

www.mientayvn.com

Khi đọc qua tài liệu này, nếu phát hiện sai sót hoặc nội dung kém chất lượng xin hãy thông báo để chúng tôi sửa chữa hoặc thay thế bằng một tài liệu cùng chủ đề của tác giả khác.

Bạn có thể tham khảo nguồn tài liệu được dịch từ tiếng Anh tại đây:

http://mientayvn.com/Tai_lieu_da_dich.html

Thông tin liên hệ:

Yahoo mail: thanhlam1910_2006@yahoo.com

Gmail: frbwrthes@gmail.com

Theo yêu cầu của khách hàng, trong một năm qua, chúng tôi đã dịch qua 16 môn học, 34 cuốn sách, 43 bài báo, 5 sổ tay (chưa tính các tài liệu từ năm 2010 trở về trước) Xem ở đây

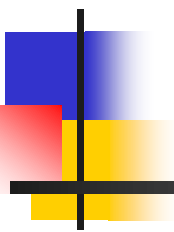
**DỊCH VỤ
DỊCH
TIẾNG
ANH
CHUYÊN
NGÀNH
NHANH
NHẤT VÀ
CHÍNH
XÁC
NHẤT**

Chỉ sau một lần liên lạc, việc dịch được tiến hành

Giá cả: có thể giảm đến 10 nghìn/1 trang

Chất lượng: Tạo dựng niềm tin cho khách hàng bằng công nghệ 1. Bạn thấy được toàn bộ bản dịch; 2. Bạn đánh giá chất lượng. 3. Bạn quyết định thanh toán.

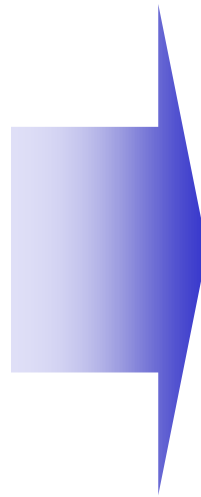
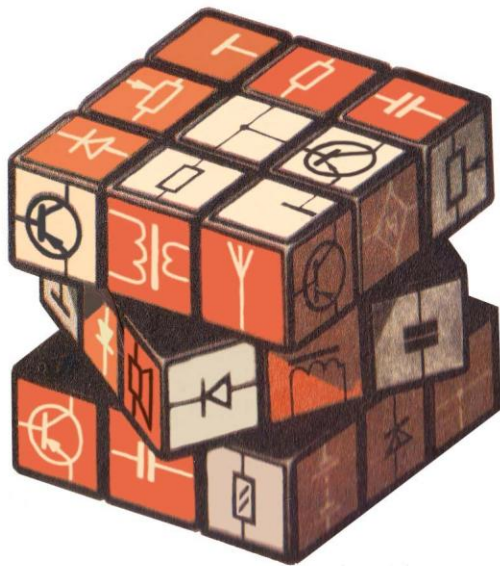
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP TP. HCM
KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ



ĐIỆN TỬ CƠ BẢN

GV: Giang Bích Ngân

Điện tử cơ bản?



- Nghe nhìn
- Tự động hóa
- Viễn thông
- Máy tính
- Đo lường
- Vũ trụ
- Y học
- V, V,,



Mục tiêu

- Kiến thức cơ bản nhất về linh kiện điện tử
- Tính toán, thiết kế và ứng dụng các linh kiện điện tử vào trong thực tế.
- Tra cứu các linh kiện.



Nội dung

- Chương 1: Cơ sở điện học
- Chương 2: Điện trở.
- Chương 3: Tụ điện, cuộn cảm và biến thế.
- Chương 4: Chất bán dẫn điện – diode.
- Chương 5: Transistor BJT (Bipolar Junction Transistor)
- Chương 6: Mạch cấp nguồn 1 chiều (nguồn điện)
- Chương 7: Transistor hiệu ứng trường.
- Chương 8: Bộ khuếch đại thuật toán.



Giáo trình tham khảo

- **Lê Phi Yến – Lưu Phú – Nguyễn Như Anh**, Kỹ thuật điện tử, đại học Bách Khoa Tp. HCM.
- **TS. Nguyễn Viết Nguyên**, Giáo trình Linh kiện Điện tử và Ứng dụng, NXB Giáo dục, 12/2003.
- **Millman & Halkias**, *Electronic Circuits and Devices*, Prentice Hall, 2000.
- **Malvino**, *Electronic Principles*, 1999.



Chương I: CƠ SỞ ĐIỆN HỌC

MỤC TIÊU THỰC HIỆN:

Học xong bài này học viên có khả năng:

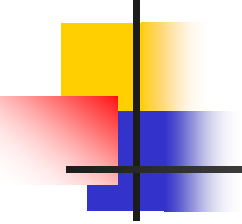
- Hiểu được bản chất vật lý của dòng điện, các đại lượng đặc trưng của chúng. Phân biệt dòng 1 chiều và xoay chiều.
- Cách thực hiện dòng điện 1 chiều và xoay chiều.
- Ứng dụng



I. NGUỒN GỐC CỦA DÒNG ĐIỆN

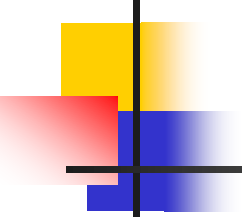
1. Cấu tạo của vật chất:

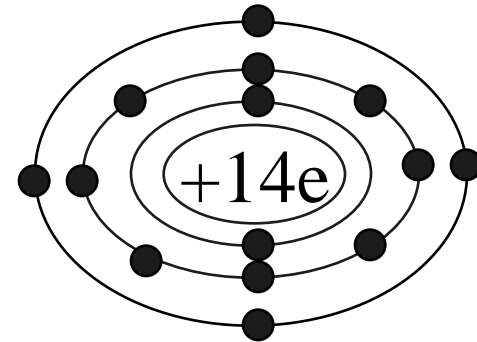
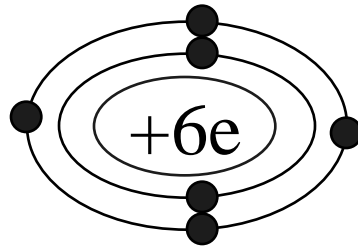
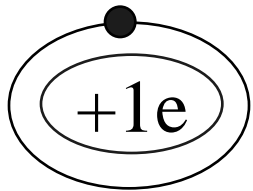
- Vật chất được cấu tạo từ các nguyên tử - những phần tử nhỏ nhất không thể tiếp tục phân chia.
- Nguyên tử được cấu tạo gồm hạt nhân ở giữa mang điện tích dương và các electron tích điện âm ($e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$) quay xung quanh nhân theo các quỹ đạo xác định nhờ lực li tâm cân bằng với lực hút của hạt nhân.
- Các electron chỉ quay theo các quỹ đạo xác định được đánh dấu theo thứ tự từ trong ra ngoài K, L, M, N, O, P, Q,....,



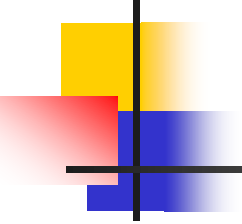
Xét về điện tích thì vật chất sẽ ở một trong ba trạng thái sau:

- Nguyên tử trung hoà về điện.
- Nguyên tử trở thành ion dương.
- Nguyên tử trở thành ion âm.

- 
- Nếu n là số thứ tự của quỹ đạo thì số electron tối đa trên mỗi quỹ đạo là $2n^2$. Như vậy, các quỹ đạo có số electron lần lượt là 2, 8, 18, 32,...



Nguyên tử hydro Nguyên tử Carbon Nguyên tử silic (Si)

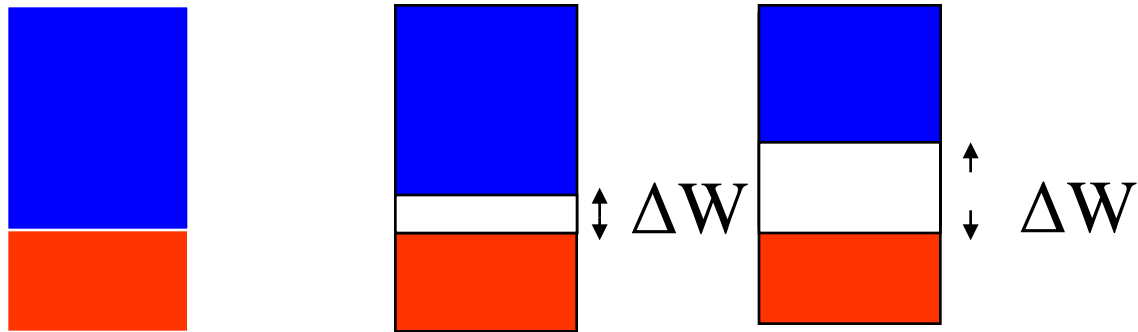
- 
-
- Vùng hoá trị (valence band).
 - Vùng dẫn (conduction band).
 - Vùng cấm (band gap energy).



2. Phân loại vật chất theo khả năng dẫn điện:

- Chất điện môi: là chất có độ rộng vùng cấm $>3\text{eV}$. Ở điều kiện nhiệt độ phòng cũng không xảy ra sự dẫn điện điện tử.
- Chất bán dẫn: là chất có độ rộng vùng cấm $<3\text{eV}$. Ở điều kiện nhiệt độ phòng được kích thích các điện tử hóa trị có thể di chuyển sang vùng dẫn để tham gia vào dòng điện dẫn.
- Chất dẫn điện: là chất có độ rộng vùng cấm $< 0.2\text{eV}$. Ở điều kiện nhiệt độ phòng, các điện tử hóa trị có thể di chuyển sang vùng dẫn để trở thành điện tử tự do.

Sơ đồ phân bố vùng năng lượng của vật rắn



 Vùng dẫn

 Vùng cấm

 Vùng hóa trị



3. Điện tích và định luật Coulomb:

a. Điện tích: lượng điện có trong vật thể mang điện gọi là điện tích.

b. Định luật Culông (Coulomb):

Giữa hai vật mang điện cách nhau 1 khoảng r tồn tại một lực tương tác tĩnh điện:

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

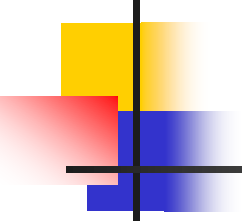
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0}$$

F: lực đơn vị là Newton (N)

q_1, q_2 : điện tích (C)

r: khoảng cách (m)

k: hằng số



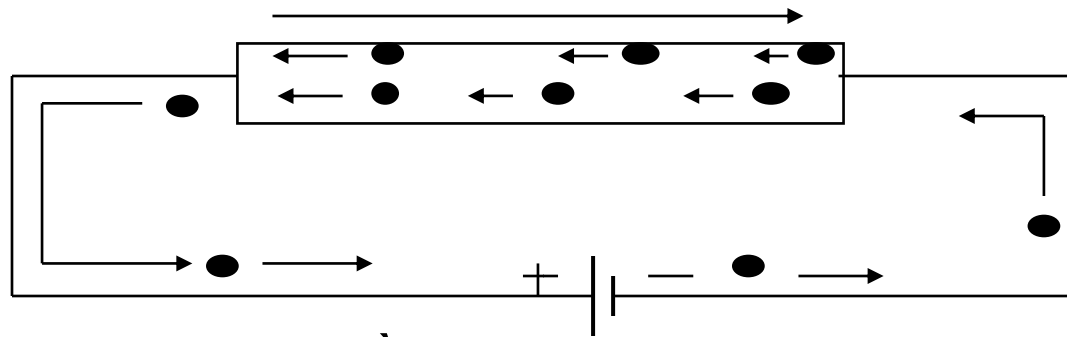
Qua khảo sát lực tác dụng tương hỗ giữa các vật mang điện tích người ta nhận thấy :

- Hai vật mang điện tích cùng dấu (cùng dấu âm hay cùng dấu dương) sẽ đẩy nhau.

- Hai vật mang điện tích trái dấu thì hút nhau.

4. Dòng electron và dòng điện qui ước

- Electron tự do trong vật dẫn điện sẽ chịu tác dụng bởi lực hút, từ cực dương của nguồn điện và lực đẩy từ cực âm của nguồn điện tạo thành một luồng electron chạy theo chiều từ điện tích âm sang đầu có điện tích dương trong vật dẫn điện.



- Người ta qui ước: chiều của dòng điện chạy theo chiều ngược với dòng electron, tức là dòng điện sẽ đi theo chiều từ đầu điện tích dương sang đầu có điện tích âm trong vật dẫn điện.



5. Điện áp

Điện áp là hiệu điện thế giữa 2 điểm khác nhau của mạch điện.

$$U_{AB} = V_A - V_B = - U_{BA} ,$$

V_A, V_B :điện thế của các điểm A và B so với gốc
Thông thường, một điểm nào đó của mạch được chọn làm điểm gốc có điện thế bằng 0 (điểm đất). Khi đó điện thế ở mọi điểm khác trong mạch có giá trị âm hoặc dương so với điểm gốc. Và điện thế này chính là **điện áp tại điểm tương ứng.**



II. DÒNG ĐIỆN MỘT CHIỀU (DC)

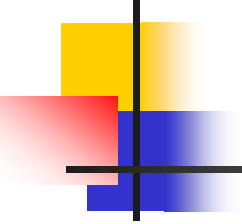
- **Định nghĩa:** Dòng điện một chiều là dòng điện có chiều và trị số không thay đổi theo thời gian.
- **Cường độ dòng điện (I):** Cường độ dòng điện đo bằng lượng điện tích của các điện tử tự do chuyển động có hướng qua thiết diện dây dẫn trong 1 đơn vị thời gian.

$$I = \frac{Q}{t}$$

Q: điện tích (coulomb – C)

I: cường độ dòng điện (A)

t: thời gian (giây- s)

- 
-
- Trong các mạch điện tử thì cường độ dòng điện có trị số 1A là khá lớn nên người ta thường dùng ước số của A là:

$$1\text{mA (miliampere)} = 10^{-3}\text{A}$$

$$1\mu\text{A (microampere)} = 10^{-6}\text{A}$$



Nguồn điện 1 chiều

■ Các loại nguồn điện 1 chiều:

Pin, acquy (biến đổi hóa năng thành điện năng).

Pin mặt trời (biến đổi trực tiếp quang năng thành điện năng).

Máy phát điện 1 chiều (biến đổi cơ năng thành điện năng)

Bộ nguồn điện tử công suất (biến đổi điện áp xoay chiều thành điện áp 1 chiều).



Hai thông số quan trọng của nguồn: điện áp làm việc và điện lượng.

Điện lượng Q (Ah) là dung lượng điện chứa trong nguồn.

Thời gian sử dụng nguồn (t) tùy thuộc vào cường độ dòng tiêu thụ I :

$$t = \frac{Q}{I}$$

Để tránh cho nguồn bị hư người ta giới hạn cường độ dòng tiêu thụ ở mức:

$$I \leq \frac{Q}{10h}$$

Các cách ghép nguồn điện 1 chiều

- Ghép nối tiếp:

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

- Ghép song song:

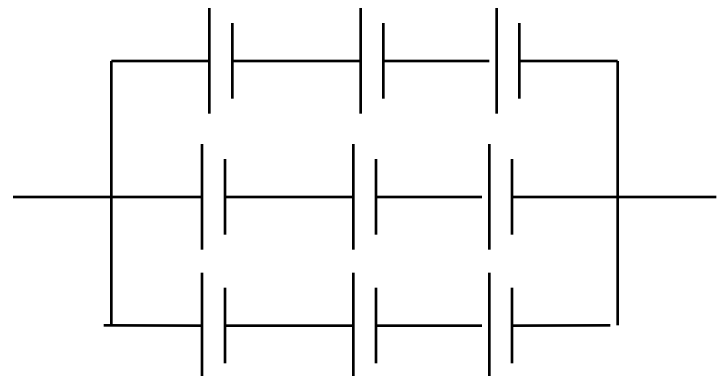
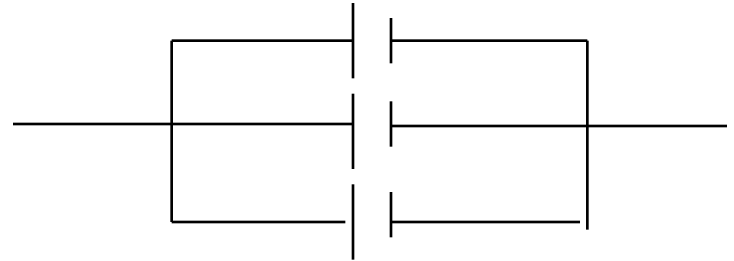
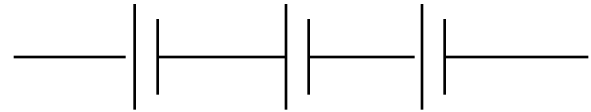
$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

- Ghép hỗn hợp:

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$





III. DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

■ **Định nghĩa:** Dòng điện xoay chiều hình sine là dòng biến đổi theo thời gian một cách tuần hoàn với qui luật hình sine: $i(t) = I_{\max} \sin(\omega t + \varphi)$

ω tần số góc quan hệ với tần số f : $\omega = 2\pi f$

Chu kỳ T là khoảng thời gian ngắn nhất để dòng điện lặp lại giá trị và chiều biến thiên.

Tần số f (hertz – Hz) là số chu kỳ của dòng điện xoay chiều trong thời gian 1 giây: $f = 1/T$



Đại lượng đặc trưng cho dòng điện xoay chiều

- Giá trị đỉnh U_p : Điện áp của dòng điện xoay chiều có thể đạt giá trị cực đại U_{\max} hoặc giá trị cực tiểu $-U_{\max}$, ta gọi giá trị đỉnh $U_p = U_{\max}$.
- Giá trị trung bình:
$$U = 0.63 U_p$$
- Giá trị hiệu dụng:
$$U = 0.707 U_p$$



IV. Công và công suất của dòng điện

Công: Năng lượng điện có thể chuyển đổi thành các dạng năng lượng khác: Bàn ủi, bếp điện, bóng đèn, động cơ điện, bình điện phân...

Ta nói dòng điện thực hiện 1 công:

$$W \text{ (J)} = U \text{ (V)} \cdot I \text{ (A)} \cdot t \text{ (s)}$$

$$J \text{ (Joule)} = w.s, 1kWh = 1000Wh = 3.600.000Ws$$

Công suất: Công của dòng điện sinh ra trong 1 đơn vị thời gian (1s). $P = W / t = U.I$ (watt)



Chương II: ĐIỆN TRỞ



MỤC TIÊU THỰC HIỆN:

Học xong bài này học viên có khả năng:

- Hiểu được bản chất vật lý hoạt động của điện trở.
- Tính toán và ứng dụng điện trở vào trong các mạch điện – điện tử và vào trong thực tế.



I. ĐIỆN TRỞ CỦA DÂY DẪN

Một dây dẫn điện có trị số điện trở lớn hay nhỏ tùy thuộc vào vật liệu làm dây, tỉ lệ thuận với chiều dài và tỉ lệ nghịch với tiết diện dây dẫn.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{s}$$

ρ : điện trở suất (Ωm hoặc $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$)

l : chiều dài (m)

s : tiết diện (mm^2)

R : điện trở dây dẫn (Ω)

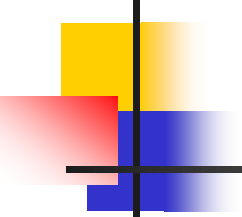


Điện trở có đơn vị tính là Ohm (Ω). Các bội số của (Ω) là:

Kiloohm: $1\text{K}\Omega = 10^3\Omega$, Megaohm: $1\text{M}\Omega = 10^6\Omega$

Điện trở suất của một số chất tiêu biểu là:

- Bạc: $\rho = 0,016\ \Omega\text{mm}^2/\text{m}$
- Đồng: $\rho = 0,017\ \Omega\text{mm}^2/\text{m}$
- Vàng: $\rho = 0,02\ \Omega\text{mm}^2/\text{m}$
- Nhôm: $\rho = 0,026\ \Omega\text{mm}^2/\text{m}$
- Kẽm: $\rho = 0,06\ \Omega\text{mm}^2/\text{m}$
- Thủy tinh: $\rho = 1018\ \Omega\text{mm}^2/\text{m}$



Trong thực tế, điện trở suất có trị số thay đổi theo nhiệt độ và được tính bằng công thức:

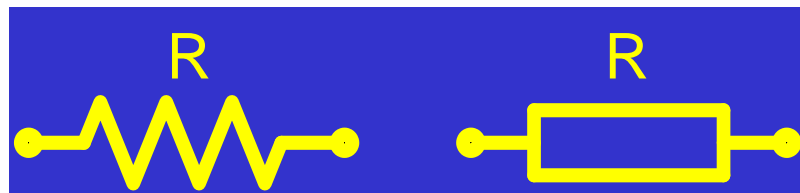
$$\rho = \rho_0 (1 + at)$$

ρ_0 : điện trở suất ở 0°C

a : hệ số nhiệt

t : Nhiệt độ

Kí hiệu của điện trở:





II. ĐỊNH LUẬT OHM

Cường độ dòng điện trong mạch sẽ tỉ lệ thuận với điện áp và tỉ lệ nghịch với điện trở trong mạch đó.

$$I = \frac{V}{R}$$

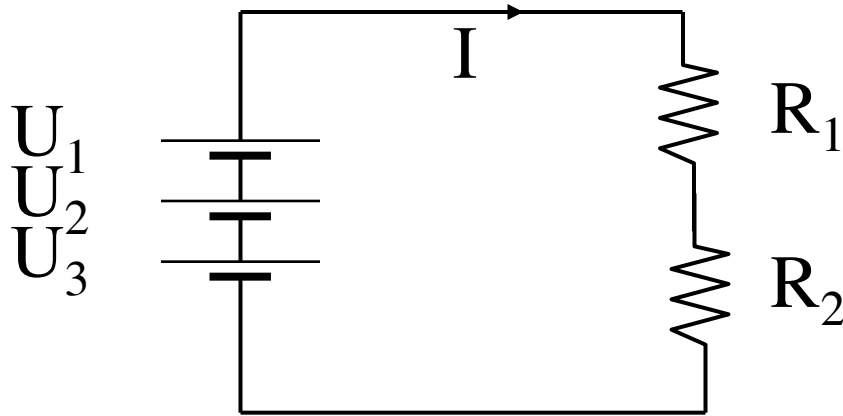
I: cường độ dòng điện (A)

V: điện áp (V)

R: điện trở (Ω)

Định luật ohm trong mạch kín

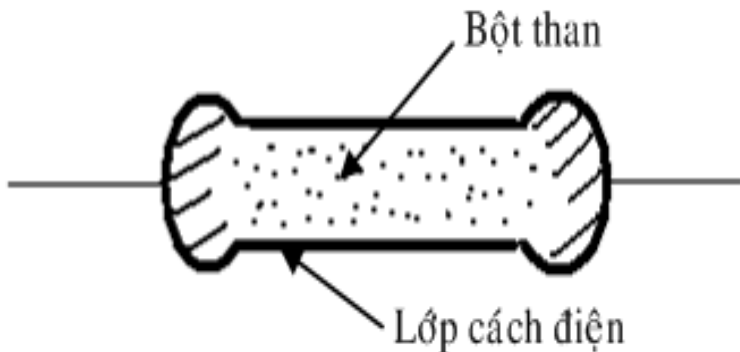
- Định luật Ohm mạch kín : $I = \Sigma U / \Sigma R$
 ΣU : tổng điện thế có trong mạch kín
 ΣR : tổng điện trở có trong mạch kín



$$I = \frac{U_1 + U_2 + U_3}{R_1 + R_2}$$

III. ĐIỆN TRỞ THAN

1. Cấu tạo: Điện trở than được cấu tạo từ hỗn hợp của bột than và các chất khác, tùy theo tỉ lệ pha trộn mà điện trở có trị số lớn hay nhỏ, bên ngoài điện trở được bọc bằng lớp cách điện. Trị số của điện trở được kí hiệu bằng các vòng màu trên thân điện trở theo quy ước của Hoa Kỳ (E.I.A = Electronic Industries Association)





2. Các thông số cần quan tâm khi dùng điện trở

- Giá trị điện trở (Ω , $k\Omega$, $M\Omega$, $G\Omega$)
- Sai số hay dung sai là mức thay đổi tương đối của giá trị thực so với giá trị danh định sản xuất được ghi trên điện trở tính theo %
- Công suất của điện trở : là trị số chỉ công suất tiêu tán tối đa cho phép tính bằng wát (W).
Chọn công suất của điện trở $P_R \geq 2.P$
(P: công suất do dòng điện sinh ra trên điện trở)

3. Bảng quy ước vòng màu điện trở (theo chuẩn E.I.A)

VÒNG MÀU	Vòng A (số thứ nhất)	Vòng B (số thứ hai)	Vòng C (bội số)	Vòng D (sai số)
Đen		0	10^0	(20% với không vòng màu)
Nâu	1	1	10^1	1%
Đỏ	2	2	10^2	2%
Cam	3	3	10^3	
Vàng	4	4	10^4	
lục	5	5	10^5	
lam	6	6	10^6	
Tím	7	7	10^7	
Xám	8	8	10^8	
Trắng	9	9	10^9	
Vàng kim			10^{-1}	5%
Bạc kim			10^{-2}	10%



E-12
E-24

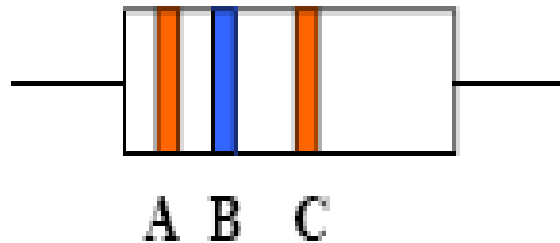
	Đen	Nâu	Đỏ	Cam	Vàng	Xanh lá cây	Xanh da trời	Tím	Xám	Trắng	Nhũ vàng	Nhũ bạc	Không màu
số thứ nhất	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-	-	
số thứ hai	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-	-	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-	-	
số nhân	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	10^{-1}	10^{-2}	
sai số		F = ± 1%	G = ± 2%			D = ± 0,5%	C = ± 0,25%	B = ± 0,1%			I = ± 5%	K = ± 10%	M = ± 20%

E-96



4. Cách đọc giá trị điện trở bằng các vòng màu

a. Điện trở ba vòng màu:



$$R = (AB \times C) \pm 20\%$$

Vòng A: số thứ nhất

Vòng B: số thứ hai

Vòng C: bội số



b. Điện trở bốn vòng màu:

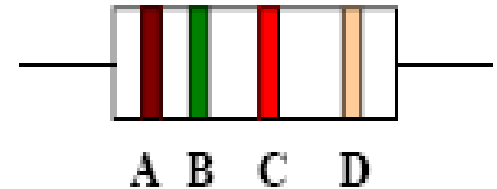
$$R = (AB \times C) \pm D$$

Vòng A: số thứ nhất

Vòng B: số thứ hai

Vòng C: bội số

Vòng D: sai số



c. Điện trở năm vòng màu:

$$R = (ABE \times C) \pm D$$

Vòng A: số thứ nhất

Vòng B: số thứ hai

Vòng C: số thứ ba

Vòng D: bội số

Vòng E: sai số



5. Cách đọc điện trở theo quy định đánh số trực tiếp

Số trực tiếp (Ω) + Chữ cái thứ 1 + Số lẻ + Chữ cái thứ 2



Bội số của Ω

$$R = 10^0 \Omega$$

$$K = 10^3 \Omega$$

$$M = 10^6 \Omega$$



Dung sai

$$M = 20\%$$

$$K = 10\%$$

$$J = 5\%$$

$$H = 2,5\%$$

$$G = 2\%$$

$$F = 1\%$$

Ví dụ : 8K2J \Rightarrow 8,2k Ω 5%

6. Bảng quy ước giá trị điện trở chuẩn

SAI SỐ (%)			
5%	1%	5%	1%
10	10	33	33
	11		36
12	12	39	39
18	13		43
	15	47	47
	16		51
	18	56	56
	20		62
22	22	68	68
	24		75
27	27	82	82
	30		91



7. Công suất của điện trở

Tùy theo kích cỡ của điện trở mà điện trở có công suất lớn hay nhỏ với trị số gần đúng như sau:

Công suất $\frac{1}{4}$ W thì R có chiều dài $\approx 0,7$ cm.

Công suất $\frac{1}{2}$ W thì R có chiều dài ≈ 1 cm.

Công suất 1 W thì R có chiều dài $\approx 1,2$ cm.

Công suất 2 W thì R có chiều dài $\approx 1,6$ cm.

Công suất 4 W thì R có chiều dài $\approx 2,4$ cm.

Những điện trở có công suất lớn hơn thường là điện trở dây quấn.



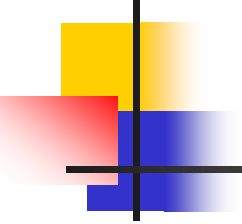
V. CÁC LOẠI ĐIỆN TRỞ

I. Phân loại điện trở theo cấu tạo:

■ Điện trở than nén là loại điện trở dùng bột than ép lại dạng thanh, bên ngoài được bảo vệ bằng lớp vỏ giấy phủ gốm hay lớp sơn. Trị số điện trở từ $10\Omega - 22M\Omega$.

Công suất từ $1/4 W - 1W$.

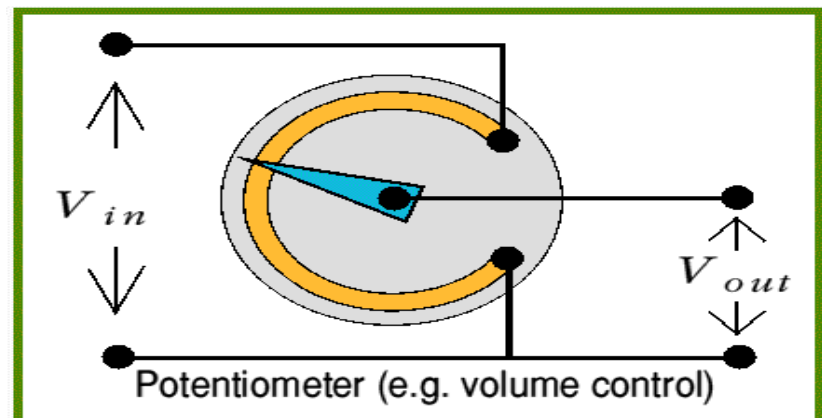
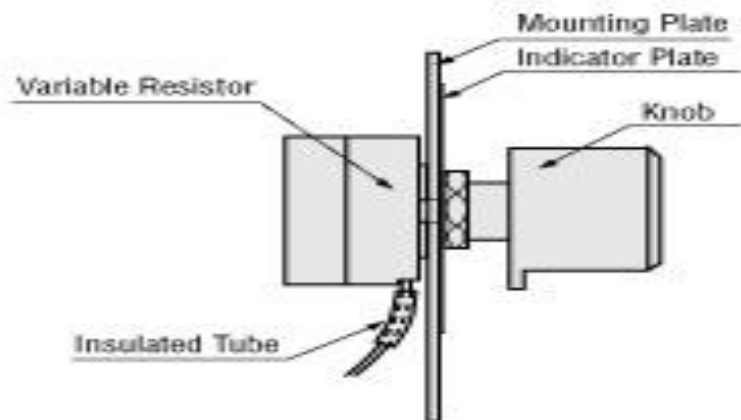
■ Điện trở màng kim loại được sản xuất từ quá trình kết lắng màng Nicken- Crom, có **trị số ổn định** hơn điện trở than nên **giá thành cao**. Công suất của điện trở này thường là $1/2 W$.

- 
-
- Điện trở oxit kim loại được sản xuất từ oxit - thiếc nên chịu được nhiệt độ cao và độ ẩm cao, công suất thường là $\frac{1}{2}$ W
 - Điện trở dây quấn dùng các loại hợp kim Ni-Cr để chế tạo các loại điện trở cần trị số nhỏ hay cần dòng điện chịu đựng cao. Công suất từ 1W- 25W.

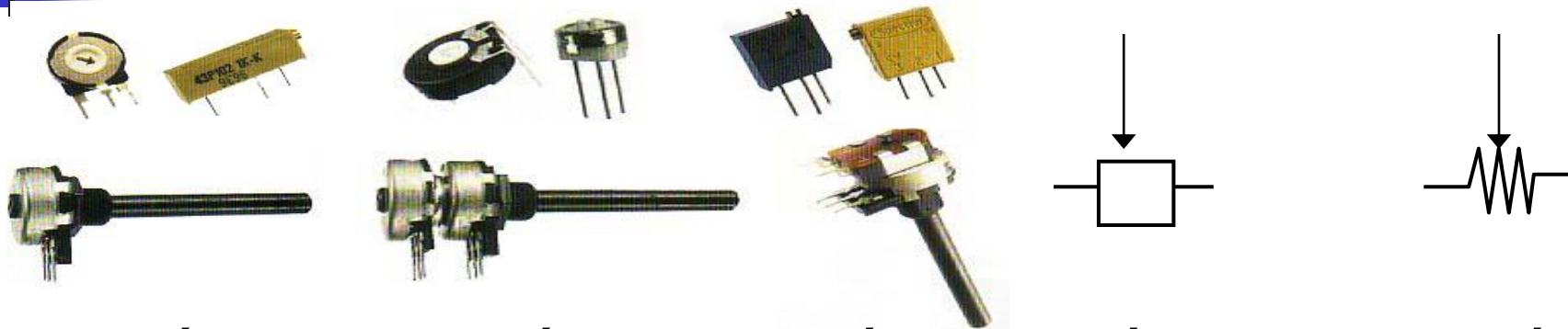
2. Phân loại theo công dụng

a. Biến trở - chiết áp: (*Variable Resistor- VR*)

Cấu tạo gồm một điện trở màng than hay dây quấn có dạng hình cung, có góc xoay là 270° . Có một trục xoay ở giữa nối với một con trượt làm bằng than (cho biến trở dây quấn) hay bằng kim loại cho biến trở than. Con trượt sẽ ép lên mặt điện trở để tạo kiểu nối tiếp xúc, làm thay đổi trị số điện trở khi xoay trục.



KÝ HIỆU, HÌNH DẠNG BIẾN TRỞ



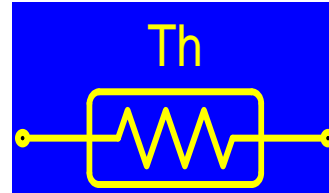
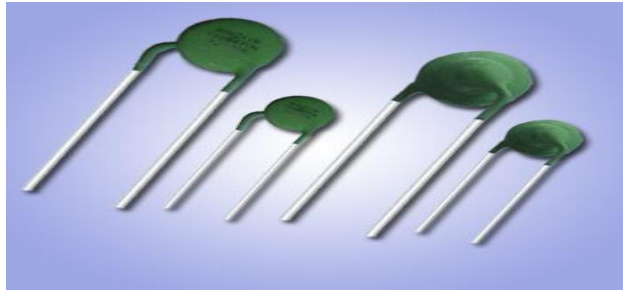
Biến trở dây quấn là loại biến trở tuyến tính, có tỷ số điện trở tỷ lệ với góc xoay.

Biến trở than có loại tuyến tính, có loại trị số thay đổi theo hàm logarit.

Biến trở than có công suất danh định thấp từ $1/4\text{W}$ – $1/2\text{W}$.

Biến trở dây quấn có công suất cao hơn từ 1W – 3W .

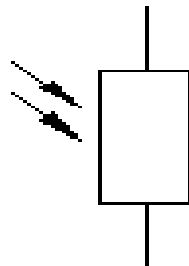
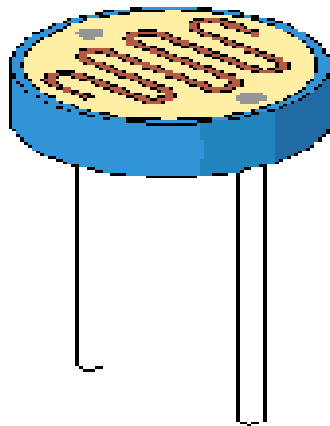
b. Nhiệt trở: (*Thermistor- Th*)



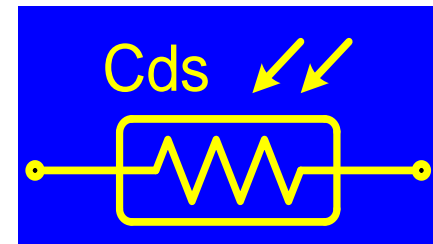
Nhiệt trở có hệ số nhiệt âm - nhiệt trở âm (NTC – Negative Temperature Coefficient) là loại nhiệt trở khi nhận nhiệt độ cao hơn thì trị số điện trở giảm xuống, và ngược lại.

Nhiệt trở có hệ số nhiệt dương - nhiệt trở dương (PTC– Positive Temperature Coefficient) là loại nhiệt trở khi nhận nhiệt độ cao hơn thì trị số điện trở tăng lên, và ngược lại.

c. Quang trở (*Photo Resistor*)

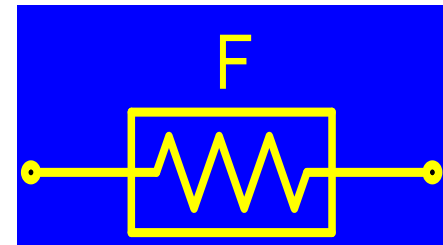


circuit symbol



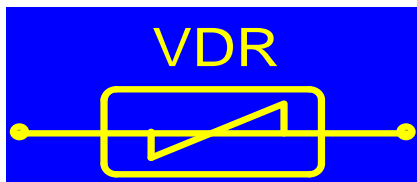
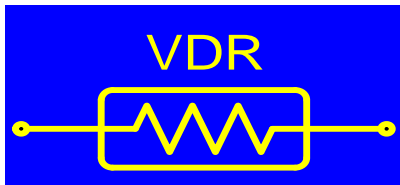
- Quang trở thường được chế tạo từ chất Sunfur - catmium
Khi độ chiếu sáng vào quang trở càng mạnh thì điện trở có trị số càng nhỏ và ngược lại.
- Quang trở thường được dùng trong các mạch tự động ĐK bằng ánh sáng, báo động...

d. Điện trở cầu chì (*Fusistor*)



- Điện trở cầu chì có tác dụng bảo vệ quá tải như các cầu chì của hệ thống điện nhà, bảo vệ cho mạch nguồn hay các mạch có dòng tải lớn như các transistor công suất.
- Điện trở cầu chì thường có trị số rất nhỏ, khoảng vài Ω .

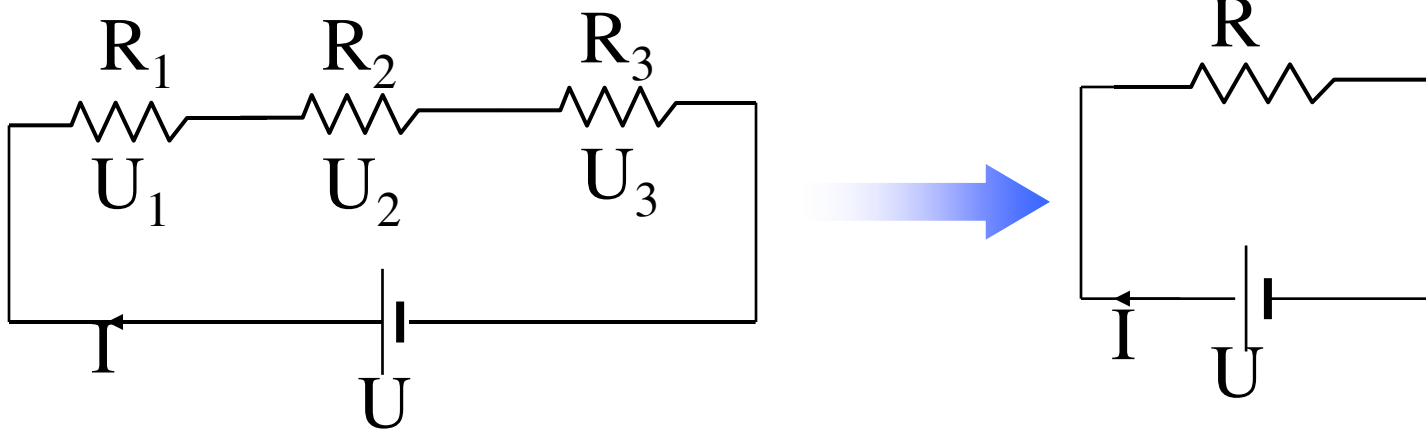
e. Điện trở tùy áp: (*Voltage Dependent Resistor - VDR*)



- Là loại điện trở có trị số thay đổi theo trị số điện áp đặt vào hai đầu. Khi điện áp đặt vào hai đầu của điện trở dưới mức quy định thì VDR có trị số điện trở rất lớn, coi như hở mạch. Khi điện áp giữa hai đầu tăng cao quá mức quy định thì VDR có trị số giảm xuống rất thấp, coi như ngắn mạch.

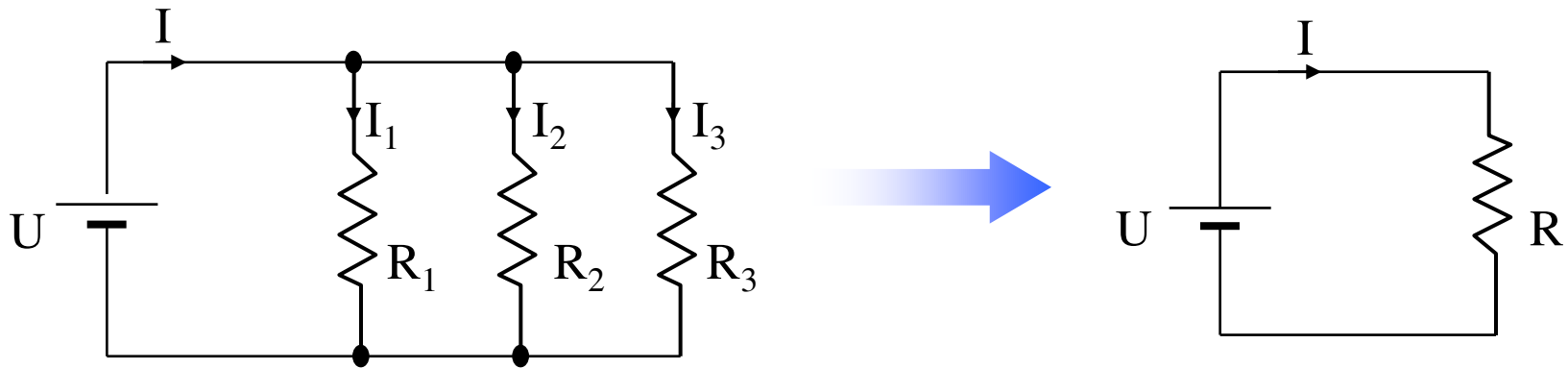
VI. CÁC KIỂU GHÉP ĐIỆN TRỞ

1. Điện trở ghép nối tiếp



$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

2. Điện trở ghép song song



$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$



VII. CÁC ỨNG DỤNG CỦA ĐIỆN TRỞ

- Trong sinh hoạt, điện trở được dùng để chế tạo các loại dụng cụ điện như: bàn ủi, bếp điện, bóng đèn sợi đốt...
- Trong công nghiệp, điện trở được dùng chế tạo các thiết bị sấy, sưởi, giới hạn dòng điện khi khởi động động cơ...
- Trong lĩnh vực điện tử, điện trở dùng để giới hạn dòng điện hay giảm áp.



CHƯƠNG 3: TỤ ĐIỆN – CUỘN CẢM BIẾN THỂ

MỤC TIÊU THỰC HIỆN:

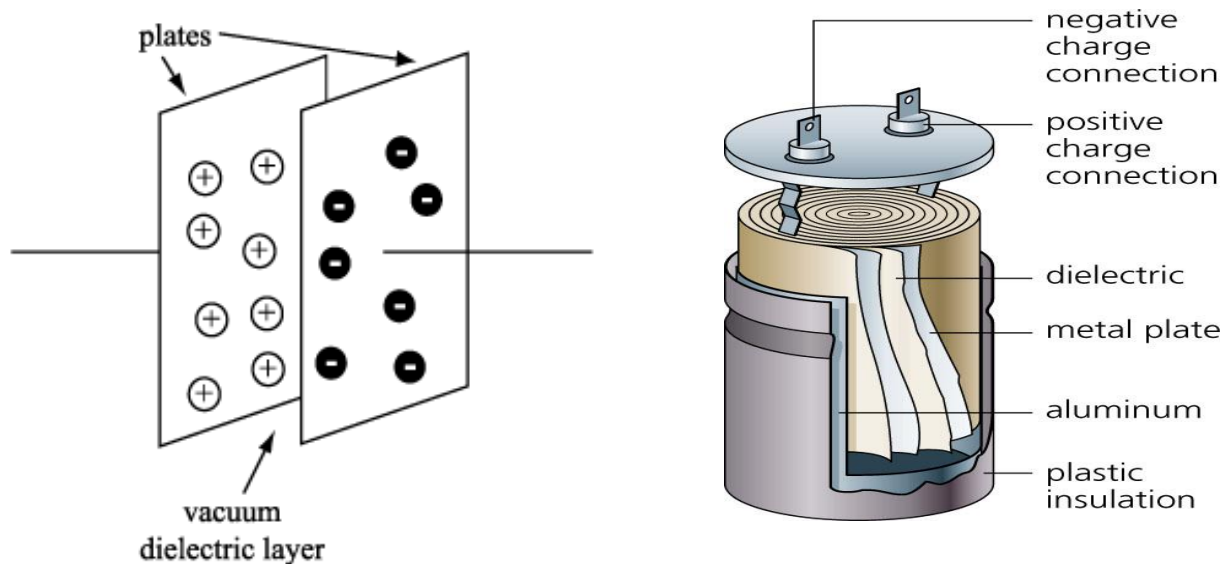
Học xong bài này học viên có khả năng:

- Nắm được bản chất vật lý hoạt động của các linh kiện tụ điện, cuộn cảm, biến thể.
- Tính toán và ứng dụng tụ điện, cuộn cảm, biến thể vào trong các mạch điện – điện tử và vào trong thực tế.

PHẦN I. TỤ ĐIỆN

I. Cấu tạo của tụ điện:

Tụ điện gồm có hai bản cực bằng kim loại đặt song song và ở giữa là một lớp cách điện (gọi là chất điện môi).



II. ĐẶC TÍNH CỦA TỤ ĐIỆN ĐỐI VỚI NGUỒN DC

1. Điện dung (C) : chỉ khả năng chứa điện của tụ.
Điện dung của tụ tùy thuộc vào cấu tạo và được tính bằng công thức :

$$C = \varepsilon \times \frac{S}{d}$$

ε : hằng số điện môi

S : diện tích bản cực (m²)

d : bề dày lớp điện môi (m)

Không khí khô	Parafin	Ebonit	Giấy tẩm dầu	Gốm	Mica
1	2	2.7-2.9	3.6	5.5	4-5

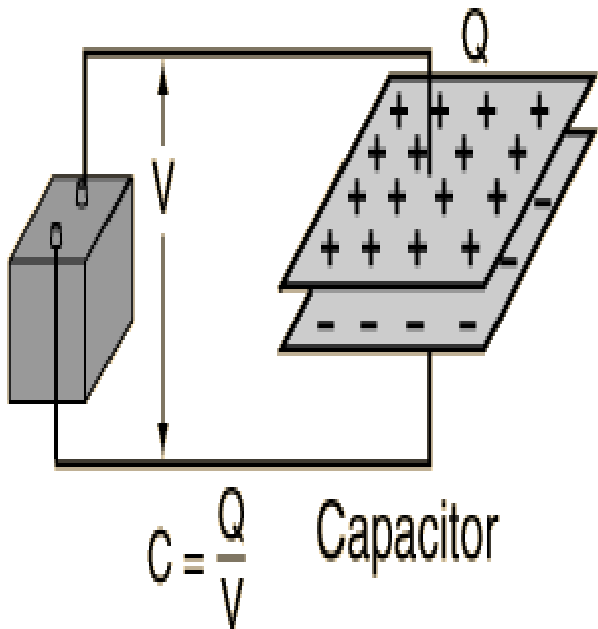
$$1 \mu\text{F} = 10^{-6}\text{F}$$

$$1\text{nF} = 10^{-9}\text{F}$$

$$1\text{pF} = 10^{-12}\text{F}$$

2. Điện tích tụ nạp

Nếu nối nguồn DC vào tụ với thời gian đủ dài thì tụ sẽ nạp đầy. Điện tích tụ nạp được tính theo công thức



$$Q = C \cdot V$$

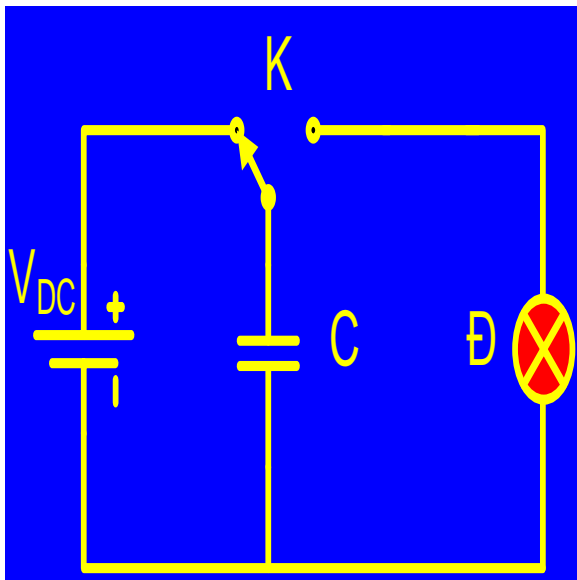
Q: điện tích (C)

C: điện dung (F)

V: điện áp nạp trên tụ ($volt$)

3. Năng lượng tụ nạp và xả

Dòng điện do tụ xả qua bóng đèn trong thời gian đèn sáng chính là năng lượng đã được nạp trong tụ điện và tính theo công thức :



$$W = \frac{1}{2} C.V^2$$

W: điện năng (J)

C: điện dung (F)

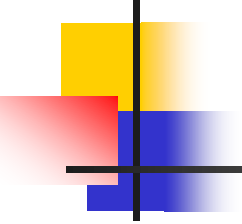
V: điện áp trên tụ (V)



4. Điện áp làm việc

Trên thân tụ, nhà SX cho biết mức điện áp giới hạn của tụ điện gọi là điện áp làm việc (WV: Working voltage).

Điện áp đánh thủng (breakdown) là điện áp tạo ra điện trường đủ mạnh để tạo ra dòng điện trong chất điện môi.



Điện áp đánh thủng tỉ lệ theo bề dày lớp điện môi nên người ta dùng điện trường đánh thủng để so sánh giữa các chất điện môi .

$$E = \frac{V}{d}$$

E: điện trường (kV/cm)

V: điện áp (KV)

d: bề dày điện môi (cm)

	Không khí khô	Parafin	Ebonit	Giấy tẩm dầu	Gốm	Mica
--	---------------	---------	--------	--------------	-----	------

kV/cm	32	200-250	600	100-250	150-200	500
-------	----	---------	-----	---------	---------	-----



5. Thông số kỹ thuật đặc trưng của tụ điện

Khi sử dụng tụ điện phải biết hai thông số chính của tụ là:

- Điện dung C (F)
- Điện áp làm việc WV (V)

Phải chọn điện áp làm việc WV lớn hơn điện áp trên tụ V_C theo công thức:

$$WV \geq 2V_C$$



III. PHÂN LOẠI TỤ ĐIỆN

- Tụ có phân cực tính dương và âm: Tụ hóa và tụ Tan Tan.
- Tụ không phân cực tính, được chia làm nhiều loại (các loại tụ điện còn lại).

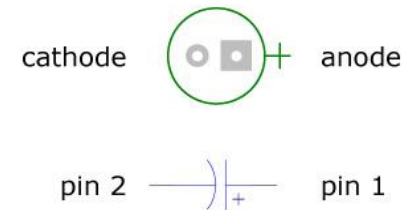


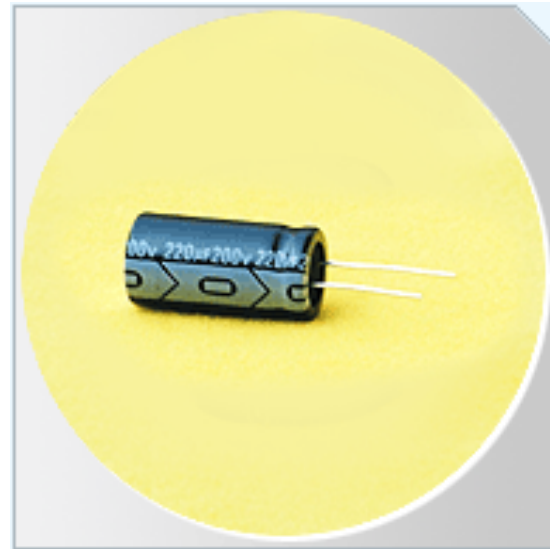
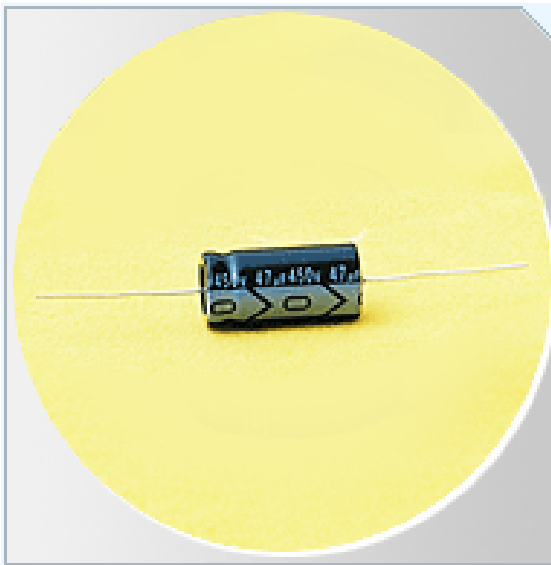
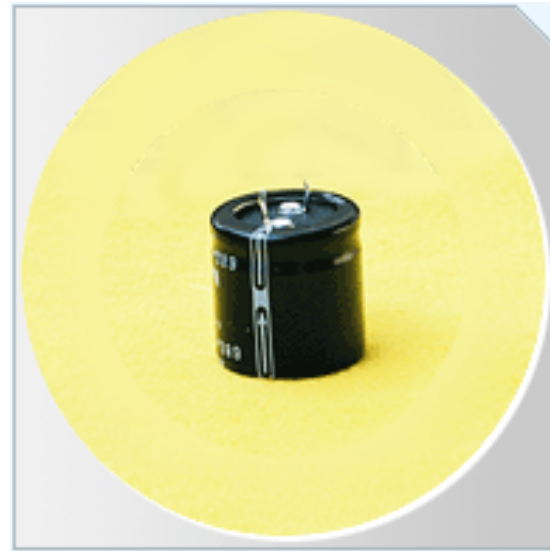
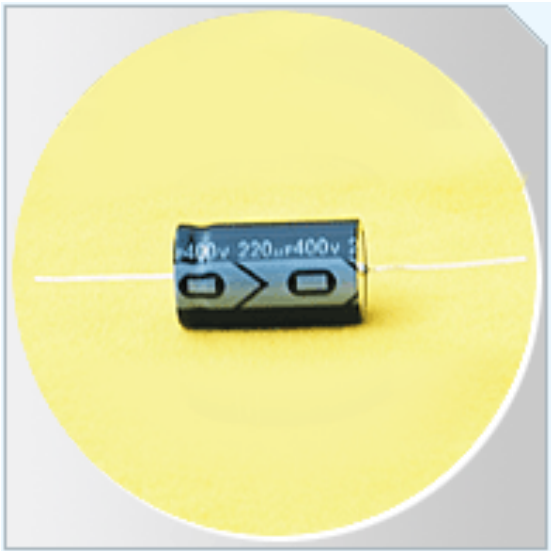
1. Tụ oxit hóa (tụ hóa)

Là loại tụ có phân cực tính âm và dương. Tụ có cấu tạo gồm hai bản cực bằng nhôm tách rời nhờ một màng mỏng chất điện phân.

Khi sử dụng phải lắp đúng cực tính, nếu không lớp điện môi sẽ bị phá hủy và làm hỏng tụ.

HÌNH DẠNG CỦA TỤ HÓA





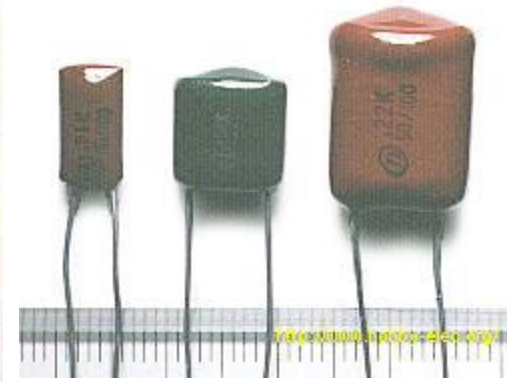
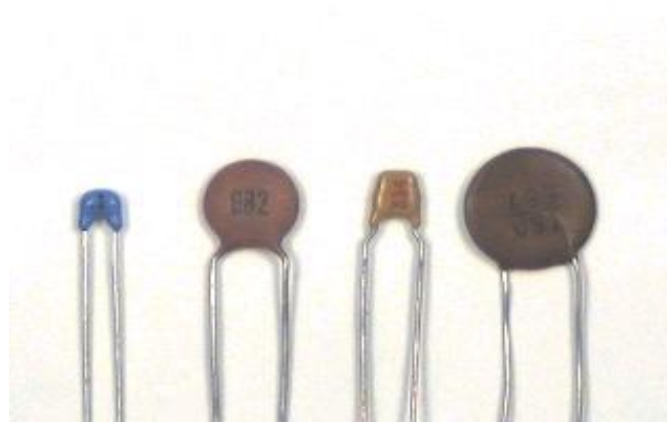


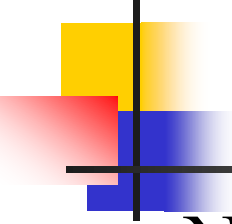
2. Tụ gốm (tụ Ceramic)

Là loại tụ không có cực tính, có trị số điện dung nhỏ (1pF đến 1 μ F) nhưng điện áp làm việc lớn khoảng vài trăm voltage.

Tụ gốm có nhiều hình dạng khác nhau và có nhiều cách ghi trị số điện dung khác nhau.

HÌNH DẠNG CỦA TỤ GÓM





Ngoài ra, trị số điện dung của tụ điện còn được kí hiệu bằng các vạch màu và vòng màu. Cách kí hiệu vòng màu của tụ điện cũng giống như cách quy ước của điện trở.

Vòng A: hệ số nhiệt.

Vòng B: số thứ nhất.

Vòng C: số thứ hai.

Vòng D: bội số.

Vòng E: sai số.

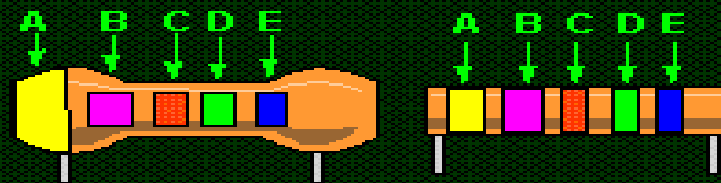
A - TEMPERATURE COEFFICIENT

B - 1ST DIGIT

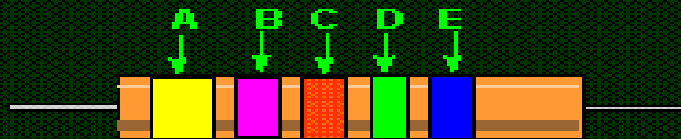
C - 2ND DIGIT

D - MULTIPLIER

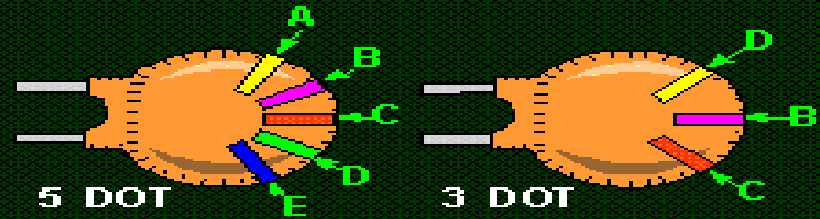
E - TOLERANCE



RADIAL LEAD CERAMICS



AXIAL LEAD CERAMIC



5 DOT CERAMIC DISC CAPACITOR MARKING

3 DOT

COLOR	1ST DIGIT	2ND DIGIT	MULTIPLIER	TOLERANCE		TEMPERATURE COEFFICIENT*
				MORE THAN 10 pf (IN PERCENT)	LESS THAN 10 pf (IN pf)	
BLACK	0	0	1.0	± 20	± 2.0	0
BROWN	1	1	10	± 1		-30
RED	2	2	100	± 2		-80
ORANGE	3	3	1,000			-150
YELLOW	4	4	10,000			-220
GREEN	5	5		± 5	± 0.5	-330
BLUE	6	6				-470
VIOLET	7	7				-750
GRAY	8	8	.01		± 0.25	+30
WHITE	9	9	.1	± 10	± 1.0	+120 TO -750 (EIA) +500 TO -330 (JAN)
SILVER						+100 (JAN)
GOLD						BYPASS OR COUPLING

*PARTS PER MILLION PER DEGREE CENTIGRADE.



3. Tụ giấy

Là loại tụ không có cực tính. Tụ có cấu tạo gồm hai bản cực bằng kim loại dạng băng dài, ở giữa là lớp điện môi bằng giấy tẩm dầu và được cuộn lại dạng ống. Tụ giấy có điện áp đánh thủng lớn lên đến vài trăm voltage.

CẤU TẠO VÀ HÌNH DẠNG TỤ GIẤY

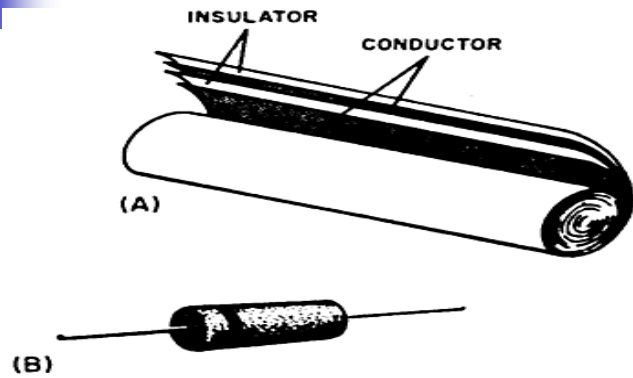
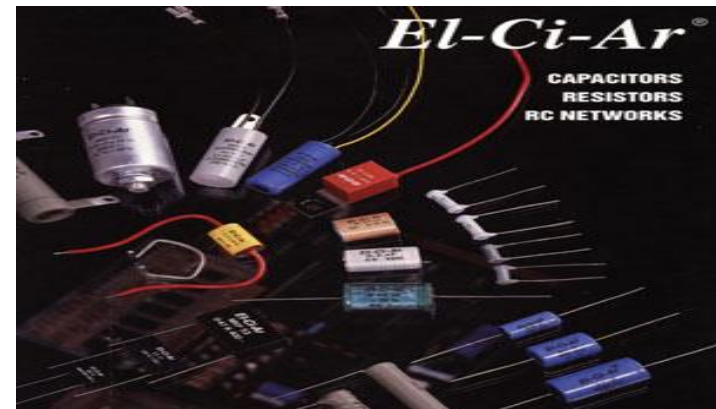


FIGURE 7-12. Paper Capacitor.





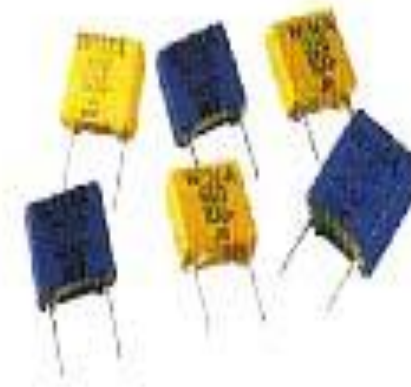
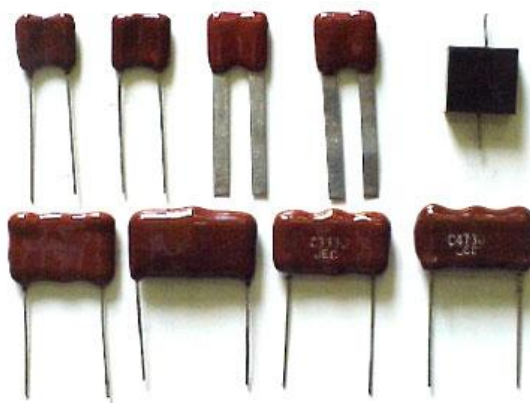
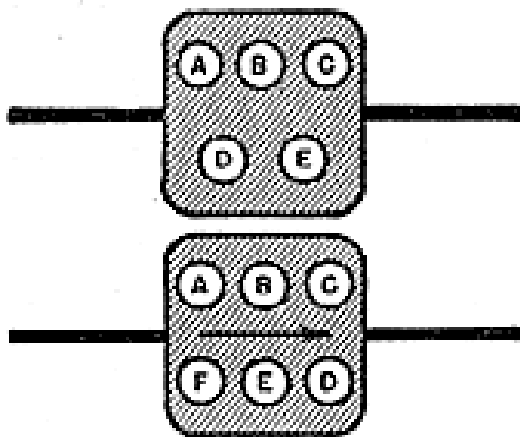
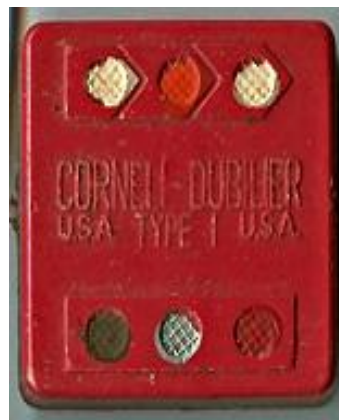
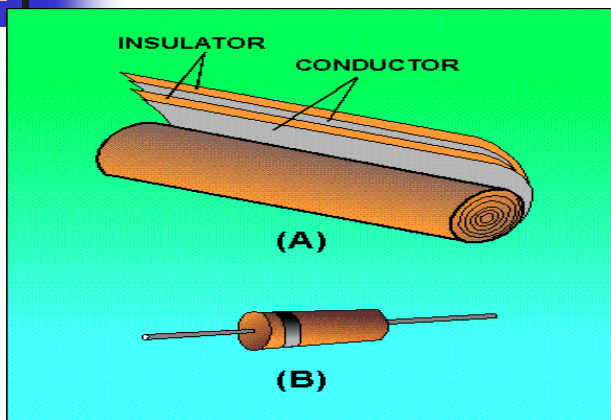
4. Tụ mica

Là loại tụ không có cực tính, có điện dung nhỏ (khoảng vài pF đến vài trăm nF) nhưng điện áp làm việc rất cao, lên đến trên 1000 V.

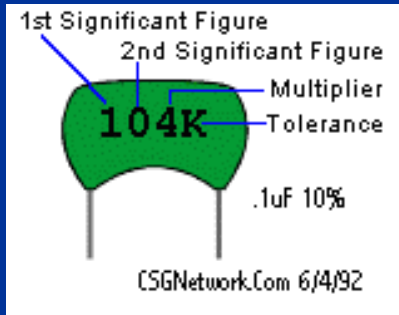
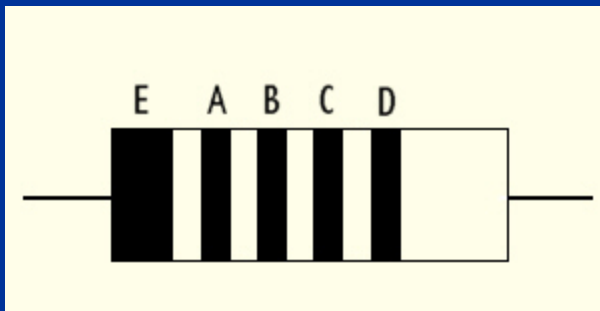
Tụ này đắt tiền hơn tụ gốm vì sai số nhỏ, đáp tuyến cao tần tốt, độ bền cao.

Trị số điện dung của tụ được ký hiệu bằng các chấm màu trên thân, cách đọc giống như đọc trị số điện trở.

CẤU TẠO - HÌNH DẠNG TỤ MICA



BẢNG MÃ QUY ƯỚC VẠCH MÀU CHO TỤ MI CA

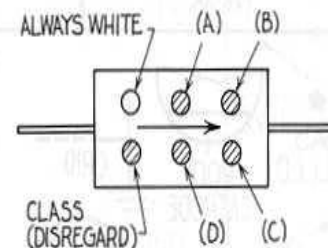


E.I.A. COLOR CODE FOR CAPACITORS (MMF)

Basic Reference Chart

COLOR	1ST FIGURE (A)	2ND FIGURE (B)	MULTIPLIER (C)	TOLERANCE (D)
Black	0	0	1	20%
Brown	1	1	10	1%
Red	2	2	100	2%
Orange	3	3	1000	2½% or 3%
Yellow	4	4	10000	
Green	5	5		5%
Blue	6	6		
Violet	7	7		
Gray	8	8		
White	9	9		10%
Gold			0.1	
Silver			0.01	10%

Molded Mica Capacitors



First dot is always white. This indicates a molded mica capacitor. Direction for reading indicated by arrow or equivalent marking.



5. Tụ tan tan :

Là loại tụ có cực tính, có kích thước rất nhỏ nhưng điện dung lớn, điện áp làm việc thấp chỉ vài chục voltage.

HÌNH DẠNG CỦA TỤ TAN TAN

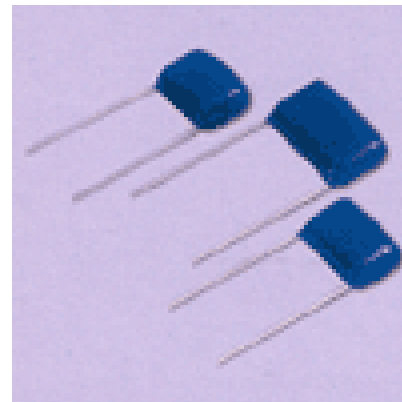
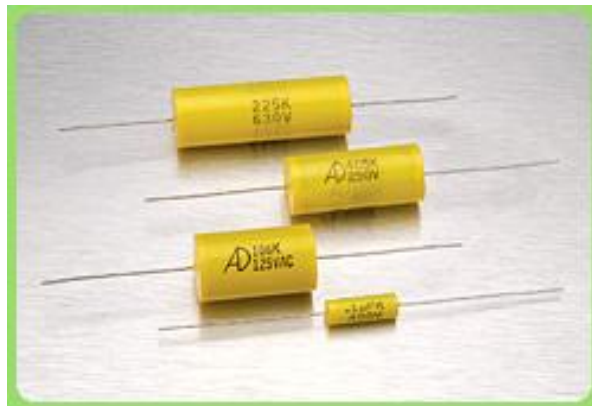
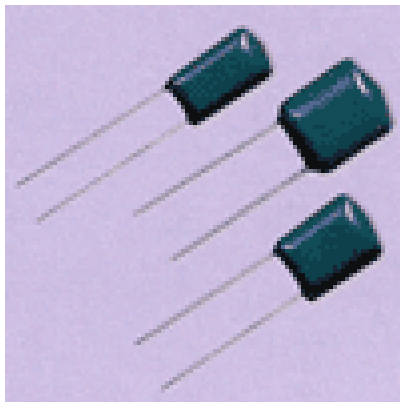




6. Tụ màng mỏng

Là loại tụ không có cực tính. Chất điện môi là màng polyester (PE) hoặc polyetylen (PS). Tụ có điện dung vài trăm pF đến vài chục μF , nhưng điện áp làm việc cao hàng ngàn volt

HÌNH DẠNG TỤ MÀNG MỎNG PE (PE FILM CAPACITOR)



HÌNH DẠNG TỤ MÀNG MỎNG PS (PS FILM CAPACITOR)



7. Tụ có giá trị điện dung thay đổi:

- Điện dung thay đổi nhờ xoay trục vít để điều chỉnh phần diện tích trùng nhau giữa các phiến kim loại.
- Phần trùng nhau càng nhiều thì giá trị tụ càng tăng.

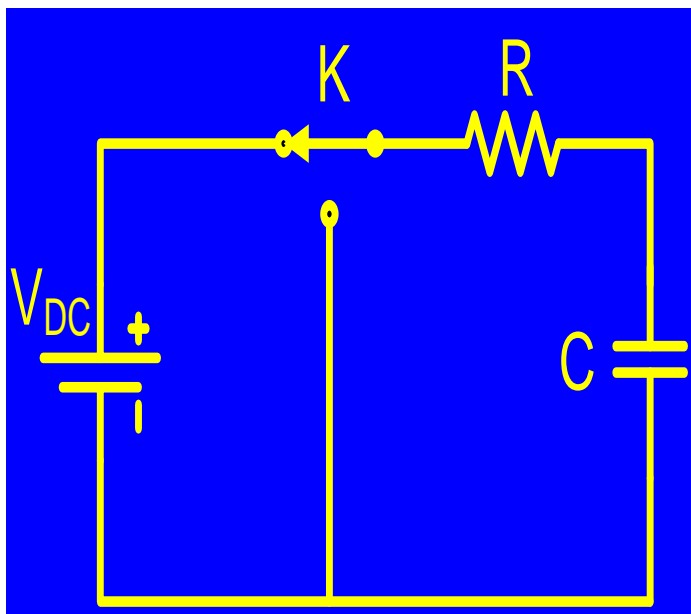


IV. ĐẶC TÍNH NẠP – XẢ CỦA TỤ ĐIỆN

1. Tụ nạp điện

Khi mắc tụ với một nguồn điện, tụ sẽ nạp điện, bắt đầu từ 0V tăng dần V_{DC} theo hàm mũ e với thời gian t.

Điện áp tức thời trên hai đầu tụ:



$$v_c(t) = V_{DC} (1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$$

t: thời gian tụ nạp (s)

$$e = 2,71828$$

$\tau = R \times C$: hằng số thời gian tụ nạp (s)

Khi tụ nạp thì dòng điện giảm dần từ trị số cực đại ban đầu là $I = \frac{V_{DC}}{R}$ xuống trị số cuối cùng là 0A.

$$i_C(t) = \frac{V_{DC}}{R} \times e^{-\frac{t}{\tau}}$$

t: thời gian tụ nạp (s)

$e = 2,71828$

$\tau = R \times C$: hằng số thời gian tụ nạp (s)



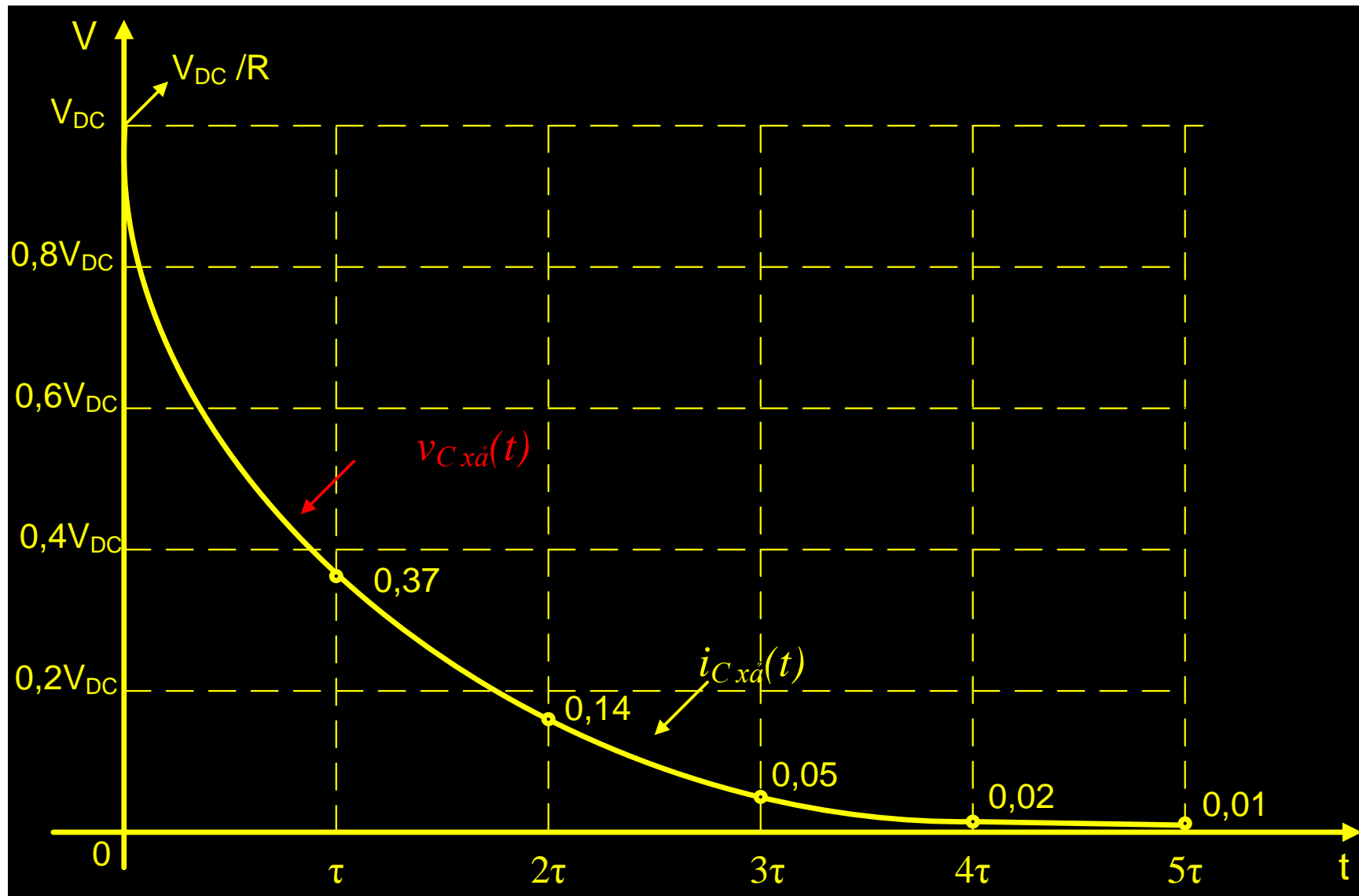
2. Tụ xả điện

- Chuyển khóa K qua vị trí 2, khi đó tụ xả điện qua điện trở R. Lúc này điện áp trên tụ sẽ giảm dần từ trị số V_{DC} xuống đến 0V theo hàm số mũ với thời gian t.
- Điện áp xả trên hai đầu tụ được tính theo công thức:

$$v_C = V_{DC} \times e^{\frac{-t}{\tau}}$$

- Dòng điện xả cũng giảm dần từ trị số cực đại ban đầu là $I = \frac{V_{DC}}{R}$ xuống trị số cuối cùng là 0A.

$$i_C(t) = \frac{V_{DC}}{R} \times e^{\frac{-t}{\tau}}$$



V. CÁC KIỂU GHÉP TỤ

1. Ghép nối tiếp

- Khi ghép nối tiếp 2 tụ điện lại với nhau

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

2. Ghép song song

- Khi ghép song song hai tụ với nhau

$$C = C_1 + C_2$$

VI. CÁC ỨNG DỤNG CỦA TỤ ĐIỆN

1. Tụ dẫn điện ở tần số cao
2. Tụ nạp xả điện trong mạch lọc



PHẦN II: CUỘN DÂY (CUỘN CẢM)

1. Cấu tạo

Cuộn cảm có cấu tạo gồm một dây dẫn điện có bọc Sơn cách điện (emay, hay còn gọi là dây điện từ) quấn nhiều vòng liên tiếp nhau trên một lõi.

Lõi của cuộn dây có thể là một ống rỗng (lõi không khí), sắt bụi hay sắt lá. Tùy loại lõi khác nhau mà cuộn cảm có kí hiệu khác nhau.

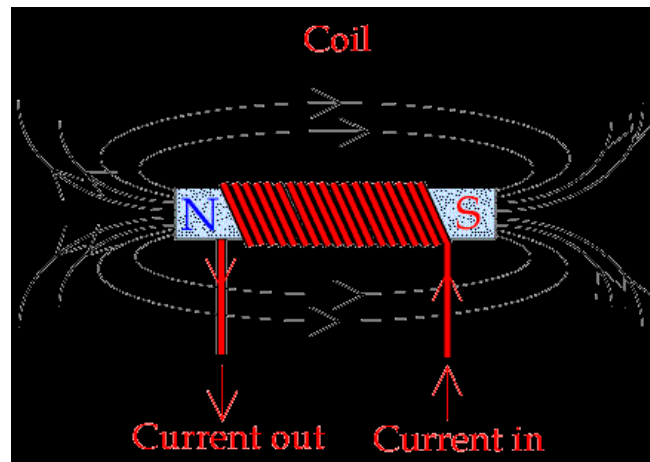
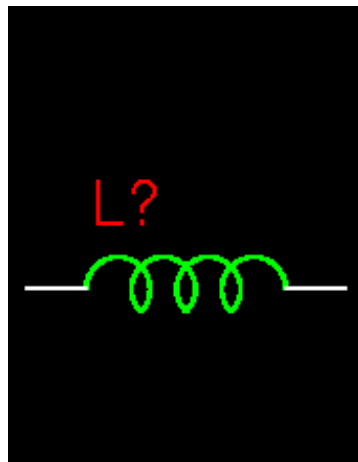
KÍ HIỆU, CẤU TẠO VÀ HÌNH DẠNG CUỘN CẢM



Thường dùng trong mạch tần số thấp

Thường dùng trong mạch dao động, lọc, cộng hưởng

Thường dùng trong mạch cộng hưởng



2. Các tham số của cuộn dây

Hệ số tự cảm (điện cảm) L : đặc trưng cho khả năng tích trữ năng lượng từ trường của cuộn dây.

Hệ số tự cảm phụ thuộc vào số vòng dây n , tiết diện S , chiều dài l và vật liệu làm lõi

Cuộn dây không có lõi:
$$L = 4\pi \frac{n^2}{l} \times S \times 10^{-7}$$

Cuộn dây có lõi:
$$L = \mu_r \times 4\pi \frac{n^2}{l} \times S \times 10^{-7}$$

L : hệ số tự cảm (H)

l : chiều dài lõi (m).

S : tiết diện lõi (m^2)

n : số vòng dây.

μ_r : hệ số từ thẩm tương đối của vật liệu đối với chân không.

- Khi cho dòng điện I chạy qua cuộn dây có n vòng dây sẽ tạo ra từ thông Φ . Quan hệ giữa L với dòng điện I và từ thông Φ là:

$$L = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta I} \quad L: \text{hệ số tự cảm (Henry)}$$

- Nếu giá trị dòng điện chạy trong cuộn dây thay đổi, từ trường phát sinh từ cuộn dây cũng thay đổi gây ra 1 sức điện động cảm ứng e trên cuộn dây và có xu thế đối lập lại dòng điện ban đầu

$$e = -n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Suy ra:
$$\frac{e}{L} = \frac{-n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}{n \frac{\Delta\Phi}{\Delta I}} = -\frac{\Delta I}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad e = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$



3. Năng lượng nạp vào cuộn dây

Khi cho dòng điện chạy qua cuộn dây sẽ tạo ra năng lượng trữ dưới dạng từ trường. Năng lượng trữ được tính theo công thức:

$$W = \frac{1}{2} LI^2$$

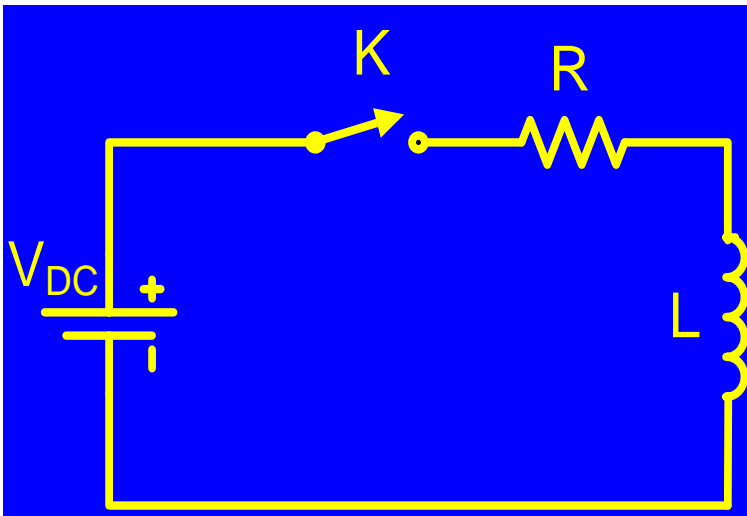
W : năng lượng (J).

L : hệ số tự cảm (H).

I : cường độ dòng điện (A).

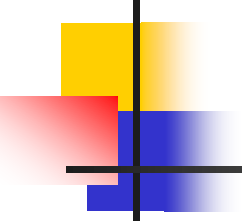
4. Đặc tính nạp xả của cuộn dây:

Khi đóng khóa K thì cuộn dây chống lại dòng điện do nguồn cung cấp V_{DC} bằng cách tạo ra điện áp cảm ứng bằng với điện áp nguồn V_{DC} nhưng ngược dấu nên dòng điện bằng 0A. Sau đó dòng điện qua cuộn dây tăng lên theo hàm số mũ:



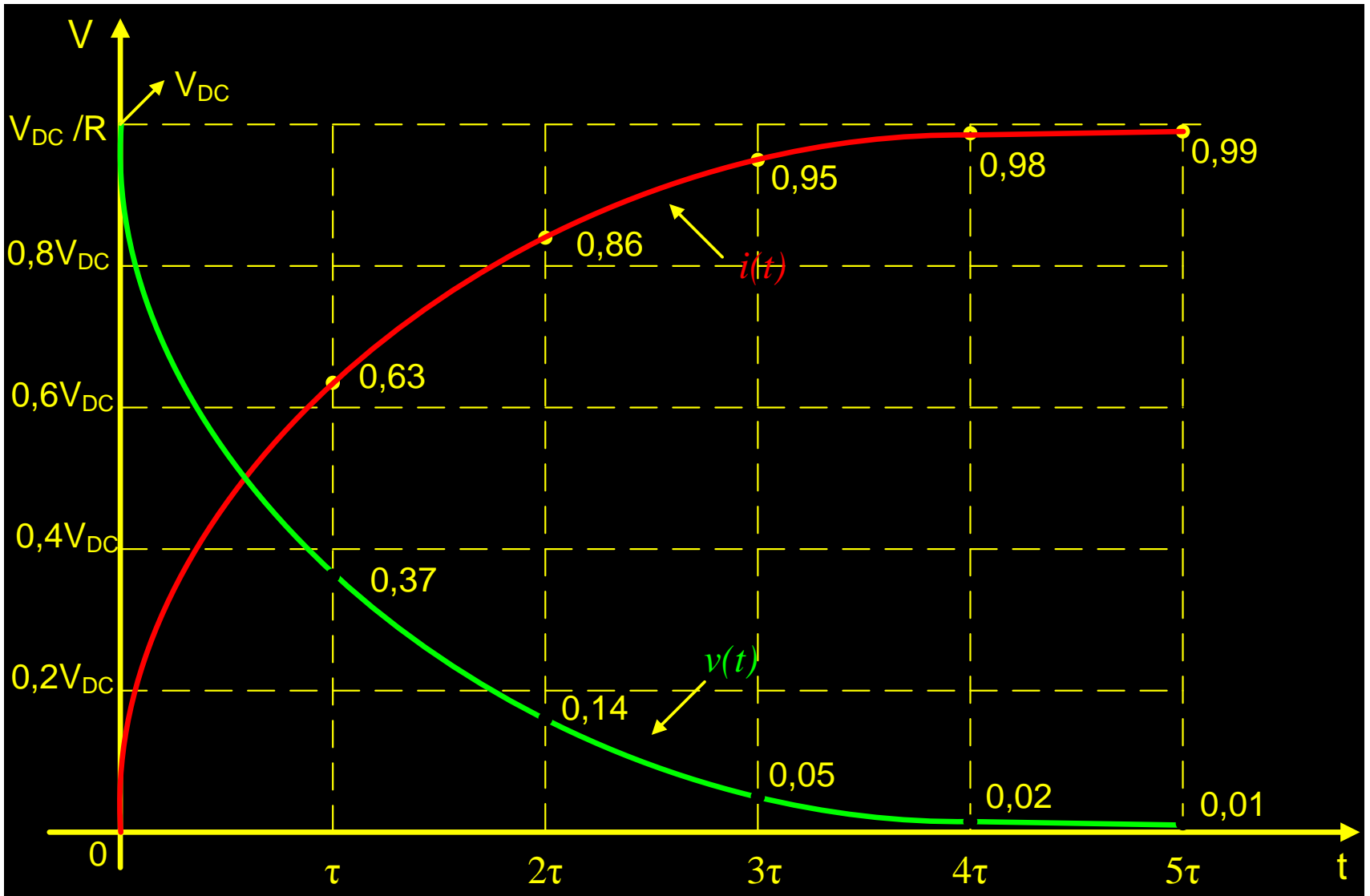
$$i(t) = \frac{V_{DC}}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$\tau = \frac{L}{R} \quad \text{hằng số thời gian nạp điện của cuộn dây (s)}$$



Ngược lại với dòng điện, điện áp trên cuộn dây lúc đầu bằng với điện áp nguồn V_{DC} , sau đó điện áp giảm dần theo hàm số mũ e với thời gian, và được tính theo công thức:

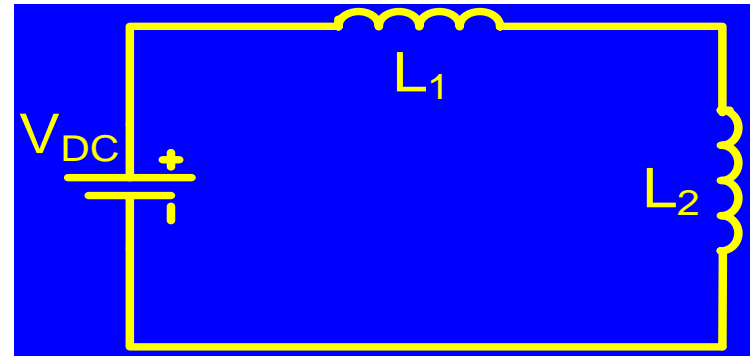
$$v(t) = V_{DC} \times e^{-\frac{t}{\tau}}$$



5. CÁC CÁCH GHÉP CUÔN DÂY

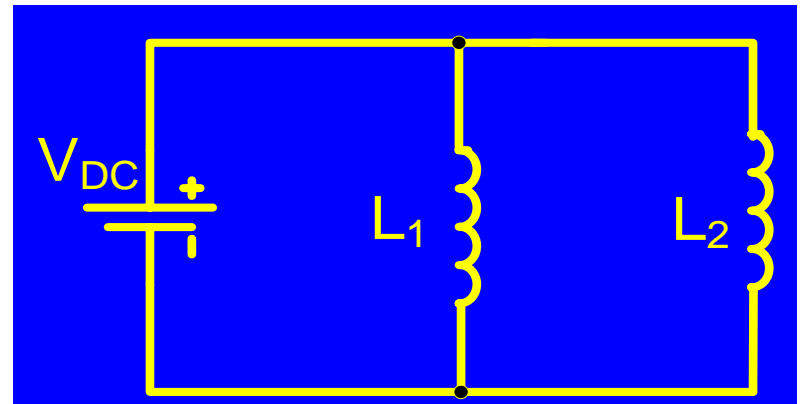
1. Ghép nối tiếp:

$$\mathbf{L = L_1 + L_2}$$



2. Ghép song song:

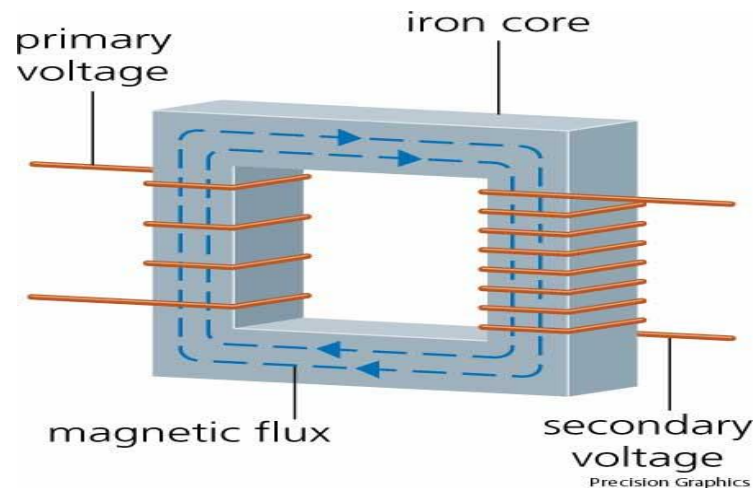
$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$



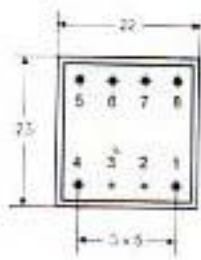
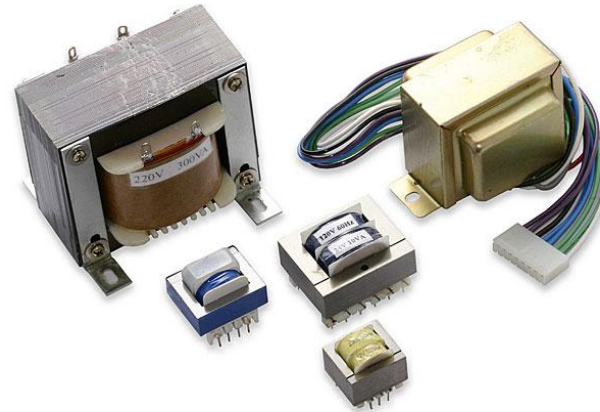
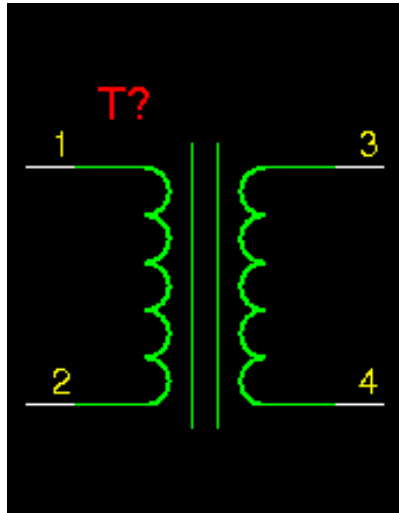
PHẦN III: BỘ BIẾN ÁP

1. Cấu tạo:

Máy biến áp có cấu tạo gồm hai hay nhiều cuộn dây (được tráng sơn cách điện quấn chung trên một lõi (mạch từ))

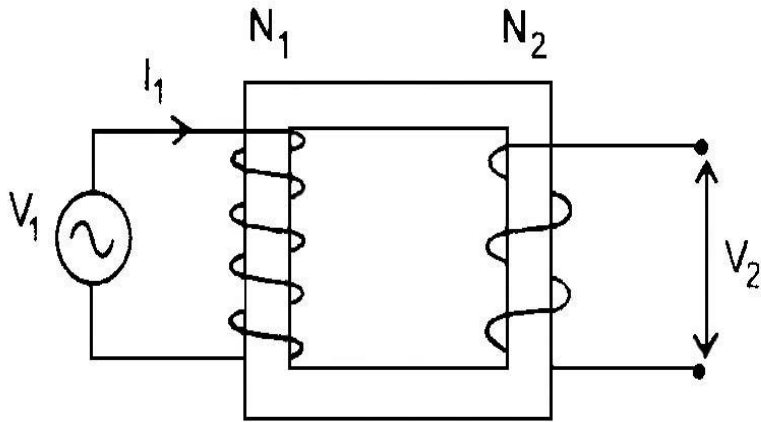


KÍ HIỆU, CẤU TẠO VÀ HÌNH DẠNG CỦA MÁY BIẾN ÁP



2. Nguyên lý hoạt động:

Khi cho dòng xoay chiều có điện áp V_1 , cường độ I_1 vào Cuộn sơ cấp N_1 từ trường biến thiên sẽ chạy trong mạch từ. Từ thông qua cuộn thứ cấp N_2 thay đổi, cảm ứng cho ra dòng điện xoay chiều có điện áp V_2 .



$$V_1 = e_1 = -N_1 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$V_2 = e_2 = -N_2 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

N_1 là số vòng dây quấn cuộn sơ cấp.

N_2 là số vòng dây quấn cuộn thứ cấp.

3. Các tỉ lệ của biến áp

a. Tỉ lệ về điện áp:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

b. Tỉ lệ về dòng điện

$$N_1 \cdot I_1 = N_2 \cdot I_2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

c. Tỉ lệ về tổng trở

$$\Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

VII. MỘT SỐ ỨNG DỤNG CỦA CUỘN DÂY

1. Micro điện động:

Là linh kiện điện tử dùng để biến đổi chấn động âm thanh thành dòng điện xoay chiều (hay còn gọi là tín hiệu xoay chiều).

2. Loa điện động:

Là linh kiện điện tử dùng biến đổi dòng điện xoay chiều thành chấn động âm thanh.

CHƯƠNG IV: CHẤT BÁN DẪN ĐIỆN

DIODE BÁN DẪN



MỤC TIÊU THỰC HIỆN:

Học xong bài này học viên có khả năng:

- Hiểu được cấu trúc vật lý của các chất bán dẫn.
- Nắm vững bản chất vật lý sự hình thành và đặc trưng của tiếp giáp p-n – phần tử cơ bản của các linh kiện bán dẫn.
- Biết sử dụng các loại diode trong các mạch điện tử chức năng.



I. CHẤT BÁN DẪN ĐIỆN

1. Đặc tính của chất bán dẫn

a. Điện trở suất

Hai chất bán dẫn thông dụng là Silicium và Germanium có điện trở suất là:

$$\rho_{\text{Si}} = 10^{14} \Omega\text{mm}^2/\text{m}$$

$$\rho_{\text{Ge}} = 8,9 \cdot 10^{12} \Omega\text{mm}^2/\text{m}$$

b. Ảnh hưởng của nhiệt độ

Điện trở của chất bán dẫn thay đổi rất lớn theo nhiệt độ, khi nhiệt độ tăng cao thì điện trở của chất bán dẫn giảm xuống.



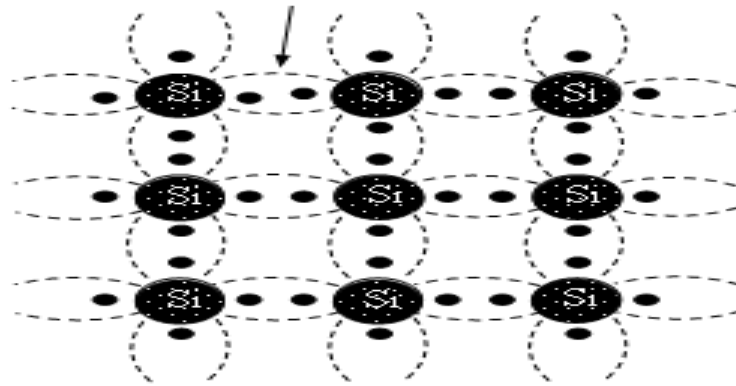
c. Ảnh hưởng của ánh sáng

Chất bán dẫn có trị số điện trở rất lớn khi bị che tối, khi có ánh sáng chiếu vào thì điện trở giảm xuống.

d. Ảnh hưởng của độ tinh khiết

Một khối chất bán dẫn tinh khiết có điện trở rất lớn, nhưng nếu pha thêm vào một tỉ lệ rất thấp các chất thích hợp thì điện trở của chất bán dẫn giảm xuống rõ rệt. Tỉ lệ pha càng cao thì điện trở giảm càng nhỏ.

2. Chất bán dẫn thuần

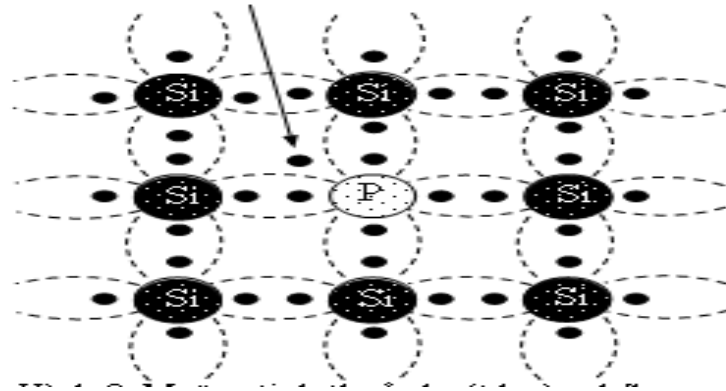


Tinh thể silicon là một bán dẫn thuần nếu như mọi nguyên tử trong tinh thể đều là nguyên tử Silicon.

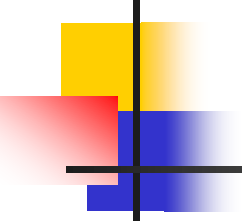
Trong chất bán dẫn thuần, năng lượng nhiệt tạo ra một cặp điện tử tự do và lỗ trống bằng nhau.

Điện tử tự do và lỗ trống thường được gọi là hạt tải điện.

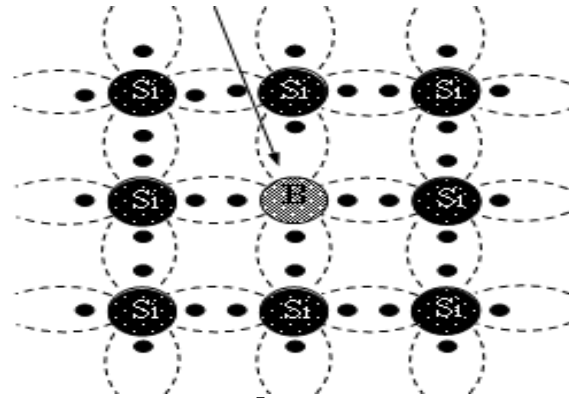
3. Chất bán dẫn loại N (Negative)



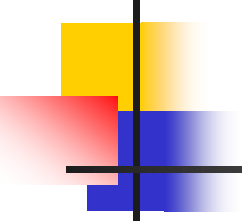
- Khi pha thêm vào chất bán dẫn nguyên chất một lượng rất ít tạp chất nguyên tố nhóm 5 chẳng hạn pha arsenic (As) vào Ge, phosphorus (P) vào Si thì trong số 5 điện tử của vỏ ngoài cùng của nguyên tử tạp chất P thì có 4 điện tử tham gia liên kết hóa trị với các nguyên tử lân cận. Điện tử thứ 5 liên kết yếu hơn với hạt nhân và các nguyên tử xung quanh, chỉ một năng lượng nhỏ cũng giúp điện tử này thoát khỏi ràng buộc và trở thành electron tự do, nguyên tử tạp chất trở thành ion dương.

- 
-
- Như vậy tạp chất nhóm V cung cấp điện tử cho chất bán dẫn nguyên chất nên gọi là tạp chất cho (donor).
 - Vì điện tử là hạt dẫn đa số, lỗ trống là hạt dẫn thiếu số nên chất bán dẫn loại này gọi là bán dẫn điện tử - loại n

4. Chất bán dẫn loại P (Positive)



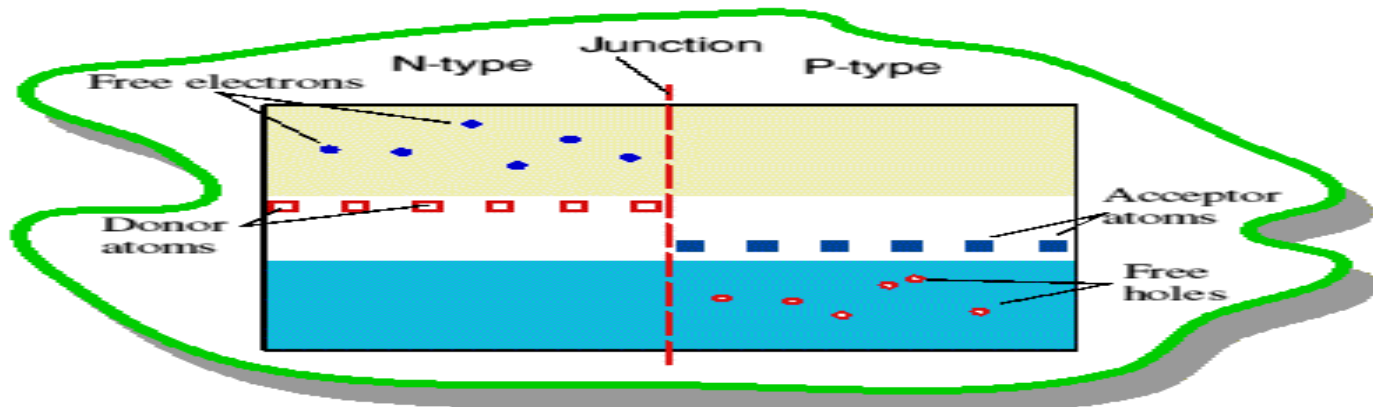
- Nếu pha thêm vào chất bán dẫn nguyên chất 1 lượng rất ít tạp chất nguyên tố nhóm III [Indium (In) vào Ge, boron (B) vào Si], do lớp vỏ ngoài cùng của nguyên tử tạp chất chỉ có 3 điện tử, khi tham gia vào mạng tinh thể chỉ có 3 mối liên kết hoàn chỉnh còn liên kết thứ 4 bị hở. Chỉ cần một năng lượng nhỏ, một trong những điện tử của mối liên kết hoàn chỉnh bên cạnh sẽ đến thế vào liên kết bộ hở này. Nguyên tử tạp chất trở thành ion âm tức là xuất hiện 1 lỗ trống.

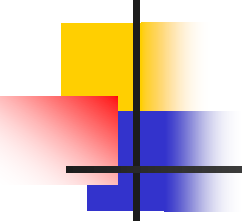
- 
-
- Như vậy tạp chất nhóm III nhận điện tử từ chất cơ bản để sản sinh các lỗ trống, nên được gọi là tạp chất nhận (acceptor)
 - Vì lỗ trống là hạt dẫn đa số, điện tử là hạt dẫn thiểu số nên chất bán dẫn loại này gọi là bán dẫn lỗ trống – loại p

II. DIODE BÁN DẪN

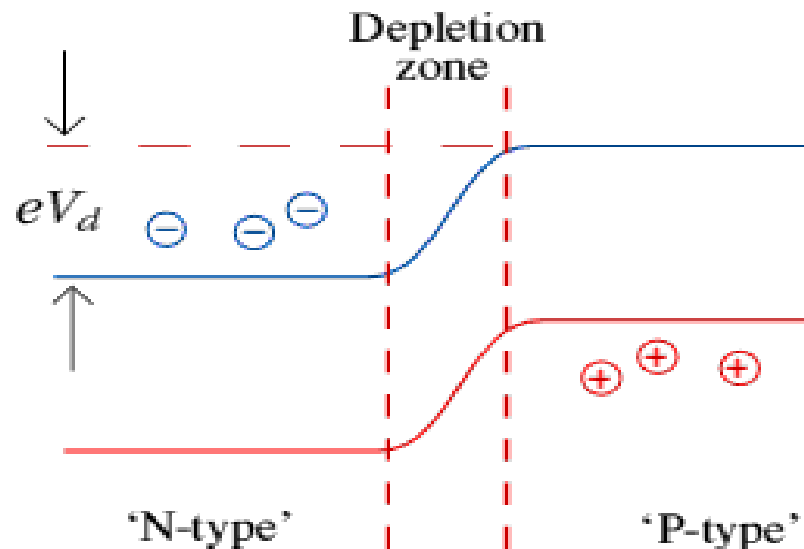
1. Cấu tạo

- Diode bán dẫn có cấu tạo gồm hai lớp bán dẫn loại P và loại N ghép nối tiếp nhau tạo thành một mối nối P-N. Mối nối này nhạy cảm với tác động của điện, quang, nhiệt.
- Trong vùng bán dẫn loại P có nhiều lỗ trống, vùng loại N có nhiều e tự do. Khi hai vùng tiếp xúc với nhau sẽ có một số e từ vùng N qua mối nối sang vùng P tái hợp với lỗ trống.

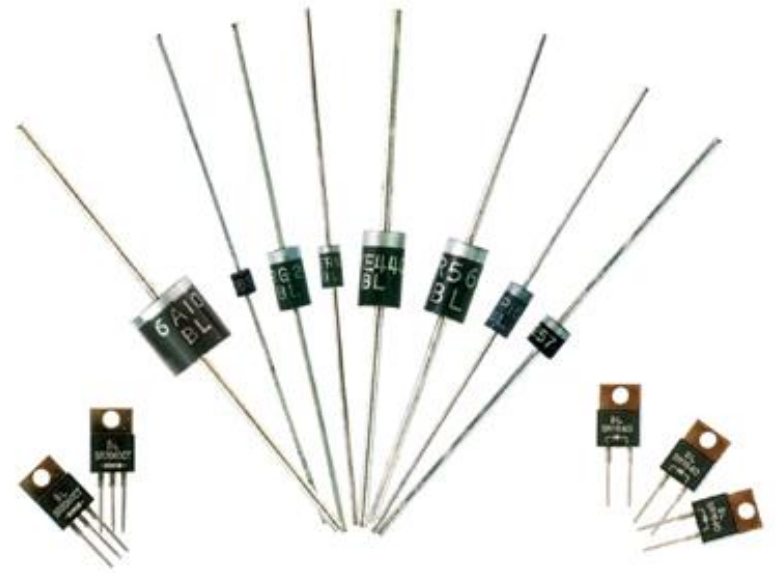
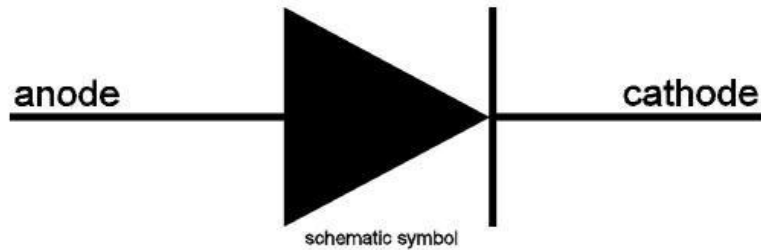
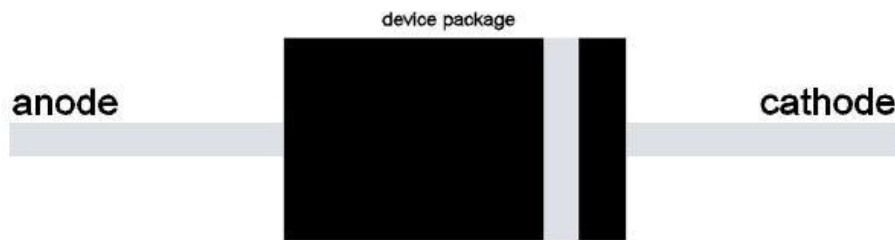


- 
-
- Trong vùng N ở gần mỗi nối bị mất e thì sẽ trở thành mang điện tích dương (ion dương), vùng P ở gần mỗi nối nhận thêm e trở thành mang điện tích âm (ion âm). Hiện tượng này tiếp diễn tới khi điện tích âm của vùng P đủ lớn đẩy không cho e từ vùng N sang nữa..

Sự chênh lệch về điện tích ở hai bên mối nối như vậy gọi là hàng rào điện áp.

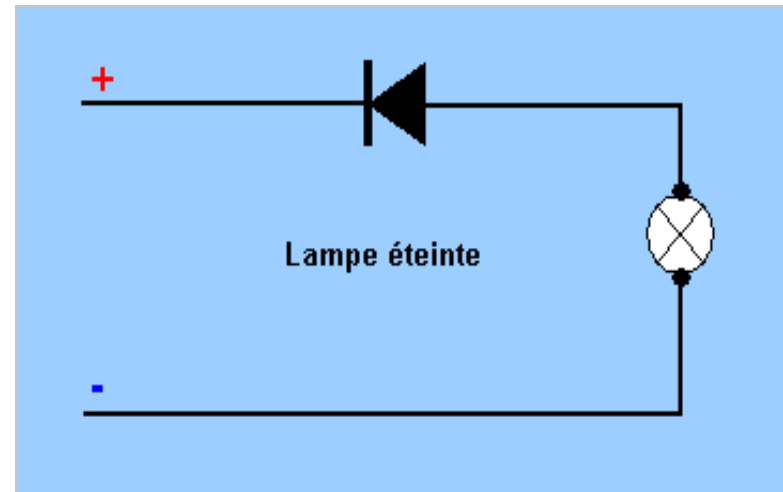
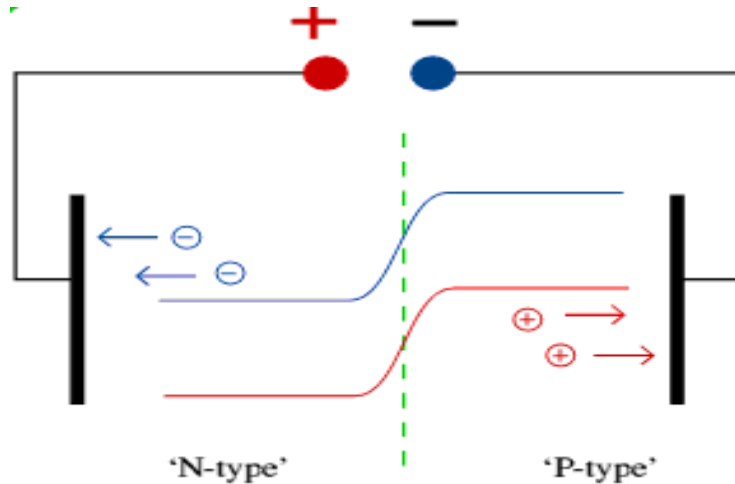


KÍ HIỆU VÀ HÌNH DẠNG CỦA DIODE

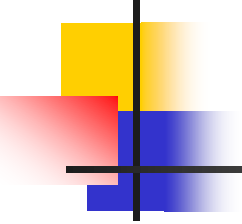


2. Nguyên lý vận chuyển của Diode

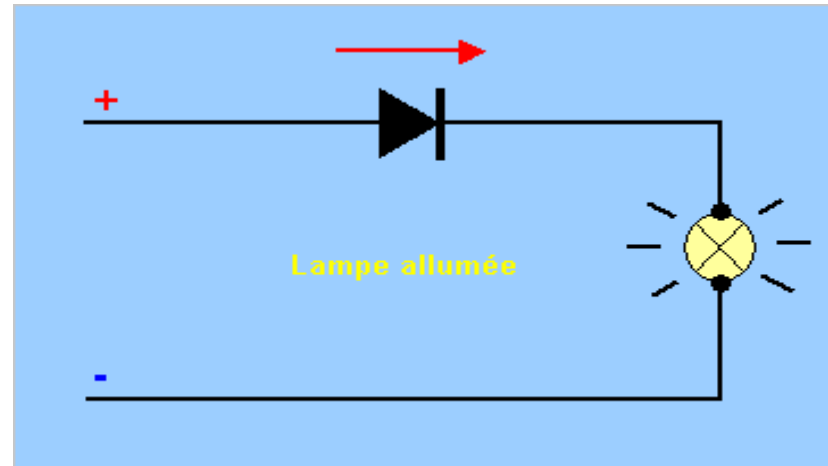
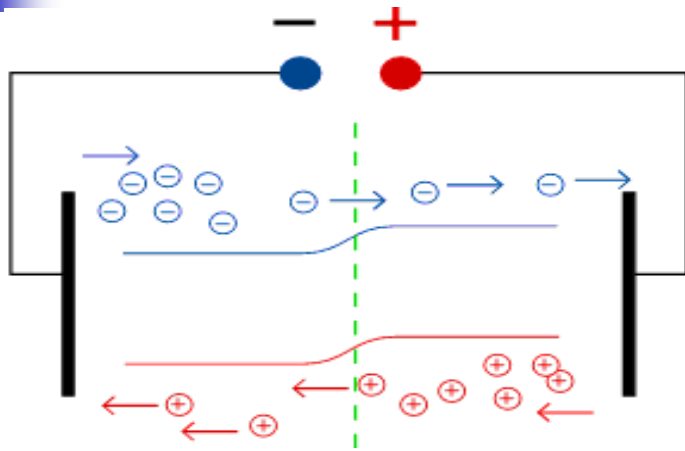
a. Phân cực ngược Diode



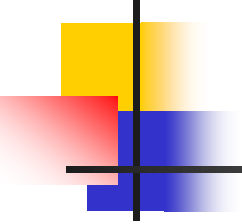
- Khi đó điện tích âm của nguồn sẽ hút lỗ trống của vùng P, điện tích dương của nguồn sẽ hút e của vùng N làm cho lỗ trống và e ở hai bên mỗi nối càng xa nhau hơn nên không xảy ra hiện tượng tái hợp giữa e và lỗ trống.

- 
-
- Tuy nhiên, trong trường hợp này vẫn có 1 dòng điện rất nhỏ chạy qua D với trị số khoảng vài nA. Dòng điện này gọi là **dòng bão hòa nghịch (dòng điện rỉ - I_S)** phát sinh do sự tái hợp giữa các hạt tải thiểu số gây ra.

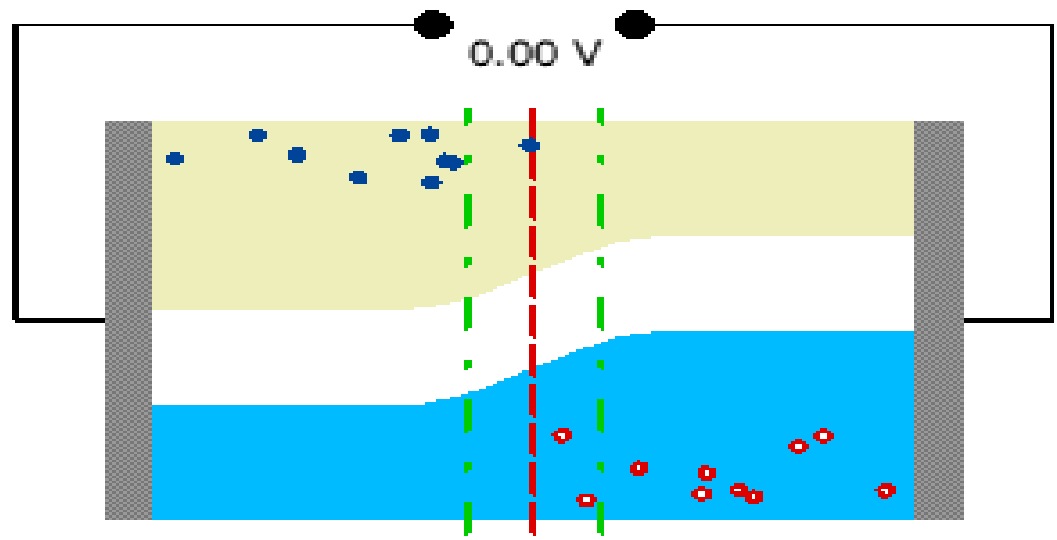
b. Phân cực thuận Diode



Khi đó: Điện tích dương của nguồn sẽ đẩy các lỗ trống của vùng P, điện tích âm của nguồn sẽ đẩy e của vùng N làm cho lỗ trống và e lại gần mỗi nối hơn, và khi lực đẩy tĩnh điện đủ lớn thì e từ vùng N qua mối nối sang vùng P tái hợp với lỗ trống.

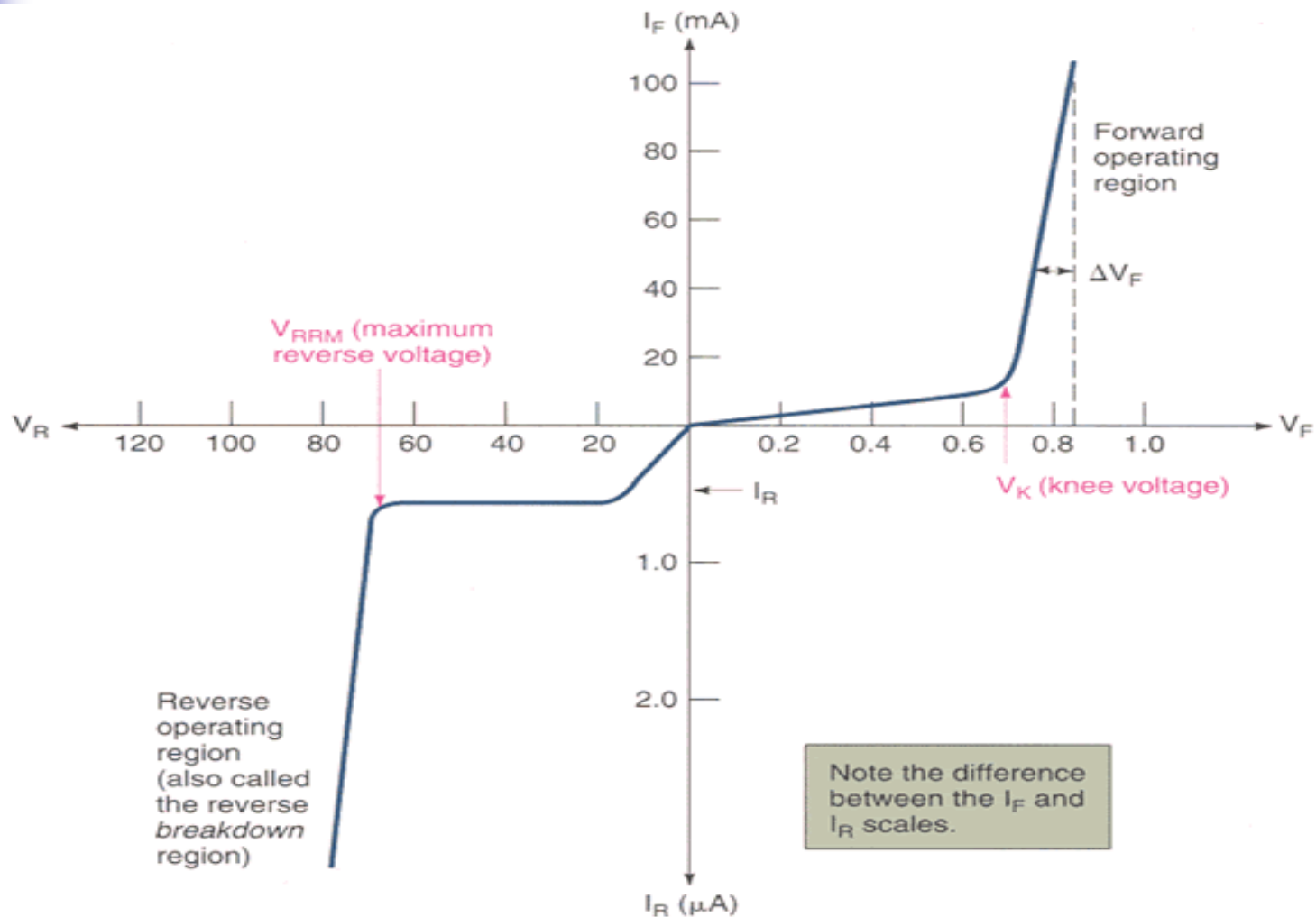


Như vậy đã có một dòng e chạy liên tục từ cực âm của nguồn, qua vùng N, sang vùng P, về cực dương của nguồn, hay nói cách khác là có dòng điện chạy qua D theo chiều từ P sang N.



When we bring P-type & N-type together a depletion zone is created around the junction. This produces a barrier, blocking charge flow.

3. Đặc tuyến volt – Ampe của diode



Khi PCT Diode với nguồn biến đổi được, người ta đo dòng điện I_D qua D và điện áp V_D trên hai chân A- K thì thấy:

- Khi $V_{DC} = 0$ thì chưa có dòng điện qua Diode.
- Khi $V_{DC} = V_\gamma$ thì mới bắt đầu có dòng điện qua Diode.

$V_\gamma = 0,6 - 0,7V$ với Diode làm bằng Si.

$V_\gamma = 0,2 - 0,3V$ với Diode làm bằng Ge.

- Khi D dẫn điện thì điện áp cực đại V_{Dmax} trên Diode là:

$V_{Dmax} = 0,8 \div 0,9V$ với Diode làm bằng Si.

$V_{Dmax} = 0,4 \div 0,5V$ với Diode làm bằng Ge.

- Sau khi vượt qua điện áp ngưỡng V_γ thì dòng điện qua D sẽ tăng lên theo hàm số mũ và được tính bằng công thức:

$$I_D = I_S \cdot (e^{\frac{q \cdot V_D}{K \cdot T}} - 1)$$

$q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Culông

V_D : điện áp trên D (V)

K: hằng số Bônzman $K = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K

T: nhiệt độ tuyệt đối (0K)

I_S : dòng bão hòa nghịch (A)

$25^{\circ}\text{C} = 298^{\circ}\text{K}$

- Thế số vào ta được công thức dạng đơn giản:

$$I_D = I_S \cdot (e^{\frac{V_D}{26mV}} - 1)$$

- Khi PCT : $V_D > V_\gamma$ thì $e^{\frac{V_D}{26mV}} \gg 1$ nên:

$$I_D = I_S \cdot e^{\frac{V_D}{26mV}}$$

- Khi PCN: $V_D < 0V$ thì $e^{\frac{V_D}{26mV}} \ll 1$ nên:

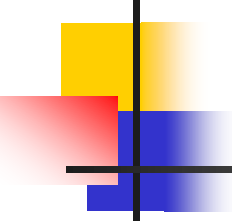
$$I_D \approx I_S$$

Như vậy, một diode có các thông số kỹ thuật cần biết khi sử dụng là:

- Chất bán dẫn chế tạo để có V_{γ} và V_{Dmax}
- Dòng điện thuận cực đại I_{Fmax}
- Dòng điện bão hoà nghịch I_S
- Điện áp nghịch cực đại V_{Rmax}

Thí dụ: bảng tra các diode bán dẫn thông dụng.

Mã số	Chất	I_{Fmax}	I_S	V_{Rmax}
1N4004	Si	1A	5μA	500V
1N4007	Si	1A	5μA	1000V
1N5408	Si	3A	5μA	1000V



4. Điện trở của Diode


a. Điện trở một chiều

$$R_D = \frac{V_D}{I_D}$$


b. Điện trở động


$$r_D = \frac{\Delta V_D}{\Delta I_D} \quad \text{trên thực tế: } r_D \approx \frac{26mV}{I_D (mA)}$$

5. Hình dạng và cách kiểm tra Diode

anode cathode

diode symbol

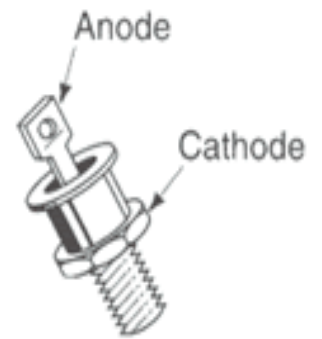
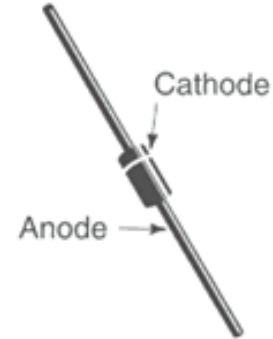
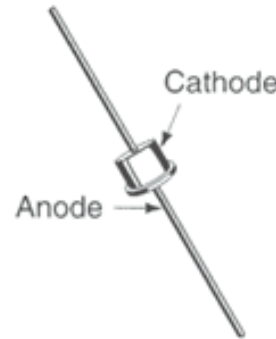
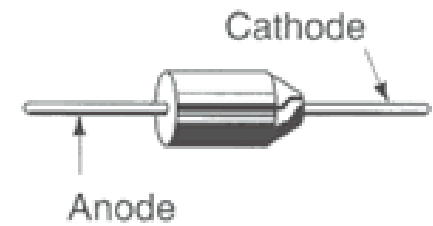
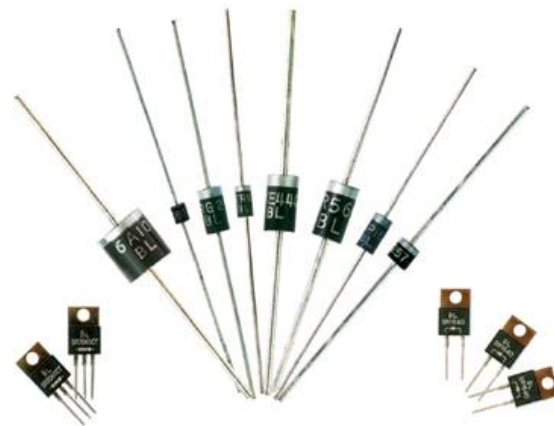
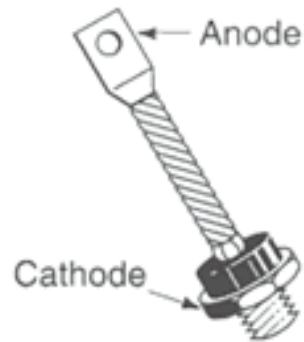
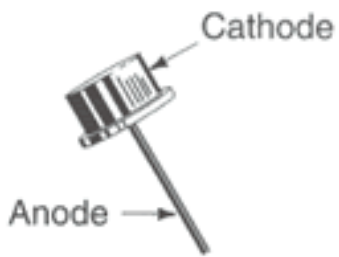
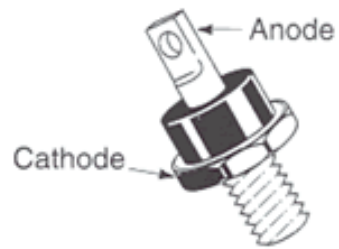
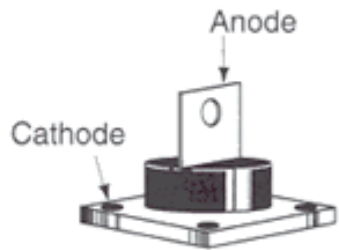

varicap


light emitting


zener

Some diode circuit symbols

HÌNH DẠNG MỘT SỐ LOẠI DIODE





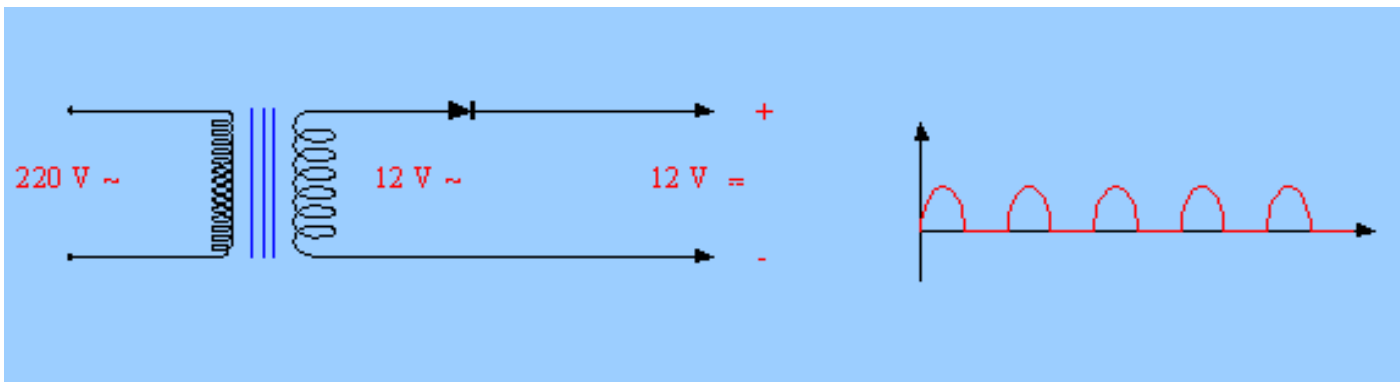
b. Cách kiểm tra Diode

Dùng đồng hồ V.O.M thang đo Ω với $R \times 1$ để kiểm tra

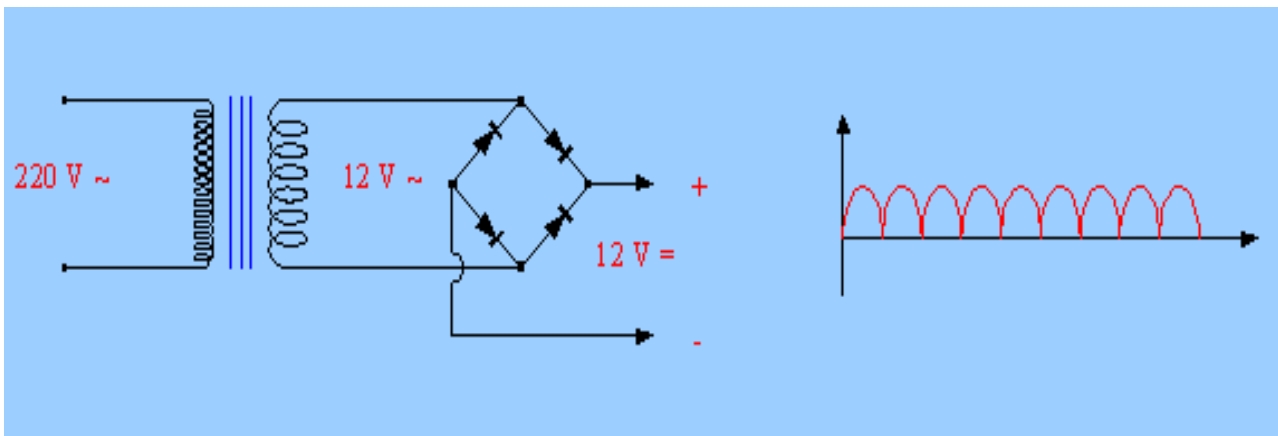
Chất	Điện trở thuận	Điện trở nghịch
<i>Si</i>	<i>Vài $K\Omega$</i>	<i>Vô cực Ω</i>
<i>Ge</i>	<i>Vài trăm Ω</i>	<i>Vài trăm $K\Omega$</i>

III. ỨNG DỤNG CỦA DIODE

1. Mạch chỉnh lưu bán kỳ



2. Mạch chỉnh lưu cầu

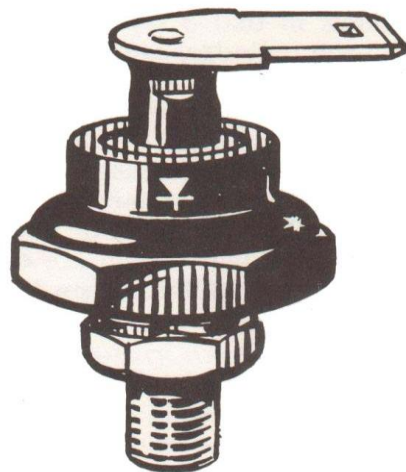
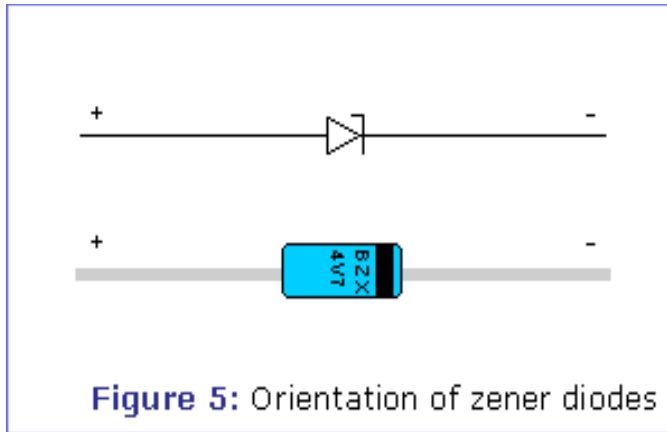


IV. PHÂN LOẠI DIODE

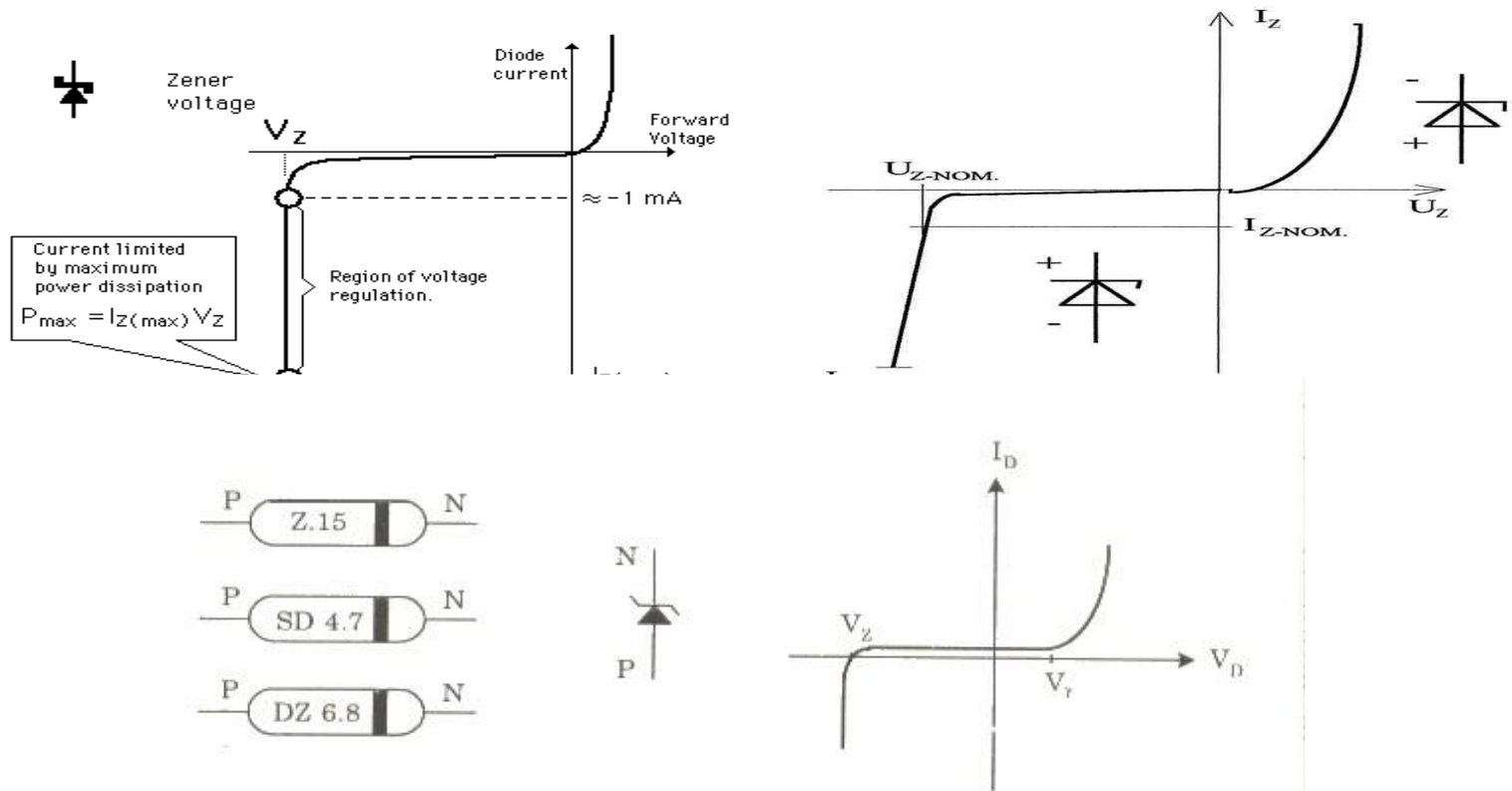
1. Diode Zener

- Diode Zener có cấu tạo giống diode chỉnh lưu nhưng được pha tạp chất với tỷ lệ cao hơn và thường dùng chất bán dẫn chính là Si.
- Ở trạng thái PCT: D_Z có đặc tính giống như Diode chỉnh lưu thông thường.
- Ở trạng thái PCN: do được pha với tỷ lệ tạp chất cao hơn nên điện áp ngược có trị số thấp hơn so với Diode chỉnh lưu gọi là điện áp Zener V_Z (VD: 5V; 6v; 8v; 9v; 12v...)
- D_Z thường được ứng dụng làm linh kiện ổn định điện áp trong mạch có điện áp nguồn thay đổi.

KÝ HIỆU VÀ HÌNH DẠNG CỦA DIODE ZENER

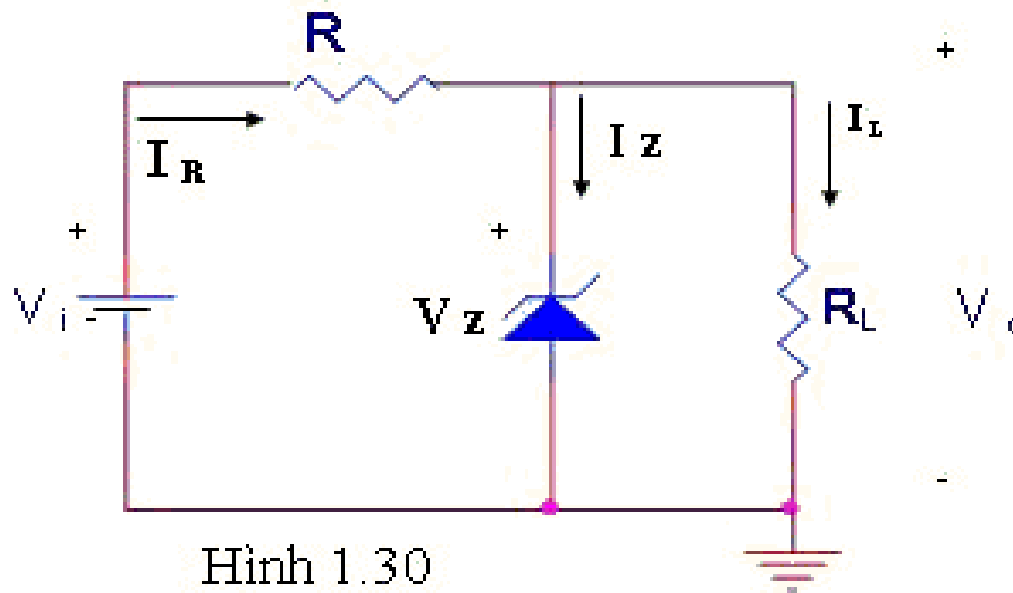


ĐẶC TUYẾN CỦA ZENER DIODE



Hình 5.14: Ký hiệu, hình dáng và đặc tuyến của diod Zener

CÁCH MẮC ZENER DIODE



Hình 1.30

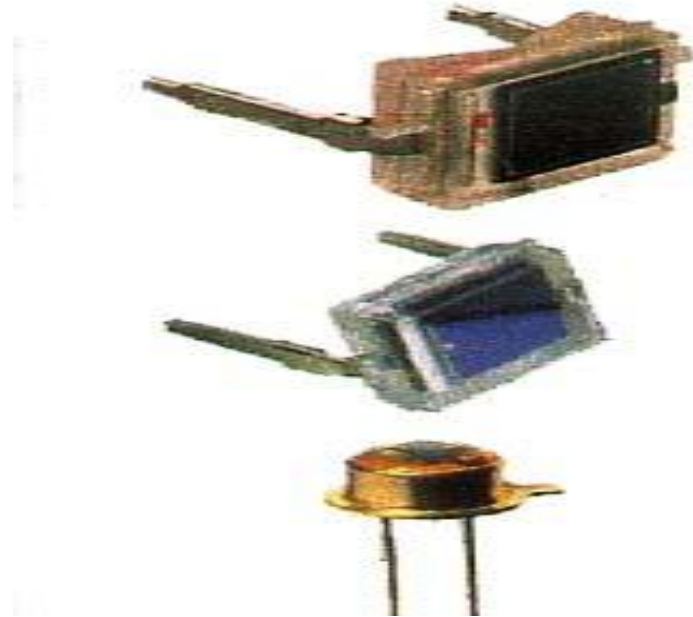
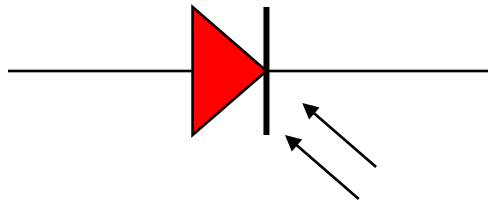
2. Diode quang (*photo diode*)

- Photo diode có cấu tạo giống D chỉnh lưu nhưng vỏ bọc cách điện có một phần là kính hay thủy tinh trong suốt để nhận ánh sáng bên ngoài chiếu vào mối nối P-N.
- Mối nối P- N phân cực nghịch khi được chiếu sáng vào mặt tiếp giáp sẽ phát sinh hạt tải thiểu số qua mối nối và dòng điện biến đổi một cách tuyến tính với cường độ ánh sáng (lux) chiếu vào nó.

Khi bị che tối: $R_{nghịch} = \text{vô cực } \Omega$; $R_{thuận} = \text{rất lớn}$.

Khi chiếu sáng: $R_{nghịch} 10 \text{ k}\Omega \div 100 \text{ k}\Omega$; $R_{thuận} = \text{vài trăm } \Omega$.

KÝ HIỆU VÀ HÌNH DẠNG CỦA DIODE QUANG



Diode quang thường được dùng trong các hệ thống tự động điều khiển bằng ánh sáng, báo cháy...



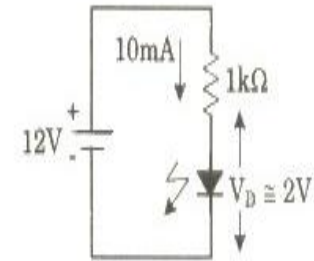
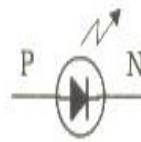
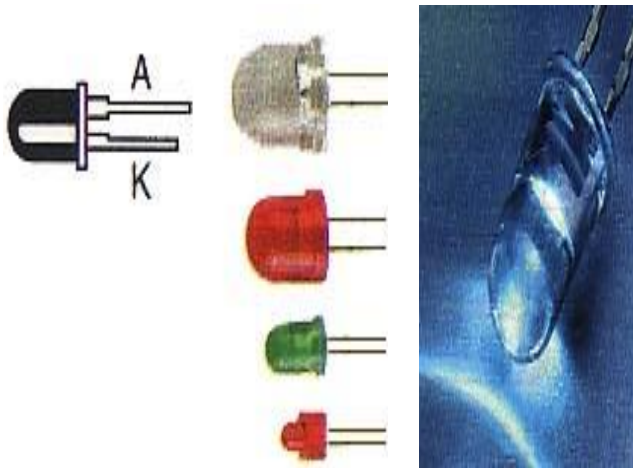
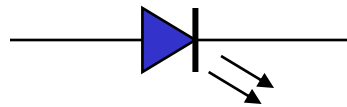
3. Diode phát quang (Led: Light Emitting Diode)

Diode phát quang có cấu tạo gồm một lớp tiếp xúc P-N, Diode phát quang được làm từ các chất Ga – As, Ga – P, Ga As – P, Si – C.


Thông thường dòng điện đi qua vật dẫn điện sẽ sinh ra năng lượng dưới dạng nhiệt. Do đó ở một số chất bán dẫn đặc biệt này khi có dòng điện đi qua thì có hiện tượng bức xạ quang (phát ra ánh sáng).

- Diode Ga – As: cho ra ánh sáng hồng ngoại mà mắt nhìn không thấy được.
- Diode Ga As – P: cho ra ánh sáng khả kiến, khi thay đổi hàm lượng photpho sẽ cho ra ánh sáng khác nhau như đỏ, cam, vàng.
- Diode Ga – p pha thêm tạp chất sẽ bức xạ cho ánh sáng. Tùy loại tạp chất mà diode có thể cho ra các màu từ đỏ, cam, vàng, xanh lá cây.
- Diode Si – C khi pha thêm tạp chất sẽ cho ra ánh sáng màu xanh da trời.

KÝ HIỆU VÀ HÌNH DẠNG CỦA DIODE PHÁT QUANG



Hình 5.17: Ký hiệu, hình dáng và ứng dụng của Led



- Khi phân cực thuận:

- Led đỏ: $V_D = 1,4V \div 1,8V$

- Led vàng: $V_D = 2V \div 2,5V$

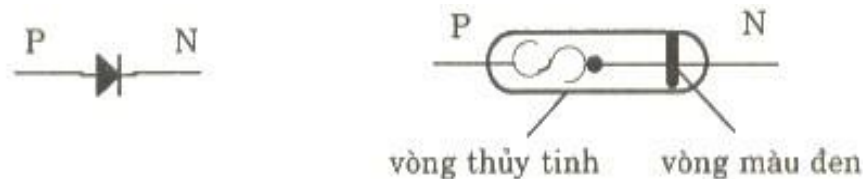
- Led xanh lá: $V_D = 2V \div 2,8V$

Dòng điện qua led: $I_D = 5mA \div 20mA$ (thường chọn 10 mA).

- Led thường được dùng trong các mạch báo hiệu, chỉ thị trạng thái của mạch...

4. Diode tách sóng

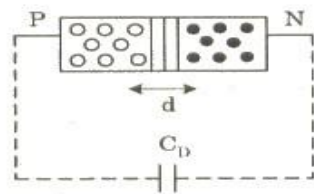
- Diode tách sóng là loại diode làm việc với dòng điện xoay chiều có tần số cao, có dòng điện chịu đựng nhỏ ($I_{Dmax} =$ vài chục mA) và điện áp ngược cực đại thấp ($V_{Rmax} =$ vài chục v). Diode tách sóng thường là loại Ge.
- Diode tách sóng ký hiệu như diode thường nhưng vỏ cách điện bên ngoài thường là thủy tinh trong suốt.



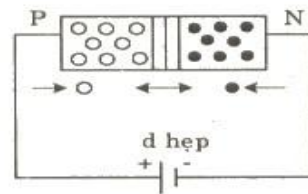
Hình 5.18: Ký hiệu và hình dáng của diod tách sóng

5. Diode biến dung

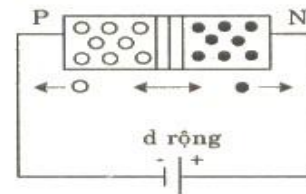
Diode biến dung là loại diode có điện dung ký sinh thay đổi theo điện áp phân cực.



Hình 5.19a



Hình 5.19b



Hình 5.19c

Điện dung C_D có trị số được tính theo công thức:

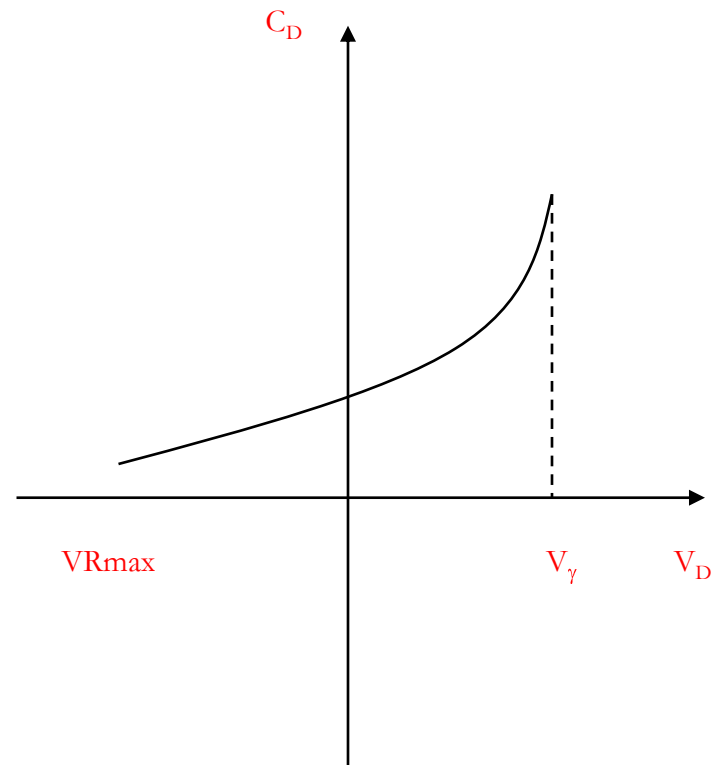
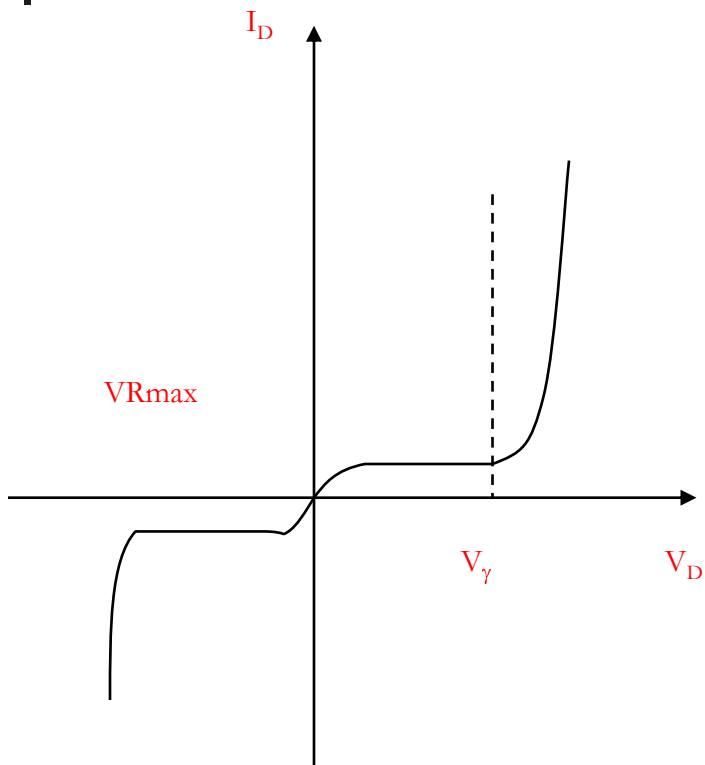
$$C_D = \varepsilon \cdot \frac{S}{d}$$

d là bề dày điện môi

ε : hằng số điện môi

S : tiết diện mỗi nối

ĐẶC TÍNH CỦA DIODE BIẾN DUNG





TRANSISTOR LƯỠNG CỰC (Bipolar Junction Transistor – BJT)

Mục tiêu thực hiện:

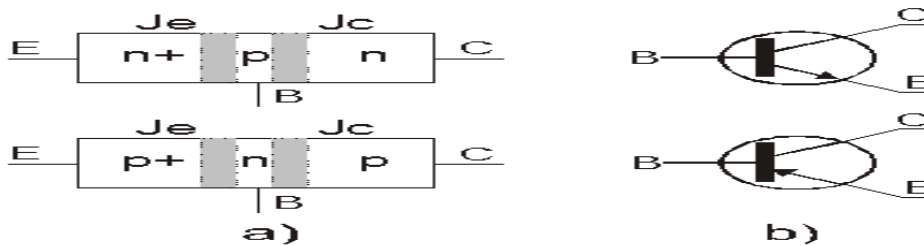
Học xong bài này học viên có khả năng:

-Nắm vững cấu tạo, nguyên lý làm việc của transistor, các cách mắc cơ bản, và đặc trưng của từng sơ đồ.

-Biết sử dụng các loại BJT trong các mạch điện tử chức năng: tính toán, thiết kế các sơ đồ khuếch đại, sơ đồ khóa...

1. Cấu tạo:

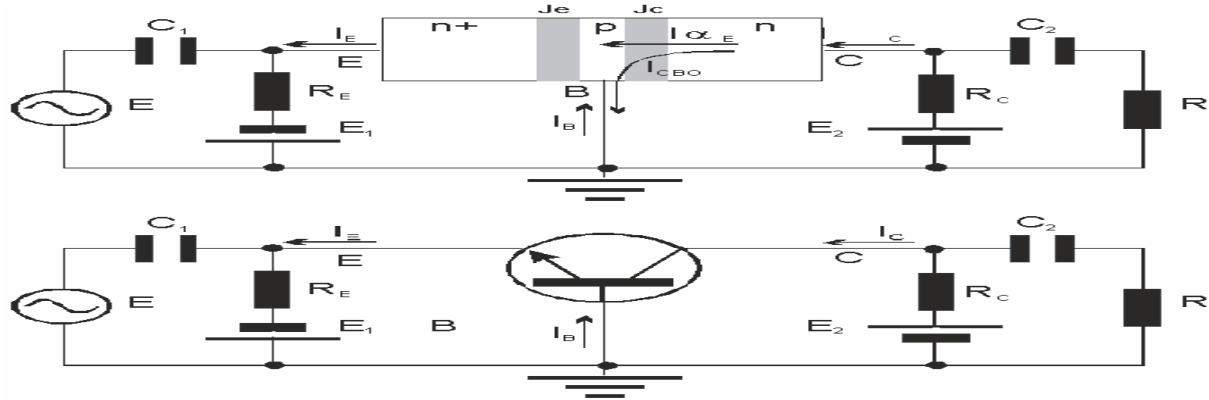
- BJT gồm 3 lớp bán dẫn tạo bởi 2 tiếp giáp p-n trong đó lớp giữa rất mỏng (cỡ 10^{-4} cm) và khác loại dẫn với 2 lớp bên.



BJT cấu tạo và kí hiệu

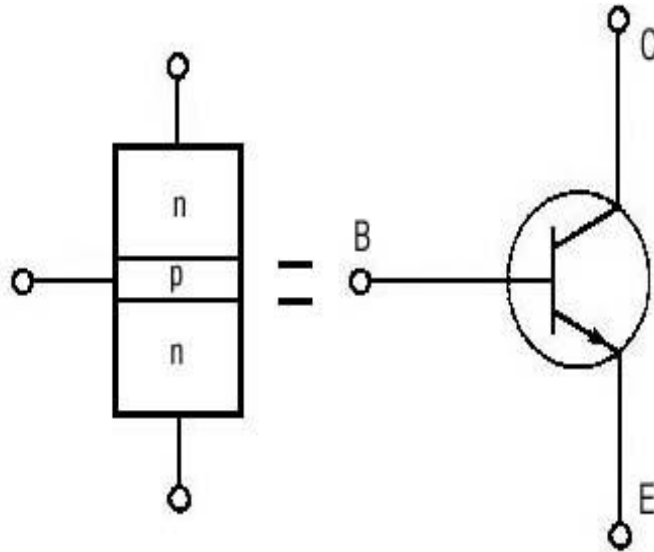
- Lớp giữa là bán dẫn loại p ta có BJT loại n-p-n
- Lớp giữa là bán dẫn loại n ta có BJT loại p-n-p
- Lớp có mật độ tạp chất cao nhất (ký hiệu n^+ hoặc p^+) gọi là miền phát (emitter).
- Lớp có mật độ tạp chất thấp hơn (ký hiệu n hoặc p) gọi là miền thu (collector).
- Lớp có mật độ tạp chất rất thấp gọi là miền gốc (base).

2. Nguyên lý làm việc và khả năng khuếch đại của BJT

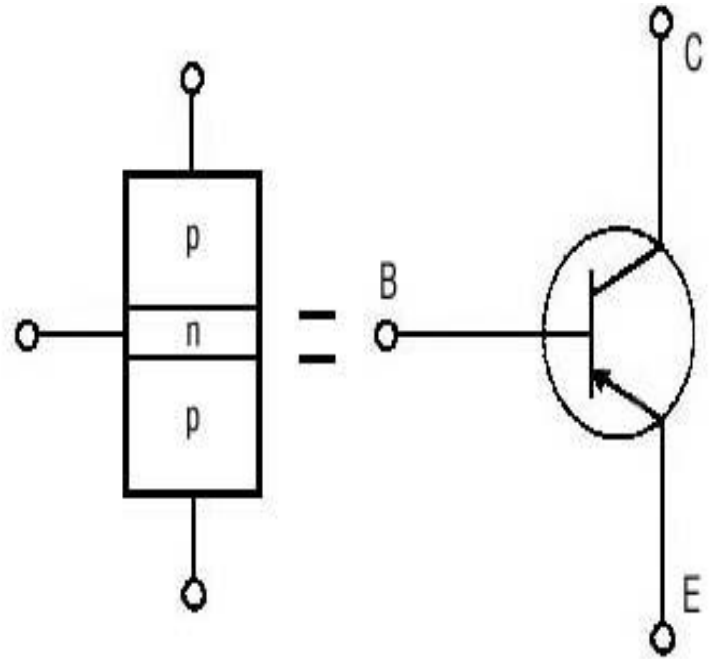


- Vùng thứ nhất giữa miền phát và miền gốc gọi là vùng tiếp giáp emitter J_E .
- Vùng thứ hai giữa miền gốc và miền thu gọi là vùng tiếp giáp collector J_C .
- Nguồn E_1 (1 vài volt) làm tiếp giáp J_E phân cực thuận.
- Nguồn E_2 (5 ÷ 20V) làm tiếp giáp J_C phân cực ngược.

Ký hiệu của transistor

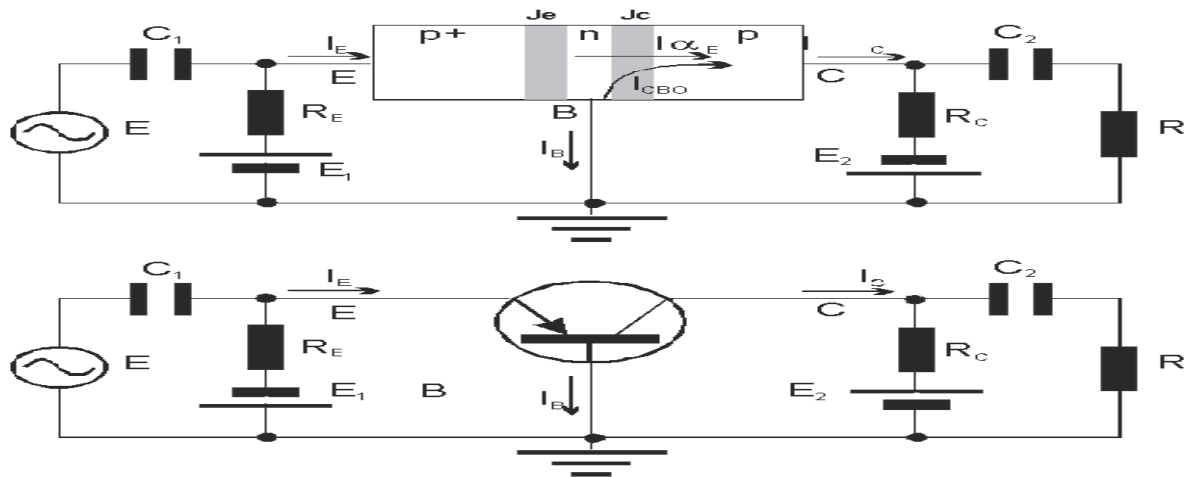


Transistor loại npn

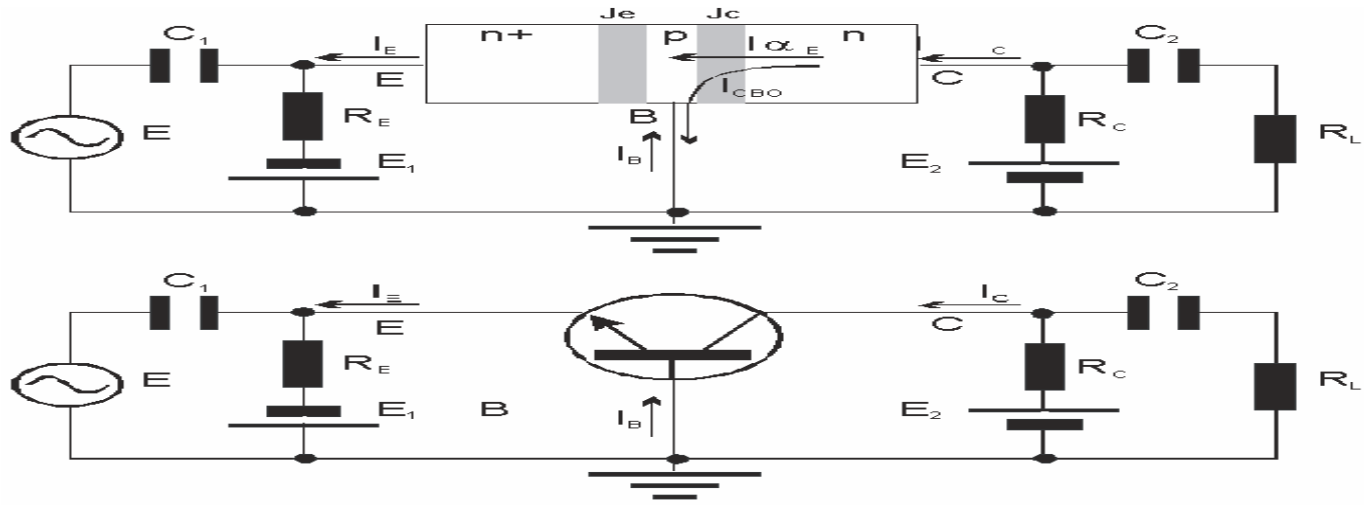


Transistor loại pnp

Nguyên lý làm việc của transistor



- Khi chưa có nguồn phân cực: trong mỗi vùng nghèo J_E , J_C tồn tại 1 hiệu điện thế tiếp xúc. Hiệu điện thế này xác lập hàng rào điện thế duy trì trạng thái cân bằng của vùng tiếp giáp.



■ Khi có E_2 , vùng J_C p-n, qua vùng nghèo J_C có 1 dòng rất nhỏ do các hạt dẫn thiểu số của vùng collector và base tạo nên, ký hiệu là I_{CBO} . Ta gọi đó là dòng điện ngược collector.

■ Khi có thêm nguồn E_1 , J_E p-n, điện tử miền n+ tràn qua vùng p và lỗ trống từ p tràn qua miền n+. Chỉ 1 bộ phận rất nhỏ điện tử phun từ n+ bị tái hợp còn đại bộ phận vẫn tiếp tục khuếch tán qua miền base tới vùng nghèo J_C , các điện tử này bị điện trường của tiếp giáp J_C tăng tốc chạy về collector để tạo nên phần chủ yếu của dòng điện trong mạch collector $\alpha \cdot I_E$, trong đó:

Số điện tử tới được cực C

$$\alpha = \frac{\quad}{\quad}$$

Tổng số điện tử xuất phát từ cực E

Các hệ thức cơ bản:

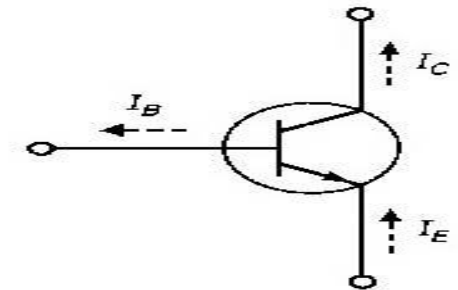
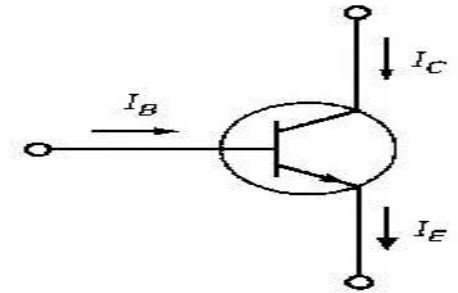
- Dòng điện tổng trong mạch collector:

$$I_C = \alpha \cdot I_E + I_{CBO} \approx \alpha \cdot I_E$$

(vì I_{CBO} rất nhỏ so với $\alpha \cdot I_E$).

Theo định lý dòng tại điểm nút:

$$I_E = I_B + I_C \approx I_C \text{ vì } I_B \ll I_C$$





Quan hệ giữa các dòng điện transistor

- Alpha dc : α_{dc} là hệ số truyền đạt dòng điện

$$\alpha_{dc} = \frac{I_C}{I_E}$$

- Beta dc : β_{dc} là độ khuếch đại dòng điện

$$\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B}$$



Các chế độ làm việc của BJT:

- Khuếch đại nếu J_E pct, J_C pcn.
- Làm việc như một khoá điện tử:
 - *khoá đóng* nếu cả hai tiếp giáp J_E , J_C đều phân cực ngược,
 - *khoá mở* (trạng thái dẫn bão hoà), nếu cả hai đều phân cực thuận.

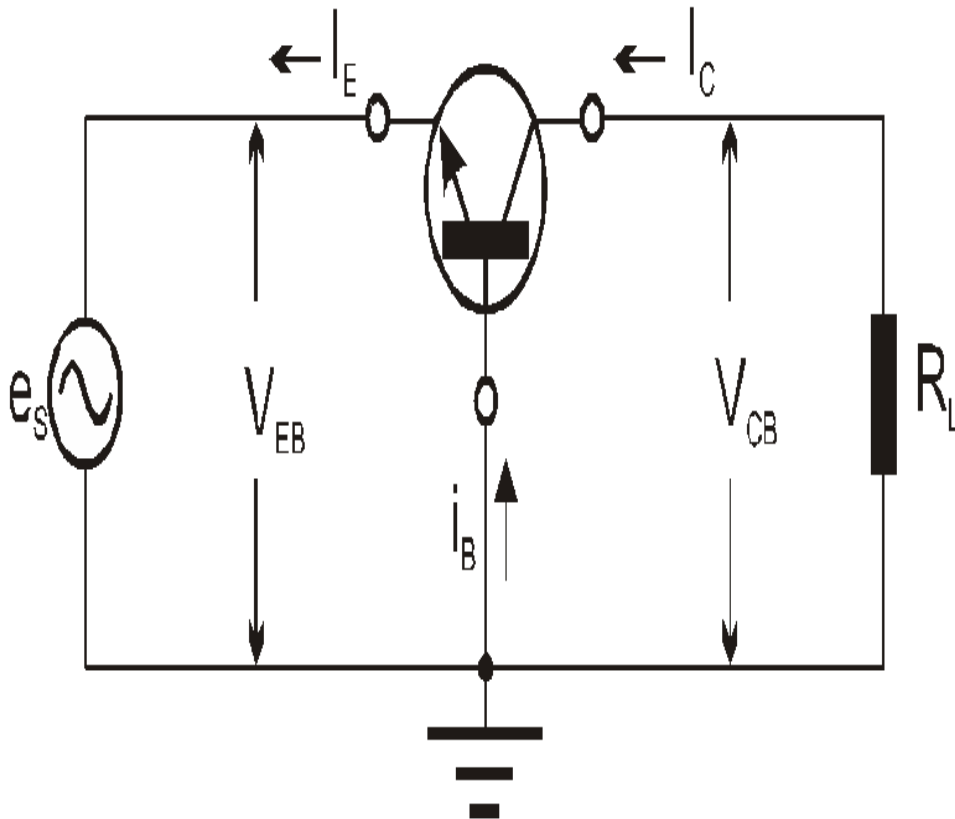


3. Các cách mắc cơ bản của BJT

Transistor có 3 cực (E, B, C), nếu đưa tín hiệu vào trên 2 cực và lấy tín hiệu ra trên 2 cực thì phải có một cực là cực chung. Như vậy, transistor có 3 cách mắc cơ bản:

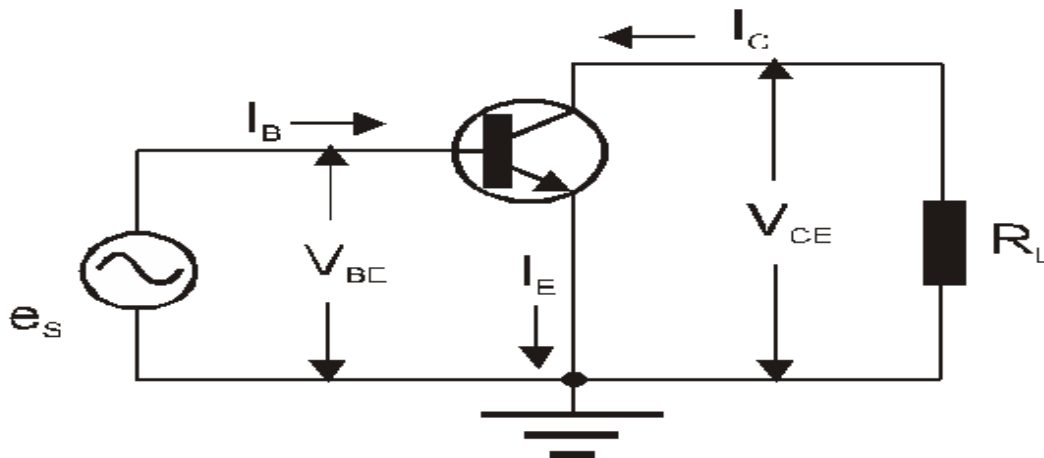
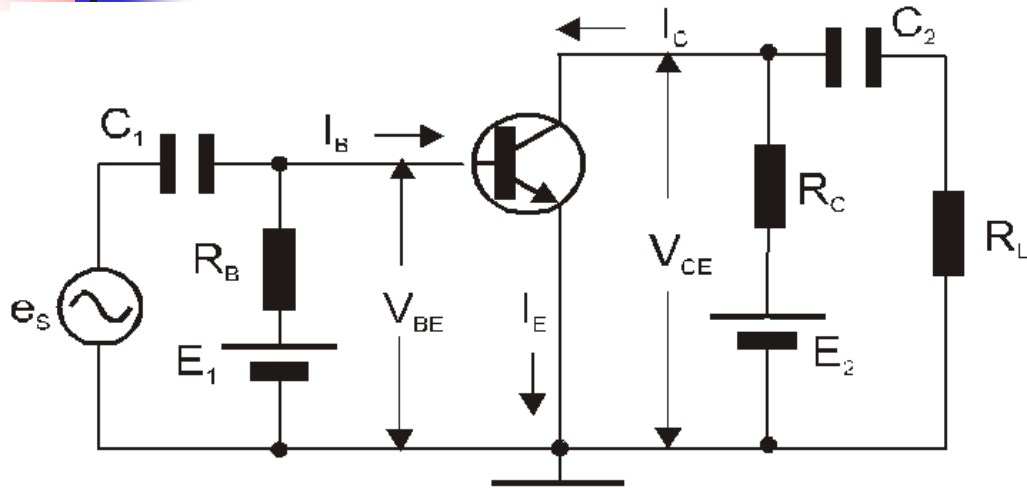
- Base chung (CB – Common Base)
- Emitter chung (CE – Common Emitter)
- Collector chung (CC – Common Collector)

Sơ đồ base chung (B.C)



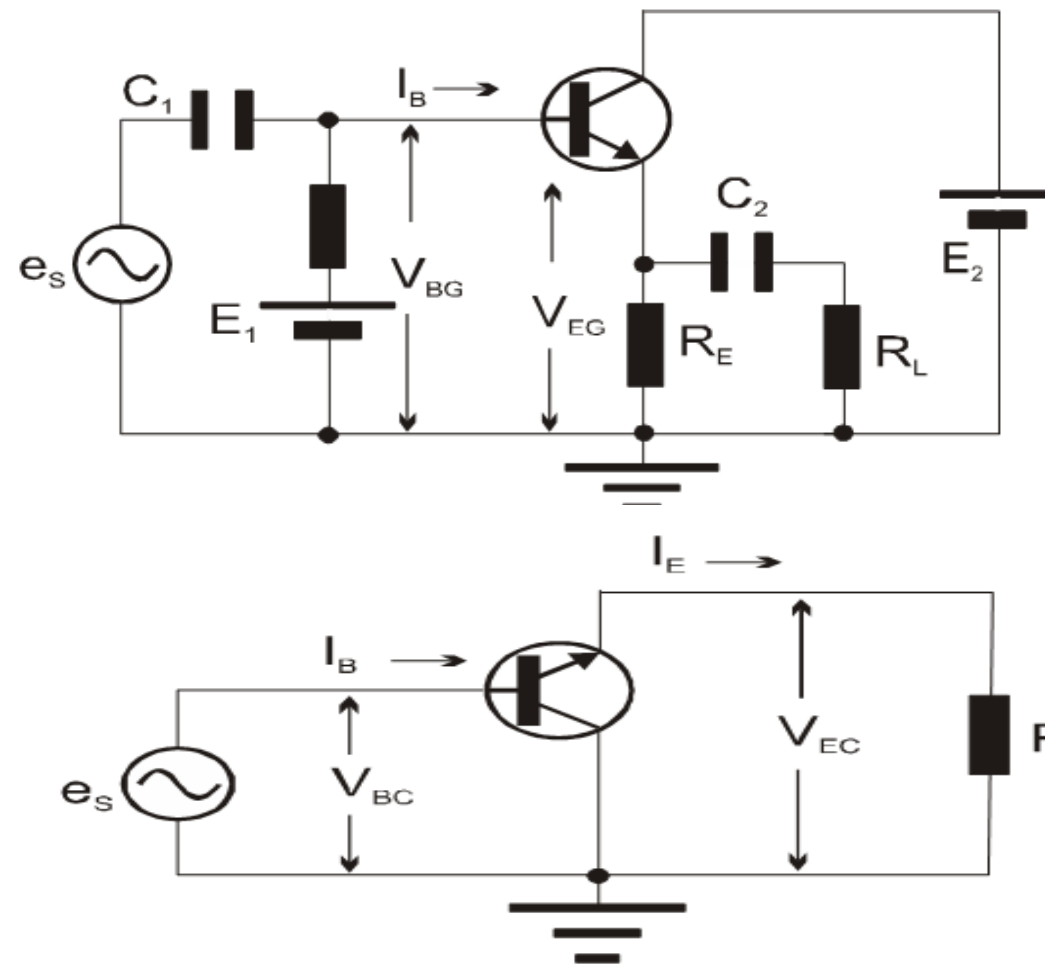
- Dòng điện vào là dòng emitter.
- Dòng ra là dòng collector.
- Điện áp vào là V_{EB} .
- Điện áp ra là V_{CB} .
- Điện áp ra cùng pha với điện áp vào.

Sơ đồ emitter chung (E.C)

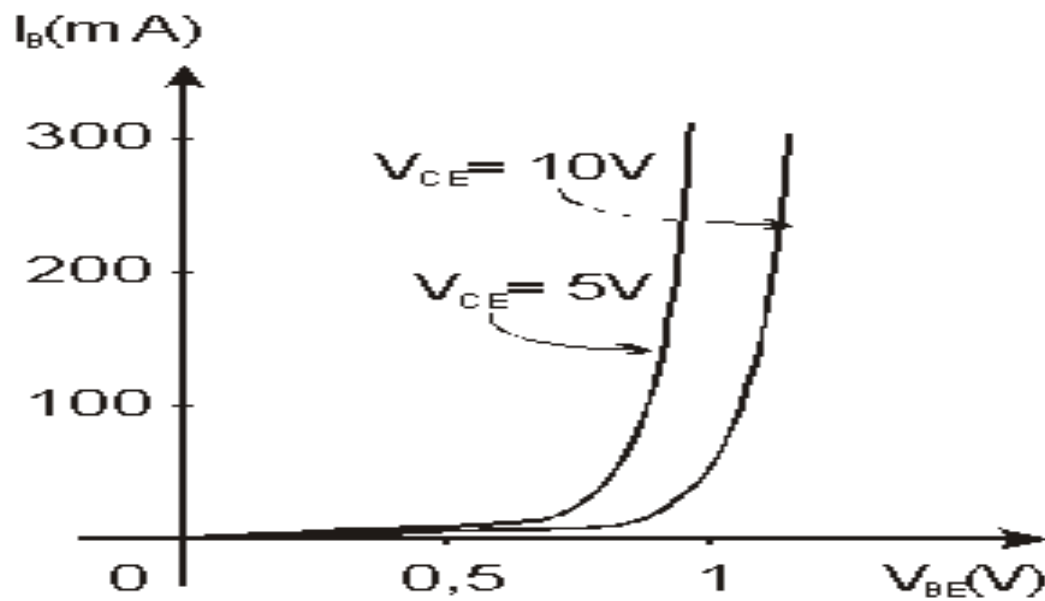


- Dòng điện vào là dòng I_B .
- Dòng ra là dòng I_C .
- Điện áp vào là V_{BE} .
- Điện áp ra là V_{CE} .
- Điện áp ra ngược pha với điện áp vào.

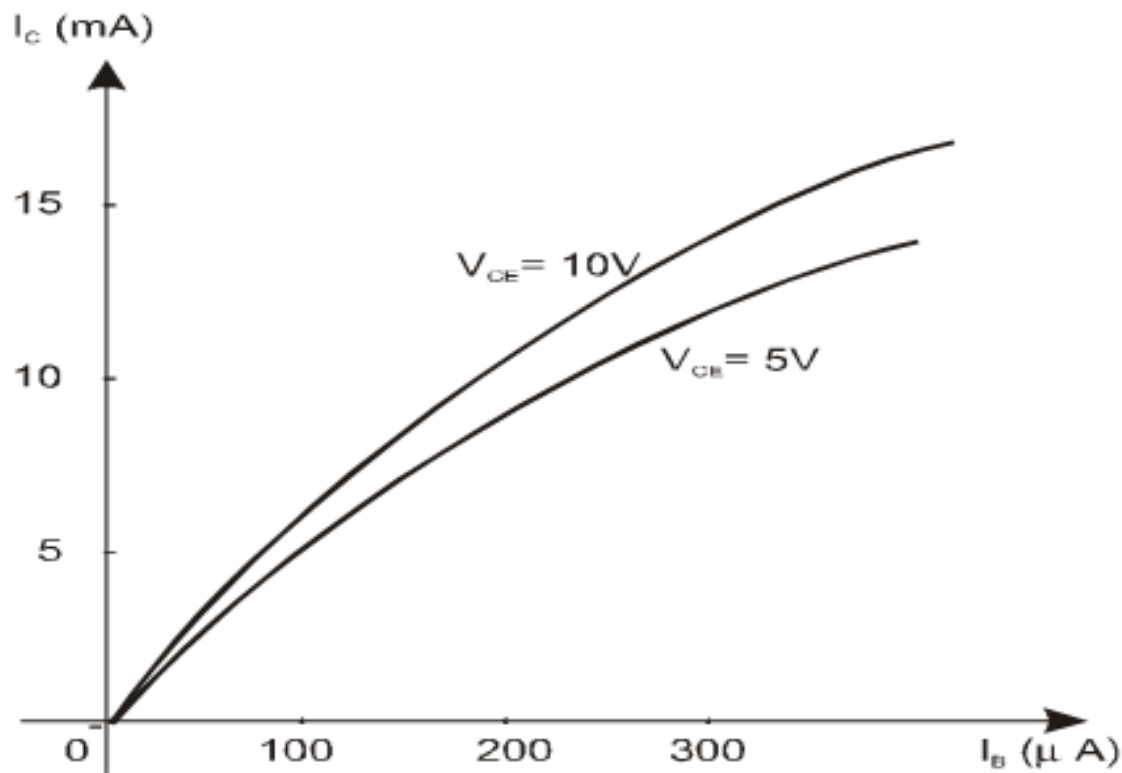
Sơ đồ collector chung (C.C)



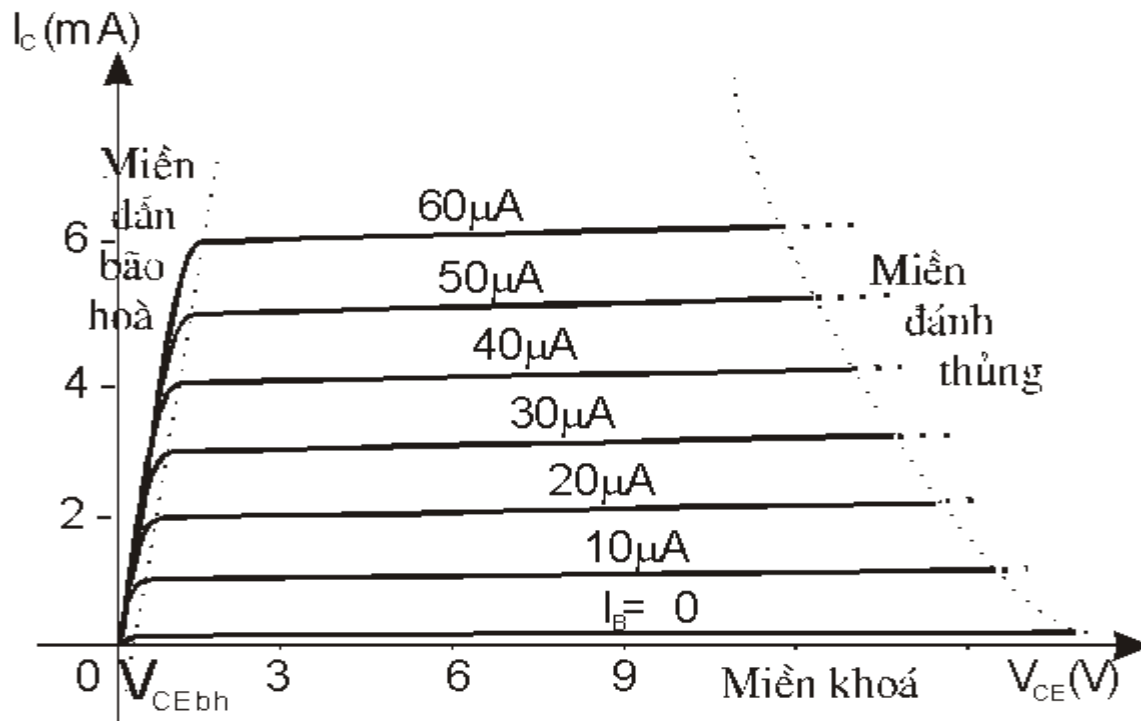
- Dòng điện vào là dòng ...
- Dòng ra là dòng ...
- Điện áp vào là ...
- Điện áp ra là ...
- Do điện áp ra cùng pha và xấp xỉ với điện áp vào, điện trở vào rất lớn, điện trở ra rất nhỏ nên C.C còn gọi là mạch lặp lại điện áp (voltage follower).



Đặc tuyến vào tĩnh
của BJT mắc E.C



Đặc tuyến truyền đạt dòng
của BJT mắc E.C



Đặc tuyến ra tĩnh của BJT mắc E.C

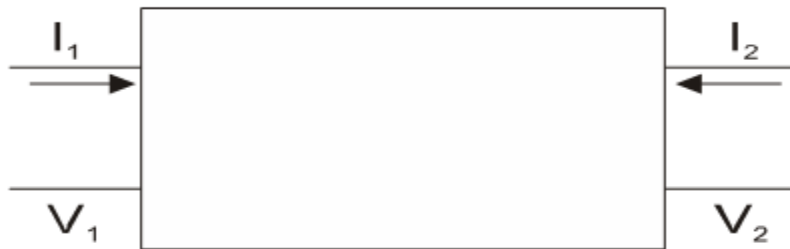


Đặc tuyến ra:

- Miền trái đường V_{CEbh} là miền bão hoà: J_E, J_C pct.
- Miền khoá là miền phía dưới đường $I_B=0, J_E, J_C$ pcn.
- Miền tích cực là miền ở giữa. Trong miền này tiếp giáp J_E pct, tiếp giáp J_C pcn. Miền này được dùng để khuếch đại điện áp, dòng điện hoặc công suất.
- Miền đánh thủng: Với V_{CE} quá lớn, dòng I_C tăng mạnh dẫn đến tiếp giáp J_C bị đánh thủng và BJT bị hư hỏng.

Tham số xoay chiều và mạch tương đương của transistor

- Thực tế, transistor làm việc với *tín hiệu nhỏ* và có thể xem nó như một phần tử *tuyến tính*, quan hệ giữa dòng và áp trên nó được biểu diễn bằng những hàm bậc nhất.
- Do đó, ở trạng thái động với tín hiệu lối vào nhỏ ta có thể coi transistor như một mạng bốn cực tuyến tính



Mạng bốn cực tương đương của BJT



Tham số xoay chiều của transistor

Chọn I_1 , V_2 làm hai biến độc lập và V_1 , I_2 là hàm của chúng:

$$V_1 = f_1(I_1, V_2)$$

$$I_2 = f_2(I_1, V_2)$$

Lấy vi phân toàn phần:

$$dV_1 = \frac{\partial V_1}{\partial I_1} dI_1 + \frac{\partial V_1}{\partial V_2} dV_2$$

$$dI_2 = \frac{\partial I_2}{\partial I_1} dI_1 + \frac{\partial I_2}{\partial V_2} dV_2$$

Hệ phương trình cơ bản dùng tham số h biểu diễn mạng bốn cực:

$$v_1 = h_{11} i_1 + h_{12} v_2$$

$$i_2 = h_{21} i_1 + h_{22} v_2$$

trong đó:

$$h_{11} = \frac{\partial V_1}{\partial I_1} \quad h_{12} = \frac{\partial V_1}{\partial V_2} \quad h_{21} = \frac{\partial I_2}{\partial I_1} \quad h_{22} = \frac{\partial I_2}{\partial V_2}$$



Ý nghĩa của các tham số xoay chiều

- Trở kháng vào của BJT khi điện áp xoay chiều ở lối ra bị ngắn mạch.

$$h_{11} = \left. \frac{v_1}{i_1} \right|_{v_2=0} = h_i$$

- Hệ số khuếch đại dòng của BJT khi điện áp xoay chiều ở lối ra bị ngắn mạch:

$$h_{21} = \left. \frac{i_2}{i_1} \right|_{v_2=0} = h_f$$



Ý nghĩa của các tham số xoay chiều

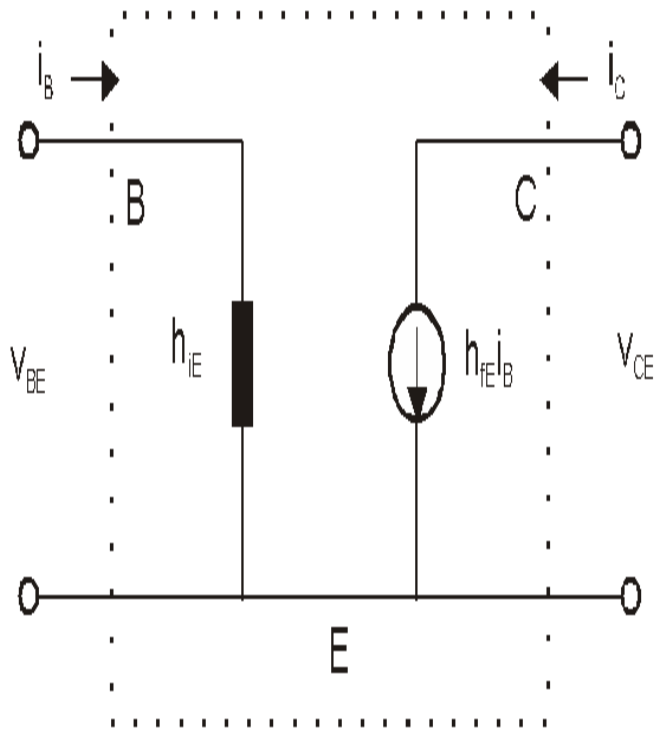
- Dẫn nạp ra của BJT khi dòng xoay chiều ở lối vào bị hở mạch

$$h_{22} = \frac{i_2}{v_2} \Big|_{i_1=0} = h_o$$

- Hệ số hồi tiếp điện áp của BJT khi dòng xoay chiều ở lối vào bị hở mạch:

$$h_{12} = \frac{v_1}{v_2} \Big|_{i_1=0} = h_r$$

Mạch tương đương của transistor



- Như vậy phẩm chất, tính năng của transistor thể hiện qua giá trị các tham số xoay chiều h_{ij} của BJT.
- Về mặt toán học, các tham số xoay chiều là những đạo hàm riêng biểu thị cho độ dốc (hoặc nghịch đảo độ dốc) của những đặc tuyến tĩnh tương ứng. Các tham số này chỉ dùng trong trường hợp BJT làm việc với tín hiệu nhỏ.



Mạch phân cực cho BJT

Phân cực transistor là cung cấp điện áp nguồn một chiều cho các cực của nó sao cho các dòng I_B , I_C và điện áp V_{CE} có các trị số thích hợp.

Phân cực cho BJT

Điều kiện dẫn mở của transistor:

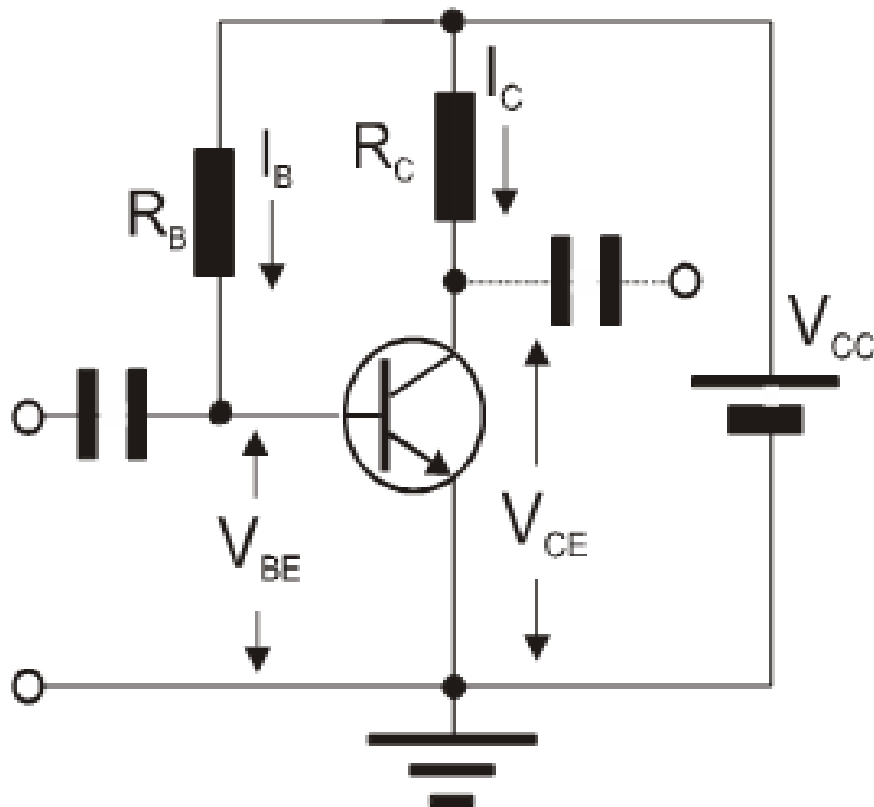
Loại npn, $V_{BE} = 0,6V$ với Si
 $= 0,2V$ với Ge

$$V_{CE} = 1/3 \div 2/3 V_{CC}$$

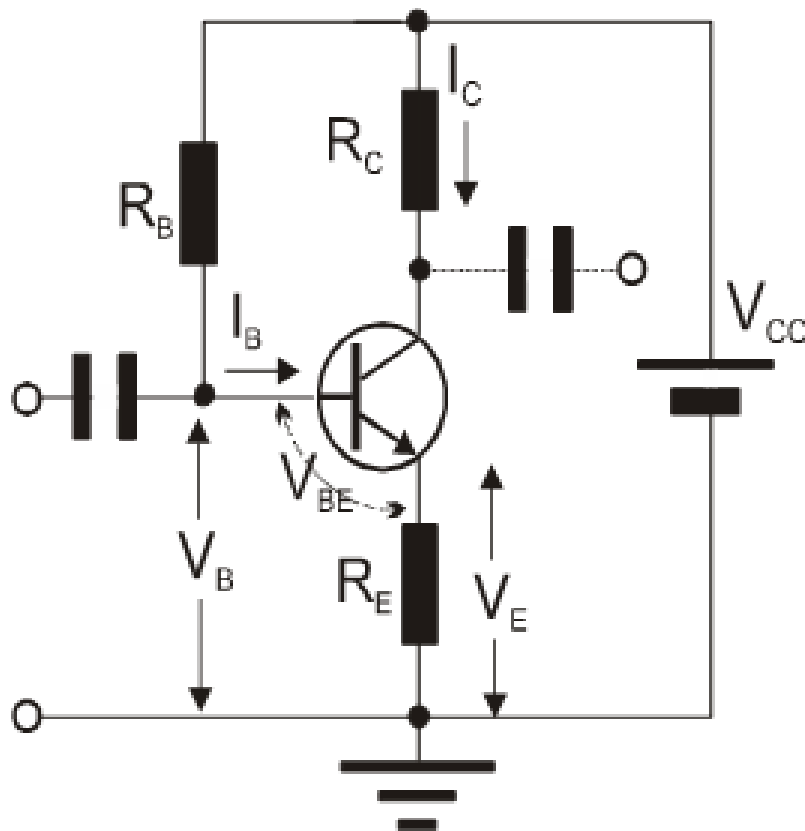
Loại pnp, $V_{EB} = 0,6V$ với Si
 $= 0,2V$ với Ge

$$V_{CE} = 1/3 \div 2/3 V_{CC}$$

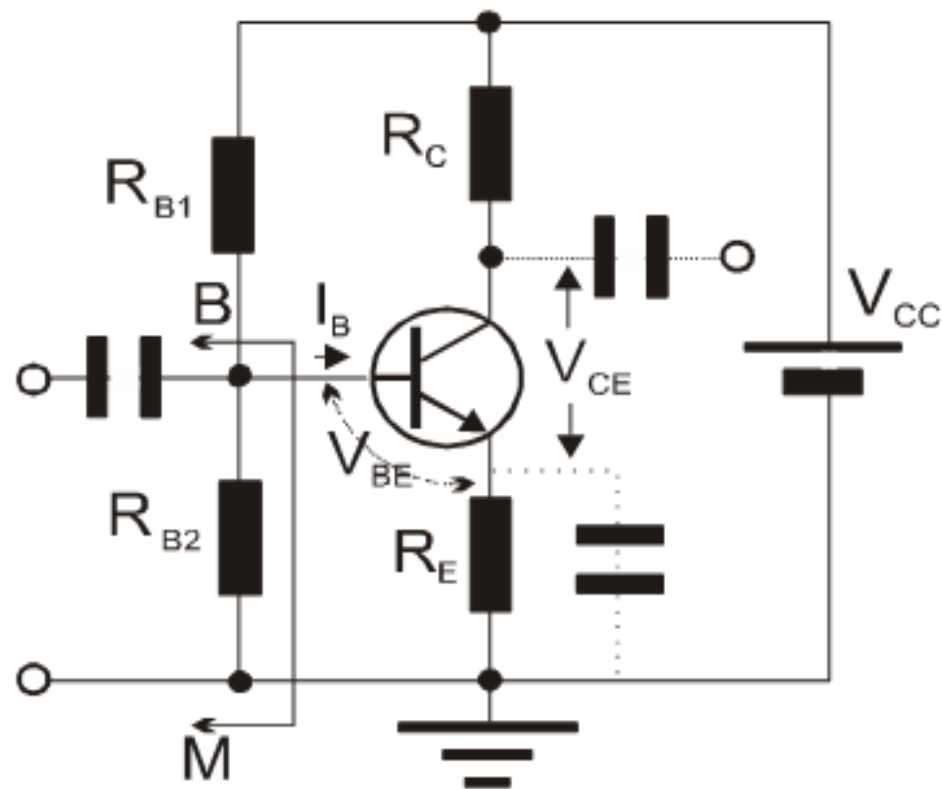
Phân cực kiểu định dòng base (I_B)



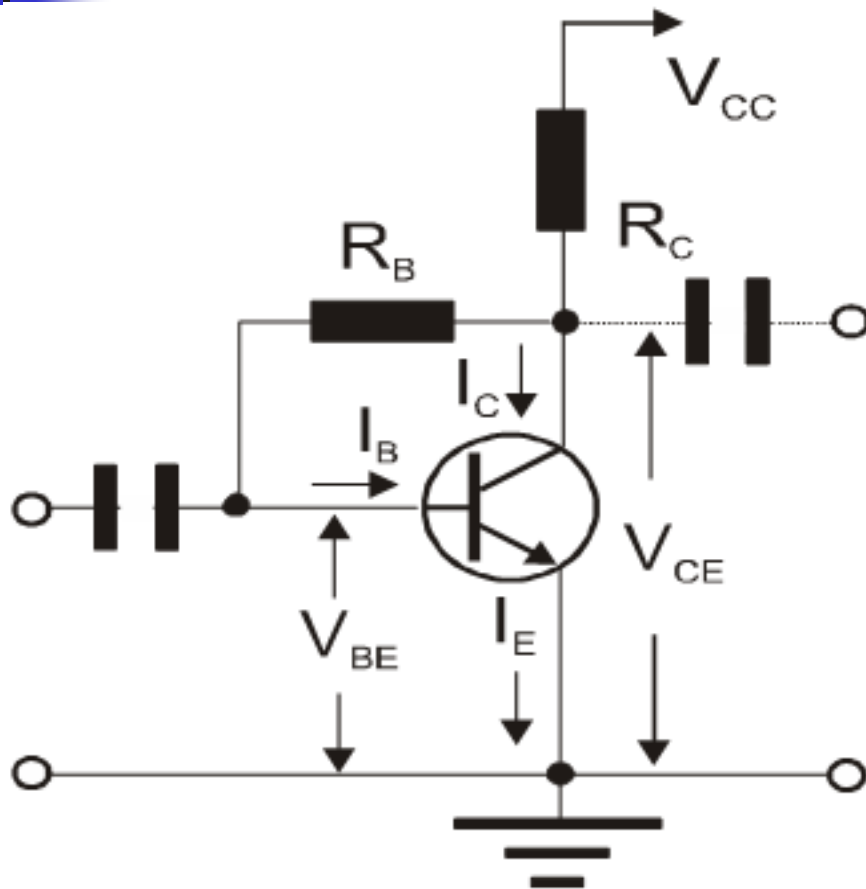
Phân cực định dòng I_B có thêm điện trở R_E



Phân cực kiểu phân áp

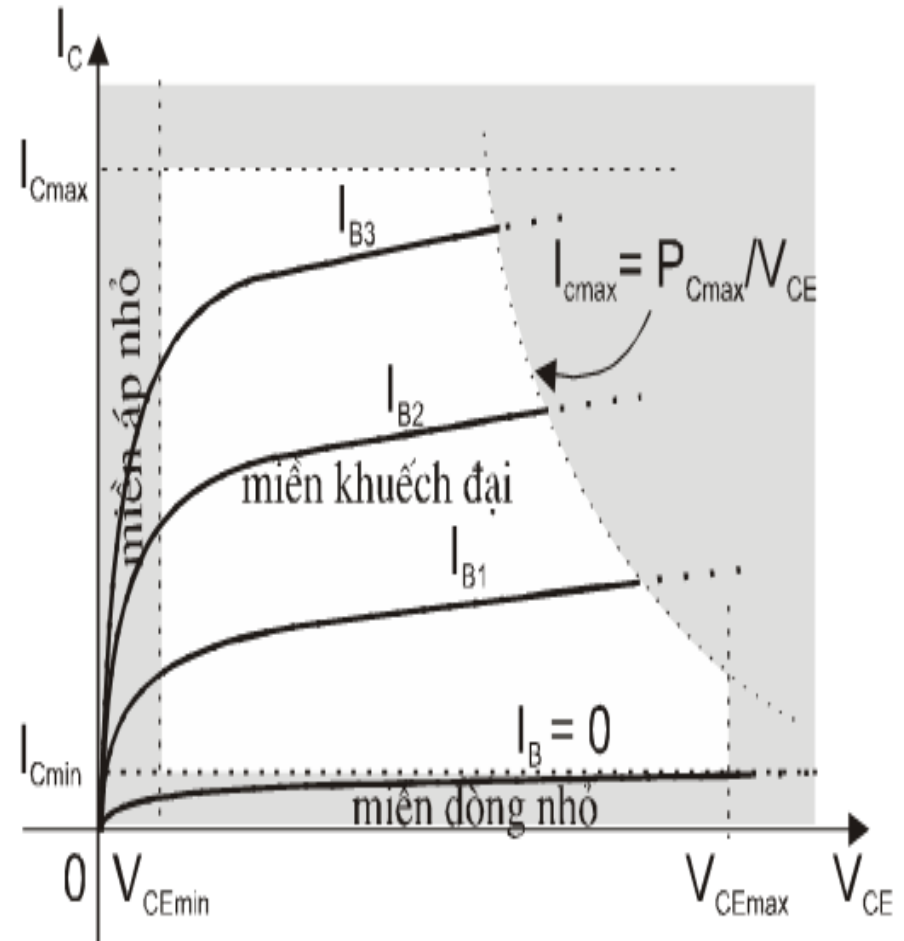


Phân cực nhờ hồi tiếp từ collector



7. Các thông số tới hạn của BJT

1. Dòng cực đại cho phép
2. Điện áp cực đại cho phép
3. Công suất tiêu tán cực đại cho phép
4. Tần số tới hạn.



Chương 6: TRANSISTOR HIỆU ỨNG TRƯỜNG FET

Mục tiêu thực hiện:

- Cấu tạo, nguyên lí làm việc của transistor trường, đặc tuyến volt-ampere.
- Ưu việt của FET so với BJT.
- Biết sử dụng các loại FET trong các mạch điện tử chức năng.



1. Mở đầu

So sánh:

- BJT: 2 tiếp giáp p-n, 2 loại hạt dẫn đs và ts.
- FET: 1 tiếp giáp p-n, 1 loại hạt dẫn đs. Điều khiển bằng E.
- FET có các tính năng ưu việt hơn BJT: R_V lớn, A_V cao, ít tiêu thụ năng lượng, thích hợp cho công nghệ vi điện tử, công nghệ bán dẫn ...



2. Phân loại

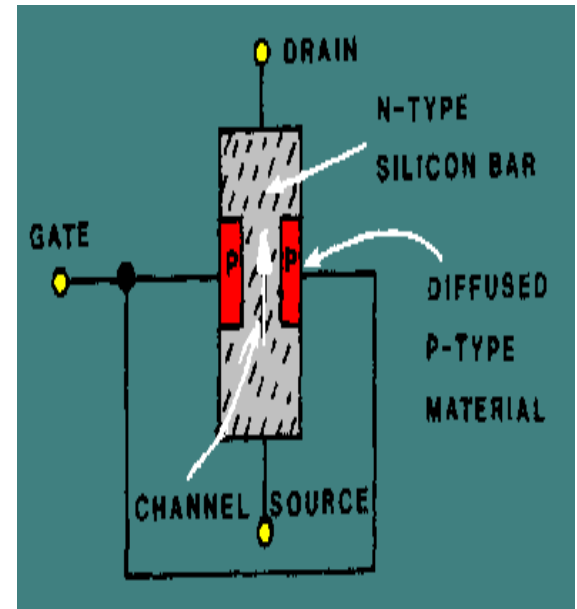
Transistor hiệu ứng trường FET gồm có 2 loại chính:

- FET điều khiển bằng tiếp giáp p – n (JFET = Junction Field Effect Transistor).
- FET có cực cửa cách li (IG-FET = Isolated Gate Field Effect Transistor) hay MOS-FET (Metal Oxide Semiconductor FET).
- MOSFET chia làm 2 loại:
 - MOSFET kênh có sẵn (D – MOSFET = Depletion MOSFET).
 - MOSFET kênh cảm ứng (E – MOSFET = Enhancement MOSFET).

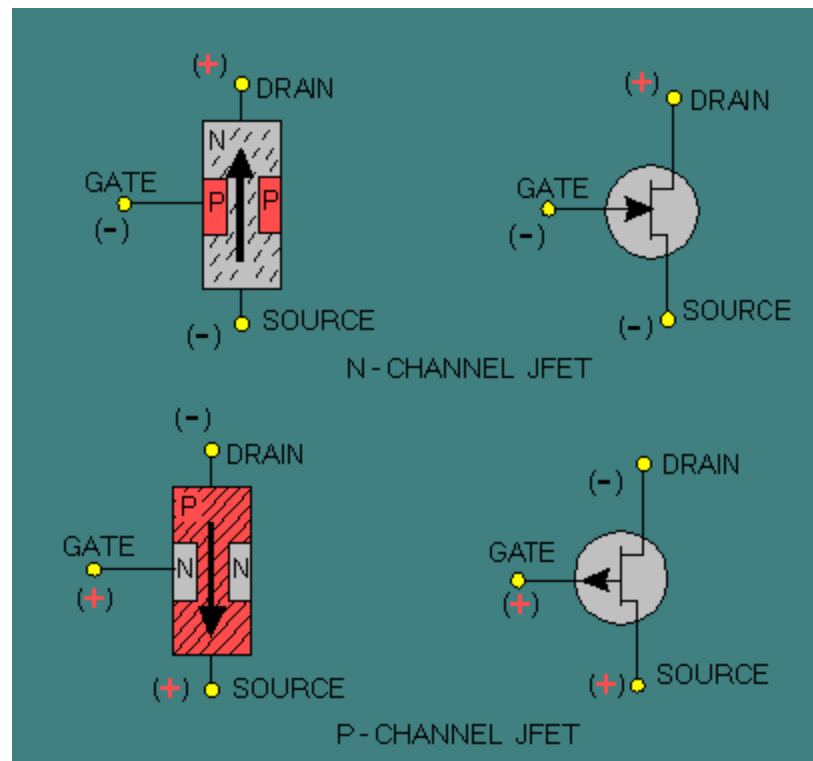
3. JFET

3.1 Cấu tạo của JFET:

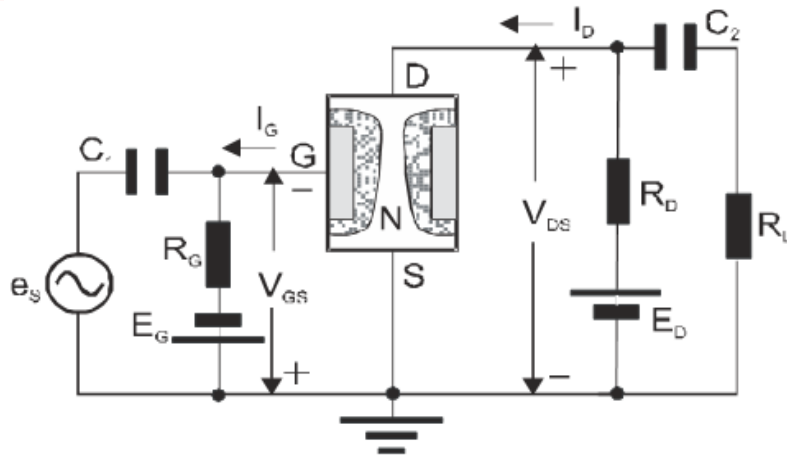
JFET kênh n: 1 thỏi bán dẫn Si loại n hình trụ. Đáy trên - cực máng D (drain)
Đáy dưới - cực nguồn S (source).
Bao quanh là 1 lớp bán dẫn loại p - dùng làm - cực cửa G (gate). Phần thể tích còn lại của thỏi Si không bị vùng nghèo choán chỗ gọi là kênh dẫn.



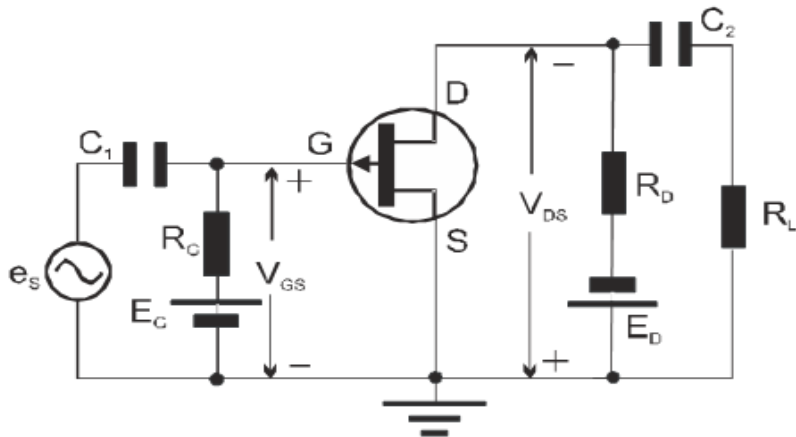
Ký hiệu của JFET kênh N và kênh P



3.2. Nguyên lý làm việc của JFET



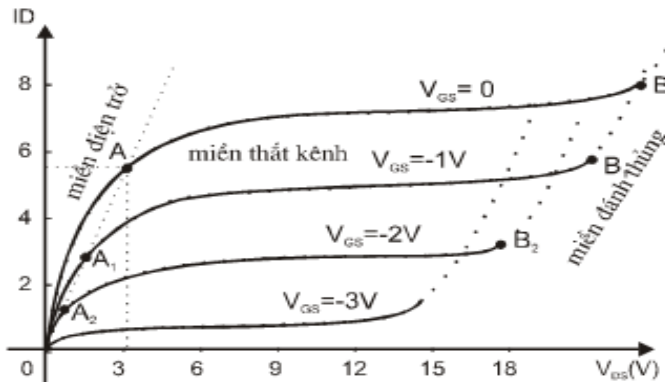
Mạch khuếch đại dùng J-FET kênh n



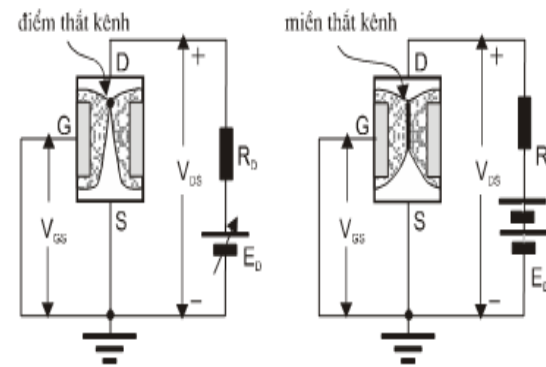
Mạch khuếch đại dùng J-FET kênh p

- E_D , tạo dòng I_D chạy qua kênh dẫn.
- E_G đặt V_{GS} giữa cực G và cực S, làm cho p-n pncn, bề dày vùng nghèo tăng lên và tiết diện của kênh dẫn bị thu hẹp. Nếu giữ E_D không đổi, khi tăng E_G dòng I_D giảm.
- Đặt giữa G và S 1 tín hiệu xoay chiều e_s . Dòng I_D tạo một điện áp trên điện trở R_D có cùng dạng với e_s nhưng với biên độ lớn hơn, ta nói J-FET đã khuếch đại tín hiệu.

3.3. Đặc tuyến V-A (xét loại kênh n)



Đặc tuyến V-A của J-FET kênh n



Quá trình tắt kênh khi tăng dần V_{DS}

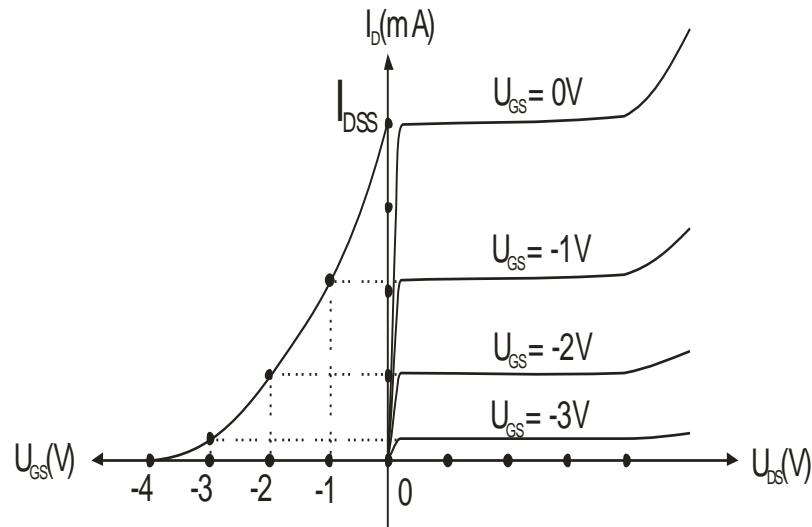
$V_{GS} = 0$ chia đặc tuyến thành 3 đoạn: Miền điện trở, miền tắt kênh, miền đánh thủng.

$V_{GS} \neq 0$, tiếp giáp p-n pcn nhiều hơn, điện trở kênh dẫn tăng và dòng I_D nhỏ hơn. V_{GS} càng âm, I_D càng giảm.

- BJT : $I_C = f(I_B) = \beta I_B$

- JFET: Công thức Shockley

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - V_{GS} / V_P \right)^2$$







3.5 Các tham số đặc trưng

1. Điện trở vi phân lối ra (điện trở kênh dẫn)

$$r_D = \left. \frac{\partial V_{DS}}{\partial I_D} \right|_{V_{DS}=\text{const}}$$

2. Hồ dẫn (độ dốc đặc tuyến truyền đạt)

$$g_m = \left. \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} \right|_{V_{DS}=\text{const}} \quad g_m = 7 \div 10 \text{mA/V.}$$

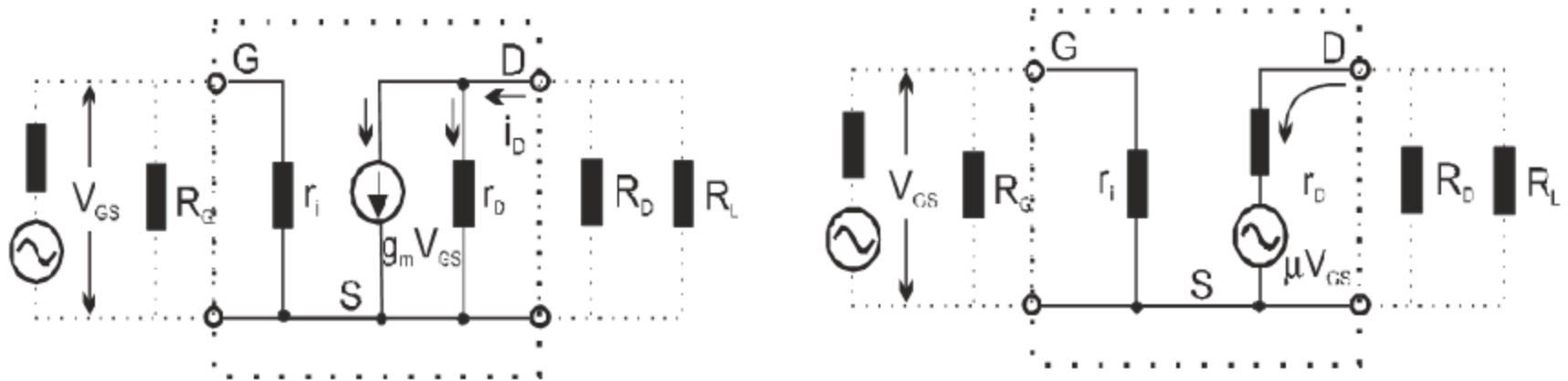
3. Điện trở vi phân lối vào (điện trở vào)

$$r_i = \left. \frac{\partial V_{GS}}{\partial I_G} \right|_{V_{DS}=\text{const}}$$

4. Hệ số khuếch đại tĩnh

$$\mu = \left. \frac{\partial V_{DS}}{\partial V_{GS}} \right|_{I_D=\text{const}}$$

3.6. Sơ đồ tương đương của J-FET

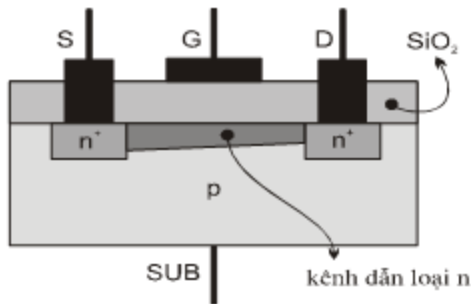
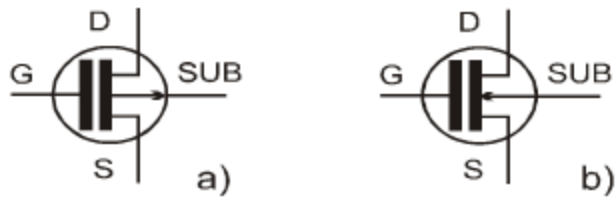


Giữa hai cực vào G, S là điện trở vào r_i . Giữa hai cực ra có điện trở kênh dẫn r_d và nguồn dòng $g_m V_{GS}$ (phản ánh khả năng điều khiển dòng điện máng của điện áp vào V_{GS}). Dòng qua tải mắc giữa hai cực ra D, S là:

$$i_D = g_m V_{GS} + \frac{V_{DS}}{r_D}$$

4. Transistor trường có cực cửa cách li (IG-FET hay MOS-FET)

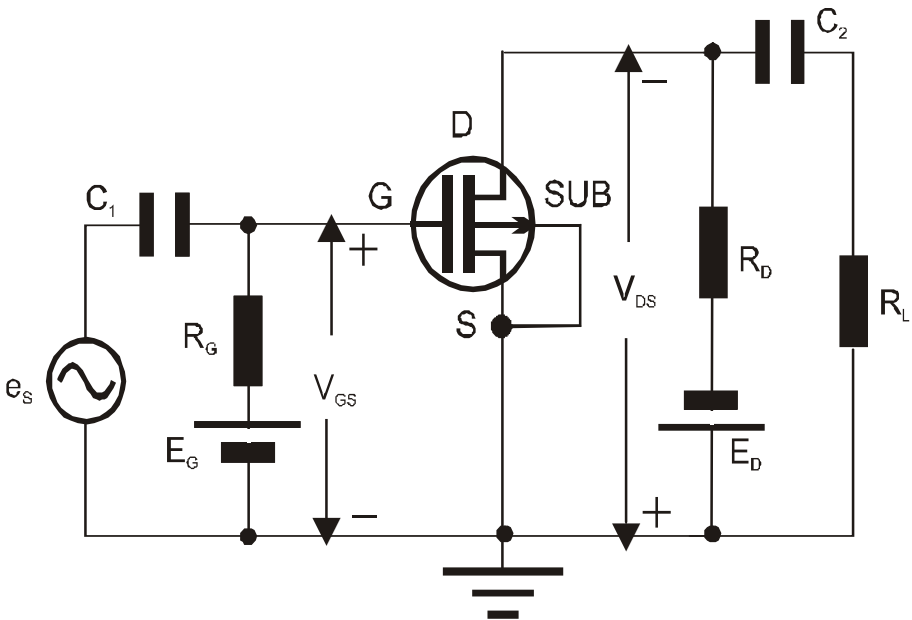
4.1. Cấu tạo của MOS-FET kênh có sẵn loại n



Cấu tạo và kí hiệu của MOS-FET kênh có sẵn
a) loại n; b) loại p

- Từ phiến bán dẫn Si loại p, tạo trên bề mặt của nó một lớp bán dẫn loại n làm kênh dẫn.
 - Ở hai đầu kênh dẫn người ta khuếch tán hai vùng n+ dùng làm cực nguồn (S) và cực máng (D), phủ một màng SiO₂ bảo vệ trên bề mặt phiến Si.
 - Phía trên màng này gắn một băng kim loại dùng làm cực cửa (G). Đáy của phiến Si gắn sợi dây kim loại dùng làm cực đế SUB (substrate).
- Nếu phiến bán dẫn là loại n, ta có MOS-FET loại p.

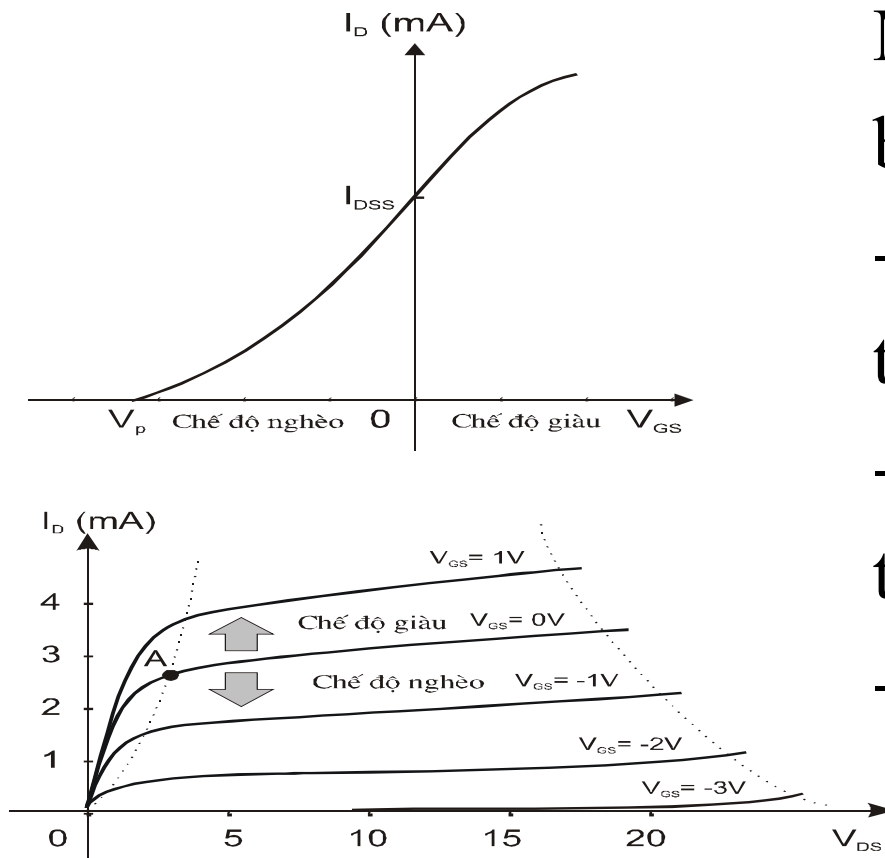
4.2. Nguyên lí làm việc của MOS-FET kênh n



Tầng khuếch đại
dùng MOS-FET kênh n

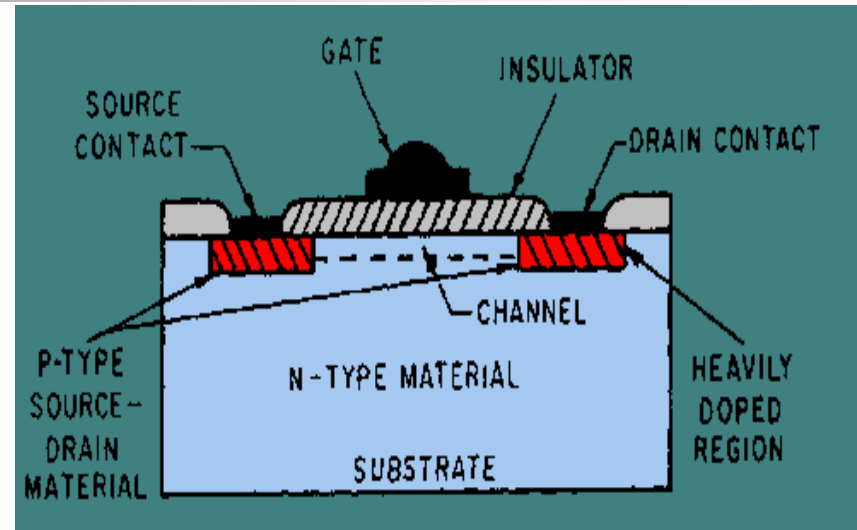
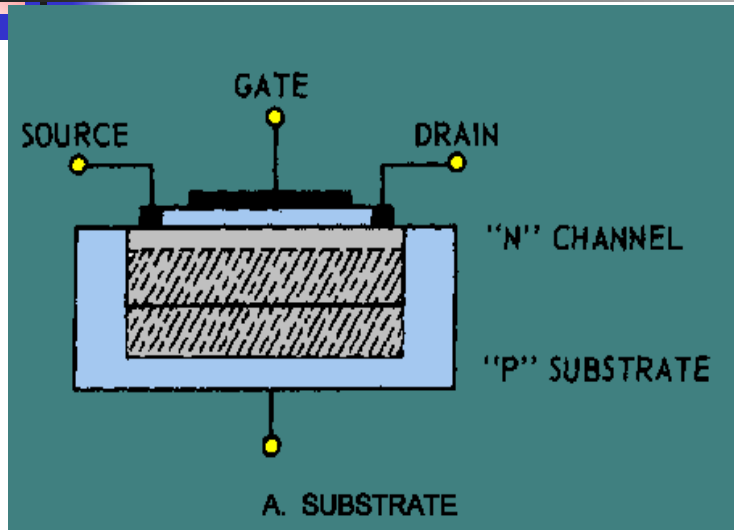
- V_{DS} (do nguồn E_D), có dòng I_D tạo bởi hạt dẫn đa số (điện tử).
- V_{GS} (do nguồn E_G), điện trở kênh tăng và I_D giảm. V_{GS} càng âm, I_D càng giảm. Chế độ làm việc này làm nghèo hạt dẫn vì thế được gọi là chế độ nghèo (depletion).
- $V_{GS} > 0$, thì càng tăng V_{GS} , $R_{\text{kênh}}$ giảm và I_D càng tăng. Chế độ này được gọi là chế độ giàu (enhancement).

4.3. Đặc tuyến truyền đạt và đặc tuyến V - A của MOS-FET kênh có sẵn loại n.



- Mỗi đặc tuyến cũng có ba đoạn tương ứng:
- Đoạn I_D tăng gần tuyến tính theo V_{DS} ,
 - Đoạn I_D bão hoà (trạng thái thắt kênh)
 - Và đoạn đánh thủng.

4.4. Cấu tạo của MOSFET kênh cảm ứng



Từ phiến bán dẫn Si loại p, hai vùng bán dẫn loại N pha nồng độ cao không dính liền nhau dùng làm cực nguồn (S) và cực máng (D), phủ một màng SiO_2 bảo vệ trên bề mặt phiến Si. Phía trên màng này gắn một băng kim loại dùng làm cực cửa (G). Đáy của phiến Si gắn sợi dây kim loại dùng làm cực đế SUB (substrate).

Nếu phiến bán dẫn là loại n, ta có MOS-FET loại p.



4.5. Đặc tính của MOSFET kênh cảm ứng

- Bình thường không có dòng điện qua kênh, $I_D = 0$ và điện trở giữa D và S rất lớn.
- $V_{GS} > 0$ thì điện tích dương ở cực G sẽ hút các điện tử của nền P về phía giữa 2 vùng bán dẫn N và kênh được liên tục khi đó có dòng điện I_D đi từ D sang S. Điện thế phân cực cho cực G càng tăng thì dòng I_D càng lớn.



4.6. Nhận xét chung về J-FET và MOS-FET

Như vậy, transistor trường thuộc loại linh kiện điều khiển bằng điện áp, còn BJT thuộc loại điều khiển bằng dòng điện.

Dòng điện máng I_D tạo nên bởi chỉ một loại hạt dẫn (hạt đa số của kênh dẫn)- transistor trường thuộc loại đơn cực tính (unipolar).

Các tham số của FET ít chịu ảnh hưởng của nhiệt độ và tạp âm nội bộ cũng thấp hơn so với BJT.

Điện trở lối vào của FET rất lớn, dòng điện vào gần bằng 0 nên mạch vào hầu như không tiêu thụ năng lượng. Điều này rất thích hợp cho việc khuếch đại các nguồn tín hiệu yếu hoặc có trở nội lớn.



Chương 7: NGUỒN ĐIỆN

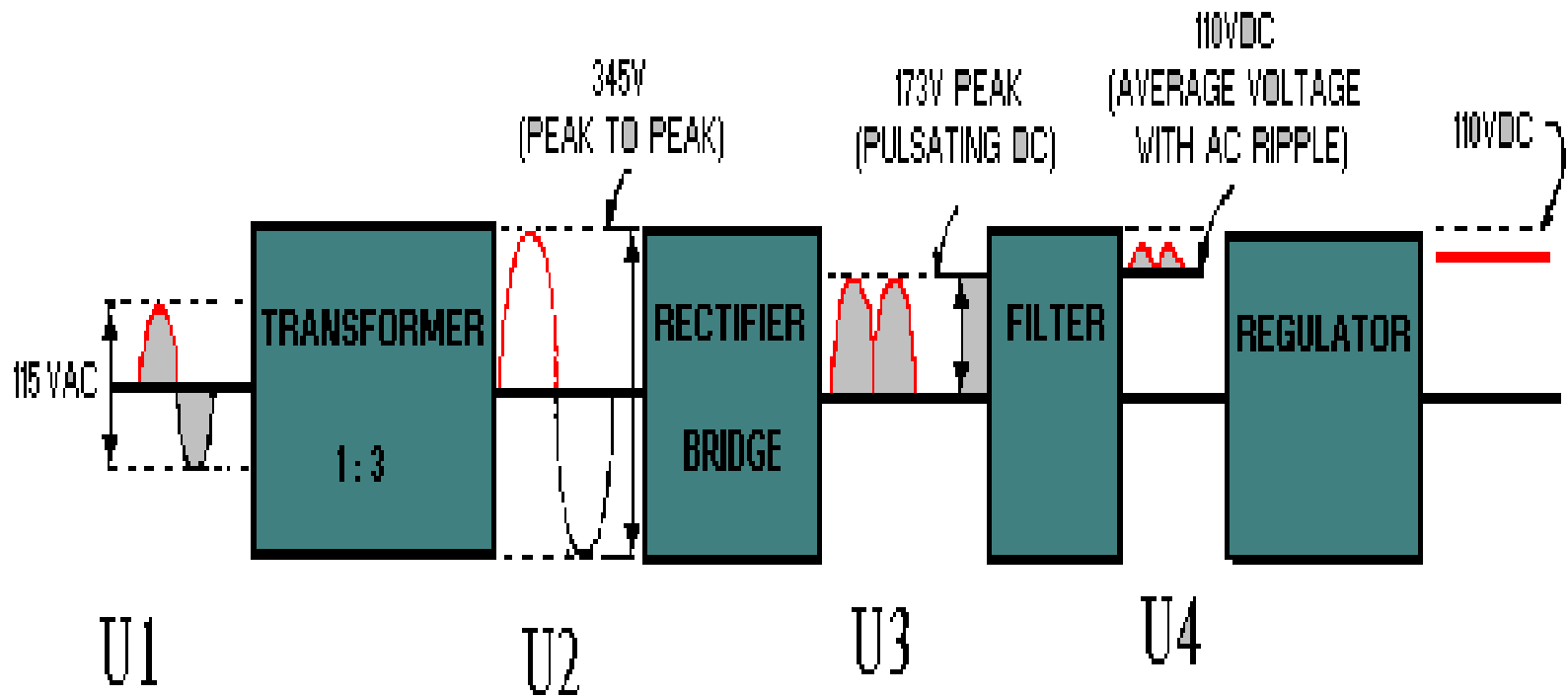
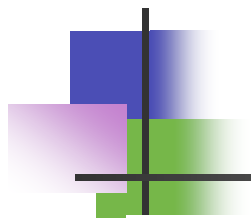
Mục tiêu thực hiện:

- Các khối cấu thành nên nguồn điện 1 chiều
- Nguyên lý hoạt động của các mạch chỉnh lưu, nhiệm vụ của mạch lọc và ổn áp 1 chiều dùng trong nguồn điện.
- Ứng dụng của nguồn điện

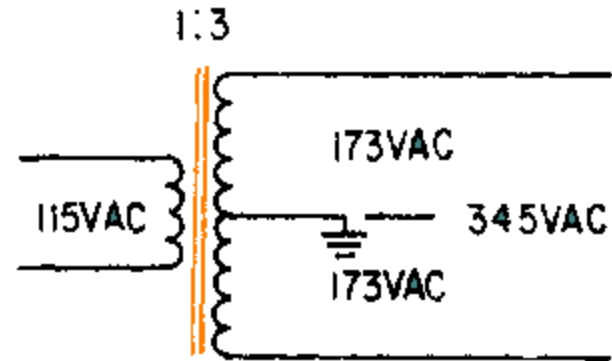
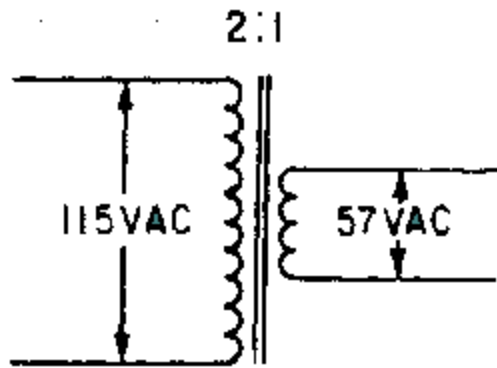
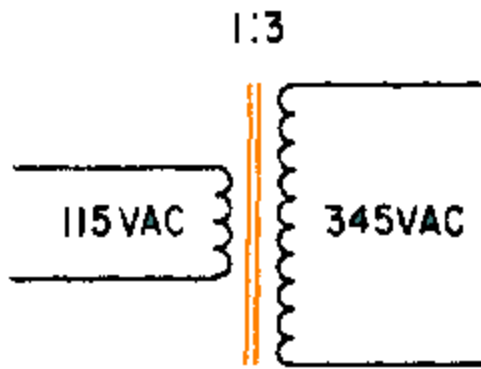


2. Nhiệm vụ của các khối

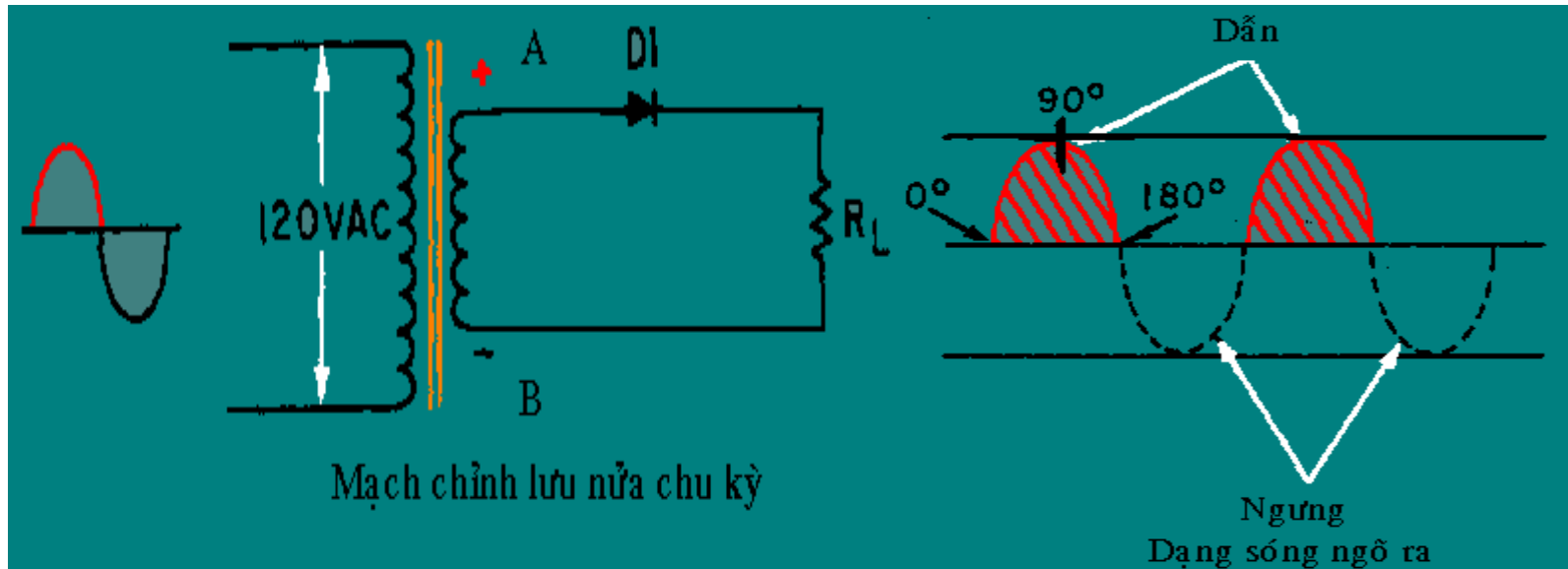
- Biến thể biến đổi điện áp xoay chiều U_1 thành điện áp xoay chiều U_2 .
- Mạch chỉnh lưu: chuyển điện áp xoay chiều U_2 thành điện áp 1 chiều không bằng phẳng U_3 .
- Bộ lọc: san bằng điện áp 1 chiều U_3 thành điện áp 1 chiều U_4 ít nhấp nhô hơn.
- Bộ ổn áp 1 chiều: ổn định điện áp (dòng điện) ở đầu ra của nó.



Biến thế



3.1 Mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ



$$\overline{U}_o = \frac{U_m}{\pi} = 0,318U_m$$

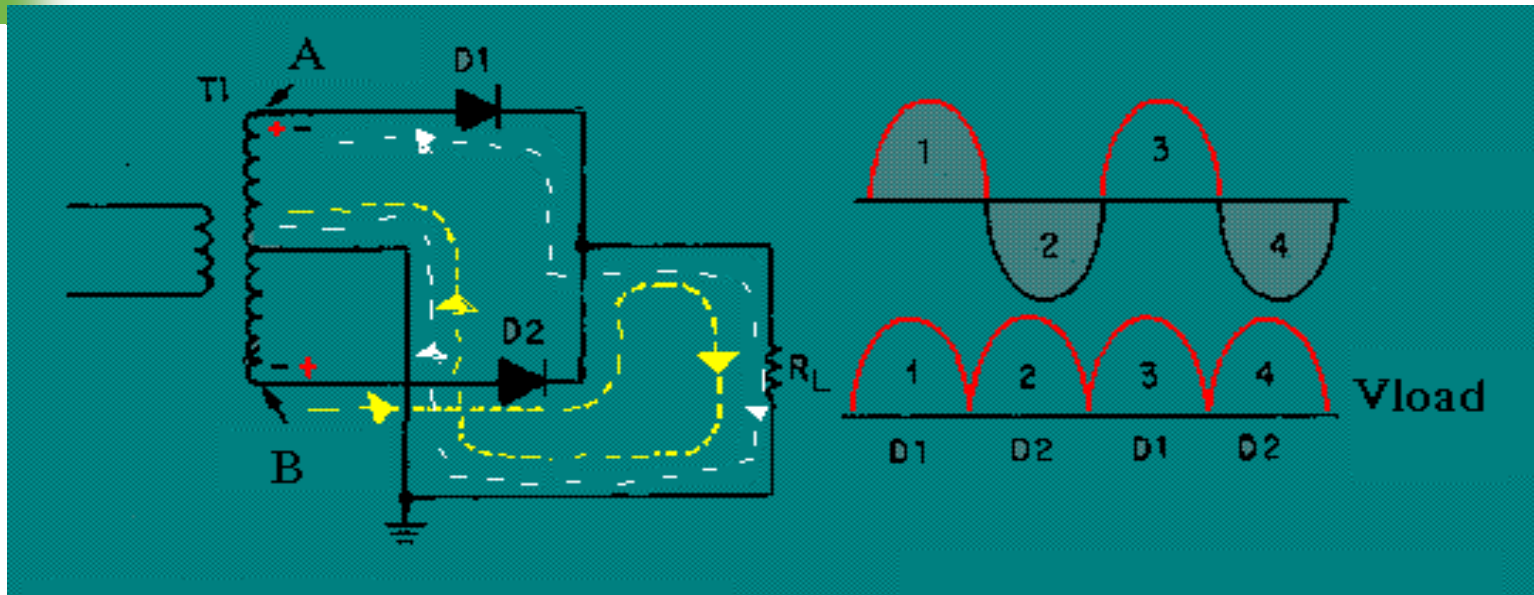
$$\overline{U}_o = \frac{\sqrt{2}U_{rms}}{\pi} = 0,45U_{rms}$$

$U_m = \sqrt{2} U_{rms}$: Điện áp đỉnh (V).

U_{rms} : Điện áp hiệu dụng (V).

U_o : Điện áp trung bình lõi ra (V)

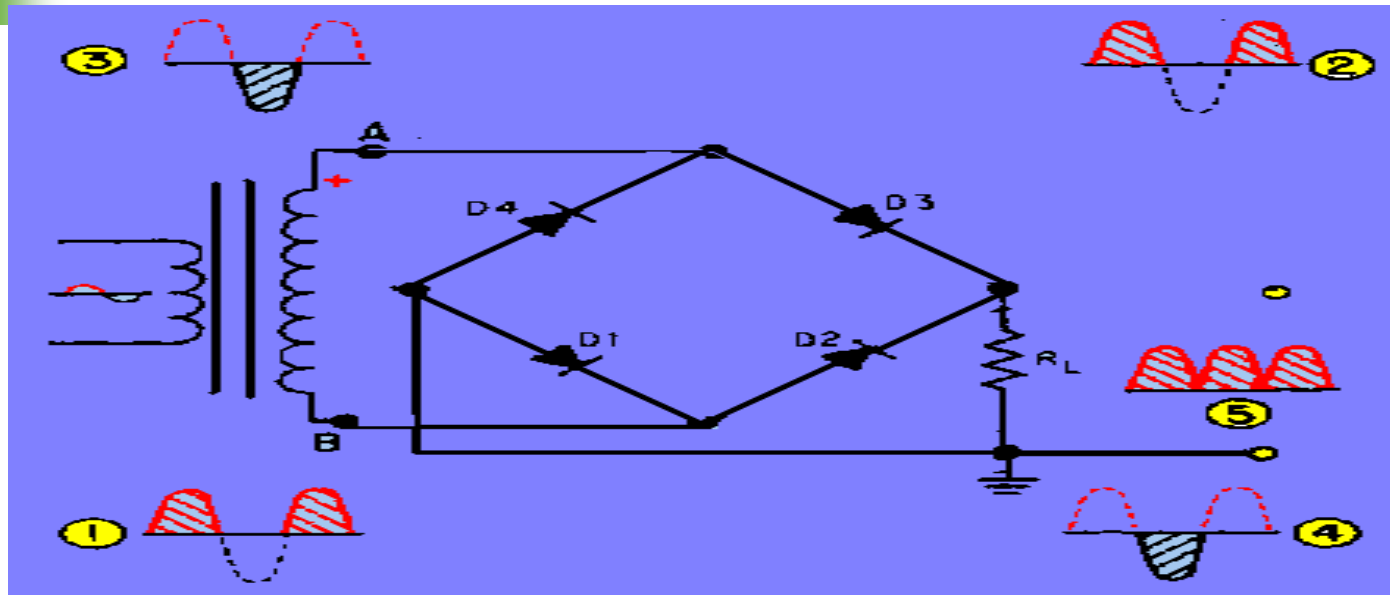
3.2 Mạch chỉnh lưu hai nửa chu kỳ (toàn kỳ)



$$\overline{U_o} = \frac{2}{\pi} U_m = 0,636 U_m$$

$$\overline{U_o} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_{rms} = 0,9 U_{rms}$$

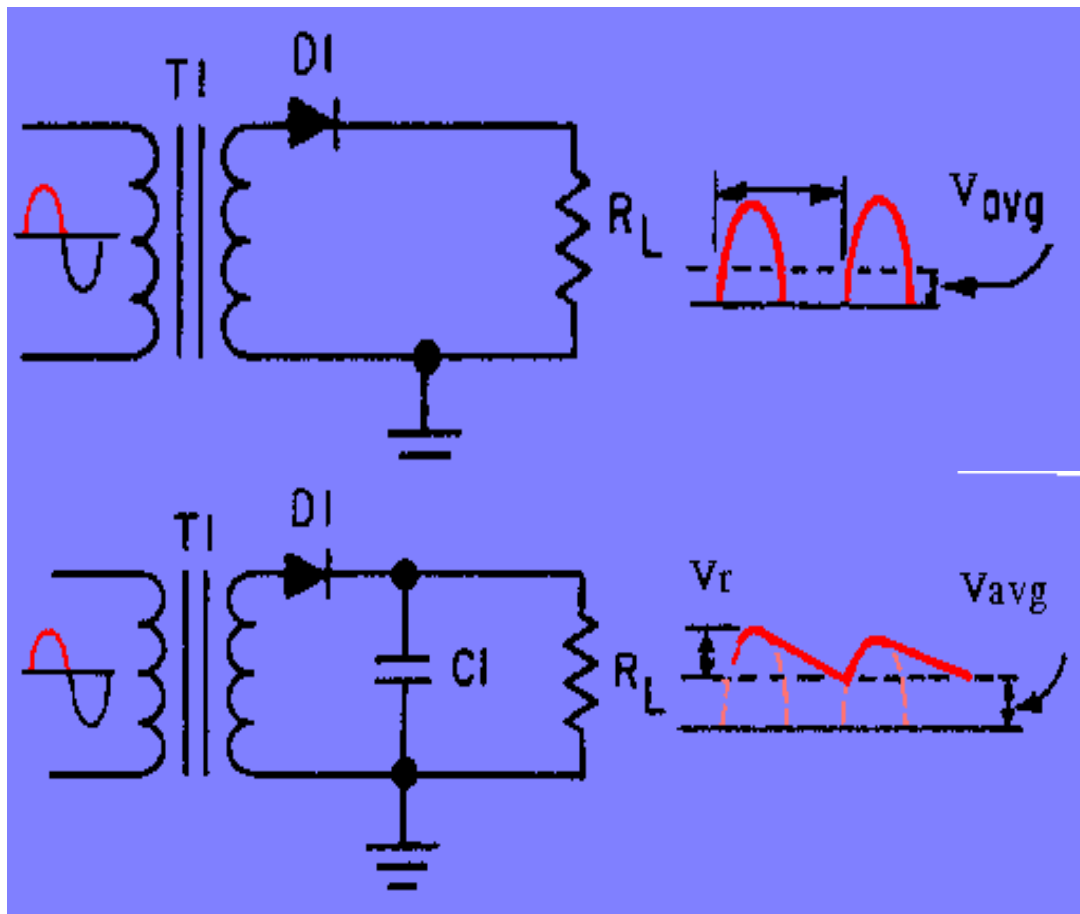
3.3 Mạch chỉnh lưu cầu diode



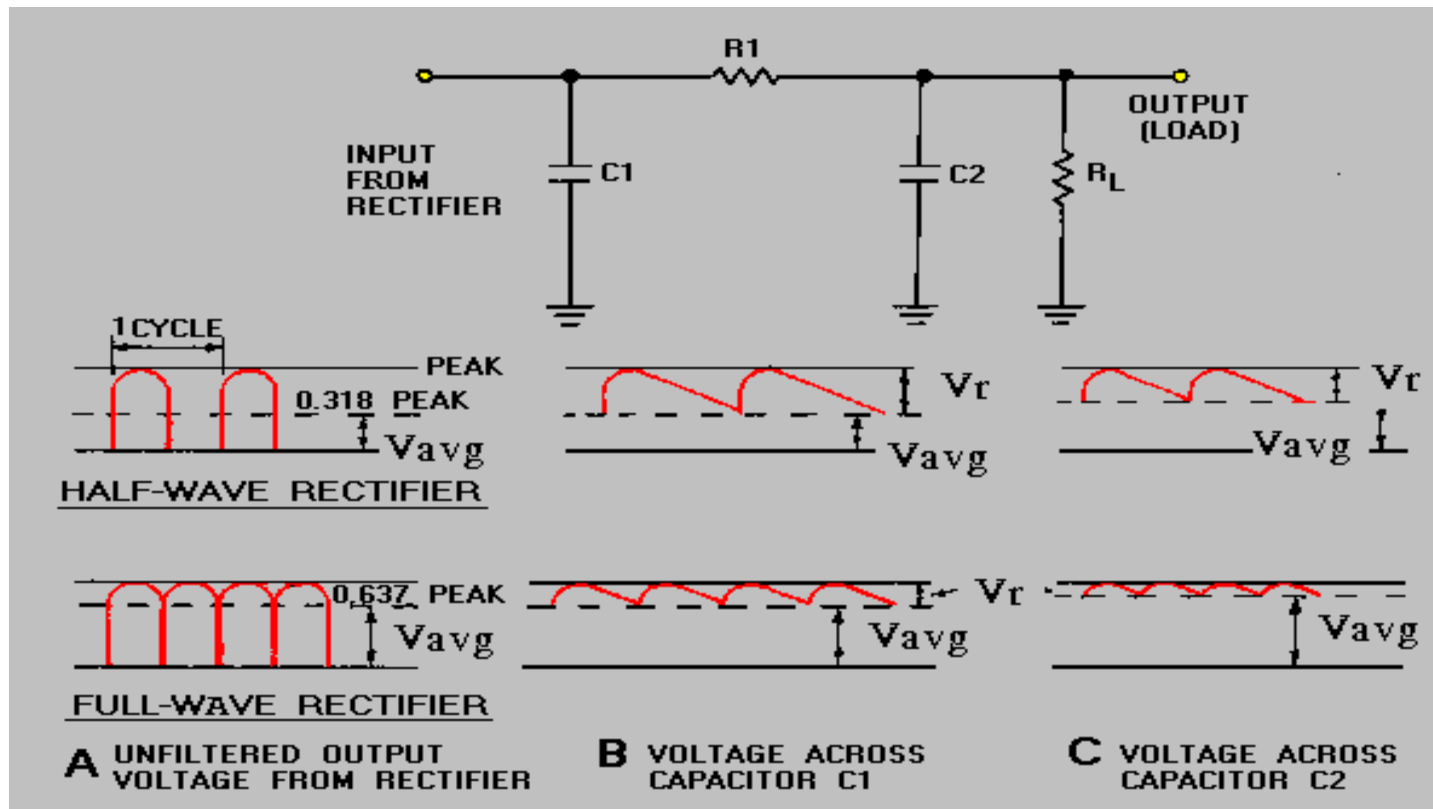
$$\overline{U_o} = \frac{2}{\pi} U_m = 0,636 U_m$$

$$\overline{U_o} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_{rms} = 0,9 U_{rms}$$

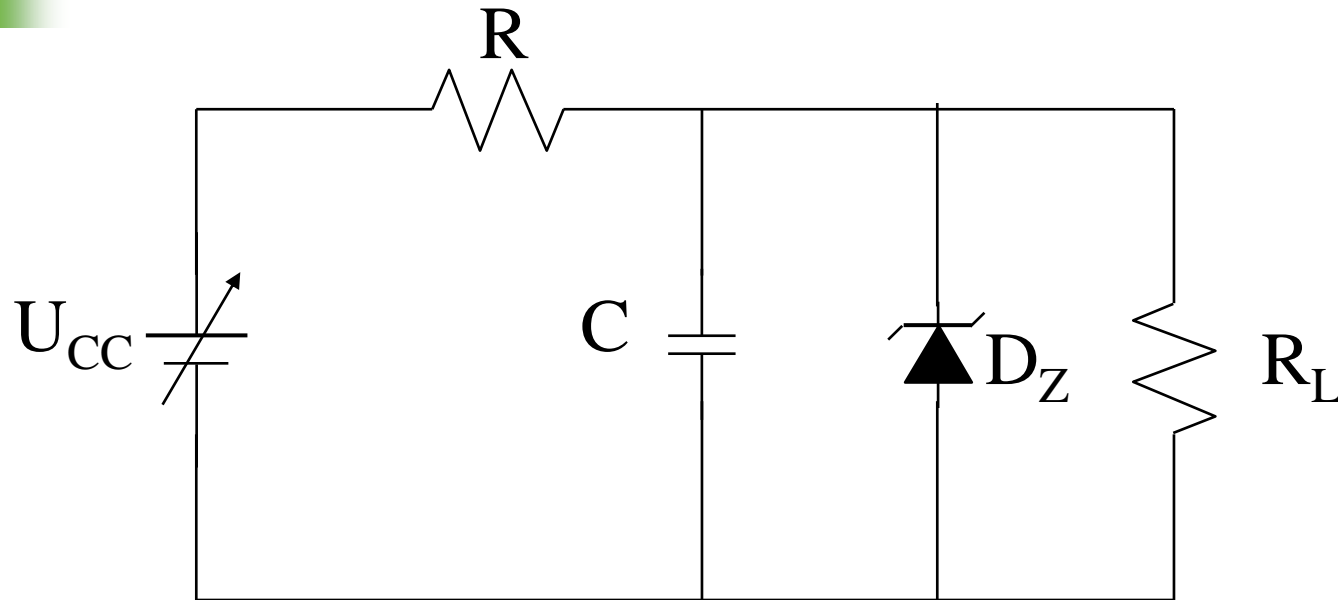
4.1 Bộ lọc dùng tụ điện



4.2 Mạch lọc RC

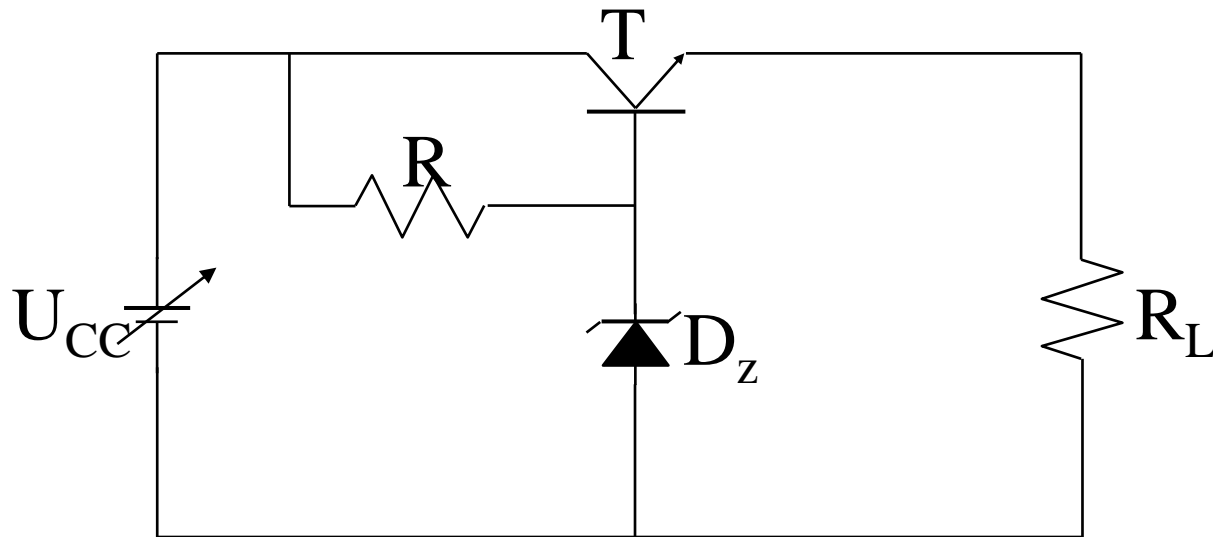


5.1 Mạch ổn áp dùng diode zener



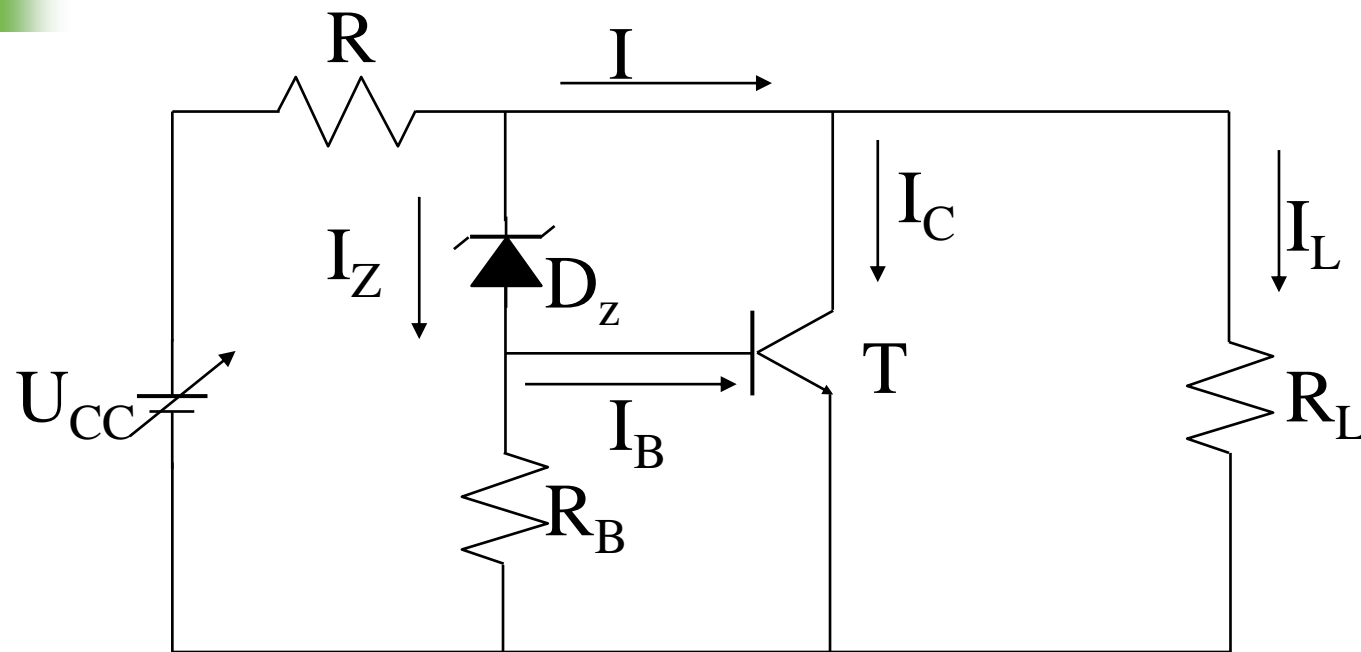
- Chỉ dùng cho các loại tải có công suất nhỏ

5.2 Mạch ổn áp dùng transistor



$$V_O = V_B - V_{BE} \text{ trong đó } V_B = V_Z = \text{h số}$$
$$\Rightarrow V_O = V_Z - V_{BE} = \text{h số}$$

5.3 Mạch ổn áp song song



$V_o = V_Z + V_{BE} = \text{hằng số}$. Vậy V_o được giữ ổn định mà chỉ tùy thuộc vào V_Z .

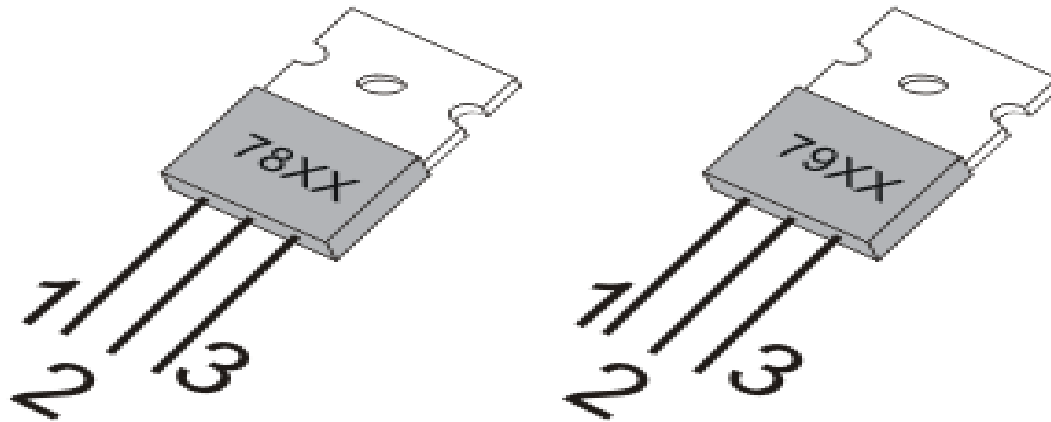


6.1 Ổn áp cố định dùng IC

Họ IC 78XX và 79XX

- 78XX: ổn áp nguồn dương
- 79XX: ổn áp nguồn âm
- XX là chỉ điện áp ra
- Điện áp vào: $V_i = (XX)$ từ 3v đến 35v.

Hình dạng IC ổn áp



- Sơ đồ chân IC:
78xx: chân 1(In), chân 2 (Mass), chân 3 (Out).
79xx: chân 1(Mass), chân 2 (In), chân 3 (Out).



Dòng ra cực đại của họ vi mạch 78XX, 79XX

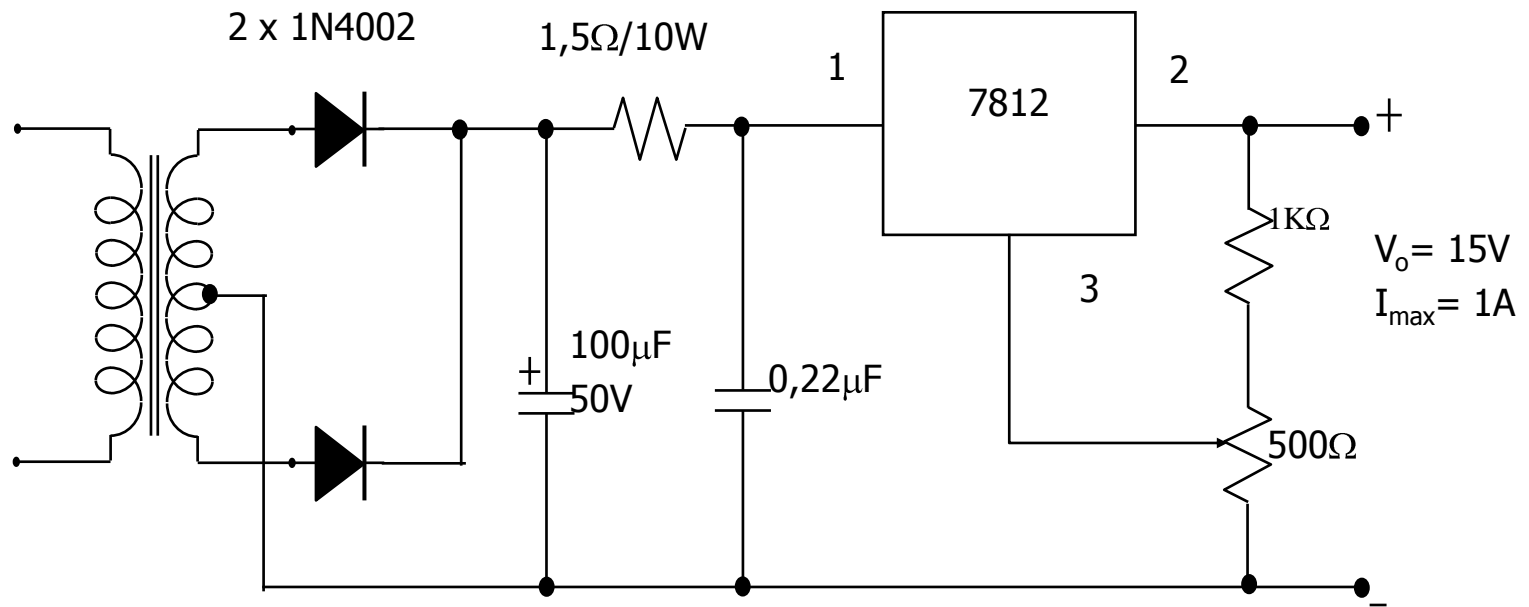
- 78LXX (Low power) $I_{max} = 100\text{mA}$.
- 78MXX (Medium power) $I_{max} = 500\text{mA}$.
- 78XX $I_{max} = 1\text{A} \div 1,5\text{A}$.
- 78HXX (High power) $I_{max} = 5\text{A}$.
- 78PXX (Puissance power) $I_{max} = 10\text{A}$.



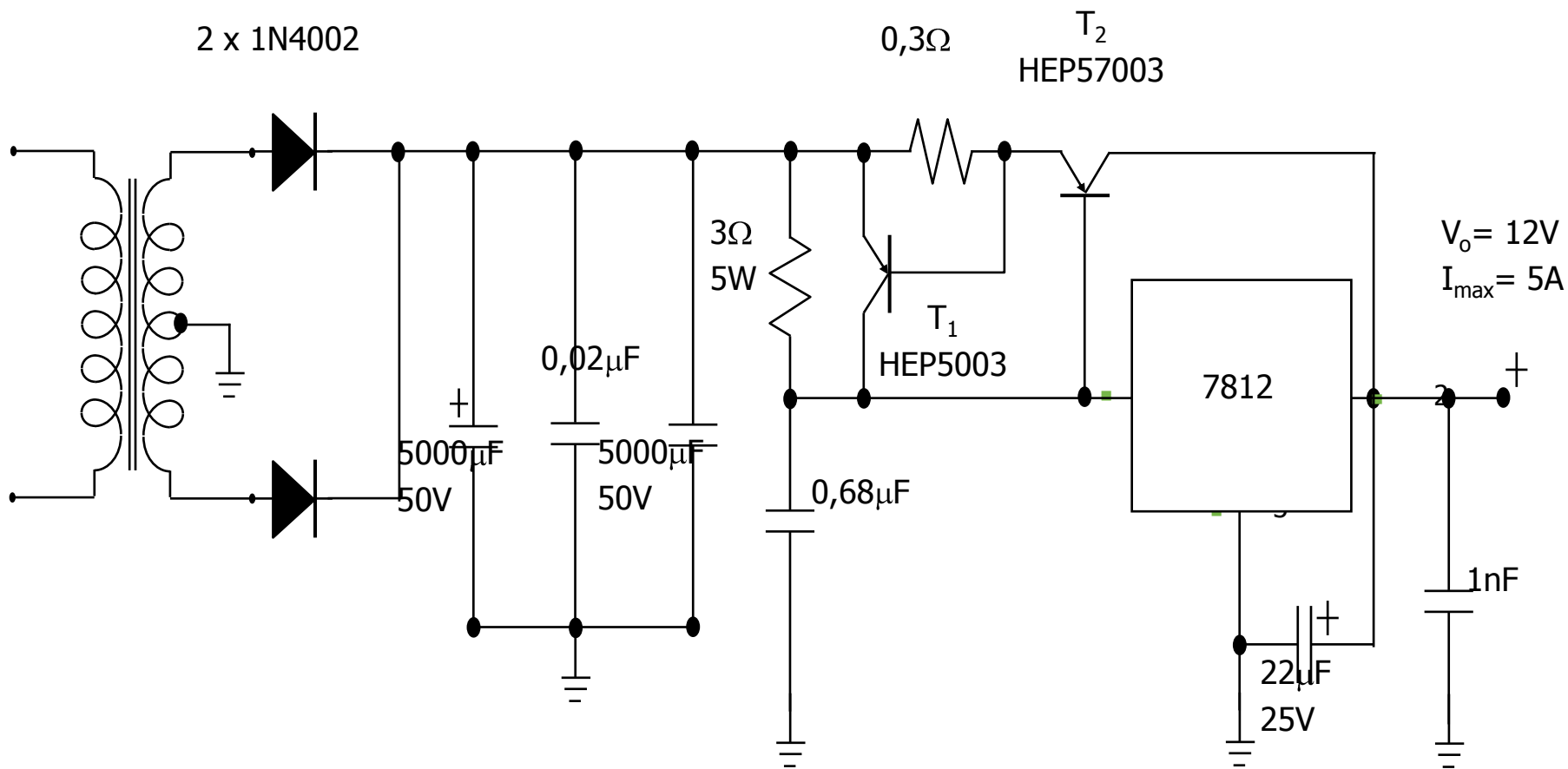
Một số loại IC ổn áp thông dụng

Mã số	Điện áp ra (V_o)	Điện áp vào tối thiểu (V_i)	Mã số	Điện áp ra (V_o)	Điện áp vào tối thiểu (V_i)
	+5	7.3	7905	-5	7.3
7806	+6	8.3	7906	-6	8.3
7808	+8	10.5	7908	-8	10.5
7809	+9	11.5	7909	-9	11.5
7810	+10	12.5	7910	-10	12.5
7812	+12	14.6	7912	-12	14.6
7815	+15	17.7	7915	-15	17.7
7824	+24	27.7	7924	-24	27.7

Mạch nguồn ổn áp 15V – 1A



Mạch nguồn ổn áp 12V – 5A

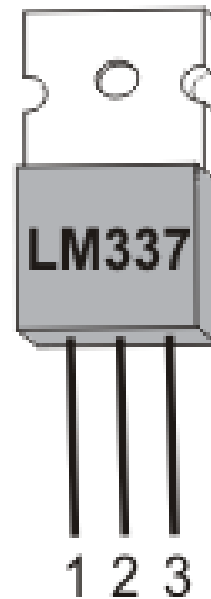




6.2 Vi mạch ổn áp có điện áp ra thay đổi được

- Có nhiều loại IC ổn áp 3 chân điều chỉnh được như:
- Loại ổn áp dương có : LM 117, LM 217, LM 317, LM350. . . .
- Loại ổn áp âm có : LM 337. . .

Hình dạng của IC ổn áp có điện áp ra thay đổi



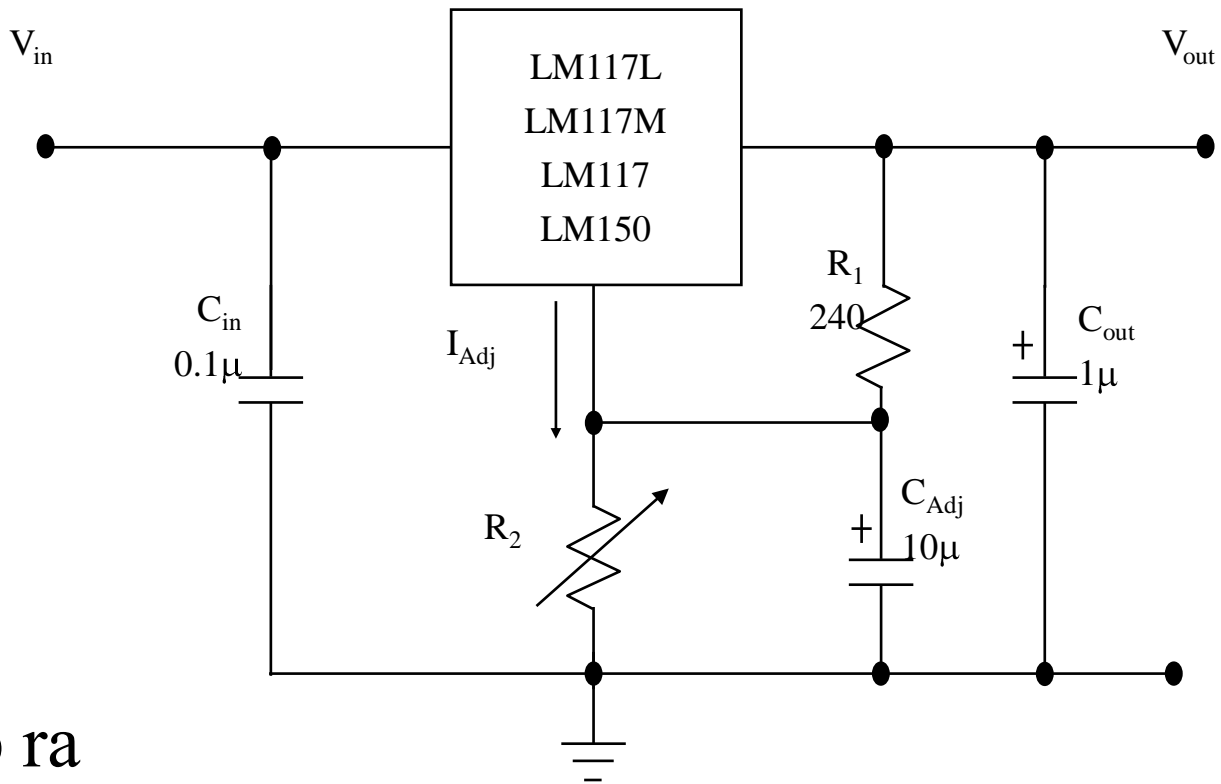


Đối với IC ổn áp dương

IC này có thể cấp dòng tải lên đến 1,5A mức điện áp ra thay đổi được trong khoảng từ 1,25V đến 37V.

Với lá nhôm giải nhiệt tốt, IC sẽ cấp dòng ra lớn mà vẫn ở trạng thái an toàn.

- Chân 1: Chỉnh mức điện áp ra (ADJ).
- Chân 2: Cho điện áp vào (Input).
- Chân 3: Cho điện áp ra (Output).



Điện áp ra

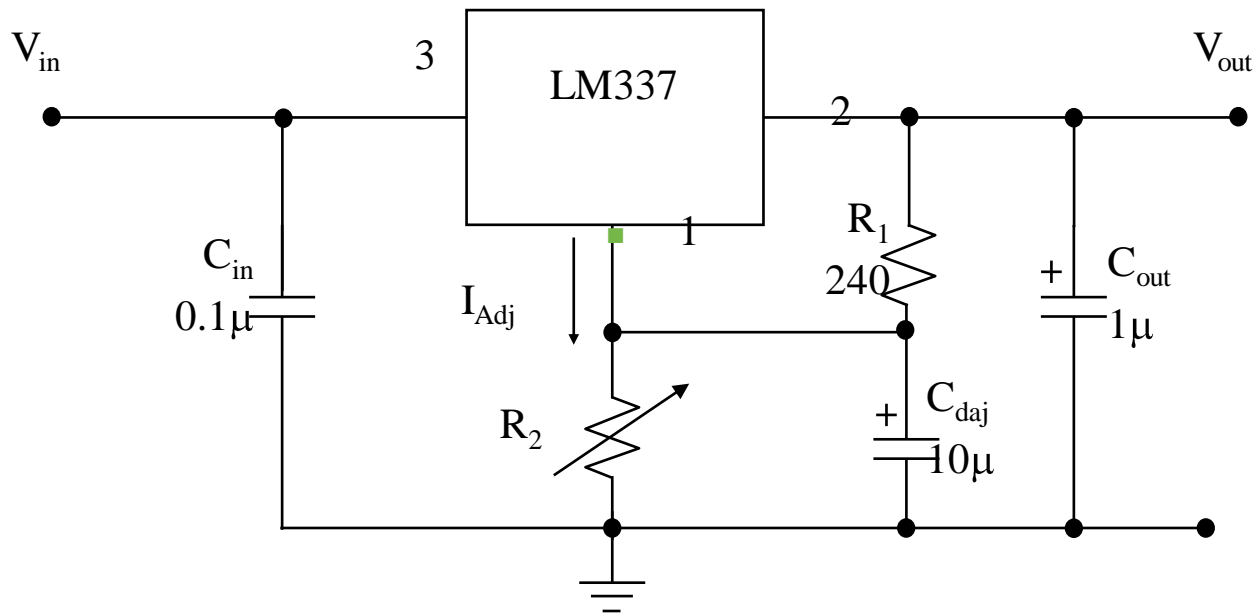
$$V_{out} = 1,25V \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + I_{Adj} R_2 \quad V_O = 1,25V \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$



Đối với IC ổn áp âm

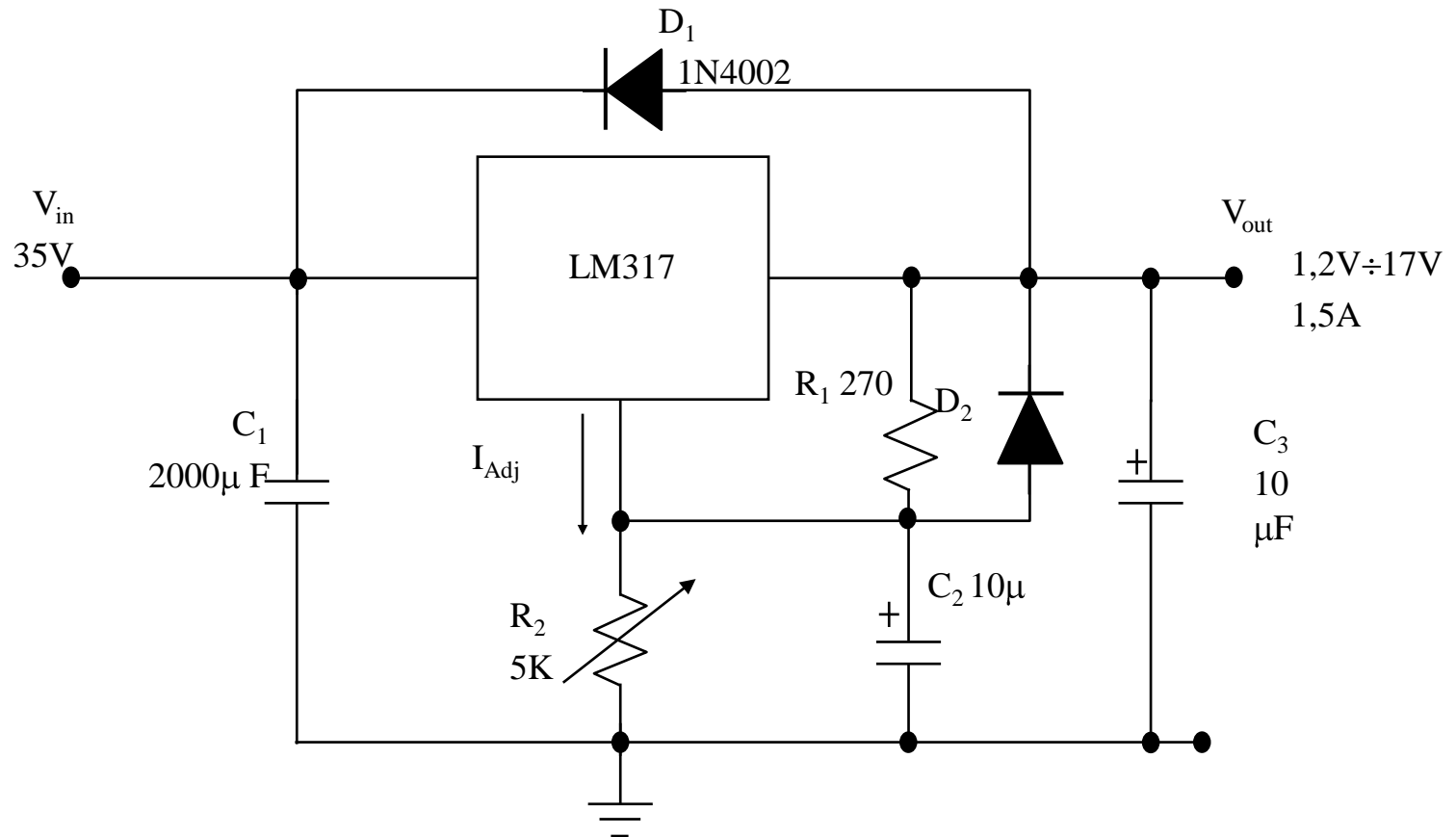
IC này cấp mức điện áp ra thay đổi được trong khoảng từ -1,25V đến -37V. Với lá nhôm giải nhiệt tốt, IC sẽ cấp dòng ra lớn mà vẫn ở trạng thái an toàn.

- Chân 1: Chỉnh mức điện áp ra (ADJ).
- Chân 2: Cho điện áp ra (Output).
- Chân 3: Cho điện áp vào (Input).

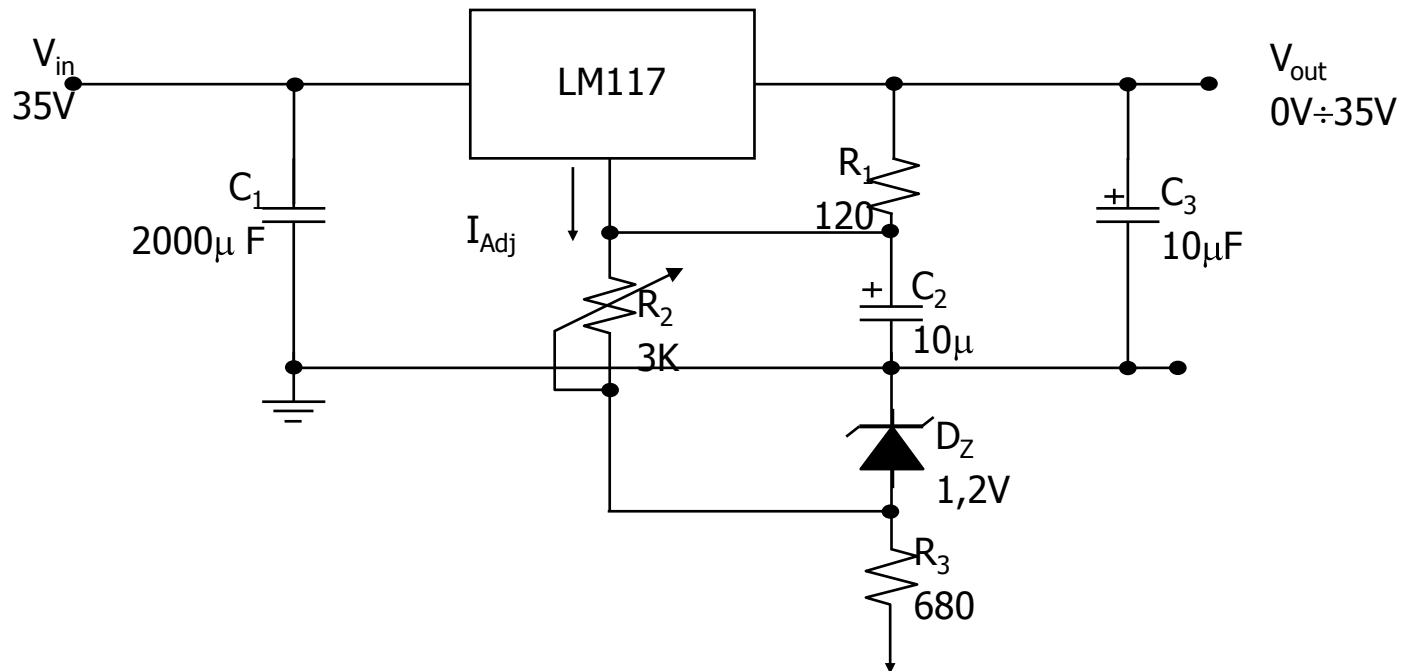


Điện áp ngõ ra là:
$$V_o = -1,25V \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

Nguồn ổn áp điều chỉnh được (1,2V đến 17V) 1,5A



Mạch nguồn ổn áp điều chỉnh từ 0V đến 35V





Chương 8: BỘ KHUẾCH ĐẠI THUẬT TOÁN

Mục tiêu thực hiện:

- Khái niệm và cấu tạo của 1 bộ khuếch đại thuật toán.
- Ứng dụng của bộ khuếch đại thuật toán











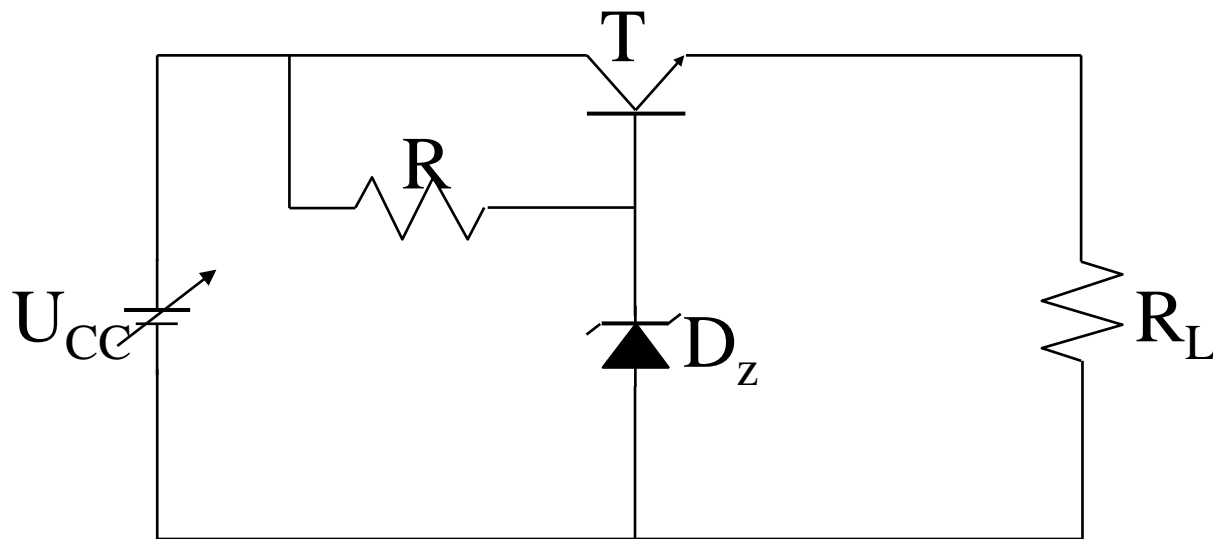








4. Mạch ổn áp dùng transistor



$$V_O = V_B - V_{BE} \text{ trong đó } V_B = V_Z = \text{h số}$$
$$\Rightarrow V_O = V_Z - V_{BE} = \text{h số}$$











Two Most Common 741 Types

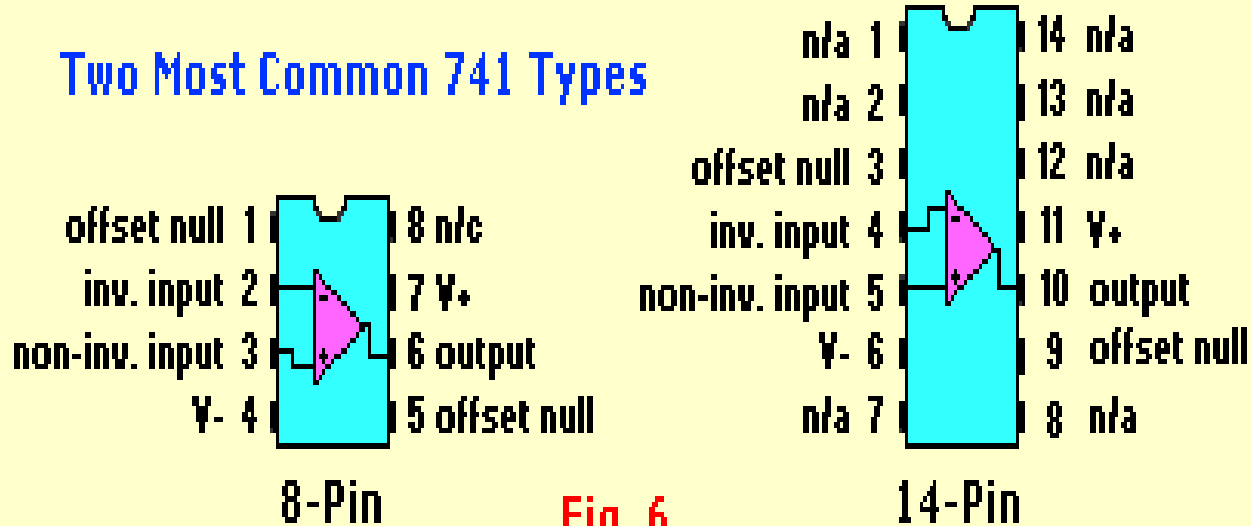


Fig. 6

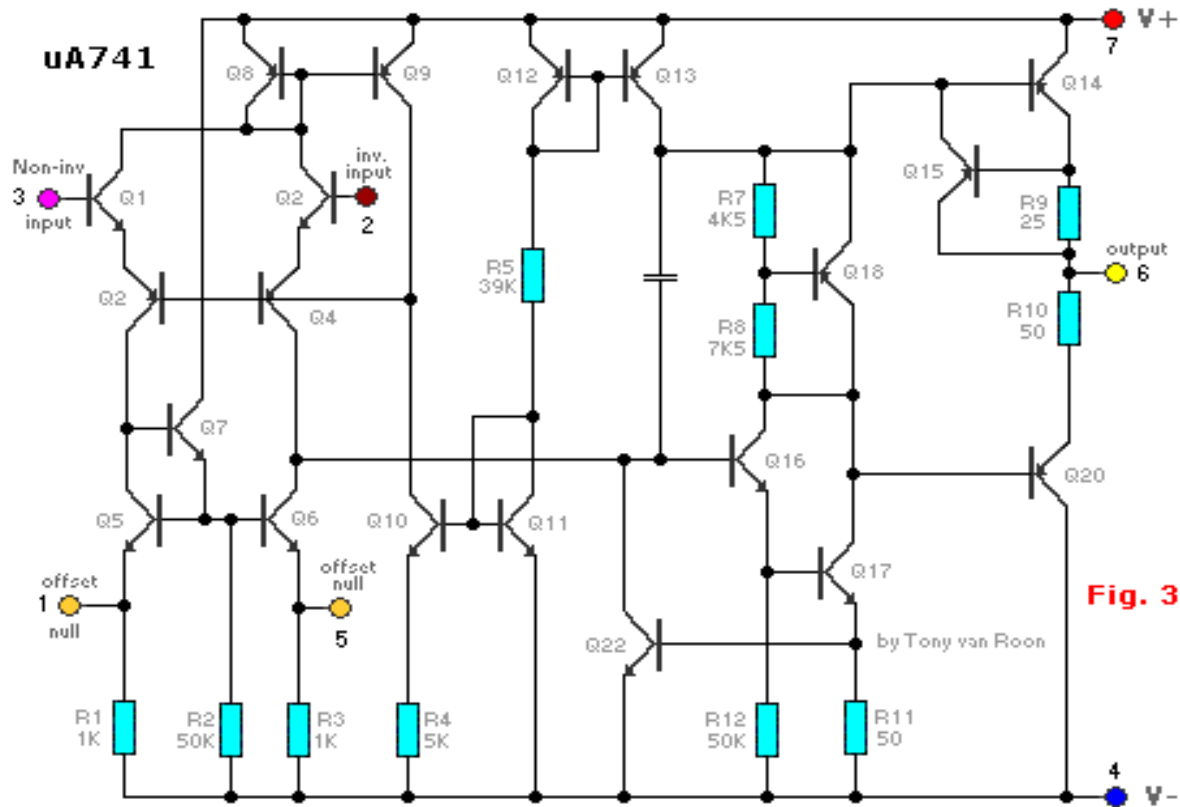
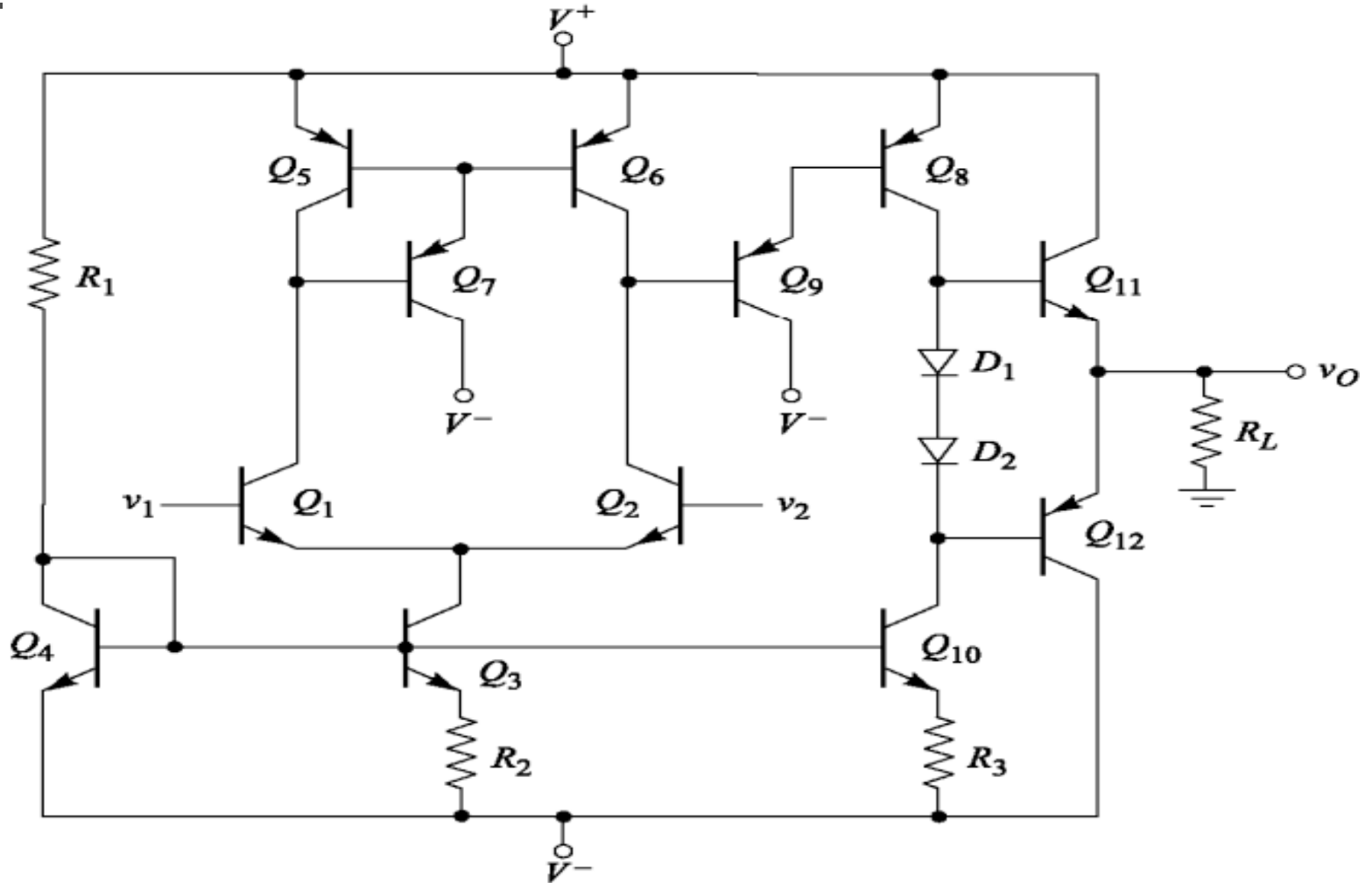
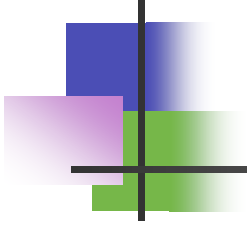


Fig. 3

μ A709 operational amplifier





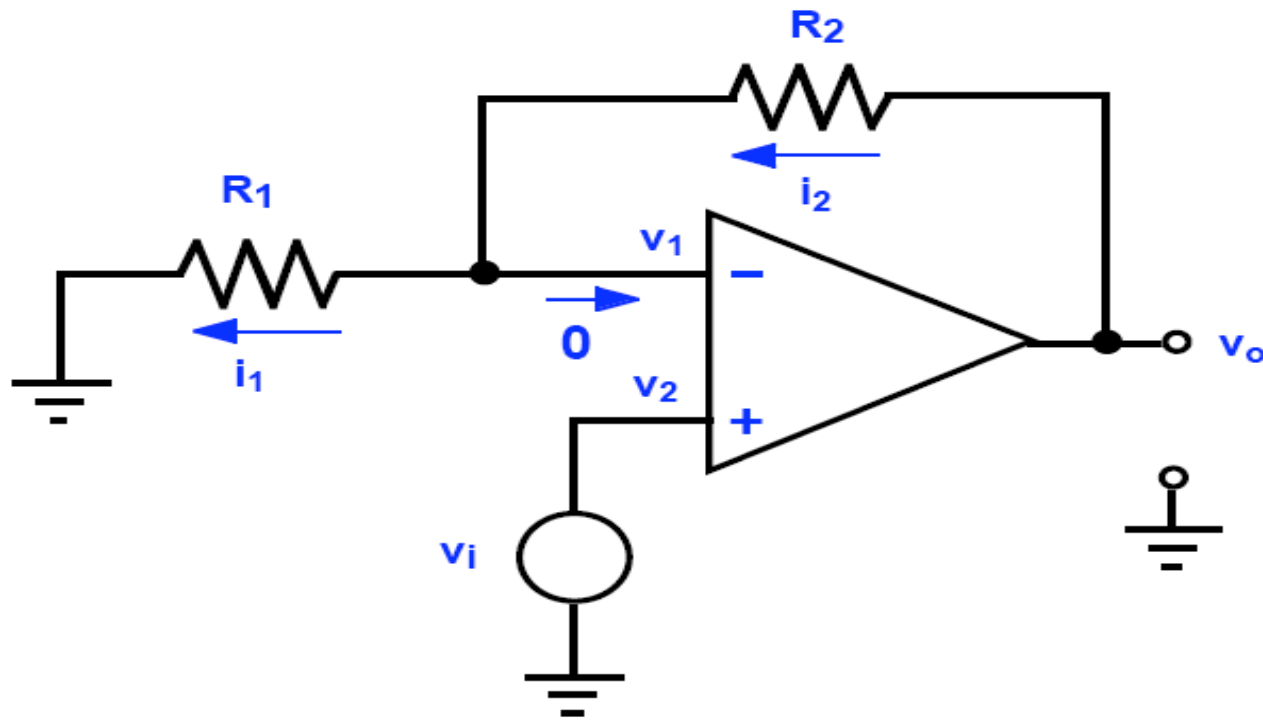






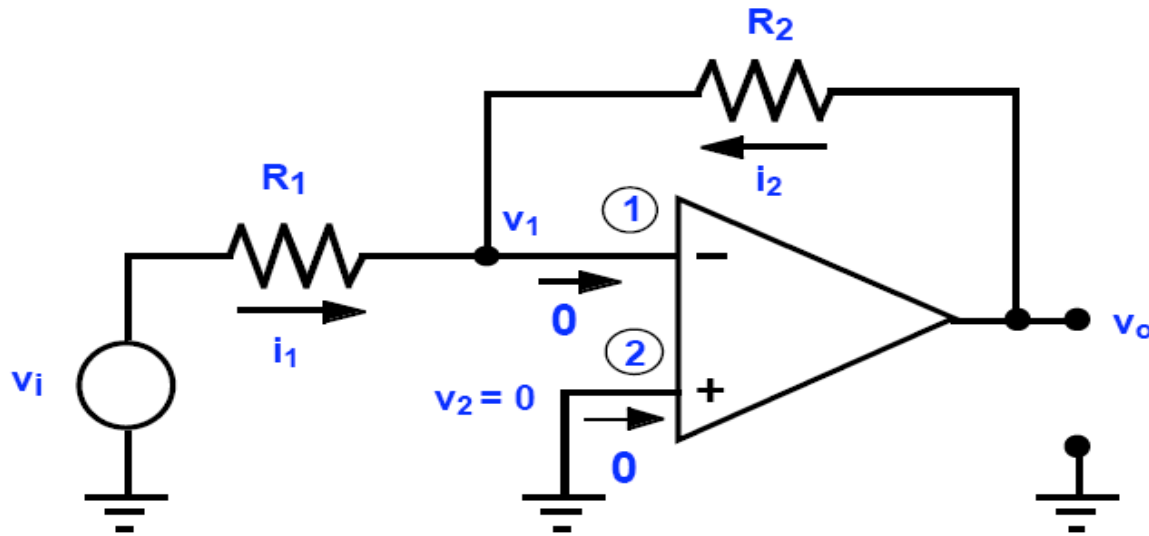


Mạch khuếch đại không đảo dấu



$$v_o = \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right) v_i$$

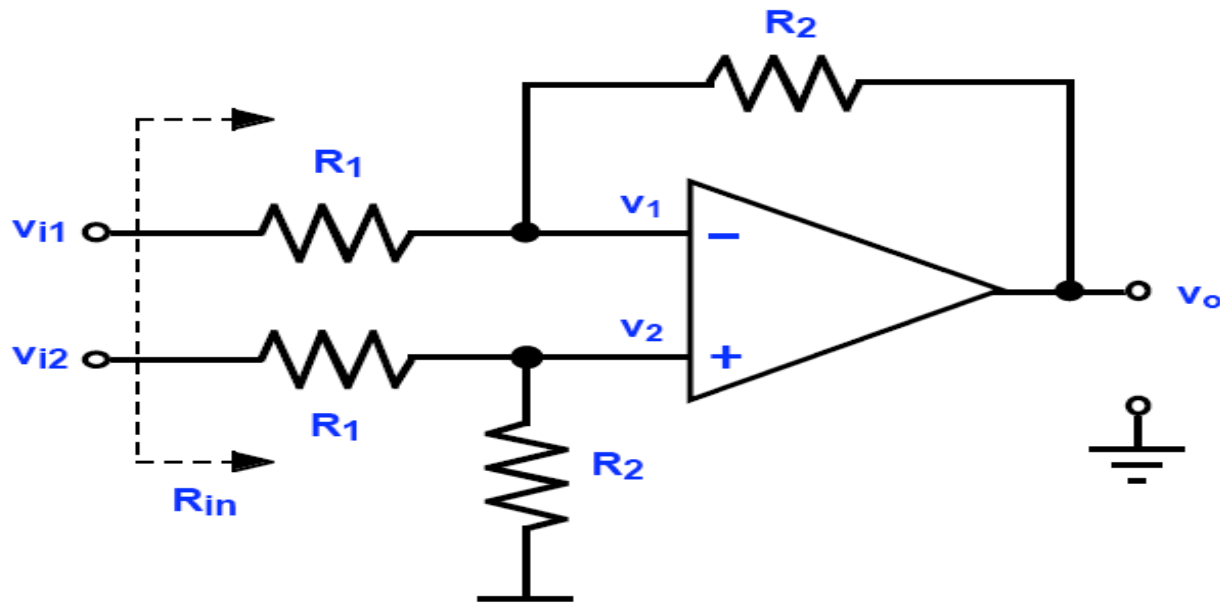
Mạch khuếch đại đảo dấu



$$v_o = -\frac{R_2}{R_1} v_i$$

$$A_V = \frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_2}{R_1}$$

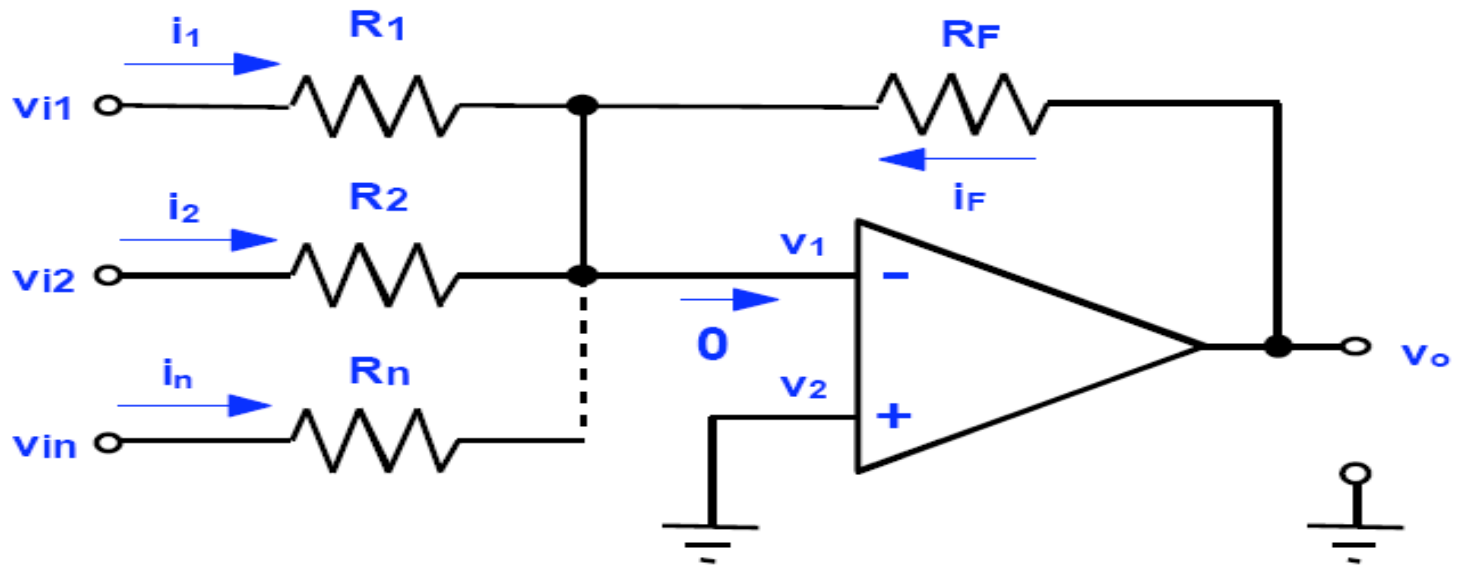
Mạch khuếch đại vi sai



$$v_o = \frac{R_2}{R_1} (v_{i2} - v_{i1})$$

$$R_{in} = 2R_1$$

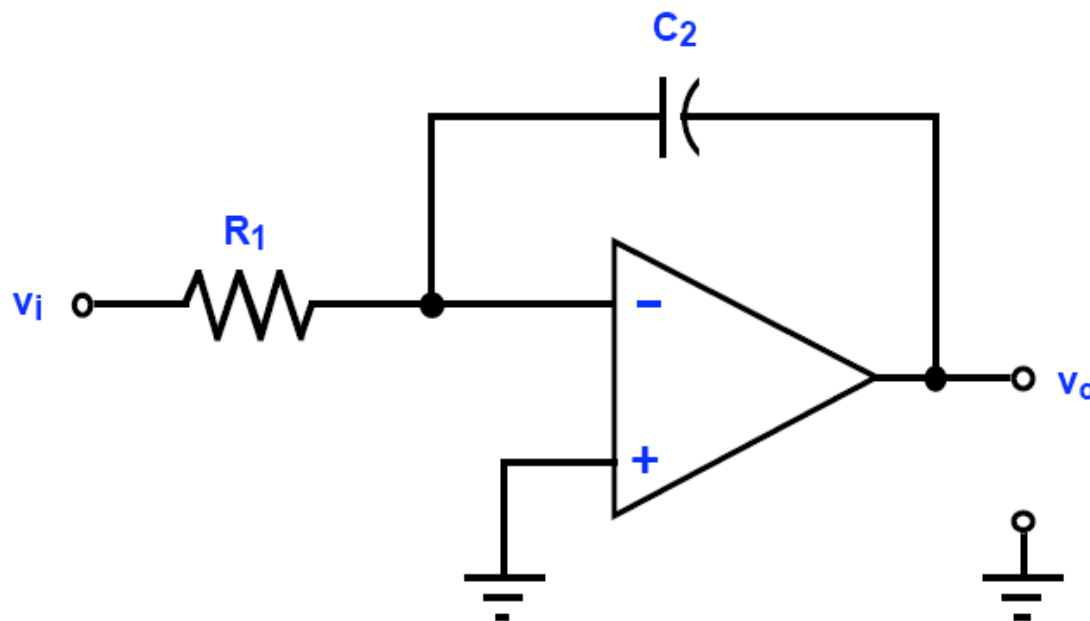
Mạch cộng đảo dấu



$$i_1 + i_2 + \cdots + i_n = -i_F$$

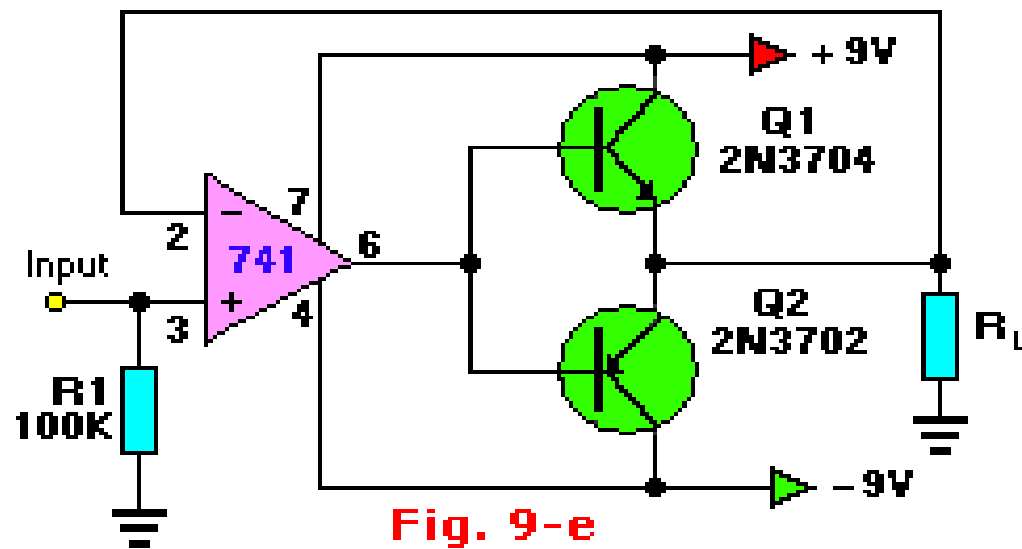
$$v_o = - \sum_{i=1}^n \frac{R_F}{R_i} v_i$$

Mạch tích phân

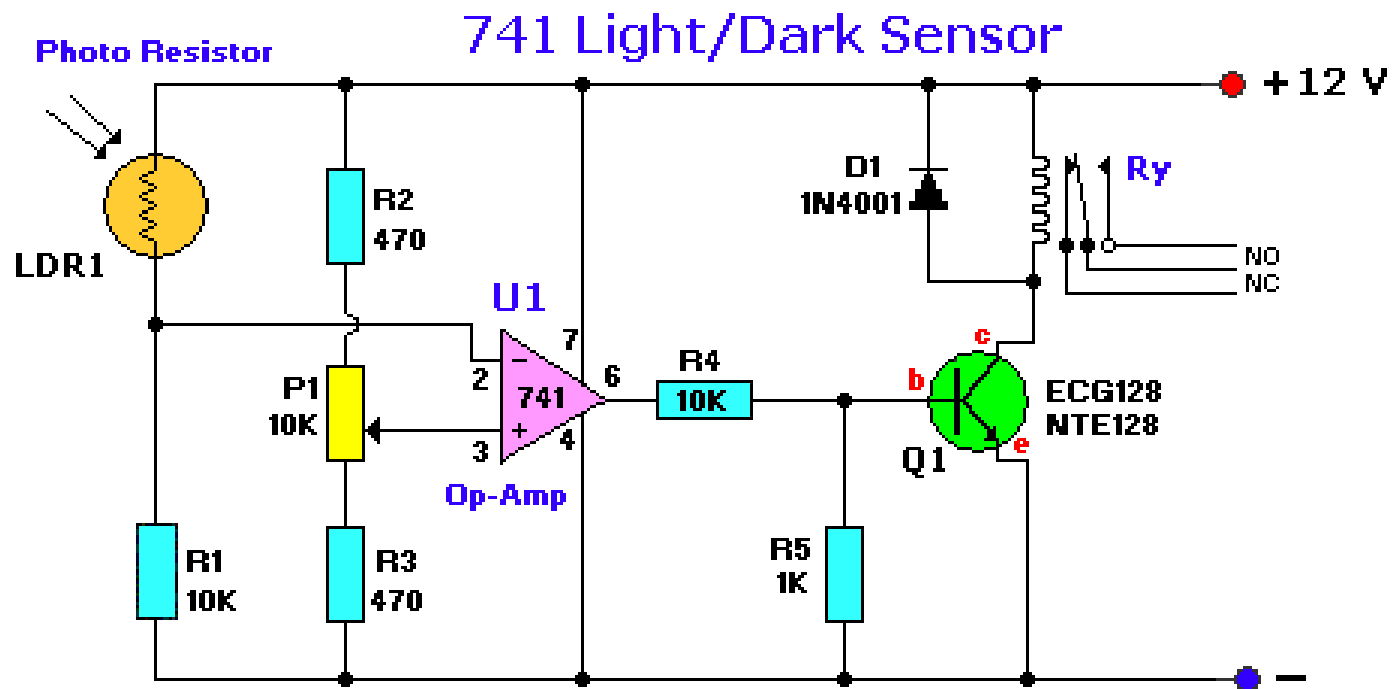


Basic Boosted-Output

Current unity-voltage-gain op-amp



Ứng dụng của opamp



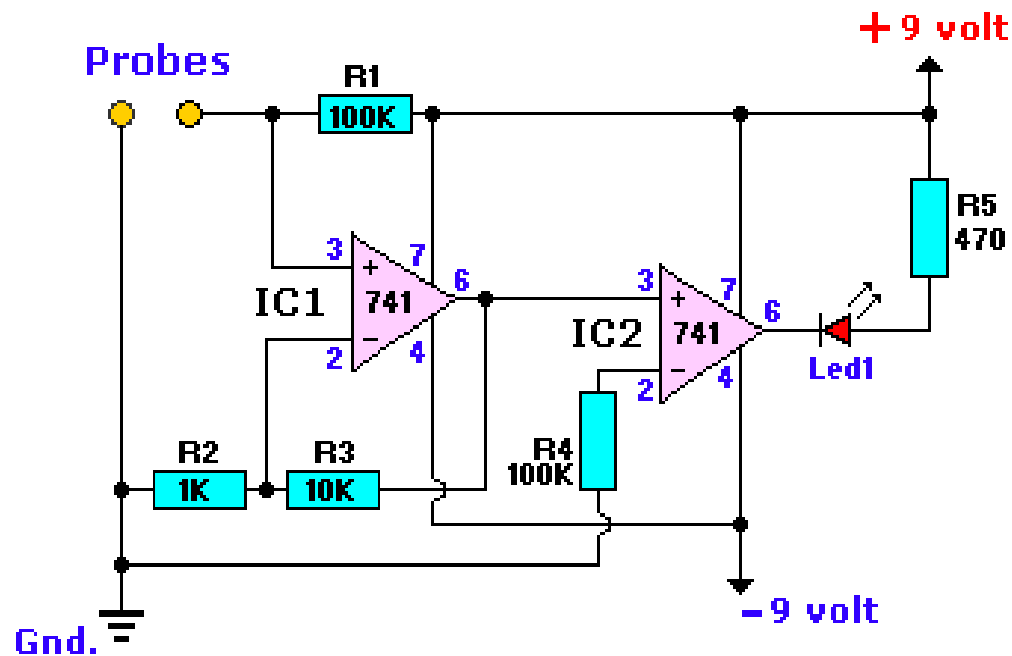
- Relais closes when no light falls on LDR1
- For reversed action, exchange LDR1 and R1
- Sensitivity can be adjusted with P1
- D1 prevents sparking of relay-coil when it opens

Fig. 12



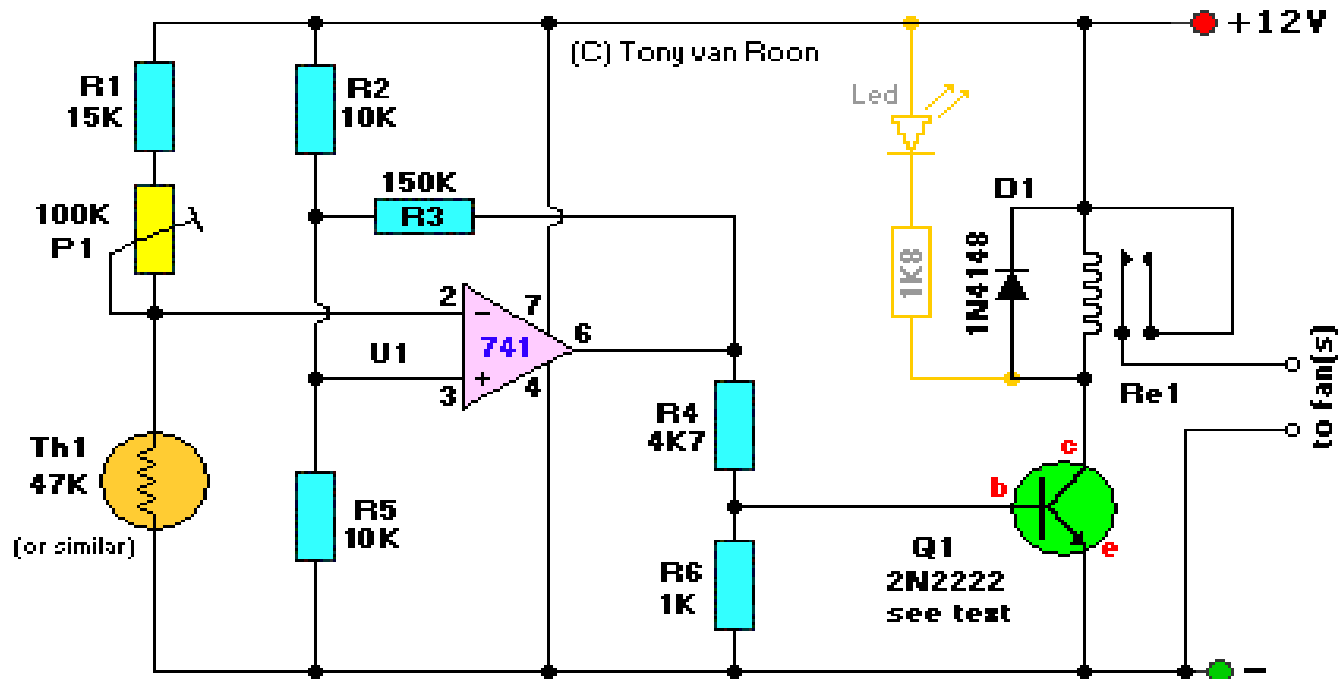
Smart Continuity Tester

<http://www.uoguelph.ca/~antoon>



Gnd., +9V, and -9V NEEDS to be connected or the circuit will **NOT** work!

Auto-Fan



<http://www.uoguelph.ca/~vantoon>

Low-Power Amplifier

Single Power Supply

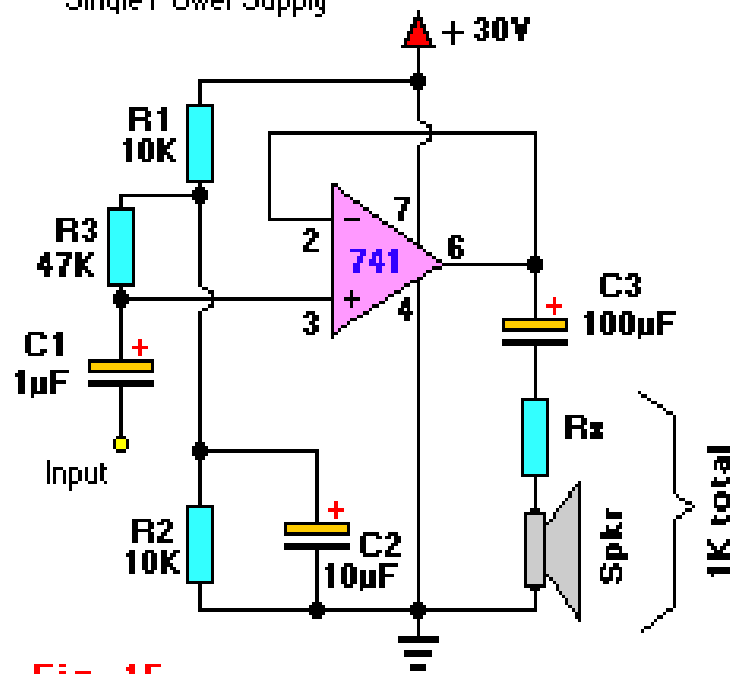


Fig. 15

12V Battery Monitor

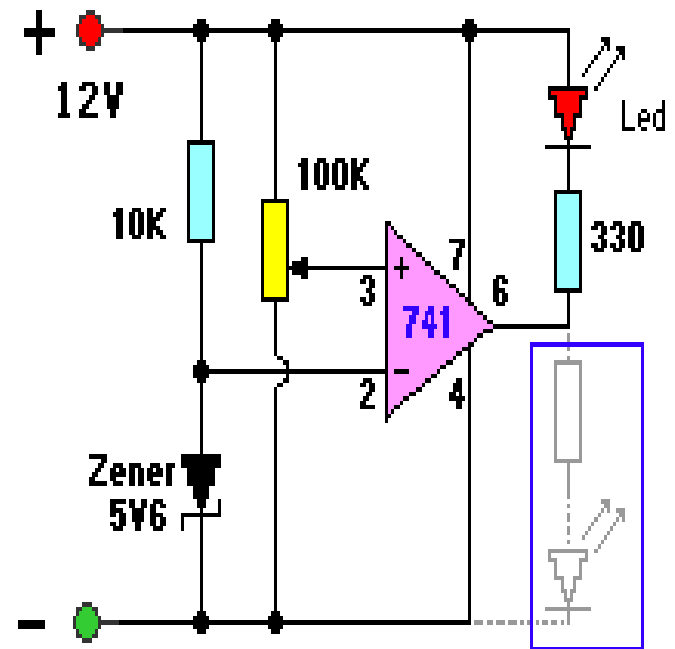


Fig. 14









