



Chương I

CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC



I. KHÁI NIỆM

*Lựa chọn thiết bị
trong NMĐ&TBA*

Chế độ làm việc lâu dài

Chế độ làm việc ngắn hạn

Điểm trung tính

Trung tính nối đất trực tiếp

Trung tính cách ly

Trung tính nối đất qua tổng trở

II. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC LÂU DÀI

Phương trình phát nóng cơ bản :

$$I^2.R.dt = G.C.d\vartheta + q.F.(\vartheta - \vartheta_0).dt$$

Tổn thất trong
thiết bị

Làm nóng
thiết bị

Làm nóng môi
trường xung quanh

Trong đó :

C - tỷ nhiệt của vật liệu làm dây dẫn - $Ws / g .^{\circ}C$

G - trọng lượng dây dẫn - kg

F - diện tích bề mặt dây dẫn - cm^2

ϑ - nhiệt độ dây dẫn - $^{\circ}C$

q - năng lượng tỏa ra môi trường trên một đơn vị bề mặt dây dẫn khi nhiệt độ tăng $1^{\circ}C$ trong thời gian 1 sec - $W / cm^2.^{\circ}C$

II. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC LÂU DÀI

$$I^2.R.dt = G.C.d\vartheta + q.F.(\vartheta - \vartheta_0).dt$$

Giải phương trình vi phân trên ta được :

$$\vartheta - \vartheta_0 = \frac{I^2 R}{qF} (1 - e^{-t/T})$$

$$I < \sqrt{\frac{qF(\vartheta - \vartheta_0)}{R}} = I_{cp}$$

Khi $t = \infty$, dây dẫn đạt đến độ tăng nhiệt ổn định là ϑ_∞ . Suy ra, nhiệt độ ổn định của dây dẫn:

$$\vartheta_\infty - \vartheta_0 = \frac{I^2 R}{qF} \Leftrightarrow \vartheta_\infty = \frac{I^2 R}{qF} + \vartheta_0 \Leftrightarrow I = \sqrt{\frac{qF(\vartheta_\infty - \vartheta_0)}{R}}$$

Trong chế độ làm việc lâu dài yêu cầu nhiệt độ ổn định phải bé hơn nhiệt độ cho phép ϑ_{cp} . Suy ra dòng điện cho phép lâu dài.

$$I_{cp} = \sqrt{\frac{qF(\vartheta_{cp} - \vartheta_0)}{R}}$$



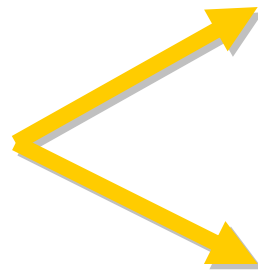
II. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC LÂU DÀI

Trong chế độ làm việc lâu dài dòng điện phải bé hơn dòng cho phép

$$I_{ld \max} \leq I_{cp} = \sqrt{\frac{qF(\mathcal{G} - \mathcal{G}_0)}{R}}$$

II. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC LÂU DÀI

*Chế độ làm
việc lâu dài*



*Chế độ làm việc lâu dài
bình thường*

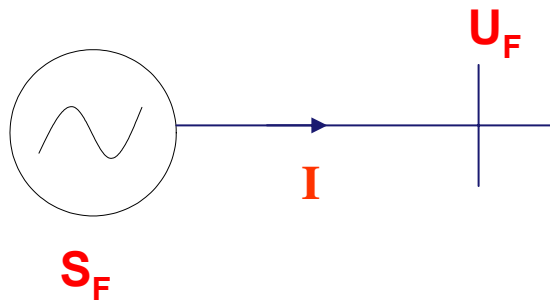
*Chế độ làm việc lâu dài
cường bức*

→ Chọn thiết bị sao cho $I_{cp\ tbi} > I_{lv\ max}$

II. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC LÂU DÀI

* Tính toán I_{bt} & I_{cb} :

• Mạch MF:



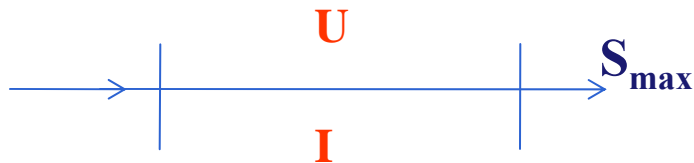
$$I_{bt \max} = \frac{S_F}{\sqrt{3}U_F} = I_{dmMF}$$

$$I_{cb \max} = 1,05 \cdot I_{bt \max}$$

II. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC LÂU DÀI

* Tính toán I_{bt} & I_{cb} :

- Mạch đường dây đơn :



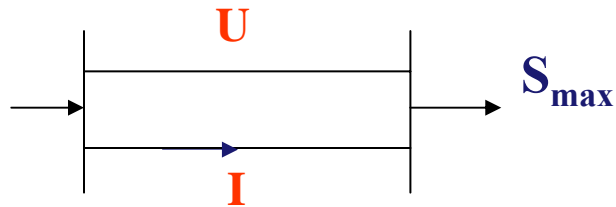
$$I_{bt \max} = \frac{S_{pt \max}}{2\sqrt{3}U}$$

$$I_{cb \max} = I_{bt \max}$$

II. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC LÂU DÀI

* Tính toán I_{bt} & I_{cb} :

- *Mạch đường dây kép:*

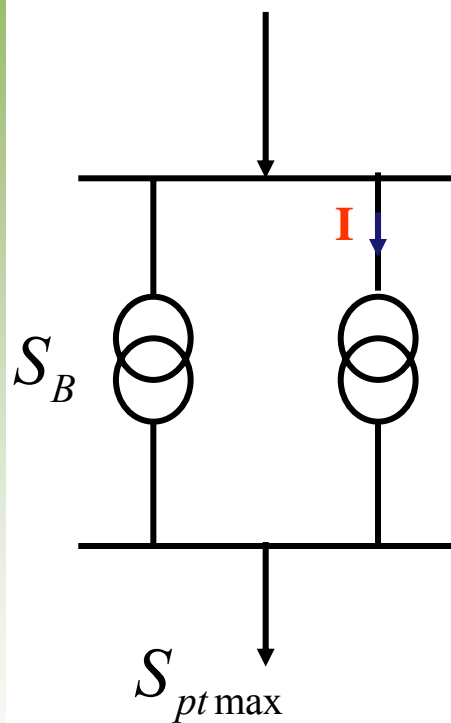


$$I_{bt \max} = \frac{S_{pt \max}}{2\sqrt{3}U}$$

$$I_{cb \max} = 2 \cdot I_{bt \max}$$

II. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC LÂU DÀI

- Mạch 2 MBA song song :



+ Đối với mạch MBA

$$S_{bt \max} = \frac{S_{\max}}{2}$$

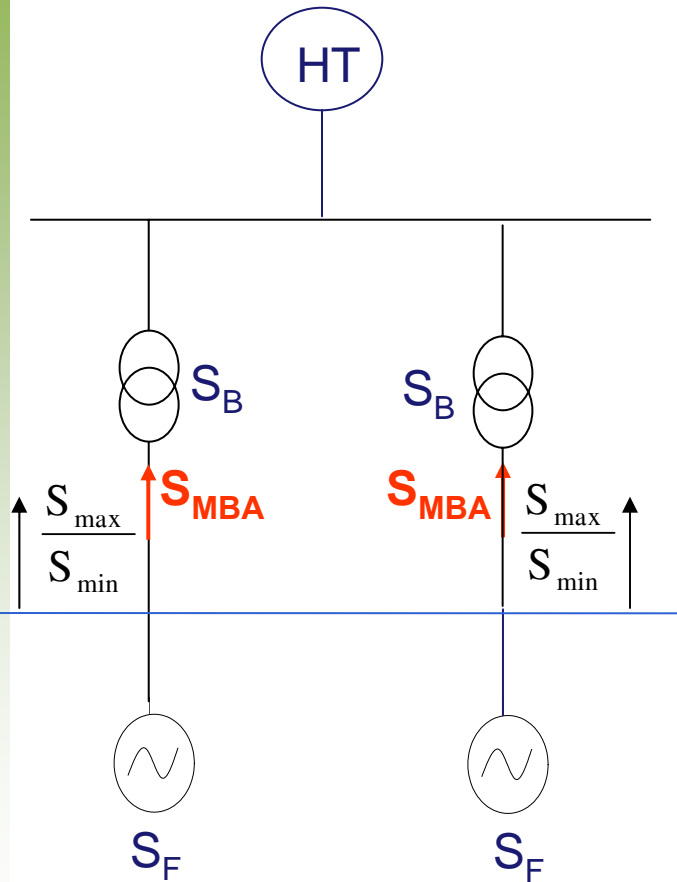
$$S_{cb \max} = \min \begin{cases} S_{cb1} = S_{\max} \\ S_{cb2} = k_{qtsc} \cdot S_B \end{cases}$$

Công suất đi qua

Khả năng tải

II. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC LÂU DÀI

- Mạch NMĐ :



- + Đối MF

$$I_{bt \max} = \frac{S_F}{\sqrt{3}U_F} = I_{dmMF}$$

$$I_{cb \max} = 1,05 \cdot I_{bt \max}$$

- + Đối với mạch MBA

$$S_{MBAbt \max} = \frac{2S_F - 2S_{\min}}{2}$$

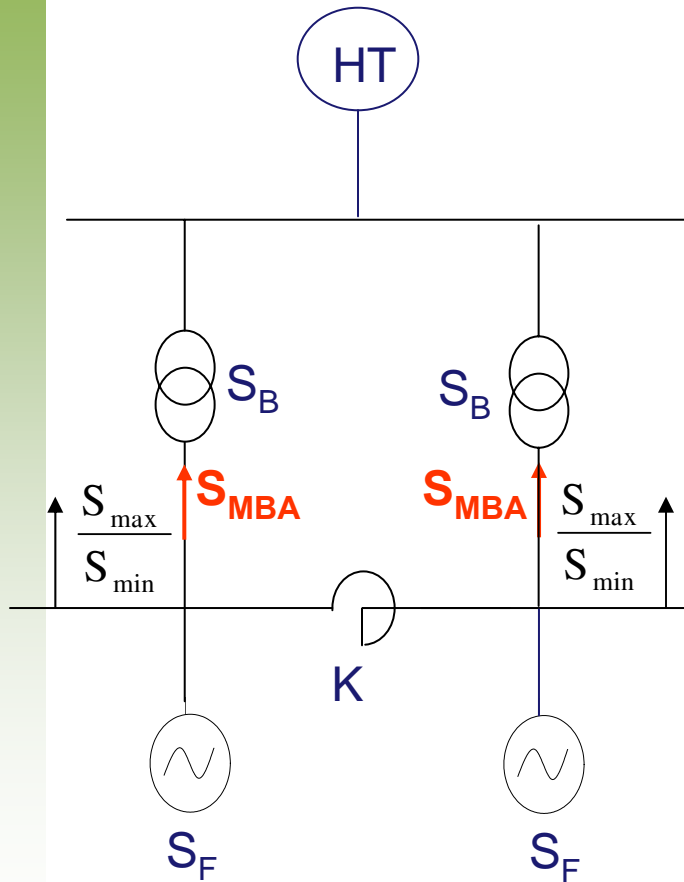
$$S_{MBAcb \max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2S_F - 2S_{\min} \\ k_{qtsc} \cdot S_B \end{array} \right.$$

Công suất đi qua

Khả năng tải

II. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC LÂU DÀI

- Mạch NMĐ :



- + Đới MF

$$I_{bt \max} = \frac{S_F}{\sqrt{3}U_F} = I_{dmMF}$$

$$I_{cb \max} = 1,05 \cdot I_{bt \max}$$

- + Đới với mạch MBA

$$S_{MBAbt \max} = \frac{2S_F - 2S_{\min}}{2}$$

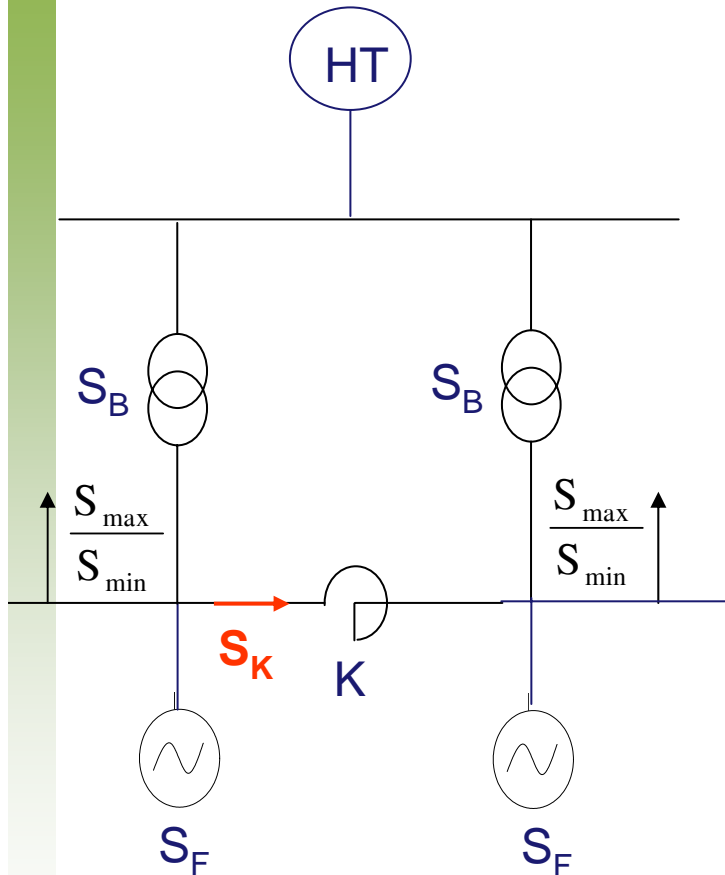
$$S_{MBAcb \max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2S_F - 2S_{\min} \\ k_{qtsc} \cdot S_B \end{array} \right.$$

Công suất đi qua

Khả năng tải

II. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC LÂU DÀI

+ Đối với mạch kháng điện K



* Khi bình thường:

$$S_{Kbt\max} = 0$$

* Khi 1 MBA hư :

$$S_{Kcb\max 1} = \min \begin{cases} S_F - S_{\min} & \text{Công suất đi qua} \\ k_{qtsc} \cdot S_B + S_{\max} - S_F & \text{Khả năng tải} \end{cases}$$

* Khi 1 MF hư :

$$\begin{aligned} S_{Kcb\max 2} &= S_{MBA} + S_{t\grave{a}i} \\ &= (S_F - 2 \cdot S_{\min}) / 2 + S_{\min} \\ &= S_F / 2 \end{aligned}$$

$$S_{kcb\max} = \max (S_{kcb\max 1} , S_{kcb\max 2})$$

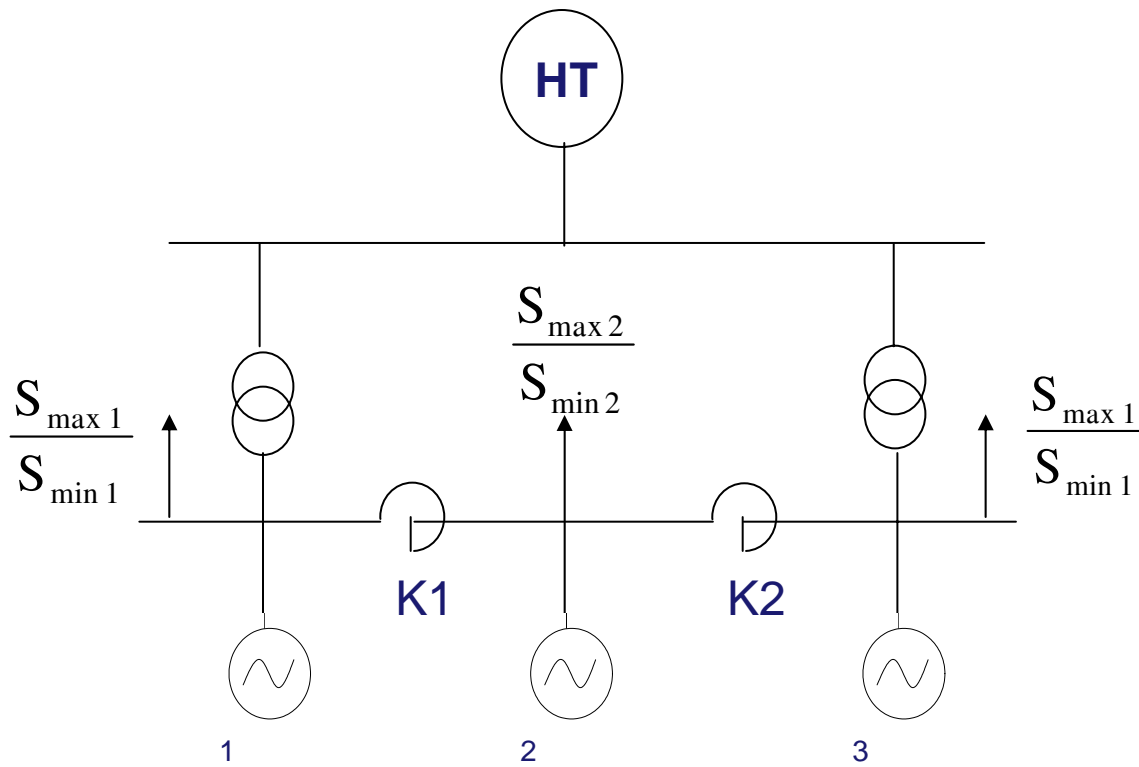
II. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC LÂU DÀI

- Mạch NMĐ :

+ Đới MF

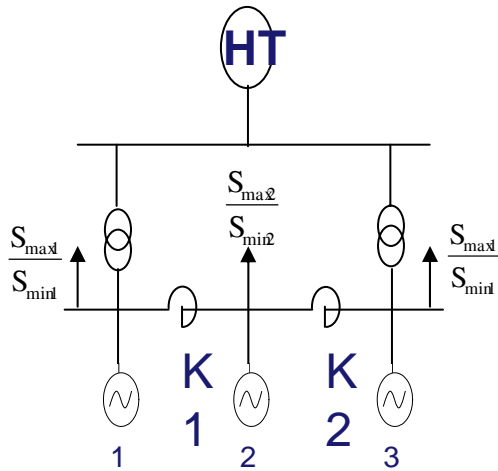
+ Đới với mạch MBA

Tương tự như trên



II. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC LÂU DÀI

- Mạch NMĐ :



+ Đối với mạch kháng điện K

* Khi bình thường:

$$S_{Kbt \max} = \frac{S_F - S_{\min 2}}{2}$$

* Khi 1 MF hư 1 hay 3 :

$$S_{Kcb \max 1} = \frac{2S_F - (S_{\min 2} + 2S_{\min 1})}{2} + S_{\min 1}$$

* Khi MF 2 hư :

$$S_{Kcb \max 2} = \frac{S_{\max 2}}{2}$$

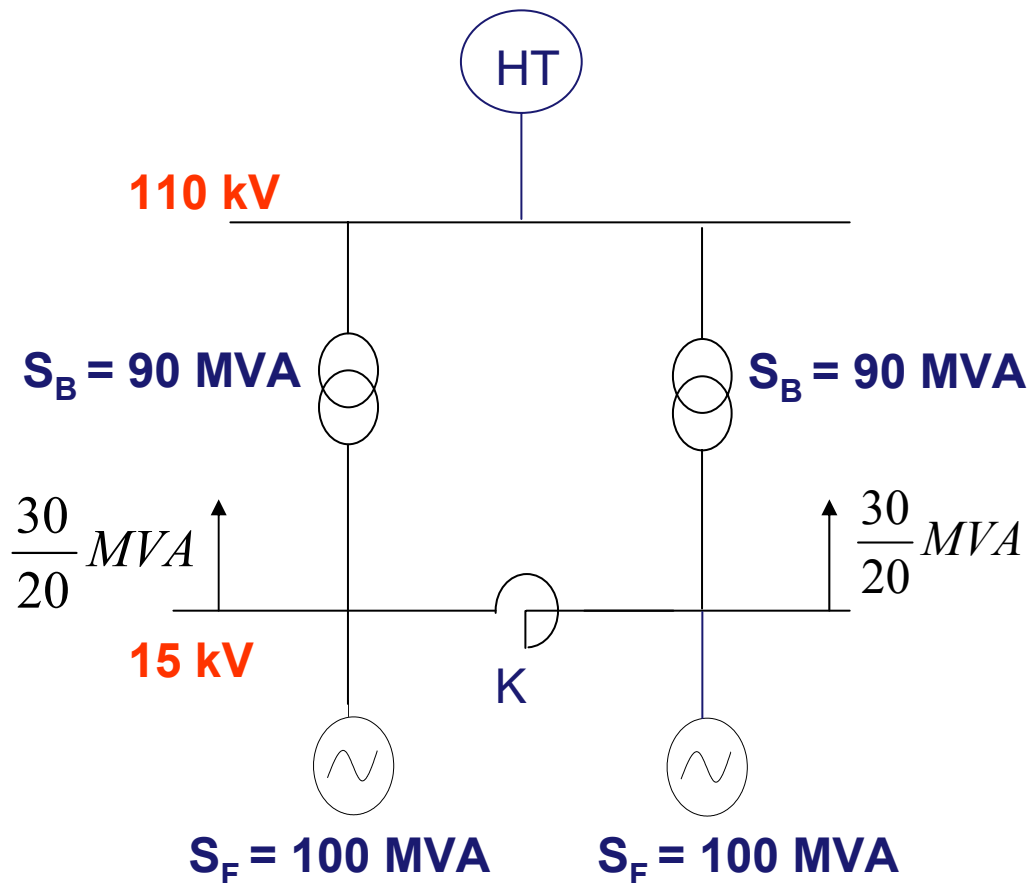
* Khi 1 MBA hư:

$$S_{Kcb \max 3} = \min \begin{cases} 2S_F - (S_{\min 1} + S_{\min 2}) & \text{Công suất đi qua} \\ k_{qtsc} \cdot S_B + S_{\min 1} - S_F & \text{Khả năng tải} \end{cases}$$

$$S_{kcb \max} = \max (S_{kcb \max 1} , S_{kcb \max 2})$$

II. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC LÂU DÀI

BT1 : Tính dòng làm việc bình thường & cường bức qua MBA và qua kháng điện K



Đáp số :

$$I_{MBAbtmax} = 3,08 \text{ kA}$$

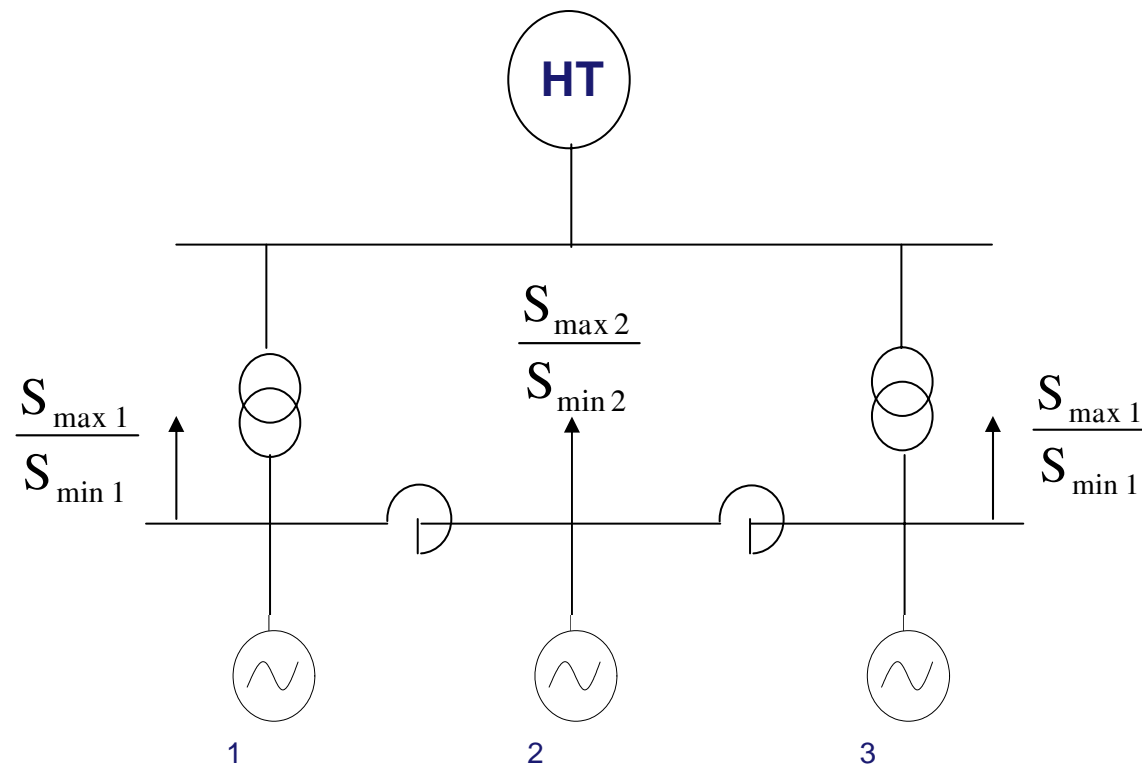
$$I_{MBAcbmax} = 4,85 \text{ kA}$$

$$I_{Kbtmax} = 0 \text{ kA}$$

$$I_{Kcbmax} = 1,92 \text{ kA}$$

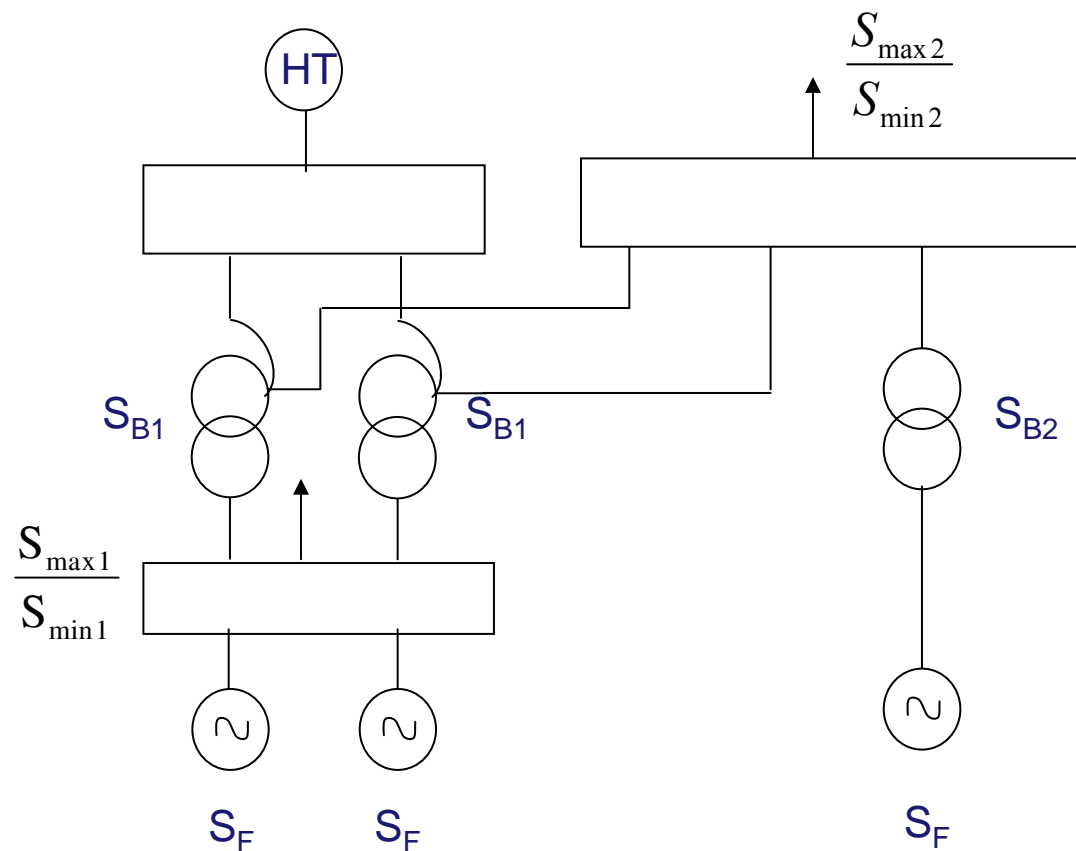
II. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC LÂU DÀI

BT2 : Tính dòng làm việc bình thường & cường bức qua MBA và qua kháng điện K



II. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC LÂU DÀI

BT3 : Tính dòng làm việc bình thường & cường bức qua MBA



III. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC NGẮN HẠN

Là chế độ vận hành của t bị khi xảy ra NM, lúc đó dòng điện rất lớn, thời gian tồn tại rất ngắn.

Phương trình phát nóng cơ bản :

$$I^2.R.dt = G.C.d\vartheta + q.F.(\vartheta - \vartheta_0).dt$$

*Tổn thất trong
thiết bị*

*Làm nóng
thiết bị*

*Làm nóng môi
trường xung quanh*

III. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC NGẮN HẠN

Do thời gian tồn tại rất ngắn nên ta có thể bỏ qua thành phần tản nhiệt môi trường xung quanh

$$I^2.R.dt = G.C.d\vartheta + q.F.(\vartheta - \vartheta_0).dt$$

Tổn thất trong
thiết bị

Làm nóng
thiết bị

Làm nóng môi
trường xung quanh

$$I^2.R.dt = G.C.d\vartheta$$

Tổn thất trong
thiết bị

Làm nóng
thiết bị

III. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC NGẮN HẠN

Nhiệt độ cuối cùng ϑ_2 của dây dẫn khi ngắn mạch rất lớn ($\approx 300^\circ\text{C}$) nên phải xét đến sự thay đổi của điện trở R .

Trước khi ngắn mạch nhiệt độ của dây dẫn là ϑ_1 điện trở là R_1 , thì khi nhiệt độ ϑ điện trở sẽ là:

$$R = R_1 \frac{\tau + \vartheta}{\tau + \vartheta_1}$$

Trong đó :

$$R_1 = \rho \cdot l / F$$

$$G = \gamma \cdot l \cdot F$$

ρ_1 - điện trở suất của vật liệu dây dẫn ở nhiệt độ ϑ_1 - $\Omega \cdot \text{cm}$

l - chiều dài dây dẫn - cm

F - tiết diện ngang dây dẫn - cm^2

γ - khối lượng riêng của vật liệu dây dẫn - g / cm^3

III. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC NGẮN HẠN

Thay các trị số $R = R_1 \frac{\tau + \vartheta}{\tau + \vartheta_1}$

Vào phương trình $I^2.R.dt = G.C.d\vartheta$

Rồi lấy tích phân cả 2 vế từ 0 đến t và từ ϑ_1 đến ϑ_2 ta có kết quả sau :

$$\frac{B_N}{S^2} = k \cdot \ln\left(\frac{\tau + \vartheta_2}{\tau + \vartheta_1}\right)$$

Với

$k = \frac{\gamma.C(\tau + \vartheta_1)}{\rho_1}$: hằng số phụ thuộc vào vật liệu và nhiệt ban đầu

$B_N = \int_0^t I_N^2 dt$: là xung nhiệt của dòng ngắn mạch - $A^2.s$

III. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC NGẮN HẠN

* Tính B_N :

$$B_N = \int_0^t I_N^2 dt = \int_0^t I_{ck}^2 dt + \int_0^t I_{kck}^2 dt$$

$$B_N = B_{Nck} + B_{Nkck}$$

Trong đó :

B_{Nkck} – *xung nhiệt của thành phần không chu kỳ ≈ 0*

B_{Nck} – *xung nhiệt của thành phần chu kỳ $\approx I_{xk}^2 \cdot t_N$*

Vậy ta có :

$$B_N \approx B_{Nck} \approx I_{xk}^2 \cdot t_N \approx I_{xk}^2 \cdot (t_{BVRL} + t_{MC})$$

III. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC NGẮN HẠN

Để phần dẫn điện chịu đựng được dòng NM, nhiệt độ ϑ_2 phải bé hơn nhiệt độ cho phép ngắn hạn của vật liệu :

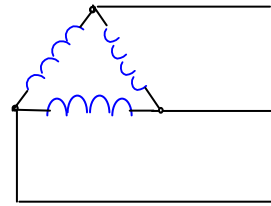
$$\vartheta_2 < \vartheta_{cph}$$

<i>TT</i>	<i>Phần dẫn điện</i>	ϑ_{cph} ($^{\circ}C$)
1	Các bộ phận bằng đồng không có cách điện	300
2	Các bộ phận bằng đồng không có cách điện	200
3	Cáp điện lực lõi bằng đồng cách điện bằng giấy $U \leq 10kv$	250
4	Cáp lõi nhôm cách điện bằng giấy điện áp 10 kv trở lại	200
5	Cáp điện lực cách điện bằng giấy điện áp 20-35 kv	175
6	Cáp điện lực cách điện bằng cao su	200
7	Dây dẫn cách điện bằng cao su hay bằng policlovinyl	200

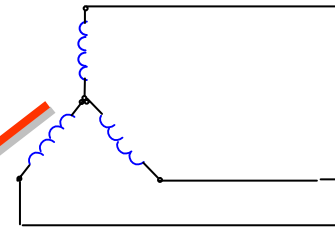
IV. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA ĐIỂM TRUNG TÍNH

HTĐ 3 pha

Nối Δ



Nối Y



Điểm trung tính

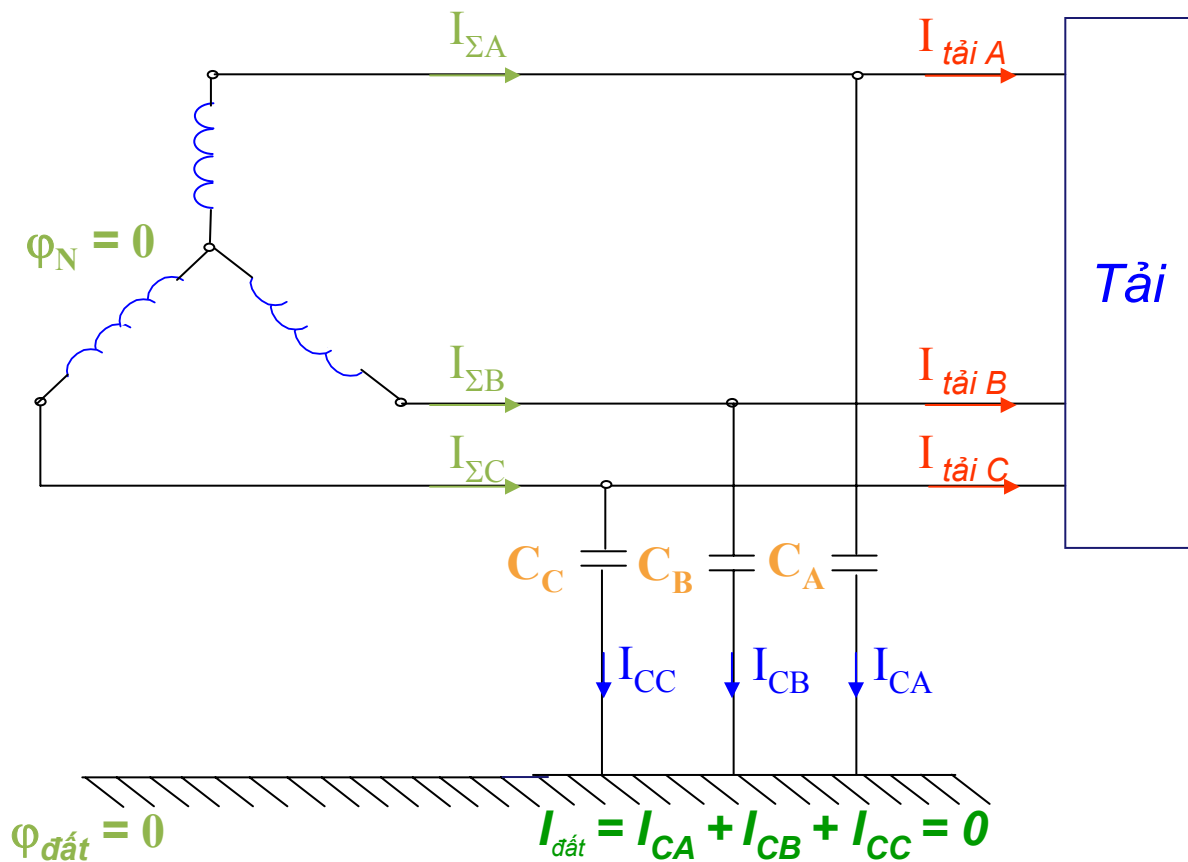
Trung tính nối đất trực tiếp

Trung tính cách ly

Trung tính nối đất qua tổng trở

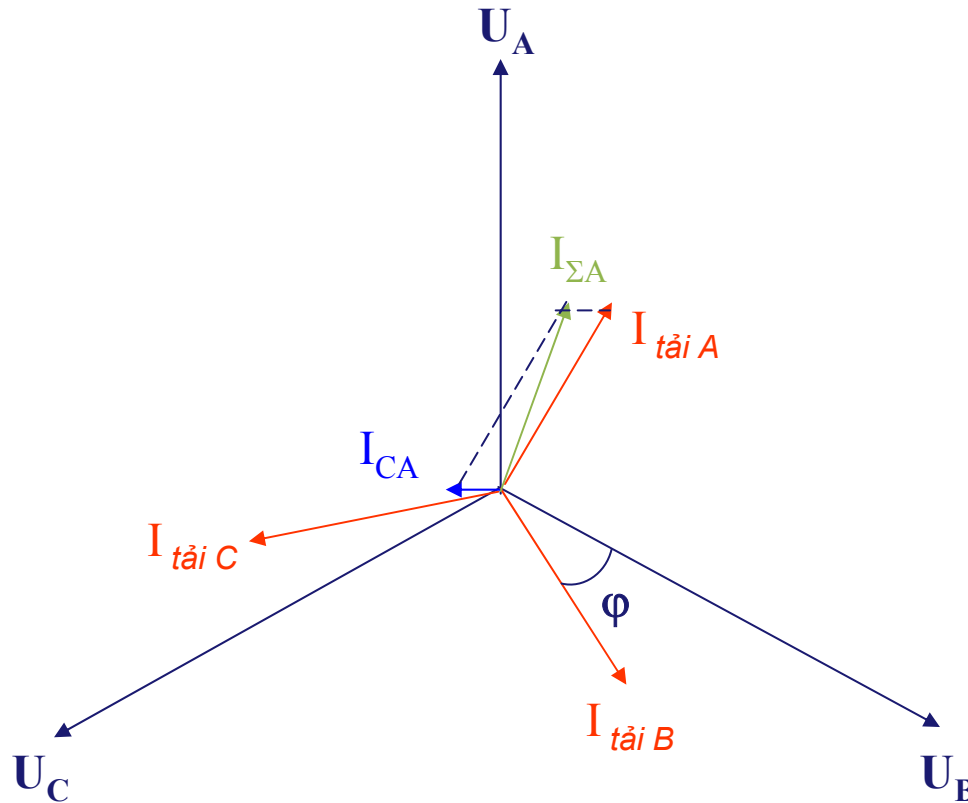
1 - KHI HTĐ HOẠT ĐỘNG BÌNH THƯỜNG

HTĐ 3 pha đối xứng \rightarrow Điểm trung tính có điện thế = 0 + Đất có điện thế = 0 \rightarrow Cả 3 chế độ của TT giống nhau



$$I_{\Sigma A} = I_{\text{tải A}} + I_{CA}$$

1 - KHI HTĐ HOẠT ĐỘNG BÌNH THƯỜNG

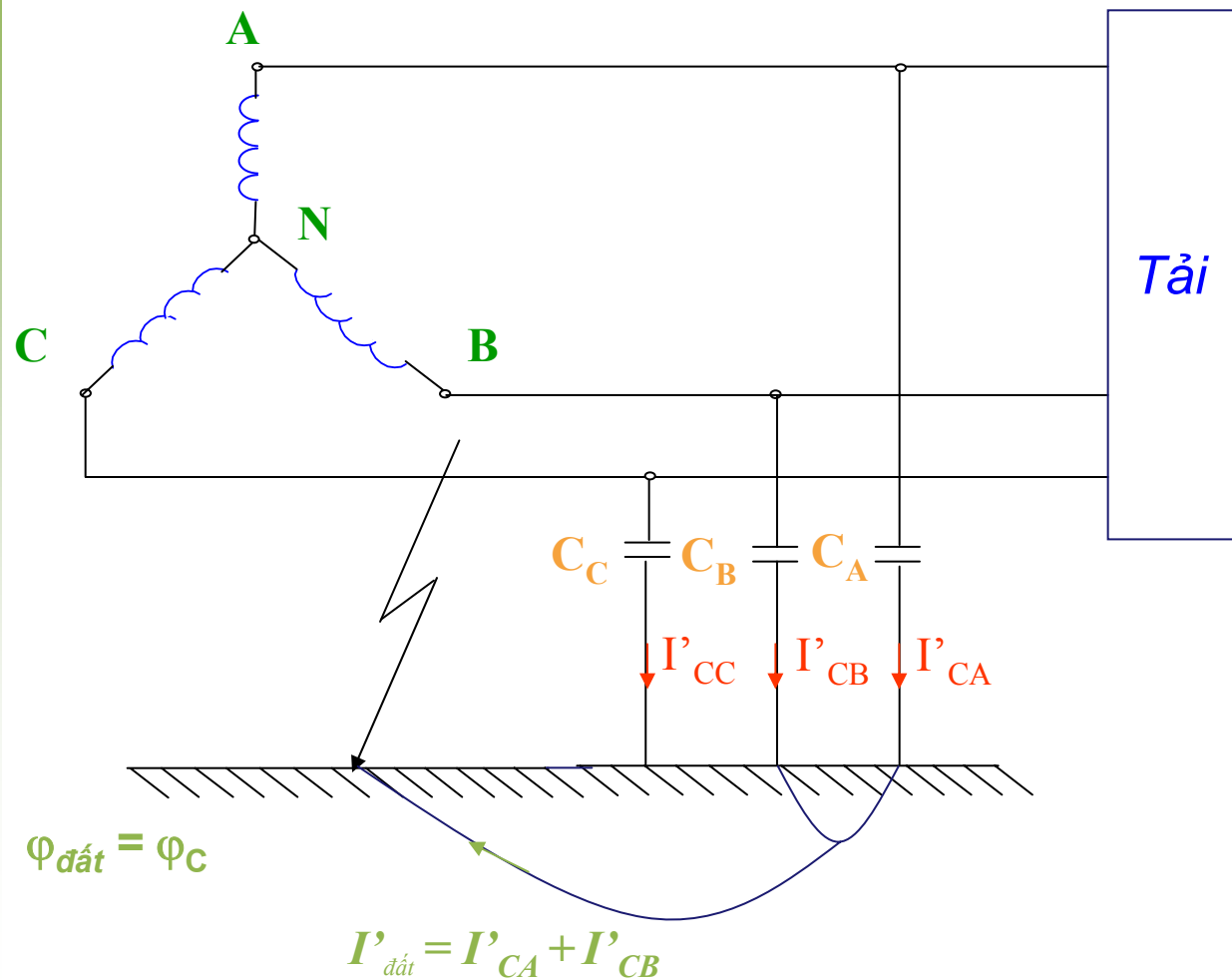


Giản đồ vectơ

- Dòng điện dung I_C không làm thay đổi biên độ dòng I_{Σ}
- Nó chỉ làm thay đổi rất ít góc pha của dòng I_{Σ} mà thôi
- Không có dòng điện đi vào đất

2 - KHI CÓ NM (VD PHA C CHẠM ĐẤT)

* Trung tính cách ly



$$\varphi_{A' - đất} = \varphi_C - \varphi_A = U_{dây}$$

$$\varphi_{B' - đất} = \varphi_C - \varphi_B = U_{dây}$$

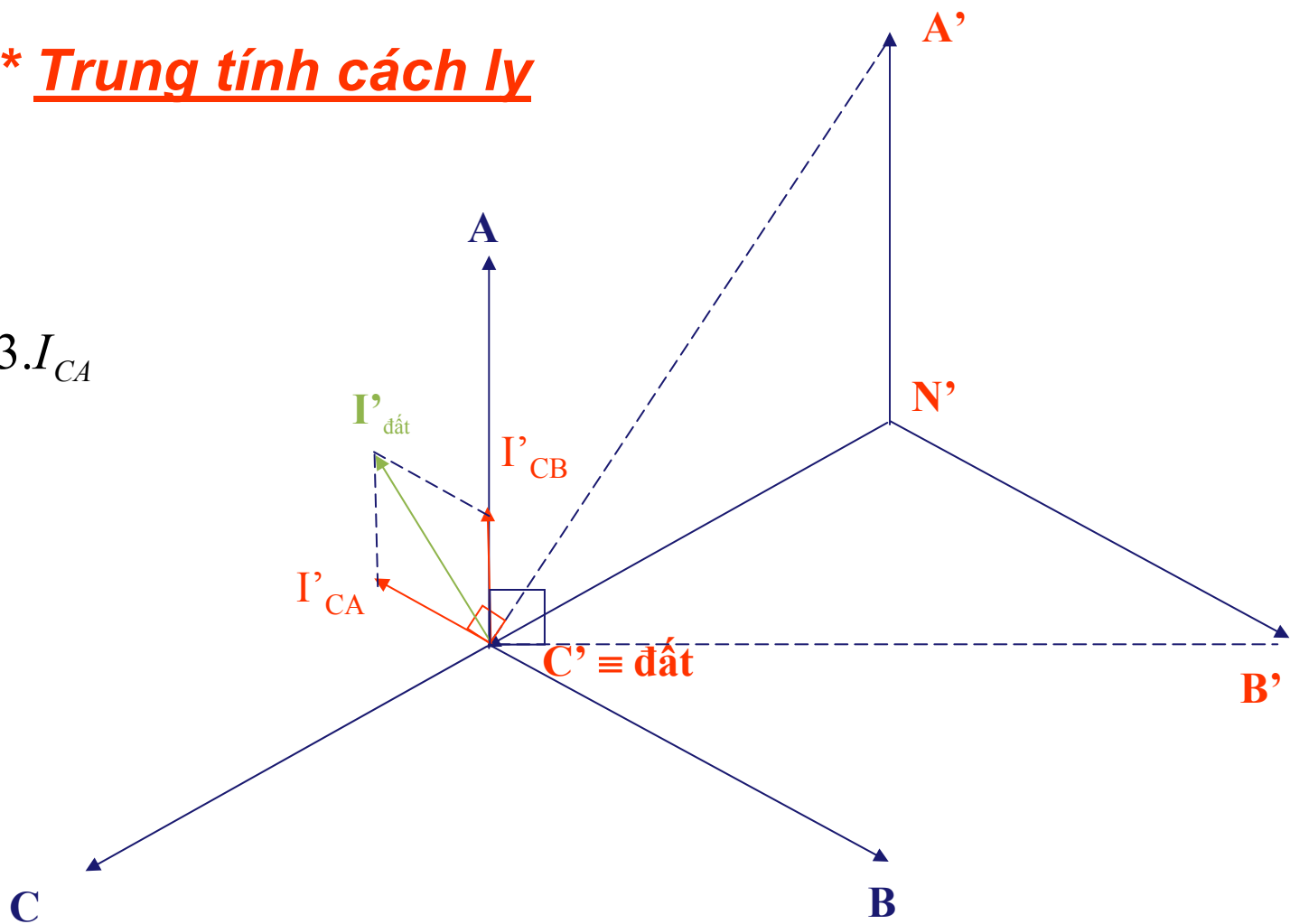
$$\varphi_{C' - đất} = \varphi_C - \varphi_C = 0$$

$$\varphi_{N' - đất} = \varphi_C - 0 = U_{pha}$$

2 - KHI CÓ NM (VD PHA C CHẠM ĐẤT)

* Trung tính cách ly

$$\begin{aligned} I'_{\text{đất}} &= I'_{CA} + I'_{CB} \\ &= \sqrt{3} \cdot I'_{CA} = 3 \cdot I_{CA} \end{aligned}$$



Giải □ồ vectơ



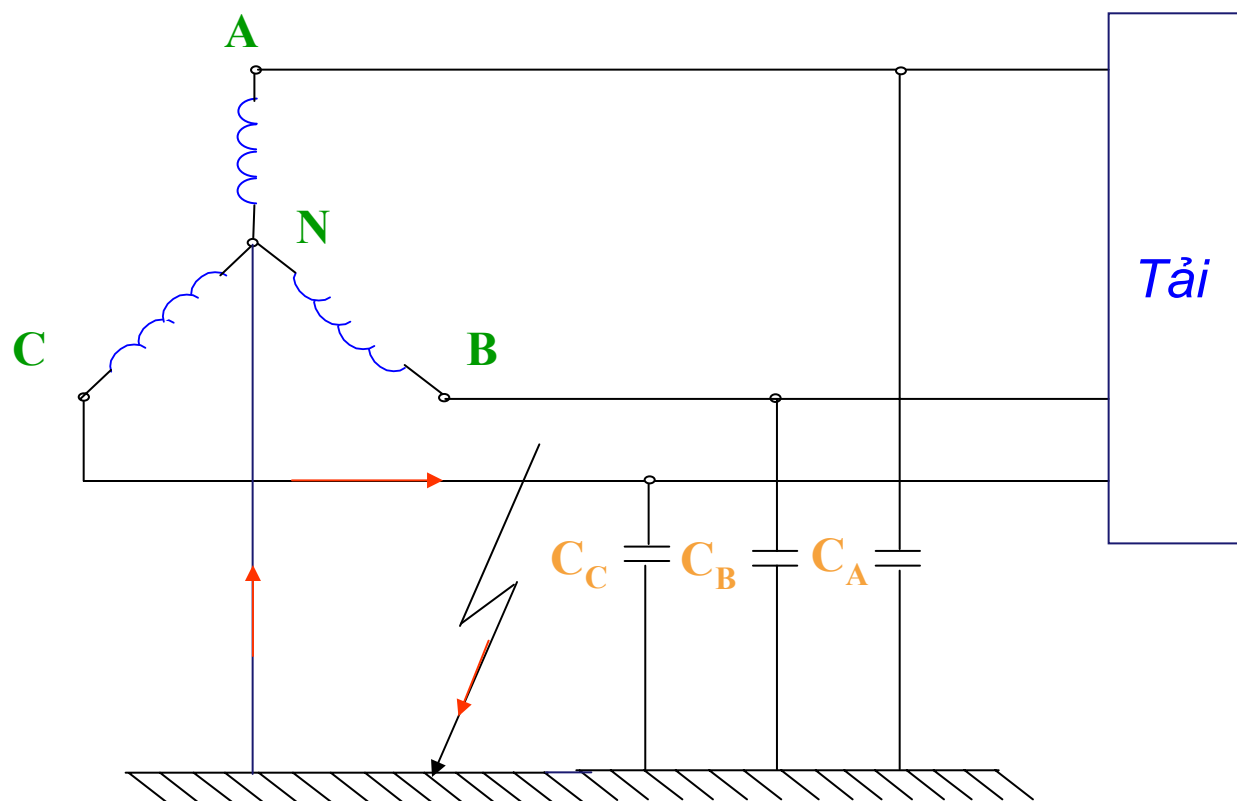
2 - KHI CÓ NM (VD PHA C CHẠM ĐẤT)

Khi NM một pha trong mạng điện trung tính **cách ly**

- Mạng điện vẫn có thể làm việc bình thường vì điện áp tương đối giữa các pha cũng như giữa các dây không thay đổi.
- Điện áp của pha chạm đất bằng 0, các pha khác điện áp đối với đất bằng $U_{dây}$ nghĩa là tăng lên $\sqrt{3}$ lần \rightarrow thiết bị phải có cách điện bằng điện áp dây
- Xuất hiện dòng điện đi vào đất, dòng này bằng 3 lần dòng điện dung của 1 pha khi làm việc bình thường \rightarrow Sinh ra hồ quang tại điểm chạm

2 - KHI CÓ NM (VD PHA C CHẠM ĐẤT)

** Trung tính nối đất trực tiếp*





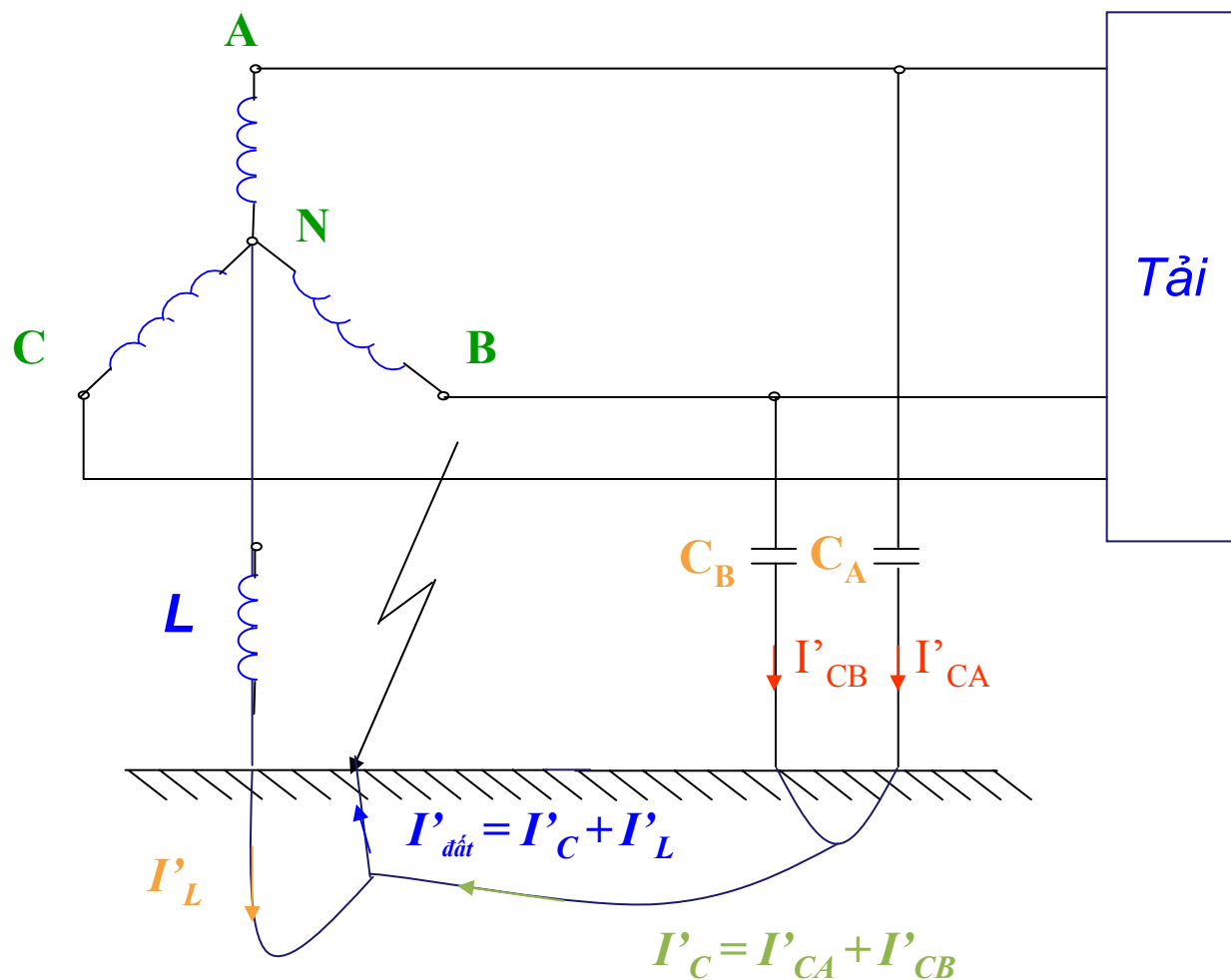
2 - KHI CÓ NM (VD PHA C CHẠM ĐẤT)

Khi NM một pha trong mạng điện trung tính **nối đất trực tiếp**

- Dòng NM lớn \rightarrow BVRL tác động \rightarrow mất điện
- Thiết bị chỉ cần có cách điện bằng điện áp pha.

2 - KHI CÓ NM (VD PHA C CHẠM ĐẤT)

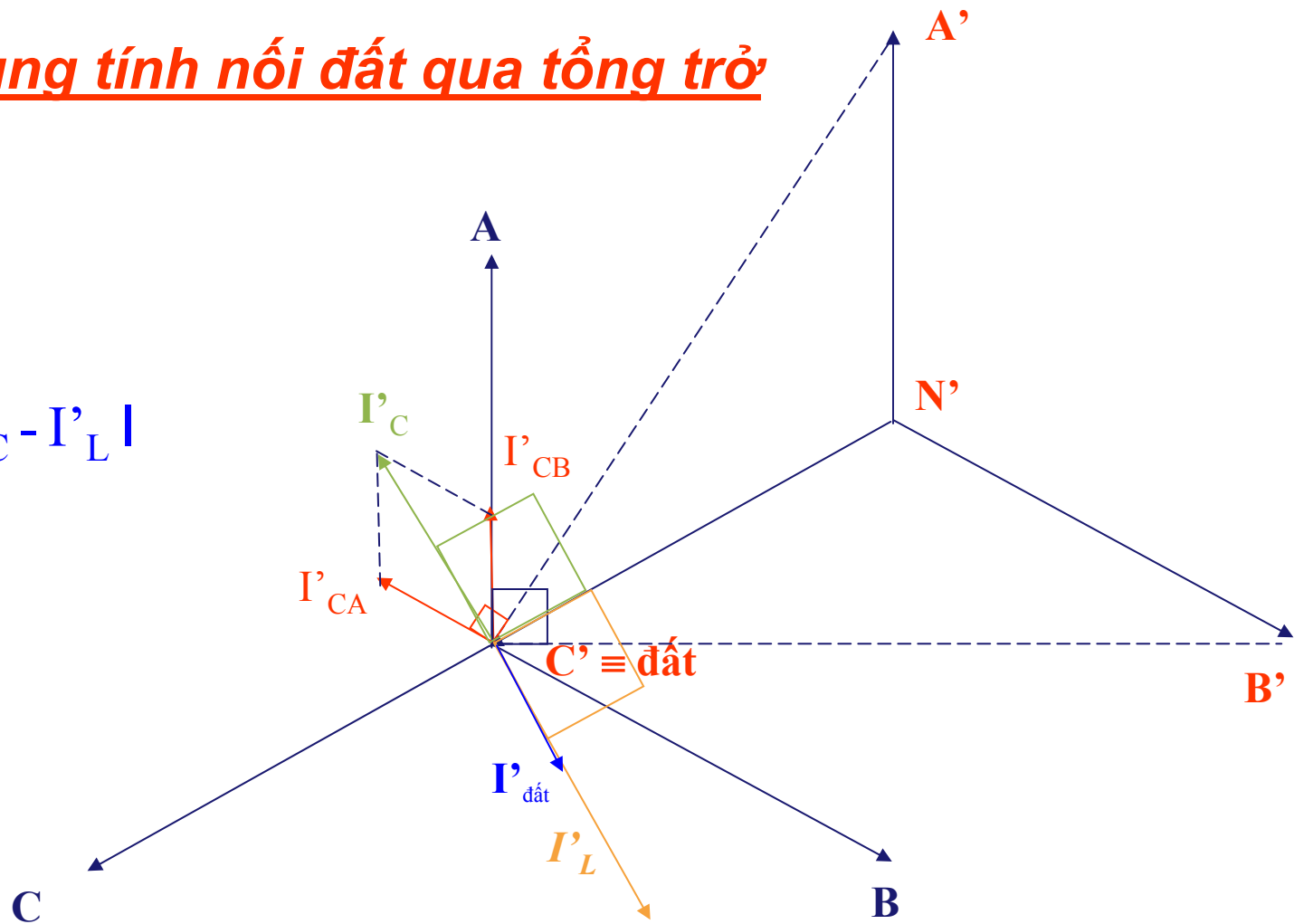
* Trung tính nối đất qua tổng trở



2 - KHI CÓ NM (VD PHA C CHẠM ĐẤT)

* Trung tính nối đất qua tổng trở

$$|I'_{\text{đất}}| = |I'_C - I'_L|$$



Giản đồ vectơ



2 - KHI CÓ NM (VD PHA C CHẠM ĐẤT)

**Khi NM một pha trong mạng điện trung tính
nối đất qua cuộn dập hồ quang**

- *Giống như mạng có TT cách ly.*
- *Có dòng điện đi qua cuộn kháng L, dòng này ngược chiều với dòng qua điện dung làm giảm dòng đi vào đất → dập hồ quang*
- *Điều chỉnh L sao cho $I_{đất} > I_{nhảy}$ để BVRL có thể phát hiện dòng đi vào đất.*



3 – KẾT LUẬN

- $U \geq 110 \text{ kV}$: TT nối đất trực tiếp
- $U \leq 1 \text{ kV}$: TT nối đất trực tiếp
- $1 \text{ kV} < U < 110 \text{ kV}$: Tùy vào đặc điểm cụ thể