

Câu 1: (1,5 điểm)

0,15 đ / 1 câu

	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10
A					x			x	x	x
B			x	x		x				
C	x	x								
D							x			

Câu 2: (1,5 điểm)

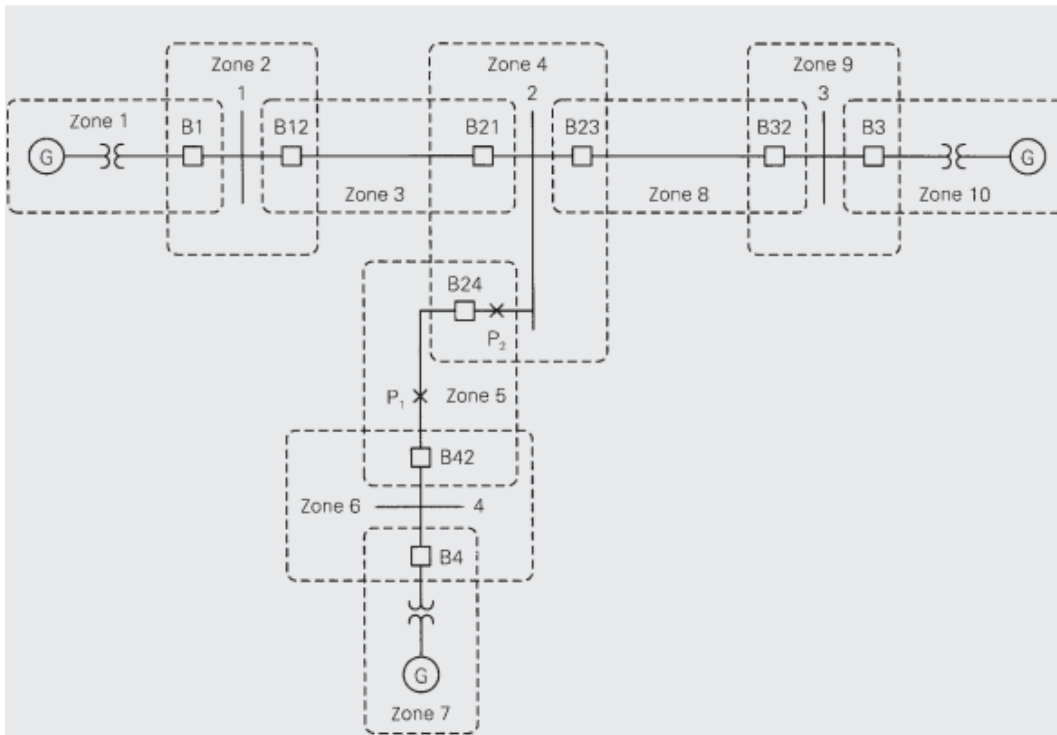
Vẽ vùng bảo vệ giới hạn các phần tử và giải thích đầy đủ (máy phát, máy biến áp, đường dây, thanh cái) trong sơ đồ hệ thống điện. Giải thích máy cắt nào tác động mở khi **sự cố 3 pha tại P3** (đường dây Line 23):

Vùng bảo vệ máy phát : **Zone 1; Zone 7; Zone 10;**

Vùng bảo vệ thanh cái : **Zone 2** (thanh cái 1); **Zone 4** (thanh cái 2); **Zone 6** (thanh cái 3); **Zone 9** (thanh cái 4); **(0,25 điểm)**

Vùng bảo vệ đường dây: **Zone 3** (đường dây Line 12); **Zone 8** (đường dây Line 23); **Zone 5** (đường dây Line 24);

Giải thích: khi sự cố 3 pha tại **P₃** , máy cắt **B23** và máy cắt **B32** (zone 8-vùng 8) sẽ **mở ra để cô lập sự cố (0,25 điểm)**



Vẽ hình đúng (1 điểm)

Câu 3 (2 điểm): Giải thích sơ đồ bảo vệ

1. Xác định chức năng bảo vệ SEL-300G

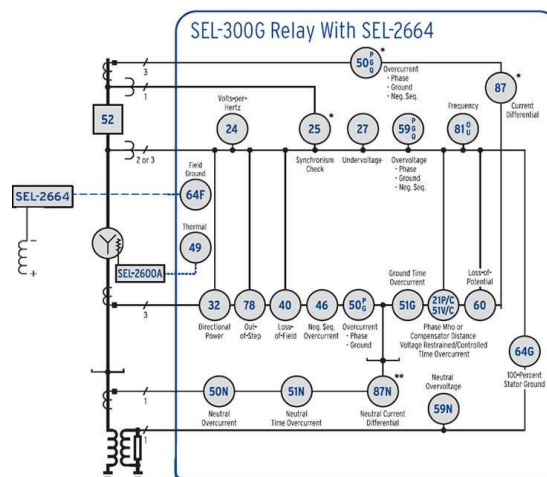
- Liệt kê các chức năng rơ le trong sơ đồ (0,5 điểm)

- SEL-300G bảo vệ máy phát điện, gồm nhiều loại rơ le khác nhau (0,5 điểm)

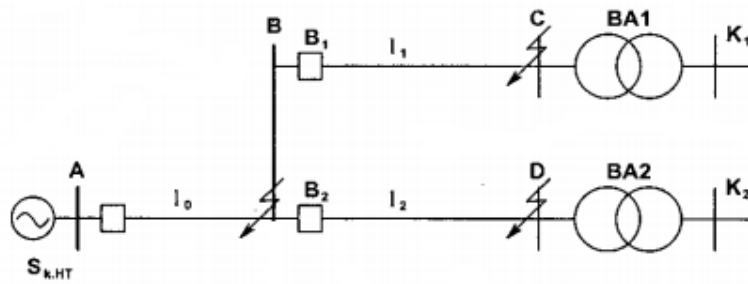
2. Xác định chức năng máy biến áp trong hình

- Máy biến áp đo lường đo tín hiệu điện áp chạm đất U_0 . (0,5 điểm)

- MBA đo lường đưa đến rơ le 59N và 64G, báo tín hiệu chạm đất của cuộn dây Stator. (0,5 điểm)



Bài 3 (5 điểm):



Giải

3.1. Tính toán dòng ngắn mạch tại A, B, C, D. (1 điểm)

Các tham số của phần tử bảo vệ khoảng cách

$$Z_{AB} = \sqrt{(70 * 0,1)^2 + (70 * 0,3)^2} = 22,136 \Omega; \quad Z_{BC} = \sqrt{(80 * 0,1)^2 + (80 * 0,3)^2} = 25,298 \Omega;$$

$$Z_{BD} = \sqrt{(80 * 0,1)^2 + (80 * 0,3)^2} = 25,298 \Omega; \quad Z_{BA1} = Z_{BA2} = (10 * 110^2) / (100 * 20) = 60,5 \Omega$$

Điện trở các đoạn dây và máy biến áp

$$R_{AB} = 70 * 0,1 = 7 \Omega; \quad X_{AB} = 70 * 0,3 = 21 \Omega;$$

$$R_{BC} = R_{BD} = 80 * 0,1 = 8 \Omega; \quad X_{BC} = X_{BD} = 80 * 0,3 = 24 \Omega;$$

$$Z_{BA1} = Z_{BA2} \approx X_{BA1} = \frac{U_N * U_{CB}^2}{100 * S_{dm}} = \frac{10 * 110^2}{100 * 20} = 60,5 \Omega; \quad (0,25 \text{ đ})$$

Điện trở của hệ thống

$$X_{HT} = \frac{U^2}{S_{HT}} = \frac{110^2}{1800} = 6,72 \Omega$$

Tổng trở ngắn mạch tính đến thanh cái B:

$$Z_{kB} = \sqrt{R_{AB}^2 + (X_{AB} + X_{HT})^2} = \sqrt{7^2 + (21 + 6,722)^2} = 28,592 \Omega$$

Dòng ngắn mạch 3 pha tại điểm B

$$I_{kB}^{(3)} = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_{kB}} = \frac{110}{\sqrt{3} * 28,592} = 2,221 \text{ kA} \quad (0,25 \text{ đ})$$

Tổng trở ngắn mạch tính đến thanh cái C:

$$Z_{kC} = \sqrt{(R_{AB} + R_{BC})^2 + (X_{AB} + X_{HT} + X_{BC})^2} = \sqrt{(8 + 7)^2 + (21 + 6,722 + 24)^2} = 53,853 \Omega$$

Dòng ngắn mạch 3 pha tại điểm C

$$I_{kC}^{(3)} = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_{kC}} = \frac{110}{\sqrt{3} * 53,853} = 1,179 \text{ kA} \quad (0,25 \text{ đ})$$

Tổng trở ngắn mạch tính đến thanh cái D:

$$Z_{kD} = \sqrt{(R_{AB} + R_{BD})^2 + (X_{AB} + X_{HT} + X_{BD})^2} = \sqrt{(8 + 7)^2 + (21 + 6,722 + 24)^2} = 53,853 \Omega$$

Dòng ngắn mạch 3 pha tại điểm D

$$I_{kD}^{(3)} = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_{kD}} = \frac{110}{\sqrt{3} * 53,853} = 1,179 \text{ kA} \quad (0,25 \text{ đ})$$

Các kết quả khác được trình bày ở bảng 1

3.2 Chọn TU, TI tại A. (1 điểm)

Dòng điện chạy trên các đoạn dây

$$I_{BC} = I_{BD} = 20.000 / (\sqrt{3} * 110) = 104,973 \text{ A}; \quad (0,25 \text{ đ})$$

$$I_{AB}=I_{BC} + I_{BD}= 209,946 \text{ A } \quad (0,25 \text{ đ})$$

Chọn máy biến dòng $n_{BI} = 300 \text{ A} / 5\text{A}$, tỉ số $n_{BI} = 60$, (0,25 đ)

Biến điện áp $n_{BU} = 110000\text{V}/100 \text{ V}$ có tỉ số $n_{BU} = 1100$. (0,25 đ)

3.3 Chọn bảo vệ khoảng cách đường dây 110kV AB, 3 vùng (Vùng 1,2,3), $Z_{AB}^I, Z_{AB}^{II}, Z_{AB}^{III}$. (1 điểm)

Vùng 1 của đường dây AB đặt tại A

Điện trở khởi động vùng 1 của bảo vệ tại A

$$Z_A^I = k_1 * Z_{AB} = 0,8 * 22,136 = 17,701 \Omega$$

Điện trở khởi động của rơ le

$$Z_{RA}^I = Z_A^I \frac{n_{BI}}{n_{BU}} = 17,701 * \frac{60}{1100} = 0,966 \Omega \quad (0,25 \text{ đ})$$

Điện trở đặt vào rơ le $Z_A^I = 0,9 \Omega$

Điện trở khởi động thực tế của bảo vệ

$$Z_{kd.A}^I = Z_A^I \frac{n_{BU}}{n_{BI}} = 0,9 * \frac{1100}{60} = 16,5 \Omega$$

Độ nhạy của bảo vệ khoảng cách vùng I

$$k_{nhZ} = \frac{Z_{AB}}{Z_{kd.A}^I} = \frac{22,136}{16,5} = 1,342 \geq 1,2 \quad (\text{đạt yêu cầu vùng 1}) \quad (0,25 \text{ đ})$$

Vùng 2 của đường dây AB đặt tại A

Các đường dây BC, BD sau đường dây AB có giá trị bằng nhau, chọn đường dây BC tính toán

$$Z_{AB}^{II} = k_2 * (Z_{AB} + k_1 * Z_{BC}) = 0,8 * (22,136 + 0,8 * 25,298) = 33,899 \Omega$$

Điện trở khởi động của rơ le

$$Z_{RA}^{II} = Z_{AB}^{II} \frac{n_{BI}}{n_{BU}} = 33,899 * \frac{60}{1100} = 1,849 \Omega$$

Điện trở đặt vào rơ le

$$Z_{RA}^{II} = 1,8 \Omega$$

Điện trở khởi động thực tế của bảo vệ

$$Z_{kd.A}^{II} = Z_{RA}^{II} \frac{n_{BU}}{n_{BI}} = 1,8 * \frac{1100}{60} = 33,9 \Omega$$

Thời gian tác động của bảo vệ vùng 2 là

$$t_2 = t_1 + \Delta t = 0,03 + 0,5 = 0,53(\text{s})$$

Nếu cấp 1 không tác động thì cấp 3 sẽ tác động sau thời gian $t_3 = t_2 + \Delta t = 1,03(\text{s})$ (0,25 đ)

Vùng 3 của bảo vệ A

Điện trở $Z_{BA1} = Z_{BA2}$ được chọn tính toán vùng 3

$$Z_{AB}^{III} = k_1 * (Z_{AB} + k_2 * (Z_{BC} + k_1 * Z_{BA1})) = 0,8 * (22,136 + 0,8 * (25,298 + 0,8 * 60,5)) = 64,876 \Omega$$

Điện trở khởi động của rơ le

$$Z_{RA}^{III} = Z_{AB}^{III} \frac{n_{BI}}{n_{BU}} = 64,876 * \frac{60}{1100} = 3,539 \Omega$$

Điện trở đặt vào rơ le

$$Z_{RA}^{III} = 3,5 \Omega$$

Điện trở khởi động thực tế của bảo vệ

$$Z_{kd.A}^{III} = Z_{RA}^{III} \frac{n_{BU}}{n_{BI}} = 3,5 * \frac{1100}{60} = 64,167 \Omega \quad (0,25 \text{ đ})$$

Thời gian tác động của bảo vệ vùng 3 là

$$t_3 = t_2 + \Delta t = 0,5 + 0,53 = 1,03(s)$$

3.4. Chọn bảo vệ khoảng cách đường dây 110kV BC, 2 vùng (Vùng 1,2), Z_{BC}^I, Z_{BC}^{II} . (1 điểm)

3.5. Chọn bảo vệ khoảng cách đường dây 110kV BD, 2 vùng (Vùng 1,2), Z_{BD}^I, Z_{BD}^{II} . (1 điểm)

Vùng 1 của bảo vệ đường dây BD, BC

Hai đường dây BD và BC giống nhau, tính toán cho 1 đường dây BC. Điện trở khởi động vùng 1 của bảo vệ đường dây BC đặt tại MC B₁

$$Z_{BC}^I = k_1 * Z_{BC} = 0,8 * 25,298 = 20,238 \Omega$$

Điện trở khởi động của rơ le

$$Z_{BC}^I = Z_{BC}^I \frac{n_{BI}}{n_{BU}} = 20,238 * \frac{60}{1100} = 1,104 \Omega \quad (0,25 \text{ đ}) + (0,25 \text{ đ})$$

Điện trở đặt vào rơ le

$$Z_{RBC}^I = 1,1 \Omega$$

Điện trở khởi động thực tế của bảo vệ

$$Z_{kd.BC}^I = Z_{RBC}^I \frac{n_{BU}}{n_{BI}} = 1,1 * \frac{1100}{60} = 20,167 \Omega$$

Độ nhạy của bảo vệ khoảng cách vùng I

$$k_{nhZ}^I = \frac{Z_{BC}}{Z_{kd.BC}^I} = \frac{25,298}{20,167} = 1,254 \quad (0,25 \text{ đ}) + (0,25 \text{ đ})$$

Vùng 2 của bảo vệ đường dây BD, BC

$$Z_{BC}^{II} = k_1 * (Z_{BC} + k_2 * Z_{BA1}) = 0,8 * (25,298 + 0,8 * 60,5) = 58,96 \Omega$$

Điện trở khởi động của rơ le

$$Z_{RBC}^{II} = Z_{BC}^{II} \frac{n_{BI}}{n_{BU}} = 58,96 * \frac{60}{1100} = 3,22 \Omega$$

Điện trở đặt vào rơ le

$$Z_{RBC}^{II} = 3,2 \Omega$$

Điện trở khởi động thực tế của bảo vệ

$$Z_{kd.BC}^{II} = Z_{RBC}^{II} \frac{n_{BU}}{n_{BI}} = 3,2 * \frac{1100}{60} = 58,67 \Omega \quad (0,25 \text{ đ}) + (0,25 \text{ đ})$$

Thời gian tác động của bảo vệ vùng 2 là

$$t_2 = t_1 + \Delta t = 0,05 + 0,5 = 0,55(s)$$

Đoạn dây	I_v, A	Z, Ω	Z_R^I, Ω	Z_R^{II}, Ω	Z_R^{III}, Ω
AB	209,946	22,136	0,9	1,8	3,5
BC	104,973	25,298	1,1	3,2	
BD	104,973	25,298	1,1	3,2	

(0,25 đ) + (0,25 đ)