

**ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

GIÁO TRÌNH

**MÔN HỌC/MÔ ĐUN: TRANG BỊ ĐIỆN TRONG MÁY CẮT KIM LOẠI
NGÀNH/NGHỀ: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY
TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG**

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 180/QĐ-LTT-ĐT ngày 07 tháng 3 năm 2018
của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Lý Tự Trọng Thành phố Hồ Chí Minh*

LƯU HÀNH NỘI BỘ

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

LỜI GIỚI THIỆU

Máy cắt kim loại là một trong những thiết bị quan trọng trong ngành cơ khí, việc hiểu được cấu tạo các mạch điều khiển cho máy cắt kim loại là một nhiệm vụ quan trọng của người kỹ sư thực hành trong công tác sửa chữa và bảo dưỡng thiết bị. Giáo trình Trang bị điện trong máy cắt kim loại ra đời để phục vụ cho việc giảng dạy và học tập cho sinh viên ngành cơ khí tại trường Cao đẳng Lý Tự Trọng TP. HCM. Nội dung trong giáo trình có sử dụng các tư liệu tham khảo từ nhiều nguồn trong thực tế và các tài liệu hiện có bên ngoài.

Tài liệu được trình bày rõ ràng, kèm theo những hình vẽ minh họa cụ thể và những hướng dẫn cần thiết giúp cho sinh viên có thể nắm vững và theo sát các nội dung môn học.

Các tác giả xin chân thành cảm ơn Khoa Cơ khí, Trường Cao đẳng Lý Tự Trọng Thành phố Hồ Chí Minh, các doanh nghiệp, công ty, xí nghiệp trong ngành cơ khí có mối quan hệ mật thiết với Khoa và Nhà trường đã tạo điều kiện và giúp đỡ cho nhóm tác giả hoàn thành tài liệu này.

Thành phố Hồ Chí Minh, ngày 07 tháng 03 năm 2018

Tham gia biên soạn

1. Th.S Bùi Anh Tuấn - Chủ biên
2. Th.S Nguyễn Hồng Phúc
3. Th.S Nguyễn Thanh Giang

MỤC LỤC

	TRANG
Lời giới thiệu	2
CHƯƠNG 1. KỸ THUẬT ĐIỆN	9
1.1 Mạch điện một chiều	9
1.1.1 Khái niệm cơ bản về mạch điện	9
1.1.2 Các thành phần cơ bản của mạch điện	11
1.1.3 Mối quan hệ giữa các thành phần cơ bản của mạch điện	12
1.1.4 Cách đấu mạch điện cơ bản	13
1.2 Mạch điện xoay chiều	14
1.2.1 Mạch điện xoay chiều 1 pha	14
1.2.2 Mạch điện xoay chiều 3 pha	19
1.3 Các phần tử bảo vệ	22
1.3.1 Cầu chì	22
1.3.2 Rơ le nhiệt	24
1.3.3 Áp tô mát	27
1.4 Các phần tử điều khiển có tiếp điểm	32
1.4.1 Công tắc – công tắc hành trình	32
1.4.2 Nút nhấn	34
1.4.3 Công tắc tơ	36
1.4.4 Các loại Rơ le	41
1.5 Các Phần tử điện từ	46
1.5.1 Ly hợp điện từ kiểu ma sát	46
1.5.2 Ly hợp điện từ kiểu bám	47
1.5.3 Nam châm điện – Phanh hãm điện từ	49
CHƯƠNG 2. KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ	52
2.1 Chất bán dẫn	52
2.1.1 Khái niệm cơ bản về chất bán dẫn	52
2.1.2 Các loại Diode	57
2.2 Các mạch chỉnh lưu dùng Diode	58
2.2.1 Khái niệm cơ bản	58
2.2.2 Mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ	59
2.2.3 Mạch chỉnh lưu toàn chu kỳ	61
2.2.4 Ứng dụng của các mạch chỉnh lưu	63
CHƯƠNG 3. CÁC MẠCH ĐIỀU KHIỂN CƠ BẢN	65
3.1 Các mạch điều khiển cơ bản	65
3.1.1 Mạch điều khiển một công tắc tơ	65
3.1.2 Mạch điều khiển nhiều công tắc tơ	67
3.2 Các mạch điều khiển động cơ mở máy trực tiếp	71
3.2.1 Mạch điều khiển động cơ quay một chiều	71
3.2.2 Mạch điều khiển động cơ quay hai chiều	72
3.3 Các mạch điều khiển động cơ mở máy gián tiếp	77
3.3.1 Mạch khởi động sao – tam giác	77

3.3.2 Mạch khởi động bằng điện trở phụ mắc vào Stato	79
CHƯƠNG 4. TRANG BỊ ĐIỆN TRONG MÁY CẮT KIM LOẠI	82
4.1 Giới thiệu chung	82
4.1.1 Phân loại máy cắt kim loại	82
4.1.2 Các chuyển động và các dạng gia công điển hình trên máy cắt kim loại	83
4.2 Trang bị điện trong máy tiện	84
4.2.1 Đặc điểm công nghệ	84
4.2.2 Sơ đồ mạch máy	85
4.2.3 Nguyên lý làm việc	85
4.3 Trang bị điện trong máy phay	86
4.3.1 Đặc điểm công nghệ	86
4.3.2 Sơ đồ mạch máy	87
4.3.3 Nguyên lý làm việc	87
TÀI LIỆU THAM KHẢO	89

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: TRANG BỊ ĐIỆN TRONG MÁY CẮT KIM LOẠI

Mã môn học: CK131

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học:

- Vị trí: Môn học được giảng dạy vào năm học thứ 3 của ngành học Công nghệ chế tạo máy

- Tính chất: Là môn học tự chọn trong chương trình học ngành Công nghệ chế tạo máy

- Ý nghĩa và vai trò của môn học: Môn học trang bị cho sinh viên những kiến thức cơ bản về các khí cụ điện, thiết bị điện dùng trong các máy công cụ, máy công nghiệp. Đồng thời, giúp sinh viên hiểu rõ cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các mạch điều khiển động cơ, các mạch điều khiển mở máy, các mạch thường được sử dụng trong nhóm máy cắt kim loại.

Mục tiêu của môn học:

- Về kiến thức: Sinh viên trình bày được các kiến thức cơ bản về mạch điện một chiều và xoay chiều, cách tính toán mạch điện một chiều và xoay chiều, các kiến thức cơ bản về điện- điện tử, cấu tạo và ứng dụng của các khí cụ điện, linh kiện điện tử, cũng như cấu tạo của các mạch điều khiển dùng trong máy cắt kim loại.

- Về kỹ năng: Sinh viên vận dụng được các quy tắc, định luật về mạch điện để giải thích được các nguyên tắc hoạt động, phạm vi ứng dụng của các loại khí cụ điện, các thiết bị điện tử, các mạch điều khiển cơ bản dùng trong các máy công cụ, máy cắt kim loại thông dụng.

- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm: Sinh viên phải có thái độ học tập nghiêm túc, phải hoàn thành nội dung học tập của cá nhân và theo nhóm do Giảng viên hướng dẫn yêu cầu.

Nội dung của môn học:

Số TT	Tên các bài trong môn học	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành / thực tập/ thí nghiệm/ bài tập/ thảo luận	Kiểm tra
1	CHƯƠNG 1. KỸ THUẬT ĐIỆN 1.1 Mạch điện một chiều 1.1.1 Khái niệm cơ bản về mạch điện	9	9		

Số TT	Tên các bài trong môn học	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành / thực tập/ thí nghiệm/ bài tập/ thảo luận	Kiểm tra
2	1.1.2 Các thành phần cơ bản của mạch điện 1.1.3 Mối quan hệ giữa các thành phần cơ bản của mạch điện 1.1.4 Cách đấu mạch điện cơ bản 1.2 Mạch điện xoay chiều 1.2.1 Mạch điện xoay chiều 1 pha 1.2.2 Mạch điện xoay chiều 3 pha 1.3 Các phần tử bảo vệ 1.3.1 Cầu chì 1.3.2 Rơ le nhiệt 1.3.3 Áp tô mát 1.4 Các phần tử điều khiển có tiếp điểm 1.4.1 Công tắc – công tắc hành trình 1.4.2 Nút nhấn 1.4.3 Công tắc tơ 1.4.4 Các loại Rơ le 1.5 Các Phần tử điện từ 1.5.1 Ly hợp điện từ kiểu ma sát 1.5.2 Ly hợp điện từ kiểu bám việc 1.5.3 Nam châm điện – Phanh hãm điện từ CHƯƠNG 2. KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ 2.1 Chất bán dẫn 2.1.1 Khái niệm cơ bản về chất bán dẫn 2.1.2 Các loại Diode 2.2 Các mạch chỉnh lưu dùng Diode 2.2.1 Khái niệm cơ bản 2.2.2 Mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ 2.2.3 Mạch chỉnh lưu toàn chu kỳ	6	6		

Số TT	Tên các bài trong môn học	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành / thực tập/ thí nghiệm/ bài tập/ thảo luận	Kiểm tra
3	2.2.4 Ứng dụng của các mạch chỉnh lưu CHƯƠNG 3. CÁC MẠCH ĐIỀU KHIỂN CƠ BẢN 3.1 Các mạch điều khiển cơ bản 3.1.1 Mạch điều khiển một công tắc tơ 3.1.2 Mạch điều khiển nhiều công tắc tơ 3.2 Các mạch điều khiển động cơ mở máy trực tiếp 3.2.1 Mạch điều khiển động cơ quay một chiều 3.2.2 Mạch điều khiển động cơ quay hai chiều 3.3 Các mạch điều khiển động cơ mở máy gián tiếp 3.3.1 Mạch khởi động sao – tam giác 3.3.2 Mạch khởi động bằng điện trở phụ mắc vào Stato 3.4 Kiểm tra	9	8		1
4	CHƯƠNG 4. TRANG BỊ ĐIỆN TRONG MÁY CẮT KIM LOẠI 4.1 Giới thiệu chung 4.1.1 Phân loại máy cắt kim loại 4.1.2 Các chuyển động và các dạng gia công điển hình trên máy cắt kim loại 4.2 Trang bị điện trong máy tiện 4.2.1 Đặc điểm công nghệ 4.2.2 Sơ đồ mạch máy 4.2.3 Nguyên lý làm việc 4.3 Trang bị điện trong máy phay 4.3.1 Đặc điểm công nghệ 4.3.2 Sơ đồ mạch máy	6	5		1

Số TT	Tên các bài trong môn học	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành / thực tập/ thí nghiệm/ bài tập/ thảo luận	Kiểm tra
	4.3.3 Nguyên lý làm việc 4.4 Kiểm tra				
Tổng cộng		30	28		2

CHƯƠNG 1.

KỸ THUẬT ĐIỆN

Giới thiệu:

Chương này trình bày các kiến thức cơ bản của mạch điện một chiều, mạch điện xoay chiều 1 pha, mạch điện xoay chiều 3 pha; các loại khí cụ điện bảo vệ, các phần tử điều khiển có tiếp điểm và các phần tử điện từ

Mục tiêu:

Sau khi học xong bài này sinh viên phải:

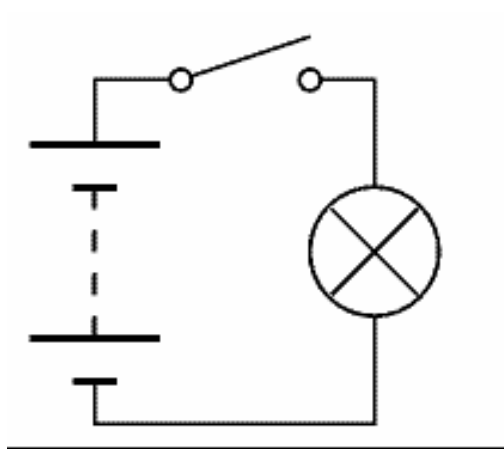
- Trình bày được những khái niệm cơ bản về mạch điện 1 chiều
- Trình bày được những khái niệm cơ bản về mạch điện xoay chiều 1 pha, mạch điện xoay chiều 3 pha.
- Trình bày được cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các khí cụ bảo vệ và các khí cụ điều khiển có tiếp điểm.
- Nêu được phạm vi ứng dụng của các khí cụ bảo vệ và các khí cụ điều khiển có tiếp điểm trong công nghiệp
- Trình bày được cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các phần tử điện từ và ứng dụng của chúng

Nội dung chính:

1.1 Mạch điện 1 chiều

1.1.1 Khái niệm cơ bản về mạch điện

Mạch điện là một hệ thống gồm các thiết bị điện, điện tử ghép lại. Trong đó xảy ra quá trình truyền đạt, biến đổi năng lượng hay tín hiệu điện từ do bởi các đại lượng dòng điện, điện áp.



Hình 1.1 Mạch điện cơ bản

Mạch điện thường gồm các loại phần tử sau: nguồn điện, phụ tải (tải), dây dẫn.

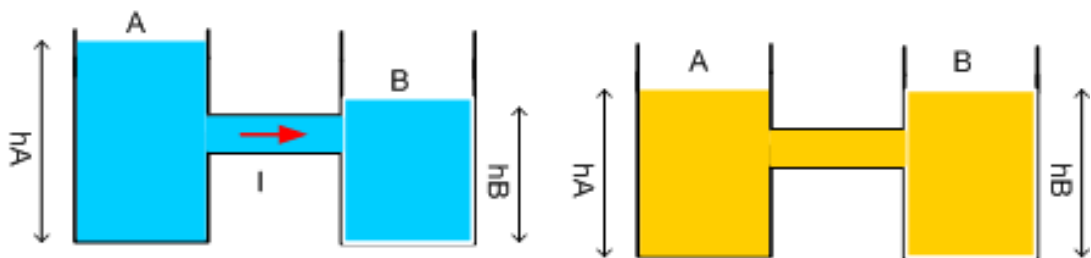
1.1.2 Các thành phần cơ bản của mạch điện

1.1.2.1. Điện áp

- Là đại lượng đặc trưng cho khả năng tích lũy năng lượng của dòng điện. Trong mạch điện, tại các điểm đều có một điện thế V nhất định, hiệu điện thế giữa 2 điểm gọi là điện áp U . Ta có $U_{AB} = V_A - V_B$. Trong đó, $V_{A,B}$ là điện thế điểm A, B. U_{AB} là hiệu điện thế giữa A và B.

- Chiều điện áp là chiều từ điểm có điện thế cao đến điểm có điện thế thấp. Đơn vị điện áp là volt (V). Ký hiệu U , $u(t)$.

- Kilo Volt (KV) = 1000 Volt
- Mili Volt (mV) = 1/1000 Volt
- Micro Volt = 1/1000.000 Volt



Hình 1.5 Mối quan hệ giữa áp suất và chiều cao cột nước

Điện áp có thể ví như độ cao của một bình nước, nếu hai bình nước có độ cao khác nhau thì khi nối một ống dẫn sẽ có dòng nước chảy qua từ bình cao sang bình thấp hơn, khi hai bình nước có độ cao bằng nhau thì không có dòng nước chảy qua ống dẫn. Dòng điện cũng như vậy nếu hai điểm có điện áp chênh lệch sẽ sinh ra dòng điện chạy qua dây dẫn nối với hai điểm đó từ điện áp cao sang điện áp thấp và nếu hai điểm có điện áp bằng nhau thì dòng điện trong dây dẫn sẽ $= 0$

1.1.2.2 Dòng điện

- Dòng điện là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện tích dưới tác dụng của điện trường.

- Cường độ dòng điện I là đại lượng đặc trưng cho độ lớn của dòng điện. Cường độ dòng điện được tính bằng lượng điện tích chạy qua tiết diện thẳng của vật dẫn trong một đơn vị thời gian.

$$I = dq/dt$$

- Đơn vị của dòng điện là Ampe (A)

- Trong kim loại, lớp ngoài cùng của nguyên tử kim loại có rất ít electron, chúng liên kết rất yếu với các hạt nhân và dễ bật ra thành các electron tự do. Dưới tác dụng của điện trường các electron tự do này sẽ chuyển động có hướng tạo thành dòng điện.

- Trong dung dịch, các chất hòa tan trong nước sẽ phân ly thành các ion dương tự do và các ion âm tự do. Dưới tác dụng của điện trường các ion tự do này sẽ chuyển động có hướng tạo nên dòng điện.

1.1.2.3 Điện trở

- Đặc trưng cho hiện tượng tiêu tán năng lượng

- Ký hiệu: R

- Đơn vị điện trở là ohm (Ω).

1.1.2.4 Công suất

- Công suất là đại lượng đặc trưng cho khả năng thu và phát năng lượng điện trường của dòng điện. Công suất được định nghĩa là tích số của dòng điện và điện áp:

- Nếu dòng điện và điện áp cùng chiều thì dòng điện sinh công dương $P > 0$ (phần tử hấp thụ năng lượng)

- Nếu dòng điện và điện áp ngược chiều thì dòng điện sinh công âm $P < 0$ (phần tử phát năng lượng)

- Đơn vị công suất là watt (W). Đối với mạch xoay chiều, công thức tính công suất tác dụng như sau:

$$P = U.I.\cos\varphi$$

- Trong đó U là điện áp hiệu dụng, I là dòng điện hiệu dụng, $\cos\varphi$ là hệ số công suất.

1.1.3 Mối quan hệ giữa các thành phần cơ bản của mạch điện

- Trong một mạch điện, lượng công cần thiết được cấp cho các thiết bị khác nhau bằng cách thay đổi giá trị của điện trở hoặc điện áp.

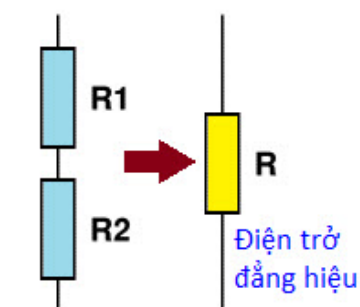
- Khi cho dòng điện đi qua điện trở R , U là điện áp đặt giữa 2 đầu điện trở R , theo định luật Ohm ta có:

$$U = I.R$$

1.1.4 Cách đấu mạch điện cơ bản

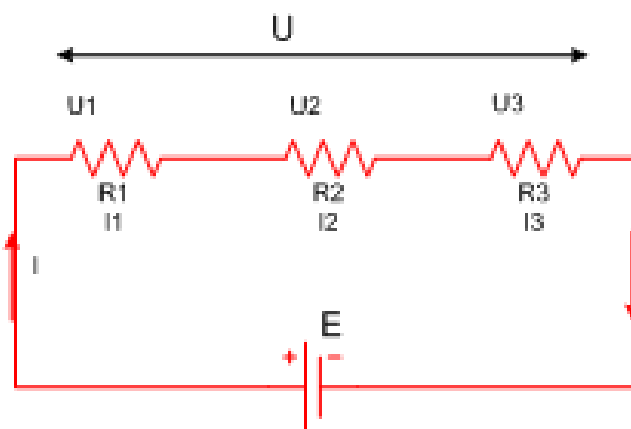
1.1.4.1 Mạch điện đấu nối tiếp

Điện trở mắc nối tiếp



$$R = R_1 + R_2$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots$$



- Cường độ dòng điện

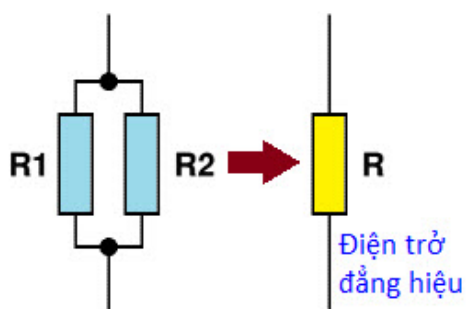
$$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

- Điện áp

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

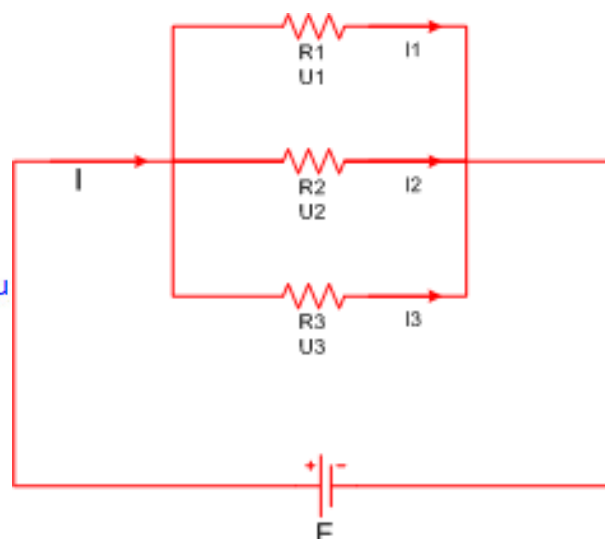
1.1.4.2 Mạch điện đấu song song

Điện trở mắc song song



$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$



- Cường độ dòng điện

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

- Điện áp

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$$

1.2 Mạch điện xoay chiều

1.2.1 Mạch điện xoay chiều 1 pha

1.2.1.1 Các khái niệm cơ bản

a. Các định nghĩa

- Dòng điện xoay chiều là dòng điện có chiều và trị số thay đổi theo thời gian.
- Dòng điện xoay chiều biến thiên theo quy luật hình sin theo thời gian được gọi là dòng điện xoay chiều hình sin, được biểu diễn bằng đồ thị hình sin trên hình.

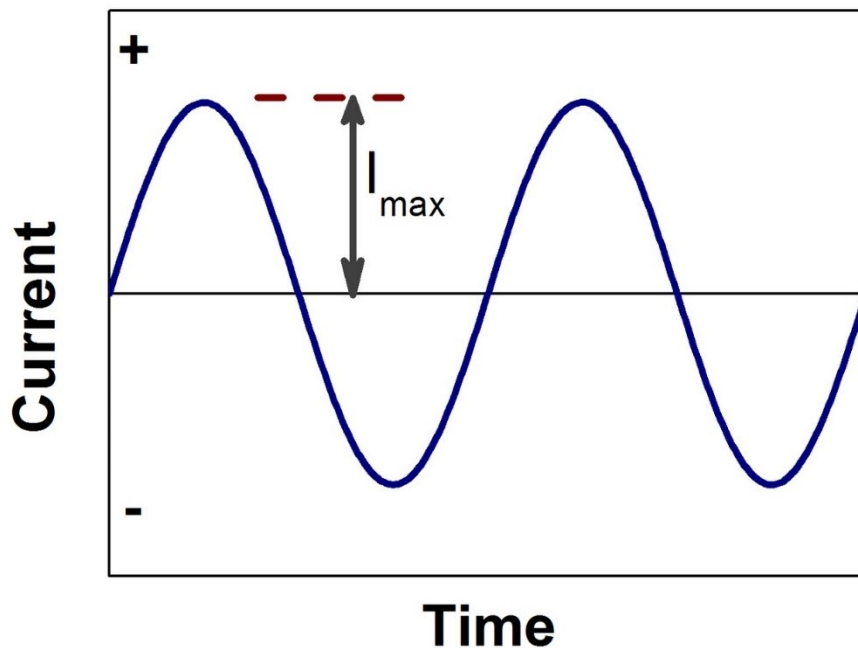
$$i = I_{\max} \sin(\omega t + \psi_i) \quad (2.1)$$

- Trong đó : i : Là trị số tức thời của dòng điện.

$I_{\max}$: Là giá trị cực đại của dòng điện (hay là biên độ của dòng điện).

ω : Là tần số góc

ψ : Là góc pha ban đầu của dòng điện.



Hình 1.6 Biểu đồ hình sin của cường độ dòng điện theo thời gian

- *Chu kỳ*: Là khoảng thời gian ngắn nhất để dòng điện lặp lại trị số và chiều biến thiên cũ. Chu kỳ có kí hiệu là T , đơn vị : giây (s).

- *Tần số*: Là số chu kỳ mà dòng điện thực hiện được trong một đơn vị thời gian (trong một giây). tần số có kí hiệu là f .

$$f = \frac{1}{T}(\text{Hz})$$

- Đơn vị của tần số là *hertz*, ký hiệu Hz

- *Tần số góc*: Là tốc độ biến thiên của dòng điện hình sin. Tần số góc có ký hiệu là ω , đơn vị là rad/s .

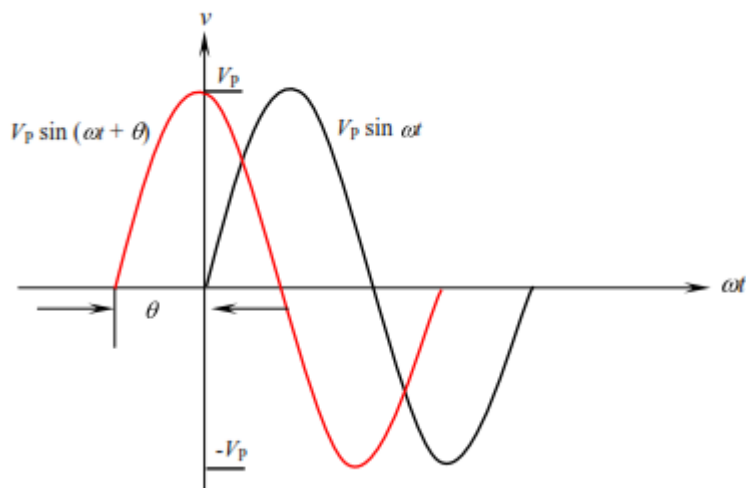
- Quan hệ giữa tần số góc và tần số: $\omega = 2\pi f$

- *Trị số tức thời của dòng điện*:

- Trị số tức thời là trị số ứng với thời điểm t , ký hiệu là i . Trong biểu thức 1.1 trị số tức thời phụ thuộc vào biên độ $I_{\max}$ và góc pha $(\omega t + \psi_i)$.

- Biên độ $I_{\max}$ là trị số cực đại của dòng điện I , cho biết độ lớn của dòng điện.

- Góc pha $(\omega t + \psi_i)$ nói lên trạng thái của dòng điện ngay tại thời điểm t . Ở thời điểm $t = 0$ thì góc pha của dòng điện là ψ_i , ψ_i gọi là góc pha ban đầu của dòng điện. Góc pha ban đầu ψ_i phụ thuộc vào thời điểm chọn làm gốc thời gian.



Hình 1.7 Góc lệch pha của điện áp

b. Góc lệch pha φ giữa điện áp và dòng điện

- Giả sử cho dòng điện $i = I_{\max} \sin (\omega t + \psi_i)$ và $u = U_{\max} \sin (\omega t + \psi_u)$

- Trong đó $U_{\max}$, ψ_u là biên độ và góc pha của điện áp. Ta sẽ biểu diễn góc lệch pha giữa u và i .

- Để biểu diễn góc lệch pha giữa 2 đại lượng điều hòa chúng phải có cùng tần số góc, cùng hàm sin hoặc cos.

- Góc lệch pha giữa điện áp và dòng điện ký hiệu là φ

$$\varphi = (\omega t + \psi_u) - (\omega t + \psi_i) = \psi_u - \psi_i$$

- Góc φ phụ thuộc vào các thông số của mạch

Khi $\varphi > 0$: Điện áp vượt trước dòng điện.

Khi $\varphi < 0$: Điện áp chậm sau dòng điện.

Khi $\varphi = 0$: Điện áp trùng pha dòng điện.

Khi $\varphi = \pm\pi$: Điện áp ngược pha với dòng điện.

- *Trị số hiệu dụng của dòng điện*

- Trị số hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là giá trị tương đương của dòng điện một chiều khi chúng đi qua cùng một điện trở trong thời gian một chu kỳ thì tỏa ra một năng lượng dưới dạng nhiệt như nhau. Ký hiệu bằng chữ in hoa : I, U, E,...

- Trị số hiệu dụng của dòng điện hình sin

$$I = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = 0.707 I_{max}$$

- Tương tự ta có trị số hiệu dụng của điện áp

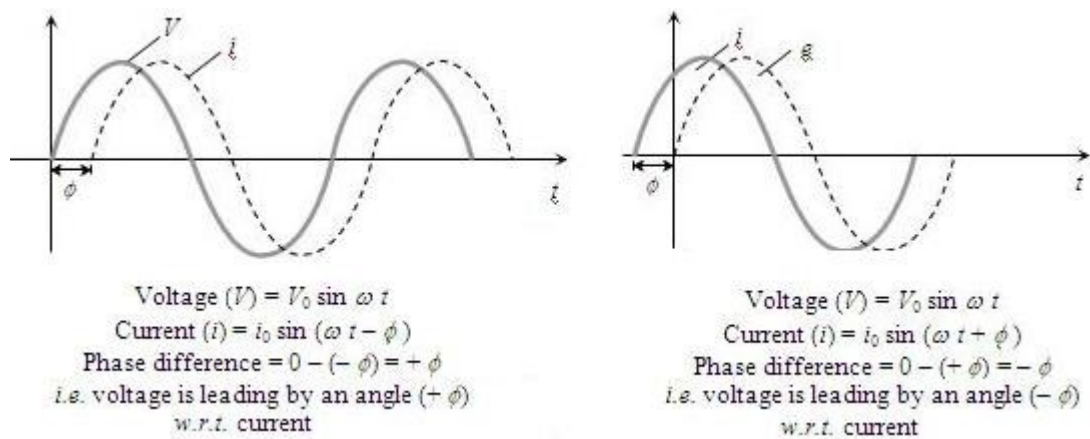
$$U = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = 0.707 U_{max}$$

- *Chú ý*: Để phân biệt, cần chú ý các ký hiệu:

u, i : Trị số tức thời, ký hiệu chữ thường.

U, I : Trị số hiệu ứng dụng, ký hiệu chữ hoa.

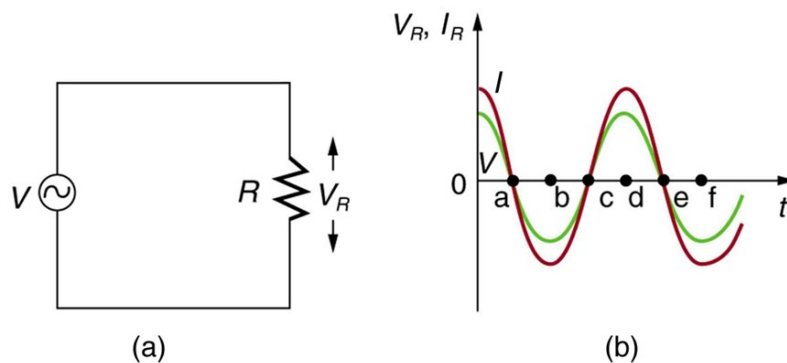
U_{max}, I_{max} : Trị số cực đại (biên độ).



1.2.1.2 Các mạch điện xoay chiều cơ bản

a. Mạch xoay chiều thuần điện trở

- Mạch điện xoay chiều thuần điện trở là mạch điện xoay chiều có hệ số tự cảm rất nhỏ có thể bỏ qua, không có thành phần điện dung, trong mạch chỉ còn một thành phần điện trở như bóng đèn, bếp điện,...



Hình 1.8 Mạch thuần điện trở

- Giả sử cho dòng điện $i = I_{\max} \sin(\omega t)$ đi qua điện trở R

u : Là điện áp đặt giữa 2 đầu điện trở.

- Theo định luật Ohm ta có: $u_R = R \cdot i$

$$u_r = R \cdot I_{\max} \sin \omega t$$

$$\text{Mà } U_{\max} = I_{\max} \cdot R$$

$$\Rightarrow u_r = U_{\max} \sin \omega t$$

- So sánh biểu thức dòng điện I và điện áp u_r , ta thấy: góc lệch pha giữa điện áp và dòng điện: $\phi = \phi_u - \phi_i = 0$. Ta kết luận u và I cùng pha nhau.

b. Mạch xoay chiều thuần điện cảm

- Mạch thuần cảm là mạch điện có cuộn dây có hệ số tự cảm L khá lớn, điện trở R khá nhỏ có thể bỏ qua.

- Giả sử cho dòng điện xoay chiều đi qua cuộn dây, dòng điện i có dạng: $i = I_{\max} \sin \omega t$. Trong đó u là điện áp đặt giữa 2 đầu cuộn dây.

- Áp dụng định luật Ôm tương tự như trường hợp mạch xoay chiều thuần điện trở ta có được:

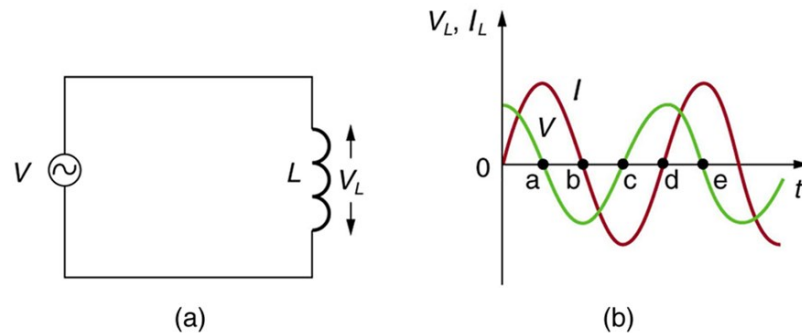
$$u_L = U_{Lm} \cdot \sin(\omega t + \pi/2)$$

$$\text{Với } U_{Lm} = I_m \cdot L \cdot \omega$$

- Trong đó $X_L = \omega L$

X_L : Là cảm kháng của cuộn dây có đơn vị là ôm (Ω)

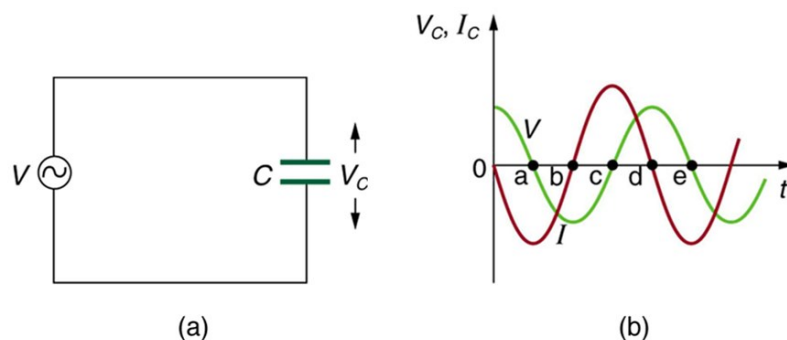
- Trong mạch xoay chiều thuần điện cảm u nhanh pha hơn i một góc $\pi/2$.



Hình 1.9 Mạch thuần điện cảm

c. Mạch xoay chiều thuần điện dung

- Mạch xoay chiều thuần điện dung là mạch điện chỉ có điện dung C và điện trở nhỏ coi như không đáng kể.



Hình 1.10 Mạch thuần điện dung

- Giả sử cho dòng điện xoay chiều đi qua cuộn dây, dòng điện i có dạng:

$$i = I_{\max} \sin \omega t.$$

Trong đó u là điện áp đặt giữa 2 đầu cuộn dây.

- Áp dụng định luật Ôm tương tự như trường hợp mạch xoay chiều thuần điện trở ta có được:

$$u_C = U_{Cm} \sin(\omega t - \pi/2)$$

Với $U_{Cm} = \frac{1}{\omega C} \cdot I_m \Rightarrow I_m = C \cdot \omega \cdot U_{Cm}$

Trong đó $X_C = \frac{1}{C\omega}$

X_C : Là dung kháng của cuộn dây có đơn vị là ôm(Ω)

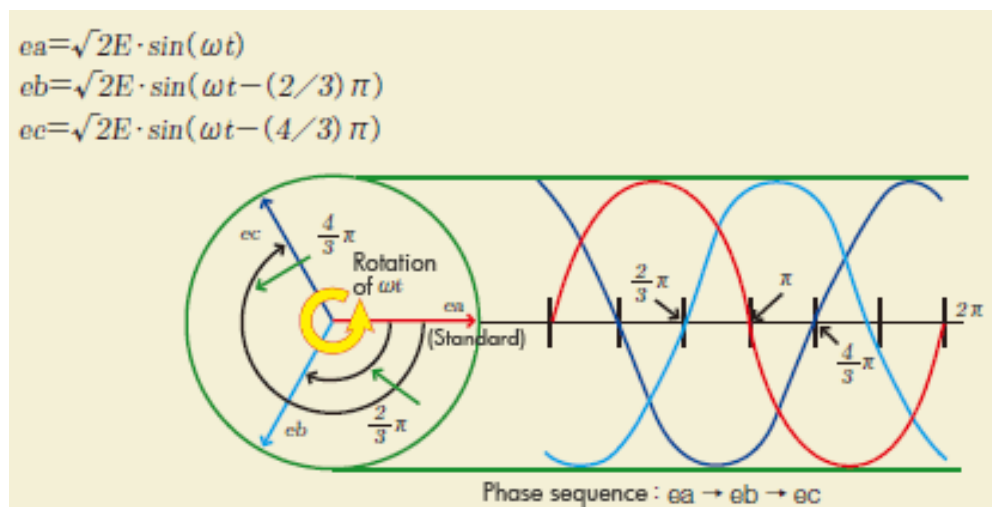
- Trong mạch xoay chiều thuần điện cảm i nhanh pha hơn u một góc là $\pi/2$.

1.2.2 Mạch điện xoay chiều 3 pha

1.2.2.1 Hệ thống điện ba pha

a. Khái niệm chung

- Nguồn điện xoay chiều 3 pha là 1 hệ thống gồm 3 sức điện động 1 pha có cùng biên độ, cùng tần số, nhưng lệch pha nhau 120° , hay $1/3$ chu kì. Mạch điện 3 pha gồm nguồn điện 3 pha, đường dây truyền tải và tải 3 pha.



Hình 1.11 Nguồn xoay chiều 3 pha

b. Nguyên tắc tạo nguồn 3 pha đối xứng

- Để tạo ra dòng điện xoay chiều 3 pha người ta dùng máy phát điện đồng bộ 3 pha, cấu tạo gồm:

- Phần tĩnh (stator) gồm có 3 cuộn dây AX, BY, CZ đặt lệch nhau 120° trong không gian, gọi là dây quấn pha A, B, C.

- Phần quay (rotor) là một nam châm điện có cực N-S.
- Khi quay, từ trường của rotor lần lượt quét qua các cuộn dây trên stator và cảm ứng thành các sức điện động sin cùng tần số, cùng biên độ, lệch pha nhau 120°
- Biểu thức tức thời của 3 sức điện động:

Pha A: $e_A = E\sqrt{2} \sin \omega t$

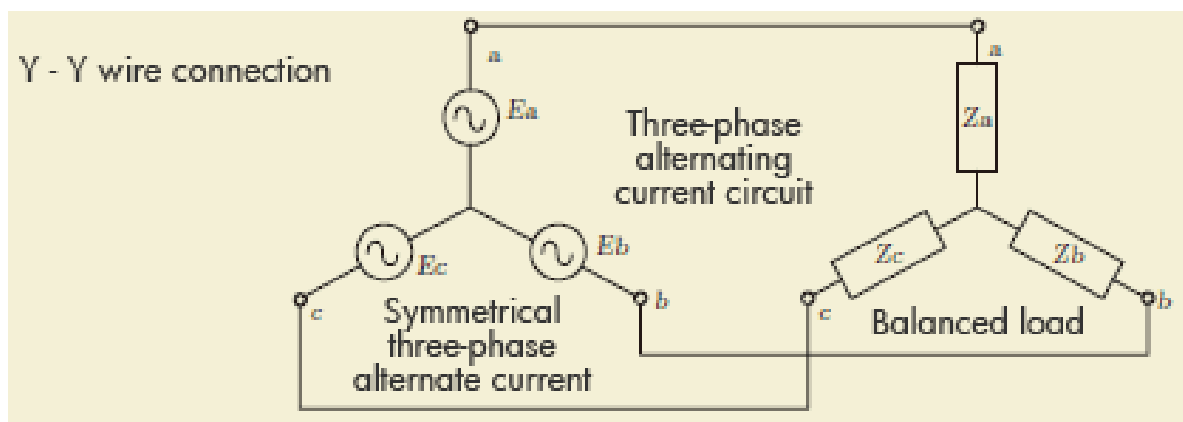
Pha B: $e_B = E\sqrt{2} \sin(\omega t - 2\pi/3)$

Pha C: $e_C = E\sqrt{2} \sin(\omega t + 2\pi/3)$

1.2.2.2 Cách mắc mạch 3 pha

a. Cách mắc hình sao

- Mạch điện 3 pha mắc hình sao là đầu ba điểm cuối X, Y, Z thành một điểm chung gọi là điểm trung tính (điểm 0).
- Dây dẫn nối với các điểm đầu A, B, C gọi là dây pha.
- Dây dẫn nối với điểm 0 gọi là dây trung tính hay dây trung hòa mạch chỉ có ba dây pha A, B, C gọi là mạch ba pha ba dây. Còn nếu có cả dây trung hòa A, B, C, O thì gọi là mạch ba pha bốn dây.
- Dòng điện đi trong các cuộn dây pha gọi là dòng điện pha: I_p .
- Dòng điện đi trên các dây pha gọi là dòng điện dây: I_d .
- Dòng điện đi trong dây trung tính kí hiệu là: I_0 .
- Điện áp giữa hai đầu cuộn dây pha gọi là điện áp pha: U_p .
- Điện áp giữa hai dây pha gọi là điện áp dây: U_d .



Hình 1.12 Cách mắc 3 pha hình sao

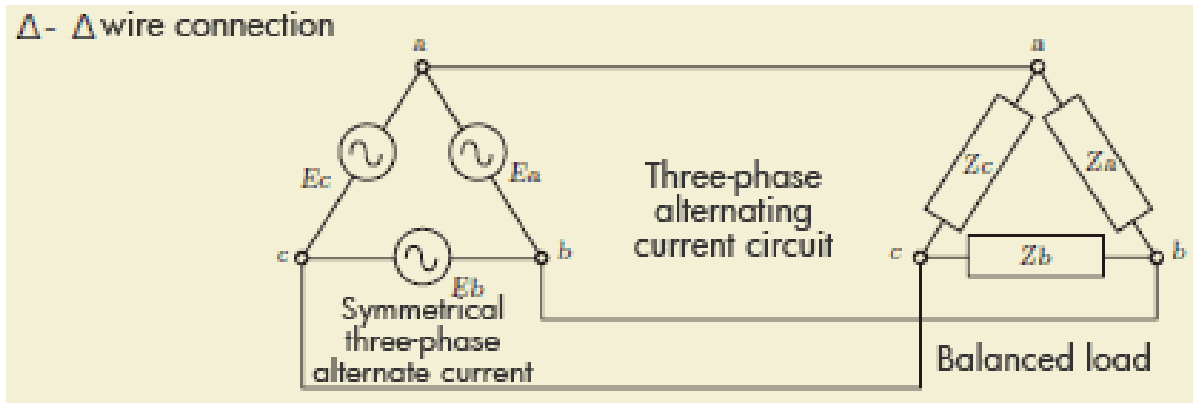
- Quan hệ giữa các đại lượng dây và pha

$$I_d = I_p$$

$$U_d = \sqrt{3} U_p$$

b. Cách mắc hình tam giác

- Mạch ba pha mắc hình tam giác là lấy điểm cuối pha A đấu vào đầu pha B, cuối pha B vào đầu pha C và cuối pha C vào đầu pha A tạo một mạch hình tam giác và ba đỉnh tam giác nối với ba dây dẫn gọi là ba dây pha.



Hình 1.13 Cách mắc 3 pha hình tam giác

- Quan hệ giữa các đại lượng điện áp, dòng điện dây và pha

$$U_d = U_p$$

$$I_d = \sqrt{3} I_p$$

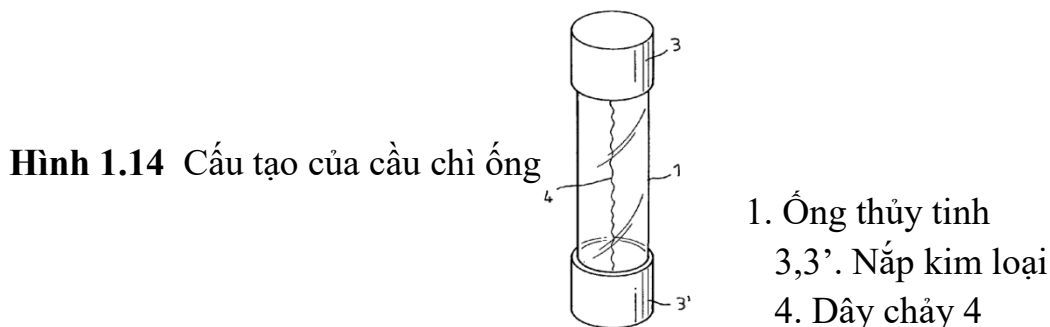
1.3 Các phần tử bảo vệ

1.3.1 Cầu chì

1.3.1.1 Cầu chì ống

Cầu chì ống (Tube fuse) là loại cầu chì có cấu tạo đơn giản và được sử dụng nhiều trong các thiết bị điện gia dụng và hệ thống truyền tải điện.

Cầu chì ống bao gồm các bộ phận sau



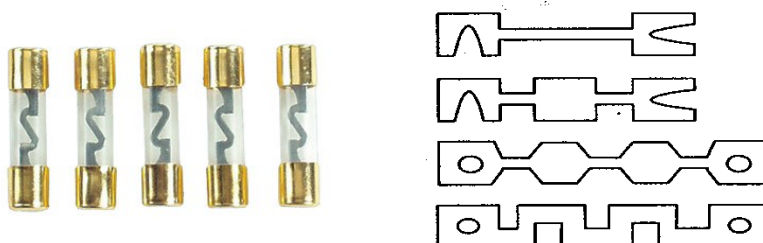
Dây chảy (4) trong ống thủy tinh (1) được hàn vào hai nắp kim loại (3) và (3').

Ống thủy tinh giúp tránh hồ quang bắn tung tóe khi dây chảy đứt.

1.3.1.2 Chức năng và ứng dụng

Cầu chì có chức năng bảo vệ cho các thiết bị điện mắc nối tiếp sau nó tránh khỏi sự cố **ngắn mạch** (còn gọi là đoản mạch, chập mạch). Khi xảy ra sự cố ngắn mạch hoặc có dòng điện lớn quá dòng định mức chạy qua thì dây chảy trong ống sẽ tự chảy và gây ngắt mạch, giúp bảo vệ các thiết bị điện.

Bộ phận cơ bản của cầu chì là dây chảy. Dây chảy thường được làm bằng các chất có nhiệt độ nóng chảy thấp. Với mạch có cường độ dòng điện lớn, dây chảy có thể làm bằng chất có nhiệt độ nóng chảy cao nhưng có thiết diện nhỏ thích hợp. Do vậy, dây chảy thường là dây chì thiết diện tròn hoặc bằng các dây kẽm, hợp kim chì - thiếc, nhôm hay đồng với nhiều hình dạng khác nhau.



Hình 1.15 Hình dạng dây chảy

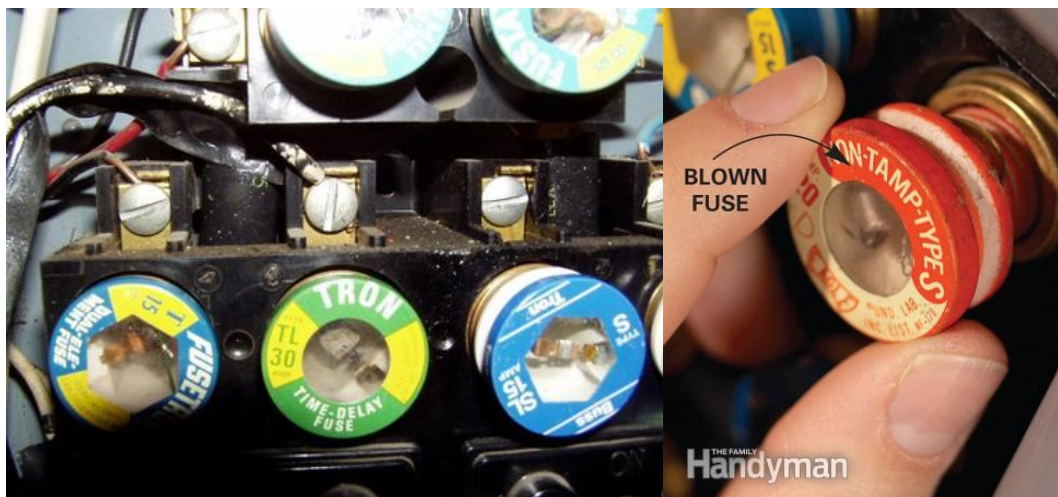
Để cầu chì bảo vệ được đối tượng cần bảo vệ, dây chảy phải chảy đứt trước khi đối tượng bị phá hủy. Trị số dòng điện mà dây chảy bị chảy đứt được gọi là dòng

điện giới hạn. Rõ ràng cần có dòng điện giới hạn lớn hơn dòng định mức ($I_{gh} > I_{dm}$) để dây chảy không bị đứt khi làm việc với dòng định mức.

- Thông thường đối với dây chảy chì thì $I_{gh}/I_{dm} = 1,25 \div 1,45$
- Dây chảy hợp kim chì thiếc $I_{gh}/I_{dm} = 1,15$
- Dây chảy đồng $I_{gh}/I_{dm} = 1,6 \div 2$

Dây chảy thường được chế tạo sẵn với các dòng định mức : 3, 6, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 60, 100(A).

Ngoài cầu chì ống thì các loại cầu chì sử dụng trong kĩ thuật có nhiều dạng, kiểu khác nhau nhưng nguyên lí làm việc hoàn toàn giống nhau.

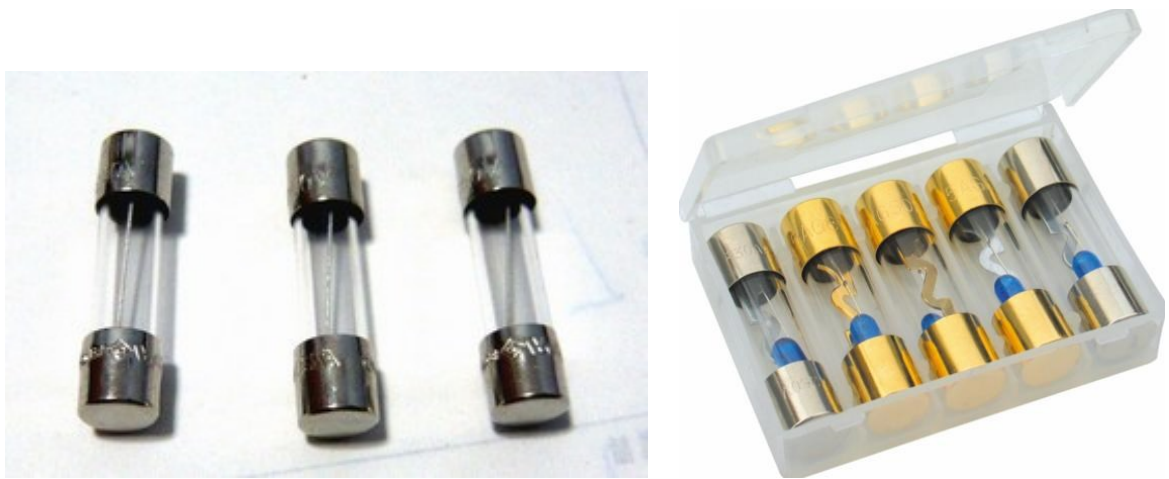


Hình 1.16 Cầu chì loại nắp xoáy thường lắp ở tủ điện



Hình 1.17 Cầu chì loại kẹp
đồ điện

Hình 1.18 Ký hiệu cầu chì trên sơ

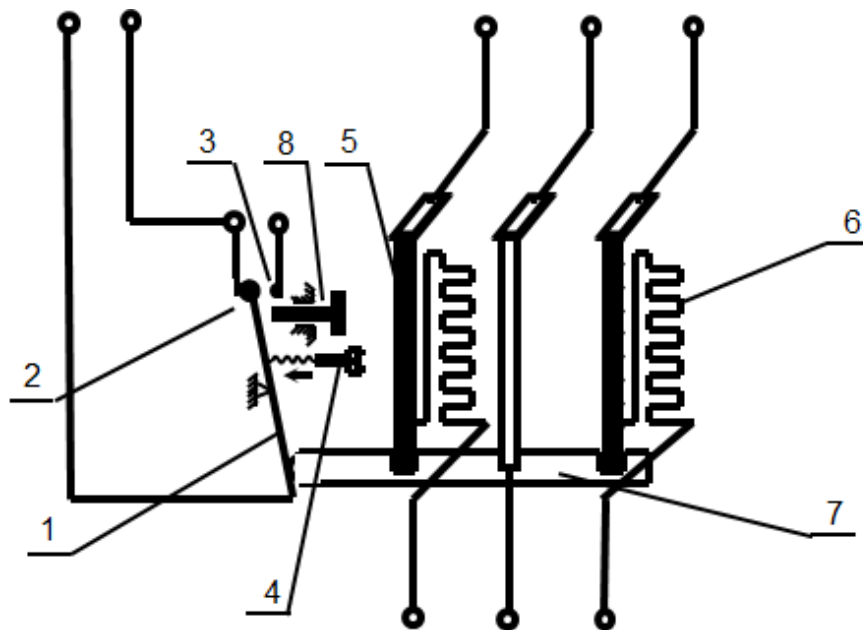


Hình 1.19 Cầu chì ống thông dụng

1.3.2 Rơ le nhiệt

1.3.2.1 Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Rơ le nhiệt (Thermal overload relay) là khí cụ dùng để bảo vệ các thiết bị điện (động cơ) khỏi bị quá tải. Rơ le nhiệt có dòng điện làm việc tới vài trăm Ampe, điện áp một chiều tới 440V và điện áp xoay chiều tới 500V - tần số 50hz



Hình 1.20 Cấu tạo và nguyên lý làm việc Rơ le nhiệt

- 1. Cơ cấu đòn bẩy
- 2. Tiếp điểm thường đóng

- 5. Băng kép
- 6. Phần tử đốt nóng

3. Tiếp điểm thường mở

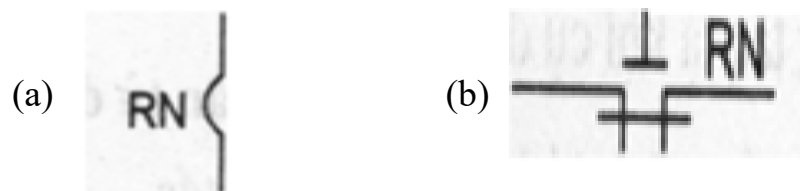
7. Thanh cách điện

4. Vít điều chỉnh dòng điện tác động

8. Nút ấn phục hồi

Trên sơ đồ cấu tạo của Rơ le nhiệt ta thấy dòng điện đi vào động cơ sẽ đi qua phân tử đốt nóng 6. Khi động cơ bị quá tải, phân tử đốt nóng 6 sẽ nóng lên và tỏa nhiệt ra xung quanh, nhiệt lượng này sẽ tác động đến băng kép 5, băng kép 5 khi bị hơi nóng sẽ cong theo một chiều nhất định (ở hình 1.7 là chiều từ phải sang trái). Nếu trong phạm vi nhiệt độ cho phép thì đòn bẩy 1 vẫn giữ dòng điều khiển đi qua tiếp điểm thường đóng 2 và mạch điều khiển làm việc bình thường. Nếu động cơ tiếp tục bị quá tải trong một thời gian dài thì băng kép 5 sẽ cong lên nữa đồng thời kéo theo thanh cách điện 7 dịch chuyển sang trái tác động vào cơ cấu đòn bẩy 1. Cơ cấu đòn bẩy 1 sẽ mở tiếp điểm thường đóng 2 và đóng tiếp điểm thường mở 3 để cắt mạch điều khiển và từ đó mạch lực bị cắt.

Khi sự cố quá tải đã được giải quyết, muốn Rơ le nhiệt trở về trạng thái ban đầu để tiếp tục nhiệm vụ bảo vệ quá tải, phải ấn nút phục hồi 8. Vít điều chỉnh 4 có tác dụng điều chỉnh dòng điện tác động tương ứng với dòng điện xuống động cơ.



Hình 1.21 (a) Ký hiệu phân tử đốt nóng Rơ le nhiệt.

(b) Ký hiệu tiếp điểm thường đóng có nút nhấn phục hồi Rơ le nhiệt.

1.3.2.2 Chức năng và ứng dụng

Kí hiệu nút ấn phục hồi trên tiếp điểm thường đóng chỉ rõ ý nghĩa : khi Rơ le nhiệt đã tác động và đã xử lý sự cố, muốn trở về trạng thái ban đầu, cần phải ấn nút phục hồi.

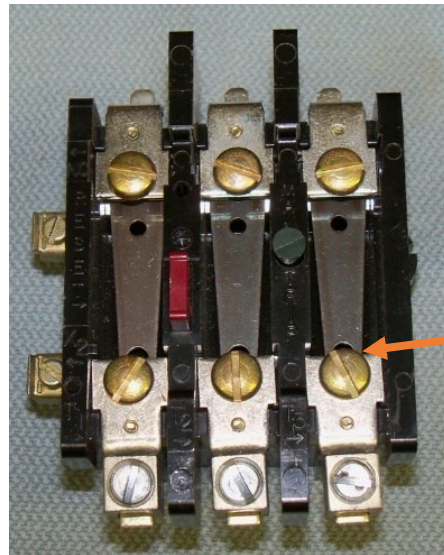
Rơ le nhiệt có quán tính nhiệt lớn vì khi dòng điện qua phân tử đốt nóng tăng lên thì cần phải một thời gian để nhiệt truyền tới băng kép, làm băng kép cong lên. Vì thế Rơ le nhiệt không có tác dụng cắt mạch tức thời khi dòng điện tăng lên mạnh nghĩa là

Rơ le nhiệt không bảo vệ được sự cố ngắn mạch.

Dòng điện quá tải càng lớn thì thời gian tác động của Rơ le nhiệt càng ngắn. Trong sử dụng thực tế, dòng định mức của Rơ le nhiệt thường được chọn

bằng dòng điện định mức của động cơ điện cần được bảo vệ quá tải, sau đó chỉnh giá trị của dòng điện tác động là : $I_{td} = (1,2 : 1,3) I_{dm}$

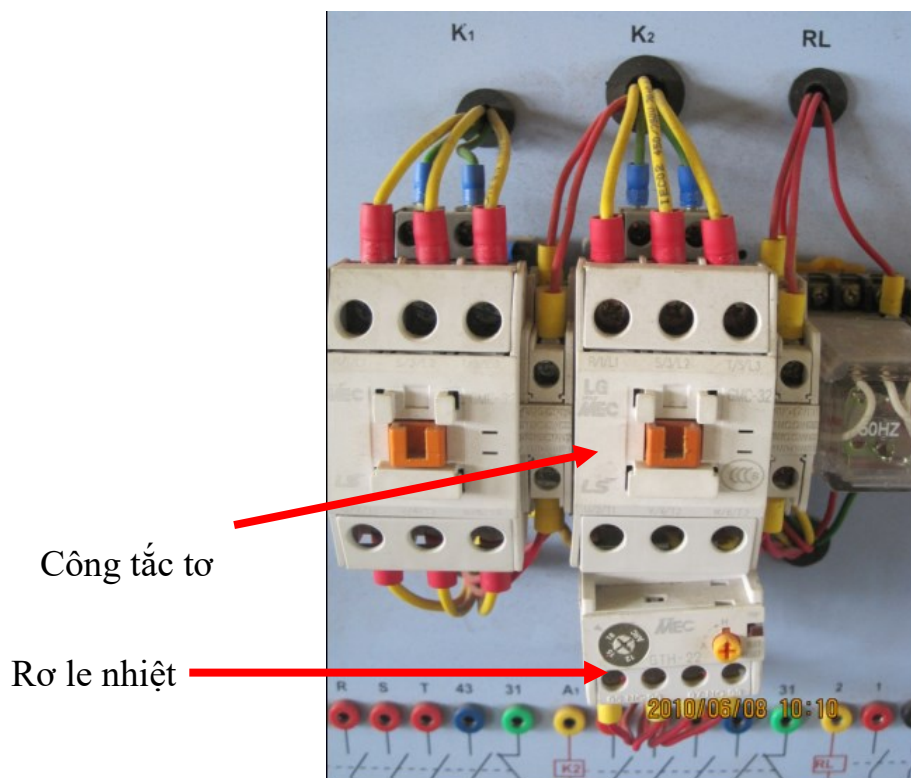
Vì Rơ le nhiệt tác động là nhờ băng kép bị nung nóng cong lên nên tác động của Rơ le nhiệt bị ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường xung quanh. Khi nhiệt độ môi trường xung quanh tăng, Rơ le nhiệt sẽ tác động sớm hơn, nghĩa là dòng điện tác động bị giảm, khi đó cần phải hiệu chỉnh lại I_{td} lớn hơn.



Băng kép

Hình 1.22 Băng kép trong Rơ le nhiệt

Trong công nghiệp Rơ le nhiệt thường được mắc chung với Công tắc tơ.



Công tắc tơ

Rơ le nhiệt

Hình 1.23 Công tắc tơ và Rơ le nhiệt trong tủ điện

1.3.3 Áp tô mát



Hình 1.24 Áp tô mát thông dụng

1.3.3.1 Cấu tạo và nguyên lý làm việc

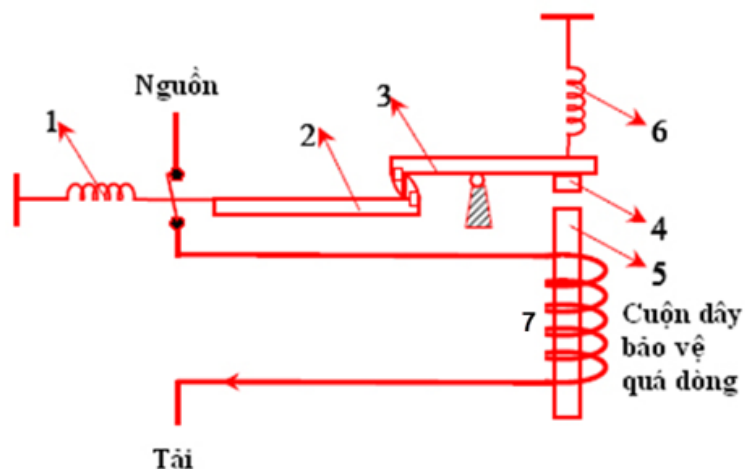
Áp tô mát (Circuit breaker) là khí cụ điện đóng mạch bằng tay và cắt mạch tự động khi có sự cố như: ngắn mạch, quá dòng, quá áp, sụt áp,...v.v...

Áp tô mát còn được gọi với tên khác như CB (Circuit Breaker) hay máy ngắt tự động. Kết cấu Áp tô mát rất đa dạng và được chia theo các chức năng bảo vệ như:

- Áp tô mát dòng điện cực đại .
- Áp tô mát dòng điện cực tiểu.
- Áp tô mát điện áp thấp.
- Áp tô mát công suất ngược v.v...

Trong giới hạn của bài học, chúng ta chỉ tìm hiểu cấu tạo và nguyên lý làm việc của một số loại áp tô mát thông dụng như Áp tô mát dòng điện cực đại, Áp tô mát dòng điện cực tiểu, Áp tô mát điện áp thấp.

a. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của Áp tô mát dòng điện cực đại



Hình 1.25 Cấu tạo và nguyên lý làm việc Áp tô mát dòng điện cực đại

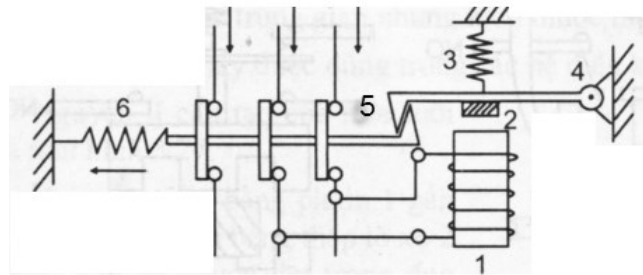
1, 6. Lò xo ; 2, 3. Cơ cấu đòn móc; 4. Nắp từ động; 5. Lõi sắt từ; 7. Cuộn dây bảo vệ quá dòng

Sau khi đóng Áp tô mát bằng tay, mạch điện cần bảo vệ được cấp điện. Lúc này hai mấu ở hai đòn móc 2 và 3 móc vào nhau. Đòn móc 2 được kéo bởi lò xo 1, đòn móc 3 được giữ bởi lò xo 6 giúp mạch được nối thông.

Bình thường, dòng điện qua mạch vẫn ở mức cho phép, lực kéo của lò xo 6 lớn hơn lực hút của cuộn dây bảo vệ quá dòng 7 (cuộn điện từ), mạch hoạt động bình thường.

Khi dòng điện vượt quá định mức cho phép (quá lực căng của lò xo 6) thì cuộn điện từ nối tiếp với mạch lực sẽ đủ lực thắng lực cản của lò xo 6, hút nắp từ động 4, làm cần 3 quay nhả móc chốt. Lò xo 1 kéo rời tiếp điểm động ra khỏi tiếp điểm tĩnh để cắt mạch. Mạch sẽ được bảo vệ không bị quá dòng ở một giá trị nào đó.

b. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của áp tô mát dòng điện cực tiểu



Hình 1.26 Cấu tạo và nguyên lý làm việc Áp tô mát dòng điện cực tiểu

1. Cuộn dây điện từ; 2. Nắp từ động; 3, 6. Lò xo; 4, 5. Cơ cấu đòn móc

Bình thường dòng điện làm việc lớn hơn dòng cắt (dòng nhỏ) nên cuộn 1 đủ lực hút để hút nắp từ động 2 và mạch được đóng kín.

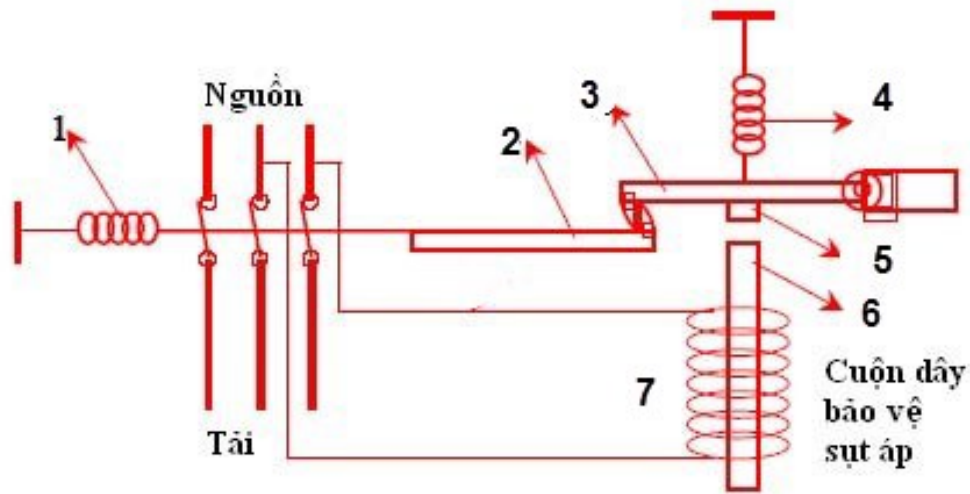
Khi dòng điện thấp hơn dòng định mức thì cuộn hút điện từ 1 không đủ từ lực để thắng lực kéo lò xo 3 nên lò xo 3 kéo nắp từ động 2 và cơ cấu đòn móc 4 lên, lúc này lò xo 6 kéo đòn móc 5 mang hệ tiếp điểm sang trái, làm tiếp điểm bị mở, dòng điện bị cắt, mạch được bảo vệ.

c. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của Áp tô mát điện áp thấp

Với Áp tô mát bảo vệ khỏi điện áp thấp thì sau khi đóng Áp tô mát bằng tay, cuộn dây bảo vệ sụt áp 7 có đủ điện áp sẽ hút nắp từ động 5 để hai cơ cấu đòn móc 2, 3 móc vào nhau, lò xo 4 giữ đòn móc 3, lò xo 1 giữ đòn móc 2, các tiếp điểm chính được đóng lại, mạch được nối thông.

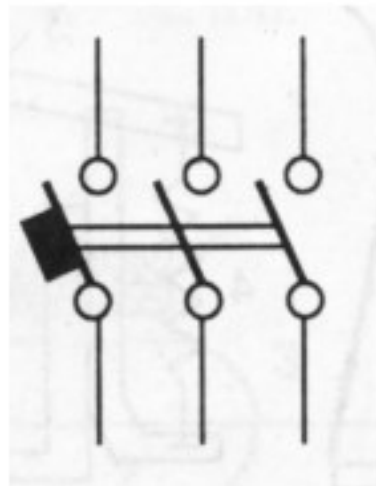
Khi điện áp nguồn giảm thấp hơn điện áp định mức, cuộn dây bảo vệ sụt áp không đủ điện áp sẽ có lực từ yếu và lò xo 4 kéo đòn móc 3 cùng nắp từ động 5 lên,

các tiếp điểm chính bị lò xo 1 kéo về bên trái, cắt mạch điện động lực, từ đó mạch điện được bảo vệ.



Hình 1.27 Cấu tạo và nguyên lý làm việc Áp tô mát điện áp thấp

- 1, 4. Lò xo; 2, 3. Cơ cấu đòn móc; 5. Nắp từ động;
6. Lõi sắt từ; 7. Cuộn dây bảo vệ sụt áp



Hình 1.28 Ký hiệu Áp tô mát trên sơ đồ điện

Khi đóng cắt các tiếp điểm bên trong Áp tô mát thì hồ quang sinh ra giữa các tiếp điểm sẽ bị kéo giãn và chia nhỏ trong các khe của buồng dập hồ quang, khiến cho hồ quang bị dập tắt nhanh chóng, giúp các tiếp điểm bên trong Áp tô mát bền hơn.

1.3.3.2 Chức năng và ứng dụng

Áp tô mát là một khí cụ đóng cắt bằng tay có bảo vệ. Dùng để bảo vệ mạch điện khi có sự cố như: thấp áp, quá dòng, dòng nhỏ, chống giật....

Đôi khi trong kĩ thuật cũng sử dụng Áp tô mát để đóng - cắt không thường xuyên các mạch điện làm việc ở chế độ bình thường. Áp tô mát có cấu tạo hộp kín, bên trong có buồng dập hồ quang và các cơ cấu cơ khí để đóng (cắt) mạch nên rất an toàn cho người sử dụng.

Thực tế còn nhiều loại Áp tô mát với cấu tạo và chức năng bảo vệ khác nhau như MCB, ACB, VCB, ELCB (hay còn gọi là CB chống giật)....

- **ACB** (Air Circuit Breaker): Máy cắt không khí, dùng không khí để dập tắt hồ quang, thường dùng để cắt mạch với dòng điện hạ áp.



Hình 1.29 Một loại máy cắt không khí

- **VCB** (Vacuum Circuit Breaker) : Máy cắt chân không, thường dùng để cắt mạch trung áp.



Hình 1.30 Một loại máy cắt chân không

- **MCCB** (Moulded Case Circuit Breaker) là Áp tô mát khối, thường có dòng cắt ngắn mạch lớn.



Hình 1.31 MCCB của hãng Schneider

- **MCB** (Miniature Circuit Breaker) là Áp tô mát thông dụng nhất, có dòng cắt ngắn mạch nhỏ



Hình 1.32 Một số MCB thông dụng

- **ELCB** (Earth Leakage Circuit Breaker) là Áp tô mát chống dòng rò, thực chất là loại MCCB hay MCB bình thường có thêm bộ cảm biến dòng rò. Loại này vừa bảo vệ ngắn mạch, vừa bảo vệ quá tải, vừa bảo vệ dòng rò.



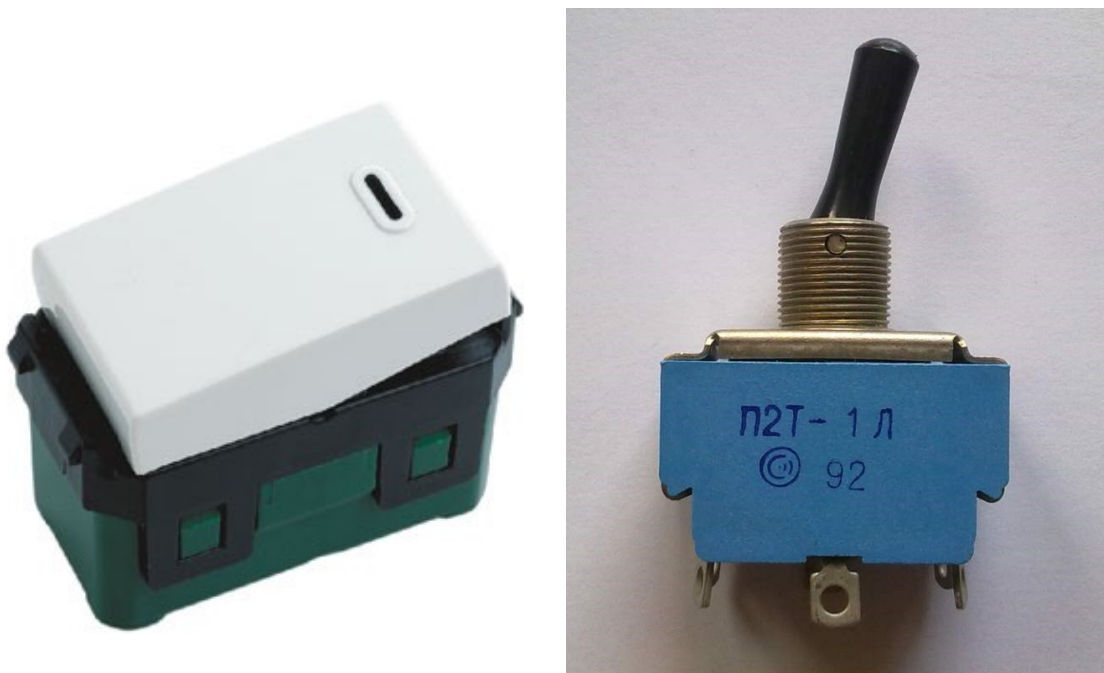
Hình 1.33 Một loại ELCB

1.4 Các phần tử điều khiển có tiếp điểm

1.4.1 Công tắc-công tắc hành trình

1.4.1.1 Công tắc bật

Công tắc (Electric switch) là khí cụ đóng - cắt mạch điện hạ áp bằng tay hoặc bằng tác động cơ khí. Công tắc có loại hở, loại kín, có loại dùng để đóng - cắt trực tiếp mạch chiếu sáng hay mạch động lực công suất nhỏ, có loại chỉ dùng trong mạch điều khiển.



Hình 1.34 Một số loại Công tắc bật thường gặp

Công tắc rất đa dạng về kiểu, loại, song nguyên lý đều có các tiếp điểm động và tĩnh. Mạch điện được nối thông khi tiếp điểm động tiếp xúc với tiếp điểm tĩnh. Lúc này điện trở ở công tắc rất nhỏ. Tiếp xúc càng tốt, điện trở càng nhỏ. Mạch điện bị cắt khi hai tiếp điểm rời xa nhau. Điện trở ở Công tắc lúc này rất lớn và chính là điện trở không khí giữa hai tiếp điểm. Hai tiếp điểm càng xa nhau, điện trở càng lớn. Số tiếp điểm của các loại Công tắc cũng khác nhau tùy theo mục đích sử dụng. Việc đóng, ngắt các tiếp điểm cũng có thể theo các nguyên tắc cơ khí khác nhau: có loại dùng lẫy, có loại dùng lò xo...

Công tắc bật thông thường chỉ có hai trạng thái (bật và tắt), nghĩa là Công tắc có khả năng duy trì dòng điện qua nó khi ở trạng thái “bật” và ngược lại.

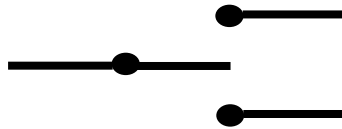
Để dập tắt nhanh hồ quang khi thao tác, các công tắc đều có kết cấu lò xo xoắn hoặc lò xo lá nhằm hỗ trợ giảm ngắn thời gian đóng, ngắt các tiếp điểm.



Ký hiệu Công tắc đơn

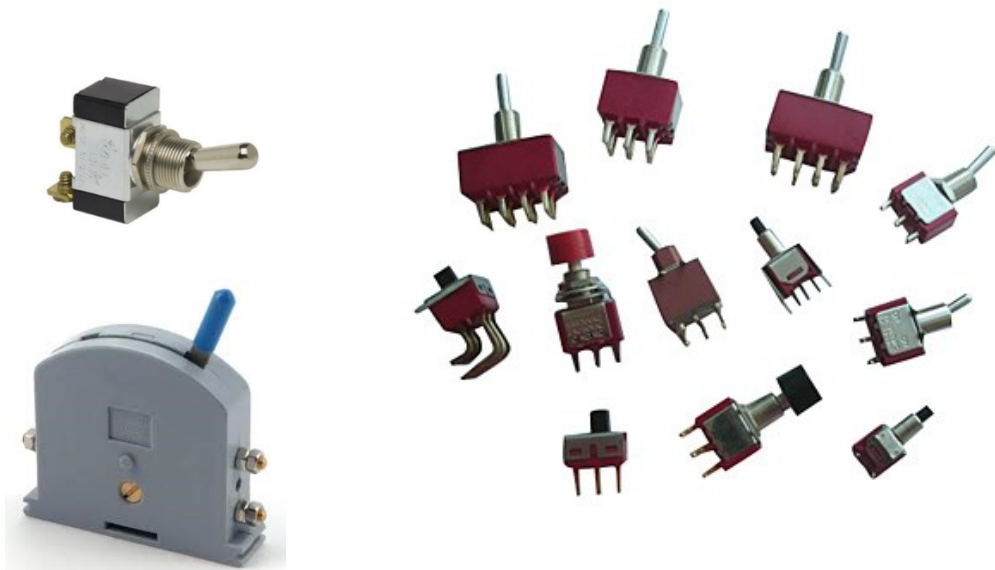


Ký hiệu Công tắc 3 châu 2 vị trí



Ký hiệu Công tắc 3 châu 3 vị trí

Hình 1.35 Ký hiệu Công tắc trên sơ đồ điện



Hình 1.36 Các Công tắc bật dùng trong mạch điều khiển.

1.4.1.2 Công tắc hành trình

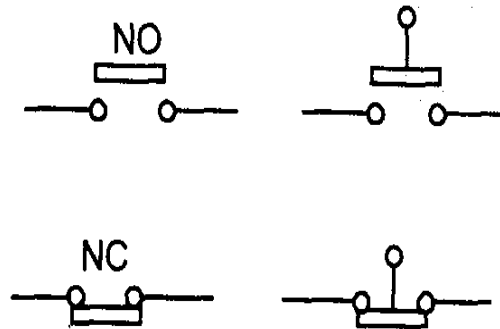
Công tắc hành trình (Limit switch) được lắp đặt tại một vị trí trên hành trình nào đó trong một hệ truyền động điện (TĐĐ) để đóng, cắt mạch điều khiển. Nó được dùng để điều khiển TĐĐ theo vị trí hoặc để bảo vệ, đảm bảo an toàn cho một chuyển động ở cuối hành trình.



Hình 1.37 Một số loại Công tắc hành trình

Ở Công tắc hành trình kiểu gạt (hình 3.8), khi bị gạt, cần gạt sẽ lật sang trái hoặc sang phải và từ đó, đóng hoặc ngắt tiếp điểm bên trong Công tắc hành trình.

Còn ở Công tắc hành trình kiểu tì (hình 3.10) sẽ chuyển đổi trạng thái tiếp điểm khi nút công tắc bị tì vào.



Hình 1.38 Ký hiệu Công tắc hành trình trên sơ đồ điện

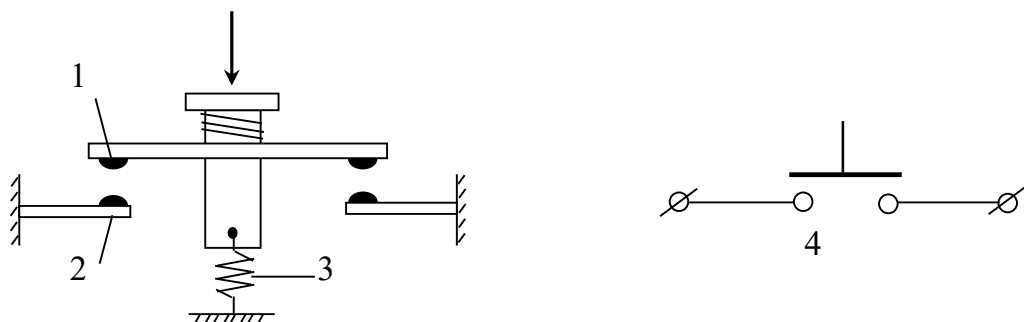
Công tắc hành trình được sử dụng nhiều trong các dây chuyền, các hệ thống sản xuất tự động.

1.4.2 Nút nhấn

1.4.2.1 Cấu tạo

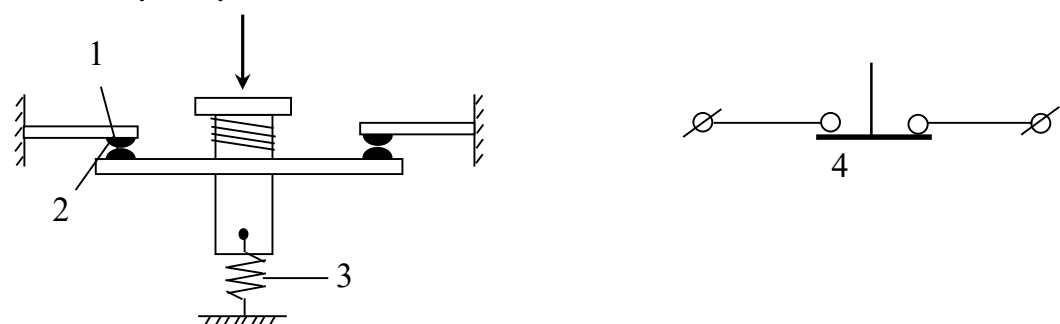
Nút nhấn (Push button) hay nút bấm hoặc nút điều khiển là một loại khí cụ điện thường dùng để đóng - cắt mạch ở lưới điện hạ áp.

Nút nhấn có cấu tạo đơn giản và tùy theo nguyên lý cấu tạo được chia ra các loại như Nút nhấn thường mở, Nút nhấn thường đóng....



Hình 1.39 Cấu tạo nút nhấn thường mở

Nút nhấn thường mở: khi Nút bị ấn thì tiếp điểm động 1 chạm vào tiếp điểm tĩnh 2 làm thông mạch, khi thôi ấn nút, lò xo 3 đẩy tiếp điểm động 1 lên, rời xa tiếp điểm tĩnh 2 và mạch bị cắt.



Hình 1.40 Cấu tạo Nút nhấn thường đóng

Nút nhấn thường đóng chỉ cắt mạch khi Nút nhấn bị nhấn.

1.4.2.2 Chức năng và ứng dụng

Nút ấn thường được dùng để điều khiển các rơ le, công tắc tơ, chuyển đổi mạch tín hiệu, bảo vệ... Phổ biến nhất là dùng Nút ấn trong mạch điều khiển động cơ để mở máy, dừng và đảo chiều quay của động cơ.

Nút ấn có kiểu hở và kiểu kín để chống bụi, nước,... và có loại có cả đèn báo để báo trạng thái của Nút ấn.



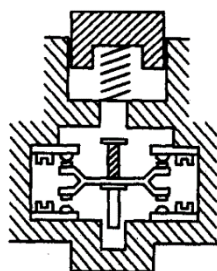
Hình 1.41 Nút nhấn có đèn báo

Một số loại Nút nhấn thường đóng dùng trong mạch bảo vệ hoặc mạch dừng còn có chức năng khóa chết. Khi bị nhấn, nút tự giữ trạng thái bị nhấn. Muốn xóa trạng thái này, phải xoay nút đi một góc nào đó để nút trở về trạng thái ban đầu.

Lại có loại Nút nhấn luôn giữ trạng thái khi bị nhấn, muốn xóa trạng thái bị nhấn phải nhấn tiếp một lần nữa và nút tự trở lại trạng thái ban đầu.



Hình 1.42 Nút nhấn dừng trong mạch bảo vệ (Emergency stop).



Hình 1.43 Nút nhấn kết hợp có tiếp điểm thường đóng và thường mở.



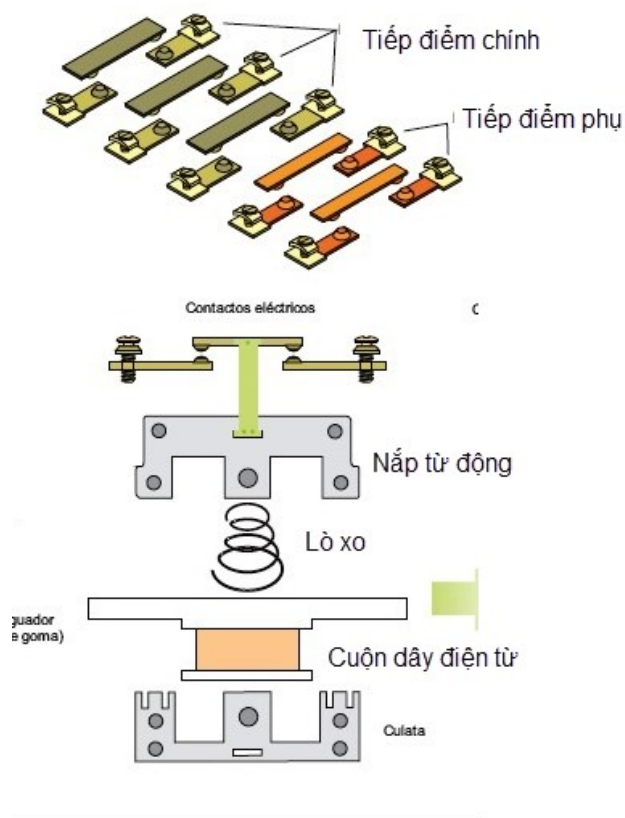
Hình 1.44 Bảng điều khiển sử dụng Nút nhấn trên các máy công cụ

1.4.3 Công tắc tơ

1.4.3.1 Cấu tạo

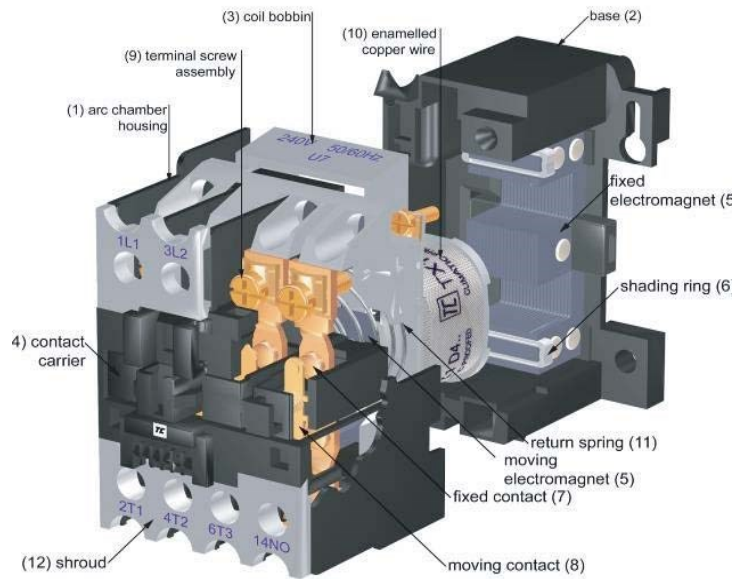
Công tắc tơ (Contactor) là khí cụ điều khiển từ xa, bao gồm các hệ tiếp điểm chính (tiếp điểm động lực) và hệ tiếp điểm phụ (tiếp điểm điều khiển).

Công tắc tơ có loại một chiều và có loại xoay chiều.



Hình 1.45 Sơ đồ cấu tạo Công tắc tơ.

Phần chính của một Công tắc tơ là cuộn hút điện từ và hệ thống các tiếp điểm. Khi cuộn hút điện từ không có điện, lò xo đẩy nắp từ động lên phía trên, nắp từ động sẽ mở các tiếp điểm động lực (tiếp điểm chính) và tiếp điểm điều khiển (tiếp điểm phụ). Khi cấp điện cho cuộn hút điện từ, nắp từ động bị hút sẽ đóng các tiếp điểm động lực và tiếp điểm điều khiển.



Hình 1.46 Một kiểu Công tắc tơ xoay chiều

Dòng xoay chiều qua cuộn hút sẽ tạo ra từ thông xoay chiều và từ thông chuyển qua giá trị 0 là 100 lần trong 1 giây (tần số 50hz). Lúc từ thông chuyển qua 0 thì lực hút nắp từ động bằng 0 và lò xo phản hồi làm nắp từ động rời khỏi lõi từ tĩnh.

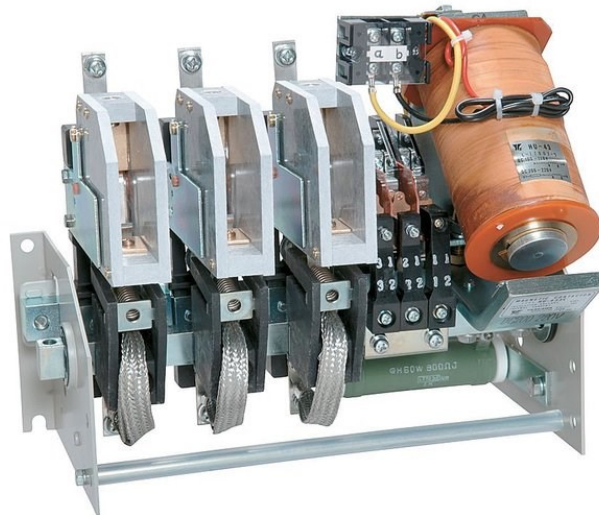
Nhưng thời gian $(I) = 0$ rất ngắn và do quán tính cơ nên nắp từ động chưa kịp rời khỏi lõi từ tĩnh thì đã bị hút lại. Kết quả là nắp từ động không bị hút chặt, bị rung và phát tiếng kêu, làm cuộn dây bị nóng.

Khắc phục hiện tượng này, người ta dùng một vòng ngắn mạch chống rung (hình 3.22) bằng đồng ôm lấy một phần của đầu cực từ tĩnh. Từ thông chính biến thiên qua vòng ngắn mạch sẽ làm xuất hiện một dòng điện cảm ứng. Từ thông của dòng cảm ứng lệch pha so với từ thông chính nên khi từ thông chính qua giá trị 0 thì từ thông của vòng ngắn mạch cực đại, tạo lực hút nắp từ động.



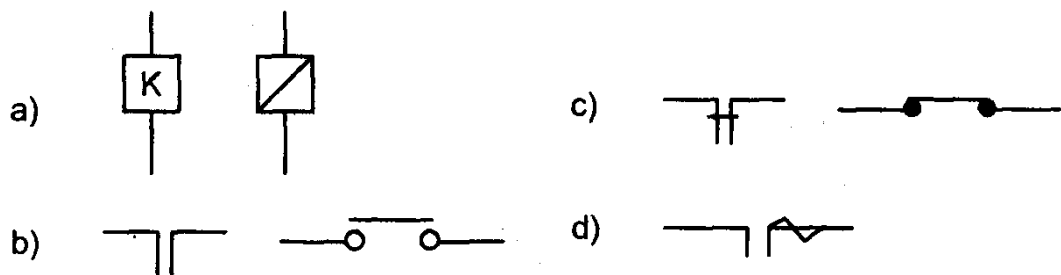
Hình 1.47 Vòng chống rung

Công tắc tơ một chiều có mạch từ làm bằng chất sắt từ mềm và lõi thép ít bị nóng so với Công tắc tơ xoay chiều. Lõi từ của Công tắc tơ xoay chiều được ghép lại từ các lá tôn silic mỏng để hạn chế dòng xoáy Foucault sinh nhiệt.



Hình 1.48 Kết cấu Công tắc tơ một chiều

Công tắc tơ có dòng lớn cần phải dập hồ quang khi đóng - cắt, nhất là khi cắt. Hồ quang phát sinh giữa hai tiếp điểm khi cháy lâu sẽ làm hỏng các tiếp điểm. Để hạn chế phạm vi cháy của hồ quang và tránh hiện tượng quá điện áp khi hồ quang tắt, người ta dùng cuộn dây thối từ và buồng dập hồ quang tương tự như trong Áp tô mát



Hình 1.49 Ký hiệu các phần tử của một Công tắc tơ

- a. Cuộn hút điện từ; b. Tiếp điểm thường mở; c. Tiếp điểm thường đóng;
d. Tiếp điểm thường mở có dập hồ quang.

1.4.3.2 Chức năng và ứng dụng

Công tắc tơ là khí cụ điều khiển từ xa dùng để đóng - cắt các mạch động lực ở lưới điện hạ áp với dòng điện tới vài trăm, vài nghìn Ampe thông qua hệ thống nút nhấn mà không cần thao tác trực tiếp trên Công tắc tơ.

Công tắc tơ có thể đóng - cắt mạch động lực với tần suất cao tới 600 lần/h.

(hoặc một chiều) có khởi tiếp điểm liên động được lắp chung trong một hộp và Rơ le nhiệt bảo vệ quá tải.

Theo khả năng làm biến đổi chiều quay của động cơ điện, Khởi động từ được phân thành Khởi động từ đơn (không thực hiện đảo chiều quay động cơ) và Khởi động từ kép (thực hiện đảo chiều quay động cơ).

Căn cứ vào công dụng, Khởi động từ được phân thành hai loại: Khởi động từ chính có các tiếp điểm chính dùng để đóng ngắt ở mạch động lực và Khởi động từ phụ chỉ có các tiếp điểm dùng trong mạch điều khiển.

Đối với Khởi động từ kép, gồm có hai Khởi động từ đơn giống nhau được lắp trên cùng một giá đỡ có thêm khóa liên động về cơ khí kiểu đòn bẩy để đề phòng cả hai Khởi động từ cùng đóng đồng thời làm chập mạch điện. Cơ cấu này được bố trí phía dưới chân đế.



Hình 1.52 Công tắc tơ và Rơ le nhiệt trên tủ điều khiển của một máy công cụ

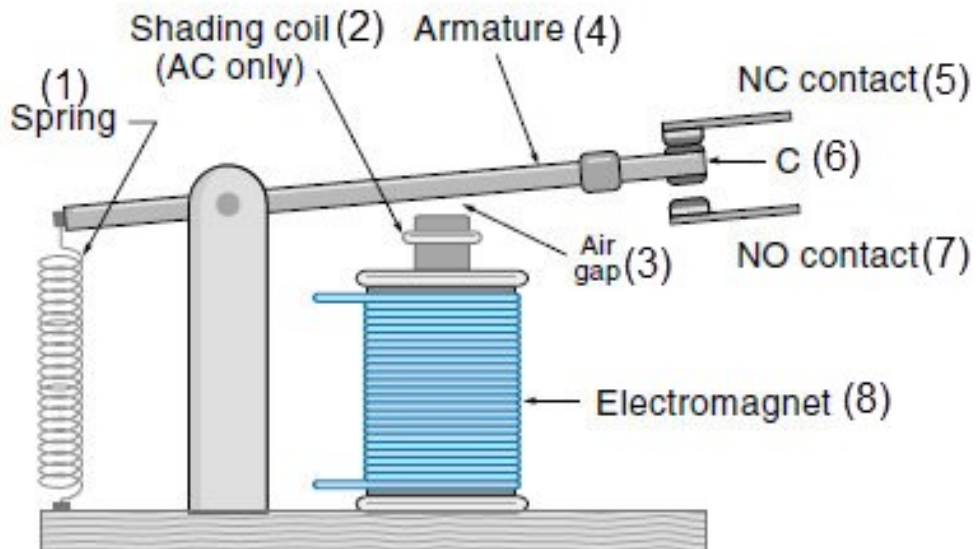
1.4.4 Các loại Rơ le

1.4.1.1 Rơ le điện từ

a. Cấu tạo

Rơ le điện từ (Electromagnetic relay) là loại đơn giản nhất và được sử dụng rộng rãi nhất. Rơ le làm việc trên nguyên lý điện từ về kết cấu, nó tương tự như Công tắc tơ nhưng chỉ dùng đóng - cắt mạch điều khiển, không dùng trực tiếp trong mạch động lực.

An electromagnetic relay.



(a) Parts of the relay

Hình 1.53 Cấu tạo Rơ le điện từ

1. Spring: lò xo; 2. Shading coil: vòng chống rung; 3. Air gap: khe hở không khí
4. Armature: phần ứng (nấp từ động); 5. NC contact: tiếp điểm thường đóng
6. Com: chân chung; 7. NO contact: tiếp điểm thường mở
8. Electromagnet: cuộn dây điện từ.

Nhìn vào sơ đồ cấu tạo của Rơ le ta thấy mỗi Rơ le thường có 3 phần chính:

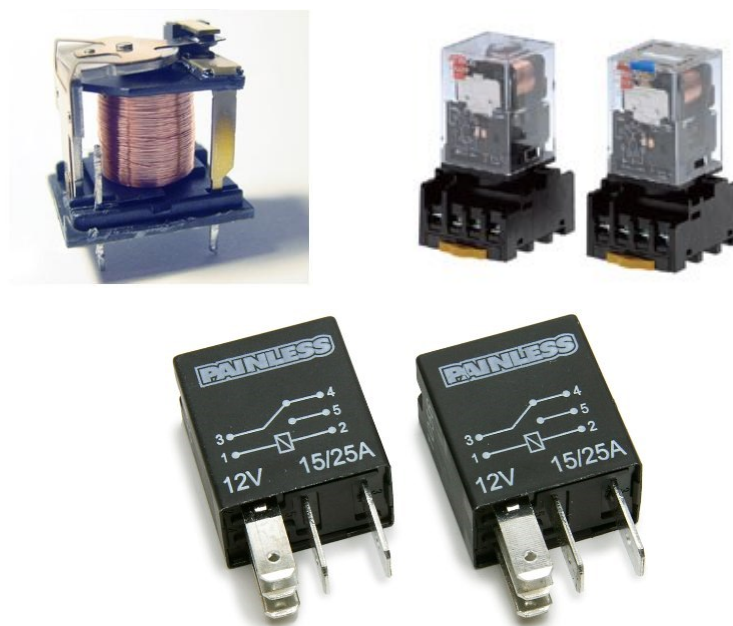
- Cơ cấu thu: là cuộn hút điện từ, nó tiếp nhận tín hiệu vào (dòng điện, điện áp) và khi đạt một giá trị nào đó thì Rơ le tác động.
- Cơ cấu trung gian: là mạch từ, nó giúp tạo ra lực hút khi cuộn điện từ có điện và so sánh lực này với lực đặt trước bởi lò xo phản hồi. Kết quả tác động được truyền tới cơ cấu chấp hành.
- Cơ cấu chấp hành: là hệ thống tiếp điểm, chúng tác động sẽ truyền tín hiệu cho mạch điều khiển.

b. Nguyên lý làm việc

Hình 6.1 trình bày nguyên lý cấu tạo một Rơ le điện từ xoay chiều kiểu bản lề. Cuộn dây điện từ 8 quấn quanh lõi sắt từ. Nắp từ động 4 được lò xo 1 kéo bật lên để tiếp điểm chung COM tì vào tiếp điểm thường đóng 5, còn tiếp điểm 7 bị hở (tiếp điểm thường mở). Khi cuộn điện từ được cấp điện, lực hút được tạo ra từ cuộn dây điện từ sẽ thắng lực kéo của lò xo 1, vì thế nắp từ động 4 bị hút chặt và tiếp điểm thường mở được nối với tiếp điểm COM, còn tiếp điểm thường đóng bị ngắt khỏi tiếp điểm COM. Đối với Rơ le điện từ sử dụng dòng điện một chiều thì sẽ không có vòng chống rung gắn trên lõi sắt từ.



Hình 1.54 Bên trong một Rơ le điện từ kiểu bản lề



Hình 1.55 Một số Rơ le điện từ thông dụng

1.4.4.2 Role thời gian

a. Phân loại

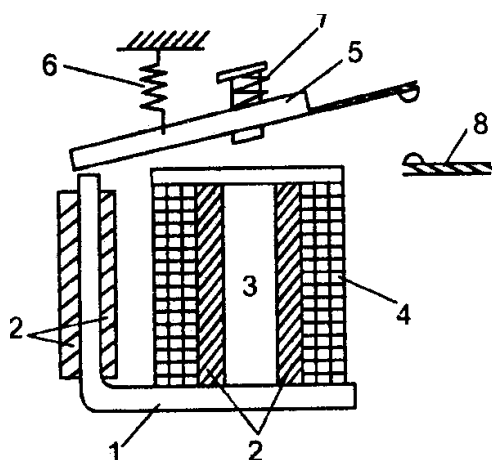
Rơ le thời gian kiểu điện từ, Rơ le thời gian kiểu thủy lực, Rơ le thời gian kiểu động cơ, Rơ le thời gian bán dẫn...



Hình 1.56 Các loại Rơ le thời gian thông dụng

b. Cấu tạo và Chức năng

* Rơ le thời gian kiểu điện từ



Hình 1.57 Rơ le thời gian kiểu điện từ

1. Chân đế; 2. Vòng ngăn mạch; 3. Mạch từ hình trụ;
4. Mạch từ hình chữ nhật; 5. Nắp từ động; 6. Lò xo nén
7. Lò xo tách nắp từ động

Loại này dùng ở mạch một chiều và thời gian trễ tới 3s.

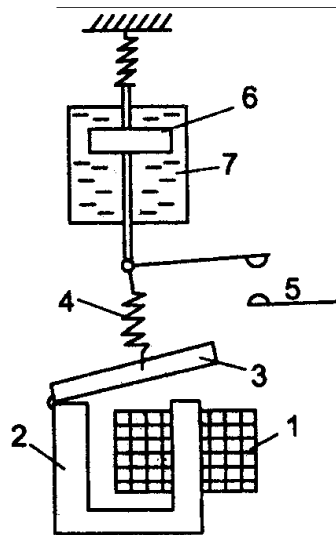
Như hình 5.16, mạch từ trụ 3 và mạch từ chữ nhật dẹt 1 đều có vòng ngăn mạch 2 ôm xung quanh. Tiếp điểm gắn trên nắp từ động 5. Khi đóng hay ngắt điện cuộn hút 4, từ thông trong lõi từ biến thiên làm xuất hiện dòng điện cảm ứng trong các

vòng ngắn mạch. Từ trường của vòng ngắn mạch chống lại sự biến thiên của từ thông tạo ra bởi cuộn 4, làm nắp từ động bị chậm lại.

Thời gian trễ của Rơ le có thể chỉnh định theo:

- Độ căng của lò xo nhả 6.
- Độ căng của lò xo 7 tạo ra lực tách nắp từ động 5 khỏi trụ từ 3.
- Khe hở phụ qua tấm đệm phi từ tính giữa nắp từ động 5 và trụ 3.

* *Rơ le thời gian kiểu thủy lực*



1. Cuộn hút điện từ
2. Lõi sắt từ
3. Nắp từ động
4. Lò xo
5. Hệ tiếp điểm
6. Pít tông
7. Xy lanh dầu nhờn

Hình 1.58 Rơ le thời gian kiểu thủy lực

Cuộn hút 1 quấn trên lõi từ 2 được cấp điện sẽ hút nắp từ động 3. Lò xo 4 bị kéo căng nhưng tiếp điểm 5 không đóng ngay vì pít tông 6 chuyển động chậm trong xy lanh dầu nhờn. Do đó tiếp điểm bị đóng chậm (hoặc nhả chậm).

Khi cuộn hút 1 bị cắt điện thì quá trình nhả cũng diễn ra chậm và giải thích tương tự như trên.

Rơ le kiểu này dùng cho cả cuộn hút một chiều và xoay chiều.

* *Rơ le thời gian bán dẫn*

Hiện nay việc làm trễ thời gian tác động phần lớn là nhờ các mạch bán dẫn vì các ưu điểm nổi trội như: bền, gọn, tiêu tốn năng lượng ít, tác động nhanh, tin cậy, dài thời gian trễ lớn (từ vài phần giây đến hàng trăm giờ hoặc hơn).

Mạch làm trễ thời gian rất đa dạng nhưng về nguyên lí có thể phân ra :

- Mạch trễ nhờ sự phóng hoặc nạp của tụ điện (mạch R - C). Thời gian trễ qua R. Trị số R, C càng lớn thì thời gian trễ càng lớn. Mạch này cho thời gian trễ không quá vài giờ.

- Mạch trễ nhờ các bộ đếm. Đây là mạch trễ lô gíc theo nguyên tắc đồng hồ. Thời gian trễ được xác định bởi số đếm và tần số xung đếm. Thời gian trễ tăng lên khi số đếm tăng lên và tần số xung đếm giảm. Mạch này có thể cho thời gian trễ rất lớn. Nếu 2 tín hiệu đếm và đặt bằng nhau thì đầu ra bộ so sánh sẽ có tín hiệu và sau khi qua khâu khuếch đại sẽ tác động vào bộ chấp hành, đóng mở hệ tiếp điểm.



Hình 1.59 Rơ le thời gian bán dẫn

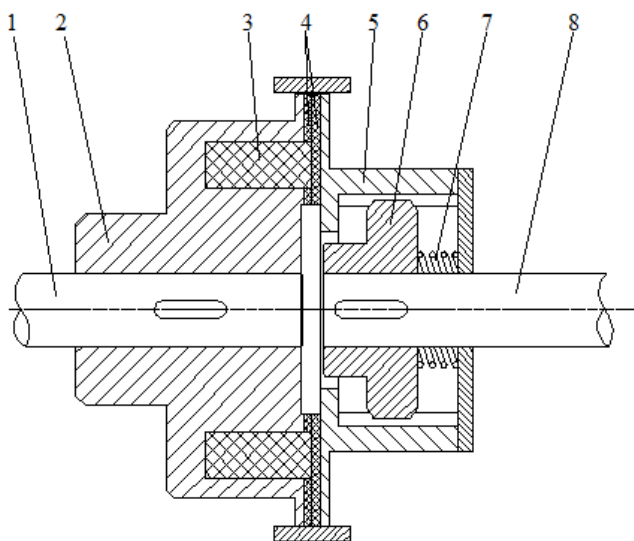
BẢNG KÝ HIỆU CÁC PHẦN TỬ RƠ LE

Ký hiệu	Ý nghĩa	Ký hiệu	Ý nghĩa
	Cuộn hút điện từ		Tiếp điểm thường mở, đóng chậm, mở ngay
	Cuộn điện áp		Tiếp điểm thường mở, đóng ngay, mở chậm
	Cuộn dòng điện		Tiếp điểm thường mở, đóng chậm, mở chậm
	Máy biến dòng		Tiếp điểm thường đóng, mở ngay, đóng chậm
	Tiếp điểm thường mở		Tiếp điểm thường đóng, mở ngay, đóng chậm
	Tiếp điểm thường đóng		Tiếp điểm thường đóng, mở chậm, đóng chậm

1.5 Các phần tử điện từ

1.5.1 Ly hợp điện từ kiểu ma sát

1.5.1.1 Cấu tạo



Hình 1.60 Cấu tạo Ly hợp điện từ kiểu ma sát

1. Trục chủ động; 2. Gông từ; 3. Cuộn dây điện từ; 4. Đĩa ma sát; 5. Nắp từ động;

6. Bánh răng; 7. Lò xo; 8. Trục bị dẫn.

1.5.1.2 Nguyên lý làm việc

Gông từ 2 được nối cứng với trục chủ động 1 nhờ liên kết then. Bánh răng 6 nối cứng với trục bị dẫn 8 cũng nhờ liên kết then.

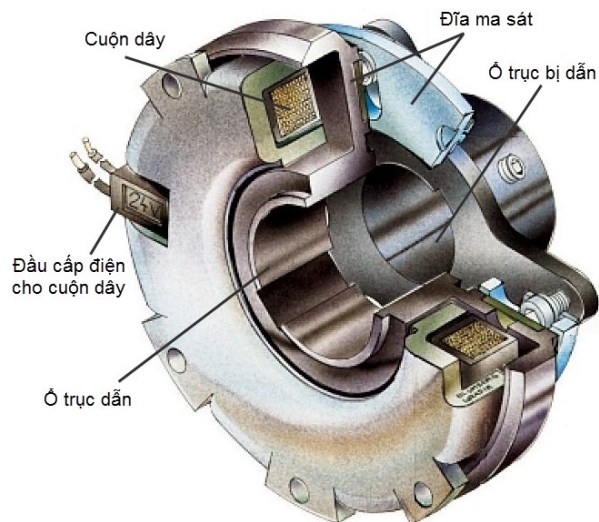
Bình thường, lò xo 7 đẩy phần nắp từ động 5 (phản ứng) sang phải làm hai đĩa ma sát 4 tách rời nhau. Chuyển động quay của trục chủ động 1 không truyền được sang trục bị dẫn 8. Gông từ 2 mang cuộn dây 3 quay theo trục 1.

Khi cuộn dây điện từ 3 được cấp điện, phản ứng 5 sẽ bị hút trượt dọc theo các rãnh răng của bánh răng 6 sang trái, ép chặt đĩa ma sát vào nhau và mạch từ được khép kín. Lúc này lò xo 7 bị nén lại. Do ma sát của hai đĩa ma sát 4, mô men quay trục 1 được truyền qua trục 8 và trục 8 quay theo trục 1 với cùng một tốc độ.

Nếu ngắt điện cuộn dây điện từ 3, lực lò xo 7 sẽ đẩy phần ứng 5 sang phải, tách rời hai đĩa ma sát, trục bị dẫn 8 sẽ không quay theo trục chủ động 1.

Loại Ly hợp điện từ kiểu ma sát (Electromagnetic friction clutch) không điều chỉnh được tốc độ quay của trục bị dẫn vì nếu giảm điện áp đặt vào cuộn dây điện từ 3, lực điện từ giảm sẽ làm hai đĩa ma sát trượt trên nhau và bị hỏng.

Ly hợp loại này thường được sử dụng trong các máy may công nghiệp, máy cắt cỏ...



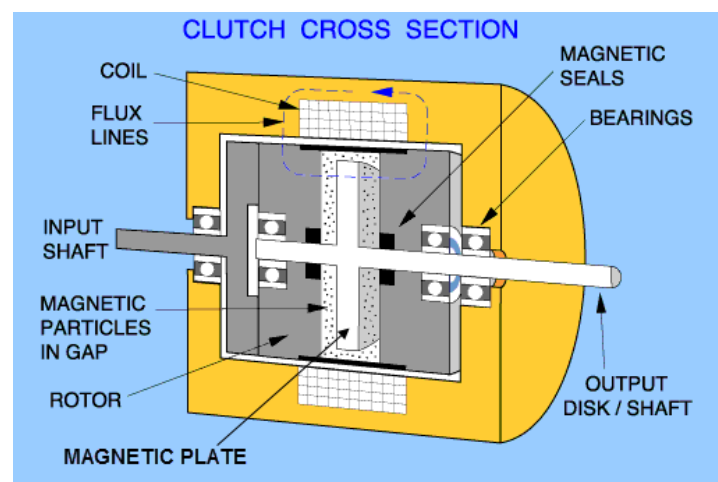
Hình 1.61 Mặt cắt Ly hợp điện từ kiểu ma sát



Hình 1.62 Một số loại Ly hợp điện từ

1.5.2 Ly hợp điện từ kiểu bám

1.5.2.1 Cấu tạo



Hình 1.63 Cấu tạo Ly hợp điện từ kiểu bám

1. Input shaft: trục dẫn; 2. Flux lines: đường từ thông; 3. Coil: cuộn dây điện từ;

3. Magnetic seals: vòng chặn; 4. Bearings: ổ đỡ; 5. Output shaft: trục bị dẫn;
6. Magnetic Plate: mạch từ hình đĩa; 7. Rotor: rô to;
8. Magnetic particles in gap: ngăn chứa bột sắt từ.

1.5.2.2 Nguyên lý làm việc

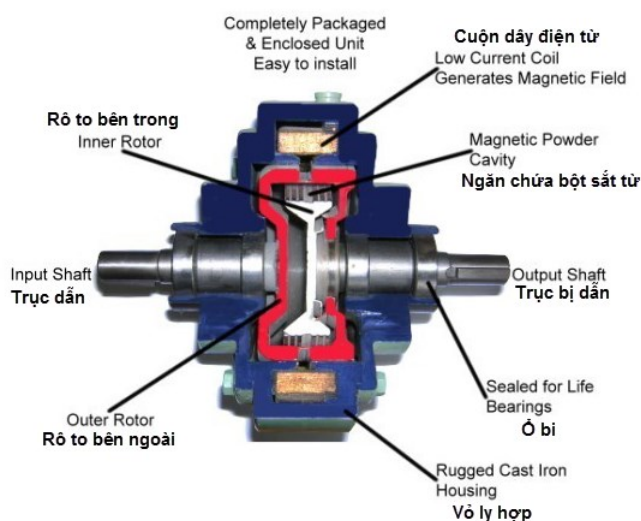
Cuộn dây điện từ 3 được gắn cố định trên thân ly hợp. Trục dẫn động 1 quay cùng với rô to 7. Rô to 7 được ngăn cách với trục bị dẫn 5 bằng các ổ đỡ. Phần mạch từ hình đĩa 6 gắn chặt với trục bị dẫn 5, đồng thời được đặt trong ngăn chứa đầy bột sắt từ 8.

Khi cuộn dây điện từ cố định 3 được cấp điện, từ thông sinh ra móc vòng qua phần mạch từ hình đĩa 6 và rô to 7 (đường nét đứt). Từ trường đi qua ngăn chứa bột sắt từ 8 làm lớp bột bên trong bị từ hóa, hút (bám) chặt với nhau. Nhờ vậy, phần mạch từ hình đĩa 6 cùng trục bị dẫn 5 quay theo rô to 7 cùng với trục dẫn động 1.

Nếu giảm dòng điện cấp (giảm áp) cho cuộn 3, lực điện từ sẽ yếu hơn và khả năng bám của trục 5 theo trục 1 bị giảm, làm giảm tốc độ quay của trục bị dẫn. Tốc độ quay của trục bị dẫn cũng có thể bị giảm khi mômen của trục bị dẫn tăng lên. Đây là sự giảm tốc độ do tải, muốn giữ ổn định tốc độ, cần phải có mạch phản hồi tốc độ để trong trường hợp này, tự động tăng điện áp đặt vào cuộn điện từ 3, do đó tăng lực bám của trục 5 theo trục 1 và tốc độ trục 5 được tăng lên.

Li hợp điện từ kiểu bám (Electromagnetic particle clutch) có các phần quay 5 và 6 không tiếp xúc với nhau nên li hợp ít bị nóng do ma sát.

Ly hợp loại này thường được sử dụng trong các máy cuộn vải và xả vải, trong các hệ thống băng tải công nghiệp...



Hình 1.64 Mặt cắt Ly hợp điện từ kiểu bám



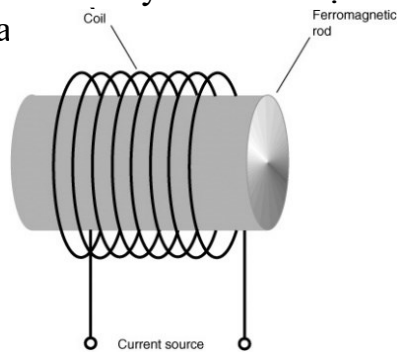
Hình 1.65 Các loại Ly hợp điện từ

1.5.3 Nam châm điện – Phanh hãm điện từ

1.5.3.1 Nam châm điện

Nam châm điện là một dụng cụ tạo từ trường hay một nguồn sản sinh từ trường hoạt động nhờ từ trường sinh ra bởi cuộn dây khi có dòng điện chạy qua. Nam châm điện được dùng rộng rãi trên máy cắt kim loại là Nam châm điện một chiều cũng như Nam châm điện xoay

a. Cấu tạo



Hình 1.66 Cấu tạo Nam châm điện

b. Nguyên lý làm việc

Khi cho dòng điện vào cuộn dây 2 thông qua nguồn cấp điện 1 thì dòng điện sản sinh một điện trường trong các vòng quấn khiến lõi sắt 3 bị nhiễm từ. Từ trường của cuộn dây dẫn điện có tính chất giống như từ trường của một nam châm vĩnh cửu, cũng hút hay đẩy một từ vật nằm trong từ trường của cuộn dây. Khi ngưng cấp điện cho cuộn dây 2, từ trường không tồn tại, lõi sắt từ không còn hút hay đẩy từ vật. Vậy chỉ khi nào cuộn dây được cấp điện mới tạo thành Nam châm điện

Khác với Nam châm vĩnh cửu, từ trường trong Nam châm điện có thể thay đổi được thông qua việc điều chỉnh dòng điện cấp cho cuộn dây. Nam châm điện được phân ra làm hai loại là Nam châm điện một chiều và Nam châm điện xoay chiều.

Ngày nay, Nam châm điện được ứng dụng rất nhiều trong công nghiệp và trong đời sống hằng ngày. Từ ứng dụng trong các thiết bị điện tử như TV, Radio Cassette.... đến các thiết bị nâng hạ trong các nhà máy và trong lĩnh vực đường sắt cao tốc.

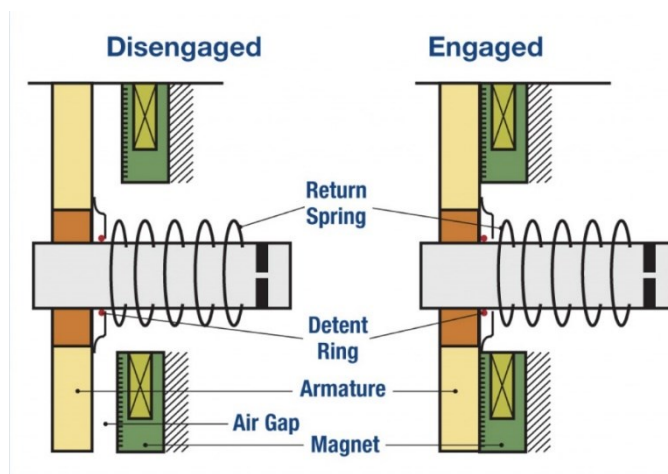


Hình 1.67 Một số ứng dụng của Nam châm điện

1.5.3.2 Phanh hãm điện từ

Thắng điện từ (Electromagnetic brake) hay phanh hãm điện từ có cơ cấu điện từ dùng để hãm các chuyển động trong một hệ truyền động mà thông thường là hãm cổ trục động cơ truyền động. Phanh hãm điện từ có nhiều kiểu như : phanh guốc, phanh đĩa...

a. Cấu tạo



Hình 1.68 Cấu tạo Phanh hãm điện từ

b. Nguyên lý làm việc

Trục dẫn động động cơ quay cùng với phần ứng 2. Nam châm điện 1 được gắn cố định, một bề mặt của nam châm điện 1 được dán loại vật liệu chịu mài mòn giúp kìm hãm chuyển động của phần ứng cùng trục dẫn động. Lò xo 5 gắn trên trục dẫn động sẽ tác động vào vòng hãm 4 gắn trên phần ứng 3 để tạo thành khe hở giữa phần ứng 3 và nam châm điện 1.

Khi cần hãm động cơ, người ta cấp điện cho nam châm điện 1 để hút phần ứng 2, ép chặt bề mặt của phần ứng vào bề mặt có gắn vật liệu hãm chuyển động của nam châm điện 1. Do đó động cơ không thể quay. Khi muốn trục động cơ hoạt động trở lại, ta chỉ cần ngưng cung cấp điện cho nam châm điện 1 để lò xo phục hồi 5 đẩy phần ứng 2 tách rời nam châm điện 1.

Trong các máy cắt kim loại ngày nay, ngoài việc được trang bị hãm động năng thì còn được trang bị cơ cấu Phanh hãm điện từ để hãm chuyển động của trục chính khi xảy ra sự cố.



Hình 1.69 Một số loại phanh hãm điện từ.

CÂU HỎI ÔN TẬP

Câu 1: Rơ le nhiệt hoạt động như thế nào ?

Câu 2: Sinh viên hãy trình bày nguyên lý hoạt động của Áp tô mát dòng điện cực đại ?

Câu 3: Hãy nêu cấu tạo và nguyên lý hoạt động của công tắc tơ xoay chiều ?

Câu 4: Sinh viên hãy tìm hiểu và nêu ứng dụng của các loại ly hợp điện từ trong thực tế ?

Câu 5: Sinh viên hãy cho biết có mấy loại nút nhấn ? Tại sao phải sử dụng nút nhấn cho mạch máy công cụ ?

CHƯƠNG 2. KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ

Giới thiệu:

Chương này trình bày các khái niệm cơ bản về kỹ thuật điện tử bao gồm: chất bán dẫn, các loại Diode; cấu tạo các mạch chỉnh lưu dòng xoay chiều dùng trong máy cắt kim loại

Mục tiêu:

Sau khi học xong bài này sinh viên phải:

- Trình bày được những khái niệm cơ bản về chất bán dẫn và các loại Diode
- Phân loại được các loại Diode thông dụng
- Nêu được ứng dụng của các loại Diode thường sử dụng trong công nghiệp
- Giải thích được nguyên lý hoạt động của các mạch chỉnh lưu sử dụng Diode

Nội dung chính:

2.1 Chất bán dẫn

2.1.1 Khái niệm cơ bản về chất bán dẫn

2.1.1.1 Cấu tạo

Chất bán dẫn (tiếng Anh: Semiconductor) là chất có độ dẫn điện ở mức trung gian giữa chất dẫn điện và chất cách điện. Chất bán dẫn hoạt động như một chất cách điện ở nhiệt độ thấp và có tính dẫn điện ở nhiệt độ phòng. Gọi là "bán dẫn" vì chất này có thể dẫn điện ở một điều kiện nào đó, hoặc ở một điều kiện khác sẽ không dẫn điện.

Tính bán dẫn có thể thay đổi khi có tạp chất, những tạp chất khác nhau có thể tạo tính bán dẫn khác nhau. Trường hợp hai chất bán dẫn khác nhau được gắn với nhau, nó tạo ra một lớp tiếp xúc. Các tính chất của các hạt mang điện như electron, các ion và lỗ trống điện tử trong lớp tiếp xúc này là cơ sở để tạo nên diot, bóng bán dẫn và các thiết bị điện tử hiện đại ngày nay.

Nguyên tố silicon, germani và các hợp chất của gallium được sử dụng rộng rãi nhất làm chất bán dẫn trong các linh kiện điện tử.

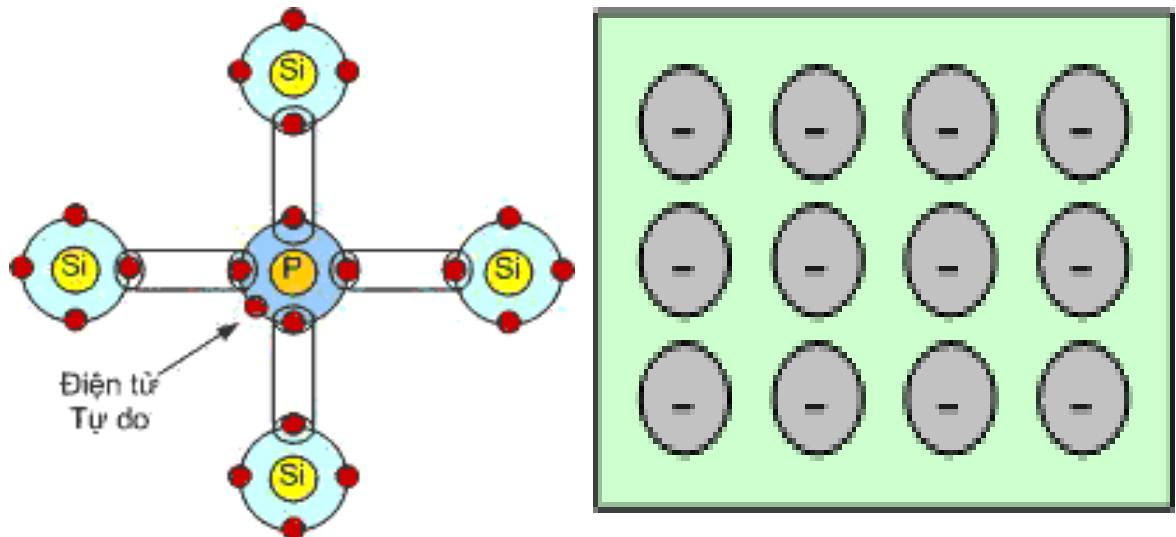


Hình 2.1 Các tinh thể Silic sử dụng trong chất bán dẫn

2.1.1.2 Phân loại

a. Chất bán dẫn loại N

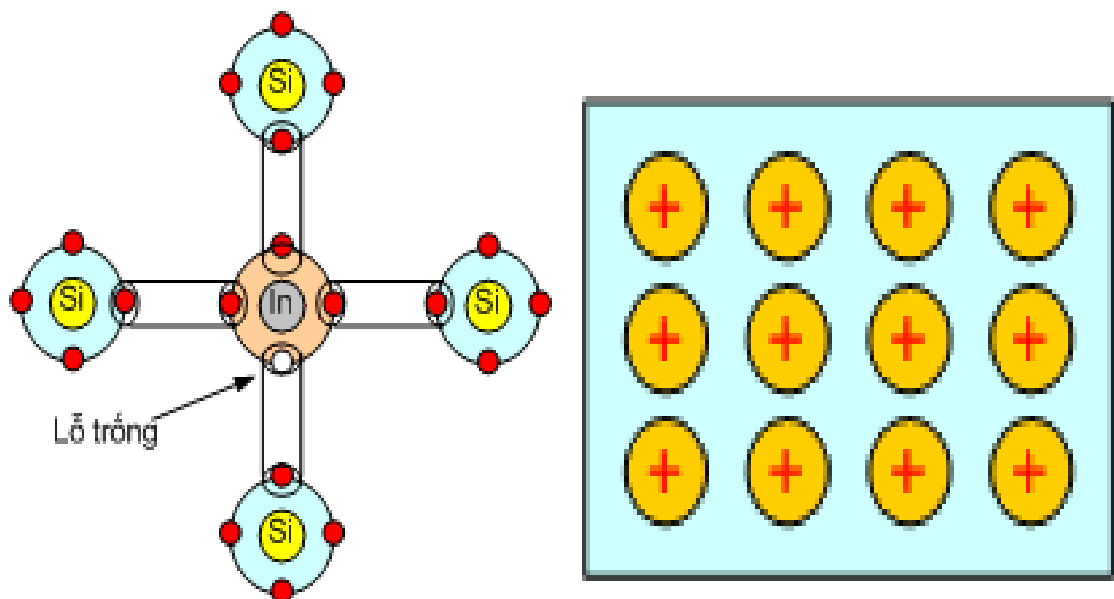
Khi ta pha một lượng nhỏ chất có hoá trị 5 như Phốt pho (P) vào chất bán dẫn Si líc (Si) thì một nguyên tử P liên kết với 4 nguyên tử Si theo liên kết cộng hoá trị, nguyên tử Phốt pho chỉ có 4 điện tử tham gia liên kết và còn dư một điện tử và trở thành điện tử tự do. Chất bán dẫn lúc này trở thành thừa điện tử (mang điện âm) và được gọi là bán dẫn N (Negative: âm).



Hình 2.2 Chất bán dẫn loại N

b. Chất bán dẫn loại P

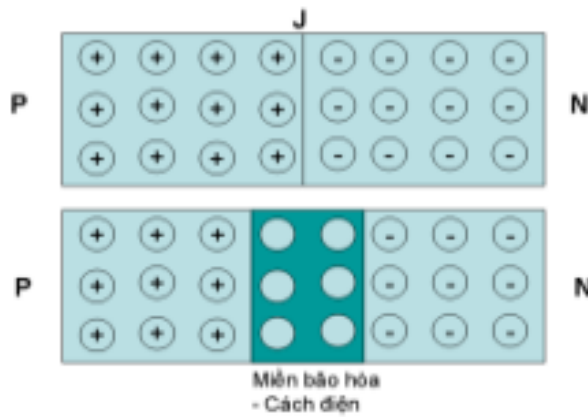
Ngược lại khi ta pha thêm một lượng nhỏ chất có hoá trị 3 như In đi um (In) vào chất bán dẫn Si líc (Si) thì 1 nguyên tử In sẽ liên kết với 4 nguyên tử Si theo liên kết cộng hoá trị và liên kết bị thiếu một điện tử tạo thành lỗ trống (mang điện dương) và được gọi là chất bán dẫn loại P.



Hình 2.3 Chất bán dẫn loại P

Khi đã có được hai chất bán dẫn là P và N, nếu ghép hai chất bán dẫn theo một tiếp giáp P–N ta được một Đi ốt, tiếp giáp P-N có đặc điểm:

Tại bề mặt tiếp xúc, các điện tử dư thừa trong bán dẫn N khuếch tán sang vùng bán dẫn P để lấp vào các lỗ trống, tạo thành một lớp ion trung hoà về điện, lớp ion này tạo thành miền cách điện giữa hai chất bán dẫn.



Hình 2.4 Cấu trúc mặt ghép P - N

Dưới tác động của điện trường ngoài diode hoạt động như van một chiều

* *Sự phân cực thuận*

Ban đầu, khi điện áp U_{AK} vẫn còn nhỏ dòng I_D tăng theo hàm số mũ của điện áp

$$I_D = I_S \left(e^{\frac{U_{AK}}{m \cdot U_T}} - 1 \right) \quad (3)$$

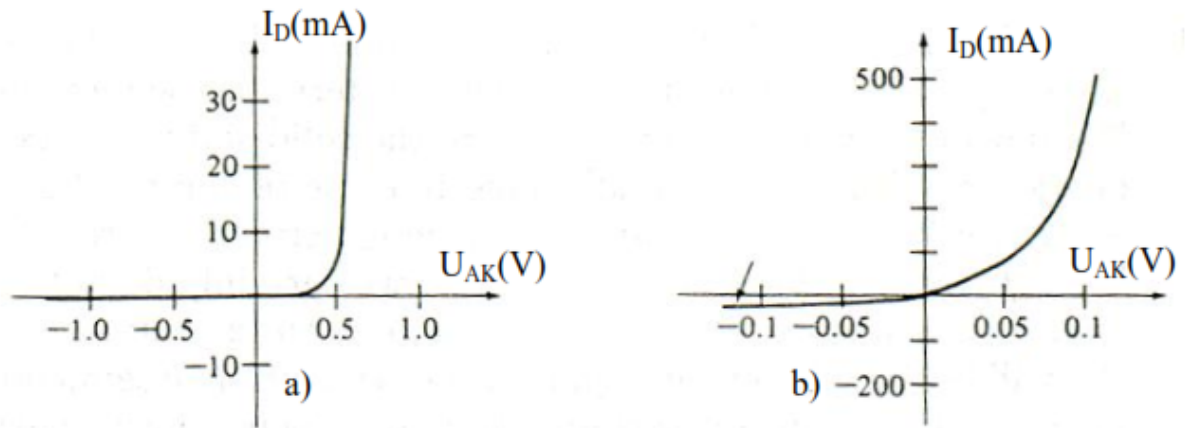
Trong đó:

$I_S(T)$ là dòng ngược bão hòa, phụ thuộc vào nồng độ của hạt dẫn thiểu số tại trạng thái cân bằng, phụ thuộc vào bản chất cấu tạo của chất bán dẫn pha tạp và do đó phụ thuộc vào nhiệt độ.

U_T : Thế nhiệt (Thermal Voltage); $U_T = \frac{kT}{q} \approx 26mV$; $k = 1,38.10^{-23} J/K$;

hằng số Boltzman; $q = 1,6.10^{-19} (C)$ điện tích của hạt mang điện; K : nhiệt độ được đo bằng đơn vị Kenvil.

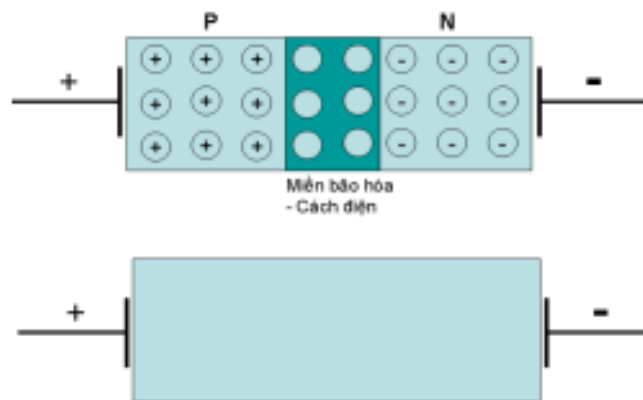
m : hệ số hiệu chỉnh giữa lý thuyết và thực tế.



❖ Nếu $U_{AK} > 0,1V$ có thể biểu diễn hàm quan hệ giữa I_D và U_{AK} :

$$I_D = I_S \cdot \left(e^{\frac{U_{AK}}{m \cdot U_T}} \right) \quad (4)$$

Tuy nhiên với giá trị U_{AK} đủ lớn thì quan hệ giữa dòng I_D và điện áp U_{AK} không theo phương trình trên. Khi U_{AK} đạt giá trị bằng điện áp ngưỡng U_{th} diode dẫn mạnh, dòng I_D tăng mạnh, tiếp giáp p-n được coi là điện trở thuần có giá trị rất nhỏ.



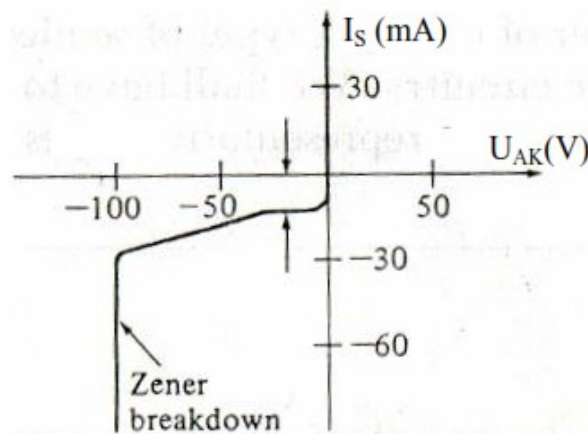
Hình 2.5 Trạng thái mặt ghép khi phân cực thuận

* Sự phân cực ngược

❖ Khi điện áp phân cực ngược $|U_{AK}|$ còn nhỏ, dòng I_D quan hệ với điện áp U_{AK} theo phương trình (3)

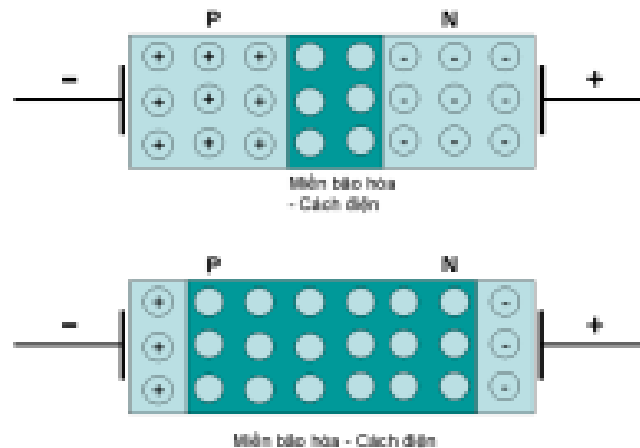
❖ Khi $|U_{AK}| > 0,1V$ có thể biểu diễn: $I_D = -I_s$ (do $e^{\frac{U_{AK}}{m \cdot U_T}} \ll 1$).

Vậy trong trường hợp phân cực thuận dòng I_D có giá trị lớn do sự phun hạt dẫn đa số qua tiếp giáp p-n, ngược lại trong trường hợp phân cực ngược dòng qua diode chỉ là dòng ngược bão hòa I_s có giá trị rất nhỏ. Điều này thể hiện tính chất van một chiều của diode.



* Vùng đánh thủng ($U_{AK} < 0$)

Khi điện áp phân cực ngược đủ lớn đạt được giá trị điện áp đánh thủng (U_{BR}), dòng I_D tăng đột ngột nhưng điện áp U_{AK} không tăng. Khi đó tiếp giáp p-n bị đánh thủng và diode mất tính chất van.



Hình 2.6 Trạng thái mặt ghép khi phân cực ngược

2.1.2 Các loại Diode

2.1.2.1 Diode Zener

Diode Zener có cấu tạo tương tự Diode thông thường, Diode Zener được ứng dụng trong chế độ phân cực ngược, khi phân cực thuận Diode Zener như Diode thông thường nhưng khi phân cực ngược Diode Zener sẽ giữ một mức điện áp cố định bằng giá trị ghi trên Diode.



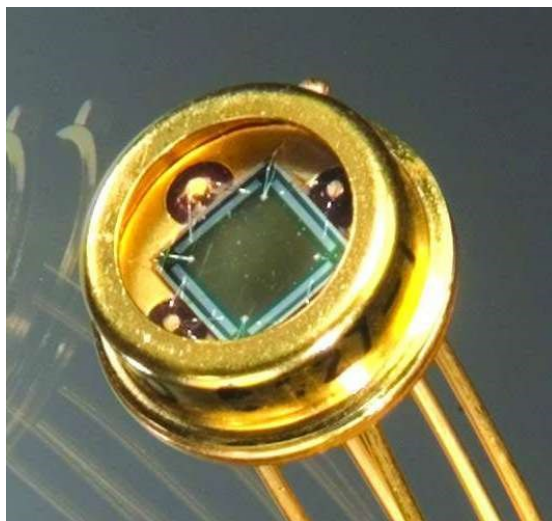
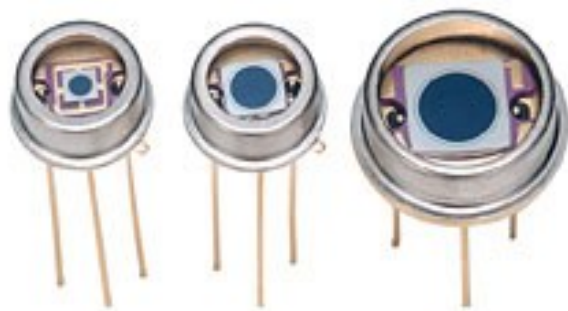
Hình 2.7 Ký hiệu Diode Zener



Hình 2.8 Một loại Diode Zener

2.1.2.2 Diode thu quang (Photo Diode)

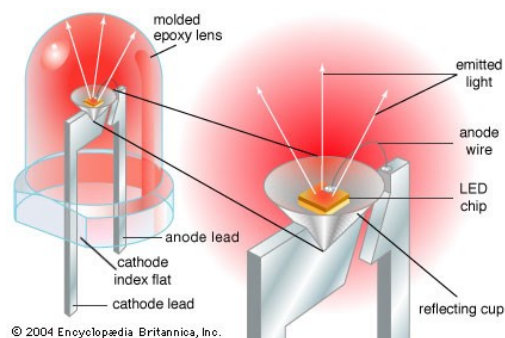
Diode thu quang hoạt động ở chế độ phân cực nghịch, vỏ Diode thu quang có một tấm thủy tinh để ánh sáng chiếu vào mối ghép P – N, dòng điện ngược qua Diode thu quang tỷ lệ thuận với cường độ ánh sáng chiếu vào tấm thủy tinh.



Hình 2.9 Một số loại Diode thu quang

2.1.2.3 Diode phát quang (Light Emitting Diode - LED)

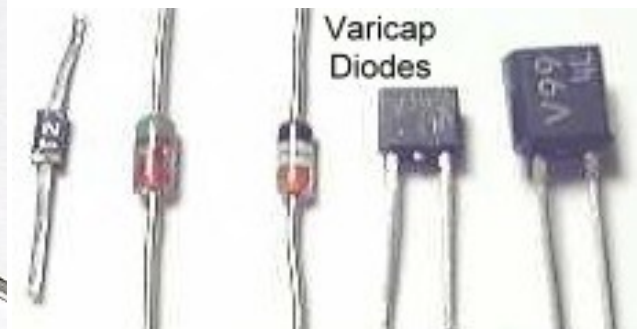
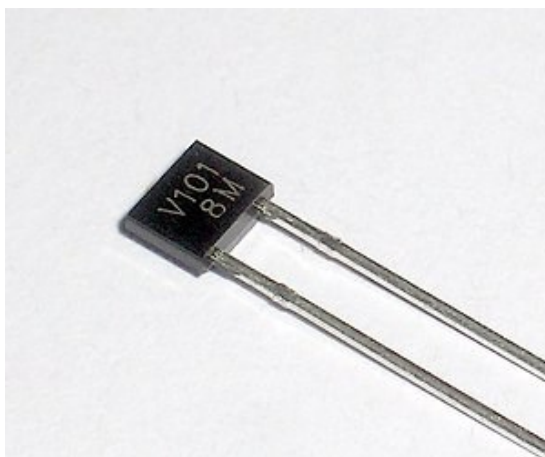
Diode phát quang là Diode phát ra ánh sáng khi được phân cực thuận, điện áp làm việc của LED khoảng 1,7 - 2,2V, dòng qua LED khoảng từ 5mA đến 20mA. LED được sử dụng để làm đèn báo nguồn, đèn nháy trang trí, báo trạng thái có điện.



Hình 2.10 Diode phát quang (LED)

2.1.2.4 Diode biến dung (Varicap Diode)

Diode biến dung là Diode có điện dung như tụ điện, và điện dung biến đổi khi ta thay đổi điện áp ngược đặt vào Đi ốt.



Hình 2.11 Diode biến dung

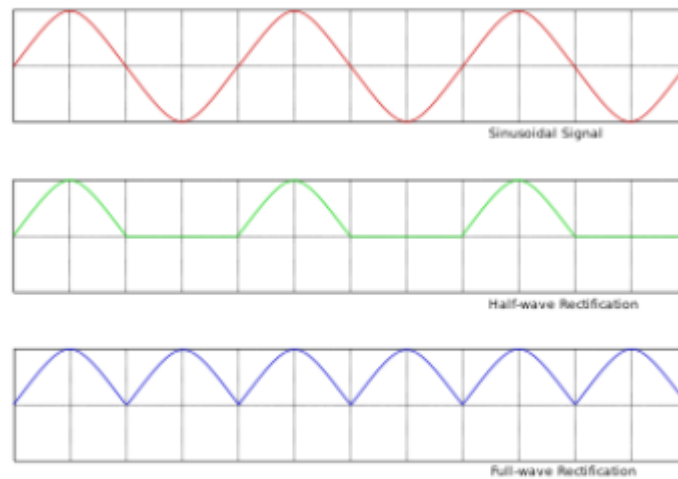
2.2 Các mạch chỉnh lưu dùng Diode

2.2.1 Khái niệm cơ bản

Một mạch chỉnh lưu là một mạch điện bao gồm các linh kiện điện - điện tử, dùng để biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều. Mạch chỉnh lưu có thể được sử dụng trong các bộ nguồn cung cấp dòng điện một chiều, hoặc trong các mạch tách sóng tín hiệu vô tuyến điện trong các thiết bị vô tuyến. Phần tử tích cực trong mạch chỉnh lưu có thể là các điốt bán dẫn, các đèn chỉnh lưu thủy ngân hoặc các linh kiện khác.

Khi chỉ dùng một điốt đơn lẻ để chỉnh lưu dòng điện xoay chiều, bằng cách khóa không cho phần dương hoặc phần âm của dạng sóng đi qua mạch điện, thì

mạch chỉnh lưu được gọi là chỉnh lưu nửa chu kỳ hay chỉnh lưu nửa sóng. Trong các bộ nguồn một chiều người ta hay sử dụng các mạch chỉnh lưu nhiều điốt (2 hoặc 4 điốt) với các cách sắp xếp khác nhau để có thể biến đổi từ xoay chiều thành một chiều bằng phẳng hơn trường hợp sử dụng một điốt riêng lẻ. Trước khi các điốt bán dẫn phát triển, người ta còn dùng các mạch chỉnh lưu sử dụng đèn điện từ chân không, đèn chỉnh lưu thủy ngân, các dây bán dẫn đa tinh thể seleni.

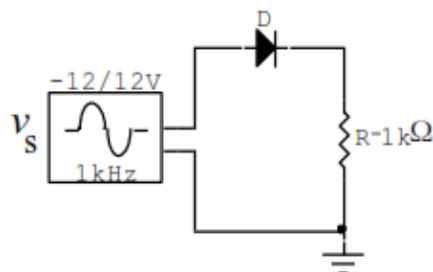


Các tín hiệu điện xoay chiều, chỉnh lưu nửa sóng và chỉnh lưu toàn sóng.

Hình 2.12 Các tín hiệu điện xoay chiều, chỉnh lưu nửa chu kỳ và chỉnh lưu toàn chu kỳ

2.2.2 Mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ

Một mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ chỉ một trong nửa chu kỳ dương hoặc âm có thể dễ dàng đi ngang qua điốt, trong khi nửa kia sẽ bị khóa, tùy thuộc vào chiều lắp đặt của điốt. Vì chỉ có một nửa chu kỳ được chỉnh lưu, nên mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ có hiệu suất truyền công suất rất thấp. Mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ có thể lắp bằng chỉ một Diode bán dẫn trong các mạch nguồn một pha.

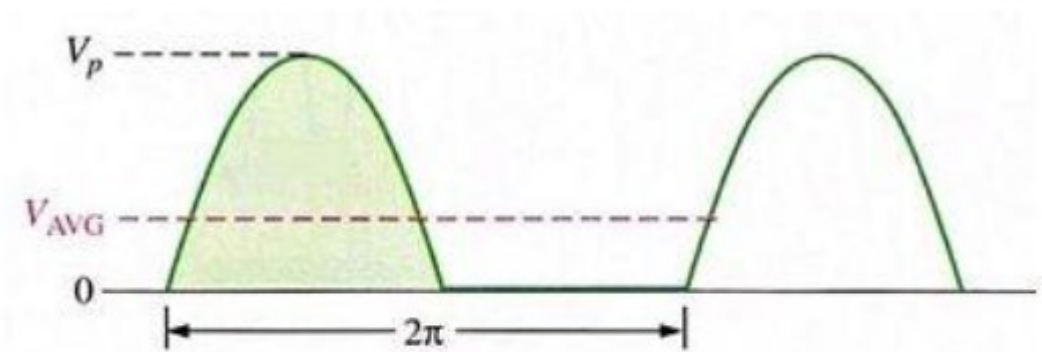
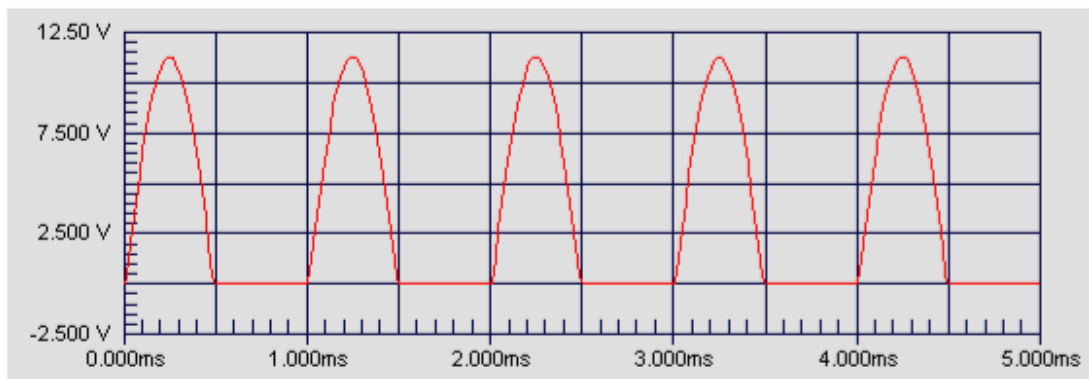
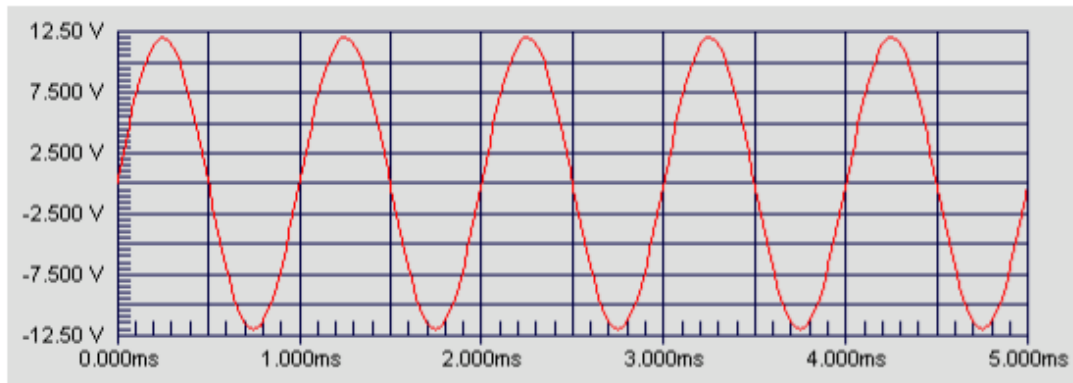


Diode được coi là lý tưởng: $U_{AK} \geq 0$: diode thông hoàn toàn

$U_{AK} < 0$: diode ngắt

Trong nửa chu kỳ dương, $U_{AK} \geq 0$, diode cho tín hiệu qua, $v_o = v_i$

Trong nửa chu kỳ âm, $U_{AK} < 0$, diode ngắt, hờ mạch, $v_o = 0$.



Hình H1.3:

Với tín hiệu hình sin cấp vào mạch chỉnh lưu bán kỳ có dạng tức thời:

$$v(t) = V_{\max} \sin(\omega t) \quad [V]$$

Điện áp tức thời trên điện trở tải được xác định theo quan hệ sau.

$$\begin{cases} V_{out}(t) = V_{max} \cdot \sin(\omega) & \text{khi } (0 \leq \omega t \leq \pi) \\ V_{out}(t) = 0 & \text{khi } (\pi \leq \omega t \leq 2\pi) \end{cases} \quad (1.1)$$

Gọi V_p là điện áp đỉnh của tín hiệu áp chỉnh lưu, ta có: $V_p = V_{max}$

Gọi V_{AVG} là điện áp trung bình của áp chỉnh lưu, giá trị này được đo trực tiếp bằng Volt kế một chiều (hay bằng máy đo VOM ở thang đo Volt DC). Theo toán học ta có định nghĩa của áp trung bình như sau:

$$V_{AVG} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) \cdot dt \quad (1.2)$$

Trong đó T là chu kỳ của hàm $v(t)$.

Với áp chỉnh lưu trên ngõ ra có dạng (1.1), giá trị trung bình xác định theo quan hệ sau:

$$V_{AVG} = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi V_m \sin(\omega t) \cdot d(\omega t) = \frac{V_m}{2\pi} [\cos(\omega t)]_0^\pi$$

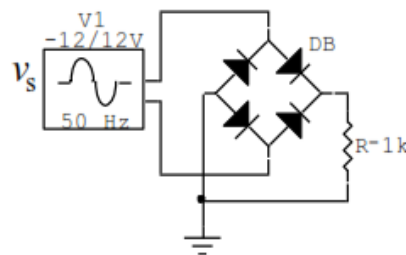
Thu gọn, ta có:

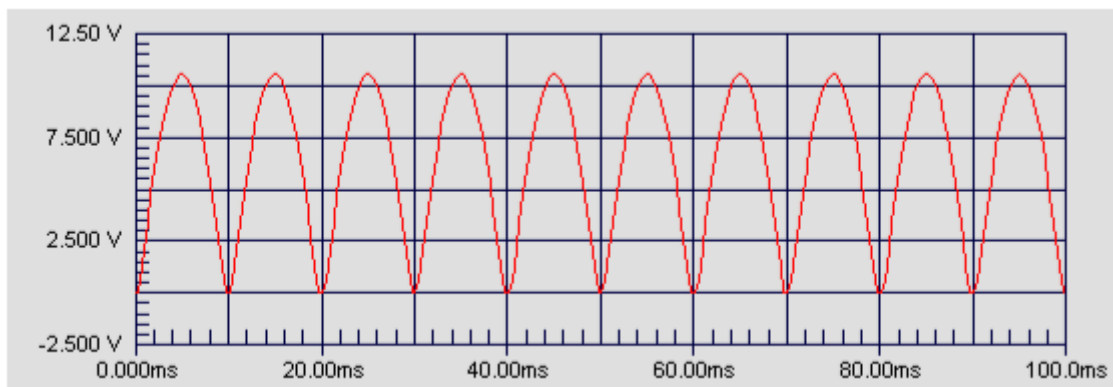
$$V_{AVG} = \frac{V_m}{\pi} = \frac{V_p}{\pi} \quad (1.3)$$

Gọi V_{RMS} là giá trị hiệu dụng của áp cấp vào mạch chỉnh lưu, quan hệ (1.3) được viết lại theo dạng sau:

$$V_{AVG} = \frac{V_{RMS}\sqrt{2}}{\pi} = 0,45 \cdot V_{RMS} \quad (1.4)$$

2.2.3 Mạch chỉnh lưu toàn chu kỳ





Mạch chỉnh lưu toàn sóng biến đổi cả hai thành phần cực tính của dạng sóng đầu vào thành một chiều. Do đó nó có hiệu suất cao hơn. Tuy nhiên trong mạch điện không có điểm giữa của biến áp người ta sẽ cần đến 4 điốt thay vì một như trong mạch chỉnh lưu nửa sóng. Điều này có nghĩa là đầu cực của điện áp ra sẽ cần đến 2 điốt để chỉnh lưu, thí dụ như 1 cho trường hợp điểm X dương, và 1 cho trường hợp điểm X âm. Đầu ra còn lại cũng cần chính xác như thế, kết quả là phải cần đến 4 điốt. Các điốt dùng cho kiểu nối này gọi là cầu chỉnh lưu.

Bộ chỉnh lưu toàn sóng biến đổi cả 2 nửa chu kỳ thành một điện áp đầu ra có một chiều duy nhất: dương (hoặc âm) vì nó chuyển hướng đi của dòng điện của nửa chu kỳ âm (hoặc dương) của dạng sóng xoay chiều. Nửa còn lại sẽ kết hợp với nửa kia thành một điện áp chỉnh lưu hoàn chỉnh.

Đối với nguồn xoay chiều một pha, nếu dùng biến áp có điểm giữa, chỉ cần 2 điốt nối đầu lưng với nhau (nghĩa là anode-với-anode hoặc cathode-với-cathode) có thể thành một mạch chỉnh lưu toàn sóng.

** Thất thoát đỉnh sóng*

Khuyết điểm của các mạch chỉnh lưu là thất thoát từ đỉnh sóng đầu vào đến đỉnh sóng đầu ra, gây ra bởi điện áp ngưỡng của điốt. Điện áp này xấp xỉ 0,7 vôn đối với điốt thường, và 0,1 vôn đối với điốt Schottky. Các mạch chỉnh lưu nửa sóng, cả mạch chỉnh lưu toàn sóng có 2 cuộn dây, sẽ có thất thoát đỉnh sóng bằng điện áp rơi trên một điốt. Các mạch chỉnh lưu cầu sẽ có điện áp thất thoát bằng điện áp rơi trên 2 điốt. Điều này có thể thấy thất thoát này sẽ đáng kể đối với những mạch có điện áp cung cấp rất bé.

Hơn nữa, vì các điốt không thể dẫn khi điện áp dưới điện áp này, mạch chỉ có thể cho dòng điện đi qua trong một phần của nửa chu kỳ. Vì thế sẽ có một phần nhỏ điện áp bằng 0 xuất hiện xen kẽ với các đoạn có điện áp.

** San bằng điện áp ra của mạch chỉnh lưu*

Cả hai mạch chỉnh lưu nửa sóng và toàn sóng đều có nhược điểm là nó thay đổi theo dạng của sóng đầu vào, mà không cung cấp điện áp không đổi. Để tạo ra một dạng điện áp một chiều đều đặn từ ngõ ra của bộ chỉnh lưu, cần phải có một mạch "san bằng", còn gọi là mạch lọc. Mạch lọc đơn giản nhất dùng một tụ tích điện, hay tụ lọc hoặc tụ san bằng đặt vào đầu ra của mạch chỉnh lưu. Mạch này vẫn còn lưu lại một ít thành phần điện áp xoay chiều (gợn sóng) vì điện áp không hoàn toàn bằng phẳng.

Kích thước của tụ điện thể hiện tính kinh tế. Đối với một tải cho sẵn, tụ điện càng lớn càng làm giảm độ gợn sóng, nhưng lại làm tăng giá thành, và làm tăng dòng điện đỉnh trên thứ cấp của cuộn dây thứ cấp máy biến áp và mạch cấp nguồn cho nó. Trong những trường hợp đặc biệt, nhiều bộ chỉnh lưu nối vào điểm phân phối nguồn, sẽ gây khó khăn cho sự bảo đảm dạng hình sin của điện áp.

Với một hệ số gợn sóng cho trước, độ lớn của tụ lọc sẽ tỷ lệ với dòng điện tải, tỷ lệ nghịch với tần số chỉnh lưu, và số lượng các đỉnh của dạng sóng trong mỗi chu kỳ. Dòng điện tải và tần số nguồn cấp thường ngoài tầm kiểm soát của người thiết kế mạch chỉnh lưu nhưng số lượng đỉnh trong mỗi chu kỳ lại có thể điều khiển được bằng cách chọn sơ đồ chỉnh lưu thích hợp.

Mạch chỉnh lưu bán sóng cho 1 điện áp đỉnh trên mỗi chu kỳ, vì thế thường chỉ sử dụng cho các ứng dụng có dòng điện nhỏ. Mạch chỉnh lưu toàn sóng một pha cho 2 đỉnh trên mỗi chu kỳ, và đây là cách tốt nhất cho mạch chỉnh lưu một pha. Đối với chỉnh lưu ba pha, có đến 6 đỉnh trên mỗi chu kỳ và có thể cao hơn nếu ta sử dụng các biến áp thích hợp trước bộ chỉnh lưu nhằm tăng số pha lên.

Để làm giảm độ gợn sóng hơn nữa, người ta dùng một bộ lọc có đầu vào tụ điện và một cuộn cảm lọc. Đôi khi cũng có thể kết hợp tụ lọc với cuộn cảm và tụ lọc phía sau, sao cho điện áp ra tương đối đều đặn. Cuộn dây này sẽ có điện kháng lớn đối với thành phần gợn sóng.

Nếu dòng điện tải phụ thuộc nhiều vào mức độ gợn sóng của nguồn, có thể dùng một bộ ổn áp thay cho các tụ lọc cỡ lớn. Cả hai đều để giảm độ gợn sóng và để ngăn chặn sự thay đổi của điện áp ra theo điện áp nguồn và theo dòng tải.

2.2.4 Ứng dụng của các mạch chỉnh lưu

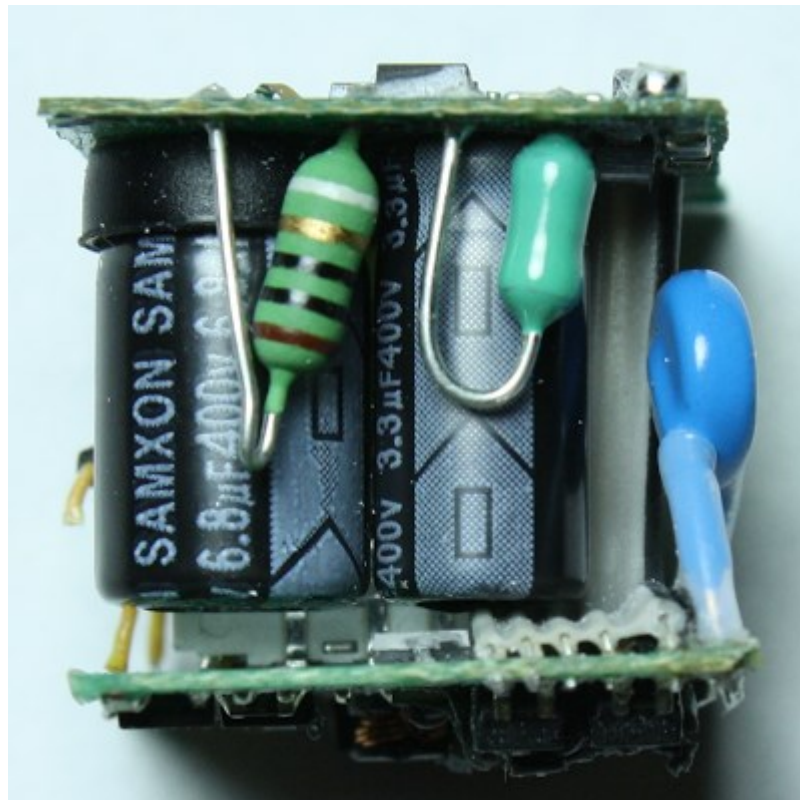
Ứng dụng cơ bản nhất của mạch chỉnh lưu là trích xuất thành phần điện một chiều hữu dụng từ nguồn xoay chiều. Thực ra hầu hết các ứng dụng điện tử sử dụng nguồn điện một chiều, nhưng nguồn cung cấp lại là dòng điện xoay chiều. Vì thế các mạch chỉnh lưu được sử dụng bên trong mạch cấp nguồn của hầu hết các thiết bị điện tử.

Mạch biến đổi điện một chiều từ điện áp này sang điện áp khác sẽ phức tạp hơn. Một trong những phương pháp đổi từ điện một chiều sang điện một chiều là:

đầu tiên chuyển từ một chiều thành xoay chiều, (dùng một mạch nghịch lưu) sau đó đưa qua máy biến áp để thay đổi điện áp, và cuối cùng là chỉnh lưu lại thành điện một chiều.

Các mạch chỉnh lưu cũng được ứng dụng trong mạch tách sóng các tín hiệu vô tuyến điều biến biên độ. Tín hiệu có thể cần hoặc không cần khuếch đại trước khi tách sóng.

Nếu tín hiệu nhỏ quá, phải sử dụng các diode có điện áp rơi rất thấp. Trong trường hợp này các tụ và điện trở tải phải lựa chọn cẩn thận cho phù hợp. Trị số tụ điện thấp quá sẽ làm cho sóng cao tần lọt sang đầu ra. Chọn cao quá, nó có thể nạp đầy và giữ nguyên điện áp đã được nạp.



Hình 2.13 Ứng dụng của mạch chỉnh lưu trong cốc sạc điện thoại

CÂU HỎI ÔN TẬP

Câu 1: Hãy trình cấu tạo của chất bán dẫn loại N và chất bán dẫn loại P ?

Câu 2: Sinh viên hãy phân loại các loại Diode thường được sử dụng và cho biết ứng dụng của chúng ?

Câu 3: Sinh viên hãy giải thích nguyên lý hoạt động của các mạch chỉnh lưu có sử dụng Diode ?

CHƯƠNG 3. CÁC MẠCH ĐIỀU KHIỂN CƠ BẢN

Giới thiệu:

Chương này giới thiệu cấu tạo, nguyên lý hoạt động của các mạch điều khiển động cơ cơ bản, các mạch điều khiển mở máy gián tiếp và trực tiếp.

Mục tiêu:

Sau khi học xong bài này sinh viên phải:

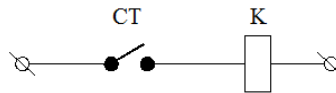
- + Giải thích được nguyên lý hoạt động của các mạch điều khiển cơ bản
- + Thiết kế được các mạch điều khiển cơ bản sử dụng trong công nghiệp
- + Giải thích được nguyên lý hoạt động của các mạch điều khiển động cơ mở máy trực tiếp
- + Giải thích được nguyên lý hoạt động của các mạch điều khiển động cơ mở máy gián tiếp

Nội dung chính:

3.1 Các mạch điều khiển cơ bản

3.1.1 Mạch điều khiển một Công tắc tơ

3.1.1.1. Mạch điều khiển bằng Công tắc

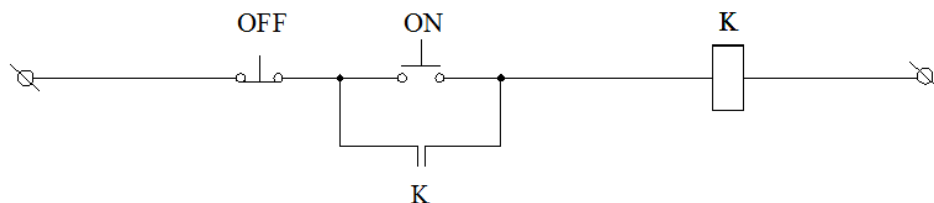


Hình 3.1 Sơ đồ mạch điều khiển một công tắc tơ bằng công tắc

Khi bật Công tắc thì nguồn điện sẽ cung cấp cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K làm việc, khi tắt Công tắc thì Công tắc tơ K ngưng làm việc, mạch ngừng hoạt động.

3.1.1.2 Mạch điều khiển bằng Nút nhấn

a. Mạch điều khiển một nơi

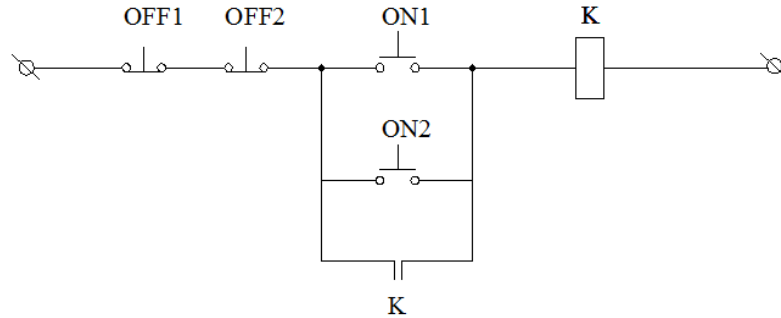


Hình 3.2 Sơ đồ mạch điều khiển một Công tắc tơ bằng Nút nhấn một nơi

Khi nhấn Nút nhấn ON, dòng điện sẽ được cung cấp cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K. Khi công tắc tơ K hoạt động thì tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K đóng lại, khi không nhấn Nút nhấn ON thì cuộn hút điện từ vẫn có điện nhờ tiếp điểm duy trì của Công tắc tơ K vẫn đóng để cung cấp điện cho cuộn hút điện từ.

Khi nhấn Nút nhấn OFF, ngưng cung cấp điện cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K, khi cuộn hút mất điện tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K mở ra trả về trạng thái ban đầu. Khi không nhấn Nút nhấn OFF nữa thì mạch đã mất điện.

b. Mạch điều khiển nhiều nơi

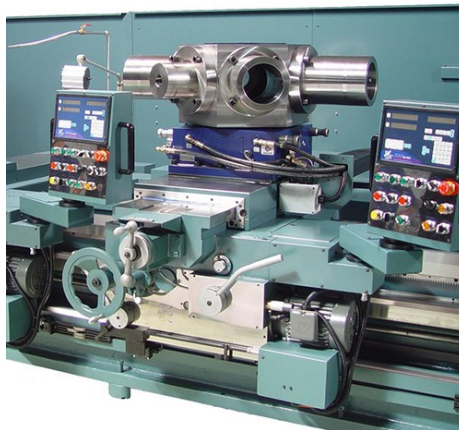


Hình 3.3 Sơ đồ mạch điều khiển một Công tắc tơ bằng Nút nhấn nhiều nơi

Khi nhấn Nút nhấn ON1, dòng điện sẽ được cung cấp cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K. Khi Công tắc tơ K có điện, tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K đóng lại duy trì dòng điện qua cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K, khi không nhấn Nút nhấn ON1 thì Công tắc tơ K vẫn hoạt động.

Khi nhấn Nút nhấn OFF1, dòng điện ngưng cung cấp cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K, Công tắc tơ K ngưng hoạt động, tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K mở ra trả về trạng thái ban đầu. Khi không nhấn Nút nhấn OFF1 nữa thì mạch đã mất điện. Tương tự, ta có thể nhấn Nút nhấn ON2 hoặc OFF2 thì vẫn mở (hoặc đóng) mạch điều khiển.

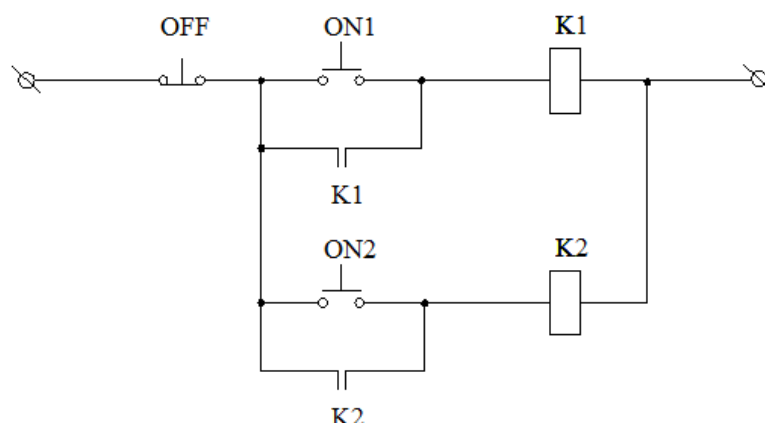
Trong các máy công cụ ngày nay như máy tiện, máy phay... thường được trang bị nhiều vị trí Nút nhấn điều khiển máy, có thể đóng – mở động cơ từ nhiều nơi khác nhau, tạo thuận lợi cho người vận hành đồng thời khi xảy ra sự cố thì có thể nhanh chóng tắt máy để đảm bảo an toàn.



Hình 3.4 Một máy công cụ với nhiều vị trí nhấn Nút điều khiển

3.1.2 Mạch điều khiển nhiều Công tắc tơ

3.1.2.1 Mạch hoạt động độc lập



Hình 3.5 Sơ đồ mạch điều khiển hai Công tắc tơ hoạt động độc lập

Muốn Công tắc tơ K1 làm việc thì ta nhấn Nút nhấn ON1, cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1 sẽ có điện, khi cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1 có điện sẽ đóng các tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 để duy trì dòng điện qua cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1. Khi buông Nút nhấn ON1, Công tắc tơ K1 vẫn hoạt động.

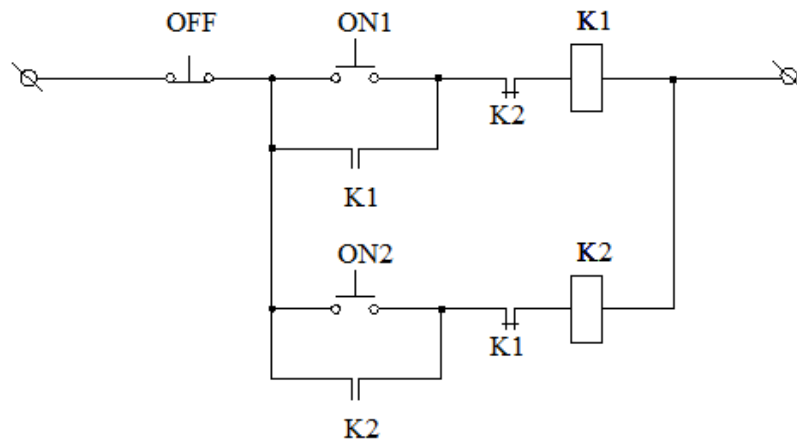
Muốn công tắc tơ K2 làm việc ta nhấn Nút nhấn ON2, cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K2 có điện, sẽ đóng các tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K2. Khi buông Nút nhấn ON2 thì tiếp điểm thường mở của công tắc tơ K2 đã đóng lại, nên duy trì cho cuộn hút Công tắc tơ K2 có điện. Mạch này cho phép Công tắc tơ K1 hoặc Công tắc tơ K2 làm việc hay cả hai cùng làm việc.

3.1.2.2 Mạch hoạt động luân phiên

a. Mạch luân phiên không liên động

Muốn Công tắc tơ K1 làm việc, ta nhấn Nút nhấn ON1, cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1 có điện, sẽ tác động đóng các tiếp điểm thường mở và mở các tiếp điểm thường đóng của Công tắc tơ K1, đồng thời khoá lần cho Công tắc tơ K2, mạch điều khiển làm việc bình thường. Khi buông Nút nhấn ON1 tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 đã đóng lại nên duy trì cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1 có điện.

Muốn công tắc tơ K2 làm việc ta nhấn phải nhấn Nút nhấn OFF rồi sau đó nhấn Nút nhấn ON2, khi cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K2 có điện, sẽ tác động đóng các tiếp điểm thường mở, và mở các tiếp điểm thường đóng của Công tắc tơ K2, đồng thời khoá lần cho Công tắc tơ K1, mạch điều khiển làm việc bình thường. Khi buông nút nhấn ON2 tiếp điểm thường mở của mạch điều khiển đóng lại nên duy trì cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K2 có điện.



Hình 3.6 Sơ đồ mạch điều khiển hai Công tắc tơ hoạt động luân phiên không liên động

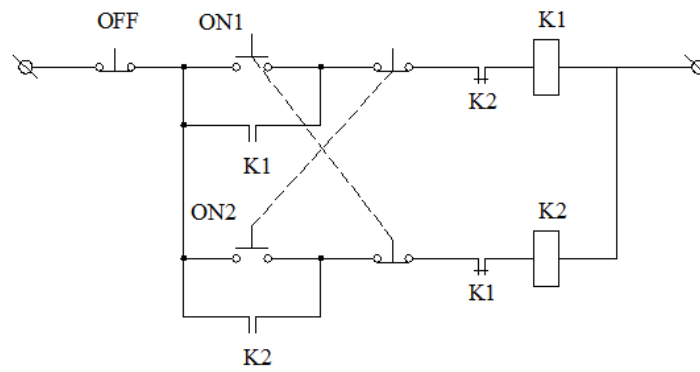
b. Mạch luân phiên có liên động

Muốn Công tắc tơ K1 hoạt động, ta nhấn Nút nhấn ON1, dòng điện sẽ được cung cấp cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1. Khi cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1 có điện sẽ mở tiếp điểm thường đóng, đóng các tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 và khoá lần cho Công tắc tơ K2, đồng thời cung cấp điện cho mạch điều khiển làm việc bình thường. Khi buông Nút nhấn ON1 tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 đã đóng lại nên duy trì cho Công tắc tơ K1 hoạt động.

Muốn Công tắc tơ K2 hoạt động, ta nhấn nút ON2, tiếp điểm thường đóng của Nút nhấn ON2 mở ra ngưng cung cấp điện cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1 các tiếp điểm của Công tắc tơ K1 trả về trạng thái ban đầu, cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K2 được cấp điện, sẽ đóng các tiếp điểm thường mở, mở các tiếp điểm thường đóng và khoá lần cho Công tắc tơ K1, đồng thời cung cấp điện cho mạch điều khiển làm việc. Khi buông nút Nhấn ON2, tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K2 đã đóng lại giúp duy trì cho Công tắc tơ K2 hoạt động.

Khi muốn tắt ta nhấn Nút nhấn OFF sẽ ngưng cung cấp điện cho Công tắc tơ K2 và cả mạch điều khiển, các tiếp điểm Công tắc tơ K2 trở về trạng thái bình thường. Mạch điều khiển ngừng hoạt động.

Ở mạch điều khiển này, khi muốn Công tắc tơ K1 hoặc K2 hoạt động, ta chỉ việc nhấn Nút nhấn ON1 hoặc ON2, không cần phải nhấn qua Nút nhấn OFF nên được gọi là mạch luân phiên có liên động.



Hình 3.7 Sơ đồ mạch điều khiển hai Công tắc tơ hoạt động luân phiên có liên động

3.1.2.3 Mạch hoạt động trình tự

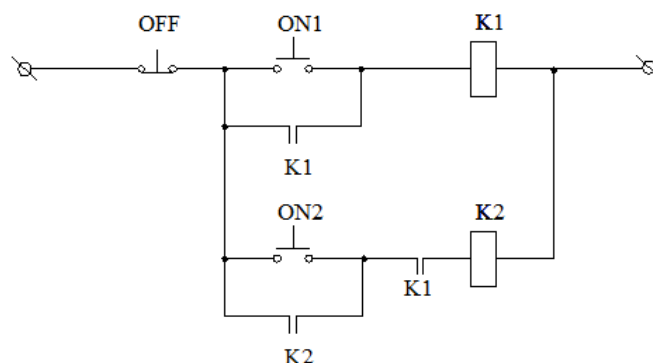
a. Mạch hoạt động trình tự

Khi nhấn Nút ON1, cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1 được cấp điện. Khi cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1 có điện, sẽ đóng tiếp điểm thường mở của công tắc tơ K1. Khi không nhấn nút ON1 thì Công tắc tơ K1 vẫn hoạt động nhờ tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 đóng lại duy trì cho Công tắc tơ K1 hoạt động.

Tiếp tục nhấn Nút nhấn ON2 sau khi đã nhấn nút Nhấn ON1, điện sẽ được cung cấp cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K2. Khi cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K2 có điện sẽ đóng tiếp điểm thường mở của công tắc tơ K2. Khi không nhấn Nút nhấn ON2, thì công tắc tơ K2 vẫn hoạt động nhờ tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K2 đã đóng lại.

Khi nhấn Nút nhấn OFF, thì điện ngưng cung cấp cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1, tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 mở ra trả về trạng thái ban đầu. Khi không nhấn Nút nhấn OFF nữa thì mạch đã mất điện.

Khi Công tắc tơ K1 chưa làm việc thì Công tắc tơ K2 cũng không làm việc được, vì tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 gắn trước công tắc tơ K2 đang mở không cho dòng điện đi vào công tắc tơ K2. Khi nhấn nút OFF thì cả hai Công tắc tơ cùng ngưng làm việc cùng lúc, do đó ta không ngừng cung cấp điện cho từng Công tắc tơ được.



Hình 3.8 Sơ đồ mạch điều khiển hai Công tắc tơ hoạt động trình tự

b. Mạch hoạt động trình tự độc lập

Khi nhấn Nút nhấn ON1, cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1 sẽ được cấp điện. Khi Công tắc tơ K1 hoạt động thì tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 đóng lại, khi không nhấn Nút nhấn ON1 thì Công tắc tơ K1 vẫn hoạt động nhờ tiếp điểm duy trì của Công tắc tơ K1 đã đóng lại.

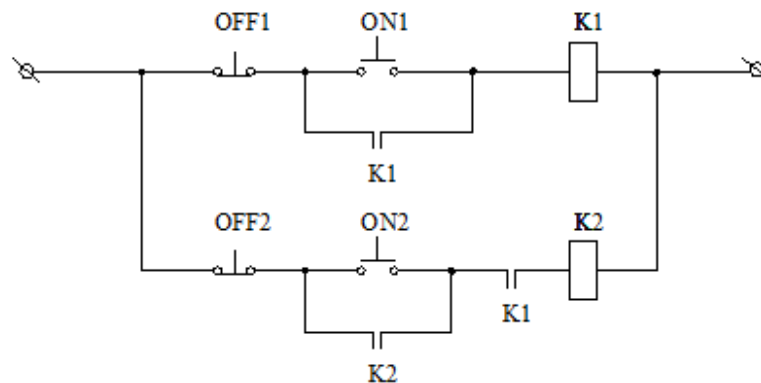
Tiếp tục nhấn Nút nhấn ON2 sau khi đã nhấn Nút nhấn ON1, cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K2 được cấp điện. Khi Công tắc tơ K2 hoạt động, tiếp điểm thường mở của công tắc tơ K2 đóng lại. Khi buông Nút nhấn ON2 thì Công tắc tơ K2 vẫn hoạt động nhờ tiếp điểm duy trì của Công tắc tơ K2 đã đóng.

Khi nhấn nút OFF2, Công tắc tơ K2 ngưng hoạt động, tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K2 mở ra trả về trạng thái ban đầu. Khi không nhấn Nút nhấn OFF2 nữa thì mạch đã mất điện.

Khi nhấn nút OFF1, Công tắc tơ K1 ngưng hoạt động, tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 mở ra trả về trạng thái ban đầu.

Khi Công tắc tơ K1 chưa làm việc thì công tắc tơ K2 cũng không làm việc được, vì tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 gắn trước Công tắc tơ K2 đang mở không cho dòng điện đi vào cuộn hút của Công tắc tơ K2.

Nếu nhấn Nút nhấn OFF1 trước thì cả hai Công tắc tơ cùng ngưng làm việc cùng lúc, do đó ta muốn Công tắc tơ K2 không làm việc thì chỉ cần nhấn Nút nhấn OFF2.



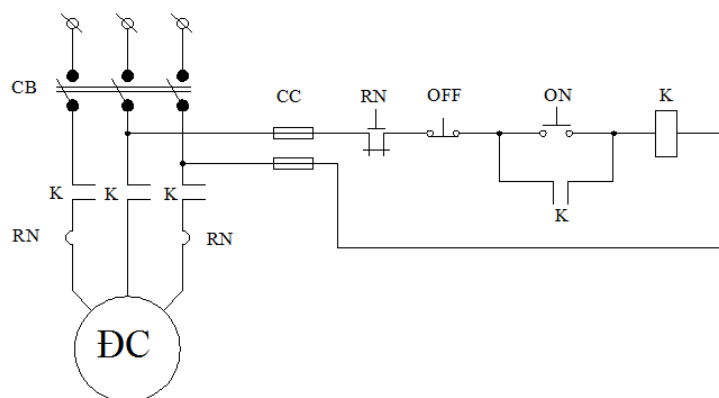
Hình 3.9 Sơ đồ mạch điều khiển hai Công tắc tơ hoạt động trình tự độc lập

Trên các máy công cụ thông thường như máy tiện, máy phay, chỉ khi động cơ trục chính quay thì động cơ máy bơm dung dịch tưới nguội mới hoạt động. Mạch điện động cơ trục chính và động cơ máy bơm dung dịch tưới nguội là mạch hoạt động trình tự độc lập.

3.2 Các mạch điều khiển động cơ mở máy trực tiếp

3.2.1 Mạch điều khiển động cơ quay 1 chiều

3.1.2.1 Mạch điều khiển động cơ quay một chiều không hãm



Hình 3.10 Sơ đồ mạch điều khiển động cơ quay một chiều không hãm

Khi nhấn nút ON, cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K có điện, sẽ tác động đóng các tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K, cấp điện cho mạch động lực và mạch điều khiển động cơ làm việc bình thường. Khi buông nút nhấn ON, tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K ở mạch điều khiển đóng lại duy trì cho Công tắc tơ K hoạt động.

Khi nhấn nút OFF, sẽ cắt điện cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K, khiến các tiếp điểm của Công tắc tơ K trở về trạng thái ban đầu. Tất cả tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K ở mạch động lực và mạch điều khiển mở ra, làm mất điện cung cấp cho động cơ, động cơ ngừng hoạt động.

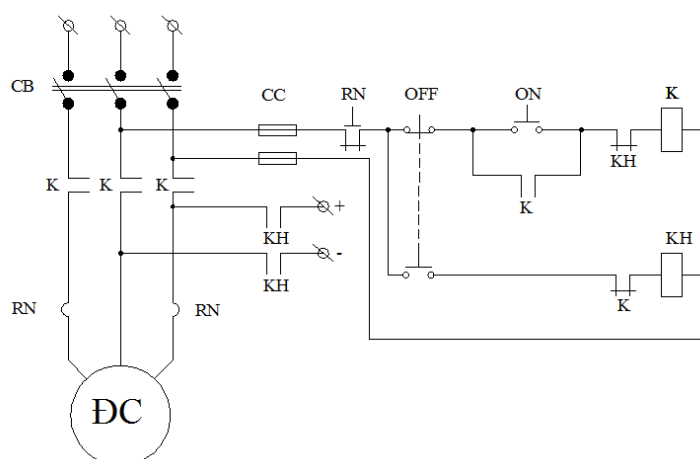
Động cơ được bảo vệ quá tải bởi Rơ le nhiệt RN, khi động cơ bị quá tải sau một khoảng thời gian nhất định, băng kép trong Rơ le nhiệt sẽ tác động làm cho tiếp điểm thường đóng có phục hồi mở ra cắt điện cung cấp cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K, mạch điều khiển ngừng hoạt động, dẫn tới động cơ cũng ngừng hoạt động. Sau khi xử lý sự cố, phải nhấn Nút nhấn phục hồi trên Rơ le nhiệt RN để phục hồi thì mới mở máy được. Mạch động lực được bảo vệ bằng CB, mạch điều khiển được bảo vệ bởi Cầu chì.

Mạch điều khiển động cơ quay một chiều không hãm được ứng dụng trong mạch điện của các máy mài hai đá.



Hình 3.11 Một số máy mài hai đá thông dụng

3.1.2.2 Mạch điều khiển động cơ quay một chiều có hãm



Hình 3.12 Sơ đồ mạch điều khiển động cơ quay một chiều có hãm

Mạch điều khiển động cơ quay một chiều có hãm được gắn thêm Công tắc tơ KH để cung cấp dòng điện một chiều cho động cơ nhằm mục đích hãm động cơ. Quá trình khởi động động cơ diễn ra tương tự như đối với mạch không hãm.

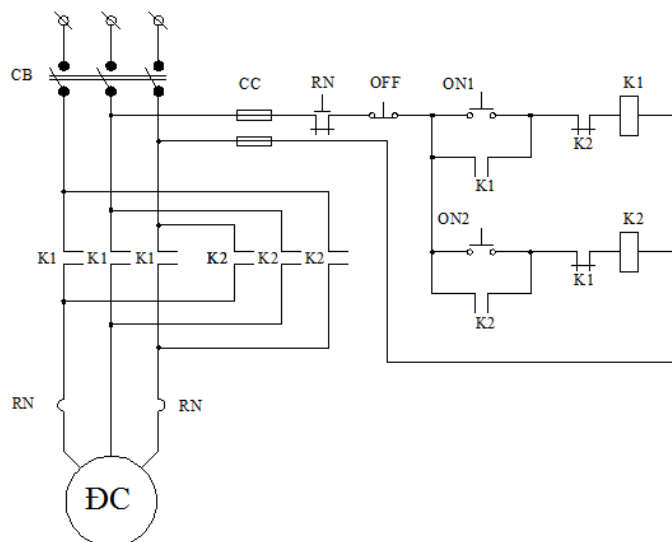
Để tắt động cơ, ta nhấn Nút nhấn OFF, cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K mất điện, khiến tiếp điểm duy trì cho Công tắc tơ K mở ra, Công tắc tơ K ngừng hoạt động. Các tiếp điểm thường đóng của Công tắc tơ K sẽ trở về trạng thái ban đầu để cung cấp điện cho Công tắc tơ KH hoạt động. Khi Công tắc tơ KH hoạt động, sẽ mở các tiếp điểm thường đóng, đóng các tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ KH, khóa lần cho Công tắc tơ K, đồng thời cung cấp điện áp một chiều cho động cơ. Động cơ sẽ được hãm động năng.

Hệ thống bảo vệ cho động cơ, mạch động lực và mạch điều khiển tương tự như đối với mạch điều khiển động cơ quay một chiều không hãm.

3.2.2 Mạch điều khiển động cơ quay 2 chiều

3.2.2.1. Mạch điều khiển động cơ quay hai chiều không liên động

a. Mạch điều khiển động cơ quay hai chiều không liên động, không hãm



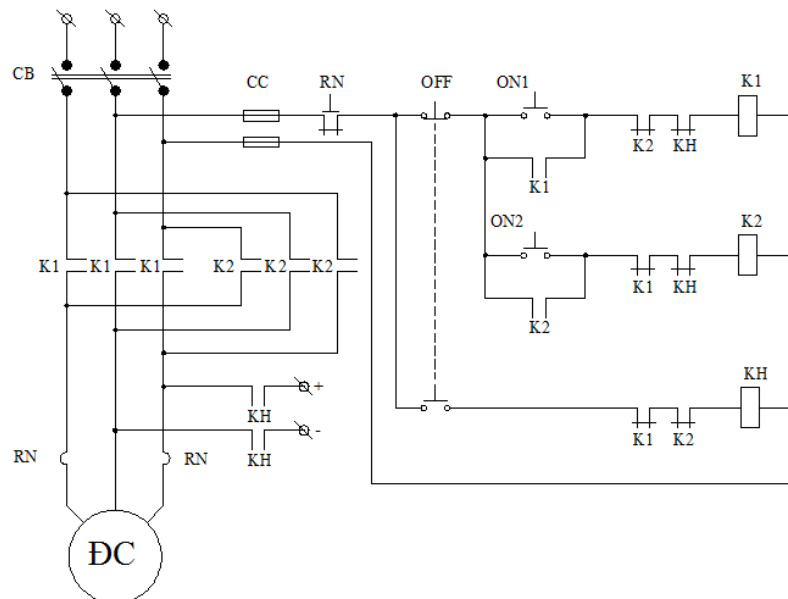
Hình 3.13 Sơ đồ mạch điều khiển động cơ quay hai chiều không liên động, không hãm.

Muốn động cơ chạy chiều thuận, ta nhấn Nút nhấn ON1, cuộn hút của Công tắc tơ K1 có điện, sẽ tác động đóng các tiếp điểm thường mở và mở các tiếp điểm thường đóng của Công tắc tơ K1, khoá lần cho Công tắc tơ K2, đồng thời cung cấp điện cho mạch động lực động cơ quay chiều thuận và mạch điều khiển động cơ làm việc bình thường. Khi buông Nút nhấn ON1, vì tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 ở mạch điều khiển đã đóng lại nên duy trì cho Công tắc tơ K1 hoạt động.

Muốn động cơ chạy chiều ngược ta phải nhấn Nút nhấn OFF để Công tắc tơ K1 ngưng hoạt động, rồi sau đó nhấn Nút nhấn ON2, cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K2 có điện, sẽ tác động đóng các tiếp điểm thường mở và mở các tiếp điểm thường đóng, khoá lần cho Công tắc tơ K1, đồng thời cung cấp điện cho mạch động lực động cơ quay chiều ngược. Khi buông Nút nhấn ON2, thì tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K2 ở mạch điều khiển đã đóng lại nên duy trì cho Công tắc tơ K2 hoạt động.

Hệ thống bảo vệ cho động cơ, mạch động lực và mạch điều khiển tương tự như đối với các mạch điều khiển động cơ quay một chiều phía trên.

b. Mạch điều khiển động cơ quay hai chiều không liên động, có hãm



Hình 3.14 Sơ đồ mạch điều khiển động cơ quay hai chiều không liên động, có hãm

Ở mạch điều khiển động cơ quay hai chiều không liên động, có hãm, sau khi ta nhấn Nút nhấn ON1 để Công tắc tơ K1 hoạt động và động cơ quay chiều thuận, thì muốn động cơ chạy chiều ngược, đầu tiên ta phải nhấn Nút nhấn OFF rồi sau đó nhấn Nút nhấn ON2.

Khi nhấn Nút nhấn OFF, cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1 mất điện, khiến tiếp điểm duy trì cho Công tắc tơ K1 mở ra. Công tắc tơ K1 ngừng hoạt động, các tiếp điểm thường đóng của công tắc tơ K1 sẽ trở về trạng thái ban đầu để cung cấp điện cho Công tắc tơ KH hoạt động. Khi Công tắc tơ KH hoạt động, sẽ đóng các tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ KH, khóa lần cho Công tắc tơ K1, đồng thời cung cấp điện áp một chiều cho động cơ. Động cơ sẽ được hãm động năng.

Sau đó, nhấn Nút nhấn ON2, cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K2 có điện, sẽ tác động đóng các tiếp điểm thường mở và mở các tiếp điểm thường đóng của Công tắc tơ K2, khóa lần cho công tắc tơ K1 và KH, đồng thời cung cấp điện cho mạch động lực động cơ quay chiều ngược. Khi buông Nút nhấn ON2, thì tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K2 ở mạch điều khiển đã đóng lại nên duy trì cho Công tắc tơ K2 hoạt động.

Nếu muốn tắt động cơ, ta chỉ việc nhấn nút OFF, quá trình hãm cho động cơ sẽ được lặp lại.

Hệ thống bảo vệ cho động cơ, mạch động lực và mạch điều khiển tương tự như đối với các mạch điều khiển ở trên.

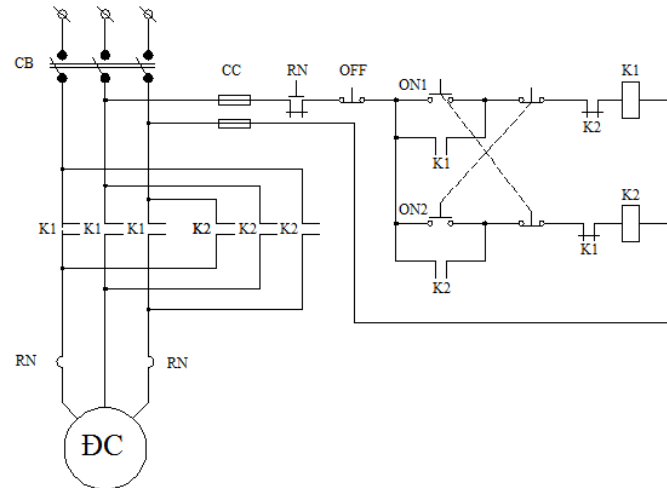
Mạch điều khiển động cơ quay hai chiều không liên động, có hãm được ứng dụng trong mạch điều khiển động cơ trục chính máy phay.



Hình 3.15 Mô hình máy phay công nghiệp

3.2.2.2 Mạch điều khiển động cơ quay hai chiều có liên động

a. Mạch điều khiển động cơ quay hai chiều có liên động, không hãm



Hình 3.16 Sơ đồ mạch điều khiển động cơ quay hai chiều có liên động, không hãm

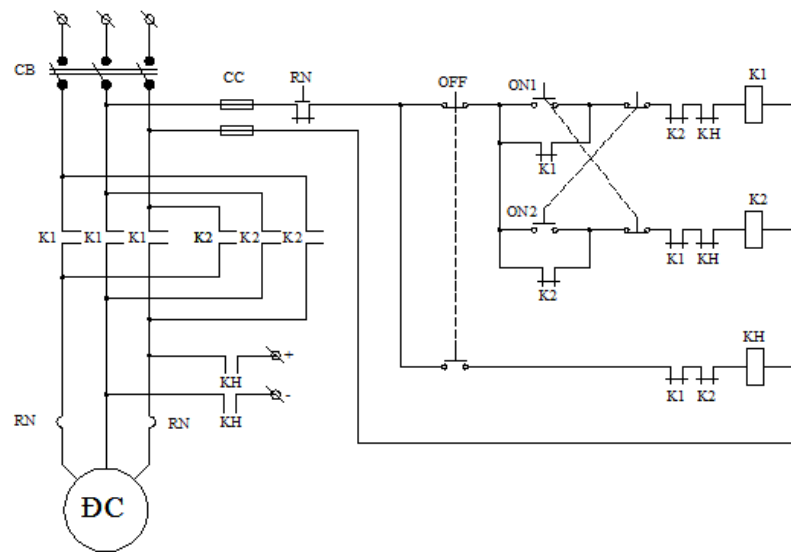
Muốn động cơ chạy chiều thuận, ta nhấn Nút nhấn ON1, tiếp điểm thường mở của Nút nhấn ON1 cung cấp điện cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1. Khi cuộn hút công tắc tơ K1 có điện sẽ tác động đóng các tiếp điểm thường mở và mở các tiếp điểm thường đóng của Công tắc tơ K1, khoá lần cho Công tắc tơ K2, đồng thời cung cấp điện cho mạch động lực động cơ quay chiều thuận và mạch điều khiển động cơ làm việc bình thường. Khi buông Nút nhấn ON1, tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 ở mạch điều khiển đã đóng lại nên duy trì cho Công tắc tơ K1 hoạt động.

Muốn động cơ chạy chiều ngược, ta nhấn Nút nhấn ON2, tiếp điểm thường đóng của Nút nhấn ON2 mở ra ngưng cung cấp điện cho Công tắc tơ K1, các tiếp điểm của Công tắc tơ K1 trả về trạng thái ban đầu, tiếp điểm thường mở của Nút nhấn ON2 cung cấp điện cho cuộn hút điện từ Công tắc tơ K2 có điện. Khi cuộn hút của Công tắc tơ K2 có điện, sẽ tác động đóng các tiếp điểm thường mở, và mở các tiếp điểm thường đóng của Công tắc tơ K2, khoá lần cho Công tắc tơ K1, đồng thời cung cấp điện cho mạch động lực động cơ quay chiều ngược. Khi buông Nút nhấn ON2, tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K2 ở mạch điều khiển đã đóng lại nên duy trì cho cuộn hút của Công tắc tơ K2 có điện.

Khi muốn tắt, ta nhấn Nút nhấn OFF, ngưng cung cấp điện cho cuộn hút Công tắc tơ K2 và cả mạch điều khiển, các tiếp điểm của Công tắc tơ K2 trở về trạng thái ban đầu. Động cơ ngừng hoạt động.

Hệ thống bảo vệ cho động cơ, mạch động lực và mạch điều khiển tương tự như đối với các mạch điều khiển ở trên.

b. Mạch điều khiển động cơ quay hai chiều có liên động, có hãm



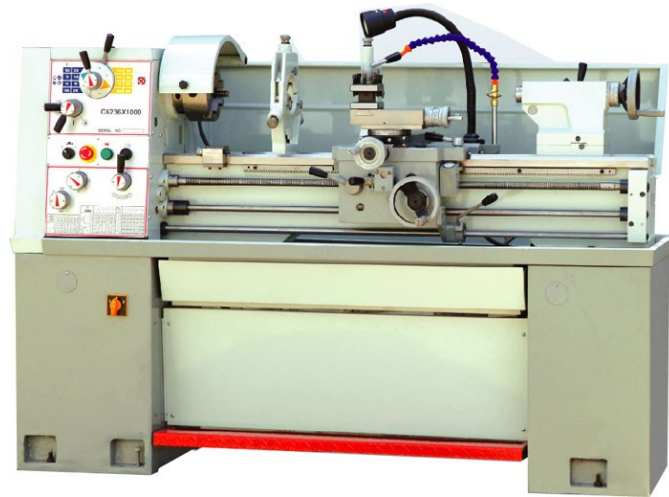
Hình 3.17 Sơ đồ mạch điều khiển động cơ quay hai chiều có liên động, có hãm

Sau khi ta nhấn Nút nhấn ON1 để Công tắc tơ K1 hoạt động và động cơ quay chiều thuận, thì muốn động cơ chạy chiều ngược, ta nhấn Nút nhấn ON2. Tiếp điểm thường đóng của Nút nhấn ON2 mở ra ngưng cung cấp điện cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1, các tiếp điểm của Công tắc tơ K1 trả về trạng thái ban đầu. Tiếp điểm thường mở của Nút nhấn ON2 cung cấp điện cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K2. Khi cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K2 có điện, sẽ tác động đóng các tiếp điểm thường mở và mở các tiếp điểm thường đóng của Công tắc tơ K2, khoá lần cho Công tắc tơ K1, đồng thời cung cấp điện cho mạch động lực động cơ quay chiều ngược. Khi buông Nút nhấn ON2, tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K2 ở mạch điều khiển đã đóng lại nên duy trì cho Công tắc tơ K2 hoạt động.

Khi nhấn Nút nhấn OFF, cuộn hút điện từ của các công tắc tơ K1, K2 mất điện, khiến tiếp điểm duy trì cho các Công tắc tơ mở ra, các Công tắc tơ K1, K2 ngừng hoạt động. Khi các Công tắc tơ K1, K2 ngừng hoạt động, các tiếp điểm thường đóng của các Công tắc tơ K1, K2 sẽ trở về trạng thái ban đầu để cung cấp điện cho công tắc tơ KH hoạt động. Khi công tắc tơ KH hoạt động, sẽ mở các tiếp điểm thường đóng, đóng các tiếp điểm thường mở của công tắc tơ KH, khoá lần cho công tắc tơ K1, K2 đồng thời cung cấp điện áp một chiều cho động cơ, động cơ sẽ được hãm động năng.

Hệ thống bảo vệ cho động cơ, mạch động lực và mạch điều khiển tương tự như đối với các mạch điều khiển ở trên.

Mạch điều khiển động cơ quay hai chiều có liên động, có hãm được ứng dụng trang bị cho nhóm máy tiện.

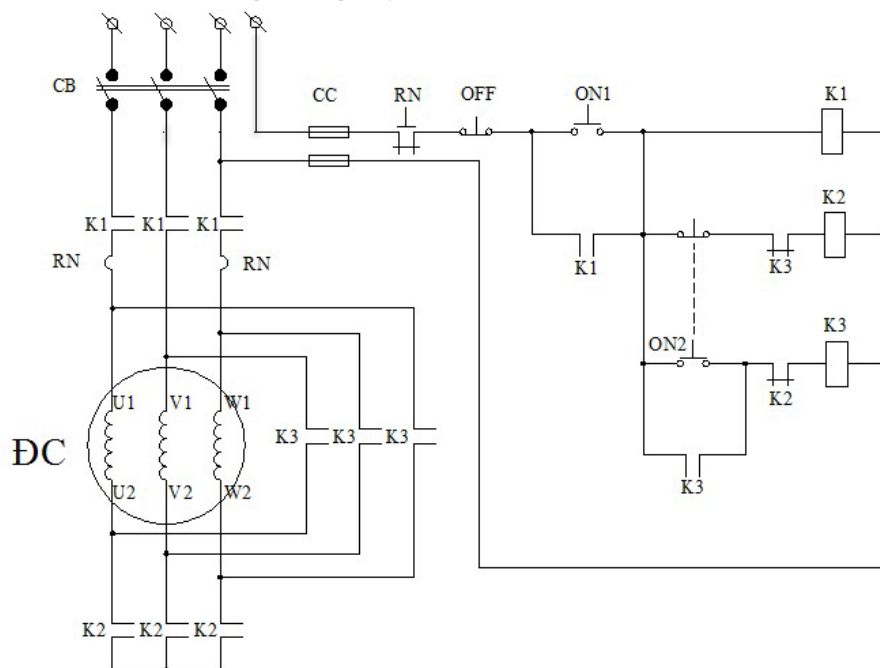


Hình 3.18 Mô hình máy tiện công nghiệp

3.3 Các mạch điều khiển động cơ mở máy gián tiếp

3.3.1 Mạch khởi động sao – tam giác

3.3.1.1 Mạch khởi động bằng tay



Hình 3.19 Sơ đồ mạch khởi động sao – tam giác bằng tay

Sơ đồ này chỉ áp dụng cho động cơ làm việc bình thường ở chế độ Δ .

Động cơ mở máy ở chế độ sao - tam giác (Star – delta connection) với điện áp đặt vào các cuộn dây Sta to giảm đi $\sqrt{3}$ lần so với điện áp định mức.

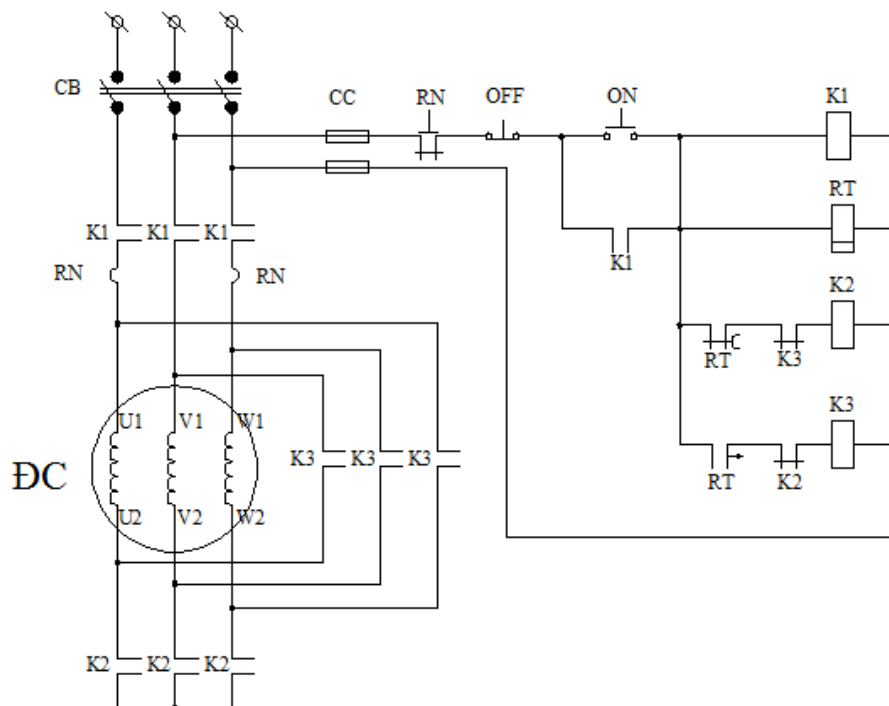
Khi nhấn Nút nhấn ON1, dòng điện sẽ đi vào cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1. Khi cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1 có điện sẽ mở các tiếp điểm thường đóng, đóng các tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1, cung cấp điện cho động cơ.

Khi buông Nút nhấn ON1, do tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 đã đóng nên duy trì cho Công tắc tơ K1 hoạt động, đồng thời dòng điện cũng được cung cấp cho Công tắc tơ K2 qua tiếp điểm thường đóng của Nút nhấn ON2. Khi Công tắc tơ K2 hoạt động, sẽ mở các tiếp điểm thường đóng, đóng các tiếp điểm thường mở của công tắc tơ K2, động cơ được nối ở chế độ sao (Y).

Sau một khoảng thời gian ta nhấn Nút nhấn ON2, tiếp điểm thường đóng của Nút nhấn ON2 mở ra, cắt điện cung cấp cho cuộn hút của Công tắc tơ K2, sẽ khiến các tiếp điểm của Công tắc tơ K2 trở về trạng thái ban đầu, đồng thời cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K3 được cung cấp điện, sẽ mở các tiếp điểm thường đóng, đóng các tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K3, khóa lần cho Công tắc tơ K2, động cơ được nối ở chế độ tam giác (Δ).

Động cơ được bảo vệ quá tải bởi Rơ le nhiệt RN, khi động cơ bị quá tải sau một khoảng thời gian nhất định, bằng kẹp trong Rơ le nhiệt sẽ tác động làm cho tiếp điểm thường đóng có phục hồi mở ra cắt điện cung cấp cho cuộn hút điện từ của các Công tắc tơ, mạch điều khiển ngừng hoạt động, dẫn tới động cơ cũng ngừng hoạt động. Sau khi xử lý sự cố, phải nhấn Nút nhấn phục hồi trên Rơ le nhiệt RN để phục hồi thì mới mở máy được. Mạch động lực được bảo vệ bằng CB, mạch điều khiển được bảo vệ bởi Cầu chì.

3.3.1.2 Mạch khởi động tự động



Hình 3.20 Sơ đồ mạch khởi động sao – tam giác tự động

Khi ta nhấn Nút nhấn ON, dòng điện được cung cấp cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1, các tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 đóng lại, đồng thời cung cấp điện cho Rơ le thời gian RT và cuộn hút điện từ Công tắc tơ K2. Động cơ

được cấp điện và hoạt động ở chế độ sao (Y). Sau một khoảng thời gian thiết lập trước thì tiếp điểm thường đóng mở chậm - đóng nhanh của Rơ le thời gian RT mở ra, ngắt điện cung cấp cho K2 và tiếp điểm thường mở đóng chậm – mở nhanh của Rơ le thời gian RT đóng lại cung cấp điện cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K3 động cơ được chuyển từ chạy sao (Y) sang chạy tam giác (Δ) kết thúc quá trình khởi động, động cơ làm việc bình thường ở chế độ tam giác.

Nếu muốn dừng động cơ thì ta nhấn Nút nhấn OFF ngưng cung cấp điện cho các Công tắc tơ, động cơ mất điện, mạch ngừng hoạt động.

Hệ thống bảo vệ cho động cơ, mạch động lực và mạch điều khiển tương tự như đối với mạch khởi động sao - tam giác bằng tay.



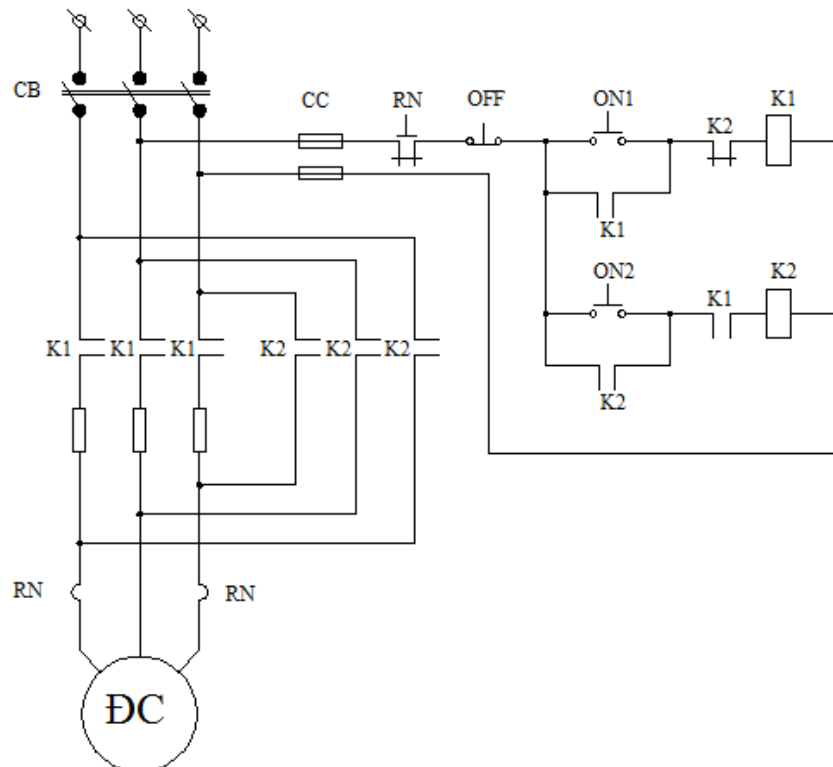
Hình 3.21 Động cơ được nối theo hình sao



Hình 3.22 Động cơ được nối theo hình tam giác

3.3.2 Mạch khởi động bằng điện trở phụ mắc vào Stato

3.3.2.1 Mạch khởi động bằng tay



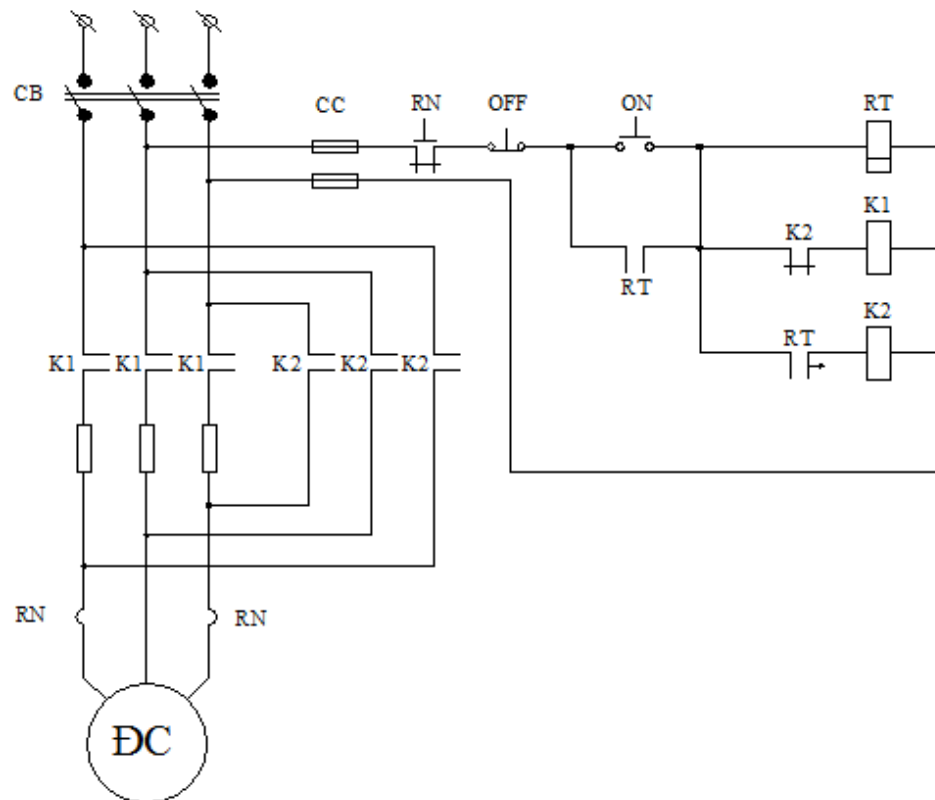
Hình 3.23 Sơ đồ mạch khởi động dùng điện trở phụ mắc vào stato bằng tay

Khi nhấn nút Nút nhấn ON1, cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1 có điện, sẽ tác động đóng các tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 ở mạch động lực để nối mạch Sta to của động cơ vào lưới điện qua điện trở phụ R. Động cơ mở máy qua điện trở.

Sau khoảng thời gian Δt , ta nhấn Nút nhấn ON2 để cung cấp điện cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K2. Khi công tắc tơ K2 hoạt động sẽ nối mạch Sta to của động cơ trực tiếp vào lưới điện, đồng thời mở tiếp điểm thường đóng của Công tắc tơ K2 để ngắt điện cho Công tắc tơ K1. Động cơ làm việc ở chế độ bình thường. Quá trình mở máy kết thúc.

Hệ thống bảo vệ cho động cơ, mạch động lực và mạch điều khiển tương tự như đối với mạch khởi động ở trên.

3.3.2.2 Mạch khởi động tự động



Hình 3.24 Sơ đồ mạch khởi động dùng điện trở phụ mắc vào Stato tự động

Khi nhấn Nút nhấn ON, Rơ le thời gian RT được cấp điện, đồng thời nhờ tiếp điểm thường mở của Rơ le RT, cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1 cũng có điện, sẽ đóng các tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 ở mạch động lực, nối mạch Sta to của động cơ vào lưới điện qua điện trở R. Động cơ mở máy qua điện trở.

Sau một khoảng thời gian Δt đã chỉnh định, tiếp điểm thường mở đóng chậm của Rơ le thời gian RT đóng lại cung cấp điện cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K2. Khi công tắc tơ K2 có điện sẽ nối mạch Sta to của động cơ trực tiếp vào lưới điện, đồng thời tiếp điểm thường đóng của Công tắc tơ K2 sẽ mở ra, ngắt điện cung

cấp cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K, Công tắc tơ K1 ngừng hoạt động. Động cơ làm việc ở chế độ bình thường. Quá trình mở máy kết thúc.

Hệ thống bảo vệ cho động cơ, mạch động lực và mạch điều khiển tương tự như đối với mạch khởi động ở trên.

CÂU HỎI ÔN TẬP

Câu 1: Sinh viên hãy cho biết ứng dụng của các mạch điều khiển cơ bản ?

Câu 2: Thế nào là mạch hoạt động luân phiên, có mấy loại mạch luân phiên được sử dụng trong thực tế ?

Câu 3: Thế nào là mạch hoạt động trình tự, có mấy loại mạch trình tự được sử dụng trong thực tế ?

Câu 4: Sinh viên hãy vẽ mạch điều khiển 3 Công tắc tơ K1, K2, K3 hoạt động độc lập ?

Câu 5: Sinh viên hãy vẽ mạch điều khiển 3 Công tắc tơ K1, K2, K3 hoạt động trình tự theo thứ tự K1 hoạt động trước rồi K2 hoạt động và cuối cùng K3 hoạt động ?

Câu 6: Trình bày sơ đồ nguyên lý của mạch điều khiển động cơ quay hai chiều, có hãm ?

Câu 7: Sinh viên hãy tìm ứng dụng trong thực tế của các mạch khởi động gián tiếp và khởi động trực tiếp ?

CHƯƠNG 4. TRANG BỊ ĐIỆN TRONG MÁY CẮT KIM LOẠI

Giới thiệu:

Chương này trình bày cấu tạo, nguyên lý hoạt động của các mạch điều khiển sử dụng trong các nhóm máy cắt kim loại thông dụng như máy tiện, máy phay

Mục tiêu:

Sau khi học xong bài này sinh viên phải:

- + Giải thích được nguyên lý hoạt động các mạch điều khiển sử dụng trong máy tiện
- + Thiết kế được cấu trúc, sơ đồ các mạch điều khiển sử dụng trong máy tiện
- + Giải thích được nguyên lý hoạt động các mạch điều khiển sử dụng trong máy phay
- + Thiết kế được cấu trúc, sơ đồ các mạch điều khiển sử dụng trong máy phay

Nội dung chính:

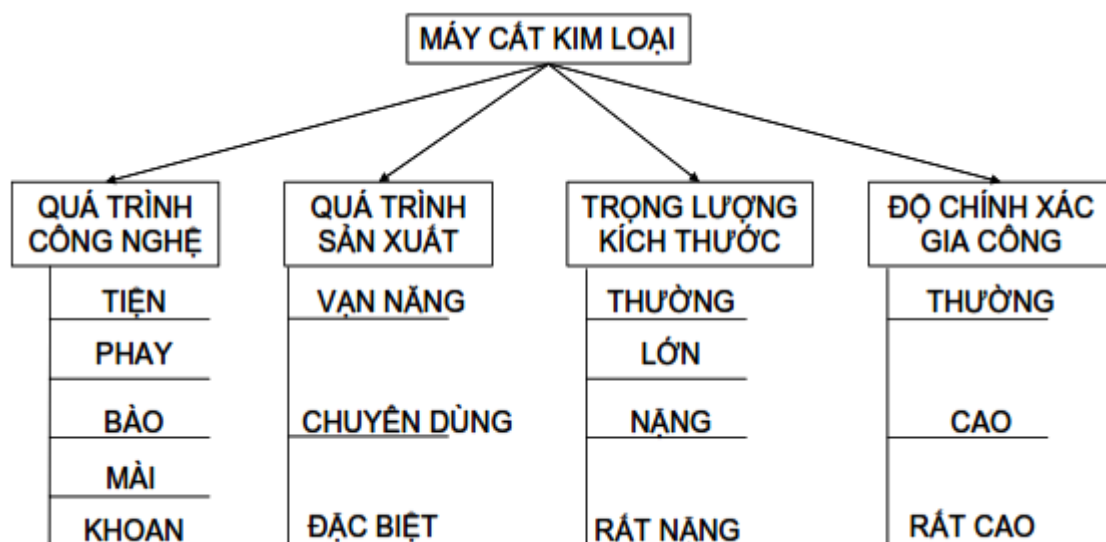
4.1 Giới thiệu chung

4.1.1 Phân loại máy cắt kim loại

Máy cắt kim loại được dùng để gia công các chi tiết kim loại bằng cách cắt bớt các lớp kim loại thừa, để sau khi gia công có hình dáng gần đúng yêu cầu (gia công thô) hoặc thoả mãn hoàn toàn yêu cầu đặt hàng với độ chính xác nhất định về kích thước và độ bóng cần thiết của bề mặt gia công (gia công tinh).

Máy cắt kim loại theo số lượng và chủng loại chiếm vị trí hàng đầu trong tất cả các máy công nghiệp.

Máy cắt kim loại gồm nhiều chủng loại và rất đa dạng trong từng nhóm máy, nhưng có thể phân loại chúng dựa trên các đặc điểm sau:



Hình 4.1 Bảng phân loại nhóm máy cắt kim loại

Tùy thuộc vào quá trình công nghệ đặc trưng bởi phương pháp gia công, dạng dao, đặc tính chuyển động v.v..., các máy cắt được chia thành các máy cơ bản: tiện, phay; bào, khoan – doa, mài và các nhóm máy khác như gia công răng, ren vít ...

Theo đặc điểm của quá trình sản xuất, có thể chia thành các máy vạn năng, chuyên dùng và đặc biệt. Máy vạn năng là các máy có thể thực hiện được các phương pháp gia công khác nhau như tiện, khoan, gia công răng v.v... để gia công các chi tiết khác nhau về hình dạng và kích thước. Các máy chuyên dùng là các máy để gia công các chi tiết có cùng hình dáng nhưng có kích thước khác nhau. Máy đặc biệt là các máy chỉ thực hiện gia công các chi tiết có cùng hình dáng và kích thước.

4.1.2 Các chuyển động và các dạng gia công điển hình trên máy cắt kim loại

Trên MCKL, có hai loại chuyển động chủ yếu: chuyển động cơ bản và chuyển động phụ. Chuyển động cơ bản là chuyển động tương đối của dao cắt so với phôi để đảm bảo quá trình cắt gọt. Chuyển động này chia ra: chuyển động chính và chuyển động chạy dao

Chuyển động chính (chuyển động làm việc) là chuyển động thực hiện quá trình cắt gọt kim loại bằng dao cắt.

Chuyển động chạy dao là các chuyển động xê dịch của dao hoặc phôi để tạo ra một lớp phôi mới.

Chuyển động phụ là những chuyển động không liên quan trực tiếp đến quá trình cắt gọt, chúng cần thiết khi chuẩn bị gia công, nâng cao hiệu suất và chất lượng gia công, hiệu chỉnh máy v.v... Ví dụ như di chuyển nhanh bàn hoặc phôi trong máy tiện, nối siết xà trên trụ trong máy khoan cần, nâng hạ xà trong dao trong máy bào giường, bơm dầu của hệ thống bôi trơn, bơm nước làm mát v.v...

Các chuyển động chính, chạy dao có thể là chuyển động quay hoặc chuyển động tịnh tiến của dao hoặc phôi.

Trên hình phía dưới biểu diễn các dạng gia công điển hình được thực hiện trên các MCKL.

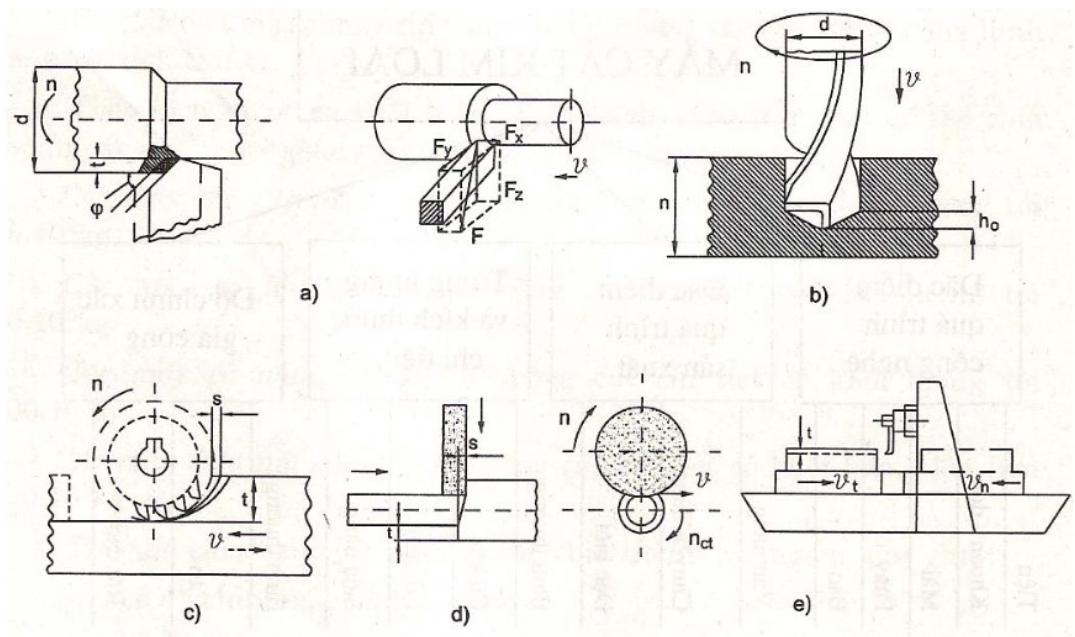
- Gia công trên máy tiện (hình a): n - tốc độ quay của chi tiết (chuyển động chính); v - vận tốc xê dịch của dao cắt vào chi tiết (chuyển động chạy dao).

- Gia công trên máy khoan (hình b): n - tốc độ quay của mũi khoan (chuyển động chính); v - chuyển động tịnh tiến của mũi khoan vào chi tiết (chuyển động chạy dao).

- Gia công trên máy phay (hình c): n - tốc độ quay của dao phay (chuyển động chính); v - chuyển động tịnh tiến của phôi (chuyển động chạy dao).

- Gia công trên máy mài tròn ngoài (hình d): n - tốc độ quay của đá mài (chuyển động chính); v - chuyển động tịnh tiến của đá mài vào chi tiết (chuyển động chạy dao).

- Gia công trên máy bào giường (hình e): chuyển động quay lại của bàn (chuyển động chính), chuyển động di chuyển của dao theo chiều ngang của bàn (chuyển động chạy dao).



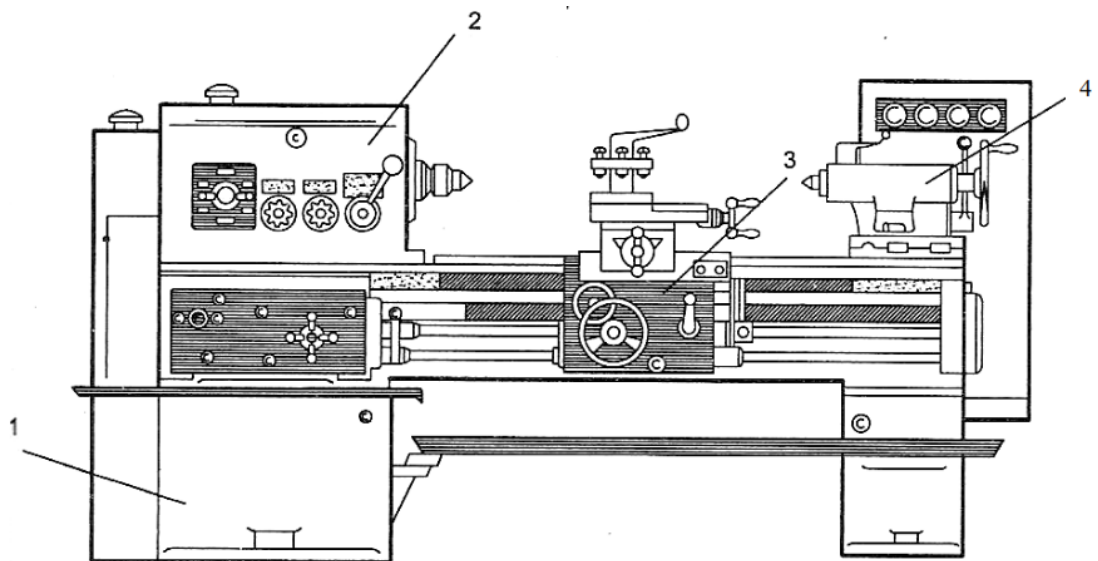
Hình: Các dạng gia công kim loại trên các máy cắt kim loại a) Tiện b) Khoan c) Phay d) Mài e) Bào

Hình 4.2 Các chuyển động chạy dao trên máy cắt kim loại

4.2 Trang bị điện trong máy tiện

4.2.1 Đặc điểm công nghệ

Nhóm máy tiện rất đa dạng, gồm các máy tiện đơn giản, máy tiện vạn năng, chuyên dùng, máy tiện đứng... Trên máy tiện có thể thực hiện được nhiều công nghệ tiện khác nhau: tiện trụ ngoài, tiện trụ trong, tiện mặt đầu, tiện côn, tiện định hình. Trên máy tiện cũng có thể thực hiện doa, khoan và tiện ren bằng các dao cắt, dao doa, tarô ren... Kích thước gia công trên máy tiện có thể từ cỡ vài mili đến hàng chục mét

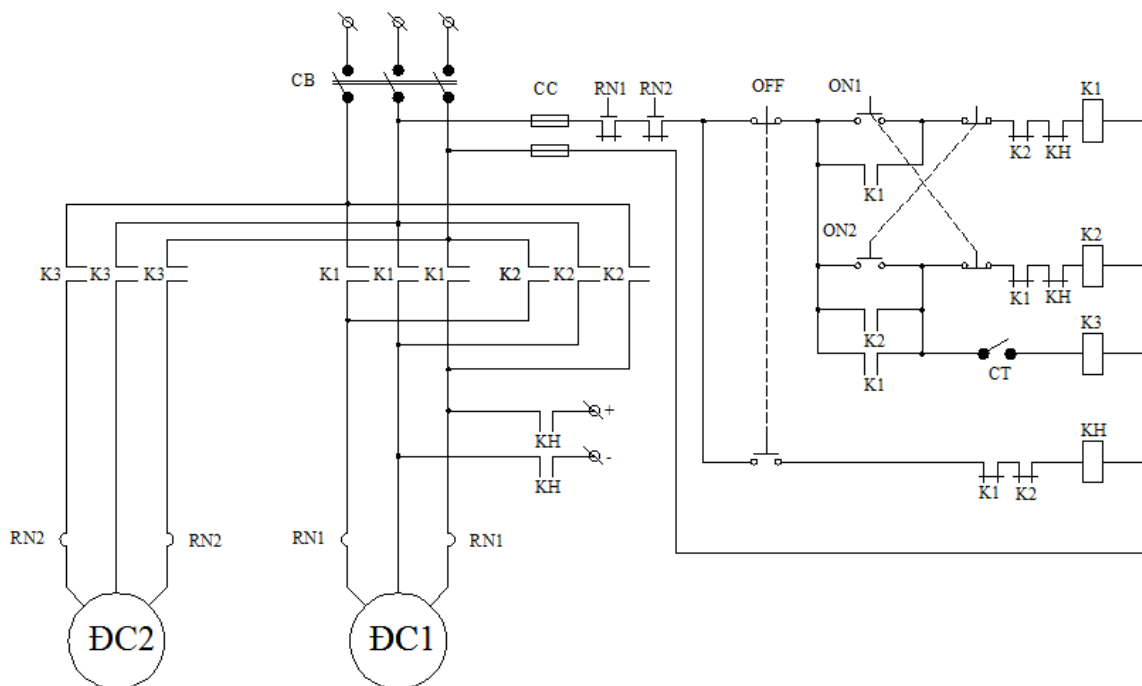


Hình 4.3 Hình dạng bên ngoài máy tiện

Dạng bên ngoài của máy tiện như hình trên. Trên thân máy 1 đặt ụ trước 2, trong đó có trục chính quay chi tiết. Trên gờ trượt đặt bàn dao 3 và ụ sau 4. Bàn dao thực hiện sự di chuyển dao cắt dọc và ngang so với chi tiết. Ở ụ sau đặt mũi chống tâm dùng để giữ chặt chi tiết dài trong quá trình gia công, hoặc để gá mũi khoan, mũi doa khi khoan, doa chi tiết.

Ở máy tiện, chuyển động quay chi tiết với tốc độ góc ω là chuyển động chính, chuyển động di chuyển của dao 2 là chuyển động ăn dao. Chuyển động ăn dao có thể là ăn dao dọc, nếu dao di chuyển dọc chi tiết (tiện dọc) hoặc ăn dao ngang, nếu dao di chuyển ngang (hướng kính) chi tiết. Chuyển động phụ gồm có xiết nới xả, trụ, di chuyển nhanh của dao, bơm nước

4.2.2 Sơ đồ mạch máy



Hình 4.4 Sơ đồ mạch điều khiển máy tiện

4.2.3 Nguyên lý làm việc

Nhóm máy tiện thông thường sử dụng mạch điều khiển động cơ quay hai chiều có liên động, có hãm và có thêm một động cơ bơm nước.

Mạch điều khiển trong nhóm máy tiện điều khiển động cơ trục chính (ĐC1) và động cơ máy bơm nước (ĐC2) theo trình tự. Động cơ trục chính là động cơ có thể đảo chiều quay liên động sẽ hoạt động trước động cơ máy bơm nước.

Sau khi nhấn Nút nhấn ON1 để điều khiển động cơ ĐC1 quay chiều thuận hoặc nhấn Nút nhấn ON2 để điều khiển động cơ ĐC1 quay chiều nghịch, thì các Công tắc tơ K1 hoặc K2 sẽ hoạt động, các tiếp điểm thường mở của các Công tắc tơ K1 hoặc K2 gắn phía trước Công tắc CT sẽ đóng lại. Lúc này ta mới có thể mở động cơ ĐC3 thông qua công tắc CT.

Khi nhấn Nút nhấn OFF thì cả hai động cơ ngừng hoạt động, đồng thời cung cấp điện áp một chiều để hãm động năng động cơ trực chính qua Công tắc tơ KH.

Các động cơ được bảo vệ quá tải bởi Rơ le nhiệt RN1 và RN2, khi động cơ bị quá tải sau một khoảng thời gian nhất định, băng kép trong Rơ le nhiệt sẽ tác động làm cho tiếp điểm thường đóng có phục hồi mở ra cắt điện cung cấp cho cuộn hút điện từ của các Công tắc tơ, mạch điều khiển ngừng hoạt động, dẫn tới động cơ cũng ngừng hoạt động. Sau khi xử lý sự cố, phải nhấn Nút nhấn phục hồi trên Rơ le nhiệt RN để phục hồi thì mới mở máy được. Mạch động lực được bảo vệ bằng CB, mạch điều khiển được bảo vệ bởi Cầu chì.

4.3 Trang bị điện trong máy phay

4.3.1 Đặc điểm công nghệ

Hiện nay phay là phương pháp gia công rất phổ biến, có khả năng công nghệ rất rộng rãi. Phay không những gia công được mặt phẳng mà còn gia công được các mặt định hình khác. Trong sản xuất loạt lớn, hàng khối phay gần như thay thế được cho bào và một phần lớn cho xọc. Nguyên nhân chủ yếu vì dao phay có nhiều lưỡi cắt cùng làm việc, tốc độ phay lại cao hơn bào, đồng thời có thể thực hiện nhiều biện pháp công nghệ để nâng cao năng suất.

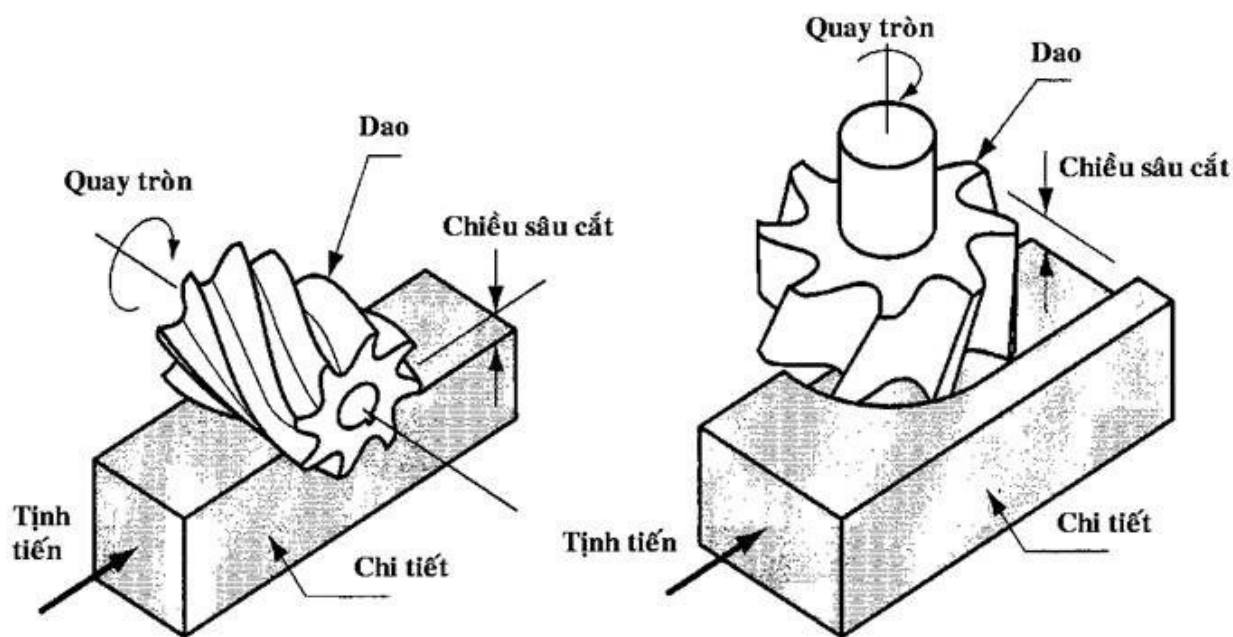
Phay được thực hiện trên các kiểu máy phay như máy phay vạn năng nằm ngang hoặc đứng.... Trong sản xuất loạt lớn còn thực hiện trên máy phay nhiều trục, máy phay có bàn quay, máy phay chuyên dụng... Khi gia công các chi tiết lớn như thân máy, các chi tiết dạng hộp có kích lớn... còn dùng máy phay giường.

Dao phay có nhiều loại: dao phay mặt đầu, dao phay trụ, dao phay đĩa (một, hai hoặc ba mặt), dao phay ngón, dao phay định hình...

Tuỳ theo kết cấu của dao phay, kiểu máy phay sử dụng, người công nghệ có thể gia công được nhiều dạng bề mặt khác nhau bằng các phương pháp khác nhau:

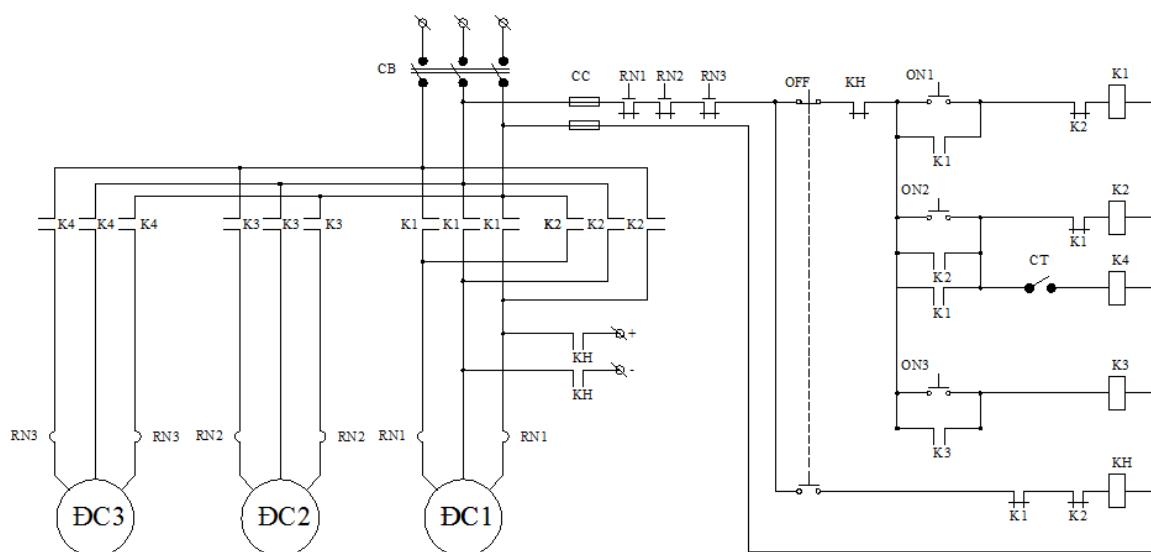
- Phay mặt phẳng
- Phay rãnh then và theo hoa
- Phay rãnh xoắn và phay ren
- Phay các bề mặt định hình

...



Hình 4.5 Các dạng chuyển động chạy dao trên máy phay

4.3.2 Sơ đồ mạch máy



Hình 4.6 Sơ đồ mạch máy phay

4.3.3 Nguyên lý làm việc

Nhóm máy phay thông thường bao gồm 3 động cơ: động cơ chính (ĐC1) được điều khiển chủ yếu bằng mạch đảo chiều quay liên động có hãm, động cơ bàn máy (ĐC2) và động cơ bơm nước (ĐC3). Mạch trên hình vẽ có nguyên lý hoạt động như sau

Nhấn Nút nhấn ON1 dòng điện qua tiếp điểm thường đóng của Công tắc tơ K2 cấp nguồn cho cuộn hút điện từ của Công tắc tơ K1 hoạt động. Khi đó các tiếp điểm

thường đóng của Công tắc tơ K1 mở ra khoá chéo nguồn cung cấp cho Công tắc tơ K2, tiếp điểm thường mở của Công tắc tơ K1 đóng lại duy trì cho động cơ ĐC1 quay theo chiều thuận.

Muốn đảo chiều quay của động cơ trục chính, ta phải nhấn nút OFF để tắt động cơ rồi mới nhấn nút ON2 để đảo chiều quay.

Động cơ bơm nước (ĐC3) hoạt động thông qua công tắc CT sau khi động cơ ĐC1 hoạt động.

Nhấn Nút nhấn ON3 để điều khiển động cơ chạy bàn máy (ĐC2), động cơ chạy bàn máy hoạt động độc lập với động cơ trục chính.

Khi nhấn nút OFF, sẽ ngắt nguồn toàn bộ mạch điều khiển, mạch động lực không hoạt động, động cơ cũng ngưng hoạt động. Đồng thời tiếp điểm thường mở của Nút nhấn OFF sẽ đóng lại cấp nguồn cho Công tắc tơ KH hoạt động. Khi Công tắc tơ KH hoạt động sẽ cấp nguồn DC vào hai pha bất kỳ làm cho động cơ chính bị hãm lại một cách nhanh chóng. Sau khi buông Nút nhấn OFF ra thì trạng thái hãm sẽ chấm dứt. Động cơ bơm nước không có chế độ hãm. Hệ thống bảo vệ cho động cơ, mạch động lực và mạch điều khiển tương tự như đối với các mạch điều khiển ở trên.

CÂU HỎI ÔN TẬP

Câu 1: Sinh viên hãy giải thích nguyên lý hoạt động các mạch điều khiển sử dụng trong máy tiện ?

Câu 2: Sinh viên hãy giải thích nguyên lý hoạt động các mạch điều khiển sử dụng trong máy phay ?

Câu 3: Nhóm sinh viên hãy tự tìm hiểu cấu trúc mạch điều khiển máy tiện vạn năng T616 ?

Câu 4: Nhóm sinh viên hãy tự tìm hiểu cấu trúc mạch điều khiển máy phay vạn năng 6P82 ?

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Giáo trình Trang bị điện trong máy cắt kim loại, Khoa Công nghệ Cơ khí, Trường Cao đẳng kỹ thuật Lý Tự Trọng TP. HCM, 2016.
- [2] Trang bị điện trong máy cắt kim loại, Nguyễn Ngọc Cẩn. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP. HCM, 2001.
- [3] Giáo trình Khí cụ điện – Trang bị điện, Nguyễn Minh Hương. Nhà xuất bản Hà Nội, 2007
- [4] Kỹ thuật điều khiển động cơ điện, Vũ Quang Hồi, NXB Giáo Dục, 2002.
- [5] Giáo trình Điện cơ bản, Khoa Điện-Điện tử, Trường Cao đẳng kỹ thuật Lý Tự Trọng TP. HCM, 2016.
- [6] Giáo trình Điện tử cơ bản, Khoa Điện-Điện tử, Trường Cao đẳng kỹ thuật Lý Tự Trọng TP. HCM, 2016.
- [7] Handbook of Electrical Motor Control Systems, Eswar. Tata McGraw-Hill Education, 1990.