

**ĐỀ TÀI:**

**“Thiết kế bảo vệ rơle cho trạm biến áp 220 kV  
Xuân Mai”**

## MỤC LỤC

### LỜI NÓI ĐẦU.

CHƯƠNG 1 : Mô tả đối tượng được bảo vệ, các thông số chính .....	1
1.1. Vị trí,vai trò trạm biến áp Xuân Mai trong hệ thống .....	1
1.2. Sơ đồ đấu dây .....	1
1.3. Các thông số của thiết bị chính trong trạm .....	4
1.1.1. Máy biến áp .....	4
1.1.2. Các thiết bị phân phối phía 220 kV .....	4
1.1.3.Các thiết bị phân phối phía 110 kV .....	6
1.1.4. Các thiết bị phân phối phía 22 kV .....	8
CHƯƠNG 2 : Tính toán ngắn mạch phục vụ bảo vệ Role .....	10
2.1. Điện kháng các phần tử và sơ đồ thay thế.....	10
2.1.1. Hệ thống .....	10
2.1.2. Máy biến áp .....	11
2.2. Tính toán dòng điện ngắn mạch .....	11
2.2.1. Chế độ 1: Trạm vận hành 1 MBA, $S_N = S_{Nmax}$ .....	12
2.2.2. Chế độ 2: Trạm vận hành 2 MBA, $S_N = S_{Nmax}$ .....	20
2.2.3. Chế độ 3: Trạm vận hành 1 MBA, $S_N = S_{Nmin}$ .....	28
2.2.4. Chế độ 4: Trạm vận hành 2 MBA, $S_N = S_{Nmin}$ .....	36
CHƯƠNG 3 : Lựa chọn phương thức bảo vệ .....	47
3.1. Các loại hư hỏng và chế độ làm việc không bình thường.....	47
3.2. Các loại bảo vệ cần đặt.....	48
3.2.1. Bảo vệ so lệch dòng điện.....	48
3.2.2. Bảo vệ so lệch dòng điện thứ tự không.....	50
3.2.3. Bảo vệ quá dòng điện có thời gian .....	51
3.2.4. Bảo vệ quá dòng cắt nhanh.....	51
3.2.5. Bảo vệ chống quá tải.....	52
3.2.6. Bảo vệ máy biến áp bằng role khí.....	52
3.3. Sơ đồ phương thức bảo vệ cho trạm biến áp .....	53

CHƯƠNG 4 : Giới thiệu tính năng và thông số các loại Role sử dụng.....	55
4.1. Role bảo vệ so lệch.....	55
4.1.1. Giới thiệu tổng quan về Role 7UT613 .....	55
4.1.2. Nguyên lý hoạt động chung của Role 7UT613.....	58
4.1.3. Một số thông số kỹ thuật của Role 7UT613.....	60
4.1.4. Cách chỉnh định và cài đặt thông số cho role 7UT613.....	62
4.1.5. Chức năng bảo vệ so lệch MBA của Role 7UT613.....	63
4.1.6. Các chức năng bảo vệ chống chạm đất hạn chế của Role 7UT613.....	68
4.1.7. Chức năng bảo vệ quá dòng của Role 7UT613 .....	71
4.1.8. Chức năng bảo vệ chống quá tải của Role 7UT613 .....	72
4.2. Role số 7SJ64.....	73
4.2.1. Giới thiệu tổng quan về Role 7SJ64 .....	73
4.2.2. Các chức năng của Role 7SJ64.....	73
4.2.3. Đặc điểm cấu trúc của Role 7SJ64.....	75
4.2.4. Chức năng bảo vệ quá dòng có thời gian.....	77
CHƯƠNG 5: Tính toán các thông số của Role, kiểm tra sự làm việc của bảo vệ..	80
5.1. Các số liệu cần thiết phục vụ trong tính toán bảo vệ .....	80
5.2. Những chức năng bảo vệ dùng Role 7UT613 .....	80
5.2.1. Khai báo thông số máy biến áp .....	80
5.2.2. Chức năng bảo vệ so lệch có hãm.....	82
5.2.3. Bảo vệ chống chạm đất hạn chế.....	84
5.3. Những chức năng bảo vệ dùng Role 7SJ64... ..	86
5.3.1. Bảo vệ quá dòng cắt nhanh.....	86
5.3.2. Bảo vệ quá dòng .....	87
5.3.3. Bảo vệ quá dòng thứ tự không .....	88
5.4. Kiểm tra sự làm việc của bảo vệ .....	90
5.4.1. Bảo vệ so lệch có hãm.....	90
5.4.2. Bảo vệ chống chạm đất hạn chế.....	94
5.4.3. Bảo vệ quá dòng điện.....	94
5.4.4. Bảo vệ quá dòng thứ tự không.....	96

Tài liệu tham khảo

## LỜI NÓI ĐẦU

Điện năng là nguồn năng lượng rất quan trọng đối với cuộc sống con người. Nó được sử dụng trong hầu hết các lĩnh vực của nền kinh tế quốc dân như: công nghiệp, nông nghiệp, giao thông vận tải, sinh hoạt, dịch vụ ... Chính vì thế khi thiết kế hay vận hành bất cứ một hệ thống điện nào cũng cần phải quan tâm đến khả năng phát sinh hư hỏng và tình trạng làm việc bình thường của chúng. Hệ thống điện là một mạng lưới phức tạp gồm rất nhiều phần tử cùng vận hành nên hiện tượng sự cố xảy ra rất khó có thể biết trước. Vì vậy, để đảm bảo cho lưới điện vận hành an toàn, ổn định thì không thể thiếu các thiết bị bảo vệ, tự động hoá. Hệ thống bảo vệ role có nhiệm vụ ngăn ngừa sự cố hạn chế tối đa các thiệt hại do sự cố gây nên và duy trì khả năng làm việc liên tục của hệ thống. Việc hiểu biết về những hư hỏng và hiện tượng không bình thường có thể xảy ra trong hệ thống điện cùng với những phương pháp và thiết bị bảo vệ nhằm phát hiện đúng và nhanh chóng cách ly phần tử hư hỏng ra khỏi hệ thống, cảnh báo và xử lý khắc phục chế độ không bình thường là mảng kiến thức quan trọng của kỹ sư ngành hệ thống điện.

Vì lý do đó, em đã chọn đề tài tốt nghiệp: “Thiết kế bảo vệ role cho trạm biến áp 220 kV Xuân Mai”. Đồ án gồm 5 chương:

Chương 1 : Mô tả đối tượng được bảo vệ, các thông số chính.

Chương 2 : Tính toán ngắn mạch phục vụ bảo vệ role.

Chương 3 : Lựa chọn phương thức bảo vệ.

Chương 4 : Giới thiệu tính năng và thông số của các role sử dụng.

Chương 5 : Tính toán các thông số của role, kiểm tra sự làm việc của bảo vệ.

Trong thời gian qua, nhờ sự hướng dẫn tận tình của thầy giáo **GS.VS Trần Đình Long**, em đã hoàn thành đồ án tốt nghiệp của mình. Tuy nhiên, với khả năng và trình độ còn hạn chế nên không tránh khỏi những thiếu sót. Em rất mong nhận được sự góp ý, chỉ bảo của các thầy cô giáo.

Em xin chân thành cảm ơn **GS.VS.Trần Đình Long** và các thầy cô giáo trong bộ môn Hệ thống điện đã trang bị cho em những kiến thức chuyên ngành cần thiết trước khi tiếp nhận kiến thức thực tế khi trở thành một kỹ sư.

Hà Nội, ngày 30 tháng 5 năm 2006

## CHƯƠNG 1

### MÔ TẢ ĐỐI TƯỢNG ĐƯỢC BẢO VỆ, CÁC THÔNG SỐ CHÍNH

#### 1.1. VỊ TRÍ, VAI TRÒ TRẠM BIẾN ÁP XUÂN MAI TRONG HỆ THỐNG.

Công trình trạm biến áp 220/110/22 kV nằm trong dự án tổng thể quy hoạch, phát triển lưới điện tỉnh Hà Tây, cũng như lưới điện quốc gia. Theo dự báo về nhu cầu phát triển phụ tải do Viện Năng Lượng lập, trong những năm tới, mức độ gia tăng phụ tải tại khu vực tỉnh Hà Tây là rất cao. Trạm biến áp Xuân Mai được xây dựng nhằm mục đích tiếp nhận điện năng phía 220 kV của trạm Ba La-Hà Đông và Hoà Bình để trực tiếp cung cấp điện cho phụ tải phía 110 kV: Xuân Mai, Hoà Lạc, Sơn Tây, Vân Đình (tương lai) và phía 22 kV.

#### 1.2. SƠ ĐỒ ĐẦU DÂY

##### 1. Phía 220 kV

- Nguồn cấp điện cho trạm: + Đường dây 271-Hà Đông vào thanh cái C21 của trạm.  
+Đường dây 272-Hoà Bình vào thanh cái C22 của trạm.
- Từ thanh cái C21,C22-220kV qua CL 232-2 cấp cho máy biến áp AT2, cấp cho phụ tải 110kV thanh cái C11,C12 cấp cho phụ tải thanh cái 22kV- C42.
- Máy biến áp AT2
  - Công suất 125 MVA, có điều chỉnh điện áp dưới tải.
  - Công suất  $S_C / S_T / S_H$  : 125/125/25 MVA.

- Tổ đấu dây  $Y_{OTN}/\Delta-11$ .
- Máy biến áp AT1: Chưa lắp đặt.

**2. Phía 110 kV:** bao gồm:

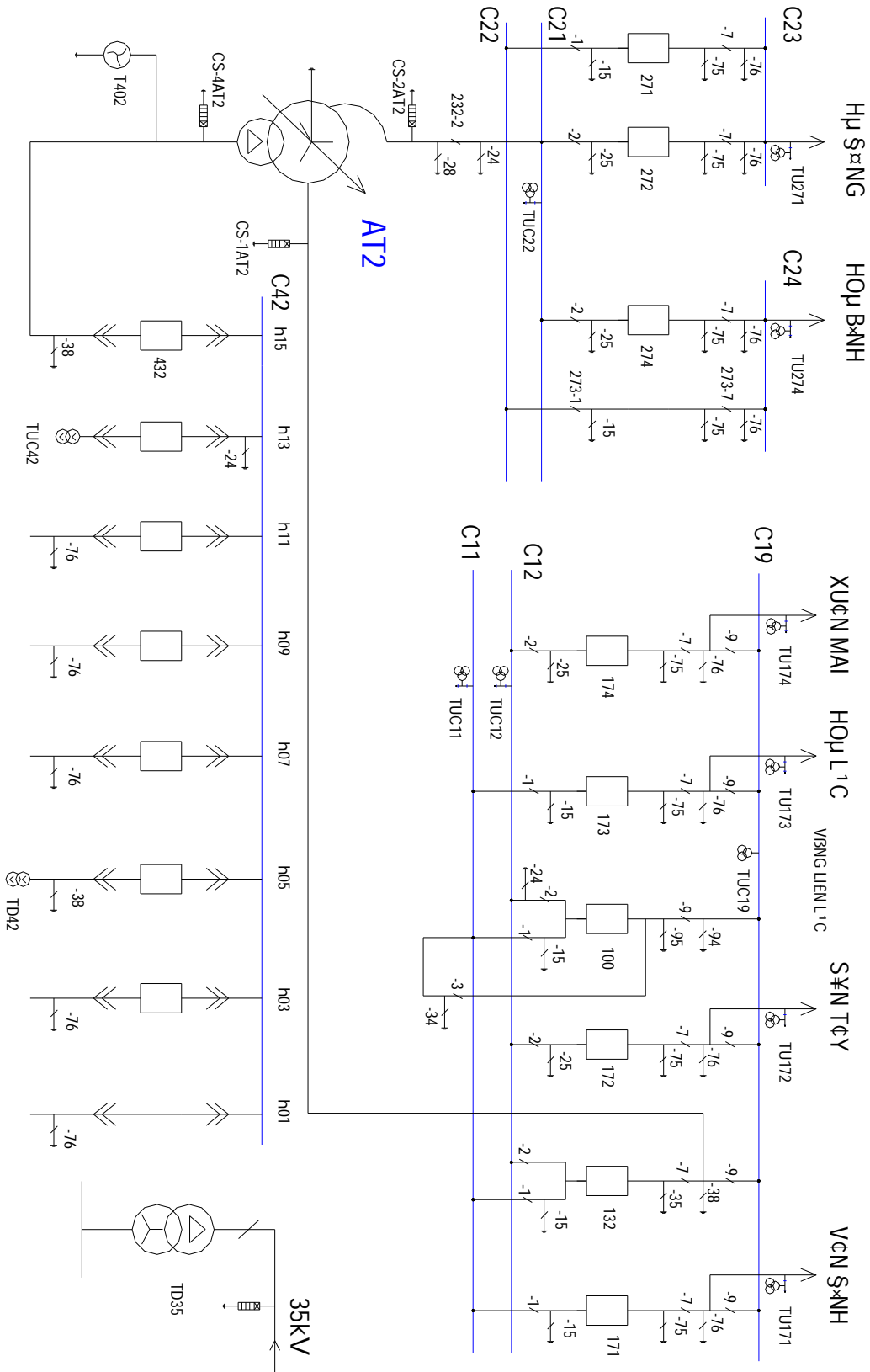
- 1 ngăn lộ tổng.
- 4 ngăn lộ ra:
  - + Xuân Mai 174
  - + Hoà Lạc 173
  - + Sơn Tây 172
  - + Vân Đình 171 (trunglai).
- 1 MC nối 100: bình thường làm nhiệm vụ nối giữa 2 thanh góp C11,C12. Khi 1 thanh góp mất điện hoặc cần thay thế, sửa chữa MC phía 110kV thì MC100 thay thế cho các MC khác.

**3. Phía 22 kV:** gồm 7 ngăn lộ:

- 1 ngăn lộ tổng
- 4 ngăn lộ ra.
- 1 ngăn máy biến áp tự dòng TD42 cấp tự dòng cho trạm.
- 1 ngăn biến điện áp TUC42.



## Sơ đồ nội tuyến chính trạm 220 kV Xuân Mai (e10.5)



### 1.3. CÁC THÔNG SỐ CỦA THIẾT BỊ CHÍNH TRONG TRẠM.



### 1.3.1. Máy biến áp.

Máy biến áp tự ngẫu nhãn hiệu OBF-125MVA-225/115/23 ngâm trong dầu, làm việc ngoài trời, công suất danh định 125 MVA.

. Điện áp danh định cuộn dây  $U_{Cdd} = 225 \text{ kV}$ .

$$U_{Tdd} = 115 \text{ kV}.$$

$$U_{Hdd} = 23 \text{ kV}.$$

. Tần số 50 Hz.

. Tỷ số điện áp:  $225 \text{ kV} \pm 8 \times 1,25\% / 115 \text{ kV} / 23 \text{ kV} \pm 2 \times 2,5\%$ .

. Kiểu làm mát ONAN/ONAF.

. Tổ đấu dây  $Y_{0TN}/\Delta-11$ .

. Điện áp ngắn mạch  $U_K(\text{C-H}) = 32,72\%$ .

$$U_K(\text{C-T}) = 10,78\%.$$

$$U_K(\text{T-H}) = 20,35\%.$$

. Tồn hao không tải  $P_{0(\text{C-T})} = 249,331 \text{ kW}$ ,

$$P_{0(\text{C-H})} = 37,945 \text{ kW},$$

$$P_{0(\text{T-H})} = 42,445 \text{ kW}.$$

### 1.3.2. Các thiết bị phân phối phía 220 kV.

#### 1. Máy cắt FXT-14F.

Máy cắt FXT-14F là loại tự nén và sử dụng khí SF6 để cách điện và dập hồ quang, là máy cắt ba pha làm việc ngoài trời, có một bộ truyền động dùng cho cả ba pha do đó phù hợp với việc tự động đóng lại ba pha.

Tiêu chuẩn sử dụng IEC 60056.

Điện áp định mức	kV	245
Tần số định mức	Hz	50
Dòng điện định mức	A	2000
Dòng cắt ngắn mạch định mức	kA	40

Dòng đóng sự cố định mức	kA	100
Trọng lượng khí SF6	kg	23,5
Thời gian cắt ngắn mạch lớn nhất	s	3
Chu trình thao tác O– 0,3s – CO – 3min CO – CO – 15s – CO		

Thời gian thao tác (ms)	Tg cắt bình thường	Tg cắt nhanh
Thời gian đóng	66 ± 8	56 ± 8
Thời gian cắt	32 ± 4	13 ± 3
Thời gian dập hồ quang	Ê 24	Ê 24
Thời gian cắt	Ê 60	Ê 50
Thời gian đóng – mở	60 ± 10	50 ± 10
Thời gian chết	300	300

## 2. Biến dòng điện CTH-245-ALSTOM.

- Tiêu chuẩn : IEC – 185
- Điện áp cao nhất của thiết bị : 245 kV
- Tần số danh định : 50 Hz
- Tỉ số biến dòng : 400-600-800-1200/1 A
  - + Cấp chính xác lõi 1 : 0,5; 30 VA
  - + Cấp chính xác lõi 2, 3, 4 : 5P20; 30 VA

## 3. Biến điện áp kiểu CCV –245-ALSTOM.

Máy biến điện áp sử dụng ngoài trời, theo tiêu chuẩn IEC – 186.

- . Điện áp sơ cấp định mức của lưới kV 230
- . Điện áp lớn nhất của lưới cho phép làm việc kV 245
- . Điện áp pha định mức cuộn sơ cấp kV  $220/\sqrt{3}$
- . Thông số các cuộn thứ cấp
  - Cuộn 1a – 1n

Điện áp định mức	V	$110/\sqrt{3}$
Cấp chính xác		0,5
Công suất định mức	VA	100
Công suất làm việc lớn nhất	VA	200
Cuộn 2a – 2n		
Điện áp định mức	V	110
Cấp chính xác		3P
Công suất định mức	VA	100
Tỉ số biến áp	kV	$220/\sqrt{3} : 0,11/\sqrt{3} : 0,11$

### 1.3.3. Thiết bị phân phối phía 110 kV

#### 1. Máy cắt GL-312.

Máy cắt GL-312 là loại tự nén và sử dụng khí SF6 để cách điện và dập hồ quang, là máy cắt ba pha làm việc ngoài trời, có một bộ truyền động dùng cho cả ba pha do đó phù hợp với việc tự động đóng lại ba pha.

Tiêu chuẩn sử dụng IEC 60056.

Điện áp định mức	kV	145
Tần số định mức	Hz	50
Dòng điện định mức	A	3150
Dòng cắt ngắn mạch định mức	kA	40
Dòng đóng sự cố định mức	kA	100
Trọng lượng khí SF6	kg	12
Thời gian cắt ngắn mạch lớn nhất	s	3
Chu trình thao tác	O – 0,3s – CO – 3min CO – CO – 15s – CO	

Thời gian thao tác (ms)	Tg cắt bình thường	Tg cắt nhanh
Thời gian đóng	$66 \pm 8$	$56 \pm 8$
Thời gian cắt	$32 \pm 4$	$13 \pm 3$
Thời gian dập hồ quang	Ê 24	Ê 24
Thời gian cắt	Ê 60	Ê 50
Thời gian đóng – mở	$60 \pm 10$	$50 \pm 10$
Thời gian chết	300	300

### 2. Biến dòng điện IOSK-123-HAEFELY.

- Tiêu chuẩn : IEC – 185
- Điện áp cao nhất của thiết bị : 123 kV
- Tần số danh định : 50 Hz
- Tỉ số biến dòng : 200-400-600-800/1 A
- + Cấp chính xác lõi 1 : 0,5; 30 VA
- + Cấp chính xác lõi 2, 3, 4 : 5P20; 30 VA

### 3. Biến điện áp kiểu TEVF –115-HAEFELY.

Máy biến điện áp sử dụng ngoài trời, theo tiêu chuẩn IEC – 186.

- . Điện áp sơ cấp định mức của lưới kV 115
- . Điện áp lớn nhất của lưới cho phép làm việc kV 121
- . Điện áp pha định mức cuộn sơ cấp kV  $110/\sqrt{3}$

. Thông số các cuộn thứ cấp

Cuộn 1a – 1n

- Điện áp định mức V  $110/\sqrt{3}$
- Cấp chính xác 0,5
- Công suất định mức VA 100
- Công suất làm việc lớn nhất VA 200

Cuộn 2a – 2n

Điện áp định mức	V	110
Cấp chính xác		3P
Công suất định mức	VA	100
Tỉ số biến áp	kV	$110/\sqrt{3} : 0,11/\sqrt{3} : 0,11$

#### **1.3.4. Thiết bị phân phối phía 22 kV**

##### **1. Tủ máy cắt VB6-25/20.**

Máy cắt chân không loại VB6-25/20 nằm trong tủ máy cắt, có thể kéo ra ngoài, bộ truyền động lò xo tích năng bằng động cơ hoặc bằng tay. Thao tác từ xa, tại chỗ bằng lệnh tại bộ rơ le số trên cửa tủ ngăn hạ áp hoặc nút ấn cơ khí trên cửa tủ ngăn cao áp.

Điện áp định mức	kV	24
Tần số định mức	Hz	50/60
Dòng điện định mức	A	2000
Dòng cắt ngắn mạch định mức	kA	25
Dòng đóng sự cố định mức	kA	63
Thời gian chịu ngắn mạch	sec	3

##### **2. Máy biến dòng điện SGS20/2K- RICHTER.**

- Tỉ số biến dòng 400- 800/1A

+ Cấp chính xác lõi 1 : 0,5; 15 VA

+ Cấp chính xác lõi 2, 3 : 5P20; 15 VA

- Điện áp định mức : 24 kV

##### **3. Máy biến điện áp EGG20-RICHTER.**

. Điện áp định mức cuộn sơ cấp : 23kV

. Thông số các cuộn thứ cấp :

Cuộn dây 1	$\frac{0,11}{\sqrt{3}}$ kV
Cuộn dây 2	$\frac{0,11}{3}$ kV

### 1.3.5. Các thiết bị bảo vệ trạm

- Thiết bị bảo vệ chính cho MBA của trạm là : bảo vệ so lệch 7UT512 và bảo vệ quá dòng 7SJ512.
- Ngoài ra để bảo vệ đường dây, thanh cái và MC trong trạm còn sử dụng một số loại bảo vệ khác như:
  - Bảo vệ quá dòng phía 22kV : 7SJ531
  - Bảo vệ kháng cách : 7SA513, 7SA511, REL511
  - Bảo vệ so lệch thanh cái trở kháng thấp: 7SS52
  - Bảo vệ chống từ chối tác động của MC: 7SV512...

## CHƯƠNG 2

### TÍNH TOÁN NGẮN MẠCH PHỤC VỤ BẢO VỆ RƠLE

Ngắn mạch trong hệ thống điện là hiện tượng các pha chập nhau, pha chập đất (hay chập dây trung tính), lúc xảy ra ngắn mạch tổng trở của hệ thống giảm đi, dòng điện tăng lên đáng kể gọi là dòng điện ngắn mạch. Trong thiết kế bảo vệ rơle, việc tính toán ngắn mạch nhằm xác định các trị số dòng điện ngắn mạch lớn nhất ( $I_{Nmax}$ ) và dòng điện ngắn mạch bé nhất ( $I_{Nmin}$ ) đi qua đối tượng bảo vệ để lựa chọn thiết bị bảo vệ rơle, cài đặt, chỉnh định các thông số và kiểm tra độ nhạy của rơle.

#### 2.1. ĐIỆN KHÁNG CÁC PHẦN TỬ VÀ SƠ ĐỒ THAY THẾ

Đối với tính toán bảo vệ rơle, chọn các đại lượng cơ bản sau:

$$+S_{cb} = S_{ddB} = 125 \text{ MVA} \quad (S_{ddB} = 125 \text{ MVA} / 125 \text{ MVA} / 25 \text{ MVA})$$

$$+U_{cb} = U_{dm} = 220 \text{ kV}, 110 \text{ kV}, 22 \text{ kV}$$

Cấp điện áp 220 kV có  $U_{cb1} = 220 \text{ kV}$

$$I_{cb1} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{cb1}} = \frac{125}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,328 \text{ kA}$$

Cấp điện áp 110 kV có  $U_{cb2} = 110 \text{ kV}$

$$I_{cb2} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{cb2}} = \frac{125}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0,656 \text{ kA}$$

Cấp điện áp 22 kV có  $U_{cb3} = 22 \text{ kV}$

$$I_{cb3} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{cb3}} = \frac{125}{\sqrt{3} \cdot 22} = 3,28 \text{ kA}$$

#### 2.1.1. Hệ thống

Theo số liệu của Trung tâm điều độ hệ thống điện Miền Bắc A1 với  $S_{cb} = 100 \text{ MVA}$ , và  $U_{cb} = U_{dm} = 220 \text{ kV}$  thì trong các chế độ phụ tải cực đại và phụ tải cực tiểu ta có điện kháng của hệ thống như sau:

$$*\text{Chế độ max: } X_{0H} = 0,04$$

$$X_{1H} = X_{2H} = 0,025$$

$$*\text{Chế độ min: } X_{0H} = 0,04$$

$$X_{1H} = X_{2H} = 0,035$$

Qui sang hệ đơn vị tương đối cơ bản đã chọn :

$$*\text{Chế độ max: } X_{0H} = 0,04 \cdot \frac{125}{100} = 0,05$$

$$X_{1H} = X_{2H} = 0,025 \cdot \frac{125}{100} = 0,031$$

\*Chế độ min:  $X_{0H} = 0,04 \cdot \frac{125}{100} = 0,05$

$$X_{1H} = X_{2H} = 0,035 \cdot \frac{125}{100} = 0,044$$

### 2.1.2. Máy biến áp

Điện áp ngắn mạch  $U_K\%$  của máy biến áp tự ngẫu AT1, AT2 như sau:

$$U_N^{C-T} = 10,78\% ; U_N^{C-H} = 32,72\% ; U_N^{T-H} = 20,35\%$$

$$U_N^C = \frac{1}{2}(U_N^{C-T} + U_N^{C-H} - U_N^{T-H}) = \frac{1}{2}(10,78 + 32,72 - 20,35) = 11,575\%$$

$$U_N^T = \frac{1}{2}(U_N^{T-H} + U_N^{C-T} - U_N^{C-H}) = \frac{1}{2}(20,35 + 10,78 - 32,72) = -0,795\%$$

$$U_N^H = \frac{1}{2}(U_N^{C-H} + U_N^{T-H} - U_N^{C-T}) = \frac{1}{2}(32,72 + 20,35 - 10,78) = 21,145\%$$

Điện kháng các cuộn dây:

$$X_C = \frac{U_N\%}{100} = 0,116$$

$$X_T = 0$$

$$X_H = \frac{U_N\%}{100} \cdot \frac{S_{cb}}{S_{Hdm}} = \frac{21,145}{100} \cdot \frac{125}{25} = 1,057$$

### 2.2. TÍNH TOÁN DÒNG ĐIỆN NGẮN MẠCH

Xác định dòng điện ngắn mạch qua các vị trí đặt BI trong các chế độ:

- Trạm vận hành 1 máy biến áp,  $S_N = S_{Nmax}$
- Trạm vận hành 2 máy biến áp,  $S_N = S_{Nmax}$
- Trạm vận hành 1 máy biến áp,  $S_N = S_{Nmin}$
- Trạm vận hành 2 máy biến áp,  $S_N = S_{Nmin}$

Các điểm ngắn mạch tính toán:

- Phía I (cao áp): N1 và N1'
- Phía II (trung áp): N2 và N2'
- Phía III (hạ áp): N3 và N3'

\*Chế độ cực đại:

.Công suất ngắn mạch trên thanh góp là lớn nhất.

.Tính ngắn mạch tại ba điểm  $N_1, N_2, N_3$ .

.Tính các dạng ngắn mạch  $N^{(3)}, N^{(1,1)}, N^{(1)}$

\*Chế độ cực tiểu:

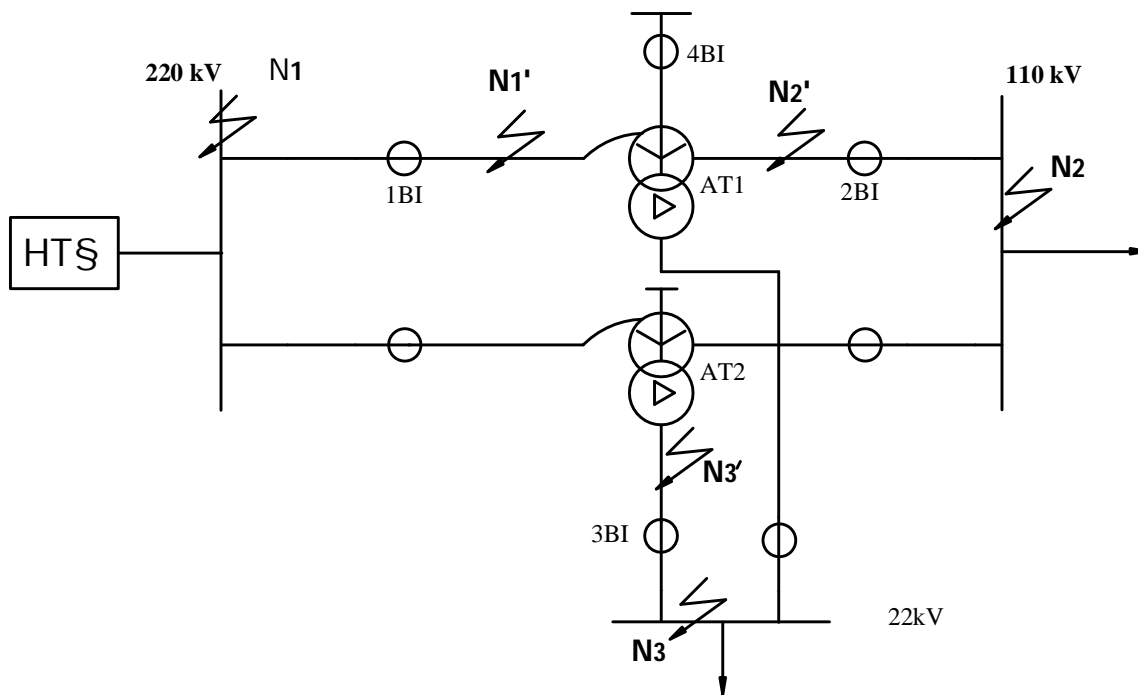
.Công suất ngắn mạch trên thanh góp là nhỏ nhất.



. Tính ngắn mạch tại ba điểm  $N_1, N_2, N_3$ .

. Tính các dạng ngắn mạch  $N^{(2)}, N^{(1,1)}, N^{(1)}$

\*Sơ đồ thay thế:

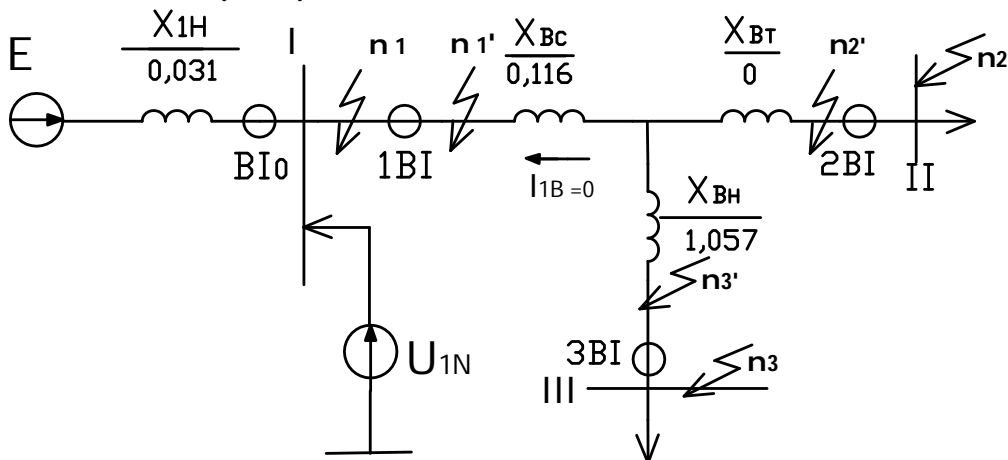


H.2.1. Sơ đồ thay thế của trạm

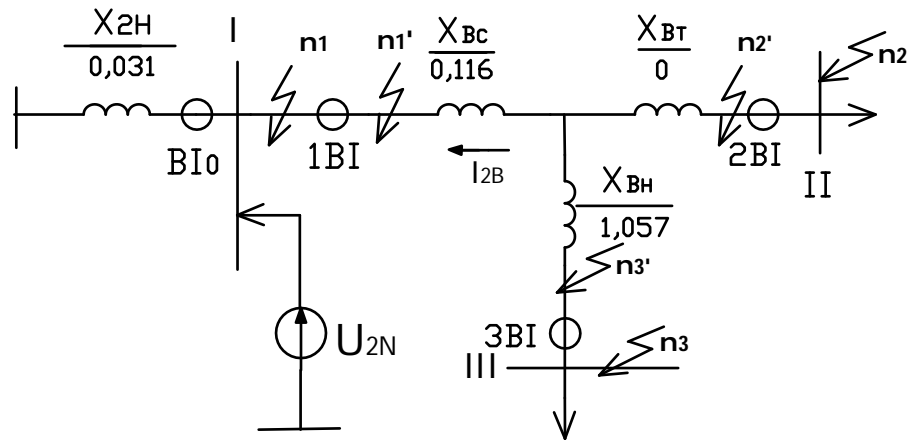
**2.2.1 .KHITRẠMVẬNHÀNH 1 MÁYBIẾNÁP,  $S_N = S_{NMAX}$**

Tính toán với các dạng ngắn mạch:  $N^{(3)}, N^{(1,1)}, N^{(1)}$

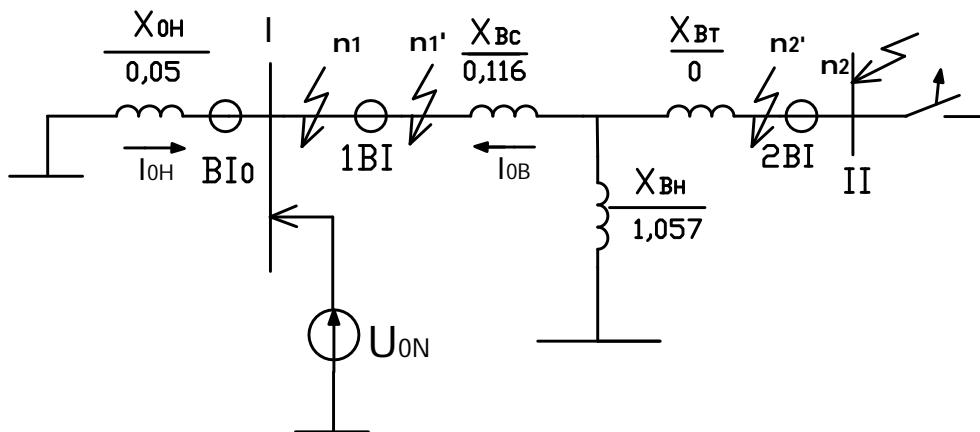
-Sơ đồ thứ tự thuận:



-Thứ tự nghịch:

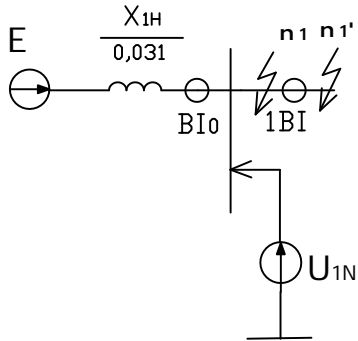


-Thứ tự không:



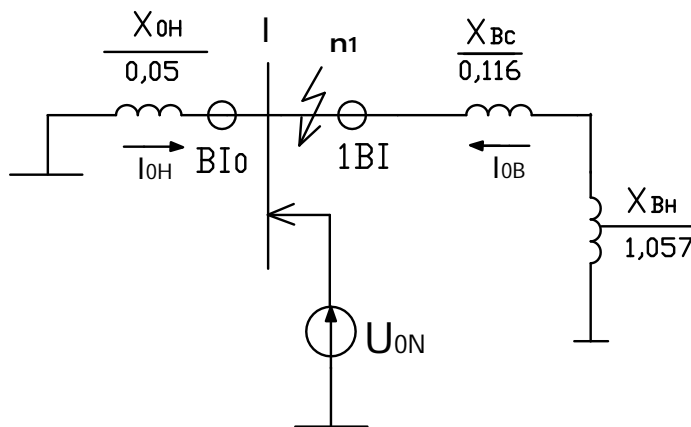
**1, Ngắn mạch phía I:** các dạng ngắn mạch  $N^{(3)}$ ,  $N^{(1,1)}$ ,  $N^{(1)}$

\*Điểm N1:



- Điện kháng thứ tự thuận và nghịch:

$$X_{1\Sigma} = X_{2\Sigma} = X_{1H} = X_{2H} = 0,031$$



-Điện kháng thứ tự không:

$$X_{0\Sigma} = X_{OH} // (X_{BC} + X_{BH}) = \frac{0,05 \cdot (0,116 + 1,057)}{0,05 + 0,116 + 1,057} = 0,048$$

**a, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(3)}$ :**  $I_N = \frac{E}{X_{1\Sigma}} = \frac{1}{0,031} = 32,258$

Dòng qua  $BI_0$ :  $I_{BI_0} = 32,258$

Dòng qua  $BI_1$ :  $I_{BI_1} = 32,258$  (khi ngắn mạch  $N^{(3)}$ )

Không có dòng qua các BI còn lại.

**b, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(1,1)}$ :**

-Dòng thứ tự thuận:

$$I_{1N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + \frac{X_{2\Sigma} X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}}} = \frac{1}{0,031 + \frac{0,031 \cdot 0,048}{0,031 + 0,048}} = 20,069$$

-Dòng thứ tự nghịch:

$$I_{2N} = -I_{1N} \frac{X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -20,069 \cdot \frac{0,048}{0,031 + 0,048} = -12,189$$

-Dòng thứ tự không:

$$I_{0N} = -I_{1N} \cdot \frac{X_{2\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -20,069 \cdot \frac{0,031}{0,031 + 0,048} = -7,879$$

-Điện áp chỗ ngắn mạch:

$$U_{IN}^{(1,1)} = I_{IN}^{(1,1)} \cdot \frac{X_{2\Sigma} \cdot X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = 20,069 \cdot \frac{0,031 \cdot 0,048}{0,031 + 0,048} = 0,378$$

$$U_{IN1}^{(1,1)} = U_{2N1}^{(1,1)} = U_{0N1}^{(1,1)} = 0,378$$

Giá trị dòng điện thứ tự không qua điện kháng hệ thống:

$$I_{0H}^{(1,1)} = -\frac{U_{0N1}^{(1,1)}}{X_{0H}} = -\frac{0,378}{0,05} = -7,56$$

Dòng điện thứ tự không qua cuộn dây máy biến áp:

$$I_{0B}^{(1,1)} = -\frac{U_{0N1}^{(1,1)}}{X_{BC} + X_H} = -\frac{0,378}{0,116 + 1,057} = -0,322$$

**\*Dòng điện  $N^{(1,1)}$  đi qua các BI:**

**\*Điểm N1:**

$$\begin{aligned} -BI_0: \quad I_{1BI_0} = I_{1H} = I_{1N} &= 20,069 \\ I_{2BI_0} = I_{2H} = I_{2N} &= -12,189 \end{aligned}$$

$$I_{0BI_0} = I_{0H} = -7,879$$

$$\begin{aligned} I_{BI_0}^{(1,1)} &= a^2 \cdot I_{1N} + a \cdot I_{2N} + I_{0H} = \\ &= \left( -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot 20,069 + \left( -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot (-12,189) - 7,879 \\ &= -11,819 - j27,936 = 30,333 \angle -112,93 \end{aligned}$$

$$-1BI: \quad I_{BI} = I_{0B} = -0,322$$

-2BI,3BI: không có dòng

$$-4BI: \quad I_{4BI} = 3 \cdot I_{0BI} \cdot I_{cb1} = 3 \cdot I_{0B} \cdot I_{cb1} = -3 \cdot 0,322 \cdot 0,328 = -0,317 \text{ kA}$$

**\*Điểm N1':**

$$-1BI: \quad I_{BI} = I_{BI_0} = 30,333 \angle -112,93$$

-2BI,3BI: không có dòng.

$$-4BI: \quad I_{4BI} = 3 \cdot I_{0BI} \cdot I_{cb1} = 3 \cdot I_{0B} \cdot I_{cb1} = -3 \cdot 0,322 \cdot 0,328 = -0,317 \text{ kA}$$

**c, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(1)}$ :**

$$I_{1N} = I_{2N} = I_{0N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = \frac{1}{0,031 + 0,031 + 0,048} = 9,091$$

$$U_{0N}^{(1)} = -X_{0\Sigma} \cdot I_{1N} = -0,048 \cdot 9,091 = -0,436$$

$$I_{0H}^{(1)} = -\frac{U_{0N1}^{(1)}}{X_{0H}} = -\frac{-0,436}{0,05} = 8,723$$

$$I_{0B}^{(1)} = -\frac{U_{0N1}^{(1)}}{X_{BC} + X_H} = -\frac{-0,436}{0,116 + 1,057} = 0,372$$

**\*Dòng điện  $N^{(1)}$  đi qua các BI:**

**\*Điểm N1:**

$$\begin{aligned} -BI_0: \quad I_{1BI_0} = I_{2BI_0} = I_{1H} = I_{1N} &= 9,091 \\ I_{0BI_0} = I_{0H} &= 8,723 \end{aligned}$$

Dòng pha lớn nhất:

$$I_{BI0}^{(1)} = I_{1N} + I_{2N} + I_{0H} = 9,091 + 9,091 + 8,723 = 26,905$$

-1BI: Chỉ có thành phần dòng thứ tự không qua

$$I_{BI1} = I_{0B} = 0,372$$

-2BI,3BI: không có dòng

-4BI:  $I_{4BI} = 3 \cdot I_{01BI} \cdot I_{cb1} = 3 \cdot I_{0B} \cdot I_{cb1} = 3 \cdot 0,372 \cdot 0,328 = 0,336 \text{ kA}$

**\*Điểm N1':**

-1BI:  $I_{1BI} = I_{BI0} = 26,905$

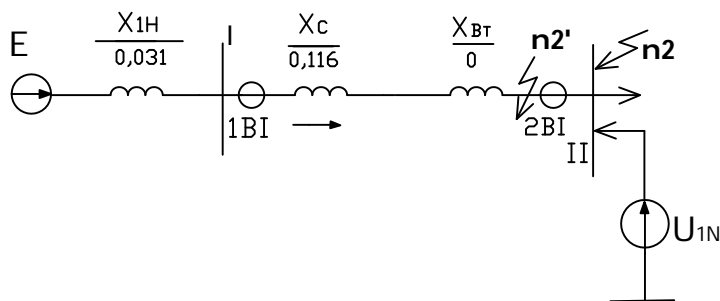
-2BI,3BI: không có dòng.

-4BI:  $I_{4BI} = 3 \cdot I_{01BI} \cdot I_{cb1} = 3 \cdot I_{0B} \cdot I_{cb1} = 3 \cdot 0,372 \cdot 0,328 = 0,336 \text{ kA}$

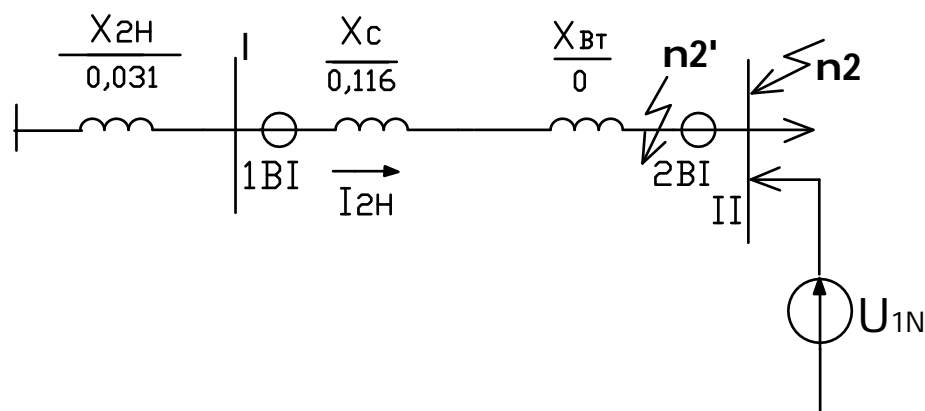
**2, Ngắn mạch phía II:** các dạng ngắn mạch  $N^{(3)}$ ,  $N^{(1,1)}$ ,  $N^{(1)}$

Điểm ngắn mạch: N2 và N2'

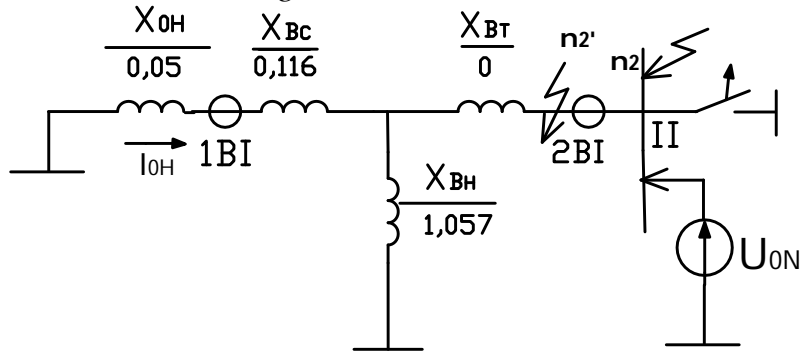
*\*Sơ đồ thứ tự thuận:*



*\*Sơ đồ thứ tự nghịch:*



\*Sơ đồ thứ tự không:



-Điện kháng thứ tự thuận và nghịch:

$$X_{1\Sigma} = X_{2\Sigma} = X_{1H} + X_{BC} = 0,031 + 0,116 = 0,147$$

-Điện kháng thứ tự không:

$$X_{0\Sigma} = X_{BH} / (X_{0H} + X_{BC}) = 1,057 / (0,05 + 0,116) = 0,143$$

**a, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(3)}$ :**

$$I_N = \frac{E}{X_{1\Sigma}} = \frac{1}{0,147} = 6,803$$

Dòng ngắn mạch qua các BI:

-1BI, 2BI:  $I_{1BI} = I_N = 6,803$

Các BI còn lại không có dòng qua.

**b, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(1)}$ :**

$$I_{1N} = I_{2N} = I_{0N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = \frac{1}{0,147 + 0,147 + 0,143} = 2,286$$

$$U_{0N2}^{(1)} = -X_{0\Sigma} \cdot I_{1N} = -0,143 \cdot 2,286 = -0,328$$

$$I_{0H}^{(1)} = -\frac{U_{0N2}^{(1)}}{X_{0H} + X_{BC}} = -\frac{-0,328}{0,05 + 0,116} = 1,976$$

$$I_{0BH}^{(1)} = -\frac{U_{0N2}^{(1)}}{X_{BH}} = -\frac{-0,328}{1,057} = 0,31$$

$$I_{02BI}^{(1)} = I_{0N} = 2,286$$

\*Dòng điện  $N^{(1)}$  đi qua các BI:

\*Điểm N2:

$$\text{-1BI: } I_{01BI} = I_{0H} = 1,976$$

$$I_{11BI} = I_{1N} = 2,286$$

$$I_{21BI} = I_{2N} = 2,286$$

Dòng pha lớn nhất:

$$I_{1BI}^{(1)} = I_{1N} + I_{2N} + I_{0H} = 2,286 + 2,286 + 1,976 = 6,548$$

$$\begin{aligned} -2BI: \quad I_{12BI} &= I_{1N} = 2,286 \\ I_{22BI} &= I_{2N} = 2,286 \\ I_{02BI} &= 2,286 \end{aligned}$$

Dòng pha lớn nhất:

$$I_{2BI}^{(1)} = I_{1N} + I_{2N} + I_{02BI} = 2,286 + 2,286 + 2,286 = 6,858$$

-3BI: Không có dòng qua

$$-4BI: I_{4BI} = 3(I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = 3(1,976 \cdot 0,328 - 2,286 \cdot 0,656) = -2,554 \text{ kA}$$

**\*Điểm N2':**

-1BI: giống như điểm N2

$$I_{1BI}^{(1)} = 6,548$$

-2BI: không có dòng qua 2BI

-3BI: không có dòng qua 3BI

-4BI: giống như điểm N2

$$I_{4BI} = 3(I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = 3(1,976 \cdot 0,328 - 2,286 \cdot 0,656) = -2,554 \text{ kA}$$

**c, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(1,1)}$ :**

$$I_{1N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + \frac{X_{2\Sigma} X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}}} = \frac{1}{0,147 + \frac{0,147 \cdot 0,143}{0,147 + 0,143}} = 4,554$$

$$I_{2N} = -I_{1N} \frac{X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -4,554 \cdot \frac{0,143}{0,147 + 0,143} = -2,249$$

$$I_{0N} = -I_{1N} \cdot \frac{X_{2\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -4,554 \cdot \frac{0,147}{0,147 + 0,143} = -2,304$$

$$U_{1N}^{(1,1)} = I_{1N}^{(1,1)} \cdot \frac{X_{2\Sigma} \cdot X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = 4,554 \cdot \frac{0,147 \cdot 0,143}{0,147 + 0,143} = 0,331$$

$$U_{0N}^{(1,1)} = U_{1N}^{(1,1)} = U_{2N}^{(1,1)} = 0,331$$

$$I_{0H}^{(1,1)} = -\frac{U_{0N2}^{(1,1)}}{X_{0H} + X_{BC}} = -\frac{0,331}{0,05 + 0,116} = -1,992$$

$$I_{0BH}^{(1,1)} = -\frac{U_{0N2}^{(1,1)}}{X_{BH}} = -\frac{0,331}{1,057} = -0,313$$

$$I_{02BI}^{(1,1)} = I_{0N} = -2,304$$

**\*Dòng điện  $N^{(1,1)}$  đi qua các BI:**

**\*Điểm N2:**

$$\begin{aligned}
 -1BI: \quad & I_{11BI} = I_{1H} = I_{1N} = 4,554 \\
 & I_{21BI} = I_{2H} = I_{2N} = -2,249 \\
 & I_{01BI} = I_{0H} = -1,992 \\
 & I_{1BI}^{(1,1)} = a^2 \cdot I_{1H} + a \cdot I_{2H} + I_{0H} = \\
 & = \left( -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot 4,554 + \left( -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot (-2,249) - 1,992 \\
 & = -3,145 - j5,892 = 6,679 \angle -118,09
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 -2BI: \quad & I_{12BI} = I_{1N} = 4,554 \\
 & I_{22BI} = I_{2N} = 2,249 \\
 & I_{02BI} = -2,304 \\
 & I_{2BI}^{(1,1)} = a^2 \cdot I_{1N} + a \cdot I_{2N} + I_{0H} = \\
 & = \left( -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot 4,554 + \left( -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot (-2,249) - 2,304 \\
 & = -3,457 - j5,892 = 6,831 \angle -120,4
 \end{aligned}$$

-3BI: không có dòng qua

$$-4BI: I_{4BI} = 3(I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = 3(-1,992 \cdot 0,328 + 2,304 \cdot 0,656) = 2,574 \text{ kA}$$

**\*Điểm N2':**

-1BI: giống như điểm N2

$$I_{BI0}^{(1,1)} = 6,679 \angle -118,09$$

-2BI: không có dòng qua 2BI

-3BI: không có dòng qua 3BI

-4BI: giống như điểm N2

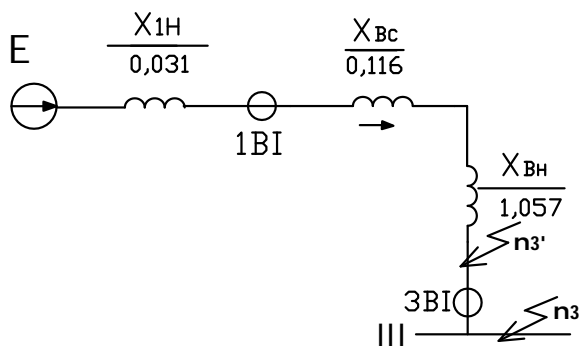
$$I_{4BI} = 3(I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = 3(-1,992 \cdot 0,328 + 2,304 \cdot 0,656) = 2,574 \text{ kA}$$

**3, Ngắn mạch phía III: dạng ngắn mạch N<sup>(3)</sup>**

**\*Điểm N3:**

Cuộn dây hạ áp của máy biến áp nối tam giác nên ở chế độ công suất ngắn mạch cực đại chỉ cần tính toán với dạng ngắn mạch ba pha đối xứng N<sup>(3)</sup>.





$$X_{1\Sigma} = X_{1H} + X_{BC} + X_{BH} = 0,031 + 0,116 + 1,057 = 1,204$$

Dòng ngắn mạch ba pha đối xứng  $N^{(3)}$  tại điểm ngắn mạch:

$$I_{N3}^{(3)} = \frac{1}{X_{1\Sigma}} = \frac{1}{1,204} = 0,831$$

Dòng ngắn mạch qua các BI:

$$\text{-1BI,3BI: } I_{1BI} = I_{3BI} = 0,831$$

Không có dòng qua các BI còn lại.

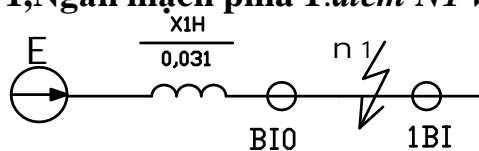
**\*Điểm N3':**

$$\text{-1BI: } I_{1BI} = 0,831$$

Không có dòng qua các BI còn lại.

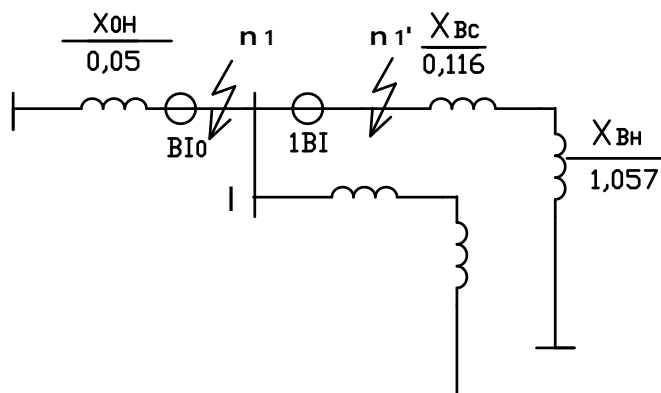
## 2.2.2. KHITRẠM VẬN HÀNH 2 MÁY BIẾN ÁP SONG SONG, $S_N = S_{NMAX}$

1, Ngắn mạch phía 1: điểm N1 và N1'



$$X_{1\Sigma} = X_{1H} = 0,031$$

$$X_{2\Sigma} = X_{2H} = 0,031$$



$$X_{CH} = \frac{X_{BH}}{2} + \frac{X_{BC}}{2} = \frac{1,057}{2} + \frac{0,116}{2} = 0,587$$

$$X_{0\Sigma} = \frac{X_{0H} \cdot X_{CH}}{X_{0H} + X_{CH}} = \frac{0,05 \cdot 0,587}{0,05 + 0,587} = 0,046$$

**a, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(3)}$ :**

$$I_N = \frac{E}{X_{1\Sigma}} = \frac{1}{0,031} = 32,258$$

- Dòng ngắn mạch qua BI<sub>0</sub>:

$$I_{BI_0} = 32,258$$

- Dòng ngắn mạch qua BI<sub>1</sub>:

$$I_{BI_1} = 32,258 \cdot 0,5 = 16,129 \text{ (khi ngắn mạch } N^{(1)})$$

- Không có dòng qua các BI còn lại

**b, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(1)}$ :**

Các thành phần đối xứng của dòng ngắn mạch tại điểm ngắn mạch:

$$I_{1N} = I_{2N} = I_{0N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = \frac{1}{0,031 + 0,031 + 0,046} = 9,259$$

Dòng thứ tự không đi qua hệ thống:

$$I_{OH} = I_{0N} \cdot \frac{X_{CH}}{X_{CH} + X_{OH}} = 9,259 \cdot \frac{0,587}{0,587 + 0,05} = 8,526$$

Dòng thứ tự không đi qua máy biến áp:

$$I_{OB} = I_{0N} \cdot \frac{X_{OH}}{X_{CH} + X_{OH}} = 9,259 \cdot \frac{0,05}{0,587 + 0,05} = 0,727$$

**\* Dòng điện  $N^{(1)}$  đi qua các BI:**

**\* Điểm N1:**

-BI<sub>0</sub>:  $I_{1BI_0} = I_{2BI_0} = I_{IH} = I_{1N} = 9,259$

$$I_{0BI_0} = I_{OH} = 8,526$$

Dòng pha lớn nhất:

$$I_{BI_0}^{(1)} = I_{1N} + I_{2N} + I_{OH} = 9,259 + 9,259 + 8,526 = 27,044$$

-1BI: Chỉ có thành phần dòng thứ tự không qua

$$I_{1BI} = 0,5 \cdot I_{OB} = 0,5 \cdot 0,727 = 0,364$$

-2BI: không có dòng

-3BI: không có dòng

-4BI:  $I_{4BI} = 3 \cdot I_{01BI} \cdot I_{cb1} = 3 \cdot 0,364 \cdot 0,328 = 0,358 \text{ kA}$

**\* Điểm N1':**

$$\begin{aligned}
 -1\text{BI:} \quad & I_{11\text{BI}} = I_{1\text{N}} = 9,259 \\
 & I_{21\text{BI}} = I_{2\text{N}} = 9,259 \\
 & I_{01\text{BI}} = 0,5 \cdot I_{0\text{B}} = 0,5 \cdot 0,727 = 0,364 \\
 & I_{1\text{BI}}^{(1)} = I_{1\text{N}} + I_{2\text{N}} + I_{0\text{H}} = 9,259 + 9,259 + 0,364 = 18,882 \\
 -2\text{BI:} \quad & \text{không có dòng.} \\
 -3\text{BI:} \quad & \text{không có dòng} \\
 -4\text{BI:} \quad & I_{4\text{BI}} = 3 \cdot I_{01\text{BI}} \cdot I_{\text{cb1}} = 3 \cdot 0,364 \cdot 0,328 = 0,358 \text{kA}
 \end{aligned}$$

**c. Xét dạng ngắn mạch  $N^{(1,1)}$ :**

$$\begin{aligned}
 I_{1\text{N}} &= \frac{E}{X_{1\Sigma} + \frac{X_{2\Sigma} X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}}} = \frac{1}{0,031 + \frac{0,031 \cdot 0,046}{0,031 + 0,046}} = 20,194 \\
 I_{2\text{N}} &= -I_{1\text{N}} \frac{X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -20,194 \cdot \frac{0,046}{0,031 + 0,046} = -12,069 \\
 I_{0\text{N}} &= -I_{1\text{N}} \cdot \frac{X_{2\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -20,194 \cdot \frac{0,031}{0,031 + 0,046} = -8,121 \\
 U_{1\text{N}}^{(1,1)} &= I_{1\text{N}}^{(1,1)} \cdot \frac{X_{2\Sigma} \cdot X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = 20,194 \cdot \frac{0,031 \cdot 0,046}{0,031 + 0,046} = 0,374
 \end{aligned}$$

$$U_{1\text{N1}}^{(1,1)} = U_{2\text{N1}}^{(1,1)} = U_{0\text{N1}}^{(1,1)} = 0,374$$

Giá trị dòng điện thứ tự không qua điện kháng hệ thống:

$$I_{0\text{H}}^{(1,1)} = -\frac{U_{0\text{N1}}^{(1,1)}}{X_{0\text{H}}} = -\frac{0,374}{0,05} = -7,483$$

Dòng điện thứ tự không qua cuộn dây máy biến áp:

$$I_{0\text{B}}^{(1,1)} = -\frac{U_{0\text{N1}}^{(1,1)}}{X_{\text{CH}}} = -\frac{0,374}{0,587} = -0,638$$

**\*Dòng điện  $N^{(1,1)}$  đi qua các BI:**

**\*Điểm N1:**

$$\begin{aligned}
 -\text{BI}_0: \quad & I_{1\text{BI}_0} = I_{1\text{H}} = I_{1\text{N}} = 20,194 \\
 & I_{2\text{BI}_0} = I_{2\text{H}} = I_{2\text{N}} = -12,069 \\
 & I_{0\text{BI}_0} = I_{0\text{H}} = -7,483 \\
 & I_{\text{BI}_0}^{(1,1)} = a^2 \cdot I_{1\text{N}} + a \cdot I_{2\text{N}} + I_{0\text{H}} =
 \end{aligned}$$

$$= \left( -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot 20,194 + \left( -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot (-12,069) - 7,483$$

$$= -11,545 - j27,941 = 30,232 \angle -112,45$$

-1BI:  $I_{1BI} = 0,5 \cdot I_{0B} = -0,5 \cdot 0,638 = -0,319$

-2BI: không có dòng

-3BI: không có dòng

-4BI:  $I_{4BI} = 3 \cdot I_{01BI} \cdot I_{cb1} = -3 \cdot 0,319 \cdot 0,328 = -0,314 \text{ kA}$

**\*Điểm N1':**

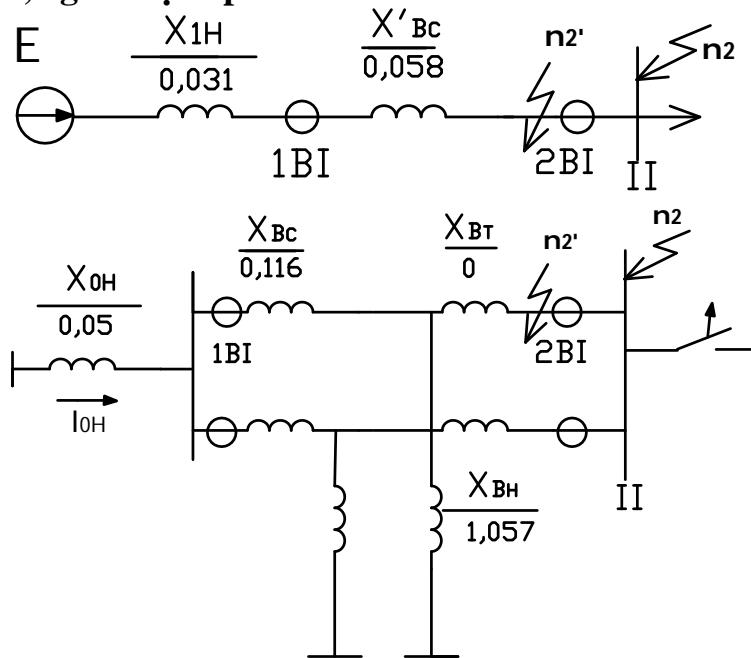
-1BI:  $I_{1BI} = I_{B10} = 30,232 \angle -112,45$

-2BI: không có dòng.

-3BI: không có dòng.

-4BI:  $I_{4BI} = 3 \cdot I_{01BI} \cdot I_{cb1} = -3 \cdot 0,319 \cdot 0,328 = -0,314 \text{ kA}$

**2, Ngắn mạch phía II: N2 và N2'**



- Điện kháng thứ tự thuận và nghịch:

$$X_{1\Sigma} = X_{2\Sigma} = X_{1H} + 0,5 \cdot X_{BC} = 0,031 + 0,5 \cdot 0,116 = 0,089$$

- Biến đổi sơ đồ TTK:

$$X'_{BH} = 0,5 \cdot X_{BH} = 0,5 \cdot 1,057 = 0,529$$

$$X'_{BC} = 0,5 \cdot X_{BC} = 0,5 \cdot 0,116 = 0,058$$

$$X_{0C'} = X_{0H} + X'_{BC} = 0,05 + 0,058 = 0,108$$

$$X_{0\Sigma} = X_{0C'} // X'_{BH} = \frac{0,108 \cdot 0,529}{0,108 + 0,529} = 0,09$$

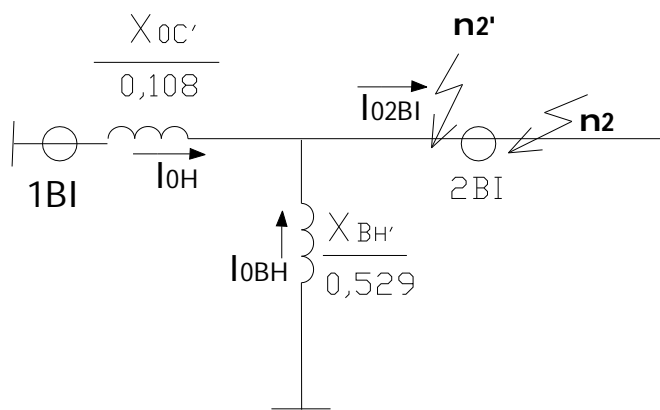
**a, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(3)}$  :**

$$I_N = \frac{E}{X_{1\Sigma}} = \frac{1}{0,089} = 11,236$$

**Dòng ngắn mạch qua các BI:**

-1BI, 2BI:  $I_{1BI} = I_N = 0,5 \cdot 11,236 = 5,618$

Các BI còn lại không có dòng qua.



**b, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(1)}$  :**

$$I_{1N} = I_{2N} = I_{0N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = \frac{1}{0,089 + 0,089 + 0,09} = 3,736$$

$$U_{0N2}^{(1)} = -X_{0\Sigma} \cdot I_{1N} = -0,09 \cdot 3,736 = -0,335$$

$$I_{0H}^{(1)} = -\frac{U_{0N2}^{(1)}}{X_{0H} + X_{BC'}} = -\frac{-0,335}{0,05 + 0,058} = 3,102$$

$$I_{0BH}^{(1)} = -\frac{U_{0N2}^{(1)}}{X_{BH'}} = -\frac{-0,335}{0,529} = 0,633$$

$$I_{02BI}^{(1)} = I_{0N} = 3,736$$

**\*Dòng điện  $N^{(1)}$  đi qua các BI:**

**\*Điểm N2:**

-1BI:  $I_{01BI} = 0,5 \cdot I_{0H} = 0,5 \cdot 3,102 = 1,551$

$I_{11BI} = 0,5 \cdot I_{1N} = 0,5 \cdot 3,736 = 1,868$

$I_{21BI} = 0,5 \cdot I_{2N} = 0,5 \cdot 3,736 = 1,868$

Dòng pha lớn nhất:

$$I_{1BI}^{(1)} = I_{1N} + I_{2N} + I_{0H} = 0,5 \cdot (3,736 + 3,736 + 3,102) = 5,287$$

-2BI:  $I_{12BI} = 0,5 \cdot I_{1N} = 1,868$

$$I_{22BI} = 0,5 \cdot I_{2N} = 1,868$$

$$I_{02BI} = 0,5 \cdot I_{0N} = 1,868$$

Dòng pha lớn nhất:

$$I_{2BI}^{(1)} = I_{1N} + I_{2N} + I_{02BI} = 1,868 \cdot 3 = 5,604$$

-3BI: không có dòng qua

-4BI:  $I_{4BI} = 3(I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = 3(1,551 \cdot 0,328 - 1,868 \cdot 0,656) = -2,15 \text{ kA}$

**\*Điểm N2':**

-1BI: giống như điểm N2

$$I_{1BI}^{(1)} = 5,287$$

-2BI: giống như điểm N2  $I_{2BI}^{(1)} = 5,604$

-3BI: không có dòng qua 2BI

-4BI: giống như điểm N2

$$I_{4BI} = 3(I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = 3(1,551 \cdot 0,328 - 1,868 \cdot 0,656) = -2,15 \text{ kA}$$

**c, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(1,1)}$ :**

$$I_{1N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + \frac{X_{2\Sigma} X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}}} = 7,481$$

$$I_{2N} = -I_{1N} \frac{X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -3,754$$

$$I_{0N} = -I_{1N} \cdot \frac{X_{2\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -3,726$$

$$U_{1N}^{(1,1)} = I_{1N}^{(1,1)} \cdot \frac{X_{2\Sigma} \cdot X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = 0,334$$

$$U_{0N}^{(1,1)} = U_{1N}^{(1,1)} = U_{2N}^{(1,1)} = 0,334$$

$$I_{0H}^{(1,1)} = -\frac{U_{0N2}^{(1,1)}}{X_{0H} + X_{BC'}} = -\frac{0,334}{0,108} = -3,093$$

$$I_{0BH}^{(1,1)} = -\frac{U_{0N2}^{(1,1)}}{X_{BH'}} = -\frac{0,334}{0,529} = -0,631$$

$$I_{02BI}^{(1,1)} = I_{0N} = -3,726$$

**\*Dòng điện  $N^{(1,1)}$  đi qua các BI:**

**\*Điểm N2:**

-1BI:  $I_{11BI} = 0,5 \cdot I_{1H} = 0,5 \cdot I_{1N} = 0,5 \cdot 7,481 = 3,741$

$$I_{21BI} = 0,5 \cdot I_{2H} = 0,5 \cdot I_{2N} = -1,877$$

$$I_{01BI} = 0,5 \cdot I_{0H} = -1,547$$

$$I_{1BI}^{(1,1)} = a^2 \cdot I_{1H} + a \cdot I_{2H} + I_{0H} =$$

$$= \left( -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot 3,741 + \left( -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot (-1,877) - 1,547$$

$$= -2,479 - j4,865 = 5,46 \angle -117$$

-2BI:  $I_{12BI} = 3,741$

$$I_{22BI} = -1,877$$

$$I_{02BI} = 0,5 \cdot I_{02BI}^{(1,1)} = -1,863$$

$$I_{2BI}^{(1,1)} = a^2 \cdot I_{1N} + a \cdot I_{2N} + I_{0H} =$$

$$= \left( -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot 3,741 + \left( -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot (-1,877) - 1,863$$

$$= -2,795 - j4,865 = 5,611 \angle -120$$

-3BI: không có dòng qua

$$-4BI: I_{4BI} = 3(I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = 3(-1,547 \cdot 0,328 + 1,863 \cdot 0,656) = 2,144 \text{ kA}$$

**\*Điểm N2':**

-1BI: giống như điểm N2

$$I_{1BI}^{(1,1)} = 5,46 \angle -117$$

-2BI: giống như điểm N2:  $I_{2BI}^{(1,1)} = 5,611 \angle -120$

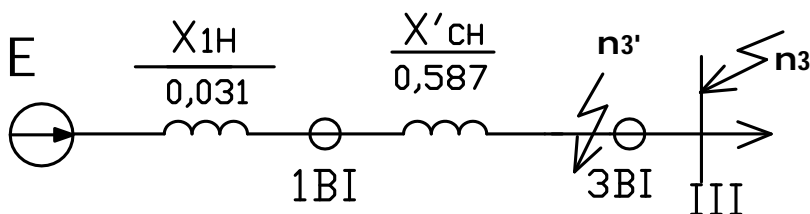
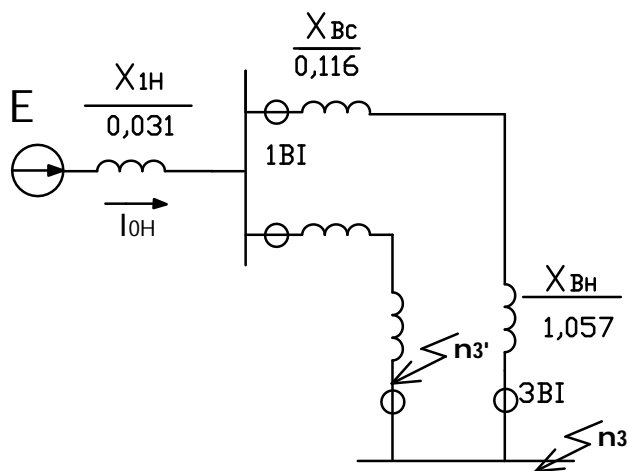
-3BI: không có dòng qua 3BI

-4BI: giống như điểm N2

$$I_{4BI} = 3(I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = 3(-1,547 \cdot 0,328 + 1,863 \cdot 0,656) = 2,144 \text{ kA}$$

**3, Ngắn mạch phía III: dạng ngắn mạch  $N^{(3)}$**

**\*Điểm N3:**



$$X_{1\Sigma} = X_{1H} + 0,5 \cdot (X_{BC} + X_{BH}) = 0,031 + 0,5 \cdot (0,116 + 1,057) = 0,618$$

Dòng ngắn mạch ba pha đối xứng  $N^{(3)}$  tại điểm ngắn mạch:

$$I_N^{(3)} = \frac{1}{X_{1\Sigma}} = \frac{1}{0,618} = 1,618$$

Dòng ngắn mạch qua các BI:

$$\text{-1BI,3BI: } I_{1BI} = I_{3BI} = 0,5 \cdot 1,618 = 0,809$$

Không có dòng qua các BI còn lại.

**\*Điểm N3':**

$$\text{-1BI,3BI: } I_{1BI} = I_{3BI} = 0,809$$

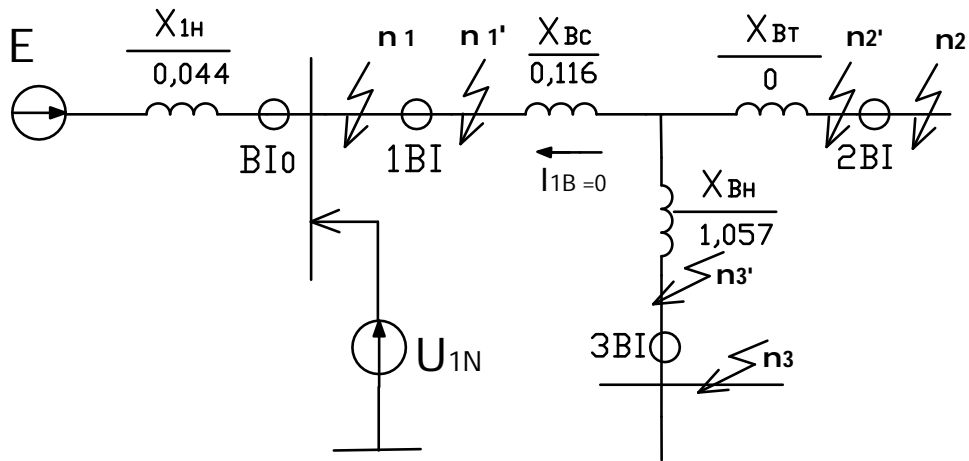
Không có dòng qua các BI còn lại.

### 2.2.3. KHITRẠMVẬNHÀNH 1 MÁYBIẾNÁP, $S_N = S_{NMIN}$

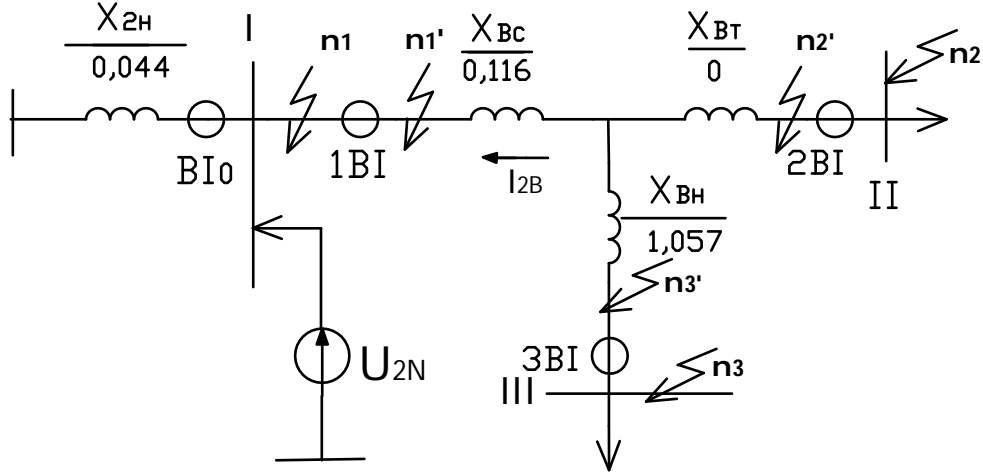
Tính toán với các dạng ngắn mạch:  $N^{(2)}$ ,  $N^{(1,1)}$ ,  $N^{(1)}$

-Sốđề thứ tự thuận:

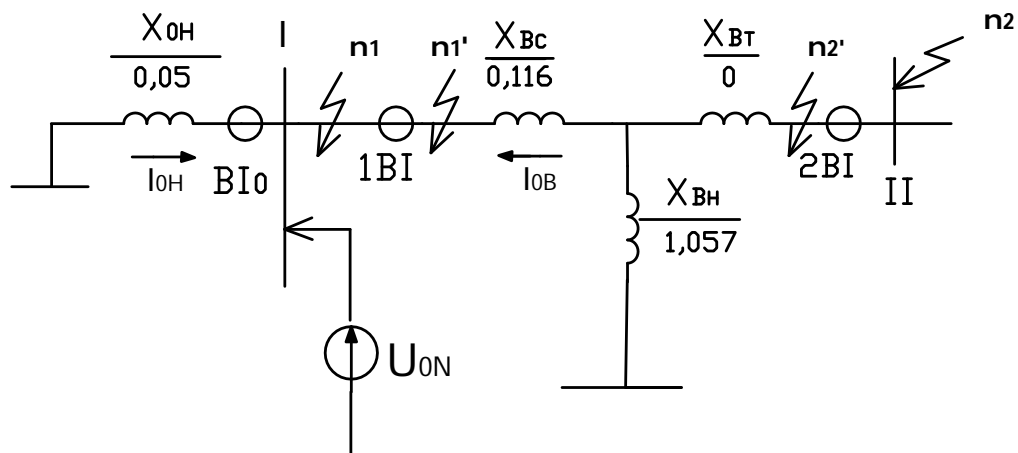




-Thứ tự nghịch:

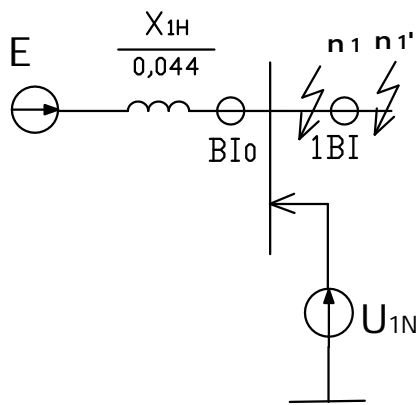


-Thứ tự không:



**1, Ngăn mạch phía I:** các dạng ngắn mạch  $N^{(2)}, N^{(1,1)}, N^{(1)}$

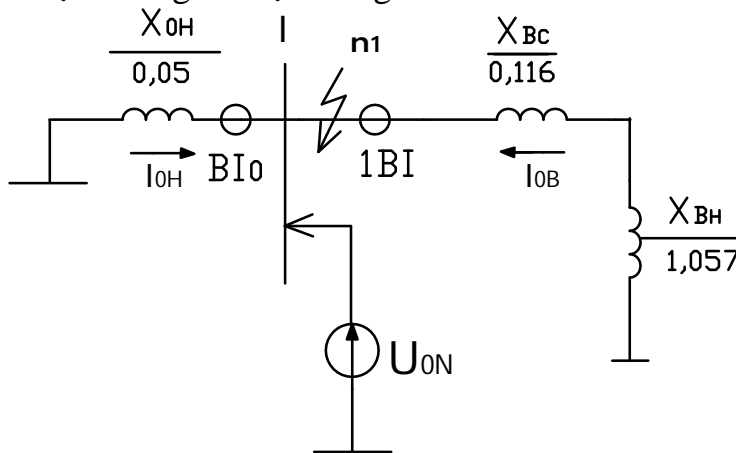
\*Điểm N1:



- Điện kháng thứ tự thuận (nghịch):

$$X_{1\Sigma} = X_{2\Sigma} = X_{1H} = X_{2H} = 0,044$$

- Điện kháng thứ tự không:



$$X_{0\Sigma} = X_{0H} // (X_{BC} + X_{BH}) = \frac{0,05 \cdot (0,116 + 1,057)}{0,05 + 0,116 + 1,057} = 0,048$$

**a, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(2)}$ :**

$$I_{1N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma}} = \frac{1}{0,088} = 11,364$$

$$I_{2N} = -I_{1N} = -11,364$$

Dòng qua  $BI_0$ :  $I_{BI_0} = \sqrt{3} \cdot 11,364 = 19,683$

Dòng qua  $BI_1$ :  $I_{BI_1} = 19,683$  (khi ngắn mạch  $N^{(2)}$ )

Không có dòng qua các BI còn lại.

**b, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(1)}$ :**

Dòng thứ tự thuận:

$$I_{1N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + \frac{X_{2\Sigma} X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}}} = \frac{1}{0,044 + \frac{0,044 \cdot 0,048}{0,044 + 0,048}} = 14,935$$

Dòng thứ tự nghịch:

$$I_{2N} = -I_{1N} \frac{X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -14,935 \cdot \frac{0,048}{0,044 + 0,048} = -7,79$$

Dòng thứ tự không:

$$I_{0N} = -14,935 + 7,79 = -7,145$$

Điện áp chỗ ngắt mạch:

$$U_{1N}^{(1,1)} = I_{1N}^{(1,1)} \cdot \frac{X_{2\Sigma} \cdot X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = 14,935 \cdot \frac{0,044 \cdot 0,048}{0,044 + 0,048} = 0,343$$

$$U_{1N1}^{(1,1)} = U_{2N1}^{(1,1)} = U_{0N1}^{(1,1)} = 0,343$$

Giá trị dòng điện thứ tự không qua điện kháng hệ thống:

$$I_{0H}^{(1,1)} = -\frac{U_{0N1}^{(1,1)}}{X_{0H}} = -\frac{0,334}{0,05} = -6,855$$

Dòng điện thứ tự không qua cuộn dây máy biến áp:

$$I_{0B}^{(1,1)} = -\frac{U_{0N1}^{(1,1)}}{X_{BC} + X_H} = -\frac{0,343}{0,116 + 1,057} = -0,292$$

**\*Dòng điện  $N^{(1,1)}$  đi qua các BI:**

**\*Điểm N1:**

$$-BI_0: \quad I_{1BI_0} = I_{1H} = I_{1N} = 14,935$$

$$I_{2BI_0} = I_{2H} = I_{2N} = -7,79$$

$$I_{0BI_0} = I_{0H} = -6,855$$

$$I_{BI_0}^{(1,1)} = a^2 \cdot I_{1N} + a \cdot I_{2N} + I_{0H} =$$

$$= \left( -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot 14,935 + \left( -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot (-7,79) - 6,855$$

$$= -10,428 - j19,68 = 22,272 \angle -118$$

$$-1BI: \quad I_{BI1} = I_{0B} = -0,292$$

-2BI, 3BI: không có dòng

$$-4BI: I_{4BI} = 3(I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = -3 \cdot 0,292 \cdot 0,328 = -0,287 \text{ kA}$$

**\*Điểm N1':**

-1BI:  $I_{1BI} = I_{BI0} = 22,272 \angle -118$

-2BI,3BI: không có dòng.

-4BI:  $I_{4BI} = 3(I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = -3.0,292.0,328 = -0,287 \text{kA}$

**c, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(1)}$ :**

$$I_{1N} = I_{2N} = I_{0N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = \frac{1}{0,044 + 0,044 + 0,048} = 7,355$$

$$U_{0N1}^{(1)} = -X_{0\Sigma} \cdot I_{1N} = -0,048 \cdot 7,355 = -0,353$$

$$I_{0H}^{(1)} = -\frac{U_{0N1}^{(1)}}{X_{0H}} = -\frac{-0,353}{0,05} = 7,06$$

$$I_{0B}^{(1)} = -\frac{U_{0N1}^{(1)}}{X_{BC} + X_{0H}} = -\frac{-0,353}{0,116 + 1,057} = 0,301$$

**\*Dòng điện  $N^{(1)}$  đi qua các BI:**

**\*Điểm N1:**

-BI<sub>0</sub>:  $I_{1BI0} = I_{2BI0} = I_{1H} = I_{1N} = 7,355$

$$I_{0BI0} = I_{0H} = 7,06$$

Dòng pha lớn nhất:

$$I_{BI0}^{(1)} = I_{1N} + I_{2N} + I_{0H} = 7,355 + 7,355 + 7,06 = 21,77$$

-1BI: Chỉ có thành phần dòng thứ tự không qua

$$I_{BI1} = I_{0B} = 0,301$$

-2BI,3BI: không có dòng

-4BI:  $I_{4BI} = 3 \cdot (I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = 3.0,301.0,328 = 0,296 \text{kA}$

**\*Điểm N1':**

-1BI:  $I_{1BI} = I_{BI0} = 21,77$

-2BI,3BI: không có dòng.

-4BI:  $I_{4BI} = 3 \cdot (I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = 3.0,301.0,328 = 0,296 \text{kA}$

**2, Ngắn mạch phía II: các dạng ngắn mạch  $N^{(2)}$ ,  $N^{(1,1)}$ ,  $N^{(1)}$**

Điểm ngắn mạch: N2 và N2'.

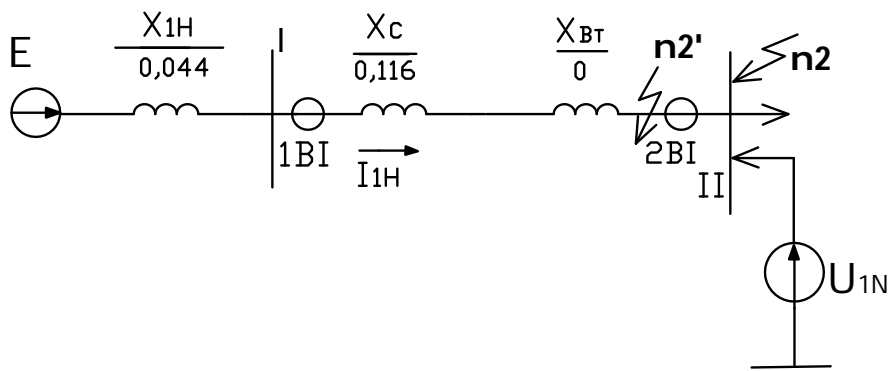
-Điện kháng thứ tự thuận và nghịch:

$$X_{1\Sigma} = X_{2\Sigma} = X_{1H} + X_{BC} = 0,044 + 0,116 = 0,16$$

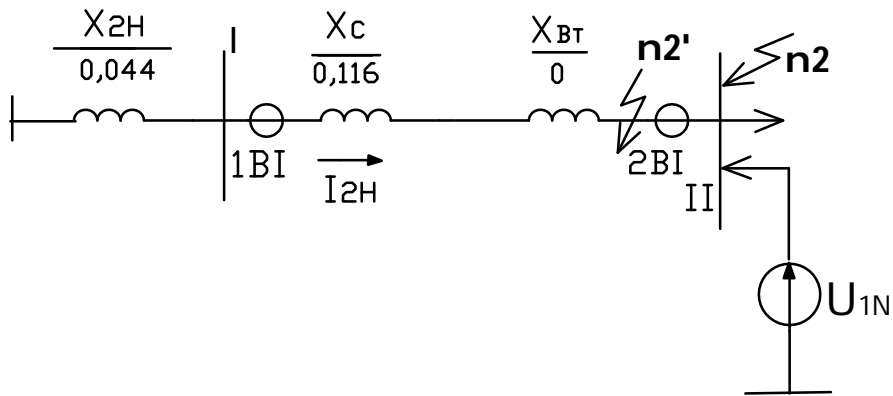
-Điện kháng thứ tự không:

$$X_{0\Sigma} = X_{BH} // (X_{0H} + X_{BC}) = 1,057 // (0,05 + 0,116) = 0,143$$

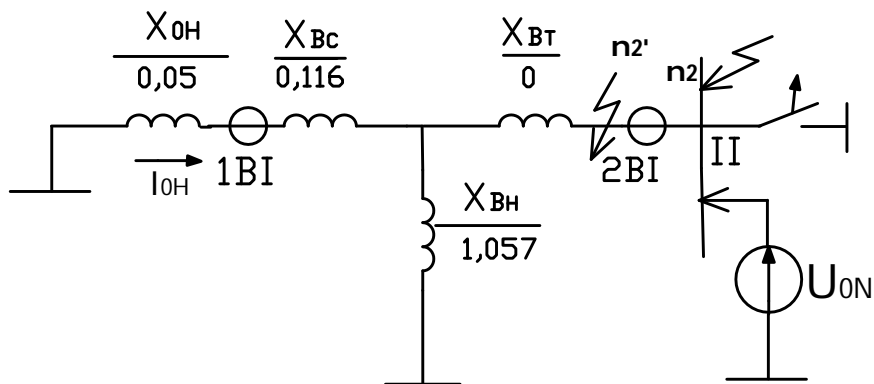
*\*Sơ đồ thứ tự thuận:*



\*Sơ đồ thứ tự nghịch:



\*Sơ đồ thứ tự không:



**a, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(2)}$  :**

$$I_{1N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma}} = \frac{1}{0,32} = 3,125$$

$$I_{2N} = -I_{1N} = -3,125$$

Dòng ngắn mạch qua các BI:

$$-1BI, 2BI: I_{1BI} = I_N = \sqrt{3} \cdot 3,125 = 5,413$$

Các BI còn lại không có dòng qua.

**b, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(1)}$ :**

$$I_{1N} = I_{2N} = I_{0N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = \frac{1}{0,16 + 0,16 + 0,143} = 2,158$$

$$U_{0N2}^{(1)} = -X_{0\Sigma} \cdot I_{1N} = -0,143 \cdot 2,158 = -0,31$$

$$I_{0H}^{(1)} = -\frac{U_{0N2}^{(1)}}{X_{0H} + X_{BC}} = -\frac{-0,31}{0,05 + 0,116} = 1,865$$

$$I_{0BH}^{(1)} = -\frac{U_{0N2}^{(1)}}{X_{BH}} = -\frac{-0,31}{1,057} = 0,293$$

$$I_{02BI}^{(1)} = I_{0N} = 2,158$$

**\*Dòng điện  $N^{(1)}$  đi qua các BI:**

**\*Điểm N2:**

$$\begin{aligned} -1BI: \quad & I_{01BI} = I_{0H} = 1,865 \\ & I_{11BI} = I_{1N} = 2,158 \\ & I_{21BI} = I_{2N} = 2,158 \end{aligned}$$

Dòng pha lớn nhất:

$$I_{1BI}^{(1)} = I_{1N} + I_{2N} + I_{0H} = 2,158 + 2,158 + 1,865 = 6,181$$

$$\begin{aligned} -2BI: \quad & I_{12BI} = I_{1N} = 2,158 \\ & I_{22BI} = I_{2N} = 2,158 \\ & I_{02BI} = 2,158 \end{aligned}$$

Dòng pha lớn nhất:

$$I_{2BI}^{(1)} = I_{1N} + I_{2N} + I_{02BI} = 2,158 + 2,158 + 2,158 = 6,474$$

-3BI: không có dòng qua

-4BI:

$$I_{4BI} = 3 \cdot I_{4BI} = 3 \cdot (I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = 3(1,865 \cdot 0,328 - 2,158 \cdot 0,656) = -2,412 \text{ kA}$$

**\*Điểm N2':**

-1BI: giống như điểm N2

$$I_{1BI}^{(1)} = 6,181$$

-2BI: không có dòng qua 2BI

-3BI: không có dòng qua 3BI

-4BI: giống như điểm N2

$$I_{4BI} = 3 \cdot I_{4BI} = 3 \cdot (I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = 3(1,865 \cdot 0,328 - 2,158 \cdot 0,656) = -2,412 \text{ kA}$$

**c, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(1,1)}$ :**

$$I_{1N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + \frac{X_{2\Sigma} X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}}} = \frac{1}{0,16 + \frac{0,16 \cdot 0,143}{0,16 + 0,143}} = 4,244$$

$$I_{2N} = -I_{1N} \frac{X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -4,244 \cdot \frac{0,143}{0,16 + 0,143} = -2,006$$

$$I_{0N} = -I_{1N} \cdot \frac{X_{2\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -4,244 \cdot \frac{0,16}{0,16 + 0,143} = -2,238$$

$$U_{1N}^{(1,1)} = I_{1N}^{(1,1)} \cdot \frac{X_{2\Sigma} \cdot X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = 4,244 \cdot \frac{0,16 \cdot 0,143}{0,16 + 0,143} = 0,321$$

$$U_{0N}^{(1,1)} = U_{1N}^{(1,1)} = U_{2N}^{(1,1)} = 0,321$$

$$I_{0H}^{(1,1)} = -\frac{U_{0N2}^{(1,1)}}{X_{0H} + X_{BC}} = -\frac{0,321}{0,05 + 0,116} = -1,934$$

$$I_{0BH}^{(1,1)} = -\frac{U_{0N2}^{(1,1)}}{X_{BH}} = -\frac{0,321}{1,057} = -0,304$$

$$I_{02BI}^{(1,1)} = I_{0N} = -2,238$$

**\*Dòng điện  $N^{(1,1)}$  đi qua các BI:**

**\*Điểm N2:**

$$\text{-1BI: } I_{11BI} = I_{1H} = I_{1N} = 4,244$$

$$I_{21BI} = I_{2H} = I_{2N} = -2,006$$

$$I_{01BI} = I_{0H} = -1,934$$

$$I_{1BI}^{(1,1)} = a^2 \cdot I_{1H} + a \cdot I_{2H} + I_{0H} =$$

$$= \left( -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot 4,244 + \left( -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot (-2,006) - 1,934$$

$$= -3,053 - j3,125 = 4,369 \angle -134,44$$

$$\text{-2BI: } I_{12BI} = I_{1N} = 4,244$$

$$I_{22BI} = I_{2N} = -2,006$$

$$I_{02BI} = -2,238$$

$$I_{2BI}^{(1,1)} = a^2 \cdot I_{1N} + a \cdot I_{2N} + I_{0H} =$$

$$= \left( -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot 4,244 + \left( -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot (-2,006) - 2,238$$

$$= -3,348 - j 3,125 = 4,58 \angle -137$$

-3BI: không có dòng qua

-4BI:

$$I_{4BI} = 3 \cdot (I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = -3 \cdot 1,934 \cdot 0,328 + 3 \cdot 2,238 \cdot 0,656 = 2,501 \text{ kA}$$

**\*Điểm N2':**

-1BI: giống như điểm N2

$$I_{BI0}^{(1,1)} = 4,369 \angle -134,44$$

-2BI: không có dòng qua 2BI

-3BI: không có dòng qua 3BI

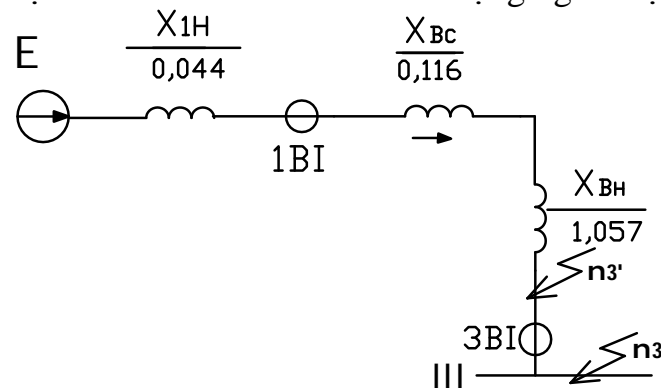
-4BI: giống như điểm N2

$$I_{4BI} = 3 \cdot (I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = -3 \cdot 1,934 \cdot 0,328 + 3 \cdot 2,238 \cdot 0,656 = 2,501 \text{ kA}$$

**3, Ngắn mạch phía III : dạng ngắn mạch N<sup>(2)</sup>**

**\*Điểm N3:**

Cuộn dây hạ áp của máy biến áp nối tam giác nên ở chế độ công suất ngắn mạch cực tiểu chỉ cần tính toán với dạng ngắn mạch N<sup>(2)</sup>.



$$X_{1\Sigma} = X_{2\Sigma} = X_{1H} + X_{BC} + X_{BH} = 0,044 + 0,116 + 1,057 = 1,217$$

Dòng ngắn mạch N<sup>(2)</sup> tại điểm ngắn mạch:

$$I_{1N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma}} = \frac{1}{2 \cdot 1,217} = 0,411$$

$$I_{2N} = -I_{1N} = -0,411$$

Dòng ngắn mạch qua các BI:

$$-1BI, 3BI: I_{1BI} = I_{3BI} = \sqrt{3} \cdot 0,411 = 0,712$$

Các BI còn lại không có dòng qua.

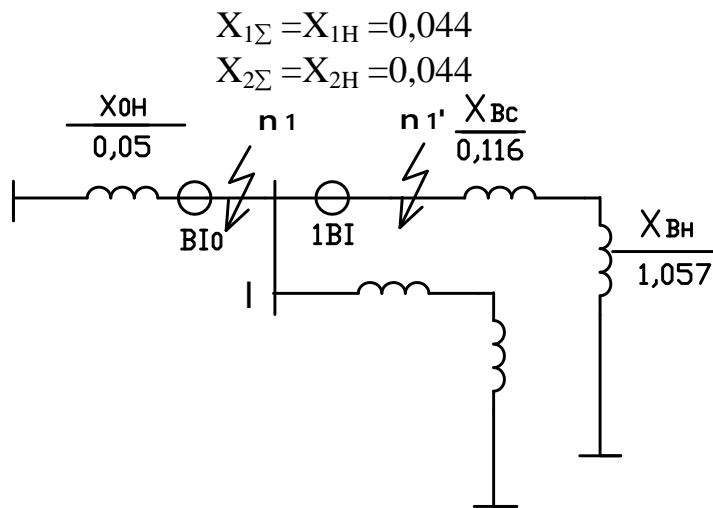
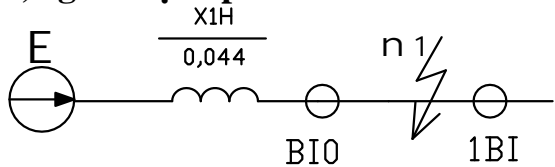
**\*Điểm N3':**

$$-1BI: I_{1BI} = 0,712$$

Không có dòng qua các BI còn lại.



**2.2.4. KHITRẠMVẬN HÀNH 2 MÁYBIẾNÁPSONGSONG,  $S_N = S_{NMIN}$**   
**1, Ngắn mạch phía 1: điểm N1 và N1'**



$$X_{CH} = \frac{X_{BH}}{2} + \frac{X_{BC}}{2} = \frac{1,057}{2} + \frac{0,116}{2} = 0,587$$

$$X_{0\Sigma} = \frac{X_{0H} \cdot X_{CH}}{X_{0H} + X_{CH}} = \frac{0,05 \cdot 0,587}{0,05 + 0,587} = 0,046$$

**a, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(2)}$ :**

$$I_{1N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma}} = \frac{1}{0,088} = 11,364$$

$$I_{2N} = -I_{1N} = -11,364$$

Dòng qua BI<sub>1</sub>:  $I_{BI1} = 0,5 \sqrt{3} \cdot 11,364 = 9,842$

Không có dòng qua các BI còn lại.

**b, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(1)}$ :**

Các thành phần đối xứng của dòng ngắn mạch tại điểm ngắn mạch:

$$I_{1N} = I_{2N} = I_{0N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = \frac{1}{0,044 + 0,044 + 0,046} = 7,459$$

Dòng thứ tự không đi qua hệ thống:

$$I_{OH} = I_{0N} \cdot \frac{X_{CH}}{X_{CH} + X_{OH}} = 7,459 \cdot \frac{0,587}{0,587 + 0,05} = 6,873$$

Dòng thứ tự không đi qua máy biến áp:

$$I_{OB} = I_{0N} \cdot \frac{X_{OH}}{X_{CH} + X_{OH}} = 7,459 \cdot \frac{0,05}{0,587 + 0,05} = 0,586$$

**\*Dòng điện  $N^{(1)}$  đi qua các BI:**

**\*Điểm N1:**

-BI<sub>0</sub>:  $I_{1BI_0} = I_{2BI_0} = I_{1H} = I_{1N} = 7,459$

$$I_{0BI_0} = I_{0H} = 6,873$$

Dòng pha lớn nhất:

$$I_{BI_0}^{(1)} = I_{1N} + I_{2N} + I_{0H} = 7,459 + 7,459 + 6,873 = 21,791$$

-1BI: Chỉ có thành phần dòng thứ tự không qua

$$I_{1BI} = 0,5 \cdot I_{0B} = 0,5 \cdot 0,586 = 0,293$$

-2BI: không có dòng qua

-3BI: không có dòng qua

-4BI:  $I_{4BI} = 3 \cdot I_{01BI} \cdot I_{cb1} = 3 \cdot 0,293 \cdot 0,328 = 0,288 \text{ kA}$

**\*Điểm N1':**

-1BI:  $I_{11BI} = I_{1N} = 7,459$

$$I_{21BI} = I_{2N} = 7,459$$

$$I_{01BI} = 0,5 \cdot I_{0B} = 0,5 \cdot 0,586 = 0,293$$

$$I_{1BI}^{(1)} = I_{1H} + I_{2H} + I_{0H} = 7,459 + 7,459 + 0,293 = 15,211$$

-2BI: không có dòng qua

-3BI: không có dòng qua

-4BI:  $I_{4BI} = 3 \cdot I_{01BI} \cdot I_{cb1} = 3 \cdot 0,293 \cdot 0,328 = 0,288 \text{ kA}$

**c, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(1,1)}$ :**

$$I_{1N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + \frac{X_{2\Sigma} X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}}} = \frac{1}{0,044 + \frac{0,044 \cdot 0,046}{0,044 + 0,046}} = 15,036$$

$$I_{2N} = -I_{1N} \frac{X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -15,036 \cdot \frac{0,046}{0,044 + 0,046} = -7,691$$

$$I_{0N} = -I_{1N} \cdot \frac{X_{2\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -15,036 \cdot \frac{0,044}{0,044 + 0,046} = -7,345$$

$$U_{1N}^{(1,1)} = I_{1N}^{(1,1)} \cdot \frac{X_{2\Sigma} \cdot X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = 15,036 \cdot \frac{0,044 \cdot 0,0383}{0,044 + 0,0383} = 0,338$$

$$U_{1N1}^{(1,1)} = U_{2N1}^{(1,1)} = U_{0N1}^{(1,1)} = 0,338$$

Giá trị dòng điện thứ tự không qua điện kháng hệ thống:

$$I_{0H}^{(1,1)} = -\frac{U_{0N1}^{(1,1)}}{X_{0H}} = -\frac{0,338}{0,05} = -6,76$$

Dòng điện thứ tự không qua cuộn dây máy biến áp:

$$I_{0B}^{(1,1)} = -\frac{U_{0N1}^{(1,1)}}{X_{CH}} = -\frac{0,338}{0,587} = -0,576$$

**\*Dòng điện  $N^{(1,1)}$  đi qua các BI:**

**\*Điểm N1:**

$$\text{-BI}_0: \quad I_{1\text{BI}_0} = I_{1H} = I_{1N} = 15,036$$

$$I_{2\text{BI}_0} = I_{2H} = I_{2N} = -7,691$$

$$I_{0\text{BI}_0} = I_{0H} = -6,76$$

$$I_{\text{BI}_0}^{(1,1)} = a^2 \cdot I_{1N} + a \cdot I_{2N} + I_{0H} =$$

$$= \left( -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot 15,036 + \left( -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot (-7,691) - 6,76$$

$$= -10,433 - j19,682 = 22,276 \angle -117,9$$

$$\text{-1BI}: \quad I_{1\text{BI}} = 0,5 \cdot I_{0B} = -0,5 \cdot 0,576 = -0,288$$

-2BI: không có dòng qua

-3BI: không có dòng qua

$$\text{-4BI}: \quad I_{4\text{BI}} = 3 \cdot I_{0\text{BI}} \cdot I_{\text{cb1}} = -3 \cdot 0,288 \cdot 0,328 = -0,283\text{kA}$$

**\*Điểm N1':**

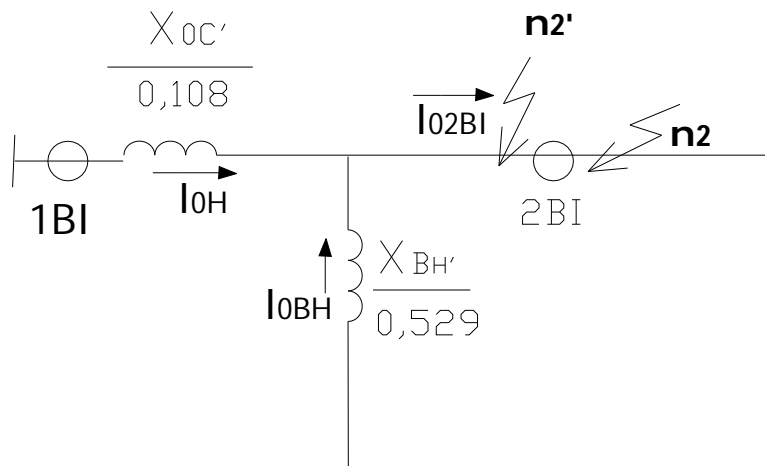
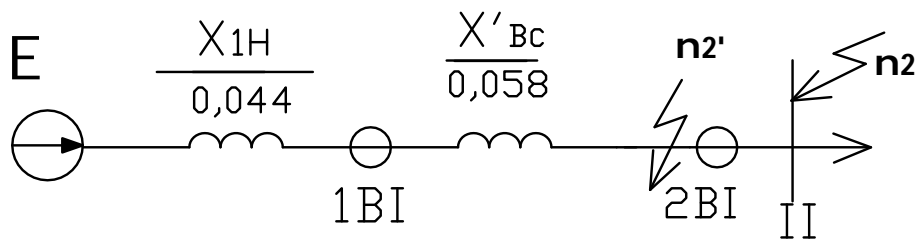
$$\text{-1BI}: \quad I_{1\text{BI}} = I_{\text{BI}_0} = 22,276 \angle -117,9$$

-2BI: không có dòng qua

-3BI: không có dòng qua

$$\text{-4BI}: \quad I_{4\text{BI}} = 3 \cdot I_{0\text{BI}} \cdot I_{\text{cb1}} = -3 \cdot 0,288 \cdot 0,328 = -0,283\text{kA}$$

**2, Ngăn mạch phía II: N2 và N2'**



-Điện kháng thứ tự thuận và nghịch:

$$X_{1\Sigma} = X_{2\Sigma} = X_{1H} + 0,5 \cdot X_{BC} = 0,044 + 0,5 \cdot 0,116 = 0,102$$

Biến đổi số đo TTK:

$$X'_{BH} = 0,5 \cdot X_{BH} = 0,5 \cdot 1,057 = 0,529$$

$$X'_{BC} = 0,5 \cdot X_{BC} = 0,5 \cdot 0,116 = 0,058$$

$$X_{0C'} = X_{0H} + X'_{BC} = 0,05 + 0,058 = 0,108$$

$$X_{0\Sigma} = X_{0C'} // X_{BH'} = \frac{0,108 \cdot 0,529}{0,108 + 0,529} = 0,09$$

**a, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(2)}$  :**

$$I_{1N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma}} = \frac{1}{0,204} = 4,902$$

$$I_{2N} = -I_{1N} = -4,902$$

$$\text{Dòng qua } BI_1, BI_2: I_{BI1} = I_{BI2} = 0,5 \sqrt{3} \cdot 4,902 = 4,245$$

Không có dòng qua các BI còn lại.

**b, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(1)}$  :**

$$I_{1N} = I_{2N} = I_{0N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = \frac{1}{0,102 + 0,102 + 0,09} = 3,405$$

$$U_{0N2}^{(1)} = -X_{0\Sigma} \cdot I_{1N} = -0,09 \cdot 3,405 = -0,305$$

$$I_{0H}^{(1)} = -\frac{U_{0N2}^{(1)}}{X_{0H} + X_{BC'}} = -\frac{-0,305}{0,05 + 0,058} = 2,827$$

$$I_{0BH}^{(1)} = -\frac{U_{0N2}^{(1)}}{X_{BH'}} = -\frac{-0,305}{0,529} = 0,577$$

$$I_{02BI}^{(1)} = I_{0N} = 3,405$$

**\*Dòng điện  $N^{(1)}$  đi qua các BI:**

**\*Điểm N2:**

$$\text{-1BI: } I_{01BI} = 0,5 \cdot I_{0H} = 0,5 \cdot 2,827 = 1,414$$

$$I_{11BI} = 0,5 \cdot I_{1N} = 0,5 \cdot 3,405 = 1,703$$

$$I_{21BI} = 0,5 \cdot I_{2N} = 0,5 \cdot 3,405 = 1,703$$

Dòng pha lớn nhất:

$$I_{1BI}^{(1)} = I_{11BI} + I_{21BI} + I_{01BI} = 1,703 + 1,703 + 1,414 = 4,82$$

$$\text{-2BI: } I_{12BI} = 0,5 \cdot I_{1N} = 1,703$$

$$I_{22BI} = 0,5 \cdot I_{2N} = 1,703$$

$$I_{02BI} = 0,5 \cdot I_{0N} = 1,703$$

Dòng pha lớn nhất:

$$I_{2BI}^{(1)} = I_{12BI} + I_{22BI} + I_{02BI} = 1,703 \cdot 3 = 5,109$$

-3BI: không có dòng qua

-4BI:

$$I_{4BI} = 3(I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = 3(1,414 \cdot 0,328 - 1,703 \cdot 0,656) = -1,96 \text{ kA}$$

**\*Điểm N2':**

-1BI: giống như điểm N2

$$I_{1BI}^{(1)} = 4,82$$

-2BI: giống như điểm N2:  $I_{2BI}^{(1)} = 5,109$

-3BI: không có dòng qua 3BI

-4BI: giống như điểm N2

$$I_{4BI} = 3(I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = 3(1,414 \cdot 0,328 - 1,703 \cdot 0,656) = -1,96 \text{ kA.}$$

**c, Xét dạng ngắn mạch  $N^{(1,1)}$ :**

$$I_{1N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + \frac{X_{2\Sigma} X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}}} = 6,68$$

$$I_{2N} = -I_{1N} \frac{X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -3,125$$

$$I_{0N} = -I_{1N} \cdot \frac{X_{2\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = -3,554$$

$$U_{1N}^{(1,1)} = I_{1N}^{(1,1)} \cdot \frac{X_{2\Sigma} \cdot X_{0\Sigma}}{X_{2\Sigma} + X_{0\Sigma}} = 0,319$$

$$U_{0N}^{(1,1)} = U_{1N}^{(1,1)} = U_{2N}^{(1,1)} = 0,319$$

$$I_{0H}^{(1,1)} = -\frac{U_{0N2}^{(1,1)}}{X_{0H} + X_{BC'}} = -2,951$$

$$I_{0BH}^{(1,1)} = -\frac{U_{0N2}^{(1,1)}}{X_{BH'}} = -\frac{0,319}{0,529} = -0,603$$

$$I_{02BI}^{(1,1)} = I_{0N} = -3,554$$

**\*Dòng điện  $N^{(1,1)}$  đi qua các BI:**

**\*Điểm N2:**

-1BI:  $I_{11BI} = 0,5 \cdot I_{1N} = 0,5 \cdot 6,68 = 3,34$

$$I_{21BI} = 0,5 \cdot I_{2N} = 0,5 \cdot I_{2N} = -1,563$$

$$I_{01BI} = 0,5 \cdot I_{0H} = -1,476$$

$$I_{1BI}^{(1,1)} = a^2 \cdot I_{1N} + a \cdot I_{2N} + I_{0H} =$$

$$= \left( -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot 3,34 + \left( -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot (-1,563) - 1,476$$

$$= -2,365 - j4,246 = 4,86 \angle -119,1$$

-2BI:  $I_{12BI} = 3,34$

$$I_{22BI} = -1,563$$

$$I_{02BI} = 0,5 \cdot I_{02BI}^{(1,1)} = -1,777$$

$$I_{2BI}^{(1,1)} = a^2 \cdot I_{1N} + a \cdot I_{2N} + I_{0H} =$$

$$= \left( -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot 3,34 + \left( -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot (-1,563) - 1,777$$

$$= -2,675 - j 4,246 = 5,018 \angle -112,2$$

-3BI: không có dòng qua 3BI

-4BI:

$$I_{4BI} = 3(I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = -3 \cdot 1,476 \cdot 0,328 + 3 \cdot 1,777 \cdot 0,656 = 2,045 \text{ kA}$$

**\*Điểm N2':**

-1BI: giống như điểm N2

$$I_{1BI}^{(1,1)} = 4,86 \angle -119,1$$

-2BI: giống như điểm N2:  $I_{2BI}^{(1,1)} = 5,018 \angle -112,2$

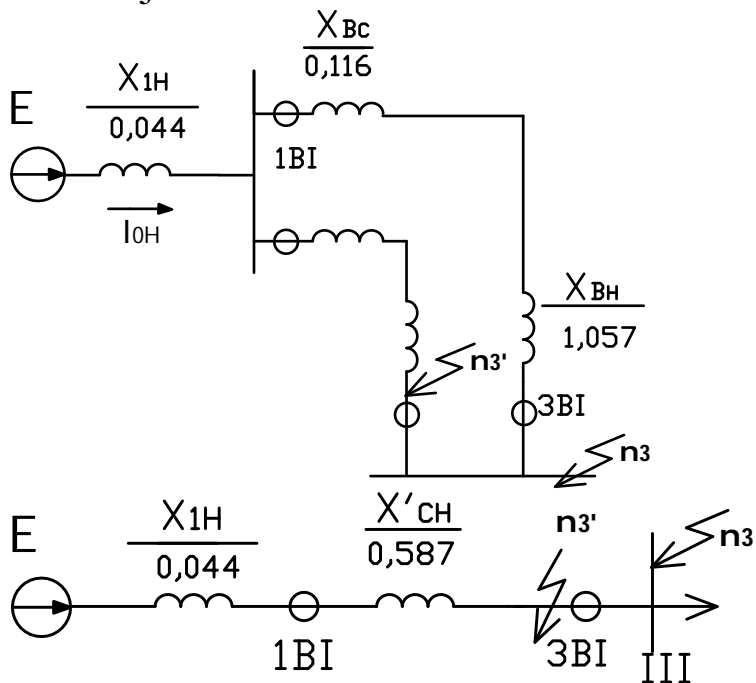
-3BI: không có dòng qua 3BI

-4BI: giống như điểm N2

$$I_{4BI} = 3(I_{01BI} \cdot I_{cb1} - I_{02BI} \cdot I_{cb2}) = -3 \cdot 1,476 \cdot 0,328 + 3 \cdot 1,777 \cdot 0,656 = 2,045 \text{ kA.}$$

**3, Ngắn mạch phía III: dạng ngắn mạch N<sup>(2)</sup>**

**\*Điểm N3:**



$$X_{1\Sigma} = X_{2\Sigma} = X_{1H} + 0,5 \cdot (X_{BC} + X_{BH}) = 0,044 + 0,5 \cdot (0,116 + 1,057) = 0,631$$

Dòng ngắn mạch N<sup>(2)</sup> tại điểm ngắn mạch:

$$I_{1N} = \frac{E}{X_{1\Sigma} + X_{2\Sigma}} = \frac{1}{2 \cdot 0,631} = 0,792$$

$$I_{2N} = -I_{1N} = -0,792$$

Dòng ngắn mạch qua các BI:

$$\text{-1BI, 3BI: } I_{1BI} = I_{3BI} = 0,5 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,792 = 0,686$$

Không có dòng qua các BI còn lại.

**\*Điểm N3':**

-1BI,3BI:  $I_{1BI}=I_{3BI}=0,686$

Không có dòng qua các BI còn lại.

**\*Các bảng tổng kết**

Chế độ	Bảo vệ	1BI		2BI	3BI	4BI(kA)	BI0
		Điểm NM	N1	N1'	N1,N1'	N1,N1'	N1,N1'
Max 1MBA làm việc	$N^{(3)}$		<b>32,258</b>				32,258
	N(1,1)	-0,322	30,333			-0,317	30,333
	N(1)	0,372	26,905			0,336	26,905
Max 2MBA làm việc	$N^{(3)}$		16,129				32,258
	N(1)	0,364	18,882			0,358	27,044
	N(1,1)	-0,319	30,232			-0,314	30,232
Min 1MBA làm việc	$N^{(2)}$		19,683				19,683
	N(1,1)	-0,292	22,272			-0,287	22,272
	N(1)	0,301	21,77			0,296	21,77
Min 2MBA làm việc	$N^{(2)}$		9,842				19,684
	N(1,1)	<b>-0,288</b>	22,276			<b>-0,283</b>	22,276
	N(1)	0,293	15,211			0,288	21,791

**Bảng 2-1.** Giá trị dòng điện qua các BI khi NM phía 220kV

Chế độ	Bảo vệ	2BI		1BI	3BI	4BI(kA)	BI0
		Điểm NM	N2	N2'	N2,N2'	N2,N2'	N2,N2'



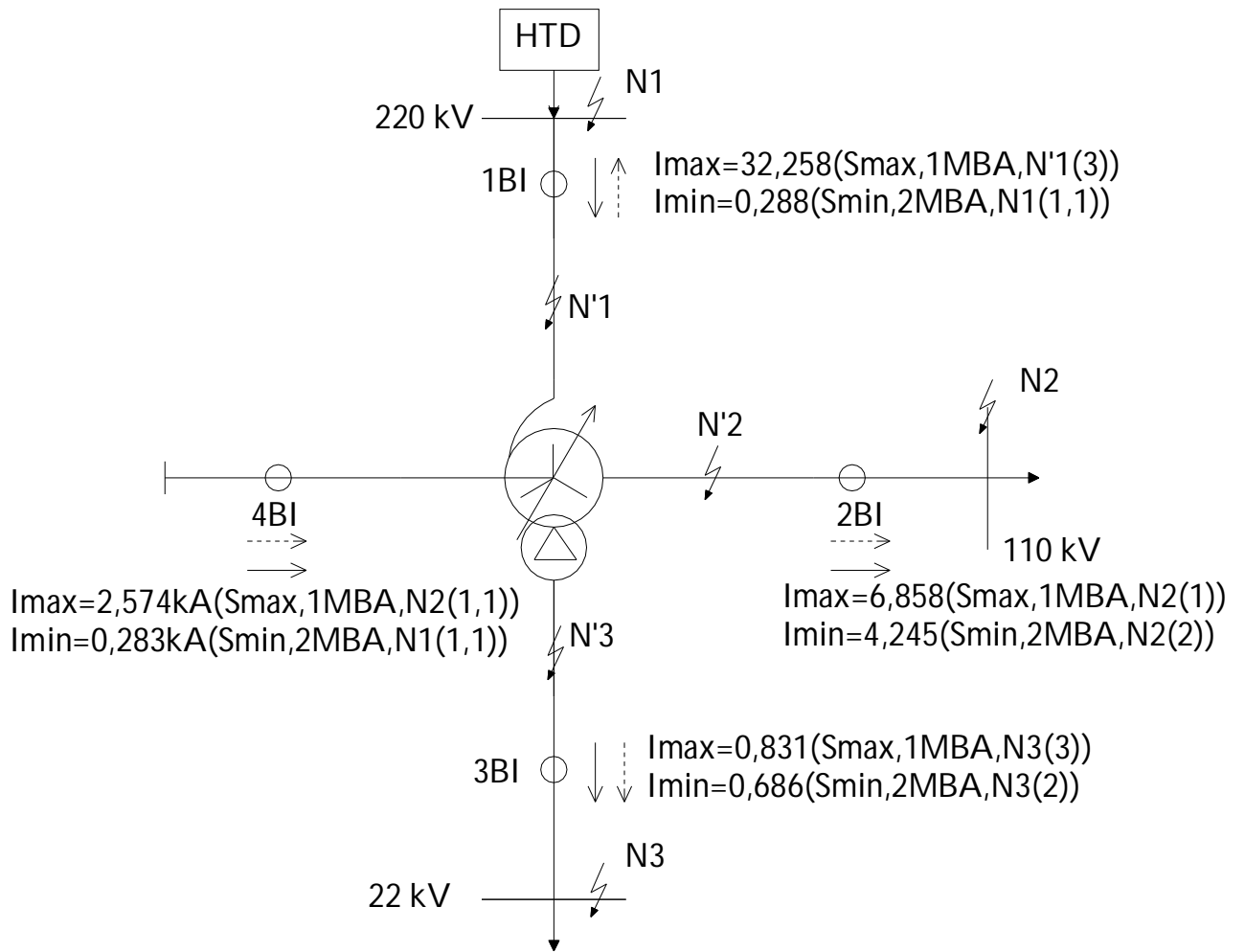
Max 1MBA làm việc	N <sup>(3)</sup>	6,803		6,803			
	N(1,1)	6,831		6,679		<b><u>2,574</u></b>	
	N(1)	<b><u>6,858</u></b>		6,548		-2,554	
Max 2MBA làm việc	N <sup>(3)</sup>	5,618	5,618	5,618			
	N(1,1)	5,611	5,611	5,46		2,144	
	N(1)	5,604	5,604	5,287		-2,15	
Min 1MBA làm việc	N <sup>(2)</sup>	5,413		5,413			
	N(1,1)	4,58		4,369		2,501	
	N(1)	6,474		6,181		-2,412	
Min 2MBA làm việc	N <sup>(2)</sup>	<b><u>4,245</u></b>	4,245	4,245			8,49
	N(1,1)	5,018	5,018	4,86		2,045	
	N(1)	5,109	5,109	4,82		-1,96	

**Bảng 2-2.** Giá trị dòng điện qua các BI khi NM phía 110kV

Chế độ	Bảo vệ	3BI		1BI	2BI	4BI	BI0
	Điểm NM	N3	N3'	N3,N3'	N3,N3'	N3,N3'	N3,N3'

Max 1MBA làm việc	N <sup>(3)</sup>	<b><u>0,831</u></b>		0,831			
Max 2MBA làm việc	N <sup>(3)</sup>	0,809	0,809	0,809			
Min 1MBA làm việc	N <sup>(2)</sup>	0,712		0,712			
Min 2MBA làm việc	N <sup>(2)</sup>	<b><u>0,686</u></b>	0,686	0,686			

**Bảng 2-3. Giá trị dòng điện qua các BI khi NM phía 22kV**



### H.2.2. Kết quả tính toán ngắn mạch

## CHƯƠNG 3

### LỰA CHỌN PHƯƠNG THỨC BẢO VỆ

#### 3.1. CÁC LOẠI HƯ HỎNG VÀ CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC KHÔNG BÌNH THƯỜNG CỦA MÁY BIẾN ÁP

Những loại hư hỏng thường xảy ra đối với máy biến áp:

+ Hư hỏng bên trong MBA bao gồm:

- Chạm chập giữa các vòng dây.
- Ngắn mạch giữa các cuộn dây.
- Chạm đất (vỏ) và ngắn mạch chạm đất.
- Hỏng bộ chuyển đổi đầu phân áp.
- Thùng dầu bị thủng hoặc rò dầu.

+ Hư hỏng bên ngoài cuộn dây MBA bao gồm:

- Ngắn mạch 1 pha trong hệ thống.
- Ngắn mạch nhiều pha trong hệ thống.

**Chế độ làm việc không bình thường** là chế độ làm việc của máy biến áp có một số chỉ tiêu vượt ra ngoài giới hạn cho phép. Các chế độ điển hình là:

- Quá tải: dòng điện hoặc công suất vượt quá giá trị danh định. Máy biến áp chỉ cho phép làm việc trong 1 thời gian nhất định gọi là thời gian cho phép

$t_{cp}$ . Hệ số quá tải càng lớn  $k_{qt} = \frac{X_{lv}}{X_{dd}}$  thì  $t_{cp}$  càng nhỏ.

- Quá kích từ: độ từ cảm  $B = \frac{u}{f}$

B tăng đến mức quá bão hoà nếu điện áp tăng cao hoặc tần số giảm thấp do thao tác đóng cắt hoặc do trục trặc của bộ điều chỉnh điện áp.

- Nhiệt độ dầu hoặc dây quấn quá cao: nhiệt độ cao ảnh hưởng đến chất lượng cách điện và nếu vượt quá giới hạn sẽ làm hỏng cách điện.
- Lọt khí vào dầu hoặc dầu bị voi: là trạng thái không bình thường đối với MBA làm mát và cách điện bằng dầu.

#### 3.2. CÁC LOẠI BẢO VỆ CẦN ĐẶT

Muốn máy biến áp làm việc an toàn cần phải tính đầy đủ các hư hỏng bên trong máy biến áp và các yếu tố bên ngoài ảnh hưởng đến sự làm việc bình thường của máy biến áp, từ đó đề ra các phương án bảo vệ tốt nhất. Những loại bảo vệ thường dùng để chống lại các loại sự cố và chế độ làm việc không bình thường của máy biến áp bao gồm:

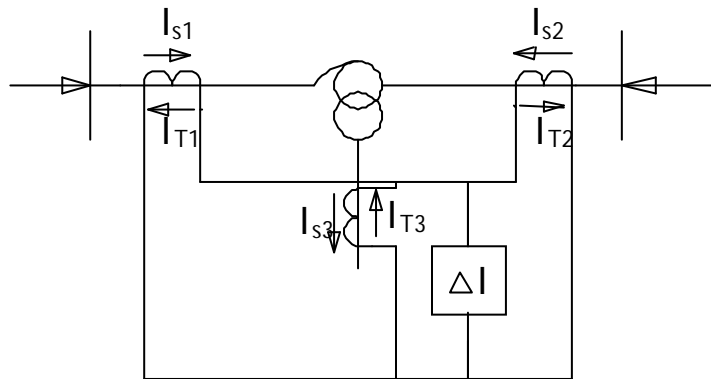
### 3.2.1. Bảo vệ so lệch dòng điện (BVSL)

#### 1) Nhiệm vụ

BVSL được dùng làm bảo vệ chính cho MBA chống lại sự cố giữa các pha. Bảo vệ sẽ tác động khi xảy ra ngắn mạch trong khu bảo vệ và đi cắt ngay tất cả các máy cắt.

#### 2) Nguyên lý hoạt động

Xét một máy biến áp tự ngẫu được cung cấp bởi 2 HTĐ (HTĐ1, HTĐ2), đặt 3 máy biến dòng điện 1BI, 2BI, 3BI, theo đúng cực tính. Dòng điện thứ cấp của các biến dòng lần lượt  $I_{T1}$ ,  $I_{T2}$ ,  $I_{T3}$  ngược chiều với dòng sơ cấp  $I_{S1}$ ,  $I_{S2}$ ,  $I_{S3}$



Hình 3-1: Sơ đồ nguyên lý của bảo vệ so lệch.

- Trong chế độ làm việc bình thường và chế độ ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ:

$$\dot{I}_{S1} + \dot{I}_{S2} - \dot{I}_{S3} = 0$$

Nếu bỏ qua dòng từ hoá của BI ( $I_{\mu} = 0$ ),  $I_T = \frac{I}{n_I}$  thì :  $\dot{I}_{T1} + \dot{I}_{T2} - \dot{I}_{T3} = 0$ . Rơ le

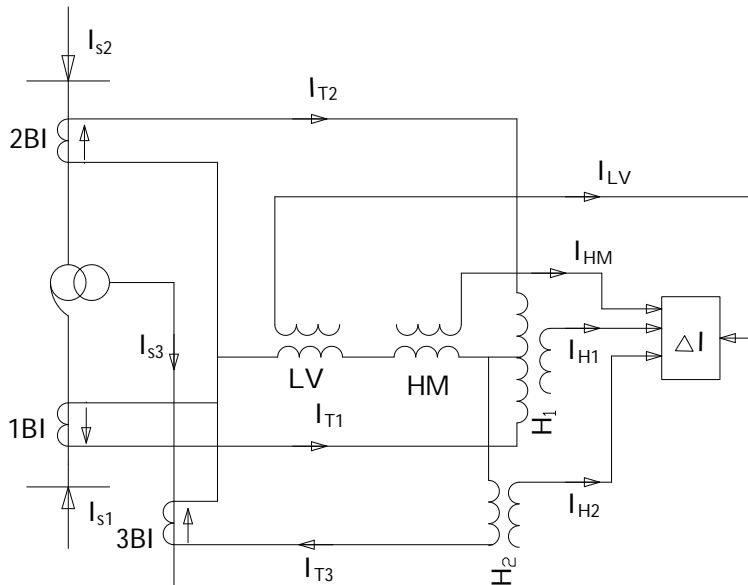
không tác động

- Ngắn mạch trong vùng bảo vệ :  $\dot{I}_{S1} + \dot{I}_{S2} - \dot{I}_{S3} \neq 0$ . Rơ le sẽ tác động

- Trường hợp trên ta bỏ qua dòng từ hoá trong máy biến áp. Thực tế luôn tồn tại dòng từ hoá khi máy biến áp làm việc không tải và khi cắt ngắn mạch ngoài. Đồng thời do sai số của biến dòng nên tồn tại dòng điện không cân bằng

$$\dot{I}_{kcb} = \dot{I}_{T1} + \dot{I}_{T2} - \dot{I}_{T3} \neq 0$$

nên rơ le sẽ tác động sai. Để khắc phục người ta sử dụng BVSL có hãm



Hình 3-2: Sơ đồ nguyên lý bảo vệ so lệch có hãm dùng cho MBATN.

(Rơ le điện cơ)

HM-hãm theo thành phần hài bậc 2 trong dòng điện từ hoá máy biến áp

Dòng làm việc:  $\dot{I}_{LV} = \dot{I}_{T1} + \dot{I}_{T2} - \dot{I}_{T3}$

Các dòng hãm:  $\dot{I}_{H1} = \dot{I}_{T1} + \dot{I}_{T2}$

$\dot{I}_{H2} = \dot{I}_{T3}$

Đặt:  $\dot{I}_H = \left( \left| \dot{I}_{T1} + \dot{I}_{T2} \right| + \left| \dot{I}_{T3} \right| \right) \cdot K_H$

Trong đó:  $K_H$  - hệ số hãm của BVSL,  $K_H \leq 0,5$

Để đảm bảo được tác động hãm khi có ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ cần

thực hiện điều kiện:  $\left| \dot{I}_{LV} \right| \leq \left| \dot{I}_H \right|$

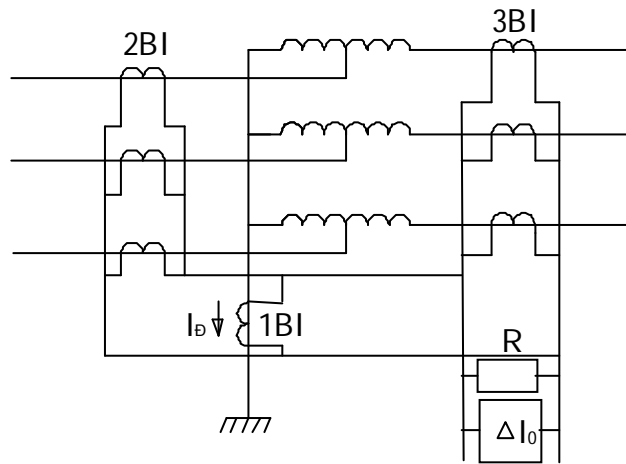
### 3.2.2. Bảo vệ so lệch dòng điện thứ tự không

#### 1) Nhiệm vụ

Bảo vệ so lệch dòng điện thứ tự không dùng để bảo vệ chống sự cố chạm đất trong máy biến áp có điểm trung tính trực tiếp nối đất. Nó cũng có thể sử dụng để bảo vệ cho máy biến áp có trung tính cách điện hay máy biến áp có cuộn dây nối tam giác khi đó phải sử dụng trung tính nhân tạo

#### 2) Nguyên tắc hoạt động

Sơ đồ nguyên lý :



Hình 3-3: Bảo vệ chống chạm đất có giới hạn dùng cho máy biến áp tự ngẫu

Vùng bảo vệ được xác định trong phạm vi các biến dòng ở điểm trung tính và các biến dòng ở các pha.

Trong điều kiện làm việc bình thường và ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ ta có:

$$\Delta \dot{I}_0 = 3 \cdot \dot{I}_0 - \dot{I}_D = 0$$

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 máy biến dòng, ta có dòng điện chạy qua R bằng không và điện áp đặt trên rơle so lệch cũng bằng không.

Khi có ngắn mạch trong vùng bảo vệ 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.

### 3.2.3. Bảo vệ quá dòng điện có thời gian

#### 1) Nhiệm vụ

Blo vò quỏ dũng cú thđi gian thđđng đđđc dựng làm blo vò chđnh cho mđy biđn ỏp cú cụng suđt bộ và làm blo vò đđ phũng cho mđy biđn ỏp cú cụng suđt trung bđnh và lđn đđ chđng đđng ngđn mđch bđn trong và bđn ngoài mđy biđn ỏp.

## 2) Nguyên lý hoạt động

Dòng điện khởi động của bảo vệ này được chọn theo điều kiện:

$$I_{N\min} > I_{kd} = \frac{K_{at} \cdot K_m}{K_v} \cdot I_{LV\max}$$

Trong đó:  $I_{LV\max}$ - dòng điện làm việc lớn nhất cho phép đối với phần tử được bảo vệ;

$I_{N\min}$  - dòng điện ngắn mạch cực tiểu đi qua bảo vệ đảm bảo cho role còn khởi động được;

$K_m$ - hệ số mở máy của phụ tải động cơ có dòng điện chạy qua chỗ đặt bảo vệ, thường lấy  $K_m=2\div 5$ ;

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

$K_v$ - hệ số trở về,  $K_v = 1$ .

Thời gian làm việc của bảo vệ: đối với role số hiện nay có 2 loại đặc tính thời gian độc lập và thời gian phụ thuộc nên có thể chọn 1 trong 2 đặc tính phù hợp với điều kiện thực tế.

Bảo vệ quá dòng như trên không đảm bảo tính chọn lọc trong lưới điện phức tạp nên để tăng tính chọn lọc ở đây người ta đặt thêm bộ phận định hướng công suất

### 3.2.4. Bảo vệ quá dòng cắt nhanh

#### 1) Nhiệm vụ

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 máy biến áp.

#### 2) Nguyên lý hoạt động

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

$$I_{kd} = K_{at} \cdot I_{Nng.\max}$$

Trong đó :  $I_{Nng.\max}$ - dòng ngắn mạch ngoài lớn nhất;

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

### 3.2.5. Bảo vệ chống quá tải

Quá tải làm tăng nhiệt độ của máy biến áp, nếu mức quá tải cao và kéo dài, máy biến áp bị tăng nhiệt độ quá mức cho phép, tuổi thọ của máy biến áp bị suy giảm



nhanh chóng. Để bảo vệ chống quá tải máy biến áp có công suất bé có thể sử dụng bảo vệ quá dòng thông thường, tuy nhiên quá dòng điện không thể phản ánh được chế độ mang tải của máy biến áp trước khi xảy ra quá tải.

Vì vậy đối với máy biến áp công suất lớn người ta sử dụng nguyên lý hình ảnh nhiệt để thực hiện chống quá tải. Bảo vệ loại này phản ánh mức tăng nhiệt độ ở những điểm kiểm tra khác nhau trong máy biến áp và tùy theo mức tăng nhiệt độ có nhiều mà có nhiều cấp tác động khác nhau: cảnh báo, khởi động các mức làm mát bằng tăng tốc độ tuần hoàn bằng không khí hoặc dầu, giảm tải máy biến áp. Nếu các cấp tác động này không mang lại hiệu quả và nhiệt độ của máy biến áp vẫn vượt quá giới hạn cho phép và kéo dài thời gian quy định thì máy biến áp sẽ được cắt ra khỏi hệ thống.

### **3.2.6. Bảo vệ máy biến áp bằng role khí (BUCHHOLZ)**

#### **1) Nhiệm vụ**

Bảo vệ máy biến áp bằng role khí dùng để chống các sự cố bên trong thùng dầu, kể cả sự cố về điện và về dầu. Về điện, ngoài sự cố ngắn mạch giữa các pha, còn có sự cố sau đây các bảo vệ khác không tác động được:

- Chập một số vòng trong cuộn dây.
- Chập tắt các pha ở gần điểm trung tính hay điểm nối hai pha trong cuộn dây tam giác.

Sự cố về dầu còn có:

- Lọt khí vào dầu.
- Chạn dầu.
- Sự cố ở bộ điều chỉnh dưới tải (tiếp xúc xấu, hỏng tiếp điểm, chập tiếp điểm...)

Để bảo vệ các loại sự cố này, sử dụng bảo vệ máy biến áp bằng role khí.

#### **2) Nguyên lý làm việc**

Bảo vệ bằng role khí đặt trước đường ống nối từ dẫn thùng dầu đến thùng dầu chính MBA. Cấu tạo role khí gồm có hai tiếp điểm phao. Mỗi tiếp điểm gồm một phao, có mang bầu thủy tinh chứa hai điện cực và thủy ngân bên trong. Một tiếp điểm đặt gần sát nắp role, một nằm thấp phía dưới đường tim của trục role.

Cách hoạt động của bảo vệ khí như sau:

- Khi có lọt khí, hoặc khi sự cố nhẹ (chập ít vòng), các bọt khí sinh ra, sẽ tích tụ ở phần nắp của rơ le khí. Khi lượng khí tích tụ đủ lớn, nó sẽ làm phao phía trên chìm xuống và đóng tiếp điểm lại.
- Khi sự cố lớn như chập nhiều vòng, chập pha, lượng khí sinh ra rất lớn, tạo thành luồng, phụt qua rơ le lên thùng dầu giãn nở. Khi đó, phao dưới bị nhấn chìm, tiếp điểm dưới bị đóng lại.

Khi dầu bị chảy hoặc bị cạn, đầu tiên phao trên chìm để đóng tiếp điểm trên, sau đó phao dưới chìm đóng tiếp điểm dưới.

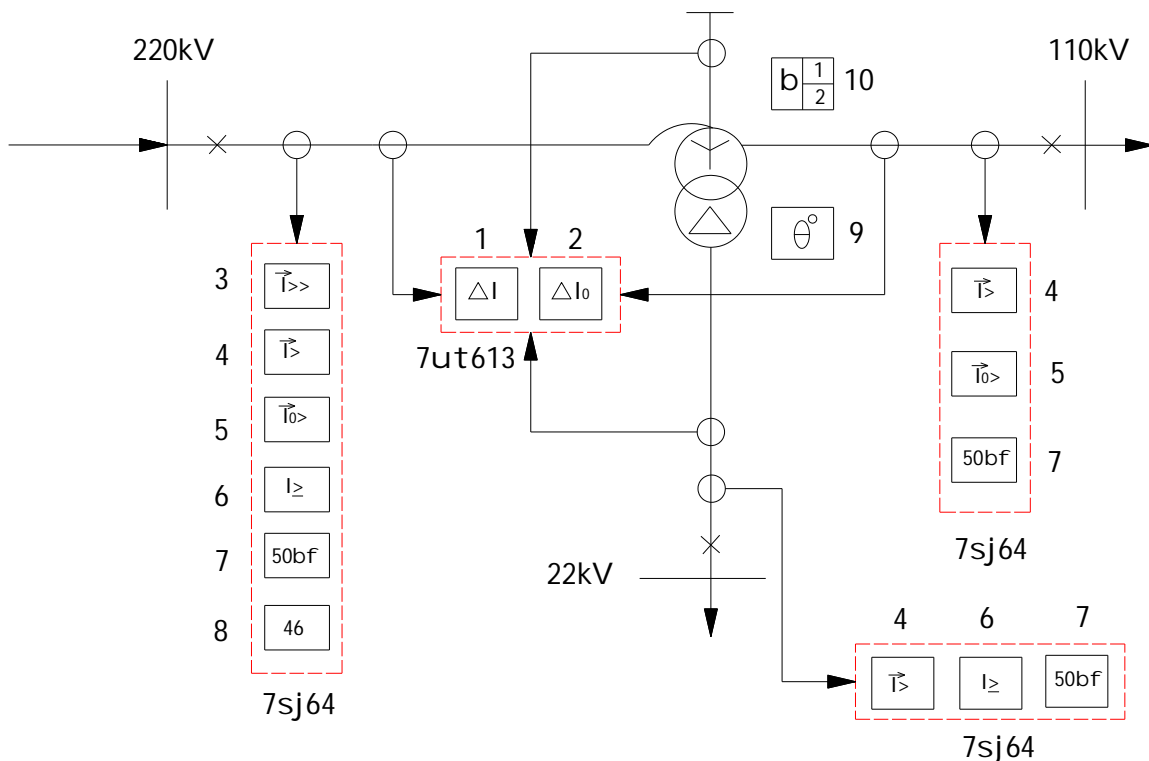
Như vậy, tiếp điểm trên tác động khi sự cố nhẹ. Tác động đi báo hiệu, tiếp điểm dưới tác động khi sự cố nặng. Nó được bố trí đi cắt ngay máy biến áp.

Bảo vệ có hai mức: mức nhẹ, đi báo hiệu, mức nặng đi cắt.

Role dòng dầu có cùng một nguyên lý hoạt động như role khí, bố trí trong hộp bộ điều chỉnh dưới tải, khi có trục trặc ở bộ này, dầu bị đốt nóng, sẽ chuyển động thành dòng, làm role tác động, đi cắt máy biến áp.

### 3.3.SƠ ĐỒ PHƯƠNG THỨC BẢO VỆ

Căn cứ vào những tình trạng làm việc không bình thường và những hư hỏng của máy biến áp. Đồng thời căn cứ vào công suất, chủng loại, số cuộn dây và sơ đồ đấu dây của máy biến áp ta đưa ra phương thức bảo vệ máy biến áp theo sơ đồ hình:



**Hình 3-4: Sơ đồ phông thực bảo vệ máy biến áp t người**

1. BVSL dòng điện có hãm,  $\Delta I$  (87);
2. BVSL dòng điện thứ tự không (Bảo vệ chống chạm đất hạn chế),  $\Delta I_0$  (87N);
3. Bảo vệ quá dòng cắt nhanh,  $I >>$  (50);
4. Bảo vệ quá dòng điện có thời gian,  $I >$  (51) ;
5. Bảo vệ quá dòng thứ tự không,  $I_0 >$  (51N);
6. Bảo vệ chống quá tải,  $I \geq$  (49);
7. Bảo vệ chống hư hỏng máy cắt đặt ở các phía, 50BF;
8. Bảo vệ quá dòng thứ tự nghịch (46);
9. Bảo vệ theo nhiệt độ máy biến áp,  $\theta^0$ ;
10. Rơ le khí (Buchholz).

## CHƯƠNG 4

### GIỚI THIỆU TÍNH NĂNG VÀ THÔNG SỐ CÁC LOẠI ROLE SỬ DỤNG

#### 4.1. ROLE BẢO VỆ SO LỆCH 7UT613

##### 4.1.1. Giới thiệu tổng quan về role 7UT613.

Role số 7UT613 do tập đoàn Siemens AG chế tạo, được sử dụng để bảo vệ chính cho máy biến áp 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 đường dây ngắn hoặc các thanh cái cỡ nhỏ (có từ 3-5 lộ ra). Các chức năng khác được tích hợp trong role 7UT613 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 7UT613 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.

##### Đặc điểm của role 7UT613

- Role 7UT613 được trang bị hệ thống vi xử lý 32 bit.
- Thực hiện xử lý hoàn toàn tín hiệu số từ đo lường, lấy mẫu, số hoá các đại lượng đầu vào tương tự đến việc xử lý tính toán và tạo các lệnh, các tín hiệu đầu ra.
- Cách li hoàn toàn về điện giữa mạch xử lý bên trong của 7UT613 với các mạch đo lường điều khiển và nguồn điện do các 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 .

##### ➤ Giới thiệu các chức năng bảo vệ được tích hợp trong role 7UT613.

- Chức năng bảo vệ so lệch máy biến áp:

Đây là chức năng bảo vệ chính của role 7UT613.

- Đặc tính tác động có hãm của role.
- Có khả năng ổn định đối với quá trình quá độ gây ra bởi các hiện tượng quá kích thích máy biến áp bằng cách sử dụng các sóng hài bậc cao, chủ yếu là bậc 3 và bậc 5.
- Có khả năng ổn định đối với các dòng xung kích dựa vào các sóng hài bậc hai.
- Không phản ứng với thành phần một chiều và bảo hoà máy biến dòng.
- Ngắt với tốc độ cao và tức thời đối với dòng sự cố lớn.
- **Bảo vệ so lệch cho máy phát điện, động cơ điện, đường dây ngắn hoặc thanh góp cỡ nhỏ.**
- Bảo vệ chống chạm đất hạn chế (REF).
- 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 lí hình ảnh nhiệt.
- Bảo vệ quá kích thích.
- Bảo vệ chống hư hỏng máy cắt.

Ngoài ra role 7UT613 còn có các chức năng sau:

- Đóng cắt trực tiếp từ bên ngoài: Role nhận tín hiệu từ ngoài đưa vào thông qua các đầu vào nhị phân. Sau khi xử lí thông tin, role sẽ có tín hiệu phản hồi đến các đầu ra, các đèn LED...
- Cung cấp các công cụ thuận lợi cho việc kiểm tra, thử nghiệm role.
- 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 role, các phân cứng, phần mềm tính toán của role 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 role.
- 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.
- Giám sát mạch tác động ngắt.

➤ *Khả năng truyền thông, kết nối của role 7UT613.*

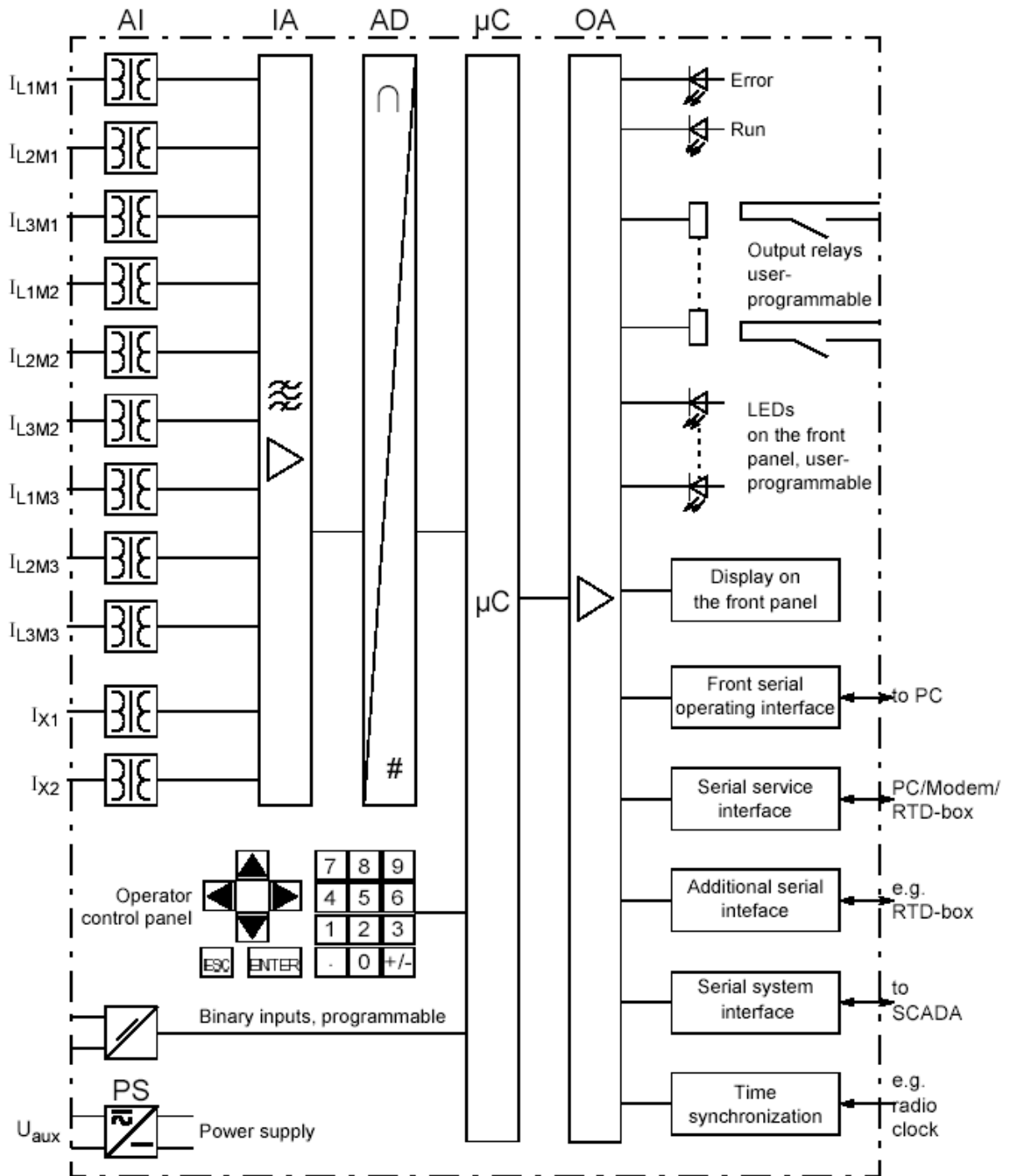
Với nhu cầu ngày càng cao trong việc điều khiển và tự động hoá hệ thống điện, các role số ngày nay phải đáp ứng tốt vấn đề truyền thông và đa kết nối. Role 7UT613 đã thoả mãn các yêu cầu trên, nó có các cổng giao tiếp sau:

- Cổng giao tiếp với máy tính tại trạm (Local PC): Cổng giao tiếp này được đặt ở mặt trước của role, hỗ trợ chuẩn truyền 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 các 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 kết nối này được đặt 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 thao 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 có trên máy tính.

- **Cổng giao tiếp hệ thống:** Cổng này cũng được đặt phía sau của rơle, 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 nhà sản xuất và được ứng dụng trên toàn thế giới. Thiết bị được nối qua cáp điện hoặc cáp quang đến hệ thống bảo vệ và điều khiển trạm như SINAULT LAS 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, MOSBUS, DNP3.0

#### *4.1.2. Nguyên lý hoạt động chung của rơle 7 UT613.*

Đầu vào tương tự AI truyền tín hiệu dòng và áp nhận được từ các thiết bị biến dòng, biến điện áp sau đó lọc, tạo ngưỡng tín hiệu cung cấp cho quá trình xử lý tiếp theo. Rơle 7UT613 có 12 đầu vào dòng điện và 4 đầu vào điện áp. Tín hiệu tương tự sẽ được đưa đến khối khuếch đại đầu vào IA. Khối IA làm nhiệm vụ khuếch đại, lọc tín hiệu để phù hợp với tốc độ và băng thông của khối chuyển đổi số tương tự AD.



Hình 4-1. Cấu trúc phần cứng của bảo vệ số lệnh 7UT613



Khối AD gồm 1 bộ đòn kên, 1 bộ chuyển đổi số tương tự và các modul nhớ dùng để chuyển đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số sau đó truyền tín hiệu sang khối vi xử lý(  $\mu C$ )

Khối vi xử lý 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.
- Hình thành 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.
- 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.

#### 4.1.3. Một số thông số kỹ thuật của rơle 7UT613

##### 1. Mạch đầu vào

- . Dòng điện danh định: 1A, 5A hoặc 0,1A ( có thể lựa chọn được)
- . Tần số danh định: 50 Hz, 60 Hz, 16,7 Hz ( có thể lựa chọn được)
- . Công suất tiêu thụ đối với các đầu vào:

- Với  $I_{dm} = 1A$   $\approx 0.3 VA$
- Với  $I_{dm} = 5A$   $\approx 0.55 VA$
- Với  $I_{dm} = 0.1A$   $\approx 1 mVA$
- Đầu vào nhạy  $\approx 0.55 VA$
- . Khả năng quá tải về dòng:
  - Theo nhiệt độ ( trị hiệu dụng): Dòng lâu dài cho phép :  $4.I_{dm}$ 
    - Dòng trong 10s :  $30.I_{dm}$
    - Dòng trong 1s :  $100.I_{dm}$
  - Theo giá trị dòng xung kích:  $250I_{dm}$  trong 1/2 chu kì
- . Khả năng quá tải về dòng điện cho đầu vào chống chạm đất có độ nhạy cao:
  - Theo nhiệt độ ( trị hiệu dụng): Dòng lâu dài cho phép : 15A
    - Dòng trong 10s : 100A
    - Dòng trong 1s : 300A
  - Theo giá trị dòng xung kích: 750A trong 1/2 chu kì
- . Điện áp cung cấp định mức:
  - Điện áp một chiều: 24 đến 48V
    - 60 đến 125V
    - 110 đến 250V
  - Điện áp xoay chiều: 115V (  $f=50/60Hz$  )
    - 230V
- Khoảng cho phép : - 20% ÷ +20% (DC)
- $\leq 15\%$  (AC)
- Công suất tiêu thụ : 5 ÷ 7 W

## 2. Đầu vào nhị phân.

- . Số lượng : 5
- . Điện áp danh định : 24 ÷ 250V (DC)

. Dòng tiêu thụ : 1,8mA

. Điện áp lớn nhất cho phép: 300V (DC)

### 3. Đầu ra nhị phân:

. Số lượng: 8 tiếp điểm và 1 tiếp điểm cảnh báo

. Khả năng đóng cắt: Đóng: 1000W/VA

Cắt: 30 W/VA

Cắt với tải là điện trở: 40W

Cắt với tải là L/R  $\leq$  50ms: 25W

. Điện áp đóng cắt: 250V

. Dòng đóng cắt cho phép: 30A cho 0,5s

5A không hạn chế thời gian

### 4. Đèn tín hiệu LED

. 1 đèn màu xanh báo rơle đã sẵn sàng làm việc

. 1 đèn màu đỏ báo sự cố xảy ra trong rơle

. 14 đèn màu đỏ khác phân định tình trạng làm việc của rơle

#### 4.1.4. Cách chỉnh định và cài đặt thông số cho rơle 7UT613

Việc cài đặt và chỉnh định các thông số, các chức năng bảo vệ trong rơle 7UT613 được thực hiện theo hai cách sau:

- Bằng bàn phím ở mặt trước của rơle.

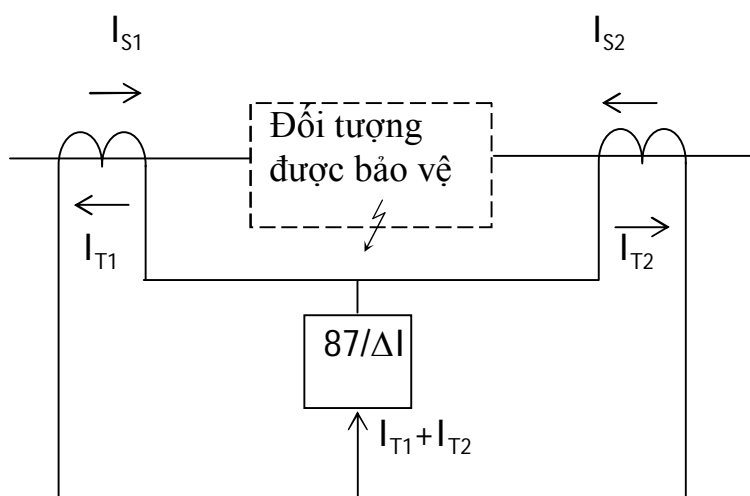
- Bằng phần mềm điều khiển rơle DIGSI 4 cài đặt trên máy tính thông qua các cổng giao tiếp.

Rơle của hãng Siemens thường tổ chức các thông số trạng thái và chức năng bảo vệ theo các địa chỉ, tức là đối với mỗi chức năng, thông số cụ thể sẽ ứng với một địa chỉ nhất định. Mỗi địa chỉ lại có những lựa chọn để cài đặt. Ví dụ ở bảng 4.1.

**Bảng 4.1**

Địa chỉ	Các lựa chọn	Cài đặt	Nội dung
105	3 phase Transformer 1 phase Transformer Autotransformer Generator/Motor 3 phase Busbar 1 phase Busbar	3phase Transformer	Chọn đối tượng được bảo vệ: máy biến áp ba pha
112	Disable Enable	Enable	Bật chức năng bảo vệ so lệch
113	Disable Enable	Enable	Bật chức năng bảo vệ chống chạm đất hạn chế
142	Disable Enable	Enable	Bật chức năng bảo vệ quá tải nhiệt.

4.1.5. Chức năng bảo vệ so lệch máy biến áp của role 7UT613



#### Hình 4.2 Nguyên lý bảo vệ so lệch dòng điện trong role 7UT613.

##### 1. Phối hợp các đại lượng đo lường.

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 tỉ 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:

$$[I_m] = k \cdot [K] \cdot [I_n]$$

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 ( $I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}$ )

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

Sau khi dòng đầu vào đã thích ứng với tỉ số biến dòng, tổ đấu dây, xử lí 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 lí sẽ so sánh về mặt trị số:

$$I_{SL} = \left| \dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3 \right|$$

$$I_H = \left| \dot{I}_1 \right| + \left| \dot{I}_2 \right| + \left| \dot{I}_3 \right|$$

$\dot{I}_1, \dot{I}_2, \dot{I}_3$  là dòng điện cuộn cao áp, trung áp và hạ áp máy biến áp.

Có hai trường hợp sự cố xảy ra

\* Trường hợp sự cố ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ hoặc ở chế độ làm việc bình thường. Khi đó  $\dot{I}_1$  ngược chiều với  $\dot{I}_2, \dot{I}_3$  và  $I_1 = I_2 + I_3$

$$I_{SL} = |\dot{I}_1 - \dot{I}_2 - \dot{I}_3| = 0$$

$$I_H = \sum |\dot{I}_i| = 2 \cdot |\dot{I}_1|$$

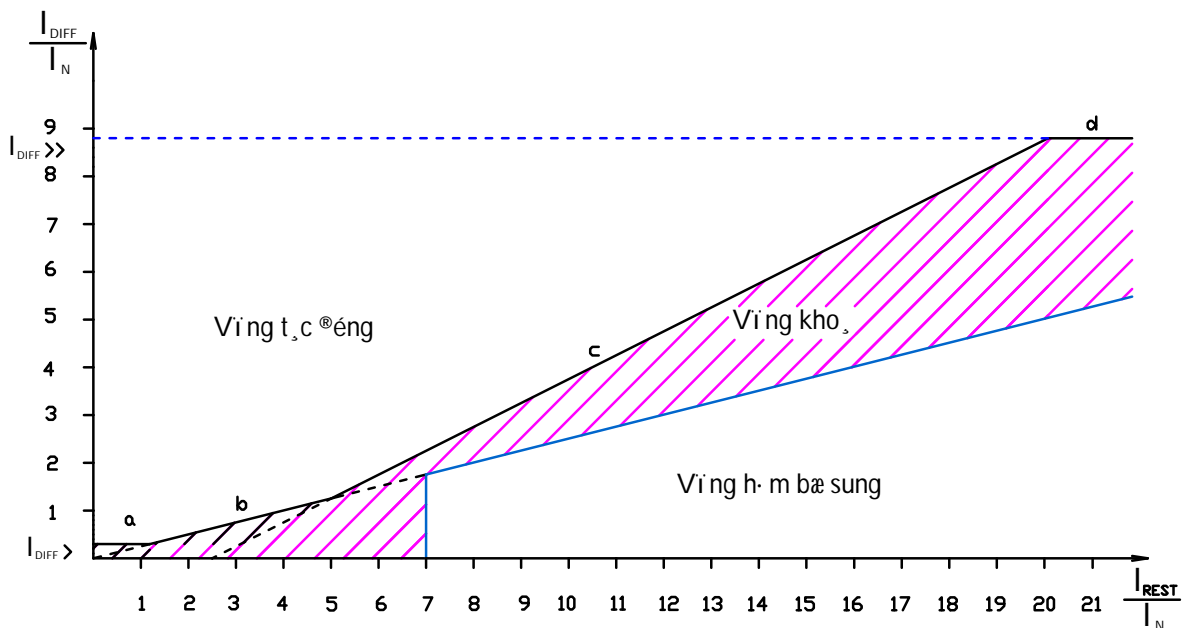
Trường hợp ngắn mạch trong vùng bảo vệ, nguồn cung cấp từ phía cao áp nên:

$$I_{SL} = |\dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \dot{I}_3| = |\dot{I}_1| \quad (I_2 = I_3 = 0)$$

$$I_H = |\dot{I}_1| + |\dot{I}_2| + |\dot{I}_3| = |\dot{I}_1|$$

Các kết quả trên cho thấy khi có sự cố (ngắn mạch) xảy ra trong vùng bảo vệ thì  $I_{SL} = I_H$ , do vậy đường đặc tính sự cố có độ dốc bằng 1.

Để đảm bảo bảo vệ so lệch tác động chắc chắn khi có sự cố bên ngoài ta cần chỉnh định các trị số tác động cho phù hợp với yêu cầu cụ thể. Role 7UT613 được sử dụng có đường đặc tính tác động cho chức năng bảo vệ so lệch thoả mãn các yêu cầu bảo vệ.



Hình 4-3 Đặc tính tác động của role 7UT613.

Theo hình vẽ đường đặc tính tác động gồm các đoạn:

- 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)

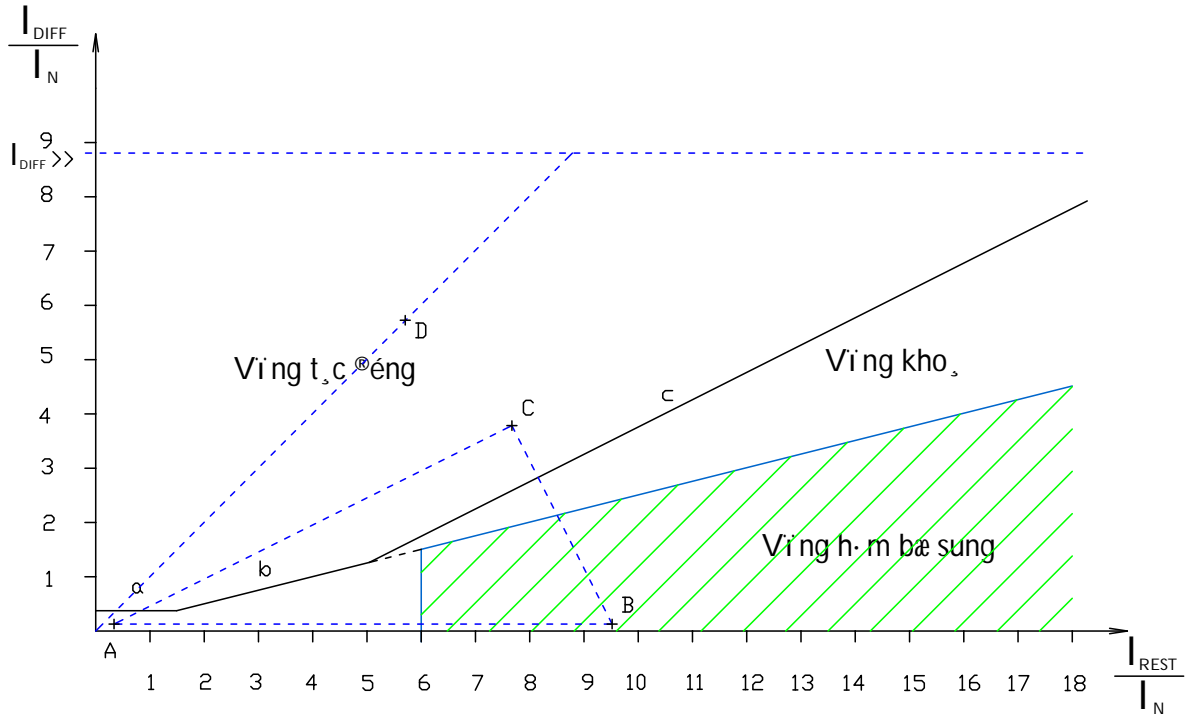
- Đoạn c: Đoạn đặc tính có tính đến chức năng khoá bảo vệ khi xuất hiện hiện tượng bão hoà không giống nhau ở các máy biến dòng. Đoạn c có độ dốc SLOPE 2 (địa chỉ 1243) với điểm bắt đầu BASE POINT 2 (địa chỉ 1244)

- 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 hài dùng 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  $I_H$  được biểu diễn trên trục toạ độ theo hệ tương đối định mức. Nếu toạ độ điểm hoạt động (  $I_{SL}$ ,  $I_H$ ) xuất hiện gần đặc tính sự cố sẽ xảy ra tác động.

*Vùng hãm bổ sung:*

Đây là vùng hãm khi máy biến dòng bão hoà. Khi xảy ra ngắn mạch ngoài vùng bảo vệ, ở thời điểm ban đầu dòng điện ngắn mạch lớn làm cho máy biến dòng bão hoà mạnh. 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 thành phần hãm. Hiện tượng bão hoà máy biến dòng dẫn đến dòng điện so lệch đạt trị số khá lớn, đặc biệt khi mức độ bão hoà của các máy biến dòng là khác nhau. Trong thời gian đó nếu điểm hoạt động ( $I_H$ ,  $I_{SL}$ ) rơi vào vùng tác động thì bảo vệ sẽ tác động nhầm. Role 7UT613 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  $I_H$  (khác với 7UT513).



Từ hình vẽ ta thấy:

Tại điểm bắt đầu xảy ra sự cố A, dòng sự cố tăng nhanh sẽ tạo nên thành phần hãm lớn. BI lập tức bị bão hoà (B). Thành phần so lệch được tạo thành và thành phần hãm giảm xuống kết quả là điểm hoạt động ( $I_{SL}$ ,  $I_H$ ) có thể chuyển dịch sang vùng tác động (C).

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 ngay trong 1/4 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 lượng 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 các sự cố liên



quan đến máy biến áp. Bảo vệ so lệch làm việc chính xác và tin cậy ngay cả khi BI bão hoà.

Vùng hãm bổ sung có thể hoạt động độc lập cho mỗi pha được xác định bằng việc chỉnh định các thông số, chúng được sử dụng để hãm pha bị sự cố hoặc các pha khác hay còn gọi là chức năng khoá chéo.

+ Chức năng hãm theo các sóng hài

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

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

Bên cạnh sóng hài bậc hai, các thành phần sóng hài khác cũng có thể được lựa chọn để phục vụ cho mục đích hãm như: thành phần hài bậc bốn thường được phát hiện khi có sự cố không đồng bộ, thành phần hài bậc ba và năm 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 nên hài bậc năm thường được sử dụng hơn. Bộ lọc kỹ thuật số phân tích các sóng vào 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 hay trễ.

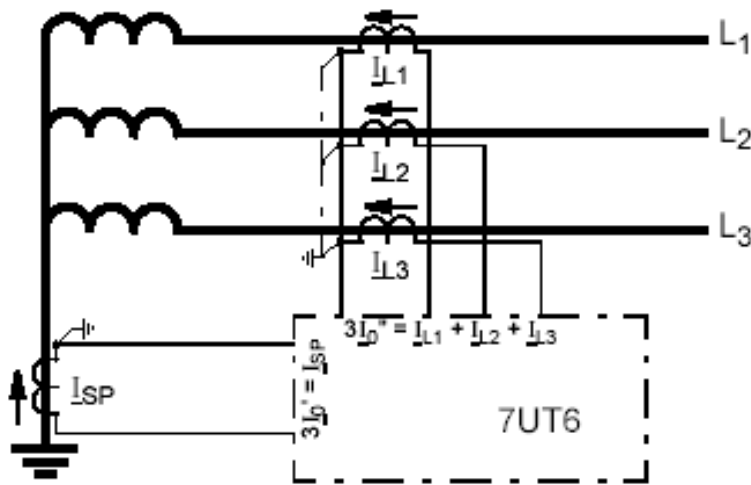
Tuy nhiên bảo vệ so lệch vẫn làm việc đúng khi máy biến áp đóng vào một pha bị sự cố, dòng đột biến có thể xuất hiện trong pha bình thường. Đây gọi là chức năng khoá chéo.

*4.1.6. Chức năng bảo vệ chống chạm đất hạn chế (REF) của 7UT.*

Đây chính là bảo vệ so lệch dòng điện thứ tự không. Chức năng REF dùng phát hiện sự cố trong máy biến áp lực có trung điểm nối đất. Vùng bảo vệ là vùng giữa máy biến dòng đặt ở dây trung tính và tổ máy biến dòng nối theo sơ đồ bộ lọc dòng điện thứ tự không đặt ở phía đầu ra của cuộn dây nối hình sao của máy biến áp.

1. Nguyên lí làm việc của REF trong role 7UT613.

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 4-4. Nguyên lí bảo vệ chống chạm đất hạn chế trong 7UT613.

$$3\dot{I}'_0 = \dot{I}_{SP} \text{ (Dòng chạy trong dây trung tính)}$$

$$3\dot{I}''_0 = \dot{I}_{L1} + \dot{I}_{L2} + \dot{I}_{L3} \text{ (Dòng điện tổng từ các BI đặt ở các pha)}$$

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

$$I_{REF} = |3\dot{I}'_0|$$

$$I_H = k.(|3\dot{I}'_0 - 3\dot{I}''_0| - |3\dot{I}'_0 + 3\dot{I}''_0|)$$

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

Xét các trường hợp sự cố sau:

+ Sự cố chạm đất ngoài vùng bảo vệ: khi đó  $3\dot{I}_0''$  và  $3\dot{I}_0'$  sẽ ngược pha và cùng biên độ, do đó  $3\dot{I}_0'' = -3\dot{I}_0'$ . Vậy ta có:

$$I_{REF} = |3\dot{I}_0'|$$

$$I_H = |3\dot{I}_0' - 3\dot{I}_0''| - |3\dot{I}_0' + 3\dot{I}_0''| = 2 \cdot |3\dot{I}_0'|$$

Dòng tác động cắt ( $I_{REF}$ ) bằng dòng chạy qua điểm đầu 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 sao đó. Trong trường hợp này thì  $3\dot{I}_0'' = 0$ , do đó ta có:

$$I_{REF} = |3\dot{I}_0'|$$

$$I_H = |3\dot{I}_0' - 0| - |3\dot{I}_0' + 0| = 0$$

Dòng tác động cắt ( $I_{REF}$ ) bằng dòng chạy qua điểm đầu sao, dòng hãm bằng 0.

+ Sự cố chạm đất trong vùng bảo vệ ở phía cuộn dây hình sao có nguồn đi đến:

$$3\dot{I}_0'' \neq 3\dot{I}_0'$$

$$I_{REF} = |3\dot{I}_0'|$$

$$I_H = |3\dot{I}_0' - 3\dot{I}_0''| - |3\dot{I}_0' + 3\dot{I}_0''| = -2 \cdot |3\dot{I}_0''|$$

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

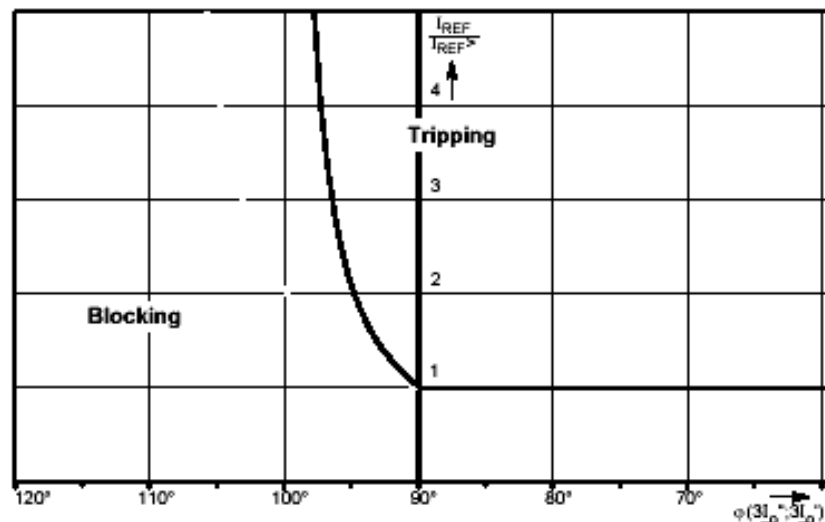
Từ kết quả trên ta thấy:

. 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  $3\dot{I}_0''$  và  $3\dot{I}_0'$  không cùng 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  $3\dot{I}_0''$  và  $3\dot{I}_0'$  là  $\varphi$ . 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  $\varphi_{gh}$ . Ví dụ ở role 7UT613 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 role 7UT613.



Hình 4-5. Đặc tính tác động của bảo vệ chống chạm đất hạn chế.

#### 4.1.7. Chức năng bảo vệ quá dòng của role 7UT613.

Role 7UT613 cung cấp đầy đủ các loại bảo vệ quá dòng như:

- . Bảo vệ quá dòng cắt nhanh, có trễ hoặc không trễ
- . Bảo vệ quá dòng thứ tự không cắt nhanh, có trễ hoặc không trễ

. Bảo vệ quá dòng có thời gian, đặc tính thời gian độc lập hay phụ thuộc.

. Bảo vệ quá dòng thứ tự không có thời gian, đặc tính thời gian độc lập hay phụ thuộc.

Loại bảo vệ quá dòng, quá dòng thứ tự không có đặc tính thời gian phụ thuộc của 7UT613 có thể hoạt động theo các chuẩn đường cong của IEC, ANSI và IEEE hoặc theo đường cong do người dùng tự thiết lập.

#### 4.1.8. Chức năng bảo vệ chống quá tải.

Role 7UT613 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 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 hiển thị. Thiết bị tính toán nhiệt 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, role 7UT613 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  $\theta$  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.

## 4.2. RƠ LE HỢP BỘ QUÁ DÒNG SỐ 7SJ64

### 4.2.1. Giới thiệu tổng quan về role 7SJ64.



Hình 4-6. Rơ le 7SJ64

*SIPROTEC4 7SJ64 là loại rơ le 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. Rơ le cũng phù hợp dùng cho mạch vòng kín, mạng hình tia, đường dây một hoặc nhiều nguồn cung cấp. 7SJ64 là loại rơ le duy nhất của họ rơ le 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.*

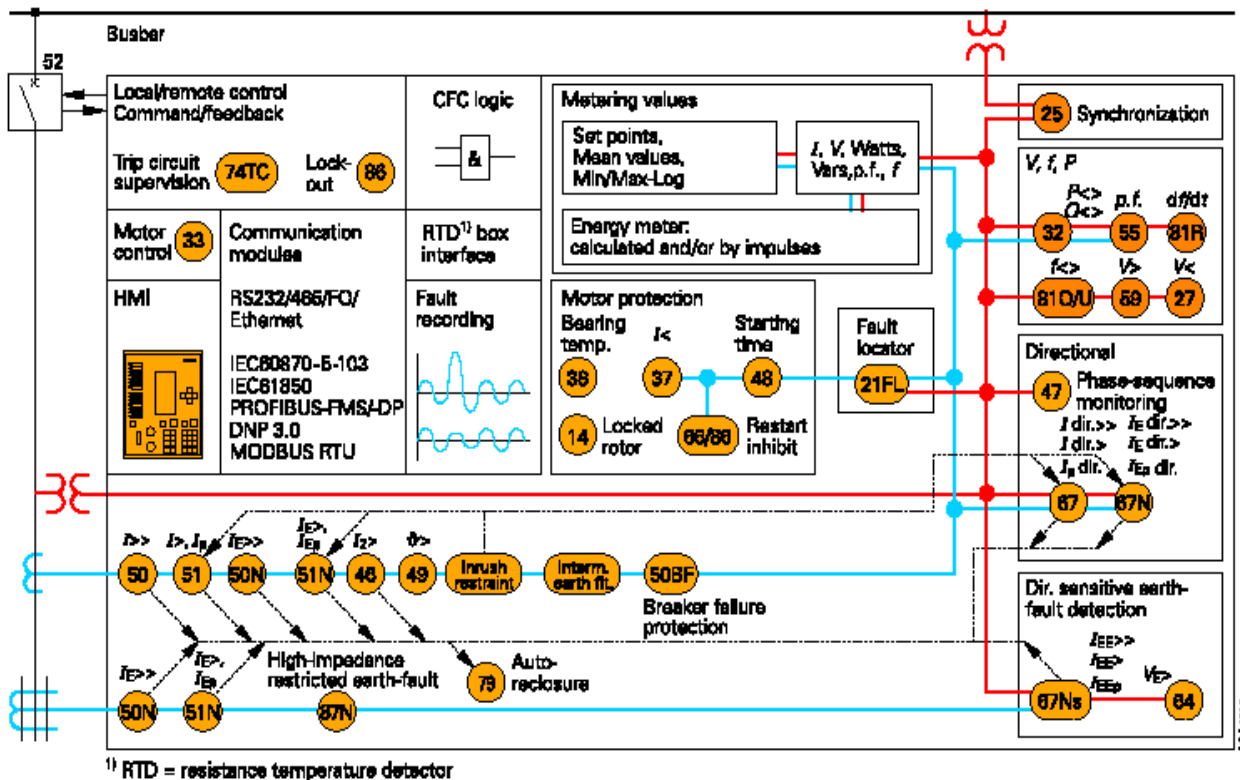
Role này có những chức năng điều khiển đơn giản cho máy cắt và các thiết bị tự động. Logic tích hợp lập trình được (CFC) cho phép người dùng thực hiện được tất cả các chức năng sẵn có, ví dụ như chuyển mạch tự động (khóa liên động).

### 4.2.2. Các chức năng của 7SJ64

- Bảo vệ quá dòng có thời gian (51, 51N)
- Bảo vệ quá dòng cắt nhanh (50, 50N)
- 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 li.
  - . 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 role cho DIGSI 4.
  - . Đồng bộ thời gian thông qua IRIG B / DCF 77.

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



Hình 4-7. Biểu đồ chức năng của 7SJ64

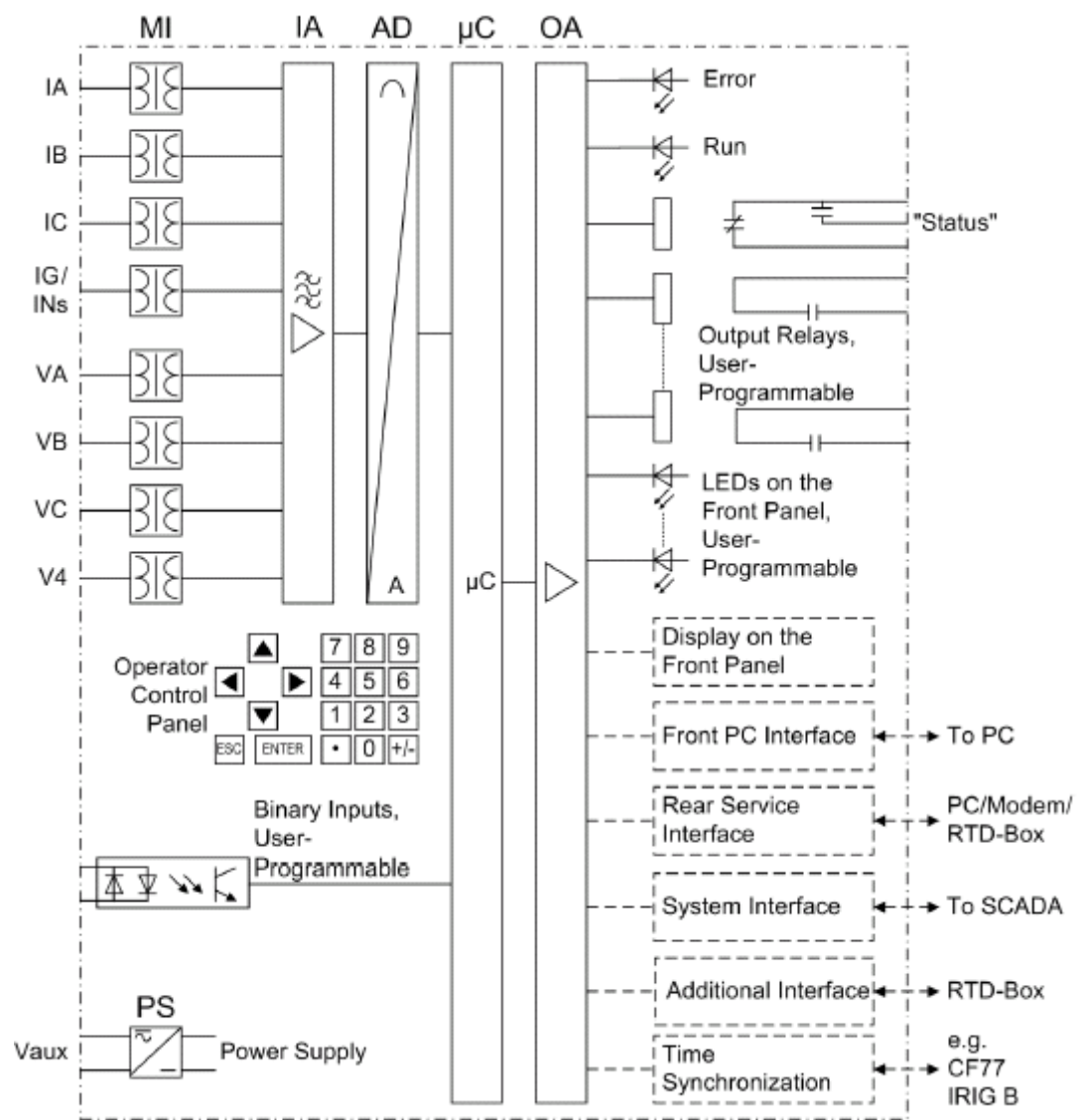
4.2.3. Đặc điểm cấu trúc của 7SJ64

- Hệ thống vi xử lý 32 bit.
- Thực hiện xử lý hoàn toàn bằng tín hiệu số các quá trình đo lường, lấy mẫu, số hoá các đại lượng đầu vào tương tự.
- Không liên hệ về điện giữa khối xử lý bên trong thiết bị với những mạch bên ngoài nhờ bộ biến đổi DC, các biến điện áp đầu vào tương tự, các đầu vào ra nhị phân.
- Phát hiện quá dòng các pha riêng biệt, dòng điện tổng.
- Chính định đơn giản bằng bàn phím hoặc bằng phần mềm DIGSI 4.
- Lưu giữ số liệu sự cố...

Trên hình 4-8, thể hiện cấu trúc phân cứng của role 7SJ64.



- Bộ biến đổi đầu vào ( MI ) biến đổi dòng điện thành các giá trị phù hợp với bộ vi xử lý bên trong của role. 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 các bộ lọc tối ưu về dải thông và tốc độ xử lý.
- Tầng chuyển đổi tương tự – số ( AD ) bao gồm bộ dồn kênh, bộ chuyển đổi tương tự – số ( A/D ) và những modul nhớ để truyền tín hiệu số sang khối vi xử lý.



Hình 4-8. Cấu trúc phần cứng của 7SJ64

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

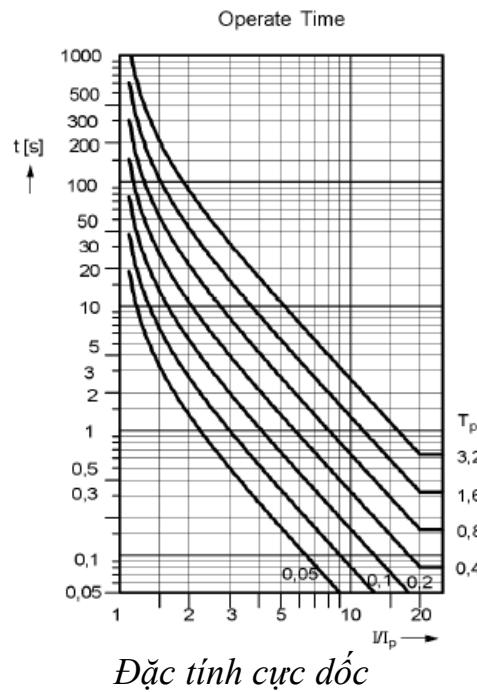
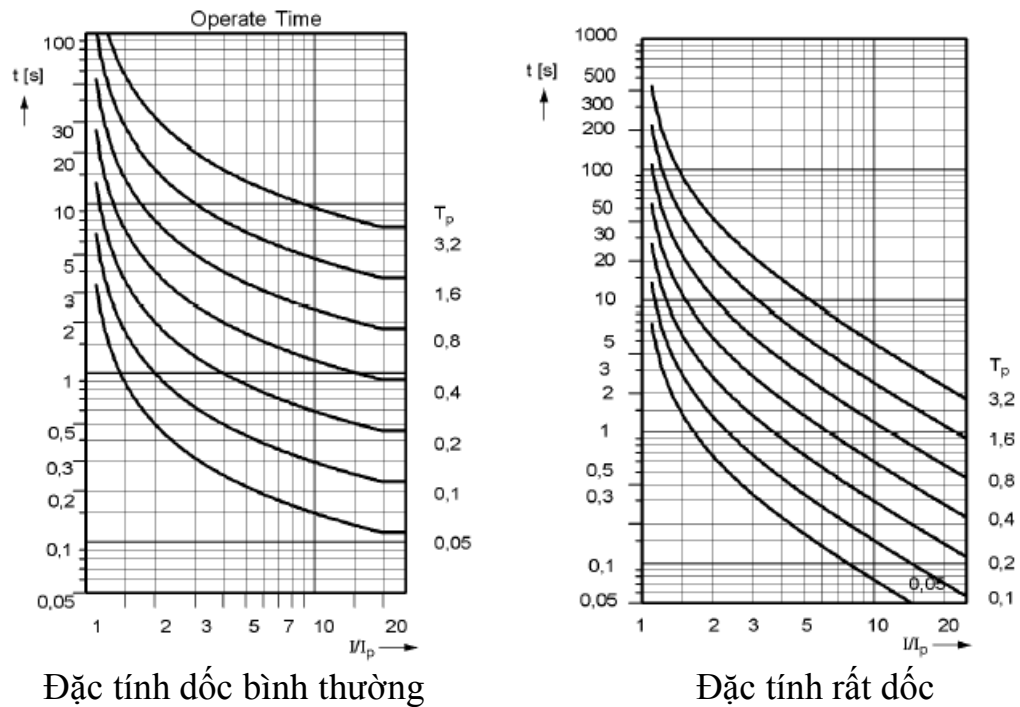
- . Lọc và sắp xếp các đại lượng đo.
- . Liên tục giám sát các đại lượng đo.
- . Giám sát các điều kiện làm việc của từng chức năng bảo vệ.
- . Kiểm soát các giá trị giới hạn và thứ tự thời gian.
- . Đưa ra các tín hiệu điều khiển cho các chức năng logic.
- . Lưu giữ và đưa ra các thông số sự cố phục vụ cho việc tính toán và 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.

#### 4.2.4. 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 đủ các loại bảo vệ quá dòng như sau:

- 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.



Hình 4.12. 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) :

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

- Đặc tính rất dốc (very inverse) :

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

- Đặc tính cực dốc (extremely inverse) :

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

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 5

### TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ CỦA ROLE, KIỂM TRA SỰ LÀM VIỆC CỦA BẢO VỆ

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

Bảng 5-1

Phía Thông số	220 kV	110 kV	22 kV
Công suất danh định (MVA)	125	125	25
Điện áp danh định (kV)	225	115	23
Dòng điện danh định (A)	320,8	627,6	627,6
Tổ đấu dây	$Y_N$	$Y_N$	$\Delta - 11$
Tỉ số máy biến dòng	400/1	800/1	800/1
Điện áp cực đại $U_{\max}$ (kV)	247,5	115	24,15
Điện áp cực tiểu $U_{\min}$ (kV)	202,5	115	21,85
Điện áp đặt $U_d$ (kV) $U_d = 2 \cdot \frac{U_{\max} \cdot U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}}$	222,75	115	22,94

#### 5.2. NHỮNG CHỨC NĂNG BẢO VỆ DÙNG ROLE 7UT613.

##### 5.2.1. 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, rơle 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. rơle cần những thông số sau cho mỗi cuộn dây:

- . Công suất danh định  $S_{đđ}$  (MVA).
- . Điện áp danh định  $U_{đđ}$  (kV).
- . Dòng điện danh định  $I_{đđ}$  (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 5-2.

**Bảng 5-2**

Địa chỉ	Các lựa chọn	Cài đặt	Nội dung
311	0.4 ÷ 800 kV	225 kV	Điện áp phía cao áp
312	0.2 ÷ 5000 MVA	125 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
321	0.4 ÷ 800 kV	115 kV	Điện áp phía trung áp
322	0.2 ÷ 5000	125 MVA	Công suất cuộn trung áp

	MVA		
323	Solid Earthed Isolated	Solid Earthed	Trung tính nối đất trực tiếp
324	Y D Z	$Y_N$	Cuộn trung áp nối sao
325	0 ÷ 11	0	Tổ đấu dây
331	0.4 ÷ 800 kV	23 kV	Điện áp phía hạ áp
332	0.2 ÷ 5000 MVA	25 MVA	Công suất cuộn hạ áp
333	Solid Earthed Isolated	Isolated	Trung tính cách đất
334	Y D Z	D	Cuộn hạ áp nối tam giác
335	0 ÷ 11	11	Tổ đấu dây
372	1 ÷ 100000 A	320,8 A	Dòng điện làm việc phía cao áp
373	1 ÷ 100000 A	627,6 A	Dòng điện làm việc phía trung áp
374	1 ÷ 100000 A	627,6	Dòng điện làm việc phía hạ áp

5.2.2. 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 lí đo lường của role 7UT613 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,  $f_i = 0,1$ .

$\Delta U$  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 220kV làm phía cơ bản).

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

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

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

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  $K_{Hb} = \text{tg} \alpha_1 = 0,25$  ( $K_{Hb}$  là hệ số hãm đoạn b),  $\text{SLOPE } 1 = 0,25$ .

Độ dốc của đoạn đặc tính c có mức độ hãm lớn hơn, nhằm đảm bảo cho role làm việc trong điều kiện dòng không cân bằng lớn, BI bị bão hoà khi có ngắn mạch



ngoài. Độ dốc này được xác định theo độ lớn của góc  $\alpha_2$ , nhà sản xuất đã đặt sẵn trong role điểm cơ sở là 2,5 và  $\alpha_2=26,56^\circ$ , SLOPE 2= 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

định của máy biến áp,  $U_N^{C-T}\% = 10,78\% \rightarrow \frac{1}{U_N\%} = 9,3$ . Vậy ta chọn giá trị  $I_{DIFF>>}$

= 9,3. $I_{ddb}$ . Ta có ngưỡng thay đổi hệ số hãm thứ hai:

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

$$I_{S3} = \frac{I_{DIFF>>}}{SLOPE2} + I_H^* = \frac{9,3}{0,5} + 2,5 = 21,1$$

$$I_{P2} = I_{S2} \cdot SLOPE1 = 5 \cdot 0,25 = 1,25$$

- 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.

### 5.2.3. 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.

$I-REF=1,2.0,1.I_{ddB} = 0,12. I_{ddB}$

. Chọn dòng điện khởi động :  $I-REF > = 0,3. I_{ddB}$

. Độ dốc của đường đặc tính :  $SLOPE = 0$

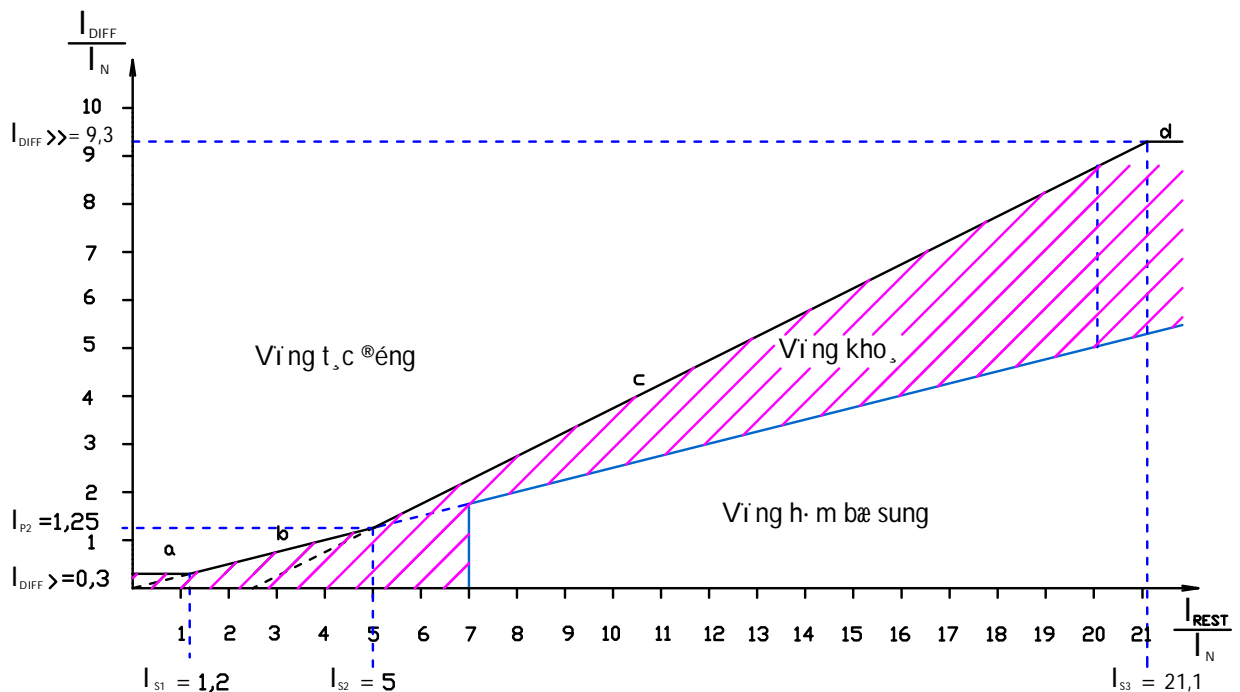
. Thời gian trễ tác động :  $T I-REF > = 0 \text{ s}$

Bảng 5-3

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/In0	0.30 I/In0	Dòng so lệch mức thấp $I_{DIFF > } = 0,3.I_{ddB}$
1226A	0.00..60.00sec; $\infty$	0.00sec	Thời gian trễ của cấp $I_{DIFF > }$
1231	0.05..35.0 I/In0	9.3 I/In0	Dòng so lệch mức cao $I_{DIFF >> } = 9,3.I_{ddB}$
1236A	0.00..60.00sec; $\infty$	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/In0	0.00 I/In0	Điểm cơ sở của đoạn đặc tính

			b
1243A	0.25..0.95	0.50	Độ dốc đoạn đặc tính c
1244A	0.00..10.00 I/In0	2.50 I/In0	Điểm cơ sở của đoạn đặc tính c
1261A	2.00..15.00 I/In0	7 I/In0	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/In	0.3 I/In	Dòng khởi động của bảo vệ REF
1312A	0.00..60.00 sec; $\infty$	0.00 sec	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 7UT613 như hình 5-1.



Hình 5-1. Đặc tính tác động của bảo vệ so lệch có hãm.

### 5.3. NHỮNG CHỨC NĂNG BẢO VỆ DÙNG ROLE 7SJ64.

#### 5.3.1 Bảo vệ quá dòng cắt nhanh, $I \gg (50)$

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

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

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:

$$I_{kdI \gg} = \frac{I_{kd}}{n_I} \cdot 10^3, \text{ A}$$

Trong đó:  $n_I$ - tỷ số biến dòng tương ứng.

#### ***Bảo vệ quá dòng cắt nhanh đặt ở phía 220 kV***

$I_{Nng.max} = \max \{ I_{N2max}, I_{N3max} \}$  qua 1BI.  $I_{Nng.max} = 6,803$ -Ngắn mạch dạng  $N^{(3)}$  tại  $N_2$ , nguồn cung cấp  $S_{Nmax}$ , 1 máy biến áp làm việc.

$$I_{Nng.max} = 6,803 \cdot I_{cb1} = 6,803 \cdot 0,328 = 2,231 \text{ kA};$$

$$I_{kd1} = 1,2 \cdot 2,231 = 2,678 \text{ kA}$$

$$I_{kdI \gg} = \frac{2,678}{400/1} \cdot 10^3 = 6,695 \text{ A}$$

#### 5.3.2 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  $K = 1,6$

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

$$I_{kdI >} = \frac{I_{kd}}{n_I} \cdot 10^3, \text{ A}$$

Trong đó:  $n_T$ - tỷ số biến dòng tương ứng.

**1) Bảo vệ quá dòng đặt ở phía 220 kV**

$$I_{kd1} = 1,6.I_{ddb}(220) = 0,513 \text{ kA};$$

$$I_{kd1>} = \frac{0,513}{400/1} \cdot 10^3 = 1,283 \text{ A}$$

**2) Bảo vệ quá dòng đặt ở phía 110 kV**

$$I_{kd2} = 1,6.I_{ddb}(110) = 1,004 \text{ kA};$$

$$I_{kd2>} = \frac{1,004}{800/1} \cdot 10^3 = 1,255 \text{ A}$$

**3) Bảo vệ quá dòng đặt ở phía 22 kV**

$$I_{kd3} = 1,6.I_{ddb}(22) = 1,004 \text{ kA};$$

$$I_{kd3>} = \frac{1,004}{800/1} \cdot 10^3 = 1,255 \text{ A}$$

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 :

$$t = t_D + \Delta t = 1 + 0,3 = 1,3 \text{ sec}$$

- Phía 110 kV

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

$$t = t_D + \Delta t = 1 + 0,3 = 1,3 \text{ sec}$$

- Phía 220 kV:

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

$$t = t_D + \Delta t = 1 + 0,3 = 1,3 \text{ sec}$$

### 5.3.3 Bảo vệ quá dòng thứ tự không, $I_{0>}(51N)$

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

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

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

$$I_{0kd>} = 0,3 \cdot 1 = 0,3 \text{ A}$$

Bảo vệ này chỉ đặt cho 2 phía 220 kV và 110 kV.

Các thông số cài đặt cho rơle 7SJ64 phía 220 kV theo bảng 5-4 :

Bảng 5-4

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	6,695A	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	1,283A	Dòng khởi động của bảo vệ quá dòng
1211	Normal Inverse Very Inverse Extremly Inverse User Character	User Character	Chọn đặc tính thời gian cho bảo vệ quá dòng, $t=const$
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
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; $\infty$	0,25sec	Thời gian trễ của 50BF

Các thông số cài đặt cho rơ le 7SJ64 phía 110 kV theo bảng 5-5:

Bảng 5-5

Địa chỉ	Các lựa chọn	Cài đặt	Nội dung
---------	--------------	---------	----------

1201	ON OFF	ON	Bật chức năng quá dòng
1207	0,10..4,00A	1,255A	Dòng khởi động của bảo vệ quá dòng
1211	Normal Inverse Very Inverse Extremly Inverse User Character	User Character	Chọn đặc tính thời gian cho bảo vệ quá dòng, t= const
1301	ON OFF	ON	Bật chức năng quá dòng thứ tự không
1307	0,05..4,00A	0,30A	Dòng khởi động quá dòng thứ tự không
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..60,00sec; $\infty$	0,25sec	Thời gian trễ của 50BF

Các thông số cài đặt cho rơ le 7SJ64 phía 22 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
1207	0,10..4,00A	1,255A	Dòng khởi động của bảo vệ quá dòng
1211	Normal Inverse Very Inverse Extremly Inverse User Character	User Character	Chọn đặc tính thời gian cho bảo vệ quá dòng, t= const
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..60,00sec;∞	0,25sec	Thời gian trễ của 50BF

#### 5.4.KIỂM TRA SỰ LÀM VIỆC CỦA CÁC BẢO VỆ

##### 5.4.1. Bảo vệ so lệch, ΔI (87)

###### 1) Ngắt mạch ngoài vùng bảo vệ

Trên lý thuyết khi ngắt 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:

$$I_{sl} = I_{kcb} = (K_{đn} \cdot K_{kck} \cdot f_i + \Delta U_{đ/c}) \cdot I_{Nng.max}$$

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

$K_{kck}$  - 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,  $f_i = 1$ ;

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

$I_{Nngmax}$ - Dòng điện ngắn mạch cực đại ngoài vùng bảo vệ

Suy ra :  $I_{sl} = 0,2 \cdot I_{Nngmax}$

Dòng hãm được xác định theo biểu thức:

$$I_H = 2 \cdot I_{Nngmax}$$

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.

###### a) Ngắt mạch phía 110 kV (N2)

$$I_{N2ngmax} = I_{1BImax} = 6,803 \text{ (đã loại dòng thứ tự không)}$$

(Ngắt mạch dạng  $N2^{(3)}$ , nguồn cung cấp  $S_{Nmax}$  IMBA làm việc độc lập (bảng 2-2) )

$$I_{sl2} = 0,2 \cdot I_{N2ngmax} = 0,2 \cdot 6,803 = 1,361$$

$$I_{H2} = 2 \cdot I_{N2ngmax} = 2 \cdot 6,803 = 13,61$$

Như vậy cắt đường đặc tính c nên:

$$I_{H2tt} = \frac{1,361}{0,5} + 2,5 = 5,222$$



$$K_{atH2} = \frac{13,61}{5,222} = 2,61$$

b) Ngắn mạch phía 22 kV (N3)

$$I_{N3ngmax} = I_{1BImax} = 0,831$$

(Ngắn mạch dạng  $N3^{(3)}$ , nguồn cung cấp  $S_{Nmax}$ , 1MBA làm việc độc lập (bảng 2-3))

$$I_{sl3} = 0,2 \cdot I_{N3ngmax} \frac{S_{cdm}}{S_{hdm}} = 0,2 \cdot 0,831 \cdot \frac{125}{25} = 0,831$$

$$I_{H3} = 2 \cdot I_{N3ngmax} \frac{S_{cdm}}{S_{hdm}} = 2 \cdot 0,831 \cdot \frac{125}{25} = 8,31$$

Như vậy cắt đường đặc tính b nên:

$$I_{H3tt} = \frac{0,831}{0,25} = 3,324$$

$$K_{atH2} = \frac{8,31}{3,324} = 2,5$$

## 2) Ngắn mạch trong vùng bảo vệ

Khi ngắn mạch trong vùng bảo vệ, dòng điện so lệch  $I_{sl}$  luôn bằng dòng hãm  $I_H$  do đó theo lý thuyết role luôn tác động. Kiểm tra sự làm việc của role ta kiểm tra độ nhạy:

$$K_n = \frac{I_{sl}}{I_{sltt}}$$

Trong đó:  $I_{sltt}$ - dòng so lệch tính toán

(tính dựa trên đặc tính làm việc của role)

a) Ngắn mạch phía 220 kV (N1)

Dòng so lệch trong vùng bé nhất :

$$I_{sl1} = I_H = 9,842$$

(Ngắn mạch  $N1^{(2)}$ , nguồn cung cấp  $S_{Nmin}$ , 2MBA làm việc song song, bảng 2-1)

Như vậy cắt đường đặc tính c nên:

$$I_{sl1tt} = (9,842 - 2,5) \cdot 0,5 = 3,671$$

Độ nhạy của bảo vệ:

$$K_{n1} = \frac{9,842}{3,671} = 2,68$$

b) Ngắn mạch phía 110 kV (N2)

Dòng so lệch trong vùng bé nhất :

$$I_{sl2} = I_{H2} = 4,245$$

(Ngắn mạch  $N2^{(2)}$ , nguồn cung cấp  $S_{Nmin}$ , 2MBA làm việc song song)

(bảng 2-2))

Như vậy cắt đường đặc tính b nên:

$$I_{sl2tt} = 4,245.0,25=1,106$$

Độ nhạy của bảo vệ:

$$K_{n2} = \frac{4,245}{1,106} = 4$$

c) Ngắn mạch phía 22 kV (N3')

Dòng so lệch trong vùng bé nhất :

$$I_{sl3} = I_{H3} = 0,686 \cdot \frac{125}{25} = 3,43$$

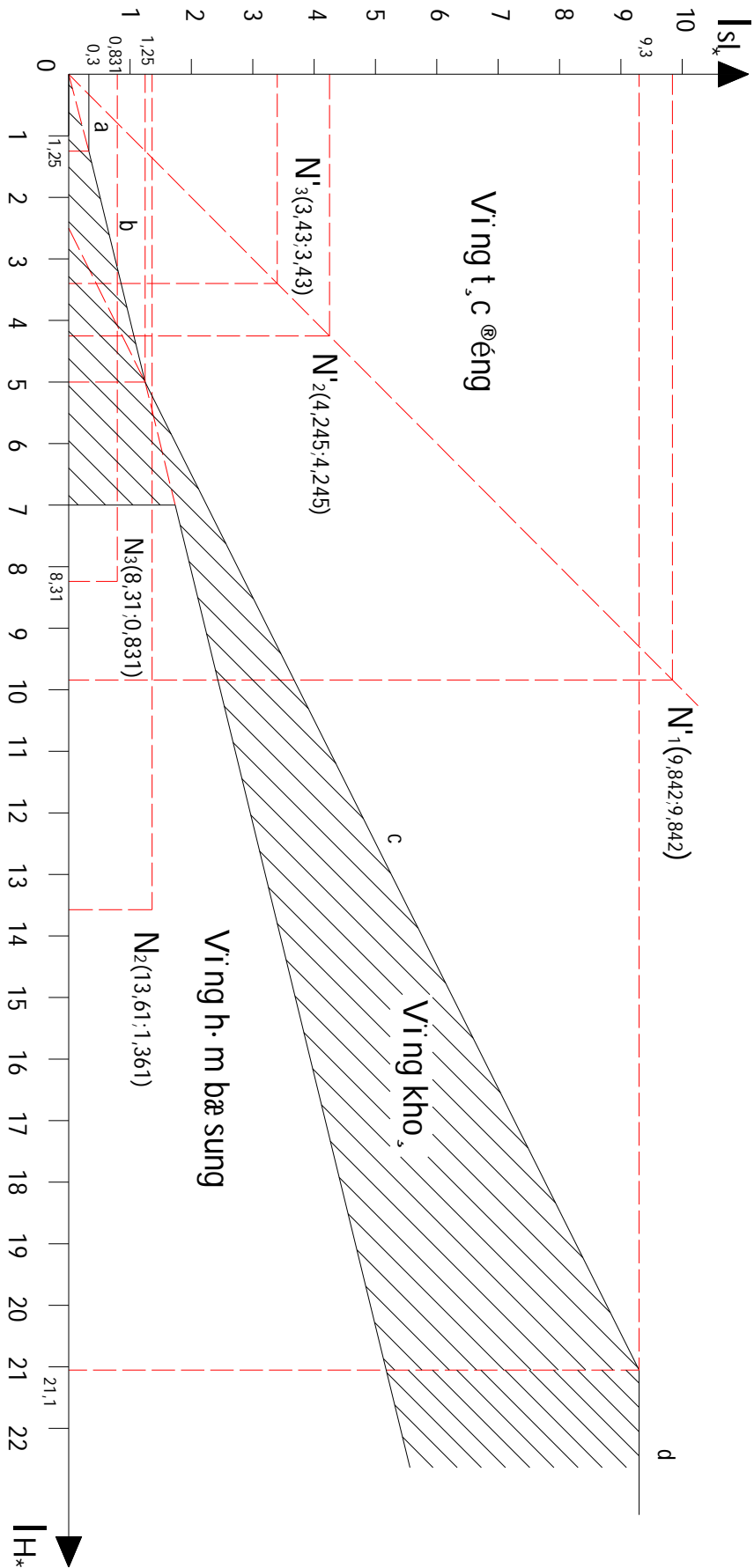
( Ngắn mạch N3<sup>(2)</sup>, nguồn cung cấp S<sub>Nmin</sub>, 2MBA làm việc độc lập (bảng 2-3))

Như vậy cắt đường đặc tính b nên:

$$I_{sl3tt} = 3,43.0,25=0,858$$

Độ nhạy của bảo vệ:

$$K_{n3} = \frac{3,43}{0,858} = 4$$



### 5.4.2. Bảo vệ chống chạm đất hạn chế, $\Delta I_0$ (87N)

Độ nhạy được xác định theo biểu thức:

$$K_{n0} = \frac{3 \cdot I_{0Nmin}}{I_{0kd}}$$

Trong đó:  $I_{0Nmin}$ - trị số dòng ngắn mạch thứ tự không nhỏ nhất tại chỗ ngắn mạch trong vùng bảo vệ;

+ Điểm N'1

$I_{0kd}$  - trị số dòng khởi động,  $I_{0kd} = 0,3 \cdot I_{dd1BI} = 0,3 \cdot 400 = 120 \text{ A}$  .

Dòng thứ tự không nhỏ nhất qua bảo vệ:

$$I_{0Nmin} = 7145 \cdot \frac{125}{\sqrt{3} \cdot 220} = 2343,8 \text{ A}$$

(Dạng ngắn mạch  $N'1^{(1)}$ , nguồn cung cấp  $S_{Nmin}$ , 1MBA làm việc, trang 30)

Độ nhạy của bảo vệ :

$$K_{n0} = \frac{3 \cdot 2343,8}{120} = 58,6$$

+ Điểm N'2

$I_{0kd}$  - trị số dòng khởi động,  $I_{0kd} = 0,3 \cdot I_{dd2BI} = 0,3 \cdot 800 = 240 \text{ A}$  .

Dòng thứ tự không nhỏ nhất qua bảo vệ:

$$I_{0Nmin} = 1703 \cdot \frac{125}{\sqrt{3} \cdot 110} = 1117,3 \text{ A}$$

(Dạng ngắn mạch  $N2^{(1)}$ , nguồn cung cấp  $S_{Nmin}$ , 2MBA làm việc, trang 40)

Độ nhạy của bảo vệ :

$$K_{n0} = \frac{3 \cdot 1117,3}{240} = 13,97$$

### 5.4.3. 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 220 kV***

$$I_{N1min} = 0,686 \cdot \frac{125}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,225 \text{ kA}$$

$I_{N1min}$  - Dòng ngắn mạch cực tiểu qua vị trí đặt bảo vệ khi có sự cố phía bên kia máy biến áp:  $I_{Nmin} = \min \{ I_{N2min}, I_{N3min} \}$

(Dạng ngắn mạch  $N3^{(2)}$ , nguồn cung cấp  $S_{Nmin}$ , 2MBA làm việc song song, bảng 2-3)

$$I_{kd1} = 0,674 \text{ kA}$$

$$K_{n1} = \frac{0,225}{0,674} = 0,333 < 1$$

Trong trường hợp này báo vệ khung nháy, ống tống ống nháy chày ta sẽ dùng báo vệ thành phần thối nghịch:

Dùng tỉ lệ khi ống tống chày theo tỉ lệ ki:

$$I_{2k01} = 0,3 \cdot I_{d0B} = 0,3 \cdot \frac{125}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,098 \text{ kA}$$

Ống nháy của báo vệ:

$$K_{2n1} = \frac{I_{21BImin}}{I_{2kd1}}$$

Trong đó:  $I_{21BImin}$  - Dòng thối nghịch nhỏ nhất qua 1BI

$$I_{21BImin} = 0,396 \cdot \frac{125}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,13 \text{ kA}$$

$$K_{2n1} = \frac{0,13}{0,098} = 1,326$$

## 2, Bảo vệ quá dòng phía 110kV

$$I_{N2min} = 4,245 \cdot \frac{125}{\sqrt{3} \cdot 110} = 2,785 \text{ kA}$$

(Dạng ngắn mạch  $N2^{(2)}$ , nguồn cung cấp  $S_{Nmin}$ , 2MBA làm việc song song, bảng 2-2)

$$I_{kd2} = 1,318 \text{ kA}$$

$$K_{n2} = \frac{2,785}{1,318} = 2,113$$

## 3, Bảo vệ quá dòng phía 22kV

$$I_{N3min} = 0,686 \cdot \frac{125}{\sqrt{3} \cdot 22} = 2,26 \text{ kA}$$

(Dạng ngắn mạch  $N3^{(2)}$ , nguồn cung cấp  $S_{Nmin}$ , 2MBA làm việc song song, bảng 2-3)

$$I_{kd3} = 1,318 \text{ kA}$$

$$K_{n3} = \frac{2,26}{1,318} = 1,715$$

#### 5.4.4. Bảo vệ quá dòng thứ tự không, $I_0 > (51N)$

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

$$K_{n0} = \frac{3 \cdot I_{0Nmin}}{I_{0kd}}$$

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.