



CHƯƠNG 7: Lựa chọn thiết bị trong cung cấp điện

Tiến sĩ Nguyễn Đức Tuyên

MỤC LỤC CHƯƠNG 7

7.1. Khái niệm chung

- 7.1.1. Đặt vấn đề
- 7.1.2. Những điều kiện chung để lựa chọn thiết bị điện

7.3. Lựa chọn trạm biến áp

- 7.3.1. Chọn vị trí đặt trạm biến áp
- 7.3.2. Số lượng máy biến áp
- 7.3.3. Công suất máy biến áp
- 7.3.4. Vận hành kinh tế trạm biến áp

7.2. Lựa chọn dây dẫn

- 7.2.1. Chọn dây dẫn theo điều kiện phát nóng
- 7.2.2. Chọn dây dẫn theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép
- 7.2.3. Chọn thiết diện theo điều kiện kinh tế
- 7.3.4. Phạm vi ứng dụng các phương pháp chọn thiết diện cáp và dây dẫn trong thiết kế cung cấp điện

7.4. Lựa chọn các thiết bị phân phối điện

- 7.4.1. Chọn thanh cái và sứ đỡ
- 7.4.2. Chọn máy cắt điện
- 7.4.3. Chọn dao cắt phụ tải
- 7.4.4. Chọn dao cách ly
- 7.4.5. Chọn cầu chì
- 7.4.6. Chọn máy biến áp đo lường
- 7.4.7. Lựa chọn và kiểm tra thiết bị điện có điện áp đến 1000 V

1. Khái niệm cơ bản về lựa chọn thiết bị

❑ 3 chế độ làm việc cơ bản:

- ❖ *Làm việc lâu dài*: Làm việc tin cậy nếu được chọn theo điện áp định mức và dòng điện định mức.
- ❖ *Quá tải*: Chỉ làm việc tin cậy nếu trị số và thời gian quá tải về dòng điện và điện áp nằm trong giới hạn quy định. Khi đó, thiết bị điện vẫn làm việc bình thường vì dự trữ độ bền điện của thiết bị thường được tính đến khi chế tạo.
- ❖ *Ngắn mạch*: Sẽ đảm bảo làm việc tin cậy nếu được lựa chọn theo ổn định động và ổn định nhiệt. Để hạn chế thiệt hại, trong chế độ này cần loại trừ nhanh nhất hư hỏng ra khỏi mạng điện.

❑ Các điều kiện làm việc khác:

- ❖ Khả năng đóng cắt dòng điện (máy cắt, cầu chì)
- ❖ Hiệu chỉnh tính đến sự sai khác giữa môi trường vận hành và thiết kế (nhiệt độ độ ẩm môi trường, mức độ nhiễm bẩn, độ cao với mực nước biển, cách lắp đặt thiết bị, yêu cầu tiết kiệm diện tích).

1. Chọn thiết bị theo điều kiện làm việc lâu dài

☐ Chọn theo điện áp định mức:

- ❖ Điều kiện làm việc bình thường, độ lệch điện áp không vượt quá 10÷15%.
- ❖ Điều kiện chọn theo điện áp định mức như sau:

$$U_{đm.TBĐ} \geq U_{đm.m}$$
$$U_{đm.TBĐ} + \Delta U_{đm.TBĐ} \geq U_{đm.m} + \Delta U_m$$

- ✓ $U_{đm.TBĐ}$, $U_{đm.m}$: Điện áp định mức của thiết bị điện và của mạng điện nơi thiết bị điện làm việc.
- ✓ $\Delta U_{đm.TBĐ}$: Độ lệch điện áp cho phép của thiết bị điện mà nơi sản xuất đảm bảo.
- ✓ ΔU_m : Độ lệch điện áp có thể của mạng điện so với điện áp định mức trong điều kiện vận hành lâu dài.

1. Chọn thiết bị theo điều kiện làm việc lâu dài

☐ Chọn theo dòng điện định mức:

- $I_{đm}$: dòng điện lớn nhất đi qua thiết bị điện trong thời gian đủ dài ($t \geq 3T_0$, T_0 : hằng số thời gian phát nóng), ứng với nhiệt độ môi trường là định mức, để nhiệt độ của tất cả các bộ phận của thiết bị, dưới tác dụng đốt nóng của dòng điện, không vượt quá nhiệt độ cho phép lâu dài.
- Đảm bảo cho thiết bị điện không bị đốt nóng nguy hiểm trong tình trạng làm việc lâu dài định mức.
- Điều kiện chọn dòng điện định mức: $I_{đm.TBD} \geq I_{lvmax}$
 - I_{lvmax} : dòng điện làm việc lâu dài lớn nhất chạy qua thiết bị
- Hiệu chỉnh theo nhiệt độ: $I'_{đm.TBD} = I_{đm.TBD} \cdot \sqrt{\frac{\theta_{cp} - \theta}{\theta_{cp} - \theta_0}}$
 - θ_{cp} : Nhiệt độ phát nóng cho phép của thiết bị.
 - θ_0 : Nhiệt độ vận hành định mức. Theo tài liệu Nga $\theta_0 = 35^\circ\text{C}$
 - θ : Nhiệt độ vận hành thực tế.

$\theta < 35^\circ\text{C}$ thì cứ giảm đi 1°C , $I_{đm.TBD}$ tăng 0,5% nhưng tất cả không vượt quá $20\% I_{đm.TBD}$

1. Chọn thiết bị theo điều kiện làm việc lâu dài

☐ *Chọn theo dòng điện định mức:*

- Tính I_{lvmax} ?
 - Đối với đường dây mạch kép có một mạch bị sự cố, đường dây còn lại gánh toàn bộ phụ tải.
 - Đối với MBA, đường dây cáp, không có dự trữ làm việc với khả năng quá tải của nó.
 - Đối với thanh góp, thanh dẫn trong các trạm điện, làm việc trong chế độ vận hành xấu nhất.
 - Đối với MFĐ, vận hành ở chế độ quá tải lớn nhất cho phép là 5% ($1,05 \cdot I_{đm}$).

1. Chọn thiết bị theo dòng điện ngắn mạch

❑ Kiểm tra ổn định động:

- ❖ *Định nghĩa*: Lực điện động là lực tác dụng tương hỗ giữa các bộ phận tải dòng điện.
- ❖ *Lực điện động phụ thuộc*: hình dáng, kích thước vật mang điện, khoảng cách giữa các vật mang điện, tính chất môi trường và trị số dòng điện đi qua
- ❖ *Vận hành bình thường*: dòng điện nhỏ → lực điện động nhỏ chưa đủ để phá hoại các kết cấu của thiết bị điện.
- ❖ *Khi ngắn mạch*: dòng điện chạy qua thiết bị điện rất lớn → Lực điện động lớn gây nên biến dạng vật dẫn, phá hủy cách điện...
- ❖ Điều kiện kiểm tra ổn định động: $I_{\text{ôđđ}} \geq i_{xk}$
 - $I_{\text{ôđđ}}$: Dòng điện ổn định động định mức của thiết bị điện
 - i_{xk} : Dòng điện ngắn mạch xung kích

1. Chọn thiết bị theo dòng điện ngắn mạch

□ Kiểm tra ổn định nhiệt:

- Thời gian ngắn mạch ngắn nhưng dòng lớn → xung lượng nhiệt lớn → thiết bị hư hỏng, giảm tuổi thọ.
- Để thiết bị không bị đốt nóng → Kiểm tra ổn định nhiệt:

$$I_{\text{ôđn}}^2 \cdot t_{\text{ôđn}} \geq B_N \Leftrightarrow I_{\text{ôđn}}^2 \cdot t_{\text{ôđn}} \geq I_{\infty}^2 \cdot t_{qđ} \Leftrightarrow I_{\text{ôđn}} \geq I_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_{qđ}}{t_{\text{ôđn}}}}$$

- $I_{\text{ôđn}}$: Dòng điện ổn định nhiệt định mức đi qua thiết bị điện ứng với thời gian ổn định nhiệt định mức $t_{\text{ôđn}}$ cho trước.
- I_{∞} : Dòng điện ngắn mạch xác lập trong mạch có thiết bị điện.
- $t_{qđ}$: Thời gian quy đổi nhiệt của dòng điện ngắn mạch.
- B_N : Xung lượng nhiệt đặc trưng cho lượng nhiệt tỏa ra.

1. Chọn thiết bị theo dòng điện ngắn mạch

❑ Kiểm tra ổn định nhiệt:

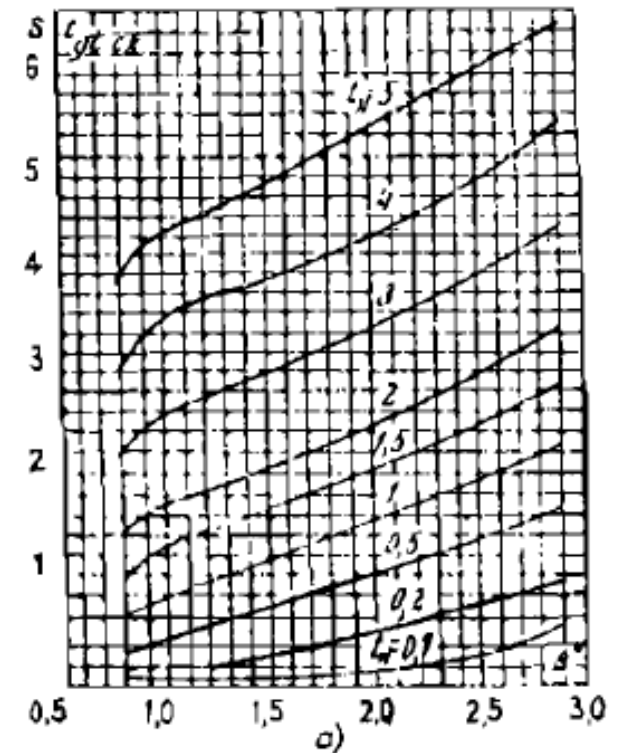
$$B_N = \int_0^t i_N^2(t) = I_\infty^2 \cdot t_{qđ}$$

❖ Thực tế việc tính B_N gặp nhiều khó khăn vì dòng điện $i_N(t)$ thay đổi phức tạp trong quá trình quá độ.

❖ Trong thiết kế, thay vì đi tính B_N thì:

- ✓ Tra trị số $t_{qđ}$ theo quan hệ $t_{qđ} = f(t_N, \beta'')$ cho sẵn,
 - t_N là thời gian tồn tại ngắn mạch ($t_N \leq 5s$)
 - $\beta'' = \frac{I''}{I_\infty}$ (I'' : Dòng điện siêu quá độ ban đầu).
 - $t_N > 5s$ thì cần hiệu chỉnh $t_{qđ}$ như sau:

$$t_{qđ}(t > 5) = t_{qđ}(t = 5) + (t_N - 5)$$



2. Lựa chọn dây dẫn: theo điều kiện phát nóng

❑ Chọn dây dẫn theo điều kiện phát nóng dài hạn:

❖ Phát nóng dài hạn coi toàn bộ nhiệt tỏa ra môi trường

❖ Điều kiện:

$$\vartheta_{\infty} < \vartheta_{cp}: \vartheta_{\infty} - \vartheta_0 = \theta_{\infty} = \frac{R \cdot I^2}{q \cdot S_{bm}} \Rightarrow I_{cp} = \sqrt{\frac{q \cdot S_{bm} \cdot (\vartheta_{cp} - \vartheta_0)}{R}}$$

✓ Năng suất tỏa nhiệt q ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, với $W = \text{J}/\text{s}$)

❖ Chọn thiết diện dây dẫn: $k \cdot I_{cp} \geq I_{lvmax}$

✓ I_{cp} : Dòng điện cho phép của dây dẫn ứng với điều kiện vận hành thiết kế. Tính I_{cp} phức tạp \rightarrow tra I_{cp} trong sổ tay thiết kế.

✓ $k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$: Hệ số hiệu chỉnh giá trị I_{cp} ,

- k_1 : Xét sự khác nhau về nhiệt độ giữa thực tế và thiết kế.
- k_2 : Xét đến ảnh hưởng khi có nhiều dây dẫn đặt song song.
- k_3 : Xét điều kiện lắp đặt dây dẫn (trên không hay ngầm).

2. Lựa chọn dây dẫn: theo điều kiện phát nóng

❑ Chọn dây dẫn theo điều kiện phát nóng dài hạn:

- ✓ I_{lvmax} : Dòng làm việc lâu dài lớn nhất chạy qua dây dẫn. Với đường dây lộ kép: dòng trên 1 Đz khi cắt điện đường dây kia.
- ❖ Chú ý phối hợp thiết bị bảo vệ ở mạng <1kV, ngoài điều kiện $k \cdot I_{cp} \geq I_{lvmax}$ thì phối hợp bảo vệ:
 - ✓ Cầu chì: $I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{\alpha}$
 - I_{dc} : Dòng điện định mức của dây chảy
 - α : Hệ số phụ thuộc đặc điểm của mạng điện
 - Đối với mạng sinh hoạt, $\alpha = 0,8$
 - Đối với mạng động lực, $\alpha = 3$
 - ✓ Áp tô mát (Automatic): $I_{cp} \geq \frac{I_{kđn}}{1,5}$ hoặc $I_{cp} \geq \frac{I_{kdđt}}{4,5}$
 - $I_{kđn}$: Dòng điện khởi động nhiệt của áp tô mát
 - $I_{kdđt}$: Dòng điện khởi động điện từ của áp tô mát

2. Lựa chọn dây dẫn: theo điều kiện phát nóng

❑ Chọn dây dẫn theo điều kiện phát nóng do dòng Ngắn Mạch:

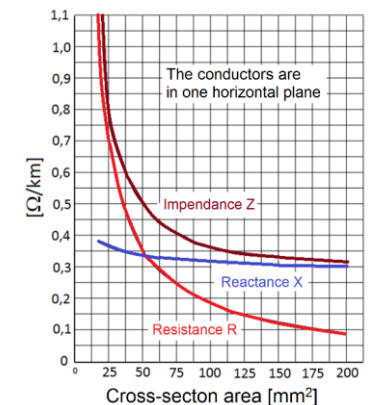
- ❖ Chỉ dùng để kiểm tra thiết diện được chọn bằng các phương pháp đặc biệt khi chọn cáp trung và cao áp.
- ❖ Điều kiện ổn định nhiệt cho thiết diện: $F \geq F_{\text{ổn}} = \alpha \cdot I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{qd}}$
 - $F_{\text{ổn}}$: Thiết diện đảm bảo ổn định nhiệt của cáp đối với dòng ngắn mạch
 - I_{∞} : Trị số hiệu dụng của dòng điện ngắn mạch xác lập
 - t_{qd} : Thời gian quy đổi nhiệt
 - α : Hệ số xác định bởi nhiệt độ phát nóng giới hạn cho phép của loại dây cáp

Loại cáp	Nhiệt độ cho phép (°C)	Hệ số α
Cáp đồng $U_{\text{đm}} \leq 10\text{kV}$	250	7
Cáp nhôm $U_{\text{đm}} \leq 10\text{kV}$	250	12

2. Lựa chọn dây dẫn: theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép

□ **Điều kiện:** $\Delta U = \frac{P.R + Q.X}{U_{đm}} = \frac{P.R}{U_{đm}} + \frac{Q.X}{U_{đm}} = \Delta U_P + \Delta U_Q \leq \Delta U_{cp}$

- P, Q: Công suất truyền trên đường dây ở chế độ cực đại.
- $U_{đm}$: Điện áp định mức của đường dây.
- ΔU_P , ΔU_Q : thành phần tổn thất điện áp do công suất tác dụng và phản kháng
- ΔU_{cp} : Tổn thất điện áp cho phép trên đường dây. Với HTCCĐ có $U_{đm} \leq 35\text{kV}, \Delta U_{cp} = 5\% U_{đm}$
- Đối với đường dây, thành phần điện kháng X thường ít thay đổi, nên có thể lấy 1 giá trị x_0
 - Đường dây trên không, $x_0 = 0,36 \div 0,42 \Omega/\text{km}$
 - Đường cáp đến 10kV, $x_0 = 0,06 \div 0,09 \Omega/\text{km}$



2. Lựa chọn dây dẫn: theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép

□ **Điều kiện (viết lại):** $\frac{P}{U_{đm}} \cdot \frac{\rho l}{F} \leq \Delta U_{cp} - \frac{Q \cdot l \cdot x_0}{U_{đm}} \Rightarrow F \geq \frac{P \cdot l \cdot \rho}{U_{đm} \cdot \Delta U_{cp} - Q \cdot l \cdot x_0}$

❖ Đối với mạng điện hạ áp, đặc biệt là cáp bọc hạ áp, x_0 rất bé, chiều dài l ngắn, do đó cho phép bỏ qua ΔU_Q . Khi đó có thể chọn thiết diện dây dẫn như sau:

$$F \geq \frac{P \cdot l \cdot \rho}{U_{đm} \cdot \Delta U_{cp}}$$

❖ Đối với đường dây trực cấp điện cho nhiều phụ tải đặt gần nhau và chiều dài tổng không lớn:

✓ Cách 1: Nếu toàn bộ đường dây chọn cùng một thiết diện:

$$F \geq \frac{\sum P_i \cdot l_i \cdot \rho}{U_{đm} \cdot \Delta U_{cp} - \sum Q_i \cdot l_i \cdot x_0}$$

- P_i, Q_i, l_i : công suất tác dụng, phản kháng và chiều dài đoạn i
- x_0 : Điện kháng đơn vị trung bình của đường dây

2. Lựa chọn dây dẫn: theo điều kiện tổn thất điện áp cho phép

- ✓ Cách 2: chọn thiết diện theo nguyên tắc mật độ dòng điện không đổi đảm bảo kinh tế nhất (phí tổn kim loại màu ít nhất nhưng vẫn đảm bảo tổn thất điện áp): $J = \frac{I_i}{F_i}$ với mọi đoạn

$$\Delta U_P = \sum \frac{P_i \cdot l_i \cdot \rho}{U_{đm} \cdot F_i} = \sqrt{3} \cdot \rho \cdot \sum l_i \cdot \cos \varphi_i \cdot \frac{I_i}{F_i} = \sqrt{3} \cdot \rho \cdot J \cdot \sum l_i \cdot \cos \varphi_i$$

$$\Rightarrow J = \frac{\Delta U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot \sum l_i \cdot \cos \varphi_i} \Rightarrow F_i = \frac{I_i}{J}$$

Lưu ý: sau khi xác định J , cần so sánh với mật độ dòng điện kinh tế J_{kt} và lấy mật độ dòng điện thấp hơn để xác định thiết diện tiêu chuẩn và kiểm tra lại theo điều kiện tổn thất điện áp

2. Lựa chọn dây dẫn: theo điều kiện kinh tế

❑ Chọn thiết diện theo giản đồ khoảng chia kinh tế

❖ Hàm chi phí tính toán viết cho một đường dây:

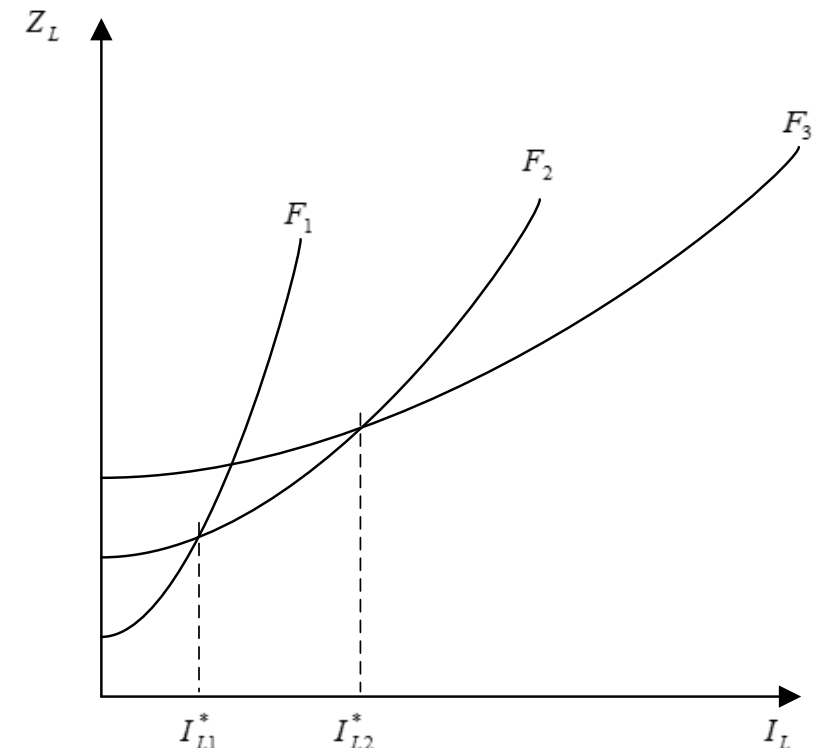
$$Z_L = (k_{hq} + k_{vh}).(a + b.F).L + 3.I_L^2 \cdot \frac{\rho \cdot L}{F} \cdot \tau \cdot \alpha_A = f(F) \rightarrow \min$$

❖ Dây dẫn thiết kế ở F_1, F_2, \dots, F_n khác nhau:

- ✓ Lập $Z_L(F_i, I_{Li})$ với $i = 1 \div n$
- ✓ Lập giản đồ khoảng chia kinh tế
- ✓ Ứng với mỗi I_L , chọn được thiết diện F

có $Z_L \rightarrow \min$:

- Nếu $I_L \leq I_{L1}^*$ thì $F = F_1$
- Nếu $I_{L1}^* \leq I_L \leq I_{L2}^*$ thì $F = F_2$
- Nếu $I_L \geq I_{L2}^*$ thì $F = F_3$



2. Lựa chọn dây dẫn: theo điều kiện kinh tế

□ Chọn thiết diện theo mật độ dòng điện kinh tế

- Điều kiện: $F_{kt} = \frac{I_{max}}{J_{kt}}$
 - I_{max} : Dòng điện làm việc lâu dài lớn nhất chạy trên dây dẫn.
 - J_{kt} : Mật độ dòng điện kinh tế.
- ➔ Chọn thiết diện theo chuẩn thiết kế và gần giá trị F_{kt} nhất.
- J_{kt} phụ thuộc nhiều yếu tố như kim loại thiết bị điện, giá thành thiết bị, giá tổn thất điện năng, các hệ số chuẩn hiệu quả vốn đầu tư và phí tổn vận hành... Trong thiết kế sơ bộ, có thể xác định $J_{kt}(A/mm^2)$ theo Bảng

Loại dây	T _{max} (giờ)		
	≤3000	3000÷5000	≥ 5000
ĐDK dây đồng trần và thanh dẫn	2,5	2,1	1,8
ĐDK dây nhôm trần, dây ACSR	1,3	1,1	1
Cáp đồng	3,5	3,1	2,7
Cáp nhôm	1,6	1,4	1,2

2. Lựa chọn dây dẫn: phạm vi ứng dụng các PP đã chọn

☐ Khuyến cáo phương pháp chọn

Lưới điện	Giảm đồ khoảng chia kinh tế	J_{kt}	ΔU_{cp}	I_{cp}
Cao áp	+	*	-	-
Trung áp CN và đô thị	+	+	-	-
Trung áp nông thôn	*	*	+	-
Hạ áp CN và đô thị	*	x	-	+
Hạ áp nông thôn	x	x	+	-

“+”: Điều kiện chọn chính

“-”: Điều kiện kiểm tra

“*”: Điều kiện chọn phụ

“x”: không sử dụng

- Mạng cao áp, mạng trung áp công nghiệp và đô thị thường có các máy biến áp điều áp dưới tải. T_{max} lớn nên tổn thất lớn → Chọn theo J_{kt}
- Lưới trung áp và hạ áp nông thôn, do phụ tải phân tán, khoảng cách đường dây khá dài, có công suất đặt và T_{max} nhỏ. → Chọn theo ΔU_{cp}
- Đối với lưới hạ áp đô thị có phụ tải lớn, mật độ cao nên các đường dây nhìn chung khá ngắn → Chọn theo I_{cp}

3. Lựa chọn trạm biến áp

❑ *Vị trí đặt trạm biến áp:*

- ❖ Vị trí gần tâm phụ tải để có tổng moment phụ tải nhỏ
- ❖ Thuận tiện cho việc vận chuyển, lắp đặt và sửa chữa.
- ❖ Dễ phòng chống cháy nổ, tránh bụi bặm, ô nhiễm ăn mòn.
- ❖ Tính kinh tế (tiết kiệm chi phí đền bù đất đai).

❑ *Số lượng máy biến áp:*

- ❖ Lựa chọn theo yêu cầu độ tin cậy cung cấp điện
 - Phụ tải loại 1: 2 máy biến áp/ trạm
 - Phụ tải loại 2: $1 \div 2$ máy biến áp/ trạm
 - Phụ tải loại 3: 1 máy biến áp/ trạm
- ❖ Lựa chọn theo yêu cầu vị trí (địa hình, giới hạn diện tích mặt bằng, khả năng vận chuyển, đường giao thông...) → 1 hay 2

3. Lựa chọn trạm biến áp

□ Công suất máy biến áp:

❖ Điều kiện: $N_B \cdot S_{đmB} \cdot K_{hc} \geq S_{tt}$

✓ S_{tt} : Công suất tính toán của phụ tải

✓ $N_B, S_{đmB}$: Số lượng và dung lượng máy biến áp trong trạm

✓ K_{hc} : Hệ số hiệu chỉnh do chênh lệch nhiệt độ môi trường chế tạo t_0 và sử dụng

$$t: K_{hc} = 1 - \frac{t - t_0}{100}$$

❖ $N_B > 1$: quá tải khi sự cố 1 máy: $(N_B - 1) \cdot S_{đmB} \cdot K_{hc} \cdot K_{qt} \geq S_{ttsc}$

✓ K_{qt} : Hệ số quá tải máy biến áp. K_{qt} phụ thuộc vào chế độ làm mát của máy biến áp, thời gian quá tải, chế độ vận hành của trạm biến áp trước khi quá tải.

3. Lựa chọn trạm biến áp

- Ví dụ về K_{qt} như sau:

K_{qt}	1,3	1,6	1,75	2,0	2,4	3,0
t_{qtcp} (ph)	120	30	15	7,5	3,5	1,5

- ✓ Trong thiết kế lấy $K_{qt} = 1,4$ với một số điều kiện: *Máy biến áp chỉ bị quá tải trong 5 ngày, thời gian quá tải mỗi ngày không quá 6 giờ và trước khi qua tải, hệ số tải của máy biến áp không quá 0,93.*
- ➔ Đủ để đưa máy biến áp ngừng hoạt động trở lại vận hành bình thường và có thể đưa máy biến áp bị quá tải về trạng thái mang tải bình thường.
- ✓ S_{ttsc} : Công suất tính toán lúc sự cố. Nếu phụ tải của một trạm biến áp gồm nhiều phụ tải loại 1,2,3 thì cho phép cắt bớt một số phụ tải loại 3 ít quan trọng để giảm tải cho máy biến áp. Trong thiết kế, có thể giả thiết $S_{ttsc} = 70\% S_{tt}$.

3. Lựa chọn trạm biến áp

□ Vận hành kinh tế trạm biến áp:

❖ Với mỗi phụ tải đều có ĐTPT riêng.

❖ Nhìn chung các ĐTPT là không bằng phẳng.

➔ Do đó tùy từng thời điểm cụ thể có thể vận hành một hay nhiều máy biến áp dựa trên chế độ làm việc của phụ tải để hàm chi phí tính toán của trạm biến áp là nhỏ nhất.

$$C_{ttB} = (k_{hq} + k_{vh}) \cdot V_{0B} \cdot N_B + \left(N_B \cdot \Delta P_{0B} \cdot T + \frac{1}{N_B} \cdot k_t^2 \cdot \Delta P_{NB} \cdot \tau \right) \cdot \alpha_A =$$

$$f(N_B, k_t) \rightarrow \min$$

(Tham khảo Chương 5)

4. Lựa chọn thiết bị phân phối: Thanh cái

❑ *Thanh cái:*

- Thanh cái (hay còn gọi là thanh góp, thanh dẫn) là thiết bị dùng để tiếp nhận và phân phối điện năng

❑ *Phân loại và lựa chọn:*

- Thanh cái mềm: dây dẫn trần, bằng đồng, nhôm hoặc dây nhôm lõi thép, thường được lắp đặt ngoài trời, trong các trạm điện, tương tự đường dây trên không → Lựa chọn như dây dẫn
- Thanh cái cứng:
 - Bằng đồng hoặc nhôm, dạng ống rỗng hoặc đặc hay dạng thanh cái hình chữ nhật, tròn, máng, vành khuyên.
 - Lắp đặt ngoài trời, trong trạm biến áp hoặc trong tủ điện.
 - Được gá lắp và cách điện với các kết cấu khác nhờ sứ đỡ, do đó việc chọn thanh cái cứng và sứ đỡ có liên quan mật thiết.



4. Lựa chọn thiết bị phân phối: Thanh cái

✓ Điều kiện chọn thanh cái cứng:

- Phát nóng dài hạn (dòng điện làm việc lớn nhất)

$$I'_{cp} = k_1 k_2 k_3 I_{cp} \geq I_{lvmax} \begin{cases} I_{cp}: \text{dòng cho phép (thanh } 70^\circ\text{C, ngoài } 25^\circ\text{C, đặt đứng)} \\ k_1: \text{hiệu chỉnh theo nhiệt độ (số tay)} \\ k_2: \text{hiệu chỉnh theo bố trí thanh cái (nằm ngang 0.95)} \\ k_3: \text{hiệu chỉnh khi đặt thanh cái các pha gần nhau} \\ I_{lvmax}: \text{dòng làm việc lâu dài lớn nhất} \end{cases}$$

- Ổn định nhiệt (dòng điện ngắn mạch)

$$F \geq F_{min} = \alpha \cdot I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{qd}} [\text{mm}^2] \begin{cases} I_{\infty}: \text{dòng NM 3 pha xác lập [kA]} \\ t_{qd}: \text{thời gian quy đổi [s]} \\ \alpha: \text{hệ số xác định bởi loại dây} \end{cases}$$

Loại thanh dẫn	Nhiệt độ cho phép (°C)	Hệ số α
Đồng	300	6
Nhôm	200	11
Thép	400	15

Note: Hệ số α ứng với phụ tải định mức, thực tế thanh cái thường làm việc non tải

→ F có bé hơn F_{min} một chút thì cũng cho phép chọn tiết diện đó mà không cần tăng lên một cấp.

4. Lựa chọn thiết bị phân phối: Thanh cái

- Ổn định động (lực điện động khi ngắn mạch → kiểm tra ứng suất)
 - Lực điện động:

$$F_{max} = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l}{a} \cdot i_{xk}^2 [\text{kG}] \quad \left\{ \begin{array}{l} a: \text{khoảng cách giữa các pha thanh cái [cm]} \\ l: \text{khoảng cách giữa các sứ [cm]} \\ i_{xk}: \text{dòng NM 3 pha xung kích [A]} \end{array} \right.$$

- Mômen uốn:
$$\left\{ \begin{array}{l} M = \frac{F_{max} \cdot l}{8} (\text{kG} \cdot \text{cm}): \text{TC có 2 nhịp} \\ M = \frac{F_{max} \cdot l}{10} (\text{kG} \cdot \text{cm}): \text{TC có } \geq 3 \text{ nhịp} \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} \text{Nhôm: } \sigma_{cp} = 700 \text{ kG/cm}^2 \\ \text{Đồng: } \sigma_{cp} = 1400 \text{ kG/cm}^2 \end{array}$$

- Ứng suất tính toán: $\sigma_{tt} = \frac{M}{W} [\text{kG/cm}^2] \leq \sigma_{cp}$: ứng suất cho phép của vật liệu
- Không thỏa mãn thì ta phải giảm σ_{tt} bằng cách:
 - Tăng khoảng cách a giữa các pha
 - Giảm khoảng cách l giữa các sứ
 - Nếu thanh cái đang bố trí thẳng đứng thì ra **bố trí ngang**.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

- Khi phải xác định khoảng vượt lớn nhất cho phép giữa hai sứ đỡ theo σ_{cp} :

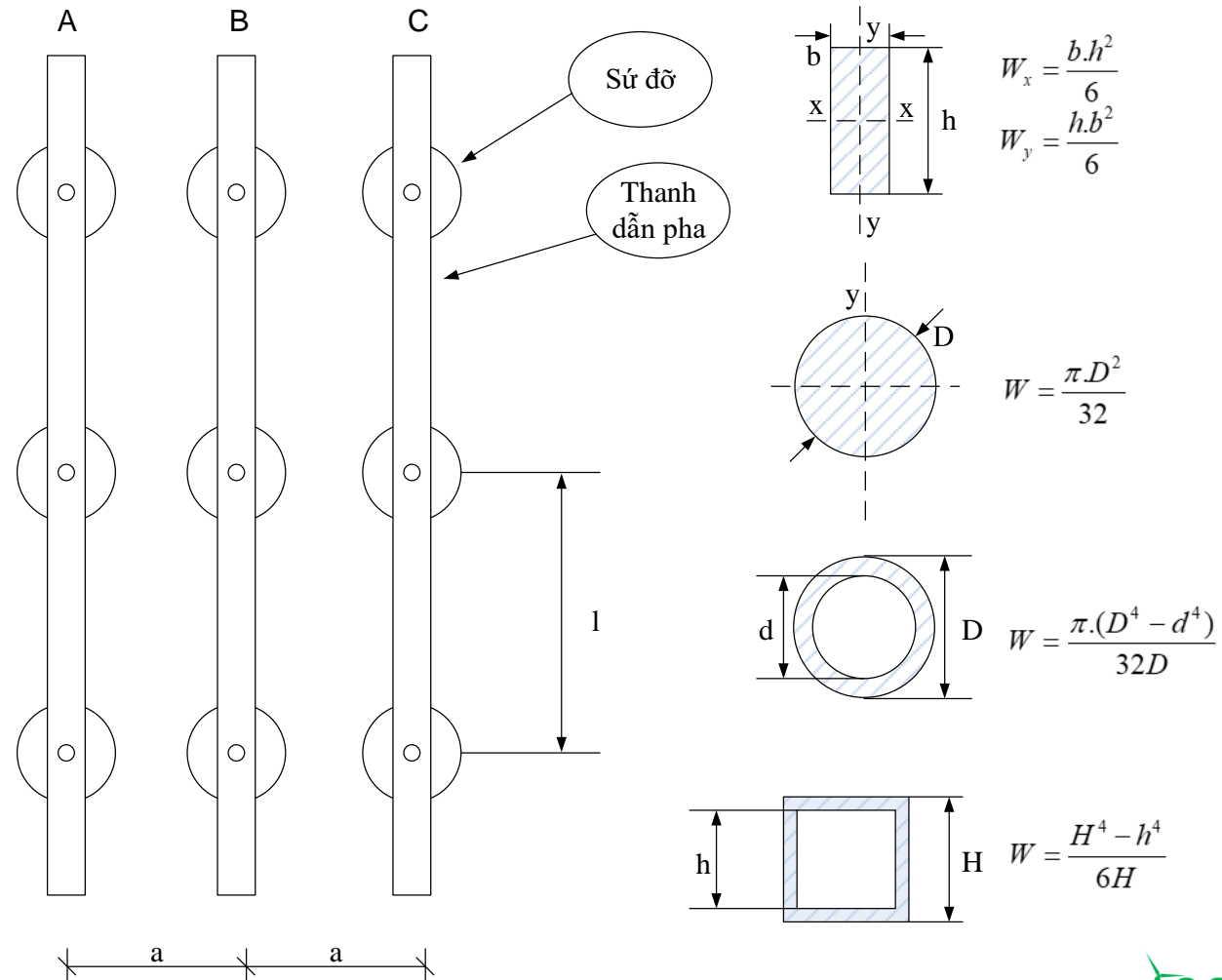
$$\sigma_{cp} = \frac{F_{max} \cdot l}{10(8) \cdot W} = \frac{f_{max} \cdot l^2}{10(8) \cdot W} \Rightarrow l_{max} = \sqrt{\frac{10(8) \cdot W \cdot \sigma_{cp}}{f_{max}}} (\text{cm})$$

Trong đó: f_{max} là lực tác động lên 1 đơn vị (1cm) chiều dài thanh cái.

4. Lựa chọn thiết bị phân phối: Thanh cái

- Ổn định động (lực điện động khi ngắn mạch → kiểm tra ứng suất)

Mô men chống uốn



4. Lựa chọn thiết bị phân phối: Sứ đỡ

❑ **Sứ đỡ:**

- ❖ Vừa dùng để đỡ thanh dẫn vừa đảm bảo cách điện giữa thanh cái với các kết cấu khác.
- ❖ Loại: sứ đỡ, sứ xuyên, sứ trong nhà, ngoài trời, sứ cho đường dây, sứ cho trạm và cho các thiết bị khác (máy cắt, dao CL,..)

❑ **Điều kiện:**

- ❖ Cách điện: $U_{đm.s} \geq U_{đm.m}$
 - $U_{đm.s}$: điện áp định mức của sứ (tăng 15% chế độ dài hạn)
 - $U_{đm.m}$: điện áp định mức của mạng điện (tăng khi vận hành)
- ❖ Độ bền cơ học: $F'_{tt} \leq F_{cp} = k_{dt} \cdot F_{ph}$
 - ✓ F_{cp} : Lực cho phép tác động lên đầu sứ
 - ✓ F_{ph} : Lực phá hỏng sứ đỡ
 - ✓ k_{dt} : Hệ số dự trữ. Thường chọn $k_{dt} = 0,6$



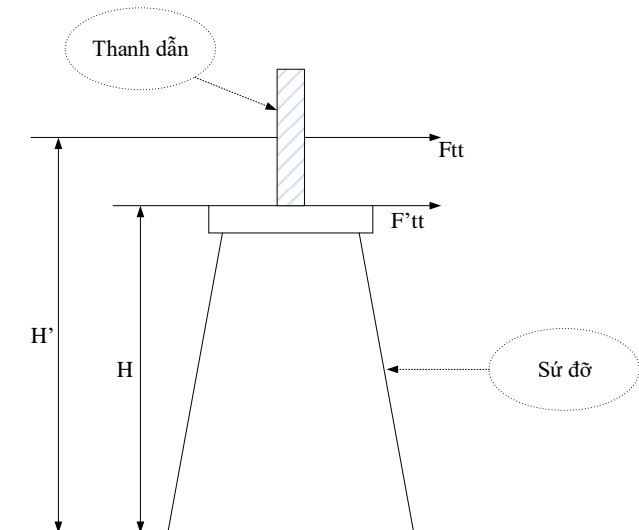
4. Lựa chọn thiết bị phân phối: Sứ đỡ

✓ F'_{tt} : Lực tính toán tác động lên đầu sứ khi có ngắn mạch ba pha được tính từ lực điện động đặt lên thanh dẫn trên các khoảng vượt : $F'_{tt} = F_{tt} \cdot \frac{H'}{H}$; $F_{tt} = 1,76 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l}{a} \cdot i_{xk}^2$ [kG](slide 25)

❖ Chú ý:

✓ Đối với sứ xuyên (thanh dẫn chính là lõi của sứ) và sứ đầu ra đường dây. Do đó có thể kết hợp cả điều kiện chọn thanh dẫn với điều kiện chọn sứ như sau:

- Mức cách điện: $U_{đm.s} \geq U_{đm.m}$
- Phát nóng dài hạn: $I_{đm.s} \geq I_{lvmax}$
- Ổn định nhiệt: $F_{min} \geq \alpha \cdot I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{qd}}$
- Độ bền cơ học: $F'_{tt} \leq F_{cp} = k_{dt} \cdot F_{ph}$



4. Lựa chọn máy cắt điện

❑ Chức năng máy cắt:

- ❖ Máy cắt dùng để đóng cắt mạch điện có dòng điện phụ tải và cắt dòng điện ngắn mạch
- ❖ Làm việc tin cậy, giá thành cao → sử dụng nơi quan trọng

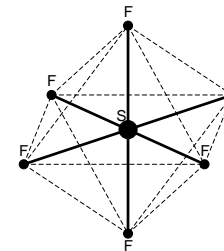
❑ Phân loại máy cắt:

- ❖ Theo công nghệ dập hồ quang: *máy cắt dầu, máy cắt không khí*, phổ biến: máy cắt chân không, máy cắt dùng khí SF₆.
- ❖ Theo điện áp: cao áp, hạ áp (áp tô mát)

❑ Điều kiện chọn máy cắt:

❖ Chọn MC cao áp:

- Điện áp: $U_{đm.MC} \geq U_{đm.m}$
- Dòng điện: $I_{đm.MC} \geq I_{lvmax}$
- Ổn định nhiệt: $I_{ôđn.MC} \geq I_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{ôđn.MC}}}$



- Ổn định động: $I_{ôđđ.MC} \geq i_{xk}$
- Công suất cắt:
 $I_{cắt.đm.MC} \geq I''$ hay là $S_{cắt.đm.MC} \geq S''$

4. Lựa chọn máy cắt điện

- ❖ $U_{đm.MC}$ và $U_{đm.m}$: Điện áp định mức của máy cắt và của mạng điện
- ❖ $I_{đm.MC}, I_{ôđn.MC}, I_{ôđđ.MC}, I_{cắt.đm.MC}, S_{cắt.đm.MC}$: Lần lượt là dòng điện định mức, dòng điện ổn định động định mức, dòng điện ổn định nhiệt định mức, dòng điện cắt định mức và công suất cắt định mức của máy cắt.
- ❖ I_{lvmax} : Dòng điện phụ tải lớn nhất qua máy cắt.
- ❖ I'', S'' : Dòng điện và công suất ngắn mạch 3 pha siêu quá độ ($S'' = \sqrt{3}U_{đm.m}I''$).
- ❖ I_{∞}, i_{xk} : Dòng điện ngắn mạch ba pha xác lập và dòng điện xung kích
- ❖ t_{qd} : Thời gian tác động quy đổi của dòng điện ngắn mạch. Trong tính toán lấy $t_{qd} = t_{cắt.MC}$
- ❖ $t_{ôđn.MC}$: Thời gian ổn định nhiệt định mức (do nhà chế tạo cho).

4. Lựa chọn máy cắt điện

✓ Ví dụ 7.1: Tủ máy cắt hợp bộ Fluarc 400 (F400) do hãng Schneider (Pháp) chế tạo có các thông số như sau:

- Điện áp định mức: $U_{đm} = 36 \text{ kV}$
- Điện áp làm việc lớn nhất: $U_{max} = 40,5 \text{ kV}$
- Dòng điện danh định: $I_{đm} = 1250 \text{ A}$
- Dòng ổn định nhiệt: $I_{ổn} / t_{ổn} = 25 \text{ kA/3s}$
- Dòng ổn định động: $I_{ổđ} = 63,5 \text{ kA}$

❖ **Chọn máy cắt hạ áp (áp tô mát):**

- $U_{đm.A} \geq U_{đm.m}$
- $I_{đm.A} \geq I_{lvmax}$
- $I_{đm.cắt.A} \geq I'' (= I_{\infty} \text{ đối với lưới điện hạ áp})$

4. Lựa chọn dao cắt / máy cắt phụ tải

❑ Chức năng

- Chỉ đóng cắt các mạch điện có dòng điện phụ tải chứ không cắt dòng ngắn mạch.
- Có thể kết hợp với cầu chì thành bộ dao cắt phụ tải cầu chì (tương đương máy cắt điện trong đó cầu chì cắt các dòng điện quá tải và ngắn mạch)

❑ Điều kiện chọn



Dao cắt phụ tải

Điện áp: $U_{đm.DPT} \geq U_{đm.m}$

Dòng điện: $I_{đm.DPT} \geq I_{lvmax}$

Ổn định nhiệt: $I_{ôđn.DPT} \geq I_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{ôđn.DPT}}}$

Cầu chì

Điện áp: $U_{đm.CC} \geq U_{đm.m}$

Dòng điện: $I_{dc} \geq I_{lvmax}$

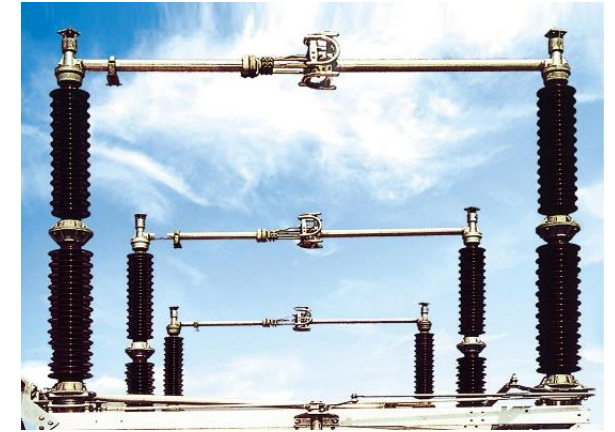
Ổn định động: $I_{cắt.CC} \geq I''$ hay là $S_{cắt.CC} \geq S''$

(I_{dc} : Dòng điện định mức dây chảy cầu chì)

4. Lựa chọn dao cách ly

❑ Chức năng dao cách ly

- ❖ Cách ly điện giữa các phần tử trong mạch
- ❖ Tạo khoảng hở trông thấy: phần có điện và không
- ❖ Không có phần dập hồ quang, chỉ cắt khi không tải



❑ **Đặc biệt:** Khi cần thiết, DCL được phép cắt dòng điện không tải của máy biến áp phân phối < 750kVA và đóng cắt mạch vòng đẳng thế hay đóng cắt trung tính máy biến áp nối đất

❑ Điều kiện chọn

- Điện áp: $U_{đm.DCL} \geq U_{đm.m}$
- Dòng điện: $I_{đm.DCL} \geq I_{lvmax}$
- Ổn định nhiệt: $I_{ôđn.DCL} \geq I_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_{qđ}}{t_{ôđn.DCL}}}$
- Ổn định động: $I_{ôđđ.DCL} \geq i_{xk}$

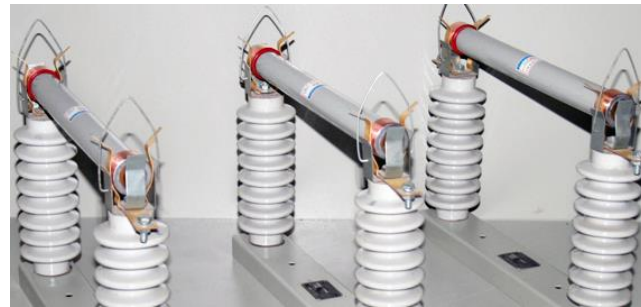
4. Lựa chọn cầu chì cao, trung áp

❑ Chức năng cầu chì

- Cắt dòng điện quá tải và chủ yếu là ngắn mạch (vì độ nhạy kém, tác động với dòng lớn hơn định mức nhiều lần).
- Thời gian cắt phụ thuộc vào loại vật liệu làm dây chảy (chì, hợp kim chì thiếc, nhôm, đồng, bạc, kẽm...).
- Cầu chì dùng nhiều ở mạng hạ áp, trung áp có cầu chì tự rơi và cầu chì ống có phần dập hồ quang bằng cát thạch anh.

❑ Điều kiện chọn

- Điện áp: $U_{đm.CC} \geq U_{đm.m}$
- Dòng điện: $I_{đm.CC} \geq I_{lvmax}$
- Công suất cắt: $I_{cắt.CC} \geq I''$ hay là $S_{cắt.CC} \geq S''$



4. Lựa chọn cầu chì hạ áp

❑ Đặc điểm bảo vệ của cầu chì

❖ Nhiều Đz nối tiếp sử dụng nhiều cầu chì: dòng điện định mức của cầu chì phía trước phải lớn hơn dòng điện định mức của cầu chì phía sau, ít nhất một cấp.

❖ Cầu chì bảo vệ cho Động cơ: $I_{đm.CC} \geq I_{lvmax}$

✓ Cho 1Đ (CC1)

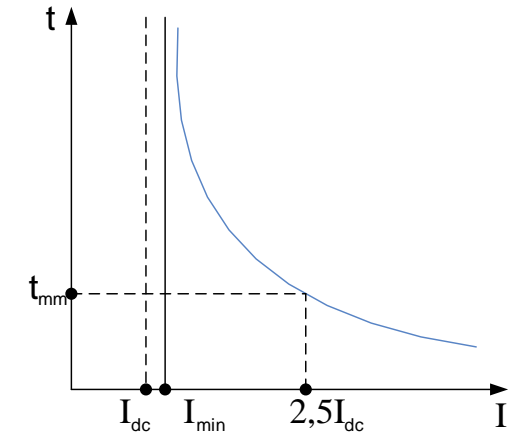
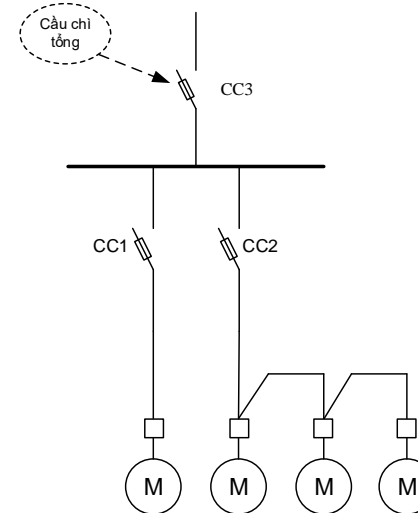
- Bình thường:

$$I_{dc} \geq I_{lvĐ} = \frac{K_t \cdot P_{đmĐ}}{\sqrt{3} \cdot U_{đm} \cdot \cos\varphi \cdot \eta}$$

- Khởi động:

$$I_{dc} \geq \frac{I_{mm}}{\alpha} = \frac{K_{mm} I_{đm}}{\alpha}$$

$$(K_{mm} = 5, 6, 7; \alpha = 1, 6 \div 2; 2, 5)$$



❖ Cho >2Đ (CC2): $I_{mm} = I_{mmMax} + K_{đt} \sum_{i=1}^{n-1} K_t \cdot I_{đmĐi}$

❖ Cho 1nhóm Đ(CC3): $I_{mm} = I_{mmMax} + (I_{tt-nhóm} - k_{sd} \cdot I_{đmĐ})$

4. Lựa chọn MBA đo lường: máy biến dòng BI

□ Định nghĩa:

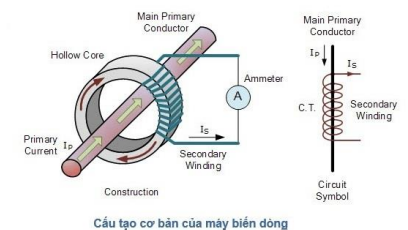
- Biến đổi dòng điện/điện áp từ cao xuống thấp ($1\div 5A$ hoặc $1\div 110V$ hay $110/\sqrt{3}V$) cấp cho thiết bị đo lường và bảo vệ.
- Ký hiệu: VT/CT hoặc BU/BI

□ Đặc điểm vận hành

- Cuộn sơ cấp BI mắc nối tiếp vào mạng có số vòng bé
- Cuộn thứ cấp số vòng lớn nhưng tải bé coi như ngắn mạch
- Cuộn thứ cấp nối đất → an toàn cho người và thiết bị
- Dòng thứ cấp nhỏ → Sai số BI lớn

□ Thông số BI:

- Tỷ số biến dòng điện: $k_{BI} = \frac{I_{1đm}}{I_{2đm}}$
- Sai số về độ lớn $\Delta I\% = \frac{k_{BI} \cdot I_2 - I_1}{I_1} \cdot 100$ và sai số về góc I_1 và I_2



4. Lựa chọn MBA đo lường: máy biến dòng BI

□ Thông số BI (tiếp):

- ❖ Phụ tải của BI: là tổng trở của các thiết bị đo lường và bảo vệ nối trong mạch thứ cấp của BI

$$S = Z \cdot I_{2\text{đm}}^2$$

- ❖ Cấp chính xác BI: sai số lớn nhất về dòng điện tùy mục đích
 - ✓ Khi để đo lường: trong chế độ dòng định mức
 - ✓ Khi để bảo vệ: ví dụ quá dòng, điểm làm việc ứng với trị số dòng Ngắn Mạch gấp chục lần.

□ Điều kiện chọn

- Điện áp: $U_{\text{đm.BI}} \geq U_{\text{đm.m}}$
- Dòng điện sơ cấp: $1,2 \cdot I_{1\text{đm}} \geq I_{cb}$
- Ổn định nhiệt: $I_{\text{ôđn.BI}} \geq I_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{\text{ôđn.DCL}}}}$
- Ổn định động: $I_{\text{ôđđ.BI}} \geq i_{xk}$

I_{cb} : dòng điện tải cường
bức của mạch sơ cấp

4. Lựa chọn MBA đo lường: máy biến dòng BI

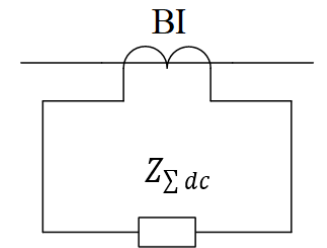
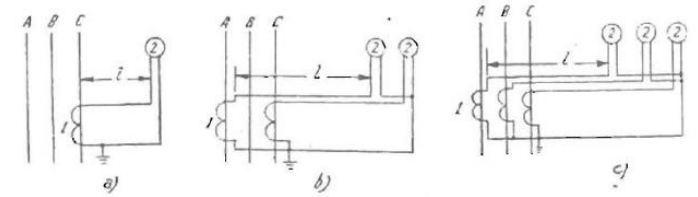
□ Các điều kiện khác

- ❖ Tỷ số biến dòng điện,
- ❖ Cấp chính xác của các cuộn dây thứ cấp
 - **Đo lường**, chọn cấp chính xác của cuộn thứ cấp là 0,5
 - Đối với mục đích **bảo vệ**: 5P10, 10P10, 5P20 hoặc cấp X
- ❖ Khả năng tải của các cuộn dây thứ cấp:
- ❖ Thiết diện dây dẫn thứ cấp được chọn (bỏ qua Z_{tx})

$$Z_{2đm.BI} - Z_{\Sigma dc} \geq Z_{dd} \approx R_{dd} = \frac{\rho \cdot l_{tt}}{F_{dd}} \rightarrow F_{dd} \geq \frac{\rho \cdot l_{tt}}{Z_{2đm.BI} - Z_{\Sigma dc}}$$

- $Z_{2đm.BI}$: Tổng trở định mức thứ cấp của BI.
- $Z_{\Sigma dc}$: Tổng trở của các dụng cụ đo và rơ le mắc trong mạch thứ cấp của BI
- Z_{dd} : Tổng trở của dây dẫn
- Z_{tx} : Tổng trở chỗ tiếp xúc. (Coi như rất nhỏ có thể bỏ qua)

- ρ : Điện trở suất của dây dẫn
- l_{tt} : Chiều dài tính toán mạch thứ cấp BI



4. Lựa chọn MBA đo lường: máy biến áp BU

❑ Nguyên tắc vận hành

- ❖ Nguyên lý như MBA lực, công suất ~100VA, 100V 100/ $\sqrt{3}$ V
- ❖ Tổng trở ngoài mạch thứ cấp lớn ~ thường xuyên không tải
- ❖ 1 pha, 3 pha, 3 pha 5 trụ
- ❖ BU được bảo vệ bằng cầu chì → không cần kiểm tra đ/k NM theo ổn định động và ổn định nhiệt)

❑ Thông số BU:

- ❖ Tỷ số biến đổi điện áp: $k_{BU} = \frac{U_{1đm}}{U_{2đm}}$
- ❖ Sai số biến dòng điện:
 - ✓ Sai số về độ lớn: $\Delta U\% = \frac{k_{BU} \cdot U_2 - U_1}{U_1} \cdot 100$
 - ✓ Sai số về góc pha giữa \dot{U}_1 và \dot{U}_2



- ❖ Phụ tải thứ cấp:

$$S = \frac{U_{2đm}^2}{Z}$$

- ❖ Cấp chính xác: % $U_{đm}$

4. Lựa chọn MBA đo lường: máy biến áp BU

□ Điều kiện chọn BU:

- Đảm bảo cách điện, tỷ số biến điện áp, cấp chính xác, khả năng tải cuộn thứ cấp, sơ đồ tổ đấu dây:
- ❖ $U_{đm.BU} \geq U_{đm.m}$
- ❖ $S_{2đm.fa} \geq S_{2.fa}$
- ❖ Sai số trong phạm vi cho phép
 - $S_{2.fa}$ là phụ tải pha của máy biến điện áp, phụ thuộc vào tổ đấu dây của biến điện áp. (có bảng xác định theo sơ đồ tổ đấu dây khác nhau)

Sơ đồ đấu dây của máy biến điện áp

Tổ đấu dây Y/Δ				
Phụ tải pha $S_{2.fa}$	Pha a	S_a	$\frac{1}{2}(S_{ab} + S_{ac})$	$\frac{1}{2}S_{ab}$
	Pha b	S_b	$\frac{1}{2}(S_{ab} + S_{bc})$	$\frac{1}{2}(S_{ab} + S_{bc})$
	Pha c	S_c	$\frac{1}{2}(S_{ac} + S_{bc})$	$\frac{1}{2}S_{bc}$
Tổ đấu dây Δ/Δ				
Phụ tải pha $S_{2.fa}$	Pha ab	$S_a + \frac{1}{2}S_b$	$S_{ab} + \frac{1}{2}S_{ac}$	S_{ab}
	Pha bc	$S_c + \frac{1}{2}S_b$	$S_{bc} + \frac{1}{2}S_{ac}$	S_{bc}

4. Lựa chọn thiết bị cấp điện áp dưới 1000V

- ❖ Các thiết bị ở cấp điện áp thấp ($U_{đm} \leq 1000 \text{ V}$): cầu dao, áp tô mát, công tắc tơ, cầu chì...
- ❖ Chọn theo điều kiện $U_{đm}$ và $I_{đm}$.
 - Thiết bị có khả năng cắt dòng ngắn mạch (áp tô mát và cầu chì...) kiểm tra thêm điều kiện công suất cắt.
- ❖ Thiết bị hạ áp đều thiết kế ở mức chịu được lực điện động và hiệu ứng nhiệt do dòng ngắn mạch gây ra khi MBA phân xưởng có $S \leq 1000 \text{ kVA}$
 - ➔ Không cần kiểm tra chúng theo các điều kiện đó nữa.
 - Nếu $S \geq 1000 \text{ kVA}$: thêm biện pháp hạn chế dòng ngắn mạch như đặt kháng điện.

BÀI TẬP

Hãy chọn máy cắt và dao cách ly cho mạng điện 10kV, biết công suất truyền tải trên mạng điện là $S = 2540 \text{ kVA}$, giá trị dòng điện ngắn mạch 3 pha tại điểm đặt thiết bị là $I_k = 3,35 \text{ kA}$, thời gian ngắn mạch $t_k = 0,65 \text{ s}$

Bài giải

Trước hết ta xác định dòng điện làm việc của mạng

$$I_{lv} = \frac{S}{\sqrt{3}U} = \frac{25400}{\sqrt{3} \cdot 10} = 146,65(A)$$

Giá trị hiệu dụng của dòng xung kích:

$$I_{xk} = q_{xk} \cdot I_k = 1,52 \cdot 3,35 = 5,1 (kA)$$

Căn cứ vào số liệu tính toán ta chọn máy cắt dầu loại BMЭ-10 và dao cách ly PBP(3)-10/630, các số liệu tính toán kiểm tra được thể hiện trong bảng sau:

Tham số	Điều kiện	Tham số máy cắt		Tham số dao cách ly	
		Tính toán	BMЭ-10	Tính toán	PBP(3)-10/630
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Điện áp (kV)	$U_n > U$	10	10	10	10
Phụ tải	$I_n \geq I_{lv}$	146,65	200	146,65	630
Ổn định nhiệt	$I_{odnMC} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_k}{t_{odn}}}$	$3,35 \sqrt{\frac{0,65}{1}} = 22,7$	10	$3,35 \sqrt{\frac{0,65}{4}} = 1,35$	15
Ổn định động	$i_{MC} \geq I_{xk}$	$1,52 \cdot 3,35 = 5,1$	7.2	5,1	50
Khả năng cắt	$I_{cắt} \geq I_k$	3,35	5,5	NA	NA

Câu hỏi ôn tập

1. Căn cứ vào những chế độ làm việc cơ bản nào để tính toán lựa chọn thiết bị điện ? Các điều kiện lựa chọn thiết bị điện tương ứng với các chế độ làm việc đó là gì ?
2. Trình bày các điều kiện lựa chọn thiết diện dây dẫn ? Lựa chọn cáp trung áp và cáp hạ áp khác nhau thế nào ? Tương tự, chọn thiết diện dây dẫn cho lưới điện nông thôn và đô thị có gì khác nhau ?
3. Trình bày phương pháp lựa chọn thiết diện dây dẫn theo tổn thất điện áp cho phép đối với đường dây một và nhiều phụ tải ?
4. Trình bày cách lựa chọn thanh dẫn và sứ đỡ ?
5. Nêu chức năng và các điều kiện chọn máy cắt và áp tô mát ?
6. Trình bày cách chọn cầu chì bảo hạ áp bảo vệ cho một hoặc một nhóm động cơ điện?
7. Chức năng và điều kiện chọn biến dòng điện và biến điện áp ?

THE END!

Q&A

4. Switching device selection

4.1. Circuit breaker

- Low voltage circuit breaker:

Miniature circuit breaker (MCB):

- Ref. IEC 60898
- Typical range: 0.5A to 125A
- Final circuit protection (domestic, industry)



Molded case circuit breaker (MCCB)

- Ref. IEC 60947-2
- Typical range: 16A to 1600A (3200A)
- Incoming circuit protection (domestic, industry)



Air circuit breaker (ACB)

- Ref. IEC 60947-2
- Typical range: 630A to 6300A
- Main incoming circuit protection (mainly in industry)



4. Switching device selection

4.1. Circuit breaker

- Low voltage circuit breaker:

- Parameters:

Rated Insulation Voltage (U_i): the voltage on which the dielectric properties are based.

Rated Operating Voltage (U_e): System operating voltage

Rated Ultimate Short-Circuit Breaking Capacity (I_{cn} or I_{cu}):

Rated Short-time withstand Capacity (I_{cw}): assumed constant during short-time delay

Rated Current (I_n): The current that the circuit-breaker will carry continuously under specified conditions and on which the time/current characteristics are based

Rated Impulse withstand voltage (U_{imp}) for 1.2/50 μ s impulse voltage test

Rated Service Short-Circuit Breaking Capacity (I_{cs}): in % of I_{cu}

Compact		
NS630b H		
U_i 800 V	U_{imp} 8 kV	
U_e (V)	I_{cu} (kA)	I_{cs} (kA)
220/240 ~	70	35
380/415 ~	70	35
440 ~	65	32
500/525 ~	50	25
660/690 ~	42	21
I_{cw} 19.2kA / 1s cat B		
50/60Hz		
IEC 60947-2 AS UNE CEI BS UTE VDE NEMA		

Example: Schneider's LV circuit breaker Compact NS range

4. Switching device selection

4.1. Circuit breaker

- Low voltage circuit breaker:

- Ratings selection:

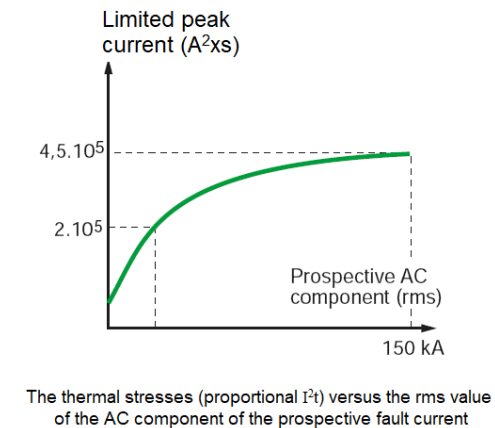
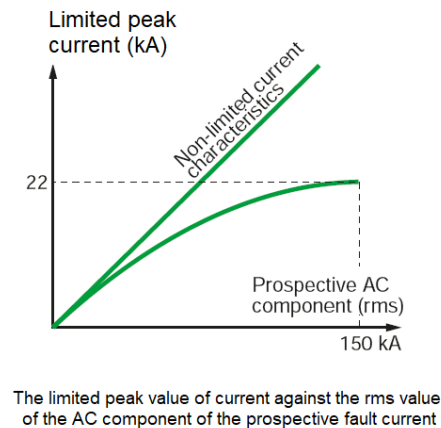
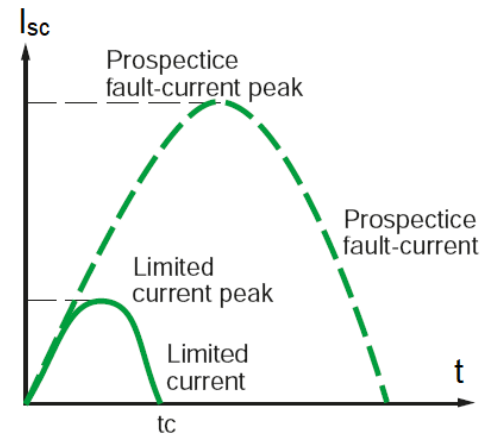
- Load current condition: $I_r \geq I_L$ I_L : Full load current, A
 I_r : Rated normal current, A
 - Rated insulation voltage (U_i): $U_i \geq U_s$ U_s : Maximum system operating voltage, V
 U_i : Rated insulation voltage, V
 - Rated short-circuit breaking current (I_{cs}):

$$I_{cs} \geq I_k'' \quad I_k'': \text{Initial symmetrical short-circuit current}$$

4. Switching device selection

4.1. Circuit breaker

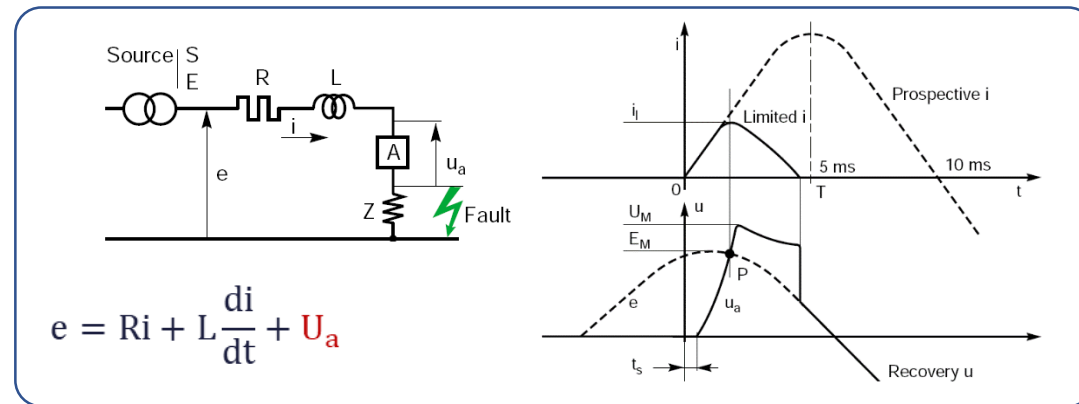
- Low voltage circuit breaker:
 - The fault-current limitation capacity: preventing the passage of the maximum prospective fault-current, permitting only a limited amount of current to flow crossing downstream the circuit breaker \Rightarrow Reduce thermal stress, mechanical stress, electromagnetic-interference effects
 - Interrupt the short circuit energy in one half cycle or less.



4. Switching device selection

4.1. Circuit breaker

- Low voltage circuit breaker:
 - How to limit the fault-current:



Limiting i_{sc} by increase of $U_a \Rightarrow$

- High contact acceleration: Modified the fixed contact to increase the impulsion force, use double rotating contacts.
- Arc Extinction: Elongation, splitting and cooling the arc.

