

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KINH TẾ KỸ THUẬT BÌNH DƯƠNG
A53- Đại lộ Bình Dương-P.Hiệp Thành-TX.Thủ Dầu Một –T.Bình Dương
☎: (0650)822847 – Fax: (0650)825992
Website:<http://www.ktkt.edu.vn>

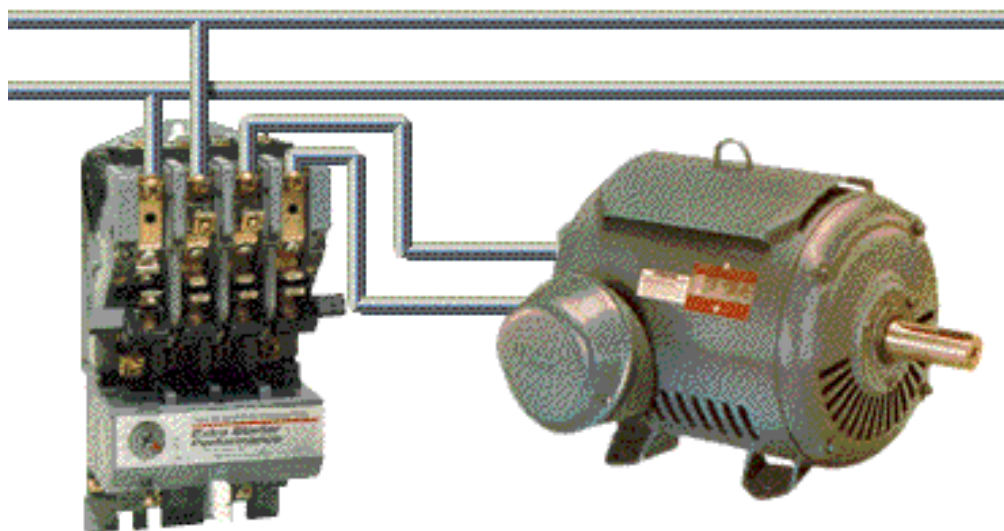
KHOA: KỸ THUẬT- CÔNG NGHỆ

BỘ MÔN ĐIỆN



BÀI GIẢNG MÔN HỌC

TRANG BỊ ĐIỆN



LƯU HÀNH NỘI BỘ

BIÊN SOẠN: THS. MAI VĂN TÁNH
THS. NGUYỄN TƯỜNG DŨNG

BÌNH DƯƠNG 08/2010

MỤC LỤC

Trang

Chương 1: Giới thiệu khí cụ điện điều khiển	1
1.1. Khái niệm chung.....	1
1.2. Cầu chì.....	1
1.3. Nút nhấn	2
1.4. Công tắc hành trình	3
1.5. Cầu dao	4
1.6. Đảo điện.....	5
1.7. Aptomat (CB)	6
1.8. ELCB	8
1.9. Công tắc tơ.....	9
1.10. Bộ bảo vệ quá tải	12
1.11. Rơ le	13
Chương 2: Động cơ điện	21
2.1. Động cơ điện xoay chiều ba pha rotor lồng sóc	21
2.2. Động cơ điện xoay chiều một pha rotor lồng sóc	25
2.3. Động cơ điện một chiều.....	30
2.4. Động cơ bước	33
Chương 3: Điều khiển, bảo vệ và khống chế động cơ điện	37
3.1. Điều khiển động cơ xoay chiều ba pha bằng khởi động từ đơn	37
3.2. Mạch điện mở máy động cơ xoay chiều ba pha có thử nháp	38
3.3. Điều khiển động cơ ba pha tại hai vị trí	39
3.4. Mạch điện mở máy động cơ theo trình tự	39
3.5. Đảo chiều quay động cơ bằng khởi động từ kép	42
3.6. Mạch điện tự động giới hạn hành trình	46
3.7. Mở máy động cơ xoay chiều ba pha.....	47
3.8. Hãm động cơ xoay chiều ba pha.....	51
3.9. Điều khiển động cơ rotor lồng sóc hai tốc độ.....	51
3.10. Bảo vệ động cơ ba pha khi mất pha.....	61
3.11. Bảo vệ động cơ ba pha quá điện áp	
3.12. Bảo vệ động cơ ba pha khi ngược pha.....	
3.13. Bảo vệ động cơ ba pha khi mất pha khi khởi động	
3.14. Bảo vệ động cơ ba pha khi mất điện- khởi động lại	
3.15. Bảo vệ động cơ ba pha mất cân bằng pha	
3.15. Bảo vệ động cơ ba pha thiếu điện thế.....	
3.16. Các sơ đồ điều khiển động cơ điện khác	
Chương 4: Trang bị điện của máy cắt gọt kim loại	65
4.1. Khái niệm về quá trình cắt gọt kim loại	65
4.2. Trang bị điện máy tiện T606	69
4.3. Trang bị điện máy phay	70
4.4. Trang bị điện máy doa	75
4.5. Trang bị điện máy mài	77
4.6. Trang bị điện máy bào	82
Chương 5: Trang bị điện cho máy phát và TBA	65
5.1. Trang bị điện cho MPĐ	65
5.2. Trang bị điện cho MBA.....	69
5.3. Trang bị điện cho TBA.....	70
Chương 6: Quy phạm Trang bị điện	65

CHƯƠNG 1

GIỚI THIỆU KHÍ CỤ ĐIỆN ĐIỀU KHIỂN

1.1. KHÁI NIỆM CHUNG:

Khí cụ điện được sử dụng để thực hiện các quá trình điều khiển trong các máy cắt gọt kim loại như khởi động, hãm, dừng máy, điều chỉnh tốc độ, đảo chiều quay, ... Để thực hiện các quá trình điều khiển đó, khí cụ điện được dùng với nhiều loại khác nhau.

Tùy theo chức năng ta phân chia ra các loại như sau:

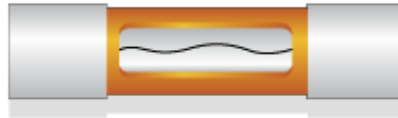
- Khí cụ điều khiển đóng ngắt mạch điện như cầu dao, aptomat (CB), công tắc tơ (contactor), rơ le (relay) điều khiển, ...
- Khí cụ bảo vệ như cầu chì, các loại rơ le bảo vệ.

1.2. CẦU CHÌ (FUSE):

1.2.1. Cấu tạo:

Cầu chì là một loại khí cụ điện dùng để bảo vệ thiết bị điện, lưới điện tránh khỏi tình trạng ngắn mạch. Cầu chì có đặc điểm đơn giản, kích thước bé, khả năng cắt lớn, giá thành hạ.

Cầu chì bao gồm các thành phần sau:



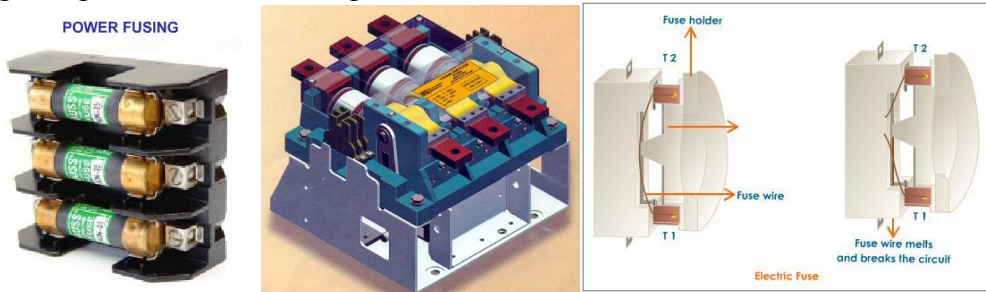
- *Phần tử ngắt mạch:* Đây chính là thành phần chính của cầu chì, phần tử này phải có khả năng tiếp nhận giá trị hiệu dụng của dòng điện qua nó. Phần tử này có giá trị điện trở suất rất bé (thường bằng bạc, đồng, hay các vật liệu dẫn có giá trị điện trở suất nhỏ lân cận với các giá trị nêu trên). Hình dạng của phần tử có thể là dây (tiết diện tròn), băng mỏng, ...

- *Thân của cầu chì:* Thường bằng thủy tinh, ceramic (sứ gốm) hay các vật liệu khác tương đương. Vật liệu tạo thành thân của cầu chì phải đảm bảo được hai tính chất:

- + Có độ bền cơ khí.
- + Có độ bền về điều kiện dẫn nhiệt và chịu đựng được các sự thay đổi đột ngột của nhiệt độ mà không hư hỏng.

- *Vật liệu lấp đầy* (bao bọc quanh phần tử ngắt mạch trong thân cầu chì): Thường bằng vật liệu silicat ở dạng hạt, nó phải có khả năng hấp thu được năng lượng sinh ra do hồ quang và phải đảm bảo tính cách điện khi xảy ra hiện tượng ngắt mạch.

- *Các đầu nối:* Các thành phần này dùng định vị cố định cầu chì trên các thiết bị đóng ngắt mạch, đồng thời phải đảm bảo tính tiếp xúc điện tốt.



1.2.2. Các đặc tính điện của cầu chì:

- *Điện áp định mức (U_{dm}):* là giá trị điện áp hiệu dụng xoay chiều xuất hiện ở 2 đầu cầu chì (khi cầu chì ngắt mạch), tần số của nguồn điện trong phạm vi 48Hz đến 62 Hz.

- *Dòng điện định mức (I_{dm}):* Giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều mà cầu chì có thể tải liên tục thường xuyên.

- *Giá trị dòng điện tối thiểu để ngắt mạch:* Giá trị tối thiểu của dòng điện sự cố có khả năng ngắt mạch một cách chắc chắn.
- *Giá trị dòng điện ngắt mạch danh định:* Giá trị tối đa ước đoán cho dòng điện ngắn mạch có thể làm cầu chì ngắt mạch.

1.2.3. Nguyên lý làm việc:

a. *Trường hợp dòng điện qua cầu chì bằng giá trị dòng định mức (I_{dm}):*

- Năng lượng sinh ra do tác dụng nhiệt trên điện trở của cầu chì, không làm hư hỏng cầu chì.
- Nhiệt độ trên cầu chì cân bằng tại một giá trị nào đó, mà giá trị này không làm lão hóa cầu chì.

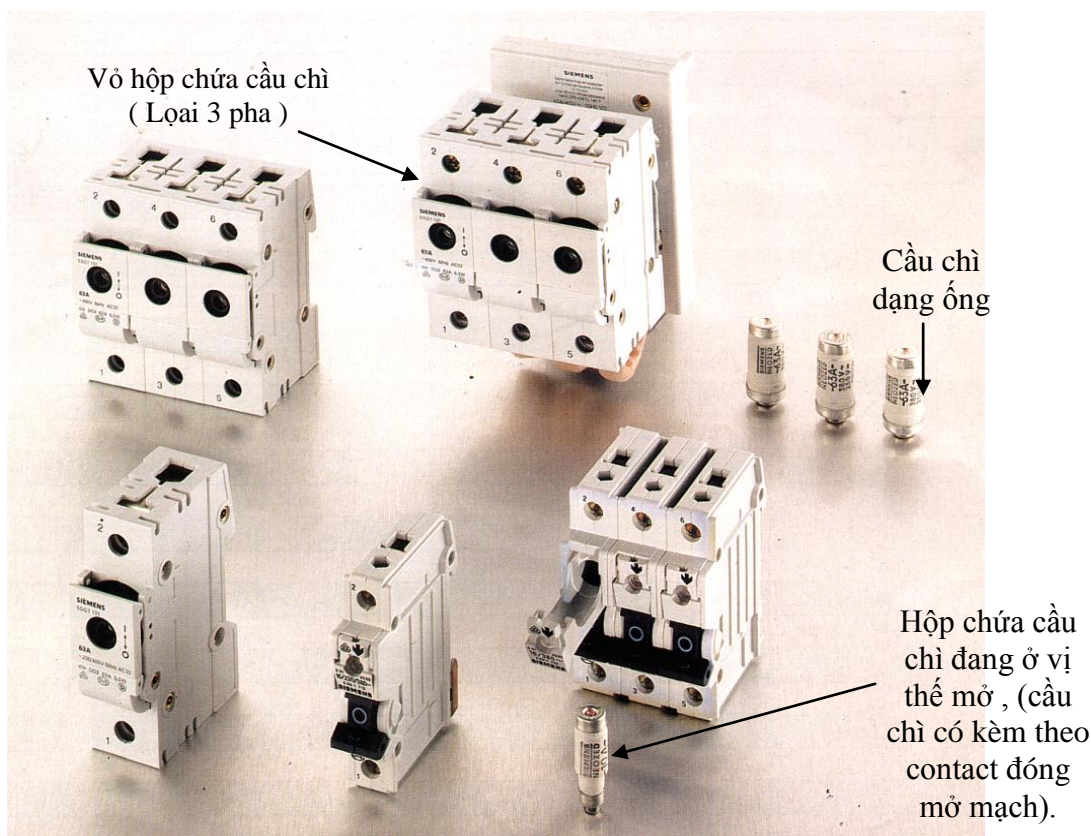
b. *Trường hợp dòng điện ngắn mạch qua cầu chì:* Sự cân bằng trên cầu chì bị phá hủy, nhiệt năng trên cầu chì tăng cao và dẫn đến sự phá hủy cầu chì.

1.2.4. Phân loại, ký hiệu, công dụng:

Cầu chì dùng trong lưới điện hạ thế có nhiều hình dạng khác nhau (hình 1.2), trong sơ đồ nguyên lý ta thường ký hiệu cho cầu chì theo một trong các dạng sau: (hình 1.1).



Hình 1.1. Ký hiệu cầu chì



Hình 1.2. Hình dạng của cầu chì ống và vỏ hộp (cầu chì của hãng SIEMENS).

1.3. NÚT NHẤN (PUSH BUTTON):

1.3.1. Khái quát và công dụng:

Nút nhấn còn được gọi là nút điều khiển, nút bấm. Là một loại khí cụ điện dùng để điều khiển đóng ngắt từ xa các thiết bị điện từ khác nhau, các dụng cụ báo hiệu và các mạch điện điều khiển, tín hiệu, ...

Ở mạch điện một chiều điện áp đến 440V và mạch điện xoay chiều điện áp 500V, tần số 50Hz và 60Hz, nút nhấn được sử dụng thông dụng để khởi động, đảo chiều quay động cơ điện, ... bằng cách nhấn để đóng và ngắt cuộn dây của công tắc tơ (contactor) cấp điện đến động cơ.

Nút nhấn thường được đặt trên bảng điều khiển, tủ điện điều khiển, trên hộp. Nút nhấn được nghiên cứu và chế tạo làm việc trong môi trường không ẩm ướt, không có hơi hóa chất và bụi bẩn. Nút nhấn có tuổi thọ cao, có thể đóng ngắt không tải lên đến hàng triệu lần và đóng ngắt có tải lên đến 200.000 lần. Khi nhấn nút nhấn cần phải thao tác dứt khoát để mở hoặc đóng mạch điện.

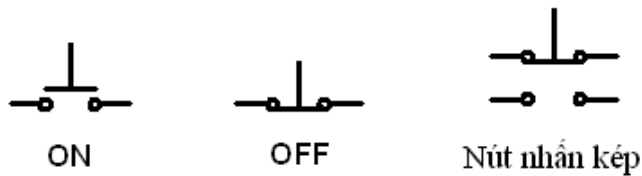
1.3.2. Phân loại và cấu tạo :

Khi điều khiển đóng ngắt công tắc tơ, phải dùng kèm với các loại nút nhấn. Trên sơ đồ nguyên lý của mạch điện, thường có hai dạng nút nhấn.

- Nút nhấn ON (hay START) là dạng thường mở (NO: Normal Open).
- Nút nhấn OFF (hay STOP) là dạng thường đóng (NC: Normal Close).

Khi nút nhấn chỉ có thể thực hiện một chức năng, ta gọi là nút nhấn đơn, còn lại ta có nút nhấn kép.

Các ký hiệu nút nhấn như sau:



Hình 1.3. Ký hiệu nút nhấn

Theo hình dạng bên ngoài, người ta chia nút nhấn ra thành 4 loại:

- Loại hờ
- Loại bảo vệ
- Loại bảo vệ chống nước và chống bụi
- Loại bảo vệ chống nổ.

Theo kết cấu bên trong:

- Nút nhấn có đèn báo.
- Nút nhấn không có đèn báo.
- Nút nhấn kiểu bảo vệ chống nước được đặt trong một hộp kín để tránh nước lọt vào.
- Nút nhấn kiểu bảo vệ chống bụi, nước được đặt trong một vỏ kín để chống ẩm và bụi lọt vào.

- Nút nhấn kiểu chống nổ, có kết cấu như sau: được dùng trong các hầm lò, mỏ than hoặc ở nơi có các khí nổ lẫn trong không khí. Cấu tạo của nó đặc biệt kín để tia lửa không lọt được ra ngoài và đặc biệt vững chắc để không bị phá vỡ khi nổ.



Hình 1.4. Hình dạng của nút nhấn

1.3.4. Các thông số kỹ thuật của nút nhấn :

- U_{dm} : điện áp định mức.
- I_{dm} : dòng điện định mức.

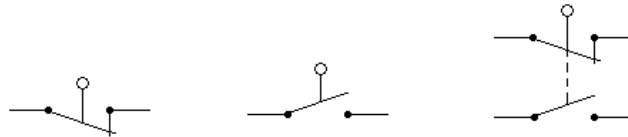
- Trị số điện áp định mức của nút nhấn thường có giá trị: $U_{dm} < 500V$
- Trị số dòng điện định mức của nút nhấn thường có giá trị: $I_{dm} < 5A$
- Tần số đóng ngắt.

1.4. CÔNG TẮC HÀNH TRÌNH (LIMIT SWITCH):

1.4.1. Đặc điểm, ký hiệu và hoạt động:

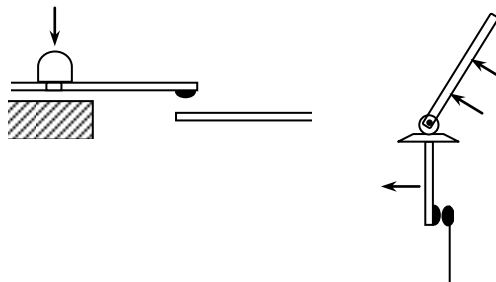
Là một dạng công tắc được đặt trong hành trình (đường đi) của bộ phận máy công tác tại những vị trí thích hợp, công tắc được đóng mở bằng sự tác động cơ học của bộ phận máy di động. Tiếp điểm của công tắc được liên kết với mạch điện điều khiển, nó có tiếp điểm độc lập là thường hở, thường đóng hoặc tiếp điểm kép.

Về kết cấu, công tắc hành trình có hai loại: loại nhấn và quay.



a. Tiếp điểm đóng b. Tiếp điểm mở c. Tiếp điểm kép

Hình 1.5. Ký hiệu công tắc hành trình



a. Loại nhấn

b. Loại xoay

Hình 1.6. Các loại công tắc hành trình

Khi công tắc hành trình bị tác động, các tiếp điểm của nó sẽ thay đổi trạng thái: tiếp điểm thường đóng chuyển sang mở và tiếp điểm thường mở chuyển sang đóng.



Hình 1.7. Hình dạng công tắc hành trình

1.4.2. Phạm vi ứng dụng:

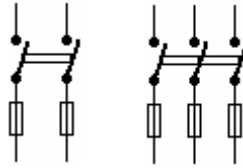
- Công tắc hành trình được dùng để kiểm soát khống chế hành trình làm việc của các máy công cụ như máy phay, máy bào, ...
- Sử dụng trong hệ thống đóng mở cửa dùng động cơ điện tại các cơ quan, công ty và xí nghiệp. Khi cửa mở hoặc cửa đóng hoàn toàn sẽ tác động vào công tắc hành trình để điều khiển khởi động hoặc dừng động cơ điện.
- Ngoài ra, nó còn sử dụng trong hệ thống điện khí nén để điều khiển và kiểm soát hành trình làm việc của piston, ...

1.5. CẦU DAO (KNIFE – SWITCH):

1.5.1. Khái quát và cấu tạo:

Là loại khí cụ điện dùng để đóng ngắt dòng điện bằng tay ở đường dây chính, có dây chì bảo vệ sự cố quá tải hay ngắn mạch.

Cầu dao thường được sản xuất 2 cực hay 3 cực, có cầu chì bảo vệ, phần đế bằng sứ có gắn các cọc nối và dao tiếp điện, phía trên là các phần chắn bằng nhựa PVC để đảm bảo an toàn cho người vận hành.

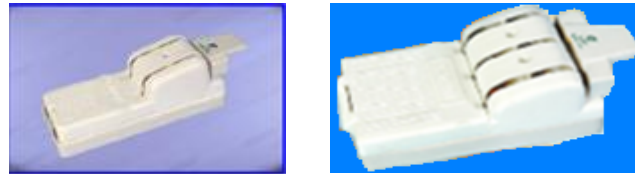


Hình 1.8. Ký hiệu cầu dao 1 pha và 3 pha

Cầu dao có điện áp định mức làm việc từ 500V trở xuống, dòng điện định mức có thể lên đến vài kA.

Để chống hiện tượng phóng hồ quang khi đóng ngắt mạch điện, cầu dao cần phải thực hiện một cách dứt khoát.

Phần chính trong cấu tạo của cầu dao là lưỡi dao và hệ thống kẹp lưỡi thường được làm bằng hợp kim của đồng, ngoài ra bộ phận nối dây cũng làm bằng hợp kim đồng.



Hình 1.9. Hình dạng cầu dao 1 pha và 3 pha

1.5.2. Nguyên lý hoạt động của cầu dao:

Khi đóng, cầu dao sẽ cung cấp dòng điện đến phụ tải. Khi ngắt điện, cầu dao thường phát sinh hồ quang mạnh. Để dập tắt hồ quang cần phải kéo lưỡi dao ra khỏi kẹp nhanh chóng (thao tác nhanh).

Khi ngắt điện, cầu dao thường phát ra hồ quang. Để dập tắt hồ quang cần phải kéo lưỡi dao ra khỏi ngàm kẹp thật nhanh.

1.5.3. Phân loại:

- Theo kết cấu gồm: loại hai cực, ba cực.
- Theo dòng điện định mức: dòng điện định mức của cầu dao được cho trước bởi nhà sản xuất (thường có các loại 10A, 15A, 20A, 25A, 30A, 60A, 75A, 100A, 150A, 200A, 300A, ...)
- Theo vật liệu cách điện: sứ hay nhựa.
- Theo điều kiện bảo vệ: loại có nắp và không có nắp (loại không có nắp được đặt trong hộp hay tủ điều khiển).

Các thông số định mức của cầu dao: Chọn cầu dao theo dòng điện định mức và điện áp định mức.

1.5.4. Điều kiện lựa chọn cầu dao:

- I_{dm} cầu dao $\geq I_{tính toán}$
- U_{dm} cầu dao $\geq U_{mạng điện}$
- Điều kiện làm việc bình thường: $I_{dccc} \geq I_{lvbt}$
- Điều kiện mở máy: $I_{dccc} \geq I_{mm}/\alpha$, với $\alpha = 1,6 \div 2,5$
- Khi mở máy nhẹ: $I_{dccc} \geq I_{mm}/2,5$
- Khi mở máy nặng: $I_{dccc} \geq I_{mm}/1,6 \div 2,0$
- Đối với máy hàn: $I_{DCCC} \geq I_{mm}/1,6$
- Đảm bảo tính chọn lọc của cầu chì: chọn lớn hơn một cấp.

Trong đó các cụm từ viết tắt:

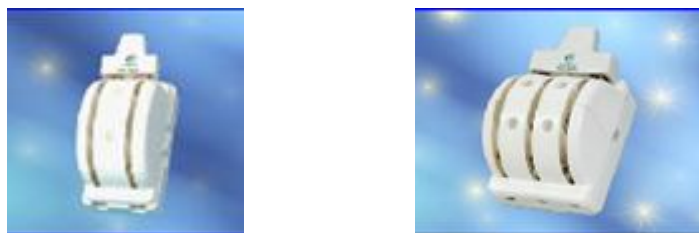
- *dccc*: dây chảy cầu chì, *lvbt*: làm việc bình thường; *mm*: mở máy

1.6. ĐẢO ĐIỆN:

Là loại cầu dao có hai hướng, được sản xuất loại 2 cực hay 3 cực. Đảo điện không có cầu chì bảo vệ, được sử dụng trong trường hợp như lấy điện từ 2 nguồn khác nhau, đảo chiều quay động cơ điện,... Đảo điện có thể được sản xuất chịu tải đến 200A.



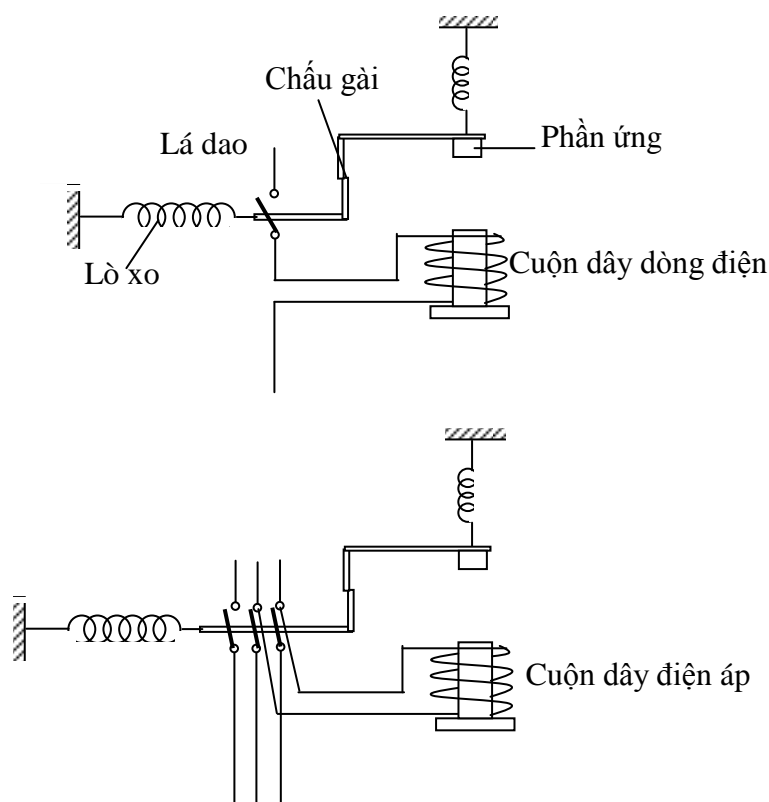
Hình 1.10. Ký hiệu đảo điện 1 pha và 3 pha



Hình 1.11. Hình dạng đảo điện 1 pha và 3 pha

1.7. APTOMAT (CB Circuit Breaker):

Aptomat (CB) là một loại khí cụ điện dùng để điều khiển đóng ngắt mạch trực tiếp bằng tay (giống như cầu dao), có bộ phận dập hồ quang, bộ bảo vệ quá dòng, tự động ngắt mạch nhanh khi có sự cố quá tải hoặc ngắn mạch, nên CB có thể đóng ngắt được dòng điện lớn, bảo vệ thiết bị không bị hư hỏng và đường dây dẫn không bị cháy.

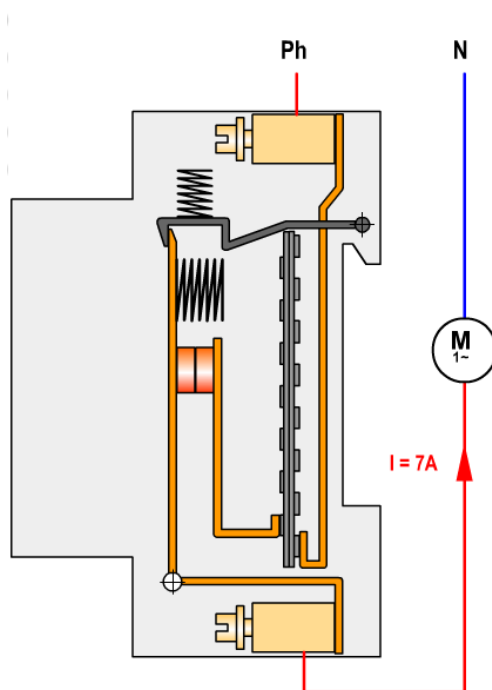


Hình 1.12. Cấu tạo Aptomat

1.7.1. Cấu tạo: CB được cấu tạo gồm các phần chính sau:

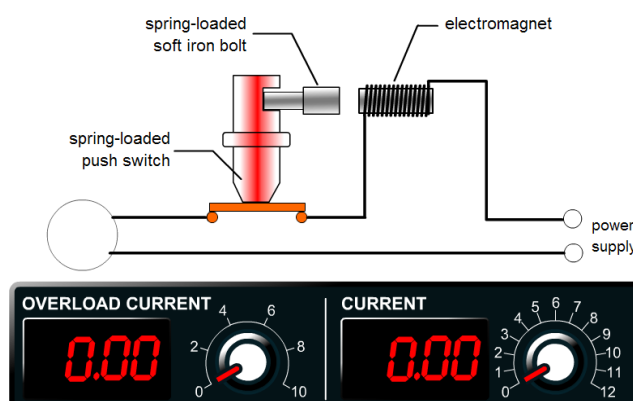
- Lưỡng kim nhiệt: bảo vệ sự cố quá tải của thiết bị điện.

- Cuộn dây điện từ, thực chất là một nam châm điện, bảo vệ sự cố ngắn mạch.
- Buồng dập hồ quang: gồm nhiều lá thép xếp thành lưới ngăn để phân chia hồ quang thành nhiều đoạn ngắn thuận lợi cho việc dập tắt hồ quang.
- Cơ cấu đóng mở: truyền động đóng ngắt mạch điện khi có sự cố.
- Tiếp điểm: thường làm bằng hợp kim chịu được hồ quang.



1.7.2. Nguyên lý hoạt động:

- Ở trạng thái bình thường, khi đóng CB cung cấp điện cho mạch điện tiêu thụ, tiếp điểm của CB kín lại, lưỡng kim nhiệt được đầu nối tiếp với cuộn dây điện từ và mạch điện.
- Ở trạng thái quá tải, dòng điện qua CB tăng vượt quá dòng điện định mức của nó, lá lưỡng kim bị nung nóng, uốn cong tác động cơ cấu đóng mở, ngắt điện cung cấp đến mạch điện.
- Ở trạng thái ngắn mạch, dòng điện qua CB tăng rất cao, ở cuộn dây điện từ tạo một lực từ đủ lớn tác động cơ cấu đóng mở, ngắt điện cung cấp đến mạch điện.



1.7.3. Phân loại: CB được chia thành 3 loại:

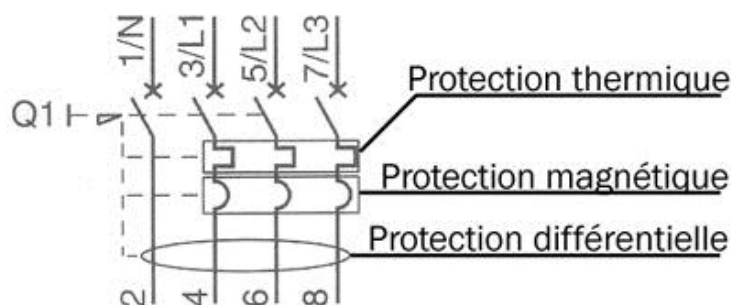
- CB 1 cực (CB đơn).
- CB 2 cực (CB 1 pha).
- CB 3 cực (CB 3 pha).

Trên CB có ghi dòng điện định mức và dòng điện cắt.

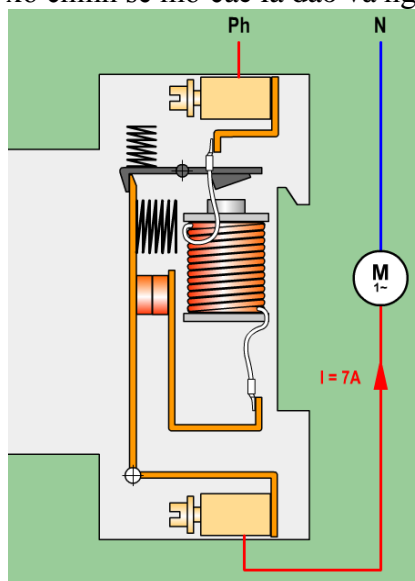


Hình 1.13. Ký hiệu CB 1 pha và 3 pha

Ngoài ra, còn có thể phân loại:



- *CB dòng điện cực đại*: dùng để bảo vệ quá tải, ngắn mạch. Cuộn dây quấn bằng dây to, ít vòng và mắc nối tiếp với mạch điện cần bảo vệ, được gọi là cuộn dây dòng điện. Khi dòng điện trong mạch bình thường, lực căng lò xo sẽ giữ châu gài ở vị trí đóng, cầu dao đóng nối liền mạch điện. Khi dòng điện tăng lớn đến trị số quy định, lực hút của nam châm lớn, thắng lực cản lò xo và mở châu gài, lò xo chính sẽ mở các lá dao và ngắt mạch điện.



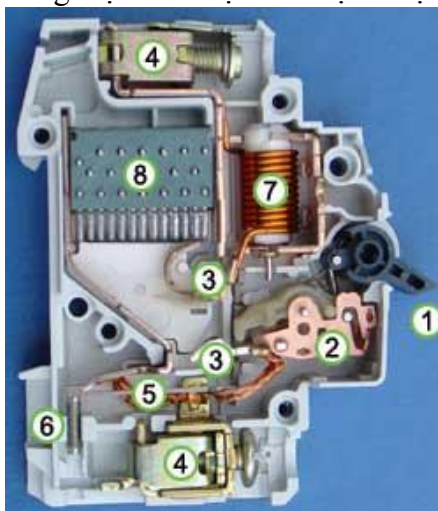
- *CB điện áp cực tiểu*: dùng để bảo vệ sụt áp mạch điện. Cuộn dây nam châm là dây nhỏ có nhiều vòng, mắc song song với mạch điện cần bảo vệ gọi là cuộn dây điện áp. Khi điện áp bình thường, lực hút nam châm sẽ giữ châu gài ở vị trí đóng. Khi điện áp sụt nhỏ hơn quy định, lực hút của nam châm yếu hơn lực căng của lò xo, mở châu gài, lò xo chính làm mở các lá dao ngắt mạch điện.

1.7.4. Các thông số của CB và cách lựa chọn:

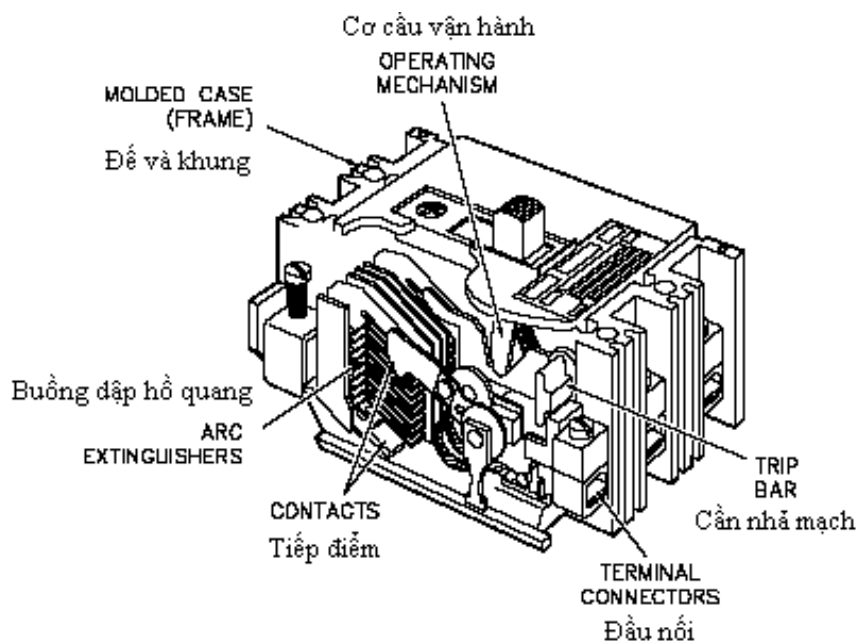
- Loại CB.
 - Điện áp định mức: $U_{dm} \geq U_{lv}$
 - Dòng điện định mức: $I_{dm} \geq I_{lv}$
 - Dòng điện cắt: $I_{dmc} \geq I_{kk}$
 - Thời gian tác động.
- Trong đó:

- U_{dm} (điện áp định mức) là điện áp làm việc của CB phù hợp với độ cách điện của nó.
- U_{lv} là điện áp làm việc của mạch điện.
- I_{dm} (dòng điện định mức) là dòng điện tác động của lưỡng kim nhiệt nhằm bảo vệ sự cố khi quá tải.
- I_{lv} là dòng điện làm việc của mạch điện.
- I_{dmc} (dòng điện cắt) là dòng điện mà CB có thể cắt được mà không làm hư hại tiếp điểm.
- I_{xk} (dòng điện xung kích) là dòng điện qua CB khi xảy ra sự cố ngắn mạch.

Tùy theo đặc tính làm việc cụ thể của các phụ tải, người ta chọn dòng điện định mức bằng 120% hay lớn hơn nữa so với dòng điện làm việc của mạch điện.



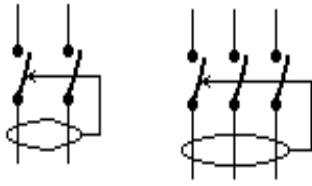
Hình 1.14. Cấu tạo bên trong CB 3 pha



Hình 1.15. Các bộ phận trong CB.

1.8. ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker).

ELCB là một loại cầu dao tự động (CB), ngoài mạch bảo vệ quá tải, còn kèm theo mạch bảo vệ chống dòng điện rò chạm mass gây hỏa hoạn, hoặc chống hiện tượng điện giật do con người vô ý chạm phải điện.



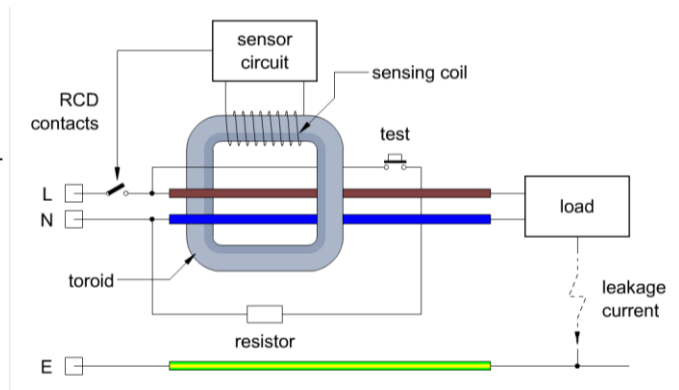
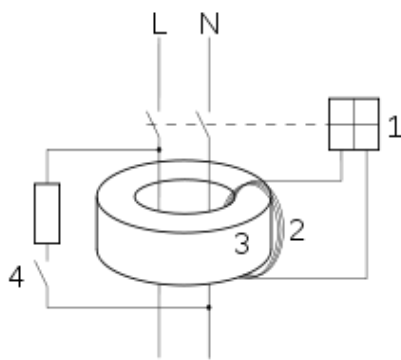
Hình 1.16. Kí hiệu ELCB



Hình 1.17. Hình ảnh ELCB

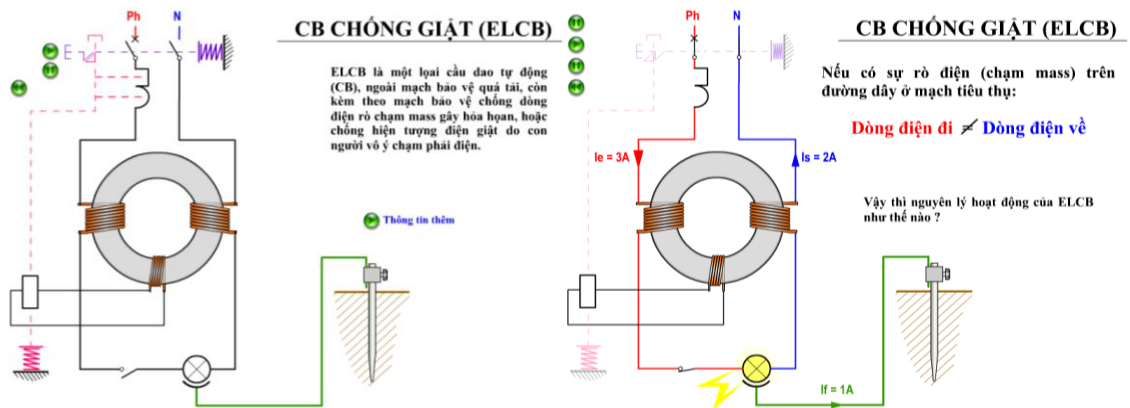
1.8.1. Cấu tạo:

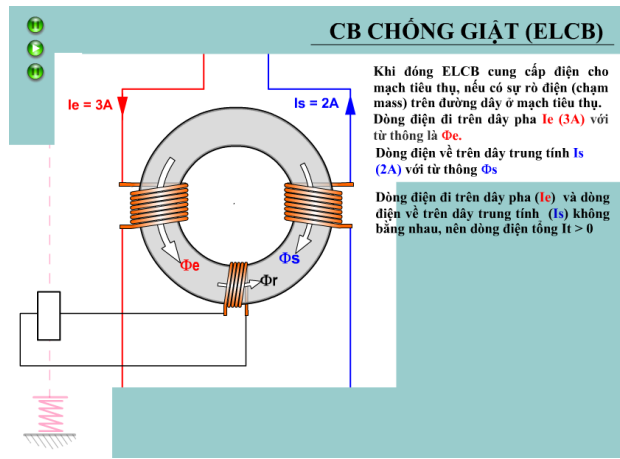
Bộ phận cơ bản của mạch chống rò điện là một vòng xuyên mạch từ kim loại sắt Ferrit có độ từ thẩm cao. Trên đó được quấn hai cuộn dây có số vòng bằng nhau, sao cho khi có dòng điện chạy qua, thì từ thông tổng của hai từ thông sinh ra do bởi hai dòng điện đi và về qua hai cuộn dây này bằng không. Và một cuộn cảm ứng quấn nhiều vòng dây bé tiếp nhận dòng cảm ứng (nếu xuất hiện), cung cấp vào cuộn dây role con để tác động mở chốt chặn, đẩy bật các tiếp điểm chính cắt mạch.



1.8.2. Nguyên lý hoạt động:

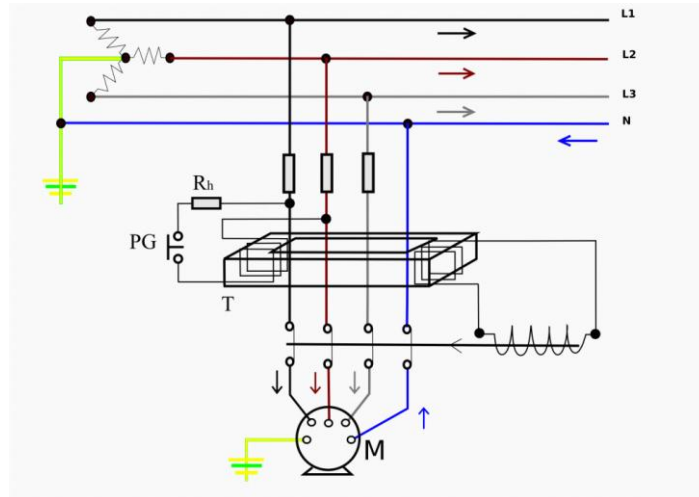
Khi đóng ELCB cung cấp điện cho mạch tiêu thụ, nếu không có dòng điện rò thì ELCB hoạt động bình thường. Nếu có sự rò điện (chạm mass) trên đường dây ở mạch tiêu thụ, thì do dòng điện đi trên dây pha và dòng điện về trên dây trung tính không bằng nhau, nên dòng điện tổng $I_t > 0$. Vì vậy, từ thông tổng Φ_t của hai cuộn dây sinh ra trong vòng xuyên sắt ferrit làm phát sinh sức điện động trong cuộn dây cảm ứng, tác động cuộn dây role con hoạt động mở chốt chặn, đẩy bật các tiếp điểm chính nhả ra cắt mạch chính.





Ngày nay, các ELCB có thêm vi mạch để khuếch đại dòng điện cung cấp cho cuộn dây role con. Do đó, tính chính xác được nâng lên, chỉ cần sai biệt dòng điện rò 15 mA thì ELCB đã hoạt động cắt mạch ngay, tránh cho người bị điện giật không bị tử vong.

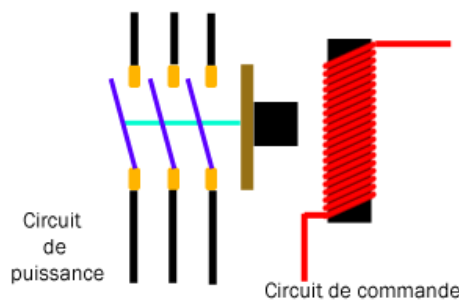
Khi đấu nối ELCB nên đúng dây pha vào cọc L, còn dây trung tính vào cọc N và dùng cho đúng điện áp ghi trên ELCB, nếu không dễ hỏng vi mạch bên trong nó. Nên sử dụng ELCB có dòng rò 30 mA thì thích hợp với điều kiện Việt Nam hơn. Loại ELCB 3 pha chỉ áp dụng cho thiết bị điện 3 pha mà thôi.



Khi lắp đặt ELCB tại CB tổng, nên chọn ELCB có dòng rò lớn hơn 250mA để tránh sự ngắt mạch phiền toái do hiện tượng sét đánh từ xa. Nhưng vẫn có tác dụng hiệu quả đối với dòng rò có thể gây ra hỏa hoạn.

1.9. CÔNG TẮC TƠ:

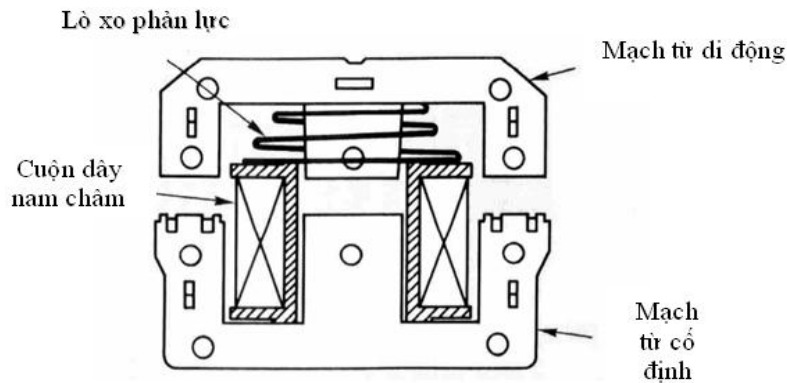
1.9.1. Khái niệm và cấu tạo:



Công tắc tơ (contactor) là một loại khí cụ điện ứng dụng lực hút của nam châm điện để đóng, ngắt các tiếp điểm trong mạch điện. Khi sử dụng công tắc tơ ta có thể đóng ngắt mạch

điện từ xa (vị trí điều khiển trạng thái hoạt động của công tắc tơ rất xa vị trí các tiếp điểm đóng ngắt mạch điện).

Cấu tạo gồm các phần chính:



Hình 1.18. Kết cấu bên trong của công tắc

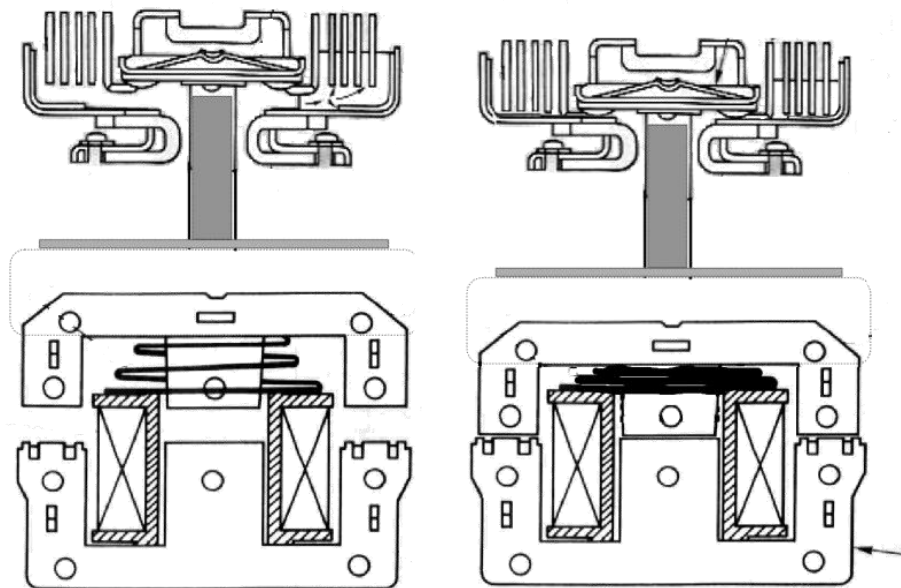
1. Nam châm điện:

Trong hình 1.18 là kết cấu bên trong của công tắc tơ.

Kết cấu này gồm có các thành phần:

- Cuộn dây để cấp dòng điện tạo lực hút nam châm điện.
- Lõi sắt (mạch từ) của nam châm gồm 2 phần: phần cố định và phần di động.

- Lò xo phản lực: có tác dụng đẩy mạch từ di động về vị trí ban đầu khi ngưng cấp điện cho cuộn dây.



Hình 1.19a. Trạng thái khi nam châm chưa hút.

Hình 1.19b. Trạng thái khi nam châm hút.

2. Hệ thống các tiếp điểm: dùng để đóng ngắt mạch điện khi cung cấp điện cho cuộn dây của công tắc tơ.

Trường hợp phân loại theo khả năng tải dòng qua các tiếp điểm, chia làm 2 loại:

- *Tiếp điểm chính:* có khả năng cho dòng điện lớn đi qua (từ 10A đến vài nghìn A, ví dụ khoảng 1600A hay 2250A).
- *Tiếp điểm phụ:* có khả năng cho dòng điện đi qua từ 1A đến vài A, ví dụ 5A.

* Như vậy, hệ thống tiếp điểm chính thường được lắp trong mạch động lực. Các tiếp điểm phụ sẽ lắp trong hệ thống mạch điều khiển (dùng điều khiển việc cung cấp điện đến các cuộn dây của công tắc tơ, tiếp điểm tự duy trì, đèn báo, ...).

Trường hợp phân loại không theo khả năng tải dòng qua các tiếp điểm, chia thành 2 loại:

- Tiếp điểm thường đóng (NC).
- Tiếp điểm thường hở (NO).

Trong đó:

- Tiếp điểm thường hở là loại tiếp điểm ở trạng thái hở mạch khi cuộn dây nam châm trong công tắc tơ ở trạng thái nghỉ.
- Tiếp điểm thường đóng là loại tiếp điểm ở trạng thái kín mạch khi cuộn dây nam châm trong công tắc tơ ở trạng thái nghỉ.

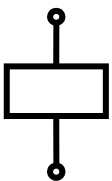
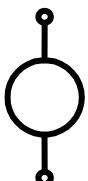
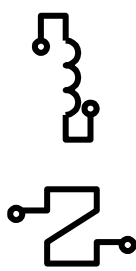












Khi cung cấp điện vào cuộn dây của công tắc tơ, các tiếp điểm của công tắc tơ chuyển trạng thái: thường đóng chuyển sang hở và thường mở chuyển sang đóng.

1.9.2. Phân loại, ký hiệu và công dụng của công tắc tơ: có hai loại

- a. Công tắc tơ 1 chiều:
- b. Công tắc tơ xoay chiều:

*** Các ký hiệu thường dùng để biểu diễn cho cuộn dây (nam châm điện) và các loại tiếp điểm trong công tắc tơ.**

Theo tiêu chuẩn của mỗi quốc gia, ký hiệu của công tắc tơ cũng sẽ biểu diễn khác nhau, có thể tóm tắt trong bảng ký hiệu sau:

	KÝ HIỆU					
	Tiêu chuẩn Châu Âu		Tiêu chuẩn Châu Mỹ		Tiêu chuẩn Liên Xô	
	Mạch điều khiển	Mạch động lực	Mạch điều khiển	Mạch động lực	Mạch điều khiển	Mạch động lực
Cuộn dây (coil)						
Tiếp điểm thường đóng						
Tiếp điểm thường mở						

Trong một sơ đồ mạch điện có sử dụng nhiều công tắc tơ, để phân biệt các cuộn dây và các tiếp điểm của các công tắc tơ với nhau, quy ước như sau:

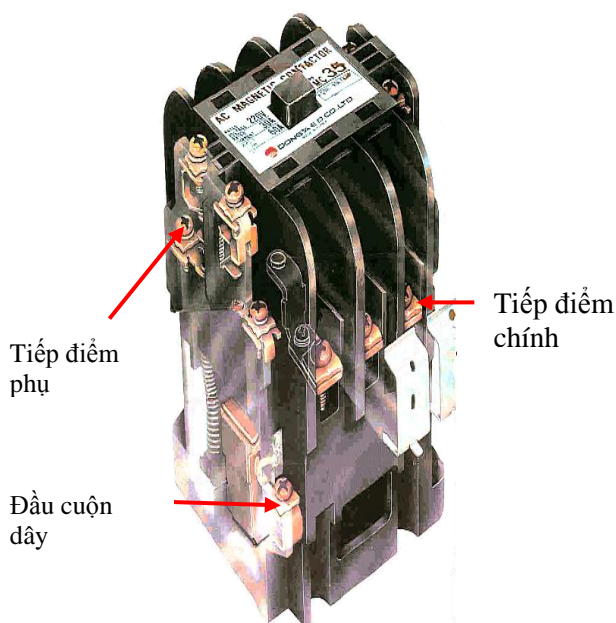
- Ghi ký hiệu, mã số cho cuộn dây của công tắc tơ (ví dụ M, R, S, ...).

- Các tiếp điểm thuộc về công tắc tơ nào thì mang cùng mã số của cuộn dây công tắc tơ đó.

Hình ảnh một số công tắc tơ:



Hình 1.20a. Công tắc tơ của hãng



Hình 1.20b. Công tắc tơ thương hiệu DONGA

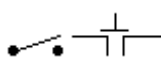
1.10. BỘ BẢO VỆ QUÁ TẢI (OVERLOAD)

1.10.1. Đặc điểm, ký hiệu:

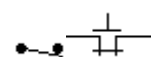
Nhiệm vụ của bộ bảo vệ quá tải là khi dòng điện chạy qua mạch chính dẫn đến các thiết bị điện vượt quá dòng điện định mức, thì rơ le nhiệt trong bộ bảo vệ quá tải này sẽ tác động làm mở mạch tiếp điểm phụ, cắt dòng điện cung cấp vào cuộn dây của công tắc tơ. Do đó, công tắc tơ sẽ ngừng hoạt động, cắt dòng điện 3 pha ở mạch chính không cung cấp điện cho thiết bị nữa.



Hình 1.21a. Ký hiệu rơ le nhiệt.



Hình 1.21b. Tiếp điểm phụ NO rơ le nhiệt



Hình 1.21c. Tiếp điểm phụ NC rơ le nhiệt.

1.10.2. Nguyên lý làm việc:

Khi dòng điện chính qua rơ le nhiệt tăng cao, làm lá lưỡng kim giãn nở, tác động cơ học bẩy tiếp điểm phụ nhả mạch, làm công tắc tơ ngừng hoạt động. Tiếp điểm phụ của bộ bảo vệ quá tải hở mạch luôn cho đến khi ta ấn nút phục hồi (**reset**) để tiếp điểm này về vị trí đóng lại thì công tắc tơ mới có thể hoạt động trở lại. Việc hiệu chỉnh dòng điện tác động nhờ núm điều chỉnh trên bộ bảo vệ quá tải.

1.10.3. Các thông số của bộ bảo vệ quá tải :

- Điện áp định mức.
- Dây dòng điện bảo vệ.
- Dòng điện tác động, tính theo phần trăm dòng điện cài đặt.



Hình 1.22. Bộ bảo vệ quá tải của hãng LG

* Công tắc tơ được sử dụng kết hợp với bộ bảo vệ quá tải, nó vừa có vai trò đóng, mở mạch từ xa vừa có vai trò bảo vệ động cơ khi bị quá tải.

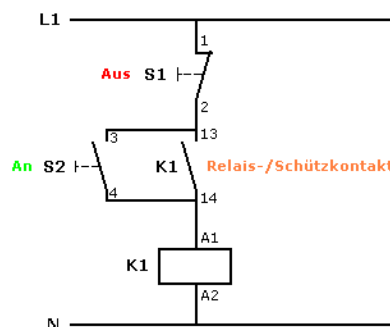


Hình 1.23. Công tắc tơ kết hợp bảo vệ quá tải

1.11. RƠ LE (RELAY):

1.11.1. Khái niệm và phân loại:

- Rơ le là thiết bị điện dùng để tự động đóng ngắt mạch điện điều khiển để bảo vệ và điều hành sự làm việc của động cơ.



- Có nhiều cách phân loại :

Phân theo nguyên lý làm việc có:

- + Rơ le điện từ.
- + Rơ le điện động.
- + Rơ le từ điện.
- + Rơ le cảm ứng.
- + Rơ le nhiệt.
- + Rơ le bán dẫn
- + Phân theo đại lượng điện đi vào rơ le có:
- + Rơ le dòng điện.
- + Rơ le điện áp.
- + Rơ le công suất.
- + Rơ le tổng trở.
- + Rơ le tần số

Phân theo loại dòng điện có:

- + Rơ le dòng điện một chiều.
- + Rơ le dòng điện xoay chiều.

Phân theo giá trị và chiều của đại lượng đi vào rơ le :

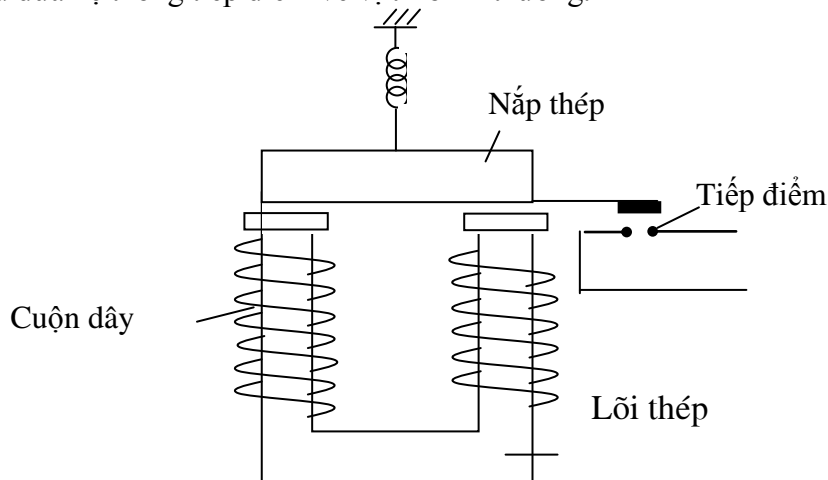
- + Rơ le cực đại
- + Rơ le cực tiểu
- + Rơ le sai lệch
- + Rơ le hướng

1.11.2. Rơ le điện từ:

Gồm có nam châm điện nối vào cuộn dây và lõi thép. Khi có dòng điện chạy qua, cuộn dây sẽ sinh ra lực hút điện từ hút nắp thép về phía lõi.

Khi dòng điện đủ lớn gọi là trị số hút của rơ le, lực hút thắng lực cản lò xo, nắp thép di động bị hút về phía lõi làm đóng hoặc mở các tiếp điểm của nó.

Khi dòng điện giảm nhỏ đến trị số nhỏ hơn của rơ le, lực lò xo thắng lực hút điện từ, nắp thép trở về vị trí cũ đưa hệ thống tiếp điểm về vị trí bình thường.



Hình 1.24: Cấu tạo rơ le điện từ

1.11.3. Rơ le dòng điện:

- Dùng để bảo vệ quá tải và ngắn mạch.
- Cuộn dây hút có ít vòng và quấn bằng dây to mắc nối tiếp với mạch điện cần bảo vệ, thiết bị thường đóng ngắt trên mạch điều khiển.

- Khi dòng điện qua động cơ tăng lớn đến trị số tác động của rơ le, lực hút nam châm thắng lực cản lò xo làm mở tiếp điểm của nó, ngắt mạch điện điều khiển qua công tắc tơ K, mở các tiếp điểm của nó ngắt động cơ ra khỏi nguồn điện.

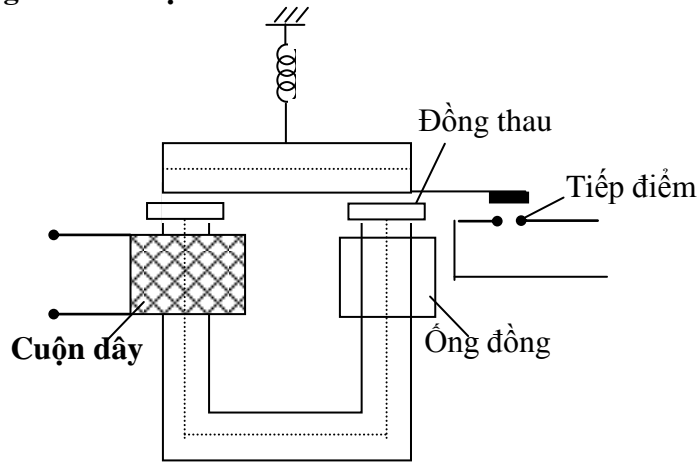
1.11.4. Rơ le điện áp:

- Dùng để bảo vệ sụt áp mạch điện.
 - Cuộn dây hút quán bằng dây nhỏ nhiều vòng mắc song song với mạch điện cần bảo vệ. Khi điện áp bình thường, rơ le tác động sẽ làm đóng tiếp điểm của nó. Khi điện áp sụt thấp dưới mức quy định, lực lò xo thắng lực hút của nam châm và mở tiếp điểm.

1.11.5. Rơ le thời gian:

Là rơ le tạo ra thời gian cần thiết khi điều khiển sự vận hành của động cơ hoặc các thiết bị điện khác. Việc tạo ra thời gian duy trì được thực hiện bằng nhiều cách như rơ le thời gian kiểu điện từ, kiểu động cơ, kiểu con lắc.

1. Relay thời gian kiểu điện từ :



Hình 1.25. Cấu tạo rơ le thời gian kiểu điện từ

Rơ le thời gian kiểu điện từ có thêm một ống đồng gắn lên một nhánh của lõi thép. Khi cho dòng điện chạy qua cuộn dây, lõi thép sẽ hút phần ứng làm đóng tiếp điểm. Khi ngắt dòng điện, từ thông trong lõi thép giảm đột ngột nên trong ống đồng sẽ sinh ra suất điện động và dòng điện cảm ứng, từ thông của dòng điện cảm ứng sẽ cùng chiều với từ thông trong lõi. Nắp thép không bị nhả ra ngay, sau một thời gian tiếp điểm mới mở.

Muốn thay đổi thời gian duy trì có thể thay đổi lực cản của lò xo, thay đổi độ dày của miếng đồng thau ở khe hở không khí hay thay đổi trị số bằng dòng điện vào cuộn dây. Rơ le điện từ dùng ở mạch điện một chiều, ở mạch xoay chiều phải dùng thêm chỉnh lưu nối với cuộn dây.

Thông thường sử dụng hai dạng rơ le như sau:

- + Rơ le thời gian tác động trễ (ON – DELAY TIMING RELAY).
- + Rơ le thời gian ngắt trễ (OFF - DELAY TIMING RELAY).

Các dạng rơ le này hầu hết bên trong là các mạch định thời dùng các linh kiện và vi mạch điện tử giao tiếp với rơ le điện áp.

2. Rơ le thời gian tác động trễ (on – delay timing relay)

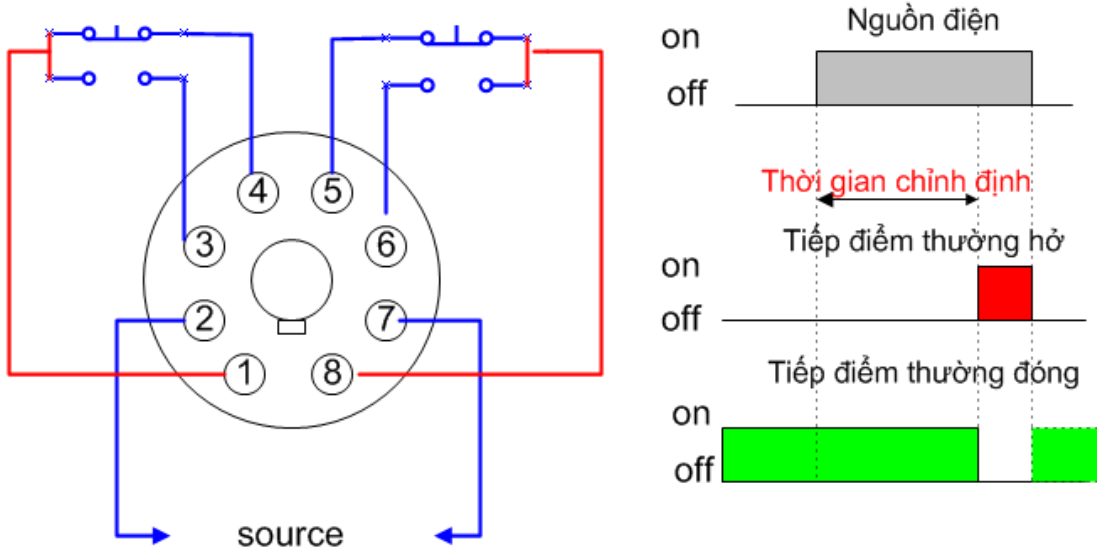
Thuộc tính cơ bản của các **ON – DELAY**:

- Khi cung cấp điện vào cuộn dây của rơ le thời gian (tương ứng với việc cung cấp điện vào cho mạch điện tử bố trí bên trong của rơ le), các tiếp điểm của rơ le không thay đổi trạng thái của chúng tức thì.

- Sau một khoảng thời gian tính từ lúc cung cấp điện vào cho cuộn dây của rơ le, các tiếp điểm chuyển trạng thái (khoảng thời gian là bao lâu do người sử dụng chỉnh định và không vượt quá thời gian tối đa ghi trên rơ le).

- Sau khi tiếp điểm của rơ le chuyển trạng thái, hệ thống đang hoạt động bình thường, ta ngưng cung cấp điện vào cuộn dây của rơ le, các tiếp điểm chuyển về trạng thái ban đầu ngay lập tức.

Một số dạng **ON – DELAY TIMING RELAY** (của hãng sản xuất ANLY – Đài Loan):



Hình 1.26. Sơ đồ mô tả cơ chế vận hành của **ON – DELAY TIMING RELAY**

3. Rơ le thời gian ngắt trễ (off – delay timing relay)

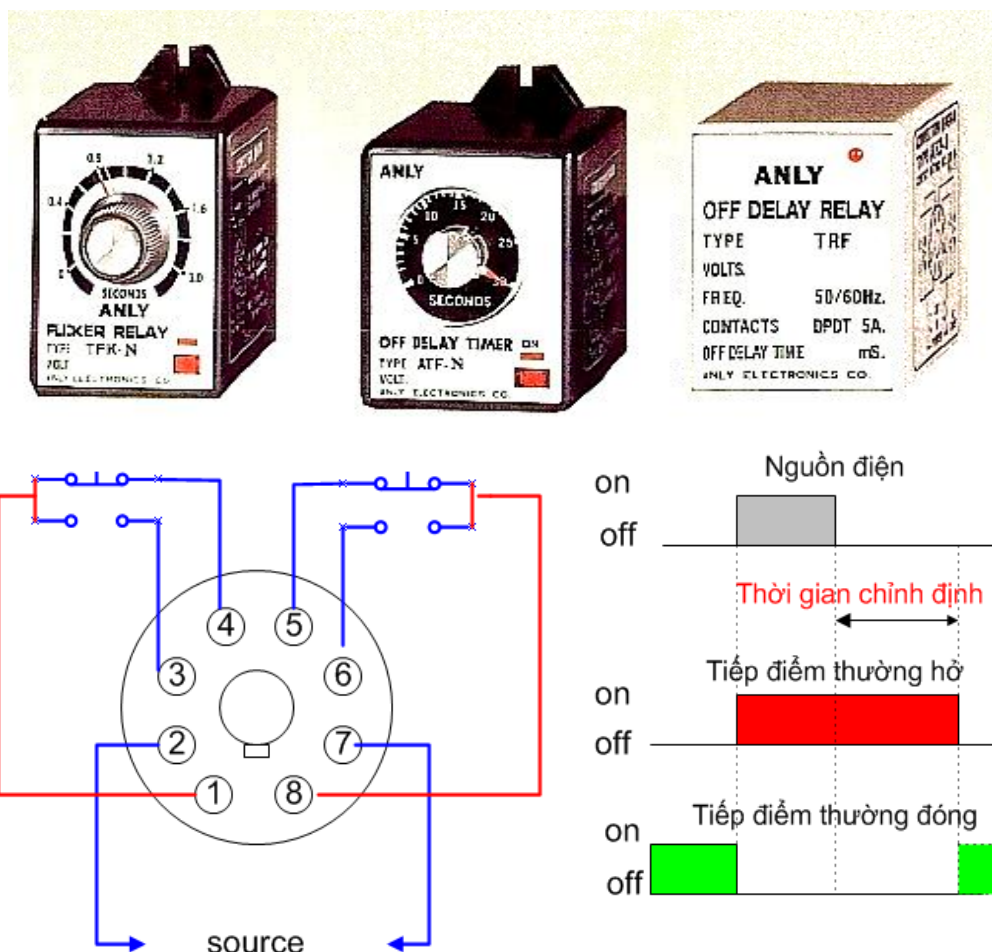
Thuộc tính cơ bản của các **OFF – DELAY**:

- Khi cung cấp điện vào cuộn dây của rơ le thời gian (tương ứng với việc cung cấp điện vào cho mạch điện tử bố trí bên trong của rơ le), các tiếp điểm của rơ le thay đổi trạng thái của chúng tức thì. Thời gian chuyển trạng thái của các tiếp điểm tương tự như thời gian chuyển mạch của các rơ le điện áp thông thường.

- Sau khi tiếp điểm của rơ le chuyển trạng thái, hệ thống đang hoạt động bình thường, ta ngưng cung cấp điện vào cuộn dây của rơ le, các tiếp điểm không chuyển về trạng thái ban đầu.

- Tính từ lúc ngưng cung cấp điện vào cuộn dây của OFF – DELAY rơ le cho đến khoảng thời gian bằng thời gian định thì các tiếp điểm của OFF – DELAY mới trở về trạng thái ban đầu.

Một số dạng **OFF – DELAY TIMING RELAY** (của hãng sản xuất ANLY – Đài Loan):



Hình 1.27. Sơ đồ mô tả cơ chế vận hành của OFF – DELAY TIMING RELAY

1.11.6. Rơ le trung gian :

Là khí cụ điện dùng trong lĩnh vực điều khiển tự động. Rơ le trung gian còn được gọi là rơ le kiểm soát. Là một loại rơ le điện áp, nguyên lý hoạt động như một công tắc tơ.

Đặc tính cơ bản:

- + Trong rơ le chỉ có duy nhất một loại tiếp điểm có khả năng tải dòng điện như nhau (không có tiếp điểm chính và tiếp điểm phụ).
- + Trong rơ le cũng có các loại tiếp điểm thường đóng và tiếp điểm thường hở, tuy nhiên không có buồng dập hồ quang.

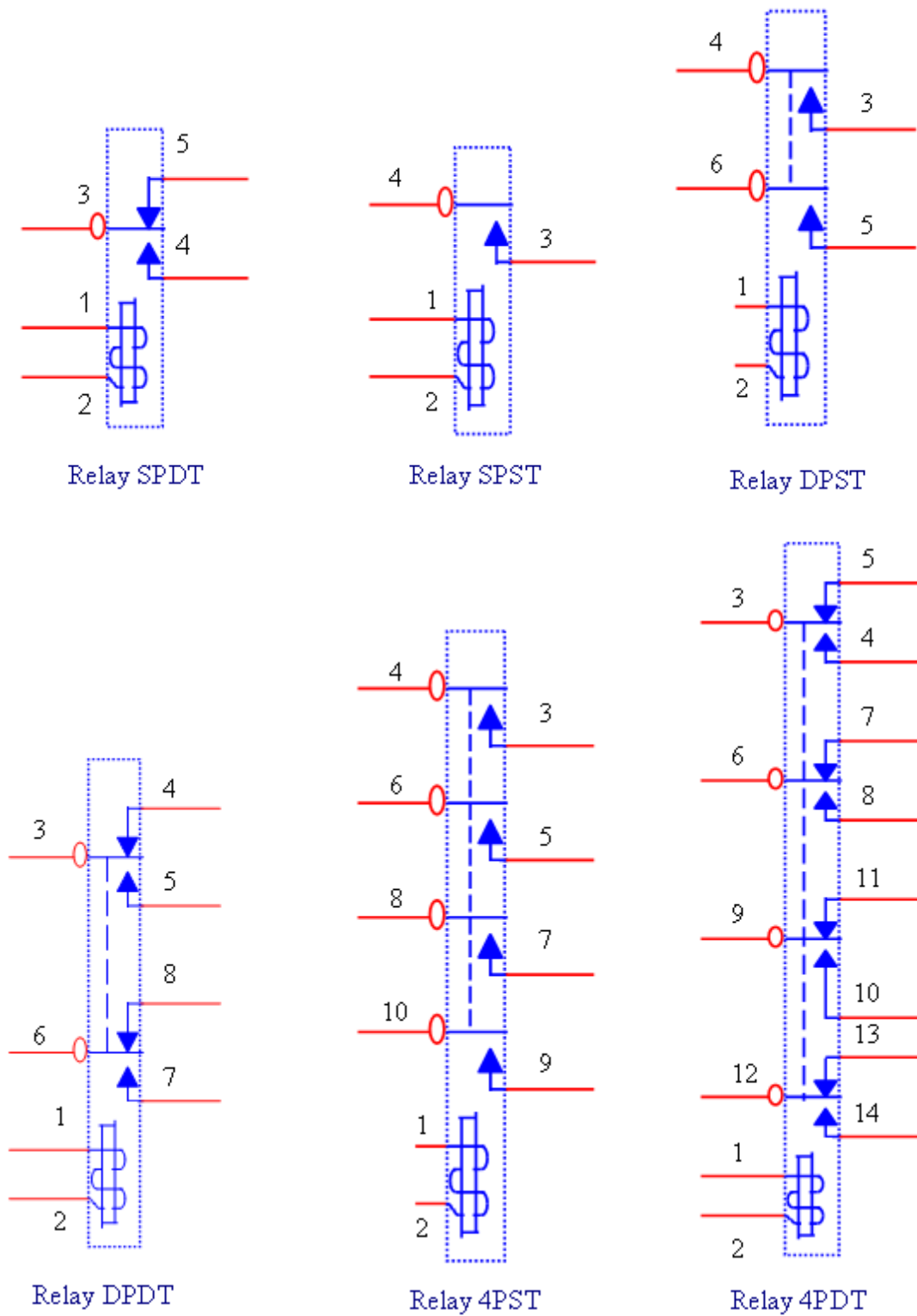
Các ký hiệu dùng cho rơ le trung gian:

SPDT: (Single Pole Double Throw), rơ le mang ký hiệu này, gồm có một cặp tiếp điểm thường đóng và một cặp tiếp điểm thường hở, hai cặp tiếp điểm này có một điểm chung.

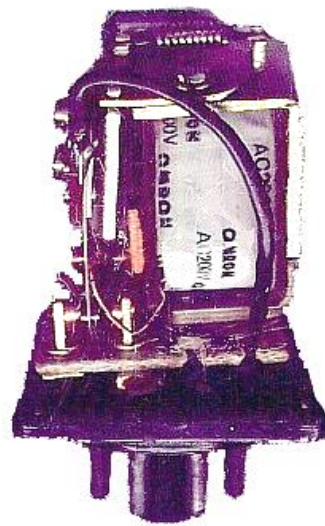
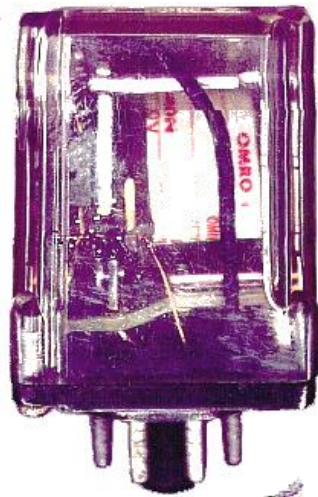
DPDT: (Double Pole Double Throw), rơ le mang ký hiệu này gồm có một cặp tiếp điểm thường đóng và một cặp tiếp điểm thường hở, các tiếp điểm này liên kết với nhau thành 2 hệ thống, mỗi hệ thống bao gồm một cặp tiếp điểm thường đóng và thường hở có một đầu chung nhau.

SPST: (Single Pole Single Throw), rơ le mang ký hiệu này gồm một cặp tiếp điểm thường hở.

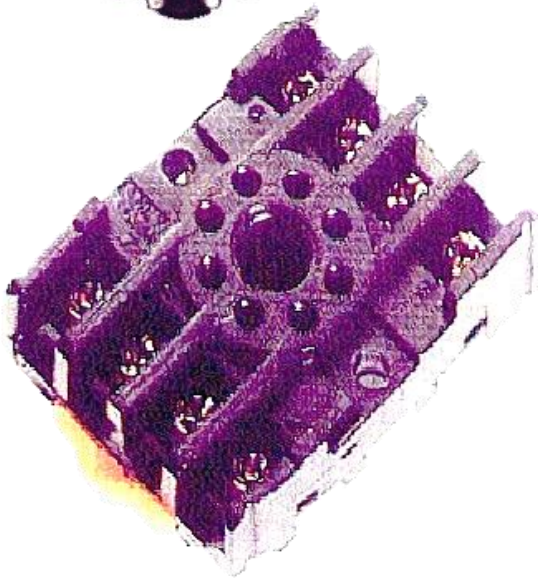
DPST: (Double Pole Single Throw), rơ le mang ký hiệu này gồm hai cặp tiếp điểm thường hở.



Hình 1.28. Hình dạng bên ngoài của một relay trung gian: (OMRON).

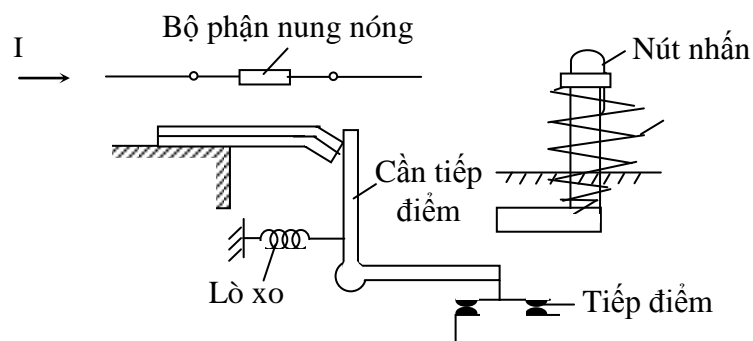


Hình 1.29. Hình dáng của control Rơ-le với vỏ hộp nhựa trong suốt bao bọc bên ngoài



Hình 1.30. Dạng chân của Rơ-le .
(loại có 8 chân, tương đương với các Rơ-le mang ký hiệu 2PDT)

1.11.7. Rơ le nhiệt :



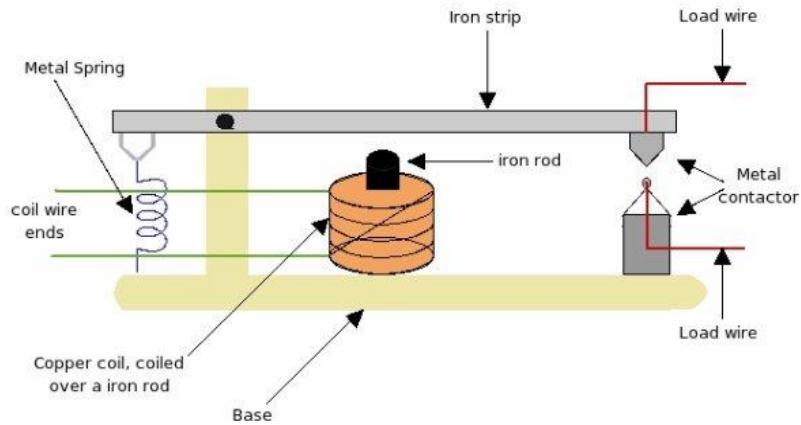
Hình 1.31. Cấu tạo rơ le nhiệt

- Rơ le nhiệt dùng để bảo vệ quá tải. Gồm có bộ phận nung nóng được mắc nối tiếp với mạch điện cần bảo vệ, một lá lưỡng kim nhiệt gồm có hai kim loại có độ giãn nở nhiệt khác nhau được ghép cứng lại. Khi dòng điện tăng cao, thanh lưỡng kim giãn nở và uốn cong, tác động lực cơ học mở châu gài, lò xo kéo cần tiếp điểm quay làm mở tiếp điểm ngắt mạch điện.
- Để đưa tiếp điểm trở lại vị trí bình thường bằng cách nhấn nút phục hồi. Rơ le nhiệt không bảo vệ ngắn mạch vì thời gian tác động chậm, do đó phải kết hợp thêm cầu chì để bảo vệ ngắn mạch.

Cách chọn rơ le nhiệt:

Đặc tính cơ bản của rơ le nhiệt là quan hệ giữa thời gian tác động và dòng điện phụ tải chạy qua (còn gọi là đặc tính thời gian – dòng điện, A - s). Mặt khác, các đối tượng cần bảo vệ cũng có đường đặc tính thời gian – dòng điện. Lựa chọn rơ le nhiệt sao cho đường đặc tính A - s của rơ le thấp hơn và gần sát với đường đặc tính A - s của đối tượng cần bảo vệ. Nếu chọn thấp quá sẽ không tận dụng được công suất động cơ điện, chọn quá cao sẽ làm giảm tuổi thọ của của thiết bị cần bảo vệ.

Trong thực tế, cách lựa chọn được cho là phù hợp chọn dòng điện định mức của rơ le nhiệt bằng dòng điện định mức của động cơ điện cần bảo vệ và rơ le tác động ở giá trị $I_{td} = (1,2 - 1,3)I_{dm}$. Ngoài ra, thời gian tác động của rơ le còn phụ thuộc vào chế độ làm việc, nhiệt độ môi trường xung quanh.



CHƯƠNG 2

ĐỘNG CƠ ĐIỆN

Trong hầu hết các hệ thống máy móc công nghiệp, người ta sử dụng chủ yếu động cơ điện làm thiết bị dẫn động, vì những ưu điểm sau:

- Ít gây tiếng ồn, ít gây rung động.
- Dễ điều chỉnh tốc độ.
- Dễ sử dụng, dễ vận hành và điều khiển.
- Dễ tự động hóa quá trình sản xuất.
- Hiệu suất cao.

Để vận hành hiệu quả cũng như thuận tiện khi sửa chữa các động cơ trên, chúng ta cần phải biết những tính năng cơ bản và nguyên lý hoạt động của một số động cơ điện thông dụng. Cụ thể là:

- Động cơ điện xoay chiều 3 pha.
- Động cơ điện xoay chiều 1 pha.
- Động cơ điện 1 chiều.
- Động cơ bước.

2.1. ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU 3 PHA ROTOR LỒNG SÓC

2.1.1. Giới thiệu:

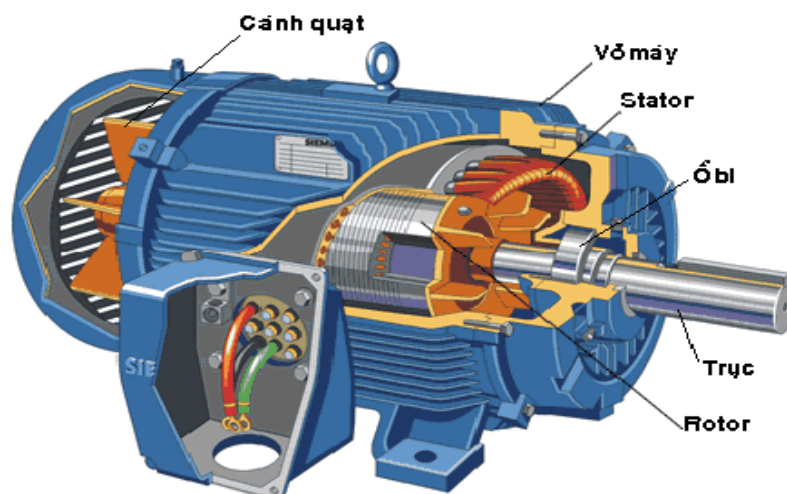
Động cơ xoay chiều không đồng bộ được sử dụng rộng rãi trong thực tế. Bởi vì có nhiều ưu điểm như cấu tạo đơn giản, tính năng kỹ thuật khá tốt, hoạt động tin cậy, giá thành rẻ, kích thước nhỏ hơn động cơ 1 chiều công suất tương đương, sử dụng trực tiếp với lưới điện.

Hiện nay, với việc sử dụng hiệu quả các bộ biến tần điều khiển động cơ xoay chiều, nhược điểm khó điều chỉnh tốc độ của nó so với động cơ 1 chiều được khắc phục.

Động cơ điện không đồng bộ gồm có dây quấn xoay chiều ở phần tĩnh (stator) và dây quấn xoay chiều khác ở phần động (rotor). Khi stator có dòng điện xoay chiều đi qua, nó tạo ra từ trường quay với tốc độ $n_m = 60f/p$; với f là tần số dòng điện qua dây quấn và p là số đôi cực từ của dây quấn. Từ trường này quét qua khung dây quấn rotor làm sinh ra sức điện động và dòng điện trong rotor. Dòng điện cảm ứng sẽ tác dụng với từ trường quay, tạo ra moment quay.

Đối với động cơ không đồng bộ, tốc độ rotor khác với tốc độ từ trường ($n \neq n_m$).

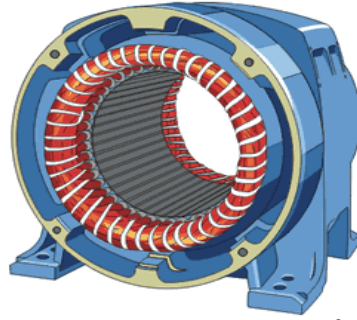
2.1.2. Cấu tạo:



Hình 2.1. Cấu tạo động cơ không đồng bộ ba pha

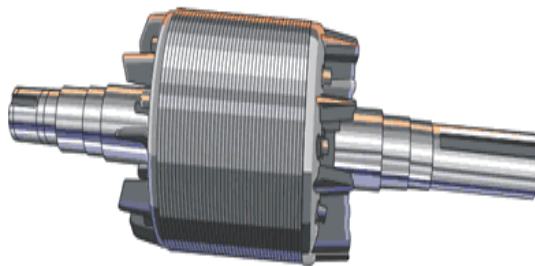
a. Stator: là phần tĩnh của động cơ bao gồm lõi thép có rãnh để chứa dây quấn. Stator được gắn vào bộ động cơ với hai nắp có ổ trục định vị cho rotor (hình 2.1a). Stator của động

cơ 3 pha thường cho ra 6 đầu dây, ký hiệu lần lượt các đầu dây là A, B, C và X, Y Z (hoặc U_1, V_1, W_1 và U_2, V_2, W_2).



Hình 2.1a. Cấu tạo stator động cơ không đồng bộ ba pha

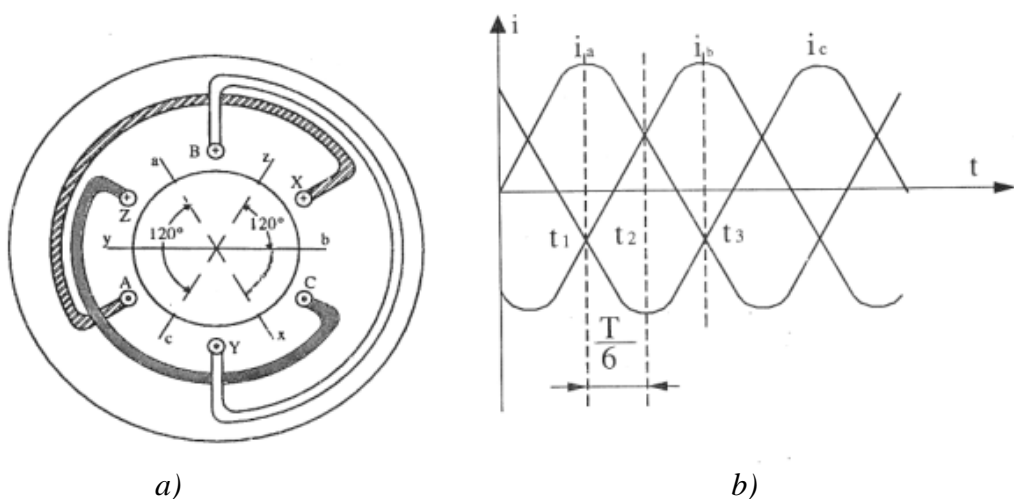
b. Rotor: là phần quay, gồm lõi thép (mạch từ) hình trụ với các rãnh đặt dây quấn. Lõi thép có trục quay định tâm để gắn vào ổ bi trên stator. Rotor lồng sóc hay rotor ngắn mạch có dây quấn dạng lồng sóc là các thanh dẫn bằng đồng hoặc nhôm đặt trong trong các rãnh rotor, hai đầu các thanh dẫn nối tắt với nhau bằng vòng ngắn mạch.



Hình 2.1b. Cấu tạo rotor lồng sóc động cơ không đồng bộ ba pha

2.1.3. Quá trình tạo ra từ trường quay ở cuộn dây stator động cơ xoay chiều ba pha:

Ta xét một động cơ xoay chiều ba pha đơn giản chỉ có 2 cực từ như hình vẽ 2.2.

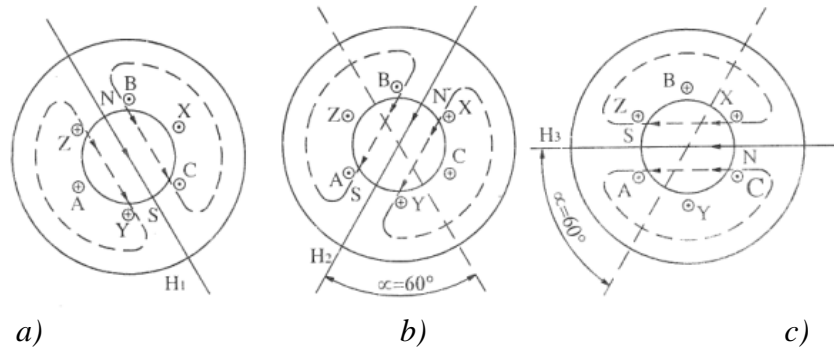


Hình 2.2

Ở đây ta qui ước mỗi vòng dây tương ứng với một cuộn dây. Cho dòng điện ba pha lần lượt đi vào 3 cuộn dây pha tương ứng với chiều qui ước như sau:

- Ở bán kỳ dương thì dòng điện sẽ đi từ đầu đầu đến đầu cuối (từ A đến X hoặc từ B đến Y. .)
- Ở bán kỳ âm thì dòng điện sẽ đi ngược lại (từ X đến A hoặc từ Y đến B, ...).
- Dòng điện đi vào mang dấu “+”, dòng điện đi ra mang dấu “-”.

Theo qui ước trên, xét tại thời điểm t_1 , ta có dòng điện pha A sẽ đi từ A đến X, dòng điện trong pha B sẽ đi từ Y đến B, dòng điện trong pha C sẽ đi từ Z đến C. Bằng qui tắc vận nút chai ta sẽ xác định được chiều từ trường của dòng điện chạy trong cuộn dây stator như hình 2.3a. Tại bề mặt của stator, nếu đường sức từ đi ra thì nó sẽ là cực bắc (N), ngược lại nếu đường sức từ đi vào thì đó là cực nam (S). Khi đó, từ trường tại thời điểm t_1 có phương là H_1 .



Hình 2.3

Tương tự, ta xét tại thời điểm t_2 và t_3 , ta sẽ có chiều dòng điện chạy trong cuộn dây và từ trường stator tương ứng là H_2 , H_3 như hình 2.3b và hình 2.3c.

Nhận xét:

- Trong khoảng thời gian từ t_1 đến t_2 , tương ứng với $T/6$ thì từ trường (phương của từ trường) đã quay được 1 góc là $\alpha = 60^\circ$, tương tự từ trong khoảng thời gian từ t_2 đến t_3 , tương ứng với $T/6$ thì từ trường lại quay tiếp một góc là $\alpha = 60^\circ$.

- Xét trong khoảng thời gian bằng nhau, thì phương của từ trường quay được một góc như nhau. Hay nói khác đi là tốc độ từ trường không đổi xét trong một chu kỳ. Như vậy, vị trí tương đối của các cuộn dây trong không gian stator rất quan trọng đối với người thợ quấn dây, nó phụ thuộc vào số cực từ và được tính bằng công thức cụ thể (ở đây ta không xét đến).

Bây giờ ta tính tốc độ của từ trường quay:

Trong khoảng thời gian $T/6$ từ trường đã quay 1 góc 60° .

Vậy trong khoảng thời gian 1 chu kỳ T từ trường sẽ quay được 1 góc $\alpha = 6 \times 60^\circ = 360^\circ$ tương ứng với một vòng quay.

Nếu tần số lưới điện là 50Hz thì sau 1s từ trường sẽ quay được 50 vòng. Tương ứng sau 1 phút nó sẽ quay được $50 \times 60 = 3000$ vòng. Hay nói khác đi tốc độ của từ trường quay của stator có số cực $2p = 2$ là 3000 vòng/phút.

Một cách tổng quát ta có:

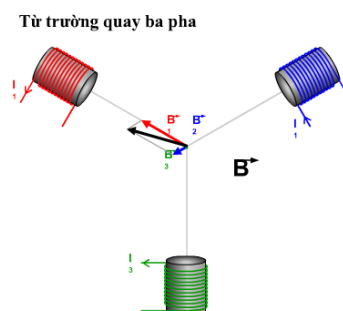
$$n_m = 60 \frac{f}{p} \text{ (vòng/phút).}$$

Trong đó:

n_m : tốc độ quay của từ trường.

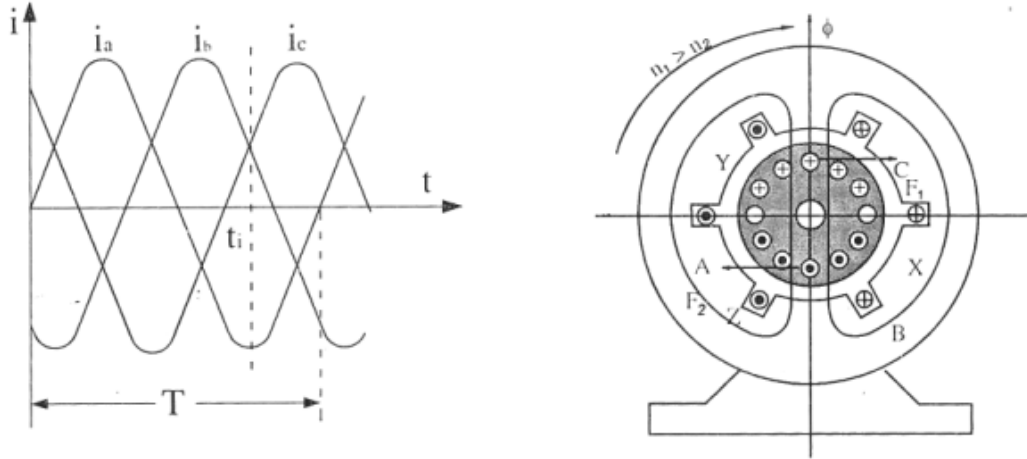
f : tần số dòng điện.

p : số đôi cực.



2.1.4. Nguyên lý làm việc của động cơ không đồng bộ:

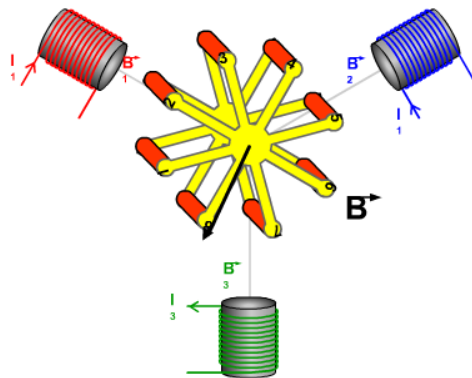
Giả sử khi rotor đang đứng yên, bằng cách nào đó ta cho từ trường quay với tốc độ n_m . Theo định luật chuyển động tương đối, nếu ta coi từ trường đứng yên thì các thanh dẫn trên rotor sẽ quay theo chiều ngược lại. Hay nói khác các thanh dẫn chuyển động tương đối cắt ngang đường sức từ trường. Theo định luật cảm ứng điện từ, trong thanh dẫn sẽ xuất hiện một sức điện động cảm ứng có chiều được xác định bằng qui tắc bàn tay phải (hình 2.4).



Hình 2.4

Do thanh dẫn ngắn mạch nên trong thanh dẫn có dòng điện cùng chiều với chiều của sức điện động cảm ứng. Bây giờ thanh dẫn đã có dòng điện chạy qua nên nó chịu tác dụng lực bởi từ trường quay n_m .

Từ trường quay ba pha



Xét tại thời điểm t_i pha B và C dương, pha A âm ta sẽ xác định được chiều dòng điện, chiều của lực tác dụng lên 2 thanh dẫn trên đối diện như hình 2.4.

Nhìn vào hình vẽ này ta nhận thấy rằng 2 lực này sinh ra mô men quay cùng chiều với từ trường quay tức là chúng sẽ làm cho ro to quay cùng chiều với từ trường.

Tuy nhiên, tốc độ rotor luôn luôn nhỏ hơn tốc độ từ trường. Vì nếu tốc độ rô to lớn hơn tốc độ từ trường quay sẽ sinh ra hãm tái sinh. Còn nếu tốc độ rotor bằng tốc độ từ trường quay thì tốc độ chuyển động tương đối giữa rotor và từ trường quay bằng không, dòng điện cảm ứng trong thanh dẫn bằng không, lực điện từ tác dụng lên thanh dẫn bằng không và rotor lại quay chậm lại.

Chính vì lý do này mà người ta gọi động cơ này là “không đồng bộ”. Để đánh giá sự không đồng bộ giữa tốc độ quay của roto n và tốc độ quay của từ trường quay n_m ta dùng khái niệm hệ số trượt s .

$$s = \frac{n_m - n}{n_m} 100\%$$

Hệ số trượt s chủ yếu phụ thuộc vào mức độ kéo tải của động cơ. Đối với động cơ 1 pha thì hệ số trượt s còn phụ thuộc vào điện áp đặt vào dây quấn stator nên người ta có thể thay đổi điện áp để điều chỉnh tốc độ động cơ 1 pha. Đối với động cơ không đồng bộ ba pha thì tốc độ của rotor ít phụ thuộc vào điện áp đặt vào stator của động cơ (đặc tính cơ cứng) nên muốn thay đổi tốc độ động cơ này ta phải thay đổi số cực hoặc tần số lưới điện cung cấp cho động cơ.

Trên thực tế, khi một động cơ không đồng bộ làm việc bình thường (ở chế độ định mức) thì trị số s nằm trong khoảng từ 2 đến 5%; đối với động cơ không đồng bộ có hệ số trượt nâng cao, nó có thể đạt 10%.

Khi đã biết hệ số trượt s ta có thể tính tốc độ rotor như sau:

$$n = 60 \frac{f}{p} (1 - s) \text{ (vòng /phút).}$$

Để đảo chiều quay động cơ ba pha ta phải đảo chiều của từ trường quay. Muốn đảo chiều của từ trường ta phải đảo thứ tự của 2 trong 3 pha.

2.1.5. Ý nghĩa của các kí hiệu trên nhãn động cơ không đồng bộ xoay chiều 3 pha:

a. Trên nhãn động cơ thường ghi các kí hiệu như sau:

$$\Delta/Y - U_{\Delta}/U_Y [V] - I_{\Delta}/I_Y [A]$$

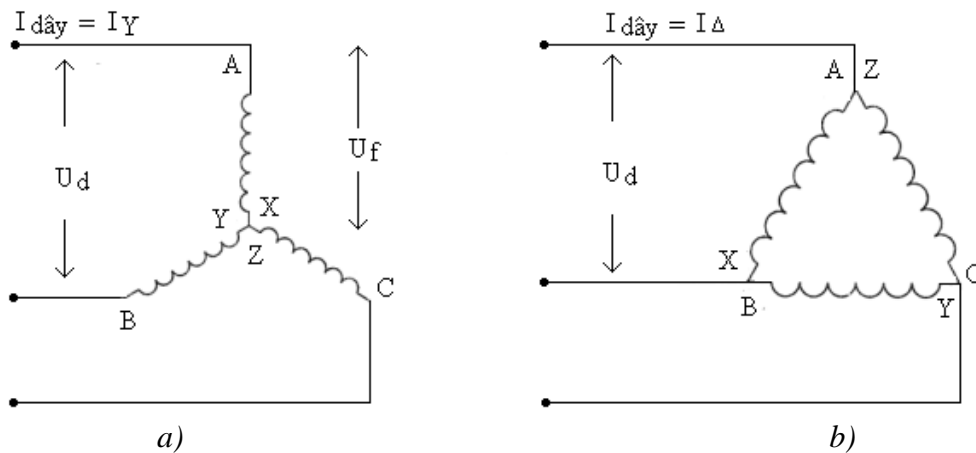
Kí hiệu trên có ý nghĩa là:

Khi điện áp dây của lưới điện ba pha có giá trị là U_{Δ} thì các cuộn dây của động cơ cần phải được đấu hình tam giác (hình 2.5b), dòng điện dây tương ứng khi đấu tam giác là:

$$I_{\text{dây}} = I_{\Delta} [A]$$

Ngược lại khi điện áp dây của lưới điện 3 pha có giá trị U_Y thì các cuộn dây động cơ cần phải được đấu hình sao (hình 2.5a), dòng điện dây tương ứng khi đấu Y là:

$$I_{\text{dây}} = I_Y [A]$$



Hình 2.5

Nhận xét:

Qua sơ đồ trên ta nhận thấy:

- Điện áp pha định mức của động cơ (điện áp định mức của cuộn dây pha) có giá trị là U_{Δ} , dòng điện pha định mức của động cơ có giá trị là I_Y .
- Bất luận trong trường hợp nào thì điện áp đặt trên một cuộn dây pha cũng phải bằng điện áp định mức (U_{Δ}) dòng điện tương ứng chạy qua cuộn dây là dòng điện pha định mức (I_Y).
- Ta luôn có tỉ số:

$$\frac{U_{\Delta}}{U_Y} = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad \text{và} \quad \frac{I_{\Delta}}{I_Y} = \sqrt{3}$$

b. Ngoài ra còn các kí hiệu khác như:

- P_2 : công suất trên trục động cơ.
- η : Hiệu suất của động cơ.
- $\cos\varphi$: hệ số công suất.
- n : tốc độ quay của trục động cơ.

2.1.6. Đặc điểm của động cơ điện không đồng bộ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc

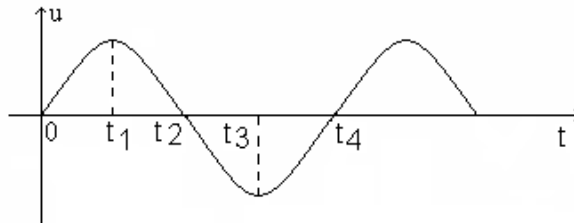
Sử dụng điện áp xoay chiều 3 pha 220V, 380V hoặc 660V.

- Hệ số công suất và hiệu suất lớn, moment khởi động lớn thích hợp với phụ tải công suất lớn. Thông thường người ta chế tạo động cơ 3 pha có công suất từ vài trăm W đến vài trăm KW.
- Hoạt động tin cậy, độ ồn nhỏ, độ bền cao, dễ kiểm soát tốc độ.
- Kết cấu đơn giản, ít hỏng hóc, dễ sửa chữa. Khi hoạt động không phát sinh tia lửa điện.
- Tuy nhiên, sử dụng động cơ 3 pha thì đặc tính cơ cứng, khó thay đổi tốc độ, dòng khởi động lớn, đấu nối, vận hành phức tạp, ...

2.2. ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU 1 PHA ROTOR LỒNG SÓC:

2.2.1. Từ trường động cơ điện xoay chiều 1 pha:

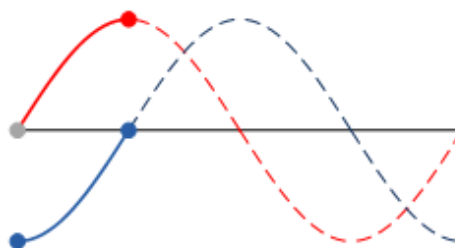
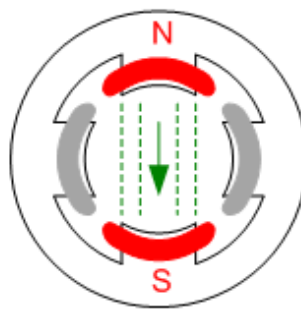
Giả thuyết ta có một động cơ xoay chiều 1 pha đơn giản chỉ gồm stator, rotor lồng sóc và một cuộn dây stator đấu vào lưới điện xoay chiều một pha. Ta xét từ trường của động cơ này tại các thời điểm t_1, t_2, t_3 (hình 2.6).

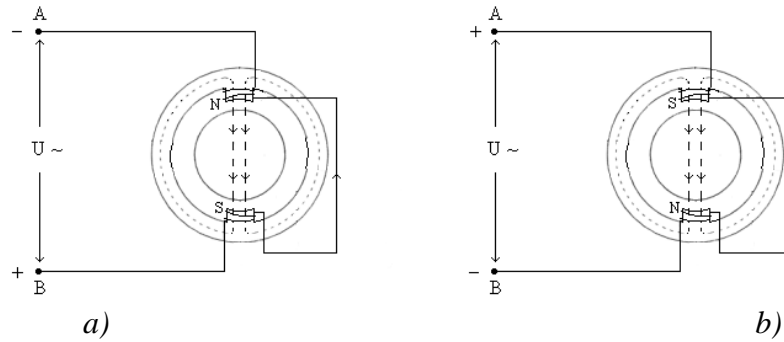


Hình 2.6

Xét thời điểm t_1 , cực B dương hơn cực A, dòng điện chạy qua cuộn stator như hình 2.7a. Bằng qui tắc vụn nút chai ta xác định được chiều từ trường tương ứng chạy trong stator.

Xét thời điểm t_2 , không có dòng điện chạy trong cuộn dây stator nên từ trường stator bằng không.



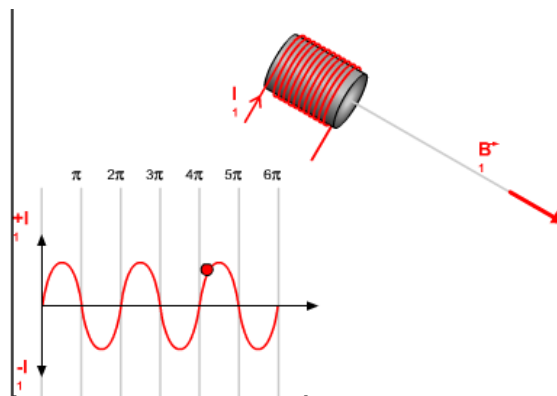


Hình 2.7

Xét ở thời điểm t_3 , cực A dương hơn cực B, dòng điện chạy trong cuộn stator như 2.7b. Bằng qui tắc vụn nút chai ta xác định được chiều từ trường tương ứng chạy trong stator.

Ở chu kỳ tiếp theo ta cũng có kết quả tương tự. Từ đó ta rút ra được kết luận sau:

Khi cho dòng điện xoay chiều 1 pha chạy vào dây quấn stator sẽ tạo ra từ trường. Độ lớn và chiều của từ trường này biến thiên theo qui luật của dòng điện xoay chiều nhưng phương của nó trong không gian không thay đổi (vẫn theo phương thẳng đứng như hình 2.7a,b). Ta nói từ trường này không quay hay nói khác đi đây không phải là từ trường quay mà là từ trường đập mạch.



Nhưng nếu ta lấy tay mỗi cho rotor quay thì nếu coi rotor đứng yên ta lại có từ trường đập mạch quay tương đối so với rô to và kết quả là rô to sẽ tiếp tục quay theo chiều ta đã mồi.

Tuy nhiên, vì không phải là từ trường quay, nên khi cấp điện vào dây quấn stator của động cơ xoay chiều một pha có cấu tạo như trên thì rô to sẽ không tự quay được. Vì vậy chúng ta cần phải dùng các phần tử phụ để biến từ trường 1 pha thành từ trường quay.

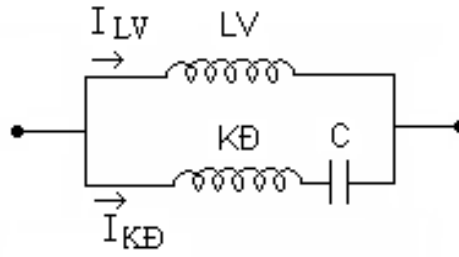
Để biến từ trường 1 pha thành từ trường quay người ta sử dụng một trong các cách sau:

- Dùng vòng ngắn mạch đặt vào 1 phân của cực từ chính.
- Dùng cuộn mở máy (cuộn dây phụ).
- Dùng cuộn mở máy đấu nối tiếp với tụ điện.

Cả ba cách trên đều dựa trên một nguyên tắc chung là tạo ra một từ trường phụ lệch pha so với từ trường chính (từ trường chính là từ trường đập mạch như đã nói trên). Như vậy, trong stator tồn tại đồng thời 2 từ trường lệch pha nhau. Tổng hợp 2 từ trường này ta sẽ được từ trường quay. Tuy nhiên, ba cách mở máy trên sẽ cho các góc lệch pha giữa từ trường chính và phụ khác nhau và chỉ có cách thứ 3 là mở máy tốt nhất vì góc lệch pha có thể đạt được 90^0 .

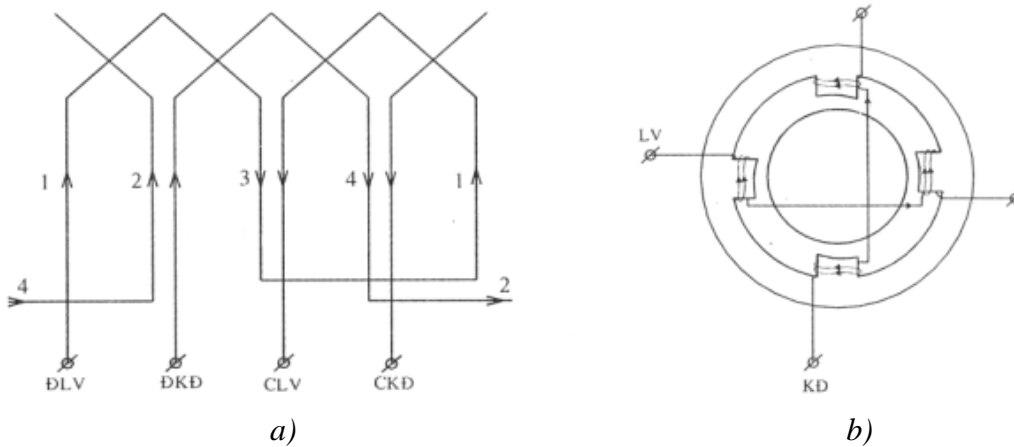
2.2.2. Cách tạo ra từ trường quay ở động cơ điện xoay chiều 1 pha rotor lồng sóc

Ở đây ta chỉ xét cách tạo ra từ trường quay bằng cuộn dây phụ và tụ điện. Những động cơ 1 pha như vậy còn gọi là động cơ 1 pha tụ điện. Sơ đồ nguyên lý như hình 2.8. Trong động cơ này có một cuộn đấu trực tiếp vào nguồn 1 pha gọi là cuộn làm việc (LV), cuộn còn lại đấu nối tiếp với tụ điện được gọi là cuộn khởi động.



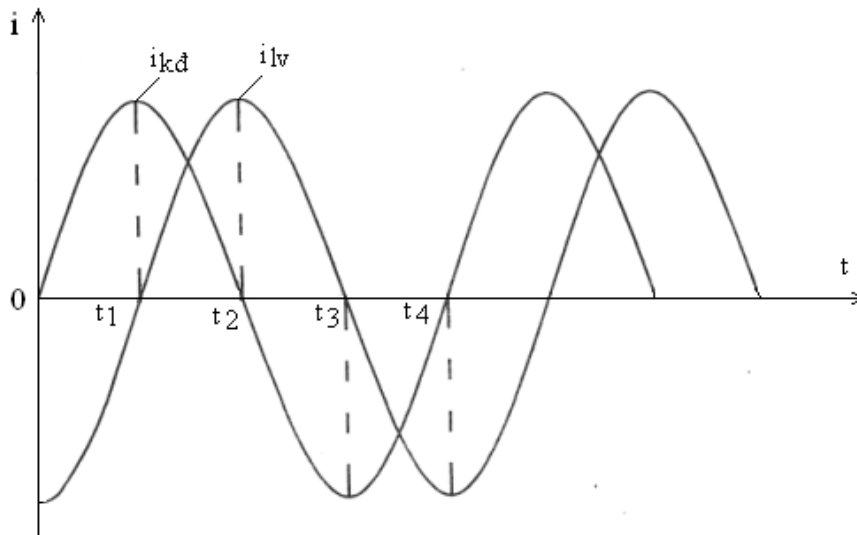
Hình 2.8

Để nghiên cứu cách tạo ra từ trường quay trong động cơ 1 pha tụ điện nói chung ta hãy xem xét một động cơ 1 pha tụ điện có sơ đồ dây quấn đơn giản như hình 2.9a và cách bố trí các cuộn dây quấn như hình 2.9b.



Hình 2.9

Nhờ tụ điện mà dòng chạy trong cuộn làm việc (i_{lv}) chậm pha so với dòng điện qua cuộn khởi động (i_{kd}). Để tạo được mô men mở máy tốt, người ta tính toán trị số tụ sao cho góc lệch pha giữa dòng điện này bằng 90^0 (tương ứng với $T/4$). Được minh họa bằng đồ thị hình sin, hình 2.10.

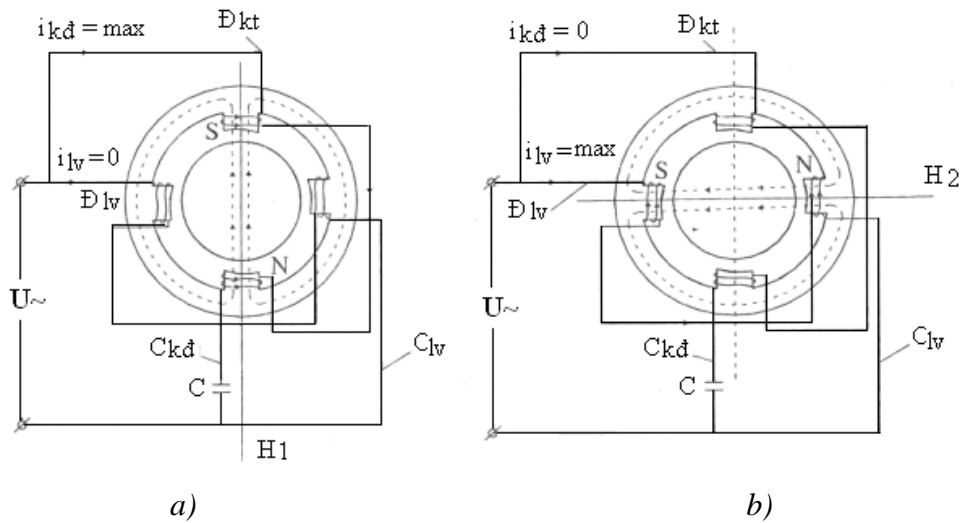


Hình 2.10

Cho hai dòng điện này lần lượt đi vào 2 cuộn dây tương ứng, ở đây ta qui ước ở bán kỳ dương thì dòng điện sẽ đi từ đầu đầu đến đầu cuối (từ Đ_{lv} đến C_{lv} hoặc từ Đ_{kd} đến C_{kd}), còn ở bán kỳ âm thì dòng điện sẽ đi ngược lại.

Theo qui ước trên, ta xét thời điểm t_1 , ta có dòng điện trong cuộn dây khởi động đạt giá trị cực đại, còn dòng điện trong cuộn dây làm việc $i_{lv} = 0$. Tương ứng ta có dòng điện chạy trong cuộn khởi động đi từ đầu đầu đến đầu cuối còn cuộn làm việc không có dòng điện chạy qua.

Sử dụng qui tắc vận nút chai ta sẽ xác định được chiều từ trường của dòng qua cuộn khởi động (cũng chính là từ trường của stator) ở thời điểm t_1 là (H_1) như hình vẽ 2.11a.



Hình 2.11

Tương tự ta xét tại thời điểm t_2 , ta sẽ có chiều dòng điện chạy trong cuộn dây khởi động $i_{kđ} = 0$, còn dòng điện trong cuộn dây làm việc đạt giá trị cực đại nên ta có từ trường stator tương ứng là H_2 (hình 2.11b).

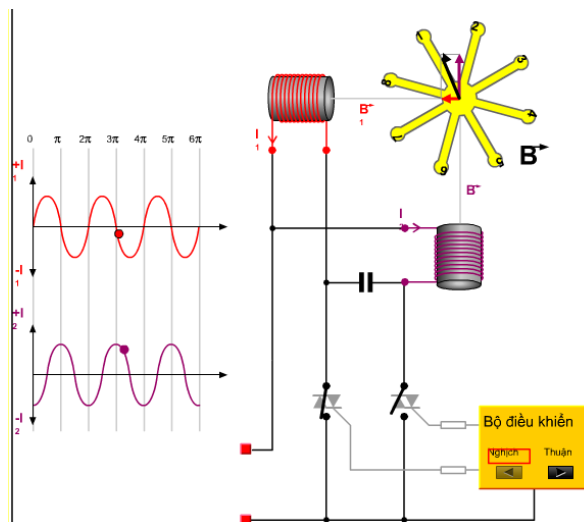
Nhận xét:

- Trong khoảng thời gian từ t_1 đến t_2 , tương ứng với $T/4$ thì từ trường quay đã quay được 1 góc $\alpha = 90^\circ$ theo chiều ngược với kim đồng hồ. Tương tự ta xét tại thời điểm t_3 sẽ cho kết quả tương tự.

Như vậy, xét tại các thời điểm khác nhau thì vị trí của từ trường khác nhau. Ta nói từ trường đập mạch đã biến thành từ trường quay. Kết quả này có được là do ta đã bố trí 2 cuộn dây đặt lệch nhau trong không gian của stator và cho 2 dòng điện khác pha đi vào 2 cuộn dây này.

Khi động cơ 1 pha đã có từ trường quay thì rotor sẽ tự quay được và nguyên lý hoạt động của nó chính là nguyên lý hoạt động của một động cơ không đồng bộ như ta đã nghiên cứu.

Để đảo chiều quay của động cơ 1 pha ta phải đảo chiều của từ trường quay. Muốn đảo chiều của từ trường ta phải đảo cực tính của một trong hai cuộn dây.



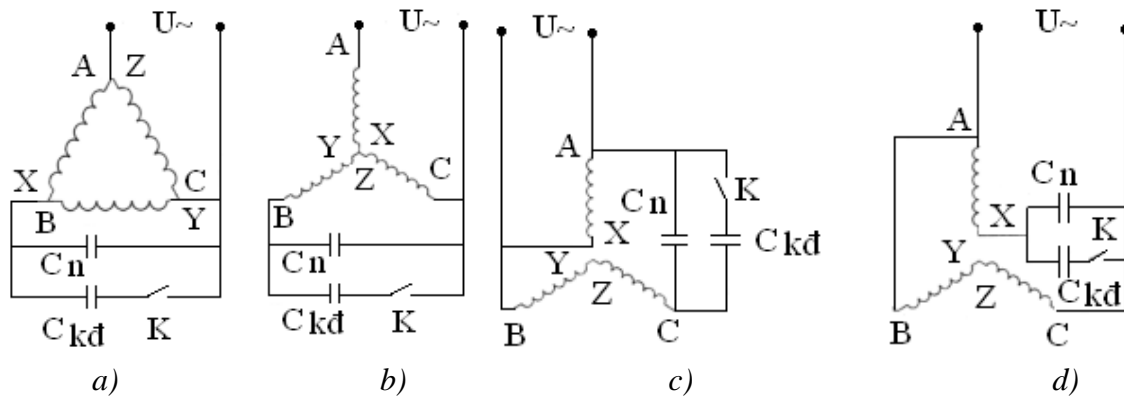
2.2.3. Sử dụng động cơ 3 pha chạy lưới điện 1 pha:

Động cơ xoay chiều ba pha có thể làm việc ở lưới điện một pha như một động cơ một pha có phần tử mở máy hoặc động cơ một pha chạy tự điện. Khi dùng tụ điện mở máy thì động cơ có thể đạt đến 80% công suất định mức. Tuy nhiên, người ta thường áp dụng với động cơ ba pha công suất nhỏ dưới 2 KW. Khi đó mỗi động cơ cần phải chọn sơ đồ đấu dây và trị số tụ điện phù hợp.

Nguyên tắc chuyển các cuộn dây ba pha sang hoạt động ở lưới điện một pha:

- Điện áp định mức trên cuộn dây không đổi.
- Phải đặt 1 hay 2 cuộn dây thành cuộn làm việc, cuộn còn lại thành cuộn khởi động.
- Trị số tụ được chọn sao cho góc lệch pha giữa dòng điện qua cuộn làm việc và dòng điện qua cuộn khởi động đạt gần bằng 90⁰.

Theo nguyên tắc trên, tùy theo điện áp nguồn và điện áp định mức của các cuộn dây pha mà ta có thể chọn 1 trong 4 sơ đồ sau:



Hình 2.12

Sơ đồ hình 2.12a và 2.12c áp dụng cho trường hợp điện áp lưới U_L bằng điện áp pha động cơ.

Sơ đồ hình 2.12b và 2.12d áp dụng cho trường hợp điện áp lưới U_L bằng điện áp dây động cơ.

Ví dụ: Ta có động cơ mã hiệu: $\Delta/Y - 220/380$ [V].

- Nếu điện áp nguồn để cấp cho động cơ (sau khi đấu thành động cơ 1 pha) là 220VAC thì ta có thể chọn sơ đồ 2.12a hoặc 2.12c.

- Nếu điện áp nguồn để cấp cho động cơ (sau khi đấu thành động cơ 1 pha) là 380VAC thì ta có thể chọn sơ đồ 2.12b hoặc 2.12d.

Trị số tụ điện được chọn như sau:

- Điện dung tụ làm việc:

$$C_{LV} = K \frac{I_{fdđ}}{U_L}$$

Trong đó:

- I_{fdm} : dòng điện pha định mức của động cơ (là trị số nhỏ trên nhãn động cơ).
- U_L : Điện áp nguồn một pha mà động cơ sẽ hoạt động khi đấu thành 1 pha.
- K: Hệ số tính toán, phụ thuộc từng sơ đồ đấu dây. Cụ thể:

Sơ đồ 2.12a: $K = 4800$

Sơ đồ 2.12b: $K = 2800$

Sơ đồ 2.12c: $K = 1600$

Sơ đồ 2.12d: $K = 2740$

- Điện áp tụ điện làm việc $U_C > 1,5 U_L$

- Trị số tụ khởi động chọn theo tụ làm việc. Thông thường trị số tụ khởi động:

$$U_{KD} = (2 \div 10).C_{LV}$$

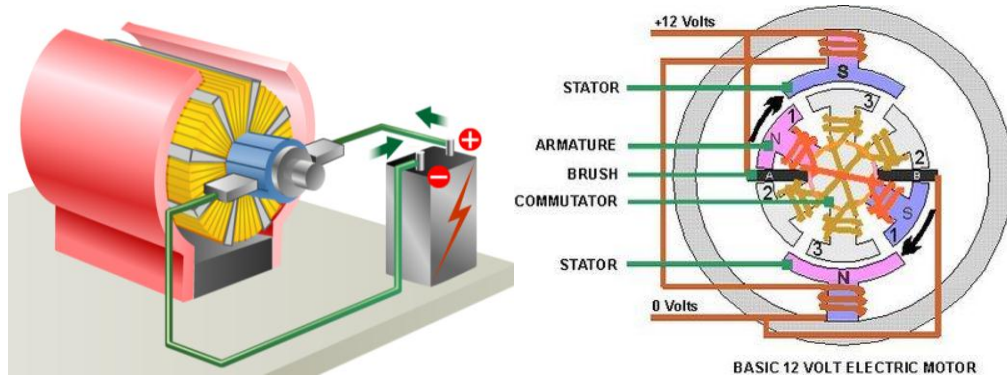
- Điện áp tự khởi động chọn tương đương với điện áp tụ làm việc.

2.2.4. Đặc điểm của động cơ điện một pha rotor lồng sóc:

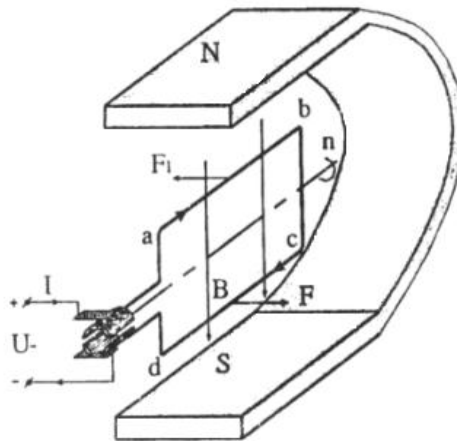
- Sử dụng điện áp 1 pha 110V hoặc 220V, đấu nối đơn giản, dễ vận hành.
- Cấu tạo đơn giản, ít hỏng hóc, dễ sửa chữa.
- Đặc tính cơ mềm hơn đặc tính cơ động cơ ba pha, dễ thay đổi tốc độ.

Tuy nhiên, sử dụng động cơ một pha thì hệ số công suất thấp và hiệu suất cũng thấp chỉ có từ 65 đến 90%, moment khởi động yếu không thích hợp với phụ tải công suất lớn. Thông thường ta chỉ gặp động cơ một pha công suất dưới 2KW.

2.3. ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU



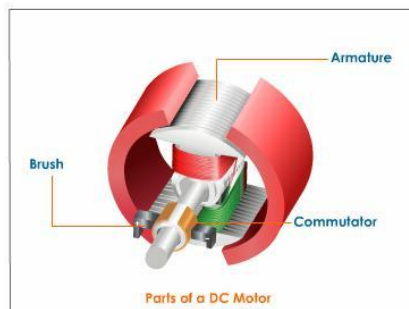
2.3.1. Cấu tạo và nguyên lý của động cơ điện một chiều:



Hình 2.13

Trước khi đi sâu vào tìm hiểu cấu tạo và nguyên lý của động cơ điện một chiều trong thực tiễn, ta nghiên cứu cấu tạo và nguyên lý hoạt động của động cơ điện một chiều đơn giản như hình 2.13.

Hệ thống gồm một khung dây (phần ứng), một nam châm vĩnh cửu hình chữ U (phần cảm) và một bộ chổi quét, nguồn điện một chiều U.



Nguyên lý hoạt động như sau:

Giả sử từ trường do nam châm tạo ra có cường độ là B , hướng xuống dưới.

Cho dòng điện một chiều chạy qua khung dây abcd. Ở đây thanh ab và thanh cd có dòng điện chạy qua lại nằm cắt ngang đường sức từ nên nó chịu một lực đẩy F có trị số được tính bằng công thức sau:

$$F = B \cdot I \cdot l \text{ [N]}$$

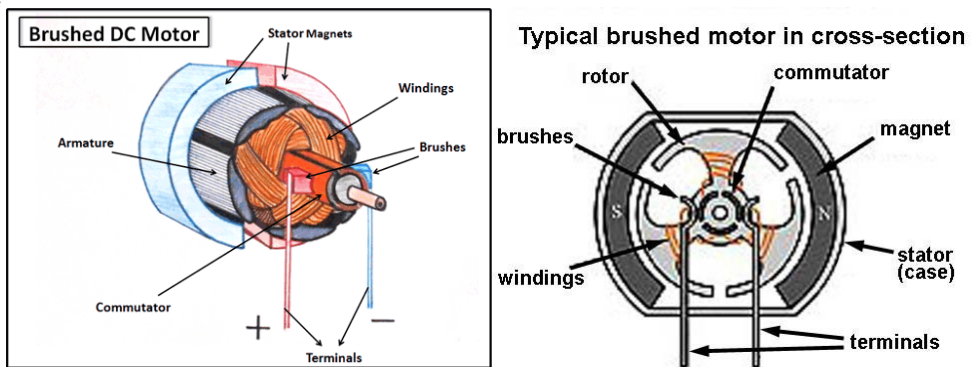
Trong đó: B là cường độ từ trường [T].

I : là cường độ dòng điện chạy trong cuộn dây [A].

l là chiều dài hiệu dụng của thanh dẫn [m].

Dùng quy tắc bàn tay trái ta xác định được chiều của lực từ F như minh họa trên hình 2.13. Ta nhận thấy: Hai lực F_1 và F_2 ngược chiều nhau hợp thành moment làm cho khung dây quay. Nếu đảo chiều nguồn điện vào khung dây thì moment quay sẽ đảo chiều, kết quả là khung dây quay ngược lại.

Trên đây ta đã nghiên cứu về động cơ điện một chiều đơn giản, nhưng trong thực tế thì người ta không sản xuất loại động cơ điện một chiều đơn giản như vậy mà chúng thường có các bộ phận chính như sau:



Phần cảm (stator):

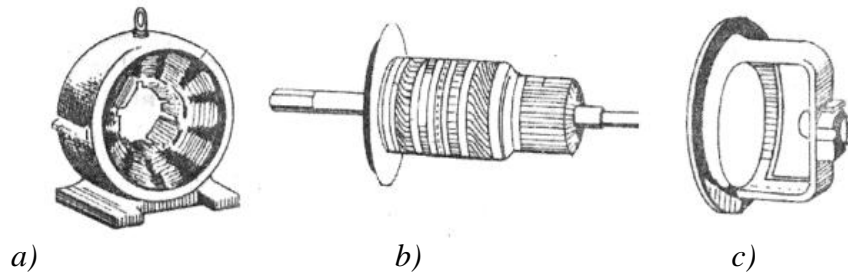


Được chế tạo từ thép đúc, bên trong có bố trí các cực để quấn dây gọi là cực từ. Cuộn dây quấn quanh cực từ gọi là dây kích từ như hình 2.14a.

Phần ứng (rotor):



Gồm nhiều lá thép ghép lại với nhau thành hình trụ, trên đó có xẻ rãnh đặt dây quấn gọi là dây quấn phần ứng. Các đầu dây này được đấu ra các thanh dẫn để tiếp điện với chổi than. Các thanh dẫn được xếp thành hình trụ tròn cách điện với nhau được gọi là cổ góp (hình 2.14b).

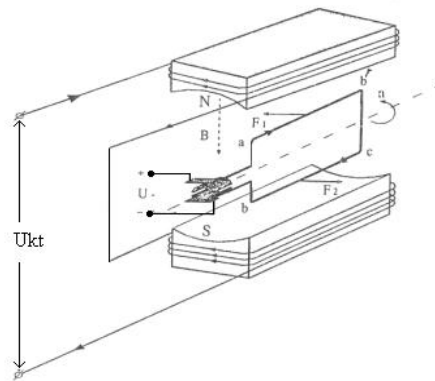


Hình 2.14

Nắp động cơ:

Được dùng để gá và giữ bạc đạn động cơ và gắn giá đỡ chổi than hình 2.14c.

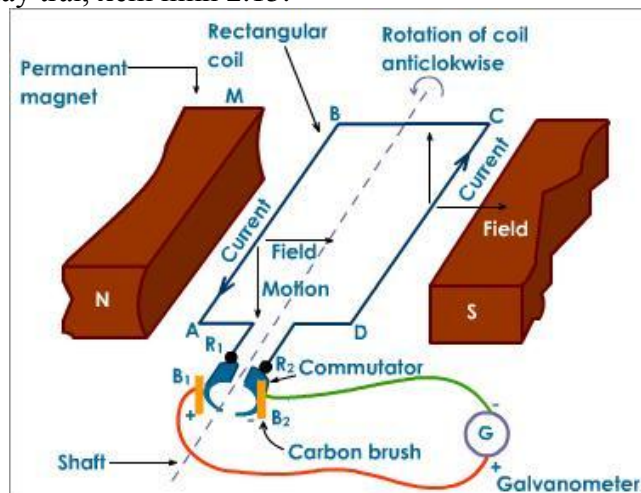
Nguyên lý làm việc của động cơ điện một chiều kích từ độc lập xem hình 2.15.



Hình 2.15

Cho dòng điện một chiều chạy vào cuộn dây stator, trong cuộn dây sẽ sinh ra từ trường, từ trường này sẽ tạo ra các cực từ tương ứng ở chính bề mặt cuộn dây. Ta có thể xác định chiều từ trường của cuộn dây bằng quy tắc vặn nút chai như hình 2.15. Ta nhận thấy từ trường này cũng giống như từ trường của nam châm vĩnh cửu nhưng do dòng điện chạy trong cuộn dây sinh ra, vì vậy cuộn dây này gọi là cuộn dây kích từ và dòng điện chạy trong cuộn dây gọi là dòng kích từ (I_{kt}).

Cho dòng điện chạy vào dây quấn phần ứng (mỗi phần tử dây quấn phần ứng có thể coi như một khung dây). Xét một phần tử dây quấn nằm trên mặt phẳng trùng phương với đường sức từ ta thấy nó sẽ chịu tác dụng bởi moment quay mà lực từ tạo ra moment này có chiều xác định bằng quy tắc bàn tay trái, xem hình 2.15.



Kết quả là khi cho dòng điện một chiều chạy vào dây quấn kích từ và dây quấn phần ứng thì phần ứng sẽ quay, chiều quay của phần ứng phụ thuộc vào chiều dòng điện kích từ và dòng điện phần ứng – đó là nguyên lý hoạt động của động cơ điện một chiều nói chung.

2.3.2. Các loại động cơ điện một chiều:

Có rất nhiều cách phân loại động cơ điện một chiều nhưng cách phân loại theo cách thức nối dây giữa cuộn kích từ và cuộn dây phần ứng được dùng nhiều hơn cả vì cách thức nối dây khác nhau thì động cơ 1 chiều sẽ có các tính chất khác nhau rõ rệt.

a. Động cơ điện một chiều kích từ độc lập:

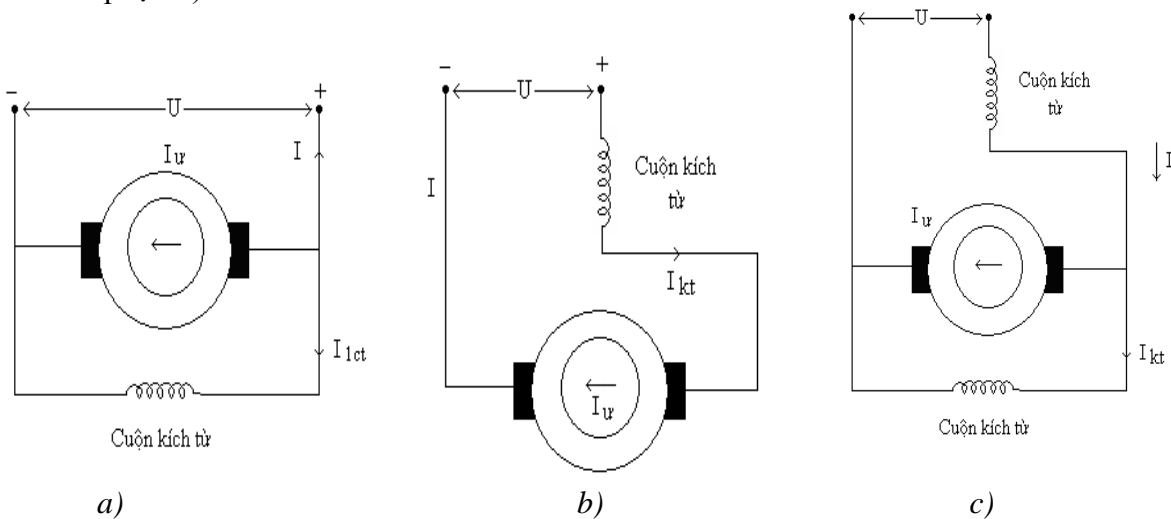
Đây là loại động cơ điện một chiều mà dây quấn kích từ không được đấu nối với dây quấn phần ứng (độc lập). Dòng điện kích từ I_{kt} được cung cấp bởi nguồn điện một chiều riêng biệt từ bên ngoài. Vì vậy giữa phần kích từ và phần ứng không trực tiếp liên quan với nhau về điện.

Do tính chất trên khi động cơ làm việc, nếu ta tăng điện áp kích từ thì dòng điện kích từ tăng (không ảnh hưởng đến dòng điện phần ứng) sẽ làm cho tốc độ động cơ tăng và ngược lại, hơn nữa dòng kích từ thường rất nhỏ nên việc thay đổi tốc độ động cơ sẽ đơn giản nhưng có nhược điểm là phải dùng nguồn điện riêng biệt từ bên ngoài.

b. Động cơ điện một chiều kích từ song song:

Trong động cơ này các cuộn dây của cực từ chính được mắc song song với dây quấn phần ứng (hình 2.16a).

Do mắc song song nên dòng điện kích từ và dòng điện phần ứng chủ yếu phụ thuộc vào điện áp nguồn, ít phụ thuộc vào phụ tải nên động cơ này có đặc tính cơ rất cứng (tốc độ ít thay đổi vào phụ tải).



Hình 2.16

c. Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp:

Đây là động cơ điện một chiều mà cuộn dây của cực từ chính được mắc nối tiếp dây quấn phần ứng (hình 2.16b).

Do cách mắc nối tiếp, nên dòng điện kích từ luôn luôn bằng dòng điện phần ứng. Đường đặc tính cơ có dạng hyperbol tức là tốc độ phụ thuộc nhiều vào moment quay phụ tải. Khi chạy không tải, momen nhỏ, tốc độ tăng cao có thể gây hỏng hóc về mặt cơ khí. Vì vậy người ta tránh dùng động cơ điện một chiều ở chế độ không tải.

d. Động cơ điện một chiều kích từ hỗn hợp:

Đây là động cơ điện một chiều vừa sử dụng cả hai phương pháp kích từ song song và nối tiếp nên nó có tính chất của 2 động cơ này. Sơ đồ nguyên lý hình 2.16c.

2.4. ĐỘNG CƠ BƯỚC



2.4.1. Khái niệm:

Hiện nay trong một số hệ thống điều khiển tự động có sử dụng một loại động cơ đặc biệt chạy bằng xung điện. Khác với động cơ thông thường là động cơ này không quay liên tục trong một vòng quay mà nó chỉ dịch chuyển từng “bước” vì vậy còn gọi là động cơ bước. Ưu điểm nổi bật của nó là dễ điều khiển. Tuy vậy, người ta chưa tìm được cách nào để nâng cao công suất của động cơ bước. Vì vậy hiện nay người ta mới chỉ dùng động cơ bước cho những trường hợp công suất nhỏ.

Động cơ bước có thể được mô tả như là một động cơ điện không dùng bộ chuyển mạch. Cụ thể, các mẫu trong động cơ là stator, và rotor là nam châm vĩnh cửu hoặc trong trường hợp của động cơ biến từ trở, nó là những khối răng làm bằng vật liệu nhẹ có từ tính. Tất cả các mạch đảo phải được điều khiển bên ngoài bởi bộ điều khiển, và đặc biệt, các động cơ và bộ điều khiển được thiết kế để động cơ có thể giữ nguyên bất kỳ vị trí cố định nào cũng như là quay đến bất kỳ vị trí nào.

Hầu hết các động cơ bước có thể chuyển động ở tần số âm thanh, cho phép chúng quay khá nhanh, và với một bộ điều khiển thích hợp, chúng có thể khởi động và dừng lại dễ dàng ở các vị trí bất kỳ.

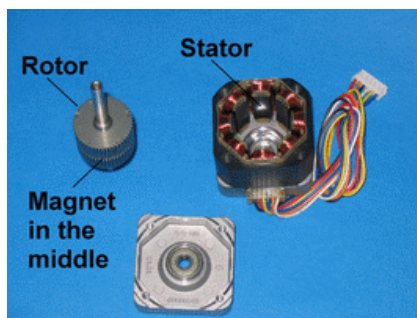
Trong một vài ứng dụng, cần lựa chọn giữa động cơ servo và động cơ bước. Cả hai loại động cơ này đều như nhau vì có thể xác định được vị trí chính xác, nhưng chúng cũng khác nhau ở một số điểm. Servo motor đòi hỏi tín hiệu hồi tiếp analog. Đặc biệt, điều này đòi hỏi một bộ tác-cô để cung cấp tín hiệu hồi tiếp về vị trí của rotor, và một số mạch phức tạp để điều khiển sự sai lệch giữa vị trí mong muốn và vị trí tức thời vì lúc đó dòng qua động cơ sẽ dao động tắt dần.

Để lựa chọn giữa động cơ bước và động cơ servo, phải xem xét một số vấn đề, và nó phụ thuộc vào các ứng dụng thực tế. Ví dụ, khả năng trở về một vị trí đã vượt qua phụ thuộc vào hình dạng rotor động cơ bước, trong khi đó, khả năng lặp lại vị trí của động cơ servo nói chung phụ thuộc vào độ ổn định của bộ tác cô và các linh kiện analog khác trong mạch hồi tiếp.

Động cơ bước có thể được dùng trong hệ thống điều khiển vòng hở đơn giản; những hệ thống này đảm bảo cho hệ thống điều khiển gia tốc với tải trọng tĩnh, nhưng khi tải trọng thay đổi hoặc điều khiển ở gia tốc lớn, người ta vẫn dùng hệ điều khiển vòng kín với động cơ bước. Nếu một động cơ bước trong hệ điều khiển vòng mở quá tải, tất cả các giá trị về vị trí của động cơ đều bị mất và hệ thống phải nhận diện lại; servo motor thì không xảy ra vấn đề này.

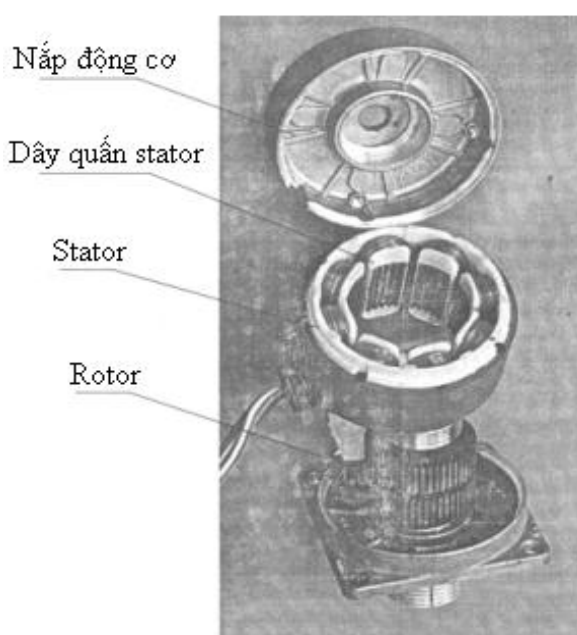
Động cơ bước trong tiếng Đức là SCHRITTMOTOREN, trong tiếng Pháp là MOTEURS PAS À PAS, và trong tiếng Tây Ban Nha là MOTOR PASO PASO. Từ step-motor và stepper motor cũng được dùng khá phổ biến.

2.4.2. Sơ lược cấu tạo:



Động cơ bước có cấu tạo rất giống động cơ điện một chiều nhưng có điểm khác biệt là không có cổ góp và chổi than, rô to không có cuộn kích từ. Sau đây ta xét từng loại động cơ bước cụ thể.

- *Động cơ kiểu cường bức:* Gồm một rotor sắt mềm trên đó xẻ nhiều rãnh tạo thành các răng. Stator cũng được xẻ rãnh tạo thành các cực từ. Trên các cực từ có quấn dây, loại này được dùng nhiều trong các máy in kim. Xem hình 2.17.



Hình 2.17

- *Động cơ bước kiểu nam châm vĩnh cửu:* Rotor của động cơ này là nam châm vĩnh cửu. Trên đó có xẻ rãnh tạo thành các cực từ liên tiếp trái dấu nhau.

- *Động cơ hỗn hợp:* Có rotor cường bức là các những thanh nam châm vĩnh cửu. Các nam châm thường được lắp ngay trên rotor. Động cơ bước hỗn hợp có moment xoắn lớn, quán tính lớn và góc bước nhỏ.

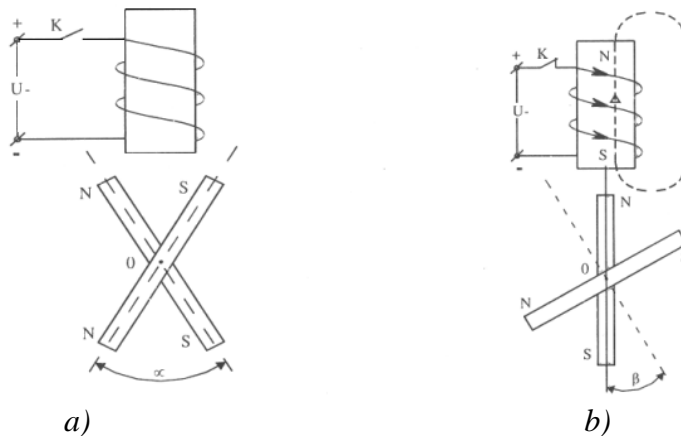
Ưu khuyết của động cơ bước:

- Sử dụng điện áp xung, tốc độ quay phụ thuộc vào tần số xung điện nên việc thay đổi và kiểm soát tốc độ đơn giản.
- Động cơ này hoạt động ổn định, sau mỗi bước động cơ tự hãm động năng và dừng lại để dịch chuyển bước tiếp theo vì vậy điểm dừng có độ chính xác cao, thích hợp với hệ thống tự động điều khiển.
- Tính năng ưu điểm như động cơ một chiều nhưng lại không có chổi than, không phát sinh tia lửa điện.
- Tuy nhiên, nguồn cung cấp cho động cơ bước là nguồn xung, không sẵn có ở lưới điện công nghiệp nên cần phải trang bị thiết bị tạo xung, rất phức tạp, giá thành cao, ...

2.4.3. Nguyên lý làm việc của động cơ bước:

Trước khi nghiên cứu về nguyên lý làm việc của động cơ bước ta hãy xem xét thí nghiệm đơn giản sau:

- Sử dụng hai thanh nam châm có trọng lượng bằng nhau đặt lệch nhau một góc α nào đó sau đó kẹp chặt vào nhau. Hai thanh này có thể quay quanh tâm O. Đặt cố định một nam châm điện một chiều ở vị trí như hình vẽ 2.18a.
- Ban đầu khóa K ở trạng thái hở, chưa có dòng điện chạy qua cuộn dây nên chưa có từ trường chạy trong lòng cuộn dây hay nói khác đi cuộn dây chưa trở thành nam châm điện, hai thanh nam châm ở trạng thái cân bằng do lực hút của trái đất hình 2.18a.
- Đóng khóa K, dòng điện một chiều sẽ đi qua cuộn dây, ta sẽ xác định được từ trường tương ứng của cuộn dây. Lúc này cuộn dây trở thành nam châm điện. Với cực tính xác định nó sẽ hút cực N của thanh nam châm trái và đẩy cực S của thanh nam châm phải. Kết quả là thanh nam châm trái sẽ nằm ở vị trí thẳng hàng với nam châm điện. Xem hình 2.18b.

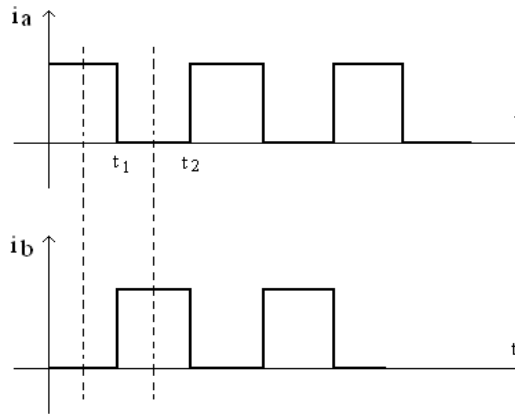


Hình 2.18

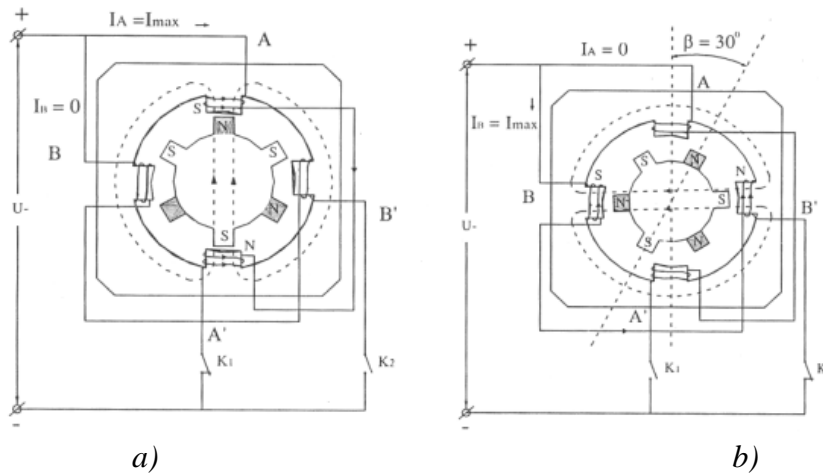
- Nếu đảo chiều dòng điện vào nam châm điện cực tính của nam châm bị thay đổi làm cho hai thanh nam châm sẽ quay ngược lại.

Nhận xét:

- Khi có dòng điện chạy qua cuộn dây sẽ làm cho thanh nam châm quay được một góc $\beta = \frac{\alpha}{2}$. Góc quay này chỉ phụ thuộc vào góc độ giữa 2 cực trái dấu, không phụ thuộc vào thời gian dòng điện chạy qua.
 - Khi nam châm chuyển sang một vị trí mới thì nó sẽ bị giữ cố định ở đó khi nào không còn dòng điện chạy qua. Chẳng hạn vì lý do quán tính cực N của thanh nam châm trái có lệch sang phải một chút thì chính nó lại bị nam châm điện kéo về vị trí thẳng hàng với nó. Đó là trạng thái cân bằng bền.
 - Đảo chiều dòng điện qua cuộn dây thì nam châm sẽ quay ngược lại.
- Từ các nhận xét trên ta sẽ xây dựng và tìm hiểu nguyên lý hoạt động của động cơ bước.
- Xét một động cơ bước hai pha đơn giản stator có 2 cực, rotor kiểu nam châm vĩnh cửu gồm 6 cực đặt xen kẽ lẫn nhau. Góc hợp bởi hai cực từ kề nhau trên rô to là 60°. Dòng điện 2 pha được tạo ra bằng cách đóng mở không đồng thời các công tắc K1 và K2 xung dòng điện chạy trong 2 cuộn dây (2 pha) được minh họa trên hình 2.19.
 - Xét tại thời điểm t1, khóa K1 đóng, K2 mở; dòng điện pha A đạt giá trị cực đại, còn dòng điện pha B bằng không. Từ trường stator là từ trường của pha A (có phương thẳng đứng), từ trường này sẽ hút các cực trái dấu về vị trí trùng phương với nó (hình 2.20a).
 - Xét tại thời điểm t2, khóa K1 mở, K2 đóng; dòng điện pha A đạt giá trị không, còn dòng điện pha B đạt giá trị cực đại. Từ trường stator là từ trường của pha B (có phương nằm ngang). Từ trường này sẽ hút các cực trái dấu về vị trí trùng phương với nó (hình 2.20b).



Hình 2.19



Hình 2.20

Nhận xét:

Sau một xung điện, rotor đã quay được một góc 30^0 . Góc này bằng một nửa góc hợp bởi hai cực từ trái dấu kề nhau trên rotor.

Xét ở các thời điểm trên các xung điện tiếp theo ta cũng có kết quả tương tự.

Nếu gọi số cặp cực trên stator là a, số cực trên rotor là n thì để quay hết một vòng rotor cần dịch chuyển k bước. Với k tính như sau:

$$k = n \times a \text{ [bước].}$$

k còn được gọi là độ phân giải của động cơ bước.

Góc quay của một bước chuyển là: $\beta = \frac{360^0}{k}$

Ví dụ: Trong động cơ trên ta có:

Độ phân giải $k = 6 \times 2 = 12$

Góc quay của một bước chuyển là: $\frac{360^0}{12} = 30^0$

2.4.4. Phân loại và đặc điểm các loại động cơ bước:

Dưới đây xin giới thiệu sơ lược về động cơ bước.

Theo kết cấu của động cơ bước chia thành các loại sau đây:

- Động cơ bước cường bức thay đổi.
- Động cơ bước nam châm vĩnh cửu.
- Động cơ bước hỗn hợp.

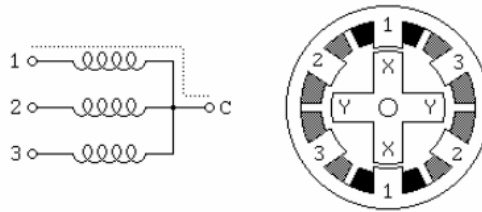
Theo dạng điện áp xung điện kích thích chia thành các loại sau đây:

- Động cơ bước 2 pha.
- Động cơ bước 3 pha.
- Động cơ bước 4 pha.

Theo số cực của rotor chia thành các loại sau đây:

- Động cơ bước 6 cực.
- Động cơ bước 10 cực.
- Động cơ bước 20 cực.
- Động cơ bước 200 cực, ...

a. Động cơ biến từ trở



Hình 2.21

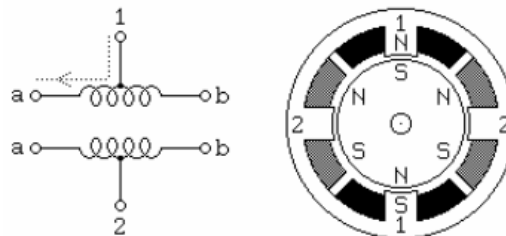
Nếu motor có 3 cuộn dây, được nối như trong biểu đồ **hình 2.21**, với một đầu nối chung cho tất cả các cuộn, thì nó chắc hẳn là một động cơ biến từ trở. Khi sử dụng, dây nối chung (C) thường được nối vào cực dương của nguồn và các cuộn được kích theo thứ tự liên tục.

Dấu thập trong **hình 2.21** là rotor của động cơ biến từ trở quay 30 độ mỗi bước. Rotor trong động cơ này có 4 răng và stator có 6 cực, mỗi cuộn quấn quanh hai cực đối diện. Khi cuộn 1 được kích điện, răng X của rotor bị hút vào cực 1. Nếu dòng qua cuộn 1 bị ngắt và đóng dòng qua cuộn 2, rotor sẽ quay 30 độ theo chiều kim đồng hồ và răng Y sẽ hút vào cực 2.

Để quay động cơ này một cách liên tục, chúng ta chỉ cần cấp điện liên tục luân phiên cho 3 cuộn. Theo logic đặt ra, trong bảng dưới đây 1 có nghĩa là có dòng điện đi qua các cuộn, và chuỗi điều khiển sau sẽ quay động cơ theo chiều kim đồng hồ 24 bước hoặc 2 vòng.

Hình dạng động cơ được mô tả trong **hình 2.21**, quay 30 độ mỗi bước, dùng số răng rotor và số cực stator tối thiểu. Sử dụng nhiều cực và nhiều răng hơn cho phép động cơ quay với góc nhỏ hơn. Tạo mặt răng trên bề mặt các cực và các răng trên rotor một cách phù hợp cho phép các bước nhỏ đến vài độ.

b. Động cơ đơn cực



Hình 2.22

Động cơ bước đơn cực, cả nam châm vĩnh cửu và động cơ hỗn hợp, với 5, 6 hoặc 8 dây ra thường được quấn như sơ đồ **hình 2.22**, với một đầu nối trung tâm trên các cuộn. Khi dùng, các đầu nối trung tâm thường được nối vào cực dương nguồn cấp, và hai đầu còn lại của mỗi mẫu lần lượt nối đất để đảo chiều từ trường tạo bởi cuộn đó.

Sự khác nhau giữa hai loại động cơ nam châm vĩnh cửu đơn cực và động cơ hỗn hợp đơn cực không thể nói rõ trong nội dung tóm tắt của tài liệu này. Từ đây, khi khảo sát động cơ đơn cực, chúng ta chỉ khảo sát động cơ nam châm vĩnh cửu, việc điều khiển động cơ hỗn hợp đơn cực hoàn toàn tương tự.

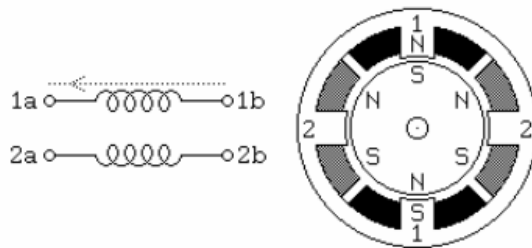
Mẫu 1 nằm ở cực trên và dưới của stator, còn mẫu 2 nằm ở hai cực bên phải và bên trái động cơ. Rotor là một nam châm vĩnh cửu với 6 cực, 3 Nam và 3 Bắc, xếp xen kẽ trên vòng tròn. Để xử lý góc bước ở mức độ cao hơn, rotor phải có nhiều cực đối xứng hơn. Động cơ 30 độ mỗi bước trong hình là một trong những thiết kế động cơ nam châm vĩnh cửu thông dụng nhất, mặc dù động cơ có bước 15 độ và 7.5 độ là khá lớn. Người ta cũng đã tạo ra được động cơ nam châm vĩnh cửu với mỗi bước là 1.8 độ và với động cơ hỗn hợp mỗi bước nhỏ nhất có thể đạt được là 3.6 độ đến 1.8 độ, còn tốt hơn nữa, có thể đạt đến 0.72 độ.

Như trong hình, dòng điện đi qua từ đầu trung tâm của mấu 1 đến đầu a tạo ra cực Bắc trong stator trong khi đó cực còn lại của stator là cực Nam. Nếu điện ở mấu 1 bị ngắt và kích mấu 2, rotor sẽ quay 30 độ, hay 1 bước. Để quay động cơ một cách liên tục, chúng ta chỉ cần áp điện vào hai mấu của động cơ theo dãy.

Nhớ rằng hai nửa của một mấu không bao giờ được kích cùng một lúc. Cả hai dây nêu trên sẽ quay một động cơ nam châm vĩnh cửu một bước ở mỗi thời điểm. Dây bên trái chỉ cấp điện cho một mấu tại một thời điểm, như mô tả trong hình trên; vì vậy, nó dùng ít năng lượng hơn. Dây bên phải đòi hỏi cấp điện cho cả hai mấu một lúc và nói chung sẽ tạo ra một moment xoắn lớn hơn dây bên trái 1.4 lần trong khi phải cấp điện gấp 2 lần.

Vị trí bước được tạo ra bởi hai chuỗi trên không giống nhau; kết quả, kết hợp 2 chuỗi trên cho phép điều khiển nửa bước, với việc dùng động cơ một cách lần lượt tại những vị trí đã nêu ở một trong hai dây trên.

c. Động cơ hai cực



Hình 2.23

Động cơ nam châm vĩnh cửu hoặc hỗn hợp hai cực có cấu trúc cơ khí giống y như động cơ đơn cực, nhưng hai mấu của động cơ được nối đơn giản hơn, không có đầu trung tâm. Vì vậy, bản thân động cơ thì đơn giản hơn, nhưng mạch điều khiển để đảo cực mỗi cặp cực trong động cơ thì phức tạp hơn. Minh họa ở **hình 2.23** chỉ ra cách nối động cơ, trong khi đó phần rotor ở đây giống y như ở **hình 2.23**

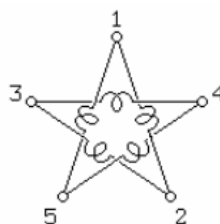
Mạch điều khiển cho động cơ đòi hỏi một mạch điều khiển cầu H cho mỗi mấu. Một cầu H cho phép cực của nguồn áp đến mỗi đầu của mấu được điều khiển một cách độc lập. Các dây điều khiển cho mỗi bước đơn của loại động cơ này được nêu bên dưới, dùng + và - để đại diện cho các cực của nguồn áp được áp vào mỗi đầu của động cơ:

Chú ý rằng những dây này giống như trong động cơ nam châm vĩnh cửu đơn cực, ở mức độ lý thuyết, và rằng ở mức độ mạch đóng ngắt cầu H, hệ thống điều khiển cho hai loại động cơ này là giống nhau.

Chú ý khác là có rất nhiều chip điều khiển cầu H có một đầu vào điều khiển đầu ra và một đầu khác để điều khiển hướng. Có loại chip cầu H kể trên, dây điều khiển dưới đây sẽ quay động cơ giống như dây điều khiển nêu phía trên.

Để phân biệt một động cơ nam châm vĩnh cửu hai cực với những động cơ 4 dây biến từ trở, đo điện trở giữa các cặp dây. Chú ý là một vài động cơ nam châm vĩnh cửu có 4 mấu độc lập, được xếp thành 2 bộ. Trong mỗi bộ, nếu hai mấu được nối tiếp với nhau, thì đó là động cơ hai cực điện thế cao. Nếu chúng được nối song song, thì đó là động cơ hai cực dùng điện thế thấp. Nếu chúng được nối tiếp với một đầu trung tâm, thì dùng như với động cơ đơn cực điện thế thấp.

d. Động cơ nhiều pha



Hình 2.24

Một bộ phận các động không được phổ biến như những loại trên đó là động cơ nam châm vĩnh cửu mà các cuộn được quấn nối tiếp thành một vòng kín như **hình 2.24**. Thiết kế phổ biến nhất đối với loại này sử dụng dây nối 3 pha và 5 pha.

Bộ điều khiển cần $\frac{1}{2}$ cầu H cho mỗi một đầu ra của động cơ, nhưng những động cơ này có thể cung cấp moment xoắn lớn hơn so với các loại động cơ bước khác cùng kích thước. Một vài động cơ 5 pha có thể xử lý cấp cao để có được bước 0.72 độ (500 bước mỗi vòng). Với một động cơ 5 pha như trên sẽ quay mười bước mỗi vòng bước.

Ở đây, giống như trong trường hợp động cơ hai cực, mỗi đầu hoặc được nối vào cực dương hoặc cực âm của hệ thống cấp điện động cơ. Chú ý rằng, tại mỗi bước, chỉ có một đầu thay đổi cực. Sự thay đổi này làm ngắt điện ở một mấu nối vào đầu đó (bởi vì cả hai đầu của mấu có cùng điện cực) và áp điện vào một mấu đang trong trạng thái nghỉ trước đó. Hình dạng của động cơ được đề nghị như **hình 2.24**, dây điều khiển sẽ điều khiển động cơ quay 2 vòng.

Để phân biệt động cơ 5 pha với các loại động cơ có 5 dây dẫn chính, cần nhớ rằng, nếu điện trở giữa 2 đầu liên tiếp của một động cơ 5 pha là R, thì điện trở giữa hai đầu không liên tiếp sẽ là 1.5R.

Và cũng cần ghi nhận rằng một vài động cơ 5 pha có 5 mấu chia, với 10 đầu dây dẫn chính. Những dây này có thể nối thành hình sao như hình minh họa trên, sử dụng mạch điều khiển gồm 5 nửa cầu H, nối cách khác mỗi mấu có thể được điều khiển bởi một vòng cầu H đầy đủ của nó. Để tránh việc tính toán lý thuyết với các linh kiện điện tử, có thể dùng chip mạch cầu tích hợp đầy đủ để tính toán gần đúng.

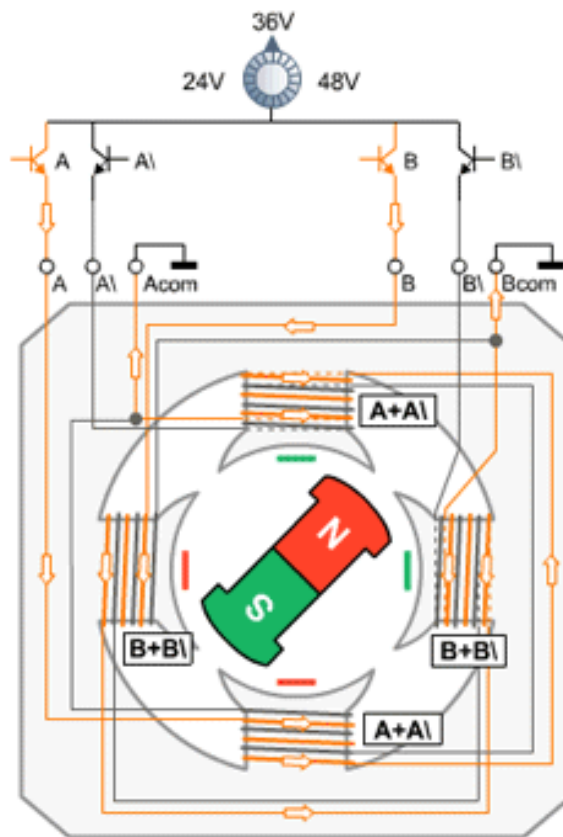
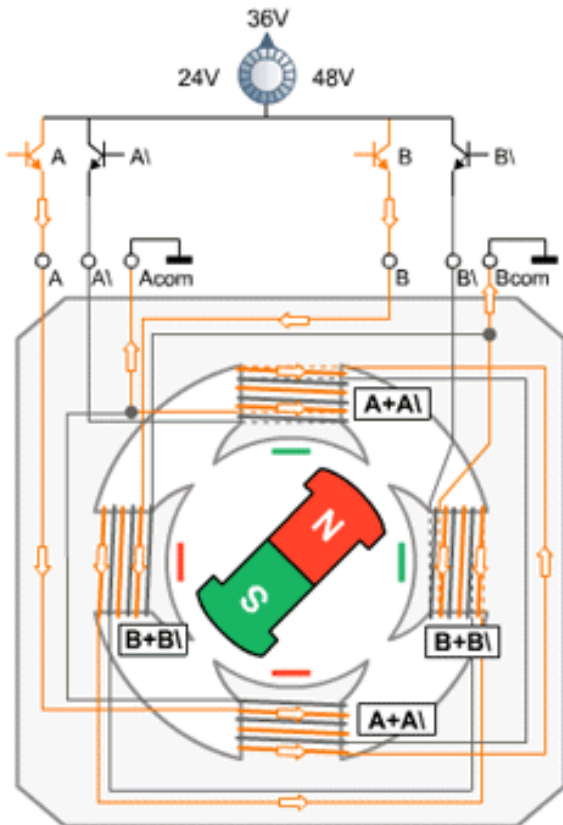
Lưu ý:

- Ta có thể phân biệt các loại động cơ như động cơ biến từ trở, động cơ đơn cực, động cơ hai cực, và động cơ nhiều pha dựa vào cảm nhận bằng tay khi quay rotor và dùng Ohm kế.
- Việc phân biệt các cặp đầu ra của các cuộn dây cũng có thể suy ra từ việc dùng Ohm kế để đo các đầu dây. Tuy nhiên, việc xác định cặp dây ra của từng cuộn dây trong động cơ đơn cực hơi khó khăn hơn một chút.
- Để phân biệt hai cặp dây của động cơ đơn cực 5 dây, trước tiên chúng ta dùng Ohm kế để xác định dây nối trung tâm. Áp điện áp xoay chiều vào dây trung tâm và một trong 4 dây còn lại. Dùng Volt kế xoay chiều đo điện áp giữa dây nối trung tâm và 3 dây còn lại. Chúng ta sẽ thấy rằng điện áp giữa dây trung tâm với 2 trong 3 dây còn lại đó gần như bằng không, và với dây thứ ba thì gần như bằng điện áp xoay chiều áp vào động cơ. Như vậy, hai dây cho điện áp gần bằng 0 là một cặp, hai dây còn lại sẽ là cặp thứ hai.

Lời khuyên:

- Khi dùng Ohm kế để đo, nhớ ghi chú và vẽ ngay lại cách nối dây trong động cơ để tránh nhầm lẫn về sau
- Các dây nối trung tâm luôn được nối với nguồn dương trong mạch điều khiển (kể cả động cơ biến từ trở và động cơ đơn cực)
- Điện áp xoay chiều dùng để phân biệt các cặp dây trong động cơ đơn cực phải đủ nhỏ để không làm hư động cơ. Điện áp đỉnh của dòng xoay chiều phải nhỏ hơn điện áp ngưỡng của động cơ. Thông thường, với động cơ 24VDC, và 12VDC ta thường dùng 9VAC và 6VAC để thí nghiệm.
- Luôn ghi nhớ rằng động cơ bước là động cơ điện một chiều

Một số mạch điều khiển động cơ bước:



6 Lead Unipolar Driver

Unipolar control is the most simple and cost-effective way to drive a stepper motor, but results in approximately 30% less torque in comparison to the nowadays widely used bipolar drivers. Since the cost advantage is very small today due to cheap integrated circuits, bipolar drivers are now used in most new applications.

Stepmode							
F	0	1	2	3			
H	0	1	2	3	4	5	6 7
A	1	0	0	0	0	0	1 1
B	1	1	1	0	0	0	0 0
A'	0	0	1	1	1	0	0 0
B'	0	0	0	0	1	1	1 0
dez	12	4	6	2	3	1	9 8

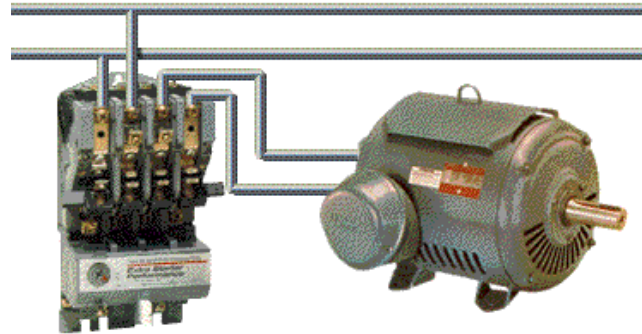
6 Lead Unipolar Driver

Unipolar control is the most simple and cost-effective way to drive a stepper motor, but results in approximately 30% less torque in comparison to the nowadays widely used bipolar drivers. Since the cost advantage is very small today due to cheap integrated circuits, bipolar drivers are now used in most new applications.

Stepmode							
F	0	1	2	3			
H	0	1	2	3	4	5	6 7
A	1	0	0	0	0	0	1 1
B	1	1	1	0	0	0	0 0
A'	0	0	1	1	1	0	0 0
B'	0	0	0	0	1	1	1 0
dez	12	4	6	2	3	1	9 8

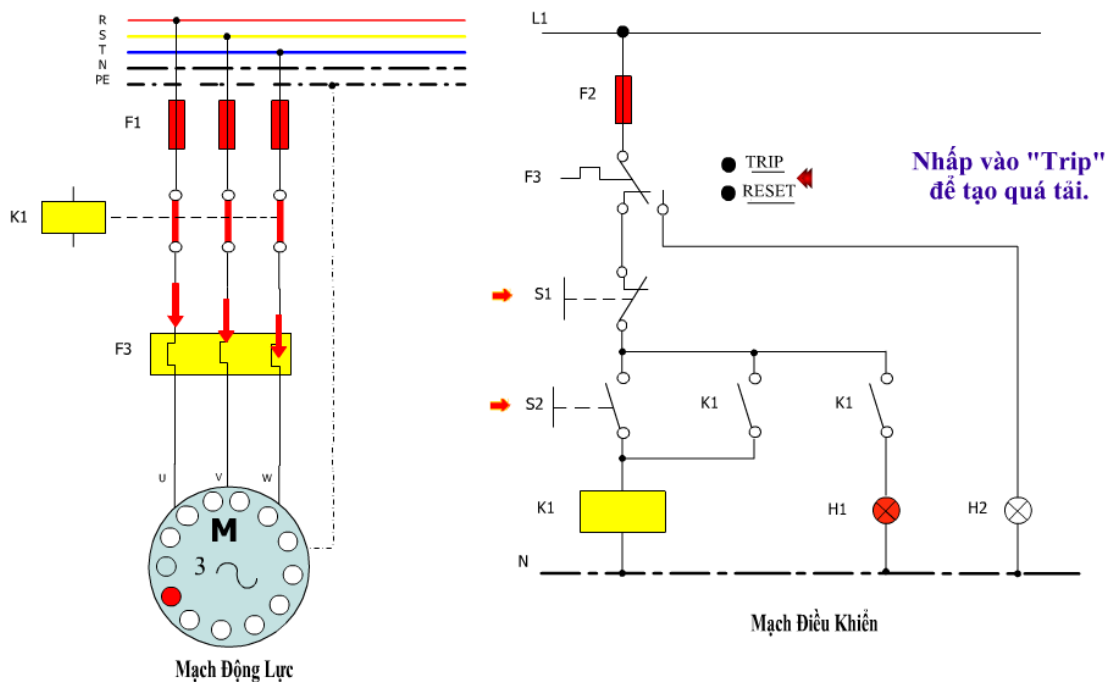
CHƯƠNG 3

ĐIỀU KHIỂN, BẢO VỆ VÀ KHỔNG CHẾ ĐỘNG CƠ ĐIỆN



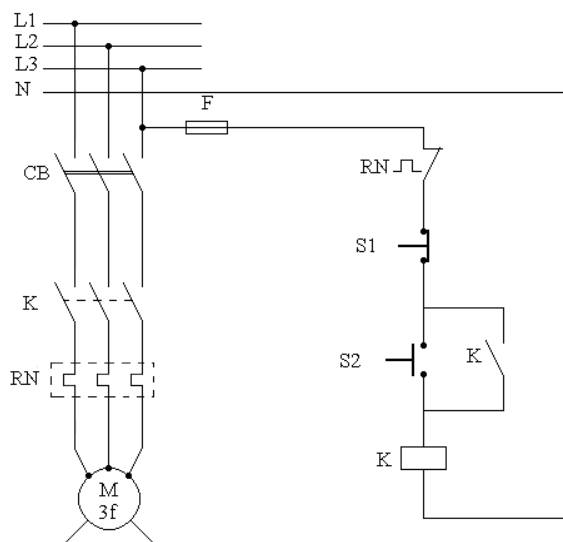
Trong công nghiệp, hệ thống dẫn động chủ yếu là động cơ điện. Mỗi máy móc riêng hay một dây chuyền sản xuất nói chung đều được trang bị một hay nhiều động cơ điện. Các động cơ này có thể hoạt động động lập hoặc phụ thuộc lẫn nhau tùy theo chức năng mà nó đảm nhiệm trong dây chuyền sản xuất. Quy luật của chúng được điều khiển bởi hệ thống mạch điện thông qua sự điều khiển của người thợ vận hành. Mỗi hệ thống mạch điện công nghiệp dù đơn giản hay phức tạp đều được xây dựng từ các mạch điện điều khiển, bảo vệ khống chế cơ bản. Trong chương này chúng ta sẽ tìm hiểu các mạch điện cơ bản điều khiển, bảo vệ và khống chế động cơ điện, làm việc trên cơ sở để nghiên cứu trang bị điện của các máy móc công nghiệp trong các chương tiếp theo.

3.1. ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ XOAY CHIỀU BA PHA BẰNG KHỞI ĐỘNG TỪ ĐƠN



Để điều khiển động cơ ba pha quay một chiều ta có thể dùng cầu dao hoặc áp tô mát (CB) đóng cắt trực tiếp, nhưng làm như vậy sẽ có một số nhược điểm sau:

- Tần số đóng cắt thấp.
- Vận hành nặng nề, tổn sức lao động, năng suất thấp.
- Khả năng bảo vệ an toàn cho người và động cơ khi có sự cố rất thấp.
- Khó tự động hóa quá trình vận hành động cơ.
- Phương pháp mở máy động cơ xoay chiều ba pha bằng khởi động từ đơn sẽ khắc phục được nhược điểm trên. Sơ đồ nguyên lý hình 3.1.



Hình 3.1. Mở máy trực tiếp động cơ 3 pha

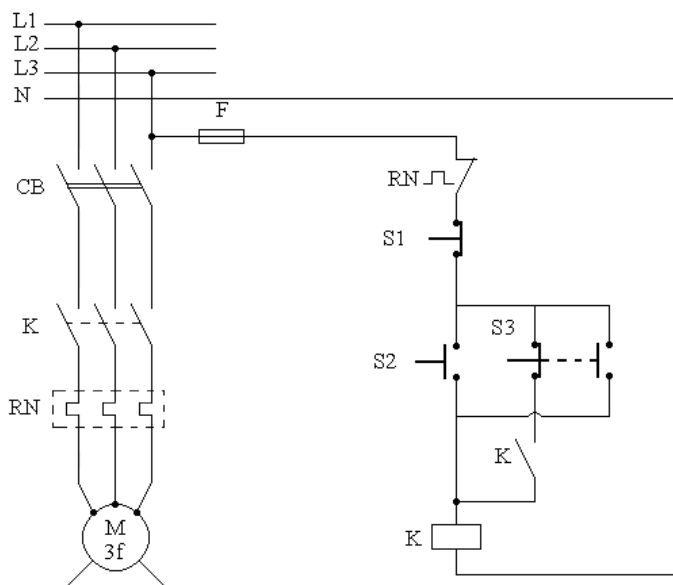
1. Trang bị điện của mạch:

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Bộ nút ấn S₁, S₂
- Công tắc tơ K
- Rơ le nhiệt RN
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc M.

2. Nguyên lý hoạt động:

- **Mở máy:** Đóng CB 3 pha, ấn nút S₂ cuộn hút công tắc tơ K có điện sẽ đóng điện cho động cơ hoạt động qua các tiếp điểm động lực K và duy trì hoạt động của mạch qua các tiếp điểm phụ K.
- **Tắt máy:** Ấn nút S₁, cuộn hút công tắc tơ K mất điện sẽ nhả các tiếp điểm K₂, động cơ bị ngắt điện – ngừng hoạt động.
- **Bảo vệ quá tải:** Khi động cơ có sự cố (quá tải, mất pha, ...) làm cho dòng điện qua phần tử đốt nóng của rơ le nhiệt tăng cao, tác động (nhả) tiếp điểm RN làm mạch điều khiển mất điện, bảo vệ an toàn cho động cơ.

3.2. MẠCH ĐIỆN MỞ MÁY ĐỘNG CƠ XOAY CHIỀU BA PHA CÓ THỦ NHẬP



Hình 3.2

Trước khi đưa các động cơ vào làm việc lâu dài theo yêu cầu của công việc, để đảm bảo an toàn ta cần phải hoạt động thử (thử nháp) trong thời gian ngắn. Quá trình thử thường được lặp lại vài lần (ấn nút liên tục theo kiểu xung nhịp) bằng cách sử dụng nút ấn có phục hồi nhưng không duy trì. Nếu mạch điện hoạt động tốt thì quá trình thử sẽ kết thúc và mạch chuyển sang trạng thái làm việc lâu dài. Sơ đồ nguyên lý hình 3.2.

1. *Trang bị điện:*

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Bộ nút ấn S_1, S_2, S_3 (nút ấn kép).
- Công tắc tơ K
- Rơ le nhiệt RN
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc M.

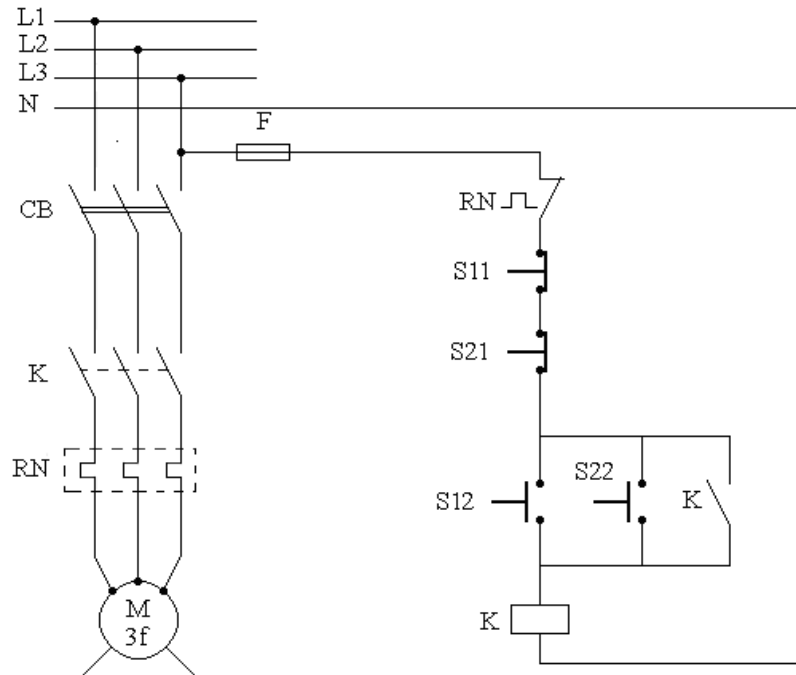
2. *Nguyên lý hoạt động:*

- **Mở máy:** Đóng CB 3 pha, ấn nút S_3 (để thử nháp) cuộn hút công tắc tơ K có điện sẽ đóng điện cho động cơ hoạt động qua các tiếp điểm động lực K. Nhưng khi nhấn S_3 thì động cơ ngừng hoạt động do tiếp điểm duy trì K không có tác động. Tiếp đó, ấn nút S_2 , cuộn hút công tắc tơ K có điện đóng điện cho động cơ hoạt động qua các tiếp điểm động lực K và duy trì hoạt động của mạch qua tiếp điểm phụ K.

- **Tắt máy:** Ấn nút S_1 , cuộn hút công tắc tơ K mất điện sẽ nhả các tiếp điểm K, động cơ ngắt điện và ngừng hoạt động.

3.3. ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ BA PHA TẠI HAI VỊ TRÍ

Trong thực tế một số động cơ xoay chiều ba pha cần được điều khiển tại hai hay nhiều vị trí cách xa nhau để thuận tiện cho việc vận hành hoặc sửa chữa. Ví dụ như: Trạm bơm nước, hệ thống băng tải, ... Sơ đồ nguyên lý hình 3.3.



Hình 3.3

1. *Trang bị điện của mạch:*

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Bộ nút ấn $S_{11}, S_{12}, S_{21}, S_{22}$.
- Công tắc tơ K
- Rơ le nhiệt RN
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc M.

2. *Nguyên lý hoạt động:*

- Mở máy tại vị trí 1: Đóng CB 3 pha, ấn nút S_{12} , cuộn hút công tắc tơ K có điện sẽ đóng điện cho động cơ hoạt động qua các tiếp điểm động lực K và duy trì hoạt động của mạch qua tiếp điểm phụ K.
- Tắt máy tại vị trí 2: Ấn nút S_{11} , cuộn hút công tắc tơ K mất điện sẽ nhả các tiếp điểm K, động cơ bị ngắt điện và ngừng hoạt động.
- Mở máy tại vị trí 2: Ấn nút S_{22} , cuộn hút công tắc tơ K có điện sẽ đóng điện cho động cơ hoạt động qua các tiếp điểm động lực K và duy trì hoạt động của mạch qua tiếp điểm phụ K.
- Tắt máy ở vị trí 2: Ấn nút S_{21} , cuộn hút công tắc tơ K mất điện sẽ nhả các tiếp điểm K, động cơ bị ngắt điện và ngừng hoạt động.

3.4. MẠCH ĐIỆN MỞ MÁY ĐỘNG CƠ THEO TRÌNH TỰ:

Trong một số máy công tác nói riêng hay một dây chuyền sản xuất nói chung, một số công việc nhất thiết phải được thực hiện lần lượt theo một trình tự nào đó. Nếu mỗi động cơ đảm nhiệm một công việc nhất định thì đương nhiên các động cơ cũng phải làm việc theo một trình tự nhất định trong dãy các công việc.

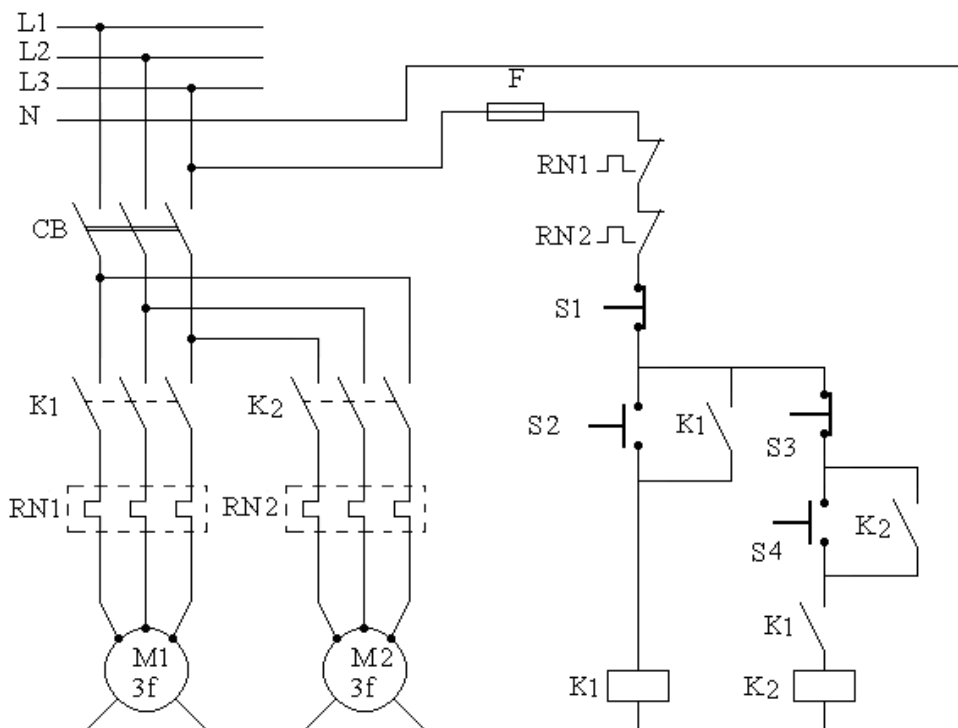
Ví dụ: Trong máy cắt gọt kim loại thì động cơ bơm dầu đương nhiên phải chạy trước động cơ trục chính, ...

Để thực hiện được cơ chế trên chúng ta có 2 phương thức điều khiển:

- Điều khiển theo cơ chế khóa: động cơ A phải làm việc trước mới cho phép điều khiển động cơ B làm việc. Ta nói động cơ A khóa động cơ B. Theo cơ chế này cần nhiều lần điều khiển.
- Điều khiển theo cơ chế bắc cầu: Động cơ A hoạt động kéo theo động cơ B hoạt động, động cơ B hoạt động kéo theo động cơ C hoạt động, ... Ta nói các động cơ A, B, C, ... làm việc liên hoàn. Theo cơ chế này chỉ cần một lần điều khiển.

1. Điều khiển theo cơ chế khóa:

Sơ đồ nguyên lý hình 3.4 sẽ nghiên cứu mạch điều khiển động cơ theo cơ chế khóa.



Hình 3.4

a. Trang bị điện của mạch:

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Bộ nút ấn S_1, S_2, S_3, S_4 .

- Công tắc tơ K_1, K_2 .
- Rơ le nhiệt RN_1, RN_2 .
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc M_1, M_2 .

b. Nguyên lý hoạt động:

- Mở máy động cơ M_1 : Đóng CB 3 pha, ấn nút S_2 , cuộn hút công tắc tơ K_1 có điện sẽ đóng điện cho động cơ hoạt động qua các tiếp điểm động lực K_1 và duy trì hoạt động của mạch qua tiếp điểm phụ K_1 . Đóng tiếp điểm K_1 (tiếp điểm khóa động cơ M_2).

- Mở máy động cơ M_2 : Ấn nút S_4 , cuộn hút công tắc tơ K_2 có điện sẽ đóng điện cho động cơ hoạt động qua các tiếp điểm động lực K_2 và duy trì hoạt động của mạch qua tiếp điểm phụ K_2 .

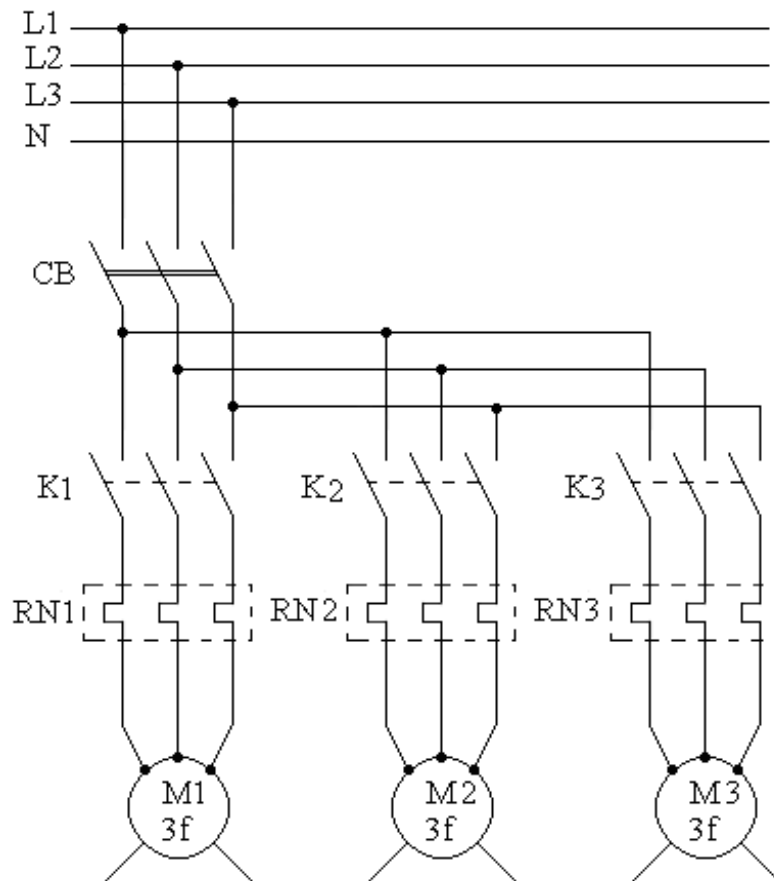
- Dừng động cơ M_2 : Ấn nút S_3 , cuộn hút công tắc tơ K_2 mất điện sẽ nhả các tiếp điểm K_2 , động cơ M_2 bị ngắt điện và ngừng hoạt động.

- Dừng cả hai động cơ M_1 và M_2 : Ấn nút S_1 , cuộn hút công tắc tơ K_1 mất điện sẽ nhả các tiếp K_1 , động cơ M_1 và M_2 bị ngắt điện và ngừng hoạt động.

2. Điều khiển theo cơ chế bắc cầu:

Trong sản xuất có những sản phẩm được làm ra có khi phải trải qua một dây chuyền công nghệ gồm nhiều công đoạn, mỗi công đoạn được thực hiện bởi một hoặc nhiều động cơ dẫn động. Để điều khiển sự làm việc của các động cơ theo một trình tự nhất định, đảm bảo các bước của quy trình sản xuất người ta dùng cơ chế điều khiển “bắc cầu”.

Mạch động lực tự động điều khiển mở máy các động cơ theo một trình tự như sơ đồ nguyên lý hình 3.5a là một ví dụ đơn giản về mạch điện tự động trong công nghiệp.



Hình 3.5a

Trong mạch này chúng ta có thể điều chỉnh khoảng thời gian mở máy giữa hai động cơ kế tiếp nhờ rơ le thời gian. Sơ đồ mạch điều khiển hình 3.5b.

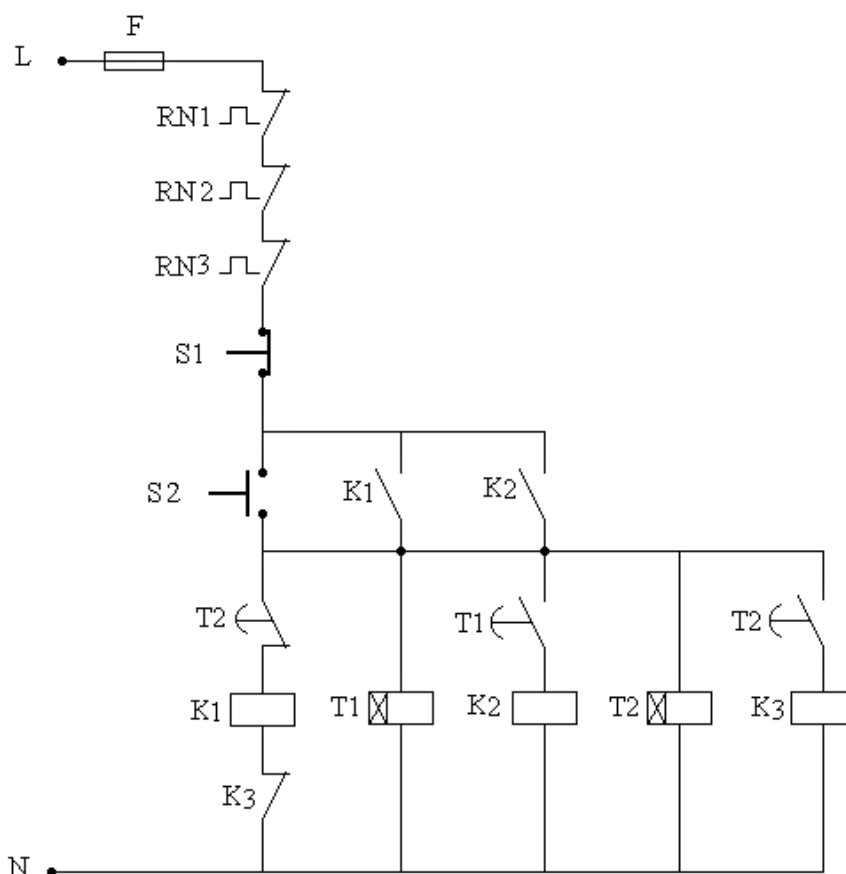
a. Trang bị điện của mạch:

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Bộ nút ấn S_1, S_2 .
- Công tắc tơ K_1, K_2, K_3 .
- Rơ le nhiệt RN_1, RN_2, RN_3 .
- Rơ le thời gian T_1, T_2 .
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc M_1, M_2, M_3 .

b. Nguyên lý hoạt động:

- Mở máy các động cơ: Ấn nút S_2 cuộn hút K_1 có điện đóng điện cho động cơ M_1 hoạt động. Sau một thời gian nhất định được duy trì bởi rơ le thời gian T_1 , công tắc tơ K_2 được cấp điện, đóng điện cho động cơ M_2 làm việc với động cơ M_1 . Hai động cơ M_1 và M_2 cùng làm việc trong một thời gian (được duy trì bởi rơ le thời gian T_2) khởi động từ K_3 được đưa vào làm việc đóng điện cho động cơ M_3 hoạt động. Khi động cơ M_3 bắt đầu làm việc cũng là lúc khởi động từ K_1 ngắt điện để động cơ M_1 dừng lại. Động cơ M_3 lúc này vẫn làm việc với động cơ M_2 .

- Dừng động cơ: Ấn nút S_1 mạch điều khiển mất điện, cả 3 động cơ M_1, M_2 và M_3 cùng dừng lại.



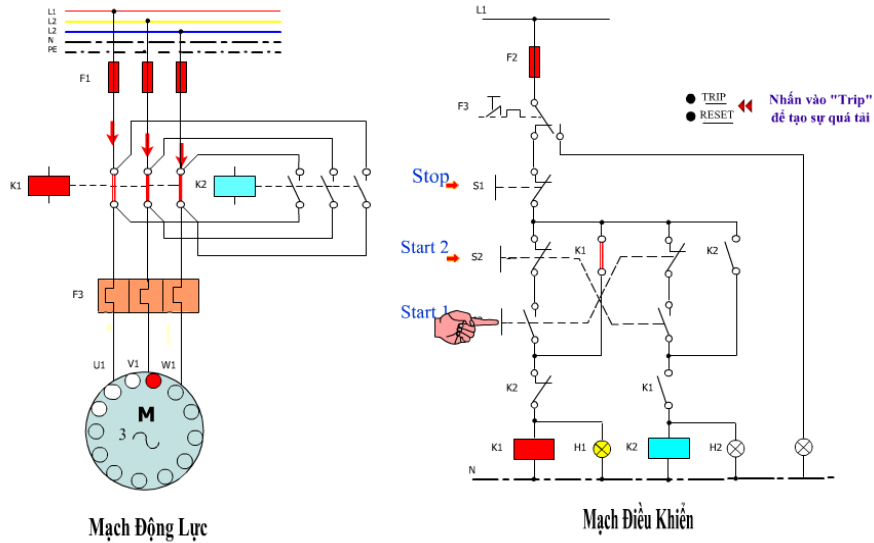
Hình 3.5b

3.5. ĐẢO CHIỀU QUAY ĐỘNG CƠ BẰNG KHỞI ĐỘNG TỪ KÉP

Trong tiến trình làm việc của một số máy móc công nghiệp, sẽ có thời điểm cần phải đảo chiều quay động cơ để chuyển sang chế độ làm việc khác.

Ví dụ như quá trình cắt ren của máy tiện, quá trình nâng hạ của cầu thang máy, băng tải, ... Sau đây chúng ta sẽ nghiên cứu đến vấn đề đảo chiều quay của một số loại động cơ điện thông dụng.

3.5.1. Đảo chiều động cơ xoay chiều ba pha:

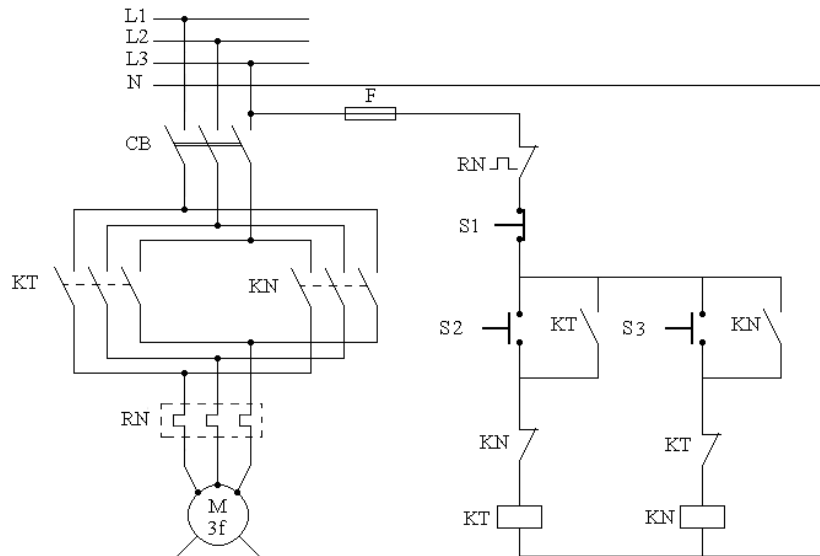


Để thay đổi chiều quay của động cơ xoay chiều ba pha, về nguyên tắc ta phải thay đổi chiều của từ trường quay stator bằng cách thay đổi thứ tự của 2 trong ba pha vào động cơ.

Chúng ta có thể thay đổi thứ tự pha vào động cơ bằng cầu dao hai ngã. Nhưng khi sử dụng mạch điều khiển này tuy có giảm được giá thành, dễ đấu lắp nhưng rất bất tiện trong quá trình vận hành, quá trình đóng ngắt các tiếp điểm không dứt khoát dễ phát sinh hồ quang. Để khắc phục nhược điểm trên chúng ta sử dụng bộ khởi động từ kép kèm theo bộ nút ấn. Tuy nhiên, tùy theo yêu cầu công việc mà ta chọn cách điều khiển phù hợp. Ở đây ta nghiên cứu mạch điện đảo chiều quay động cơ ba pha bằng khởi động từ kép với phương thức điều khiển: trước khi đảo chiều quay phải nhấn nút “dừng”. Xem sơ đồ nguyên lý như hình 3.6.

1. Trang bị điện của mạch:

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Bộ khởi động từ kép gồm: công tắc tơ K_T , K_N và rơ le nhiệt RN.
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc M.
- Bộ nút ấn S_1 , S_2 và S_3 . Trong đó:
 - + Nút ấn S_1 : dừng động cơ (stop).
 - + Nút ấn S_2 : động cơ quay thuận (forward).
 - + Nút ấn S_3 : động cơ quay ngược (revert).



Hình 3.6

2. Nguyên lý hoạt động:

- Mở máy cho động cơ quay thuận: đóng CB 3 pha, ấn nút S₂, cuộn hút công tắc tơ K_T có điện sẽ đóng các tiếp điểm K_T (cấp nguồn cho động cơ hoạt động) và K_N (duy trì cho công tắc tơ K_T) động cơ quay theo chiều thuận (theo quy ước) do mạch động lực được nối như sau:

A_{nguồn} → a_{đ.cơ}

B_{nguồn} → b_{đ.cơ}

C_{nguồn} → c_{đ.cơ}

- Dừng động cơ: ấn nút S₁, cuộn hút công tắc tơ K_T mất điện sẽ nhả các tiếp điểm K_T. Động cơ ngừng hoạt động.

- Đảo chiều động cơ: ấn nút S₃, cuộn hút công tắc tơ K_N có điện sẽ đóng các tiếp điểm K_N (cấp nguồn cho động cơ hoạt động) và K_N (duy trì cho công tắc tơ K_N). Động cơ quay theo chiều ngược do thứ tự của hai pha vào động cơ đã bị đảo. Mạch động lực được nối như sau:

A_{nguồn} → c_{đ.cơ}

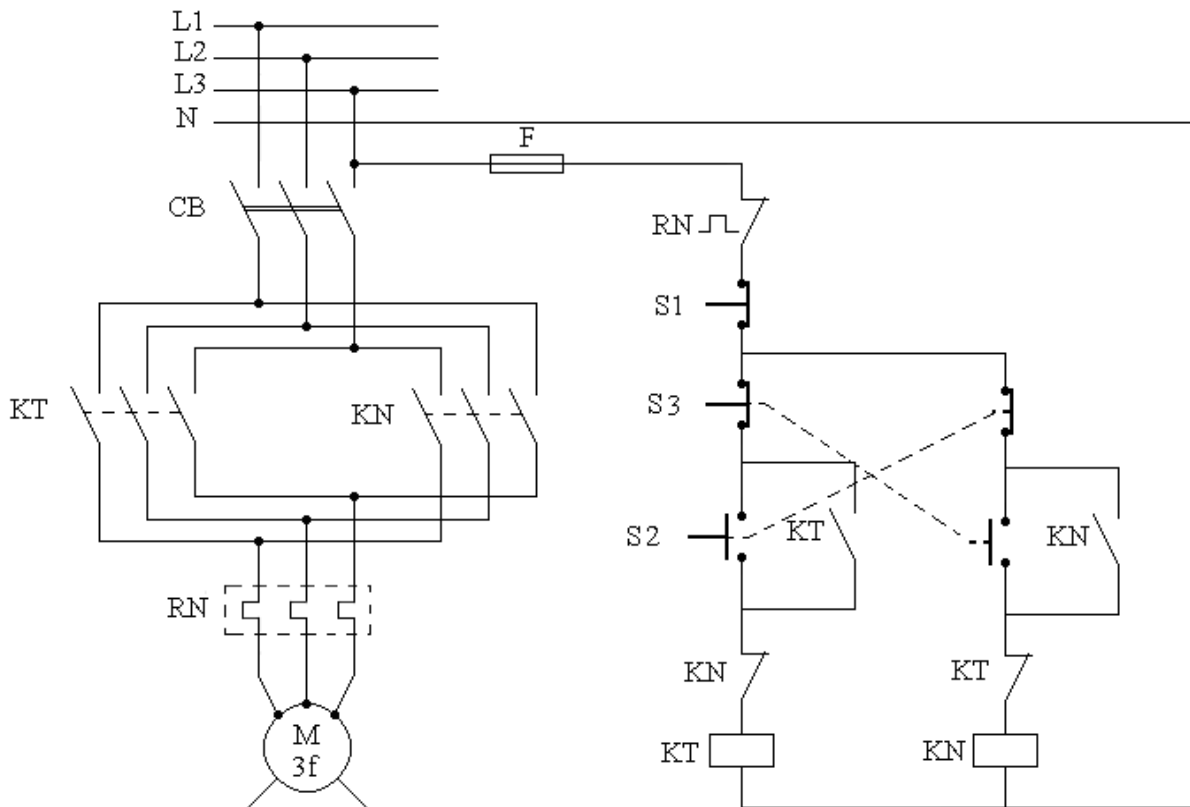
B_{nguồn} → b_{đ.cơ}

C_{nguồn} → a_{đ.cơ}

Chức năng khóa (liên động): trong quá trình làm việc, 2 công tắc tơ không thể làm việc đồng thời, để tránh gây hiện tượng ngắn mạch ở mạch động lực. Vì vậy, khi công tắc tơ này làm việc thì nó phải “khóa” công tắc tơ kia. Trong mạch này ta đã dùng tiếp điểm của công tắc tơ này không chế sự hoạt động của công tắc tơ kia.

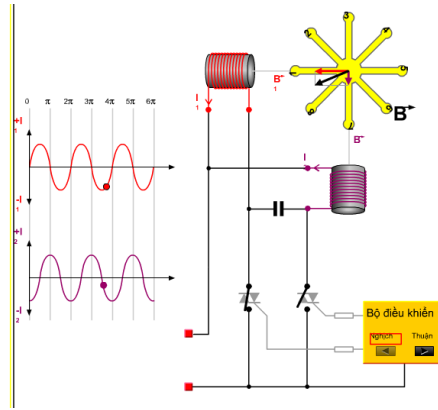
Trong sơ đồ trên việc đấu lắp mạch rất đơn giản. Tuy nhiên, trong quá trình làm việc của một số máy móc, việc đổi chiều quay diễn ra tức thì. Chẳng hạn như trong quá trình cắt ren của máy tiện, khi dao cắt đi hết hành trình cắt thì lập tức người thợ phải kéo dao ra, đồng thời đổi chiều quay của trục chính để đưa dao về vị trí xuất phát ban đầu, chuẩn bị cho hành trình cắt tiếp theo.

Việc đổi chiều quay yêu cầu diễn ra một cách nhanh chóng, không có đủ thời gian để người thợ có thể sử dụng thêm thao tác ấn nút dừng. Để đáp ứng được yêu cầu trên ta sử dụng bộ nút ấn tiếp điểm kép thay thế cho bộ nút ấn tiếp điểm đơn thông thường, sơ đồ nguyên lý như hình vẽ 3.7.



Hình 3.7

3.5.2. Đảo chiều quay động cơ xoay chiều một pha:



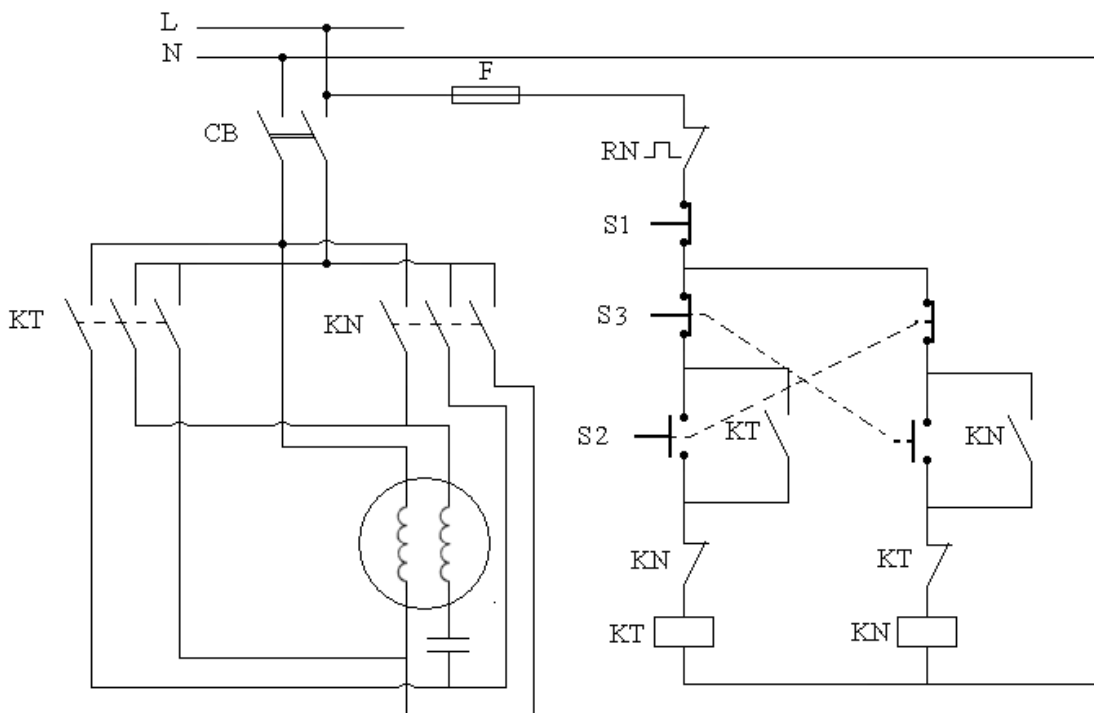
Đối với động cơ xoay chiều một pha công suất lớn, trong nhiều trường hợp phải thay đổi chiều quay để phù hợp với các công việc khác nhau.

Đối với động cơ một pha chạy tụ điện có cuộn dây làm việc và cuộn dây khởi động không phân biệt (số vòng và tiết diện dây quấn của 2 cuộn dây này hoàn toàn giống nhau). Muốn thay đổi chiều quay của động cơ này ta phải thay đổi chức năng của hai cuộn dây cho nhau. Thường gặp nhiều trong động cơ máy giặt.

Đối với động cơ một pha chạy tụ điện có cuộn dây làm việc và cuộn dây khởi động phân biệt (số vòng và tiết diện dây quấn của 2 cuộn dây này hoàn toàn khác nhau). Muốn đảo chiều quay của động cơ này ta phải thay đổi cực tính của một trong hai cuộn dây (đổi đầu cuối cho đầu đầu cho một trong hai cuộn dây). Sơ đồ nguyên lý mạch điện đảo chiều động cơ một pha bằng khởi động từ kép như hình 3.8.

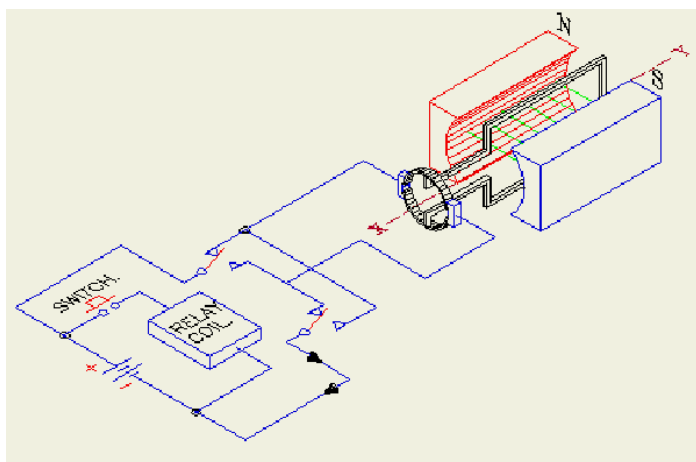
Nguyên lý hoạt động như sau:

- Mở máy động cơ quay theo chiều thuận: đóng CB 3 pha, ấn nút S₂, cuộn hút công tắc tơ K_T có điện sẽ đóng điện cho động cơ quay theo chiều thuận. Khi đó đầu đầu cuộn làm việc được nối với đầu cuộn khởi động.
- Đảo chiều quay động cơ: ấn nút S₃, cuộn hút công tắc tơ K_N có điện sẽ đóng điện cho động cơ quay theo chiều ngược lại do cực tính của cuộn làm việc đã bị thay đổi (đầu đầu cuộn làm việc được nối với đầu cuối cuộn khởi động).

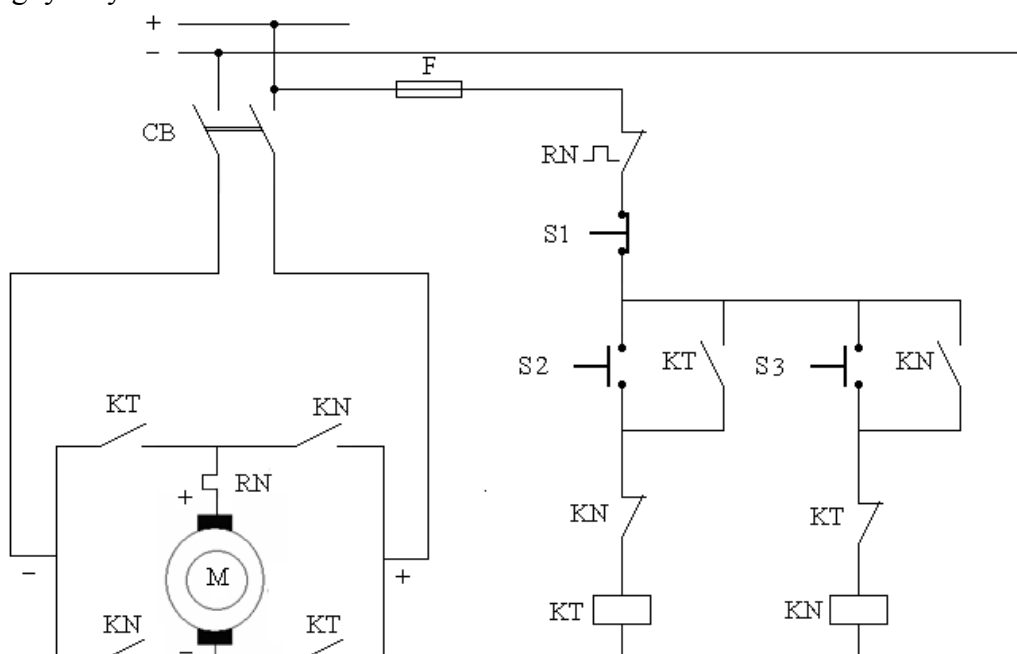


Hình 3.8

3.5.3. Mạch đảo chiều quay động cơ một chiều bằng khởi động từ kép



Nguyên tắc đảo chiều quay của động cơ điện một chiều là thay đổi chiều dòng điện đi qua động cơ hay nói cách khác đi là thay đổi cực tính của nguồn đặt vào động cơ. Trong trường hợp này trang bị mạch điều khiển tương tự như mạch đảo chiều động cơ xoay chiều ba pha. Sơ đồ nguyên lý như hình 3.9.



Hình 3.9

Nguyên lý hoạt động như sau:

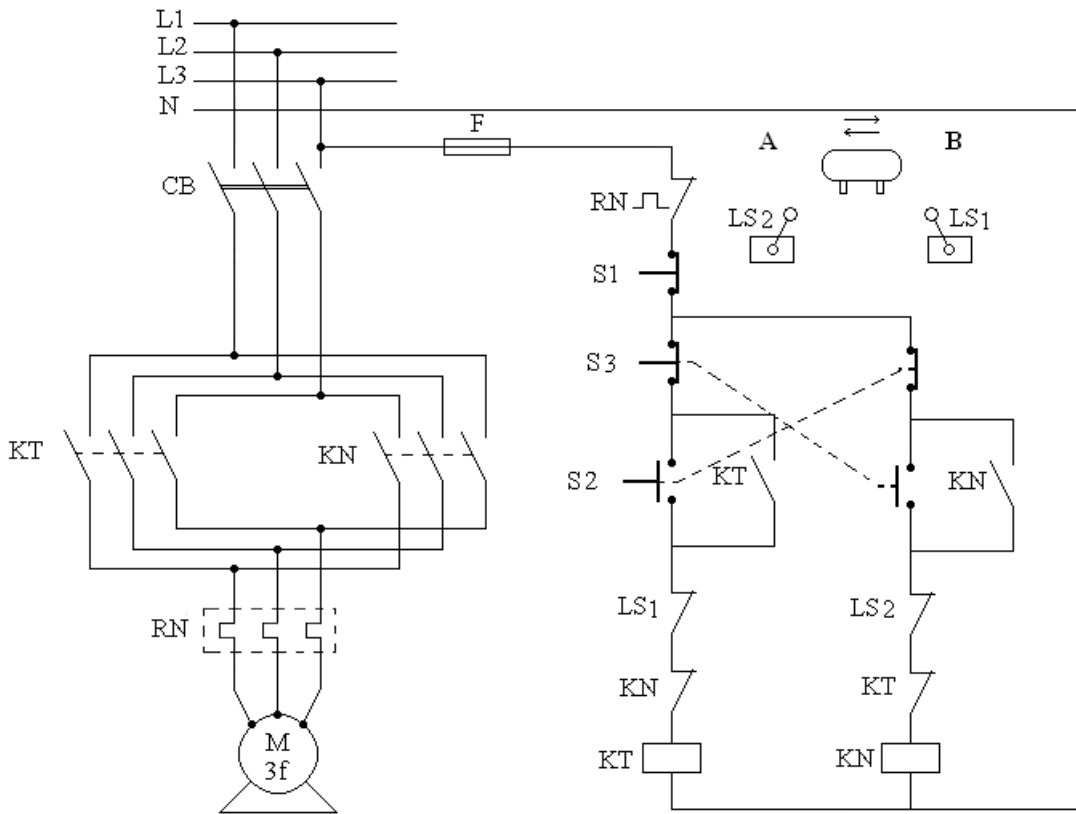
- Mở máy động cơ quay theo chiều thuận: đóng CB nguồn, ấn nút S₂, cuộn hút công tắc tơ K_T có điện sẽ đóng tiếp điểm K_T ở mạch động lực. Khi đó dòng điện đi qua động cơ theo chiều từ cực (-) đến cực (+) của động cơ làm cho động cơ quay theo chiều thuận.

- Đảo chiều quay động cơ: ấn nút S₃, cuộn hút công tắc tơ K_N có điện sẽ đóng tiếp điểm K_N ở mạch động lực. Khi đó đi qua động cơ theo chiều từ cực (+) đến cực (-) của động cơ làm cho động cơ quay theo chiều ngược.

3.6. MẠCH ĐIỆN TỰ ĐỘNG GIỚI HẠN HÀNH TRÌNH

Trong một số máy móc, việc khống chế hành trình chuyển động cần được tự động hóa. Ví dụ hành trình chuyển động của bàn xe dao máy cắt gọt, hành trình chuyển động của máy bào, hành trình chuyển động của băng tải, ...

Để thực hiện điều này đối với các máy móc sử dụng động cơ điện, người ta dùng công tắc hành trình gắn vào vị trí cần khống chế. Khoảng cách giữa hai công tắc hành trình được coi là phạm vi chuyển động thiết bị công tác. Sơ đồ nguyên lý hình 3.10, mô tả chuyển động của băng tải.



Hình 3.10

1. Trang bị điện của mạch:

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Bộ khởi động từ kép gồm: công tắc tơ K_T , K_N và rơ le nhiệt RN.
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc M.
- Công tắc hành trình LS_1 , LS_2 .
- Bộ nút ấn: S_1 , S_2 và S_3 (tiếp điểm kép). Trong đó:
 - + Nút S_1 : dừng động cơ (stop).
 - + Nút S_2 : động cơ quay thuận (forward).
 - + Nút S_3 : động cơ quay ngược (revert).

2. Nguyên lý hoạt động:

- Mở máy: đóng CB 3 pha, ấn nút S_2 cuộn hút công tắc tơ K_T có điện sẽ đóng các tiếp điểm K_T (cấp nguồn cho động cơ hoạt động) và K_T (duy trì cho công tắc tơ K_1). Các tiếp điểm K_{12} đóng, động cơ quay theo chiều thuận, tương ứng băng tải chạy về phía B. Khi đến B, băng tải máy tác động vào công tắc hành trình LS_1 , tiếp điểm LS_1 mở ra, cuộn hút công tắc tơ K_T mất điện, động cơ ngừng hoạt động, băng tải dừng lại.

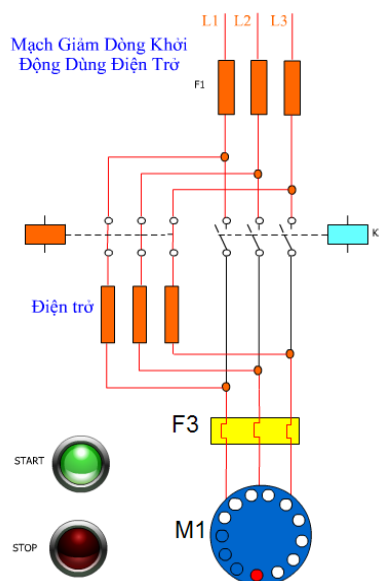
- Đảo chiều động cơ (băng tải chạy về phía A): ấn nút S_3 , cuộn hút công tắc tơ K_N có điện sẽ đóng các tiếp điểm K_N (cấp nguồn cho động cơ hoạt động) và K_N (duy trì cho công tắc tơ K_N). Các tiếp điểm K_N đóng, động cơ quay theo chiều ngược lại làm kéo băng tải di chuyển về phía A. Khi băng tải đến vị trí A sẽ tác động vào công tắc hành trình LS_2 , tiếp điểm LS_2 mở ra, cuộn dây K_N mất điện, băng tải dừng lại.

3.7. MỞ MÁY ĐỘNG CƠ XOAY CHIỀU BA PHA

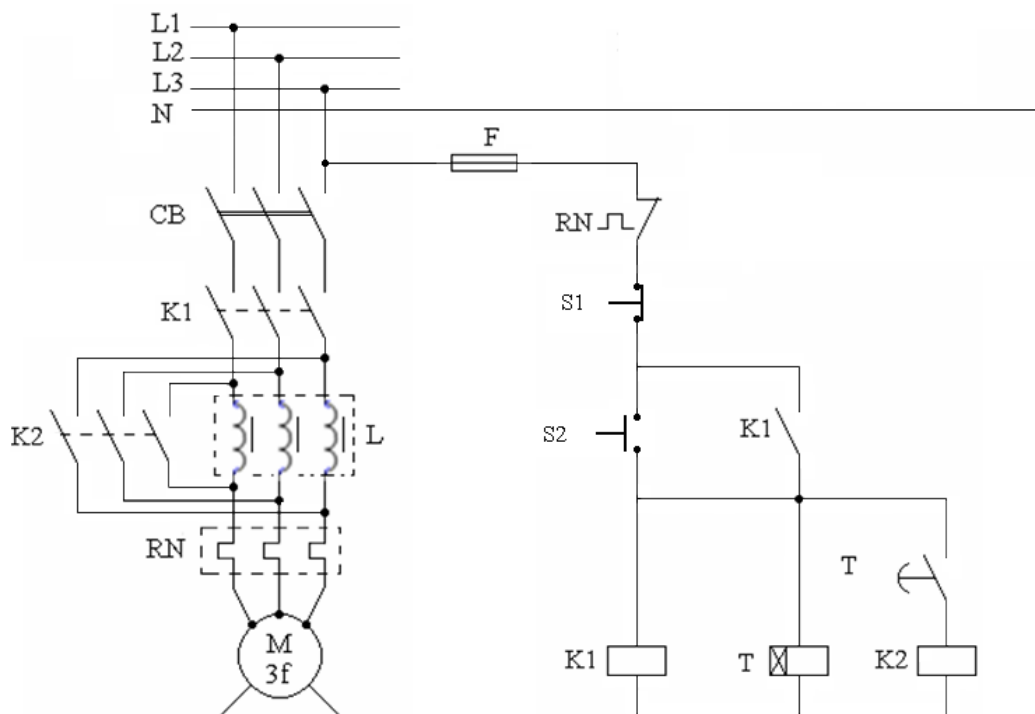
Ta biết rằng khi mở máy động cơ điện, dòng điện mở máy tăng lên 4 đến 7 lần (đối với động cơ rotor lồng sóc) và tăng từ 2 đến 4 lần (đối với động cơ rotor dây quấn) so với dòng điện định mức. Hiện tượng này làm giảm đáng kể điện áp nguồn điện lưới và gây ảnh hưởng tới các thiết bị khác trong cùng tuyến với động cơ. Đặc biệt là khi mở máy các động cơ công

suất lớn, tải nặng nề thì ảnh hưởng này càng rõ rệt thậm chí có thể làm tắt bóng đèn huỳnh quang hoặc làm máy điều hòa ngừng hoạt động, ...

3.7.1. Tự động mở máy động cơ lồng sóc qua cuộn kháng (hay điện trở)



Đối với động cơ công suất lớn cỡ hàng chục KW, để làm giảm ảnh hưởng này ta có thể đấu nối cuộn dây stator động cơ với cuộn kháng hoặc điện trở phụ nhằm làm giảm điện áp đặt vào các cuộn dây stator khi động cơ mở máy và do vậy sẽ giảm được dòng điện mở máy. Sau khi kết thúc quá trình mở máy, các cuộn kháng (hoặc điện trở) được nối tắt để động cơ làm việc ở chế độ định mức. Sơ đồ nguyên lý hình 3.11



Hình 3.11

1. Trang bị điện của mạch:

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Nút ấn S₁, S₂. Trong đó:
 - + Nút S₁: nút dừng động cơ (stop).

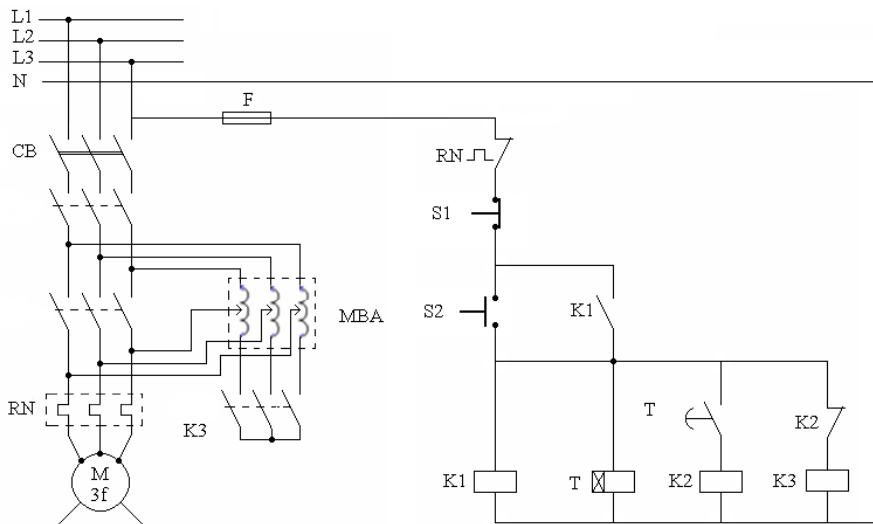
- + Nút S2: nút mở máy (start).
- Cuộn kháng L.
- Công tắc tơ K₁, K₂.
- Rơ le thời gian T
- Rơ le nhiệt RN.
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc M.

2. Nguyên lý hoạt động

- Mở máy động cơ: đóng CB 3 pha, ấn nút S₂ cuộn hút công tắc tơ K₁, T có điện sẽ đóng điện cho động cơ quay. Khi đó có một điện áp đặt trên hai đầu cuộn kháng làm cho điện áp đặt vào động cơ giảm so với định mức do đó dòng điện khởi động cũng giảm theo. Khi động cơ đạt (70 ÷ 75)% tốc độ định mức, tiếp điểm T đóng lại cấp điện cho cuộn hút công tắc tơ K₂. Khi đó điện áp nguồn đặt trực tiếp vào động cơ, chuyển động cơ sang hoạt động ở chế độ định mức.

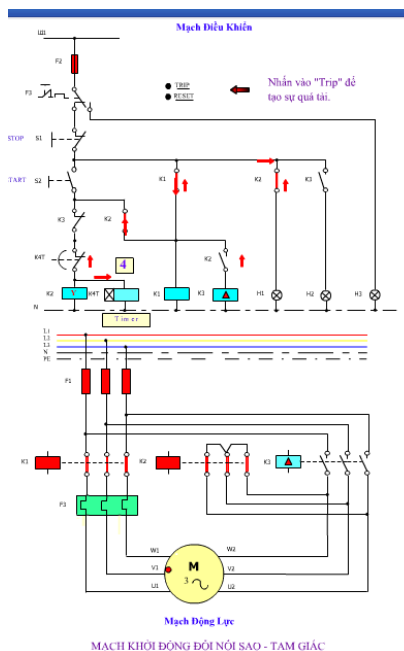
- Dừng động cơ: ấn nút S₁, cuộn hút công tắc tơ K₁, K₂ bị mất điện động cơ ngừng làm việc.

Trong một số trường hợp, người ta có thể khởi động động cơ qua máy biến áp tự ngẫu như hình 3.12.



Hình 3.12

3.7.2. Tự động mở máy sao – tam giác động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc



Phương pháp mở máy qua cuộn kháng hoặc máy biến áp tự ngẫu có thể áp dụng cho nhiều loại động cơ nhưng trang bị điện khá công kềnh vì cần bổ sung thiết bị cho mạch động lực. Tuy nhiên đối với các động cơ hoạt động với chế độ định mức mà có các cuộn dây stator đầu hình tam giác thì có thể dùng phương pháp mở máy sao – tam giác để giảm dòng khởi động. Quá trình chuyển đổi dây quấn từ đầu “sao” sang đầu “tam giác” tự động như sơ đồ hình 3.14.

Tuy nhiên, để hiểu rõ ý nghĩa của phương pháp mở máy sao – tam giác, ta cần quan tâm đến sơ đồ đầu động cơ hình sao (hình 3.13a) và sơ đồ đầu động cơ hình tam giác (hình 3.13b).

Khi mở máy các cuộn dây stator được nối thành hình sao như hình 3.13a.

Gọi U_{dl} là điện áp dây của lưới điện, Z_f là trở kháng của cuộn dây pha.

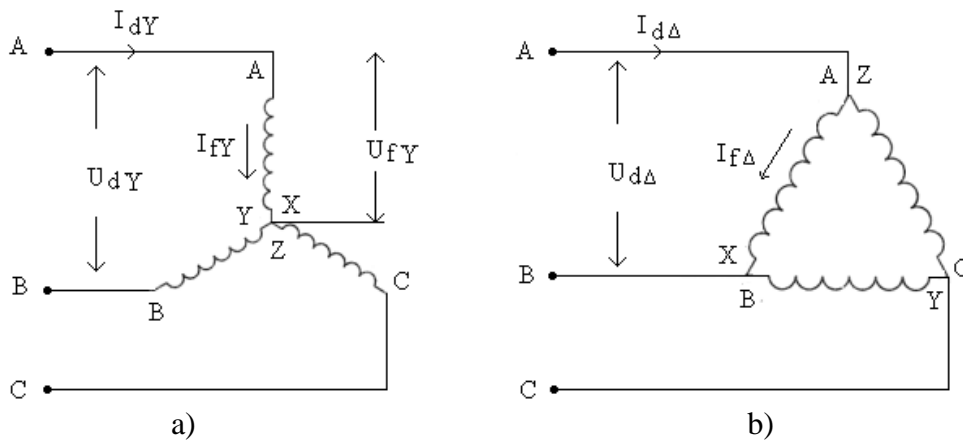
Khi nối sao thì điện áp đặt trên mỗi cuộn dây pha của động cơ là $\frac{U_{dl}}{\sqrt{3}}$. Ta có dòng điện dây khi nối hình sao tương ứng là:

$$I_d Y = I_f Y \frac{U_{dl}}{\sqrt{3} \cdot Z_f} \quad (1)$$

Khi kết thúc quá trình mở máy, các cuộn dây stator được nối thành hình tam giác như hình 3.13b. Khi đó điện áp đặt lên mỗi cuộn dây pha của động cơ là:

$$I_d \Delta = \sqrt{3} \cdot I_f \Delta = \frac{\sqrt{3} U_{dl}}{Z_f} \quad (2)$$

So sánh (1) và (2) ta có: $I_d Y = \frac{I_d \Delta}{3}$



Hình 3.13

Kết luận: Khi mở máy sao – tam giác điện áp trên mỗi cuộn dây pha giảm đi $\sqrt{3}$ lần, khi đó dòng điện dây vào động cơ giảm đi 3 lần.

Phương pháp này có nhược điểm là moment khởi động giảm nhiều (giảm 3 lần). Điều này làm cho thời gian khởi động kéo dài đặc biệt là đối với động cơ làm ở chế độ tải nặng nề.

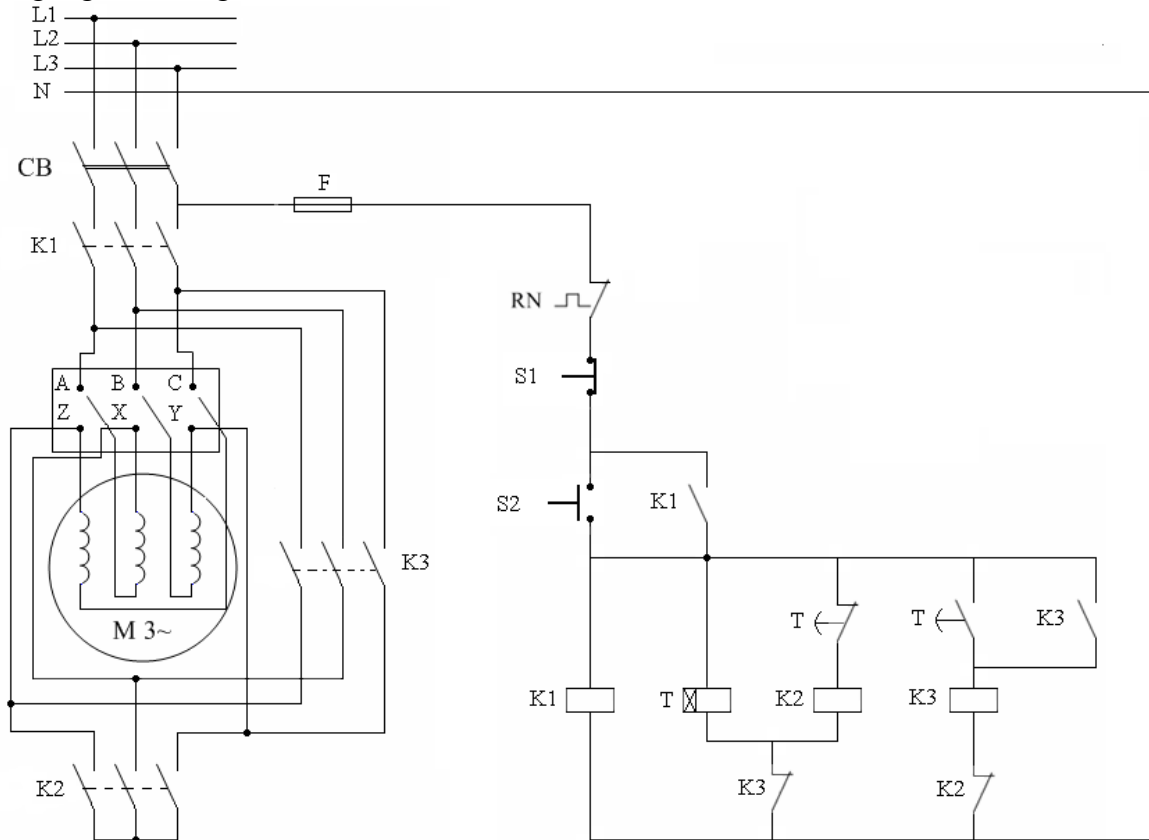
1. Trang bị điện của mạch:

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Bộ nút ấn S_1, S_2 . Trong đó:
 - + Nút S_1 : nút dừng động cơ (stop).
 - + Nút S_2 : nút mở máy (start).
- Công tắc tơ K_1, K_2, K_3 .
- Rơ le nhiệt RN.
- Rơ le thời gian T
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc M.

2. Nguyên lý hoạt động:

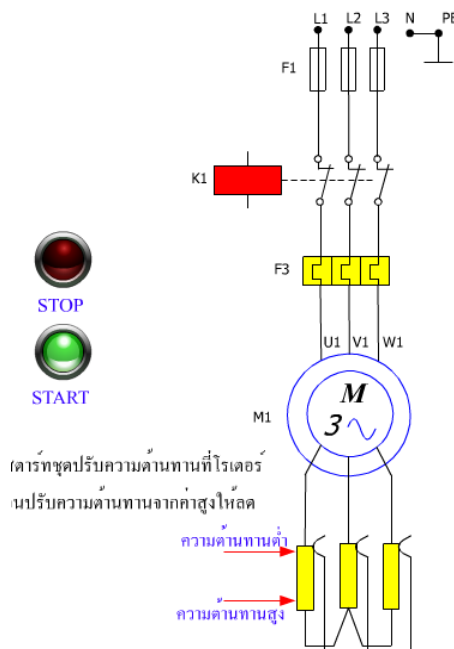
Mở máy: Đóng CB 3 pha, ấn nút S₂, cuộn hút công tắc tơ K₁, K₂ và T có điện sẽ đóng điện cho động cơ mở máy ở chế độ các cuộn dây stator được đấu hình sao nhằm làm giảm dòng khởi động. Sau thời gian tiếp điểm thường đóng mở chậm T mở ra đồng thời tiếp điểm thường mở đóng chậm T đóng lại, cuộn K₂ mất điện, cuộn K₃ có điện, đóng điện để các cuộn dây được đấu thành hình tam giác.

Dừng động cơ: Ấn nút S₁, cuộn hút K₁, T và K₃ mất điện, cắt điện mạch động lực, động cơ ngừng hoạt động. Xem sơ đồ hình 3.14



Hình 3.14

3.7.3. Mở máy động cơ xoay chiều 3 pha rotor dây quấn:



Để giảm nhỏ dòng điện mở máy đối với động cơ rotor dây quấn người ta thường đấu nối tiếp dây quấn rotor với các điện trở. Các điện trở này sẽ tự động bị loại bỏ dần trong quá trình khởi động động cơ. Xem sơ đồ nguyên lý hình 3.15.

1. Trang bị điện của mạch:

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Bộ nút ấn S_1, S_2 . Trong đó:
 - + Nút S_1 : nút dừng động cơ (stop).
 - + Nút S_2 : nút mở máy (start).
- Công tắc tơ K_1, K_2, K_3 .
- Rơ le nhiệt RN
- Rơ le thời gian T_1, T_2
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor dây quấn M.

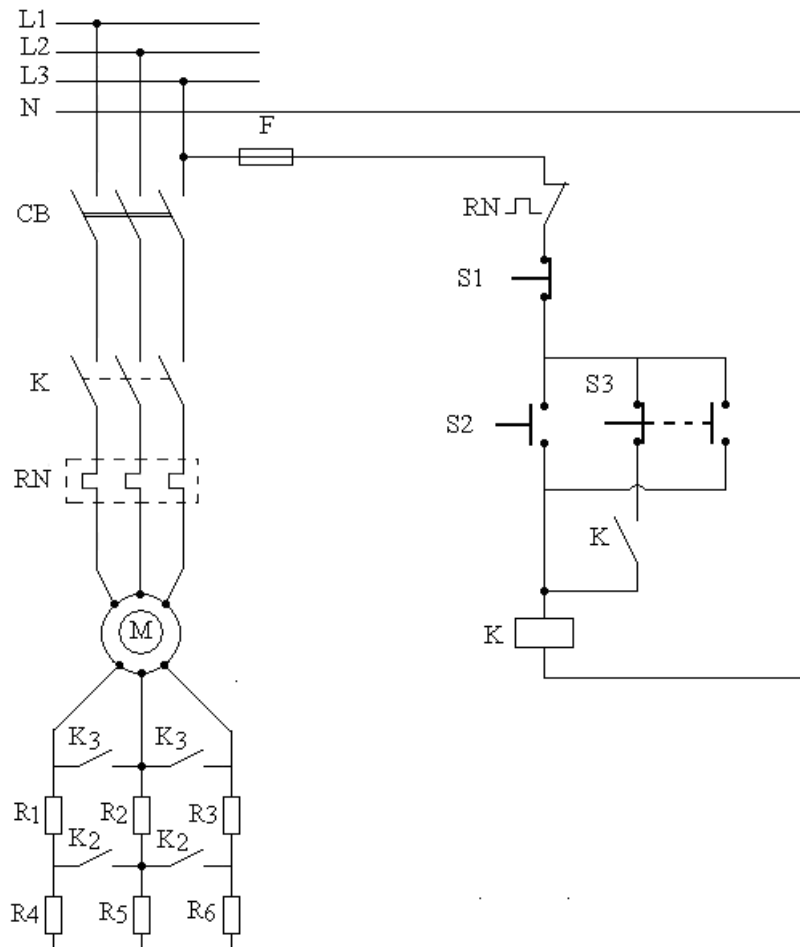
2. Nguyên lý hoạt động:

- Mở máy: Đóng CB 3 pha, ấn nút S_2 , cuộn hút công tắc tơ K_1 và rơ le thời gian T có điện sẽ đóng điện cho động cơ mở máy với từng cặp tiếp điểm $R_1 - R_4, R_2 - R_5, R_3 - R_6$ mắc nối tiếp từng cuộn dây pha trên rotor của động cơ giảm dòng điện mở máy.

Sau một thời gian tiếp điểm T_1 đóng lại, cuộn K_2 được cấp điện nó sẽ đóng các tiếp điểm phụ K_2 và K_2 ở mạch động lực để loại bỏ các điện trở R_4, R_5, R_6 ta khởi mạch, dòng điện qua động cơ tăng dần, moment mở máy tăng lên.

Khi K_2 có điện thì tiếp điểm K_2 cũng đóng lại cấp điện cho rơ le thời gian T_2 .

Tiếp đó tiếp điểm T_2 sẽ đóng lại cấp điện cho công tắc tơ K_3 để đóng các tiếp điểm K_3 loại bỏ nốt các điện trở R_1, R_2, R_3 khởi mạch, chuyển động cơ sang hoạt động ở chế độ định mức.



Hình 3.15

3.8. HÃM ĐỘNG CƠ XOAY CHIỀU BA PHA

3.8.1. Hãm động năng

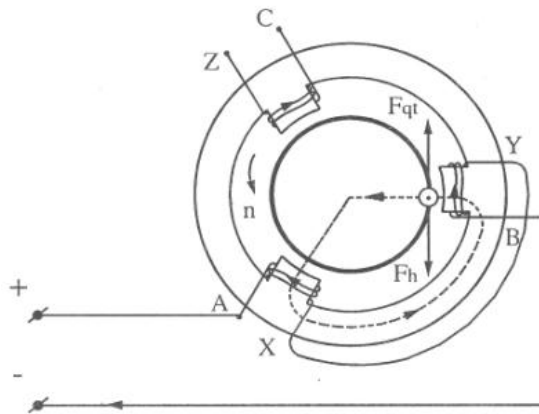
Nguyên lý hãm động năng:

Khi động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc đang quay, ta đột ngột cắt nguồn điện xoay chiều ba pha vào cuộn dây stator đồng thời đưa dòng điện một chiều chạy vào cuộn dây. Khi đó dòng điện một chiều này sẽ sinh ra từ trường (chiều của nó được xác định theo quy tắc vụn nút chai như hình 3.16).

Do rotor vẫn quay theo quán tính nên các thanh dẫn trên rotor chuyển động cắt ngang đường sức từ trường một chiều. Theo định luật cảm ứng điện từ, trên thanh dẫn rotor sẽ xuất hiện sức điện động cảm ứng F_u (chiều của sức điện động cảm ứng được xác định bằng quy tắc bàn tay phải). Do các thanh dẫn bị ngắn mạch ở 2 đầu nên trong thanh dẫn xuất hiện dòng điện ngắn mạch I . Đồng thời các thanh dẫn đang chuyển động cắt ngang từ trường của cuộn dây stator nên nó chịu tác dụng bởi một lực điện từ có trị số: $F = B I l$.

Lực điện từ này đặt trên thanh dẫn, có chiều ngược với chiều lực quán tính F_{qt} nên nó tạo thành moment ngược chiều với moment của lực quán tính M_{qt} . Đó là moment hãm M_h .

Nhờ có M_h mà tốc độ động cơ giảm \rightarrow vận tốc của thanh dẫn giảm $\rightarrow I$ giảm nhanh $\rightarrow F_h$ giảm $\rightarrow M_h$ giảm. Khi động cơ dừng hẳn thì $M_h = 0$. Ngay lập tức ta phải cắt dòng điện một chiều để bảo vệ cho các cuộn dây của động cơ khỏi bị quá nhiệt và quá trình hãm kết thúc. Hình 3.16 xét thanh dẫn bất kỳ khi qua cuộn dây pha BX.



Hình 3.16

Kết luận: Để thực hiện phương pháp hãm động năng về nguyên tắc ta thực hiện theo trình tự sau:

- Cắt điện ba pha vào động cơ.
- Đưa điện một chiều để tạo ra moment hãm.
- Cắt điện một chiều khi động cơ dừng hẳn, kết thúc quá trình hãm.

1. Hãm động năng dùng nguồn một chiều – sơ đồ nguyên lý hình 3.17

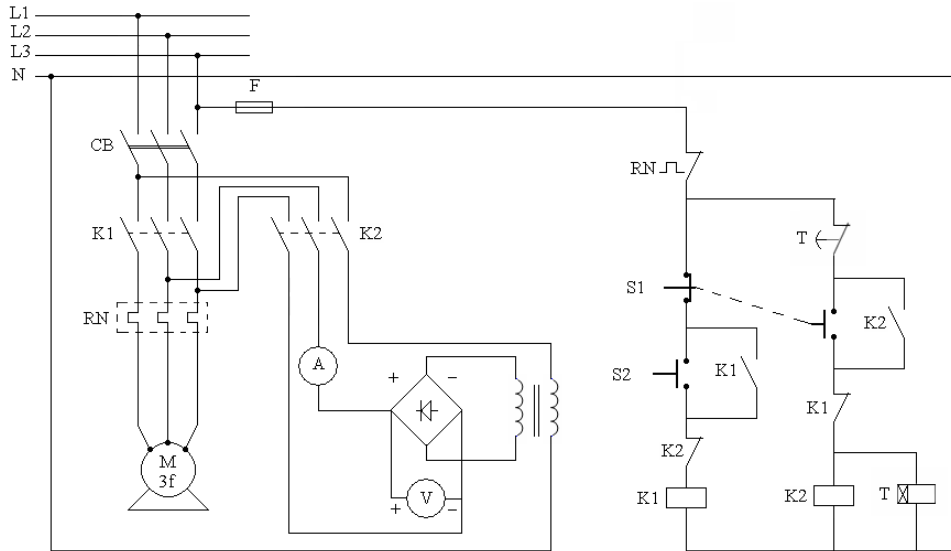
a. Trang bị điện của mạch:

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Bộ nút ấn S_1 (tiếp điểm kép), S_2 . Trong đó:
 - Nút ấn S_1 : Nút dừng và hãm động cơ.
 - Nút ấn S_2 : Nút mở máy.
- Công tắc tơ K_1, K_2 .
- Rơ le nhiệt RN.
- Rơ le thời gian T.
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc M.

a. Nguyên lý hoạt động:

- **Mở máy:** Đóng CB 3 pha, ấn nút S₂, cuộn hút công tắc tơ K₁ có điện sẽ đóng điện cho động cơ hoạt động qua các tiếp điểm động lực K1 và duy trì hoạt động của mạch qua tiếp điểm phụ K₁.

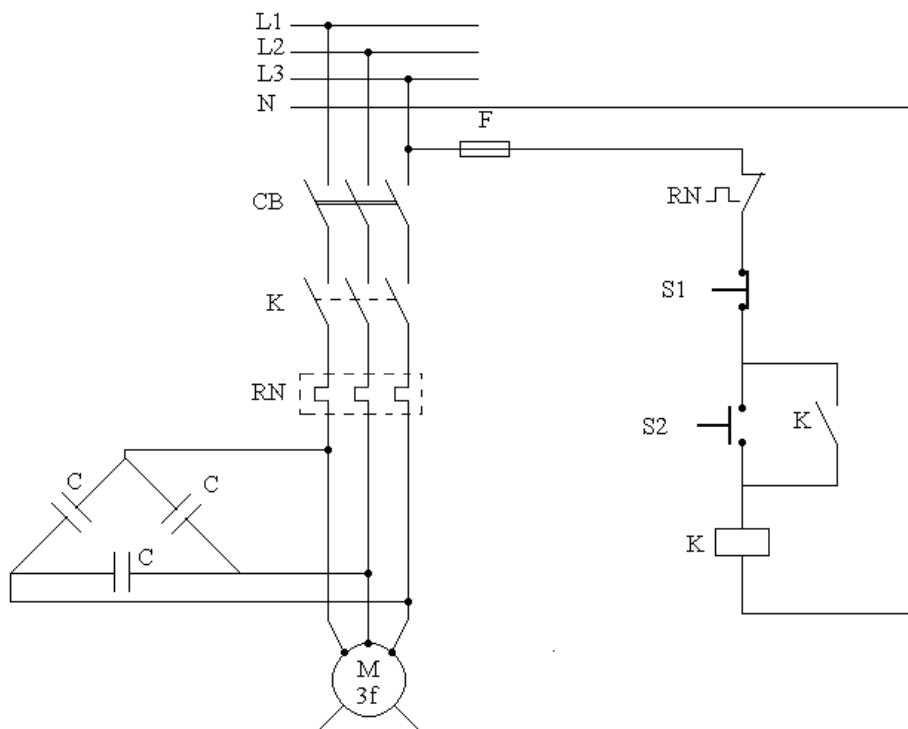
- **Tắt máy:** Nhấn nút S₁, cuộn hút công tắc tơ K₁ mất điện, ngừng cấp điện ba pha vào động cơ đồng thời cuộn hút K₂ được đóng điện để đưa điện một chiều vào cuộn dây stator của động cơ và thực hiện nhiệm vụ hãm động năng (như đã phân tích trên). Khi động cơ dừng hẳn cũng là lúc rơi le thời gian T mở tiếp điểm T, cuộn hút K₂ mất điện, cắt điện một chiều vào động cơ. Quá trình hãm kết thúc.



Hình 3.17

2. Hãm động năng dùng tụ điện:

Trong công nghiệp đôi khi người ta cũng dùng phương pháp hãm động năng bằng tụ điện đối với động cơ có công suất nhỏ. Phương pháp này đòi hỏi tụ điện phải có điện dung lớn, công kênh nhưng có ưu điểm là động cơ dừng nhanh, kết cấu mạch điện đơn giản như sơ đồ hình 3.18.



Hình 3.18

Nguyên lý hoạt động của mạch như sau:

Ấn nút S_2 cuộn hút công tắc tơ K có điện đóng điện mạch động lực, động cơ hoạt động đồng thời các tụ điện sẽ chuyển sang trạng thái tích điện. Khi ấn nút S_1 để động cơ dừng ngay tức khắc các tụ điện sẽ phóng điện vào cuộn dây động cơ để thực hiện chức năng hãm động năng.

3.8.2. Hãm tái sinh:

Nguyên lý hãm tái sinh:

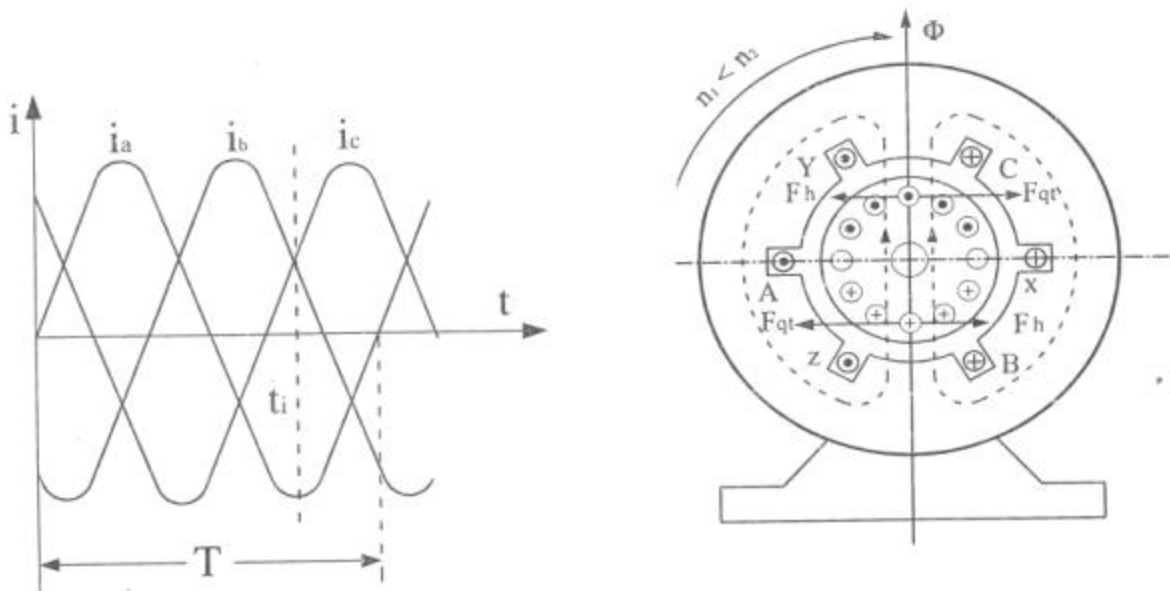
Khi động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc đang quay với tốc độ lớn n_2 , ta đột ngột chuyển động cơ ba pha sang hoạt động ở tốc độ thấp n_1 . Nếu coi từ trường đứng yên thì rotor sẽ quay với tốc độ tương đối: $n_{td} = n_2 - n_1$

Khi nào $n_{td} > 0$ tức $n_2 > n_1$ thì chiều chuyển động tương đối của các thanh dẫn trên rotor vẫn quay cùng chiều với chiều của rotor n_2 . Từ đó áp dụng qui tắc bàn tay phải xác định được chiều của sức điện động cảm ứng như hình 3.19.

Do thanh dẫn ngắn mạch nên trong thanh dẫn có dòng điện cùng chiều với chiều của sức điện động cảm ứng.

Do dòng điện này mà thanh dẫn chịu lực tác dụng F_h của từ trường quay n_2 .

Xét tại thời điểm t_i : Pha B và C dương, pha A âm thì chiều của lực được xác định bằng quy tắc bàn tay trái như hình 3.19.



Hình 3.19

Nhìn vào hình vẽ, ta nhận thấy lực này sinh ra moment quay ngược chiều với từ trường quay (cũng là ngược chiều với lực quán tính F_{qt}) đó chính là lực hãm F_h . Tuy nhiên, lực hãm F_h sẽ giảm dần khi n_2 giảm dần về n_1 . Lúc này quá trình hãm tái sinh kết thúc, ta phải loại bỏ từ trường n_2 . Quá trình hãm kết thúc.

Kết luận: Khi nào tốc độ rotor lớn hơn tốc độ từ trường quay thì sẽ sinh ra sự kiện “hãm tái sinh”.

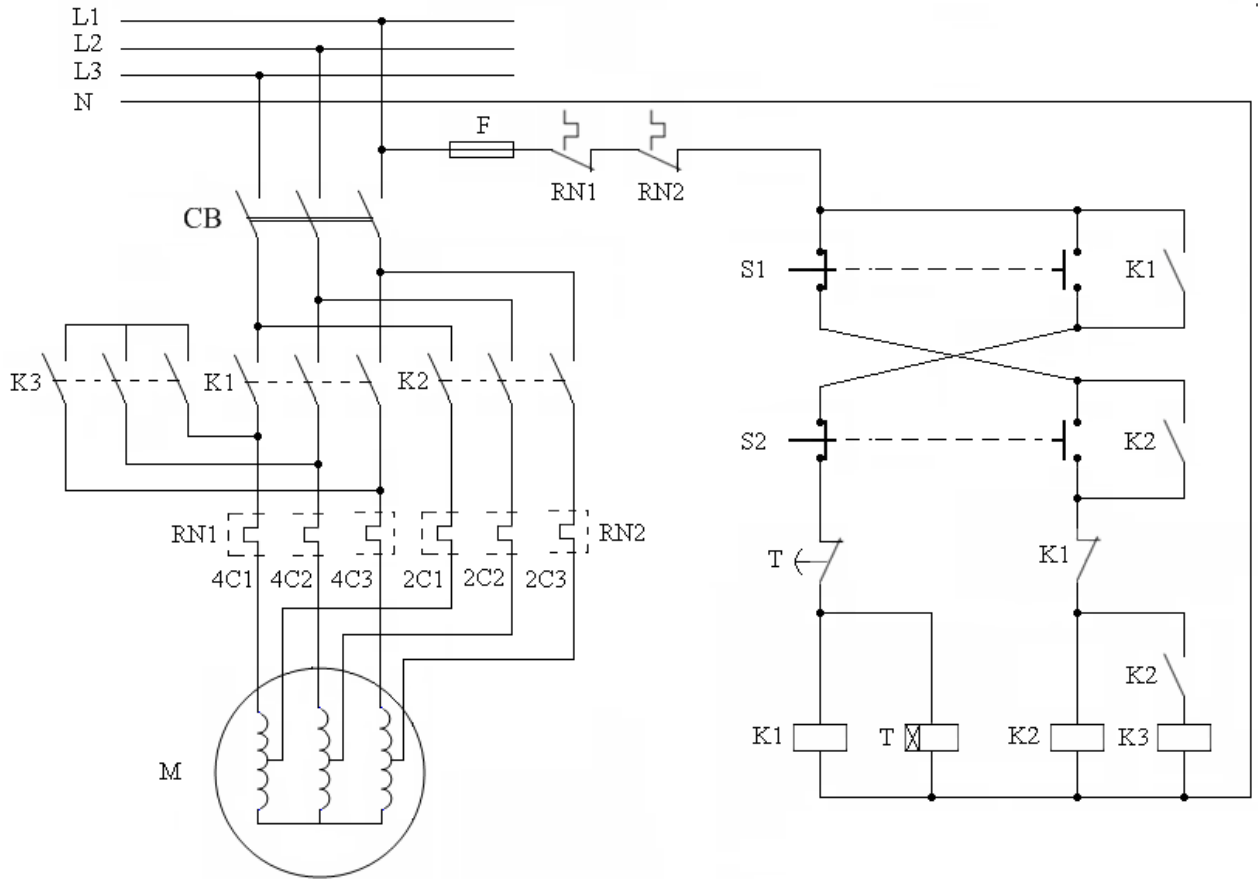
Tất nhiên phương pháp này chỉ áp dụng cho động cơ có hai chiều tốc độ, dùng khá phổ biến trong máy cắt gọt kim loại.

Để áp dụng phương pháp hãm tái sinh, trong thực tế người ta sử dụng phổ biến các mạch có sơ đồ nguyên lý như hình vẽ 3.20.

1. Trang bị điện của mạch:

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Bộ nút ấn S_1 và S_2 (đều tiếp điểm kép). Trong đó:

- Nút ấn S_1 : Nút dừng và hãm động cơ.
- Nút ấn S_2 : Nút mở máy.
- Công tắc tơ K_1, K_2, K_3 .
- Rơ le nhiệt RN_1, RN_2 .
- Rơ le thời gian T.
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc 2 tốc độ M.



Hình 3.20

2. Nguyên lý hoạt động:

- Mở máy: Đóng CB 3 pha, ấn nút S_2 , cuộn hút công tắc tơ K_2, K_3 có điện sẽ đóng điện cho các cuộn dây làm việc ở chế độ đấu sao song song – tương ứng với số cực ít, động cơ chạy với tốc độ cao n_2 .

- Dừng và hãm tái sinh: Ấn nút S_1 , cuộn hút K_2, K_3 mất điện, cuộn hút K_1 và rơ le thời gian T có điện, các cuộn dây động cơ chuyển sang đấu sao nối tiếp (số cực tăng lên gấp đôi). Quá trình hãm tái sinh bắt đầu.

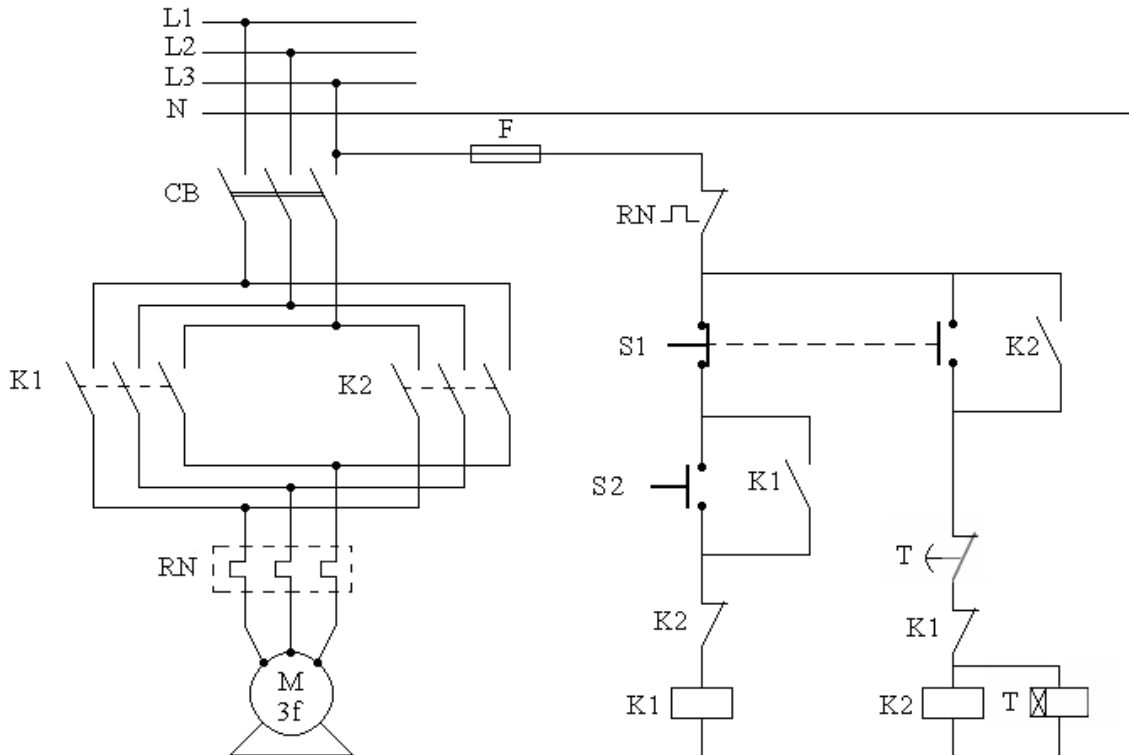
Cho đến khi tốc độ rotor động cơ giảm dần về n_1 thì rơ le thời gian T ngắt tiếp điểm T, cuộn K_1 mất điện cắt điện vào động cơ. Quá trình hãm kết thúc.

3.8.3. Hãm ngược:

Nguyên tắc hãm ngược: Khi động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc đang quay theo chiều n_1 , ta đột ngột đổi chiều từ trường quay để tạo ra moment hãm. Nhờ moment hãm này mà rotor dừng đột ngột. Ngay tức khắc ta phải cắt điện vào cuộn dây stator để tránh cho động cơ quay theo chiều ngược lại.

Ưu điểm của phương pháp này là có moment hãm lớn, nhưng dòng điện hãm tăng cao (lớn hơn dòng khởi động) nên dễ gây sự cố cho thiết bị điều khiển. Người ta thường giảm dòng điện hãm qua các điện trở hoặc cuộn kháng. Để cắt dòng điện hãm một cách tự động vào thời điểm cần động cơ dừng hẳn, người ta thường dùng rơ le thời gian hoặc rơ le tốc độ.

1. Hãm ngược dùng rơ le thời gian – sơ đồ nguyên lý hình 3.21:



Hình 3.21

a. Trang bị điện của mạch:

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Bộ nút ấn S₁ (tiếp điểm kép), S₂. Trong đó:
 - Nút ấn S₁: Nút dừng và hãm động cơ.
 - Nút ấn S₂: Nút mở máy.
- Công tắc tơ K₁, K₂.
- Rơ le nhiệt RN.
- Rơ le thời gian T.
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc M.

b. Nguyên lý hoạt động:

- Mở máy: Đóng CB 3 pha, ấn nút S₂, cuộn hút công tắc tơ K₁ có điện sẽ đóng điện cho động cơ ba pha hoạt động, tiếp điểm thường đóng K₁ mở ra để đảm bảo an toàn.
- Dừng và hãm động cơ: Ấn nút S₁, cuộn K₁ mất điện, tiếp điểm K₁ trở về trạng thái đóng lại, cuộn hút K₂ có điện, đảo chiều từ trường quay vào động cơ, quá trình hãm ngược bắt đầu.

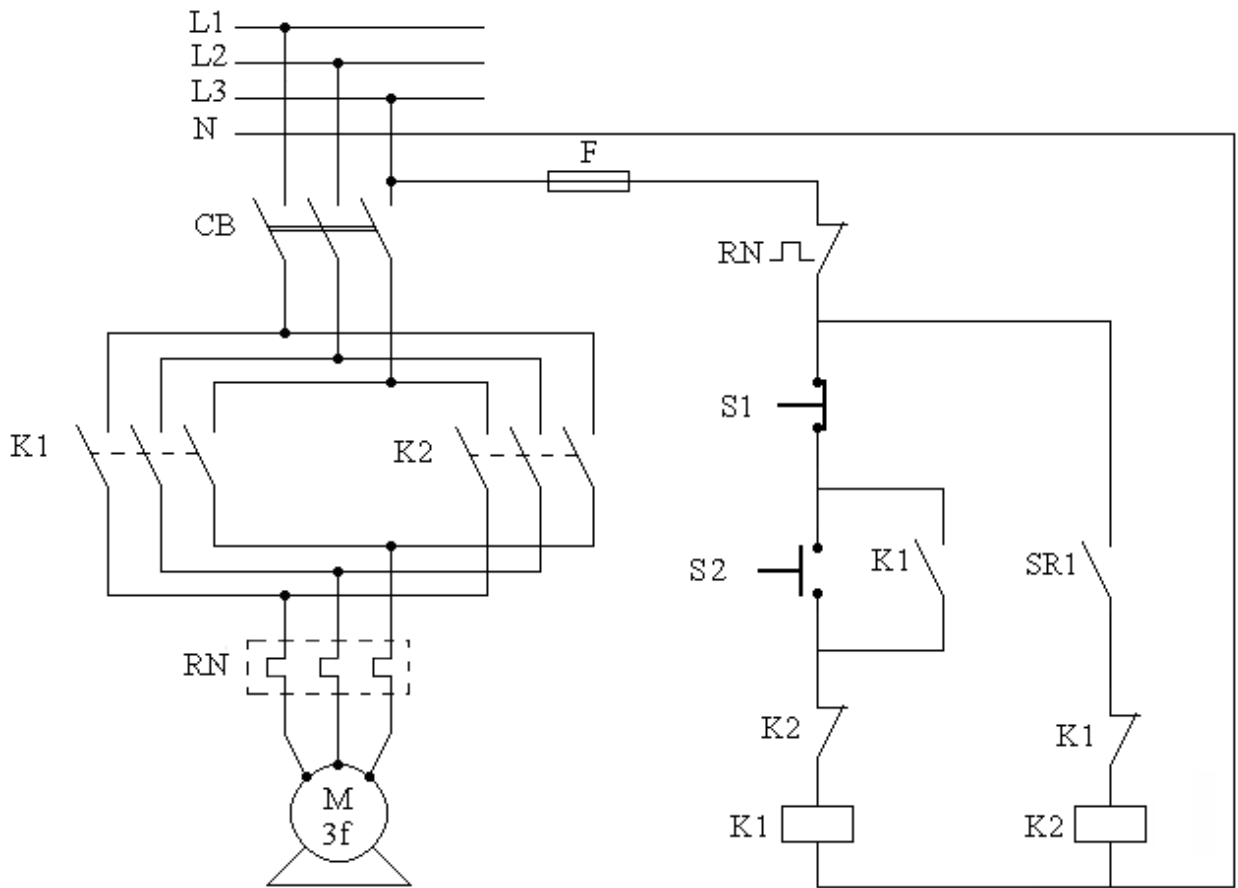
Khi tốc độ động cơ dừng hẳn thì rơ le thời gian T mở tiếp điểm T ra, cuộn hút K₂ mất điện, quá trình hãm ngược kết thúc.

2. Hãm ngược động cơ quay một chiều dùng rơ le tốc độ:

Mạch điện hãm ngược dùng rơ le thời gian tuy đơn giản về kết cấu mạch điện, nhưng việc cắt dòng điện hãm ra khỏi động cơ thường không đáp ứng đúng thời điểm cần thiết. Vì tốc độ cũng như tải của động cơ ở mỗi thời điểm hãm là khác nhau tức là quán tính của rotor khác nhau, do đó khó có thể điều chỉnh rơ le thời gian ngắt dòng điện hãm đúng vào thời điểm rotor dừng hẳn (trong một vài trường hợp khi ấn nút hãm máy lại làm cho động cơ quay ngược lại).

Để khắc phục hiện tượng này, người ta thường dùng rơ le tốc độ. Hoạt động của mạch điện hãm ngược động cơ quay một chiều dùng rơ le tốc độ như sơ đồ nguyên lý hình 3.22.

Phương pháp này được dùng khá phổ biến trong máy cắt kim loại.



Hình 3.22

a. Trang bị điện của mạch:

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Bộ nút S₁, S₂. Trong đó:
 - Nút ấn S₁: Nút dừng và hãm động cơ.
 - Nút ấn S₂: Nút mở máy.
- Công tắc tơ K₁, K₂.
- Rơ le nhiệt RN.
- Rơ le tốc độ SR₁.
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc M.

b. Nguyên lý hoạt động:

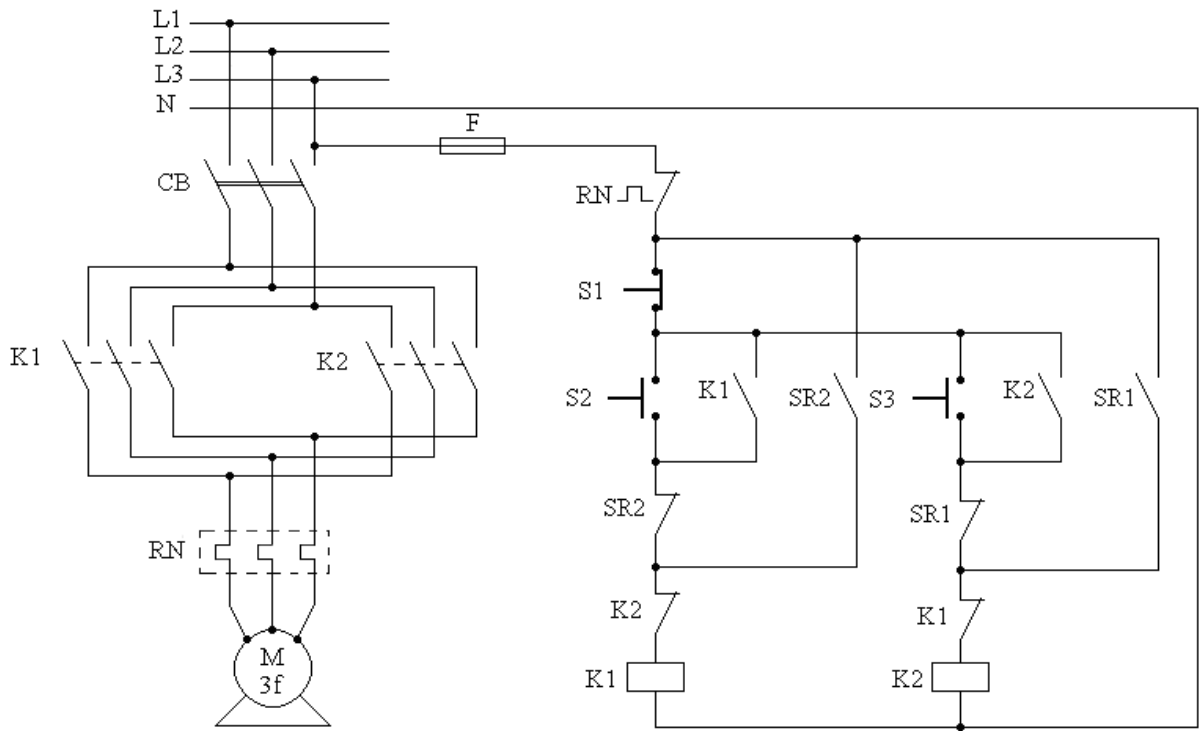
- Mở máy: Đóng CB 3 pha, ấn nút S₂, cuộn hút công tắc tơ K₁ có điện sẽ đóng điện cho động cơ ba pha hoạt động, tiếp điểm K₁ mở ra để đảm bảo an toàn. Khi tốc độ rotor đạt khoảng 15% tốc độ định mức thì tiếp điểm SR₁ đóng lại chuẩn bị cho quá trình hãm máy.

Dừng và hãm ngược động cơ: Ấn nút S₁, cuộn K₁ mất điện, tiếp điểm K₁ đóng lại, cuộn hút K₂ có điện, đảo chiều từ trường quay vào động cơ, quá trình hãm ngược bắt đầu.

Khi tốc độ động cơ giảm dưới 15% tốc độ định mức thì tiếp điểm của rơ le tốc độ mở ra, cuộn hút K₂ mất điện quá trình hãm ngược kết thúc.

3. Hãm ngược động cơ quay 2 chiều dùng rơ le tốc độ:

Do yêu cầu của công việc, một số động cơ máy cắt gọt kim loại quay cả hai chiều và ở bất kỳ chiều quay nào khi cần thiết đều có thể dừng (hãm) máy đột ngột. Phương pháp hãm ngược bằng rơ le tốc độ vẫn có thể đáp ứng được yêu cầu trên – Xem sơ đồ nguyên lý hình 3.23



Hình 3.23

a. Trang bị điện của mạch:

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Bộ nút ấn S_1, S_2, S_3 . Trong đó:
 - Nút ấn S_1 : Nút dừng và hãm động cơ.
 - Nút ấn S_2 : Nút mở máy theo chiều thuận.
 - Nút ấn S_3 : Nút mở máy theo chiều ngược.
- Công tắc tơ K1, K2.
- Rơ le nhiệt RN.
- Rơ le tốc độ SR.
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc M.

b. Nguyên lý hoạt động:

- Mở máy theo chiều thuận: Đóng CB 3 pha, ấn nút S_2 , cuộn hút công tắc tơ K1 có điện sẽ đóng điện cho động cơ ba pha hoạt động, tiếp điểm K_1 mở ra để đảm bảo an toàn. Khi tốc độ rotor đạt khoảng 15% tốc độ định mức thì tiếp điểm SR_1 đóng lại chuẩn bị cho quá trình hãm máy.

- Dừng và hãm động cơ: Ấn nút S_1 , cuộn K1 mất điện, tiếp điểm K_1 đóng lại, cuộn hút K2 có điện, đảo chiều từ trường quay vào động cơ, quá trình hãm ngược bắt đầu. Khi tốc độ động cơ giảm dưới 15% tốc độ định mức thì tiếp điểm SR_1 của rơ le tốc độ mở ra, cuộn hút K2 mất điện quá trình hãm được kết thúc.

- Mở máy theo chiều ngược: Ấn nút S_3 , cuộn hút công tắc tơ K2 có điện sẽ đóng điện cho động cơ ba pha hoạt động, tiếp điểm K_2 mở ra để đảm bảo an toàn. Khi tốc độ rotor đạt khoảng 15% tốc độ định mức thì tiếp điểm SR_2 đóng lại chuẩn bị cho quá trình hãm máy.

3.9. ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ ROTOR LỒNG SÓC HAI TỐC ĐỘ

3.9.1. Nguyên lý thay đổi tốc độ của động cơ bằng cách thay đổi số đôi cực

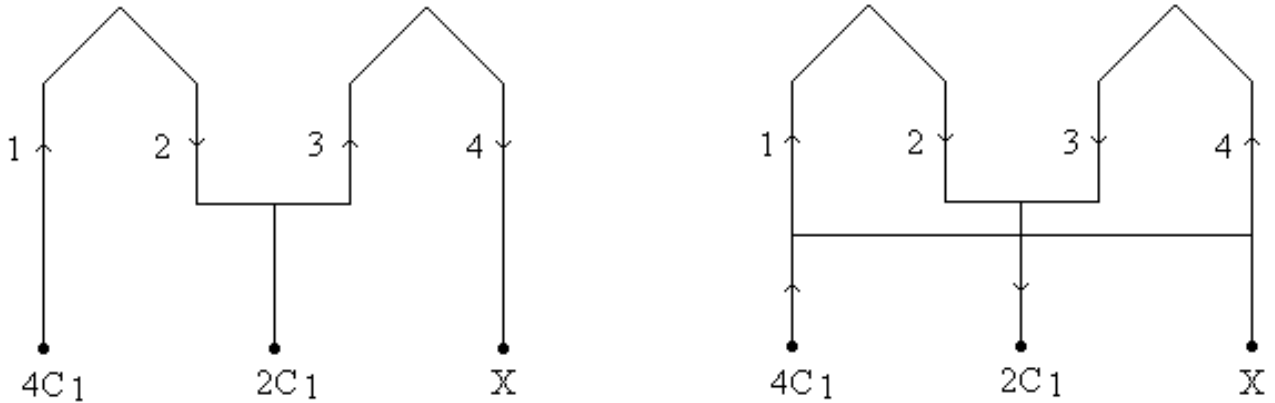
Động cơ xoay chiều 3 pha rotor lồng sóc 2 tốc độ có cấu tạo cơ bản giống động cơ ba pha 1 tốc độ thông thường, chỉ khác phần dây quấn stator. Bằng cách thay đổi cách đấu nối các cuộn dây stator mà ta có số cực khác nhau, từ đó sẽ đạt được các tốc độ khác nhau, theo công thức:

$$n = (1 - s) \frac{60f}{p} \text{ (vòng / phút).}$$

Thông thường mỗi cuộn dây pha sẽ được chia thành hai phần tử giống nhau về số vòng và tiết diện dây quấn, chỉ khác vị trí đặt dây quấn. Nguyên lý thay đổi số cực của động cơ như sơ đồ sau hình 3.24.

Nhìn vào sơ đồ ta nhận thấy:

- Nếu hai phần tử đầu nối tiếp ta có số cực $2p = 4$.
- Nếu hai phần tử đầu song song ta có số cực $2p = 2$.



Hình 3.24

Theo nguyên lý trên thì ta sẽ có 2 dạng thay đổi tốc độ động cơ đó là:

- Đổi nối cuộn dây từ kiểu đầu sao nối tiếp (Y) sang kiểu đầu sao song song (YY). Viết tắt là (Y/YY).
- Đổi nối cuộn dây từ kiểu đầu tam giác nối tiếp (Δ) sang kiểu đầu sao song song (YY). Viết tắt là (Δ /YY).

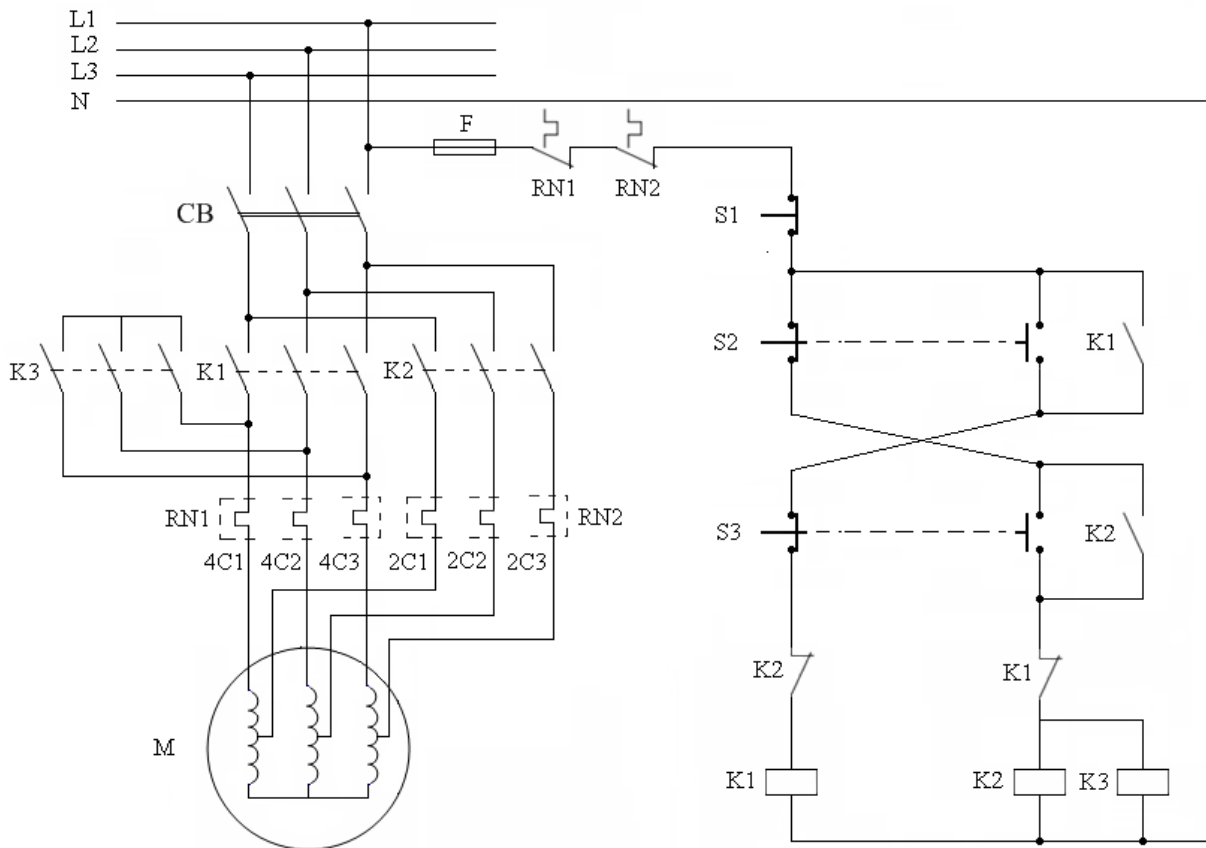
Khi đầu nối động cơ 2 tốc độ, ta cần lưu ý:

Mỗi cặp 2 phần tử của một pha (ví dụ như cặp 4C1-2C1 và 2C1-X của pha A) đã được đặt ở một vị trí nhất định trên rãnh stator để hình thành cực từ và tạo thành từ trường quay khi có dòng xoay chiều ba pha đi vào cuộn dây stator. Trong bất cứ cách đấu nào thì dòng điện của 2 phần tử trong cùng một cuộn dây pha cũng phải cùng pha với nhau, vì vậy không thể ghép tùy ý hai phần tử bất kỳ trong bộ dây quấn stator để tạo thành một pha được. Việc nhầm lẫn này xảy ra sẽ làm cho động cơ quá nóng, có tiếng gầm gừ khi hoạt động ở một tốc độ nào đó.

3.9.2. Điều khiển động cơ rotor lồng sóc 2 tốc độ kiểu Y/YY:

1. Trang bị điện của mạch: như sơ đồ hình 3.25.

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Công tắc tơ K_1, K_2, K_3
- Bộ nút ấn (tiếp điểm kép) S_1, S_2, S_3 . Trong đó:
 - Nút S_1 : Nút dừng động cơ
 - Nút S_2 : Nút chọn tốc độ n_1
 - Nút S_3 : Nút chọn tốc độ n_2
- Rơ le nhiệt RN
- Rơ le trung gian RL
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc 2 tốc độ M.



Hình 3.25

2. Nguyên lý hoạt động:

- Điều khiển cho động cơ quay ở tốc độ thấp:

Đóng CB 3 pha, ấn nút S₂, cuộn hút công tắc tơ K₁ có điện sẽ đóng điện cho các cuộn dây động cơ làm việc ở chế độ đấu sao nối tiếp – tương đương với số cực nhiều, động cơ chạy với tốc độ thấp n₁.

- Điều khiển cho động cơ quay ở tốc độ cao:

Ấn nút S₃, cuộn hút công tắc tơ K₁ mất điện, cuộn hút K₂, K₃ có điện sẽ đóng điện cho các cuộn dây động cơ làm việc ở chế độ đấu sao song song tương đương với số cực ít, động cơ chạy với tốc độ cao n₂.

- Dừng động cơ:

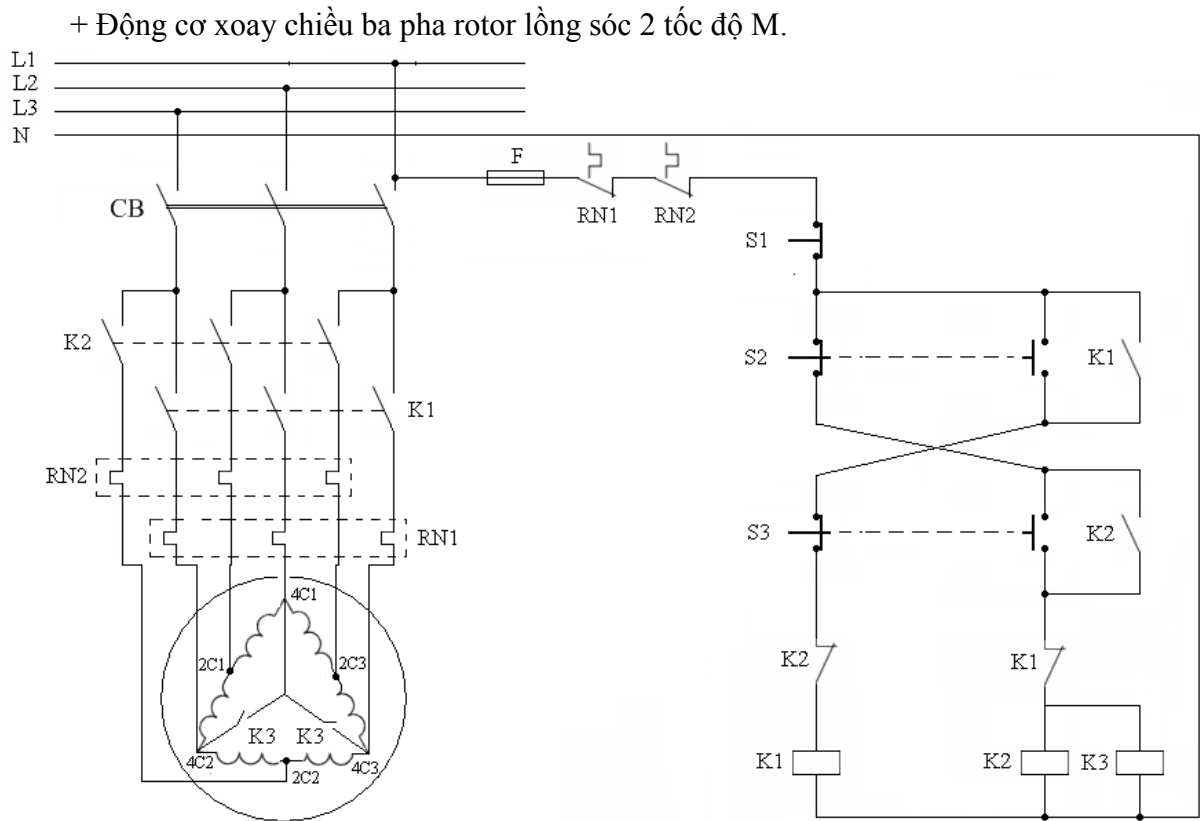
Ấn nút S₁, mạch điều khiển mất điện, cắt điện mạch động lực, động cơ ngừng hoạt động.

3.9.3. Điều khiển động cơ rotor lồng sóc qua 2 cấp tốc độ kiểu Δ/YY:

Động cơ 2 tốc độ kiểu Y/YY khi chạy ở tốc độ thấp tuy giảm được dòng khởi động nhưng khi moment mở máy và công suất bị giảm nhiều (do ở tốc độ thấp, điện áp đặt vào mỗi phần tử dây quấn giảm đi một nửa). Để khắc phục nhược điểm này người ta sử dụng động cơ 2 tốc độ kiểu nối Δ/YY. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển động cơ 2 tốc độ kiểu đổi nối Δ/YY tùy chọn tốc độ bằng nút ấn như hình 3.26.

1. Trang bị điện của mạch:

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Công tắc tơ K₁, K₂, K₃
- Bộ nút ấn S₁, S₂ và S₃ (tiếp điểm kép). Trong đó:
 - + Nút S₁: Nút dừng động cơ
 - + Nút S₂: Nút chọn tốc độ n₁
 - + Nút S₃: Nút chọn tốc độ n₂
 - + Rơ le nhiệt RN₁, RN₂.



Hình 3.26

2. Nguyên lý hoạt động:

- Điều khiển cho động cơ quay ở tốc độ thấp:

Đóng CB 3 pha, ấn nút S₂, cuộn hút công tắc tơ K₁ có điện sẽ đóng điện cho các cuộn dây động cơ làm việc ở chế độ tam giác nối tiếp – tương đương với số cực nhiều, động cơ chạy với tốc độ thấp n₁.

- Điều khiển cho động cơ quay ở tốc độ cao:

Ấn nút S₃, cuộn hút công tắc tơ K₁ mất điện, cuộn hút công tắc tơ K₂ và K₃ có điện sẽ đóng điện cho các cuộn dây làm việc ở chế độ đầu sao song song – tương đương với số cực ít, động cơ chạy với tốc độ cao n₂.

- Dừng động cơ:

Ấn nút S₁, mạch điều khiển mất điện, cắt mạch động lực, động cơ ngừng hoạt động.

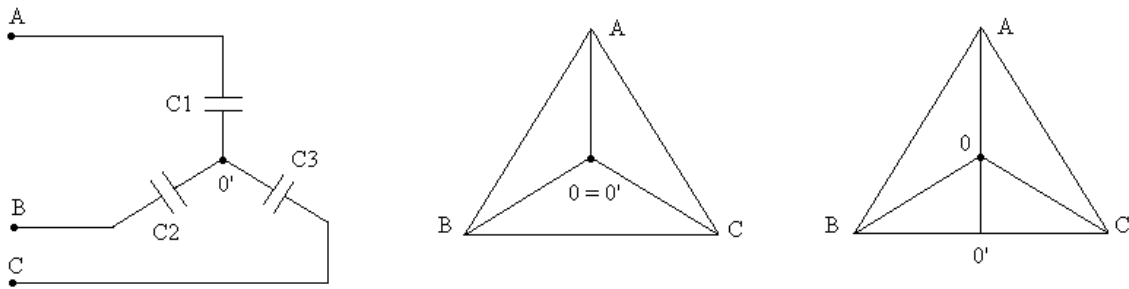
3.10. BẢO VỆ ĐỘNG CƠ BA PHA KHI MẤT PHA:

3.10.1. Mạch điện bảo vệ động cơ ba pha khi mất pha dùng tụ điện:

Một trong những nguyên nhân làm cho dòng điện qua cuộn dây của động cơ không đồng bộ ba pha tăng cao và có thể làm cho cuộn dây bị cháy là do động cơ đang làm việc bị mất điện một pha. Để bảo vệ động cơ khi bị mất điện một pha có nhiều sơ đồ để bảo vệ dựa trên những nguyên tắc khác nhau. Sau đây chúng ta nghiên cứu phương pháp bảo vệ mất pha dùng tụ điện tạo trung tính giả:

- Cách nối tụ điện tạo trung tính giả:

Về nguyên tắc ta có thể chọn bất kỳ 3 phần tử nào đó có tính chất giống nhau đem đấu thành hình sao. Khi đó dòng điện qua ba phần tử này giống nhau về biên độ và tần số, chỉ lệch pha nhau về điện là 120⁰. Ở đây ta chọn 3 tụ điện có trị số điện dung giống nhau, thỏa mãn được điện áp làm việc (chọn tụ điện vì tụ điện không tiêu hao điện năng). Phần dây nối chung giữa 3 tụ điện chính là điểm trung tính giả O' – Xem sơ đồ hình 3.27.



Hình 3.27

Khi điện áp trên 3 tụ điện là như nhau thì điểm trung tính giả O' sẽ trùng với điểm trung tính thật O. Tức là điện $U_{OO'} = 0(V)$ – Hình 3.27

Sự thay đổi điện áp $U_{OO'}$ khi bị mất pha.

Ngắt điện vào tụ điện C_1 , khi đó tụ C_1 coi như được loại ra khỏi mạch điện, điện áp trên tụ điện C_2 và C_3 bằng nhau về trị số và trùng pha với điện áp U_{BC} . Do đó ta có:

$$U_{C_3} = U_{C_2} = \frac{U_{BC}}{2}$$

Như vậy O' đã rời đến trung điểm của đoạn BC. Xét tam giác BOO' ta có:

$$OO' = \frac{OB}{2} \text{ mà } U_{OO'} = OO' \text{ nên } U_{OO'} = \frac{U_{C_2}}{2} = 110(V). \text{ Xem hình 3.27c}$$

Kết luận: Trong mạch trên, khi bị mất pha điện áp giữa trung tính thật và trung tính giả bằng một nửa điện áp pha.

Kết luận trên chỉ đúng khi OO' hở mạch và tụ C_1 phải được ngắt mạch triệt để. Trong thực tế, khi ta áp dụng để bảo vệ động cơ điện thì tình trạng của mạch điện khác. Chẳng hạn:

- Khi bị mất pha A thì cuộn dây pha A tuy không có dòng điện chạy qua nhưng trên pha A của động cơ vẫn có một trị số điện áp cảm ứng nào đó (lúc này pha A đóng vai trò cuộn thứ cấp) tức là điện áp trên tụ C_1 khác không.

- Khi mắc rơ le vào 2 điểm OO' dĩ nhiên là điện áp này sẽ giảm so với khi hở mạch. Điện áp này giảm ít hay nhiều tùy thuộc vào trở kháng của rơ le và dung kháng của tụ điện. Điện áp này mà giảm quá thấp thì có thể rơ le không tác động.

Do đó, để bảo vệ động cơ bị mất pha dùng tụ điện ta phải lựa chọn trị số tụ điện và rơ le phù hợp. Thông thường theo kinh nghiệm người ta chọn như sau:

$$C_1 = C_2 = C_3 = (4 \div 6) \mu F$$

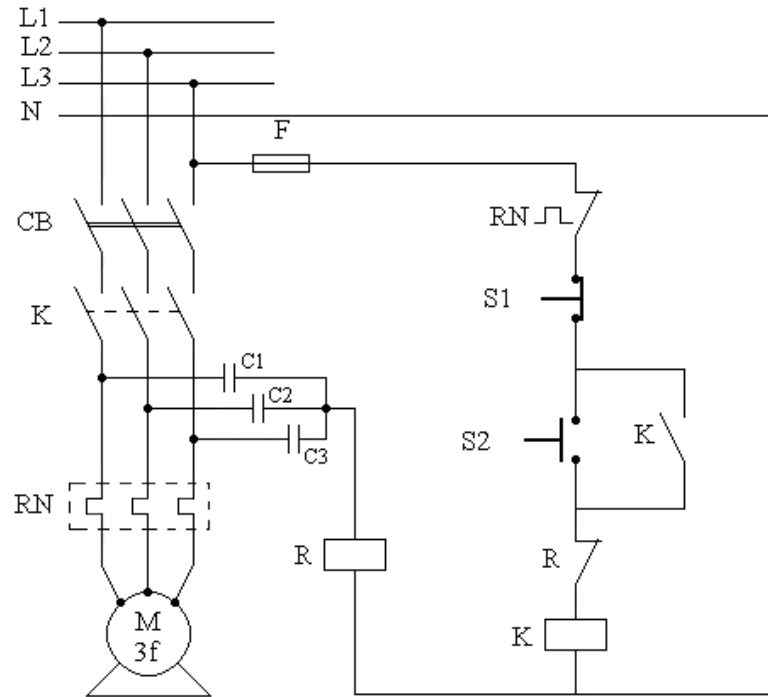
Điện áp định mức của tụ từ (400 ÷ 600) VAC

Rơ le loại 24VAC

Sơ đồ nguyên lý như hình 3.28.

1. Trang bị điện của mạch:

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Bộ nút ấn S_1, S_2 . Trong đó:
 - + Nút S_1 : Nút dừng động cơ
 - + Nút S_2 : Nút mở máy
- Công tắc tơ K_1
- Rơ le nhiệt RN
- Rơ le trung gian R
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc M.



Hình 3.28

2. Nguyên lý hoạt động:

- Mở máy:

Đóng CB 3 pha, ấn nút S₂, cuộn hút công tắc tơ K₁ có điện sẽ đóng điện cho động cơ 3 pha hoạt động, tiếp điểm K₁ đóng lại để duy trì. Nếu động cơ không bị mất pha thì rơ le R không tác động, mạch điều khiển vẫn có điện, động cơ làm việc bình thường.

- Bảo vệ động cơ bị mất pha:

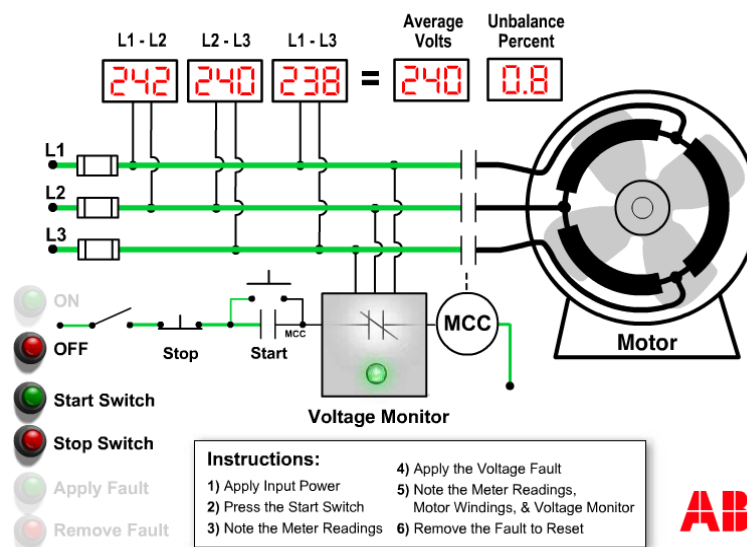
Khi động cơ 3 pha bị mất pha điện áp giữa 2 điểm OO' tăng làm cho rơ le trung gian R tác động nhà tiếp điểm thường đóng R, mạch điều khiển bị mất điện để bảo vệ an toàn cho động cơ.

- Dừng động cơ:

Ấn nút S₁, mạch điều khiển mất điện, động cơ ngừng hoạt động.

3.10.2. Bảo vệ động cơ 3 pha khi mất pha dùng rơ le áp:

Phase Loss (Motor Stalls)

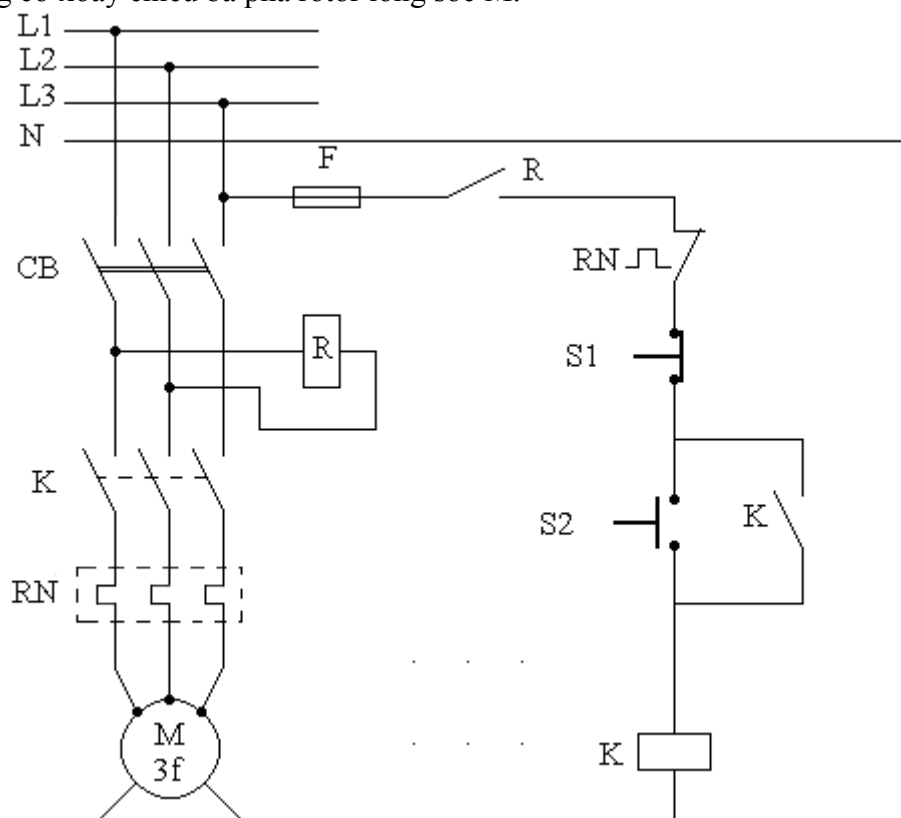


Ta biết rằng trong mạch điện điều khiển động cơ 3 pha nếu mất điện ở pha có mạch điều khiển thì đương nhiên động cơ ngừng hoạt động. Vậy để bảo vệ động cơ khi bị mất pha

ta chỉ cần quan tâm đến 2 pha còn lại. Thông thường, người ta dùng rơ le điện áp (loại 380VAC) mắc vào 2 pha còn lại để khống chế hoạt động của mạch điều khiển. Sơ đồ nguyên lý như hình 3.29.

1. Trang bị điện của mạch:

- CB 3 pha
- Cầu chì mạch điều khiển F
- Bộ nút ấn S₁, S₂. Trong đó:
 - + Nút S₁: Nút dừng động cơ
 - + Nút S₂: Nút mở máy
- Công tắc tơ K\
- Rơ le nhiệt RN
- Rơ le điện áp R
- Động cơ xoay chiều ba pha rotor lồng sóc M.



Hình 3.29

2. Nguyên lý hoạt động:

- Mở máy:

Đóng CB 3 pha, cuộn hút rơ le điện áp R có điện, đóng điện (đóng tiếp điểm R) cho mạch điều khiển sẵn sàng làm việc.

Ấn nút S₂, cuộn hút công tắc tơ K có điện sẽ đóng điện cho động cơ 3 pha hoạt động tiếp điểm K đóng lại để duy trì.

Nếu động cơ không bị mất pha thì rơ le R không tác động, mạch điều khiển vẫn có điện, động cơ làm việc bình thường.

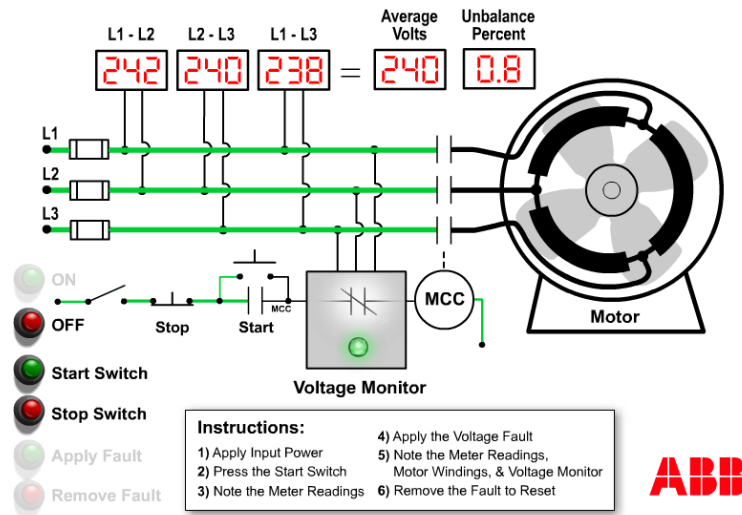
- Bảo vệ động cơ bị mất pha:

Khi động cơ ba pha bị mất pha A hoặc B thì rơ le điện áp bị mất điện, tiếp điểm R mở ra, mạch điều khiển bị mất điện, cắt điện bảo vệ an toàn cho động cơ.

Khi bị mất pha C (pha đấu với mạch điều khiển) thì mạch điều khiển cũng bị mất điện, động cơ không làm việc.

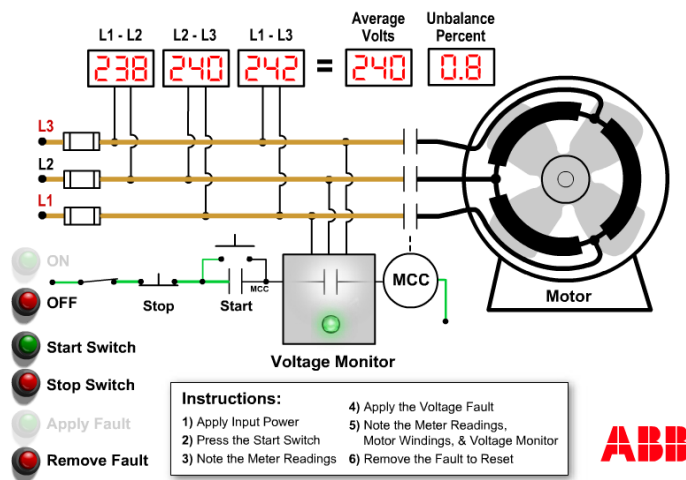
3.11. BẢO VỆ ĐỘNG CƠ BA PHA QUÁ ĐIỆN ÁP:

Over (High Average) Voltage



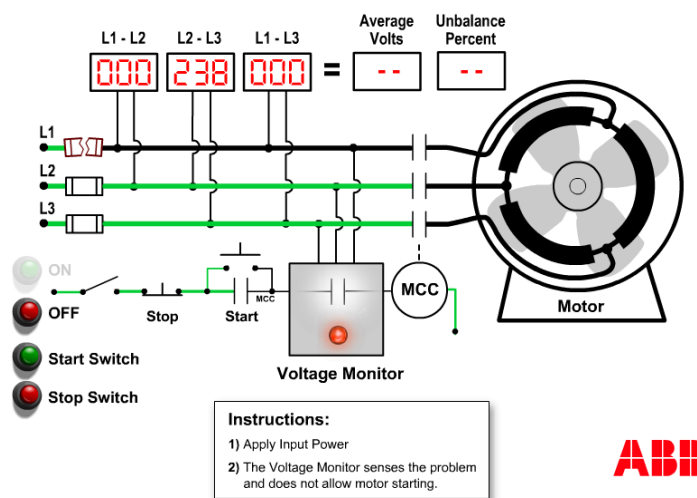
3.12. BẢO VỆ ĐỘNG CƠ BA PHA KHI NGƯỢC PHA:

Phase Reversal



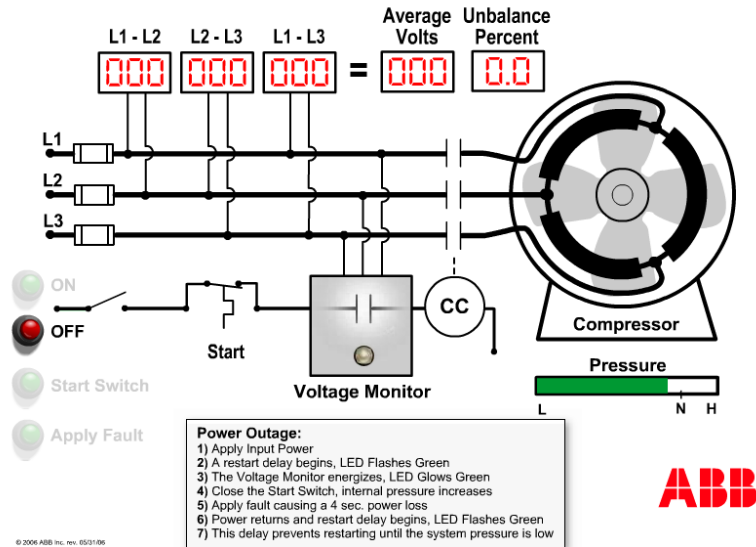
3.13. BẢO VỆ ĐỘNG CƠ BA PHA KHI MẤT PHA KHI KHỞI ĐỘNG:

Phase Loss on Start Up



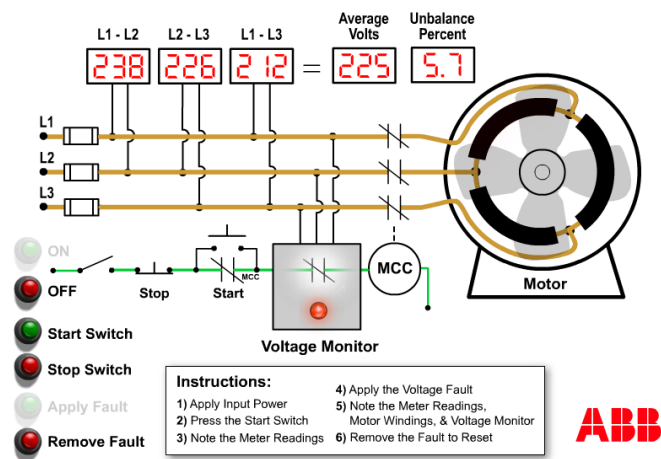
3.14. BẢO VỆ ĐỘNG CƠ BA PHA KHI MẤT ĐIỆN- KHỞI ĐỘNG LẠI:

Power Outage (Restart Delay Prevents Short Cycling)



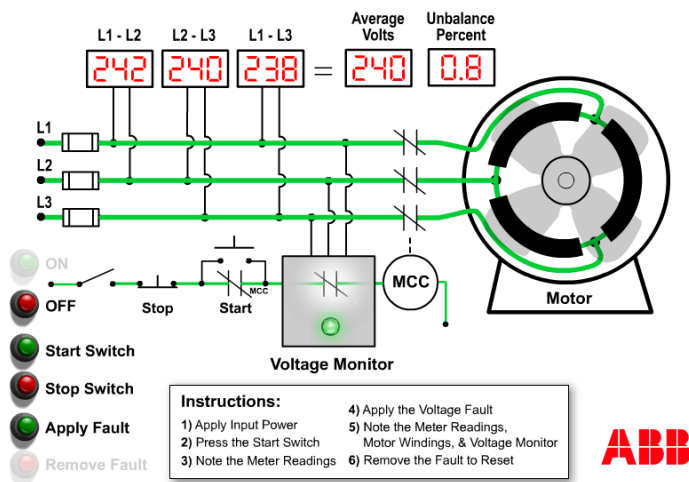
3.15. BẢO VỆ ĐỘNG CƠ BA PHA MẤT CÂN BẰNG PHA:

Unbalanced Voltages



3.15. BẢO VỆ ĐỘNG CƠ BA PHA THIẾU ĐIỆN THỂ:

Under (Low Average) Voltage



3.16. CÁC SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ KHÁC

CHƯƠNG 4

TRANG BỊ ĐIỆN CỦA MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI

Để phục vụ công tác phục hồi, sửa chữa hệ thống điện các máy cắt gọt kim loại trong các nhà máy cơ khí hiện nay, người thợ sửa chữa cần phải nắm được các nguyên lý hoạt động cơ bản và trang bị điện của chúng. Để thuận tiện cho tìm các pan hòng học và dò các đầu dây theo quy luật đánh số, tác giả xin giữ nguyên bản các ký hiệu theo tiêu chuẩn cũ (chủ yếu là các Liên Xô – cũ) trên các sơ đồ nguyên lý.

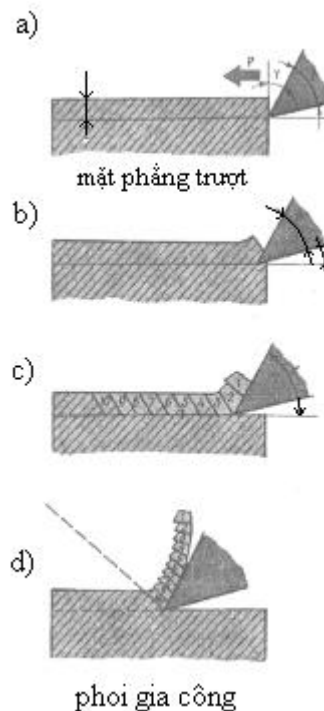
4.1. KHÁI NIỆM VỀ QUÁ TRÌNH CẮT GỌT KIM LOẠI:

4.1.1. Mục đích và nguyên lý cắt gọt kim loại:

Cắt gọt kim loại là một trong những phương pháp gia công chi tiết máy được dùng rộng rãi trong ngành chế tạo cơ khí như: tiện, phay, khoan, mài...

Thực chất của phương pháp cắt gọt kim loại là lấy đi trên bề mặt của phôi một lớp lượng dư để đạt được hình dáng, kích thước và bộ trơn bóng của chi tiết theo ý muốn.

Quá trình cắt gọt là một hiện tượng vật lý phức tạp trong đó diễn ra sự biến dạng dẻo và biến dạng đàn hồi của kim loại, sự phát nhiệt trên chi tiết gia công và trên dao cắt,... Thông thường người ta chia ra làm 4 giai đoạn sau:



Hình 4.1

- *Giai đoạn 1:* Dao cắt bắt đầu tiếp xúc với vật liệu (hình 4.1a).
- *Giai đoạn 2:* Lưỡi dao ăn sâu vào kim loại làm cho kim loại bị dồn nén (hình 4.1b).
- *Giai đoạn 3:* Lực đẩy của dao cắt thắng lực liên kết giữa các phần tử kim loại cần bóc đi và phần kim loại còn lại cho các phần tử kim loại đầu tiên tách ra khỏi vật gia công (hình 4.1c).
- *Giai đoạn 4:* Dao tiếp tục chuyển động làm cho các phần tử kim loại liên tiếp bị bóc ra khỏi vật gia công và tạo thành phôi (hình 4.1d).

4.1.2. Các chuyển động cơ bản trong máy cắt gọt kim loại:

Theo nguyên lý cắt gọt trên, để bóc tách lớp phôi kim loại ra khỏi bề mặt gia công, ta có thể thực hiện một trong các cách sau:

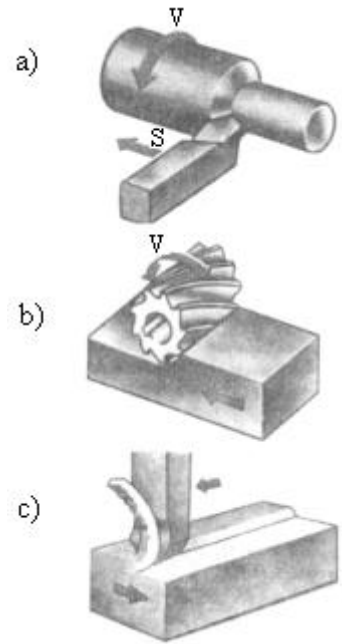
Cho vật gia công quay, dao cắt tịnh tiến (hình 6.2a). Phương pháp này dùng phổ biến trong các máy tiện.

Cho dao quay, vật gia công tịnh tiến (hình 6.2b). Thường áp dụng cho máy bào.

Như vậy để cắt gọt được thì dao cắt và vật gia công phải chuyển động tương đối với nhau, người ta thường phân ra những chuyển động sau:

- Chuyển động chính (thường ký hiệu là chữ V): Là chuyển động tạo ra lực cắt chính để bóc tách lớp kim loại ra khỏi chi tiết gia công.
- Chuyển động chạy dao (thường ký hiệu là chữ S): Là chuyển động tương đối giữa vật gia công và dao cắt để tiến hành lát cắt tiếp theo.
- Chuyển động phụ: Là chuyển động không tham gia trực tiếp vào quá trình cắt gọt.

Ví dụ: Trong máy tiện thì chuyển động chính là chuyển động quay của vật gia công (còn gọi là phôi) và chuyển động tịnh tiến của dao cắt là chuyển động chạy dao. Trong máy phay, máy khoan thì chuyển động chính là chuyển động quay của dao còn chuyển động tịnh tiến của vật gia công là chuyển động chạy dao, ... Các chuyển động như đưa dao cắt ra khỏi vật gia công, hay chuyển động nâng hạ bàn máy được gọi là chuyển động phụ.



Hình 4.2

4.1.3. Các yêu cầu chung đối với máy cắt gọt kim loại:

Phải có hệ thống bôi trơn cho các bánh răng, ổ đỡ, ... Hệ thống này thường phải hoạt động trước khi diễn ra quá trình cắt gọt. Khi hệ thống này bị hư hỏng thì phải ngừng quá trình cắt gọt. Trong các máy cắt gọt, hệ thống bôi trơn thường không chế hoạt động cắt gọt của máy.

Ví dụ: Trong máy tiện T616 có sự liên động giữa động cơ bơm dầu với động cơ trục chính. Nếu động cơ bơm dầu chưa hoạt động thì động cơ trục chính không hoạt động được.

Một số máy trang bị hệ thống làm mát dao cắt và vật gia công để tăng độ bóng cho chi tiết gia công và tăng tuổi thọ cho dao cắt.

- Trang bị hệ thống phanh hãm để dừng máy đột ngột khi cần thiết bảo vệ an toàn cho người và máy.
- Có thiết bị bảo hộ (ví dụ kính che chắn) để phòng tai nạn khi phoi kim loại bắn ra trong quá trình gia công.
- Có thiết bị bảo vệ khi động cơ điện có sự cố.

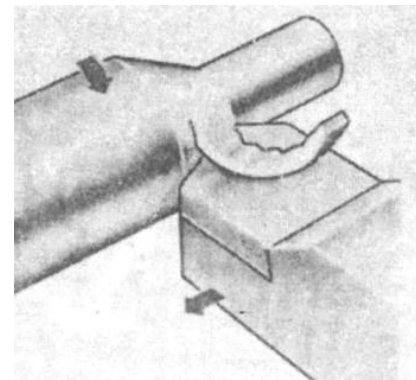
4.1.4. Khái niệm về gia công tiện:

Chuyển động chính này tiêu thụ phần lớn công suất của máy. Khi vật quay tròn, nếu đưa dao vào cắt gọt sẽ tạo thành vòng tròn trên bề mặt vật gia công. Muốn tạo được mặt trụ, cần phải cho dao tịnh tiến dọc theo đường tâm của phôi.

Chuyển động tiến là chuyển động tịnh tiến của dao trong quá trình cắt gọt đảm bảo cho dao ăn liên tục vào các lớp kim loại mới.

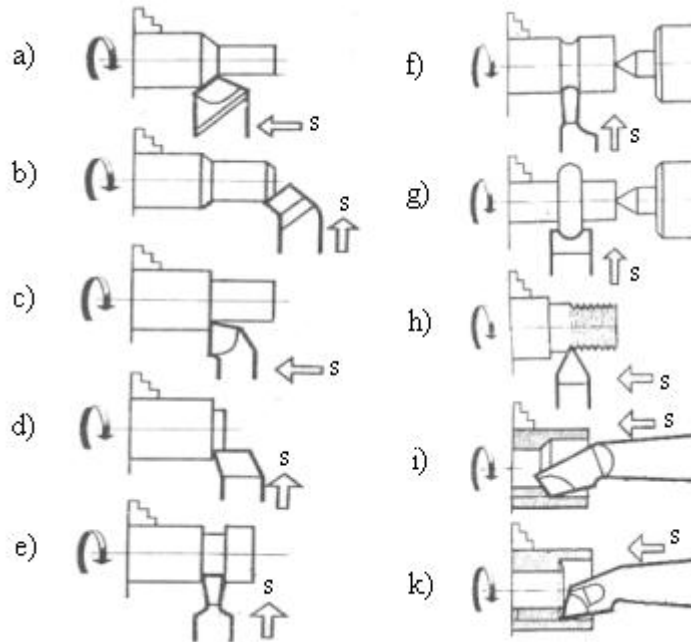
Gia công tiện là quá trình cắt gọt trên máy tiện được thực hiện chủ yếu bằng sự phối hợp giữa 2 chuyển động: Chuyển động quay của vật gia công và chuyển động tịnh tiến của dao cắt (tuy nhiên, trong một số máy tiện thì dao cắt cũng có thể quay).

Ở đây chuyển động chính là chuyển động quay của vật gia công và chuyển động tịnh tiến của dao cắt là chuyển động chạy dao. Xem hình 4.3



Hình 4.3

Trên máy tiện thông thường có thể thực hiện các công việc sau (hình 4.4).



Hình 4.4

Tiện trụ bơm - Hình 4.3a

Tiện vát mép – Hình 4.3b

Tiện trụ bậc – Hình 4.3c

Tiện mặt phẳng – Hình 4.3d

Tiện cắt đứt – Hình 4.3e

Tiện định hình – Hình 4.3f, g

Tiện ren – Hình 4.3h

Tiện lỗ suốt – Hình 4.3i

Tiện lỗ kín – Hình 4.3k

4.1.5. Các bộ phận chính của máy tiện:

Để tìm hiểu cấu tạo chung của máy tiện giúp cho việc nghiên cứu hệ thống điện được dễ dàng hơn, chúng ta nghiên cứu cấu tạo của một máy tiện điển hình, đó là máy tiện 1K62 do Liên Xô (cũ) sản xuất (hình 4.5).

Máy tiện này bao gồm các bộ phận chính sau:

Thân máy: Được chế tạo bằng gang, trên đó có lắp các cơ cấu chính của máy. Trên thân máy có gia công hai băng trượt phẳng để dẫn hướng cho bàn xe dao và ụ sau trượt trên nó. Thân máy được đặt trên hai bệ máy.

Ụ trước: là một hộp đúc bằng gang, bên trong có lắp các bộ phận làm việc chủ yếu của máy như trục chính và hộp tốc độ.

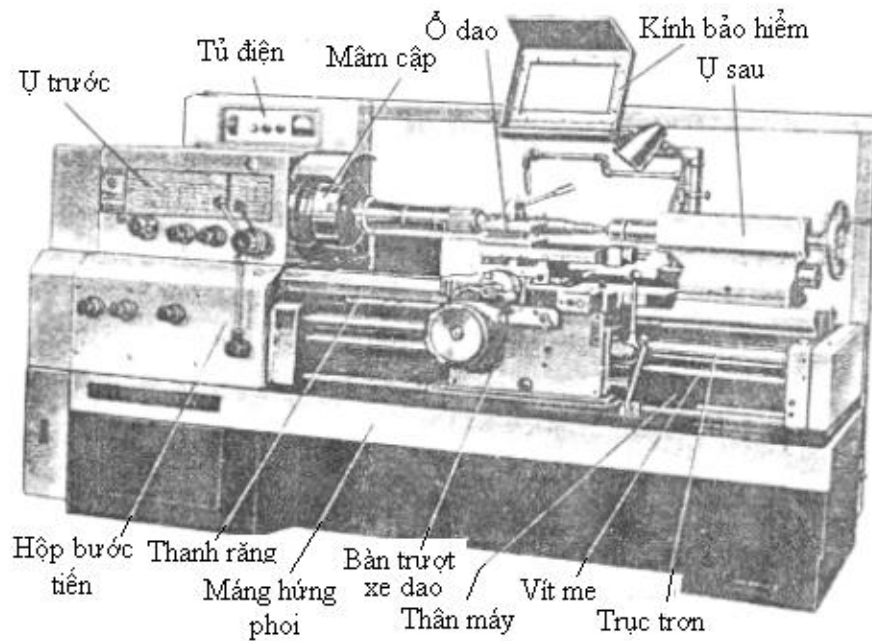
Trục chính: là một trục rỗng, đầu bên phải lắp đồ gá để kẹp phôi. Trục chính nhận truyền động từ động cơ chính đặt ở bên trái của máy thông qua đai truyền, hệ thống bánh răng, các khối nối ly hợp, ... Nhờ các cơ cấu truyền động bánh răng khớp ly hợp mà ta thay đổi được tốc độ quay của trục chính. Vì vậy người ta còn gọi ụ trước là hộp tốc độ.

Bàn xe dao: là một bộ phận của máy dùng để gá kẹp dao và bảo đảm cho dao chuyển động theo các chiều khác nhau. Chuyển động tịnh tiến của dao có thể thực hiện bằng tay hoặc bằng cơ khí. Chuyển động cơ khí của xe dao nhờ trục bơm hoặc vít me.

Hộp bước tiến: là cơ cấu dùng để truyền chuyển động quay từ trục chính cho trục trơn và vít me. Đồng thời thay đổi lượng ăn dao.

Ụ sau: dùng để đỡ các chi tiết dài trong quá trình gia công hoặc dùng để gá lắp và tịnh tiến mũi khoan, mũi xoay, ...

Tủ điện: được bố trí ở phía trên, có nhiệm vụ điều khiển hoạt động của các động cơ điện, máy bơm nước, ... thông qua tay gạt, nút ấn và công tắc.

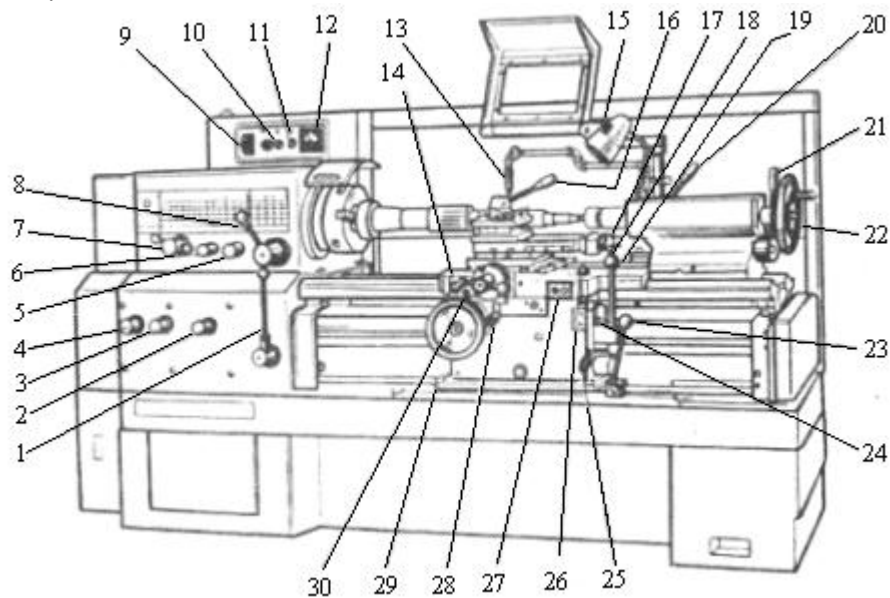


Hình 4.5

Ngoài các bộ phận chính nêu trên, máy tiện còn một số bộ phận quan trọng khác như mâm cặp, bàn gá dao, kính bảo hiểm...

4.1.6. Nguyên lý vận hành của máy tiện:

Mỗi người thợ sửa chữa chữa điện máy công cụ cần phải nắm được nguyên lý vận hành của máy. Trên cơ sở đó mới có thể phân tích các hiện tượng hỏng hóc của máy để tìm ra nguyên nhân và khắc phục một cách nhanh nhất.



Hình 4.6

Cơ cấu điều khiển của máy tiện 1K620 bao gồm:

1. Điều chỉnh vấu ma sát của xích truyền động chính.
2. Điều chỉnh bước tiến, bước ren và ngắt cơ cấu truyền động của hộp.
3. Điều chỉnh bước tiến và các dạng răng cần gia công.
4. Điều chỉnh bước tiến và trị số bước ren.
5. Điều chỉnh ren trái và ren phải.

6. Điều chỉnh ren tiêu chuẩn, ren nhiều đầu mối.
- 7 + 8. Điều chỉnh tốc độ quay của trục chính.
9. Công tắc ngắt tự động
10. Công tắc đèn tín hiệu.
11. Công tắc động cơ bơm nước.
12. Đồng hồ chỉ tải trọng máy.
13. Vòi điều chỉnh dung dịch làm nguội.
14. Tay quay bàn trượt ngang.
15. Công tắc đèn chiếu sáng cục bộ.
16. Tay quay và hãm ổ dao.
18. Công tắc của động cơ điện chạy nhanh bàn xe dao.
19. Tay quay bàn trượt dọc
20. Tay quay và hãm ụ động trên máy.
21. Kẹp ụ động vào băng máy.
22. Vô lăng lòng ụ sau.
23. Tay gạt
24. Tay gạt trục vít me
25. Tay gạt thực hiện tiến tự động
26. Bu lông kẹp xe dao trên băng máy
27. Núm ấn đóng mở động cơ truyền động chính của máy
28. Tay gạt đóng mở bánh răng, thanh răng
29. Tay quay bàn xe dao
30. Mắt báo dầu

Để vận hành một máy tiện thông thường, người thợ phải thực hiện các thao tác sau:

- Kẹp vật gia công (phôi)
- Gá lắp, căn chỉnh dao
- Kiểm tra hệ thống bôi trơn thông qua mắt báo dầu
- Lựa chọn tốc độ quay của trục chính và lượng ăn dao phù hợp
- Tiến hành chạy máy
- Đưa dao vào gần chi tiết gia công, tiến hành kéo tay chạy dao

Chúng ta xem xét các cơ cấu điều khiển một máy tiện điển hình hiệu 1K620 do Liên Xô sản xuất như hình 4.6

6.2. TRANG BỊ ĐIỆN MÁY TIỆN T616:

Máy tiện T616 là loại máy tiện vạn năng do Việt Nam sản xuất. Đây là loại máy phổ dụng trong các nhà máy cơ khí ở nước ta hiện nay.

1. Trang bị điện:

a. Thiết bị dẫn động gồm:

- Động cơ trục chính M_1 , công suất 4,5 KW, tốc độ 1450 vòng/phút.
- Động cơ bơm dầu M_2 , công suất 0,1 KW, tốc độ 2800 vòng/phút.
- Động cơ bơm nước M_3 , công suất 0,125 KW, tốc độ 2800 vòng/phút.

b. Thiết bị điều khiển gồm:

- Công tắc 3 pha BB, BD
- Cầu chì mạch động lực 1Π, 2Π
- Công tắc tơ bơm dầu KC
- Bộ công tắc tơ kẹp điều khiển động cơ trục chính KP, KΠ
- Rơ le điện áp PH
- Biến áp TP
- Công tắc điều khiển bằng tay gạt Π
- Đèn chiếu sáng AMO
- Công tắc đèn BMO

2. Nguyên lý làm việc – Xem sơ đồ hình 4.7

a. Chuẩn bị

Đóng công tắc nguồn 3 pha

Kéo tay gạt về vị trí giữa làm cho Π_1, Π_4 kín, đóng điện cho rơ le điện áp PH hoạt động. Tiếp điểm PH đóng lại để tự duy trì. Cuộn hút công tắc tơ KC có điện đóng điện cho bơm dầu hoạt động.

b. Chạy phải

Kéo tay gạt lên phía trên, tiếp điểm Π_2, Π_4 đóng, động cơ bơm dầu vẫn hoạt động do tiếp điểm PH vẫn đóng. Công tắc tơ KP được cấp điện, đóng điện cho động cơ chính chạy phải.

Nếu cần tưới nước làm mát, người thợ có thể bật công tắc BD, động cơ bơm nước sẽ hoạt động.

c. Dừng máy

Kéo tay gạt về vị trí giữa, Π_2 sẽ mở ra, công tắc tơ KP mất điện dừng tạm thời động cơ trực chính M1. Động cơ bơm dầu vẫn hoạt động.

d. Chạy trái

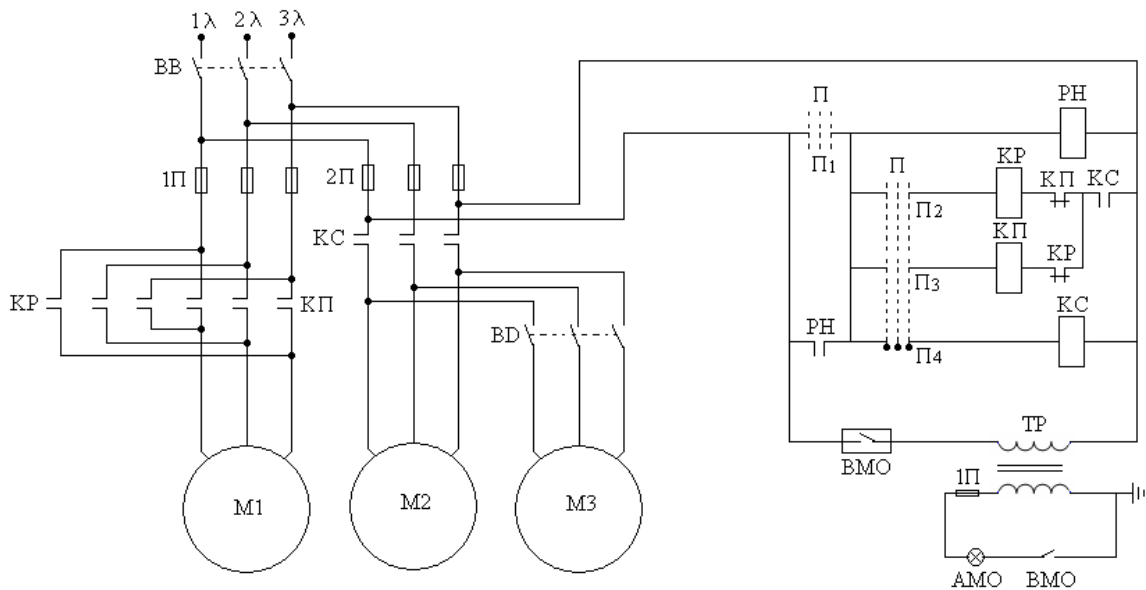
Kéo tay gạt xuống phía dưới, tiếp điểm 3 đóng, công tắc tơ KP đóng lại. Động cơ trực chính sẽ chạy trái.

e. Bảo vệ và liên động

Máy tiện này cho phép đảo chiều quay tức thì khi cắt ren (không cần dừng trước khi đảo chiều quay). Hai công tắc tơ được liên động bằng cặp tiếp điểm thường đóng và khóa cơ khí.

Trong mạch này các động cơ hoạt động theo trình tự sử dụng cơ chế khóa. Động cơ bơm dầu “khóa” động cơ trực chính.

Các chức năng bảo vệ ngắn mạch, điện áp thấp được thực hiện.



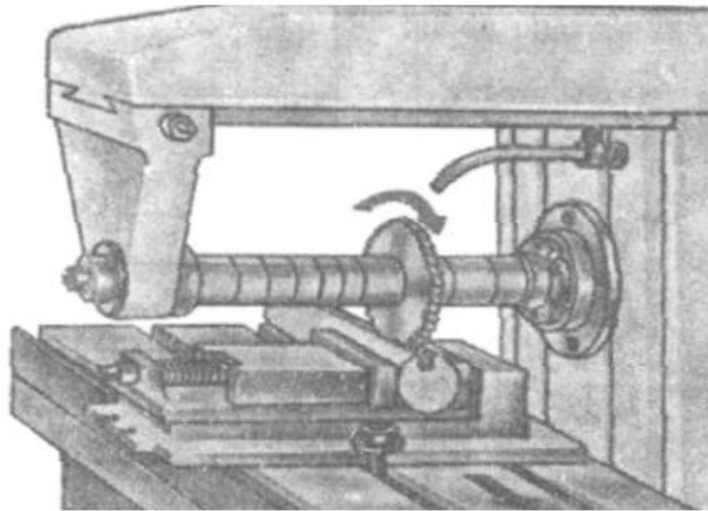
Hình 4.7

4.3. TRANG BỊ ĐIỆN MÁY PHAY:

4.3.1. Khái niệm về gia công phay

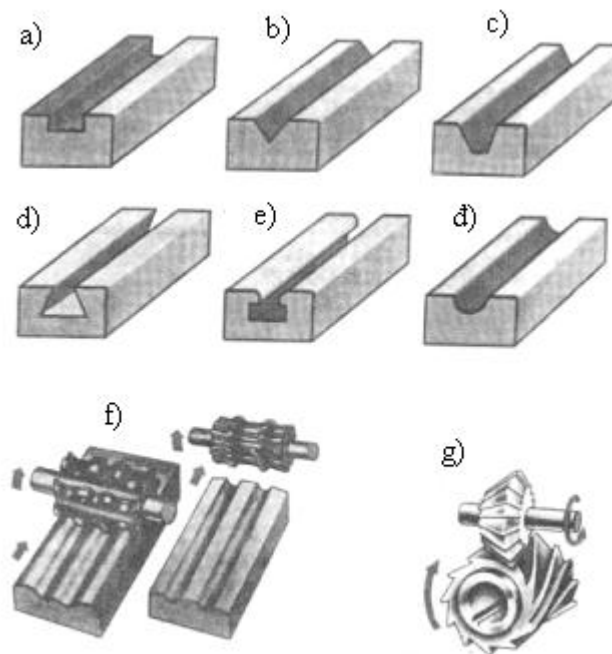
Gia công phay là quá trình cắt gọt trên máy phay được thực hiện chủ yếu nhờ sự phối hợp giữa hai chuyển động: chuyển động quay của dao cắt và chuyển động tịnh tiến của vật gia công (tuy nhiên, khi gia công bánh răng xoắn thì vật gia công có thể quay).

Ở đây chuyển động chính là chuyển động quay của dao cắt còn chuyển động tịnh tiến của vật gia công là chuyển động chạy dao. Xem hình 4.8



Hình 4.8

Sau đây là một số công việc có thể gia công trên máy phay thông thường (hình 4.9)



Hình 4.9

- Phay rãnh chữ nhật - hình 4. 9a
- Phay rãnh tam giác - hình 4. 9b
- Phay rãnh hình thang - hình 4. 9c
- Phay rãnh đuôi én - hình 4. 9d

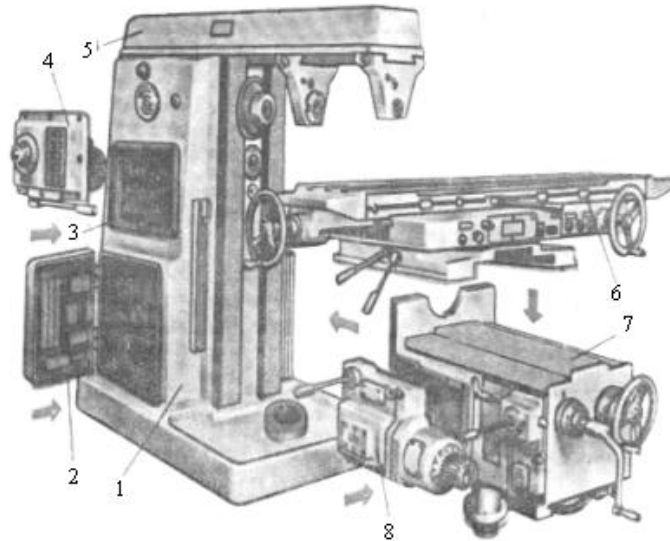
- Phay rãnh chữ T - hình 4. 9đ
- Phay rãnh cong - hình 4. 9e
- Phay rãnh định hình - hình 4. 9f
- Phay bánh răng - hình 4. 9g

4.3.2. Cấu tạo và phân loại máy phay:

Có nhiều cách để phân loại máy phay, nhưng thông thường người ta chia làm 2 loại sau:

Máy phay ngang: là loại máy phay có trục chính nằm ngang (song song với bàn máy), vật gia công có thể chuyển động theo 3 hướng vuông góc với nhau:

- Chuyển động dọc theo 2 chiều trái, phải (theo trục X)
- Chuyển động theo 2 chiều ra, vào (trục Y)
- Chuyển động thẳng đứng theo 2 chiều lên, xuống (trục Z)
- Ngoài ra, trên một số máy phay ngang, vật gia công có thể quay quanh trục Z một góc nào đó.
- Trên hình 4.10 trình bày dạng tổng quát của các máy phay ngang hiệu 6P82 và 6P83



Hình 4.10

Những bộ phận chính của máy bao gồm:

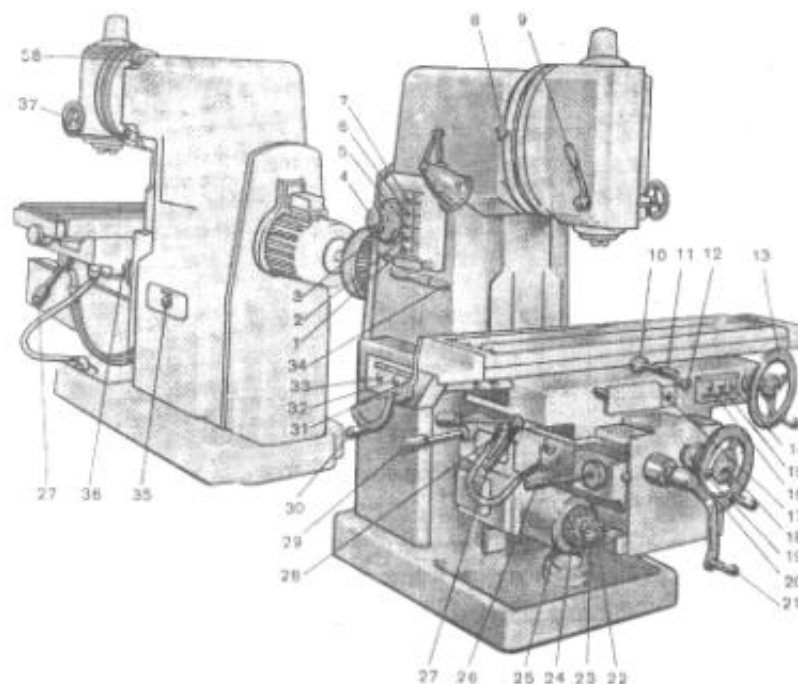
- Thân máy (1) dùng để kẹp chặt tất cả các bộ phận và cơ cấu của máy.
- Tủ điện (2)
- Hộp tốc độ (3) có tác dụng làm thay đổi tốc độ quay của trục chính nhằm phù hợp công nghệ gia công các chi tiết khác nhau. Hộp tốc độ đặt bên trong thân máy và được điều khiển bằng cân sang số. Bộ phận sang số cho phép chọn một tốc độ bất kỳ mà không cần tuần tự mở các tốc độ trung gian.
- Hộp điều chỉnh 4 có tác dụng trong việc điều chỉnh lượng chạy dao.
- Nắp trên của máy (5) có thể dịch chuyển theo thanh trượt trên của thân máy và dùng để giữ vững đuôi của trục găng dao.
- Bàn máy và sồng trượt (6): sồng trượt là bộ phận trung gian, bàn máy chuyển động dọc theo sồng trượt trên còn phần dưới của sồng trượt cùng với bàn máy chuyển dịch theo phương ngang.
- Cản máy (7) là chi tiết đúc dạng hộp có các thanh trượt thẳng đứng. Còn sồng trượt thì chuyển động theo thanh trượt nằm ngang. Cản máy được kẹp trên các thanh trượt bằng cơ cấu kẹp chuyên dùng. Cản máy là bộ phận cơ sở của máy, tạo ra các chuyển động chạy dao dọc ngang và thẳng đứng.
- Hộp chạy dao (8) dùng để gá, đỡ và di chuyển dao vật gia công với các tốc độ và hướng chuyển động khác nhau.

Trục chính của máy phay dùng để truyền chuyển động quay từ hộp tốc độ tới dao phay. Đây là bộ phận quan trọng quyết định độ chính xác gia công của các chi tiết.

Máy phay đứng: là loại máy phay có trục chính nằm theo phương thẳng đứng. Những bộ phận chính của loại máy này gồm có: thân máy, đầu quay, hộp tốc độ có gắn trục chính, bộ phận sang số, hộp chạy dao, các bộ phận điện, bàn máy và sồng trượt. Công dụng của các bộ phận này cũng giống như loại máy phay ngang. Nhưng ở máy phay đứng không có nắp máy phía trên. Đầu quay được gắn vào thân máy và có thể quay được các góc từ 0 đến 45⁰ về hai phía trong mặt phẳng đứng. Ta có thể xem kết cấu của một loại máy phay đứng điển hình hiệu 6P12, 6P13 do Liên Xô (cũ) sản xuất trên hình 4.11. Cơ cấu điều khiển của máy này bao gồm:

1. Công tắc (dùng)
2. Công tắc (mở trục chính)
3. Mũi tên chỉ các tốc độ của trục chính
4. Nút chỉ tốc độ của trục chính
5. Công tắc (bàn máy chạy nhanh)
6. Công tắc (xung của trục chính)
7. Công tắc chiếu sáng
8. Nút điều khiển đầu quay

9. Tay kẹp ống lót trục chính
10. Đĩa xích của cơ cấu điều chỉnh chu trình tự động
11. Tay quay mở chuyển động dọc
12. Cơ cấu kẹp bàn máy
13. Vô lăng tạo chuyển động dọc
14. Công tắc (bàn máy chạy nhanh)
15. Công tắc (mở trục chính)
16. Công tắc (dừng)
17. Công tắc tạo chuyển động dọc của bàn máy bằng tay hoặc tự động
18. Vô lăng tạo chuyển động ngang của bàn máy bằng tay
19. Vành đai của cơ cấu tạo chuyển động ngang của bàn máy
20. Vòng du xích
21. Tay quay tạo chuyển động của bàn máy theo phương thẳng đứng bằng tay
22. Công tắc định vị cơ cấu mở hộp chạy dao
23. Vòng ngoài của cơ cấu mở hộp chạy dao
24. Núm chỉ lượng chạy dao
25. Mũi tên chỉ lượng chạy dao
26. Tay quay mở cơ cấu chạy dao ngang và thẳng đứng của bàn máy
27. Cơ cấu kẹp sống trượt trên các thanh trượt
28. Tay quay mở chuyển động dọc của bàn máy
29. Tay quay mở lượng chạy dao ngang và thẳng đứng của bàn máy
30. Tay quay tạo chuyển động dọc của bàn máy bằng tay
31. Công tắc tạo chiều quay (phải, trái) của trục chính
32. Công tắc (đóng, mở) máy bơm chất làm nguội của chi tiết gia công
33. Công tắc (đóng, mở) máy
34. Tay quay sang số tốc độ của trục chính
35. Công tắc điều khiển máy
36. Cơ cấu kẹp
37. Vô lăng dịch chuyển ống lót trục chính
38. Cơ cấu kẹp đầu phay vào thân máy



Hình 4.11

4.3.3. Trang bị điện máy phay 6P81, 6P11

1. Trang bị điện

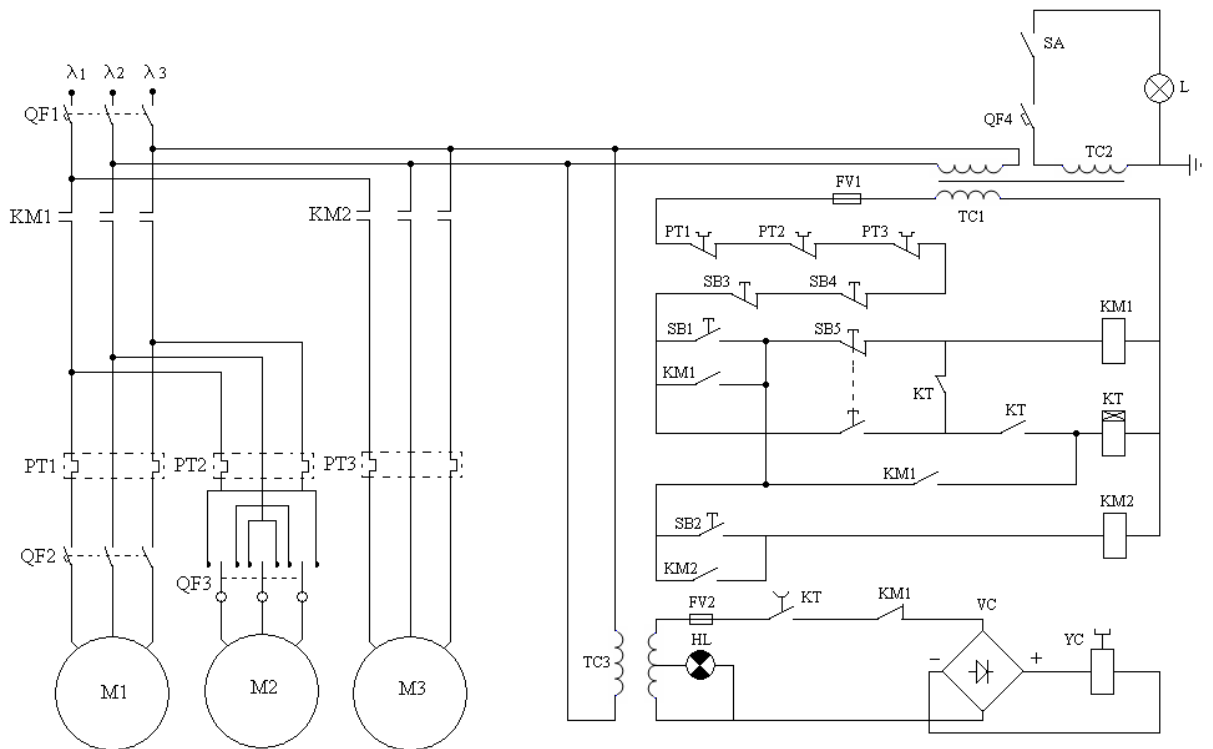
a. Thiết bị dẫn động

- Động cơ máy bơm nước làm mát máy M₁
- Động cơ trục chính M₂
- Động cơ chạy dao M₃

b. Thiết bị điều khiển

- Cầu dao tự động QF₁, QF₂
- Cầu dao QF₄
- Công tắc đảo chiều pha QF₃
- Công tắc tơ động cơ bơm nước KM₁
- Công tắc tơ động cơ chạy dao KM₂
- Rơ le nhiệt PT₁, PT₂, PT₃
- Biến áp TC₁ TC₂
- Nút ấn SB₁, SB₂, SB₃, SB₄, SB₅
- Cầu chì FV₁, FV₂
- Bộ nắn VC
- Đèn soi L
- Công tắc đèn SA
- Rơ le thời gian KT
- Ly hợp điện từ YC

2. Nguyên lý làm việc của máy – Xem sơ đồ hình 4.12.



Hình 4.12

a. Chạy máy:

- Đóng cầu dao tự động QF₁
- Ấn SB₁ đóng điện cho chạy động cơ trục chính M₂
- Ấn SB₂, công tắc tơ KM₂ có điện sẽ đóng điện cho động cơ chạy dao M₃ (M₃ luôn chạy sau M₂ nhờ tiếp điểm thường hở KM₁).
- Bật công tắc đèn chiếu sáng SA (nếu cần).
- Đóng QF₂ để cấp điện cho động cơ M₁ bơm nước làm mát.

b. Dừng máy:

Ấn nút SB₃ sẽ cắt điện công tắc tơ KM₁, động cơ trục chính M₂ bị ngắt điện kéo theo động cơ M₃ chạy dao ngừng hoạt động.

c. Thử nháp:

Ấn, nhả nút SB₅ (theo kiểu xung) sẽ làm trục chính quay nhẹ, giúp cho việc thay đổi tốc độ được dễ dàng.

d. Hãm máy:

- Thời gian làm việc của động cơ trục chính M₂ không phụ thuộc vào thời gian ấn nút SB₅. Để nhanh chóng dừng động cơ trục chính sau khi cắt mạch, người ta dùng ly hợp phanh điện từ YC, quá trình cung cấp cho ly hợp này được chuyển theo mạch: công tắc thường đóng của bộ khởi động từ KM₁, công tắc thường đóng mở chậm của rơ le thời gian KT, bộ nắn điện VC.

- Thời gian mà ly hợp phanh điện từ YC có điện áp được xác định bằng cách điều chỉnh rơ le thời gian KT.

Cấp điện cho ly hợp điện từ YC được thực hiện qua biến thế TC₃ và bộ nắn điện CV. Đèn HL dùng để báo điện áp qua biến thế TC₃.

e. Bảo vệ mạch điện:

- Bảo vệ mạch điện khi bị ngắn mạch động cơ điện bằng các cầu dao tự động QF₁ và các cầu chì FV₁ và FV₂. Bảo vệ quá tải cho động cơ điện bằng rơ le nhiệt PT₁, PT₂ và PT₃.

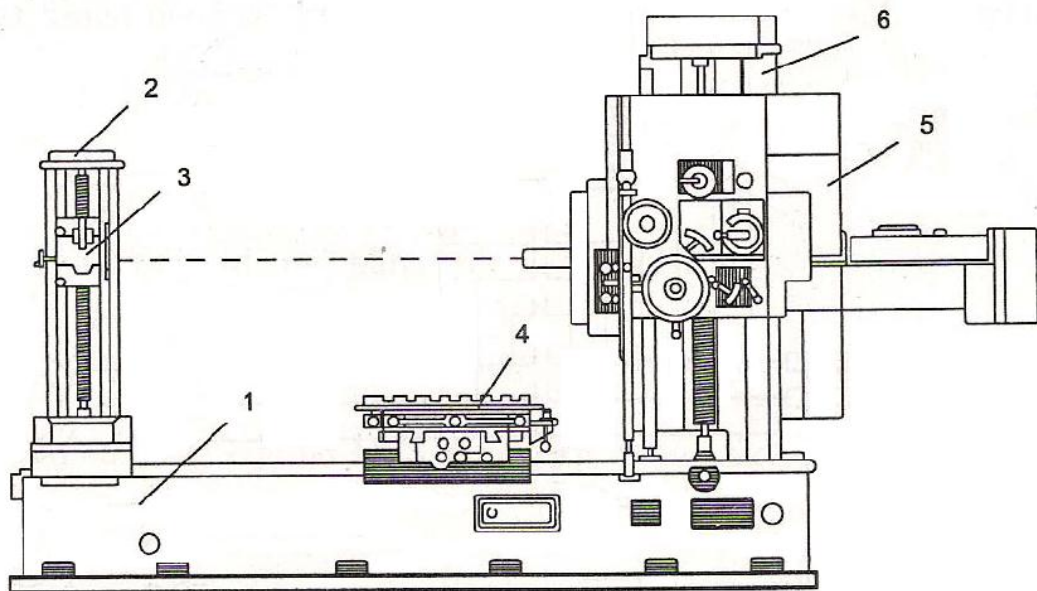
4.4. TRANG BỊ ĐIỆN MÁY DOA

4.4.1. Đặc điểm làm việc, yêu cầu về truyền động điện và trang bị điện

1. Đặc điểm công nghệ:

Máy doa dùng để gia công chi tiết với các nguyên công: khoét lỗ, khoan lỗ. Có thể dùng để phay. Thực hiện các nguyên công gia công trên máy doa sẽ đạt được độ chính xác và độ bóng cao.

Máy doa được chia thành hai loại chính: máy doa đứng và máy doa ngang. Máy doa ngang dùng để gia công các chi tiết cỡ trung bình và nặng. Xem hình 4.13



Hình 4.13. Hình dáng bên ngoài máy doa ngang

Trên bộ máy 1 đặt trụ trước 6, trên đó có ụ trục chính 5. Trụ sau 2 có đặt giá 3 để giữ trục dao trong quá trình gia công. Bàn quay 4 gá chi tiết có thể dịch chuyển ngang hoặc dọc bộ máy. Ụ trục chính có thể dịch chuyển theo chiều thẳng đứng cùng trục chính. Bàn thân trục chính có thể dịch chuyển theo phương nằm ngang.

Chuyển động chính là chuyển động quay của dao doa (trục chính). Chuyển động ăn dao có thể là chuyển động ngang, dọc của bàn máy mang chi tiết hay di chuyển dọc của trục chính mang đầu dao. Chuyển động phụ là chuyển động thẳng đứng của ụ dao v.v...

2. Yêu cầu đối với truyền động điện và trang bị điện máy doa.

a. *Truyền động chính:* Yêu cầu cần phải đảm bảo đảo chiều quay, phạm vi điều chỉnh tốc độ $D = 130/1$ với công suất không đổi, độ trơn điều chỉnh $\varphi = 1,26$. Hệ thống truyền động chính cần phải hãm dừng nhanh.

Hiện nay hệ truyền động chính máy doa thường được sử dụng động cơ không đồng bộ roto lồng sóc và hộp tốc độ (động cơ có một hay nhiều cấp tốc độ). Ở những máy doa cỡ nặng có thể sử dụng động cơ điện một chiều, điều chỉnh trơn trong phạm vi rộng. Nhờ vậy có thể đơn giản kết cấu, mặt khác có thể hạn chế được mômen ở vùng tốc độ thấp bằng phương pháp điều chỉnh tốc độ hai vùng.

b. *Truyền động ăn dao:* Phạm vi điều chỉnh tốc độ của truyền động ăn dao là $D = 1500/1$. Lượng ăn dao được điều chỉnh trong phạm vi $2 \div 600\text{mm/ph}$; khi di chuyển nhanh, có thể đạt đến $2,5 \div 3\text{mm/ph}$. Lượng ăn dao (mm/ph) ở những máy cỡ yêu cầu được giữ không đổi khi tốc độ trục chính thay đổi.

Đặc tính cơ cần có độ cứng cao, với độ ổn định tốc độ $< 10\%$. Hệ thống truyền động ăn dao phải đảm bảo độ tác động nhanh cao, dừng máy chính xác, đảm bảo sự liên động với truyền động chính khi làm việc tự động.

Ở những máy doa cỡ trung bình và nặng, hệ thống truyền động ăn dao sử dụng hệ thống khuếch đại máy điện - động cơ điện một chiều.

4.4.2. Sơ đồ điều khiển máy doa ngang 2620

1. Thông số kỹ thuật

Máy doa 2620 là máy có kích thước cỡ trung bình.

- Đường kính trục chính : 90mm
- Công suất động cơ truyền động chính: 10kW
- Tốc độ quay trục chính điều chỉnh trong phạm vi: (12,5 ÷ 1600)vg/ph
- Công suất động cơ ăn dao: 2,1kW.
- Tốc độ động cơ ăn dao có thể điều chỉnh trong phạm vi (2,1 ÷ 1500)vg/ph
- Tốc độ lớn nhất: 3000vg/ph

2. Sơ đồ truyền động chính máy doa ngang

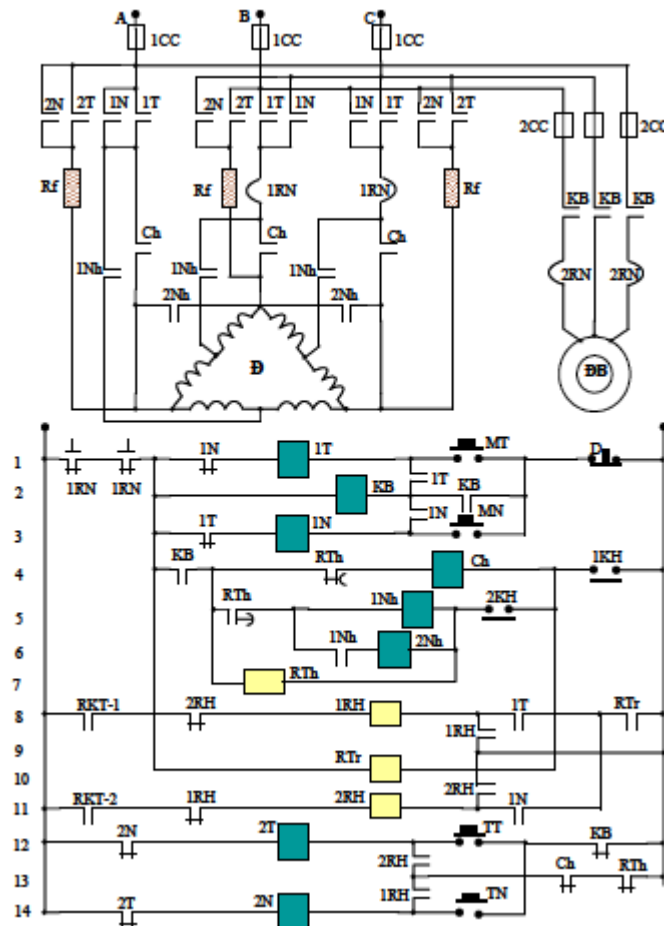
Sơ đồ gồm 2 động cơ không đồng bộ: ĐB là động cơ bơm dầu bôi trơn được đóng cắt nhờ công tắc tơ KB. Động cơ truyền động chính Đ là động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc hai cấp tốc độ: 1460vg/ph khi dây quấn stato đấu tam giác Δ và 2890vg/ph khi đấu sao kép (YY). Việc chuyển đổi tốc độ từ thấp lên cao tương ứng với chuyển đổi tốc độ từ đầu Δ sang YY và ngược lại được thực hiện bởi tay gạt cơ khí 2KH(5). Nếu 2KH(5) = 0, dây quấn động cơ được đấu tương ứng với tốc độ thấp. Khi 2KH(5) = 1, dây quấn động cơ được đấu YY tương ứng với tốc độ cao. Tiếp điểm 1KH(4) liên quan đến thiết bị chuyển đổi tốc độ trục chính. Nó ở trạng thái hở trong thời gian chuyển đổi tốc độ và chỉ kín khi đã chuyển đổi xong. Động cơ được đảo chiều nhờ các công tắc tơ 1T, 1N, 2T, 2N.

a. *Khởi động:* Giả sử 1KH(4) = 1; 2KH(5) = 1. Muốn khởi động thuận ấn MT(1) \rightarrow 1T(1) = 1; \rightarrow 1T(3) = 0; 1T(8) = 1; 1T(1-2) = 1; \rightarrow KB(2) = 1; \rightarrow tđ KB(2) = 1; nối với 1T(1-2) tạo mạch duy trì. KB(4) = 1; \rightarrow Ch(4) = 1; đồng thời RTh(7) = 1. Sau một thời gian chỉnh định, RTh(4) = 0; \rightarrow Ch(4) = 0; RTh(5) = 1; \rightarrow 1Nh(5) = 1; \rightarrow 1Nh(6) = 1; \rightarrow 2Nh(6) = 1.

Kết quả khi ấn MT ta được: KB, 1T, Ch có điện; sau đó KB, 1T, 1Nh, 2Nh có điện. KB(đl) = 1, động cơ ĐB quay bơm dầu bôi trơn. 1T(đl) = 1, và Ch(đl) = 1, \rightarrow động cơ Đ được nối Δ khởi động với tốc độ thấp; sau một thời gian duy trì, 1T(đl) = 1, 1Nh(đl) = 1, 2Nh(đl) = 1, động cơ Đ được nối YY chạy với tốc độ cao. Nếu 2KH(5) = 0, \rightarrow chỉ có 1T(1) và Ch(4) có điện \rightarrow động cơ chỉ chạy ở tốc độ thấp.

Khởi động ngược ấn MN.

b. *Hãm máy:*



Hình 4.14. Sơ đồ điều khiển truyền động chính máy doa 2620

Để chuẩn bị mạch hãm và kiểm tra tốc độ động cơ, sơ đồ sử dụng role kiểm tra tốc độ RKT nối trực với động cơ Đ (không thể hiện trên sơ đồ). RKT làm việc theo nguyên tắc ly tâm: khi tốc độ lớn hơn giá trị chỉnh định (thường khoảng 10%) tốc độ định mức, nếu động cơ đang quay thuận thì tiếp điểm RKT-1(8) đóng; nếu đang quay ngược thì tiếp điểm RKT-2(11) đóng.

Giả sử động cơ đang quay thuận. $RKT-1(8) = 1$, $\rightarrow 1RH(8) = 1$, $\rightarrow 1RH(8-9) = 1$, và $1RH(13-14) = 1$.

Nếu đang quay chậm thì KB, 1T, Ch có điện; nếu quay nhanh thì KB, 1T, 1Nh, 2Nh, RTh có điện. $\rightarrow Ch(13) = 0$, hoặc $RTh(13) = 0$. Muốn dừng, ấn D(1) $\rightarrow 1T, KB, Ch$ hoặc $1T, KB, 1Nh, 2Nh, RTh$ mất điện $\rightarrow Ch(13) = 1$, hoặc $RTh(13) = 1$, $\rightarrow 2N(14) = 1$. Trên mạch động lực, 1T, KB, Ch, 1Nh, 2Nh mở ra, 2N đóng lại \rightarrow động cơ Đ được đảo hai trong 3 pha làm cho động cơ hãm ngược \rightarrow tốc độ giảm đến dưới 10% định mức thì RKT-1(8) mở $\rightarrow 1RH(8) = 0$, $\rightarrow 1RH(13-14) = 0$, $\rightarrow 2N(14) = 0$, \rightarrow động cơ Đ được cắt ra khỏi lưới, động cơ dừng tự do.

c. Thử máy:

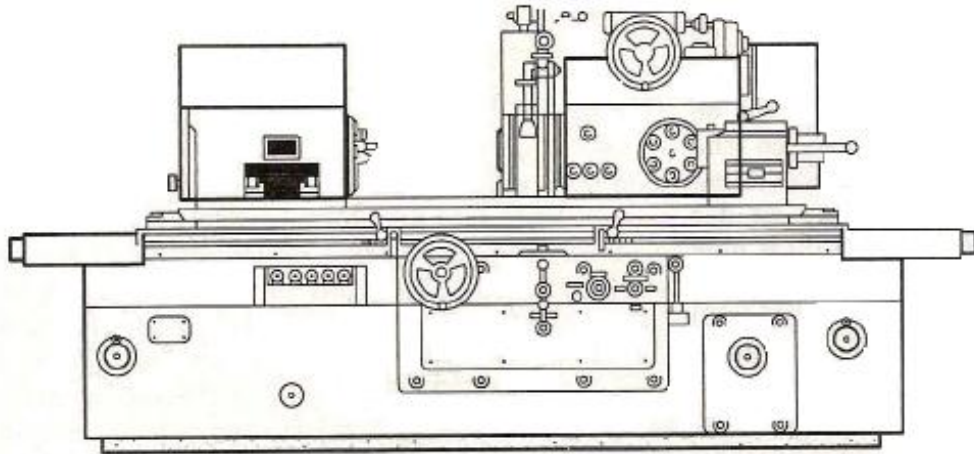
Muốn điều chỉnh hoặc thử máy, ấn TT (12) hoặc TN(14) $\rightarrow 2T(12) = 1$, hoặc $2N(14) = 1$, \rightarrow động cơ được nối Δ với điện trở phụ Rf làm cho động cơ chỉ chạy với tốc độ thấp.

4.5. TRANG BỊ ĐIỆN MÁY MÀI

4.5.1. Đặc điểm công nghệ:

Máy mài có hai loại chính: máy mài tròn và máy mài phẳng. Ngoài ra còn có các máy khác như máy mài vô tâm, máy mài rãnh, máy mài cắt, máy mài răng v.v...

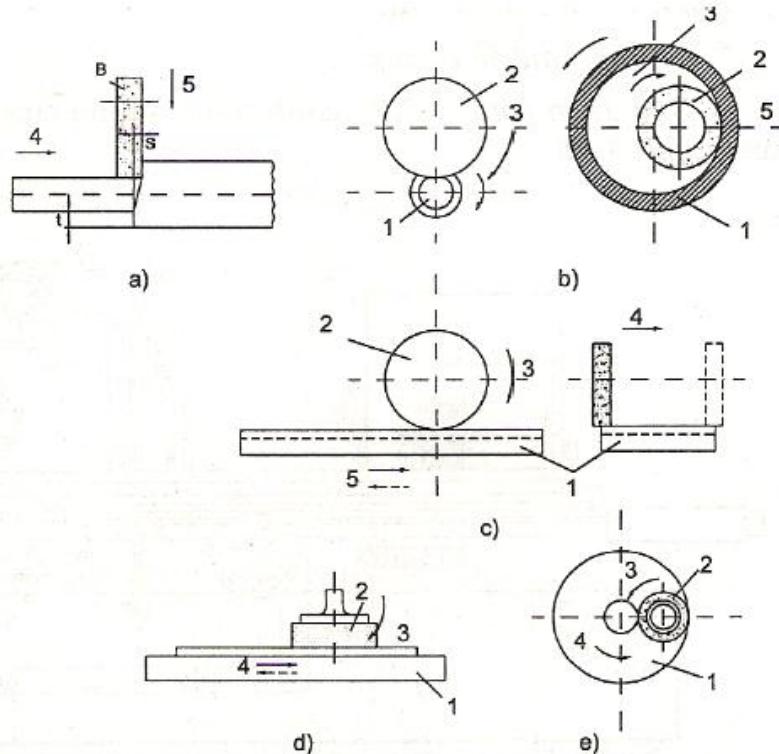
Thường trên máy mài có ụ chi tiết hoặc bàn, trên đó kẹp chi tiết và ụ đá mài, trên đó có trục chính với đá mài. Cả hai ụ đều đặt trên bệ máy. Sơ đồ biểu diễn công nghệ mài được giới thiệu ở hình 4.15



Hình 4.15. Hình dáng chung của máy mài

Máy mài tròn có hai loại: máy mài tròn ngoài (hình 4.16a), máy mài tròn trong (hình 4.16b). Trên máy mài tròn chuyển động chính là chuyển động quay của đá mài; chuyển động ăn dao là di chuyển tịnh tiến của ụ đá dọc trục (ăn dao dọc trục) hoặc di chuyển tịnh tiến theo hướng ngang trục (ăn dao ngang) hoặc chuyển động quay của chi tiết (ăn dao vòng). Chuyển động phụ là di chuyển nhanh ụ đá hoặc chi tiết...

Máy mài phẳng có hai loại: mài bằng biên đá (hình 4.16c) và mặt đầu (hình 4.16d). Chi tiết được kẹp trên bàn máy tròn hoặc chữ nhật. Ở máy mài bằng biên đá, đá mài quay tròn và chuyển động tịnh tiến ngang so với chi tiết, bàn máy mang chi tiết chuyển động tịnh tiến qua lại. Chuyển động quay của đá là chuyển động chính, chuyển động ăn dao là di chuyển của đá (ăn dao ngang) hoặc chuyển động của chi tiết (ăn dao dọc). Ở máy mài bằng mặt đầu đá, bàn có thể là tròn hoặc chữ nhật, chuyển động quay của đá là chuyển động chính, chuyển động ăn dao là di chuyển ngang của đá - ăn dao ngang hoặc chuyển động tịnh tiến qua lại của bàn mang chi tiết - ăn dao dọc.



Hình 4.16. Sơ đồ gia công chi tiết trên máy mài

Một tham số quan trọng của chế độ mài là tốc độ cắt (m/s), được xác định:

$$v = 0,5d_d \cdot \omega_d \cdot 10^{-3}$$

Trong đó: d là đường kính đá mài [mm]
 ω_d là tốc độ quay của đá mài [rad/s]

Thường $v = 30 \div 50$ m/s

- a. Máy mài tròn ngoài
 - b. Máy mài tròn trong
 - c. Máy mài mặt phẳng bằng biên đá
 - d. Máy mài mặt phẳng bằng mặt đầu (bàn chữ nhật)
 - e. Máy mài mặt phẳng bằng mặt đầu (bàn tròn)
1. Chi tiết gia công
 2. Đá mài
 3. Chuyển động chính
 4. Chuyển động ăn dao dọc
 5. Chuyển động ăn dao ngang.

4.5.2. Các đặc điểm về truyền động điện và trang bị điện của máy mài:

1. Truyền động chính:

Thông thường máy không yêu cầu điều chỉnh tốc độ, nên sử dụng động cơ không đồng bộ roto lồng sóc. Ở các máy mài cỡ nặng, để duy trì tốc độ cắt là không đổi khi mòn đá hay kích thước chi tiết gia công thay đổi, thường sử dụng truyền động động cơ có phạm vi điều chỉnh tốc độ là $D = (2 \div 4):1$ với công suất không đổi.

Ở máy mài trung bình và nhỏ $v = 50 \div 80$ m/s nên đá mài có đường kính lớn thì tốc độ quay đá khoảng 1000vg/ph. Ở những máy có đường kính nhỏ, tốc độ đá rất cao. Động cơ truyền động là các động cơ đặc biệt, đá mài gắn trên trục động cơ, động cơ có tốc độ (24000 ÷ 48000) vg/ph, hoặc có thể lên tới (150000 ÷ 200000) vg/ph. Nguồn của động cơ là các bộ biến tần, có thể là các máy phát tần số cao (BBT quay) hoặc là các bộ biến tần tĩnh bằng Thyristor.

Mô men cân tĩnh trên trục động cơ thường là 15 ÷ 20% momen định mức. Mô men quán tính của đá và cơ cấu truyền lực lại lớn: 500 ÷ 600% momen quán tính của động cơ, do đó cần hãm cưỡng bức động cơ quay đá. Không yêu cầu đảo chiều quay đá.

2. Truyền động ăn dao:

a. Máy mài tròn : Ở máy cỡ nhỏ, truyền động quay chi tiết dùng động cơ không đồng bộ nhiều cấp tốc độ (điều chỉnh số đôi cực) với $D = (2 \div 4):1$. Ở các máy lớn thì dùng hệ thống biến đổi - động cơ một chiều (BBĐ-ĐM), hệ KĐT – ĐM có $D = 10/1$ với điều chỉnh điện áp phản ứng.

Truyền động ăn dao dọc của bàn máy tròn cỡ lớn thực hiện theo hệ BBĐ-ĐM với $D = (20 \div 25)/1$.

Truyền động ăn dao ngang sử dụng thủy lực.

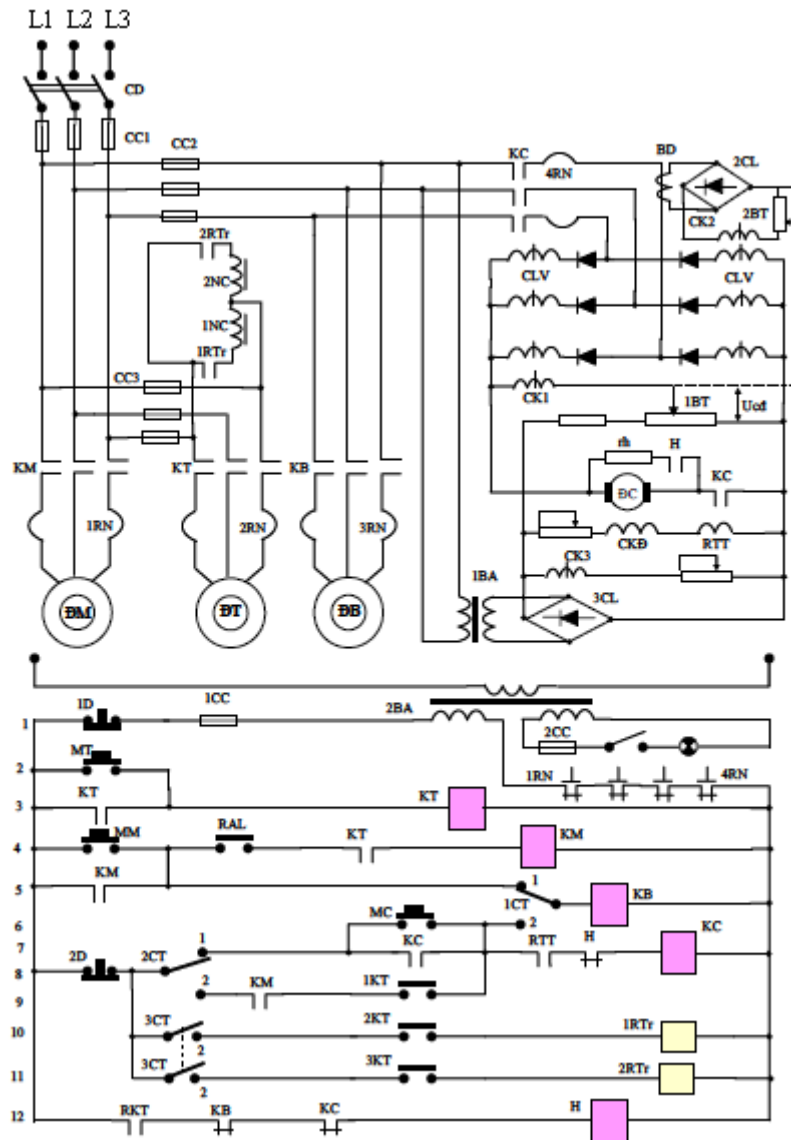
b. Máy mài phẳng: Truyền động ăn dao của ụ đá thực hiện lặp lại nhiều chu kỳ, sử dụng thủy lực. Truyền động ăn dao tịnh tiến qua lại của bàn dùng hệ truyền động một chiều với phạm vi điều chỉnh tốc độ $D = (8 \div 10):1$

3. Truyền động phụ trong máy mài và truyền động ăn di chuyển nhanh đầu mài, bơm dầu của hệ thống bôi trơn, bơm nước làm mát thường dùng hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ roto lồng sóc.

4.5.3. Sơ đồ điều khiển máy mài 3A161:

Máy mài tròn 3A161 được dùng để gia công mặt trụ của các chi tiết có chiều dài dưới 1000mm và đường kính dưới 280mm; đường kính đá mài lớn nhất là 600mm. Sơ đồ điều khiển máy mài 3A161 (đơn giản hoá) được trình bày trên hình 4.17. Động cơ ĐM (7 kW, 930vg/ph) quay đá mài.

Động cơ ĐT (1,7 kW, 930 vg/ph) bơm dầu cho hệ thống thủy lực để thực hiện dao ăn ngang của ụ đá, ăn dao dọc của bàn máy và di chuyển nhanh ụ đá ăn vào chi tiết hoặc ra khỏi chi tiết.



Hình 4.17. Sơ đồ điều khiển máy mài 3A16187

Động cơ DC (0,76 kW, 250 ÷ 2500 vg/ph) quay chi tiết mài.

Động cơ DB (0,125 kW, 2800 vg/ph) truyền động bơm nước.

Đóng mở van thuỷ lực nhờ các nam châm điện 1NC, 2NC và các tiếp điểm 2KT và 3KT.

Động cơ quay chi tiết được cung cấp điện từ khuếch đại từ KĐT. KĐT nối theo sơ đồ ba pha kết hợp với các diốt chỉnh lưu, có 6 cuộn làm việc và 3 cuộn dây điều khiển CK1, CK2 và CK3. Cuộn CK3 được nối với điện áp chỉnh lưu 3CL tạo ra sức từ hoá chuyển dịch. Cuộn CK1 vừa là cuộn chủ đạo vừa là cuộn phản hồi âm điện áp phản ứng. Điện áp chủ đạo U_{cd} lấy trên biến trở 1BT, còn điện áp phản hồi U_{ph} âm áp lấy trên phần ứng động cơ. Điện áp đặt vào cuộn dây CK1 là:

$$U_{CK1} = U_{cd} - U_{ph} = U_{cd} - kU_r \quad (4.1)$$

Cuộn CK2 là cuộn phản hồi dương dòng điện phản ứng động cơ. Nó được nối vào điện áp thứ cấp của biến dòng BD qua bộ chỉnh lưu 2CL. Vì dòng điện sơ cấp biến dòng tỉ lệ với dòng điện phản ứng động cơ ($I_1 = 0,815I_r$) nên dòng điện trong cuộn CK2 cũng tỷ lệ với dòng điện phản ứng. Sức từ hoá phản hồi được điều chỉnh nhờ biến trở 2BT.

Tốc độ động cơ được điều chỉnh bằng cách thay đổi điện áp chủ đạo U_{cd} (nhờ biến trở 1BT). Để làm cứng đặc tính cơ ở vùng tốc độ thấp, khi giảm U_{cd} cần phải tăng hệ số phản hồi dương dòng điện. Vì vậy, người ta đã đặt sẵn khâu liên hệ cơ khí giữa con trượt 2BT và 1BT.

Để thành lập đặc tính tĩnh của động cơ ta dựa vào các phương trình sau:

Điện áp tổng trên cuộn CK1 là $U_{CK1\Sigma}$:

$$U_{CK1\Sigma} = U_{cd} - U_r + K_{qd} \cdot U_{CK2} = U_{cd} - U_r + K_{qd} \cdot K_i \cdot I_r \quad (4.2)$$

Trong đó: $U_{CK2} = K_{qd2} \cdot K_i \cdot I_r$ là điện áp trên cuộn CK2 qui đổi về CK1.

Sức điện động của khuếch đại từ (với giả thiết điểm làm việc của nó nằm ở đoạn tuyến tính)

$$E_{KDT} = K_{KDT} \cdot U_{CK1\Sigma} \quad (4.3)$$

Trong đó: K_{KDT} - hệ số khuếch đại điện áp của KĐT

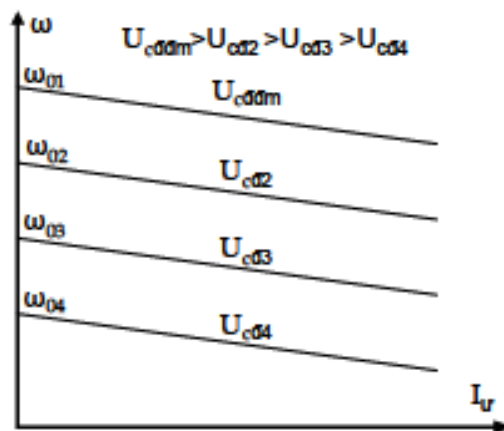
Phương trình cân bằng điện áp trong mạch phản ứng là:

$$E_{KDT} = K \cdot \Phi \cdot \omega + I_r \cdot R_{u\Sigma} \quad (4.4)$$

Từ các phương trình (4.2), (4.3), (4.4) và một số biến đổi ta nhận được phương trình đặc tính của hệ như sau:

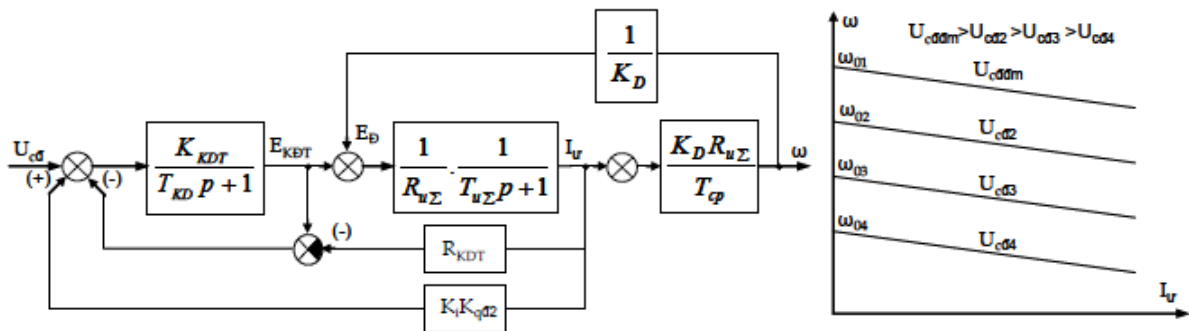
$$\omega = \frac{K_D K_{KDT} U_{cd}}{(1 + K_{KDT})} - \frac{|R_{u\Sigma} + K_{KTD} + (R_{uD} + K_i K_{qd2})| I K_D}{(1 + K_{KDT})} \quad (5.4)$$

Đặc tính tĩnh của hệ thống được vẽ trên hình 4.18



Hình 4.18. Đặc tính tĩnh của động cơ

Sơ đồ cấu trúc của hệ thống được trình bày trên hình 4.19



Hình 4.19. Sơ đồ cấu trúc hệ thống điều khiển máy mài 3A161

Nguyên lý làm việc của sơ đồ điều khiển tự động như sau:

Sơ đồ cho phép điều khiển máy ở chế độ thử máy và chế độ làm việc tự động. Ở chế độ thử máy các công tắc 1CT, 2CT, 3CT được đóng sang vị trí 1. Mở máy động cơ ĐT nhờ ấn nút MT, sau đó có thể khởi động đồng thời ĐM và ĐB bằng nút ấn MN. Động cơ ĐC được khởi động bằng nút ấn MC.

Ở chế độ tự động, quá trình hoạt động của máy gồm 3 giai đoạn theo thứ tự sau:

1. Đưa nhanh ụ đá vào chi tiết gia công nhờ truyền động thuỷ lực, đóng các động cơ ĐC và ĐB.
2. Mài thô, rồi tự động chuyển sang mài tinh nhờ tác động của công tắc tơ.
3. Tự động đưa nhanh ụ đá ra khỏi chi tiết và cắt điện các động cơ ĐC, ĐB

Trước hết đóng các công tắc tơ 1CT, 2CT, 3CT sang vị trí 2. Kéo tay gạt điều khiển (được bố trí trên máy) về vị trí di chuyển nhanh ụ đá vào chi tiết (nhờ hệ thống thủy lực). Khi ụ đá đi đến vị trí cần thiết, công tắc hành trình 1KT tác động, đóng mạch cho các cuộn dây công tắc tơ KC và KB, các động cơ ĐC và ĐB được khởi động. Đồng thời truyền động thủy lực của các máy được khởi động. Quá trình gia công bắt đầu. Khi kết thúc giai đoạn mài thô, công tắc hành trình 2KT tác động, đóng mạch cuộn dây role 1RTr. Tiếp điểm của nó đóng điện cho cuộn dây nam châm 1NC, để chuyển đổi van thủy lực, làm giảm tốc độ ăn dao của ụ đá. Như vậy giai đoạn mài tinh bắt đầu. Khi kích thước chi tiết đã đạt yêu cầu, công tắc hành trình 3KT tác động, đóng mạch cuộn dây role 2RTr. Tiếp điểm role này đóng điện cho cuộn dây nam châm 2NC để chuyển đổi van thủy lực, đưa nhanh ụ đá về vị trí ban đầu. Sau đó, công tắc 1KT phục hồi cắt điện công tắc tơ KC và KB; động cơ ĐC được cắt điện và được hãm động năng nhờ công tắc tơ H. Khi tốc độ động cơ đủ nhỏ, tiếp điểm rơ le tốc độ RKT mở ra, cắt điện cuộn dây công tắc tơ H. Tiếp điểm của H cắt điện trở hãm ra khỏi phần ứng động cơ.

4.6. TRANG BỊ ĐIỆN MÁY BÀO

4.6.1. Đặc điểm làm việc của máy bào ngang:

Chi tiết gia công được kẹp chặt trên bàn máy, bàn máy chuyển động tịnh tiến qua lại. Dao cắt được kẹp chặt trên bàn dao đứng. Bàn dao được đặt trên xà ngang cố định khi gia công.

Trong quá trình làm việc, bàn máy di chuyển qua lại theo các chu kỳ lặp lại, mỗi chu kỳ gồm 2 quá trình thuận và ngược. Hành trình thuận thực hiện gia công chi tiết, nên gọi là cắt gọt. Ở hành trình ngược bàn máy chạy không về vị trí ban đầu, không cắt gọt nên gọi là hành trình không tải. Cứ sau khi kết thúc hành trình ngược, bàn dao lại di chuyển theo chiều ngang một khoảng lượng ăn dao s .

Chuyển động tịnh tiến qua lại của bàn máy gọi là chuyển động chính và được truyền động bởi động cơ truyền động chính và động cơ di chuyển nhanh bàn máy. Dịch chuyển của bàn dao sau mỗi hành trình kép là chuyển động ăn dao và cũng được truyền động bởi động cơ truyền động chính.

Chuyển động phụ là chuyển động nhanh của xà, bàn dao, nâng đầu dao trong hành trình không tải và nó được truyền động bởi động cơ trục chính.

4.6.2. Mô tả trang bị điện máy bào ngang thủy lực 7M37:

1. Trang bị dẫn động:

Máy bào ngang thủy lực 7M37 do Liên Xô sản xuất được trang bị 2 động cơ:

M1: động cơ truyền động chính

M2: động cơ di chuyển nhanh bàn máy

2. Trang bị điều khiển:

K1, K2: công tắc tơ điều khiển động cơ M1 và M2.

K3: rơ le trung gian

S1, S2, S4: nút ấn

S3, S5, S6: tay gạt cơ khí

CC1, CC2: cầu chì bảo vệ mạch động lực

CC3: cầu chì bảo vệ mạch điều khiển

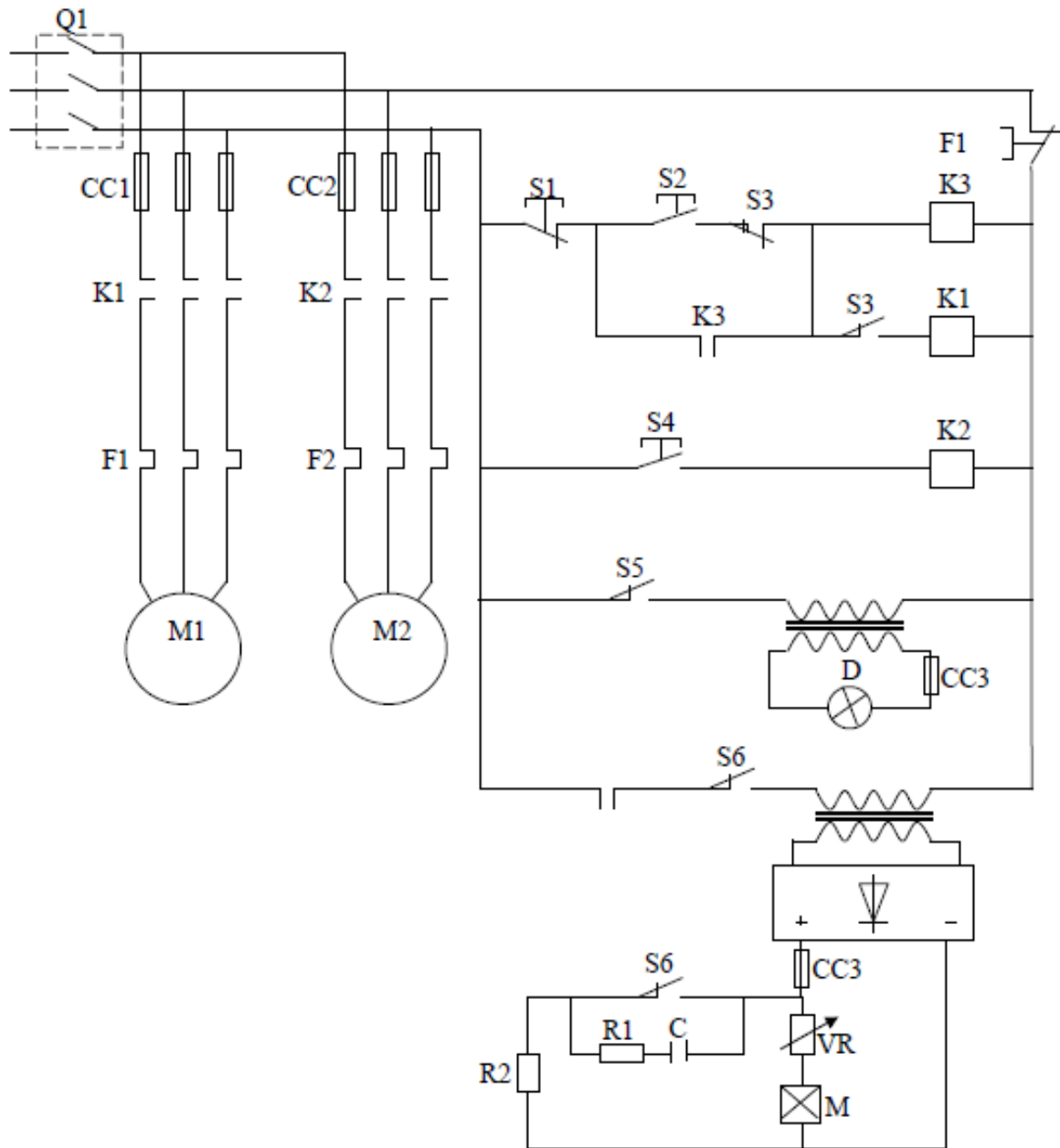
Q1: cầu dao 3 pha

F1, F2: rơ le nhiệt bảo vệ quá tải

VR: biến trở điều chỉnh điện áp, đặt lên nam châm M

R2: điện trở phóng điện của nam châm M

4.6.3. Sơ đồ mạch động lực và điều khiển: (hình 4.20)



Hình 4.20. Sơ đồ trang bị điện trên máy bào ngang thủy lực 7M37

4.6.4. Nguyên lý làm việc của mạch:

Đóng cầu dao Q1

Ấn nút S2 làm cho rơ le trung gian K3 có điện và tự duy trì bằng tiếp điểm thường mở K3, chuẩn bị cho mạch động lực làm việc.

Chuyển tay gạt thủy lực S3 về vị trí mở máy làm cho khởi động từ K1 có điện. Các tiếp điểm thường mở K1 trong mạch động lực đóng lại, động cơ M1 làm việc để di chuyển đầu bào. Tiếp điểm thường mở K1 đóng lại tạo cho mạch nam châm M nâng đầu dao làm việc.

Ngừng máy ấn nút S1.

Di chuyển nhanh bàn máy bằng cách ấn nút nhấp máy S4, khởi động từ K2 sẽ có điện, các tiếp điểm thường mở K2 đóng lại làm cho động cơ di chuyển bàn máy M2 làm việc.

Nếu cần ánh sáng để làm việc thì ta bật công tắc S5.

Bảo vệ ngắn mạch động lực và mạch điều khiển bằng cầu chì CC.

Bảo vệ quá tải động cơ bằng rơ le nhiệt F1, F2.

Bảo vệ tiếp điểm S7 bằng tụ điện C và điện trở R1.

CHƯƠNG 5

TRANG BỊ ĐIỆN CHO MÁY PHÁT ĐIỆN VÀ TRẠM BIẾN ÁP

5.1. TRANG BỊ ĐIỆN CHO MÁY PHÁT ĐIỆN ĐỒNG BỘ

5.1.1. Đặc tính chung:

- Nhà chế tạo:
- Mã số:
- Công suất biểu kiến: kVA
- Công suất thực: kW
- Điện áp định mức: $U \pm 5\%$
- Cường độ định mức: A
- Hệ số công suất định mức:
- Tần số định mức: 50Hz
- Tốc độ định mức: vòng/phút
- Nhiệt độ gió làm mát vào: °C
- Nhiệt độ gió làm mát ra: °C
- Lưu lượng gió làm mát: m³/giây
- Số đầu dây ra: pha, trung tính
- Quá tốc: vòng/phút
- Độ rung bọ trục tối đa: inch/s
- Khe hở không khí: mm

❖ STATOR

- Số cực:
- Số rãnh:
- Cấp cách điện: F...
- Nhiệt độ cuộn dây stator tối đa: °C
- Cách đấu dây: hình sao- tam giác

❖ ROTOR

- Số cực Rotor:
- Số rãnh Rotor:
- Cấp cách điện Rotor:
- Cường độ định mức Rotor: A
- Điện thế định mức Rotor: V
- Điện trở (nguội): Ω

❖ Các đường cong đặc tính

- Saturation Curves.
- Vee curves.

5. 1.2. Máy phát một chiều kích từ

❖ Đặc tính chung:

- Công suất thực: kW
- Điện áp: V
- Cường độ: A
- Hệ số công suất:

- Tần số: Hz
- Tốc độ: v/ph, vượt tốc v/ph
- Nhiệt độ gió làm mát vào: 0C
- Lưu lượng gió làm mát: m³/giây
- Số diod quay:
- Số pha:
- Số cực:
- Số rãnh:
- Cấp cách điện: F
- Nhiệt cuộn dây phần quay tối đa: 0C
- Số pha phần tĩnh:
- Số cực phần tĩnh:
- Điện áp phần tĩnh: V
- Dòng điện phần tĩnh: A
- Cấp cách điện phần tĩnh: F
- Nhiệt tối đa cuộn dây phần tĩnh: 0C
- Điện trở (nguội) phần cảm: Ω
- Điện trở (nguội) phần ứng: Ω

5.1.3. Các đồng hồ chỉ thị đo lường ở bảng điều khiển:

- Công suất máy phát điện [MW].
- Công suất phản kháng máy phát điện [MVAR].
- Hệ số công suất máy phát điện [cos φ].
- Cường độ phát ra máy phát điện [Ampere].
- Tần số máy phát điện [Hz].
- Điện áp đầu cực máy phát điện [kV].
- Điện áp kích từ máy phát điện [V].
- Dòng điện kích từ [A].
- Tần số lưới [Hz].
- Điện áp lưới [kV].
- 2 đèn hòa điện.
- Đồng hồ hòa điện
- Đồng hồ điện năng.
- Bộ đo nhiệt độ Máy Phát Điện.
 - Nhiệt độ cuộn dây stator
 - Nhiệt độ gió làm mát vào
 - Nhiệt độ gió làm mát ra

5.1.4. Các đèn báo ở bảng điều khiển:

- Điện cung cấp nút RESET.
- Quạt làm mát máy biến thế quá tải.
- Rotor chạm đất, bộ giới hạn kích từ làm việc.
- Lưới trống.
- Thử đèn báo + nút.
- Giảm Governor.

- Tăng Governor.
- Bộ điều áp tối đa.
- Bộ điều áp tối thiểu.
- Bộ điều áp chế độ tay.
- Bộ điều áp chế độ tự động.
- Ngắt kích từ mở.
- Ngắt kích từ đóng.
- Máy ngắt chính mở.
- Máy ngắt chính đóng.

5.1.5. Các cần điều khiển ở bảng điều khiển

- Điều khiển governor (tăng, giảm, bình thường).
- Chinh SET POINT kích từ (giảm, bình thường, tăng).
- Đổi chế độ kích từ (tay, bình thường, tự động).
- Điều khiển ngắt kích từ (mở, đóng).
- Điều khiển máy ngắt UkV (mở, đóng).
- Chọn đo điện áp máy phát điện.
- Chọn đo điện áp lưới.
- Chọn đo cường độ máy phát điện.
- Chọn đo chế độ hòa điện (lưới trống, OFF, tay, tự động).

5.1.6. Tủ role bảo vệ máy phát điện

- Rơ le bảo vệ so lệch máy phát 87G.
- Rơ le khóa.
- Rơ le bảo vệ chạm đất máy phát 64G.
- Rơ le bảo vệ quá điện áp máy phát 59.
- Rơ le bảo vệ chạm đất 64B.
- Rơ le bảo vệ mất kích từ máy phát 40.
- Rơ le bảo vệ dòng thứ tự nghịch máy phát 46.
- Rơ le bảo vệ quá dòng máy phát 21.
- Rơ le bảo vệ công suất ngược máy phát điện 32A..
- Rơ le kiểm tra mạch trip máy phát điện 74VF.
- Role quá điện áp MPĐ
- Role MPĐ nóng 49G: báo động.

5.2. TRANG BỊ ĐIỆN CHO MÁY BIẾN ÁP

5.2.1. Đặc tính chung:

- Nhà chế tạo:
- Công suất: SKVA - pha
- Kiểu:
- Tiêu chuẩn chế tạo:
- Loại pha - dây quấn.
- Tần số: 50Hz
- Tổ đấu dây:
- Làm mát dầu: gió, cánh tản nhiệt.
- Nhiệt độ tăng cuộn dây: °C-max °C.
- Nhiệt độ tăng của dầu : °C - max °C.
- Nấc chuyển điện áp: nấc
- Công suất định mức
 - S-MVA: Làm mát dầu bằng bộ giải nhiệt đối lưu tự nhiên có quạt làm mát cưỡng bức (ONAF)
 - S-MVA: Làm mát dầu bằng bộ giải nhiệt đối lưu tự nhiên (ONAN)
- Cường độ định mức: I_1A / I_2A
- Điện áp định mức: $U_1 \pm 2 \times 2,5\% / U_2$ kV
- Bộ đổi nấc Biến áp (phía CA): có 5 nấc, điều chỉnh khi MBA không mang điện.
- Điện áp chịu đựng xung sét:
- Điện áp chịu đựng ở tần số 50Hz:
- Đầu vào Bộ làm mát dầu: °C
- Đầu ra Bộ làm mát dầu: °C
- Tổn thất không tải: P-kW (theo thiết kế)
- Tổn thất có tải: P-kW (theo thiết kế)
- Công suất không tải: S-KVA
- Mật độ từ thông tối đa trong lõi sắt ở tần số và điện áp định mức: B-Testla
- Trọng lượng toàn bộ MBA: Kg
- Trọng lượng dầu cách điện: kg (lít)
- Loại dầu cách điện: (Nhà sản xuất)

5.2.2. Chống sét MBA chính

- Nhà chế tạo:
- Kiểu:
- Điện áp định mức: UkV
- Điện áp làm việc tối đa, liên tục: UkV
- Dòng điện phóng bình thường: kA
- Dòng rò: mA (thành phần thuần điện trở)

5.2.3. Biến dòng trong MBA

- Phía cao thế: core
 - Công suất tiêu tán: VA
 - Cấp chính xác;
 - Tỷ số biến dòng: I/5A

- Phía trung tính: 02 core
 - Công suất tiêu tán: VA
 - Cấp chính xác:
 - Tỷ số biến dòng: I/5A
- Phía hạ thế (13.8KV): 02 core (riêng phase a 03 core)
 - Công suất tiêu tán: VA
 - Cấp chính xác
 - Tỷ số biến dòng: I/5A

5.2.4. Hệ thống làm mát MBA

- Đặc tính hệ thống làm mát:
 - Dầu đối lưu tự nhiên, quạt làm mát cưỡng bức (ONAF)
 - Số lượng dàn tản nhiệt: dàn
- Số quạt làm mát: 02 cái
 - Nhà chế tạo
 - Công suất định mức mỗi quạt: kW
 - Tốc độ định mức: rpm
 - Điện áp định mức: V - ϕ - 50Hz
 - Cường độ định mức mỗi quạt: A

5.2.5. Tủ điều khiển tại chỗ MBA

- Tủ điều khiển tại chỗ MBA:
- Đồng hồ chỉ thị nhiệt độ dầu MBA có gắn các công tắc:
 - Chạy quạt làm mát cưỡng bức số 1: °C
 - Chạy quạt làm mát cưỡng bức số 2: °C
 - Nhiệt độ dầu MBA nóng (báo động): °C
 - Nhiệt độ dầu MBA nóng (ngừng MBA): °C
- Đồng hồ chỉ thị nhiệt độ cuộn dây có gắn các công tắc:
 - Chạy quạt làm mát cưỡng bức số 1: °C
 - Chạy quạt làm mát cưỡng bức số 2: °C
- Nhiệt độ cuộn dây MBA nóng (báo động): °C
- Nhiệt độ cuộn dây MBA nóng (ngừng MBA): °C
- Đồng hồ chỉ mực dầu MBA có công tắc báo động mực dầu MBA cao, thấp.
- Ampe kế chỉ thị dòng qua mạch đo nhiệt độ cuộn dây và nhiệt độ dầu.
- Công tắc nguồn cung cấp Tủ điều khiển MBA 380/220V -50Hz
- Công tắc nguồn cung cấp 220V cho các ổ cắm.
- Công tắc chuyển AUTO-0-MANUAL quạt làm mát số 1, bình thường đặt MAN
- Công tắc chuyển AUTO-0-MANUAL quạt làm mát số 2, bình thường đặt AUTO
- Công tắc chuyển đo nhiệt độ dầu (1); nhiệt độ cuộn dây (2), bình thường đặt vị trí (2) nhiệt độ cuộn dây.
- Công tắc chạy, ngừng quạt làm mát số 1.
- Công tắc chạy, ngừng quạt làm mát số 2.
- Rơ-le thời gian báo động quạt 1, 2 ngừng.
- Contactor khởi động quạt làm mát số 1, 2
- Rơ le điện áp

- Chì
- Van an toàn MBA đặt trên nóc: tác động khi có quá áp suất xảy ra trong thùng MBA.
 - Trị số chỉnh tác động van an toàn: $P \pm p \text{ bar}$, đưa tín hiệu đi ngừng MBA
- Rơ le hơi (Buchholz) đặt trên đường ống nối giữa MBA và thùng dầu phụ:
 - Tác động cấp 1: đưa tín hiệu báo động
 - Tác động cấp 2: đưa tín hiệu đi ngừng MBA
- Bộ thở (Breather): đặt thông với phần khí trên thùng dầu phụ (Conservator) nhằm mục đích ngăn hơi ẩm lọt vào dầu biến thế.

5.2.6. Hệ thống chữa cháy MBA:

❖ Đặc tính HT chữa cháy MBA:

- 01 bồn chứa nước chữa cháy chứa nước thủy cục dung tích V lít
- 02 chai Nitrogen (N₂), áp lực mỗi chai: P-psi.
- Một bộ điều áp N₂
- Hệ thống vòi phun sương chữa cháy MBA gồm n vòi phun được bố trí xung quanh MBA
- n cảm biến nhiệt độ bố trí xung quanh MBA để phát tín hiệu báo động cháy tại khu vực MBA
- Tủ điều khiển hệ thống chữa cháy MBA:
 - Hệ thống báo động bằng còi.
 - Đèn báo động “Cháy tại MBA ”
 - Đèn báo động “Mức bồn nước chữa cháy thấp”
 - Đèn báo động “Áp suất N₂ chữa cháy thấp”
 - Nút nhấn chữa cháy MBA

❖ Hệ thống xả dầu sự cố MBA:

- Hàm xả dầu sự cố MBA được thiết kế dưới chân móng MBA, dầu sự cố trong hàm sẽ được xả theo đường cống ϕ mm ra hàm dầu sự cố.
- Rơ le hơi (Buchholz) đặt trên đường ống nối giữa MBA và thùng dầu phụ:
 - Tác động cấp 1: đưa tín hiệu báo động
 - Tác động cấp 2: đưa tín hiệu đi ngừng MBA

5.2.7. Rơ-le bảo vệ MBA

- Hư hỏng bên trong
 - Chạm chập giữa các vòng dây.
 - Ngắn mạch giữa các cuộn dây.
 - Chạm đất vỏ và ngắn mạch chạm đất.
 - Hỏng bộ chuyển đổi đầu phân áp.
 - Thùng dầu bị thủng hay rò dầu.
- Hư hỏng bên ngoài
 - Ngắn mạch nhiều pha trong hệ thống.
 - Ngắn mạch một pha trong hệ thống.
 - Quá tải.
 - Quá bão hòa mạch từ.

5.3. TRANG BỊ ĐIỆN CHO TRẠM BIẾN ÁP

5.3.1. Dao cách ly

- Loại dao cách ly: m pha, đóng mở khi không có điện áp.
- Điện áp: KV
- Dòng: A.

5.3.2. Máy cắt điện

- Loại máy cắt: SF6.
- Điện áp định mức: KV
- Cường độ định mức: A
- Cường độ ngắn mạch: KA (trong n s)
- Áp suất SF6 bình thường: p bar
- Áp suất SF6 thấp báo động: p bar
- Áp suất SF6 thấp không cho phép đóng: p bar
- Thời gian đóng: ms
- Thời gian mở: ms
- Điện trở tiếp xúc: $\leq \mu\Omega$

5.3.3. Thanh cái

- Loại thanh cái đơn, có MC phân đoạn
- Dây dẫn m pha loại dây nhôm không lõi thép
- Điện áp định mức: kV
- Dòng điện định mức: A

5.3.4. Các biến dòng

- Nhà chế tạo:
- Kiểu:
- Điện áp định mức: U-KV – 50Hz
- Tỷ số biến dòng; I/ 1-1-1A
- Cấp chính xác và công suất tiêu tán của biến dòng
 - Cuộn thứ cấp 1: 5P20 - VA
 - Cuộn thứ cấp 2: 0,5 - VA
 - Cuộn thứ cấp 3: 5P20 - VA
- Cung cấp cho rơ-le, chỉ thị và đo lường

5.3.5. Các biến điện áp kiểu tụ :

- Nhà chế tạo:
- Kiểu: loại đặt ngoài trời – m pha
- Điện dung tụ phân áp: mF
- Điện áp định mức sơ cấp: KV
- Tỷ số biến áp:
- Phụ tải và cấp chính xác của biến điện áp:
 - Cuộn thứ cấp 1: 3P - VA
 - Cuộn thứ cấp 2: 0,5 - VA
 - Cuộn thứ cấp 3: 3P -VA
- Cung cấp cho rơ le, mạch hòa điện , chỉ thị và đo lường.

5.3.5. Các chống sét LA:

- Kiểu:
- Điện áp định mức: kV
- Dòng điện phóng bình thường: KA

5.3.6. Các bình Accu

- Loại: volt
- Số lượng m bình
- Dung lượng mỗi bình- AH.
- Máy nạp bình
 - Nhà chế tạo
 - Loại: m pha
 - Điện áp định mức: U V + 6 -10%
 - Công suất tiêu thụ: P-KW
 - Giới hạn dòng nạp: Ampe

Xem các sơ đồ trang bị điện cho MBA, MPĐ và trạm biến áp

5.4. QUY PHẠM TRANG BỊ ĐIỆN CHO THIẾT BỊ ĐIỆN CAO THẾ

- ❖ Trang bị điện là tập hợp và kết nối các thiết bị điện dùng để sản xuất, biến đổi, truyền tải, phân phối và tiêu thụ điện năng.
- ❖ Thiết bị điện kiểu ngâm dầu là thiết bị có bộ phận ngâm trong dầu để tránh tiếp xúc với môi trường xung quanh, tăng cường cách điện, làm mát và/hoặc dập hồ quang.
- ❖ Thiết bị điện kiểu chống cháy nổ là máy điện hoặc khí cụ điện được phép dùng ở những nơi có môi trường dễ cháy nổ ở mọi cấp.
- ❖ Giá trị định mức (Rated value): Giá trị của một đại lượng, thường do nhà chế tạo ấn định cho điều kiện vận hành quy định đối với một phần tử, một thiết bị hoặc dụng cụ.
- ❖ Cấp cách điện (Insulation level): Là một đặc tính được xác định bằng một hoặc vài trị số chỉ rõ điện áp chịu đựng cách điện đối với một chi tiết cụ thể của thiết bị.
- ❖ Truyền tải điện (Transmission of electricity): Việc truyền tải một lượng điện năng từ nguồn điện tới khu vực tiêu thụ điện.
- ❖ Phân phối điện (Distribution of electricity): Việc phân phối một lượng điện năng tới khách hàng trong khu vực tiêu thụ điện.
- ❖ Khoảng trống cách điện tối thiểu (Minimum insulation clearance): Khoảng cách an toàn nhỏ nhất phải tuân theo giữa các bộ phận mang điện hoặc giữa phần mang điện với đất.
- ❖ Khả năng quá tải (Overload capacity): Tải cao nhất mà có thể được duy trì trong một thời gian ngắn.
- ❖ Trạm điện là một phần tử của hệ thống điện, có thể là trạm phát điện, trạm biến áp, trạm cắt hoặc trạm bù công suất phản kháng v.v.
- ❖ Trạm biến áp là trạm có các máy biến áp lực kết nối hai hoặc nhiều lưới điện có điện áp khác nhau.
- ❖ Trạm bù công suất phản kháng gồm hai loại:
 - Trạm bù công suất phản kháng bằng tụ điện.
 - Trạm bù công suất phản kháng bằng máy bù đồng bộ.
- ❖ Dao cách ly và dao cách ly tự động tiêu chuẩn được phép dùng để cắt và đóng:
 - Máy biến điện áp, dòng điện nạp của các thanh cái và thiết bị điện.
 - Dòng điện cân bằng của đường dây nếu hiệu điện áp ở dao cách ly hoặc ở dao cách ly tự động sau khi cắt $\leq 2\%$ trị số danh định.
 - Dòng điện chạm đất 5A, đối với đường dây 22- 35kV và 3A đối với đường dây 10kV trở xuống.
- ❖ Máy cắt phụ tải và dao tạo ngắn mạch phải được chọn theo dòng điện ngắn mạch cho phép khi đóng.
- ❖ Công tơ phải đặt thẳng đứng ở nơi khô ráo, nhiệt độ xung quanh thường xuyên không quá 45°C, thuận tiện cho việc đọc chỉ số, kiểm tra và treo tháo.
- ❖ Phải đặt công tơ ở bảng điện, tủ điện hoặc trong hộp vững chắc. Cho phép đặt công tơ trên bảng kim loại, bảng đá hoặc bảng nhựa. Không đặt công tơ trên bảng gỗ. Hộp đấu dây công tơ đặt cách mặt sàn từ 1,4 đến 1,7m.
- ❖ Để hoà đồng bộ chính xác, cần có những dụng cụ sau đây:
 - Hai vônmet hoặc một vônmet kép.
 - Đồng bộ kế hoặc vônmet chỉ không.
 - Hai tần số kế hoặc một tần số kế kép.

- Role chống hoà sai (role hoà đồng bộ).
- ❖ Hiện tượng chạm đất là hiện tượng tiếp xúc giữa bộ phận mang điện của thiết bị điện với kết cấu không cách điện với đất, hoặc trực tiếp với đất.
- ❖ Hiện tượng chạm vỏ là hiện tượng chạm điện xảy ra trong các máy móc, thiết bị giữa các bộ phận mang điện với vỏ thiết bị đã được nối đất.
- ❖ Trang bị nối đất là tập hợp những điện cực nối đất và dây nối đất.
- ❖ Điện cực nối đất là các vật dẫn điện hay nhóm các vật dẫn điện được liên kết với nhau, chôn dưới đất và tiếp xúc trực tiếp với đất.
- ❖ Dây nối đất là dây hoặc thanh dẫn bằng kim loại để nối các bộ phận cần nối đất của thiết bị điện với điện cực nối đất.
- ❖ Nối đất cho bộ phận nào đó của thiết bị điện là nối bộ phận đó với trang bị nối đất.
- ❖ Điện áp với đất khi chạm vỏ là điện áp giữa vỏ với vùng đất có điện thế bằng không.
- ❖ Điện áp trên trang bị nối đất là điện áp giữa điểm dòng điện đi vào cực nối đất và vùng điện thế "không" khi có dòng điện từ điện cực nối đất tản vào đất.
- ❖ Điện trở của trang bị nối đất (điện trở nối đất) là tổng điện trở của các điện cực nối đất, dây nối đất và điện trở tiếp xúc giữa chúng.
- ❖ Dòng điện chạm đất là dòng điện truyền xuống đất qua điểm chạm đất.
- ❖ Thiết bị điện có dòng điện chạm đất lớn là thiết bị có điện áp cao hơn 1kV và dòng điện chạm đất một pha lớn hơn 500A.
- ❖ Trung tính nối đất trực tiếp là điểm trung tính của máy biến áp hoặc của máy phát điện được nối trực tiếp với trang bị nối đất hoặc được nối với đất qua một điện trở nhỏ (thí dụ như máy biến dòng v.v.).
- ❖ Trung tính cách ly là điểm trung tính của máy biến áp hoặc của máy phát điện không được nối với trang bị nối đất hoặc được nối với trang bị nối đất qua các thiết bị tín hiệu, đo lường, bảo vệ, cuộn dập hồ quang đã được nối đất hoặc thiết bị tương tự khác có điện trở lớn.
- ❖ Hệ số quá điện áp khi ngắn mạch chạm đất trong mạng điện ba pha là tỷ số giữa điện áp của pha không bị sự cố khi có ngắn mạch chạm đất và điện áp pha đó trước khi có ngắn mạch chạm đất.
- ❖ Dây trung tính là dây dẫn của mạch điện nối trực tiếp với điểm trung tính của máy biến áp hoặc của máy phát điện.
- ❖ Gồm 2 loại:
 - Dây trung tính làm việc (còn gọi là dây "không" làm việc) là dây dẫn để cấp điện cho thiết bị điện.
 - Dây trung tính bảo vệ (còn gọi là dây "không" bảo vệ) ở các thiết bị điện đến 1kV là dây dẫn để nối những bộ phận cần nối với điểm trung tính nối đất trực tiếp của máy biến áp hoặc máy phát trong lưới điện ba pha.
- ❖ Cầu bảo vệ là cắt tự động bằng hệ thống bảo vệ tất cả các pha hoặc các cực khi có sự cố xảy ra tại một bộ phận trong lưới điện với thời gian cắt không quá 0,2 giây tính từ thời điểm phát sinh dòng chạm đất một pha.
- ❖ Đối với thiết bị điện có trung tính cách ly, trị số điện trở nối đất của thiết bị điện không được lớn hơn 4Ω . Nếu công suất của máy phát điện hoặc máy biến áp từ 100kVA trở xuống thì điện trở nối đất không được lớn hơn 10Ω .
- ❖ Dây nối đất phải được bảo vệ chống hư hỏng về cơ học và hoá học, lưu ý ở những chỗ giao chéo với đường cáp, ống dẫn, đường sắt v.v.
- ❖ Bảo vệ chống hư hỏng về hoá học phải đặc biệt chú ý tại những khu vực có môi trường dễ ăn mòn.

- ❖ Dây đỡ, với chức năng là phần tử đỡ của hệ dẫn điện, là dây thép đi sát mặt tường, trần nhà v.v. dùng để cố định dây dẫn, cáp điện hoặc các chùm dây dẫn, cáp điện.
- ❖ Thanh đỡ, với chức năng là phần tử đỡ hệ dẫn điện, là thanh kim loại được cố định sát mặt tường, trần nhà v.v. dùng để cố định dây dẫn, cáp điện hoặc chùm dây dẫn, cáp điện.
- ❖ Dây treo, với chức năng là phần tử đỡ hệ dẫn điện, là dây thép hoặc cáp thép đi trên không, dùng để treo dây dẫn, cáp điện hoặc chùm dây dẫn, cáp điện.
- ❖ Thiết bị đóng cắt điện phải được bố trí sao cho chúng không thể tự đóng mạch do tác dụng của trọng lực. Phần động của thiết bị đóng cắt thông thường không được mang điện áp sau khi ngắt điện.
- ❖ Trên bộ truyền động của thiết bị đóng cắt phải có ký hiệu chỉ rõ vị trí “đóng” hoặc “cắt”.
- ❖ Cái chỉ mức dầu, nhiệt độ dầu của MBA và thiết bị có dầu và những cái chỉ thị khác của thiết bị phải được bố trí để có thể quan sát được thuận lợi, an toàn, không phải cắt điện.
- ❖ Gian ắc quy phải được trang bị vônmet có khoá chuyển mạch và ampemét ở các mạch nạp, phụ nạp của giàn ắc quy.
- ❖ Trong mạch ắc quy phải đặt aptômát để bảo vệ.
- ❖ Thiết bị nạp điện cho ắc quy phải có thiết bị không cho phép điện áp tự tăng quá mức quy định của nhà chế tạo khi nạp.
- ❖ Thiết bị chỉnh lưu để nạp và phụ nạp ắc quy nối với nguồn điện xoay chiều phải qua máy biến áp cách ly.
- ❖ Ắc quy phải được đặt trên các giá đỡ hoặc trong các ngăn tủ chắc chắn.
 - Khi lắp đặt ắc quy, phải đảm bảo tiếp cận được tất cả các phần tử của giàn ắc quy.
 - Phải đảm bảo khoảng cách giữa các giá đỡ, giá với tường hoặc thành tủ để đảm bảo dễ tiếp cận trong vận hành và bảo dưỡng.
 - Giá đỡ hoặc sàn đỡ ắc quy phải chịu được trọng lượng của giàn ắc quy.
- ❖ Khi dùng aptômát để bảo vệ lưới điện có trung tính nối đất trực tiếp phải đặt bộ cắt của nó trên tất cả các dây dẫn bình thường không nối đất.
- ❖ Thiết bị điện phải có bảo vệ role để:
 - Cắt tự động phần tử hư hỏng ra khỏi phần không hư hỏng của hệ thống điện bằng máy cắt; nếu sự cố không trực tiếp phá vỡ chế độ làm việc của hệ thống điện thì cho phép bảo vệ role chỉ tác động báo tín hiệu.
 - Phản ứng với các chế độ làm việc nguy hiểm và không bình thường của các phần tử của hệ thống điện.
- ❖ Bảo vệ role phải đảm bảo cắt ngăn mạch với thời gian ngắn nhất có thể được nhằm đảm bảo cho phần không bị hư hỏng tiếp tục làm việc bình thường, hạn chế phạm vi và mức độ hư hỏng của phần tử bị sự cố.
- ❖ Phải tiến hành đóng điện máy phát điện vào làm việc song song bằng một trong những biện pháp sau: hoà đồng bộ chính xác và hoà tự đồng bộ.
- ❖ Máy biến điện áp phải được bảo vệ chống ngắn mạch ở mạch nhị thứ bằng aptômát. aptômát được đặt ở tất cả các dây dẫn không nối đất và đặt ở sau hàng kẹp, trừ mạch thứ tự không (tam giác hở) của máy biến điện áp trong lưới có dòng điện chạm đất lớn. Đối với các mạch điện áp không rẽ nhánh cho phép không đặt aptômát.
- ❖ MBA phải đặt một phần hoặc toàn bộ các thiết bị bảo vệ role chống các dạng sự cố

và chế độ làm việc không bình thường sau, tùy thuộc vào dung lượng và cấp điện áp của MBA:

1. Ngắn mạch nhiều pha trong các cuộn dây và trên đầu ra.
2. Ngắn mạch một pha chạm đất trong các cuộn dây và trên các đầu ra ở lưới có trung tính nối đất trực tiếp.
3. Ngắn mạch giữa các vòng dây trong các cuộn dây.
4. Quá dòng điện trong các cuộn dây do ngắn mạch ngoài.
5. Quá dòng điện trong các cuộn dây do quá tải.
6. Mức dầu hạ thấp.
7. Áp lực dầu tăng cao trong MBA.
8. Áp lực dầu tăng cao trong bộ điều áp dưới tải.
9. Nhiệt độ dầu tăng cao trong MBA.
10. Nhiệt độ cuộn dây MBA tăng cao.
11. Phóng điện cục bộ ở cách điện đầu vào 500kV.
12. Chạm đất một pha trong lưới 6 -10kV có trung tính cách ly sau MBA mà khi chạm đất một pha phải cắt (xem Điều IV.2.95 và Điều IV.2.96) theo yêu cầu về an toàn.
13. Ngoài ra nên đặt bảo vệ chống chạm đất một pha ở phía 6 - 35kV đối với MBA tự ngẫu có điện áp phía cao áp bằng và cao hơn 220kV.

CHƯƠNG 6

QUY PHẠM TRANG BỊ ĐIỆN

Chương này, giáo viên chép file hay in Quy phạm trang bị điện ra cho sinh viên nghiên cứu. Dưới đây là một số nội dung quan trọng mà sinh viên phải nắm được.

PHẦN 1. QUY ĐỊNH CHUNG

- ❖ Trang bị điện là tập hợp và kết nối các thiết bị điện dùng để sản xuất, biến đổi, truyền tải, phân phối và tiêu thụ điện năng.
- ❖ Trang bị điện ngoài trời bao gồm các thiết bị điện được lắp đặt ở ngoài trời.
- ❖ Trang bị điện trong nhà: bao gồm các thiết bị điện được lắp đặt trong nhà hoặc phòng kín.
- ❖ Gian điện là gian nhà hoặc phần của gian nhà được ngăn riêng để đặt thiết bị điện và/hoặc tủ bảng điện.
- ❖ Thiết bị điện kiểu ngâm dầu là thiết bị có bộ phận ngâm trong dầu để tránh tiếp xúc với môi trường xung quanh, tăng cường cách điện, làm mát và/hoặc dập hồ quang.
- ❖ Thiết bị điện kiểu chống cháy nổ là máy điện hoặc khí cụ điện được phép dùng ở những nơi có môi trường dễ cháy nổ ở mọi cấp.
- ❖ Vật liệu kỹ thuật điện là những vật liệu có các tính chất xác định đối với trường điện từ để sử dụng trong kỹ thuật điện.
- ❖ Giá trị định mức (Rated value): Giá trị của một đại lượng, thường do nhà chế tạo ấn định cho điều kiện vận hành quy định đối với một phần tử, một thiết bị hoặc dụng cụ.
- ❖ Cấp cách điện (Insulation level): Là một đặc tính được xác định bằng một hoặc vài trị số chỉ rõ điện áp chịu đựng cách điện đối với một chi tiết cụ thể của thiết bị.
- ❖ Truyền tải điện (Transmission of electricity): Việc truyền tải một lượng điện năng từ nguồn điện tới khu vực tiêu thụ điện.
- ❖ Phân phối điện (Distribution of electricity): Việc phân phối một lượng điện năng tới khách hàng trong khu vực tiêu thụ điện.
- ❖ Khoảng trống cách điện tối thiểu (Minimum insulation clearance): Khoảng cách an toàn nhỏ nhất phải tuân theo giữa các bộ phận mang điện hoặc giữa phần mang điện với đất.
- ❖ Khả năng quá tải (Overload capacity): Tải cao nhất mà có thể được duy trì trong một thời gian ngắn.
- ❖ Việc lựa chọn thiết bị, khí cụ điện và kết cấu liên quan, ngoài các tiêu chuẩn về chức năng còn phải đảm bảo các tiêu chuẩn về độ ẩm, sương muối, tốc độ gió, nhiệt độ môi trường xung quanh, mức động đất v.v.
- ❖ Trong công trình điện, cần có biện pháp để dễ phân biệt các phần tử trong cùng bộ phận như có sơ đồ, lược đồ bố trí thiết bị, kẻ chữ, đánh số hiệu, sơn màu khác nhau v.v.
- ❖ Màu sơn thanh dẫn cùng tên ở mọi công trình điện phải giống nhau. Thanh dẫn phải sơn màu như sau:
 - Đối với lưới điện xoay chiều ba pha: pha A màu vàng, pha B màu xanh lá cây, pha C màu đỏ, thanh trung tính màu trắng cho lưới trung tính cách ly, thanh trung tính màu đen cho lưới trung tính nối đất trực tiếp.
 - Đối với điện một pha: dây dẫn nối với điểm đầu cuộn dây của nguồn điện màu vàng, dây nối với điểm cuối cuộn dây của nguồn màu đỏ. Nếu thanh dẫn của lưới điện một pha rẽ nhánh từ thanh dẫn của hệ thống ba pha thì phải sơn theo màu các pha trong lưới ba pha.
 - Đối với lưới điện một chiều: thanh dương (+) màu đỏ, thanh âm (-) màu xanh, thanh trung tính màu trắng.

- ❖ Trạm điện là một phần tử của hệ thống điện, có thể là trạm phát điện, trạm biến áp, trạm cắt hoặc trạm bù công suất phản kháng v.v.
- ❖ Trạm biến áp là trạm có các máy biến áp lực kết nối hai hoặc nhiều lưới điện có điện áp khác nhau.
- ❖ Trạm bù công suất phản kháng gồm hai loại:
 - Trạm bù công suất phản kháng bằng tụ điện.
 - Trạm bù công suất phản kháng bằng máy bù đồng bộ.
- ❖ Dao cách ly và dao cách ly tự động tiêu chuẩn được phép dùng để cắt và đóng:
 - Máy biến điện áp, dòng điện nạp của các thanh cái và thiết bị điện.
 - Dòng điện cân bằng của đường dây nếu hiệu điện áp ở dao cách ly hoặc ở dao cách ly tự động sau khi cắt $\leq 2\%$ trị số danh định.
 - Dòng điện chạm đất 5A, đối với đường dây 22 ÷ 35kV và 3A đối với đường dây 10kV trở xuống.
- ❖ Trong điều kiện bình thường, tần số hệ thống điện được phép dao động trong phạm vi $\pm 0,2\text{Hz}$ so với tần số danh định là 50Hz. Trong trường hợp hệ thống điện chưa ổn định, cho phép độ lệch tần số là $\pm 0,5\text{Hz}$.
- ❖ Phía hộ tiêu thụ điện có công suất sử dụng từ 80kW hoặc máy biến áp có dung lượng từ 100kVA trở lên phải đảm bảo $\cos \varphi \geq 0,85$ tại điểm đặt công tơ mua bán điện. Trường hợp $\cos \varphi < 0,85$ thì phải thực hiện các biện pháp sau:
 - Lắp đặt thiết bị bù công suất phản kháng để nâng $\cos \varphi$ đạt từ 0,85 trở lên.
 - Mua thêm công suất phản kháng trên hệ thống điện của phía cung cấp.
 - Trường hợp phía hộ tiêu thụ có khả năng phát công suất phản kháng lên lưới, hai bên có thể thoả thuận việc mua bán đó trong hợp đồng.
- ❖ Không lựa chọn tiết diện dây dẫn theo mật độ dòng điện kinh tế trong các trường hợp sau:
 - Lưới điện xí nghiệp hoặc công trình công nghiệp đến 1kV có số giờ phụ tải cực đại đến 5000h.
 - Lưới phân phối điện áp đến 1kV và lưới chiếu sáng đã chọn theo tổn thất điện áp cho phép.
 - Thanh cái mọi cấp điện áp.
 - Dây dẫn đến biến trở, điện trở khởi động.
 - Lưới điện tạm thời và lưới điện có thời gian sử dụng dưới 5 năm.
- ❖ Tổn thất điện áp cho phép cụ thể từng trường hợp phụ thuộc vào yêu cầu của loại hình phụ tải, kể cả khi khởi động các động cơ điện và có tính đến việc tăng trưởng phụ tải trong tương lai, nhất là với đường cáp ngầm.
- ❖ Dây trung tính trong lưới 3 pha 4 dây phải có độ dẫn điện không nhỏ hơn 50% độ dẫn điện của dây pha.
- ❖ Các thiết bị và dây dẫn của mạch điện phải chọn theo dòng điện ngắn mạch lớn nhất chạy qua. Không xét trường hợp các pha khác nhau đồng thời chạm đất ở 2 điểm khác nhau.
- ❖ Đối với các phần tử được bảo vệ bằng cầu chảy có tính năng hạn chế dòng điện, phải kiểm tra độ ổn định động theo dòng điện ngắn mạch tức thời lớn nhất đi qua cầu chảy.
- ❖ Khi chọn cầu chảy theo khả năng cắt, phải lấy trị số hiệu dụng của dòng điện ngắn mạch chu kỳ đầu làm dòng điện cắt tính toán (bỏ qua tính năng hạn chế dòng điện của cầu chảy).
- ❖ Máy cắt phụ tải và dao tạo ngắn mạch phải được chọn theo dòng điện ngắn mạch cho phép khi đóng.
- ❖ Dụng cụ để đếm điện năng được gọi là công tơ điện. Hệ thống gồm có các công tơ điện,

biến dòng điện, biến điện áp và dây đấu các thiết bị trên với nhau gọi là hệ thống đếm điện năng.

- ❖ Phải đếm điện năng tác dụng và điện năng phản kháng trong mạch 3 pha bằng công tơ 3 pha.
- ❖ Các máy biến dòng điện và máy biến điện áp đo lường đấu nối với công tơ thanh toán điện năng phải có cấp chính xác không lớn hơn 0,5. Cho phép đấu máy biến điện áp có cấp chính xác không lớn hơn 1,0 vào công tơ thanh toán điện năng có cấp chính xác 2,0.
- ❖ Công tơ phải đặt thẳng đứng ở nơi khô ráo, nhiệt độ xung quanh thường xuyên không quá 45°C, thuận tiện cho việc đọc chỉ số, kiểm tra và treo tháo.
- ❖ Phải đặt công tơ ở bảng điện, tủ điện hoặc trong hộp vững chắc. Cho phép đặt công tơ trên bảng kim loại, bảng đá hoặc bảng nhựa. Không đặt công tơ trên bảng gỗ. Hộp đấu dây công tơ đặt cách mặt sàn từ 1,4 đến 1,7m.
- ❖ Dụng cụ đo điện loại kim chỉ thị phải có vạch đỏ chỉ trị số vận hành định mức trên thang đo. Dụng cụ đo điện có vạch “không” ở giữa thang đo thì phải có ghi rõ hướng ở hai phía vạch “không”.
- ❖ Khi chọn ampemét và biến dòng, phải tính đến khả năng quá tải tạm thời của mạch động cơ khi khởi động. Biến dòng không được bão hoà và ampemét phải chịu được dòng khởi động.
- ❖ Ampemét một chiều phải có thang đo hai phía hoặc công tắc đảo cực nếu dòng điện đo có thể đổi chiều. Ampemét đặt tại thiết bị điện một chiều có thể đấu trực tiếp hoặc đấu qua sun.
- ❖ Để hoà đồng bộ chính xác, cần có những dụng cụ sau đây:
 - Hai vônmet hoặc một vônmet kép.
 - Đồng bộ kế hoặc vônmet chỉ không.
 - Hai tần số kế hoặc một tần số kế kép.
 - Role chống hoà sai (role hoà đồng bộ).
- ❖ Hiện tượng chạm đất là hiện tượng tiếp xúc giữa bộ phận mang điện của thiết bị điện với kết cấu không cách điện với đất, hoặc trực tiếp với đất.
- ❖ Hiện tượng chạm vỏ là hiện tượng chạm điện xảy ra trong các máy móc, thiết bị giữa các bộ phận mang điện với vỏ thiết bị đã được nối đất.
- ❖ Trang bị nối đất là tập hợp những điện cực nối đất và dây nối đất.
- ❖ Điện cực nối đất là các vật dẫn điện hay nhóm các vật dẫn điện được liên kết với nhau, chôn dưới đất và tiếp xúc trực tiếp với đất.
- ❖ Dây nối đất là dây hoặc thanh dẫn bằng kim loại để nối các bộ phận cần nối đất của thiết bị điện với điện cực nối đất.
- ❖ Nối đất cho bộ phận nào đó của thiết bị điện là nối bộ phận đó với trang bị nối đất.
- ❖ Điện áp với đất khi chạm vỏ là điện áp giữa vỏ với vùng đất có điện thế bằng không.
- ❖ Điện áp trên trang bị nối đất là điện áp giữa điểm dòng điện đi vào cực nối đất và vùng điện thế "không" khi có dòng điện từ điện cực nối đất tản vào đất.
- ❖ Vùng điện thế "không" là vùng đất ở ngoài phạm vi của vùng tản của dòng điện chạm đất.
- ❖ Điện trở của trang bị nối đất (điện trở nối đất) là tổng điện trở của các điện cực nối đất, dây nối đất và điện trở tiếp xúc giữa chúng.
- ❖ Dòng điện chạm đất là dòng điện truyền xuống đất qua điểm chạm đất.
- ❖ Thiết bị điện có dòng điện chạm đất lớn là thiết bị có điện áp cao hơn 1kV và dòng điện chạm đất một pha lớn hơn 500A.
- ❖ Thiết bị điện có dòng điện chạm đất nhỏ là thiết bị có điện áp cao hơn 1kV và dòng điện chạm đất một pha nhỏ hơn hay bằng 500A.

- ❖ Trung tính nối đất trực tiếp là điểm trung tính của máy biến áp hoặc của máy phát điện được nối trực tiếp với trang bị nối đất hoặc được nối với đất qua một điện trở nhỏ (thí dụ như máy biến dòng v.v.).
- ❖ Trung tính cách ly là điểm trung tính của máy biến áp hoặc của máy phát điện không được nối với trang bị nối đất hoặc được nối với trang bị nối đất qua các thiết bị tín hiệu, đo lường, bảo vệ, cuộn dập hồ quang đã được nối đất hoặc thiết bị tương tự khác có điện trở lớn.
- ❖ Trung tính nối đất hiệu quả là trung tính của mạng điện ba pha điện áp lớn hơn 1kV có hệ số quá điện áp khi ngắn mạch chạm đất không lớn hơn 1,4.
- ❖ Hệ số quá điện áp khi ngắn mạch chạm đất trong mạng điện ba pha là tỷ số giữa điện áp của pha không bị sự cố khi có ngắn mạch chạm đất và điện áp pha đó trước khi có ngắn mạch chạm đất.
- ❖ Dây trung tính là dây dẫn của mạch điện nối trực tiếp với điểm trung tính của máy biến áp hoặc của máy phát điện.
 - Dây trung tính làm việc (còn gọi là dây "không" làm việc) là dây dẫn để cấp điện cho thiết bị điện.
 - Trong lưới điện ba pha 4 dây, dây này được nối với điểm trung tính nối đất trực tiếp của máy biến áp hoặc máy phát điện.
 - Với nguồn điện một pha, dây trung tính làm việc được nối với đầu ra nối đất trực tiếp.
 - Với nguồn điện một chiều, dây này được nối vào điểm giữa nối đất trực tiếp của nguồn.
 - Dây cũng là dây cân bằng nối đất có nhiệm vụ dẫn dòng điện về khi phụ tải trên các pha không cân bằng.
 - Dây trung tính bảo vệ (còn gọi là dây "không" bảo vệ) ở các thiết bị điện đến 1kV là dây dẫn để nối những bộ phận cần nối với điểm trung tính nối đất trực tiếp của máy biến áp hoặc máy phát trong lưới điện ba pha.
 - Đối với nguồn một pha, dây này được nối với một đầu ra trực tiếp nối đất.
 - Đối với nguồn một chiều, dây này được nối vào điểm giữa nối đất trực tiếp của nguồn.
- ❖ Cắt bảo vệ là cắt tự động bằng hệ thống bảo vệ tất cả các pha hoặc các cực khi có sự cố xảy ra tại một bộ phận trong lưới điện với thời gian cắt không quá 0,2 giây tính từ thời điểm phát sinh dòng chạm đất một pha.
- ❖ Phải nối đất các bộ phận bằng kim loại của các máy móc, thiết bị điện ở gian sản xuất cũng như ngoài trời. Những bộ phận cần nối đất bao gồm:
 - Vỏ máy điện, vỏ máy biến áp, khí cụ điện, cột ĐDK, thiết bị chiếu sáng v.v.
 - Bộ truyền động của thiết bị điện.
 - Cuộn thứ cấp của máy biến áp đo lường (máy biến dòng, máy biến điện áp).
 - Khung kim loại của tủ phân phối điện, bảng điều khiển, bảng điện và tủ điện, cũng như các bộ phận có thể mở hoặc tháo ra được nếu như trên đó có đặt thiết bị điện điện áp trên 42V xoay chiều hoặc trên 110V một chiều.
 - Kết cấu kim loại của thiết bị điện, vỏ kim loại và vỏ bọc của cáp lực và cáp nhị thứ, hộp đầu cáp, ống kim loại để luồn cáp, vỏ và giá đỡ các thiết bị điện.
 - Thiết bị điện đặt ở phần di động của máy và các cơ cấu.
 - Vỏ kim loại của máy điện di động hoặc cầm tay.
- ❖ Việc lắp đặt trang bị nối đất phải thoả mãn các yêu cầu sau:
 - Các dây nối đất thiết bị hoặc kết cấu với cực nối đất phải đặt ở độ sâu không nhỏ hơn

0,3m.

- Phải đặt một mạch vòng nối đất nằm ngang bao quanh chỗ nối đất trung tính của máy biến áp lực và dao tạo ngắn mạch.
- Khi trang bị nối đất vượt ra ngoài phạm vi hàng rào thiết bị điện thì các điện cực nối đất nằm ngang ở phía ngoài diện tích đặt thiết bị điện phải được đặt ở độ sâu không nhỏ hơn 1m. Mạch vòng nối đất ngoài cùng trong trường hợp này nên có dạng đa giác có góc tù hoặc có góc lớn.
- ❖ Các dây pha và dây trung tính của máy biến áp, máy phát điện đến bảng phân phối điều khiển, thường thực hiện bằng thanh dẫn.
 - Độ dẫn điện của thanh dẫn trung tính phải không nhỏ hơn 50% của thanh dẫn pha
 - Nếu sử dụng cáp để thay thế các thanh dẫn thì phải dùng cáp 4 ruột.
- ❖ Đối với thiết bị điện có trung tính cách ly, trị số điện trở nối đất của thiết bị điện không được lớn hơn 4Ω . Nếu công suất của máy phát điện hoặc máy biến áp từ 100kVA trở xuống thì điện trở nối đất không được lớn hơn 10Ω .
- ❖ Cấm sử dụng đất làm dây pha hoặc dây trung tính đối với những thiết bị điện có điện áp đến 1kV.
- ❖ Thiết bị dùng điện cầm tay chỉ được nhận điện trực tiếp từ lưới điện khi điện áp của lưới không được quá 380/220V.
- ❖ Vỏ kim loại của thiết bị dùng điện cầm tay có điện áp trên 36V xoay chiều và trên 110V một chiều ở trong các gian nguy hiểm hoặc rất nguy hiểm phải được nối đất, trừ trường hợp thiết bị đó có cách điện hai lớp hoặc được cấp điện từ máy biến áp cách ly.
- ❖ Phải nối đất hoặc nối trung tính cho các thiết bị dùng điện cầm tay bằng các dây riêng (dây thứ ba đối với các dụng cụ điện một chiều và một pha xoay chiều, dây thứ tư cho các dụng cụ điện ba pha). Nên đặt dây này trong cùng một vỏ với các dây pha và nối với vỏ của dụng cụ điện. Không cho phép sử dụng dây trung tính làm việc để làm dây nối đất.
- ❖ Dây nối đất của các thiết bị dùng điện cầm tay dùng trong công nghiệp phải bằng dây đồng mềm và có tiết diện lớn hơn $1,5\text{mm}^2$, còn đối với thiết bị dùng điện cầm tay dùng trong sinh hoạt thì tiết diện phải lớn hơn $0,75\text{mm}^2$.
- ❖ Khi thiết kế nối đất nên sử dụng các vật nối đất tự nhiên. Các bộ phận sau đây được sử dụng để làm nối đất tự nhiên:
 - Ống dẫn nước và ống dẫn bằng kim loại chôn trong đất, trừ các đường ống dẫn chất lỏng dễ cháy, khí và hợp chất cháy, nổ.
 - Ống chôn trong đất của giếng khoan.
 - Kết cấu kim loại và bê tông cốt thép nằm trong đất của toà nhà và công trình xây dựng.
 - Đường ống kim loại của công trình thủy lợi.
 - Vỏ bọc chì của dây cáp đặt trong đất. Không được phép sử dụng vỏ nhôm của dây cáp để làm cực nối đất tự nhiên.
 - Đường ray của cần trục, đường ray nội bộ xí nghiệp nếu như giữa các thanh ray được nối với nhau bằng cầu nối.
 - Bộ phận nối đất tự nhiên phải được nối tới trang bị nối đất nhân tạo (nối đất chính) ít nhất tại 2 điểm.
- ❖ Đối với thiết bị điện có điện áp đến 1kV trung tính nối đất trực tiếp, để đảm bảo khả năng cắt tự động khu vực xảy ra sự cố, tiết diện dây pha và dây trung tính bảo vệ phải chọn sao cho khi chạm vỏ hoặc chạm dây trung tính bảo vệ, dòng điện ngắn mạch không nhỏ hơn:
 - 3 lần dòng điện danh định của dây cháy ở cầu chảy gần nhất.
 - 3 lần dòng điện danh định của phần tử cắt không điều chỉnh được hoặc dòng điện chỉnh định phần tử cắt điều chỉnh được của aptômat có đặc tính dòng điện quan hệ

ngược.

- ❖ Để bảo vệ lưới điện bằng aptômat chỉ có phần tử cắt điện từ (cắt nhanh), tiết diện của dây phải đảm bảo dòng điện chạy qua không nhỏ hơn mức chỉnh định dòng điện khởi động tức thời nhân với hệ số phân tán (theo số liệu của nhà chế tạo) và hệ số dự trữ 1,1. Khi không có số liệu của nhà chế tạo, đối với aptômat có dòng điện danh định đến 100A, bội số dòng điện ngắn mạch so với mức chỉnh định phải không nhỏ hơn 1,4; đối với aptômat có dòng điện danh định trên 100A - không nhỏ hơn 1,25.
 - Tiết diện của dây trung tính bảo vệ, trong mọi trường hợp phải không nhỏ hơn 50% tiết diện của dây pha.
 - Nếu yêu cầu trên không đáp ứng được giá trị dòng điện chạm vỏ hoặc chạm dây trung tính bảo vệ thì việc cắt dòng ngắn mạch này phải bằng thiết bị bảo vệ đặc biệt.
- ❖ Không cho phép dùng dây trung tính làm việc làm dây trung tính bảo vệ cho các dụng cụ điện cầm tay một pha hoặc một chiều. Dây trung tính bảo vệ phải là dây riêng thứ ba đầu vào ổ cắm ba cực.
- ❖ Không được đặt cầu chảy hoặc thiết bị cắt trong mạch dây nối đất và dây trung tính bảo vệ.
 - Mạch dây trung tính làm việc đồng thời làm trung tính bảo vệ có thể cùng cắt đồng thời với dây pha.
 - Nếu dùng thiết bị cắt một cực, bắt buộc phải đặt ở dây pha, không được đặt ở dây trung tính.
- ❖ Không được phép dùng dây trung tính làm việc của đường dây này làm dây trung tính của thiết bị điện được cung cấp từ đường dây khác.
 - Được phép dùng dây trung tính làm việc của đường dây chiếu sáng để làm dây trung tính của thiết bị điện được cung cấp từ đường dây khác nếu đường dây trên được cung cấp từ cùng một máy biến áp, tiết diện dây trung tính làm việc phải đủ lớn để đáp ứng trong mọi trường hợp và loại trừ khả năng bị cắt khi đường dây khác kể trên đang làm việc. Trong trường hợp này, không được dùng thiết bị cắt để cắt dây trung tính làm việc cùng với dây pha.
- ❖ Dây nối đất phải được bảo vệ chống hư hỏng về cơ học và hoá học, lưu ý ở những chỗ giao chéo với đường cáp, ống dẫn, đường sắt v.v. Bảo vệ chống hư hỏng về hoá học phải đặc biệt chú ý tại những khu vực có môi trường dễ ăn mòn.
- ❖ Dây nối đất xuyên qua tường phải được đặt trong những lỗ hở, luôn trong ống hoặc vỏ bọc cứng.

PHẦN 2. HỆ THỐNG ĐƯỜNG DẪN ĐIỆN

- ❖ Hệ dẫn điện hở là hệ dẫn điện lắp đặt trên bề mặt tường, trần nhà, vì kèo và các phần kiến trúc khác của toà nhà và công trình, trên cột điện v.v.
- ❖ Hệ dẫn điện kín là hệ dẫn điện lắp đặt bên trong phần kiến trúc của toà nhà và công trình (tường, nền, móng, trần ngăn), cũng như trên trần ngăn làm sàn, trực tiếp bên dưới sàn có thể tháo ra được v.v.
- ❖ Hệ dẫn điện ngoài trời là hệ dẫn điện lắp đặt trên tường ngoài của toà nhà và công trình, dưới mái hiên v.v. cũng như trên cột giữa các toà nhà (không quá 100m). Hệ dẫn điện ngoài trời có thể là loại hở hoặc kín.
- ❖ Dây đỡ, với chức năng là phần tử đỡ của hệ dẫn điện, là dây thép đi sát mặt tường, trần nhà v.v. dùng để cố định dây dẫn, cáp điện hoặc các chùm dây dẫn, cáp điện.
- ❖ Thanh đỡ, với chức năng là phần tử đỡ hệ dẫn điện, là thanh kim loại được cố định sát mặt tường, trần nhà v.v. dùng để cố định dây dẫn, cáp điện hoặc chùm dây dẫn, cáp điện.
- ❖ Dây treo, với chức năng là phần tử đỡ hệ dẫn điện, là dây thép hoặc cáp thép đi trên không, dùng để treo dây dẫn, cáp điện hoặc chùm dây dẫn, cáp điện.
- ❖ Hộp là kết cấu rỗng, che kín, có tiết diện chữ nhật hoặc dạng khác dùng để đặt dây dẫn hoặc cáp điện bên trong. Hộp có chức năng bảo vệ dây dẫn hoặc cáp điện khỏi bị hư hỏng về cơ học. Hộp có thể là loại liền hoặc có nắp để mở ra, thành và nắp có thể là loại kín hoặc có lỗ. Đối với hộp loại liền, vách mọi phía phải kín và phải không có nắp. Hộp có thể sử dụng trong nhà hoặc ngoài trời.
- ❖ Máng là kết cấu hở, được thiết kế để lắp đặt dây dẫn hoặc cáp điện. Máng không bảo vệ dây dẫn hoặc cáp điện đặt bên trong khỏi bị hư hỏng về cơ học. Máng phải được chế tạo bằng vật liệu không cháy. Máng có thể là loại thành liền hoặc có lỗ. Máng có thể sử dụng trong nhà hoặc ngoài trời.
- ❖ Để cấp điện cho thiết bị điện di động hoặc di chuyển được, nên sử dụng dây mềm hoặc cáp mềm ruột dẫn bằng đồng, có tính đến tác động cơ học có thể xảy ra. Tất cả ruột dẫn nói trên, kể cả ruột dẫn nổi đất, phải được đặt trong vỏ chung, lưới bảo vệ chung hoặc có cách điện chung.
 - Đối với loại máy di chuyển trong phạm vi hạn chế (cần cầu, cửa di động, công đóng mở bằng điện v.v.), cần áp dụng kiểu kết cấu đưa điện vào máy đó đảm bảo dây dẫn hoặc cáp điện không bị gãy đứt (ví dụ các vòng treo cáp điện mềm, giá lăn treo di động cáp mềm).
- ❖ Ống, hộp và ống mềm kim loại của hệ dẫn điện phải đặt sao cho không tích tụ ẩm, ví dụ như ẩm do ngưng tụ hơi nước trong không khí.
- ❖ Cắm đặt hệ dẫn điện trong mương và đường hầm thông hơi. Cho phép mương và đường hầm này giao chéo với dây dẫn hoặc cáp điện đơn lẻ, đặt bên trong ống thép.
- ❖ Tiết diện của dây dẫn hoặc dây chống sét dùng cho ĐDK theo điều kiện độ bền cơ học không được nhỏ hơn:
 - 50mm^2 với dây nhôm
 - 35mm^2 với dây nhôm lõi thép hoặc hợp kim nhôm
- ❖ Dây dẫn trần đặt trên cách điện đứng phải mắc kép, dây dẫn trên cách điện treo bằng khóa đỡ kiểu cố định. Cho phép dùng khóa trượt đối với dây dẫn có tiết diện từ 300mm^2 trở lên.

PHẦN 3. TRANG BỊ PHÂN PHỐI VÀ TRẠM BIẾN ÁP

- ❖ Tủ bảng phân phối phải ghi rõ nhiệm vụ của từng mạch và từng bảng.
 - Nội dung ghi phải đặt ở mặt trước hoặc mặt trong của tủ bảng điện. Trường hợp vận hành ở cả hai mặt, nội dung phải ghi ở cả mặt sau.
- ❖ Phải bố trí các mạch của thiết bị sao cho có thể phân biệt được rõ ràng mạch xoay chiều, một chiều, mạch có mức điện áp khác nhau v.v.
- ❖ Trang bị điện phải được bố trí sao cho khi vận hành dù có tia lửa hay hồ quang điện trong thiết bị điện vẫn đảm bảo không gây nguy hiểm cho nhân viên vận hành, làm cháy hoặc hư hỏng thiết bị lân cận, dẫn đến ngắn mạch giữa các pha hoặc giữa pha với đất.
- ❖ Thiết bị đóng cắt điện phải được bố trí sao cho chúng không thể tự đóng mạch do tác dụng của trọng lực. Phần động của thiết bị đóng cắt thông thường không được mang điện áp sau khi ngắt điện.
- ❖ Trên bộ truyền động của thiết bị đóng cắt phải có ký hiệu chỉ rõ vị trí “đóng” hoặc “cắt”.
- ❖ Cần phải dự tính khả năng cắt điện cho từng aptômat khi cần sửa chữa hoặc tháo lắp chúng. Nhằm mục đích đó, ở những vị trí cần thiết phải đặt cầu dao hoặc thiết bị cắt mạch khác. Không cần đặt thiết bị cắt mạch (cầu dao, cầu chảy) trước aptômat của từng xuất tuyến từ tủ bảng phân phối trong các trường hợp sau:
 - aptômat kiểu kéo ra được.
 - aptômat đặt cố định, trong suốt thời gian sửa chữa hoặc tháo lắp các aptômat đó cho phép cắt điện bằng các thiết bị chung của nhóm aptômat hoặc từ toàn bộ thiết bị phân phối.
 - aptômat đặt cố định, nếu đảm bảo khả năng tháo lắp an toàn khi có điện.
- ❖ Cầu chảy kiểu đuôi xoáy phải được bố trí sao cho dây dẫn điện nguồn nối vào đáy của đuôi, còn dây dẫn điện vào thiết bị nhận điện nối vào vỏ của đuôi.
- ❖ Ngăn điện là ngăn đặt thiết bị điện và thanh dẫn.
- ❖ Ngăn kín là ngăn được che kín tất cả các phía và có cửa bằng tấm kín (không có lưới).
- ❖ Ngăn rào chắn là ngăn mà các cửa, lỗ của ngăn được rào chắn hoàn toàn hoặc một phần (bằng lưới hoặc bằng lưới kết hợp với tấm kín).
- ❖ Ngăn nổ là ngăn kín dùng để đặt các thiết bị cần được ngăn cách để hạn chế hậu quả của sự cố, trong đó và có cửa mở ra ngoài hoặc ra phía hành lang thoát nổ.
- ❖ Cái chỉ mức dầu, nhiệt độ dầu của MBA và thiết bị có dầu và những cái chỉ thị khác của thiết bị phải được bố trí để có thể quan sát được thuận lợi, an toàn, không phải cắt điện (ví dụ: ở bên lối đi lại, ở lối vào phòng). Trường hợp đặc biệt không thể thực hiện được, cho phép dùng gương phản chiếu.
 - Để lấy mẫu dầu, khoảng cách từ sàn hoặc mặt đất đến van lấy mẫu của MBA hoặc thiết bị có dầu không nhỏ hơn 0,2m hoặc phải có biện pháp thích hợp.
- ❖ Gian ắc quy phải được trang bị vônmet có khoá chuyển mạch và ampemét ở các mạch nạp, phụ nạp của giàn ắc quy.
- ❖ Trong mạch ắc quy phải đặt aptômat để bảo vệ.
- ❖ Thiết bị phụ nạp phải đảm bảo điện áp ổn định trên thanh cái của giàn ắc quy trong giới hạn $\pm 2\%$.
- ❖ Thiết bị nạp điện cho ắc quy phải có thiết bị không cho phép điện áp tự tăng quá mức quy định của nhà chế tạo khi nạp.
- ❖ Thiết bị chỉnh lưu để nạp và phụ nạp ắc quy nối với nguồn điện xoay chiều phải qua máy biến áp cách ly.
- ❖ Ắc quy phải được đặt trên các giá đỡ hoặc trong các ngăn tủ chắc chắn.

- Khi lắp đặt ắc quy, phải đảm bảo tiếp cận được tất cả các phần tử của giàn ắc quy.
- Phải đảm bảo khoảng cách giữa các giá đỡ, giá với tường hoặc thành tủ để đảm bảo dễ tiếp cận trong vận hành và bảo dưỡng.
- Giá đỡ hoặc sàn đỡ ắc quy phải chịu được trọng lượng của giàn ắc quy.
- ❖ Thanh cái của giàn ắc quy phải bằng thanh đồng trần hoặc bằng cáp đồng một ruột có cách điện bền với hoá chất ăn mòn.
 - Các chỗ nối và chỗ rẽ nhánh của thanh cái, cáp đồng phải hàn chảy hoặc hàn vẩy (thiếc, đồng v.v.). Chỗ nối thanh cái và cáp vào bình ắc quy phải được mạ thiếc.
 - Chỗ nối thanh cái với thanh dẫn xuyên tường cũng phải hàn chảy.

PHẦN 4. BẢO VỆ VÀ TỰ ĐỘNG

- ❖ Trong mọi trường hợp, dòng điện danh định của dây chảy của cầu chảy và dòng điện chỉnh định của aptômát để bảo vệ cho mạch điện (dây hoặc cáp điện) nên chọn theo mức nhỏ nhất theo dòng điện tính toán của mạch điện hoặc bằng dòng điện danh định của các thiết bị nhận điện. Tuy nhiên, thiết bị bảo vệ không được cắt mạch khi thiết bị nhận điện bị quá tải ngắn hạn (như dòng điện khởi động, đỉnh phụ tải công nghệ, dòng điện tự khởi động v.v.).
- ❖ Phải dùng aptômát hoặc cầu chảy làm thiết bị bảo vệ. Để bảo đảm yêu cầu về độ nhanh, độ nhạy hoặc độ chọn lọc, khi cần thiết được phép dùng các thiết bị role bảo vệ (tác động gián tiếp).
- ❖ Trên mỗi thiết bị bảo vệ phải có nhãn ghi rõ trị số dòng điện danh định (trị số chỉnh định của bộ cắt hoặc dòng điện danh định của dây chảy) theo yêu cầu của mạch được bảo vệ. Những trị số này nên ghi ngay trên thiết bị hoặc trên sơ đồ đặt găn thiết bị bảo vệ.
- ❖ Lưới điện phải có bảo vệ chống ngắn mạch (bảo vệ ngắn mạch) với thời gian cắt nhỏ nhất và đảm bảo cắt có chọn lọc. Bảo vệ phải đảm bảo cắt khi cuối đường dây được bảo vệ xảy ra các loại ngắn mạch như sau:
 - Một pha và nhiều pha với lưới điện trung tính nối đất trực tiếp.
 - Hai pha và ba pha với lưới điện trung tính cách ly.
 - Nếu tỷ số giữa dòng điện ngắn mạch tính toán nhỏ nhất so với dòng điện danh định của cầu chảy hoặc aptômát không nhỏ hơn trị số đã cho thì việc cắt đoạn bị sự cố là đảm bảo chắc chắn.
- ❖ Phải có bảo vệ quá tải đối với lưới điện trong nhà dùng dây dẫn có vỏ bọc dễ cháy, đặt hở hoặc kín. Ngoài ra phải có bảo vệ quá tải đối với các lưới điện trong nhà:
 - Lưới điện chiếu sáng nhà ở, nhà công cộng, cửa hàng, nhà phục vụ công cộng của xí nghiệp công nghiệp, lưới điện của các thiết bị dùng điện xách tay hoặc di chuyển được (bàn là, ấm điện, bếp điện, tủ lạnh, máy hút bụi, máy giặt, máy may công nghiệp v.v.) hoặc trong các gian sản xuất dễ cháy.
 - Lưới điện động lực trong xí nghiệp công nghiệp, nhà ở, nhà công cộng, cửa hàng khi quá trình công nghệ hoặc chế độ vận hành của mạch điện có thể gây quá tải lâu dài ở dây dẫn và cáp.
 - Lưới điện ở các gian hoặc khu vực dễ nổ - không phụ thuộc vào quá trình công nghệ hoặc chế độ vận hành của mạch điện.
- ❖ Dòng điện lâu dài cho phép của dây dẫn đến động cơ rôto lồng sóc không được nhỏ hơn:
 - 1,0 lần dòng điện danh định của động cơ ở khu vực không có nguy cơ cháy nổ.
 - 1,25 lần dòng điện danh định của động cơ ở khu vực có nguy cơ cháy nổ.
 - Quan hệ giữa dòng điện lâu dài cho phép của dây dẫn nối với động cơ rôto lồng sóc với dòng điện chỉnh định của thiết bị bảo vệ trong bất cứ trường hợp nào cũng không được lớn hơn các trị số nêu trong Điều IV.1.10.
- ❖ Khi dùng cầu chảy để bảo vệ lưới điện phải đặt cầu chảy trên tất cả các cực hoặc các pha bình thường không nối đất. Cấm đặt cầu chảy ở dây trung tính.
- ❖ Khi dùng aptômát để bảo vệ lưới điện có trung tính nối đất trực tiếp phải đặt bộ cắt của nó trên tất cả các dây dẫn bình thường không nối đất.
 - Khi dùng aptômát để bảo vệ lưới điện có trung tính cách ly 3 pha 3 dây hoặc 1 pha 2 dây hoặc lưới điện một chiều, phải đặt bộ cắt của nó trên 2 pha đối với lưới điện 3 dây và trên 1 pha (cực) đối với lưới điện 2 dây. Lưu ý, trên cùng một lưới điện nên đặt bảo vệ trên các pha (cực) cùng tên.
 - Chỉ được đặt bộ cắt của aptômát trên dây trung tính khi nó tác động thì tất cả các dây có điện áp đều được cắt đồng thời.

- ❖ Không được đặt thiết bị bảo vệ tại chỗ nối đường dây cung cấp với các mạch điều khiển, tín hiệu và đo lường nếu khi các mạch này bị cắt điện có thể dẫn đến hậu quả nguy hiểm (cắt điện máy bơm chữa cháy, quạt gió dùng để tránh hình thành các hỗn hợp nổ, thiết bị máy móc của hệ thống tự dùng trong nhà máy điện v.v.). Trong mọi trường hợp, dây dẫn của các mạch này phải đặt trong ống hoặc có vỏ không cháy. Tiết diện của các mạch này không được nhỏ hơn trị số quy định ở Điều IV.4.4.
- ❖ Thiết bị điện phải có bảo vệ role để:
 - Cắt tự động phần tử hư hỏng ra khỏi phần không hư hỏng của hệ thống điện (trang bị điện) bằng máy cắt; nếu sự cố không trực tiếp phá vỡ chế độ làm việc của hệ thống điện (ví dụ ngắn mạch chạm đất trong lưới điện có trung tính cách ly) thì cho phép bảo vệ role chỉ tác động báo tín hiệu.
 - Phản ứng với các chế độ làm việc nguy hiểm và không bình thường của các phần tử của hệ thống điện (ví dụ quá tải, tăng điện áp ở cuộn dây stato của máy phát điện tuabin nước); tùy thuộc vào chế độ làm việc và điều kiện vận hành các trang bị điện mà bảo vệ role phải tác động báo tín hiệu hoặc tác động cắt những phần tử mà nếu để lại có thể gây ra sự cố.
- ❖ Bảo vệ role phải đảm bảo cắt ngắn mạch với thời gian ngắn nhất có thể được nhằm đảm bảo cho phần không bị hư hỏng tiếp tục làm việc bình thường (làm việc ổn định của hệ thống điện và của hộ tiêu thụ điện, đảm bảo khả năng khôi phục sự làm việc bình thường bằng tác động của TĐL và TĐD, tự khởi động của các động cơ điện, tự kéo vào đồng bộ v.v.), hạn chế phạm vi và mức độ hư hỏng của phần tử bị sự cố.
- ❖ MBA phải đặt một phần hoặc toàn bộ các thiết bị bảo vệ role chống các dạng sự cố và chế độ làm việc không bình thường sau, tùy thuộc vào dung lượng và cấp điện áp của MBA:
 1. Ngắn mạch nhiều pha trong các cuộn dây và trên đầu ra.
 2. Ngắn mạch một pha chạm đất trong các cuộn dây và trên các đầu ra ở lưới có trung tính nối đất trực tiếp.
 3. Ngắn mạch giữa các vòng dây trong các cuộn dây.
 4. Quá dòng điện trong các cuộn dây do ngắn mạch ngoài.
 5. Quá dòng điện trong các cuộn dây do quá tải.
 6. Mức dầu hạ thấp.
 7. Áp lực dầu tăng cao trong MBA.
 8. Áp lực dầu tăng cao trong bộ điều áp dưới tải.
 9. Nhiệt độ dầu tăng cao trong MBA.
 10. Nhiệt độ cuộn dây MBA tăng cao.
 11. Phóng điện cục bộ ở cách điện đầu vào 500kV.
 12. Chạm đất một pha trong lưới 6 -10kV có trung tính cách ly sau MBA mà khi chạm đất một pha phải cắt (xem Điều IV.2.95 và Điều IV.2.96) theo yêu cầu về an toàn.
 13. Ngoài ra nên đặt bảo vệ chống chạm đất một pha ở phía 6 - 35kV đối với MBA tự ngẫu có điện áp phía cao áp bằng và cao hơn 220kV.
- ❖ Đối với đường dây (ĐDK hoặc đường cáp) trong lưới điện áp 6 ÷ 15kV có trung tính cách ly (kể cả trung tính nối đất qua cuộn dập hồ quang) phải có thiết bị bảo vệ role chống ngắn mạch nhiều pha và khi cần thiết chống chạm đất một pha. Các đường dây cần có thiết bị ghi lại các thông số sự cố.
- ❖ Phải tiến hành đóng điện máy phát điện vào làm việc song song bằng một trong những biện pháp sau: hoà đồng bộ chính xác (bằng tay, nửa tự động và tự động) và hoà tự đồng bộ (bằng tay, nửa tự động và tự động).
- ❖ Điện áp làm việc của mạch nhị thứ không được lớn hơn 500V. Trường hợp mạch nhị thứ không liên lạc với mạch nhị thứ khác và thiết bị của mạch đó bố trí riêng biệt thì điện áp

làm việc được phép đến 1kV. Việc đấu nối mạch nhị thứ phải phù hợp với môi trường xung quanh và các yêu cầu về an toàn.

- ❖ Thông thường cáp nhị thứ đấu vào hàng kẹp tập trung, không nên đấu hai đầu dây dẫn nhị thứ vào một vít. Cho phép đấu trực tiếp cáp vào đầu ra của máy biến áp đo lường. Cáp đấu vào kẹp phải thực hiện tương ứng với tiết diện của ruột cáp.
- ❖ Máy biến điện áp phải được bảo vệ chống ngắn mạch ở mạch nhị thứ bằng aptômát. Aptômát được đặt ở tất cả các dây dẫn không nối đất và đặt ở sau hàng kẹp, trừ mạch thứ tự không (tam giác hở) của máy biến điện áp trong lưới có dòng điện chạm đất lớn. Đối với các mạch điện áp không rẽ nhánh cho phép không đặt aptômát.
 - Trong mạch nhị thứ của máy biến điện áp phải có khả năng trông thấy được chỗ cắt (cầu dao, chỗ nối kiểu cắm v.v.).
 - Không cho phép đặt thiết bị có khả năng làm đứt mạch dây dẫn giữa máy biến điện áp và chỗ nối đất của mạch nhị thứ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Xuân Phú, Tô Bằng, Hồ Xuân Thanh - Quán dây, sử dụng và sửa chữa động cơ điện xoay chiều & một chiều thông dụng - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật Hà Nội, 1998.
2. Nguyễn Xuân Phú - Khí cụ thiết bị tiêu thụ điện hạ áp - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật Hà Nội, 1999.
3. Nguyễn Ngọc Lâm, Đỗ Quang Minh, Lê Quốc Hà - Hướng dẫn thực hành về điều khiển khởi động vận hành động cơ 1 pha và 3 pha - Phân viện nghiên cứu điện tử, tin học, tự động hóa Tp.HCM, 2002.
4. Bùi Hồng Quế - Giáo trình Điện công nghiệp – Bộ xây dựng, Hà Nội 2003.
5. Trần Văn Địch (dịch) - Kỹ thuật phay - Nhà xuất bản Thanh niên Hà Nội, 1999.
6. Nguyễn Quang Châu (dịch) - Kỹ thuật tiện - Nhà xuất bản Thanh niên Hà Nội, 1999.
7. Công cụ tìm kiếm: <http://www.google.com>