

127

(1013)

59 56

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT
NGHIÊN CỨU PHƯƠNG THỨC BẢO VỆ RƠLE VỚI
MỨC DỰ PHÒNG HỢP LÝ CHO TRẠM BIẾN ÁP

CHUYÊN NGÀNH : HỆ THỐNG ĐIỆN

MÃ SỐ :

PHOMMA DETHSONEDY

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

VS. GS. TSKH TRẦN ĐÌNH LONG

28.02.2008

HÀ NỘI - 2008



LỜI CAM ĐOAN

Luận văn thạc sỹ khoa học về đề tài “Nghiên cứu phương thức bảo vệ role với mức dự phòng hợp lý cho trạm biến áp” do tôi là PHOMMA DETHSONEDY học viên cao học ngành Hệ thống điện khoá 2006-2008 thực hiện dưới sự hướng dẫn của VS.GS TSKH Trần Đình Long . Các kết quả nêu trong luận văn là trung thực và tôi xin chịu trách nhiệm về những kết quả này.

Tác giả

PHOMMA DETHSONEDY

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1 CÁC YÊU CẦU ĐỐI VỚI THIẾT BỊ BẢO VỆ VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY CỦA HỆ THỐNG BẢO VỆ RƠLE CHO TRẠM BIẾN ÁP.	3
1.1 Những yêu cầu đối với thiết bị bảo vệ.....	3
1.1.1 Độ tin cậy.....	3
1.1.2 Chọn lọc.....	4
1.1.3 Tác động nhanh.....	5
1.1.4 Độ nhạy.....	5
1.1.5 Tính kinh tế.....	6
1.2 Phương pháp đánh giá độ tin cậy của hệ thống bảo vệ.	7
1.2.1 Độ tin cậy của các hệ thống đơn giản.....	7
1.2.2 Độ tin cậy hệ thống hỗn hợp: song song – nối tiếp; nối tiếp – song song.....	8
1.2.3 Độ tin cậy của hệ thống phức tạp: mạch cầu.....	10
1.2.4 Phương pháp cây sự cố.....	11
CHƯƠNG 2 CÁC DẠNG HƯ HỎNG VÀ CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC KHÔNG BÌNH THƯỜNG CỦA MÁY BIẾN ÁP VÀ PHƯƠNG THỨC BẢO VỆ TRẠM BIẾN ÁP.	17
2.1 Các dạng hư hỏng của máy biến áp.....	17
2.2 Chế độ làm việc không bình thường của máy biến áp.....	18
2.3 Các loại bảo vệ chính đặt cho máy biến áp.	19
2.3.1 Bảo vệ so lệch có hầm.	19

2.3.2 Bảo vệ so lệch thứ tự không.	23
2.3.3 Bảo vệ bằng role khí (BUCHHOLZ).....	25
2.4 Bảo vệ dự phòng cho máy biến áp.	26
2.4.1 Bảo vệ quá dòng cắt nhanh	26
2.4.2 Bảo vệ quá dòng cắt nhanh thứ tự không	27
2.4.3 Bảo vệ quá dòng có thời gian.	27
2.4.4 Bảo vệ quá dòng thứ tự không có thời gian	28
2.4.5 Bảo vệ quá tải theo nhiệt độ	30
2.5 Phương thức bảo vệ thường dùng cho máy biến áp.	31
CHƯƠNG 3 CÁC LOẠI ROLE KỸ THUẬT SỐ SỬ DỤNG CHO BẢO VỆ MÁY BIẾN ÁP.	37
3.1 Ưu việt của các role kỹ thuật số dùng để bảo vệ máy biến áp.	37
3.1.1 Giới thiệu chung	37
3.1.2 Nguyên lý làm việc của role số	38
3.2 Role hợp bộ so lệch dùng để thực hiện các chức năng bảo vệ chính cho máy biến áp	42
3.3 Role hợp bộ quá dòng dùng để thực hiện các chức năng bảo vệ dự phòng cho máy biến áp	63
3.3.1. Các chức năng của 7SJ64	64
3.3.2. Đặc điểm cấu trúc của 7SJ64.	67
3.3.3. Chức năng bảo vệ quá dòng điện có thời gian	68

CHƯƠNG 4 DỰ PHÒNG - GIẢI PHÁP HỮU HIỆU ĐỂ NÂNG CAO ĐỘ TIN CẬY CỦA HỆ THỐNG BẢO VỆ. -----	70
4.1. Phân loại các phương án dự phòng . -----	70
4.2 Phương pháp tính toán độ tin cậy của hệ thống dự phòng cố định .-----	72
4.3 Tính toán độ tin cậy của hệ thống có dự phòng bằng cách thay thế (không mang tải trước khi thay thế) -----	74
4.4. Ảnh hưởng của thiết bị đổi nối . -----	78
4.5 Hệ số sẵn sàng của hệ thống có dự phòng -----	79
4.6 Tính toán độ tin cậy của hệ thống bảo vệ có dự phòng .-----	81
CHƯƠNG 5: ÁP DỤNG CHO TRẠM BIẾN ÁP PHONETHONG(LAOS)-----	83
5.1 Sơ đồ chung . -----	83
5.2 Các thông số chính . -----	85
5.3 Tính điện kháng các phần tử và sơ đồ thay thế -----	85
5.4 Tính toán ngắn mạch .-----	87
5.5. Các số liệu cần thiết phục vụ trong tính toán bảo vệ . -----	103
5.6 .Những chức năng bảo vệ dùng role 7UT 612. -----	105
5.6.1 Khai báo thông số máy biến áp.-----	105
5.6.2. Chức năng bảo vệ so lệch có hãm.-----	107
5.6.3. Bảo vệ chống chạm đất hãm chế (REF) .-----	109
5.7. Những chức năng bảo vệ dùng role 7SJ64. -----	111
5.7.1 Bảo vệ quá dòng cắt nhanh . -----	111

5.7.2 Bảo vệ quá dòng .	111
5.7.3 Bảo vệ quá dòng thứ tự không .	112
5.8 Kiểm tra sự làm việc của các bảo vệ .	115
5.8.1 Bảo vệ so lệch .	115
5.8.2. Bảo vệ chống chạm đất hạn chế .	117
5.8.3 Bảo vệ quá dòng .	118
5.8.4. Bảo vệ quá dòng thứ tự không .	119
KẾT LUẬN CHUNG	120
TÀI LIỆU THAM KHẢO	122
PHỤ LỤC	

DANH SÁCH CÁC HÌNH VẼ

- Hình 1.1 Hệ thống mắc nối tiếp có n phần tử.
- Hình 1.2 Hệ thống mắc song song có n phần tử
- Hình 1.3 Hệ thống mắc nối tiếp các phần tử song song
- Hình 1.4 Hệ thống mắc song song các phần tử nối tiếp
- Hình 1.5 Sơ đồ cầu
- Hình 1.6 Sơ đồ khai triển đối với phần tử E
- Hình 1.7 Sơ đồ cây sự cố
- Hình 2.1 Cân bằng pha và trị số của dòng điện thứ cấp trong bảo vệ solêch máy biến áp hai cuộn dây bằng máy biến dòng trung gian BIG.
- Hình 2.2 Cân bằng pha và trị số của dòng điện thứ cấp trong bảo vệ solêch có hãm máy biến áp 3 cuộn dây bằng máy biến dòng trung gian BIG.
- Hình 2.3 Sơ đồ nguyên lý bảo vệ so lệch có hãm với rơle điện cơ dùng cho máy biến áp 3 cuộn dây
- Hình 2.4 Bảo vệ chống chạm đất có giới hạn dùng cho máy biến áp 2 cuộn dây (a) và máy biến áp tự ngẫu (b).
- Hình 2.5 Vị trí đặt rơle khí ở máy biến áp
- Hình 2.6 Các phương án bảo vệ thứ tự không .
- Hình 2.7 Sơ đồ khối bảo vệ quá nhiệt trong máy biến áp
- Hình 2.8 Phương thức bảo vệ máy biến áp hai cuộn dây công suất bé
- Hình 2.9 Phương thức bảo vệ máy biến áp ba cuộn dây công suất lớn

- Hình 2.10 Phương thức bảo vệ máy biến áp tự ngẫu công suất lớn.
- Hình 2.11 Sơ đồ phương thức bảo vệ máy biến áp tự ngẫu ba cuộn dây dùng role SR745(GE)
- Hình 3.1 Sơ đồ khối của role số
- Hình 3.2 Sơ đồ tự kiểm tra các khối chức năng trong role số
- Hình 3.3 Cấu trúc phần cứng của bảo vệ so lệch số 7UT612
- Hình 3.4 Sơ đồ nguyên lý bảo vệ so lệch
- Hình 3.5 Đặc tính tác động của role 7UT612
- Hình 3.6 Nguyên lý bảo vệ chống chạm đất hạn chế trong 7UT612
- Hình 3.7 Đồ thị góc pha của dòng hãm khi ngắn mạch ngoài
- Hình 3.8 Đặc tính tác động của bảo vệ chống chạm đất hạn chế
- Hình 3.9 Đo lường và kiểm soát nhiệt độ với RTD-box 7XV566
- Hình 3.10 Role 7SJ64
- Hình 3.11 Biểu đồ chức năng của 7SJ64
- Hình 3.12 Cấu trúc phần cứng của 7SJ64
- Hình 3.13 Đặc tính thời gian của bảo vệ quá dòng
- Hình 4.1 Sơ đồ dự phòng/cổ định
- Hình 4.2 Sơ đồ dự phòng thay thế
- Hình 4.3 Sơ đồ chuyển trạng thái của “ quá trình chết.”

Hình 4.4 Sơ đồ chuyển trạng thái “ quá trình chết và sinh trưởng”

Hình 5.1 Sơ đồ trạm biến áp 115kV Phone Thong

Hình 5.2 Sơ đồ đơn giản hoá của trạm

Hình 5.3 Sơ đồ tính toán cụ thể cho một máy biến áp

Hình 5.4 Đặc tính tác động của bảo vệ so lệch có hãm.

DANH SÁCH CÁC BẢNG BIỂU

- Bảng 5.1 Bảng tổng kết tính ngắn mạch theo chế độ MAX
- Bảng 5.2 Bảng tổng kết tính ngắn mạch theo chế độ MIN
- Bảng 5.3 Các số liệu cần thiết phục vụ trong tính toán bảo vệ
- Bảng 5.4 Khai báo thông số máy biến áp
- Bảng 5.5 Các thông số chỉnh định
- Bảng 5.6 Các thông số cài đặt cho rơle 7SJ64 phía 115 kV

LỜI MỞ ĐẦU

1 Đặt vấn đề.

Hệ thống điện là một bộ phận của hệ thống năng lượng bao gồm nhà máy điện – đường dây – trạm biến áp và các hộ tiêu thụ điện, trong đó phần tử có số lượng lớn và khá quan trọng là các trạm biến áp. Trong quá trình vận hành các phần tử này chịu ảnh hưởng tác động của thiên nhiên như mưa, gió, bão và đặc biệt nguy hiểm khi bị ảnh hưởng của sét. Khi có sự cố do sét đánh vào trạm biến áp, hoặc đường dây nó sẽ gây hư hỏng các thiết bị trong trạm, làm ảnh hưởng rất lớn đến các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật và chất lượng điện năng cung ứng cho các hộ dùng điện, dẫn tới việc ngừng cung cấp điện và gây thiệt hại lớn tới nền kinh tế quốc gia.

Trong trạm biến áp thiết bị quan trọng nhất là máy biến áp, nên phải nâng cao độ an toàn khi vận hành, nghiên cứu mức độ dự phòng cho hệ thống bảo vệ role cho trạm biến áp, bằng cách sử dụng số lượng bảo vệ dự phòng hợp lý để hỗ trợ cho các bảo vệ chính.

2 Mục tiêu của luận văn

Nghiên cứu mức độ dự phòng hợp lý trong hệ thống bảo vệ role cho trạm biến áp, đánh giá độ tin cậy của hệ thống bảo vệ có dự phòng ở các phía của máy biến áp, tính toán áp dụng cho trạm biến áp 115KVPhon Thong (thủ đô Viêng Chăn), Đây là một trạm biến áp cũ, nên tài liệu và các số liệu không đầy đủ, một số số liệu về lưới điện được giả thiết tương đương với các lưới điện cùng loại thường gặp.

3 Bố cục của luận văn.

Thuyết minh luận văn được trình bày trong 5 chương, phần mở đầu và phần kết luận.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Chương 1- Các yêu cầu đối với thiết bị bảo vệ và phương pháp đánh giá độ tin cậy của hệ thống bảo vệ rơle cho trạm biến áp.

Chương 2 - Các dạng hư hỏng và chế độ làm việc không bình thường của máy biến áp và phương thức bảo vệ trạm biến áp.

Chương 3 - Các loại rơle kỹ thuật số sử dụng cho bảo vệ máy biến áp.

Chương 4 - Dự phòng - giải pháp hữu hiệu để nâng cao độ tin cậy của hệ thống bảo vệ.

Chương 5 - Áp dụng cho trạm biến áp PhoneThong(Laos)

Để hoàn thành luận văn này , Em xin bày tỏ lòng biết ơn sự hướng dẫn , chỉ bảo tận tình của thầy giáo VS.GS.TSKH Trần Đình Long , bộ môn Hệ thống điện – trường Đại Học Bách Khoa Hà Nội.

Xin chân thành cảm ơn các thầy cô giáo trong bộ môn Hệ thống điện, Trung tâm Bồi dưỡng và Đào tạo sau đại học – trường Đại Học Bách Khoa Hà Nội. Xin cảm ơn các bạn bè , đồng nghiệp đã có những ý kiến đóng góp quý báu giúp đỡ em trong quá trình hoàn thiện bản luận văn này. Tuy nhiên , do thời gian có hạn , vấn đề nghiên cứu có liên quan đến nhiều lĩnh vực và vốn hiểu biết chưa nhiều nên chắc chắn trong luận văn còn nhiều thiếu sót . Em rất mong nhận được sự góp ý của các thầy cô, các chuyên gia , bạn bè đồng nghiệp để hướng nghiên cứu sau này được tốt hơn.

Xin trân trọng cảm ơn !

Hà Nội , tháng 2 năm 2008

Tác giả

PHOMMA DETHSONEDY

CHƯƠNG 1

CÁC YÊU CẦU ĐỐI VỚI THIẾT BỊ BẢO VỆ VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY CỦA HỆ THỐNG BẢO VỆ ROLE

1.1 NHỮNG YÊU CẦU ĐỐI VỚI THIẾT BỊ BẢO VỆ

Để thực hiện được các chức năng và nhiệm vụ phát hiện và cách ly kịp thời các phần tử hư hỏng trong hệ thống điện thiết bị bảo vệ phải đáp ứng được những yêu cầu cơ bản sau đây :

- Độ tin cậy
- Chọn lọc
- Tác động nhanh
- Độ nhạy và kinh tế.

1.1.1 Độ tin cậy : Là tính năng đảm bảo cho thiết bị bảo vệ làm việc đúng , chắc chắn trong mọi điều kiện đối với bất kỳ một sự cố nào trong vùng bảo vệ , đồng thời không tác động đối với các chế độ mà nó không có nhiệm vụ bảo vệ. Người ta phân biệt:

- Độ tin cậy khi tác động (dependability) được định nghĩa như “ mức độ chắc chắn rằng role hoặc hệ thống role sẽ tác động đúng” (theo định nghĩa của Hiệp hội kỹ sư điện - điện tử – IEEE C 37 .2- 1979).

- Độ tin cậy không tác động (security) được định nghĩa như “ mức độ chắc chắn rằng role hoặc hệ thống role sẽ không làm việc sai” (IEEE C 37 .2 – 1979)

Nói cách khác , độ tin cậy khi tác động là khả năng bảo vệ làm việc đúng khi có sự cố xảy ra trong phạm vi đã được xác định trong nhiệm vụ bảo vệ , còn độ tin cậy không tác động là khả năng tránh làm việc nhầm ở chế độ vận hành bình thường hoặc sự cố xảy ra ngoài phạm vi bảo vệ đã được quy định.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Trên thực tế độ tin cậy tác động có thể kiểm tra tương đối dễ dàng bằng tính toán và thực nghiệm, còn độ tin cậy không tác động rất khó kiểm tra vì tập hợp những trạng thái vận hành và tình huống bất thường có thể dẫn đến tác động sai của bảo vệ không thể lường trước hết được.

Để nâng cao độ tin cậy nên sử dụng các rơle và hệ thống rơle có kết cấu đơn giản, chắc chắn, đã được thử thách qua thực tế sử dụng cũng như tăng cường mức độ dự phòng trong hệ thống bảo vệ. Số liệu thống kê về vận hành cho thấy, hệ thống bảo vệ trong các hệ thống điện hiện đại có xác suất làm việc tin cậy khoảng 95 - 99%

1.1.2 Chọn lọc : Là khả năng của bảo vệ có thể phát hiện và loại trừ đúng phần tử bị sự cố ra khỏi hệ thống. Cấu hình của hệ thống điện càng phức tạp chế độ làm việc của hệ thống càng nhiều thì việc đảm bảo tính chọn lọc của bảo vệ càng khó khăn.

Theo nguyên lý làm việc, các bảo vệ được phân ra: bảo vệ có độ chọn lọc tuyệt đối và bảo vệ có độ chọn lọc tương đối. Bảo vệ có độ chọn lọc tuyệt đối là những bảo vệ chỉ làm việc khi sự cố xảy ra trong một phạm vi hoàn toàn xác định, không làm nhiệm vụ dự phòng cho bảo vệ đặt ở các phần tử lân cận.

Bảo vệ có độ chọn lọc tương đối ngoài nhiệm vụ bảo vệ chính cho đối tượng được bảo vệ còn có thể thực hiện chức năng dự phòng cho bảo vệ đặt ở các phần tử lân cận.

Để thực hiện yêu cầu về chọn lọc đối với các bảo vệ có độ chọn lọc tương đối phải có sự phối hợp giữa đặc tính làm việc của các bảo vệ lân cận nhau trong toàn hệ thống nhằm đảm bảo mức độ liên tục cung cấp điện cao nhất, hạn chế đến mức thấp nhất thời gian ngừng cung cấp điện.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

1.1.3 Tác động nhanh: Hiện nhiên bảo vệ phát hiện và cách ly phần tử bị sự cố càng nhanh càng tốt , tuy nhiên khi kết hợp với yêu cầu chọn lọc để thỏa mãn yêu cầu tác động nhanh cần phải sử dụng những loại bảo vệ phức tạp và đắt tiền.

Rơle hay bảo vệ được gọi là tác động nhanh(hay còn gọi là có tốc độ cao) nếu thời gian tác động không vượt quá 50 ms (2.5 chu kỳ của dòng công nghiệp 50 Hz).

Rơle hay bảo vệ được gọi là tác động tức thời nếu không thông qua khâu trễ (tạo thời gian) trong tác động của rơle . Thông thường hai khái niệm tác động nhanh và tác động tức thời được dùng thay thế lẫn nhau để chỉ các rơle hoặc bảo vệ có thời gian tác động không quá 50 ms.

Ngoài thời gian tác động của rơle hay bảo vệ , việc loại nhanh phần tử bị sự cố còn phụ thuộc vào tốc độ thao tác của máy cắt điện . Các máy cắt điện tốc độ cao hiện đại có thời gian thao tác từ 20 đến 60 ms (từ 1 đến 3 chu kỳ 50 Hz); những máy cắt thông thường có thời gian thao tác khoảng 5 chu kỳ (khoảng 100 ms ở 50 Hz). Như vậy thời gian loại trừ sự cố của bảo vệ cộng với thời gian thao tác máy cắt khoảng từ 2 đến 8 chu kỳ . (khoảng 40 đến 160 ms ở 50 Hz) đối với các bảo vệ tác động nhanh.

Đối với trạm biến áp để làm nhiệm vụ dự phòng thường sử dụng các bảo vệ có độ chọn lọc tương đối và phải phối hợp thời gian tác động giữa các bảo vệ . Bảo vệ chính thông thường có thời gian tối đa khoảng 0,2 đến 1,5 giây , bảo vệ dự phòng khoảng 1,5 đến 2 giây.

1.1.4 Độ nhạy: Độ nhạy đặc trưng cho khả năng “cảm nhận” sự cố của rơle hoặc hệ thống bảo vệ , nó được biểu diễn bằng hệ số độ nhạy , tức tỉ số giữa trị số của đại lượng vật lý đặt vào rơle khi có sự cố với ngưỡng tác động của nó .

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Sự sai khác giữa trị số của đại lượng vật lý đặt vào role và ngưỡng khởi động của nó càng lớn , role càng dễ cảm nhận sự cố, hay như thường nói role tác động càng nhạy.

Tùy theo vai trò của bảo vệ mà yêu cầu về độ nhạy đối với nó cũng khác nhau. Các bảo vệ chính thường yêu cầu phải có hệ số độ nhạy trong khoảng từ 1,5 đến 2 , còn các bảo vệ dự phòng – từ 1,2 đến 1,5.

1.1.5 Tính kinh tế : Các thiết bị bảo vệ được thiết kế và lắp đặt trong hệ thống điện , khác với các máy móc và thiết bị khác, không để làm việc thường xuyên trong chế độ vận hành bình thường . Nhiệm vụ chủ yếu của chúng là phải luôn luôn sẵn sàng chờ đón những bất thường và sự cố có thể xảy ra bất kỳ lúc nào và có những tác động chuẩn xác . Đối với các trang thiết bị điện cao áp và siêu cao áp , chi phí để mua sắm và lắp đặt thiết bị bảo vệ thường chỉ chiếm một vài phần trăm giá trị của công trình , vì vậy thông thường giá cả thiết bị bảo vệ không phải là yếu tố quyết định trong lựa chọn chủng loại hoặc nhà cấp hàng cho thiết bị bảo vệ. Ở đây bốn yêu cầu kỹ thuật đã nêu trên đóng vai trò quyết định, vì nếu không thoả mãn được các yêu cầu này sẽ dẫn đến hậu quả rất tai hại cho hệ thống điện. Tuy nhiên đối với các trang thiết bị trong mạng phân phối , do số lượng rất lớn và yêu cầu không quá cao , cần xem xét và so sánh tính kinh tế của các phương án khi lựa chọn thiết bị bảo vệ .

Cuối cùng cũng cần nói thêm rằng , năm yêu cầu đề ra trên đây trong nhiều trường hợp mâu thuẫn nhau, chẳng hạn muốn có được tính chọn lọc và độ nhạy cao cần phải sử dụng những loại bảo vệ phức tạp, bảo vệ càng phức tạp càng khó thoả mãn yêu cầu về độ tin cậy ; hoặc những yêu cầu cao về kỹ thuật sẽ làm tăng chi phí cho thiết bị bảo vệ. Vì vậy trong thực tế cần dung hòa ở mức tốt nhất các yêu cầu nêu trên trong quá trình lựa chọn các thiết bị riêng lẻ cũng như tổ hợp toàn bộ các thiết bị bảo vệ điều khiển và tự động trong hệ thống điện.

1.2. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ ĐỘ TIN CẬY CỦA HỆ THỐNG BẢO VỆ

1.2.1 Độ tin cậy của các hệ thống đơn giản

1.2.1.1. Hệ thống nối tiếp

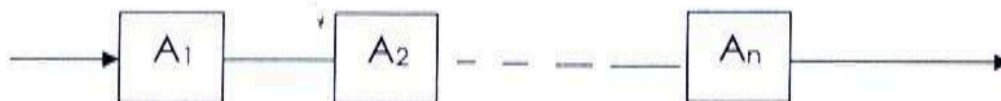
Xét một hệ thống có các phần tử $A_1, A_2, \dots, A_n$ trình bày trên hình 1.1 được gọi là hệ thống nối tiếp, bởi vì tất cả các phần tử phải làm việc thì hệ thống mới làm việc.

Giả sử rằng, tất cả n phần tử của hệ thống nối tiếp là độc lập do đó hệ thống vận hành thành công chỉ nếu tất cả n phần tử ở trạng thái làm việc. A_i là sự kiện phần tử thứ i đang làm việc với xác suất R_i .

Độ tin cậy của hệ thống nối tiếp n phần tử độc lập:

$$\begin{aligned} R_s &= P_r(A_1.A_2 \dots A_n) = P_r(A_1) \dots P_r(A_n) \\ &= R_1.R_2 \dots R_n = \prod_{i=1}^n R_i \end{aligned} \quad (1.1)$$

Rõ ràng, với hệ thống nối tiếp, hỏng hóc của bất kỳ một phần tử nào cũng gây hỏng hóc hệ thống.



Hình 1.1. Hệ thống mắc nối tiếp có n phần tử.

1.2.1.2: Hệ thống song song:

Xét một hệ thống trình bày trên hình 1.2 có n phần tử được kết nối logic song song. Hệ thống làm việc nếu bất kỳ một trong n phần tử hệ thống làm việc.

Xác suất thành công của hệ thống song song được tính bằng xác suất hợp nhất của n sự kiện thành công.

$$\begin{aligned} R_p &= P_r(A_1 + A_2 + \dots + A_n) \\ &= P_r(A_1) + P_r(A_2) + \dots + P_r(A_n) - [P_r(A_1.A_2) + P_r(A_2.A_3) + \dots + P_r(A_i.A_j)_{i \neq j}] \\ &\quad + \dots + (-1)^{n-1} \cdot P_r(A_1.A_2 \dots A_n) \end{aligned}$$

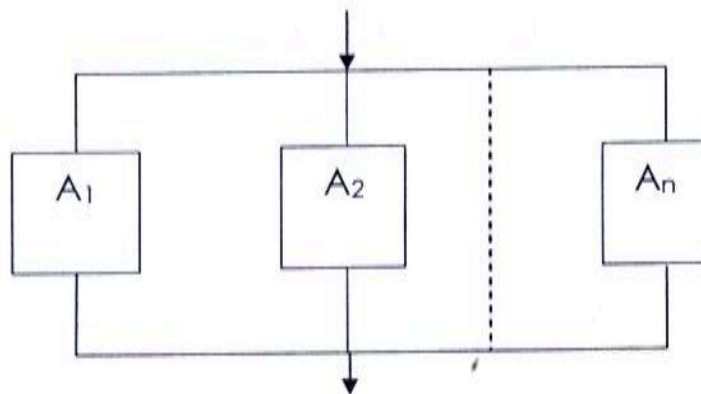
Luận văn tốt nghiệp Cao học

Với mạch logic song song , tính xác suất hỏng hóc dễ hơn tính xác suất thành công . Ta biết rằng , nếu tất cả các phần tử hỏng hóc thì hệ thống sẽ hỏng hóc .

Do đó: $P_r(\bar{A}_1 . \bar{A}_2 . \dots . \bar{A}_n)$

$$R_p = 1 - P_r(\bar{A}_1 . \bar{A}_2 . \dots . \bar{A}_n) = 1 - Q_p = 1 - \prod_{i=1}^n Q_i \quad (1.2)$$

Rõ ràng , nếu một trong các phần tử song song làm việc thì hệ thống làm việc.



Hình 1.2 .Hệ thống mắc song song có n phần tử

1.2.2. Độ tin cậy hệ thống hỗn hợp: song song – nối tiếp; nối tiếp – song song

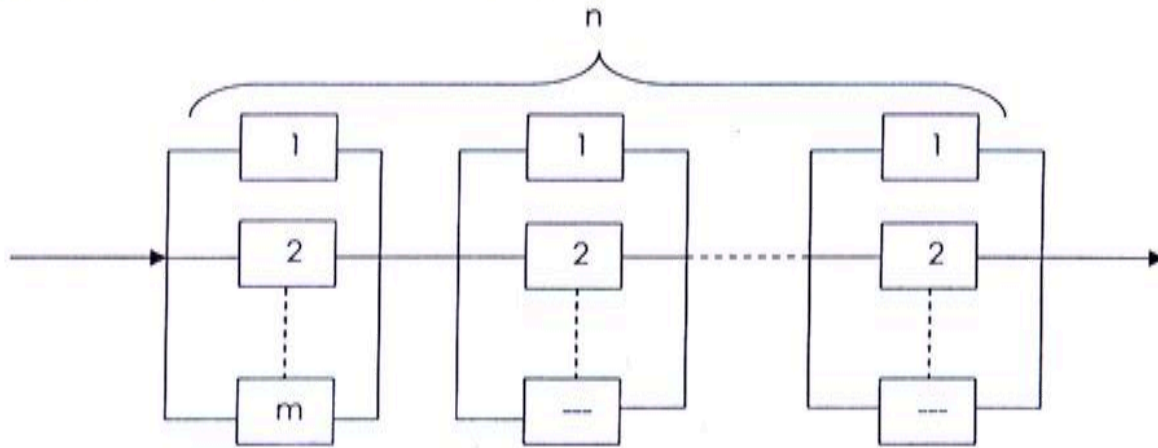
• Hệ thống nối tiếp - song song:

Hệ thống được tạo thành từ các hệ thống con song song kết nối nối tiếp trình bày trên hình 1.3 gọi là hệ thống nối tiếp - song song . Mỗi một hệ thống con song song sử dụng (1.2) để tính xác suất thành công của hệ thống đó và xác suất thành công của hệ thống nối tiếp sử dụng (1.1) để tính.

Trường hợp đặc biệt với hệ thống nối tiếp song song gồm có m phần tử giống nhau với độ tin cậy p trong mỗi một hệ thống con song song và có n nhóm hệ thống con song song được kết nối nối tiếp. Độ tin cậy này được tính:

$$R = [1 - (1-p)^m]^n \quad (1.3)$$

Với n và p không đổi, độ tin cậy R tăng nếu m tăng nhưng khi m và p không đổi thì độ tin cậy giảm khi n tăng. chú ý rằng, độ tin cậy tăng không đáng kể với $p > 0.8$ và khi m vượt quá 3.



Hình 1.3 Hệ thống mắc nối tiếp các phần tử mắc song song

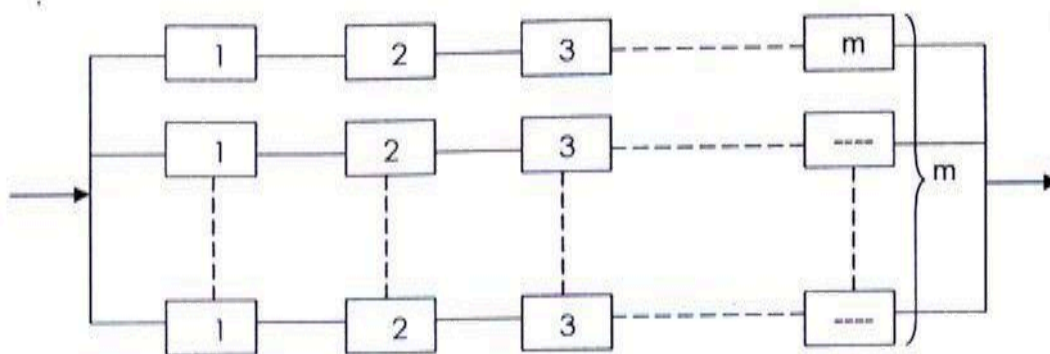
- **Hệ thống song song - nối tiếp:**

Xét một hệ thống được tạo thành từ các hệ thống con nối tiếp kết nối song song trình bày trên hình 1.4. Hệ thống này cũng được phân tích thành hai bước, đầu tiên tính cho kết nối nối tiếp, sau đó kết nối song song để có hệ thống hỗn hợp.

Trong trường hợp đặc biệt sơ đồ này có n phần tử giống nhau về độ tin cậy p trong một nhóm nối tiếp và với m nhóm song song. Với sơ đồ này độ tin cậy được tính như sau:

$$R = 1 - (1 - p^n)^m \quad (1.4)$$

Với n và p cố định trong sơ đồ này, độ tin cậy R tăng nếu m tăng nhưng khi m và p không đổi thì độ tin cậy R tăng nếu n tăng. Tuy nhiên, m tăng dẫn đến tăng không đáng kể R .



Hình 1.4 Hệ thống mắc song song các phần tử nối tiếp

1.2.3. Độ tin cậy của hệ thống phức tạp: mạch cầu.

Một kiểu sơ đồ phức tạp với số phần tử ít nhất thường gặp trình bày trên hình 1.5 gọi là sơ đồ cầu. Phương pháp thường được sử dụng để tính toán xác suất làm việc tin cậy của hệ thống phức tạp là phương pháp khai triển theo phần tử (Còn gọi là phương pháp xác suất toàn phần Bayess).

Gọi R_s là độ tin cậy của hệ thống, R_E là độ tin cậy của phần tử E được khai triển.

$$R_s = R_s\{E \text{ đã cho là tốt}\} \cdot R_E + R_s\{E \text{ đã cho là hỏng}\} \cdot (1 - R_E) \quad (1.5)$$

Nếu E được cho là tốt, phần tử E có thể được ngắn mạch, nếu E đã cho là hỏng chỗ nối phần tử E được để hở mạch. Điều này giúp biểu diễn sơ đồ trên hình 1.5 thành hai phần trình bày trên hình 1.6.

Khi E tốt, ta có sơ đồ song song nối tiếp.

Ta có:

$$R_s\{E \text{ đã cho là tốt}\} = (1 - Q_A \cdot Q_B) \cdot (1 - Q_C \cdot Q_D) \quad (1.6)$$

$Q_i = 1 - R_i$ – xác suất hỏng hóc của phần thứ i.

Khi E hỏng, ta có sơ đồ nối tiếp song song.

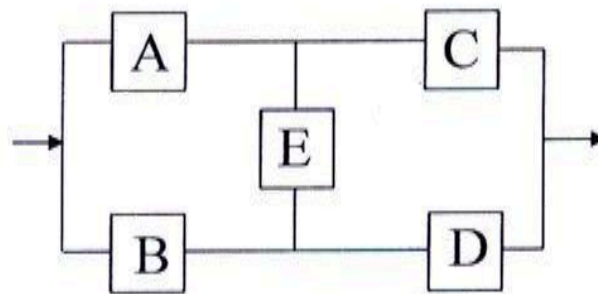
Ta có:

$$R_s\{E \text{ đã cho là hỏng}\} = 1 - (1 - R_A \cdot R_C) \cdot (1 - R_C \cdot R_D) \quad (1.7)$$

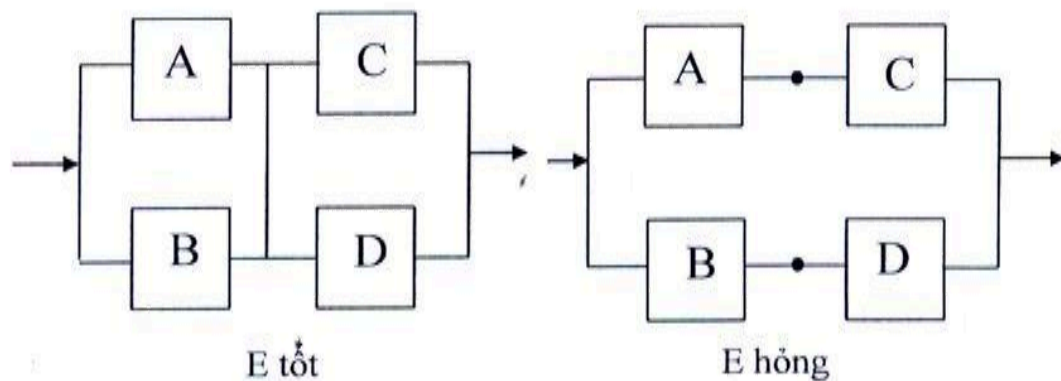
Luận văn tốt nghiệp Cao học

Tính độ tin cậy (1.5) theo (1.6) và (1.7). Nếu độ tin các phần tử giống nhau và bằng R thì ta có:

$$R_S = 2R^2 + 2R^3 - 5R^4 + 2R^5 \quad (1.8)$$



Hình 1.5: Sơ đồ cầu



Hình 1.6. Sơ đồ khai triển đối với phần tử E

1.2.4. Phương pháp cây sự cố.

Phương pháp cây sự cố là một trong các phương pháp phân tích cấu trúc cho phép đánh giá hệ thống bảo vệ về chất lượng cũng như về số lượng trên quan điểm độ tin cậy. Cây sự cố cho hình ảnh rõ ràng về nguyên nhân, cách thức xảy ra sự cố và các hành vi của hệ thống bảo vệ. Cây sự cố mô tả quan hệ logic giữa các phần tử hay giữa các phần tử và từng mảng của hệ thống bảo vệ một cách rõ nét, giữa các sự cố cơ bản và sự cố đỉnh mà ta đang khảo sát [1]÷[19].

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Hồng học cơ bản là nguyên nhân của các hồng học cao hơn được gọi là hồng học trung gian. Các hồng học này là nguyên nhân của sự kiện đỉnh tức sự kiện mà ta quan tâm. Ta có một số định nghĩa và ký hiệu sử dụng trong cây sự cố:

Lá: là các hồng học cơ bản, ký hiệu bằng vòng tròn

Cửa: là các cổng logic mô tả quan hệ nhân quả giữa các hồng học, nằm giữa cành và lá.

Cành: là các hồng học trung gian, nằm giữa hồng học cơ bản và sự kiện đỉnh

Gốc: là sự kiện đỉnh, ký hiệu bằng khung chữ nhật

Cây: là hình ảnh toàn bộ cấu trúc của đồ thị, bao gồm lá, cửa, cành, gốc.
Cây là một đồ thị liên thông không có chu trình[20]. Mỗi cây sự cố được thành lập cho một sự kiện đỉnh. Một ví dụ về cây được thể trên hình 1.7

Thường sử dụng 2 cửa logic là cửa VÀ (AND) và cửa HOẶC (OR). Cửa AND cho biết muốn có sự kiện ra thì đòi hỏi phải đồng thời xảy ra các sự kiện vào (tương ứng phép nhân logic - giao). Cửa OR cho biết muốn có sự kiện ra thì chỉ cần xảy ra một trong những sự kiện vào (tương ứng phép cộng logic - hợp).

$$q_{or} = \sum_{i=1}^n q_i ; \quad q_{AND} = \prod_{i=1}^n q_i ; \quad \text{với } n \text{ là số sự kiện đầu vào của cổng}$$

Mỗi cây sự cố cho một hàm Boole tương ứng mô tả quan hệ giữa sự kiện đỉnh với các sự kiện cơ bản. Đánh giá độ tin cậy của hệ thống, tức tính xác suất xảy ra sự kiện đỉnh, phải xác định tập đủ các lát cắt tới hạn tối thiểu, tức phải biến đổi để đưa hàm Boole về dạng tổng của các tích, mỗi tích là giao của các sự kiện cơ bản. Áp dụng các quy tắc của đại số Boole như bảng 1.1 sau [1],[14]:

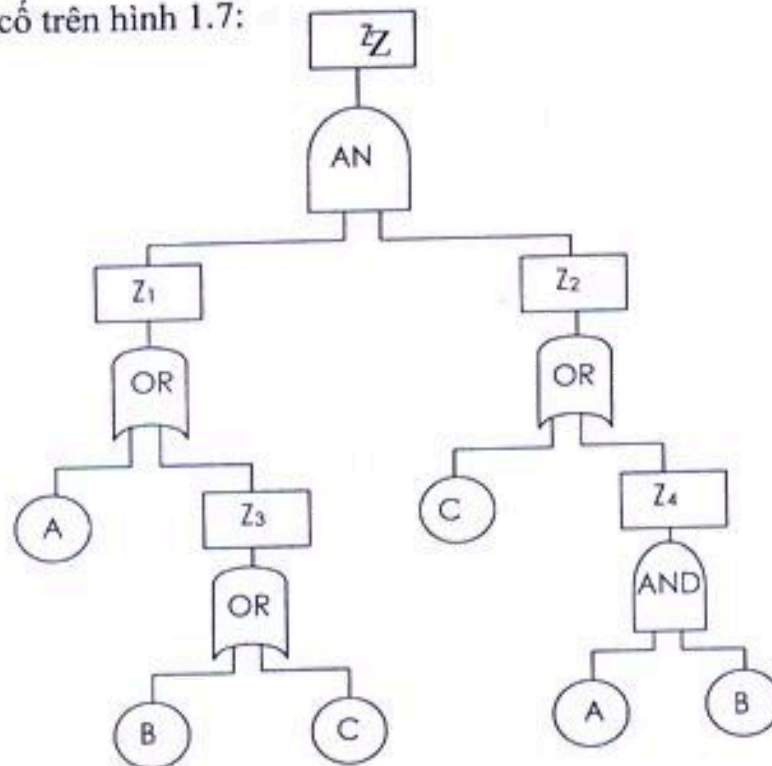
Luận văn tốt nghiệp Cao học

Bảng 1.1. Quy tắc của đại số Boole thường dùng trong cây sự cố

Quy tắc	Hàm	Biểu tượng toán
1	$X.Y = Y.X$	$X \cap Y = Y \cap X$
2	$X+Y = Y+X$	$XY = YX$
3	$X.(Y.Z) = (X.Y).Z$	$X \cap (Y \cap Z) = (X \cap Y) \cap Z$
4	$X+(Y+Z) = (X+Y)+Z$	$XY(YZ) = (XY)YZ$
5	$X.(Y+Z) = X.Y + X.Z$	$X \cap (Y \cup Z) = (X \cap Y) \cup (X \cap Z)$
6	$X+Y.Z = (X+Y).(X+Z)$	$XY(Y \cap Z) = (XY) \cap (XYZ)$
7	$X.X = X$	$X \cap X = X$
8	$X+X = X$	$XYX = X$
9	$X.(X+Y) = X$	$X \cap (XY) = X$
10	$X+X.Y = X$	$XY(X \cap Y) = X$
11	$X.X' = 0$	$X \cap X' = 0$
12	$X+X' = 1$	$XYX' = 1$
13	$(X')' = X$	$(X')' = X$
14	$(X.Y)' = X' + Y'$	$(X \cap Y)' = X' \cup Y'$
15	$(X+Y)' = X'.Y'$	$(X \cup Y)' = X' \cap Y'$
16	$0.X = 0$	$0 \cap X = 0$
17	$0+X = X$	$0YX = X$
18	$1.X = X$	$1 \cap X = X$
19	$1+X = 1$	$1YX = 1$
20	$X+X'.Y = X+Y$	$XY(X' \cap Y) = XY$
21	$X'.(X+Y) = X'.Y = (X+Y)'$	$X' \cap (XY) = X' \cap Y = (X+Y)'$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Ta xét sơ đồ cây sự cố trên hình 1.7:



Hình 1.7. Sơ đồ cây sự cố

Ta có : $Z = Z_1 + Z_2$

$$Z_1 = A + Z_3, \quad Z_3 = B + C$$

$$Z_2 = C + Z_4, \quad Z_4 = A.B$$

$$Z = (A + Z_3). (C + Z_4) = (A.C) + (Z_3.C) + (Z_4.A) + (Z_3.Z_4)$$

$$Z_3 = B.C \rightarrow Z = (A.C) + C.(B+C) + (Z_4.A) + (B+C). Z_4$$

$$Z = A.C + B.C + C.C + Z_4.A + Z_4.B + Z_4.C$$

Do $C.C = C$ (quy tắc 7) nên:

$$Z = A.C + B.C + C + Z_4.A + Z_4.B + Z_4.C$$

Theo quy tắc 10 ta có $A.C + B.C + C + Z_4.C = C$ nên:

$$Z = C + Z_4.A + Z_4.B$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Phân tích sự kiện đỉnh : là một trong các phân tích quan trọng trong cây sự cố. Sự kiện đỉnh chính là vấn đề cần quan tâm , do ta chọn để phân tích hệ thống theo yêu cầu đặt ra .

Xây dựng : bắt đầu từ sự kiện đỉnh . Tùy thuộc vào mối quan hệ logic giữa sự kiện đỉnh với các sự kiện hồng học thành phần khác , xây dựng cây thông qua các sự kiện hồng học trung gian và các cửa logic, với việc đặt câu hỏi “sự kiện hồng học nào thì xảy ra sự kiện đỉnh ?”.Câu trả lời đó là các hồng học trung gian trực tiếp gây nên sự kiện đỉnh . Tiếp theo phát triển các hồng học trung gian theo trình tự như trên cho đến khi gặp các sự kiện hồng học cơ bản cuối cùng là các lá. Xây dựng cây sự cố là quá trình phân tích và nhận dạng sâu sắc hệ thống , đòi hỏi phải xem xét kỹ cấu tạo ,chức năng hoạt động của từng phần tử , tập hợp phần tử trong hệ thống ,ảnh hưởng của chúng tới hồng học hệ thống . Bản thân quá trình xây dựng cây sự cố đã có đóng góp tích cực vào việc nâng cao độ tin cậy của hệ thống vì trong quá trình này ta đã có thể tìm ra được nhiều khuyết tật và sự bất hợp lý của các phần tử cũng như vai trò , chức năng của chúng trong hệ thống . Từ đó tìm ra phương pháp khắc phục để nâng cao độ tin cậy chung của hệ thống .

CHƯƠNG 2

CÁC DẠNG HƯ HỎNG VÀ CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC KHÔNG BÌNH THƯỜNG CỦA MÁY BIẾN ÁP VÀ PHƯƠNG THỨC BẢO VỆ TRẠM BIẾN ÁP

2.1 CÁC DẠNG HƯ HỎNG CỦA MÁY BIẾN ÁP (MBA)

Những hư hỏng thường xảy ra đối với máy biến áp có thể phân ra làm hai nhóm: hư hỏng bên trong và hư hỏng bên ngoài

- Hư hỏng bên trong bao gồm :
 - ❑ Chạm chập giữa các vòng dây.
 - ❑ Ngắn mạch giữa các vòng dây.
 - ❑ Chạm đất (vỏ) và ngắn mạch chạm đất.
 - ❑ Hỏng bộ chuyển đổi dầu phân áp.
 - ❑ Thùng dầu bị thùng hoặc rò dầu.
- Những hư hỏng và chế độ làm việc không bình thường bên ngoài máy biến áp bao gồm:
 - ❑ Ngắn mạch nhiều pha trong hệ thống.
 - ❑ Ngắn mạch 1 pha trong hệ thống.
 - ❑ Quá tải.
 - ❑ Quá bão hoà mạch từ.

Tuỳ theo công suất của máy biến áp, vị trí, vai trò của máy biến áp trong hệ thống mà lựa chọn phương thức bảo vệ thích hợp. Những loại bảo vệ thường dùng để chống các loại sự cố và chế độ làm việc không bình thường của máy biến áp được giới thiệu trong bảng sau:



Luận văn tốt nghiệp Cao học

Loại hư hỏng.	Loại bảo vệ.
Ngắn mạch một pha hoặc nhiều pha chạm đất.	So lệch có hãm. Bảo vệ so lệch thứ tự không (chống chạm đất hạn chế). Bảo vệ quá dòng, quá dòng thứ tự không.
Chạm chập các vòng dây . Thùng dầu thùng hoặc bị rò dầu.	Bảo vệ bằng Rơle khí (Buchholz).
Quá tải.	Quá dòng điện. Hình ảnh nhiệt.
Quá bão hoà mạch từ.	Chống quá bão hoà.

- Việc lựa chọn phương thức bảo vệ cho trạm biến áp nói riêng và các phần tử trong hệ thống điện nói chung là hết sức quan trọng nhằm loại trừ nhanh phần tử sự cố ra khỏi hệ thống điện, đảm bảo hệ thống làm việc an toàn, ổn định ,bền vững.
- Để thực hiện được nhiệm vụ quan trọng này thì hệ thống bảo vệ phải thoả mãn các yêu cầu đã nêu trong phần 1.1

2.2 CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC KHÔNG BÌNH THƯỜNG CỦA MÁY BIẾN ÁP.

- a. Dòng điện tăng cao do ngắn mạch ngoài và quá tải.
- b. Mức dầu hạ thấp khi/nhiệt độ không khí giảm xuống đột ngột.
- c. Quá điện áp khi chạm đất trong hệ thống .

Phần lớn các máy biến áp đều chịu được tác dụng của lực điện động và ổn định nhiệt khi ngắn mạch ngoài trong một thời gian đủ để cho các bảo vệ tác động (một vài giây).

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Các máy biến áp đều cho phép quá tải ở những mức độ nhất định trong những thời gian nhất định. Vì vậy ở các nhà máy điện và các trạm biến áp có người trực nhật, khi máy biến áp bị quá tải bảo vệ chỉ cần cho tín hiệu.

Ở các nhà máy và trạm hoàn tự động thì khi máy biến áp bị quá tải cần:

- Tự động đóng nguồn dự trữ (TDD),
- Tự động giảm tải theo tần số (TGT),
- Cắt máy biến áp nếu quá tải vượt quá giới hạn cho phép.

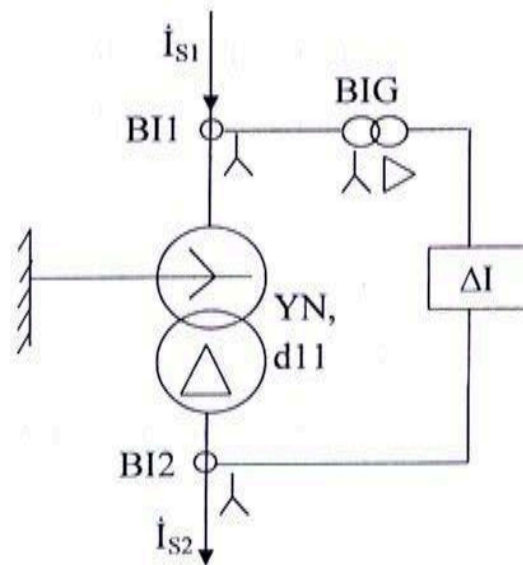
2.3 CÁC LOẠI BẢO VỆ CHÍNH ĐẶT CHO MÁY BIẾN ÁP.

2.3.1 Bảo vệ so lệch có hàm $\begin{matrix} \textcircled{87T} & \boxed{\Delta I} \end{matrix}$

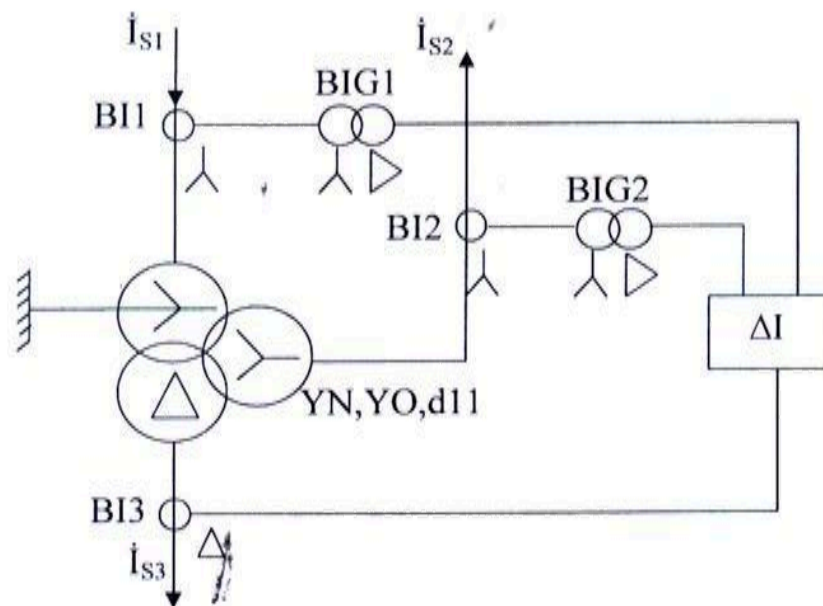
Khác với bảo vệ so lệch của máy phát điện, dòng điện sơ cấp ở hai phía của máy biến áp thường khác nhau về trị số (theo tỷ số biến giữa điện áp các phía) và về góc pha (theo tổ đấu dây: YN, YO; YN, d11; Y, d5 v.v....)

Vì vậy đối với các rơle điện cơ để cân bằng dòng điện thứ cấp ở các phía của bảo vệ so lệch trong chế độ làm việc bình thường, người ta sử dụng máy biến dòng trung gian BIG (hình 2.1) có tổ đấu dây phù hợp với tổ đấu dây của máy biến áp và tỷ số biến đổi được chọn sao cho các dòng điện đưa vào so sánh trong rơle so lệch có trị số gần bằng nhau.

Một đặc điểm nữa của bảo vệ so lệch máy biến áp là dòng điện từ hoá của máy biến áp sẽ tạo nên dòng điện không cân bằng chạy qua rơle. Trị số quá độ của dòng điện không cân bằng này có thể rất lớn trong chế độ đóng máy biến áp không tải hoặc cắt ngắn mạch ngoài. Vì vậy, người ta sử dụng dòng điện từ hoá để hãm bảo vệ so lệch của máy biến áp.



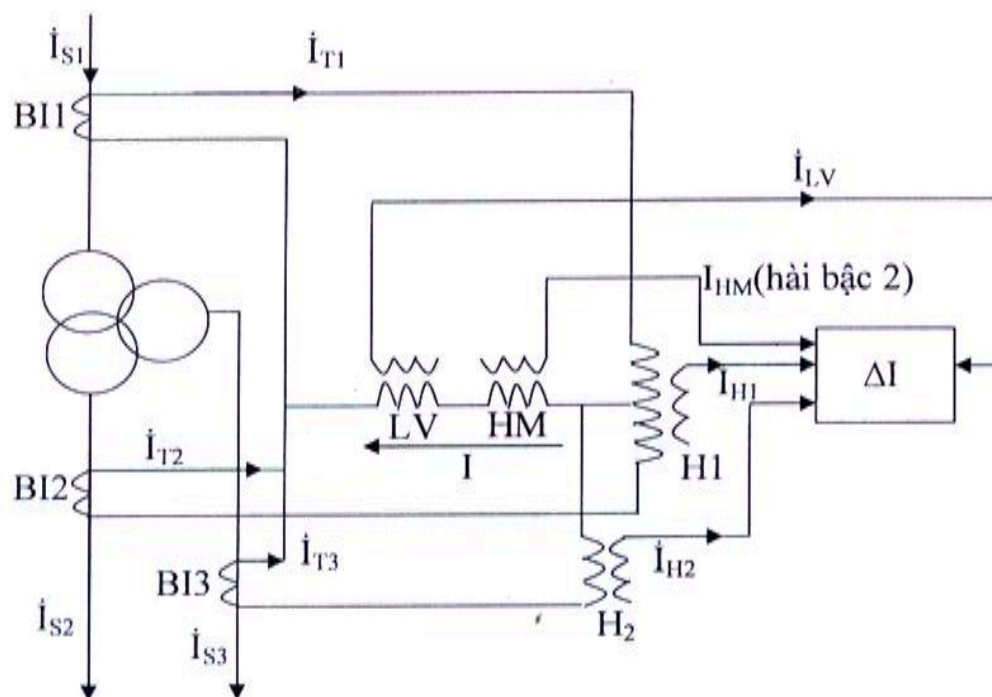
Hình 2.1 Cân bằng pha và trị số của dòng điện thứ cấp trong bảo vệ solệch máy biến áp hai cuộn dây bằng máy biến dòng trung gian BIG.



Hình 2.2 Cân bằng pha và trị số của dòng điện thứ cấp trong bảo vệ solệch có hãm máy biến áp 3 cuộn dây bằng máy biến dòng trung gian BIG.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Ngoài ra, tùy theo tổ đấu dây của máy biến áp được bảo vệ cần sử dụng biện pháp để loại trừ ảnh hưởng của dòng điện thứ tự không khi trung điểm của cuộn dây máy biến áp nối đất và có ngắn mạch chạm đất xảy ra trong hệ thống.



Hình 2.3 Sơ đồ nguyên lý bảo vệ so lệch có hãm với rơle điện cơ dùng cho máy biến áp 3 cuộn dây. HM – hãm theo thành phần hài bậc 2 trong dòng điện từ hóa máy biến áp.

Gần đây, trong các rơle so lệch kỹ thuật số hiện đại người ta có thể thực hiện việc cân bằng pha và trị số của dòng điện thứ cấp ở các phía của máy biến áp ngay trong rơle so lệch.

Trên hình 2.3 trình bày sơ đồ nguyên lý của bảo vệ so lệch có hãm dùng cho máy biến áp 3 cuộn dây.

Giả sử phía cuộn dây 1 của máy biến áp nối với nguồn cung cấp, phía cuộn dây 2 và 3 nối với phụ tải. Bỏ qua dòng điện kích từ của máy biến áp, trong

Luận văn tốt nghiệp Cao học

chế độ làm việc bình thường ta có:

$$\dot{I}_{S1} = \dot{I}_{S2} + \dot{I}_{S3} \quad (2.1)$$

Dòng điện đi vào cuộn dây làm việc bằng :

$$\dot{I}_{LV} = \dot{I}_{T1} - (\dot{I}_{T2} + \dot{I}_{T3}) \quad (2.2)$$

Các dòng điện hãm:

$$\dot{I}_{H1} = \dot{I}_{T1} + \dot{I}_{T2} \quad (2.3)$$

$$\dot{I}_{H2} = \dot{I}_{T3} \quad (2.4)$$

Các dòng điện hãm được cộng với nhau theo trị số tuyệt đối để tạo nên hiệu ứng hãm theo quan hệ:

$$I_H = (|\dot{I}_{T1} + \dot{I}_{T2}| + |\dot{I}_{T3}|)K_H \quad (2.5)$$

Trong đó: $K_H \leq 0,5$ là hệ số hãm của bảo vệ so lệch.

Ngoài ra để ngăn chặn tác động sai do ảnh hưởng của dòng điện từ hoá khi đóng máy biến áp không tải và khi cắt ngắn mạch ngoài, bảo vệ còn được hãm bằng thành phần hài bậc hai trong dòng điện từ hóa I_{HM} .

Để đảm bảo được tác động hãm khi có ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ cần thực hiện điều kiện:

$$|I_H| > |I_{LV}| \quad (2.6)$$

2.3.2: Bảo vệ so lệch thứ tự không (Bảo vệ chống chạm đất hạn chế) $(87N) \Delta I_0$

(REF- Restricted Earth Fault)

Với các máy biến áp có công suất lớn, để bảo vệ chống chạm đất trong cuộn dây nối hình sao của máy biến áp, người ta dùng sơ đồ bảo vệ chống chạm

Luận văn tốt nghiệp Cao học

đất có giới hạn. Thực chất đây là loại bảo vệ so lệch nối vào hiệu của dòng ở dây trung tính của máy biến áp và tổ máy biến dòng nối theo bộ lọc dòng điện thứ tự không đặt ở phía đầu ra của cuộn dây nối hình sao của máy biến áp (Hình 2.4 a). Rơle so lệch tổng trở cao được mắc song song với điện trở R có trị số khá lớn.

Trong chế độ làm việc bình thường và ngắn mạch chạm đất ngoài vùng bảo vệ (điểm N1), ta có:

$$\Delta \dot{I}_0 = 3\dot{I}_0 - \dot{I}_D = 0 \quad (2.7)$$

Trong đó: $\dot{I}_0$ - dòng thứ tự không chạy trong cuộn dây máy biến áp;

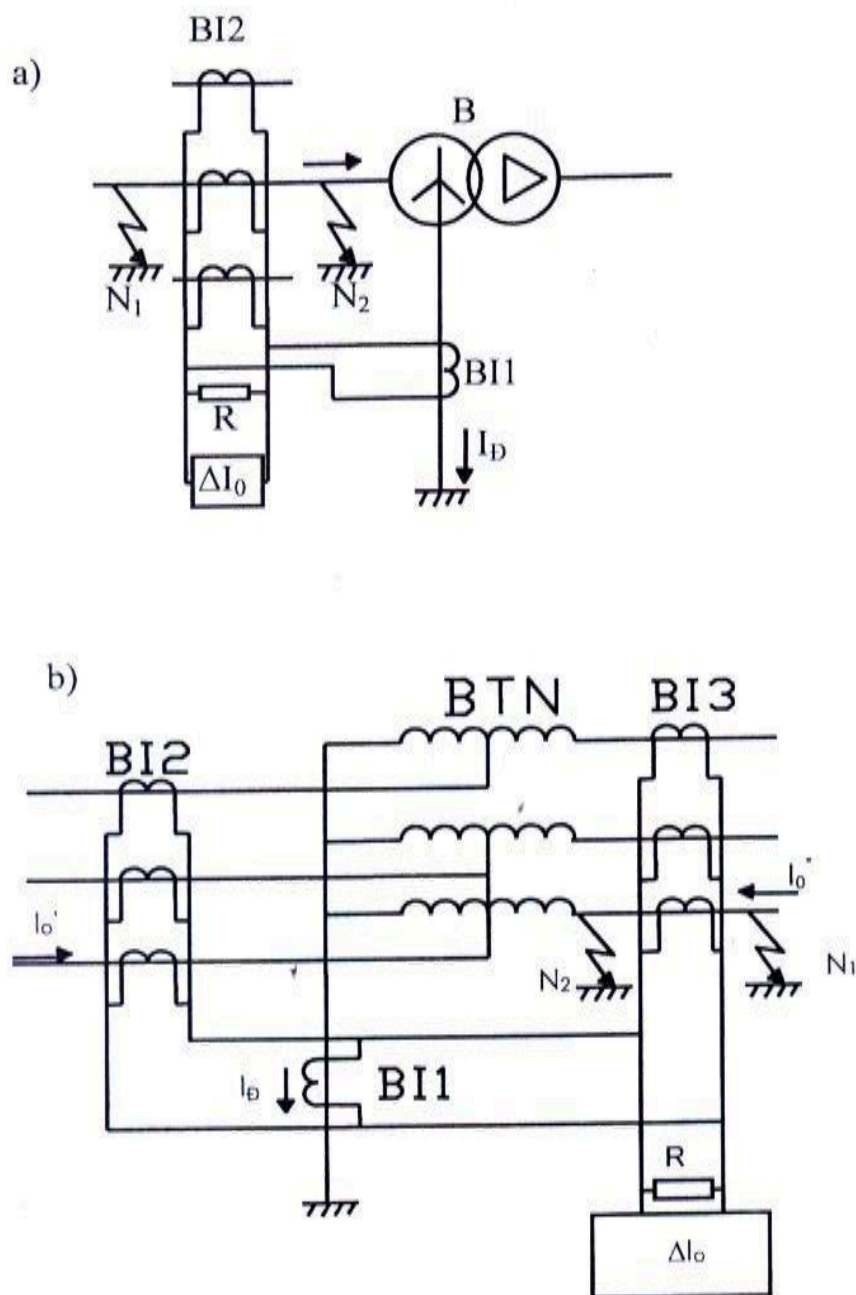
$\dot{I}_D$ - dòng điện chạy qua dây trung tính máy biến áp.

Nếu bỏ qua sai số của các máy biến dòng, ta có dòng điện thứ cấp chạy qua điện trở R bằng không và điện áp đặt trên rơle so lệch cũng bằng không.

Khi ngắn mạch trong vùng (điểm N2) toàn bộ dòng chạm đất sẽ chạy qua điện trở R tạo nên điện áp đặt trên rơle so lệch rất lớn, rơle sẽ tác động.

Để bảo vệ chống chạm đất cho cả cuộn dây nối tam giác của máy biến áp, người ta có thể đặt thêm máy biến áp tạo trung điểm nối đất ở đầu ra cuộn tam giác và một bảo vệ thứ hai tương tự.

Nguyên lý so lệch dòng điện thứ tự không cũng có thể được sử dụng để bảo vệ chống chạm đất cho các máy biến áp tự ngẫu (Hình 2.4 b).



Hình 2.4. Bảo vệ chống chạm đất có giới hạn dùng cho máy biến áp 2 cuộn dây
(a) và máy biến áp tự ngẫu (b).

Luận văn tốt nghiệp Cao học

2.3.3 Bảo vệ bằng rơle khí (BUCHHOLZ)

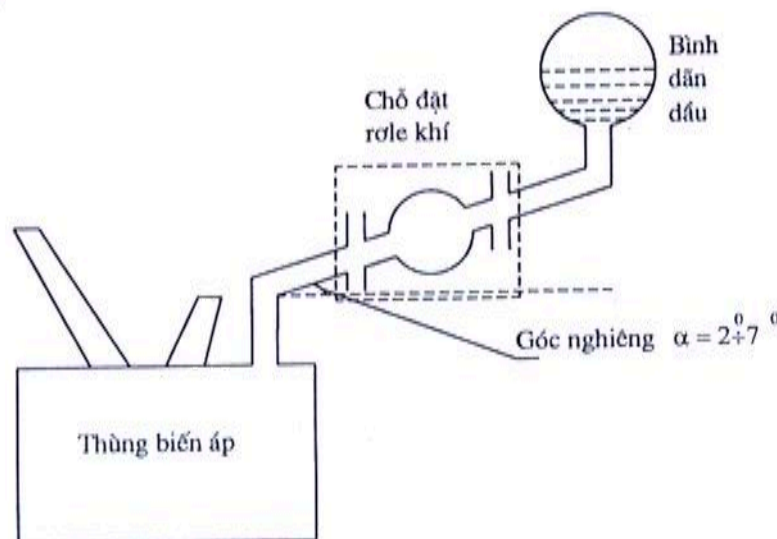
B	1
	2

Những hư hỏng bên trong thùng của máy biến áp có cuộn dây ngâm trong dầu đều làm cho dầu bốc hơi và chuyển động. Các máy biến áp dầu có công suất lớn hơn 500kVA thường được bảo vệ bằng rơle khí có 1 cấp tác động (với máy biến áp từ 500kVA đến 5MVA) hoặc 2 cấp tác động (lớn hơn 5MVA). Rơle khí thường đặt trên đoạn ống nối từ thùng dầu đến bình dẫn dầu của máy biến áp (H.2.5). Rơle với 2 cấp tác động gồm có 2 phao bằng kim loại mang bầu thủy tinh con có tiếp điểm thủy ngân hoặc tiếp điểm từ. Ở chế độ làm việc bình thường trong bình rơle đầy dầu, các phao nổi lơ lửng trong dầu, tiếp điểm của rơle ở trạng thái hở. Khi khí bốc ra yếu (chẳng hạn vì dầu nóng do quá tải), khí tập trung lên phía trên của bình rơle đẩy phao số 1 xuống, rơle gửi tín hiệu cấp 1 cảnh báo. Nếu khí di chuyển mạnh từ thùng lên bình dẫn dầu xô phao thứ 2 chìm xuống gửi tín hiệu đi cắt máy biến áp. Rơle khí còn có thể tác động khi mức dầu trong bình rơle hạ thấp do dầu bị rò hoặc thùng biến áp bị thủng. Để rơle khí làm việc được dễ dàng người ta tạo một độ nghiêng nhất định của ống dẫn so với mặt phẳng ngang, Góc nghiêng α khoảng từ 2 đến 5° đối với rơle khí có một phao và từ 3 đến 7° đối với rơle có 2 phao. Cấp cảnh báo thường tác động với lượng khí tập trung phía trên của bình dầu rơle từ 100 đến 250 cm³, cấp 2 tác động cắt máy biến áp khi tốc độ di chuyển của dầu qua rơle từ 70 đến 160 cm/s. Để tránh ảnh hưởng chuyển động rối của dầu qua rơle, chiều dài của đoạn ống từ thùng đến rơle phải lớn hơn 5 lần đường kính của nó và từ rơle đến bình dẫn dầu phải lớn hơn $\frac{1}{3}$ lần.

Rơle khí có thể làm việc khá tin cậy chống tất cả các loại sự cố bên trong thùng dầu, tuy nhiên kinh nghiệm vận hành cũng phát hiện một số trường hợp tác động sai do ảnh hưởng của chấn động cơ học lên máy biến áp (chẳng hạn do động đất, do các vụ nổ gần nơi đặt máy biến áp v.v...).

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Đối với máy biến áp lớn, bộ điều chỉnh điện áp dưới tải thường được đặt trong thùng dầu riêng và người ta dùng một bộ rơle khí riêng để bảo vệ cho bộ điều áp dưới tải.



Hình.2.5 Vị trí đặt rơle khí ở máy biến áp.

2.4: BẢO VỆ DỰ PHÒNG CHO MÁY BIẾN ÁP.

2.4.1: Bảo vệ quá dòng cắt nhanh $\begin{matrix} 50 \\ I >> \end{matrix}$

Với máy biến áp có công suất nhỏ, bảo vệ quá dòng cắt nhanh được sử dụng làm bảo vệ chính. Với các máy biến áp có công suất trung bình và lớn nó được dùng làm bảo vệ dự phòng chống ngắn mạch giữa các pha cho một phần cuộn dây của máy biến áp.

Dòng điện khởi động cho rơle được chọn theo điều kiện:

$$I_{kd50} = K_{at} \cdot I_{Nng,max}$$

Trong đó:

$I_{Nng,max}$ - dòng ngắn mạch ngoài lớn nhất, thường tính cho điểm ngắn mạch trên thanh cái đầu ra của máy biến áp.

K_{at} - hệ số an toàn, $K_{at} = 1,2 \div 1,3$

2.4.2: Bảo vệ quá dòng cắt nhanh thứ tự không 50N $I_0 >>$

Role quá dòng được đấu qua bộ lọc dòng thứ tự không :

$$3I_0 = I_A + I_B + I_C$$

$$I_{kd50N} = K_{at} \cdot 3 \cdot I_{oNngmax}$$

Trong đó $I_{oNngmax}$ là dòng ngắn mạch ngoài thứ tự không lớn nhất khi ngắn mạch chạm đất trên thanh cái đầu ra máy biến áp , chẳng hạn với máy biến áp hai cuộn dây là trường hợp ngắn mạch ở đầu ra phía sau máy biến áp N2

$$I_{oNngmax} = I_{oN2max} = \max \{ I_{oN2}^{(1,1)}, I_{oN2}^{(1)} \} \text{ qua 1 BI}$$

2.4.3: Bảo vệ quá dòng có thời gian: 51 $I >$

Bảo vệ quá dòng điện có thời gian thường được dùng làm bảo vệ chính cho máy biến áp có công suất bé và làm bảo vệ dự phòng cho máy biến áp có công suất trung bình và lớn để chống các dạng ngắn mạch bên trong và bên ngoài máy biến áp.

Với máy biến áp hai cuộn dây dùng một bộ bảo vệ đặt ở phía nguồn cung cấp. Với máy biến áp nhiều cuộn dây thường mỗi phía đặt một bộ.

Dòng điện khởi động của bảo vệ chọn theo dòng điện danh định của máy biến áp có xét đến khả năng quá tải, thời gian làm việc của bảo vệ chọn theo nguyên tắc bậc thang , phối hợp với thời gian làm việc của các bảo vệ lân cận trong hệ thống .

Nếu máy biến áp nhiều cuộn dây nối với nguồn từ nhiều phía thì cần đặt bộ phận định hướng công suất ở phía nối với nguồn có thời gian tác động bé hơn.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Hài thông số cần chọn là I_{kd} và t (chọn thời gian độc lập)

- Dòng điện khởi động I_{kd51}

$$I_{kd51} = K \cdot I_{ddb}$$

Trong đó :

I_{ddb} dòng danh định của MBA ,

K hệ số chỉnh định , thường lấy $K = 1,6$

- Thời gian làm việc t :

Bảo vệ quá dòng cho máy biến áp thường sử dụng đặc tính thời gian độc lập, phối hợp theo nguyên tắc bậc thang :

$$t_i = \max \{ t_{i-1} \} + \Delta t$$

Trong đó :

t_{i-1} - thời gian làm việc của bảo vệ tiếp theo liền kề , xa nguồn hơn

Δt - cấp chọn lọc về thời gian , thường chọn $\Delta t = 0,3 \div 0,5s$

2.4.4: Bảo vệ quá dòng thứ tự không có thời gian 51N $I_0 >$

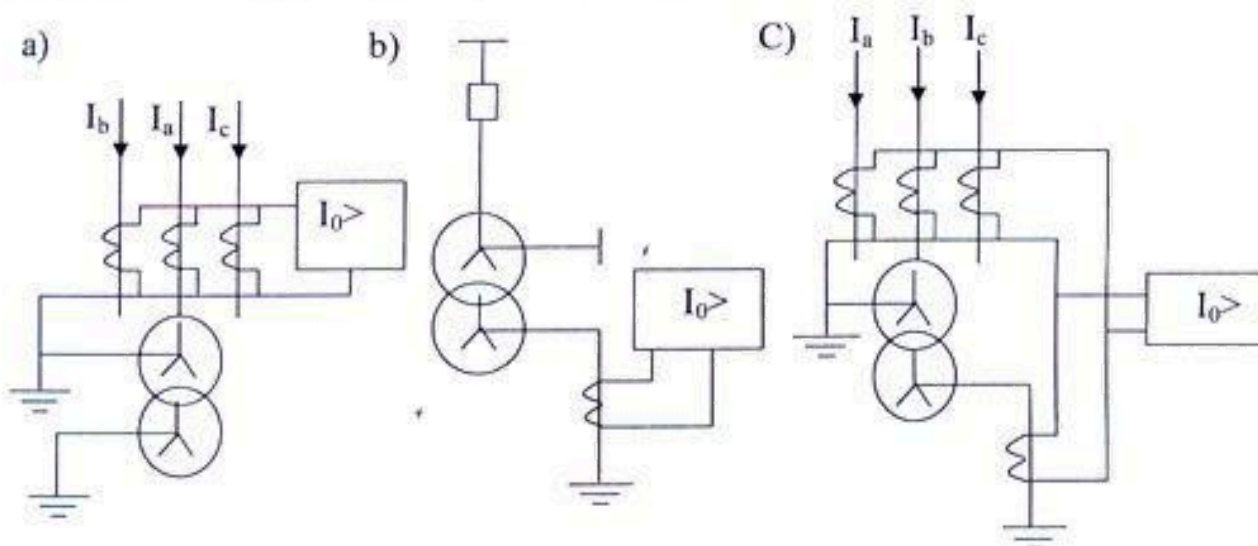
Bảo vệ quá dòng thứ tự không (BVTTK) máy biến áp là cấp bảo vệ cuối cùng của dòng I_0 trong mạch cùng cấp điện áp , nó đóng vai trò bảo vệ chống sự cố ngắn mạch chạm đất trong máy biến áp và bảo vệ dự phòng cho mạng điện . Dòng khởi động của bảo vệ được chỉnh định theo dòng điện không cân bằng. Bảo vệ có duy trì thời gian và thường đưa tín hiệu đi cắt máy cắt . Thời gian duy trì của bảo vệ thứ tự không được xác định phụ thuộc vào thời gian chỉnh định của các bảo vệ thứ tự không của các đường dây nối với thanh cái của trạm biến áp.

$$t_0 = t_{0,dM} + \Delta t$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

$t_{o,dM}$ – thời gian chỉnh định lớn nhất của BVTTK của đường dây nối với thanh cái trạm biến áp .

Các phương án BVQDTTK cho máy biến áp động lực được thể hiện trên hình 2.6: sơ đồ hình 2.6 .a được thực hiện với 3 máy biến dòng , dòng điện đi vào role có giá trị là $3I_0$. Ở sơ đồ hình 2.6.b máy biến dòng được mắc trên dây tiếp địa của máy biến áp . Hiệu quả nhất là sơ đồ bảo vệ so lệch thứ tự không hình 2.6.c Ngoài ra trong một số trường hợp , để tăng độ nhạy của bảo vệ người ta còn sử dụng các sơ đồ bảo vệ thứ tự nghịch với sự trợ giúp của bộ lọc thứ tự nghịch , đưa tín hiệu dòng thứ tự nghịch vào role.



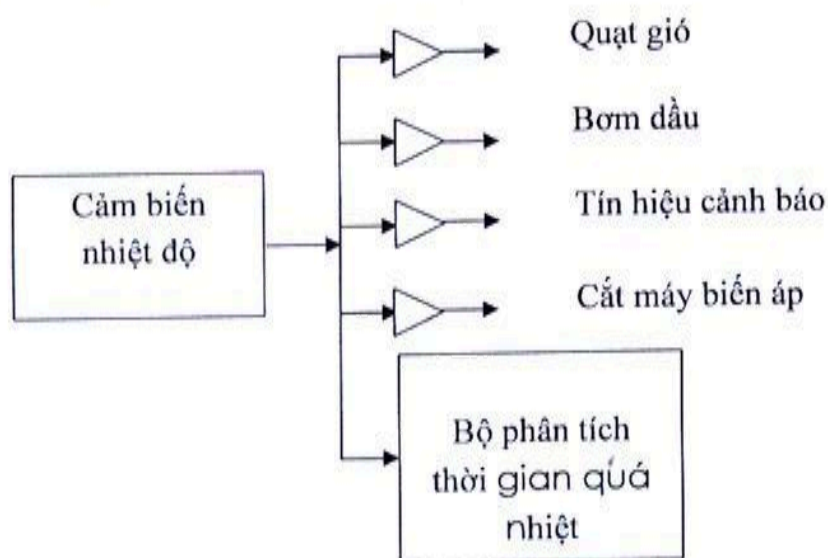
Hình 2.6 .Các phương án bảo vệ thứ tự không . a. Sơ đồ với bộ lọc dòng điện thứ tự không dùng 3 máy biến dòng . b . Sơ đồ với một máy biến dòng mắc ở mạch tiếp địa ; c. Sơ đồ bảo vệ so lệch.

2.4.5. Bảo vệ quá tải theo nhiệt độ: $\begin{matrix} \text{49} \\ \theta^{\circ} \end{matrix}$

Quá tải làm tăng nhiệt độ dầu và cuộn dây của MBA, nếu mức quá tải cao và kéo dài làm cho máy biến áp bị tăng nhiệt độ quá mức cho phép dẫn đến tuổi thọ của máy biến áp bị suy giảm nhiều. Để bảo vệ chống quá tải cho cuộn dây của máy biến áp và bảo vệ chống quá nhiệt cho cách điện của máy biến áp công

Luận văn tốt nghiệp Cao học

suất lớn người ta dùng phương pháp đo trực tiếp nhiệt độ dầu và hình ảnh nhiệt phản ánh nhiệt độ cuộn dây của máy biến áp. Bảo vệ làm việc theo nhiều cấp như tăng cường làm mát, cảnh báo bằng tín hiệu âm thanh, sa thải bớt các phụ tải. Nếu các cấp tác động này không mang lại hiệu quả thì máy biến áp được tách ra khỏi vận hành. Sơ đồ hệ thống cảnh báo khi máy biến áp quá tải trình bày trên hình 2.7



Hình 2.7.: Sơ đồ khối bảo vệ quá nhiệt trong máy biến áp

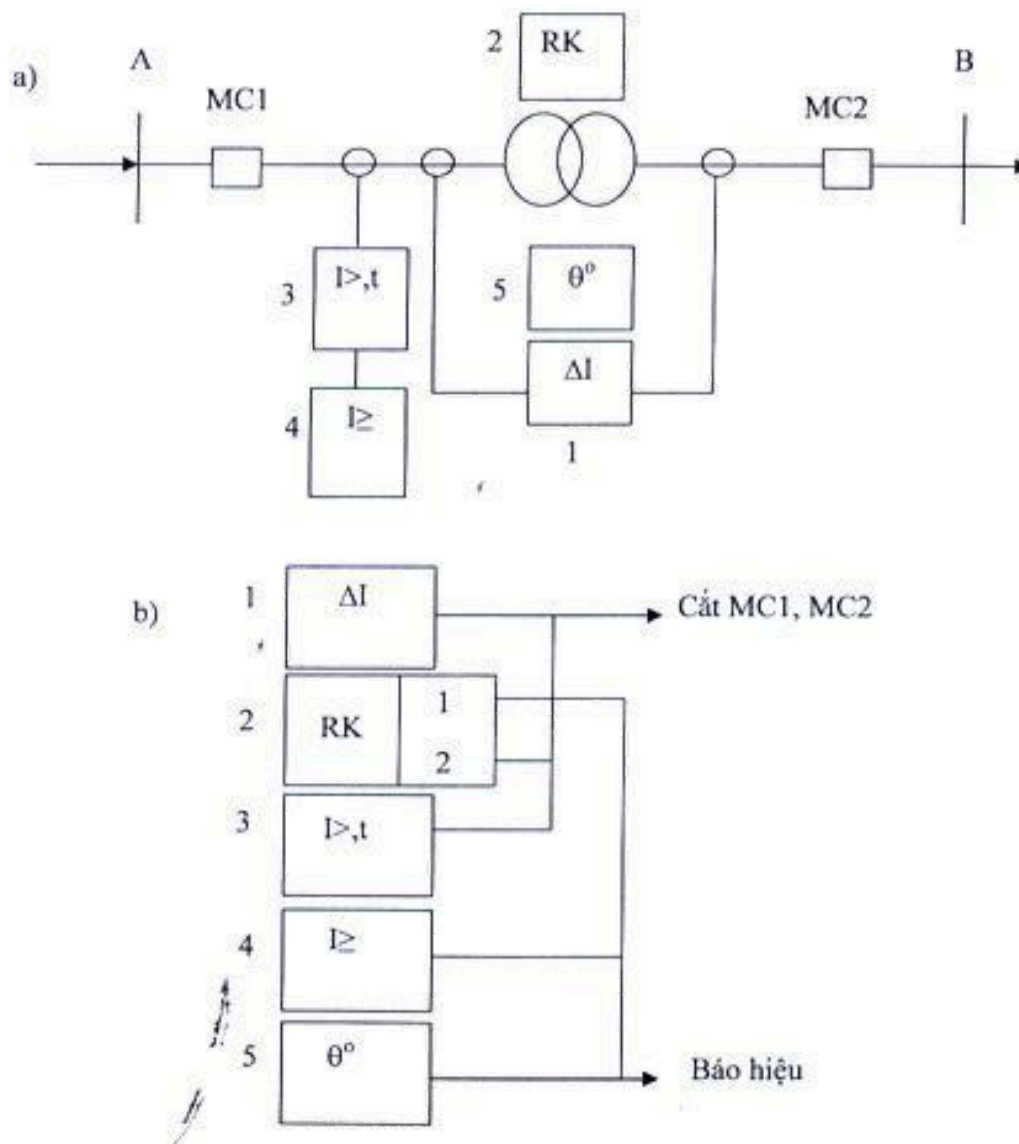
Để bảo vệ quá tải cho MBA tại trạm ≥ 110 kV thường dùng phương pháp hình ảnh nhiệt trong role bảo vệ và phương pháp đo trực tiếp tại máy biến áp, sử dụng bộ cảm ứng nhiệt đặt ở phía trên thùng dầu nơi có nhiệt độ dầu cao nhất. Khi nhiệt độ tăng lên $\geq 55^{\circ}\text{C}$ bộ khuyếch đại sẽ thực hiện tuần tự các công việc như tăng cường làm mát và báo tín hiệu nếu nhiệt độ vẫn cứ tiếp tục tăng, khi đó tín hiệu được gửi đi cắt máy biến áp.

2.5: PHƯƠNG THỨC BẢO VỆ THƯỜNG DÙNG CHO MÁY BIẾN ÁP.

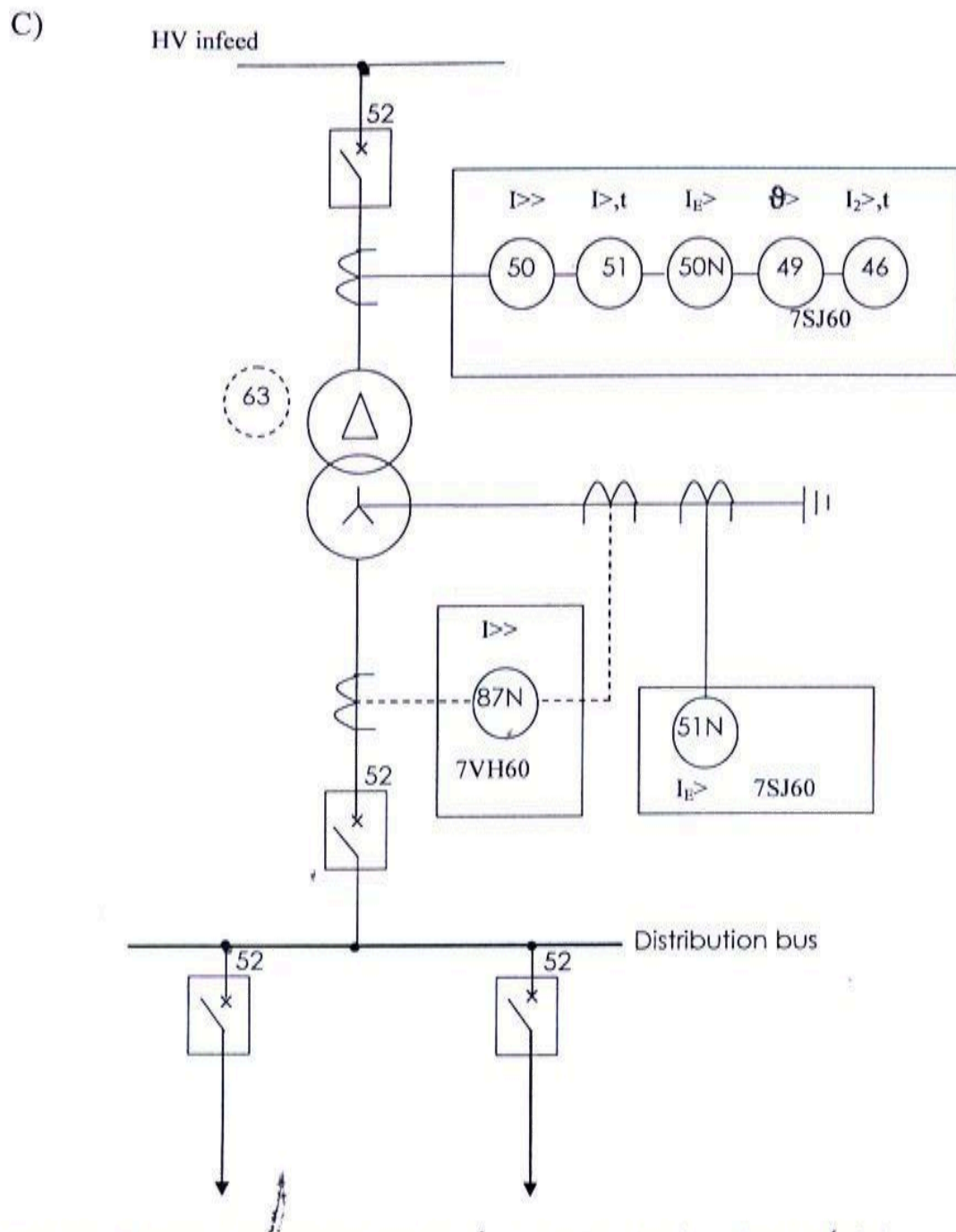
Hiện nay không có những tiêu chuẩn thống nhất để lựa chọn phương thức bảo vệ cho máy biến áp. Sau đây chỉ nêu một số ví dụ thường gặp trong thực tế. Trên hình 2.8 trình bày sơ đồ phương thức bảo vệ đối với các máy biến áp hai

Luận văn tốt nghiệp Cao học

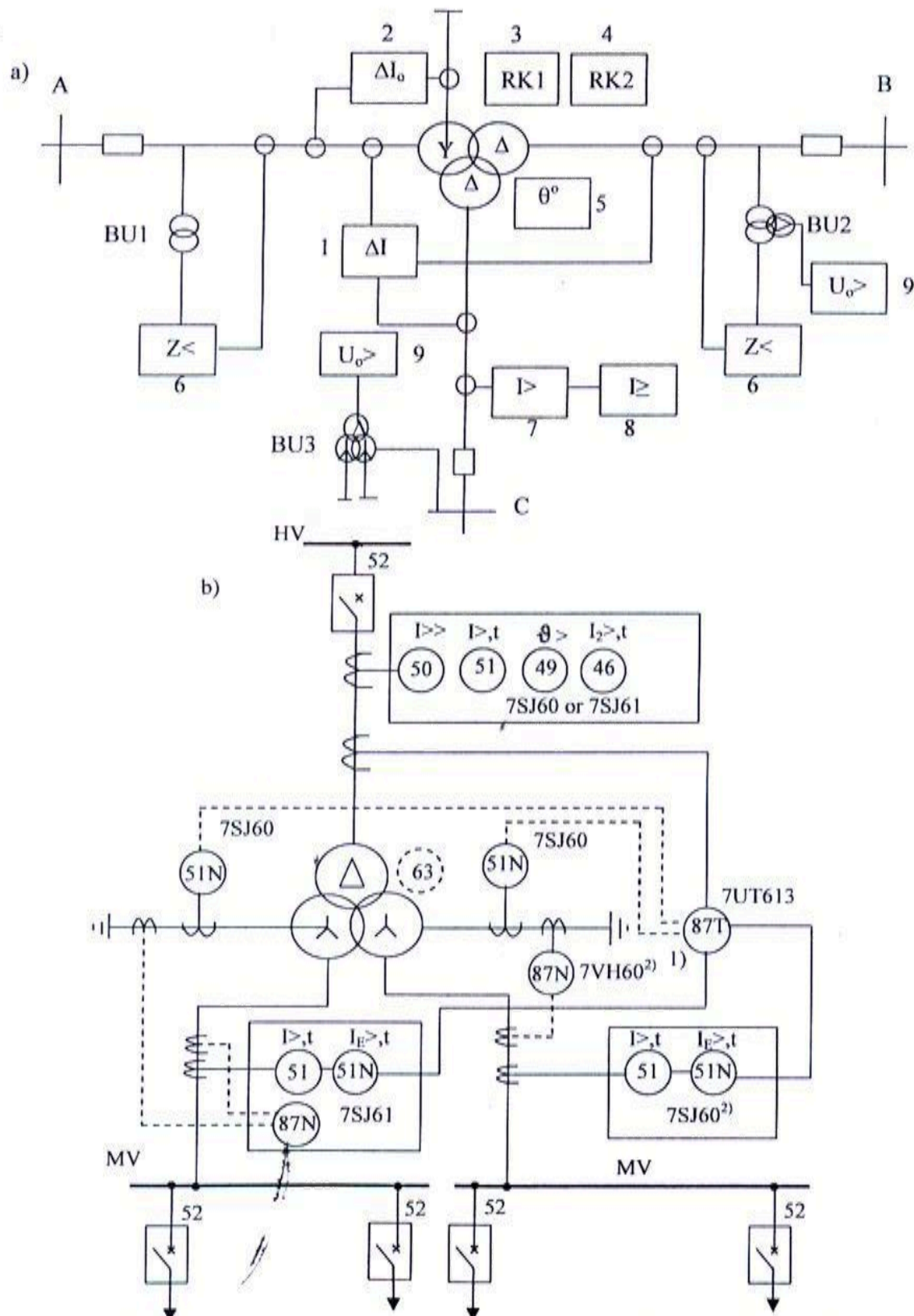
tuôn dây công suất bé (đến vài chục MVA) để chống ngắn mạch giữa các pha và sự cố bên trong thùng dầu người ta thường dùng bảo vệ so lệch có hàm (1) và rơle khí (2) làm bảo vệ chính. Bảo vệ quá dòng điện có thời gian (3) được sử dụng làm bảo vệ dự phòng. Để chống quá tải và nhiệt độ dầu tăng cao người ta sử dụng bảo vệ quá dòng (4) và bảo vệ phản ứng theo nhiệt độ (5).



Luận văn tốt nghiệp Cao học



Hình 2.8: Phương thức bảo vệ máy biến áp hai cuộn dây công suất bé (đến vài chục MVA) a) Sơ đồ nguyên lý ; b) Mạch đầu ra của sơ đồ bảo vệ c) kết hợp các chức năng bảo vệ trong các rơle hợp bộ của SIEMENS



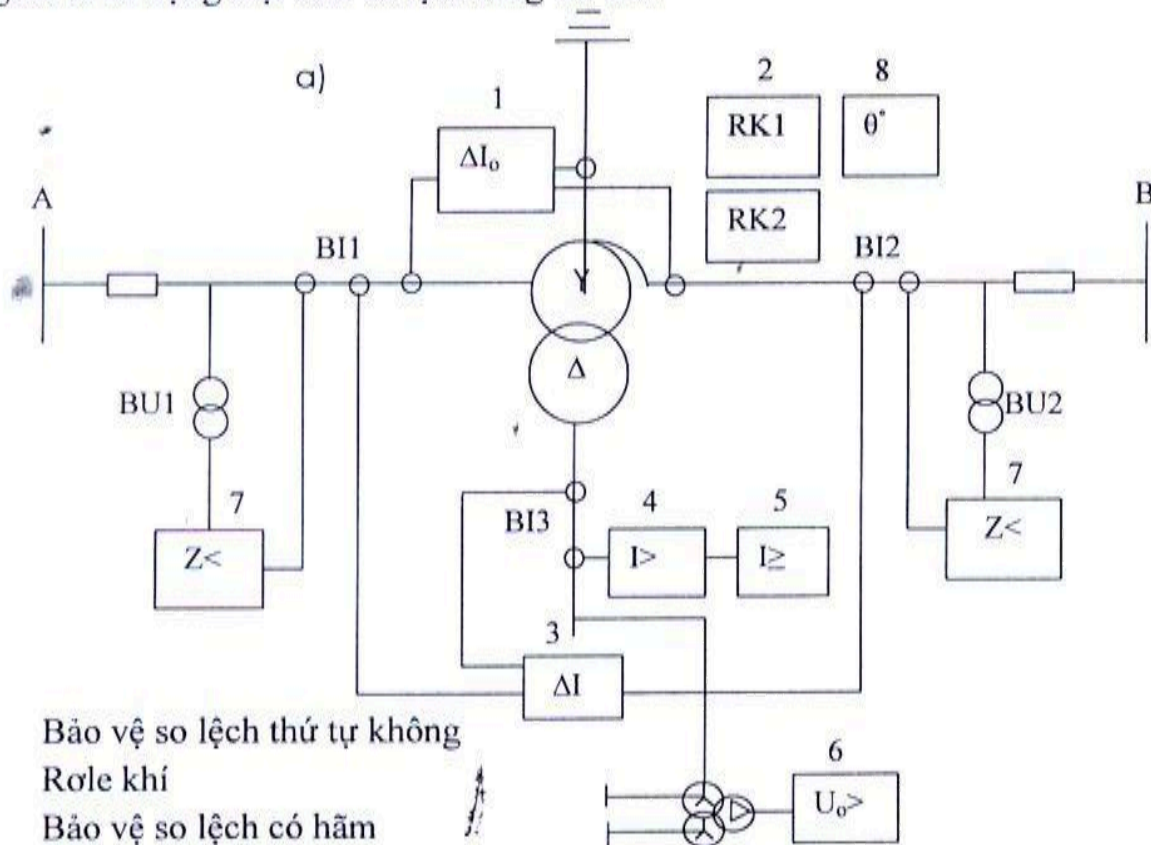
Hình 2.9: Phương thức bảo vệ máy biến áp ba cuộn dây công suất lớn
a) Sơ đồ nguyên lý ;b) kết hợp các chức năng bảo vệ trong các rơle hợp bộ của SIEMENS

Luận văn tốt nghiệp Cao học

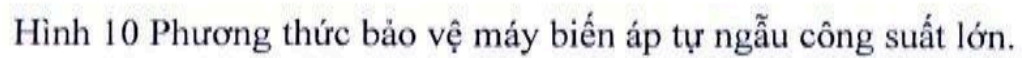
Đối với máy biến áp ba cuộn dây công suất lớn (hình 2.9) người ta dùng bảo vệ có hãm (1), bảo vệ so lệch dòng thứ tự không (2), role khí (3 và 4) làm bảo vệ chính, bảo vệ khoảng cách (6) và bảo vệ quá dòng có thời gian (7) làm bảo vệ dự phòng.

Để chống quá tải dùng bảo vệ quá dòng kết hợp trong role khoảng cách hoặc đặt riêng cho các phía và bảo vệ phản ứng theo nhiệt độ của dầu (5) phía các cuộn dây không có trung tính nối đất đặt bảo vệ chống chạm đất (9).

Trên hình 10 trình bày phương thức bảo vệ cho máy biến áp tự ngẫu có công suất lớn. Các loại bảo vệ và chức năng của từng loại cũng tương tự như trên hình 2.9 đối với máy biến áp ba cuộn dây. Riêng bảo vệ so lệch thường người ta sử dụng loại role so lệch tổng trở cao.



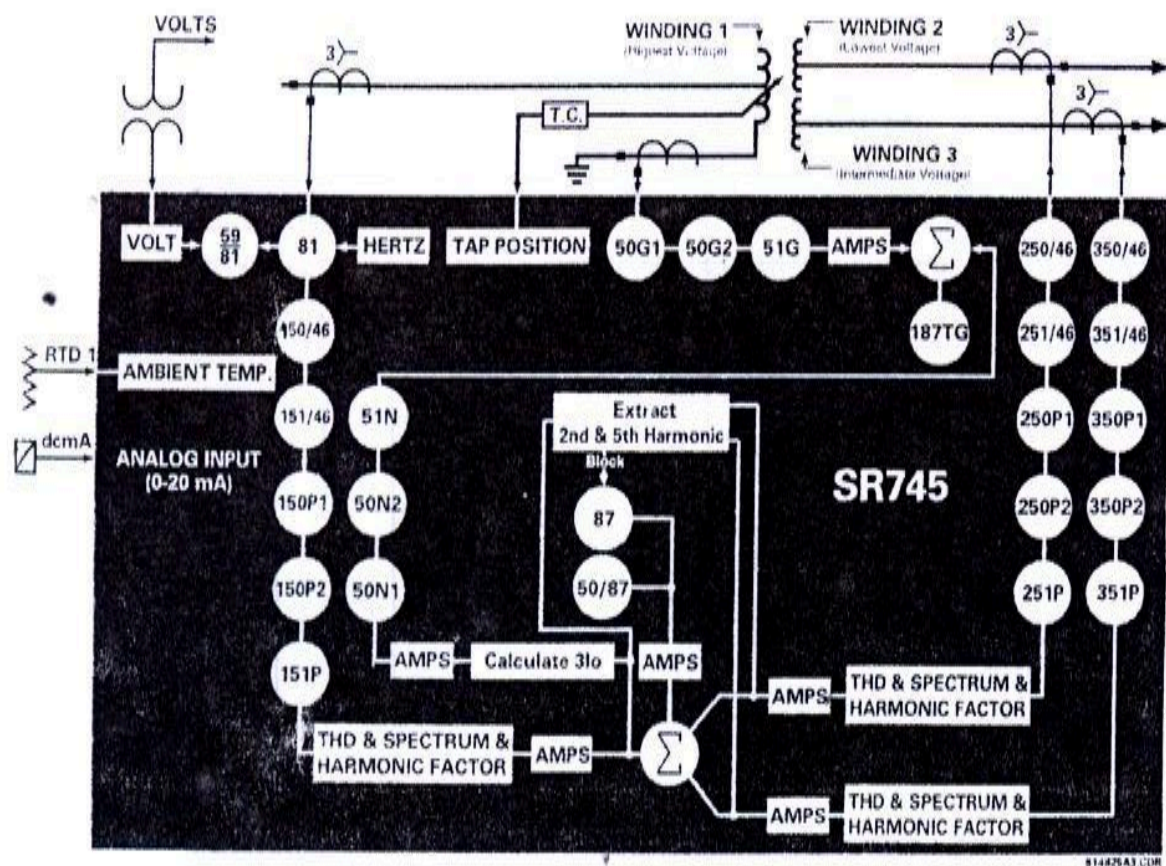
1. Bảo vệ so lệch thứ tự không
2. Role khí
3. Bảo vệ so lệch có hãm
4. Bảo vệ quá dòng có thời gian
5. Bảo vệ chống quá tải
6. Bảo vệ phát hiện chạm đất
7. Bảo vệ khoảng cách
8. Bảo vệ phản ứng theo nhiệt độ của dầu.



- NS

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Hình 2.11. Sơ đồ phương thức bảo vệ máy biến áp tự ngẫu ba cuộn dây dùng rơle SR745(GE)



DEVICE	COMMON ELEMENTS
59/81	Volts – Per – Herz
81U	Underfrequency
81O	Overfrequency
81U-R	frequency Decay Rate
87	Differential(Percent)
50/87	Instantaneous Differential
87TG	Ground Differential

DEVICE	COMMON ELEMENTS
50/46	Negative Sequence IOC
51/46	Negative Sequence TOC
50P	Phase IOC
50N	Neutral (3I ₀)IOC
50G	Ground IOC
51P	Phase TOC
51N	Neutral (3I ₀) TOC
51G	Ground

CHƯƠNG 3

CÁC LOẠI ROLE KỸ THUẬT SỐ SỬ DỤNG CHO BẢO VỆ MÁY BIẾN ÁP

3.1 ƯU VIỆT CỦA CÁC ROLE KỸ THUẬT SỐ DÙNG ĐỂ BẢO VỆ MÁY BIẾN ÁP

3.1.1: Giới thiệu chung :

Role kỹ thuật số , nói gọn là role số, là loại role trong đó việc xử lý các đại lượng tín hiệu làm việc trên các bộ phận chức năng của role được thực hiện theo kỹ thuật số (Digital hoặc Numeric). Các loại role điện cơ và role tĩnh ngày nay hầu như không còn được sản xuất nữa , thay vào đó là những role số với những ưu việt rất lớn :

- Tích hợp được nhiều chức năng vào một bộ bảo vệ , nhờ đó mà kích thước của hệ thống bảo vệ và giá thành tương đối có thể giảm rất đáng kể .
- Độ tin cậy và độ sẵn sàng cao nhờ giảm được yêu cầu bảo trì các chi tiết cơ khí và trạng thái của role có thể được tự động kiểm tra thường xuyên .
- Độ chính xác cao nhờ các bộ lọc số và các thuật toán đo lường tối ưu .
- Công suất tiêu thụ bé : $\sim 0,1 \text{ VA}$ (RL tĩnh $\sim 1 \text{ VA}$, RL điện cơ $\sim 10 \text{ VA}$).
- Ngoài chức năng bảo vệ còn có thể thực hiện nhiều chức năng đo lường và tự động khác như hiển thị và ghi chép các thông số trong chế độ tải bình thường và chế độ sự cố , lưu trữ các dữ liệu cần thiết để giúp ích cho việc phân tích sự cố , xác định vị trí điểm sự cố ,....
- Dễ dàng lấy ra được các thông tin đã lưu trữ thông qua cổng nối tiếp của role với máy vi tính .

Luận văn tốt nghiệp Cao học

- Dễ dàng liên kết với các thiết bị bảo vệ khác và với mạng thông tin đo lường, điều khiển và bảo vệ toàn HTĐ.

Các role số hiện đại thường được chế tạo theo quan điểm “mỗi phần tử của HTĐ được bảo vệ bằng một role tổ hợp.” Chẳng hạn để bảo vệ các đường dây tải điện, người ta kết hợp trong một role các chức năng sau đây:

- Bảo vệ khoảng cách có tính năng được bổ sung và mở rộng.
- Bảo vệ quá dòng, quá dòng thứ tự không, quá dòng có hướng, quá điện áp, mất đồng bộ v.v...
- Bộ phận ghép nối để thực hiện liên động giữa các bảo vệ.
- Tự động đóng trở lại máy cắt điện.
- Kiểm tra đồng bộ.

Từ bộ nhớ của role có thể nhận được các thông tin sau đây :

- Khoảng cách đến chỗ sự cố.
- Dòng và áp sự cố.
- Thông số khởi động của role, các đại lượng chỉnh định và thời gian làm việc
- Thông số của phụ tải (U, I, P, Q, f).

Để làm nhiệm vụ dự phòng, có thể sử dụng một bộ bảo vệ khác với tính năng và nguyên lý làm việc, hoặc nhà sản xuất khác với bộ bảo vệ chính.

Thông số làm việc của role có thể xác định trực tiếp (bằng các phím bấm trên role), từ xa (thông qua kênh thông tin) hoặc chỉnh định tự động theo nguyên lý tự thích nghi với chế độ làm việc và cấu hình của hệ thống.

3.1.2 Nguyên lý làm việc của role số

Role số làm việc trên nguyên tắc đo lường số . Các trị số của đại lượng tương tự dòng và áp nhận được từ phía thứ cấp của máy biến dòng điện và máy biến điện áp là những biến đầu vào của role số.

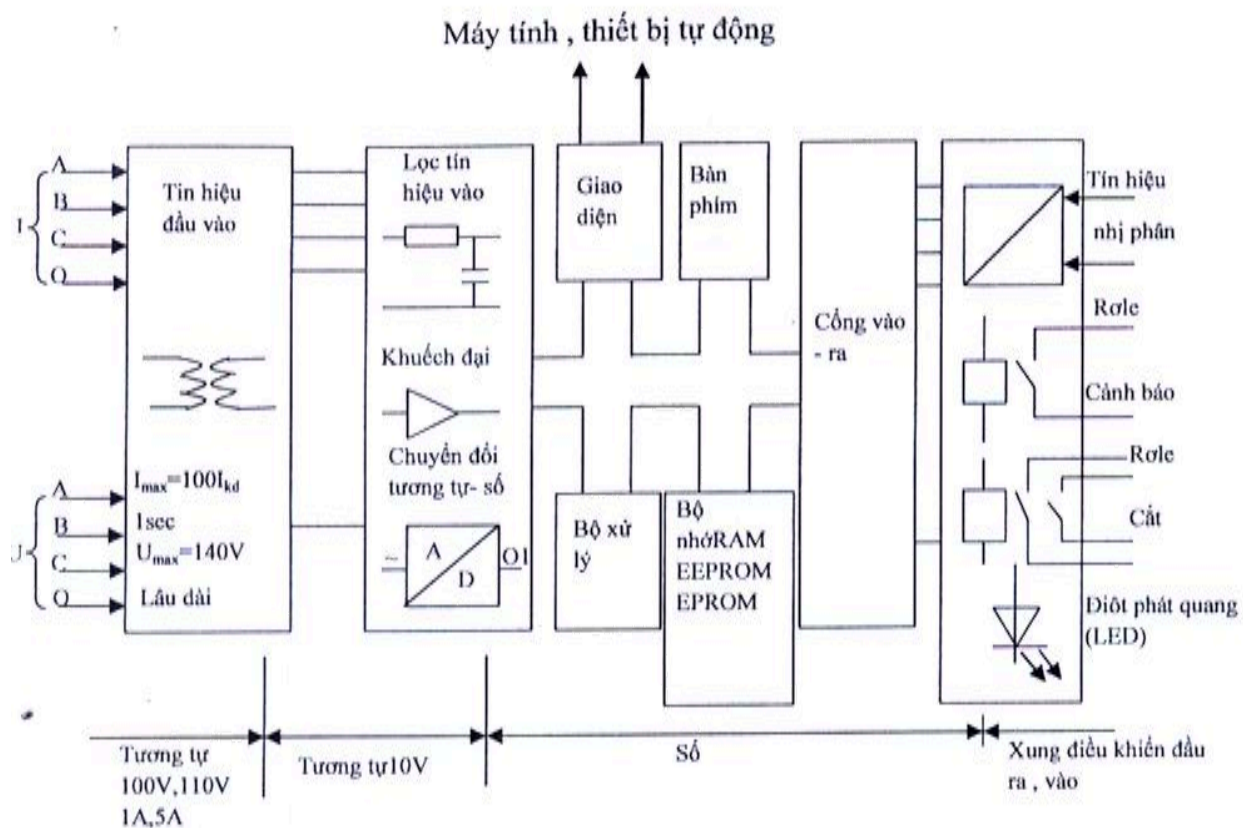
Sau khi qua các bộ lọc tương tự , bộ lấy mẫu (chặt hoặc băm đại lượng tương tự theo một chu kỳ nào đó), các tín hiệu này sẽ được chuyển thành các tín hiệu số. Tùy theo nguyên tắc bảo vệ , tần số lấy mẫu có thể thay đổi trong khoảng từ 12 đến 20 mẫu trong một chu kỳ của dòng điện công nghiệp.

Đối với một số role (thường dùng cho các bảo vệ máy phát điện) tần số lấy mẫu có thể được kiểm tra liên tục tùy thuộc vào trị số hiện hữu của tần số hệ thống.

Nguyên lý làm việc của role dựa trên giải thuật tính toán theo chu trình các đại lượng điện (chẳng hạn như tổng trở mạch điện) từ trị số của dòng và áp đã lấy mẫu . Trong quá trình tính toán liên tục này sẽ phát hiện ra chế độ sự cố sau một vài phép tính nối tiếp nhau , khi đó bảo vệ sẽ tác động , bộ xử lý sẽ gửi tín hiệu đến các role đầu ra để điều khiển cắt máy cắt.

Sơ đồ khối của role số trình bày trên hình 3.1 . Một ưu điểm quan trọng của role số là có thể thực hiện việc tự kiểm tra và cảnh báo trạng thái của từng khối chức năng trong role : Từ trị số của đại lượng tương tự đầu vào đến bộ chuyển đổi tương tự / số (so sánh với các trị số chuyển đổi chuẩn), bộ vi xử lý (phần cứng và phần mềm , kể cả bộ nhớ của bộ vi xử lý),role đầu ra và mạch điều khiển đóng cắt máy cắt điện .

Luận văn tốt nghiệp Cao học



Hình 3.1 Sơ đồ khối của rơle số

Các đại lượng chỉnh định được nạp vào bộ nhớ EEPROM để đề phòng khả năng mất số liệu chỉnh định khi mất nguồn điện thao tác.

Trong các rơle số việc tổ chức ghi chép và lưu trữ các dữ liệu về sự cố rất dễ dàng theo trình tự diễn biến về thời gian với độ chính xác đến miligiây(ms). Để giảm dung lượng bộ nhớ của bộ phận ghi sự cố, thường người ta không chế số lượng các lần sự cố còn lưu lại trong bộ nhớ tối đa khoảng 8 – 10. Khi xuất hiện sự cố mới vượt quá số lần cho phép lưu trữ, thì số liệu của sự cố cũ nhất trong quá trình lưu trữ sẽ bị xóa khỏi bộ nhớ để nhường chỗ cho số liệu của sự cố mới vừa xảy ra.

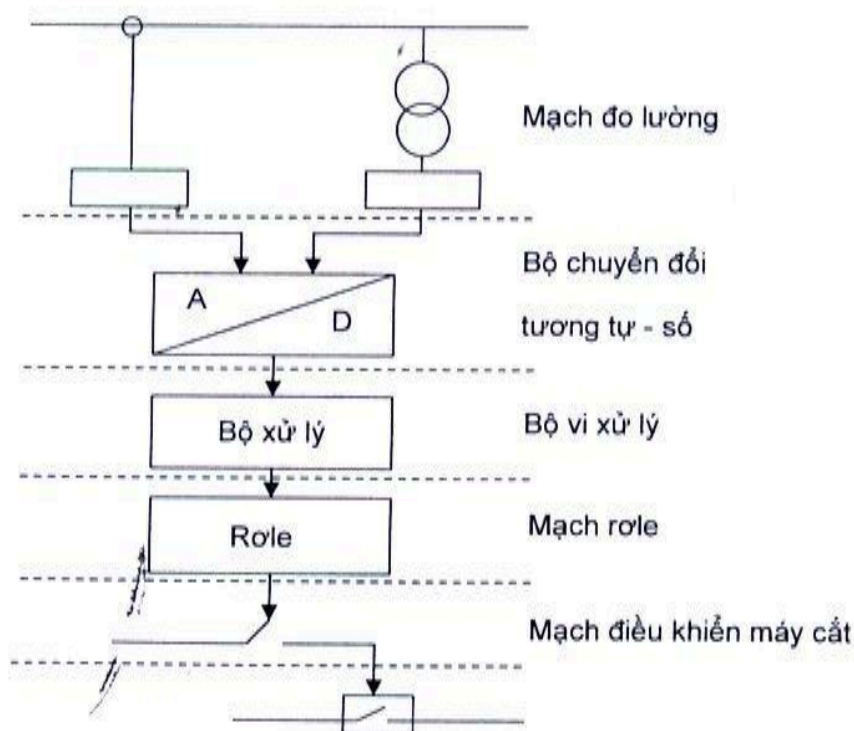
Luận văn tốt nghiệp Cao học

Tất cả các thông tin về vận hành , thao tác và sự cố đều được bảo vệ để ngăn ngừa trường hợp nguồn thao tác có thể bị trục trặc.

Đầu ra của role có các đèn tín hiệu LED để cảnh báo về trạng thái của role cũng như thao tác mà role đã tiến hành.

Các role số hợp bộ thường có một phần mềm đi kèm rất thuận tiện cho việc dùng PC để chỉnh định , theo dõi hoạt động của role và trao đổi các thông tin vào, ra với role , cũng như để giúp nhân viên vận hành có thể phân tích sự cố từ các số liệu đã ghi chép được trong quá trình sự cố.

Cổng vào , ra của role số cho phép dễ dàng ghép nối với các thiết bị thông tin, đo lường , điều khiển và bảo vệ ở cùng cấp điều độ hoặc cấp điều độ cao hơn, đến tận điều độ quốc gia hoặc liên quốc gia .



Hình 3.2 Sơ đồ tự kiểm tra các khối chức năng trong role số

Luận văn tốt nghiệp Cao học

3.2 ROLE HỢP BỘ SO LỆCH DỪNG ĐỂ THỰC HIỆN CÁC CHỨC NĂNG BẢO VỆ CHÍNH CHO MÁY BIẾN ÁP.

Giới thiệu về role so lệch SIEMENS 7UT612

Là loại bảo vệ so lệch được dùng để loại trừ nhanh và chọn lọc các loại ngắn mạch trong máy biến áp với mọi cấp điện áp cũng như với máy điện quay như động cơ và máy phát, đường dây ngắn và thanh góp.

Bảo vệ có thể dùng cho máy biến áp 3 pha hay 1 pha. Các chức năng đặc biệt có thể chọn lựa bằng cách thay đổi các thông số, nhằm đạt được các ứng dụng tối ưu của hệ thống bảo vệ. Để dự phòng cho chức năng so lệch dùng chức năng bảo vệ quá dòng cho cuộn dây đấu sao hay đấu sao nối đất được tính hợp sẵn trong role. Có thể tùy chọn bảo vệ chống chạm đất hạn chế loại tổng trở thấp hay cao, bảo vệ thành phần thứ tự thuận, bảo vệ chống hư hỏng máy cắt. Loại 7UT612 có 4 đầu vào điện áp, vì vậy có thể lựa chọn bảo vệ quá áp hay sụp áp, cũng như bảo vệ tần số, công suất thuận/nghịch, bảo vệ chống quá bão hòa. Với bộ đo nhiệt độ, role có thể đo lường và kiểm soát nhiệt độ máy biến áp, cũng như nhiệt độ của dầu bằng tính toán hình ảnh nhiệt.

1) Các thông số kỹ thuật của role 7UT612.

a) Đầu vào tương tự.

- Tần số danh định: 50 hoặc 60Hz (tùy chọn)
- Dòng điện danh định: 0,1 hoặc 1 hoặc 5 A
- Công suất tiêu thụ trong mạch BI:
 - Với $I_N = 0,1\text{ A}$ là 0,001 VA
 - $I_N = 1\text{ A}$ là 0,05 VA
 - $I_N = 5\text{ A}$ là 0,3 VA
- Khả năng quá tải trong mạch BI:
 - * Theo nhiệt độ: 100 I_N trong 1s
 - 30 I_N trong 10s
 - 4 I_N trong thời gian dài

Luận văn tốt nghiệp Cao học

* Theo giá trị dòng xung kích:

250 I_N trong 1/2 chu kỳ

- Khả năng quá tải trong mạch BI với dòng điện đầu vào độ nhảy cao I_{EF} :

* Theo nhiệt độ: 300 A trong 1s

100 A trong 10s

15 A trong thời gian dài

* Theo giá trị dòng xung kích:

750 A trong 1/2 chu kỳ

- Điện áp danh định: 80 đến 125 V

- Công suất tiêu thụ trên mỗi pha tại 100V là: $\leq 0,1$ VA

- Khả năng quá tải nhiệt lâu dài là: 230 V

b) Nguồn điện thao tác.

- Điện áp cung cấp

* Điện áp một chiều: 24V đến 48V

60V đến 125V

110V đến 250V

* Điện áp xoay chiều: 115V đến 230V ($f = 50/60$ Hz)

- Khoảng cho phép:

* Điện áp một chiều: $-20\% \div +20\%$

* Điện áp xoay chiều: $\leq 15\%$

- Công suất tiêu thụ (DC/AC):

* Tĩnh 6/12W

* Hoạt động 12/19W

Luận văn tốt nghiệp Cao học

c) Đầu vào nhị phân.

- Số lượng 5
- Phạm vi điện áp 24 đến 250V, lưỡng cực
- Giá trị hồi phục ngưỡng nhỏ nhất 19 hoặc 88V, một chiều
- Điện áp cho phép lớn nhất 300V một chiều
- Dòng tiêu thụ xấp xỉ 1,8 mA

d) Đầu ra nhị phân.

- Số lượng 8
- Một tiếp điểm cảnh báo, với một tiếp điểm NO, hoặc tiếp điểm NC
- Khả năng đóng cắt:
 - * Đóng 1000 W/VA
 - * Cắt 30 VA
 - * Cắt (tải là điện trở) 40 W
 - * Cắt (tải có $L/R \leq 50$) 25 W
- Điện áp đóng cắt 250 V
- Dòng cắt cho phép 30 A trong 0,5 s
5 A trong thời gian dài
- Thời gian tác động:
 - * Tiếp điểm NO 8 ms
 - * Tiếp điểm NO/NC 8 ms
 - * Tiếp điểm tác động NO 5 ms
 - * Tiếp điểm cắt NO tác động nhanh < 1ms

2) Hiển thị LEDS.

Gồm có 16 đèn tín hiệu LED, trong đó:

- * 01 đèn màu xanh báo role đã sẵn sàng làm việc

Luận văn tốt nghiệp Cao học

* 01 đèn mầu đỏ báo sự cố xảy ra trong role

* 14 đèn mầu đỏ còn lại chọn lựa các tình trạng làm việc của role.

3) Các kênh giao tiếp.

Role 7UT613 thoả mãn yêu cầu kết nối truyền thông với nhiều thiết bị khác thông qua các cổng giao tiếp sau:

*** Cổng giao tiếp với máy tính tại trạm (Local PC).**

Cổng giao tiếp này được đặt ở mặt trước của role, hỗ trợ chuẩn về thông tin công nghiệp RS232. Kết nối qua cổng giao tiếp này cho phép ta truy cập nhanh tới role thông qua phần mềm điều khiển DIGSI 4 cài đặt trên máy tính. Do đó ta có thể dễ dàng chỉnh định các thông số, chức năng cũng như dữ liệu có trong role. Điều này đặc biệt thuận lợi cho việc kiểm tra, thử nghiệm role trước khi đưa vào sử dụng.

*** Cổng giao tiếp dịch vụ:**

Cổng giao tiếp này được đặt ở phía sau của role, sử dụng chuẩn truyền tin công nghiệp RS485, do đó có thể điều khiển tập trung một số bộ bảo vệ role bằng phần mềm DIGSI 4. Với chuẩn RS485 việc điều khiển vận hành role từ xa có thể thực hiện thông qua MODEM cho phép nhanh chóng phát hiện xử lý sự cố từ xa. Với phương án kết nối bằng cáp quang theo cấu trúc hình sao có thể thực hiện việc theo tác tập trung. Đối với mạng kết nối quay số, role hoạt động như một Web-server nhỏ và gửi thông tin đi dưới dạng các trang siêu liên kết văn bản đến các trình duyệt chuẩn trên máy tính.

*** Cổng giao tiếp hệ thống:**

Cổng này cũng đặt phía sau role, hỗ trợ chuẩn giao tiếp hệ thống của IEC 60870 - 5 - 103. Đây là chuẩn giao thức truyền tin quốc tế có hiệu quả tốt trong lĩnh vực truyền thông bảo vệ hệ thống điện. Giao thức này được hỗ trợ bởi nhiều

Luận văn tốt nghiệp Cao học

nhà sản xuất và được ứng dụng trên toàn thế giới. Thiết bị được nối qua cáp quang hoặc cáp điện tới hệ thống bảo vệ và điều khiển trạm như SINAULTLAS hoặc SICAM qua giao diện này. Cổng kết nối này cũng hỗ trợ các giao thức khác như PROFIBUS cho hệ thống SICAM, PROFIBUS-DP, MODBUS RS485, DNP 3.0.

4) Nguyên lý làm việc của 7UT612.

a. Tổng quan

Bảo vệ so lệch số SIPROTEC 4 7UT là thiết bị đòi hỏi một hệ vi xử lý mạnh. Nó cung cấp đầy đủ các quá trình số của tất cả các chức năng trên rơle.

- Hệ vi xử lý 32 – bit

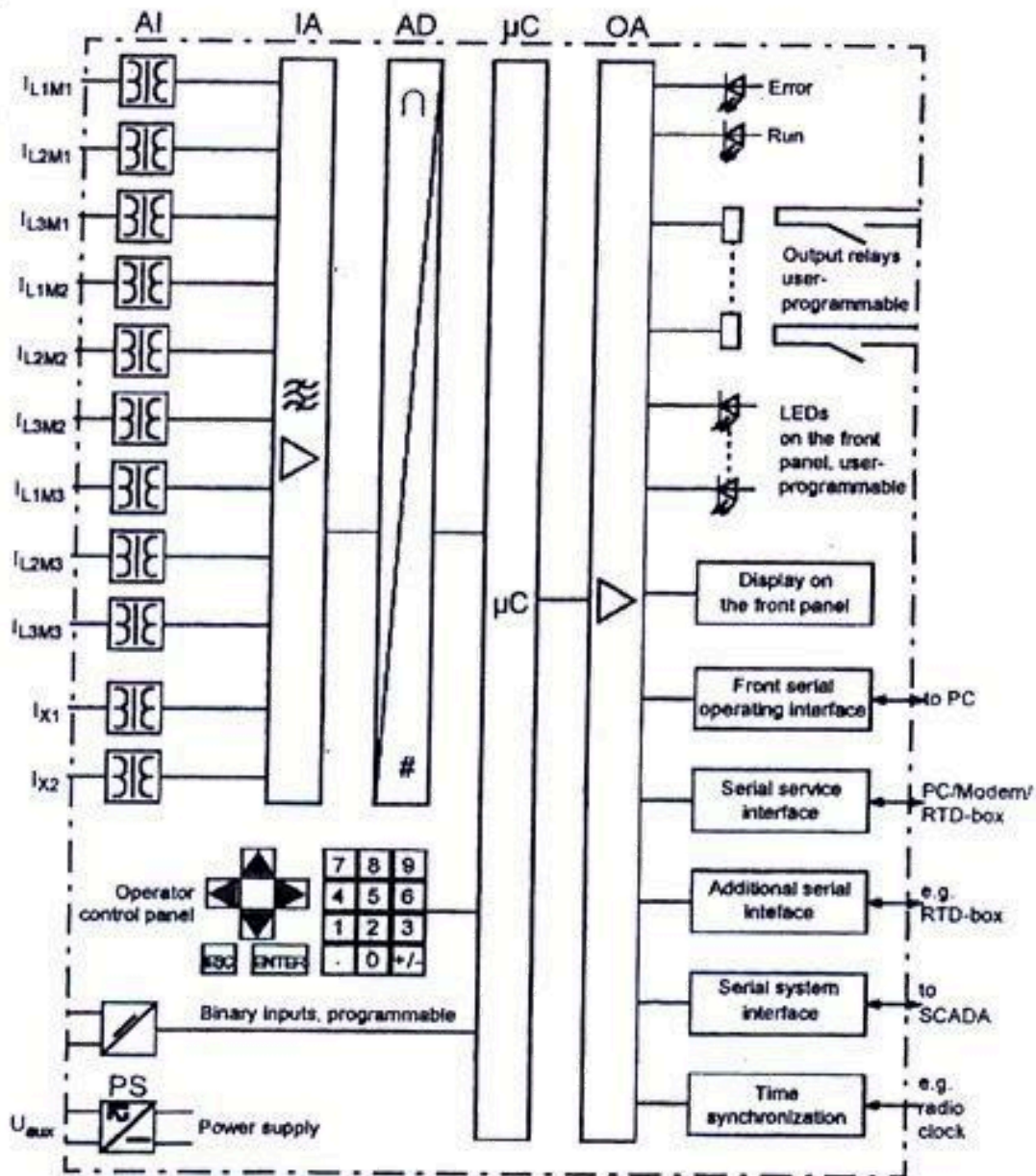
- Hoàn toàn xử lý số tất cả các quá trình đo lường, lấy mẫu, số hoá các đại lượng đầu vào tương tự đến việc xử lý tính toán và tạo các lệnh, tín hiệu đầu ra cho máy cắt.

- Cách ly hoàn toàn về điện giữa mạch xử lý bên trong với các mạch đo lường điều khiển và nguồn điện do cách sắp xếp đầu vào tương tự của các bộ chuyển đổi, các đầu vào, đầu ra nhị phân, các bộ chuyển đổi DC/AC hoặc AC/DC.

- Hoạt động đơn giản, sử dụng panel điều khiển tích hợp hoặc máy tính cá nhân sử dụng phần mềm DIGSI 4.

Cấu trúc phần cứng của 7UT6x cho bảo vệ máy biến áp như sau:

//



Hình 3.3. Cấu trúc phần cứng của bảo vệ số 7UT612.

*** Đầu vào tương tự.**

Đầu vào tương tự "AI" lấy dòng điện và điện áp từ các biến áp đo lường và biến thành các tín hiệu cho các quá trình trong role. Đối với phiên bản 7UT612 thì có 12 dòng vào, gồm 3 cặp đầu vào để lấy dòng từng pha của đối tượng bảo vệ 3 pha, đối với hệ thống 1 pha (đầu vào I_x) có thể dùng lấy tín hiệu dòng chạm đất

giữa trung điểm của máy biến áp với đất, đầu còn lại dùng để lấy tín hiệu dòng chạm đất bé khi vỏ thùng máy biến áp chạm đất. 7UT612 có 4 đầu vào điện áp 3 trong chúng có thể nối với điện áp pha, đầu vào còn lại ví dụ U_4 dùng để đo điện áp thay đổi của cuộn tam giác hở, hoặc các giá trị điện áp yêu cầu. Đối với bảo vệ so lệch, không yêu cầu tín hiệu điện áp. Tuy nhiên điện áp vẫn được lấy để cho chức năng bảo vệ quá kích thích để tính toán mức độ cảm ứng trong máy biến áp, cho phép đo lường, hiển thị, truyền dẫn, kiểm soát điện áp.

Tín hiệu tương tự sau đó được đưa tới khối khuếch đại đầu vào “IA”. Khối “IA” khuếch đại, lọc tín hiệu phù hợp với tốc độ và băng thông của khối chuyển đổi tương tự/số “AD”. Khối AD gồm một bộ dồn kênh, 1 bộ chuyển đổi tương tự và các modul nhớ dùng để chuyển đổi tín hiệu tương tự sang số sau đó truyền tín hiệu tới khối vi xử lý “ μC ”.

*** Khối vi xử lý (Microcomputer system).**

Chính là bộ vi xử lý 32 bit thực hiện các thao tác sau:

- Lọc và chuẩn hoá các đại lượng đo. Ví dụ: xử lý các đại lượng sao cho phù hợp với tổ đấu dây của máy biến áp, phù hợp với tỷ số biến đổi của máy biến dòng.
- Liên tục giám sát các đại lượng đo, các giá trị đặt cho từng bảo vệ.
- Thiết lập các đại lượng so lệch và hãm.
- Phân tích tần số của các dòng điện pha và dòng điện hãm.
- Tính toán các dòng điện hiệu dụng phục vụ cho bảo vệ, quá tải, liên tục theo dõi sự tăng nhiệt độ của đối tượng bảo vệ.
- Kiểm soát các giá trị giới hạn và thứ tự thời gian.
- Xử lý tín hiệu cho các chức năng logic và các chức năng logic do người sử dụng xác định.
- Quyết định và đưa ra lệnh cắt

Luận văn tốt nghiệp Cao học

- Lưu giữ và đưa ra các thông số sự cố phục vụ cho việc tính toán và phân tích sự cố.

- Thực hiện các chức năng quản lý khác như ghi dữ liệu, đồng hồ thời gian thực, giao tiếp truyền thông.

Tiếp đó thông tin sẽ được đưa đến khối khuếch đại tín hiệu đầu ra OA và truyền đến các thiết bị bên ngoài.

b. Giới thiệu các chức năng bảo vệ được tích hợp trong rơle 7UT612.

* Chức năng bảo vệ so lệch máy biến áp(87T).

Đây là chức năng bảo vệ chính của rơle 7UT612.

- Đặc tính tác động có hãm của rơle.

- Có khả năng ổn định đối với các dòng xung kích dựa vào các sóng hài bậc 2 khi đóng máy biến áp không tải.

- Không phản ứng với thành phần một chiều và bão hoà máy biến dòng.

- Ngắt với tốc độ cao và tức thời đối với dòng sự cố lớn.

* Bảo vệ chống chạm đất hạn chế REF (87N).

* Bảo vệ so lệch trở kháng cao

* Bảo vệ chống chạm vỏ cho máy biến áp

* Bảo vệ chống mất cân bằng tải

* Bảo vệ quá dòng đối với dòng chạm đất

* Bảo vệ quá dòng một pha

* Bảo vệ quá tải theo nguyên lý hình ảnh nhiệt (38).

* Bảo vệ quá kích thích (24)

* Bảo vệ chống hư hỏng máy cắt (50BF).

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Ngoài ra rơle 7UT612 còn có các chức năng sau:

* Đóng cắt trực tiếp từ bên ngoài (Direct coupling):

Rơle nhận tín hiệu từ ngoài đưa vào thông qua các đầu vào nhị phân.

Sau khi xử lý thông tin, rơle sẽ có tín hiệu phản hồi đến các đầu ra, các đèn LEDS.

* Cung cấp các công cụ thuận lợi cho việc kiểm tra, thử nghiệm rơle.

* Cho phép người dùng xác định các hàm logic phục vụ cho các phương thức bảo vệ.

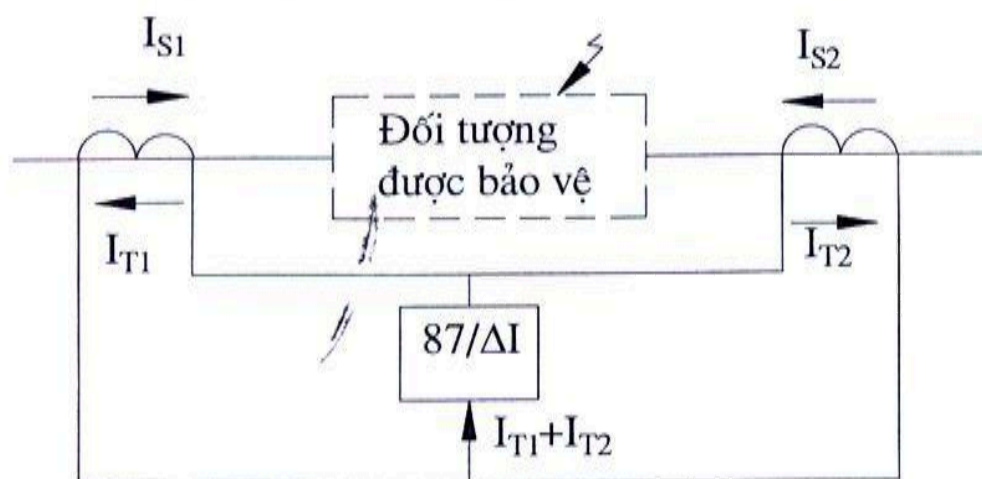
* Chức năng theo dõi, giám sát:

* Liên tục tự giám sát các mạch đo lường bên trong, nguồn điện của rơle, các phần cứng, phần mềm tính toán của rơle với độ tin cậy cao.

* Liên tục đo lường, tính toán và hiển thị các đại lượng vận hành lên màn hình hiển thị (LCD) mặt trước rơle.

* Ghi lại, lưu giữ các số liệu, các sự cố và hiển thị chúng lên màn hình hoặc truyền dữ liệu đến các trung tâm điều khiển thông qua các cổng giao tiếp.

c. Chức năng bảo vệ so lệch máy biến áp của rơle 7UT612.



Hình 3.4. Sơ đồ nguyên lý bảo vệ so lệch.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

c.1. Các phía của máy biến áp đều đặt máy biến dòng, dòng điện thứ cấp của các máy biến dòng này không hoàn toàn bằng nhau. Sự sai khác này phụ thuộc vào nhiều yếu tố như tỷ số biến đổi, tổ nối dây, sự điều chỉnh điện áp của máy biến áp, dòng điện định mức, sai số, sự bão hoà của máy biến dòng. Do vậy để tiện so sánh dòng điện thứ cấp máy biến dòng ở các phía máy biến áp thì phải biến đổi chúng về cùng một phía, chẳng hạn phía sơ cấp.

Việc phối hợp giữa các đại lượng đo lường ở các phía được thực hiện một cách thuận tuý toán học như sau:

$$[I_m] = k.[K].[I_n]$$

Trong đó:

- $[I_m]$ ma trận dòng điện đã được biến đổi (I_A, I_B, I_C)
- k hệ số
- $[K]$ ma trận hệ số phụ thuộc vào tổ nối dây máy biến áp
- $[I_n]$ ma trận dòng điện pha (I_{L1}, I_{L2}, I_{L3})

c.2. So sánh các đại lượng đo lường và đặc tính tác động.

Sau khi dòng đầu vào đã thích ứng với tỷ số biến dòng, tổ đấu dây, xử lý dòng thứ tự không, các đại lượng cần thiết cho bảo vệ so lệch được tính toán từ dòng trong các pha I_A, I_B và I_C , bộ vi xử lý sẽ so sánh về mặt trị số:

$$I_{SL} = |i_1 + i_2|$$

$$I_H = |i_1| + |i_2|$$

i_1, i_2 là dòng điện phía cao và hạ máy biến áp.

Có ba trường hợp sự cố xảy ra:

Luận văn tốt nghiệp Cao học

* Trường hợp sự cố ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ hoặc ở chế độ làm việc bình thường. Khi đó $i_1 = i_2$

$$I_{SL} = |i_1 - i_2| = 0$$

$$I_H = |i_1| + |i_2| = 2|i_1|$$

Role không tác động.

* Khi xảy ra ngắn trong vùng bảo vệ, nếu máy biến áp cung cấp từ hai phía, dòng điện i_1, i_2 ngược chiều nhau và có cùng độ lớn, ta có:

$$I_{SL} = |i_1 + i_2| = 2|i_1| = 2|i_2|$$

$$I_H = |i_1| + |i_2| = 2|i_1| = 2|i_2|$$

* Trong trường hợp xảy ra ngắn mạch trong vùng bảo vệ, nguồn cung cấp từ một phía máy biến áp, khi đó dòng điện $i_2 = 0$, ta có:

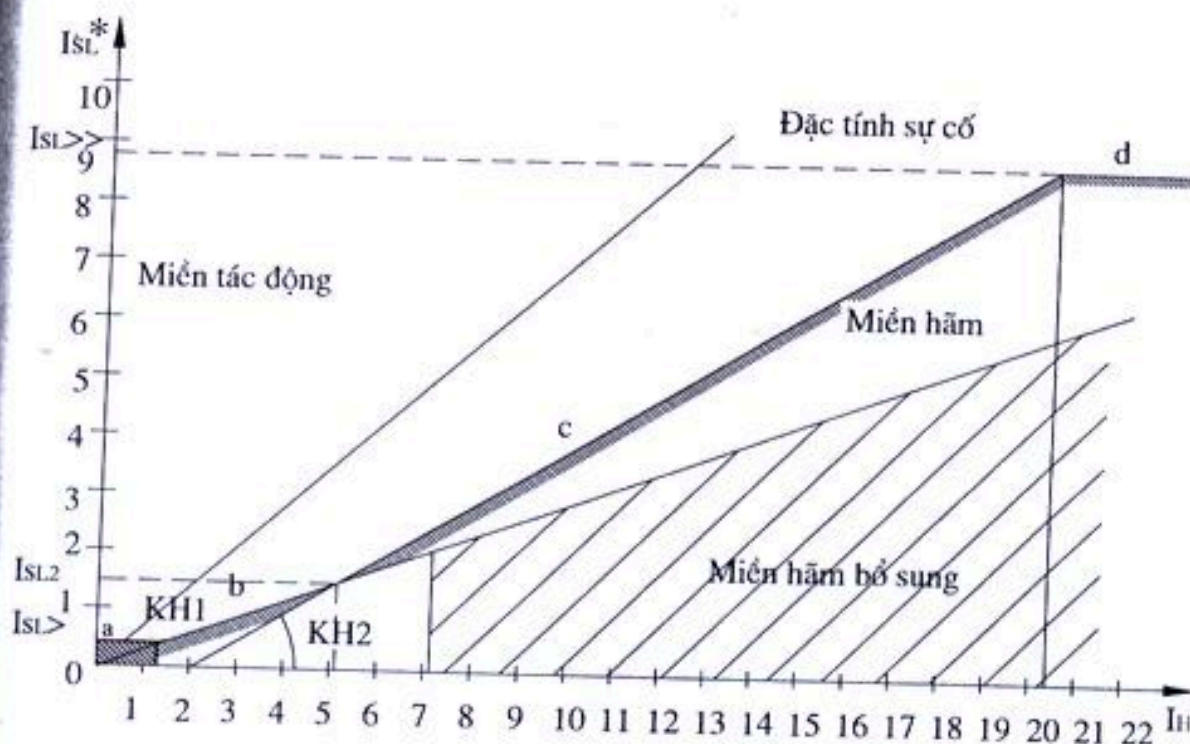
$$I_{SL} = |i_1 - i_2| = |i_1|$$

$$I_H = |i_1| + |i_2| = |i_1|$$

Từ kết quả trên cho thấy, máy biến áp có nguồn cung cấp từ một phía hoặc nguồn cung cấp từ hai phía, ta luôn có $I_{SL} = I_H$. Do đó đường đặc tính sự cố luôn nằm trong vùng tác động và có độ dốc bằng 1 (slope = 1). Đường đặc tính tác động của role.



Luận văn tốt nghiệp Cao học



Hình 3.5. Đặc tính tác động của rơle 7UT612.

- **Đoạn a:** Biểu thị giá trị dòng điện khởi động ngưỡng thấp $I_{DIFF} >$ của bảo vệ (địa chỉ 1221), với mỗi máy biến áp xem như hằng số. Dòng điện này phụ thuộc dòng điện từ hoá máy biến áp.
- **Đoạn b:** Đoạn đặc tính có kể đến sai số biến đổi của máy biến dòng và sự thay đổi đầu phân áp của máy biến áp. Đoạn b có độ dốc SLOPE 1 (địa chỉ 1241) với điểm bắt đầu là BASE POINT 1 (địa chỉ 1242).
- **Đoạn c:** Đoạn đặc tính có tính đến chức năng khóa bảo vệ khi xuất hiện hiện tượng bão hoà không giống nhau ở các máy biến dòng. Đoạn c có độ dốc SLOPE 2 (địa chỉ 1243) với điểm bắt đầu BASE POINT 2 (địa chỉ 1244).
- **Đoạn d:** Là giá trị dòng điện khởi động ngưỡng cao $I_{DIFF} >>$ của bảo vệ (địa chỉ 1231). Khi dòng điện so lệch I_{SL} vượt quá ngưỡng cao này bảo vệ sẽ tác động không có thời gian mà không quan tâm đến dòng điện hãm I_H và các sóng

Luận văn tốt nghiệp Cao học

hài dòng để hãm bảo vệ. Qua hình vẽ ta thấy đường đặc tính sự cố luôn nằm trong vùng tác động. Các dòng điện I_{SL} và I_{HL} được biểu diễn trên trục tọa độ theo hệ tương đối định mức. Nếu tọa độ điểm hoạt động (I_{SL} , I_{HL}) xuất hiện gần đặc tính sự cố sẽ xảy ra tác động.

- **Vùng hãm bổ sung:** Đây là vùng hãm khi máy biến áp dòng xảy ra bảo hoà. Khi xảy ra ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ, ở thời điểm ban đầu dòng ngắn mạch lớn làm cho máy biến dòng bão hoà mạch. Hằng số thời gian của hệ thống dài, hiện tượng này không xuất hiện khi xảy ra sự cố trong vùng bảo vệ. Các giá trị đo được bị biến dạng được nhận ra trong cả thành phần so lệch cũng như cả thành phần hãm. Hiện tượng bão hoà máy biến dòng dẫn đến dòng điện so lệch đạt giá trị khá lớn, đặc biệt khi mức bão hoà của các máy biến dòng khác nhau. Trong thời gian đó nếu điểm hoạt động (I_{SL} , I_{HL}) rơi vào vùng tác động thì bảo vệ sẽ tác động nhầm. Role 7UT612 cung cấp chức năng tự động phát hiện hiện tượng bão hoà và sẽ tạo ra vùng hãm bổ sung. Sự bão hoà của máy biến dòng trong suốt thời gian xảy ra ngắn mạch ngoài được phát hiện bởi trị số dòng hãm có giá trị lớn hơn. Trị số này sẽ di chuyển điểm hoạt động đến vùng hãm bổ sung giới hạn bởi đoạn đặc tính b và trục I_{HL} .

Ngược lại, khi sự cố xảy ra trong vùng bảo vệ, dòng điện so lệch đủ lớn, điểm hoạt động ngay lập tức dịch chuyển dọc theo đường đặc tính sự cố. Hiện tượng bão hoà máy biến dòng được phát hiện trong một phần tư chu kỳ đầu xảy ra sự cố, khi sự cố ngoài vùng bảo vệ được xác định. Bảo vệ so lệch sẽ bị khoá với thời gian có thể điều chỉnh được. Lệnh khoá được giải trừ ngay khi điểm hoạt động chuyển sang đường đặc tính sự cố. Điều này cho phép phân tích chính xác sự cố liên quan đến máy biến áp. Bảo vệ so lệch làm việc chính xác và tin cậy ngay cả khi BI bị bão hoà.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

*** Chức năng hãm theo các sóng hài (Harmonic Restraint):**

Khi các máy biến áp làm việc không tải hoặc kháng bù ngang trên thanh cái đang có điện có thể xuất hiện dòng từ hoá đột biến. Dòng đột biến này có thể gấp nhiều lần I_{dd} và có tạo thành dòng so lệch. Dòng điện cũng xuất hiện khi đóng máy biến áp làm việc song song với máy biến áp đang làm việc hoặc quá kích thích máy biến áp.

Phân tích thành phần đột biến này, ta thấy một thành phần đáng kể là sóng hài bậc hai, thành phần này không xuất hiện trong dòng ngắn mạch. Do đó người ta tách thành phần bậc hai ra để phục vụ cho mục đích hãm bảo vệ so lệch. Nếu thành phần vượt quá ngưỡng đã chọn, thiết bị bảo vệ sẽ khoá lại.

Bên cạnh sóng hài bậc hai, các thành phần sóng hài khác cũng có thể chọn lựa để phục vụ cho mục đích hãm như: thành phần hai bậc bốn thường được phát hiện khi sự cố không đồng bộ, thành phần hài bậc ba thường xuất hiện khi máy biến áp quá kích thích. Hài bậc ba thường bị triệt tiêu trong máy biến áp có cuộn tam giác, hài bậc năm thường được sử dụng nhiều hơn. Bộ lọc kỹ thuật số phân tích các sóng thành chuỗi Fourier và khi thành phần nào đó vượt quá giá trị cài đặt bảo vệ sẽ gửi tín hiệu tới các khối chức năng để khoá.

Tuy nhiên bảo vệ so lệch vẫn làm việc đúng khi máy biến áp đóng vào một pha sự cố, dòng đột biến sẽ xuất hiện trong pha bình thường. Đây gọi là chức năng khoá chéo (crossblock).

d. Chức năng bảo vệ chống chạm đất hạn chế (REF) của 7UT612

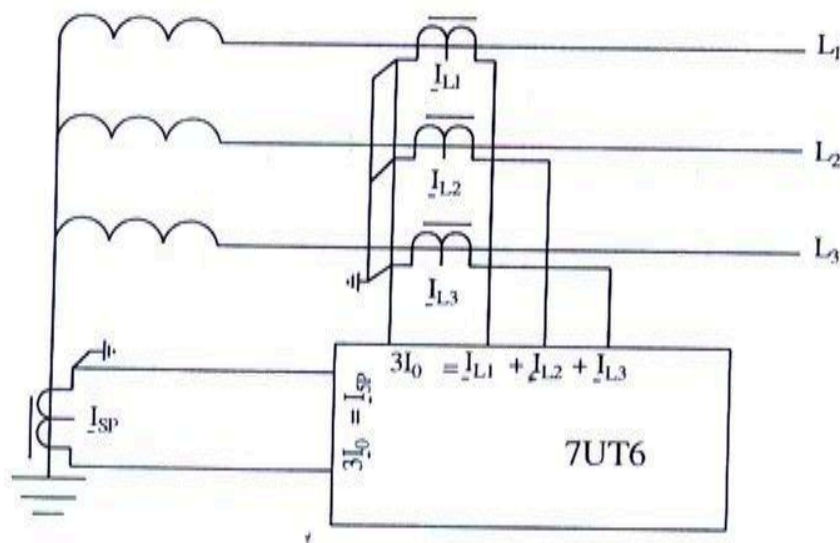
Đây chính là bảo vệ so lệch dòng điện thứ tự không. Chức năng REF dùng phát hiện sự cố trong máy biến áp có trung điểm nối đất. Vùng bảo vệ là vùng giữa máy biến dòng đặt ở đây trung tính và tổ máy biến dòng nối theo sơ

Luận văn tốt nghiệp Cao học

đồ bộ lọc dòng thứ tự không đặt ở phía đầu ra của cuộn dây nối hình sao của máy biến áp.

d.1. Nguyên lí làm việc của REF trong rơle 7UT612

Bảo vệ chống chạm đất hạn chế REF sẽ so sánh dạng sóng cơ bản của dòng điện trong dây trung tính (I_{SP}) và dạng sóng cơ bản của dòng điện thứ tự không tổng ba pha.



Hình 3.6. Nguyên lí bảo vệ chống chạm đất hạn chế trong 7UT612

$$3I_0' = I_{SP} \text{ (Dòng chạy trong dây trung tính)}$$

$$3I_0'' = I_{L1} + I_{L2} + I_{L3} \text{ (Dòng điện tổng từ các BI đặt ở các pha)}$$

Trị số dòng điện cắt I_{REF} và dòng điện hãm I_{HI} được tính như sau:

$$I_{REF} = |3I_0'|$$

$$I_{HI} = k \cdot (|3I_0' - 3I_0''| - |3I_0' + 3I_0''|)$$

Trong đó: k – là hệ số, trong trường hợp chung giả thiết $k = 1$.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Xét các trường hợp sự cố sau:

* Sự cố chạm đất ngoài vùng bảo vệ: khi đó $3I_0''$ và $3I_0'$ sẽ ngược pha và cùng biên độ, do đó $3I_0'' = -3I_0'$. Vậy ta có:

$$I_{REF} = |3I_0'|$$

$$I_H = k \cdot (|3I_0' - 3I_0''| - |3I_0' + 3I_0''|) = 2 \cdot |3I_0'|$$

Dòng tác động cắt (I_{REF}) bằng dòng chạy qua điểm đấu sao, dòng hãm bằng 2 lần dòng cắt.

* Sự cố chạm đất trong vùng bảo vệ của cuộn dây nối sao mà không có nguồn ở phía cuộn dây nối sau đó. Trong trường hợp này thì $3I_0'' = 0$, ta có:

$$I_{REF} = |3I_0'|$$

$$I_H = k \cdot (|3I_0' - 3I_0''| - |3I_0' + 0|) = 0$$

Dòng tác động cắt (I_{sl}) bằng dòng chạy qua điểm đấu sao, dòng hãm bằng 0

* Sự cố trong vùng bảo vệ ở phía cuộn dây đấu hình sao có nguồn:

$$3I_0'' = 3I_0'$$

$$I_{REF} = |3I_0'|$$

$$I_H = k \cdot (|3I_0' - 3I_0''| - |3I_0' + 3I_0''|) = -2 \cdot |3I_0'|$$

Dòng tác động cắt (I_{REF}) bằng dòng chạy qua điểm đấu sao, dòng hãm âm.

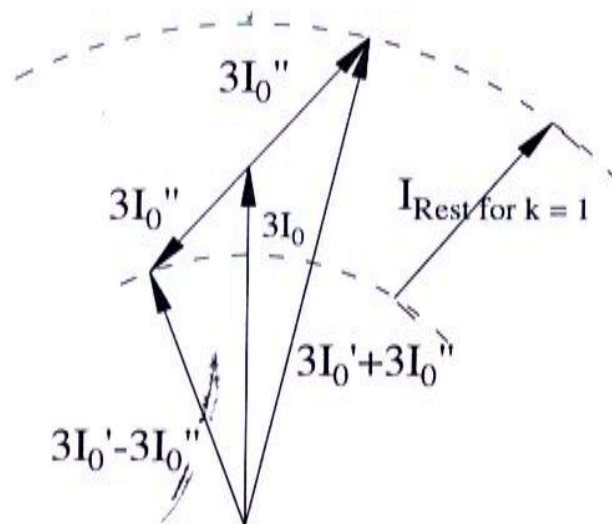
Luận văn tốt nghiệp Cao học

Từ kết quả trên ta thấy:

- Khi sự cố chạm đất trong vùng bảo vệ, dòng hãm luôn có giá trị âm hoặc bằng không ($I_H \leq 0$) và dòng cắt luôn tồn tại ($I_{REF} > 0$) do đó bảo vệ luôn tác động.

- Khi sự cố ở ngoài vùng bảo vệ không phải là sự cố chạm đất sẽ xuất hiện dòng điện không cân bằng do sự bão hoà khác nhau giữa các BI đặt ở các pha, bảo vệ sẽ phản ứng như trong trường hợp chạm đất một điểm trong vùng bảo vệ. Để tránh bảo vệ tác động sai, chức năng REF trong 7UT613 được trang bị chức năng hãm theo góc pha.

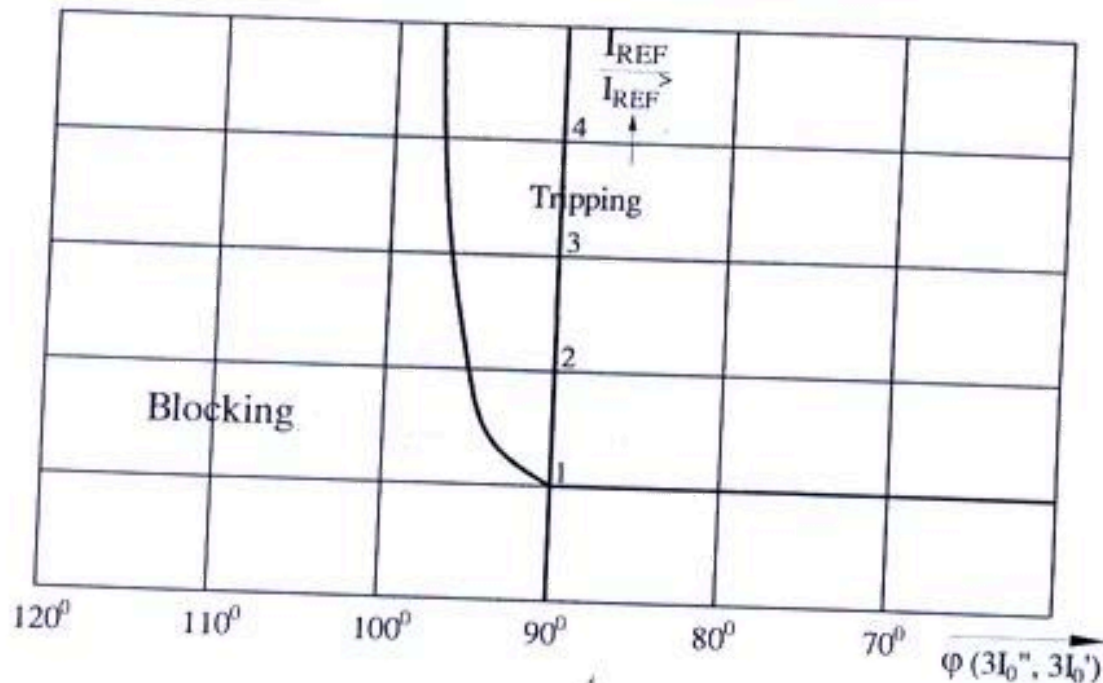
Thực tế $3I_0'$ và $3I_0''$ không trùng pha nhau khi chạm đất trong vùng bảo vệ và ngược pha nhau khi chạm đất ngoài vùng bảo vệ do các máy biến dòng không phải là lí tưởng. Giả sử góc lệch pha của $3I_0'$ và $3I_0''$ là φ . Dòng điện hãm I_H phụ thuộc trực tiếp vào hệ số k , hệ số này lại phụ thuộc vào góc lệch pha giới hạn φ_{gh} .



Hình 3.7. Đồ thị góc pha của dòng hãm khi ngắn mạch ngoài

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Ví dụ ở rơle 7UT612 cho $k = 4$ thì $\varphi_{gh} = 100$, có nghĩa là với $\varphi > 100$ sẽ không có lệnh cắt gửi đi. Ta có đặc tính tác động của bảo vệ chống chạm đất hạn chế trong rơle 7UT612.



Hình 3.8. Đặc tính tác động của bảo vệ chống chạm đất hạn chế

e. Chức năng bảo vệ chống quá tải

Rơle 7UT612 cung cấp hai phương pháp bảo vệ chống quá tải:

- Phương pháp sử dụng nguyên lý hình ảnh nhiệt theo tiêu chuẩn IEC 60255-8. Đây là phương pháp cổ điển, dễ cài đặt.
- Phương pháp tính toán theo nhiệt độ điểm nóng (spot-hot) và tỉ lệ già hoá theo tiêu chuẩn IEC 60354.

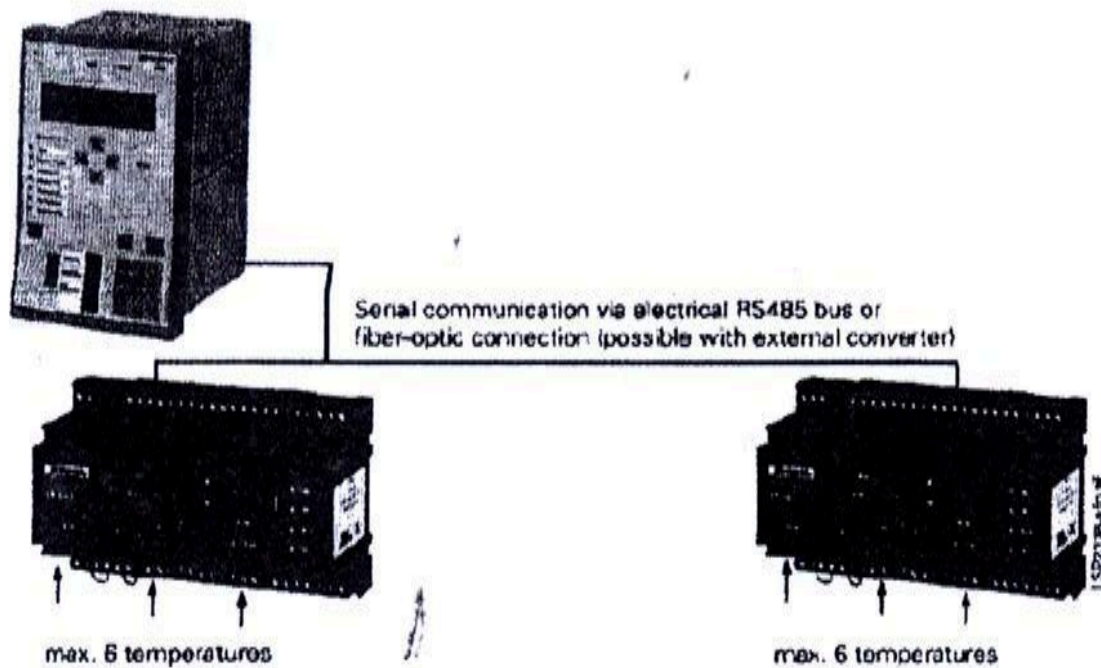
Người sử dụng có thể đặt đến 12 điểm đo trong đối tượng được bảo vệ qua 1 hoặc 2 hộp RTD (Resistance Temperature Detector) nối với nhau. RTD-box 7XV566 được sử dụng để thu nhiệt độ của điểm lớn nhất. Nó chuyển giá trị nhiệt độ sang tín hiệu số và gửi chúng đến cổng hiện thị. Thiết bị tính toán nhiệt

Luận văn tốt nghiệp Cao học

độ của điểm nóng từ những dữ liệu này và chỉnh định đặc tính tỉ lệ. Khi ngưỡng đặt của nhiệt độ bị vượt quá, tín hiệu ngắt hoặc cảnh báo sẽ được phát ra. Phương pháp này đòi hỏi phải có thông tin đầy đủ về đối tượng được bảo vệ: đặc tính nhiệt của đối tượng, phương thức làm mát.

Ngoài chức năng theo chế độ nhiệt như trên, rơle 7UT612 còn chống quá tải theo dòng, tức là khi dòng điện đạt đến ngưỡng cảnh báo thì tín hiệu cảnh báo cũng được đưa ra cho dù độ tăng nhiệt độ θ chưa đạt tới các ngưỡng cảnh báo và cắt.

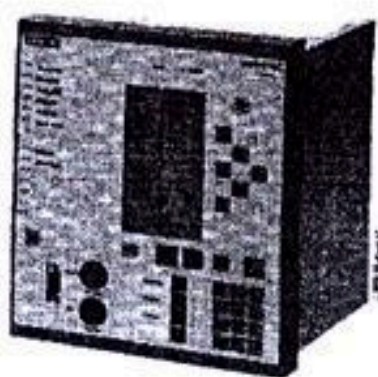
Chức năng chống quá tải có thể được khoá trong trường hợp cần thiết thông qua đầu vào nhị phân.



Hình 3.9. Đo lường và kiểm soát nhiệt độ với RTD-box 7XV566

3.3. ROLE HỢP BỘ QUA DÒNG DỪNG ĐỂ THỰC HIỆN CÁC CHỨC NĂNG BẢO VỆ DỰ PHÒNG CHO MÁY BIẾN ÁP

Giới thiệu về role 7SJ64



Hình 3.10. Role 7SJ64

SIPROTEC4 7SJ64 là loại role được dùng bảo vệ và kiểm soát các lộ đường dây phân phối và đường dây truyền tải với mọi cấp điện áp, mạng trung tính nối đất, nối đất qua điện trở thấp, nối đất bù điện dung. Role cũng phù hợp dùng cho mạch vòng kín, mạng hình tia, đường dây một hoặc nhiều nguồn cung cấp. 7SJ64 là loại role duy nhất của họ role 7SJ6 có đặc điểm chức năng bảo vệ linh hoạt, có thể lên tới 20 chức năng bảo vệ tương ứng với các yêu cầu riêng. Các chức năng dễ sử dụng, tự động hoá.

Role này có những chức năng điều khiển đơn giản cho máy cắt và các thiết bị tự động. Logic tích hợp lập trình được (CFC) cho phép người dùng thực hiện được tất cả các chức năng sẵn có, ví dụ như chuyển mạch tự động (khóa liên động).

3.3.1. Các chức năng của 7SJ64

- Bảo vệ quá dòng có thời gian (51, 51N)
- Bảo vệ quá dòng cắt nhanh (50, 50N)

Luận văn tốt nghiệp Cao học

- Bảo vệ quá dòng có thời gian có hướng (67, 67N)
- Bảo vệ chống chạm đất độ nhạy cao
- Bảo vệ thay đổi điện áp (59N/64)
- Bảo vệ chống chạm đất chập chờn
- Bảo vệ chống chạm đất tổng trở cao (87N)
- Hãm dòng xung kích
- Bảo vệ động cơ (14)
- Bảo vệ quá tải (49)
- Kiểm soát nhiệt độ (38)
- Bảo vệ tần số (81O/U)
- Bảo vệ công suất (32)
- Bảo vệ chống hư hỏng máy cắt (50BF)
- Bảo vệ dòng thứ tự nghịch (46)
- Kiểm soát thành phần pha
- Đồng bộ hoá (25)
- Tự động đóng lại
- Định vị sự cố (21FL)
- Lockout (86)

*** Chức năng điều khiển/logic lập trình được**

Điều khiển máy cắt và dao cách ly.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Điều khiển qua bàn phím, đầu vào nhị phân, hệ thống DIGSI 4 hoặc SCADA.

Người sử dụng cài đặt logic tích hợp lập trình được (cài đặt khoá liên động).

*** Chức năng giám sát**

Đo giá trị dòng làm việc

Chỉ thị liên tục

Đồng hồ thời gian

Giám sát đóng ngắt mạch

8 biểu đồ dao động ghi lỗi.

*** Các cổng giao tiếp**

Giao diện hệ thống

Giao thức IEC 60870 – 5 – 103

PROFIBUS – FMS/ - DP

DNP 3.0 /MODBUS RTU

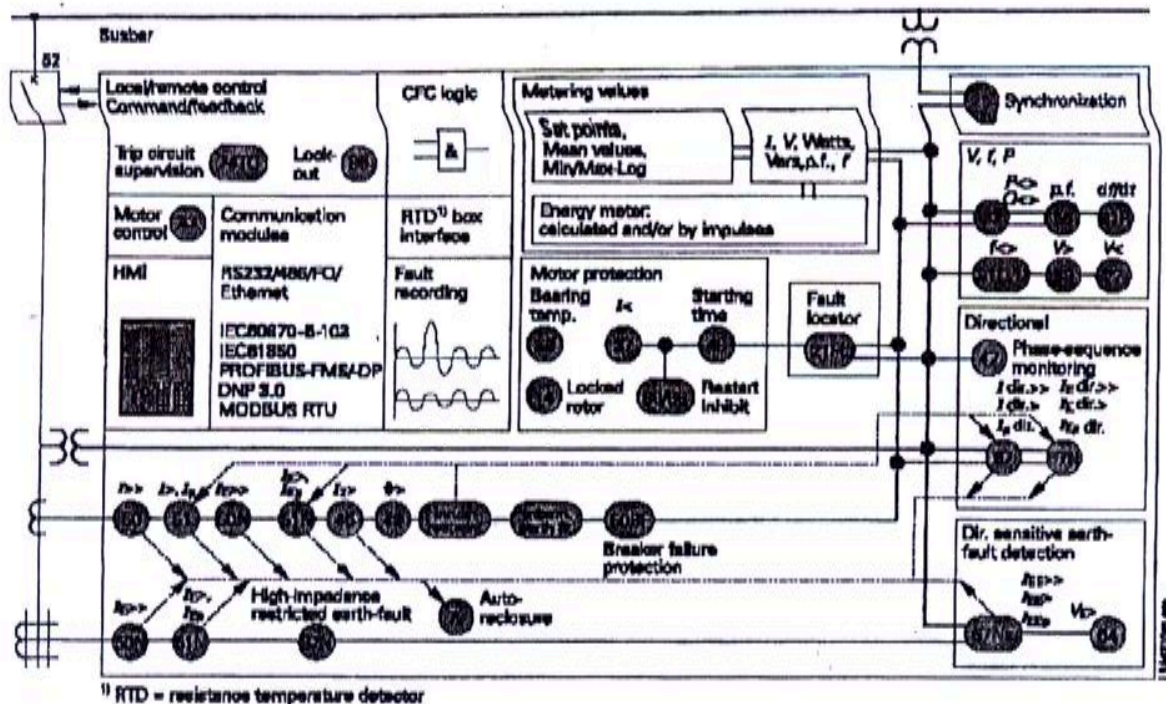
Cung cấp giao diện cho DIGSI 4 (modem) / Đo nhiệt độ (RTD – box)

Giao diện ở mặt trước rơle cho DIGSI 4.

Đồng bộ thời gian thông qua IRIG B / DCF 77.

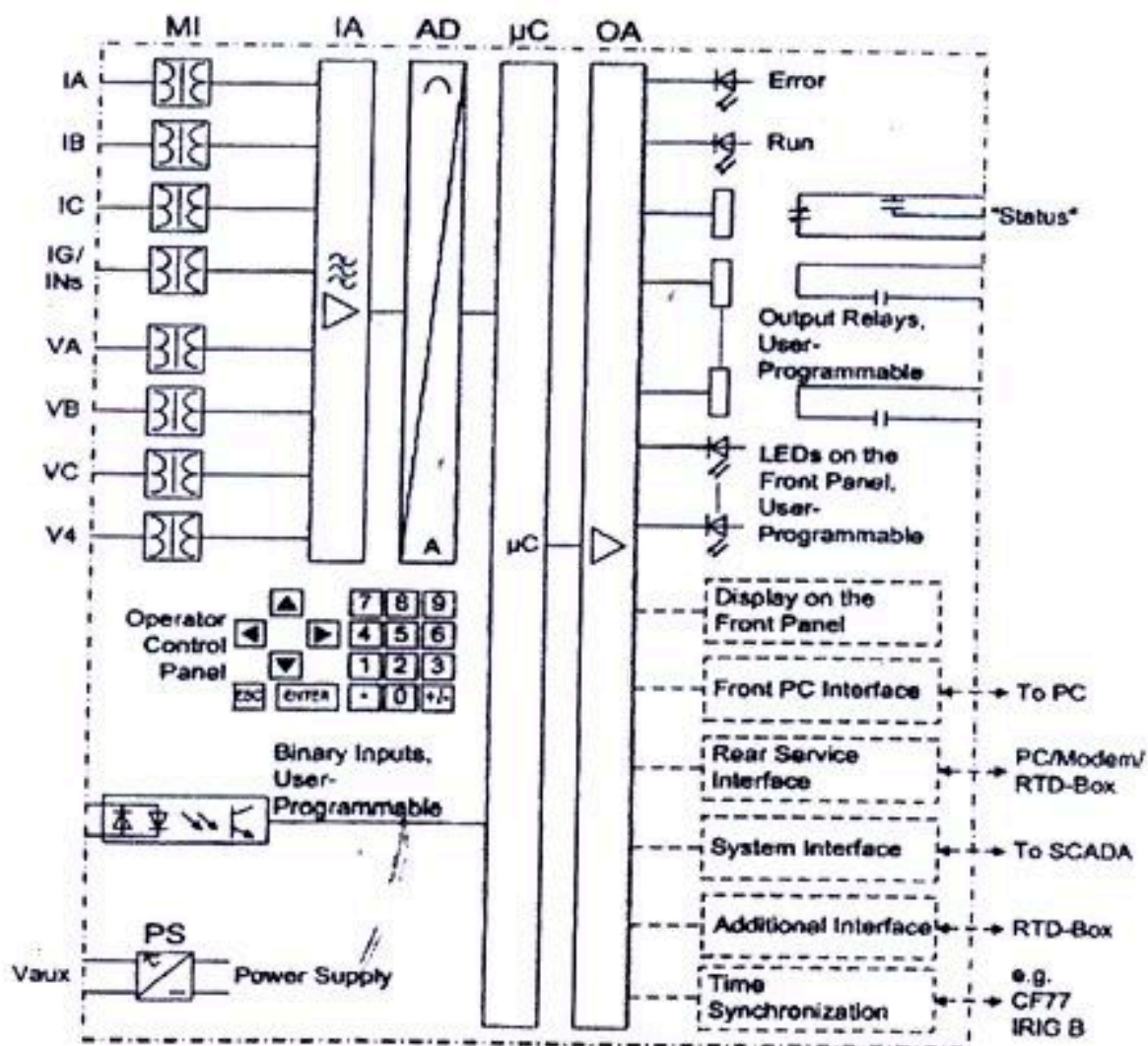
Biểu đồ các chức năng của rơle được chỉ ra như sau:

Luận văn tốt nghiệp Cao học



Luận văn tốt nghiệp Cao học

- Bộ biến đổi đầu vào (MI) biến đổi dòng điện thành các giá trị phù hợp với bộ vi xử lý bên trong của rơle. Có bốn dòng đầu vào ở MI gồm ba dòng pha, một dòng trung tính, chúng được chuyển tới tầng khuếch đại.
- Tầng khuếch đại đầu vào IA tạo các tín hiệu tổng trở cao từ các tín hiệu analog đầu vào. Nó có bộ lọc tối ưu về dải thông và tốc độ xử lý.
- Tầng chuyển đổi tương tự – số (AD) bao gồm bộ dẫn kênh, bộ chuyển đổi tương tự – số (A/D) và những modul nhớ để truyền tín hiệu số sang khối vi xử lý.



Hình 3.12. Cấu trúc phần cứng của 7SJ64

Luận văn tốt nghiệp Cao học

- Khối vi xử lý μC bao gồm những chức năng điều khiển, bảo vệ, xử lý những đại lượng đo được. Tại đây diễn ra các quá trình sau:

- + Lọc và sắp xếp các đại lượng đo.
- + Liên tục giám sát các đại lượng đo.
- + Giám sát các điều kiện làm việc của từng chức năng bảo vệ.
- + Kiểm soát các giá trị giới hạn và thứ tự thời gian.
- + Đưa ra các tín hiệu điều khiển cho các chức năng logic.
- + Lưu giữ và đưa ra các thông số sự cố phục vụ cho việc tính toán phân tích sự cố.
- + Quản lý sự vận hành của khối và các chức năng kết hợp như ghi dữ liệu, đồng hồ thời gian thực, giao tiếp truyền thông.

3.3.3. Chức năng bảo vệ quá dòng điện có thời gian

- Người sử dụng có thể chọn bảo vệ quá dòng điện có đặc tính thời gian độc lập hoặc phụ thuộc.

- Các đặc tính có thể cài đặt riêng cho các dòng pha và dòng đất. Tất cả các ngưỡng là độc lập nhau.

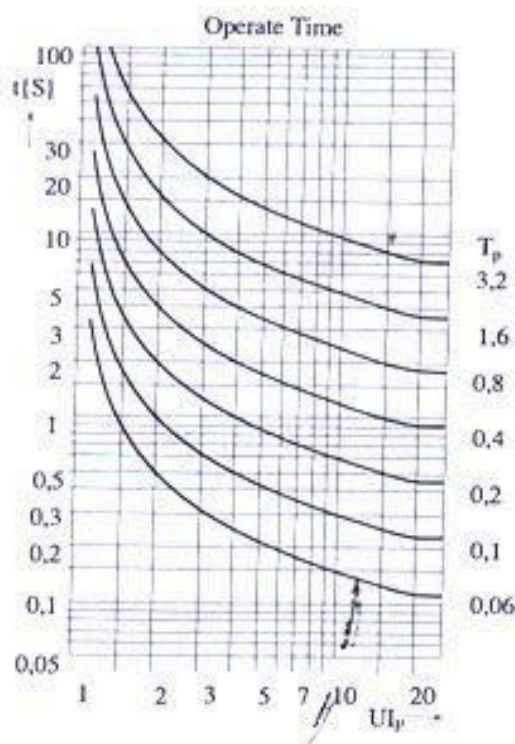
- Với bảo vệ quá dòng có thời gian độc lập, dòng điện các pha được so sánh với giá trị đặt chung cho cả ba pha, còn việc khởi động là riêng cho từng pha, đồng hồ các pha khởi động, sau thời gian đặt tín hiệu cắt được gửi đi.

- Với bảo vệ quá dòng có thời gian phụ thuộc, đường đặc tính có thể được lựa chọn.

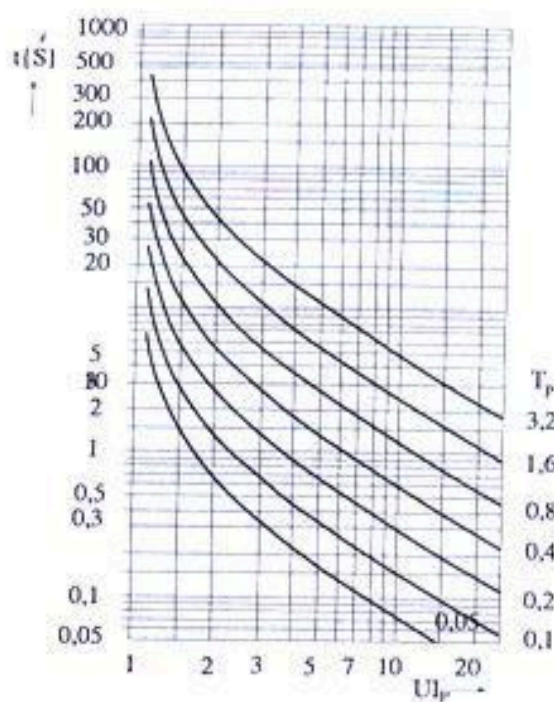
Role 7SJ64 cung cấp các loại bảo vệ quá dòng như sau:

Luận văn tốt nghiệp Cao học

- 50: Bảo vệ quá dòng cắt nhanh, có trễ hoặc không trễ.
- 50N: Bảo vệ quá dòng thứ tự không cắt nhanh, có trễ hoặc không trễ.
- 51: Bảo vệ quá dòng với đặc tính thời gian độc lập hoặc phụ thuộc.
- 51N: Bảo vệ quá dòng thứ tự không với đặc tính thời gian độc lập hoặc phụ thuộc.
- 50Ns, 51Ns: Chống chạm đất có độ nhạy cao, cắt nhanh hoặc có thời gian.
- Loại bảo vệ quá dòng, quá dòng thứ tự không với đặc tính thời gian phụ thuộc của 7SJ64 có thể hoạt động theo chuẩn đường cong của IEC hoặc đường cong do người dùng thiết lập.

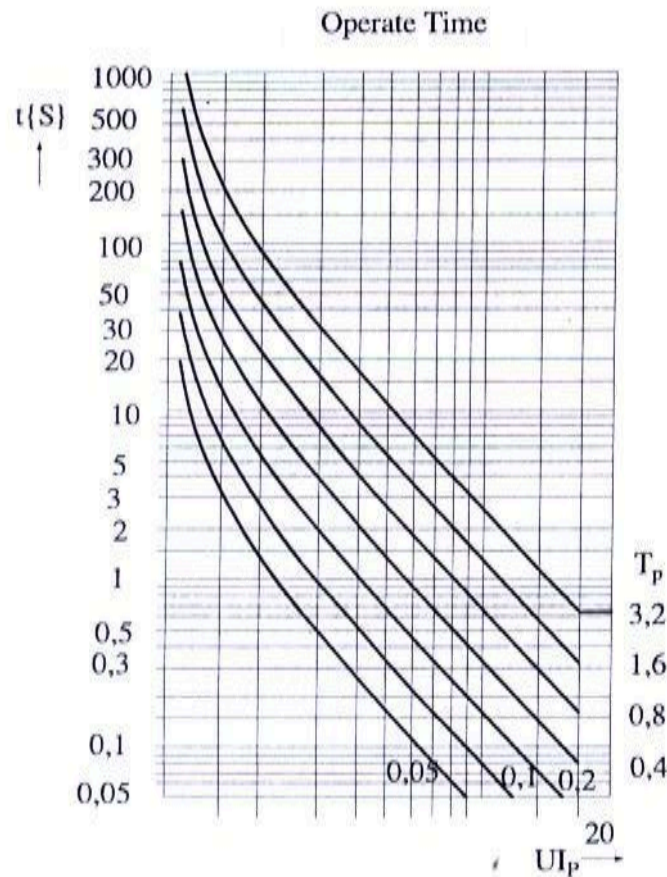


Đặc tính dốc bình thường



Đặc tính rất dốc

Luận văn tốt nghiệp Cao học



Đặc tính cực dốc

Hình 3.13. Đặc tính thời gian của bảo vệ quá dòng

Các công thức biểu diễn các đường đặc tính trên là:

- Đặc tính dốc bình thường (normal inverse):

$$t = \frac{0,14}{\left(\frac{I}{I_p}\right)^{0,02} - 1} \cdot t_p \text{ (s)}$$

- Đặc tính rất dốc (very inverse):

$$t = \frac{13,5}{\frac{I}{I_p} - 1} \cdot t_p \text{ (s)}$$

- Đặc tính cực dốc (extremely inverse):

$$t = \frac{80}{\left(I / I_p\right)^2 - 1} \cdot t_p \text{ (s)}$$

Trong đó:

- t: Thời gian tác động của bảo vệ (sec)
- t_p : Bội số thời gian đặt (sec)
- I: Dòng điện sự cố (kA)
- I_p : Dòng điện khởi động của bảo vệ (kA)

CHƯƠNG 4

DỰ PHÒNG – GIẢI PHÁP HỮU HIỆU ĐỂ NÂNG CAO ĐỘ TIN CẬY CỦA HỆ THỐNG BẢO VỆ

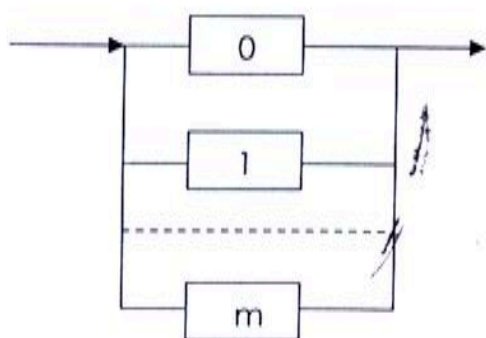
4.1. PHÂN LOẠI CÁC PHƯƠNG ÁN DỰ PHÒNG :

Dự phòng là phương án nâng cao độ tin cậy của hệ thống bằng cách tạo nên độ dôi về cấu trúc. Hệ thống có thêm những phần tử dôi dư gọi là hệ thống có dự phòng.

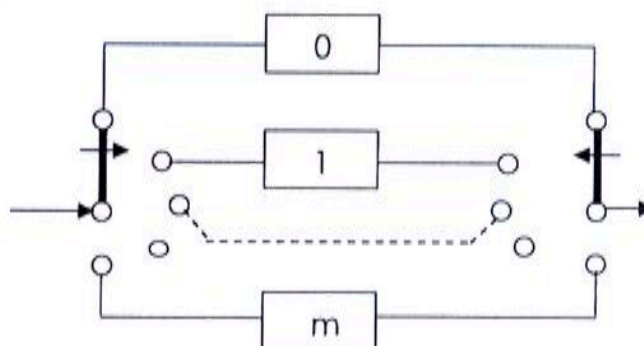
Theo phương pháp nối các phần tử dự phòng người ta phân chia ra dự phòng cố định và dự phòng thay thế.

1. Khi dự phòng cố định (liên tục) (H.4.1) các phần tử dự phòng được nối song song cố định với các phần tử làm việc trong suốt thời gian công tác của hệ thống. Tất cả các phần tử được nối cố định, trong quá trình hỏng hóc không xảy ra đổi nối trong hệ thống và phần tử bị hỏng hóc xem như được tự động cắt ra khỏi hệ thống. Phương pháp dự phòng này có ưu điểm là đơn giản và không làm gián đoạn công việc của hệ thống. Nhược điểm của phương pháp dự phòng cố định là các phần tử dự phòng sẽ bị hao mòn nhanh vì cũng phải chịu tác động của tải (mặc dù có thể ít hơn) trong suốt quá trình làm việc.

2. Phương pháp dự phòng thứ hai là phương pháp thay thế. Khi xảy ra hư hỏng phần tử làm việc bị hỏng sẽ được cắt ra và thay vào bằng phần tử dự phòng. Thao tác này có thể thực hiện tự động hoặc bằng tay.



Hình 4.1. Sơ đồ dự phòng cố định



Hình 4.2. Sơ đồ dự phòng thay thế

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Trước khi được đưa vào làm việc các phần tử dự phòng có thể ở trạng thái mang tải nhẹ hoặc không mang tải để bảo toàn năng lực (resource) của các phần tử dự phòng và nâng cao độ tin cậy chung của hệ thống.

Ngoài ra để thay thế bất kỳ một phần tử công tác đồng loại nào, có thể sử dụng một hoặc một số phần tử dự phòng. Dự phòng bằng phương pháp thay thế đòi hỏi một số thiết bị để kiểm tra trạng thái của các phần tử, để cắt các phần tử bị hỏng hóc ra khỏi hệ thống và đưa các phần tử dự phòng vào làm việc. Nhóm thiết bị này người ra gọi chung là thiết bị đổi nối.

Các thiết bị đổi nối cũng có khả năng bị hỏng hóc do đó khi tính toán độ tin cậy của hệ thống cần xét đến những hỏng hóc của thiết bị đổi nối. Tùy theo chế độ làm việc của các phần tử dự phòng trước khi đưa vào thay thế cho phần tử chính người ra chia làm ba loại chế độ dự phòng.

3. Dự phòng có mang tải. Phần tử dự phòng làm việc trong cùng một chế độ với phần tử chính không phụ thuộc vào thời điểm đưa phần tử dự phòng vào làm việc.
4. Dự phòng mang tải nhẹ. Các phần tử dự phòng trước khi được đưa vào thay thế cho phần tử chính có mang tải, nhưng tải này yếu hơn tải của các phần tử chính. Độ tin cậy của phần tử dự phòng ở trạng thái mang tải nhẹ này cao hơn độ tin cậy của phần tử chính.
5. Dự phòng không mang tải. Các phần tử dự phòng được tách khỏi hệ thống cho đến khi được đưa vào thay thế cho phần tử chính. Có thể nhận thấy rằng khi dự phòng cố định các phần tử dự phòng đều có mang tải, còn khi dự phòng bằng phương pháp thay thế thì phần tử dự phòng có thể ở một trong ba trạng thái mang tải đã xét trên đây.

Để tăng cường độ tin cậy của hệ thống có thể tổ chức dự phòng chung cho toàn hệ thống hoặc dự phòng riêng cho từng phần tử trong hệ thống. Độ tin cậy

Luận văn tốt nghiệp Cao học

của hệ thống có dự phòng phụ thuộc vào số phần tử dự phòng m đối với một phần tử công tác. Số m gọi là bội số dự phòng.

4.2 PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN ĐỘ TIN CẬY CỦA HỆ THỐNG DỰ PHÒNG CÓ ĐỊNH

Giả sử hệ thống có 1 phần tử chính và m phần tử dự phòng (H4.1).

Gọi $p_k(t)$ và $q_k(t)$ là xác suất làm việc tin cậy và xác suất hỏng hóc của phần tử k ($k = 0, 1, 2, \dots, m$). Theo điều kiện dự phòng hệ thống chỉ có thể hỏng hóc khi tất cả $(m + 1)$ phần tử đều hỏng, ta có:

$$q_H(t) = q_0(t) \cdot q_1(t) \cdot \dots \cdot q_m(t) = \prod_{k=0}^m q_k(t) \quad (4.1)$$

Trong đó $q_H(t)$ – xác suất hỏng hóc của hệ thèng có dự phòng.

Xác suất làm việc tin cậy của hệ thống có dạng :

$$p_H(t) = 1 - q_H(t) = [1 - p_0(t)][1 - p_1(t)] \cdot \dots \cdot [1 - p_m(t)] = 1 - \prod_{k=0}^m [1 - p_k(t)] \quad (4.2)$$

Khi các phần tử có độ tin cậy giống nhau, nghĩa là $p_k(t) = p(t)$, $k = 0, 1, 2, \dots, m$, các công thức (4.1) và (4.2) có dạng:

$$q_H(t) = q^{m+1}(t); \quad p_H(t) = 1 - [1 - p(t)]^{m+1} \quad (4.3)$$

Theo (4.3) có thể tìm số phần tử dự phòng cần thiết m theo các trị số cho trước của xác suất hỏng hóc $q(t)$ của phần tử và trị số cho phép của xác suất hỏng hóc toàn hệ thống có dự phòng Q^* :

$$q^{m+1} \leq Q^*$$

$$m \geq \frac{\ln \frac{1}{Q}}{\ln \frac{1}{q}} - 1 \quad (4.4)$$

Khi độ tin cậy của các phần tử tuân theo định luật phân bố mũ.

$$P_k(t) = e^{-\lambda_k t}$$

Nếu cường độ hỏng hóc của các phần tử λ_k khá bé thì theo $(P(t) \approx 1 - \frac{t}{m_t})$

$$q_k(t) = 1 - e^{-\lambda_k t} \approx \lambda_k t$$

Từ (4.1) và (4.3) ta có:

$$q_H(t) \approx \lambda_0 \lambda_1 \dots \lambda_m t^{m+1} \quad (4.5)$$

$$\text{Với các phần tử giống nhau : } q_H \approx (\lambda t)^{m+1} \quad (4.5a)$$

Các công thức này cho thấy rằng đối với các hệ thống có dự phòng luật phân bố mũ không còn nghiệm đúng.

Thời gian làm việc tin cậy trung bình của hệ thống có dự phòng xác định theo công thức $(m_t = \int_0^\infty p(t) dt)$

$$m_t = \int_0^\infty p_H(t) dt$$

Đối với các phần tử có độ tin cậy giống nhau phân bố theo hàm mũ ta có :

$$m_t = \int_0^\infty [1 - (1 - e^{-\lambda t})^{m+1}] dt$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Đặt $x = 1 - e^{-\lambda t}$ và tính tích phân trên ta được :

$$m_1 = \frac{1}{\lambda} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{m+1} \right) \quad (4.6)$$

Các công thức trên có thể sử dụng cho trường hợp dự phòng chung và dự phòng riêng.

4.3 TÍNH TOÁN ĐỘ TIN CẬY CỦA HỆ THỐNG CÓ DỰ PHÒNG BẰNG CÁCH THAY THẾ (KHÔNG MANG TẢI TRƯỚC KHI THAY THẾ)

a. Tính toán độ tin cậy của các hệ thống có dự phòng bằng cách thay thế

Khi dự phòng bằng cách thay thế các phân tử dự phòng, như trên đã nói, có thể làm ở một trong ba chế độ sau: mang tải, mang tải nhẹ và không mang tải.

Khi dự phòng có mang tải các đặc tính về độ tin cậy của hệ thống có dự phòng cố định có xét đến độ tin cậy của thiết bị đổi nối. Vì thiết bị đổi nối có độ tin cậy hữu hạn nên độ tin cậy của hệ thống có dự phòng thay thế bao giờ cũng thấp hơn hệ thống dự phòng cố định có cấu trúc tương đương. Vì vậy phương pháp dự phòng thay thế thường chỉ đạo áp dụng cho trường hợp khi thay thế phân tử dự phòng có mang tải nhẹ hoặc không mang tải.

b. Tính toán độ tin cậy của hệ thống có dự phòng không mang tải.

Giả sử rằng phân tử dự phòng khi được vào làm việc đang ở trạng thái tốt và xác suất làm việc tin cậy của nó ở trạng thái công tác không phụ thuộc vào khoảng thời gian khi phân tử ở trạng thái dự phòng .

Ngoài ra để đơn giản còn giả thiết thêm rằng thiết bị đổi nối làm việc hoàn toàn tin cậy và việc đổi nối (thay thế) phân tử hỏng bằng phân tử dự phòng được thực hiện tức thời . Giả sử hệ thống gồm có một phân tử làm việc chính và m phân tử dự phòng . Phân tử chính sau khi làm việc một thời gian T_0 bị hỏng hóc

Luận văn tốt nghiệp Cao học

và được thay bằng phần tử dự phòng thứ nhất , phần tử dự phòng này sau khi làm việc một thời gian T_1 bị hỏng và được thay bằng phần tử dự phòng thứ hai ..vv..phần tử dự phòng cuối cùng sau khi làm việc một thời gian ngẫu nhiên cũng bị hư hỏng nốt và như vậy toàn bộ hệ thống có dự phòng đều bị hỏng .

Thời gian làm việc tin cậy của hệ thống có dự phòng bằng :

$$T = \sum_{k=0}^m T_k \quad (4.7)$$

Các đại lượng ngẫu nhiên T_k ($k = 0, 1, 2, \dots, m$) độc lập nhau vì vậy xác suất hỏng hóc của hệ thống có thể xác định như xác suất của tổng $(m+1)$ các đại lượng ngẫu nhiên độc lập.

Thời gian làm việc tin cậy trung bình của hệ thống có dự phòng được xác định như là kỳ vọng toán của tổng các đại lượng ngẫu nhiên:

$$m_1 = \sum_{k=0}^m M[T_k] = \sum_{k=0}^m m_k \quad (4.7a)$$

trong đó m_k – thời gian làm việc tin cậy trung bình của phần tử thứ k .

Trong trường hợp độ tin cậy của các phần tử tuân theo luật phân bố mũ để xác định các đặc tính về độ tin cậy của hệ thống có dự phòng có thể sử dụng mô hình xác suất có tên gọi là “ quá trình chết .”(hình 4.3) [21] với hai giả thiết sau đây về dòng hỏng hóc:

1.Nếu ở thời điểm t xảy ra k hỏng hóc thì không phụ thuộc vào thời điểm chúng phát sinh , xác suất để xảy ra đúng một lần hỏng hóc trong khoảng thời gian vô cùng bé ($t, t + \Delta t$) bằng $\lambda_k \Delta t$, còn xác suất để không xảy ra hỏng hóc sẽ bằng : $1 - \lambda_k \Delta t + o(\Delta t)$.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

2. Tại thời điểm khi xảy ra hỏng hóc thứ $(m+1)$ thì cả hệ thống sẽ bị hỏng hóc và sau đó sẽ không còn một sự thay đổi nào khác trong hệ thống. Do đó $\lambda_{m+1}=0$.

Quá trình này có thể được mô tả bằng một hệ thống phương trình vi phân. Ta xem rằng ở thời điểm t quá trình ở trạng thái k nếu như đến thời điểm này đã xảy ra k lần hỏng hóc. Ta ký hiệu $P_k(t)$ – xác suất sao cho quá trình ở trạng thái k tại thời điểm t .

Theo công thức xác suất toàn phần có thể viết:

$$P_k(t + \Delta t) = p_{k-1}(t) \lambda_{k-1} \Delta t + p_k(t) (1 - \lambda_k \Delta t) + o(\Delta t) \quad (4.8)$$

Các điều kiện ban đầu như sau:

$$P_0(0) = 1; \quad p_k(0) = 0 \quad \text{khi } k \geq 1$$

Nghĩa là ở thời điểm $t = 0$, hệ thống làm việc tốt. khi $\Delta t \rightarrow 0$ ta có hệ phương trình vi phân

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_0(t)}{dt} &= -\lambda_0 p_0(t) \\ \frac{dp_k(t)}{dt} &= \lambda_{k-1} p_{k-1}(t) - \lambda_k p_k(t) \end{aligned} \right\} \quad (4.9)$$

$K = 1, 2, 3, \dots, m$

$$\frac{dp_{m+1}(t)}{dt} = \lambda_m p_m(t)$$

Giải hệ phương trình này có thể nhận được các công thức chính xác và gần đúng để tính xác suất hỏng hóc của hệ thống có dự phòng. Trên thực tế người ta thường sử dụng các công thức gần đúng. Ví dụ đối với hệ thống có các phần tử tin cậy cao (đại lượng λ_{kt} bé) có thể sử dụng công thức gần đúng

$$q_H(t) \approx \frac{\lambda_0 \lambda_1 \lambda_2 \dots \lambda_m}{(m+1)!} \cdot t^{m+1} \quad (4.10)$$

Khi các phần tử có độ tin cậy giống nhau, công thức (4.26) có dạng:

$$q_H(t) \approx \frac{(\lambda t)^{m+1}}{(m+1)!} \quad (4.10a)$$

So sánh các công thức (4.5)(4.5a)(4.10)(4.10a) có thể thấy rằng độ tin cậy đã được tăng lên nhờ việc sử dụng dự phòng nguội và phương pháp thay thế.

Các đặc tính về độ tin cậy của hệ thống có dự phòng có thể tính được đối với trường hợp phân bố chuẩn của thời gian làm việc an toàn của các phần tử.

Vì thời gian T (thời gian làm việc tin cậy) của hệ thống bằng tổng các đại lượng T_k độc lập có phân bố chuẩn với giá trị trung bình:

$$m_t = \sum_{k=0}^m m_k$$

và độ tán xạ

$$\sigma_t^2 = \sum_{k=0}^m \sigma_k^2$$

Xác suất hỏng hóc của hệ thống có dự phòng

$$\begin{aligned} q_H(t) &= \frac{1}{\sigma_t \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t e^{-\frac{(x-m_t)^2}{2\sigma_t^2}} dx \\ &= 1/2 + \Phi\left(\frac{t-m_t}{\sigma_t}\right) \end{aligned} \quad (4.11)$$

trong đó $\Phi(x)$ là tích phân xác suất.

$$p(A/H_k) = q_{HK}(t)$$

Khi xét đến hỏng hóc của bộ đổi nối, xác suất hỏng hóc của hệ thống có thể được tính theo công thức xác suất toàn phần:

$$p_{Hd}(t) = \sum_{k=0}^m p(H_k)p(A/H_k) = \sum_{k=0}^m p(H_k)q_{HK}(t)$$

Các xác suất $q_{HK}(t)$ có thể tính theo (4.5a),(4.10a), với điều kiện $m=k$.

Như vậy trong trường hợp dự phòng có mang tải xác suất hỏng hóc của hệ thống có dự phòng luân phiên khi có xét đến các biểu thức (4.5a) sẽ có dạng:

$$p_{Hd}(t) = \sum_{k=0}^m C_m^k q_d^{m-k} p_d^k q^{k+1} = q(p_d q + q_d)^m \quad (4.13)$$

Vì rằng $(p_d q + q_d) < 1$, nên xác suất hỏng hóc của hệ thống sẽ tiến đến không khi m tăng, nên có thể tăng độ tin cậy của hệ thống lên tùy ý bằng cách tăng mức dự phòng (bội số dự phòng).

4.5 HỆ SỐ SẴN SÀNG CỦA HỆ THỐNG CÓ DỰ PHÒNG.

❖ Các đặc trưng về độ sẵn sàng

Độ sẵn sàng được đặc trưng bằng hệ số sẵn sàng. Hệ số sẵn sàng $K_s(t)$ là xác suất để hệ thống có khả năng làm việc trong bất kỳ thời điểm nào trừ những giai đoạn không làm việc đã được dự kiến từ trước.

Xác suất để hệ thống có khả năng làm việc từ thời điểm $(t + dt)$ được xác định như tổng các xác suất:

$$K_s(t + dt) = P(H_1) + P(H_2) \quad (4.14)$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Trong đó $P(H_1)$ – xác suất để hệ thống có khả năng làm việc ở thời điểm t và vẫn giữ được khả năng làm việc trong khoảng thời gian $(t, t + dt)$.

$$P(H_1) = K_s(t)(1 - \lambda dt) \quad (4.15)$$

Vì rằng $e^{-\lambda \Delta t} = 1 - \lambda \Delta t + o(\Delta t)$ (ở đây $o(\Delta t)$ là đại lượng vô cùng bé bậc 2). $P(H_2)$ – xác suất để hệ thống bị hỏng ở thời điểm t và sẽ được khôi phục trong khoảng thời gian $(t, t+dt)$. Xác suất này có thể xác định theo công thức:

$$P(H_2) = [1 - K_s(t)] \lambda_s dt \quad (4.16)$$

Từ (4.14) ta có phương trình vi phân:

$$\frac{dK_s(t)}{dt} + (\lambda + \lambda_s) K_s(t) = \lambda_s \quad (4.17)$$

Giải phương trình này với điều kiện ban đầu $K_s(0) = 1$ ta nhận được biểu thức để xác định hệ số sẵn sàng ở thời điểm t đang khảo sát:

$$K_s(t) = \frac{\lambda}{\lambda + \lambda_s} + \frac{\lambda_s}{\lambda + \lambda_s} e^{-(\lambda + \lambda_s)t} \quad (4.18)$$

Biểu diễn λ và λ_s qua trị số trung bình của thời gian làm việc tin cậy m_t và thời gian phục m_s ta được:

$$K_s(t) = \frac{m_s}{m_t + m_s} + \frac{m_t}{m_t + m_s} e^{-(\frac{1}{m_t} + \frac{1}{m_s})t} \quad (4.19)$$

Khi $t \rightarrow \infty$ từ (4.18) và (4.19) ta nhận được trị số xác lập của hệ số sẵn sàng :

$$K_s = \frac{\lambda_s}{\lambda + \lambda_s} = \frac{m}{m_t + m_s} \quad (4.20)$$

Như vậy trị số xác lập của hệ số sẵn sàng là thời gian trung bình để hệ thống có khả năng làm việc tính trọng hệ đơn vị tương đối.

Thời gian làm việc tin cậy càng dài và thời gian sửa chữa càng ngắn thì hệ số sẵn sàng càng cao.

4.6 TÍNH TOÁN ĐỘ TIN CẬY CỦA HỆ THỐNG BẢO VỆ CÓ DỰ PHÒNG.

Hệ thống bảo vệ bao gồm các bảo vệ chính và bảo vệ dự phòng là một hệ thống song song hiểu theo nghĩa độ tin cậy. Khi một bảo vệ nào đó bị trục trặc sẽ được đưa ra kiểm tra sửa chữa và lại được đưa vào làm việc. Có hai quá trình ngẫu nhiên xảy ra song song trong hệ thống bảo vệ có dự phòng: quá trình hỏng hóc làm giảm số phần tử có khả năng làm việc trong hệ thống quá trình này có thể được mô tả như quá trình “chết” và quá trình phục hồi làm tăng số phần tử có khả năng làm việc trong hệ thống, quá trình này có thể được mô tả như quá trình “sinh trưởng.” Như vậy toàn bộ hai quá trình hỏng hóc và phục hồi trong một hệ thống bảo vệ có dự phòng có thể được mô tả chung bằng một mô hình ngẫu nhiên “chết và sinh trưởng.”

Các đặc tính về độ tin cậy của hệ thống có dự phòng phục hồi được, khi độ tin cậy tuân theo luật phân bố mũ có thể xác định nhờ quá trình “chết và sinh trưởng.” Quá trình được mô tả như sau:

- 1) Nếu tại thời điểm t quá trình ở trạng thái k (với k phần tử hỏng) thì sau một khoảng thời gian vô cùng bé Δt với xác suất $\lambda_k \Delta t + 0(\Delta t)$ quá trình sẽ chuyển sang trạng thái $(k + 1)$, với xác suất $\mu_k \Delta t + 0(\Delta t)$ - chuyển sang trạng thái $(k - 1)$, và với xác suất $1 - (\lambda_k + \mu_k) \Delta t + 0(\Delta t)$ sẽ ở lại trạng thái k .
- 2) Từ trạng thái ban đầu 0 nó có thể chuyển sang trạng thái 1 với xác suất $\lambda_0 \Delta t$ và ở trạng thái 0 với xác suất $1 - \lambda_0 \Delta t + 0(\Delta t)$. Nếu số trạng thái hữu hạn và bằng n thì từ trạng thái n quá trình có thể chuyển sang trạng thái $(n-1)$ với xác suất $\mu_n \Delta t$ và ở lại trạng thái cũ với xác suất $1 - \mu_n \Delta t + 0(\Delta t)$. Quá trình này gọi là quá trình “chết và sinh trưởng.” (Hình 4.4)

Gọi $P_k(t)$ là xác suất để cho tại thời điểm t quá trình ở trạng thái k . Quá trình xác lập khi $t \rightarrow \infty$ được mô tả bằng hệ phương trình sau:

Luận văn tốt nghiệp Cao học

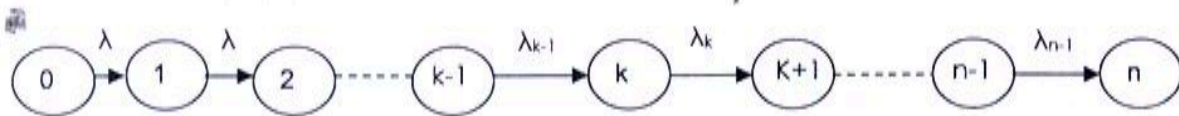
$$\left. \begin{aligned} 0 &= \lambda_0 p_0 + \mu_1 p_1 \\ \dots \dots \dots \\ 0 &= \lambda_{k-1} p_{k-1} - (\lambda_k + \mu_k) p_k + \mu_{k+1} p_{k+1} \\ \dots \dots \dots \\ 0 &= \lambda_{n-1} p_{n-1} - \mu_n p_n \end{aligned} \right\} \quad (4.21)$$

Trong đó:

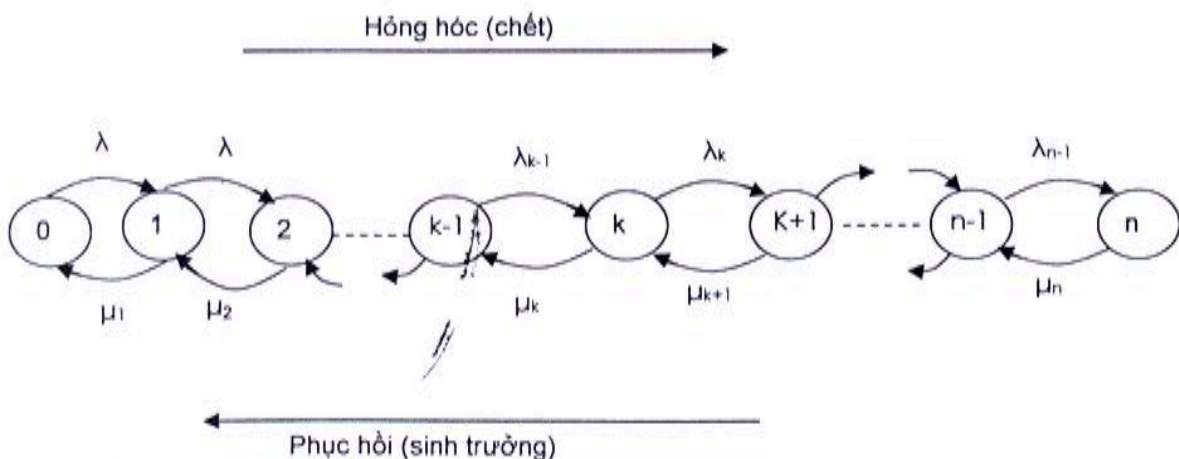
$$p_k = \lim_{t \rightarrow \infty} p_k(t)$$

$$\sum_{k=0}^n p_k(t) \quad (4.22)$$

Hệ thống (4.21) có thể giải được khá dễ dàng.



Hình 4.3 Sơ đồ chuyển trạng thái của “ quá trình chết.”

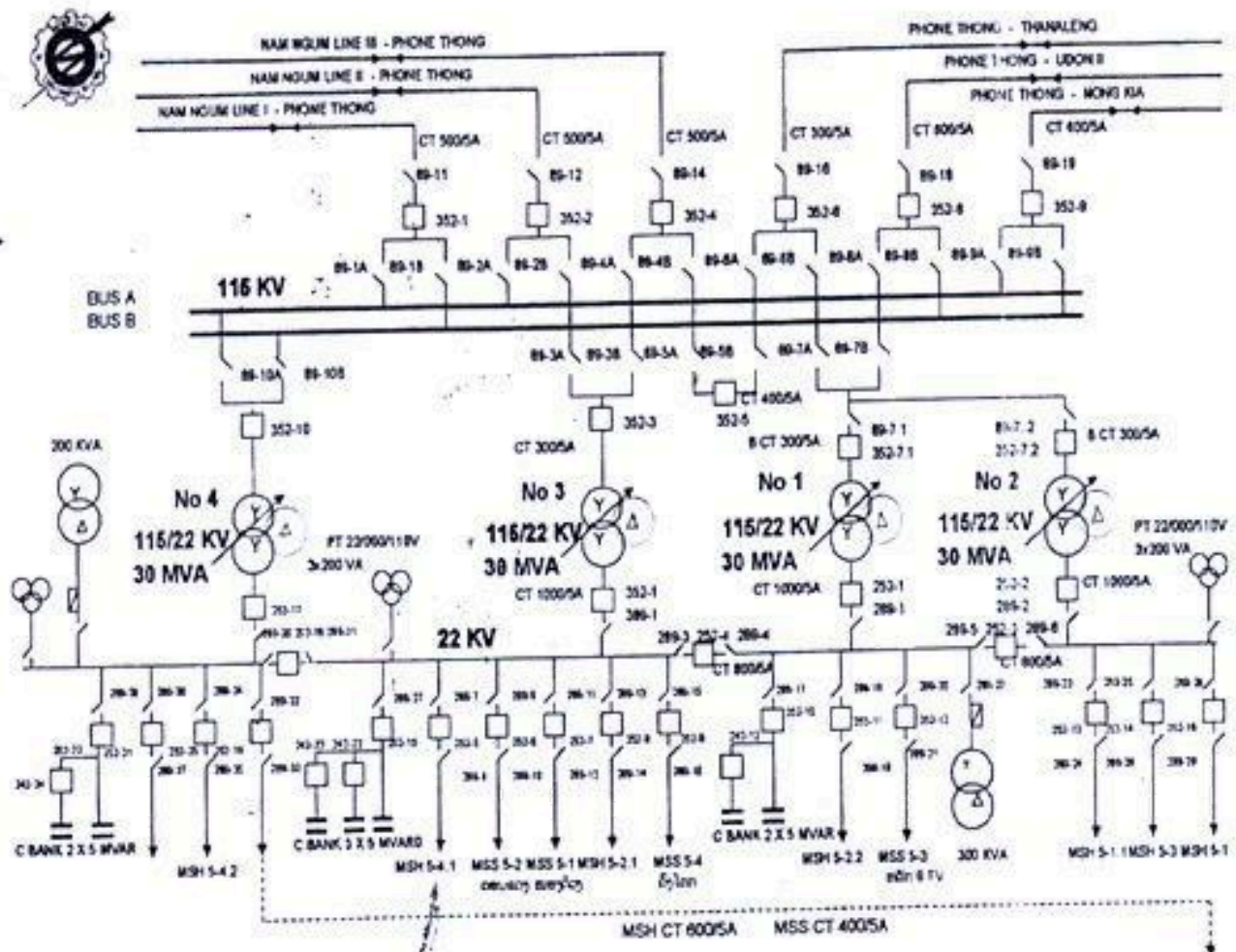


Hình 4.4 Sơ đồ chuyển trạng thái “ quá trình chết và sinh trưởng”

CHƯƠNG 5

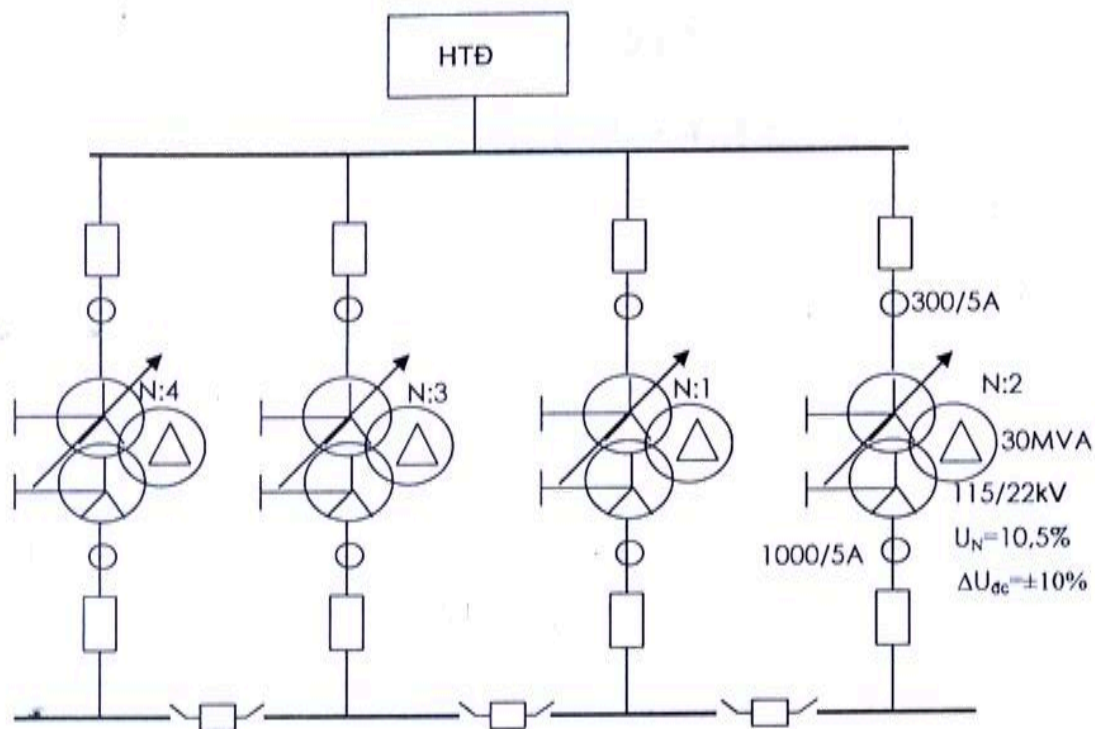
ÁP DỤNG CHO TRẠM BIẾN ÁP PHONETONG(LAOS)

5.1. SƠ ĐỒ CHUNG

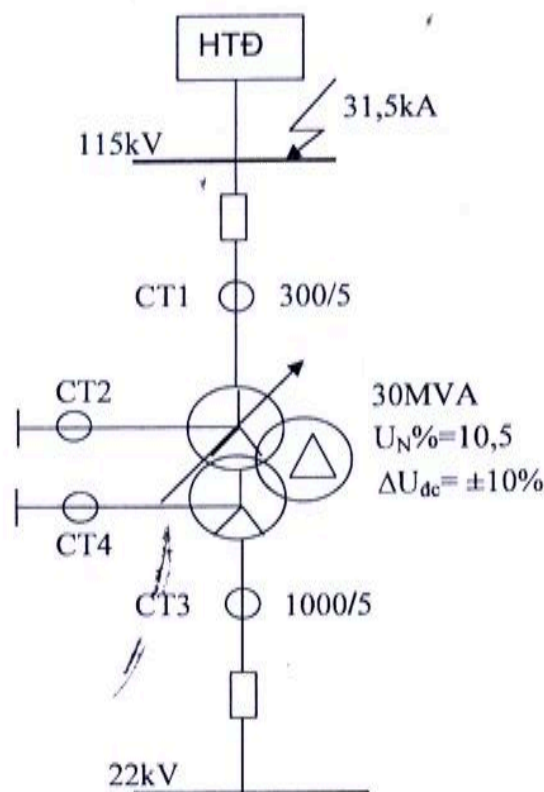


Hình 5.1 Sơ đồ trạm biến áp 115kV Phone Tong

Luận văn tốt nghiệp Cao học



Hình 5.2 Sơ đồ đơn giản hoá của trạm



Hình 5.3 Sơ đồ tính toán cụ thể cho một máy biến áp

Luận văn tốt nghiệp Cao học

5.2 CÁC THÔNG SỐ CHÍNH

- Hệ thống : Dòng ngắn mạch 3 pha cực đại 31,5 kA
- Máy biến áp :
 - Công suất danh định 30 MVA
 - Điện áp các phía 115/22 kV
 - Điện áp ngắn mạch $U_N \% = 10,5\%$
 - Giới hạn điều chỉnh điện áp $\Delta U_{dc} = \pm 10\%$
- Máy biến dòng điện CT :
 - CT1 , CT2 300/5A
 - CT3 , CT4 1000/5A
- Máy biến điện áp : 22000/110/110V

5.3 TÍNH ĐIỆN KHÁNG CÁC PHẦN TỬ VÀ SƠ ĐỒ THAY THẾ

a) Chọn các đại lượng cơ bản

- Công suất cơ bản

$$S_{cb} = S_{ddb} = 30\text{MVA}$$

- Điện áp cơ bản

$$U_{cb1} = 115\text{kV}$$

$$U_{cb2} = 22\text{kV}$$

- Dòng điện cơ bản

$$I_{cb1} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb1}} = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 115} = 0,150\text{kA}$$

$$I_{cb2} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \cdot U_{cb2}} = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 22} = 0,787\text{kA}$$

a) Điện kháng các phần tử

- Hệ thống điện

Luận văn tốt nghiệp Cao học

$$I_{N\max}^{(3)} = \frac{U_1}{\sqrt{3}X_{1H\max}} = \frac{115}{\sqrt{3}X_{1H\max}} = 31,5\text{kA}$$

- Điện kháng của hệ thống ở chế độ cực đại

$$X_{1H\max}(\Omega) = \frac{115}{\sqrt{3}I_{N\max}^{(3)}} = \frac{115}{\sqrt{3} \cdot 31,5} = 2,107\Omega$$

- Trong hệ đơn vị tương đối cơ bản :

$$X_{cb}(\Omega) = \frac{U_{cb}}{\sqrt{3}I_{cb}} = \frac{U_{cb}^2}{S_{cb}} = \frac{115^2}{30} = 440,83\Omega$$

$$X_{1H\max} = \frac{X_{1H\max}(\Omega)}{X_{cb}(\Omega)} = \frac{2,107}{440,83} = 0,0047$$

Giả thiết : - Điện kháng của hệ thống ở chế độ cực tiểu:

$$X_{1H\min} = 1,3X_{1H\max} = 1,3 \cdot 0,0047 = 0,0061$$

- Điện kháng thứ tự không của hệ thống

$$X_{OH} = 1,1 \cdot X_{1H}$$

- Ở chế độ cực đại

$$X_{OH\max} = 1,1 \cdot X_{1H\max} = 1,1 \cdot 0,0047 = 0,0051$$

- Ở chế độ cực tiểu

$$X_{OH\min} = 1,1 \cdot X_{1H\min} = 1,1 \cdot 0,0061 = 0,0067$$

- Máy biến áp :

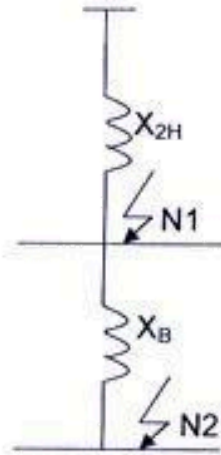
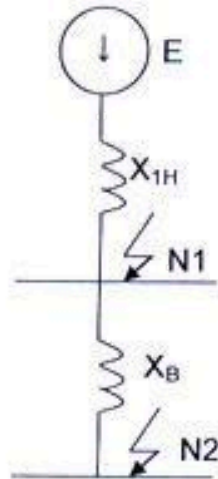
Vì chọn $S_{cb} = S_{d\delta B}$ nên

$$X_B = U_N \% = \frac{10,5}{100} = 0,105$$

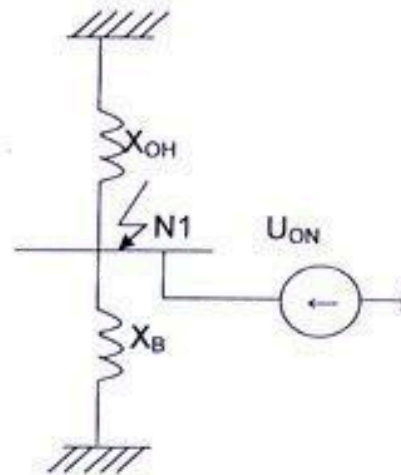
Luận văn tốt nghiệp Cao học

b) Sơ đồ thay thế

- Sơ đồ thứ tự thuận (ngược)

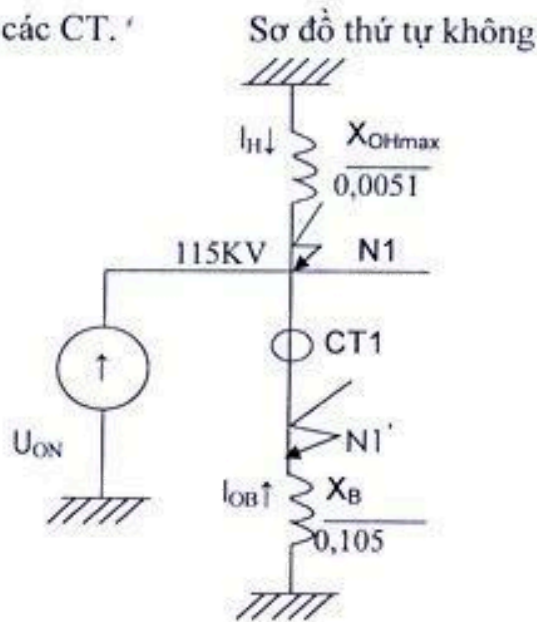
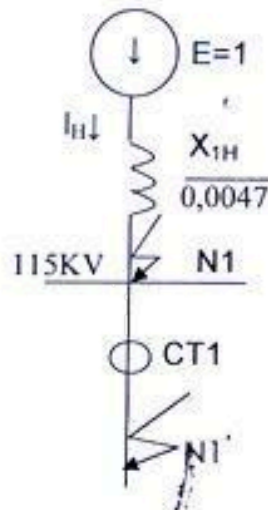


- Sơ đồ thứ tự không (điểm N1)



5.4 TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH.

A. Chế độ cực đại → Tính \$I_{Nmax}\$ qua các CT.



a) Ngắn mạch phía 115 kV

- Ngắn mạch 3 pha

$$I_H = I_N^{(3)} = \frac{E}{X_{1Hmax}} = \frac{1}{0,0047} = 212,765$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

- Điểm N1

$$I_{CT1} = I_{CT2} = I_{CT3} = I_{CT4} = 0$$

- Điểm N1'

$$I_{CT1} = I_H = I_N^{(3)} = 212,765$$

$$I_{CT2} = I_{CT3} = I_{CT4} = 0$$

- Ngắn mạch 1 pha

$$X_{O\Sigma} = \frac{X_{OHmax} \cdot X_B}{X_{OHmax} + X_B} = \frac{0,0051 \cdot 0,105}{0,0051 + 0,105} = 0,0048$$

$$X_{\Delta}^{(1)} = X_{2\Sigma} + X_{O\Sigma} = 0,0047 + 0,0048 = 0,0095$$

Dòng thứ tự thuận tại điểm ngắn mạch.

$$I_{1\Sigma}^{(1)} = I_{2\Sigma}^{(1)} = I_{O\Sigma}^{(1)} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{\Delta}^{(1)}} = \frac{1}{0,0047 + 0,0095} = 70,422$$

Điện áp thứ tự không tại điểm ngắn mạch.

$$U_{ON} = -I_{O\Sigma} \cdot X_{O\Sigma} = -70,422 \cdot 0,0048 = -0,338$$

Dòng thứ tự không từ phía hệ thống.

$$I_{OH} = -\frac{U_{ON}}{X_{OHmax}} = \frac{0,338}{0,0051} = 66,274$$

Dòng thứ tự không từ phía máy biến áp.

$$I_{OB} = -\frac{U_{ON}}{X_{OB}} = \frac{0,338}{0,105} = 3,219$$

- Điểm N1

$$I_{CT1} = I_{OB} = 3,219 ; \quad I_{CT2} = 3I_{OB} = 3 \cdot 3,219 = 9,657$$

$$I_{CT3} \neq I_{CT4} = 0$$

- Điểm N1'

$$I_{CT1} = I_{1\Sigma} + I_{2\Sigma} + I_{OH} = 2 \cdot 70,422 + 66,274 = 207,118$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

$$I_{CT2} = 3 \cdot I_{OB} = 3 \cdot 3,219 = 9,657$$

$$I_{CT3} = I_{CT4} = 0$$

- Ngắn mạch 2 pha chạm đất $N^{(1,1)}$

$$X_{\Delta}^{(1,1)} = \frac{X_{2\Sigma} \cdot X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = \frac{0,0047 \cdot 0,0048}{0,0047 + 0,0048} = 0,0024$$

Dòng thứ tự thuận tại điểm ngắn mạch.

$$I_{1\Sigma}^{(1,1)} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{\Delta}^{(1,1)}} = \frac{1}{0,0047 + 0,0024} = 140,845$$

Dòng thứ tự nghịch tại điểm ngắn mạch.

$$I_{2\Sigma}^{(1,1)} = -I_{1\Sigma} \frac{X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -140,845 \cdot \frac{0,0048}{0,0047 + 0,0048} = -71,163$$

Dòng thứ tự không tại điểm ngắn mạch.

$$I_{1\Sigma}^{(1,1)} = -I_{1\Sigma} \frac{X_{2\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -140,845 \cdot \frac{0,0047}{0,0047 + 0,0048} = -69,681$$

Điện áp thứ tự không tại điểm ngắn mạch.

$$U_{ON} = -I_{0\Sigma} \cdot X_{0\Sigma} = 69,681 \cdot 0,0048 = 0,334$$

Dòng thứ tự không từ phía hệ thống.

$$I_{OH} = -\frac{U_{ON}}{X_{OHmax}} = -\frac{0,334}{0,0051} = -65,490$$

Dòng thứ tự không qua máy biến áp.

$$I_{OB} = -\frac{U_{ON}}{X_B} = \frac{0,334}{0,105} = -3,18$$

• Điểm N1

$$I_{CT1} = I_{OB} = -3,18$$

$$I_{CT2} = 3 \cdot I_{OB} = -3 \cdot 3,18 = -9,54$$

$$I_{CT3} = I_{CT4} = 0$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

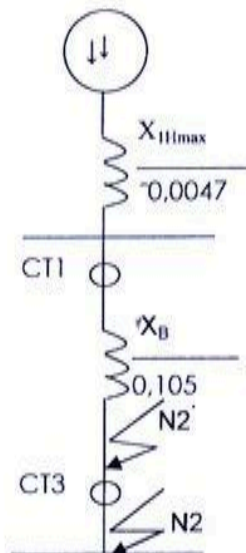
- Điểm N1'

$$\begin{aligned}
 I_{CT1} &= |a^2 I_{1\Sigma} + a I_{2\Sigma} + I_{0H}| \\
 &= \left| \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \cdot I_{1\Sigma} + \left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) (-I_{2\Sigma}) + (-I_{0H}) \right| \\
 &= \left| \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \cdot (140,845) + \left(\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) (-71,163) + (-65,490) \right| \\
 &= |-70,422 - j121,975 - 35,581 - j61,62 - 65,490| \\
 &= |-171,493 - j183,595| = \sqrt{(173,493)^2 + (183,595)^2} = 251,231
 \end{aligned}$$

$$I_{CT2} = 3 \cdot I_{0B} = -3 \cdot 3,18 = -9,54$$

$$I_{CT3} = I_{CT4} = 0$$

b) Ngắn mạch phía 22 kV



- Ngắn mạch 3 pha N⁽³⁾

$$I_N^{(3)} = \frac{E}{X_{1\Sigma}} = \frac{1}{0,0047 + 0,105} = 9,115$$

- Điểm N2

$$I_{CT1} = I_{CT3} = I_N^{(3)} = 9,115$$

$$I_{CT2} = I_{CT4} = 0$$

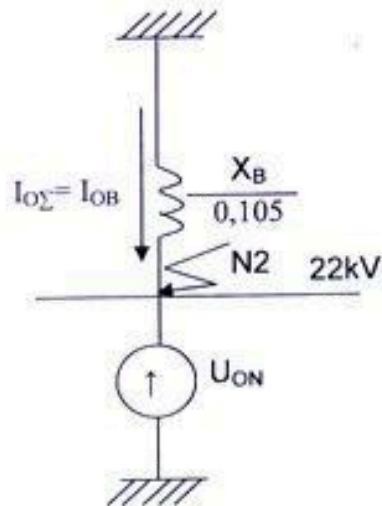
Luận văn tốt nghiệp Cao học

- Điểm N2'

$$I_{CT1} = 9,155$$

$$I_{CT2} = I_{CT3} = I_{CT4} = 0$$

- Ngắn mạch 1 pha N⁽¹⁾



$$X_{O\Sigma} = X_B = 0,105$$

$$X_{\Delta}^{(1)} = X_{2\Sigma} + X_{O\Sigma} = 0,1097 + 0,105 = 0,2147$$

Các thành phần dòng điện tại chỗ ngắn mạch.

$$I_{1\Sigma}^{(1)} = I_{2\Sigma}^{(1)} = I_{0\Sigma}^{(1)} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{\Delta}^{(1)}} = \frac{1}{0,1097 + 0,2147} = 3,082$$

- Điểm N2

$$I_{CT1} = I_{1\Sigma}^{(1)} + I_{2\Sigma}^{(1)} = 2 \cdot I_{1\Sigma}^{(1)} = 2 \cdot 3,082 = 6,164$$

$$I_{CT2} = 0$$

$$I_{CT3} = I_{1\Sigma}^{(1)} + I_{2\Sigma} + I_{0\Sigma} = 3 \cdot I_{1\Sigma}^{(1)} = 3 \cdot 3,082 = 9,246$$

$$I_{CT4} = 3 \cdot I_{0\Sigma} = 3 \cdot 3,082 = 9,246$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

- Điểm N2'

$$I_{CT1} = 6,164$$

$$I_{CT2} = 0$$

$$I_{CT3} = 0$$

$$I_{CT4} = 9,246$$

- Ngắn mạch 2 pha chạm đất $N^{(1,1)}$

$$X_{\Delta}^{(1,1)} = \frac{X_{2\Sigma} \cdot X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = \frac{0,1097 \cdot 0,105}{0,1097 + 0,105} = 0,0536$$

Dòng thứ tự thuận tại điểm ngắn mạch.

$$I_{1\Sigma}^{(1,1)} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{\Delta}^{(1,1)}} = \frac{1}{0,1097 + 0,0536} = 6,123$$

Dòng thứ tự nghịch tại điểm ngắn mạch.

$$I_{2\Sigma}^{(1,1)} = -I_{1\Sigma} \frac{X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -6,123 \cdot \frac{0,105}{0,1097 + 0,105} = -2,994$$

Dòng thứ tự không tại điểm ngắn mạch.

$$I_{0\Sigma}^{(1,1)} = -I_{1\Sigma}^{(1,1)} \cdot \frac{X_{2\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -6,123 \cdot \frac{0,1097}{0,1097 + 0,105} = -3,128$$

- Điểm N2

$$\begin{aligned} I_{CT1} &= \left| \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot I_{1\Sigma} + \left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) (-I_{2\Sigma}) \right| \\ &= \left| \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot (6,123) + \left(\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) (-2,994) \right| \\ &= \left| -3,061 - j5,302 - 1,497 - j2,592 \right| = \left| -4,558 - j7,894 \right| \\ &= \sqrt{(4,558)^2 + (7,894)^2} = 9,115 \end{aligned}$$

$$I_{CT2} = 0$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

$$\begin{aligned}
 I_{CT3} &= \left| \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot (6,123) + \left(\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) (-2,994) + (-3,128) \right| \\
 &= \left| -3,061 - j5,302 - 1,497 - j2,592 - 3,128 \right| \\
 &= \left| -7,686 - j7,894 \right| = \sqrt{(7,686)^2 + (7,894)^2} = 11,0177 \\
 I_{CT4} &= 3 \cdot I_{O\Sigma}^{(1,1)} = -3 \cdot 3,128 = -9,384
 \end{aligned}$$

- Điểm N2'

$$I_{CT1} = 9,115$$

$$I_{CT2} = 0$$

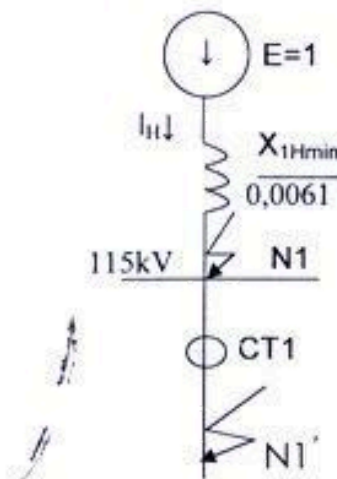
$$I_{CT3} = 0$$

$$I_{CT4} = 3 \cdot I_{O\Sigma}^{(1,1)} = -3 \cdot 3,128 = -9,384$$

B. Chế độ cực tiểu → Tính I_{Nmin} qua các CT

a) Ngắn mạch 115kV

- Ngắn mạch 2 pha N⁽²⁾



$$I_N^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{E}{X_{1\Sigma}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{1}{0,0061} = 141,971$$

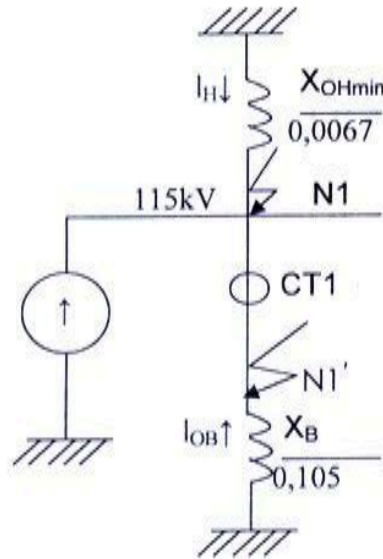
Luận văn tốt nghiệp Cao học

- Điểm N1 $I_{CT1} = I_{CT2} = I_{CT3} = I_{CT4} = 0$
- Điểm N1'

$$I_{CT1} = I_N^{(2)} = 141,971$$

$$I_{CT2} = I_{CT3} = I_{CT4} = 0$$

Sơ đồ thứ tự không



- Ngắn mạch 1 pha N⁽¹⁾

$$X_{\Delta}^{(1)} = X_{1\Sigma} + X_{0\Sigma}$$

$$X_{0\Sigma} = \frac{X_{Hmin} \cdot X_B}{X_{Hmin} + X_B} = \frac{0,0067 \cdot 0,105}{0,0067 + 0,105} = 0,0062$$

$$X_{\Delta}^{(1)} = X_{1\Sigma} + X_{0\Sigma} = 0,0061 + 0,0062 = 0,0123$$

- Dòng thứ tự thuận tại điểm ngắn mạch.

$$I_{1\Sigma}^{(1)} = I_{2\Sigma}^{(1)} = I_{0\Sigma}^{(1)} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{\Delta}^{(1)}} = \frac{1}{0,0061 + 0,0123} = 54,347$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Điện áp thứ tự không tại điểm ngắn mạch.

$$U_{ON} = -I_{O\Sigma}^{(1)} \cdot X_{O\Sigma}^{(1)} = -54,347 \cdot 0,0062 = -0,336$$

Dòng thứ tự không từ phía hệ thống.

$$I_{OH} = -\frac{U_{ON}}{X_{OHmin}} = -\frac{0,336}{0,0067} = 50,149$$

Dòng thứ tự không từ phía máy biến áp.

$$I_{OB} = -\frac{U_{ON}}{X_B} = \frac{0,336}{0,105} = 3,2$$

- Điểm N1

$$I_{CT1} = I_{OB} = 3,2$$

$$I_{CT2} = 3 \cdot I_{OB} = 3 \cdot 3,2 = 9,6$$

$$I_{CT3} = I_{CT4} = 0$$

- Điểm N1'

$$I_{CT1} = I_{1\Sigma} + I_{2\Sigma} + I_{OH} = 2 \cdot 54,347 + 50,149 = 158,843$$

$$I_{CT2} = 3 \cdot I_{OB} = 3 \cdot 3,2 = 9,6$$

$$I_{CT3} = I_{CT4} = 0$$

- Ngắn mạch 2 pha chạm đất $N^{(1,1)}$

$$X_{\Delta}^{(1,1)} = \frac{X_{2\Sigma} \cdot X_{O\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{O\Sigma}} = \frac{0,0061 \cdot 0,0062}{0,0061 + 0,0062} = 0,00307$$

Dòng thứ tự thuận tại điểm ngắn mạch.

$$I_{1\Sigma}^{(1,1)} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{\Delta}^{(1,1)}} = \frac{1}{0,0061 + 0,00307} = 109,051$$

Dòng thứ tự nghịch tại điểm ngắn mạch.

$$I_{2\Sigma}^{(1,1)} = -I_{1\Sigma} \frac{X_{O\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{O\Sigma}} = -109,051 \cdot \frac{0,0062}{0,0061 + 0,0062} = -54,968$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Dòng thứ tự không tại điểm ngắn mạch.

$$I_{1\Sigma}^{(1.1)} = -I_{1\Sigma} \frac{X_{2\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -109,051 \cdot \frac{0,0061}{0,0061 + 0,0062} = -54,082$$

Điện áp thứ tự không tại điểm ngắn mạch.

$$U_{0N} = -I_{0\Sigma} \cdot X_{0\Sigma} = 54,082 \cdot 0,0062 = 0,335$$

Dòng thứ tự không từ phía hệ thống.

$$I_{0H} = -\frac{U_{0N}}{X_{0H\max}} = -\frac{0,335}{0,0067} = -50$$

Dòng thứ tự không qua máy biến áp.

$$I_{0B} = -\frac{U_{0N}}{X_B} = \frac{0,335}{0,105} = -3,1904$$

• Điểm N1

$$I_{CT1} = I_{0B} = -3,1904$$

$$I_{CT2} = 3 \cdot I_{0B} = -3 \cdot 3,1904 = -9,5712$$

$$I_{CT3} = I_{CT4} = 0$$

• Điểm N1'

$$I_{CT1} = |a^2 I_{1\Sigma} + a I_{2\Sigma} + I_{0H}|$$

$$= |(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}) \cdot I_{1\Sigma} + (-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}) \cdot (-I_{2\Sigma}) + (-I_{0H})|$$

$$= |(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}) \cdot (109,051) + (\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}) \cdot (-54,968) + (-50)|$$

$$= |-54,5255 - j94,44 - 27,484 - j47,603 - 50|$$

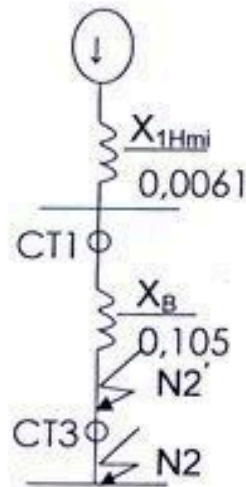
$$= |-132,009 - j142,043| = \sqrt{(132,009)^2 + (142,043)^2} = 193,913$$

$$I_{CT2} = 3 \cdot I_{0B} = -3 \cdot 3,1904 = -9,571$$

$$I_{CT3} = I_{CT4} = 0$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

b) Ngắn mạch phía 22 kV



- Ngắn mạch 2 pha

$$I_N^{(2)} = \frac{\sqrt{3}E}{2(X_{1\Sigma} + X_B)} = \frac{\sqrt{3.1}}{0,0061 + 0,105} = 7,794$$

• Điểm N2

$$I_{CT1} = I_{CT3} = I_N^{(2)} = 7,794$$

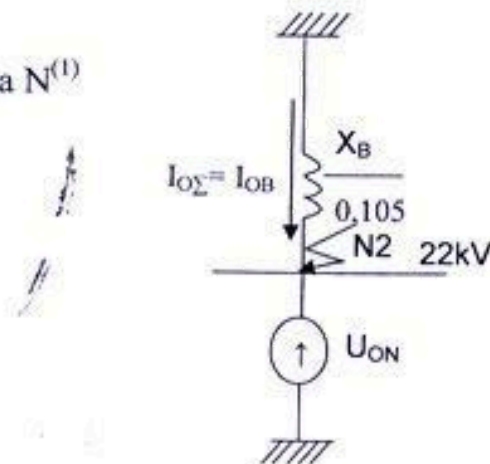
$$I_{CT2} = I_{CT4} = 0$$

• Điểm N2'

$$I_{CT1} = I_N^{(2)} = 7,794$$

$$I_{CT2} = I_{CT3} = I_{CT4} = 0$$

- Ngắn mạch 1 pha N⁽¹⁾



Luận văn tốt nghiệp Cao học

$$X_{O\Sigma} = X_B = 0,105$$

$$X_{2\Sigma} = X_{1\Sigma} + X_B = 0,0061 + 0,105 = 0,1111$$

$$X_{\Delta}^{(1)} = X_{2\Sigma} + X_{O\Sigma} = 0,1111 + 0,105 = 0,2161$$

Các thành phần dòng điện tại chỗ ngắn mạch.

$$I_{1\Sigma}^{(1)} = I_{2\Sigma}^{(1)} = I_{O\Sigma}^{(1)} = \frac{E}{X_{2\Sigma} + X_{\Delta}^{(1)}} = \frac{1}{0,1111 + 0,2161} = 3,056$$

• Điểm N2

$$I_{CT1} = I_{1\Sigma}^{(1)} + I_{2\Sigma}^{(1)} = 2 \cdot I_{1\Sigma}^{(1)} = 2 \cdot 3,056 = 6,112$$

$$I_{CT2} = 0$$

$$I_{CT3} = I_{1\Sigma}^{(1)} + I_{2\Sigma} + I_{O\Sigma} = 3 \cdot I_{1\Sigma}^{(1)} = 3 \cdot 3,056 = 9,168$$

$$I_{CT4} = 3 \cdot I_{O\Sigma} = 3 \cdot 3,056 = 9,168$$

• Điểm N2'

$$I_{CT1} = 6,112$$

$$I_{CT2} = 0$$

$$I_{CT3} = 0$$

$$I_{CT4} = 9,168$$

- Ngắn mạch 2 pha chạm đất $N^{(1,1)}$

$$X_{\Delta}^{(1,1)} = \frac{X_{2\Sigma} \cdot X_{O\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{O\Sigma}} = \frac{0,1111 \cdot 0,105}{0,1111 + 0,105} = 0,0539$$

Dòng thứ tự thuận tại điểm ngắn mạch.

$$I_{1\Sigma}^{(1,1)} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{\Delta}^{(1,1)}} = \frac{1}{0,1111 + 0,0539} = 6,0606$$

Dòng thứ tự nghịch tại điểm ngắn mạch.

$$I_{2\Sigma}^{(1,1)} = -I_{1\Sigma} \frac{X_{O\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{O\Sigma}} = -6,0606 \cdot \frac{0,105}{0,1111 + 0,105} = -2,944$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Dòng thứ tự không tại điểm ngắn mạch.

$$I_{0\Sigma}^{(1,1)} = -I_{1\Sigma}^{(1,1)} \cdot \frac{X_{2\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -6,0606 \cdot \frac{0,1111}{0,1111 + 0,105} = -3,115$$

- Điểm N2

$$\begin{aligned} I_{CT1} &= \left| \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \cdot I_{1\Sigma} + \left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) (-I_{2\Sigma}) \right| \\ &= \left| \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \cdot (6,0606) + \left(\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) (-2,944) \right| \\ &= \left| -3,0303 - j5,248 - 1,472 - j2,549 \right| = -4,5023 - j7,797 \\ &= \sqrt{(4,5023)^2 + (7,797)^2} = 9,0035 \\ I_{CT2} &= 0 \\ I_{CT3} &= \left| \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \cdot (6,0606) + \left(\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) (-2,944) + (-3,115) \right| \\ &= \left| -3,0303 - j5,248 - 1,472 - j2,549 - 3,115 \right| = \\ &= \left| -7,6173 - j7,797 \right| = \sqrt{(7,6173)^2 + (7,797)^2} = 10,9002 \\ I_{CT4} &= 3 \cdot I_{0\Sigma}^{(1,1)} = -3 \cdot 3,115 = -9,345 \end{aligned}$$

- Điểm N2'

$$\begin{aligned} I_{CT1} &= 9,0035 \\ I_{CT2} &= 0 \\ I_{CT3} &= 0 \\ I_{CT4} &= 3 \cdot I_{0\Sigma}^{(1,1)} = -3 \cdot 3,115 = -9,345 \end{aligned}$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Bảng tổng kết tính ngắn mạch

A . Chế độ MAX

Bảng 5-1

Điểm NM	Dạng NM	Dòng qua các CT			
		CT1	CT2	CT3	CT4
N1	$N^{(3)}$	-	-	-	-
	$N^{(1,1)}$	-3,18	-9,54	-	-
	$N^{(1)}$	3,219	9,657	-	-
N1'	$N^{(3)}$	212,762	-	-	-
	$N^{(1,1)}$	251,231	-9,54	-	-
	$N^{(1)}$	207,118	9,657	-	-
N2	$N^{(3)}$	9,115	-	9,115	-
	$N^{(1,1)}$	9,115	-	11,177	-9,384
	$N^{(1)}$	6,164	-	9,246	9,246
N2'	$N^{(3)}$	9,115	-	-	-
	$N^{(1,1)}$	9,115	-	-	-9,384
	$N^{(1)}$	6,164	-	-	9,246

Luận văn tốt nghiệp Cao học

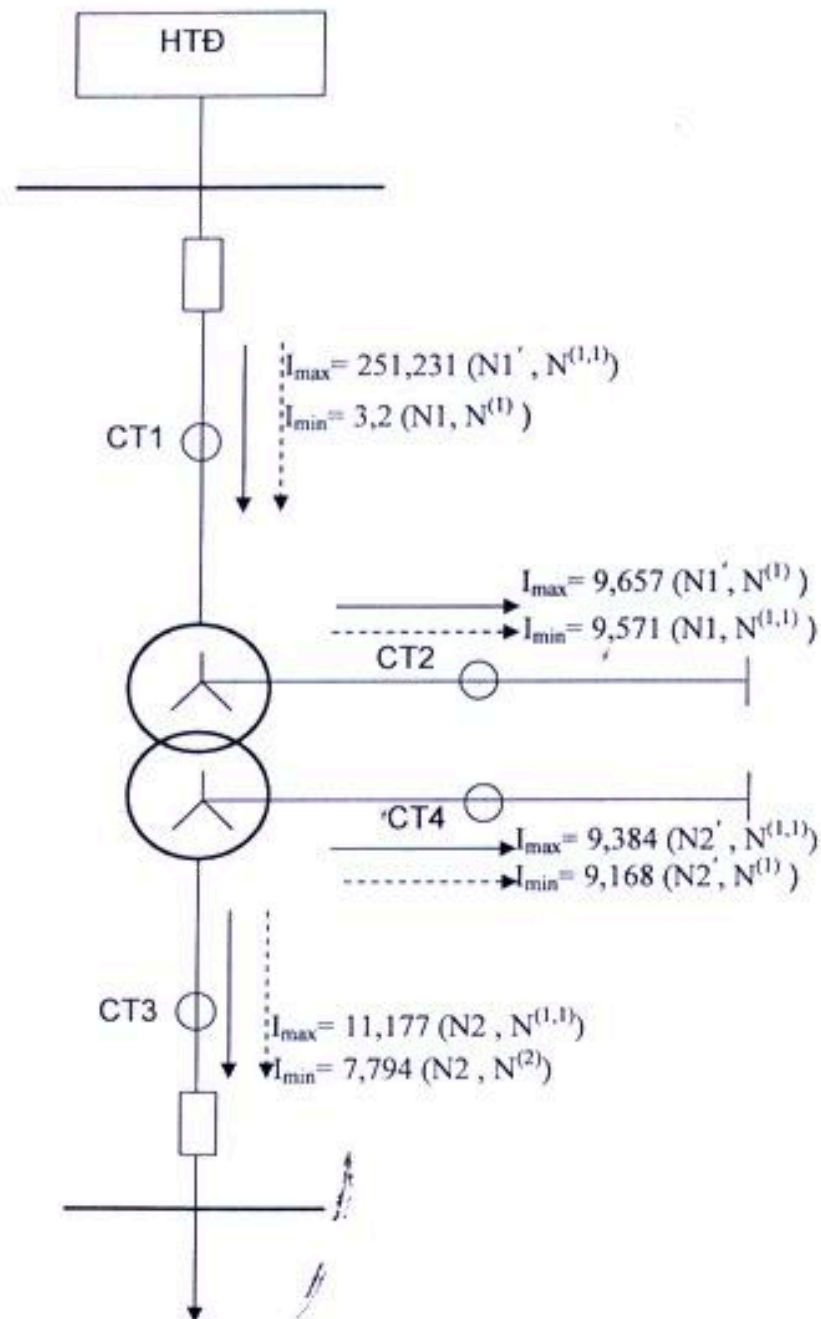
B. Chế độ MIN

Bảng 5-2

Điểm NM	Dạng NM	Dòng qua các CT			
		CT1	CT2	CT3	CT4
N1	$N^{(2)}$	-	-	-	-
	$N^{(1,1)}$	-3,1904	-9,5712	-	-
	$N^{(1)}$	3,2	9,6	-	-
N1'	$N^{(2)}$	141,971	-	-	-
	$N^{(1,1)}$	193,914	-9,571	-	-
	$N^{(1)}$	158,843	9,6	-	-
N2	$N^{(2)}$	7,794	-	7,794	-
	$N^{(1,1)}$	9,0035	-	10,9002	-9,345
	$N^{(1)}$	6,112	-	9,168	9,168
N2'	$N^{(2)}$	7,794	-	-	-
	$N^{(1,1)}$	9,0035	-	-	-9,345
	$N^{(1)}$	6,112	-	-	9,168

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Sơ đồ tổng kết dòng ngắn mạch cực đại ($I_{\max}$) và cực tiểu ($I_{\min}$) đi qua máy biến dòng (CT)

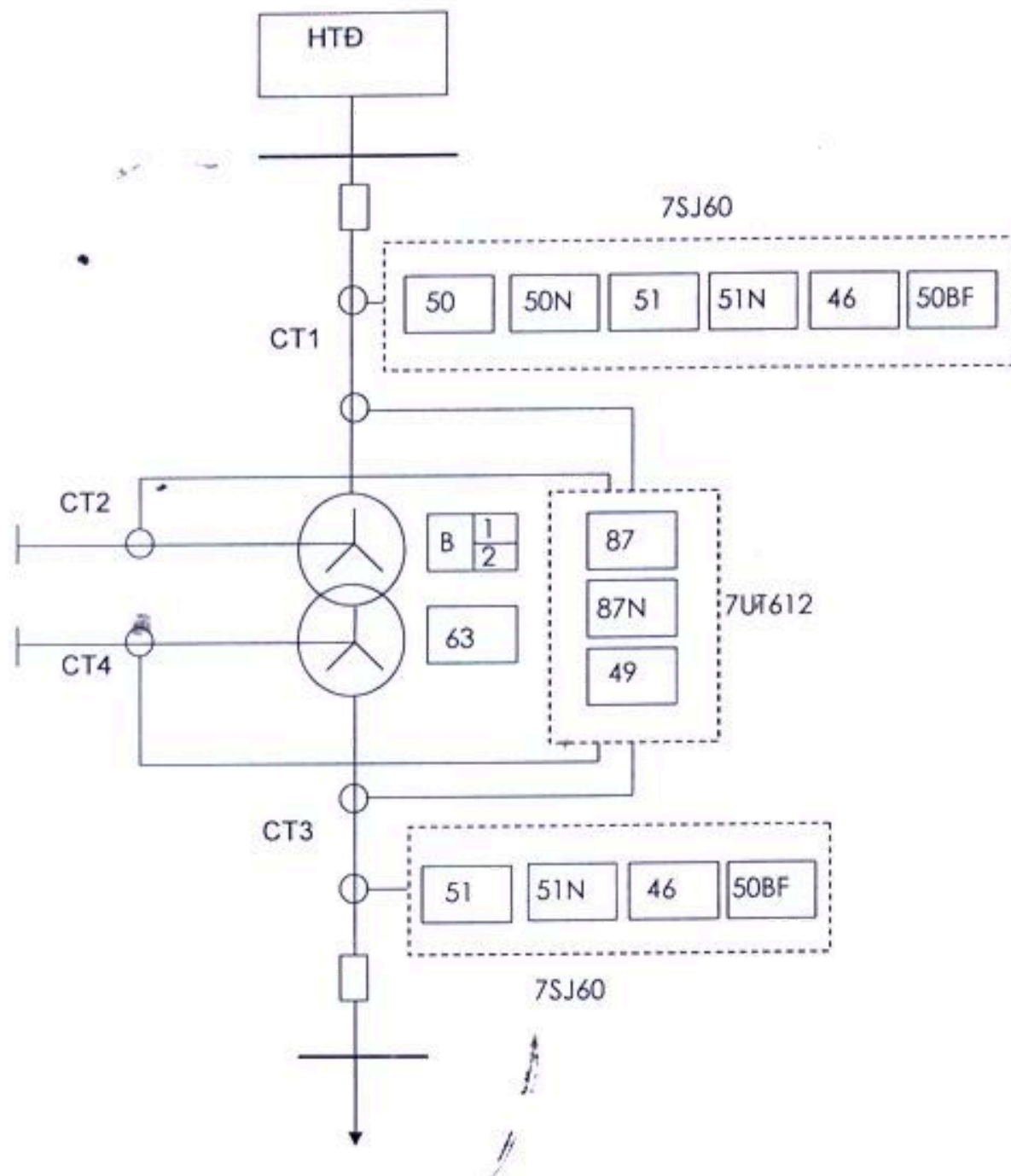


5.5. CÁC SỐ LIỆU CẦN THIẾT PHỤC VỤ TRONG TÍNH TOÁN BẢO VỆ

Bảng 5-3

Phía Thông số	115kV	22kV
Công suất danh định (MVA)	30	30
Điện áp danh định (kV)	115	23
Dòng điện danh định(A)	150,61	753,06
Tổ đấu dây	Y N	Y N
Tỉ số máy biến dòng	300/5	1000/5
Điện áp cực đại $U_{\max}$ (kV)	121	24,15
Điện áp cực tiểu $U_{\min}$ (kV)	99	21,85
Điện áp đặt U_d (kV) $U_d = 2 \cdot \frac{U_{\max} \cdot U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}}$	108,9	22,94

Sơ đồ phương thức bảo vệ máy biến áp



Luận văn tốt nghiệp Cao học

5.6 .NHỮNG CHỨC NĂNG BẢO VỆ DÙNG ROLE 7UT 612.

5.6.1 Khai báo thông số máy biến áp.

Việc chỉnh định các thông số cài đặt cho từng chức năng được thực hiện trong các khối chức năng tương ứng . Trong mỗi khối , các thông số có thể chỉnh định bằng cách bấm các phím trên bề mặt role.

Từ những thông số danh định của máy biến áp , role tự động tính toán để thích ứng với tổ đấu dây và dòng danh định của các cuộn dây theo công thức đã lập sẵn . Role cần những thông số sau cho mỗi cuộn dây:

- Công suất danh định $S_{dd}(MVA)$.
- Điện áp danh định $U_{dd}(kV)$.
- Dòng điện danh định $I_{dd}(A)$.
- Tổ đấu dây.
- Máy biến áp có điều chỉnh dưới tải thì không khai báo điện áp danh định mà khai báo điện áp U_d theo công thức sau:

$$U_d = 2 \cdot \frac{U_{\max} \cdot U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}}$$

Trong đó $U_{\max}, U_{\min}$ là giá trị điện áp cực đại và cực tiểu có thể đạt được khi thay đổi đầu phân áp.

Khai báo thông số máy biến áp như trong bảng 5-4.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Bảng 5-4

Địa chỉ	Các lựa chọn	Cài đặt	Nội dung
311	0,4÷800 kV	115 kV	Điện áp phía cao áp
312	0,2÷5000MVA	30 MVA	Công suất cuộn cao áp
313	Solid Earthed Isolated	Solid Earthed	Trung tính nối đất trực tiếp
314	Y D Z	Y_N	Cuộn cao áp nối sao, Trung tính nối đất
315	0÷11	0	Tổ đấu dây
321	0,4÷800 kV	23 kV	Điện áp phía hạ áp
322	0,2÷5000MVA	30 MVA	Công suất cuộn hạ áp
323	Solid Earthed Isolated	Solid Earthed	Trung tính nối đất trực tiếp
324	Y D Z	Y_N	Cuộn hạ áp nối sao, Trung tính nối đất
325	0÷11	0	Tổ đấu dây
372	1÷100000A	150,61A	Dòng điện làm việc phía cao áp
373	1÷100000A	573,06A	Dòng điện làm việc phía hạ áp

Luận văn tốt nghiệp Cao học

5.6.2. Chức năng bảo vệ so lệch có hãm.

Dòng so lệch mức thấp $I_{DIFF>}$ là giá trị khởi động của dòng so lệch đoạn a (Hình 5-1), giá trị này biểu thị độ nhạy của bảo vệ khi xét đến dòng không cân bằng cố định qua role, trong chế độ làm việc bình thường thì:

$$I_{DIFF>} = K_{at} \cdot I_{KCB}$$

– K_{at} : hệ số an toàn; $K_{at} = 1,2 \div 1,3$

I_{KCB} là dòng điện không cân bằng, trong trường hợp bình thường, theo nguyên lý đo lường của role 7UT612 thì dòng so lệch bằng không, tuy nhiên trong thực tế nó đo được dòng không cân bằng bao gồm những thành phần sau:

$$I_{KCB} = (K_{dn} \cdot K_{KCK} \cdot f_i + \Delta U) \cdot I_{ddb}$$

K_{dn} là hệ số đồng nhất máy biến dòng, $K_{dn} = 1$.

K_{KCK} là hệ số kể đến ảnh hưởng của thành phần không chu kì của dòng ngắn mạch trong quá trình quá độ, $K_{KCK} = 1$.

f_i : sai số tương đối cho phép của BI, $f_i = 0,1$.

ΔU là phạm vi điều chỉnh điện áp của đầu phân áp, với phạm vi điều chỉnh $\pm 8 \times 1,25\% = 10\%$, $\Delta U = 0,1$.

I_{ddb} : dòng điện danh định của máy biến áp (lấy phía 115kV làm phía cơ bản).

Do đó $I_{DIFF>} = (1,2 \div 1,3)(1.1.0,1 + 0,1) \cdot I_{ddb}$

$$I_{DIFF>} = (0,2 \div 0,3) \cdot I_{ddb}$$

Thường chọn $I_{DIFF>*} = \frac{I_{DIFF>}}{I_{dd}} = 0,3$

Độ dốc của đoạn đặc tính b đảm bảo cho role làm việc tin cậy trong trường hợp không cân bằng xảy ra do sai số của BI và sự thay đổi đầu phân áp của máy biến áp khi dòng ngắn mạch không lớn. Theo nhà sản xuất, chọn $\alpha_1 = 14^\circ$, vậy $K_{Hb} = \tan \alpha_1 = 0,25$ (K_{Hb} là hệ số hãm đoạn b), $SLOPE1 = 0,25$.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Độ dốc của đoạn đặc tính c có mức độ hãm lớn hơn, BI bị bão hòa khi có ngắn mạch ngoài. Độ dốc này được xác định theo độ lớn của góc α_2 , nhà sản xuất đã đặt sẵn trong role cơ sở là 2,5 và $\alpha_2 = 26,56^\circ$, $SLOPE2 = 0,5$.

Ngưỡng thay đổi hệ số hãm thứ nhất:

$$I_{S1} = \frac{I_{DIFF>}}{K_{Hb}} = \frac{0,3}{0,25} = 1,2$$

Dòng so lệch mức cao $I_{DIFF>>}$ là giới hạn phía trên đường đặc tính (đoạn d), đoạn đặc tính này phụ thuộc vào giá trị dòng ngắn mạch của máy biến áp. Khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ, dòng so lệch lớn hơn giá trị $I_{DIFF>>}$ thì role tác động ngay lập tức không kể mức độ dòng hãm, ngưỡng này thường được chỉnh định ở mức khi ngắn mạch ở đầu ra máy biến áp và dòng sự cố xuất hiện lớn hơn $\frac{1}{U_N \%}$ lần dòng danh định của máy biến áp, $U_N^{C-T\%} = 10,5\% \rightarrow \frac{1}{U_N \%} = 9,52$. Vậy ta chọn giá trị $I_{DIFF>>} = 9,52 \cdot I_{ddb}$. Ta có ngưỡng thay đổi hệ số hãm thứ hai:

$$I_{S2} = \frac{I_H^* \cdot SLOPE}{SLOPE2 - SLOPE1} = \frac{2,5 \cdot 0,5}{0,5 - 0,25} = 5$$

$$I_{S3} = \frac{I_{DIFF>>}}{SLOPE2} + I_H^* = \frac{9,52}{0,5} + 2,5 = 21,54$$

$$I_{p2} = I_{S2} \cdot SLOPE1 = 5 \cdot 0,25 = 1,25$$

- Phạm vi hãm bổ sung nhằm tránh cho role tác động nhầm khi BI bão hoà mạnh khi ngắn mạch ngoài lấy bằng 7.
- Tỷ lệ thành phần hài bậc hai đạt đến ngưỡng chỉnh định, tín hiệu cắt sẽ bị khoá, tránh cho role khởi tác động nhầm (15%).
- Thời gian trễ của cấp $I_{DIFF>}$ là 0s.
- Thời gian trễ của cấp $I_{DIFF>>}$ là 0s.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

5.6.3. Bảo vệ chống chạm đất hạn chế (REF)

$$I_{REF} = K_{at} \cdot f_i \% \cdot I_{ddb}$$

$K_{at} = 1,2$: hệ số an toàn .

$f_i \% = 0,1$: sai số lớn nhất của máy biến dòng .

$$I_{REF} = 1,2 \cdot 0,1 \cdot I_{ddb} = 0,12 \cdot I_{ddb}$$

- Chọn dòng điện khởi động : $I_{REF} > = 0,3 \cdot I_{ddb}$
- Độ dốc của đường đặc tính : $SLOPE = 0$
- Thời gian trễ tác động : $T_{I_{REF}} > = 0_s$

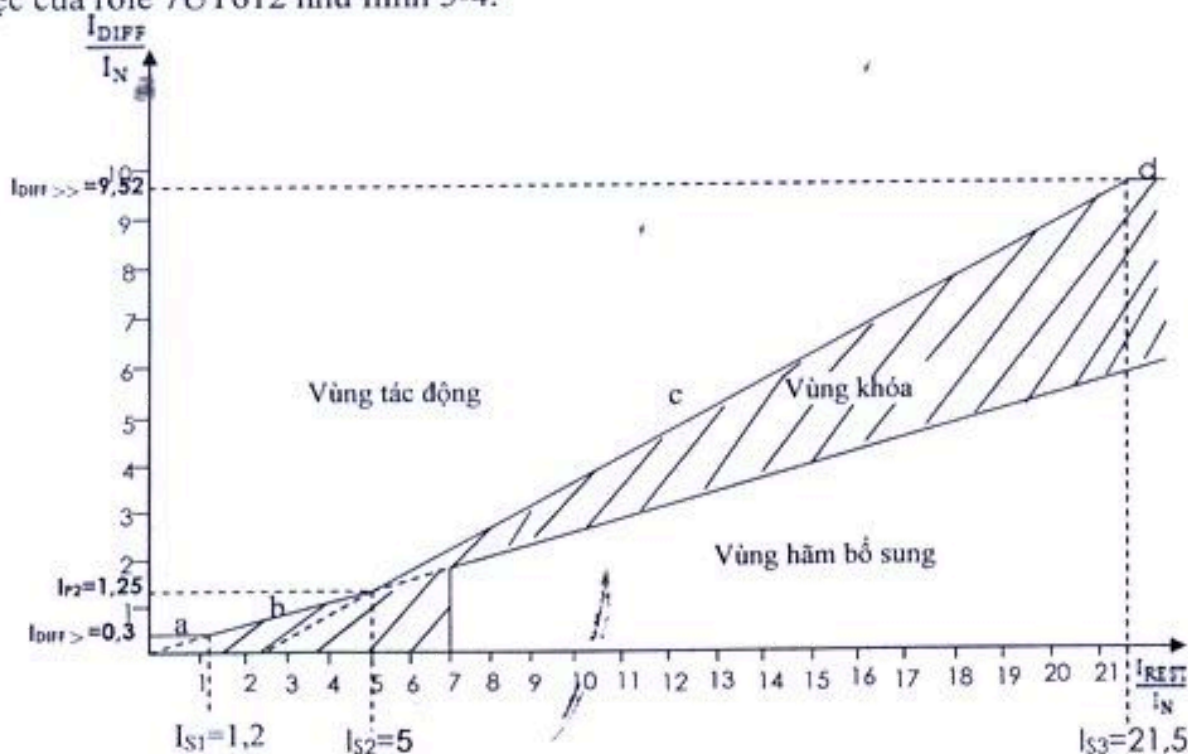
Bảng 5-5

Địa chỉ	Các lựa chọn	Cài đặt	Nội dung
1201	OFF ON Block relay for trip commands	ON	Đặt chức năng bảo vệ so lệch
1206	OFF ON	ON	Hãm bằng sóng hài bậc hai
1221	0,05..2,00 I/I _{no}	0,30 I/I _{no}	Dòng so lệch mức thấp $I_{DIFF} > = 0,3 \cdot I_{ddb}$
1226A	0,00..60,00sec;α	0,00sec	Thời gian trễ của cấp $I_{DIFF} >$
1231	0,05..35,0 I/I _{no}	9,52 I/I _{no}	Dòng so lệch mức cao $I_{DIFF} >> = 9,52 \cdot I_{ddb}$
1236A	0,00..60,00sec;α	0,00sec	Thời gian trễ của cấp $I_{DIFF} >>$
1241A	0,10..0,50	0,25	Độ dốc đoạn đặc tính b
1242A	0,00..2,00 I/I _{no}	0,00 I/I _{no}	Điểm cơ sở của đoạn đặc tính b
1243A	0,25..0,95	0,50	Độ dốc đoạn đặc tính c

Luận văn tốt nghiệp Cao học

1244A	0,00..10,00 I/I _{no}	2,50 I/I _{no}	Điểm cơ sở của đoạn đặc tính c
1261A	2,00..15,00 I/I _{no}	7 I/I _{no}	Ngưỡng cho phép hãm bổ sung tác động
1271	10..80%	15%	Tỉ lệ thành phần hài bậc hai
1301	OFF ON	ON	Bật chức năng bảo vệ chống chạm đất hạn chế(REF)
1311	0,05..2,00 I/I _{no}	0,3 I/I _{no}	Dòng khởi động của bảo vệ REF
1312A	0,00..60,00sec	0,00sec	Thời gian trễ của bảo vệ REF
1313A	0,00..0,95	0,00	Độ dốc của đường đặc tính

Từ những thông số chỉnh định ở trên, ta xây dựng được đường đặc tính làm việc của role 7UT612 như hình 5-4.



Hình 5-4. Đặc tính tác động của bảo vệ so lệch có hãm.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

5.7. NHỮNG CHỨC NĂNG BẢO VỆ DÙNG ROLE 7SJ64

5.7.1 Bảo vệ quá dòng cắt nhanh,

$I >>$

50

Dòng điện khởi động của role này được xác định theo điều kiện :

$$I_{Kd50} = K_{at} \cdot I_{Nng,max}, \text{ kA}$$

Trong đó : K_{at} - hệ số an toàn , $K_{at}= 1,2 \div 1,3$. Chọn $K_{at}= 1,2$;

$I_{Nng,max}$ - dòng ngắn mạch ngoài lớn nhất, kA.

Dòng khởi động phía thứ cấp của BI được xác định theo điều kiện:

$$I_{Kd50} = \frac{I_{kd}}{n_1} \cdot 10^3, \text{ A}$$

Trong đó : n_1 - tỷ số biến dòng tương ứng.

Bảo vệ quá dòng cắt nhanh đặt ở phía 115kV

$I_{Nng,max} = \max \{ I_{N2max}, \dots \}$ qua 1BI . $I_{Nng,max} = 9,115$ -ngắn mạch dạng $N^{(3)}$ tại

N_2 , nguồn cung cấp S_{Nmax} ,

$$I_{Nng,max} = 9,115 \cdot I_{cbl} = 9,115 \cdot 0,105 = 0,957 \text{ kA}$$

$$I_{kd50} = 1,2 \cdot 0,957 = 1,1484 \text{ KA}$$

$$I_{kdT50} = \frac{1,1484}{300/5} \cdot 10^3 = 19,14 \text{ A}$$

5.7.2 Bảo vệ quá dòng ,

$I >$

51

Dòng điện khởi động của role này chọn theo điều kiện sau:

$$I_{kd} = \frac{K_{at} \cdot K_m}{K_v} \cdot I_{ddb} = K \cdot I_{ddb}, \text{ kA}$$

Trong đó : K_{at} - hệ số an toàn, $K_{at}= 1,2 \div 1,3$. Chọn $K_{at}= 1,2$;

K_m - hệ số mở máy , $K_m= 1,2 \div 1,3$. Chọn $K_m= 1,2$;

K_v - hệ số trở về, $K_v= 1$ đối với role số;

K - hệ số chỉnh định, $K= 1,5 \div 1,6$. Chọn $K= 1,6$;

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Dòng khởi động phía thứ cấp của BI được xác định theo điều kiện:

$$I_{KdTs1} = \frac{I_{Kd}}{n_1} \cdot 10^3, A$$

Trong đó : n_1 tỷ số biến dòng tương ứng.

1) Bảo vệ quá dòng đặt ở phía 115 kV

$$I_{Kd1s1} = 1,6 \cdot I_{ddb}(115) = 1,6 \cdot 0,15061 = 0,2409 \text{ kA}$$

$$I_{Kd1Ts1} = \frac{0,2409}{300/5} \cdot 10^3 = 4,015 \text{ A}$$

2) Bảo vệ quá dòng đặt ở phía 22 kV

$$I_{Kd2s1} = 1,6 \cdot I_{ddb}(22) = 1,6 \cdot 0,57306 = 0,9168 \text{ kA}$$

$$I_{Kd2Ts1} = \frac{0,9168}{1000/5} \cdot 10^3 = 4,5844 \text{ A}$$

Bảo vệ quá dòng sử dụng đặc tính thời gian độc lập

• Phía 22 kV :

Thời gian cắt của bảo vệ đường dây $t_D = 1 \text{ sec}$, $\Delta t = 0,3 \text{ sec}$ nên:

$$T_{(22)} = t_D + \Delta t = 1 + 0,3 = 1,3 \text{ sec}$$

• Phía 115 kV :

Thời gian cắt của bảo vệ phía 22kV $T_{22} = 1,3 \text{ sec}$, $\Delta t = 0,3 \text{ sec}$ nên:

$$T_{(115)} = T_{(22)} + \Delta t = 1,3 + 0,3 = 1,6 \text{ sec}$$

5.7.3 Bảo vệ quá dòng thứ tự không



Dòng điện khởi động của role này được chọn theo điều kiện sau:

$$I_{OKd51N} = (0,2 \div 0,3) \cdot I_{ddbI}$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

Trong đó : I_{ddBI} -Dòng danh định của BI, $I_{ddBI} = 1 A$

$$I_{OkdT51N} = 0,3 . 1 = 0,3 A$$

Bảo vệ này đặt cho hai phía 115 kV và 22 kV.

Các thông số cài đặt cho rơle 7SJ64 phía 115 kV theo bảng 5-6:

Bảng 5-6

Địa chỉ	Các lựa chọn	Cài đặt	Nội dung
1201	ON OFF	ON	Bật chức năng quá dòng cắt nhanh
1202	0,10..25,00A	19,14A	Dòng khởi động quá dòng cắt nhanh
1203	0,00..60,00sec	0,00sec	Thời gian tác động quá dòng cắt nhanh
1207	0,10..4,00A	4,000A	Dòng khởi động của bảo vệ quá dòng có thời gian
1211	Normal Inverse Very Inverse Extremly Inverse User Character	User Character	Chọn đặc tính thời gian cho bảo vệ quá dòng , $t = \text{const} = 1,6s$
1301	ON OFF	ON	Bật chức năng quá quá dòng thứ tự không
1307	0,10..4,00	0,30A	Dòng khởi động quá dòng thứ tự không
4201	ON OFF	ON	Bật chức năng quá tải

Luận văn tốt nghiệp Cao học

4202	0,10..4,00	1,10	Hệ số K
4203	1,0..999,9min	100,0min	Hằng số thời gian
4204	50..100%	82%	Cảnh báo trạng thái nhiệt
7001	ON OFF	ON	Bật chức năng chống máy cắt hỏng 50BF
7005	0,00..60,00sec; α	0,25sec	Thời gian trễ của 50BF

Các thông số cài đặt cho rơle 7SJ64 phía 22KV theo bảng 5-7:

Bảng 5-7

Địa chỉ	Các lựa chọn	Cài đặt	Nội dung
1201	ON OFF	ON	Bật chức năng quá dòng
1207	0,10..4,00A	4,00A	Dòng khởi động của bảo vệ quá dòng có thời gian
1211	Normal Inverse Very Inverse Extremly Inverse User Character	User Character	Chọn đặc tính thời gian cho bảo vệ quá dòng, $t = \text{const} = 1,3s$
4201	ON OFF	ON	Bật chức năng quá tải
4202	0,10..4,00	1,10	Hệ số K
4203	1,0..999,9min	100,0min	Hằng số thời gian
4204	50..100%	82%	Cảnh báo trạng thái nhiệt
7001	ON OFF	ON	Bật chức năng chống máy cắt hỏng 50BF
7005	0,00..60,00ser; α	0,25sec	Thời gian trễ của 50BF

Luận văn tốt nghiệp Cao học

5.8. KIỂM TRA SỰ LÀM VIỆC CỦA CÁC BẢO VỆ

5.8.1 Bảo vệ so lệch, ΔI (87)

1) Ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ

Trên lý thuyết khi ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ dòng so lệch sẽ bằng không. Tuy nhiên, thực tế bảo vệ sẽ đo được dòng so lệch theo biểu thức:

$$I_{SI} = I_{kcb} = (K_{dn} \cdot K_{kck} \cdot f_i + \Delta U_{d/c}) \cdot I_{Nng.max}$$

Trong đó: K_{dn} - Hệ số đồng nhất của máy biến dòng, $K_{dn}=1$

K_{kck} - Hệ số kể đến ảnh hưởng của thành phần không chu kỳ của dòng ngắn mạch trong quá trình quá độ, $K_{kck}=1$

f_i - Sai số tương đối cho phép của BI, $f_i=1$;

$\Delta U_{d/c}$ - Phạm vi điều chỉnh điện áp của đầu phân áp, $\Delta U_{d/c}=0,1$

$I_{Nng.max}$ - Dòng điện ngắn mạch cực đại ngoài vùng bảo vệ

Suy ra: $I_{SI} = 0,2 \cdot I_{Nng.max}$

Dòng hãm được xác định theo biểu thức:

$$I_H = 2 \cdot I_{Nng.max}$$

Hệ số an toàn hãm của bảo vệ so lệch được xác định theo biểu thức :

$$K_{atH} = \frac{I_H}{I_{Htt}}$$

Trong đó: I_{Htt} - dòng điện hãm tính toán.

Ngắn mạch phía 22kV (N2)

$I_{N2ng.max} = I_H = I^{(3)} = 9,115$ (đã loại dòng thứ tự không). Ngắn mạch dạng $N2^{(3)}$

Nguồn cung cấp S_{smax} , bảng 5-1

$$I_{SI2} = 0,2 \cdot I_{N2ng.max} = 0,2 \cdot 9,115 = 1,823$$

$$I_{H2} = 2 \cdot I_{N2ng.max} = 2 \cdot 9,115 = 18,23$$

Như vậy cắt đường đặc tính c nên:

Luận văn tốt nghiệp Cao học

$$I_{H2tt} = \frac{1.823}{0.5} + 2,5 = 6,146$$

$$K_{atH2} = \frac{18.23}{6.146} = 2,966$$

2) Ngắn mạch trong vùng bảo vệ

Khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ, dòng điện sơ lệch I_{s1} luôn bằng dòng hãm I_H do đó theo lý thuyết role luôn tác động. Kiểm tra độ nhạy của role

$$K_n = \frac{I_{s1}}{I_{s1tt}}$$

Trong đó: I_{s1tt} - dòng sơ lệch tính toán (tính dựa trên đặc tính làm việc của role)

a) Ngắn mạch phía 115 kV(N1')

Dòng sơ lệch trong vùng bé nhất:

$$I_{s11} = I_H = 193,914$$

(Ngắn mạch N1⁽²⁾, nguồn cung cấp S_{Nmin})

Như vậy cắt đường đặc tính d nên:

$$I_{s11tt} = 9,52$$

Độ nhạy của bảo vệ:

$$K_{n1} = \frac{193,914}{9,52} = 20,369$$

b) Ngắn mạch phía 22 kV(N2')

Dòng sơ lệch trong vùng bé nhất:

$$I_{s12} = I_H = 6,112$$

(Ngắn mạch N2⁽¹⁾, nguồn cung cấp S_{Nmin}) bảng 5-2

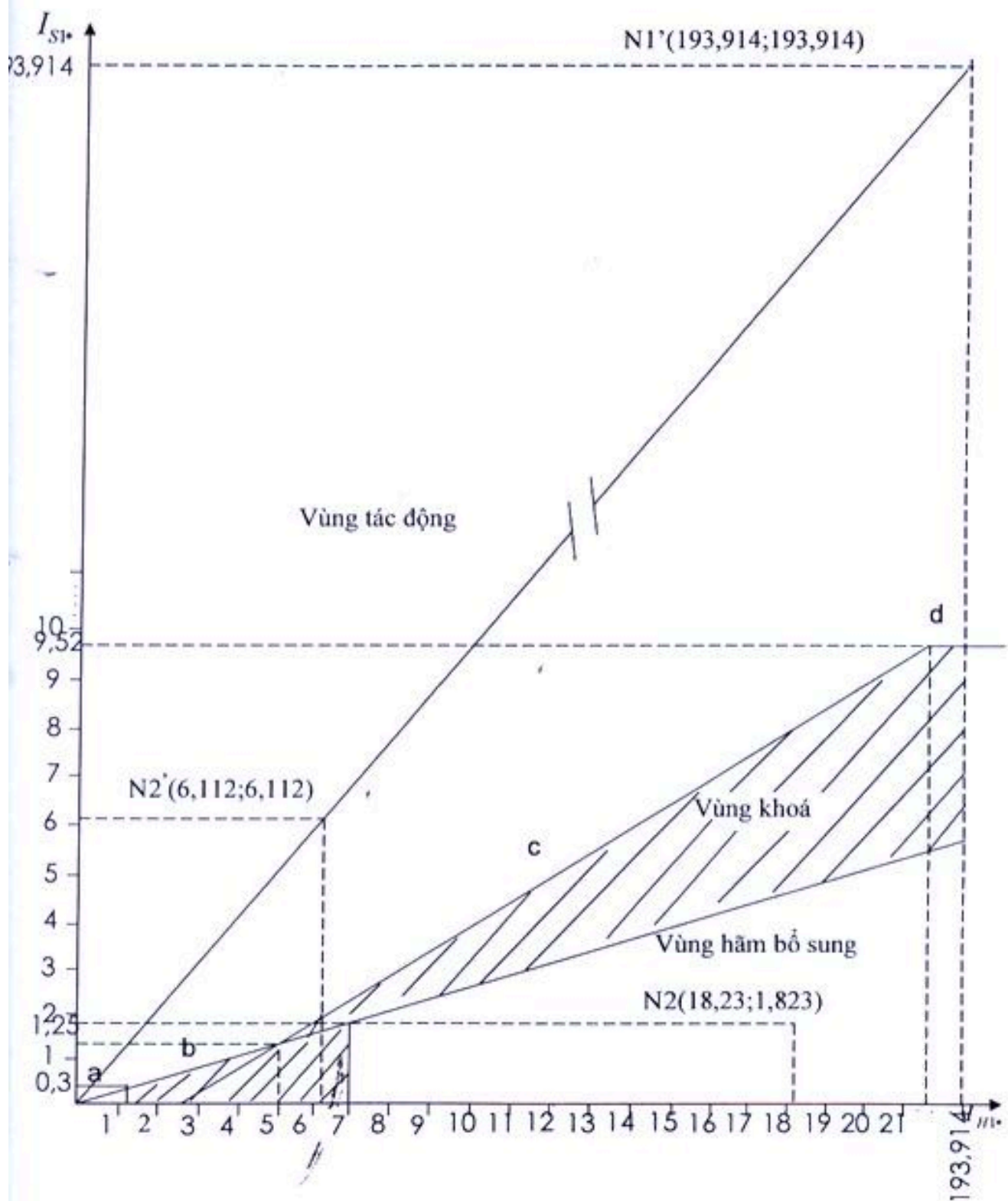
Như vậy cắt đường đặc tính c nên:

$$I_{s12tt} = (6,112 - 2,5) \cdot 1,5 = 1,811$$

Độ nhạy của bảo vệ:

$$K_{n2} = \frac{6,112}{1,811} = 3,38$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học



5.8.2. Bảo vệ chống chạm đất hạn chế, ΔI_o (87N)

Độ nhạy được xác định theo biểu thức:

$$K_{no} = \frac{3 \cdot I_{ONmin}}{I_{okd}}$$

Trong đó I_{ONmin} - trị số dòng ngắn mạch thứ tự không nhỏ nhất tại chỗ ngắn mạch trong vùng bảo vệ ;

I_{okd} - trị số dòng khởi động, $I_{okd} = 0,3 \cdot I_{ddCT1} = 0,3 \cdot 300 = 90A$

$$I_{ONmin} = \min \{ I_{ON2}^{(1)}, I_{ON2}^{(1,1)} \} = \min \{ 3,015; 3,115 \} = 3,015$$

$$I_{ONmin} \cdot I_{cb2} = 3 \cdot 3,015 \cdot 787 = 7118,415A$$

$$K_{no} = \frac{7118,415}{90} = 79,0935$$

5.8.3 Bảo vệ quá dòng, $I >$ (51)

Độ nhạy của bảo vệ được xác định theo biểu thức:

$$K_n = \frac{I_{Nmin}}{I_{kd}}$$

Trong đó :

I_{kd} - Dòng khởi động của bảo vệ.

1) Bảo vệ quá dòng phía 115 kV

$$I_{Nmin} = 6,112 \cdot \frac{30}{\sqrt{3 \cdot 115}} = 0,9205 \text{ kA}$$

I_{Nmin} - Dòng ngắn mạch cực tiểu qua vị trí đặt bảo vệ khi có sự cố phía bên kia máy biến áp: $I_{Nmin} = I_{N2min}$

$$K_n = \frac{I_{N2min}}{I_{kd51(115)}} = \frac{920,5}{240,9} = 3,821$$

Luận văn tốt nghiệp Cao học

2) Bảo vệ quá dòng phía 22 kV

$$I_{N2min} = 6,112 \cdot \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 22} = 4,811 \text{ kA}$$

$$K_{n2} = \frac{I_{N2min}}{I_{kđ51(22)}} = \frac{4811}{916,8} = 5,247$$

5.8.4. Bảo vệ quá dòng thứ tự không, $I_0 > 51N$

Độ nhạy của bảo vệ được xác định theo biểu thức:

$$K_{no} = \frac{3 \cdot I_{0Nmin}}{I_{okđ}}$$

Trong đó: I_{0Nmin} - Dòng thứ tự không cực tiểu khi ngắn mạch trên thanh góp phía bên kia máy biến áp. Vì ta chọn hệ số $K = 0,3$, nên hệ số độ nhạy của bảo vệ giống với bảo vệ 87N.

Nhận xét

Bảo vệ chính (87,87N) và các bảo vệ dự phòng (50,50N,51,51N) được tính toán và cài đặt ở tất cả các phía của máy biến áp đều đảm bảo độ nhạy và độ an toàn cần thiết.

KẾT LUẬN CHUNG

1. Trạm biến áp là khâu quan trọng trong hệ thống truyền tải và phân phối điện. Độ tin cậy của thiết bị bảo vệ role cho trạm biến áp có ảnh hưởng lớn đến độ tin cậy của toàn bộ hệ thống điện. Khi lựa chọn phương thức bảo vệ của trạm biến áp cần phải phối hợp giữa các bảo vệ chính và bảo vệ dự phòng nhằm đáp ứng các yêu cầu về tác động nhanh, nhạy chọn lọc và tin cậy của toàn hệ thống bảo vệ.
2. Độ tin cậy của hệ thống bảo vệ phức tạp có thể được phân tích, biến đổi về các sơ đồ đơn giản cơ bản nối tiếp – song song với các quan hệ logic AND và OR dưới dạng mô hình cây sự cố. Mô hình cây sự cố cho hình ảnh rõ ràng về nguyên nhân, các mối liên hệ giữa các hỏng hóc và vai trò của các bảo vệ cũng như mức độ dự phòng lên độ tin cậy và tính sẵn sàng của sơ đồ bảo vệ.
3. Những thành tựu trong lĩnh vực công nghệ số đã cho phép chế tạo các loại role kỹ thuật số với nhiều tính năng vượt trội so với các loại role được sử dụng trước đây. Những loại role đa chức năng cho phép tích hợp nhiều chức năng bảo vệ, tự động hoá và đo lường trong cùng một hợp bộ. Để bảo vệ các máy biến áp thường dùng 2 loại role hợp bộ: so lệch (thực hiện các chức năng của role chính) và quá dòng (thực hiện các chức năng bảo vệ dự phòng ở các phía của máy biến áp).
4. Tương tác giữa bảo vệ chính và bảo vệ dự phòng theo nghĩa độ tin cậy là tương tác giữa các phần tử trong hệ thống kết nối song song với hỏng hóc có phục hồi. Quá trình hỏng hóc và phục hồi của hệ thống bảo vệ với những mức độ dự phòng khác nhau có thể được mô tả bằng mô hình “quá trình chết và sinh trưởng”. Mô hình này cho phép phân tích và tính toán xác suất của từng trạng thái tương ứng với số lượng phần tử hỏng hóc khác nhau trong hệ thống.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

5. Kết quả tính toán áp dụng cho trạm biến áp 115kV Phone Tong – trạm biến áp lớn nhất của thủ đô VienTiane cho thấy tất cả các loại bảo vệ chính và bảo vệ dự phòng đã được lựa chọn tính toán và cài đặt cho máy biến áp đều đáp ứng được yêu cầu về độ nhạy và độ an toàn cần thiết. Phương thức bảo vệ với mức dự phòng được lựa chọn có thể được đánh giá là hợp lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. PGS.TS Trần Bách (2000), Lưới điện và hệ thống điện tập II, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
2. VS.GS, TSKH Trần Đình Long (2000), Tự động hóa hệ thống điện, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
3. A. Kalham, R. Coulter, (1994), Power System Protection, Victoria University, Equity Press, Melbourne.
4. Andrews, J.D. Dunnett, S.J (June 2000), "Event-tree analysis using binary decision diagrams", IEEE Transaction on Reliability, Vol. 49, No. 2, pp.230-238.
5. Boudali, H. Dugan, J.B (March 2006), "A continuous-time Bayesian network reliability modeling, and analysis framework", IEEE Transactions on Reliability, Vol. 55, No. 1, pp.86-97.
6. C.-L. Su (2006), "Effects of Communication Network on Reliability of a Wide Area Protection Scheme", Proceeding (526) Energy and Power Systems-2006-ACTC Press.
7. Carrasco, J.A. Sune, V (March 1999), "An algorithm to find minimal cuts of coherent fault-tree with event-classes, using a decision tree", IEEE Transactions on Reliability, Vol. 48, No. 1, pp.31-41.
8. Dugan, J.B. Sullivan, K.J Coppit, D (March 2000), "Developing a low-cost high-quality software tool for dynamic fault-tree analysis", IEEE Transactions on Reliability, Vol. 49, No. 1, pp.49-59.
9. Gonzalez, L. Garcia, D. Galvan, B (September 2004), "An intrinsic order criterion to evaluate large, large, complex fault tree", IEEE Transactions on Reliability, Vol. 53, No. 3, pp.297-305.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

10. J. Bechta Dugan, Yansong Ren (Sepember 1998), "Design of reliable systems using static and dynamic fault tree", IEEE Transactions on Reliability, Vol. 47, No. 3, part 1, pp.234-244.
11. Lu, L. Jiang, J (September 2007), "Joint Failure Importance for Noncoherent Fault Trees", IEEE Transactions on Reliability, Vol. 56, No. 3, pp.435-443.
12. Luca Ferrarini, Leonardo Ambrosi, and E. Ciapessoni (june 7-9, 2006), "Safety and Reliability Analysis of protection Systems for Power Systems", Preprints of the 2nd IFAC Conferece on Analysis and design of Hybrid Systems, Alghero, Italy
13. Meshkat, L. Dugen, J.B. Andrews, J.D (June 2002), "Dependability analysis of systems with on-demand and active failure modes, using dynamic fault tree", IEEE Transactions on Reliability, Vol. 51, No. 2, pp.240-251.
14. N.H. Roberts, W.E. Vesely, D.F. Haasl, and F.F. Goldberg (1981), Fault Tree Handbook, NUREG-0492m U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC.
15. Nadji, B.; Karakache, M.; Abazisimeu, Z (September 2004), "Dependability analysis of generator phase fault protection system using fault tree method", Universities Power Engineering Conference, UPEC 2004, 39th International, Vol. 2, No, pp. 810-814.
16. P.M. Andersen (1998), Power System Protection I, II. Mc Graw-Hill, IEEE Press, New York.
17. P.M. Anderson, B. Fleming, T.J. Lee, and E. O. Schweiter III (October 21-23, 1997), "Reliability Analysis of Transmission Protection Using Fault Tree Methods", Proceeding of the 24th annual Western Protective Relay Conference, Spokane, Washington.

Luận văn tốt nghiệp Cao học

18. Pottonen, L.; Pulkkinen, U.; Koskinen, M (5-8 April 2004), "A method for evaluating the reliability of protection", Eighth IEE International Conference on Developments in Power System Protection, Vol. 1, No, pp.299-302.
19. R. Savic, P. Limpourg, J. Petersen (2007), "Fault tree analysis in an early design stage using the Dempster- Shafer theory of evidence", Risk, Reliability and Societal Safety-Avan and Vinnem, ISBN 978-0-415-44786-7.
20. Nguyễn Đức Nghĩa, Nguyễn Tô Thành (2005), Toán rời rạc, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội.
21. VS.GS.TSKH Trần Đình Long (1999), Lý thuyết hệ thống, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội
22. VS.GS.TSKH Trần Đình Long (2005), Bảo vệ các hệ thống điện, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội
23. TS. Trần Quang Khánh (2007) Bảo vệ role và tự động hoá hệ thống điện, NXB Giáo Dục.
24. Phạm Văn Chới, Bùi Tín Hữu, Nguyễn Tiến Tôn (2006), Khí cụ điện, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội
25. MULTILIN (1998 Catalog) GE Power Management
26. SIEMENS
Catalog SIP 2006
SIPROTEC 7UT612 Catalog and manual
SIPROTEC 7SJ64 Catalog and manual
<http://www.siprotec.com>
27. Trạm biến áp Phone Tong (Viêng chăn Lào) Hệ thống role trạm 115kV/22kV

PHỤ LỤC

GIỚI THIỆU VỀ ROLE SO LỆCH ALSTOM P633

Hãng Alstom chế tạo, được sử dụng để bảo vệ chính cho MBA 3 cuộn dây hoặc máy biến áp tự ngẫu ở tất cả các cấp điện áp. Role này cũng có thể dùng để bảo vệ cho các loại máy điện quay như máy phát điện, động cơ. Các chức năng khác được tích hợp trong role P633 làm nhiệm vụ dự phòng như bảo vệ quá dòng, quá tải nhiệt, bảo vệ quá kích thích, chống hư hỏng máy cắt. Bằng cách phối hợp các chức năng tích hợp trong P633 ta có thể đưa ra phương thức bảo vệ phù hợp và kinh tế cho đối tượng cần bảo vệ chỉ cần sử dụng một role. Đây là quan điểm chung để chế tạo các role số hiện đại ngày nay.

- Role số P633 là thiết bị với chức năng chính là bảo vệ so lệch tích hợp thêm các chức năng sau đây.
 - Hệ thống bảo vệ so lệch 3 pha, bảo vệ cho đối tượng 3 cuộn dây.
 - Tự cân bằng pha và cân bằng tổ đấu dây.
 - Lọc dòng điện thứ tự không cho mỗi cuộn dây, có thể không kích hoạt.
 - Đặc tính hãm 3 đoạn.
 - Hãm bổ sung phản ứng theo thành phần sóng hài bậc hai ($2f_0$), tùy chọn cho các ứng dụng, có thể không kích hoạt.
 - Hãm quá từ thông phản ứng theo thành phần sóng hài bậc năm ($5f_0$), có thể không kích hoạt.
 - Tăng tính ổn định với bộ phát hiện bão hoà.
 - Bảo vệ so lệch chống chạm đất hạn chế.

- ☐ Bảo vệ quá dòng đặc tính thời gian độc lập (3 cấp tác động, tác động theo từng pha, hệ thống đo lường riêng cho từng pha, phản ứng theo thành phần thứ tự nghịch và thành phần thứ tự không (TTK)).
- ☐ Bảo vệ quá dòng đặc tính thời gian phụ thuộc (3 cấp tác động, tác động theo từng pha, hệ thống đo lường riêng cho từng pha, phản ứng theo thành phần thứ tự nghịch và thành phần TTK).
- ☐ Bảo vệ quá tải nhiệt.
- ☐ Bảo vệ tần số $f < >$
- ☐ Bảo vệ điện áp $V < >$.
- ☐ Giám sát giá trị tới hạn.
- ☐ Lập trình logic.

Người sử dụng có thể lựa chọn hay huỷ bỏ các chức năng trên tùy theo yêu cầu sử dụng.

❖ Các thông số kỹ thuật của role P633.

1) Các đại lượng đầu vào, đầu ra.

- Đầu vào đo lường.

- ☐ Dòng điện

Dòng danh định: 1A hoặc 5A ac

Tiêu thụ danh định/pha: $< 0,1 \text{ VA}$ khi I_{dd}

Khả năng tải:

Lâu dài: $4 I_{dd}$

Trong 10s: $30 I_{dd}$

Trong 1s: $100 I_{dd}$

Dòng xung kích danh định: $250 I_{dd}$

□ Điện áp

Điện áp danh định: $50 \div 130 \text{ V ac}$ (theo đơn đặt hàng)

Tiêu thụ danh định/pha: $<0,3 \text{ VA}$ khi $U_{dd}=130\text{V ac}$

Khả năng tải lâu dài: 150 V ac

□ Tần số

Tần số danh định f_{dd} : 50 hoặc 60 Hz

Chức năng bảo vệ tần số: dải vận hành $40 \div 70 \text{ Hz}$

Tất cả các chức năng khác: dải vận hành $0,95 \div 1,05 f_{dd}$

• Đầu vào tín hiệu nhị phân

□ Điện áp danh định: $U_{in,dd} = 24 \div 250 \text{ Vdc}$

□ Dải vận hành: $0,8 \div 1,1 U_{in,dd}$ (với gợn sóng dư lên đến 12% $U_{in,dd}$)

□ Công suất tiêu thụ trên đầu vào: $V_{in} = 1 \div 110\text{V dc}$ là $0,5\text{W} \pm 30\%$

$V_{in}=110\text{V dc } 0,5 \text{ mA} \pm 30\%$

• Đầu vào dòng một chiều

□ Dòng đầu vào: $0 \div 26 \text{ mA}$

□ Dải trị số: $0,00 \div 1,2 I_{DCdd}$ ($I_{DCdd} = 20 \text{ mA}$)

□ Dòng lâu dài lớn nhất cho phép: 50 mA

□ Điện áp đầu vào lớn nhất cho phép: 17 V

□ Tải đầu vào: 100Ω

□ Theo dõi quá tải: $>24,8 \text{ mA}$

□ Giải trừ về không: $0,000 \div 0,200 I_{DCdd}$ (điều chỉnh)

• Các role đầu ra

- Điện áp định mức: 250 V dc, 250 V ac
- Dòng lâu dài: 5 A
- Khoảng thời gian ngắt dòng điện: 30 A cho 0,5s
- Dung lượng đóng: 1000 W lúc $L/R = 40$ ms
- Dung lượng ngắt: 0,2 A tại 220 V dc là $L/R = 40$ ms
4 A tại 230 V ac và $\cos\varphi = 0,4$

- Dữ liệu đầu ra mã BCD
- Trị số max có thể hiển thị được là 399
- Dữ liệu đo đầu ra tương tự:

Dải trị số: $0 \div 20$ mA

Tải cho phép: $0 \div 500$ Ω

Điện áp đầu ra là: 15 V

2) Giao diện.

- Bảng bảng điều khiển trước mặt role
Đầu vào hoặc ra: 7 phím ấn và 1 hiển thị LCD với 4x20 kí tự.
Tín hiệu trạng thái lỗi: 17 đèn chỉ thị (5 đèn mặc định, 12 đèn có thể lựa chọn)
- Giao diện máy tính (PC)
Tốc độ truyền $300 \div 115200$ baud (điều chỉnh tương thích)
- Giao diện truyền tin
 - Thủ tục truyền tin: Dựa trên các tiêu chuẩn IEC60870-5; IEC870-5-101
MODBUS và DNP 3.0 (người sử dụng lựa chọn)
 - Dây dẫn
Trên kênh chuẩn RS485 hoặc RS422, 2kV cách điện.

Khoảng cách kết nối:

Kết nối điểm-điểm: max 1200 m

Kết nối điểm, nhiều điểm: max 100 m

Môđun	Tốc độ truyền	Thủ tục truyền
A0336 426	300 ÷ 19200 baud (điều chỉnh được)	IEC 60870-5-103
A9650 365	300 ÷ 64000 baud (điều chỉnh được)	điều chỉnh được

3) Kết nối cáp quang Plastic.

- Bước sóng quang học: tiêu biểu 660 nm
- Đầu ra quang: min -7,5 dBm
- Độ nhạy quang: min -20 dBm
- Đầu vào quang: max -15 dBm
- Khoảng cách kết nối: max 45 m

Môđun	Tốc độ truyền	Thủ tục truyền
A0336 107	300 ÷ 38400 baud (điều chỉnh được)	IEC 60870-5-103
A9650 355	300 ÷ 64000 baud (điều chỉnh được)	điều chỉnh được

4) Kết nối cáp quang sợi thủy tinh.

- Kết nối cáp quang sợi thủy tinh G50/125
- Bước sóng quang học: tiêu biểu 820 nm
- Đầu ra quang: min -19,8 dBm
- Độ nhạy quang: min -24 dBm
- Đầu vào quang: max -10 dBm
- Khoảng cách kết nối: max 400 m

Mô đun	Tốc độ truyền	Thủ tục truyền
A0336 107	300 ÷ 38400 baud (điều chỉnh được)	IEC 60870-5-103
A9650 354	300 ÷ 64000 baud (điều chỉnh được)	điều chỉnh được

- Kết nối cáp quang sợi thủy tinh G62/125
- Bước sóng quang học: tiêu biểu 820 nm
- Đầu ra quang: min -16 dBm
- Độ nhạy quang: min -24 dBm
- Đầu vào quang: max -10 dBm
- Khoảng cách kết nối: max 1400 m

Môđun	Tốc độ truyền	Thủ tục truyền
A0336 107	300 ÷ 38400 baud (điều chỉnh được)	IEC 60870-5-103
A9650 354	300 ÷ 64000 baud (điều chỉnh được)	điều chỉnh được

❖ **Các tham số khai báo.**

- Mục chức năng chính (Main Function)

Xung đầu ra bé nhất cho một lệnh cắt: 0,1 ÷ 10 s (điều chỉnh được)

Xung đầu ra cho một lệnh đóng: 0,1 ÷ 10 s (điều chỉnh được)

- Mục bảo vệ so lệch (Differential protection)

Thời gian tác động nhỏ nhất: 19 ms

Mục bảo vệ quá dòng thời gian độc lập (DTOC) và phụ thuộc (IDMT).

Thời gian thao tác bao gồm rơle đầu ra: ≤ 40 ms, ≈ 30 ms

Thời gian nhả: ≤ 40 ms, ≈ 30 ms

Hệ số trở về: $\approx 0,95$

❖ **Các sai số.**

- Sai số giá trị bảo vệ

- Bảo vệ so lệch

Sai số đo lường: $I_{diff} \geq 0,2 I_{ref}$; $\pm 0,5\%$

Sai số ổn định dòng từ hoá: $\pm 10\%$

- Bảo vệ so lệch chống chạm đất hạn chế

Sai số đo lường $I_{diff} \geq 0,2 I_{ref}$: $\pm 0,5\%$

- Bảo vệ quá dòng đặc tính thời gian độc lập và phụ thuộc

Sai số đo lường: $\pm 0,5\%$

- Bảo vệ quá tải nhiệt: $\pm 0,5\%$
- Dòng DC đầu vào: $\pm 1\%$
- Dữ liệu đo lường đầu ra: $\pm 1\%$
- Sai số về thời gian.
- Đặc tính thời gian độc lập: 1% hoặc $20 \div 40$ ms
- Đặc tính thời gian phụ thuộc: $I \geq 2I_{ref}$ là $\pm 5\%$ hoặc từ $10 \div 20$ ms

❖ Các chức năng bảo vệ.

1) Chức năng bảo vệ so lệch.

Role số P633 được thiết kế để bảo vệ MBA 3 cuộn dây, máy phát điện và động cơ điện. Với ứng dụng để bảo vệ so lệch MBA trước khi đưa vào so sánh phải qua các bước sau.

- Cân bằng sai lệch về biên độ.

Để đảm bảo được sự cân bằng về biên độ, các đại lượng tính toán cần được qui về cùng một hệ đơn vị cơ sở. Với MBA 2 cuộn dây công suất cơ sở là công suất của MBA, còn với MBA có từ 3 cuộn dây trở lên thì công suất cơ sở là công suất danh định của cuộn dây có công suất lớn nhất. Điện áp cơ sở là điện áp danh định của cuộn sơ cấp MBA, khi đó dòng cơ sở của mỗi cuộn dây được tính bằng công thức.

$$I_{ref,i} = \frac{S_{ref}}{\sqrt{3}U_{nom,i}}$$

Trong đó:

S_{ref} : là công suất cơ sở

$U_{nom,i}$: là điện áp danh định của cuộn dây thứ i MBA

Từ đây role tính được hệ số cân bằng sai lệch về biên độ.

$$K_{am,i} = \frac{I_{nom,i}}{I_{ref,i}}$$

Trong đó:

$I_{nom,i}$: là dòng điện phía sơ cấp danh định của BI thứ i

Dòng điện cơ sở của từng cuộn dây và hệ số cân bằng sai lệch về biên độ sẽ được role tự tính toán và hiển thị trong role. Hệ số cân bằng này phải thoả mãn các điều kiện sau.

$$k_{am,i} \leq 5; \quad \frac{k_{am,i,max}}{k_{am,i,lower}} \leq 3; \quad k_{am,i,lower} \geq 0,7$$

- Cân bằng pha.

Do có sự lệch pha của dòng điện và điện áp các phía của cuộn dây MBA nên trước khi đưa vào để tính toán so lệch role phải cân bằng sự lệch pha của dòng điện. Dựa vào các tham số của đối tượng được bảo vệ đã khai báo trong role mà role sẽ tính toán với hệ số cân bằng thích hợp.

- Phối hợp các đại lượng đầu vào.

Mỗi khi nhóm vectơ dòng được nhập vào, thiết bị bảo vệ tự tính toán và so sánh dòng điện theo công thức đã định trước. Việc chuyển đổi dòng điện được thực hiện bằng các ma trận hệ số lập trình được. Ma trận này mô phỏng sự khác nhau của

dòng điện trong các cuộn dây của MBA. Bảo vệ có thể nhận biết được tất cả các nhóm vectơ (kể cả thay đổi góc pha)

Dạng tổng quát của các công thức: $[I_m] = k.[K].[I_n]$

Trong đó:

k: hệ số.

$[I_m]$ ma trận dòng điện đã được biến đổi (I_A, I_B, I_C)

$[K]$ ma trận hệ số phụ thuộc vào tổ nối dây máy biến áp.

$[I_n]$ ma trận cột dòng điện pha (I_{L1}, I_{L2}, I_{L3})

- So sánh các đại lượng đo lường và các đặc tính tác động.

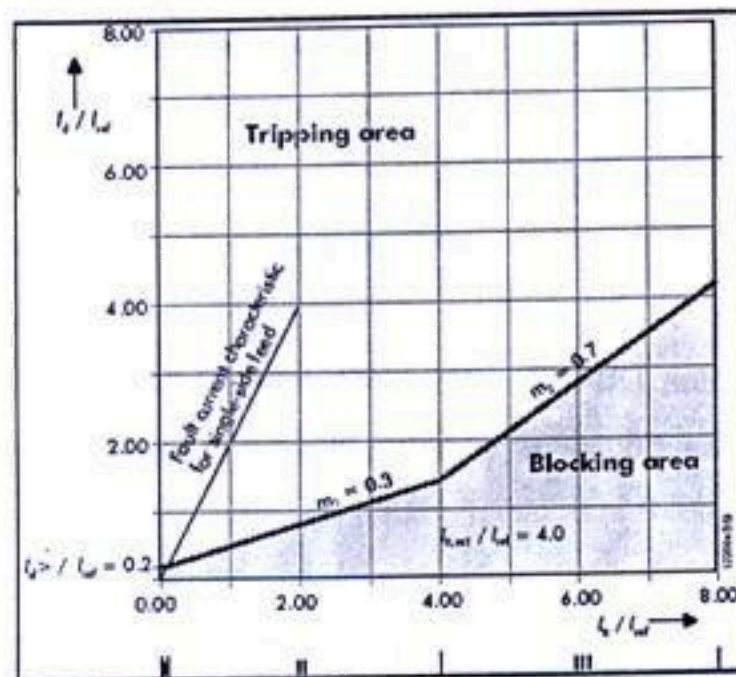
Sau khi dòng đầu vào đã thích ứng với tỉ số biến dòng, tổ đấu dây, xử lý dòng thứ tự không, các đại lượng cần thiết cho bảo vệ so lệch được tính toán từ dòng trong các pha I_A, I_B và I_C , bộ vi xử lý sẽ so sánh về mặt trị số theo các công thức sau:

Dòng điện so lệch: $I_d = |\dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3|$

Dòng điện hãm: $I_R = \frac{1}{2}(|\dot{I}_1| + |\dot{I}_2| + |\dot{I}_3|)$

Trong đó: $\dot{I}_1, \dot{I}_2, \dot{I}_3$ lần lượt là dòng điện chạy qua các bảo vệ BI_1, BI_2, BI_3 đặt ở các phía cao, trung và hạ của MBA.

- Đặc tính vùng tác động của bảo vệ so lệch.



Hình a: Đặc tính vùng tác động của bảo vệ so lệch.

□ Đặc tính vùng tác động có 2 điểm gấp. Điểm gấp đầu tiên phụ thuộc vào trị số chỉnh định bảo vệ so lệch ngưỡng thấp DIFF: $I_{diff} >$ Điểm gấp thứ hai được xác định bằng hệ số chỉnh định dòng điện hãm DIFF: I_R, m_2

□ Phương trình đặc tính cho 3 dải so lệch.

Phương trình đặc tính cho dải: $0 \leq I_R \leq 0,5I_{diff} >$

$$I_d = I_{diff} >$$

Phương trình đặc tính cho dải: $0,5I_{diff} > < I_R \leq I_{R,m2}$

$$I_d = m_1 I_R + I_{diff} > (1 - 0,5m_1)$$

Phương trình đặc tính cho dải: $I_{R,m2} < I_R$

$$I_d = m_2 I_R + I_{diff} > (1 - 0,5m_1) + 4(m_1 - m_2)$$

Trong đó:

m_1 : là hệ số góc của đặc tính trong dải $0,5I_{diff} > < I_R \leq I_{R,m2}$

m_2 : là hệ số góc của đặc tính trong dải $I_{R,m2} < I_R$

Ngưỡng điều chỉnh xác định DIFF: $I_{diff} >$ xác định theo dòng qua MBA trong chế độ làm việc bình thường nhằm tránh tác động nhằm do dòng không cân bằng sinh ra bởi sai số của thiết bị đo lường.

- Trên ngưỡng điều chỉnh DIFF: $I_{diff} >>$ rơle sẽ tác động không cần tính toán đến hãm hài bậc cao.

- Trên ngưỡng điều chỉnh DIFF: $I_{diff} >>>$ dòng hãm và bộ phát hiện bão hoà không còn được tính đến, lúc đó rơle sẽ tác động mà không cần quan tâm đến biến hãm và bộ phát hiện bão hoà.

- Hãm bổ sung phản ứng theo thành phần sóng hài bậc hai ($2f_0$)

Khi đóng máy biến áp không tải hay cắt dòng điện ngắn mạch ngoài sẽ xuất hiện dòng điện chạy qua mạch từ MBA được gọi là dòng điện từ hoá. Dòng điện này có thể có giá trị lớn gấp nhiều lần dòng điện danh định của MBA. Trường hợp xấu nhất (tương ứng với dòng từ hoá lớn nhất) sẽ xảy ra khi đóng máy cắt điện vào thời điểm điện áp nguồn có giá trị tức thời qua điểm 0.

Khi quá trình quá độ chấm dứt, dòng điện từ hoá trở lại trị số xác lập chừng vài phần trăm dòng điện danh định.

Vì dòng điện từ hoá chỉ chạy phía cuộn dây MBA nối với nguồn và biến áp đang ở chế độ không tải, nên dòng điện ở cuộn dây bên kia bằng không. Bảo vệ so lệch MBA trong trường hợp này có thể cảm nhận việc đóng MBA không tải như khi có ngắn mạch bên trong MBA, với nguồn cung cấp từ một phía và nếu không có giải pháp ngăn chặn bảo vệ, bảo vệ có thể tác động nhằm cắt MBA.

Để phân biệt trường hợp đóng MBA không tải với trường hợp ngắn mạch trong MBA, người ta căn cứ vào tính chất của dòng điện từ hoá xung kích và dòng điện ngắn mạch trong MBA.

Phân tích thành phần sóng hài của hai dòng điện này ta thấy, dòng điện từ hoá xung kích có chứa một phân lượng rất lớn hài bậc hai (khoảng 70% so với hài cơ sở) và có thể đạt tới giá trị cực đại đến khoảng 30% trị số dòng điện sự cố. Nếu thành phần hài bậc hai trong dòng điện từ hoá được tách ra và đưa vào tăng cường cho dòng điện hãm của bảo vệ so lệch thì sẽ ngăn chặn được tác động nhầm khi đóng MBA không tải.

Rơle P633 được trang bị bộ lọc dòng điện so lệch và xác định được thành phần sóng hài cơ bản và thành phần sóng hài bậc hai. Khi tỉ lệ giữa sóng hài bậc hai và sóng hài cơ bản $I(2f_0)/I(f_0)$ vượt quá một giá trị đặt trước ở một trong 3 pha thì tín hiệu khoá tác động được thực hiện theo một trong 2 cách sau.

- Khoá cả 3 pha.
- Chọn lọc cho một pha.

Tín hiệu tác động sẽ không bị khoá nếu dòng so lệch vượt quá ngưỡng $I_{diff} >>$

- Bộ phát hiện bão hoà.

Khi xảy ra ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ, ở thời điểm ban đầu, dòng ngắn mạch lớn làm cho BI bị bão hoà dẫn đến dòng điện không cân bằng chạy qua bảo vệ lớn, có thể cao hơn ngưỡng tác động, làm cho bảo vệ tác động nhầm. Để loại trừ hiện tượng tác động nhầm này rơle số P633 được trang bị bộ phát hiện hiện tượng bão hoà.

Mỗi khi dòng hãm vượt qua giá trị không, bộ phát hiện bão hoà sẽ giám sát sự biến thiên của dòng so lệch trong một khoảng thời gian. Với sự cố trong vùng bảo vệ, dòng điện so lệch xuất hiện sau khi qua không cùng với dòng hãm. Trong trường hợp dòng điện lớn chạy qua gây nên bão hoà BI dòng so lệch sẽ không xuất hiện cho tới khi hiện tượng bão hoà của BI xảy ra. Vì vậy, một tín hiệu khoá được

gửi đi dựa trên độ lớn của dòng so lệch được so sánh với dòng hãm. Do đó việc tăng tính ổn định của bảo vệ được đảm bảo.

- Hãm quá từ thông.

Khi MBA truyền tải công suất phản kháng gây hiện tượng quá điện áp gây nên quá kích từ xảy ra trong MBA. Nếu quá trình này không ổn định thì bảo vệ so lệch sẽ tác động nhầm. Thực tế phân tích cho thấy khi xuất hiện quá kích từ MBA thành phần dòng điện chủ yếu là sóng hài bậc 5 ($5f_0$). Vì vậy, role sẽ dựa vào hiện tượng này để dùng cho mục đích ổn định. Role P633 sẽ lọc dòng điện so lệch và xác định các thành phần sóng hài cơ bản $I(f_0)$ và hài bậc 5 $I(5f_0)$. Nếu tỉ lệ $I(5f_0)/I(f_0)$ tăng vượt quá giá trị đặt trước thì bảo vệ tác động. Nếu dòng hãm nhỏ hơn $4I_{ref}$ tín hiệu cắt pha bị sự cố sẽ bị khoá một cách có chọn lọc.

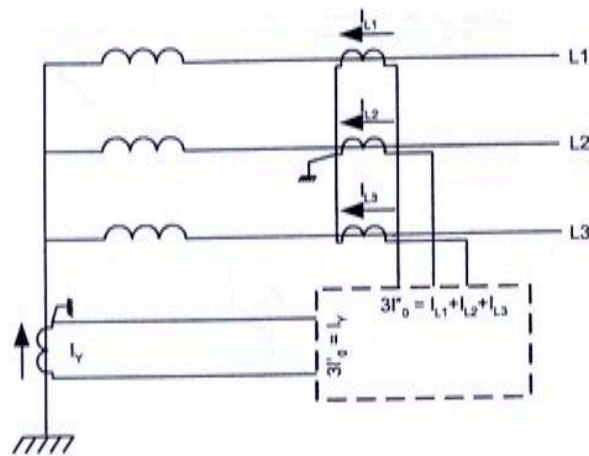
2) Chức năng bảo vệ chống chạm đất hạn chế (87N)

Bảo vệ chống chạm đất hạn chế chính là chức năng bảo vệ so lệch dòng thứ tự không, dùng để phát hiện sự cố MBA điện lực có trung tính nối đất, hoặc MBA có trung tính nối đất nhân tạo.

Vùng bảo vệ là vùng được giới hạn bởi máy biến dòng đặt ở trung tính của máy biến áp và tổ máy biến dòng nối theo sơ đồ lọc dòng thứ tự không đặt ở đầu ra cuộn dây nối hình sao của MBA.

Role P633 có 3 nhóm chức năng so lệch dòng thứ tự không (REF_1, REF_2, REF_3). Mỗi một nhóm chức năng có thể bảo vệ cho cả 3 đầu của MBA, P633 hiện thị chỉ ra từng cuộn dây với một chức năng chống chạm đất hạn chế riêng.

Bảo vệ so lệch thứ tự không (87N) phản ứng theo thành phần sóng tần số cơ bản của dòng điện trong dây trung tính I_Y và dạng sóng tần số cơ bản của dòng điện thứ tự không tổng 3 pha I_N của mỗi đầu cuộn dây.



Hình b: Nguyên lý bảo vệ chống chạm đất hạn chế

$$I_N = \dot{I}_{L1} + \dot{I}_{L2} + \dot{I}_{L3}$$

I_Y : là dòng qua trung tính MBA.

Sau khi đã cân bằng về biên độ và góc pha các dòng so lệch và dòng hãm được tính như sau.

$$I_{d,N} = |I_N + I_Y|$$

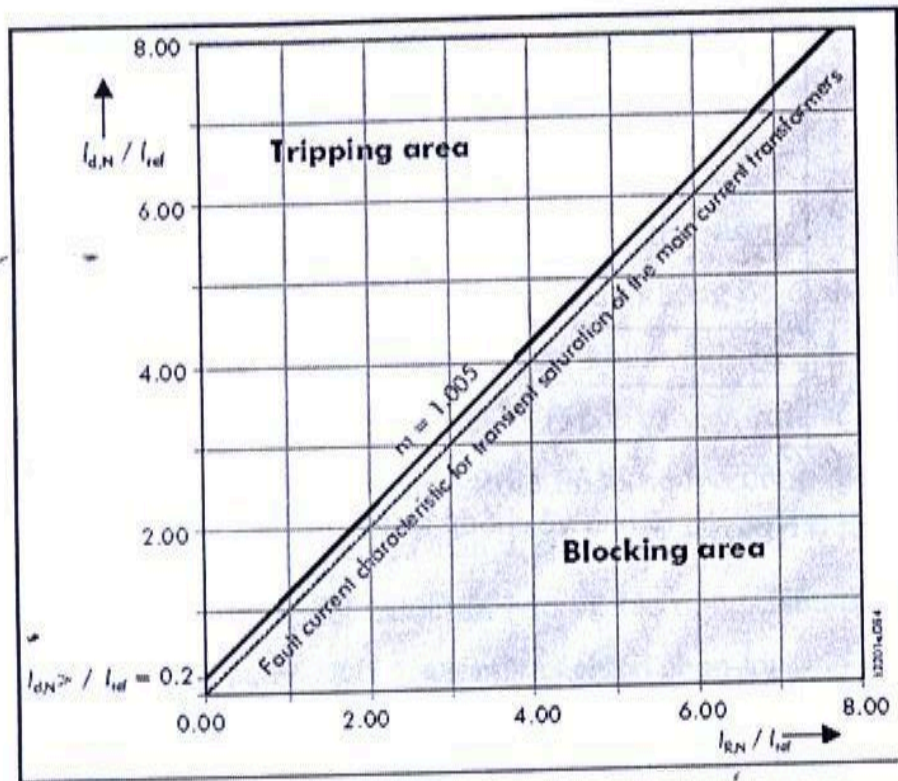
$$I_{R,N} = |I_N|$$

Phương trình đặc tính: $I_{d,N} = I_{diff>,N} + 1,005I_{R,N}$

Trong đó:

$I_{diff>,N}$ là dòng so lệch ngưỡng thấp, chỉnh định REF_1: $I_{diff>}$

Nếu dòng so lệch vượt quá ngưỡng chỉnh định REF_1: $I_{diff>}$ thì biến hãm không còn được tính đến nữa, P633 sẽ tác động tức thì mà không cần quan tâm đến biến hãm.



Hình c: Đặc tính tác động của bảo vệ so lệch chống chạm đất hạn chế

• Nguyên lý hoạt động.

Trong điều kiện làm việc bình thường không có dòng chạy qua dây trung tính, tổng dòng điện thứ tự không ở các pha bằng không ($I_{d,N} = 0$)

Khi xảy ra sự cố chạm đất trong vùng bảo vệ, sẽ xuất hiện dòng điện thứ tự không ở trung tính MBA và dòng điện thứ tự không tổng ở các pha: I_Y và I_N có cùng độ lớn, cùng chiều.

$$I_d = |I_N + I_Y| \neq 0 \quad \text{Bảo vệ tác động.}$$

Ngược lại khi xảy ra ngắn mạch chạm đất ngoài vùng bảo vệ, sẽ xuất hiện dòng điện thứ tự không I_Y và I_N bằng nhau về độ lớn và ngược chiều.

$$I_d = |I_N + I_Y| = 0 \quad \text{Bảo vệ không tác động.}$$

Tuy nhiên khi có sự cố chạm đất ngoài vùng bảo vệ, dòng điện không cân bằng có thể tồn tại do mức độ bão hoà của các máy biến dòng không giống nhau, dòng không cân bằng này có thể gây nên sự tác động nhầm. Để khắc phục hiện tượng này bảo vệ chạm đất hạn chế có bộ phận khoá khi xảy ra ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ