

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. Tài liệu này bao gồm nhiều tài liệu nhỏ có cùng chủ đề bên trong nó. Phần nội dung bạn cần có thể nằm ở giữa hoặc ở cuối tài liệu này, hãy sử dụng chức năng Search để tìm chúng.

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 CẦN THƠ
KHOA NÔNG NGHIỆP & SINH HỌC ỨNG DỤNG



GIÁO TRÌNH

CÔNG NGHỆ CHẾ BIẾN THỰC PHẨM ĐÓNG HỘP
MÃ SỐ MÔN HỌC CB356

Biên soạn
Thạc sĩ LÊ MỸ HỒNG

NĂM 2005

PHẦN I

NHỮNG QUÁ TRÌNH CƠ BẢN TRONG CHẾ BIẾN THỰC PHẨM ĐÓNG HỘP

PHẦN II

GIỚI THIỆU KỸ THUẬT CHÉ BIẾN MỘT SỐ THỰC PHẨM ĐÓNG HỘP

MỞ ĐẦU

1. Lịch sử phát triển

- Năm 1804, một người Pháp tên là Nicolas Appert đã biết chế biến thực phẩm đựng trong bao bì thủy tinh sản xuất phục vụ trên tàu, du lịch.

- 1809 báo chí đã viết về ông và tác phẩm “L’art de fixer les saisons” và đến năm 1810 đã được dịch qua nhiều thứ tiếng.

- Năm 1810, một người Anh tên là Pertet Durand dùng hộp sắt đựng thực phẩm thay cho bao bì thủy tinh .

- Đến năm 1825, việc sản xuất đồ hộp đã hình thành. Hộp sắt đã được sản xuất, nhưng còn bằng phương pháp thủ công .

- Năm 1849, người ta đã chế tạo được máy dập nắp hộp.

Trong suốt những thời gian này, người ta chỉ biết cho rằng nguyên nhân gây hư hỏng thực phẩm là do không khí, mà chưa có cơ sở khoa học xác định.

- Đến năm 1860, nhờ phát minh của Louis Pasteur (người Pháp) về vi sinh vật và phương pháp thanh trùng, mới thật sự đặt được cơ sở khoa học cho ngành công nghiệp đồ hộp. Cũng từ đó ngành công nghiệp đồ hộp phát triển.

- Năm 1861, biết dùng joint cao su làm vòng đệm trong nắp hộp.

- Năm 1880, chế tạo được nồi thanh trùng đồ hộp.

- Năm 1896, đã dùng bột cao su đặc biệt (Pasta) làm vòng đệm ở nắp hộp khi ghép kín hộp. Nền công nghiệp đồ hộp phát triển mạnh ở nhiều nước vào cuối thế kỷ 19, đầu thế kỷ 20. Hiện nay trên thế giới đã có hơn 1000 mặt hàng đồ hộp khác nhau. Các nước sản xuất đồ hộp phát triển như: Mỹ, Pháp, Nhật, Ý, Hà Lan, Trung Quốc...

Ở nước ta từ thời thượng cổ, tổ tiên ta biết chế biến các loại bánh gói lá, các loại giò chả nấu chín và đã bảo quản được một thời gian ngắn. Những sản phẩm đó cũng gọi là đồ hộp .

Đến năm 1954, ta được Liên Xô và các nước giúp đỡ xây dựng một số cơ sở chế biến đồ hộp tại miền Bắc.

Năm 1957, nhà máy cá hộp Hạ Long, Hải Phòng được xây dựng xong.

Năm 1958, tiến hành thí nghiệm và sản xuất thử.

Đến năm 1959, bắt đầu sản xuất một số mặt hàng thịt cá, rau, quả hộp xuất khẩu và phục vụ chiến trường. Cũng cùng năm ấy xưởng chế biến chuối sấy được xây dựng xong tại Hà Nội.

Năm 1960, nhà máy cá hộp Hạ Long đã sản xuất được với năng suất gần bằng với năng suất thiết kế. Năm 1961, phát triển nhiều mặt hàng rau , quả, thịt cá hộp.

Còn ở miền Nam, mãi đến năm 1970 mới bắt đầu hình thành một số cơ sở sản xuất đồ hộp, tại thành phố Hồ Chí Minh.

Đến sau năm 1975, ngành công nghiệp đồ hộp ở miền Nam mới được chú trọng và phát triển, sản xuất được nhiều mặt hàng thực phẩm có giá trị.

Cho đến nay, nước ta đã thí nghiệm nghiên cứu được hàng trăm mặt hàng và đã đưa vào sản xuất có hiệu quả, đạt chất lượng cao. Trong đó có các mặt hàng có giá trị trên thị trường quốc tế như: dưa, chuối, dưa chuột, nấm rom đóng hộp... Các vùng có nhà máy sản xuất đồ hộp thực phẩm: Hà Nội, Hải Phòng, Nam Định, Sơn Tây, Biên Hòa, Đồng Nai, Thành Phố Hồ Chí Minh, Kiên Giang, Cần Thơ, Tiền Giang ...

2. Ý nghĩa

Ngành công nghiệp đồ hộp thực phẩm phát triển mạnh có ý nghĩa to lớn cải thiện đời sống của nhân dân, giảm nhẹ việc nấu nướng hàng ngày. Giải quyết nhu cầu thực phẩm các vùng công nghiệp, các thành phố, địa phương thiếu thực phẩm, cho các đoàn du lịch, thám hiểm và cung cấp cho quốc phòng. Góp phần điều hòa nguồn thực phẩm trong cả nước. Tăng nguồn hàng xuất khẩu, trao đổi hàng hóa với nước ngoài.

Hiện nay nhờ các ngành cơ khí, điện lực, chất dẻo, v.v... phát triển mạnh, đã làm cho công nghiệp đồ hộp được cơ khí, tự động hóa ở nhiều dây chuyền sản xuất. Các ngành khoa học cơ bản như: hóa học, vi sinh vật học, công nghệ sinh học đang trên đà phát triển: Đã được ứng dụng nhiều trong công nghiệp thực phẩm nói chung và đồ hộp nói riêng, làm cho giá trị dinh dưỡng của thực phẩm được nâng cao và cất giữ được lâu hơn.

3. Giới thiệu và phân loại đồ hộp

Hiện nay ở nước ta cũng như ở các nước khác đã sản xuất được rất nhiều sản phẩm đồ hộp khác nhau: từ rau, quả, thịt, cá, tôm, cua, sữa ...

3.1. Các loại đồ hộp chế biến từ rau

- Đồ hộp rau tự nhiên: Loại đồ hộp này chế biến từ rau tươi, không qua các quá trình chế biến sơ bộ bằng nhiệt. Nên sản phẩm vẫn còn giữ được tính chất gần giống như nguyên liệu ban đầu. Trước khi sử dụng loại đồ hộp này thường phải chế biến hay nấu lại.

- Đồ hộp rau nấu thành món: Rau được chế biến cùng với thịt, cá, dầu, đường, muối, cà chua cô đặc và gia vị khác, đem rán hay hấp. Loại đồ hộp này dùng để ăn ngay không cần nấu lại.

- Đồ hộp rau ngâm giấm: Chế biến từ rau với giấm đường, muối, gia vị khác. Loại đồ hộp này dùng trực tiếp trong bữa ăn.

- Đồ hộp rau muối chua: Là các loại rau cho lên men lactic, loại đồ hộp này cũng dùng để ăn ngay, không cần nấu lại .

- Đồ hộp sauce cà chua: Chế biến từ cà chua, có thêm các nguyên liệu phụ như: đường, muối, giấm, dầu và các gia vị khác.

- Đồ hộp cà chua cô đặc: Đây là bán chế phẩm. Dùng để nấu nướng và chế biến sauce của một số đồ hộp thịt, cá .

- Đồ hộp nước rau: Các loại đồ hộp nước giải khát (có chứa nhiều chất dinh dưỡng). Được chế biến từ các loại rau, củ có thể làm nước uống được.

3.2. Các loại đồ hộp chế biến từ quả

- Đồ hộp quả nước đường: Loại đồ hộp này được chế biến từ các loại quả, qua các quá trình xử lý sơ bộ, rồi ngâm trong dung dịch nước đường, loại đồ hộp này còn giữ được tính chất đặc trưng của nguyên liệu.

- Đồ hộp nước quả:

Có 2 dạng:

* Dạng nước quả không có thịt quả: Chế biến bằng cách ép để lấy dịch bào, lượng thịt quả có rất ít.

* Dạng nước quả có thịt quả: Chế biến bằng cách chà lấy thịt quả, bao gồm dịch bào và phần mềm của quả.

Đồ hộp nước quả dùng để uống trực tiếp hoặc lấy nước quả để chế biến mứt đông, sirô quả, rượu...

- Đồ hộp mứt quả: Chế biến từ quả, cô đặc với đường đến hàm lượng chất khô: 65 - 70% .

Gồm nhiều dạng:

* Mứt đông: Chế biến nước quả trong suốt, sản phẩm có trạng thái đông và trong suốt.

* Mứt nhuyễn: Chế biến từ quả nghiền mịn, sản phẩm đặc, nhuyễn.

* Mứt miếng đông: Chế biến từ miếng quả, sản phẩm là 1 khối đông có lẫn miếng quả.

* Mứt rim: Chế biến từ nguyên quả nấu với đường, sản phẩm dạng nguyên quả, ở dạng sirô đặc .

* Mứt khô: Chế biến từ nguyên quả hoặc cắt miếng sản phẩm dạng khô, đường ở dạng kết tinh.

3.3. Các loại đồ hộp chế biến từ thịt

- Đồ hộp thịt tự nhiên: Loại đồ hộp này không thêm gia vị, ở dạng bán chế phẩm .

- Đồ hộp thịt gia vị: Là loại đồ hộp chế biến từ thịt nạc, có thể có 1 ít mỡ. Thịt đem chế biến, lúc vào hộp là thịt tươi, thịt đã nấu hoặc rán với gia vị .

- Đồ hộp thịt đậu: Chế biến từ thịt với các loại đậu và gia vị .

- Đồ hộp chế biến từ thịt đã chế biến: như xúc xích, jampon, paté, lạp xưởng...

- Đồ hộp thịt gia cầm: Chế biến từ thịt gà, vịt, ngỗng...với gia vị.

- Đồ hộp thịt ướp, thịt hun khói: Thịt được muối NaNO_3 , NaNO_2 và xông khói.

3.4. Các loại đồ hộp chế biến từ thủy sản

- Đồ hộp thủy sản không gia vị

* Đồ hộp cá thu không gia vị

* Đồ hộp tôm không gia vị

* Đồ hộp cua không gia vị

* Đồ hộp nhuyễn thể không gia vị

- Đồ hộp thủy sản có gia vị :

* Đồ hộp cá có gia vị

* Đồ hộp mực có gia vị

- Đồ hộp cá sauce (sốt) cà chua: Được chế biến từ các loại cá biển, hấp, sấy hoặc rán, cùng với sauce (sốt) cà chua.

- Đồ hộp cá ngâm dầu: Được chế biến từ các loại cá đã qua các quá trình hun khói, sấy, hấp hoặc rán, ngâm trong dầu .

* Đồ hộp cá ngâm dầu

* Đồ hộp cá hun khói ngâm dầu

* Đồ hộp lươn hun khói ngâm dầu

3.5. Các loại đồ hộp chế biến từ sữa

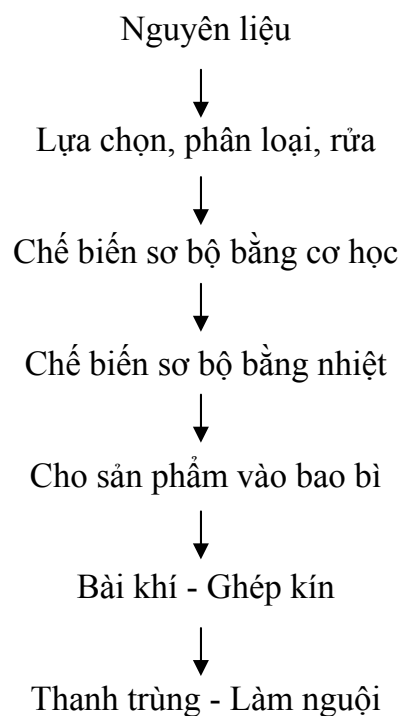
- Đồ hộp sữa cô đặc có đường: Là sản phẩm sữa được bốc hơi nước ở trong những nồi cô chân không. Cô đặc sữa đã hòa đường ở nhiệt độ không cao lắm (khoảng 50⁰C), nên chất lượng sữa không thay đổi nhiều.

- Đồ hộp sữa bột: Sữa sau khi cô đặc, được sấy khô. Có thể sấy theo 2 phương pháp: Sấy nóng và sấy lạnh. Sấy lạnh bảo đảm được phẩm chất của sữa hơn, nhưng tốn kém nhiều năng lượng và thời gian .

- Đồ hộp sữa tươi: Sữa không qua giai đoạn chế biến lại, chỉ khử trùng, cho ra thành phẩm.

Ngoài ra còn có những loại đồ hộp sữa lên men, cho ra sản phẩm có hương vị khác sữa: yaourt, sữa chua...

Nói chung, đồ hộp thực phẩm rất đa dạng, mỗi loại sản phẩm có cách chế biến khác nhau, dùng các thiết bị khác nhau. Nhưng phần lớn các loại đồ hộp đều được chế biến theo qui trình công nghệ cơ bản như sau:



Bảo ôn - Dán nhãn
↓
Thành phẩm

CHƯƠNG I

QUÁ TRÌNH CHẾ BIẾN SƠ BỘ NGUYÊN LIỆU BẰNG CƠ HỌC

I. CHỌN LỰA, PHÂN LOẠI

1. Khái quát

- **Chọn lựa:** là loại bỏ các thành phần nguyên liệu không đủ qui cách để chế biến như bị sâu, bệnh thối hỏng, không đủ kích thước và hình dáng, màu sắc không thích hợp.

Gia súc thì được kiểm tra vệ sinh và chọn những con béo khỏe đem chế biến. Cá sử dụng cá còn tươi, không bị ươn thối.

- **Phân loại:** nhằm phân chia nguyên liệu thành các phần có tính chất giống nhau, có cùng kích thước, hình dáng, màu sắc, trọng lượng... để có chế độ xử lý thích hợp cho từng loại và giúp thành phẩm có phẩm chất được đồng đều.

Lựa chọn được tiến hành ngay sau khi thu nhận, khi đưa vào nơi chế biến: Rửa, vận chuyển, cắt gọt, cho sản phẩm vào bao bì...

Việc phân loại, lựa chọn thường tiến hành bằng phương pháp thủ công. Nhưng với phương pháp thủ công sẽ tốn nhiều công sức, và do giờ giấc làm việc liên tục, hoạt động căng thẳng, nên công nhân chóng mệt mỏi, thường ảnh hưởng không tốt đến chất lượng phân loại. Do đó người ta có thể cơ khí hóa việc lựa chọn phân loại, dựa trên sự khác nhau về màu sắc, kích thước và khối lượng riêng của nguyên liệu.

2. Các nguyên tắc phân loại, lựa chọn

- *Đối với các nguyên liệu cần phân loại theo màu sắc*

Nhờ ứng dụng tính chất của tế bào quang điện hoạt động theo sự thay đổi của tia sáng. Tùy theo trạng thái bề mặt của nguyên liệu (màu sắc, độ nhẵn) mà ánh sáng phản chiếu có độ dài sóng khác nhau, từ đó có cường độ kích thích khác nhau lên tế bào quang điện.

- *Đối với nguyên liệu cần phân loại theo kích thước*

+ Sử dụng máy phân cỡ kiểu rây lắc: Máy có nhiều tầng rây, có kích cỡ mắt lưới khác nhau, tầng trên cùng mắt lưới rộng nhất, tầng cuối cùng mắt lưới nhỏ nhất. Hệ thống rây chuyển động lắc nhờ bộ phận chấn động. Máy này dùng để phân loại nguyên liệu có kích thước nhỏ: Đậu phộng, mận...

+ Máy phân cỡ kiểu dây cáp: Bộ phận phân loại là hệ thống dây cáp căng giữa hai trục quay, chuyển động theo chiều dọc của dây. Khe hở ở giữa 2 dây cáp to dần. Quả đi giữa 2 dây cáp, sẽ rơi dần theo thứ tự từ nhỏ đến lớn. Máy này dùng để phân loại quả to như cam, bưởi, dưa leo, cà tím ...

- *Đối với nguyên liệu cần phân loại theo trọng lượng riêng (phân loại hạt khô)*

Sử dụng máy phân loại thủy lực: Máy phân loại dựa theo độ nổi khác nhau trong chất lỏng do khối lượng riêng của nguyên liệu chênh lệch nhau. Máy phân loại thủy lực dùng để phân loại nguyên hạt: Đậu, lạc (đậu phộng) v.v...

II. RỬA

1. Khái quát

- Sau khi lựa chọn phân loại, nguyên liệu được đưa qua khâu rửa. Ở giai đoạn rửa này nhằm mục đích là loại trừ các tạp chất, bụi, đất cát bám xung quanh nguyên liệu, đồng thời làm giảm 1 lượng lớn vi sinh vật ở nguyên liệu.

- Gia súc trước khi giết mổ cần tắm rửa cho chúng bằng nước ấm (trong phòng chuyên dùng) và không nên cho gia súc ăn uống từ 12 - 24 giờ tùy theo loại gia súc (việc đình chỉ ăn uống của gia súc trước khi giết mổ nhằm thải bớt chất tiêu hoá, đảm bảo được điều kiện vệ sinh của việc mổ xẻ).

Yêu cầu nguyên liệu sau khi rửa: Phải sạch, không bị dập nát, ít bị tổn thất chất dinh dưỡng (khi rửa tránh để nguyên liệu tiếp xúc với nước lâu).

2. Tiêu chuẩn nước dùng trong công nghiệp thực phẩm

Nước rửa cũng như nước dùng trong khi chế biến (như chân, pha chế) phải là nước sử dụng cho thực phẩm, đảm bảo các chỉ tiêu theo qui định. Nước phải trong, không màu, không mùi vị.

Bảng 1.1. Tiêu chuẩn nước dùng trong công nghiệp thực phẩm

<i>Chỉ tiêu</i>	<i>Tiêu chuẩn</i>
Chỉ tiêu vật lý	
Mùi vị	Không
Độ trong (ống Dienert)	100 ml
Màu sắc (thang màu coban)	5°
	6,0 – 7,8
Chỉ tiêu hóa học	
	50 - 100 mg/l
pH	50 mg/l
CaO	0,3 mg/l
MgO	0.2 mg/l
Fe ₂ O ₃	1,2 – 2,5 mg/l
MnO	0.5 mg/l
BO ₄ ³⁻	0,1- 0,3 mg/l
SO ₄ ²⁻	không
NH ₄ ⁺	không
NO ₂ ⁻	0,1 mg/l
NO ₃ ⁻	0,05 mg/l
Pb	2,0 mg/l
As	5,0 mg/l
Cu	0,3 - 0,5 mg/l
Zn	
F	< 100 cfu/ ml
	< 20
	> 50
Chỉ tiêu vi sinh	
Tổng số vi sinh vật hiếu khí	không có
Chỉ số Coli (Số Coli/1lít nước)	
Chuẩn số Coli (Số ml nước có 1 Coli)	
Vi sinh vật gây bệnh	

(Nguyễn Văn Tiếp và ctv. 2000)

Nước có độ cứng cao sẽ làm cho nguyên liệu rau quả chắc hơn (như vải, nhãn, dưa chuột ...) nhưng một số rau họ đậu (có nhiều tinh bột) dễ bị sượng. Nói chung độ cứng của nước rửa không quá 20 mg đương lượng/lít, để nấu không quá 15 mg đương lượng/lít. Khi dùng nước có nhiều hợp chất của sắt, màu sản phẩm dễ bị sẫm màu, do phản ứng giữa sắt với tanin.

Nếu dùng nguồn nước ở sông, hồ thì phải qua hệ thống lọc trong và sát trùng. Lọc và làm trong nước bằng cách cho qua nhiều lớp sỏi, cát, than hoặc dùng phèn sắt trùng. Có thể dùng clorin, hoặc các hợp chất chứa Cl₂: Clorur vôi, Javel...

3. Nguyên lý của quá trình rửa

Quá trình rửa nhằm đảm bảo 2 giai đoạn:

- * Ngâm cho bỏ các cấu bẩn
- * và xối nước cho sạch hết bẩn.

Thời gian rửa phụ thuộc vào giai đoạn đầu tức là phụ thuộc vào tính chất hóa lý của chất bẩn, sức bám chặt của nó vào nguyên liệu rửa và khả năng tác dụng của dung dịch rửa, có thể sử dụng máy như:

- *Máy rửa thùng quay*

Thùng quay gây ra 1 tác dụng cơ học, chà sát lên mặt ngoài nguyên liệu rửa. Thùng quay thường có cấu tạo hình nón, nên việc vận chuyển nguyên liệu rửa qua máy liên tục.

- Máy rửa sàng lắc

Máy rửa sàng lắc làm việc theo phương pháp xối. Nguyên liệu trong quá trình rửa, do tác dụng chuyển động của sàng, bị cọ sát lên nhau, lên mặt sàng và được nước từ trên phun xuống xối sạch. Do sàng đặt nghiêng và tác dụng lắc 2 chiều của sàng làm cho nguyên liệu chuyển liên tục từ chỗ vào đến chỗ ra. Máy dùng để rửa các loại nguyên liệu như quả tròn cứng hoặc các loại hạt, ngoài ra còn dùng làm nguội nguyên liệu sau khi xử lý nhiệt.

- Máy rửa bằng thủy lực

Dùng trong các nhà máy đồ hộp để rửa các loại hạt như đậu, ngô non đem vào đóng hộp vv... Nó đồng thời vừa rửa, vừa tách riêng ra các tạp chất nặng lẫn vào nhau như sạn, cát, sắt vụn ... và các tạp chất nhẹ như vỏ, rác rưởi hoặc các hạt thối lép vv...

- Máy rửa bơi chèo

Máy này là 1 thùng đựng nước, trong có gắn máy khuấy loại bơi chèo. Khi máy khuấy quay, nguyên liệu di chuyển cùng với vòi nước và được làm sạch. Sau đó hệ thống hoa sen sẽ tráng sạch đất cát. Máy này có hiệu quả rửa cao, dùng cho các loại quả cứng như cà rốt, khoai tây...

- Máy rửa bàn chải

Bộ phận cọ rửa là các bàn chải gắn trên trục quay. Nguyên liệu được rửa lại bằng tia nước phun, loại máy này thường dùng để rửa các loại quả có cấu tạo chắc, bề mặt xù xì.

III. LÀM SẠCH NGUYÊN LIỆU

1. Khái quát

Quá trình làm sạch nhằm loại bỏ các phần không ăn được hoặc có giá trị dinh dưỡng thấp của nguyên liệu như: Vỏ, hạt, lõi, vảy, đầu cá. Để nâng cao giá trị của sản phẩm, đồng thời có quá trình chế biến liên tục được thuận lợi như khả năng xay, nghiền được dễ hơn. Do hình dạng, cấu trúc của các nguyên liệu rất khác nhau và phức tạp nên các quá trình làm sạch nguyên liệu thường tiến hành bằng phương pháp thủ công. Tuy nhiên có 1 số nguyên liệu được làm sạch bằng cơ khí.

2. Phương pháp làm sạch

Có thể tiến hành làm sạch bằng 3 phương pháp: hoá học, nhiệt và cơ học

2.1. Phương pháp làm sạch vỏ quả bằng hóa chất

Đối với một số quả có vỏ mỏng như khoai tây, carrot, mận, mận, ôi, múi cam quýt, ta có thể dùng dung dịch kiềm để bóc vỏ. Chất kiềm sử dụng phổ biến là NaOH có độ tinh khiết từ 95% trở lên. Cũng có thể dùng Na_2CO_3 , tuy có tác dụng kém hơn, nhưng rửa lại thì chóng sạch hơn NaOH.

Thời gian ngâm rửa nguyên liệu phụ thuộc vào nồng độ và nhiệt độ của dung dịch NaOH. Tác dụng bóc vỏ đạt được khi nào rửa xối, lúc đó vỏ nguyên liệu bong tróc ra dễ dàng.

Nồng độ NaOH thường sử dụng 1,5 – 2 %. Quả xanh, kích thước lớn, cần nồng độ cao hơn quả chín, kích thước nhỏ. Nhiệt độ dung dịch NaOH càng cao thì tác dụng bóc vỏ càng mạnh, nhưng không nên quá cao, sẽ làm chín mềm nguyên liệu. Thời gian ngâm kéo dài từ vài giây đến vài phút. Giữa nguyên liệu và dung dịch ngâm cũng cần có một tỉ lệ xác định.

Bảng 1.2. Điều kiện thực hiện để bóc vỏ một số quả bằng NaOH

Loại quả	Nồng độ dung dịch ngâm (%)	Nhiệt độ ngâm (°C)	Thời gian ngâm (s)	Tỉ lệ nguyên liệu - dung dịch ngâm
Mận	10	70 – 80	150 – 240	1/10 – 1/15
Đào	1 – 2,5	-	30 – 60	-
Ổi	4	70 – 80	300	1/5 – 1/10
Múi quýt	1,2	75 – 80	5 - 8	1/20 – 1/30

(Nguyễn Văn Tiếp và ctv. 2000)

Sau khi ngâm trong dung dịch NaOH, nguyên liệu được rửa lại trong nước luân lưu để loại bỏ và làm sạch NaOH bám vào nguyên liệu. Nguyên liệu sau khi rửa phải đảm bảo sạch NaOH, thử lại bằng cách nhỏ vài giọt phenolphthalein không thấy xuất hiện màu hồng.

2.2. Phương pháp bóc vỏ bằng nhiệt

Để bóc vỏ loại quả có múi, cà chua, người ta nhúng vào nước sôi. Nếu chanh, quýt trong nước 90 – 100°C trong 20 – 60 giây hay 80 – 90°C trong 60 – 90 giây thì tốc độ bóc vỏ, tách múi, tước xơ tăng gấp 4 lần so với không chần.

2.3. Phương pháp làm sạch nguyên liệu bằng cơ học

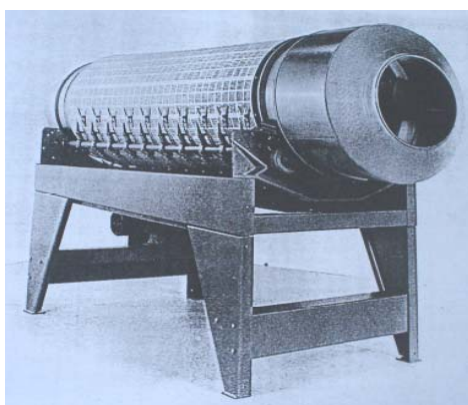
Dùng máy làm sạch, tùy theo yêu cầu làm sạch mà sử dụng máy thích hợp

- Làm sạch vỏ củ

Dùng để làm sạch vỏ lựu: khoai tây, cà rốt... Bản chất của quá trình làm sạch vỏ bằng máy là tạo nên sự va chạm và chà xát của nguyên liệu lên bề mặt nhám của thiết bị, làm cho lớp vỏ trên bề mặt của nguyên liệu bị tróc ra rồi dùng nước xối đi.

- Đánh vẩy cá

Tương tự như các máy làm sạch vỏ củ, nguyên tắc làm việc của máy đánh vẩy cá là tạo nên sự va chạm, chà xát lên bề mặt cá để vẩy tróc ra, rồi dùng vòi nước xối đi.



Hình 1.1. Máy tách vỏ củ

- Tách hạt cà chua

Là một hệ thống nhiều máy phối hợp, vừa tách vỏ, hạt cà chua, vừa chà mịn thành purée. Hệ thống máy gồm: Máy nghiền 2 trục quay, máy ly tâm hình nón, máy chà, máy nghiền 1 trục quay.

IV. LÀM NHỎ NGUYÊN LIỆU

Trong sản xuất đồ hộp người ta dùng tác dụng cơ học để làm thay đổi kích thước, hình dáng nguyên liệu thành dạng nhỏ và đồng đều theo yêu cầu của từng loại sản phẩm. Quá trình này nếu thực hiện bằng tay sẽ tốn nhiều công sức, mức độ đồng đều kém. Vì vậy, người ta thường dùng máy để nâng cao năng suất và đảm bảo tính chất đồng đều của nguyên liệu sau khi làm nhỏ. Quá trình làm nhỏ phổ biến trong sản xuất đồ hộp thực phẩm: Cắt, xay, nghiền, đồng hóa.

1. Cắt nguyên liệu

Tùy theo mục đích làm nhỏ và đặc tính nguyên liệu, người ta dùng các loại dao: Thẳng, dao đĩa hay dao cong. Về cấu tạo lưỡi dao, có 2 loại: Lưỡi dao phẳng để cắt nguyên liệu mềm, lưỡi răng cưa để cắt nguyên liệu cứng.

2. Xay, nghiền nguyên liệu

+ Để nghiền nhỏ nguyên liệu, người ta thường dùng nhiều nguyên tắc khác nhau như đập nhỏ, xé nhỏ, bẻ nhỏ... Theo nguyên tắc này hay nguyên tắc khác là tùy theo từng loại nguyên liệu và tùy theo yêu cầu của từng quá trình kỹ thuật sản xuất. Trong sản xuất đồ hộp, tùy theo mức độ nghiền nhỏ của nguyên liệu mà chúng ta có thể chia ra: Nghiền nhỏ, nghiền mịn... Nghiền nhỏ là nghiền đến kích thước tối thiểu 1,00 mm, thường gặp ở các máy nghiền rau quả, máy xay thịt. Nghiền đến kích thước 0,5 mm hoặc 0,01 mm, thường gặp khi qua máy chà, máy đồng hóa .

+ Các máy xay nghiền:

* Máy nghiền 1 trục:

Loại máy này dùng để nghiền nhỏ các loại rau quả tương đối cứng. Đặc điểm của máy là số vòng quay của trục nghiền rất lớn .

* Máy nghiền 2 trục:

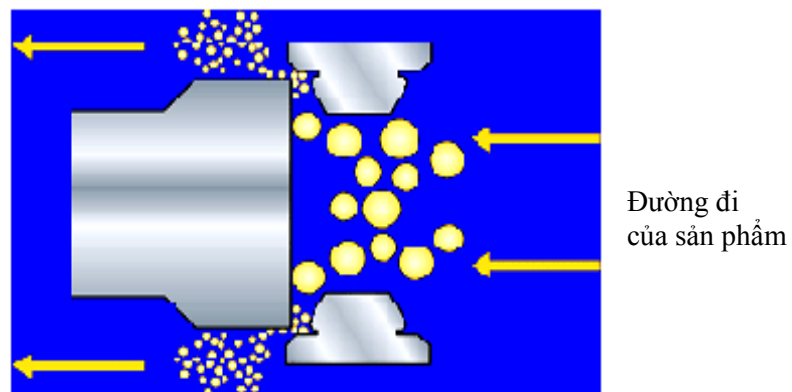
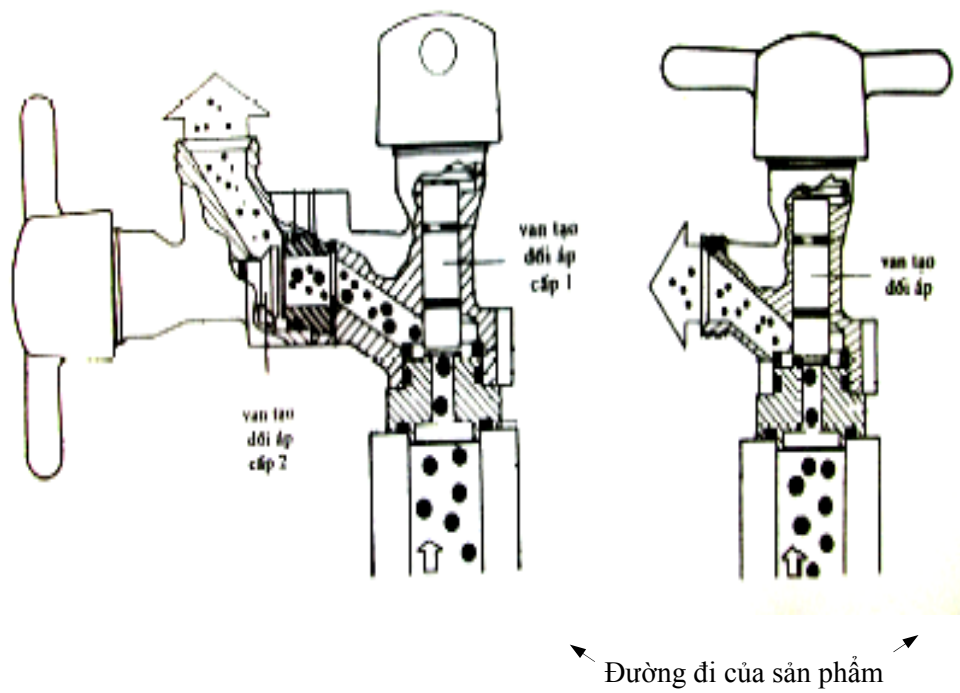
Trong sản xuất, để nghiền các loại quả mềm hơn như cà chua, dưa... lực nghiền không lớn lắm, người ta thường dùng phổ biến loại máy nghiền 2 trục, có 2 kiểu: Máy nghiền dao cong và máy nghiền trục (máy nghiền trục đỉnh).

3. Đồng hóa

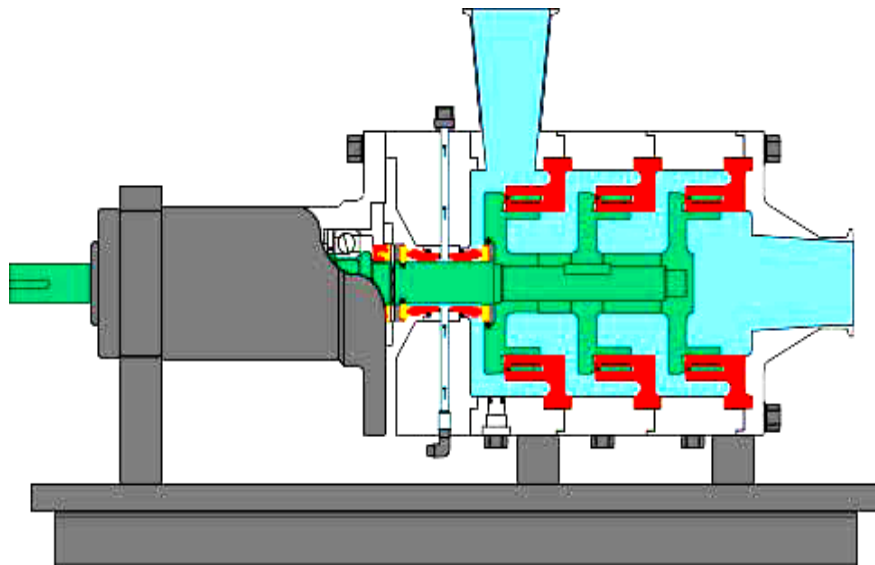
Đồng hóa là làm mịn, mịn các thực phẩm lỏng (làm cho các phần tử của sản phẩm có kích thước rất nhỏ, giảm từ 265 μm đến vài chục micrometer) nhằm tăng độ mịn của sản phẩm, làm cho sản phẩm không bị phân lớp.

Máy đồng hóa: nguyên tắc làm việc của máy là dùng áp lực cao, đẩy sản phẩm đi qua các khe hở rất nhỏ (áp suất của sản phẩm vào khoảng 150 kg/cm^2 và khi ra khỏi khe nhỏ chỉ còn khoảng 2 - 3 kg/cm^2) Khi thay đổi áp suất một cách đột ngột và tốc độ tăng lên nhiều, làm cho sản phẩm bị mịn ra.

Kích thước của khe hở có thể điều chỉnh được từ 0,1 - 0,15 mm. Tốc độ chuyển động của sản phẩm qua khe hở: 150 - 200 m/s.



Hình 1.2. Bộ phận đồng hóa



Hình 1.3. Thiết bị đồng hóa

V. PHÂN CHIA NGUYÊN LIỆU

Quá trình phân chia nguyên liệu như chà, ép, lọc, lắng, ly tâm nhằm 2 mục đích

- Loại bỏ phần nguyên liệu có giá trị dinh dưỡng thấp hoặc không ăn được gọi là bã, cặn.

- Làm cho nguyên liệu đồng nhất về trạng thái và thành phần để chế biến được thuận lợi và nâng cao chất lượng thành phẩm.

1. Chà

- Phương pháp chà dùng trong sản xuất cà chua cô đặc và nước quả có thịt quả, mút quả, nghĩa là dùng để phân chia nguyên liệu rau quả có cấu tạo mềm thành 2 phần: phần lỏng qua rây để sản xuất sản phẩm chính, phần bã còn lại trên rây.

- Rây được làm bằng thép không rỉ có đục lỗ nhỏ, với kích thước: 0,5; 0,75; 1; 1,5 mm.

Để sản xuất nước quả đục, người ta thường dùng lỗ rây có \varnothing : 0,50 - 0,75 mm.

Để sản xuất cà chua cô đặc, mút chuối, dứa dùng lỗ rây có \varnothing : 1,0-1,5mm.

- Năng suất máy chà được tính theo công thức :

$$Q = 0,07 \frac{DL^2}{\text{tg}\alpha \cdot n\varphi} \quad (\text{kg/h})$$

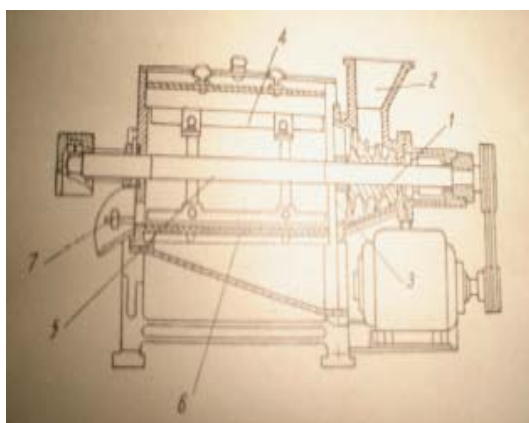
D: Đường kính của rây (m)

L: Chiều dài cánh đập (m)

α : góc nghiêng của cánh chà so với trục quay

n: Số vòng quay/phút

φ : Tổng diện tích lỗ rây so với diện tích rây (23 - 45 %)



1. Vít xoắn tải nguyên liệu
2. Phễu nhập liệu
3. Bơi chèo chuyển nguyên liệu
4. Cánh chà

5. Trục quay
6. Mặt rây
7. Cửa tháo bã chà

Hình 1.4. Cấu tạo của máy chà

2. Ép

- Trong sản xuất nước rau quả, ép là phương pháp chủ yếu để tách dịch bào ra khỏi nguyên liệu. Trong quá trình ép, hiệu suất ép là chỉ tiêu quan trọng nhất. Hiệu suất ép phụ thuộc vào các yếu tố :

- * Phẩm chất của nguyên liệu
- * Phương pháp sơ chế
- * Cấu tạo, chiều dày, độ chắc của khối nguyên liệu
- * Áp suất ép

- Hiệu suất ép được tính theo công thức :

$$B = a (\varphi_1 + \varphi_2) k. b \quad (\%)$$

a: Hệ số tính đến sự tổn thất nước ép do bã và thiết bị thấm ướt

b: Hàm lượng dịch bào trong nguyên liệu .

k: Hệ số đặc trưng cho sự bảo toàn ống mao dẫn .

φ_1 : Mức độ biến tính chất nguyên sinh khi cơ chế (0 - 1,0)

φ_2 : Mức độ phá vỡ màng chất nguyên sinh khi ép (0,1 - 0,2).

$$\text{Tổng số } (\varphi_1 + \varphi_2) \leq 1$$

- Giới thiệu máy ép :

* Máy ép giỏ trực vít :

Hiệu suất ép chỉ đạt 40 - 50 %

* Máy ép thủy lực :

Hiệu suất ép trên máy này cao, đạt khoảng 55 - 60 %

* Máy ép trục xoắn :

Máy có hiệu suất ép cao, đạt khoảng 83 - 85 %. Có khi đạt tới 90 %. Nhưng máy này có nhược điểm là các phần tử lơ lửng lẫn trong nước ép lớn hơn trong các máy gián đoạn.



Hình 1.5. Máy ép thủy lực

3. Lọc

Khi sản xuất nước quả thông thường, người ta dùng phương pháp lọc để tách các phần tử có kích thước tương đối lớn và cặn bã (lọc thô). Trong sản xuất nước quả trong suốt, người ta phải lọc để loại cả các hạt rất nhỏ của thịt quả (lọc trong).

Lọc có thể tiến hành ở áp suất không đổi hay vận tốc không đổi. Đối với nước quả ép, thường chỉ lọc với áp suất không đổi và không nên lọc ở áp suất cao để làm cho các cặn bị ép lại dẫn đến tắt lỗ lọc.

- Tốc độ lọc được xác định theo công thức:

$$V = \frac{\pi d^4 P n}{128 \mu \alpha h} \quad (\text{m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{s})$$

d: Đường kính ống mao dẫn trong lớp cặn (m).

P: Chênh lệch áp suất ở 2 đầu ống mao dẫn (N/m^2).

n: Số lỗ lọc của bản lọc, số lỗ lọc/ 1 m^2 .

μ : Độ nhớt động lực của nước quả (Ns/m^2).

h: Chiều cao của lớp cặn (m).

α : Hệ số chỉ sự cong queo của ống mao dẫn.

- Tốc độ lọc phụ thuộc vào :

* Áp suất của nước quả.

* Bề dày và cơ cấu của lớp cặn.

* Nhiệt độ và độ nhớt của nước quả.

- Vật liệu lọc thường dùng là vải lọc, giấy lọc, sợi amiant, betonit ...

- Thiết bị lọc: thường dùng thiết bị lọc khung bản, còn gọi là máy lọc ép.

4. Lắng

Để làm trong nước quả, người ta còn dùng phương pháp lắng gạn. Lắng là quá trình rơi của các hạt huyền phù dưới tác dụng của trọng lực. Tốc độ lắng của các hạt rắn trong môi trường lỏng sẽ không đổi khi trọng lượng của hạt rắn cân bằng với sức cản của môi trường.

Lúc ấy, vận tốc lắng là :

$$V = \frac{2}{9} r^2 (\gamma_1 - \gamma_2) \frac{1}{\eta} g \quad (\text{m/s})$$

r Bán kính hạt (m)

γ_1, γ_2 Khối lượng riêng của hạt và của nước quả (kg/m^3)

η Độ nhớt động lực của nước quả (Ns/m^2)

g Gia tốc trọng trường (9.81 m/s^2)

Trên thực tế chỉ dùng phương pháp lắng để tách các hạt lớn hơn 10^{-4} cm, vì tốc độ lắng của các hạt $< 10^{-4}$ cm rất chậm.

5. Ly tâm

Được dùng để phân tách huyền phù trong nước quả bằng các máy ly tâm. Dưới tác dụng của lực ly tâm, các hạt huyền phù trong nước quả bị văng ra. Tốc độ tách các hạt ấy theo lực ly tâm, xác định theo công thức:

$$V = \frac{2}{9} r^2 (\gamma_1 - \gamma_2) \frac{1}{\eta} \left(\frac{2\pi n}{60} \right)^2 R \quad (\text{m/s})$$

R: Bán kính roto của máy ly tâm (m)

n: Số vòng quay của roto (vòng/phút)

6. Các phương pháp khác

6.1. Phương pháp hóa học

Đất sét, bentonit có tính

- Trao đổi ion,
- Hấp phụ lớn
- Trung hòa điện

Sử dụng 2 – 3 g/l

6.2. Phương pháp hóa keo

Gelatin, agar-agar, casein

6.3. Phương pháp nhiệt

Đun nóng ($75 - 80^\circ\text{C}$) và làm nguội nhanh ($15 - 20^\circ\text{C}$) nhanh

6.4 Phương pháp sinh học

Sử dụng hỗn hợp enzyme pectinase, protease, hemicellulase làm trong và tách dịch quả

3 – 6 g/l, giữ ở nhiệt độ 40 – 45°C. Trong thời gian 2 – 4 giờ

6.4.1. Giới thiệu chế phẩm pectinase thương mại (Pectinex Ultra SP-L)

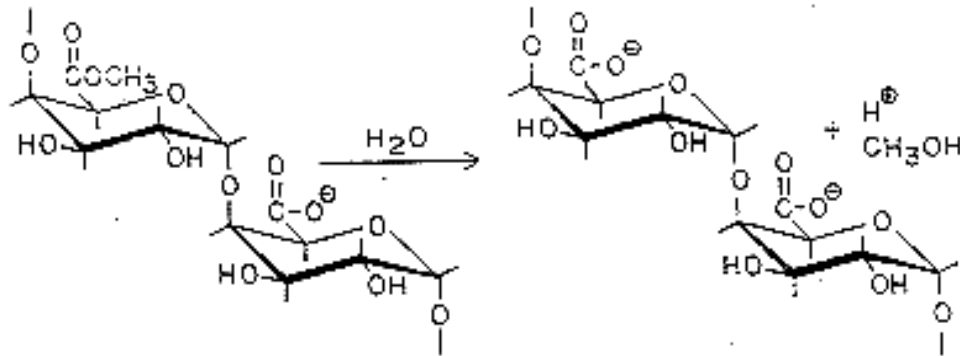
Pectinex Ultra SP-L là chế phẩm có nguồn gốc từ nấm mốc *Aspergillus aculeatus*

- Chứa nhóm enzyme pectolytic, protease, cellulase...
- Dạng dung dịch
- Có màu nâu và mùi nhẹ của sản phẩm lên men.
- Hoạt động ở khoảng pH 4,5.

6.4.2. Nhóm enzyme pectolytic

+ Enzyme pectinesterase (PE)

- Enzyme pectinesterase chỉ phân cắt các nhóm methoxyl đứng cạnh nhóm COOH tự do.
- Bắt đầu từ nhóm COOH tự do, Kết quả là tạo thành acid pectic và methanol.

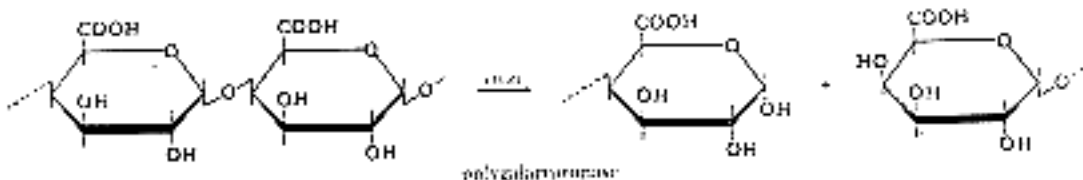


Hình 1.6. Phản ứng được xúc tác bởi enzyme pectinesterase.

(Ashraf F., 1993).

+ Enzyme polygalacturonase (PG)

- Enzyme polygalacturonase phân cắt liên kết glucosid 1,4 trong mạch pectin.
- Tạo ra acid galacturonic



Hình 1.7. Hoạt động thủy phân của enzyme polygalacturonase

(Ashraf, F., 1993)

CHƯƠNG II

QUÁ TRÌNH CHẾ BIẾN SƠ BỘ NGUYÊN LIỆU BẰNG NHIỆT

Trong quá trình chế biến đồ hộp thực phẩm, nhiều loại nguyên liệu cần được chế biến sơ bộ bằng nhiệt. Xử lý nhiệt có nhiều cách: chần (trụng), hấp, đun nóng, rán (chiên), cô đặc. Tùy theo loại sản phẩm mà chọn quá trình xử lý thích hợp.

I. CHẦN, HẤP, ĐUN NÓNG NGUYÊN LIỆU

1. Khái quát

- Trong quá trình chế biến đồ hộp, nhiều loại nguyên liệu trong chế biến sơ bộ bằng cơ học, cũng như trước khi cho vào bao bì được xử lý bằng nhiệt. Người ta nhúng nguyên liệu vào nước hay dung dịch, hay xử lý nguyên liệu bằng hơi nước, tùy theo tính chất nguyên liệu và yêu cầu chế biến, ở nhiệt độ 75 - 100°C, trong thời gian 3 - 15 phút.

- Các yếu tố ảnh hưởng đến thời gian chần, hấp, đun nóng: trong quá trình chần, hấp, đun nóng ngoài mục đích vô hoạt enzyme, còn phải đảm bảo chất lượng sản phẩm, nên thực phẩm phải được gia nhiệt nhanh. Do đó, việc lựa chọn nhiệt độ và thời gian phù hợp cho mỗi loại nguyên liệu có ý nghĩa rất quan trọng và thời gian gia nhiệt phụ thuộc vào các yếu tố:

- Loại nguyên liệu
- Kích thước nguyên liệu
- Nhiệt độ gia nhiệt
- Phương thức gia nhiệt

- Sau khi chần, hấp xong cần làm nguội nhanh.

- Hấp thì tổn thất chất dinh dưỡng ít hơn chần, nhưng trong thực tế sản xuất, người ta thường chần vì thao tác thuận tiện, thiết bị đơn giản, truyền nhiệt tốt hơn khi hấp.

2. Mục đích

Chần hấp nguyên liệu nhằm các mục đích:

- Đình chỉ các quá trình sinh hóa xảy ra trong nguyên liệu, giữ màu sắc của nguyên liệu không hoặc ít bị biến đổi

Đối với nguyên liệu thực vật, dưới tác dụng của enzyme peroxidase, polyphenoloxidase trong các nguyên liệu thường xảy ra quá trình oxy hóa các chất chất, tạo thành flobafen có màu đen. Chần, hấp, đun nóng làm cho hệ thống enzyme đó bị phá hủy nên nguyên liệu không bị thâm đen.

Đối với nguyên liệu động vật, quá trình chần, hấp làm cho quá trình phân giải bị đình chỉ. Nước chần nguyên liệu có thể được sử dụng làm nước rót hộp

- Làm thay đổi trọng lượng và thể tích của nguyên liệu để các quá trình chế biến tiếp theo được thuận lợi

Khi gia nhiệt, các nguyên liệu chứa nhiều tinh bột hút nước sẽ trương nở, như đậu khô sau khi chần sẽ tăng thể tích gần 2 lần và khối lượng tăng 1,85 lần, nên khi thanh trùng sẽ chóng chín, dung dịch rót vào không bị hút nhiều. Với nguyên liệu giàu protid, do bị đông tụ dưới tác dụng của nhiệt, sẽ làm giảm thể tích và trọng lượng. Sự thay đổi trọng lượng và thể tích của nguyên liệu sau khi gia nhiệt làm cho sản phẩm ổn định, đáp ứng các yêu cầu về tỉ lệ cái - nước và thành phần các cấu tử trong hộp.

- Giảm tỉ lệ tổn thất nguyên liệu và nâng cao hiệu suất chế biến

Đối với nguyên liệu thực vật, quá trình chần, hấp làm cho tinh bột bị hồ hóa, giúp nguyên liệu đàn hồi, khó gãy vỡ khi xếp hộp. Mặt khác, khi chần protopectin thủy phân thành pectin hòa tan, làm cho việc bóc vỏ bỏ hạt nhanh và phế liệu ít. Làm tăng độ thấm thấu của chất nguyên sinh, làm cho dịch bào thoát ra dễ dàng (khi ép nước quả) hoặc dung dịch nước rót dễ ngấm vào nguyên liệu (trong sản xuất quả nước đường, mứt miếng, rau ngâm giấm)

Đối với nguyên liệu động vật, khi xử lý nhiệt thì collagen chuyển thành gelatin giúp cho quá trình tách thịt ra khỏi xương, da dễ dàng, do đó nâng cao hiệu suất chế biến.

- Đuổi khí có trong gian bào của nguyên liệu

Nhằm hạn chế tác dụng của Oxy xảy ra trong hộp, tránh phòng hộp, ăn mòn vỏ hộp sắt, oxy hóa vitamin...Chần còn làm giảm các chất có mùi vị không thích hợp như vị đắng (măng, cà tím) các hợp chất lưu huỳnh (rau cải, cải bắp, gia cầm)

- Làm cho rau quả có màu sáng hơn do phá hủy một số chất màu

Khi chần trong dung dịch acid citric hoặc NaHSO₃...những chất này sẽ phá hủy một số hợp chất màu, làm cho nguyên liệu có màu sáng hơn.

- Làm giảm lượng vi sinh vật bám trên bề mặt của nguyên liệu

Mặc dù xử lý ở nhiệt độ không cao lắm, với thời gian không dài, nhưng có thể tiêu diệt một số vi sinh vật kém chịu nhiệt bám trên bề mặt nguyên liệu.

3. Ảnh hưởng của quá trình chần, hấp đến chất lượng sản phẩm

3.1. Về dinh dưỡng

Trong quá trình chần, hấp, chất lượng sản phẩm giảm không nhiều. Sự mất mát chất dinh dưỡng thường do hòa tan hơn là bị biến đổi. Các chất khoáng, vitamin cũng như một số các cấu tử hòa tan bị hoà tan trong nước chần.

Lượng các cấu tử hòa tan phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Môi trường chất tải nhiệt (nước, hơi nước hay không khí nóng): quá trình hấp sẽ tổn thất chất hoà tan ít hơn chần, tuy nhiên cấu tạo thiết bị phức tạp và chi phí tốn kém hơn.

- Nhiệt độ, thời gian chần, hấp: nhiệt độ càng cao, thời gian càng dài, sẽ tổn thất dinh dưỡng càng nhiều.

Bảng 2.1. Sự biến đổi hàm lượng acid ascorbic (vitamin C) theo điều kiện chần, hấp khác nhau, %

Điều kiện xử lý	Trước khi xử lý	Sau khi xử lý	Tỉ lệ tổn thất
------------------------	------------------------	----------------------	-----------------------

Nước ở nhiệt độ 90°C	10,9	6,9	36,7
Nước ở nhiệt độ 100°C	11,2	6,7	40,0
Hơi nước ở nhiệt độ 100°C	12,8	10,8	15,6
Hơi nước ở nhiệt độ 110°C	17,9	9,0	49,7

(GUERRANT, O'HARA. 1996)

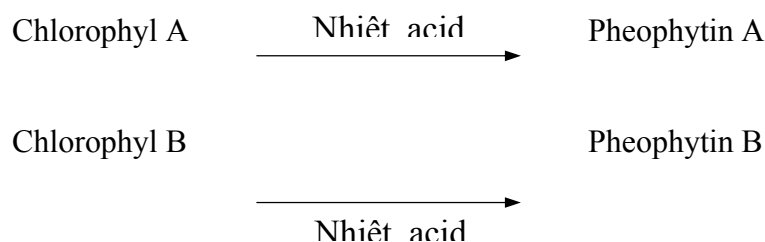
- Nồng độ chất tan có trong nước chần: nước chần chứa nhiều chất hữu cơ, chất tan sẽ ít hòa tan vào nước hơn (Nếu chần trong môi trường có chứa sẵn chất tan, thì chất tan trong nguyên liệu ít hòa tan vào nước chần hơn) Có thể chần trong dung dịch đường hoặc muối.

- Diện tích tiếp xúc giữa nguyên liệu và nước chần: diện tích tiếp xúc càng lớn, tổn thất chất tan càng nhiều. Loại củ và hạt ít tổn thất chất tan hơn rau.

3.2. Về màu sắc

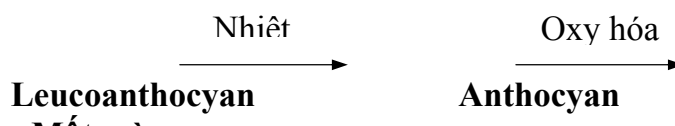
- Màu chlorophyll

Chlorophyll thường tồn tại ở 2 dạng: chlorophyll A và chlorophyll B. Trong đó chlorophyll A tương đối nhạy cảm với nhiệt hơn chlorophyll B. Chlorophyll biến đổi khi xử lý trong môi trường acid hoặc có oxy (chlorophyll có màu xanh biến đổi thành pheophytin có màu vàng xanh – vàng olive



- Màu anthocyan

Trong nguyên liệu, anthocyan thường tồn tại ở dạng phức hợp leucoanthocyan. Anthocyan là chất hòa tan trong nước. Do đó, không nên chần nguyên liệu chứa anthocyan trong môi trường có nhiều nước.



- Màu caroten

Caroten tương đối bền nhiệt, vì vậy ít bị biến đổi trong quá trình chần, hấp. Mặt khác, trong quá trình tồn trữ, nguyên liệu được chần, hấp thì hàm lượng caroten lại ổn định hơn nguyên liệu không chần.

3.3. Về mùi vị

Các chất mùi thường hiện diện trong nguyên liệu là các hợp chất ester dễ bay hơi. Vì vậy, mùi vị giảm một ít sau khi chần, hấp.

3.4. Về cấu trúc

Một trong những mục đích của quá trình chần, hấp là làm mềm cấu trúc của rau quả, để tạo điều kiện dễ dàng khi cho vào bao bì hoặc tách vỏ, hạt ra khỏi thịt quả. Tuy nhiên, đối với một số sản phẩm thì quá trình chần, hấp, làm mềm cấu trúc không mong muốn. Mà một trong những nguyên nhân làm mềm cấu trúc là do protopectin biến thành pectin. Vì vậy, để duy trì độ cứng của sản phẩm, ta có thể cho thêm CaCl_2 vào nước chần, để tạo thành phức pectat calci.

4. Giới thiệu thiết bị chần, hấp

Thiết bị chần, hấp được phân loại theo các nguyên tắc

- Làm việc gián đoạn hay liên tục
- Trong chân không, áp suất thường hay áp suất cao

Thiết bị thường có một băng tải đặt trong thùng chứa nước hay phun hơi, hơi nước theo ống phun vào thùng hay phòng hấp, băng tải di chuyển với tốc độ sao cho khi qua thiết bị, nguyên liệu đã được chần đạt yêu cầu.



Hình 2.1. Thiết bị hấp

II. RÁN (CHIÊN) NGUYÊN LIỆU

1. Khái quát

- Rán là cho nguyên liệu vào trong dầu ở nhiệt độ cao. Dầu dùng để rán nguyên liệu có thể là dầu lạc, dầu bông, dầu hướng dương, dầu đậu nành, dầu cọ, dầu olive... Đối với thịt, có thể dùng mỡ động vật để rán.

- Trong sản xuất đồ hộp, rán được dùng khi chế biến rau rán làm gia vị, chế biến các loại đồ hộp cá, thịt sauce (sốt) cà chua...

2. Mục đích

Rán nguyên liệu trong sản xuất đồ hộp nhằm các mục đích:

- Tăng giá trị cảm quan của sản phẩm.
- Tăng giá trị dinh dưỡng của sản phẩm.

- Tiêu diệt hệ thống men và vi sinh vật.

3. Quá trình rán

3.1. Yêu cầu và tính chất của dầu mỡ dùng để rán

Có thể dùng dầu hoặc mỡ, nên dùng dầu đã tinh chế.

Dầu rán phải đạt các yêu cầu sau:

- Mùi vị: không ôi, khét, có mùi đặc trưng.
- Màu sắc: trong, sáng, không lắng cặn.
- Lượng ẩm và các chất bay hơi không quá 0.3 %.
- Chỉ số acid của dầu < 0.2.

3.2. Phương pháp rán

***Giai đoạn rán:** Phải tiến hành rán đúng chế độ:

- Đối với rau, nhiệt độ rán : 120 - 160⁰C.
- Đối với thịt cá, nhiệt độ rán: 140 - 180⁰C.

Thời gian rán 5 - 20 phút, thay đổi tùy theo loại nguyên liệu, nhiệt độ lò rán và lượng nguyên liệu đưa vào rán.

Nguyên liệu cho vào rán phải đồng đều và phải ngập hẳn trong dầu. Lớp nguyên liệu phải thấp hơn mặt thoáng của dầu từ 5 - 10 cm.

Trong quá trình rán, phải kiểm tra chất lượng của dầu. Khi chỉ số acid của dầu lớn hơn 4 thì phải thay dầu, nhưng nếu chưa có mùi ôi khét, màu chưa tối thẫm thì cho phép tiếp tục rán, nhưng không cho phép chỉ số acid vượt quá 5.

***Giai đoạn làm nguội:**

Nguyên liệu sau khi rán được làm nguội ngay đến nhiệt độ 35 - 40⁰C, có thể làm nguội bằng các phương pháp sau:

- Phương pháp đơn giản nhất là dùng quạt gió, không khí lưu thông làm nguội nguyên liệu. Với phương pháp này, dây chuyền sản xuất có thể bị gián đoạn và vi sinh vật trong không khí lại xâm nhập vào sản phẩm.

- Làm nguội nguyên liệu rán trong thiết bị chân không, với áp suất từ 700 - 710mmHg. Nguyên liệu được làm nguội nhanh tới 35 - 40⁰C chỉ trong vài phút. Với phương pháp này đảm bảo dây chuyền sản xuất liên tục, không sợ nhiễm vi sinh vật vào sản phẩm.

- Ngoài ra còn làm nguội nguyên liệu bằng cách nhúng vào dầu nguội. Phương pháp này rút ngắn được thời gian rất nhiều, vì hệ số truyền nhiệt từ sản phẩm đến dầu lớn gấp 40 - 50 lần hệ số truyền nhiệt từ sản phẩm đến không khí. Phương pháp này có nhược điểm là hàm lượng chất béo trong nguyên liệu sau khi làm nguội cao, chỉ thích hợp cho sản phẩm cá ngâm dầu.

4. Độ rán

Người ta xác định chất lượng rán và thời điểm ngừng rán bằng hình thức bên ngoài, mùi vị sản phẩm và bằng độ rán. Trong đánh giá độ rán, người ta đánh giá bằng 2 độ rán: Độ rán biểu kiến và độ rán thực tế.

- **Độ rán biểu kiến:** Chỉ tỉ lệ nguyên liệu giảm đi sau khi rán, so với nguyên liệu trước khi rán. Được xác định theo công thức:

$$X = \frac{A - B}{A} 100 \quad (\%)$$

Với A : Trọng lượng nguyên liệu trước khi rán (kg).

B : Trọng lượng nguyên liệu sau khi rán (kg).

Độ rán biểu kiến được dùng để kiểm tra hay tính toán các chỉ tiêu, định mức kinh tế kỹ thuật và tính năng suất thiết bị.

- **Độ rán thực tế:** Chỉ lượng nước bay hơi trong nguyên liệu sau khi rán. Độ rán thực tế bằng tổng độ rán biểu kiến với lượng dầu đã thấm vào nguyên liệu.

$$X_1 = \frac{A-B}{A}100 + \frac{B.m}{A} \quad (\%)$$

Với m : Tỷ lệ dầu hút vào sản phẩm (%)

Độ rán thực tế chỉ được sử dụng trong các quá trình tính nhiệt.

Độ rán biểu kiến luôn thấp hơn độ rán thực tế, vì trong khi rán một phần nước đã bốc hơi nhưng nguyên liệu lại hút một phần dầu rán vào.

Độ rán biểu kiến luôn thấp hơn độ rán thực tế, vì trong khi rán thì một phần nước bốc hơi nhưng nguyên liệu lại hút một phần dầu rán vào.

Lượng dầu thấm vào sản phẩm trung bình	7 – 13%
Độ rán biểu kiến trung bình	30 – 53%
Độ rán thực tế trung bình	41 – 64%

5. Những biến đổi trong quá trình rán

5.1. Biến đổi của nguyên liệu

- Protid trong nguyên liệu bị biến tính. Rau chứa ít protid nên khi đông, protid chuyển thành dạng hạt rời, rồi phân hủy thành dạng bông. Sự biến đổi của protid bắt đầu ở nhiệt độ 30 – 35°C, và tốc độ tăng dần theo nhiệt độ, ở nhiệt độ 60 – 65°C thì protid đã bị biến tính. Các protid mất tính tan, các phân tử protid chứa S bị cắt đứt, giải phóng H₂S.

- Glucid bị biến đổi, đường và tinh bột ở lớp bề mặt bị caramel hóa. Protopectin bị thủy phân thành pectin hòa tan, làm rau rán trở nên mềm.

- Chlorophyll chuyển thành pheophytin, caroten ít bị phân hủy, nhưng lại tan nhiều trong dầu nóng làm cho dầu có màu da cam. Các chất hữu cơ hòa tan và các vitamin hòa tan trong chất béo đều chuyển vào dầu. Vitamin B₁, B₂ tổn thất ít. Vitamin C bị phá hủy 7 – 18%. Các ester và các chất thơm bay hơi cũng bị tổn thất khi rán.

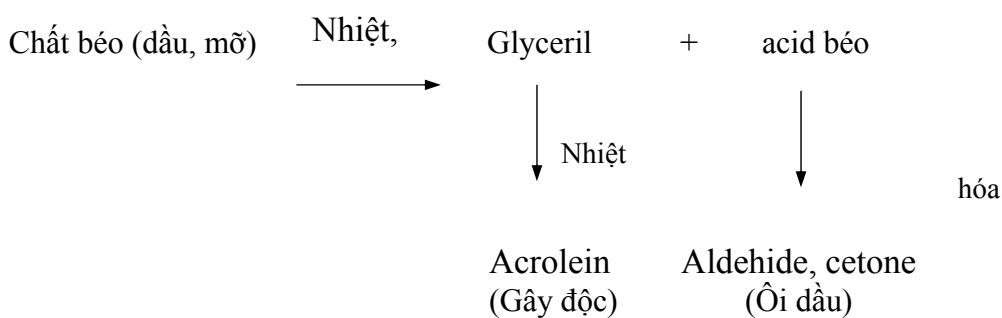
- Nước thoát ra làm tăng nồng độ chất khô.

5.2. Biến đổi của dầu

Trong quá trình rán, do tác dụng của nhiệt độ cao và thời gian dài, do tác dụng của nước thoát ra từ nguyên liệu và do dự hòa lẫn các chất glucid, protid, lipid, tạo thành nhũ tương, do tiếp xúc với không khí trên mặt thoáng và với mặt truyền nhiệt, nên dầu bị biến tính

- Khi rán độ nhớt của dầu tăng do các chất dinh dưỡng trong nguyên liệu dịch chuyển vào dầu, dầu bị xậm màu .

- Ở nhiệt độ cao, dầu tiếp xúc với hơi nước và oxy nên bị thủy phân và oxy hóa thành acid béo, glyceril, rồi thành các chất peroxide, aldehyde, cetone (có mùi ôi khét) và acrolein (là chất lỏng, độc, khi rán bốc thành khói xanh thoát ra trên mặt thoáng của dầu làm cay mắt) theo sơ đồ sau:



Hình 2.2. Biến đổi của dầu trong quá trình rán

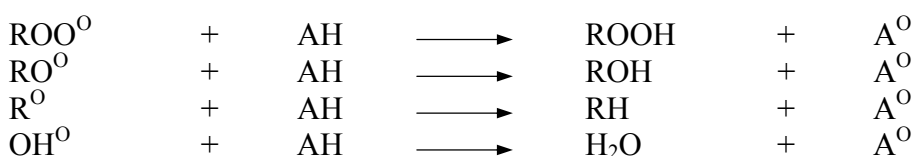
Hiện nay, biện pháp chủ yếu để chống hiện tượng hư hỏng dầu trong khi rán là duy trì dầu rán trong lò rán với thời gian ngắn nhất. Người ta còn chống oxy hóa dầu bằng cách cho chất chống oxy hóa vào dầu rán.

Bảng 2.2. Chất chống oxy hóa cho phép sử dụng

TÊN GỌI	TÊN CHẤT CHỐNG OXY HÓA	Liều lượng có thể chấp nhận (mg/kg thể trọng/ngày)
E 300	Acid L-ascorbic	Không giới hạn
E 301	L-ascorbat Na	
E 302	L-ascorbat Ca	
E 303	Acid diacetyl 5,6-L-ascorbic	
E 304	Acid palmityl 6-L-ascorbic	
E 306	Chất chiết tự nhiên giàu tocopherol	Không giới hạn
E 307	Alpha-tocopherol (tổng hợp)	
E 308	Gamma-tocopherol (tổng hợp)	
E 309	Delta-tocopherol (tổng hợp)	
E 310	Propyl Gallate	0 – 0,5
E 311	Octyl Gallate	
E 312	Dodécyl Gallate	
E 320	Butylhydroxyanisole (BHA)	0 – 0,5
E 321	Butylhydroxytoluen (BHT)	0 – 0,5

(Tổ chức CEE - Communauté Économique Européenne - 1990)

Cơ chế chống oxy hóa chất béo



6. Giới thiệu thiết bị rán

Thông thường thiết bị rán chỉ là 1 thùng chứa dầu, được đun nóng bằng đốt cháy nhiên liệu. Ngày nay, người ta đã thiết kế được thiết bị rán chân không, để hạn chế sự oxy hóa dầu, và ít gây biến đổi nguyên liệu rán.



Hình 2.3. Thiết bị rán chân không

III. CÔ ĐẶC

1. Khái quát

Cô đặc là làm bốc hơi nước của sản phẩm bằng cách đun sôi.

Quá trình cô đặc được sử dụng nhiều trong công nghiệp đồ hộp để sản xuất cà chua cô đặc, mứt, nước quả cô đặc, các loại soup khô, sữa đặc...

2. Mục đích

Cô đặc nhằm mục đích:

- Tăng nồng độ chất khô trong sản phẩm, làm tăng độ sinh năng lượng của thực phẩm.
- Kéo dài thời gian bảo quản (vì hạn chế vi sinh vật phát triển do ít nước, áp suất thẩm thấu cao).
- Giảm được khối lượng vận chuyển.

3. Các yếu tố kỹ thuật của quá trình cô đặc thực phẩm

Quá trình cô đặc thực phẩm có 3 thông số cơ bản: nhiệt độ sôi, thời gian sản phẩm lưu lại trong thiết bị (thời gian cô đặc) và cường độ bốc hơi.

3.1. Nhiệt độ sôi

- Khi tiến hành một quá trình cô đặc thực phẩm người ta đun nóng khối sản phẩm tới nhiệt độ sôi. Nước trong sản phẩm bốc hơi cho đến khi nồng độ chất khô đã đến nồng độ yêu cầu thì ngừng quá trình cô đặc và cho sản phẩm ra khỏi thiết bị.

- Nhiệt độ sôi của sản phẩm phụ thuộc áp suất hơi ở trên bề mặt, nồng độ chất khô và tính chất vật lý, hóa học của sản phẩm.

Khi áp suất hơi trên bề mặt của sản phẩm càng thấp thì nhiệt độ sôi của sản phẩm càng thấp. Vì vậy việc tạo độ chân không trong thiết bị cô đặc sẽ giảm được nhiệt độ sôi của sản phẩm. Hay nói cách khác là điều chỉnh nhiệt độ sôi bằng cách thay đổi độ chân không.

Bảng 2.3. Quan hệ giữa độ chân không và nhiệt độ sôi của nước

Độ chân không (mmHg)	Nhiệt độ sôi ($^{\circ}\text{C}$)
0	100
126	95
234	90
326	85
405	80
430	75
526	70
572,5	65
610	60
642	55
667,6	50
690	44,5

(Nguyễn Văn Tiếp và ctv. 2000)

Khi nồng độ chất khô trong sản phẩm càng lớn thì nhiệt độ sôi càng cao. Trong quá trình cô đặc, nồng độ chất khô tăng dần nên nhiệt độ sôi của sản phẩm cũng tăng dần.

Bảng 2.4. Quan hệ giữa nồng độ chất khô và nhiệt độ sôi ở 760 mmHg

Nồng độ chất khô (%)	Nhiệt độ sôi ở 760 mmHg ($^{\circ}\text{C}$)
55	102,4
60	103,5
65	104,5
70	105,5
75	107,5

(Nguyễn Văn Tiếp và ctv. 2000)

- Nhiệt độ sôi thấp thì tính chất của thực phẩm ít bị biến đổi như sinh tố ít bị tổn thất, màu sắc ít bị biến đổi, mùi thơm cũng ít bị bay hơi. Nhiệt độ sôi thấp còn làm giảm tốc độ ăn mòn và kéo dài thời gian bền của vật liệu làm thiết bị cô đặc.

3.2. Thời gian cô đặc

- Là thời gian lưu lại của sản phẩm trong thiết bị cô đặc cho sự bốc hơi nước ra khỏi nguyên liệu để đạt đến độ khô yêu cầu.

- Thời gian cô đặc phụ thuộc vào phương pháp làm việc của thiết bị và cường độ bốc hơi của sản phẩm. Các thiết bị cho nguyên liệu vào, sản phẩm ra liên tục và sản phẩm có cường độ bốc hơi lớn thì thời gian lưu lại của sản phẩm trong thiết bị càng ngắn.

3.3. Cường độ bốc hơi

Cường độ bốc hơi của sản phẩm phụ thuộc cường độ trao đổi nhiệt giữa hơi nóng và sản phẩm bốc hơi. Cường độ trao đổi nhiệt được đặc trưng bằng hệ số truyền nhiệt của quá trình cô đặc. Hệ số truyền nhiệt càng lớn, cường độ bốc hơi càng cao.

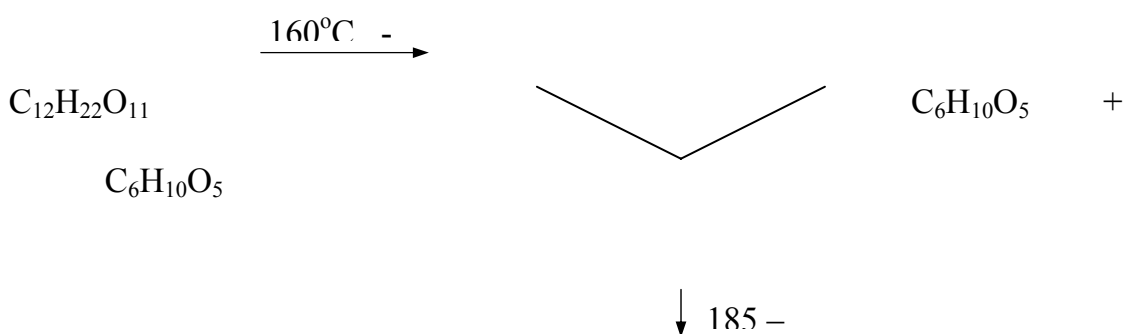
4. Biến đổi của thực phẩm trong quá trình cô đặc

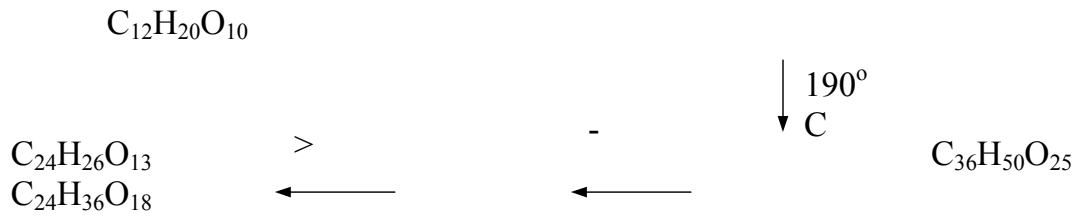
+ Biến đổi vật lý

Thực phẩm cô đặc là một hệ của nhiều chất hòa tan như đường, acid, muối, còn chứa cả các chất không tan như tinh bột, cellulose ở trạng thái huyền phù. Khi cô đặc, dung môi bay hơi, nồng độ chất hòa tan tăng dần, nhiệt độ sôi, độ nhớt, khối lượng riêng tăng, nhưng hệ số truyền nhiệt giảm, hàm lượng không khí còn lại trong gian bào và hòa tan trong sản phẩm cũng giảm.

+ Biến đổi hóa học

- Các loại đường trong rau quả, do chịu tác dụng của nhiệt độ cao ở bề mặt truyền nhiệt của thiết bị cô đặc, nên bị caramel hóa. Hiện tượng caramel hóa tạo ra các sản phẩm có màu đen và vị đắng làm sản phẩm có chất lượng kém. Ở nhiệt độ 95°C, đường khử có thể bị caramel hóa. Ở nhiệt độ 160°C, quá trình caramel hóa xảy ra mạnh. Ở 160°C, saccharose loại 1 phân tử nước tạo ra glucosan và fructosan. Ở 185 – 190°C, glucosan kết hợp với fructosan tạo thành isosaccharosan. Tiếp tục, 2 phân tử isosaccharosan kết với nhau, loại 2 phân tử nước tạo thành caramelan. Caramelan lại kết hợp với isosaccharosan, loại 3 phân tử nước tạo thành caramelen. Khi nhiệt độ tăng cao trên 200°C tạo thành caramelin (mất tính hòa tan) Sơ đồ phản ứng caramel hóa như sau:





Hình 2.4. Quá trình caramel hóa của đường saccharose

- Hiện tượng xẫm màu còn do phản ứng giữa protein (nhóm $-\text{NH}_2$) và đường khử (nhóm $-\text{CHO}$) tạo các melanoidin.
- Tinh bột sẽ bị hồ hóa. Pectin bị phân hủy nên giảm tính tạo đông trong nấu mứt
- Các chất thơm và các chất hữu cơ dễ bay hơi sẽ bốc theo hơi nước làm giảm hương vị của sản phẩm.
- Hàm lượng vitamin trong sản phẩm giảm do tác dụng của nhiệt độ cao. Do đó để tránh tổn thất vitamin, ta dùng thiết bị cô đặc chân không.

5. Giới thiệu thiết bị cô đặc

Cô đặc có thể dùng loại thiết bị hở hoặc thiết bị cô chân không.

+ **Thiết bị cô đặc hở (làm việc ở áp suất thường):** thường dùng để nấu mứt...

+ **Thiết bị cô đặc chân không:** thường dùng để cô đặc cà chua, nước quả...

Thiết bị cô chân không có loại 1 nồi hoặc nhiều nồi, nhưng loại nhiều nồi có ưu điểm hơn loại một nồi:

- Tiết kiệm hơi vì dùng được hơi thứ và tổn thất ít hơi.
- Chất lượng sản phẩm tốt vì cô đặc liên tục, nhiệt độ sôi thấp, thời gian cô nhanh.



Hình 2.5. Thiết bị cô đặc chân không

CHƯƠNG III

QUÁ TRÌNH CHO SẢN PHẨM VÀO BAO BÌ - BÀI KHÍ - GHÉP KÍN

I. QUÁ TRÌNH CHO SẢN PHẨM VÀO BAO BÌ

1. Sơ lược bao bì đồ hộp

1.1. Loại bao bì

Trong sản xuất đồ hộp thường sử dụng 2 nhóm bao bì :

- Bao bì gián tiếp : để đựng các đồ hộp thành phẩm, tạo thành các kiện hàng, thường là những thùng gỗ kín hay nan thưa hay thùng carton.

- Bao bì trực tiếp : tiếp xúc với thực phẩm, cùng với thực phẩm tạo thành một đơn vị sản phẩm hàng hóa hoàn chỉnh và thống nhất, thường được gọi là bao bì đồ hộp. Trong nhóm này, căn cứ theo vật liệu bao bì, lại chia làm các loại : bao bì kim loại, bao bì thủy tinh, bao bì bằng chất trùng hợp, bao bì giấy nhiều lớp v.v....

* Bao bì kim loại có ưu điểm là nhẹ, truyền nhiệt tốt, có độ bền cơ học tốt, nhưng có độ bền hóa học kém, hay bị rỉ và bị ăn mòn.

* Bao bì thủy tinh thì bền vững về mặt hóa học, hình thức đẹp, nhưng có nhược điểm cơ bản là nặng, dễ vỡ và truyền nhiệt kém.

* Chất trùng hợp có loại chịu được tác dụng của nhiệt độ cao, có loại không chịu được tác dụng của nhiệt. Có ưu điểm là nhẹ, dễ gia công, rẻ tiền.

* Bao bì giấy nhiều lớp, với 2 tính chất: chống thấm và chịu đựng (va chạm và sự tiếp xúc với thực phẩm) là loại bao bì màng ghép, gồm có các lớp sau (dùng bao bì phức hợp):

- Lớp ngoài cùng là PE: chống ẩm
- Lớp mực in (cellophane): dễ in
- Lớp giấy: tăng cứng cho bao bì
- Lớp PE: nối kết giữa lớp giấy và lớp nhôm ở trong cùng
- Lớp nhôm: ngăn ẩm, giữ mùi, ngăn sáng.
- Đối với loại đóng chai thì sử dụng HDPE

Hiện nay, bao bì đồ hộp phổ biến nhất vẫn là bao bì kim loại, trong đó chủ yếu là sắt tây, hộp nhôm. Chất trùng hợp cũng được dùng nhiều làm bao bì thực phẩm. Theo xu thế chung của thế giới người ta đang thay dần một cách hợp lý bao bì thủy tinh bằng bao bì chất trùng hợp, gỗ bằng carton lượn sóng, giấy bồi cứng bằng chất trùng hợp dẻo, kim loại bằng chất trùng hợp cứng hoặc dẻo.

1.2. Kiểu nắp bao bì thủy tinh

- Kiểu PRESS-TWIST (Phương pháp xoắn ốc): Nắp và cổ bao bì có rãnh xoắn ốc.

Ưu điểm :

- Mở nắp dễ và tiện

Nhược điểm

- Hạn chế năng suất ghép,
- Cấu trúc và sử dụng máy phức tạp,
- Khó gia công
- Tốn kim loại làm nắp
- Bao bì phải làm cổ xoắn, khó gia công, không đảm bảo độ kín khi bảo quản

- Kiểu TWIST-OFF : dùng cho bao bì miệng rộng, cổ ngắn, nắp sắt. Vòng đệm đặt ở đáy nắp. Khi đậy và tháo nắp chỉ cần xoay $\frac{1}{4}$ vòng nắp

Ưu điểm :

- Mở nắp dễ và tiện

Nhược điểm

- Hạn chế năng suất ghép,
- Cấu trúc và sử dụng máy phức tạp,
- Khó gia công
- Tốn kim loại làm nắp
- Bao bì phải làm cổ xoắn, khó gia công, không đảm bảo độ kín khi bảo quản

- Kiểu EUROCAP : dùng cho bao bì miệng rộng. Vòng đệm đặt ở đáy nắp và vít chặt lấy miệng bao bì.

Ưu điểm

- Ít tốn kém kim loại làm nắp
- Dễ mở nắp

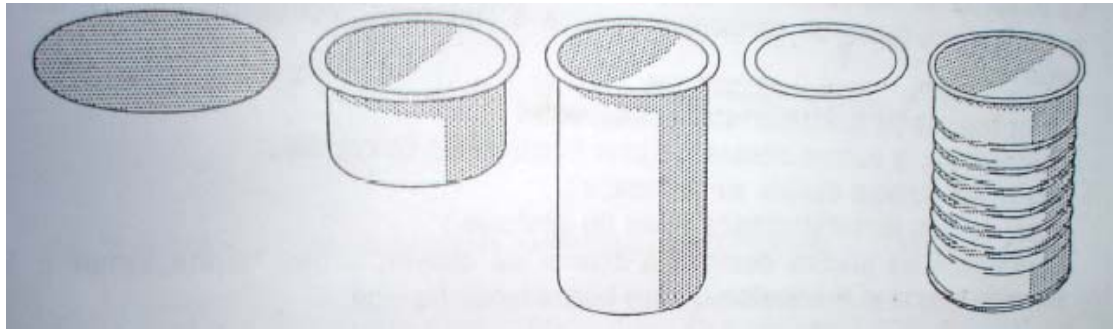
Nhược điểm

- Hạn chế năng suất ghép,
- Chế tạo nắp phức tạp,
- Không đảm bảo độ kín khi bảo quản lâu dài

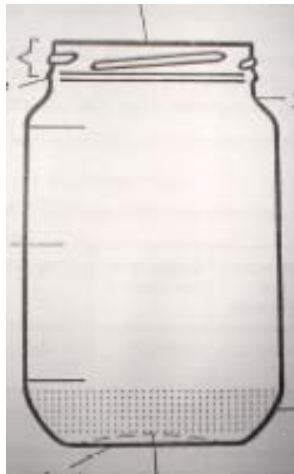
- Kiểu PRY-OFF (ghép nén) : dùng cho cả loại miệng rộng và miệng hẹp. Nắp kim loại có đệm cao su đặt quanh thành, sẽ bị kéo căng và dính sát vào miệng chai khi trong chai có chân không.

Ưu điểm

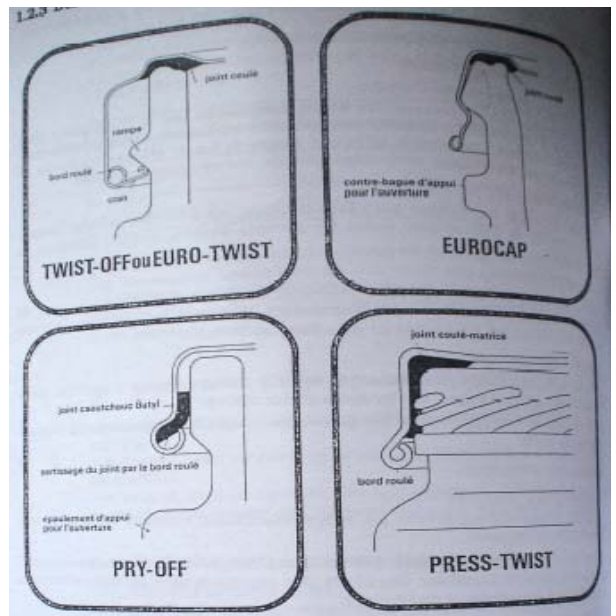
- Năng suất ghép cao, ghép dễ
- Máy ghép dùng cho nhiều cỡ bao bì
- Nắp giữ nguyên vẹn và dễ mở
- Đảm bảo độ kín
- Bao bì ít bị vỡ và gia công dễ



Hình 3.1. Bao bì kim loại



Hình 3.2. Bao bì thủy tinh



3.3. Kiểu nắp bao bì thủy tinh

2. Yêu cầu bao bì đồ hộp

Phải đáp ứng các yêu cầu :

- Không gây độc cho thực phẩm, không làm cho thực phẩm biến đổi chất lượng, không gây mùi vị, màu sắc lạ cho thực phẩm.
- Bền đối với tác dụng của thực phẩm.
- Chịu được nhiệt độ và áp suất cao.
- Truyền nhiệt tốt, chắc chắn, nhẹ.
- Dễ gia công, rẻ tiền.
- Hình thức hấp dẫn, thích hợp với sản phẩm.
- Sử dụng vận chuyển, bảo quản tiện lợi.

Bảng 3.1. Quy cách các loại lon phổ biến

Số TT	KÍCH CỠ		TRÁNG VECNI		PHẠM VI SỬ DỤNG
	mm	Trọng lượng	Trong	Ngoài	
1	153 x 178	108 oz	Không	Không	Dứa, rau quả màu nhẹ
2	153 x 178	108 oz	Vàng, 1 lớp	Không	Nấm, rau quả màu đậm, măng
3	153 x 178	108 oz	Vàng, 2 lớp	Không	Rau quả ăn mòn cao
4	153 x 178	108 oz	Xám, 1 lớp	Không	Cá, đậu
5	153 x 114		Xám, 2 lớp	Clear 1 lớp	Cá, đậu
6	99 x 119	30 oz	Không	Không	Dứa, rau quả màu nhẹ Thực phẩm khô: sữa bột, café bột
7	99 x 119	30 oz	Vàng, 1 lớp	Không	Nấm, rau quả màu đậm, măng
8	99 x 119	30 oz	Xám, 2 lớp	Không	Cá, đậu
9	83 x 113	20 oz	Không	Không	Dứa, rau quả màu nhẹ
10	83 x 113	20 oz	Vàng, 1 lớp	Không	Nấm, rau quả màu đậm, măng Thực phẩm khô: đậu phộng chiên
11	74 x 113	15 oz	không	Không	Dứa, rau quả màu nhẹ
12	74 x 113	15 oz	Vàng, 1 lớp	Không	Nấm, rau quả màu đậm, măng
13	74 x 113	15 oz		Không	Cá, đậu
14	50 x 132 52 x 132	250 ml	Vàng, 2 lớp	Clear 1 lớp	Nước yến, nước trái cây
15	57 x 91 65 x 91 62 x 91	250 ml	Vàng, 2 lớp	Clear 1 lớp	Nước tăng lực, nước trái cây
16	52 x 89	150 g	Vàng hay xám, 2 lớp	Clear 1 lớp	Cá mòi, cá trích

(Công ty hộp sắt Tovecan)

3. Chuẩn bị bao bì đựng sản phẩm

Trước khi sử dụng, các loại bao bì phải kiểm tra lại phẩm chất và rửa sạch.

- Bao bì kim loại đủ tiêu chuẩn được rửa sạch bằng nước lã, nước nóng, khi cần thiết có thể dùng dung dịch kiềm loãng hay nước xà phòng loãng, soda, để làm sạch tạp chất bụi cát, dầu khoáng còn dính ở vỏ hộp khi gia công, để ráo hoặc sấy khô.

- Các loại bao bì thủy tinh thường nhiễm bẩn và khó rửa sạch hơn bao bì kim loại, phải rửa kỹ bằng hóa chất. Các dung dịch kiềm (NaOH, KOH, Na₂CO₃) thường làm cho thủy tinh bị mờ vì tạo ra trên mặt thủy tinh các hợp chất Calci carbonat. Dung dịch hỗn hợp của NaOH 3 %, Na₃PO₄ 1 % và Na₂SiO₃ không làm mờ thủy tinh. Để sát trùng chai lọ thủy tinh, dùng hóa chất có chứa Cl₂ với lượng Cl₂ hoạt động phải đạt 100 mg/l. Sau khi rửa hóa chất, sát trùng, rửa lại bằng nước nóng hay nước lã sạch, sấy khô hoặc để ráo.

- Đối với nút chai có lớp đệm bằng chất dẻo không chịu được tác dụng của nhiệt độ cao và nước lâu. Sau khi rửa sạch bằng nước lã, ngâm vào dung dịch acid benzoic hay Natri benzoat có nồng độ 1 - 5 %.

4. Thành phần và trọng lượng tịnh của sản phẩm cho vào bao bì

a. Thành phần

Đa số các loại đồ hộp gồm có phần rắn chiếm từ 60 - 70 % và phần lỏng chiếm từ 30 - 40 %. Phần rắn bao gồm nhiều nguyên liệu chế biến khác nhau như rau, quả, thịt, cá cùng với gia vị. Phần lỏng như nước đường, nước muối, nước giấm, nước luộc, dầu, nước sốt (sauce). Có loại đồ hộp chỉ là một khối đặc đồng nhất như nước quả, paté...

Tỉ lệ các thành phần nguyên liệu trong một loại đồ hộp có ý nghĩa rất quan trọng đến việc chế biến đồ hộp có chất lượng cao. Khi thành phần nước rút trong hộp dư nhiều sẽ làm giảm giá trị dinh dưỡng của đồ hộp vì hàm lượng chất khô thấp. Nhưng nếu không đủ thành phần nước rút thì giảm giá trị cảm quan, làm cho một phần sản phẩm bị khô, khó thanh trùng. Do đó phải đảm bảo đúng tỉ lệ phần rắn và phần lỏng trong hộp, tỉ lệ này còn gọi là tỉ lệ cái - nước, đây là chỉ tiêu phẩm chất quan trọng của đồ hộp. Khi đánh giá chỉ tiêu này, người ta xác định ở đồ hộp thành phẩm đã thanh trùng và để ổn định ít nhất 15 ngày. Vì trong thời gian thanh trùng và bảo quản, các thành phần chất khô trong sản phẩm sẽ khuếch tán, tiến tới ổn định ở phần rắn và lỏng. Nên tỉ lệ cái - nước khi bảo quản sẽ thay đổi. Thường tỉ lệ cái vào hộp phải cao hơn tỉ lệ cái quy định trong thành phẩm từ 10 - 30 %, tùy theo loại nguyên liệu.

b. Trọng lượng tịnh

Là tổng số trọng lượng sản phẩm chứa trong đồ hộp.

Trong sản xuất ta phải đảm bảo trọng lượng tịnh của đồ hộp.

Trọng lượng tịnh của từng cỡ hộp phụ thuộc vào từng loại mặt hàng, được phép sai số từ 1 - 3 %.

5. Cho sản phẩm vào bao bì

Trong nhiều dây chuyền sản xuất đồ hộp, các sản phẩm cho vào bao bì đã được cơ khí hóa. Nhưng đa số các loại rau, quả, cá, thịt còn phải cho vào hộp bằng thủ công.

- Công nhân cho sản phẩm vào hộp phải thực hiện đầy đủ các quy định về vệ sinh và các yêu cầu của quy trình kỹ thuật đã quy định.

- Công nhân làm việc ở nơi vào hộp phải có trang phục (quần, áo, mũ, khẩu trang, giày dép, găng tay...) gọn gàng, sạch sẽ để tránh tạp chất.

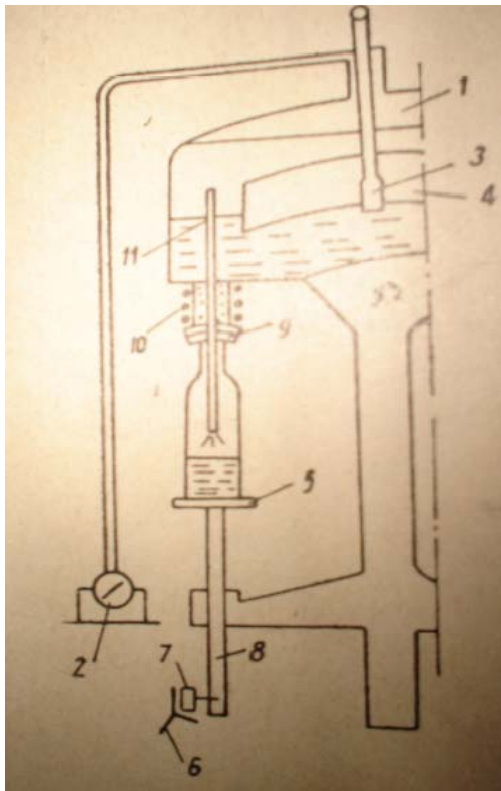
- Phải rửa tay bằng thuốc sát trùng như nước có chứa Chlorin và phải không có bệnh truyền nhiễm.

- Dụng cụ chế biến tùy theo mức độ bị nhiễm bẩn, phải làm vệ sinh nhiều lần trong 1 ca sản xuất hay mỗi ca 1 lần.

- Cần phải xếp loại đồng đều về kích thước, màu sắc, hình dáng.

Tóm lại, khi cho sản phẩm vào bao bì, phải đạt các yêu cầu sau :

- * Đảm bảo khối lượng tịnh và thành phần của hộp theo tỉ lệ quy định.
- * Có hình thức trình bày đẹp.
- * Đảm bảo hệ số truyền nhiệt.
- * Không lẫn các tạp chất.



1. Thùng chứa chất lỏng
2. Bơm chân không
3. Ống dẫn chất lỏng vào thùng
4. Phao
5. Mâm
6. Đường ray
7. Bánh xe
8. Piston
9. Soupap
10. Lò xo
11. Ống dẫn chất lỏng vào chai

Hình 3.4. Cấu tạo hệ thống rót chất lỏng của máy rót chân không

II. BÀI KHÍ

1. Khái quát

Trong các quá trình chế biến cơ học như nghiền, chà, lọc, ép v.v... và vận chuyển các bán chế phẩm như bơm chuyển từ thùng chứa này sang thùng chứa khác, khi cho thực phẩm vào trong bao bì, đều làm cho một số không khí xâm nhập, hòa lẫn vào các sản phẩm đó. Trong các gian bào của thực phẩm lúc đóng hộp cũng còn tồn tại các chất khí như không khí, hơi nước, khí carbonic v.v... Sản phẩm cho vào bao bì không hoàn toàn chiếm đầy cả dung tích của hộp mà còn lại một khoảng không gian trong hộp kín, chứa không khí và hơi nước.

Trước khi ghép kín đồ hộp, cần đuổi bớt các chất khí tồn tại trong đồ hộp ấy đi. Quá trình này gọi là bài khí.

2. Mục đích

Tiến hành bài khí trong sản xuất đồ hộp nhằm các mục đích sau đây :

a. Giảm áp suất bên trong đồ hộp khi thanh trùng

Nguyên nhân làm tăng áp suất bên trong đồ hộp khi thanh trùng, chủ yếu là do tồn tại lượng không khí trong đồ hộp đó sau khi ghép kín.

Áp suất trong hộp khi thanh trùng bằng tổng áp suất riêng phần của không khí, áp suất riêng phần của hơi nước và áp suất do sản phẩm giãn nở. Khi áp suất tổng cộng ấy bằng $1,96 - 3,92.10^5 \text{ N/m}^2$ (2 - 4at) có thể làm hỏng hộp. Bài khí sẽ làm giảm áp suất trong hộp, nên hộp khi thanh trùng không bị biến dạng hay hư hỏng hộp.

b. Hạn chế sự oxy hóa các chất dinh dưỡng của thực phẩm

Oxy của không khí còn lại trong đồ hộp làm cho các quá trình oxy hóa xảy ra trong đồ hộp làm cho các quá trình oxy hóa xảy ra trong đồ hộp mạnh, làm cho các sinh tố, nhất là sinh tố C bị tổn thất, các chất hữu cơ bị oxy hóa làm thay đổi hương vị màu sắc của thực phẩm trong đồ hộp đó.

c. Hạn chế sự phát triển của các vi khuẩn hiếu khí còn tồn tại trong đồ hộp

Sau khi thanh trùng đồ hộp, trong số các loại vi sinh vật còn sống, tồn tại các vi sinh vật hiếu khí và nha bào của nó. Nếu trong môi trường còn nhiều Oxy, các vi sinh vật đó có điều kiện phát triển, gây hư hỏng đồ hộp. Khi bài khí, các vi sinh vật hiếu khí không có điều kiện phát triển, nên dù còn sống cũng không gây hư hỏng đồ hộp.

d. Hạn chế hiện tượng ăn mòn sắt tây

Hộp sắt tây, nếu trong môi trường acid yếu, các lỗ nhỏ không phủ thiếc trên bề mặt, sẽ tạo ra những cặp pin li ti, mà hai điện cực là sắt và thiếc. Khi dòng điện chạy từ cực dương sang cực âm, đẩy hydro thoát ra dung dịch đến bám vào cực âm, tạo thành một màng bảo vệ cực âm, hạn chế sự phân cực của pin và tiến tới làm ngừng quá trình ăn mòn. Nhưng nếu trong hộp còn oxy, oxy phản ứng ngay với hydro phá hủy màng bảo vệ, dòng điện tiếp tục chạy và diễn ra quá trình ăn mòn. Do đó, bài khí thì hiện tượng ăn mòn sẽ bị hạn chế

e. Tạo độ chân không trong đồ hộp khi đã làm nguội

Đồ hộp thực phẩm cần phải có một độ chân không nhất định, để khi vận chuyển, bảo quản trong các điều kiện khí hậu khác nhau. Đồ hộp không có các biểu hiện phồng đáy, nắp, để người sử dụng có thể phân biệt được đồ hộp tốt hay xấu do các vi sinh vật tạo thành khí gây ra. Vì vậy độ chân không được coi là một chỉ số phẩm chất của đồ hộp. Độ chân không thường là $3,22 - 5,98.10^4 \text{ N/m}^2$ (250 – 450 mmHg) trường hợp đặc biệt mới tới $8,65 - 9,05.10^4 \text{ N/m}^2$ (650 – 680 mmHg)

Ở Nhật Bản, áp suất trong hộp yêu cầu chỉ còn $1,06.10^4 \text{ N/m}^2$ (hay 80 mmHg)

3. Phương pháp bài khí

Trong sản xuất đồ hộp người ta dùng nhiều phương pháp bài khí khác nhau, nhưng chủ yếu là dùng phương pháp bài khí bằng nhiệt và dùng thiết bị chân không.

a. Bài khí bằng nhiệt

Phương pháp đơn giản và thuận lợi nhất để bài khí bằng nhiệt là cho sản phẩm vào bao bì khi còn nóng. Cho sản phẩm vào bao bì khi đã đun nóng tới khoảng 85°C rồi ghép kín ngay.

b. Bài khí bằng thiết bị chân không

Người ta dùng bơm chân không để hút không khí ra khỏi hộp trong một phòng của máy ghép kín.

Hiện nay biện pháp này được sử dụng phổ biến để tạo độ chân không có hiệu quả nhất trong đồ hộp.

c. Phương pháp bài khí khác

Ngoài các phương pháp trên, người ta còn tiến hành bài khí bằng phun hơi. Dùng hơi nước nóng phun vào khoảng không gian trong đồ hộp, trước khi ghép kín, hơi nước đẩy không khí ra ngoài. Sau khi ghép kín và làm nguội, hơi nước đó ngưng tụ và tạo độ chân không trong hộp. Phương pháp này chỉ áp dụng cho loại đồ hộp lỏng, còn các sản phẩm đặc thì sẽ làm xấu hình thức trên mặt của sản phẩm

4. Giới thiệu thiết bị bài khí

Trong sản xuất nước quả, có thể dùng các thiết bị bài khí chân không :

- Thiết bị bài khí ly tâm : Nước quả đưa vào phòng chân không có ngăn quay rồi theo rãnh vòng đi ra ngoài.

- Thiết bị bài khí kiểu phun : nước quả được phun thành tia tạo thành các giọt rất nhỏ ở trong một thùng kín có hút chân không.

- Thiết bị bài khí kiểu màng : dùng vòi phun mạnh nước quả vào thành một bình có bộ hút chân không để tạo thành màng chất lỏng rất mỏng trên thành bình.

Các thiết bị này làm việc với độ chân không rất cao có thể tới 740 mmHg nên tác dụng bài khí rất mạnh.

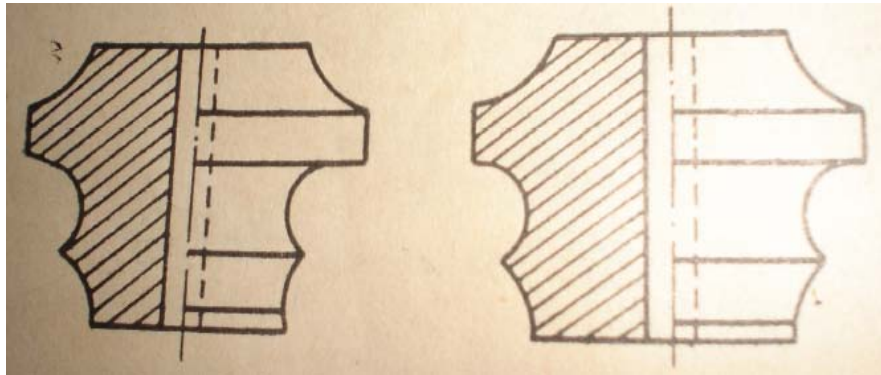
III. GHÉP KÍN

Trong quá trình chế biến đồ hộp, quá trình ghép kín nắp vào bao bì để ngăn cách sản phẩm thực phẩm với môi trường không khí và vi sinh vật ở bên ngoài, là một quá trình quan trọng, có ảnh hưởng tới thời gian bảo quản lâu dài các thực phẩm đó. Nắp hộp phải được ghép thật kín, chắc chắn.

1. Môi ghép

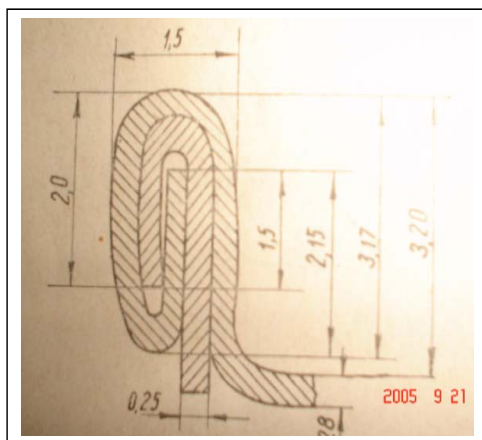
Tiến hành ghép kín nắp vào bao bì sắt tây hay thủy tinh, hầu hết người ta dùng nắp bằng kim loại, chủ yếu là sắt tây.

- Khi ghép kín hộp sắt người ta ghép kín bằng môi ghép kép, tức là chỗ mí hộp thì cả thân và nắp đều cuộn lại.
- Khi ghép kín nắp bao bì thủy tinh bằng sắt, ghép kín bằng môi ghép đơn.

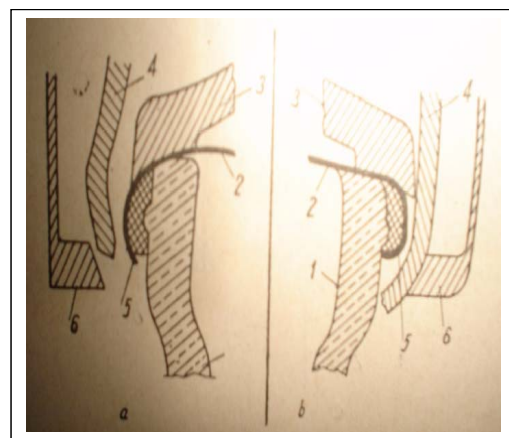


Con lăn cuộn

Con lăn ép



Môi ghép

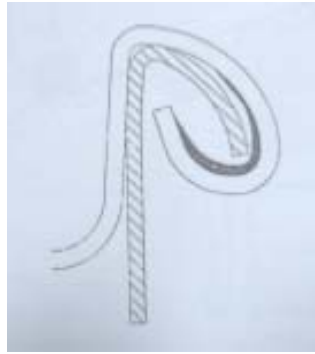


Môi ghép đơn

Hình 3.5. Cơ cấu ghép



Cho vào máy ghép

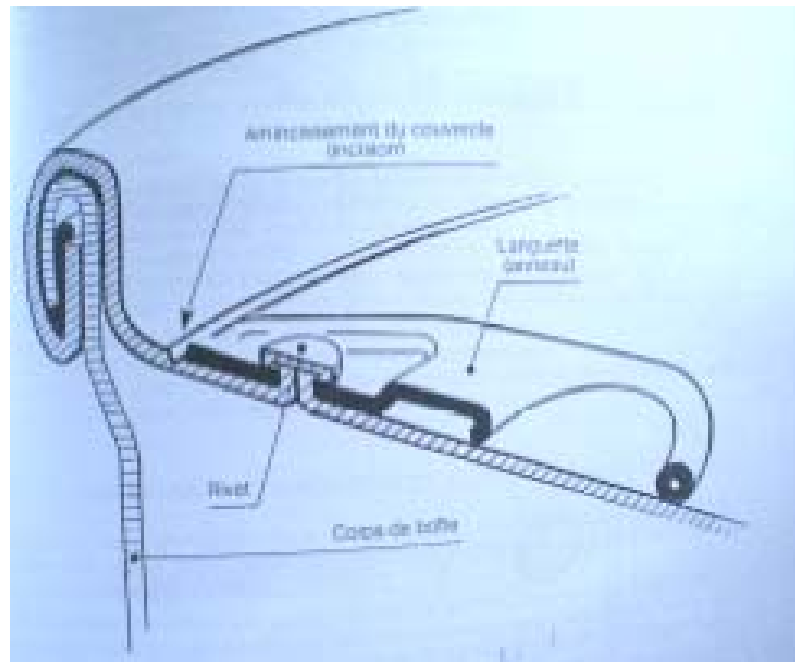


Qua con lăn cuộn



Qua con lăn ép

Hình 3.6. Quá trình thực hiện mối ghép kép



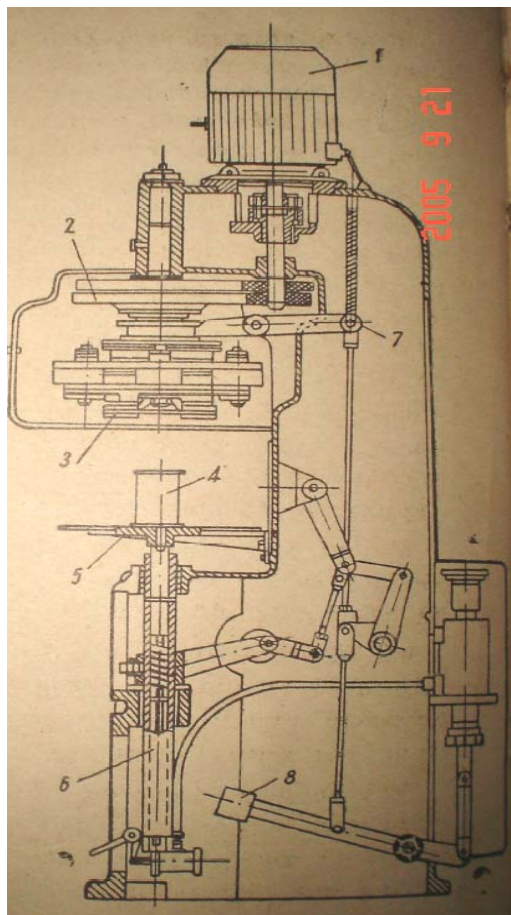
Hình 3.7. Mặt cắt ngang của hộp đã ghép kín

2. Giới thiệu máy ghép nắp

Hiện nay có rất nhiều loại máy ghép có cấu tạo khác nhau, tuy nhiên quá trình tạo ra mỗi ghép và nguyên tắc truyền động đều giống nhau.

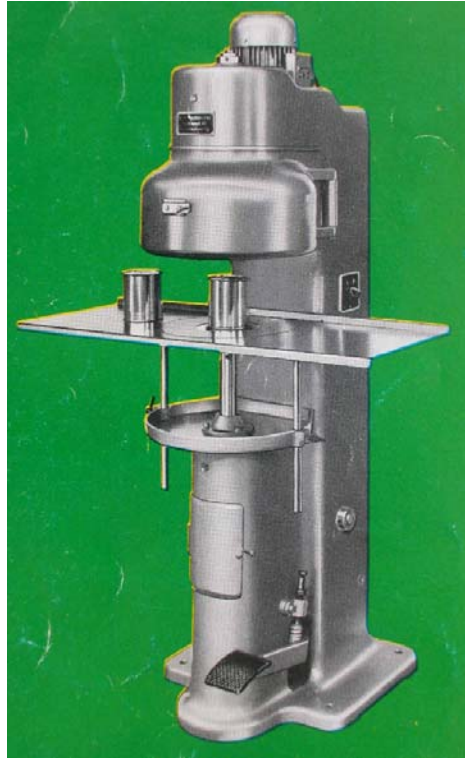
Có thể chia các máy ghép nắp làm 4 loại chính:

- Máy ghép thủ công : Năng suất của máy là 6 - 10 hộp /phút, cao nhất không quá 20 hộp /phút.
- Máy ghép bán tự động : Năng suất 20 - 25 hộp / phút.
- Máy ghép tự động : Năng suất 120 hộp / phút.
- Máy ghép tự động chân không.



1. Động cơ điện
2. Bánh răng
3. Con lăn
4. Hộp
5. Mâm
6. Trục mâm
7. Cơ cấu đưa con lăn tiến sát vào máy
8. Bàn đập

Hình 3.8. Cấu tạo hệ thống ghép nắp hộp kim loại (Bán tự động)



Hình 3.9. Máy ghép nắp bán tự động



Hình 3.10. Máy ghép nắp tự động

3. Thử độ kín của đồ hộp

Đồ hộp sau khi ghép kín thường còn phải kiểm tra độ kín theo từng chu kỳ của thời gian sản xuất. Trong một ca sản xuất phải lấy mẫu 2 - 3 lần để kiểm tra độ kín. Có thể tiến hành thử độ kín của đồ hộp theo một trong các phương pháp sau :

- **Phương pháp ngâm trong nước nóng:** Dùng để kiểm tra độ kín của đồ hộp sắt trong điều kiện phân xưởng: Rửa sạch hộp bằng nước nóng và xà phòng, để đứng thành một lớp trong chậu thủy tinh to có đựng nước nóng ở nhiệt độ không dưới 85⁰C. Lượng nước nóng gấp khoảng 4 lần thể tích các hộp, mực nước phải ở trên mặt hộp từ 25 - 30 cm. Hộp để trong nước nóng từ 5 - 7 phút. Lúc đầu để đáy xuống, sau lật ngược, để nắp xuống dưới. Sau đó quan sát, nếu thấy bọt khí trong hộp thoát ra hàng loạt hoặc thoát ra đều đặn ở cùng một chỗ, thì hộp coi như bị hở.

- **Phương pháp hút chân không:** Đặt đồ hộp đựng sản phẩm trong một bình hút chân không với độ chân không 50 mmHg. Do chênh lệch áp suất giữa bên trong và bên ngoài hộp, làm cho nắp hộp phồng lên nếu hộp kín. Và nước trong sản phẩm có thể theo chỗ hở rỉ ra ngoài trong trường hợp mối ghép không kín.

* Xử lý đồ hộp hở

- Trường hợp phát hiện được đồ hộp ghép không kín trước khi thanh trùng, cần phải điều chỉnh máy ghép kịp thời và có thể mở đồ hộp đó để chế biến lại hay chế biến thành các sản phẩm phụ.

- Trường hợp phát hiện được đồ hộp ghép không kín sau khi thanh trùng, thì các đồ hộp đó đưa đi chế biến thành sản phẩm phụ.

CHƯƠNG IV

CƠ SỞ CỦA QUÁ TRÌNH THANH TRÙNG

ĐỒ HỘP THỰC PHẨM

Trong sản xuất đồ hộp thực phẩm, thanh trùng là một quá trình quan trọng, có tác dụng quyết định tới khả năng bảo quản và chất lượng của thực phẩm. Đây là biện pháp cất giữ thực phẩm theo nguyên lý tiêu diệt mầm móng gây hư hỏng thực phẩm (nguyên tắc đình chỉ sự sống) bằng nhiều phương pháp khác nhau: dùng dòng điện cao tần, tia ion hóa, siêu âm, lọc thanh trùng và tác dụng của nhiệt độ.

I. CÁC HỆ VI SINH VẬT TRONG ĐỒ HỘP

Các hệ vi sinh vật tồn tại trong đồ hộp nguy hiểm nhất là các loại vi khuẩn, sau đó mới đến nấm men và nấm mốc.

1. Vi khuẩn

Các loại vi khuẩn phổ biến nhất thường thấy trong đồ hộp.

a. Loại hiếu khí

+ *Bacillus mesentericus* : có nha bào, không độc, ở trong nước và trên bề mặt rau. Nha bào bị phá hủy ở 110⁰C trong 1 giờ. Loại này có trong tất cả các loại đồ hộp, phát triển nhanh ở nhiệt độ quanh 37⁰C.

+ *Bacillus subtilis* : có nha bào không gây bệnh. Nha bào chịu 100⁰C trong 1 giờ, 115⁰C trong 6 phút. Loại này có trong đồ hộp cá, rau, thịt. Không gây mùi vị lạ, phát triển rất mạnh ở 25 - 35⁰C.

b. Loại kỵ khí

+ *Clostridium sporogenes*: cố định ở trạng thái tự nhiên của mọi môi trường. Nó phân hủy protid thành muối của NH₃, rồi thải NH₃, sản sinh ra H₂S, H₂ và CO₂. Nha bào của nó chịu đựng được trong nước sôi trên 1 giờ. *Clostridium sporogenes* có độc tố, song bị phá hủy nếu đun sôi lâu. Loại này có trong mọi đồ hộp, phát triển rất mạnh ở 27 - 58⁰C. Nhiệt độ tối thích là 37⁰C.

+ *Clostridium putrificum*: là loại vi khuẩn đường ruột, có nha bào, không gây bệnh. Các loại nguyên liệu thực vật đề kháng mạnh với *Clostridium putrificum* vì có phitonxit. Loại này có trong mọi đồ hộp, nhiệt độ tối thích là 37⁰C.

c. Loại vừa hiếu khí vừa kỵ khí

+ *Bacillus thermophilus*: có trong đất, phân gia súc, không gây bệnh, có nha bào. Tuy có rất ít trong đồ hộp nhưng khó loại trừ. Nhiệt độ tối thích là 60 - 70⁰C.

+ *Staphylococcus pyrogenes aureus* : có trong bụi và nước, không có nha bào. Thịnh vượng gây bệnh vì sinh ra độc tố, dễ bị phá hủy ở 60 - 70°C. Phát triển nhanh ở nhiệt độ thường.

d. Loại gây bệnh, gây ra ngộ độc do nội độc tố

+ *Bacillus botulinus* : còn có tên là *Clostridium botulinum*. Triệu chứng gây bại liệt rất đặc trưng : làm đục sự điều tiết của mắt, rồi làm liệt các cơ điều khiển bởi thần kinh sọ, sau đó toàn thân bị liệt. Người bị ngộ độc sau 4 - 8 ngày thì chết. Loại này chỉ bị nhiễm khi không tuân theo nguyên tắc vệ sinh và thanh trùng tối thiểu.

Nha bào có khả năng đề kháng mạnh: ở 100°C là 330 phút, 115°C là 10 phút, 120°C là 4 phút. Độc tố bị phá hủy hoàn toàn khi đun nóng 80°C trong 30 phút.

+ *Salmonella*: thuộc nhóm vi khuẩn gây bệnh, hiếu khí, ưa ẩm, không có nha bào nhưng có độc tố.

2. Nấm men, nấm mốc

+ Nấm men: chủ yếu là *Saccharomyces ellipsoides*, hiện diện rộng khắp trong thiên nhiên. Nấm men thường thấy trong đồ hộp có chứa đường. Bào tử của nấm men không có khả năng chịu đựng được nhiệt độ cao, chúng có thể chết nhanh ở nhiệt độ 60°C.

+ Nấm mốc : ít thấy trong đồ hộp.

Nói chung men, mốc dễ bị tiêu diệt ở nhiệt độ thấp và dễ loại trừ bằng cách thực hiện vệ sinh công nghiệp tốt.

II. PHƯƠNG PHÁP THANH TRÙNG VẬT LÝ

1. Thanh trùng bằng tia ion hóa

1.1. Nguyên lý

Tác dụng diệt trùng của các tia ion hóa là thay đổi cấu trúc của một số phân tử protein của tế bào vi sinh vật và làm ion hóa dung môi.

Hiệu quả thanh trùng của tia ion hóa phụ thuộc vào thời gian xử lý, chiều dày của thực phẩm và lượng vi sinh vật nhiễm vào thực phẩm.

1.2. Các tia ion hóa

Căn cứ vào tần số dao động điện từ, người ta chia tia sáng làm các loại :

Bảng 4.1. Tần số dao động điện từ của các tia ion hóa

Tia	Tần số dao động điện từ (Hz)
Tia hồng ngoại	$10^{12} - 10^{14}$
Tia sáng trông thấy	10^{15}
Tia tử ngoại	$10^{16} - 10^{17}$
Tia X	$10^{18} - 10^{20}$
Tia Rongel cứng, tia γ	$10^{21} - 10^{22}$

(Nguyễn Văn Tiếp. 2000)

Các tia có tần số dao động cao thì có lực đâm xuyên cao. Tia X, tia γ là các tia ion hóa đều có tác dụng diệt trùng. Liều lượng sử dụng tùy thuộc vào bản chất từng loại vi sinh vật.

Chiều dày tối đa của thực phẩm đem chiếu tia X và tia âm cực là 127mm (nếu chiếu cả 2 mặt).

Tia hồng ngoại và tia tử ngoại là các tia bức xạ. Tác dụng của tia hồng ngoại là làm nóng sản phẩm để diệt vi sinh vật. Tia tử ngoại có tác dụng sát trùng là làm đông tụ protid và phá hủy hệ thống men của vi sinh vật.

2. Thanh trùng bằng sóng siêu âm

Dưới tác dụng của siêu âm, môi trường lỏng truyền âm bị xô đẩy, bị ép và tạo chân không liên tiếp, sinh ra nhiều khoảng trống. Lúc đó, các chất hòa tan và hơi của chất lỏng lập tức dòn vào khoảng trống ấy, gây ra tác dụng cơ học làm chết vi sinh vật ở trong môi trường. Mặt khác trong quá trình ấy, một phần chất khí hòa tan bị ion hóa tạo ra nước oxy già (H_2O_2), Nitrogen oxy (NO) là những chất độc đối với vi sinh vật.

Trong các loại vi sinh vật thì vi khuẩn dễ bị siêu âm tác dụng nhất.

3. Thanh trùng bằng dòng điện cao tần

Thanh trùng bằng cách đặt sản phẩm trong điện trường của dòng điện xoay chiều (có tần số cao) Các phân tử tích điện trong sản phẩm (ion, điện tử) sẽ dao động do tác dụng của điện năng, chuyển điện năng được hấp thu thành nhiệt năng để làm chết vi sinh vật. Khả năng hấp thu điện năng tùy thuộc vào:

- kích thước bao bì đựng thực phẩm,
- điện áp
- tần số của dòng điện.

Tần số của dòng điện càng lớn hay bước sóng càng ngắn thì quá trình thanh trùng càng nhanh (Tần số thích hợp nhất là $3.10^8 - 3.10^7$ Hz). Thời gian thanh trùng chỉ trong vài mươi giây đến vài phút.

4. Thanh trùng bằng sử dụng áp suất cao

Áp lực 300 - 600MPa có khả năng vô hoạt các vi sinh vật không hình thành bào tử. Trong khi để vô hoạt các vi khuẩn sinh bào tử cần áp lực rất cao (1800MPa) Tuy nhiên, tại áp suất thấp 200 - 400MPa cũng làm giảm sự sản sinh bào tử.

5. Thanh trùng bằng xung điện từ

Trường xung điện (áp dụng cho các loại thực phẩm lỏng, thời gian xử lý từ vài micro tới mili giây) có thể tiêu diệt vi sinh vật vì tạo xốp màng tế bào. Lực điện trường đòi hỏi để vô hoạt vi sinh vật thay đổi từ 0,1 - 2,5 V/ μ m.

6. Lọc Thanh trùng

Sản phẩm lỏng, như nước quả trong có thể loại trừ vi sinh vật bằng cách lọc. Bản lọc, thường là các màng sứ xốp, có những lỗ đủ nhỏ chỉ cho sản phẩm qua, còn giữ lại vi sinh vật. Sau khi lọc, sản phẩm được rót vào bao bì đã sát trùng, rồi ghép kín ngay. Quá trình này phải tiến hành trong điều kiện vệ sinh cao. Bằng phương pháp này, sản phẩm hoàn toàn giữ được tính chất tự nhiên.

III. THANH TRÙNG BẰNG TÁC DỤNG CỦA NHIỆT ĐỘ

Thanh trùng bằng nhiệt độ cao của nước nóng và hơi nước nóng là phương pháp thanh trùng phổ biến nhất trong sản xuất đồ hộp.

Khi nâng nhiệt độ của môi trường quá nhiệt độ tối thích của vi sinh vật thì hoạt động của vi sinh vật bị chậm lại. Ở nhiệt độ cao, protid của chất nguyên sinh của vi sinh vật bị đông tụ làm cho vi sinh vật bị chết. Quá trình đông tụ protid này không thuận nghịch, nên hoạt động của vi sinh vật không phục hồi sau khi hạ nhiệt.

1. Động học của quá trình tiêu diệt vi sinh vật bằng nhiệt

Từ thực nghiệm đã chỉ sự tiêu diệt vi sinh vật được thể hiện bởi phương trình:

$$- \frac{dN}{dt} = k_T \cdot N^n \quad (1)$$

Trong đó :

N : lượng vi sinh vật trong sản phẩm sau thời gian t (cfu/ml).

k_T : hệ số vận tốc tiêu diệt vi sinh vật ở nhiệt T, tùy theo loại vi sinh vật và tính chất của đồ hộp mà trị số k thay đổi.

t : Thời gian xử lý (phút)

n : Bậc phản ứng

Trong hầu hết trường hợp, bậc phản ứng bằng 1, tiến trình vô hoạt bậc nhất có thể viết như sau:

$$- \frac{dN}{dt} = k_T \cdot N \quad (2)$$

Hay

$$\frac{dN}{N} = -k_T \cdot dt \quad (3)$$

Với phương trình vi phân (3) có thể được lấy tích phân theo các điều kiện

ở thời điểm ban đầu $t = 0$ thì $N = N_0$

ở thời điểm $t = t$ thì $N = N$

$$\Rightarrow \int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = - \int_0^t k_T \cdot dt \quad (4)$$

Khi thực hiện tiêu diệt vi sinh vật ở nhiệt độ không đổi, $k_T =$ hằng số (quá trình đẳng nhiệt)

Phương trình (4) có thể viết như sau:

$$\int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = -k_T \int_0^t dt \quad (5)$$

$$\Rightarrow \ln(N) - \ln(N_0) = -k_T \cdot t \quad (6)$$

$$\text{Hoặc } \ln \left(\frac{N}{N_0} \right) = -k_T \cdot t \quad (7)$$

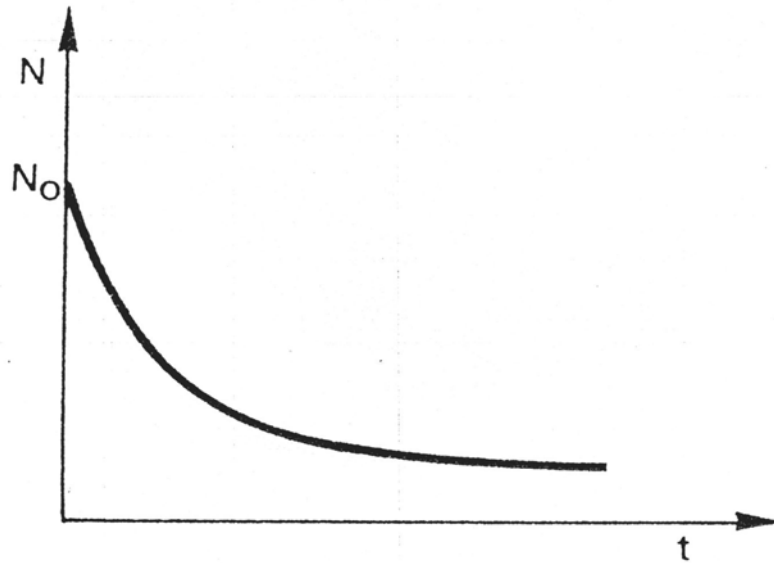
Từ đó ta có được :

$$N = N_0 e^{-k_T t} \quad (8)$$

Trong đó N : lượng vi sinh vật trong sản phẩm ở thời điểm t (cfu/ml)
 N_0 : lượng vi sinh vật ban đầu (cfu/ml)
 k_T : hệ số vận tốc tiêu diệt vi sinh vật ở nhiệt độ T
 t : Thời gian gia nhiệt (phút)

Ở nhiệt độ tiêu diệt vi sinh vật không đổi, lượng vi sinh vật giảm theo hàm số mũ theo thời gian. Điều này có nghĩa tổng số vi sinh vật không thể giảm đến 0. Vì vậy, không thể đảm bảo tuyệt đối rằng tất cả vi sinh vật sẽ bị tiêu diệt bởi một quá trình nào đó.

Nếu vẽ đường biểu diễn về mức độ tiêu diệt vi sinh vật theo thời gian bởi phương trình (8) ta có đồ thị theo hình 4.1

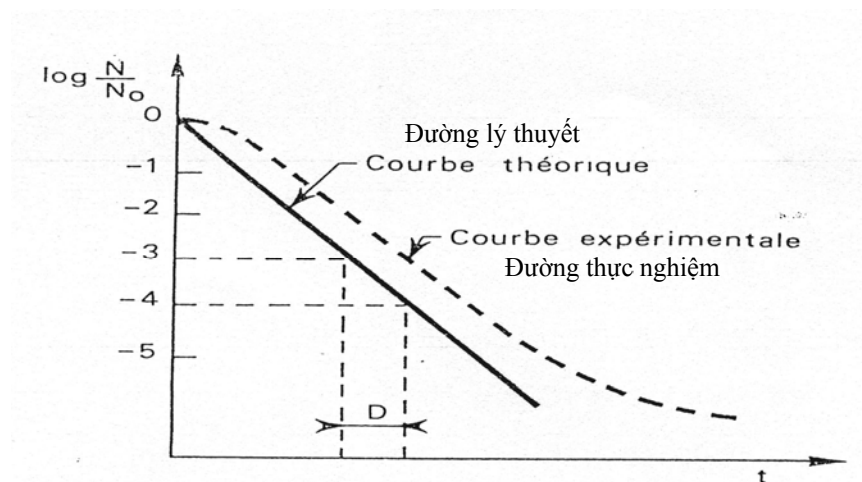


Hình 4.1. Sự tiêu diệt vi sinh vật bằng nhiệt theo thời gian

Cũng có thể viết :

$$\lg \frac{N}{N_0} = -\frac{k}{2,303} t \quad (9)$$

Nếu biểu diễn theo hàm logarite thập phân phương trình (9) đồ thị là một đường thẳng, có hệ số góc $-\frac{k}{2,303}$ biểu thị qua hình 4.2



Hình 4.2. Thời gian tiêu diệt vi sinh vật theo mối quan hệ logarite

Với giá trị D là thời gian cần thiết tại một nhiệt độ xác định để tiêu diệt 90% lượng vi sinh vật ban đầu. Được gọi là “thời gian tiêu diệt thập phân”.

Theo hình 4.2 và phương trình (9), ta xây dựng được mối quan hệ giữa hệ số vận tốc k và thời gian D :

$$-\frac{1}{D} = -\frac{k}{2,303}$$

Phương trình (9) có thể viết :

$$\lg \frac{N}{N_0} = -\frac{1}{D}t \quad (10)$$

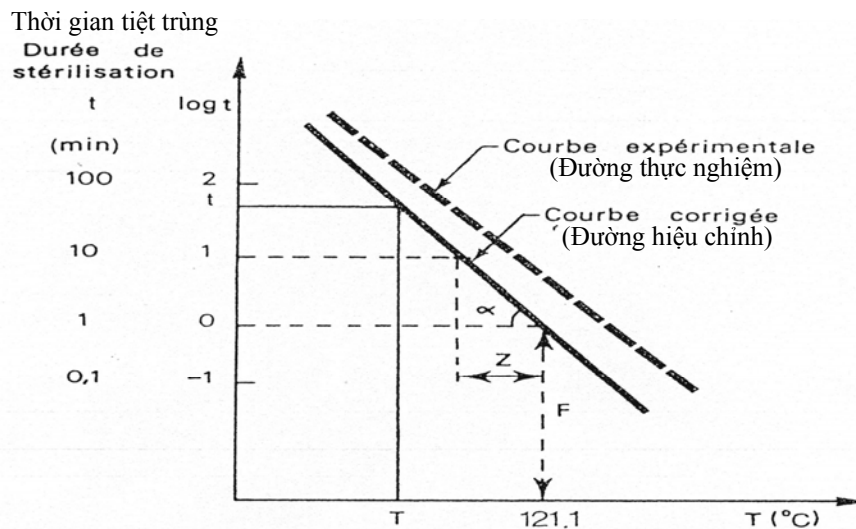
Vậy thời gian tiêu diệt vi sinh vật

$$t = D \lg \frac{N_0}{N} \quad (11)$$

2. Tính toán ảnh hưởng của quá trình xử lý nhiệt (Giá trị thanh trùng F)

Để xác định mức độ tiêu diệt vi sinh vật, cần phải biết trị số D và z biểu thị cho loài vi sinh vật cần tiêu diệt.

Như ta đã biết đường “thời gian chết nhiệt” của vi sinh vật trong quá trình xử lý nhiệt là một đường thẳng, ta vẽ đồ thị biểu diễn (hình 4.3)



Hình 4.3. Biểu diễn “thời gian chết nhiệt” của vi sinh vật

- F : thời gian cần thiết (tính bằng phút) để tiêu diệt vi sinh vật, tại một nhiệt độ nhất định.

- z : khoảng nhiệt độ cần thiết cho đường “thời gian chết nhiệt” thực hiện một chu trình logarit (Đối với mỗi loại vi sinh vật và thực phẩm khác nhau, có giá trị D và z khác nhau)

Bảng 4.2. Sự kháng nhiệt của vi sinh vật trong quá trình xử lý nhiệt

Nhóm vi khuẩn	D (phút)	z (°C)
Sản phẩm không chua và ít chua (pH > 4,5)	2,0 - 5,0 (1)	8 - 12
- Vi khuẩn chịu nhiệt (bào tử)	0,1 - 1,5 (1)	8 - 10
- Vi khuẩn không chịu nhiệt (bào tử)		
Sản phẩm chua (pH 4,0 - 4,5)		
- Vi khuẩn chịu nhiệt (bào tử)	0,01 - 0,07 (1)	8 - 10
- Vi khuẩn không chịu nhiệt (bào tử)	0,1 - 0,5 (2)	7 - 10
Sản phẩm rất chua (pH < 4,0)		
Vi sinh vật không chịu nhiệt (vi khuẩn không sinh bào tử, nấm men, nấm mốc)	0,5 - 1,0 (3)	5 - 7

(Carla, 1992)

Ghi chú (1): xử lý ở 121,1°C
(2): xử lý ở 100°C
(3): xử lý ở 65°C

Bảng 4.3. Sự vô hoạt vi sinh vật (bào tử) trong quá trình tiệt trùng

LOÀI VI SINH VẬT (Type of microorganism)	MÔI TRƯỜNG (Medium)	z-value (°C)	D _{121,1} (min)
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	General	7,6-10,3	1,8-4,7
<i>Bacillus subtilis</i> 5230	General	7,4-13	0,3-0,76
<i>Bacillus coagulans</i>	solution	8,2-9,0	0,2-2,5
<i>Bacillus cereus</i>	General	9,7	0,0065
<i>Bacillus megaterium</i>	General	8,8	0,04
<i>Clostridium perfringens</i>	General	10,0	/
<i>Clostridium sporogenes</i>	General	8,0-12,0	0,48-1,4
<i>Clostridium botulinum</i>	General	9,9	0,21

(Carla, 1992)

Bảng 4.4. Sự vô hoạt vi sinh vật (Tế bào sinh dưỡng) trong quá trình thanh trùng

LOÀI VI SINH VẬT (Type of microorganism)	MÔI TRƯỜNG (Medium)	z-value (°C)	D_T (min)
<i>Escherichia coli</i>	/	4,9	4,5 (56°C)
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	/	7,5	3,2 (60°C)
<i>Streptococcus faecalis</i>	Fish	6,7	15,7 (60°C)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Pea soup	4,6	10,4 (60°C)
<i>Salmonella senftenberg</i>	Pea soup	5,7	10,6 (60°C)
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Tomato soup	12,5	11,0 (70°C)
<i>Listeria monocytogenes</i>	Carrots	6,7	0,27 (70°C)
<i>Clostridium botulinum</i>			
<i>Non-proteolytic type B</i>	Buffer pH 7,0	9,7	32,3 (82°C)
<i>Non-proteolytic type E</i>	Water	9,4	3,3 (80°C)
<i>Bacillus cereus</i>	Buffer pH 7,0	10,5	8,0 (100°C)
<i>Bacillus subtilis</i>	Buffer pH 6,8	9,8	0,57 (121°C)

(Carla.1992)

Bảng 4.5. Sự kháng nhiệt của các enzyme trong quá trình xử lý nhiệt

Enzyme	D (phút)	z (°C)
Peroxydase	232 (1)	28
Polygalacturonase	20 (1)	6,8
O-diphenoloxydase	0,82 (1)	5,5
Lipoxygenase	0,09 (1)	8,5
Catalase	0,02 (1)	8,3
Lipase	25 (2)	26
Protease	300 (2)	28

(Carla.1992)

Ghi chú (1): xử lý ở 80°C
(2): xử lý ở 120°C

Bảng 4.6. Giá trị Z đối với sự vô hoạt enzyme và các nhân tố chất lượng của một số thực phẩm

ENZYME	GÍA TRỊ Z (°C)
Lipoxygenase (peas)	8,7
Lipoxygenase (soybean)	6,9
Polyphenoloxidase (mushroom)	6,5
Polyphenoloxidase (plum)	17,6
Chlorophyllase (spinach)	12,2
Peroxidase (potato)	35,0
NHÂN TỐ CHẤT LƯỢNG	
Thiamine (milk)	29,4 – 31,4
Thiamine (meat, vegetables)	25,0 – 31,3
Chất lượng chung (peas)	28,3
Chất lượng chung (green beans)	28,8
Chất lượng chung (bắp)	31,6

(Carla.1992)

Bảng 4.7. Giá trị Z của các nhân tố thực phẩm (tổng quát)

NHÂN TỐ	GÍA TRỊ Z (°C)
Bào tử vi khuẩn	7 – 12
Tế bào sinh dưỡng	4 – 8
Vitamins	25 – 30
Proteins	15 – 37
Enzymes	5 – 50
Chất lượng cảm quan chung	25 – 45
Cấu trúc	17 – 47
Màu sắc	17 - 57

(Carla.1992)

Theo hình 4.3, ta có thể viết:

$$\frac{\lg t - \lg F}{121,1 - T} = \frac{1}{Z} = \text{độ dốc của đường thẳng}$$

$$\lg t - \lg F = \frac{121,1 - T}{Z}$$

Hay có thể viết lại

$$\lg \frac{F}{t} = \frac{T - 121,1}{Z}$$

$$\Rightarrow F = t \cdot 10^{\frac{T - 121,1}{z}}$$

Một cách tổng quát, giá trị F được biểu thị :

$$F_{T_{ref}}^z = t \cdot 10^{\frac{T - T_{ref}}{z}}$$

T_{ref} : nhiệt độ “tham chiếu” tương ứng với quá trình xử lý nhiệt (ví dụ đối với quá trình tiệt trùng thì nhiệt độ đó là 121,1°C, đối với quá trình thanh trùng thì nhiệt độ đó là 100°C...)

T : Nhiệt độ xử lý nhiệt (°C)

z : tùy thuộc vào loại vi sinh vật cần tiêu diệt và tính chất của sản phẩm.

Nói chung, người ta chọn loài sinh bào tử *Clostridium botulinum* là mục tiêu của quá trình thanh trùng và đại diện cho loài chịu nhiệt, có $z = 10^\circ\text{C}$

Trong trường hợp nhiệt độ thay đổi theo thời gian, người ta ghi nhận T(t), khi đó giá trị F được tính như sau :

$$F_{T_{ref}}^z = \int_0^{\infty} 10^{\frac{T(t) - T_{ref}}{z}} \cdot dt$$

Nó có ý nghĩa là tính trên tổng thời gian ảnh hưởng tức thời, mà đã được biểu thị bởi giá trị $10^{(T - T_{ref})/z}$ được gọi là yếu tố Bigelow.

Công thức Bigelow cho ta tính được sự phá hủy các bào tử bởi nhiệt trong trường hợp xử lý ở nhiệt độ không cố định.

3. Mục tiêu của quá trình tiệt trùng

Bào tử yếm khí *Clostridium botulinum* là mục tiêu chính trong quá trình chế biến nhiệt vì :

- Có thể sản sinh ra độc tố làm chết người dù ở liều lượng rất thấp.

- Có khả năng thành lập bào tử, rất bền nhiệt
- *Clostridium botulinum* có thể tìm thấy bất cứ nơi đâu, vì vậy hầu hết nguyên liệu đều nhiễm vi sinh vật này, nên chúng quan hệ mật thiết tới lĩnh vực an toàn thực phẩm

Chính vì những lý do trên, *Clostridium botulinum* được xem là nguyên nhân gây ngộ độc thực phẩm.

Để tránh sự "bùng nổ" về ngộ độc, các nhà chế biến thực phẩm cần :

- Giảm mật số bào tử *Clostridium botulinum* đến mức có thể chấp nhận được trong thực phẩm
- Ngăn cản sự phát triển của *Clostridium botulinum* (bào tử) và quá trình sản sinh độc tố

Trong thực tế rất khó vô hoạt bào tử *Clostridium botulinum*, vì vậy để tránh hư hỏng đòi hỏi phải xử lý ở nhiệt độ cao, đây là nguyên nhân dẫn đến việc giảm tính chất dinh dưỡng, cảm quan của các thực phẩm, không đáp ứng được đòi hỏi của người tiêu dùng.

Chính vì thế, việc ngăn cản hư hỏng thực phẩm thường là hạn chế sự phát triển nhanh của bào tử *Clostridium botulinum* hơn là vô hoạt. Việc xử lý nhiệt thành công để phá hủy bào tử *Clostridium botulinum* là kết hợp với nhiều yếu tố (yếu tố bên trong và bên ngoài) như pH, nhiệt độ, oxy, độ hoạt động của nước, phụ gia bảo quản hoặc kết hợp với nhóm vi sinh vật cạnh tranh

Bảng 4.8. Các nội và ngoại tác nhân góp phần ngăn chặn sự phát triển của *clostridium botulinum*

Yếu tố bên trong
- a_w : 0,93 (theo FDA, $a_w < 0,85$)
- pH < 4,6
- Phụ gia : Nitrit : 0,1 – 0,2g/kg, Muối : < 100g/kg
Yếu tố bên ngoài
- Nhiệt độ bảo quản
T < 10°C : <i>Clostridium botulinum</i> dạng A, B; enzyme phân giải protein
T < 3,3°C : <i>Clostridium botulinum</i> dạng B, E, F; không phân giải protein

(Carla.1992)

Thông thường bào tử *Clostridium botulinum* không hình thành và phát triển trong thực phẩm có pH < 4,6. Vì vậy, pH : 4,6 được chọn là ranh giới phân chia giữa thực phẩm acid và ít acid.

- Trong thực phẩm acid (pH < 4,6) bào tử *Clostridium botulinum* có thể hiện diện, không có dấu hiệu liên quan đến sự phát triển nhanh, có thể áp dụng xử lý nhiệt trung bình để phá hủy chúng (thanh trùng)

- Trong thực phẩm ít acid (pH > 4,6) xử lý nhiệt ở mức độ tương đối có thể sử dụng với mục đích tiêu diệt bào tử *Clostridium botulinum*, nhưng phải kết hợp với quá trình bảo quản mát. Trong trường hợp này, quá trình tiệt trùng thường được áp dụng hơn.

4. Xác định điểm kết thúc của quá trình tiệt trùng

Trị số giá trị tiệt trùng F cần được xác định cho mỗi loại hư hỏng do vi sinh vật. Một trị số của quá trình này được tính toán dựa vào $z = 10^\circ\text{C}$ và nhiệt độ qui ước là $121,1^\circ\text{C}$, được ký hiệu là F_0 . Nhiều năm trong thực tế đóng hộp cho phép kết luận đối với quá trình tiệt trùng nhiệt ẩm, trị số $F_{121,1}^{10}$ (*Clostridium botulinum*) tức là $F_0 = 3$ phút, tại tâm của sản phẩm đóng hộp sẽ cho kết quả an toàn theo quan điểm an toàn về mặt sức khỏe. Những bào tử của vi sinh vật chịu nhiệt có thể còn sống đối với quá trình nhiệt được thiết lập để giết bào tử *Clostridium botulinum* và có thể gây hư hỏng cho sản phẩm, nhưng không sinh ra độc tố trong khi bảo quản thực phẩm.

Vì vậy, việc thiết lập quá trình nhiệt tối thiểu là hướng đến việc tiêu diệt các bào tử của các giống *Clostridium botulinum* phân giải protein dựa vào những thông số z (khoảng nhiệt độ cần thiết để thực hiện 1 chu trình logarit tiêu diệt vi sinh vật) và nhiệt độ thực hiện quá trình tiêu diệt vi sinh vật.

Điểm kết thúc của quá trình thanh trùng thường được xác định theo “Xác suất của một vi sinh vật còn sống sót” (PNSU: Probability of a Non-Sterile Unit)

Trị số thực nghiệm của $F_{121,1}^{10}$ đối với :

1. Sức khỏe cộng đồng

Bào tử *Clostridium botulinum*

$N_0 = 10^3$ $D_{121,1} = 0,2$ phút PNSU = 10^{-9} $F_0 = 3$ phút

2. Ngăn ngừa hư hỏng

- Bào tử chịu nhiệt trung bình

$N_0 = 10^4$ $D_{121,1} = 0,5$ phút PNSU = 10^{-6} $F_0 = 5$ phút

$D_{121,1} = 0,7$ phút $F_0 = 7$ phút

- Bào tử chịu nhiệt

Phân bố ở nhiệt độ $< 30^\circ\text{C}$

$N_0 = 10^2$ $D_{121,1} = 1,5$ phút PNSU = 10^{-2} $F_0 = 6$ phút

Phân bố ở nhiệt độ $> 30^\circ\text{C}$

$N_0 = 10^2$ $D_{121,1} = 1,5$ phút PNSU = 10^{-6} $F_0 = 12$ phút

$D_{121,1} = 2,5$ phút $F_0 = 20$ phút

5. Chọn chế độ thanh trùng

Ta phải chọn được một chế độ thanh trùng hợp lý, có nghĩa là đảm bảo được yêu cầu tiêu diệt các vi sinh vật có hại trong đồ hộp đó, đồng thời các chất dinh dưỡng ít bị tổn thất nhất, phẩm chất sản phẩm tốt nhất.

a. Chọn nhiệt độ thanh trùng

Tất cả các loại thực phẩm đem đóng hộp đều là môi trường sống của các loại vi sinh vật. Mặc dù có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến khả năng hoạt động của vi sinh vật, trong đó độ acid ảnh hưởng rất lớn, nên độ acid là yếu tố quan trọng trong việc chọn nhiệt độ thanh trùng.

Người ta chia sản phẩm đồ hộp thành 2 nhóm theo độ acid hoạt động của sản phẩm, để làm cơ sở cho việc chọn nhiệt độ thanh trùng :

- Nhóm sản phẩm đồ hộp không chua và ít chua có pH > 4,6
- Nhóm sản phẩm đồ hộp chua có pH < 4,6

+ Đối với các loại đồ hộp thuộc nhóm không chua hay ít chua, tức là có môi trường pH > 4,5 (như đồ hộp thịt, cá, một số đồ hộp rau.): vi sinh vật phát triển mạnh trong môi trường này đều là các vi sinh vật chịu nhiệt. Trong đó loại nguy hiểm hơn cả, có hại đến sức khỏe người sử dụng là những bào tử của loại vi khuẩn *Clostridium botulinum* có khả năng phân giải protein, là loại vi sinh vật chịu nhiệt nguy hiểm nhất, được các nước trên thế giới coi là đối tượng chủ yếu phải loại trừ, và tiêu diệt nha bào của nó được coi là tiêu chuẩn thanh trùng tối thiểu. Mặc dù nó không phải là đại diện ưa nóng nhất của nhóm vi sinh vật lên men thối. Trong đồ hộp thịt, cá, ta còn có thể gặp các loại vi khuẩn yếm khí gây thối hỏng đồ hộp như *Clostridium sporogenes* bền với nhiệt hơn cả *Clostridium botulinum*.

Ngoài ra ở các loại đồ hộp có độ acid hoạt động không cao lắm, cũng thường có các loại vi khuẩn bền với nhiệt như *Clostridium thermosaccharolyticum* thuộc nhóm yếm khí ưa nhiệt, có tác dụng phân hủy glucid. Và loại hiếu khí ưa nhiệt như loại *Bacillus stearothermophilus*, là loại vi sinh vật làm hỏng đồ hộp.

Do đó đối với các loại đồ hộp có môi trường pH > 4,6 cần phải có nhiệt độ thanh trùng cao mới tiêu diệt được các loại vi sinh vật ưa nhiệt gây hư hỏng đồ hộp. Nhiệt độ đó vào khoảng 105°C - 121°C, được gọi là quá trình tiệt trùng.

+ Đối với các loại đồ hộp thuộc nhóm chua, tức là có môi trường pH < 4,6 (như đồ hộp quả, cà chua, rau muối chua): các vi khuẩn chịu nhiệt không những không phát triển được mà tính chịu nhiệt của chúng cũng giảm đi, nên nó dễ dàng bị tiêu diệt khi nâng cao nhiệt độ. Các loại nấm men, nấm mốc tuy có thể phát triển mạnh được trong môi trường acid, nhưng hầu hết là kém bền đối với nhiệt. Nên có thể thanh trùng các loại đồ hộp có độ acid cao ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ thanh trùng các loại đồ hộp ít chua. Nhiệt độ đó thường ở nhiệt độ 100°C hoặc thấp hơn, khoảng 80°C.

Khi xác định nhiệt độ thanh trùng, phải chú ý nhiệt độ đó phải là nhiệt độ của cả khối sản phẩm cần được thanh trùng, phải là nhiệt độ ở vị trí trung tâm của hộp (đối với đồ hộp sản phẩm đặc thì vị trí trung tâm là ở giữa hộp, đối với đồ hộp sản phẩm lỏng thì vị trí trung tâm nằm ở 2/3 của hộp). Trong thực tế, nhiệt độ ở vị trí này gần bằng nhiệt độ ở thiết bị thanh trùng đối với đồ hộp lỏng, hoặc thấp hơn nhiệt độ ở thiết bị thanh trùng 0,5 - 1,5°C đối với đồ hộp đặc.

b. Chọn thời gian thanh trùng

Ở một nhiệt độ thanh trùng nhất định, vi sinh vật trong đồ hộp thường không bị tiêu diệt ngay tức thời, mà cần phải có một thời gian nhất định gọi là thời gian thanh trùng hay thời gian tác dụng nhiệt, ký hiệu là t (phút).

Trong quá trình thanh trùng, sản phẩm đựng trong đồ hộp, không được đun nóng tức thời tới nhiệt độ thanh trùng cần đạt được, mà nhiệt lượng phải truyền dần từ môi trường đun nóng, qua bao bì vào lớp sản phẩm bên ngoài, rồi vào tới khu vực trung tâm của đồ hộp. Quá trình này phải mất một thời gian, gọi là thời gian truyền nhiệt (ký hiệu là t₁). Khi khu vực trung tâm của đồ hộp đạt tới nhiệt độ thanh trùng, thì giữ ở nhiệt độ đó trong một thời gian nhất định, gọi là thời tiêu diệt (ký hiệu là t₂).

Như vậy thời gian thanh trùng tổng quát của đồ hộp (hay thời gian đồ hộp chịu tác dụng nhiệt) bao gồm thời gian truyền nhiệt (t₁) và thời gian tiêu diệt (t₂)

$$t = t_1 + t_2 \text{ (phút)}$$

Nhưng trong thực tế, ngay trong thời gian truyền nhiệt, một số vi sinh vật có trong đồ hộp cũng bị tiêu diệt, do tác dụng của nhiệt độ cao hơn nhiệt độ phát triển của vi sinh vật đó. Vì vậy thời gian thanh trùng thực tế nhỏ hơn tổng của thời gian truyền nhiệt và thời gian tiêu diệt.

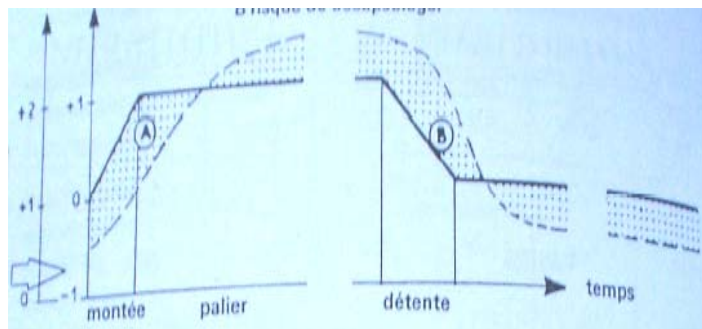
$$t_{tt} < t_1 + t_2$$

Muốn xác định được chính xác thời gian thanh trùng t , cần phải khảo sát các yếu tố ảnh hưởng tới thời gian truyền nhiệt t_1 và thời gian tiêu diệt t_2 đối với đồ hộp cần thanh trùng.

c. Áp suất đối kháng

Thực phẩm đựng trong hộp bao gồm các thành phần : chất rắn, chất lỏng, chất khí. Dưới tác dụng của nhiệt độ cao, các áp suất riêng phần và sự giãn nở của các cấu tử đó tăng lên, làm cho áp suất chung trong bao bì đựng sản phẩm tăng lên. Áp suất này (có thể tới 2 atm) có thể làm cho bao bì sắt tây bị biến dạng, bao bì thủy tinh bị nứt, vỡ. Vì vậy ta cần tạo ra áp suất trong thiết bị thanh trùng (căn cứ vào tính chất của bao bì, thành phần của sản phẩm đựng trong hộp và nhất là nhiệt độ thanh trùng) bằng hay gần bằng áp suất dư đã tăng lên trong hộp, áp suất này gọi là áp suất đối kháng, thường vào khoảng 0,4 - 1,4 atm.

Áp suất (Bar)

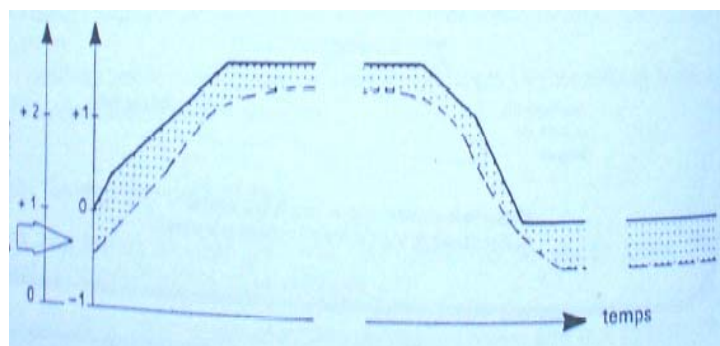


Ghi chú

- Sản phẩm
- Thiết bị

Hình 4.4. Sự thay đổi áp suất trong quá trình thanh trùng (không có áp suất đối kháng)

Áp suất (Bar)



Hình 4.5. Sự thay đổi áp suất trong quá trình thanh trùng (có áp suất đối kháng)

* Khi xác định được các thông số của một chế độ thanh trùng đồ hộp, ta ghi lại thành công thức thanh trùng tổng quát :

$$a \frac{A-B-C}{T^o} P$$

a: Thời gian đuổi không khí ra khỏi thiết bị thanh trùng (bằng hơi nước), tính bằng phút.

Thời gian đuổi khí thường kéo dài : 5 - 10 phút

Nếu thanh trùng trong thiết bị hở (bằng nước) thì không có thời gian đuổi khí a.

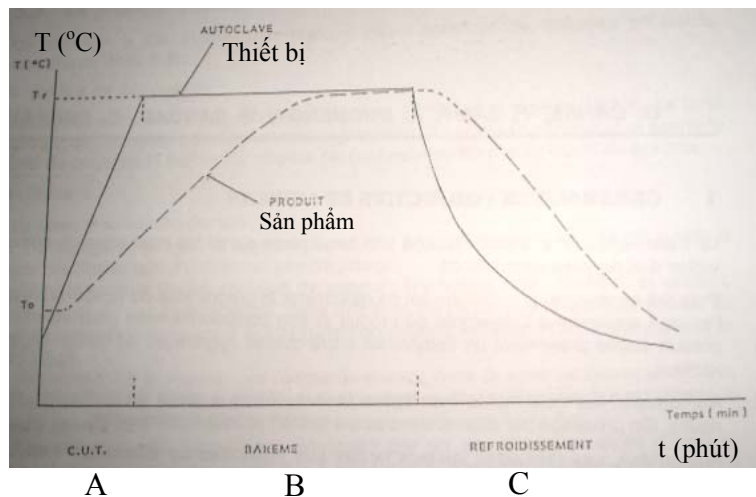
A: Thời gian nâng nhiệt độ, trong thiết bị thanh trùng đã chứa đồ hộp, từ nhiệt độ ban đầu tới nhiệt độ thanh trùng cần thiết (phút).

B: Thời gian giữ nhiệt độ không đổi trong thiết bị thanh trùng (phút).

C: Thời gian hạ nhiệt từ nhiệt độ thanh trùng tới nhiệt độ có thể lấy đồ hộp ra (phút).

T^o: Nhiệt độ thanh trùng (°C)

p: Áp suất đối kháng cần tạo ra trong thiết bị thanh trùng (atm)



Hình 4.6. Đồ thị thanh trùng tổng quát

6. Các yếu tố ảnh hưởng đến thời gian thanh trùng

a. Các yếu tố ảnh hưởng đến thời gian truyền nhiệt trong quá trình thanh trùng

+ Tính chất vật lý của sản phẩm

Các loại đồ hộp có tính chất vật lý khác nhau như độ nhớt và trọng lượng riêng. Do đó các loại đồ hộp có thời gian truyền nhiệt khác nhau.

- Các loại đồ hộp sản phẩm lỏng (như nước quả) có độ nhớt thấp và tỉ trọng nhỏ, nên sự truyền nhiệt của các sản phẩm này xảy ra nhanh bằng các dòng đối lưu. Nhiệt độ ở giữa hộp đạt tới nhiệt độ thanh trùng chậm hơn ở thiết bị đạt tới nhiệt độ thanh trùng khoảng 13 - 15 phút.

- Các loại đồ hộp sản phẩm đặc (như paté, thịt hầm) sự truyền nhiệt của các sản phẩm này bằng cách dẫn nhiệt. Vì hệ số dẫn nhiệt của thực phẩm nhỏ nên sự đun nóng các sản phẩm này xảy ra chậm. Nhiệt độ thanh trùng ở giữa hộp đạt được chậm hơn nhiệt độ thanh trùng ở thiết bị khoảng 40 phút.

- Các loại đồ hộp sản phẩm có phần ở thể đặc, có phần ở thể lỏng (như đồ hộp quả nước đường, cá ngâm dầu). Sự truyền nhiệt xảy ra theo hai cách : đối lưu và dẫn nhiệt. Nhiệt độ thanh trùng ở giữa hộp đạt được chậm hơn nhiệt độ thanh trùng ở thiết bị khoảng 28 phút.

Ngoài ra các dung dịch có chứa nhiều đường, tinh bột, pectin, cellulose làm ảnh hưởng đến tính chất vật lý nên ảnh hưởng đến thời gian truyền nhiệt. Có thể kéo dài thời gian truyền nhiệt.

+ Tính chất của bao bì

Các loại sản phẩm thực phẩm đựng trong các loại bao bì làm bằng vật liệu khác nhau, có độ dày khác nhau, kích thước khác nhau. Nên thời gian truyền nhiệt trong chế độ thanh trùng khác nhau.

- Ảnh hưởng tính chất vật lý của bao bì

Khi truyền nhiệt từ môi trường đun nóng bên ngoài vào khu vực trung tâm của bao bì. Trước hết phải khắc phục nhiệt trở của thành bao bì, nhiệt trở này phụ thuộc vào độ dày của bao bì (δ) và hệ số dẫn nhiệt của vật liệu làm bao bì (λ). Nhiệt trở đó biểu thị bằng tỉ số δ/λ . Nhiệt trở chung càng lớn thì thời gian truyền nhiệt càng kéo dài.

Bảng 4.9. Tính chất vật lý của các loại bao bì

Loại bao bì	Chiều dày trung bình [δ] (m)	Độ dẫn nhiệt [λ] (w/m. $^{\circ}$ C)	Nhiệt trở [δ/λ] ($^{\circ}$ C.m 2 /w)
Sắt tây	0,24 - 0,26.10 $^{-3}$	46 - 52	4,6 - 7,8.10 $^{-5}$
Thủy tinh	2 - 6.10 $^{-3}$	0,6 - 0,9	200 - 1000.10 $^{-5}$

(Nguyễn Văn Tiếp. 2000)

Nhưng trong quá trình thanh trùng, không thể nghiên cứu riêng rẽ ảnh hưởng nhiệt trở của bao bì, mà phải xét ảnh hưởng của cả khối sản phẩm :

- Trường hợp sản phẩm lỏng đựng trong bao bì sắt tây: sự truyền nhiệt từ môi trường đun nóng tới thành hộp sắt là sự truyền nhiệt chủ yếu bằng đối lưu. Thời gian truyền nhiệt đối với các sản phẩm lỏng đựng trong bao bì sắt tây rất ngắn.

- Trường hợp sản phẩm lỏng đựng trong bao bì thủy tinh: sự truyền nhiệt gồm đối lưu và dẫn nhiệt. Thời gian truyền nhiệt trong chế độ thanh trùng này lớn hơn thời gian truyền nhiệt của trường hợp trên.

- Trường hợp sản phẩm đặc đựng trong bao bì sắt tây : sự truyền nhiệt ở bên trong hộp chủ yếu bằng dẫn nhiệt. Thời gian đun nóng trong trường hợp này sẽ kéo dài hơn 2 trường hợp trên. Và coi thời gian đó chủ yếu phụ thuộc vào tính chất và nhiệt trở của sản phẩm đặc.

- Trường hợp sản phẩm đặc đựng trong bao bì thủy tinh : Sự truyền nhiệt chủ yếu cũng bằng dẫn nhiệt. Thời gian truyền nhiệt trong trường hợp này dài nhất và phụ thuộc vào tính chất của bao bì thủy tinh và sản phẩm, trong đó tính chất của sản phẩm giữ vai trò chủ yếu.

Tóm lại trong cả 4 trường hợp: Tính dẫn nhiệt và độ dày của bao bì chỉ có ảnh hưởng đáng kể đến thời gian truyền nhiệt trong chế độ thanh trùng khi có các dòng đối lưu mạnh. Trường hợp đồ hộp chứa sản phẩm đặc, nghĩa là sự truyền nhiệt chủ yếu bằng dẫn nhiệt thì các đặc điểm của bao bì ít có ảnh hưởng đến thời gian truyền nhiệt. Mà chủ yếu là tính chất của sản phẩm, sản phẩm càng đặc, càng có hệ số dẫn nhiệt nhỏ và bề dày lớp sản phẩm từ ngoài vào lớp giữa hộp càng lớn, thì thời gian truyền nhiệt càng kéo dài.

- Ảnh hưởng kích thước hình học của bao bì

Các loại bao bì có những hình dạng và kích thước hình học rất phức tạp. Nên việc nghiên cứu ảnh hưởng kích thước hình học của bao bì tới thời gian truyền nhiệt chưa được đầy đủ lắm. Loại bao bì có kích thước hình học đơn giản nhất là bao bì hình trụ. Dựa trên những kiến thức cơ bản của lý thuyết về truyền nhiệt, đã tính được thời gian truyền nhiệt của bao bì hình trụ theo công thức :

$$t_0 = A (8,3HD + D^2)$$

Với

$$A = \frac{19 - \frac{1}{\lg \delta - 0,01}}{973\lambda} \quad ; \quad \delta = \frac{T_2 - T_1}{T_n - T_1}$$

H : chiều cao ngoài của hộp, (cm)

D : đường kính ngoài của hộp, (cm)

T₁ : nhiệt độ ban đầu của hộp, (°C)

T₂ : nhiệt độ khi cuối ở giữa hộp, (°C)

T_n : nhiệt độ thanh trùng, (°C)

λ : hệ số dẫn nhiệt chung của đồ hộp, (w/m°C)

t₀ : thời gian đun nóng ở giữa hộp từ nhiệt độ T₁ đến T₂, (phút)

Nếu thanh trùng cùng một sản phẩm đựng trong 2 bao bì có kích thước hình học khác nhau, thì ta có tỉ lệ đơn giản :

$$\frac{t_{01}}{t_{02}} = \frac{8,3H_1D_1 + D_1^2}{8,3H_2D_2 + D_2^2}$$

Công thức này cho ta tính được gần đúng thời gian truyền nhiệt một loại đồ hộp có kích thước khác khi đã biết thời gian truyền nhiệt của sản phẩm đó đựng trong bao bì xác định.

Công thức truyền nhiệt không những cho biết thời gian truyền nhiệt mà còn có thể khảo sát ảnh hưởng của các loại đồ hộp đó. Cùng một thể tích, nếu hộp dẹt ($H/D < 1$) tức là hộp có đường kính lớn sẽ truyền nhiệt nhanh hơn hộp cao. Vận tốc truyền nhiệt cực đại khi $H/D \approx 0,25$.

+ Ảnh hưởng của nhiệt độ ban đầu của đồ hộp

Thời gian truyền nhiệt của đồ hộp còn phụ thuộc vào nhiệt độ ban đầu của đồ hộp trước khi thanh trùng và nhiệt độ của thiết bị thanh trùng.

- Đối với sản phẩm lỏng, do sự truyền nhiệt chủ yếu bằng các dòng đối lưu, nên nhiệt độ ban đầu ít có ảnh hưởng đến thời gian truyền nhiệt.

- Đối với sản phẩm đặc, thì sự truyền nhiệt chủ yếu bằng dẫn nhiệt, nên nhiệt độ ban đầu của sản phẩm có ảnh hưởng nhiều đến vận tốc truyền nhiệt của sản phẩm. Đồ hộp lúc thanh trùng càng nguội thì thời gian truyền nhiệt càng kéo dài.

Từ công thức $t_0 = A (8,3 HD + D^2)$, với các giả thiết là nhiệt độ thanh trùng ở khoảng $110 - 120^\circ\text{C}$, nhiệt độ ở giữa hộp sau khi đun nóng thấp hơn nhiệt độ của thiết bị là 1°C , để lập ra công thức tính gần đúng thời gian truyền nhiệt đồ hộp như sau

- Đối với đồ hộp loại nguội (có nhiệt độ ban đầu : $20 - 45^\circ\text{C}$)

$$t_0 = \frac{0,072(8,3HD + D^2)}{\lambda}$$

- Đối với đồ hộp loại nóng (có nhiệt độ ban đầu : $45 - 90^\circ\text{C}$)

$$t_0 = \frac{0,061(8,3HD + D^2)}{\lambda}$$

Theo 2 công thức này khi đun nóng đồ hộp nóng thì rút ngắn được 18% thời gian truyền nhiệt. Vậy đối với đồ hộp có nhiệt độ ban đầu càng nguội, thì vận tốc truyền nhiệt càng nhỏ, thời gian truyền nhiệt càng kéo dài.

+ Ảnh hưởng của trạng thái chuyển động của đồ hộp khi thanh trùng.

Trong sản xuất đồ hộp phần lớn các thiết bị thanh trùng đều là loại không làm chuyển động hộp khi làm việc. Vì vậy thời gian truyền nhiệt đối với các loại đồ hộp tương đối dài. Khi tạo ra sự đối lưu nhân tạo bằng cách làm chuyển động hộp thì sự truyền nhiệt sẽ tăng lên. Giảm được thời gian truyền nhiệt trong chế độ thanh trùng.

Muốn tạo ra sự đối lưu nhân tạo đó, người ta chế tạo các loại thiết bị thanh trùng có băng tải đồ hộp, thường là các thiết bị làm việc liên tục. Tùy theo cấu tạo của mỗi loại thiết bị mà đồ hộp có vận tốc chuyển động quay khác nhau hay phương pháp quay khác nhau.

b. Các yếu tố ảnh hưởng đến thời gian tiêu diệt vi sinh vật trong quá trình thanh trùng

+ Ảnh hưởng của nhiệt độ thanh trùng

Ở nhiệt độ 60°C thì các loại vi sinh vật đã có thể bắt đầu bị tiêu diệt. Nhưng nếu nhiệt độ thanh trùng thấp thì phải kéo dài thời gian tiêu diệt. Ngược lại, nhiệt độ thanh trùng càng cao thì thời gian tiêu diệt càng ngắn.

Giữa thời gian tiêu diệt vi sinh vật và nhiệt độ thanh trùng có mối quan hệ logarite. Người ta đã xác định được mối liên hệ đó theo phương trình sau:

$$t_2 = t_2' \cdot 10^{\frac{T_2 - T_1}{z}}$$

t_2 : thời gian tiêu diệt vi sinh vật tương ứng với nhiệt độ T_1 (phút)

t_2' : thời gian tiêu diệt vi sinh vật tương ứng với nhiệt độ T_2 (phút)

z : hệ số nhiệt độ, tùy theo tính chất của mỗi loại vi sinh vật mà có trị số z khác nhau (loại tiêu biểu nhất, trong chế độ thanh trùng đồ hộp, phải loại trừ là *Clostridium botulinum* có trị số $z = 10^\circ\text{C}$).

+ Ảnh hưởng thành phần hóa học của sản phẩm

Vi sinh vật sống trong môi trường của sản phẩm thực phẩm khác nhau, thì nhiệt độ tiêu diệt các loại vi sinh vật đó không giống nhau. Vì vậy cần khảo sát các thành phần hóa học của môi trường thực phẩm đến khả năng tiêu diệt bằng nhiệt các vi sinh vật đó.

• Ảnh hưởng của độ acid: chỉ số pH là yếu tố quan trọng có ảnh hưởng đến độ bền đối với nhiệt của vi sinh vật. Nếu môi trường có độ acid hoạt động càng cao (chỉ số pH nhỏ) thì ở nhiệt độ thanh trùng nhất định, thời gian tiêu diệt vi sinh vật càng ngắn. Tuy nhiên vẫn có những trường hợp cá biệt chỉ số pH hầu như không có ảnh hưởng đến thời gian tiêu diệt vi sinh vật.

Bảng 4.10. Ảnh hưởng của pH đến sự kháng nhiệt của bào tử vi khuẩn *Clostridium sporogenes* ở nhiệt độ 115°C

pH	Thời gian kháng nhiệt tối đa (phút)
5,0	9
5,7	12
6,0	15
6,6	21
7,0	25
7,5	20
8,2	15

(G. Guilmain, 1996)

Các kết quả nghiên cứu cho thấy không những chỉ có độ acid hoạt động của môi trường có ảnh hưởng đến độ bền nhiệt của vi sinh vật. Mà loại acid của môi trường cũng có ảnh hưởng đáng kể.

• Ảnh hưởng của nồng độ đường và muối: đường và muối là những chất có khả năng tạo ra áp suất thẩm thấu cao nên ảnh hưởng đến hoạt động của vi sinh vật.

Dung dịch đường có tác dụng bảo vệ vi sinh vật làm cho chúng khó bị tiêu diệt hơn khi đun nóng. Nếu thành phần thực phẩm có nhiều đường thì thời gian tiêu diệt càng kéo dài.

Nếu tăng nồng độ muối thì độ bền nhiệt của vi sinh vật càng giảm, chúng dễ bị tiêu diệt hơn.

Nhưng nếu nồng độ đường hay muối quá cao thì do tác dụng của hiện tượng tiêu nguyên sinh, các vi sinh vật đó yếu đi nhiều và dễ bị tiêu diệt.

- Ảnh hưởng của protid và lipid: trong các sản phẩm thực phẩm chứa nhiều protid, lipid thì thời gian tiêu diệt phải kéo dài. Vì các chất này làm cản trở sự truyền nhiệt để tiêu diệt các tế bào vi sinh vật. Hiện tượng này là do dung dịch keo (tế bào vi sinh vật) tiếp xúc với chất béo tạo thành màng. Tế bào vi sinh vật được màng này bảo vệ nên sự dịch chuyển nước từ môi trường xung quanh vào tế bào để làm đông tụ phần protid của tế bào ấy sẽ bị cản trở. Vì vậy trong môi trường càng nhiều chất béo, các vi sinh vật càng chịu được nhiệt độ cao, thời gian tiêu diệt càng kéo dài.

- Ảnh hưởng của các thành phần hóa học khác: ngoài các thành phần trên, thì các phitoxit cũng có ảnh hưởng lớn đến chế độ thanh trùng. Thời gian thanh trùng đồ hộp có thể giảm xuống khi cho thêm một số rau hay gia vị có chứa nhiều phitoxit như: hành, tỏi có allycin, cà chua có tomatin, ớt có capcaicin, tiêu có piperin ... là các chất có tính chất kháng sinh. Do đó khi chế biến các loại đồ hộp thịt, cá ta cho thêm các gia vị này, không những làm tăng hương vị của sản phẩm mà còn giảm được mức độ nhiễm trùng trong đồ hộp trước khi thanh trùng. Và cũng giảm được thời gian thanh trùng cần thiết.

+ Ảnh hưởng của loại và số lượng vi sinh vật

- Thời gian tiêu diệt của một chế độ thanh trùng phụ thuộc rất nhiều vào đặc điểm của các loại vi sinh vật có thể phát triển trong đồ hộp, vì khả năng chịu nhiệt của các loại vi sinh vật rất khác nhau. Trong cùng một môi trường có cùng độ acid hoạt động, các loại vi khuẩn không nha bào bị tiêu diệt nhanh hơn loại vi khuẩn có nha bào. Thời gian tiêu diệt của phần lớn các vi sinh vật không nha bào chỉ cần ở 60 - 80°C trong vài phút. Còn các loại vi sinh vật có nha bào phải đòi hỏi thời gian kéo dài hơn nhiều có thể hơn hàng giờ.

- Thời gian tiêu diệt trong chế độ thanh trùng còn phụ thuộc vào số lượng vi sinh vật nhiễm vào đồ hộp. Lượng vi sinh vật nhiễm nhiều thì thời gian tiêu diệt dài, cho thấy qua công thức :

$$t = D \lg \frac{N_0}{N}$$

7. Cách thiết lập chế độ thanh trùng

Thiết lập chế độ thanh trùng cho một loại đồ hộp là xác định nhiệt độ và thời gian thanh trùng cần thiết để vừa đảm bảo yêu cầu tiêu diệt vi sinh vật, vừa giữ được giá trị dinh dưỡng và giá trị cảm quan của đồ hộp.

Các giai đoạn tiến hành trình tự như sau:

- Phân tích thành phần hóa học của thực phẩm cần đóng hộp, chủ yếu là độ acid, hàm lượng đường, muối, chất béo, protid ...

- Chọn nhiệt độ thanh trùng căn cứ vào độ acid (pH)

+ Đồ hộp có pH < 4,6 thì nhiệt độ thanh trùng : 80 - 100°C

+ Đồ hộp có pH > 4,6 thì nhiệt độ thanh trùng : 105 - 121°C

- Xác định tốc độ truyền nhiệt vào trung tâm hộp theo nhiệt độ thanh trùng đã chọn bằng nồi hấp thí nghiệm: dưới nồi hấp đặt một hộp sản phẩm, trên nắp hộp có đặt một nhiệt kế, bầu thủy ngân của nhiệt kế cắm đúng trung tâm hộp. Cho hơi vào nồi hấp và cứ sau một khoảng thời gian (thường khoảng 1 phút) đọc nhiệt độ ở cột nhiệt kế. Sau khi đo được nhiệt độ giữa hộp ở từng thời điểm người ta vẽ đồ thị truyền nhiệt. Từ đó xác định được thời gian truyền nhiệt.

- Phân lập vi sinh vật để xác định loại vi sinh vật nguy hiểm nhất bao gồm loại gây bệnh, loại có độc tố, loại chịu nhiệt... Tìm tốc độ tiêu diệt theo các số liệu đã có. Trên cơ sở đó vẽ đồ thị thời gian tiêu diệt. Thiết lập thời gian thanh trùng.

- Kiểm tra chế độ thanh trùng theo phương pháp biểu đồ của Biegelow, hay theo phương pháp hiệu ứng của Ball - Flaumenbaum.

- Từ các mẫu đồ hộp đã thanh trùng theo các chế độ khác nhau, người ta kiểm tra chất lượng đồ hộp về cảm quan và về vi sinh vật. Sau đó xét đến hiệu quả kinh tế của chế độ thanh trùng, mà chọn ra chế độ thanh trùng tốt nhất.

8. Giới thiệu thiết bị thanh trùng

a. Thiết bị thanh trùng hở nắp

Có cấu tạo đơn giản như nồi nấu, dùng môi trường truyền nhiệt là nước được đun sôi bằng hơi hoặc đun trực tiếp bằng nhiên liệu.

Dùng để thanh trùng các loại đồ hộp có nhiệt độ thanh trùng không quá 100°C.

b. Thiết bị thanh trùng có áp suất cao làm việc gián đoạn

Dùng để thanh trùng các loại đồ hộp có nhiệt độ thanh trùng từ 100°C trở lên, có nắp đậy kín, còn gọi là nồi hấp thanh trùng. Có 2 loại nồi hấp: loại đặt thẳng đứng và loại đặt nằm ngang.

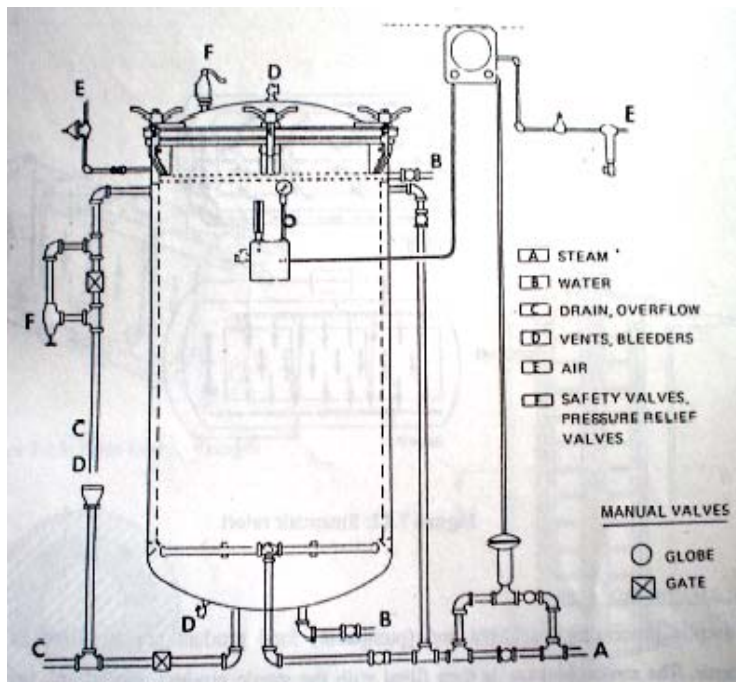
+ Thiết bị hấp thanh trùng loại thẳng đứng

Có thân hình trụ, đáy và nắp hình chòm cầu, nắp có các chốt ghép chặt với thân thiết bị, dưới đáy có lắp ống phun hơi nóng để thanh trùng. Bên trong thiết bị có giá đỡ để đặt giỏ đựng đồ hộp, có loại chỉ có 1 giỏ, loại 2 giỏ, loại 3 giỏ.

+ Thiết bị hấp thanh trùng loại đặt nằm ngang

Thân thiết bị đặt nằm ngang, bên trong không có giá đỡ giỏ mà có đường rây để cho xe đựng các giỏ đồ hộp đẩy vào.

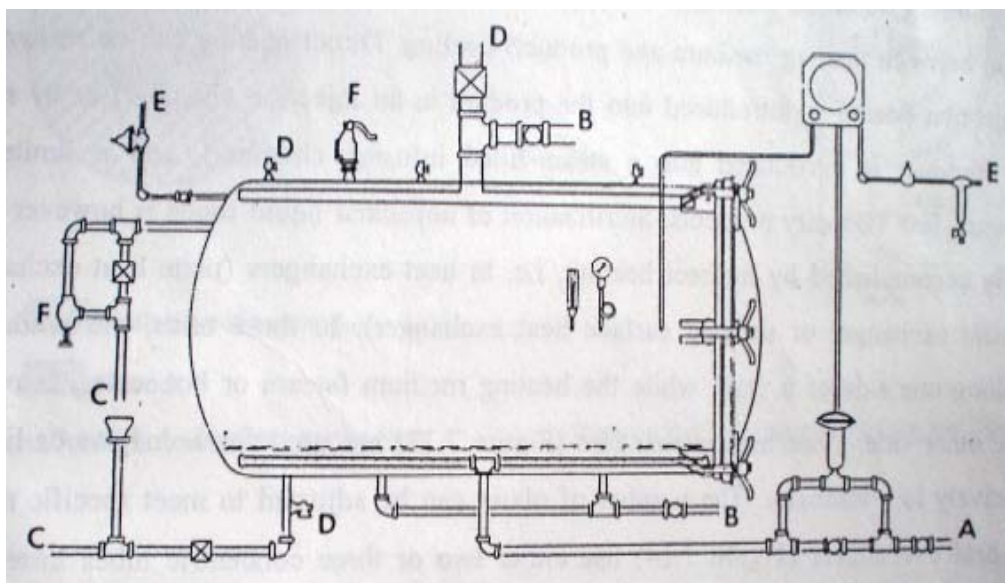
Loại này có khả năng làm việc cao, nhưng thao tác phức tạp, chu kỳ làm việc kéo dài, tốn hơi và nước nhiều.



Ghi chú

- A Hơi nóng
- B Nước
- C Nước tháo
- D Điều khiển gió
- E Điều khiển khí
- F Valve an toàn

Hình 4.7. Thiết bị tiết trùng hơi dạng đứng

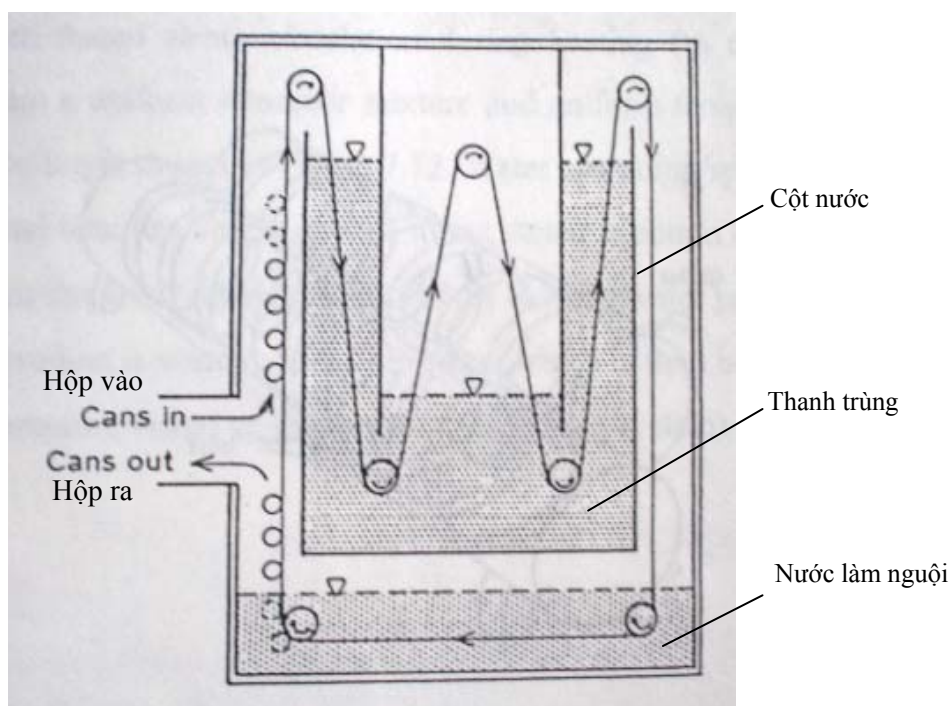


Hình 4.8. Thiết bị tiết trùng hơi dạng nằm ngang

c. Thiết bị thanh trùng làm việc liên tục dùng áp suất thủy tĩnh

Thiết bị gồm có 2 nhánh cột nước cao 12 - 20 m chứa đầy nước nóng. Giữa 2 cột nước là một phòng chứa đầy hơi nước nóng. Cuối cột nước thứ II là thùng nước lạnh. Đồ hộp được chuyển bằng băng tải xích. Áp suất trong phòng hơi được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh chiều cao mực nước ở 2 nhánh cột nước. Thời gian thanh trùng được điều chỉnh bằng vận tốc của băng tải.

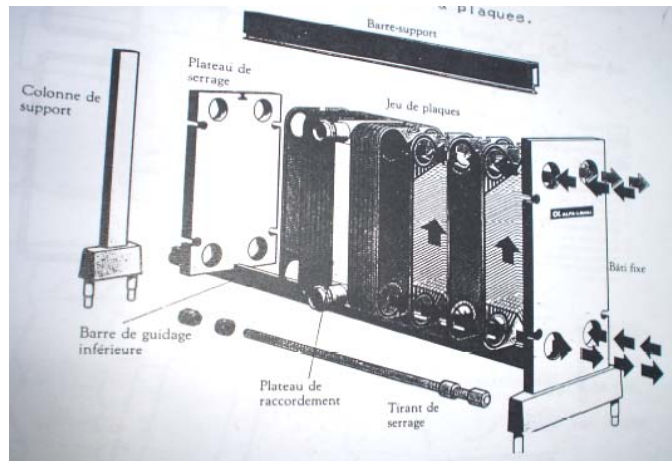
Thiết bị này làm việc với năng suất cao nhưng có nhược điểm là cấu tạo hơi công kềnh.



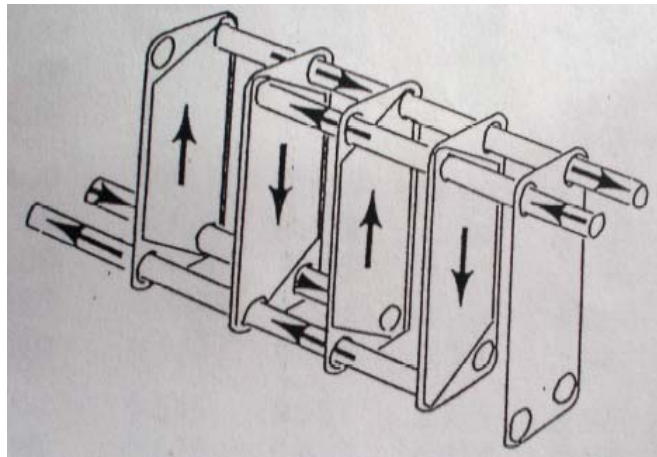
Hình 4.9. Thiết bị thanh trùng dùng áp suất thủy tĩnh

d. Thiết bị thanh trùng bản mỏng

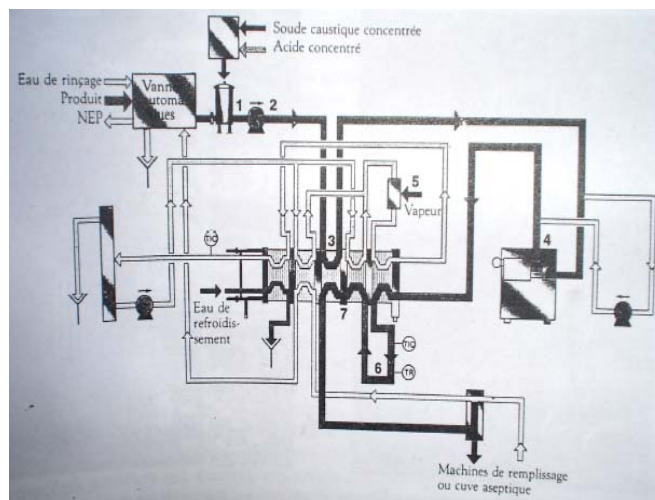
Đây là loại thiết bị làm việc liên tục ở áp suất hơi nước cao hơn áp suất khí quyển. Cấu tạo của thiết bị nhờ các khoang chứa nước quả đặt xen kẽ với các khoang chứa chất tải nhiệt, và nước quả chảy trong khoang kín chỉ bằng một lớp mỏng, lại được truyền nhiệt từ 2 mặt nên thời gian thanh trùng rất nhanh. Thiết bị thanh trùng bản mỏng dùng để thanh trùng nước quả trước khi rót vào hộp và phải rót hộp trong điều kiện vô trùng.



Hình 4.10. Thiết bị thanh trùng bản mỏng



Hình 4.11. Bộ phận trao đổi nhiệt



Ghi chú

1. Bồn chứa
2. Bơm
3. Đun nóng sơ bộ
4. Bơm hoặc đồng hóa
5. Thanh trùng
6. Làm nguội sơ bộ
7. Làm nguội hoàn toàn

Hình 4.12. Hệ thống làm việc của thiết bị thanh trùng bản mỏng

CHƯƠNG V

QUÁ TRÌNH BẢO ÔN - ĐÓNG GÓI ĐỒ HỘP THỰC PHẨM

I. QUÁ TRÌNH BẢO ÔN - ĐÓNG GÓI ĐỒ HỘP THỰC PHẨM

1. Bảo ôn

Các loại đồ hộp sau khi thanh trùng làm nguội, được chuyển đến kho thành phẩm để bảo ôn. Trong thời gian bảo ôn, các thành phần trong đồ hộp được tiếp tục ổn định về mặt phẩm chất và có thể phát hiện được các đồ hộp hỏng. Thời gian ổn định đồ hộp tối thiểu 15 ngày. Đồ hộp không được xuất xưởng trước thời gian này.

2. Đóng gói

Sau thời gian bảo ôn đồ hộp trước khi xuất kho phải đem dán nhãn, rồi đóng thùng. Các đồ hộp đó mới được coi là đủ tiêu chuẩn sử dụng.

a. Dán nhãn

Các hộp, chai lọ đựng sản phẩm đưa vào dán nhãn phải sạch, nguyên vẹn, không nứt mẻ, kín hoàn toàn. Các hộp bị bẩn sau khi thanh trùng nhất thiết phải rửa hay phun hơi nóng, làm khô rồi mới đưa vào dán nhãn.

Tiến hành dán nhãn đồ hộp có thể dán bằng tay hay bằng máy. Hiện nay ở các nước sản xuất đồ hộp phát triển, người ta in nhãn hiệu ngay trên thân hộp, vừa làm cho hộp khỏi bị rỉ, bền, vừa có hình thức đẹp.

b. Đóng thùng

Các đồ hộp nhỏ được đựng trong các thùng giấy carton, các đồ hộp lớn được đựng trong các thùng gỗ. Để việc vận chuyển được thuận lợi và dễ dàng.

Gỗ dùng để đóng thùng phải nhẹ, sạch, không mục nát, độ ẩm từ 12-18%. Các thùng giấy phải được làm chắc chắn và chỉ dùng giấy dày.

Xếp hộp vào kiện, xiết đai và in mã hiệu, có thể tiến hành bằng tay hoặc bằng máy.

II. CÁC DẠNG HƯ HỎNG CỦA ĐỒ HỘP

Đồ hộp hư hỏng hay mất phẩm chất là các hộp chứa thực phẩm đã biến chất, có thể làm hại đến sức khỏe người sử dụng hoặc các bao bì có những biến đổi làm ảnh hưởng xấu đến giá trị dinh dưỡng và giá trị thương phẩm của đồ hộp.

Đồ hộp hư hỏng do rất nhiều nguyên nhân, có thể phát hiện qua hình thức bên ngoài của bao bì hoặc phải qua kiểm tra vi sinh và hóa học mới xác định được. Thường phân biệt theo 3 nguyên nhân :

1. Đồ hộp hư hỏng do vi sinh vật

Hiện tượng đồ hộp hư hỏng do vi sinh vật là phổ biến nhất trong số các loại đồ hộp hư hỏng. Các vi sinh vật phát triển, phân hủy các chất hữu cơ của thực phẩm, tạo

ra khí CO₂, H₂S, NH₃...hay tiết ra các độc tố. Có loại vi sinh vật phát triển không sinh ra chất khí. Vì vậy đồ hộp hư hỏng do vi sinh vật có thể gây phồng hộp hay không gây phồng hộp nên khó phát hiện.

Các nguyên nhân gây hư hỏng đồ hộp do vi sinh vật :

a. Do thanh trùng không đủ chế độ

Các đồ hộp thanh trùng không đủ chế độ tức là chưa đủ nhiệt độ và thời gian thanh trùng cần thiết. Các vi sinh vật trong đồ hộp ấy còn sống, phát triển làm sản phẩm bị chua, đồ hộp bị mất phẩm chất có thể tạo thành các chất khí làm phồng hộp.

Việc thanh trùng không đủ chế độ có thể do thiếu sót của công nhân vận hành : quá trình vận hành thiết bị thanh trùng không đúng qui tắc, lượng không khí còn lại nhiều trong thiết bị thanh trùng, làm nhiệt kế và áp kế chỉ không còn tương ứng với nhau nữa. Khi xếp hộp vào giỏ và xếp giỏ và thiết bị thanh trùng không đúng qui tắc, sẽ làm cản trở sự truyền nhiệt và đối lưu, cũng làm cho đồ hộp không đạt đủ chế độ thanh trùng.

Có một số đồ hộp do bị nhiễm trùng quá nhiều do thiết bị và do các quá trình chế biến trước khi thanh trùng gây ra, ta không phát hiện được mà vẫn tiến hành thanh trùng theo công thức qui định, cũng coi như thanh trùng không đủ chế độ.

b. Do làm nguội không thích hợp

Các vi sinh vật ưa nhiệt làm hỏng đồ hộp, phát triển nhanh chóng ở nhiệt độ khoảng 49 - 71°C. Vì vậy nếu không làm nguội nhanh đồ hộp đến nhiệt độ thấp dưới khoảng nhiệt độ đó, thì các vi sinh vật có thể phát triển làm hư hỏng đồ hộp.

c. Do mối ghép bị hở

Hiện tượng này cũng xảy ra khá phổ biến trong sản xuất đồ hộp. Đồ hộp bị hở có thể do máy ghép nắp làm việc không đúng qui tắc, hay các mối hàn dọc của bao bì không được kín. Khi thanh trùng do áp suất trong đồ hộp tăng lên quá mức, làm hở các mối ghép, vi sinh vật nhiễm vào (nguồn nhiễm vi sinh vật chủ yếu vào đồ hộp bị hở là nước dùng để làm nguội đồ hộp sau khi thanh trùng) phát triển làm hỏng đồ hộp.

d. Do nhiễm vi sinh vật gây hư hỏng trước khi thanh trùng

Hiện tượng này xảy ra khi thực hiện không đúng qui trình kỹ thuật và chế độ vệ sinh thực phẩm, làm cho vi sinh vật xâm nhập và phát triển ở thực phẩm trong thời gian chế biến. Thời gian từ lúc vào hộp đến lúc ghép kín và mang đi thanh trùng quá lâu. Ở nhiệt độ không cao lắm đó, là điều kiện thích hợp cho các vi sinh vật phát triển làm hỏng đồ hộp trước khi thanh trùng.

2. Đồ hộp hư hỏng do các hiện tượng hóa học

Đồ hộp bị hỏng do các hiện tượng hóa học xảy ra có thể do các phản ứng giữa các thành phần của thực phẩm với nhau hay giữa các thành phần thực phẩm với bao bì. Các phản ứng hóa học này, phần lớn làm cho thực phẩm có màu sắc, hương vị giảm đi nhiều. Trong thời gian bảo quản đồ hộp thành phẩm, ta thường thấy các đồ hộp đựng trong bao bì sắt tây, bị ăn mòn kim loại ở mặt bên trong của bao bì, lớp tráng thiếc bị ăn mòn. Kim loại nhiễm vào sản phẩm. Hiện tượng này thường thấy nhiều ở các đồ hộp có độ acid cao. Lượng kim loại nặng nhiễm vào sản phẩm, có thể gây biến đổi màu sắc, mùi vị của sản phẩm, và gây độc đối với cơ thể.

Quá trình ăn mòn, khí hydro thoát ra làm cho hộp bị phồng.

Nhiệt độ càng cao, sự ăn mòn kim loại càng xảy ra nhanh. Tùy thuộc độ acid của sản phẩm, phẩm chất của bao bì, mà hàm lượng kim loại nặng tích tụ trong sản phẩm nhiều hay ít.

3. Đồ hộp hư hỏng do các ảnh hưởng cơ lý

Xảy ra trong quá trình thanh trùng, bảo quản và vận chuyển.

a. Đồ hộp hư hỏng do sai thao tác thiết bị thanh trùng

Trong giai đoạn cuối của quá trình thanh trùng, nếu giảm áp suất hơi quá nhanh, thì tạo thành hiện tượng căng phồng hộp, có thể bị biến dạng, hở mối ghép. Do áp suất trong hộp được tạo ra chênh lệch với áp suất bên ngoài quá nhiều.

b. Đồ hộp hư hỏng do bài khí không đủ

Trong quá trình thanh trùng bằng nhiệt, các đồ hộp bài khí còn lại sẽ dẫn nở gây căng phồng hộp. Về hình dáng bên ngoài các đồ hộp này sau khi bảo quản, thường thấy bị phồng nhẹ, nắp hộp có thể ấn lên xuống được.

c. Đồ hộp hư hỏng do xếp hộp quá đầy

Khi sản phẩm xếp trong đồ hộp quá đầy, sản phẩm sẽ dẫn nở thể tích khi thanh trùng bằng nhiệt, làm cho đồ hộp bị phồng, hiện tượng này dễ xảy ra hơn khi cho sản phẩm vào hộp lúc nguội, thanh trùng sản phẩm càng bị dẫn nở nhiều.

d. Đồ hộp hư hỏng vì bị móp, méo, rỉ

+ Một số sản phẩm đồ hộp đựng trong bao bì sắt tây kích thước lớn, khi ghép kín với độ chân không quá cao, chênh lệch áp suất lớn, bao bì sắt tây mỏng thì dễ bị méo. Hoặc khi xếp hộp vào giỏ thanh trùng và vận chuyển trước khi thanh trùng, làm hộp bị móp, méo, lúc đó áp suất trong hộp lớn, khi thanh trùng sản phẩm dẫn nở sẽ làm căng phồng hộp, có thể làm hở mối ghép kín của hộp.

+ Đồ hộp với bao bì sắt tây dễ có các vết rỉ: khi bảo quản ở nơi ẩm. Khi trên bề mặt sắt có các vết bẩn của chất béo, trong quá trình bảo quản, các chất béo bị oxy hóa để lại các vết rỉ. Hoặc đồ hộp bị thủng do các vết nhọn gây ra khi vận chuyển, lúc bảo quản nước trong hộp chảy ra và có thể gây rỉ cho các hộp chung quanh nó.

4. Cách xử lý đồ hộp hư hỏng

+ Tất cả các đồ hộp có dấu hiệu hỏng do vi sinh vật gây ra, dù hộp bị phồng hay không bị phồng, cũng đều không thể sử dụng làm thức ăn. Phải hủy bỏ.

+ Các đồ hộp hư hỏng do hiện tượng hóa học, nếu ở mức độ nhẹ thì có thể chế biến thành các sản phẩm khác có giá trị thấp hơn (như làm mứt, nấu rượu, thịt xay...). Nhưng khi đã có mùi của kim loại nhiều, mức độ nhiễm kim loại nặng đã cao, thì không thể sử dụng làm thức ăn.

+ Các đồ hộp hư hỏng do các ảnh hưởng cơ lý, thì về chất lượng sản phẩm có thể không giảm. Nhưng không có giá trị hay kém giá trị thương phẩm. Có thể thay bao bì khác, tiến hành nấu lại, có thể xử lý để chế biến thành các sản phẩm phụ.

III. TIÊU CHUẨN ĐỒ HỘP

1. Yêu cầu của thành phẩm

Khi đưa ra thị trường để cung cấp cho người tiêu dùng phải đạt các yêu cầu:

+ Về hình thức bên ngoài

Đồ hộp phải có nhãn hiệu nguyên vẹn, ngay ngắn, sạch sẽ, ghi rõ các mục : cơ quan quản lý, cơ sở chế biến, tên mặt hàng, phẩm cấp, ngày sản xuất, khối lượng tịnh và khối lượng cả bì.

Hộp sắt hay các hộp kim loại khác không bị rỉ, nắp hộp không bị phồng dưới mọi hình thức.

+ Về vi sinh vật

Đồ hộp không hư hỏng do hoạt động của vi sinh vật, không có vi sinh vật gây bệnh, lượng tạp trùng không quá qui định.

+ Về hóa học

Không vượt quá qui định về hàm lượng kim loại nặng :

Thiếc : 100 - 200 mg/kg sản phẩm

Đồng : 5 - 80 mg/kg sản phẩm

Chì : không có

Kẽm : vết

Đảm bảo các chỉ tiêu về thành phần hóa học, chủ yếu như nồng độ đường, acid, muối...

+ Về cảm quan

Lớp vecni phải nguyên vẹn, phải đảm bảo hình thái, hương vị, màu sắc đặc trưng của sản phẩm theo những qui định của từng loại sản phẩm.

2. Tiêu chuẩn ngành (Điều kiện đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm ở các cơ sở sản xuất đồ hộp)

2.1 Tiêu chuẩn trích dẫn

28 TCN 130: 1998 (điều kiện chung đảm bảo an toàn vệ sinh thực phẩm).

2.2. Định nghĩa thuật ngữ

Trong Tiêu chuẩn này, các thuật ngữ dưới đây được hiểu như sau

- Xử lý nhiệt là làm chín nguyên liệu ở mức độ nhất định bằng một hoặc kết hợp các phương pháp xử lý như: chần, hấp, luộc, xông khói, sấy, rán....
- Xếp hộp và ghép mí là cho bán thành phẩm và phụ gia vào hộp, ghép kín nắp hộp đảm bảo ngăn cách hoàn toàn sản phẩm trong hộp với không khí bên ngoài.
- Thanh trùng là quá trình gia nhiệt đồ hộp trong thiết bị thanh trùng, nhằm tiêu diệt toàn bộ vi sinh vật sinh nha bào, đồng thời làm chín sản phẩm trong hộp đã ghép mí với thời gian và nhiệt độ thích hợp.

- Bảo ôn đồ hộp là quá trình xếp các lô hộp mới được thanh trùng ở trong phòng có nhiệt độ thích hợp, trong thời gian qui định để sản phẩm trong hộp ổn định và phát hiện hiện tượng hư hỏng của đồ hộp do các nguyên nhân vật lý, hoá học và vi sinh...

2.3 Quy định đối với cơ sở sản xuất đồ hộp

Cơ sở chế biến đồ hộp phải theo đúng những qui định của 28 TCN 130; 1998. Ngoài ra, cơ sở còn phải theo đúng những qui định riêng dưới đây

+ Xử lý nhiệt

- Khu vực xử lý nhiệt phải được bố trí ở những vị trí thích hợp, đảm bảo thông thoáng, dễ thoát nhiệt, thoát ẩm.
- Quá trình xử lý nhiệt phải được tiến hành ở nhiệt độ, áp suất và thời gian phù hợp cho từng loại sản phẩm.
- Thiết bị xử lý nhiệt phải được trang bị đầy đủ dụng cụ đo nhiệt độ, áp suất và thời gian, đảm bảo sản phẩm được xử lý nhiệt theo yêu cầu.

+ Làm nguội sản phẩm

- Sản phẩm sau khi xử lý nhiệt phải được làm nguội nhanh bằng nước lạnh hoặc bằng luồng không khí thổi cưỡng bức
- Nước lạnh dùng làm nguội sản phẩm phải sạch, đáp ứng yêu cầu qui định của 28 TCN 130: 1998.
- Không khí làm lạnh phải sạch, được tuần hoàn tốt và phải được lọc qua thiết bị lọc trước khi đưa vào phòng làm nguội.

+ Rửa vỏ hộp

- Vỏ hộp phải được kiểm tra chất lượng và phải được rửa sạch trước khi cho vào hộp
- Phải dùng nước sạch đáp ứng yêu cầu qui định 28 TCN 130: 1998 để rửa hộp. Nước nóng hoặc hơi nước nóng phải đảm bảo đủ áp lực và nhiệt độ cần thiết.
- Tránh làm dập, móp méo hộp trong khi rửa.
- Vỏ hộp sau khi rửa phải được sắp xếp sao cho hộp róc nước và khô ráo.

+ Ghép mí hộp

- Năng suất làm việc của các máy ghép mí phải tương đương với năng suất của dây chuyền sản xuất.
- Máy ghép mí phải được kỹ thuật viên có kinh nghiệm điều chỉnh trước mỗi ca sản xuất và trong quá trình sản xuất, đảm bảo cho kích thước mí hộp nằm trong giới hạn an toàn.
- Kiểm tra mí hộp

* Kiểm tra mí hộp bằng mắt thường 15 phút một lần

* Lấy mẫu hộp trước mỗi ca và ít nhất 30 phút một lần khi máy ghép mí đang làm việc. Cắt mí hộp để kiểm tra các thông số: độ cao, dày, rộng của mí hộp: kích thước móc thân, móc nắp, độ chông mí hộp và các khuyết tật của mí hộp.

* Nếu phát hiện mí hộp có khuyết tật phải dừng máy, tiến hành kiểm tra và hiệu chỉnh máy.

* Cô lập các hộp đã ghép mí sau lần kiểm tra cuối cùng theo qui định. Số hộp này chỉ được phép nhập chung vào lô đồ hộp sau khi được kiểm tra đạt yêu cầu và có quyết định cho phép bằng văn bản của người phụ trách chất lượng hoặc quản đốc phân xưởng.

+ Rửa hộp sau khi ghép mí

* Hộp sau khi ghép mí phải được rửa sạch dầu mỡ và các tạp chất khác bám bên ngoài. Khi rửa không được gây biến dạng hộp.

* Nước rửa hộp phải sạch đáp ứng yêu cầu của 28 TCN 130: 1998. Nếu sử dụng chất tẩy rửa cho phép để rửa hộp thì phải rửa lại bằng nước sạch để loại bỏ hết chất tẩy rửa còn lại.

+ Thanh trùng

- Người vận hành thiết bị thanh trùng phải được đào tạo và có tay nghề theo yêu cầu qui định. Khi vận hành thiết bị thanh trùng phải theo đúng hướng dẫn của nhà chế tạo.
- Mỗi thiết bị thanh trùng phải có đồng hồ đo áp suất, nhiệt kế thủy ngân và nhiệt kế tự ghi để theo dõi các chỉ số về áp suất, nhiệt độ trong quá trình thanh trùng từng lô đồ hộp. Nhiệt kế và đồng hồ đo áp suất của thiết bị thanh trùng phải được kiểm định ít nhất 3 tháng một lần bằng cách sử dụng thiết bị chính xác hơn. Hằng năm các thiết bị này phải được kiểm định theo qui định của nhà nước.
- Trên mỗi biểu đồ nhiệt độ của nhiệt kế tự ghi phải ghi giờ, ngày tháng, số của thiết bị thanh trùng; tên sản phẩm thanh trùng và mã số của lô đồ hộp được thanh trùng. Biểu đồ nhiệt độ của lô đồ hộp được thanh trùng phải được lưu giữ ít nhất 3 năm kể từ ngày lô đồ hộp được thanh trùng.
- Khu vực thanh trùng phải được thiết kế, bố trí và quản lý để loại trừ khả năng bị lẫn lộn giữa lô đồ hộp đang chờ được thanh trùng và lô đồ hộp đã được thanh trùng.
- Cơ sở sản xuất phải tiến hành khảo sát sự phân bố nhiệt độ bên trong thiết bị thanh trùng và nghiên cứu, thực nghiệm sự truyền nhiệt vào bên trong sản phẩm trong hộp để xây dựng công thức thanh trùng phù hợp cho mỗi loại đồ hộp. Các kết quả nghiên cứu khảo sát cho các sản phẩm / điều kiện khác nhau phải lưu giữ đầy đủ và cập nhật ít nhất 2 năm.
- Công thức thanh trùng cho mỗi loại đồ hộp phải bao gồm những nội dung sau:
 - + Nhiệt độ thanh trùng
 - + Thời gian nâng nhiệt
 - + Thời gian giữ nhiệt
 - + Thời gian làm nguội

+ Làm nguội đồ hộp

- Sau khi thanh trùng, đồ hộp phải được làm nguội nhanh cho đến khi nhiệt độ sản phẩm ở tâm hộp xuống dưới 40°C
- Nước sử dụng làm nguội đồ hộp sau khi thanh trùng phải là nước uống được, đã xử lý chlorin trong thời gian không quá 30 phút với hàm lượng clor dư trong nước phải đạt 1 ppm. Cơ sở phải tiến hành đo và lưu giữ kết quả đo dư lượng clor trong nước làm nguội đồ hộp.
- Đồ hộp sau khi làm nguội phải được để yên trong giỏ ít nhất là 24 giờ mới được lấy ra khỏi giỏ.

+ Bảo ôn và ghi nhãn đồ hộp

- Đồ hộp sau khi làm nguội phải được làm khô trước khi đưa vào kho bảo ôn.
- Kho bảo ôn phải kín, đủ ánh sáng, đủ rộng đảm bảo đủ dung tích chứa đựng theo yêu cầu của sản xuất. Trong kho phải có kệ chắc chắn, được lót giấy hoặc vải trước khi xếp hộp
- Các lô đồ hộp xếp trong kho phải có nhãn, bảng ghi hoặc các phương tiện đánh dấu phù hợp khác để tránh nhầm lẫn.
- Trên nắp mỗi hộp và bao bì phải in mã số lô hàng. Mã số phải được in đảm bảo bền chắc, không dễ tẩy xóa.

+ Bảo quản thành phẩm

- Kho bảo quản đồ hộp thành phẩm phải đảm bảo vệ sinh, thoáng mát, khô ráo; ngăn chặn được côn trùng và loài gặm nhấm; có giá, kệ chắc chắn để xếp các kiện hàng theo từng lô thuận tiện cho việc theo dõi, kiểm tra và xuất hàng.
- Trong kho bảo quản thành phẩm phải có nhiệt kế, ẩm kế để theo dõi nhiệt độ và độ ẩm của kho trong quá trình bảo quản đồ hộp.

+ Kiểm tra thành phẩm

- Cơ sở sản xuất phải tiến hành lấy mẫu đồ hộp thành phẩm cho từng ca sản xuất để kiểm tra mí ghép và các chỉ tiêu chất lượng có liên quan.
- Đồ hộp mẫu phải được ủ ở nhiệt độ và thời gian qui định và tiến hành kiểm tra vi khuẩn chịu nhiệt. Lô đồ hộp không được đưa ra thị trường tiêu thụ khi việc kiểm tra mẫu ủ chưa kết thúc.
- Các lô đồ hộp phải được kiểm tra chất lượng theo qui định, phải có phiếu kết quả kiểm nghiệm các chỉ tiêu về chất lượng và an toàn vệ sinh mới được phép đưa đi tiêu thụ.

+ Lưu giữ hồ sơ

Các biểu mẫu giám sát quá trình sản xuất, kết quả kiểm tra chất lượng đồ hộp thành phẩm phải được lưu giữ trong bộ hồ sơ kiểm soát chất lượng. Thời gian lưu giữ hồ sơ ít nhất phải bằng thời hạn sử dụng của sản phẩm đồ hộp đã được kiểm soát chất lượng. Hồ sơ kiểm soát chất lượng phải luôn sẵn để cung cấp cho cơ quan nhà nước có thẩm quyền khi được yêu cầu.

CHƯƠNG VI

KỸ THUẬT CHẾ BIẾN ĐỒ HỘP QUẢ NƯỚC ĐƯỜNG

Đồ hộp quả nước đường là loại đồ hộp chế biến từ các loại quả để nguyên hay cắt thành miếng, qua xử lý (gọt vỏ, bỏ hạt, chần...) xếp vào bao bì, rót nước đường, ghép nắp và thanh trùng. Do quá trình chế biến nhanh, nguyên liệu lại không bị qua nhiệt nhiều nên sản phẩm giữ được hương vị và màu sắc tự nhiên của nguyên liệu. Đường cho vào sản phẩm dưới dạng nước đường, không có tác dụng bảo quản mà mục đích chủ yếu là tăng thêm vị ngon và giá trị dinh dưỡng cho đồ hộp.

Tuỳ theo thành phần của nguyên liệu, người ta phân biệt 2 loại sản phẩm:

- Đồ hộp quả nước đường chế biến từ 1 loại nguyên liệu.
- Đồ hộp quả nước đường chế biến từ hỗn hợp nhiều loại nguyên liệu. Loại này còn gọi là cocktail

Theo nồng độ nước đường và qui cách nguyên liệu, người ta chia đồ hộp quả nước đường làm:

- Sản phẩm có pha nước thường hoặc nước đường rất loãng, nguyên liệu thuộc loại thứ cấp như miếng vụn, quả có hình thái không đẹp. Một số nước chỉ gọi loại đồ hộp này là “compôt”.
- Sản phẩm làm từ nguyên liệu chọn lọc, hình thái đẹp, ngâm trong nước đường đặc. Một số nước chỉ gọi loại đồ hộp này là “quả nước đường”.

I. Yêu cầu nguyên liệu

Chất lượng nguyên liệu đưa vào chế biến có ảnh hưởng quyết định đến chất lượng đồ hộp, vì vậy người ta chỉ sử dụng nguyên liệu tươi tốt, ở độ chín thích hợp và có kích thước đủ lớn để chế biến.

1. Chuối tiêu: Chuối tiêu chín dầm (không dùng chuối chín cây) có độ chín vừa phải: vỏ mềm, không dai; thịt quả vàng đều, hương thơm, vị ngọt không còn vị chát. Nếu dùng chuối chưa đủ chín sẽ cho sản phẩm có màu sắc xấu, hương kém thơm, vị hơi chát. Nhưng nếu dùng chuối chín quá thì sản phẩm bị nhũn, nước đường đục. Quả chuối phải tươi tốt, không bầm dập, sâu thối, đường kính (đo ở giữa quả) phải trên 25mm.
2. Dứa: Cả 3 giống dứa hoa, dứa ta, dứa độc bình đều có thể dùng để chế biến dứa nước đường, nhưng dứa hoa cho sản phẩm tốt hơn cả. Để có sản phẩm giá trị, năng suất lao động cao, tỉ lệ phế liệu thấp, nên dùng quả dứa có hình trụ, kích thước lớn (nhưng đường kính lõi dứa không quá to):
 - Dứa ta có đường kính trên 90mm.

- Dứa hoa có đường kính trên 75mm.

Những quả nhỏ dùng để chế biến nước dứa, mứt dứa.

Dứa đưa vào chế biến đồ hộp phải có độ chín vừa phải:

- Dứa hoa chín từ nửa quả trở lên.
- Dứa ta chín từ một mắt (một hàng mắt ở sát cuống đã hoe vàng) đến nửa quả.

Dứa ta có cấu tạo thịt quả mềm, lại chín nhanh và chóng hư hỏng hơn dứa hoa nên chế biến ở độ chín thấp hơn, và trong quá trình thu hút, vận chuyển, bảo quản cũng cần cẩn thận hơn dứa hoa.

Nếu dùng dứa chưa đủ độ chín, sản phẩm có màu sắc kém (thường lá trắng bệch), ít thơm và hao tổn đường nhiều hơn. Nếu dùng dứa quá chín thì màu sắc và hương vị cũng kém.

3. Cam quít: Người ta thường dùng cam sành, quít ngọt (và một phần cam đường, cam giấy) để sản xuất compôt cam quít. Độ chín kỹ thuật của cam quít có màu vàng da cam tươi. Cam quít ít hạt hay không có hạt cho sản phẩm tốt hơn loại có nhiều hạt.
4. Vải: cả 3 giống vải (vải thiều, vải lai, vải chua) đều có thể dùng làm nguyên liệu sản xuất compôt vải, nhưng vải thiều cho sản phẩm có hình thức đẹp hơn (cùi nguyên vẹn và dòn hơn), và tỉ lệ phế liệu thấp hơn hai giống kia. Vải đưa vào chế biến cần có đường kính trên 30mm, vỏ quả có màu đỏ từ 1/3 trở lên, không bị khô héo, dập nát.
5. Nhãn: Người ta chỉ dùng nhãn cùi và nhãn đường phèn tươi tốt để chế biến đồ hộp nhãn nước đường (vì nhãn nước tuy có vị ngọt hơn nhưng cùi mỏng và mềm dễ bị vỡ nát khi chế biến), và đường kính của quả phải trên 21mm.
6. Mận: Mận phải có độ lớn trên 23mm, chín nhưng còn cứng (mận chín quá thì khó bóc vỏ và bị vỡ nát nhiều), trồng ở các tỉnh miền núi (ít chất hơn mận đồng bằng).

II. Xử lý nguyên liệu

Các quá trình tiến hành trước khi xếp sản phẩm vào hộp gọi là xử lý nguyên liệu. Tùy theo chủng loại nguyên liệu hoa quả mà có phương pháp xử lý thích hợp.

7. Chuối tiêu:

Chuối tiêu làm đồ hộp quả nước đường dưới hình thức cắt thành khúc phải chọn quả thẳng và dòn trong hộp cao, nếu cắt chuối thành khúc thì tỷ lệ sử dụng cho compôt không được cao.

Quá trình xử lý nguyên liệu gồm những giai đoạn sau:

Lựa chọn → Rửa quả → Bóc vỏ → Tước xơ → Cắt khúc

Lựa chọn: Trước tiên cắt rời nải chuối thành từng quả, sau đó loại bỏ những quả không đủ quy cách: chưa đủ chín, quả chín, nhỏ, bầm dập v.v...

Rửa quả: Rửa chuối đã lựa chọn trong nước sát trùng (có pha vôi clorur với nồng độ 5-6 mg clor/lit). Sau đó rửa lại bằng nước sạch.

Bóc vỏ: Dùng dao nhỏ cắt cuống hoặc dùng tay bẻ cuống, rồi bóc sạch vỏ quả theo chiều dọc quả, không làm ruột quả bị bầm dập và nứt gãy. Vỏ chuối chiếm từ 30-35% (chuối mùa đông) đến 40-45% (chuối mùa hè) khối lượng chung của quả.

Tước xơ: Xơ chuối lẫn ở thịt quả khi vào hộp thường bị xám đen hoặc rơi vào nước đường làm xấu sản phẩm, do đó cần phải tước sạch. Các xơ nằm ở rãnh quả được tước bằng mũi dao nhỏ nhọn đầu.

Cắt khúc: Trước khi xếp hộp nhỏ và thấp, người ta cắt khúc có chiều dài nhất định bằng dao 2 lưỡi. Dao này làm từ thép không rỉ hoặc từ sắt tây chưa bị han rỉ, khoảng cách giữa 2 lưỡi cố định và bằng chiều dài khúc chuối. Chiều dài khúc chuối xếp trong hộp số 8 (xếp đứng) là 40mm.

Khi cắt khúc, phải cắt bỏ phần ở đầu và ở đuôi quả, và lựa khéo để giảm tỷ lệ phế liệu. Tỷ lệ chuối đầu thừa loại ra khi cắt chiếm khoảng 20-30%. Người ta có thể dùng chuối đầu thừa để sản xuất nước chuối và mứt chuối.

8. Dứa:

Người ta xử lý dứa qua các quá trình sau:

Chọn, phân loại



Bẻ hoa, cuống



Rửa



Cắt đầu



Đột lõi



Gọt vỏ



Sửa mắt



Thái khoanh



Cắt miếng



Rửa lại

Hình 6.1. Sơ đồ xử lý dứa

Chọn phân loại: Trước hết cần loại bỏ những quả dưa xanh, dưa quá chín, dập nát, sâu bệnh v.v... Sau đó phân loại theo giống, theo độ chín và theo kích thước để chế biến riêng.

Bẻ hoa, cuống: Trong khi phân loại dưa, đồng thời bẻ hoa và cuống. Công nhân ở công đoạn này cũng như ở công đoạn lựa chọn phân loại phải có bao tay vải bạt...

Rửa: Ở các khe và mắt dưa thường bám đất, bụi cần phải rửa sạch bằng bàn chải hay trên máy rửa kiểu bàn chải.

Cắt đầu: Dùng dao sắc và to bản lần lượt cắt 2 đầu quả. Mỗi đầu quả cắt đi dày khoảng 1-1,5cm có thể đem ép nước. Hai đầu quả dưa cắt xong phải bằng phẳng, trục giao với lõi và song song nhau để khi đột lõi không bị lệch tâm. Tỷ lệ phế liệu của quá trình này khoảng 15-20%.

Đột lõi: Quả dưa đã cắt 2 đầu đem đột lõi trên máy bán cơ khí.

Máy đột lõi gồm có giá đỡ, bàn đập, hệ thống đòn bẩy, bàn đỡ, cánh gạt và dao đột. Dao đột là ống hình trụ rỗng làm bằng thép không rỉ, có đường kính 18-22mm (tùy theo độ lớn của lõi dưa mà sử dụng dao đột có đường kính tương ứng) lắp thẳng đứng vào giá đỡ.

Đặt thẳng đứng quả dưa đã cắt đầu vào bàn đỡ, sao cho dao đột hướng đúng tâm quả dưa. Dậm chân vào bàn đập và hệ đòn bẩy, bàn đỡ đưa quả dưa lên phía dao đột. Khi nhả chân khỏi bàn đập, bàn đỡ hạ xuống kéo theo cánh gạt quả dưa khỏi dao đột.

Cần đặt quả dưa chính xác để khi đột khỏi lệch tâm. Ống dao đột phải sắc để vết cắt được nhẵn.

Năng suất của máy khoảng 15-20 quả/phút.

Tỷ lệ phế liệu 3-6%.

Gọt vỏ: Có thể gọt vỏ bằng tay, dùng dao sắc, nhưng năng suất thấp và hình thức miếng dưa không đẹp. Để có năng suất gọt cao và miếng dưa đẹp, người ta dùng máy gọt bán cơ khí.

Máy gọt vỏ dưa gồm có cơ cấu gọt, hệ thống chuyển động và bộ máy. Cơ cấu gọt gồm 3 lưỡi dao lưỡi mỏng phẳng đặt cố định trên 1 vòng đỡ tròn cách nhau 120° , và ống dao hình trụ rỗng bằng thép không rỉ có đường kính 65-80mm (tùy theo đường kính quả dưa to hay nhỏ). Ống dao này quay với tốc độ khoảng 1000 vòng/phút nhờ một động cơ điện. Hệ thống chuyển động gồm một con xỏ gắn vào một trục chuyển dịch nhờ con lăn và rãnh trượt.

Đặt quả dưa đã đột lõi vào con xỏ. Khi trục chuyển dịch, con xỏ kéo theo quả dưa lao về phía cơ cấu gọt. Khi qua cơ cấu gọt, 3 lưỡi dao phẳng khía trên vỏ dưa 3 rãnh theo chiều dọc quả có độ sâu bằng chiều dày lớp vỏ cần gọt, sau đó ống dao tách vỏ thành 3 mảnh. Quả dưa đã gọt vỏ đi ra cuối máy.

Năng suất của máy khoảng 20 quả/phút.

Tỷ lệ vỏ: 25-27%.

Vỏ dưa loại ra có thể đem ép để sản xuất nước dưa .

Sửa mắt: Các giống dứa của ta quả nhỏ, mắt sâu, nếu gọt vỏ hết mắt thì phế liệu nhiều và ruột quả còn lại quá nhỏ, vì thế chỉ gọt hết vỏ nhưng phải sửa mắt. Sửa mắt là cắt sạch mắt dứa thành đường rãnh xoắn ốc quanh quả dứa. Rãnh sửa phải sạch mắt, gọn, đẹp và nhẵn.

Tỉ lệ phế liệu khi sửa mắt: 15-22%.

Mắt dứa cũng có thể đem ép nước.

Thái khoanh: Sau đó đem thái thành khoanh có chiều dày 11-15mm tùy theo chiều cao hộp. Người ta dùng máy thực hiện liên hoàn các động tác cắt đầu, gọt vỏ, đột lõi và thái khoanh với năng suất 125-150 quả/phút.

Chọn lại, cắt miếng. Những khoanh dứa cắt ra đem chọn lại cẩn thận. Khoanh nguyên vẹn, tròn đều đem đóng hộp “dứa khoanh nước đường”. Khoanh vỡ, không tròn đều đem cắt thành 4-6 miếng để đóng hộp “dứa miếng nhỏ”. Miếng dứa quá nhỏ đem ép nước hoặc nấu mứt.

Rửa lại: Các khoanh dứa và các miếng dứa trước khi xếp hộp cần rửa lại bằng cách xối nước hoặc nhúng cả khay đựng miếng dứa vào bể nước sạch để loại bỏ miếng vụn, hạt và các tạp chất khác.

9. Cam, quýt:

Để chế biến đồ hộp quả nước đường người ta xử lý cam sành và quýt qua các quá trình sau:

Lựa chọn, phân loại

Rửa

Chần

Bóc vỏ, tách múi

Chần NaOH

Rửa

Cắt gân, lấy hạt

Hình 6.2. Sơ đồ xử lý cam, quýt

Các quá trình lựa chọn-phân loại, rửa quả tương tự như xử lý chuối, dứa.

Chần: Chần quả nhằm mục đích bóc vỏ và tước xơ dính ở múi được dễ dàng.

Người ta chần cam quýt bằng cách nhúng vào nước sôi trong thời gian từ 20-30s (quýt) đến 56-60s (cam sành). Sau đó để nguội tự nhiên trong không khí chờ bóc vỏ.

Hao hụt khi chần là 2-3% khối lượng quả.

Bóc vỏ, tách múi: Cam quýt chần xong không nên để lâu quá, quả nguội trở lại sẽ khó bóc vỏ. Dùng dao nhỏ khía 4 rãnh theo chiều dọc quả cam rồi lấy tay bóc sạch vỏ và lớp cùi trắng. Với quýt, quả nhỏ và vỏ mỏng, không cần phải khía trước mà bóc luôn.

Sau đó tách riêng từng múi và tước sạch những xơ trắng còn dính ở múi. Khi bóc vỏ và tách múi không làm vỡ múi, và loại bỏ những múi đập nát hay khô sần.

Tỉ lệ phế liệu của cam sành khi bóc vỏ là 33-36%.

Vỏ cam, quýt có thể sử dụng để cất lấy tinh dầu.

Chần NaOH: Màng bọc múi cam quýt chứa nhiều naringin là một glucoside có vị đắng. Để giảm vị đắng của sản phẩm cần làm mỏng lớp màng này bằng cách chần múi cam quýt trong dung dịch NaOH có nồng độ 0,8-1,0%, ở nhiệt độ 75-80°C, trong thời gian 3-4s (đối với quýt) hay 7-8s (với cam sành), tỷ lệ múi cam quýt/dung dịch NaOH là 1/20-1/30. Tỉ lệ hao hụt của quýt khi bóc màng múi là 3-5%.

Múi cam quýt chần NaOH xong còn một lớp vỏ rất mỏng, nếu làm sạch hết lớp màng mỏng này múi sẽ bị vỡ. Ở Nhật, Trung Quốc có những loại quýt tốt, có thể làm sạch màng múi mà múi vẫn không bị vỡ nát.

Để đảm bảo hiệu quả bóc màng, thỉnh thoảng phải bổ sung NaOH cho dung dịch đúng nồng độ chần.

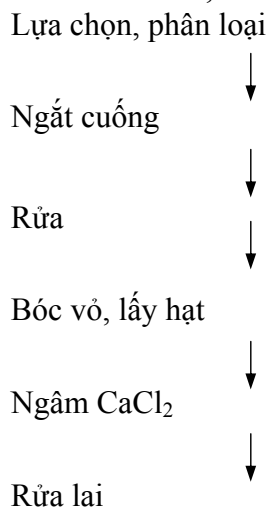
Rửa: Sau khi chần NaOH xong, đưa cam quýt rửa lại bằng nước sạch luân lưu cho hết NaOH. Rửa luân lưu còn nhằm mục đích tiếp tục hoà tan naringin. Thời gian rửa khoảng 60-90phút. Múi cam quýt rửa xong phải sạch NaOH. Thử mức độ sạch NaOH như sau: nhỏ vài giọt phenolphthalein vào cam quýt đã rửa, nếu không thấy xuất hiện màu hồng là cam quýt đã sạch NaOH, nếu có màu hồng xuất hiện là chưa sạch NaOH, cần rửa thêm.

Cắt gân, lấy hạt: Múi quýt đã rửa sạch NaOH cần cắt bỏ gân trắng ở bụng múi và loại bỏ hết hạt. Dùng kéo nhỏ và sắc cắt gân múi, rồi bóp rất nhẹ vào múi để bật hạt ra, hoặc lấy mũi kéo, gọt nhẹ hạt ra. Cần làm nhẹ tay để tránh vỡ nát múi. Tỷ lệ phế liệu khâu này là 15-20%. Trong khi chờ xếp vào hộp, múi cam quýt đã xử lý xong phải thả trong chậu nước sạch để múi khỏi bị nát.

Ở Nhật Bản, Trung Quốc có giống quýt không có hạt hay ít hạt, đem sản xuất “cam quýt nước đường” cho sản phẩm có chất lượng cao và tăng năng suất lao động.

10. Vải, nhãn:

Vải, nhãn được xử lý giống nhau, theo những quá trình sau:



Hình 6.3. Sơ đồ xử lý vải, nhãn

Bóc vỏ lấy hạt: Vải nhãn sau khi lựa chọn-phân loại, ngắt cuống, rửa người ta bóc vỏ bỏ hạt để lấy cùi nguyên vẹn.

Trước tiên dùng dao nhọn nay chỗ nướm quả cho sứt một chút vỏ, dùng tay bóc thêm vỏ vừa đủ miệng ống lấy hạt. Ống lấy hạt là một ống thép mỏng hình côn, có đường kính khác nhau tùy theo kích thước vải, nhãn.

Bảng 6.1. Đường kính ống dao lấy hạt vải, nhãn

Loại quả	Đường kính ống lấy hạt (mm)
Vải chua	16-17
Vải lai, vải thiều	12-13
Nhãn	10-11

(Nguyễn Văn Tiếp. 2000)

Khi xoay mạnh ống lấy hạt vào, một vành cùi quả bị đứt và hạt gắn vào miệng ống. Rút ống ra, hạt theo ống ra khỏi quả. Sau đó bóc nốt phần vỏ còn dính ở quả, được cùi nhãn, cùi vải nguyên hình không bị vỡ nát.

Ngâm dung dịch CaCl₂. Cùi quả vừa bóc xong thả ngay vào dung dịch canxi clorua 0,5% trong khoảng 10-15 phút để tăng độ cứng. Nếu chưa kịp vào hộp, cùi nhãn, vải cũng cần ngâm để tránh mất màu trắng đẹp do tiếp xúc với không khí. Nếu không có CaCl₂ có thể dùng dung dịch NaCl 1% nhưng quả kém giòn hơn.

Trước khi xếp hộp, vớt vải nhãn khỏi dung dịch, rồi rửa lại bằng nước sạch.

11. Mận:

Đồ hộp mận nước đường có thể chế biến ở nhiều dạng: nguyên vỏ hoặc bóc vỏ, bỏ hạt hoặc để hạt, bỏ đôi hoặc nguyên quả.

Các loại mận của ta vì quá nhỏ nên chế biến “mận nước đường” ở dạng nguyên quả, bóc vỏ và không lấy hạt ra. Các quá trình xử lý mận thực hiện sau:

Bóc vỏ: Mận sau khi phân loại và rửa đem nhúng vào dung dịch NaOH 9-10% ở nhiệt độ 70-75%, với thời gian 3-4 phút, theo tỉ lệ mận/dung dịch là 1/15. Sau đó vớt mận ra, rửa sạch vỏ và hết NaOH bằng nước, rồi ngâm ngay vào nước muối 1% để tránh biến màu. Dung dịch NaOH cứ sau 2 giờ cần bổ sung NaOH một lần, và sau 2 ca sản xuất cần thay bằng dung dịch NaOH mới.

Gọt sửa: Dùng dao nhỏ, nhọn mũi gọt sửa cho sạch các vết vỏ còn dính trên cùi quả, nhất là ở chỗ rãnh quả. Vết sửa chỉ lướt rất nhẹ, không cắt lẹm sâu vào thịt quả.

Khi gọt sửa, thấy quả nào dập nát, không tròn đều cần loại ra.

Trước khi xếp hộp, ngâm mận vào nước sạch để rửa muối, thời gian ngâm 20-30 phút. Sau đó vớt ra, để ráo nước.

III.Xếp hộp rót nước đường

Quả trước khi xếp hộp cần để ráo nước, và kiểm tra lại lần cuối cùng để loại bỏ những quả hay miếng quả không đủ qui cách trong quá trình xử lý còn sót lại.

Khối lượng quả khi xếp hộp chiếm 55-80% khối lượng tịnh của đồ hộp, tùy theo từng sản phẩm. Sau khi thanh trùng, tỉ lệ cái trong hộp giảm đi (6-21% tùy loại quả) do dịch quả khuếch tán vào nước đường.

Người ta thường đóng hộp quả nước đường trong hộp sắt hoặc lọ thủy tinh. Những loại quả có màu mạnh và độ acid cao nên đóng trong lọ thủy tinh hoặc hộp sơn vecni.

Những quả có độ acid thấp nhưng màu mạnh như chuối, xoài cũng nên dùng hộp sắt có sơn vecni, vì chất màu anthocyan của quả có thể tác dụng với muối kim loại gây ra biến màu. Những quả ấy ăn mòn thiếc mạnh hơn quả có độ acid cao nhưng màu nhạt hơn. Hộp sắt sẽ đỡ bị ăn mòn khi đựng quả có nhiều anthocyan nếu tăng độ acid của sản phẩm, vì anthocyan chỉ tác dụng với thiếc trong môi trường acid yếu.

Chuối, cam, quýt thường đóng trong hộp sắt hơn vecni. Dứa, vải, nhãn có thể dùng hộp sắt trắng không sơn vecni. Nếu dùng hộp không sơn vecni, sản phẩm thường có vị kim loại.

Hộp đã xếp quả, đem rót nước đường. Chuẩn bị nước đường như sau: dùng đường trắng tinh khiết hoà tan trong nước nóng, rồi đun sôi dung dịch, và pha acid citric nếu có, sau đó lọc cho trong. Có thể làm trong nước đường bằng anbumin thực phẩm (4g anbumin/100 kg đường) hoặc lòng trắng trứng (của 4 quả/100kg đường). Hoà tan anbumin vào nước lạnh hoặc đánh kỹ lòng trắng trứng, rồi đổ vào dung dịch nước đường (đang ở nhiệt độ 50°C), sau đó đun sôi hỗn hợp. Khi đun nóng, protit bị đông tụ và nổi lên mặt dung dịch ở dạng bọt, kéo theo tạp chất trong nước đường. Người ta hót bọt rồi lọc dung dịch thì được nước đường rất trong.

Tùy theo mỗi loại quả, người ta dùng nước đường có nồng độ khác nhau, và thường pha thêm acid citric với tỉ lệ 0,2-0,5%. Để giữ màu cho sản phẩm của một số loại rau quả, người ta còn cho thêm vào nước đường khoảng 0,1% vitamin C.

Khi rót hộp, nước đường cần có nhiệt độ 80-85°C, và nên rót cách miệng hộp 7-10mm. Nếu rót đầy quá, khi thanh trùng, nắp có thể bị hở (với hộp sắt) hoặc bị bật (với lọ thủy tinh).

Bảng 6.2. Các chỉ số khi xếp hộp một số loại quả

Loại quả nước đường	Số hiệu hộp	Khối lượng tinh (g)	Khối lượng quả khi xếp (g)	Nồng độ nước đường (%)	Độ acid của nước đường (%)
Dứa khoanh	10	480	280	25-30	
Dứa rẻ quạt	12	500	300-310	25-30	
Dứa miếng nhỏ	13	850	550-575	25-30	
Chuối tiêu	8	330-340	230-250	24	0,2
Cam, quýt	8	350	250	46	0,3
Nhãn	10	480	255	25	0,5
Vải thiều	10	500	250	28	0,3
Mận	13	880	550	60	

(Nguyễn Văn Tiếp. 2000)

IV. Ghép nắp, thanh trùng

Hộp rót nước đường xong, đem ghép nắp ngay trên máy ghép với độ chân không 300-350 mmHg, nếu để chậm sản phẩm bị biến màu và dễ nhiễm trùng. Sau đó đem thanh trùng ngay, không nên để lâu quá 30 phút, để tránh hiện tượng lên men trước khi thanh trùng và giảm nhiệt độ ban đầu của đồ hộp.

Tùy theo chủng loại sản phẩm và số hiệu hộp, chế độ thanh trùng khác nhau. Nhiệt độ thanh trùng thường ở 100°C, thời gian thanh trùng 10-25 phút.

Bảng 6.3. Chế độ thanh trùng một số đồ hộp quả nước đường.

Loại quả nước đường	Số hiệu hộp	Nhiệt độ thanh trùng (°C)	Thời gian thanh trùng (phút)		
			Nâng nhiệt	Giữ nhiệt	Hạ nhiệt
Chuối tiêu	8	100	10	20	15
Dứa	8	100	10	15	15
Dứa	10	100	10	15	15
Dứa	13	100	15	18	20
Cam sành	8	100	10	25	15
Quýt	8	100	10	20	15
Vải thiều	10	100	10	15	15
Vải thiều	8	100	10	13	15
Nhãn	10	100	10	15	15

(Nguyễn Văn Tiếp. 2000)

Nếu dùng lọ thủy tinh, cần tạo áp suất đối kháng là $7,85-9,81.10^4 \text{ N/m}^2$ (0,8-1,0at) với nhiệt độ thanh trùng 85-95°C hoặc $11,77.10^4 \text{ N/m}^2$ (1,2at) với nhiệt độ thanh trùng 100°C.

Thanh trùng xong cần làm nguội nhanh để đảm bảo hương vị, màu sắc, độ chắc của đồ hộp và để sắt đỡ bị ăn mòn.

VI. Phẩm chất sản phẩm - Định mức sử dụng nguyên liệu

Bảng 6.4. Thành phần hoá học và độ sinh nhiệt của một số đồ hộp quả nước đường

Loại quả nước đường	Thành phần hoá học (%)					Độ sinh nhiệt (kcal/100g)
	Nước	Glucid	Protid	Các chất hữu cơ khác	Tro	
Chuối tiêu	84,9	13,9	0,5	1,3	0,4	59
Dứa	85,4	13,7	0,3	0,4	0,2	57
Quít	86,4	11,7	0,2	1,6	0,1	49
Vải	83,7	14,7	0,4	1,1	0,2	62
Nhãn	83,3	15,0	0,5	1,0	0,2	64
Mận	84,5	13,2	0,3	1,8	0,2	55

(Nguyễn Văn Tiệp. 2000)

Về phẩm chất cảm quan của đồ hộp quả nước đường, người ta đã xác định theo các chỉ tiêu: hình dáng, màu sắc, mùi vị và độ chắc của quả, phẩm chất của nước đường. Trong một hộp, kích thước, hình dáng và màu sắc của quả phải tương đối đồng đều, nước đường phải trong không lẫn tạp chất. Ở một số nước, người ta đánh giá phẩm chất cảm quan của quả nước đường theo điểm, ví dụ ở Ấn Độ người ta cho điểm như sau:

Bảng 6.5. Điểm đánh giá cảm quan sản phẩm đồ hộp quả đường

Chỉ tiêu	Số điểm cao nhất		
	Cam quít	Dứa	Xoài
Mùi vị	20	20	20
Màu sắc	20	20	20
Độ chắc và độ đồng đều về kích thước	25	25	25
Không có các khuyết tật	35	35	35

(Nguyễn Văn Tiệp. 2000)

Tùy theo từng loại quả, người ta qui định tỉ lệ cái tối thiểu của sản phẩm. Trung bình, tỉ lệ cái chiếm 45-55% khối lượng tịnh đồ hộp. Ngoài ra, người ta còn quy định độ chân không và khoảng trống trong hộp. Ví dụ, với xoài, cam quít, dứa nước đường thì độ chân không được quy định là trên 125 mmHg

Về hoá học, quả nước đường thường được xác định hai chỉ tiêu: độ khô theo chiết quang kế (hoặc đo theo khối lượng riêng của nước đường) và độ acid (hoặc chỉ số pH) của nước đường.

Bảng 6.6. Chỉ tiêu hoá học của quả nước đường ở Việt Nam.

Loại quả nước đường	Độ khô theo chiết quang kế ở 20°C (%)	Độ acid (%)
Dứa	16 min	0.2 - 0.6

Chuối	18 min	0.10 min
Cam, quýt	18 min	0.60 max
Vải thiều	18 min	0.35 max
Vải lai, vải chua	16 min	0.35 min
Nhãn	18 min	0.30 max
Mận	25 min	1.50 max
Xoài	18 min	0.10 min

(Nguyễn Văn Tiệp. 2000)

CHƯƠNG VII

KỸ THUẬT CHẾ BIẾN ĐỒ HỘP NƯỚC QUẢ

Đặc điểm chung và phân loại đồ hộp nước quả

Những chất có giá trị dinh dưỡng cao nhất trong rau quả như đường, acid hữu cơ, vitamin... đều tập trung ở dịch quả. Nhờ có đầy đủ và cân đối các chất ấy nên nước quả có hương vị rất thơm ngon.

Đồ hộp nước quả chủ yếu dùng để uống, ngoài ra còn dùng để chế biến xirô quả, rượu mùi, nước giải khát có nạt khí, mứt đông...

Bảng 7.1. Thành phần dinh dưỡng của một số nước quả

Loại nước quả	Nước (%)	Prôtid (%)	Lypid (%)	Glucid (%)	Cellulose (%)	Acid hữu cơ (%)	Tro (%)	Độ sinh nhiệt (kcal/100g)
Cam	84,5	0,7	0	13,3	0,2	1,0	0,3	61
Quít	87,8	0,8	0	9,6	0,2	0,9	0,7	46
Mơ	84,0	0,5	0	14,0	0,3	0,8	0,4	63
Mận	82,0	0,3	0	16,1	0,3	1,3	0,3	73
Dứa	84,7	0,3	vết	14,0	0,1	0,6	0,3	60
Bưởi chùm	90,1	0,4	0,1	6,65	0,1	1,42	0,4	38

(Nguyễn Văn Tiếp. 2000)

Người ta phân loại đồ hộp nước quả như sau:

Căn cứ theo mức độ tự nhiên, người ta chia nước quả thành các loại:

- Nước quả tự nhiên: chế biến từ một loại quả, không pha thêm đường, tinh dầu, chất màu.

Nước quả tự nhiên dùng để uống trực tiếp hoặc để chế biến các loại nước ngọt, rượu mùi. Nước các loại quả quá chua khi uống phải pha thêm đường. Để tăng hương vị nước quả đôi khi người ta cho lên men rượu một phần hoặc toàn bộ đường có trong nước quả tự nhiên.

- Nước quả hỗn hợp: chế biến bằng cách trộn lẫn nhiều loại nước quả khác nhau, lượng nước quả pha thêm không quá 35% nước quả chính.
- Nước quả pha đường: để tăng vị ngon, một số nước quả như chanh, cam, quít người ta thường pha thêm đường.
- Nước quả cô đặc: chế biến bằng cách cô đặc nước quả tự nhiên theo phương pháp đun nóng (bốc hơi) hay phương pháp lạnh đông (tách nước đá). Nước quả

cô đặc có lợi là đỡ tổn bao bì, kho tàng, vận chuyển và ít bị vi sinh vật làm hỏng.

Căn cứ theo phương pháp bảo quản, người ta chia nước quả thành các loại:

- Nước quả thanh trùng: đóng vào bao bì kín, thanh trùng bằng cách đun nóng trước hoặc sau khi ghép kín.
- Nước quả bảo quản lạnh: bảo quản ở nhiệt độ 0 - 2°C.
- Nước quả nạp khí: nạp CO₂ để ức chế sự hoạt động của vi sinh vật và tăng tính chất giải khát.
- Nước quả sunfit hóa: bảo quản bằng SO₂, dùng làm bán phế phẩm.
- Nước quả rượu hoá: pha rượu để ức chế sự hoạt động của vi sinh vật rồi đựng trong bao bì đã thanh trùng.

Căn cứ theo độ trong của sản phẩm, người ta chia nước quả thành các loại:

- Nước quả không có thịt quả: là dịch bào được tách khỏi mô quả chủ yếu bằng cách ép sau đó đem lắng rồi lọc. Tùy theo mức độ trong cần thiết mà người ta lọc thô (nước quả đục) hay lọc kỹ (nước quả trong).
- Nước quả có thịt quả: là dịch bào lẫn với các mô được nghiền mịn và pha chế với nước đường.

Nước quả không thịt quả có hình thức hấp dẫn, ít bị biến đổi khi bảo quản hơn nước quả có thịt quả. Các loại quả chứa nhiều carotin như mơ, quýt hoặc có thịt quả nạc như chuối đu đủ chỉ nên chế biến nước quả ở dạng có thịt quả, vì carotin không tan trong nước và vì mô quả quá mềm không thể lấy riêng dịch quả bằng cách ép.

I. Yêu cầu về nguyên liệu

Người ta dùng nhiều chủng loại hoa quả khác nhau để chế biến nước quả. Nguyên liệu cần có đủ các chất đường, acid, tanin, chất thơm, chất màu và dịch quả, các nguyên liệu đó có hương vị thơm ngon, màu sắc đẹp. Các chỉ tiêu quan trọng nhất, đặc trưng cho sản phẩm chất dịch quả là khối lượng riêng, hàm lượng chất khô và độ acid.

Quả dùng để chế biến nước quả phải tươi tốt, không bầm dập, sâu thối, ở độ chín đúng mức. Nếu quả chưa đủ chín thì màng tế bào cứng, dịch bào ít, nên nhiều phế liệu, và do hàm lượng đường thấp, hàm lượng acid cao nên chua nhiều. Nhưng quả chín thì mô quả mềm và bở, khi ép thịt quả kết lại không cho dịch quả thoát ra, dịch quả có nhiều bọt và khó lắng, lọc.

Những quả có vết rám ở ngoài vỏ không ảnh hưởng đến hương vị của dịch quả, vẫn dùng được. Kích thước và hình dáng của quả cũng không ảnh hưởng lắm đến phẩm chất nước quả nên không hạn chế.

II. Nước quả không thịt quả

1. Sơ chế nguyên liệu trước khi ép: Để nâng cao hiệu suất ép nước quả, người ta sơ chế nguyên liệu theo các cách sau:

- a. Nghiền: trước khi ép, quả được xử lý cơ học (cắt, xé toì, nghiền thô). Hiệu quả nghiền đạt được khi phần lớn tế bào bị tác dụng, song vì kích thước tế bào rất nhỏ nên chỉ một số nhỏ tế bào bị phá. Ví dụ, khi nghiền quả thành miếng nhỏ 0,3 cm thì chỉ khoảng 15% lượng tế bào chung bị phá trực tiếp, do đó không nên nghiền quá to. Tuy vậy nếu nghiền quá nhỏ, thì khi ép nguyên liệu không tạo ra rãnh thoát nước quả, cũng làm giảm hiệu suất ép. Mức độ nghiền tùy thuộc từng loại quả.
- b. Đun nóng: dưới tác dụng của nhiệt độ cao, prôtít của chất nguyên sinh bị đông tụ và vì vậy độ thấm thấu của tế bào tăng lên. Người ta thường đun nóng quả ở nhiệt độ 80-85°C, nếu thấp hơn thì quá trình đông tụ kéo dài, nếu cao quá thì có thể gây cho nước quả có vị khó chịu.
- c. Làm lạnh đông: Thực vật bị chết khi làm lạnh đông là vì ảnh hưởng chung của sự mất nước do tạo thành nước đá, của tác dụng độc do nồng độ acid và muối trong dịch bào tăng lên, của sức ép của tinh thể nước đá lên tế bào... Người ta sử dụng buồng lạnh thâm độ để xử lý quả ở nhiệt độ -18°C đến -30°C. Sau đó làm tan giá quả ở ngoài không khí hay ngâm trong nước lã.

Ngoài 3 phương pháp trên, người ta còn tăng hiệu suất ép bằng chế phẩm enzyme, bằng dòng điện cao tần...

2. Ép: Sơ chế nguyên liệu tức là làm cho dịch bào ra khỏi màng tế bào, vào khối nguyên liệu ép, còn việc tách dịch quả khỏi khối nguyên liệu ép là chức năng của quá trình ép.

3. Làm trong dịch quả: Dịch quả là dung dịch trong đó có đường, acid, muối, chất chất, chất màu và các chất khác của quả. Dịch quả không chỉ là dịch bào mà còn chứa các phần tử của mô quả. Kích thước và hàm lượng các phần tử này trong dịch quả tùy thuộc vào nguyên liệu, phương pháp sơ chế và kỹ thuật ép.

Dịch quả mới ép chứa các hạt lơ lửng có kích thước khác nhau: hạt thô có độ lớn trên 10^{-2} cm, hạt mịn 10^{-2} đến 5.10^{-5} cm, dung dịch keo có các hạt với kích thước 10^{-5} đến 10^{-7} cm. Muốn có nước quả trong suốt phải loại các hạt lơ lửng trông thấy bằng mắt thường, song do có hệ thống keo nên việc tách các hạt lơ lửng gặp trở ngại. Vì vậy phải phá huỷ hệ thống keo mới có thể tách được hết các hạt lơ lửng và làm cho dịch quả trong. Tuy nhiên, phá huỷ hoàn toàn hệ keo là khó khăn, và không cần thiết vì các chất trong hệ keo cũng là cấu tử tạo ra hương vị nước quả, vì hạt keo còn lại với kích thước nhỏ thì mắt thường cũng không phát hiện được.

Có nhiều phương pháp làm trong dịch quả: lọc, lắng, ly tâm, xử lý bằng đất sét, bằng chế phẩm men, bằng cách hồ, bằng cách pha trộn, bằng cách đông tụ, đun nóng và làm nguội nhanh...

4. Ổn định độ trong của nước quả: Nước quả đã lọc trong suốt khi bảo quản có thể bị đục trở lại và có khi kết tủa. Nước quả bị đục là do những phần tử keo còn lại trong nước quả kết tụ với nhau. Vi sinh vật cũng có thể làm đục nước quả.

Hiện tượng đục do keo là vì có sự biến đổi của chất màu và tanin, protid và pectin. Nhân tố chính làm thay đổi hệ thống keo chính là quá trình oxy hoá những chất có trong nước quả. Nhưng muối khoáng và độ acid hoạt động có tác dụng giữ cho nước quả đỡ bị đục.

Nếu bảo quản nước quả ở nhiệt độ cao quá sẽ kích thích các quá trình oxy hoá và làm nước quả bị lắng cặn. Làm lạnh đông nước quả khi bảo quản cũng làm thay đổi hệ thống keo và làm nước quả bị đục.

Giữ cho nước quả hoàn toàn trong là một điều khó thực hiện. Tuy nhiên ta có thể áp dụng các biện pháp sau đây để chống đục.

Nước quả trước khi lọc nên đun nóng lên nhiệt độ cao hơn nhiệt độ thanh trùng, nếu không, khi thanh trùng protit tiếp tục bị đông tụ và nước quả bị đục.

Hạn chế sự tiếp tục nước quả với oxy bằng cách bài khí nước quả, và khi ghép nắp cho hút chân không.

Bảo quản nước quả bằng khí trơ (khí carbonic) cũng ổn định được độ trong.

Thanh trùng nước quả với nhiệt độ cao và thời gian ngắn thì nước quả ít bị đục hơn với nhiệt độ thấp và thời gian dài.

Nên tránh bảo quản nước quả ở nhiệt độ gần 0°C làm cho không khí dễ hoà tan vào nước quả và nước quả mau đục.

5. Pha chế: Để tăng hương vị sản phẩm, người ta thường pha chế nước đường hoặc trộn lẫn một số loại nước quả với nhau. Ví dụ, trộn lẫn nước mơ (chứa nhiều caroten) với nước mận (nhiều vitamin B₂) được sản phẩm giàu vitamin hơn.

Quá trình pha chế nên tiến hành trước khi lọc để loại bỏ những cặn kết tủa, hoặc trộn lẫn các loại nguyên liệu quả trước khi ép.

6. Bài khí: Để giữ hương vị, màu sắc và các vitamin, nước quả cần được bài khí, bằng nhiệt hoặc bằng cách hút chân không. Người ta chỉ bài khí đối với nước quả thanh trùng, vì nếu đun nóng nhiều quá thì nước quả bị biến màu và có vị nấu chín do xảy ra phản ứng melanoidin.

Thường thường nước quả được bài khí bằng cách hút chân không trong nhiều kiểu thiết bị khác nhau. Trên hình là sơ đồ làm việc của thiết bị bài khí APV.

Nguyên tắc làm việc của thiết bị như sau: nước quả từ thùng chứa được hút lên bình bài khí. Bình bài khí có vỏ thép không rỉ hình trụ, đáy hình nón, bên trong là một thùng hình trụ có đục lỗ. Nước quả đi vào phía trên của bình, được phun đều rồi chảy theo thành thùng xuống đáy và vào bơm. Trong bình độ chân không rất cao (700 - 730 mmHg) được tạo ra do vòi phun với áp suất làm việc là $8,82 - 9,80.10^5 \text{ N/m}^2$.

7. Đóng hộp: Nước quả thường đóng trong chai, lọ thủy tinh hoặc cũng có thể đóng trong hộp sắt sơn hay không sơn vecni. Nếu đựng trong bao bì nhỏ rồi thanh trùng thì có thể không cần nâng nhiệt nước quả trước khi đóng hộp. Nếu đựng trong bao bì lớn mà không thanh trùng thì nhất thiết phải đun nóng nước quả trước khi đóng hộp.

8. Bảo quản nước quả: Có thể dùng các phương pháp sau đây để giữ cho nước quả khô bị hư hỏng.

- a. Thanh trùng: Người ta thường thanh trùng nước quả đóng hộp trong hộp sắt hay trong chai thủy tinh ở nhiệt độ 80 - 100°C với thời gian từ 10 - 40 phút (với bao bì có dung tích dưới 1000 ml) đến 40 - 60 phút (với bao bì có dung tích trên 1000 ml) tùy mức độ nhiễm vi sinh vật của nước quả. Sau khi thanh trùng xong phải làm nguội nhanh.

- b. Bảo quản bằng cách rót nóng: Nước quả có độ acid cao nên là môi trường hoạt động của nấm mốc và nấm men, mà nấm mốc và nấm men lại kém chịu nhiệt. Do đó có thể bảo quản nước quả bằng cách rót nóng.

Đun nóng nước quả lên 90 - 95°C trong 30 - 40s rồi rót ngay vào lọ thủy tinh lớn (10 lít trở lên) đã sát trùng và ghép nắp ngay. Nước quả với dung tích lớn nguội chậm, nên đủ để sát trùng. Nếu đóng nước quả trong bao bì nhỏ, phương pháp này không đảm bảo.

- c. Bảo quản bằng CO₂: Người ta nạp khí cacbonic với tỉ lệ 1,5% (theo khối lượng nước quả) để bảo quản nước quả dự trữ trong thùng chứa lớn. Độ hoà tan của CO₂ trong nước quả phụ thuộc vào áp suất khí (trên mặt nước quả) và nhiệt độ của nước quả. Nhiệt độ càng thấp, áp suất càng lớn thì độ hoà tan của CO₂ càng nhiều.

Để đảm bảo tỷ lệ CO₂ là 1,5%, ứng với các nhiệt độ khác nhau cần có áp suất tương ứng như sau:

Bảng 7.2. Nhiệt độ và áp suất tương ứng để bảo hòa CO₂ đạt nồng độ 1,5%

Nhiệt độ °C	0	5	10	15	20
Áp suất CO ₂					
Tính bằng 10 ⁵ N/m ²	3,72	4,65	5,63	6,86	8,23
Tính bằng atm	3,80	4,75	5,85	7,00	8,40

(Nguyễn Văn Tiếp. 2000)

Nếu bảo quản ở nhiệt độ 15 - 20°C, cần có áp suất cao, thì gặp khó khăn khi thực hiện. Mặt khác, nếu bảo quản ở nhiệt độ quá thấp thì nước quả bị đóng băng và tổn chi phí làm lạnh. Tốt nhất là bảo quản nước quả bằng CO₂ ở 0 - 5°C.

- d. Bảo quản bằng cách lọc thanh trùng: Có thể thanh trùng nước quả bằng cách lọc qua amiant ép và cellulose có lỗ đủ nhỏ để giữ lại vi sinh vật. Nước quả qua lọc cần đóng hộp ngay trong điều kiện vô trùng.
- e. Bảo quản bằng hóa chất: Người ta còn bảo quản nước quả bán phở phẩm bằng rượu etylic, khí SO₂, natri benzoat và acid sorbic.

Sau khi pha rượu với tỉ lệ 25 - 30% (so với thể tích nước quả) 15 - 25 ngày, đem gạn cặn. Lượng cặn còn lại trong nước quả không quá 0,1%.

Sunfit hoá nước quả bằng cách nạp khí SO₂ hay cho hoá chất có chứa SO₂ với hàm lượng hữu hiệu của SO₂ là 0,1 - 0,15%. Trước khi sử dụng phải loại sunfit hoá nước quả bằng cách đun nóng.

Natri benzoat cho vào nước quả với tỉ lệ 0,1% (tính theo acid benzoic), còn acid sorbic chỉ cần ở tỉ lệ 0,05 - 0,1%.

III. Nước quả cô đặc

Nước quả cô đặc chế biến bằng cách cô đặc nước quả tự nhiên theo phương pháp đun nóng hay theo phương pháp lạnh đông. Thành phẩm có độ khô là 40 - 60%.

Trước khi cô đặc, cần lắng, lọc và loại trừ đến mức tối đa pectin có trong nước quả để sản phẩm khỏi bị đục và không bị đông đặc khi cô đặc.

Người ta thường cô đặc nước quả bằng hệ thống nồi cô chân không. Để giữ hương vị của nước quả, người ta lắp thêm thiết bị thu hồi chất thơm, rồi pha vào thành phẩm.

Nước quả đã cô đặc trước khi rót vào bao bì thủy tinh cần đun nóng lên 70 - 80°C. Nếu dùng bao bì dưới 1 lít thì thanh trùng ở 75°C rồi làm nguội bằng nước lạnh, nếu đựng trong bao bì lớn (từ 3 lít trở lên) không cần phải thanh trùng.

Cô đặc nước quả theo phương pháp lạnh đông dựa trên nguyên tắc: khi giảm nhiệt độ của dung dịch chưa bão hoà xuống dưới nhiệt độ đóng băng của nó thì dung môi (nước) sẽ đóng băng trước, còn chất hoà tan (đường, muối, acid) vẫn ở dung dịch. Tách tương rắn khỏi tương lỏng bằng cách chiết, lọc hay ly tâm (ly tâm vừa nhanh, vừa đỡ tổn thất nước quả) người ta thu được nước quả cô đặc. Nước quả thường được làm lạnh đông ở -10°C đến -12°C.

So với phương pháp bốc hơi thì phương pháp lạnh đông tuy tổn thất chất hòa tan nhiều hơn nhưng sản phẩm có chất lượng cao và giữ được dinh dưỡng nhiều hơn.

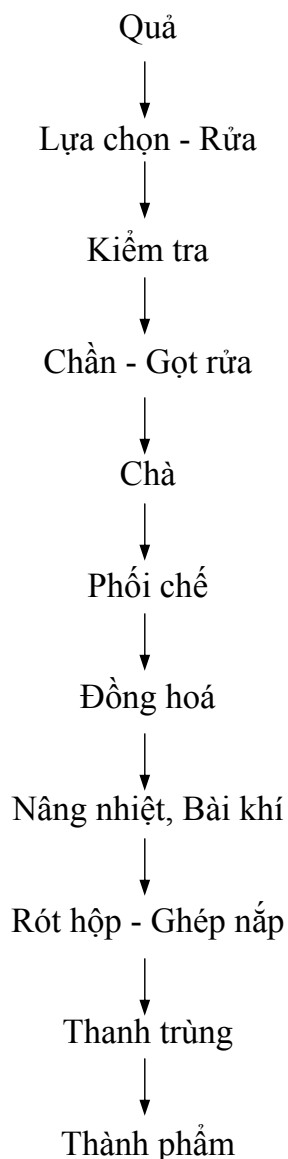
Để sản phẩm đạt nồng độ cao có thể kết hợp hai phương pháp lúc đầu cô đặc bằng chân không, sau đó làm lạnh đông tiếp tục cho đến độ khô cần thiết.

Từ nước quả cô đặc có thể chế biến thành bột quả. Pha nước đường đặc vào nước quả cô đặc rồi sấy bằng thiết bị sấy phun, ta được bột quả.

IV. Nước quả có thịt quả

Một số quả như chuối, xoài, măng cầu, ôi... khó chế biến thành nước quả không thịt quả và cho sản phẩm có chất lượng kém về hương vị và giá trị dinh dưỡng; do đó người ta chế biến thành nước quả có thịt quả.

Qui trình chế biến nước quả có thịt quả thường tiến hành theo sơ đồ sau:



Hình 7.1. Qui trình chế biến nước quả có thịt quả

Trong qui trình trên, nhiều quá trình giống như trong qui trình chế biến nước quả không thịt quả. Do đó, ở phần này chỉ trình bày cách tiến hành một số quá trình riêng biệt của nước quả có thịt quả khác với nước quả không thịt quả.

1. Chà: Trong nước quả có thịt quả (nectar) ngoài dịch bào còn có mô quả nghiền nhỏ. Vì vậy khi lấy dịch quả để chế biến nectar người ta dùng máy chà (hoặc máy ép kiểu trục xoắn) mà không dùng máy ép thủy lực hay máy ép trục vít.

Với loại quả hạch như mơ, mận, đào... người ta dùng máy chà kiểu roi thép, với các loại quả mềm như chuối, đu đủ, ổi... người ta dùng máy chà kiểu cánh đập.

2. Phối chế: Khi chế biến nectar, người ta thường pha thêm đường, acid thực phẩm và nước vào dịch quả để sản phẩm đạt được yêu cầu về hương vị, màu sắc và độ đặc cần thiết.

Sản phẩm phải có hương thơm rõ rệt của nguyên liệu, vị ngọt chua thích hợp. Sản phẩm thường có độ khô 15 - 20% và có độ acid tương đương với độ acid của nguyên liệu (0,2 - 0,5%)

Trong quá trình chế biến, tanin trong quả thường bị oxy hoá tạo thành flobafen có màu đen. Để tránh hiện tượng này, người ta thường pha thêm chất chống oxy hoá mà thường dùng nhất là acid ascorbic (vitamin C). Vitamin C vừa có tác dụng ổn định màu sắc, vừa tăng giá trị dinh dưỡng cho sản phẩm. Khi sử dụng vitamin C, người ta gọi là vitamin hoá sản phẩm.

Quả chứa ít vitamin C dễ bị biến màu hơn quả có nhiều vitamin C. Trong 100 ml nước quả nếu chứa khoảng 1 mg acid ascorbic thì nước quả đó có thể để ngoài không khí trong 30 phút mà không bị biến màu.

Lượng vitamin C cho vào khi phối chế cần đủ để ức chế các men xúc tác phản ứng biến màu và còn dư khoảng 100 mg/l nước quả. Nếu dư quá, sản phẩm có vị chua gắt và hắc.

Sản phẩm cần có độ đặc vừa phải, nếu loãng quá thì kém giá trị dinh dưỡng và kém hương vị, nếu đặc quá cũng không hấp dẫn.

Để sản phẩm có độ đặc vừa phải, người ta thêm nước đường với tỉ lệ Purê quả/nước đường = 1/0,5 - 1/2 tùy loại nguyên liệu.

3. Đồng hoá: để có độ đặc thích hợp, mịn và ít phân lớp, vón cục, người ta đồng hoá sản phẩm bằng thiết bị đồng hoá kiểu phun có áp suất (với áp suất làm việc là $1,47 - 1,98.10^7 \text{ N/m}^2$ tức 150 – 200 at) hoặc bằng thiết bị ly tâm.

V. Qui trình chế biến một số đồ hộp nước quả

1. Nước dứa: Dứa thường được chế biến nước quả ở dạng không thịt quả, loại đục (lọc thô).

Các giống dứa đều có thể dùng để chế biến nước dứa được, song dứa hoa cho sản phẩm có chất lượng tốt (màu vàng đẹp, hương vị thơm ngon) và tiêu hao nguyên liệu ít nhất. Không dùng dứa quá chín (đã có mùi rượu) hoặc quá xanh, có thể dùng phối hợp các phé liệu đã loại ra khi cắt gọt trong sản xuất dứa nước đường, để chế biến nước dứa.

Trước khi ép, cần xé toại dứa quả trên máy xé trục định để tăng hiệu suất ép. Hiệu suất ép thủy lực đạt 55 - 60% trong khi máy ép trục vít chỉ đạt 40 - 50%.

Để hương vị của sản phẩm được đồng đều và tăng lên, người ta pha thêm nước đường và acid citric để thành phẩm có độ khô 15 - 16% và độ acid 0,5 - 0,6%.

Sau khi phối chế, đem lọc thô nước dứa, rồi nâng nhiệt trên thiết bị truyền nhiệt kiểu bản mỏng hoặc kiểu ruột gà (chất tải nhiệt là nước sôi hay hơi nước) trong thời gian 20 - 30s để loại bỏ kết tủa. Nếu đóng trong hộp sắt số 13, số 14 thì thanh trùng theo công thức 10-20-10/100°C. Nếu đóng trong chai thủy tinh 0,65lít hay 0,75lít không cần phải thanh trùng, nhưng phải nâng nhiệt lên 100 - 105°C trước khi rót vào bao bì. Sau đó làm nguội nhanh bằng nước hay bằng không khí lạnh ở nhiệt độ 2 - 8°C.

Ở các nước, khi chế biến nước dứa người ta còn dùng máy ép trục xoắn rồi kết hợp với ly tâm cao tốc hoặc với máy đồng hoá để sản phẩm đồng nhất, được thanh trùng ở 80-82°C trong 20 - 30 phút hay 88°C hoặc rót nóng ở 88 - 90,5°C. Nước dứa còn dùng để chế biến nước quả hỗn hợp (pha chế với nước bưởi...) để rót vào đồ hộp dứa nước đường (loại thượng hạng) thay nước đường.

Để sản xuất 1 tấn đồ hộp nước dứa cần:

- dứa ta: 2,0 Tấn quả
- dứa hoa: 1,8 Tấn quả

2. Nước cam, nước chanh: Nước cam, nước chanh được chế biến ở dạng nguyên chất, loại đục.

Người ta thường dùng cam chanh (tốt nhất là cam Xã Đoài) để chế biến nước cam vì giống cam này cho sản phẩm thơm ngon và ít đắng. Chỉ dùng cam vừa chín tới, thể hiện ở vỏ có màu vàng từ 2/3 diện tích quả trở lên, không dùng cam quá chín, sản phẩm dễ bị lên men và hương vị kém.

Các loại chanh, ruột trắng hay hồng, không khô sần có độ khô 5 - 6% và độ acid (acid citric) 4,5 - 5,0% đều dùng để chế biến nước chanh được. Có thể dùng chanh xanh hoặc mới chín (ương) nhưng không dùng chanh còn non vì nước ít và độ acid thấp.

Sau khi lựa chọn nguyên liệu để loại bỏ những quả không hợp qui cách (mà không cần phân loại theo kích thước) đem rửa sạch trên máy rửa hình trống hoặc bàn chải, rồi bóc sạch vỏ ngoài và cùi trắng. Ở lớp vỏ ngoài chứa nhiều tinh dầu, trong đó có lymonen, bị biến đổi thành tepen dạng pinen dưới tác dụng của nhiệt, làm cho sản phẩm có mùi khó chịu. Ở lớp cùi trắng chứa nhiều naringin có vị đắng.

Để tăng hiệu suất ép, trước khi ép người ta xé nhỏ cam, chanh trên máy xé kiểu đĩa răng. Sau đó ép trên máy ép thủy lực, có áp suất ép khoảng $2,45 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$ (250 at). Nước ép ra đem lọc trên thiết bị lọc bản khung, hoặc lọc thô qua 10 - 12 lớp vải màn.

Quá trình nâng nhiệt, rót vào bao bì, ghép nắp cũng tiến hành giống như nước dứa.

Nước cam, nước chanh trong quá trình tồn trữ thì hương vị giảm sút rõ rệt. Để hạn chế tình trạng này, người ta dùng chai thủy tinh màu và bảo quản ở nhiệt độ 0 - 5°C.

Tiêu hao nguyên liệu đối với 1 tấn thành phẩm là:

- Cam chanh: 1,5 tấn
- Chanh: 2,2 tấn

3. Nước chuối: Nước chuối chế biến ở dạng nước quả có thịt quả (nectar).

Nguyên liệu chuối tiêu vụ đông xuân cho sản phẩm tốt hơn vụ hè thu. Chuối phải chín hoàn toàn nhưng không bị nẫu, không bị lên men rượu, không cần phân loại theo kích thước và có thể sử dụng cả những khúc chuối thừa ở dây chuyên đồ hộp quả nước đường chuối loại ra.

Quá trình lựa chọn, rửa, bóc vỏ, tước xơ tiến hành giống như chế biến đồ hộp chuối nước đường.

Sau khi bóc vỏ, tước xơ người ta ngâm chuối vào nước để rửa bớt tinh bột và hoà tan tanin để sản phẩm ít bị biến màu hơn, sau đó đem chà trên máy chà có lỗ rây 1,0 - 1,5 mm.

Chuối qua chà (purê) được chứa ngay vào thùng có sẵn nước đường nồng độ 15% có pha thêm 0,1% acid citric và 0,05 - 0,1% acid ascorbic.

Tùy theo phẩm chất nguyên liệu và yêu cầu của sản phẩm mà tỉ lệ giữa purê chuối và nước đường 15% thay đổi khác nhau. Sau pha chế, nước chuối có độ khô 16 - 18%, độ acid (theo acid citric) 0,2 - 0,25%. Khi pha chế phải khuấy cho nước chuối thật đều.

Sau đó đem đồng hoá để sản phẩm đồng nhất, không bị phân lớp, áp suất làm việc là 11,76 - 14,7.10⁶ N/m² (120 - 150 at).

Trong tế bào chuối có chứa nhiều không khí (8 - 16%) nên cần đuổi bớt để sản phẩm giữ được hương, vị, màu sắc tự nhiên và đỡ bị vón cục hoặc phân lớp. Trong khi bài khí, người ta kết hợp với nâng nhiệt để tăng hiệu quả bài khí, đồng thời diệt men và sơ bộ diệt khuẩn. Có thể bài khí nước chuối trên thiết bị bài khí nhiệt hoặc trên thiết bị cô đặc chân không hai vỏ (thời gian 3 - 6 phút, nhiệt độ sau khi nâng nhiệt đạt 80 - 90°C).

Nước chuối bài khí và nâng nhiệt xong phải đóng hộp và ghép nắp ngay. Đóng hộp số 8 sơn vecni, ghép nắp với độ chân không 300mmHg, thanh trùng theo công thức 10-25-10/100°C.

Một tấn thành phẩm cần 1500 kg chuối tiêu quả.

CHƯƠNG VIII

KỸ THUẬT CHẾ BIẾN ĐỒ HỘP MỨT QUẢ

Mứt quả là các sản phẩm chế biến từ quả tươi hoặc từ quả bán chế phẩm (purê quả, nước quả, quả sunfit hoá) nấu với đường đến độ khô 65-70%.

Đường cho vào mứt quả không chỉ để tăng vị ngọt mà còn để bảo quản sản phẩm. Tế bào vi sinh vật ở trạng thái co nguyên sinh nên bị ngừng hoạt động. Vì vậy nhiều loại mứt nấu xong có thể không cần thanh trùng. Một số loại mứt khác có độ khô thấp hơn cần phải thanh trùng với thời gian ngắn, chủ yếu để diệt nấm men, nấm mốc, chủ yếu để diệt nấm men, nấm mốc, còn vi khuẩn không phát triển ở trong mứt quả, là môi trường có độ acid cao.

Phần lớn các loại mứt cần có độ đông nhất định. Chất tạo đông có sẵn trong quả là pectin. Trường hợp cần tăng độ đông của sản phẩm, người ta pha thêm pectin bột, pectin cô đặc, agar-agar (thạch) hoặc các loại quả giàu pectin (như táo).

Agar-agar chế biến từ rau câu, có độ đông cao, với nồng độ 0,2% nó đã có khả năng làm đông, không cần phải có đường và acid. Nếu đun nóng lâu trong môi trường acid, độ đông của agar-agar bị giảm. Agar-agar ít tan trong nước lạnh, nhưng nó hút nước và nở ra, trong nước nóng nó tạo thành dung dịch keo và tạo đông.

Pectin chỉ có tác dụng tạo đông trong môi trường acid, vì các keo pectin mang điện tích âm bị các ion H^+ của môi trường acid trung hoà và đông tụ. Pectin đông tốt trong môi trường có độ acid khoảng 1% tương ứng với chỉ số pH từ 3,2 đến 3,4. Đường cho vào mứt cũng có tác dụng tăng độ đông. Nồng độ đường trong mứt cần đạt gần nồng độ khoảng 55 - 60%).

Trong quá trình tồn trữ, mứt dần dần bị vữa, thoát dầu ở trên mặt rồi lan dần ra. Nếu bảo quản ở nhiệt độ thấp, sản phẩm có độ pH dưới 2,8 và có nhiều tạp chất, hoặc bị tác động cơ học, mứt càng chóng bị vữa hơn.

Mứt quả được chế biến ở nhiều dạng, có thể phân loại thành các dạng sau:

- Mứt đông
- Mứt nhuyễn
- Mứt miếng đông
- Mứt rim
- Mứt khô

I. Mứt đông

Mứt đông chế biến từ nước quả hoặc xirô quả. Người ta thường dùng nước quả trong suốt. Nếu nước quả sunfit hoá, trước khi nấu mứt phải khử SO_2 bằng cách đun nóng để hàm lượng SO_2 trong sản phẩm không quá 0,025%. Tùy theo độ nhớt của nước quả và độ đông của sản phẩm mà người ta hoặc không pha thêm pectin.

1. Cách chế biến mứt đông không pha pectin: Trước hết cần xác định độ nhớt của nước quả để tính toán lượng đường cho vào và độ khô của sản phẩm. Độ nhớt càng cao do nước quả chứa càng nhiều pectin nên cần cho thêm nhiều đường, sản phẩm càng dễ đông nên độ khô sản phẩm có thể thấp hơn.

Nước quả đã làm trong được đun nóng trong nồi 2 vỏ tới $30-40^\circ\text{C}$ rồi hoà tan đường và có thể cho thêm một ít anbumin vào để làm trong nước đường. Sau đó đun sôi dung dịch (nếu có bột cần hớt hết bột đi) và cô đến độ khô 65%, rồi làm nguội xuống nhiệt độ $75-80^\circ\text{C}$. Cũng có thể cho thêm acid citric vào sản phẩm.

Dùng lọ thuỷ tinh hay hộp sắt sơn vecni để đựng sản phẩm, ghép nắp với độ chân không 150-200 mmHg rồi xếp ngay vào thùng. Vì sản phẩm có độ khô cao nên không cần thanh trùng, nhưng cần phải đóng hộp nhanh và đảm bảo vệ sinh công nghiệp.

Trong khi bảo quản không nên lắc đảo sản phẩm nhiều để khỏi ảnh hưởng đến độ đông.

2. Cách chế biến mứt đông có pha pectin: Người ta pha pectin vào sản phẩm với tỉ lệ không quá 3% pectin khô so với khối lượng quả.

Trước tiên hòa tan pectin bột trong nước lạnh theo tỉ lệ khối lượng 1:19 và để một ngày cho pectin ngấm nước và nở ra. Khi nấu mứt đông gần được, người ta pha pectin vào, trộn mứt đều. Các quá trình khác cũng tiến hành như cách nấu mứt không pha pectin.

Nếu dùng agar-agar thì sản phẩm có độ khô thấp hơn, nên nhất thiết phải thanh trùng.

II. Mứt nhuyễn

Mứt nhuyễn chế biến từ purê quả, có thể dùng riêng một chủng loại hoặc hỗn hợp nhiều loại quả, có thể dùng purê quả tươi hay purê quả bán chế phẩm.

Tùy theo độ đặc của sản phẩm mà quy định tỉ lệ đường pha vào purê quả. Loại mứt nhuyễn đặc đựng trong khay gỗ yêu cầu có độ đặc cao hơn loại mứt nhuyễn thường đựng trong hộp sắt, lọ thuỷ tinh hay loại đựng trong thùng gỗ kín. Tỉ lệ phối chế như sau:

Bảng 8.1. Tỉ lệ phối chế mứt nhuyễn

Nguyên liệu	Mứt nhuyễn	Mứt nhuyễn đặc
Purê quả (12% độ khô)	120-130 kg	150-180 kg
Đường trắng	100 kg	100 kg

Tuy độ đặc khác nhau, tỉ lệ phối chế khác nhau, nhưng các loại mứt đều có độ khô là 66-67%. Để tăng độ đông, có thể pha thêm pectin hoặc agar-agar.

Người ta nấu mứt nhuyễn trong nồi nấu 2 vỏ hoặc tốt hơn là trong thiết bị cô đặc chân không vì cho sản phẩm có chất lượng cao hơn về hương, vị, sắc.

1. Cách nấu mứt nhuyễn trong nồi nấu 2 vỏ: Sau khi cho purê quả vào nồi, cho cánh khuấy hoạt động. Khi nào purê đạt độ khô 16-18% thì cho đường vào (đường tinh thể cần thật tinh khiết và rây kỹ), tiếp tục nấu cho đến khi đạt yêu cầu.

Nếu purê quả đặc quá thì lúc đầu chỉ cho nửa lượng đường cần thiết, khi đạt đến 40-45% độ khô mới cho nốt đường vào. Như thế thời gian nấu sẽ ngắn hơn là cho purê và đường vào ngay từ đầu.

Nếu dùng purê sunfit hoá, vì cần khử SO₂ nên phải nấu purê trước, sau mới cho đường vào để loại bỏ sunfit được dễ dàng.

Tuy nhiên, cho đường vào từ đầu cũng có tác dụng tốt là sản phẩm tạo đông tốt hơn và khử trùng trong đường được tốt hơn. Cần chú ý là khi cho đường vào phải trộn thật đều để đường khỏi lắng xuống đáy nồi, dễ bị caramel hoá, làm cho sản phẩm bị xẫm màu và có mùi vị lạ. Trong nhiều trường hợp, người ta còn pha nước đường thành dung dịch 70% để nấu mứt.

2. Cách nấu mứt nhuyễn trong thiết bị cô đặc chân không: Trước tiên, người ta tiến hành loại bỏ sunfit trong purê và trộn đường ở nồi nấu, sau đó mới cho vào nồi có chân không để cô đặc với độ chân không 600-670 mmHg.

Trước khi cô chân không, cần đun sôi hỗn hợp trong áp suất khí quyển vài phút để diệt trùng, sau này đóng hộp có thể không cần thanh trùng. Cũng có thể nấu sản phẩm lên 100°C ở giai đoạn cuối của quá trình.

Cần lưu ý là, tuy mứt có hàm lượng đường cao song vẫn có thể có một số vi sinh vật phát triển được với độ đường của môi trường là 70%. Vì vậy trong quá trình chế biến, cần đảm bảo vệ sinh thực phẩm ở tất cả các khâu chế biến, ở nguyên vật liệu và thiết bị.

Bao bì thường dùng là thùng gỗ có dung tích 50 lít trở lại, khay gỗ có sức chứa 15-20 kg, hoặc hộp sắt, lọ thủy tinh.

Trước khi cho mứt nhuyễn vào thùng, nên làm nguội mứt xuống 50°C, vì với khối lượng lớn, mứt lâu nguội, dễ xảy ra phản ứng tạo thành melanoidin làm cho sản phẩm bị xẫm màu và hương vị kém. Làm nguội mứt tốt nhất là bằng chân không ở ngay trong nồi cô đặc chân không hoặc trong thiết bị làm nguội chân

không với độ chân không 600-670 mmHg tương ứng với nhiệt độ sôi của mứt là 50-60°C.

Để giảm hao hụt của mứt do ngấm vào thùng gỗ, người ta thường lót thùng bằng một túi polyetylen hoặc tráng một lớp mỏng parafin lên mặt trong của thùng.

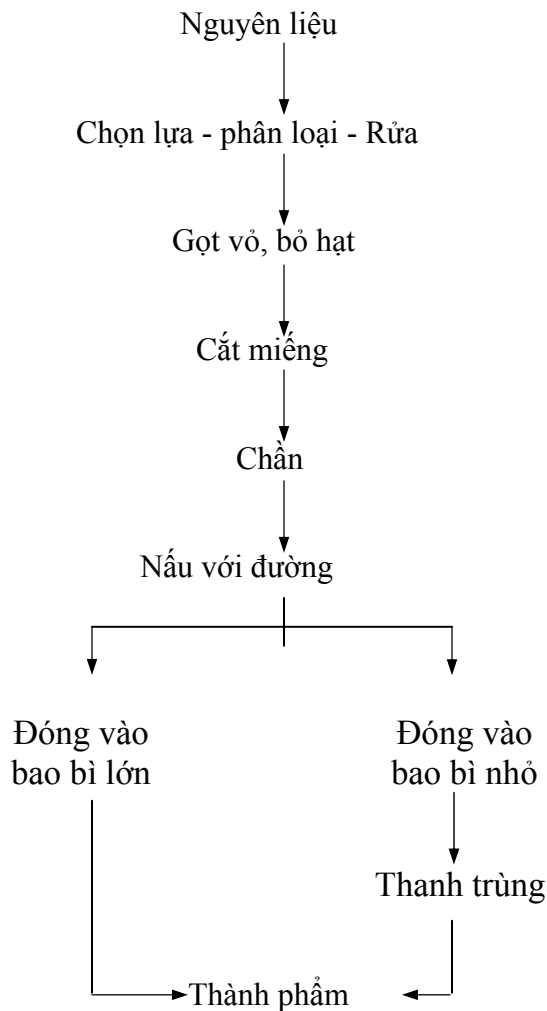
Nếu đóng mứt vào hộp sắt cỡ lớn (10 lít), không cần thanh trùng thêm.

Nếu đóng vào bao bì nhỏ thì thanh trùng ở 100°C.

III. Mứt miếng đông

Mứt miếng đông chế biến từ quả (tươi, sunfit hoá hay lạnh đông) để nguyên hay cắt miếng, nấu với đường, có pha hoặc không pha thêm acid thực phẩm và pectin.

Quy trình chế biến mứt miếng đông theo sơ đồ sau:



Hình 8.1. Quy trình chế biến mứt miếng đông

Sau khi lựa chọn phân loại và rửa sạch, quả được gọt vỏ bỏ hạt. Sau đó, tùy theo quả to hay nhỏ mà để nguyên hoặc cắt miếng, rồi chần trong nước nóng hay nước đường loãng.

Chần nhằm mục đích chuyển hoá protopectin không tan thành pectin hoà tan để tăng độ đông cho sản phẩm, và với quả sunfit hoá còn để khử SO_2 . Không

nên chần trong nước đường đặc, vì như vậy sẽ hạn chế việc chuyển hoá của protopectin.

Sau đó nấu quả đã chần với đường tinh thể hay nước đường đặc có nồng độ 70-75% theo tỉ lệ quả/đường là 1/1-1/1,5 trong nồi nấu hai vỏ hoặc nồi cô chân không; cách tiến hành giống như nấu mứt đông.

Nếu mứt có thanh trùng (đóng trong bao bì kín, dung tích nhỏ) thì nấu đến độ khô 68%. Nếu mứt không thanh trùng (đóng vào bao bì lớn), nấu đến độ khô 72%.

Trước khi đóng vào thùng gỗ, cần làm mứt nguội xuống 50-60°C, với mứt kém đông (như mứt mơ, mứt dâu tây) phải làm nguội xuống 40°C. Nếu đóng vào hộp sắt hay lọ thuỷ tinh thì rót vào bao bì dưới 1 lít cần thanh trùng ở 100°C.

IV. Mứt khô

Mứt khô là sản phẩm nấu từ quả với nước đường và sấy tới độ khô 80%, trên bề mặt miếng mứt có một màng trắng đục.

Cách xử lý nguyên liệu giống như xử lý để làm mứt miếng đông. Để quả khỏi bị nát, người ta chần quả trong dung dịch phèn chua.

Để mứt ngấm đường đều, người ta nấu mứt theo phương pháp gián đoạn: nấu 6-8 lần, mỗi lần nấu 4-6 phút. Cũng có thể áp dụng phương pháp nấu nhanh và liên tục như nấu mứt miếng đông.

Nấu xong, chắt xirô và đem quả sấy nhẹ.

Để trên bề mặt mứt có lớp màng trắng đục, người ta nhúng mứt vào nước đường quá bão hoà. Khi nhúng quả nguội vào nước đường nóng sẽ xuất hiện một lớp mỏng đường kết tinh. Chênh lệch nhiệt độ giữa quả và nước đường càng nhiều thì màng càng mịn.

Cũng có thể tạo màng bằng cách khác. Quả nấu xong ngâm trong nước đường đặc 10-12 giờ ở nhiệt độ 35-40°C, chắt xirô và đem sấy ở 45-55°C trong 4-8 giờ. Khi sấy, nước trong xirô bao quanh quả bốc hơi, còn lại đường kết tinh trên bề mặt mứt.

Người ta đựng mứt khô trong hộp sắt, hộp carton lót hay tráng chất chống ẩm, hoặc trong túi polymer nhỏ.

V. Quy trình chế biến một số đồ hộp mứt quả

1. Mứt dứa nhuyễn: Có thể sử dụng riêng từng giống dứa hoặc pha lẫn cả hai loại để chế biến mứt nhuyễn. Yêu cầu độ chín của dứa như đối với chế biến nước dứa, nếu dứa chưa đủ độ chín thì sản phẩm có màu xấu và hương vị kém thơm ngon.

Dứa đủ tiêu chuẩn độ chín (không cần phân loại theo kích thước) đem rửa trên máy rửa bàn chải, rồi cắt hai đầu, đốt lõi, gọt vỏ, rửa mắt giống như sản xuất đồ hộp dứa nước đường.

Sau đó đem xé toí, và chà trên máy chà có lỗ rây 1-1,5 mm thu được purê dứa, đem cô đặc với nước đường 70% theo tỉ lệ sau:

- Purê dứa: 300 kg
- Nước đường 70%: 100 lít

hoặc với đường tinh thể theo tỉ lệ:

- Purê dứa: 300 kg
- Đường trắng: 100 kg

Lúc đầu hút một nửa nước đường vào nồi cô đặc chân không, nâng nhiệt nước đường lên 85-90°C rồi mới hút dần purê dứa vào và tiến hành cô đặc ở nhiệt độ 60-80°C ở chân không $5,88-7,84.10^4 \text{ N/m}^2$ (0,6-0,8at). Khi độ khô của hỗn hợp trong nồi cô đặc đạt khoảng 50%, lại hút nốt nước đường còn lại vào nồi, rồi tiếp tục cô đặc đến độ khô 63-64% thì phá chân không để nâng nhiệt độ sản phẩm lên khoảng 100°C để tiệt trùng. Khi độ khô đạt tới 66-67%, cho sản phẩm ra khỏi nồi.

Rót mứt có nhiệt độ không dưới 70°C vào hộp sắt số 8 sơn vecni, rồi ghép nắp và thanh trùng theo công thức 20-30-20/100°C.

2. Mứt chuối nhuyễn: Người ta chỉ dùng chuối tiêu, có tiêu chuẩn giống như đối với chế biến nước chuối, để sản xuất mứt chuối nhuyễn.

Quá trình lựa chọn phân loại, rửa quả, bóc vỏ, tước xơ, rửa lại, chà cũng tiến hành giống như chế biến nước chuối. Purê chuối được chứa ngay vào thùng có sẵn nước đường 70% có pha natri bisunfit để sản phẩm đỡ bị biến màu. Tỉ lệ phối chế như sau:

Purê chuối: 100 kg

Nước đường 70%: 72,5 lít

Dung dịch NaHSO_3 (chứa 25-30% SO_2): 0,15-0,2 lít

Cách tiến hành cô đặc giống như đối với mứt dứa nhuyễn.

Khi mứt nấu xong, đóng hộp thật nhanh vào hộp số 8 sơn vecni, ghép nắp với độ chân không 300-350 mmHg, thanh trùng theo công thức 20-30-20/100°C

3. Mứt cam nhuyễn đặc: nguyên liệu chính để chế biến mứt cam là cam, chanh, có thể kèm thêm cam sành, cam giấy, quýt.

Nguyên liệu phải chín hoàn toàn, thể hiện ở vỏ có màu vàng đều hay đỏ đều, không sử dụng nguyên liệu quả chua, độ acid trên 1%.

Quá trình rửa quả, chà, bóc vỏ tiến hành giống như trong chế biến đồ hộp quít nước đường, nhưng không cần tước xơ kỹ lắm. Sau đó đem xé toí, và chà trên máy chà có lỗ rây 1,0-1,5 mm.

Để tăng hương vị sản phẩm, người ta pha một ít vỏ vào sản phẩm. Vỏ này phải có màu vàng hay màu đỏ đẹp, không có đốm xanh, đốm đen, và phải qua xử lý như sau để khử bớt vị đắng và mùi hắc (do vỏ và cùi trắng chứa nhiều narinhin và tinh dầu):

Cho vỏ cam vào nồi, đổ ngập nước và đun sôi trong 30 phút, sau đó tháo nước ra và lại cho nước mới vào, đun sôi. Cứ thế sau 3-4 lần tiến hành luộc, vớt vỏ ra rửa luân lưu 30 phút trong nước lã. Để ráo nước và đem xay 1 phần vỏ cam luộc với 4,5 phần nước đường 75% (lấy trong lượng nước đường cần để nấu mứt) hai lần trên máy xay trục xoắn lần lượt qua lưới có lỗ 3 mm và 1-2 mm.

Để sản phẩm có độ đông tốt, cần pha thêm pectin lấy ngay ở bã cam từ máy chà ra. Loại hết hạt trong bã cam chà bằng cách rửa trong nước, chỉ lấy bã múi của cam quít. Đun nóng bã khoảng 45 phút trong dung dịch acid để thủy phân pectin theo tỉ lệ:

- bã cam: 100
- nước: 200
- acid citric khan: 3

Sau đó đem hỗn hợp chà trên máy chà có lỗ rây 1-2 mm, thu được chế phẩm chứa pectin (có độ khô 4-5%). Chế phẩm này cần sử dụng ngay, không để lâu quá 2 giờ.

Người ta cô đặc mứt cam với tỉ lệ phối chế (theo khối lượng) như sau:

- Purê cam quít: 100
- Nước đường 70%: 140
- Chế phẩm chứa 5% pectin: 27
- Vỏ cam quít đã xử lý: 11

Cách tiến hành cô đặc, đóng hộp, thanh trùng giống như đối với mứt dứa nhuyễn.

Bảng 8.2. Định mức sử dụng nguyên liệu (tính cho 1 tấn sản phẩm)

Loại mứt	Đường trắng (kg)	Dứa tươi (kg)	Chuối tươi (kg)	Cam tươi (kg)
Mứt dứa	550	6000		
Mứt chuối	550		2500	
Mứt cam	600			2000

4. Mứt xoài nhuyễn: Dùng xoài chín hoàn toàn, hương vị thơm ngon. Sau khi rửa, đem chà trên máy chà, lấy purê xoài nấu với nước đường theo tỉ lệ 1/1 tới độ khô 68-70%. Để tăng hương vị và bảo đảm tỉ lệ đường khử người ta cho thêm một ít acid citric trước khi nấu. Để tăng độ đông cho mứt, người ta cho thêm pectin.

5. Mứt ổi đông: Chọn quả chín, tươi, tốt, đem rửa và cắt thành lát mỏng và đem nấu 30 phút để tách pectin theo tỉ lệ nước/quả là 1/1 (có thêm 2-2,5g acid citric/kg quả): Sau khi ngâm và đun nóng lại với 25% nước nữa (so với khối lượng quả) đem lọc qua vải thưa và lại ngâm 12 giờ nữa. Lọc qua vải và thêm vào nước quả trích ly một lượng đường theo tỉ lệ đường/dịch quả lọc là 1/1. Sau đó đem cô đặc tới khi đạt thành phẩm là mứt đông.

6. Mứt chanh khô: Vỏ chanh, cam, quýt, bưởi được chế biến thành mứt khô qua 2 khâu: xử lý và tẩm đường.

Vỏ được xử lý như sau: khía theo dọc quả chanh (quả lớn có thể cắt đôi, rồi lấy sạch múi, tép), sau đó ngâm trong dung dịch NaCl 2% trong 4 ngày, mỗi ngày tăng nồng độ nước muối lên 2% (ngày thứ 4 đạt 8%), sau đó ngâm vài ngày trong dung dịch CaCl₂ 1% để tăng độ cứng.

Có thể bảo quản từ 1 đến 3 tháng vỏ đã xử lý như trên trong dung dịch NaCl 8% có thêm 0,2% kali hay natri metabisunfit, hoặc trong dung dịch chứa 0,35% SO₂. Trước khi chế biến, cần rửa kỹ vỏ và cho vào nước rồi đun cho đến khi mềm.

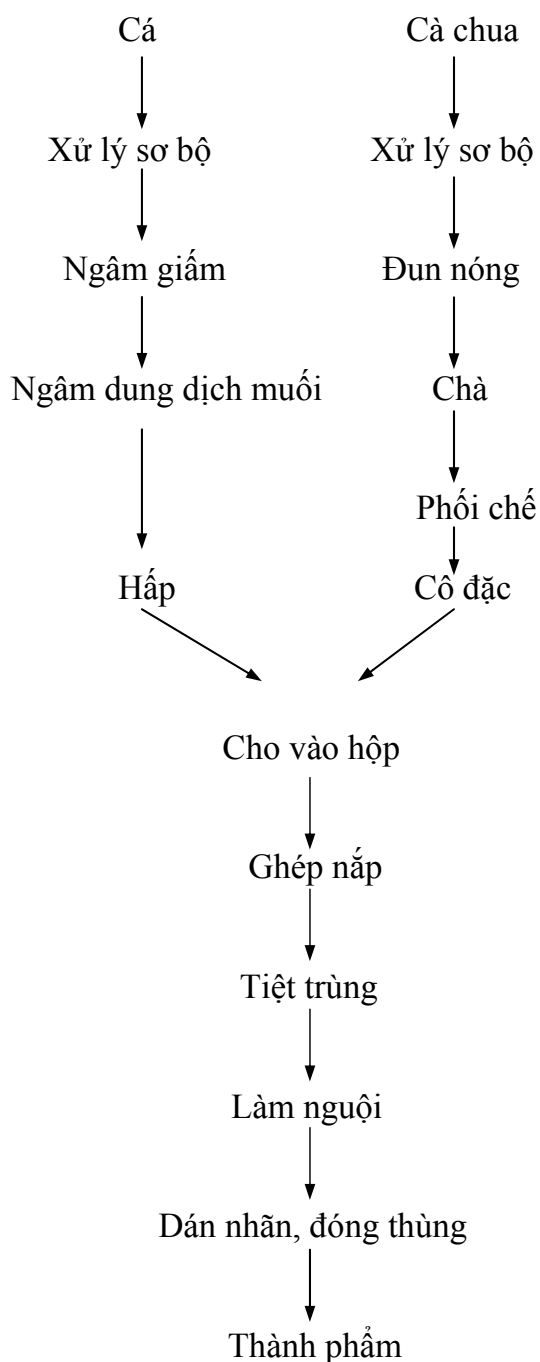
Khi tẩm đường, người ta xếp vỏ chanh đã xử lý vào nồi, rót nước đường nguội có nồng độ 30%, ngâm trong 2 ngày. Do hiện tượng khuếch tán, nồng độ đường giảm dần, phải chắt nước đường ra cô đặc lên 30-35% rồi mới nấu vỏ chanh trong nước đường ấy với thời gian 5-7 phút. Cho thêm 0,12-0,25% (so với khối lượng vỏ) acid citric. Tiếp tục cô đặc phân đoạn, mỗi ngày 5-7 phút và độ khô của vỏ tăng lên 5%, cho tới khi đạt nồng độ 75%. Giữ trong nước đường 2-3 tuần, vớt ra, phơi ở nhiệt độ bình thường hoặc sấy nhẹ ở 49-50°C.

CHƯƠNG IX

KỸ THUẬT CHẾ BIẾN ĐỒ HỘP CÁ - THỊT

I. KỸ THUẬT CHẾ BIẾN ĐỒ HỘP CÁ SAUCE CÀ

1. Qui trình tổng quát



Hình 9.1. Qui trình chế biến cá sauce cà chua

2. Thuyết minh

2.1. Chuẩn bị cá

- Tiếp nhận cá

Nguyên liệu cá tiếp nhận phải tươi, đồng đều về kích thước, khối lượng và màu sắc, mùi đặc trưng, thịt cá còn chắc, nguyên vẹn không bị tổn thương, mắt tươi trong và có trong lượng khoảng 60 đến 100g/con.

- Xử lý sơ bộ

Cá được rửa sạch, đánh vảy, cắt đầu, chặt đuôi, mổ bụng lấy sạch nội tạng, sau đó rửa sạch cho hết máu, nhớt, bên trong khoang bụng và trên cá, cần chú ý thao tác trong công đoạn này phải nhanh nhằm tránh lây nhiễm vi sinh vật vào sản phẩm.

- Ngâm giấm

Mục đích: Trong cá biển có nhiều Trimethylamin oxyd gây mùi tanh khó chịu, hợp chất này cá tính bazơ nên dùng acid acetic để loại chúng. Ngoài ra, nồng độ H^+ có tác dụng ức chế vi sinh vật. Khi pH = 6 thì vi khuẩn thối rửa bị khống chế, pH = 4.5 vi khuẩn ngừng sinh sản, và khi pH = 3 thì các enzyme bị kìm hãm. Khi ngâm giấm, protein bề mặt bị biến tính, thịt cá trở nên rắn chắc hơn.

- Ngâm dung dịch muối

Thành phần gồm: muối 15%, đường, bột ngọt, hành.

Tác dụng của việc ngâm dung dịch muối là:

Muối: kìm hãm sự tự phân của enzyme và vi khuẩn.

Nồng độ muối lớn gây nên tác dụng thẩm thấu lớn có thể làm vỡ màng tế bào vi khuẩn, làm thoát nước ra ngoài vì thế vi khuẩn khó phát triển

NaCl có độc đối với vi khuẩn: sự thối rửa của cá chủ yếu là do tác dụng thủy phân của các enzyme và vi khuẩn. Các loại enzyme trong thịt cá có hoạt tính mạnh nhất trong nước muối loãng hoặc môi trường không muối nhưng ở nồng độ cao chúng sẽ bị kìm hãm.

Đường: làm dịu vị mặn của muối NaCl

Tác dụng của hành làm cho cá có hương vị thơm ngon hơn.

Sự thẩm thấu của muối vào cơ thể cá: quá trình thẩm thấu có thể chia làm 3 giai đoạn:

- Khi nồng độ muối cao, các phân tử muối ngấm vào cá nhanh, nước trong cá thoát ra ngoài (nước thoát ra gấp 3 lần lượng dung dịch thấm vào) Trong giai đoạn này thịt cá ít mùi thơm.

- Do sự thẩm thấu dung dịch muối vào bên trong cơ thể cá nên nồng độ giảm dần làm cho nước thoát ra ngoài chậm hơn, protein bị biến tính, thịt rắn chắc.

- Áp suất thẩm thấu giảm dần tới 0, nồng độ muối trong cá dần dần bằng nồng độ muối của dung dịch bên ngoài. Thịt cá giai đoạn này rắn chắc, mùi thơm đặc trưng.

Những yếu tố ảnh hưởng đến quá trình ướp muối:

- Phương pháp ướp: phương pháp ướp muối ướp nhanh hơn phương pháp muối khô.
- Nồng độ: nồng độ cao thì tốc độ thẩm thấu nhanh
- Thời gian: tốc độ thẩm thấu của dung dịch muối vào cá tăng lên tỉ lệ thuận với thời gian, nhưng đến một tốc độ nhất định nào đó thì quá trình thẩm thấu giảm dần và đạt trạng thái cân bằng.
- Thành phần hoá học của muối: các thành phần khác như Ca^{2+} , Mg^{2+} sẽ làm giảm quá trình thẩm thấu của muối vào cá.
- Nhiệt độ: nhiệt độ tăng thì tốc độ thẩm thấu sẽ tăng, tuy nhiên ở nhiệt độ cao thì các enzyme và vi khuẩn hoạt động làm giảm chất lượng của cá.
- Chất lượng cá: cá tươi thì tốc độ thẩm thấu mạnh, cá mỏng thì tốc độ thẩm thấu mạnh hơn cá dày, cá nhỏ thì tốc độ thẩm thấu mạnh hơn cá to, cá béo thì tốc độ thẩm thấu kém hơn cá gầy.

Những biến đổi của cá trong quá trình ướp dung dịch muối:

- Khối lượng cá giảm do nước thoát ra ngoài nhiều gấp 3 lần lượng muối thấm vào, lượng nước thoát ra phụ thuộc vào phương pháp muối, nồng độ muối và thời gian muối...
- Hao hụt chất dinh dưỡng: chất béo hao hụt ít, protein hao hụt nhiều, do hàm lượng Nitơ hoà tan khuếch tán ra dung dịch muối, lượng protein trong nước tăng. Sự hao hụt protein phụ thuộc vào phương pháp muối (phương pháp khuấy đảo bị hao hụt nhiều protein hơn phương pháp không khuấy đảo).

- Hấp

Cá sau khi cắt khúc và xử lý được tiến hành hấp ở nhiệt độ 95°C đến 100°C

Mục đích của quá trình hấp:

- Ngừng quá trình sinh hoá, giữ độ tươi của cá
- Làm biến tính protein, tách loại nước nhằm ổn định sản phẩm (lượng nước còn lại khoảng 60-70%)
- Đuổi khí trong nguyên liệu tránh phòng hộp khi tiệt trùng

- Xếp hộp

Cá sau khi hấp được đem xếp hộp và cho nước sauce cà chua vào, nước sauce cà chua được chuẩn bị như sau :

2.2 Chuẩn bị sauce cà chua

- Nguyên liệu

Chọn cà còn tươi, màu đỏ sáng, không quá chín, không sâu bệnh, dập nát.

- **Xử lý:** rửa cà trong nước sạch nhằm loại bỏ tạp chất, đất, cát. Loại bỏ những quả bị thối, không đủ quy cách chế biến.

- Đun nóng

▪ Mục đích: vô hoạt enzyme pectinase để giữ cho sản phẩm không bị tách nước. Bên cạnh đó, enzyme oxy hoá cũng bị vô hoạt. Ngoài ra, đun nóng làm cho cấu trúc mềm hơn nhằm tăng hiệu suất thu hồi dịch quả.

- Nhiệt độ đun nóng: 85 °C

- Chà

Nhằm tách vỏ, hạt và làm nhỏ thịt cà trong tế bào nguyên liệu.

- Phối chế

Thành phần: bột, muối, đường, bột ngọt.

- Bột: có tác dụng tăng độ sệt của nước sauce, giảm vị chua của nguyên liệu làm tăng giá trị kinh tế. Lượng bột sử dụng vừa phải, nếu quá nhiều sẽ làm giảm chất lượng sản phẩm

- Các gia vị khác có tác dụng điều vị, tăng giá trị cảm quan.

- Cô đặc

Quá trình cô đặc được thực hiện trong điều kiện chân không với độ chân không khoảng 600-650 mmHg. Trong điều kiện chân không nhiệt độ sôi của dung dịch rất thấp, khoảng 50-55°C. Khi đó, cấu trúc pectin không bị phá vỡ nên giữ được độ sệt của nước sauce. Ngoài ra các thành phần khác cũng ít bị biến đổi nhất là Vitamin C. Cô đặc đến độ khô nước sauce khoảng 13-15⁰Bx.

Sau khi cô đặc xong nước sauce cà chua ta tiến hành rót nước sốt vào hộp lúc nhiệt độ còn nóng khoảng hơn 85°C theo tỉ lệ : sauce cà/cá = 4/6 sau đó tiến hành ghép nắp .

- Ghép nắp

Ghép nắp được tiến hành lúc còn nóng nhằm đuổi hết khí ra khỏi hộp tránh hiện tượng phồng hộp lúc tiệt trùng.

- Tiệt trùng

Vì pH của sản phẩm lớn hơn 4,6 nên chọn chế độ tiệt trùng ở 115-121°C trong 80-90 phút. Thời gian có tác dụng tiêu diệt vi sinh vật là khoảng 30-40 phút, thời gian còn lại có tác dụng làm mềm xương cá.

Sau khi tiệt trùng phải xả khí từ từ trong thiết bị ra ngoài để tránh hiện tượng phồng hộp.

- Bảo ôn

Để phát hiện hộp bị hở hoặc bị hư hỏng, để các thành phần trong cá và nước sốt khuếch tán qua lại giúp cho sản phẩm có hương vị ổn định. Thời gian bảo ôn là 15 ngày.

II. QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT ĐỒ HỘP THỊT

1. Cơ sở chung

1.1. Nguyên liệu

Nguyên liệu thịt dùng trong chế biến phải đảm bảo yêu cầu chất lượng, không dùng thịt bị bệnh. Trong sản xuất sản phẩm đồ hộp thịt thường dùng thịt heo, gan heo, gia cầm, thịt bò...

1.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm

- Ảnh hưởng của protein nguyên liệu

Sự hình thành nhũ tương có liên quan đến tính tan của protein. Nồng độ protein và sự tạo thành nhũ tương có mối quan hệ với nhau. Chúng sẽ gia tăng cùng với sự gia tăng nồng độ protein ở mức giới hạn.

Đề nhũ tương được hình thành, tác nhân hoạt động bề mặt là protein sẽ hoà tan trong môi trường phân tán.

- Ảnh hưởng của phụ gia

* *Tinh bột*

Tinh bột bổ sung vào hỗn hợp nhũ tương nhằm mục đích:

- Hạ giá thành sản phẩm
- Hấp thụ một lượng nước
- Dưới tác dụng của nhiệt tạo ra dạng gel gia tăng khả năng kết dính, ngăn chặn hiện tượng đọng túi mỡ.

Tinh bột có khả năng tạo gel do sự tạo thành và sắp xếp lại các phân tử tinh bột tạo thành cấu trúc mạng 3 chiều do các liên kết hydro giữa các mạch polyglucoside hay gián tiếp qua cầu phân tử nước. Tinh bột cũng có khả năng đồng tạo gel với protein nhờ vào liên kết hydro và lực Van Der Waals. Trong trường hợp này cả protein và tinh bột đều sắp xếp lại phân tử để tạo gel.

Tuy nhiên, việc sử dụng tinh bột vào sản phẩm là có giới hạn, nếu quá nhiều chúng sẽ tạo mùi cho sản phẩm, làm giảm chất lượng.

* *Muối NaCl*

Muối được bổ sung vào có tác dụng:

- Tạo vị cho sản phẩm
- Kìm hãm sự phát triển của vi sinh vật
- Có khả năng tạo áp suất thẩm thấu, làm giảm a_w do đó ngăn cản sự phát triển của vi sinh vật

* *Các phosphate*

Vai trò chủ yếu của phosphate khi ướp muối là làm gia tăng khả năng liên kết của nước với protein của mô cơ, và bằng cách đó làm gia tăng năng suất của sản phẩm sau cùng, tăng chất lượng của sản phẩm. Hoạt động của phosphate trong việc cải thiện sự giữ nước biểu thị ở 3 mặt:

- Nâng pH
- Hình thành liên kết với ion Ca^{2+} và Mg^{2+}
- Gây ra sự duỗi protein của cơ, tạo các vị trí có khả năng liên kết ẩm tốt hơn.

* *Nitrit*

Mục đích của việc sử dụng natri là tạo màu cho sản phẩm, ngăn cản sự phát triển của vi sinh vật.

Nếu sử dụng với lượng dư sẽ tạo hợp chất gây độc cho cơ thể (Nitrosamin là chất dẫn đến ung thư), và nó kết hợp với Hemoglobin trong cơ thể tạo thành Methemoglobin, ngăn cản sự hấp thụ oxy gây nên hiện tượng thiếu máu não.

*** Natri ascorbate**

Lượng ascorbate hoạt động giống như một chất chống oxy hoá. Làm giảm độ tinh của Nitrit.

*** Đường**

Đường làm dịu mềm sản phẩm, trợ giúp quá trình giữ màu đỏ của thịt do đường có tính khử, sẽ khử Fe^{3+} thành Fe^{2+}

*** Tác dụng của nước đá**

Nước đá bổ sung vào trong hỗn hợp thịt xay nhằm hạ nhiệt độ của khối thịt xuống dưới $10^{\circ}C$ giữ cấu trúc dai, chắc của khối nguyên liệu.

2. Giới thiệu qui trình chế biến paté gan

2.1 Nguyên liệu

- Thịt

Nguyên liệu thịt dùng trong chế biến phải đảm bảo yêu cầu chất lượng, không dùng thịt bị bệnh. Trong sản xuất sản phẩm đồ hộp thịt thường dùng thịt heo.

- Gan

Gan là bộ phận quan trọng nhất trong sự chuyển hóa vật chất của hoạt động sống. Gan chiếm 1,5% khối lượng con vật. Phía ngoài của gan được bao bọc bằng một lớp màng cứng. Gan hơn hẳn các sản phẩm phụ khác về hàm lượng đạm. Trong thành phần của gan có globulin, albumin, glucoprotein, ferritin, ferrin. Lipid của gan chứa triglyceride, phosphatit, urê...khối lượng glycogen đạt đến 2 – 5%.

Gan dùng để sản xuất paté có thể là gan tươi hay gan đã làm lạnh đông nhưng đều phải đảm bảo tiêu chuẩn có màu gụ sán, không dập nát và không có màu vàng của nước mật.

Bảng 9.1. Giá trị thực phẩm của gan

Thành phần	Giá trị (%)
Nước	71,4
Tro	1,5
Chất béo	3,6
Chất hòa tan	4,7
Protein	18,8
Protein hoàn thiện	17,6
Protein không hoàn thiện	
Collagen	1,1
Elastin	0,04

Ngoài ra gan còn chứa một lượng hematocyprein (chứa 0,24% đồng vitamin nhóm B, trong số này có vitamin B₁₂ và A)

- Bì (da)

Sử dụng da lợn tươi được lấy ngay sau khi giết mổ hoặc sau khi pha lóc. Bì phải có màu trắng và không dính hay sót lông.

- Trứng

Để sản xuất pate có thể dùng trứng gà hay trứng vịt đều được nhưng phải đảm bảo chất lượng tốt. Trứng phải tươi không bị đập vỡ.

Lòng trắng: Lòng trắng chiếm khoảng 60% khối lượng toàn quả trứng có thành phần hóa học như sau:

Nước :	86 – 88%
Protid :	10,5 – 12,3%
Lipid :	0,3%
Glucid :	0,5 – 0,9%
Khoáng :	0,3 – 0,6%

Lòng trắng trứng loãng chứa chủ yếu albumin và globuline; lòng trắng đặc chứa chủ yếu mucine và mucoid. Phân tích protein trứng ta thấy có các tiểu phần: Ovo albumine, ovo mucoid, ovo mucine, ovo coalbumine, avidine. Ngoài các thành phần trên lòng trắng trứng chứa khí CO₂ với hàm lượng đáng kể

Lòng đỏ: Lòng đỏ chiếm khoảng 30% khối lượng toàn quả trứng, có thành phần hóa học như sau:

Nước :	47 – 50 %
Protid :	15 – 17 %
Lipid :	27 – 36 %
Glucid :	0,7 – 1%
Khoáng :	0,7 – 1,6%

Ngoài ra trong lòng đỏ chứa nhiều loại vitamin (trừ vitamin C)

Protein lòng đỏ trứng không những chứa đầy đủ các amino acid không thay thế mà tỉ lệ giữa chúng rất cân đối vì thế protein lòng đỏ trứng được dùng làm mẫu để so sánh với các loại thực phẩm khác. Trong protein lòng đỏ trứng chứa các amino acid như: Cystine, Methionine là các amino acid chứa lưu huỳnh với hàm lượng khá cao. Như vậy protein lòng đỏ trứng sẽ là nguồn bổ sung khá tốt cho các loại thực phẩm khác ít methionine. Các tiểu phần Lipovitelin, Livetin và phosphovitin, đây là nguồn amino acid không thay thế đáng chú ý trong protein lòng đỏ trứng.

Lipid trong lòng đỏ trứng gồm cả hai dạng: dạng tự do (glycerid) và ở dạng liên kết (phosphatit, glycolipid, steroid)

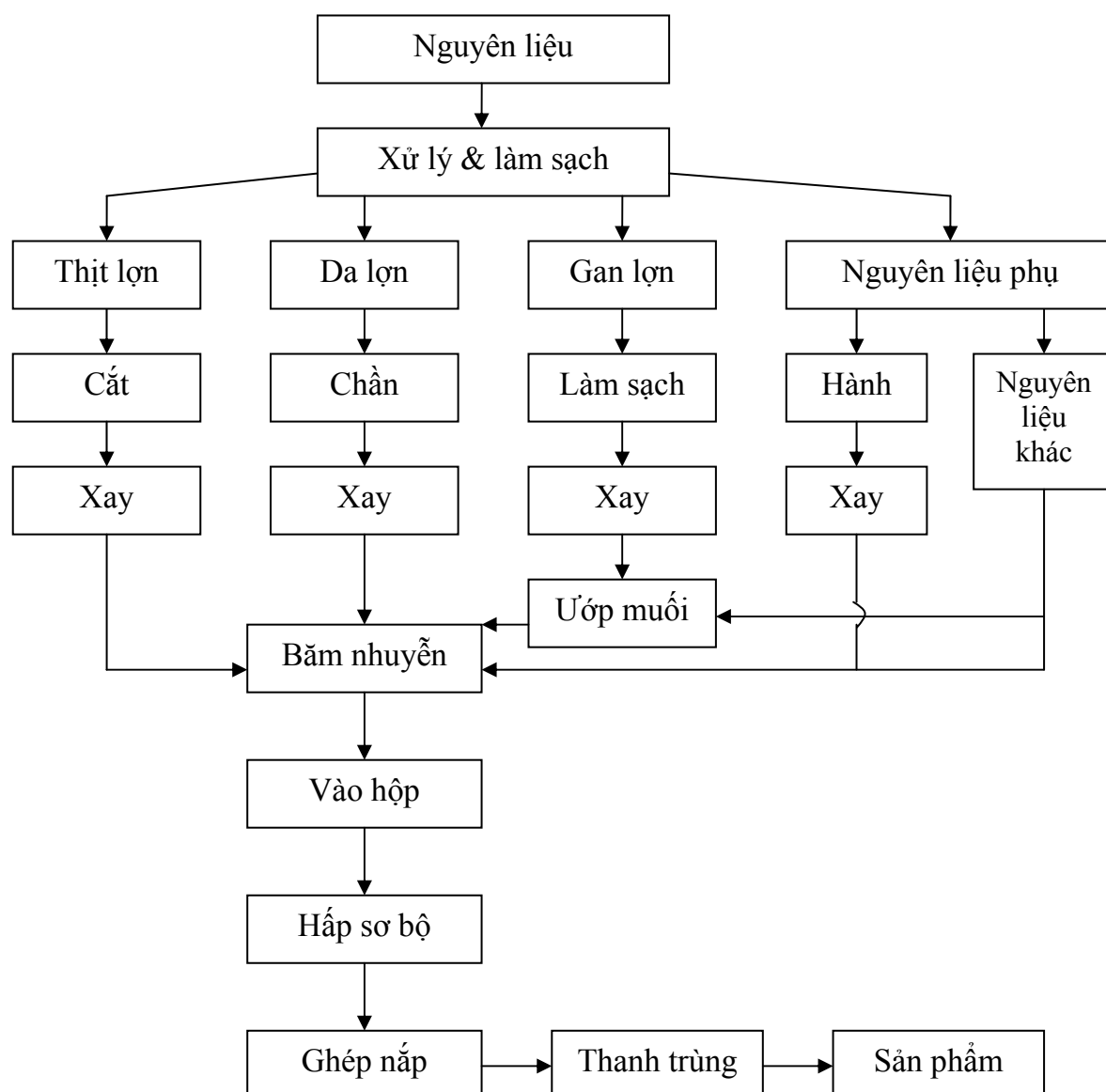
- Đường

Sử dụng đường RE đạt tiêu chuẩn

Bảng 9.2. Chỉ tiêu đường sử dụng trong chế biến thực phẩm

Thành phần	Chỉ tiêu
Saccharose, %	99,7
Ăm, %	0,15
Tro, %	0,15
Đường khử, %	0,15
Độ pH	7

2.2. Quy trình chế biến



Thuyết minh

- Xử lý

Làm sạch gan: gan phải được lọc hết gân trắng, cuống gan và đường ống dẫn mật, máu đọng. Loại bỏ những phần bị thâm đen hay thấm dịch mật màu xanh vàng. Sau đó gan được rửa bằng nước sạch. Yêu cầu sau khi làm sạch màu gan phải đồng nhất.

- Chần bì (da lợn)

Bì được tách khỏi khối thịt trong quá trình phân loại thịt, sau đó đem đi chần. Nhằm mục đích tạo điều kiện cho quá trình xay và băm nhuyễn dễ dàng. Bì được chần trong nước sôi thời gian 15 – 20 phút. Yêu cầu sau khi chần bì phải chín 70 – 80%.

- Xay

Nguyên liệu thịt, gan, bì, hành khô đều được qua quá trình xay. Thường tiến hành xay riêng từng loại nhưng yêu cầu công nghệ như nhau. Xay nhằm tạo điều kiện

cho quá trình băm nhuyễn và trộn gia vị được dễ dàng. Yêu cầu sau khi xay thịt, bì, gan, hành đều đồng nhất.

- Muối gan

Gan sau khi xay được đem đi ướp muối. Quá trình ướp gan được trộn đều với gia vị. Mục đích ướp muối là để tạo màu, mùi, vị cho sản phẩm sau này. Quá trình ướp muối có tác dụng quan trọng đến chất lượng của paté. Nếu ở nhiệt độ thường, thời gian ướp muối khoảng 1 giờ.

- Băm nhuyễn

Thịt, bì, hành sau khi xay, gan sau khi ướp muối và các nguyên liệu phụ khác được phối trộn và băm nhuyễn nhằm mục đích tăng độ mịn của paté, tăng độ đồng đều và khả năng liên kết của các cấu tử.

Yêu cầu sau khi băm nhuyễn khối sản phẩm phải mịn, đồng đều.

- Vào hộp

Cho khối sản phẩm sau khi băm nhuyễn vào hộp đúng yêu cầu về trọng lượng, khối thịt phải nằm trọn trong hộp không dính lên thành hộp.

- Hấp sơ bộ

Nhằm mục đích là bài khí trong khối thịt băm nhuyễn để chuẩn bị ghép mí. Nếu hộp không được bài khí mà đem ghép mí sẽ gây phồng hộp khi thanh trùng, làm hư hỏng sản phẩm. Oxy tồn tại trong sản phẩm làm quá trình oxy hóa xảy ra trong đồ hộp, các chất hữu cơ bị oxy hóa làm thay đổi hương vị và màu sắc của thực phẩm trong đồ hộp.

Đồng thời bài khí còn hạn chế sự phát triển của vi sinh vật hiếu khí tồn tại trong đồ hộp, hạn chế sự ăn mòn sắt tây.

- Ghép nắp và thanh trùng

Khối thịt sau khi được bài khí xong phải được ghép mí ngay. Sau đó đưa đi thanh trùng ở 121⁰C. Thanh trùng nhiệt áp dụng cho sản phẩm này có lợi vì: vừa tác dụng tiêu diệt vi sinh vật, vừa giữ được chất lượng sản phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tiếp, Nguyễn Văn; Quách Đình và Ngô Mỹ Văn. 2000. *Kỹ thuật sản xuất đồ hộp rau quả*. Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật.
2. Đĩnh, Quách; Nguyễn Văn Thoa và Nguyễn Văn Tiếp. 1996. *Công nghệ sau thu hoạch và Chế biến rau quả*. Nhà xuất bản Khoa Học Kỹ Thuật.
3. Nhung, Lê Văn. 1977. *Hóa học trong công nghiệp thực phẩm*. Nhà xuất bản Khoa Học Kỹ Thuật.
4. Thoa, Nguyễn Văn. 1981. *Kỹ thuật bảo quản và chế biến rau quả*. Nhà xuất bản Nông Nghiệp.
5. Sương, Hồ. 1982. *Vi sinh vật trong bảo quản và chế biến thực phẩm*
6. Tâm, Nguyễn Xuân. *Kỹ thuật đồ hộp thịt cá*. Đại học bách khoa, Hà Nội.
7. Ashraf F. 1993. *Isolation, Purification and Characterisation of Papaya Pectinesterase*. Faculty of Food Science and Biotechnology, Pertanian University, Malaysia.
8. D. Arthey. 1996. *Fruit Processing*. Blackie Academic & Professional, Glasgow G64 2NZ, United Kingdom.
9. Bình, Trần Quang và Hà Văn Thuyết. 2000. *Bảo quản rau quả tươi và Bán chế phẩm*. Nhà xuất bản Nông Nghiệp.
10. Carla Weemaes. 1997. *In-pack thermal processing of foods*. Laboratory of Food Technology, Leuven University, Belgium.
11. Gerrit Beldman and Jean - Paul Vincken. 2002. *The role of enzymes in food*. Department of Agrotechnology and Food Sciences, Wageningen University, Netherlands.
12. John.M.Jackson. 1979. *Fundamentals of Food Canning Technology*
13. G. Gluimain; Guerrant O'hara et al. 1996. *La Conserve Appertisée*. Tec & Doc Lavoisier
14. Norman N. Potter et Joreph H. Hotchkiss. 1995. *Food Science*. Chapman & Hall
15. Tâm, Trần Minh. 1988. *Các quá trình công nghệ trong chế biến nông sản thực phẩm*. Nhà xuất bản Nông Nghiệp.
16. Gaonkar A. G. 1995. *Food Processing recent development*. Elsevier Science, California
17. Dennis R. Heldman, Richard W. Hartel. 1998. *Principles of Food Processing*. Aspen Publishers, Inc.
18. Gaonkar A.G. 1995. *Food processing*. Elsevier Science.
19. Laszlo P. Somogyi, Diane M. Barrett, Y. H. Hui. 1996. *Processing Fruits: Science and Technology, vol. 1,2*

MỤC LỤC

	Trang
MỞ ĐẦU	1
PHẦN I. CÁC QUÁ TRÌNH CƠ BẢN TRONG CHẾ BIẾN THỰC PHẨM ĐÓNG HỘP	
CHƯƠNG I. QUÁ TRÌNH CHẾ BIẾN SƠ BỘ NGUYÊN LIỆU BẰNG CƠ HỌC	
I. Chọn lựa, phân loại	5
1. Khái quát	5
2. Các nguyên tắc phân, lựa chọn	5
II. Rửa	6
1. Khái quát	6
2. Tiêu chuẩn nước dùng trong công nghiệp thực phẩm	6
3. Nguyên lý của quá trình rửa	7
III. Làm sạch nguyên liệu	7
1. Khái quát	7
2. Phương pháp làm sạch nguyên liệu	8
IV. Làm nhỏ nguyên liệu	9
1. Cắt nguyên liệu	9
2. Xay, nghiền nguyên liệu	9
3. Đồng hóa	10
V. Phân chia nguyên liệu	12
1. Chà	12
2. Ép	13
3. Lọc	14
4. Lắng	15
5. Ly tâm	15
6. Các phương pháp khác	15
CHƯƠNG II. QUÁ TRÌNH CHẾ BIẾN SƠ BỘ NGUYÊN LIỆU BẰNG NHIỆT	
I. Chần, hấp nguyên liệu	17
1. Khái quát	17
2. Mục đích	17
3. Ảnh hưởng của quá trình chần, hấp đến chất lượng sản phẩm	18
4. Giới thiệu thiết bị chần, hấp	20
II. Rán nguyên liệu	20
1. Khái quát	20
2. Mục đích	20
3. Quá trình rán	20
4. Độ rán	21
5. Những biến đổi trong quá trình rán	22
6. Giới thiệu thiết bị rán	23
III. Cô đặc	24
1. Khái quát	24
2. Mục đích	24
3. Các yếu tố kỹ thuật của quá trình cô đặc thực phẩm	24

4. Biến đổi của thực phẩm trong quá trình cô đặc	26
5. Giới thiệu thiết bị cô đặc	27

CHƯƠNG III. QUÁ TRÌNH CHO SẢN PHẨM VÀO BAO BÌ - BÀI KHÍ - GHÉP KÍN

I. Quá trình cho sản phẩm vào bao bì	28
1. Sơ lược bao bì đồ hộp	28
2. Yêu cầu bao bì đồ hộp	31
3. Chuẩn bị bao bì đựng sản phẩm	32
4. Thành phần và trọng lượng tịnh của sản phẩm	32
5. Cho sản phẩm vào bao bì	32
II. Bài khí	34
1. Khái quát	34
2. Mục đích	34
3. Phương pháp bài khí	35
4. Giới thiệu thiết bị bài khí	35
III. Ghép kín	36
1. Môi ghép	36
2. Giới thiệu máy ghép nắp	38
3. Thử độ kín của đồ hộp	40

CHƯƠNG IV. CƠ SỞ CỦA QUÁ TRÌNH THANH TRÙNG ĐỒ HỘP THỰC PHẨM

I. Các hệ vi sinh vật trong đồ hộp	41
1. Vi khuẩn	41
2. Nấm men, nấm mốc	42
II. Phương pháp thanh trùng vật lý	42
1. Thanh trùng bằng tia ion	42
2. Thanh trùng bằng sóng siêu âm	42
3. Thanh trùng bằng dòng điện cao tần	43
4. Thanh trùng bằng sử dụng áp suất cao	43
5. Thanh trùng bằng xung điện từ	43
6. Lọc thanh trùng	43
III. Thanh trùng bằng tác dụng của nhiệt độ	43
1. Động học của quá trình tiêu diệt vi sinh vật bằng nhiệt	46
2. Tính toán ảnh hưởng của quá trình xử lý nhiệt	50
3. Mục tiêu của quá trình tiệt trùng	52
4. Xác định điểm kết thúc của quá trình tiệt trùng	52
5. Chọn chế độ thanh trùng	52
6. Các yếu tố ảnh hưởng đến thời gian thanh trùng	56
7. Cách thiết lập chế độ thanh trùng	60
8. Giới thiệu thiết bị thanh trùng	61

CHƯƠNG V. QUÁ TRÌNH BẢO ÔN - ĐÓNG GÓI ĐỒ HỘP THỰC PHẨM

I. Quá trình bảo ôn - đóng gói đồ hộp thực phẩm	65
1. Bảo ôn	65
2. Đóng gói	65

II. Các dạng hư hỏng của đồ hộp	65
1. Đồ hộp hư hỏng do vi sinh vật	65
2. Đồ hộp hư hỏng do các hiện tượng hóa học	66
3. Đồ hộp hư hỏng do ảnh hưởng cơ lý	67
4. Cách xử lý	67
III. Tiêu chuẩn đồ hộp	68
1. Yêu cầu của thành phẩm	68
2. Tiêu chuẩn ngành	68

PHẦN II. GIỚI THIỆU KỸ THUẬT CHẾ BIẾN MỘT SỐ THỰC PHẨM ĐÓNG HỘP

Chương VI. Kỹ thuật chế biến đồ hộp quả nước đường	72
Chương VII. Kỹ thuật chế biến đồ hộp nước quả	83
Chương VIII. Kỹ thuật chế biến đồ hộp mứt quả	93
Chương IX. Kỹ thuật chế biến đồ hộp cá - thịt	100
TÀI LIỆU THAM KHẢO	109

Chương 14: Chương trình điều khiển thang máy

A_ Khai báo địa chỉ sử dụng:

a. Ngõ vào

Địa chỉ ngõ vào	Chức năng sử dụng
I0.0	Nút nhấn START
I0.1	Nút nhấn gọi thang đi lên tại tầng 1
I0.2	Nút nhấn gọi thang đi lên tại tầng 2
I0.3	Nút nhấn gọi thang đi lên tại tầng 3
I0.4	Nút nhấn gọi thang đi lên tại tầng 4
I0.5	Nút nhấn gọi thang đi xuống tại tầng 2
I0.6	Nút nhấn gọi thang đi xuống tại tầng 3
I0.7	Nút nhấn gọi thang đi xuống tại tầng 4
I1.0	Nút nhấn gọi thang đi xuống tại tầng 5
I1.1	Nút nhấn đến tầng 1
I1.2	Nút nhấn đến tầng 2
I1.3	Nút nhấn đến tầng 3
I1.4	Nút nhấn đến tầng 4
I1.5	Nút nhấn đến tầng 5
I1.6	Công tắc hành trình hạn chế đóng cửa
I1.7	Công tắc hành trình hạn chế mở cửa
I2.0	Công tắc mở cửa an toàn
I2.1	Nút nhấn mở cửa DO (Door Open)

I2.2	Nút nhấn đóng cửa DC (Door Close)
I2.3	Tín hiệu cảm biến cửa (Doos Sensor)
I2.4	Công tắc hành trình báo cửa buồng thang đã đóng kín
I2.5	Công tắc hành trình báo cửa tầng đã đóng kín
I2.6	Tín hiệu của cảm biến LVU (Level Up)
I2.7	Tín hiệu của cảm biến DZ (Door Zone)
I3.0	Tín hiệu của cảm biến LVD (Level Down)
I3.1	Tín hiệu cảm biến buồng thang tại tầng 1
I3.2	Tín hiệu cảm biến buồng thang tại tầng 2
I3.3	Tín hiệu cảm biến buồng thang tại tầng 3
I3.4	Tín hiệu cảm biến buồng thang tại tầng 4
I3.5	Tín hiệu cảm biến buồng thang tại tầng 5
I3.6	Công tắc hạn chế trên (HCT)
I3.7	Công tắc hạn chế dưới (HCD)
I4.0	Công tắc báo buồng thang chịu quá tải
I4.1	Tắt đèn và chuông báo để sửa chữa khi buồng thang chạm HCT/HCD
I4.2	Tắt đèn và chuông báo động cơ đã hoạt động đủ 1 năm
I4.3	Xóa sự cố, cấp điện lại cho động cơ
I4.4	Xóa Counter sau khi đã bảo trì động cơ
I4.5	Cấp điện cho động cơ

b. Ngõ ra

Địa chỉ ngõ ra	Chức năng sử dụng
Q0.1	Đèn nút nhấn gọi tầng đi lên tại tầng 1
Q0.2	Đèn nút nhấn gọi tầng đi lên tại tầng 2
Q0.3	Đèn nút nhấn gọi tầng đi lên tại tầng 3
Q0.4	Đèn nút nhấn gọi tầng đi lên tại tầng 4
Q0.5	Đèn nút nhấn gọi tầng đi xuống tại tầng 2
Q0.6	Đèn nút nhấn gọi tầng đi xuống tại tầng 3
Q0.7	Đèn nút nhấn gọi tầng đi xuống tại tầng 4
Q1.0	Đèn nút nhấn gọi tầng đi xuống tại tầng 5
Q1.1	Đèn nút nhấn đến tầng 1
Q1.2	Đèn nút nhấn đến tầng 2
Q1.3	Đèn nút nhấn đến tầng 3
Q1.4	Đèn nút nhấn đến tầng 4
Q1.5	Đèn nút nhấn đến tầng 5
Q2.1	Đèn báo vị trí buồng thang tại tầng 1
Q2.2	Đèn báo vị trí buồng thang tại tầng 2
Q2.3	Đèn báo vị trí buồng thang tại tầng 3
Q2.4	Đèn báo vị trí buồng thang tại tầng 4
Q2.5	Đèn báo vị trí buồng thang tại tầng 5
Q2.6	Đèn báo chiều thang đi lên
Q2.7	Đèn báo chiều thang đi xuống

Q3.0	Đèn và chuông báo quá tải
Q3.1	Đèn báo buồng thang chạm HCT
Q3.2	Đèn báo buồng thang chạm HCD
Q3.3	Chuông báo nguy hiểm khi buồng thang chạm HCT/ HCD
Q3.4	Đèn và chuông báo động cơ hoạt động đủ 1 năm
Q4.0	Cấp điện cho động cơ
Q4.1	Cấp điện cho phanh điện từ
Q4.2	Điều khiển thang đi xuống
Q4.3	Điều khiển thang đi lên
Q4.4	Điều khiển mở cửa
Q4.5	Điều khiển đóng cửa
Q4.6	Cấp điện cho hệ thống đèn và quạt bên trong buồng thang

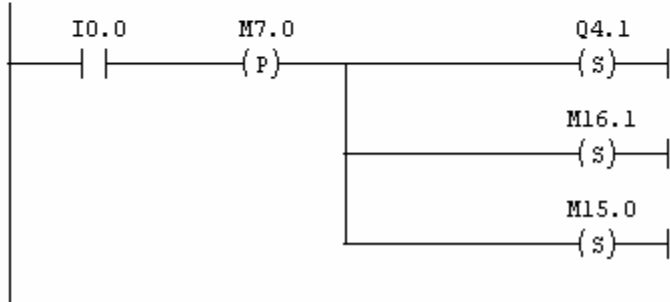
B. Chương trình điều khiển

OB1 : CHUONG TRINH DIEU KHIEN THANG MAY 5 TANG

Comment:

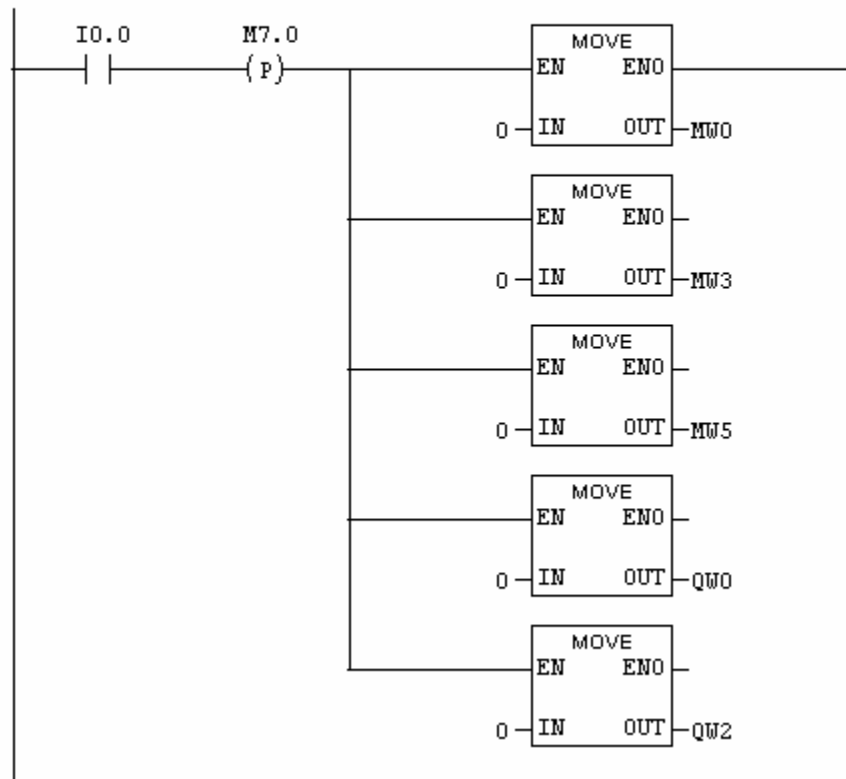
Network 1: Khoi dong thang may

I0.0: Nut START
Q4.1: Cap dien cho phanh dien tu
M15.0: Bit trung gian de ha buong thang xuong tang 1
M16.1: Bit trung gian cap dien cho he thống đèn và quạt trong buong thang



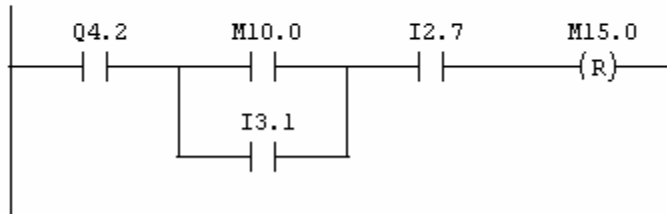
Network 2: Xoa cac gia tri da duoc nho truoc do

I0.0: START



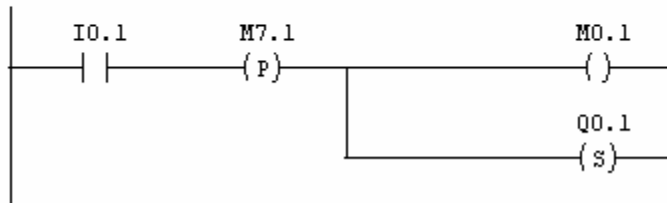
Network 3 : Xoa bit trung gian khi thang xuống den tang 1

I3.1: Cam bien buong thang tai tang 1	Q4.2: Thang di xuống
I2.7: cam bien DZ, giúp thang ngưng dung tang	M10.0: Khi COUNTER1=0



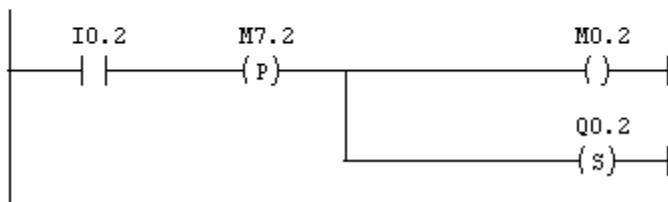
Network 4 : Goi thang di len tai tang 1

I0.1: Nut nhan goi thang di len tai tang 1
Q0.1: Den bao nut nhan goi thang di len tai tang 1



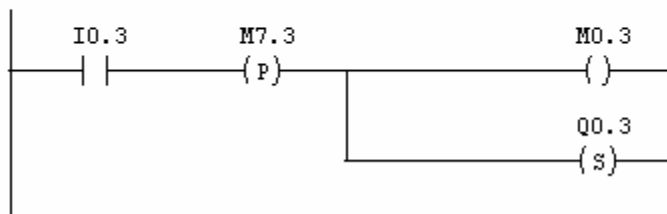
Network 5 : Goi thang di len tai tang 2

I0.2: Nut nhan goi thang di len tai tang 2
Q0.2: Den bao nut nhan goi thang di len tai tang 2



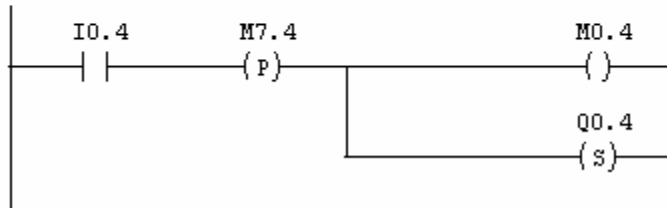
Network 6 : Goi thang di len tai tang 3

I0.3: Nut nhan goi thang di len tai tang 3
Q0.3: Den bao nut nhan goi thang di len tai tang 3



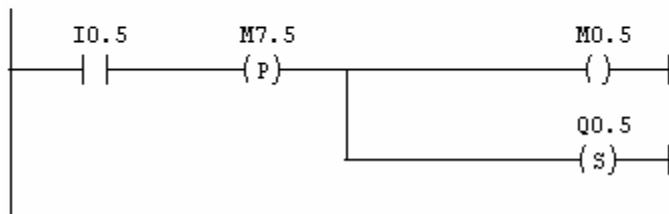
Network 7 : Goi thang di len tai tang 4

I0.4: Nut nhan goi thang di len tai tang 4
Q0.4: Den bao nut nhan goi thang di len tai tang 4



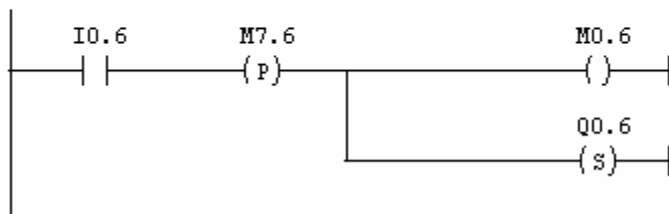
Network 8 : Goi thang di xuong tai tang 2

I0.5: Nut nhan goi thang di xuong tai tang 2
Q0.5: Den bao nut nhan goi thang di xuong tai tang 2



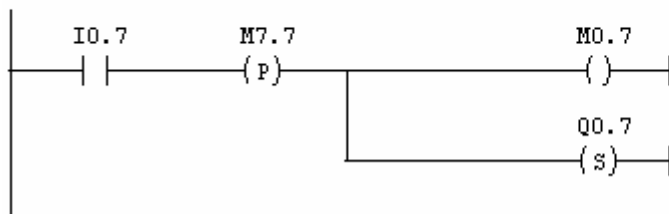
Network 9 : Goi thang di xuong tai tang 3

I0.6: Nut nhan goi thang di xuong tai tang 3
Q0.6: Den bao nut nhan goi thang di xuong tai tang 3



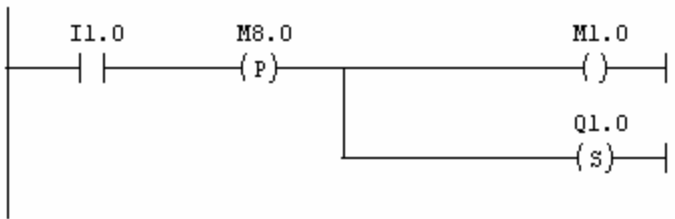
Network 10 : Goi thang di xuong tai tang 4

I0.7: Nut nhan goi thang di xuong tai tang 4
Q0.7: Den bao nut nhan goi thang di xuong tai tang 4



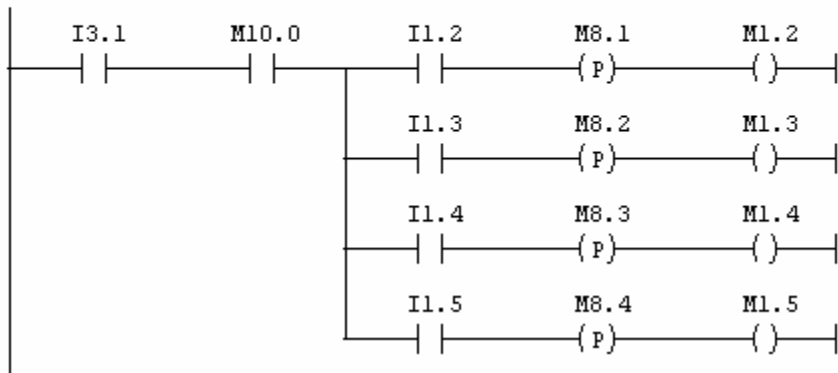
Network 11: Goi thang di xuong tai tang 5

I1.0: Nut nhan goi thang di xuong tai tang 5
 Q1.0: Den bao nut nhan goi thang di xuong tai tang 5



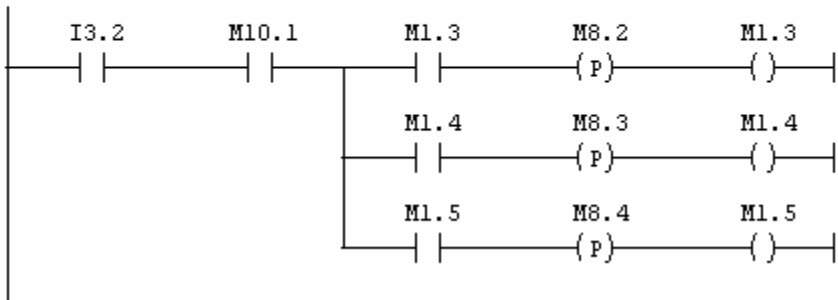
Network 12: Dieu khien thang di len tang 2-3-4-5 khi thang dung tai tang 1

I3.1: Cam bien buong thang tai tang 1
 M10.0: COUNTER1=0
 I1.2, I1.3, I1.4, I1.5: Nut nhan den tang 2-3-4-5 ben trong buong thang



Network 13: Dieu khien thang di len tang 3-4-5 khi thang dung tai tang 2

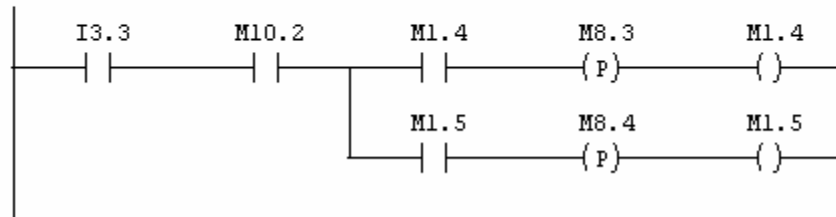
I3.2: Cam bien buong thang tai tang 2
 M10.1: COUNTER1=1
 I1.3, I1.4, I1.5: Nut nhan den tang 3-4-5 ben trong buong thang



Network 14 : Dieu khien thang di len tang 4-5 khi thang dung tai tang 3

I3.3: Cam bien buong thang tai tang 3
I1.4, I1.5: Nut nhan den tang 4-5 ben trong buong thang

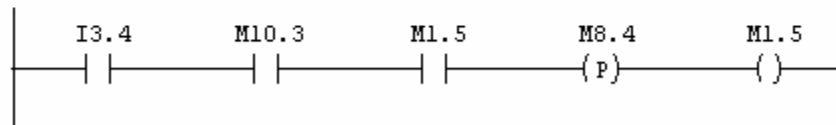
M10.2: COUNTER1=2



Network 15 : Dieu khien thang di len tang 5 khi thang dung tai tang 4

I3.4: Cam bien buong thang tai tang 4
I1.5: Nut nhan den tang 5 ben trong buong thang

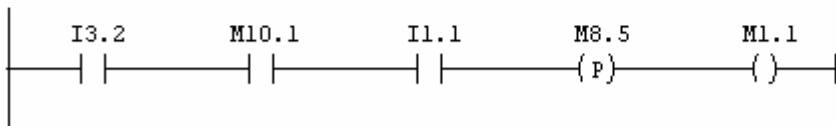
M10.3: COUNTER1=3



Network 16 : Dieu khien thang di xuong tang 1 khi thang dung tai tang 2

I3.2: Cam bien buong thang tai tang 2
I1.1: Nut nhan den tang 1 ben trong buong thang

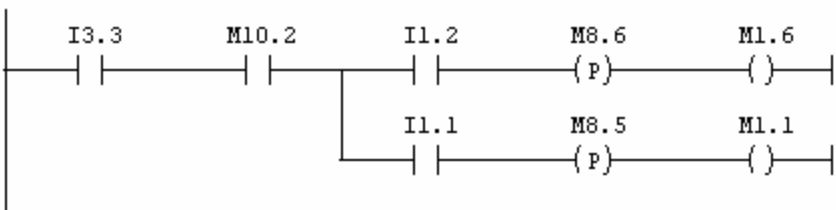
M10.1: COUNTER1=1



Network 17 : Dieu khien thang di xuong tang 1-2 khi thang dung tai tang 3

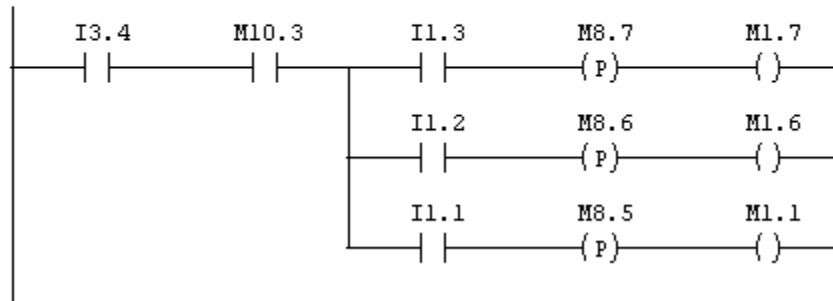
I3.3: Cam bien buong thang tai tang 3
I1.1, I1.2: Nut nhan den tang 1-2 ben trong buong thang

M10.2: COUNTER1=2



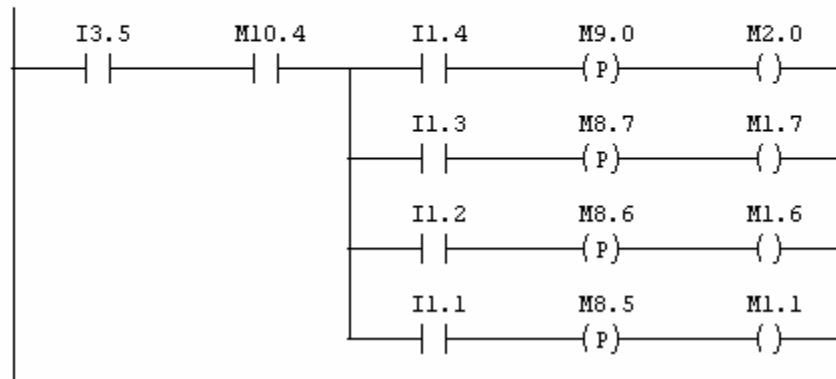
Network 18 : Dieu khien thang di xuong tang 1-2-3 khi thang dung tai tang 4

I3.4: Cam bien buong thang tai tang 4
M10.3: COUNTER1=3
I1.1, I1.2, I1.3: Nut nhan den tang 1-2-3 ben trong buong thang



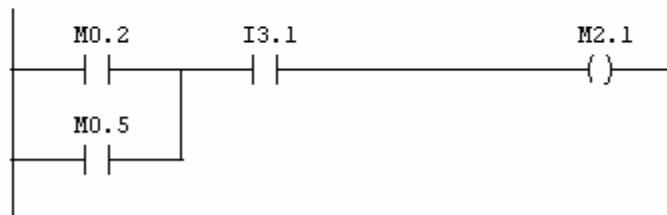
Network 19 : Dieu khien thang di xuong tang 1-2-3-4 khi thang dung tai tang 5

I3.5: Cam bien buong thang tai tang 5
M10.4: COUNTER1=4
I1.1, I1.2, I1.3, I1.4: Nut nhan den tang 1-2-3-4 ben trong buong thang



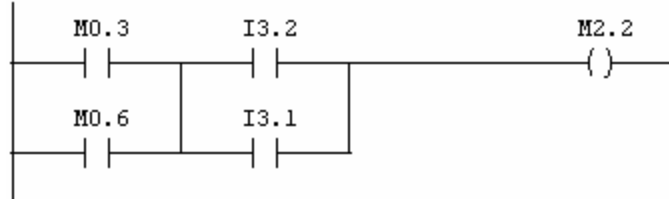
Network 20 : Tin hieu goi thang di len tang 2 khi thang dung tai tang 1

M0.2: Bit goi thang di len tai tang 2
M0.5: Bit goi thang di xuong tai tang 2
I3.1: Cam bien buong thang tai tang 1



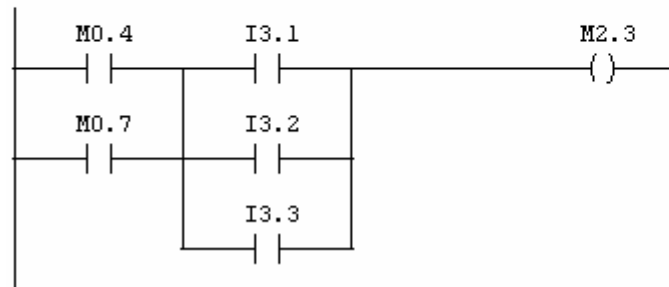
Network 21: Tin hieu goi thang di len tang 3 khi thang dung tai tang 1-2

M0.3: Bit goi thang di len tai tang 3
M0.6: Bit goi thang di xuong tai tang 3
I3.1, I3.2: Cam bien buong thang tai tang 1-2



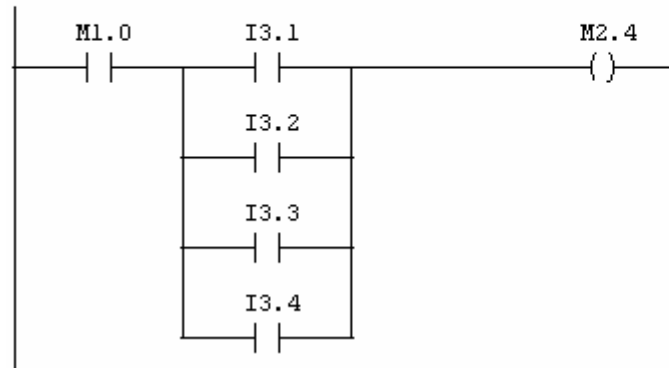
Network 22: Tin hieu goi thang di len tang 4 khi thang dung tai tang 1-2-3

M0.4: Bit goi thang di len tai tang 4
M0.7: Bit goi thang di xuong tai tang 4
I3.1, I3.2, I3.3: Cam bien buong thang tai tang 1-2-3



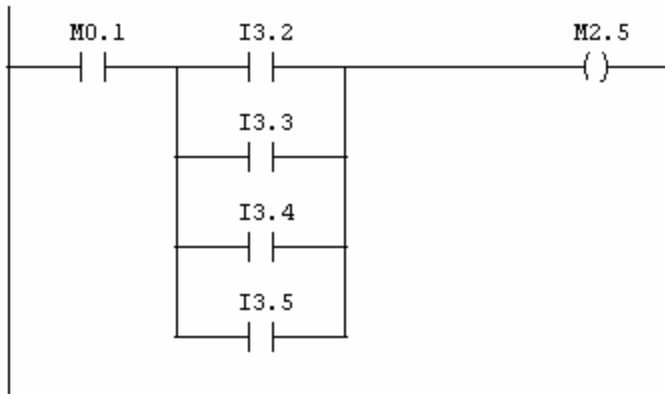
Network 23: Tin hieu goi thang di len tang 5 khi thang dung tai tang 1-2-3-4

M1.0: Bit goi thang di xuong tai tang 5
I3.1, I3.2, I3.3, I3.4: Cam bien buong thang tai tang 1-2-3-4



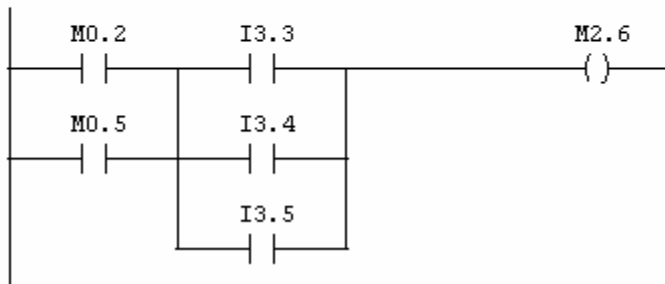
Network 24 : Tin hieu goi thang xuong tang 1 khi thang dung tai tang 2-3-4-5

M0.1: Bit goi thang di len tai tang 1
I3.2, I3.3, I3.4, I3.5: Cam bien buong thang tai tang 2-3-4-5



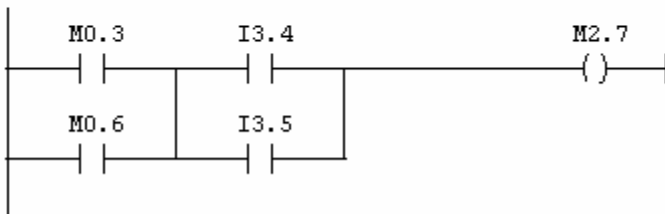
Network 25 : Tin hieu goi thang xuong tang 2 khi thang dung tai tang 3-4-5

M0.2: Bit goi thang di len tai tang 2
M0.5: Bit goi thang di xuong tai tang 2
I3.3, I3.4, I3.5: Cam bien buong thang tai tang 3-4-5



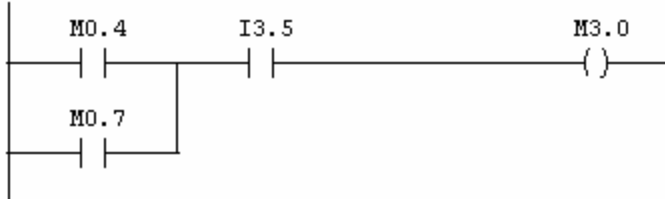
Network 26 : Tin hieu goi thang xuong tang 3 khi thang dung tai tang 4-5

M0.3: Bit goi thang di len tai tang 3
M0.6: Bit goi thang di xuong tai tang 3
I3.4, I3.5: Cam bien buong thang tai tang 4-5



Network 27: Tin hieu goi thang xuống tầng 4 khi thang dừng tại tầng 5

M0.4: Bit gọi thang đi lên tại tầng 4
M0.7: Bit gọi thang đi xuống tại tầng 4
I3.5: Cảm biến buồng thang tại tầng 5



Network 28: Tổng hợp tín hiệu gọi thang và đèn thang làm thang đi lên tầng 2

M2.1: Bit gọi thang lên tầng 2 khi thang dừng tại tầng 1
M1.2: Bit điều khiển thang lên tầng 2 khi thang dừng tại tầng 1



Network 29: Tổng hợp tín hiệu gọi thang và đèn thang làm thang đi lên tầng 3

M2.2: Bit gọi thang lên tầng 3 khi thang dừng tại tầng 1-2
M1.3: Bit điều khiển thang lên tầng 3 khi thang dừng tại tầng 1-2



Network 30: Tổng hợp tín hiệu gọi thang và đèn thang làm thang đi lên tầng 4

M2.3: Bit gọi thang lên tầng 4 khi thang dừng tại tầng 1-2-3
M1.4: Bit điều khiển thang lên tầng 4 khi thang dừng tại tầng 1-2-3



Network 31: Tong hop tin hieu goi thang va den thang lam thang di len thang 5

M2.4: Bit goi thang len thang 5 khi thang dung tai tang 1-2-3-4
M1.5: Bit dieu khien thang len thang 5 khi thang dung tai tang 1-2-3-4



Network 32: Tong hop tin hieu goi thang va den thang lam thang di xuong tang 1

M2.5: Bit goi thang xuong tang 1 khi thang dung tai tang 2-3-4-5
M1.1: Bit dieu khien thang xuong tang 1 khi thang dung tai tang 2-3-4-5



Network 33: Tong hop tin hieu goi thang va den thang lam thang di xuong tang 2

M2.6: Bit goi thang xuong tang 2 khi thang dung tai tang 3-4-5
M1.6: Bit dieu khien thang xuong tang 2 khi thang dung tai tang 3-4-5



Network 34: Tong hop tin hieu goi thang va den thang lam thang di xuong tang 3

M2.7: Bit goi thang xuong tang 3 khi thang dung tai tang 4-5
M1.7: Bit dieu khien thang xuong tang 3 khi thang dung tai tang 4-5



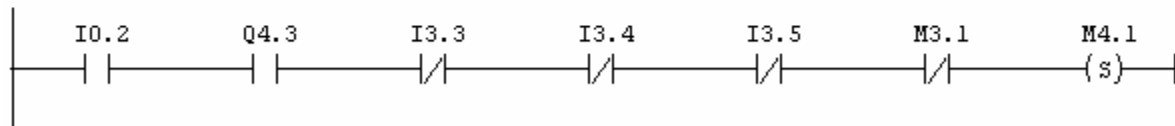
Network 35: Tổng hợp tín hiệu gọi thang và đèn thang lam thang đi xuống tầng 4

M3.0: Bit gọi thang xuống tầng 4 khi thang dừng tại tầng 5
M2.0: Bit điều khiển thang xuống tầng 4 khi thang dừng tại tầng 5



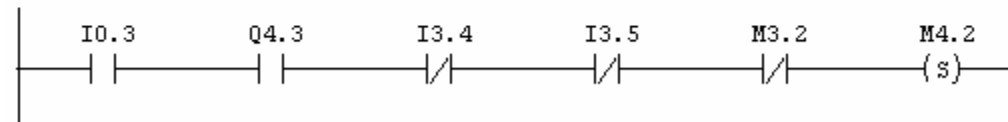
Network 36: Tín hiệu gọi thang ưu tiên tại tầng 2 (theo chiều lên)

I0.2: Nút nhấn gọi thang đi lên tại tầng 2
Q4.3: Thang đi lên
I3.3, I3.4, I3.5: Cảm biến buồng thang tại các tầng 3-4-5



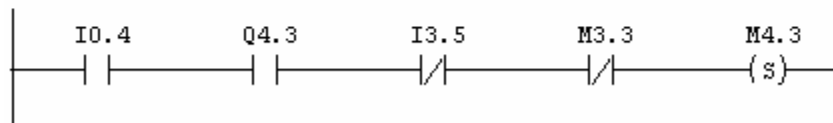
Network 37: Tín hiệu gọi thang ưu tiên tại tầng 3 (theo chiều lên)

I0.3: Nút nhấn gọi thang đi lên tại tầng 3
Q4.3: Thang đi lên
I3.4, I3.5: Cảm biến buồng thang tại các tầng 4-5



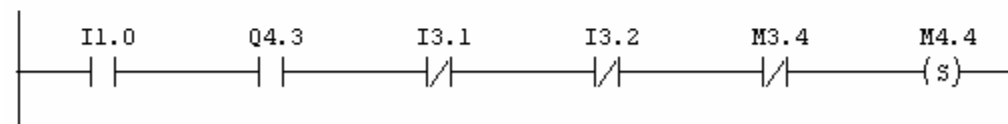
Network 38: Tín hiệu gọi thang ưu tiên tại tầng 4 (theo chiều lên)

I0.4: Nút nhấn gọi thang đi lên tại tầng 4
Q4.3: Thang đi lên
I3.5: Cảm biến buồng thang tại các tầng 4-5



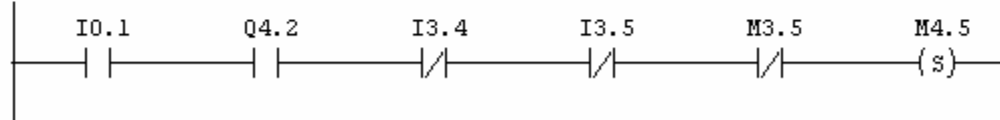
Network 39: Tín hiệu gọi thang ưu tiên tại tầng 5 (theo chiều lên)

I1.0: Nút nhấn gọi thang đi xuống tại tầng 5
Q4.3: Thang đi lên
I3.1, I3.2: Cảm biến buồng thang tại các tầng 1-2



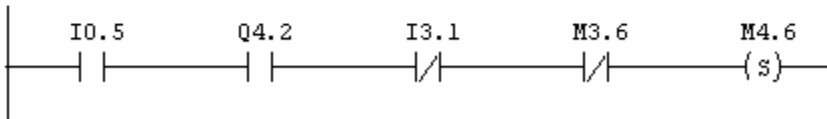
Network 40: Tin hieu goi thang uu tien tai tang 1 (theo chieu xuong)

I0.1: Nut nhan goi thang di len tai tang 1
Q4.2: Thang di xuong
I3.4, I3.5: Cam bien buong thang tai cac tang 4-5



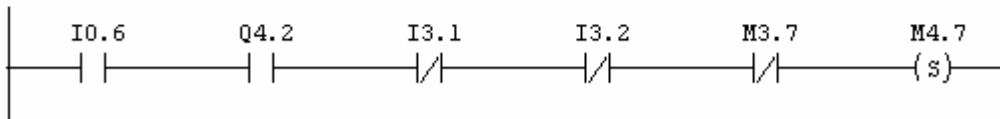
Network 41: Tin hieu goi thang uu tien tai tang 2 (theo chieu xuong)

I0.5: Nut nhan goi thang di xuong tai tang 2
Q4.2: Thang di xuong
I3.1: Cam bien buong thang tai tang 1



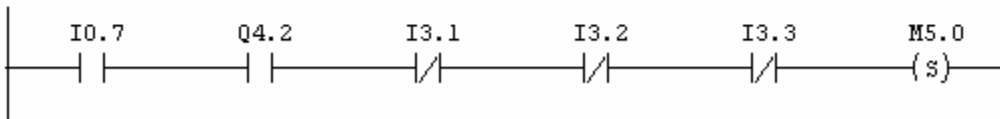
Network 42: Tin hieu goi thang uu tien tai tang 3 (theo chieu xuong)

I0.6: Nut nhan goi thang di xuong tai tang 3
Q4.2: Thang di xuong
I3.1, I3.2: Cam bien buong thang tai tang 1-2



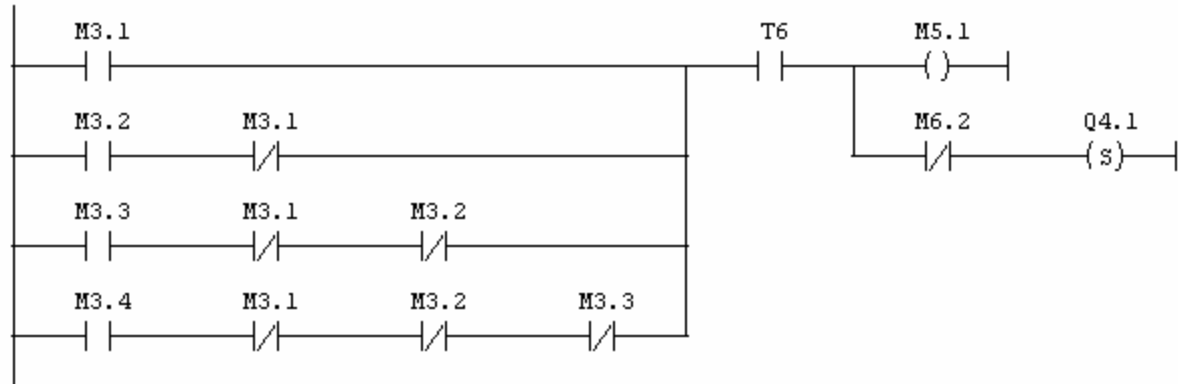
Network 43: Tin hieu goi thang uu tien tai tang 4 (theo chieu xuong)

I0.7: Nut nhan goi thang di xuong tai tang 4
Q4.2: Thang di xuong
I3.1, I3.2, I3.3: Cam bien buong thang tai tang 1-2-3



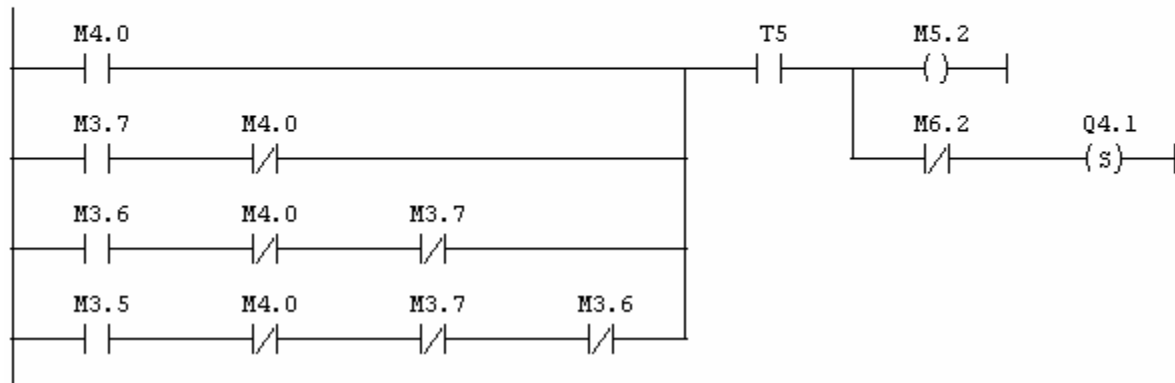
Network 44 : Tổng hợp các tín hiệu làm cho thang đi lên

M3.1, M3.2, M3.3, M3.4: Tín hiệu tổng hợp làm thang đi lên các tầng 2-3-4-5
M6.2: Tổng hợp tín hiệu bảo đảm an toàn
Q4.1: Cấp điện cho phanh điện tử



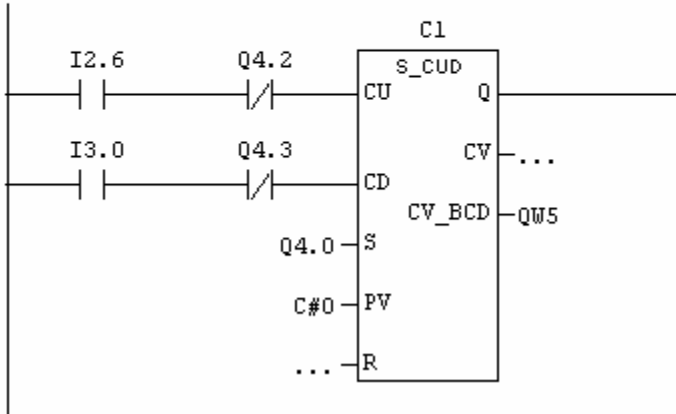
Network 45 : Tổng hợp các tín hiệu làm cho thang đi xuống

M3.5, M3.6, M3.7, M4.0: Tín hiệu tổng hợp làm thang đi xuống các tầng 1-2-3-4
M6.2: Tổng hợp tín hiệu bảo đảm an toàn
Q4.1: Cấp điện cho phanh điện tử



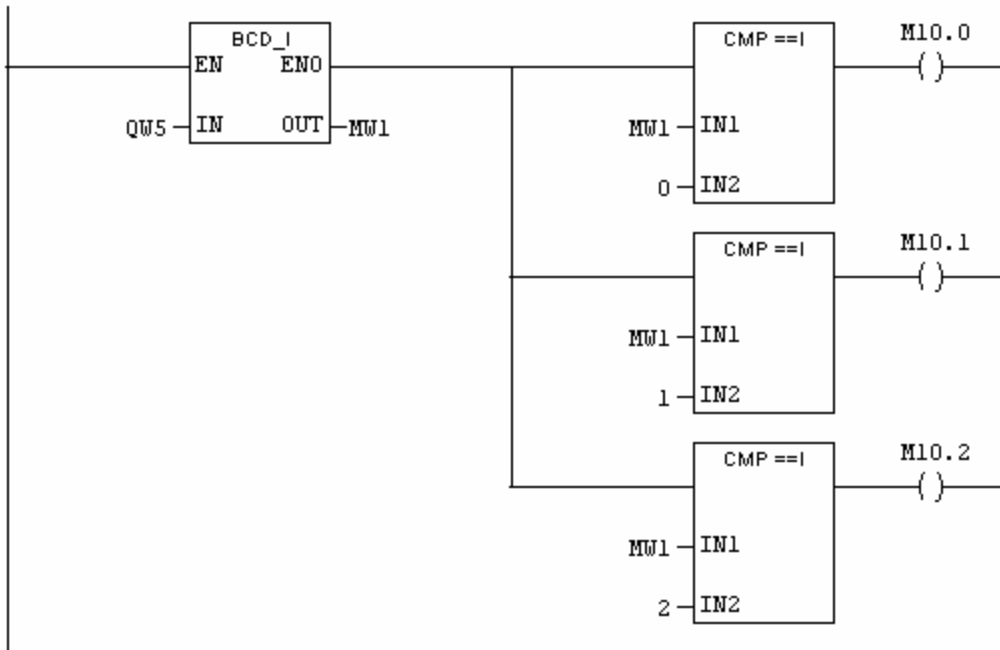
Network 46: Tin hieu cua mong ngua gui vao COUNTER1

I2.6: La tin hieu cam bien LVU (Level Up)
I3.0: La tin hieu cam bien LVD (Level Down)
Q4.2: Thang di xuong
Q4.3: Thang di len



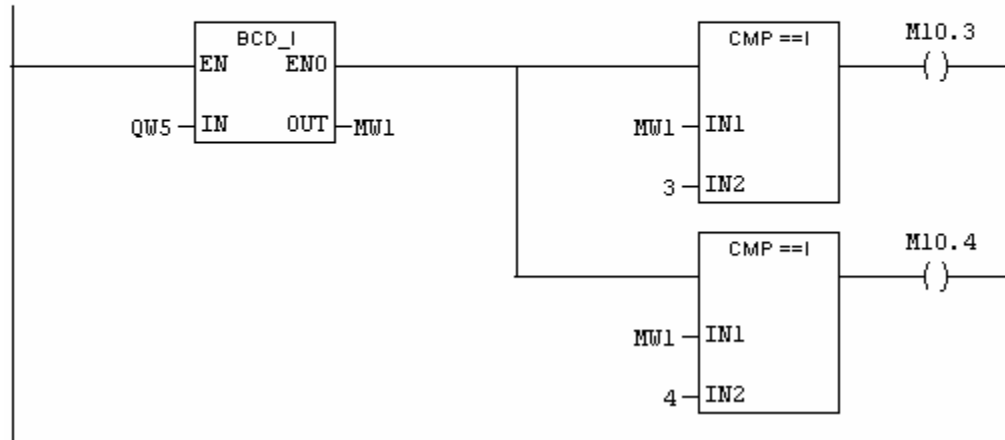
Network 47: So sanh gia tri COUNTER1 --> Vi tri buong thang

C1=0 --> M10.0: Thang di den tang 1
C1=1 --> M10.1: Thang di den tang 2
C1=2 --> M10.2: Thang di den tang 3



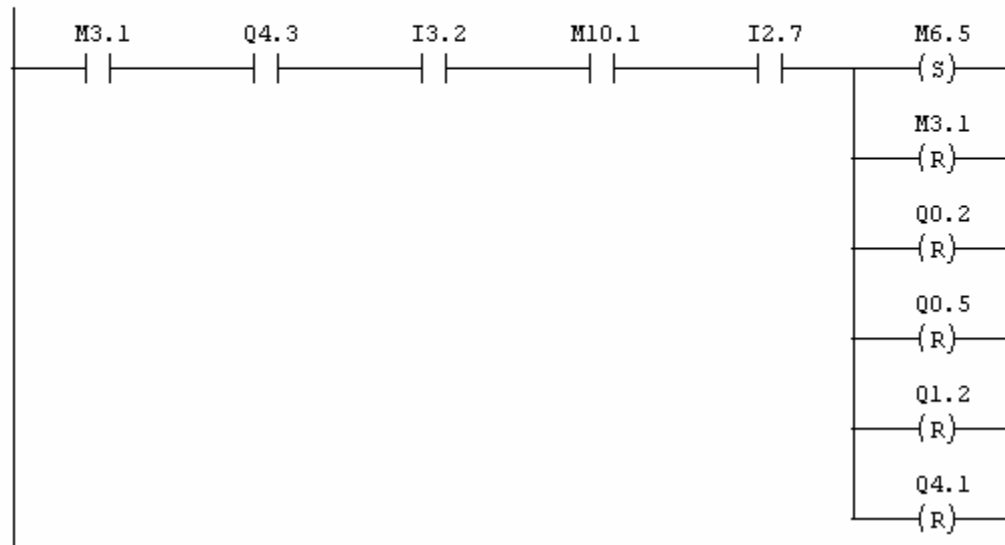
Network 48 : Title:

C1=3 --> M10.3: Thang di den tang 4
 C1=4 --> M10.4: Thang di den tang 5



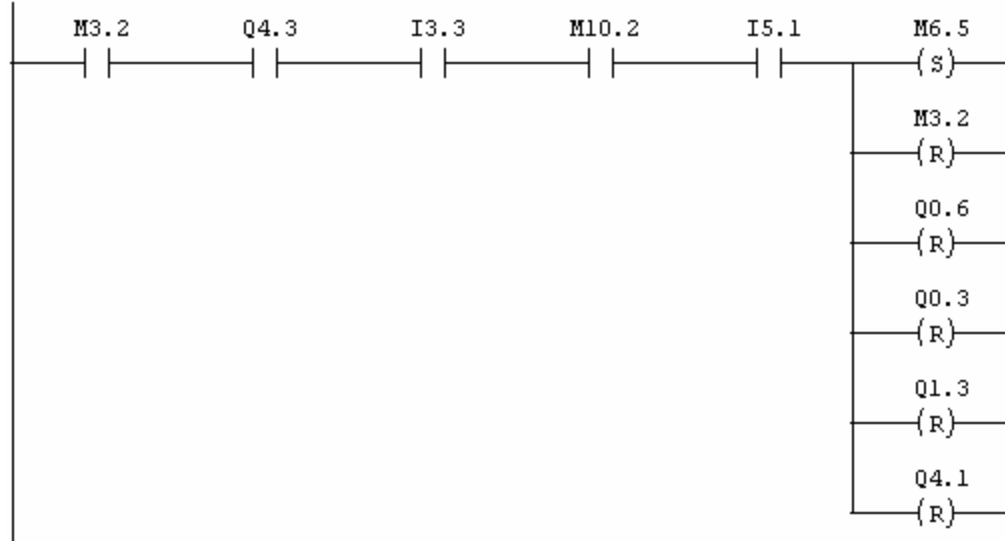
Network 49 : Dung buong thang khi thang di len tang 2, tat cac den bao

M3.1: Bit tong hop lam thang di len den tang 2 Q4.3: Thang di len
 I3.2: Cam bien buong thang tai tang 2 M10.1: Khi COUNTER=1
 I2.7: Cam bien dung bang tang DZ M6.5: Bit mo cua



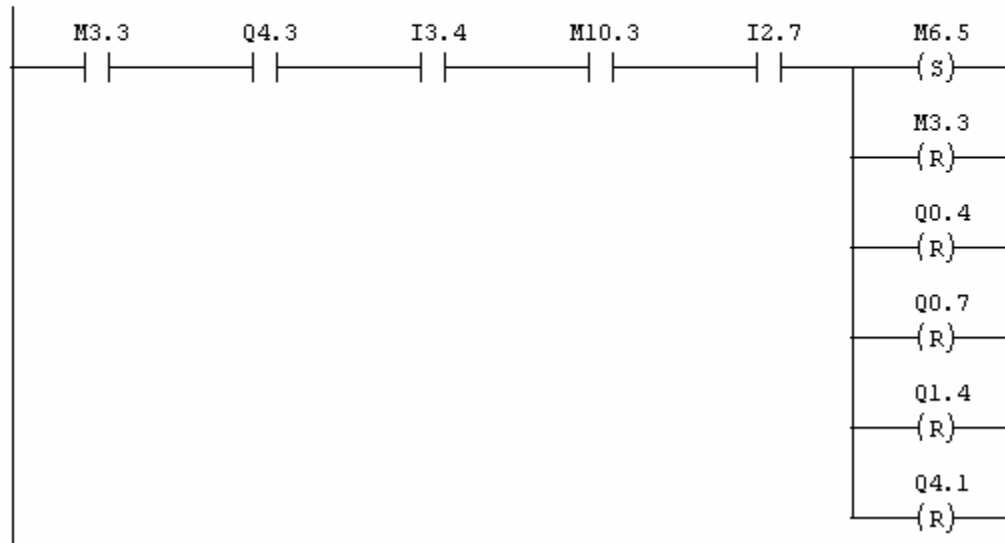
Network 50 : Dung buong thang khi thang di len tang 3, tat cac den bao

M3.2: Bit tong hop lam thang di len den tang 3	Q4.3: Thang di len
I3.3: Cam bien buong thang tai tang 3	M10.2: Khi COUNTER=2
I2.7: Cam bien dung bang tang DZ	M6.5: Bit mo cua



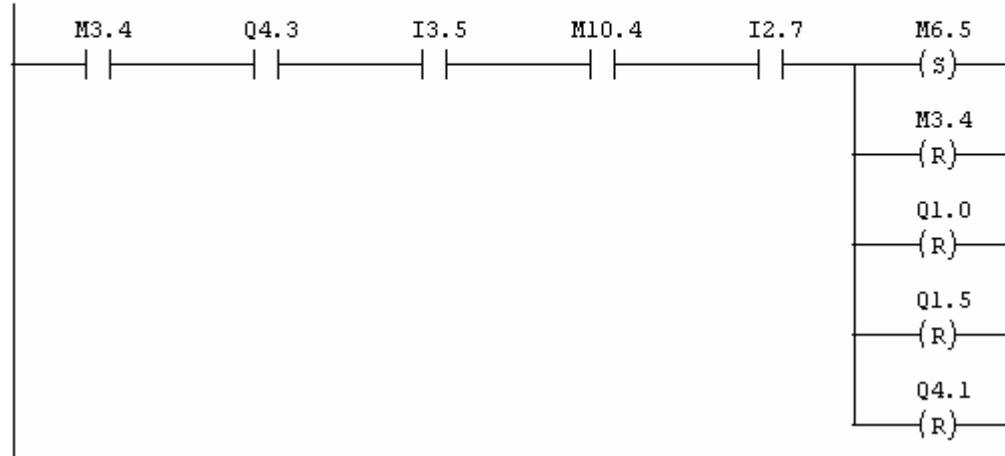
Network 51 : Dung buong thang khi thang di len tang 4, tat cac den bao

M3.3: Bit tong hop lam thang di len den tang 4	Q4.3: Thang di len
I3.4: Cam bien buong thang tai tang 4	M10.3: Khi COUNTER=3
I2.7: Cam bien dung bang tang DZ	M6.5: Bit mo cua



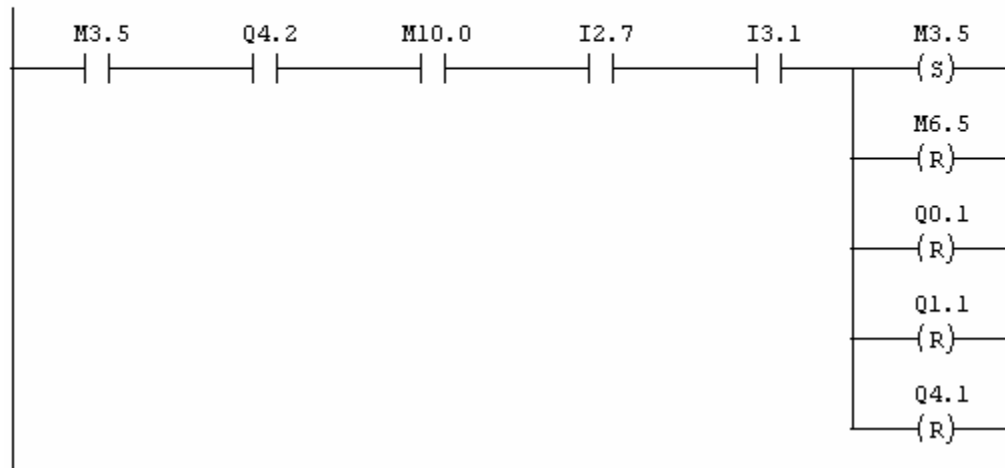
Network 52 : Dung buong thang khi thang di len tang 5, tat cac den bao

M3.4: Bit tong hop lam thang di len den tang 5	Q4.3: Thang di len
I3.5: Cam bien buong thang tai tang 5	M10.4: Khi COUNTER=4
I2.7: Cam bien dung bang tang DZ	M6.5: Bit mo cua



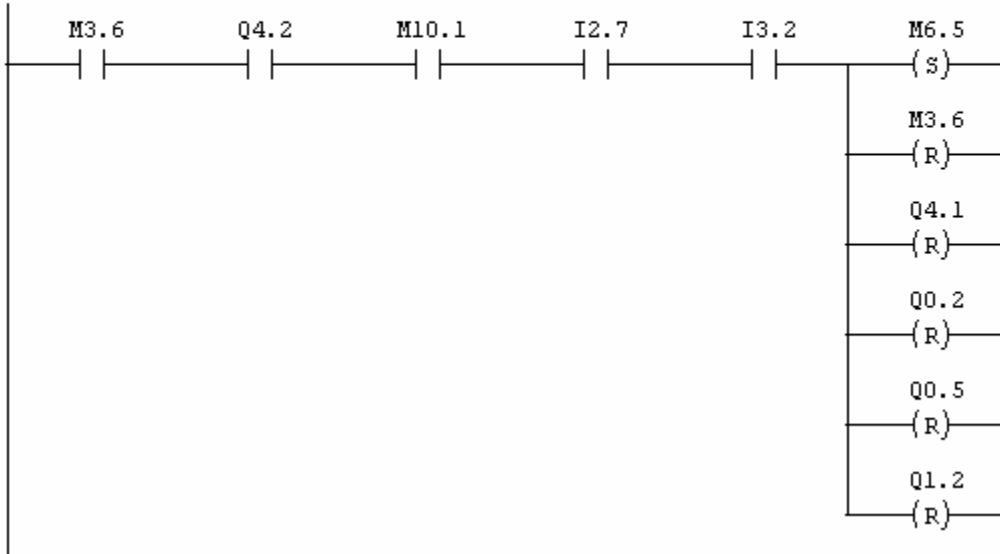
Network 53 : Dung buong thang khi thang xuong den tang 1

M3.5: Bit tong hop lam thang di xuong tang 1	Q4.2: Thang di xuong
I3.1: Cam bien buong thang tai tang 1	M10.0: Khi COUNTER=0
I2.7: Cam bien dung bang tang DZ	M6.5: Bit mo cua



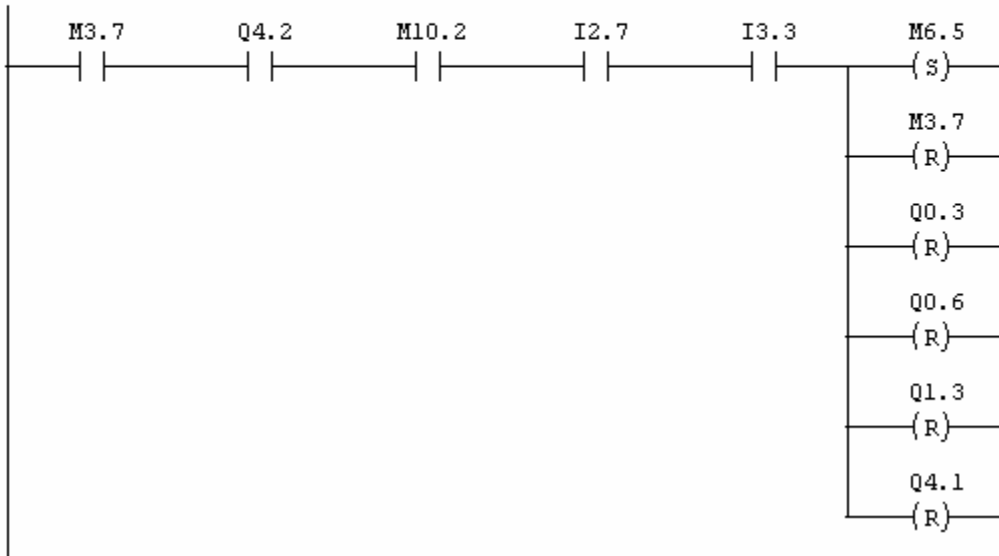
Network 54 : Dung buong thang khi thang xuong den tang 2

M3.6: Bit tong hop lam thang di xuong tang 2	Q4.2: Thang di xuong
I3.2: Cam bien buong thang tai tang 2	M10.1: Khi COUNTER=1
I2.7: Cam bien dung bang tang DZ	M6.5: Bit mo cua



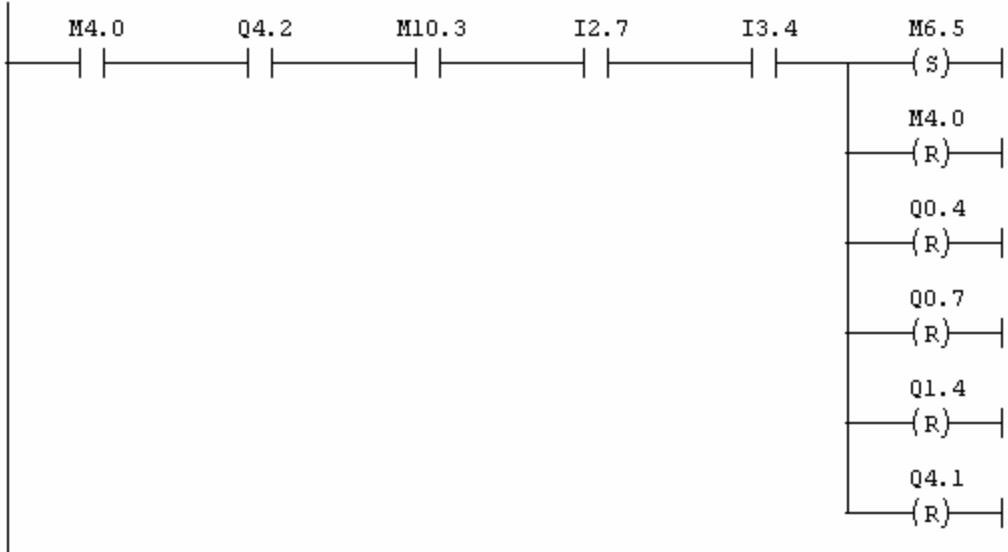
Network 55 : Dung buong thang khi thang xuong den tang 3

M3.7: Bit tong hop lam thang di xuong tang 3	Q4.2: Thang di xuong
I3.3: Cam bien buong thang tai tang 3	M10.2: Khi COUNTER=2
I2.7: Cam bien dung bang tang DZ	M6.5: Bit mo cua



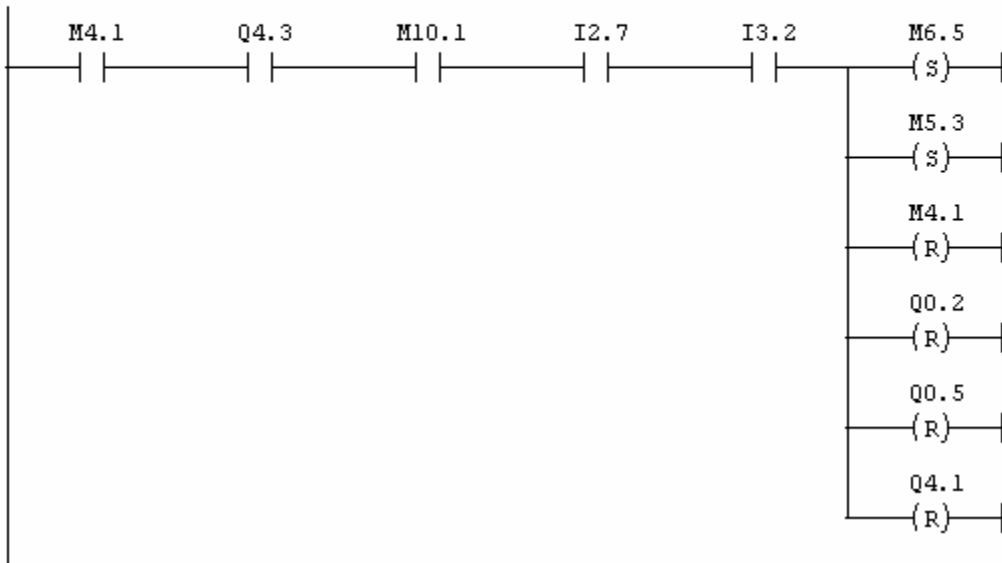
Network 56 : Dung buong thang khi thang xuống den tang 4

M4.0: Bit tong hop lam thang di xuống tang 4	Q4.2: Thang di xuống
I3.4: Cam bien buong thang tai tang 4	M10.3: Khi COUNTER=3
I2.7: Cam bien dung bang tang DZ	M6.5: Bit mo cua



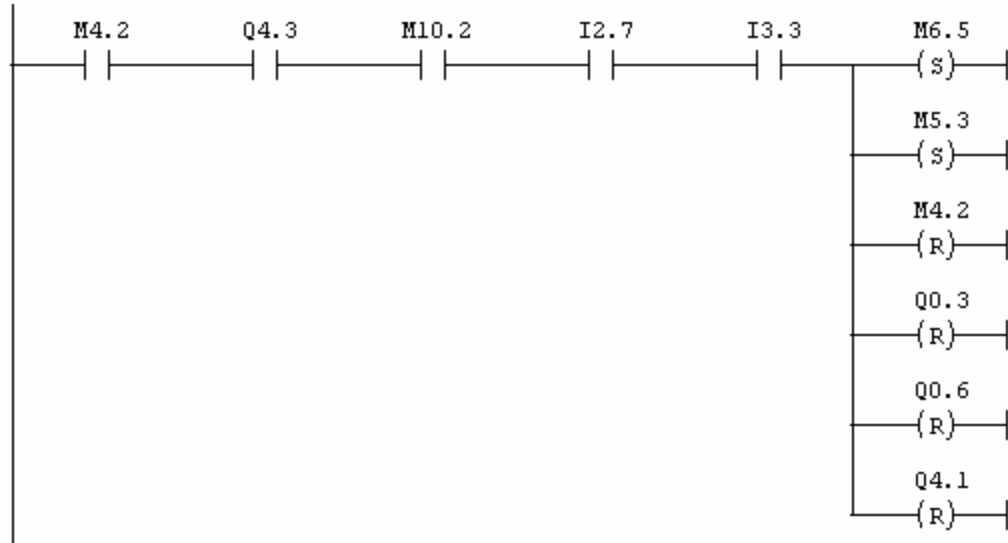
Network 57 : Dung buong thang khi co tin hieu gọi ưu tiên lên tai tang 2

M4.1: Tin hieu tong hop ưu tiên lên tang 2	Q4.3: Thang di lên
I3.2: Cam bien buong thang tai tang 2	M10.1: Khi COUNTER=1
I2.7: Cam bien dung bang tang DZ	M6.5: Bit mo cua



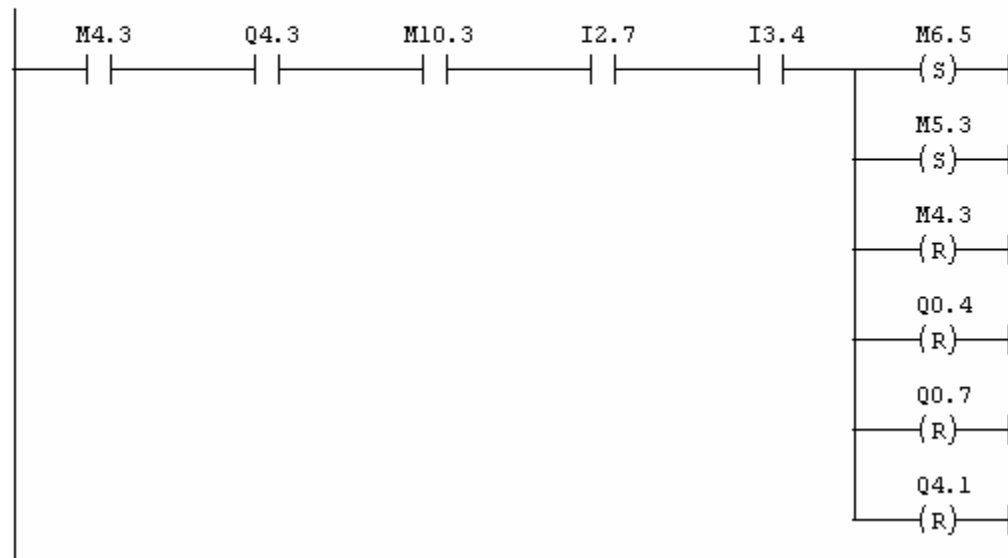
Network 58 : Dung buong thang khi co tin hieu gọi ưu tiên lên tầng 3

M4.2: Tin hieu tong hop ưu tiên lên tầng 3	Q4.3: Thang đi lên
I3.3: Cam bien buong thang tai tầng 3	M10.2: Khi COUNTER=2
I2.7: Cam bien dung bang tầng DZ	M6.5: Bit mo cua



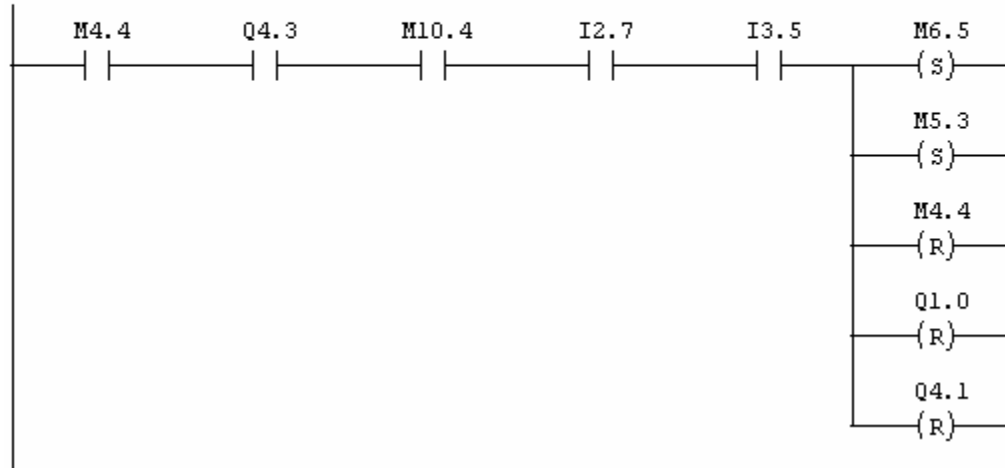
Network 59 : Dung buong thang khi co tin hieu gọi ưu tiên lên tầng 4

M4.3: Tin hieu tong hop ưu tiên lên tầng 4	Q4.3: Thang đi lên
I3.4: Cam bien buong thang tai tầng 4	M10.3: Khi COUNTER=3
I2.7: Cam bien dung bang tầng DZ	M6.5: Bit mo cua



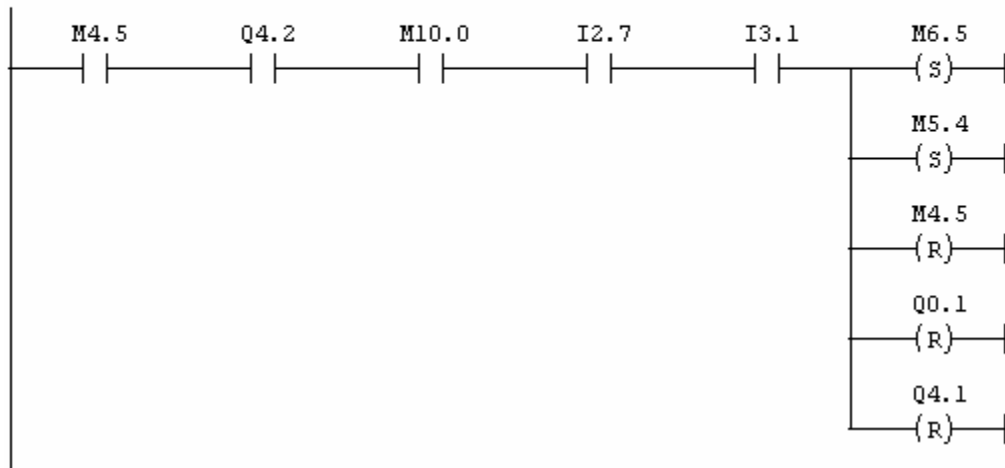
Network 60 : Dung buong thang khi co tin hieu goi uu tien len tai tang 5

M4.4: Tin hieu tong hop uu tien len tang 5	Q4.3: Thang di len
I3.5: Cam bien buong thang tai tang 5	M10.4: Khi COUNTER=4
I2.7: Cam bien dung bang tang DZ	M6.5: Bit mo cua



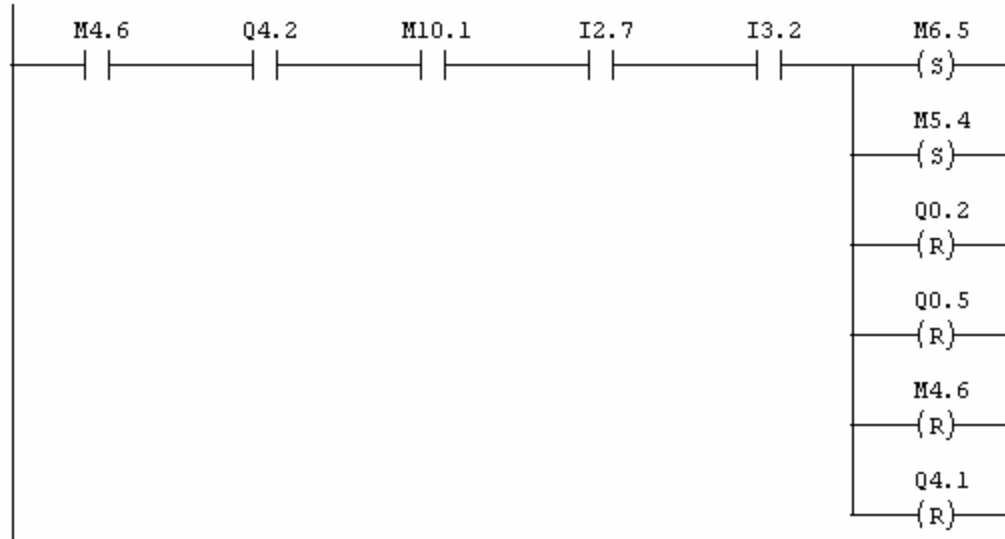
Network 61 : Dung buong thang khi co tin hieu uu tien xuong tang 1

M4.5: Tin hieu tong hop uu tien xuong tang 1	Q4.2: Thang di xuong
I3.1: Cam bien buong thang tai tang 1	M10.0: Khi COUNTER=0
I2.7: Cam bien dung bang tang DZ	M6.5: Bit mo cua



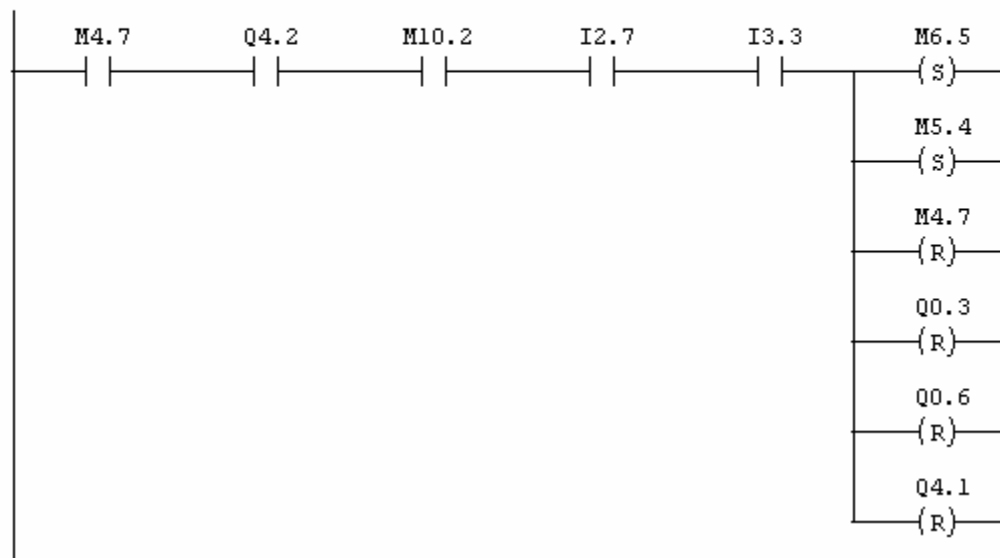
Network 62 : Dung buong thang khi co tin hieu uu tien xuong tang 2

M4.6: Tin hieu tong hop uu tien xuong tang 2	Q4.2: Thang di xuong
I3.2: Cam bien buong thang tai tang 2	M10.1: Khi COUNTER=1
I2.7: Cam bien dung bang tang DZ	M6.5: Bit mo cua



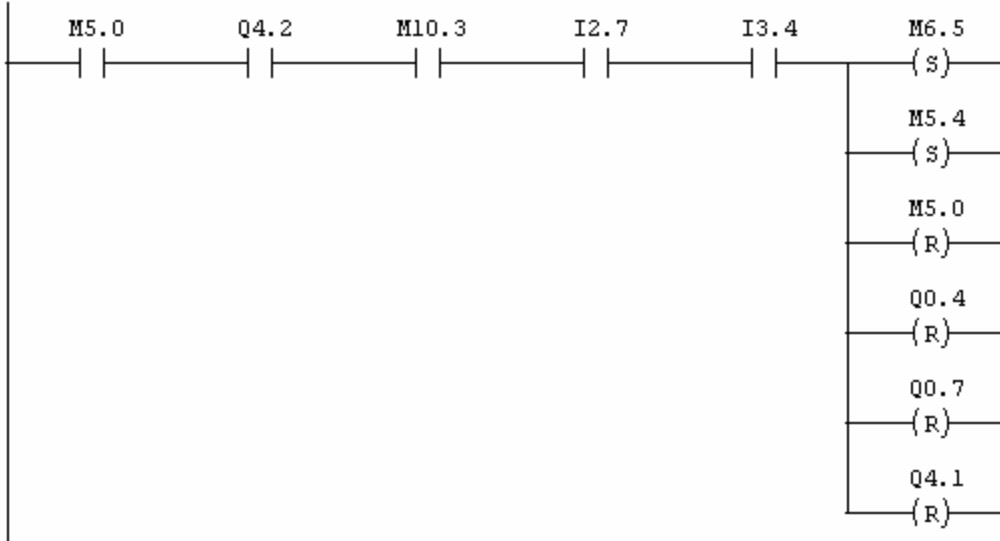
Network 63 : Dung buong thang khi co tin hieu uu tien xuong tang 3

M4.7: Tin hieu tong hop uu tien xuong tang 3	Q4.2: Thang di xuong
I3.3: Cam bien buong thang tai tang 1	M10.2: Khi COUNTER=2
I2.7: Cam bien dung bang tang DZ	M6.5: Bit mo cua



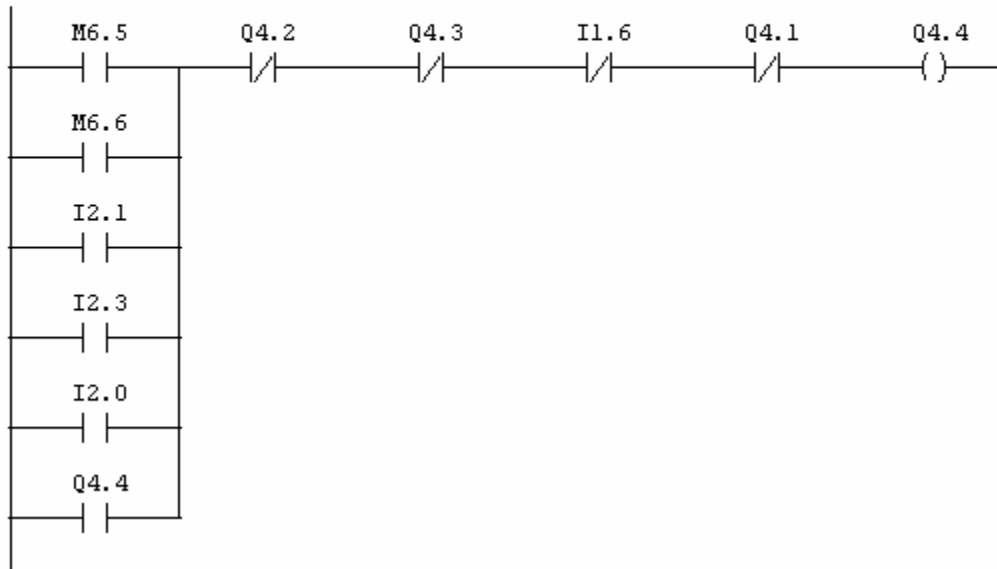
Network 64 : Dung buong thang khi co tin hieu uu tien xuong tang 4

M5.0: Tin hieu tong hop uu tien xuong tang 4	Q4.2: Thang di xuong
I3.4: Cam bien buong thang tai tang 4	M10.3: Khi COUNTER=3
I2.7: Cam bien dung bang thang DZ	M6.5: Bit mo cua



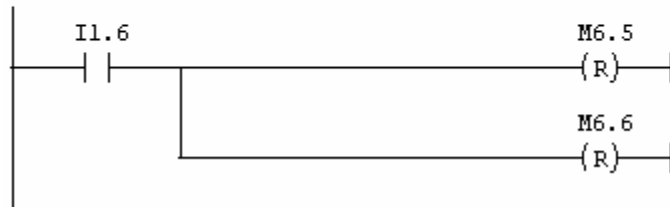
Network 65 : Tin hieu mo cua

M6.5, M6.6: Bit mo cua	I2.1: Nut mo cua D0 (Door Open)
I2.0: Cong tac mo cua an toan	I2.3: Cam bien cua (Door Sensor)
I1.6: Cong tac hanh trinh han che mo cua	



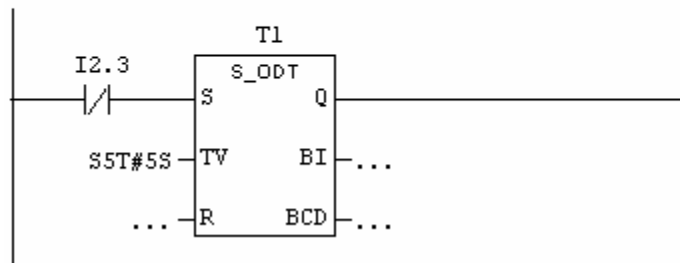
Network 66 : Cat dien dong co mo cua

I1.6: Cong tac hanh trinh han che mo cua



Network 67 : Role thoi gian cho phep mo cua trong 5s

I2.3: Cam bien cua

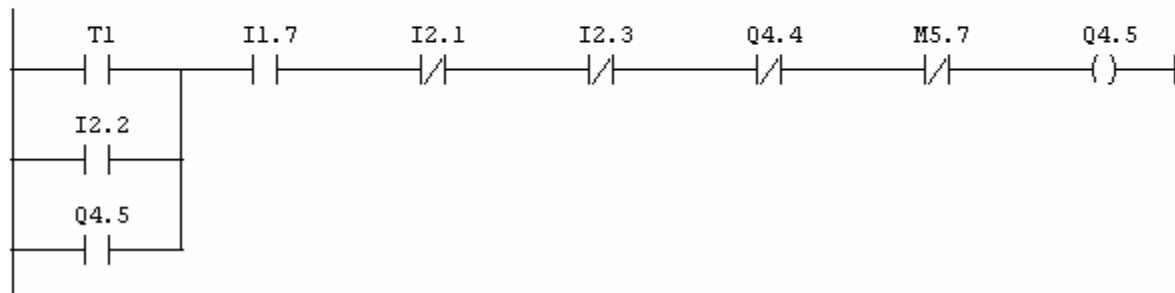


Network 68 : Dieu khien dong cua

I2.2: Nut nhan dong cua DC (Door Close)

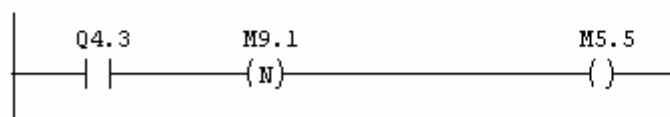
I1.7: Cong tac hanh trinh han che dong cua

M5.7: Bit bao thang chiu qua tai



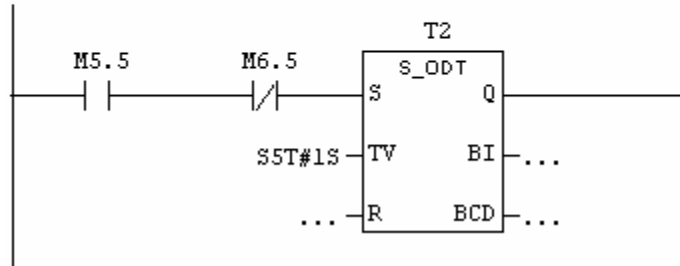
Network 69 : Tin hieu trung gian tao thoi gian tre 1s khi dung uu tien len

Q4.3: Dong co di len



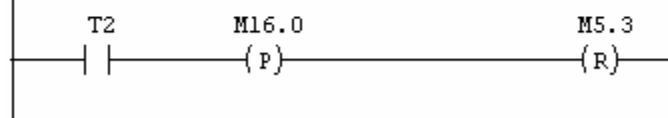
Network 70 : Tin hieu uu tien len bi xoa ls sau ke tu luc bit mo cua bi Reset

Comment:



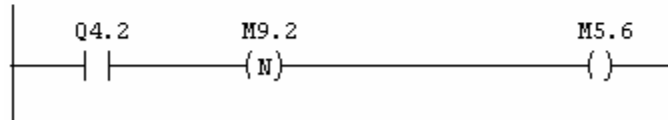
Network 71 : Xoa tin hieu uu tien len

Comment:



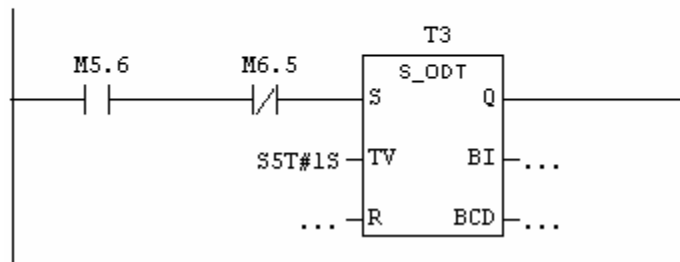
Network 72 : Tin hieu trung gian tao thoi gian tre ls khi dung uu tien xuong

Q4.2: Thang di xuong



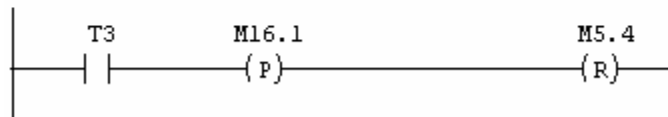
Network 73 : Tin hieu uu tien xuong bi xoa ls sau tu luc bit mo cua bi Reset

Comment:



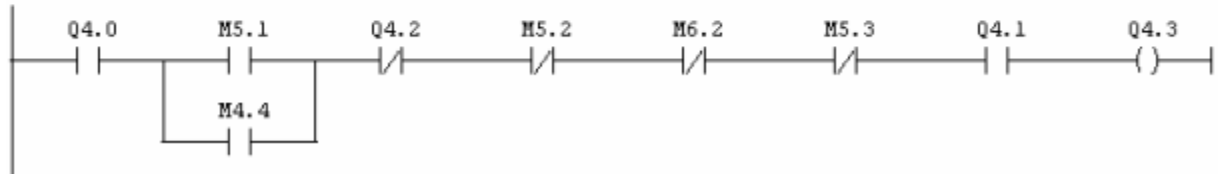
Network 74 : Title:

Comment:



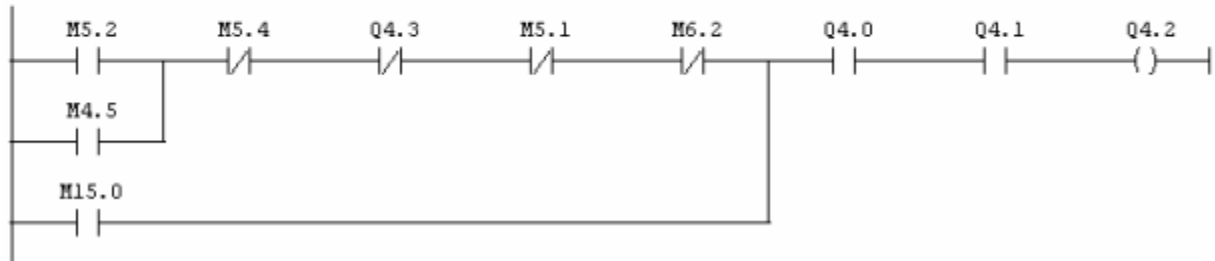
Network 75 : Tổng hợp các tín hiệu làm thang đi lên đưa vào động cơ

Q4.0: Cap điện cho động cơ
 Q4.1: Cap điện cho phanh điện từ
 M5.1: Tín hiệu làm cho thang đi lên
 M6.2: Tín hiệu tổng hợp bảo đảm an toàn
 M5.3: Tín hiệu dừng thang ưu tiên theo chiều lên
 M4.4: Tín hiệu gọi ưu tiên lên tầng 5 khi thang đi lên



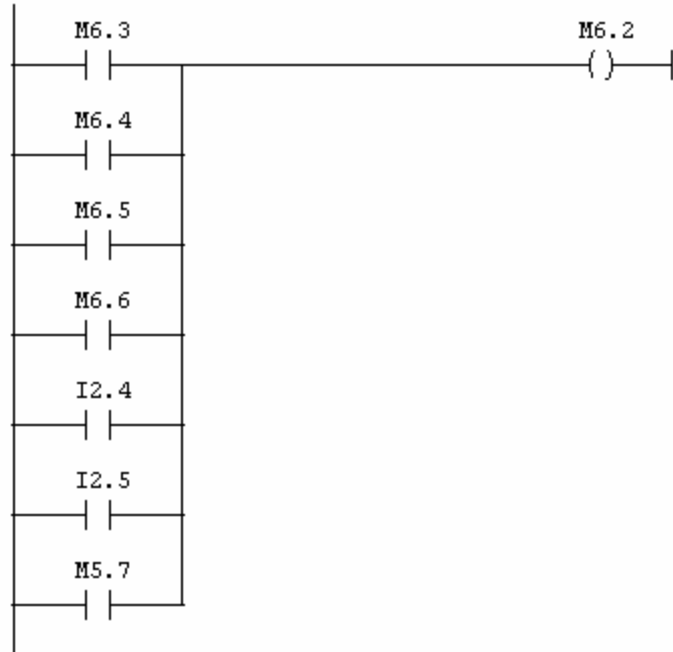
Network 76 : Tổng hợp các tín hiệu làm thang đi xuống đưa vào động cơ

Q4.0: Cap điện cho động cơ
 Q4.1: Cap điện cho phanh điện từ
 M5.2: Tín hiệu làm cho thang đi xuống
 M6.2: Tín hiệu tổng hợp bảo đảm an toàn
 M5.4: Tín hiệu dừng thang ưu tiên theo chiều xuống
 M15.0: Tín hiệu đưa thang xuống tầng 1 khi nhận START
 M4.5: Tín hiệu gọi ưu tiên xuống tầng 1 khi thang đi xuống



Network 77: Tổng hợp các tín hiệu bảo đảm an toàn

M6.5, M6.6: Bit mở cửa buồng thang
M6.3, M6.4: Bit bảo đảm công tác HCT (I3.6), HCD (I3.7)
I2.4, I2.5: Công tắc bảo vệ của buồng thang và của tầng đã khép kín



Network 78: Đèn báo nút nhấn lên tầng 1 bên trong buồng thang

M1.1: Bit điều khiển thang xuống tầng 1



Network 79: Đèn báo nút nhấn lên tầng 2 bên trong buồng thang

M1.2: Bit điều khiển thang lên tầng 2
M1.6: Bit điều khiển thang xuống tầng 2



Network 80 : Den bao nut nhan den tang 3 ben trong buong thang

M1.3: Bit dieu khien thang len tang 3
M1.7: Bit dieu khien thang xuong tang 3



Network 81 : Den bao nut nhan den tang 4 ben trong buong thang

M1.4: Bit dieu khien thang len tang 4
M2.0: Bit dieu khien thang xuong tang 4



Network 82 : Den bao nut nhan den tang 5 ben trong buong thang

M1.5: Bit dieu khien thang len tang 5



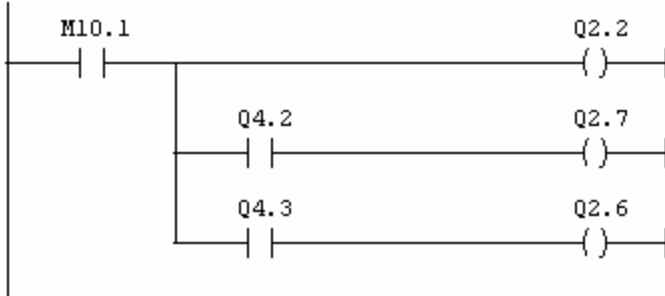
Network 83 : Den bao vi tri buong thang tai tang 1

M10.0: COUNTER=0



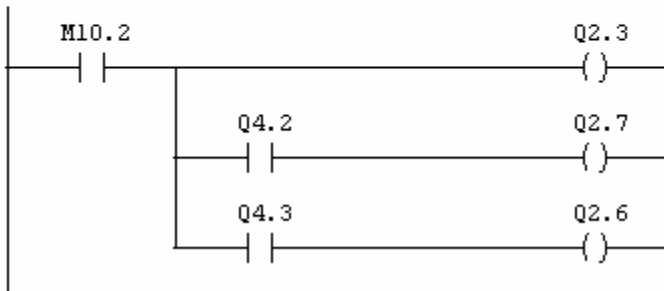
Network 84 : Den bao vi tri buong thang tai tang 2 va chieu cua thang

M10.1: COUNTER=1
Q2.6: Den bao thang di len
Q2.7: Den bao thang di xuong



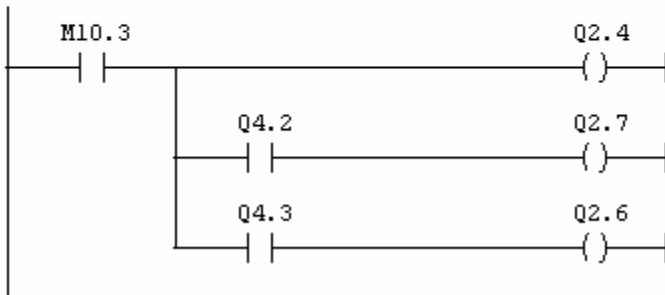
Network 85 : Den bao vi tri buong thang tai tang 3 va chieu cua thang

M10.2: COUNTER=2
Q2.6: Den bao thang di len
Q2.7: Den bao thang di xuong



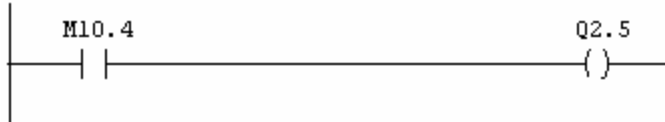
Network 86 : Den bao vi tri buong thang tai tang 4 va chieu cua thang

M10.3: COUNTER=3
Q2.6: Den bao thang di len
Q2.7: Den bao thang di xuong



Network 87: Đèn báo vị trí buồng thang tại tầng 5 và chiều của thang

M10.4: COUNTER=4



Network 88: Tín hiệu báo thang qua tải

I5.1: Công tắc дат bên dưới đáy buồng thang



Network 89: Báo thang đang chiu qua tải ra đèn và coi

Q4.1: Đèn và coi báo thang chiu qua tải



Network 90: Báo thang chạm HCT

I3.6: Công tắc hành trình HCT

M6.3: Bit báo nguy hiểm chạm HCT



Network 91: Báo thang chạm HCD

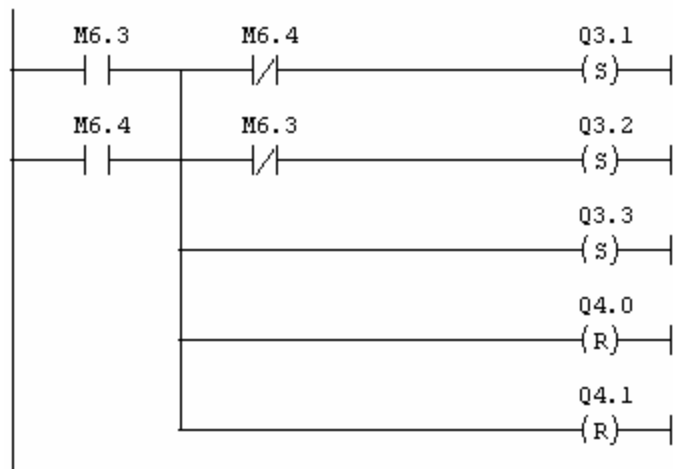
I3.7: Công tắc hành trình HCD

M6.4: Bit báo nguy hiểm chạm HCD



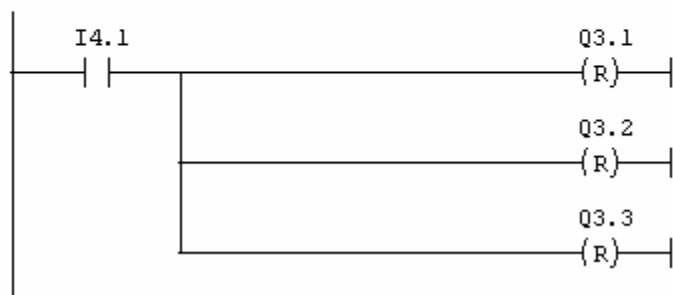
Network 92 : Buong thang se bi ngat dien khi cham HCT hoac HCD

Q3.3: Coi bao nguy hiem
Q4.0: Cap dien cho dong co
Q4.1: Cap din cho phanh dien tu
Q3.1, Q3.2: Den bao buong thang cham HCT, HCD



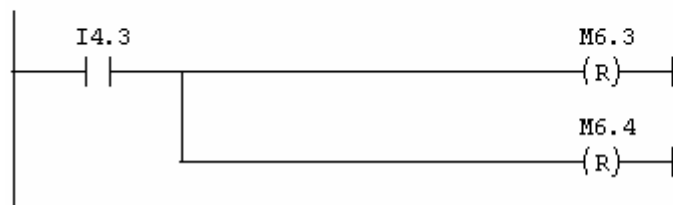
Network 93 : Tat bao dong de sua chua

I4.1: Nut tat bao dong ra den va coi



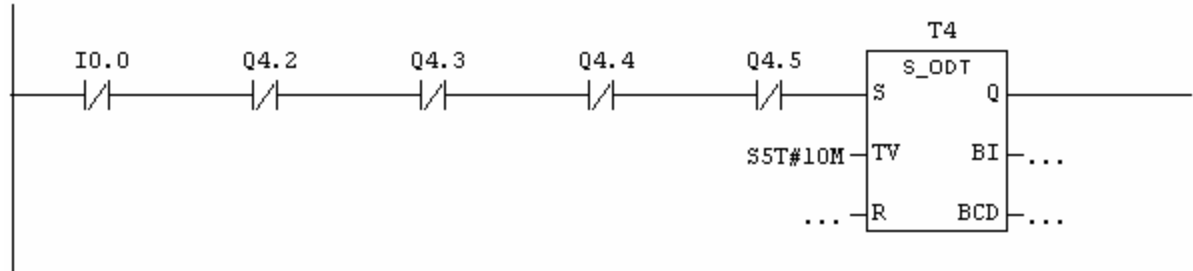
Network 94 : Xoa su co, cap dien cho thang hoat dong khi da sua chua xong

I4.3: nut nhan xoa su co



Network 95: Tiet kiem nang luong khi thang khong hoat dong trong 10 phut

I0.0: Nut nhan START
 Q4.2, Q4.3, Q4.4, Q4.5: La cac tin hieu thang di xuong, di len, dong cua va mo cua



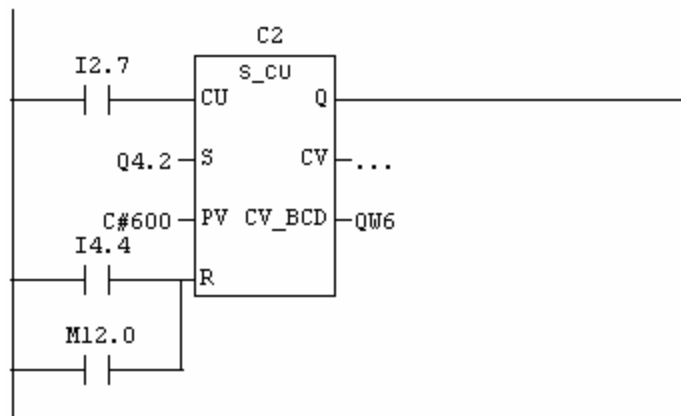
Network 96: T4 tac dong lam cat dien he thong den va quat trong buong thang

Comment:



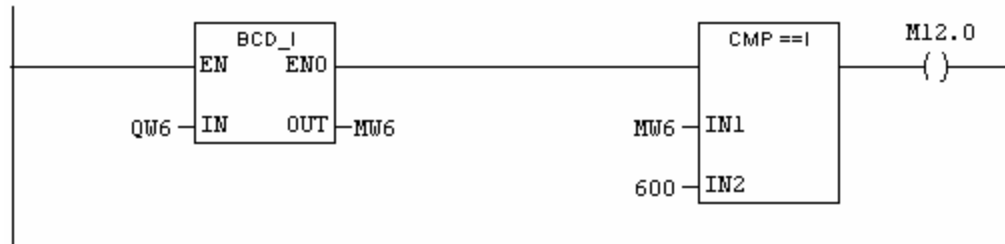
Network 97: Dem thoi gian hoat dong cua dong co de bao tri

I2.7: Tin hieu cua DZ len mong ngua (1DZ = 3 giay --> 600DZ = 30 phut)
 COUNTER2: Dem 30 phut (1/2h)



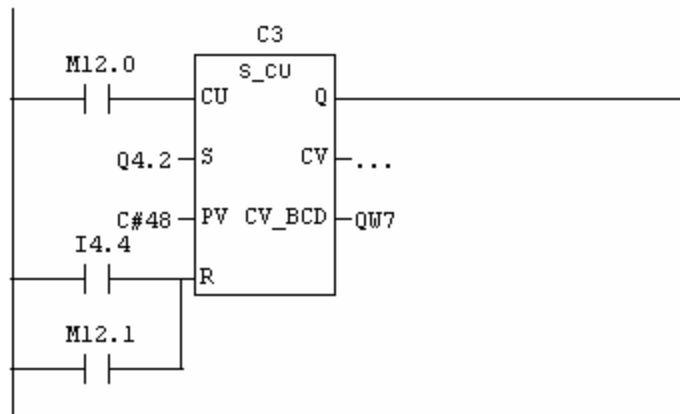
Network 98 : Dong co hoat dong 30 phut thi xuat ra 1 tin hieu

M12.0: Tao 1 xung khi dong co hoat dong duoc 30 phut



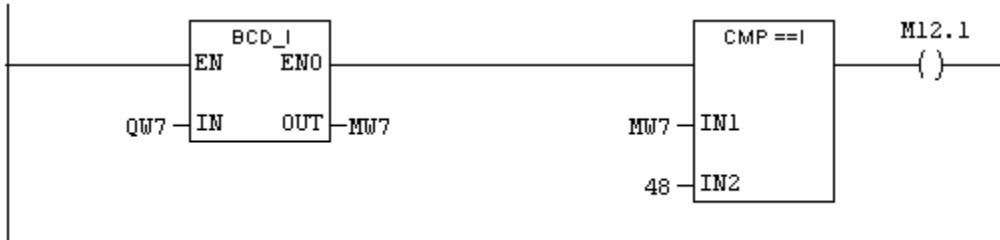
Network 99 : Dem dong co hoat dong duoc 1 ngay

M12.0: Tao 1 xung khi dong co hoat dong duoc 30 phut
COUNTER3 dem dong co hoat dong duoc 1 ngay (24h)



Network 100 : Dong co hoat dong duoc 1 ngay thi tao ra 1 xung

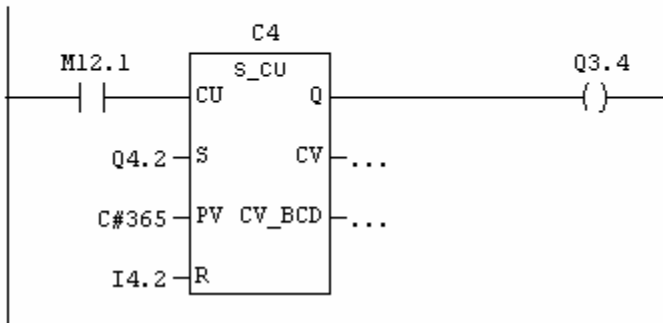
M12.1: Tao 1 xung khi dong co hoat dong duoc 1 ngay



Network 101 : Bao ra den khi dong co hoat dong duoc 1 nam

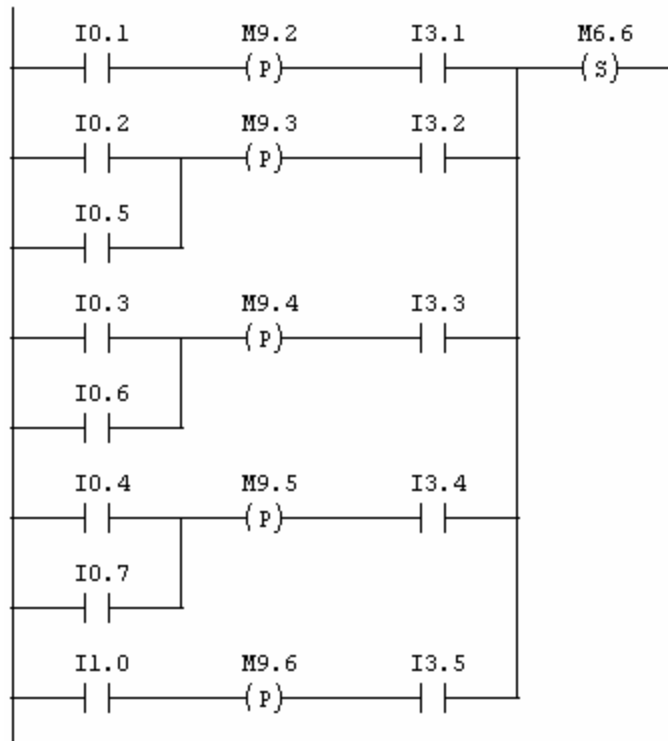
COUNTER4 : Dem thoi gian hoat dong cua dong co duoc 1 nam (365 ngay)

Q3.4: Den bao dong co hoat dong duoc 1 nam



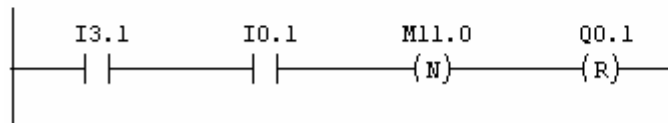
Network 102 : Cua buong thang mo khi gọi thang tại vị trí buong thang đang dung

I0.1, I0.2, I0.3, I0.4, I0.5, I0.6, I0.7: La cac nut nhan gọi thang
 I3.1, I3.2, I3.3, I3.4, I3.5: La cac cam bien thang cua buong thang



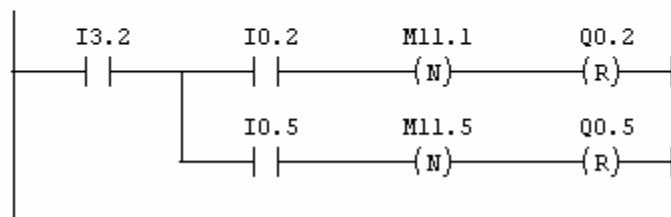
Network 103 : Den nut nhan gọi thang 1 se bi tat sau khi gọi thang

I3.1: Cam bien buong thang tai tang 1
 I0.1: Nut nhan gọi thang đi lên tại tang 1



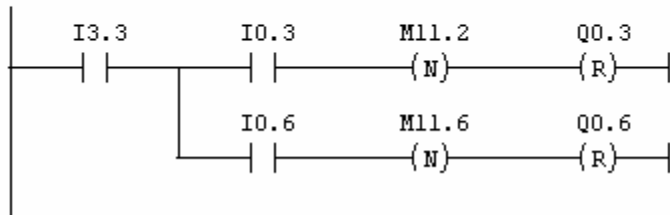
Network 104 : Den nut nhan gọi thang 2 se bi tat sau khi gọi thang

I3.2: Cam bien buong thang tai tang 2
 I0.2, I0.3: Nut nhan gọi thang đi lên _ đi xuống tại tang 1



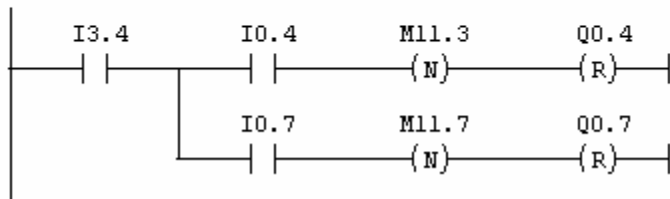
Network 105 : Den nut nhan goi thang 3 se bi tat sau khi goi thang

I3.3: Cam bien buong thang tai tang 3
I0.3, I0.6: Nut nhan goi thang di len _ di xuong tai tang 3



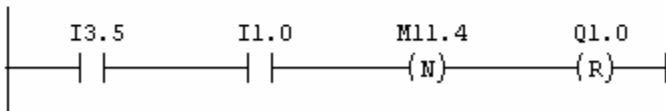
Network 106 : Den nut nhan goi thang 4 se bi tat sau khi goi thang

I3.4: Cam bien buong thang tai tang 4
I0.4, I0.7 Nut nhan goi thang di len _ di xuong tai tang 4



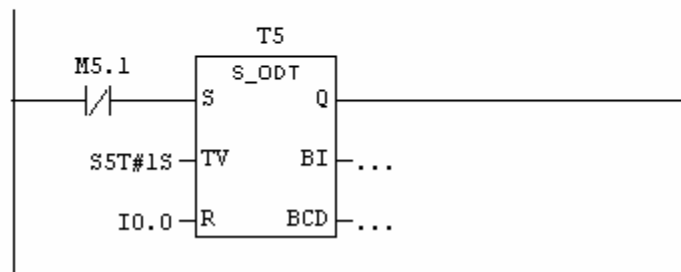
Network 107 : Den nut nhan goi thang 5 se bi tat sau khi goi thang

I3.5: Cam bien buong thang tai tang 5
I1.0: Nut nhan goi thang di xuong tai tang 5



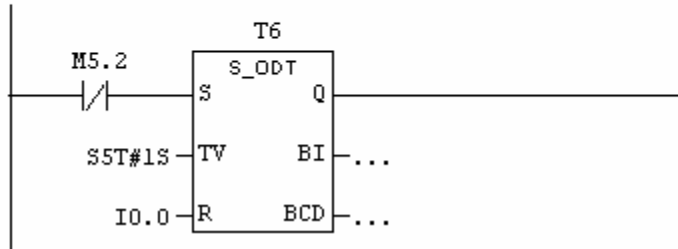
Network 108: Tao thoi gian uu tien cho tin hieu thang di len (Network 45)

Comment:



Network 109 : Tao thoi gian uu tien cho tin hieu thang di xuong (Network 44)

Comment:



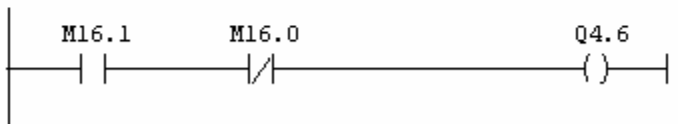
Network 110 : Cap dien cho dong co

I4.5: Nut nhan cap dien cho dong co
Q4.0: Ngo ra cap dien cho dong co



Network 111 : Cap dien cho he thong den va quat trong buong thang

Q4.6: Ngo ra cap dien cho he thong den va quat trong buong thang
M16.1: Bit trung gian cho phep cap dien cho he thong den va quat
M16.0: Bit trung gian cat dien sau thoi gian 10 phut thang khong hoat dong



PGS.TS. NGUYỄN THƯỢNG NGỒ

LÝ THUYẾT
**ĐIỀU KHIỂN
TỰ ĐỘNG**
THÔNG THƯỜNG VÀ HIỆN ĐẠI

QUYỂN 1

HỆ TUYẾN TÍNH



Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật

vinabook.com

Mục lục

1	Các khái niệm cơ bản về điều khiển tự động	1-4
1.1	Giới thiệu chung	1-4
1.1.1	Ưu điểm của tự động điều khiển	1-5
1.1.2	Nhược điểm của tự động hoá.	1-6
1.2	Các khái niệm cơ bản về điều khiển tự động	1-7
1.2.1	Tín hiệu	1-7
1.2.2	Thông tin (information)	1-7
1.2.3	Truyền tin, giao tiếp (Communication)	1-7
1.2.4	Điều khiển (Control)	1-7
1.2.5	Điều khiển mạch hở, điều khiển bằng tay (Open loop, Manual control)	1-8
1.2.6	Điều khiển mạch kín (Close loop control, feedback control)	1-9
1.2.7	Đối tượng được điều khiển (Controlled Process, Plant, Object)	1-10
1.2.8	Biến được điều khiển $y(t)$ (Controlled Variable)	1-11
1.2.9	Bộ điều khiển (Controller)	1-11
1.2.10	Phần tử đo, cảm biến (Measuring element, sensor):	1-12
1.2.11	Tín hiệu cho trước (set point) $[r]$	1-12
1.2.12	Phần tử cho trước (Bộ tạo tín hiệu cho trước)	1-12
1.2.13	Độ lệch (error, deviation) $[e(t)]$	1-12
1.2.14	Phần tử so sánh, bộ cộng tín hiệu (Comparison element, summing point)	1-12
1.2.15	Bộ chế biến tín hiệu (Processing unit, Computer v.v.)	1-13
1.2.16	Bộ thực hiện (Actuator)	1-13
1.2.17	Cơ cấu điều chỉnh (Adjusting mechanism, Adjusting organ)	1-13
1.2.18	Phần tử thực hiện cuối (Final control element)	1-13
1.2.19	Biến tác động $u(t)$ (Manipulated variable)	1-13
1.2.20	Tín hiệu tác động (Actuating signal)	1-13
1.2.21	Nhiễu loạn (Disturbances)	1-13
1.2.22	Tải của hệ thống (Load)	1-14
1.2.23	Phân biệt biến số và thông số (variable vs. parameter)	1-14
1.3	Các nguyên lý điều khiển cơ bản nhất	1-14
1.3.1	Nguyên lý điều khiển theo độ lệch (feedback control)	1-14
1.3.2	Nguyên lý điều khiển tiếp tới (bù trừ nhiễu - feedforward control)	1-15

1.3.3	Bộ điều khiển nhiều xung (multi-element controller)	1-17
1.4	Phân loại bộ điều khiển	1-19
1.5	Sơ đồ khối	1-21
1.6	Các yêu cầu cơ bản đối với hệ thống điều khiển.	1-23
1.7	Ví dụ và bài tập	1-24
1.7.1	Ví dụ HÌNH 1-4 , hệ thống điều khiển nhiệt độ phòng học.	1-24
1.7.2	Bài tập:	1-28
2	Biến đổi Laplace – Hàm truyền – Sơ đồ khối – Mô hình toán.	2-31
2.1	Phép biến đổi Laplace	2-31
2.1.1	Phép biến đổi Laplace	2-31
2.1.2	Một số hàm cơ bản và ảnh Laplace của chúng	2-32
2.1.3	Các định lý cơ bản	2-36
2.1.4	Các tính chất cơ bản của phép biến đổi Laplace thuận (Bảng 2-1)	2-38
2.2	- Hàm truyền	2-38
2.2.1	Khái niệm hàm truyền:	2-38
2.2.2	Biểu thức tổng quát của hàm truyền:	2-39
2.2.1	Nhận xét về hàm truyền	2-39
2.3	Xây dựng và biến đổi sơ đồ khối	2-40
2.3.1	Sơ đồ khối của mạch kín.	2-40
2.3.2	Hàm truyền của hai khâu mắc nối tiếp	2-40
2.3.3	Hàm truyền của hai khâu mắc song song	2-41
2.3.4	Hàm truyền mạch hở và hàm truyền mạch cấp tới.	2-41
2.3.5	Hàm truyền mạch kín (Closed-loop transfer function).	2-42
2.3.6	Hàm truyền của mạch kín đối với nhiễu.	2-42
2.3.7	Thủ tục vẽ một sơ đồ khối.	2-44
2.3.8	Rút gọn sơ đồ khối.	2-45
2.4	Thiết lập mô hình toán cho các hệ thống động lực học	2-48
2.4.1	Các khái niệm cơ bản.	2-48
2.4.2	Tuyến tính hóa các mô hình toán học phi tuyến.	2-50
2.4.3	Ví dụ lập mô hình toán hệ động lực	2-52
3	Các hoạt động điều khiển cơ bản và các bộ điều khiển cơ bản	3-57
3.1	On-off	3-57
3.2	P	3-57
3.3	I	3-57

4	Xử lý tín hiệu tương tự	3-58
4.1	Khái niệm chung	3-58
4.2	Các nguyên lý chế biến tín hiệu tương tự.	3-58
4.2.1	Thay đổi cường độ tín hiệu	3-59
4.2.2	Tuyến tính hoá	3-59
4.2.3	Chuyển đổi dạng tín hiệu	3-59
4.2.4	Lọc và phối hợp trở kháng	3-59
4.2.5	Khái niệm nạp tải	3-59
4.3	Các mạch thụ động.	3-61
4.3.1	Mạch phân áp (Divider Circuits)	3-62
4.3.2	Cầu Wheatstone (Bridge)	3-63
4.4	Mạch khuếch đại thuật toán (Operational Amplifier- Op Amp)	3-68
4.4.1	Tính chất của bộ khuếch đại thuật toán	3-68
4.4.2	Bộ khuếch đại thuật toán lý tưởng.	3-68
4.4.3	Một số ứng dụng của các bộ khuếch đại thuật toán	3-70

Chương 1

1 Các khái niệm cơ bản về điều khiển tự động

1.1 Giới thiệu chung

Trong lịch sử, những thuỷ thủ đầu tiên cũng là những kĩ sư điều khiển hàng hải đầu tiên. Khi hành trình tàu bắt đầu chuyển sang hướng mà anh không mong đợi, anh ta bắt đầu chèo thuyền bằng chân và tay để đẩy thuyền đi theo hướng mà anh ta thích hơn. Người thuỷ thủ đã tự nhận ra những điều kiện không mong muốn và đã làm một việc là tạo ra một quá trình dịch chuyển trong giới hạn chấp nhận được do anh tự đặt ra.

Từ khi có bánh lái, người thuỷ thủ cầm lái cùng bánh lái đã cải thiện chất lượng và hiệu quả của hệ thống điều khiển.

Các hệ thống điều khiển ngày nay, về nguyên tắc, giống hệt như hệ thống điều khiển đã mô tả ở trên.

Sỹ quan máy nhìn đồng hồ vòng quay, hoặc đếm số vòng quay máy chính, rồi so sánh với vòng quay định trước, sau đó tiến hành đóng mở van hơi, hoặc thay đổi lượng nhiên liệu cấp, làm cho vòng quay phục hồi và do vậy điều khiển được tốc độ tàu. Nếu sỹ quan máy đứng tách ra ngoài, thay vào đó là một thiết bị dùng để đo độ sai lệch giữa số vòng quay thực tế với số vòng quay mong muốn, rồi nó tự định ra quyết định thay đổi độ mở van cấp nhiên liệu cho động cơ thì hệ thống được gọi là đã tự động hoá. Hệ thống tự động hoá lái tàu đầu tiên dùng một cánh buồm nhỏ gắn trên một cột buồm lái để phục hồi lại hướng đi của tàu.

Năm 1774 James Watt đã thiết kế một động cơ được tự động hoá đầu tiên có dùng một bộ điều tốc quả vàng có liên hệ ngược để điều khiển dòng hơi và do vậy là tốc độ động cơ. Các hệ thống trước đây thường rất đơn giản và tự tác động. Tự tác động (hay là tác động trực tiếp) nghĩa là quá trình điều khiển cũng còn cấp năng lượng cần thiết để điều khiển cơ cấu thực hiện.

Tài liệu này chủ đích dùng cho sinh viên ngành máy tàu thủy, những người sau khi tốt nghiệp sẽ thường xuyên làm việc trong môi trường quốc tế mà tiếng Anh được dùng phổ biến. Do vậy, một số khái niệm cơ bản, một số thuật ngữ, thậm chí cả một số chú thích trên hình cũng được để cả ở Tiếng Anh và Tiếng Việt, hòng giúp người đọc sau này bớt khó khăn khi tìm các thuật ngữ tự động điều khiển trong Tiếng Anh.



Hình 1-1: Bộ điều tốc ly tâm kiểu Watt (1788) lắp đặt trên một máy hơi nước Boulton and Watt tại Bảo tàng khoa học, London.

1.1.1 Ưu điểm của tự động điều khiển

Nâng cao hiệu suất

Hiệu suất của hệ thống được nâng cao nhờ giảm công suất cần dùng, giảm chi phí bảo dưỡng, tăng độ nhạy, độ chính xác và tính chắc chắn, cải thiện điều kiện làm việc và giảm sức lao động.

Nếu hệ thống tự động được thiết kế hoàn chỉnh thì hệ thống tự động điều khiển sẽ hoạt động với hiệu suất cao nhất trong các giới hạn nhất định. Một hệ tự động điều khiển có thể cảm biến cực kỳ nhạy đối với bất kỳ thông số nào mà người thiết kế có thể lựa chọn và do đó chất lượng của đầu ra và hiệu suất của quá trình không còn bị giới hạn hoặc phụ thuộc vào sự nhạy bén của người vận hành nữa. Ví dụ, hệ máy lái hiện đại có thể được bổ sung thêm rất nhiều đầu vào, ví như đo gia tốc của con tàu mà giảm bớt lực bẻ lái cần dùng nhờ tiến hành hiệu chỉnh bánh lái sớm lên, do vậy giảm được sự mất mát tốc độ từ việc bẻ lái quá lớn. Một ví dụ rất quan trọng trong buồng máy là việc cấp nước và điều khiển quá trình cháy trong các nồi hơi hiện đại. Người đốt lò không thể duy trì mực nước hoặc tốc độ đốt lò tốt như một hệ tự động được thiết kế tốt. Nhờ độ nhạy cao của hệ thống điều khiển cấp nước, các nồi hơi hiện đại có thể được hoạt động ở nhiệt độ cao hơn với trống hơi nhỏ hơn, do đó hiệu suất cao hơn.

Với các quá trình mà kết quả của nó là các sản phẩm thì sử dụng các hệ thống tự động có thể cải thiện tính chắc chắn của sản phẩm vì tất cả các lượng không chắc nhỏ bé và các biến động trong sản phẩm gây ra bởi sai sót hoặc sự không chú ý của con người đều có thể được loại trừ, do vậy giảm bớt các sản phẩm kém chất lượng.

Khi hệ thống tự động điều khiển duy trì hoặc có hiệu suất, tính tin cậy và an toàn cao hơn các hệ hoạt động bằng tay thì ta có thể giảm số nhân viên vận hành. Giảm số nhân viên trên tàu không những làm giảm lương mà còn giảm các chi phí trợ giúp cho họ bao gồm giảm chi phí trang thiết bị phòng ở, không gian sinh hoạt, chỗ chứa đồ, thức ăn thức uống v.v.

Giảm chi phí bảo quản

Các quá trình được điều khiển với hiệu suất cao nhất có thể có mức mài mòn ít hơn, ít ngừng trệ hơn so với các hệ vận hành bằng tay, do vậy ít phải bảo dưỡng hơn. Điều đó có được là nhờ ứng suất và tải đặt trên hệ thống có điều khiển tự động nhỏ hơn so với ở hệ điều khiển bằng tay. Cũng có thể là chi phí bảo dưỡng cho hệ điều khiển sẽ vượt quá lượng giảm chi phí cho bảo dưỡng các thiết bị của quá trình công nghệ, nhưng hiếm khi như vậy. Và nếu cân nhắc đến việc giảm chi phí sửa chữa nhờ giảm các hư hỏng ở thiết bị do sự thiếu kinh nghiệm của người vận hành thì hệ tự động điều khiển bao giờ cũng có chi phí duy tu thấp hơn.

Tăng tính an toàn

Các thiết bị tự động hóa hoạt động chính xác không tạo ra các sai lệch mà người hay mắc phải như mở và điều tiết sai chiều, hoặc quay bánh lái sang phải trong khi được lệnh quay bánh lái sang trái. Nếu hệ thống tự động điều khiển liên tục nhận được các dữ liệu đúng đắn và tin cậy thì hệ tự động về nguyên tắc sẽ tin cậy hơn nhiều so với hệ không tự động. Các trục trặc xảy ra là vì chính các mạch điều khiển có thể có khả năng hư hỏng nhất định. Nếu tính an toàn của hệ thống tự động điều khiển giảm đi khi được tự động hóa thì phải xem xét kỹ lưỡng để phục hồi lại tính an toàn cho nó. Ở Mỹ, sẽ là bất hợp pháp nếu lắp đặt các hệ tự động hóa trên các tàu treo cờ Mỹ mà nó lại không an toàn bằng hệ điều khiển bằng tay mà hệ này thay thế.

1.1.2 Nhược điểm của tự động hoá.

Nếu trình độ người dùng thỏa mãn, thiết kế chế tạo hợp lý, có tính đến tính kinh tế, thì các hệ thống tự động điều khiển sẽ không có các nhược điểm. Các hệ thống tự động điều khiển chính xác đòi hỏi nhiều nỗ lực thiết kế hơn, kỹ năng người lao động cao hơn, thử nghiệm phức tạp hơn, chi phí huấn luyện và chi phí thiết bị cao hơn. Tuy nhiên nếu các chi phí cho tuổi thọ thiết bị mà không giảm đi nhờ tự động hóa thì có thể không nên áp dụng tự động hóa.

Cũng nên lưu ý rằng các hệ thống tự động điều khiển mà bị đầu tắt do người vận hành không biết cách khống chế nó, không thích hoặc không thể hiểu được nó hoạt động ra sao thì sẽ không thể nào mang lại hiệu quả mà người thiết kế mong có.

1.2 Các khái niệm cơ bản về điều khiển tự động

1.2.1 Tín hiệu

Tín hiệu (signal) là một hiển thị, như là điệu bộ hoặc ánh đèn màu, làm phương thức để truyền thông tin (communication). Tín hiệu có thể là thông điệp được truyền theo phương thức như hiển thị hoặc điệu bộ vừa nêu. Trong cơ khí, tín hiệu có thể là chuyển vị, là mức biến đổi của áp suất, nhiệt độ. Trong điện, tín hiệu có thể là một xung hoặc một sự thay đổi của các đại lượng điện như điện áp, dòng điện, hoặc từ trường mà sự thay đổi đó đại diện cho một thông tin đã quy chuẩn. Trong các lĩnh vực đời sống thực, tín hiệu có thể là âm thanh, hình ảnh hoặc thông điệp được truyền đi và nhận được qua điện báo, điện thoại, truyền thanh, truyền hình v.v.

Ví dụ: Thông tin về nhiệt độ cao hay thấp có thể truyền trong môi trường keo, khi một hộp keo được dùng để đo nhiệt độ, vì ta biết keo giãn nở ra khi nhiệt độ của nó cao, thu nhỏ lại khi nhiệt độ của nó giảm. Khi này, tín hiệu về nhiệt độ chính là sự giãn nở của khối keo trong một hộp.

1.2.2 Thông tin (information)

Thông tin là kiến thức, là hiểu biết có được từ nghiên cứu, kinh nghiệm hoặc được chỉ dẫn. Nó cũng có thể là hiểu biết về các sự kiện hoặc tình huống được thu thập hoặc nhận được từ giao tiếp. Hoặc nó là tập hợp các sự thật hoặc dữ liệu.

1.2.3 Truyền tin, giao tiếp (Communication)

Truyền tin, hay giao tiếp, là hoạt động hoặc việc truyền thông tin, hoặc là thông tin được truyền đi; hoặc nó là quá trình mà thông tin được trao đổi giữa các cá thể thông qua một hệ thống chung của các biểu tượng, ký hiệu hoặc thái độ.

1.2.4 Điều khiển (Control)

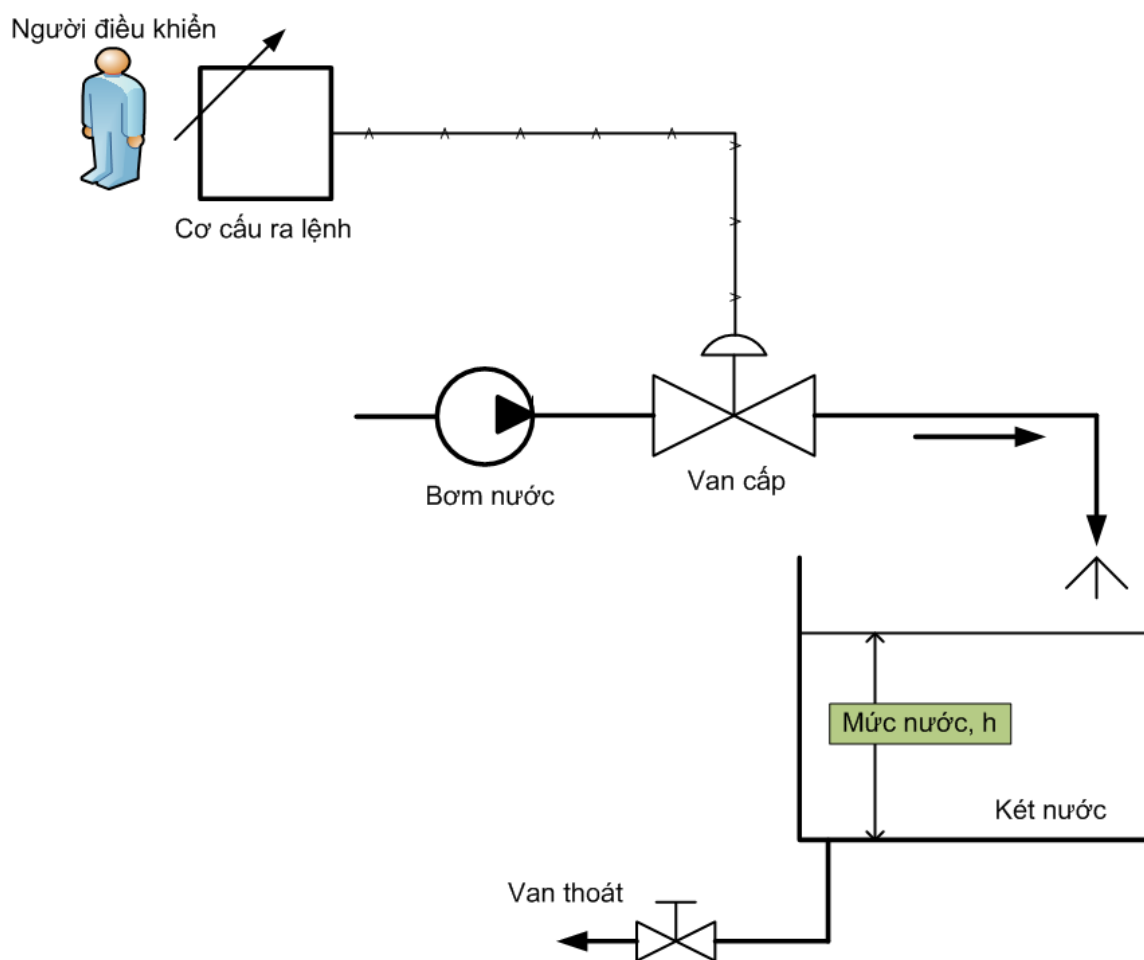
Điều khiển có nghĩa là ra lệnh, hướng dẫn, khống chế, điều chỉnh hoặc duy trì. Thuật ngữ “điều khiển” được dùng để bao hàm rất nhiều các hoạt động. Hiện thời, ta nên định nghĩa nó càng khái quát càng tốt, vì một hệ thống điều khiển cụ thể có thể thực hiện một hoặc nhiều các chức năng này.

Điều khiển có hai tác động quan trọng. Thứ nhất, điều khiển nghĩa là can thiệp vào hoặc tương tác với “cái” đang được điều khiển. Thứ hai, điều khiển nghĩa là có một “bộ điều khiển” (controller) và một cái gì đó để thực thi tác động điều khiển (bộ thực hiện - Actuator).

Mạch điều khiển (control loop) là một tập hợp các phần tử, chi tiết, thiết bị có quan hệ với nhau để thực hiện một chức năng điều khiển. Các thành phần cơ bản trong một mạch điều khiển gồm: cảm biến, thiết bị ra lệnh, thiết bị so sánh tính độ lệch, thiết bị thực hiện lệnh điều khiển và một đối tượng được điều khiển.

1.2.5 Điều khiển mạch hở, điều khiển bằng tay (Open loop, Manual control)

HÌNH 1-2 là sơ đồ một mạch điều khiển mạch hở, không có phản hồi. Mức nước trong két (h) là biến được điều khiển, nhưng nó lại không được đo, được theo dõi. Người điều khiển sẽ ra lệnh đóng, mở van. Các tác động nhiễu như độ mở van cấp thay đổi, độ mở van ra thay đổi v.v. làm cho mức nước trong két thay đổi. Nhưng, các nhiễu đó lại không được bù trừ tác động. Vậy, mạch điều khiển hở là mạch có tác động điều khiển hở, một chiều, không có tín hiệu phản hồi. Mạch điều khiển hở chỉ nên được dùng ở những nơi mà tác động nhiễu không làm thay đổi đáng kể giá trị của biến được điều khiển; Hoặc kết quả điều khiển hoàn toàn có thể dự đoán trước được.

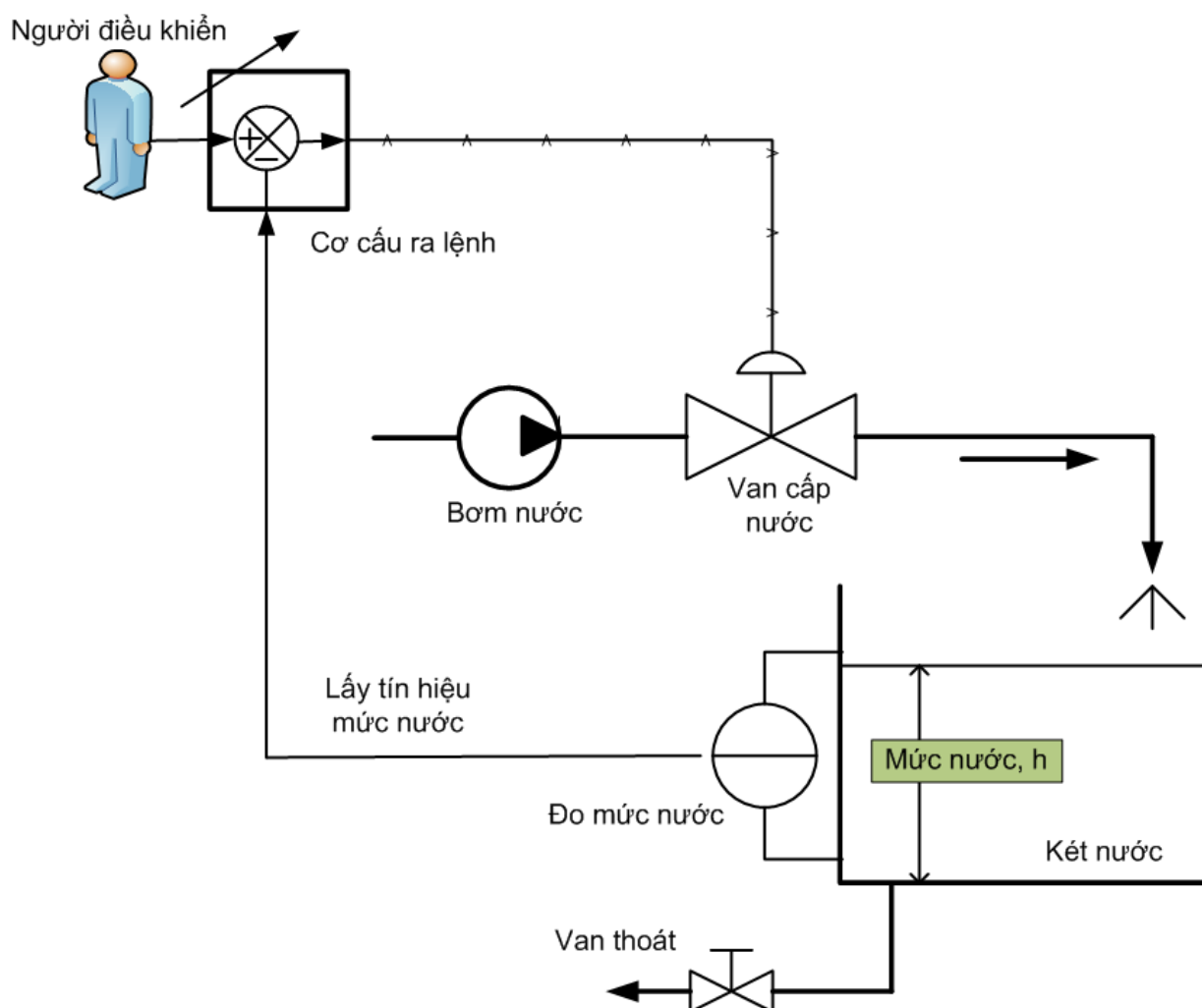


Hình 1-2: Một ví dụ về hệ thống điều khiển mạch hở, điều khiển mực nước (h) trong két

Điều khiển mạch hở chỉ có ích khi hệ thống được xác định tốt trong đó mối liên hệ giữa tác động đầu vào và trạng thái của kết quả có thể mô hình hóa bằng một biểu thức toán học. Ví dụ, có thể quyết định mức điện áp cấp vào một động cơ điện lai một tải cố định để quyết định tốc độ quay của động cơ đó. Nhưng nếu tải của động cơ là không dự đoán được thì tốc độ động cơ phụ thuộc nhiều cả vào tải và điện áp cấp, do vậy hệ điều khiển mạch hở không thể điều khiển tốt được tốc độ động cơ điện.

Bộ điều khiển mạch hở thường được dùng trong các quá trình đơn giản vì tính đơn giản và giá thành thấp của nó, đặc biệt trong các hệ không cần lắm đến phản hồi. ví dụ điển hình là máy giặt, vì thời gian của từng công đoạn giặt, xả, vắt có thể định trước bởi người dùng. Tuy nhiên, khi cần máy phải tự thay đổi quá trình giặt cho phù hợp với trọng lượng giặt, thậm chí loại vải được giặt thì phải cần đến hệ thống điều khiển phức tạp hơn, như điều khiển thích nghi (adaptive controller), có phản hồi (mạch kín), hoặc kết hợp v.v.

1.2.6 Điều khiển mạch kín (Close loop control, feedback control)



Hình 1-3: Hệ thống điều khiển mạch kín mực nước trong két (h)

So với sơ đồ trong **HÌNH 1-2**, hệ điều khiển mạch kín mực nước trong két, **HÌNH 1-3**, có thêm bộ phận đo mực nước thực tế (h) trong két, theo nguyên tắc cơ bản là nếu cần phải điều khiển cái gì thì ta phải đo cái đó trước. Từ đó, tín hiệu về mực nước thực trong két được đưa về bộ chế biến tín hiệu để so sánh với giá trị mong muốn về mực nước (h_r) trong két. Nếu $h_r - h > 0$, nghĩa là mực nước trong két thấp hơn mong muốn, vậy bộ chế biến tín hiệu sẽ phải gia công ra một tác động điều khiển để mở rộng thêm van cấp nước nhằm duy trì mực nước cao trở lại bằng với giá trị mong muốn. Và ngược lại, nếu $h_r - h < 0$. Vai trò

của người điều khiển lúc này chỉ là giám sát quá trình hoạt động, và đặt trước giá trị mục nước mong muốn (hr).

Nguyên lý điều khiển như vừa nêu trên được ứng dụng rất phổ biến trong công nghiệp, vì tính hiệu quả cao, đơn giản, giá thành thấp. Người ta thường gọi hoạt động điều khiển này là có phản hồi (feedback control).

Hệ thống điều khiển mạch kín lý tưởng có thể khử hết được các sai số, giảm nhẹ có hiệu quả các ảnh hưởng của của các lực có thể hoặc không có thể phát sinh trong quá trình hoạt động và tạo ra một đáp ứng trong hệ thống phù hợp với mong muốn của người sử dụng. Trong thực tế, không thể có hệ điều khiển lý tưởng như vậy vì có độ trễ trong các phép đo các sai số (độ lệch) và tính không hoàn hảo của các tác động điều khiển.

Các bộ điều khiển mạch kín (feedback controllers) có các ưu điểm sau đây so với các bộ điều khiển mạch hở (feedforward controllers):

- Khử được nhiễu
- Đảm bảo hoạt động được ngay cả khi mô hình điều khiển không chắc chắn, nghĩa là khi cấu trúc của mô hình không hoàn toàn giống với cấu trúc thực của đối tượng được điều khiển và các thông số của mô hình không chính xác.
- Có thể ổn định đối tượng được điều khiển không ổn định
- Giảm tính nhạy đối với các sự thay đổi của các đại lượng thuộc đối tượng được điều khiển.

1.2.7 Đối tượng được điều khiển (Controlled Process, Plant, Object)

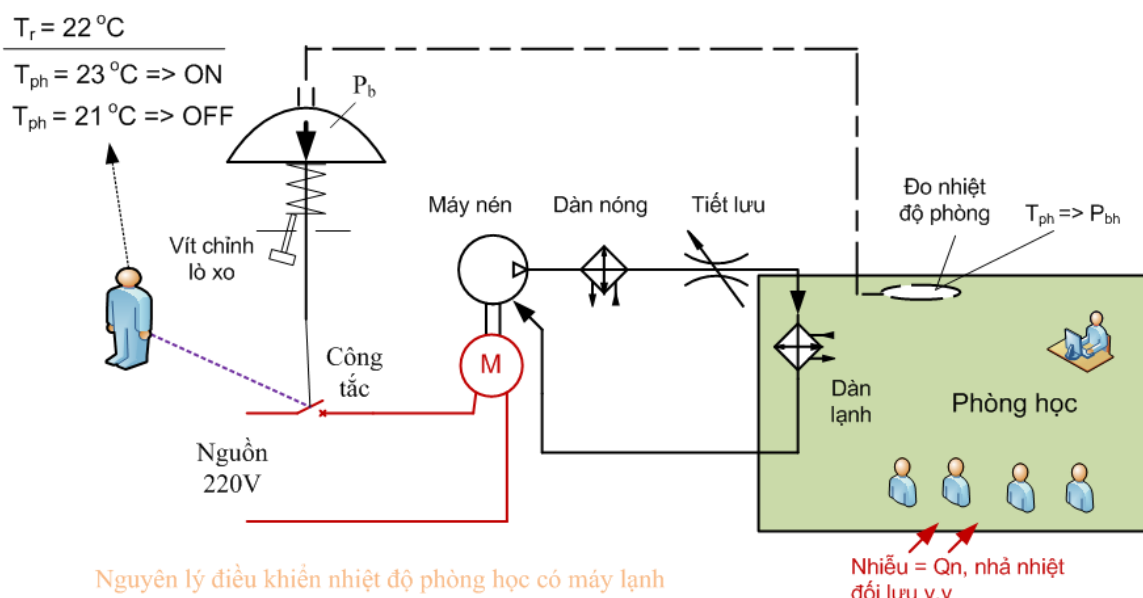
Đối tượng được điều khiển là một máy móc, thiết bị, quá trình, hoặc hệ thống mà nó có một số đại lượng đặc trưng, và các đại lượng đặc trưng này lại cần phải được điều khiển theo ý muốn của con người. Ví dụ như là quá trình thắp sáng một bóng đèn, sưởi nóng một căn phòng, hoặc lái xe trên đường. Đối tượng được điều khiển có thể là một quá trình vật lý, hóa học, cơ học v.v và chúng có thể tồn tại khắp mọi nơi trong vũ trụ.

Ví dụ 1:

HÌNH 1-3 – đối tượng được điều khiển là két nước, với biến được điều khiển là mức nước (h).

Ví dụ 2:

Đối tượng được điều khiển có thể là một phòng học khi ta muốn điều khiển nhiệt độ trong phòng (T). Xem **HÌNH 1-4**. Tác động điều khiển là việc hâm nóng phòng khi nhiệt độ trong phòng (T) thấp, làm mát phòng học khi nhiệt độ trong phòng cao hơn mức mong muốn (Tr). Khi đó nhiệt độ trong phòng (T) là một đại lượng đặc trưng trong số nhiều đại lượng trong số nhiều đại lượng đặc trưng cho phòng học, mà nó (nhiệt độ không khí trong phòng, T) cần phải được điều khiển theo ý muốn của chúng ta.



Hình 1-4: Hệ thống điều khiển tự động nhiệt độ phòng học

1.2.8 Biến được điều khiển $y(t)$ (Controlled Variable)

Biến được điều khiển $[y(t)]$ là một đại lượng đặc trưng của đối tượng được điều khiển, nó được chọn, được đo và được điều khiển trực tiếp bởi một bộ điều khiển thích hợp.

Ví dụ:

Nhiệt độ không khí trong phòng học (T); Mức nước trong két (h).

Nhiệt độ trong phòng học là một biến được điều khiển, vì nó là một trong những đặc trưng của phòng học, mà người ta lại muốn nhiệt độ trong phòng khá điều hòa, làm cho người ngồi học và người dạy dễ chịu. Tuy nhiên, trong phòng học còn có nhiều đại lượng đặc trưng khác, như số người ngồi học, chất lượng giảng dạy v.v. mà tùy theo nhu cầu cụ thể mà ta có thể chọn thêm một vài đại lượng được điều khiển khác, đương nhiên lại phải có thêm bộ điều khiển phù hợp.

1.2.9 Bộ điều khiển (Controller)

Bộ điều khiển là một sự kết hợp của các phần tử (không nhất thiết chỉ là cơ khí) có hoạt động cùng nhau để cảm biến giá trị của đại lượng nào đó thuộc đối tượng được điều khiển và đưa ra các tác động để ra lệnh, hướng dẫn, khống chế, điều chỉnh hoặc duy trì giá trị của đại lượng đó.

Một ví dụ đơn giản, bộ điều khiển có thể là một hệ đo tốc độ tàu rồi điều chỉnh công suất tác dụng của động cơ chính để duy trì tốc độ tàu ở giá trị cụ thể nào đó mà ta định trước.

Bộ điều khiển tương tác với quá trình (đối tượng được điều khiển) theo hai cách. Thứ nhất là nó đo đạc và đánh giá biến nào đó của quá trình. Thứ hai, nó làm thay đổi một hoặc vài biến của quá trình, của đối tượng được điều khiển.

1.2.10 Phần tử đo, cảm biến (Measuring element, sensor):

Phần tử đo, cảm biến là thiết bị dùng để **cảm nhận (đo đạc)** giá trị của biến được điều khiển $y(t)$ và **biến đổi** giá trị đó thành tín hiệu chuẩn $c(t)$ để có thể dùng được ở các bộ phận tiếp theo của bộ điều khiển. Thông thường, tín hiệu này $c(t)$ được gửi tới phần tử so sánh, để so sánh với giá trị cho trước (r) nhằm tạo ra độ lệch $e(t)$.

Ví dụ:

Hộp keo kín hình trụ, có đáy và thành trụ rất cứng vững, nhưng có mặt đỉnh trụ là một màng kim loại có nếp gợn sóng. Nhiệt độ hộp keo tăng sẽ làm mặt đỉnh hình trụ này lồi lên trên. Mức lồi lên này (nhiều hay ít) chính là tín hiệu về nhiệt độ và nó tỷ lệ với mức tăng nhiệt độ hộp keo.

1.2.11 Tín hiệu cho trước (set point) [r]

Tín hiệu cho trước (set point) $[r]$ là thông số vào độc lập mà ta đặt cho bộ điều khiển, quyết định giá trị cân bằng của biến được điều khiển. Tín hiệu này còn được gọi là *giá trị cho trước - set point, giá trị mong muốn - desired value, tín hiệu chỉ huy - command value*.

1.2.12 Phần tử cho trước (Bộ tạo tín hiệu cho trước)

Phần tử cho trước (bộ tạo tín hiệu cho trước) là thiết bị được dùng để tạo ra giá trị tham chiếu (reference value, cho trước) cho biến được điều khiển. Thông thường, tín hiệu này được gửi tới phần tử so sánh để so sánh với giá trị cho trước. Độ lệch (sự sai khác – error, deviation) giữa hai giá trị này $e(t) = r - c(t)$ được gửi tới bộ chế biến tín hiệu (processing unit, computer) hoặc bộ điều khiển (controller).

1.2.13 Độ lệch (error, deviation)[e(t)]

Độ lệch, $e(t)$, là sự sai khác giữa giá trị cho trước và giá trị thực tại của biến được điều khiển, nó được tạo ra (kết quả) từ phần tử so sánh, $e(t) = r - c(t)$.

1-1

$$e(t) = r - c(t)$$

1.2.14 Phần tử so sánh, bộ cộng tín hiệu (Comparison element, summing point)

Phần tử so sánh, hay là bộ cộng tín hiệu, là một thành phần dùng để đánh giá mức sai khác giữa giá trị thực của biến được điều khiển với giá trị đặt trước và tạo ra một tín hiệu từ độ lệch này, $e(t)$.

1.2.15 Bộ chế biến tín hiệu (Processing unit, Computer v.v.)

Bộ chế biến tín hiệu (bộ điều khiển cơ bản) là một thành phần của bộ điều khiển dùng để phân tích độ lệch, rồi chế biến tín hiệu độ lệch này theo một quy luật nào đó để xuất ra tín hiệu dẫn động bộ thực hiện dẫn tới làm thay đổi biến tác động theo ý muốn của ta. Các hoạt động điều khiển, các chương trình điều khiển, hay các quy luật điều khiển được chế biến tại đây.

1.2.16 Bộ thực hiện (Actuator)

Bộ thực hiện nhận tín hiệu ra là tín hiệu tác động (actuating signal) từ bộ chế biến tín hiệu chính (bộ điều khiển cơ bản) rồi gia công và khuếch đại công suất cho tín hiệu này để gửi tới cơ cấu điều chỉnh để tác động lên khối lượng và dòng năng lượng của đối tượng được điều khiển.

1.2.17 Cơ cấu điều chỉnh (Adjusting mechanism, Adjusting organ)

Cơ cấu điều chỉnh tiếp nhận tín hiệu điều khiển từ bộ thực hiện và làm thay đổi khối lượng và dòng năng lượng của đối tượng được điều khiển. Thông thường, cơ cấu điều chỉnh là một bộ phận của đối tượng được điều khiển. Ví dụ, thanh răng và bơm cao áp của động cơ diesel.

1.2.18 Phần tử thực hiện cuối (Final control element)

Phần tử thực hiện cuối là một nhóm các bộ phận điều chỉnh nhận tín hiệu từ bộ chế biến tín hiệu, hoặc từ bộ điều khiển và làm thay đổi trực tiếp biến tác động. Như vậy, nó thường bao gồm bộ thực hiện và cơ cấu điều chỉnh.

1.2.19 Biến tác động $u(t)$ (Manipulated variable)

Biến tác động $u(t)$ là biến của quá trình (đối tượng được điều khiển), được bộ điều khiển thay đổi (gia công) nhằm làm thay đổi giá trị của biến được điều khiển. Đôi khi, nó được gọi là đầu vào (input), hoặc tác động vào điều khiển (control input) của đối tượng được điều khiển. Biến này chính là đầu ra của bộ điều khiển, hoặc nếu khâu trợ lực được sử dụng thì nó là đầu ra của khâu trợ lực (Actuator).

1.2.20 Tín hiệu tác động (Actuating signal)

Tín hiệu tác động là tín hiệu ra từ bộ xử lý, được gửi đến phần tử thực hiện. Đây là tín hiệu trung gian của biến tác động.

1.2.21 Nhiễu loạn (Disturbances)

Nhiễu loạn là các biến số $D(t)$ mà ta không điều khiển được của quá trình và chúng có ảnh hưởng đến giá trị của biến được điều khiển theo hướng ta không mong muốn. Có rất nhiều dạng nhiễu tác động lên hệ thống. Trong đó, tải của hệ thống là một nhiễu lớn nhất, chủ yếu của hệ.

1.2.22 Tải của hệ thống (Load)

Tải của hệ thống là phần năng lượng, vật chất tiêu thụ của hệ thống. Ví dụ, với phòng học máy lạnh thì tải là nguồn nóng phát ra từ người học. Với động cơ lai máy phát điện thì công suất điện tiêu thụ bởi các thiết bị điện là tải của hệ. Với diesel lai chân vịt thì công suất tiêu thụ trên trục chân vịt là tải. Đó chính là phần công suất cần thiết để làm một chân vịt quay được trong nước với tốc độ góc mong muốn.

1.2.23 Phân biệt biến số và thông số (variable vs. parameter)

Biến số (variable) là một đại lượng biến đổi được hoặc điều khiển được của một hệ thống, mà nó đang thay đổi theo thời gian. Như vậy, biến số là một đại lượng của quá trình, và là hàm của thời gian.

Thông số (parameter) là một đại lượng biến đổi được hoặc điều khiển được của một hệ thống, mà nó tạm thời được coi là không đổi, giá trị tương ứng của nó dùng để phân biệt những trạng thái riêng khác nhau của hệ thống đó. Như vậy thông số là một giá trị của một đại lượng ở một trạng thái. Nó có thể là một giá trị của một biến ở một thời điểm cụ thể.

Sự khác nhau giữa thông số và biến số là ở chỗ: ở một sự phân tích cho trước về một hệ thống, thì biến số được phép phụ thuộc vào thời gian, còn thông số thì không. Điều quan trọng là ở một phân tích cho trước, thông số không phụ thuộc vào thời gian, nó được giữ không đổi. Thông thường, giá trị cho trước là một thông số chứ không phải là biến số, vì bình thường nó được đặt ở một giá trị nào đó, rồi ta để mặc đó.

1.3 Các nguyên lý điều khiển cơ bản nhất

Trong điều khiển tự động cổ điển, có hai nguyên lý điều khiển cơ bản sau đây thường được ứng dụng trong thực tế, đó là điều khiển theo độ lệch và điều khiển theo bù trừ nhiễu.

1.3.1 Nguyên lý điều khiển theo độ lệch (feedback control)

Hệ thống điều khiển theo nguyên lý độ lệch được hoạt động như sau. Lấy ví dụ trên **HÌNH 1-3**. Biến được điều khiển (h) (mức nước trong két) thường xuyên được đo và chuyển tín hiệu tới bộ điều khiển. Tại đây, nó được so sánh với giá trị mong muốn (h_r) của biến được điều khiển (h) (mức nước), cho ra độ lệch $e(t) = h_r - h$. Bộ điều khiển sẽ căn cứ vào độ lệch này mà chế ra tín hiệu tác động điều khiển $u(t)$ để gửi tới cơ cấu thực hiện nhằm điều tiết mức cân bằng năng lượng / vật chất v.v. theo hướng duy trì biến được điều khiển về giá trị gần với giá trị cho trước. Giả sử mức nước trong két tăng lên cao hơn mức mong muốn (h_r), độ lệch $e(t) = h_r - h < 0$, khối chế biến tín hiệu sẽ gia công tín hiệu $u(t)$ làm đóng bớt van nước cấp lại. Do đó, mức nước trong két sẽ thấp xuống trở lại.

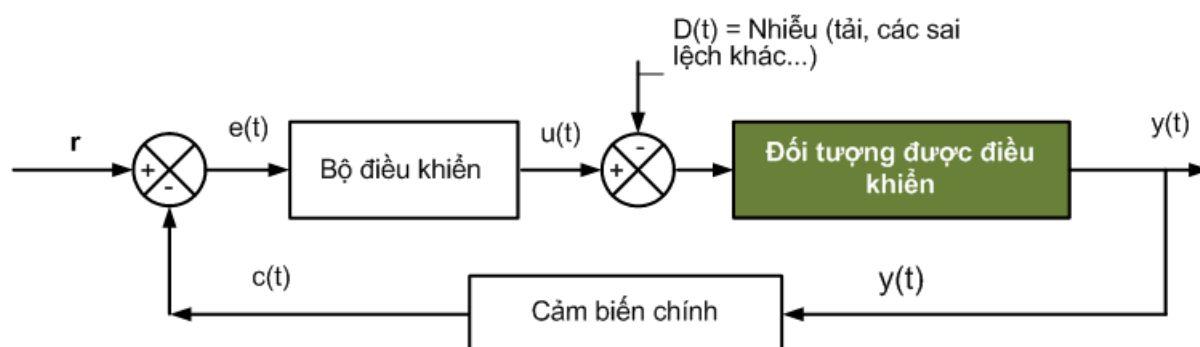
Như vậy, tổng quát, bộ điều khiển hoạt động theo nguyên lý độ lệch luôn đo giá trị thực của biến được điều khiển $y(t)$, rồi biến đổi giá trị này thành $c(t)$, rồi so sánh giá trị đó $c(t)$ với giá trị cho trước (r) để tìm ra độ lệch $e(t) = r - c(t)$. Khối chế biến tín hiệu điều khiển sẽ chế biến tín hiệu độ lệch $e(t)$ thành tín hiệu tác động $u(t)$ theo một quy luật nào đó, ví như tỷ lệ, $u(t) = K_p \times e(t)$, để tác động vào nguồn cấp / thoát năng lượng / vật chất cho hệ theo hướng làm cho hệ thống cân bằng năng lượng / vật chất trở lại, nhờ đó mà giá trị

thực của biến được điều khiển $y(t)$ có xu hướng phục hồi lại giá trị ban đầu, hoặc thay đổi được theo sự thay đổi của giá trị cho trước (r).

Nhận xét

Bộ điều khiển hoạt động theo tín hiệu độ lệch $e(t)$, vậy phải có $e(t)$ thì hệ mới hoạt động, mà muốn có độ lệch thì phải chờ cho có tác động thực của sự mất cân bằng năng lượng cấp / thoát của đối tượng được điều khiển, do vậy có tính trễ trong hoạt động điều khiển.

Do thường xuyên đo giá trị của biến được điều khiển cho hoạt động điều khiển, cho nên biến được điều khiển thường xuyên được giám sát và điều khiển khá kịp thời, cho nên không ra các sai lệch lớn giữa biến được điều khiển và giá trị mong muốn của nó, $e(t) = r - c(t)$. Vì vậy, bộ điều khiển này hoạt động khá tin cậy, nguyên lý cấu tạo đơn giản, đáp ứng khá tốt, và có thể dùng độc lập được.



Độ lệch $e(t) = r - c(t)$; Tác động điều khiển $u(t) = f[e(t)]$.

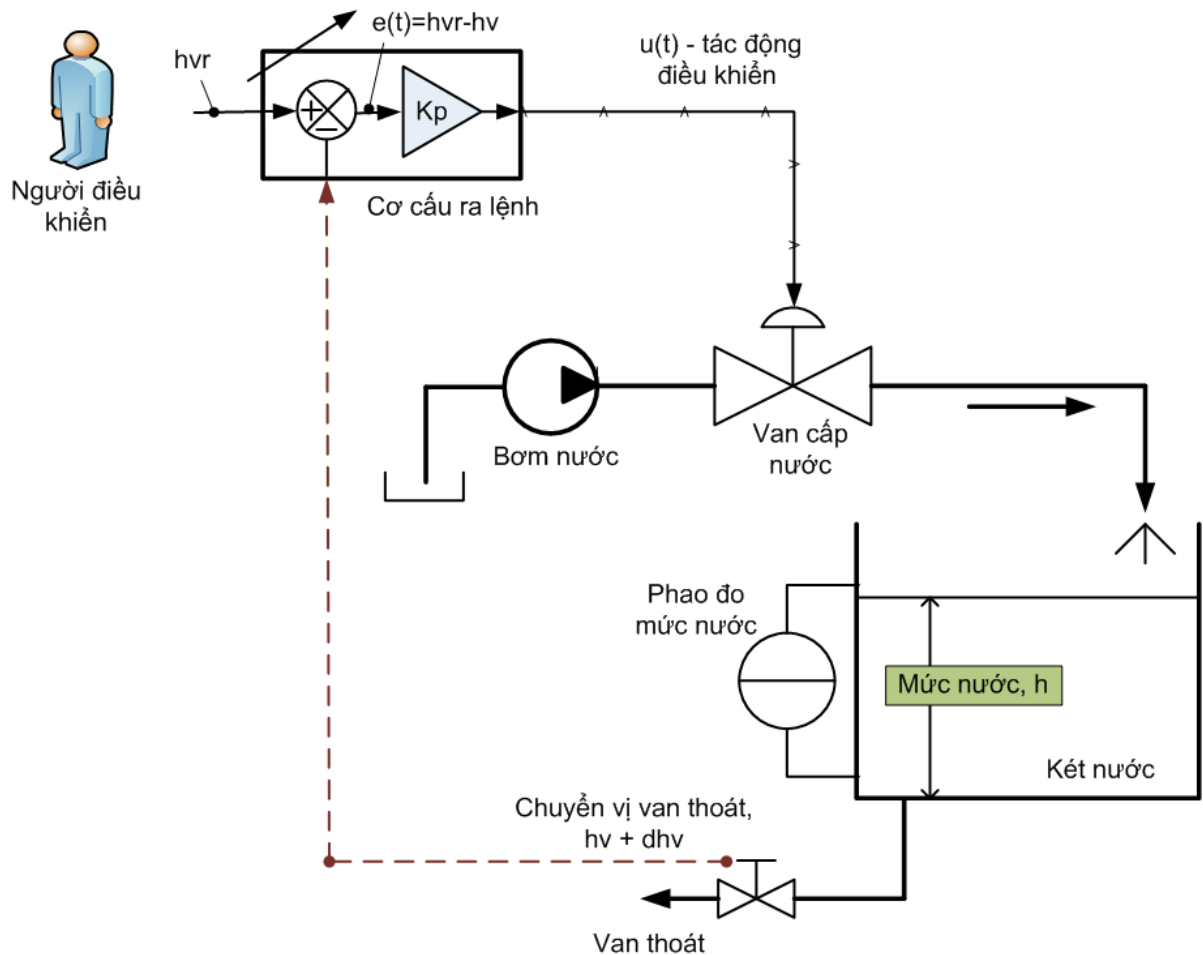
Hình 1-5: Sơ đồ khối minh họa một hệ điều khiển theo độ lệch (có phản hồi)

Sơ đồ khối của một hệ điều khiển theo độ lệch (có phản hồi) được thể hiện trên **HÌNH 1-5**. Trong đó, mạch cảm biến chính (đo và biến đổi chuẩn giá trị của biến được điều khiển) là mạch khép kín sơ đồ khối của hệ thống.

1.3.2 Nguyên lý điều khiển tiếp tới (bù trừ nhiễu - feedforward control)

Khác với nguyên lý điều khiển theo độ lệch, trong hệ điều khiển tiếp tới (bù trừ nhiễu) thì biến được điều khiển $y(t)$ không được đo và kiểm soát, nghĩa là không có phản hồi về giá trị của biến được điều khiển. Thay vào đó, hệ thống lại thường xuyên đo sự thay đổi của nhiễu $D(t)$, từ đó chế biến ra tín hiệu tác động điều khiển $u(t)$ làm thay đổi năng lượng / vật chất cấp trước khi biến được điều khiển kịp thay đổi giá trị thực của nó theo tác động của nhiễu. Do vậy mà giá trị thực của biến được điều khiển thường xuyên được duy trì

theo giá trị mà ta tưởng tượng nó đáng có. Đây là một dạng đặc biệt của điều khiển mạch hở.



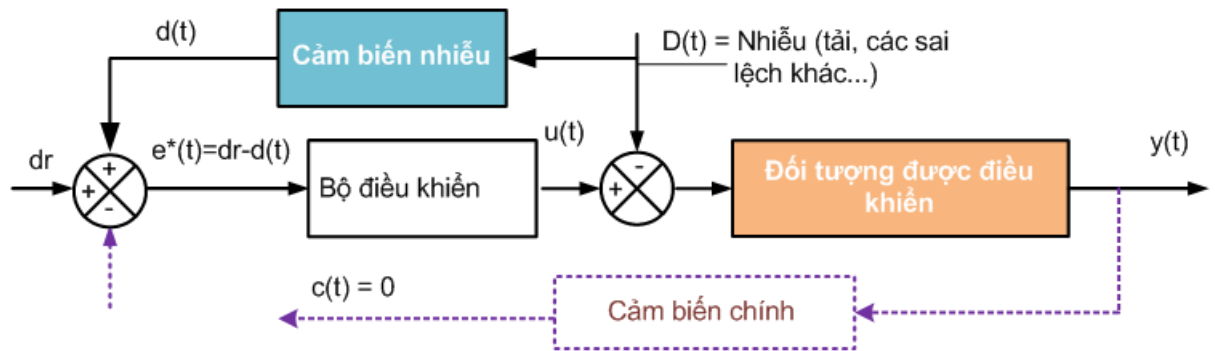
Hình 1-6: Minh họa về nguyên lý hoạt động của một hệ điều khiển bù trừ nhiễu

Ta xem xét ví dụ **HÌNH 1-6**. Biến được điều khiển là mực nước (h) thì không được đo. Bộ điều khiển đo thường xuyên một nhiễu là độ mở van thoát (h_v) chẳng hạn. Sau đó, độ mở van thoát (h_v) có thể được so sánh với giá trị đặt trước cho độ mở van thoát (h_{vr}), rồi cũng xuất ra độ lệch $e(t) = h_{vr} - h_v$ chỉ của độ mở van thoát, tức là của nhiễu. Từ đó ra quyết định điều khiển độ mở van cấp nước (h_c) sao cho mực nước (h) trong két không đổi.

Ở đây tiềm ẩn một nguy cơ. Giả sử van thoát tăng thêm độ mở tương đương với lượng tăng lưu lượng nước tiêu thụ là 10 l/s, thì mực nước trong két sẽ giảm xuống. Hệ điều khiển đưa ra quyết định điều khiển đón trước sự thay đổi mực nước (sẽ giảm) bằng cách tăng độ mở van cấp một lượng (dh_v) tương đương với 10 l/s. Như vậy, lượng nước trong két được cấp bù trước, cho nên mực nước (h) sẽ gần như không thay đổi. Vậy là việc điều khiển có tính đón đầu, rất nhanh, biến được điều khiển ít bị thay đổi (độ lệch nhỏ). Tuy nhiên do có sai số, cho nên giả sử lưu lượng nước cấp vào là 9,9 l/s (sai số 1%), thì giả như sau 3,600 s lượng thiếu hụt nước vào két sẽ là $3,600 (s) \times 0.1 (l/s) = 360$ lít. Nếu dung tích két là 360 lít thì như vậy sau một giờ két nước thành két rỗng!

Chính vì tính tích lũy sai số và không có cơ chế kiểm soát để duy trì giá trị biến được điều khiển nằm trong dải giới hạn an toàn, cho nên trong các hệ thống có nhiễu lớn thì ***bộ điều khiển hoạt động thuần túy theo bù trừ nhiễu không được hoạt động độc lập.***

Xem sơ đồ khối thể hiện nguyên lý hoạt động cơ bản của một hệ thống điều khiển kiểu bù trừ nhiễu trên **HÌNH 1-7**. Lưu ý rằng giá trị cho trước bây giờ là d_r , là của nhiễu, chứ không phải là của biến được điều khiển. Tác động điều khiển được gia công từ độ lệch của nhiễu $e^*(t)$.

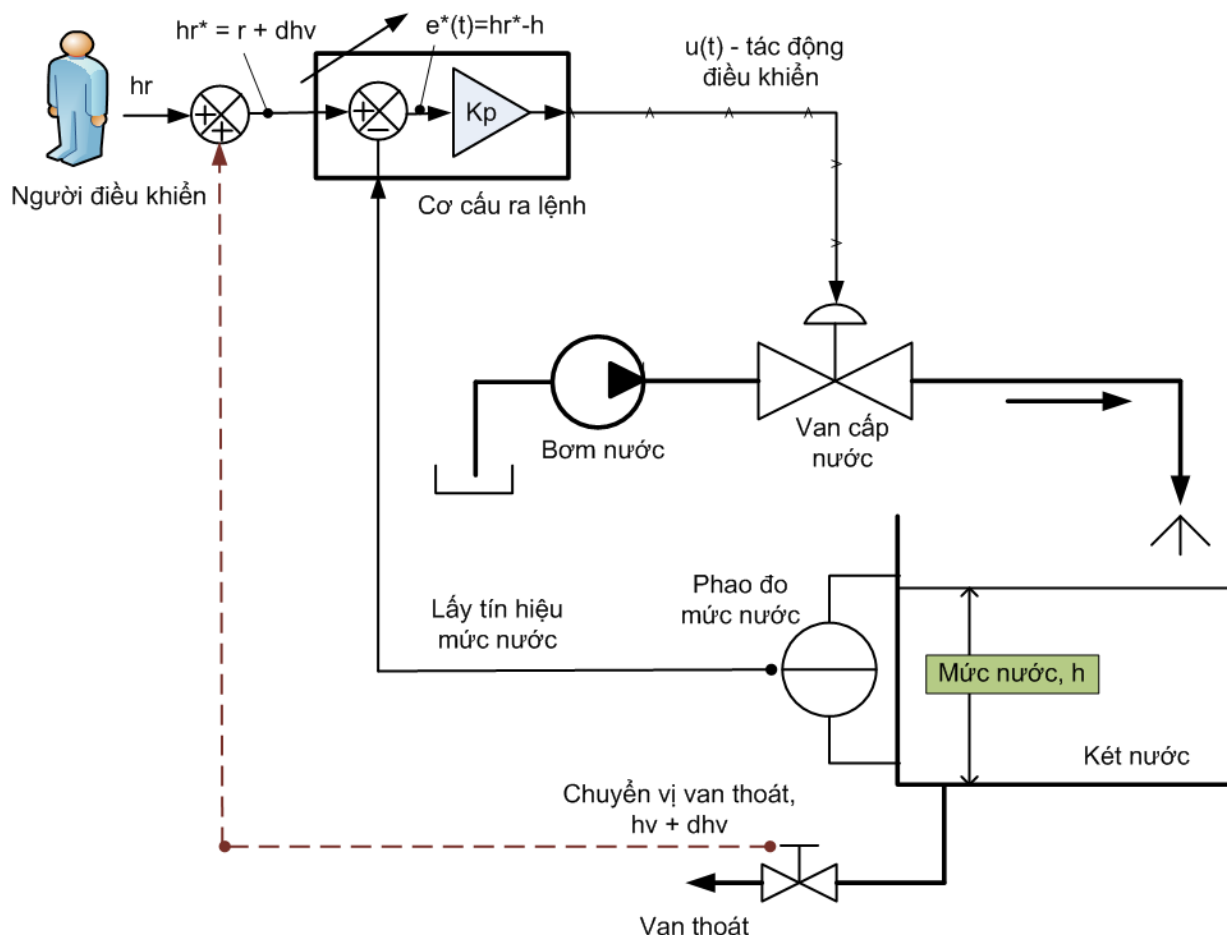


Độ lệch nhiễu $e^*(t) = d_r - d(t)$, $c(t) = 0$; Tác động điều khiển $u(t) = f[e^*(t)]$.

Hình 1-7: Sơ đồ khối của một hệ điều khiển hoạt động theo nguyên lý bù trừ nhiễu (feedforward control)

1.3.3 Bộ điều khiển nhiều xung (multi-element controller)

Để tích hợp được các ưu điểm của bộ điều khiển hoạt động theo nguyên lý bù trừ nhiễu như tính nhanh nhạy, tính điều khiển đón đầu và khả năng duy trì chính xác giá trị của biến được điều khiển khi tải của đối tượng được điều khiển thay đổi, người ta thường chỉ kết hợp hoạt động điều khiển bù trừ nhiễu vào với hoạt động điều khiển theo độ lệch, làm thành các bộ điều khiển nhiều xung (multi-element controller).



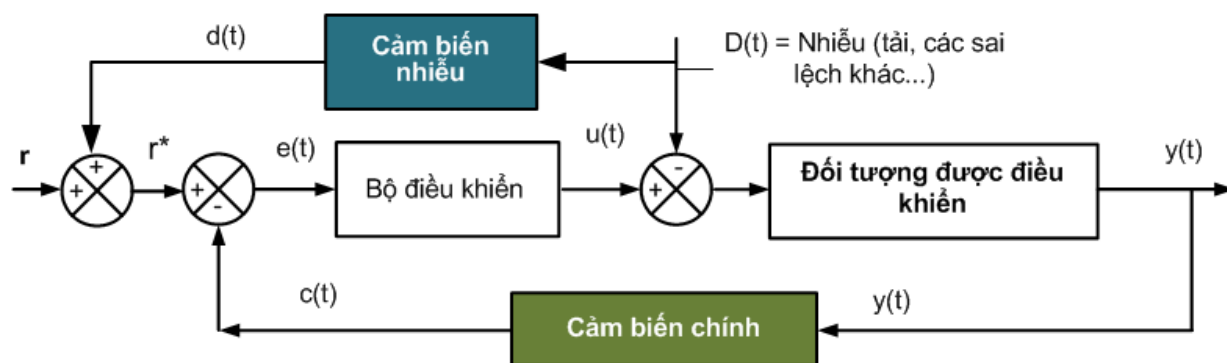
Hình 1-8: Hệ điều khiển mực nước hai xung, kết hợp độ lệch và bù trừ nhiễu

Ví dụ, xem **HÌNH 1-8**, nếu ta kết hợp độ lệch mực nước (xung chính) với một xung nhiễu là độ mở van thoát, ta có bộ điều khiển 2 xung. Nếu thêm một xung áp suất nước cấp nữa chẳng hạn, ta có bộ điều khiển 3 xung. Áp suất nước cấp thay đổi thì với cùng một độ mở van cấp, lưu lượng nước cấp cũng thay đổi theo. Mực nước sẽ bị ảnh hưởng. Vậy áp suất nước cấp là một xung nhiễu thứ hai.

Trong cách kết hợp như trên, biến được điều khiển được đo và được điều khiển chủ yếu bởi hoạt động điều khiển độ lệch. Các tín hiệu đo được từ nhiễu (độ mở van thoát, áp suất nước cấp) thường được đưa về một bộ cộng tín hiệu để bù trừ với giá trị đặt trước (r) của hoạt động điều khiển độ lệch, từ đó làm tăng cường hoạt động điều khiển của hoạt động theo độ lệch đủ bù tốt cho sự tác động của nhiễu đến biến được điều khiển.

Ví dụ, khi độ mở van thoát *tăng thêm* một lượng là (dhv), xung nhiễu (dhv) này sẽ cộng vào giá trị cho trước của mực nước (hr), thành ra $hr^* = hr + dhv$ cao lên, như vậy thì mực nước (h) đang bình thường bây giờ trở thành thấp nhiều hơn so với hr^* mới, độ lệch mới $[e^*(t) = hr^* - h]$ lớn lên nhiều so với độ lệch trước đó $[e(t) = hr - h]$. Do đó, bộ điều khiển theo độ lệch hoạt động tức thì, tác động điều khiển [ví dụ là tỷ lệ, $u(t) = K_p \times e^*(t)$] có cường độ lớn hơn, mực nước được bù trừ sớm hơn và nhanh hơn, đương nhiên là ổn định hơn.

Sơ đồ khối của một hệ điều khiển hai xung, kết hợp độ lệch và bù trừ nhiễu được minh họa trên **HÌNH 1-9**.



$$\text{Độ lệch } e(t) = r + d(t) - c(t); \text{ Tác động điều khiển } u(t) = f[e(t)].$$

Hình 1-9: Sơ đồ khối thể hiện nguyên lý hoạt động của một hệ điều khiển 2 xung, kết hợp độ lệch và bù trừ nhiễu

1.4 Phân loại bộ điều khiển

Các bộ điều khiển trong các hệ cơ khí, công nghiệp v.v. có thể được phân loại bằng cách xét xem chúng có tự động hay không, theo vị trí lắp đặt các phần tử, theo chúng điều khiển cái gì, theo hàm toán mà chúng thực hiện, theo công chất được sử dụng v.v. Các cách phân loại này giúp các thành viên nhóm làm việc có thể liên lạc tốt với nhau, để hiểu về cùng một công việc chung.

Bộ điều khiển tự động có thể tự thực hiện một số các hoạt động điều khiển mà không cần sự tác động trực tiếp của con người.

Có thể tóm lược các cách phân loại trên như sau.

Theo mức tự động

- Tự động.
- Bán tự động.
- Bằng tay.

Theo vị trí đặt các phần tử

- Tại chỗ.

- Từ xa.
- Tập trung.
- Phân cụm.

Theo đại lượng được điều khiển

- Vị trí.
- Tốc độ.
- Quá trình.

Theo chức năng

- Mạch hở.
- Mạch kín.
- Liên hệ tới (bù trừ nhiều).
- Liên hệ ngược.
- Đa biến.
- Kế tiếp.
- Tương tự.
- Số hóa.

Theo hoạt động điều khiển được sử dụng

- Tỷ lệ (P)
- Vi phân (đạo hàm) (D)
- Tích phân (I)
- Kết hợp tỷ lệ, tích phân, vi phân (đạo hàm) (PI, PD, PID)

Theo công chất được sử dụng

- Khí nén.
- Thủy lực.
- Điện.
- Cơ.
- Điện tử.

1.5 Sơ đồ khối

Sơ đồ khối

Một hệ thống tự động điều khiển thường bao gồm nhiều phần tử kết nối với nhau. Để thể hiện các chức năng mà từng phần tử thực hiện trong hệ tự động người ta thường dùng một sơ đồ được gọi là *sơ đồ khối*.

Sơ đồ khối cũng chính là một sơ đồ dòng tín hiệu (signal flow diagram), là sự biểu diễn bằng các hình biểu tượng về tác về chức năng giữa các phần tử / chi tiết có trong hệ thống. Mỗi chức năng của một thành phần của hệ thống điều khiển được thể hiện bằng một khối có ký hiệu thông thường là một hình chữ nhật. Có thể có nhiều thành phần lại được gom lại thành một khối lớn. Ký hiệu bên trong các khối thường là hàm truyền dưới dạng ảnh Laplace. Đôi khi để thể hiện rõ hơn chức năng của một khối, người ta có thể ghi thêm vào nhiều chữ / ký tự khác. Mỗi tương quan về tín hiệu giữa các thành phần, cũng chính là giữa các khối thường được thể hiện bằng các mũi tên (đặc với một biến, hoặc rỗng với biến trạng thái) một chiều. Không dùng mũi tên hai chiều. ***Như vậy, sơ đồ khối là một dạng biểu diễn chức năng của các thành phần trong hệ điều khiển tự động và mối tương tác về tín hiệu giữa các thành phần này với nhau bằng một sơ đồ cơ bản gồm các khối và các mũi tên.***

Nhờ các sơ đồ khối chi tiết, ta có thể nhìn thấu chức năng của từng thành phần trong hệ, các mối tương tác, từ đó có thể hiểu được rõ nguyên lý hoạt động, nguyên lý điều chỉnh hệ thống.

Khác với biểu diễn toán học (mô hình toán học) của hệ, sơ đồ khối có ưu điểm nổi bật là thể hiện được rất thực dòng tín hiệu của các hệ thống thực. Mỗi khối chức năng là ký hiệu cho một phép toán áp dụng đối với tín hiệu vào của khối để tạo ra tín hiệu ra. Hàm truyền của từng phần tử thường được đặt trong một khối tương ứng có dạng hình chữ nhật, các khối này được nối với nhau bằng các mũi tên chỉ chiều lưu chuyển của tín hiệu.

Một sơ đồ khối chứa đựng các thông tin liên quan đến đáp ứng động lực học của hệ chứ không hề chứa đựng các thông tin liên quan đến cấu trúc vật lý của hệ. Thông thường có nhiều hệ thống vật lý khác nhau, chẳng liên quan gì với nhau lại có thể được biểu diễn bằng cùng một sơ đồ khối.

Cũng cần lưu ý rằng trong một sơ đồ khối thông thường nguồn năng lượng cấp cho hệ thống hoạt động lại không được thể hiện, và sơ đồ khối của một hệ thống nhất định lại có thể được biểu diễn bằng nhiều dạng khác nhau. Nghĩa là có nhiều sơ đồ khối khác nhau vẽ cho một hệ thống tùy thuộc vào quan điểm phân tích của người phân tích và lập sơ đồ khối.

Hình 1-10 cho thấy tín hiệu vào được thể hiện bằng mũi tên vào khối, tín hiệu ra bằng mũi tên ra khối. Như vậy mỗi mũi tên thể hiện một tín hiệu. Độ lớn của tín hiệu ra bằng tín hiệu vào nhân với hàm truyền trong khối.

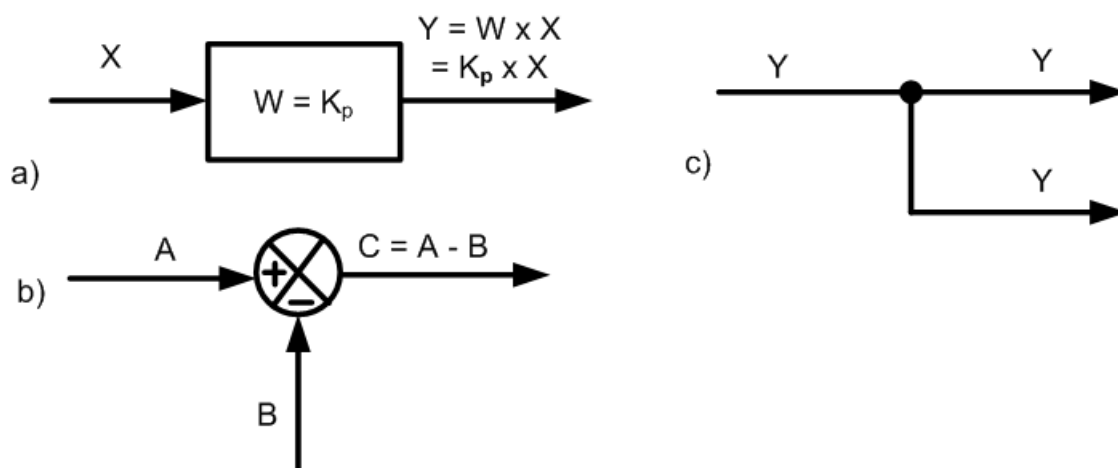
Các điểm đặc biệt trong sơ đồ khối

Trong các sơ đồ khối còn có hai điểm đặc biệt, điểm cộng tín hiệu và điểm rẽ nhánh.

Điểm cộng tín hiệu (điểm so sánh, Summing Point, Adding Point) được thể hiện bằng một vòng tròn có dấu chữ thập bên trong. Dấu cộng (+) hoặc trừ (-) cho mỗi mũi tên vào khối cho biết tín hiệu đó được cộng vào hoặc bớt đi khỏi khối. Có một điểm cực kỳ quan

trọng là các tín hiệu được cộng vào hoặc bớt đi khỏi khối phải có cùng kích thước, cùng bản chất vật lý và cùng đơn vị đo.

Điểm rẽ nhánh (Branch point) là một điểm mà từ đó tín hiệu từ một khối đi đồng thời tới nhiều khối khác hoặc tới các điểm cộng tín hiệu trong hệ thống. Các tín hiệu ra khỏi điểm rẽ nhánh luôn có cùng độ lớn với tín hiệu vào điểm rẽ nhánh. Tuy nhiên, trong thực tế để giữ được tính phân chia mà không làm giảm cường độ, tính chất của tín hiệu như trên, người ta phải thiết kế các mạch bù tín hiệu.



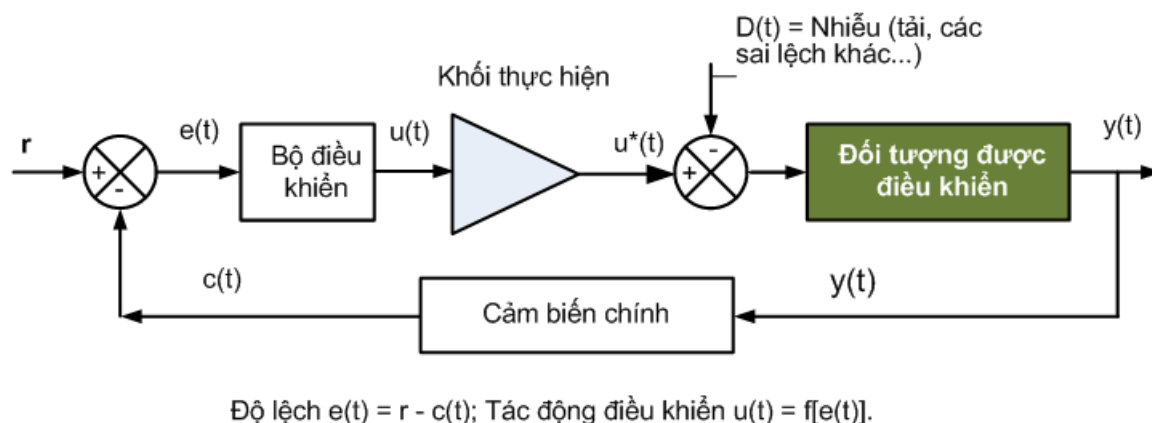
Hình 1-10: a- Một phần tử của sơ đồ khối ; b- Điểm cộng tín hiệu; c- Điểm rẽ nhánh.

Về cơ bản, hệ điều khiển phải có ít nhất các thành phần sau:

- Đối tượng được điều khiển
- Cảm biến biến được điều khiển
- Khối (điểm) so sánh
- Khối chế biến tín hiệu cơ bản (bộ điều khiển cơ bản)
- Khối tác động điều khiển

Trong phần lớn các hệ thống điều chỉnh cơ khí, có thể tìm ra một nhóm thiết bị vật lý như là van hoặc rơle nhiệt, mà ta có thể nhận dạng như là một trong 5 phần tử vật lý nói trên. Đôi khi, một chi tiết, thiết bị đơn lẻ lại đóng góp hoạt động vào hai hoặc nhiều thành phần của bộ điều khiển. Nhưng có khi vài ba chi tiết vật lý lại được kết hợp lại thành một trong năm thành phần được nhận dạng ở trên. Thiếu một trong năm thành phần nêu trên, hệ thống trở thành hệ mạch hở.

Sơ đồ khối đơn giản nhất của một hệ thống điều khiển tự động được minh họa trên [HÌNH 1-11](#).



Hình 1-11: Sơ đồ khối đơn giản của một hệ điều khiển tự động

Trong chương sau ta sẽ xem xét một số trường hợp cụ thể hơn với sơ đồ khối, giới thiệu một phương pháp xây dựng sơ đồ khối từ một hệ vật lý cụ thể, và cuối cùng là các kỹ thuật đơn giản hoá sơ đồ khối thu được.

1.6 Các yêu cầu cơ bản đối với hệ thống điều khiển.

Nói chung, hệ điều khiển tự động phải thỏa mãn các yêu cầu cơ bản sau:

- Thoả mãn các chỉ tiêu đặt ra
- Giá thành không quá cao
- Tương thích với các hệ thống khác mà nó phải làm việc chung
- Có thể sửa chữa được bởi người vận hành
- Đáp ứng môi trường

Về chức năng điều khiển cơ bản, hệ phải đáp ứng 3 yêu cầu cơ bản sau:

- Tính ổn định
- Độ lệch (sai số) động (deviation) cho phép
- Tốc độ đáp ứng (speed of response)

Ba yêu cầu này không độc lập với nhau. Làm giảm thời gian quá độ nói chung sẽ giảm tính ổn định và tăng nguy cơ dao động của hệ thống.

Giảm độ lệch cho phép sẽ làm tăng độ nhạy của hệ thống, và như vậy một sự sai lệch rất nhỏ bây giờ cũng có thể tạo ra phản ứng hiệu chỉnh rất lớn. Do vậy, độ ổn định của hệ thống lại bị giảm.

Kỹ sư khai thác phải có hiểu biết tốt về hệ thống, quyết định độ lệch cho phép, tính ổn định và đáp ứng của hệ thống là bao nhiêu.

1.7 Ví dụ và bài tập

Trong phần này ta sẽ cùng nhau xây dựng sơ đồ khối của một số hệ thống ví dụ, nhằm hiểu rõ chức năng của các hệ thống đó, và gán các thành phần trong hệ vào các khối chức năng cơ bản đã được định nghĩa ở phần trước.

1.7.1 Ví dụ HÌNH 1-4, hệ thống điều khiển nhiệt độ phòng học.

Dữ liệu:

- Gần đúng, ta cho quan hệ áp suất tuyệt đối hơi bão hòa công chất trong cảm biến p_{bha} phụ thuộc theo nhiệt độ phòng $T(C)$ như sau

1-2

$$p_{bha} \left(\frac{kgf}{cm^2} \right) = p_{bha@20C} + [dT(C) \times K_T \left(\frac{kgf}{cm^2 \cdot C} \right)]; \left(\frac{kgf}{cm^2} \right)$$

Với

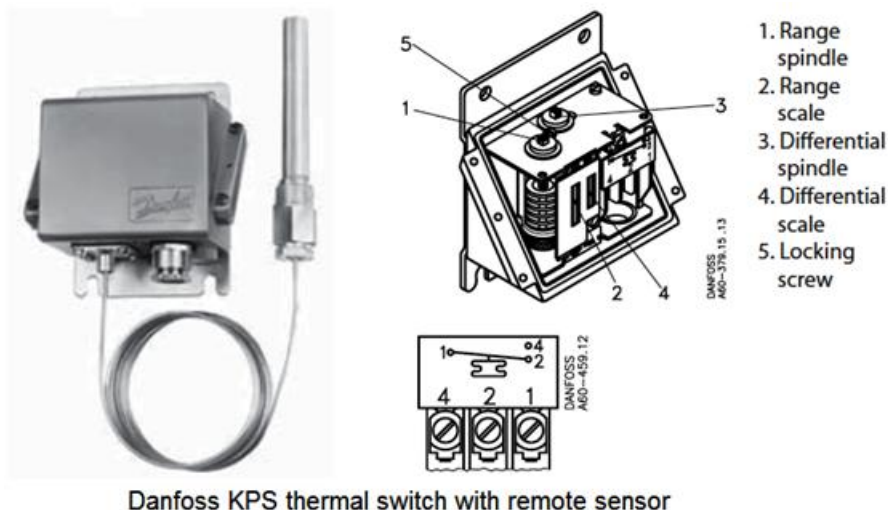
$$K_T = 0.1 \text{ kgf/cm}^2 \cdot C;$$

$$dT(C) = T(C) - 20(C); \quad p_{bha@20C} = 2 \left(\frac{kgf}{cm^2} \right);$$

- Hệ số cứng lò xo đặt nhiệt độ cho trước, T_c là $K_{LX} = 1 \frac{kgf}{cm^2}$;
- Diện tích màng, $A_p = 1 (cm^2)$;
- Chiều dài ban đầu (tự do) của lò xo là 5 (cm);
- Độ nén ban đầu của lò xo là 1.2 (cm);



Hình 1-12: Thermostat trong động cơ



Hình 1-13: Rơ-le nhiệt với bầu cảm biến từ xa dùng khí của Danfoss

Lời giải

Đối tượng được điều khiển là phòng học. Nó bao gồm tường bao, trần nhà, bàn ghế, người học, người dạy, cửa sổ, cửa ra vào v.v. và các nhiễu loạn bên ngoài làm thay đổi nhiệt độ phòng không theo ý muốn của ta. Trong đó có rất nhiều đại lượng đặc trưng, nhưng ta chỉ đang quan tâm đặc biệt đến một đại lượng, đó là nhiệt độ không khí trong phòng (T).

Vậy với quyết tâm điều khiển nhiệt độ không khí trong phòng học (T), thì nhiệt độ không khí trong phòng là biến được điều khiển. Nó là một đại lượng đặc trưng của đối tượng được điều khiển, phòng học.

Để điều khiển nhiệt độ không khí trong phòng, ta bắt đầu bằng việc đo nhiệt độ không khí trong phòng (T), rồi sẽ xây dựng hệ điều khiển theo nguyên lý độ lệch. Ta có thể cảm biến nhiệt độ trong phòng bằng một bầu kim loại kín, có ống kim loại nhỏ nối thông với một hộp có màng đo áp, được chống đỡ bằng một lò xo. Trong cảm biến này, người ta nạp đầy một loại công chất có tính giãn nở cao theo nhiệt độ.

Các số liệu sau đây chỉ có tính chất minh họa để có khái niệm cơ bản về hoạt động của hệ thống mà ta xem xét.

Giả sử quan hệ áp suất tuyệt đối hơi bão hòa công chất (p_{bha}) trong cảm biến phụ thuộc nhiệt độ (T) theo

Theo biểu thức **1-2** ta có

$$p_{bha @ 22C} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) = 2 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) + \left[\{22 - 20\}(C) \times 0.1 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2 \cdot C} \right) \right] = 2.2 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right);$$

Áp suất tương đối trong cảm biến ở nhiệt độ T (C) còn là

1-3

$$p_{bg} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) = p_{bha} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) - p_a \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right)$$

$$p_{bg@22C} = 2.2 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}\right) - 1.0 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}\right) = 1.2 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}\right);$$

Nếu bỏ qua tổn thất nhiệt trên đường truyền từ bầu cảm biến đến màng thì Pbg đại diện cho nhiệt độ thực (T) của không khí trong phòng.

Áp suất Pbg tác dụng trên màng bộ cảm biến. Diện tích màng $A(\text{cm}^2) = 1 (\text{cm}^2)$. Vậy có lực F_p (kgf) đẩy xuống bằng

1-4

$$F_p (\text{kgf}) = A(\text{cm}^2) \times P_{bg} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}\right)$$

$$F_{p@22C} (\text{kgf}) = 1(\text{cm}^2) \times 1.2 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}\right) = 1.2 (\text{kgf})$$

Như vậy nhiệt độ không khí trong phòng được đại diện bởi F_p (kgf).

Lò xo phía dưới màng là chi tiết tạo ra giá trị tham chiếu về nhiệt độ trong phòng (T_c). Ở trạng thái cân bằng, lực đẩy lên của lò xo F_{LX} sẽ phải cân bằng với lực F_p đẩy từ trên màng xuống. Khi đó độ lệch là “không”.

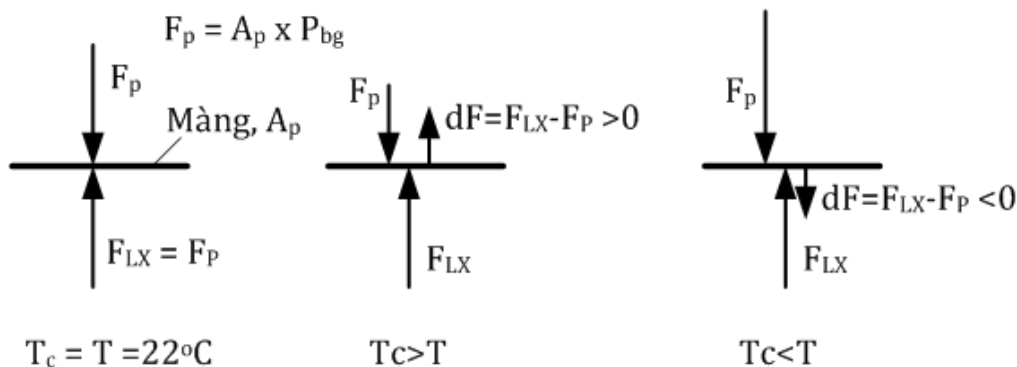
$$F_p (\text{kgf})@ 22C = F_{LX} (\text{kgf});$$

Nếu $K_{LX} = 1 (\text{kgf}/\text{cm})$, chiều dài ban đầu của lò xo là 5 (cm), vậy độ nén ban đầu của lò xo để có được trạng thái cân bằng lực giữa lực đại diện giá trị nhiệt độ cho trước (T_c) và lực đại diện cho nhiệt độ thực của không khí có trong phòng (T) là

$$dL_0(\text{cm}) = \frac{F_{LX}}{K_{LX}} = \frac{1.2(\text{kgf})}{1 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}}\right)} = 1.2 (\text{cm})$$

Vậy độ nén ban đầu của lò xo $dL_0 = 1.2 (\text{cm})$, đại diện cho nhiệt độ mong muốn trong phòng (T_c). Nếu ta tăng độ nén ban đầu này thì F_{LX} tăng lên, do đó nhiệt độ đặt trước trong phòng (T_c) tăng lên, theo biểu thức sau

$$T_c (^{\circ}\text{C}) \equiv F_{LX} (\text{kgf}) = K_{LX} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}}\right) \times dL_0 (\text{cm})$$



Bây giờ, nếu nhiệt độ trong phòng xuống 21C, áp suất trên màng Pbg sẽ là

$$p_{bha@21C} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}\right) = 2 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}\right) + \left[(21 - 22)(C) \times 0.1 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2 \cdot C}\right)\right] = 2.1 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}\right);$$

$$p_{bg@21C} = 2.1 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) - 1.0 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) = 1.1 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right);$$

Và lực trên màng F_p sẽ là:

$$F_{p@21C}(\text{kgf}) = A(\text{cm}^2) \times P_b \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) = 1(\text{cm}^2) \times 1.1 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) = 1.1 (\text{kgf})$$

Bỏ qua ảnh hưởng của chuyển vị của màng đến sự thay đổi áp suất trên màng p_{bg} thì chuyển vị của màng xuống dưới (dz) sẽ là

1-5

$$dz_{@T}(cm) = \frac{\{F_{LX}(\text{kgf}) - F_p(\text{kgf})\}}{K_{LX} \left(\frac{\text{kgf}}{cm} \right)};$$

$$dz_{@21C}(cm) = \frac{\{1.2(\text{kgf}) - 1.1(\text{kgf})\}}{1.0 \left(\frac{\text{kgf}}{cm} \right)} = 0.1(\text{cm});$$

Nếu chuyển vị từ vị trí cân bằng lên trên 0.05(cm) là đủ để ngắt tiếp điểm, thì với chuyển vị $dz@21C=0.1(\text{cm})$, tiếp điểm đã được ngắt dứt khoát. Máy nén dừng.

Sau khi máy nén dừng, nhiệt độ trong phòng sẽ tăng lên do nhiệt bên ngoài truyền vào, do nhiệt từ người học phát ra v.v. Nếu nhiệt độ trong phòng lên cao hơn 23C, cảm biến sẽ cho áp suất trên màng cao hơn.

$$p_{bha@23C} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) = 2 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) + [3(C) \times 0.1 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2 \cdot C} \right)] = 2.3 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right);$$

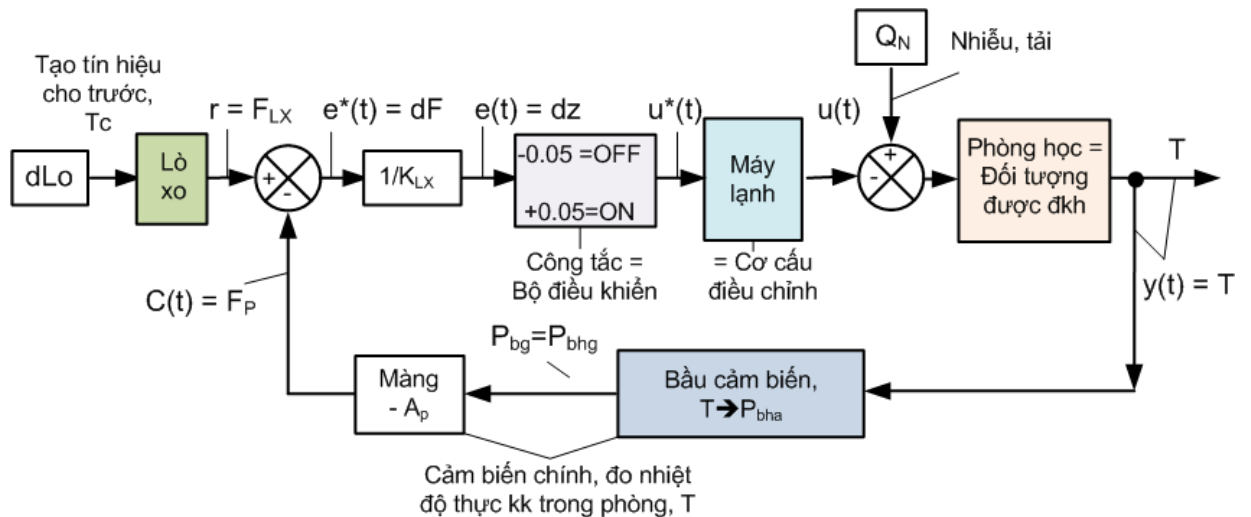
$$p_{bg@23C} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) = p_{bha@23C} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) - p_a \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) = 2.3 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) - 1.0 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) = 1.3 \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right);$$

Chuyển vị màng (xuống dưới) sẽ là

$$dz_{@23C}(cm) = \frac{\{1.2(\text{kgf}) - 1.3(\text{kgf})\}}{1.0 \left(\frac{\text{kgf}}{cm} \right)} = -0.1(\text{cm});$$

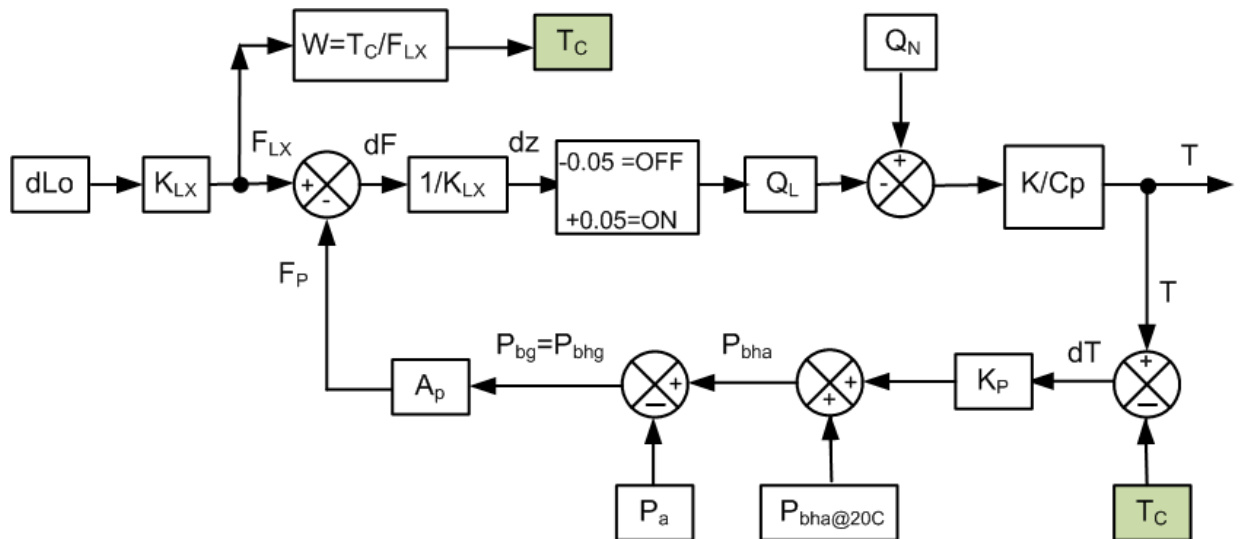
Tương tự, nếu chuyển vị xuống dưới cần thiết là 0.05 cm đã đủ để đóng kín tiếp điểm, thì với chuyển vị 0.1 tiếp điểm sẽ được đóng hoàn hảo. Máy nén chạy lại. Nhiệt độ trong phòng sẽ giảm xuống. Nếu T xuống 21C, máy nén lại ngắt. Như vậy hệ thống này hoạt động theo nguyên lý đóng – ngắt.

Mô hình toán của phòng học tính theo phương thức điều khiển nhiệt độ có thể xác định tối giản, gần đúng với hàm truyền $W_p = K/C_p$, với C_p là nhiệt dung riêng không khí. Còn Q_L là nhiệt lượng lạnh đưa vào phòng từ máy làm lạnh không khí. Q_N là tải nhiệt của phòng, là nhiệt lượng nóng, do người học trong phòng thải ra.



Hình 1-14: Sơ đồ khối thể hiện chức năng của các phần tử trong hệ điều khiển nhiệt độ phòng học.

HÌNH 1-15 là sơ đồ khối thể hiện chức năng của các phần tử chủ yếu trong hệ điều khiển tự động nhiệt độ không khí trong phòng học. **HÌNH 1-15** là sơ đồ khối thể hiện rõ hơn quá trình biến đổi, gia công tín hiệu trong hệ điều khiển này.



Hình 1-15: Sơ đồ khối thể hiện nguyên lý hoạt động của hệ thống điều khiển phòng học.

1.7.2 Bài tập:

Bài 1:

Nghiên cứu quan hệ biến đổi từ nhiệt độ không khí trong phòng học (T) thành lực trên màng cảm biến ở **HÌNH 1-15** và biểu thức 1-2, hãy thiết lập sơ đồ khối khai triển của

khối có hàm truyền $W = T_c/F_{LX}$ trên hình này sao cho thể hiện rõ được quá trình chuyển đổi từ lực lò xo thành nhiệt độ đặt trước (T_c) cho không khí trong phòng học.

Bài 2:

Hãy dựa trên **HÌNH 1-15** và dạng tuyến tính nhất của biểu thức **1-2** được thể hiện trong biểu thức **1-6** dưới đây,

1-6

$$p_{bha} \left(\frac{kgf}{cm^2} \right) = T(C) \times K_T \left(\frac{kgf}{cm^2 \cdot C} \right), \left(\frac{kgf}{cm^2} \right); \text{ với } K_T = 0.1 \left(\frac{kgf}{cm^2 \cdot C} \right)$$

Hãy xây dựng lại sơ đồ khối trên **HÌNH 1-15** sao cho thể hiện được quan hệ biến đổi $T \rightarrow p_{bha}$ và quan hệ biến đổi $F_{LX} \rightarrow T_c$ dựa trên biểu thức **1-6**.

Bài 3:

Sau khi hoàn tất bài 1, hãy xây dựng sơ đồ khối trong MATLAB SIMULINK và điền các dữ liệu để cho ra kết quả. Đưa ra nhận xét về kết quả có được.

Bài 4:

Sau khi hoàn tất bài 2, hãy xây dựng sơ đồ khối trong MATLAB SIMULINK và điền các dữ liệu để cho ra kết quả. Đưa ra nhận xét về kết quả có được.

=====

Tóm tắt

Trong chương này chúng ta đã tìm hiểu các khái niệm cơ bản nhất về các phần tử trong hệ thống điều khiển tự động, các định nghĩa của các thuật ngữ cơ bản dùng trong hệ thống. Sơ đồ khối là một hình thức biểu diễn và phân tích hoạt động của hệ thống.

Ta cũng đã xem xét khái niệm mạch điều khiển kín, mạch hở, và cùng với nó là các nguyên lý điều khiển cơ bản nhất: độ lệch, bù trừ nhiễu, kết hợp nhiễu xung.

Các hệ thống điều khiển tự động cũng đã được phân loại. Một hệ thống điều khiển đơn giản đã được phân tích và xây dựng sơ đồ khối nhằm hiểu rõ chức năng, hoạt động của mỗi phần tử và của hệ, mối tương quan giữa các phần tử, các bước phân tích và xây dựng ra một sơ đồ khối mô tả tương ứng một hệ thống thật.

=====

Câu hỏi ôn tập

- 1- Thế nào là đối tượng được điều khiển, biến được điều khiển, biến (giá trị) cho trước. Mối liên hệ giữa ba khái niệm này.
- 2- Phân biệt biến tác động, tín hiệu tác động trong hệ điều khiển.
- 3- Phần tử điều khiển cuối bao gồm những phần tử nào và chức năng của nó trong hệ điều khiển.
- 4- Thế nào là hệ điều khiển mạch hở, mạch kín, ứng dụng và ưu, nhược điểm của mỗi loại.
- 5- Hãy diễn giải các nguyên lý điều khiển cơ bản: theo độ lệch (mạch kín, phản hồi), bù trừ nhiễu (mạch hở), nhiễu xung. Hoạt động nào thường được dùng độc lập? Hoạt động nào được dùng hạn chế? Ưu, nhược điểm của từng hoạt động điều khiển này.
- 6- Trong bộ điều khiển nhiễu xung, xung biến được điều khiển được dùng thế nào? Các xung nhiễu thường được dùng làm gì nhằm nâng cao hiệu quả điều khiển.
- 7- Các bộ điều khiển được phân loại như thế nào?
- 8- Thế nào là sơ đồ khối của hệ thống điều khiển tự động, các điểm đặc biệt trong sơ đồ khối? Hãy lấy một ví dụ minh họa hệ điều khiển đơn giản và sơ đồ khối chức năng của hệ.

=====

Chương 2:

2 Biến đổi Laplace – Hàm truyền – Sơ đồ khối – Mô hình toán.

2.1 Phép biến đổi Laplace

2.1.1 Phép biến đổi Laplace

a. Biến phức

Một số phức bao gồm phần thực và phần ảo, cả hai phần này đều là hằng số. nếu phần thực và / hoặc phần ảo là biến theo thời gian thì số phức đó được gọi là biến phức. trong phép biến đổi Laplace, ta dùng ký hiệu “s” như là một biến phức; nghĩa là:

$$s = \sigma + j\omega$$

trong đó σ là phần thực còn ω là phần ảo.

b. Hàm phức

Một hàm phức, là hàm của biến phức s, có một phần thực và một phần ảo

$$F(s) = F_x + jF_y$$

trong đó:

- F_x và F_y là các đại lượng thực.
- Biên độ của $F(s)$ là $\sqrt{F_x^2 + F_y^2}$.
- Góc θ của $F(s)$ là $\theta = \tan^{-1}(F_y/F_x)$.

Góc này được đo ngược chiều kim đồng hồ từ trục thực dương.

c. Phép biến đổi Laplace

Giả sử ta có các định nghĩa sau:

$f(t)$ = một hàm theo thời gian sao cho $f(t) = 0$ với $t < 0$;

s = biến phức;

L = ký hiệu toán tử, cho biết rằng đại lượng đứng sau nó sẽ được biến đổi bởi tích phân Laplace $\int_0^{\infty} e^{-st} dt$;

$F(s)$ = Biến đổi (hoặc “ảnh”) Laplace của $f(t)$.

Khi đó, phép biến đổi Laplace của $f(t)$ được xác định bằng:

2-1

$$L[f(t)] = F(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} dt[f(t)] = \int_0^{\infty} f(t)e^{-st} dt$$

Quá trình biến đổi ngược để tìm hàm theo thời gian $f(t)$ từ ảnh Laplace $F(s)$ được gọi là *biến đổi Laplace ngược*. Ký hiệu toán học của phép biến đổi Laplace ngược là L^{-1} . Vậy,

2-2

$$L^{-1}[F(s)] = f(t)$$

2.1.2 Một số hàm cơ bản và ảnh Laplace của chúng

Hàm số mũ (exponential function)

Hàm số mũ được biểu diễn như sau:

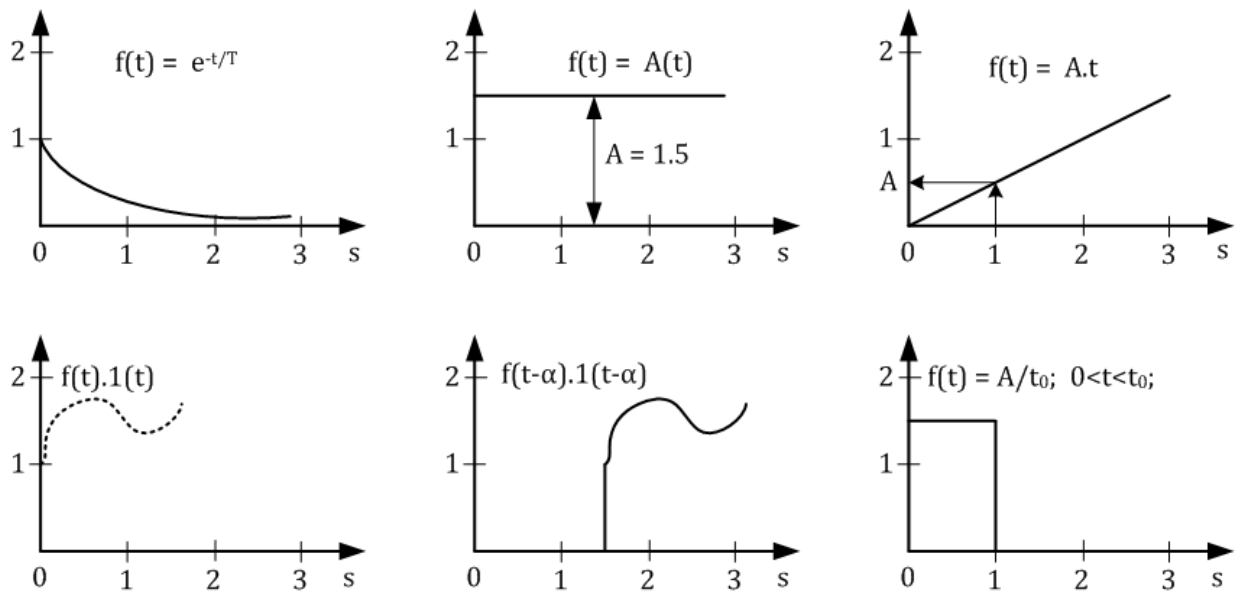
$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{với } t < 0 \\ Ae^{-\alpha t} & \text{với } t \geq 0 \end{cases}$$

trong đó α là hằng số.

Ảnh Laplace của hàm này có thể tính như sau

2-3

$$L[Ae^{-\alpha t}] = \int_0^{\infty} Ae^{-\alpha t} e^{-st} dt = A \int_0^{\infty} e^{-(\alpha+s)t} dt = \frac{A}{s + \alpha} ;$$



Hình 2-1: Hình dạng các hàm đầu vào cơ bản

Hàm bước (step function)

Hàm bước được biểu diễn như sau:

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{với } t < 0 \\ A & \text{với } t \geq 0 \end{cases}$$

trong đó A là một hằng số. Ta có thể thấy đây là trường hợp đặc biệt của hàm Ae^{-at} với $a=0$. Hàm bước không xác định khi $t=0$. Ảnh Laplace của nó tính như sau:

2-4

$$L[A] = \int_0^{\infty} Ae^{-st} dt = \frac{A}{s} ;$$

Trường hợp riêng khi $A=1$ ta gọi hàm bước đó là hàm bước đơn vị, có dạng sau:

$$f(t) = 0 \text{ với } t < 0;$$

$$f(t) = 1 \text{ với } t > 0;$$

Ảnh Laplace của nó có dạng:

2-5

$$L[1(t)] = \int_0^{\infty} (1 \times e^{-st} dt) = \frac{1}{s} ;$$

Hàm dốc (Ramp Function)

Hàm dốc có dạng sau:

$$f(t) = 0 \quad \text{với } t < 0$$

$$A.t \quad \text{với } t \geq 0$$

Trong đó $A = \text{const}$. Ảnh Laplace của nó được xác định như sau:

2-6

$$L[At] = F(s) = \int_0^{\infty} Ate^{-st} dt = At \frac{e^{-st}}{-s} \Big|_0^{\infty} - \int_0^{\infty} \frac{Ae^{-st}}{-s} dt = \frac{A}{s} \int_0^{\infty} e^{-st} dt = \frac{A}{s^2}$$

Hàm Sin (Sinunoidal Function)

Hàm sin có dạng

$$f(t) = 0 \quad \text{với } t < 0$$

$$A \sin \omega t \quad \text{với } t \geq 0$$

Bằng cách viết lại hàm Sin dưới dạng hàm mũ tương đương:

2-7

$$\sin \omega t = \frac{1}{2j} (e^{j\omega t} - e^{-j\omega t})$$

Ta sẽ tìm ảnh Laplace như sau

2-8

$$L[A \sin \omega t] = \frac{A}{2j} \int_0^{\infty} (e^{j\omega t} - e^{-j\omega t}) e^{-st} dt = \frac{A}{2j} \frac{1}{s - j\omega} - \frac{A}{2j} \frac{1}{s + j\omega} = \frac{A\omega}{s^2 - \omega^2}$$

Tương tự, ta có

2-9

$$L[A \cos \omega t] = \frac{A\omega}{s^2 + \omega^2}$$

Hàm trễ

Ta sẽ tìm ảnh Laplace của hàm trễ

2-10

$$f(t - \alpha) \cdot 1(t - \alpha)$$

trong đó $\alpha \geq 0$. Hàm này bằng 0 khi $t < \alpha$. Xem **HÌNH 2-1**.

Theo định nghĩa, phép biến đổi Laplace của $f(t - \alpha) \cdot 1(t - \alpha)$ sẽ như sau

2-11

$$L[f(t - \alpha) \cdot 1(t - \alpha)] = \int_0^{\infty} f(t - \alpha) \cdot 1(t - \alpha) e^{-st} dt$$

Bằng cách thế biến độc lập từ t sang τ , trong đó $\tau = t - \alpha$, ta có

$$\int_0^{\infty} f(t - \alpha) \cdot 1(t - \alpha) e^{-st} dt = \int_{-\alpha}^{\infty} f(\tau) \cdot 1(\tau) e^{-s(\tau+\alpha)} d\tau$$

Lưu ý rằng, trong tài liệu này ta luôn cho $f(\tau) \cdot 1(\tau) = 0 \quad \tau < 0$, do vậy ta có thể đổi cận dưới của tích phân từ $-\alpha$ về 0. Do vậy ta có,

$$\begin{aligned} \int_{-\alpha}^{\infty} f(\tau) \cdot 1(\tau) e^{-s(\tau+\alpha)} d\tau &= \int_0^{\infty} f(\tau) \cdot 1(\tau) e^{-s(\tau+\alpha)} d\tau = \int_0^{\infty} f(\tau) e^{-st} \cdot 1(\tau) e^{-\alpha\tau} d\tau \\ &= e^{-\alpha s} \int_0^{\infty} f(\tau) e^{-st} d\tau = e^{-\alpha s} F(s) \end{aligned}$$

Trong đó

$$F(s) = L[f(t)] = \int_0^{\infty} f(t) e^{-st} dt$$

Do vậy

2-12

$$L[f(t - \alpha) \cdot 1(t - \alpha)] = e^{-\alpha s} F(s), \quad \alpha \geq 0$$

Nghĩa là, ảnh Laplace của hàm $f(t)1(t)$ khi bị đẩy trễ đi một lượng là $\alpha \geq 0$ sẽ tìm được bằng cách nhân ảnh Laplace của hàm $f(t)$ là $F(s)$ với $e^{-\alpha s}$.

Hàm xung răng lược (Pulse function).

Hàm xung răng lược được mô tả như sau:

2-13

$$f(t) = 0 \text{ khi } t < 0, t_0 < t; \quad f(t) = \frac{A}{t_0} \text{ khi } 0 < t < t_0;$$

Trong đó A, t_0 là hằng số.

Có thể coi hàm này là cộng gộp của một hàm bước $\frac{A}{t_0} 1(t)$ bắt đầu khi $t \geq 0$ với một hàm bước $-\frac{A}{t_0} 1(t)$ bắt đầu khi $t \geq t_0$. Do vậy, $f(t) = \frac{A}{t_0} \cdot 1(t) - \frac{A}{t_0} \cdot 1(t - t_0)$.

Ảnh Laplace của nó sẽ tìm được như sau:

2-14

$$L[f(t)] = L[1(t)] - L\left[\frac{A}{t_0} \cdot 1(t - t_0)\right] = \frac{A}{t_0 s} - \frac{A}{t_0 s} e^{-st_0} = \frac{A}{t_0 s} (1 - e^{-st_0})$$

2.1.3 Các định lý cơ bản

2.1.3.1 Định lý Vi phân thực

Định lý vi phân thực được thể hiện như sau. Ảnh Laplace của đạo hàm của hàm $f(t)$ có dạng

2-15

$$L\left[\frac{df(t)}{dt}\right] = sF(s) - f(0)$$

và có thể được chứng minh như sau.

Lấy tích phân Laplace của hàm $f(t)$ ta có

$$L[f(t)] = \int_0^{\infty} f(t)e^{-st} dt = \frac{e^{-st}}{-s} \Big|_0^{\infty} - \int_0^{\infty} \left[\frac{df(t)}{dt}\right] \frac{e^{-st}}{-s} dt$$

Do vậy,

$$F(s) = \frac{f(0)}{s} + \frac{1}{s} L\left[\frac{df(t)}{dt}\right]$$

Cho nên đương nhiên

$$L\left[\frac{df(t)}{dt}\right] = sF(s) - f(0)$$

Tương tự, với đạo hàm bậc hai, ta có

2-16

$$L\left[\frac{d^2f(t)}{dt^2}\right] = s^2F(s) - sf(0) - f'(0)$$

và đạo hàm bậc n

2-17

$$L\left[\frac{d^n f(t)}{dt^n}\right] = s^n F(s) - s^{n-1}f(0) - s^{n-2}\dot{f}(0) - \dots - s \overset{n-2}{\ddot{f}}(0) - \overset{n-1}{\tilde{f}}(0)$$

Lưu ý rằng theo định nghĩa phép biến đổi Laplace thuận thì mọi điều kiện đầu bằng không, cho nên ảnh Laplace của đạo hàm bậc n của $f(t)$ sẽ là $s^n F(s)$.

2-18

$$L\left[\frac{d^n f(t)}{dt^n}\right] = s^n F(s)$$

Định lý tích phân thực.

Nếu $f(t)$ có thể biểu diễn theo hàm số mũ của e thì $\int f(t) dt$ có ảnh Laplace và được cho dưới dạng

2-19

$$L \left[\int f(t) dt \right] = \frac{F(s)}{s} + \frac{f^{-1}(0)}{s}$$

trong đó:

- $F(s)$ là ảnh Laplace của $f(t)$
- $f^{-1}(0) = \int f(t) dt_{@t=0}$, được lượng giá khi $t=0$.

Định lý này được chứng minh như sau:

$$\begin{aligned} L \left[\int f(t) dt \right] &= \int_0^{\infty} \left[\int f(t) dt \right] e^{-st} dt = \left[\int f(t) dt \right] \frac{e^{-st}}{-s} \Big|_0^{\infty} - \int_0^{\infty} f(t) \frac{e^{-st}}{-s} dt \\ &= \frac{1}{s} \int f(t) dt \Big|_{t=0} + \frac{1}{s} \int_0^{\infty} f(t) e^{-st} dt = \frac{f^{-1}(0)}{s} + \frac{F(s)}{s} \end{aligned}$$

Nếu các điều kiện đầu bằng không, ta có

2-20

$$L \left[\int f(t) dt \right] = \frac{F(s)}{s}$$

Định lí giá trị cuối.

Định lí giá trị cuối cho biết mối liên hệ giữa giá trị của hàm $f(t)$ ở trạng thái ổn định (cân bằng) với giá trị của $sF(s)$ tại lân cận $s=0$. Định lí này được áp dụng nếu tồn tại $\lim_{t \rightarrow \infty} f(t)$, nghĩa là $f(t)$ nhận giá trị hữu hạn nào đó khi $t \rightarrow \infty$.

Định lí được phát biểu như sau:

Nếu $f(t)$ và $df(t)/dt$ có ảnh Laplace, nếu $F(s)$ là ảnh Laplace của $f(t)$ và nếu tồn tại $\lim_{t \rightarrow \infty} f(t)$, thì

$$\lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sF(s)$$

Để chứng minh định lí này, trong phương trình của ảnh Laplace của $df(t)/dt$ ta cho s tiến tới 0, hay

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \int_0^{\infty} \left[\frac{df(t)}{dt} \right] e^{-st} dt = \lim_{s \rightarrow 0} [sF(s) - f(0)]$$

Do $\lim_{t \rightarrow \infty} e^{-st} = 1$, cho nên ta có

$$\int_0^{\infty} \left[\frac{df(t)}{dt} \right] dt = f(t) \Big|_0^{\infty} = f(\infty) - f(0) = \lim_{s \rightarrow 0} sF(s) - f(0)$$

Từ đó ta có

2-21

$$f(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sF(s)$$

Dựa vào định lí này ta có thể xác định được giá trị cân bằng ổn định của f(t) từ giá trị của sF(s) tại lân cận s=0.

Nhận xét:

Không nhất thiết phải luôn tìm ảnh Laplace như trên. Trong tự động, các hàm số mà ta thường khảo sát thường có một số dạng cơ bản, do vậy người ta đã lập ra được bảng nguyên hàm và ảnh Laplace của nó để ta tiện tra cứu. Ngoài ra các bạn có thể dùng các chương trình như MATLAB, MAPLE để tìm ảnh Laplace của các hàm khá dễ dàng.

2.1.4 Các tính chất cơ bản của phép biến đổi Laplace thuận (Bảng 2-1)

Bảng 2-1: Các tính chất của biến đổi Laplace

1	$L[Af(t)] = AF(s)$
2	$L[f_1(t) \pm f_2(t)] = F_1(s) \pm F_2(s)$
3	$L\left[\frac{df(t)}{dt}\right] = sF(s) - f(0)$
4	$L\left[\frac{d^2f(t)}{dt^2}\right] = s^2F(s) - sf(0) - f'(0)$
5	$L\left[\frac{d^n f(t)}{dt^n}\right] = s^n F(s) - \sum_{k=1}^n s^{n-k} \tilde{f}^{(k-1)}(0 \pm); \quad \tilde{f}^{(k-1)}(0 \pm) = \frac{d^{k-1}}{dt^{k-1}} f(t)$
6	$L\left[\int f(t) dt\right] = \frac{F(s)}{s} + \frac{[\int f(t) dt]_{t=0 \pm}}{s}$
7	$L\left[\int_0^t f(t) dt\right] = \frac{F(s)}{s}$

2.2 - Hàm truyền

2.2.1 Khái niệm hàm truyền:

Trong tự động điều khiển, hàm truyền thường được dùng để đặc trưng cho quan hệ vào-ra của các thành phần hay của các hệ thống vốn có thể mô tả được bằng các phương trình vi phân tuyến tính hệ số hằng.

Vậy, *hàm truyền* của một hệ thống phương trình vi phân tuyến tính hệ số hằng được định nghĩa là tỷ số giữa ảnh Laplace của đầu ra (hay hàm đáp ứng) chia cho ảnh Laplace của đầu vào (hay hàm tác động) với giả định là mọi điều kiện đầu đều bằng không.

2.2.2 Biểu thức tổng quát của hàm truyền:

Giả sử có một hệ thống tuyến tính hệ tĩnh (hệ số hằng) được mô tả bằng phương trình vi phân sau

2-22

$$a_0 y^{(n)} + a_1 y^{(n-1)} + \dots + a_{n-1} \dot{y} + a_n y = b_0 x^{(m)} + b_1 x^{(m-1)} + \dots + b_{m-1} \dot{x} + a_m x; \quad n \geq m$$

Trong đó y là đầu ra, còn x là đầu vào. Ta có được hàm truyền của hệ thống này nhờ phép biến đổi Laplace cả hai vế của phương trình để có ảnh Laplace của đầu ra và đầu vào với giả định là mọi điều kiện đầu đều bằng không:

2-23

$$G(s) = \frac{L[y]}{L[x]} \Big|_{\text{điều kiện đầu}=0} = \frac{b_0 s^m + b_1 s^{m-1} + \dots + b_{m-1} s + b_m}{a_0 s^n + a_1 s^{n-1} + \dots + a_{n-1} s + a_n}$$

Với khái niệm hàm truyền ta có thể biểu diễn động lực học hệ thống bằng các phương trình đại số của s . Nếu số mũ cao nhất của s ở mẫu số của hàm truyền là n thì ta nói rằng hệ thống có bậc n .

2.2.1 Nhận xét về hàm truyền

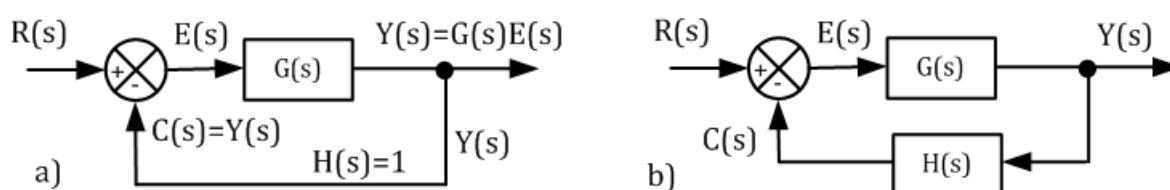
Các ứng dụng của hàm truyền bị giới hạn trong các hệ thống tuyến tính hệ số hằng (nghĩa là các thông số của hệ không thay đổi theo thời gian) và được sử dụng thường xuyên trong phân tích các hệ thống dạng này.

- 1- Hàm truyền của một hệ thống là một mô hình toán học chứa đựng phương thức biểu diễn bằng phương trình vi phân mối liên hệ của biến đầu ra đối với biến đầu vào.
- 2- Hàm truyền chính là một thuộc tính của một hệ thống, độc lập với cường độ và bản chất của đầu vào (hay biến tác động).
- 3- Hàm truyền bao gồm các phần tử cần thiết để thể hiện mối liên hệ của đầu vào đối với đầu ra. Tuy nhiên, nó không cho ta biết bất kỳ thông tin nào về cấu trúc vật lý của hệ thống mà nó mô tả. Nghĩa là, hàm truyền của rất nhiều hệ thống vật lý khác nhau lại hoàn toàn giống nhau.
- 4- Nếu ta biết được hàm truyền của một hệ thống, ta có thể nghiên cứu đầu ra hay đáp ứng của hệ thống đối với một loạt dạng đầu vào khác nhau nhằm hiểu rõ bản chất của hệ thống.
- 5- Nếu ta không thể tìm được hàm truyền của một hệ thống bằng các phép mô tả toán học thông dụng, ta có thể tìm hàm truyền của hệ bằng thực nghiệm, bằng cách áp dụng một số các tín hiệu vào cho trước rồi nghiên cứu đáp ứng đầu ra của hệ thống. Khi đã tìm được, hàm truyền này thể hiện các đặc trưng động lực học của hệ thống, khác với mô tả vật lý của hệ.

2.3 Xây dựng và biến đổi sơ đồ khối

2.3.1 Sơ đồ khối của mạch kín.

HÌNH 2-2 giới thiệu một sơ đồ khối của mạch kín. Tín hiệu ra, hay là biến được điều khiển $Y(s)=G(s).E(s)$ theo định nghĩa về hàm truyền. Tín hiệu $Y(s)$ sẽ được hồi tiếp về điểm so sánh, thông qua khối cảm biến và thành một tín hiệu $C(s)$ là đại diện cho $Y(s)$. Tín hiệu ra $E(s)$ từ điểm so sánh là kết quả cộng đại số của hai tín hiệu vào: cho trước (hay tham chiếu) $R(s)$ và hồi tiếp $C(s)$. Vậy, $E(s) = R(s) - C(s)$. Như vậy, quan hệ giữa các tín hiệu, chức năng của từng khối được thể hiện rất rõ ràng trên sơ đồ khối. Trong một sơ đồ khối sẽ có nhiều khối, điểm so sánh (cộng tín hiệu) và các điểm rẽ nhánh.



Hình 2-2: Sơ đồ khối của mạch kín (có phản hồi)

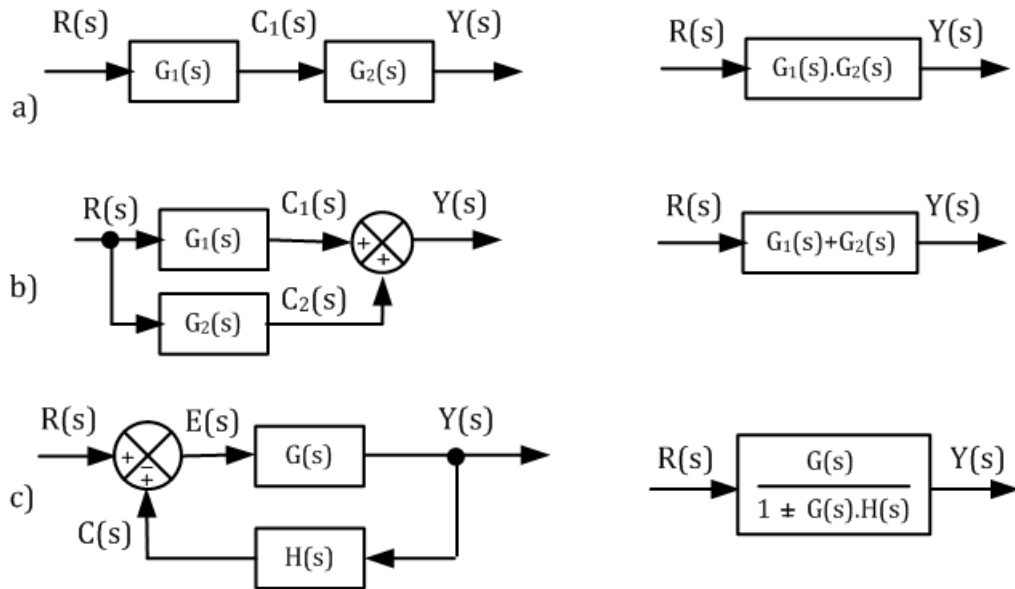
Biến được điều khiển khi được đưa về điểm so sánh phải có cùng dạng tín hiệu, bản chất vật lí, đơn vị đo với tín hiệu vào cho trước nhờ các chuyển đổi cần thiết. Ví dụ trong **HÌNH 2-2**, nếu $R(s)$ có dạng là lực, áp suất hay điện áp đại diện cho nhiệt độ cho trước (nhiệt độ ta muốn có), còn $Y(s)$ là nhiệt độ cần được điều khiển, vậy trước khi $Y(s)$ được gửi về điểm so sánh để cộng hoặc trừ với $R(s)$ tạo ra tín hiệu độ lệch $E(s)$, nó cần phải được chuyển đổi thành một đại lượng $C(s)$ có tính chất giống với $R(s)$ thông qua khối cảm biến có hàm truyền $H(s)$, $C(s)=H(s).Y(s)$.

2.3.2 Hàm truyền của hai khâu mắc nối tiếp

Hai khâu nối tiếp có hàm truyền $G_1(s)$ và $G_2(s)$, xem **HÌNH 2-3 A**. Theo định nghĩa hàm truyền, ta có

2-24

$$C_1(s) = G_1(s)R(s); \quad Y(s) = G_2(s)C_1(s); \quad \rightarrow \quad \frac{Y(s)}{R(s)} = G_1(s)G_2(s);$$



Hình 2-3: Rút gọn các khối nối tiếp, song song và có phản hồi

2.3.3 Hàm truyền của hai khâu mắc song song

Hai khâu mắc song song như trên **HÌNH 2-3 B**, tín hiệu ra của hai khâu đi vào điểm cộng tín hiệu. Khi đó ta có

$$Y(s) = C_1(s) + C_2(s);$$

$$C_1(s) = G_1(s)R(s); \quad C_2(s) = G_2(s)R(s)$$

2-25

$$Y(s) = G_1(s)R(s) + G_2(s)R(s) \quad \rightarrow \quad \frac{Y(s)}{R(s)} = G_1(s) + G_2(s);$$

Tương tự, nếu có n khâu mắc song song thì hàm truyền tổng của các khâu mắc song song sẽ là

2-26

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \sum_{i=1}^n G_i(s)$$

2.3.4 Hàm truyền mạch hở và hàm truyền mạch cấp tới.

Theo **HÌNH 2-3 c**. Tỷ số của tín hiệu hồi tiếp C(s) chia cho tín hiệu độ lệch E(s) được gọi là hàm truyền mạch hở (*open loop transfer function*):

2-27

$$\text{Hàm truyền mạch hở} = \frac{Y(s)}{E(s)} = G(s)H(s)$$

Tỷ số của đầu ra Y(S) chia cho tín hiệu độ lệch tác động E(s) được gọi là *hàm truyền mạch tiếp tới (Feedforward transfer function)*:

2-28

$$\text{Hàm truyền mạch tiếp tới} = \frac{Y(s)}{E(s)} = G(s)$$

Nếu hàm truyền khâu hồi tiếp $H(s) = 1$, thì hàm truyền mạch hở bằng với hàm truyền mạch tiếp tới.

2.3.5 Hàm truyền mạch kín (Closed-loop transfer function).

Nếu sơ đồ như **HÌNH 2-3c** được rút gọn thành một khối, với đầu vào là $R(s)$, đầu ra $Y(s)$, hàm truyền của khối mới sẽ được xác định như sau. Từ điểm cộng tín hiệu ta có

$$E(s) = R(s) \mp C(s) \quad \text{với} \quad C(s) = H(s)Y(s) \rightarrow E(s) = R(s) \mp H(s)Y(s)$$

Từ khối chính với hàm truyền $G(s)$ ta có

$$Y(s) = G(s)E(s)$$

Thế $E(s)$ từ công thức trên vào ta có

$$Y(s) = G(s)R(s) \mp G(s)H(s)Y(s)$$

$$Y(s)[1 \pm G(s)H(s)] = G(s)R(s)$$

Cuối cùng ta có

2-29

$$\text{Hàm truyền mạch kín} = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G(s)}{1 \pm G(s)H(s)}$$

Hàm truyền này thể hiện mối liên hệ giữa đáp ứng động lực học của mạch kín đối với động lực học của mạch hở và mạch tiếp tới.

Từ phương trình này, $Y(s)$ được xác định theo

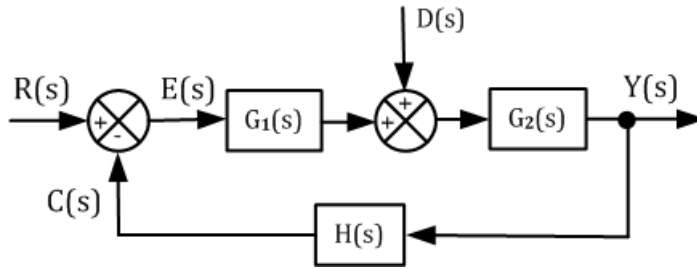
2-30

$$Y(s) = \frac{G(s)}{1 \pm G(s)H(s)} R(s)$$

Vậy, đáp ứng đầu ra của hệ điều khiển mạch kín phụ thuộc cả vào hàm truyền của mạch kín và bản chất của tín hiệu đầu vào.

2.3.6 Hàm truyền của mạch kín đối với nhiễu.

HÌNH 2-4 cho thấy một hệ mạch kín có nhiễu tác động. Trong hệ tuyến tính này có hai đầu vào, tín hiệu cho trước $R(s)$ và nhiễu $D(s)$. Ta có thể xét tác động của từng nhiễu lên đầu ra một cách độc lập bằng cách coi nhiễu còn lại có giá trị không. Tác động đồng thời của cả hai đầu vào tới đầu ra sẽ được xét bằng cách cộng hai tín hiệu ra đối với hai đầu vào độc lập.



Hình 2-4: Sơ đồ khối mạch kín có nhiễu $D(s)$

Như vậy khi xét chỉ tác động của nhiễu $D(s)$ lên đầu ra $Y(s)$, ta có thể coi hệ đang làm việc với đầu vào tham chiếu $R(s)=0$, và ta có thể xét đáp ứng của hệ chỉ đối với nhiễu thôi. Khi đó đầu vào hệ là $D(s)$, các khâu trong tuyến phản hồi có $H(s)$ và $G_1(s)$, đáp ứng đầu ra là $Y_D(s)$ và hàm truyền có dạng

2-31

$$\frac{Y_D(s)}{D(s)} = \frac{G_2(s)}{1 + G_1(s)G_2(s)H(s)}$$

Tương tự, khi xét chỉ tác động của tín hiệu cho trước $R(s)$ tới đầu ra, ta coi nhiễu $D(s)=0$, khi đó đáp ứng đầu ra là $Y_R(s)$ và hàm truyền có dạng

2-32

$$\frac{Y_R(s)}{R(s)} = \frac{G_1(s)G_2(s)}{1 + G_1(s)G_2(s)H(s)}$$

Đáp ứng của hệ đối với tác động đồng thời của hai đầu vào $R(s)$ và $D(s)$ sẽ là tổng của hai đáp ứng của hệ đối với từng đầu vào riêng rẽ. Nghĩa là

2-33

$$Y(s) = Y_R(s) + Y_D(s) = \frac{G_2(s)}{1 + G_1(s)G_2(s)H(s)} [G_1(s)R(s) + D(s)]$$

Từ các phương trình này ta rút ra một vài kết luận sau:

- 1- Nếu $|G_1(s)H(s)| \gg 1$ và $|G_1(s)G_2(s)H(s)| \gg 1$, thì hàm truyền $[\frac{Y_D(s)}{D(s)}] \rightarrow 0$, nghĩa là nhiễu hầu như không có tác động lên đầu ra của hệ thống. Đây chính là một trong số ưu điểm của mạch kín (có phản hồi).
- 2- Nếu $|G_1(s)G_2(s)H(s)| \gg 1$ thì ta có thể bỏ qua 1 ở mẫu số của công thức hàm truyền đối với tín hiệu cho trước $Y_R(s)/R(s)$. Khi đó $[Y_R(s)/R(s)] \rightarrow 1/H(s)$, cho nên $Y_R(s)/R(s)$ trở lên độc lập với $G_1(s)$, $G_2(s)$ và tỷ lệ nghịch với hàm truyền khâu phản hồi $H(s)$. Do đó các sự thay đổi của $G_1(s)$ và $G_2(s)$ không ảnh hưởng đến hàm truyền của mạch kín $Y_R(s)/R(s)$. Đây chính là một ưu điểm khác của mạch kín (có phản hồi). Ta có thể thấy rằng khi hàm truyền của khâu phản hồi $H(s) = 1$, mạch phản hồi có xu hướng cân bằng đầu ra với đầu vào của hệ.

2.3.7 Thủ tục vẽ một sơ đồ khối.

Để vẽ được một sơ đồ khối cho một hệ thống, trước tiên chúng ta tìm cách viết được các phương trình mô tả đáp ứng động lực học của từng phần tử trong hệ. Sau đó lấy các ảnh Laplace của các phương trình này với giả định các điều kiện đầu bằng không, rồi đặt mỗi phương trình ảnh Laplace vào một khối riêng. Cuối cùng, ghép các phần tử vào một sơ đồ khối hoàn chỉnh.

Sau đây là một ví dụ. Một mạch RC như trong **hình 2-5a**. Các phương trình của mạch này là

$$i = \frac{e_i - e_0}{R}$$

$$e_0 = \frac{\int i dt}{C}$$

Ảnh Laplace của các phương trình trên với điều kiện đầu bằng không có dạng

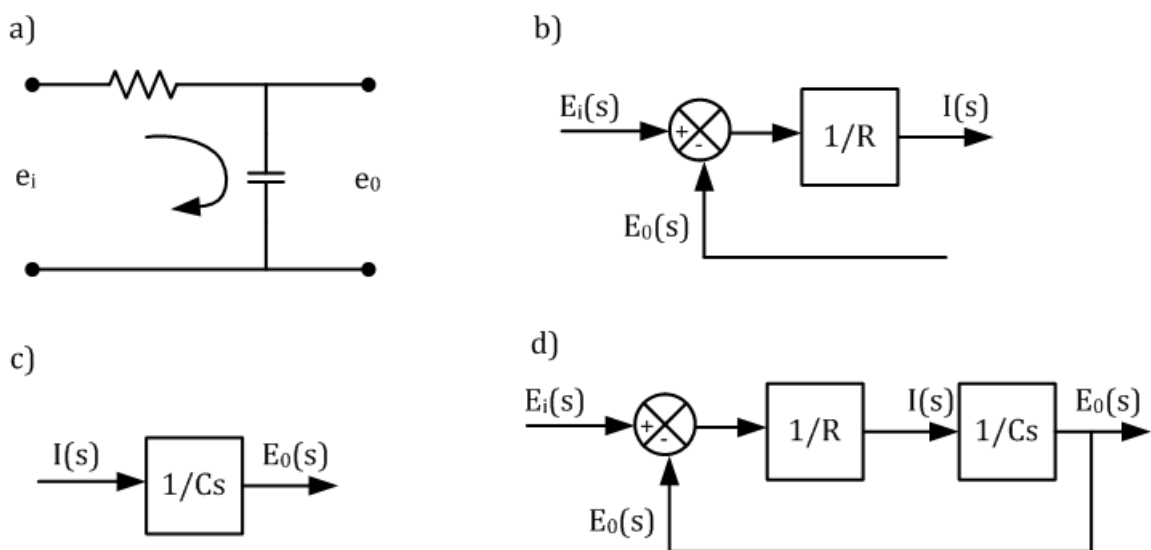
2-34

$$I(s) = \frac{E_i(s) - E_0(s)}{R}$$

2-35

$$E_0(s) = \frac{I(s)}{C \cdot s}$$

Phương trình **2-34** thể hiện hoạt động cộng tín hiệu, tương ứng là sơ đồ khối như **HÌNH 2-5 B**. Phương trình **2-35** biểu diễn cho sơ đồ **HÌNH 2-5 c**. Khi ráp nối hai sơ đồ này lại, ta có được **HÌNH 2-5 D** là sơ đồ khối tổng thể của hệ thống.



Hình 2-5: Thủ tục vẽ một sơ đồ khối. Mạch R-C

2.3.8 Rút gọn sơ đồ khối.

Cần lưu ý rằng các khối chỉ được ráp nối tiếp nhau nếu tín hiệu ra của một khối không bị ảnh hưởng bởi các khối sau nó. Nếu có hiệu ứng qua lại giữa các bộ phận thì cần phải kết hợp các bộ phận đó thành một khối đơn.

Các khối không bị hiệu ứng tải có liên hệ nối tiếp với nhau có thể được thay thế bằng một khối đơn có hàm truyền bằng tích các hàm truyền của các khối riêng biệt, $G=G_1.G_2$.

Các khối mắc song song nhau có thể được thay bằng một khối có hàm truyền bằng tổng các hàm truyền của các khối riêng biệt. $G=G_1+G_2...$

Một sơ đồ khối gồm nhiều mạch vòng kín có thể được rút gọn dần từng bước nhờ sử dụng các quy tắc của đại số sơ đồ khối, xem **Bảng 2-2** kèm theo. Việc rút gọn sơ đồ khối giúp ta đơn giản hoá được các phép biến đổi toán học phức tạp và tiện cho việc tìm đáp ứng của hệ thống. Tuy nhiên càng rút gọn thì phương trình mô tả hệ thống càng trở thành rối rắm và không còn dễ phân tích quan hệ giữa các khối nữa, các điểm dị biệt mới xuất hiện.

Bảng 2-2: Các quy tắc cơ bản rút gọn sơ đồ khối

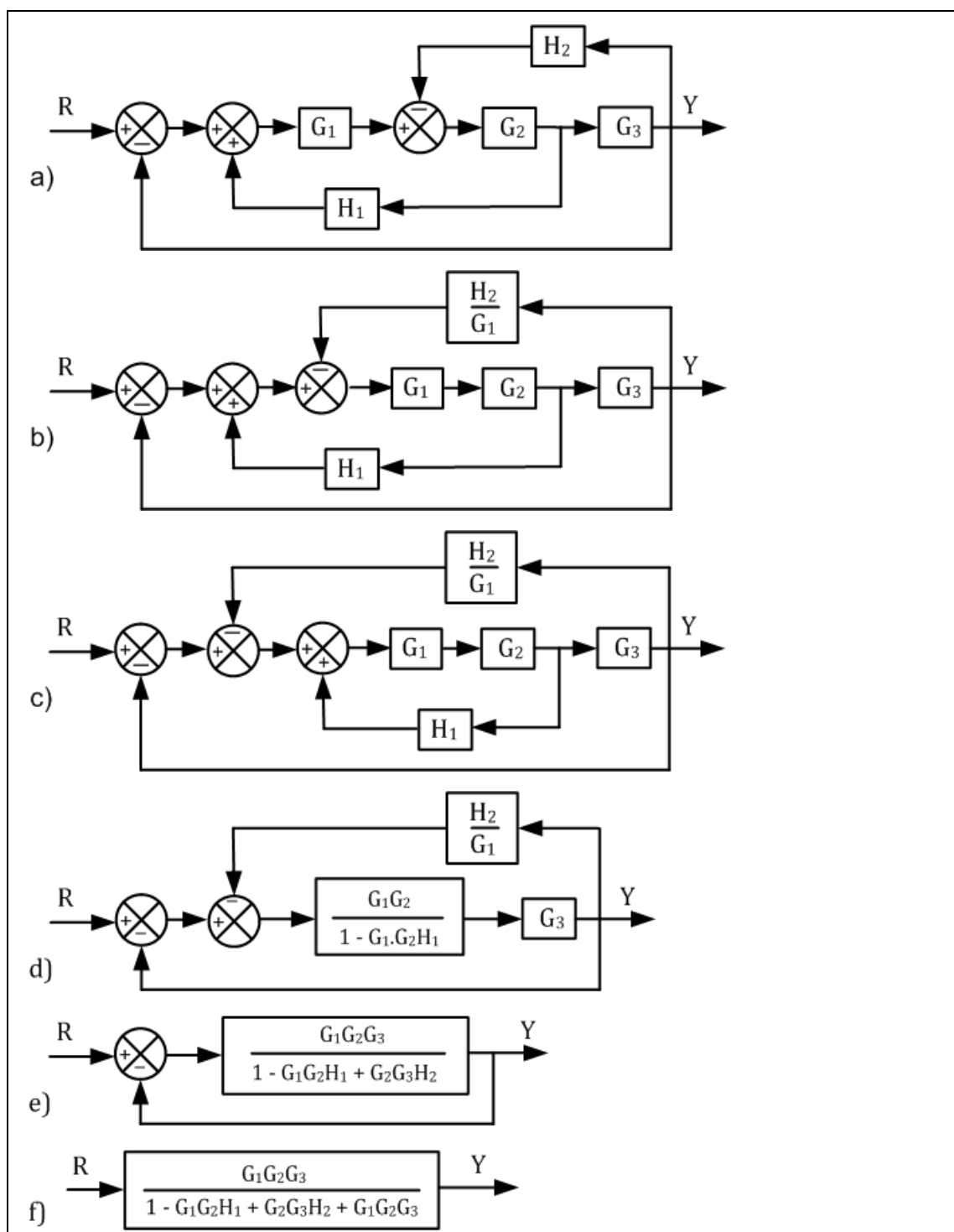
Các quy tắc rút gọn sơ đồ khối	
1	
2	
3	
4	
5	
6	

7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		

Khi rút gọn sơ đồ khối cần nhớ rằng:

- 1- Tích của các hàm truyền trong mạch chính (cấp tới) phải được giữ không đổi.
- 2- Tích các hàm truyền trong mạch vòng kín cũng phải được giữ không đổi.

Hình 2-6: Một ví dụ minh họa về việc rút gọn sơ đồ khối



Ví dụ 2-1

Xem xét hệ thống như trong **HÌNH 2-6(A)**. Rút gọn sơ đồ khối này.

Đời điểm so sánh thứ ba lên trước khâu G_1 , áp dụng quy tắc 6, **Bảng 2-2**, ta có sơ đồ như **HÌNH 2-6 (B)**. Chuyển điểm so sánh thứ 3 lên trước khâu G_1 , áp dụng quy tắc 1, ta có

HÌNH 2-6 (C). Loại bỏ mạch vòng có khâu G_1, G_2 , áp dụng các quy tắc 4 và 13, cho ta **HÌNH 2-6 (D)**. Loại bỏ mạch vòng có H_2/G_1 ta có được sơ đồ **HÌNH 2-6 (E)**. Cuối cùng, rút gọn mạch vòng kín còn lại cho ta **HÌNH 2-6 (F)** và chỉ còn 1 khối duy nhất.

Ta có nhận xét rằng tử số của hàm truyền rút gọn của mạch kín $Y(s)/R(s)$ chính là tích của các hàm truyền của các khâu trong mạch tiếp tới (mạch thẳng chính). Còn mẫu số của $Y(s)/R(s)$ bằng

2-36

$$(1 - \text{tổng của các tích các hàm truyền của các mạch vòng kín bộ phận}) = 1 - (G_1G_2H_1 - G_2G_3H_2 - G_1G_2G_3)$$

Phản hồi dương cho ta dấu âm (-) trước các tích trong mẫu số.

2.4 Thiết lập mô hình toán cho các hệ thống động lực học

Trong phần này ta sẽ xem xét việc thiết lập mô hình toán và các mô phỏng trong máy tính cho các hệ thống động lực học. Khi nghiên cứu về tự động điều khiển, ta cần phải có khả năng thiết lập được mô hình toán của các hệ thống động lực học và có thể phân tích được các đặc tính động lực học của hệ. Một mô hình toán của một hệ thống động lực học được hiểu là một hệ các phương trình có thể mô tả được các thuộc tính động lực học của hệ một cách khá chính xác. Với mỗi hệ thống cho trước ta có không chỉ một mô hình toán duy nhất, mà tùy thuộc vào cách phân tích hệ thống và quan điểm của người phân tích ta sẽ có nhiều mô hình toán khác nhau. Trong phần này, ta chỉ tìm cách thiết lập các mô hình toán thể hiện được quan hệ của đầu ra đối với đầu vào của một hệ.

2.4.1 Các khái niệm cơ bản.

Các mô hình toán của hệ động lực

Bước đầu tiên trong phân tích hệ thống động lực học là tìm ra được mô hình toán của nó. Điều quan trọng là tìm được một mô hình thích hợp, vừa phải. Mô hình toán của một hệ có thể được thiết lập ở nhiều dạng khác nhau. Tùy thuộc vào hệ cụ thể và vào trường hợp cụ thể, mô hình toán học này có thể tốt hơn mô hình toán học khác. Ví dụ trong điều khiển tối ưu, ta nên dùng mô hình toán trạng thái (State-space model) cho hệ. Còn khi phân tích đáp ứng quá độ hay đáp ứng tần số của các hệ thống tuyến tính hệ số hằng, một đầu vào, một đầu ra thì mô hình dưới dạng hàm truyền lại có nhiều thuận tiện hơn. Khi đã có được mô hình toán cho một hệ, ta có thể dùng nhiều công cụ phân tích và máy tính để phân tích và tổng hợp hệ thống.

Sử dụng mô hình trạng thái lại rất thích hợp cho các hệ có nhiều đầu vào, nhiều đầu ra (MIMO) và ứng dụng được nhiều công cụ thiết kế hệ thống nhờ máy tính.

Tính đơn giản và tính chính xác

Ta có thể nâng cao tính chính xác của mô hình toán của hệ nhờ tăng tính phức tạp của chúng lên. Song, khi đó ta có thể phải dùng đến hàng trăm phương trình toán để mô tả một hệ thống, việc tính toán sẽ cực kỳ phức tạp. Vậy, cần phải cân nhắc giữa tính đơn giản và tính chính xác của các kết quả phân tích của một mô hình toán. Nhìn chung, chỉ nên dùng

một mô hình vừa phải cho một hệ với một tình huống cụ thể. Không có mô hình nào đáp ứng tốt cho mọi tình huống diễn ra trong hệ cả. Vậy, tính đơn giản vẫn là mục tiêu nên được ưu tiên.

Các hệ tuyến tính

Một hệ được gọi là tuyến tính nếu nó thỏa mãn tính xếp chồng, hay còn gọi là tính độ lập tuyến tính. Nguyên lý xếp chồng nói rằng đáp ứng được tạo ra bởi tác động đồng thời của hai hàm kích thích khác nhau là tổng của hai đáp ứng riêng rẽ của hệ đối với từng kích thích một. Vậy, với hệ tuyến tính, ta có thể tính đáp ứng của hệ với nhiều kích thích vào khác nhau bằng cách xem xét lần lượt từng đáp ứng của hệ đối với từng kích thích vào. Sau đó cộng các kết quả lại ta có đáp ứng chung của hệ. Như vậy ta có được một đáp ứng phức tạp từ nhiều đáp ứng đơn giản hơn nhiều.

Các hệ phi tuyến

Hệ là phi tuyến khi nó không thỏa mãn tính xếp chồng. Vậy, với hệ phi tuyến, đáp ứng của hệ với hai đầu vào cùng lúc không thể được đánh giá bằng cách xử lý đáp ứng của hệ đối với từng đầu vào riêng rẽ sau đó cộng gộp hai đáp ứng lại để có kết quả cuối cùng. Sau đây là một vài ví dụ về hệ phi tuyến.

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + x = A \sin \omega t;$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + (x^2 - 1) \frac{dx}{dt} + x = 0;$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{dx}{dt} + x + x^3 = 0;$$

Mặc dầu có rất nhiều quan hệ vật lý được mô tả bằng các phương trình tuyến tính, nhưng hầu hết các quan hệ đó không phải là tuyến tính. Nghiên cứu kỹ các hệ này cho thấy rằng thậm chí đối với các hệ được coi là tuyến tính cũng chỉ thực sự tuyến tính trong một phạm vi hoạt động hữu hạn thôi.

Xử lý các mô hình phi tuyến thường rất phức tạp. Người ta thường thay thế các mô hình phi tuyến bằng mô hình tuyến tính tương đương cho việc tính toán được đơn giản hơn. Mô hình tương đương này chỉ thỏa mãn tính tuyến tính trong một phạm vi hoạt động nhất định. Khi hệ đã được tuyến tính hóa, ta có thể sử dụng rất nhiều công cụ tuyến tính để phân tích và thiết kế hệ thống.

Tuyến tính hóa các hệ phi tuyến

Trong công nghệ điều khiển, điểm làm việc bình thường của hệ thống có thể là ở xung quanh một điểm cân bằng và các tín hiệu có thể được coi là các tín hiệu độ lệch nhỏ xung quanh điểm cân bằng. Vậy, nếu hệ được coi là làm việc xung quanh điểm cân bằng, và nếu các tín hiệu liên quan là các tín hiệu nhỏ, thì ta có thể lấy gần đúng một hệ phi tuyến bằng một hệ tuyến tính tương đương trong một phạm vi hoạt động hữu hạn. Hệ tuyến tính tương đương như vậy có vai trò rất quan trọng trong công nghệ điều khiển.

2.4.2 Tuyến tính hóa các mô hình toán học phi tuyến.

Có rất nhiều công cụ và phương pháp tuyến tính hóa khác nhau được dùng trong điều khiển. Sau đây ta chỉ xem xét một phương pháp đơn giản dựa vào chuỗi khai triển Taylor xung quanh điểm làm việc để thiết lập mô hình toán tuyến tính tương đương.

Để có được mô hình toán tuyến tính thay cho một hệ phi tuyến, ta xem như các biến của hệ chỉ biến thiên nhỏ xung quanh giá trị cân bằng. Giả sử ta có một hệ có đầu vào là $x(t)$ và đầu ra là $y(t)$. Quan hệ giữa đầu ra với đầu vào có dạng

2-37

$$y = f(x)$$

Nếu các giá trị tại các điểm làm việc tương ứng là (x^*, y^*) , vậy phương trình (2-37) có thể được khai triển thành chuỗi Taylor xung quanh điểm làm việc này như sau

2-38

$$y = f(x) = f(x^*) + \frac{df}{dx}_{@x=x^*} (x - x^*) + \frac{1}{2!} \frac{d^2f}{dx^2}_{@x=x^*} (x - x^*)^2 + \dots$$

Trong đó, $\frac{df}{dx}_{@x=x^*}$, $\frac{d^2f}{dx^2}_{@x=x^*}$ là các đạo hàm tương ứng được xác định tại $x = x^*$. Nếu độ lệch $(x - x^*)$ là nhỏ, ta có thể bỏ qua các thành phần bậc cao của $(x - x^*)$. Vậy phương trình (2-38) có thể được viết lại thành

2-39

$$y = y^* + K(x - x^*)$$

Trong đó

$$y^* = f(x^*); \quad K = \frac{df}{dx}_{@x=x^*}$$

Và phương trình (2-39) được viết thành

2-40

$$y - y^* = K(x - x^*)$$

Từ phương trình này ta thấy $(y - y^*)$ tỷ lệ với $(x - x^*)$. Phương trình (2-40) là mô hình toán tuyến tính tương đương của phương trình (2-37) ở gần điểm làm việc $x = x^*$ và $y = y^*$.

Nếu hệ tuyến tính có đầu ra phụ thuộc vào hai hoặc nhiều biến đầu vào, x_1 và x_2 như sau

2-41

$$f = f(x_1, x_2)$$

ta có thể tuyến tính gần đúng hệ này theo khai triển Taylor xung quanh các điểm làm việc bình thường x_1^*, x_2^* . Phương trình (2-41) có thể viết thành:

2-42

$$y = f(x_1^*, x_2^*) + \left[\frac{\partial f}{\partial x_1} (x_1 - x_1^*) + \frac{\partial f}{\partial x_2} (x_2 - x_2^*) \right] + \dots$$

Trong đó các đạo hàm riêng được đánh giá tại $x_1 = x_1^*, x_2 = x_2^*$. Tại lân cận các điểm làm việc ta có thể bỏ qua các thành phần bậc cao. Mô hình toán tuyến tính của hệ phi tuyến (2-41) xung quanh các điểm làm việc bình thường có thể được viết thành

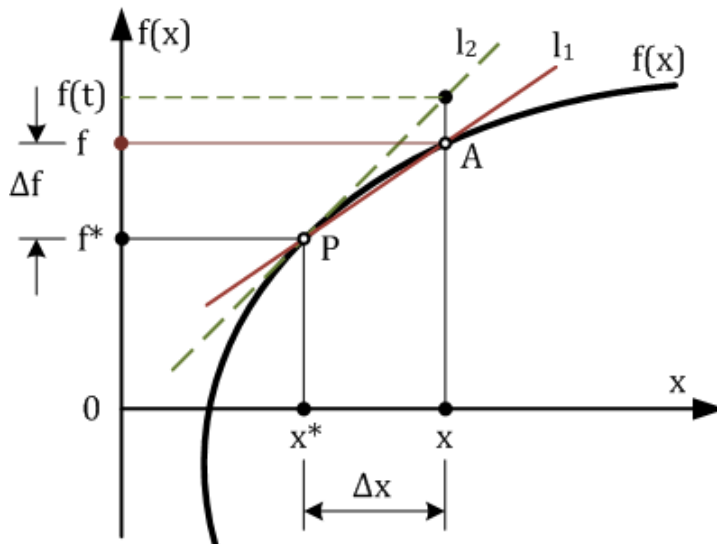
2-43

$$y - y^* = K_1(x_1 - x_1^*) + K_2(x_2 - x_2^*)$$

Trong đó,

$$y^* = f(x_1^*, x_2^*); K_1 = \frac{\partial f}{\partial x_1} \Big|_{x_1=x_1^*, x_2=x_2^*}; K_2 = \frac{\partial f}{\partial x_2} \Big|_{x_1=x_1^*, x_2=x_2^*};$$

Mô hình tuyến tính dạng này chỉ phù hợp đúng cho lân cận các điểm làm việc bình thường. Cách xa điểm tuyến tính hóa thì sai số rất lớn. Nếu các biến thay đổi quá nhiều xung quanh điểm làm việc thì ta cần dùng các kỹ thuật tuyến tính hóa dạng khác để thiết lập mô hình tuyến tính tương đương.



Hình 2-7: Một biểu diễn hình học cho phép tuyến tính hóa đơn giản

HÌNH 2-7 minh họa cho phép tuyến tính hóa hàm một biến $f(x)$, trong đó f là hàm không tuyến tính của biến độc lập x . Giả sử hệ thống thường làm việc tại điểm P: (x^*, f^*) , có thể coi là điểm làm việc ổn định v.v. Giả sử điểm A: (x, f) là một điểm làm việc điển hình khác của hệ. Ta kẻ đoạn thẳng (l_1) đi qua P và A. Vậy, ta định nghĩa:

2-44

$$\Delta x(t) = x(t) - x^* \text{ và } \Delta f(t) = f(t) - f^*;$$

Trong đó, (t) là biến thời gian trong các hệ động lực học. Δx và Δf là các số gia tương ứng của x và f . Lưu ý rằng dấu $(*)$ biểu thị thông số tại điểm thường xuyên làm việc của hệ. Nếu Δx và Δf cực nhỏ thì đoạn (l_1) chuyển thành đoạn thẳng (l_2) , mà nó được xác định là tiếp tuyến (biểu diễn của đạo hàm) của đường cong $f(x)$ tại điểm P. Ta gọi độ dốc của đường tiếp tuyến (l_2) này là m , vậy

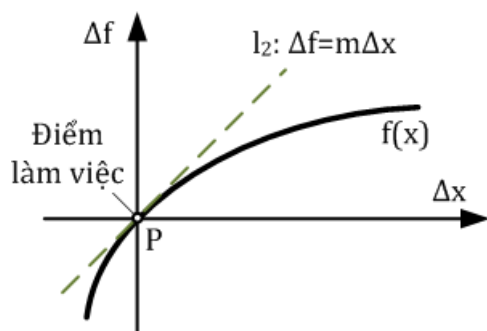
$$m = \frac{df}{dx}_{@x=x^*}$$

Như vậy, m chính là đạo hàm df/dx tại điểm thường làm việc P. Kết quả là phương trình của đường tiếp tuyến (l_2) có thể được viết thành

2-45

$$f - f^* = m(x - x^*) \rightarrow \Delta f = m \cdot \Delta x$$

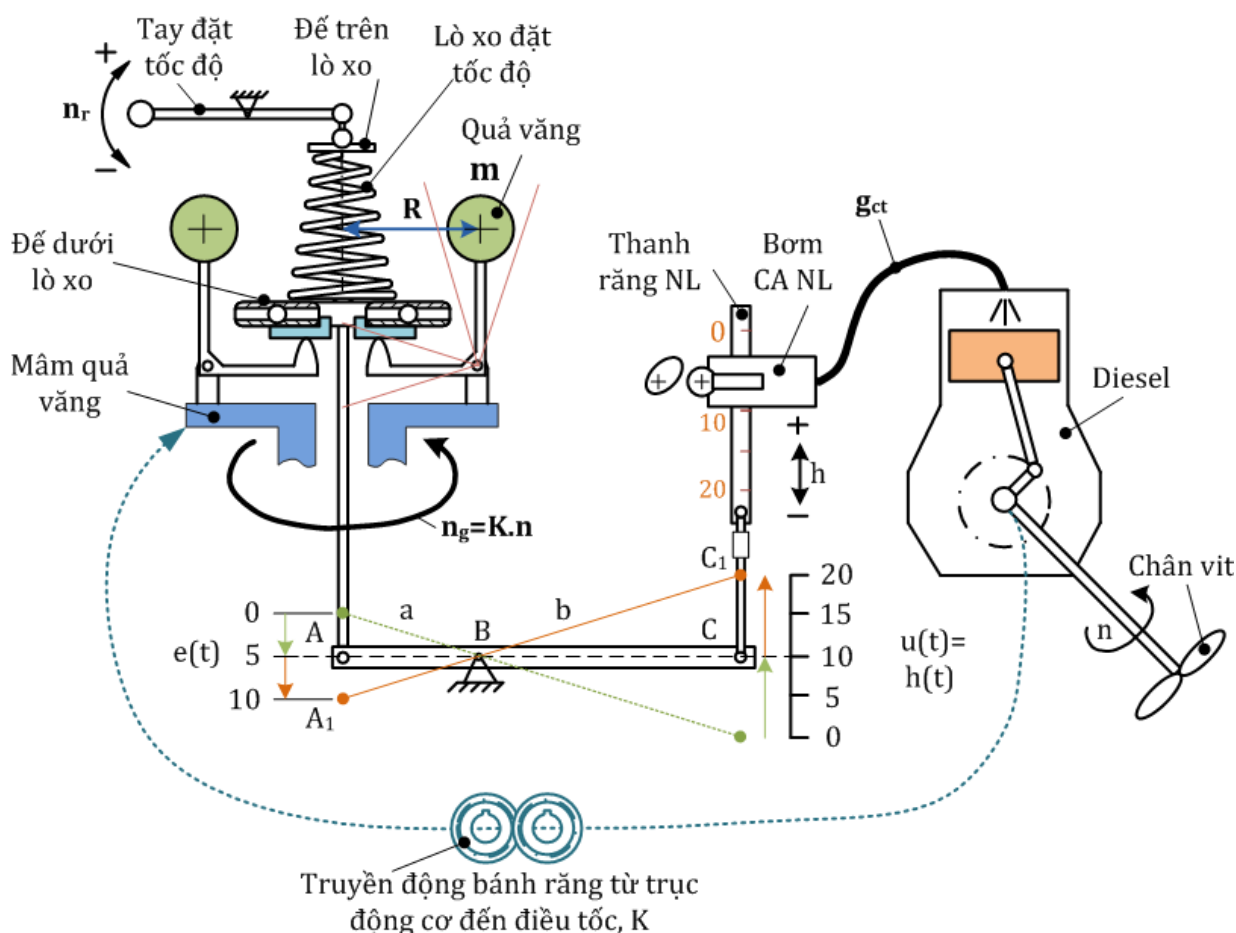
Do vậy, nếu ta chuyển tọa độ thành Δx và Δf thì biểu thức **2-45** mô tả một đoạn thẳng (l_2) , có độ dốc m , đi qua điểm gốc tọa độ mới là P, như trong **HÌNH 2-8**.



Hình 2-8: Gần đúng tuyến tính (l_2) của hàm phi tuyến $f(x)$ tương đối trong hệ trục tọa độ mới Δx và Δf .

2.4.3 Ví dụ lập mô hình toán hệ động lực

Trong các hệ thống tàu thủy, hệ điều khiển tốc độ quay của trục động cơ diesel, lai chân vịt hoặc lai máy phát điện là rất phổ biến. Sau đây ta xem xét một hệ điều khiển vòng quay diesel chính lai trực tiếp chân vịt, có dùng một bộ điều tốc cơ khí tác động trực tiếp. Xem .



Hình 2-9: Hệ thống điều khiển tự động vòng quay diesel lai trực tiếp chân vít tàu thủy

Tóm tắt hoạt động của hệ như sau. Động cơ diesel lai trực tiếp chân vít biến bước hoặc chân vít định bước với ly hợp, hoặc một máy phát điện. Vòng quay của động cơ là một trong hai biến quyết định công suất của một động cơ có chuyển động trực quay tròn,

2-46

$$N(W) = M(N.m) \times \omega\left(\frac{1}{s}\right) = M(N.m) \times \frac{\pi}{30} \times n\left(\frac{v}{p}\right).$$

Do vậy, việc điều khiển tốc độ quay của trục động cơ là rất thiết thực. Gần đúng, mô men trên trục động cơ là hàm của vị trí thanh răng nhiên liệu (h) của bơm cao áp cấp nhiên liệu vào động cơ. Động cơ truyền chuyển động quay cho mâm quả văng, do vậy là cho quả văng ly tâm, thông qua một hệ thống truyền động bánh răng. Khi quả văng quay nó sản sinh ra lực ly tâm (F_{LT}^*) tại các quả văng, ta cho là có 2 quả văng như trên hình, lực ly tâm này có xu hướng kéo ra ngoài làm các quả văng có xu hướng ly tâm.

2-47

$$F_{LT}^*(kgf) = 2.m(kg).R(m).\omega^2(s^{-2})$$

Hoặc, khi tính theo $n(v/p)$

2-48

$$F_{LT}^*(kgf) = 2.m(kg).R(m).\left[\frac{\pi}{30}\right]^2 n^2(s^{-2})$$

Tuy nhiên, do chỉ dùng các số liệu có tính minh họa nên để đơn giản trong tính toán và dễ hiểu, ta coi F_{LT} chỉ tỷ lệ với vòng quay theo

2-49

$$F_{LT}^*(kgf) = 2 \cdot m(kg) \cdot R(m) \cdot \frac{\pi}{30} n(s^{-2}) = K_{LT} \cdot n \left(\frac{v}{p}\right); \text{ với } K_{LT} = 2mR \frac{\pi}{30}$$

Do quả văng gắn với một cần chữ L, cho nên lực ly tâm này chuyển thành lực một lực hướng từ dưới lên, đẩy vào đế dưới vòng bi chặn, do vậy là vào đế dưới lò xo đặt tốc độ. Để giữ quả văng ở vị trí cân bằng (quả văng quay nhưng có vết quay thẳng đứng như trên hình) lò xo đặt tốc độ phải tạo ra được một lực căng (F_{LX}) đẩy từ trên xuống hông cân bằng với lực ly tâm (F_{LT}) của quả văng. Để cho đơn giản trong tính toán, ta cho hai nhánh L dài bằng nhau, cho nên

2-50

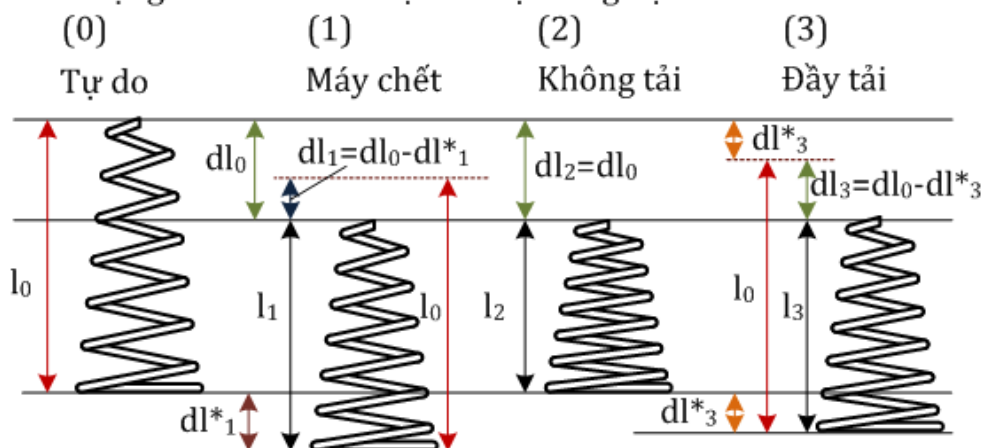
$$F_{LT} = F_{LX}^*$$

Như vậy, vòng bi chặn là nơi mà các lực này đối chọi nhau. Ta có thể thay đổi sức căng lò xo (F_{LX}) bằng cách thay đổi độ nén ban đầu của lò xo dl , thông quay tay đặt tốc độ. Lực lò xo đặt tốc độ được tính theo

2-51

$$F_{LX}(kgf) = K_{LX} \left(\frac{kgf}{mm}\right) \cdot dl(mm)$$

Các trạng thái của lò xo đặt tốc độ trong bộ điều tốc cơ khí khi:



Hình 2-10: Các trạng thái của lò xo đặt tốc độ trong một bộ điều tốc cơ khí

Giả sử ta đặt trước độ nén cho lò xo là (dl_0), tương ứng ta có (F_{LX0}). Khi động cơ chưa quay, lò xo đặt tốc độ luôn đè cho vấu quả văng xuống dưới, tỳ vào mâm quả văng, do vậy hai quả văng cụp hết cỡ vào trong. Đế dưới lò xo ở vị trí thấp nhất, vị trí (1) **HÌNH 2-10**. Điểm A của thanh ABC nằm ở vị trí (A_0) thấp nhất, đẩy cho điểm C lên vị trí cao nhất (C0). Do vậy, thanh răng nhiên liệu của bơm cao áp ở vị trí cao nhất ($h_{max} > 20$ vạch), sẵn sàng cấp mức nhiên liệu cao nhất vào buồng đốt động cơ. Độ nén thực tế của lò xo chỉ là $dl_1 = dl_0 - dl^*_{1}$.

Khi động cơ được khởi động, trục động cơ bắt đầu quay được bằng nguồn gió nén bên ngoài, các quả văng cũng tức thì quay theo, với tốc độ ($n_g = K \cdot n$). Lực ly tâm bắt đầu xuất hiện và các quả văng bắt đầu văng xa tâm. Do thanh răng nhiên liệu ở vị trí max cho nên lúc

đầu lượng nhiên liệu cấp vào động cơ là max, động cơ sinh công và tăng tốc độ. Sau đó, quả văng kéo nhiên liệu giảm đi và ổn định ở vị trí như trên hình, tương ứng chế độ không tải. Giả định, thanh răng nhiên liệu nhận vị trí $h_0 = 10 \text{ mm}$ (vạch). Tại trạng thái này, để dưới lò xo chuyển về vị trí cân bằng, lò xo chỉ còn bị nén khoảng $dl_2 = dl_0$.

Lúc này, nếu ta đóng ly hợp cho chân vịt quay, hoặc chuyển bước chân vịt từ “0” lên (H/D_{\max}), hoặc cho động cơ nhận tải định mức, thì vòng quay động cơ tức thì giảm xuống. Quả văng bị cụp vào, điểm (A) bị di chuyển xuống dưới và cuối cùng ổn định ở (A_1) để cho (C) lên (C_1) làm tăng ($h_0=10 \text{ mm}$) \rightarrow ($h_f=20 \text{ mm}$). Như vậy, từ không tải đến đầy tải, động cơ đã phải dùng thêm lượng nhiên liệu tương ứng $h_e = h_f - h_0 = 20 \text{ mm} - 10 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$. Ta gọi (h_e) là phần thanh răng có ích, tương ứng là lượng nhiên liệu có ích. Gần đúng, ta có coi hiệu suất động cơ tính theo

$$\eta_e = \frac{h_e}{h_f} \times 100(\%) = \frac{h_f - h_0}{h_f} \times 100(\%)$$

Trong trường hợp này

$$\eta_e = \frac{h_e}{h_f} \times 100(\%) = \frac{h_f - h_0}{h_f} \times 100(\%) = \frac{20 - 10}{20} \times 100(\%) = 50(\%)$$

Giá trị này là lý tưởng. Các động cơ thực có giá trị hiệu suất có ích thấp hơn, khoảng từ 25%-45% tùy vào tuổi, kiểu loại và tình trạng kỹ thuật của động cơ.

Lưu ý rằng, do phải tăng thêm lượng nhiên liệu tương đương $h_e = 10 \text{ mm}$ cho nên nếu $b/a = BC/BA = 2$ thì $A - A_1 = 5 \text{ mm}$, tức là để dưới lò xo phải nhích xuống dưới, giãn lò xo ra một đoạn dl_3 . Vậy, thực tế lò xo chỉ còn bị nén một lượng là dl_3 :

$$dl_3 = dl_0 - dl_3^*$$

Như vậy, lực căng lò xo giảm, tức là tốc độ đặt trước giảm, và vòng quay động cơ cũng giảm đi một lượng tương ứng để cho lực ly tâm quả văng cân bằng được với giá trị lực lò xo mới F_{LX3} . Động cơ làm việc có sai tĩnh dương.

Bây giờ, ta sẽ lập các biểu thức cần thiết thể hiện quá trình điều khiển vừa mô tả trên, từ đó xây dựng các khối chức năng và sơ đồ khối thể hiện hoạt động và mối tương tác giữa các thành phần trong hệ.

Số liệu:

- Khối lượng quả văng: $m=0.955 \text{ kg}$
- Bán kính quay quả văng: $R = 0.05 \text{ m}$
- Vòng quay không tải: $n_{0g} = n = 550 \text{ v/p}$ ($K=n_g/n = 1$)
- Vòng quay đầy tải: $n_f = 500 \text{ v/p}$
- Chiều dài lò xo tự do: $l_0 = 200 \text{ mm}$
- Độ cứng lò xo: $K_{LX} = 0.1 \text{ kgf/mm}$

1- Tính lực ly tâm quả văng khi máy chạy không tải, F_{LT0} (kgf), theo công thức [2-49](#)

$$K_{LT}(kgf/\frac{v}{p}) = 2 \times m(kg) \times R(m) \times \frac{\pi}{30} (\frac{s^{-2}}{v/p}) = 2 \times 0.955 \times 0.05 \times \frac{\pi}{30} = 0.01 (kgf/\frac{v}{p})$$

$$F_{LT0}(kgf) = K_{LT} \left(\frac{kgf}{\frac{v}{p}} \right) \times n_0 \left(\frac{v}{p} \right) = 0.01 \times 550 = 5.5 (kgf)$$

2- Tính độ nén ban đầu của lò xo dl_0 (mm)

Khi động cơ chạy không tải ổn định, $n_0 = 550$ (v/p), thì

$$F_{LT0}(kgf) = F_{LX0}(kgf) = \times dl_0(mm) \rightarrow dl_0(mm) = \frac{F_{LT0}(kgf)}{K_{LX}(\frac{kgf}{mm})}$$

Vậy

$$dl_0(mm) = \frac{5.5(kgf)}{0.1(\frac{kgf}{mm})} = 55(mm)$$

3- Tính chuyển vị của e(t) khi máy chạy từ không tải sang đầy tải

Do $h_e = h_f - h_0 = 20 \text{ mm} - 10 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$ và $b/a = 2$ cho nên

$$e(t) = AA_1 = \frac{h_e}{b/a} = \frac{10}{2} = 5(mm)$$

=====

Tóm tắt

.....

Bài tập

1- Theo **HÌNH 2-6 A**, hãy rút gọn sơ đồ khối này theo hướng chuyển điểm rẽ nhánh tín hiệu từ mạch chính vào khâu H_1 về trước khâu G_3 .

2- Rút gọn sơ đồ khối sau đây:

=====

Chương 3

3 Các hoạt động điều khiển cơ bản và các bộ điều khiển cơ bản

3.1 *On-off*

3.2 *P*

3.3 *I*

4

4 Xử lý tín hiệu tương tự

4.1 Khái niệm chung

Xử lý tín hiệu là các công việc mà ta tiến hành với tín hiệu nhằm biến đổi chúng về các dạng nhất định thích hợp với hoạt động của các phần tử khác trong hệ điều khiển. Nếu các tín hiệu này được chế biến theo luật tương tự, ta gọi công việc này là xử lý tín hiệu tương tự. Nếu công việc chế biến tín hiệu tuân theo luật số hóa, ta gọi đó là xử lý tín hiệu số hóa.

Chương này sẽ giới thiệu khái quát một số kỹ thuật xử lý tín hiệu tương tự dùng trong các hệ thống điều khiển. Sau khi xem xét chương này, bạn sẽ có được một số kiến thức về:

- Mạch cầu Wheatstone và các ứng dụng của nó trong việc đo điện trở, điện dung.
- Ứng dụng mạch cầu Wheatstone trong đo lường.
- Phân tích nguyên lý cơ bản của bộ khuếch đại thuật toán, ứng dụng bộ khuếch đại thuật toán trong việc xây dựng các mạch điều khiển, chế biến tín hiệu thông dụng...

4.2 Các nguyên lý chế biến tín hiệu tương tự.

Thiết bị cảm ứng đo lường một biến bằng cách chuyển đổi thông tin về biến đó thành thành một tín hiệu phụ thuộc trong môi trường điện, khí nén, thủy lực v.v. Những bộ biến đổi này lợi dụng những quy luật, hiện tượng có sẵn trong tự nhiên. Công việc chế biến tín hiệu còn biến đổi tín hiệu ra từ các phần tử cảm biến thành các tín hiệu thích hợp, cả về dải giá trị lẫn môi chất truyền tin, để giao diện tốt với các phần tử còn lại trong hệ thống.

Trong các phần trước ta cũng đã xem xét một số phần tử chế biến tín hiệu gió nén, thủy lực... Trong phần này ta sẽ tập trung vào các hình thức chuyển đổi tín hiệu điện. Ngoài ra mỗi thiết bị xử lý tín hiệu này chính là một phần tử cũng có hàm truyền đạt thể hiện sự liên hệ giữa tín hiệu ra với tín hiệu vào của nó. Thông thường các quá trình này cũng sẽ

được tuyến tính hoá, hoặc ngay trong quá trình thiết lập chúng, người ta cũng đã chú trọng lựa chọn các quá trình có các quan hệ vào – ra gần tuyến tính rồi.

Ta có thể phân nhóm các thiết bị chế biến tín hiệu thành một số nhóm chung như sau.

4.2.1 Thay đổi cường độ tín hiệu

Ví dụ phổ biến nhất là khuếch đại hay giảm khuếch đại cường độ tín hiệu. Ngoài ra, việc phối hợp trở kháng, đặc tính thay đổi tín hiệu theo tải, đáp ứng tần số của thiết bị cũng là những yếu tố cần xem xét trong quá trình chuyển đổi này.

4.2.2 Tuyến tính hoá

Nhà thiết kế các mạch điều khiển có rất ít các lựa chọn tuyến tính giữa đầu vào – ra của các biến. Hầu hết các quá trình chuyển đổi tín hiệu đều không tuyến tính. Ngay cả khi ta đã tuyến tính hoá chúng, chúng cũng chỉ tuyến tính trong một dải giá trị nhất định. Cách thức tuyến tính hoá hiệu quả nhất là chuyển tín hiệu đo được vào máy tính rồi sử dụng các phần mềm để chuyển đổi tín hiệu.

4.2.3 Chuyển đổi dạng tín hiệu

Do nhu cầu, ta có thể phải chuyển đổi tín hiệu từ dạng điện sang khí nén, thuỷ lực, lực, chuyển vị và ngược lại. Ngoài ra ngay trong cùng một môi trường truyền dẫn, ta cũng còn cần phải chuyển đổi dạng tín hiệu. Ví dụ, ta cần chuyển đổi điện áp thành dòng điện để truyền tín hiệu đi xa, rồi ở đầu nhận ta lại chuyển đổi tín hiệu dòng trở về điện áp để điều khiển. Lý do là điện áp phụ thuộc nhiều vào tải, còn dòng điện thì không, tuy nhiên dòng điện dễ bị khử đi do các hiện tượng đấu tắt (chạm mát). Việc chuyển đổi tín hiệu số-tương tự và tương tự-số cũng rất cần thiết trong các giao diện với máy tính trong điều khiển hiện đại.

4.2.4 Lọc và phối hợp trở kháng

Các tín hiệu nhiễu như tần số lưới, các quá trình đóng ngắt các thiết bị ... cũng có tác động không mong muốn đáng kể đến các quá trình điều khiển. Do vậy cần đến các bộ lọc thông thấp hay thông cao để khử nhiễu. Ngoài ra, việc phối hợp trở kháng giúp cho các tín hiệu vào, ra các thiết bị được chuyển đổi chính xác hơn.

4.2.5 Khái niệm nạp tải

Có một điểm cần đặc biệt lưu ý khi phân tích các mạch tương tự là hiện tượng nạp tải của một mạch điện bởi một mạch khác, khi đó nó tạo ra các lượng không chắc trong phép đo và xử lý tín hiệu. Ví dụ cụ thể là nếu ta có một **mạch hở** là một nguồn điện áp, khi đó nó có một điện áp, chẳng hạn là V_x . **Mạch hở** là một mạch mà không có gì nối vào giữa hai đầu cực ra của mạch. Khi ta đấu một điện trở R_L vào hai đầu ra của nguồn hở, nguồn này trở thành mạch kín, điện áp tại hai đầu nguồn sụt xuống một lượng, còn là V_y , $V_y < V_x$. Giá trị điện trở R_L khác nhau cho ta các lượng sụt áp khác nhau.

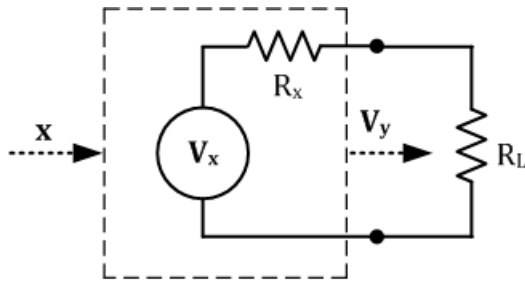
Khi phân tích các hiệu ứng nạp tải, người ta thường ứng dụng định lý Thévenin. Định lý này phát biểu rằng giữa hai cực ra của bất kỳ phần tử nào cũng có thể được xem như là một đoạn mạch tương đương gồm một nguồn điện áp được mắc nối tiếp với một trở kháng ra tương đương. Đoạn mạch như vậy thường được gọi là **mạch Thévenin tương đương**.

HÌNH 4-1 là một ví dụ cụ thể khi tính hiện tượng nạp tải. Giả sử ta có một phần tử có đầu vào là x , cho ra tín hiệu ra là điện áp V_x , và ta sẽ nối một điện trở R_L vào hai cực ra của mạch này. Khi đó, đoạn mạch này được biến đổi Thevenin như là gồm một nguồn điện V_x mắc nối tiếp với điện trở tương đương R_x (trở kháng ra). Khi điện trở ngoài R_L (tải) được mắc nối tiếp vào hai cực, một dòng điện chạy sẽ qua mạch và có sự sụt áp trên R_x . Khi đó, điện áp ra V_y khi có tải sẽ là

4-1

$$V_y = V_x \left(1 - \frac{R_x}{R_L + R_x} \right)$$

Như vậy điện áp xuất hiện ở hai đầu tải ngoài (R_L) bị giảm xuống một lượng bằng lượng sụt áp trên điện trở trong (R_x) của phần tử vừa xét, $V_y < V_x$. Tải thay đổi thì V_y thay đổi và độ sụt áp thay đổi theo.

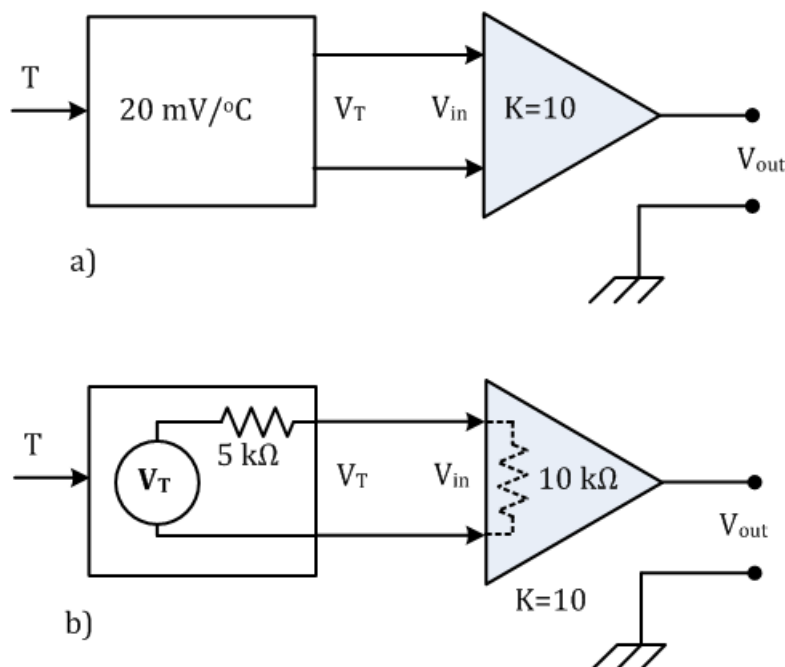


Hình 4-1: Mạch Thevenin tương đương của một cảm biến cho thấy hiện tượng nạp tải

Nhìn vào phương trình (4-1) ta thấy rằng có thể giảm bớt hiện tượng nạp tải cho phần tử này nhờ tăng R_L lên lớn hơn R_x nhiều lần, $R_L \gg R_x$.

Ví dụ 4.1

Một bộ khuếch đại thuật toán cho ra một điện áp gấp 10 lần điện áp giữa hai cực vào (V_{in}). Trở kháng đầu vào của bộ khuếch đại là $10\text{ k}\Omega$. Một cảm biến cho ra điện áp tỷ lệ với biến thiên nhiệt độ theo hàm truyền là $20\text{mV}/^\circ\text{C}$. Cảm biến có trở kháng là $5\text{ k}\Omega$. Nếu nhiệt độ cần đo là 50°C thì điện áp ra bộ khuếch đại là bao nhiêu.



Hình 4-2: Nếu bỏ qua hiệu ứng nạp tải thì có thể có các sai số trăm trọng ở đầu ra của mạch và ở hệ số độ lợi (K).

Giải:

HÌNH 4-2 (A) thể hiện sơ bộ cách bố trí thiết bị này. Điện áp ra của cảm biến khi không tải xác định theo hàm truyền của nó là $V_T = (20 \text{ mV}/^\circ\text{C}) \cdot 50^\circ\text{C} = 1,0\text{V}$. Vì bộ khuếch đại lý tưởng có hàm truyền là 10, vậy điện áp ra bộ khuếch đại là $V_{out} = 10V_{in} = (10) \cdot 1,0 = 10 \text{ V}$. Nhưng giá trị này không đúng thực tế vì chưa tính đến tải.

HÌNH 4-2 (B) thể hiện sự phân tích đúng đắn mạch này. Theo đó ta thấy có sụt áp trên điện trở ra của cảm biến, do vậy điện áp thực ra khỏi cảm biến giảm và điện áp ra của bộ khuếch đại sẽ phải tính theo công thức (4-1)

$$V_{in} = V_T \left(1 - \frac{5\text{k}\Omega}{10\text{k}\Omega + 10\text{k}\Omega} \right)$$

Trong đó, $V_T = 1,0\text{V}$, vậy $V_{in} = 0,67\text{V}$, nên điện áp ra thực tế của bộ khuếch đại là $V_{out} = 10 \times (0,67\text{V}) = 6,7 \text{ V}$.

4.3 Các mạch thụ động.

Các mạch thụ động đã từng được dùng nhiều trong công nghiệp do tích đơn giản và thực dụng của chúng. Ngày nay các mạch thụ động thường được thay thế bằng các mạch chủ động tương đương. Tuy nhiên một số ứng dụng thực tế của các mạch thụ động vẫn còn được sử dụng, ví dụ mạch phân áp, mạch cầu Wheatstone, mạch lọc v.v. trong phần này ta chỉ xem xét một số mạch thụ động điển hình.

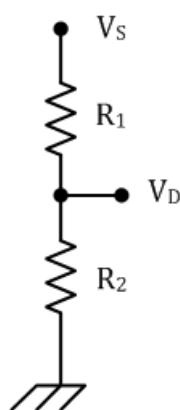
4.3.1 Mạch phân áp (Divider Circuits)

Một mạch phân áp đơn giản như trong **HÌNH 4-3** thường được dùng để biến đổi sự biến thiên điện trở thành biến thiên điện áp. Điện áp ra V_D được tính theo công thức tính sụt áp như sau

4-2

$$V_D = \frac{R_2 V_s}{R_1 + R_2}$$

Trong đó V_s = Điện áp cấp vào; R_1 và R_2 = các phần điện trở. Cả R_1 hoặc R_2 đều có thể là điện trở cảm biến có điện trở biến thiên theo một đại lượng cần đo nào đó.



Hình 4-3: Mạch phân áp đơn giản dùng để biến đổi sự biến thiên điện trở thành biến thiên điện áp

Khi sử dụng mạch phân áp cần phải lưu ý đến những điểm sau:

1. Sự biến thiên của V_D theo R_1 hoặc R_2 là không tuyến tính. Ngay cả khi điện trở đo biến thiên tỷ lệ với đại lượng được đo thì điện áp ra cũng không biến thiên tuyến tính theo điện trở.
2. Trở kháng đầu ra hiệu dụng của mạch này là sự đấu nối song song của hai điện trở R_1 và R_2 . Trở kháng này không lớn, do vậy phải cân nhắc đến sự nạp tải.
3. Dòng điện sẽ chạy thường xuyên qua cả hai điện trở, do vậy công suất điện sẽ bị tiêu tốn trên cả hai, gồm cả cảm biến. Do vậy cần xem xét đến công suất định mức của cả hai: điện trở và cảm biến.
4. Sự tiếp xúc giữa lưỡi gạt và điện trở sẽ sinh ra muội bám, gây ra điện trở bổ sung.
5. Thang đo không liên tục vì phụ thuộc vào tỷ số điện trở cho một vòng dây quấn.

Ví dụ 4.2

Giả sử mạch phân áp trên **HÌNH 4-3** có $R_1 = 10,0 \text{ k}\Omega$ và $V_s = 5,00\text{V}$. Nếu R_2 là biến trở cảm biến có điện trở biến thiên từ $4,00 \text{ k}\Omega$ - $12,0 \text{ k}\Omega$ khi đại lượng được đo biến thiên trong một dải tương ứng. Hãy xác định:

- Điện áp V_D nhỏ nhất và lớn nhất.
- Dải biến thiên của trở kháng đầu ra.
- Dải công suất tiêu tán trên cảm biến R_2 .

Giải:

- a) Theo công thức **4-2**, khi $R_2 = 4 \text{ k}\Omega$ ta có

$$V_D = \frac{(5\text{V})(4\text{k}\Omega)}{10\text{k}\Omega + 4\text{k}\Omega} = 1.43\text{V}$$

Khi $R_2 = 12 \text{ k}\Omega$ ta có

$$V_D = \frac{(5\text{V})(12\text{k}\Omega)}{10\text{k}\Omega + 12\text{k}\Omega} = 2.73\text{V}$$

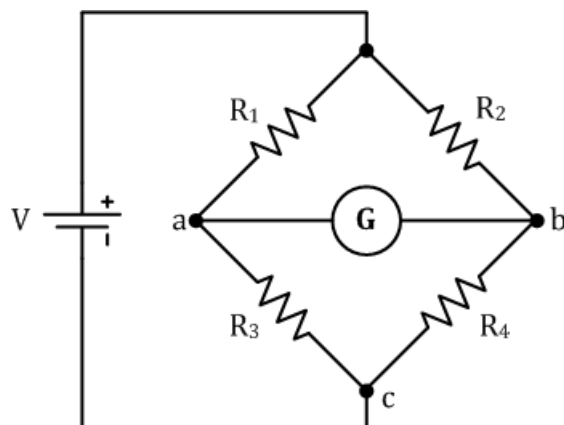
Vậy điện áp biến thiên từ 1.43V tới 2.73V .

- Dải biến thiên trở kháng đầu ra xác định bằng cách lấy giá trị của R_1 song song với R_2 và thay $R_{2\min}$ vào phép tính ta có trở kháng nhỏ nhất, còn thay $R_{2\max}$ vào, ta có trở kháng ra lớn nhất. Vậy kết quả là trở kháng biến thiên từ min là $2.86 \text{ k}\Omega$ tới max là $5.45 \text{ k}\Omega$.
- Công suất tiêu tán qua cảm biến này xác định theo công thức $P(W) = V^2/R_2$, thế $R_{2\min}$ và $R_{2\max}$ vào ta có được công suất tiêu tán từ 0.51 tới 0.62mW .

4.3.2 Cầu Wheatstone (Bridge)

Các mạch cầu thường được dùng để chuyển đổi những biến thiên trở kháng thành biến thiên điện áp. Một trong những lợi thế của mạch cầu khi được dùng như vừa nêu là mạch có thể được thiết kế sao cho điện áp được tạo ra sẽ biến thiên quanh giá trị không. Có nghĩa là việc khuếch đại có thể được dùng để tăng mức điện áp đối với độ nhạy cảm cao với sự biến thiên của trở kháng. Ứng dụng khác của mạch cầu là để đo lường tính chính xác một trở kháng.

4.3.2.1 Cầu Wheatstone dòng 1 chiều (DC)



Hình 4-4: Một mạch cầu Wheatstone DC cơ bản

Mạch cầu đơn giản nhất nhưng cũng phổ biến nhất là mạch cầu DC wheatstone như vẽ ở **HÌNH 4-4**. Ta có thể thấy giữa hai đầu nguồn cấp là hai nhánh cầu, R_1 nối tiếp R_3 và R_2 nối tiếp R_4 . Mạch này được dùng trong các ứng dụng chế biến tín hiệu có một bộ cảm biến thay đổi trở kháng theo sự thay đổi của biến quá trình. Rất nhiều kiểu hoán cải từ mạch cầu cơ bản này được dùng cho các ứng dụng cụ thể khác nhau. Ở **HÌNH 4-4**, vật có kí hiệu là G là phần tử dò điện áp, được dùng để so sánh điện thế giữa các điểm a và b của mạch. Trong hầu hết các ứng dụng hiện đại, bộ dò điện áp là một bộ khuếch đại có trở kháng đầu vào rất cao. Trong một số trường hợp một von kế cực nhạy có trở kháng khá nhỏ được dùng trong mạch, đặc biệt là với mục đích định chuẩn và làm dụng cụ đo các đại lượng nhỏ.

Trong phân tích đầu tiên này, ta giả thiết là trở kháng của phần tử dò là vô cùng, nghĩa là ta có một mạch hở.

Trong trường hợp này, lượng chênh lệch điện thế, ΔV giữa các điểm a và b đơn giản là:

4-3

$$\Delta V = V_a - V_b$$

Trong đó: V_a là điện thế tại điểm a so với c, V_b là điện thế tại điểm b so với c.

Các giá trị V_a , V_b bây giờ có thể được tìm ra với lưu ý rằng V_a chính là phần điện áp nguồn cấp phân chia ra giữa R_1 và R_3

4-4

$$V_a = \frac{VR_3}{R_1 + R_3}$$

Tương tự, V_b là phần điện áp sụt trên R_4

4-5

$$V_b = \frac{VR_4}{R_2 + R_4}$$

Trong đó V là điện áp nguồn cấp.

Nếu bây giờ ta kết hợp các phương trình (4-3), (4-4) và (4-5), thì lượng chênh lệch điện áp có thể được viết là

4-6

$$\Delta V = V_a - V_b = \frac{VR_3}{R_1 + R_3} - \frac{VR_4}{R_2 + R_4}$$

Sau khi biến đổi, biểu thức này được rút gọn thành

4-7

$$\Delta V = V \frac{R_3 R_2 - R_1 R_4}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}$$

Phương trình (4-7) cho biết độ chênh lệch điện thế qua phần tử dò là hàm của điện áp nguồn cấp và giá trị điện trở ra sao. Vì có một hiệu số ở tử số của phương trình (4-7), nên rõ ràng là sẽ có một kết hợp của các điện trở để cho tử số bằng không, và do vậy điện áp chênh lệch giữa hai đầu của phần tử dò (G) bằng không. Đó chính là một điểm không (null). Rõ ràng là sự kết hợp này được xác định từ phương trình (4-7) có quan hệ

4-8

$$R_3 R_2 = R_1 R_4$$

Phương trình (4-8) chỉ ra rằng khi nào một cầu wheatstone được lắp ráp và các điện trở được chỉnh để cho phần tử dò ở điểm không, thì các giá trị điện trở phải thoả mãn phương trình cân bằng trên (4-8). Bất chấp điện áp nguồn dao động hoặc thay đổi, điểm không vẫn được duy trì. Các phương trình (4-7) và (4-8) giải thích sự ứng dụng của các cầu Wheatstone trong các ứng dụng điều khiển quá trình khi có sử dụng các phần tử dò có trở kháng vào cao.

Ví dụ (4-3)

Nếu một cầu wheatstone như ở hình (HÌNH 4-4) có điểm không khi $R_1=1000\Omega$, $R_2=842\Omega$ và $R_3=500\Omega$, hãy tìm giá trị R_4 .

Giải:

Vì cầu đang ở điểm không, nên ta tìm R_4 khi dùng phương trình (4-8):

$$R_3 R_2 = R_1 R_4$$

$$R_4 = \frac{R_3 R_2}{R_1} = \frac{(500\Omega)(842\Omega)}{1000\Omega} = 421\Omega$$

Ví dụ (4-4)

Các điện trở trong một mạch cầu được cho trước với $R_1=R_2=R_3=120\Omega$, $R_4=121\Omega$. Nếu điện áp nguồn là 10.0 vôn, hãy tìm độ chênh lệch điện áp.

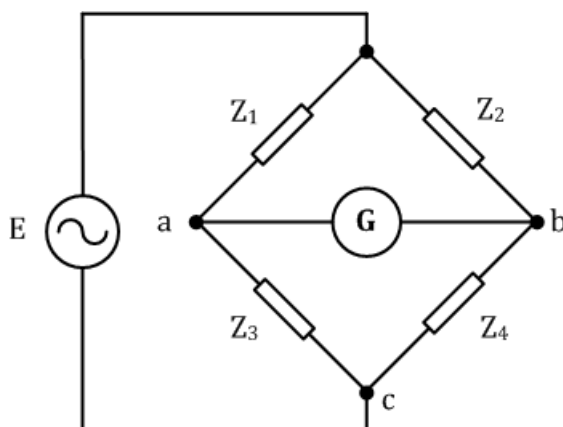
Giải:

Giả sử trở kháng phần tử dò rất cao, ta tìm độ chênh điện áp theo

$$\Delta V = V \frac{R_3 R_2 - R_1 R_4}{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}$$

$$\Delta V = (10V) \frac{(120\Omega)(120\Omega) - (120\Omega)(121\Omega)}{(120\Omega + 120\Omega)(120\Omega + 121\Omega)} = -20.8(mV)$$

4.3.2.2 Cầu Wheatstone dùng dòng xoay chiều (AC)



Hình 4-5: Mạch cầu xoay chiều AC

Khái niệm về mạch cầu Wheatstone ta vừa xem xét có thể được ứng dụng cả với trở kháng giống như với điện trở. Khi đó, cầu được thể hiện như trong **HÌNH 4-5**, và có nguồn xoay chiều kích thích, thông thường là nguồn tín hiệu điện áp hình sin. Cách phân tích mạch cầu AC tương tự như với mạch cầu DC, với trở kháng (Z) thay cho các trở (R). Điện áp độ lệch trong cầu được tính như sau

4-9

$$\Delta E = E \frac{Z_3 Z_2 - Z_1 Z_4}{(Z_1 + Z_3)(Z_2 + Z_4)} = \text{Điện áp lệch AC}$$

Trong đó, E = điện áp nguồn kích thích hình sin, Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 là các trở kháng của cầu.

Cầu cân bằng thì $\Delta E = 0$. Vậy từ phương trình (4-9) ta có điều kiện trở kháng sau đây phải thỏa mãn

4-10

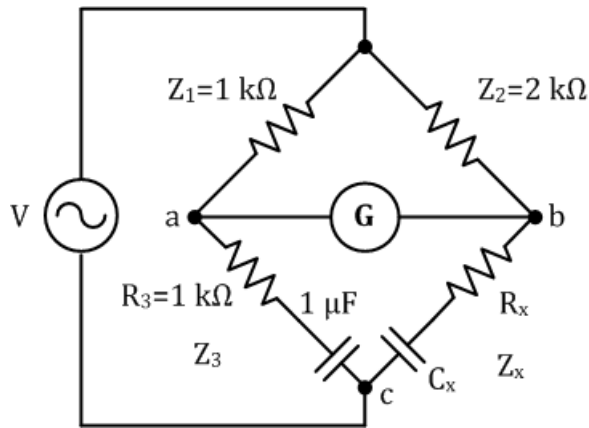
$$Z_3 Z_2 = Z_1 Z_4$$

Điều kiện này tương tự như điều kiện (4-8) cho cầu điện trở DC.

Có một vài lưu ý khi sử dụng mạch cầu AC đó là điều kiện “cân bằng” (4-10) có thể bị nhạy với pha của tín hiệu kích thích. Nếu điều đó xảy ra, ta phải tạo được một điểm “cân bằng” cho cả tín hiệu đồng pha lẫn tín hiệu lệch pha 90° trước khi áp dụng công thức (4-10).

Ví dụ (4-5)

Một cầu AC sử dụng trở kháng như trong **HÌNH 4-6**. Hãy tìm giá trị của R_x và C_x khi cầu cân bằng (null).



Hình 4-6: Mạch cầu ac cho ví dụ (4-5)

Bài giải

Vì cầu cân bằng, cho nên ta có

$$Z_3 Z_2 = Z_1 Z_x$$

Hoặc

$$R_2 \left(R_3 - \frac{j}{\omega C} \right) = R_1 \left(R_x - \frac{j}{\omega C_x} \right)$$

4-11

$$R_2 R_3 - j \frac{R_2}{\omega C} = R_1 R_x - j \frac{R_1}{\omega C_x}$$

Phần thực và phần ảo phải thỏa mãn độc lập điều kiện cân bằng (**4-10**), do vậy

$$R_x - \frac{R_2 R_3}{R_1} = 0 \rightarrow R_x = \frac{(2 \text{ k}\Omega)(1 \text{ k}\Omega)}{1 \text{ k}\Omega} = 2 \text{ k}\Omega$$

Và

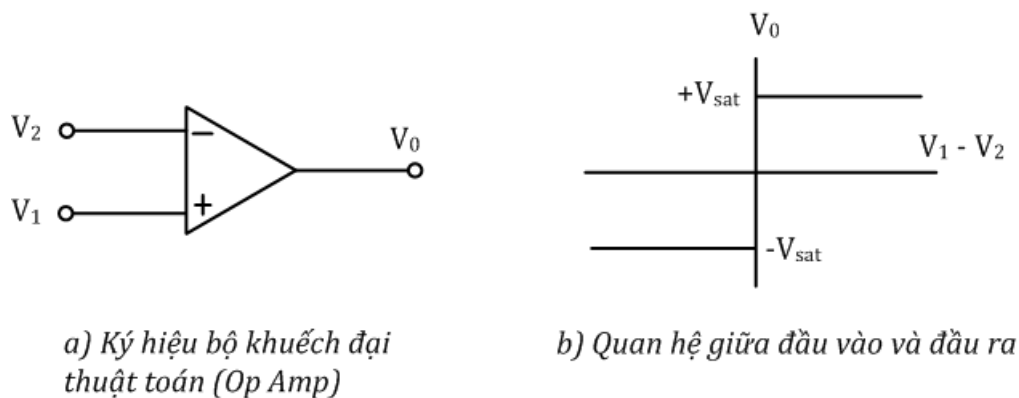
$$C_x = C \frac{R_1}{R_2} \rightarrow C_x = (1 \mu F) \frac{1 \text{ k}\Omega}{2 \text{ k}\Omega} = 0.5 \mu F$$

4.4 Mạch khuếch đại thuật toán (Operational Amplifier- Op Amp)

Mạch khuếch đại thuật toán (Op Amp) là một mạch tổ hợp có chức năng khuếch đại và xử lý tín hiệu điện, dùng rộng rãi trong công nghệ điều khiển các quá trình công nghiệp. Có rất nhiều nhà sản xuất khác nhau, nhưng các mạch thuật toán đều có một số thuộc tính hoạt động cơ bản tương tự nhau, được dùng chung trong thiết kế các mạch điều khiển.

4.4.1 Tính chất của bộ khuếch đại thuật toán

Bộ khuếch đại thuật toán đơn lẻ cực kỳ đơn giản và là một bộ khuếch đại điện tử vô dụng. **HÌNH 4-7 (A)** là ký hiệu quy ước của nó, với hai cực vào được xếp là cực không đảo (+) và cực đảo (-), và một cực ra. Quan hệ giữa đầu ra với đầu vào của nó cũng rất đơn giản, ta sẽ mô tả nó như là mạch lý tưởng ngay sau đây.



a) Ký hiệu bộ khuếch đại thuật toán (Op Amp)

b) Quan hệ giữa đầu vào và đầu ra

Hình 4-7: Ký hiệu và đặc tính lý tưởng của bộ khuếch đại thuật toán

4.4.2 Bộ khuếch đại thuật toán lý tưởng.

Để mô tả hoạt động của một bộ khuếch đại thuật toán lý tưởng, ta ký hiệu điện áp vào cực không đảo là V_1 , còn vào cực đảo là V_2 , điện áp tại cực ra là V_0 . Lý tưởng mà nói, nếu $V_1 - V_2$ có giá trị dương ($V_1 > V_2$), thì V_0 bão hoà dương. Nếu $V_1 - V_2$ âm ($V_2 > V_1$), thì V_0 bão hoà âm như mô tả trên **HÌNH 4-7 (b)**. Lưu ý rằng điện áp tại cực đảo *dương hơn* điện áp tại cực vào không đảo thì điện áp ra *bão hoà âm*. Bộ khuếch đại lý tưởng này có hệ số khuếch đại không xác định vì với nhiều độ lệch điện áp giữa hai cực vào V_1 và V_2 khác nhau ta vẫn có cùng một giá trị điện áp ra bão hoà.

Các tính chất khác của bộ khuếch đại thuật toán lý tưởng là:

- Có trở kháng cao vô cùng giữa hai cực vào.
- Trở kháng ra bằng không.

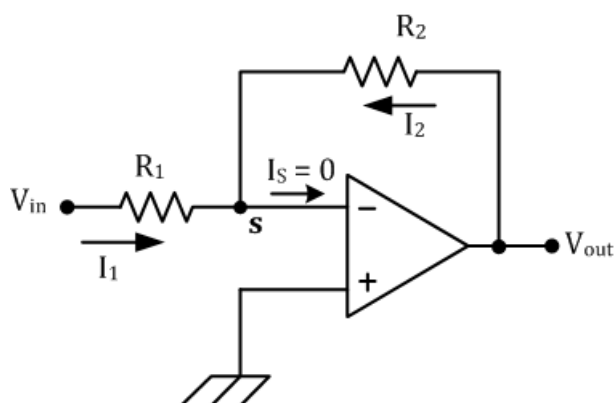
Như vậy, căn bản mà nói, bộ khuếch đại thuật toán là một thiết bị chỉ có hai trạng thái đầu ra: $+V_{sat}$ và $-V_{sat}$. Trong thực tế, thiết bị này luôn được dùng với một mạch khuếch đại.

Mạch khuếch đại này cho phép ta có rất nhiều quan hệ lý thú giữa điện áp ra với điện áp vào của nó.

Bộ khuếch đại đảo lý tưởng dùng bộ khuếch đại thuật toán

Để xét xem bộ khuếch đại thuật toán được dùng ra sao, ta xem mạch trên **HÌNH 4-8**. Điện trở R_2 được dùng để cấp tín hiệu phản hồi về cực đảo của bộ khuếch đại, còn R_1 nối thông điện áp vào (V_{in}) tới điểm nối chung (s). Điểm nối chung này được gọi là điểm cộng (so sánh) tín hiệu. Ta thấy, nếu không có phản hồi và cực vào (+) nối đất, điện áp ra sẽ bão hoà âm khi $V_{in} > 0$ và điện áp ra sẽ bão hoà dương khi $V_{in} < 0$. Khi có phản hồi, điện áp ra sẽ được hiệu chỉnh đến giá trị sao cho:

- Điện áp tại điểm công tín hiệu bằng điện áp vào cực (+) của bộ khuếch đại, khi đó bằng không.
- Không có dòng điện chạy qua giữa các cực vào của bộ khuếch đại, vì giả định là trở kháng giữa chúng lớn vô cùng.



Hình 4-8: Bộ khuếch đại đảo dùng mạch khuếch đại thuật toán

Khi đó, tổng các dòng điện tại điểm công tín hiệu phải bằng không

4-12

$$I_1 + I_2 = 0$$

trong đó, I_1 = dòng qua trở R_1 , I_2 = dòng qua trở R_2

Vì điện áp tại điểm công tín hiệu được giả định là bằng không, theo định luật Ôm ta có

4-13

$$\frac{V_{in}}{R_1} + \frac{V_{out}}{R_2} = 0$$

Từ phương trình (4-13), ta có thể viết đáp ứng ra của bộ khuếch đại như sau

4-14

$$V_{out} = -\frac{R_2}{R_1} V_{in}$$

Dưới dạng ảnh Laplace

4-15

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = -K_p; \quad K_p = \frac{R_2}{R_1}$$

Vậy, mạch như trong **HÌNH 4-8** là một **bộ khuếch đại đảo** với độ lợi là R_2/R_1 có pha dịch đi 180° (đảo) so với tín hiệu vào. Thiết bị này có thể làm bộ **giảm khuếch đại** nếu ta chọn $R_2 < R_1$.

Ví dụ này gợi ý cho chúng ta hai quy tắc sau có thể áp dụng để phân tích các hoạt động lý tưởng của bất kỳ mạch khuếch đại thuật toán nào. Trong hầu hết các trường hợp, phân tích như vậy sẽ cho ta hàm truyền của mạch với sai số rất nhỏ.

Hai quy tắc phân tích mạch khuếch đại thuật toán:

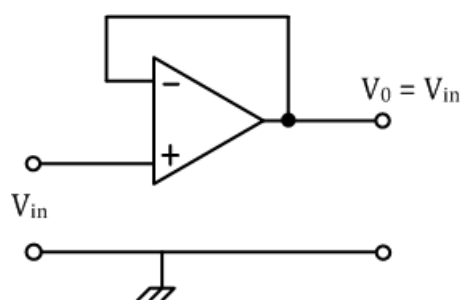
Quy tắc 1: Giả định rằng không có dòng điện chạy qua các cực vào của bộ khuếch đại thuật toán, đó là các cực đảo và cực không đảo.

Quy tắc 2: Giả định rằng không có lượng chênh lệch điện áp nào giữa các cực vào của bộ khuếch đại, nghĩa là $V_+ = V_-$.

Các bộ khuếch đại thuật toán thực tế có các hiệu ứng không lý tưởng như trở kháng giữa các cực vào là hữu hạn, điện áp ra không đáp ứng tức thì theo điện áp vào, độ lợi hữu hạn giữa đầu ra với đầu vào, trở kháng đầu ra khác không v.v. Tuy nhiên, trong hầu hết các ứng dụng hiện đại, các yếu tố này có thể bỏ qua khi thiết kế các mạch khuếch đại thuật toán.

4.4.3 Một số ứng dụng của các bộ khuếch đại thuật toán

4.4.3.1 Bộ khuếch đại lặp điện áp

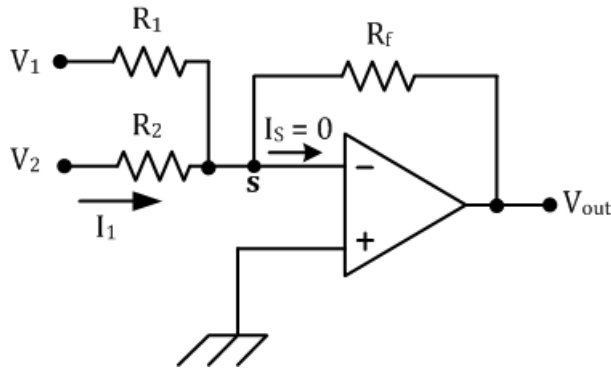


Hình 4-9: Bộ khuếch đại thuật toán lặp tín hiệu điện áp

Bộ khuếch đại thuật toán lặp điện áp có độ lợi là 1 đơn vị nhưng trở kháng đầu vào rất cao. Trở kháng đầu vào cao cần thiết cả cho chính bộ khuếch đại thuật toán, nó cần cỡ hơn

100 MOhm. Điện áp ra biến thiên theo điện áp vào, trong dải từ điện áp ra bão hòa âm đến điện áp ra bão hòa dương. Dòng điện ra được giới hạn bởi dòng ngắn mạch của bộ khuếch đại thuật toán, còn trở kháng ra thường nhỏ hơn 100 Ohm. Độ lợi bằng 1 nên ta có thể dùng nó như là một bộ chuyển đổi trở kháng, từ trở kháng đầu vào rất cao thành ra có trở kháng đầu ra thấp, trong khi điện áp không đổi.

4.4.3.2 Bộ khuếch đại thuật toán đảo cộng tín hiệu (the op amp summing amplifier)



Hình 4-10: Bộ khuếch đại thuật toán đảo cộng tín hiệu (op amp summing amplifier)

Một ứng dụng khá phổ biến của mạch khuếch đại thuật toán là để cộng hoặc trừ hai hoặc nhiều tín hiệu tại đầu vào và khuếch đại kết quả đó lên. **HÌNH 4-10** là một ví dụ bộ khuếch đại thuật toán đảo, cộng hai tín hiệu đầu vào V_1 và V_2 . Khi này ta có thể coi đáp ứng đầu ra V_{out} là cộng gộp của hai đáp ứng riêng rẽ của hệ với từng đầu vào riêng rẽ, V_1 và V_2 .

$$V_{out 1} = -\frac{R_f}{R_1} V_1$$

$$V_{out 2} = -\frac{R_f}{R_1} V_2$$

Vậy hàm truyền của hệ là

4-16

$$V_{out} = V_{out 1} + V_{out 2} = -\frac{R_f}{R_1} (V_1 + V_2)$$

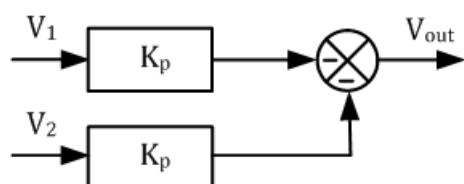
Dưới dạng ảnh Laplace

$$V_{out 1}(s) = -K_p V_1(s); \text{ với } K_p = \frac{R_2}{R_1}$$

$$V_{out 2}(s) = -K_p V_2(s); \text{ với } K_p = \frac{R_2}{R_1}$$

$$V_{out}(s) = V_{out 1}(s) + V_{out 2}(s)$$

Sơ đồ khối của hệ có dạng như trên HÌNH...



Hình 4-11: Sơ đồ khối của bộ khuếch đại thuật toán đảo cộng [HÌNH 4-10](#)

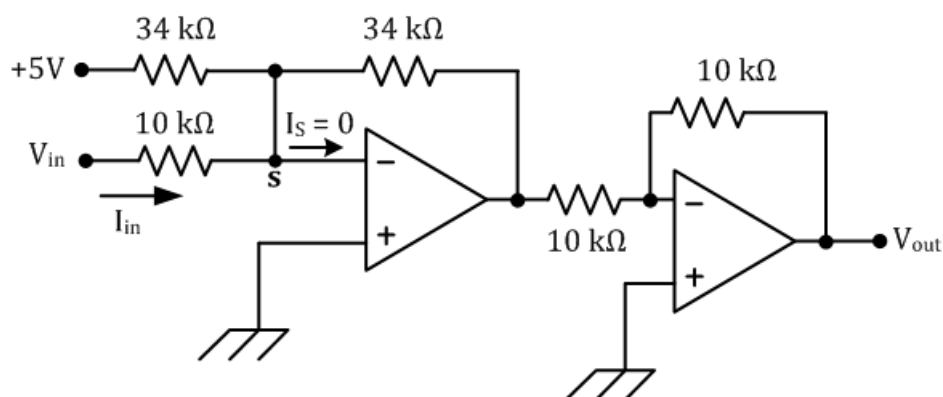
Ví dụ (4-6)

Hãy xây dựng một mạch khuếch đại thuật toán để tạo ra một điện áp ra có quan hệ với điện áp vào theo công thức sau

$$V_{out} = 3.4V_{in} + 5$$

Bài giải

Có nhiều cách xây dựng sơ đồ mạch khác nhau. Ta có thể dùng một bộ khuếch đại cộng tín hiệu với V_{in} ở một đầu vào, và 5V ở đầu vào còn lại. Độ lợi phải chọn là 3.4 và 1 cho hai nhánh tương ứng. Xem [HÌNH 4-12](#). Trong đó còn bao gồm một bộ đảo tín hiệu, có độ lợi (-1), nối kế tiếp sau bộ khuếch đại cộng đảo. Do vậy, tín hiệu ra cuối cùng là không đảo. Các điện trở chỉ phải chịu dòng cỡ (mA) là được.



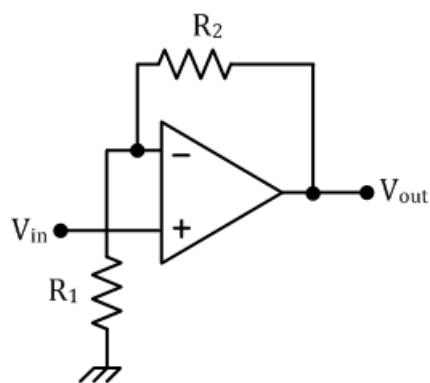
Hình 4-12: Minh họa cho ví dụ (4-6)

4.4.3.3 Bộ khuếch đại thuật toán không đảo

Bộ khuếch đại không đảo có thể được xây dựng từ bộ khuếch đại thuật toán như trên [HÌNH 4-13](#). Ta xác định độ lợi của của hệ bằng cách cộng các dòng điện tín hiệu vào tại điểm cộng (s), với thực tế là điện áp tại điểm công tín hiệu (s) cũng là V_{in} sao cho không có sự chênh lệch điện áp giữa các cực vào của bộ khuếch đại thuật toán (quy tắc 2).

$$I_1 + I_2 = 0$$

Trong đó, I_1 là dòng qua R_1 , I_2 là dòng qua R_2 . Sử dụng định luật Ohm ta có



Hình 4-13: Bộ khuếch đại thuật toán không đảo

$$\frac{V_{in}}{R_1} + \frac{V_{in} - V_{out}}{R_2} = 0$$

Do vậy

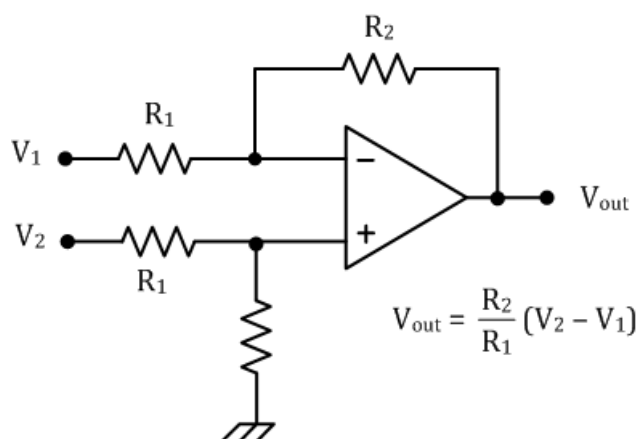
4-17

$$V_{out} = \left[1 + \frac{R_2}{R_1} \right] V_{in}$$

4-18

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = K_p; \quad K_p = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

4.4.3.4 Bộ khuếch đại thuật toán độ lệch



Hình 4-14: Bộ khuếch đại thuật toán độ lệch

Ta có thể coi đây gồm hai bộ khuếch đại, khuếch đại 2 tín hiệu vào riêng biệt, kết quả chung là cộng gộp hai kết quả của từng V_{out} đối với từng đầu vào V_{in} riêng rẽ, theo luật xếp chồng của các hệ tuyến tính.

4-19

$$V_{out} = V_{out1} + V_{out2} = \frac{R_f}{R_1} (V_2 - V_1)$$

4.4.3.5 Bộ khuếch đại thuật toán tích phân (I)

HÌNH 4-15 là cấu hình của một bộ tích phân dùng bộ khuếch đại thuật toán, trong đó mạch phản hồi có 1 tụ điện (C). Dùng quy tắc phân tích mạch lý tưởng và các định luật cơ bản về dòng đi qua điện trở và tụ điện, ta có dòng tổng vào điểm cộng (s) là

4-20

$$\frac{V_{in}}{R} + C \frac{dV_{out}}{dt} = 0$$

Do vậy

4-21

$$V_{out} = -\frac{1}{RC} \int V_{in} dt$$

Dưới dạng ảnh Laplace, áp dụng định lý tích phân thực,

$$V_{out}(s) = -\frac{1}{RCs} V_{in}(s);$$

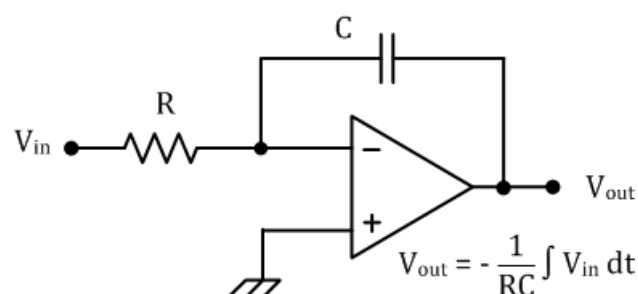
4-22

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = -\frac{1}{RCs} = -\frac{1}{T_i s}; \text{ với } T_i = RC$$

Nếu $V_{in} = K$ thì

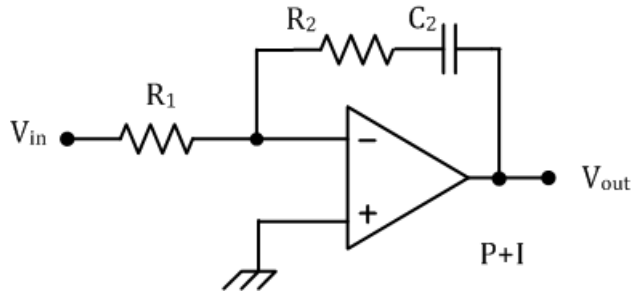
$$V_{out} = -\frac{K}{RC} t$$

Đó là một hàm dốc.



Hình 4-15: Bộ khuếch đại thuật toán tích phân (I)

4.4.3.6 Bộ khuếch đại thuật toán tỷ lệ cộng tích phân (PI)



Hình 4-16: Bộ khuếch đại thuật toán tỷ lệ cộng tích phân (PI)

Trong sơ đồ này, ta phải tìm trở kháng tương đương của đoạn mạch có R_2 mắc nối tiếp với tụ C_2 . Điện áp sụt trên đoạn mạch này bằng $(V_{out} - 0)$, là tổng của sụt áp trên trở R_2 và của điện áp thành lập trên tụ. Theo quy tắc cơ bản trong mạch điện có tụ ta có

4-23

$$V_{out} = I_2 R_2 + \frac{1}{C_2} \int I_2 dt$$

Lấy ảnh Laplace biểu thức này, cũng sử dụng định lý tích phân thực ta có

$$V_{out}(s) = I_2(s) R_2 + \frac{1}{C_2 s} I_2(s)$$

4-24

$$\frac{V_{out}(s)}{I_2(s)} = Z_2(s) = R_2 + \frac{1}{C_2 s}$$

Do vậy

4-25

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = -\frac{Z_2(s)}{R_1} = -\frac{R_2}{R_1} \left(1 + \frac{1}{R_2 C_2 s}\right)$$

4.4.3.7 Tổng hợp một số ứng dụng cơ bản của bộ khuếch đại thuật toán

Trong các hàm và sơ đồ sau, ta có thể mắc nối tiếp một bộ khuếch đại thuật toán đảo nữa (có R_3 và R_4) ngay sau mạch khuếch đại thuật toán hoạt động điều khiển cơ bản để có được kết quả cuối cùng là hàm không đảo.

Bảng 4-1: Tổng hợp một số ứng dụng tạo hoạt động điều khiển cơ bản dựa trên các bộ khuếch đại thuật toán

S T T	Hoạt động điều khiển	Hàm truyền $G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)}$	Mạch khuếch đại thuật toán

1	P	$\frac{R_4 R_2}{R_3 R_1}$	
2	I	$\frac{R_4 R_2}{R_3 R_1 C_2 s}$	
3	PD	$\frac{R_4 R_2}{R_3 R_1} (R_1 C_1 s + 1)$	
4	PI	$\frac{R_4 R_2}{R_3 R_1} \left(1 + \frac{1}{R_2 C_2 s}\right)$	
5	PID	$\frac{R_4 R_2 (R_1 C_1 s + 1)(R_2 C_2 s + 1)}{R_3 R_1 R_2 C_2 s}$ Hoặc	
	PID	Hoặc $\frac{R_4 R_2}{R_3 R_1} \left(\frac{(R_1 C_1 + R_2 C_2)}{R_2 C_2} + \frac{1}{R_2 C_2 s} + R_1 C_1 s \right)$	

Tóm tắt

Trong chương này ta đã xem xét các cách thức cơ bản để xử lý tín hiệu tương tự, bao gồm:

- 1- Các mạch thụ động như phân áp, cầu Wheatstone điện trở (DC), cầu Wheatstone trở kháng (AC), là các ứng dụng khá phổ biến trong đo lường các đại lượng được điều khiển, để đặt các giá trị cho tín hiệu trong mạch điều khiển.
- 2- Các mạch chủ động mà ta đã xét chủ yếu dựa trên các nhân là các bộ khuếch đại thuật toán.
- 3- Đã giới thiệu phương pháp phân tích và xây dựng hàm truyền của bộ khuếch đại thuật toán lý tưởng, đảo lý tưởng, không đảo.
- 4- Đã nghiên cứu phương pháp phân tích và xây dựng các hoạt động điều khiển cơ bản dựa trên các bộ khuếch đại thuật toán. Các bộ điều khiển dạng này ngày càng phổ biến trong điều khiển công nghiệp, kể cả trong các mạch điều khiển điện tử số và máy tính.

Các nghiên cứu trên là căn cứ để ta có thể hiểu được các ứng dụng trong điều khiển điện tử số các đại lượng cơ bản của hệ động lực tàu thủy, như hệ điều khiển vòng quay động cơ diesel, tua bin hơi, tua bin khí; các mạch điều khiển từ xa động cơ mà chúng ta sẽ xem xét đến ở phần 2 của tài liệu này.

Câu hỏi ôn tập

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Bài tập

- 1- Theo **Bảng 4-1**, mục (3), hãy thực hiện chi tiết các bước để xây dựng được hàm truyền kết quả đã cho ứng với hình vẽ của bộ điều khiển (PD) cho trước tương ứng.
- 2- Theo **Bảng 4-1**, mục (5), hãy thực hiện chi tiết các bước để xây dựng được hàm truyền kết quả đã cho ứng với hình vẽ của bộ điều khiển (PID) cho trước tương ứng.
- 3-