

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ TRẠM PHÁT ĐIỆN	2
1.1. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ TRẠM PHÁT ĐIỆN.	2
1.1.1. Động cơ Diesel trong trạm phát điện.	2
1.1.2. Máy phát điện đồng bộ dùng trong trạm phát điện.....	8
1.2. CẤU TRÚC CHUNG CỦA CÁC LOẠI TRẠM PHÁT ĐIỆN.	12
1.2.1. Trạm phát điện trên tàu thủy.	13
1.2.2. Trạm phát điện dự phòng trên bờ.....	17
1.3. CẤU TRÚC VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA TRẠM PHÁT ĐIỆN TRONG CÁC NHÀ MÁY XÍ NGHIỆP.	19
1.3.1. Khái quát chung về trạm phát điện Nomura Hải Phòng.	19
1.3.2. Sơ đồ nguyên lý của trạm phát.....	21
CHƯƠNG 2. BIẾN ĐỔI TÍN HIỆU VÀ CÁC KHÍ CỤ ĐIỆN CỦA TRẠM PHÁT ĐIỆN	24
2.1. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ ĐO LƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI TÍN HIỆU PHỤC VỤ ĐIỀU KHIỂN TRẠM PHÁT ĐIỆN.....	24
2.1.1. Khái quát và phân loại.	24
2.1.2. Chuyển đổi đo lường và tổ hợp thiết bị đo.	25
2.1.3. Các nguyên lý đo lường dùng cho mục đích bảo vệ.....	26
2.2. CÁC DỤNG CỤ ĐO CỦA TRẠM PHÁT ĐIỆN.	28
2.2.1. Đo dòng điện và điện áp.	28
2.2.2. Đo tổng trở.	32
2.2.3. Đo tần số.	35
2.2.4. Đo công suất.....	36
2.3. CÁC KHÍ CỤ ĐIỀU KHIỂN VÀ BẢO VỆ TRẠM PHÁT ĐIỆN.	36
2.3.1. Aptomat.....	36
2.3.2. Cầu chì.	37

2.3.3. Contactor.....	39
2.3.4. Role điều khiển và bảo vệ.....	40
2.3.5. Máy cắt.....	44
2.3.6. Dao cách ly.....	45
2.3.7. Role công suất ngược.....	45
2.3.8. Các loại thiết bị dùng để bảo vệ đường dây phân phối điện.....	47
2.3.9. Tự động chuyển nguồn ATS.....	49
CHƯƠNG 3. TỰ ĐỘNG HÓA ĐO LƯỜNG VÀ BẢO VỆ TRẠM PHÁT ĐIỆN.....	51
3.1. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ TỰ ĐỘNG HÓA TRẠM PHÁT ĐIỆN.	51
3.1.1. Tự động điều chỉnh điện áp trạm phát điện.	51
3.1.2. Làm việc song song của các máy phát trong trạm phát điện.	54
3.2. MỘT SỐ QUY ĐỊNH VỀ BẢO VỆ TRẠM PHÁT ĐIỆN.	60
3.2.1. Nhiệm vụ của các thiết bị bảo vệ.	62
3.2.2. Các yêu cầu đối với các thiết bị bảo vệ.....	62
3.3. CÁC HÌNH THỨC BẢO VỆ ĐỘNG CƠ LAI MÁY PHÁT.....	63
3.3.1. Khái quát chung.	63
3.3.2. Các thông số và đại lượng của diesel cần giám sát trên trạm phát điện sự cố.	64
3.3.3. Khởi động, dừng diesel – generator sự cố.	66
3.4. CÁC BẢO VỆ MÁY PHÁT VÀ TRẠM PHÂN PHỐI ĐIỆN.	69
3.4.1. Bảo vệ máy phát điện đồng bộ.....	69
3.4.2. Bảo vệ các đường dây truyền tải và phân phối điện.	81
KẾT LUẬN.....	83
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	84

LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay nền kinh tế nước ta đang phát triển mạnh mẽ, đời sống nhân dân ngày càng được nâng cao. Nhu cầu sử dụng điện năng trong các ngành công nghiệp, nông nghiệp, dịch vụ và sinh hoạt vì thế cũng tăng theo.

Cho nên trạm phát điện dự phòng ngày càng có vị trí quan trọng và không thể thiếu. Nó được dùng làm nguồn dự phòng cho các công ty, xí nghiệp, các công trình, nhà xưởng, văn phòng, cao ốc, bệnh viện, các khu công nghiệp, khu chế xuất,... Vì vậy đòi hỏi người vận hành phải nắm vững và hiểu rõ kiến thức chuyên môn về trạm phát điện dự phòng.

Sau những năm học tập tại trường, được sự chỉ bảo hướng dẫn nhiệt tình của các thầy cô giáo trong khoa Điện – Điện tử em đã kết thúc khóa học và tích lũy được vốn kiến thức nhất định. Được sự đồng ý của nhà trường và thầy cô giáo trong khoa em được giao đề tài tốt nghiệp: “Nghiên cứu tổng quan về trạm phát điện – Đi sâu đo lường và bảo vệ”

Trong thời gian làm đề tài với sự cố gắng của bản thân, đồng thời với sự giúp đỡ của các thầy cô giáo trong khoa Điện – Điện Tử và đặc biệt được sự giúp đỡ tận tình của thầy giáo PGS.TS Hoàng Xuân Bình em đã hoàn thành nhiệm vụ được giao. Mặc dù đã rất cố gắng nhưng kiến thức và kinh nghiệm còn hạn chế nên bản đồ án của em không tránh khỏi những thiếu sót, em rất mong được sự đóng góp ý kiến của các thầy, cô để em có thể hoàn thiện đồ án hơn nữa.

Em xin chân thành cảm ơn thầy giáo PGS.TS Hoàng Xuân Bình cùng các thầy, cô giáo trong khoa Điện – Điện Tử đã tạo điều kiện giúp đỡ em.

Hải Phòng, ngày tháng năm 2014

Sinh viên thực hiện

Nguyễn Ngọc Quyết

CHƯƠNG 1.

TỔNG QUAN VỀ TRẠM PHÁT ĐIỆN

1.1. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ TRẠM PHÁT ĐIỆN.

Trạm phát điện dùng làm nguồn dự phòng cho các công ty, xí nghiệp, các công trình, nhà xưởng, văn phòng, cao ốc, bệnh viện, mạng lưới viễn thông, các khu công nghiệp, khu chế xuất, v.v...

Tùy thuộc vào yêu cầu về công suất của tải, công suất của trạm phát điện có thể từ vài chục KW cho tới vài chục hoặc vài trăm MW. Máy phát điện của trạm phát điện thường là máy phát điện xoay chiều đồng bộ ba pha có bộ tự động điều chỉnh điện áp. Động cơ lái máy phát điện có thể là động cơ diesel, động cơ hơi nước hoặc động cơ chạy gas. Động cơ diesel được dùng phổ biến vì dễ dàng trong việc vận hành sửa chữa, khai thác, dễ dàng cho phép dùng các hệ thống tự động để điều khiển.

Trạm phát điện thường được trang bị một hay nhiều tổ hợp diesel – Máy phát điện. Nếu trạm phát điện có từ hai tổ hợp diesel – Máy phát điện trở lên, các máy phát có thể công tác song song với nhau. Các tổ hợp diesel – Máy phát điện có thể điều khiển bằng tay hoặc tự động. Để điều khiển tự động các tổ hợp diesel – Máy phát điện, người ta dùng các bộ tự động chuyển nguồn (ATS: Auto Transfer Switch). Khi lưới điện chính bị mất, trạm phát điện dự phòng tự động hoạt động và tự động đóng điện cho tải. Khi lưới điện chính có điện trở lại, tải được tự động chuyển sang nguồn chính, trạm phát điện tự động dừng hoạt động và chuyển sang chế độ sẵn sàng (Standby Mode). Để tự động giữ cho tần số của máy phát không đổi, các động cơ diesel được trang bị bộ tự động ổn định tốc độ.

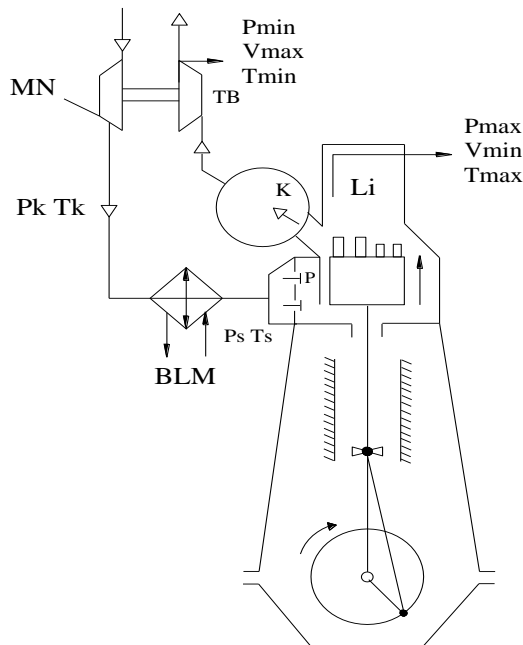
1.1.1. Động cơ Diesel trong trạm phát điện.

1.1.1.1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của diesel.

Động cơ sơ cấp dùng diesel hiện nay đã trở nên thông dụng do các ưu điểm nổi bật của nó. Một yêu cầu rất quan trọng mang tính chất bắt buộc là

diesel phải làm việc với bộ điều tốc. Trạm phát điện trong quá công tác của mình luôn phải thỏa mãn một đòi hỏi là các tổ hợp D-G trong trạm phải làm việc song song với nhau.

Động cơ diesel là loại động cơ đốt trong kiểu piston trong các quá trình cấp nhiên liệu, hòa trộn hỗn hợp và cháy được thực hiện chủ yếu trong thể tích buồng cháy động cơ. Hiện nay các động cơ diesel đều là loại có tăng áp, không khí được nạp cưỡng bức vào xilanh động cơ. Khi áp dụng phương pháp tăng áp cho diesel, năng lượng của khí xả giãn nở tiếp tục trên cánh tuabin và năng lượng này tạo nên lực nén cho máy nén mà tuabin lại để nén không khí phía ngoài xilanh, tăng hiệu quả biến nhiệt năng của khí thành công có ích.



Hình 1.1: Nguyên lý cấu tạo động cơ diesel

Hình 1.1 trình bày sơ đồ nguyên lý cấu tạo của động cơ diesel dùng cho tàu thủy trong đó: MN: máy nén; TB: tuabin; GT: guốc trượt; XL: xilanh; P: piston; K: ống xả; BLM: bầu làm mát. Thực tế một diesel có cấu tạo phức tạp hơn nhiều, trong đó bao gồm các chi tiết cố định và các chi tiết chuyển động. Các chi tiết cố định gồm bộ động cơ, khung thân, xilanh, nắp xilanh. Các chi tiết chuyển động gồm piston, xecmăng, cán piston, đầu chữ thập, biên, trục khuỷu, bánh đà, các chi tiết của cơ cấu phối khí... Thực chất, để một diesel có

thể hoạt động được cần phải có một loạt các hệ thống phục vụ như: Hệ thống nhiên liệu dùng để chuẩn bị nhiên liệu và cấp vào xilanh đúng thời điểm với lượng xác định. Hệ thống dầu xoa trơn (dầu nhờn) cấp dầu bôi trơn cho bề mặt làm việc các chi tiết chuyển động tương đối với nhau và làm mát các chi tiết này. Hệ thống làm mát dùng để làm mát các chi tiết hoặc cơ cấu có nhiệt độ cao trong quá trình làm việc. Hệ thống khí nén dùng để khởi động và hãm động cơ. Hệ thống nạp thải dùng để đảm bảo lượng không khí cấp vào xilanh động cơ và xả sạch sản vật cháy ra phía ngoài. Hệ thống đảo chiều (hệ thống này không dùng cho diesel trạm phát điện).

Chu trình của dòng khí đi trong quá trình làm việc sinh công của diesel như sau: không khí trước của hút máy nén có áp suất, nhiệt độ p_0, T_0 được máy nén nén đến áp suất và nhiệt độ P_K, T_K , không khí này được đưa đến bầu làm mát BLM, không khí sau bầu làm mát với áp suất nhiệt độ P_S, T_S , được nạp vào động cơ, cuối chu kỳ nén của piston áp suất, thể tích, nhiệt độ môi chất là $P_{max}, V_{min}, T_{max}$ đây chính là giai đoạn sinh công của máy. Sau sinh công, khí xả được thoát ra K rồi qua tuabin TB và không khí với áp suất, thể tích và nhiệt độ $P_{min}, V_{max}, T_{min}$ thoát ra ngoài. Như vậy, trong động cơ diesel, hóa năng của nhiên liệu trong quá trình cháy biến thành nhiệt năng, nhiệt năng biến thành công cơ học trực tiếp trong xilanh. Khi cháy, nhiên liệu có áp suất và nhiệt độ cao giãn nở và truyền áp lực lên piston, piston dịch chuyển trong xilanh. Chuyển động tịnh tiến trong xilanh của piston biến thành chuyển động quay trục khuỷu nhờ cơ cấu biên khuỷu. Chu trình công tác (toàn bộ quá trình liên tục tạo nên hoạt động của động cơ và các quá trình lặp lại có tính chu trình trong mỗi xilanh) của động cơ đốt trong kiểu piston được thực hiện trong một hoặc hai vòng quay trục khuỷu. Động cơ hai kỳ chu trình công tác thực hiện sau một vòng quay trục khuỷu với hai hành trình trong đó có một hành trình sinh công. Động cơ bốn kỳ chu trình công tác hoàn thành trong hai vòng quay trục khuỷu với bốn hành trình piston trong đó có một hành trình

sinh công. Các hành trình không sinh công được gọi là hành trình phụ, các hành trình này được thực hiện nhờ động năng của phần chuyển động quay của động cơ hoặc là hành trình sinh công của các xilanh khác.

1.1.1.2. Công suất và các vấn đề ổn định điểm làm việc.

Công suất của động cơ có nhiều xilanh được xác định bằng tổng công suất chỉ thị của các xilanh riêng biệt:

$$N_i = \Sigma N_{i,XL} \quad (1.1)$$

Trong đó $N_{i,XL}$ là công suất chỉ thị của một xilanh, công suất này được tính:

$$N_{i,XL} = k.P_i.n \text{ (với } k = V_s.z/60) \quad (1.2)$$

V_s – thể tích công tác của xilanh; z – hệ số chu kỳ; n – vòng quay của động cơ (v/ph); P_i – áp suất chỉ thị trung bình.

Từ (1.1) có thể viết công suất chỉ thị của một diesel nhiều xilanh (theo kết quả tính toán các quá trình công tác, giá trị p_i được chọn giống nhau đối với tất cả các xilanh) như sau:

$$N_i = \frac{V_s.P_i.n.i.z}{60} = k_1.p_i.n \quad (1.3)$$

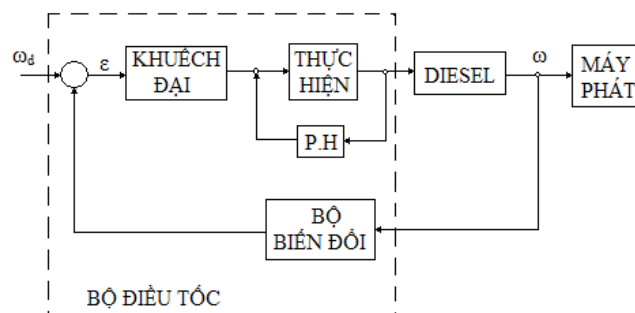
Với
$$k_1 = \frac{V_s.i.z}{60}$$

Công thức (1.3) cho phép đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố khai thác, yếu tố kết cấu đến công suất chỉ thị của động cơ. Khi khai thác công suất chỉ thị tăng lên nhờ việc tăng áp suất chỉ thị trung bình và vòng quay động cơ. Tuy vậy trong quá trình khai thác, trạng thái kỹ thuật, chất lượng hệ thống nhiên liệu, hệ thống trao đổi khí giữa các xilanh khác nhau làm cho công suất giữa các xilanh khác nhau. Khi công suất giữa các xilanh khác nhau thì lực tác dụng từ piston qua cán piston, qua biên lên trục khuỷu khác nhau và như vậy mỗi một piston sẽ tạo một lực khác nhau lên trục khuỷu, làm cho trục khuỷu quay ở mỗi thời điểm sinh công của mỗi xilanh có một gia tốc khác

nhau. Bánh đà sẽ là thiết bị làm giảm dao động cơ học này nếu lực tác dụng lên trục khuỷu sai khác nhau nằm trong giới hạn cho phép, nếu độ sai khác của mỗi điểm sinh công quá khác nhau thì vấn đề không ổn định của trục quay sẽ là rất khó khăn cho quá trình công tác song song của các tổ hợp D-G trong trạm. Điểm công tác trên đặc tính ngoài chắc chắn không thể nằm trọn trên đặc tính tĩnh mà nó sẽ dao động trong một loạt đường trung gian ở lân cận đặc tính tĩnh mà đặc tính tĩnh sẽ là đường trung bình của các đường dao động kia. [Trích tr 82, 84 – 2]

1.1.1.3. Ổn định tốc độ cho động cơ diesel trong trạm phát điện.

Để giữ cho diesel làm việc có tốc độ ổn định trong trạm phát điện, diesel luôn cần phải có một bộ điều tốc thích hợp. Bộ điều tốc nếu nhìn từ quan điểm điều khiển là một hệ thống tự động điều chỉnh.



Hình 1.2: Diesel làm việc với bộ điều chỉnh tốc độ

Các bộ tự động điều chỉnh tốc độ trước đây thường là các bộ điều tốc cơ khí và ngày nay có thêm các bộ điều tốc điện tử. Các bộ tự động điều chỉnh tốc độ được xây dựng theo nguyên lý độ lệch như hình 1.2.

Để nghiên cứu bộ điều tốc làm việc với động cơ diesel, đặc biệt là với những bộ điều tốc cơ học kinh điển, người ta phải giải quyết các bài toán phi tuyến bao gồm các khâu: bão hòa, vùng không nhạy, hệ số khuếch đại thay đổi...

là hệ thống phi tuyến. Khi nghiên cứu về các bộ điều tốc loại này thường sử dụng phương pháp gần đúng là tuyến tính hóa các đặc tính phi tuyến để đưa

về giải bài toán tuyến tính cho đơn giản hơn. Mô hình của các bộ điều tốc cũng được nghiên cứu và trình bày theo các loại điều tốc khác nhau.

Bộ điều tốc tác động trực tiếp

Phương trình toán học của bộ điều tốc tác động trực tiếp như sau:

$$T_i^2 \frac{d^2 \mu_p}{dt^2} + T_T \frac{d\mu_p}{dt} + \delta \mu_p + \delta_i (\mu_p - \xi) + s + s_0 = 0 \quad (1.4)$$

Trong đó: T_i – hằng số thời gian đặc trưng khối lượng cơ cấu đo; μ_p – sự dịch chuyển của thiết bị điều chỉnh; T_T – hằng số thời gian ma sát trượt của bộ điều chỉnh; δ – sai số tĩnh của bộ điều tốc; δ_i – thời gian tĩnh phụ; ξ – sự dịch chuyển van tiết lưu của bộ điều tốc; s – độ trượt; s_0 – giá trị đặt bộ điều tốc.

Phương trình của van tiết lưu:

$$T_K \frac{d\xi}{dt} + \xi = \mu_p \quad (1.5)$$

Trong đó: T_K là hằng số thời gian của van tiết lưu.

Với bộ điều tốc dải rộng bao giờ cũng đi kèm động cơ servo. Phương trình của động cơ servo như sau:

$$T_C \frac{d\mu_p}{dt} = \sigma \quad (1.6)$$

Trong đó: T_C – hằng số thời gian của động cơ servo;

σ – sự chuyển động tương đối của van tiết lưu.

Các phương trình (1.4, 1.5, 1.6) mô tả hoạt động của bộ điều chỉnh tốc độ trực tiếp. Nếu trong hệ thống thực hiện phản hồi tín hiệu ở dạng nổi cứng kinh điển về cơ học với sự chuyển động của xy lanh thì phương trình liên hệ giữa cơ cấu đo và xy lanh có dạng: $\sigma = \eta - \mu_p$ (1.7)

Trong đó η là sự dịch chuyển tương đối của phân tử cảm biến.

Bộ điều tốc tác động gián tiếp

Để tăng độ nhạy của hệ thống đồng thời giảm độ quá điều chỉnh trong quá trình quá độ người ta đưa thêm vào bộ điều tốc khâu khuếch đại trung gian. Khâu khuếch đại trung gian này thường được chế tạo là khâu thủy lực, cũng có hăng sử dụng khâu khuếch đại điện tử.

Phương trình viết cho khâu gián tiếp tổng quát có dạng:

$$T_n^2 \frac{d^2 z_n}{dt^2} + 2\zeta T_n \frac{dz_n}{dt} + z_n = k_n s \quad (1.8)$$

Trong đó: z_n – xung tác động lên hệ thống điều chỉnh; ζ – hệ số tắt dần; k_n – hệ số truyền gián tiếp; s – độ lệch tải trên trục tổ hợp (độ lệch của vận tốc quay).

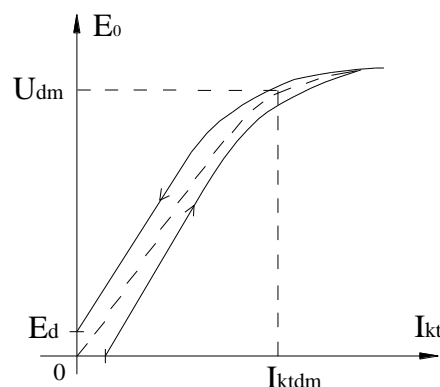
1.1.2. Máy phát điện đồng bộ dùng trong trạm phát điện.

1.1.2.1. Cấu tạo chung của máy phát đồng bộ.

Cấu tạo của máy phát đồng bộ về nguyên lý thì có thể đặt phần cảm ở rotor và phần ứng ở stator hoặc ngược lại. Tuy nhiên, thực tế các máy phát điện đồng bộ luôn chọn phần cảm (phần tạo ra từ trường chính) nằm trên rotor còn phần ứng (phần tạo nên sức điện động cung cấp dòng điện cho phụ tải) đặt ở stator, lý do chủ yếu là với các máy điện có công suất lớn việc dẫn điện ba pha từ rotor ra ngoài cung cấp cho phụ tải gặp rất nhiều khó khăn khi phải thông qua vành trượt, chổi than. Như vậy, trong thực tế hầu hết các máy phát đồng bộ stator đóng vai trò phần ứng còn rotor đóng vai trò phần cảm. Máy điện xoay chiều dù là phần ứng hay phần cảm mạch từ cũng đều phải được chế tạo từ thép lá kỹ thuật điện, được cán nóng hay cán lạnh, có độ dày từ 0,35 đến 0,5 mm, được dập định hình theo thiết kế, sơn cách điện rồi ghép chặt lại với nhau. Dây dẫn điện của máy điện đồng bộ được làm bằng các kim loại màu như đồng, nhôm và hợp kim của chúng. Vì stator là phần ứng nên trên nó được quấn cuộn dây ba pha, các cuộn dây này có trục đặt lệch nhau 120° điện. Gọi là cuộn dây nhưng với các máy điện có công suất lớn, dây dẫn phần ứng thường là các thanh đồng đặt trong các rãnh xẻ sẵn trên stator. Cuộn

dây phần cảm tạo ra từ trường chính nằm trên rotor của máy điện đồng bộ. Rotor của máy điện đồng bộ thường được chế tạo theo hai dạng: rotor cực ần dùng cho các máy cao tốc (từ 1500 vg/ph trở lên) và rotor cực hiện (cực lồi) thường dùng cho các loại máy điện có tốc độ từ 1500 vg/ph trở xuống. Cách bố trí các cuộn dây kích từ treeb rotor máy điện đồng bộ cũng hoàn toàn khác nhau trong đó ở rotor cực ần cuộn dây được quấn rải trên $\frac{3}{4}$ chu vi ngaoif của rotor, còn ở rotor cực hiện, cuộn dây kích từ được quấn tập trung trên các cực từ, các cuộn dây này có thể nhìn rất rõ khi rút rotor máy điện đồng bộ ra khỏi stator. Vật liệu cách điện dùng cho máy điện đồng bộ có những đặc điểm sau: Có tính cách điện tốt, chịu được nhiệt độ biến động thay đổi trong phạm vi lớn, có độ bền cơ học cao, chịu và chống được ẩm cũng như tác động của các loại hóa chất. Tuổi thọ của chất cách điện hoàn toàn phụ thuộc vào nhiệt độ và độ ẩm của môi trường công tác. [Trích tr 96 – 2]

1.1.2.2. Đặc tính không tải của máy phát điện đồng bộ.



Hình 1.3: Đặc tính không tải

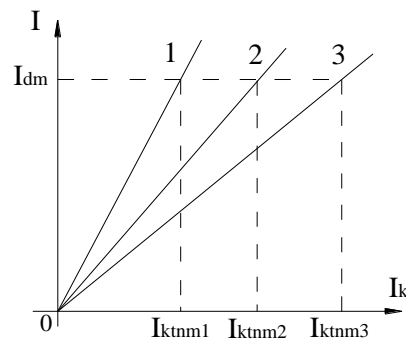
Đặc tính không tải là mối quan hệ giữa sức điện động với dòng điện kích từ khi dòng điện phụ tải bằng không và tốc độ máy phát là định mức:

$$E_0 = f(I_{KT}) \quad I = 0; n = n_{dm} \quad (1.9)$$

Để có đặc tính không tải, cầu dao chính trên cực máy phát mở, thay đổi dòng điện kích từ từ 0 đến định mức, mỗi giá trị dòng kích từ sẽ nhận được một giá trị sđđ, tập hợp các điểm đó lại sẽ nhận được đặc tính không tải như hình 1.3 trong đó đặc tính có hai nhánh khi tăng và giảm dòng kích từ. Ở

nhánh giảm, mặc dù dòng kích từ đã về không nhưng giá trị sđđ vẫn khác không, giá trị sđđ này được gọi là E_d . Khi trong mạch từ của máy có E_d sẽ là điều kiện ban đầu cho quá trình tự kích sau này của máy phát đồng bộ. Giá trị E_d lớn hay nhỏ phụ thuộc vào cấu trúc và chất liệu làm nên mạch từ, khả năng tồn tại của E_d cũng phụ thuộc vào yếu tố trên cùng với thời gian và điều kiện làm việc của máy phát. Trong quá trình khai thác, nhiều khi E_d bị mất do nhiều lý do (do mạch từ ẩm, do vô tình từ hóa ngược, do xung dòng ngắn mạch...) người vận hành lúc đó phải tiến hành môi từ lại cho máy. Khi nghiên cứu thường người ta dùng đường trung bình (đường nét đứt) và coi gần đúng $E_d = 0$.

1.1.2.3. Đặc tính ngắn mạch.



Hình 1.4: Đặc tính ngắn mạch

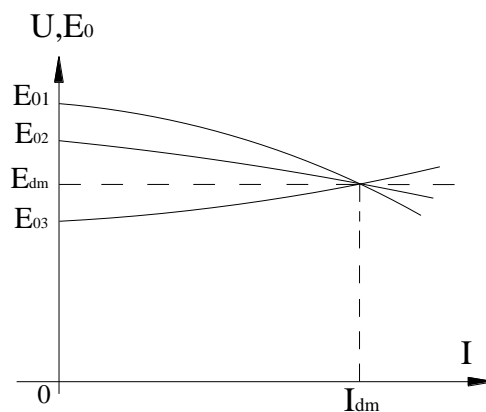
Đặc tính ngắn mạch là mối quan hệ giữa dòng điện ngắn mạch với dòng điện kích từ với điều kiện điện áp trên cực máy phát $U = 0$, tốc độ quay $n = n_{dm}$.

$$I_{nm} = f(I_{KT}) \quad U = 0; n = n_{dm} \quad (1.10)$$

Để có được đặc tính ngắn mạch phải thực hiện thí nghiệm để đảm bảo $I_{nm} < I_{dm}$ không gây sự cố cho máy phát thí nghiệm. Chính vì lý do này nên đặc tính ngắn mạch lấy trong vùng máy chưa bão hòa từ, đặc tính ngắn mạch là đường thẳng $I_{nm} = f(I_{kt})$. Hình 1.4 vẽ mối quan hệ $I_{nm} = f(I_{kt})$ trong đó đường 1 là đặc tính ngắn mạch một pha, đường 2 là ngắn mạch hai và đường 3 là ngắn mạch ba pha. Điều này được lý giải là khi xảy ra ngắn mạch ba pha, phản ứng

phần ứng xảy ra mạnh hơn nên cùng giá trị dòng kích từ nhưng dòng ngắn mạch nhỏ hơn. Dòng đặc tính không tải và đặc tính ngắn mạch cho phép xác định được tam giác đặc tính, trên cơ sở đó cho phép tính toán được hệ số ngắn mạch K_{nm} . Hệ số K_{nm} là một thông số quan trọng cho phép xác định được khả năng nhận tải của máy phát ở chế độ công tác ổn định, hệ số ngắn mạch càng lớn thì giới hạn tải càng lớn. Máy điện cực âm có hệ số ngắn mạch là $0,8 \div 1,8$, còn máy điện cực hiện là $0,4 \div 0,7$, riêng với máy điện tàu thủy là $0,6 \div 1,0$.

1.1.2.4. Đặc tính ngoài.



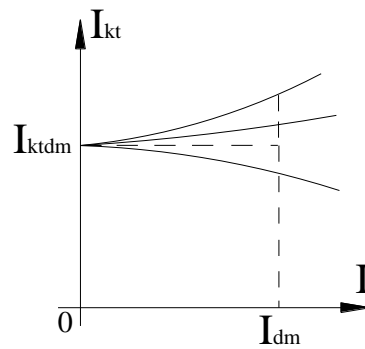
Hình 1.5: Đặc tính ngoài

Đặc tính ngoài là mối quan hệ: $U = f(I)$ (1.11)

Điều kiện: $I_{kt} = \text{const}$, $n = \text{const}$, $\cos\varphi = \text{const}$.

Đặc tính ngoài của máy phát phụ thuộc vào tính chất của tải, tải của máy phát đồng bộ ba thông số đặc trưng là điện trở, điện cảm và điện dung. Khi nghiên cứu có thể vẽ đặc tính ngoài cho từng loại như hình 1.5 trong đó tải mang tính chất điện cảm với hệ số $\cos\varphi = 0,8$ góc $\varphi > 0$ đường đặc tính ngoài dốc vì phản ứng phản ứng mang tính chất khử từ. Đường đặc tính ngoài của tải thuần trở với $\cos\varphi = 1$ góc $\varphi = 0$, điện áp sụt nhỏ hơn, trường hợp này phản ứng phản ứng ngang trục chỉ làm méo từ trường chính, còn tải mang tính chất dung kháng với $\cos\varphi = 0,8$ góc $\varphi < 0$, điện áp lại tăng khi nhận tải do phản ứng phản ứng mang tính chất trợ từ.

1.1.2.5. Đặc tính điều chỉnh.



Hình 1.6: Đặc tính điều chỉnh

Đặc tính điều chỉnh là mối quan hệ: $I_{KT} = f(I)$ (1.12)

Điều kiện: $U = \text{const}$, $n = \text{const}$, $\cos\varphi = \text{const}$.

Đặc tính điều chỉnh của máy phát đồng bộ được trình bày trên hình 1.6 hoàn toàn phù hợp với đặc tính ngoài, với tải mang tính chất cảm kháng, do phản ứng phần ứng mang tính khử từ nên khi nhận tải có độ sụt áp lớn, để giữ điện áp không đổi cần phải tăng dòng kích từ lên một lượng lớn vì vậy đường đặc tính có $\cos\varphi = 0,8$ góc $\varphi > 0$ có độ dốc tăng lên khi dòng tải tăng. Ngược lại, với tải mang tính chất dung kháng, điện áp tăng lên khi tăng tải nên dòng kích từ trong trường hợp này lại phải giảm đi như đường $\cos\varphi = 0,8$ góc $\varphi < 0$ để giữ cho điện áp không đổi, trường hợp tải thuần trở, điện áp khi tăng tải chỉ giảm nhỏ nên dòng kích từ phải bù khi tăng tải cũng nhỏ như trên đường $\cos\varphi = 1$ góc $\varphi = 0$. [Trích tr 98,99 – 3]

1.2. CẤU TRÚC CHUNG CỦA CÁC LOẠI TRẠM PHÁT ĐIỆN.

Trạm phát nhìn về cấu trúc bao gồm:

- Bảng phân phối điện chính MSB (Main Switch Board)
- Các cụm động cơ sơ cấp – máy phát điện. Động cơ sơ cấp thường dùng diesel: cụm Diesel – Generator (D-G).

Bảng điện chính là nơi tập trung năng lượng nhận từ các máy phát điện để từ đó phân phối đến các phụ tải. Trên bảng điện về cơ bản tập trung một số thiết bị: Đo lường, kiểm tra, khí cụ phân phối và bảo vệ, thiết bị điều chỉnh,

điều khiển, các thiết bị giao diện với con người... Bảng điện chính hiện nay cũng đã có những bước tiến bộ lớn về công nghệ, được thừa hưởng và sử dụng các thành tựu mới nhất của khoa học – công nghệ nên cấu trúc của bảng điện chính hiện nay gọn, tích hợp được nhiều thiết bị có hàm lượng kỹ thuật cao với khả năng điều khiển, điều chỉnh, thu thập và xử lý, trao đổi thông tin...

Các cụm D-G với chức năng biến đổi cơ năng thành năng lượng điện nên các quá trình diễn ra trong hệ thống “động” hơn, phức tạp hơn. Các quá trình điện – cơ vốn dĩ là các quá trình phức tạp, còn các quá trình điện – từ thì khó đo đạc định lượng và việc quan sát không thể từ các thiết bị đơn giản.

1.2.1. Trạm phát điện trên tàu thủy.

Trong trạm phát hiện đại thường được thiết kế gồm nhiều tổ hợp D-G tùy theo yêu cầu và khả năng tiêu thụ công suất của phụ tải. Không phải những trường hợp đặc biệt thì công suất trạm phát thường tỉ lệ với trọng tải của tàu. Số máy phát trong trạm phát cũng được lựa chọn theo quan điểm tiện ích, gọn nhẹ, số lượng giảm thiểu sao cho phải sử dụng ít nhất các tổ hợp D-G mà vẫn đáp ứng được yêu cầu tính chọn. Với số lượng tổ hợp D-G ít nhất thì độ tin cậy cao, yêu cầu chăm sóc và tổn hao khai thác ít, không chiếm mất chỗ chỡ hàng... Khi lựa chọn cấu trúc trạm phát, người thiết kế cũng có rất nhiều phương án:

- Trạm phát có tất cả tổ hợp D-G giống hệt nhau: Cùng chủng loại (series), cùng công suất với số lượng là hai, ba hoặc bốn tổ hợp...

- Trạm phát có các tổ hợp D-G chính giống hệt nhau nhưng máy phát sự cố thì khác công suất.

- Trạm phát có các tổ hợp D-G khác hẳn nhau.

- Trạm phát có các tổ hợp D-G giống nhau nhưng lại có thêm một máy phát đồng trục.

Khi sử dụng máy phát đồng trục trong trạm phát, ngoài vấn đề ổn định điện áp ra thì còn một vấn đề hết sức quan trọng nữa là việc ổn định tần số cho máy phát được lai bởi máy chính Main Engine (M.E). Thường người ta chỉ đưa máy phát đồng trục vào cung cấp năng lượng khi tàu đã hành trình trên biển, gần như không còn yêu cầu thay đổi tốc độ nữa để đảm bảo cho tần số không thay đổi. Tuy nhiên, trong khai thác cho dù M.E trong chế độ chạy biển nhưng không phải lúc nào cũng có thể đáp ứng được tần số định mức cho lưới vì nhiều lý do khác nhau nên máy phát đồng trục thường được trang bị thêm một bộ biến đổi tần số để đảm bảo đáp ứng các chỉ tiêu chất lượng cho lưới điện. Ngày nay, các bộ biến tần Converter – Inverter bán dẫn đã có thể cung cấp thỏa mãn về công suất lớn nên khả năng ứng dụng máy phát đồng trục sẽ còn được khai thác triệt để hơn. Máy phát đồng trục sử dụng làm nguồn điện cho trạm phát điện tàu thủy có những ưu điểm nổi bật sau:

- + Nâng cao hiệu suất sử dụng máy chính so với hiệu suất sử dụng máy phụ thông qua việc giảm được mức tiêu hao nhiên liệu, tiêu hao dầu bôi trơn.
- + Giá thành sử dụng nhiên liệu cho máy chính rẻ hơn máy phụ vì máy chính thường sử dụng nhiên liệu dầu nặng.
- + Giảm thời gian hoạt động cho máy phụ, giảm được phí khai thác, sửa chữa, kéo dài tuổi thọ cho máy phụ.
- + Giảm được cường độ phục vụ của sĩ quan, thợ máy trong vận hành, khai thác, giảm ô nhiễm tiếng ồn, giảm thiểu ô nhiễm chất thải...

Trạm phát đồng trục có một số nhược điểm sau:

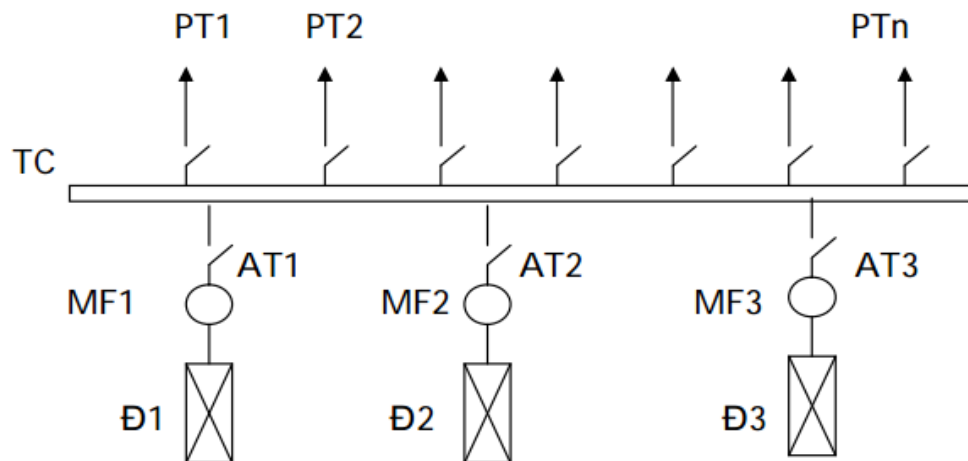
- + Phức tạp thêm hệ thống năng lượng điện.
- + Phải giải quyết thêm một số vấn đề kỹ thuật đặc biệt là vấn đề ổn định tần số và điện áp khi máy chính thường làm việc trong dải tốc độ rộng.

[Trích tr 79 – 2]

Trên tàu thủy nguồn năng lượng điện chính được tạo ra nhờ các máy phát điện đồng bộ 3 pha, được truyền động bởi các động cơ Diesel phụ,

Diesel chính hoặc Turbin. Số lượng và công suất của các máy phát phụ thuộc vào yêu cầu phụ tải, hay cách khác là phụ thuộc vào kích thước trọng tải và tính chất con tàu. Thông thường một trạm điện tàu thủy có từ 02 – 05 tổ máy được thiết kế để chúng có thể làm việc song song với nhau. Mục đích làm tăng tính an toàn, đảm bảo cung cấp điện một cách liên tục cho các phụ tải đồng thời vẫn đảm bảo hiệu quả khai thác sử dụng cũng như hiệu quả kinh tế. Tuy nhiên khi các máy phát công tác song song với nhau thì các quá trình diễn ra trong hệ thống càng phức tạp, thậm chí có thể dẫn đến hệ thống hoạt động mất ổn định.

Sơ đồ phân bố năng lượng điện tàu thủy được mô tả trên hình 1.1:



Hình 1.7: Hệ thống phân phối năng lượng điện tàu thủy.

Trong đó:

- MF1, MF2, MF3: Các máy phát đồng bộ 3 pha.
- Đ1, Đ2, Đ3: Các động cơ sơ cấp lai máy phát, có thể là động cơ Diesel hay Turbin.
- AT1, AT2, AT3: Các aptomat chính của máy phát.
- TC: Thanh cái là nơi tập trung năng lượng điện, tùy theo cấu trúc các tàu khác nhau mà số lượng và sự bố trí thanh cái khác nhau.
- PT1, PT2, ..., PTn: Phụ tải tiêu thụ năng lượng điện.

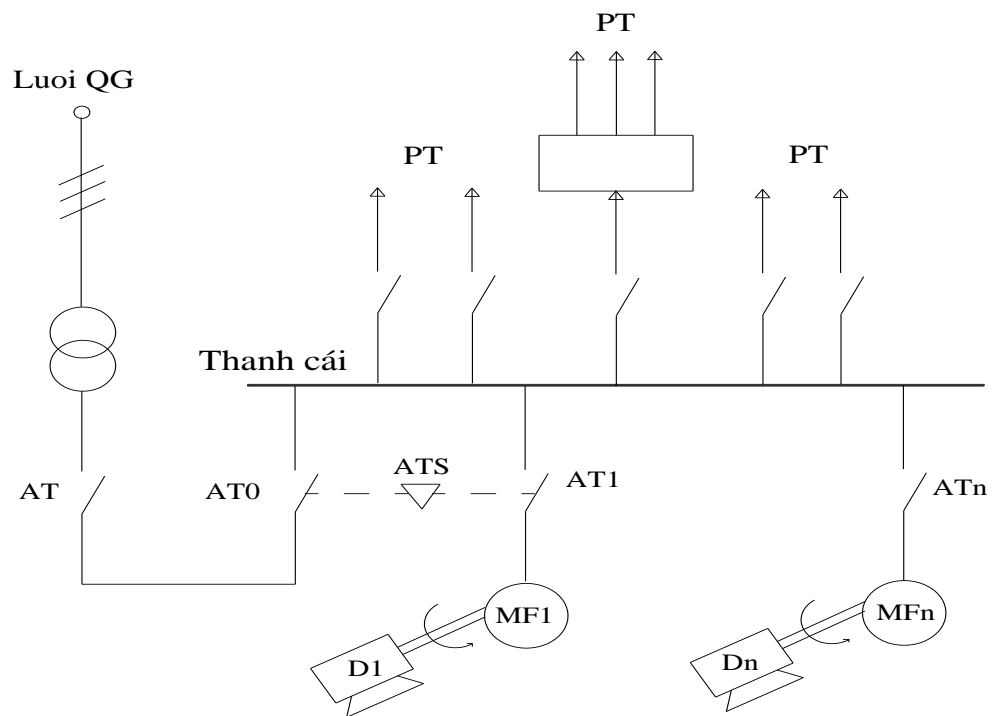
Tất cả các phụ tải tiêu thụ năng lượng điện đều được thiết kế, chế tạo công tác với một điện áp, tần số định mức cho trước, và chỉ khi công tác với điện áp, tần số này thì thiết bị mới hoạt động tin cậy và có tuổi thọ cao. Do vậy, để duy trì được một điện áp tần số không đổi cung cấp cho các phụ tải, trạm phát điện tàu thủy đều được trang bị các hệ thống tự động ổn định điện áp, tự động điều chỉnh vòng quay Diesel, hệ thống phân chia tải phản tác dụng và tải tác dụng...

Trong quá trình làm việc song song thì việc phân chia tải giữa các máy phát là một việc hết sức quan trọng. Việc chia tải tác dụng giữa các máy phát phụ thuộc vào động cơ sơ cấp và cụ thể hơn là liên quan đến hệ điều tốc. Phân chia tải phản tác dụng liên quan đến hệ điều chỉnh điện áp, hay là phụ thuộc giá trị dòng kích từ của từng máy khi chúng làm việc song song.

Để đảm bảo hệ thống làm việc an toàn thì trạm phát điện tàu thủy còn được trang bị các thiết bị báo động, bảo vệ như: với máy phát có bảo vệ ngắn mạch, quá tải, công suất ngược,... với động cơ sơ cấp là động cơ diesel là các thông số áp lực dầu bôi trơn, nhiệt độ nước làm mát, quá tốc độ, v.v...

Chế độ hoạt động của hệ thống năng lượng điện tàu thủy luôn thay đổi phụ thuộc vào từng chế độ hoạt động của con tàu. Tuy vậy hệ thống vẫn luôn phải đảm bảo tính ổn định và phải tuân thủ các quy định, yêu cầu về chất lượng hệ thống.

1.2.2. Trạm phát điện dự phòng trên bờ.

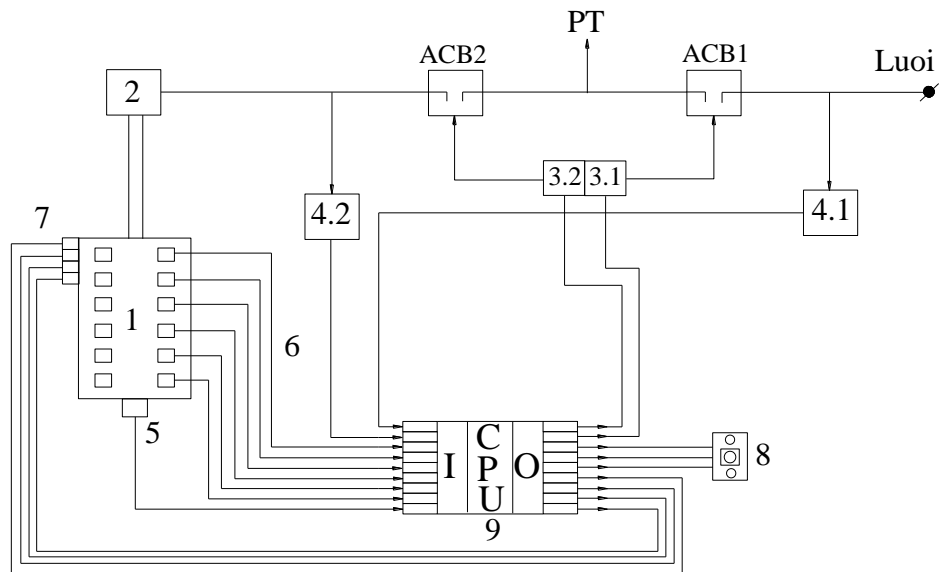


Hình 1.8: Cấu trúc của trạm phát điện dự phòng trên bờ.

Trong đó:

- AT, AT0, AT1, ...ATn: Các aptomat
- MF1, ...MFn: Các máy phát đồng bộ 3 pha
- ATS: Công tắc tự động chuyển nguồn
- D1, ...Dn: Các động cơ lai máy phát (động cơ diesel)
- PT: Phụ tải

Để tự động khởi động diesel – generator trạm phát dự phòng trước hết cần phải có cái nhìn tổng thể về hệ thống thống qua sơ đồ nguyên lý trên hình 1.9.



Hình 1.9: Sơ đồ nguyên lý trạm phát dự phòng.

1- động cơ diesel; 2- máy phát đồng bộ; 3 (1,2) - thiết bị điều khiển đóng mở ACB; 4 (1,2) - rơle điện áp; 5 - cảm biến tốc độ; 6 - các cảm biến áp suất và nhiệt độ của diesel; 7 - các cơ cấu chấp hành: rơle, van điện từ; 8 - thiết bị chỉ báo, còi, đèn...; 9 - trung tâm xử lý tín hiệu và điều khiển.

Nguyên lý hoạt động của sơ đồ này như sau: Khi nguồn điện chính cung cấp năng lượng bình thường, trên lưới có điện. Rơle điện áp 4.1 cảm nhận tín hiệu này gửi đến trung tâm điều khiển, tại đó tín hiệu được xác nhận là tín hiệu thật thì trung tâm điều khiển sẽ lệnh thiết bị điều khiển 3.1 hoạt động đóng ACB cung cấp điện cho các phụ tải lấy qua bảng sự cố. Vì một lý do nào đó, lưới chính mất điện, thiết bị cảm biến điện áp 4.1 gửi thông tin về trung tâm. Tại đó, thông tin được xử lý và xác nhận đó là sự thật, lệnh cho 3.1 mở cầu dao chính ACB1, đồng thời lệnh khởi động diesel được phát đi cho các cơ cấu chấp hành 7. Các cơ cấu chấp hành này thực hiện khởi động theo chương trình đã được lập sẵn (hiện nay chương trình thường sử dụng phần mềm đã được nhà chế tạo lập sẵn). Khi diesel khởi động thành công (việc khởi động diesel cũng theo một thứ tự nhất định), tốc độ đạt được tốc độ định mức ổn định, rơle tốc độ 5 gửi tín hiệu đến trung tâm xử lý xác định lệnh khởi động thành công. Trong quá trình ấy, máy phát đồng bộ 2 cũng thành lập

xong điện áp, role điện áp 4.2 gửi tín hiệu xác nhận điện áp đã có trên cực máy phát. Đến thời điểm này, với hai thông tin tốc độ diesel đạt định mức và điện áp máy phát định mức thì được coi là quá trình khởi động thành công. Trung tâm điều khiển sẽ phát lệnh đóng ACB2 thông qua thiết bị chấp hành 3.2. Trạm phát dự phòng sẽ cung cấp điện, từ đó các sensor làm nhiệm vụ cảm biến các đại lượng và thông số cho diesel sẽ giám sát hoạt động bất thường nếu có. Khi lưới điện chính có điện trở lại, sensor điện áp 4.1 sẽ gửi tín hiệu về trung tâm và quá trình tắt máy được thực hiện.

1.3. CẤU TRÚC VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA TRẠM PHÁT ĐIỆN TRONG CÁC NHÀ MÁY XÍ NGHIỆP.

1.3.1. Khái quát chung về trạm phát điện Nomura Hải Phòng.

Ngay từ đầu thành lập Khu công nghiệp Nomura Hải Phòng xây dựng riêng một nhà máy phát điện gồm 9 tổ máy với tổng công suất 55MW phục vụ sản xuất cho toàn khu công nghiệp, đồng thời còn bán điện cho quốc gia.

9 tổ máy được chia làm 2 phía:

+ Phía bên A: từ máy 1 tới máy 4.

+ Phía bên B: từ máy 6 tới máy 9.

Riêng máy 5 là máy độc lập được đặt giữa 2 phía.

9 tổ máy được chạy bằng nhiên liệu là dầu DO và HFO, được cung cấp trực tiếp từ 2 tank có thể tích 20000m³. Các tổ máy được điều khiển và giám sát trực tiếp từ 1 phòng điều khiển trung tâm của nhà máy. Mỗi máy có một tủ điều khiển riêng, và có 2 tủ hòa đồng bộ các máy khi nhà máy hoạt động ở tải cao.

Nguồn điện của trạm phát khu công nghiệp Nomura gồm: 9 tổ hợp Diesel-máy phát đồng bộ 3 pha, các máy phát sử dụng trong trạm phát điện là các máy phát đồng bộ không chổi than từ GEN 1 ÷ GEN 9 có:

- Công suất là 6200 KW/máy.
- Cấp điện áp $V = 6,6 \text{ KV}$.

- Tần số $f = 50\text{Hz}$.

Các máy phát điện có thể hoạt động song song cung cấp điện cho hệ thống phân phối trung tâm của khu công nghiệp. Hệ thống phân phối điện về nguyên tắc được chia làm hai nhóm hay còn gọi là hai tủ phân phối điện chính (ta gọi là BUSA và BUSB). BUSA và BUSB được thiết kế để cung cấp điện cho các trạm biến áp.

Các trạm biến áp này phục vụ các mục đích khác nhau trong hệ thống cung cấp điện.

Các tổ hợp máy phát GEN 1 ÷ GEN 4 cấp trực tiếp cho BUSA. Các tổ hợp máy phát GEN 6 ÷ GEN 9 cấp trực tiếp lên BUSB. Riêng máy phát 5 là máy phát dự phòng để bù công suất khi BUSA hoặc BUSB bị quá tải về công suất thông qua các máy cắt liên động giữa BUSA và BUSB.

1.3.2.1. Các phần tử cơ bản.

- Tủ thứ nhất (BUSA) được cung cấp từ máy phát GEN 1 ÷ GEN 4 và có các lộ cung cấp điện từ máy biến áp MTRA để hòa vào lưới Quốc gia khi có nhu cầu cung cấp điện cho lưới Quốc gia. Lộ cung cấp điện thứ 2 tới máy biến áp STRA cấp điện cho một số khu vực của khu công nghiệp.

- Tủ thứ 2 (BUSB) được cung cấp từ các máy phát GEN 6 ÷ GEN 9 các đầu ra cấp cho các lộ tới máy biến áp MTRB hòa vào lưới Quốc gia và STRB cung cấp cho một số phụ tải của khu công nghiệp Nomura.

- Tủ liên động 1.L: tủ này nối trực tiếp với máy phát GEN5 hay nói cách khác tủ này nối với máy phát dự phòng của trạm phát điện. Hai phía của tủ liên động nối với 2 máy cắt 52 BCA và 52 BCB. Các máy cắt này nối với các tủ BUSA và BUSB.

Như vậy máy phát GEN 5 có thể cung cấp điện cho tủ BUSA và BUSB. Đồng thời ở tủ này thông qua máy cắt 52 FVCV để nhận điện từ lưới Quốc gia cho toàn khu công nghiệp.

1.3.2.2. Nguyên lý làm việc.

Các phương án vận hành cung cấp điện cho khu công nghiệp từ hệ thống phân phối trung tâm có thể thực hiện như sau:

- Trạm phát điện cung cấp nguồn cho khu công nghiệp và bán điện cho cho lưới Quốc gia.

- BUSA được cấp nguồn từ GEN 1 ÷ GEN 4 công tác song song. BUSA hoạt động độc lập, cấp điện cho 2 trạm biến áp MTRA - trạm biến áp bán dẫn cho điện lưới Quốc gia bằng cách đóng máy cắt 52 MVA, trạm STRA - bằng cách đóng máy cắt 52 STA.

- BUSB được cấp nguồn từ GEN 6 ÷ GEN 9, chế độ hoạt động độc lập, cấp điện cho MTRB qua máy cắt 52 MVB và STB qua máy cắt 52 STB.

Nếu BUSA hoặc BUSB quá tải công suất thì khởi động máy phát GEN 5 và đóng máy cắt 52 BCA cho BUSA hoặc 52 BCB cho BUSB. Nếu tất cả

các máy phát GEN 1 ÷ GEN 9 không thể cung cấp điện thì việc cung cấp điện có thể được thực hiện từ lộ dự phòng 6,6 KV thông qua máy cắt 52 FVCB.

Trường hợp BUSA hoặc BUSB ngừng cung cấp điện từ các máy phát thì các phần tử phân phối BUSA và BUSB vẫn có thể vận hành bằng cách cắt điện các máy cắt 52 MVA và 52 MVB cấp điện cho các biến áp MTRA và MTRB sử dụng cầu dao liên động 52 BCA hoặc 52 BCB để cung cấp cho 2 trạm biến áp của khu công nghiệp STRA và STRB

CHƯƠNG 2.

BIẾN ĐỔI TÍN HIỆU VÀ CÁC KHÍ CỤ ĐIỆN CỦA TRẠM PHÁT ĐIỆN

2.1. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ ĐO LƯỜNG VÀ BIẾN ĐỔI TÍN HIỆU PHỤC VỤ ĐIỀU KHIỂN TRẠM PHÁT ĐIỆN.

2.1.1. Khái quát và phân loại.

Các chức năng bảo vệ của trạm phát điện đều dựa trên số liệu từ việc đo lường các thông số của trạm phát. Nếu việc đo lường bị gián đoạn hoặc không chính xác thì hệ thống trạm phát hoạt động không ổn định, tin cậy và có thể gặp các sự cố rất nghiêm trọng. Do đó việc đo lường các thông số của trạm phát là hết sức quan trọng và có ý nghĩa đến các quyết định điều khiển, điều chỉnh của hệ thống trạm phát. Trong các thông số đó, thông số cơ bản và quan trọng nhất là: điện áp, dòng điện, tần số, công suất, ...

Đo lường là một quá trình đánh giá định lượng đối tượng cần đo để có kết quả bằng số so với đơn vị. Ta có 3 thao tác chính:

- Biến đổi tín hiệu và tin tức.
- So sánh với đơn vị đo hoặc so sánh với mẫu trong quá trình đo lường.
- Chuyển đơn vị, mã hóa để có kết quả bằng số so với đơn vị.

Có nhiều cách phân loại song có thể chia thiết bị đo lường thành 2 loại chính là thiết bị đo chuyển đổi thẳng và thiết bị đo kiểu so sánh.

Thiết bị đo chuyển đổi thẳng: Đại lượng cần đo đưa vào thiết bị dưới bất kỳ dạng nào cũng được biến thành góc quay của kim chỉ thị. Người đo đọc kết quả nhờ thang chia độ và những quy ước trên mặt thiết bị, loại thiết bị này gọi là thiết bị đo cơ điện. Ngoài ra lượng ra còn có thể biến đổi thành số, người đo đọc kết quả rồi nhân với hệ số ghi trên mặt máy hoặc máy tự động làm việc đó.

Thiết bị đo kiểu so sánh: cũng có thể là chỉ thị cơ điện hoặc là chỉ thị số. Tùy theo cách so sánh và cách lập đại lượng bù (bộ mã hóa số tương tự) ta

có các thiết bị so sánh khác nhau như: thiết bị so sánh kiểu tùy động (đại lượng đo x và đại lượng bù luôn biến đổi theo nhau); thiết bị so sánh kiểu quét (đại lượng bù biến thiên theo một quy luật thời gian nhất định và sự cân bằng chỉ xảy ra tại một thời điểm trong chu kỳ).

Ngoài ra cũng căn cứ vào việc lập đại lượng bù người ta chia thành dụng cụ mã hóa số xung, tần số xung, thời gian xung. Căn cứ vào điều kiện cân bằng người ta chia thành dụng cụ bù không lệch (zero) và dụng cụ bù có lệch (vi sai).

Căn cứ vào quan hệ giữa lượng ra và lượng vào, người ta chia thành: thiết bị đo trực tiếp (đại lượng ra biểu thị trực tiếp đại lượng vào), thiết bị đo gián tiếp (đại lượng ra liên quan tới nhiều đại lượng vào thông qua những biểu thức toán học xác định), thiết bị đo kiểu hợp bộ (nhiều đại lượng ra liên quan tới nhiều đại lượng vào thông qua các phương trình tuyến tính).

2.1.2. Chuyển đổi đo lường và tổ hợp thiết bị đo.

2.1.2.1. Chuyển đổi đo lường.

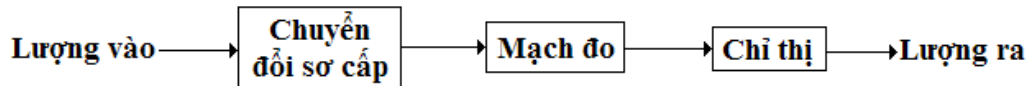
- Chuyển đổi chuẩn hóa: Có nhiệm vụ biến đổi một tín hiệu điện phi tiêu chuẩn thành tín hiệu điện tiêu chuẩn (thông thường $U = 0 \div 10V$; $I = 4 \div 20mA$).

Với loại chuyển đổi này chủ yếu là các bộ phân áp, phân dòng, biến điện áp, biến dòng điện, các mạch khuếch đại...

Chuyển đổi sơ cấp (S: Sensor): Có nhiệm vụ biến một tín hiệu không điện sang tín hiệu điện, ghi nhận thông tin giá trị cần đo. Có rất nhiều loại chuyển đổi sơ cấp khác nhau như: chuyển đổi điện trở, điện cảm, điện dung, nhiệt điện,...

2.1.2.2. Tổ hợp thiết bị đo.

Với một thiết bị cụ thể (một kênh)



Hình 2.1: Cấu trúc hệ thống đo một kênh.

- + Chuyển đổi đo lường: biến tín hiệu cần đo thành tín hiệu điện.
- + Mạch đo: thu nhận, xử lý, khuếch đại thông tin... bao gồm: nguồn, các mạch khuếch đại, các bộ biến thiên A/D, D/A, các mạch phụ...
- + Chỉ thị: thông báo kết quả cho người quan sát, thường gồm chỉ thị số và chỉ thị cơ điện, chỉ thị tự ghi, v.v...

Với hệ thống đo lường nhiều kênh

Trường hợp cần đo nhiều đại lượng, mỗi đại lượng đo ở một kênh, như vậy tín hiệu đo được lấy từ các sensor qua bộ chuyển đổi chuẩn hóa tới mạch điều chế tín hiệu ở mỗi kênh, sau đó sẽ đưa qua phân kênh (multiplexer) để được sắp xếp tuần tự truyền đi trên cùng một hệ thống dẫn truyền. Để có sự phân biệt, các đại lượng đo trước khi đưa vào mạch phân kênh cần phải mã hóa hoặc điều chế (Modulation – MOD) theo tần số khác nhau cho mỗi tín hiệu đại lượng đo.

Tại nơi nhận tín hiệu lại phải giải mã hoặc giải điều chế để lấy lại từng tín hiệu đo. Đây chính là hình thức đo lường từ xa cho nhiều đại lượng đo.

2.1.3. Các nguyên lý đo lường dùng cho mục đích bảo vệ.

2.1.3.1. Đo lường một đại lượng đầu vào.

Đại lượng đầu vào của X role thường là những đại lượng tương tự (dòng điện, điện áp, góc pha giữa dòng và áp ...) được lấy từ phía thứ cấp của máy biến dòng điện và máy biến điện áp.

Trị số hiệu dụng, trị số tuyệt đối hoặc trị số tức thời của đại lượng đầu vào này được so sánh với ngưỡng tác động X_{kd} của role, còn gọi là trị số chỉnh định của role. Nếu đại lượng đầu vào biến thiên vượt quá (đối với loại role cực đại) hoặc thấp hơn (đối với loại role cực tiểu) ngưỡng chỉnh định thì role sẽ tác động. Sau khi tác động xong nếu đại lượng đầu vào biến thiên theo

chiều ngược lại và vượt quá trị số X_{tv} , role sẽ trở về trạng thái ban đầu trước lúc khởi động. X_{tv} được gọi là ngưỡng trở về hoặc trị số trở về. Trị số khởi động và trị số trở về liên hệ với nhau qua hệ số trở về: $K_v = X_{tv} / X_{kd}$.

- Đối với các role điện cơ $K_v \neq 1$ thông thường:

- + $K_v = 0.85 \div 0.9$ đối với role cực đại.

- + $K_v = 1.1 \div 1.15$ đối với role cực tiểu.

- Đối với các role tĩnh và role số : $K_v \approx 1$

Khái niệm role cực đại (tác động khi đại lượng đầu vào tăng) và role cực tiểu (tác động khi đại lượng đầu vào giảm) có ảnh hưởng đến cấu trúc của role điện cơ (cuộn dây, lò xo, tiếp điểm). Đối với role tĩnh và role số chức năng cực đại hoặc cực tiểu có thể dễ dàng đổi lẫn cho nhau bằng phép nghịch đảo tín hiệu logic đầu ra của role.

2.1.3.2. So sánh nhiều đại lượng đầu vào.

Role có thể tác động trên cơ sở so sánh nhiều đại lượng đầu vào. Nhiều loại role hiện nay như khoảng cách, so lệch, định hướng công suất,... làm việc với hai đại lượng đầu vào. Trong trường hợp tổng quát, hai đại lượng đầu vào X_1 và X_2 là tổ hợp của dòng điện I và điện áp U của phần tử bảo vệ :

$$\dot{X}_1 = \dot{K}_1 \dot{U} + \dot{K}_2 \dot{I} \quad (2.1)$$

$$\dot{X}_2 = \dot{K}_3 \dot{U} + \dot{K}_4 \dot{I}$$

Ở đây các hệ số tỉ lệ K_1, K_2, K_3, K_4 là những hệ số phức. Tùy từng loại bảo vệ (loại role) có thể chọn những trị số thích hợp cho các hệ số này. Chẳng hạn, đối với role so lệch dòng điện, hai đại lượng dùng để so sánh là vector dòng điện ở hai đầu phần tử được bảo vệ I_1 và I_2 , khi ấy người ta chọn $K_1 = K_3 = 0$ và $K_2 = K_4 = 1$. Đối với role khoảng cách hai đại lượng dùng để so sánh là điện áp chỗ đặt bảo vệ và dòng điện chạy qua phần tử được bảo vệ nên ta chọn các đại lượng $K_1 = K_4 = 1, K_2 = K_3 = 0$.

Với các role theo hai đại lượng đầu vào thường người ta dùng hai nguyên lý so sánh: so sánh biên độ và so sánh pha.

** So sánh biên độ.*

Trong các role làm việc với hai đại lượng đầu vào, thông thường một đại lượng nào đó chẳng hạn X_1 tác động theo chiều hướng làm role khởi động còn đại lượng kia X_2 tác động theo chiều hướng ngược lại (hãm, cản trở role tác động) tín hiệu đầu ra Y của role sẽ xuất hiện khi: $|X_1| > |X_2|$

Trong đó: $|X_1|$ tín hiệu đầu vào khởi động
 $|X_2|$ tín hiệu đầu vào hãm

Nguyên lý so sánh biên độ hai đại lượng điện được sử dụng trong bảo vệ so lệch và bảo vệ khoảng cách.

** So sánh pha.*

So sánh pha phản ánh góc lệch pha giữa các đại lượng đầu vào, nếu góc lệch pha vượt qua (lớn hơn hay nhỏ hơn) trị số pha định trước role sẽ tác động. Các đại lượng tương tự đầu vào X_1, X_2 qua các bộ biến đổi BĐ1, BĐ2 biến thành các xung chữ nhật X_1' và X_2' với thời gian trùng pha là t_K . Kiểu so sánh này gọi là so sánh thời gian trùng hợp pha.

Nếu thời gian trùng hợp pha t_K lớn hơn thời gian đặt t_0 của bộ phận thời gian sẽ xuất hiện tín hiệu đầu ra ($Y = 1$). Cũng có thể tiến hành so sánh cho cả nửa chu kỳ âm để tăng mức tác động nhanh của bộ phận so sánh. Để tăng độ chính xác của bộ so sánh pha, có thể tiến hành lọc và khử thành phần một chiều cũng như các sóng hài bậc cao trong các đại lượng đầu vào X_1, X_2 trước khi đưa vào bộ so sánh. [Trích tr 99,100 – 1]

2.2. CÁC DỤNG CỤ ĐO CỦA TRẠM PHÁT ĐIỆN.

2.2.1. Đo dòng điện và điện áp.

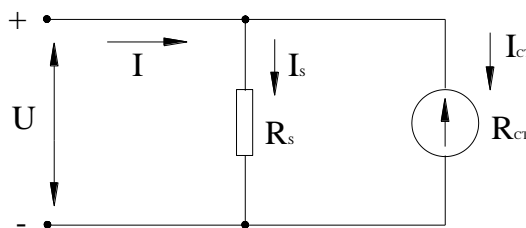
Dòng điện cũng như điện áp của các phần tử trong hệ thống điện thường có trị số lớn không thể đưa trực tiếp vào dụng cụ đo hoặc role và các thiết bị tự động khác, vì vậy các dụng cụ đo và thiết bị này thường được đấu nối qua máy biến dòng và máy biến điện áp.

Máy biến điện áp làm nhiệm vụ giảm điện áp cao phía sơ cấp xuống điện áp thứ cấp tiêu chuẩn 100 hoặc 110V và cách ly mạch thứ cấp khỏi điện áp cao phía sơ cấp. Máy biến điện áp làm việc giống như các máy biến áp lực có công suất bé, chỉ khác ở chỗ là được thiết kế sao cho đảm bảo được độ chính xác cần thiết khi phụ tải phía thứ cấp của BU có thể thay đổi trong giới hạn rộng. Dòng điện kích từ trong BU tính ở đơn vị tương đối danh định có thể lớn hơn nhiều dòng điện kích từ trong máy biến áp thông thường. Phụ tải của BU cũng như phụ tải của máy biến áp thông thường được mắc song song nhau, tổng trở của dây nối nếu quá lớn sẽ ảnh hưởng đến độ chính xác của BU. Đầu các cuộn dây của máy biến điện áp cũng được đánh dấu tương tự như đã xét đối với máy biến dòng, đấu đúng đầu cuộn dây với các dụng cụ đo và thiết bị bảo vệ có ý nghĩa quan trọng khi cần xét đến góc lệch pha của các đại lượng điện.

2.2.1.1. Ampemet.

a. Ampemet một chiều

Ampemet một chiều được chế tạo trên cơ cấu chỉ thị từ điện. Dòng điện cho phép qua cơ cấu đo từ $10^{-1} \div 10^{-2}A$, điện trở của cơ cấu từ $20\Omega \div 2000\Omega$. Vì vậy khi sử dụng đo dòng lớn hơn dòng cho phép ta phải mắc thêm một điện trở sun nối song song với cơ cấu chỉ thị. Sơ đồ cấu tạo của Ampemet như hình 2.2:



Hình 2.2: Cấu tạo Ampemet 1 chiều.

Trong đó: R_{CT} - điện trở của cơ cấu chỉ thị;

R_S - điện trở sun; I_S - dòng điện qua điện trở sun; I_{CT} - dòng điện qua chỉ thị; I - dòng qua ampemet. [Trích tr 34 – 6]

Điện trở sun được tính theo công thức:

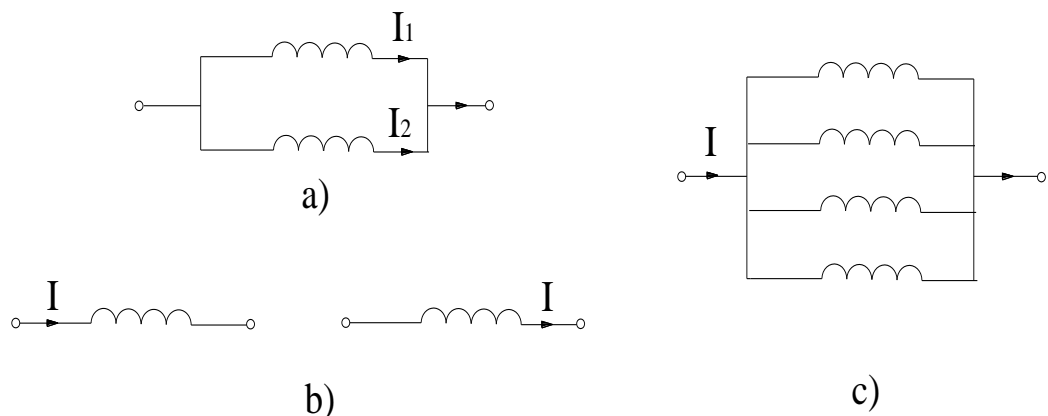
$$R_s = \frac{R_{CT}}{n-1}$$

$$n = \frac{I}{I_{CT}}$$

- *Khi sử dụng ampemet cần chú ý:*
 - Không tạo nên điện áp rơi tại các mối nối.
 - Không được nối trực tiếp Ampemet với nguồn điện khi chưa có tải do điện trở sun có trị số nhỏ sẽ tạo nên dòng điện lớn gây hỏng thiết bị.
 - Khi sử dụng Ampemet trước hết phải để đổi nối ở vị trí dòng điện lớn nhất sau đó giảm dần cho đến khi thỏa mãn dòng cần đo.

b. Ampemet điện từ

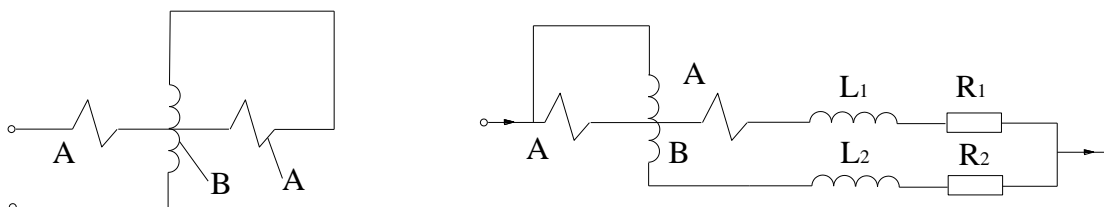
Là dụng cụ đo dòng điện dựa trên cơ cấu chỉ thị điện từ. Mỗi cơ cấu điện từ được chế tạo với số ampe vòng nhất định (ví dụ: IW = 100 ÷ 200A – vòng) do đó khi mở rộng thang đo chỉ cần thay đổi sao cho IW là hằng số bằng cách chia cuộn dây thành nhiều đoạn bằng nhau và thay đổi cách ghép nối các đoạn đó như hình 2.3, Ampemet điện từ có thể đo dòng từ mA ÷ 10A với tần số công nghiệp 50Hz. Sai số khoảng ±2% ÷ 5%.



Hình 2.3: Phương pháp thay đổi thang đo của ampemet điện từ.

c. Ampemet điện động.

Thường sử dụng đo dòng điện tần số 50 Hz hoặc cao hơn (400 ÷ 2000Hz) với độ chính xác cao. Tùy theo dòng đo, cuộn dây tĩnh và động được mắc nối tiếp hoặc song song. [Trích tr 39 – 6]

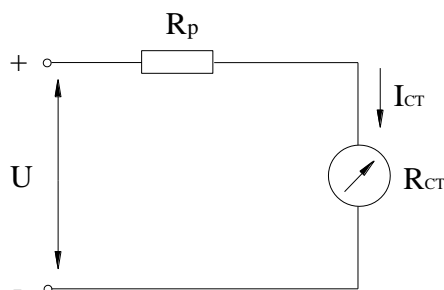


Hình 2.4: Cách đấu cuộn dây của amperet điện động.

2.2.1.2. Vônmet.

a. Vônmet một chiều

Vônmet một chiều được chế tạo gồm cơ cấu chỉ thị từ điện nối tiếp với một điện trở phụ R_p như hình 2.5. Khác với amperet, Vônmet dùng để đo điện áp rơi trên phụ tải hoặc điện áp giữa hai đầu của một mạch điện, do đó luôn mắc song song với phụ tải cần đo.



Hình 2.5: Cấu tạo Vônmet một chiều.

Điện trở phụ (R_p) được tính theo công thức:

$$R_p = R_{CT}(m-1); m = \frac{U}{U_{CT}} \quad (2.2)$$

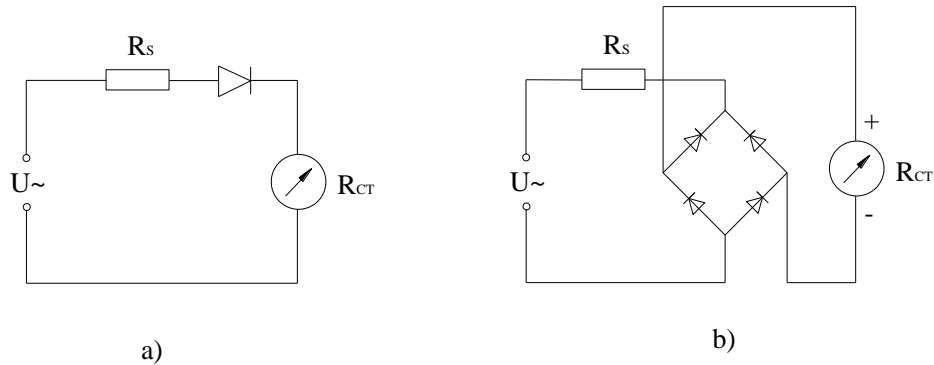
Trong đó: R_p – điện trở phụ; R_{CT} - điện trở của cơ cấu chỉ thị;

U - điện áp cần đo; U_{CT} - điện áp rơi trên CCCT ($U_{CT} = I_{CT}.R_{CT}$)

b. Vônmet xoay chiều

Vônmet từ điện chỉnh lưu: Là dụng cụ phối hợp giữa mạch chỉnh lưu và cơ cấu chỉ thị từ điện.

Chỉnh lưu có thể thực hiện dưới dạng nửa chu kỳ hoặc cả chu kỳ. Khi định thiên thuận, diot silic thường có độ sụt áp thuận là 0.7V, diot Gecmani có độ sụt cỡ 0.3V. Khi định thiên ngược dòng điện ngược rất nhỏ so với dòng thuận.



Hình 2.6: Vônmet chỉnh lưu: a) Nửa chu kỳ; b) Cả chu kỳ

Đặc điểm của vônmet chỉnh lưu là độ chính xác không cao, thang đo không đều do đặc tính phi tuyến của diot, các vônmet chỉnh lưu được chế tạo đo điện áp dạng hình sin với hệ số hình dáng $k_{hd} = 1,1$ do vậy khi đo với các tín hiệu khác sin sẽ gây nên sai số đo. Dải tần làm việc của dụng cụ $10 \div 20$ KHz, ngoài ra ta còn có thể mở rộng thang đo bằng cách thay đổi điện trở sun.

2.2.2. Đo tổng trở.

Nguyên lý đo tổng trở được dùng để phát hiện sự cố trên hệ thống tải điện hoặc máy phát điện bị mất đồng bộ hay thiếu (mất) kích thích.

Đối với hệ thống truyền tải, tổng trở đo được tại chỗ đặt bảo vệ trong chế độ làm việc bình thường (bằng thương số của điện áp chỗ đặt bảo vệ với dòng điện phụ tải) cao hơn nhiều so với tổng trở đo được trong chế độ sự cố. Ngoài ra, trong nhiều trường hợp tổng trở của mạch vòng sự cố thường tỉ lệ với khoảng cách từ chỗ đặt bảo vệ tới chỗ ngắn mạch.

Trong chế độ làm việc bình thường, tổng trở đo được tại chỗ đặt bảo vệ phụ thuộc vào trị số và góc pha của dòng điện phụ tải. Trên mặt phẳng phức

số ở chế độ dòng tải cực đại I_{Amax} khi $\cos\varphi$ của phụ tải thay đổi, mút vectơ tổng trở phụ tải cực tiểu Z_{Amin} sẽ vẽ nên cung tròn có tâm ở gốc tọa độ của mặt phẳng tổng trở phức.

Đối với bảo vệ khoảng cách làm việc không có thời gian, để tránh tác động nhầm khi có ngắn mạch ở đầu phần tử tiếp theo, tổng trở khởi động của bộ phận khoảng cách phải chọn bé hơn tổng trở của đường dây: $Z_{kd} = K \cdot Z_D$.

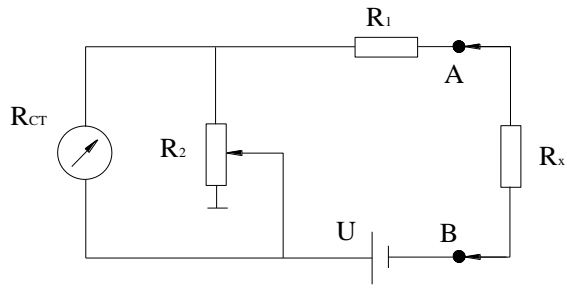
Hệ số K thường được chọn trong khoảng (0.8 ÷ 0.85) có xét đến sai số của máy biến dòng điện, máy biến điện áp và một số ảnh hưởng gây sai số khác. Những role tổng trở đã được chế tạo và sử dụng trong hệ thống điện có đặc tuyến khởi động rất đa dạng nhằm đáp ứng tốt hơn điều kiện vận hành của hệ thống.

Ngày nay, nguyên lý đo tổng trở thường được sử dụng kết hợp với các nguyên lý khác như dòng điện, quá điện áp, sụt áp để thực hiện những bảo vệ đa chức năng hiện đại .

Nguyên lý đo tổng trở có thể được sử dụng để bảo vệ lưới điện phức tạp có nhiều nguồn với hình dạng bất kì. Tuy nhiên một số yếu tố có thể ảnh hưởng đến số đo của bộ phận khoảng cách như sai số của máy biến điện áp, máy biến dòng điện, điện trở quá độ tại một chỗ ngắn mạch như trên đã nói, hệ số phân bố dòng điện trong nhánh bị sự cố với dòng điện qua chỗ đặt bảo vệ và đặc biệt là quá trình dao động điện.

2.2.2.1. Ôm met.

Ôm met là dụng cụ đo điện trở với nguồn cung cấp là pin và các điện trở chuẩn. Xuất phát từ định luật Ôm $R = \frac{U}{I}$, nếu ta giữ cho điện áp U không đổi thì dòng điện I qua mạch đo sẽ thay đổi khi điện trở thay đổi. Dựa trên nguyên lý đó ta chế tạo các ôm met đo điện trở.



Hình 2.7: Sơ đồ ôm met thông thường.

Trong đó: R_1 – điện trở hạn chế dòng; R_2 – điện trở chỉnh zero; U – nguồn cung cấp; R_{CT} – điện trở của chỉ thị (mili Ampemet từ điện); R_x – điện trở đo.

Từ sơ đồ hình 2.7 ta có:

$$R_x = 0 \text{ thì } R_{td} = R_1 + R_2 // R_{CT} = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_{CT}}{R_2 + R_{CT}}; \quad (2.3)$$

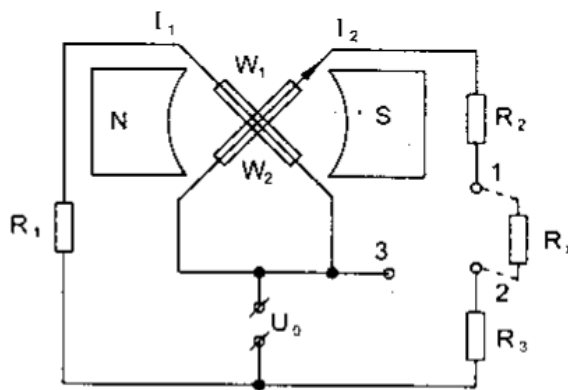
R_{td} – điện trở của toàn mạch đo.

$$I = I_{max} = \frac{U}{R_{td}}$$

Khi $R_x = 0$; $I = I_{min} = 0$. Ta có thể mở rộng với nhiều thang đo bằng cách thay đổi điện trở sun sao cho phù hợp. [Trích tr 54 – 6]

Trong thực tế người ta thường chế tạo dụng cụ kết hợp đo dòng điện, điện áp (xoay chiều, một chiều) và đo điện trở. Dụng cụ như vậy gọi là vạn năng kế.

2.2.2.2. Mêgôm met.



Hình 2.8: Mêgôm met từ điện.

Mêgôm met là dụng cụ xách tay để kiểm tra điện trở cách điện của cáp điện, các động cơ, máy phát và biến áp điện lực.

Dụng cụ gồm có nguồn cao áp cung cấp từ máy phát điện quay tay, điện áp từ 500 ÷ 1000V. Chỉ thị là một lôgôm mét từ điện hình 2.8 gồm hai khung dây, một khung tạo mômen quay và một khung tạo mômen cản. Góc quay α của cơ cấu đo tỷ lệ với tỷ số của hai dòng điện I_1 và I_2 qua cuộn dây W_1, W_2 , điện trở R_2, R_x và R_3 như hình 2.8.

$$\text{Ta có: } I_1 = \frac{U_0}{R_1 + r_1}; I_2 = \frac{U_0}{R_1 + R_x + r_2 + R_3} \quad (2.4)$$

r_1 và r_2 – điện trở của khung. Dưới tác động của lực điện từ giữa từ trường và các dòng điện qua khung tạo ra mômen quay M_1 và M_2 .

Tại thời điểm cân bằng $M_1 = M_2$ ta có:

$$\alpha = F \left(\frac{I_1}{I_2} \right) = F \left(\frac{R_2 + R_3 + r_2 + R_x}{R_2 + r_1} \right)$$

Do R_1, R_2, R_3, r_1 và r_2 là hằng số nên góc quay α tỷ lệ với R_x và không phụ thuộc vào điện áp nguồn cung cấp.

2.2.3. Đo tần số.

Việc thực hiện đo tần số trong công nghiệp được thực hiện bởi các tần số kế.

Độ lệch tần số khởi trị số danh định chứng tỏ trong hệ thống điện bị mất cân bằng công suất tác dụng giữa nguồn phát với phụ tải. Tần số quá thấp chứng tỏ trong hệ thống thiếu công suất tác dụng, ngược lại tần số quá cao chứng tỏ thừa công suất tác dụng.

Độ sai lệch tần số có thứ nguyên mHz/MW đặc trưng cho sự ổn định và “sức mạnh” của hệ thống chống lại những biến đổi công suất tác dụng trong hệ thống. Đại lượng này càng bé chứng tỏ hệ thống càng khỏe. Vì vậy hệ thống càng lớn bao nhiêu thì thiết bị đo tần số càng phải chính xác bấy nhiêu.

Khi tần số bị giảm thấp, như đã nói ở trên, chứng tỏ công suất của nguồn điện không đáp ứng được nhu cầu phụ tải. Để đưa tần số trở lại bình thường phải sa thải dần từng bước phụ tải cho đến khi lập lại được cân bằng giữa cung và cầu công suất tác dụng. Khi mất cân bằng càng lớn, tốc độ biến đổi của tần số càng nhanh, vì vậy có thể tổ chức các đợt sa thải phụ tải theo tốc độ thay đổi tần số df/dt .

2.2.4. Đo công suất.

Đo công suất trong mạch cao áp người ta sử dụng thêm biến áp đo lường và biến dòng.

Khi mắc biến dòng và biến áp đo lường cần chú ý:

- Dòng trong mạch dụng cụ đo cùng hướng với dòng điện khi không có biến áp.
 - Các đầu của biến áp và biến dòng phải được đánh dấu.
 - Ngắn mạch thứ cấp của biến dòng và hở mạch thứ cấp biến áp khi không sử dụng.
 - Nối đất mạch thứ cấp biến áp và biến dòng để đảm bảo an toàn khi đo.
- Kết quả đo được của dụng cụ đo nhân với hệ số biến dòng và biến áp:

$$P = k_I \cdot k_V \cdot U I \cos \varphi \quad (2.5)$$

k_I, k_V – hệ số biến dòng và biến áp.

2.3. CÁC KHÍ CỤ ĐIỀU KHIỂN VÀ BẢO VỆ TRẠM PHÁT ĐIỆN.

2.3.1. Aptomat.

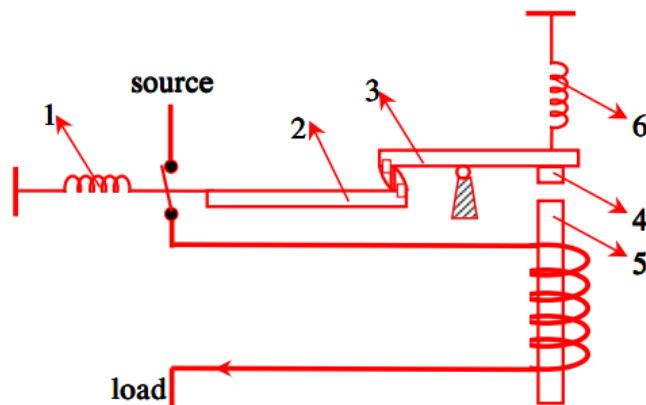
Aptomat là khí cụ điện dùng để đóng ngắt mạch điện (1 pha, 3 pha); có công dụng bảo vệ quá tải, ngắn mạch, sụt áp... mạch điện.

Chọn Aptomat phải thỏa mãn yêu cầu sau:

- Chế độ làm việc ở định mức của aptomat phải là chế độ làm việc dài hạn, nghĩa là trị số dòng điện định mức chạy qua aptomat lâu tùy ý. Mặt khác, mạch dòng điện của aptomat phải chịu được dòng điện lớn (khi có ngắn mạch) lúc các tiếp điểm của nó đã đóng hay đang đóng.

- Aptomat phải ngắt được trị số dòng điện ngắn mạch lớn, có thể vài chục KA. Sau khi ngắt dòng điện ngắn mạch, aptomat đảm bảo vẫn làm việc tốt ở trị số dòng điện định mức.

- Để nâng cao tính ổn định nhiệt và điện động của các thiết bị điện, hạn chế sự phá hoại do dòng điện ngắn mạch gây ra, aptomat phải có thời gian cắt bé. Muốn vậy thường phải kết hợp lực thao tác cơ học với thiết bị dập hồ quang bên trong aptomat.



Hình 2.9: Cấu tạo của aptomat.

Nguyên lý hoạt động:

Ở trạng thái bình thường sau khi đóng điện, aptomat được giữ ở trạng thái đóng tiếp điểm nhờ móc 2 khớp với móc 3 cùng một cụm với tiếp điểm động. Bật aptomat ở trạng thái ON, với dòng điện định mức nam châm điện 5 và phần ứng 4 không hút.

Khi mạch điện quá tải hay ngắn mạch, lực hút điện từ ở nam châm điện 5 lớn hơn lực lò xo 6 làm cho nam châm điện 5 sẽ phải hút phần ứng 4 xuống làm bật nhả móc 3, móc 5 được thả tự do, lò xo 1 được thả lỏng, kết quả các tiếp điểm của aptomat được mở ra, mạch điện bị ngắt. [Trích tr 10 – 5]

2.3.2. Cầu chì.

Cầu chì là một loại khí cụ điện dùng để bảo vệ thiết bị và lưới điện tránh sự cố ngắn mạch, thường dùng để bảo vệ cho đường dây dẫn, máy biến áp, động cơ điện, thiết bị điện, mạch điều khiển, mạch điện thấp sáng.

Cầu chì có đặc điểm là đơn giản, kích thước bé, khả năng cắt lớn và giá thành hạ nên được ứng dụng rộng rãi.

Các tính chất và yêu cầu của cầu chì:

- Cầu chì có đặc tính làm việc ổn định, không tác động khi có dòng điện mở máy và dòng điện định mức lâu dài đi qua.
- Đặc tính A-s của cầu chì phải thấp hơn đặc tính của đối tượng bảo vệ.
- Khi có sự cố ngắn mạch, cầu chì tác động phải có tính chọn lọc.
- Việc thay thế cầu chì bị cháy phải dễ dàng và tốn ít thời gian.

2.3.2.1. Cấu tạo.

Cầu chì bao gồm các thành phần sau:

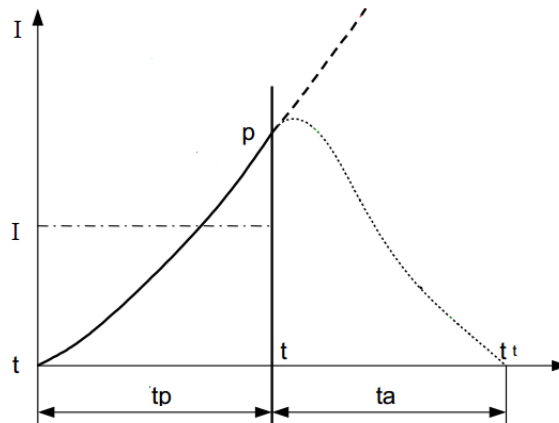
- Phần tử ngắt mạch: đây chính là thành phần chính của cầu chì, phần tử này phải có khả năng cảm nhận được giá trị hiệu dụng của dòng điện qua nó. Phần tử này có giá trị điện trở suất bé. Hình dạng của phần tử có thể ở dạng là một dây (tiết diện tròn), dạng băng mỏng.
- Thân của cầu chì: thường bằng thủy tinh, ceramic (sứ gốm) hay các vật liệu khác tương đương.

2.3.2.2. Nguyên lý hoạt động.

Đặc tính cơ bản của cầu chì là sự phụ thuộc của thời gian chảy đứt với dòng điện chạy qua (đặc tính ampe – giây). Để có tác dụng bảo vệ, đường A-s của cầu chì tại mọi điểm phải thấp hơn đặc tính của đối tượng cần bảo vệ.

- Đối với dòng điện định mức của cầu chì: năng lượng sinh ra do hiệu ứng Joule khi có dòng điện định mức chạy qua sẽ tỏa ra môi trường và không gây nên sự nóng chảy, sự cân bằng nhiệt sẽ được thiết lập ở một giá trị mà không gây sự già hóa hay phá hỏng bất cứ phần tử nào của cầu chì.

- Đối với dòng điện ngắn mạch của cầu chì: sự cân bằng trên cầu chì bị phá hủy, nhiệt năng trên cầu chì tăng cao và dẫn đến sự phá hủy cầu chì.



Hình 2.10: Giảm đồ thời gian của quá trình phát sinh hồ quang.

Trong đó: t_a – thời điểm bắt đầu sự cố;

t_p – thời điểm chấm dứt giai đoạn tiền hồ quang;

t_t – thời điểm chấm dứt quá trình phát sinh hồ quang.

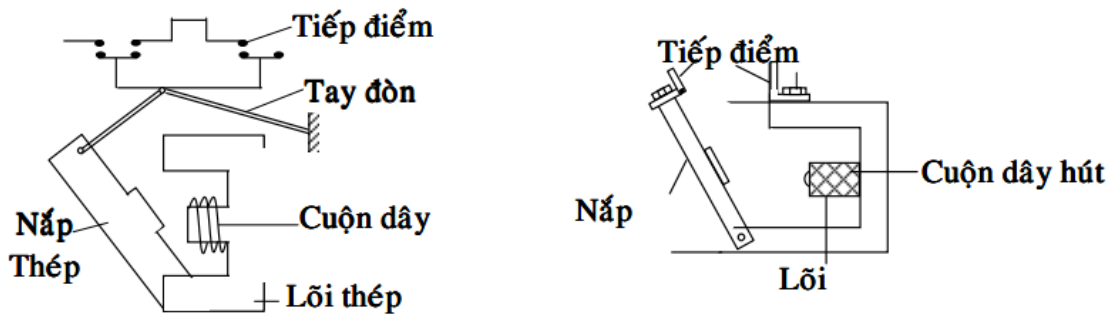
Quá trình tiền hồ quang: giả sử tại thời điểm t_0 – phát sinh sự quá dòng, trong khoảng thời gian t_p làm nóng chảy cầu chì và phát sinh hồ quang điện. Khoảng thời gian này phụ thuộc vào giá trị dòng điện tạo nên do sự cố và sự cảm biến của cầu chì.

Quá trình phát sinh hồ quang: tại thời điểm t_p hồ quang sinh ra cho đến thời điểm t_t mới dập tắt toàn bộ hồ quang. Trong suốt quá trình này, năng lượng sinh ra do hồ quang làm nóng chảy các chất làm đầy tại môi trường hồ quang sinh ra; điện áp ở 2 đầu cầu chì hồi phục lại, mạch điện được ngắt ra.

2.3.3. Contactor.

Contactor là một loại khí cụ điện dùng để đóng cắt các tiếp điểm, tạo liên lạc trong mạch điện bằng nút ấn. Như vậy khi sử dụng contactor ta có thể điều khiển mạch điện từ xa có phụ tải với điện áp đến 500V (vị trí điều khiển, trạng thái hoạt động của contactor rất xa vị trí các tiếp điểm đóng ngắt mạch điện).

Contactor được cấu tạo gồm các thành phần: cơ cấu điện từ (nam châm điện), hệ thống dập hồ quang, hệ thống tiếp điểm (tiếp điểm chính và phụ).



a) Contactor xoay chiều

b) Contactor một chiều

Hình 2.11: Cấu tạo contactor.

Nguyên lý hoạt động:

Khi cấp nguồn điện bằng giá trị điện áp định mức của contactor vào hai đầu của cuộn dây quấn trên phần lõi từ cố định thì lực từ tạo ra hút phần lõi từ di động hình thành mạch từ kín (lực từ lớn hơn phản lực của lò xo), contactor ở trạng thái hoạt động. Lúc này nhờ vào bộ phận liên động về cơ giữa lõi từ di động và hệ thống tiếp điểm làm cho tiếp điểm chính đóng lại, tiếp điểm phụ chuyển đổi trạng thái (thường đóng mở ra, thường mở đóng lại) và duy trì trạng thái này. Khi ngưng cấp nguồn cho cuộn dây thì contactor ở trạng thái nghỉ, các tiếp điểm trở về trạng thái ban đầu. [Trích tr 21 - 5]

2.3.4. Role điều khiển và bảo vệ.

Role là loại khí cụ điện dùng để tự động đóng cắt mạch điều khiển, bảo vệ và điều khiển sự làm việc của mạch điện.

Theo nguyên lý làm việc có: Role điện từ, Role điện động, Role từ điện, Role cảm ứng, Role nhiệt, Role bán dẫn và vi mạch,...

Theo vai trò và đại lượng tác động của role có: Role trung gian, Role thời gian, Role tốc độ, Role dòng điện, Role điện áp, Role công suất, Role tổng trở, Role tần số,...

2.3.4.1. Role trung gian.

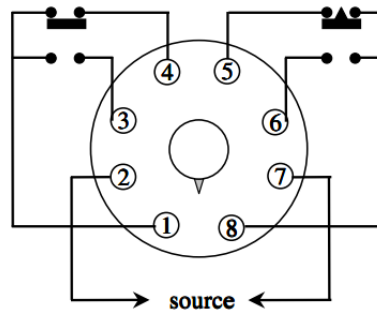
Role trung gian là một khí cụ điện dùng trong lĩnh vực điều khiển tự động, cơ cấu kiểu điện từ. Role trung gian đóng vai trò điều khiển trung gian giữa các thiết bị điều khiển (contactor, role thời gian...).

Role trung gian gồm: mạch từ của nam châm điện, hệ thống tiếp điểm chịu dòng điện nhỏ, vỏ bảo vệ và các chân ra tiếp điểm.

Nguyên lý hoạt động: tương tự như nguyên lý hoạt động của contactor. Khi cấp điện áp bằng giá trị điện áp định mức vào hai đầu cuộn dây của role trung gian, lực điện từ hút mạch từ kín lại, hệ thống tiếp điểm chuyển đổi trạng thái và duy trì trạng thái này (tiếp điểm thường đóng hở ra, tiếp điểm thường hở đóng lại). Khi ngưng cấp nguồn, mạch từ hở, hệ thống tiếp điểm trở về trạng thái ban đầu.

2.3.4.2. Role thời gian.

Role thời gian là một khí điện dùng trong lĩnh vực điều khiển tự động, với vai trò điều khiển trung gian giữa các thiết bị điều khiển theo thời gian định trước. Role thời gian gồm: mạch từ của nam châm điện, bộ định thời gian làm bằng linh kiện điện tử, hệ thống tiếp điểm chịu dòng điện nhỏ, vỏ bảo vệ và các chân ra tiếp điểm. Tùy theo yêu cầu sử dụng khi lắp ráp hệ thống mạch điều khiển truyền động, ta có hai loại role thời gian: ON DELAY và OFF DELAY.



Hình 2.12: Sơ đồ chân của role thời gian.

+) Role thời gian ON DELAY

Nguyên lý hoạt động: Khi cấp nguồn vào cuộn dây của role thời gian, các tiếp điểm tác động không tính thời gian chuyển đổi trạng thái tức thời (thường đóng hở ra, thường hở đóng lại), các tiếp điểm tác động có tính thời gian không đổi. Sau khoảng thời gian đã định trước, các tiếp điểm tác động có tính thời gian sẽ chuyển trạng thái và duy trì trạng thái này.

Khi ngưng cấp nguồn vào cuộn dây, tất cả các tiếp điểm tức thời trở về trạng thái ban đầu.

+) Role thời gian OFF DELAY

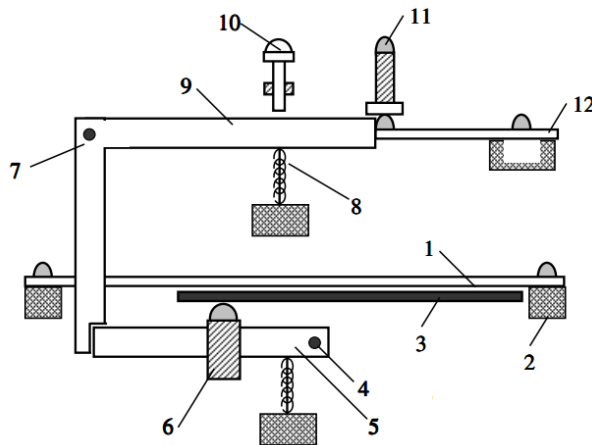
Nguyên lý hoạt động:

Khi cấp nguồn vào cuộn dây của rơ le thời gian, các tiếp điểm tác động tức thời và duy trì trạng thái này.

Khi ngưng cấp nguồn vào cuộn dây, tất cả các tiếp điểm tác động không tính thời gian trở về trạng thái ban đầu. Tiếp sau đó một khoảng thời gian đã định trước, các tiếp điểm có tính thời gian sẽ chuyển về trạng thái ban đầu.

2.3.4.3. Role nhiệt.

Role nhiệt là một loại khí cụ để bảo vệ động cơ và mạch điện khi có sự cố quá tải. Role nhiệt không tác động tức thời theo trị số dòng điện vì nó có quán tính nhiệt lớn, phải có thời gian phát nóng, do đó nó làm việc có thời gian từ vài giây đến vài phút.



Hình 2.13: Cấu tạo role nhiệt.

Nguyên lý hoạt động:

Phần tử phát nóng 1 được đầu nối tiếp với mạch động lực bởi vít 2 và ôm phiên lưỡng kim 3. Vít 6 trên giá nhựa cách điện 5 dùng để điều chỉnh mức độ uốn cong đầu tự do của phiên 3. Giá 5 xoay quanh trục 4, tùy theo trị số dòng điện chạy qua phần tử phát nóng mà phiên lưỡng kim cong nhiều hay

ít, đẩy vào vít 6 làm xoay giá 5 để mở ngàm đòn bẩy 9. Nhờ tác dụng lò xo 8, đẩy đòn bẩy 9 xoay quanh trục 7 ngược chiều kim đồng hồ làm mở tiếp điểm động 11 khỏi tiếp điểm tĩnh 12. Nút nhấn 10 để reset role nhiệt về vị trí ban đầu sau khi phiến lưỡng kim nguội trở về vị trí ban đầu.

2.3.4.4. Role dòng điện.

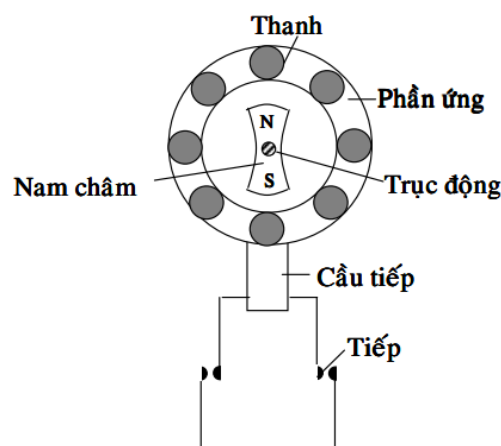
Dùng để bảo vệ quá tải và ngắn mạch. Cuộn dây hút có ít vòng và quấn bằng dây to mắc nối tiếp với mạch điện cần bảo vệ, thiết bị thường đóng ngắt trên mạch điều khiển.

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

2.3.4.5. Role điện áp.

Dùng để bảo vệ sụt áp mạch điện. Cuộn dây hút quấn bằng dây nhỏ nhiều vòng mắc song song với mạch điện cần bảo vệ. Khi điện áp bình thường, role tác động sẽ làm nóng tiếp điểm của nó. Khi điện áp sụt thấp dưới mức quy định, lực lò xo thắng lực hút của nam châm và mở tiếp điểm. [Trích tr 40,41 – 5]

2.3.4.6. Role tốc độ.



Hình 2.14: Cấu tạo role tốc độ.

Làm việc theo nguyên tắc phản ứng điện từ được dùng trong các mạch thắng của động cơ.

Role được mắc đồng trục với động cơ và mạch điều khiển. Khi được quay, nam châm vĩnh cửu quay theo. Từ trường của nó quét lên các thanh dẫn sẽ sinh ra suất điện động và dòng điện cảm ứng. Dòng điện này nằm trong từ trường sẽ sinh ra lực điện từ làm cho phần ứng quay, di chuyển cần tiếp điểm đến đóng tiếp điểm của nó. Khi tốc độ động cơ giảm nhỏ gần bằng 0, lực điện từ yếu đi, trọng lượng cần tiếp điểm đưa nó về vị trí cũ và mở tiếp điểm của nó.

Role tốc độ thường dùng trong các mạch điều khiển hãm ngược động cơ.

2.3.5. Máy cắt.

Máy cắt điện áp cao là thiết bị điện chuyên dùng để đóng cắt mạch điện xoay chiều ở tất cả các chế độ vận hành có thể có: đóng ngắt dòng điện định mức, dòng điện ngắn mạch, dòng điện không tải... Máy cắt là loại thiết bị đóng cắt làm việc tin cậy song giá thành cao nên máy cắt chỉ được dùng ở những nơi quan trọng.

Dòng điện cắt định mức: là dòng điện lớn nhất mà máy cắt có thể cắt một cách tin cậy ở điện áp phục hồi giữa hai tiếp điểm của máy cắt bằng điện áp định mức của mạch điện.

$$\text{Công suất cắt định mức của máy cắt 3 pha: } S_{dm} = \sqrt{3} \cdot U_{dm} \cdot I_{dm} \text{ (VA)}$$

Trong đó: U_{dm} là điện áp định mức của hệ thống (V)

I_{dm} là dòng điện cắt định mức (A)

Khái niệm công suất này tương đối khi dòng điện qua máy cắt I_{cdm} thì điện áp trên hai đầu của nó trên thực tế bằng điện áp hồ quang và chỉ bằng vài % so với điện áp của mạch điện. Sau khi hồ quang bị dập tắt, trên các tiếp điểm của máy cắt bắt đầu phục hồi điện áp nhưng trong thời gian này dòng điện bằng 0.

Thời gian cắt của máy cắt: thời gian này được tính từ thời điểm đưa tín hiệu cắt máy cắt đến thời điểm hồ quang được dập tắt ở tất cả các cực. Nó bao gồm thời gian cắt riêng của máy cắt và thời gian cháy hồ quang.

Dòng điện đóng định mức: đây là giá trị xung kích lớn nhất của dòng điện ngắn mạch mà máy cắt có thể đóng một cách thành công mà tiếp điểm của nó không bị hàn dính và không bị các hư hỏng khác trong trường hợp đóng lặp lại. Dòng điện này được xác định bằng giá trị hiệu dụng của dòng điện xung kích khi xảy ra ngắn mạch.

Thời gian đóng máy cắt: là thời gian khi đưa tín hiệu đóng máy cắt cho tới khi hoàn tất động tác đóng máy cắt.

2.3.6. Dao cách ly.

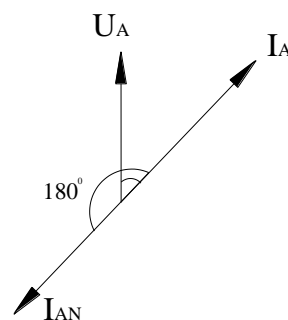
Dao cách ly là một loại khí cụ điện dùng để tạo một khoảng hở cách điện được trông thấy giữa bộ phận đang mang dòng điện và bộ phận cắt điện nhằm mục đích đảm bảo an toàn, khiến cho nhân viên sửa chữa thiết bị điện an tâm khi làm việc.

Dao cách ly không có bộ phận dập hồ quang nên không thể cắt được dòng điện lớn.

Dao cách ly được chọn theo điều kiện định mức, chúng được kiểm tra theo điều kiện ổn định lực điện động và ổn định nhiệt.

2.3.7. Role công suất ngược.

Bản chất của hiện tượng công suất ngược: Dòng tải của máy phát đảo pha 180° .

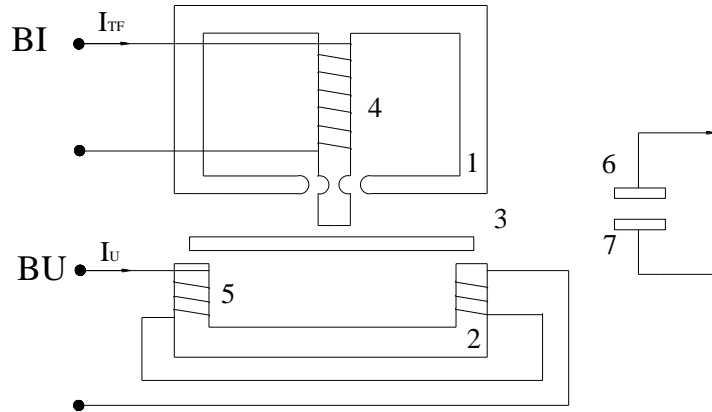


U_A – Điện áp máy phát;

I_A – Dòng tải của máy phát khi máy phát phát công suất cho tải;

I_{AN} – Dòng tải của máy phát khi máy phát bị công suất ngược.

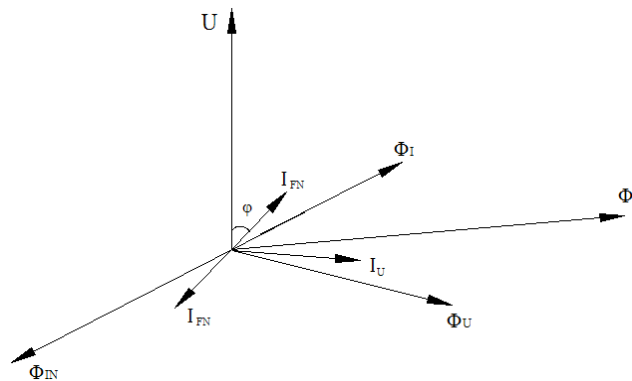
2.3.7.1. Rơ le công suất ngược kiểu cảm ứng.



Hình 2.15: Cấu tạo của rơ le công suất ngược kiểu cảm ứng.

Trong đó: 1 và 2 là các khung từ. Cuộn dây số 4 lấy dòng từ biến dòng (dòng sơ cấp là dòng tải máy phát). Cuộn dây 5 lấy nguồn từ biến áp (điện áp sơ cấp là điện áp pha của pha lấy tín hiệu dòng). Ta gọi cuộn 4 là cuộn dòng, cuộn 5 là cuộn áp. Đĩa số 3 bằng nhôm có thể quay theo một chiều quanh trục quay còn chiều kia bị chặn không quay được. Tiếp điểm 6 gắn với đĩa quay số 3. Tiếp điểm 7 cố định.

Ta có đồ thị véc tơ:



Hình 2.16: Đồ thị véc tơ.

Do có tổn hao trong mạch từ nên: Véc tơ Φ_I không trùng với véc tơ I_{TF} , Véc tơ Φ_U không trùng với véc tơ I_U . Góc $(\Phi_I, \Phi_U) = 90^\circ - \varphi$.

Do Φ_I và Φ_U lệch nhau về không gian và cũng lệch nhau về thời gian nên Φ_Σ là từ thông quay. Φ_Σ cảm ứng sang đĩa 3 các suất điện động, làm xuất hiện dòng chạy trong đĩa. Sự tương tác giữa Φ_Σ và dòng trong đĩa sinh ra mômen quay: $M_q = k \cdot \Phi_I \cdot \Phi_U \cdot \sin(90^\circ - \varphi)$

Dưới tác dụng của M_q làm cho đĩa quay theo một chiều. Do chiều quay này có chốt hãm nên đĩa không quay được.

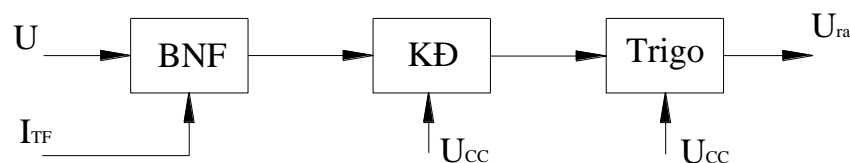
- Khi có công suất ngược: I_{TF} đảo pha 180° , làm cho Φ_I đảo pha 180° .

Ta có: Góc $(\Phi_I, \Phi_U) = 180^\circ + 90^\circ - \varphi$

Do đó: $M_q = k \cdot \Phi_I \cdot \Phi_U \cdot \sin(90^\circ - \varphi + 180^\circ) = -k \cdot \Phi_I \cdot \Phi_U \cdot \sin(90^\circ - \varphi)$

M_q đảo dấu, làm cho đĩa 3 quay ngược lại. Đây là chiều quay tự do, tiếp điểm 6 sau 1 thời gian sẽ tiếp xúc với tiếp điểm 7 đóng mạch ngắt aptomat máy phát.

2.3.7.2. Role công suất ngược bằng bán dẫn.



Hình 2.17: Role công suất ngược bằng bán dẫn.

Bộ cảm ứng nhảy pha (Có thể là chỉnh lưu nhảy pha hoặc khuếch đại nhảy) BNF nhận tín hiệu dòng máy phát I_{TF} và tín hiệu áp pha của pha lấy trong dòng. BNF xác định chiều công suất và đưa tín hiệu đến bộ khuếch đại KĐ. Tín hiệu ra bộ KĐ được đưa tới bộ Trigo. Khi có công suất ngược và giá trị công suất ngược vượt quá giá trị đặt, bộ trigo làm việc đưa tín hiệu đến ngắt aptomat máy phát. [Trích tr 33,34 - 7]

2.3.8. Các loại thiết bị dùng để bảo vệ đường dây phân phối điện.

2.3.8.1. Cầu chảy cao áp.

Cầu chảy (cầu chì) là loại thiết bị bảo vệ đơn giản nhất dùng trong lưới phân phối với đặc tính của bảo vệ quá dòng có thời gian phụ thuộc. Có nhiều loại cầu chảy cao áp khác nhau, những loại thường gặp trong lưới phân phối

là: cầu chảy tự rơi; cầu chảy chứa cát thạch anh; cầu chảy chứa chất lỏng dập hồ quang; cầu chảy chân không hoặc chứa khí SF₆. Cầu chảy tự rơi và cầu chảy có chứa cát thạch anh được sử dụng phổ biến hơn với khả năng cắt dòng điện cực đại từ 5 đến 8 kA ở cấp điện áp 11 hoặc 22 kV.

2.3.8.2. Máy cắt có trang bị tự đóng lại.

Là máy cắt loại nhẹ tác động nhanh được trang bị bảo vệ quá dòng, phần tử logic để cắt và đóng trở lại máy cắt có bộ phận đếm số lần tác động và chỉ trạng thái của máy cắt. Số lần tự đóng lại có thể được đặt trước, nếu đóng lại không thành công, máy cắt sẽ được giữ ở trạng thái cắt, chờ nhân viên vận hành xử lý. Máy cắt có trang bị tự đóng lại có loại 3 pha hoặc 1 pha, ngày nay người ta dùng máy cắt chân không hoặc SF₆ thay cho máy cắt ít dầu thường dùng trước đây để giảm trọng lượng của thiết bị, cho phép dễ dàng lắp đặt trên cột của đường dây phân phối, nâng cao độ an toàn và tin cậy của thiết bị. Bộ phận điều khiển logic cắt tự động và đóng lại, đếm chu trình và thời gian tác động do một microprocessor thực hiện cho phép kết nối với hệ thống điều khiển xa và hiển thị trạng thái máy cắt trong sơ đồ tự động của lưới phân phối.

2.3.8.3. Dao cách ly tự động.

Là loại dao cách ly được trang bị bộ truyền động có thể điều khiển từ xa tác động phối hợp với máy cắt có trang bị tự đóng lại để thực hiện việc tách và cách ly phần tử bị sự cố trong khoảng thời gian không điện (dead time) trong chu trình tự đóng lại. Dao cách ly tự động không có khả năng cắt dòng điện lớn, vì vậy trong quá trình xử lý sự cố cần phối hợp chính xác tác động giữa nó và máy cắt.

2.3.8.4. Role quá dòng.

Được trang bị kèm theo máy cắt tự đóng lại, có đặc tính thời gian phụ thuộc, đôi khi sử dụng kết hợp với bộ khóa điện áp thấp để tăng độ nhạy của bảo vệ hoặc bộ phận định hướng công suất (trong các mạch vòng).

Để bảo vệ chống chạm đất người ta dùng role quá dòng có đặc tính độc lập hoặc phụ thuộc nối qua bộ lọc I_0 với dòng điện chỉnh định khá bé từ 1 đến 10% dòng điện tải cực đại, thời gian làm việc từ 1 đến 5 giây. Đôi khi người ta còn dùng bộ lọc tần số cơ bản 50 Hz đặt ở đầu vào của rowle nhằm loại trừ ảnh hưởng của hài bậc cao cũng như trị số quá độ của dòng điện khi đóng cắt máy biến áp.

2.3.8.5. Bộ phận chỉ thị sự cố.

Thời gian phát hiện phần tử bị sự cố quyết định mức độ kéo dài của quá trình xử lý sự cố. Bộ phận chỉ thị sự cố sẽ tác động khi có dòng điện sự cố chạy qua nó, nó chỉ cảnh báo chứ không tác động cắt máy cắt. Các bộ phận chỉ thị sự cố được lắp đặt ở đầu tất cả các đường dây, kể cả đường dây rẽ nhánh giúp cho việc xác định đường đi của dòng điện sự cố và từ đó xác định vị trí điểm sự cố được dễ dàng và nhanh chóng. [Trích tr 177,178 – 1]

Có rất nhiều loại chỉ thị sự cố được chế tạo theo nhiều nguyên tắc khác nhau từ loại điện từ thường dùng trước đây với hệ thống trở về điều khiển bằng tay đến loại điện tử hiện đại với các hệ thống trở về khác nhau, có thể lắp đặt trong nhà hoặc trên cột, dùng cho đường dây trên không hoặc cáp ngầm.

2.3.9. Tự động chuyển nguồn ATS.

Cấu tạo ATS bao gồm các thiết bị sau:

- 2 công tắc tơ, hoặc 2 aptomat được điều khiển bằng điện có khả năng đóng cắt dòng điện lớn và có tốc độ nhanh.

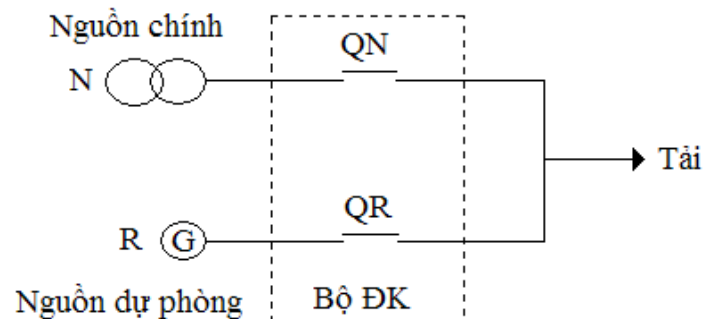
+ 1 để đóng cắt nguồn điện chính (QN),

+ 1 để đóng cắt điện máy phát (QR).

Hai thiết bị đóng cắt này có khóa liên động cả về cơ khí và về điện để tránh đóng đồng thời cả 2 nguồn gây ngắn mạch.

- Các mạch cảm biến điện áp, tần số và các mạch điều khiển các công tắc tơ hoặc aptomat.

- Công tắc chọn chế độ hoạt động: chế độ bằng tay (man); chế độ tự động (auto); chế độ chờ sẵn sàng (standby).
- Các đèn báo trạng thái làm việc của ATS.



Hình 2.18: Cấu tạo của ATS.

Chức năng của ATS:

- Cảm biến sự mất nguồn chính;
- Khởi động diesel lai máy phát;
- Chuyển tải cho máy phát khi điện áp và tần số đạt tới giá trị định mức và ổn định;
- Khi có nguồn chính trở lại bình thường, chuyển tải trở lại nguồn chính, sau đó dừng diesel lai máy phát.

CHƯƠNG 3.

TỰ ĐỘNG HÓA ĐO LƯỜNG VÀ BẢO VỆ TRẠM PHÁT ĐIỆN

3.1. KHÁI QUÁT CHUNG VỀ TỰ ĐỘNG HÓA TRẠM PHÁT ĐIỆN.

3.1.1. Tự động điều chỉnh điện áp trạm phát điện.

Đối với máy phát điện xoay chiều đồng bộ 3 pha, ta có phương trình cân bằng điện áp như sau:

$$\dot{U} = \dot{E}_{kt} - jX \dot{I} - R \dot{I} \quad (3.1)$$

Trong đó: U – điện áp của máy phát; E_{kt} – suất điện động của máy phát; X – trở kháng đồng bộ; R – điện trở cuộn dây stator; I – dòng điện tải của máy phát.

Từ phương trình (3.1) trên ta thấy, đối với máy phát xoay chiều đồng bộ, có 4 nguyên nhân gây ra sự thay đổi điện áp:

- Khi dòng tải của máy phát thay đổi ($\cos\varphi = \text{const}$ và $n = \text{const}$), $I_T = \text{var}$. Làm cho phản ứng phần ứng của máy phát thay đổi gây ra sự thay đổi từ thông trong các cuộn dây phần ứng làm thay đổi điện áp của máy

- Do tính chất của tải thay đổi: Nếu $I_T = \text{const}$, $n = \text{const}$ thì khi $\cos\varphi = \text{var}$ sẽ làm thay đổi độ khử từ của máy phát và dẫn đến thay đổi U của máy phát.

- Khi tốc độ quay thay đổi: Nếu $\cos\varphi = \text{const}$, $I_F = \text{const}$, $n = \text{var}$ thì lúc này sức điện động sinh ra trong cuộn dây của stator của máy phát bị thay đổi dẫn đến sự thay đổi điện áp ra của máy phát ($E = 4,44 \cdot K_{qd} \cdot \Phi \cdot W \cdot f$ mà $n = 60f/p$)

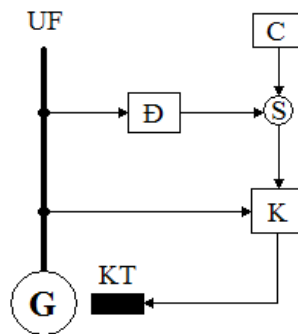
- Do sự thay đổi nhiệt độ môi trường các cuộn dây máy phát.

3.1.1.1. Nguyên lý điều khiển theo sai lệch.

Khi xây dựng hệ thống theo nguyên lý sai lệch, tác động điều khiển được thiết lập dựa trên độ sai lệch giữa đại lượng được điều chỉnh với giá trị đặt:

$$\varepsilon(t) = U_{\text{DAT}} - U_{\text{DO}} \quad (3.2)$$

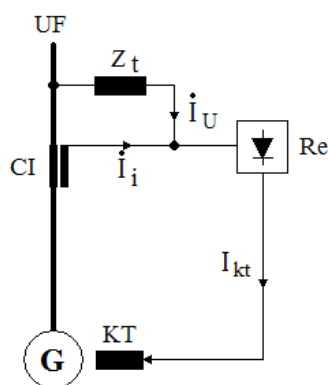
trên cơ sở đó hệ thống sẽ tác động theo xu hướng triệt tiêu độ sai lệch $\varepsilon(t)$. Nét đặc trưng dễ nhận thấy của nguyên lý là hệ thống bao giờ cũng sử dụng mạch phản hồi với các thiết bị đo và biến đổi (nếu cần), tín hiệu phản hồi được đưa về so sánh với tín hiệu đặt để tạo nên tín hiệu điều khiển. Ưu điểm của nguyên lý sai lệch là có thể điều khiển được những đối tượng không ổn định, khử bỏ được mọi ảnh hưởng của tất cả các loại nhiễu, điều này hoàn toàn dễ hiểu vì thông tin dùng để tạo tín hiệu điều khiển chỉ dựa vào hậu quả ngay nên sai lệch mà không kể đến nguyên nhân gây ra sai lệch. Với nguyên lý này, cấu trúc của hệ thống đơn giản, không phải dùng nhiều thiết bị quan sát, đo đạc. Tuy vậy, với nguyên lý này cũng khó có thể tạo nên một hệ thống vừa có độ chính xác cao, ổn định tốt và lại tác động nhanh. Hệ thống sẽ luôn tồn tại sai số vì độ sai lệch là cơ sở để tạo nên tín hiệu điều khiển.



Hình 3.1: Hệ thống tự động điều chỉnh điện áp theo độ lệch.

Hình 3.1 trình bày hệ thống tự động điều chỉnh điện áp xây dựng theo nguyên lý độ lệch, trong đó: G: Máy phát đồng bộ, Đ: Bộ đo và biến đổi (nếu cần), C: Bộ tạo tín hiệu chuẩn, S: Khâu so sánh, K: Khâu khuếch đại, KT: Cuộn dây kích từ.

3.1.1.2. Nguyên lý điều khiển theo nhiễu.



Hình 3.2: Hệ thống tự động điều chỉnh điện áp theo bù nhiễu.

Nguyên lý điều khiển theo bù trừ nhiễu là nguyên lý được xây dựng trong đó tác động điều khiển được thành lập theo kết quả đo nhiễu tác động vào đối tượng. Các hệ thống khi được xây dựng theo nguyên lý này làm việc với mạch hở, không có mối liên hệ ngược (phản hồi) và cấu trúc hệ thống thường được thiết kế có thiết bị bù tạo tín hiệu tác động ngược dấu với dấu của nhiễu tác động lên đối tượng. Ưu điểm của nguyên lý này là hệ thống tác động nhanh vì tác động gây nên sai lệch được đo trực tiếp, nhược điểm của nguyên lý này là không có khả năng khử được tất cả các loại nhiễu vì làm như vậy phần tử đo sẽ rất nhiều, tạo ra một hệ thống quá phức tạp. Hình 3.2 trình bày hệ thống tự động điều chỉnh điện áp xây dựng theo nguyên lý bù trừ nhiễu, trong đó: G – Máy phát đồng bộ; Z_t – Cuộn kháng; CI – Biến dòng; R_e – Bộ chỉnh lưu; KT – Cuộn dây kích từ.[Trích tr 105,106 – 3]

3.1.1.3. Nguyên lý điều khiển kết hợp.

Đây là các hệ thống được xây dựng dựa trên kết quả liên hợp giữa hai phương pháp điều chỉnh theo độ lệch và bù trừ nhiễu. Thực hiện liên hợp để tạo nên một hệ thống có tất cả các ưu điểm của hai hệ thống và khắc phục được những khuyết điểm của hai tức là tránh được những cùng tối trong điều khiển. Đặc điểm của nguyên lý kết hợp là bên cạnh các mạch vòng kín tạo nên tín hiệu phản hồi âm, còn có các mạch bù trừ tác động theo nhiễu thường là tín hiệu bù ngược dấu với nhiễu để tạo nên hướng điều chỉnh ngược lại

hướng tác động của nhiễu hay các mạch phụ bù trừ sai số do tác động từ tín hiệu vào gây nên.

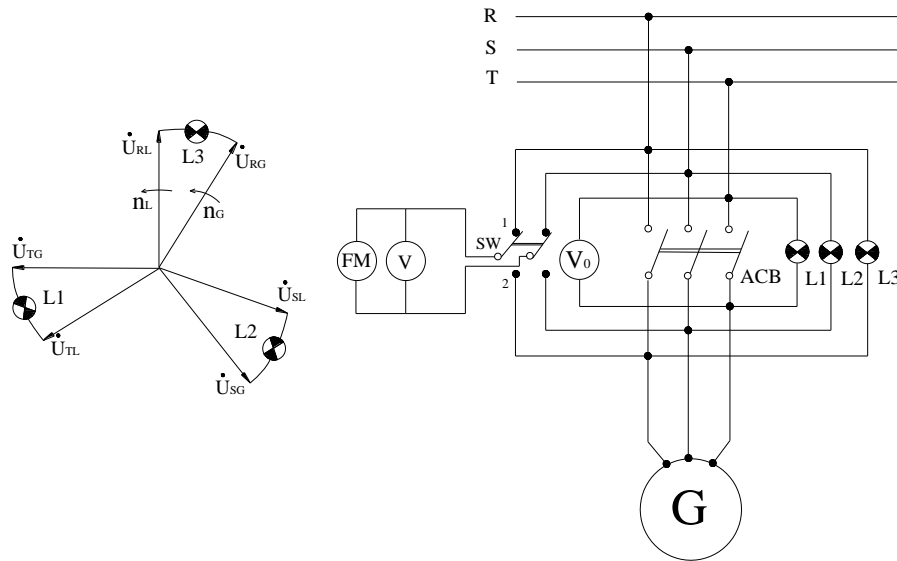
3.1.2. Làm việc song song của các máy phát trong trạm phát điện.

3.1.2.1. Hòa đồng bộ các máy phát điện trong trạm phát điện.

Các máy phát muốn làm việc song song với nhau cần phải thực hiện một thao tác không thể thiếu được là hòa đồng bộ. Hòa đồng bộ là một quá trình đưa một máy phát đang chạy không tải với các điều kiện làm việc đầy đủ sẵn sàng cung cấp năng lượng cho phụ tải vào làm việc song song với một máy phát khác hoặc làm việc song song với lưới (điện). Hòa đồng bộ là một quá trình quá độ nên khi thực hiện thao tác này mục tiêu đặt ra là phải thành công. Việc hòa đồng bộ được coi là thành công là đưa được máy phát cần hòa vào làm việc song song mà không gây ra bất cứ một biến động nào cho lưới điện, đặc biệt là không gây ra xung dòng lớn và thời gian diễn ra quá trình quá độ ngắn.

Có hai phương pháp là hòa đồng bộ chính xác và hòa đồng bộ thô. Hòa đồng bộ chính xác là các điều kiện hòa phải thỏa mãn khi thực hiện hòa, còn hòa đồng bộ thô cho phép thực hiện hòa khi thiếu điều kiện góc pha ban đầu. Bốn điều kiện hòa cho các máy điện đồng bộ: Điện áp máy phát cần hòa phải bằng điện áp lưới; tần số máy phát cần hòa phải bằng tần số lưới; thứ tự pha của máy phát cần hòa phải giống thứ tự pha của lưới và góc pha ban đầu của điện áp máy phát cần hòa phải trùng với góc pha đầu của điện áp cùng tên của lưới điện. Để kiểm tra các điều kiện hòa đồng bộ chính xác và chọn thời điểm đóng máy phát vào lưới, người ta dùng các thiết bị sau: Hệ thống đèn tắt, đèn quay, đồng bộ kế.

a. Hòa đồng bộ bằng phương pháp đèn tắt.



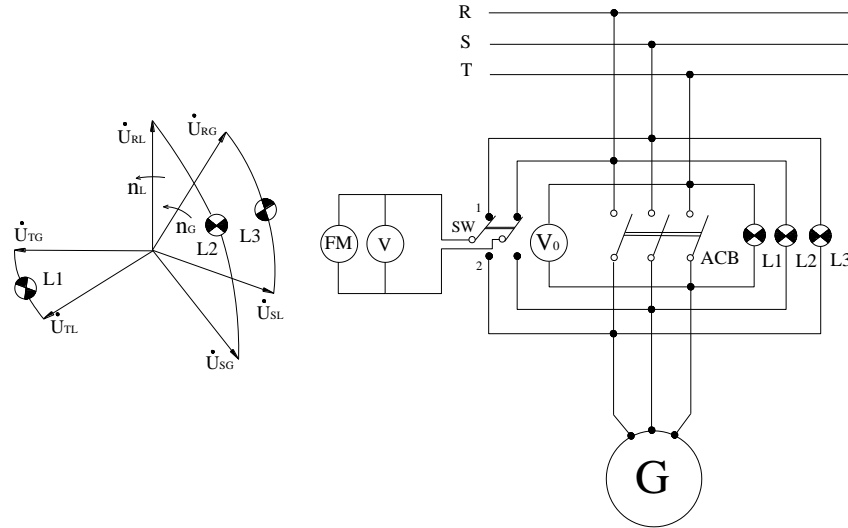
Hình 3.3: Nguyên lý hòa đồng bộ chính xác bằng phương pháp đèn tắt.

Trong đó G là máy phát cần hòa vào lưới điện ba pha RST; V và V_0 là voltmeter; FM đồng hồ tần số; SW công tắc chuyển mạch hai vị trí; L_1, L_2, L_3 các bóng đèn; ACB cầu dao chính.

Thao tác hòa như sau: Khởi động động cơ sơ cấp lai máy phát cho chạy ổn định tại tốc độ định mức, trong quá trình khởi động máy phát đã thành lập được điện áp, chuyển công tắc SW về vị trí 2 để kiểm tra giá trị điện áp và tần số của máy phát thông qua các thiết bị đo voltmeter V và tần số FM. Nếu các giá trị này khác định mức thì cần tiến hành điều chỉnh tần số thông qua tay ga, điện áp thông qua chiết áp. Chuyển công tắc SW sang vị trí 1 để so sánh tần số và điện áp máy phát với lưới. Khi các đại lượng tần số và điện áp của lưới và máy phát tương đối bằng nhau, quan sát trên các đèn L_1, L_2, L_3 thấy ánh sáng cứ từ từ sáng lên rồi lại từ từ tối đi và tắt hẳn. Trên hình trình bày cơ sở đầu nối các bóng đèn trong hệ thống, bóng đèn đã được đặt vào hiệu hai điện áp pha cùng tên Δu . Như vậy, quan sát ánh sáng của bóng đèn là quan sát được thứ tự pha đang chuyển động theo tần số góc trượt của hệ thống. Nếu sai khác hai tần số góc ω_L và ω lớn thì tần số trượt ω_S lớn, đèn sẽ sáng tối với chu kỳ nhanh, sai khác hai tần số nhỏ thì tần số sáng tối sẽ chậm. Thời điểm đóng điện sẽ được chọn với tần số trượt nhỏ, tức là tốc độ sáng tối của các đèn

chậm và khi các vectơ cùng tên chồng khít lên nhau – lúc đó đèn tắt hoàn toàn.

b. Hòa đồng bộ bằng phương pháp đèn quay.



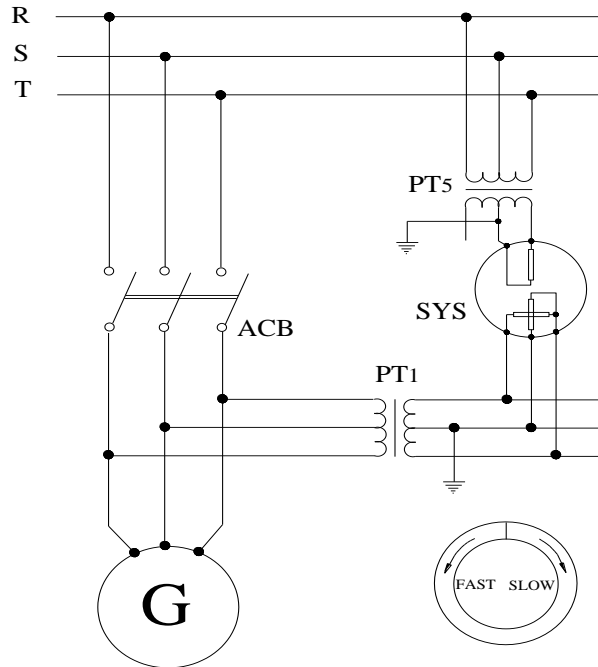
Hình 3.4: Hệ thống hòa đồng bộ bằng phương pháp đèn quay.

Một trong những nhược điểm của phương pháp đèn tắt là không xác định được tốc độ góc của máy phát cần hòa chậm hay nhanh hơn tốc độ góc của lưới. Khi hòa đồng bộ nếu chọn tốc độ góc của máy cần hòa lớn hơn tốc độ góc của lưới thì ngay tại thời điểm khi máy phát được đóng vào lưới nó ngay lập tức nhận tải với giá trị nhỏ, lúc đó momen điện từ sẽ xuất hiện và “kéo” cho máy chậm lại dễ dàng vào đồng bộ, việc đồng bộ hóa với lưới trở nên dễ dàng hơn, hệ ổn định. Với phương pháp đèn quay thì chiều quay của ánh sáng xuất hiện trên ba đèn L_1, L_2, L_3 cho phép xác định được tốc độ góc của máy cần hòa ra sao. Từ hình 3.4 thấy rằng vectơ điện áp khi ba đèn được nhận điện áp sẽ tạo nên chiều quay nhất định. Nếu tốc độ góc của máy phát cần hòa lớn hơn tần số góc của lưới thì ánh sáng sẽ quay theo chiều $L_3, L_1, L_2, L_3, L_1, L_2, \dots$ còn nếu tốc độ góc của máy phát nhỏ hơn tốc độ góc của lưới thì đèn sẽ quay ngược lại.

Thao tác kiểm tra và thực hiện hòa đồng bộ giống như phương pháp đèn tắt, thời điểm đóng ACB lên lưới là lúc đèn L_1 tắt còn đèn L_2, L_3 cùng sáng và sáng với cường độ như nhau. Cũng như phân tích ở trên để đóng thật

chính xác, sau khi L_1 tắt cần quan sát trên đồng hồ V_0 cho đến khi đồng hồ đo này chỉ zero mới thực hiện đóng ACB → Quá trình hòa kết thúc.

c. Hòa đồng bộ bằng phương pháp sử dụng đồng bộ kế.



Hình 3.5: Sơ đồ hòa đồng bộ bằng đồng bộ kế kim.

Đồng bộ kế kim được thiết kế trên mặt đồng hồ có đánh dấu thời điểm hòa bằng một vạch chỉ thị, khi kim chỉ thị trung với vạch dấu thì phải thực hiện thao tác đóng ACB. Trên mạch đồng hồ cũng chỉ ra chiều quay Fast và Slow để giúp người vận hành xác định được tần số góc cần hòa nhanh hơn lưới nếu kim quay theo chiều Fast còn ngược lại thì kim quay theo chiều Slow. Thông thường người ta chọn chiều quay theo Fast để hệ dễ đồng bộ. Việc chỉnh chiều quay của kim chính là việc can thiệp vào điều tốc động cơ sơ cấp. Chính vì vị trí hòa và chiều quay được ấn định sẵn nên việc đấu nối vào các cuộn dây của đồng bộ kế chỉ duy nhất theo một cách. Hình 3.5 trình bày sơ đồ nguyên lý của đồng bộ kế kim SYS khi đấu nối vào hệ thống, trong đó PT_1 và PT_5 là biến áp đo lường với cuộn dây nối sao hở và thứ cấp nối đất an toàn và bên cạnh là mặt đồng bộ kế kim với hai chiều quay được ghi và chỉ thị bằng mũi tên.

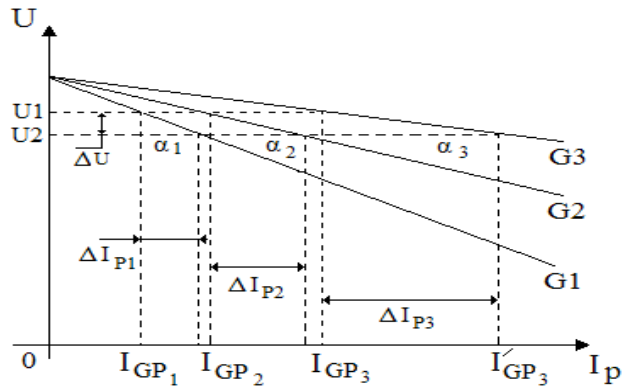
Thực tế, trên Synchronizing Panel thường bố trí kết hợp hai dụng cụ: đồng bộ kế và hệ thống đèn tắt hoặc quay để nâng cao độ tin cậy trong quá trình vận hành và khai thác. Thao tác hòa đồng bộ hoàn toàn giống với phương pháp dùng đèn tắt hoặc quay nhưng ở đây chọn thời điểm bằng đồng bộ kế. Cũng phải nhắc lại là người ta thường chọn kim của đồng bộ kế quay theo chiều Fast và thời điểm đóng là lúc kim quay chậm dần tiến đến vạch. Phải tính toán sao cho khi tiếp điểm động của ACB tiếp xúc với tiếp điểm tĩnh tại thời khắc kim quay trùng khít lên vạch hoặc trước đó một nhịp. [Trích tr 146-150 – 2]

3.1.2.2. Phân phối công suất cho các máy khi làm việc song song.

Khi hai máy phát làm việc song song với nhau trong trạm nếu việc phân phối công suất kháng (tải vô công) giữa chúng không tỉ lệ với công suất của mỗi máy thì sẽ gây nên các hậu quả:

- Xuất hiện dòng cân bằng chạy trong các cuộn dây phản ứng của hai máy, dòng này cộng với dòng tải của trạm tạo nên dòng tổng sẽ rất lớn. Khi dòng điện trong máy lớn thì chúng sẽ gây phát nhiệt làm tổn hao tăng và nếu dòng cân bằng quá lớn thì gây quá tải về dòng, có thể dẫn đến các thiết bị bảo vệ phải hoạt động bảo vệ khi vượt ngưỡng.

- Ở máy nào nhận tải kháng lớn sẽ có hiệu suất khai thác rất thấp và việc không nhận được tải tác dụng của máy này sẽ là nguyên nhân gây nên quá công suất tác dụng cho máy khác, hệ có nguy cơ bị mất ổn định.



Hình 3.6: Cơ sở phân chia công suất kháng cho các máy khi làm việc song song.

Cơ sở của việc phân phối tải kháng cho các máy phát là dựa vào đặc tính ngoài của các máy phát với mức độ sai số của mỗi máy khác nhau. Hình 3.6 trình bày 3 đặc tính của 3 máy phát không trùng nhau G1, G2, G3 trong đó U là điện áp trên cực máy phát, I_p là dòng mang tính chất kháng của các máy. Do độ dốc đặc tính không giống nhau nên cùng với giá trị điện áp U_1 trên ba máy sẽ có ba giá trị dòng khác nhau I_{GP1} , I_{GP2} và I_{GP3} tương tự như vậy ứng với điện áp U_2 cũng có I'_{GP1} , I'_{GP2} , I'_{GP3} . [Trích tr 160 – 2]

Như vậy với một sự thay đổi điện áp trong khoảng $\Delta U = U_1 - U_2$ thì gia số tương ứng của dòng phản kháng sẽ là ΔI_p và có thể viết được phương trình:

$$\begin{aligned}\Delta U + k_{c1}\Delta I_{GB1} &= 0; \\ \Delta U + k_{c2}\Delta I_{GB2} &= 0; \\ \Delta U + k_{c3}\Delta I_{GB3} &= 0;\end{aligned}\tag{3.3}$$

Trong đó k_{c1} , k_{c2} , và k_{c3} là hệ số đặc trưng cho độ nghiêng của đặc tính tĩnh (hệ số hữu sai). Gia số dòng điện có thể tính:

$$\begin{aligned}\Delta I_{GP1} &= \frac{\Delta U}{tg\alpha_1} = \frac{\Delta U}{k_{c1}}; \\ \Delta I_{GP2} &= \frac{\Delta U}{tg\alpha_2} = \frac{\Delta U}{k_{c2}}; \\ \Delta I_{GP3} &= \frac{\Delta U}{tg\alpha_3} = \frac{\Delta U}{k_{c3}}.\end{aligned}\tag{3.4}$$

Cộng các vế phải và trái của phương trình (3.4) rồi biến đổi, nhận được:

$$\begin{aligned}\Delta I_{GP1} &= \frac{\sum_{i=1}^3 \Delta I_{GPi}}{k_{c1} \left(\frac{1}{k_{c1}} + \frac{1}{k_{c2}} + \frac{1}{k_{c3}} \right)}; \\ \Delta I_{GP2} &= \frac{\sum_{i=1}^3 \Delta I_{GPi}}{k_{c2} \left(\frac{1}{k_{c1}} + \frac{1}{k_{c2}} + \frac{1}{k_{c3}} \right)}; \\ \Delta I_{GP3} &= \frac{\sum_{i=1}^3 \Delta I_{GPi}}{k_{c3} \left(\frac{1}{k_{c1}} + \frac{1}{k_{c2}} + \frac{1}{k_{c3}} \right)}.\end{aligned}\tag{3.5}$$

Có thể viết gia số dòng điện cho n máy phát làm việc song song:

$$\Delta I_{GPi} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta I_{GPi}}{k_{ci} \left(\frac{1}{k_{c1}} + \frac{1}{k_{c2}} + \dots + \frac{1}{k_{cn}} \right)}\tag{3.6}$$

Và gia số điện áp:

$$\Delta U = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta I_{GPi}}{\frac{1}{k_{c1}} + \frac{1}{k_{c2}} + \dots + \frac{1}{k_{cn}}}\tag{3.7}$$

Việc phân phối công suất kháng cho các máy khi công tác song song thường được thực hiện bằng phương pháp kinh điển là việc sử dụng dây nối cân bằng giữa các máy hoặc sử dụng phương pháp thay đổi độ dốc đặc tính ngoài.

3.2. MỘT SỐ QUY ĐỊNH VỀ BẢO VỆ TRẠM PHÁT ĐIỆN.

Với trạm phát sự cố công suất vừa và lớn luôn phải đáp ứng các quy phạm của đăng kiểm về các vấn đề kỹ thuật:

- Các chỉ tiêu chất lượng của máy phát với hệ tự động điều chỉnh điện áp và hệ tự động ổn định tốc độ.

- Các chỉ tiêu chất lượng và các yêu cầu về quy phạm cho bảng điện sự cố và các thông số cần kiểm tra, giám sát cho trạm phát điện sự cố.

Các yêu cầu về quy phạm này hoàn toàn giống với trạm phát điện chính và luôn được kiểm tra giám sát các lần sửa chữa định kỳ và đột xuất.

Với trạm phát sự cố cần phải đảm bảo một số yêu cầu:

- Hệ thống luôn giữ trạng thái sẵn sàng hoạt động, dễ khởi động, thời gian khởi động ngắn, tính ổn định cao.

- Có khả năng cung cấp năng lượng liên tục, dài hạn, đáp ứng các chỉ tiêu chất lượng.

- Hoạt động tin cậy, an toàn trong vận hành, khai thác.

- Giảm thiểu tổn thất nhiên liệu, hiệu suất cao, không gây ô nhiễm môi trường.

Để đáp ứng các yêu cầu trên, trước hết trạm phát sự cố phải có tính cơ động cao, luôn trong trạng thái sẵn sàng hoạt động, khi cần là có ngay, không phạm sai sót khi khởi động cũng như khi vận hành. Đảm bảo đáp ứng các chế độ công tác, không chỉ ở các chế độ thông thường mà ngay cả khi một vài phần tử không quan trọng trong hệ thống có thể xảy ra sự cố. Về quá trình quá độ, trạm phát sự cố thường được huy động đến trong các trạng thái cấp bách mà các nguồn điện chính đã trở nên tê liệt, vì vậy một trong những chỉ tiêu cần đáp ứng đó là phải rút ngắn được thời gian quá độ. Để có được tính năng này ngay từ khi chế tạo, các nhà thiết kế đã phải tính toán đến thời gian quá độ cho các quá trình, chính vì lẽ này mà các máy phát điện dùng cho trạm phát sự cố cũng được lựa chọn theo một yêu cầu riêng. Về khả năng cung cấp năng lượng liên tục là một tiêu chí không thể thiếu được ở trạm phát sự cố. Rất nhiều trường hợp vì một lý do nào đó mà nhiều con tàu trạm phát chính hoàn toàn không thể khôi phục khi nó xảy ra sự cố.

Với trạm phát sự cố, khi đã dùng đến nó thì đó là nguồn điện duy nhất và cuối cùng còn lại trên tàu có thể khai thác được tại thời điểm đấy và vì thế,

độ tin cậy phải được đặt ra rất khắt khe và hơn thế nữa, một số thiết bị có nguy cơ cao về hỏng hóc thì phải luôn có thiết bị dự phòng.

Hiện nay, khả năng về tự động điều khiển, tự động kiểm tra giám sát phát triển mạnh, các hệ thống có khả năng giúp con người bao quát và điều khiển một cách tin cậy cũng như kín kẽ mọi hoạt động của hệ thống, có khả năng cảnh báo những hỏng hóc có thể xảy đến trong khai thác giúp người vận hành chủ động được những khó khăn và tránh được những rủi ro vì vậy thực hiện thực hiện tự động hóa và điều khiển từ xa trạm phát sự cố là cần thiết.
[Trích tr 286 – 2]

3.2.1. Nhiệm vụ của các thiết bị bảo vệ.

- Tự động ngắt mạch những phần tử có sự cố khỏi những phần tử khác đang hoạt động bình thường.

- Tự động ngắt mạch một số phần tử thuộc trạm phát.

Ví dụ: Khi trạm phát bị quá tải, thì tự động ngắt các nhóm phụ tải không quan trọng.

- Dự báo những chế độ công tác khác với chế độ công tác định mức như: Dòng tải máy phát gần bằng hoặc lớn hơn dòng tải định mức. Điện trở cách điện của trạm giảm quá giới hạn cho phép v.v...

3.2.2. Các yêu cầu đối với các thiết bị bảo vệ.

- Bảo vệ phải có tính chọn lọc: Chỉ ngắt các phần tử hư hỏng hoặc bị sự cố, đảm bảo sự hoạt động bình thường cho các phần tử khác.

- Bảo vệ phải có tính tác động nhanh: Nhờ tác động nhanh mà có thể hạn chế được các ảnh hưởng xấu đến các máy phát công tác song song, đến các phần tử khác, nâng cao tính ổn định của hệ thống.

- Bảo vệ phải có độ tin cậy: Các thiết bị bảo vệ rất ít khi hoạt động vì rất ít khi xảy ra sự cố. Tuy nhiên khi xảy ra sự cố, các thiết bị bảo vệ phải hoạt động được và hoạt động đúng.

- Bảo vệ phải có độ nhạy cao: Đây là yêu cầu quan trọng để đảm bảo thiết bị bảo vệ phản ứng ngay với những hiện tượng hư hỏng, sự cố.

3.3. CÁC HÌNH THỨC BẢO VỆ ĐỘNG CƠ LAI MÁY PHÁT.

3.3.1. Khái quát chung.

Cũng như trạm phát điện chính, trạm phát điện sử dụng hiện nay thường sử dụng diesel làm động cơ sơ cấp. Để đảm bảo khai thác kinh tế và an toàn cho diesel – generator, vấn đề tự động hóa trong trạm phát sự cố phải thực hiện theo một số điều kiện sau:

- Chỉ thực hiện khởi động hai đến ba lần cho mỗi lệnh khởi động. Nếu hệ thống thực hiện khởi động lần thứ nhất, thứ hai không thành công thì sẽ phát tín hiệu khởi động lần thứ ba. Vì một lý do nào đó, lần khởi động thứ ba cũng không thành công thì phải hủy lệnh khởi động và cần tìm và khắc phục nguyên nhân tạo nên việc khởi động thất bại.

- Khi lưới điện xảy ra mất điện chập chờn (mất điện lưới rồi lại có điện trở lại ngay, rồi lại mất...) hoặc điện áp trên lưới dao động rất lớn thì hệ thống phải có thiết bị khống chế trạng thái và phải định nghĩa được đó chưa phải là mất điện để không đưa ra lệnh điều khiển và khởi động, tránh cho việc khởi động và dừng máy quá nhiều lần không cần thiết gây nên những hao mòn cơ học cho bánh răng truyền dẫn hoặc các bộ ly hợp. Với các hệ diesel – generator thường lắp bánh đà, khi có lệnh dừng máy, do quán tính, phải sau một thời gian nhất định hệ thống mới dừng hẳn. Khi bánh đà chưa dừng mà lại có lệnh khởi động lại diesel thì sẽ gây nên lực va đập trong các bộ ly hợp hoặc giữa các bánh răng chủ và bị động có thể làm mẻ, làm vỡ... phá hỏng liên kết cơ khí của hệ. Chỉ khởi động diesel khi hệ đã dừng hẳn. [Trích tr 287 – 2]

- Áp suất dầu bôi trơn (LO), áp suất nước làm mát, nhiệt độ dầu bôi trơn, nhiệt độ nước làm mát, nhiệt độ khí xả trên các xilanh, nhiệt độ vào ra của tuabin tăng áp, tốc độ diesel là các thông số và đại lượng rất quan trọng

cần được kiểm tra, giám sát và cảnh báo. Riêng áp suất dầu bôi trơn quá thấp vượt giá trị đặt, tốc độ diesel vượt 110 % thì hệ thống phải hoạt động bảo vệ ngay.

- Khi khởi động diesel thành công, tốc độ đạt được định mức mà máy phát không thành lập được điện áp hoặc điện áp không đạt được giá trị tối thiểu thì phải có lệnh gửi đến điều khiển dừng diesel.

Quá trình khởi động D – G trạm phát sự cố được gọi là thành công khi tốc độ diesel đạt định mức và điện áp máy phát đạt định mức, ổn định.

3.3.2. Các thông số và đại lượng của diesel cần giám sát trên trạm phát điện sự cố.

Để đảm bảo an toàn cho động cơ sơ cấp sử dụng diesel trong quá trình vận hành và khai thác không xảy ra sự cố nghiêm trọng thì các đại lượng và thông số cần được giám sát thông qua hệ thống tự động kiểm tra bao gồm:

3.3.2.1. Áp suất dầu bôi trơn.

Dầu bôi trơn có nhiệm vụ làm trơn, giảm ma sát bề mặt làm việc của các chi tiết chuyển động tương đối với nhau đồng thời làm mát các chi tiết này. Áp lực dầu bôi trơn trong quá trình làm việc phải được giữ trong một phạm vi nhất định và vì vậy nó phải được thường xuyên kiểm tra, thông báo cho người vận hành biết thông qua các thiết bị hiển thị liên tục. Nếu vì một lý do nào đó, áp lực dầu bôi trơn bị giảm xuống thấp (so với ngưỡng đặt) thì lập tức hệ thống phải phát ra lệnh báo động để người vận hành biết và có giải pháp xử lý kịp thời. Nếu vì một lý do nào đó, áp suất dầu bôi trơn tiếp tục giảm xuống thấp (điểm an toàn cuối cùng) thì hệ thống phải phát ra lệnh dừng máy.

Như vậy, với thông số quan trọng này trong hệ thống kiểm tra báo động người vận hành đã có hai ngưỡng đặt: một cho báo động và một cho bảo vệ. Trong các hệ thống tự động kiểm tra và bảo vệ hiện nay, người ta thường sử

dụng hai sensor áp suất với hai ngưỡng đặt cho hai tín hiệu báo động và bảo vệ này.

3.3.2.2. Tốc độ của diesel.

Là một đại lượng khá nhạy cảm. Trong khai thác, diesel khi xảy ra quá tốc độ trên 110% tốc độ định mức là một điều khá nguy hiểm vì đại lượng này liên quan đến tuổi thọ của các chi tiết nói riêng và diesel nói chung. Khi diesel bị vượt tốc các chi tiết máy sẽ nhanh chóng bị phá hỏng do mài mòn, do nhiệt độ cao, do lực ly tâm... Chính vì vậy, bảo vệ quá tốc là điều rất quan trọng. Để cảm nhận được tốc độ của diesel người ta thường sử dụng role tốc độ Speed relay bao gồm một trung tâm xử lý tín hiệu và một sensor cảm biến tốc độ quay diesel.

3.3.2.3. Nhiệt độ nước làm mát.

Nước làm mát cho máy phát điện là một hệ thống quan trọng trong quá trình khai thác. Khi nhiệt độ nước làm mát đạt đến giá trị ngưỡng đặt thì hệ thống phải phát ra tín hiệu báo cho người vận hành biết tình trạng không bình thường đó để xử lý giữ cho máy được an toàn, không xảy ra sự cố. Trong nhiều trường hợp với các đối tượng diesel giữ vai trò quan trọng, với thông số này người ta cũng đặt một ngưỡng thứ hai để thực hiện hoạt động bảo vệ. Ngoài ra, trong nhiều trường hợp người ta cũng có thể giám sát cả áp suất nước làm mát để tăng độ an toàn cao trong khai thác.

3.3.2.4. Nhiệt độ khí xả.

Là một thông số đáng quan tâm, nhiệt độ khí xả thể hiện khả năng nhận tải của diesel và hiệu quả sinh công của mỗi xilanh. Trong máy người ta thường theo dõi nhiệt độ khí xả của từng xilanh, của ống góp, của đầu vào/ra tuabin tăng áp. Thông số này thường được đo liên tục và thông báo trên các đồng hồ hiển thị.. Thông số này không đặt ngưỡng báo động nên để kiểm tra và giám sát nó không có cách nào khác là người vận hành phải đọc trực tiếp trên đồng hồ hoặc trên màn hình hiển thị. Ngày nay hệ thống tự động kiểm tra

với bộ nhớ dung lượng lớn đã giúp người vận hành lưu lại được các thông số này như là một cuốn nhật ký khai thác trong mỗi thời điểm hoạt động. [Trích tr 288,289 – 2]

3.3.3. Khởi động, dừng diesel – generator sự cố.

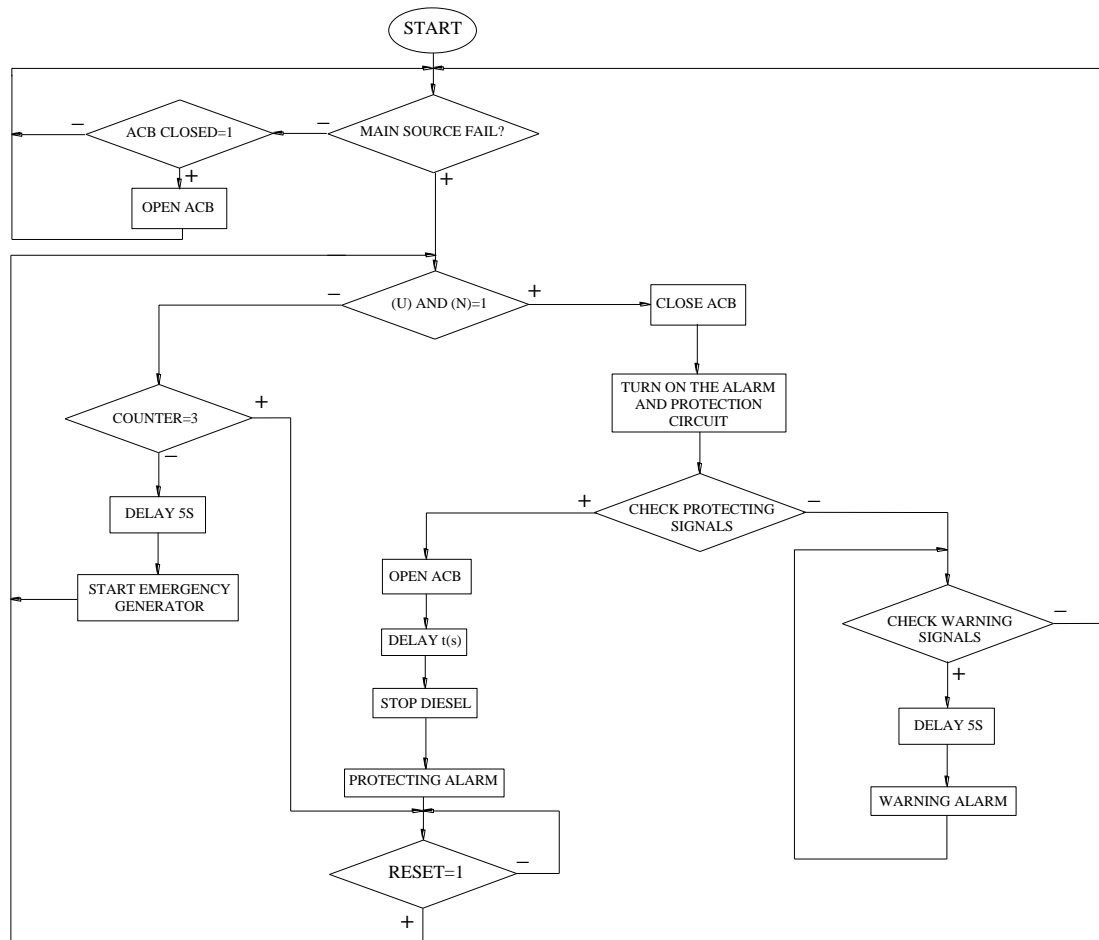
3.3.3.1. Tổ hợp D – G sự cố luôn ở trạng thái sẵn sàng hoạt động (Stand by).

Với trạm phát sự cố sử dụng động cơ diesel làm động cơ sơ cấp thì một trong những yêu cầu kỹ thuật đó là chúng luôn trong trạng thái sẵn sàng, muốn vậy tất cả các điều kiện khởi động động cơ diesel phải được đáp ứng:

Trước hết là yêu cầu về xoa trơn các ổ đỡ, các khớp nối... phải được thực hiện thường xuyên, trong thực tế người ta sử dụng một bơm dầu nhớt được lái bởi một động cơ điện thực hiện dưới sự điều khiển của trung tâm điều khiển, chương trình được thiết lập trong khoảng từ 8 đến 12 giờ động cơ lái bơm LO được khởi động hoạt động xoa trơn một lần. Thời gian hoạt động của bơm này kéo dài đủ để hệ thống dầu nhớt được bơm và xoa trơn đến chi tiết xa xôi nhất và bơm phải tạo được áp suất đủ lớn bằng áp suất định mức để thực hiện việc xoa trơn đúng theo yêu cầu kỹ thuật.

3.3.3.2. Thuật toán khởi động D – G.

Để thực hiện khởi động và dừng máy cho diesel trạm phát sự cố, trước đây người ta thực hiện bằng việc lắp đặt hệ thống bằng các role hoặc các phần tử điện rời rạc. Ngày nay, việc thực hiện điều khiển chương trình này đã có rất nhiều cách thực hiện: có thể dùng IC các họ 8051, PSOCK, AVR. Cũng có thể dùng PLC hoặc một máy tính mini. Chương trình điều khiển có thể xây dựng trên cơ sở thuật toán như hình 3.7.



Hình 3.7: Thuật toán điều khiển quá trình khởi động D – G trạm phát sự cố.

3.3.3.3. Chuẩn bị khởi động.

Trước hết bơm dầu bôi trơn phải được khởi động để tạo áp suất cao cho hệ thống dầu nhờn làm nhiệm vụ xoa trơn ban đầu cho diesel. Đồng thời, hệ thống cung cấp nhiên liệu cũng trong trạng thái sẵn sàng hoạt động. Trong chương trình khởi động phải được lập trình sao cho trong trường hợp khởi động lần đầu không thành công thì lần khởi động tiếp theo phải tự động nâng mức nhiên liệu lên cao vào khoảng 0,5 đến 0,6... Để khởi động, trong chương trình điều khiển cũng thường được thiết kế lập trình cho hệ nếu thực hiện việc khởi động bằng gió nén thì bao giờ cũng đặt sẵn thời gian khởi động và có thiết bị đếm số lần khởi động. Trong giai đoạn đầu khởi động khi bơm dầu do máy tự lai chưa hoạt động, áp suất dầu xoa trơn chưa đủ theo giá trị đặt của các role bảo vệ, hệ thống bảo vệ phải được tự động loại trừ điều kiện này để

đảm bảo cho lệnh khởi động không bị cấm. Sau khi việc khởi động thành công, tín hiệu từ role tốc độ sẽ được gửi đến trung tâm xử lý tín hiệu lúc đó mới đưa hệ thống tự động kiểm tra, bảo vệ vào hoạt động. Việc khởi động động cơ sơ cấp chỉ được thực hiện trong điều kiện động cơ không có sự cố. Khi tất cả các điều kiện được thỏa mãn, hệ thực hiện lệnh khởi động. Đến đây sẽ xảy ra hai khả năng:

- *Khi khởi động thành công*, tốc độ động cơ tăng dần và sau khoảng thời gian đủ để động cơ chạy “rà” theo chương trình thiết kế thì động cơ nhanh chóng gia tốc để đạt tới tốc độ cho trước. Từ sensor cảm biến tốc độ, tín hiệu báo tốc độ đã đạt giá trị đặt được gửi về trung tâm và sẽ có lệnh điều khiển từ trung tâm gửi đi để ngắt mạch hạn chế nhiên liệu, ngắt thiết bị cải thiện khởi động, gửi tín hiệu đến báo hiệu khởi động thành công và lệnh đưa hệ thống tự động kiểm tra, giám sát vào hoạt động.

- *Trường hợp khởi động không thành công*: Cũng nhờ sensor tốc độ, tín hiệu khởi động không thành được gửi đến trung tâm xử lý và đèn hiển thị sẽ xác định hệ khởi động không thành, tín hiệu này được gửi qua khâu trễ sau khoảng thời gian đến 3 giây, tín hiệu được đưa đến để thực hiện khởi động lại. Lệnh khởi động thực hiện có thể đặt đến lần thứ ba, nếu không thành công hệ thống sẽ hình thành lệnh cấm khởi động. Cần phải có can thiệp từ phía con người để khắc phục lỗi kỹ thuật. Thời gian cho mỗi lần khởi động có thể kéo dài từ 3 đến 10 giây, và lượng nhiên liệu dùng cho khởi động cũng không thể đáp ứng nhiều lần được.

Hệ thống diesel – generator chỉ được gọi là khởi động thành công khi thỏa mãn hai điều kiện: Tốc độ diesel đạt định mức và điện áp trên cực của máy phát đạt định mức. Sensor cảm biến điện áp của máy phát chính là role điện áp, tín hiệu này cũng được gửi về trung tâm xử lý tín hiệu như tín hiệu tốc độ để hình thành các lệnh sau đó. Lệnh đóng ACB được hình thành và thực hiện đóng điện cấp nguồn cho phụ tải.

3.3.3.4. Lệnh dừng máy.

Lệnh dừng máy chỉ hình thành trong hệ thống khi có các thông tin sau:

Lưới điện có điện trở lại (sensor điện áp), cầu dao chính ACB của trạm sự cố được mở ra, tín hiệu dòng tải bằng không.

Hệ thống phải tự động đảm bảo giảm dần tốc độ của diesel theo chương trình giảm, khi tốc độ đã giảm đến giá trị n_{\min} , hệ thống đảm bảo đưa thanh răng nhiên liệu về vị trí không, tốc độ giảm từ n_{\min} về không. Hệ thống tự động đóng mạch hâm dầu và xoa trơn tự động theo luật điều khiển. [Trich tr 294 – 2]

3.4. CÁC BẢO VỆ MÁY PHÁT VÀ TRẠM PHÂN PHỐI ĐIỆN.

3.4.1. Bảo vệ máy phát điện đồng bộ.

3.4.1.1. Các dạng hư hỏng và chế độ làm việc không bình thường của máy phát điện đồng bộ.

Máy phát điện đồng bộ là phần tử quan trọng nhất trong hệ thống điện, sự làm việc tin cậy của máy phát điện có ảnh hưởng quyết định đến độ tin cậy của toàn hệ thống. Vì vậy đối với máy phát điện, đặc biệt là các máy có công suất lớn, người ta đặt nhiều loại bảo vệ khác nhau để chống tất cả các loại sự cố và chế độ làm việc không bình thường xảy ra bên trong các cuộn dây cũng như bên ngoài máy phát.

Những sự cố bên trong các cuộn dây của máy phát điện đồng bộ bao gồm:

- Đối với cuộn dây stator: Cuộn dây bị chạm đất (chạm vỏ); Ngắn mạch giữa các cuộn dây (các pha); Các vòng dây chạm nhau.

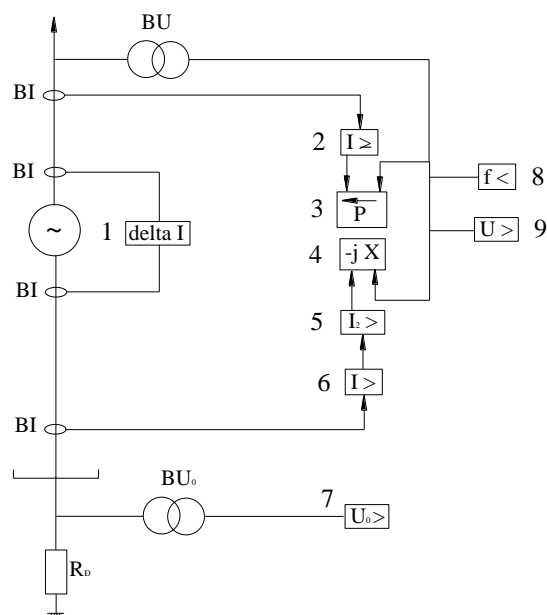
- Đối với dây rôto: Chạm đất tại 1 điểm; Chạm đất tại 2 điểm.

Những hư hỏng và chế độ làm việc không bình thường xảy ra bên ngoài cuộn dây máy phát điện bao gồm: Ngắn mạch giữa các pha; Tải không đối xứng; Mất kích thích; Mất đồng bộ; Quá tải cuộn dây stator; Quá tải cuộn

dây rôto; Quá điện áp; Tần số thấp; Máy phát làm việc ở chế độ động cơ (có thể gây nguy hiểm cho tuabin).

Chọn phương thức bảo vệ máy phát điện:

Không có tiêu chuẩn thống nhất để lựa chọn sơ đồ bảo vệ cho từng loại máy phát điện. Tùy theo chủng loại của máy phát (thủy điện, nhiệt điện, tuabin khí, thủy điện tích năng...) công suất của máy phát, vai trò của máy phát và sơ đồ đấu dây của nó với các phần tử khác trong hệ thống mà người ta lựa chọn phương thức bảo vệ cho máy phát điện.



Hình 3.8: Sơ đồ bảo vệ máy phát điện có công suất bé (<50MVA).

1 - So lệch có hãm; 2 - Quá tải cuộn dây stator; 3 - Công suất ngược; 4 - Mất kích từ; 5 - Quá dòng thứ tự nghịch; 6 - Quá dòng có thời gian; 7 - Chống chạm đất 95% cuộn dây stator; 8 - Giảm thấp tần số; 9 - Quá điện áp.

3.4.1.2. Bảo vệ chống chạm đất trong cuộn dây stator.

Chạm đất trong cuộn dây stator là loại sự cố bên trong thường gặp ở máy phát điện. Mạng điện áp máy phát thường làm việc với trung tính không nối đất hoặc nối đất qua cuộn Petersen nên dòng điện chạm đất không lớn, đặc biệt đối với máy phát điện nối hợp bộ với máy biến áp.

Dòng điện tại chỗ chạm đất khi trung điểm của cuộn dây máy phát không nối đất bằng:

$$I_{D\alpha}^{(1)} = \frac{\alpha U_p}{\sqrt{r_{qd}^2 + X_{C_{o\Sigma}}^2}} \quad (3.8)$$

Trong đó: α – số phần trăm cuộn dây từ trung điểm đến vị trí chạm đất;

U_p – điện áp pha của máy phát điện;

R_{qd} – điện trở quá độ tại chỗ sự cố;

$X_{C_{o\Sigma}}$ – dung kháng 3 pha đẳng trị của các phần tử trong máy phát.

Nếu bỏ qua điện trở quá độ tại chỗ sự cố ($r_{qd} = 0$), dòng chạm đất bằng:

$$I_{D\alpha}^{(1)} = 3\alpha\omega C_{o\Sigma} U_p \quad (3.9)$$

Khi chạm đất xảy ra gần đầu cực máy phát ($\alpha=1$) dòng chạm đất đạt trị số lớn nhất:

$$I_{D(\alpha=1)max}^{(1)} = 3\omega C_{o\Sigma} U_p \quad (3.10)$$

Nếu dòng chạm đất lớn cần phải đặt cuộn Petersen, theo quy định của một số nước cuộn Petersen cần phải đặt khi:

$$I_{Dmax}^{(1)} \geq 30 \text{ A đối với mạng có } U_{dd} = 6 \text{ kV.}$$

$$I_{Dmax}^{(1)} \geq 20 \text{ A đối với mạng có } U_{dd} = 10 \text{ kV.}$$

Kinh nghiệm cho thấy rằng, dòng điện $I_D^{(1)} \geq 5 \text{ A}$ có khả năng duy trì tia lửa điện tại chỗ chạm đất làm hỏng cuộn dây và lõi thép tại chỗ sự cố, vì vậy bảo vệ cần phải tác động cắt máy phát điện.

Thực tế nếu phụ tải ở cấp điện áp máy phát, đặc biệt đối với mạng cáp, thường dòng chạm đất $I_D^{(1)}$ vượt quá trị số 5 A. Ngay cả trong trường hợp có đặt cuộn Petersen với tính toán bù gần hoàn toàn dòng điện dung, vẫn có khả năng dòng chạm đất vượt quá 5 A khi đóng cắt các đường dây ở cấp điện áp máy phát trong quá trình vận hành.

Đối với máy phát điện nối bộ với máy biến áp, bảo vệ chỉ cần tác động cảnh báo vì dòng điện chạm đất trong bộ bé.

Những máy phát điện nối với thanh góp điện áp máy phát thường có công suất bé và sơ đồ bảo vệ thường dựa trên nguyên lý làm việc theo biên độ hoặc hướng dòng điện chạm đất. [Trích tr 189 – 1]

Một phương án khác để thực hiện bảo vệ chống chạm đất cuộn stato máy phát điện có trung điểm không nối đất hoặc nối đất qua điện trở lớn làm việc trực tiếp với thanh góp điện áp máy phát.

Trong phương án này người ta sử dụng thiết bị tạo thêm tải thứ tự không, tải này sẽ được đưa vào làm việc khi có chạm đất và làm tăng thành phần tác dụng của dòng điện sự cố lên khoảng 10A, tạo điều kiện thuận lợi cho việc xác định hướng dòng điện. Với các máy phát điện công suất lớn người ta phải yêu cầu phải bảo vệ 100% cuộn dây stato chống chạm đất để ngăn chặn khả năng chạm đất ở vùng gần trung điểm của cuộn dây các nguyên nhân cơ học.

3.4.1.3. Bảo vệ chống chạm chập giữa các pha.

Việc tính toán dòng điện sự cố bên trong cuộn dây stator máy phát điện khi xảy ra chạm chập giữa các pha rất phức tạp. Có thể đánh giá một cách định tính quan hệ giữa dòng điện sự cố cho trường hợp đơn giản nhất: Chạm chập ở 3 pha đối xứng trong cuộn dây máy phát tuabin hơi hai cực khi nó làm việc riêng rẽ với hệ thống. Dòng điện sự cố $I_{\alpha}^{(3)}$ phụ thuộc vào vị trí điểm chạm chập với α là số vòng dây (%) tính từ trung điểm của cuộn dây đến điểm sự cố.

$$I_{\alpha}^{(3)} = \frac{E_{\alpha}}{Z_{\alpha}} \quad (3.11)$$

Trong đó: $E_{\alpha} = \alpha \cdot E_p$ – sức điện động cảm ứng trong phần cuộn dây bị chập;

$Z_{\alpha} = R_{\alpha} + jX_{\alpha}$ là tổng trở phần cuộn dây bị chập.

X_{α} là điện kháng phần cuộn dây bị chập, nó phụ thuộc vào máy phát điện, đối với loại máy phát tuabin hơi hai cực ta có: $X_{\alpha} = \alpha^2 \cdot X_p$

Với X_p là điện kháng pha của cuộn dây máy phát điện.

R_α là điện trở tác dụng của mạch vòng ngắn mạch:

$$R_\alpha = \alpha.R_p + R_{qd} \quad (3.12)$$

Với R_p là điện trở pha của cuộn dây, R_{qd} là điện trở quá độ tại chỗ sự cố.

Từ đó có thể xác định dòng điện sự cố:

$$I_\alpha^{(3)} = \frac{\alpha.E_p}{\sqrt{(R_{qd} + \alpha.R_p)^2 + \alpha^4 X_p^2}} \quad (3.13)$$

Nếu bỏ qua thành phần điện trở tác dụng R ta có:

$$I_\alpha^{(3)} = \frac{E_p}{\alpha.X_p} \quad (3.14)$$

Từ 2 công thức trên ta có nhận xét sau đây:

- Khi chạm chập giữa các pha trong cuộn dây máy phát điện, dòng điện sự cố có thể lớn hơn dòng điện khi ngắn mạch trên đầu cực máy phát điện vì điện kháng X_α của mạch vòng ngắn mạch giảm nhanh hơn sức điện động E_α .

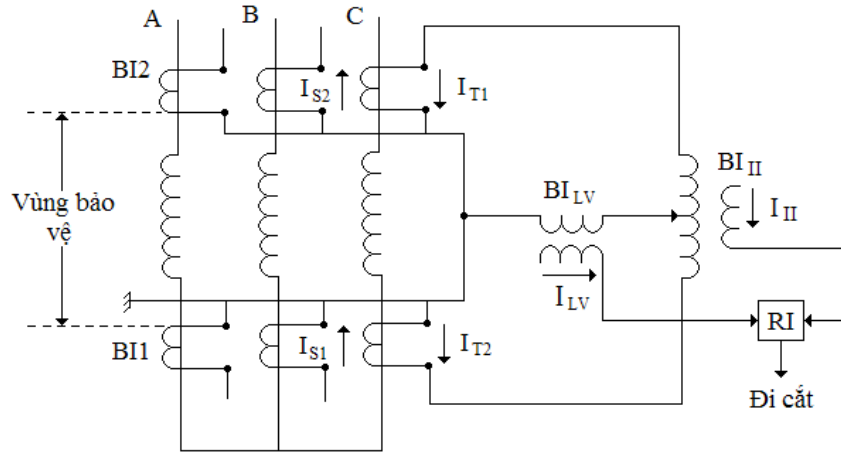
- Nếu xét đến ảnh hưởng của điện trở tác dụng R (trong đó điện trở quá độ R_{qd} đóng vai trò quyết định) thì khi chạm chập gần trung điểm máy phát điện dòng điện sự cố có thể có trị số rất bé.

- Ở các dạng ngắn mạch không đối xứng, tính chất phụ thuộc của dòng điện sự cố vào vị trí điểm ngắn mạch α cũng tương tự như với ngắn mạch 1 pha.

- Đối với máy phát điện nhiều cực, quan hệ giữa dòng điện sự cố và vị trí điểm ngắn mạch phức tạp hơn nhiều. Trong một số trường hợp dòng điện sự cố có thể bé hơn cả dòng điện danh định của máy phát.

Để bảo vệ chống chạm chập giữa các pha trong cuộn dây máy phát điện người ta thường sử dụng bảo vệ so lệch có hãm làm bảo vệ chính. Với tư cách bảo vệ dự phòng có thể sử dụng bảo vệ khoảng cách (với các máy có công suất lớn) hoặc bảo vệ quá dòng điện (với các máy có công suất trung bình và bé). [Trích tr 198,199 – 1]

a. Bảo vệ so lệch có hãm



Hình 3.9: Bảo vệ so lệch dòng điện có hãm cuộn dây stator máy phát điện.

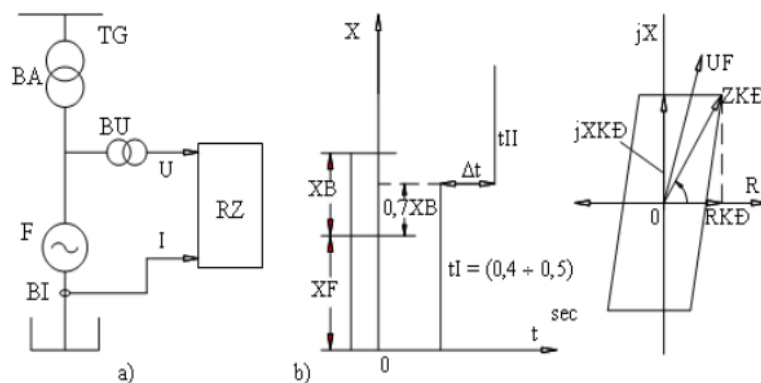
Trong sơ đồ bảo vệ máy phát điện, người ta đặt 2 nhóm máy biến dòng ở 2 đầu cuộn dây: Phía trung điểm (BI1) và phía đầu cực (BI2).

Role làm việc theo tương quan giữa dòng điện so lệch và dòng điện hãm. Các dòng điện này có thể được hình thành theo nhiều cách khác nhau.

Trên hình 3.9 trình bày sơ đồ nguyên lý của bảo vệ so lệch dòng điện có hãm dùng cho máy phát điện đồng bộ.

b. Bảo vệ khoảng cách

Đối với các máy phát điện lớn người ta thường sử dụng bảo vệ khoảng cách làm bảo vệ dự phòng cho bảo vệ so lệch. Những máy phát điện lớn thường làm việc theo sơ đồ hợp bộ với máy biến áp tăng áp (hình 3.10).



Hình 3.10: Sơ đồ nguyên lý (a), đặc tính thời gian (b) và đặc tuyến khởi động.

Vùng thứ nhất của bảo vệ khoảng cách được chọn bao gồm điện kháng của máy phát điện và khoảng 70% điện áp tăng, nghĩa là:

$$Z_{kd}^I = Z_F + 0,7.Z_B \quad (3.15)$$

Thời gian làm việc của vùng I thường chọn $t^I = 0,4 \div 0,5$ s.

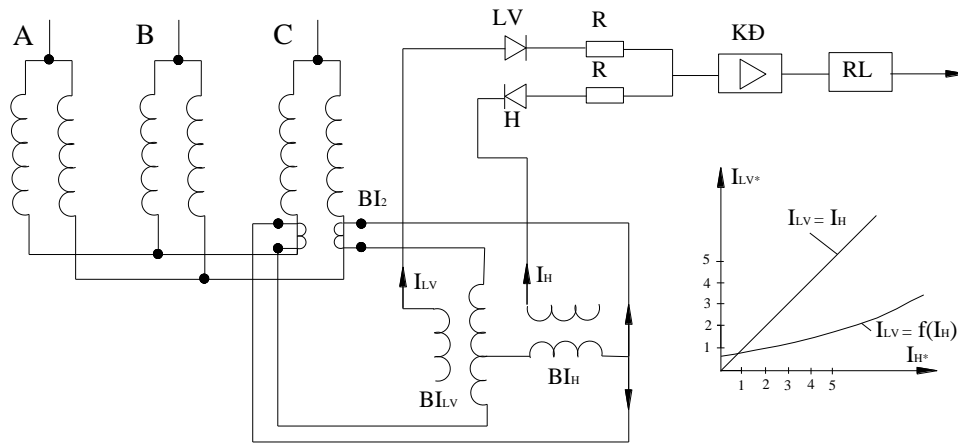
Vùng thứ II thường bao gồm phần còn lại của cuộn dây máy biến áp, thanh dẫn và đường dây truyền tải nối với hệ thống thanh góp liền kề. Đặc tuyến khởi động role khoảng cách có thể có dạng vòng tròn với tâm ở gốc tọa độ hoặc dạng hình bình hành với độ nghiêng của cạnh bên bằng độ nghiêng của vectơ điện áp U_F .

Đôi khi người ta bổ sung vào bộ phận khởi động của bảo vệ khoảng cách một role điện áp thấp, để đảm bảo khởi động bảo vệ một cách chắc chắn trong trường hợp máy phát điện được kích thích bằng nguồn chỉnh lưu lấy điện từ đầu cực của máy phát điện.

3.4.1.4. Bảo vệ chống các vòng dây trong cuộn stator chập nhau.

Các vòng dây của máy phát điện chập nhau thường do nguyên nhân hư hỏng các cách điện dây quấn. Có thể xảy ra chập chập giữa các vòng dây trong cùng 1 nhánh (cuộn dây đơn) hoặc giữa các vòng dây thuộc 2 nhánh khác nhau trong cùng 1 pha.

Đối với các máy phát điện công suất lớn, cuộn dây pha có 2 nhánh có thể sử dụng nguyên lý so lệch ngang để thực hiện bảo vệ chống các vòng dây chập nhau (hình 3.11). Bảo vệ có thể được thực hiện riêng cho từng pha, trên hình 3.11 trình bày sơ đồ so lệch ngang có hãm thực hiện cho pha C của máy phát điện. Các pha khác cũng thực hiện tương tự.



Hình 3.11: Bảo vệ so lệch ngang chống ngắn mạch giữa các vòng dây của máy phát điện công suất lớn.

Trong chế độ làm việc bình thường, dòng điện hãm và dòng điện làm việc bằng:

$$\left| I_H \right| = \left| I_{T1} + I_{T2} \right| = 2I_T \quad (3.16)$$

$$\left| I_{LV} \right| = \left| I_{T1} - I_{T2} \right| = 0, \quad (3.17)$$

Nên bảo vệ không tác động.

Khi xảy ra chập các vòng dây giữa 2 nhánh khác nhau, giả thiết ở chế độ máy phát chưa mang tải, ta có $I_{S1} = -I_{S2}$, do đó:

$$\left| I_H \right| = \left| I_{T1} - I_{T2} \right| = 0; \quad (3.18)$$

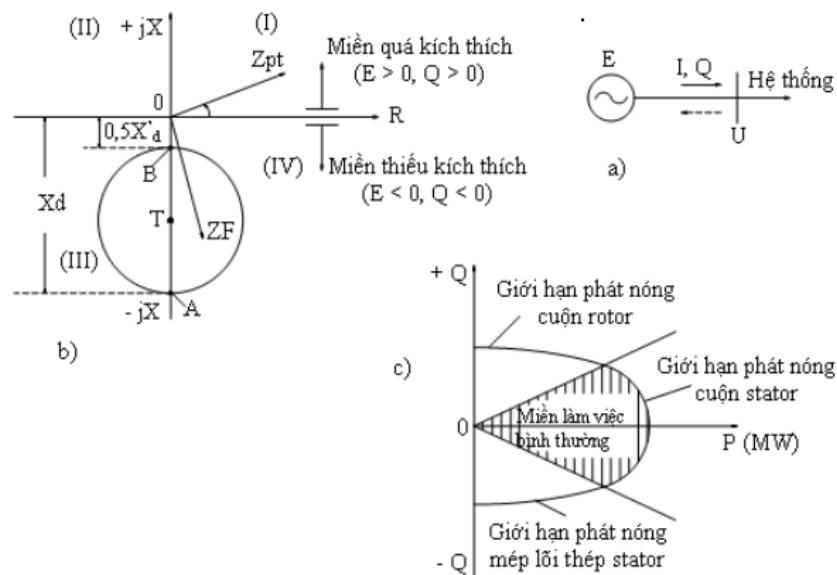
$$\left| I_{LV} \right| = \left| I_{T1} + I_{T2} \right| = 2I_T. \quad (3.19)$$

Vì $I_{LV} \gg I_H$ nên rơle sẽ tác động cắt máy phát.

3.4.1.5. Bảo vệ chống mất kích từ.

Trong quá trình vận hành máy phát điện có thể xảy ra mất kích từ do hư hỏng trong mạch kích thích, hư hỏng trong hệ thống tự động điều chỉnh điện áp... Khi máy phát điện bị mất kích từ thường dẫn đến mất đồng bộ gây phát nóng cục bộ ở stator và rôto. Nếu hở mạch kích thích có thể gây quá điện áp trên cuộn dây rôto gây nguy hiểm cho cách điện cuộn dây.

Ở chế độ vận hành bình thường, máy phát điện đồng bộ làm việc với sức điện động E cao hơn điện áp đầu cực máy phát U_F (chế độ quá kích thích, đưa công suất phản kháng Q vào hệ thống, $Q > 0$). Khi máy phát làm việc ở chế độ thiếu kích thích hoặc mất kích thích, sức điện động E thấp hơn điện áp U_F , máy phát nhận công suất phản kháng từ hệ thống ($Q < 0$). Như vậy khi mất kích từ, tổng trở đo được đầu cực máy phát sẽ thay đổi từ Z_{pt} (tổng trở phụ tải nhìn từ phía máy phát) nằm ở góc phần tư thứ nhất trên mặt phẳng tổng trở phức sang Z_F (tổng trở của máy phát nhìn từ đầu cực của nó trong chế độ $Q < 0$) nằm ở góc phần tư thứ tư trên mặt phẳng tổng trở phức.



Hình 3.12: Nguyên lý làm việc bảo vệ chống mất kích từ.

Khi xảy ra mất kích từ, điện kháng của máy phát sẽ thay đổi từ trị số X_d (điện kháng đồng bộ) đến trị số X'_d (điện kháng quá độ) và có tính chất dung kháng. Vì vậy để phát hiện mất kích từ ở máy phát điện, chúng ta có thể sử dụng một role điện kháng cực tiểu có $X'_d < X_{kd} < X_d$ với đặc tính vòng tròn có tâm nằm trên trục $-jX$ của mặt phẳng tổng trở phức. Tín hiệu đầu vào của role là điện áp dây U_{bc} lấy ở đầu cực máy phát và dòng điện pha I_b, I_c lấy ở các pha tương ứng. Điện áp sơ cấp U_{bc} được đưa qua biến áp trung gian BUG sao cho điện thứ cấp có thể lấy ra các đại lượng $a.U_{bc}$ và $b.U_{bc}$ (với $b > a$) tương ứng với các điểm A và B trên đặc tính điện kháng khởi động.

Khi mất kích từ, dòng điện chạy vào máy phát mang tính chất dung và vượt trước điện áp pha tương ứng một góc 90^0 . Hiệu dòng điện các pha B và C thông qua biến dòng cảm kháng BIG tạo nên điện áp phía thứ cấp UD vượt trước dòng điện IBC một góc 90^0 . Như vậy góc lệch pha giữa hai véctơ điện áp UD và UBC là 180^0 .

Điện áp đưa vào các bộ biến đổi dạng sóng (hình sin sang hình chữ nhật) S_1 và S_2 tương ứng bằng: $U_1=a.U_{BC}-U_D$; $U_2=b.U_{BC}-U_D$

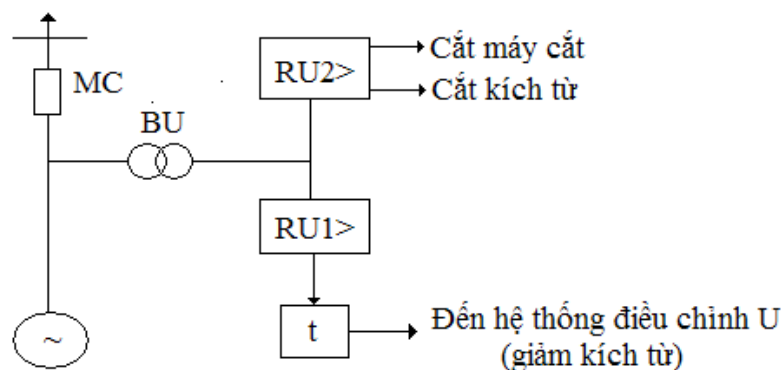
Góc lệch pha α giữa U_1 và U_2 sẽ được kiểm tra. Ở chế độ bình thường $\alpha=0^0$, role không làm việc. Khi bị mất kích từ $\alpha = 180^0$, role sẽ tác động. Góc khởi động được chọn khoảng 90^0 . Các hệ số a, b được chọn (bằng cách thay đổi đầu phân áp của BUG) sao cho các điểm A và B trên hình 3.3b thoả mãn điều kiện:

$$b.U_{BC} > U_D > a.U_{BC} \quad (3.20)$$

3.4.1.6. Bảo vệ chống quá điện áp.

Điện áp đầu cực máy phát điện có thể tăng cao quá mức cho phép khi có trục trặc trong hệ thống tự động điều chỉnh kích từ hoặc khi máy phát bị mất tải đột ngột.

Quá điện áp ở đầu cực máy phát có thể gây tác hại cho cách điện của cuộn dây, các thiết bị đấu nối ở đầu cực máy phát, còn đối với các máy phát làm việc hợp bộ với MBA sẽ làm bão hoà mạch từ của MBA tăng áp, kéo theo nhiều tác dụng xấu.



Hình 3.13: Bảo vệ chống quá điện áp hai cấp đặt ở máy phát điện.

Bảo vệ chống quá điện áp ở đầu cực máy phát thường gồm hai cấp. Cấp 1 (RU1) với điện áp khởi động: $U_{kd\ RU1} = 1,1.U_{dd}$

Cấp 1 làm việc có thời gian và tác động lên hệ thống tự động điều chỉnh kích từ để giảm kích thích của máy phát điện.

Cấp 2 (RU2) với điện áp khởi động: $U_{kd\ RU2} = (1,3 \div 1,4).U_{dd}$

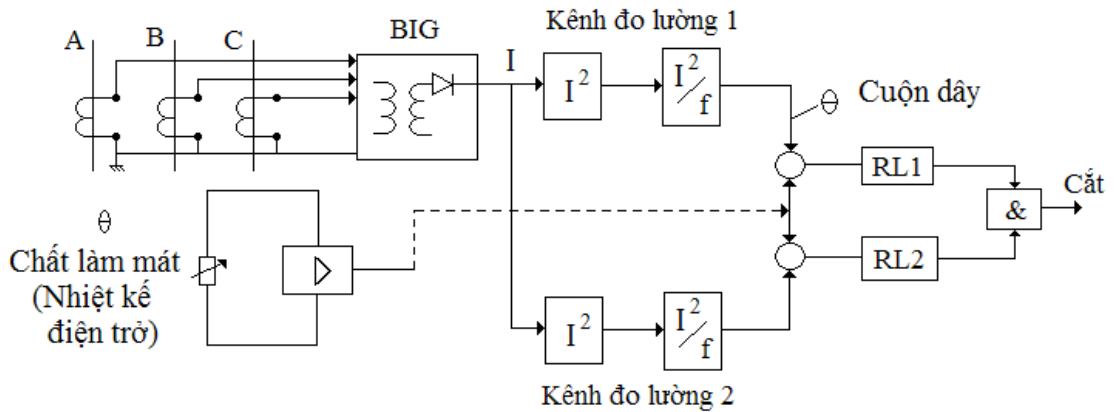
Cấp 2 làm việc tức thời, tác động cắt máy cắt điện đầu cực máy phát và tự động diệt từ trường của máy phát điện.

3.4.1.7. Bảo vệ chống quá tải cho cuộn dây stator và rôto máy phát điện.

Quá tải gây phát nóng cuộn dây stator có thể do nhiều nguyên nhân như máy phát điện vận hành với hệ số công suất thấp, thành phần công suất phản kháng vượt quá mức cho phép, có trục trặc hoặc hư hỏng trong hệ thống làm mát hoặc hệ thống điều chỉnh điện áp làm cho máy phát điện bị quá kích thích. Hai nguyên nhân sau cũng làm cho cuộn dây rôto bị phát nóng quá mức. Cuộn dây rôto cũng có thể bị quá tải ngắn hạn trong quá trình điều chỉnh điện áp khi máy phát tải đầy công suất tác dụng.

Thời gian chịu đựng quá tải của các cuộn dây máy phát điện có giới hạn và phụ thuộc vào mức độ quá tải, kết cấu của máy phát, hệ thống làm mát và cỡ công suất của máy phát điện.

Có nhiều nguyên lý khác nhau có thể được áp dụng để thực hiện bảo vệ chống quá tải cho cuộn dây máy phát điện: theo số đo trực tiếp của nhiệt độ cuộn dây, nhiệt độ của chất làm mát hoặc gián tiếp qua trị số dòng điện chạy qua cuộn dây.



Hình 3.14: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ chống quá tải cuộn dây máy phát điện.

Ta sử dụng kết hợp hai phép đo: đo trực tiếp nhiệt độ của môi chất làm mát và đo gián tiếp qua bình phương trị số hiệu dụng của dòng điện.

Hệ thống đo lường gồm hai kênh làm việc song song, bảo vệ chỉ tác động khi cả hai rơle RL1 và RL2 cùng tác động.

3.4.1.8. Bảo vệ chống tần số giảm thấp.

Tần số của hệ thống điện có thể bị giảm thấp do mất cân bằng (thiếu) công suất tác dụng trong hệ thống hoặc do hệ thống tự động điều chỉnh tần số đặt ở các máy điện bị hư hỏng. Tần số thấp có thể gây nhiều hậu quả xấu:

- Làm hỏng cánh tuabin do bị rung.
- Giảm năng suất của các thiết bị tự dùng như bơm, quạt, hệ thống cấp nhiên liệu, hệ thống làm mát...
- Làm tăng nhiệt độ của máy điện quá mức cho phép do tổn thất thép tăng lên và hệ thống làm mát bị giảm năng suất.
- Gây bão hòa mạch từ của các máy biến áp.

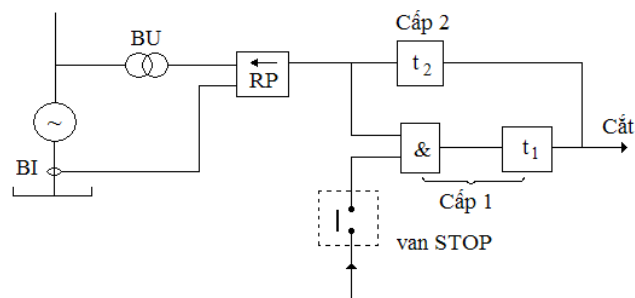
Bảo vệ chống tần số giảm thấp thường có 2 mức tác động, cấp thứ nhất với tần số khởi động $f_{kd} = 47,5$ Hz tác động tức thời cách ly máy phát điện ra khỏi hệ thống. Cấp thứ 2 sẽ tác động dừng tổ máy nếu sau khi máy phát bị cách ly ra khỏi hệ thống một khoảng thời gian xác định mà tần số không thể khôi phục lại trị số bình thường.

3.4.1.9. Bảo vệ chống luồng công suất ngược.

Để bảo vệ chống chế độ công suất ngược, người ta kiểm tra hướng công suất tác dụng của máy phát điện. Yêu cầu role hướng công suất phải có độ nhạy cao để phát hiện được luồng công suất ngược với trị số khá bé (thường chỉ để bù đắp lại tổn thất cơ của máy phát trong chế độ này).

Để đảm bảo độ nhạy của bảo vệ công suất ngược của các máy phát điện có công suất lớn, mạch dòng điện của bảo vệ thường được đấu vào lỗi đo lường của máy biến dòng (thay cho lỗi bảo vệ thường dùng cho các thiết bị bảo vệ khác).

Bảo vệ chống công suất ngược thường có 2 cấp tác động. Cấp thứ nhất với thời gian khoảng 2 – 5 giây sau khi van STOP khẩn cấp làm việc và cấp thứ 2 với thời gian cắt máy khoảng vài chục giây không qua tiếp điểm của van STOP (hình 3.15).



Hình 3.15: Sơ đồ nguyên lý của bảo vệ chống công suất ngược.

3.4.2. Bảo vệ các đường dây truyền tải và phân phối điện.

Phương pháp và chủng loại thiết bị bảo vệ các đường dây tải điện phụ thuộc rất nhiều yếu tố như: đường dây trên không hay dây cáp, chiều dài đường dây, phương thức nối đất của hệ thống, công suất truyền tải và tầm quan trọng của đường dây, số mạch truyền tải và vị trí của đường dây trong cấu hình hệ thống, cấp điện áp của đường dây v.v...

Đường dây cấp điện áp danh định từ 220 kV trở lên được gọi là đường dây truyền tải và từ 110 kV trở xuống được gọi là đường dây phân phối.

Những sự cố thường gặp đối với đường dây tải điện là ngắn mạch (nhiều pha hoặc một pha) chạm đất 1 pha (trong lưới điện có trung điểm cách

điện hoặc nối qua cuộn Petersen), quá điện áp (khí quyển hoặc thao tác), đứt dây và quá tải. Để chống các dạng ngắn mạch trong lưới hạ áp thường người ta dùng cầu chảy hoặc aptomat (khí cụ tự động cắt mạch điện khi có dòng điện quá tải hoặc ngắn mạch chạy qua, đóng trở lại bằng tay sau khi đã khắc phục sự cố).

Để bảo vệ các đường dây trung áp chống ngắn mạch, người ta dùng các loại bảo vệ:

- Quá dòng điện cắt nhanh hoặc có thời gian (với đặc tính độc lập hoặc phụ thuộc);
- Quá dòng điện có hướng;
- So lệch dòng cấp thứ cấp chuyên dùng;
- Khoảng cách.

Đối với các đường dây cao áp và siêu cao áp, người ta thường dùng các loại bảo vệ: So lệch dòng điện; khoảng cách; so sánh tín hiệu; so sánh pha; so sánh hướng (công suất hoặc dòng điện). [Trích tr 121 – 1]

KẾT LUẬN

Sau 3 tháng làm tốt nghiệp, dưới sự hướng dẫn tận tình của thầy giáo PGS.TS Hoàng Xuân Bình và các thầy cô giáo trong khoa cùng bạn bè cộng với sự nỗ lực bản thân đến nay em đã hoàn thành đề án tốt nghiệp với đề tài: “Nghiên cứu tổng quan về trạm phát điện – Đi sâu đo lường và bảo vệ”.

Quá trình thực hiện đề án đã giúp em củng cố lại kiến thức đã học và hiểu thêm về nhiều thực tế. Trong đề tài này em đã giải quyết được những vấn đề cơ bản sau:

1. Tổng quan về trạm phát điện
2. Biến đổi tín hiệu và các khí cụ điện của trạm phát điện
3. Tự động hóa đo lường và bảo vệ trạm phát điện

Tuy nhiên, do thời gian nghiên cứu đề tài không có nhiều, trình độ chuyên môn còn hạn chế. Mặt khác việc thu thập tài liệu còn nhiều khó khăn trở ngại và những điều kiện khách quan khác cho nên không thể tránh khỏi những thiếu sót. Em mong các thầy cô giáo trong khoa cùng các bạn đồng nghiệp sẽ giúp đỡ em, đóng góp những ý kiến để đề tài của em được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] VS.GS Trần Đình Long – Bảo vệ các hệ thống điện – Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2000
- [2] GS.TSKH Thân Ngọc Hoàn, TS Nguyễn Tiến Ban – Trạm phát và lưới điện tàu thủy – Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2008
- [3] TS. Nguyễn Hữu Công – Kỹ thuật đo lường – Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội - 2005
- [4] Vũ Gia Hanh, Trần Khánh Hà, Phan Tử Thụ, Nguyễn Văn Sáu – Máy điện II – Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2006
- [5] Phạm Văn Chới, Bùi Tiến Hữu, Nguyễn Tiến Tôn – Khí cụ điện – Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội – 2006
- [6] Nguyễn Văn Hòa, Bùi Đăng Thành, Hoàng Sỹ Hồng – Giáo trình đo lường điện và cảm biến đo lường – Nhà xuất bản giáo dục – 2005
- [7] Ks Bùi Thanh Sơn – Bài giảng Trạm phát điện – Đại học Hàng Hải Việt Nam – 2013
- [8] Tài liệu trạm phát điện Power Plan của khu công nghiệp Nomura