

Chương 2. ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

Mục tiêu

Sau khi học xong chương này sinh viên có thể:

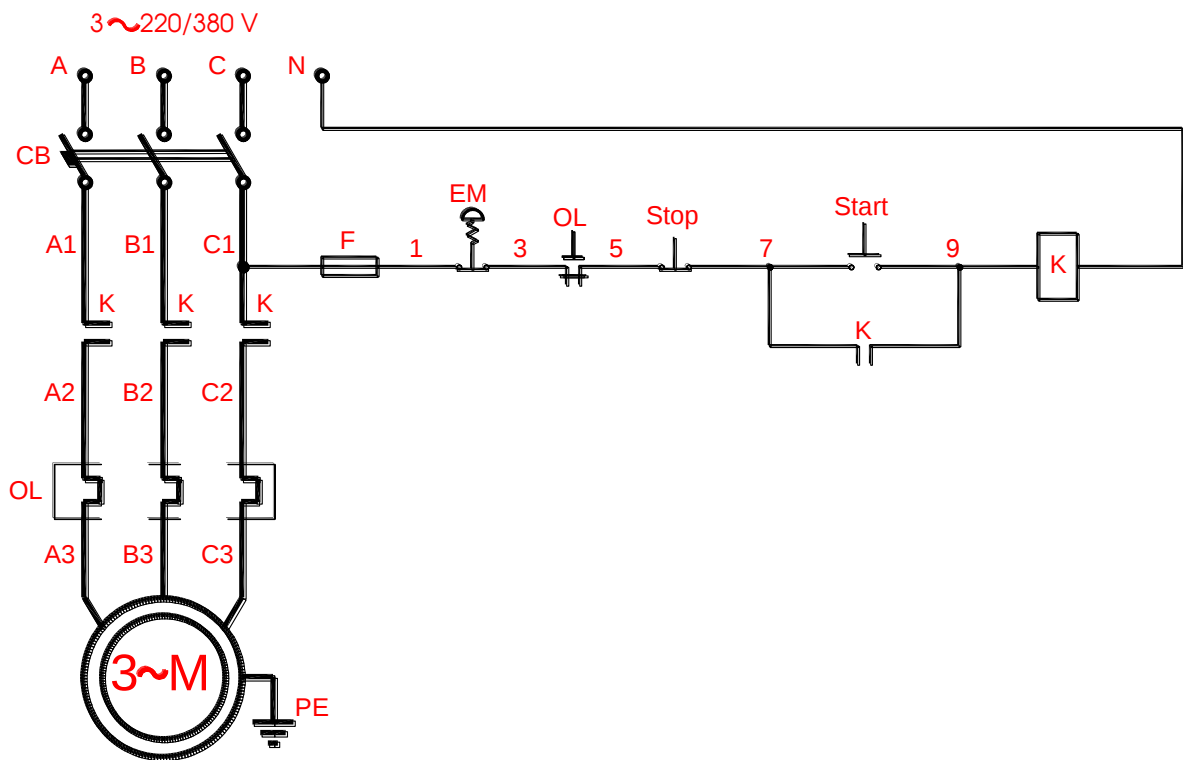
- Giải thích được nguyên lý làm việc mạch điện điều khiển động cơ kđb ba pha;
- Tóm tắt được nguyên lý làm việc mạch điện điều khiển động cơ kđb ba pha dạng sơ đồ cây;
- Thiết lập được sơ đồ mạch điện cơ bản điều khiển động cơ kđb ba pha;
- Phân tích được hư hỏng của mạch điện điều khiển động cơ kđb ba pha.

2.1 ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ KĐB BA PHA ROTOR LỒNG SÓC

Điều khiển một hệ thống truyền động có một động cơ hay nhiều động cơ, các động cơ này có nhiều trạng thái hoạt động khác nhau như quay thuận, quay ngược, điều chỉnh tốc độ, hạn chế dòng khởi động, các động cơ có phối hợp không chế với nhau trong quá trình khởi động và dừng hãm... cần phải sử dụng các thiết bị, khí cụ như contactor, biến tần, role trung gian, role thời gian, role nhiệt, role tốc độ... kết hợp với nút nhấn, công tắc hành trình, cảm biến ... để điều khiển hệ thống truyền động trên. Thiết bị sử dụng trong mạch điều khiển có công suất nhỏ nhưng điều khiển mạch động lực có công suất lớn. Các mạch điện điều khiển trình bày dưới đây dùng các thiết bị, khí cụ trên để điều khiển động cơ kđb ba pha.

2.1.1 Mạch khởi động trực tiếp động cơ ba pha

Khởi động trực tiếp động cơ ba pha có đặc điểm là thời gian khởi động nhanh, moment khởi động lớn, sơ đồ mạch điện điều khiển đơn giản. Tuy nhiên do khởi động trực tiếp nên dòng điện khởi động lớn $I_{kd} = (4 \div 7) I_{đmđc}$ sẽ ảnh hưởng đến điện áp của lưới điện, do đó phương pháp này chỉ sử dụng đối với động cơ có công suất nhỏ và công suất của động cơ $P_{động cơ} < 10 \% P_{lưới điện}$ công suất của nguồn điện.



Hình 2 – 1: Mạch khởi động trực tiếp động cơ ba pha

2.1.1.1 Giới thiệu mạch điện

Mạch động lực: Động cơ ba pha M (Motor), động cơ này có thể đấu hình Y hay Δ để phù hợp với điện áp lưới điện. Ba tiếp điểm chính của contactor K được điều khiển bởi cuộn dây contactor K.

CB(Circuit Breaker) ba pha dùng để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn mạch điện.

Ba phần tử đốt nóng của role nhiệt OL(Overload) phối hợp với tiếp điểm OL trên mạch khiến để bảo vệ quá tải cho động cơ M.

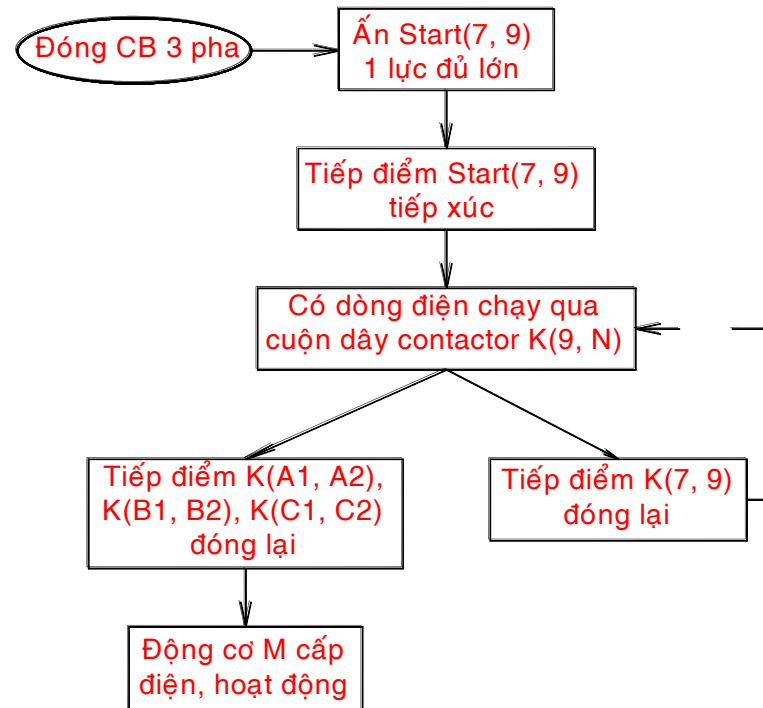
Mạch điều khiển: Cuộn dây và các tiếp điểm phụ của contactor K phối hợp với nút nhấn Start để khởi động động cơ M. Nút nhấn dừng khẩn cấp EM (Emergency stop) hay nút dừng thông thường Stop dùng điều khiển cắt điện qua cuộn dây contactor K để dừng động cơ M.

Tiếp điểm của role nhiệt OL(Overload) được điều khiển bởi các phần tử đốt nóng OL trên mạch động lực, tiếp điểm này tác động khi có sự cố quá tải trên mạch động lực.

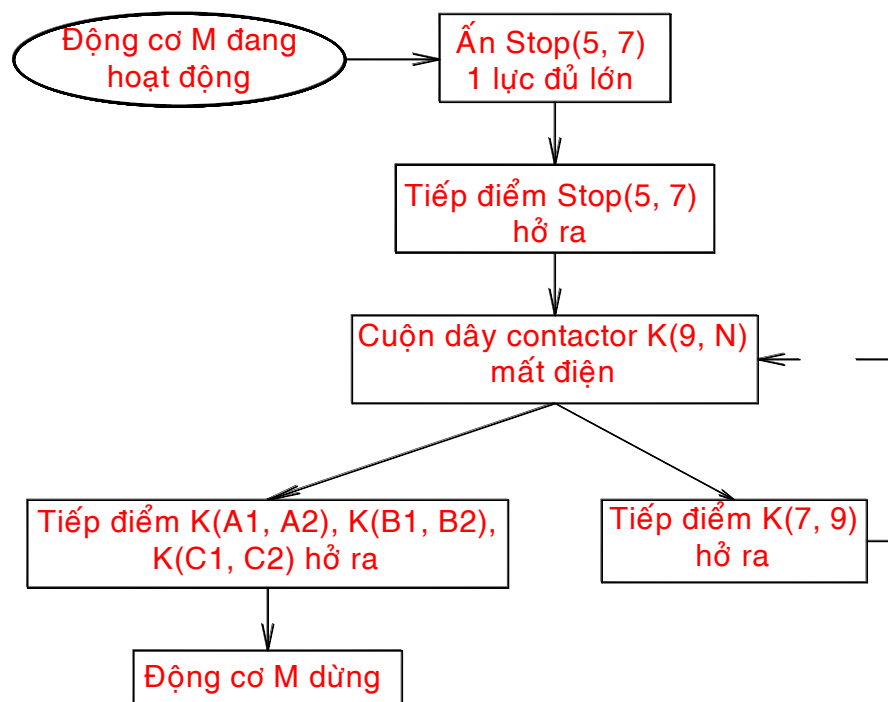
Cầu chì F(Fuse) bảo vệ sự cố ngắn mạch cho mạch điều khiển.

2.1.1.2 Nguyên lý làm việc

Đóng CB ba pha, nhấn nút Start(7, 9), tiếp điểm của nút Start (7, 9) tiếp xúc, có dòng điện chạy qua cuộn dây contactor K(9, N), dòng điện đi theo đường (C₁, 1, 3, 5, 7, 9, K, N), tiếp điểm K(7, 9) đóng lại để duy trì điện cho cuộn dây contactor K(9, N) khi buông nút nhấn Start(7, 9) ra, trên mạch động lực các tiếp điểm K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2) đóng lại, cấp điện ba pha cho động cơ M, động cơ M hoạt động.



Hình 2 – 2: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý khởi động trực tiếp động cơ ba pha



Hình 2 – 3: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý điều khiển dừng động cơ ba pha

Động cơ M đang hoạt động, muốn dừng động cơ M thì nhấn nút Stop(5, 7) khi đó tiếp điểm của nút nhấn Stop(5, 7) hở ra, cuộn dây contactor K(9, N) mất điện, tiếp điểm K(7, 9) mở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2) hở ra, ngắt điện ba pha vào động cơ M, động cơ M ngưng hoạt động.

Trong quá trình động cơ hoạt động nếu có sự cố cần ngắt điện khẩn cấp thì tác động vào nút nhấn EM(1, 3), tiếp điểm EM(1, 3) hở ra làm cuộn dây contactor K(9, N) mất điện, tiếp điểm K(7, 9) mở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2) hở ra, ngắt điện ba pha vào động cơ M, động cơ M ngưng hoạt động, khi đó mạch động lực và mạch điều khiển cách ly khỏi nguồn điện. Sau khi khắc phục sự cố xong, vận hành lại cần tác động xoay nút nhấn EM(1, 3) theo chiều mũi tên trên nút nhấn để tiếp điểm EM(1, 3) phục hồi đóng lại.

2.1.1.3 Bảo vệ mạch điện và động cơ

Trên mạch động lực khi có sự cố ngắn mạch xảy ra, dòng ngắn mạch (lớn gấp vài chục lần so dòng định mức của CB ba pha) chạy qua hai hay ba cuộn dòng của CB ba pha, lực điện từ do dòng ngắn mạch tạo ra trong role dòng lớn, lực điện từ này thắng lực phản lò xo của role dòng làm móc an toàn của CB ba pha tác động, mở ba tiếp điểm của CB ba pha, ngắt nguồn ba pha vào động cơ.

Động cơ ba pha đang hoạt động nếu tải đặt lên trục động cơ tăng, hay động cơ đang hoạt động mà lưới điện đặt vào động cơ mất một pha hoặc động cơ đang kéo phụ tải không đổi nhưng do điện áp nguồn giảm nhiều so với điện áp định mức của động cơ. Các trường hợp đề cập trên động cơ bị quá tải, nếu dòng điện quá tải chạy qua các phần tử đốt nóng của role nhiệt OL(A2, A3), OL(B2, B3), OL(C2, C3) đạt đến dòng tác động của role, sẽ phát sinh ra lượng nhiệt ($Q = RI^2t$), sau thời gian Δt phát nhiệt làm thanh lưỡng kim trong role nhiệt OL giãn nở cong tác động tiếp điểm role nhiệt OL(3, 5) trên mạch điều khiển mở ra, làm cuộn dây contactor K(9, N) mất điện, tiếp điểm K(7, 9) và các tiếp điểm động lực K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2) hở ra, động cơ được cắt khỏi nguồn ba pha.

Trên mạch điều khiển nếu có sự cố ngắn mạch xảy ra, dòng ngắn mạch (lớn rất nhiều lần so dòng định mức của cầu chì) chạy qua cầu chì, trên dây chì phát sinh lượng nhiệt có giá trị $Q = RI^2t$ làm dây chì chảy và đứt, loại mạch điều khiển ra khỏi nguồn điện.

2.1.2 Mạch khởi động trực tiếp động cơ ba pha có đảo chiều quay

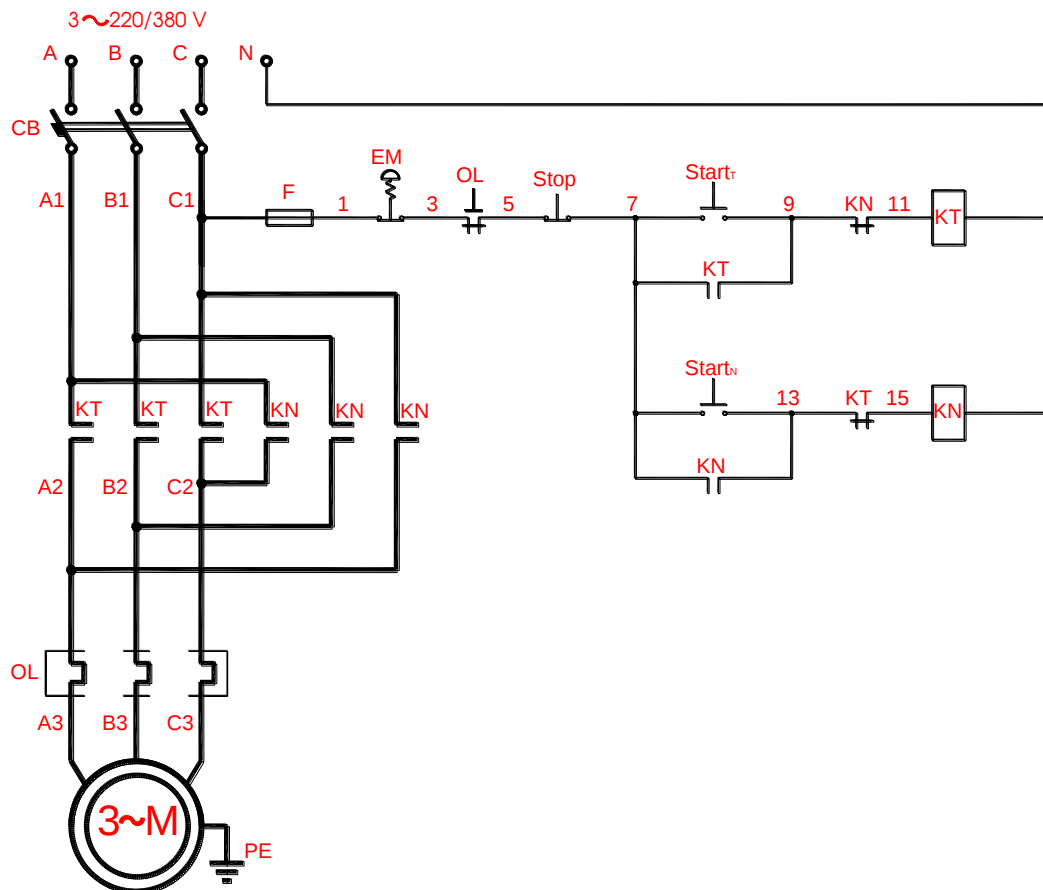
Trong thực tế điều khiển đóng mở cửa cổng của công ty, trường học, nâng hạ thang máy của tòa nhà, nâng hạ tải trọng trong palăng, cầu trục, thực hiện tiện ren phải và ren trái trong máy tiện... người ta sử dụng động cơ ba pha để làm truyền động chính, động cơ này được điều khiển quay hai chiều (chiều thuận và chiều ngược).

Nguyên tắc đảo chiều quay động cơ ba pha là đảo chiều từ trường quay do bộ dây stator tạo ra. Để thực hiện việc này cần có thiết bị (cầu dao đảo ba pha hay mạch điều khiển có hai contactor) để đảo thứ tự hai trong ba pha nguồn cấp cho bộ dây stator của động cơ ba pha.

Có hai phương pháp đảo chiều quay động cơ ba pha là đảo chiều quay gián tiếp và đảo chiều quay trực tiếp. Phương pháp đảo chiều quay gián tiếp động cơ ba pha áp dụng cho các động cơ có công suất lớn, động cơ kéo tải nặng, tải có quán tính lớn. Phương pháp đảo chiều quay trực tiếp động cơ ba pha áp dụng cho các động cơ có công suất nhỏ, động cơ kéo tải nhẹ, tải có quán tính nhỏ.

2.1.2.1 Mạch đảo chiều quay gián tiếp động cơ ba pha

2.1.2.1.1 Giới thiệu mạch điện



Hình 2 – 4: Mạch khởi động đảo chiều quay gián tiếp động cơ ba pha

Mạch động lực gồm có động cơ ba pha M. Ba tiếp điểm chính của contactor K_T điều khiển bởi cuộn dây contactor K_T . Ba tiếp điểm chính của contactor K_N điều khiển bởi cuộn dây contactor K_N .

CB ba pha dùng để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn mạch điện.

Ba phần tử đốt nóng của role nhiệt OL trên mạch động lực phối hợp với tiếp điểm role nhiệt OL trên mạch điều khiển để bảo vệ quá tải cho động cơ M.

Mạch điều khiển gồm có cuộn dây và các tiếp điểm điều khiển của contactor K_T phối hợp với nút nhấn đơn $Start_T$ để điều khiển động cơ M quay thuận. Cuộn dây và các tiếp điểm điều khiển của contactor K_N phối hợp với nút nhấn đơn $Start_N$ để điều khiển động cơ M quay ngược.

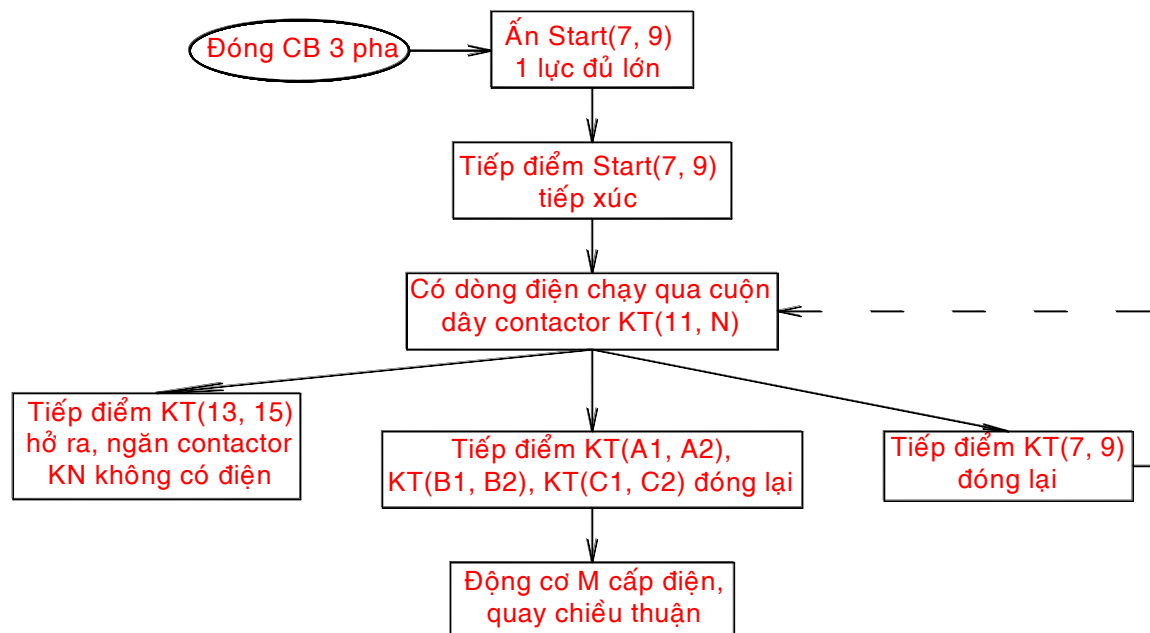
Nút nhấn dừng khẩn cấp EM hay nút dừng thông thường Stop để điều khiển cắt điện qua cuộn dây contactor K_T hoặc K_N để dừng động cơ M.

Tiếp điểm của role nhiệt OL được điều khiển bởi ba phần tử đốt nóng OL trên mạch động lực, tiếp điểm này tác động khi có quá tải trên mạch động lực.

Cầu chì F bảo vệ sự cố ngắn mạch cho mạch điều khiển.

2.1.2.1.2 Nguyên lý làm việc

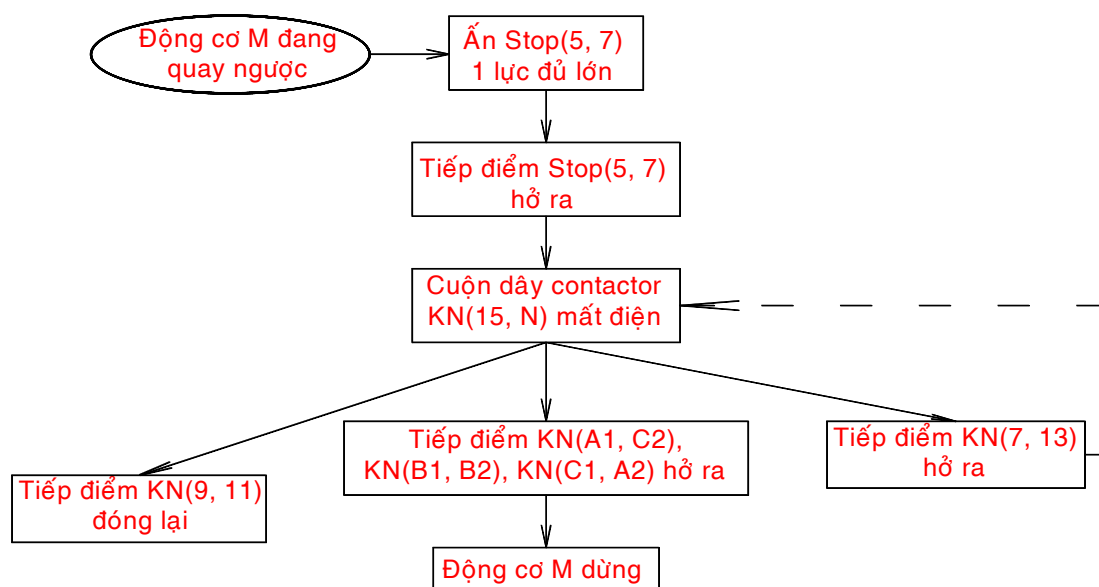
Điều khiển động cơ M quay chiều thuận: Đóng CB ba pha, nhấn nút $Start_T(7, 9)$, tiếp điểm của nút nhấn $Start_T(7, 9)$ tiếp xúc, có dòng điện chạy qua cuộn dây contactor $K_T(11, N)$, dòng điện đi từ $(C_1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, K_T, N)$, tiếp điểm $K_T(13, 15)$ mở ra, tiếp điểm $K_T(7, 9)$ đóng lại duy trì điện chạy qua cuộn dây contactor $K_T(11, N)$ khi thả nút nhấn $Start_T(5, 7)$ ra, đồng thời trên mạch động lực các tiếp điểm chính $K_T(A1, A2)$, $K_T(B1, B2)$, $K_T(C1, C2)$ đóng lại, cấp điện ba pha vào động cơ M, động cơ M quay theo chiều thuận.



Hình 2 – 5: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý điều khiển động cơ M quay chiều thuận

Điều khiển động cơ M quay chiều ngược: Giả sử trước đó động cơ đang quay chiều thuận, cần quay chiều ngược phải tác động nút Stop(5,7), tiếp điểm nút nhấn Stop(5, 7) hở ra cuộn dây contactor $K_T(11, N)$ mất điện, các tiếp điểm $K_T(7, 9)$ và $K_T(A1, A2)$, $K_T(B1, B2)$, $K_T(C1, C2)$ mở ra ngắt điện ba pha vào động cơ, đồng thời tiếp điểm $K_T(13, 15)$ đóng lại. Nhấn nút Start_N(7,13), tiếp điểm nút nhấn Start_N(7,13) tiếp xúc, có dòng điện chạy qua cuộn dây contactor $K_N(15, N)$, dòng điện đi từ (C₁, 1, 3, 5, 7, 13, 15, K_N, N), tiếp điểm $K_N(9,11)$ mở ra, tiếp điểm $K_N(7,13)$ đóng lại duy trì điện cho cuộn dây contactor $K_N(15, N)$ khi thả nút nhấn Start_N(7,13) ra, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_N(A1, C2)$, $K_N(B1,B2)$, $K_N(C1,A2)$ đóng lại, hai trong ba pha của nguồn đưa vào động cơ đảo thứ tự, động cơ M quay chiều ngược.

Dừng động cơ M: Giả sử động cơ M đang quay chiều ngược, muốn dừng động cơ M thì nhấn nút Stop(5,7), tiếp điểm của nút nhấn Stop(5,7) hở ra, cuộn dây contactor $K_N(15, N)$ mất điện, tiếp điểm $K_N(7,13)$ mở ra, tiếp điểm $K_N(9,11)$ đóng lại, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_N(A1, C2)$, $K_N(B1, B2)$, $K_N(C1, A2)$ hở ra ngắt điện ba pha vào động cơ M, động cơ M ngưng hoạt động.



Hình 2 – 6: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý điều khiển dừng động cơ ba pha

2.1.2.1.3 Bảo vệ mạch điện và động cơ

CB ba pha để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

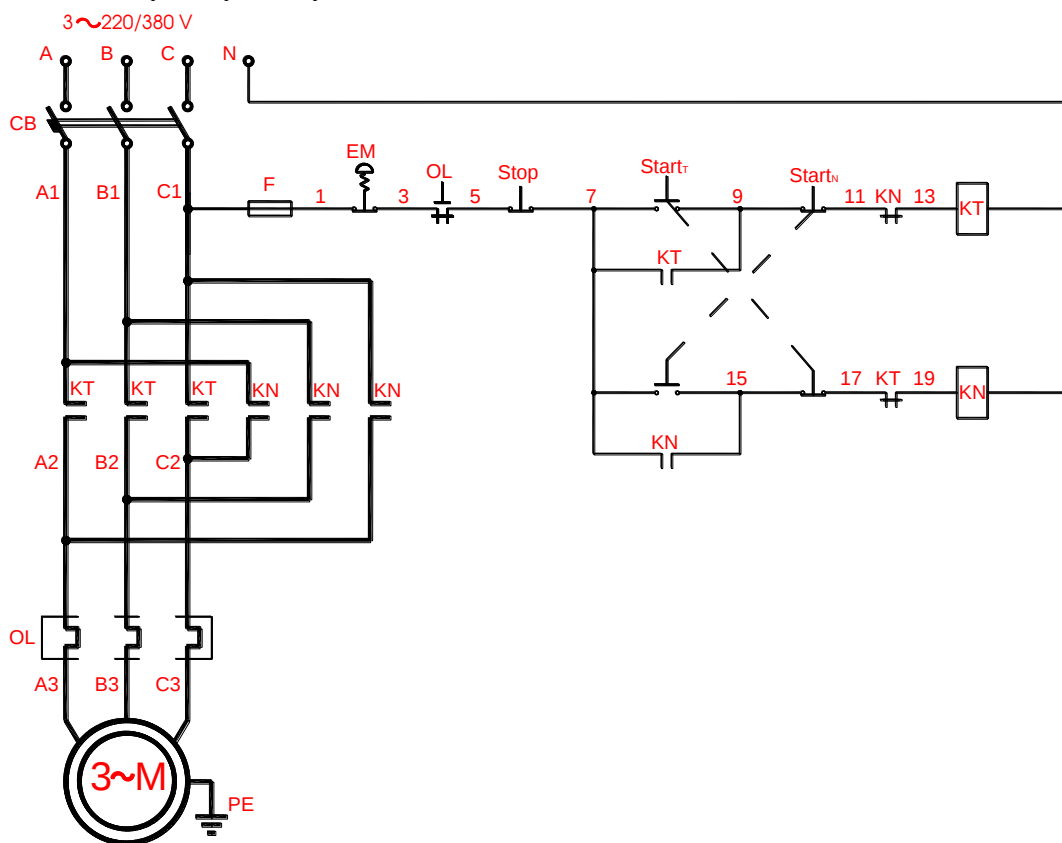
Mạch động lực có lắp các phần tử đốt nóng của role nhiệt OL, mạch điều khiển có lắp tiếp điểm role nhiệt OL, nếu động cơ bị quá tải, dòng điện quá tải chạy qua các phần tử đốt nóng của role nhiệt OL(A2, A3), OL(B2, B3), OL(C2, C3) đạt đến dòng tác động của role, sẽ phát sinh ra lượng nhiệt làm thanh lưỡng kim giãn nở cong tác động tiếp điểm role nhiệt OL(3, 5) trên mạch điều khiển mở ra, làm cuộn dây contactor K_T hay contactor K_N mất điện, các tiếp điểm điều khiển và động lực của contactor K_T hay contactor K_N hở ra, cắt nguồn ba pha vào động cơ M.

Cầu chì F lắp trên mạch điều khiển để bảo vệ sự cố ngắn mạch cho mạch điều khiển.

Trên mạch điều khiển có lắp hai tiếp điểm thường đóng khóa chéo lẫn nhau $K_N(9, 11)$ và $K_T(13, 15)$ để ngăn ngừa hai cuộn dây contactor K_T và K_N không có điện đồng thời tránh sự cố ngắn mạch hai pha trên mạch động lực. Ngoài ra để ngăn ngừa hai contactor K_T và K_N không điện đồng thời người ta còn sử dụng contactor kép có bộ khóa cơ khí cho phép một thời điểm chỉ một contactor hoạt động.

2.1.2.2 Mạch đảo chiều quay trực tiếp động cơ ba pha

2.1.2.2.1 Giới thiệu mạch điện



Hình 2 – 7: Mạch khởi động đảo chiều quay trực tiếp động cơ ba pha

Mạch động lực và mạch điều khiển giống mạch đảo chiều quay gián tiếp động cơ ba pha. Tuy nhiên mạch điều khiển dùng hai nút nhấn kép $Start_T$ và $Start_N$ (mạch đảo chiều quay gián tiếp dùng hai nút nhấn đơn). Hình 2.5a là mạch đảo chiều quay trực tiếp động cơ ba pha.

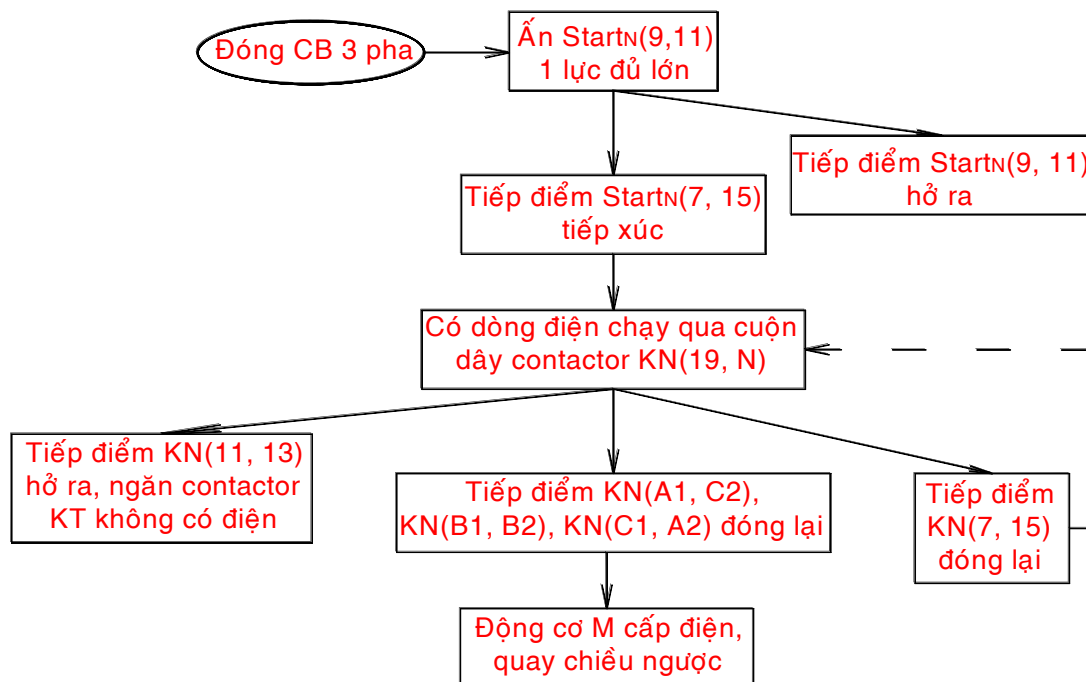
2.1.2.2.2 Nguyên lý làm việc

Điều khiển động cơ M quay chiều thuận: Đóng CB ba pha, nhấn nút $Start_T(7, 9)$, tiếp điểm thường đóng của nút nhấn $Start_T(15, 17)$ mở ra, tiếp điểm thường hở của nút nhấn $Start_T(7, 9)$ tiếp xúc, có dòng điện chạy qua cuộn dây contactor $K_T(13, N)$ dòng điện đi từ ($C_1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, K_T, N$), tiếp điểm $K_T(17, 19)$ mở ra, tiếp điểm $K_T(7, 9)$ đóng lại duy trì điện chạy qua cuộn dây contactor K_T khi thả nút nhấn $Start_T(7, 9)$ ra, đồng thời

Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

trên mạch động lực các tiếp điểm chính $K_T(A1, A2)$, $K_T(B1, B2)$, $K_T(C1, C2)$ đóng lại, cấp điện ba pha vào động cơ M, động cơ M quay theo chiều thuận.

Điều khiển động cơ M quay ngược: Giả sử trước đó động cơ đang quay chiều thuận, cần quay chiều ngược phải nhấn nút $Start_N(9, 11)$ khi đó tiếp điểm thường đóng của nút nhấn $Start_N(9, 11)$ hở ra, cuộn dây contactor $K_T(13, N)$ mất điện, tiếp điểm $K_T(7, 9)$ mở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_T(A1, A2)$, $K_T(B1, B2)$, $K_T(C1, C2)$ mở ra, cắt nguồn ba pha đặt vào động cơ M; đồng thời tiếp điểm $K_T(17, 19)$ đóng lại kết hợp với tiếp điểm thường hở $Start_N(7, 15)$ tiếp xúc, cuộn dây contactor $K_N(19, N)$ có điện, dòng điện chạy theo đường $(C1, 1, 3, 5, 7, 15, 17, 19, K_N, N)$, tiếp điểm $K_N(11, 13)$ mở ra, tiếp điểm $K_N(7, 15)$ đóng lại để duy trì điện cho cuộn dây contactor $K_N(19, N)$ khi thả nút nhấn $Start_N(9, 11)$ ra, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_N(A1, C2)$, $K_N(B1, B2)$, $K_N(C1, A2)$ đóng lại, hai trong ba pha của nguồn đưa vào động cơ đảo thứ tự, động cơ M quay chiều ngược.



Hình 2 – 8: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý điều khiển động cơ M quay chiều ngược

Dừng động cơ M: Giả sử động cơ M đang quay chiều thuận, muốn dừng động cơ M thì nhấn nút $Stop(5, 7)$ khi đó tiếp điểm của nút nhấn $Stop(5, 7)$ hở ra, cuộn dây contactor $K_T(13, N)$ mất điện, tiếp điểm $K_T(7, 9)$ mở ra, tiếp điểm $K_T(17, 19)$ đóng lại, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_T(A1, A2)$, $K_T(B1, B2)$, $K_T(C1, C2)$ hở ra, ngắt điện ba pha vào động cơ M, động cơ M ngưng hoạt động.

2.1.2.2.3 Bảo vệ mạch điện và động cơ

Mạch bảo vệ động cơ ba pha đảo chiều quay trực tiếp giống mạch bảo vệ động cơ ba pha đảo chiều quay gián tiếp. Tuy nhiên trên mạch điều khiển ngoài hai tiếp điểm khóa chéo $K_T(17, 19)$ và $K_N(11, 13)$ còn có hai tiếp điểm $Start_T(15, 17)$ và $Start_N(9, 11)$; hai tiếp điểm này cũng giúp khóa hai contactor K_T và K_N không có điện cùng một thời điểm lúc tác động nút nhấn $Start_T$ hay $Start_N$.

2.1.2.2.4 Phân tích hư hỏng mạch điện đảo chiều quay trực tiếp động cơ ba pha

Trước khi phân tích hư hỏng mạch điện có một số giả định sau:

Nút nhấn đơn thường đóng đo điện trở hai đầu nút ấn là 0Ω ; nếu tác động nút ấn đo điện trở hai đầu nút ấn là $\infty \Omega \Rightarrow$ Nút nhấn tốt.

Nút nhấn đơn thường hở đo điện trở hai đầu nút ấn là $\infty \Omega$; nếu tác động nút ấn đo điện trở hai đầu nút ấn là $0 \Omega \Rightarrow$ Nút nhấn tốt.

Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

Cuộn dây contactor có giá trị $R_{ctt} = 500 \Omega$ là tốt; nếu giá trị $R_{ctt} = 0 \Omega$ cuộn dây bị chập vòng dây (cuộn dây bị cháy); nếu giá trị $R_{ctt} = \infty \Omega$ cuộn dây bị đứt.

Đo điện trở tiếp điểm thường đóng của contactor có giá trị 0Ω ; nếu tác động vào contactor (lỗi thép động) đo điện trở hai đầu tiếp điểm $\infty \Omega \Rightarrow$ Tiếp điểm tốt.

Đo điện trở tiếp điểm thường hở của contactor có giá trị $\infty \Omega$; nếu tác động vào contactor (lỗi thép động) đo điện trở hai đầu tiếp điểm $0 \Omega \Rightarrow$ Tiếp điểm tốt.

Bộ dây stator động cơ ba pha đấu hình Y và đo điện trở bộ dây $R_{A,B} = R_{A,C} = R_{B,C} = 2 \Omega \Rightarrow$ Bộ dây stator động cơ tốt; nếu điện trở $R_{A,B} = R_{A,C} = R_{B,C} = 0 \Omega$ bộ dây stator động cơ bị cháy (chập vòng dây); nếu điện trở $R_{A,B} = R_{A,C} = R_{B,C} = \infty \Omega$ bộ dây stator bị đứt.

Triệu chứng chung (Hiện tượng chung)	Triệu chứng 1 (Hiện tượng 1)	Triệu chứng 2 (Hiện tượng 2)	Nguyên nhân	Giải pháp khắc phục
1. Nhấn Start động cơ M quay thuận, buông nút nhấn Start ra động cơ M dừng	Ấn contactor K_T đo $R_{(7,9)} = \infty \Omega$		Tiếp điểm $K_T(7,9)$ không tiếp xúc	Thay tiếp điểm $K_T(7,9)$ hay làm vệ sinh tiếp điểm $K_T(7,9)$
2. Nhấn Start động cơ M hoạt động bình thường; nhấn Start động cơ M không hoạt động	- Đo $R_{(15,17)} = 0 \Omega$ - Đo $R_{(17,19)} = 0 \Omega$	- Đo $R_{(19,N)} = 500 \Omega$ - Ấn Start đo $R_{(7,15)} = \infty \Omega$	Tiếp điểm nút nhấn Start _N (7,15) không tiếp xúc	Thay nút nhấn Start _N (7,15), hay làm vệ sinh, chỉnh lại tiếp điểm Start _N
	- Đo $R_{(19,N)} = 500 \Omega$ - Đo $R_{(17,19)} = 0 \Omega$	- Ấn Start đo $R_{(7,15)} = 0 \Omega$ - Đo $R_{(15,17)} = \infty \Omega$	Tiếp điểm nút nhấn start _T (15,17) không tiếp xúc	Thay nút nhấn Start _T (15,17), hay làm vệ sinh, chỉnh lại tiếp điểm Start _T
	- Ấn Start đo $R_{(7,15)} = 0 \Omega$ - Đo $R_{(15,17)} = 0 \Omega$	- Đo $R_{(17,19)} = \infty \Omega$ - Đo $R_{(19,N)} = 500 \Omega$	Tiếp điểm contactor $K_T(17,19)$ không tiếp xúc	Thay tiếp điểm $K_T(17,19)$
	- Ấn Start đo $R_{(7,15)} = 0 \Omega$ - Đo $R_{(15,17)} = 0 \Omega$	- Đo $R_{(17,19)} = 0 \Omega$ - Đo $R_{(19,N)} = \infty \Omega$	Cuộn dây contactor $K_N(19,N)$ bị đứt	Thay cuộn dây contactor K_N hay thay contactor K_N
3. Nhấn Start động cơ M hoạt động bình thường; nhấn Start cầu chì F đứt	- Ấn Start đo, đo $R_{(1,13)} = 0 \Omega$	- Đo $R_{(13,N)} = 0 \Omega$	Cuộn dây contactor K_T bị cháy (chập các vòng dây)	Thay cuộn dây contactor K_T hay thay contactor K_T
4. Đóng CB 3 pha nhấn nút Start hay Start contactor K_T hay K_N không tác động, động cơ M không	- Đo $U_{A1B1} = U_{B1C1} = U_{A1C1} = 380 V$ - Đo $U_{(3,N)} = 220 V$ - Đo $U_{(5,N)} = 0 V$	- Ấn Start đo $R_{(5,7)} = 500 \Omega$ - Ấn Start _N đo $R_{(5,7)} = 500 \Omega$ - Đo $R_{(3,5)} = \infty \Omega$	Tiếp điểm OL(3,5) không tiếp xúc	- Tác động lại OL (nếu trước đó đã kéo lên). - Kiểm tra lại động cơ bị quá tải, xử lý xong tác động lại OL. - Thay role nhiệt

Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

hoạt động				OL
	- Đo $U_{A1B1} = U_{B1C1} = U_{A1C1} = 380\text{ V}$ - Đo $U_{(C1, N)} = 220\text{ V}$ - Đo $U_{(3, N)} = 0\text{ V}$	- Ấn Start_T đo $R_{(1, N)} = 500\ \Omega$ - Ấn Start_N, đo $R_{(1, N)} = 500\ \Omega$ - Đo $R_{(C1, 3)} = \infty\ \Omega$	Cầu chì F bị đứt	Kiểm tra lại có vị trí nào trong mạch điều khiển bị ngắn mạch hoặc chọn cầu chì không thích hợp
5. Nhấn Start _T hay Start _N động cơ M quay rất chậm, có tiếng ù	- Đo dòng $I_C = 15\text{ A}$, $I_B = 15\text{ A}$, $I_A = 0\text{ A}$ - Đo điện trở stator $R_{ab} = R_{bc} = R_{ca} = 2\ \Omega$	- Đo điện áp $U_{bc} = 380\text{ V}$ - Đo điện áp $U_{ba} = 0\text{ V}$ - Đo điện áp $U_{ca} = 0\text{ V}$	Nguồn ba pha cấp cho động cơ M bị mất một pha (pha A)	Kiểm tra đường dây cấp điện pha A từ nguồn đến động cơ M
	- Đo dòng $I_C = 15\text{ A}$, $I_B = 15\text{ A}$, $I_A = 0\text{ A}$. - Đo điện áp $U_{ab} = U_{bc} = U_{ca} = 380\text{ V}$	- Đo điện trở bộ dây stator M_1 $R_{bc} = 2\ \Omega$; $R_{ac} = \infty\ \Omega$, $R_{ab} = \infty\ \Omega$	Pha A bộ dây stator động cơ M_1 bị đứt	Quấn lại bộ dây pha A
	- Đo dòng $I_A = 15\text{ A}$, $I_B = 15\text{ A}$, $I_C = 0\text{ A}$. - Đo điện áp nguồn $U_{ab} = U_{bc} = U_{ca} = 380\text{ V}$	- Đo điện trở stator M_1, $R_{ab} = R_{bc} = R_{ca} = 2\ \Omega$ - Ấn contactor K_T đo $R_{(A1, A2)} = R_{(B1, B2)} = 0\ \Omega$, đo $R_{(C1, C2)} = \infty\ \Omega$ - Ấn contactor K_N đo $R_{(A1, C2)} = R_{(B1, B2)} = 0\ \Omega$, đo $R_{(C1, A2)} = \infty\ \Omega$	Tiếp điểm K_T ($C1, C2$) của contactor K_T và tiếp điểm K_N ($C1, A2$) của contactor K_N không tiếp xúc	Thay tiếp điểm K_T ($C1, C2$) và K_N ($C1, A2$)
6. Nhấn Start _T động cơ M hoạt động bình thường; nhấn Start _N contactor K_N tác động nhưng động cơ M không hoạt động	- Nhấn Start_N đo điện áp $U_{A2, B2} = U_{B2, C2} = U_{A2, C2} = 0\text{ V}$	- Ấn contactor K_N, đo $R_{(A1, C2)} = R_{(C1, A2)} = \infty\ \Omega$, đo $R_{(B1, B2)} = 0\ \Omega$	Tiếp điểm K_N ($A1, C2$), K_N ($C1, A2$) không tiếp xúc	Thay tiếp điểm hoặc contactor K_N

2.1.3 Khởi động gián tiếp động cơ ba pha

Động cơ ba pha rotor lồng sóc khi khởi động thì dòng điện khởi động nằm trong phạm vi $I_{kđ} = (4 \div 7) I_{đmđc}$, giả sử có một động cơ ba pha có dòng định mức $I_{đm} = 100\text{ A}$, động cơ này khi khởi động dòng điện có giá trị trong khoảng từ $400\text{ A} \div 700\text{ A}$. Dòng điện khởi động của động cơ này lớn gây sụt áp trên lưới điện ảnh hưởng đến các thiết bị khác đang hoạt động trên lưới, tổn thất năng lượng lúc khởi động lớn, để giảm dòng khởi động cần giảm điện áp đặt vào bộ dây stator của động cơ ba pha lúc khởi động. Khởi động gián tiếp động cơ ba pha được thực hiện bởi các phương thức sau: khởi động qua điện trở R, khởi

động qua cuộn kháng L, khởi động qua máy biến áp tự ngẫu, khởi động đổi nối Y/ Δ và khởi động mềm. Nhược điểm chung của phương pháp khởi động gián tiếp là moment khởi động giảm.

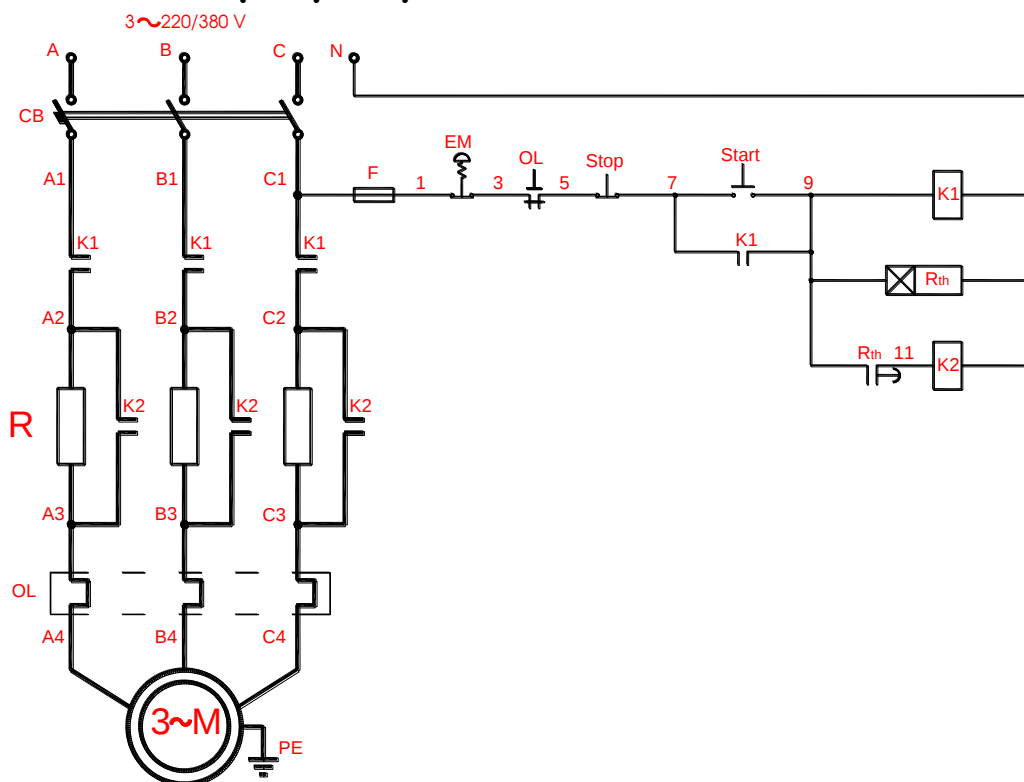
2.1.3.1 Mạch khởi động qua điện trở R

Điện trở R mắc nối tiếp với bộ dây stator của động cơ để tạo sụt áp, giảm điện áp đặt vào động cơ lúc khởi động, nếu điện áp khởi động giảm k lần thì dòng điện giảm k lần, moment giảm k^2 lần, kết thúc quá trình khởi động điện trở R được loại ra khỏi mạch.

Thành phần tham gia vào mạch stator lúc khởi động là điện trở nên không ảnh hưởng đến hệ số $\cos \varphi$ của lưới điện. Sơ đồ mạch khởi động qua điện trở R đơn giản.

Tuy nhiên khởi động qua điện trở R sẽ phát nhiệt trên điện trở gây tổn thất công suất lúc khởi động, do phát nhiệt trên điện trở R do đó không an toàn cho các nhà máy đòi hỏi nghiêm ngặt về phòng cháy chữa cháy như xưởng dệt, xưởng sản xuất bông gòn, xưởng sản xuất giấy, xưởng sản xuất hóa chất ... Để đảm bảo an toàn các điện trở R phải được bọc kín và cách nhiệt với môi trường bên ngoài.

2.1.3.1.1 Giới thiệu mạch điện:



Hình 2 – 9: Mạch khởi động động cơ ba pha qua điện trở R

Mạch động lực gồm có động cơ ba pha, động cơ này được yêu cầu khởi động qua điện trở R để giảm dòng khởi động. Ba điện trở R để hạ điện áp đặt vào bộ dây stator của động cơ M lúc khởi động.

Ba tiếp điểm chính K_1 được điều khiển bởi cuộn dây contactor K_1 , ba tiếp điểm K_1 đóng đưa ba điện trở R nối tiếp bộ dây stator của động cơ để hạn chế dòng khởi động.

Ba tiếp điểm chính K_2 điều khiển bởi cuộn dây contactor K_2 , ba tiếp điểm K_2 đóng để loại ba điện R ra khỏi mạch stator của động cơ, kết thúc quá trình khởi động.

CB ba pha để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Ba phần tử đốt nóng của role nhiệt OL phối hợp với tiếp điểm của role nhiệt trên mạch điều khiển để bảo vệ quá tải cho động cơ.

Mạch điều khiển bao gồm cuộn dây và các tiếp điểm điều khiển của contactor K_1 phối hợp với nút nhấn Start để điều khiển động cơ M khởi động qua R. Role thời gian R_{th}

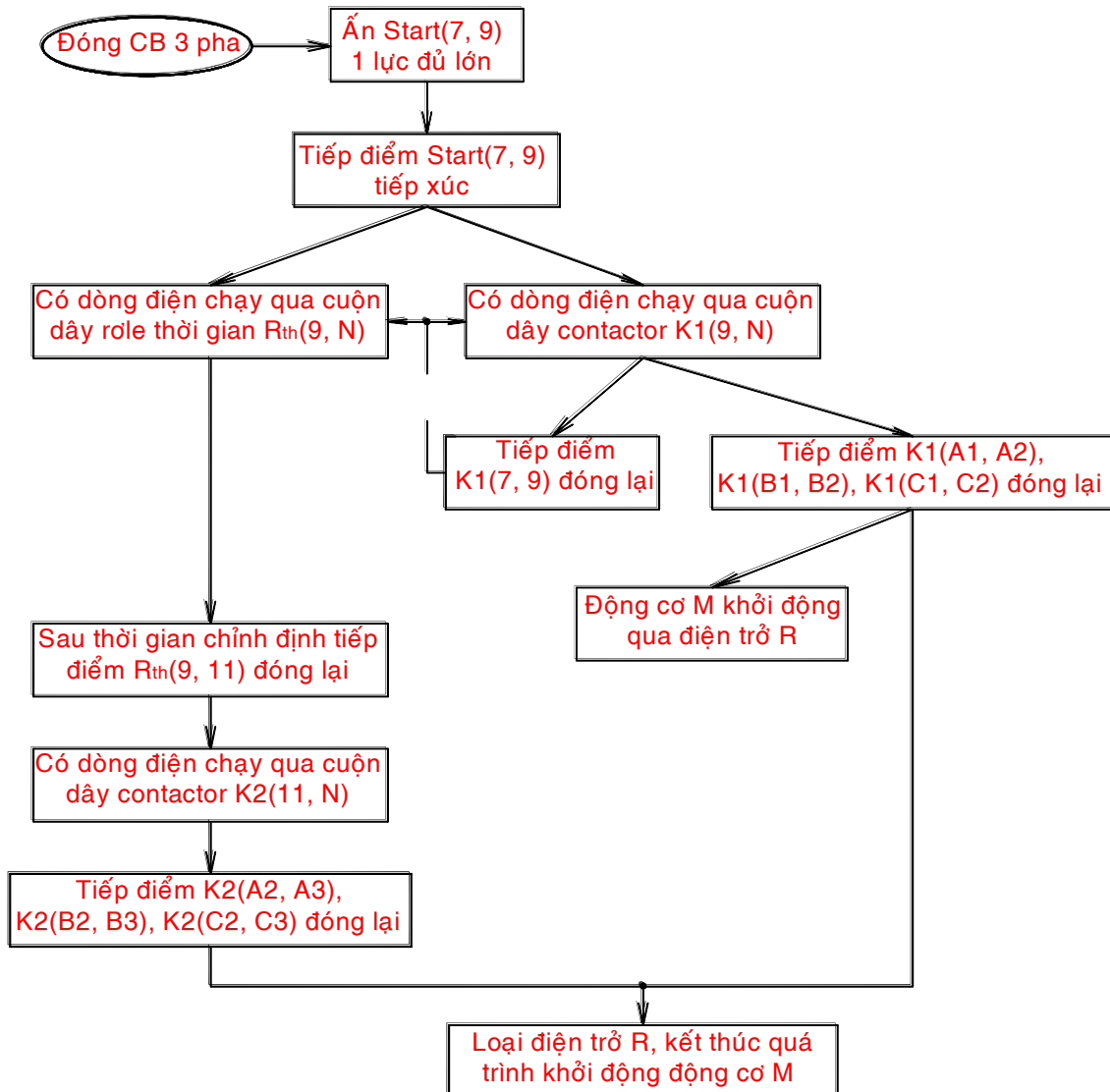
kết hợp với cuộn dây contactor K_2 để loại điện trở R ra khỏi mạch stator của động cơ khi hết thời gian chỉnh định.

Nút dừng thông thường Stop hay nút nhấn dừng khẩn cấp EM để điều khiển cắt điện qua cuộn dây contactor K_1 , K_2 để dừng động cơ M .

Tiếp điểm thường đóng của role nhiệt OL được tác động bởi ba phần tử đốt nóng OL trên mạch động lực và tiếp điểm này tác động khi có sự cố quá tải trên mạch động lực.

Cầu chì F để bảo vệ sự cố ngắn mạch trên mạch điện điều khiển.

2.1.3.1.2 Nguyên lý làm việc



Hình 2 – 10: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý điều khiển động cơ M khởi động qua R

Khởi động động cơ M : Đóng CB ba pha, ấn nút Start(7, 9), tiếp điểm nút nhấn Start(7, 9) tiếp xúc, có dòng điện chạy qua contactor $K_1(9, N)$ và cuộn dây role thời gian $R_{th}(9, N)$, dòng điện đi từ $(C_1, 1, 3, 5, 7, 9, K_1$ và $R_{th}, N)$, tiếp điểm $K_1(7, 9)$ đóng lại duy trì điện qua cuộn dây contactor K_1 và cuộn dây R_{th} khi thả nút nhấn Start(7, 9) ra, đồng thời trên mạch động lực ba tiếp điểm chính $K_1(A1, A2)$, $K_1(B1, B2)$, $K_1(C1, C2)$ đóng lại, ba điện trở R nối tiếp với bộ dây stator của động cơ M , động cơ khởi động qua điện trở, dòng điện khởi động qua động cơ giảm. Sau thời gian chỉnh định giả sử 5s, tiếp role thời gian $R_{th}(9, 11)$ đóng lại, cuộn dây contactor $K_2(11, N)$ có điện, dòng điện đi từ $(C_1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, K_2, N)$, trên mạch động lực ba tiếp điểm chính $K_2(A2, A3)$, $K_2(B2, B3)$, $K_2(C2, C3)$ đóng lại, nối tắt ba điện trở R , điện áp đặt vào bộ dây stator của động cơ lúc này bằng điện áp lưới điện, tốc độ động cơ tăng dần lên tốc độ định mức, kết thúc quá trình khởi động.

Dừng động cơ M: Động cơ M đang hoạt động, cần dừng thì nhấn nút Stop(5, 7) khi đó tiếp điểm của nút nhấn Stop(5, 7) hở ra, cuộn dây contactor $K_1(9, N)$, $K_2(11, N)$ và cuộn dây role thời gian $R_{th}(9, N)$ mất điện, tiếp điểm $K_1(5, 7)$ mở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_1(A1, A2)$, $K_1(B1, B2)$, $K_1(C1, C2)$ và $K_2(A2, A3)$, $K_2(B2, B3)$, $K_2(C2, C3)$ hở ra, ngắt điện ba pha vào động cơ M, động cơ M ngưng hoạt động.

2.1.3.1.3 Bảo vệ động cơ và mạch điện

CB ba pha lắp trên mạch động lực có chức năng đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Động cơ M đang hoạt động, nếu động cơ bị quá tải, nếu dòng điện quá tải chạy qua các phần tử đốt nóng của role nhiệt OL(A3, A4), OL(B3, B4), OL(C3, C4) đạt đến dòng tác động của role, sẽ phát sinh ra lượng nhiệt làm thanh lưỡng kim trong role nhiệt giãn nở cong tác động tiếp điểm role nhiệt OL(1, 3) trên mạch điều khiển mở ra, làm cuộn dây contactor K_1 và K_2 mất điện, tiếp điểm điều khiển $K_1(7, 9)$, tiếp điểm động lực $K_1(A1, A2)$, $K_1(B1, B2)$, $K_1(C1, C2)$ và $K_2(A2, A3)$, $K_2(B2, B3)$, $K_2(C2, C3)$ hở ra, động cơ M cắt khỏi nguồn ba pha.

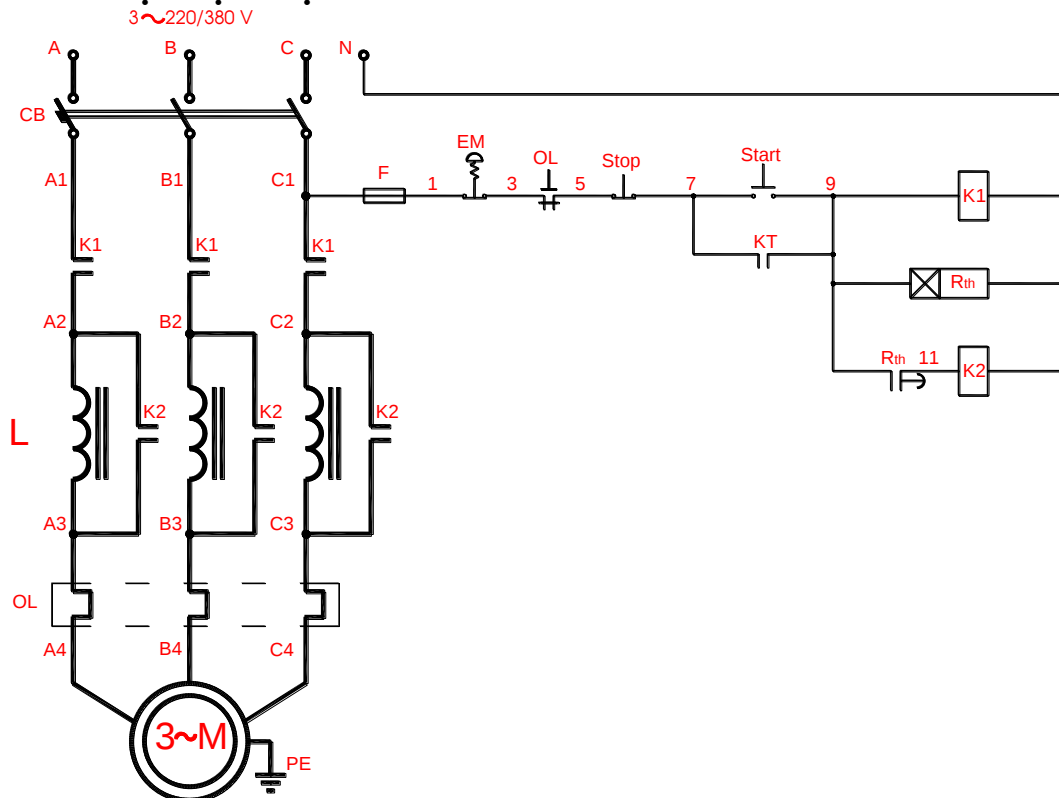
Cầu chì F lắp trên mạch điều khiển để bảo vệ sự cố ngắn mạch cho mạch điều khiển.

2.1.3.2 Mạch khởi động qua cuộn kháng L

Cuộn kháng L mắc nối tiếp với bộ dây stator của động cơ M để tạo sụt áp, giảm điện áp đặt vào động cơ lúc khởi động, nếu điện áp khởi động giảm k lần thì dòng điện giảm k lần, moment giảm k^2 lần, kết thúc quá trình khởi động cuộn kháng L được loại ra khỏi mạch.

Thành phần tham gia vào mạch stator lúc khởi động là cuộn kháng nên làm hệ số $\cos\phi$ của lưới điện giảm. Sơ đồ mạch khởi động qua cuộn kháng L đơn giản.

2.1.3.2.1 Giới thiệu mạch điện:

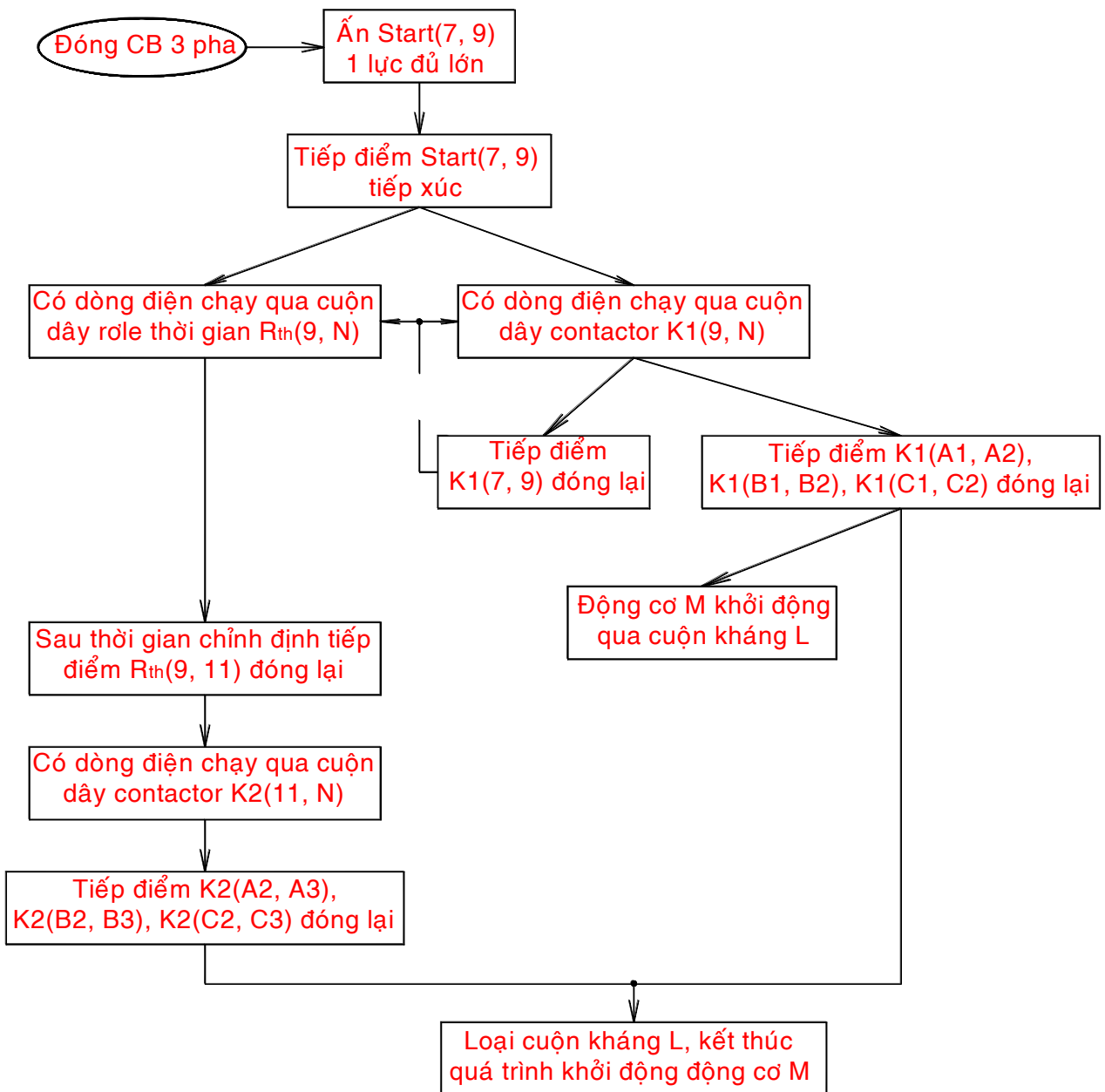


Hình 2 – 11: Mạch điều khiển động cơ ba pha khởi động qua cuộn kháng L

Mạch điều khiển và mạch động lực giống mạch khởi động qua điện trở. Điểm khác biệt là mạch động lực có ba cuộn kháng L.

2.1.3.2.2 Nguyên lý làm việc

Khởi động động cơ M: Đóng CB ba pha, nhấn Start(7, 9), tiếp điểm nút nhấn Start(7, 9) tiếp xúc, có dòng điện chạy qua contactor $K_1(9, N)$ và cuộn dây role thời gian $R_{th}(9, N)$, dòng điện đi từ $(C_1, 1, 3, 5, 7, 9, K_1$ và $R_{th}, N)$, tiếp điểm $K_1(7, 9)$ đóng lại duy trì điện qua cuộn dây contactor K_1 và cuộn dây R_{th} khi thả nút nhấn Start(7, 9) ra đồng thời trên mạch động lực ba tiếp điểm chính $K_1(A1, A2)$, $K_1(B1, B2)$, $K_1(C1, C2)$ đóng lại, ba cuộn kháng L được mắc nối tiếp với bộ dây stator của động cơ M, do đó điện áp đặt vào bộ dây stator của động cơ giảm so với điện áp nguồn, vì vậy dòng điện khởi động qua động cơ M giảm so với dòng khởi động trực tiếp. Sau thời gian chỉnh định giả sử 5s, tiếp role thời gian $R_{th}(9, 11)$ đóng lại, có dòng điện chạy qua cuộn dây contactor $K_2(11, N)$, dòng điện đi từ $(C_1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, K_2, N)$, trên mạch động lực ba tiếp điểm chính $K_2(A2, A3)$, $K_2(B2, B3)$, $K_2(C2, C3)$ đóng lại, nối tắt ba cuộn kháng L, lúc này điện áp đặt vào bộ dây stator của động cơ bằng điện áp nguồn, tốc độ động cơ tăng dần lên tốc độ định mức, kết thúc quá trình khởi động.



Hình 2 – 12: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý điều khiển động cơ M khởi động qua cuộn kháng L

Dừng động cơ M: Động cơ M đang hoạt động, cần dừng thì nhấn nút Stop(5, 7) khi đó tiếp điểm của nút nhấn Stop(5, 7) hở ra, cuộn dây contactor $K_1(9, N)$, $K_2(11, N)$ và cuộn

Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

dây role thời gian $R_{th}(9, N)$ mất điện, tiếp điểm $K_1(5, 7)$ mở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_1(A1, A2)$, $K_1(B1, B2)$, $K_1(C1, C2)$ và $K_2(A2, A3)$, $K_2(B2, B3)$, $K_2(C2, C3)$ hở ra, ngắt điện ba pha vào động cơ M, động cơ M ngưng hoạt động.

2.1.3.2.3 Bảo vệ động cơ và mạch điện

Bảo vệ động cơ và mạch điện giống mạch khởi động qua điện trở R.

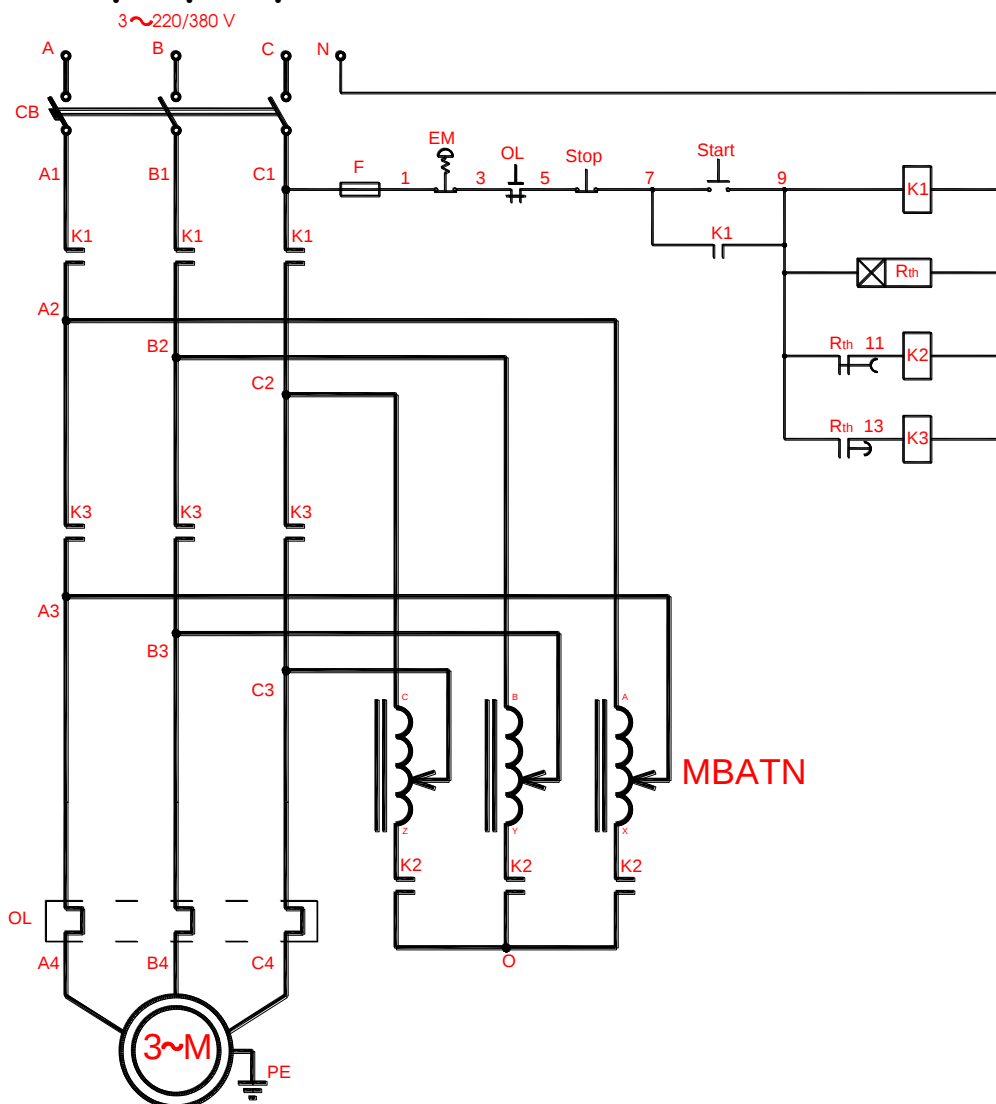
2.1.3.3 Mạch khởi động qua máy biến áp tự ngẫu

Máy biến áp tự ngẫu mắc nối tiếp với bộ dây stator của động cơ M để tạo sụt áp, giảm điện áp đặt vào động cơ lúc khởi động, nếu điện áp khởi động giảm k lần thì dòng điện giảm k^2 lần, moment giảm k^2 lần, kết thúc quá trình khởi động máy biến áp tự ngẫu được loại ra khỏi mạch. So sánh phương pháp khởi động qua máy biến áp tự ngẫu với phương pháp khởi động qua cuộn kháng cùng một giá trị dòng khởi động thì phương pháp khởi động qua máy biến áp tự ngẫu có moment khởi động lớn hơn.

Thành phần tham gia vào mạch stator của động cơ ba pha lúc khởi động là máy biến áp tự ngẫu làm hệ số $\cos\varphi$ của lưới điện giảm. Sơ đồ mạch khởi động qua máy biến áp tự ngẫu phức tạp, giá thành cao.

Thực tế các mạch điện điều khiển động cơ có công suất lớn, cần moment khởi động lớn dùng phương pháp khởi động qua máy biến áp tự ngẫu.

2.1.3.3.1 Giới thiệu mạch điện



Hình 2 – 13: Mạch điều khiển động cơ ba pha khởi động qua máy biến áp tự ngẫu

Mạch động lực gồm có động cơ ba pha, động cơ này được yêu cầu khởi động qua máy biến áp tự ngẫu ba pha để giảm dòng khởi động. Máy biến áp tự ngẫu ba pha để hạ điện áp đặt vào bộ dây stator của động cơ M lúc khởi động.

Ba tiếp điểm chính K_1 được điều khiển bởi cuộn dây contactor K_1 , ba tiếp điểm chính K_2 được điều khiển bởi contactor K_2 , ba tiếp điểm chính K_1 và K_2 đóng lại đưa máy biến áp tự ngẫu ba pha nối tiếp bộ dây stator của động cơ M để hạn chế dòng khởi động.

Ba tiếp điểm chính K_3 điều khiển bởi cuộn dây contactor K_3 , ba tiếp điểm K_3 đóng lại để loại máy biến áp tự ngẫu ba pha ra khỏi mạch động lực, kết thúc quá trình khởi động.

CB ba pha để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Ba phần tử đốt nóng của role nhiệt OL phối hợp với tiếp điểm của role nhiệt trên mạch điều khiển để bảo vệ quá tải cho động cơ M.

Mạch điều khiển gồm có cuộn dây và các tiếp điểm điều khiển của contactor K_1 , K_2 phối hợp với nút nhấn Start để điều khiển động cơ M khởi động qua máy biến áp tự ngẫu ba pha. Role thời gian R_{th} kết hợp với cuộn dây contactor K_2 , K_3 để loại máy biến áp tự ngẫu ba pha ra khỏi mạch động lực khi hết thời gian chỉnh định.

Nút dừng thông thường Stop hay nút nhấn dừng khẩn cấp EM để điều khiển cắt điện qua cuộn dây contactor K_1 , K_3 để dừng động cơ M.

Tiếp điểm thường đóng của role nhiệt OL được tác động bởi ba phần tử đốt nóng trên mạch động lực và tiếp điểm này tác động khi có sự cố quá tải trên mạch động lực.

Cầu chì F để bảo vệ sự cố ngắn mạch trên mạch điện điều khiển.

2.1.3.3.2 Nguyên lý làm việc

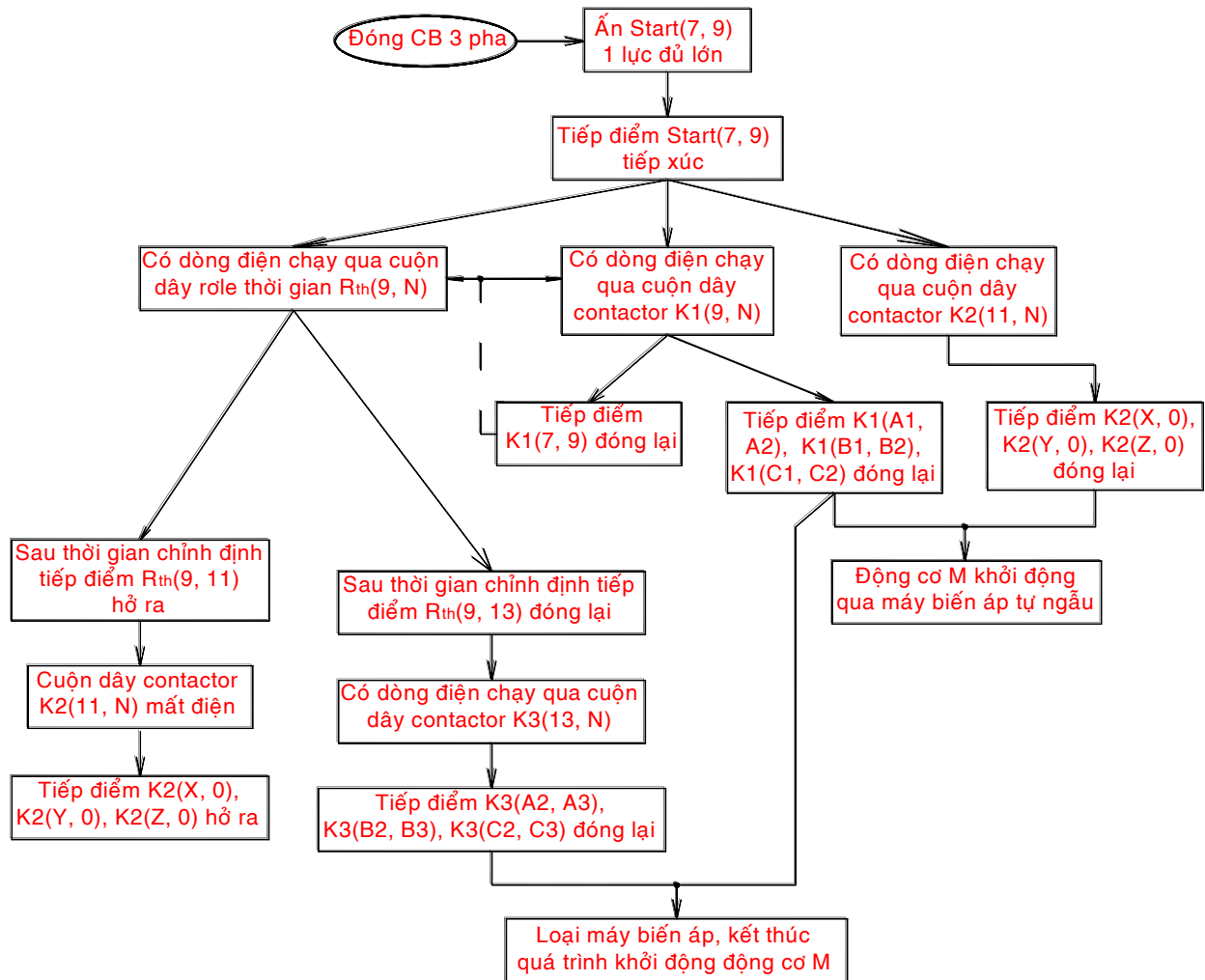
Khởi động động cơ M: Đóng CB ba pha, nhấn nút Start(7, 9), tiếp điểm nút nhấn Start(7, 9) tiếp xúc, có dòng điện chạy qua contactor $K_1(9, N)$ và cuộn dây role thời gian $R_{th}(9, N)$, dòng điện đi từ ($C_1, 1, 3, 5, 7, 9, K_1, K_2$ và R_{th}, N), tiếp điểm $K_1(7, 9)$ đóng lại duy trì điện qua cuộn dây contactor K_1 , K_2 và cuộn dây R_{th} khi thả nút nhấn Start(7, 9) ra dòng thời trên mạch động lực tiếp điểm chính $K_1(A1, A2)$, $K_1(B1, B2)$, $K_1(C1, C2)$, $K_2(X, O)$, $K_2(Y, O)$, $K_2(Z, O)$ đóng lại, ba cuộn dây máy biến áp tự ngẫu ba pha nối tiếp với các cuộn dây stator của động cơ M, động cơ M khởi động qua máy biến áp tự ngẫu. Sau thời gian chỉnh định giả sử 5s, tiếp role thời gian $R_{th}(9, 11)$ mở ra làm cuộn dây contactor $K_2(11, N)$ mất điện, các tiếp điểm $K_2(X, O)$, $K_2(Y, O)$, $K_2(Z, O)$ hở ra, đồng thời tiếp điểm role thời gian $R_{th}(9, 13)$ đóng lại, có điện chạy qua cuộn dây contactor $K_3(11, N)$, dòng điện đi từ ($C_1, 1, 3, 5, 7, 9, K_3, N$), trên mạch động lực ba tiếp điểm chính $K_3(A2, A3)$, $K_3(B2, B3)$, $K_3(C2, C3)$ đóng lại, loại máy biến áp tự ngẫu ra khỏi nguồn điện, điện áp đặt vào bộ dây stator của động cơ lúc này là bằng điện áp nguồn, tốc độ động cơ tăng dần lên tốc độ định mức, kết thúc quá trình khởi động.

2.1.3.3.3 Bảo vệ động cơ và mạch điện

CB ba pha lắp trên mạch động lực dùng để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Động cơ M đang hoạt động, nếu động cơ bị quá tải, dòng điện quá tải chạy qua các phần tử đốt nóng của role nhiệt OL($A3, A4$), OL($B3, B4$), OL($C3, C4$) đạt đến dòng tác động của role, sẽ phát sinh ra lượng nhiệt làm thanh lưỡng kim giãn nở cong tác động tiếp điểm role nhiệt trên mạch điều khiển OL(1, 3) mở ra, làm cuộn dây contactor K_1 và K_2 mất điện, tiếp điểm điều khiển $K_1(5, 7)$, tiếp điểm động lực $K_1(A1, A2)$, $K_1(B1, B2)$, $K_1(C1, C2)$ và $K_3(A2, A3)$, $K_3(B2, B3)$, $K_3(C2, C3)$ hở ra, động cơ cắt khỏi nguồn ba pha.

Cầu chì lắp trên mạch điều khiển để bảo vệ sự cố ngắn mạch cho mạch điều khiển.



Hình 2 – 14: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý khởi động động cơ M qua máy biến áp tự ngẫu

2.1.3.4 Mạch khởi động đổi nối Y/Δ động cơ ba pha

Khởi động đổi nối Y/Δ là lúc khởi động bộ dây stator của động cơ ba pha đầu hình Y, sau khi khởi động bộ dây stator động cơ đầu hình Δ (làm việc dài hạn ở cách đầu Δ).

Điều kiện để chọn động cơ ba khởi động đổi nối Y/Δ là động cơ làm việc được chế độ dài hạn ở cách đầu tam giác trong lưới điện ba pha đó, cụ thể hơn $U_{dây\Delta dc} = U_{dây\text{ nguồn } 3 \text{ pha}}$. Khởi động đổi nối Y/Δ điện áp lúc khởi động giảm $\sqrt{3}$ lần, dòng điện giảm 3 lần, moment giảm 3 lần. Ví dụ nguồn điện ba pha bốn dây có điện áp là 3 ~ 220V/380V thì phải chọn động cơ ba pha trên nhãn mác có ghi điện áp là Y/Δ - 660 V/380V mới khởi động đổi nối Y/Δ trong lưới điện trên.

Phương pháp khởi động đổi nối Y/Δ không cần thêm thiết bị phụ trợ để hạ điện áp lúc khởi động nhưng lại giảm được dòng khởi động, đây là phương pháp tương đối tối ưu so với ba phương pháp đã đề cập ở phần trên.

2.1.3.4.1 Giới thiệu mạch điện:

Mạch động lực gồm có nguồn của lưới điện ba pha là 3 ~ 220V/380V, một động cơ ba pha M có điện áp trên nhãn mác Y/Δ: 660V/380V.

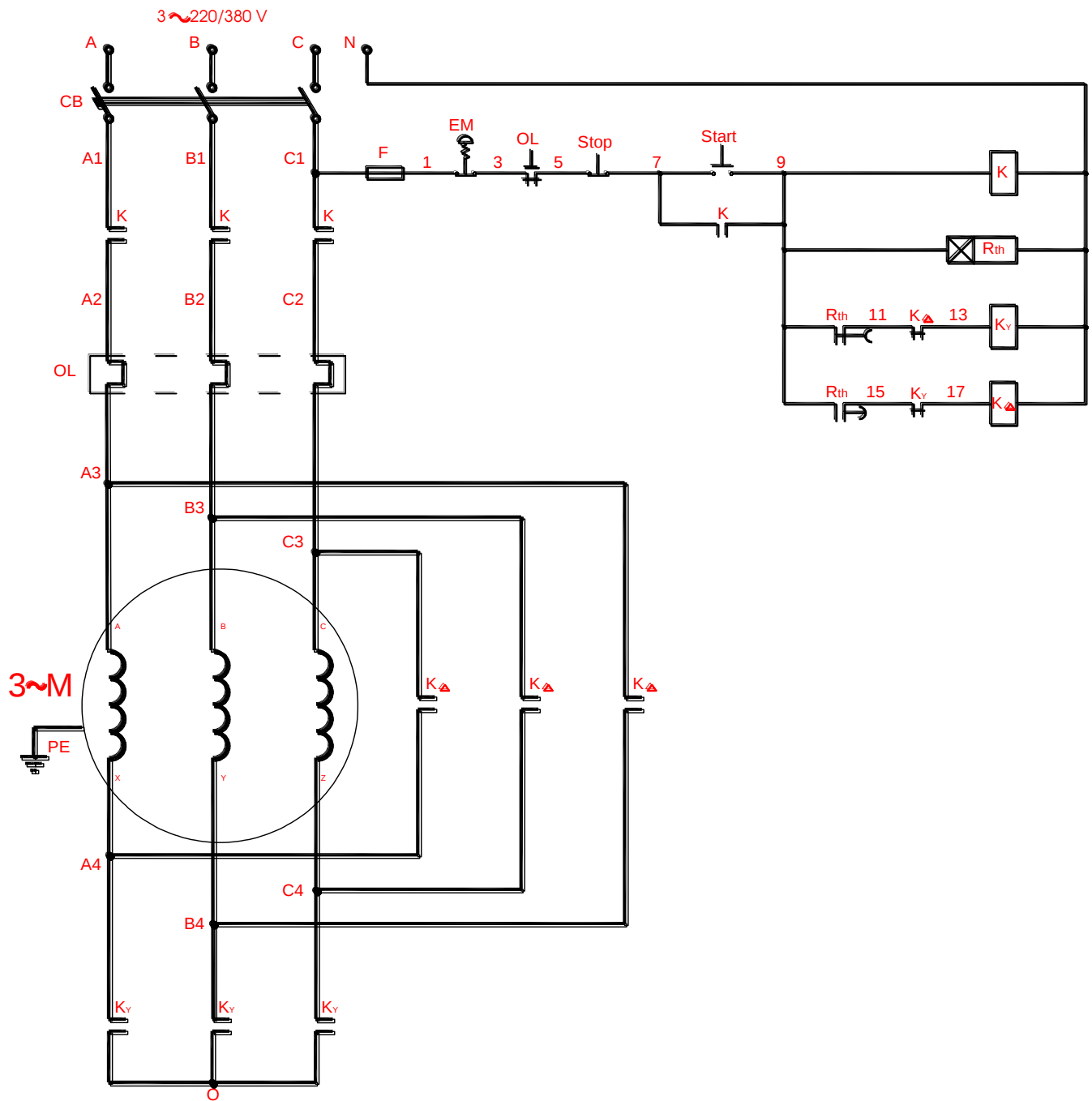
Các tiếp điểm chính của contactor K, K_Y được điều khiển bởi các cuộn dây contactor K, K_Y , các tiếp điểm chính của của contactor K và K_Y đóng lại điều khiển động cơ M khởi động ở chế độ Y.

Ba tiếp điểm chính của contactor K_Δ được điều khiển bởi cuộn dây contactor K_Δ , các tiếp điểm chính của contactor K_Δ và K đóng lại điều khiển động cơ M làm việc ở chế độ Δ.

CB ba pha để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

Ba phần tử đốt nóng của role nhiệt OL phối hợp với tiếp điểm role nhiệt OL trên mạch điều khiển để bảo vệ quá tải cho động cơ M.



Hình 2 – 15: Mạch khởi động đổi nối Y/Δ động cơ ba pha

Mạch điều khiển gồm có cuộn dây và các tiếp điểm phụ của contactor K, K_Y kết hợp với nút nhấn Start điều khiển động cơ M khởi động ở chế độ Y.

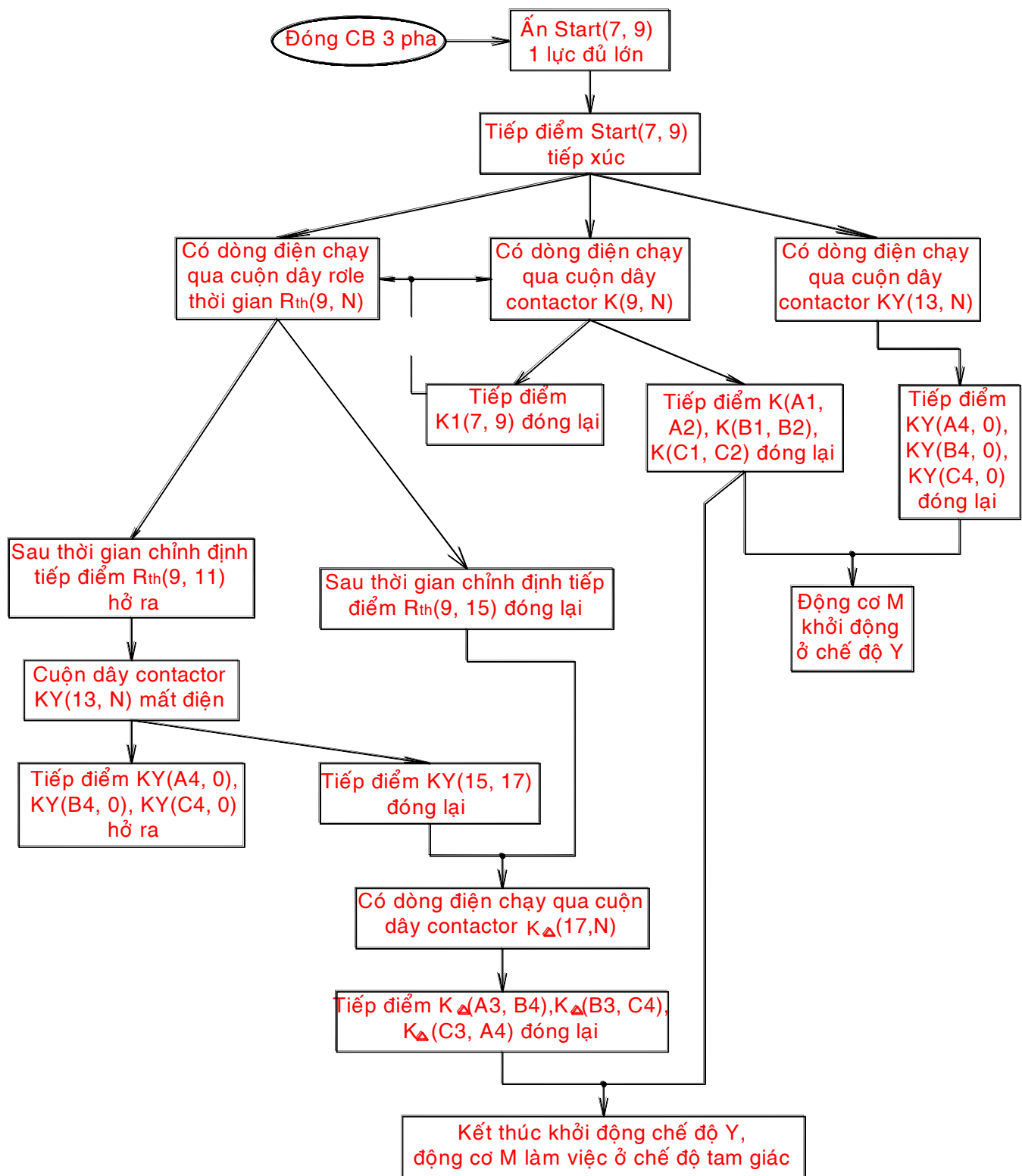
Role thời gian R_{th} kết hợp với cuộn dây và các tiếp điểm của contactor K_{Δ} để điều khiển động cơ M chuyển sang làm việc ở chế độ tam giác khi hết thời gian chỉnh định.

Nút nhấn Stop hay nút dừng khẩn cấp EM điều khiển cắt điện qua cuộn dây contactor K và K_{Δ} dừng động cơ M.

Tiếp điểm thường đóng của role nhiệt OL được điều khiển bởi các phần tử đốt nóng OL trên mạch động lực và tiếp điểm này tác động khi có sự cố quá tải trên mạch động lực.

Cầu chì F để bảo vệ ngắn mạch cho mạch điện điều khiển.

2.1.3.4.2 Nguyên lý làm việc:



Hình 2 – 16: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý mạch điều khiển động cơ M khởi động đổi nối Y/Δ

Khởi động động cơ ba pha ở chế độ Y: đóng CB ba pha, nhấn Start(7, 9), tiếp điểm nút nhấn Start(7, 9) tiếp xúc, có dòng điện chạy qua contactor K(9, N) và qua cuộn dây role thời gian $R_{th}(9, N)$, dòng điện đi từ $(C_1, 1, 3, 5, 7, 9, K$ và $R_{th}, N)$ và dòng điện qua cuộn dây contactor K_Y theo đường $(C_1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, K_Y, N)$, tiếp điểm $K_Y(15, 17)$ hở ra, tiếp điểm K(7, 9) đóng lại duy trì điện qua cuộn dây contactor K(9, N), $K_Y(13, N)$ và cuộn dây role thời gian $R_{th}(9, N)$ khi thả nút nhấn Start(7, 9) ra, đồng thời trên mạch động lực các tiếp

Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

điểm chính K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2), K_Y(A4, O), K_Y(B4, O), K_Y(C4, O) đóng lại động cơ khởi động ở chế độ Y.

Sau thời gian chỉnh định giả sử 5s, tiếp điểm R_{th}(9, 11) tác động mở ra làm cuộn dây contactor K_Y(13, N) mất điện, trên mạch động lực các tiếp điểm K_Y(A4, O), K_Y(B4, O), K_Y(C4, O) mở ra kết thúc quá trình khởi động chế độ Y; tiếp điểm K_Y(13, 15) đóng lại, đồng thời khi đó tiếp điểm role thời gian R_{th}(9, 15) đóng lại, cuộn dây contactor K_Δ(17, N) có điện, dòng điện đi từ (C₁, 1, 3, 5, 7, 9, 15, 17, K_Δ, N), tiếp điểm K_Δ(11, 13) mở ra, trên mạch động lực ba tiếp điểm K_Δ(A3, B4), K_Δ(B3, C4), K_Δ(C3, A4) đóng lại, động cơ làm việc ở chế độ Δ.

Động cơ M đang làm việc nếu có sự cố, cần dừng khẩn cấp động cơ nhấn nút EM(1, 3), tiếp điểm của nút nhấn EM(1, 3) hở ra cuộn dây các contactor K, K_Δ và cuộn dây role thời gian R_{th} mất điện, tiếp điểm K(7, 9), R_{th}(9, 15) mở ra, tiếp điểm K_Δ(11, 13), R_{th}(9, 11) đóng lại, trên mạch động lực các tiếp điểm K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2), K_Δ(A3, B4), K_Δ(B3, C4), K_Δ(C3, A4) mở ra, động cơ M mất điện, ngưng hoạt động. Sau khi xử lý sự cố xong cần tác động lại nút nhấn EM(1, 3) để nút nhấn EM phục hồi trở lại (tiếp điểm EM(1, 3) tiếp xúc).

2.1.3.4.3 Bảo vệ mạch điện và động cơ

CB ba pha lắp trên mạch động lực dùng để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Động cơ M đang hoạt động, giả sử một lý do nào đó tác làm động cơ M bị quá tải, sau thời gian lượng nhiệt phát ra trên phần tử đốt nóng của role nhiệt OL đủ lớn làm giãn nở thanh lưỡng kim trong role nhiệt, tác động làm hở tiếp điểm role nhiệt OL(3, 5) làm cuộn dây contactor K, K_Δ và role thời gian R_{th}(9, N) mất điện, tiếp điểm K(7, 9) mở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2), K_Δ(A3, B4), K_Δ(B3, C4), K_Δ(C3, A4) mở ra, ngắt điện ba pha vào động cơ M, động cơ ngưng hoạt động.

Cầu chì F lắp trên mạch điều khiển để bảo vệ sự cố ngắn mạch cho mạch điện điều khiển.

Trên mạch điều khiển phải lắp hai tiếp điểm thường đóng khóa chéo lẫn nhau K_Y(15, 17) và K_Δ(11, 13) để ngăn ngừa hai cuộn dây contactor K_Y và K_Δ không có điện cùng một lúc gây ngắn mạch hai pha trên mạch động lực. Ngoài ra để ngăn ngừa hai contactor có điện cùng một lúc người ta sử dụng contactor kép có bộ khóa cơ khí, cho phép một thời điểm chỉ một contactor hoạt động.

2.1.3.4.4 Phân tích hư hỏng mạch điện khởi động đổi nối Y/Δ động cơ ba pha

Triệu chứng chung (Hiện tượng chung)	Triệu chứng 1 (Hiện tượng 1)	Triệu chứng 2 (Hiện tượng 2)	Nguyên nhân	Giải pháp khắc phục
1. Nhấn Start(7, 9) động cơ M khởi động, buông nút nhấn Start ra động cơ M dừng	Ấn contactor K đo $R_{(7, 9)} = \infty \Omega$		Tiếp điểm K(7, 9) không tiếp xúc	Thay tiếp điểm K(7, 9) hay làm vệ sinh tiếp điểm K(7, 9)
2. Nhấn Start(7, 9) động cơ M khởi chế độ Y, sau thời gian chỉnh định động cơ dừng (không	- Đo $R_{(17, N)} = 500 \Omega$ - Đo $R_{(15, 17)} = 0 \Omega$ - Đo $R_{(15, 17)} = 0$	- Ấn Start(7, 9) sau thời gian chỉnh định đo: - $U_{(9, N)} = 220 \text{ V}$ - $U_{(15, N)} = 0 \text{ V}$ - Ấn Start(7, 9)	Tiếp điểm R _{th} (9, 15) không đóng Cuộn dây	Thay role thời gian R _{th} Thay cuộn dây

Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

chuyển sang chế độ Δ)	Ω - Đo $R_{(17, N)} = \infty$	sau thời gian chỉnh định đo: - $U_{(9, N)} = 220 \text{ V}$ - $U_{(17, N)} = 220 \text{ V}$	contactor $K_{Y(17, N)}$ bị đứt	hay thay contactor K_Y
	- Đo $R_{(17, N)} = 500 \Omega$ - Đo $R_{(15, 17)} = \infty$	Ấn Start(7, 9) sau thời gian chỉnh định đo: - $U_{(15, N)} = 220 \text{ V}$ - $U_{(17, N)} = 0 \text{ V}$	Tiếp điểm contactor $K_{\Delta(15, 17)}$ không tiếp xúc	Thay tiếp điểm $K_{\Delta(15, 17)}$
3. Nhấn Start(7, 9) động cơ M khởi động ở chế độ Y, sau thời gian chỉnh định động cơ vẫn chạy chế Y (không chuyển sang chế độ Δ)	- Đo $R_{(13, N)} = 500 \Omega$ - Đo $K_{Y(11, 13)} = 0 \Omega$	Ấn Start(7, 9) sau thời gian chỉnh định đo: - $U_{(9, N)} = 220 \text{ V}$ - $U_{(11, N)} = 220 \text{ V}$	Tiếp điểm role thời $R_{th(9, 11)}$ không mở khi hết thời gian chỉnh định	Thay role thời gian R_{th}
4. Nhấn Start(7, 9) động cơ M không khởi động ở chế độ Y, sau thời gian chỉnh định động cơ chạy ở chế độ Δ	- Đo $R_{(13, N)} = 500 \Omega$ - Đo $R_{(11, 13)} = 0 \Omega$	- Đo $R_{(9, 11)} = \infty \Omega$	Tiếp điểm role thời gian $R_{th(9, 11)}$ không tiếp xúc	Thay role thời gian R_{th}
	- Đo $R_{(9, 11)} = 0 \Omega$ - Đo $R_{(11, 13)} = 0 \Omega$	- Đo $R_{(13, N)} = \infty \Omega$	Cuộn dây contactor $K_Y(13, N)$ bị đứt	Thay cuộn dây hay thay contactor K_Y
	- Đo $R_{(9, 11)} = 0 \Omega$ - Đo $R_{(11, 13)} = \infty \Omega$	- Đo $R_{(13, N)} = 500 \Omega$	Tiếp điểm contactor $K_Y(11, 13)$ hở	Thay tiếp điểm $K_Y(11, 13)$
5. Nhấn Start(7, 9) động cơ M khởi động ở chế độ Y chạy chậm có tiếng ù, khi chuyển sang chế độ Δ động cơ chạy chậm, có tiếng ù lớn	- Đo dòng $I_C = 15 \text{ A}$, $I_B = 15 \text{ A}$, $I_A = 0 \text{ A}$ - Đo điện áp $U_{bc} = 380 \text{ V}$ - Đo điện áp $U_{ba} = 0 \text{ V}$ - Đo điện áp $U_{ca} = 0 \text{ V}$	- Đo điện trở stator $R_{ab} = R_{bc} = R_{ca} = 2 \Omega$	Nguồn ba pha cấp cho động cơ M bị mất một pha (pha A)	Kiểm tra đường dây cấp điện pha A từ nguồn đến động cơ M
	- Đo dòng $I_C = 15 \text{ A}$, $I_B = 15 \text{ A}$, $I_B = 0 \text{ A}$. - Đo điện áp $U_{ab} = U_{bc} = U_{ca} = 380 \text{ V}$	- Đo điện trở bộ dây stator M_1 $R_{ac} = 2 \Omega$; $R_{ab} = \infty \Omega$, $R_{bc} = \infty \Omega$	Pha B bộ dây stator động cơ M bị đứt	Quản lại bộ dây pha B
	- Đo dòng $I_A = 15 \text{ A}$, $I_B = 15 \text{ A}$, $I_C = 0 \text{ A}$. - Đo điện áp nguồn $U_{ab} = 380$	- Đo điện trở stator M_1 , $R_{ab} = R_{bc} = R_{ca} = 2 \Omega$. - Ấn contactor	Tiếp điểm của contactor $K_{(C1, C2)}$ bị hở	Thay tiếp điểm contactor $K_{(C1, C2)}$

	$V, U_{bc} = U_{ca} = 0$ V	K đo $R_{(A1, A2)} = R_{(B1, B2)} = 0 \Omega$, đo $R_{(C1, C2)} = \infty \Omega$.		
6. Nhấn Start(7, 9) động cơ M khởi động ở chế độ Y bình thường, khi chuyển sang chế độ Δ động cơ chạy chậm và có tiếng ù	- Đo dòng $I_A = 15 A, I_C = 10 A, I_B = 10 A$. - Đo điện áp nguồn $U_{ab} = U_{bc} = U_{ca} = 380 V$	- Tháo ba đầu dây động lực vào contactor K_Δ , ấn contactor K_Δ đo $R_{(A3, B4)} = R_{(C3, A4)} = 0 \Omega$, đo $R_{(B3, C4)} = \infty \Omega$	Tiếp điểm động lực $K_\Delta (B3, C4)$ của contactor K_Δ không tiếp xúc	Thay tiếp điểm hay thay contactor K_Δ

2.1.4 Mạch điều khiển động cơ ba pha dừng có chế độ hãm

Động cơ dừng trong hệ thống truyền động điện trong quá trình hoạt động cũng có những thời điểm cần dừng nhanh và chính xác. Để động cơ dừng nhanh và chính xác đòi hỏi liên kết với kết cấu động cơ có bộ phận hãm. Các hệ thống truyền động điện thực tế có bộ phận hãm như thang máy, cần trục, cầu trục, hệ thống băng tải trong dây chuyền chiết rót chất lỏng hay đóng gói, trong các máy gia công cắt gọt kim loại ...

Thực tế điều khiển, khống chế động cơ ba pha rotor lồng sóc người ta thường sử dụng các phương pháp hãm sau: hãm động năng, hãm ngược, hãm tái sinh, hãm bằng ly hợp điện từ, hãm bằng cơ cấu cơ khí điều khiển bằng nam châm điện.

2.1.4.1 Mạch hãm động năng động cơ ba pha

Hãm động năng thực hiện khi động cơ ba pha đang hoạt động, ngắt nguồn điện xoay chiều ba pha sau đó đưa điện một chiều vào bộ dây stator động cơ ba pha, dòng điện một chiều chạy qua bộ dây stator tạo ra từ trường đều trong lõi thép stator, do rotor còn quán tính quay cắt ngang từ trường đều, từ trường xuyên qua lõi thép rotor biến thiên làm các thanh dẫn trên rotor xuất hiện sức điện động cảm ứng, do các thanh dẫn nối kín mạch nên có dòng điện chạy trong các thanh dẫn rotor, dòng điện này đặt trong từ trường lõi thép stator sinh ra lực điện từ, chiều của lực điện từ ngược chiều quay trước đó của rotor, làm cho tốc độ rotor giảm dần, khi tốc độ rotor bằng không, cắt nguồn một chiều vào bộ dây stator kết thúc quá trình hãm. Theo thực nghiệm điện áp lúc hãm $U_{DC} = (1/6 \div 1/5)U_{đmđc}$ để giới hạn dòng hãm, không ảnh hưởng đến tuổi thọ của bộ dây stator của động cơ lúc hãm động năng.

Hãm động năng có ưu điểm là sơ đồ mạch điện đơn giản, giá thành rẻ, ứng dụng cho các động cơ có công suất trung bình và nhỏ. Tuy nhiên đối động cơ có công suất lớn hay động cơ mang tải có quán tính lớn sẽ không sử dụng phương pháp hãm động năng được vì thời gian hãm lâu, lực hãm nhỏ.

2.1.4.1.1 Giới thiệu mạch điện

Mạch động lực gồm có động cơ ba pha M, động cơ này dừng có chế độ hãm động năng.

Các tiếp điểm chính của contactor K được điều khiển bởi cuộn dây contactor K.

Các tiếp điểm chính của contactor K_H được điều khiển bởi cuộn dây contactor K_H .

Máy biến áp một pha dạng cách ly dùng để hạ điện phù hợp giá trị điện áp lúc hãm động cơ, điện áp này đặt vào bộ cầu diode để chỉnh lưu từ điện xoay chiều sang điện một chiều cung cấp cho động cơ M để hãm động năng.

CB ba pha dùng để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Ba phần tử đốt nóng của role nhiệt OL phối hợp với tiếp điểm role nhiệt OL trên mạch điều khiển để bảo vệ quá tải cho động cơ M.

Mạch điều khiển gồm có cuộn dây và tiếp điểm phụ của contactor K phối hợp với nút nhấn Start để khởi động động cơ M. Role thời gian kết hợp với cuộn dây, tiếp điểm của

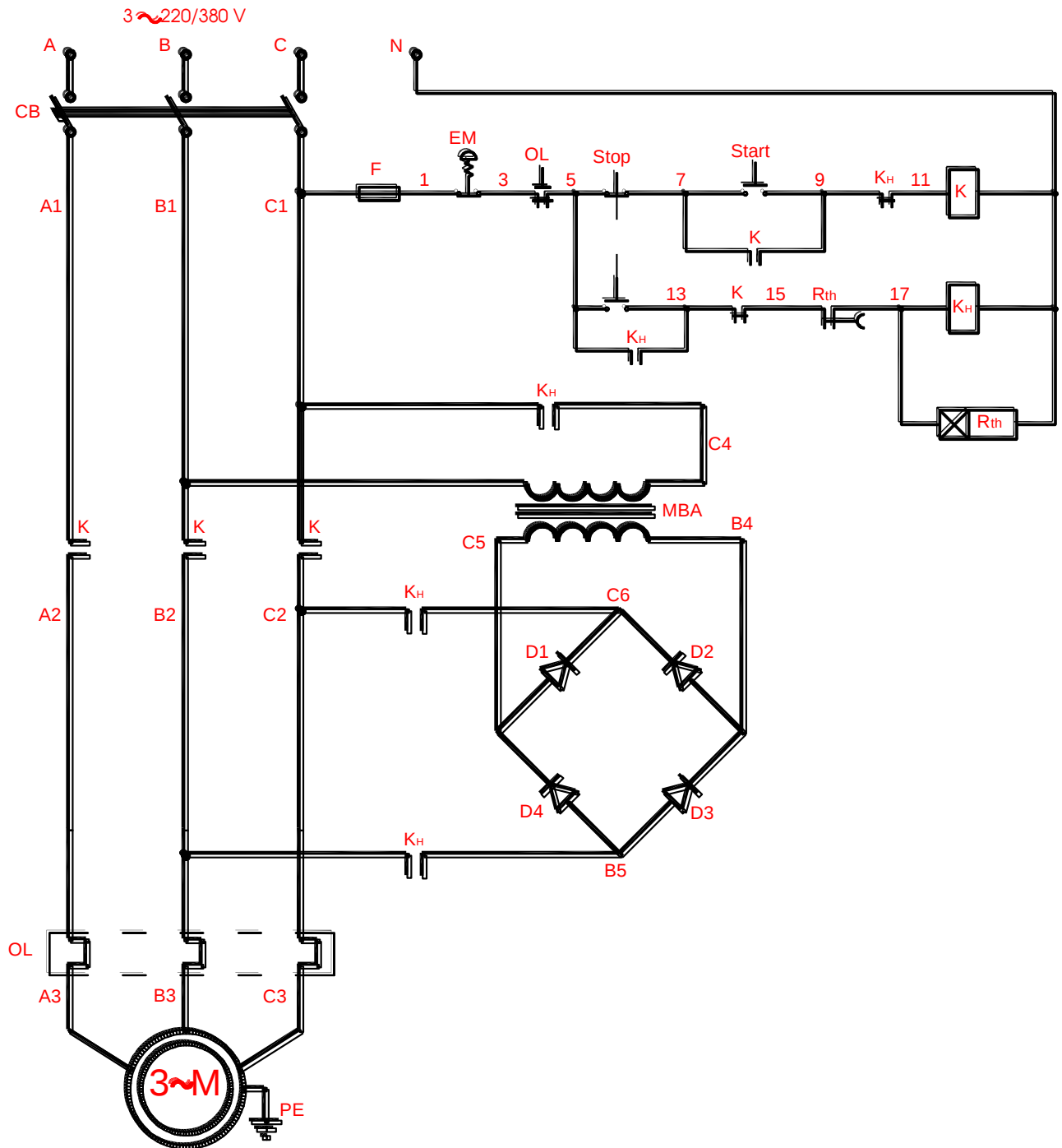
Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

contactor K_H và nút nhấn Stop để điều khiển dừng hãm động cơ M, kết thúc quá trình hãm khi hết thời gian chỉnh định.

Nút dừng khẩn cấp EM tác động khi mạch có sự cố cần dừng khẩn cấp.

Tiếp điểm thường đóng của role nhiệt OL được điều khiển bởi các phần tử đốt nóng OL trên mạch động lực và tiếp điểm này tác động khi có sự cố quá tải trên mạch động lực.

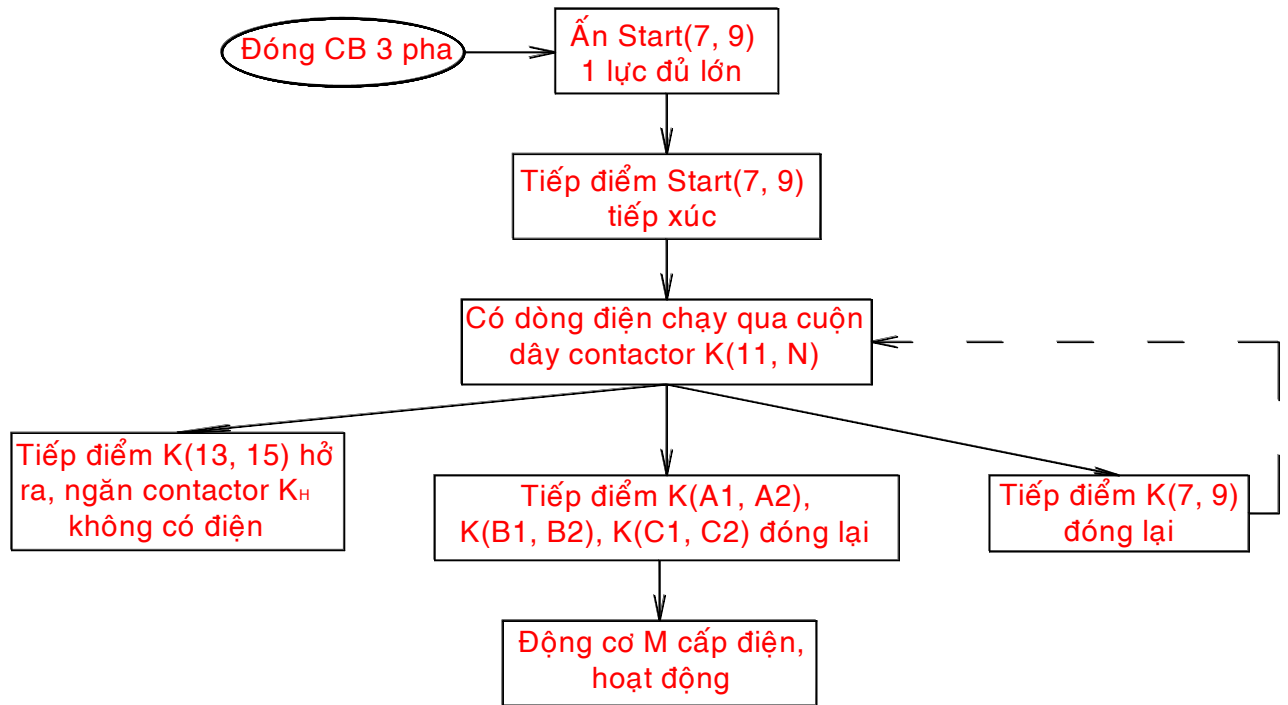
Cầu chì F để bảo vệ ngắn mạch cho mạch điện điều khiển.



Hình 2 – 17: Mạch khởi động, dừng hãm động năng động cơ ba pha

2.1.4.1.2 Nguyên lý làm việc

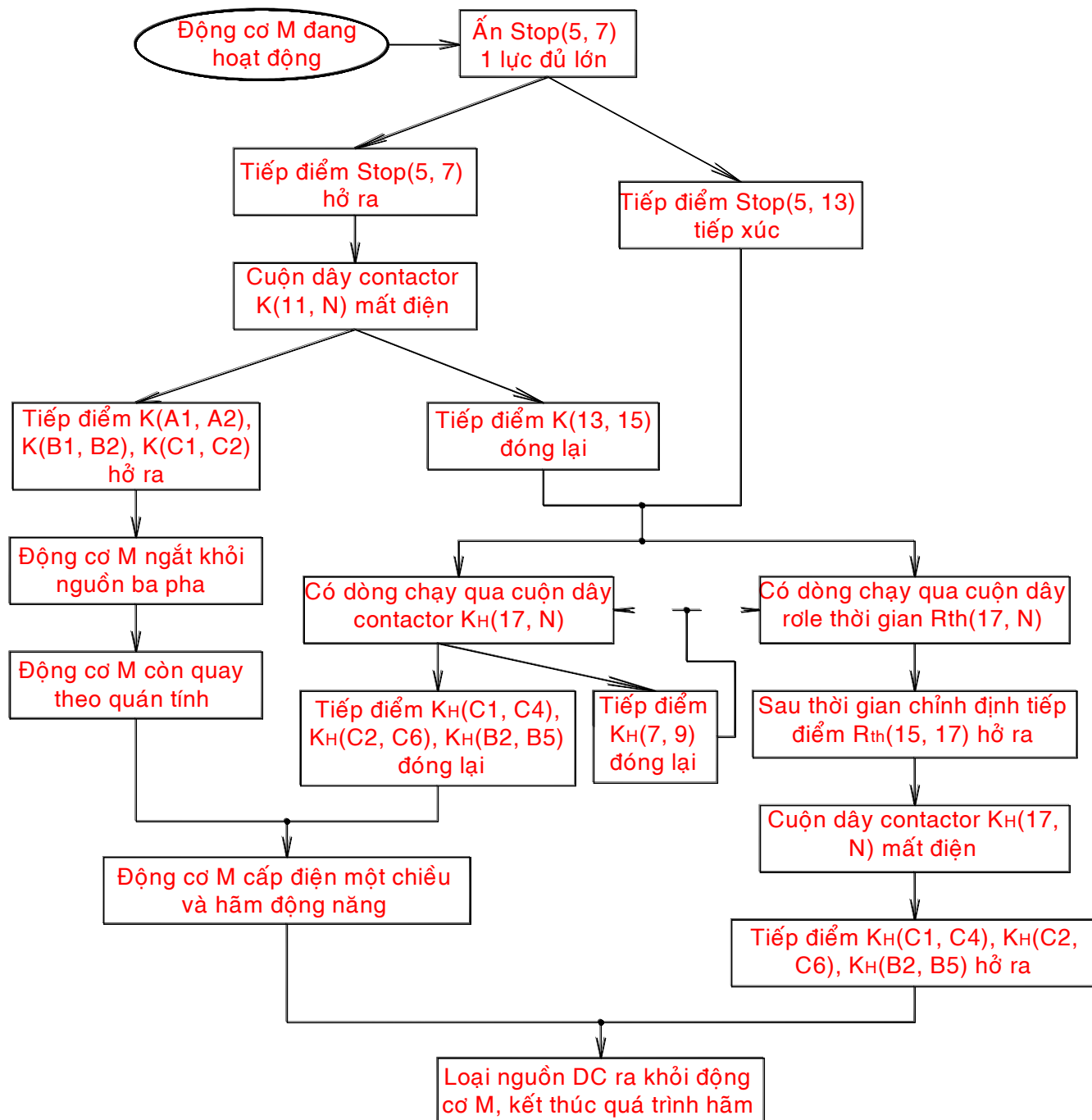
Đóng CB ba pha, nhấn nút Start(7,9) tiếp điểm nút nhấn Start(7, 9) tiếp xúc, có dòng điện chạy qua contactor K(11, N), dòng điện đi theo đường (C₁, 1, 3, 5, 7, 9, 11, K, N), tiếp điểm K(13, 15) mở ra, tiếp điểm K(7, 9) đóng lại để duy trì điện chạy qua cuộn dây contactor K khi thả nút nhấn Start(7, 9) ra, trên mạch động lực các tiếp điểm K(A₁, A₂), K(B₁, B₂), K(C₁, C₂) đóng lại cấp điện ba pha cho động cơ, động cơ hoạt động.



Hình 2 – 18: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý mạch điều khiển động cơ M

Động cơ M đang hoạt động, cần dừng nhấn nút Stop(5, 7), tiếp điểm nút nhấn Stop(5, 7) mở ra, cuộn dây contactor K(11, N) mất điện, các tiếp điểm K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2) mở ra không cho điện xoay chiều ba pha vào bộ dây stator động cơ ba pha và tiếp điểm K(7, 9) mở ra, đồng thời tiếp điểm K(13, 15) đóng lại, tiếp điểm của nút nhấn Stop(5, 13) tiếp xúc, có dòng điện chạy qua contactor K_H(17, N) và cuộn dây rơle thời gian R_{th}(17, N) có điện, dòng điện theo đường (C1, 1, 3, 11, 13, 15, K_H và R_{th}, N), tiếp điểm K_H(9, 11) hở ra, các tiếp điểm chính trên mạch động lực K_H(C1, C4), K_H(B2, B5), K_H(C2, C6) đóng lại, đưa điện một chiều vào bộ dây stator động cơ ba pha, quá trình hãm động năng xảy ra, tốc độ động cơ giảm dần, khi tốc độ động cơ gần bằng không rơle thời gian R_{th} tác động mở tiếp điểm R_{th}(13, 15) ra, cuộn dây contactor K_H và R_{th} mất điện, các tiếp điểm động lực K_H(C1, C4), K_H(B2, B5), K_H(C2, C6) mở ra cắt không cho điện một chiều vào bộ dây stator động cơ ba pha, trên mạch điều khiển tiếp điểm K_H(5, 13) mở ra, kết thúc quá trình hãm động năng động cơ M.

Động cơ M đang làm việc nếu có sự cố, cần dừng khẩn cấp động cơ nhấn nút EM(1, 3), tiếp điểm của nút nhấn EM(1, 3) hở ra cuộn dây các contactor K(11, N) mất điện, tiếp điểm K(7, 9) mở ra, tiếp điểm K(13, 15) đóng lại, trên mạch động lực các tiếp điểm K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2) mở ra, động cơ M mất điện, ngưng hoạt động. Sau khi xử lý sự cố xong cần tác động lại nút nhấn EM(1, 3) để nút nhấn EM phục hồi trở lại (tiếp điểm EM(1, 3) tiếp xúc).



Hình 2 – 19: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý dừng hãm động năng động cơ M

2.1.4.1.3 Bảo vệ mạch điện và động cơ

CB ba pha lắp trên mạch động lực dùng để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Động cơ ba pha đang hoạt động, nếu động cơ bị quá tải, dòng điện quá tải chạy qua các phần tử đốt nóng của role nhiệt OL(A2, A3), OL(B2, B3), OL(C2, C3) đạt đến dòng tác động của role sẽ phát sinh ra lượng nhiệt làm thanh lưỡng kim giãn nở cong tác động tiếp điểm role nhiệt trên mạch điều khiển OL(3, 5) mở ra, làm cuộn dây contactor K(11, N) mất điện, tiếp điểm K(7, 9) và K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2) hở ra, động cơ cắt khỏi nguồn ba pha.

Cầu chì F lắp trên mạch điều khiển để bảo vệ sự cố ngắn mạch cho mạch điều khiển.

Trên mạch điều khiển phải lắp hai tiếp điểm thường đóng khóa chéo lẫn nhau K(13, 15) và KH(9, 11) để ngăn ngừa hai cuộn dây contactor K và KH không có điện cùng một lúc gây ngắn mạch hai pha cùng cầu diode trên mạch động lực. Ngoài ra để ngăn ngừa hai

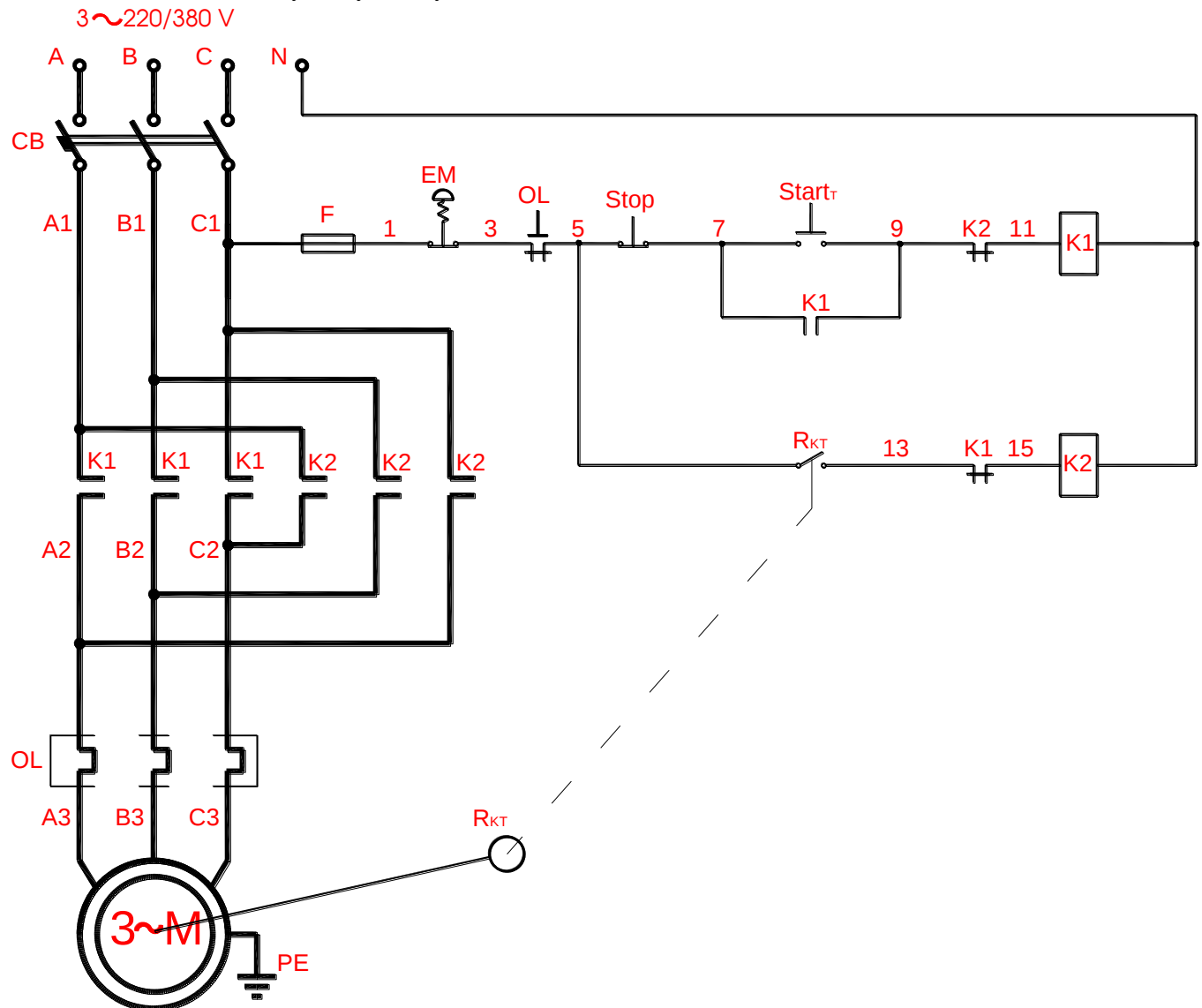
contactor có điện cùng một lúc người ta sử dụng contactor kép có bộ khóa cơ khí, cho phép một thời điểm chỉ một contactor hoạt động.

2.1.4.2 Mạch hãm ngược động cơ ba pha

Thiết bị dùng để hãm ngược là role tốc độ R_{KT} được lắp đồng trục với động cơ ba pha, quay cùng trục với động cơ. Khi động cơ dừng yên hoặc tốc độ rotor quay nhỏ hơn 15 % tốc độ định mức của động cơ thì tiếp điểm R_{KT} hở, khi tốc độ quay của rotor ≥ 15 % tốc độ định mức của động cơ thì tiếp điểm role tốc độ R_{KT} đóng lại.

Hãm ngược có ưu điểm là thời gian hãm nhanh. Tuy nhiên phương pháp này khi hãm thì dòng điện hãm qua bộ dây stator của động cơ lớn làm giảm tuổi thọ của bộ dây, ảnh hưởng các thiết bị khác đang mắc trên lưới; ngoài ra đối với động cơ công suất lớn mang tải có quán tính lớn khi thực hiện hãm ngược có thể làm xoắn gãy trục động cơ hoặc ảnh hưởng đến bộ giữ động cơ.

2.1.6.2.1 Giới thiệu mạch điện



Hình 2 - 20: Mạch khởi động, dừng hãm ngược động cơ ba pha tác động bằng role tốc độ

Mạch động lực gồm có động cơ ba pha M, trục động cơ có lắp một role tốc độ R_{KT} . Các tiếp điểm chính của contactor K_1 điều khiển bởi cuộn dây contactor K_1 , các tiếp điểm chính K_1 đóng lại cấp điện cho động cơ M hoạt động.

Các tiếp điểm chính của contactor K_2 điều khiển bởi cuộn dây contactor K_2 , các tiếp điểm chính K_2 đóng lại hãm ngược động cơ M.

Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

Kết cấu role tốc độ R_{KT} lắp trên trục động cơ kết hợp với tiếp điểm role tốc độ R_{KT} trên mạch điều khiển để điều khiển hãm ngược động cơ M.

CB ba pha dùng để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Ba phần tử đốt nóng của role nhiệt OL kết hợp với tiếp điểm role nhiệt OL trên mạch điều khiển để bảo vệ quá tải động cơ M.

Mạch điều khiển gồm có cuộn dây và tiếp điểm phụ của contactor K_1 phối hợp với nút nhấn Start để khởi động động cơ M.

Nút nhấn Stop, tiếp điểm của role tốc độ kết hợp với tiếp điểm và cuộn dây contactor K_2 để hãm ngược động cơ M, khi tốc độ động cơ $< 15\%$ tốc độ định mức của động cơ thì tiếp điểm role tốc độ hở ra, kết thúc quá trình hãm.

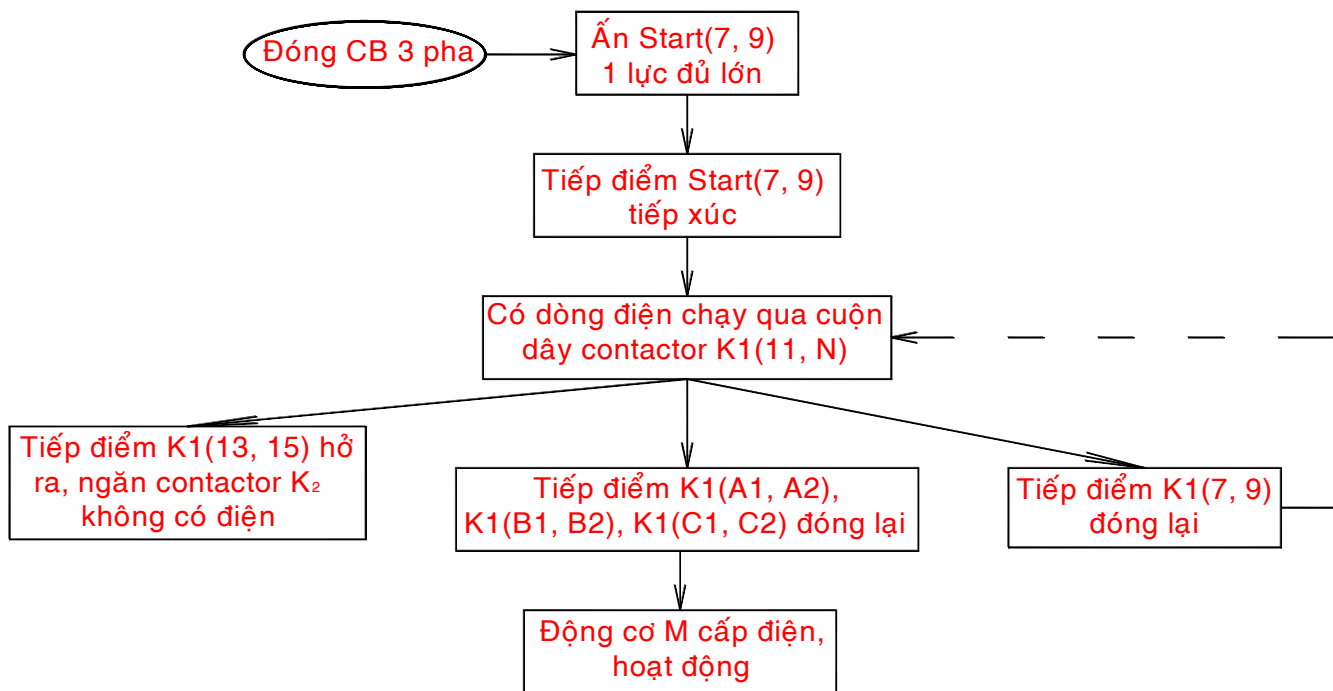
Nút dừng khẩn cấp EM tác động khi mạch có sự cố cần dừng khẩn cấp.

Tiếp điểm thường đóng của role nhiệt OL được điều khiển bởi các phần tử đốt nóng OL trên mạch động lực và tiếp điểm này tác động khi có sự cố quá tải trên mạch động lực.

Cầu chì F để bảo vệ ngắn mạch cho mạch điện điều khiển.

2.1.4.2.2 Nguyên lý làm việc

Đóng CB ba pha, nhấn nút Start(7, 9), tiếp điểm của nút nhấn Start(7, 9) tiếp xúc, có dòng điện chạy qua cuộn dây contactor $K_1(11, N)$, dòng điện đi từ $(C_1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, K_1, N)$, tiếp điểm $K_1(13, 15)$ mở ra, tiếp điểm $K_1(7, 9)$ đóng lại duy trì điện chạy qua cuộn dây contactor K_1 khi thả nút nhấn Start(7, 9) ra, đồng thời trên mạch động lực các tiếp điểm chính $K_1(A1, A2)$, $K_1(B1, B2)$, $K_1(C1, C2)$ đóng lại, cấp điện ba pha vào động cơ M, động cơ M hoạt động. Tốc độ rotor $\geq 15\%$ tốc độ định mức của động cơ thì tiếp điểm $R_{KT}(5, 13)$ đóng lại nhưng cuộn dây contactor $K_2(15, N)$ không có điện do tiếp điểm thường đóng $K_1(13, 15)$ hở ra.



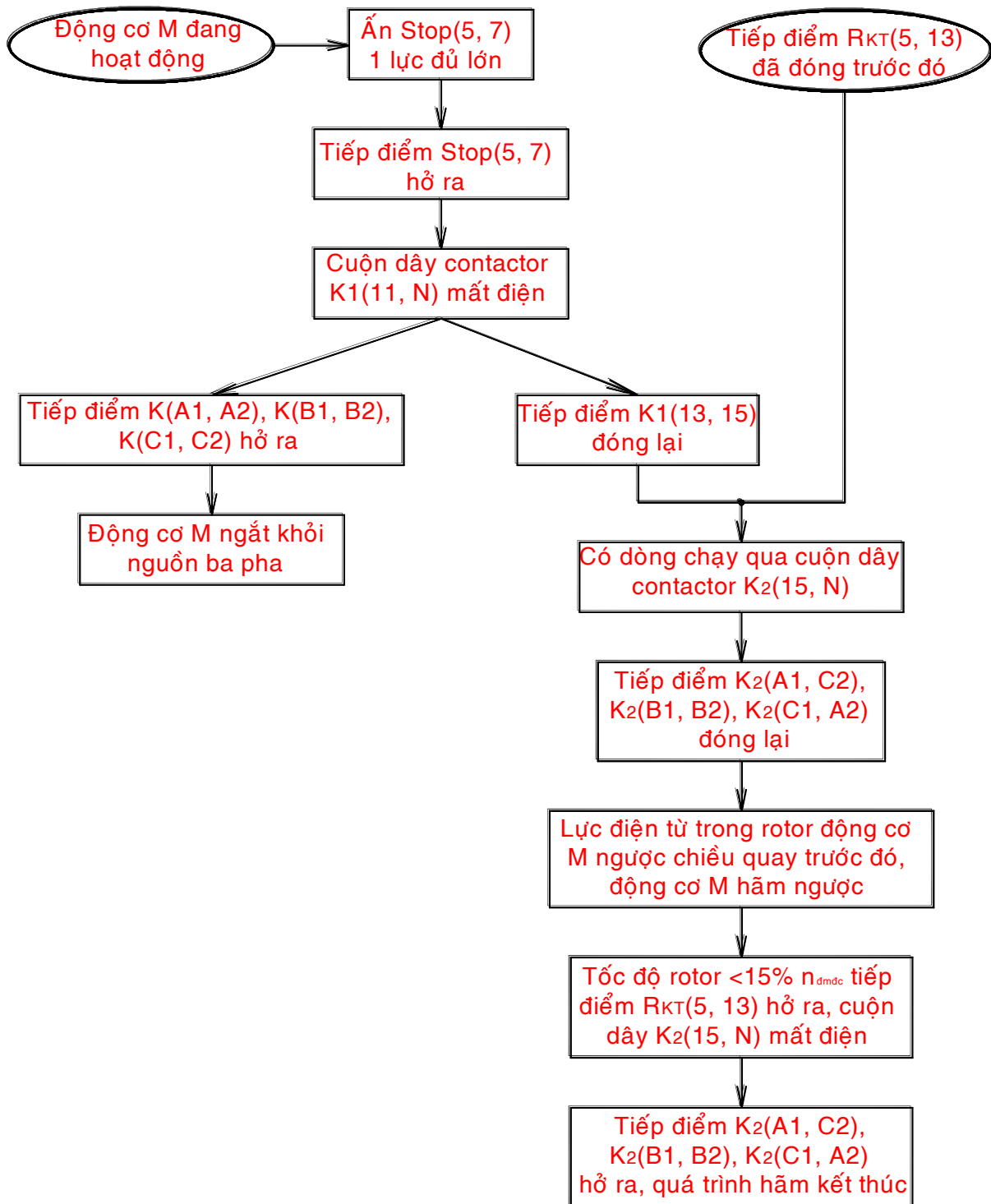
Hình 2 – 21: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý mạch khởi động động cơ M

Động cơ M đang quay, muốn dừng động cơ M thì nhấn nút Stop(5, 7) khi đó tiếp điểm của nút nhấn Stop(5,7) hở ra, cuộn dây contactor $K_1(11, N)$ mất điện, tiếp điểm $K_1(7, 9)$ mở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_1(A1, A2)$, $K_1(B1, B2)$, $K_1(C1, C2)$ hở ra, tiếp điểm $K_1(13, 15)$ đóng lại kết hợp với tiếp điểm $R_{KT}(5, 13)$ đã đóng lại trước đó làm contactor $K_2(15, N)$ có điện, dòng điện theo đường $(C_1, 1, 3, 5, 13, 15, K_2, N)$ khi đó tiếp điểm $K_2(9, 11)$ mở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_2(A1, C2)$, $K_2(B1, B2)$, $K_2(C1, A2)$ đóng lại, thứ tự hai trong pha đưa vào động cơ đảo, lực điện từ và moment của rotor

Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

động cơ ngược chiều quay trước đó, tốc độ rotor của động cơ giảm dần, khi tốc độ rotor $< 15\%$ tốc độ định mức của động cơ thì tiếp điểm $R_{KT}(5, 13)$ mở ra cuộn dây contactor $K_2(15, N)$ mất điện, tiếp điểm $K_2(9, 11)$ đóng lại, các tiếp điểm $K_2(A1, C2)$, $K_2(B1, B2)$, $K_2(C1, A2)$ hở ra ngắt không cho điện ba pha vào động cơ M, động cơ M ngưng hoạt động.

Động cơ đang hoạt động nhưng có sự cố cần dừng khẩn cấp thì nhấn nút $EM(1, 3)$, tiếp điểm $EM(1, 3)$ hở ra làm cuộn dây contactor $K_1(11, N)$ mất điện, tiếp điểm $K_1(7, 9)$ hở ra, trên mạch động lực ba tiếp điểm $K_1(A1, A2)$, $K_1(B1, B2)$, $K_1(C1, C2)$ hở ra ngắt điện ba pha đưa vào động cơ. Sau khi khắc phục sự cố xong cần vận hành lại phải tác động vào nút $EM(1, 3)$ để tiếp điểm $EM(1, 3)$ phục hồi đóng trở lại.



Hình 2 – 22: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý hãm ngược động cơ M

2.1.4.2.3 Bảo vệ mạch điện và động cơ

CB ba pha lắp trên mạch động lực dùng để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Động cơ ba pha đang hoạt động, nếu động cơ bị quá tải, dòng điện quá tải chạy qua các phần tử đốt nóng của role nhiệt OL(A2, A3), OL(B2, B3), OL(C2, C3) đạt đến dòng tác động của role, sẽ phát sinh ra lượng nhiệt làm thanh lưỡng kim trong role nhiệt giãn nở cong tác động tiếp điểm role nhiệt trên mạch điều khiển OL(3, 5) mở ra, làm cuộn dây contactor K₁ mất điện, tiếp điểm K₁(7, 9) và K₁(A1, A2), K₁(B1, B2), K₁(C1, C2) hở ra, động cơ cắt khỏi nguồn ba pha.

Cầu chì F lắp trên mạch điều khiển để bảo vệ sự cố ngắn mạch cho mạch điều khiển.

Trên mạch điều khiển phải lắp hai tiếp điểm thường đóng khóa chéo lẫn nhau K₁(13, 15) và K₂(9, 11) để ngăn ngừa hai cuộn dây contactor K₁ và K₂ không có điện cùng một lúc gây ngắn mạch hai pha trên mạch động lực. Ngoài ra để ngăn ngừa hai contactor có điện cùng một lúc người ta sử dụng contactor kép có bộ khóa cơ khí, cho phép một thời điểm chỉ một contactor hoạt động.

2.1.5 Điều khiển động cơ kđb ba pha rotor lồng sóc hai cấp tốc độ

Tốc độ từ trường quay của động cơ kđb ba pha được tính theo công thức $n_{đb} = \frac{60f}{p}$, trong đó f là tần số của lưới điện (lưới điện Việt Nam là 50 Hz) và p là số đôi cực của động cơ. Tốc độ quay của rotor động cơ $n_{\text{rotor}} = (1 - s) n_{đb}$ trong đó s là hệ số trượt có giá trị từ 0,02 đến 0,06. Để thay đổi tốc độ động cơ kđb ba pha có thể thay đổi tần số f hay thay đổi số đôi cực của động cơ. Trong nội dung trình bày dưới đây thay đổi tốc độ động cơ bằng cách thay đổi số đôi cực bộ dây stator của động cơ. Sơ đồ mạch điều khiển dưới đây ứng dụng cho động cơ ba pha hai cấp tốc độ có công suất P_{đmđc} thay đổi khi vận hành ở hai cấp tốc độ do đó dùng hai role nhiệt ba pha độc lập; ngược lại nếu công P_{đmđc} không thay đổi ở hai cấp tốc độ thì dùng một role nhiệt ba pha để bảo vệ quá tải cho động cơ.

2.1.5.1 Điều khiển động cơ ba pha 2 cấp tốc độ quay một chiều

2.1.7.1.1 Giới thiệu mạch điện

Mạch động lực gồm có động cơ ba pha M hoạt động ở hai cấp tốc độ (tốc độ thấp bộ dây stator đấu hình Δ, tốc độ cao bộ dây stator đấu hình YY), Δ/YY - 380 V. Các tiếp điểm chính của contactor K, K₁ được điều khiển bởi cuộn dây contactor K và K₁, các tiếp điểm chính của K và K₁ đóng lại động cơ M chạy tốc độ thấp.

Các tiếp điểm chính của contactor K, K₂, K₃ được điều khiển bởi cuộn dây contactor K, K₂ và K₃, các tiếp điểm chính của K, K₂ và K₃ đóng lại động cơ M chạy tốc độ cao.

CB ba pha dùng để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Ba phần tử đốt nóng của role nhiệt OL₁ kết hợp với tiếp điểm role nhiệt OL₁ trên mạch điều khiển để bảo vệ quá tải động cơ M (chạy chế độ Δ); ba phần tử role nhiệt OL₂ kết hợp với tiếp điểm OL₂ trên mạch điều khiển để bảo vệ quá tải cho động cơ M (chạy chế độ YY).

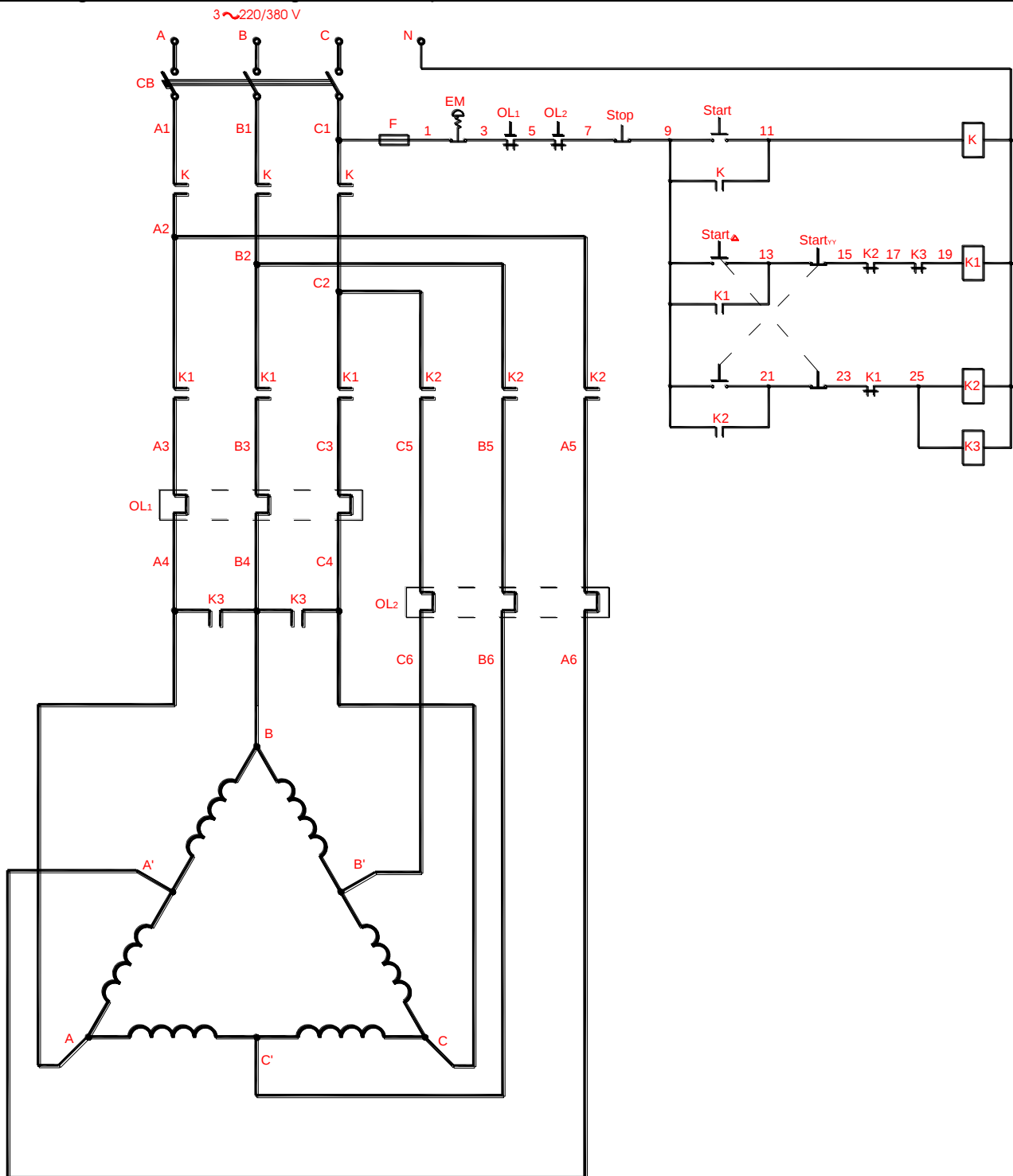
Mạch điều khiển gồm có cuộn dây và tiếp điểm phụ của contactor K, K₁ phối hợp với nút nhấn kép Start, Start_Δ để điều khiển động cơ M chạy tốc độ thấp (đấu hình tam giác).

Cuộn dây và tiếp điểm phụ của contactor K, K₂, K₃ phối hợp với nút nhấn kép Start, Start_{YY} để điều khiển động cơ M chạy tốc độ cao (đấu hình sao kép).

Nút nhấn Stop, dùng khẩn cấp EM điều khiển cắt điện cuộn dây contactor K, K₁ hoặc contactor K, K₂, K₃ để dừng động cơ M.

Tiếp điểm thường đóng của role nhiệt OL₁, OL₂ được điều khiển bởi các phần tử đốt nóng OL₁, OL₂ trên mạch động lực và các tiếp điểm này tác động khi có sự cố quá tải trên mạch động lực.

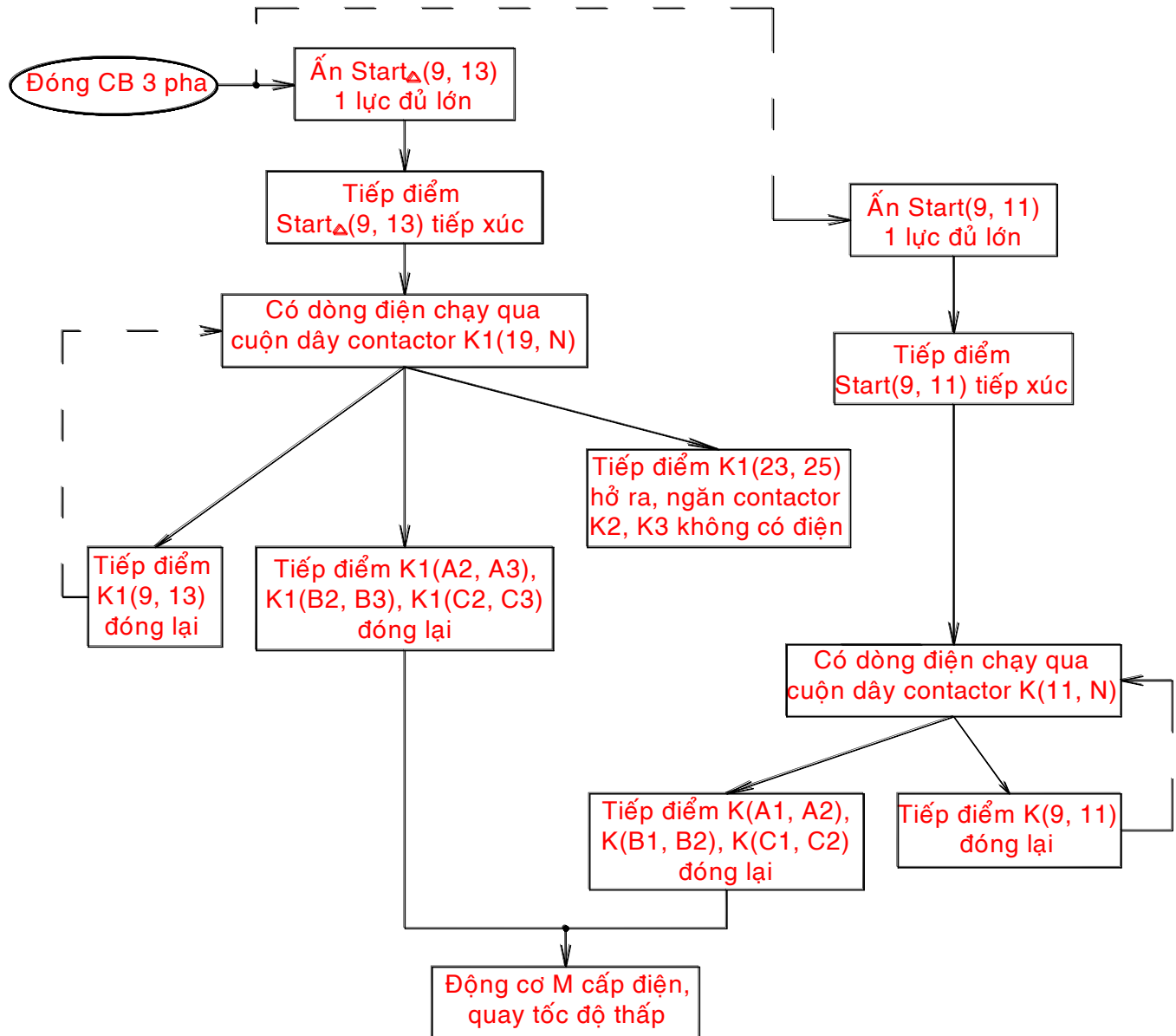
Cầu chì F để bảo vệ ngắn mạch cho mạch điện điều khiển.



Hình 2 – 23: Mạch điều khiển động cơ ba pha M hoạt động hai cấp tốc độ

2.1.5.1.2 Nguyên lý làm việc

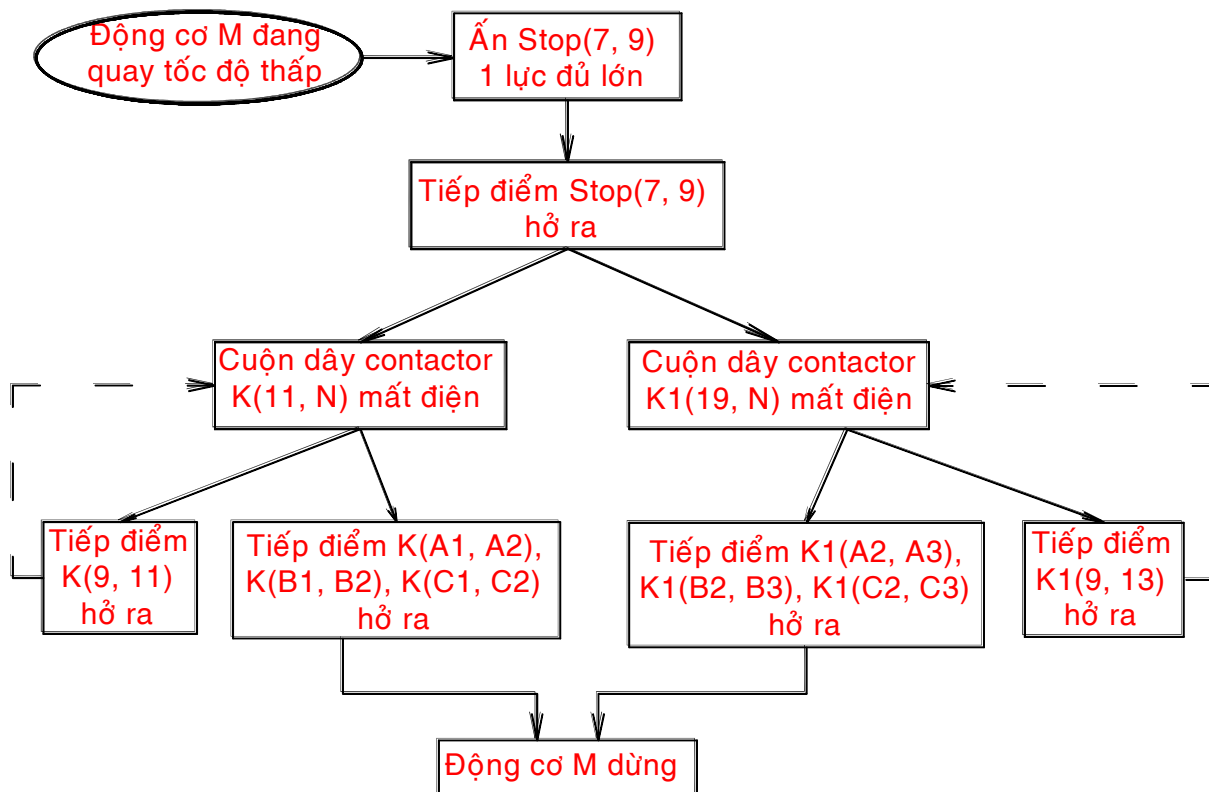
Động cơ M hoạt động ở tốc độ thấp Δ : Đóng CB ba pha, nhấn nút $Start_{\Delta}(9, 13)$ tiếp điểm nút nhấn $Start_{\Delta}(23, 25)$ hở ra, tiếp điểm nút nhấn $Start_{\Delta}(9, 13)$ tiếp xúc, cuộn dây contactor $K_1(19, N)$ có điện, dòng điện đi theo đường (C1, 1, 3, 5, 7, 9, 13, 15, 17, 19, K_1 , N), tiếp điểm $K_1(23, 25)$ mở ra, tiếp điểm $K_1(9, 13)$ đóng lại duy trì điện qua cuộn dây contactor $K_1(19, N)$ khi thả nút nhấn $Start_{\Delta}$ ra, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_1(A2, A3)$, $K_1(B2, B3)$, $K_1(C2, C3)$ đóng lại, sau đó nhấn nút $Start(9, 11)$, tiếp điểm nút nhấn $Start(9, 11)$ tiếp xúc, có dòng điện chạy qua contactor $K(11, N)$, dòng điện đi từ (C1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, K, N), tiếp điểm K(9, 11) đóng lại duy trì điện qua cuộn dây contactor $K(11, N)$ khi thả nút nhấn $Start(9, 11)$ ra, đồng thời trên mạch động lực các tiếp điểm chính K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2) đóng lại động cơ khởi động ở tốc độ thấp (chế độ Δ).



Hình 2 – 24: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý điều khiển động cơ M quay tốc độ thấp

Động cơ M hoạt động ở tốc độ cao YY: Giả sử trước đó động cơ M đang hoạt động ở tốc độ thấp Δ , cần hoạt động tốc độ cao nhấn nút $Start_{YY}(13, 15)$, tiếp điểm nút nhấn $Start_{YY}(13, 15)$ hở ra, cuộn dây contactor $K_1(21, N)$ mất điện, tiếp điểm $K_1(9, 13)$ mở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_1(A2, A3)$, $K_1(B2, B3)$, $K_1(C2, C3)$ hở ra, đồng thời tiếp điểm $K_1(23, 25)$ đóng lại kết hợp tiếp điểm của nút nhấn $Stat_{YY}(9, 21)$ tiếp xúc, cuộn dây contactor $K_2(25, N)$ và $K_3(25, N)$ có điện, dòng điện đi theo đường (C1, 1, 3, 5, 7, 9, 21, 23, 25, K_2 và K_3 , N), tiếp điểm $K_2(15, 17)$, $K_3(17, 19)$ hở ra, tiếp điểm $K_2(9, 21)$ đóng lại duy trì điện chạy qua hai cuộn dây contactor $K_2(25, N)$ và $K_3(25, N)$ khi thả nút $Start_{YY}(13, 15)$ ra, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_2(A2, A5)$, $K_2(B2, B5)$, $K_2(C2, C5)$ và tiếp điểm $K_3(A4, B4)$, $K_3(B4, C4)$ đóng lại, động cơ hoạt động ở tốc độ cao (chế độ YY).

Dừng động cơ M: Giả sử động cơ M đang làm việc ở tốc độ thấp Δ , muốn dừng động cơ M nhấn nút $Stop(7, 9)$, tiếp điểm của nút nhấn $Stop(7, 9)$ hở ra cuộn dây các contactor K, K_1 mất điện, tiếp điểm K(9, 11), $K_1(9, 13)$ mở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2), $K_1(A2, A3)$, $K_1(B2, B3)$, $K_1(C2, C3)$ mở ra, động cơ M mất điện, dừng hoạt động.



Hình 2 – 25: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý điều khiển dừng động cơ M

Động cơ M đang hoạt động nhưng có sự cố cần dừng khẩn cấp thì nhấn nút EM(3, 5), tiếp điểm EM(3, 5) hở ra làm các contactor K, K₁ mất điện, tiếp điểm K(9, 11), K₁(9, 13) mở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2), K₁(A2, A3), K₁(B2, B3), K₁(C2, C3) mở ra, động cơ M mất điện, ngừng hoạt động. Sau khi khắc phục sự cố xong cần vận hành lại phải tác động vào nút EM(3, 5) để tiếp điểm EM(3, 5) phục hồi đóng trở lại nghĩa là tiếp điểm EM(3, 5) tiếp xúc.

2.1.5.1.3 Bảo vệ mạch điện và động cơ

CB ba pha lắp trên mạch động lực dùng để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Động cơ M đang hoạt động ở tốc độ thấp, nếu động cơ bị quá tải, dòng điện quá tải chạy qua các phần tử đốt nóng của role nhiệt đạt đến dòng tác động của role, sẽ phát sinh ra lượng nhiệt làm thanh lưỡng kim trong role nhiệt giãn nở cong tác động tiếp điểm role nhiệt trên mạch điều khiển OL₁(3, 5) mở ra, làm cuộn dây contactor K và K₁ mất điện, tiếp điểm điều khiển K(5, 7), K₁(5, 11) mở ra, trên mạch động lực K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2) và K₁(A2, A3), K₁(B2, B3), K₁(C2, C3) hở ra, động cơ cắt khỏi nguồn ba pha.

Cầu chì F lắp trên mạch điều khiển để bảo vệ sự cố ngắn mạch cho mạch điều khiển.

Các tiếp điểm khóa chéo K₁(23, 25), K₂(15, 17), K₃(17, 19) ngăn không cho contactor K₁ với contactor K₂ và K₃ có điện cùng một thời điểm để tránh gây ngắn mạch trên mạch động lực.

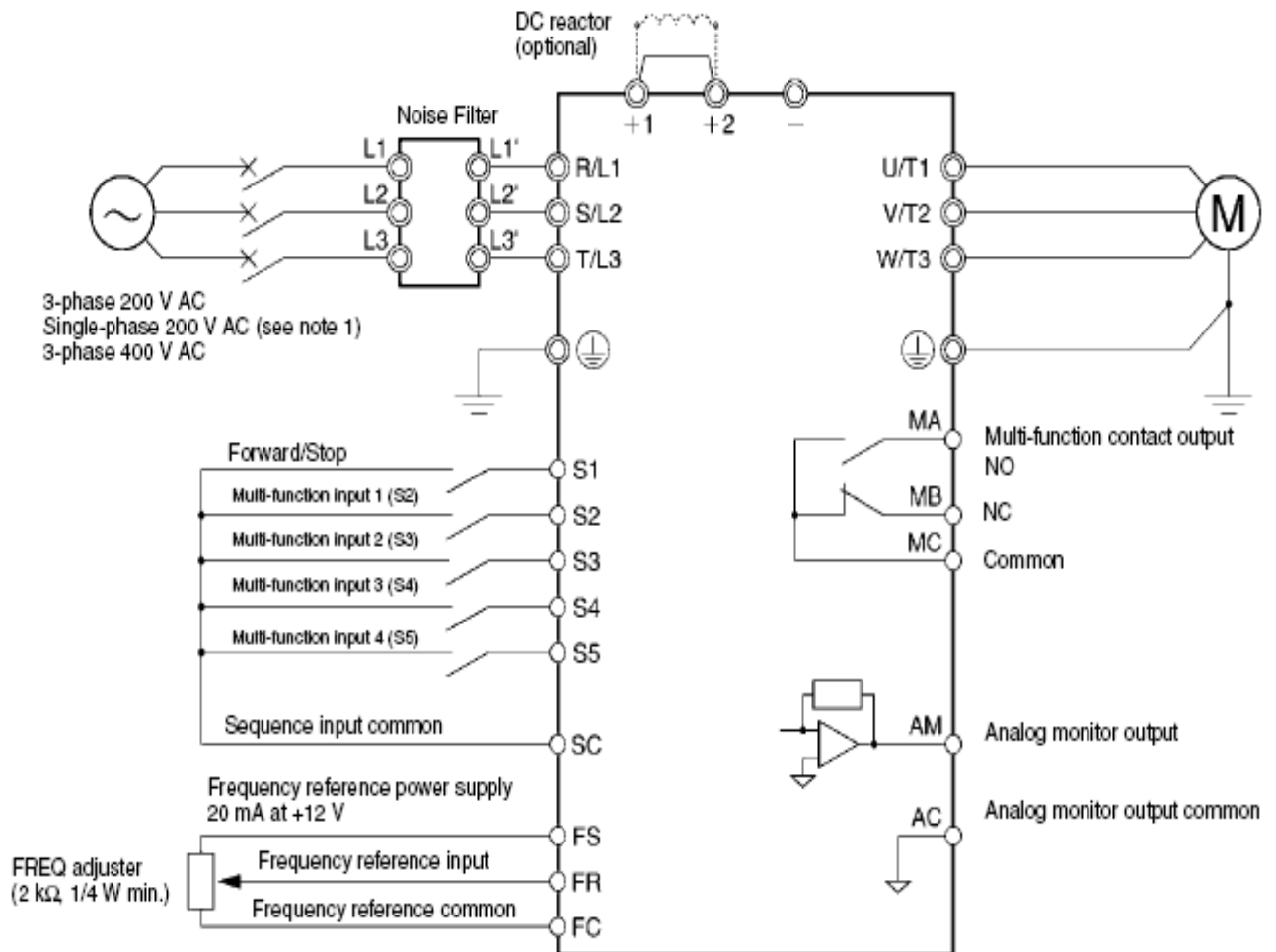
2.1.6 Điều khiển động cơ kđb ba pha rotor lồng sóc dùng biến tần

Mục 2.1.7 đã trình bày thay đổi tốc độ động cơ kđb ba pha bằng cách thay đổi số đôi cực p, nội dung trình bày dưới đây thay đổi tốc độ động cơ kđb bằng cách thay đổi tần số f, thiết bị sử dụng để thay đổi tần số f là bộ biến tần.

2.1.6.1 Giới thiệu mạch điện



Hình 2.19a Mặt hiển thị và phím lập trình của biến tần



Hình 2 – 26: Sơ đồ kết nối bộ biến tần với động cơ kđb ba pha (sơ đồ tiếng Anh)

Mạch động lực gồm có động cơ kđb ba pha, động cơ này kết nối với bộ biến tần, contactor K cấp điện ba pha cho biến tần và động cơ. CB ba pha dùng đóng cắt và bảo vệ ngắn mạch cho toàn mạch điện.

Mạch điều khiển gồm có nút nhấn $Start_F$ kết hợp với role trung gian R_F và contactor K điều khiển động cơ quay thuận. Nút nhấn $Start_R$ kết hợp với role trung gian R_R và contactor K điều khiển động cơ M quay ngược.

Dừng động cơ tác động nút nhấn Stop hay nút dừng khẩn cấp EM.

Tiếp điểm MB bảo vệ quá tải cho động cơ

Cầu chì bảo vệ sự cố ngắn mạch cho mạch điều khiển

2.1.6.1 Nguyên lý làm việc

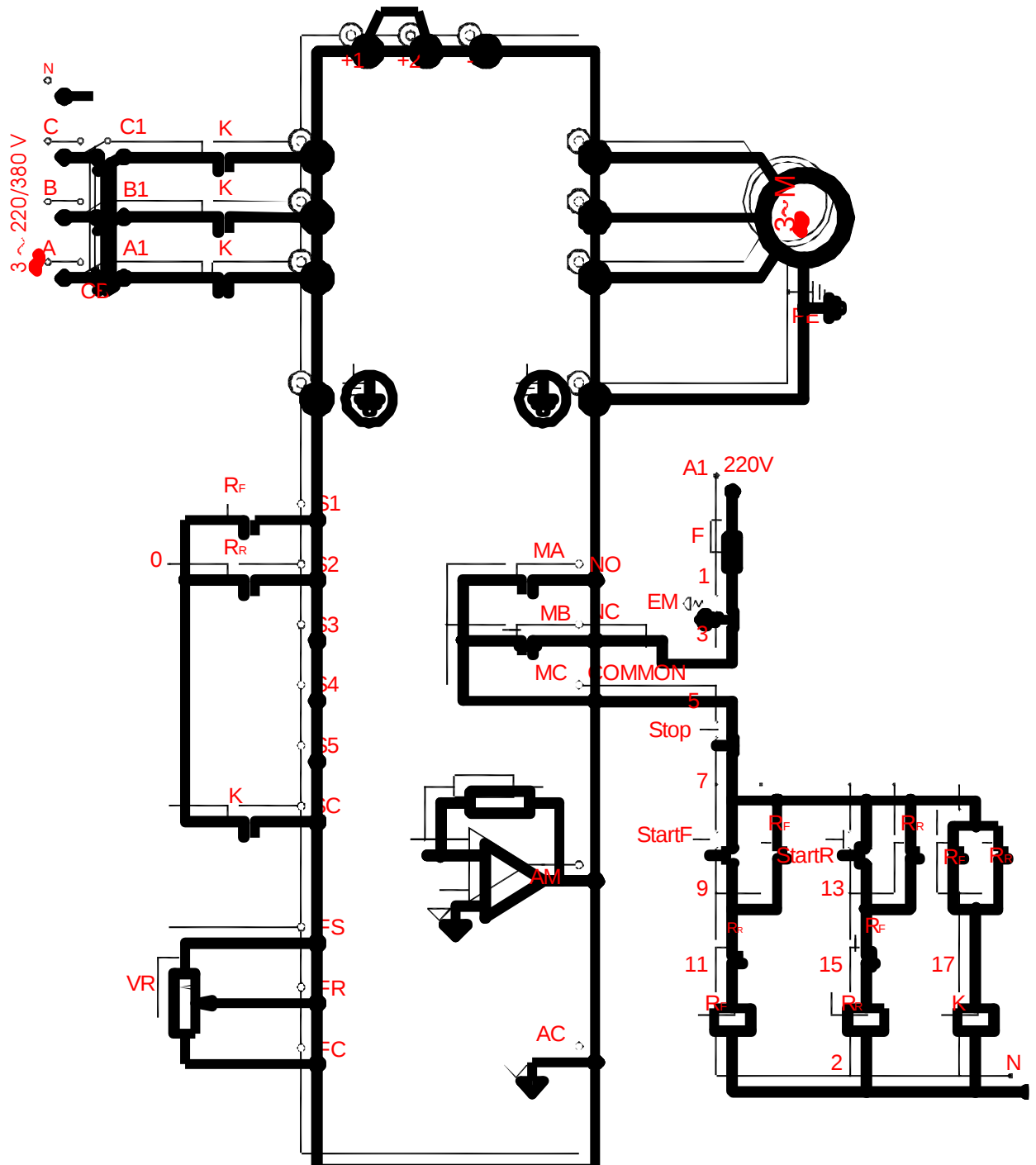
Đóng CB ba pha, nhấn nút $Start_F(7, 9)$, tiếp điểm $Start_F(7, 9)$ tiếp xúc, có dòng điện chạy qua cuộn dây role trung gian R_F , dòng điện đi từ (A1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, R_F , 2, N), tiếp điểm $R_F(13, 15)$ hở ra, tiếp điểm $R_F(7, 9)$ đóng lại để duy trì điện qua role trung gian R_F khi thả nút

Giáo trình Trang Bị Điện

Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

nhấn $Start_F$ ra, tiếp điểm $R_F(7, 17)$ đóng lại, cuộn dây contactor K có điện, tiếp điểm $R_F(S1, 0)$, $K(0, SC)$ đóng lại, trên mạch động lực các tiếp điểm $K(A1, A2)$, $K(B1, B2)$, $K(C1, C2)$ đóng lại cấp điện ba pha cho biến tần và động cơ M hoạt động. Cần thay đổi tần số để thay đổi tốc độ động cơ điều chỉnh biến trở VR (hay lập trình trước tần số cho biến tần).

Đảo chiều quay tác động nút $Stop(5, 7)$, tiếp điểm nút $Stop(5, 7)$ hở ra, role trung gian R_F và contactor K mất điện, các tiếp điểm của role R_F và K hở ra, động cơ M dừng, sau đó nhấn nút $Start_R(7, 13)$, tiếp điểm $Start_R(7, 13)$ tiếp xúc, cuộn dây role trung gian R_R và contactor K có điện, động cơ M quay ngược.

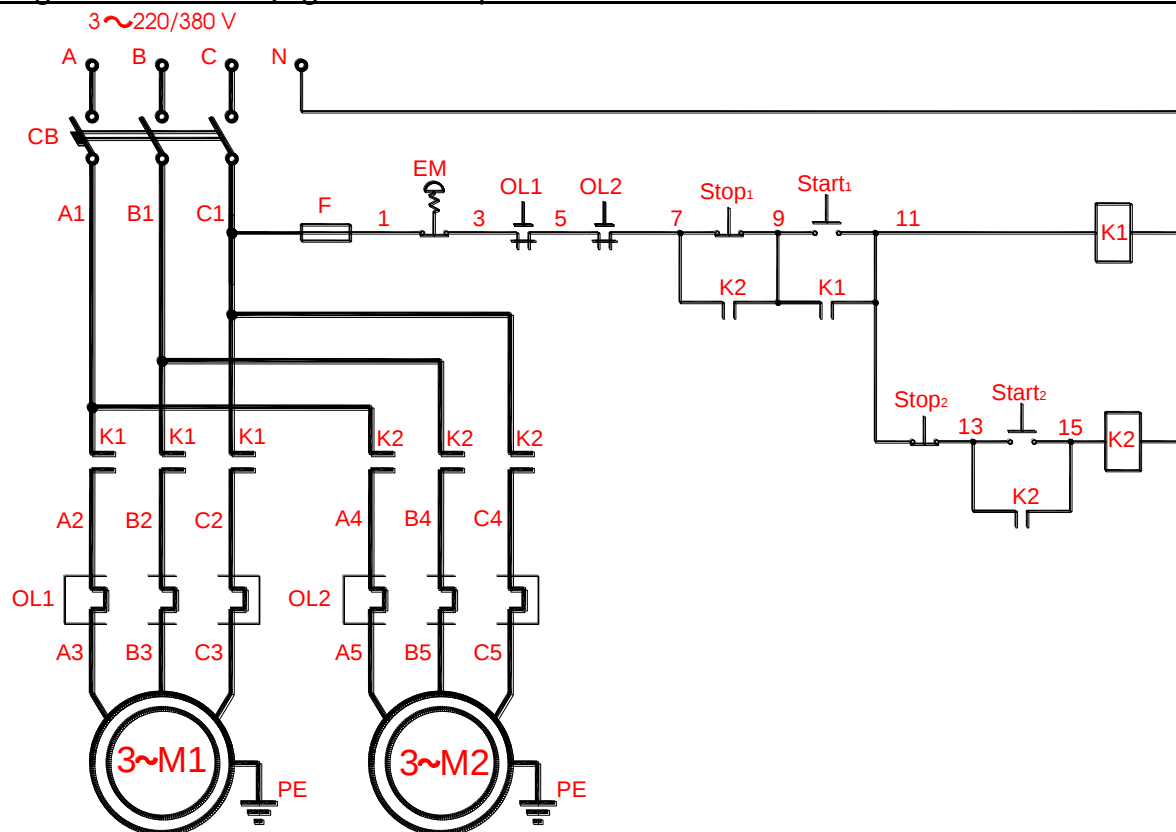


Hình 2 – 27: Sơ đồ nguyên lý điều khiển động cơ ba pha dùng biến tần

2.1.7 Điều khiển động cơ kđb ba pha theo trình tự

2.1.7.1 Điều khiển hai động cơ ba pha theo trình tự tác động bằng tay

2.1.7.1.1 Giới thiệu mạch điện



Hình 2 – 28: Sơ đồ nguyên lý mạch điện điều khiển hai động cơ theo trình tự, tác động bằng tay

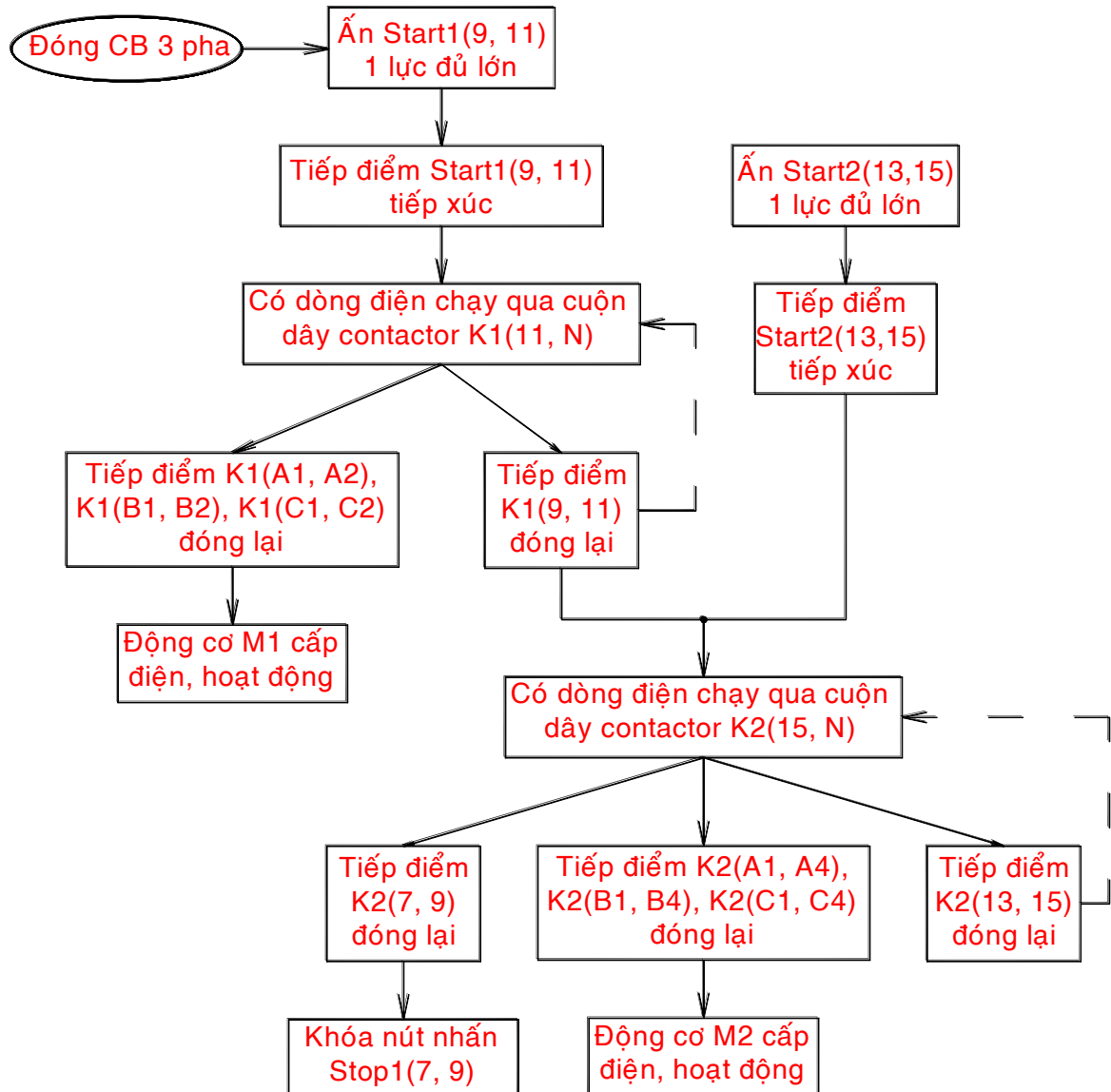
Mạch động lực gồm có động cơ M_1 được điều khiển bởi tiếp điểm chính contactor K_1 , động cơ M_2 được điều khiển bởi tiếp điểm chính contactor K_2 . Các phần tử đốt nóng OL_1 , OL_2 kết hợp với tiếp điểm OL_1 và OL_2 trên mạch điều khiển để bảo vệ quá tải cho động cơ M_1 và M_2 .

Mạch điều khiển gồm có cuộn dây và tiếp điểm phụ của contactor K_1 kết hợp nút nhấn $Start_1$ để khởi động động cơ M_1 , cuộn dây và tiếp điểm phụ của contactor K_2 kết hợp với nút nhấn $Start_2$ để khởi động động cơ M_2 . Nút nhấn $Stop_1$ để dừng động cơ M_1 , nút nhấn $Stop_2$ để dừng động cơ M_2 . Tiếp điểm role nhiệt OL_1 , OL_2 tác động khi có quá tải trên mạch động lực.

2.1.7.1.2 Nguyên lý làm việc

Đóng CB ba pha, nhấn nút $Start_1$ (9, 11), tiếp điểm nút nhấn $Start_1$ (9, 11) tiếp xúc, có dòng chạy qua cuộn dây contactor K_1 (11, N), dòng điện đi theo đường (C1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, K_1 , N), tiếp điểm K_1 (9, 11) đóng lại để duy trì điện cho cuộn dây contactor K_1 khi thả nút nhấn $Start_1$ (9, 11) ra, trên mạch động lực các tiếp điểm K_1 (A1, A2), K_1 (B1, B2), K_1 (C1, C2) đóng lại, động cơ M_1 được cấp điện và hoạt động.

Nhấn nút $Start_2$ (13, 15), tiếp điểm nút nhấn $Start_2$ (13, 15) tiếp xúc, có dòng chạy qua cuộn dây contactor K_2 (15, N), dòng điện đi theo đường (C1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, K_2 , N), tiếp điểm K_2 (13, 15) đóng lại để duy trì điện qua contactor K_2 khi buông nút nhấn $Start_2$ ra, tiếp điểm K_2 (7, 9) đóng lại khóa tiếp điểm $Stop_1$, trên mạch động lực các tiếp điểm K_2 (A1, A4), K_2 (B1, B4), K_2 (C1, C4) đóng lại, động cơ M_2 cấp điện và hoạt động.



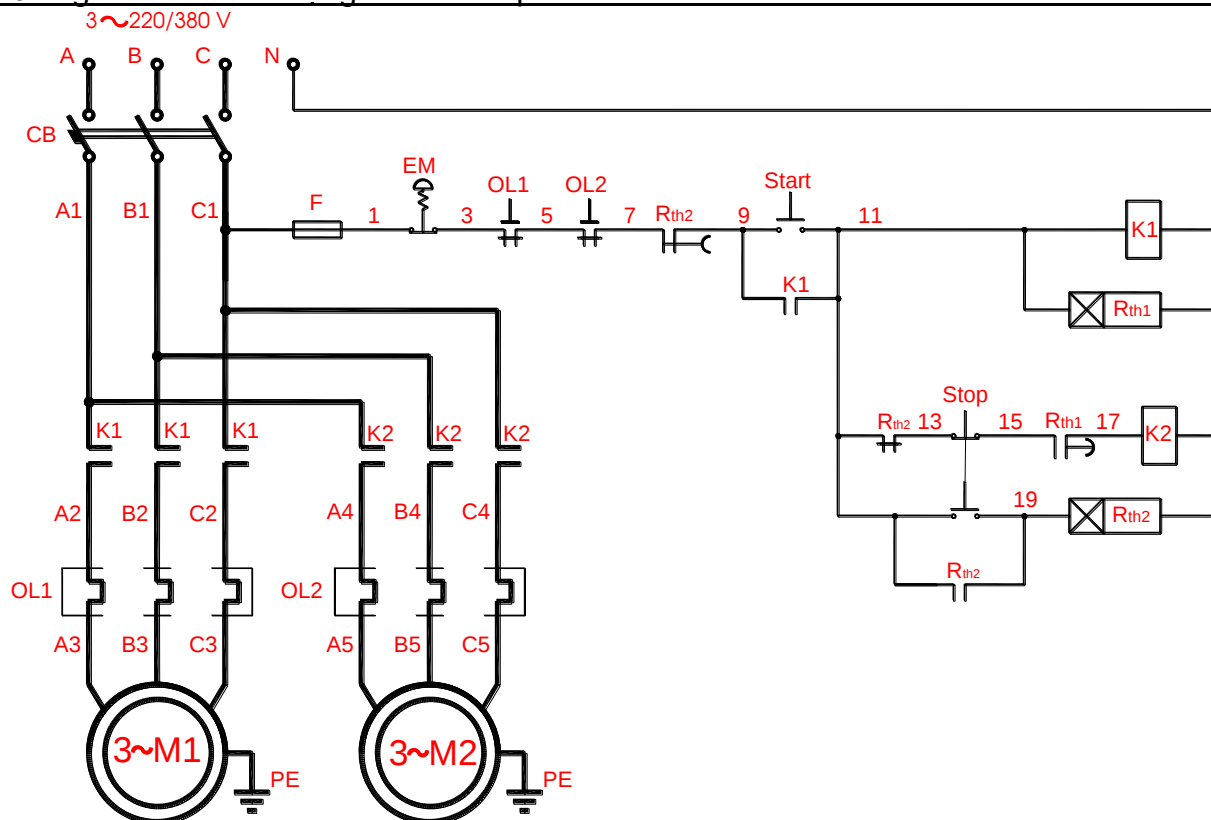
Hình 2 – 29: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý điều khiển hai động cơ theo trình tự, tác động bằng tay

2.1.7.2 Điều khiển hai động cơ ba pha theo trình tự tác động bằng role thời gian

2.1.7.2.1 Giới thiệu mạch điện

Mạch động lực và mạch điều khiển giống mạch điều khiển theo trình tự tác động bằng tay, điểm khác mạch điều khiển có dùng hai role thời gian, hai nút nhấn (1 nút Stop, 1 nút Start).

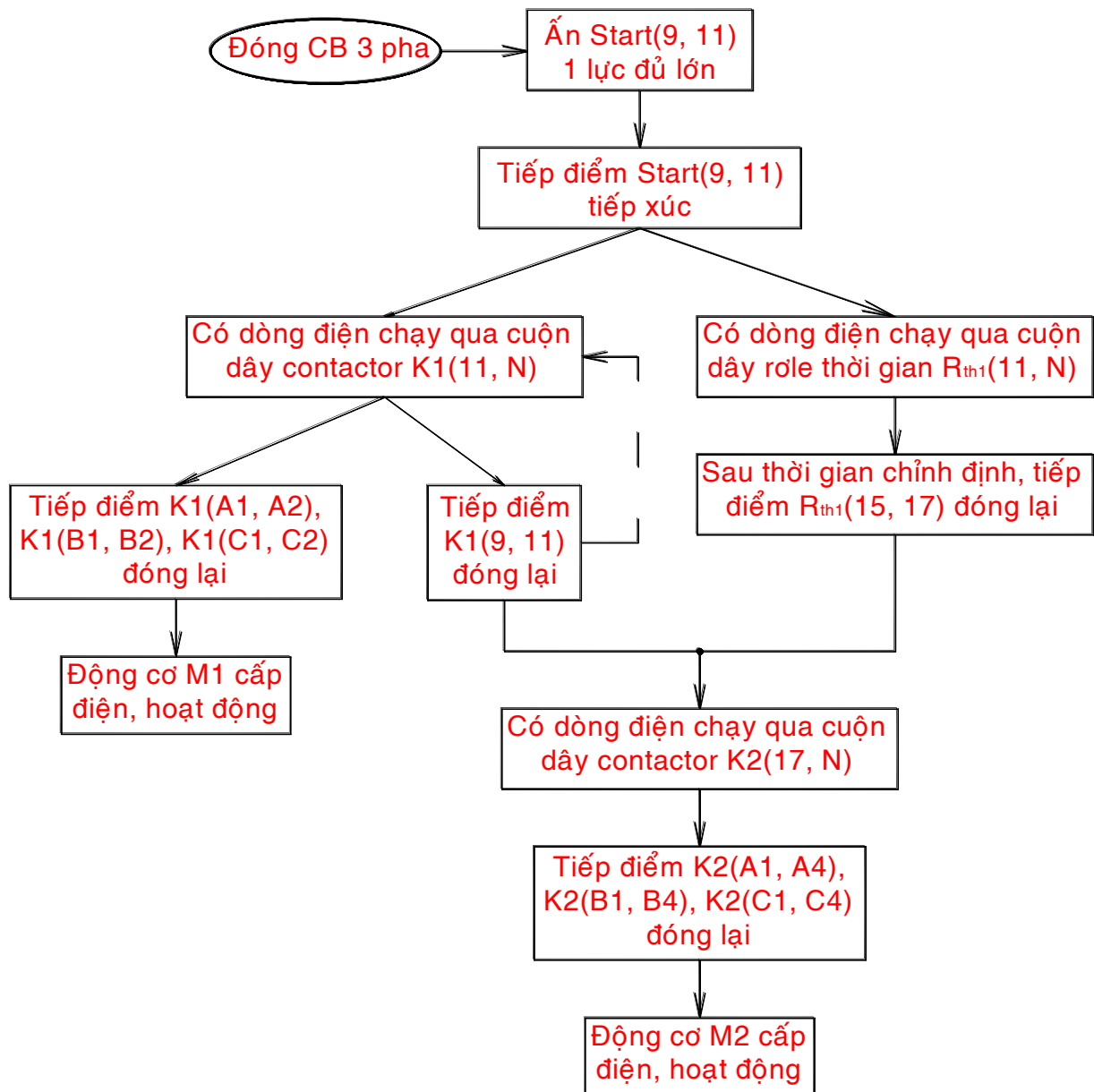
2.1.9.2.2 Nguyên lý làm việc



Hình 2 – 30: Sơ đồ nguyên lý mạch điện điều khiển hai động cơ theo trình tự, tác động bằng Timer

Đóng CB ba pha, nhấn nút Start(9, 11), tiếp điểm nút nhấn Start(9, 11) tiếp xúc, có dòng chạy qua cuộn dây contactor K₁(11, N) và role thời gian R_{th1}, dòng điện đi theo đường (C1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, K₁ và R_{th1}, N), tiếp điểm K₁(9, 11) đóng lại để duy trì điện cho cuộn dây contactor K₁ và R_{th1} khi buông nút nhấn Start(9, 11) ra, trên mạch động lực các tiếp điểm K₁(A1, A2), K₁(B1, B2), K₁(C1, C2) đóng lại, động cơ M₁ được cấp điện và hoạt động. Sau thời gian chỉnh định tiếp điểm R_{th1}(15, 17) đóng lại, có dòng chạy qua cuộn dây contactor K₂(17, N), dòng điện đi theo đường (C1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, K₂, N), trên mạch động lực các tiếp điểm K₂(A1, A4), K₂(B1, B4), K₂(C1, C4) đóng lại, động cơ M₂ hoạt động.

Dừng nhấn nút Stop(13, 15), tiếp điểm nút nhấn Stop(13, 15) hở ra, cuộn dây contactor K₂(17, N) mất điện, trên mạch động lực các tiếp điểm K₂(A1, A4), K₂(B1, B4), K₂(C1, C4) hở ra, động cơ M₂ dừng; đồng thời tiếp điểm Stop(11, 19) tiếp xúc, có dòng chạy qua cuộn dây role thời gian R_{th2} dòng điện đi theo đường (C1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 19, R_{th2}, N), tiếp điểm R_{th2}(11, 13) hở ra, tiếp điểm R_{th2}(11, 19) đóng lại để duy trì điện cho cuộn dây role thời gian R_{th2} khi buông nút nhấn Stop ra, sau thời gian chỉnh định, tiếp điểm R_{th2}(7, 9) hở ra cuộn dây contactor K₁ và role thời gian R_{th2} mất điện tiếp điểm K₁(9, 11), R_{th2}(11, 19) hở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm K₁(A1, A2), K₁(B1, B2), K₁(C1, C2) hở ra động cơ M₁ dừng.



Hình 2 – 31: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý điều khiển hai động cơ theo trình tự, tác động bằng Timer

2.2 ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ KĐB BA PHA ROTOR DÂY QUẮN

Động cơ kđb ba pha rotor dây quấn có đặc điểm dòng điện khởi động có thể khống chế $I_{kđ} = (2 \div 2,5) I_{đm}$ của động cơ. Giá trị dòng điện khởi động được khống chế như vậy là do kết cấu bộ dây quấn rotor của động cơ được mắc nối tiếp với các cấp điện trở bên ngoài trong quá trình khởi động thông qua chổi than và vòng trượt do đó giảm dòng khởi động cho động cơ. Khi đấu dây vận hành chú ý số đôi cực p của bộ dây stator phải bằng số đôi cực của bộ dây rotor của động cơ. Động cơ kđb ba pha rotor dây quấn được sử dụng trong hệ thống điều khiển cần trục, cầu trục... Động cơ rotor dây quấn có cấu tạo phức tạp hơn so với động cơ ba pha rotor lồng sóc (vòng trượt, chổi than) do đó giá thành cao, bảo trì khó khăn, phạm vi ứng dụng loại động cơ này trong hệ thống điều khiển truyền động cũng hạn chế.

2.2.1 Mạch khởi động động cơ ba pha rotor dây quấn theo nguyên tắc thời gian

2.2.1.1 Giới thiệu mạch điện

Mạch động lực gồm có động cơ ba pha rotor dây quấn M, động cơ này bộ dây rotor đấu hình Y thông qua ba vòng trượt và ba chổi than kết nối với hai cấp điện trở phụ R_1 và R_2 bên ngoài.

Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

Các tiếp điểm chính của contactor K, K₁, K₂ được điều khiển bởi các cuộn dây contactor K, K₁, K₂. Các tiếp điểm chính K đóng để cấp điện khởi động động cơ M, các tiếp điểm K₁, K₂ đóng để loại từng cấp điện trở R₁, R₂ trong quá trình khởi động. Điện trở R₁, R₂ tham gia vào mạch rotor để hạn chế dòng khởi động cho động cơ M.

CB ba pha dùng để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Ba phần tử đốt nóng của role nhiệt OL kết hợp với tiếp điểm role nhiệt OL trên mạch điều khiển để bảo vệ quá tải cho động cơ M.

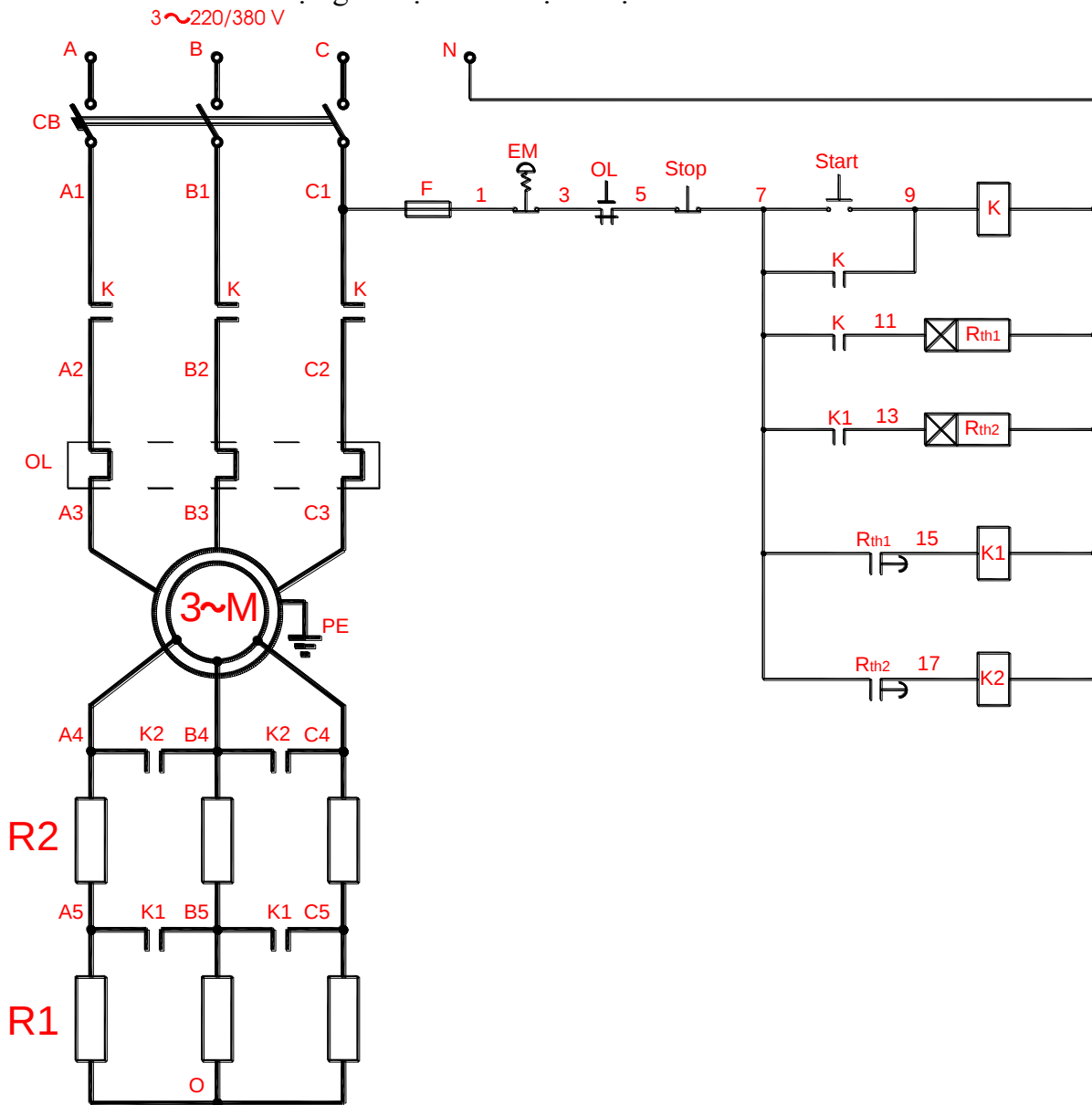
Mạch điều khiển gồm có cuộn dây và tiếp điểm phụ của contactor K kết hợp với nút ấn Start để điều khiển động cơ M khởi động qua hai cấp điện trở.

Role thời gian R_{th1}, R_{th2} kết hợp với cuộn dây và tiếp điểm của contactor K₁, K₂, để điều khiển cắt từng cấp điện trở R₁, R₂ khi đến thời gian chỉnh định của role R_{th1}, R_{th2}.

Nút dừng Stop và dừng khẩn cấp EM điều khiển cắt điện các cuộn dây contactor K, K₁, K₂ và role thời gian R_{th1}, R_{th2} để dừng động cơ M.

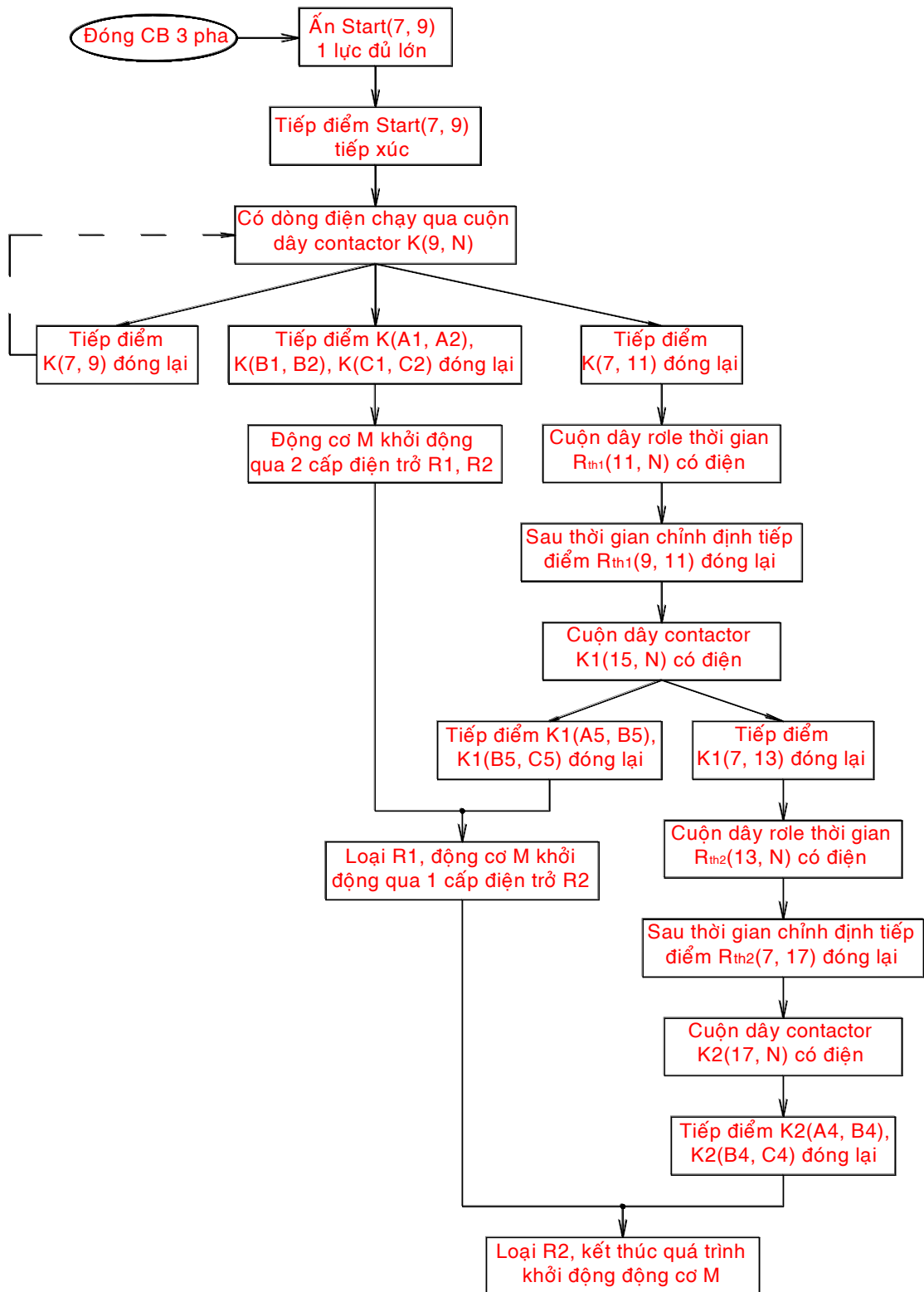
Tiếp điểm role nhiệt OL được điều khiển bởi ba pha tử đốt nóng OL trên mạch động lực, tiếp điểm này tác động khi có quá tải trên mạch động lực.

Cầu chì F để bảo vệ ngắn mạch cho mạch điện điều khiển.



Hình 2 – 32: Mạch khởi động qua hai cấp điện trở động cơ ba pha rotor dây quấn, tác động bằng role thời gian

2.2.1.2 Nguyên lý làm việc



Hình 2 – 33: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý mạch khởi động qua 2 cấp R, tác động bằng role thời gian

Đóng CB ba pha, nhấn nút Start(7, 9), tiếp điểm của nút Start(7, 9) tiếp xúc, có dòng điện chạy qua cuộn dây contactor K(9, N), dòng điện theo đường (C1, 1, 3, 5, 7, 9, K, N), tiếp điểm K(7, 9) đóng lại để duy trì điện cho cuộn dây contactor K(9, N) khi thả nút nhấn Start(7, 9) ra và tiếp điểm K(7, 11) đóng lại cấp điện cho cuộn dây R_{th1}(11, N), trên mạch động lực các tiếp điểm K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2) đóng lại, cấp điện ba pha cho động cơ M, động cơ M khởi động qua hai cấp điện trở R₁ và R₂.

Sau thời gian chỉnh định tiếp điểm role thời gian $R_{th1}(9, 15)$ đóng lại cấp điện cho cuộn dây contactor $K_1(15, N)$ có điện, tiếp điểm $K_1(7, 13)$ đóng lại cấp điện cho cuộn dây role thời gian $R_{th2}(13, N)$, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_1(A5, B5)$, $K_1(B5, C5)$ đóng lại loại cấp điện trở phụ R_1 ra khỏi mạch, sau thời gian chỉnh định tiếp điểm role thời gian $R_{th2}(9, 15)$ đóng lại, cuộn dây contactor $K_2(17, N)$ có điện, các tiếp điểm $K_2(A4, B4)$, $K_2(B4, C4)$ trên mạch động lực đóng lại, loại cấp điện trở R_2 ra khỏi mạch kết thúc quá trình khởi động.

Động cơ M đang hoạt động, muốn dừng động cơ M thì nhấn nút Stop(5, 7) khi đó tiếp điểm của nút nhấn Stop(5, 7) hở ra, cuộn dây contactor $K(9, N)$, $K_1(15, N)$, $K_2(17, N)$ và cuộn dây role thời gian $R_{th1}(11, N)$, $R_{th2}(13, N)$ mất điện, tiếp điểm $K(7, 9)$, $K(7, 11)$ mở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm $K(A1, A2)$, $K(B1, B2)$, $K(C1, C2)$ và các tiếp điểm $K_1(A5, B5)$, $K_1(B5, C5)$, $K_2(A4, B4)$, $K_2(B4, C4)$ hở ra, ngắt không cho điện ba pha vào động cơ M , động cơ M ngưng hoạt động.

2.2.1.3 Bảo vệ mạch điện và động cơ

CB ba pha lắp trên mạch động lực để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn mạch điện.

Động cơ ba pha M đang hoạt động nếu động cơ bị quá tải, dòng điện quá tải chạy qua các phần tử đốt nóng của role nhiệt đạt đến dòng tác động của role, sẽ phát sinh ra lượng nhiệt làm thanh lưỡng kim giãn nở cong tác động tiếp điểm role nhiệt trên mạch điều khiển OL(1, 3) mở ra, làm cuộn dây contactor $K(9, N)$ mất điện, tiếp điểm $K(7, 9)$, $K(7, 11)$ hở ra làm cuộn dây role thời gian R_{th1} , R_{th2} , contactor K_1 , K_2 mất điện và các tiếp điểm động lực $K(A1, A2)$, $K(B1, B2)$, $K(C1, C2)$, $K_1(A5, B5)$, $K_1(B5, C5)$, $K_2(A4, B4)$, $K_2(B4, C4)$ hở ra, động cơ cắt khỏi nguồn ba pha.

Cầu chì F lắp trên mạch điều khiển để bảo vệ sự cố ngắn mạch cho mạch điều khiển.

2.2.2 Mạch khởi động động cơ ba pha rotor dây quấn theo nguyên tắc dòng điện

2.2.2.1 Giới thiệu mạch điện

Mạch động lực gồm có động cơ ba pha rotor dây quấn M , động cơ này bộ dây rotor đầu hình Y thông qua ba vòng trượt và ba chổi than kết nối với hai cấp điện trở phụ R_1 , R_2 và hai cuộn dòng RI_1 , RI_2 bên ngoài.

Các tiếp điểm chính của contactor K , K_1 , K_2 được điều khiển bởi các cuộn dây contactor K , K_1 , K_2 . Các tiếp điểm chính K đóng để cấp điện khởi động động cơ M .

Các cuộn dây role dòng RI_1 , RI_2 kết hợp với các tiếp điểm RI_1 , RI_2 trên mạch điều khiển để cấp điện cho các contactor K_1 , K_2 tác động đóng các tiếp điểm K_1 , K_2 trên mạch động lực để loại từng cấp điện trở R_1 , R_2 trong quá trình khởi động.

CB ba pha dùng để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Ba phần tử đốt nóng của role nhiệt OL kết hợp với tiếp điểm role nhiệt OL trên mạch điều khiển để bảo vệ quá tải cho động cơ M .

Mạch điều khiển gồm có cuộn dây và tiếp điểm phụ của contactor K kết hợp với nút ấn Start để điều khiển động cơ M khởi động qua hai cấp điện trở. Tiếp điểm role dòng RI_1 , RI_2 được điều khiển bởi các cuộn dòng RI_1 , RI_2 trên mạch động lực kết hợp với các contactor K_1 , K_2 để điều khiển cắt từng cấp điện trở R_1 , R_2 khi đến giá trị dòng phục hồi của role dòng RI_1 , RI_2 .

Nút dừng Stop và dừng khẩn cấp EM điều khiển cắt điện các cuộn dây contactor K , K_1 , K_2 để dừng động cơ M .

Tiếp điểm role nhiệt OL được điều khiển bởi ba phần tử đốt nóng trên mạch động lực, tiếp điểm này tác động khi có quá tải trên mạch động lực.

Cầu chì F để bảo vệ ngắn mạch cho mạch điện điều khiển.

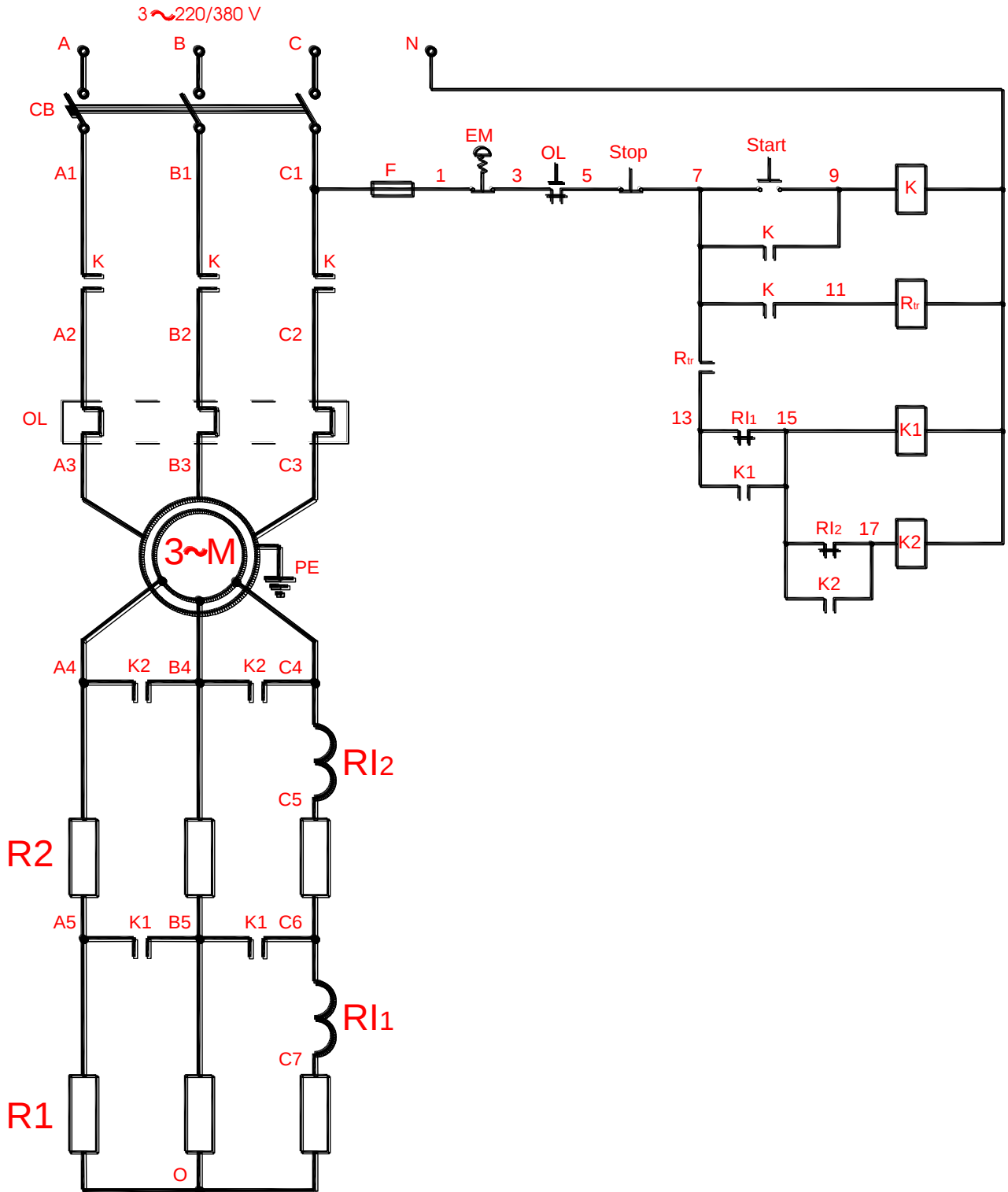
2.2.2.2 Nguyên lý làm việc

Dòng điện qua cuộn dòng RI của role dòng quá dòng nhỏ của role dòng thì tiếp điểm thường đóng của role dòng mở ra, tiếp điểm thường hở đóng lại. Dòng điện qua cuộn dòng

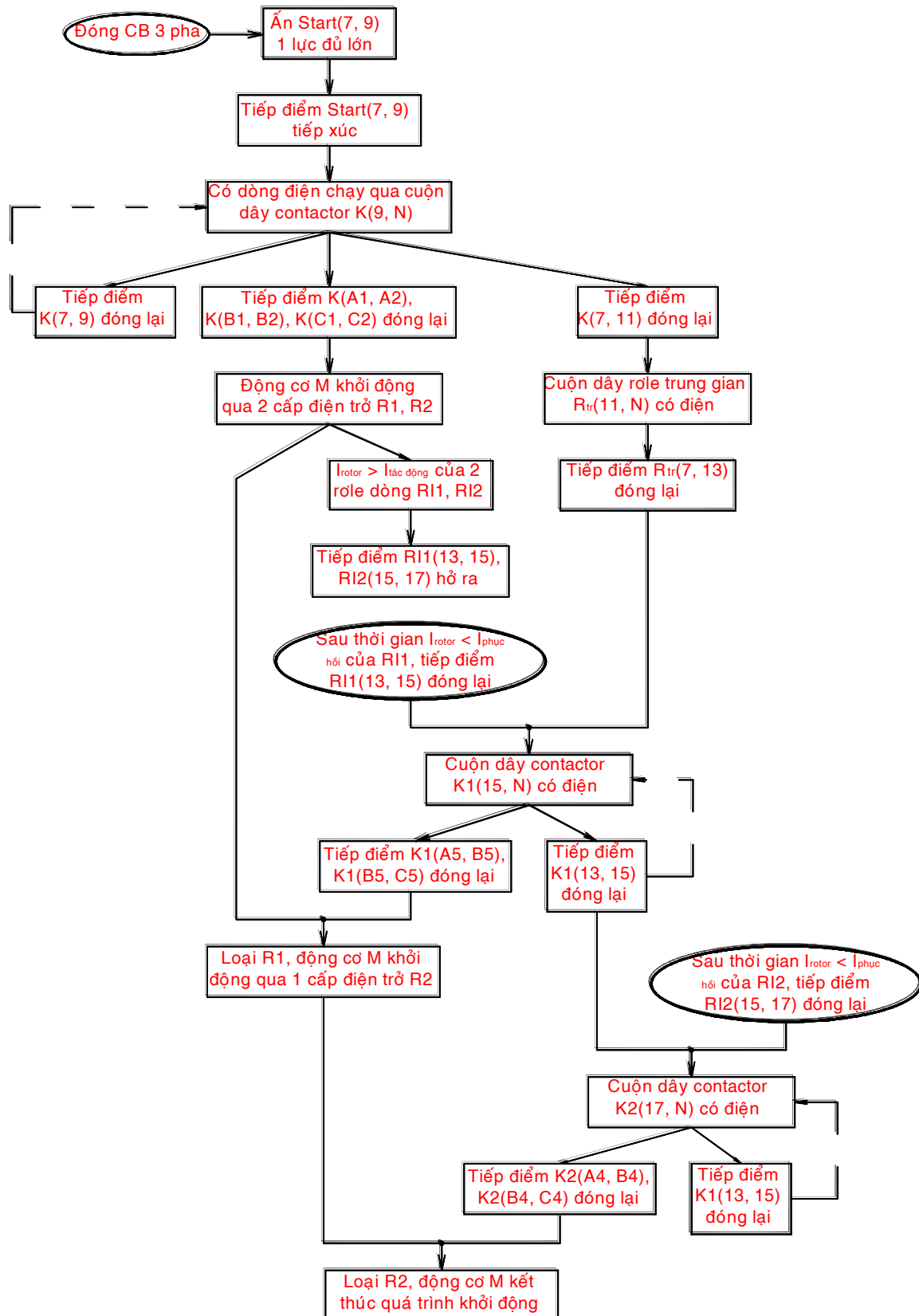
Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

của role dòng bằng hoặc nhỏ hơn dòng điện nhả của RI thì tiếp điểm thường đóng của RI đóng lại, tiếp điểm thường hở thì hở ra.

Đóng CB ba pha, nhấn nút Start(7, 9), tiếp điểm của nút Start(7, 9) tiếp xúc, có dòng điện chạy qua cuộn dây contactor K(9, N), dòng điện đi theo đường (C1, 1, 3, 5, 7, 9, K, N), tiếp điểm K(7, 9) đóng lại để duy trì điện cho cuộn dây contactor K(9, N) khi thả nút nhấn Start(7, 9) ra và tiếp điểm K(7, 11) đóng lại cấp điện cho cuộn dây trung gian R_{tr} , trên mạch động lực các tiếp điểm K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2) đóng lại, cấp điện ba pha cho động cơ M, động cơ M khởi động qua hai cấp điện trở R_1 và R_2 .



Hình 2 - 34 Mạch khởi động qua hai cấp điện trở động cơ ba pha rotor dây quấn, tác động bằng role dòng điện



Hình 2 – 35: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý mạch khởi động qua 2 cấp điện trở, tác động bằng role dòng

Dòng điện cảm ứng chạy trong bộ dây rotor và qua các cuộn dây role dòng RI_1 và RI_2 lúc khởi động lớn nhiều lần so với dòng nhả của role dòng RI_1 , RI_2 làm tiếp điểm $RI_1(13, 15)$, $RI_2(15, 17)$ mở ra, các cuộn dây contactor K_1 và K_2 không có điện, mặc dù tiếp điểm $R_{tr}(5, 11)$ đóng, sau thời gian khởi động dòng điện qua bộ dây rotor giảm bằng dòng nhả của role dòng RI_1 thì tiếp điểm $RI_1(11, 13)$ đóng lại và cuộn dây contactor $K_1(15, N)$ có

điện, đóng tiếp điểm $K_1(13, 15)$ lại, trên mạch động lực các tiếp điểm chính của contactor $K_1(A5, B5)$, $K_1(B5, C5)$ đóng lại, loại cấp điện trở phụ R_1 . Sau thời gian khởi động dòng điện rotor giảm xuống đến giá trị nhỏ của role dòng RI_2 thì tiếp điểm $RI_2(15, 17)$ đóng lại và cuộn dây contactor $K_2(17, N)$ có điện, tiếp điểm $K_2(15, 17)$ đóng lại, trên mạch động lực hai tiếp điểm $K_2(A4, B4)$, $K_2(B4, C4)$ đóng lại, loại cấp điện trở phụ R_2 , quá trình khởi động kết thúc.

Động cơ M đang hoạt động, muốn dừng động cơ M thì nhấn nút Stop(5, 7) khi đó tiếp điểm của nút nhấn Stop(5, 7) hở ra, cuộn dây contactor $K(9, N)$, $K_1(15, N)$, $K_2(17, N)$ và cuộn dây role trung gian $R_{tr}(11, N)$ mất điện, tiếp điểm $K(7, 9)$ mở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm $K(A1, A2)$, $K(B1, B2)$, $K(C1, C2)$ và các tiếp điểm $K_1(A5, B5)$, $K_1(B5, C5)$, $K_2(A4, B4)$, $K_2(B4, C4)$ hở ra, ngắt không cho điện ba pha vào động cơ M, động cơ M ngưng hoạt động.

2.2.2.3 Bảo vệ mạch điện và động cơ

CB ba pha lắp trên mạch động lực để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Động cơ ba pha đang hoạt động nếu động cơ bị quá tải, dòng điện quá tải chạy qua các phần tử đốt nóng của role nhiệt đạt đến dòng tác động của role, sẽ phát sinh ra lượng nhiệt làm thanh lưỡng kim giãn nở cong tác động tiếp điểm role nhiệt trên mạch điều khiển OL(3, 5) mở ra, làm cuộn dây contactor $K(9, N)$ mất điện, tiếp điểm $K(7, 9)$, $K(7, 11)$ mở ra làm cuộn dây role trung gian $R_{tr}(11, N)$, cuộn dây contactor $K_1(15, N)$, $K_1(17, N)$ mất điện, trên mạch động lực các tiếp điểm $K(A1, A2)$, $K(B1, B2)$, $K(C1, C2)$, $K_1(A5, B5)$, $K_1(B5, C5)$, $K_2(A4, B4)$, $K_2(B4, C4)$ hở ra, động cơ cắt khỏi nguồn ba pha.

Role trung gian R_{tr} có tác dụng đảm bảo khi cuộn dây contactor K có điện rồi thì cuộn dây role trung gian R_{tr} mới có điện và sau đó K_1 mới có điện, ngăn ngừa khả năng có điện đồng thời các contactor K , K_1 và K_2 ; tiếp điểm $RI_1(13, 15)$, $RI_2(15, 17)$ hở ra ngăn không cho cuộn dây contactor K_1 và K_2 không có điện khi nhấn nút Start(7, 9).

Cầu chì F lắp trên mạch điều khiển để bảo vệ sự cố ngắn mạch cho mạch điều khiển.

2.2.3 Mạch khởi động và hãm ngược động cơ ba pha rotor dây quấn

2.2.3.1 Giới thiệu mạch điện

Mạch động lực gồm có động cơ kđb ba pha rotor dây quấn M, động cơ này bộ dây rotor đầu hình Y thông qua ba vòng trượt và ba chổi than kết nối với ba cấp điện trở phụ R_1 , R_2 , R_H và role tốc độ R_{KT} lắp vào trục động cơ M.

Các tiếp điểm chính của contactor K_T , K_N , K_1 , K_2 được điều khiển bởi các cuộn dây contactor K_T , K_N , K_1 , K_2 . Các tiếp điểm chính K_T đóng lại để cấp điện khởi động động cơ M. Các tiếp điểm K_1 , K_2 đóng để loại từng cấp điện trở R_1 , R_2 trong quá trình khởi động.

CB ba pha dùng để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Ba phần tử đốt nóng của role nhiệt OL kết hợp với tiếp điểm role nhiệt OL trên mạch điều khiển để bảo vệ quá tải cho động cơ M.

Ba phần tử đốt nóng của role nhiệt OL kết hợp với tiếp điểm role nhiệt OL trên mạch điều khiển để bảo vệ quá tải cho động cơ M.

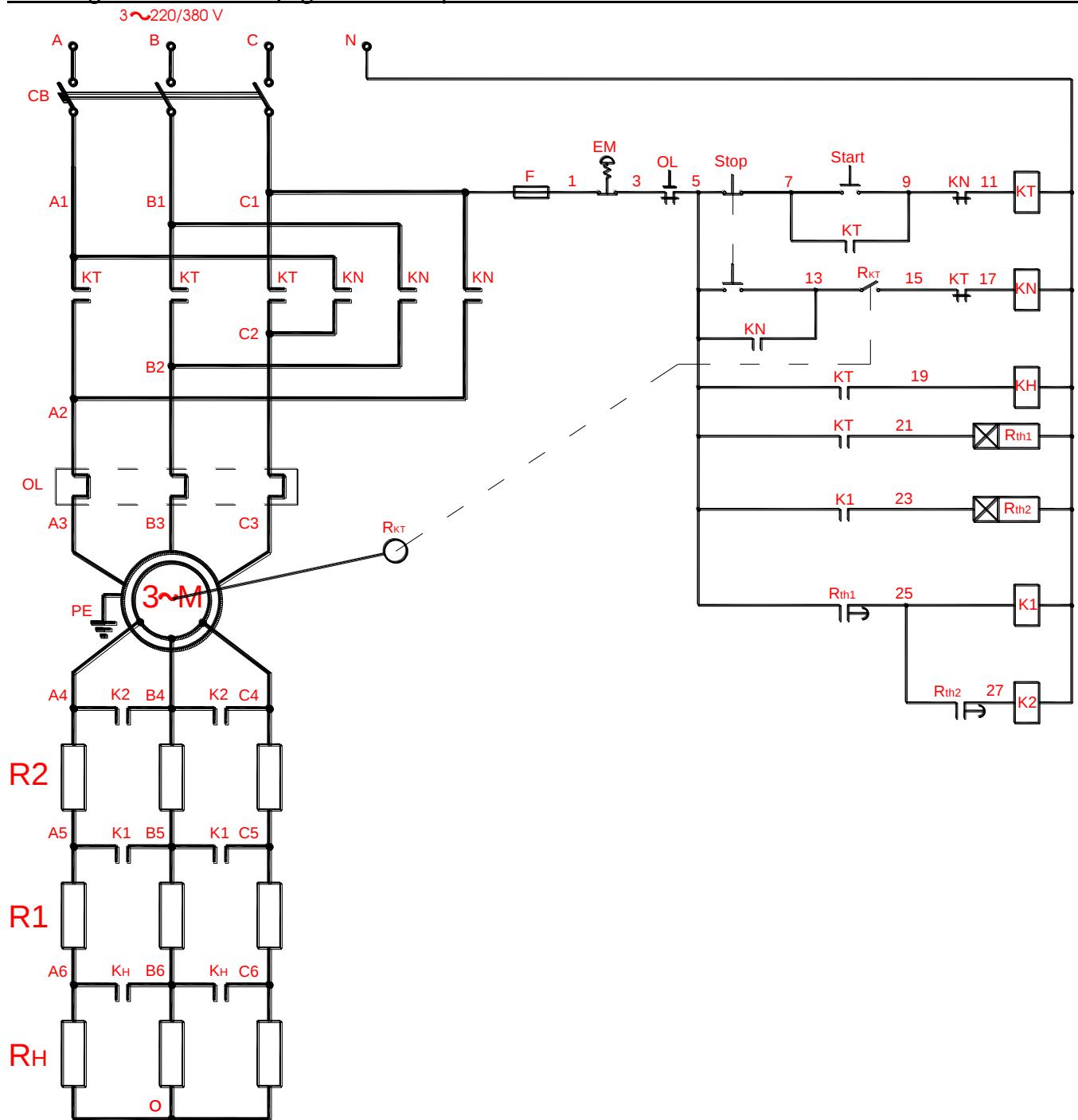
Mạch điều khiển gồm có cuộn dây và tiếp điểm phụ của contactor K_T kết hợp với nút ấn Start để điều khiển động cơ M khởi động qua hai cấp điện trở R_1 và R_2 .

Role thời gian R_{th1} , R_{th2} kết hợp với cuộn dây và tiếp điểm của contactor K_1 , K_2 , để điều khiển cắt từng cấp điện trở R_1 , R_2 khi đến thời gian chỉnh định của role R_{th1} , R_{th2} .

Nút dừng Stop kết hợp với tiếp điểm của role tốc độ và contactor K_H để hãm ngược động cơ M.

Tiếp điểm role nhiệt OL được điều khiển bởi ba pha tử đốt nóng trên mạch động lực, tiếp điểm này tác động khi có quá tải trên mạch động lực.

Cầu chì F để bảo vệ ngắn mạch cho mạch điện điều khiển.



Hình 2 - 36 Mạch điều khiển động cơ ba pha rotor dây quấn khởi động qua hai cấp điện trở, dừng hãm ngược tác động bằng role tốc độ

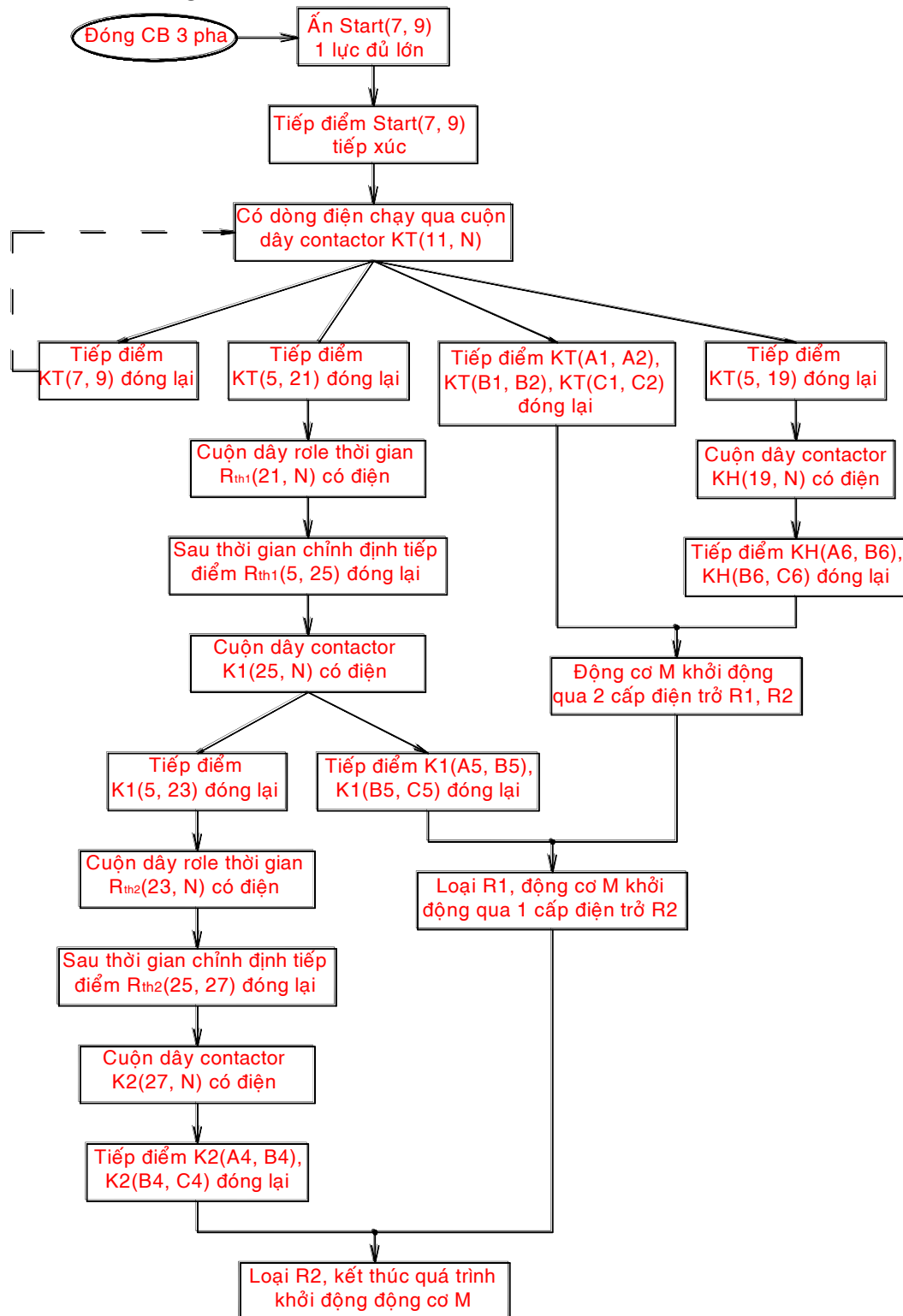
2.2.3.2 Nguyên lý làm việc

Đóng CB ba pha, nhấn nút Start(7, 9), tiếp điểm nút Start(7, 9) tiếp xúc, có dòng điện chạy qua contactor $K_T(11, N)$, dòng điện đi theo đường (C1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, K_T , N), tiếp điểm $K_T(15, 17)$ hở ra ngăn không cho contactor $K_N(17, N)$ có điện, tiếp điểm $K_T(7, 9)$ đóng lại duy trì điện qua cuộn dây contactor K_T khi thả nút Start(7, 9) ra, tiếp điểm $K_T(5, 19)$ đóng lại cuộn dây contactor $K_H(19, N)$ có điện, tiếp điểm $K_T(5, 21)$ đóng lại cuộn dây role thời

gian $R_{th1}(21, N)$ có điện; đồng thời trên mạch động lực các tiếp điểm $K_T(A1, A2)$, $K_T(B1, B2)$, $K_T(C1, C2)$ đóng lại cấp điện ba pha vào bộ dây stator của động cơ, phần rotor các tiếp điểm động lực $K_H(A6, B6)$, $K_H(B6, C6)$ đóng lại, **loại cấp điện trở phụ R_H** ra khỏi mạch, động cơ bắt đầu khởi động qua hai cấp điện trở, khi tốc độ động cơ lớn hơn 15% tốc độ định

Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

mức thì tiếp điểm $R_{KT}(13,15)$ đóng lại, sau thời gian tiếp điểm $R_{th1}(5, 25)$ đóng lại cuộn dây contactor K_1 có điện, tiếp điểm $K_1(3, 17)$ đóng lại role thời gian $R_{th2}(23, N)$ có điện, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_1(A5, B5)$, $K_1(B5, C5)$ đóng lại loại cấp điện trở phụ R_1 , sau thời gian tiếp điểm role thời gian $R_{th2}(25, 27)$ đóng lại cuộn dây contactor K_2 có điện, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_2(A4, B4)$, $K_2(B4, C4)$ đóng lại, loại cấp điện trở phụ R_2 kết thúc quá trình khởi động.

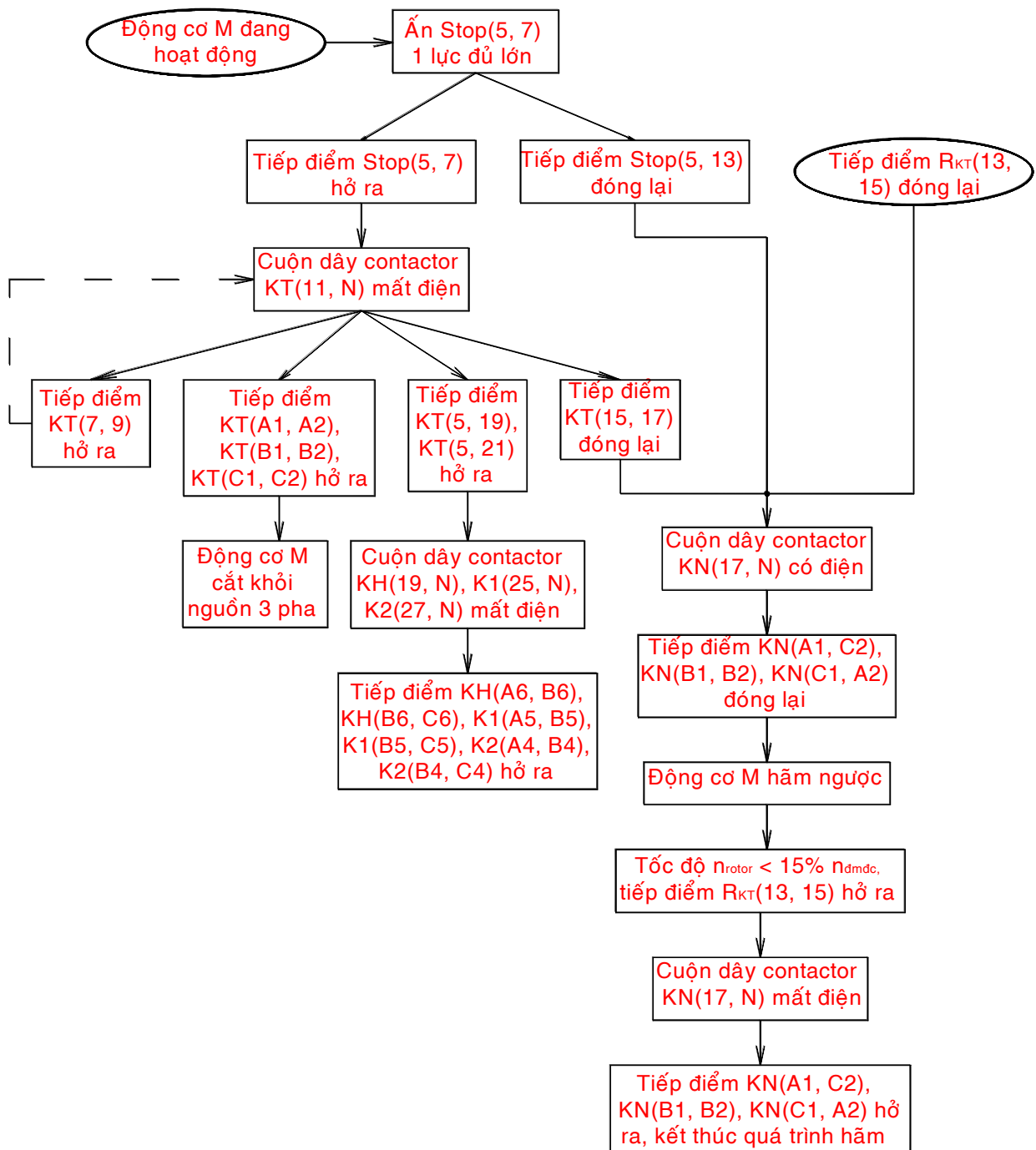


Hình 2 – 37: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý mạch khởi động qua hai cấp điện trở, tác động bằng role thời gian

Động cơ M đang hoạt động, muốn dừng động cơ M thì nhấn nút Stop(5, 7) khi đó tiếp điểm của nút nhấn Stop(5, 7) hở ra, cuộn dây contactor $K_T(11, N)$ mất điện, tác động

Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

các tiếp điểm $K_T(7, 9)$, $K_T(5, 19)$, $K_T(5, 21)$ hở ra làm các contactor $K_H(19, N)$, $K_1(25, N)$, $K_2(27, N)$ và cuộn dây rơle thời gian $R_{th1}(21, N)$, $R_{th2}(23, N)$ mất điện, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_T(A1, A2)$, $K_T(B1, B2)$, $K_T(C1, C2)$ và các tiếp điểm động lực $K_1(A5, B5)$, $K_1(B5, C5)$, $K_2(A4, B4)$, $K_2(B4, C4)$, $K_H(A6, B6)$, $K_H(B6, C6)$ hở ra, ngắt không cho điện ba pha vào động cơ M, đồng thời tiếp điểm $Stop(5, 13)$ tiếp xúc, tiếp điểm $R_{KT}(13, 15)$ và $K_T(15, 17)$ đã đóng trước đó tác động cuộn dây contactor $K_N(17, N)$ có điện, dòng điện theo đường $(C1, 1, 3, 5, 13, 15, 17, K_N, N)$, tiếp điểm $K_N(5, 9)$ đóng lại duy trì điện qua cuộn dây contactor K_N khi thả nút Stop ra, đồng thời trên mạch động lực ba tiếp điểm chính $K_N(A1, C2)$, $K_N(B1, B2)$, $K_N(C1, A2)$ đóng lại thứ tự hai trong ba pha đưa vào động cơ đảo, moment tạo ra trên rotor động cơ ngược với chiều quay trước đó, tốc độ động cơ giảm, khi tốc độ động cơ nhỏ hơn 15% tốc độ định mức thì tiếp điểm $R_{KT}(9, 11)$ mở ra, cuộn dây contactor $K_N(11, N)$ mất điện, tiếp điểm $K_N(3, 9)$ mở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_N(A1, C2)$, $K_N(B1, B2)$, $K_N(C1, A2)$ mở ra, kết thúc quá trình hãm.



Hình 2 – 38: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý mạch dừng hãm ngược động cơ M

2.2.3.3 Bảo vệ mạch điện và động cơ

CB ba pha lắp trên mạch động lực để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn mạch điện.

Động cơ ba pha M đang hoạt động nếu động cơ bị quá tải, dòng điện quá tải chạy qua các phần tử đốt nóng của role nhiệt đạt đến dòng tác động của role, sẽ phát sinh ra lượng nhiệt làm thanh lưỡng kim giãn nở cong tác động tiếp điểm role nhiệt trên mạch điều khiển OL(3, 5) mở ra, làm cuộn dây contactor $K_T(11, N)$ mất điện, tiếp điểm $K_T(7, 9)$, $K_T(5, 19)$, $K_T(5, 21)$ hở ra, cuộn dây role thời gian $R_{th1}(21, N)$, $R_{th2}(23, N)$, contactor $K_H(19, N)$, $K_1(25, N)$, $K_2(27, N)$ mất điện và các tiếp điểm động lực $K(A1, A2)$, $K(B1, B2)$, $K(C1, C2)$, $K_H(A6, B6)$, $K_H(B6, C6)$, $K_1(A5, B5)$, $K_1(B5, C5)$, $K_2(A4, B4)$, $K_2(B4, C4)$ hở ra, động cơ cắt khỏi nguồn ba pha.

Cầu chì F lắp trên mạch điều khiển để bảo vệ sự cố ngắn mạch cho mạch điện điều khiển.

2.2.4 Mạch khởi động và hãm động năng động cơ ba pha rotor dây quấn

2.2.4.1 Giới thiệu mạch điện

Mạch động lực gồm có động cơ ba pha rotor dây quấn M, động cơ này bộ dây rotor đấu hình Y thông qua ba vòng trượt và ba chổi than kết nối với hai cấp điện trở phụ R_1 , R_2 bên ngoài. Các tiếp điểm chính của contactor K, K_1 , K_2 , K_H được điều khiển bởi các cuộn dây contactor K, K_1 , K_2 , K_H . Các tiếp điểm chính của contactor K đóng để cấp điện khởi động động cơ M. Các tiếp điểm chính của contactor K_1 , K_2 đóng để loại từng cấp điện trở R_1 , R_2 trong quá trình khởi động. Các tiếp điểm chính contactor K_H đóng lại để đưa điện một chiều vào bộ dây stator để hãm động năng động cơ M.

Máy biến áp một pha dạng cách ly để hạ điện áp phù hợp điện áp hãm động năng động cơ M.

Cầu diode để chỉnh lưu điện xoay chiều sang điện một chiều để hãm động năng động cơ M.

CB ba pha dùng để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch cho toàn bộ mạch điện.

Ba phần tử đốt nóng của role nhiệt OL kết hợp với tiếp điểm role nhiệt OL trên mạch điều khiển để bảo vệ quá tải cho động cơ M.

Mạch điều khiển gồm có cuộn dây và tiếp điểm phụ của contactor K kết hợp với nút ấn Start để điều khiển động cơ M khởi động qua hai cấp điện trở. Tiếp điểm role thời gian R_{th1} , R_{th2} được điều khiển bởi các cuộn dây role thời gian R_{th1} , R_{th2} ; role thời gian kết hợp với tiếp điểm và cuộn dây các contactor K_1 , K_2 để điều khiển cắt từng cấp điện trở R_1 , R_2 khi đến giá trị chỉnh định của role thời gian R_{th1} , R_{th2} .

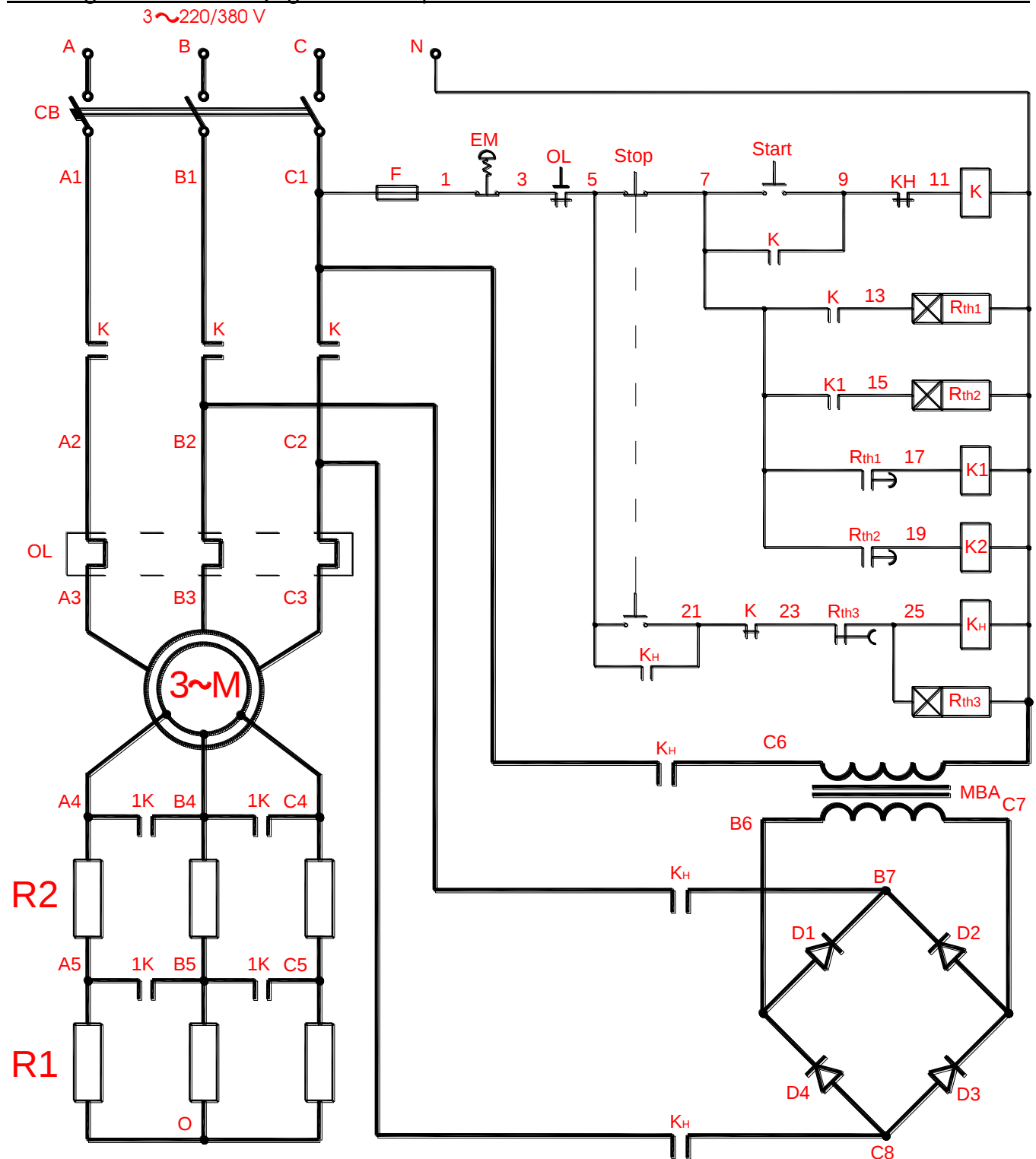
Nút dừng Stop và dừng khẩn cấp EM điều khiển cắt điện các cuộn dây contactor K, K_1 , K_2 để dừng động cơ M.

Tiếp điểm role nhiệt OL được điều khiển bởi ba phần tử đốt nóng trên mạch động lực, tiếp điểm này tác động khi có quá tải trên mạch động lực.

Cầu chì F để bảo vệ ngắn mạch cho mạch điện điều khiển.

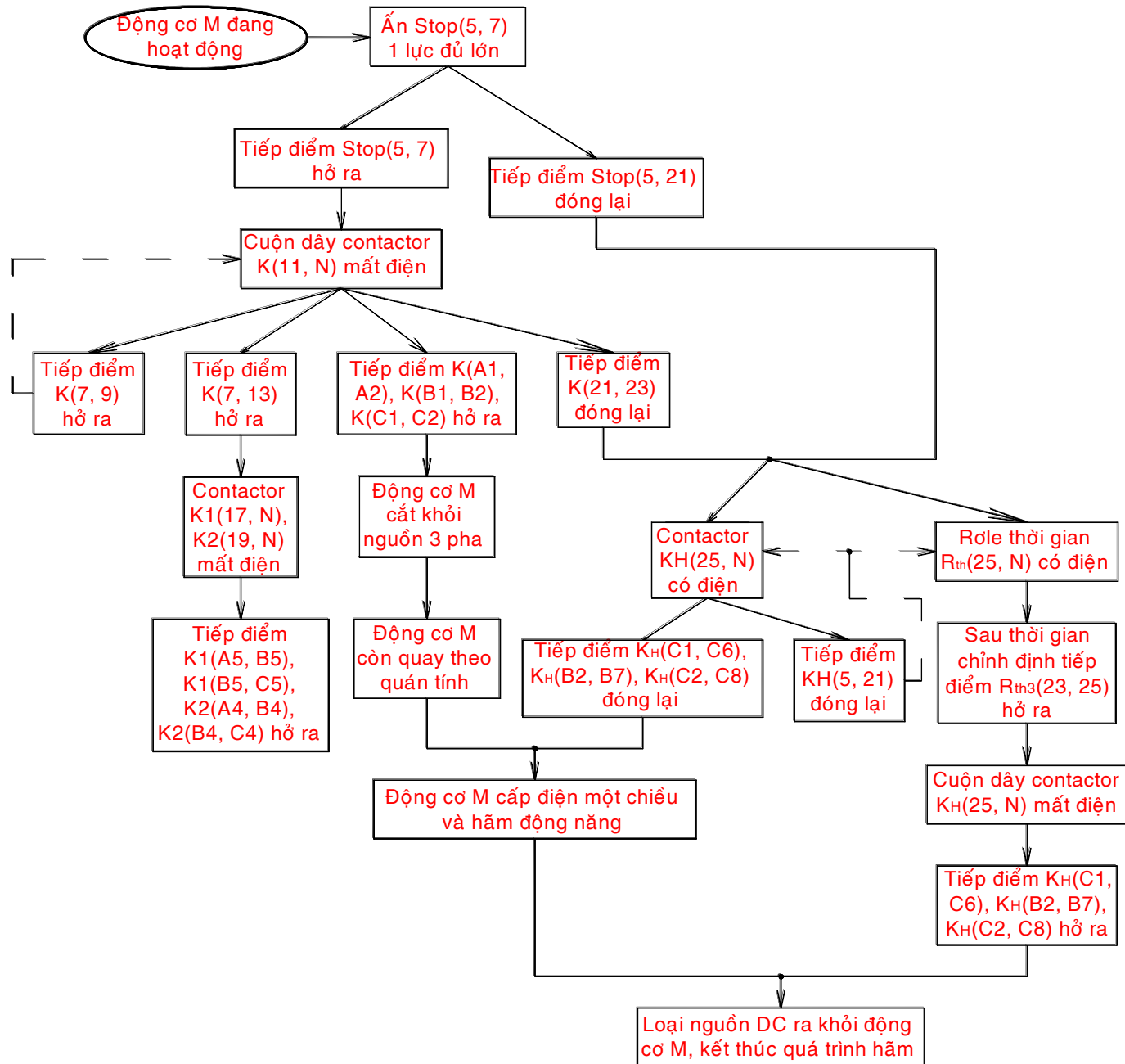
2.2.4.2 Nguyên lý làm việc

Đóng CB ba pha, nhấn nút Start(7, 9), tiếp điểm của nút Start(7, 9) tiếp xúc, có dòng điện chạy qua cuộn dây contactor K(11, N), dòng điện theo đường (C1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, K, N), tiếp điểm K(21, 23) hở ra, tiếp điểm K(7, 9) đóng lại để duy trì điện cho cuộn dây contactor K(11, N) khi thả nút nhấn Start(7, 9) ra và tiếp điểm K(7, 13) đóng lại cấp điện cho cuộn dây $R_{th1}(13, N)$, trên mạch động lực các tiếp điểm $K(A1, A2)$, $K(B1, B2)$, $K(C1, C2)$ đóng lại, cấp điện ba pha cho động cơ M, động cơ M khởi động qua hai cấp điện trở R_1 và R_2 .



Hình 2 – 39: Mạch điều khiển động cơ ba pha rotor dây quấn khởi động qua hai cấp điện trở, dừng hãm động năng tác động bằng role thời gian

Sau thời gian chỉnh định tiếp điểm role thời gian $R_{th1}(7, 17)$ đóng lại cấp điện cho cuộn dây contactor $K_1(17, N)$ có điện, tiếp điểm $K_1(7, 15)$ đóng lại cấp điện cho cuộn dây role thời gian $R_{th2}(15, N)$, trên mạch động lực các tiếp điểm $K_1(A5, B5)$, $K_1(B5, C5)$ đóng lại loại cấp điện trở phụ R_1 ra khỏi mạch, sau thời gian chỉnh định tiếp điểm role thời gian $R_{th2}(7, 19)$ đóng lại, cuộn dây contactor $K_2(19, N)$ có điện, các tiếp điểm $K_2(A4, B4)$, $K_2(B4, C4)$ trên mạch động lực đóng lại, loại cấp điện trở R_2 ra khỏi mạch kết thúc quá trình khởi động.



Hình 2 – 40: Sơ đồ cây tóm tắt nguyên lý dừng hãm động năng động cơ ba pha rotor dây quấn

Động cơ M đang hoạt động, muốn dừng động cơ M thì nhấn nút Stop(5, 7) khi đó tiếp điểm của nút nhấn Stop(5, 7) hở ra, cuộn dây contactor K(11, N), K₁(17, N), K₂(19, N) và cuộn dây role thời gian R_{th1}(13, N), R_{th2}(15, N) mất điện, các tiếp điểm K(7, 9), K(7, 13), K₁(7, 15), R_{th1}(7, 17), R_{th2}(7, 19) mở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2), K₁(A5, B5), K₁(B5, C5), K₂(A4, B4), K₂(B4, C4) hở ra, ngắt không cho điện ba pha vào động cơ M, tiếp điểm K(21, 23) đóng lại đồng thời tiếp điểm nút ấn Stop(5, 21) tiếp xúc có dòng điện chạy qua cuộn dây contactor K_H và role thời gian R_{th3} theo đường (C1, 1, 3, 5, 21, 23, 25, K_H và R_{th3}, N), tiếp điểm K_H(9, 11) hở ra, tiếp điểm K_H(5, 21) đóng lại, trên mạch động lực các tiếp điểm K_H(C1, C6), K_H(B2, B7), K_H(C2, C8) đóng lại đưa điện một chiều vào hai pha của bộ dây stator động cơ M, quá trình hãm động năng xảy ra, tốc độ động cơ M giảm dần, sau thời gian chỉnh định tiếp điểm role thời gian R_{th3}(23, 25) hở ra làm cuộn dây contactor K_H và role thời gian R_{th3} mất điện, tiếp điểm K_H(5, 21) hở ra, trên mạch động lực các tiếp điểm K_H(C1, C6), K_H(B2, B7), K_H(C2, C8) hở ra, ngắt điện một chiều vào 2 pha bộ dây stator của động cơ, kết thúc quá trình hãm động năng động cơ M.

2.2.4.3 Bảo vệ mạch điện và động cơ

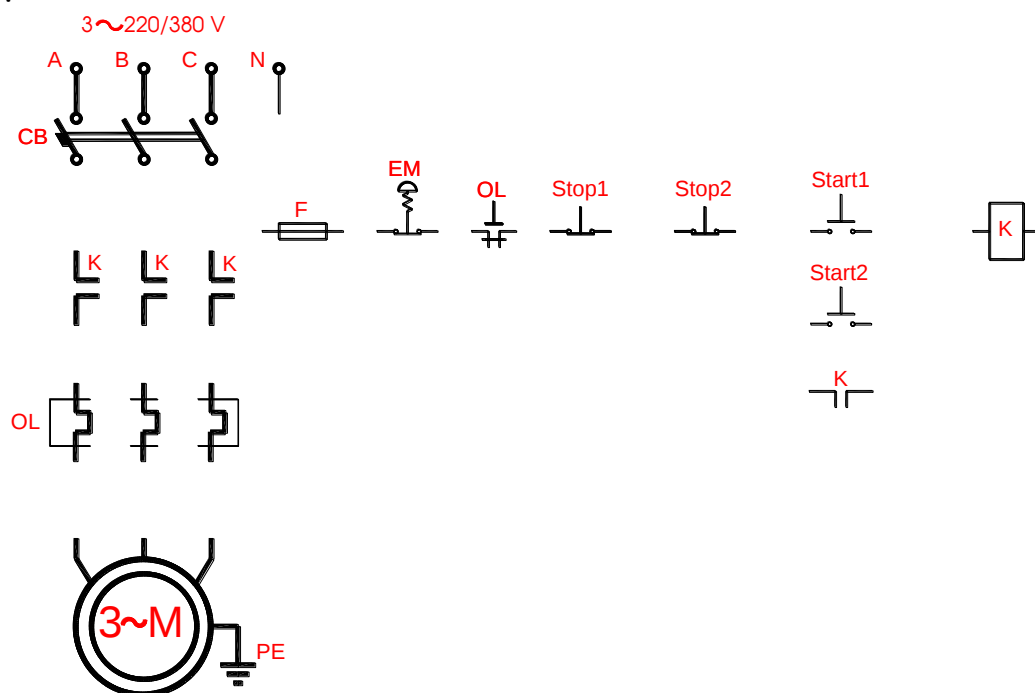
CB ba pha lắp trên mạch động lực để đóng cắt và bảo vệ sự cố ngắn mạch toàn bộ mạch điện.

Động cơ ba pha đang hoạt động nếu động cơ bị quá tải, dòng điện quá tải chạy qua các phần tử đốt nóng của role nhiệt đạt đến dòng tác động của role, sẽ phát sinh ra lượng nhiệt làm thanh lưỡng kim giãn nở cong tác động tiếp điểm role nhiệt trên mạch điều khiển OL(3, 5) mở ra, làm cuộn dây contactor K mất điện, tiếp điểm K(7, 9), K(7, 13) hở ra làm các role thời gian $R_{th1}(13, N)$, $R_{th2}(15, N)$ và cuộn dây contactor $K_1(17, N)$, $K_2(19, N)$ mất điện và các tiếp điểm động lực K(A1, A2), K(B1, B2), K(C1, C2), $K_1(A5, B5)$, $K_1(B5, C5)$, $K_2(A4, B4)$, $K_2(B4, C4)$ hở ra, động cơ M cắt khỏi nguồn ba pha.

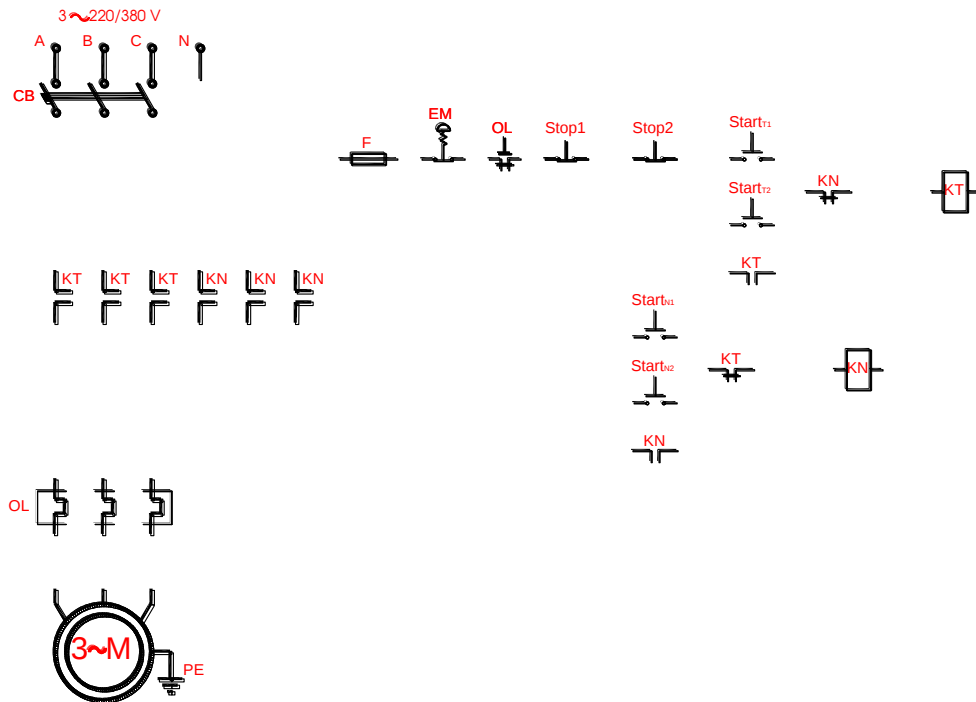
Cầu chì F lắp trên mạch điều khiển để bảo vệ ngắn mạch cho mạch điều khiển.

2.3 CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP CHƯƠNG 2

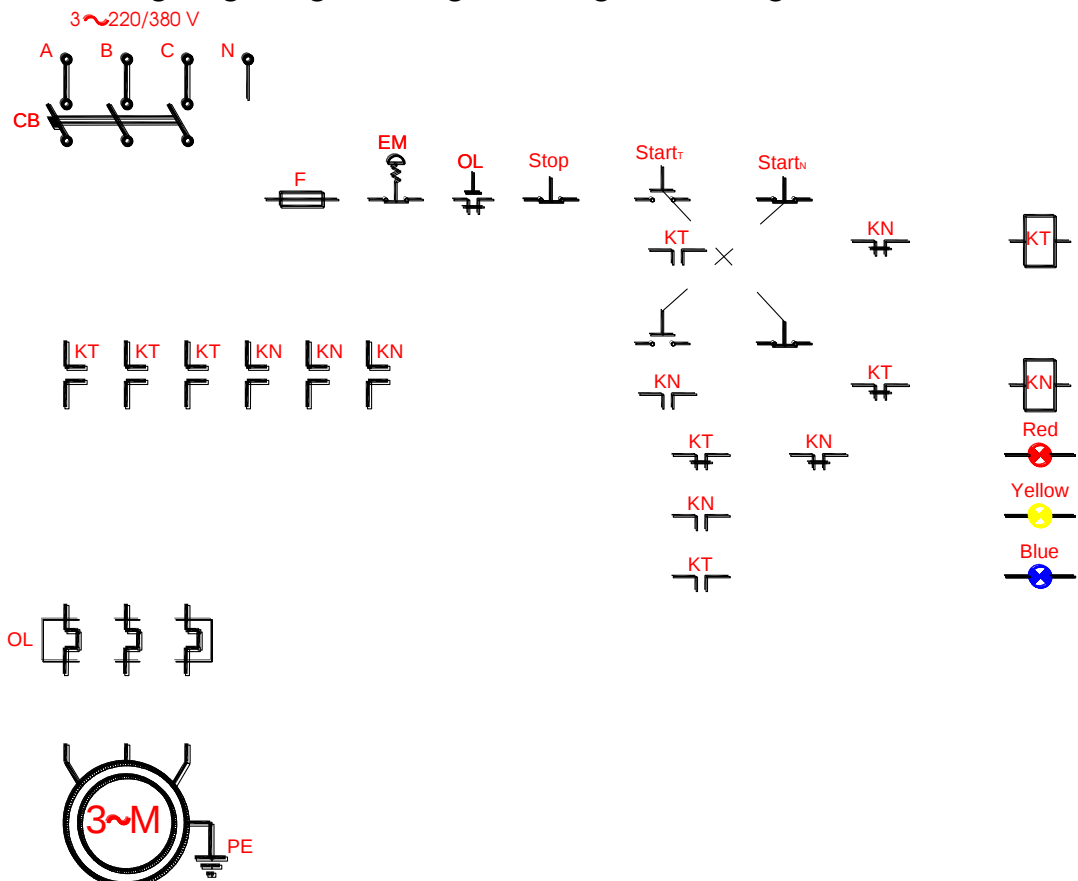
1. Vẽ hoàn thiện sơ đồ nguyên lý mạch khởi động trực tiếp động cơ kđb ba pha, điều khiển hai vị trí?



2. Vẽ hoàn thiện sơ đồ nguyên lý mạch điện đảo chiều quay gián tiếp động cơ kđb ba pha, điều khiển hai vị trí? Trình bày nguyên lý làm việc dưới dạng sơ đồ cây?.



3. Vẽ hoàn thiện sơ đồ nguyên lý mạch đảo chiều quay trực tiếp động cơ kđb ba pha, có 3 đèn hiển thị trạng thái của động cơ: Động cơ quay thuận đèn xanh sáng, động cơ quay ngược đèn vàng sáng, động cơ không hoạt động đèn đỏ sáng?



4. Dựa vào sơ đồ nguyên lý mạch đảo chiều quay trực tiếp động cơ ba pha. Hãy điền các thông tin còn thiếu trong bảng phân tích hồng học dưới đây thể hiện đúng các trường hợp hư hỏng của mạch?

Triệu chứng chung (Hiện tượng chung)	Triệu chứng 1 (Hiện tượng 1)	Triệu chứng 2 (Hiện tượng 2)	Nguyên nhân	Giải pháp khắc phục
1. Nhân Start _T			Tiếp điểm K _T (7,	Thay tiếp điểm

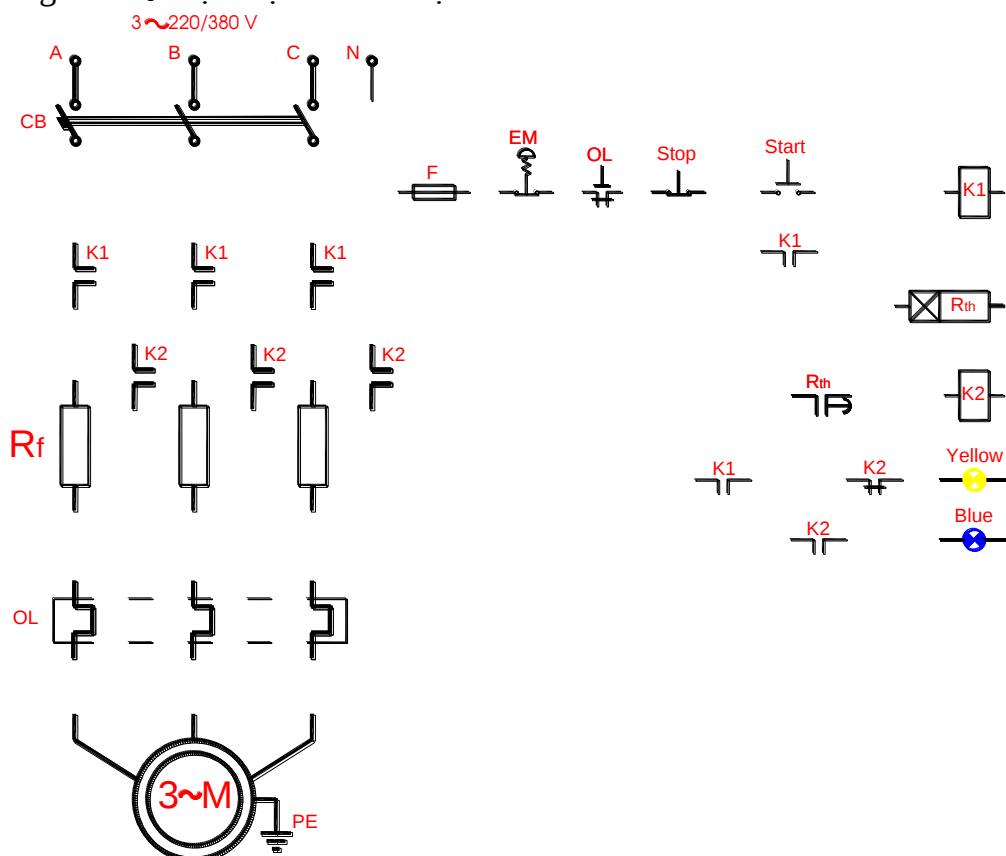
Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

động cơ M quay thuận, buông nút nhấn Start _T ra động cơ M dừng			9) không tiếp xúc	K _T (7, 9) hay làm vệ sinh tiếp điểm K _T (7, 9)
2. Nhấn Start _T động cơ M hoạt động bình thường; nhấn Start _N động cơ M không hoạt động	- Đo R _(15, 17) = 0 Ω - Đo R _(17, 19) = 0 Ω	- Đo R _(19, N) = 500 Ω - Ấn Start _N đo R _(7, 15) = ∞ Ω		
			Tiếp điểm nút nhấn start _T (15, 17) không tiếp xúc	Thay nút nhấn Start _T (15,17), hay làm vệ sinh, chỉnh lại tiếp điểm Start _T
	- Ấn Start _N đo R _(7, 15) = 0 Ω - Đo R _(15, 17) = 0 Ω	- Đo R _(17, 19) = ∞ Ω - Đo R _(19, N) = 500 Ω		
			Cuộn dây contactor K _N (19, N) bị đứt	Thay cuộn dây contactor K _N hay thay contactor K _N
3.	- Ấn Start _T đo, đo R _(1, 13) = 0 Ω	- Đo R _(13, N) = 0 Ω	Cuộn dây contactor K _T bị cháy (chập các vòng dây)	Thay cuộn dây contactor K _T hay thay contactor K _T
4. Đóng CB 3 pha nhấn nút Start _T hay Start _N contactor K _T hay K _N không tác động, động cơ M không hoạt động	- Đo U _{A1B1} = U _{B1C1} = U _{A1C1} = 380 V - Đo U _(3, N) = 220 V - Đo U _(5, N) = 0V	- Ấn Start _T đo R _(5, 7) = 500 Ω - Ấn Start _N , đo R _(5, 7) = 500 Ω - Đo R _(3, 5) = ∞ Ω		
	- Đo U _{A1B1} = U _{B1C1} = U _{A1C1} = 380 V - Đo U _(C1, N) = 220 V - Đo U _(3, N) = 0V	- Ấn Start _T đo R _(1, N) = 500 Ω - Ấn Start _N , đo R _(1, N) = 500 Ω - Đo R _(C1, 3) = ∞ Ω	Cầu chì F bị đứt	
5. Nhấn Start _T hay Start _N động cơ M quay rất chậm, có tiếng ù	- Đo dòng I _C = 15 A, I _B = 15 A, I _A = 0 A - Đo điện trở stator R _{ab} = R _{bc} = R _{ca} = 2Ω	- Đo điện áp U _{bc} = 380 V - Đo điện áp U _{ba} = 0 V - Đo điện áp U _{ca} = 0 V		Kiểm tra đường dây cấp điện pha A từ nguồn đến động cơ M
			Pha A bộ dây stator động cơ M ₁ bị đứt	Quấn lại bộ dây pha A
	- Đo dòng I _A = 15 A, I _B = 15 A, I _C = 0 A.	- Đo điện trở stator M ₁ , R _{ab} = R _{bc} = R _{ca} = 2 Ω		

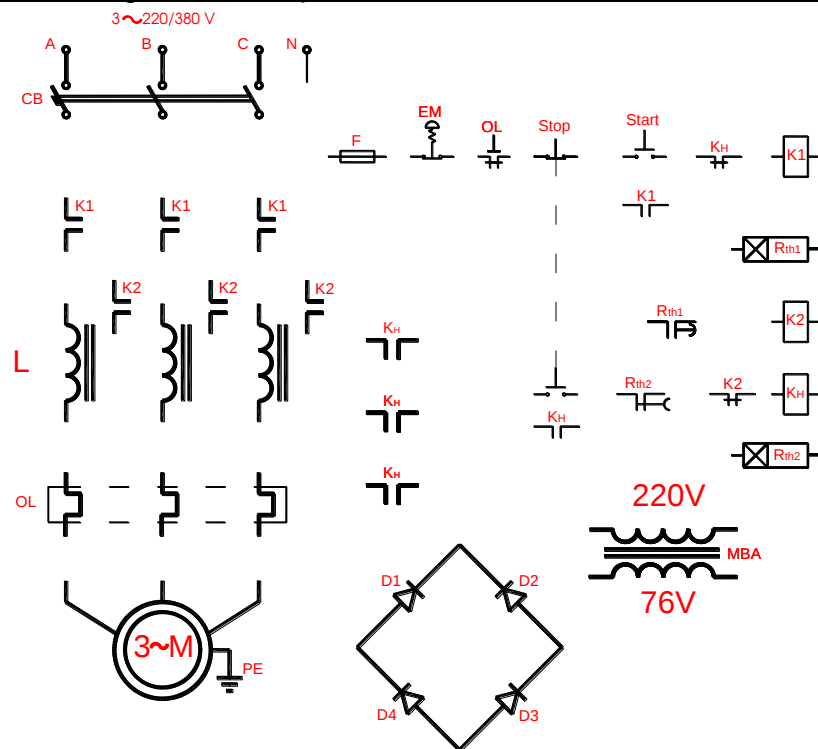
Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

	- Đo điện áp nguồn $U_{ab} = U_{bc} = U_{ca} = 380 \text{ V}$ - Ấn contactor K_T đo $R_{(A1, A2)} = R_{(B1, B2)} = 0 \Omega$, đo $R_{(C1, C2)} = \infty \Omega$ - Ấn contactor K_N đo $R_{(A1, C2)} = R_{(B1, B2)} = 0 \Omega$, đo $R_{(C1, A2)} = \infty \Omega$		
6. Nhấn Start _T động cơ M hoạt động bình thường; nhấn Start _N contactor K_N tác động nhưng động cơ M không hoạt động			Tiếp điểm $K_{N(A1, C2)}$, $K_{N(C1, A2)}$ không tiếp xúc Thay tiếp điểm hoặc contactor K_N

5. Vẽ hoàn thiện sơ đồ nguyên lý mạch điện điều khiển động cơ kđb ba pha khởi động qua R_f , có lắp hai đèn hiển thị sau: đèn vàng sáng báo động cơ đang khởi động qua R_f , đèn xanh sáng báo R_f được loại ra khỏi mạch?



6. Vẽ hoàn thiện sơ đồ nguyên lý mạch điện điều khiển động cơ kđb ba pha khởi động qua L, dùng có hãm động năng tác động bằng role thời gian?



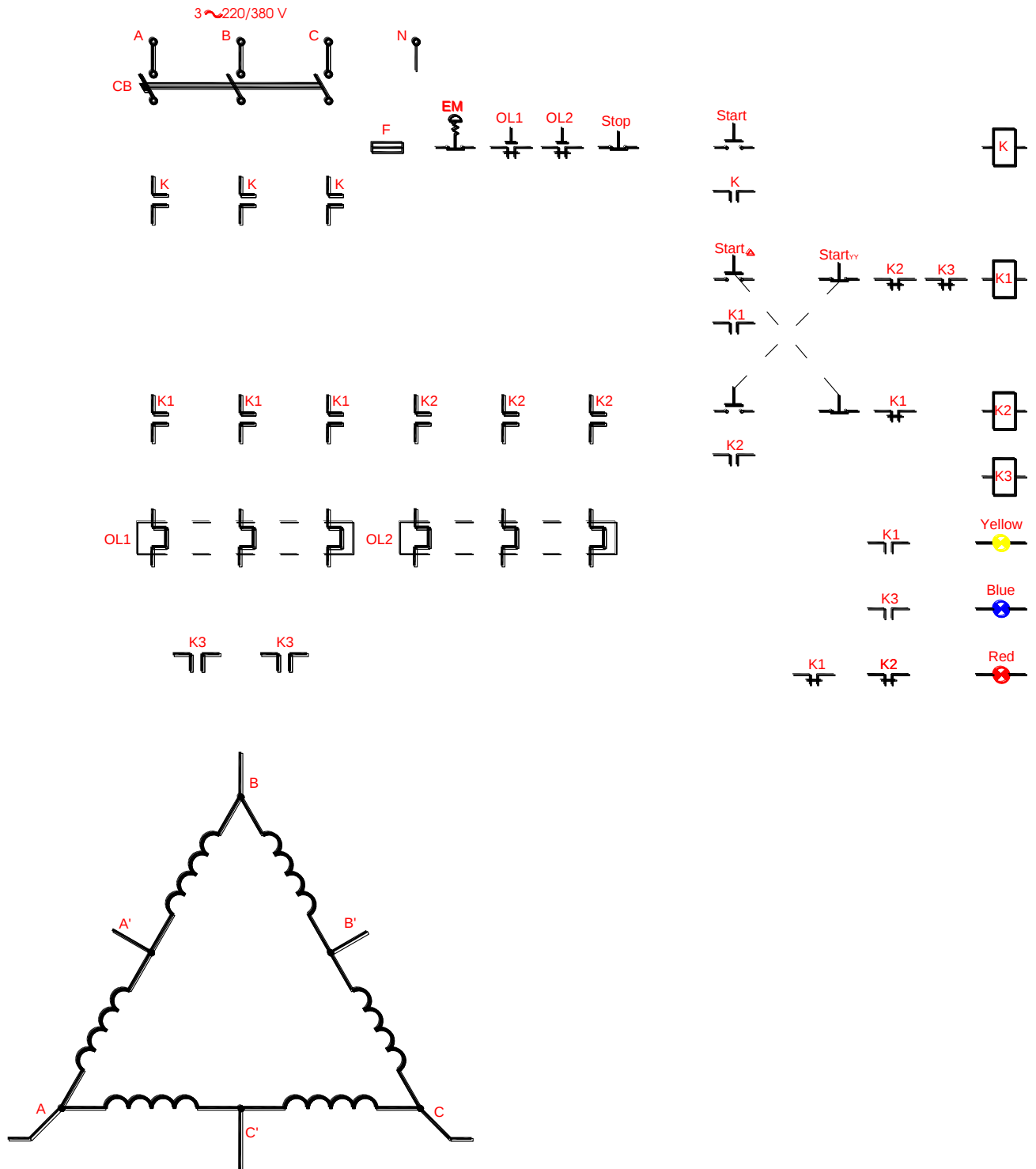
7. Vẽ sơ đồ nguyên lý mạch điện điều khiển động cơ kđb ba pha đảo chiều quay gián tiếp, khởi động qua điện trở phụ R_t , tác động bằng role thời gian. Trình bày nguyên lý hoạt động của mạch điện dưới dạng sơ đồ cây?.
8. Vẽ sơ đồ nguyên lý mạch điện điều khiển động cơ kđb ba pha đảo chiều quay gián tiếp, khởi động qua máy biến áp tự ngẫu ba pha, khi chuyển sang chế độ làm việc bình thường role thời gian mất điện. Trình bày nguyên lý làm việc của mạch điện?.
9. Vẽ sơ đồ nguyên lý mạch điện điều khiển động cơ kđb ba pha đảo chiều quay trực tiếp, khởi động đổi nối Y/ Δ , khi động cơ chuyển sang chế độ Δ role thời gian mất điện, dừng có chế độ hãm động năng tác động bằng tay. Trình bày nguyên lý hoạt động của mạch điện dưới dạng sơ đồ cây?.
10. Dựa vào sơ đồ nguyên lý mạch khởi động đổi nối Y/ Δ động cơ ba pha. Hãy điền các thông tin còn thiếu ở bảng hỏng hóc dưới đây thể hiện đúng các trường hợp hư hỏng của mạch điện?.

Triệu chứng chung (Hiện tượng chung)	Triệu chứng 1 (Hiện tượng 1)	Triệu chứng 2 (Hiện tượng 2)	Nguyên nhân	Giải pháp khắc phục
1. Nhấn Start(7, 9) động cơ M khởi động, buông nút nhấn Start ra động cơ M dừng	- Ấn contactor K đo $R_{(7, 9)} = \infty \Omega$			
2. Nhấn Start(7, 9) động cơ M khởi chế độ Y, sau thời gian chỉnh định động cơ dừng (không chuyển sang chế độ Δ)	- Đo $R_{(15, 17)} = 0 \Omega$ - Đo $R_{(17, N)} = \infty \Omega$	- Ấn Start(7, 9) sau thời gian chỉnh định đo: - $U_{(9, N)} = 220 V$ - $U_{(17, N)} = 220 V$	Tiếp điểm $R_{th}(9, 15)$ không đóng	Thay role thời gian R_{th}
				Thay cuộn dây hay thay contactor K_Y
			Tiếp điểm contactor $K_{\Delta}(15, 17)$ không tiếp	Thay tiếp điểm $K_{\Delta}(15, 17)$

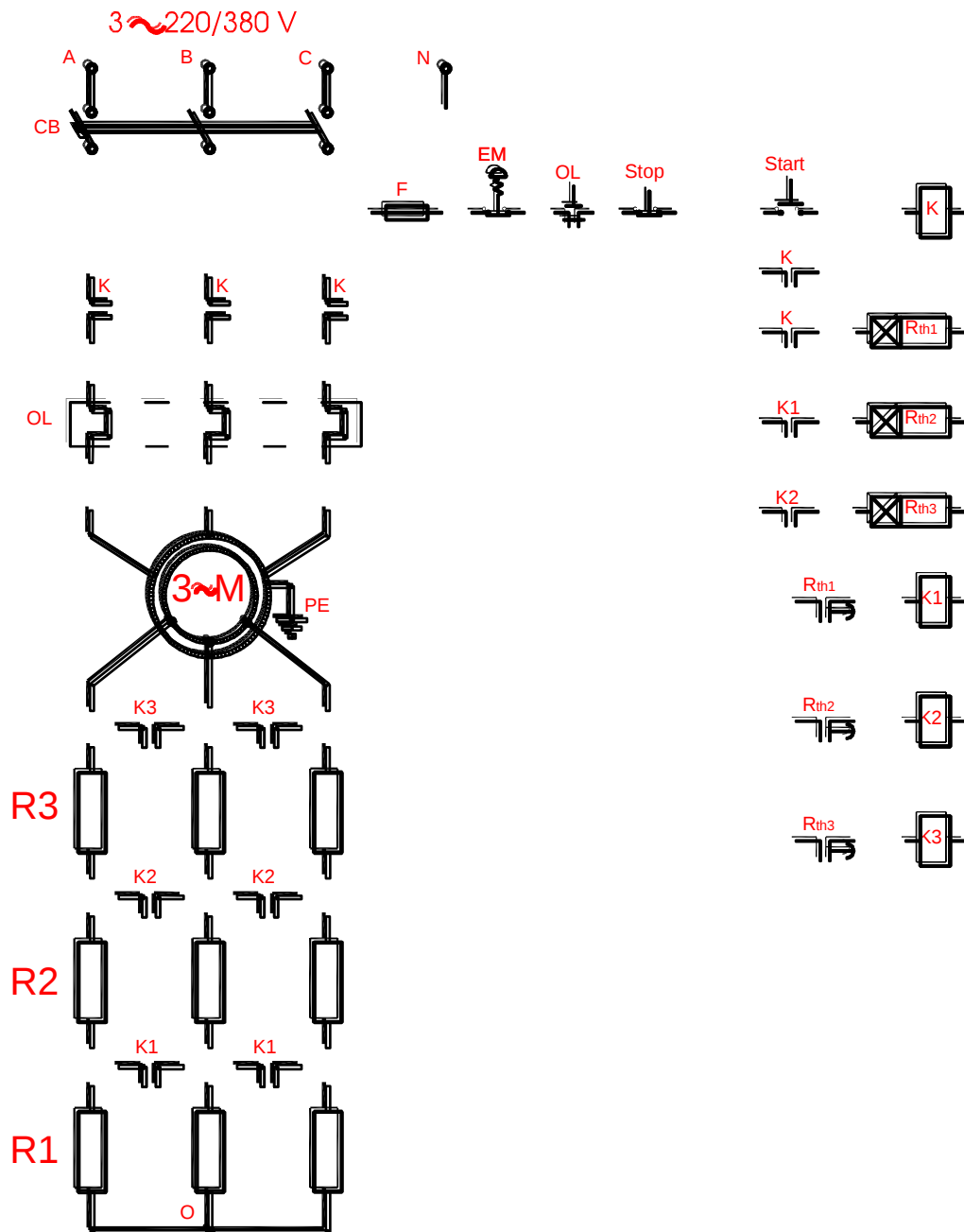
Chương 2. Điều khiển động cơ kđb ba pha

			xúc	
3. Nhấn Start(7, 9) động cơ M khởi động ở chế độ Y, sau thời gian chỉnh định động cơ vẫn chạy chế Y (không chuyển sang chế độ Δ)				
4.	- Đo $R_{(13, N)} = 500 \Omega$ - Đo $R_{(11, 13)} = 0 \Omega$	- Đo $R_{(9, 11)} = \infty \Omega$	Tiếp điểm role thời gian $R_{th}(9, 11)$ không tiếp xúc	Thay role thời gian R_{th}
	- Đo $R_{(9, 11)} = 0 \Omega$ - Đo $R_{(11, 13)} = 0 \Omega$	- Đo $R_{(13, N)} = \infty \Omega$	Cuộn dây contactor $K_Y(13, N)$ bị đứt	Thay cuộn dây hay thay contactor K_Y
	- Đo $R_{(9, 11)} = 0 \Omega$ - Đo $R_{(11, 13)} = \infty \Omega$	- Đo $R_{(13, N)} = 500 \Omega$	Tiếp điểm contactor $K_Y(11, 13)$ hở	Thay tiếp điểm $K_Y(11, 13)$
5. Nhấn Start(7, 9) động cơ M khởi động ở chế độ Y chạy chậm có tiếng ù, khi chuyển sang chế độ Δ động cơ chạy chậm, có tiếng ù lớn	- Đo dòng $I_C = 15 A$, $I_B = 15 A$, $I_A = 0 A$ - Đo điện áp $U_{bc} = 380 V$ - Đo điện áp $U_{ba} = 0 V$ - Đo điện áp $U_{ca} = 0 V$	- Đo điện trở stator $R_{ab} = R_{bc} = R_{ca} = 2 \Omega$		
			Pha B bộ dây stator động cơ M bị đứt	Quấn lại bộ dây pha B

11. Vẽ hoàn thiện sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển động cơ kđb ba pha hai cấp tốc độ, có đèn hiển thị các trạng thái làm việc của động cơ sau: động cơ chạy tốc độ cao đèn xanh sáng, chạy tốc độ thấp đèn vàng sáng, động cơ không hoạt động đèn đỏ sáng?
12. Vẽ sơ đồ nguyên lý mạch điện điều khiển động cơ kđb ba pha hai cấp tốc độ, có đảo chiều quay, dừng hãm ngược. Trình bày nguyên lý làm việc của mạch điện dưới dạng sơ đồ cây?
13. Vẽ sơ đồ nguyên lý mạch điện điều khiển động cơ kđb hai cấp tốc độ, có đảo chiều quay, dừng hãm động năng. Trình bày nguyên lý làm việc của mạch điện?
14. Vẽ sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển động cơ kđb ba pha hai cấp tốc độ, có đèn hiển thị các trạng thái làm việc của động cơ sau: động cơ chạy tốc độ cao đèn xanh sáng, chạy tốc độ thấp đèn vàng sáng, động cơ không hoạt động đèn đỏ sáng?



15. Vẽ hoàn thiện sơ đồ mạch điện điều khiển động cơ kđb ba pha rotor dây quấn, khởi động qua ba cấp điện trở tác động bằng role thời gian?



16. Vẽ sơ đồ nguyên lý mạch điện điều khiển động cơ kđb ba pha đóng mở cửa cổng trường (hay cửa công xí nghiệp) có giới hạn hành trình đóng cửa và hành trình mở cửa. Trình bày nguyên lý hoạt động của mạch điện dưới dạng sơ đồ cây?