

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC VÀ QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

NGÀNH: ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP

Sinh viên : Đinh Đắc Quang
Giảng viên hướng dẫn : ThS. Đinh Thế Nam

HẢI PHÒNG - 2020

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG



ISO 9001:2015

**CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ DỊ BỘ
BA PHA, ỨNG DỤNG BỘ KHỞI ĐỘNG MỀM CỦA
ABB TRONG VIỆC KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ**

TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH: ĐIỆN TỰ ĐỘNG CÔNG NGHIỆP

Sinh viên : Đinh Đắc Quang
Giảng viên hướng dẫn : ThS. Đinh Thế Nam

HẢI PHÒNG – 2020

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên : Đinh Đắc Quang

Mã SV: 1612102010

Lớp : DC2001

Nghành : Điện Tự Động Công Nghiệp

Tên đề tài : Các phương pháp khởi động động cơ dị bộ 3 pha, ứng dụng bộ khởi động mềm của ABB trong việc khởi động động cơ.

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1.Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.Các tài liệu, số liệu cần thiết

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.Địa điểm thực tập tốt nghiệp

.....

.....

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Họ và tên : Đinh Thế Nam

Học hàm, học vị : Thạc sĩ

Cơ quan công tác : Trường Đại học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng

Nội dung hướng dẫn: Toàn bộ đề tài

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày 08 tháng 10 năm 2020

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày 31 tháng 12 năm 2020

Đã nhận nhiệm vụ ĐTTN

Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ ĐTTN

Giảng viên hướng dẫn

Đinh Đắc Quang

ThS. Đinh Thế Nam

Hải Phòng, ngày tháng năm 20

TRƯỞNG KHOA

Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam

Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN TỐT NGHIỆP

Họ và tên giảng viên : Đinh Thế Nam

Đơn vị công tác : Trường Đại học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng

Họ và tên sinh viên : Đinh Đắc Quang

Chuyên ngành : Điện Tự Động Công Nghiệp

Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

1.Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp

.....

.....

.....

.....

2.Đánh giá chất lượng của đề án/khóa luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T.T.N, trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu...)

.....

.....

.....

.....

3.Ý kiến của giảng viên hướng dẫn tốt nghiệp

Được bảo vệ ☐ Không được bảo vệ ☐ Điểm hướng dẫn ☐

Hải Phòng, ngày tháng năm 20

Giảng viên hướng dẫn

(ký và ghi rõ họ tên)

Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam

Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN CHẤM PHẢN BIỆN

Họ và tên giảng viên :.....

Đơn vị công tác :.....

Họ và tên sinh viên :.....

Chuyên ngành :.....

Đề tài tốt nghiệp :.....

.....

.....

1.Nhận xét của giảng viên chấm phản biện

.....

.....

.....

.....

2.Những mặt còn hạn chế

.....

.....

.....

.....

Ý kiến của giảng viên chấm phản biện

Được bảo vệ ☐

Không được bảo vệ ☐

Điểm hướng dẫn ☐

Hải Phòng, ngày tháng năm 20

Giảng viên chấm phản biện

(ký và ghi rõ họ tên)

Mục Lục

LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. ĐỘNG CƠ DỊ BỘ BA PHA	3
1.1. MỞ ĐẦU	3
1.2. CẤU TẠO	3
1.2.1. Phần tĩnh (stator)	4
a. Mạch từ	4
b. Mạch điện	4
1.2.2. Phần quay (hay rotor)	4
a. Mạch từ:	5
b. Mạch điện:	5
Loại rotor dây quấn:	5
Loại rotor lồng sóc (ngắn mạch):	6
1.3. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MÁY ĐIỆN DỊ BỘ	6
1.4. ỨNG DỤNG	8
• Ứng dụng của động cơ không đồng bộ	8
CHƯƠNG 2. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ DỊ BỘ BA PHA	12
2.1. KHỞI ĐỘNG TRỰC TIẾP	12
Ưu điểm:	13
Khuyết điểm:	13
Phương pháp này dùng khi:	13
2.2. KHỞI ĐỘNG GIÁN TIẾP	13
2.2.1. Khởi động động cơ dị bộ roto dây quấn	14
2.2.2. Khởi động động cơ dị bộ roto lồng sóc	21
Phương pháp giảm điện áp mở máy:	21
2.2.2.1. Khởi động bằng phương pháp cuộn kháng	22
2.2.2.2. Khởi động bằng phương pháp sử dụng máy biến áp tự ngẫu	23
2.2.2.3. Khởi động bằng phương pháp sử dụng nối sao – tam giác (Y- Δ)	25

2.2.2.4. Khởi động bằng phương pháp tần số	29
2.2.3. Khởi động động cơ có rãnh sâu và động cơ hai rãnh.....	29
CHƯƠNG 3. TÌM HIỂU ỨNG DỤNG BỘ KHỞI ĐỘNG MỀM CỦA ABB TRONG VIỆC KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ.....	35
3.1. NGUYÊN LÝ KHỞI ĐỘNG MỀM	35
3.1.1. Khái niệm về khởi động mềm.....	35
3.1.2. Cấu trúc bộ khởi động mềm.....	35
3.1.3. Các chế độ làm việc của bộ khởi động mềm	37
a. Chế độ mode 1: Start Ramp	37
b. Chế độ mode 2: Kick Start.....	38
c. Chế độ mode 3: Khởi động có giám sát dòng.....	39
d. Chế độ dừng mềm	40
3.2. BỘ KHỞI ĐỘNG MỀM CỦA HÃNG ABB.....	41
3.2.1. Cấu tạo.....	42
3.2.2. Cách đấu.....	42
3.2.3. Nguyên lý hoạt động của bộ khởi động động mềm ABB.....	43
3.2.4. Ưu, nhược điểm.....	45
a. Ưu điểm.....	45
b. Nhược điểm.....	45
➤Kết luận:	45
3.2.5. Ứng dụng.....	46
Trong thực tế, bộ khởi động mềm của ABB được sử dụng vào việc khởi động một số động cơ như sau:	46
a. Quạt ly tâm:	46
b. Bơm ly tâm:	47
c. Máy nén	48
d. Hệ thống làm mát/hút bụi bằng không khí.....	49
e. Hệ thống băng tải nặng.....	49

3.3. MẠCH KHỞI ĐỘNG HAI ĐỘNG CƠ CÓ CÔNG SUẤT 800KW SỬ DỤNG BỘ KHỞI ĐỘNG MỀM PST CỦA ABB.....	50
3.3.1. Sơ đồ hệ thống.....	50
3.3.2. Mạch động lực.....	53
3.3.3. Tính chọn mạch động lực.....	55
3.3.4. Mạch điều khiển.....	55
3.3.5. Kiểm nghiệm đánh giá	61
KẾT LUẬN	63
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	64

LỜI NÓI ĐẦU

Trong nền công nghiệp ngày nay, tất cả các nước trên thế giới nói chung và nước ta nói riêng đều sử dụng động cơ điện. Trong công nghiệp thì động cơ không đồng bộ được dùng nhiều hơn và chúng đang thay thế ngày một nhiều cho các động cơ một chiều. Sở dĩ như vậy là do động cơ không đồng bộ có kết cấu đơn giản, dễ chế tạo vận hành an toàn, sử dụng trực tiếp từ lưới điện xoay chiều ba pha. Đến nay phần lớn các cần trục được trang bị động cơ không đồng bộ, nhiều cơ cấu của máy cắt kim loại, truyền động phụ của máy cán và nhiều cơ cấu khác trong các lĩnh vực công nghiệp cũng đang sử dụng động cơ không đồng bộ. Tuy nhiên khi điều chỉnh tốc độ và khống chế các quá trình quá độ và khống chế các quá trình quá độ của động cơ rất khó khăn, riêng đối với động cơ rotor lồng sóc có các chỉ tiêu khởi động xấu hơn so với động cơ điện một chiều. Nhưng động cơ điện một chiều thì lại sử dụng phức tạp đòi hỏi phải có hệ thống cung cấp điện riêng, khi hoạt động sẽ gây ra tia lửa điện...Chính vì những điểm yếu đó của động cơ điện một chiều và ưu điểm của động cơ không đồng bộ mà hiện nay xu hướng nghiên cứu dùng động cơ không đồng bộ để thay thế động cơ điện một chiều ngày càng được quan tâm hơn.

Ngày nay với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, trong đó có sự phát triển của ngành công nghệ chế tạo bán dẫn công suất và công nghệ điện tử đã làm cho các hệ truyền động của động cơ không đồng bộ có thể khai thác hết các ưu điểm để cạnh tranh với động cơ điện một chiều nhất là ở vùng công suất truyền lớn và tốc độ làm việc cao. Với yêu cầu đó đề tài:” **Các phương pháp khởi động động cơ dị bộ ba pha, ứng dụng bộ khởi động mềm của**

ABB trong việc khởi động động cơ “ do thầy giáo Thạc sỹ Đinh Thế Nam hướng dẫn đã được thực hiện.

Đề tài có 3 chương bao gồm các nội dung sau:

Chương 1: Động cơ dị bộ ba pha.

Chương 2: Các phương pháp khởi động động cơ dị bộ ba pha.

Chương 3: Tìm hiểu ứng dụng bộ khởi động mềm của ABB trong việc khởi động động cơ.

CHƯƠNG 1.

ĐỘNG CƠ DỊ BỘ BA PHA

1.1. MỞ ĐẦU.

Máy điện không đồng bộ (dị bộ) 3 pha là loại máy điện xoay chiều, biến điện năng thành cơ năng và làm việc theo nguyên lý cảm ứng điện từ, có tốc độ quay của rotor nhỏ hơn tốc độ quay của từ trường.

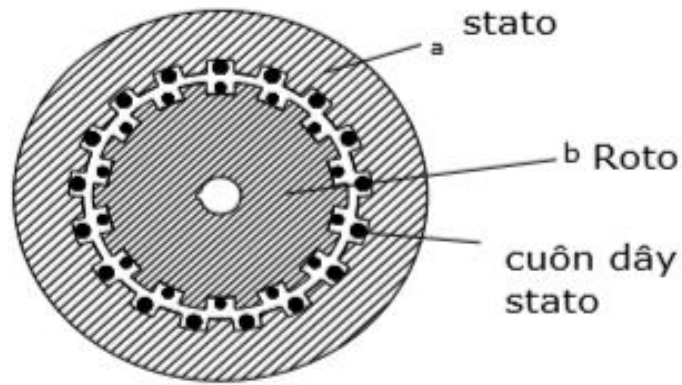
Loại máy điện quay đơn giản nhất là loại máy điện không đồng bộ (dị bộ). Máy điện dị bộ có thể là loại máy điện một pha, hai pha, ba pha nhưng phần lớn động cơ dị bộ ba pha, có công suất từ một vài W tới vài MW, có điện áp từ 100V đến 6000V.

Căn cứ vào cách thực hiện rô to, người ta phân biệt hai loại: loại có rô to ngắn mạch và loại có rô to dây quấn. Cuộn dây rô to dây quấn là cuộn dây cách điện, thực hiện theo nguyên lý của cuộn dây dòng xoay chiều.

Cuộn dây rô to ngắn mạch gồm một lồng bằng nhôm đặt trong các rãnh của mạch từ rô to, cuộn dây ngắn mạch là cuộn dây nhiều pha có số pha bằng số rãnh. Động cơ rô to ngắn mạch có cấu tạo đơn giản và rẻ tiền, còn máy điện rô to dây quấn đắt hơn, nặng hơn nhưng có tính năng động tốt hơn, do đó có thể tạo các hệ thống khởi động và điều chỉnh.

1.2. CẤU TẠO.

Giống như các loại máy điện quay khác, động cơ không đồng bộ ba pha gồm có các bộ phận chính sau: Phần tĩnh hay còn gọi là (stator), phần quay hay còn gọi là (rotor). Giữa phần tĩnh và phần quay là khe hở không khí.



Hình 1.1: Cấu tạo động cơ không đồng bộ

1.2.1. Phần tĩnh (stator).

Trên stator bao gồm 2 phần cơ bản: mạch từ và mạch điện.

a. Mạch từ.

Mạch từ của stator được ghép bằng các lá thép điện có chiều dày khoảng (0,3-0,5) mm, được cách điện hai mặt để chống dòng Fuco. Lá thép stator có dạng hình vành khăn, phía trong được đục rãnh. Để giảm dao động từ thông, số rãnh stator và rô to không được bằng nhau. Mạch từ được đặt trong vỏ máy. Ở những vỏ máy có công suất lớn, lõi thép được chia thành từng phần được ghép lại với nhau thành hình trụ bằng các lá thép nhằm tăng khả năng làm mát của mạch từ. Vỏ máy được làm bằng gang đúc hay gang thép, trên vỏ máy có đúc các gân tản nhiệt để tăng diện tích tản nhiệt. Tùy theo yêu cầu mà vỏ máy có đế gắn vào bộ máy hay nền nhà hoặc vị trí làm việc. Trên đỉnh có móc để giúp di chuyển thuận tiện. Ngoài vỏ máy còn có nắp máy, trên nắp máy có giá đỡ ổ bi. Trên vỏ máy có gắn hộp đấu dây.

b. Mạch điện.

Mạch điện là cuộn dây máy điện.

1.2.2. Phần quay (hay rotor).

Rotor cũng bao gồm mạch từ và mạch điện.

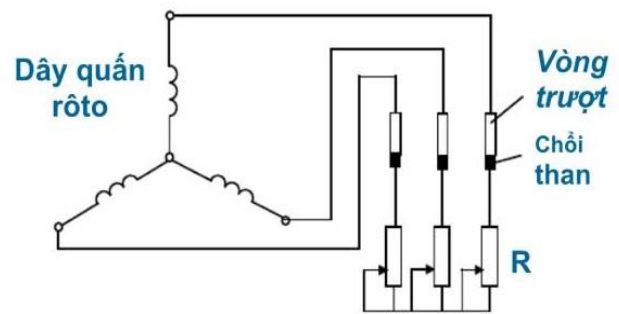
a. Mạch từ.

Giống như mạch từ stator, mạch từ rô to cũng gồm các lá thép điện kỹ thuật các điện đối với nhau. Rãnh của rô to có thể song song với trục hoặc nghiêng đi một góc nhất định nhằm giảm dao động từ thông và loại trừ một số sóng bậc cao. Các lá thép điện kỹ thuật được gắn với nhau thành hình trụ, ở tâm lá thép mạch từ được đục lỗ để xuyên trục, rô to gắn trên trục. Ở những máy có công suất lớn rô to còn được đục các rãnh thông gió dọc thân rô to.

b. Mạch điện.

Mạch điện rô to được chia thành hai loại: loại rô to lồng sóc và loại rô to dây quấn.

Loại rotor dây quấn:



Hình 1.2: Rotor dây quấn và sơ đồ mạch điện của rotor dây quấn

Mạch điện của loại rô to này thường được làm bằng đồng và phải cách điện với mạch từ. Cách thực hiện cuộn dây này giống như thực hiện cuộn dây máy điện xoay chiều đã trình bày ở phần trước. Cuộn dây rô to dây quấn có số cặp cực và pha cố định. Với máy điện ba pha, thì ba đầu cuối được nối với nhau ở trong máy điện, ba đầu còn lại được dẫn ra ngoài và gắn vào ba vành trượt đặt trên trục rô to, đó là tiếp điểm nối với mạch ngoài.

Loại rotor lồng sóc (ngắn mạch):



Hình 1.3: Rotor lồng sóc

Mạch điện của loại rô to này được làm bằng nhôm hoặc đồng thau. Nếu làm bằng nhôm thì được đúc trực tiếp vào rãnh rô to, hai đầu được đúc hai vòng ngắn mạch, cuộn dây hoàn toàn ngắn mạch, chính vì vậy gọi là rô to ngắn mạch. Nếu làm bằng đồng thì được làm thành các thanh dẫn và đặt vào trong rãnh, hai đầu được gắn với nhau bằng hai vòng ngắn mạch cùng kim loại. Bằng cách đó hình thành cho ta một cái lồng chính vì vậy loại rô to này có tên rô to lồng sóc. Loại rô to ngắn mạch không phải thực hiện cách điện giữa dây dẫn và lõi thép.

1.3. NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA MÁY ĐIỆN DỊ BỘ.

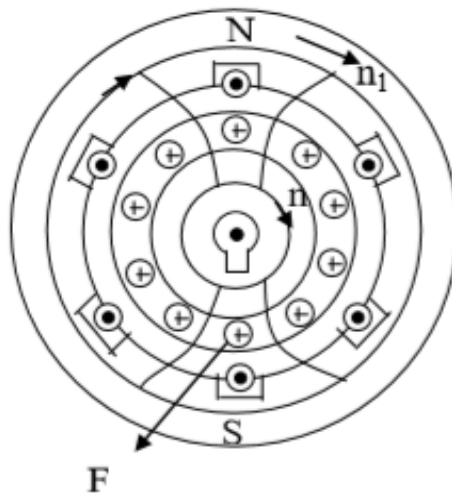
Để xét nguyên lý làm việc của máy điện dị bộ, ta lấy mô hình máy điện 3 pha gồm 3 cuộn dây đặt cách nhau trên chu vi máy điện một góc 120° , rotor là cuộn dây ngắn mạch. Khi cung cấp vào 3 cuộn dây 3 dòng điện của hệ thống điện 3 pha có tần số f_1 thì trong máy điện sinh ra từ trường quay với tốc độ $60f_1/p$. Từ trường này cắt thanh dẫn của rotor và stator, sinh ra ở cuộn stator sức điện động tự cảm e_1 và cuộn dây rotor sức điện động cảm ứng e_2 có giá trị hiệu dụng như sau:

$$E_1 = 4,44W_1\Phi_1f_1k_{cd1}$$

$$E_2 = 4,44W_2\Phi_2f_2k_{cd2}$$

Do cuộn rotor kín mạch, nên sẽ có dòng điện chạy trong các thanh dẫn của cuộn dây này. Sự tác động tương hỗ giữa dòng điện chạy trong dây dẫn rotor và từ trường, sinh ra lực đó là ngẫu lực (hai thanh dẫn nằm cách nhau

đường kính roto) nên tạo ra momen quay. Momen quay có chiều đẩy stator theo chiều chống lại sự tăng từ thông móc vòng với cuộn dây.



Hình 1.4: Sơ đồ nguyên lý hoạt động của động cơ KĐB

Nhưng vì sao stator gắn chặt còn rô to lại treo trên ổ bi, do đó rô to phải quay với tốc độ n theo chiều quay của từ trường. Tuy nhiên tốc độ này không thể bằng tốc độ quay của từ trường, bởi nếu $n = n_{tt}$ thì từ trường không cắt các thanh dẫn nữa, do đó không có sức điện động cảm ứng, $E_2 = 0$ dẫn đến $I_2 = 0$ và momen quay cũng bằng không, rô to quay chậm lại, khi rô to quay chậm thì từ trường lại cắt các thanh dẫn, nên có sức điện động, có dòng và momen nên roto lại quay. Do đó tốc độ quay của roto quay của từ trường nên xuất hiện độ trượt và được định nghĩa như sau:

$$s = [(n_{tt} - n) / n_{tt}] \cdot 100\%$$

Do đó tốc độ quay của roto có dạng:

$$n = n_{tt}(1 - s)$$

Do $n \neq n_{tt}$ nên $(n_{tt} - n)$ là tốc độ cắt các thanh dẫn roto của từ trường quay.

Khi roto có dòng I_2 , nó cũng sinh ra một từ trường quay với tốc độ:

$$n_{tt2} = 60f_2/p = 60sf_1/n_{tt} = sn_{tt}$$

So với một điểm không chuyển động của stator, từ trường này sẽ quay với tốc độ:

$$n_{tt2} = n_{tt2} + n = s.n_{tt} + n = s.n_{tt} + n_{tt}(1 - s) = n_{tt}$$

Như vậy so với stator, từ trường quay của roto có cùng giá trị với tốc độ quay của từ trường stator.

Tốc độ quay của rôto n luôn nhỏ hơn tốc độ từ trường quay n_1 vì tốc độ bằng nhau thì trong dây quấn rôto không còn sức điện động và dòng điện cảm ứng, cho nên lực điện từ bằng không.

Hệ số trượt của tốc độ: $s = (n_1 - n) / n_1$

Tốc độ của động cơ: $n = 60f/p \cdot (1 - s)$ (vòng/phút)

1.4. ỨNG DỤNG.

Động cơ không đồng bộ là loại máy điện xoay chiều chủ yếu dùng làm động cơ điện. Do kết cấu đơn giản, làm việc chắc chắn, hiệu suất cao, giá thành hạ nên động cơ không đồng bộ là loại máy được dùng rộng rãi. Trong đời sống hàng ngày, động cơ không đồng bộ ngày càng chiếm một vị trí quan trọng với nhiều ứng dụng trong công nghiệp, nông nghiệp và trong đời sống hàng ngày.

• Ứng dụng của động cơ không đồng bộ.

Ngày nay, các hệ thống truyền động điện được sử dụng rất rộng rãi trong các thiết bị hoặc dây chuyền sản xuất công nghiệp, trong giao thông vận tải, trong các thiết bị điện dân dụng,...

Ước tính có khoảng 50% điện năng sản xuất ra được tiêu thụ bởi các hệ thống truyền động điện.

Hệ truyền động điện có thể hoạt động với tốc độ không đổi hoặc với tốc độ thay đổi được. Hiện nay khoảng 75 - 80% các hệ truyền động là loại hoạt động với tốc độ không đổi.

Với các hệ thống này, tốc độ của động cơ hầu như không cần điều khiển trừ các quá trình khởi động và hãm. Phần còn lại, là các hệ thống có thể điều chỉnh được tốc độ để phối hợp đặc tính động cơ và đặc tính tải theo yêu cầu. Với sự phát triển mạnh mẽ của kỹ thuật bán dẫn công suất lớn và kỹ thuật vi

xử lý, các hệ điều tốc sử dụng kỹ thuật điện tử ngày càng được sử dụng rộng rãi và là công cụ không thể thiếu trong quá trình tự động hóa.

Động cơ không đồng bộ có nhiều ưu điểm như: kết cấu đơn giản, làm việc chắc chắn, hiệu suất cao, giá thành hạ, có khả năng làm việc trong môi trường độc hại hoặc nơi có khả năng cháy nổ cao. Vì những ưu điểm này nên động cơ không đồng bộ được ứng dụng rất rộng rãi trong các ngành kinh tế quốc dân với công suất từ vài chục đến hàng nghìn kW. Trong công nghiệp, động cơ không đồng bộ thường được dùng làm nguồn động lực cho các máy cán thép loại vừa và nhỏ, cho các máy công cụ ở các nhà máy công nghiệp nhẹ... Trong nông nghiệp, được dùng làm máy bơm hay máy gia công nông sản phẩm. Trong đời sống hằng ngày, động cơ không đồng bộ ngày càng chiếm một vị trí quan trọng với nhiều ứng dụng như: quạt gió, động cơ trong tủ lạnh, máy quay đĩa,... Tóm lại, cùng với sự phát triển của nền sản xuất điện khí hóa và tự động hóa, phạm vi ứng dụng của động cơ không đồng bộ ngày càng rộng rãi.

So với máy điện DC, việc điều khiển máy điện xoay chiều gặp rất nhiều khó khăn bởi vì các thông số của máy điện xoay chiều là các thông số biến đổi theo thời gian, cũng như bản chất phức tạp về mặt cấu trúc máy của động cơ điện xoay chiều so với máy điện một chiều.

Cho nên việc tách riêng điều khiển giữa moment và từ thông để có thể điều khiển độc lập đòi hỏi một hệ thống có thể tính toán cực nhanh và chính xác trong việc qui đổi các giá trị xoay chiều về các biến đơn giản. Vì vậy, cho đến gần đây, phần lớn động cơ xoay chiều làm việc với các ứng dụng có tốc độ không đổi do các phương pháp điều khiển trước đây dùng cho máy điện thường đắt và có hiệu suất kém. Động cơ không đồng bộ cũng không tránh khỏi nhược điểm này. Những khó khăn trong việc ứng dụng động cơ xoay chiều chính là làm thế nào để có thể dễ dàng điều khiển được tốc độ của nó như việc điều khiển của động cơ DC. Vì vậy, một ý tưởng về việc biến đổi

một máy điện xoay chiều thành một máy điện một chiều trên phương diện điều khiển đã ra đời. Đây chính là điều khiển vector. Điều khiển vector sẽ cho phép điều khiển từ thông và moment hoàn toàn độc lập với nhau thông qua điều khiển giá trị tức thời của dòng (động cơ tiếp dòng) hoặc giá trị tức thời của áp (động cơ tiếp áp).

Điều khiển vector cho phép tạo ra những phản ứng nhanh và chính xác của cả từ thông và moment trong cả quá trình quá độ cũng như quá trình xác lập của máy điện xoay chiều giống như máy điện một chiều. Cùng với sự phát triển của kỹ thuật bán dẫn và những bộ vi xử lý có tốc độ nhanh và giá thành hạ, việc ứng dụng của điều khiển vector ngày càng được sử dụng rộng rãi trong nhiều hệ truyền động và đã trở thành một tiêu chuẩn công nghiệp. Với sự phát triển nhanh chóng, ngành công nghiệp tự động luôn đòi hỏi sự cải tiến thường xuyên của các loại hệ truyền động khác nhau. Những yêu cầu cải tiến cốt yếu là tăng độ tin cậy, giảm khả năng tiêu thụ điện năng, giảm thiểu chi phí bảo dưỡng, tăng độ chính xác và tăng khả năng điều khiển phức tạp. Vì vậy, những hệ truyền động với động cơ điện một chiều đang dần thay thế bởi những hệ truyền động động cơ xoay chiều sử dụng điều khiển vector. Bởi vì, lý do chính để sử dụng rộng rãi động cơ điện một chiều trước kia là khả năng điều khiển độc lập từ thông và moment lực đã nêu cũng như cấu trúc hệ truyền động khá đơn giản. Tuy nhiên, chi phí mua và bảo trì động cơ cao, đặc biệt khi số lượng máy điện phải dùng lớn. Trong khi đó, các ứng dụng thực tế của lý thuyết điều khiển vector đã được thực hiện từ những năm 70 với các mạch điều khiển liên tục. Nhưng các mạch liên tục không thể đáp ứng được sự đòi hỏi phải chuyển đổi tức thời của hệ quy chiếu quay do điều này đòi hỏi một khối lượng tính toán trong một thời gian ngắn.

Sự phát triển của những mạch vi xử lý đã làm thay đổi việc ứng dụng của lý thuyết điều khiển vector. Khả năng tối ưu trong điều khiển quá độ của điều khiển vector là nền móng cho sự phát triển rộng rãi của các hệ truyền

động xoay chiều (vì giá thành của động cơ xoay chiều rất rẻ hơn so với động cơ một chiều).

Ngoài những phát triển trong điều khiển vector, một sự phát triển đáng chú ý khác chính là việc ứng dụng mạng neural (neural networks) và logic mờ (fuzzy logic) vào điều khiển vector đang là những đề tài nghiên cứu mới trong nghiên cứu hệ truyền động. Hai kỹ thuật điều khiển mới này sẽ tạo nên những cải tiến vượt bậc cho hệ truyền động của máy điện xoay chiều trong một tương lai gần.

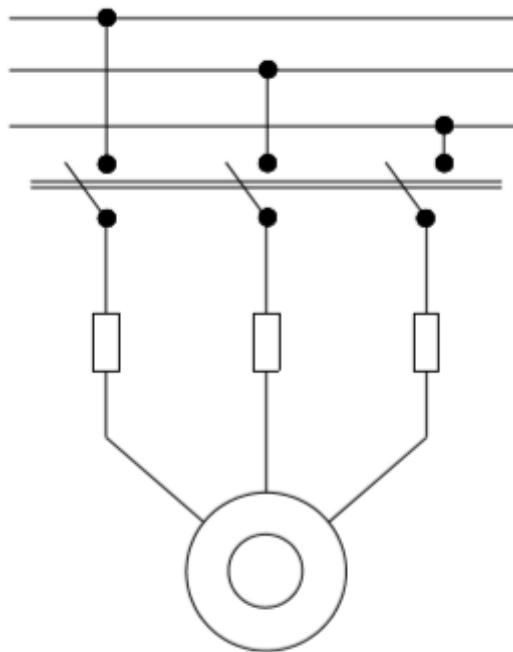
CHƯƠNG 2.

CÁC PHƯƠNG PHÁP KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ DỊ BỘ BA PHA

2.1. KHỞI ĐỘNG TRỰC TIẾP.

Khởi động là quá trình đưa động cơ đang ở trạng thái nghỉ (đứng im) vào trạng thái làm việc quay với tốc độ định mức.

Đây là phương pháp đơn giản nhất để khởi động động cơ không đồng bộ 3 pha, để thực hiện được phương pháp này ta chỉ cần nối trực tiếp động cơ vào lưới điện, và đóng lưới điện nhờ cầu dao.



Hình 2.1: Mạch khởi động trực tiếp

Khởi động trực tiếp, là đóng động cơ vào điện lưới không qua một thiết bị phụ nào. Việc cấp một điện áp định mức cho stato động cơ dị bộ rôto lồng sóc hoặc động cơ dị bộ rôto dây quấn nhưng cuộn dây rôto nối tắt, khi rôto chưa kịp quay, thực chất động cơ làm việc ở chế độ ngắn mạch. Dòng động cơ rất lớn, có thể gấp dòng định mức từ 4 đến 8 lần. Tuy dòng khởi động lớn như

vậy nhưng momen khởi động lại nhỏ do hệ số công suất $\cos\varphi_0$ rất nhỏ ($\cos\varphi_0 = 0,1 - 0,2$), mặt khác khi khởi động, từ thông cũng bị giảm do điện áp giảm làm cho momen khởi động càng nhỏ.

Ưu điểm:

- Thiết bị khởi động đơn giản.

Khuyết điểm:

Dòng khởi động lớn gây ra các hậu quả nghiêm trọng:

- Nhiệt độ máy tăng vì tổn hao lớn, nhiệt lượng tỏa ra ở máy nhiều (đặc biệt ở các máy có công suất lớn hoặc máy thường xuyên phải khởi động).

Vì thế trong sở tay kĩ thuật sử dụng máy bao giờ cũng cho số lần khởi động tối đa, và điều kiện khởi động.

- Dòng khởi động lớn làm cho sụt áp lưới điện lớn, gây trở ngại cho các phụ tải cùng làm việc với lưới điện.

Vì những lí do đó khởi động trực tiếp chỉ áp dụng cho các động cơ có công suất nhỏ so với các công suất của nguồn, và khởi động nhẹ (momen cản trên trục động cơ nhỏ). Khi khởi động nặng người ta không dùng phương pháp khởi động trực tiếp này.

- Nếu quán tính của máy lớn thì thời gian mở máy sẽ rất lâu có thể làm cháy cầu chì bảo vệ.

Phương pháp này dùng khi:

- Công suất của động cơ nhỏ VD: máy công cụ công suất nhỏ (khoan, cắt, cưa).
- Công suất của nguồn điện lớn hơn nhiều so với công suất của động cơ.

2.2. KHỞI ĐỘNG GIÁN TIẾP.

Bản chất của các phương pháp mở máy là giảm điện áp đặt vào bộ dây quấn Stator khi mở máy, ta thấy rằng:

- Dòng điện mở máy:

$$I_{mm} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$$

- Momen mở máy:

$$M_{mm} = \frac{3.p.U_1^2.R'_2}{2\pi f \left[(R_1 + R'_2)^2 + (X_1 + X'_2)^2 \right]}$$

Như vậy, khi ta giảm điện áp đặt vào bộ dây quấn Stator khi mở máy:

- Dòng điện mở máy I_{mm} sẽ giảm.
- Momen mở máy cũng giảm đi rất nhiều.

Từ các biểu thức trên chúng ta thấy để giảm dòng khởi động ta có các phương pháp sau.

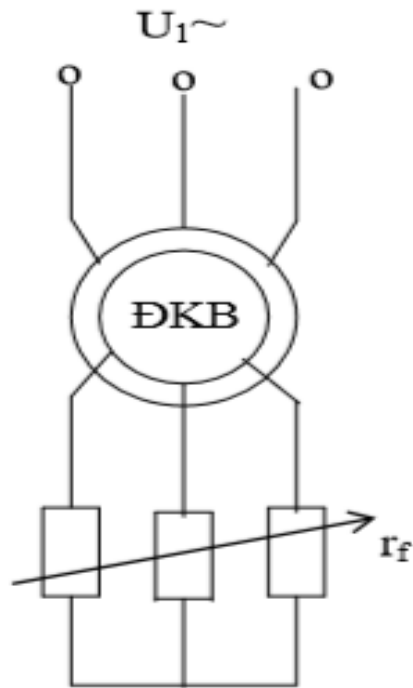
- Giảm điện áp nguồn cung cấp.
- Đưa thêm điện trở vào mạch roto.
- Khởi động bằng thay đổi tần số.

2.2.1. Khởi động động cơ dị bộ roto dây quấn.

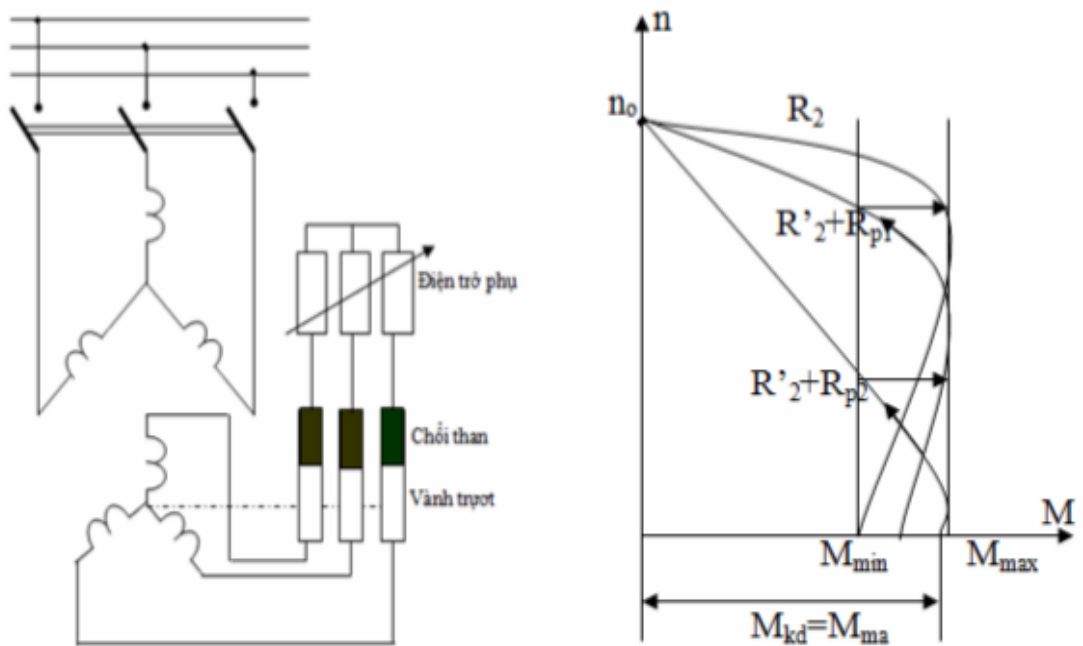
Với động cơ dị bộ roto dây quấn để giảm dòng khởi động ta đưa thêm điện trở phụ vào mạch roto. Lúc này dòng ngắn mạch có dạng:

$$I_{ngm} = \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R_2 + R_p)^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$$

Việc đưa thêm điện trở phụ R_p vào mạch roto ta có được hai kết quả: làm giảm dòng khởi động nhưng lại làm tăng momen khởi động. Bằng cách chọn điện trở R_p ta có thể đạt được momen khởi động bằng giá trị momen cực đại. Khi khởi động, toàn bộ điện trở được đưa vào roto, cùng với tăng tốc độ roto, ta cũng cắt dần điện trở phụ ra khỏi roto để khi tốc độ đạt giá trị định mức thì điện trở phụ cũng được cắt hết ra khỏi roto.



Hình 2.2: Khởi động động cơ roto dây quấn

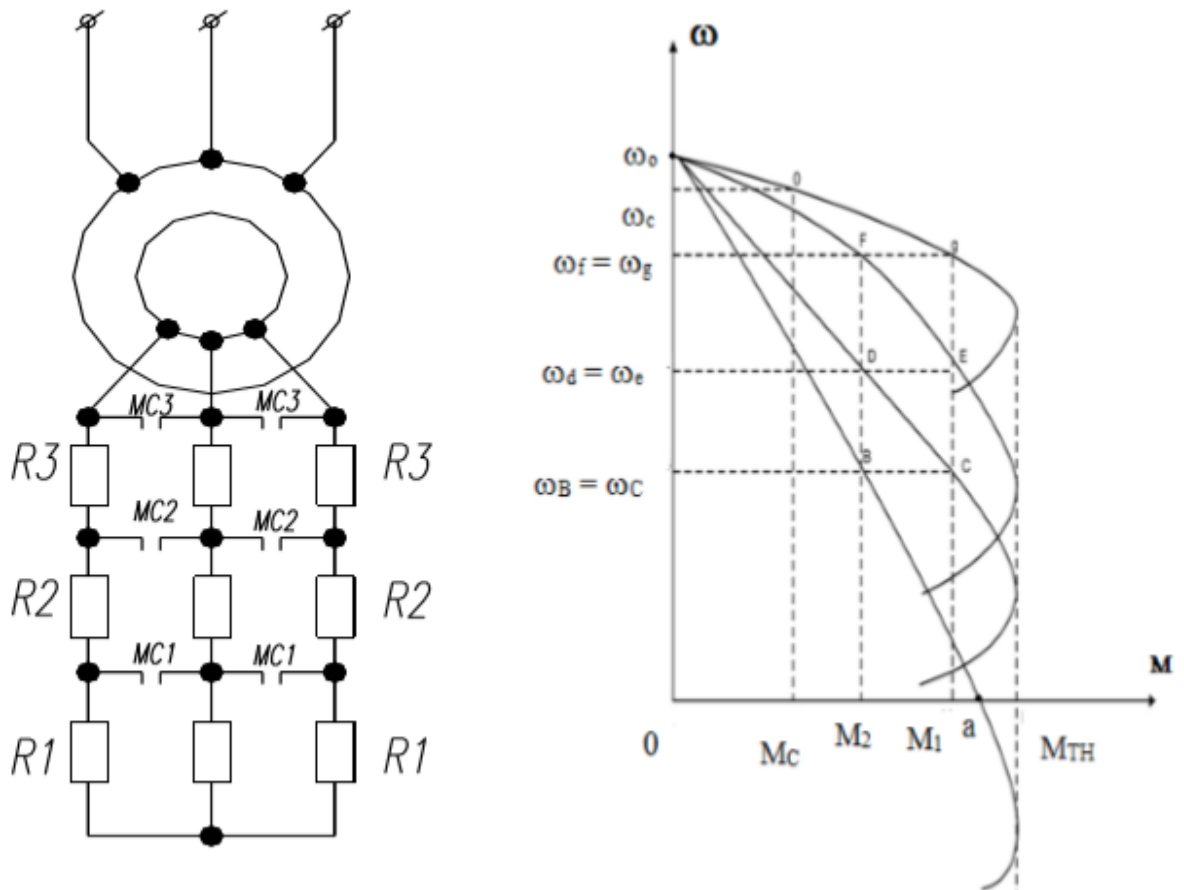


Hình 2.3: a) Sơ đồ

b) Đặc tính cơ

Khi mới khởi động, toàn bộ điện trở khởi động được đưa vào roto, cùng với tăng tốc độ roto, ta cũng cắt dần điện trở khởi động ra khỏi roto để khi tốc độ đạt giá trị định mức, thì điện trở khởi động cũng được cắt hết ra khỏi roto, roto bây giờ là roto là roto ngắn mạch.

Phương pháp này chỉ sử dụng cho động cơ rotor dây quấn vì điện trở ở ngoài mắc nối tiếp với cuộn dây rotor.



Hình 2.4: a) Sơ đồ khởi động động cơ KĐB qua 3 cấp điện trở. b) Đặc tính khởi động.

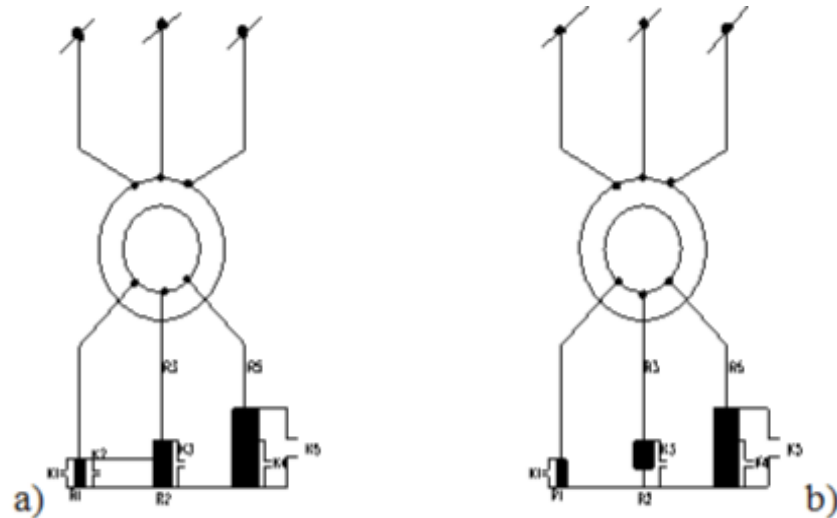
Lúc bắt đầu khởi động các tiếp điểm của công tắc w_1, w_2, w_3 đều mở, cuộn dây rotor được nối tiếp vào cả ba điện trở phụ ($R_1 + R_2 + R_3$) nên đường đặc tính cơ là đường 1, động cơ được khởi động với mômen khởi động $M_{mn} > M_1$ và bắt đầu tăng tốc từ điểm a trên đường đặc tính 1. Tới điểm b tốc độ động cơ đạt ω_b và mômen giảm còn M_2 , các tiếp điểm w_1 đóng lại cắt các điện trở phụ R_1 ra khỏi mạch rotor. Động cơ được tiếp tục khởi động với các điện trở phụ ($R_2 + R_3$) trong mạch rotor và chuyển sang làm việc tại điểm c trên đặc tính 2 ít dốc hơn, mômen tăng từ M_2 lên M_1 và tốc độ động cơ lại tiếp tục tăng. Động cơ làm việc trên đường đặc tính 2 từ c đến d. Lúc này

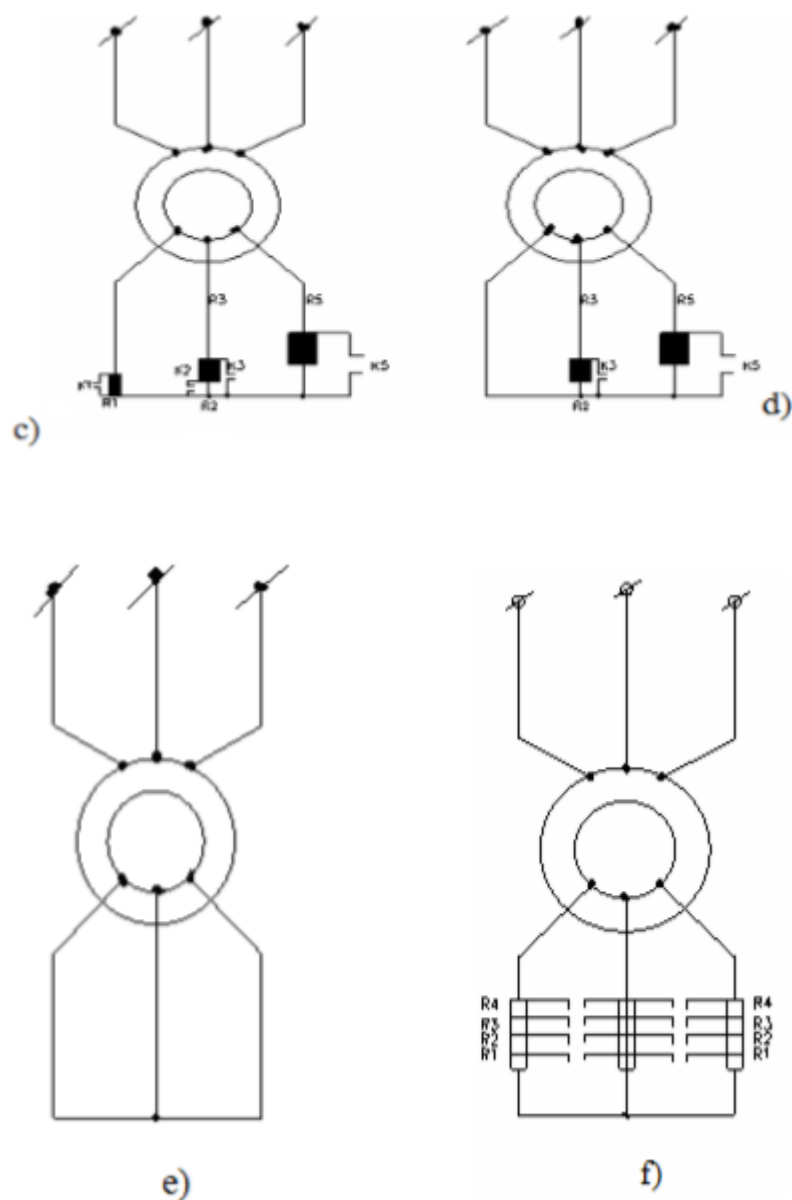
các tiếp điểm W_2 đóng lại, nối tắt các điện trở R_2 . Động cơ chuyển sang khởi động với điện trở R_3 trong mạch rotor trên đặc tính 3 tại điểm e và tiếp tục tăng tốc tới điểm f. Lúc này các tiếp điểm W_3 đóng lại, điện trở R_3 trong mạch rotor bị loại, động cơ chuyển sang làm việc trên đường đặc tính cơ tự nhiên tại g và tăng tốc tới điểm làm việc A ứng với momen cần M_c , quá trình khởi động kết thúc.

Để đảm bảo cho quá trình khởi động như đã xét sao cho các điểm chuyển đặc tính ứng với cùng một momen M_2 , M_1 thì các điện trở phụ tham gia vào mạch rotor lúc khởi động phải được tính chọn cẩn thận theo các phương pháp riêng.

Ngoài sơ đồ khởi động với điện trở đối xứng ở mạch rotor, trong thực tế còn dùng sơ đồ khởi động được cắt giảm không đều trong các pha rotor khi khởi động.

Giả sử động cơ rotor được khởi động với bốn cấp điện trở với các điện trở khởi động R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 bố trí không đối xứng trong mạch rotor.





Hình 2.5: Sơ đồ khởi động với 4 cặp điện trở không đối xứng ở mạch rotor

Lúc mới đóng điện toàn bộ các điện trở được đưa vào mạch rotor. Điện trở không đối xứng trong các pha tạo ra dòng điện ba pha không đối xứng trong mạch rotor. Dòng điện này có thể phân tích thành hai hệ thống đối xứng thứ tự thuận và thứ tự ngược. Dòng điện ba pha thứ tự thuận tạo ra từ trường quay thuận cùng chiều với rotor, còn dòng điện ba pha thứ tự thuận tạo ra từ trường thuận cùng chiều với rotor, còn dòng điện ba pha thứ tự ngược tạo ra từ trường quay ngược với chiều rotor. Tốc độ của từ trường thuận ϕ_{th} và từ trường ngược so với rotor là:

$$(\omega_0 - \omega_r) \text{ và } -(\omega_0 - \omega_r)$$

Vậy

$$\omega_{th} = \omega_r + (\omega_0 - \omega_r) = \omega_0$$

$$\omega_{ng} = \omega_r - (\omega_0 - \omega_r) = -\omega_0 + 2\omega_r$$

$$= -\omega_0 + 2[(1-s)\omega_0] = \omega_0(1-2s)$$

Trong đó:

ω_0 : tốc độ đồng bộ

ω_r : tốc độ rotor

ω_{th} ω_{ng} : tốc độ từ trường quay thứ tự thuận và tốc độ từ trường quay thứ tự ngược.

Từ trường thuận quay trong không gian với tốc độ đồng bộ cùng chiều quay với rotor nên so với từ trường quay của rotor thì coi như đứng yên (hai từ trường cùng quay với một tốc độ thì coi như không chuyển động với nhau). Do đó, từ trường thuận tạo ra momen quay giống như trường hợp nối các điện trở đối xứng như ở mạch rotor (đường đặc tính 1 trên hình 2.5). Xứng ở mạch rotor.

Từ trường ngược quay với stator một tốc độ là $\omega_0(1-2s)$ sẽ sinh ra một sức điện động tần số $f_{ng} = f_1(1-2s)$

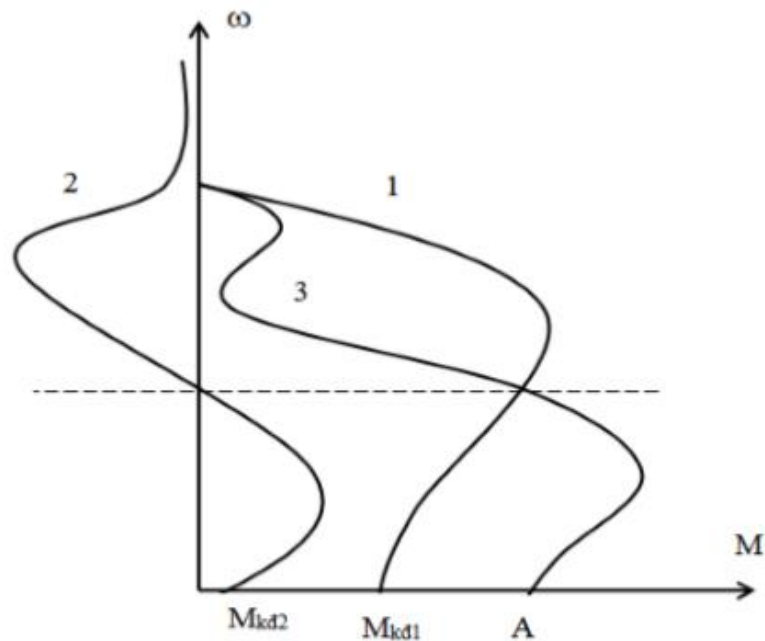
Trong đó: f_1 - Tần số điện lưới

Dòng điện cảm ứng trong rotor do thành phần từ trường ngược tạo ra sẽ bị chính từ trường tác dụng một từ lực và tạo ra momen phụ ngược lại.

Momen ngược bằng 0 tại $s=1/2$ vì khi $s=2$, tốc độ từ trường ngược $\omega_{ng}=0$ và không thể có suất điện động. Đường momen ngược có vùng $M<0$ ($1 > s > 0,5$) nên đường momen tổng có vùng lõm.

Thực nghiệm chứng tỏ, khoảng lõm momen càng lớn khi điện trở rotor các pha khác nhau càng nhiều.

Nếu momen cản $M_c < M_{l\text{ôm}}$ thì động cơ có thể khởi động qua điện trở không đối xứng từ điểm A đến điểm làm việc trên đường 3



Hình 2.6: Các đặc tính cơ khi mở máy với điện trở không đối

Nếu momen cản $M'_c > M_{l\text{ôm}}$ thì động cơ khởi động từ điểm A theo đường 3 tới điểm B thì momen động cơ cân bằng với momen cản ($M_D = M_C$) nên động cơ sẽ làm việc tại điểm B với tốc độ $= \omega_0/2$. Muốn động cơ tiếp tục tăng đến lên ω_0 thì phải đưa các điện trở về đối xứng và cuối cùng loại bỏ tất cả ra khỏi mạch rotor.

Phương pháp giảm và giữ động cơ chạy ở tốc độ thấp ($\omega \neq \omega_0/2$) được dùng trong trường hợp điện trở không đối xứng ở mạch rotor để tiến hành dừng chính xác động cơ.

Phương pháp khởi động và thay đổi ω nhờ nối điện trở không đối xứng ở mạch rotor thường dùng với các bộ không chế có thể tạo ra nhiều cấp tốc độ với số điện trở không nhiều.

Như trường hợp khởi động với bốn cấp điện trở ở (hình 2.5.f) trong khi dùng phương pháp điện trở không đối xứng chỉ cần tối thiểu 4 điện trở. Sơ đồ (hình 2.5.a) dùng 5 điện trở và khi khởi động, lần lượt các điện trở được cắt khỏi mạch rotor R_2 , R_4 , R_1 và R_3 , R_5 . Hai điện trở R_3 , R_5 được cắt khỏi

mạch rotor cùng một lúc và thuộc cùng một cấp điện trở mở máy. Cắt các điện trở là nhờ các tiếp điểm $K_1...K_5$ đóng lại.

Ưu điểm: Dùng động cơ rotor dây quấn có thể đạt được momen khởi động lớn, đồng thời có dòng điện khởi động nhỏ nên những nơi nào khởi động khó khăn thì dùng loại này.

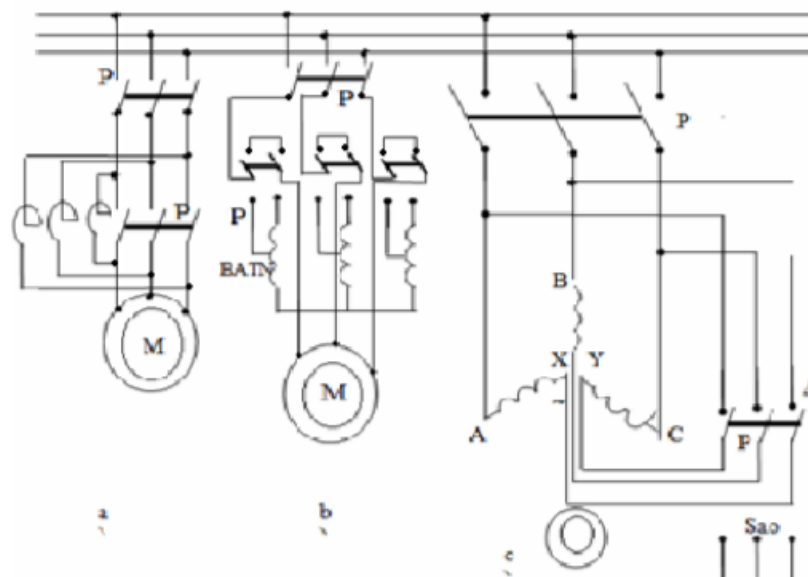
Nhược điểm: Động cơ điện rotor dây quấn là rotor dây quấn chế tạo phức tạp hơn rotor dây quấn lồng sóc nên đắt hơn, bảo quản chúng khó khăn hơn, hiệu suất của máy cũng thấp hơn.

2.2.2. Khởi động động cơ dị bộ rôto lồng sóc.

Với động cơ rôto ngắn mạch do không thể đưa điện trở vào mạch rôto như động cơ dị bộ rôto dây quấn để giảm dòng khởi động ta thực hiện các biện pháp sau:

Phương pháp giảm điện áp mở máy:

Người ta dùng các phương pháp sau đây để giảm điện áp khởi động: dùng cuộn kháng, dùng biến áp tự ngẫu và thực hiện đổi nối sao – tam giác. Sơ đồ các loại khởi động này được biểu diễn như sau:



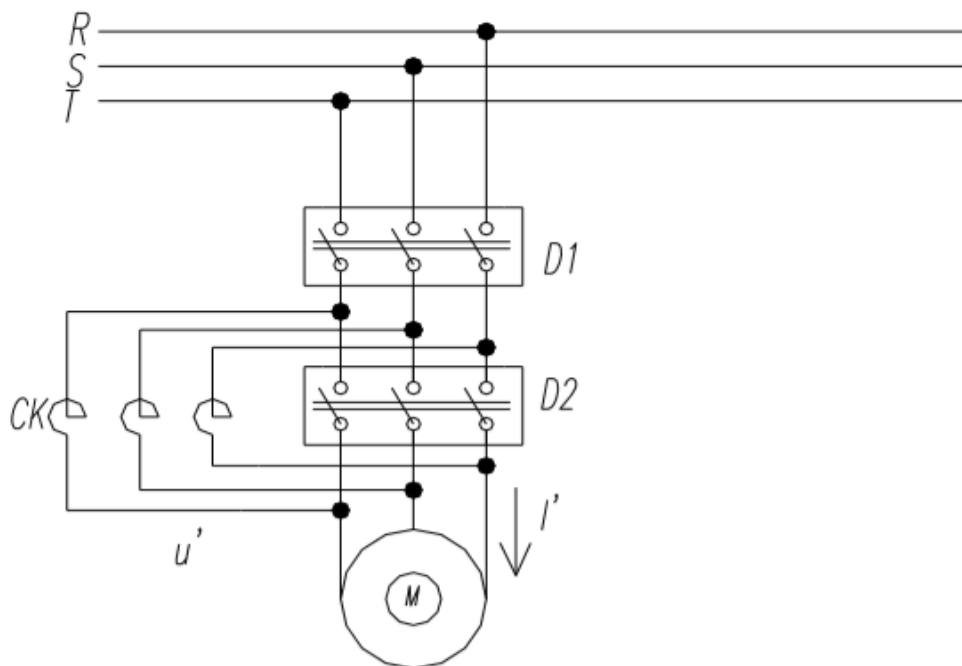
Hình 2.7: Các phương pháp giảm điện áp khi khởi động động cơ dị bộ
a) Dùng cuộn kháng b) Dùng biến áp tự ngẫu c) Dùng đổi nối sao-tam giác

Vì momen động cơ tỉ lệ với bình phương điện áp nguồn cung cấp, nên khi giảm điện áp momen giảm theo tỉ lệ bình phương, ví dụ điện áp giảm $\sqrt{3}$ lần thì momen giảm đi 3 lần. Việc thực hiện đổi nối sao tam giác chỉ thực hiện được với những động cơ khi làm việc bình thường thì cuộn dây stato nối tam giác. Do khi khởi động cuộn dây stato nối sao, điện áp đặt lên stato nhỏ hơn $\sqrt{3}$ lần thì khi chuyển sang nối tam giác, dòng điện giảm $\sqrt{3}$ lần momen giảm đi 3 lần. Khi khởi động bằng biến áp, nếu hệ số biến áp là k_u thì điện áp trên tụ đầu dây của động cơ giảm đi k_u lần so với điện áp định mức, dòng khởi động giảm đi k_u , momen khởi động sẽ giảm đi k_u^2 lần. Tất cả các phương pháp khởi động bằng giảm điện áp, chỉ thực hiện được ở những động cơ có khởi động nhẹ, còn động cơ khởi động nặng không áp dụng được, người ta khởi động bằng phương pháp ‘nhóm’.

2.2.2.1. Khởi động bằng phương pháp cuộn kháng.

Cuộn kháng là một cuộn dây điện cảm, có điện kháng không đổi, có cấu tạo gồm một cuộn dây điện tử quấn quanh một lõi thép (tôn silic hoặc thép đúc) hoặc lõi không khí. Khi cho dòng điện qua cuộn dây sẽ sinh ra từ trường và chính từ trường này sẽ hãm lại biến thiên dòng điện trong cuộn dây.

Phương pháp mở máy bằng cuộn kháng là một phương pháp khá phổ biến và mang lại hiệu quả cao trong thực tế.



Hình 2.8: Khởi động động cơ không đồng bộ bằng cuộn kháng

Khi khởi động trong mạch điện stator đặt nối tiếp một điện kháng. Sau khi khởi động xong bằng cách đóng cầu dao D2 thì điện kháng này bị nối ngắn mạch. Điều chỉnh trị số của điện kháng được dòng điện khởi động cần thiết. Do điện áp sụt trên điện kháng nên điện áp khởi động trên đầu cực động cơ U' sẽ nhỏ hơn điện áp U_1 . Gọi dòng điện khởi động và momen khởi động khi khởi động I_k và M_k , sau khi thêm điện kháng vào dòng điện khởi động còn lại $I'_k = k.I_k$ trong đó $k < 1$. Nếu cho rằng khi hạ điện áp khởi động, tham số của máy điện vẫn giữ không đổi thì dòng điện khởi động nhỏ đi, điện áp đầu cực động cơ điện sẽ là $U'_k = k.U_k$. Vì momen khởi động tỉ lệ với bình phương của điện áp nên lúc đó momen khởi động sẽ bằng $M'_k = k^2.M_k$.

Ưu điểm: Là thiết bị đơn giản.

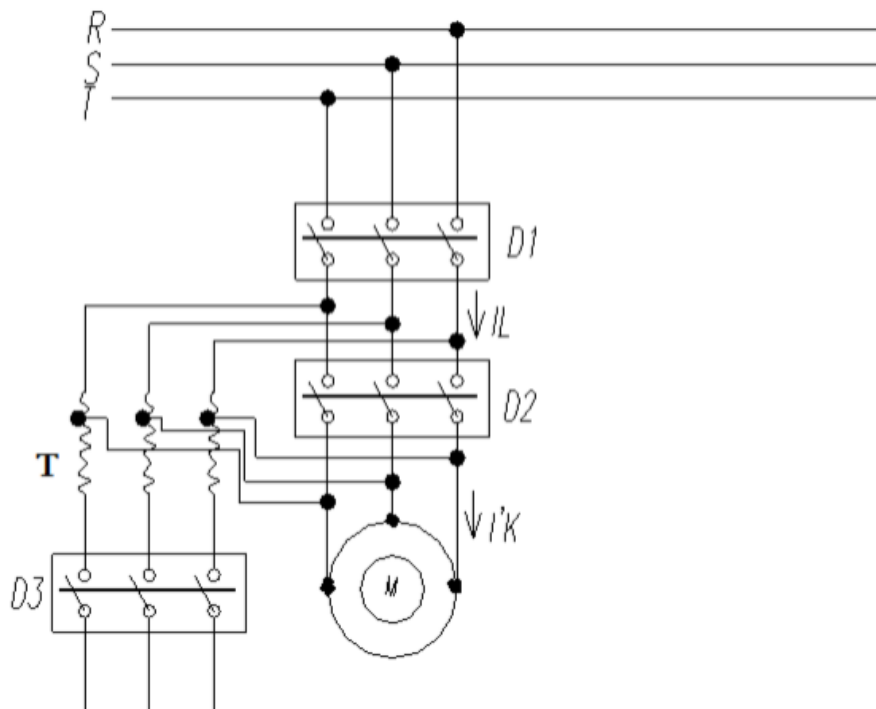
Dòng điện mở máy giảm k lần.

Nhược điểm: Khi giảm dòng điện khởi động thì momen khởi động cũng giảm xuống bình phương lần.

Tăng thời gian mở máy.

2.2.2.2. Khởi động bằng phương pháp sử dụng máy biến áp tự ngẫu.

Phương pháp này sử dụng máy biến áp tự ngẫu để thay đổi điện áp mở máy đặt vào Stator khi khởi động.



Hình 2.9: Khởi động động cơ không đồng bộ bằng biến áp tự ngẫu

I_k là dòng khởi động.

K là hệ số máy biến áp tự ngẫu

Dòng điện máy biến áp tự ngẫu nhận từ lưới điện :

$$I_1 = kI'_k = k^2 I_k$$

Momen khởi động :

$$M'_k = k^2 M_k$$

Sơ đồ lúc khởi động như (hình 2.9) trên, trong đó T là biến áp tự ngẫu, bên cao áp nối với lưới điện, bên hạ áp nối với động cơ điện, sau khi khởi động xong thì cắt T ra (bằng cách đóng cầu dao $D2$ và mở cầu dao $D3$ ra). Gọi tỉ số biến đổi của máy biến áp tự ngẫu là k_t ($k_t < 1$) thì $U'_k = k_t * U_1$, đó dòng điện khởi động và momen khởi động của động cơ điện sẽ là: $I'_K = K_T * I_K$ và $M'_K = K_T^2 * M_K$, gọi dòng điện lấy từ lưới vào là I_1 (dòng điện sơ cấp của máy biến áp tự ngẫu) thì dòng điện đó bằng $I_1 = K_T * I_K = K_T^2 * I'_K$

Ưu điểm: -So với phương pháp trên ta thấy, khi ta chọn $K_T = 0,6$ thì momen mở máy vẫn bằng $M'_K = 0,36 M_K$ nhưng dòng điện khởi động lấy từ lưới điện vào nhỏ hơn nhiều: $I_1 = 0,36 I_K$, ngược lại khi ta lấy từ lưới vào một dòng điện khởi động bằng dòng điện khởi động của phương pháp thì phương pháp này ta có momen khởi động lớn hơn. Đó là ưu điểm của phương pháp dùng biến áp tự ngẫu hạ thấp điện áp khởi động.

-Phương pháp này làm giảm điện áp hơn so với phương pháp điện kháng.

Nhược điểm:

- Momen có các bước nhảy do sự chuyển đổi giữa các điện áp.
- Chỉ có thể một số lượng các điện áp do đó dẫn đến sự chọn lựa các dòng điện không tối ưu.

- Không có khả năng cung cấp một điện áp khởi động có hiệu quả đối với tải trọng thay đổi.
- Trong một số điều kiện khởi động đặc biệt giá thành của bộ khởi động thường rất cao.
- Thời gian mở máy tăng cao.

Ứng dụng:

- Các động cơ có công suất lớn, momen quán tính lớn hoạt động ở dải điện áp cao như: máy bơm, máy nén khí...

2.2.2.3. Khởi động bằng phương pháp sử dụng nối sao – tam giác (Y-Δ).

Phương pháp này chỉ dùng cho động cơ làm việc thường trực ở chế độ Δ, khi khởi động động cơ nối Y, sau khi tốc độ quay gần ổn định về nối Δ để làm việc...

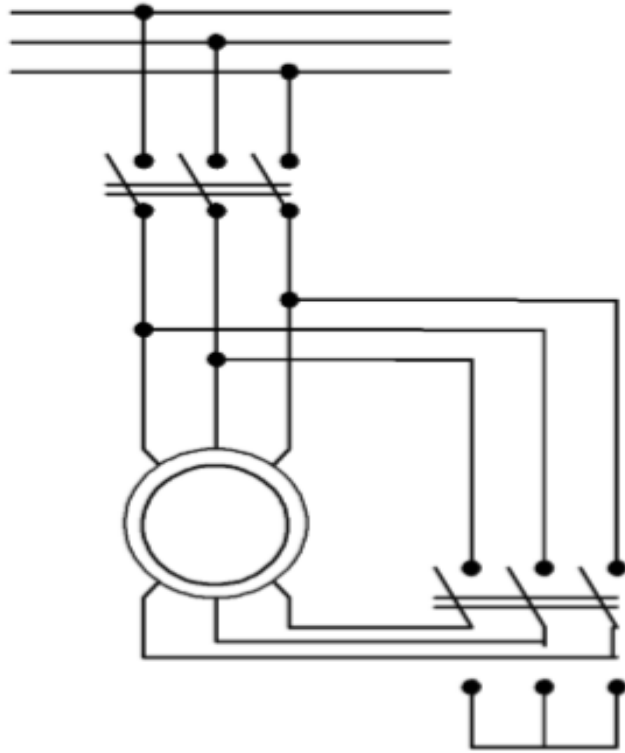
Phương pháp khởi động (Y-Δ) thích ứng với những máy làm việc bình thường đầu tam giác. Khi khởi động ta đổi thành Y để điện áp đặt vào mỗi pha giảm $\sqrt{3}$ lần, như vậy điện áp đưa vào mỗi pha chỉ còn $U_l/\sqrt{3}$. Sau khi máy mở thì lại chuyển về nối tam giác.

$$I_{d\Delta} = \frac{\sqrt{3}}{Z_n} U_1$$

Dòng điện dây khi nối tam giác:

$$I_{dY} = \frac{U_1}{\sqrt{3}Z_n}$$

Dòng điện khi nối sao :



Hình 2.10: Mở máy bằng nối sao tam giác

Sau khi máy đã chạy, đổi thành đấu tam giác. Sơ đồ cách đấu dây như (hình 2.6) , khi khởi động thì đóng cầu dao D1, còn cầu dao D2 thì đóng về phía dưới, như vậy máy đấu sao, khi máy đã chạy rồi thì đóng cầu dao D2 về phía trên, máy đấu theo tam giác. Theo phương pháp (Y- Δ) thì dây quấn đấu sao điện áp pha trên dây là:

$$U_{kf} = \frac{1}{\sqrt{3}} U_1$$

$$I_{kf} = \frac{1}{\sqrt{3}} I_k \text{ và } M'_k = \frac{1}{3} M_k$$

Khi đấu Y $\rightarrow I_f = I_d$ (khi ấy $U_{kf} = U_1$ và $I_k = \sqrt{3} I_{kf}$) cho nên khi khởi động đấu sao thì dòng điện bằng $I_1 = I'_{kf} = \frac{1}{\sqrt{3}} I_{kf} = \frac{1}{3} I_k$ nghĩa là dòng điện và momen khởi động đều bằng $\frac{1}{3}$ momen khởi động trực tiếp. Trên thực tế trường hợp này cũng như dùng một máy biến áp tự ngẫu để khởi động mà tỉ số biến đổi điện áp $K_T = \frac{1}{3}$

Ta thấy kiểu đổi nối sao tam giác dòng điện dây mạng điện giảm đi 3 lần và momen cũng giảm đi 3 lần.

Trong các phương pháp hạ điện áp khởi động nói trên, phương pháp khởi động Y- Δ là tương đối đơn giản nên được dùng rộng rãi đối với các động cơ khi làm việc đấu tam giác.

Như hình 2.11, ta thấy dòng khởi động bằng 1,4 đến 2,6 lần dòng định mức.

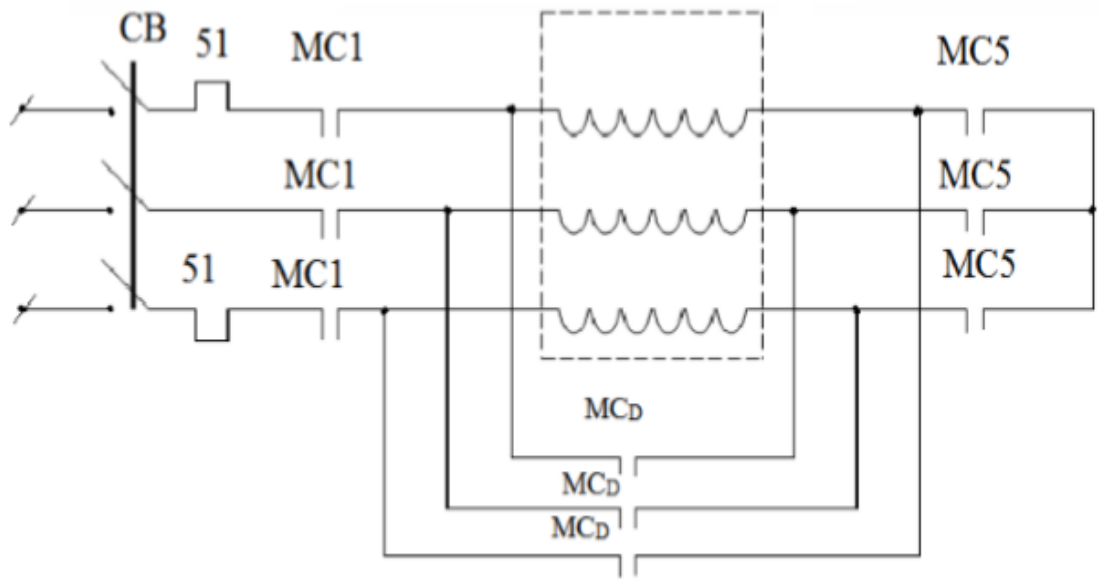
Ưu điểm: -Tương đối đơn giản nên được sử dụng rộng rãi trong thực tế và với những động cơ điện đấu tam giác.

-Dòng điện mở máy giảm 3 lần.

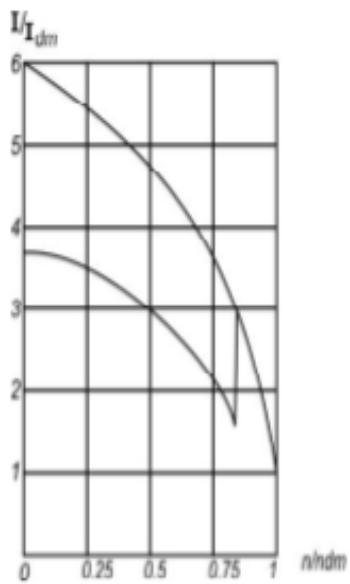
Nhược điểm:

- Mức độ của cường độ và momen không thể điều khiển được và tương đối cố định bằng $\frac{1}{3}$ giá trị định mức.
- Có bước nhảy lớn về cường độ và momen khi bộ khởi động chuyển đổi sao tam giác. Chính các bước nhảy này tạo ra các ứng suất cơ khí và đột biến về điện làm cho hệ thống dễ bị hư hỏng. Bước nhảy này xuất hiện do khi động cơ đang hoạt động nguồn điện bị ngắt động cơ sẽ chuyển sang chế độ máy phát với nguồn điện được tạo ra có giá trị tương đương với nguồn cung cấp.

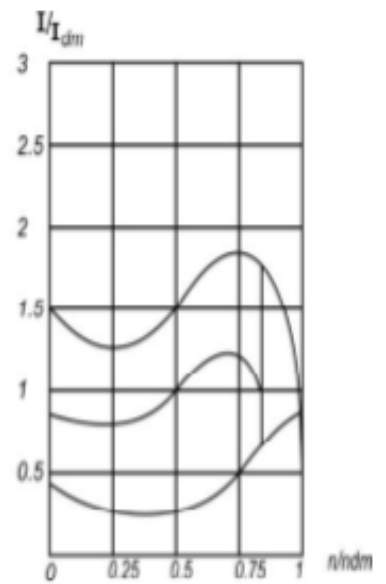
Giá trị điện áp này vẫn được duy trì khi động cơ nối lại với nguồn ở chế độ đấu sao, tại đây xảy ra hiện tượng xung pha. Kết quả tạo ra một dòng điện có cường độ lên đến gấp 2 lần giá trị dòng khởi động và moment lên đến 4 lần giá trị moment khởi động.



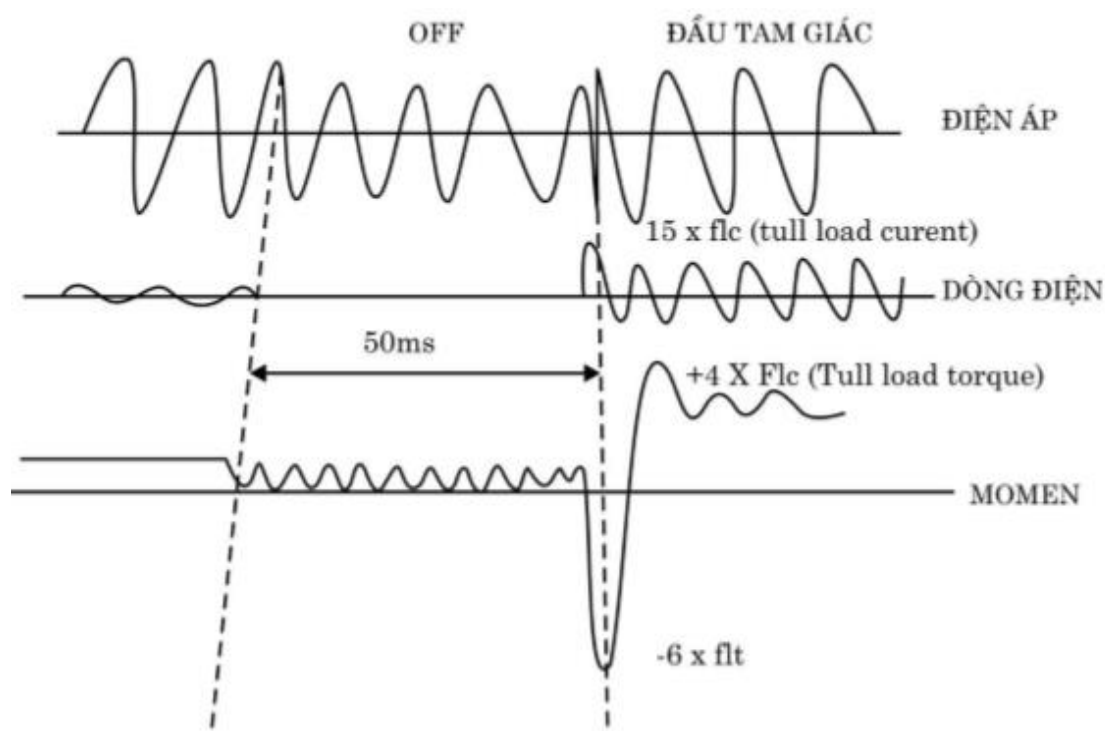
a) Khởi động sao-tam giác



Hình 2.11: b) Dòng khởi động



c) Momen khởi động



Hình 2.12: Điện áp, cường độ dòng điện khi chuyển từ sao sang tam giác

2.2.2.4. Khởi động bằng phương pháp tần số.

Do sự phát triển của công nghệ điện tử, ngày nay người ta đã chế tạo được các bộ biến tần có tính chất kỹ thuật cao và giá thành rẻ, do đó ta có thể áp dụng phương pháp khởi động bằng tần số. Thực chất của phương pháp này như sau:

Động cơ được cấp điện từ bộ biến tần tĩnh, lúc đầu tần số và điện áp nguồn cung cấp có giá trị rất nhỏ, sau khi đóng động cơ vào nguồn cung cấp, ta tăng dần tần số và điện áp nguồn cung cấp cho động cơ, tốc độ động cơ tăng dần, khi tần số đạt giá trị định mức, thì tốc độ động cơ đạt giá trị định mức.

Phương pháp khởi động này đảm bảo dòng khởi động không vượt quá giá trị dòng định mức.

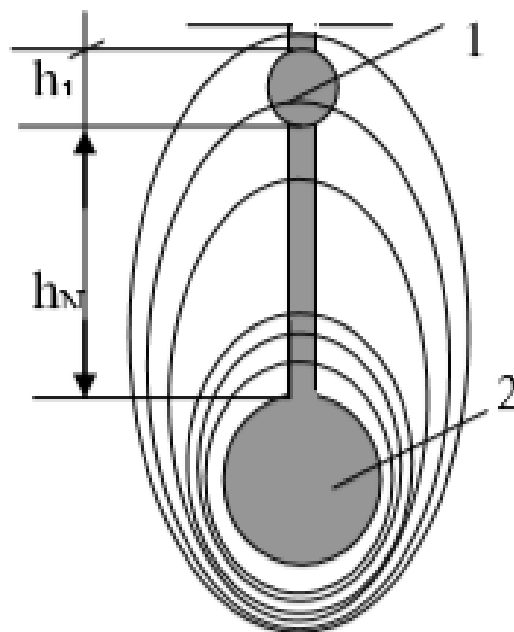
2.2.3. Khởi động động cơ có rãnh sâu và động cơ hai rãnh.

Như chúng ta đã biết khởi động động cơ dị bộ bằng đưa điện trở vào mạch rôto là tốt nhất, tuy nhiên với động cơ dị bộ rôto lồng sóc thì không làm

được điều đó. Song chúng ta có thể thực hiện khởi động động cơ dị bộ rôto lồng sóc có đưa điện trở phụ vào bằng những động cơ ngắn mạch đặc biệt:

- Động cơ rãnh sâu và động cơ hai rãnh.
- Động cơ rotor lồng sóc hai rãnh.

Để cải thiện khởi động đối với các động cơ dị bộ lồng sóc, người ta chế tạo động cơ lồng sóc hai rãnh: rãnh công tác bằng vật liệu bình thường, còn rãnh khởi động làm bằng đồng thau là kim loại có điện trở riêng lớn. (hình 2.13)



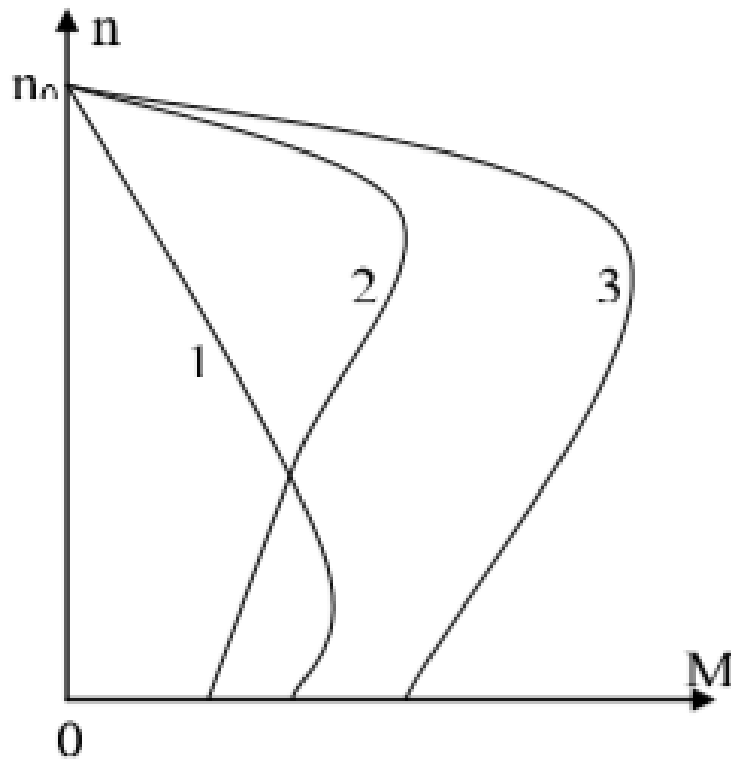
Hình 2.13: Động cơ rôto lồng sóc hai rãnh

Từ hình vẽ trên ta thấy, độ dẫn từ của từ trường tản rãnh dưới lớn hơn của rãnh ngoài (trên). Như vậy trở kháng của các rãnh này rất khác nhau: trở kháng của rãnh dưới lớn hơn trở kháng rãnh trên rất nhiều. Khi mới bắt đầu khởi động ($s=1$) trở kháng của rãnh dưới lớn, nên dòng điện bị đẩy lên rãnh trên, dòng điện chạy trong nó nhỏ.

Ở rãnh trên trở kháng nhỏ nhưng điện trở thuần lại lớn, kết quả làm cho dòng khởi động nhỏ, đó là hậu quả của việc đưa thêm điện trở vào rotor. Khi tốc độ rotor tăng lên, s giảm đi, trở kháng rãnh dưới giảm, dòng điện lại chạy

từ rãnh trên xuống rãnh dưới. Khi tốc độ đạt giá trị định mức, thì dòng điện chạy trong thanh trên rất nhỏ.

Như vậy thanh trên chỉ hoạt động khi khởi động nên được gọi là thanh khởi động.

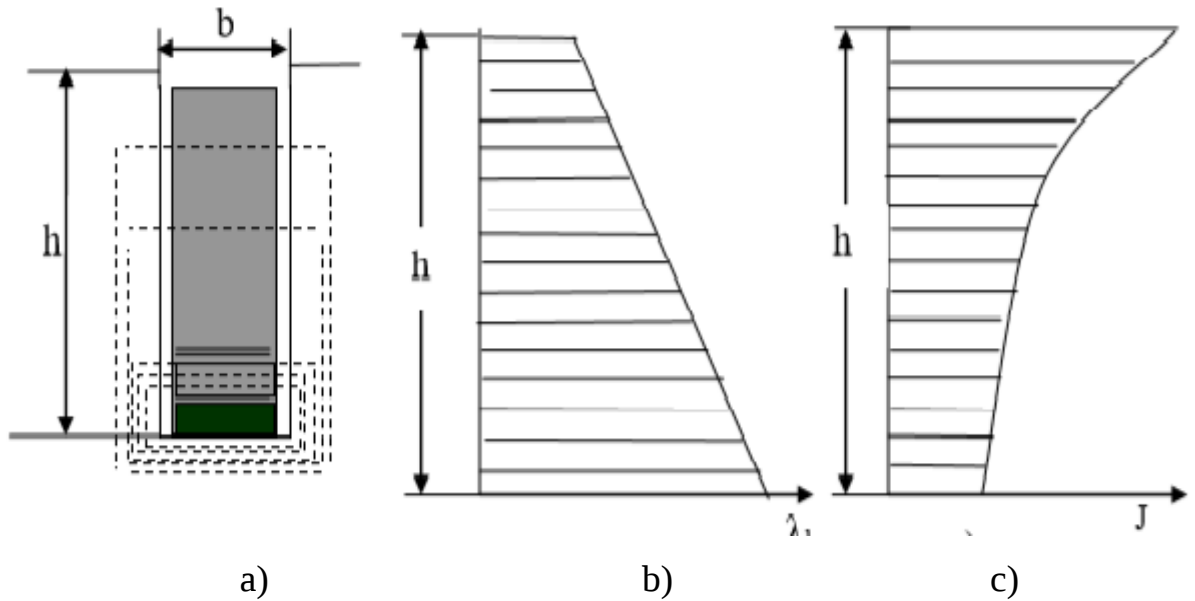


Hình 2.14: Đặc tính cơ của động cơ dị bộ

Để xác định đặc tính cơ của động cơ hai rãnh, ta giả thiết rằng hai rãnh hoạt động độc lập với nhau. Rãnh trên có điện trở lớn nên đặc tính cơ là đặc tính 1 (hình 2.14) còn rãnh dưới có đặc tính cơ như đường 2. Tổng của 2 đặc tính là của động cơ 2 rãnh (đường 3).

-Động cơ rotor lồng sóc rãnh sâu

Động cơ rãnh sâu có cấu trúc khác với động cơ rãnh thường. Chiều cao h của rãnh động cơ rãnh sâu thường gấp 15-20 lần chiều rộng của rãnh (hình 2.15). Rãnh có nhiều dạng khác nhau: Chữ nhật, hình thang hay tròn dưới, trên chữ nhật...



Hình 2.15: a) Rãnh của động cơ lồng sóc rãnh sâu; b) Sự phân bố độ dẫn từ theo chiều cao rãnh; c) Độ phân bố mật độ dòng điện theo chiều cao

Để nghiên cứu tính chất của máy điện rãnh sâu ta chia ra từng lớp với chiều cao h . Do trong rãnh có nhôm, nên độ dẫn từ thông tản quyết định bởi độ dẫn từ trong rãnh.

Độ dẫn từ của lớp 1 biểu diễn bởi:

$$\lambda_1 = \frac{\mu h_1 l}{b} = ch_1$$

Lớp k tính như sau:

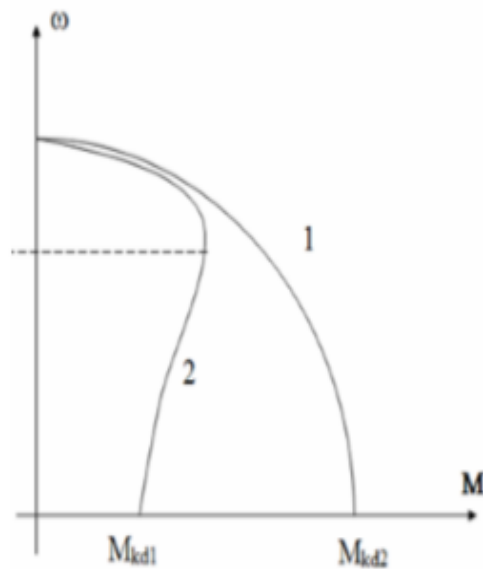
$$\lambda_k = \frac{\mu h_k l}{b} = ch_k$$

Trong đó l – độ dài lõi của rotor. Từ biểu thức này ta thấy rằng, độ dẫn từ thông tản lớn nhất ở lớp dưới cùng, còn nhỏ nhất ở lớp trên cùng. Trở kháng tản của mỗi lớp xác định như sau:

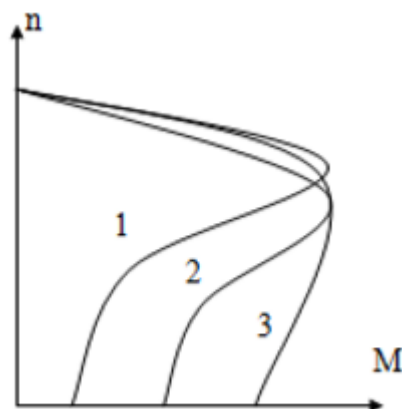
$$X_k = \omega_2 L_k = C \lambda_k f_2$$

Đến đây, ta có thể nói về sự phân bố mật độ dòng điện theo chiều cao của thanh dẫn. Giá trị dòng điện chạy trong mỗi lớp phụ thuộc vào điện áp và tổng trở của mỗi lớp. Do sức điện động cảm ứng bởi từ thông chính trong các lớp như nhau do đó sự phân bố dòng điện các lớp phụ thuộc vào tổng trở của lớp. Khi động cơ mới đóng vào lưới, tần số $f_2 = f_1$ nên X_k lớn hơn R_k rất nhiều,

ngược lại khi rôto quay với tốc độ gần bằng tốc độ định mức thì tần số f_2 rất nhỏ nên $X_k < R_k$. Do đó khi mới khởi động, dòng điện chạy trong các lớp dưới rất nhỏ, ngược lại khi rôto quay với tốc độ gần định mức thì dòng điện chạy ở lớp trên rất nhỏ. Sự phân bố độ dẫn từ và mật độ dòng điện biểu diễn trên (hình 2.15.b và 2.15.c). Ta thấy có hiện tượng đẩy dòng lên lớp trên, do đó dòng khởi động nhỏ, ta có hiện tượng giống như đưa điện trở ngoài vào mạch rôto (vì dòng điện bị đẩy lên lớp trên diện tích dẫn nhỏ, nên điện trở lớn). Như vậy khởi động với động cơ rãnh sâu momen khởi động lớn ($M_{kd} = 1,2 - 1,6) M_{dm}$).



Hình 2.16: Đặc tính cơ và đặc tính dòng điện của động cơ rãnh sâu



Hình 2.17: Đặc tính của động cơ dị bộ; 1) Động cơ dây quấn; 2) Động cơ rotor lồng sóc thường

Như hình trên (hình 2.16) biểu diễn đặc tính momen và dòng điện của động cơ rãnh sâu, còn trên (hình 2.17) biểu diễn đặc tính cơ của 3 loại động cơ : dây quấn, lồng sóc thường và lồng sóc rãnh sâu.

Do động cơ lồng sóc rãnh sâu có momen khởi động lớn nên nó được dùng cho các hệ truyền động có khởi động nặng. Ví dụ: cần cẩu. So với động cơ dị bộ rôto dây quấn, thì động cơ lồng sóc rãnh sâu có cấu tạo nhẹ hơn, rẻ tiền hơn.

CHƯƠNG 3.

TÌM HIỂU ỨNG DỤNG BỘ KHỞI ĐỘNG MỀM CỦA ABB TRONG VIỆC KHỞI ĐỘNG ĐỘNG CƠ

3.1. NGUYÊN LÝ KHỞI ĐỘNG MỀM.

3.1.1. Khái niệm về khởi động mềm.

Khởi động mềm (soft starter) là phương pháp thường dùng cho động cơ có công suất trung và lớn. Có nhiều cách nhưng chủ yếu nhất là điều áp xoay chiều và biến tần. Ưu điểm là điều chỉnh trơn, phạm vi điều chỉnh rộng, có thể sử dụng dùng mềm, hiện nay với phát triển của điện tử công suất thì giá cũng không cao lắm và hoạt động cũng khá ổn định, có thể dùng kết hợp để điều chỉnh tốc độ động cơ. Nhược điểm là khó thi công, khó bảo trì bảo dưỡng, điện áp và dòng điện sau điều chỉnh không sin hoàn toàn, càng điều chỉnh càng bị méo và biên độ sóng hài cũng cao hơn.

Phương pháp khởi động được áp dụng ở đây là cần hạn chế điện áp ở đầu cực động cơ, tăng dần điện áp theo một chương trình thích hợp để điện áp tăng tuyến tính từ một giá trị xác định đến điện áp định mức. Đó là quá trình khởi động mềm (ramp) toàn bộ quá trình khởi động được điều khiển đóng mở thyristor bằng bộ vi xử lý 16 bit với các cổng vào ra tương ứng, tần số giữ không đổi theo tần số điện áp lưới. Ngoài ra còn cung cấp cho chúng ta những giải pháp tối ưu nhờ nhiều chức năng như khởi động mềm và dừng mềm, dừng đột ngột, phanh dòng trực tiếp, tiết kiệm năng lượng khi non tải. Có chức năng bảo vệ động cơ như bảo vệ quá tải, mất pha...

3.1.2. Cấu trúc bộ khởi động mềm.

Bộ khởi động mềm gồm bốn phần chính như (hình 3.1):

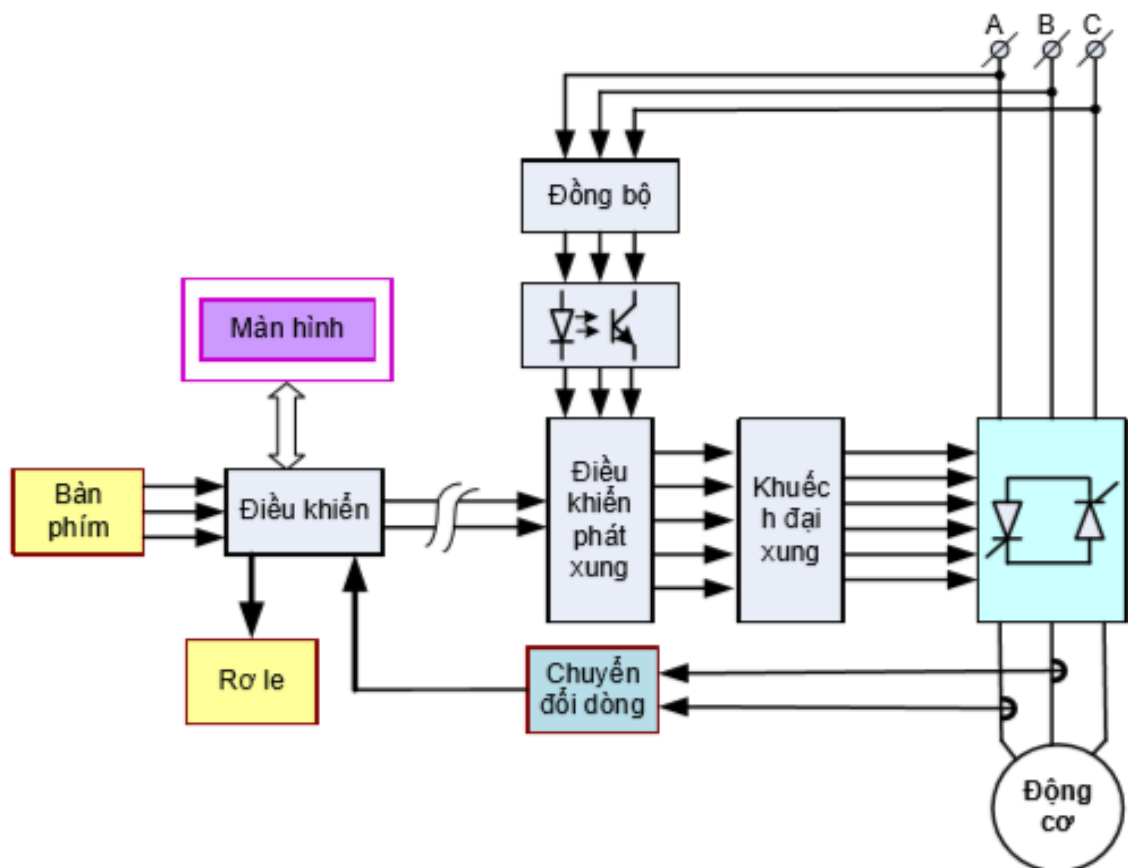
+ Mạch lực: Bộ phận làm việc chính của khởi động mềm. Mạch lực của hệ thống khởi động mềm được xây dựng trên ứng dụng điều áp xoay chiều ba

pha với ba cặp Thyristor song song đầu ngược. Nguyên lý hoạt động của khởi động mềm dựa trên điều chỉnh trị số hiệu dụng điện áp. Từ đó gián tiếp thay đổi dòng điện khởi động, mô men khởi động. Quy luật điều chỉnh điện áp này được thực hiện trong khi khởi động động cơ hoặc dừng mềm nhờ thay đổi góc mở của 3 cặp van Thyristor trong mạch lực (hình 3.2).

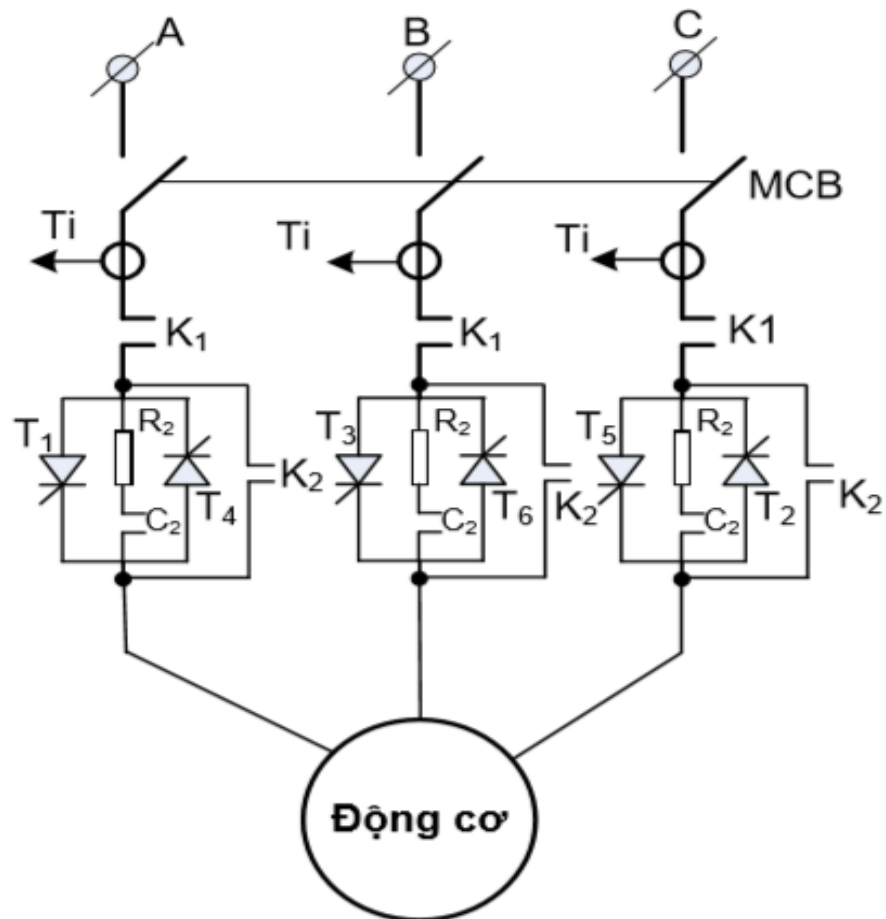
+ Mạch điều khiển phát xung: Có nhiệm vụ nhận điện áp điều khiển từ mạch vi điều khiển để tạo ra góc mở van phù hợp.

+ Mạch vi điều khiển: Gồm các chức năng đo lường, tạo điện áp điều khiển theo quy luật khởi động cũng như dừng mềm của khởi động mềm, chức năng đóng cắt, bảo vệ;

+ Giao diện người dùng: Chế độ vận hành bằng tay thông qua bàn phím và màn hình hiển thị ngoài mặt tủ khởi động mềm.



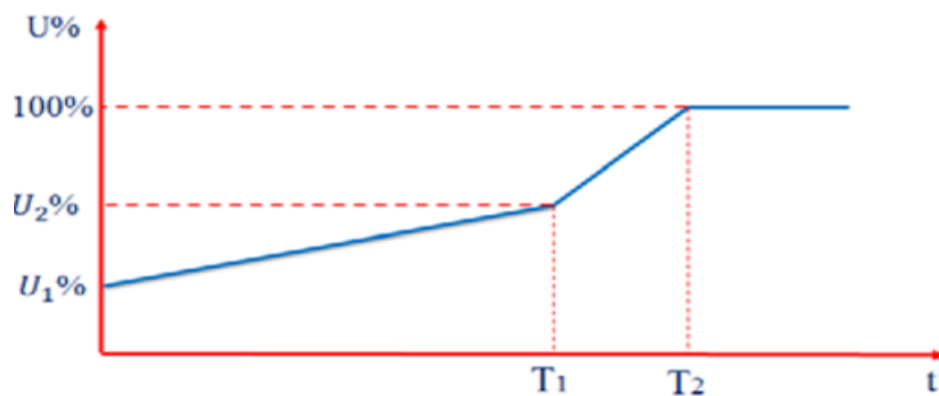
Hình 3.1: Cấu trúc chung của bộ khởi động mềm



Hình 3.2: Sơ đồ mạch lực của bộ khởi động mềm dùng Thyristor

3.1.3. Các chế độ làm việc của bộ khởi động mềm.

a. Chế độ mode 1: Start Ramp.



Hình 3.3: Điện áp đặt lên động cơ trong quá trình khởi động với chế độ 1

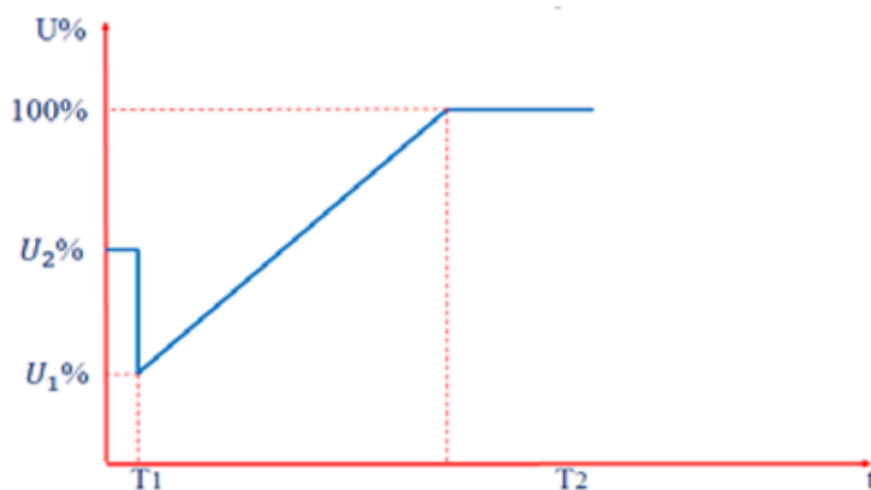
Đây là chế độ tăng dần điện áp đặt vào động cơ từ điện áp ban đầu được cài đặt trước (tùy loại động cơ bơm được sử dụng). Quá trình tăng điện áp chia làm ba giai đoạn:

+ Giai đoạn 1: Từ thời điểm bắt đầu khởi động tới thời điểm T_1 : Điện áp đặt vào động cơ sẽ được tăng chậm trong giai đoạn này mục đích để thắng được mômen cản ban đầu của động cơ. Việc tăng chậm này giúp giảm đáng kể dòng điện khởi động.

+ Giai đoạn 2: Từ thời điểm T_1 tới T_2 : Điện áp đặt vào động cơ sẽ tăng nhanh trong giai đoạn này do mô men của động cơ đã tăng đáng kể. Vì vậy việc tăng nhanh điện áp đặt vào động cơ cho tới giá trị định mức sẽ nhanh chóng đạt được chế độ làm việc xác lập.

+ Giai đoạn 3: Điện áp tải đạt định mức: Lúc này động cơ đã hoạt động ở chế độ xác lập với tốc độ định mức, động cơ sẽ được đóng thẳng vào lưới nhờ contactor bypass đồng thời ngắt xung điều khiển van.

b. Chế độ mode 2: Kick Start.



Hình 3.4: Điện áp đặt lên động cơ trong quá trình khởi động với chế độ 2

Với một số động cơ có quán tính lớn thì cách khởi động theo mode 1 sẽ không đủ để thắng được mô men cản ban đầu của động cơ. Vì vậy cần phải

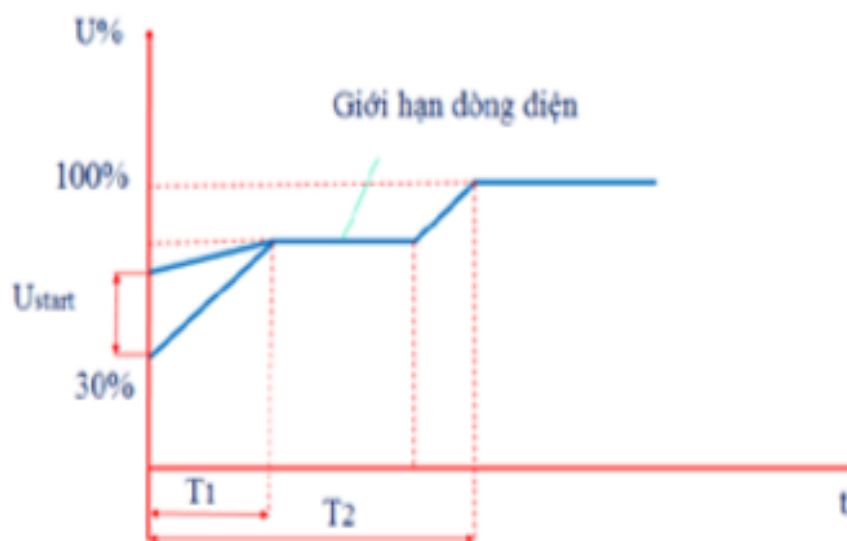
dùng tới chế độ 2 kick start để thực hiện khởi động động cơ ở dạng này. Quá trình khởi động động cơ gồm:

- + Trước hết là cấp vào động cơ điện áp ban đầu lớn đủ để thắng được mô men cản ban đầu của động cơ trong thời gian T_1 (đủ nhỏ).

- + Tại thời điểm T_1 thì giảm điện áp cấp vào động cơ ở mức tương tự như chế độ 1. Sau đó trong khoảng thời gian T_1 tới T_2 ta tăng dần đều điện áp để động cơ khởi động với mô men tăng dần.

- + Sau khi khởi động xong động cơ hoạt động ở chế độ xác lập thì tương tự như chế độ 1 ta cũng đóng contactor bypass đồng thời ngắt xung điều khiển van.

c. Chế độ mode 3: Khởi động có giám sát dòng.

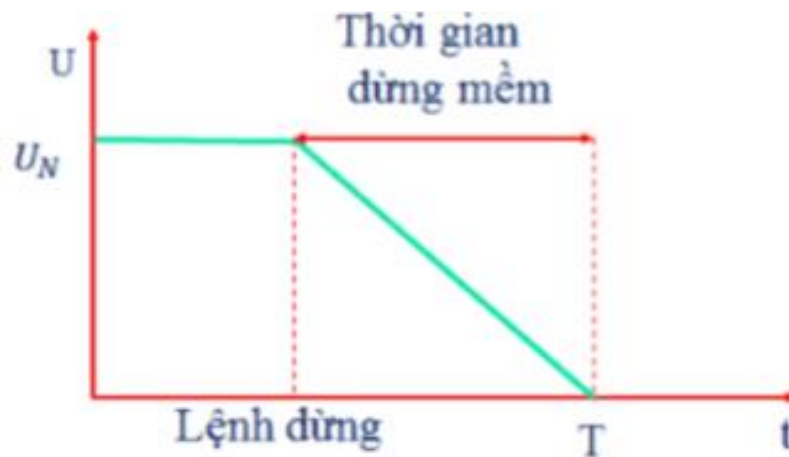


Hình 3.5: Điện áp đặt lên động cơ trong quá trình khởi động với chế độ 3

Một quá trình khởi động dài với dòng điện khởi động lớn sẽ dẫn tới vấn đề phát nhiệt ảnh hưởng tới động cơ. Chế độ 3 là giới hạn dòng điện khởi động nhằm tránh tác hại này. Tại chế độ này thì ban đầu điện áp đặt vào động cơ sẽ tương tự như chế độ 1 đồng thời tăng dần điện áp này. Nhưng điểm khác so với chế độ 1 là trong quá trình tăng điện áp thì dữ liệu dòng điện sẽ

được phản hồi về bộ xử lý để so sánh với một giá trị tới hạn đã được cài đặt. Nếu dòng điện trả về lớn hơn giá trị tới hạn thì bộ điều khiển sẽ điều chỉnh mở van Thyristor sao cho điện áp đặt vào động cơ sẽ giữ nguyên ở giá trị đó và sẽ được giữ nguyên cho tới khi nào dữ liệu dòng điện gửi về có cường độ nhỏ hơn giá trị tới hạn thì điện áp này sẽ tiếp tục tăng theo qui luật cho đến khi khởi động xong. Cũng tương tự như hai chế độ trước thì ở chế độ này sau khi khởi động xong thì động cơ sẽ được đóng thẳng vào lưới thông qua contactor bypass đồng thời ngắt xung điều khiển mở van Thyristor.

d. Chế độ dừng mềm.



Hình 3.6: Điện áp trong quá trình dừng mềm

Một số loại tải có quán tính lớn, việc cắt trực tiếp nguồn cấp khởi động cơ gây ra các tác hại về cơ khí tính năng dừng mềm để hạn chế vấn đề trên. Nguyên lý điều khiển hoạt động của tính năng này là từ từ giảm dần điện áp đặt vào động cơ trong thời gian t sau khi có lệnh dừng. Từ đó tốc độ động cơ giảm dần cho tới giá trị xác định có mô men nhỏ rồi tiến hành ngắt nguồn điện ra khỏi động cơ. Khi có lệnh dừng thiết bị sẽ thực hiện phát xung điều khiển Thyristor đồng thời ngắt contactor bypass. Xung điều khiển sẽ điều khiển điện áp đặt vào động cơ.

3.2. BỘ KHỞI ĐỘNG MỀM CỦA HÃNG ABB.



Hình 3.7: Bộ khởi động mềm của ABB

Khởi động mềm của ABB là thiết bị thường được dùng cho động cơ có công suất trung và lớn. Có nhiều cách nhưng chủ yếu nhất là điều áp xoay chiều và biến tần. Ưu điểm là điều chỉnh trơn, phạm vi điều chỉnh rộng, có thể sử dụng dùng mềm, hiện nay với phát triển của điện tử công suất thì giá cũng không cao lắm và hoạt động cũng khá ổn định, có thể dùng kết hợp để điều chỉnh tốc độ động cơ. Nhược điểm là khó thi công, khó bảo trì bảo dưỡng, điện áp và dòng điện sau điều chỉnh không sin hoàn toàn, càng điều chỉnh càng bị méo và biên độ sóng hai cũng cao hơn.

- Những ứng dụng điển hình của bộ khởi động mềm:
 - Động cơ điện cho chuyên chở vật liệu.
 - Động cơ bơm.
 - Động cơ vận hành non tải lâu dài.
 - Động cơ có bộ chuyển đổi (ví dụ hộp số, băng tải...).
 - Động cơ có quán tính lớn (quạt, máy nén, bơm, băng chuyền, thang máy, máy nghiền, máy ép, máy khuấy, máy dệt...).
- Những đặc điểm khác:
 - Bền vững tiết kiệm không gian lắp đặt.

- Có chức năng điều khiển và bảo vệ.
- Khoảng điện áp sử dụng 200 – 500 V, tần số 45 – 65 Hz.
- Có phần mềm chuyên dụng đi kèm.
- Lắp đặt chức năng dễ dàng.

3.2.1. Cấu tạo.

- Bộ phận điều khiển (tùy loại có màn hình và bàn phím hoặc điều khiển bằng vít hay cài đặt bằng vạn biến trở).
- Thyristor hay SCR (Silicon controler rectifier) dùng để điều khiển, đóng ngắt dòng điện.
- Tản nhiệt và quạt làm mát.
- Contactor Bypass (tùy theo từng loại khởi động mềm có sẵn hay không có sẵn).
- Vỏ bảo vệ (tùy loại theo các tiêu chuẩn bảo vệ do môi trường sử dụng).
- Bộ phận điều khiển: Điều khiển số hoặc cơ khí, các ngõ ra chức năng rơ-le báo trạng thái, điều khiển bảo vệ chống quá nhiệt, quá tải, các cổng kết nối truyền thông Modbus, Profibus, điều khiển thời gian khởi động bằng biến trở hay bằng màn hình.

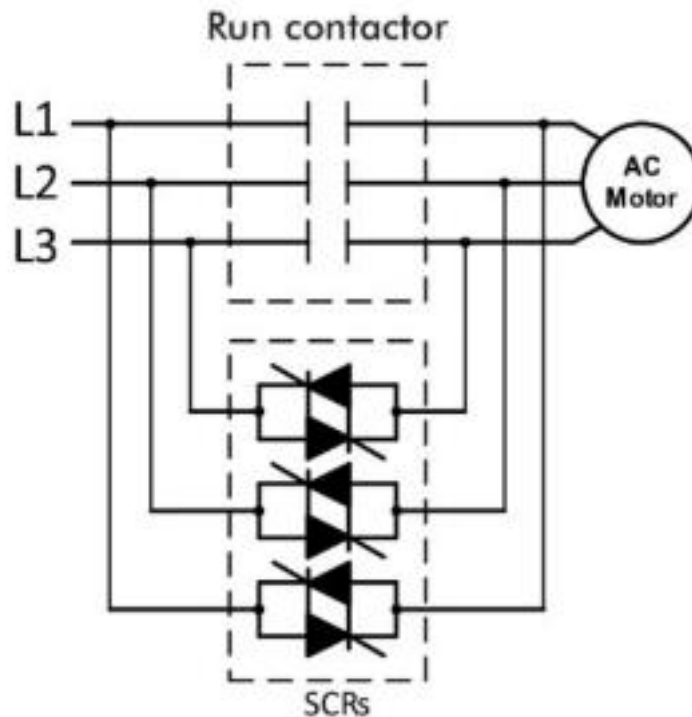
3.2.2. Cách đấu.

- Theo kiểu trực tiếp – Direct inline (khá thông dụng): Khởi động mềm đấu vào điện, đầu ra kết nối động cơ điện, khởi động mềm có dòng điện lớn hơn hoặc bằng dòng định mức của motor. Tùy theo loại khởi động mềm có sẵn Contactor Bypass, Relay output hoặc phải gắn thêm vào.
- Đấu theo cách song song – Inside delta connect: Motor nối 6 đầu dây, 3 đầu với bộ khởi động mềm có dòng bằng 58% so với dòng định mức của motor. Cách này phải có 2 contactor, 1 cho Bypass (có thể tích hợp sẵn trong bộ khởi động mềm) và 1 Contactor cho đấu Delta.

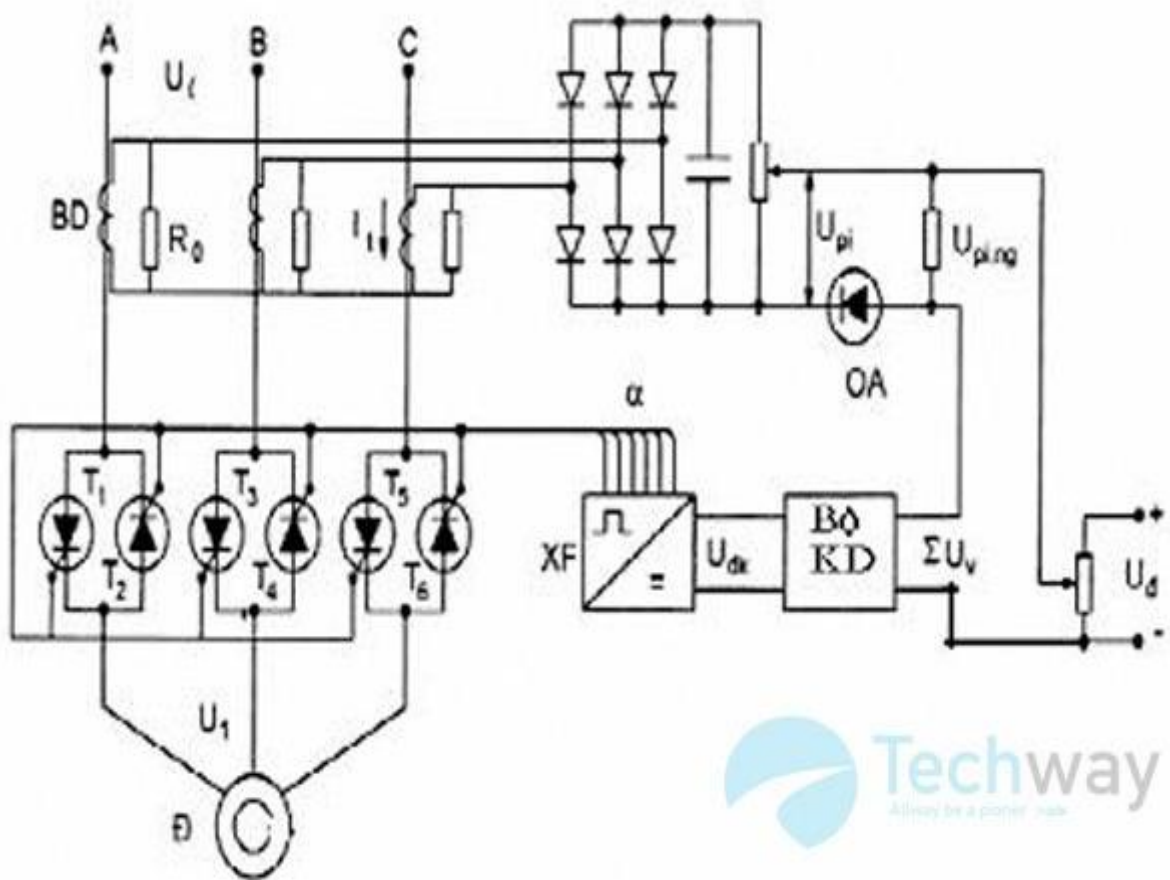
3.2.3. Nguyên lý hoạt động của bộ khởi động mềm ABB.

Cấu tạo của bộ khởi động mềm của ABB gồm 3 cặp thyristor (SCR) đấu song song ngược cho 3 pha. Ở trạng thái ngắt điện, thyristor ngăn không cho dòng điện chạy qua, khi ở trạng thái mở, thyristor mở dần góc kích (góc mở của các van bán dẫn) cho phép dòng điện chạy qua từ từ, động cơ bắt đầu khởi động và tăng tốc dần. Điện áp được điều khiển bằng cách điều khiển góc mở của van. Khi van mở hoàn toàn, điện áp đạt đến giá trị điện áp định mức và lúc đó động cơ sẽ đạt đến tốc độ tối đa cho phép. Vì momen động cơ tỉ lệ với bình phương điện áp, dòng điện tỉ lệ với điện áp, momen gia tốc và dòng điện khởi động được hạn chế thông qua điều chỉnh trị số hiệu dụng của điện áp. Quy luật điều chỉnh này trong khi khởi động và dừng nhờ điều khiển pha (kích, mở 3 cặp thyristor song song ngược) trong mạch lực.

Khi động cơ đạt đến tốc độ định mức, contactor bypass trong khởi động mềm được đóng lại, hệ thống tự động bypass qua điện lưới mà không qua bộ thyristor.



Bộ khởi động mềm của ABB không thay đổi tần số nguồn cấp giống như biến tần, thay vào đó nó tăng dần điện áp cấp vào cho động cơ từ một mức điện áp định trước lúc vừa khởi động lên đến điện áp định mức. Với bộ khởi động này, người sử dụng có thể điều chỉnh được chính xác lực khởi động mong muốn, bất kể đó là khởi động không tải hay có tải.



Hình 3.8: Sơ đồ mạch khởi động dùng bộ khởi động mềm

Như vậy, hoạt động của bộ khởi động mềm hoàn toàn dựa trên việc điều khiển điện áp khi khởi động và dừng, tức là trị số hiệu dụng của điện áp là thay đổi. Nếu dừng động cơ, mọi tín hiệu kích mở thyristor bị cắt và dòng điện dừng tại điểm qua không kế tiếp của điện áp nguồn.

3.2.4. Ưu, nhược điểm.

a. Ưu điểm.

Bộ khởi động mềm ABB hiện nay đã được trang bị chức năng điều khiển momen để ngăn chặn hiệu ứng búa trong đường ống.

Bộ khởi động mềm ABB thường được sử dụng khởi động và dừng mềm cho hầu hết các ứng dụng của động cơ AC.

Điều chỉnh trơn chu, phạm vi điều chỉnh rộng, kết hợp khởi động mềm và dừng mềm một cách linh hoạt.

Làm tăng tuổi thọ động cơ và các cơ cấu cơ khí chấp hành.

Giảm tổn thất điện năng và không làm ảnh hưởng đến chất lượng lưới điện, cái mà những phương pháp khởi động trực tiếp hay sao-tam giác không có được.

Bảo vệ quá dòng, quá áp, mất pha động cơ.

Kết nối, truyền thông qua với các hệ thống điều khiển trung tâm.

b. Nhược điểm.

Chi phí đầu tư vẫn còn chưa phù hợp, cao hơn so với phương pháp truyền thống.

Momen cũng giảm (không Full công suất) trong quá trình khởi động, điều này đặc biệt lưu ý với sử dụng lựa chọn tải.

Chỉ có chức năng giúp động cơ trong quá trình khởi động chứ không điều chỉnh được tốc độ và đảo chiều động cơ.

Quá trình vận hành và lắp đặt đòi hỏi người có chuyên môn vững vàng về sản phẩm.

➤ **Kết luận:** Như vậy đối với hệ thống cần giảm dòng khởi động hoặc hệ thống có tải quán tính cao thì bộ khởi động mềm của ABB sẽ là lựa chọn rất tốt.

3.2.5. Ứng dụng.

Ứng dụng của bộ khởi động mềm ABB vào trong việc đề khởi động động cơ. Trong phần đầu của việc khởi động động cơ, bộ khởi động mềm đặt điện áp vào động cơ là thấp, làm momen khởi động ban đầu của động cơ thấp bằng việc giảm điện áp cấp vào. Nói một cách khác là loại bỏ dao động không cần thiết trong quá trình khởi động. Dần dần bộ khởi động mềm ABB sẽ tăng điện áp và momen tăng lên để động cơ bắt đầu tăng tốc. Tránh việc quá dòng, dòng khởi động lớn gây ra sụt áp lưới điện gây hư hỏng động cơ và các thiết bị xung quanh. Khởi động mềm của ABB có chức năng khởi động và dừng mềm với khoảng điều chỉnh khởi động nhanh chóng. Bảo vệ được hiện tượng quá dòng, quá áp, quá nhiệt và mất pha động cơ. Bảo vệ động cơ trước tình trạng quá tải và non tải với ngưỡng bảo vệ thời gian có thể thay đổi được.

Bộ khởi động mềm còn dùng để điều khiển động cơ điện nhằm bảo vệ chống sụt áp hệ thống điện, làm giảm hao mòn hệ thống máy móc và cơ khí, giúp động cơ khởi động êm ái. Chống quá dòng đột ngột bảo vệ thiết bị, có thể điều khiển momen xoắn (Torque Control) theo sát tải của motor điện và tính năng giảm tuyến tính giúp giảm dòng một cách từ từ khi theo yêu cầu sử dụng.

Bộ khởi động mềm của ABB sẽ bảo vệ động cơ điện khỏi những hư hỏng có thể xảy ra, đồng thời kéo dài tuổi thọ của động cơ điện và toàn bộ hệ thống bằng cách giảm nhiệt do khởi động/dừng thường xuyên, giảm áp lực cơ học trên động cơ, trục của nó và giảm ứng suất điện động trên dây cáp điện.

Trong thực tế, bộ khởi động mềm của ABB được sử dụng vào việc khởi động một số động cơ như sau:

a. Quạt ly tâm:

Khởi động mềm: để khắc phục vấn đề đai truyền bị trượt, ta cần giảm momen lực tại thời điểm khởi động. Các bộ khởi động mềm của ABB sẽ giảm điện áp cấp vào động cơ tại thời điểm khởi động. Sau đó điện áp sẽ được

tăng lên để kéo cánh quạt. Bộ khởi động mềm cho phép ta điều chỉnh lực khởi động phù hợp với bất kỳ điều kiện khởi động nào, cả không tải lẫn toàn tải. Dòng khởi động sẽ giảm và tránh được sụt áp nguồn lưới.

Một số bộ khởi động mềm được tích hợp sẵn bộ bảo vệ non tải, nó sẽ dừng động cơ khi nhận thấy dòng điện bị sụt do đứt dây tải.



b. Bơm ly tâm:

Bộ khởi động mềm của ABB sẽ giúp làm giảm momen khởi động ban đầu của động cơ bằng việc giảm điện áp cấp vào. Trong quá trình khởi động, nó sẽ tăng điện áp lên cho động cơ đủ mạnh để gia tốc bơm lên tốc độ định mức mà không gây ra các xung lực hay xung dòng nào. Bộ khởi động mềm ABB cũng hỗ trợ khi dừng bơm nhờ chức năng giảm tốc theo hàm dốc của điện áp đầu vào, nhờ vậy tránh được các xung búa và áp suất cao khi dừng. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, chức năng trên vẫn chưa đủ. Khi đó ta phải dùng bộ khởi động mềm điều khiển được momen nhằm giảm lực và dừng động cơ theo cách tối ưu nhất để tránh hoàn toàn hiện tượng búa nước.

Mặt khác, khi sử dụng máy bơm trong một quy trình, bạn phải đưa lượng nước lên từ từ. Nếu không, bạn sẽ gây ra sự gia tăng áp lực trong đường ống có thể dẫn đến các điều kiện nguy hiểm.

Có tác dụng ngăn chặn được hiện tượng búa nước trên các hệ thống bơm vận hành. Giảm thiểu và loại bỏ hiện tượng sụt điện áp trên hệ thống phân phối điện. Bảo vệ trong một số môi trường hóa chất, nhiều hơi ẩm bằng cách phủ bo một lớp hóa chất.

Một số bộ khởi động mềm ABB còn có chức năng: bảo vệ non tải giúp bảo vệ động cơ khi bơm không có nước, kích khởi động các bộ bơm và khóa rôto để tránh hư hỏng do bị kẹt khi vận hành.



c. Máy nén

Máy nén loại nhỏ thường là loại pít-tông và momen tải tăng tuyến tính theo tốc độ. Máy nén trục vít được dùng khi có yêu cầu lưu lượng khí lớn hơn và momen tải tăng theo bình phương tốc độ. Truyền động giữa động cơ và đầu nén là loại dây đai hoặc trực tiếp qua các bánh răng cơ khí. Hầu hết máy nén được khởi động khi không tải.

Bộ khởi động mềm của ABB có khả năng giới hạn momen khởi động tới một mức phù hợp với các ứng dụng khác nhau. Nhờ vậy, các khớp nối, ổ đỡ ít chịu các xung áp lực, đai truyền động cũng không bị trượt khỏi động cơ. Chi phí bảo trì sẽ giảm xuống mức tối thiểu. Dòng khởi động trong giải pháp này chỉ từ 3 – 4 lần dòng định mức.

Lựa chọn khởi động mềm: Chọn bộ khởi động mềm theo công suất thực động cơ. Nếu máy nén làm việc ở môi trường công nghiệp nặng, cần nâng

công suất của bộ khởi động mềm lên 1 cấp. Tương tự, nếu khởi động máy nén 10 lần/ giờ thì cũng phải nâng công suất bộ khởi động mềm.



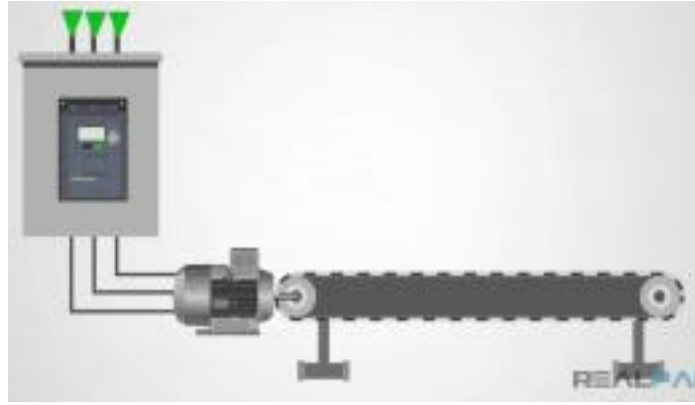
d. Hệ thống làm mát/hút bụi bằng không khí

Như phần đã nói ở trên, bộ khởi động mềm dùng cho các hệ thống mà có tải quán tính cao, đòi hỏi dòng khởi động lớn. Vì vậy, ở trường hợp này, hệ thống động cơ làm mát/hút bụi bằng không khí sẽ cần dòng khởi động khá lớn để có thể quay các quạt bên trong. Khi quạt đã quay ổn định, lúc này dòng điện hoạt động sẽ giảm xuống mức thấp.

Chính vì vậy, bộ khởi động mềm ABB đặt một điện áp thấp vào động cơ khi khởi động. Sau khi động cơ khởi động xong, sẽ dần dần tăng điện áp lên cao giúp các quạt quay khởi động từ từ lên tốc độ định mức mà không cần tốn dòng khởi động cao.

e. Hệ thống băng tải nặng

Bộ khởi động mềm trong trường hợp này sẽ làm cho giảm quán tính trên băng chuyền. Vì vậy động cơ sẽ cần dùng một dòng khởi động vừa phải để có thể di chuyển vật nặng đi.



Ứng dụng bộ khởi động mềm sẽ được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp đặc biệt là hệ thống bơm, hệ thống quạt, động cơ quán tính lớn, băng chuyền... Các doanh nghiệp có thể tiết kiệm điện năng lớn và tăng tuổi thọ động cơ khi sử dụng bộ khởi động mềm ABB.

Trong thực tế bộ khởi động mềm ABB chỉ làm việc ngắn hạn tức là thực hiện xong khởi động động cơ là quá trình kết thúc làm việc. Với một số trường hợp có những động cơ chỉ khởi động một lần và làm việc rất nhiều giờ sau đó. Ở những đơn vị có nhiều nhóm động cơ phương thức làm việc như vậy để tiết kiệm vốn đầu tư ban đầu người ta thường có thể sử dụng một bộ khởi động mềm dùng để khởi động cho hai hay nhiều động cơ cùng seri cùng công suất. Trong nhiều trường hợp đó người ta phải sử dụng một số khí cụ bên ngoài đặc biệt là các thiết bị đóng cắt, để tạo nên một sơ đồ khởi động theo phương thức như vậy.

3.3. MẠCH KHỞI ĐỘNG HAI ĐỘNG CƠ CÓ CÔNG SUẤT 800KW SỬ DỤNG BỘ KHỞI ĐỘNG MỀM PST CỦA ABB.

3.3.1. Sơ đồ hệ thống.

Để thực hiện mục đích sử dụng một bộ khởi động mềm cho hai động cơ cần một số các thiết bị động lực và điều khiển để xây dựng hệ thống cụ thể. Sơ đồ đề xuất như (hình 3.9).

- Nguyên lý hoạt động :

+ Khởi động động cơ P1 :

Bước 1: Mở cầu dao Q1 & Q10, công tắc tơ K20, K21, K22 phải mở.

Bước 2: thao tác đóng Q1, Q10.

Bước 3: ấn nút để đóng K10, K12.

Bước 4: điều khiển cho động cơ mềm hoạt động để khởi động cho động cơ. Bộ khởi động mềm sẽ tự khởi động khi quá trình khởi động kết thúc thành công thì tiến hành thao tác tiếp theo.

Bước 5: đóng công tắc tơ K11.

Bước 6: Mở 2 công tắc tơ K10 & K12 động cơ trực tiếp làm việc với lưới. Đồng hồ ampe chỉ giá trị dòng của động cơ.

+ Khởi động động cơ P2 :

Sau khi P1 khởi động xong các công tắc tơ K10 & K12 đã được mở nếu P2 có nhu cầu khởi động thì ta sẽ tiến hành theo các bước sau :

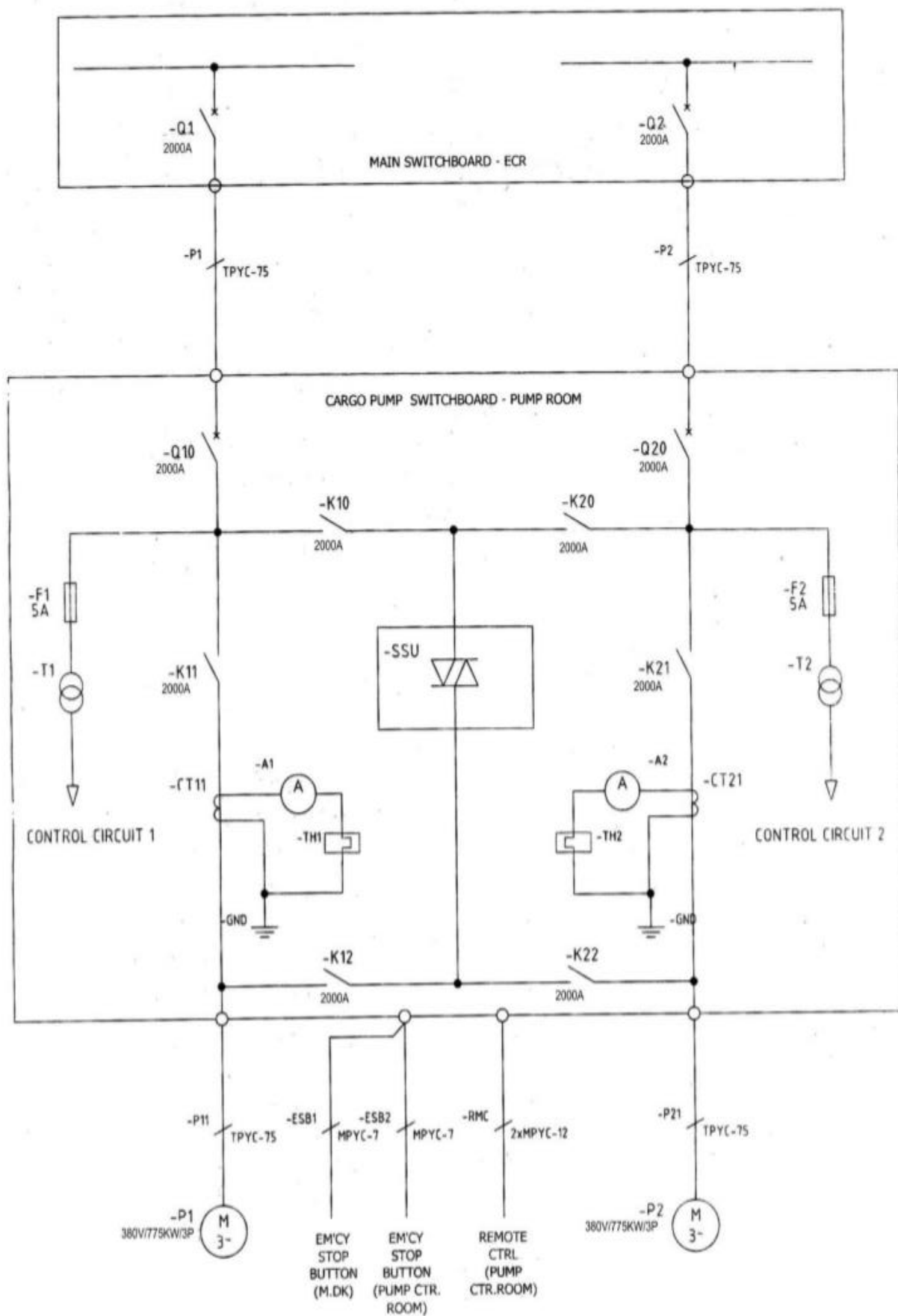
Bước 1: Đóng Q2 & Q20.

Bước 2: Mở công tắc tơ K21, đóng công tắc tơ K20 & K22.

Bước 3: Ấn nút khởi động mềm hoạt động. Khởi động mềm sẽ tự khởi động động cơ theo chương trình.

Bước 4: Điều khiển đóng công tắc tơ K21.

Bước 5: Mở công tắc tơ K20 & K22. Động cơ làm việc với lưới, đồng hồ ampe chỉ giá trị dòng của động cơ.



Hình 3.9: Sơ đồ 1 dây mạch động lực với 1 bộ khởi động mềm dùng 2 động

cơ

Trong đó :

- P1 , P2 là hai động cơ công suất 800kW hai động cơ không đồng bộ xoay chiều ba pha điện áp 380 (V) tần số 50 (Hz).

- SSU là bộ khởi mềm.

Q1, Q2 là các Aptomat CB trên bảng điện chính.

$$P = \sqrt{3}U\cos\varphi$$

$$\text{Suy ra : } I = \frac{P}{\sqrt{3}\cos\varphi U} = \frac{800000}{\sqrt{3}.0,8.380} = 1521 \text{ (A)}$$

- Chọn Q10 = 3000 (A)

- Q10 , Q20 là hai Aptomat CB.

- K10 , K20 , K11 , K21 , K12 , K22 là các công tắc tơ.

- A1, A2 là hai đồng hồ ampe đo dòng điện.

- TH1 , TH2 là role nhiệt bảo vệ quá tải.

- CT11 , CT21 là hai biến dòng.

- T1 , T2 là hai biến áp cấp nguồn cho mạch điều khiển ngoài ra còn một số linh kiện phụ tải như cầu chì F1 , F2 các nút ấn điều khiển Stop, Ctrlil...

(Hình 3.10) là sơ đồ ba dây của hệ thống khởi động một bộ khởi động mềm hai động cơ.

3.3.2. Mạch động lực.

Sơ đồ hình (3.10) trình bày mạch động lực

Trong đó :

- F1, F11 : Cầu chì

- OVC : Bảo vệ quá nhiệt

- CT11, CT12, CT21, CT22 : Biến dòng

- K10, K11, K20, K21 : Aptomat

- T1, T2 : Máy biến áp

- GND : Nối đất

-

54

3.3.3. Tính chọn mạch động lực.

Tính chọn Aptomat CB

Q10 , Q20

Chọn :

$$CB = 1,3. I = 1,3.1521$$

$$\text{Ta có : } P = \sqrt{3}UI\cos\varphi$$

$$\text{Suy ra: } I = \frac{P}{\sqrt{3}\cos\varphi U} = \frac{800000}{\sqrt{3}.0,8.380} = 1521 \text{ (A)}$$

- Chọn Q10 = 3000 (A)

Có : Q10 = Q1

Q20 = Q2

- Chọn cáp :

$$I_{\max} = \frac{S}{\sqrt{3}U_{dm}}$$

$$\text{Mà } S = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{800000}{0,8} = 1000000 \text{ (VA)} = 1000 \text{ (KVA)}$$

$$\text{Suy ra: } I_{\max} = S/\sqrt{3}U_{dm} = \frac{1000}{\sqrt{3}.0,38} \approx 1519,34 \text{ (A)}$$

$$\text{Suy ra: } F_{KT} = I_{\max} / J_{KT} = \frac{1519,34}{3,1} \approx 490,11 \text{ (mm}^2\text{)}$$

3.3.4. Mạch điều khiển.

- Sơ đồ (hình 3.11) là sơ đồ mạch điều khiển cho bơm xung một.

- Trong đó K10a , K01b là rơle đóng điều khiển cho các động công tắc tơ K10, K12

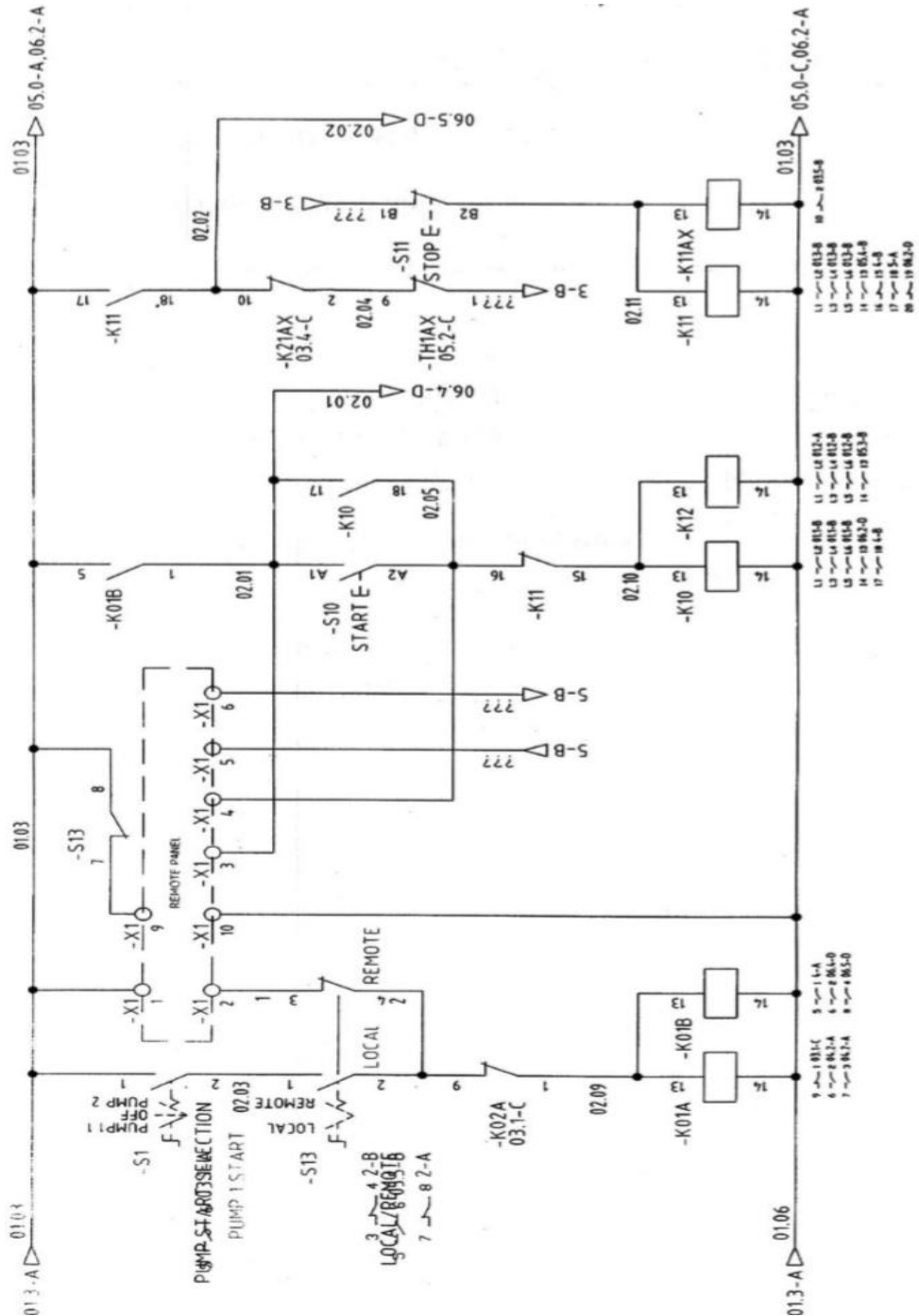
- K10, K12 là công tắc tơ.

- K11 , K1ax là rơle điều khiển cho các công tắc tơ K10 , K12.

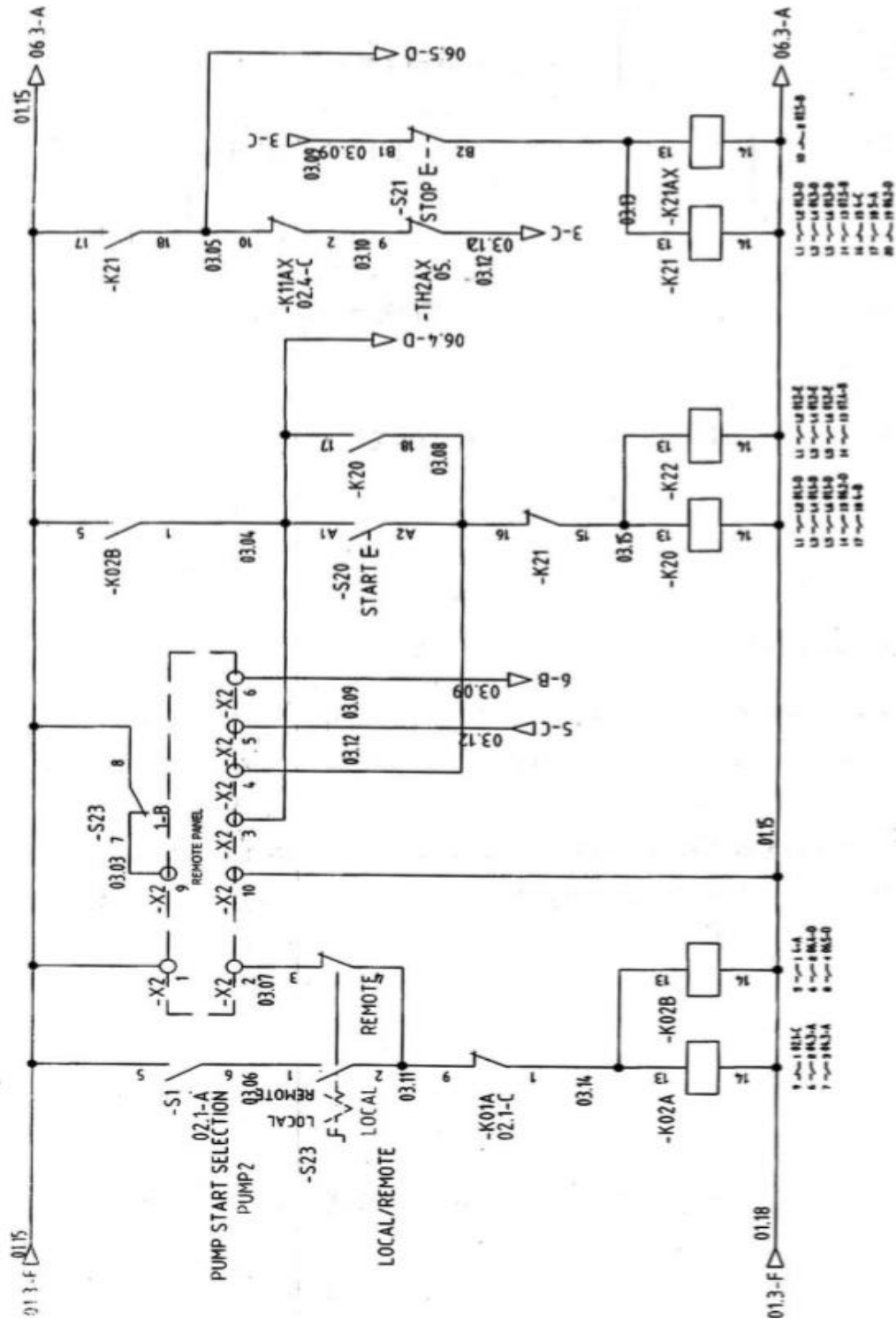
- Các công tắc lựa chọn S1 , S13.

- S1 : là điều khiển chọn bơm có thể chọn bơm số 1 hoặc số 2 tùy ý chọn bằng tay.

- S13 : là công tắc lựa chọn vị trí điều khiển có thể chọn vị trí điều khiển tại chỗ, hoặc từ xa.
- REMOTE PANEL : là khối điều khiển từ xa.
- S10 : là nút khởi động.
- S11 : là nút stop.



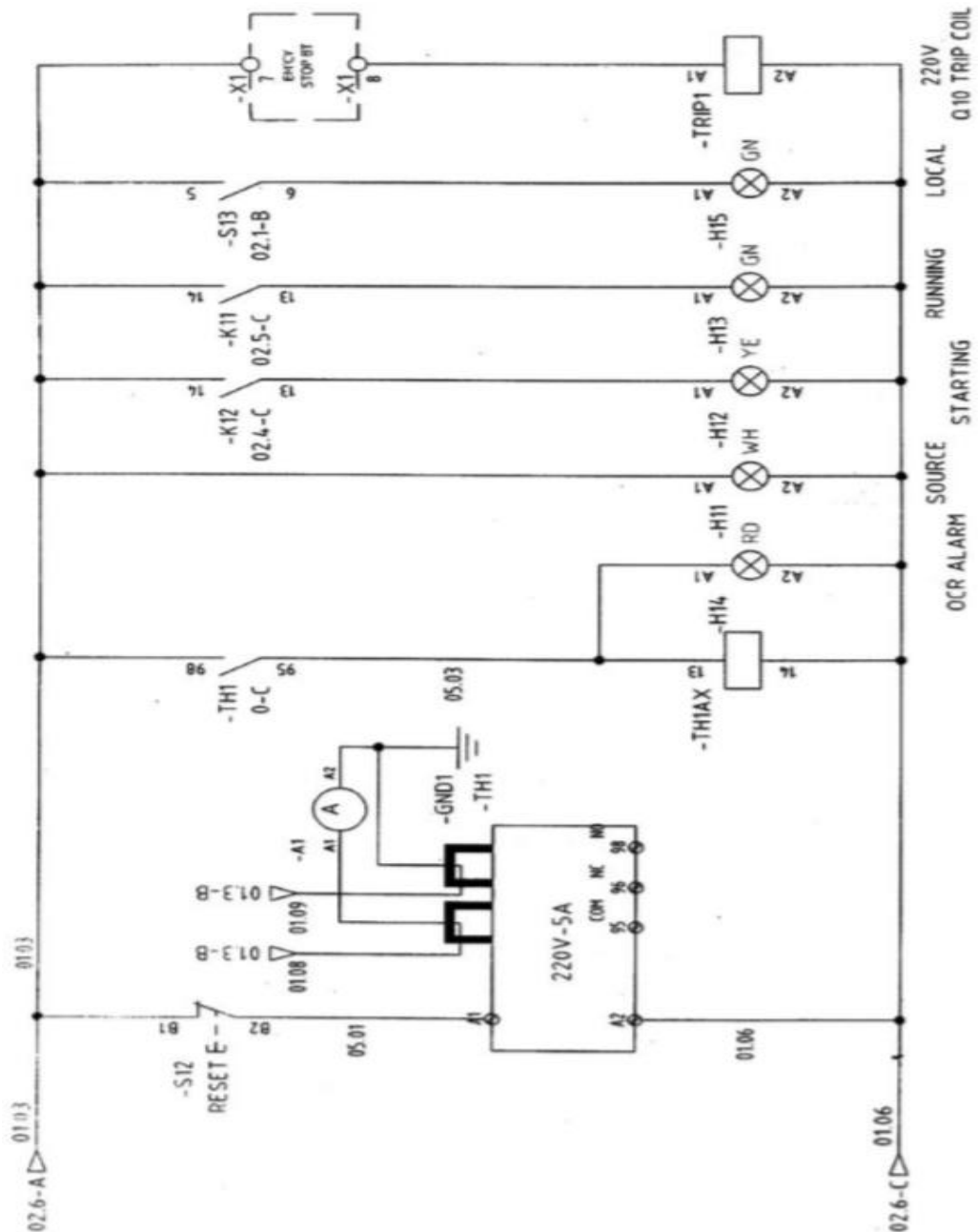
-Sơ đồ (hình 3.12) là sơ đồ khởi động cho bơm số 2 trong đó K_{20} và K_{22} là công tắc tơ chính đã điều khiển cho các công tắc tơ này thì phải sử dụng các role K_{02a} , K_{02b} , K_{21} , K_{21ax} Tương tự.



Hình 3.12 : Sơ đồ mạch điều khiển cho động cơ số 2 dùng khởi động mềm

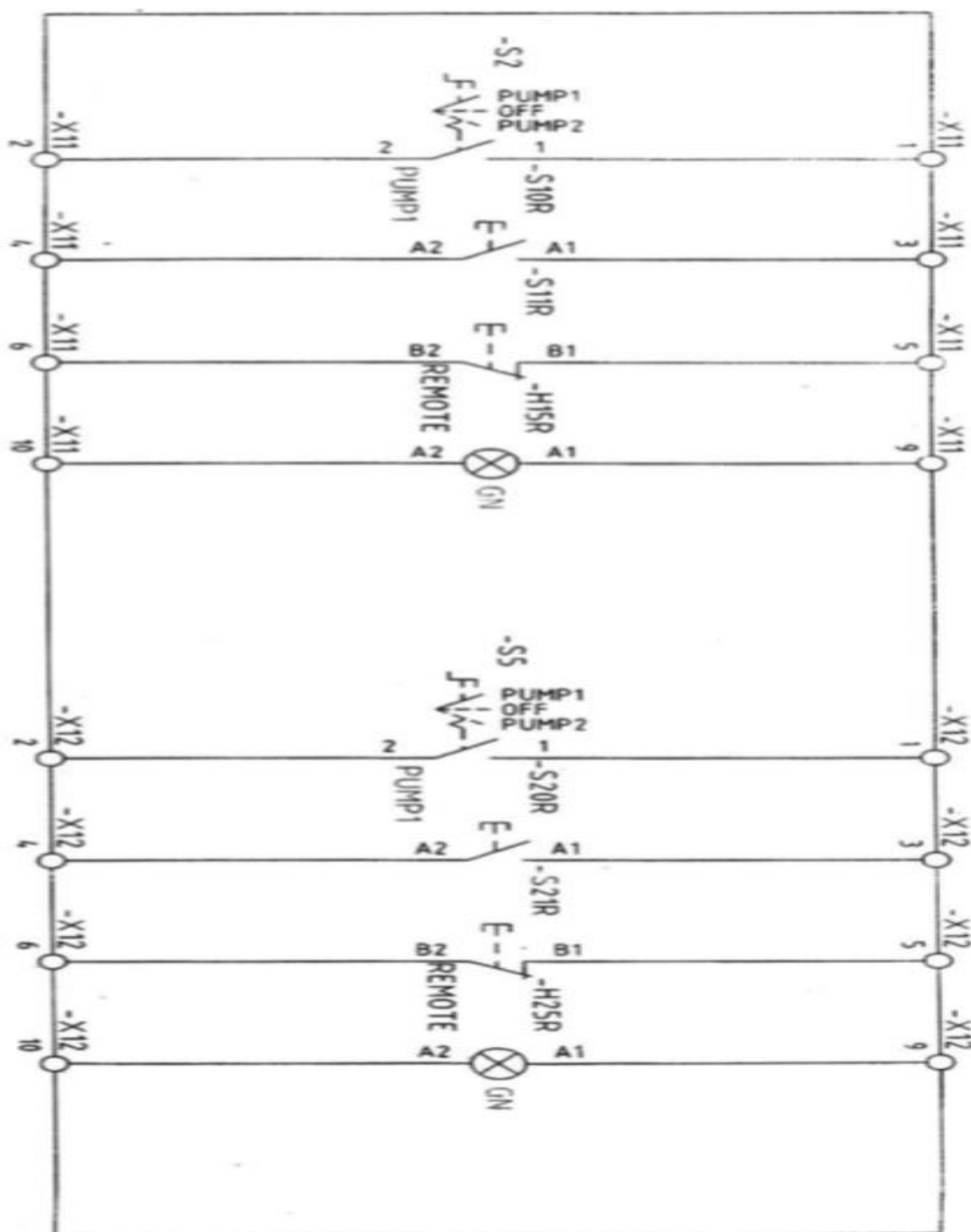
là cuộn tác động còn TRIP1 là cuộn nhả.

Ở đây sơ đồ này bảo vệ bơm số 1



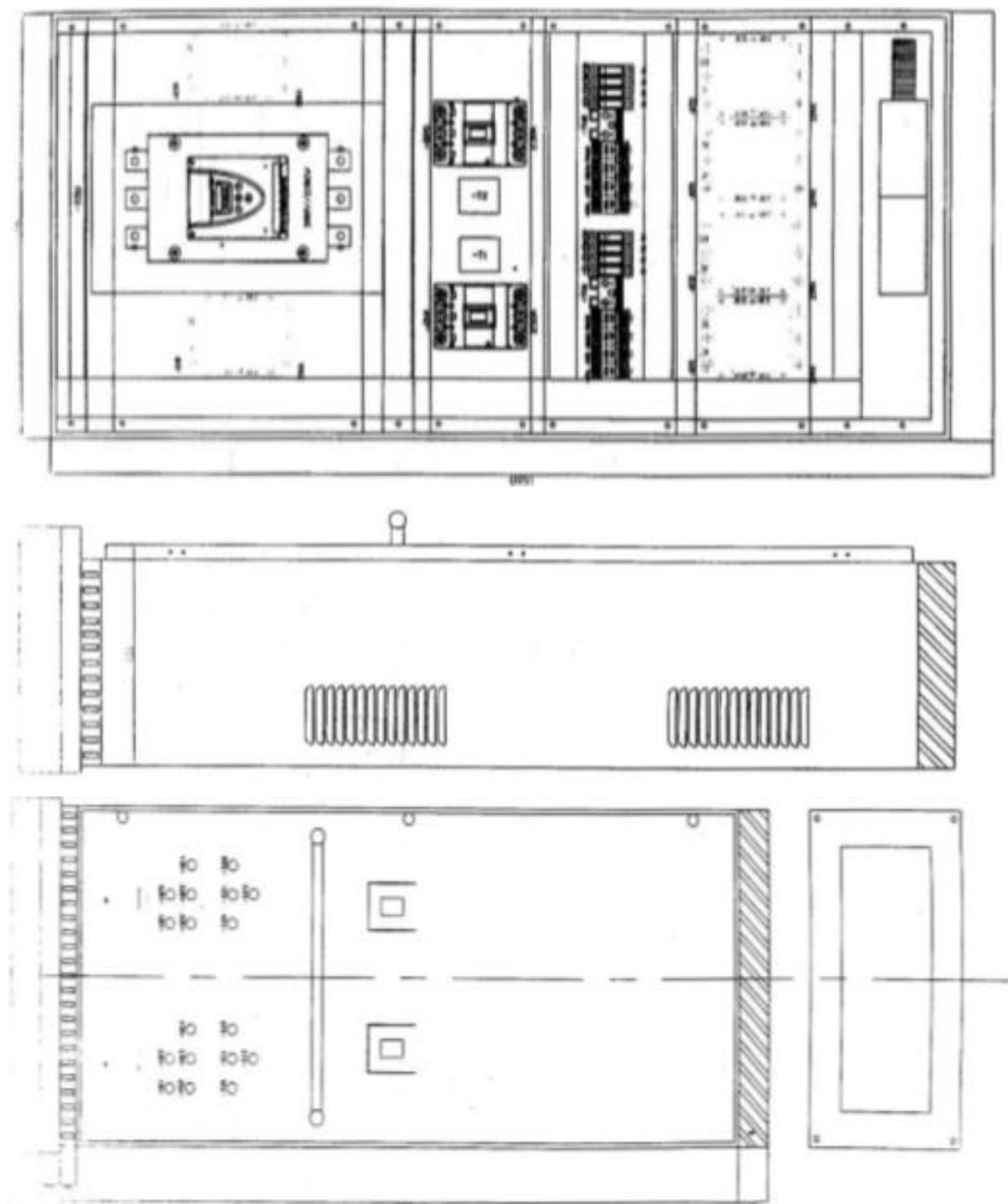
Hình 3.14: Sơ đồ thiết bị bảo vệ và chỉ báo dùng cho khởi động mềm

Sơ đồ (hình 3.15) sơ đồ đo lường bảo vệ cho bơm số 2 hoàn toàn giống với (hình 3.14).



Hình 3.15: Sơ đồ đấu nối khởi động từ xa

- Sơ đồ (hình 3.16) là sơ đồ PANEL điều khiển từ xa với các nút ấn và đèn báo.



Hình 3.16: Tủ và sơ đồ lắp ráp các thiết bị trên tủ

3.3.5. Kiểm nghiệm đánh giá.

Trên lý thuyết tương đối hoàn chỉnh về bộ khởi động mềm với những tính năng :

- Hạn chế dòng khởi động động cơ.

- Điều khiển tăng áp từ từ cho đến khi giá trị định mức của nó.
- Bảo vệ động cơ, tăng tuổi thọ cho động cơ.
- Có thể kết hợp với những khí cụ điện khác để tránh quá nhiệt, quá tải cho động cơ.

Ứng dụng bộ khởi động mềm sẽ được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp đặc biệt là hệ thống bơm, hệ thống quạt, động cơ quán tính lớn, băng chuyền... Các doanh nghiệp có thể tiết kiệm điện năng lớn và tăng tuổi thọ động cơ khi sử dụng bộ khởi động mềm. Tuy nhiên bộ khởi động mềm mà chúng em nghiên cứu so với bộ khởi động mềm được bán trên thị trường thì thiết kế của chúng em còn rất nhiều hạn chế cả về tính năng và chất lượng. Qua thời gian em nghiên cứu đã hiểu tính năng và ứng dụng rất tốt của bộ khởi động mềm trên thị trường hiện nay.

KẾT LUẬN

Sau quá trình 3 tháng làm đồ án với sự hướng dẫn tận tình của thầy giáo: “Thạc sỹ Đinh Thế Nam”. Với đề tài : **“Các phương pháp khởi động động cơ dị bộ ba pha, ứng dụng bộ khởi động mềm của ABB trong việc khởi động động cơ”** đã hoàn thành và trong đồ án này em đã tìm hiểu được các vấn đề như sau:

- Các phương pháp để có thể khởi động được động cơ dị bộ 3 pha.
- Biết về cấu tạo, nguyên lý hoạt động và ứng dụng của động cơ dị bộ 3 pha.
- Biết về phương pháp khởi động mềm là gì và các ứng dụng bộ khởi động mềm của ABB trong việc giúp khởi động động cơ.

Quá trình thực hiện đồ án đã giúp cho em củng cố lại những kiến thức mà mình đã được học. Ngoài ra qua quá trình tìm hiểu thực tế bên ngoài để hoàn thành đồ án đã giúp em có thêm những kiến thức thực tế rất quý báu đối với em khi rời ghế nhà trường. Do kiến thức và trong quá trình tìm hiểu còn nhiều hạn chế nên em còn những thiếu sót nhất định. Vì vậy, em rất mong muốn có được sự đóng góp ý kiến, bổ sung kiến thức của các thầy cô giáo để đồ án của em được hoàn thiện hơn

Sinh viên

Đinh Đắc Quang

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. GS TSKH Thân Ngọc Hoàn (2005), **Máy điện**, Nhà xuất bản xây dựng
2. GS TSKH Thân Ngọc Hoàn, TS Nguyễn Tiến Ban (2007), **Điều khiển tự động các hệ truyền động điện**, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
3. GS TSKH Thân Ngọc Hoàn, TS Nguyễn Tiến Ban (2008), **Trạm phát và lưới điện tàu thủy**, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
4. TS Nguyễn Tiến Ban (2008), **Lý thuyết điều khiển tự động**, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
5. Ngô Hồng Quang, Vũ Văn Tắm (2006), **Thiết kế cấp điện**, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
6. Phan Thị Thanh Bình, Phan Quốc Dũng, Phạm Quang Vinh, Phạm Thị Thu Vân, Phan Kế Phúc, Nguyễn Văn Nhờ, Dương Lan Hương, Bùi Ngọc Thư, Tô Hữu Phúc, Nguyễn Bá Bạ, Nguyễn Thị Quang, Ngô Thanh Hải dịch (2009), **Hướng dẫn thiết kế lắp đặt điện theo tiêu chuẩn quốc tế IEC**, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
7. [Www.google.com.vn](http://www.google.com.vn)
8. <https://lib.hpu.edu.vn/>