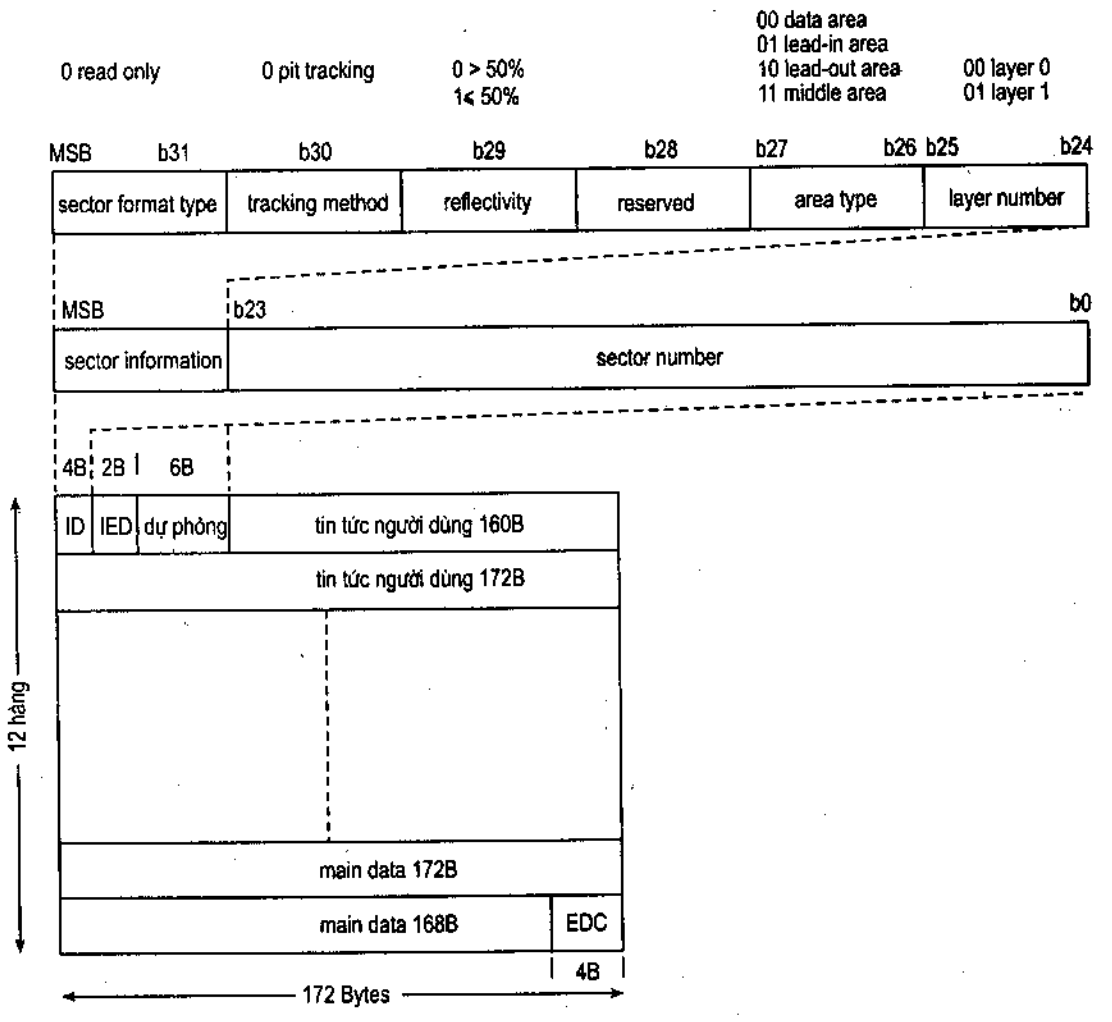
E. Hai mặt – hai lớp

DVD–18 dung lượng 17 Gbyte 482 phút đọc số liệu.

Ghi chú : Tốc độ đọc số liệu 4,8 Mbit/s
side : mặt ; layer : lớp ;
substrate : tầng.

Khuôn mẫu dữ liệu trên D.V.D :

Vùng đệm trong (lead–in area) gần tâm đĩa 2 mm hơn so với C.D. (xem lại hình 6-1c). Vùng đệm trong bao gồm các dải (zone) dữ liệu là : Dải khởi đầu, dải mã tham chiếu, dải đệm 1, dải dữ liệu điều khiển, dải đệm 2. Dải dữ liệu điều khiển có 16 cung (sector) có các số liệu sau : kích cỡ đĩa, tốc độ đọc ra, cấu tạo một lớp hay hai lớp, số liệu rãnh, số liệu sản xuất, số liệu bản quyền. Vùng đệm trong còn có một dải gọi là BCA, dành cho người dùng ghi nếu muốn. Vùng đệm trong kết thúc ở địa chỉ byte số liệu 02FFFF. Bắt đầu từ 030000 là dữ liệu tin tức.



Hình 6-9 : Dữ liệu trong 1 cung trên D.V.D.

Hình 6-9 giới thiệu cấu trúc dữ liệu của một cung dữ liệu tin tức. Một cung (biểu thị bằng 12 hàng × 172 byte/hàng = 2064 byte/cung) có 2048 byte tin tức người dùng và 16 byte mào đầu. Nội dung của mào đầu bao gồm : 4 byte ID (nhận dạng), 2 byte IED (tin tức phụ thêm), 6 byte dự phòng, 4 byte EDC (mã phát hiện lỗi). Trên hình 6-9 còn giới thiệu chi tiết về ID = 3 byte biểu thị số cung, 1 byte tin tức về cung xét. Trong một cung vật lí còn có thêm 302 byte mã sửa sai và 52 byte mã đồng bộ, tổng số là 2418 byte dữ liệu.

Phần trên cùng của hình 6–9 giới thiệu nội dung từng bit của byte tin tức về cung xét, đó là :

$b_{25}b_{24}$ = 00 lớp 0 (xem hình 6-8)

= 01 lớp 1 (xem hình 6–8)

$b_{27}b_{26}$ = 00 vùng tin tức người dùng

= 01 vùng đệm trong

= 10 vùng đệm ngoài

= 11 vùng đệm giữa

b_{28} = dự phòng

b_{29} = 0 độ phản xạ vật liệu đĩa lớn hơn 50%

= 1 độ phản xạ vật liệu đĩa ≤ 50%

b_{30} phương pháp bám bit

b_{31} loại mẫu cung, ví dụ b_{31} = 0 là chỉ đọc.

302 byte mã sửa sai trong mỗi cung là mã RS–PC (Reed Solomon Product Code) bảo đảm sửa được lỗi truyền dẫn : lỗi cụm dài 2200 byte, lỗi ngẫu nhiên đến 10^{-15}, đạt tiêu chuẩn số liệu máy tính.

§3. VÀI NÉT TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ SỐ AUDIO VÀ VIDEO

Công nghệ số Audio và video bảo đảm thỏa mãn nhu cầu nghe nhìn của con người. Công nghệ này bao gồm một phạm vi quá rộng, từ các thiết bị ghi đến các đài quảng bá, sử dụng các môi trường truyền dẫn từ cáp đến không gian vũ trụ. Mặc dù phải trải qua một quá trình quá độ, nhưng công nghệ số đang thay thế công nghệ tương tự vì những điểm mạnh hiển nhiên của nó. Cái chung nhất của công nghệ số Audio và Video là : xử lí số để nén tín hiệu và truyền dẫn số để dịch vụ tốt mà rẻ. Thế giới đã đưa ra nhiều kĩ thuật và tiêu chuẩn khác nhau, nhưng Việt Nam chúng ta quan tâm đến MPEG phục vụ nén và COFDM phục vụ truyền dẫn số.

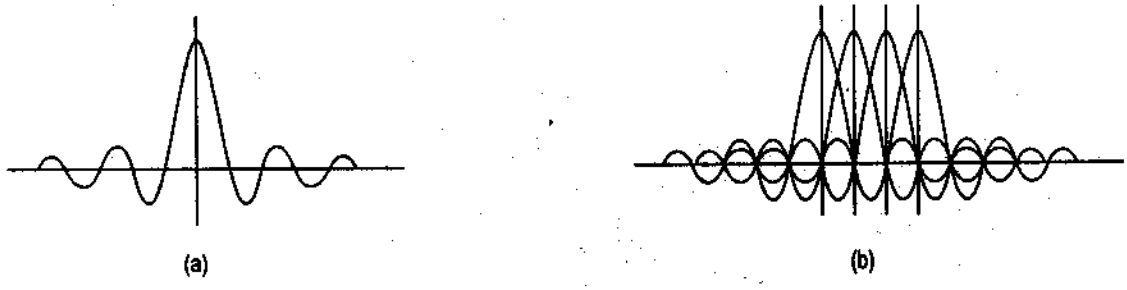
3.1. Trong §3 chương 1, chúng ta đã biết nguyên lí nén Audio của MPEG. Tương tự, MPEG giải quyết nén Video bằng cách mã hóa tín hiệu video theo cảm nhận của thị giác. Với ánh sáng ban ngày các tế bào cảm quang của võng mạc thu thập tin tức nhìn với tốc độ chừng 800 Mbit/s. Mạng thần kinh chỉ truyền từ mắt đến vùng thị giác ở vỏ não một lượng tin tức nhìn nhỏ hơn nhiều : 1% của hình ảnh lọt vào mắt. Mục đích việc nén tín hiệu Video là lọc ra cái phần 1% này. Đối với video, có khái niệm tần số không gian (Spatial frequency). Khái niệm này chỉ tốc độ thay đổi tin tức nhìn theo góc nhìn của mắt. Độ nhạy tương phản đạt cực đại đối với tần số không gian 5 chu kì/một độ góc, điều này tương ứng với khả năng nhìn thấy vật 2mm cách mắt 1 mét. Độ nhạy tương phản giảm đến 0 đối với tần số không gian 100 chu kì/một độ góc,

điều này tương ứng với ngưỡng nhìn thấy (vật 0,1mm cách mắt 1 mét). Độ tương phản của hình ảnh được xét riêng theo phương nằm ngang và theo phương thẳng đứng. Mắt người là một bộ lọc thông thấp đối với tần số không gian. Mắt người có thể phân biệt 1000 mức xám. Tương ứng cần 8 ÷ 10 bit để định lượng. Độ nhạy cảm nhận thay đổi màu đạt cực đại với tần số không gian 1 chu kì/một độ góc và giảm đến 0 đối với tần số không gian 12 chu kỳ/một độ góc. Những con số này có nghĩa là độ phân giải màu của mắt kém hơn. Tương ứng chỉ cần vài bít để định lượng.

Giữa các pixel hình ảnh kề nhau về mặt không gian và thời gian có một độ tương quan về không gian và thời gian. Độ tương quan cao (độ ngẫu nhiên thấp) cho phép ngoại suy ra hình ảnh pixel, giúp giảm tốc độ bit. Chọn mã ngắn hơn cho giá trị nào có xác suất lớn hơn. Từ ảnh tĩnh đến ảnh động, độ phân giải ảnh giảm dần khi tăng tốc độ chuyển động của ảnh. Cũng theo sự tăng tốc độ này, lượng tin tức của các chi tiết ảnh cũng giảm. Những nguyên lí sinh lí thị giác (psychovisual principles) như độ nhạy, đặc điểm phổ, khả năng phân biệt, quán tính đều được tính đến để loại bỏ độ dư thừa của 1 hình ảnh muốn truyền đến cho mắt. Cụ thể, MPEG kết hợp cả nén trong ảnh với nén liên ảnh.

3.2. COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex) nghĩa là ghép kênh theo tần số trực giao được mã hóa. Nguyên lí COFDM là chia dòng bit tổng thể tốc độ cao thành các dòng bit thành phần song song để có thể truyền dẫn ở tốc độ thấp bằng cách sử dụng một lượng lớn các sóng mang trực giao. Ví dụ đơn giản hóa dưới đây sẽ minh họa phương pháp điều chế COFDM.

Giả sử dòng bit tổng thể có tốc độ là 1 Mbit/s. Dòng bit này được chia ra thành 500 dòng bit thành phần song song. Mỗi thành phần có tốc độ 2 Kbit/s được điều chế vào một sóng trực giao. Các sóng mang trực giao cách nhau 2 KHz, chiếm dải tần số 500 sóng mang × 2KHz/sóng mang = 1MHz.



Hình 6-10 : Phổ tín hiệu COFDM.

a) Phổ điều chế COFDM đối với một thành phần song song 2 Kbit/s : tần số trung tâm của phổ là tần số sóng mang, các điểm biên độ phổ bằng 0 có giá trị là bội số của tốc độ ký hiệu điều chế.

b) Phổ điều chế COFDM đối với dòng bit tổng thể (chỉ vẽ 4 thành phần song song) : tần số cực đại phổ của mỗi thành phần trùng với tần số biên độ phổ bằng 0 của các thành phần khác.

Hình 6-10 cho biết rằng giá trị đỉnh (cực đại phổ) ở một tần số sóng mang chỉ đặc trưng riêng cho dòng bit thành phần song song điều chế COFDM vào sóng mang đó. Vậy có khả năng giải điều chế từng thành phần một cách độc lập. Can nhiễu lẫn nhau là không đáng kể.

Một ứng dụng quan trọng của MPEG và COFDM là hệ thống truyền hình số mặt đất DVB–T. Hệ thống này phù hợp với Việt Nam.

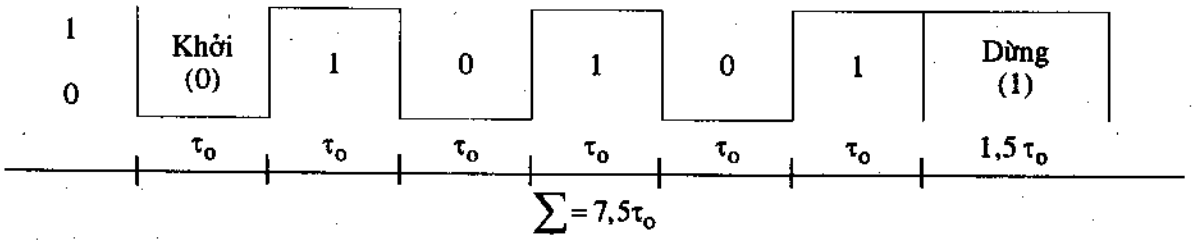
Chương 7

ĐIỆN BÁO TRUYỀN CHỮ

§1. NGUYÊN LÍ ĐIỆN BÁO TRUYỀN CHỮ

Điện báo truyền chữ thực hiện việc truyền một văn bản đến địa chỉ nhận tin bằng sự biến đổi tin tức trong văn bản gốc thành tín hiệu điện dạng tín hiệu số ở phía phát, tín hiệu này được truyền dẫn trong mạng thông tin, ở phía thu xảy ra sự biến đổi ngược lại để hoàn nguyên văn bản trao cho người sử dụng. Sự đơn giản của tín hiệu điện báo và băng tần rất nhỏ hẹp của kênh điện báo là đặc điểm của điện báo truyền chữ. Điện báo truyền chữ có lịch sử một thế kỉ, đã qua nhiều cải tiến, nên có nhiều tên gọi khác nhau. Trong điện báo truyền chữ, nguồn tin là bảng chữ cái, 10 chữ số và một số dấu, tổng cộng các kí tự là 60. Nếu dùng một từ mã tương ứng với một kí tự, thì mỗi từ mã phải dùng 6 đơn vị mã ($2^6 = 64$ tổ hợp). Nhưng điện báo truyền chữ chỉ dùng 5 đơn vị mã, tương ứng $2^5 = 32$ tổ hợp. Tương tự như máy chữ, mỗi từ mã bình thường đại diện cho hai kí tự thuộc hai nhóm, nhóm kí tự chữ và nhóm kí tự số và dấu ; người ta quy ước từ mã 11111 báo hiệu những từ mã tiếp sau thuộc nhóm kí tự chữ, từ mã 11011 báo hiệu những từ mã tiếp sau thuộc nhóm kí tự số và dấu.

Ví dụ : từ mã 10101 tương ứng chữ Y hoặc số 6



Tương ứng với một đơn vị mã là một đơn vị tín hiệu có bề rộng τ_o. Mức của tín hiệu 1 hay 0 theo nguyên tắc dòng điện vòng, mạch truyền dẫn phải duy trì dòng điện không đổi trong mạch vòng để việc thu tín hiệu không phụ thuộc vào điện trở của dây dẫn.

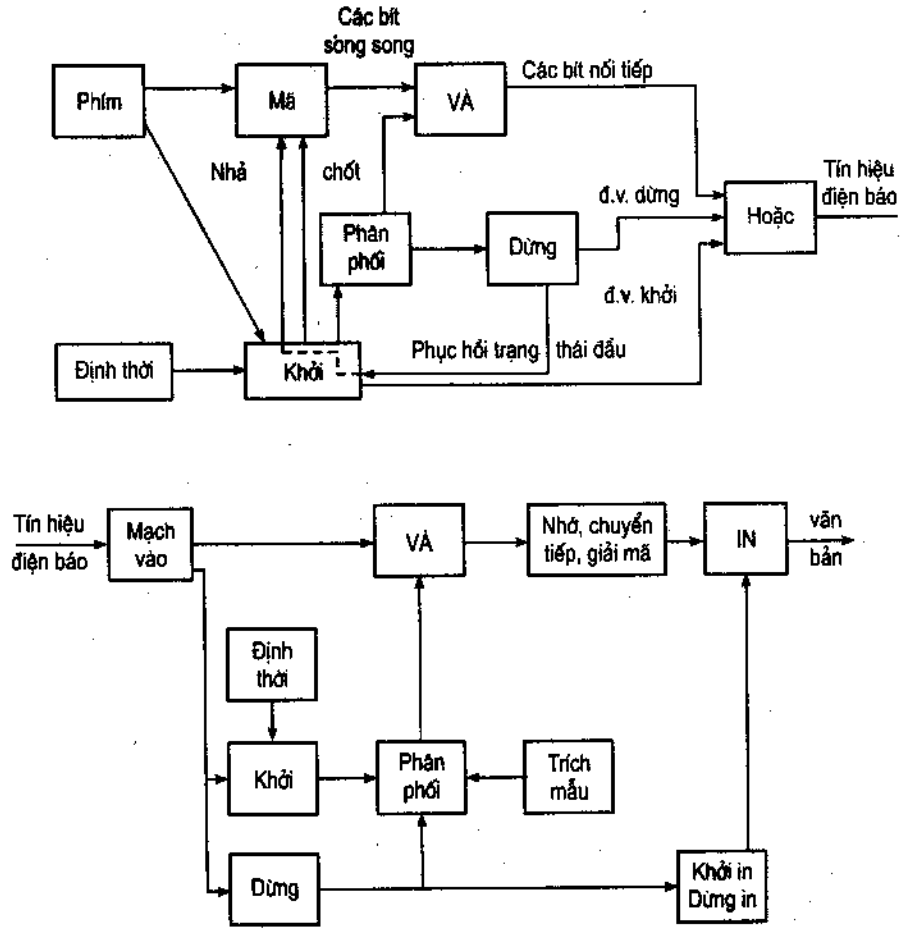
Có 2 phương án :

1	+ 20 mA	40 mA
0	– 20 mA	0

Chiều dài thực tế một từ mã là 7,5 τ_o vì có thêm đơn vị tín hiệu khởi bề rộng τ_o và có đơn vị tín hiệu dừng 1,5 τ_o . Các đơn vị khởi, dừng bảo đảm máy thu làm việc đồng bộ với máy phát khi thu từng từ mã. Đó là điều kiện để máy thu xác định được thứ tự bit và giá trị bit của các bit của một từ mã, nghĩa là xác định được kí tự. Phương pháp truyền tin trên đây thuộc về loại truyền tín hiệu nối tiếp dị bộ. Chữ "nối tiếp" chỉ rõ các bit của một từ mã nối tiếp nhau về thời gian. Chữ "dị bộ" chỉ rõ sau khi kết thúc một từ mã với đơn vị tín hiệu dừng, việc xuất hiện đơn vị khởi của từ mã tiếp theo không có quy định chính xác về thời gian.

§2. SƠ ĐỒ KHỐI : PHÁT VÀ THU

Hình 7-1 là sơ đồ khối của phần phát và phần thu máy điện báo truyền chữ truyền thống.



Hình 7-1 : Sơ đồ khối phần phát và phần thu máy điện báo truyền chữ.

Phần phát : điện báo viên ấn 1 phím thì một từ mã được chọn và cơ cấu khởi động làm việc. Ở bộ VÀ xảy ra quá trình biến đổi 5 bit từ song song sang nối tiếp. Bộ Hoặc gộp 5 bit tin với đơn vị khởi và đơn vị dừng để tạo ra từ mã đầy đủ. Trong quá trình 5 bit tin chưa biến đổi hết từ song song sang nối tiếp thì bộ Mã bị bộ khởi chốt giữ ở từ mã đã chọn ; sự làm việc không bị nhiễu loạn. Tín hiệu dừng kết thúc sự làm việc, đưa bộ khởi về trạng thái ban đầu ; bộ mã được giải phóng để sẵn sàng tiếp nhận một từ mã từ tác động ấn phím tiếp theo. Bộ định thời dùng để chuẩn thời gian. Bộ phân phối tạo ra thứ tự thời gian của 5 bit tin.

Ý nghĩa của chuyển đổi 5 bit từ song song sang nối tiếp :

1) chuyển từ 5 kênh truyền dẫn sang 1 kênh truyền dẫn. Cự li liên lạc điện báo khá xa nên phải truyền dẫn 1 kênh.

2) Độ dài từ mã điện báo 50 baud là 7,5 τ_0 = 150 ms là thời gian tối thiểu cần để điện báo viên ấn 1 phím. Nhưng tốc độ của máy cao hơn khả năng thao tác của con người. Vậy việc chuyển đổi còn nhằm phối hợp tốc độ giữa người và máy.

Phần thu :

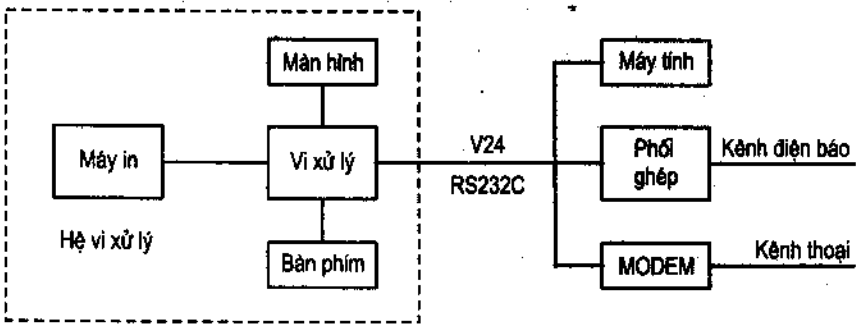
Phần thu phải tiếp nhận các bit nối tiếp, chuyển đổi thành 5 bit song song, tiến hành giải mã và in ra kí tự. Mạch vào phối ghép tốt với kênh truyền dẫn, nâng $\frac{S}{N}$. Bộ khởi được khởi động bởi đơn vị khởi của từ mã nhận được. Bộ phân phối tạo ra thứ tự thời gian để bộ VÀ xác định giá trị bit và ghi giá trị đó vào phần tử nhớ tương ứng thứ tự bit (có 5 phần tử nhớ). Bộ trích mẫu chọn thời điểm cắt mẫu ở giữa bit để xác định giá trị bit (là 1 hay 0) với xác suất đúng lớn nhất có thể trong điều kiện méo tín hiệu điện báo. Bộ dừng được khởi động bởi đơn vị dừng của từ mã nhận được. Bộ dừng đưa bộ phân phối về trạng thái ban đầu, tức là máy thu sẵn sàng tiếp nhận từ mã mới. Đồng thời bộ dừng tác động vào bộ khởi in dừng in để quy định thời gian in đối với từ mã vừa được giải mã xong. Quá trình ở máy thu thực hiện kiểu "dây chuyền sản xuất", trong khi đang in 1 kí tự thì đồng thời thu từ mã tiếp.

§3. SỰ PHÁT TRIỂN KĨ THUẬT

Nửa đầu thế kỉ 20 là thời kì của máy điện báo truyền chữ cơ điện, chúng đã bành trướng thành mạng thông tin điện báo. Trong máy cơ điện, một động cơ ổn tốc làm nguồn năng lượng cho tất cả các khối máy, đồng thời định thời cho chúng ; trục máy phát và trục máy thu quay 400 vòng/phút, tương ứng chu kì một vòng quay 150ms. Bộ phân phối là các cam trên trục tương ứng góc mở $48^{\circ} = \frac{1}{7,5}$ vòng tròn. Mạch vào phần thu là một nam châm điện hoạt động nhờ dòng điện mạch vòng truyền dẫn của tín hiệu, nam châm điện có hai trạng thái tương ứng với giá trị bit nhận được.

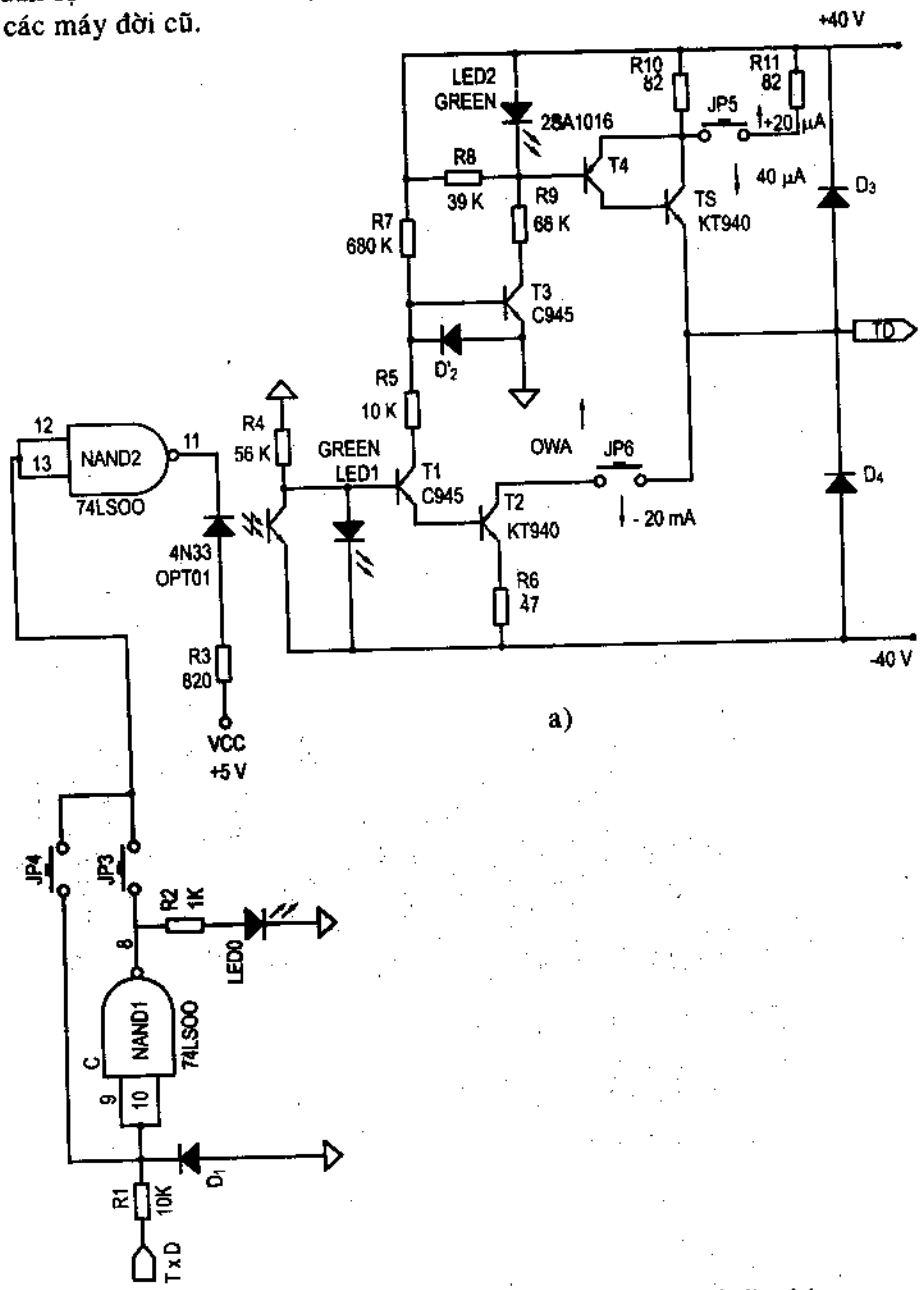
Việc đưa băng đục lỗ vào máy có điện đã hoàn thiện nó : giúp tăng tốc độ Baud khi máy tự động đọc băng để phát (phát chuyển tiếp hay phát từ băng đục chuẩn bị sẵn), giúp lưu trữ và kiểm sửa văn bản.

Quá trình điện tử hóa đã cho ra đời nhiều thế hệ máy. Hình 7-2 giới thiệu một mẫu máy điện báo truyền chữ sử dụng vi xử lí.



Hình 7-2 : Máy điện báo trên cơ sở một hệ vi xử lí.

Bộ vi xử lí, hay máy tính cá nhân với phần mềm thích hợp kèm theo có thể đảm trách nhiệm vụ điện báo truyền chữ. Bàn phím, màn hình, máy in sẽ được giới thiệu ở phần sau giáo trình này. Trong nội bộ vi xử lí có vi mạch chuyên dụng USART (8251A) điều khiển mode truyền tin : chọn tốc độ Baud (50, 75, 100, 300, 1200, 2400...), chọn mã kí tự (CCITTN°2, ASCII...). Vi mạch 8251A cũng sẽ được giới thiệu thêm ở phần sau. Đầu ra hệ vi xử lí là tín hiệu điện báo có thể trao đổi cho máy tính khác, hoặc qua mạch phối ghép để truyền dẫn trên kênh điện báo, hoặc qua MODEM để truyền dẫn vào mạng điện thoại. Tất nhiên, liên lạc là song công. Nhờ có vi xử lí, ngoài công việc điện báo truyền chữ, hệ thống còn có nhiều dịch vụ và tiện ích khác (vì máy có khả năng nhớ, khả năng xử lí logic khả năng giao tiếp người - máy...) ; Ví dụ : việc soạn thảo, chuẩn bị văn bản là điều kiện mới, việc lưu trữ và tra cứu văn bản được tiến hành cực nhanh so với các máy đời cũ.



Hình 7-3 : Mạch phối ghép máy điện báo truyền chữ với kênh điện báo.
a) Hướng đi từ máy điện báo ;

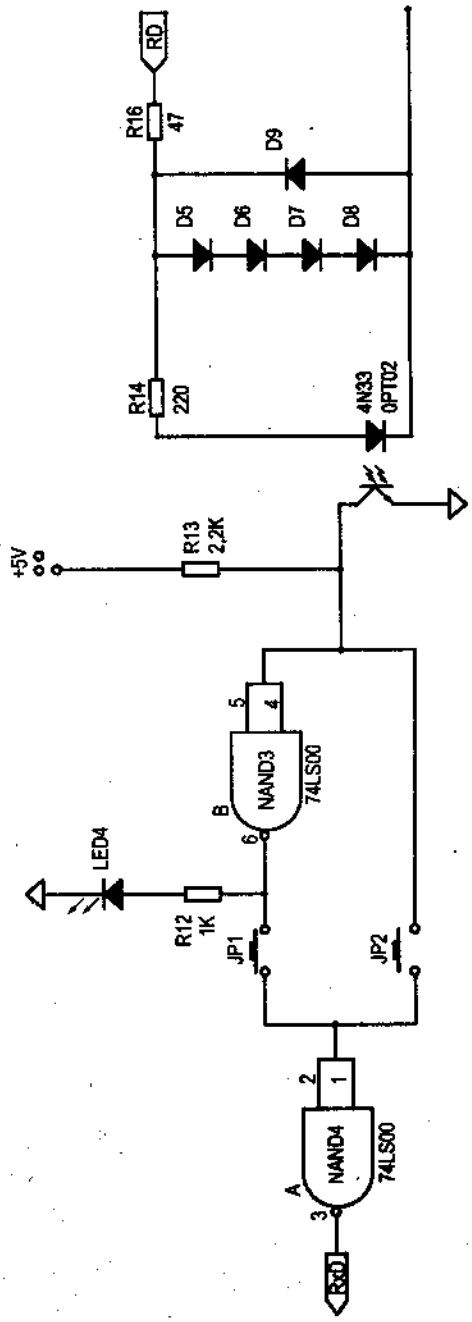
Hình 7-3 giới thiệu mạch phối ghép với kênh điện báo. Đặc điểm của mạch là :

1) cách li về điện giữa hệ vi xử lí và kênh truyền dẫn để an toàn cho IC, nhờ ghép quang bằng 4N33, điện áp cách li của 4N33, không nhỏ hơn 1500 VDC.

2) các phím bấm JP5 và JP6 đồng bộ thiết lập chế độ dòng điện vòng.

3) các phím bấm khác đơn giản đảo cực tín hiệu khi thu, phát.

4) có chỉ thị bằng LED.



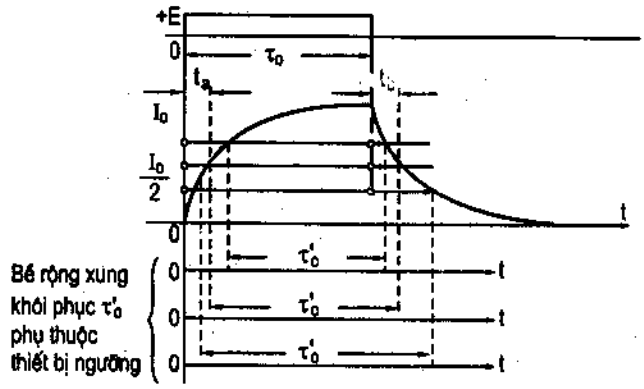
Hình 7-3b : Hướng về đến máy điện báo.

§4. MÉO TÍN HIỆU ĐIỆN BÁO

Hình 7-4 trình bày xung không biến dạng, không bị nhiễu (đơn vị tín hiệu điện báo) và xung bị biến dạng do quá trình quá độ của kênh truyền dẫn. Nếu cộng thêm tác động của nhiễu thì ta có tín hiệu điện báo thực tế nhận được ở đầu vào máy thu. Ở máy thu xảy ra sự khôi phục dạng

xung vuông theo các mức ngưỡng thiết lập, ví dụ $\frac{I_o}{2}$. Nếu xung khôi phục có bề rộng τ_o như của xung phát thì việc trích mẫu xác định giá trị bit không sai ; vậy định nghĩa méo tín hiệu điện báo như sau : méo tín hiệu điện báo là sự thay đổi chiều dài đơn vị tín hiệu được phát đi.

$$\delta = \frac{\tau'_o - \tau_o}{\tau_o} 100 = \frac{\tau_b - \tau_a}{\tau_o} 100(\%)$$



Hình 7-4 : Tín hiệu điện báo

t_a, t_b là khoảng thời gian trễ của sườn xung khôi phục bên thu so với sườn xung tương ứng khi phát đi. Định nghĩa méo trên đây phù hợp với loại méo mà tín hiệu nhận được không bị phân chia. Trong điều kiện tồi tệ của kênh truyền dẫn và của máy thu, có thể tín hiệu nhận được bị phân chia, khi đó gián đoạn thông tin.

Méo tín hiệu điện báo được phân loại thành méo lệch, méo đặc tính và méo ngẫu nhiên.

a) Méo lệch : do sai số mức ngưỡng Δi gây ra ;

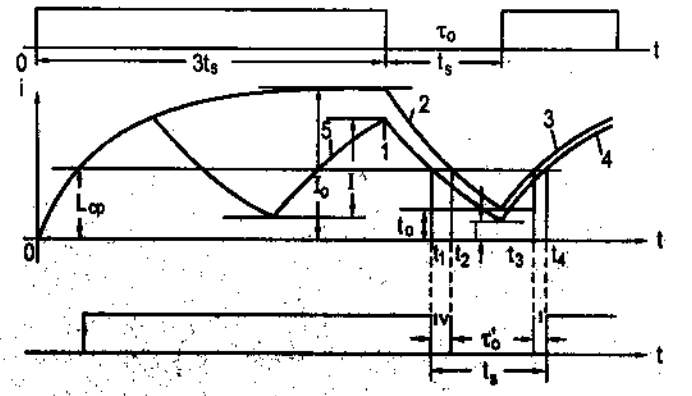
$$\delta = \frac{\tau}{\tau_o} \ln \frac{I_o + 2\Delta i}{I_o - 2\Delta i} 100(\%)$$

τ là hằng số thời gian kênh.

b) Méo đặc tính

Với điều kiện hằng số thời gian kênh $\tau > \tau_o$ thì độ dài tín hiệu thay đổi theo cách kết hợp các bit. Hình 7-5 minh họa trường hợp từ mã 11101, bit 0 bị khôi phục sai $\tau'_o < \tau_o$.

Người ta dùng các nhóm bit 1111110 và 0111111 để đo thử méo đặc tính.



Hình 7-5 : Méo đặc tính

c) Méo ngẫu nhiên : do nhiễu và các nhân tố ngẫu nhiên tác động ; định lượng méo ngẫu nhiên bằng phương pháp thống kê.

Cần chú ý rằng : sự đồng bộ kém (không thu nhận tốt đơn vị tín hiệu khởi động và tần số nhịp của máy thu bị lệch so với máy phát) cũng ảnh hưởng xấu đến việc xác định giá trị bit.

Máy điện báo truyền chữ dành riêng cho người điếc : công nghệ kĩ thuật cao đã chế tạo ra sản phẩm xách tay này, máy có MODEM ghép âm học với bất kì tổ hợp điện thoại nào, do vậy cho phép sử dụng nó ở khắp nơi. Đèn báo chỉ thị có cuộc "gọi" đến. Bàn phím, màn hình giúp người điếc trao đổi thông tin với đối tác. Máy có khả năng tự động phát đi một thông báo ghi sẵn cho đối tác và tự động tiếp nhận các thông báo đến và lưu trữ lại một khi chủ nhân vắng mặt.

Chương 8

TRUYỀN ẢNH TĨNH (FAX)

§1. NGUYÊN LÍ - PHÂN LOẠI

Truyền ảnh tĩnh là dịch vụ sao chép từ xa với tốc độ cao nhờ tín hiệu điện truyền dẫn trong mạng điện thoại. Tín hiệu Fax là analog.

Bức ảnh gốc cần truyền đi sẽ được chia thành những phần tử nguyên tố ảnh, tập hợp thành dòng ảnh và mành ảnh như trong T.V. Bên phát thực hiện sự biến đổi lần lượt độ sáng trung bình của mỗi phần tử ảnh gốc thành mức tương ứng tỉ lệ của tín hiệu điện. Sự lần lượt với quy luật xác định của các phần tử ảnh gọi là quét (quét dòng, quét mành). Hệ thống quang học đặc biệt sẽ tạo ra vệt sáng quét. Tín hiệu điện (tạo ra khi quét ảnh gốc bên máy phát) được truyền dẫn tới máy thu. Bên thu thực hiện biến đổi ngược tín hiệu điện thành hình ảnh trên vật mang tin. Do đặc tính của thị giác, chúng ta chấp nhận bức ảnh thu được có cảm giác thị giác tương tự, chứ không nhất thiết y hệt cảm giác thị giác đối với ảnh gốc. Sự phân bố bậc sáng trên ảnh nhận phải tỉ lệ với sự phân bố bậc sáng trên ảnh gốc. Đối với loại văn bản chỉ cần truyền nét, thì chỉ cần một bậc sáng của nét nổi lên trên bậc sáng của nền là đủ. Các thiết bị truyền ảnh tĩnh loại truyền nét là đơn giản nhất. Phức tạp hơn là loại Fax yêu cầu truyền nhiều cấp độ sáng, ví dụ : 16 cấp. So với truyền ảnh động (T.V), tốc độ truyền tin của truyền ảnh tĩnh thấp hơn nhiều. Nhờ vậy có thể sử dụng kênh thoại để truyền ảnh tĩnh. Điện báo truyền ảnh tĩnh (Fax) không những truyền nội dung văn bản (như điện báo truyền chữ) mà còn truyền cả cấu trúc không gian của văn bản gốc. Fax được dùng để truyền các văn bản mà bản sao ở xa giữ nguyên hình thức pháp lí của nó. Fax rất tiện lợi để truyền văn bản chữ tượng hình. Một ứng dụng quan trọng của Fax là truyền trang báo nhằm phát hành một tờ báo trung ương ở các địa phương xa. Vì khuôn khổ báo lớn, độ nét yêu cầu cao, nhiều cấp độ sáng nên Fax truyền trang báo là phức tạp nhất.

Lịch sử của Fax bắt đầu từ năm 1842, tuy nhiên người khổng lồ ngủ quên (the sleeping giant) này mới bước lên vũ đài được vài thập kỉ.

Bắt đầu từ loại máy cơ điện đến loại máy kĩ thuật cao về điện tử quang, Fax được chia thành 4 nhóm :

GI : truyền dẫn tương tự : FM, tín hiệu mức trắng 1300Hz, tín hiệu mức đen 2100Hz ; độ phân giải 96 dòng/1 in ; tốc độ truyền 1 trang A_4 mất 6 phút ;

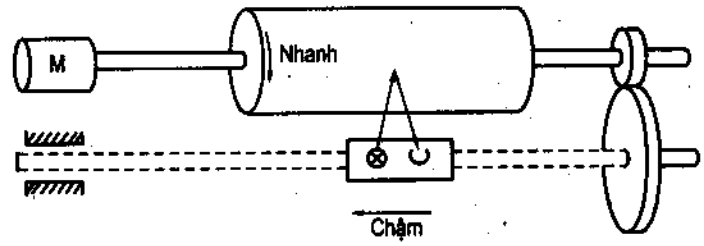
GII giống như GI, tốc độ cao hơn : 1 trang A_4 mất 3 phút ;

GIII truyền dẫn số PCM, đen/trắng hoặc đến 32 cấp độ sáng. Dùng kĩ thuật PSK, QAM để đạt tốc độ đến 9600 baud. Độ phân giải 200 dòng/1 in, tốc độ : 1 phút cho 1 trang A_4 ;

GIV được thiết kế cho ISDN, truyền dẫn số 56 kbit/s. Độ phân giải 400 dòng/1 in, tốc độ : 5s cho 1 trang A_4.

§2. SƠ ĐỒ KHỐI VÀ KĨ THUẬT MÁY FAX

Hình 8-1 biểu thị phần phát của Fax cơ điện. Tấm ảnh gốc được cố định trên mặt trống hình trụ. Trống được môtơ ổn tốc quay nhanh. Qua giảm tốc và nhờ vit, môtơ làm cho bộ biến đổi quang điện chuyển động thẳng, đều, chậm.

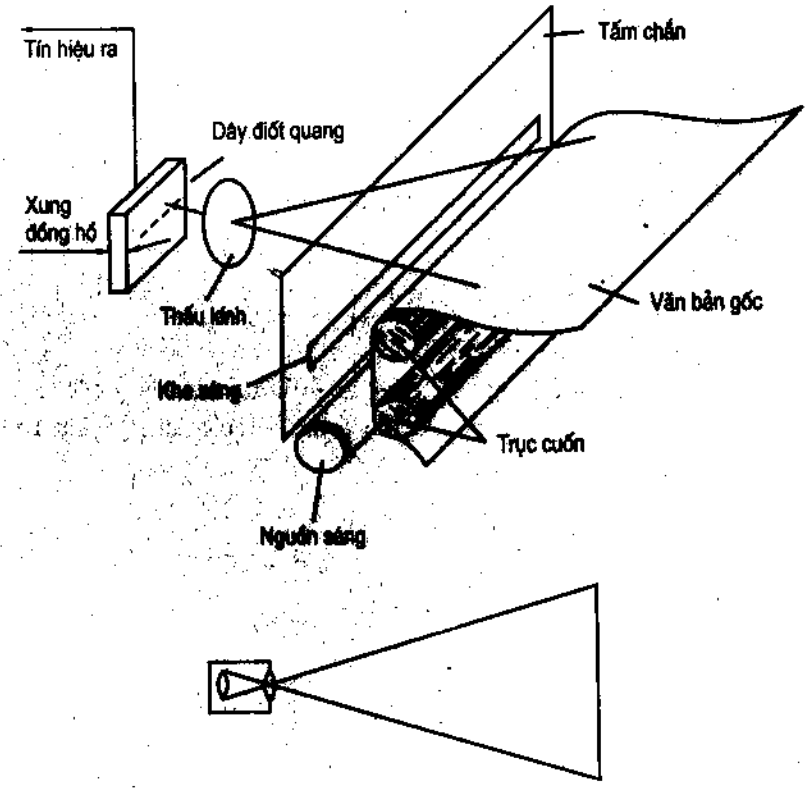


Hình 8-1 : Mô hình một máy Fax (cơ điện).

Bộ biến đổi quang điện bao gồm nguồn sáng ổn định với phổ ánh sáng xác định. Ánh sáng được hệ thấu kính dẫn quang hội tụ thành vệt sáng có hình dạng và kích thước nhất định chiếu rọi vào phần tử ảnh trên trống. Độ sáng của phần tử ảnh xác định độ phản xạ của nó, do đó thông lượng ánh sáng phản xạ mà phần tử biến đổi quang - điện nhận được cũng xác định, kết quả tín hiệu điện có biên độ xác định. Từ ảnh đến tín hiệu điện là một quá trình biến đổi mà độ tuyến tính phụ thuộc hàng loạt nhân tố và chịu tác động nhiều loại nhiễu. Bằng cách quét vệt sáng như hình vẽ, ta thấy vệt quét sẽ quét nhanh theo chiều quay và dịch chuyển chậm theo đường sinh của trống, kết quả được đường quét xoắn ốc với bước xít nhau kín cả mặt trống. Hình ảnh gốc được cố định trên bề mặt trống với bề rộng ảnh l bằng chu vi đáy tròn và bề dài ảnh L bằng chiều dài đường sinh. Ta có quét dòng dọc theo bề rộng và quét mành dọc theo chiều dài tấm ảnh hình chữ nhật $l \times L$.

Quy luật quét của các máy Fax khác nhau có thể rất khác so với mô tả trên. Tuy nhiên, **vì bức ảnh là không gian 2 chiều, nên quét phải theo 2 tọa độ, một tọa độ được quét nhanh là quét dòng, một tọa độ được quét chậm là quét mành ; phối hợp quét dòng và quét mành để quét kín bức ảnh gốc.**

Hình 8-2 giới thiệu cách quét điện tử của máy Fax hiện đại. Hệ quang học chiếu ảnh một dòng (0,13 × 215 mm) lên dây điôt quang. 1728 điôt quang xếp đều liền nhau tạo ra độ phân giải 8 pixel/mm.

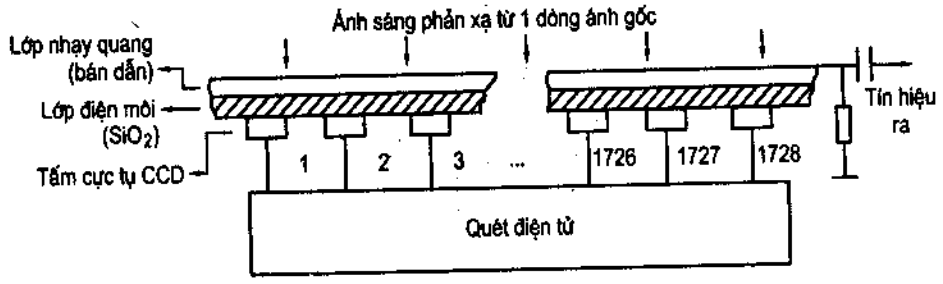


Hình 8-2 : Quét dòng điện tử trong phần phát máy Fax nhờ dây điôt

Xung đồng hồ (clock pulses) được mạch quét điện tử đưa đến cung cấp theo thứ tự trước sau cho các điôt quang từ đầu dòng đến cuối dòng. Như vậy tạo ra quét dòng, mỗi điôt quang thu hình 1 pixel. Trục cuốn giấy(fead rollers) tạo ra quét mành.

Tương ứng, phía máy thu có dây 1728 kim ghi nhiệt lên giấy Fax (nhạy với nhiệt). Khi có dòng điện tín hiệu (tương ứng 1 pixel ảnh) thì kim nóng lên tạo ra hình ảnh thu được của 1 pixel, quá độ nhiệt của kim cỡ vài ms.

Nhiều máy Fax hiện đại còn dùng CCD thay cho dây điôt quang ở hình 8-3. CCD (Charge Coupled Devices),là một dãy các tụ điện MOS. Những tụ điện này là các phần tử nhớ mà sự có hay không có điện tích biểu thị các bit 1/0. Điện tích nạp vào có thể dịch chuyển từ tụ điện này sang tụ điện khác kế tiếp tương tự như sự chuyển dịch mức logic trong bộ ghi dịch.



Hình 8-3 : Quét dòng điện tử trong phần máy Fax nhờ CCD.

Hình ảnh của mỗi pixel được nhập điện tích vào phần tử CCD tương ứng nhờ điện tử kích quang, sau đó tín hiệu điện được dịch ra. Trong mục §3 ta còn trở lại kĩ thuật này.

Quá trình tổng hợp ảnh bên máy thu là quá trình biến đổi ngược tín hiệu điện nhận được thành cấp độ sáng tương ứng của phần tử (pixel) có tọa độ xác định theo nguyên tắc đồng bộ trên vật mang ảnh. Trước khi thực hiện phát và thu ảnh giữa 2 đối tác, 2 đối tác phải làm thủ tục liên lạc và "bắt tay" (handshake) ; tức là quay số, thiết lập đồng bộ, chọn mode v.v... Dưới đây kể ra một số vật mang ảnh :

– Giấy ảnh : chất lượng ảnh cao, nhưng thao tác phức tạp vì hệ thống phải cách li ánh sáng nhiễu.

– Loại giấy có lớp bột than : khi kim ghi dẫn qua lớp bột than dòng điện tín hiệu làm cháy lớp than với mức độ khác nhau, do đó làm biến màu lớp than với mức độ khác nhau tùy theo cường độ dòng điện tín hiệu.

– Giấy có tẩm hóa chất : dòng điện tín hiệu của kim ghi gây ra phản ứng hóa học biến màu với mức độ khác nhau tùy theo cường độ dòng điện tín hiệu.

– Dùng đầu từ để ghi tín hiệu lên vật mang từ. Sau đó đem bột sắt rắc lên vật mang từ đã ghi để hiện hình ảnh.

– Giấy thường và giấy than của máy chữ : tín hiệu cung cấp cho nam châm điện, tạo ra lực nén vào đầu bút đè lên giấy than.

– Vật mang tĩnh điện : tín hiệu điện biến thành độ sáng vết quét tạo ra ảnh tĩnh điện ; rắc bột màu mang điện trái dấu lên vật mang tĩnh điện để hiện hình ảnh.

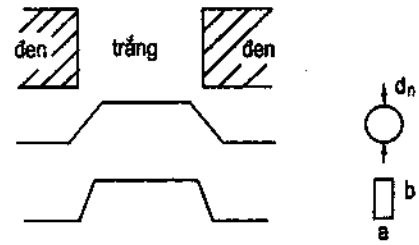
§3. CHỈ TIÊU, ĐẶC TRƯNG KĨ THUẬT CỦA FAX

3.1. Kích thước, hình dạng vệt sáng quét

Yêu cầu đối với vệt sáng quét là : hội tụ tốt, khả năng phân giải cao, độ chói lớn, không nhòe, có kích thước và hình dạng chính xác. Để thực hiện yêu cầu trên, máy Fax dùng các hệ thấu kính và tấm chắn tinh vi ; nguồn sáng là loại đèn đặc biệt được cung cấp dòng một chiều ổn dòng ổn áp hay dòng cao tần ổn áp. Thường giới hạn của độ nét theo yêu cầu sử dụng, chẳng hạn : kích thước vệt sáng không cần nhỏ hơn nét mảnh nhất của hình ảnh cần truyền và cũng không cần nhỏ hơn độ phân giải của mắt (1' ÷ 1,5' hay 0,05 ÷ 0,07 mm ở cự li 250 mm).

Dạng vệt sáng quét hình tròn (đường kính dn) đơn giản hơn dạng vệt sáng quét hình chữ nhật (cạnh dài b vuông góc với phương quét dòng).

Dạng vệt quét hình chữ nhật có độ nét tốt hơn. Hình 8-4 minh họa điều đó bằng so sánh tín hiệu tạo ra khi 2 loại vệt quét quét qua giới hạn đen/trắng/đen.



Hình 8-4 : Hình dạng vệt sáng quét.

Vệt quét tròn $d_n = (0,92 \div 1)\ d_{min}$, d_{min} là độ phân giải yêu cầu vệt quét hình chữ nhật $b = d_n$, $a < b$

Ví dụ : Fax truyền nét $d_{min} = 0,3$ mm

Fax truyền ảnh $d_{min} = 0,1$ mm

Fax trang báo $d_{min} = 0,06$ mm

Độ chính xác của vệt sáng quét trên trang báo là ±5 μm, do đó yêu cầu ổn định cường độ sáng ±5% và biên độ rung động cơ khí ≤ 0,03 mm.

3.2. Cự li hàng quét δ

δ lớn thì tốc độ quét lớn nhưng hình nhận có sọc, δ bé thì tốc độ quét bé nhưng hình mịn đều – thường chọn $\delta = d_{min}$.

3.3. Kích thước ảnh

Ảnh hình chữ nhật có nhiều khổ tiêu chuẩn, ví dụ A_4 là 210 × 335 mm. Truyền trang báo khổ lớn hơn : 420 × 610 mm.

3.4. Tốc độ quét N

N là số dòng quét trong một phút. Trong trường hợp ảnh gốc cố định trên trống quay, thì N chính là tốc độ quay của trống N vòng/phút

Ví dụ : máy NEBA có N = 60, 120, 250 dòng/phút

máy ГАЗЕТА II có N = 3000 dòng/phút (truyền trang báo).

3.5. Thời gian phát một ảnh

1 phút quét N dòng ;

1s quét $\frac{N}{60}$ dòng, thời gian quét 1 dòng là $\frac{60}{N}$ (s) ;

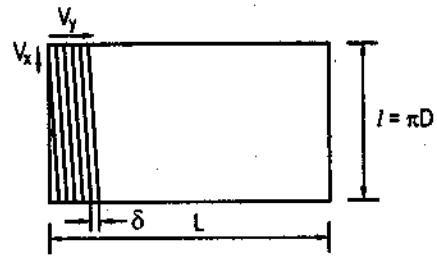
Vậy tốc độ quét dòng $V_x = \frac{lN}{60}$

Số đòng quét một ảnh : $\frac{L}{\delta}$.

Thời gian phát một ảnh :

$$\frac{L}{\delta N}(\text{phút}) = \frac{L}{\delta N} \times 60(\text{s})$$

Vậy tốc độ quét mành : $V_y = \frac{\delta N}{60}$



Hình 8-5 : Thời gian phát 1 ảnh Fax.

3.6. Chỉ số tác dụng tương hỗ (hệ số hợp tác) M

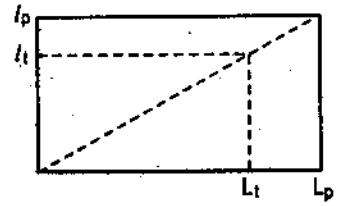
Máy phát và máy thu có cùng hệ số hợp tác thì ảnh thu mới đồng dạng được với ảnh phát.

$$\frac{lt}{lp} = \frac{Lt}{Lp} \Rightarrow \frac{V_{xt}}{V_{xp}} = \frac{V_{yt}}{V_{yp}}$$

do đó : $\frac{V_{xt}}{V_{yt}} = \frac{V_{xp}}{V_{yp}} = M = \frac{l}{\delta}$

Truyền Fax thường, ví dụ : M = 264 ;

Truyền trang báo, ví dụ : M = 3100.



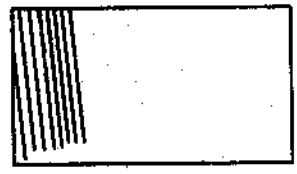
Hình 8-6 : Thu và phát theo cùng hệ số M.

3.7. Đồng bộ

Bên phát và bên thu có tốc độ quét khác nhau (không đồng bộ) hoặc không đồng thời bắt đầu mỗi dòng quét, mỗi mành quét giữa chúng (không đồng pha) đều dẫn đến sự nghiêng ảnh. (hình 8-7). Ta có thể chứng minh rằng, từ mức độ cho phép của sự nghiêng ảnh sẽ dẫn đến yêu cầu đồng bộ là :

$$\frac{\Delta V_x}{V_y} < 1\% \text{ hay là } \frac{\Delta V_x}{V_x} < \frac{\delta}{100l}$$

Truyền Fax thường $\frac{\Delta V_x}{V_x} < 10^{-5}$ truyền trang báo $\frac{\Delta V_x}{V_x} < 10^{-6}$.



Hình 8-7 : Sự nghiêng ảnh.

Các đại lượng tốc độ quét V_x, tốc độ quay trống N, tần số dòng xoay chiều cung cấp cho môtơ f có quan hệ tuyến tính, nên ta có :

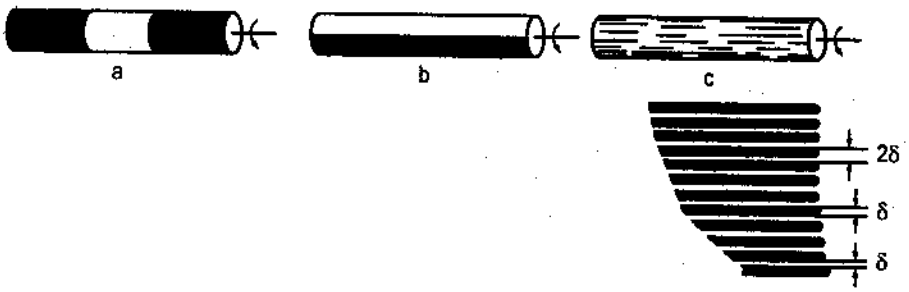
$$\frac{\Delta V_x}{V_x} = \frac{\Delta N}{N} = \frac{\Delta f}{f} = 10^{-5} + 10^{-6}$$

Người ta đã tìm ra nhiều giải pháp để đạt yêu cầu gay gắt trên đây. Bằng một băng trắng phản xạ 100% ánh sáng cố định ở mép ảnh, máy thu nhận được tín hiệu đồng bộ dòng, đồng bộ mành.

3.8. Dải tần của tín hiệu Fax

Xét các dạng ảnh gốc sau đây :

a) Rất nhiều dòng quét có cùng mức tín hiệu : $f_{MIN} = 0$



Hình 8-8 : Dải tần tín hiệu Fax.

b) Xung tín hiệu : $f = \frac{N}{60}$.

c) f_{MAX} tương ứng với cự li giữa 2 sọc đúng bằng 2δ :

$$T_{MIN} = \frac{2\delta}{V_x}$$

$$f_{MAX} = \frac{1}{T_{MIN}} = \frac{V_x}{2\delta} = \frac{lN}{120\delta} = \frac{\pi DN}{120\delta}$$

Truyền Fax thường, ví dụ : $f_{MAX} = 1465Hz$;

Truyền trang báo, ví dụ : $f_{MAX} = 180.000Hz$.

Dải tần tín hiệu Fax thường tuy hẹp hơn nhưng chệch khỏi dải tần kênh thoại, vì thế phải dùng MODEM (thường chế tạo trong cùng vỏ máy đối với máy Fax hiện nay) để truyền Fax qua mạng điện thoại.

Ta có nhận xét dưới đây đối với ảnh gốc c : ta cố định lại ảnh gốc trên mặt trống với sự xoay một góc 90^o, thì tần số tín hiệu giảm đi M lần. Nếu chia phần tử ảnh ra các nhóm phần tử liền nhau đồng nhất cấp độ sáng rồi truyền đi đặc tính của nó cùng với địa chỉ xác định thì chắc chắn giảm phổ tín hiệu đi nhiều lần. Trong máy Fax hiện đại, việc xử lí theo hướng đó bằng

phương pháp số, được gọi là ép số liệu số. Máy Fax hiện đại (G_3 và G_4) quét ảnh gốc và chuyển đổi sang tín hiệu số (ADC), sau đó thực hiện ép số liệu số (digital data compression). Một trang A_4 chừng 40.000 byte số liệu. Nhờ ép số liệu số mà số byte giảm đi hơn 10 lần.

Hình 8-9 trình bày sơ đồ khối của một máy Fax, trong hình vẽ chữ tắt của các khối là :

CCD : Charge Coupled Devices (Thiết bị ghép điện tích)

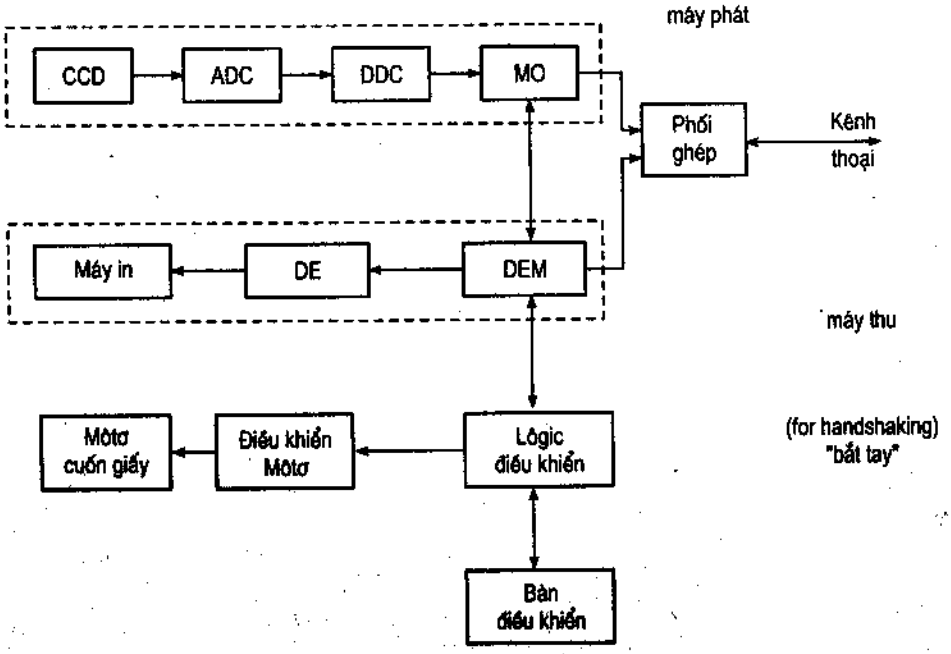
ADC : Biến đổi tương tự - số

DDC : Digital Data Compression Ép số liệu số

MODEM : MO : Modulator — Điều chế để phát

DEM : Demodulator — Giải điều chế để thu

DE : Data Expansion — Dãn số liệu



Hình 8-9 : Sơ đồ khối của máy Fax (G_3).

Nhờ kĩ thuật vi xử lí, máy Fax hiện đại có thể làm việc với modem tự động phát, tự động thu. Tự động phát 50 trang văn bản chuẩn bị sẵn. Điều đó rất tiện sử dụng máy Fax vào thời gian ban đêm ("ca ba"). Bằng các phím cài đặt chương trình, máy Fax có thể tự động phát một văn bản đến nhiều địa chỉ khác nhau, hoặc phát nhiều văn bản đến một địa chỉ nào đó. Chế độ hỏi vòng (Polling) cho phép máy tự động gọi và thu thập văn kiện từ nhiều địa chỉ đã chỉ định. Kĩ thuật mã khóa làm cho máy có thể bảo mật văn bản đối với mọi người không được phép. Máy còn tự động thống kê mọi thông tin về phát và thu để sẵn sàng in báo cáo công tác. Các văn bản phát và thu đều được chèn đoạn mở đầu ghi các thông tin giới thiệu - xác minh - địa chỉ - đánh số - thời gian và đều được lưu trữ.

Máy Fax hiện đại thường có sẵn MODEM, kết hợp với máy điện thoại, có thể tự động trả lời điện thoại, có màn hình hướng dẫn sử dụng và bảo dưỡng máy.

Chương 9

MÁY ĐIỆN THOẠI

§1. CHỨC NĂNG VÀ SƠ ĐỒ KHỐI

Máy điện thoại là thiết bị đầu cuối phục vụ thông tin thoại qua mạng điện thoại. Đặc điểm kĩ thuật của máy điện thoại phụ thuộc kĩ thuật truyền dẫn tín hiệu thoại của mạng. (Ghép kênh theo tần số, ghép kênh theo thời gian, ghép kênh theo mã. Hai kĩ thuật sau đều thuộc điện thoại số, kĩ thuật đầu là điện thoại tương tự).

Chức năng căn bản của máy điện thoại là :

– Phát và tiếp nhận báo hiệu ;

– Phát mã số thuê bao bị gọi ;

– Phát và thu tín hiệu thoại để nói chuyện ;

– Khử trắc âm, chống các loại nhiễu và điều chỉnh âm lượng để âm thu được là dễ nghe nhất.

Hiện nay kĩ thuật vi xử lí được dùng trong các máy điện thoại khiến khả năng dịch vụ và cung cấp tiện ích của máy điện thoại rất phong phú. Kĩ thuật máy tính trong mạng thông tin điện thoại số chủ động và kết hợp với thiết bị đầu cuối tạo ra nhiều dịch vụ điện thoại chất lượng cao.

Máy điện thoại bao gồm các khối sau :

– Chuông ;

– Chuyển mạch nhấc - đặt ;

– Quay số ;

– Tổ hợp (ống nói và tai nghe trên cấu trúc có tay cầm) ;

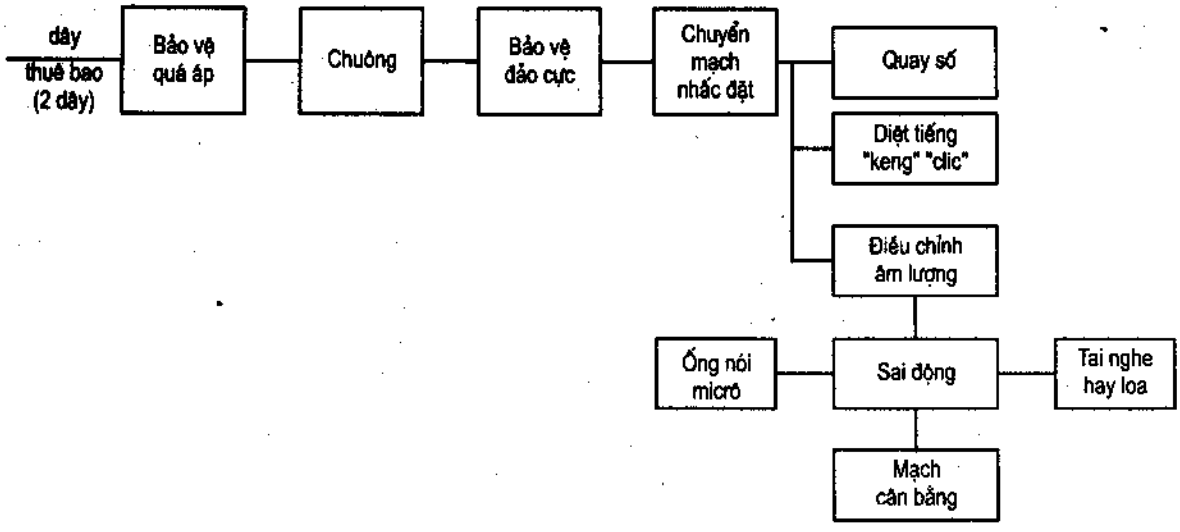
– Mạch khử trắc âm, diệt tiếng "keng" "clic", điều chỉnh âm lượng.

Ngoài các khối căn bản trên, máy điện thoại còn có thể có : hệ thống vi xử lí, hệ thống ghi âm, màn hình và các hệ thống hỗ trợ truyền dẫn. Dưới đây là một sơ đồ khối máy điện thoại :

– Bảo vệ quá áp chống điện áp cao do đường dây điện thoại bị chập vào mạng điện hay bị sấm sét ảnh hưởng.

– Bảo vệ đảo cực để điện áp một chiều từ tổng đài đưa đến các khối sau nó có cực tính cố định (thường dùng mạch cầu điôt).

– Chuông phản ứng với tín hiệu chuông do tổng đài gửi đến (20Hz, 88V hay 25Hz, 86V phát 2s, ngắt quãng 4s). Mạch chuông có tính chọn lọc tần số và tính phi tuyến sao cho nó chỉ làm việc với dòng chuông mà không liên quan đến dòng một chiều, dòng đàm thoại, tín hiệu quay số.

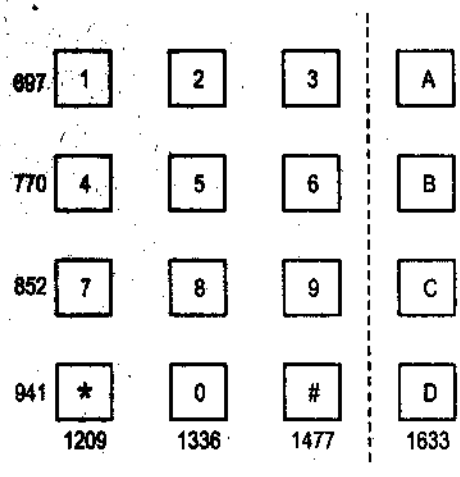


Hình 9-1 : Sơ đồ khối máy điện thoại.

– Chuyển mạch nhấc đặt : ở trạng thái nghỉ, tổ hợp đặt trên vị trí quy định, làm cho chỉ mạch chuông được nối vào dây thuê bao, còn mạch phía sau nó (quay số, đàm thoại ...) bị ngắt khỏi dây thuê bao. Ở trạng thái làm việc, có người nhấc tổ hợp lên khỏi máy, mạch chuông bị ngắt, mạch phía sau nó được nối với dây thuê bao. Chuyển mạch nhấc - đặt có thể là cơ khí, từ, quang... tùy thuộc từng loại máy.

– Quay số bằng đĩa quay số hay bằng bàn phím. Đĩa quay số là một cấu kiện cơ khí. Khi quay một số, tay người làm cuộn lò xo dụng cụ quay số, khi thả tay ra, đĩa quay trở về vị trí tĩnh nhờ lực dãn của lò xo. Nhờ vai trò của một cơ cấu ổn định tốc độ trong đĩa quay số mà tốc độ quay về này ổn định, bảo đảm những xung quay số có bề rộng chuẩn 38 ms, cự li chuẩn 62 ms, số xung đúng bằng số được quay (riêng số 0 là 10 xung), từng số quay lại cách nhau một khoảng chuẩn đủ lớn để tránh nhầm lẫn số. Có thể tạo ra số thuê bao bị gọi bằng bấm phím trên bàn phím, tuy vậy công việc này vẫn gọi là quay số. Kết quả bấm phím cũng có thể tạo ra xung quay số như trên, nhờ các mạch tạo xung trong IC. Nhưng bàn phím được thiết kế là để hướng tới tín hiệu quay số mã đa tần lưỡng âm (DTMF. Dual - tone multi frequency).

Hình 9-2 biểu thị bàn phím DTMF tương quan các đôi tần số tạo ra để mã hóa số thuê bao. Các con số ghi tương ứng theo hàng và cột là giá trị tần số, đơn vị Hz. Theo Q23 của CCITT, yêu cầu sai số tần số < 1,5%, độ dài xung 50 ms, khoảng ngắt giữa xung 45 ms. Vậy quay số DTMF rút ngắn thời gian quay số 10 lần (so với đĩa quay số). Khi bấm phím quay số DTMF, hai âm có tần số cột và hàng tương ứng của ma trận như hình bên được phát đi đồng thời. Tần số các âm DTMF được chọn sao cho xác suất số giả do



Hình 9-2 : Ma trận bàn phím DTMF.

âm gây ra khi quay số là thấp nhất. Mã đa tần lưỡng âm (khác với xung quay số) còn có thể truyền được đi xa theo mạng điện thoại.

– Vấn đề khử trắc âm : trắc âm là tiếng người cầm máy và tiếng ồn nơi đặt máy được thu qua micrô (ống nói), sau đó từ mạch điện thoại trở lại phát ra ở loa (tai nghe) cho chính người nói phải nghe. Nếu không có mạch khử trắc âm, thì trắc âm được khuếch đại, làm khó chịu người dùng điện thoại, khiến người đó nói nhỏ đi, kết quả đối tác điện thoại (bên đầu kia) không nghe rõ. Trong mạch cụ thể dưới đây chúng ta còn trở lại vấn đề này.

Khi giới thiệu các phần căn bản của máy điện thoại, tác giả Richard M. Rickert (như những người Mĩ khác) ngoài các phần nói trên đây, còn kể đến dây nối và vỏ máy. Dây nối máy điện thoại với mạng thông thường có 2 dây dẫn. Dây nối tổ hợp với vỏ máy có 4 dây dẫn, mỗi dây dẫn của nó gồm 4 sợi mảnh se chung với dây nilon. Đầu nối của các dây dẫn này giúp dễ dàng đấu nối và có khóa để bảo đảm tiếp xúc tin cậy. Vỏ máy phải có cấu trúc bền, tiện quay số và tiện nhấc đặt tổ hợp.

§2. KĨ THUẬT MÁY ĐIỆN THOẠI VÀ SỰ PHỐI HỢP VỚI MẠNG

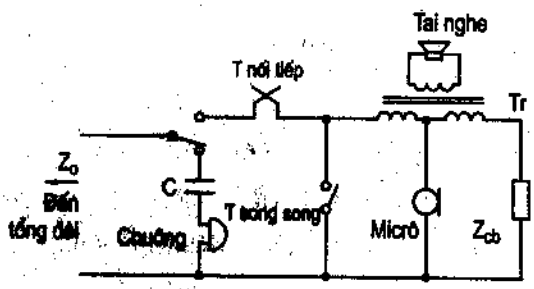
Máy điện thoại có biết bao biến dạng trong suốt lịch sử phát triển của nó. Dưới đây giới thiệu vài sơ đồ :

2.1. Máy điện thoại đơn giản có biến áp khử trắc âm

– Tr là biến áp khử trắc âm. Mạch điện tương đương của Tr, z_{cb}, z_o làm thành cầu cân bằng mà micrô và tai nghe ở trên 2 chéo của cầu đó.

– T nối tiếp là tiếp điểm của đĩa quay số mắc nối tiếp trong mạch nối thuê bao với đường dây đến tổng đài.

– T song song cũng là tiếp điểm của đĩa quay số mắc song song với mạch đàm thoại thuê bao để ngắn mạch nó khi quay số, nhờ vậy dòng điện các xung quay số lớn hơn dòng điện cần cho đàm thoại và khử các âm nhiễu do quay số.



Hình 9-3. Máy điện thoại cơ điện.

– Cần lưu ý rằng biến áp khử trắc âm z_{cb} không những được thiết kế theo yêu cầu khử trắc âm, mà còn để phối hợp trở kháng tốt nhất cho sự làm việc của micrô và tai nghe (tác dụng equalization).

2.2. Máy điện thoại Goldstar

SW_1 : Thay đổi mức chuông (H : to, L : nhỏ) ;

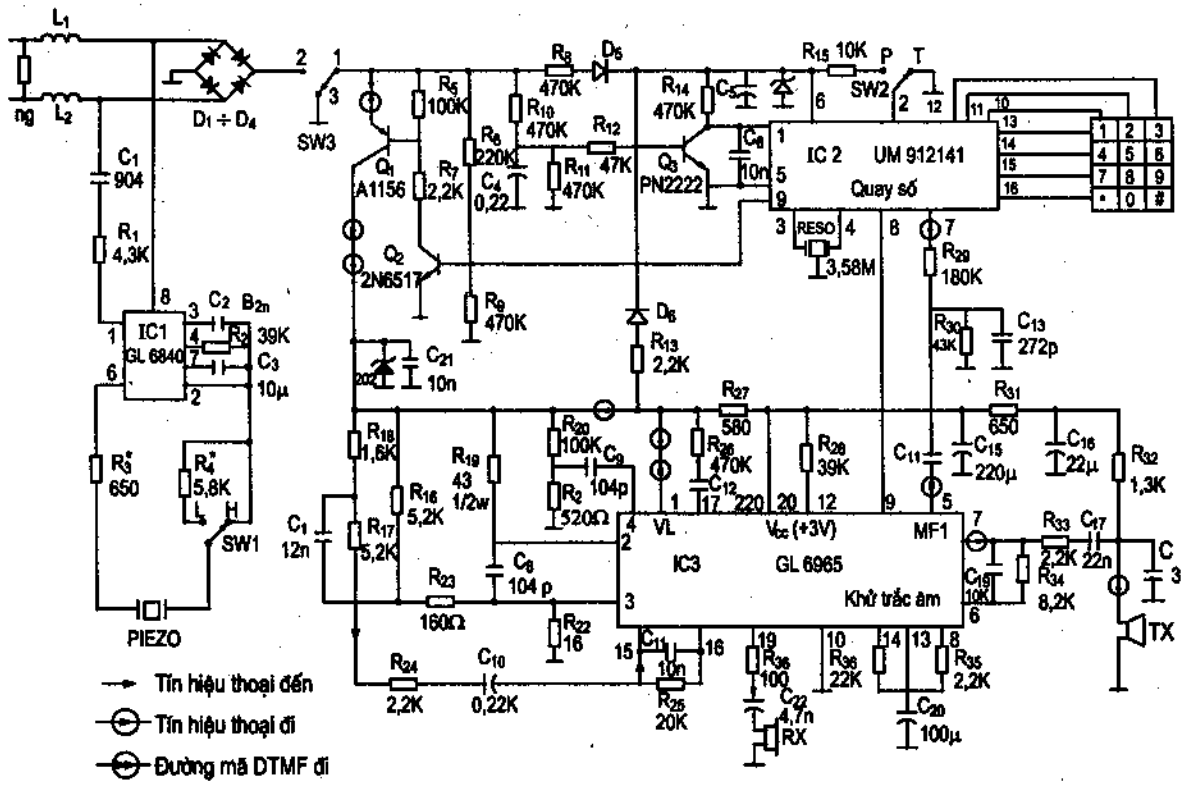
SW_2 : Chọn phương thức tín hiệu quay số (P : xung, T : mã đa tần) ;

SW_3 : Chuyển mạch nhấc - đặt (1 nối 3 : đặt, 1 nối 2 : nhấc) ;

IC_1 : Biến đổi dòng chuông của tổng đài thành âm thanh cung cấp cho loa áp điện (PIEZO) ;

IC_2 : Có vi xử lí, chủ yếu phục vụ quay số ;

IC_3 : Khuếch đại, khử trắc âm, diệt tiếng "keng" "clic". Cầu điôt D_1 - D_4 : chống đảo cực, lấy dòng DC cung cấp cho các linh kiện tích cực và micrô.



Hình 9-4 : Máy điện thoại Goldta.

Tín hiệu thoại đến : khi nhấc tổ hợp lên, dòng một chiều được cảm nhận như tín hiệu để IC_2 điều khiển mở thông Q_1 (R_{10} - R_{12} - Q_3 - chân 1 của IC_2 - chân 9 của IC_2 - Q_2 - Q_1). Do đó thiết lập đường tín hiệu thoại đến (như dấu → chỉ rõ trên hình).

Tín hiệu thoại đi : Như dấu ⊖ chỉ rõ trên hình

Quay số :

a) Phương thức DTMF. Dao động âm tần được chia tần từ dao động chuẩn 3,58 MHz. Các xung DTMF từ chân 7 của IC_2 đi sang IC_3 , được khuếch đại như tín hiệu thoại ở đây ⊖→

b) Phương thức xung. Xung quay số do IC_2 tạo ra xuất hiện ở chân 9 của IC_2, điều khiển Q_1 thông và ngắt, hình thành xung dòng quay số truyền đến tổng đài.

c) Trong thời gian quay số, micrô và loa cần được ngắt để tránh nhiễu. Tín hiệu điều khiển từ chân 8 của IC_2 đưa đến chân 9 của IC_3 để bộ phận ngắt mạch làm việc.

2.3. Máy điện thoại số

Thông thường trong mạng điện thoại số (truyền dẫn số và chuyển mạch số), thì tín hiệu trên đường dây thuê bao vẫn là tương tự. Chỉ trong những trường hợp mà ngay tại thuê bao đã có nhiều thiết bị tín hiệu số, thì nên ứng dụng máy điện thoại số để có dòng số trên dây thuê bao. Hiện nay đã có những IC D_{phone} (MT 8994 chẳng hạn) là hạt nhân của máy điện thoại kĩ thuật số. Tất nhiên trong những IC D_{phone} phải có các chức năng căn bản của máy điện thoại, ngoài ra lại phải mã hóa và giải mã PCM.

Kĩ thuật máy điện thoại còn mang những đặc điểm riêng tùy theo ứng dụng của nó. Ví dụ : điện thoại thấy hình (video Telephone) hay điện thoại báo động (thiết bị tự động báo cháy có thể phát hiện sự nguy hiểm cháy, rồi quay số đến cơ quan chữa cháy, phát đi một thông báo chỉ dẫn ... như vậy một trong hai đối tác đàm thoại là máy móc).

Phối hợp máy điện thoại với mạng :

Thuê bao điện thoại nối với tổng đài bằng đường dây thuê bao. Ở tổng đài có Bộ thuê bao (giao diện đầu cuối) là thiết bị phối phép của tổng đài với đường dây thuê bao. BORSCHT là 7 nhiệm vụ của Bộ thuê bao :

B. Cung cấp nguồn một chiều cho đường dây thuê bao (48VDC, 35 mA) ;

O. Bảo vệ quá áp (tránh nguy hiểm chập vào đường dây điện lực hay sét đánh) ;

R. Phát dòng chuông gọi (20 Hz, 86V, phát 2s, ngắt 4s) ;

S. Giám sát nhấc - đặt tổ hợp và thu tín hiệu quay số ;

C. Mã hóa ;

H. Chuyển đổi 2 - 4 dây (phân biệt hướng truyền dẫn trung kế) ;

T. Thử nghiệm, hiệu chuẩn.

(BORSCHT : Battery - Overvoltage protection - Ringing - Supervision - digital Coding- Hybrid - Test).

Quá trình một cuộc liên lạc điện thoại qua mạng như sau :

– Thuê bao chủ gọi nhấc tổ hợp. Tổng đài chuyển đến thuê bao chủ gọi tín hiệu mời quay số.

– Thuê bao chủ gọi quay số. Tổng đài giải mã số thuê bao bị gọi, thiết lập tuyến nối tới thuê bao bị gọi, gửi tín hiệu chuông đến thuê bao bị gọi, gửi tín hiệu hồi âm chuông đến thuê bao chủ gọi.

– Thuê bao bị gọi nhấc tổ hợp (nếu thuê bao bị gọi bận thì thuê bao chủ gọi nhận được tín hiệu báo bận) cuộc nói chuyện được tiến hành.

– Khi một trong hai, rồi cả hai thuê bao đặt tổ hợp xuống, biểu thị người dùng điện thoại đã nói chuyện xong thì tổng đài thực hiện việc giải phóng tuyến nối nói trên và tính cước. Kết thúc.

Điện thoại vô tuyến :

Điện thoại di động : máy thuê bao liên lạc với mạng thông tin bằng đường truyền vô tuyến hai chiều dù thuê bao đó ở bất kì đâu trong lãnh thổ được phủ sóng của mạng thông tin di động,

mạng này được kết nối với các mạng thông tin khác. Lãnh thổ phủ sóng mạng di động được cấu trúc về mặt địa lí, mà đơn vị nhỏ nhất của cấu trúc đó là cell. Mỗi cell có một đài thu phát vô tuyến gốc để liên lạc vô tuyến với tất cả các máy thuê bao di động có mặt trong cell xét. Khi thuê bao chuyển từ cell nọ sang cell kia, thì đường truyền vô tuyến được mạng di động điều khiển tự động để bảo đảm sự liên tục trong suốt cuộc gọi.

Điện thoại kéo dài : dịch vụ điện thoại kéo dài nhờ vào thiết bị bản thân thuê bao, phần máy chính vẫn nối với mạng điện thoại bằng đường dây thuê bao như các máy điện thoại cố định khác, phần tổ hợp (máy con) liên lạc với phần máy chính (máy mẹ) bằng đường truyền vô tuyến hai chiều. Máy con và máy mẹ đều có thể nhận và khởi tạo cuộc gọi.

Điện thoại di động và điện thoại kéo dài chỉ giống nhau về bề ngoài : đều phải có nguồn riêng (pin) cho máy con và máy di động, dòng chuông không còn là dòng năng lượng nữa mà là tín hiệu điều khiển đóng/ngắt bộ phát chuông, người sử dụng không bị hạn chế bởi dây nối. Nhưng điện thoại di động và điện thoại kéo dài khác nhau rất căn bản.

Sự khác nhau về công suất phát sóng, tần số vô tuyến khiến cho không thể dùng lẫn lộn chúng được. Điều quan trọng và chủ yếu của sự khác nhau là : điện thoại di động gắn liền với mạng thông tin di động, còn điện thoại kéo dài vẫn là một thuê bao của mạng điện thoại cố định.

Đầu thế kỉ 20, mạng điện thoại tương tự coi số liệu như một loại thoại đặc biệt để truyền dẫn. Đến thế kỉ 21, các mạng thông tin số coi thoại như một loại số liệu đặc biệt để truyền dẫn. Nói chung, cả hai thế kỉ, điện thoại là một dịch vụ phổ biến.

Chương 10

CÁC THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI HIỂN THỊ SỐ LIỆU

Giới thiệu chung từ chương 10 + 16

Phần này có nội dung liên quan đến các giáo trình "Vi xử lí và máy tính", "Truyền số liệu". Thiết bị đầu cuối số liệu và sự phối ghép chúng vào hệ thống là một vấn đề vô cùng phong phú và phức tạp. Với khuôn khổ hạn chế, giáo trình này chọn lọc trình bày vấn đề liên quan theo định hướng làm rõ nguyên lí biến đổi tin tức và phương pháp phối ghép để hệ thống có thể trao đổi tin tức với TBĐC.

Các TBĐC hiển thị số liệu

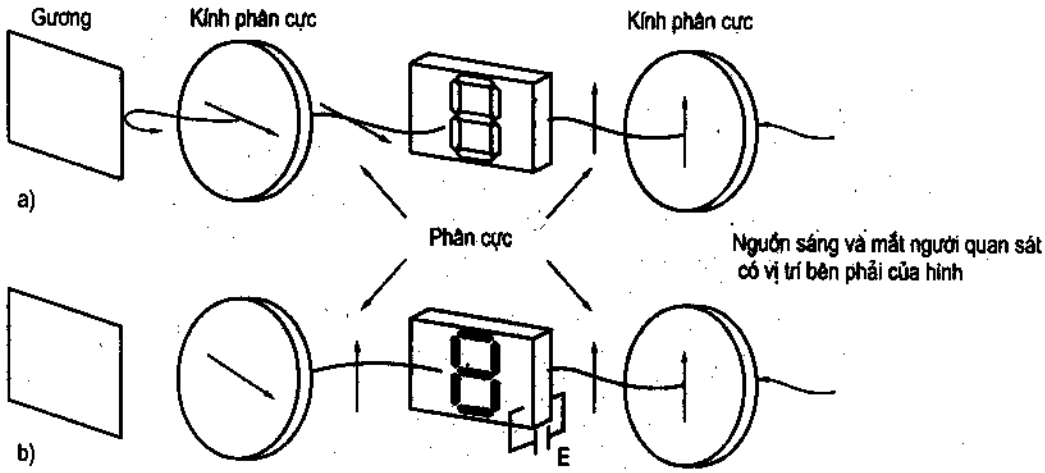
"TBĐC số liệu" có nghĩa rộng hơn "Thiết bị ngoại vi". "TBĐC hiển thị số liệu" bao trùm những "Thiết bị ra" căn bản của máy tính : màn hình phẳng, màn hình ống tia điện tử, máy in.

§1. MÀN HÌNH PHẲNG

Màn hình phẳng gồm nhiều phần tử hiển thị ghép lại theo ma trận hình chữ nhật. Những phần tử đó có thể thông/tắt và tương ứng phát xạ hay không ánh sáng. Theo nguyên lí làm việc của chúng, ta thấy có các loại :

a) Màn hình tinh thể lỏng (LCD liquid crystal display)

Tinh thể lỏng là những chất lỏng ngưng tụ có tính định hướng, một trạng thái nhiệt nằm giữa trạng thái rắn và trạng thái lỏng đẳng hướng. Màn hình tinh thể lỏng (LCD) yêu cầu thấp về năng lượng và có độ rõ cao của hình ảnh. Phần tử tinh thể lỏng có dạng màng mỏng 6 ÷ 25 μm ở giữa 2 điện cực (trong suốt và trơ hóa học) và được cách li khỏi ôxy và hơi ẩm (nguy hiểm làm biến chất). Các điện cực là lớp áo ôxyt indi - thiếc được quang khắc theo mẫu 7 thanh. Hình 10-1 trình bày cơ chế hiển thị.



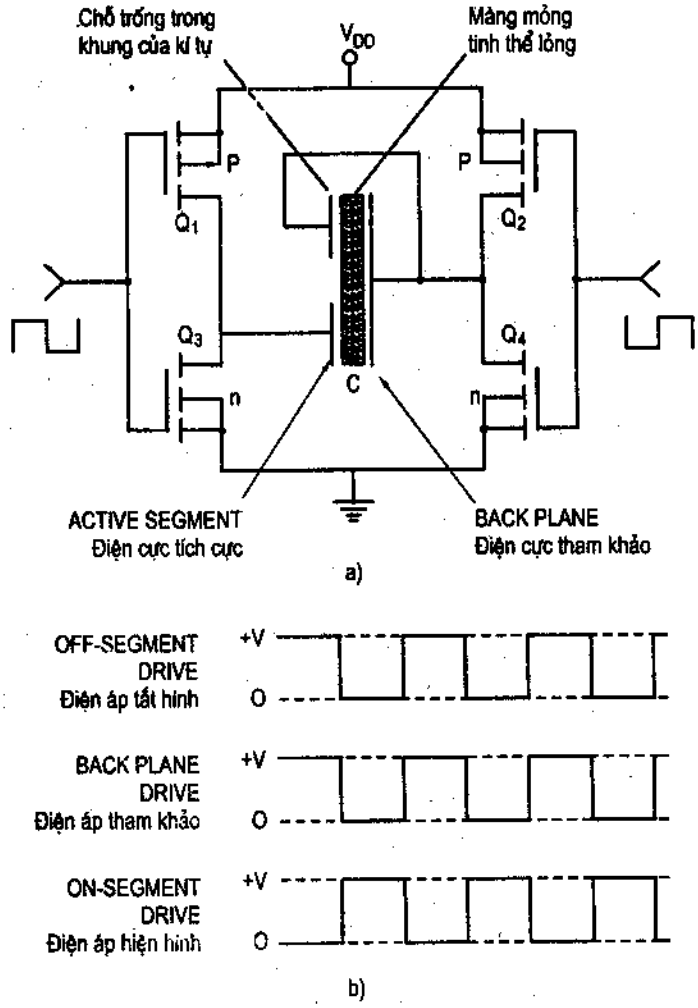
Hình 10-1 : Giải thích hiển thị LCD
a) E = 0 ; b) E ≠ 0.

Phần tử tinh thể lỏng có đặc tính làm xoay phân cực ánh sáng 90^o. Phần tử được đặt giữa 2 tấm kính phân cực vuông góc nhau. Ánh sáng đi qua được hệ thống (hình 10-1a).

Khi có điện trường đặt vào tinh thể lỏng (hình 10-1b) thì phân tử tinh thể lỏng bị sắp xếp lại làm mất đặc tính xoay phân cực ánh sáng 90^o, do đó ánh sáng không truyền qua hệ thống được : kí tự hiển thị màu đen.

Điện trường kích hoạt LCD chừng 10^4 V/cm, màng tinh thể lỏng cỡ 10 μm cần điện áp 10V (có thể giảm đến 2 ÷ 3V). Dòng điện yêu cầu qua LCD : 0,1 $\mu A/cm^2$.

Lưu ý rằng 50 mVDC đủ làm hỏng màng tinh thể lỏng. Để tạo ra nguồn E cho LCD, ta sử dụng các tranzitor trường CMOS để tạo các sóng vuông 30 ÷ 150 Hz.



Hình 10-2 : Sơ đồ mạch tạo tín hiệu E cho LCD : a) mạch ; b) tín hiệu.

Nhận xét đặc điểm của LCD :

– Rẻ

– Tốc độ chậm (thời gian nối vài ms, thời gian ngắt cỡ vài chục ms, tổng thời gian có thể đến 0,5s).

b) Màn hình điện quang (EL. electroluminescent display)

Lớp phosphor ở giữa 2 tấm điện cực. Khi có điện thế, phosphor bị kích thích phát sáng.

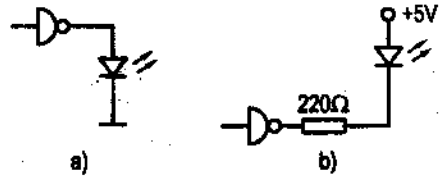
c) Màn hình plasma (plasma display)

Lớp khí bị kích thích phát sáng bởi điện thế đủ lớn giữa các điện cực.

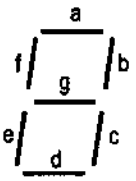
d) Màn hình điôt phát quang (LED - light emitting diode display)

LED phát sáng với dòng thuận qua nó. LED yêu cầu điện áp thấp và rất bền. Dòng điện ra của các phần tử bán dẫn TTL, MOS đủ để kích sáng LED. LED không nháy nếu xung dòng điện qua nó có tần số ≥ 50 Hz. LED có nhiều màu ánh sáng đẹp, khá mạnh. LED được dùng rộng rãi trong thực tế : LED riêng lẻ, LED 7 thanh, ma trận LED.

LED phát sáng với dòng 5 ÷ 20mA, khi đó điện áp rơi trên LED 1,5 ÷ 3V và có thể điều khiển LED theo mức lôgic cao (hình 10-3a) hay mức lôgic thấp của tín hiệu đầu ra vi mạch TTL (hình 10-3b).



Hình 10-3



LED 7 thanh : các LED được sắp xếp hình học sao cho tạo ra hình kí tự tùy theo cách kết hợp của chúng. Giả thiết LED 7 thanh được điều khiển theo mức lôgic thấp, tương ứng ta có :

BẢNG CHÂN LÝ BỘ GIẢI MÃ

D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0

Giả thiết chọn dùng cổng NORAND, ta đi đến cấu trúc mạch lôgic thực hiện giải mã BCD - 7 thanh bằng cách xác định hàm lôgic của từng thanh theo phương pháp bảng Karnaugh - ví dụ, đối với thanh a :

Tối thiểu hóa dạng chuẩn tắc tuyển đối với các ô giá trị 0 để xác định hàm đảo :

$\overline{a} = D + B + CA + \overline{C}\,\overline{A}$ (dạng ORAND)

$a = \overline{\overline{a}} = \overline{D + B + CA + \overline{C}\,\overline{A}}$ (dạng NORAND)

Tiếp theo là bảng Karnaugh đối với các thanh b, c, d, e, f, g, kết quả ta được :

$b = \overline{\overline{C} + BA + \overline{B}\,\overline{A}}$

$c = \overline{c + \overline{B} + A}$

$d = \overline{D + \overline{C}B + B\overline{A} + \overline{C}\,\overline{A} + C\overline{B}A}$

DC \ BA	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	1	0	0	0
11	×	×	×	×
10	0	0	×	×

a)

DC \ BA	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	1	0	1
11	×	×	×	×
10	0	0	×	×

(b)

DC \ BA	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	0	0	0
11	×	×	×	×
10	0	0	×	×

(c)

DC \ BA	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	1	0	1	0
11	×	×	×	×
10	0	0	×	×

(d)

DC \ BA	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	1	1	1	0
11	×	×	×	×
10	0	0	×	×

(e)

DC \ BA	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	0	0	1	0
11	×	×	×	×
10	0	0	×	×

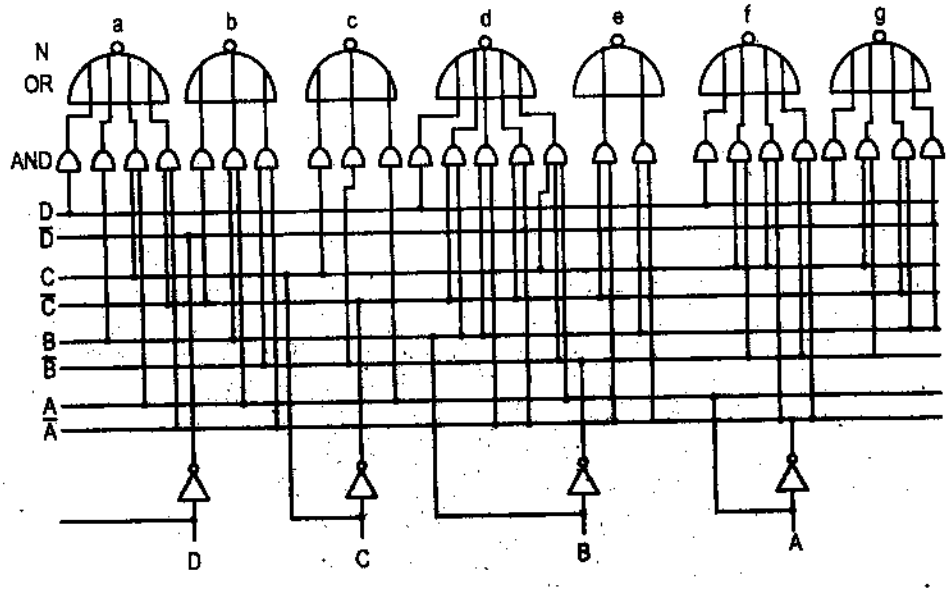
(f)

DC \ BA	00	01	11	10
00	1	1	0	0
01	0	0	1	1
11	×	×	×	×
10	0	0	×	×

(g)

$e = \overline{\bar{C}\bar{A} + B\bar{A}}$ $\quad f = \overline{D + C\bar{B} + C\bar{A} + \bar{B}\bar{A}}$ $\quad g = \overline{D + C\bar{B} + \bar{C}B + B\bar{A}}$

Hình 10-4 là sơ đồ lôgic vẽ theo các hàm lôgic đã xác định ở trên, đấy chính là ruột của IC74247. Sơ đồ giải mã 1 kí tự hiển thị như sau :



Hình 10-4 : Sơ đồ lôgic IC74247.

Thực tế thường chỉ thị nhiều kí tự hình 10-6 giới thiệu sơ đồ nguyên lí ứng dụng dồn kênh để dùng 1 mạch giải mã chung cho 8 LED 7 thanh. Các catôt cùng thanh của 8 kí tự nối song song nhau, anốt chung của mỗi kí tự được cung cấp nguồn qua khóa. Bộ đếm nhị phân tạo ra chu kì luân lưu cung cấp nguồn cho mỗi kí tự. Đồng thời tín hiệu giải mã điều khiển mỗi kí tự cũng luân lưu một cách đồng bộ. Với tần số quay vòng luân lưu lớn hơn 50 Hz thì mắt người

không cảm nhận sự nhấp nháy của các kí tự. Bộ dồn kênh đã chuyển mã BCD của 8 kí tự song song thành nối tiếp.

Hãy tính điện trở hạn dòng trong mạch hình 10-5 :

Giả sử : đầu ra IC 74247 có mức lôgic thấp : 0,2 ÷ 0,4 V ;

20 ÷ 40 mA ;

mỗi LED phát sáng với dòng 5 ÷ 30 mA ;

điện áp rơi tương ứng trên LED 1,5 ÷ 3 V ;

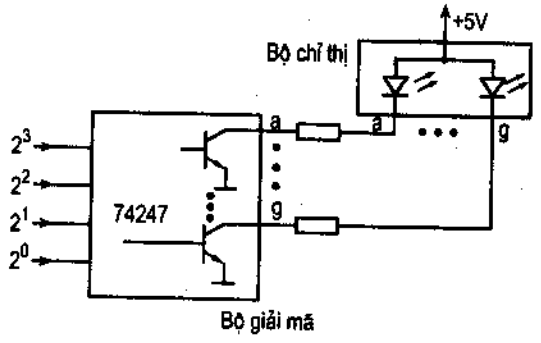
và nguồn : + 5V.

Vậy điện trở hạn dòng được xác định theo điện áp rơi và dòng cho phép qua nó :

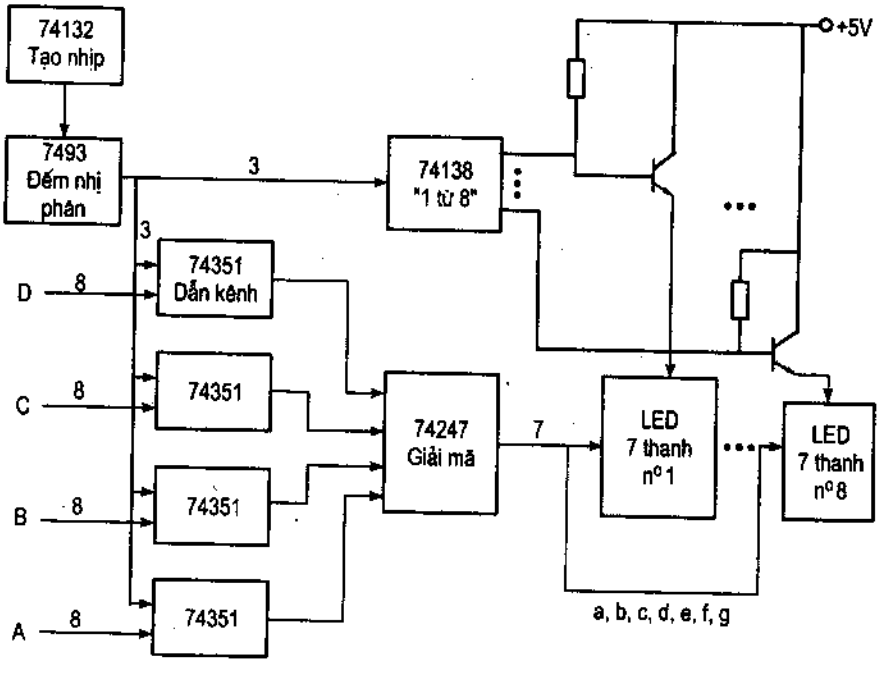
$$\frac{5V - 1,5V - 0,2V}{20mA} \approx 150\Omega$$

Trường hợp 8 LED 7 thanh dùng để hiển thị 8 chữ số, tải nặng nhất đối với nguồn cung cấp khi tất cả các thanh (biểu thị số 8) của 8 chữ số đều sáng (88888888 !) :

$$20mA \times 7 \times 8 = 1120mA$$



Hình 10-5 : Mạch giải mã đấu nối với LED 7 thanh.



Hình 10-6 : Sơ đồ nguyên lí dồn kênh hiển thị 8 chữ số.

Dòng điện yêu cầu này là quá lớn, tất nhiên chỉ xảy ra khi dùng 8 mạch giải mã riêng cho từng LED 7 thanh. Nếu dùng mạch dồn kênh hình 10-6 thì không những giảm bớt dây dẫn nối

mạch (chú ý đến 7 dây dẫn a, b, c, d, e, f, g nối song song cho 8 LED 7 thanh) mà còn giảm dòng điện yêu cầu xấp xỉ 8 lần (vì từng chữ số được luân phiên cấp nguồn qua khóa tranzitor). Các vi mạch mới thêm vào trong mạch dồn kênh (74132, 7493, 74138, 74247 và 4 × 74354) coi như tiêu thụ xấp xỉ 8 × 74247 trong phương án không ghép kênh (mỗi IC yêu cầu chừng 15mA).

Điện trở hạn dòng trong mạch ghép kênh (không vẽ) được tính với sự chú ý có thêm điện áp rơi trên tranzitor khóa 0,7V và dòng điện xung qua LED chọn tối đa (40mA) để độ sáng không kém so với phương án không ghép kênh :

$$\frac{5V - 3V - 0,4V - 0,7V}{40mA} \simeq 22\Omega$$

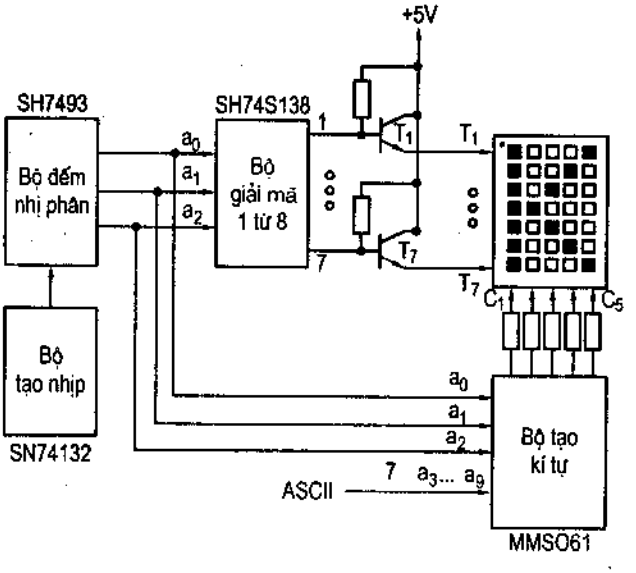
Ma trận LED :

Một phần bảng trạng thái của ROM trong bộ tạo kí tự để biểu diễn kí tự K.

Số hiệu dòng	Mã ASCII "K"							Mã dòng			Mã cột				
	a_9	a_8	a_7	a_6	a_5	a_4	a_3	a_2	a_1	a_0	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0
2	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1
3	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1
4	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
5	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
6	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
7	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0

Các LED được ghép thành ma trận để hiển thị kí tự. Ví dụ của bảng là chữ K hiển thị bằng ma trận 5 × 7, các LED sáng với mức logic 0.

Bộ tạo kí tự (bộ chữ) là một ROM dùng để giải mã từ mã ASCII sang mã ma trận (gồm mã dòng và mã cột). $a_3 \div a_9$ là các đường địa chỉ để chọn kí tự, a_0, a_1, a_2 là các đường địa chỉ để chọn dòng hiển thị (nối tiếp). Vậy 1 ô nhớ của ROM tương ứng nhớ 5 bit mã cột được truy cập đồng thời, 7 dòng liên tiếp mã cột của một kí tự làm thành một nhóm ô nhớ tương ứng để giải mã một kí tự. Để hiển thị nhiều kí tự trong một dòng thì có thể áp dụng phương pháp dồn kênh. Các kí tự trong một dòng sẽ được hiển thị luân lưu vòng. Mỗi cột mỗi kí tự được ghi vào bộ nhớ đệm theo từng dòng.



Hình 10-7 : Sơ đồ điều khiển ma trận 5 × 7 LED.

§2. MÀN HÌNH ỐNG TIA ĐIỆN TỬ
(Cathode Ray Tube Display)

Màn hình ống tia điện tử (CRT) được phân loại theo các cách khác nhau thành :

quét/ Vectơ
kí tự/đồ họa
một màu/nhiều màu

Dưới đây chúng ta xem xét nguyên lí làm việc loại màn hình đơn giản nhất (quét - kí tự - một màu) qua ví dụ cụ thể đó là màn hình IBMPC.

Gọi là quét, vì màn hình điều khiển tia điện tử trong CRT theo nguyên lí quét (dòng và mành) của truyền hình. Kích thước chùm tia điện tử khi đập vào màn hình tương ứng với phần tử nguyên tố ảnh của màn hình. Phần tử này được gọi là pixel. Điều khiển sự hiển thị pixel trên màn hình một màu chỉ cần 1 bit (màu của nét kí tự đậm và màu nền nhạt). Nhờ sự đồng bộ quét mà pixel có vị trí cố định trên màn hình. Hình ảnh một dòng là kết quả quét tia điện tử từng pixel một từ trái qua phải tất cả các pixel của dòng đó. Hình ảnh một mành (toàn bộ màn hình) là kết quả quét mành, từng dòng một từ trên xuống dưới tất cả các dòng của mành xét.

Kí tự được hiển thị dưới dạng ma trận 9 × 14 pixel. Xem hình 10-8. Trong khuôn khổ ma trận một kí tự có 9 cột pixel và 14 hàng pixel.

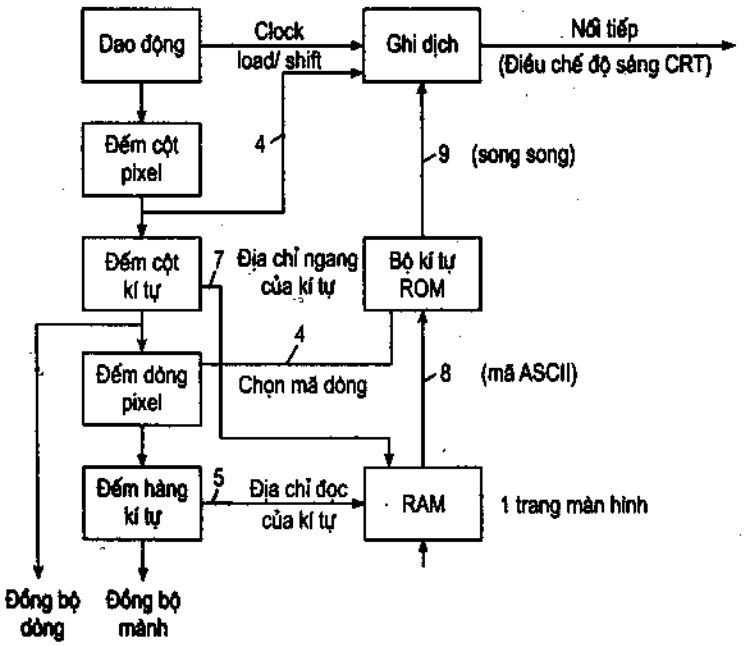
0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0001	0	●	●	●	●	●	●	0	0
0010	0	●	0	0	0	0	0	●	0
0011	0	●	0	0	0	0	0	●	0
0100	0	●	0	0	0	0	0	●	0
0101	0	●	●	●	●	●	●	0	0
0110	0	●	0	0	0	0	0	0	0
0111	0	●	0	0	0	0	0	0	0
1000	0	●	0	0	0	0	0	0	0
1001	0	●	0	0	0	0	0	0	0
1010	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1011	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1101	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	●	0	●	●	●	0	0	0
0	●	●	0	0	0	●	0	0
0	●	0	0	0	0	●	0	0
0	●	0	0	0	0	●	0	0
0	●	●	0	0	0	●	0	0
0	●	0	●	●	●	0	0	0
0	●	0	0	0	0	0	0	0
0	●	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

Hình 10-8 : Ma trận 9 × 14 hiển thị kí tự :
a) Chữ hoa ; b) chữ thường.

Màn hình này có thể hiển thị tối đa 25 dòng kí tự × 80 kí tự /dòng = 2000 kí tự/màn hình. Mỗi kí tự được mã hóa bằng 1 byte số liệu trong máy tính. Vậy bộ nhớ RAM một trang màn hình cần có dung lượng 2 Kbyte.

Quan hệ thời gian giữa các khối trong hệ thống điều khiển màn hình được biểu thị trong sơ đồ khối định thời hình 10-9.



Hình 10-9 : Sơ đồ khối định thời màn hình quét hiển thị kí tự một màu IBMPC.

Giới thiệu các khối trên hình 10-9 như sau :

– Dao động : đồng hồ định thời với tần số 16.257.000 Hz. Bộ ghi dịch làm việc nhịp đồng hồ này, mỗi nhịp dịch 1 bit.

– Đếm cột pixel : vì có 9 cột pixel trong ma trận một kí tự nên đây là bộ đếm 4 bít. Mỗi ô nhớ trong ROM (bộ kí tự) chứa 9 bit tương ứng hình ảnh 9 pixel của một dòng pixel của một kí tự. 9 bit này được truy xuất song song để nạp vào bộ ghi dịch ; ở đầu ra bộ ghi dịch 9 bit trở thành nối tiếp, qua bộ khuếch đại thị tần, đưa đến CRT điều chế độ sáng.

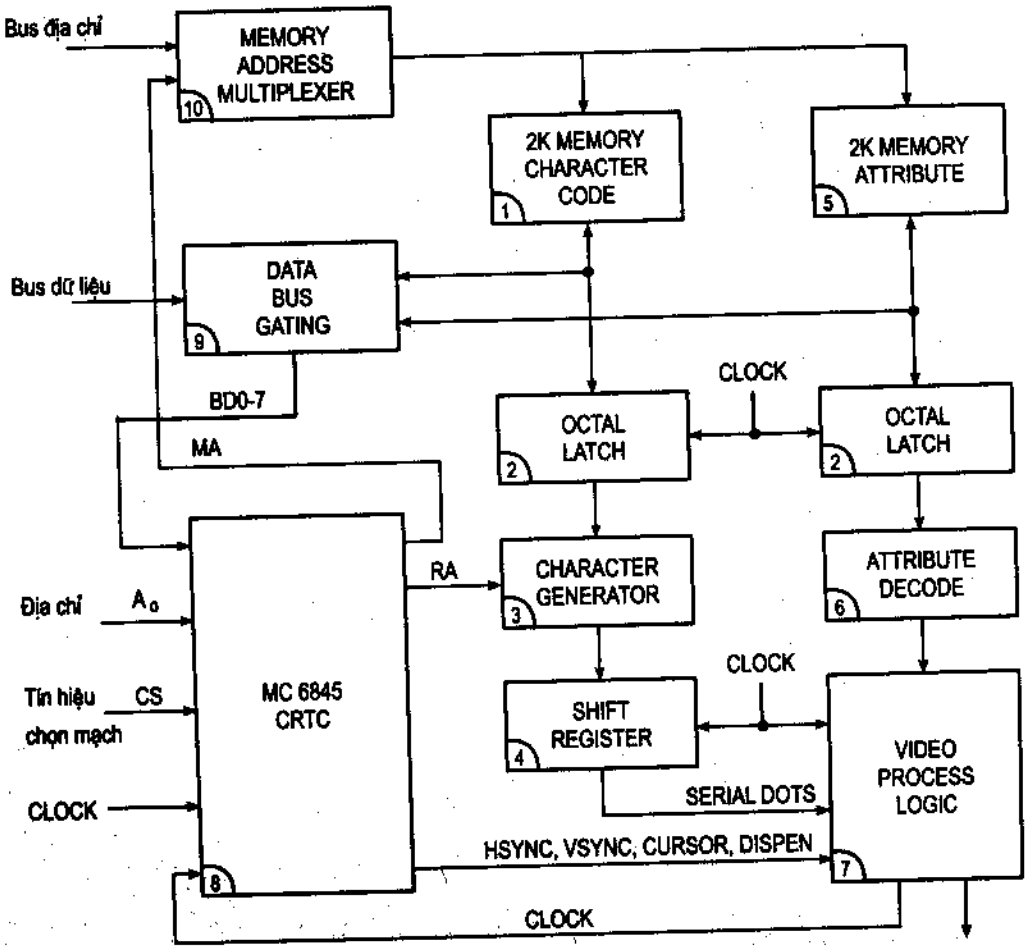
– Đếm cột kí tự : bộ đếm này đưa ra tín hiệu đồng bộ dòng sau một chu kì đếm cột kí tự. Từ trái sang phải màn hình, tia điện tử quét qua 80 kí tự, cộng với thời gian quét ngược dòng, bộ đếm này phải đếm 7 bit.

– Đếm dòng pixel : vì có 14 dòng pixel trong ma trận một kí tự nên đây là bộ đếm 4 bit. Số đếm này đưa đến ROM (bộ kí tự) để làm địa chỉ chọn mã dòng (địa chỉ một ô nhớ 9 bit trong nhóm 14 ô nhớ thuộc về một kí tự, còn địa chỉ chung của nhóm là mã ASCII của kí tự đó do RAM 1 trang màn hình đưa tới.

– Đếm hàng kí tự : bộ đếm này đưa ra tín hiệu đồng bộ mành sau một chu kì đếm hàng kí tự. Từ trên xuống dưới màn hình có 25 hàng kí tự, cộng với thời gian quét ngược mành, nên đây là bộ đếm 5 bit.

– RAM 1 trang màn hình : nội dung và cách trình bày một trang màn hình là kết quả của chương trình biên tập khi viết vào RAM này. Khối định thời đưa số đếm cột kí tự và số đếm hàng kí tự đến RAM này làm địa chỉ đọc ra.

Hình 10-10 trình bày sơ đồ khối toàn bộ hệ thống điều khiển màn hình. Để cho gọn hình người ta không vẽ rõ lồng vào đầy đủ mạch định thời vừa trình bày ở trên.



Hình 10-10 : Sơ đồ khối mạch điều khiển màn hình.

Giới thiệu và thuyết minh hình 10-10 như sau :

1 - RAM 1 trương màn hình (2K byte) ;

2 - Bộ chốt 8 bit ;

3 - Bộ kí tự (ROM) ;

4 - Bộ ghi dịch ;

5 - RAM thuộc tính hiển thị kí tự (2k byte). Mỗi kí tự được trình bày trên màn hình như thế nào (kiểu chữ viết hoa, gạch đít, tăng sáng, nhấp nháy...) được xác định bởi 1 byte tương ứng trong RAM này ;

6 - Giải mã thuộc tính ;

7 - Logic xử lí tín hiệu hình ;

8 - Vi mạch điều khiển màn hình CRTC. Căn cứ vào các tín hiệu mà bộ xử lí trung tâm CPU đưa tới, CRTC thực hiện chức năng điều khiển màn hình , kể cả sự định thời. Trên hình 3 - 12, chữ "CLOCK" chỉ chung các loại tín hiệu định thời, RA là 4 bit địa chỉ chọn mã dòng đưa tới bộ kí tự, MA là 7 bit địa chỉ ngang và 5 bit địa chỉ dọc của kí tự được đọc ra từ RAM 1 trang màn hình để hiển thị trên màn hình ;

9 - Bộ đệm cách li bus dữ liệu của hệ thống (bên trái) với bus dữ liệu nội bộ (bên phải, nối tới các RAM 1 trang màn hình) ;

10 - Bộ ghép kênh địa chỉ. Qua bộ ghép kênh địa chỉ, địa chỉ viết (từ CPU tới) và địa chỉ đọc (từ CRTC tới) được phân chia thời gian đưa tới các bộ nhớ RAM 1 trang màn hình để phục vụ việc viết vào hay đọc ra.

Dưới đây là các thông số khác của màn hình IBMPC xét :

Tần số quét dòng : 18.432 Hz ; Tần số quét mành : 50 Hz.

Từ các thông số cơ bản trên, ta xét một số đặc trưng hiển thị như sau :

Số pixel trong một dòng hiển thị :

$$9 \text{ pixel/kí tự} \times 80 \text{ kí tự/dòng} = 720 \text{ pixel/dòng}$$

Số pixel trong một cột hiển thị :

$$14 \text{ pixel/ kí tự} \times 25 \text{ kí tự/cột} = 350 \text{ pixel/cột}$$

Số pixel trong một chu kì quét dòng :

$$16.257.000\left(\frac{1}{\text{giây}}\right) : 18.432 \text{ (dòng/giây)} = 882 \text{ pixel/dòng}$$

Số pixel không hiển thị nằm trong khoảng quét quá (over scan) ở hai phần đầu cuối dòng thực sự hiển thị (nhằm tránh sự phi tuyến hiển thị ở phần đó) và nằm trong khoảng thời gian quét ngược dòng là :

$$882 - 720 = 162 \text{ pixel}$$

Số dòng quét trong 1 mành :

$$18.432 \text{ (dòng/giây)} : 50\left(\frac{1}{\text{giây}}\right) = 369 \text{ dòng/mành}$$

Vậy số dòng không hiển thị trong thời gian quét ngược mành là :

$$369 - 350 = 19 \text{ dòng}$$

Tần số dịch để hiển thị pixel là 16,257 MHz, suy ra rằng tần số xung thị tần lớn nhất tương ứng với các pixel kế nhau luân lưu sáng tắt (10101010 ...), nghĩa là :

$$16{,}257 \text{ MHz} : 2 = 8{,}1285 \text{ MHz}$$

Sơ bộ có thể cho rằng 8 MHz là bề rộng dải tần của bộ khuếch đại thị tần của màn hình xét (lưu ý rằng bề rộng dải tần của bộ khuếch đại thị tần trong máy thu truyền hình thông dụng cỡ 3MHz).

Tốc độ truy cập các kí tự đối với RAM 1 trang màn hình :

$$\frac{16.257.000}{9} = 1.806.333 \text{ kí tự/giây}$$

Khung thời gian để truy cập mỗi kí tự là :

$$\frac{1}{1.806.333} s = 553ns$$

Như trên đã nói, CPU và CRTC chia đôi thời gian trên, vậy CRTC chỉ còn chừng 200 ns để đọc ra kí tự làm tươi.

Sau khi đã hiểu nguyên lí màn hình quét - kí tự - một màu, dưới đây tóm tắt đặc điểm các loại màn hình khác :

Màn hình vectơ hiển thị kí tự : mỗi kí tự được vẽ xong hoàn toàn liền nét, rồi sau đó mới đến kí tự khác.

Dưới đây là sơ đồ nguyên lí các khối của nó. Xem hình 10-11.

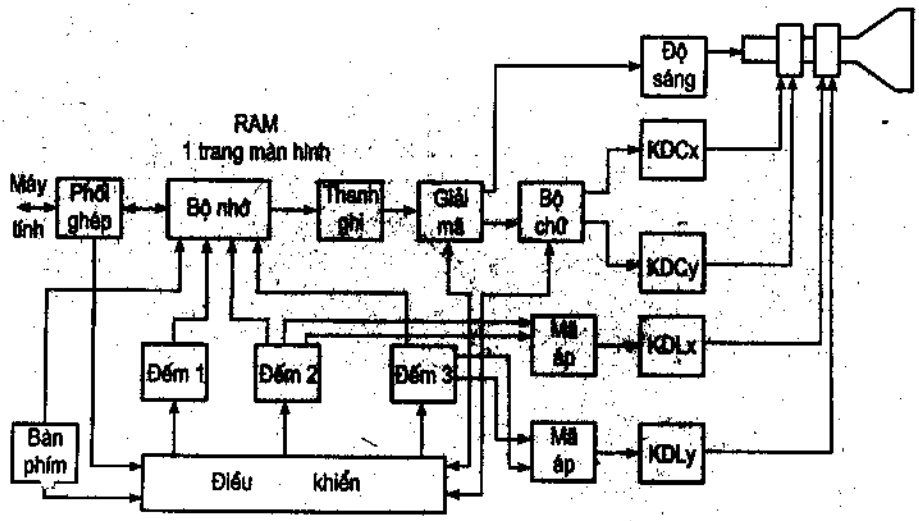
Bộ đếm 1 tạo địa chỉ tuần tự các ô nhớ tương ứng kí tự được đưa đến RAM.

Bộ đếm 2 tạo địa chỉ xác định vị trí ngang x (cột) của kí tự trên màn hình.

Bộ đếm 3 tạo địa chỉ xác định vị trí dọc y (hàng) của kí tự trên màn hình.

KĐL : Bộ khuếch đại làm lệch cung cấp cho cuộn làm lệch của CRT ;

Hình dạng chữ là do bộ chữ giải mã quyết định.



Hình 10-11 : Sơ đồ khối Display ký tự kiểu vectơ.

KĐC : Bộ khuếch đại làm lệch chữ cung cấp cho cuộn làm lệch chữ.

Sau khi một chữ xuất hiện trên màn hình thì bộ chữ thông báo cho khối điều khiển biết để tiếp tục lấy chữ tiếp theo từ RAM. Nếu kí tự tiếp theo được bàn phím chỉ định ở vị trí đặc biệt thì bộ giải mã thông báo cho khối điều khiển biết.

Màn hình véctơ ngày càng ít được dùng hơn

Màn hình đồ họa từ 320 pixel/dòng × 200 dòng

đến 2000 pixel/dòng × 2000 dòng

Nếu hiển thị một màu trên nền thì cần 1 bit/pixel. Nếu hiển thị màu đầy đủ theo kiểu pha trộn 3 màu cơ bản (red, green, blue) và độ sáng thì mỗi pixel cần :

8 bit/1 màu cơ bản × 3 màu = 24 bit

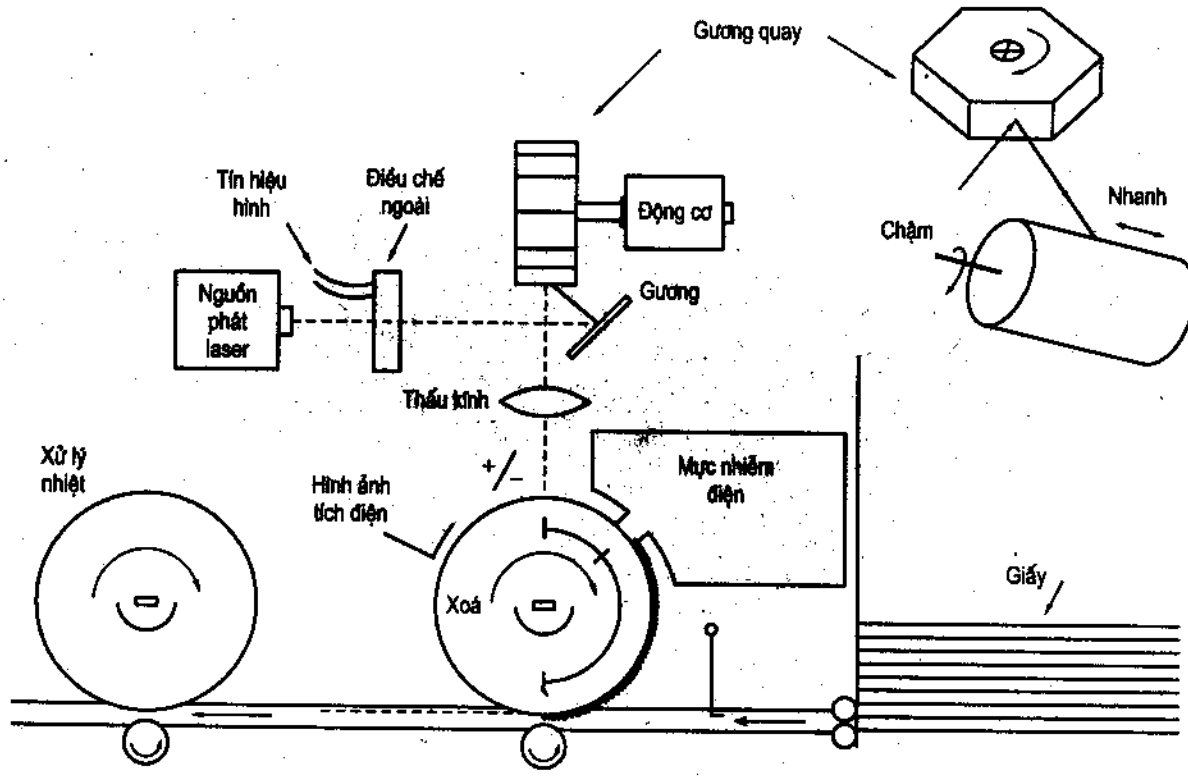
Vậy màn hình đồ họa màu, cần RAM dung lượng :

24 bit/pixel × 1000 pixel/dòng × 1000 dòng = 24 Mbit

Màn hình đồ họa dùng một ROM, gọi là bit map, tương tự bộ chữ, để phát các mẫu đồ họa.

§3. MÁY IN

Nếu màn hình rất linh hoạt thì bản sao cứng chỉ có thể thực hiện bằng máy in. Máy in có nhiều loại. Chúng khác nhau về : tốc độ, đặc điểm chữ in, có búa hay không. Dưới đây giới thiệu nguyên lí làm việc của máy in laser (xem hình 10-12).

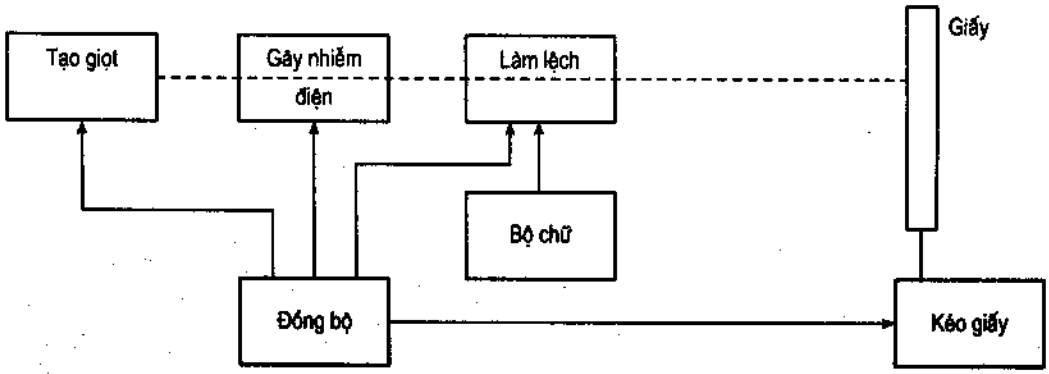


Hình 10-12 : Quá trình in laser.

Nguồn laser phát ra tia laser có cường độ không đổi. Tia laser bị điều chế ngoài bởi một cửa chắn âm - quang học. Cửa này tắt và mở chùm tia bằng giá trị bit 1/0 của tín hiệu điều chế. Một gương phẳng đối hướng tia laser chiếu vào một gương quay nhiều cạnh. Do đó, tia laser bị lắc nhanh, vết tia tạo thành quét dòng trên bề mặt một trống cảm quang theo chiều đường sinh. Trống quay chậm để dịch các dòng sít nhau trên toàn bề mặt trống, tương ứng quét mành. Bề mặt trống phủ một lớp vật liệu bán dẫn - cảm quang. Điện cực xóa làm cho toàn bộ mặt trống đồng điện thế. Chịu tác động của tia laser quét mà tia laser lại được điều chế, nên sau đó, hình ảnh bản in dưới dạng điện thế được tạo ra. Mực được xử lí tĩnh điện để bị hút hay không vào các phần tử ảnh tương ứng với giá trị bit 1/0. Từ đây ta có hình ảnh nhìn thấy được trên mặt trống. Giấy được xử lí tĩnh điện sao cho khi giấy áp vào bề mặt trống thì hình ảnh sẽ chuyển sang giấy. Để trang in được vĩnh cửu thì bản in tiếp tục được xử lí nhiệt.

Hình vẽ và trình bày trên không giới thiệu sự đồng bộ tạo quét, vì phương pháp giống với màn hình kí tự ở mục §2. Máy in laser nói trên có chữ in đẹp, không có búa in, tốc độ khá cao.

Máy in phun mực :



Hình 10-13 : Sơ đồ khối máy in phun mực.

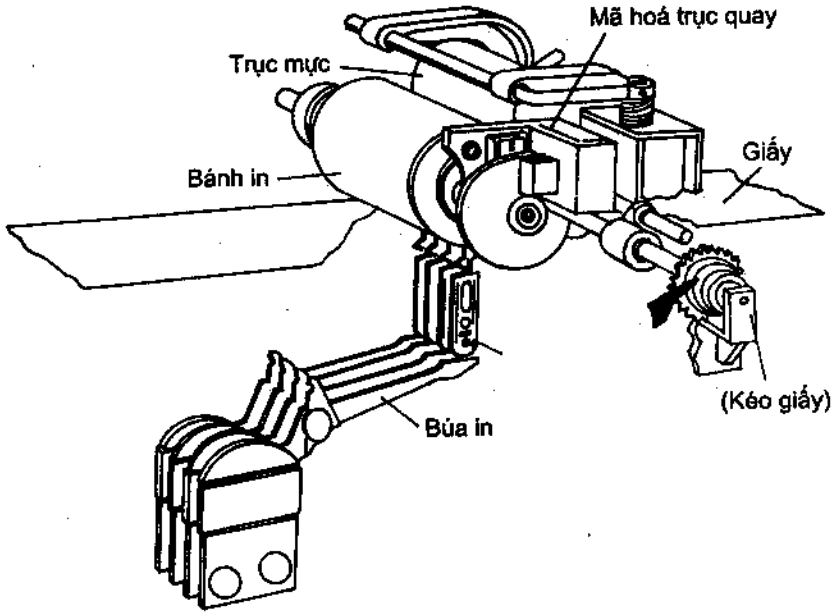
Trong sơ đồ hình 10-13. Khối tạo giọt có thể thực hiện bằng nhiều phương pháp khác nhau, ví dụ xung áp lực do sự co của thạch anh. Nhờ gây nhiễm điện mà giọt mực làm lệch được trong điện trường làm lệch do bộ chữ giải mã tạo ra.

Máy in phun mực cũng cho chữ in khá đẹp, không có búa in, và tốc độ khá cao (đường kính vết mực cỡ 0,1mm, tốc độ cỡ 1000 kí tự/giây. Phương pháp in này cho phép in trên vật mang bất kì.

Các máy in có búa lại phân thành loại chữ in typo và loại chữ in ma trận kim. Dưới đây giới thiệu vài loại :

Hình 10-14 biểu thị loại máy in kiểu chữ typo và có búa in, tốc độ cao. In từng dòng một theo nguyên lí sau : trên mặt trống quay có số băng chữ bằng số kí tự tối đa có thể in trên một dòng. Mỗi băng đều có đầy đủ các kí tự và có thể chuyển động độc lập nhau. Khi kí tự trên băng đã được chọn để in thì nó ở đúng vị trí để búa đập vào, tạo ra nét kí tự trên giấy. Mỗi băng gắn với một đĩa mã hóa, phát ra mã kí tự nào quay đến vị trí in, mã đó luôn luôn

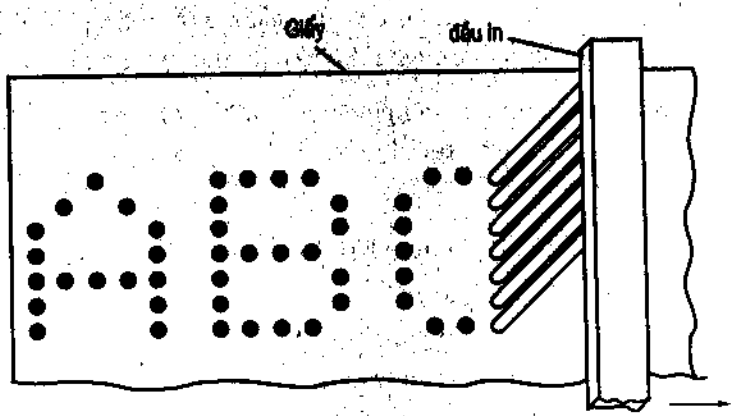
được so sánh với mã của kí tự cần in. Mạch lôgic phát ra tín hiệu để điều khiển động tác đập búa. Một hệ vi xử lí điều khiển việc chọn kí tự in của một dòng trong một nhịp. Hệ thống đồng bộ điều khiển giấy dịch từng bước, để in dòng tiếp theo ở nhịp tiếp theo. Tốc độ máy in này 1250 dòng/phút × 160 kí tự/dòng. Byte song song các bit tương ứng với 1 kí tự sẽ được truyền từ máy tính sang để đáp ứng tốc độ cao đó. (Máy in tốc độ thấp nhận các bit nối tiếp của byte kí tự).



Hình 10-14 : Máy in dùng búa in đồng thời từng dòng.

Cách in kim kiểu ma trận điểm được giới thiệu đơn giản như hình 10-15.

Cự li các kim < 0,1mm. Tốc độ in 0,1 trang A_4/s. Đầu in mang các kim để 1 động tác in được một cột của ma trận kí tự. Mỗi kim được điều khiển riêng theo mã của kí tự cần in. Nét chữ có thể tạo ra bằng các phương pháp khác nhau, chẳng hạn : các nam châm điện nhỏ làm búa đập vào băng mực, hay dòng điện tạo xung nhiệt nóng kim tác động lên giấy nhiệt.



Hình 10-15 : Máy in kim kiểu chữ ma trận 5 × 7.

Chương 11

BÀN PHÍM VÀ CÁC THIẾT BỊ VÀO SỐ LIỆU KHÁC

§1. BÀN PHÍM

Có nhiều loại khác nhau về giá cả, độ tin cậy, độ bền, đặc điểm ứng dụng. Bàn phím là công cụ giao tiếp người - máy để đưa số liệu vào máy. Bàn phím có 3 chức năng cụ thể :

– Phát hiện sự ấn phím ;

– Khử rung (khắc phục sự bất định của tín hiệu trạng thái phím) ;

– Mã hóa phím.

Tín hiệu điện biểu thị 2 trạng thái (bị ấn và không bị ấn) của phím được tạo ra theo những nguyên lí khác nhau, có thể kể ra như sau :

Bàn phím cơ điện và bàn phím bán dẫn, chất rắn. Số lần bấm phím tin cậy đạt 10^6 lần.

Trong nhóm bàn phím bán dẫn, chất rắn lại có nhiều kiểu như là :

– Bàn phím điện dung : 2 trạng thái của phím ấn khác nhau về điện dung. Số lần bấm phím tin cậy đạt 20.10^6 lần.

– Bàn phím hiệu ứng Hall : xét vật thể bán dẫn trong tọa độ Đêcac, nếu dòng điện có chiều trục x và từ trường tác động có chiều trục y thì trên các mặt giới hạn của vật thể theo chiều trục z sẽ xuất hiện một sức điện động. 2 trạng thái của phím ấn khác nhau về giá trị sức điện động này. Số lần bấm phím tin cậy đạt 10^8 lần.

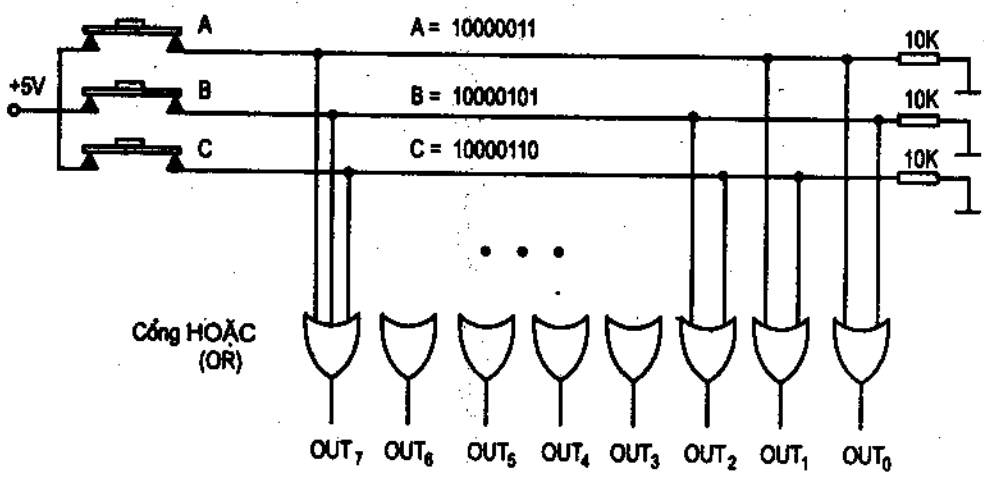
– Bàn phím quang - điện.

– Bàn phím lõi pherit.

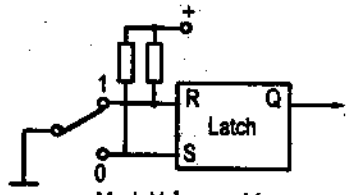
§2. MÃ HÓA BÀN PHÍM

Mỗi phím trên bàn phím đại diện cho một kí tự xác định, hoặc để thực hiện một chức năng xác định (được kí hiệu trên mỗi phím) ; chúng phải được phân biệt bằng từ mã của mỗi phím. Mã hóa bàn phím là tạo ra từ mã của phím được ấn để máy tính biết được phím nào đã được ấn. Chúng ta hãy tìm hiểu bản chất quá trình mã hóa qua ví dụ một bàn phím đơn giản ở hình 11-1.

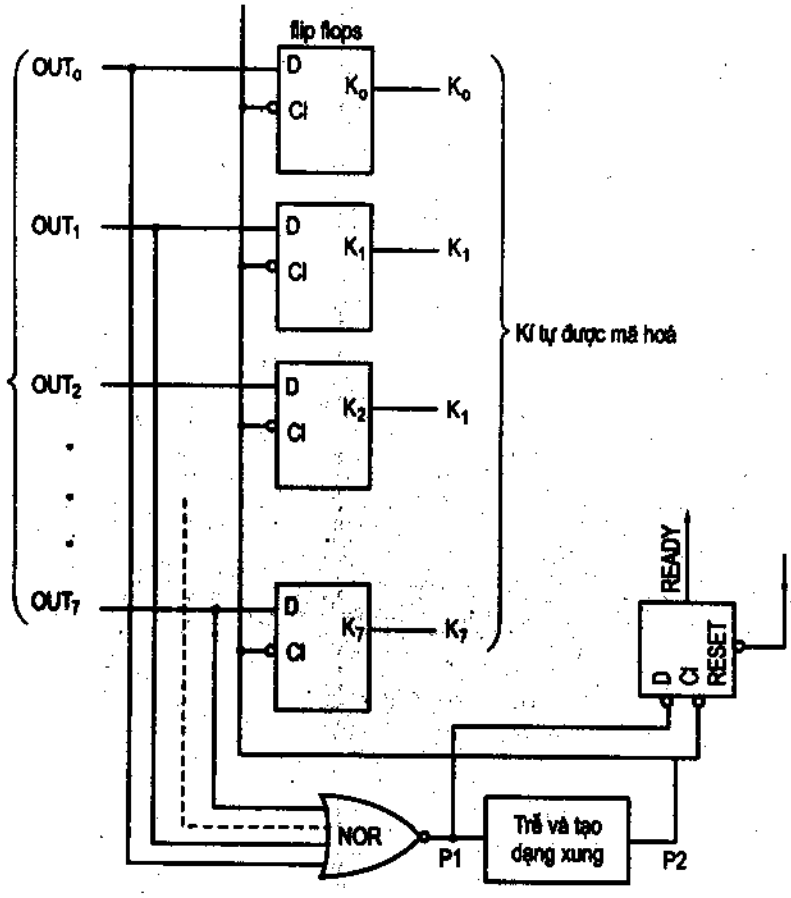
Mạch mã hóa trên đây thực hiện bằng cổng OR. Bit OUT_0 là bit kiểm tra lẻ thêm vào 7 bit của mã ASCII tạo thành từ mã 8 bit của kí tự.



Hình 11-1 : Mã hóa đơn giản bằng cổng OR.



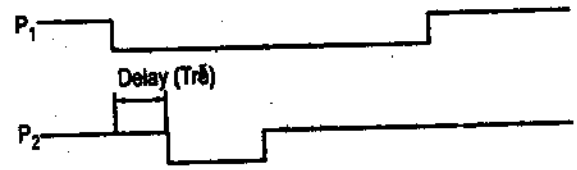
Mạch khử rung phím
(tham khảo)



Hình 11-2 : Mạch phối ghép chốt kí tự bàn phím.

Mạch hình 11-2 là mạch phối ghép với bàn phím. Tín hiệu mã hóa OUT_7 + OUT_0 được lưu trữ vào các Flip Flop trước khi máy tính đọc nó. Một xung chọn (strobe) được dùng để nạp bit vào Flip Flop. Xung chọn P_2 được tạo ra từ bit bất kì (mức logic 1) ở đầu ra mạch mã hóa sau khi được làm trễ.

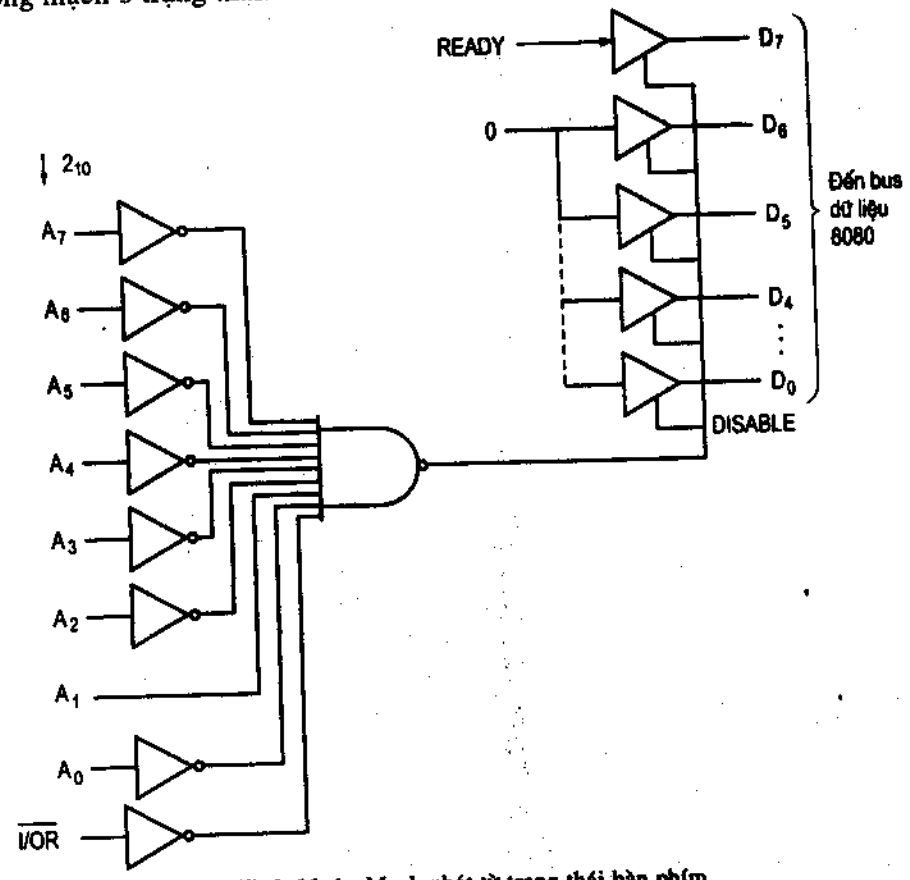
Thời gian trễ bằng độ trễ cực đại có thể của bit. Mục đích tạo trễ để san bằng chênh lệch về mặt thời gian của các bit. Độ rộng của xung chọn P_2 phải hẹp hơn thời gian cực tiểu có thể của phím bị ấn (tạo trễ cỡ 1 ms, xung chọn rộng cỡ 1ms). Mạch lật sẵn sàng (READY Flip Flop) tạo tín hiệu READY và tiếp nhận tín hiệu xóa (Reset) với mạch liên hệ.



Hình 11-3 : Dạng tín hiệu P_1 và P_2.

§3. PHỐI GHÉP BÀN PHÍM VỚI MÁY TÍNH (với bus hệ thống)

Từ trạng thái được mạch hình 11-4 tạo ra để báo CPU biết rằng có kí tự mới từ bàn phím sẵn sàng được đọc. Chương trình đọc từ trạng thái của máy tính như sau : phát lệnh đọc ($\overline{I/OR}$ = 0) và địa chỉ của từ trạng thái ($A_7 \div A_0$ = 0000 0010 trong ví dụ này). Do đó, cổng NAND phát tín hiệu mở thông mạch 3 trạng thái.



Hình 11-4 : Mạch phát từ trạng thái bàn phím.

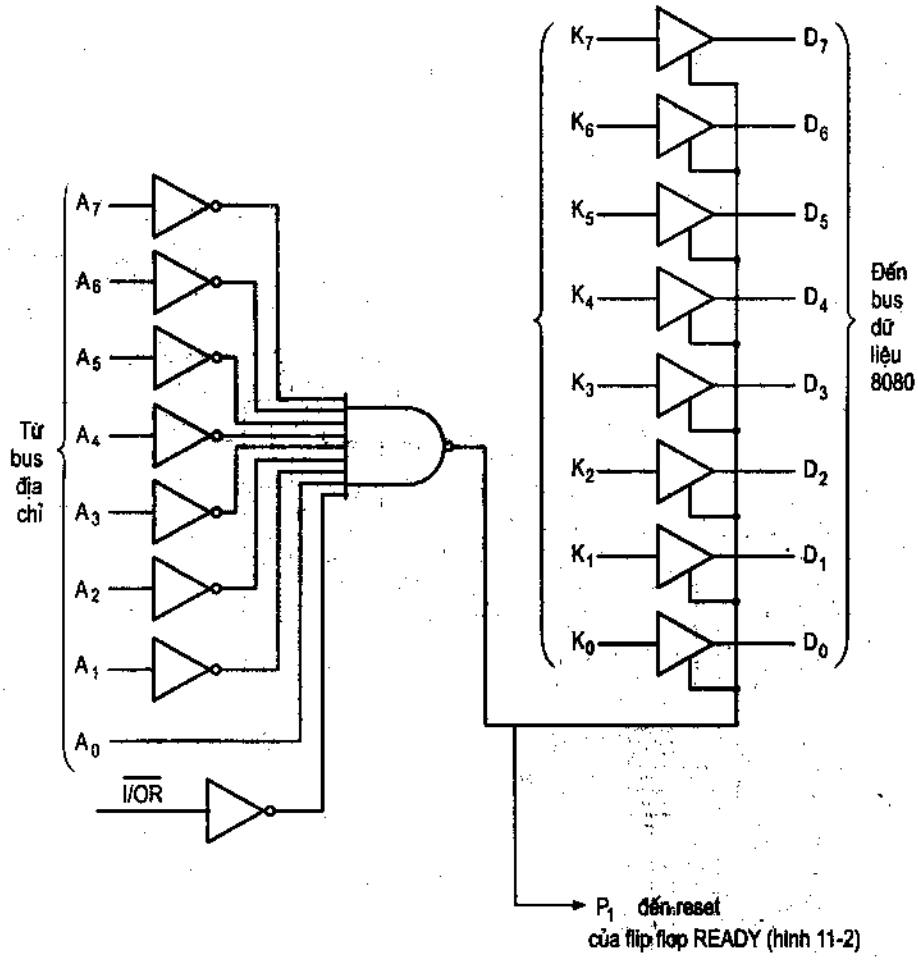
Khi có 1 phím được ấn, mạch lật READY lập 1, từ trạng thái :

$$D_7 \div D_0 = 1000\ 0000$$

Chương trình đọc cũng đã cài sẵn từ 1000 0000 này trong thanh ghi accu của CPU. Chương trình tiếp nhận từ trạng thái và thực hiện so sánh nội dung của accu.

Đọc xong từ trạng thái, một khi CPU biết đã có sẵn mã kí tự ($K_7 \div K_0$) thì phát lệnh đọc và địa chỉ của mã kí tự ($A_7 \div A_0 = 0000\ 0001$). Hình 11-5 là mạch phối ghép để đọc từ mã phím. Kết quả cổng NAND phát tín hiệu mở thông mạch 3 trạng thái, để chuyển mã kí tự ra bus dữ liệu ($D_7 \div D_0$). Đồng thời, tín hiệu đầu ra cổng NAND được dùng để xóa mạch lật READY (hình 11-2), READY = 0 ; trước khi một phím mới được ấn, từ trạng thái bàn phím :

$$D_7 \div D_0 = 0000\ 0000$$



Hình 11-5 : Mạch phối ghép để đọc kí tự bàn phím vào bus hệ thống qua mạch ba trạng thái.

Nhận xét về các mạch phối ghép trên :

– Có đệm lưu giữ trung chuyển dữ liệu ;

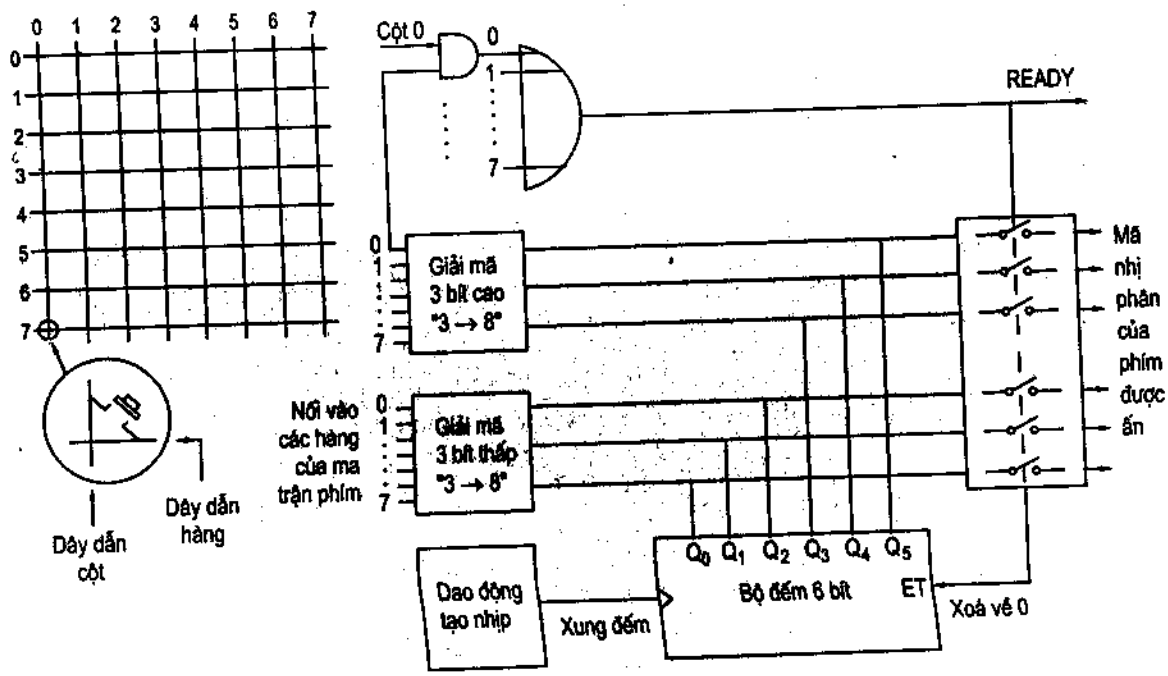
– Dùng mạch 3 trạng thái để cách li khỏi bus hệ thống ;

– Dùng thanh ghi từ trạng thái để thông báo cho CPU (đối tác của bàn phím) biết trạng thái bàn phím (một thiết bị đầu cuối vào số liệu).

LOCATION in memory	Contents	Assembly language			
		Label	Op code	Operand	Comments
030	DB	KEYSTAT	IN	2	/READ STATUS WORD
031	02				/INTO ACCUMULATOR
032	E6		ANI	80H	/AND ACCUMULATOR BITS
033	80				
034	CA		JZ	KEYSTAT	/JUMP BACK IF ZERO
035	30				
036	00		IN	1	/READ KEYBOARD
037	DB				
038	01				

Các đặc điểm trên của mạch phối ghép bàn phím cũng là đặc điểm chung của các mạch phối ghép thiết bị vào/ra nói chung, TBĐC nói chung. Song song với phần cứng phối ghép là phần mềm phối ghép, đó là chương trình. Dưới đây là đoạn chương trình đọc số liệu bàn phím ngôn ngữ ASSEMBLY phù hợp với ví dụ trên về phần cứng.

Các bàn phím máy tính có trên dưới 100 phím, thường được cấu trúc thành ma trận các tiếp điểm và có vi mạch cỡ lớn để phối ghép và mã hóa. Dưới đây lấy ví dụ bàn phím 64 phím : xem hình 11-6.



Hình 11-6 : Mã hóa bàn phím ma trận

Giải mã $Q_oQ_1Q_2$ (3 bit thấp) để cung cấp tín hiệu quét các hàng ma trận. Giải mã $Q_3Q_4Q_5$ (3 bit cao) để điều khiển các cổng AND, đọc lần lượt các cột tương ứng. Sự phối hợp của 2 bộ

giải mã tạo ra 64 nhịp luân lưu để quét 64 phím. Nếu có 1 phím được ấn thì tín hiệu READY được tạo ra đồng thời với mã nhị phân của phím đó.

(Vi mạch phối ghép bàn phím 8048, ngoài các công việc tương tự như trình bày trên còn biến đổi mã kí tự từ song song sang nối tiếp, nhờ vậy cáp nối bàn phím với hệ thống chỉ còn 4 sợi dây dẫn).

§4. CÁC THIẾT BỊ VÀO SỐ LIỆU KHÁC

Bàn phím là một thiết bị vào số liệu phục vụ máy tính điển hình. Ngoài ra người ta đã dùng rất nhiều thiết bị đầu cuối vào số liệu khác. Dưới đây chỉ giới thiệu qua nguyên lí làm việc của một số thiết bị.

a) Bộ quét đọc số liệu in (scanner)

– Đọc mã vạch : chùm sáng laser phản xạ từ mã vạch tạo ra dòng bit số liệu.

– Đọc kí tự quang : không mất công đánh máy lại khi biên tập xuất bản dựa vào các tài liệu in sẵn hay đánh máy sẵn.

– Đọc kí tự viết bằng mực từ : tiện dùng cập nhật số liệu ngân hàng.

– Quét hình : giống máy Fax, nhưng dòng bit do kết quả đọc thường được đưa cho máy tính xử lí, ví dụ để lưu trữ và tra cứu vân tay.

b) Con chuột (Mouse), Bi hoa tiêu (Trackball), cần lái (Joystick) chỉ dùng để điều khiển con trỏ trên màn hình đồ họa. Trong khi đó Bút sáng (Light Pen) với máy tính cầm tay điều khiển con trỏ để vào số liệu đồ họa.

c) Bảng vẽ (Drawing Tablet). Đầu bút được bề mặt bảng cảm nhận bằng áp lực hoặc bằng từ tính. Số liệu sau đó được số hóa để cung cấp cho máy tính về vị trí đầu bút tiếp xúc với hình đồ họa đặt trên mặt bảng.

d) Nhận dạng tiếng nói (Voice Recognition). Nhờ hệ thống nhận dạng tiếng nói mà máy có thể đánh máy tốc kí hoặc nhận lệnh mồm. Hiện nay vốn từ nhận dạng tiếng nói còn hạn chế, lại yêu cầu nhận dạng mẫu đối với người sử dụng, và người sử dụng phải nói rất chuẩn.

Chương 12

CÁC BỘ NHỚ NGOÀI

Các bộ nhớ ngoài được xem như là thiết bị đầu cuối đặc biệt, được dùng để Vào (đọc)/Ra (ghi) số liệu với máy tính có khả năng nhớ vĩnh cửu các số liệu đó. Bộ nhớ ngoài được thực hiện theo nhiều nguyên lí và công nghệ khác nhau và so với bộ nhớ trong thì thời gian truy cập (access time) lớn hơn (> 30ms) và dung lượng nhớ (memory capacity) lớn hơn (> 256 Mbyte).

§1. ĐĨA MỀM

Đĩa mềm là một tấm chất dẻo hình tròn mà bề mặt là lớp bột từ dày 1,3 μm. Đĩa mềm được đặt trong một phong bì vuông, cứng, có ma sát trượt thấp với đĩa. Đĩa mềm lưu trữ số liệu lâu dài, rẻ, gọn, nhẹ, dễ bảo quản, sử dụng và trao đổi. Dung lượng nhớ lớn :

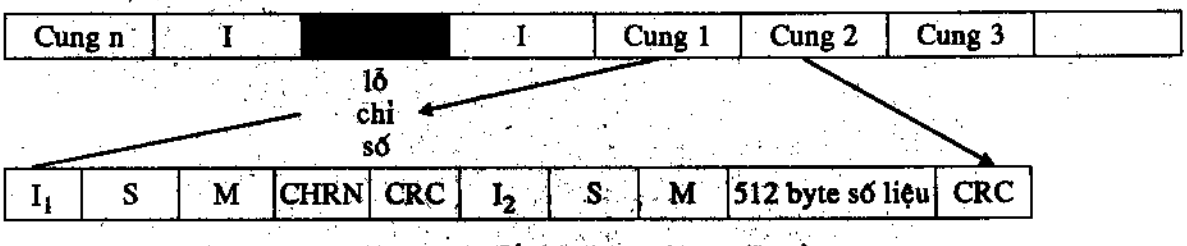
Đĩa 8" 0,8 Mbyt

Đĩa 5" $\frac{1}{4}$ 0,36 ; 1,2 Mbyte

Đĩa 3" $\frac{1}{2}$ 0,72 ; 1,44 Mbyte

Các đường ghi trên đĩa được tổ chức như sau :

Đường ghi trên đĩa từ là vòng tròn đồng tâm, gọi là rãnh (track). Mỗi rãnh lại chia thành nhiều cung (sector).



Hình 12-1 : Tổ chức đường ghi trên đĩa mềm

Các khoảng phân chia được quy định chính xác về chiều dài :

I. Khoảng trống (để bảo vệ thông tin trong bước quá độ)

S. Ghi tín hiệu đồng bộ

M. Ghi tín hiệu đánh dấu

C. Số thứ tự rãnh

H. Số thứ tự đầu từ

R. Số thứ tự cung

N. Độ dài cung

CRC mã kiểm tra (Cyclic Redundancy Check)

Phần đầu của mỗi cung, từ I_1, gọi là trường nhận dạng. Phần sau từ I_2 gọi là trường số liệu.

Một môtơ quay đĩa mềm với tốc độ 360 vòng/ph hay 300 vòng/ph tùy loại.

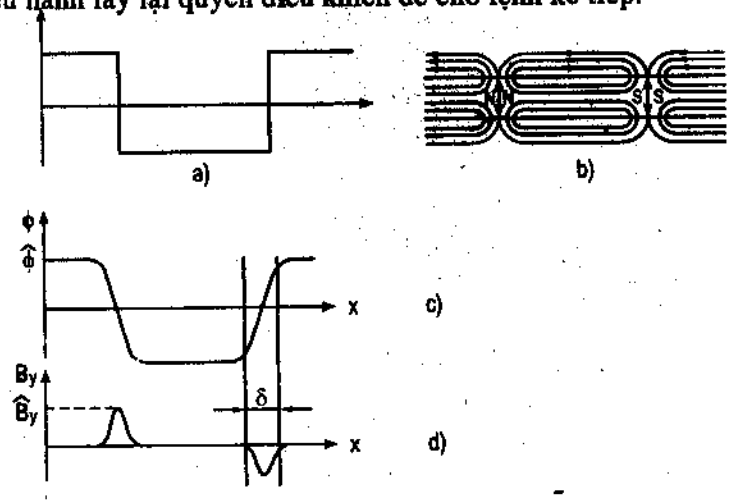
Đầu từ được dịch chuyển bằng vít dẫn từng bước xác định bởi môtơ bước. Để dịch chuyển đầu từ đến rãnh mong muốn, ổ đĩa phải xác định hướng bước và số bước cho môtơ. Kết quả phép tìm rãnh được kiểm tra bằng cách đọc trường nhận dạng và so sánh với địa chỉ rãnh cần tìm. Nếu sai, đầu từ được dịch chuyển về rãnh ϕ ϕ ; vị trí đầu từ ở rãnh này được khẳng định bằng phần cứng (lỗ chỉ số). Sau khi tìm đúng rãnh là quá trình ghi/đọc. Phép đọc được đánh giá bằng đọc mã kiểm tra CRC. Phép ghi được đánh giá bằng đọc những gì đã ghi. Từ khi có lệnh truy cập số liệu đĩa mềm, đĩa bắt đầu quay đến tốc độ ổn định quy định, đầu từ tìm đúng rãnh, rồi mới tìm đúng cung, đến lúc này mới tiến hành đọc/viết được ; Thời gian của quá trình này gọi là thời gian truy cập, tức là thời gian cần để nhận được byte số liệu đầu tiên từ đĩa. Sự truy cập là ngẫu nhiên trên mặt phẳng (2 tọa độ của đĩa) làm cho thời gian truy cập số liệu của đĩa nhỏ hơn băng từ. Thời gian truy cập đĩa mềm cỡ 200ms.

Cách duy nhất mà ta có thể truy xuất dữ liệu trên đĩa là cho máy tính đọc số liệu vào bộ nhớ trong, rồi thể hiện ra màn hình hay máy in. Máy tính xử lí, cập nhật dữ liệu trên đĩa bằng cách đưa chúng vào bộ nhớ trong. Tương ứng với số liệu một cung trên đĩa, bộ nhớ trong phải phân vùng dành riêng chỗ để vừa đủ nạp hết số liệu của một cung, gọi là một buffer file. Khi chương trình được ghi lên đĩa, nó phải có 1 tên ; tên này cùng với địa chỉ rãnh và cung của nơi bắt đầu lưu chương trình được ghi trong thư mục. Rãnh đầu của đĩa được sử dụng làm thư mục (directory). Thư mục là chìa khóa để truy xuất một chương trình nhờ vào tên của nó có trong thư mục. Các đĩa mềm thuộc về hai loại khác nhau : chương trình điều hành và chương trình ứng dụng. Chương trình hệ điều hành tạo ra môi trường giao tiếp người - máy : phần cứng máy tính được thiết kế để đọc chương trình khởi động (Boot) một cách tự động sau khi bật điện. Boot được lưu trữ trong cung đầu tiên của đĩa. Boot chỉ bao gồm vài lệnh, nhưng đủ để đọc phần còn lại của hệ điều hành. Tiếp theo, hệ điều hành điều khiển máy tính. Màn hình hiện ra dấu nhắc và đợi người sử dụng đánh phím đưa lệnh vào. Hệ điều hành đọc và thông dịch lệnh để sau cùng chuyển quyền điều khiển cho một chương trình ứng dụng mà ta đã chọn. Việc nạp các chương trình là một trong nhiều chức năng được cài đặt sẵn của hệ điều hành. Sau khi hoàn thành chương trình ứng dụng, hệ điều hành lấy lại quyền điều khiển để chờ lệnh kế tiếp.

Phương pháp mã hóa số liệu đĩa mềm :

Ghi nối tiếp, mã nhị phân, bit cao nhất ghi đầu tiên, giá trị bit xác định bởi sự đảo ngược từ thông. Xét vấn đề chi tiết như sau :

Hình 12-2 trình bày dòng điện xung đưa vào đầu từ ghi (a) độ từ hóa dư tương ứng trên băng (b), thông lượng từ tương ứng qua đầu từ tạo lại (c) và sức điện động cảm ứng khi đọc (d).



Hình 12-2 : Đặc điểm ghi tín hiệu số.

Mục §7 [V] giải thích hình vẽ này. Vậy ghi tín hiệu số phải mã hóa giá trị bit vào đảo ngược từ thông, và không cần thiên từ.

Hình 12-3 giới thiệu các phương pháp mã hóa số liệu trên đĩa mềm.

a) FM (Frequency Modulation)

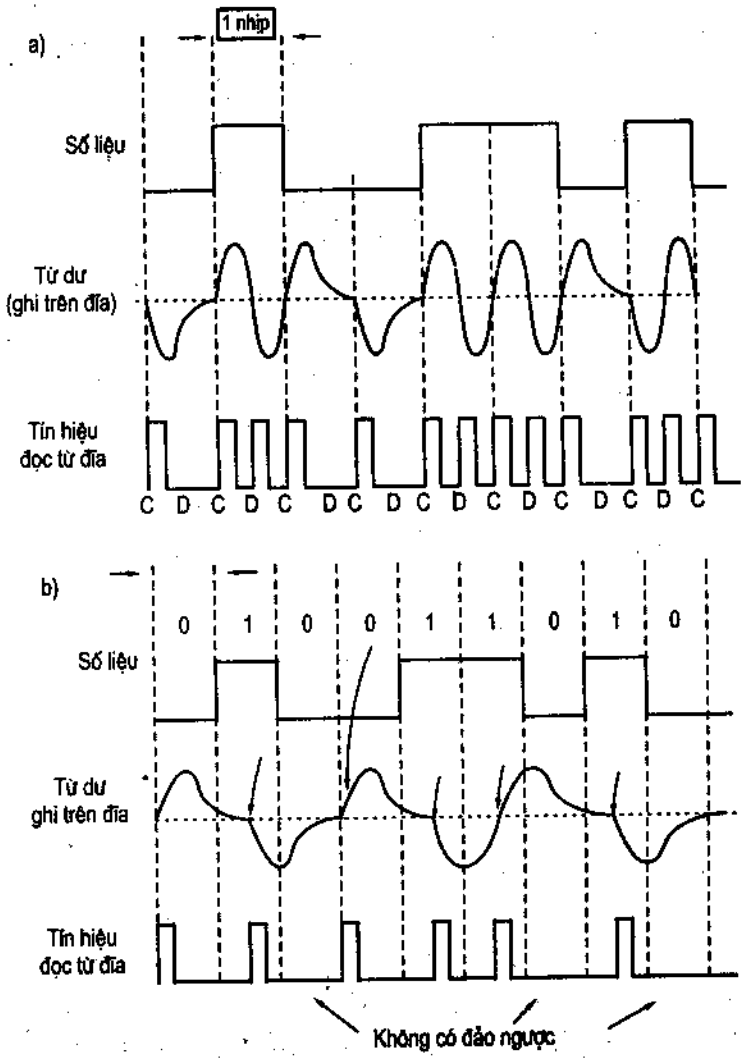
Quy tắc :

– Ở đầu nhịp có 1 đảo ngược ;

– Ở giữa nhịp có 1 đảo ngược nếu bit lấy giá trị 1.

Nhận xét tín hiệu đọc từ đĩa :

– Mỗi nhịp có 1 xung đồng hồ và 1 xung số liệu. 1 byte (tám nhịp) ghi trên đĩa thực tế gồm 1 byte tín hiệu đồng hồ và 1 byte tín hiệu số liệu. Cách ghi FM rất tiện tách ra tần số nhịp. Người ta còn đưa thông tin đánh dấu vào byte đồng hồ như sau :



Hình 12-3 : Minh họa và so sánh hai phương pháp FM và MFM
a - Phương pháp FM ; b - Phương pháp MFM.

byte đồng hồ (C)	byte số liệu (D)	nội dung
FF		số liệu
D7	FC	đánh dấu chỉ số
D7	FE	đánh dấu địa chỉ
D7	FB	đánh dấu số liệu

b) MFM (Modified Frequency Modulation)

Quy tắc :

– Đảo ngược từ thông ở giữa nhịp nếu giá trị bit bằng 1 ;

– Đảo ngược từ thông ở đầu nhịp nếu giá trị bit đó và các bit trước đều bằng 0.

Nhận xét :

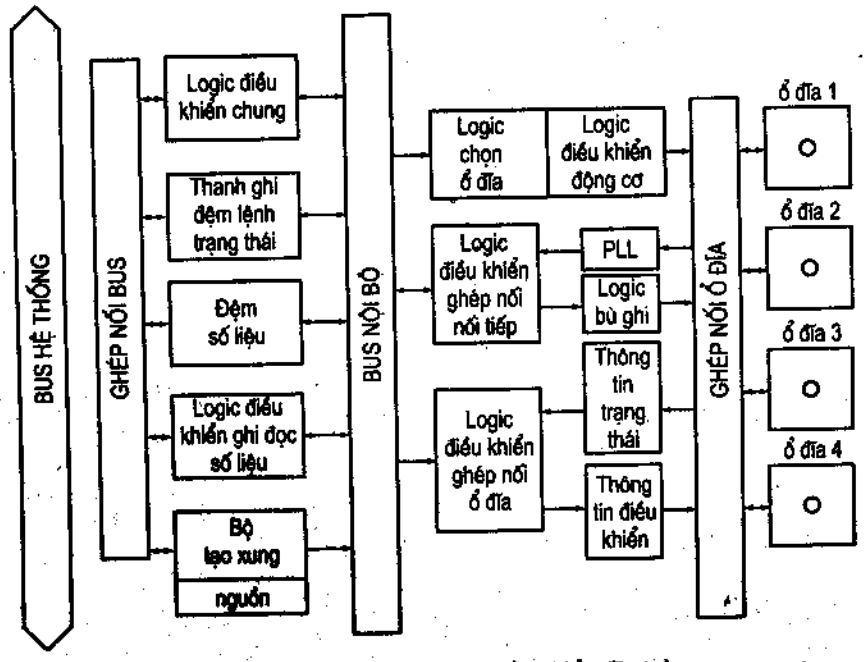
– Muốn có tần số nhịp phải dùng mạch đồng hồ với vòng khóa pha ;

– Ở nhịp xét, giá trị bit bằng 0, nếu ở nhịp trước liền kề mà giá trị bit bằng 1 thì không có đảo ngược từ thông nào.

Vậy mật độ ghi của MFM gấp đôi FM (hãy đếm số xung đọc ra trong 2 hình trên, tương ứng cùng byte số liệu 01001101).

Phần cấu kiện gắn liền với đĩa mềm là ổ đĩa mềm, gồm các môtơ, đầu từ, các bộ cảm biến (cảm biến rãnh ϕ ϕ, cảm biến bảo vệ ghi...).

Hình 12-4 là sơ đồ khối vi mạch phối ghép điều khiển đĩa mềm (FDC - Floppy Disk Controller).



Hình 12-4 : Sơ đồ khối đơn vị điều khiển đĩa mềm.

– Bên trái Bus nội bộ là phần phối ghép với Bus hệ thống của máy tính.

– Bên phải Bus nội bộ là phần phối ghép với ổ đĩa.

– Khối logic điều khiển ghép nối nối tiếp có nhiệm vụ biến đổi các bit song song - nối tiếp, tạo và nhận biết byte đánh dấu. Mã hóa số liệu. Tạo và kiểm tra CRC.

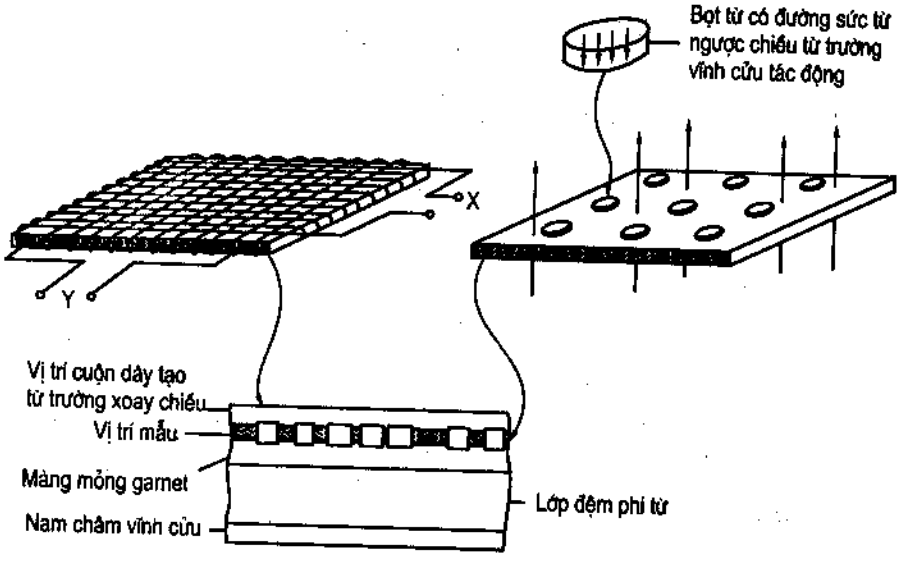
– PPL vòng khóa pha (tạo tần số nhịp).

– Logic bù ghi : do tính phi tuyến của các quá trình từ và tính lấy trung bình đối với tín hiệu ghi bằng phương pháp từ nên tín hiệu đĩa mềm có hiện tượng đẩy đỉnh ; biểu hiện là các xung số liệu đọc được không xuất hiện đúng ở vị trí danh định của nó (trên trục thời gian). Để khử tác hại đẩy đỉnh người ta dùng mạch bù ghi (bù trước) theo nguyên tắc làm lệch "trừ hao".

§2. BỘ NHỚ BỌT TỪ (MBM - Bubble Memory)

Màng mỏng garnet từ là vật liệu từ đặc biệt, dễ từ hóa theo một hướng, nhưng khó từ hóa theo hướng trực giao. Khi có từ trường của nam châm vĩnh cửu, trong màng garnet xuất hiện

bọt từ. Bọt từ định hướng từ hóa ngược với môi trường màng mỏng. Mỗi bit lưu trữ trong MBM biểu thị bằng sự có hay không bọt từ ở vị trí địa chỉ. Địa chỉ lưu trữ một bit là vị trí mẫu permalloy (vật liệu từ mềm). Các mẫu này nối nhau như một bộ ghi dịch.

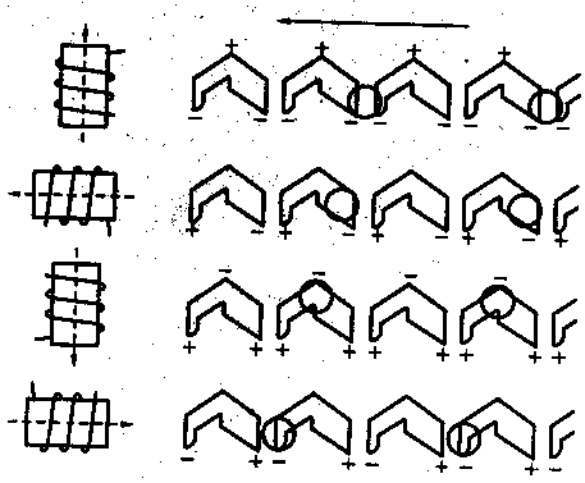


Hình 12-5 : Giải thích cấu tạo MBM.

Hình 12-6 miêu tả bit dịch 1 bước khi từ trường xoay chiều đã qua một chu kì. Từ trường xoay được tạo ra bằng 2 cuộn dây X và Y (hình 12-5). Cấu trúc các mẫu permalloy thành các vòng nhỏ, vòng lớn để ghi/đọc thông tin biểu thị ở hình 12-8 ; ví dụ có 256 vòng nhỏ trong một MBM. 256 bit chiếm vị trí tương tự trong 256 vòng nhỏ làm thành 1 trang số liệu. Khi đọc, số liệu cả trang đồng thời chuyển song song sang vòng lớn. Sau đó, các bit dịch trong vòng lớn.

Đầu ghi, đầu đọc là những vòng dây dẫn cảm ứng cấu trúc đặc biệt để tạo ra các bit hoặc cảm nhận sự tồn tại các bit trong vòng lớn. Khi ghi, trang số liệu mới được chuyển cho các vòng nhỏ.

Khi đọc, các số liệu không bị ảnh hưởng. Số liệu cũng không bị mất nếu mất nguồn điện. Nhưng cần có biện pháp định vị số liệu vì số liệu không dịch khi mất điện.



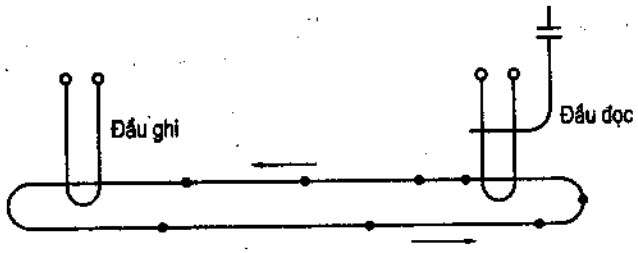
Hình 12-6 : Sự chuyển dịch của bọt từ.

1 chíp MBM với dung lượng 1 Mbit có kích thước toàn bộ 25 × 25mm. So sánh với đĩa mềm, ta thấy :

– Thời gian truy cập bé hơn (< 10 ms)

– Không có chuyển động tương đối đầu ghi/đọc với vật mang tin.

– Nhược điểm là tốc độ trao đổi thông tin thấp, cỡ 100 kbit/s và giá thành cho mỗi bit còn cao.



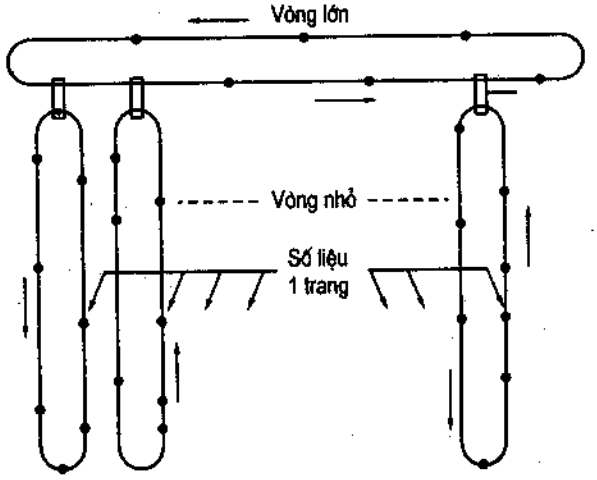
Hình 12-7 : Cấu kiện đọc và ghi.

§3. C-D CHO TÍN HIỆU SỐ
(Optical recording)

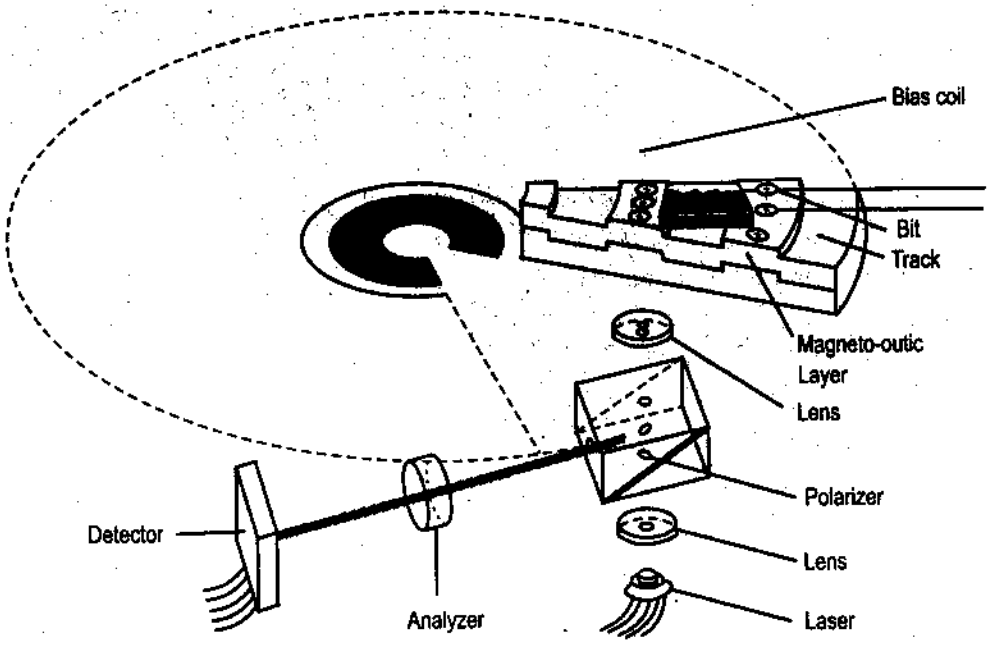
Chương 6 đã giới thiệu C-D cho tín hiệu tương tự, thực chất đã là ghi tín hiệu số. Đặc biệt của C-D cho tín hiệu số ở 2 vấn đề sau :

a) Từ độ sai bit (bit error rate) dễ đạt của C-D âm cỡ 10^{-8} phải nâng lên độ sai bit (khó đạt tới) cỡ 10^{-15} theo yêu cầu của số liệu máy tính.

b) Sản phẩm thương nghiệp của C-D có thể ghi/đọc thuận lợi như RAM.



Hình 12-8 : Bọt từ tuần hoàn trong các vòng nhỏ và chuyển dịch thông tin sang vòng lớn (đồng thời 1 trang).



Hình 12-9 : Phương án CD RAM theo kĩ thuật quang – từ.

Đĩa C–D chỉ đọc (CD ROM) khác C–D âm ở chỗ : không cần ADC và DAC, phải có khả năng sửa sai bit cực mạnh để độ sai bit lên mức 10^{-15}, phải dùng mã hóa ngẫu nhiên số liệu để bảo vệ mạch điều khiển servo khỏi thành phần DC có hại.

Hiện nay đã có đĩa CD ROM thương phẩm 5" với dung lượng 600 Mbyte (khả năng tiềm tàng của nó lên tới hơn 10 lần).

Một loại khác, WORM (Write – once read – many) là đĩa CD có thiết bị giúp viết 1 lần tùy ý lúc nào muốn, từng phần một của dung lượng, nhưng không xóa được ; tất nhiên đọc nhiều lần. CD RAM làm việc theo nguyên tắc sau : kĩ thuật quang – từ.

Các pit tạo ra trong lớp vật liệu quang – từ trong điều kiện chịu tác động của trường thiên từ. Khi ghi, các bit tiếp nhận sự phân cực của trường thiên từ. Khi đọc, tia laser phân cực chịu tác động của từ dư phân cực của pit sẽ quay (nếu tia laser không chịu tác động đó khi tia laser chiếu vào chỗ không pit thì cực tính của tia laser không thay đổi). Khi xóa, tia laser sẽ xóa được các pit với điều kiện trường thiên từ đổi chiều.

Mục §2 Chương VI đã giới thiệu tổng quan và cập nhật về vấn đề này.

§4. CÁC BỘ NHỚ KHÁC

a) Đĩa cứng : những gì giới thiệu về đĩa mềm ở phần §1 cũng đúng với đĩa cứng. Vắn tắt nêu mấy đặc điểm của đĩa cứng như sau :

– Vật liệu nền là kim loại phi từ ;

– Ổ đĩa được bọc kín, cách li bụi ẩm của môi trường ;

– Đĩa cứng quay với tốc độ cao (1500 + 6000 vòng/phút tùy loại) liên tục khi dùng máy. Đầu từ bay lướt trên đệm khí cách mặt đĩa 0,48 μm ;

– Đĩa cứng có thời gian truy cập ngắn (10 + 80 ms). Dung lượng lớn (10 + 600Mbyte). Tốc độ trao đổi thông tin lớn (cỡ 5 Mbit/s). Các chỉ tiêu chất lượng này đều cao hơn hẳn đĩa mềm ;

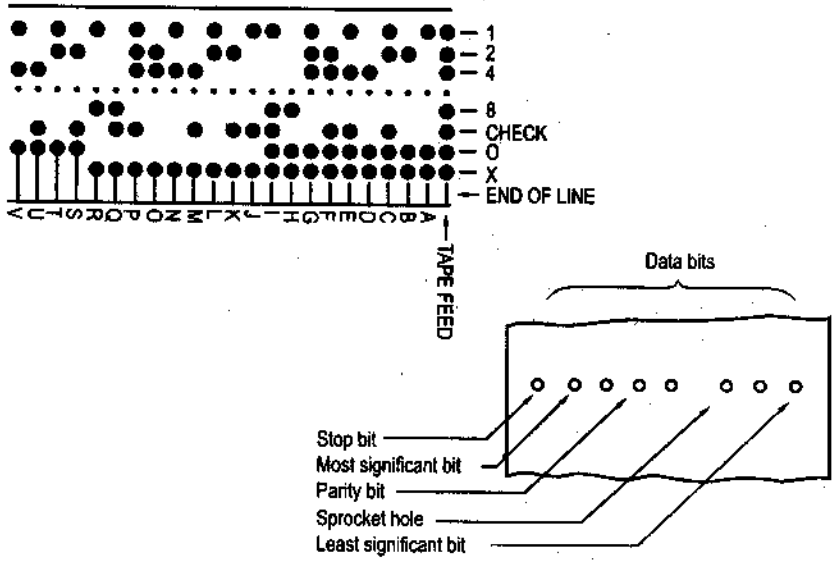
– Người sử dụng thường phối hợp các đặc tính sử dụng của đĩa cứng và đĩa mềm, thường sao nội dung từ đĩa mềm vào đĩa cứng.

b) Băng, bìa đục lỗ

Hình 12-10 giới thiệu cấu trúc băng đục lỗ. Bìa đục lỗ 12 hàng × 80 cột trong khuôn khổ tấm bìa $3\frac{1"}{4} \times 7\frac{3"}{4} \times 0{,}0067"$.

Người ta đã chế tạo ra các máy đục ghi băng và các máy đọc băng (tốc độ đục đến 150 kí tự/s, tốc độ đọc đến 1000 kí tự/s). Băng, bìa đục lỗ thường được xem là thiết bị Vào/Ra hơn là bộ nhớ.

c) Băng từ : các thiết bị băng từ có nhiều cấu trúc khác nhau, tương ứng có các chỉ tiêu khác nhau. Số liệu thường được ghi từng byte theo hàng ngang và từng file theo chiều dài băng từ. Thường chèn thêm bit kiểm tra lẻ cho 1 byte và chèn thêm 1 byte kiểm tra chẵn cho 1 file. Các file được đánh dấu đầu, cuối, và phân cách. Hiện nay băng từ được dùng để lưu trữ những lượng thông tin rất lớn, nhưng không được thường xuyên sử dụng như các bộ nhớ khác.



Hình 12-10 : Băng đục lỗ.

Chương 13

CÁC PHƯƠNG PHÁP TRAO ĐỔI SỐ LIỆU

Giới thiệu

Giáo trình vi xử lí – Máy tính đã giới thiệu rõ ràng các phương pháp trao đổi số liệu trong hệ thống là :

– Được điều khiển bằng ngắt ;

– Được điều khiển bằng chương trình ;

– Thâm nhập trực tiếp (DMA – Direct Memory Access).

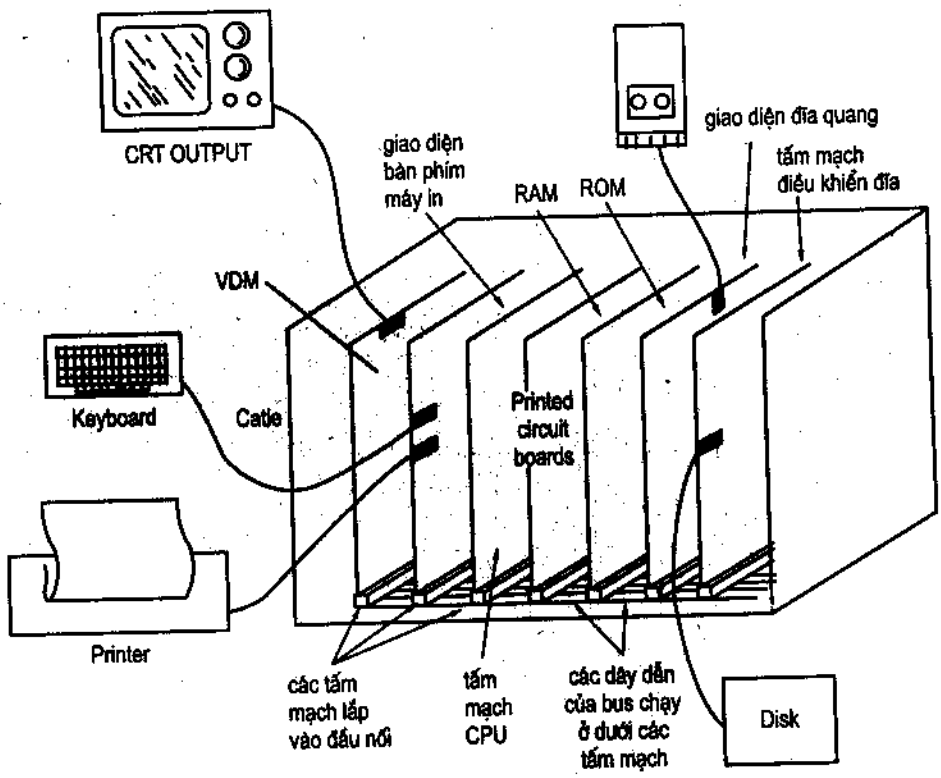
Chúng ta phải nắm vững đặc điểm của từng phương pháp để chọn lựa phương pháp thích hợp nhất phối ghép TBĐC vào hệ thống. Đã có nhiều vi mạch chuyên dụng phục vụ cho việc trao đổi số liệu. Ví dụ : PIC 8259 phục vụ ngắt, PPI 8255 A phục vụ điều khiển trao đổi bằng chương trình, DMAC 8237 phục vụ DMA. Thường chúng ta phải thực hiện mạch phối ghép dựa trên hạt nhân là các IC chuyên dụng đó. Tài liệu hướng dẫn thiết kế mạch dựa cơ bản trên các IC chuyên dụng cũng rất đầy đủ.

§1. CẤU TRÚC BUS CỦA MÁY TÍNH

Máy tính, cụ thể là CPU, xử lí số liệu dưới sự kiểm soát của chương trình, những số liệu đó máy tính phải trao đổi với thiết bị đầu cuối. Trước khi cấu trúc Bus ra đời, máy tính có cấu trúc, trong đó CPU là trung tâm và phải trực tiếp tham gia mọi sự trao đổi. Nhược điểm của cấu trúc này là quá nhiều cáp và mạch logic phối ghép để nối trực tiếp CPU với thiết bị đầu cuối. Cấu trúc Bus khắc phục nhược điểm này. Bus là những dây dẫn được quy chuẩn để các phần của máy tính nối ghép với nhau. Đó là Bus hệ thống. Đôi khi ta còn dùng khái niệm "Bus nội bộ" để chỉ nguyên tắc cấu trúc Bus áp dụng trong từng phần của máy tính hay trong chỉ một IC. Cấu trúc Bus làm thiết bị đơn giản hóa và chuẩn hóa ; phần tử quan trọng – trung tâm – tốc độ cao (như CPU so với các bộ phận khác) thường được khai thác hết khả năng bằng cách chuyển những công việc thứ yếu – tốc độ chậm cho các mạch khác. Do đó, cấu trúc Bus ảnh hưởng lớn đến phương pháp phối ghép các phần vào hệ thống.

1.1. Bus đơn

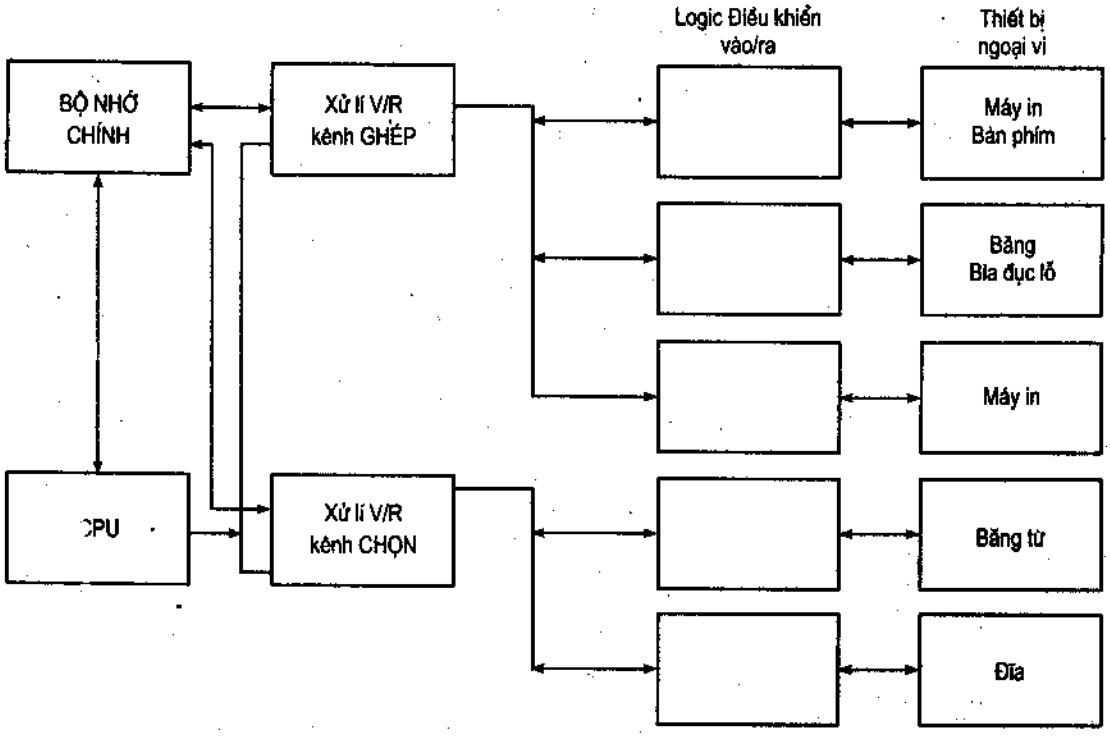
Bus đơn dùng trong máy vi tính. Hình 13-1 cho ta thấy các dây dẫn tạo thành Bus chạy trên bảng cái, cách sắp xếp tiện đánh địa chỉ các cấu kiện và tiện trao đổi dữ liệu giữa các cấu kiện. Mỗi phần của hệ thống đều có thể đọc/ viết từ/vào Bus. Trong các phần được nối "song song" vào Bus, thì CPU là chủ Bus, CPU dùng Bus địa chỉ để điều khiển việc trao đổi số liệu giữa các bộ phận. Để tránh xung đột Bus, các phần tử nối với Bus qua mạch 3 trạng thái và ở một thời điểm nào đó, sự điều khiển mạch 3 trạng thái chỉ cho phép 2 đối tác được nối nhau thông qua Bus, những phần tử khác bị cách li khỏi Bus.



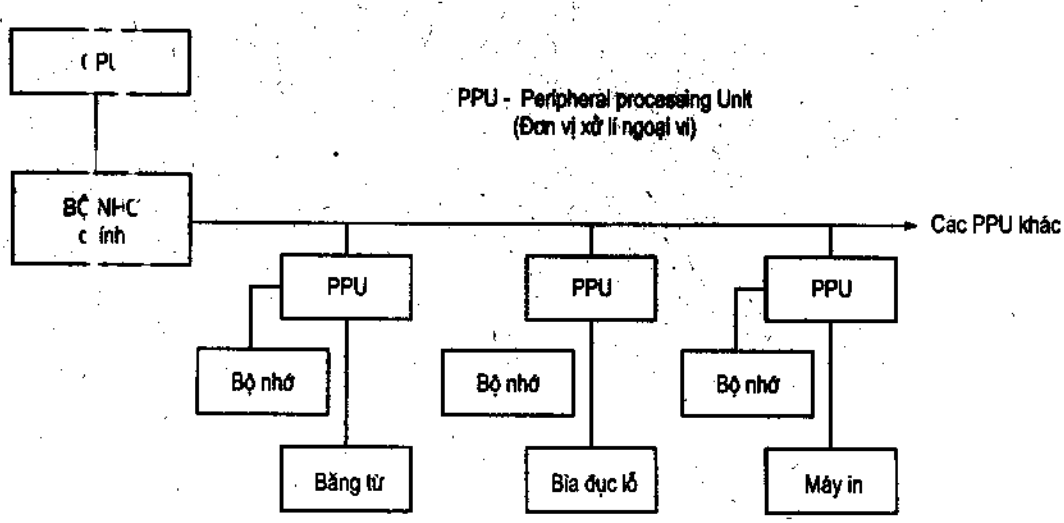
Hình 13-1 : Bố trí các tấm mạch trong máy vi tính.

1.2. Đa Bus

Trong các máy tính lớn hơn máy vi tính, nếu vẫn dùng Bus đơn thì lưu lượng thông tin sẽ quá tải nó, vậy nên cần đến đa Bus. Nhiều chương trình lưu giữ cùng lúc trong bộ nhớ chính. Một chương trình đang chạy khi cần trao đổi số liệu với thiết bị đầu cuối thì phải tạm ngừng và đợi, nhưng máy tính không ngừng, nó chuyển sang chạy chương trình khác, CPU biết rõ nó đang ở đâu trong mỗi chương trình "đồng hành" đó.



Hình 13-2a : Tổ chức của máy tính IBM (đa Bus).

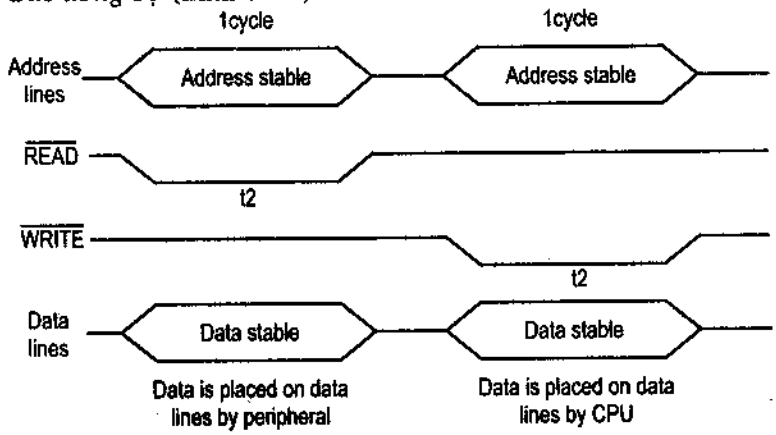


Hình 13-2b : Tổ chức song song của máy tính (đa Bus).

Hai hình 13-2 là cấu trúc đa Bus. Trong hình 13-2a kênh ghép (Multiplexe channel) và kênh chọn (selector channel) đều là các bộ xử lí chuyên trách việc vào/ra. Kênh ghép xử lí nhóm các TBĐC tốc độ chậm. Kênh chọn xử lí nhóm các TBĐC tốc độ nhanh. Trong hình 13-2b đơn vị xử lí ngoại vi (TBĐC) PPU là các bộ xử lí chuyên trách việc vào/ra, nó có chương trình riêng và bộ nhớ riêng để phục vụ một TBĐC chỉ định.

1.3. Vận hành Bus

a) Vận hành Bus đồng bộ (hình 13-3)



Hình 13-3 : Định thời vận hành Bus đồng bộ.

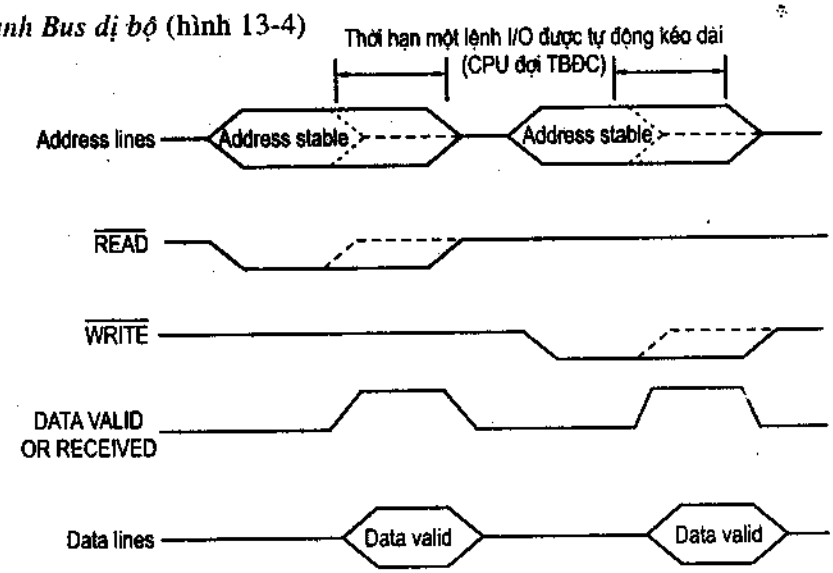
– CPU chọn thiết bị đầu cuối bằng đặt địa chỉ của nó lên Bus địa chỉ ;

– Nếu đọc : CPU đưa ra lệnh $\overline{\text{READ}}$, nếu viết : CPU đưa ra $\overline{\text{WRITE}}$;

– Thiết bị đầu cuối được chọn để trao đổi số liệu với CPU phải hưởng ứng, đáp ứng lại trong khoảng thời gian cố định mà CPU đã thiết lập. Nếu đọc TBĐC phải đưa ngay số liệu ra Bus dữ liệu và duy trì số liệu ổn định khi $\overline{\text{READ}}$ tích cực, nếu $\overline{\text{READ}}$ hết tích cực thì ngắt mạch ba trạng thái.

Nếu viết, TBĐC phải tiếp nhận xong dữ liệu trước khi $\overline{\text{WRITE}}$ hết tích cực.

b) Vận hành Bus dị bộ (hình 13-4)



Hình 13-4 : Định thời vận hành Bus dị bộ.

Nếu TBĐC không đủ nhanh, thường yêu cầu vận hành Bus dị bộ. Khi này, không phải CPU, mà chính là TBĐC điều khiển phát ra tín hiệu READY (DATA VALID OR RECEIVED). Quá trình đọc/viết tương tự như trên, chỉ khác ở thủ tục "bắt tay" (handshake) : CPU không thể đọc số liệu trên Bus dữ liệu nếu READY chưa tích cực. CPU phải đợi TBĐC đưa tay ra bắt trước khi trao đổi số liệu. Vậy chu kì Bus (Bus cycle) ứng với việc trao đổi số liệu với các TBĐC tốc độ khác nhau thì khác nhau.

1.4. Cấu trúc Bus máy vi tính 8086/8088 (hình 13-5)

– IC 8234 phải clock và Resct hệ

– IC 8081 xử lí vào/ra xử lí ngắt

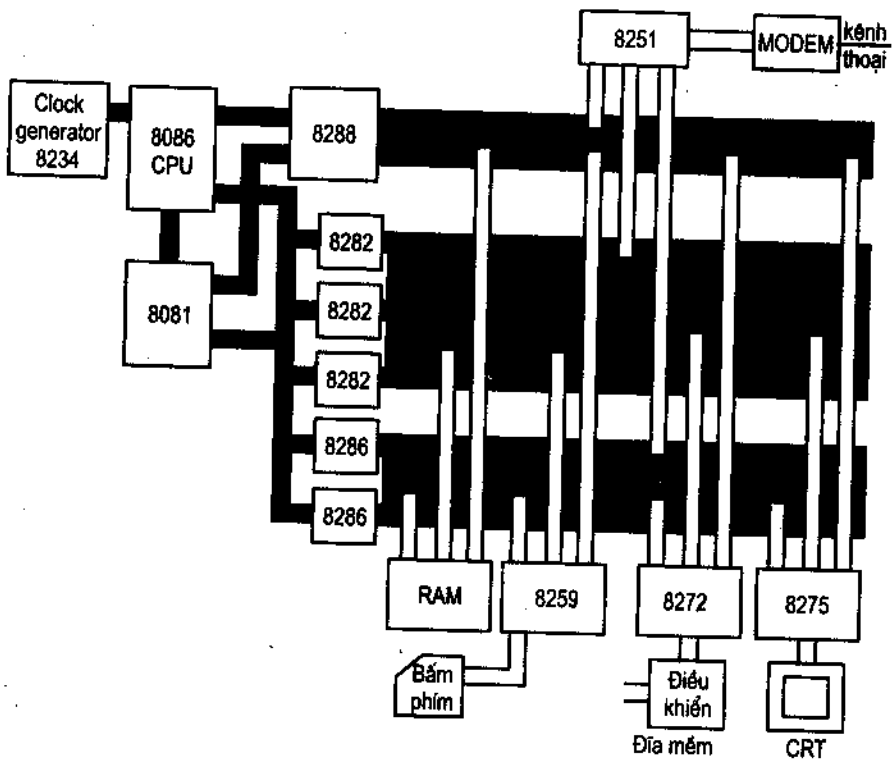
– IC 8288 điều khiển Bus và ghép kênh tính hiệu điều khiển

– Chốt 8282 có chốt để giữ địa chỉ và có mạch 3 trạng thái nối với Bus . 8282 còn có tác dụng khuếch đại tín hiệu đưa ra Bus.

– Bộ thu – phát 8286 có mạch 3 trạng thái 2 chiều nối với Bus dữ liệu.

– IC 8259 xử lí ngắt (chương trình hóa) : kiểm tra yêu cầu ngắt và xác định mức ưu tiên ngắt, ngắt CPU, cung cấp véctơ chỉ rõ TBĐC cần phục vụ. Xử lí ngắt phục vụ bàn phím.

IC 8272 và IC 8275 là các vi mạch chuyên dụng phối ghép đĩa mềm, màn hình.



Hình 13-5 : Cấu trúc Bus của máy vi tính 8086/8088.

IC 8251 là vi mạch chuyên dụng (chương trình hóa) phục vụ truyền dẫn thông tin :

– Biến đổi nối tiếp ↔ song song

– Cung cấp tín hiệu điều khiển MODEM

– CPU nạp từ điều khiển vào một thanh ghi trong IC 8251 để xác định : số bit ngừng trong từ mã truyền tin dị bộ, tốc độ phát và thu, kiểm tra chẵn – lẻ.

– Các đường ngang, đen đậm, to bên phải là Bus hệ thống, từ trên xuống dưới là Bus điều khiển, Bus địa chỉ, Bus dữ liệu.

§2. PHỐI GHÉP THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI VÀO HỆ THỐNG (số liệu)

Một phần tử của hệ thống số muốn trao đổi số liệu với phần tử khác phải thông qua mạch phối ghép, và phải có phần mềm phối ghép tương ứng. Phối ghép làm cho sự nối ghép các phần tử thành hệ thống làm việc hiệu quả, không mâu thuẫn nhau. Sự cần thiết phải phối ghép là sự khác nhau của các phần tử về :

– Nguyên tắc làm việc ;

– Tín hiệu, lôgic điều khiển (ngắt, chương trình, DMA, vai trò chủ/tớ đối với Bus) ;

– Công nghệ, họ vi mạch, chuẩn ;

– Cấu trúc ;

– Đặc điểm truyền tin (tốc độ, nối tiếp/song song, đồng bộ/dị bộ, mã tín hiệu, dạng tin) ;

– Khác về đời (cũ, mới).

Để phối ghép cụ thể một phần tử vào hệ thống, chúng ta phải nắm chắc các đặc điểm của phần tử và của hệ thống làm xuất phát điểm cho thiết kế. Dựa vào các mẫu mạch phối ghép, chúng ta chọn lựa các vi mạch chuyên dụng thích hợp. Nếu các vi mạch chuyên dùng còn phần nào chưa đáp ứng đủ yêu cầu cụ thể, hay bản thân nó lại đề ra những yêu cầu phục vụ cho nó, thì ta phải bổ sung mạch phụ để có một sơ đồ phối ghép khả thi. Các sơ đồ phối ghép thường có các yếu tố :

– Đệm 3 trạng thái hay đệm thu – phát ;

– Các bộ điều khiển địa phương với thanh ghi từ điều khiển (CPU gửi tới) và thanh ghi thông tin trạng thái (gửi cho CPU). Các mạch logic tạo tín hiệu điều khiển, bắt tay ;

– Các bộ nhớ địa phương ;

– Biến đổi song song ↔ nối tiếp ;

– Biến đổi số bit trong byte (ghép hoặc tách các bit đặc biệt).

Biến đổi tốc độ và cấu trúc truyền tin, đồng hồ ; tạo nhịp ; tín hiệu đồng bộ ;

– Chuyển đổi mã ;

– Cung cấp nguồn, chuẩn điện áp và dòng điện ; .

– Các mạch bảo vệ và bảo dưỡng.

Về phối ghép thiết bị đầu cuối vào hệ thống, có thể phân ra thành hai nhóm lớn : các TBĐC số và các TBĐC tương tự. Trong nhóm các TBĐC tương tự, thường có các bộ cảm biến và biến đổi (Sensor và Transduces), ADC và DAC. Hệ thống thu thập số liệu ở §3 là một ví dụ. Phức tạp hơn cả là việc xử lí số tín hiệu tương tự (Digital Signal Processing).

Đối với nhóm các TBĐC số (chúng ta được giới thiệu nhiều trong giáo trình vi xử lí và máy tính) trong khuôn khổ và mục đích giáo trình này, ta cùng đề cập tới các cổng I/O, bàn phím, màn hình... bây giờ hãy xét thêm vấn đề phối ghép các TBĐC công suất lớn như sau :

Ta đã biết mức cao TTL có thể cung cấp dòng điện vài phần mười mA, mức thấp TTL có thể cung cấp dòng điện vài mA.

a) Yêu cầu dòng không quá 40 mA (hình 13-6)

– Dùng các IC khuếch đại đảo 7406 và khuếch đại không đảo 7407 ;

– Dùng các Traziztor.

– Ví dụ : các bóng bán dẫn phải có :

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{20 \div 40mA}{0,4 \div 0,8mA} = 50$$

b) Yêu cầu dòng không quá 400mA (Hình 13-7)

Giả sử R là cuộn dây rơle cần 400 mA để tác động với mức cao TTL ở đầu vào.

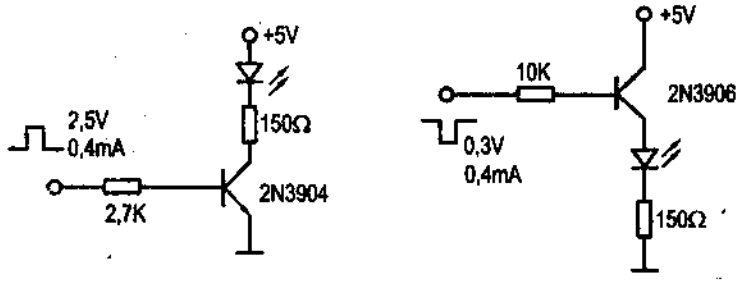
c) Yêu cầu dòng 1A trở lên (Hình 13-8)

Ví dụ : để đóng ngắt tủ sấy, môtơ

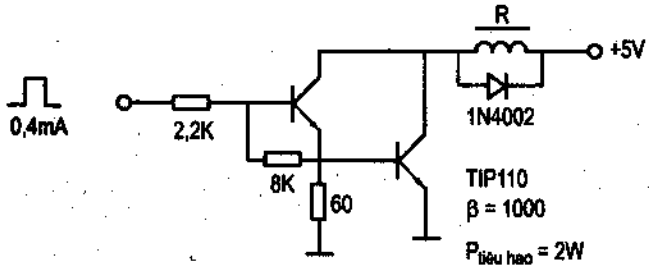
A - Photo tranziztor ;

B - Chọn thời điểm sóng AC của nguồn lấy giá trị 0 ;

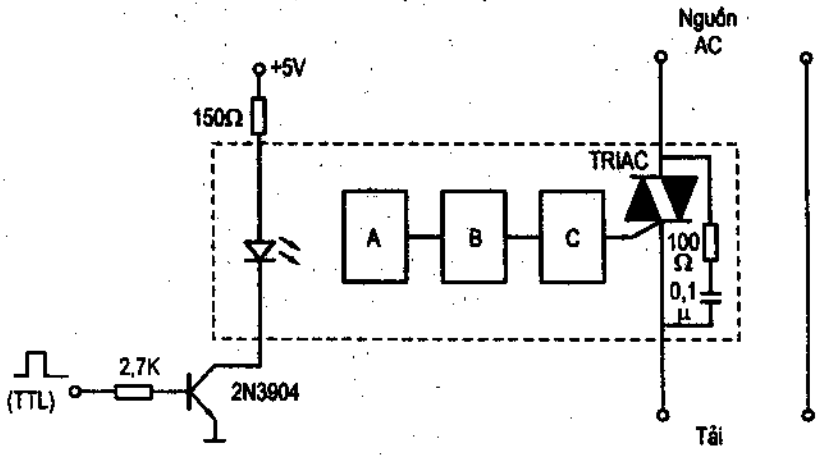
C - Mạch kích TRIAC.



Hình 13-6 : Khuếch đại tín hiệu đến 40 mA.



Hình 13-7 : Khuếch đại tín hiệu đến 400 mA.



Hình 13-8 : Khuếch đại tín hiệu đến 1A.

§3. HỆ THỐNG THU THẬP SỐ LIỆU

Hệ thống thu thập số liệu là những thiết bị đầu cuối đặc biệt phục vụ các quá trình điều khiển bằng máy tính. Máy tính vốn đã được dùng từ lâu để giám sát, điều khiển các quá trình sản xuất. Với sự xuất hiện của vi xử lí, mức độ được điều khiển đã thâm nhập vào từng thiết bị. Ví dụ, một số kiểu xe Ford dùng hệ điều khiển máy vi tính có 6 bộ cảm biến (sensor). Đồng hồ dòng khí của van khí đưa ra điện áp tỉ lệ với lượng khí bơm vào động cơ. Nhiệt độ của khí đó và của động cơ được đo bằng các sensor khác nhau. Lượng oxy thải ra, vị trí trục khuỷu được xác định bằng các sensor khác nữa. Sử dụng những số liệu đầu vào đó, máy vi tính thiết lập định thời đánh lửa của bugi, điều chỉnh mức nhiên liệu đến vòi phun.

Hệ thống thu thập số liệu bao gồm :

– Các đầu đo cảm biến (sensor, đattrich) ;

– ADC ;

– Bộ ghép kênh

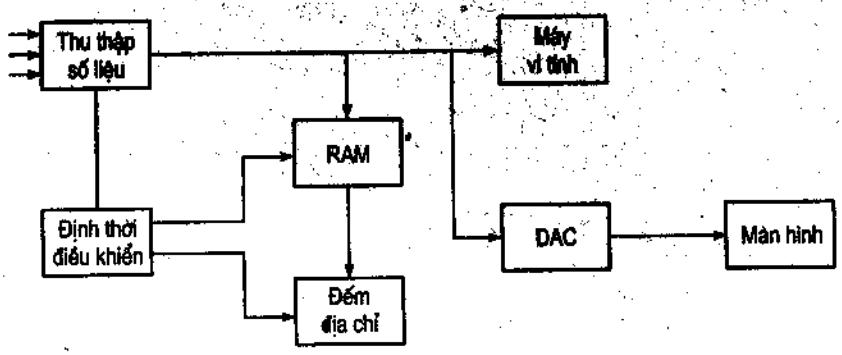
Các lĩnh vực kỹ thuật trên đều được giới thiệu trong các giáo trình cơ sở kĩ thuật (đo lường, mạch, số), chỉ lưu ý vài đặc điểm như sau :

+ Theo đặc tính nguồn tín hiệu tương tự khác nhau hay phụ thuộc vào yêu cầu nghiên cứu, xử lí tiếp theo, trong ADC việc lấy mẫu tín hiệu tương tự theo tốc độ khác nhau. Bộ khuếch đại giữ và lấy mẫu không những phải có hằng số thời gian phù hợp với tốc độ lấy mẫu, mà còn để bảo đảm thời gian cần thiết thực hiện lượng tử hóa và mã hóa.

+ Bộ ghép kênh của hệ thống thu thập dữ liệu nói chung là tương tự, (AMUX) theo nghĩa các tín hiệu đầu vào là tương tự, dùng tín hiệu số để chọn đầu vào tương tự, có một đầu ra là tương tự chung cho tín hiệu sau khi ghép kênh (có thể lấy mẫu trước hay sau AMUX).

Dưới đây giới thiệu một hệ thống thu thập số liệu dùng trong bệnh viện, gọi là hệ thống theo dõi bệnh nhân nặng.

Hệ thống này giám sát và xử lí các số liệu bệnh nhân theo thời gian thực. Mạch đầu vào của hệ thống thu thập số liệu cần cách điện 2500V để bảo đảm an toàn cho bệnh nhân.



Hình 13-9 : Sơ đồ khối hệ thống theo dõi các thông số sức khỏe bệnh nhân nặng.

Đầu vào có các bộ cảm biến : điện tâm đồ ECG (Electrocadiograph), huyết áp BP (Blood pressure), hô hấp RP (Respire) và nhiệt độ TP (Temperature).

Điện áp tương tự đầu vào	0 ÷ 5V
Độ phân giải ADC	8 bit
Tốc độ phân giải	100 μs
Tần số lấy mẫu	250 Hz

Dung lượng bộ nhớ 2 kbyte (tương ứng thông tin về điện tim bệnh nhân trong thời gian 8s).

Tín hiệu đầu ra DAC đưa vào màn hình có biên độ ±5V.

Chương 14

TRÍCH MẪU VÀ ĐỒNG BỘ Ở THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI SỐ LIỆU

§1. PHÂN LOẠI

TBĐC có thể phân loại theo nhiều nguyên tắc khác nhau :

a – Dạng tín hiệu điện của TBĐC (trong quan hệ tin tức ↔ tín hiệu điện) TBĐC tương tự và TBĐC số, TBĐC ADC và DAC.

b – Hướng truyền tin

TBĐC thông tin có địa chỉ, TBĐC quảng bá, TBĐC thu thập số liệu.

c – Quan hệ vào/ra số liệu với máy tính :

TBĐC vào, TBĐC ra, TBĐC vào/ra.

d – Tốc độ trao đổi thông tin.

§2. LỖI TRUYỀN SỐ LIỆU

Lỗi truyền số liệu là tỉ số :

$$S = \frac{\text{Số phần tử nhận sai}}{\text{Số phần tử phát đi}}$$

Thường phần tử xét là bit tin : độ sai bit (bit error rate, BER)

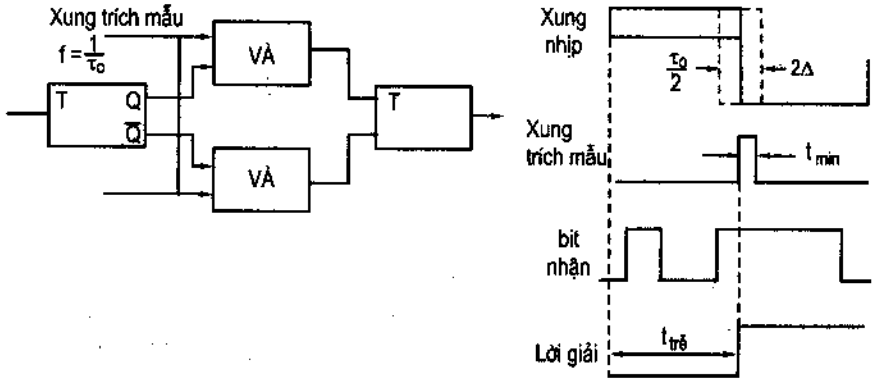
Tùy theo từng ứng dụng, giá trị BER khác nhau : điện báo truyền chữ thường truyền các văn bản có độ dư thông tin lớn, cho phép BER = 10^{-4}. Truyền số tín hiệu âm thanh, BER = 10^{-8}. Truyền số liệu ngân hàng, BER = 10^{-15}.

Để giảm lỗi truyền số liệu đến mức cho phép, toàn mạng truyền số liệu phải áp dụng nhiều biện pháp. Trong quan điểm nghiên cứu TBĐC, ta xét vấn đề trích mẫu và vấn đề đồng bộ.

§3. TRÍCH MẪU

Quá trình nhận dạng xác định lời giải về giá trị 1/0 của bit nhận được gọi là trích mẫu. Sau đây là 3 phương pháp trích mẫu.

– Trích mẫu bằng một xung trích mẫu. Xem hình 14-1.



Hình 14-1 : Sơ đồ khối và dạng tín hiệu trích mẫu bằng 1 xung trích.

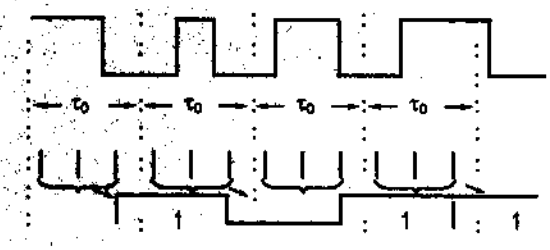
Xác suất lỗi thấp nhất nếu trích mẫu ở giữa bit danh định, đó là thời điểm ổn định nhất của giá trị bit. Méo cho phép (xem mục §4 chương 7).

$$\delta = \frac{\tau_o - t_{min}}{2} - \Delta \approx \frac{\tau_o}{2} - \Delta$$

$$t_{trễ} = \frac{\tau_o}{2}$$

Với t_{min} là bề rộng xung trích mẫu ; Δ là sai lệch đồng bộ nhịp ; $t_{trễ}$ là thời gian trễ của lời giải.

– Trích mẫu bằng nhiều xung trích mẫu. Xem hình 14-2.



Hình 14-2 : Đặc điểm trích mẫu bằng nhiều xung.

Trong một nhịp (1 bit) có nhiều xung trích mẫu. Trường hợp hình vẽ (b = 3), lời giải được xác định theo đa số.

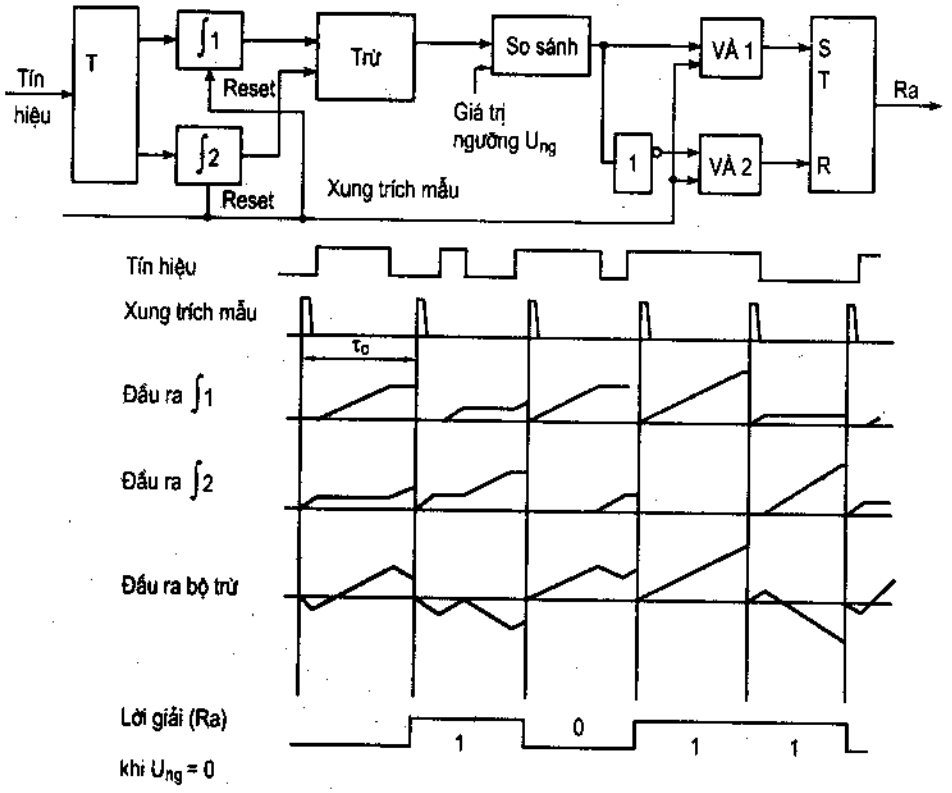
Khi b khá lớn thì lời giải bị trễ : $\left(1-\frac{1}{2b}\right)\tau_o$

Méo cho phép :

$$\delta = \frac{\tau_o}{4}$$

Nếu rãnh phân chia tín hiệu không lớn thì lời giải vẫn đúng.

– Trích mẫu phương pháp tích phân. Xem hình 14-3.



Hình 14-3 : Sơ đồ khối và đồ thị của trích mẫu phương pháp tích phân.

Phương pháp tích phân tương đương với phương pháp trích mẫu có số xung trích mẫu b → ∞

Méo cho phép $\delta = \frac{\tau_o}{4}$ rành phan chia cho phép < $\frac{\tau_o}{4}$

$$t_{trễ} = \tau_o$$

Nếu mức ngưỡng $U_{ng} \neq 0$ thì độ tin cậy trích mẫu được nâng cao. Nhưng khi lời giải không xác định thì mất thì giờ phát lại.

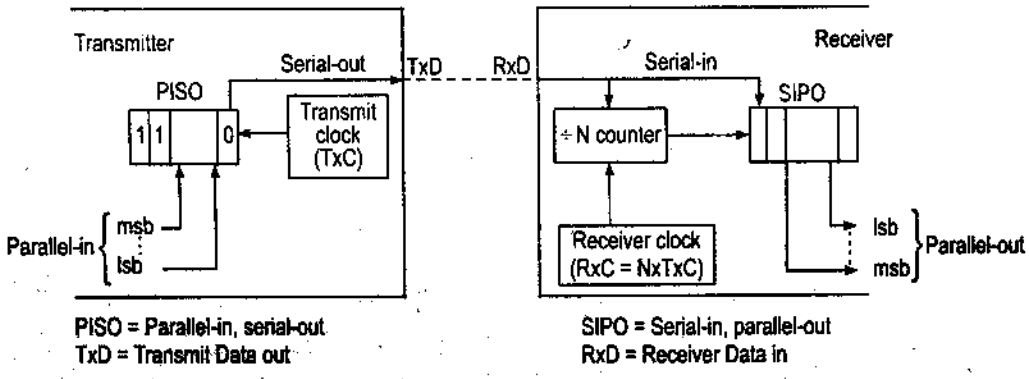
§4. ĐỒNG BỘ

Tin tức truyền đi được tổ chức thành các cấp : bit, byte, khung. Muốn nhận đúng tin tức, thì các quá trình ở máy thu và các quá trình truyền dẫn phải bảo đảm các mức đồng bộ : đồng bộ

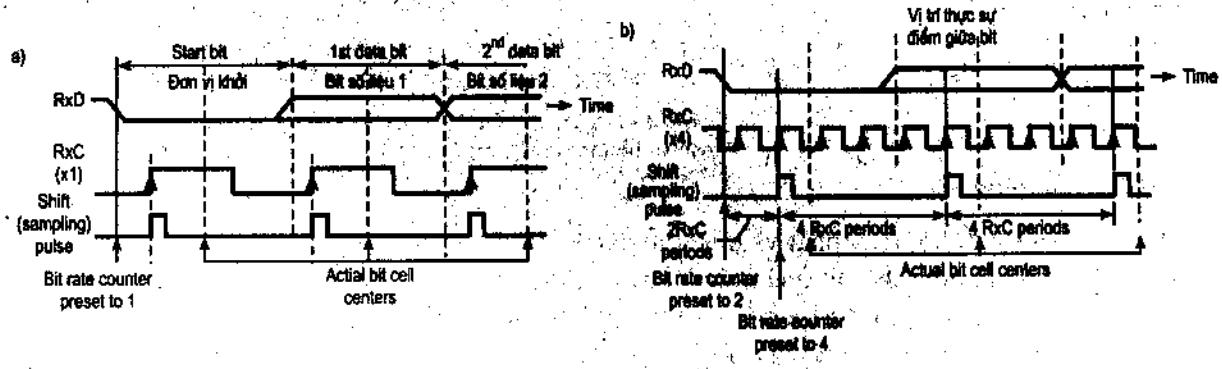
bit, đồng bộ byte (ký tự), đồng bộ khung. Ta đã biết : có hai kiểu truyền tin, đó là truyền dẫn dị bộ và truyền dẫn đồng bộ. Sự có mặt đơn vị khởi (start) và đơn vị dừng (stop) trong mỗi byte khi truyền dị bộ chỉ là sự khác nhau bề ngoài giữa hai kiểu truyền tin. Sự khác nhau bên trong là : đối với truyền dị bộ thì đồng hồ máy thu chạy dị bộ với tín hiệu nhận được, đối với truyền đồng bộ thì đồng hồ máy thu chạy đồng bộ với tín hiệu nhận được. Tuy truyền tin dị bộ và truyền tin đồng bộ đều thực hiện đồng bộ bit, đồng bộ byte, đồng bộ khung, nhưng sự thực hiện có khác nhau. Dưới đây xét riêng đặc điểm phương pháp đồng bộ từng kiểu truyền tin.

a) Truyền dị bộ

Hình 14-4 giới thiệu nguyên lí đồng bộ bit. Đồng hồ máy thu có tần số bằng N lần tần số tín hiệu. Mỗi bit được dịch vào bộ ghi dịch SIPO (vào nối tiếp ra song song ở máy thu) sau N nhịp đồng hồ R ×C. Sự chuyển mức tín hiệu của đơn vị Khởi khởi động bộ đếm. Bộ đếm đạt đến $\frac{N}{2}$ nhịp thì máy thu lấy mẫu đơn vị khởi, với sự cách quãng N nhịp tiếp sau thì máy thu lấy mẫu các giá trị bit của byte xét.



Hình 14-4 : Nguyên tắc định thời bit.



Hình 14-5 : Minh họa sự lấy mẫu cùng một tín hiệu với các đồng hồ thu khác nhau.
a) N = 1 ; b) N = 4 ; c) N = 16

Ghi chú :

– R × D : tín hiệu nhận ở đầu vào máy thu

– R × C : đồng hồ thu

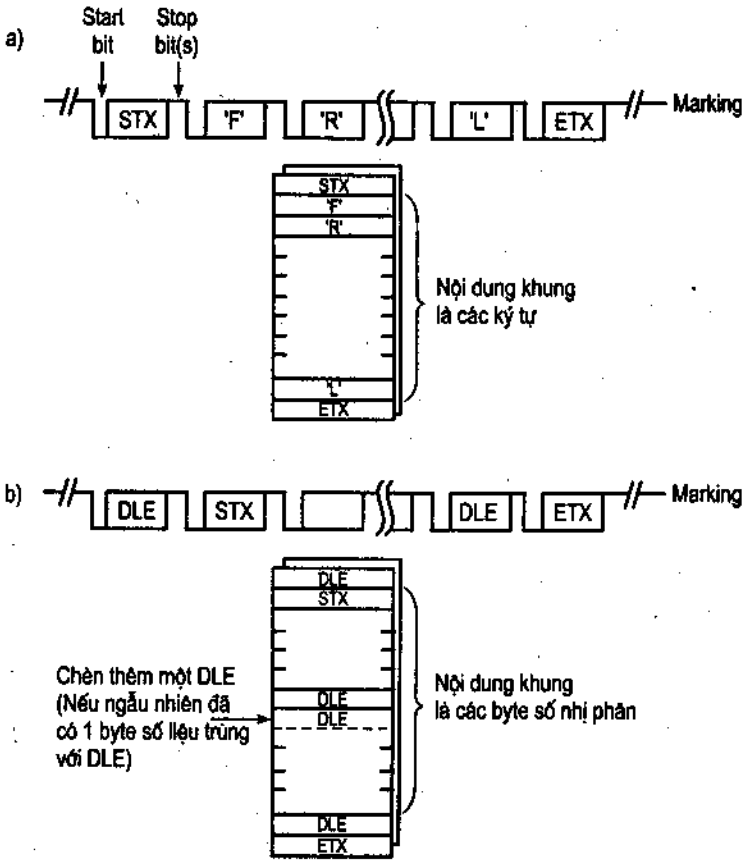
– Shift pulse : xung lấy mẫu

– Actual bit cell centers : vị trí thực sự điểm giữa bit.

Hình 14-5 biểu thị rằng : nếu giá trị N càng lớn thì sai lệch xung lấy mẫu với thời điểm giữa đơn vị tín hiệu càng nhỏ. Thông thường N = 16, tốc độ truyền dẫn dị bộ ≤ 19,2 kbit/s.

Việc đồng bộ byte (ký tự) được thực hiện nhờ tín hiệu khởi, tín hiệu dừng, và sự quy định trước về số bit của một kí tự. Phương pháp này đã được giới thiệu ở bài máy điện báo truyền chữ.

Việc đồng bộ khung được thực hiện nhờ các byte đồng bộ khung. Toàn bộ khối tin nhiều byte được đóng khung giữa các kí tự điều khiển truyền dẫn đặc biệt (các byte đồng bộ khung). Xem hình 14-6.



Hình 14-6 : Đồng bộ khung

a) Truyền kí tự ; b) Truyền số nhị phân

Ghi chú :

– STX (Start of text) byte bắt đầu một khung

– ETX (End of text) byte kết thúc một khung.

– DLE (Datalink escape) byte đánh dấu khung số liệu (nếu ngẫu nhiên có byte số liệu trùng với mã kí tự ETX thì máy thu không nhầm)

b) Truyền đồng bộ

Khi truyền tin dị bộ, máy phát và máy thu dùng đồng hồ riêng. Sự sai lệch giữa hai đồng hồ không dẫn đến sai đồng bộ bit quá mức, vì sai lệch định thời bit chỉ tích lũy đến bit cuối của một byte (kí tự). Trong truyền tin đồng bộ, rất nhiều bit của một bản tin được phát liên tục, do đó, như trên đã nói, đồng hồ máy thu phải chạy đồng bộ với tín hiệu nhận được, tức là máy phát phải định thời máy thu.

Có thể thực hiện đồng bộ bit trong truyền tin đồng bộ bằng các cách sau đây :

* Cả phía phát và phía thu đều tham khảo một đồng hồ chủ (master clock) có độ chính xác cao hơn các đồng hồ tại chỗ của chúng.

* Phía thu có được đồng hồ của phía phát bằng :

– Trong hệ thống N + 1 kênh phát đi có cùng tần số nhịp, N kênh là số liệu, dành riêng một kênh tín hiệu pilot (chuẩn tần số nhịp chung cho việc thu N kênh số liệu).

– Tín hiệu pilot là hai sóng điều hòa tần số chuẩn f_t và f_c được phát kèm theo tín hiệu, f_t và f_c được chọn sao cho chúng ở hai biên của dải tín hiệu và :

$$\frac{f_c - f_t}{n} = \frac{1}{\tau_o}$$

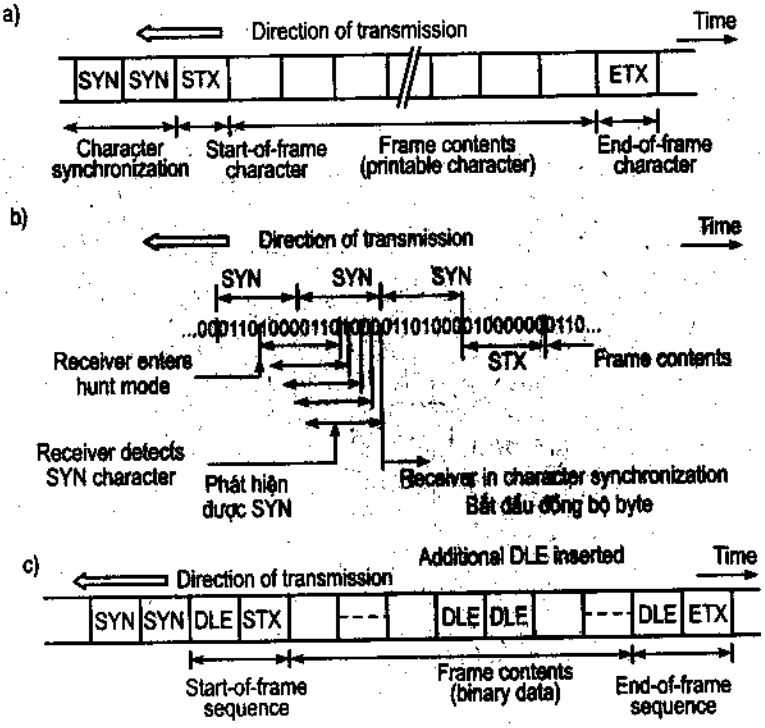
– Dùng mạch cộng hưởng : các đơn vị tín hiệu nhận được sẽ bị chia đôi để tạo ra các xung rộng $\frac{\tau_o}{2}$. Bộ lọc dải hẹp tần số cộng hưởng $\frac{1}{\tau_o}$ sẽ chọn lọc ra sóng điều hòa tần số nhịp $\frac{1}{\tau_o}$.

Phương pháp này sẽ không duy trì đồng bộ nếu mất tín hiệu quá lâu. Ví dụ, nếu $\frac{1}{\tau_o} = 2000$, hệ số phẩm chất mạch cộng hưởng bộ lọc Q = 100 thì thời gian bám đồng bộ là 83 ms và cho phép mất tín hiệu không quá 54 ms.

– Tại máy thu có bộ tạo sóng tần số nhịp $\frac{1}{\tau_o}$; bộ tạo sóng này được một vòng khóa pha điều khiển, trong đó bộ tách sóng pha so sánh pha của xung trích mẫu với pha của tín hiệu.

Trong truyền tin đồng bộ, để đạt tới đồng bộ byte và đồng bộ khung, người ta có hai phương thức khác nhau : dựa vào kí tự và dựa vào bit.

Phương thức dựa vào kí tự : Xem hình 14-7



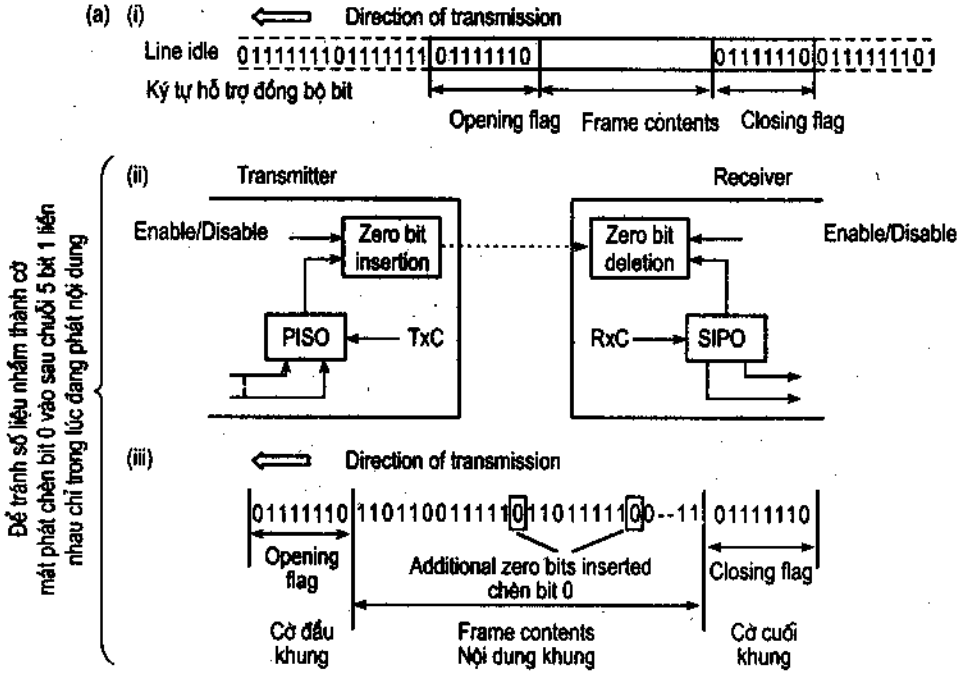
Hình 14-7 : Đồng bộ dựa vào kí tự (byte)

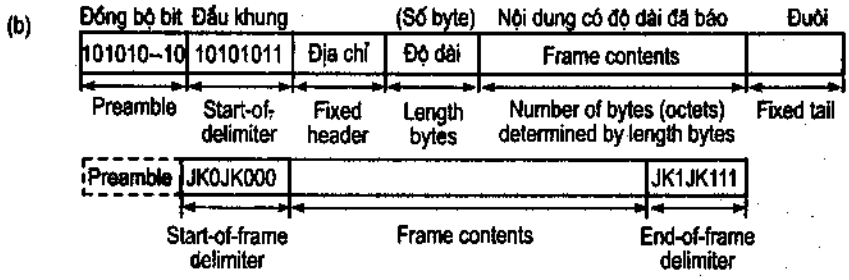
a - Khuôn mẫu bản tin kí tự

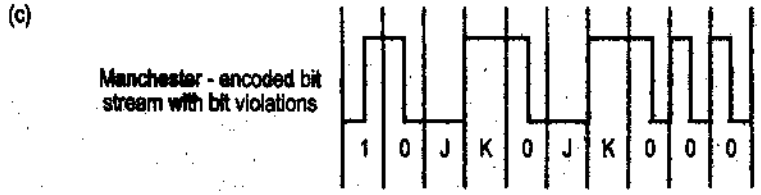
b - Máy thu đang tìm kiếm kí tự SYN bằng cửa sổ 8 bit bất kì.

c - Khuôn mẫu bản tin số nhị phân.

Phương thức dựa vào bit : Xem hình 14-8.







Hình 14-8 : Đồng bộ dựa vào bit.
a – dựa vào xác định giá trị bit của byte cờ : 01111110
b – dựa vào cấu trúc bit để chỉ báo các giới hạn và địa chỉ
c – dựa vào các bit khác thường để đánh dấu đầu cuối khung
(J mức thấp, K mức cao suốt cả nhịp bit).

Chương 15

THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI TRAO ĐỔI SỐ LIỆU QUA MODEM

Khi các TBĐC số liệu ở xa nhau, chúng trao đổi số liệu với nhau qua mạng viễn thông. Đó là những mạng truyền số liệu chuyên dụng, hoặc mạng điện thoại. Số liệu phải được thoại hóa bằng MODEM để truyền qua kênh thoại. Giáo trình truyền số liệu giới thiệu mạng truyền số liệu chuyên dụng và MODEM các loại. Mục này có 2 phần : phần đầu giới thiệu giao diện chuẩn EIA 232 D giữa thiết bị đầu cuối số liệu với loại MODEM tương ứng để truyền số liệu tốc độ không lớn ; phần thứ hai giới thiệu cổng trao đổi số liệu nối tiếp của máy tính. Cả hai phần đều giúp chúng ta hình dung cụ thể về thông tin số liệu.

§1. TIÊU CHUẨN EIA 232D

ITU – T định nghĩa giao diện V24 giống hệt EIA 232 D. Tiền thân của EIA 232 D là RS – 232A, RS – 232B và RS – 232C.

MODEM là thiết bị truyền dẫn số liệu DCE (Data Communication Equipment). MODEM phối ghép với thiết bị đầu cuối số liệu DTE (Data Terminal Equipment) để truyền số liệu qua kênh thoại. Xem hình 15-1. MODEM có thể ghép trực tiếp vào dây thuê bao của mạng điện thoại như mọi máy điện thoại. MODEM cũng có thể ghép âm học qua tổ hợp của một máy điện thoại như hình 15-2.

EIA – 232–D quy định :

Mức logic 1 (mark) là –3V + –25V, mức logic 0 là +3V + +25V. Cự li cáp nối giữa DTE và DCE là 15 mét trở lại, trở kháng vào 3000 + 7000 Ω, điện dung vào < 2500 pF, không điện cảm, thường là cáp băng dẹt. Thời gian quá độ từ mức 1 sang mức 0 không quá 1 ms. Tốc độ truyền số liệu là 19,2 kbit/s trở xuống. Đấu nối 25 chân như hình 15-1.

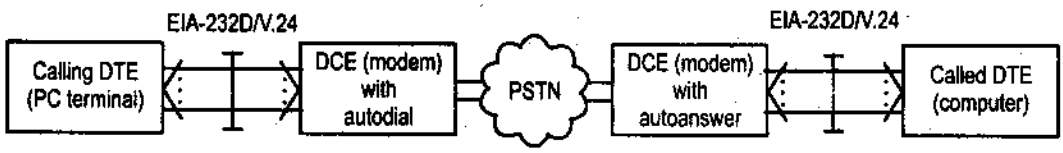
Dưới đây chúng ta sẽ tìm hiểu cụ thể về chức năng 25 đây dẫn này. Hình 15-3 biểu thị quá trình một cuộc gọi để truyền số liệu từ TBĐC bên trái hình vẽ (mode bán song công). Giả thiết MODEM có phương tiện tự động quay số, tự động trả lời. Trong quá trình này, DTE khởi tạo, DCE hưởng ứng .

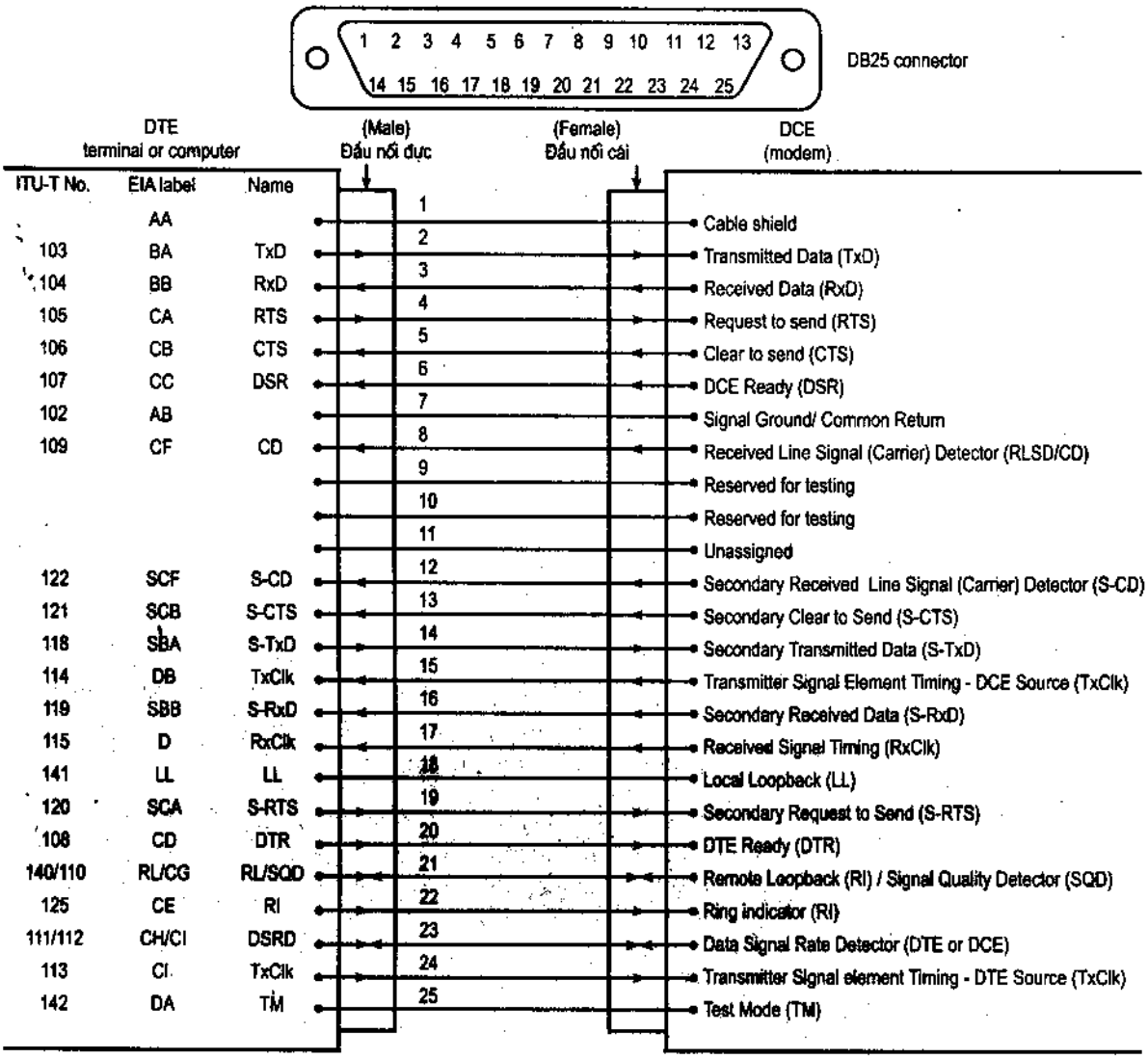
– Khi DTE sẵn sàng, thì nó phát $\overline{\text{DTR}}$ (DTR on).

– MODEM phía chủ gọi hưởng ứng (sẵn sàng) bằng phúc đáp $\overline{\text{DSR}}$.

– DTE chủ gọi phát số thuê bao bị gọi (của MODEM phía bị gọi).

– Mạng điện thoại (PSTN) thiết lập kênh và gửi chuông gọi tới MODEM bị gọi. MODEM này phát $\overline{\text{RI}}$ đến DTE bị gọi.



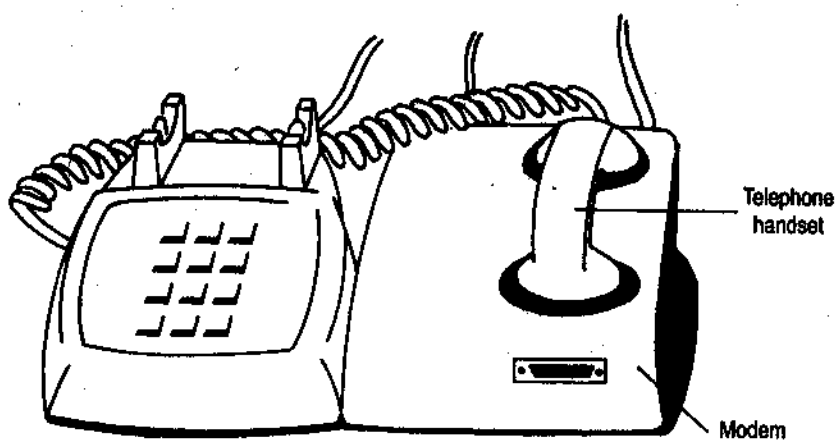


Hình 15-1 : Giao diện tiêu chuẩn EIA - 232 - D.

– DTE hưởng ứng bằng $\overline{RTS}$. MODEM bị gọi phát sóng mang đến MODEM chủ gọi (âm hiệu tương ứng logic 1) báo hiệu đường truyền đã thông.

– Sau thời gian trễ ngắn để MODEM chủ gọi sẵn sàng chuyển tiếp số liệu, MODEM bị gọi phát $\overline{CTS}$ báo cho DTE bị gọi sẵn sàng nhận số liệu.

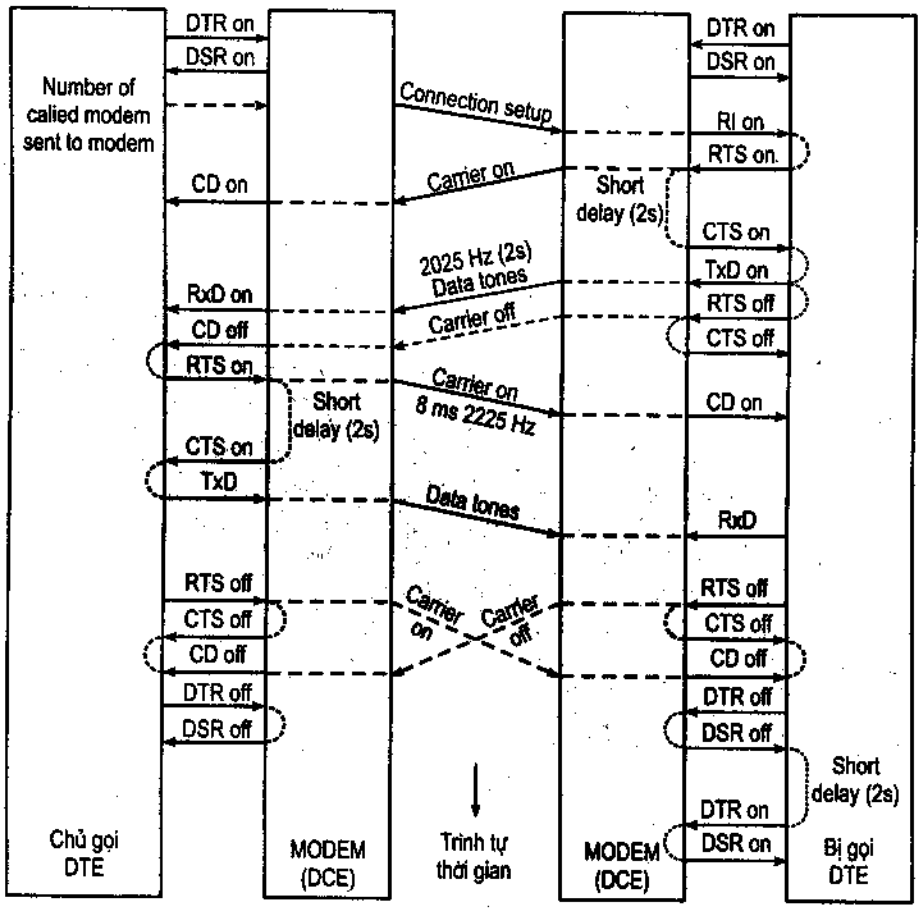
– Tiếp theo, DTE chủ gọi phát $\overline{RTS}$.



Hình 15-2 : MODEM ghép âm học với máy điện thoại.

– MODEM chủ gọi phát sóng mang về phía bị gọi và $\overline{CTS}$ về DTE chủ gọi.

– Số liệu TxD phát từ chủ gọi, được thoại hóa khi truyền trên kênh thoại, thành số liệu RxD ở DTE bị gọi.



Hình 15-3 : Quá trình một cuộc gọi để truyền số liệu.

– Kết thúc phát số liệu là quá trình giải phóng kênh với các thủ tục ngược lại (các tín hiệu bắt tay hết tích cực : RTS, CTS, CD, DTR, DSR).

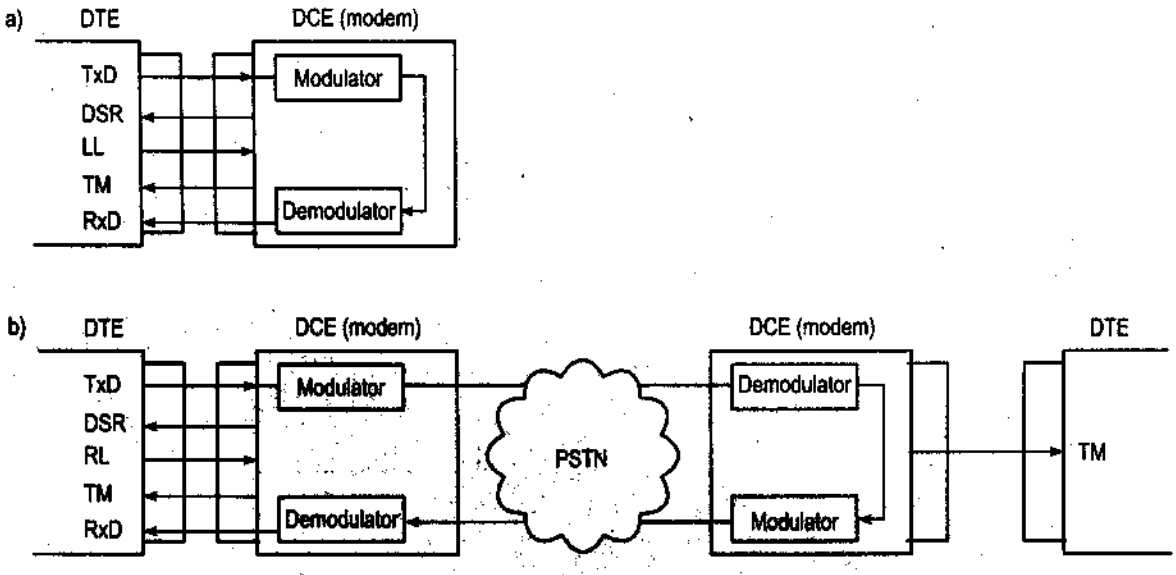
Lưu ý, theo định nghĩa mức logic 1 (–3V + –25V) của EIA – 232D các tín hiệu tích cực ở mức thấp, ví dụ $\overline{\text{DTR}}$ (DTR on) và không tích cực ở mức cao, ví dụ DTR (DTR off).

Như ví dụ trên cho biết, ở chế độ bán song công, các mạch sau đây được sử dụng : 2 TxD, 3 RxD, 4 RTS, 5 CTS, 6 DSR, 7 SG, 8 CD, 20 DTR, 22 RI (9 dây dẫn trên thường được sử dụng hơn cả, nên có khi người ta dùng đầu nối 9 chân).

SG là đất tín hiệu. FG là đất khung máy (chân số 1). Để tránh nhiễu do dòng xoay chiều về đất cảm ứng sang đất tín hiệu, người ta quy định rằng chỉ nối chung 2 đất này tại cực nguồn của DTE.

Có khi MODEM truyền song công, nó thiết lập kênh thứ cấp (secondary) cho mục đích đó ; kênh thứ cấp là các mạch : 12. S – CD , 13 S – CTS , 14 S – TxD, 16 S – RxD, 19 S – RTS. Khi thiết lập mode truyền dẫn đồng bộ, cần các dây dẫn truyền tín hiệu đồng hồ, đó là : 15 TxCLK, 17 RxCLK, 21. RL/SQD, 24, TxCLK.

Để kiểm sửa hỏng hóc, EIA – 232D cung cấp các mạch thử nghiệm 18. LL, 21 RL/SQD, 25 TM. Hình 15-4 trình bày sơ đồ thử nghiệm mạch vòng đầu gần (a) và thử nghiệm mạch vòng đầu xa (b).



Hình 15-4 : Thử nghiệm mạch vòng : a) gần ; b) xa.

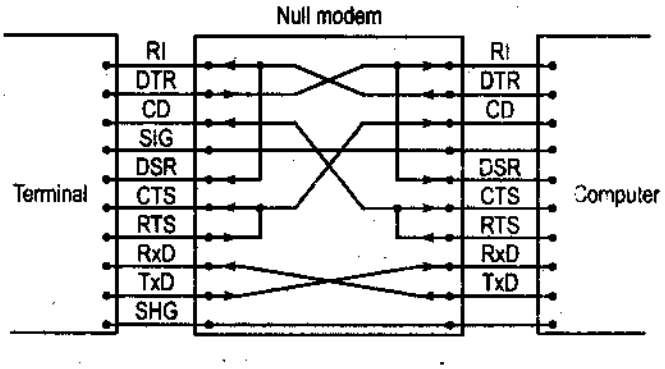
a - Thử nghiệm đầu gần : $\overline{\text{DSR}}$, $\overline{\text{LL}}$. Thực hiện sự nối bên trong DCE : đầu ra mạch điều chế với đầu vào mạch giải điều chế.

Tiếp theo, $\overline{\text{TM}}$. Cuối cùng, DTE phát số liệu đã biết theo mạch TxD ; để nếu không hỏng hóc gì, chính nó nhận được số liệu ở RxD.

b - Thử nghiệm đầu xa : theo thứ tự, ở phía đầu gần phát $\overline{\text{DSR}}$, $\overline{\text{RL}}$. Sau khi nhận $\overline{\text{RL}}$, DCE gần phát lệnh báo cho DCE xa thiết lập mạch vòng (qua DCE xa, như hình vẽ). Tiếp theo, DCE xa thông báo cho DTE xa về cuộc thử nghiệm bằng $\overline{\text{TM}}$ (đầu xa), cho nên DTE xa sẽ không phát thu gì cả.

DCE gần một khi nhận được ACK từ DCE xa (ACK là tín hiệu đáp ứng lại lệnh báo nói trên), thì phát $\overline{TM}$ cho DTE. Sau khi nhận được $\overline{TM}$ này, DTE phát mẫu số liệu đã biết theo mạch TxD, để nếu mạch vòng đầu xa bao gồm cả hai MODEM không hỏng hóc gì, thì chính nó nhận được số liệu ở RxD.

Trường hợp đặc biệt, cần nối ghép hai DTE ở gần nhau, mà đầu ra của nó đều là tiêu chuẩn EIA - 232D, thì ta dùng NULL MODEM ; đó là một bộ đầu nối chuyển đổi chéo như hình 15-5.



Hình 15-5 : NULL MODEM.

§2. CỔNG VÀO/RA NỐI TIẾP CỦA MÁY TÍNH

Hình 15-6 trình bày phần phối ghép hệ vi xử lí SDK - 86 với cổng truyền tin nối tiếp qua 8251 A. Toàn bộ SDK – 86 có 9 trang sơ đồ nguyên lí. Hình 15-6 là trang thứ 9. CPU của SDK – 86 dùng bộ vi xử lí 8086 . 8251 A là một vi mạch có độ tích hợp cao, lập trình được, vạn năng, điều khiển truyền viễn thông với TBĐC khác ở xa. Trên kênh viễn thong. số liệu truyền nối tiếp, nghĩa là các bit của một byte (kí tự) được truyền nối tiếp đi ra chân TxD (19) và đi về ở chân RxD (3). Các mạch phụ trên hình 15-6 không nhiều. Bảng nối các cầu nối (bên phải, phía dưới hình 15-6) có 4 cột ứng với 4 chế độ làm việc khác nhau. Phần sau ta chỉ xét 2 chế độ : cột 2 là chế độ máy điện báo, cột 1 là chế độ giao diện EIA – 232D.

Ta hãy bắt đầu với 8251 A và sơ đồ hình 15-6.

– Các chân $D_0 – D_7$ nối với Bus số liệu hệ thống để truyền đưa từ số liệu, từ điều khiển (đến 8251A) và từ trạng thái (từ 8251A).

– Chọn chip $\overline{CS}$ được nối với bộ giải mã địa chỉ.

– C/$\overline{D}$ để chọn một trong hai địa chỉ nội bộ 8251A : điều khiển / số liệu $FFF2_H$ $FFFO_H$

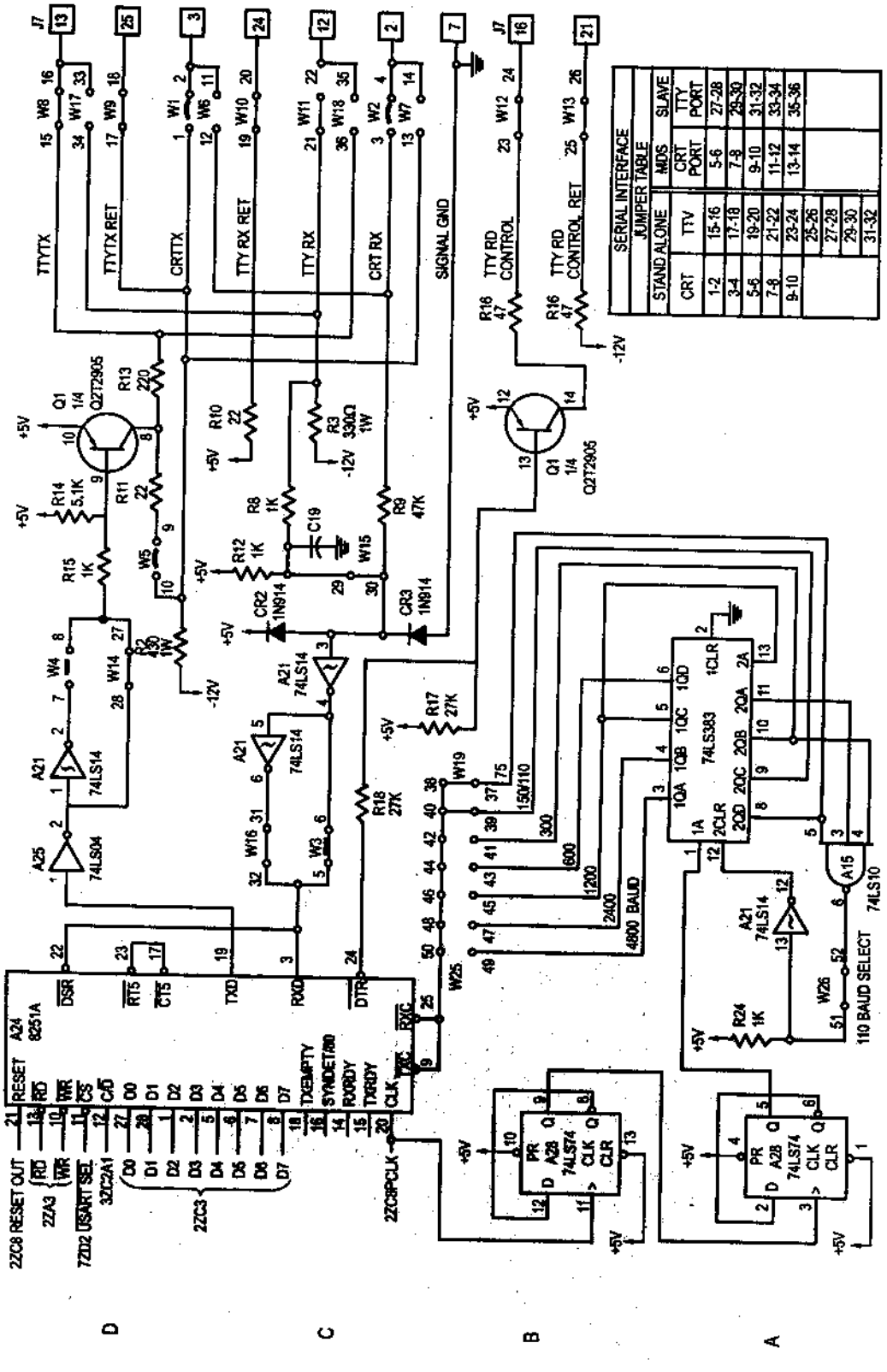
– RESET, $\overline{RD}$, $\overline{WD}$ là tín hiệu hệ thống.

– Tx D đầu ra số liệu nối tiếp.

– RxD đầu vào số liệu nối tiếp.

– Tx$\overline{C}$ là đầu vào đồng hồ : ghi – dịch – phát

– Rx$\overline{C}$ là đầu vào đồng hồ : ghi – dịch – thu.



Hình 15-6 : Cổng Vào/Ra nối tiếp của máy tính SDK – 86.

Trong hình 15-6 : $Tx\overline{C}$ và $Rx\overline{C}$ dùng chung và được chọn bằng cầu đấu từ bộ đếm. 8251A được đệm kép, nghĩa là 1 kí tự có thể nạp vào đệm giữ trong khi 1 kí tự khác được dịch ra ghi – dịch – phát.

– Nếu đệm giữ rỗng thì 8251A phát TxRDY

– Nếu đồng thời cả đệm giữ và ghi - dịch - phát đều rỗng thì 8251A phát TxEMPTY.

– Nếu có kí tự được dịch vào đệm thu để sẵn sàng được CPU đọc thì 8251A phát RxRDY.

– Chân SYNDET/BD (sync - detect /break - detect phát hiện đồng bộ/gián đoạn).

a) Mode dị bộ : nếu RxD ở mức thấp nhiều hơn thời gian của 2 byte kí tự thì 8251A đưa ra mức lôgic cao. Nó biểu thị sự gián đoạn thông tin.

b) Mode đồng bộ : khi 8251A phát hiện kí tự đồng bộ trong chuỗi dòng bit nhận được thì 8251A đưa ra mức logic cao.

Khởi tạo 8251A như sau :

– Đầu tiên CPU chuyển đến 8251A từ mode, sau đó từ lệnh theo địa chỉ thanh ghi điều khiển. Hình 15-7 trình bày formats của từ mode, từ lệnh, và cả từ trạng thái.

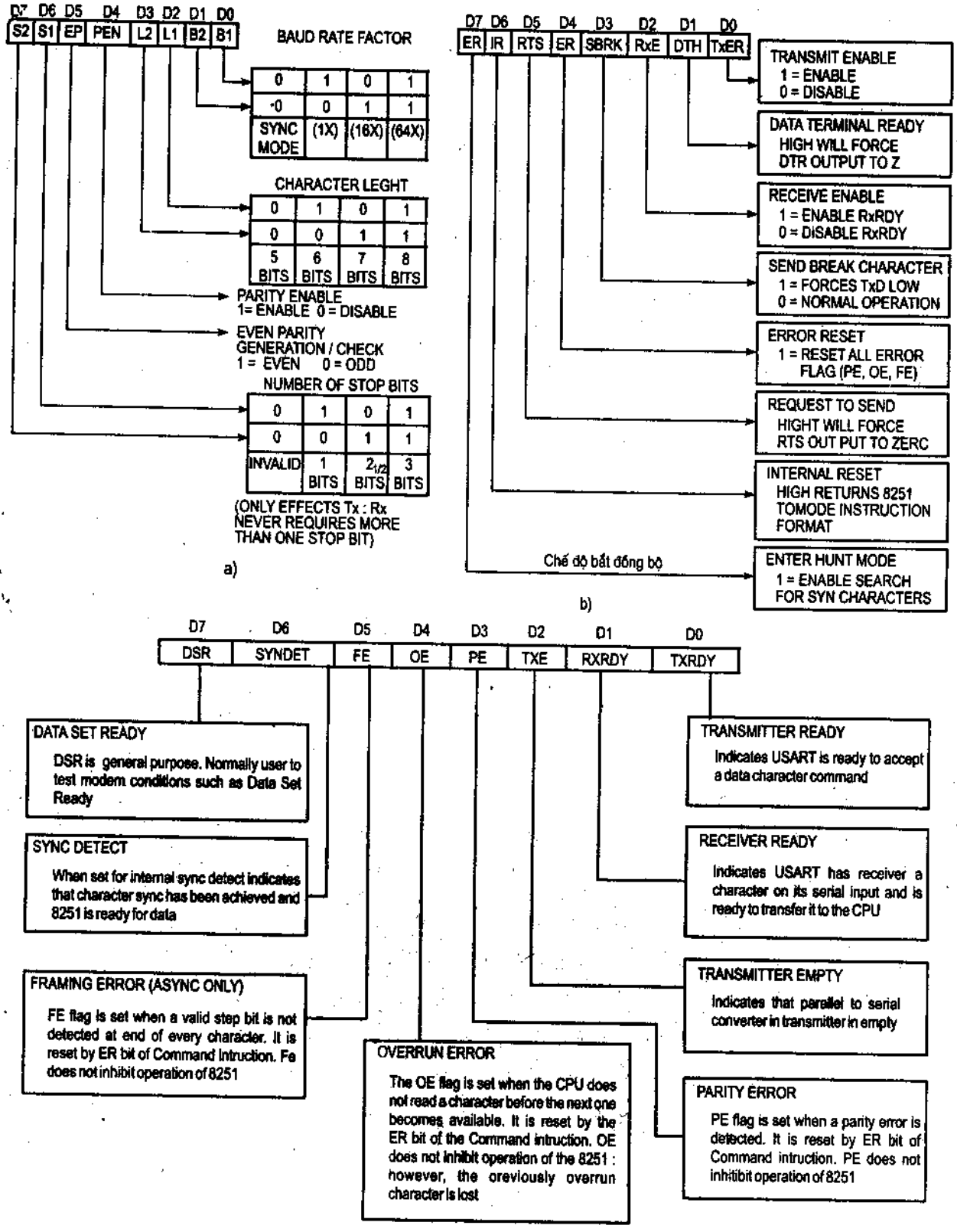
– Từ MODE : Baud Rate factor là tỉ số tần số đồng hồ $\overline{TxC}$ $\overline{RxC}$ với tần số Baud mong muốn (ví dụ : $\overline{TxC}$: 19.200 Hz Baud : 1200. Vậy $\frac{19.200}{1200} = 16$)

– Từ lệnh : nếu $\overline{CTS}$ tích cực (ví dụ : MODEM sẵn sàng). Nếu CPU cho phép bằng cách lập $D_0 = 1$, nếu đệm giữ trong 8251A rỗng thì 8251A phát TxRDY. TxRDY có thể nối vào đầu vào ngắt của CPU (hay 8259A) sao cho kí tự có thể truyền đến 8251A theo phương pháp ngắt.

Khi có 1 kí tự được viết vào 8251A thì TxRDY hết tích cực cho đến khi nào đệm giữ lại rỗng. $D_1 = 1$ cho phép 8251A phát $\overline{DTR}$ đến DCE (báo TBĐC sẵn sàng). $D_2 = 1$ cho phép 8251A phát RxRDY ; vậy nếu CPU cho phép, và nếu đệm thu đã có kí tự thì RxRDY có thể nối vào đầu vào ngắt của CPU sao cho kí tự có thể được đọc theo phương pháp ngắt. CPU đọc xong thì RxRDY bị xóa $D_3 = 1$ làm cho 8251A phát ra kí tự gián đoạn (các bit toàn mức 0) . $D_4 = 1$ xóa các cờ sai (parity, tràn, khung) trong thanh ghi trạng thái của 8251A. $D_5 = 1$ làm cho 8251A phát ra $\overline{DTS}$ (yêu cầu phát) báo MODEM. $D_6 = 1$ xóa (Reset) 8251A về trạng thái sẵn sàng nhận từ MODE mới. $D_7 = 1$ ra lệnh 8251A tìm kí tự đồng bộ trong dòng bit nhận được khi truyền tin đồng bộ. Nếu 8251A tìm được kí tự đồng bộ chỉ định thì nó báo hiệu đã bắt đồng bộ bằng mức logic cao của chân SYNDET/BD.

Phát - Thu như sau :

Phát : vì TxRDY của 8251A nối với đầu vào ngắt của vi xử lí (hay 8259A), với sự cho phép của CPU bằng $D_0 = 1$ trong từ lệnh, khi $\overline{CTS}$ tích cực và đệm giữ rỗng 8251A phát TxRDY. Nếu không bận vào I/0 khác, thì vi xử lí đi đến chương trình con phục vụ ngắt, thực hiện viết ra dữ liệu vào 8251A. Tiếp theo, TxRDY bị xóa, kết thúc một chu kì 8251A nhận 1 kí tự từ vi xử lí.



Hình 15-7 : Đặc điểm tín hiệu 8251A

a – Mẫu từ mode ; b – Mẫu từ lệnh ; c – Mẫu từ trạng thái

Thu : RxRDY của 8251A nối vào đầu vào ngắt của vi xử lí (hay 8259A). Với sự cho phép của CPU bằng $D_2 = 1$ trong từ lệnh, khi 1 kí tự đã có trong đệm thu và sẵn sàng để được đọc thì 8251A phát RxRDY. Nếu không bận vào I/0 khác, thì vi xử lí đi đến chương trình con phục vụ ngắt, thực hiện đọc dữ liệu từ 8251A. Tiếp theo, RxRDY bị xóa, kết thúc một chu kì 8251A đưa 1 ký tự đến vi xử lí.

Trên đây là cách phát – thu theo phương pháp ngắt. Nếu dùng phương pháp hỏi vòng thì CPU phải luôn đọc và kiểm tra thanh ghi trạng thái của 8251A. Khi D_0 và D_7 của từ trạng thái biểu thị mạch phát đã sẵn sàng thì vi xử lí đưa ra 1 kí tự cho 8251A theo địa chỉ thanh ghi số liệu, do đó, đồng thời xóa TxRDY (D_0). Khi cần đọc 1 kí tự, CPU phải đọc và kiểm tra thanh ghi trạng thái của 8251A, khi $D_1 = 1$ biểu thị có 1 kí tự đã sẵn sàng để được đọc thì vi xử lí thực hiện việc đọc vào ký tự đó từ địa chỉ thanh ghi số liệu trong 8251A.

Các bit D_3, D_4, D_5 có thể được kiểm tra nếu có sai lỗi thì một thông báo về yêu cầu truyền lại số liệu được gửi đi đến phía phát.

Một trong những nguyên nhân của thủ tục bắt tay, như trên đã rõ, là bảo đảm máy phát không phát quá nhanh đến nỗi máy thu không nhận kịp.

Hình 15-6 giới thiệu SDK – 86 trao đổi thông tin nối tiếp với nhiều chuẩn khác nhau.

a) Chuẩn mạch vòng máy điện báo (vị trí cầu đấu : TTY)

Mức logic cao ở TxD (đầu ra của 8251A) sẽ được đảo mức và làm thông bán dẫn PNP để tạo ra dòng + 40mA theo dây TTYTX. Dòng này đi vào máy thu của máy điện báo và khép kín trên dây TTYTXRET. Đó là chiều truyền tin từ SDK - 86 đến máy điện báo. Chiều truyền tin ngược lại như sau : máy phát của máy điện báo khống chế (tạo ra bit 1/0) dòng điện mạch vòng do SDK – 86 cung cấp từ nguồn + 5V qua R10, TTYRX RET – Máy phát điện báo – TTYRX, qua R3, về nguồn – 12V. Dòng qua R3 sẽ sinh ra mức logic TTL cao, tác động vào bộ đảo (2 tầng đảo 74LS14 nối tiếp), để đưa chân RxD của 8251A lên mức cao.

b) Chuẩn EIA 232D (vị trí cầu đấu : CRT)

Đầu nối đực ở DTE. Đầu nối cái ở DCE.

Đầu nối đầy đủ 25 chân, nhưng cũng có thể dùng đầu nối 9 chân.

– Mức logic cao ở đầu ra TxD của 8251A, qua 2 bộ đảo, làm ngắt bán dẫn PNP. Điện áp nguồn – 12V cung cấp mức logic 1 của RS – 232C vào dây CRTTX.

– Mức logic thấp ở đầu ra TxD của 8251A làm mở thông bán dẫn PNP và kéo mức điện dây CRTTX lên điện thế nguồn +5V, đó là mức logic 0 của EIA – 232D.

Ngược lại, tín hiệu chuẩn EIA – 232 D ở 2/J7, qua cầu đấu W2, dây CRTRX. R_9, qua 1 bộ đảo, qua cầu đấu W3 đã là tín hiệu logic TTL tác động vào RxD đầu vào của 8251A.

Chương 16

THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI THÔNG TIN VÀ INTERNET

Hiện nay tồn tại xu hướng : công nghệ viễn thông và công nghệ máy tính đang hòa trộn với nhau, sự chuyển đổi từ thoại sang truyền thông đa phương tiện, sự liên kết mạng với vai trò của Internet. Trong bối cảnh đó, nhiều chức năng thiết bị đầu cuối riêng lẻ được tích hợp lại nhờ máy tính kết cuối của người dùng, để rồi phần mềm đầu cuối sẽ điều hành việc đưa vào mạng và lấy từ mạng các loại tin tức.

§1. TÓM TẮT VỀ INTERNET

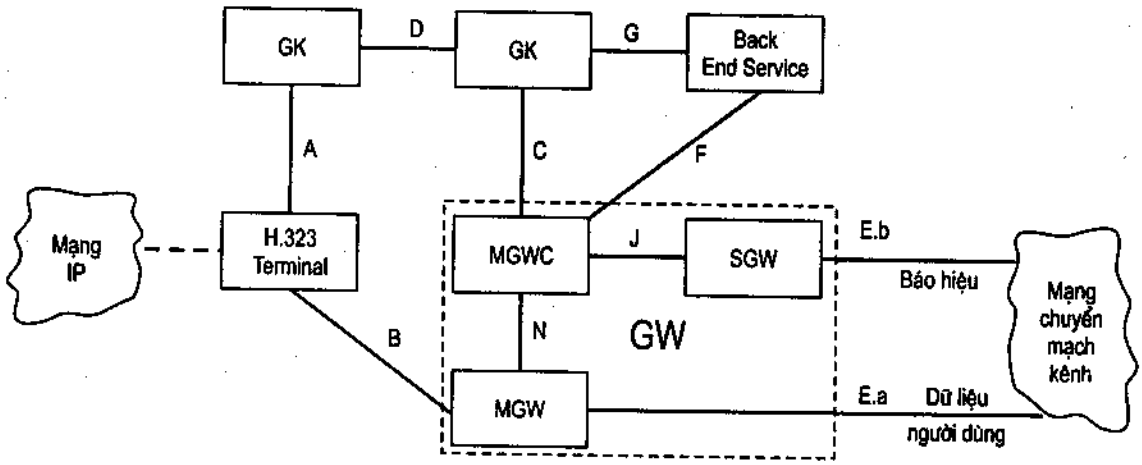
Internet là một mạng toàn cầu của các mạng máy tính có thể cung cấp dịch vụ tổng thể để truyền tin giữa các máy tính tùy chọn sử dụng công nghệ chuyển mạch gói.

Công cụ tạo lộ trình trong Internet được gọi là Router. Đó là một máy tính có chức năng đặc biệt vừa tạo kết nối vật lí cho các mạng con liền kề, vừa tạo kết nối logic trong toàn mạng, điều hành việc chuyển dữ liệu.

Các mạng con thường rất khác nhau về công nghệ, môi trường truyền dẫn, sơ đồ tạo địa chỉ vật lí, khuôn mẫu khung... Các máy tính nối mạng lại càng khác nhau. Người dùng gửi tin tức vào LAN theo điều hành của máy tính server. TCP của server phân tích bản tin và đóng gói theo IP-Router tiếp nhận gói và căn cứ vào địa chỉ IP để chuyển tiếp đến Router khác trên một đường truyền tối ưu nhằm đến đích. Các gói của một bản tin có thể theo những con đường khác nhau. Phương thức này làm cho tải được phân phù hợp với đường truyền và trễ truyền dẫn trung bình được giảm nhỏ. Nhưng phương thức này cũng gây khó cho loại tin tức truyền thời gian thực (thay đổi thứ tự gói khi đến đích, lặp gói, mất gói...). Người dùng truy cập Internet nhờ máy tính, kết nối MODEM hay LAN và GATEWAY. GATEWAY là một máy tính chủ để kết nối một mạng vật lí sang Internet và chạy các trình ứng dụng. Các giao thức TCP/IP làm cho một cặp GATEWAY có thể liên lạc với nhau bất kể sự khác nhau giữa chúng. Phần mềm giao thức mạng Internet TCP/IP, tạo ra một mạng ảo về một hệ thống truyền thông xác định địa chỉ. Mỗi máy tính được gán một địa chỉ. Bất kì máy tính nào cũng có thể gửi một gói tin sang một máy tính khác. Phần mềm giao thức mạng che giấu các chi tiết về nối kết mạng vật lí, địa chỉ vật lí, lộ trình vật lí. Cả người dùng lẫn các trình ứng dụng đều không biết và không cần để ý đến những chi tiết đó. Internet cung cấp một cơ sở hạ tầng truyền thông tổng quát mà không xác định các dịch vụ nào sẽ được cung cấp, các máy tính nào sẽ chạy các dịch vụ đó. Tính sẵn sàng của dịch vụ và việc sử dụng dịch vụ được quy định chỉ bởi phần mềm ứng dụng và người dùng. Hai trình ứng dụng tương ứng của hai máy tính liên lạc Internet với nhau phải tương tác với nhau. Trong đó, trình ứng dụng server đợi liên lạc một cách thụ động, trình ứng dụng client khởi tạo liên lạc một cách chủ động. Trình client thường được điều khiển bởi người dùng và thực thi trên máy tính riêng của người dùng đó. Trình server thường chạy trên những máy tính mạnh chuyên dụng cho từng dịch vụ, mỗi dịch vụ được gán nhãn nhận dạng duy nhất. Lúc gửi một yêu cầu về dịch vụ mong muốn trình client phải cung cấp nhãn nhận dạng tương ứng. Hai trình ứng dụng tương tác với nhau qua phần mềm giao thức (phần mềm đầu cuối).

§2. TRUYỀN THOẠI VÀ CÁC LOẠI TIN TỨC QUA INTERNET

Dần dần các loại tin tức đều có thể truyền bằng Internet : số liệu, văn bản, fax, thoại, audio, video. Tuy nhiên, Internet còn phải giải quyết nhiều vấn đề trong đó có vấn đề băng thông rộng cho loại tin tức tương tác trong thời gian thực. Mỗi bước phát triển dịch vụ của Internet đều mang lại lợi ích to lớn cho cộng đồng loài người đến mức làm thay đổi nhiều mặt cuộc sống. Dưới đây giới thiệu truyền thoại Internet.



Hình 16-1 : Mạng truyền thoại IP.

GK (Gatekeeper) : Quản lí thiết bị đầu cuối (đăng kí, chấp nhận, trạng thái, xử lí báo hiệu và xử lí cuộc gọi). Mỗi GK phụ trách một vùng các thiết bị đầu cuối.

Terminal H323 : Kết nối với mạng IP sử dụng một trong các giao diện truy cập. Mạng truy cập vào IP có thể là PSTN, ISDN, GSM, LAN, ...

GW (Gateway) : Bao gồm các chức năng SGW, MGW, MGWC. SGW cung cấp kênh báo hiệu, thực hiện chuyển đổi báo hiệu giữa mạng IP với các mạng chuyển mạch kênh.

MGW thực hiện chuyển đổi mã giữa loại mã của mạng IP với loại mã trong các mạng chuyển mạch kênh (PCM, GSM), MGW cũng xử lí các loại tín hiệu và chuyển đổi kênh ở hai phía (một phía IP, một phía là các mạng chuyển mạch kênh).

MGWC thực hiện kết nối với MGW, SGW, GK

MGWC cung cấp xử lí cuộc gọi cho GW

MGWC điều khiển MGW

MGWC nhận thông tin báo hiệu từ SGW, GK

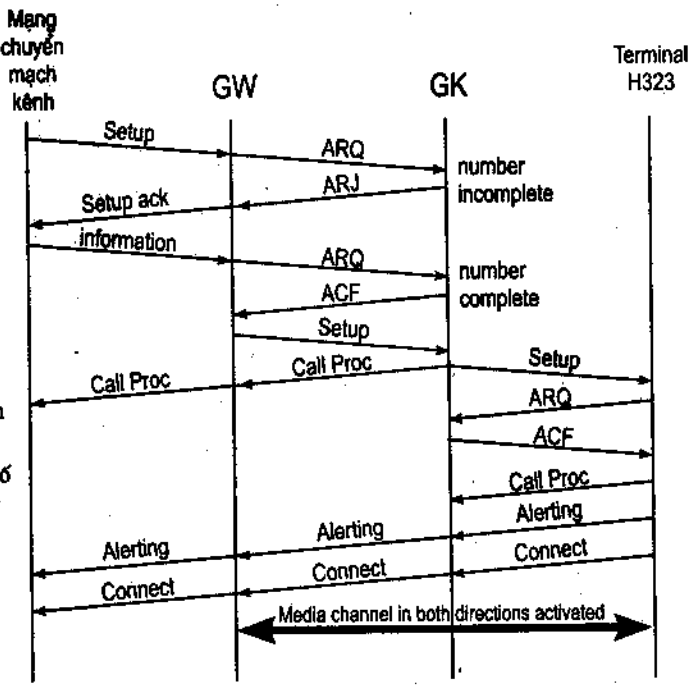
Back-End Service : Hỗ trợ GW, GK trong xác nhận, tính cước, chuyển đổi địa chỉ.

Trên hình vẽ không thể hiện hai giao diện :

H là giao diện với mạng truy nhập IP

I là giao diện giữa mạng truy nhập IP với phần còn lại của mạng IP.

Quá trình thiết lập cuộc gọi từ mạng chuyển mạch kênh đến Terminal H323 được minh họa ở hình 16-2.



Hình 16-2 : Thiết lập cuộc gọi

Ghi chú : Setup : Thiết lập

Setup ACK : Xác nhận thiếp lập

Information : Tin tức

Call Proc : Xử lí cuộc gọi

Alerting : Chuông

Connect : Nối thông

Media channel in both directions activated : Đã kích hoạt kênh truyền dẫn trên cả 2 hướng

Number incomplete : bắt đầu quay số

Number complete : kết thúc quay số

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Mc Graw - Hill
   Encyclopedia of science and technology. USA. 1996
2. Thomas C. Bartee
   Computer Architecture and logic design. USA. 1991
3. M.B. Гиглица
   Радиовещание и электроакустика СССР. 1989

5. KenC. Pohlmann - 2000
   Principles of digital audio.
6. Nguyễn Nam Trung
   Cấu trúc máy vi tính và thiết bị ngoại vi. 2000
7. Ngô Diên Tập
   Kĩ thuật ghép nối máy tính. 2000
8. Trần Văn Minh - Xuân Thảo 2001
   Mạng máy tính và Internet

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
Chương 1. Âm thanh - Thính giác - Tiếng nói	5
Chương 2. Tín hiệu điện thanh	19
Chương 3. Micrô và loa	26
Chương 4. Studio	38
Chương 5. Ghi âm từ (dùng đầu từ và băng từ)	48
Chương 6. Ghi tín hiệu bằng tia laser	64
Chương 7. Điện báo truyền chữ	74
Chương 8. Truyền ảnh tĩnh (FAX)	80
Chương 9. Máy điện thoại	87
Chương 10. Các thiết bị đầu cuối hiển thị số liệu	92
Chương 11. Bàn phím và các thiết bị vào số liệu khác	107
Chương 12. Các bộ nhớ ngoài	113
Chương 13. Các phương pháp trao đổi số liệu	120
Chương 14. Trích mẫu và đồng bộ ở thiết bị đầu cuối số liệu	128
Chương 15. Thiết bị đầu cuối trao đổi số liệu qua MODEM	135
Chương 16. Thiết bị đầu cuối thông tin và Internet	144
Tài liệu tham khảo	146

Chịu trách nhiệm xuất bản:
Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI
Tổng biên tập VŨ DƯƠNG THỤY

Biên tập lần đầu và tái bản :
THANH BÌNH

Trình bày bìa:
TRẦN THÚY HẠNH

Sửa bản in:
PHÒNG SỬA BẢN IN (NXB GIÁO DỤC)

Chế bản:
PHÒNG CHẾ BẢN (NXB GIÁO DỤC)

THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI THÔNG TIN

In 2.000 cuốn, khổ 19× 27cm. Tại xí nghiệp in Nguyễn Minh Hoàng. Số đăng ký kế hoạch xuất bản: 189/ 60 – 03 do Cục Xuất bản cấp ngày 26/02/2003. In xong và nộp lưu chiểu quý II năm 2003.

TÌM ĐỌC SÁCH THAM KHẢO KĨ THUẬT CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

1. Cơ sở kĩ thuật Laser	Trần Đức Hân Nguyễn Minh Hiển
2. Bài tập kĩ thuật điện tử	Đỗ Xuân Thụ Nguyễn Viết Nguyên
3. Kĩ thuật điện tử số	Đặng Văn Chuyết
4. Kĩ thuật mạch điện tử phi tuyến	Phạm Minh Việt Trần Công Nhượng
5. Hệ thống viễn thông - Tập một, tập hai	Phạm Minh Việt Thái Hồng Nhị
6. Cơ sở kĩ thuật điện tử số	Vũ Đức Thọ
7. Kĩ thuật chuyển mạch số	Nguyễn Văn Thắng
8. Thiết bị đầu cuối thông tin	Vũ Đức Thọ
9. Kĩ thuật điện tử 2	Đoàn Nhân Lộ
10. Tính toán mạng thông tin di động số	Vũ Đức Thọ

Bạn đọc có thể tìm mua tại các Công ti Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương hoặc các Cửa hàng của Nhà xuất bản Giáo Dục:

Tại Hà Nội: **81 Trần Hưng Đạo, 57 Giảng Võ, 232 Tây Sơn, 23 Tràng Tiền, 25 Hàn Thuyên**

Tại Đà Nẵng: **15 Nguyễn Chí Thanh**

Tại Thành phố Hồ Chí Minh: **231 Nguyễn Văn Cừ, 240 Trần Bình Trọng**

8 934980 220122

Giá: 16.200[đ]