

CHƯƠNG VII MÁY BIẾN ÁP

7.1 Khái niệm chung

7.2 Nguyên lý làm việc của MBA 1 pha

7.3 Cấu tạo

7.4 Mô hình toán học của MBA

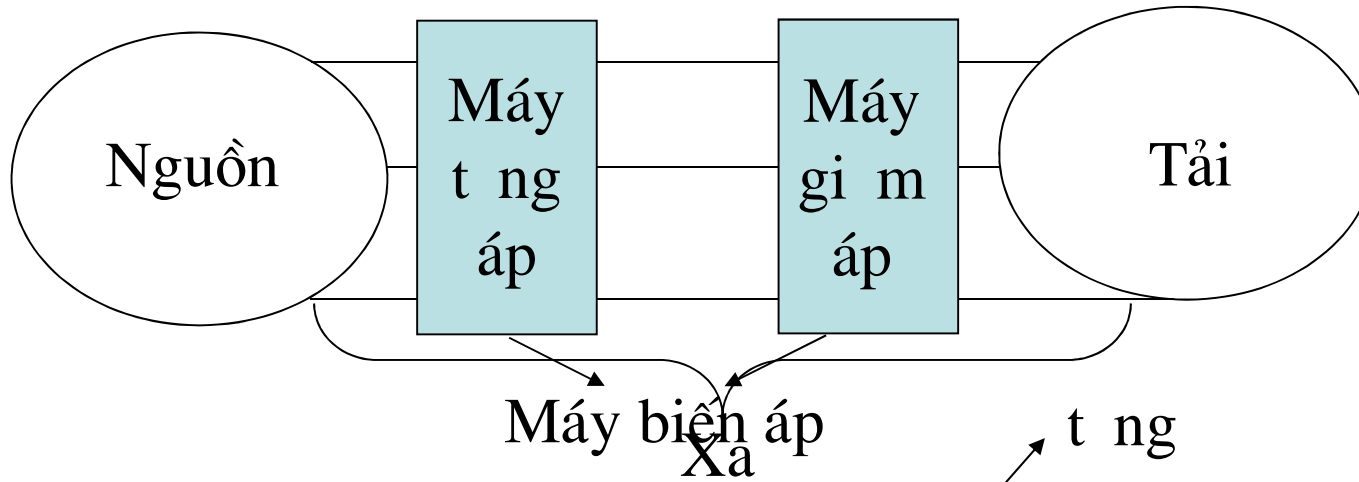
7.5 Quy đổi và sơ đồ thay thế

7.6 Chế độ không tải và ngắn mạch MBA

7.7 Chế độ làm việc có tải

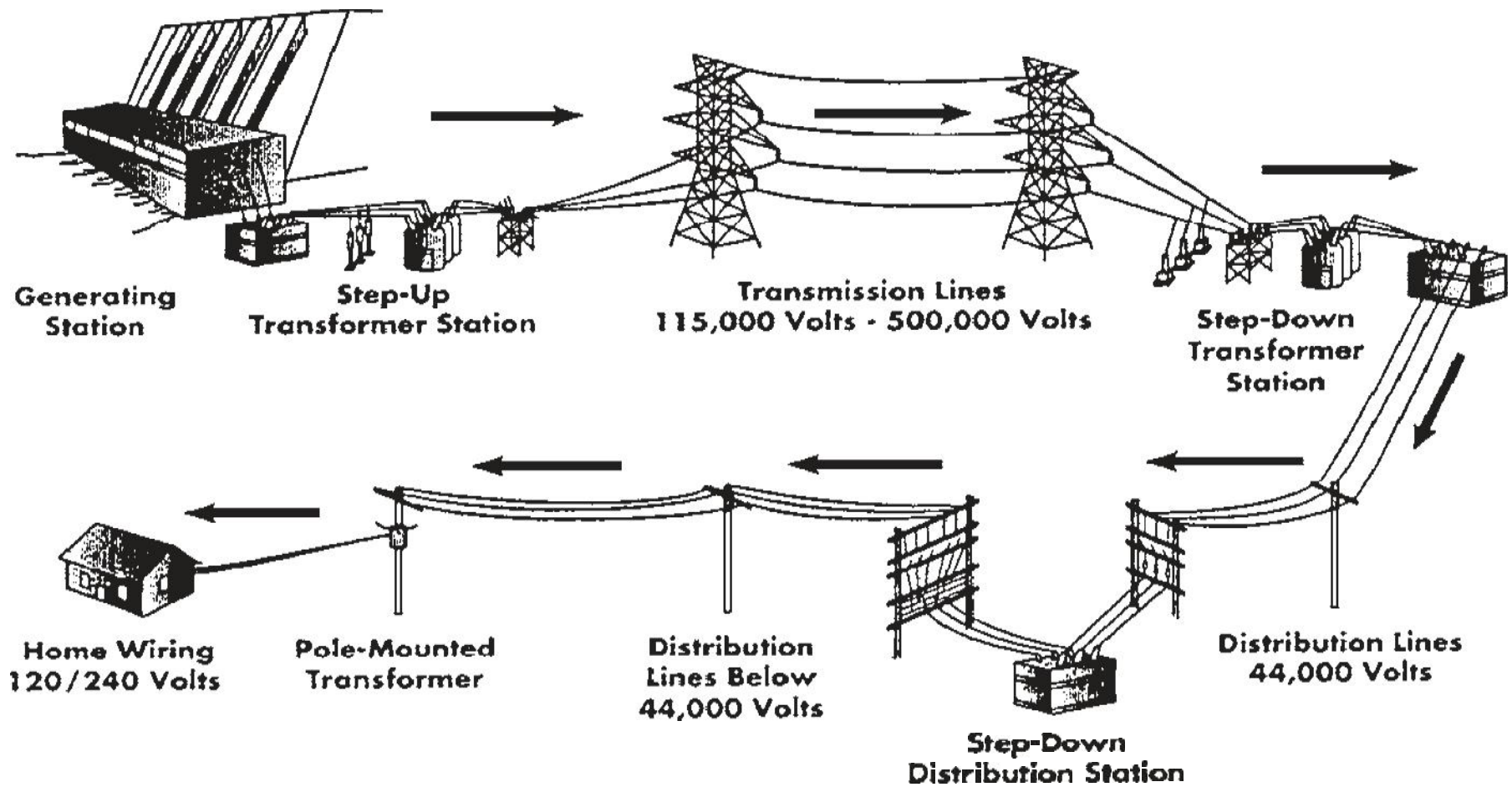
7.8 MBA 3 pha

7.1 Khái niệm chung về máy biến áp



Cùng một công suất truyền tải: $S = \sqrt{3} U I$

- Giảm sụt áp ΔU_d
 - Giảm tổn hao ΔP_d
 - Giảm tiết diện dây $s \Rightarrow$ giảm khối lượng xà, cột \Rightarrow giảm chi phí đầu tư
- ↑ t ng
↓ giảm



* Các chỉ số danh nghĩa

1. Công suất: $S_{đm} = U_{2đm} I_{2đm} \approx U_{1đm} I_{1đm}$ (VA, kVA)

2. Điện áp:

$$\left. \begin{matrix} U_{1m} \\ U_{2m} \end{matrix} \right\} \text{ (V, kV)}$$

Ký hiệu: $U_{1đm}/U_{2đm}$ (VD: 6/0,22 kV)

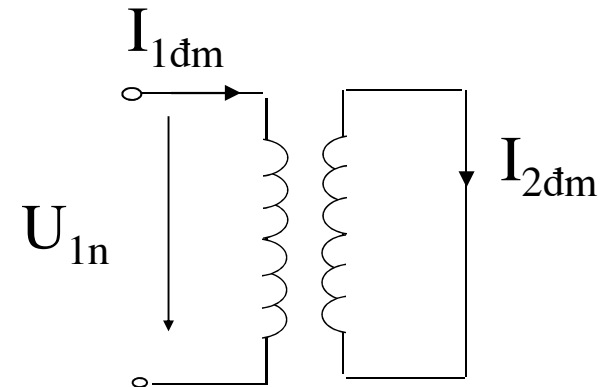
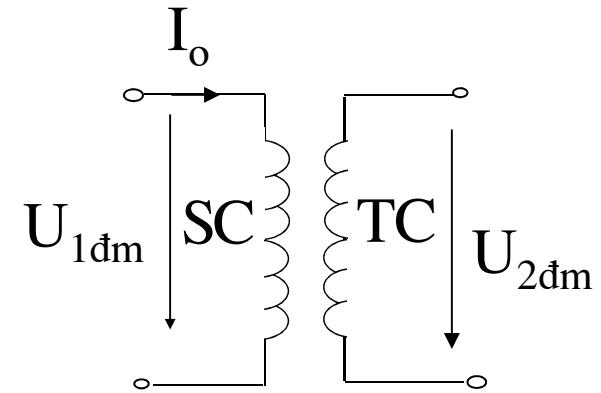
3. Dòng điện: $I_{1đm}, I_{2đm}$ (A, kA)

Chú ý: Các đại lượng U_m, I_m trong MBA 3 pha là các đại lượng dây

4. Thông số khác: $+u_n \% = \frac{U_{1n}}{U_{1đm}} 100 = 3 \div 10$

$$+i_o \% = \frac{I_o}{I_{1đm}} 100 = 1,5 \div 6$$

$$+P_o, P_n$$



7.2 Nguyên lý làm việc của MBA 1 pha

$u_{1\sim}$ → ϕ móc vòng qua 2 dây quấn

ϕ biến thiên → e_1 và e_2

$$\rightarrow \begin{cases} e_1 = -W_1 \frac{d\phi}{dt} \\ e_2 = -W_2 \frac{d\phi}{dt} \end{cases}$$

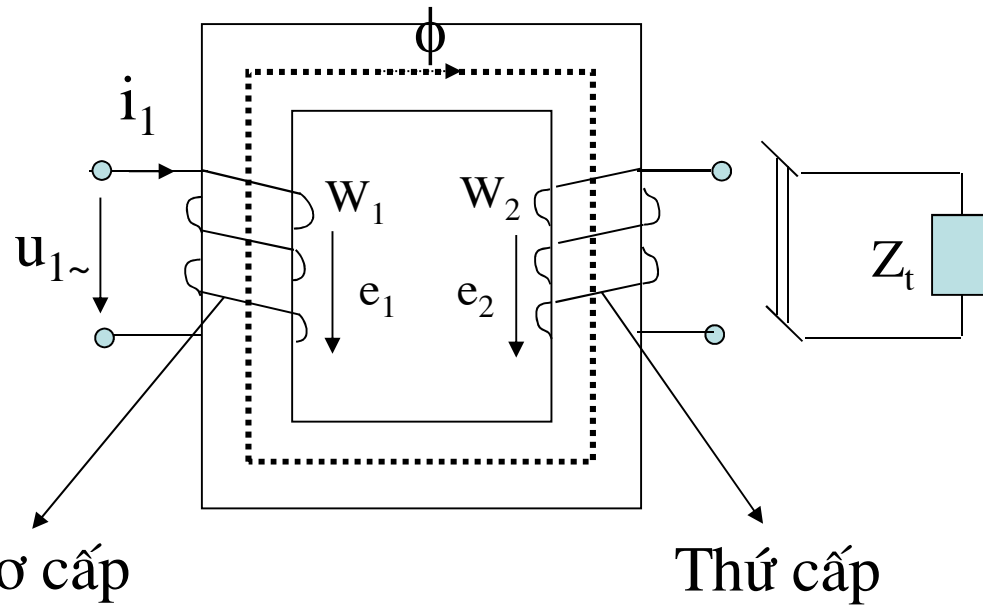
W_1, W_2 : số vòng dây sơ và thứ cấp

Giả sử $\phi = \phi_m \sin \omega t$

$$e_1 = -W_1 \phi_m \omega \cos \omega t$$

$$\rightarrow e_1 = 2\pi f W_1 \phi_m \sin(\omega t - 90^\circ)$$

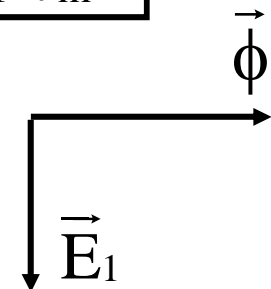
TQ: $e_1 = \sqrt{2} E_1 \sin(\omega t + \psi_e)$



$$E_1 = \frac{2\pi f W_1 \phi_m}{\sqrt{2}}$$

$$E_1 = 4,44 f W_1 \phi_m$$

$$\psi_e = -90^\circ$$

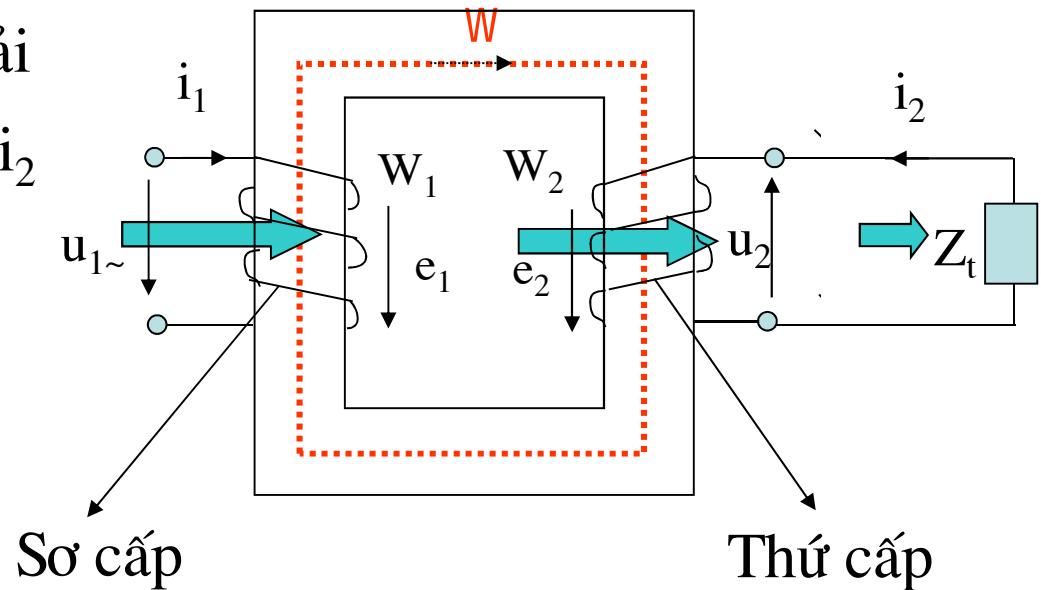


Tổng tự: $E_2 = 4,44fW_2 \phi_m$

Khi nối dây quấn thứ cấp với tải

→ Trong dây quấn có dòng i_2

Năng lượng điện xoay chiều lấy vào từ phía sơ cấp thông qua mạch từ chuyển sang phía thứ cấp và tiêu thụ trên tải



Nếu bỏ qua tổn hao trên dây quấn → $U_1 \approx E_1 ; U_2 \approx E_2$

→ $\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2} = k$ → hệ số BA

$k < 1$ → máy tăng áp

$k > 1$ → máy hạ áp

7.3 Cấu tạo

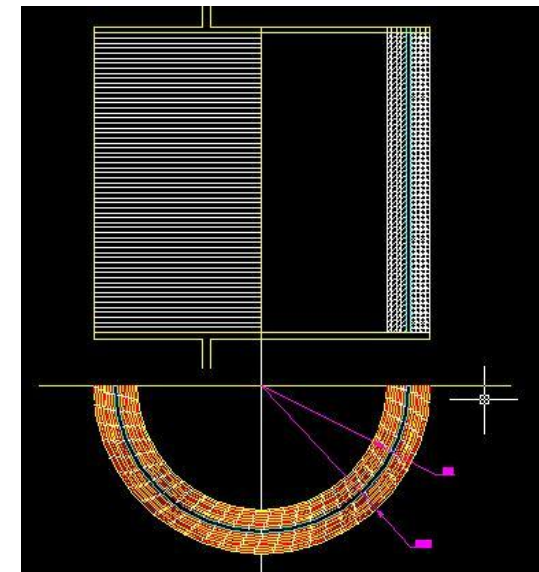
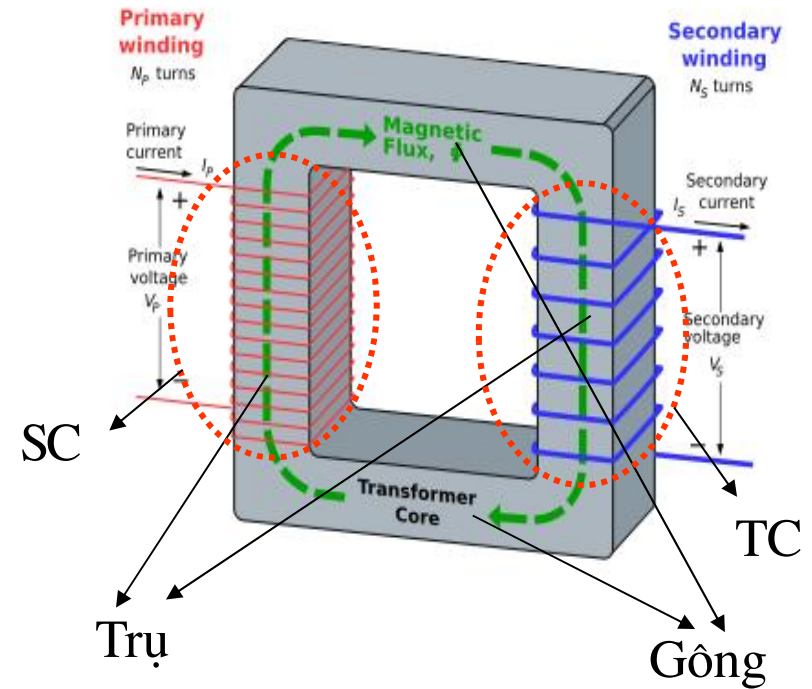
1. Lõi thép: Mạch từ, ghép từ các lá thép kỹ thuật điện, gồm 2 bộ phận

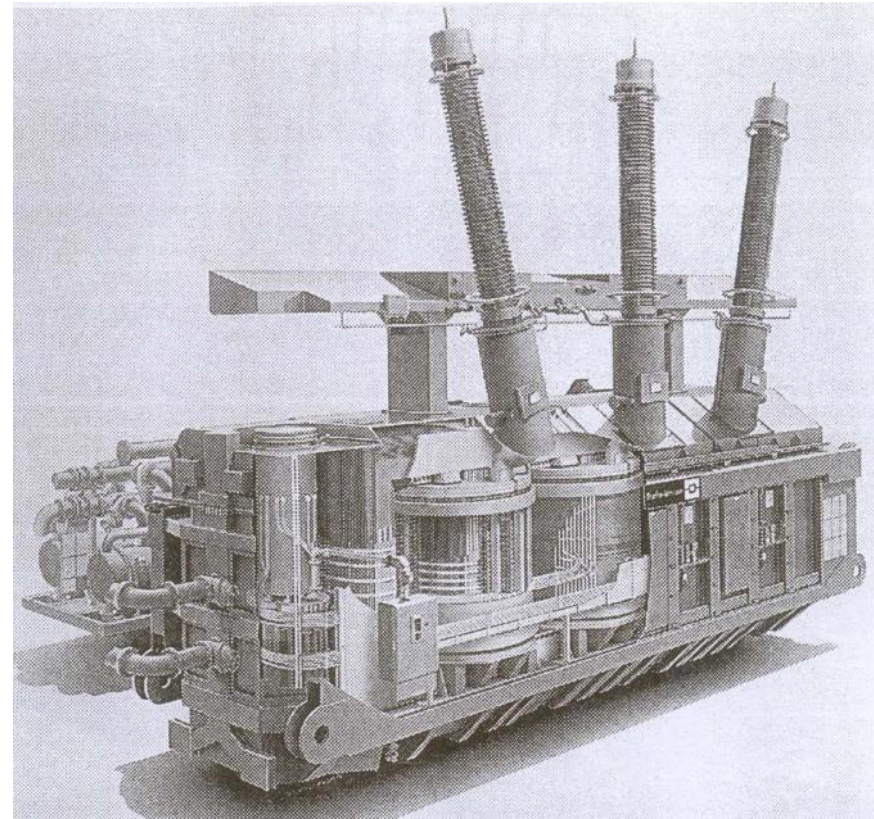
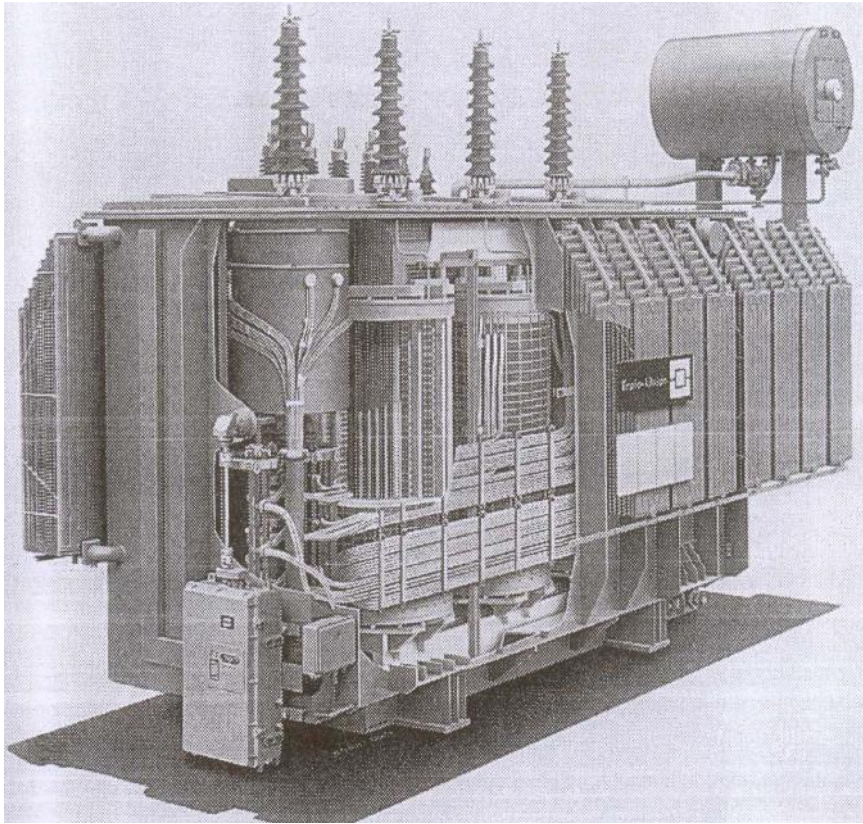
- Trụ: là phần lõi thép có lồng dây quấn
- Gông: là phần nối liền mạch từ các trụ

2. Dây quấn: Mạch điện

3. Vỏ máy

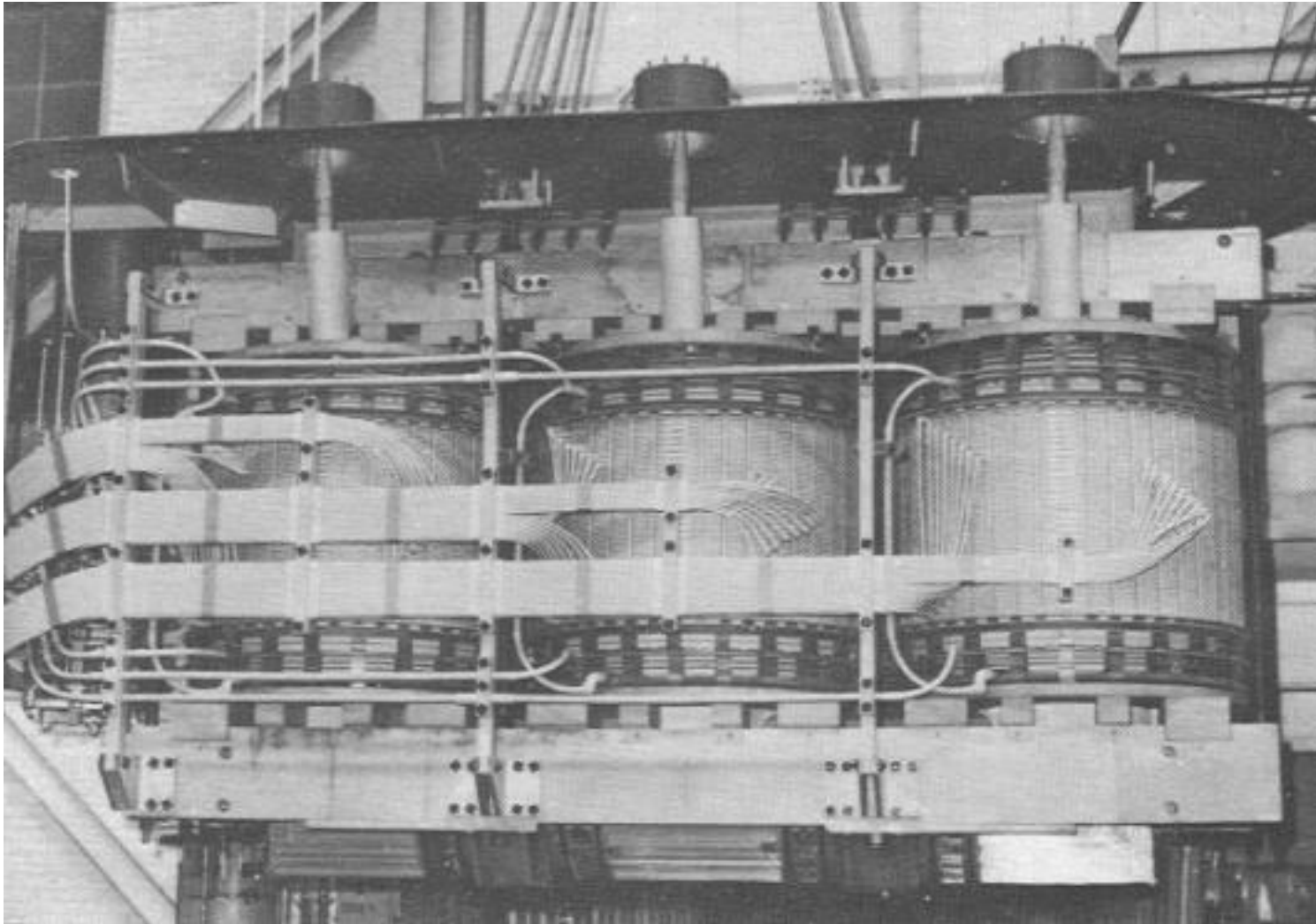
- Thùng BA
- Nắp máy



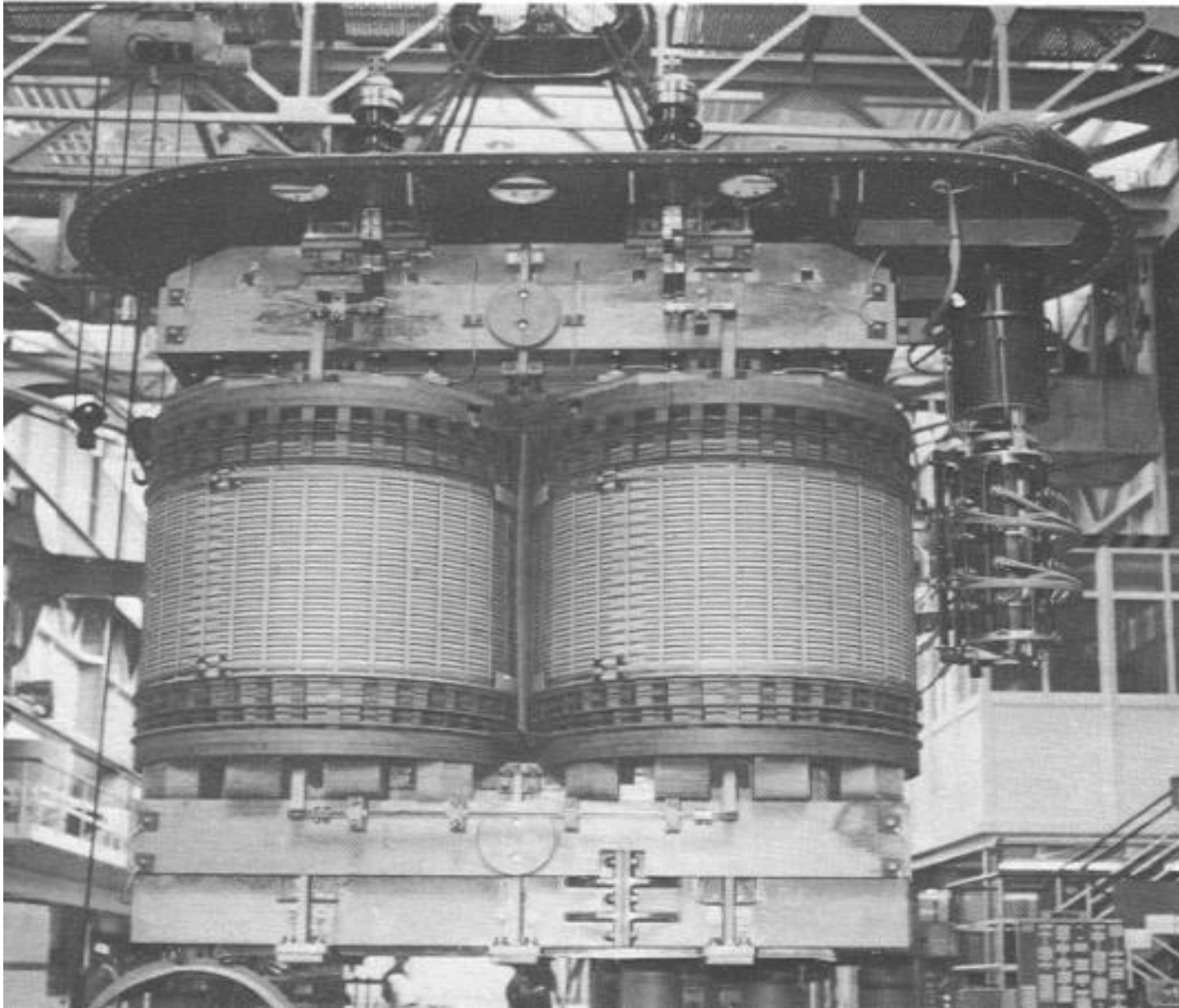


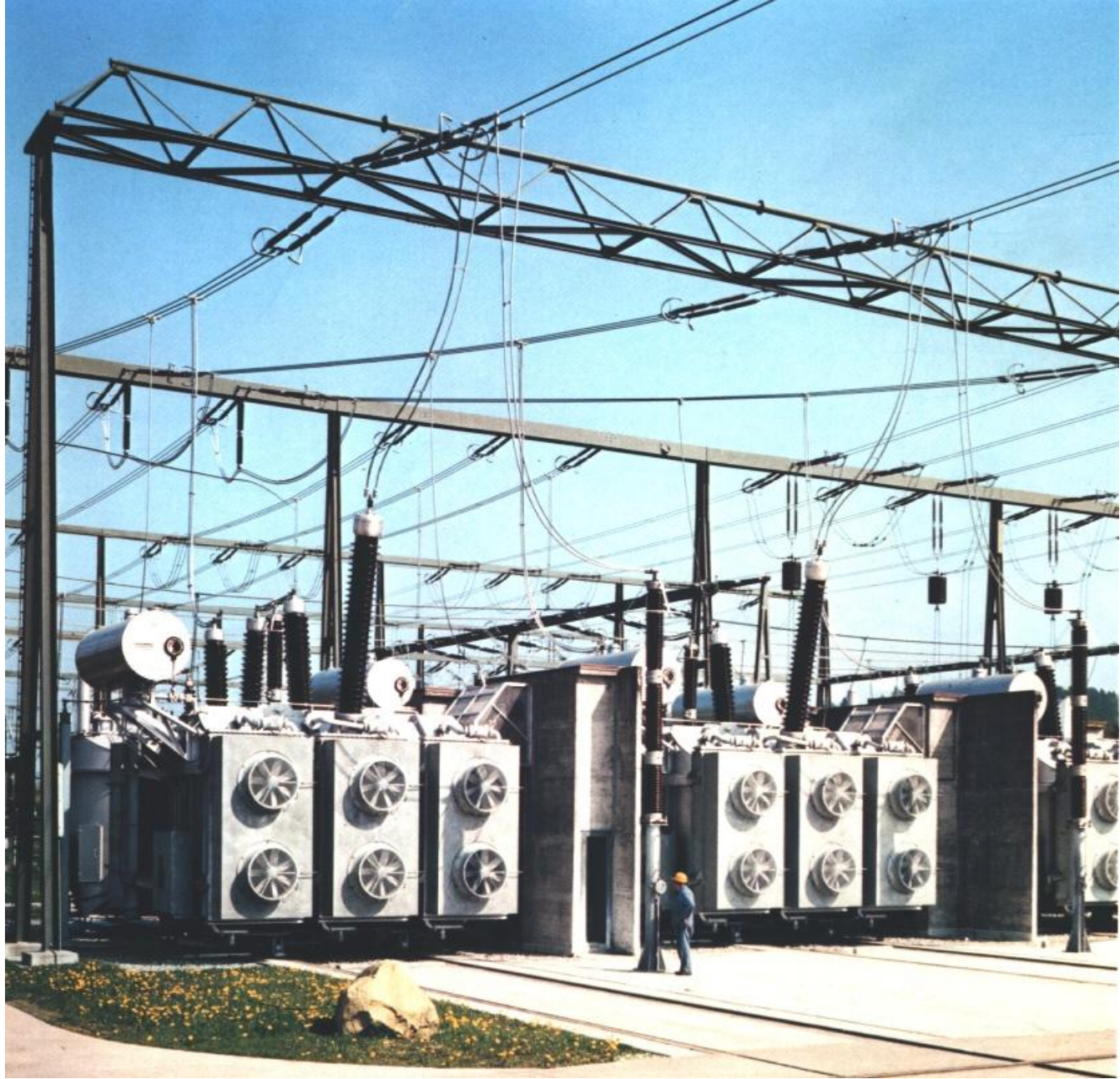
- *Máy bi n áp ba pha m ch t ki u b c 850/950/1100MVA, 415kV \pm 11%/27kV*
- *Máy bi n áp ba pha m nh t ki u tr A40MVA, 110kV \pm 16%/21kV*

Máy biến áp ba pha 40 MVA, 50 Hz, 140kV/11,3 kV



Máy biến áp ba pha 40 MVA, $16\frac{2}{3}$ Hz, 132kV/12 kV







7.4 Các phương trình cơ bản trong MBA (mô hình toán học)

1. Phương trình cân bằng điện

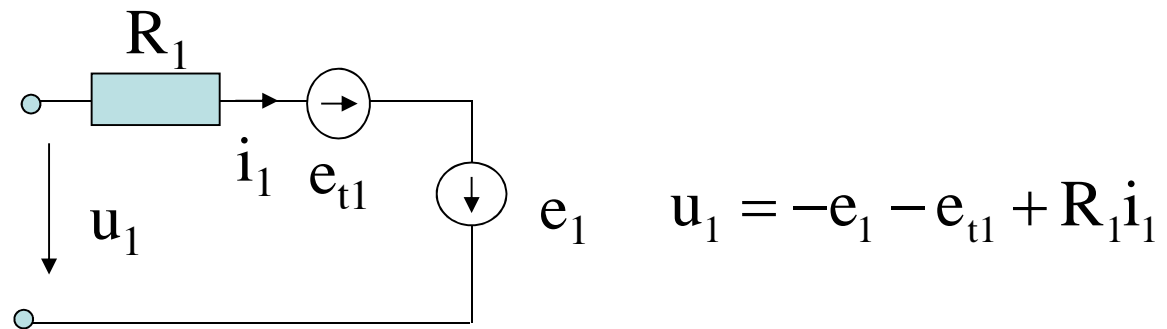
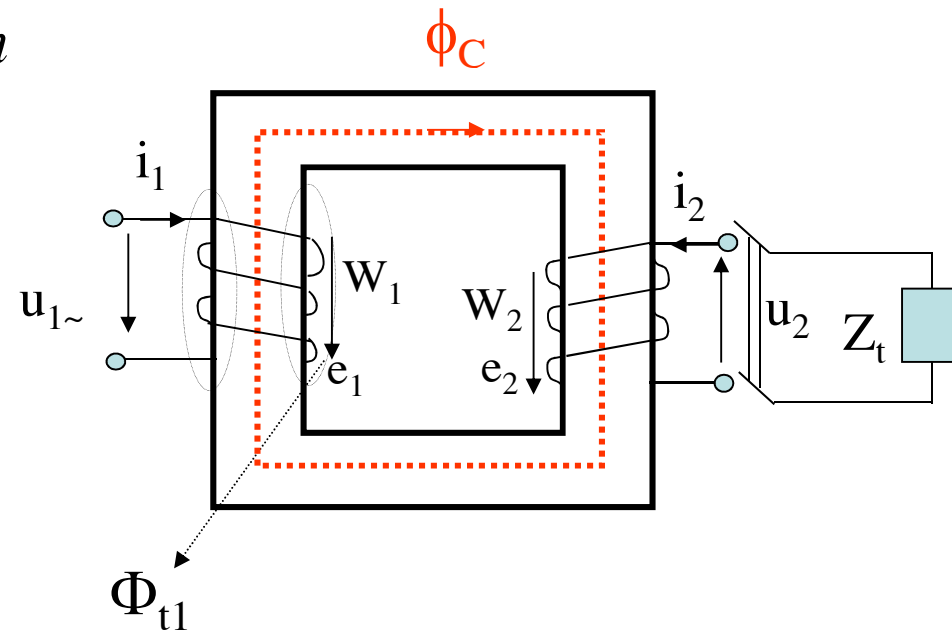
a. Phía sơ cấp

- Φ_C : móc vòng qua 2 d/q
- Φ_{t1} : do i_1 sinh ra chỉ móc vòng riêng với d/q sơ cấp

→ e_1 và e_{t1}

$$e_1 = -W_1 \frac{d\phi_C}{dt}$$

$$e_{t1} = -W_1 \frac{d\phi_{t1}}{dt}$$



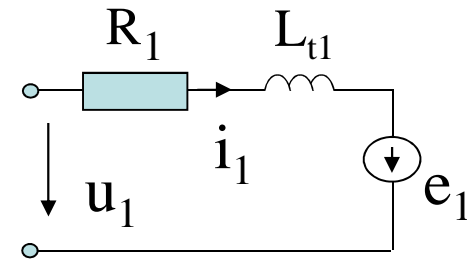
$$e_{t1} = -W_1 \frac{d\phi_{t1}}{dt} = -\frac{d\psi_{t1}}{dt} = -\frac{d\psi_{t1}}{di_1} \frac{di_1}{dt}$$

$$\rightarrow e_{t1} = -L_{t1} \frac{di_1}{dt}$$

$$u_1 = -e_1 - e_{t1} + R_1 i_1$$

$$u_1 = -e_1 + L_{t1} \frac{di_1}{dt} + R_1 i_1$$

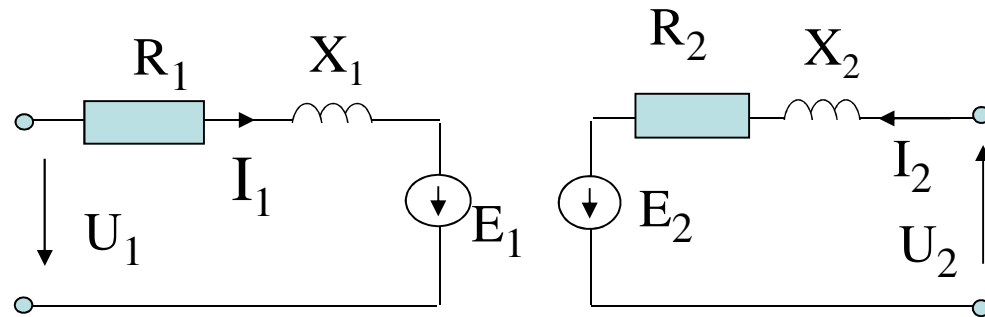
Phương trình cân bằng điện áp - Sơ đồ
thay thế dạng phức:



$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + j\omega L_{t1} \dot{I}_1 + R_1 \dot{I}_1$$

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 (R_1 + jX_1)$$

$$= -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 Z_1$$



b. Phía thứ cấp :

Phương trình: $\dot{U}_2 = \dot{E}_2 - \dot{I}_2 (R_2 + jX_2) = \dot{E}_2 - \dot{I}_2 Z_2$

2. Ph nng trnh cân bằng từ

không tải : $i_2 = 0 \rightarrow \Phi$ do $F_o = W_1 I_o$

có tải : $i_2 \neq 0 \rightarrow \Phi$ do F_1 và F_2

$$\dot{F}_1 + \dot{F}_2 = W_1 \dot{I}_1 + W_2 \dot{I}_2$$

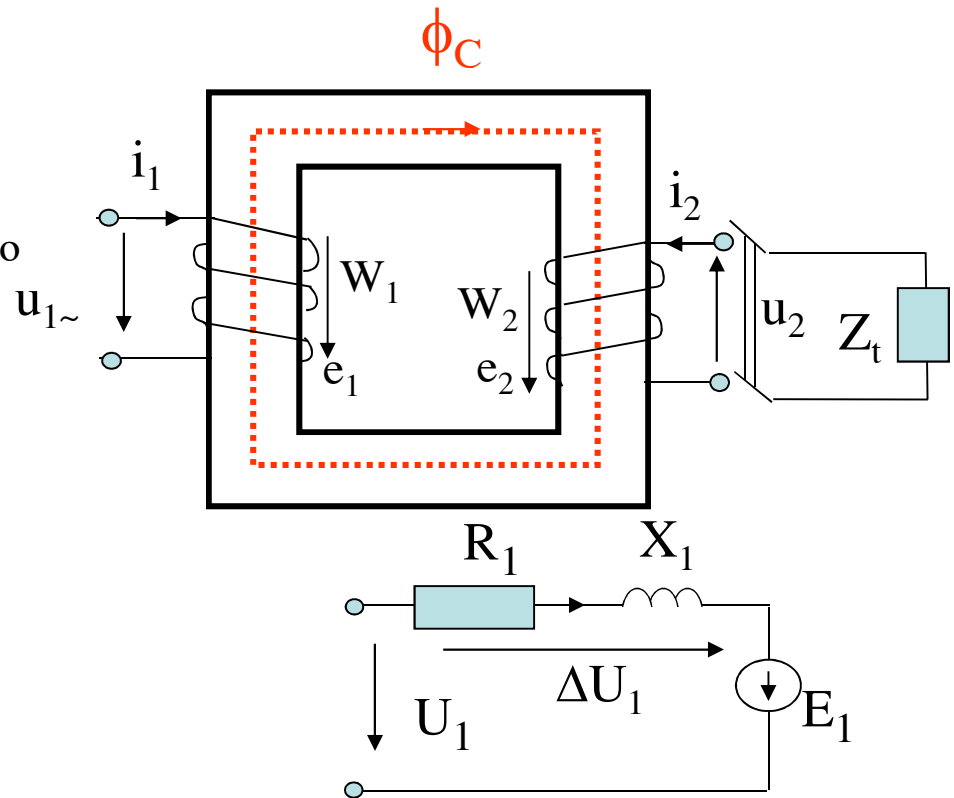
Khi bỏ qua ΔU_1 :

$$U_1 \approx E_1 = 4,44fW_1\Phi_m$$

$$U_1 = \text{const}$$

$$\Rightarrow \Phi_m = \text{const}$$

$$\Rightarrow \dot{I}_1 + \frac{\dot{I}_2}{k} = \dot{I}_o$$



$$\Rightarrow \dot{F}_1 + \dot{F}_2 = \dot{F}_o$$

$$\Rightarrow W_1 \dot{I}_1 + W_2 \dot{I}_2 = W_1 \dot{I}_o$$

PT cân
bằng từ

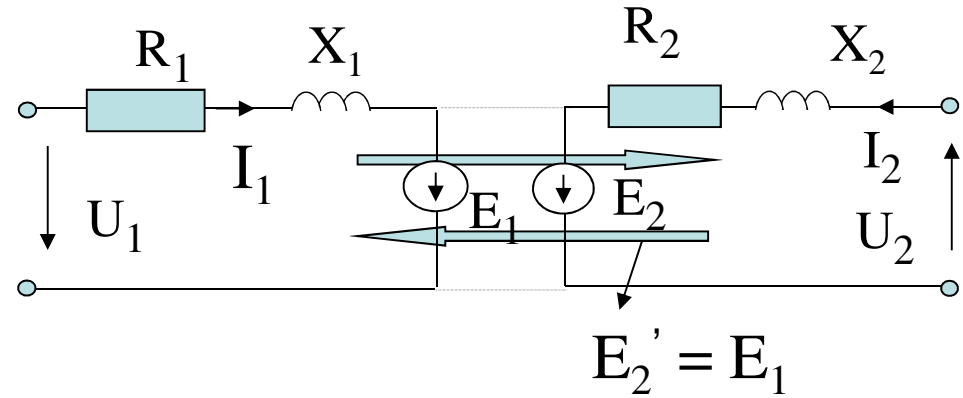
$$\dot{I}_2' = -\frac{\dot{I}_2}{k}$$

$$\Rightarrow \dot{I}_1 = \dot{I}_o + \dot{I}_2'$$

7.5 Qui đổi và sơ đồ thay thế

1. Mục đích và điều kiện:

- Thuận tiện cho việc nghiên cứu
- Bảo toàn quá trình năng lượng



2. Qui đổi: Thành công quy đổi dây quấn thành các phần tử

a. Qui đổi s.d.đ

Biến đổi $E_2 \rightarrow E_2' = E_1$ với $\frac{E_1}{E_2} = k \rightarrow E_2' = kE_2$

b. Qui đổi dòng điện

Điều kiện: $E_2' I_2' = E_2 I_2 \Rightarrow I_2' = \frac{I_2}{k}$

The diagram shows a dashed circle containing E_2 and E_2' . An arrow points from the circle to the equation $I_2' = \frac{I_2}{k}$. The text "Tỉ lệ: $U_2' = kU_2$ " is also present.

➔ Tăng s.d.đ hay điện áp bao nhiêu phải giảm dòng bấy nhiêu

c. Qui đổi tổng trở

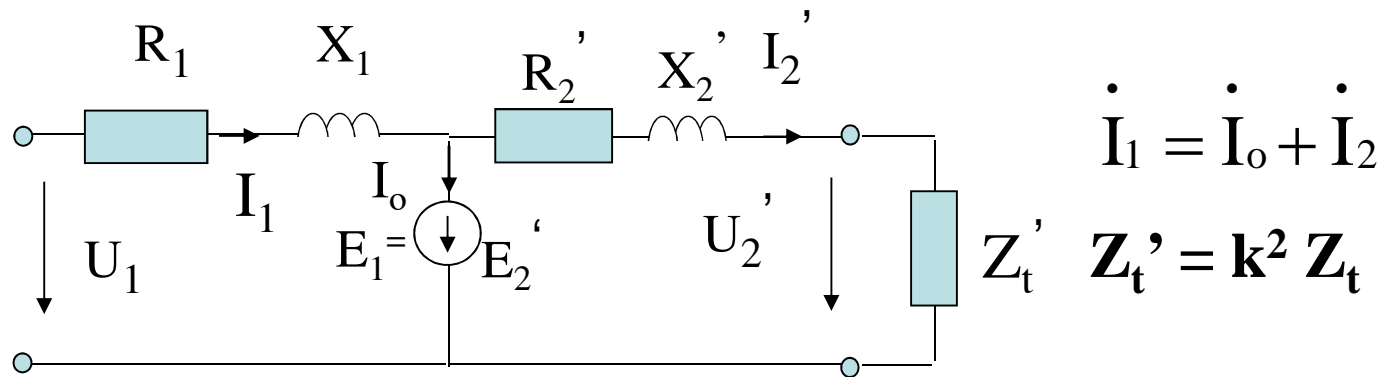
Từ PTCB đ/a phía thứ cấp:
nhân 2 về với k và $I_2 = kI_2'$

$$\begin{aligned} \dot{U}_2 &= \dot{E}_2 - jX_2 \dot{I}_2 - R_2 \dot{I}_2 \\ k \dot{U}_2 &= k \dot{E}_2 - (k^2 R_2 + jk^2 X_2) \dot{I}_2 \end{aligned}$$

\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow
 U_2' E_2' R_2' X_2'

PT sau khi qui đổi: $\dot{U}_2' = \dot{E}_2' - (R_2' + jX_2') \dot{I}_2'$

Sơ đồ thay thế sau quy đổi:



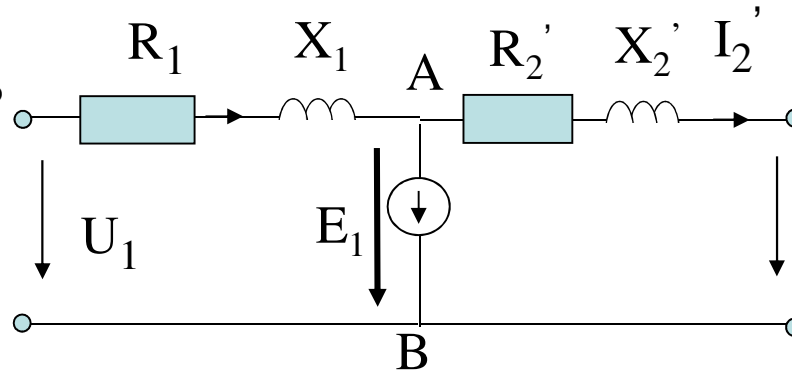
Chú ý : Các thông số dây quấn thứ cấp
dây quấn sơ cấp đều có dấu phẩy

c qui đổi về

Thay

$$\dot{U}_{AB} = -\dot{E}_1 = Z_{th} \dot{I}_o$$

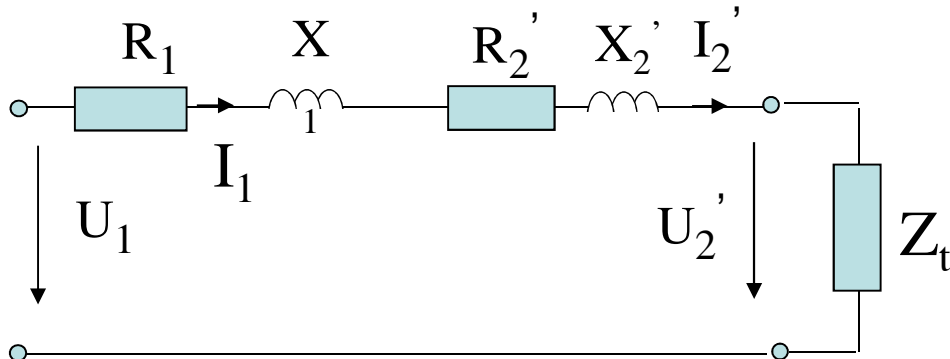
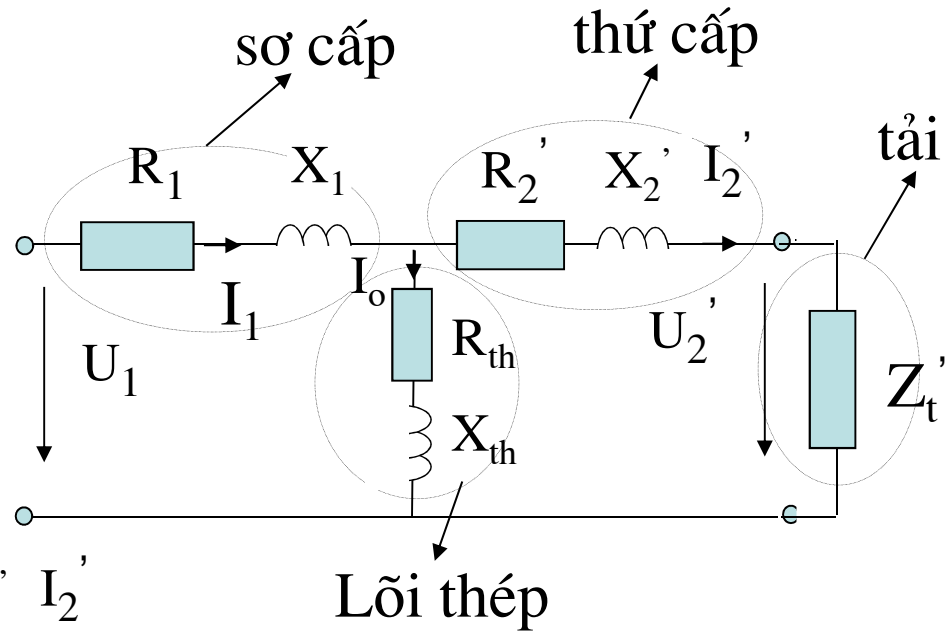
$$Z_{th} = (\underline{R_{th}} + j\underline{X_{th}})$$



Sơ đồ thay thế của MBA

$$I_o \approx (2 \div 6)\% I_{1dm}$$

Có thể sử dụng sơ đồ thay thế gần đúng :



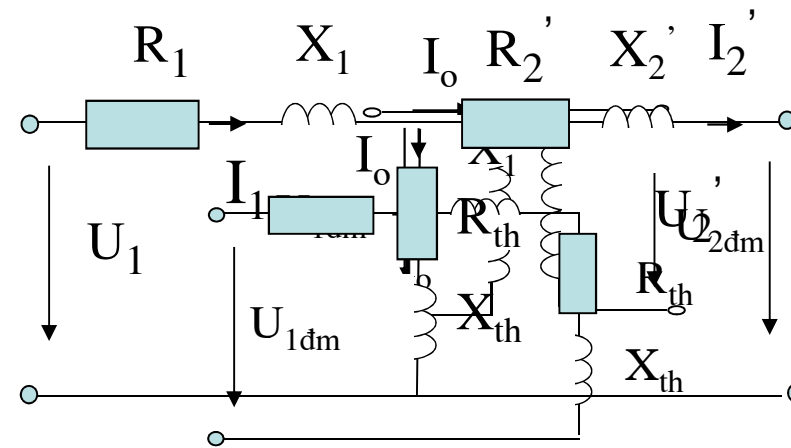
7.6 Chế độ không tải và ngắn mạch của MBA

1. Chế độ không tải

a. Sơ đồ nguyên lý

b. Sơ đồ thay thế

c. Tổng trở Z_o



$$Z_o = (R_1 + R_{th}) + j(X_1 + X_{th})$$

$$Z_o = R_o + jX_o$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Vì: } R_1 \ll R_{th} \\ X_1 \ll X_{th} \end{array} \right\} \text{ coi } R_o \approx R_{th}; X_o \approx X_{th}$$

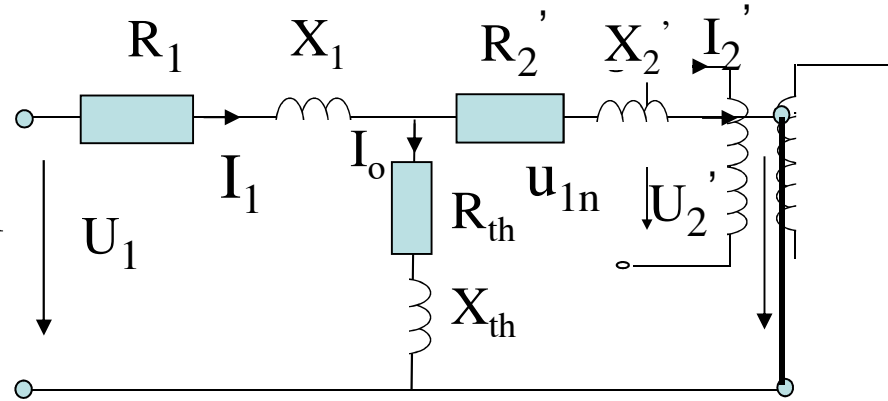
d. Công suất không tải P_o : $P_o = R_o I_o^2 \approx R_{th} I_o^2 = \Delta P_{st}$

e. Hệ số công suất $\cos \varphi_o$: $\cos \varphi_o = \frac{R_o}{Z_o} = \frac{P_o}{U_{1dm} I_o} \approx 0.1 \div 0.2$

→ Không nên để MBA làm việc không tải hoặc quá non tải

2. Chế độ ngắn mạch

a. Ngắn mạch thí nghiệm

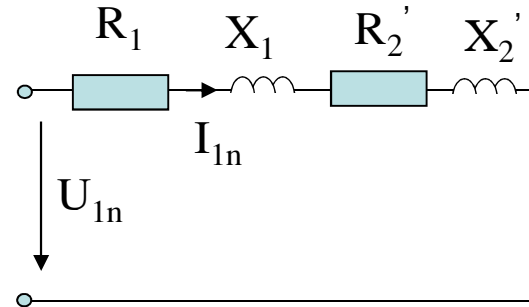


Sơ đồ thay thế

Tổng trở Z_n

$$Z_n = (R_1 + R_2') + j(X_1 + X_2')$$

$$Z_n = R_n + jX_n$$



Trong MBA : $\left. \begin{array}{l} R_1 \approx R_2' \\ X_1 \approx X_2' \end{array} \right\} R_n \approx 2R_1 ; X_n \approx 2X_1$

b. Ngắn mạch sự cố MBA $U_1 = U_{1đm}$

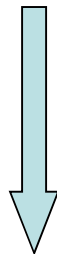
$$I_{1n} = \frac{U_{1đm}}{Z_n} = \frac{U_{1đm}}{Z_n} \frac{I_{1đm} 100}{I_{1đm} 100} = \frac{I_{1đm} \cdot 100}{Z_n I_{1đm} / U_{1đm} \cdot 100}$$

$u_n \%$

$$\Rightarrow I_{1n} = \frac{I_{1đm}}{u_n \%} 100$$

$$u_n \% \approx (3 \div 10) \quad \Rightarrow \quad I_{1n} \approx (10 \div 33) I_{1đm}$$

→ Sự cố nguy hiểm: cháy, nổ

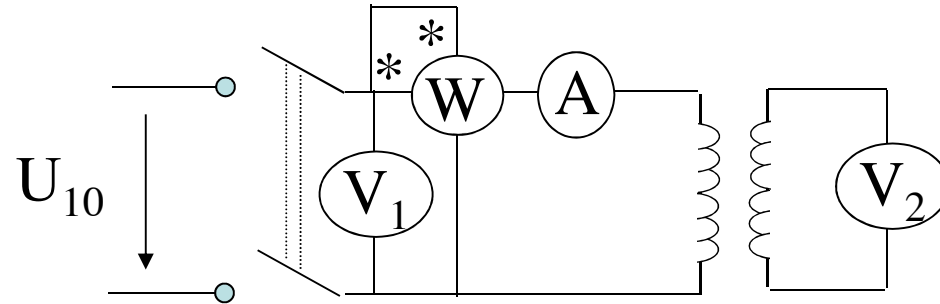


Thiết bị bảo vệ (Circuit Breaker) cắt MBA khỏi l i điện khi có sự cố

3. Xác định các tham số của MBA bằng thí nghiệm

a. Thí nghiệm không tải

Sơ đồ:



Đo :

I_0 ở \textcircled{A}
 U_{10} ở $\textcircled{V_1}$
 P_0 ở \textcircled{W}
 U_{20} ở $\textcircled{V_2}$

Xác định các tham số :

$$R_0 = \frac{P_0}{I_0^2}$$

$$\mathcal{Z}_0 = \frac{U_{10}}{I_0}$$

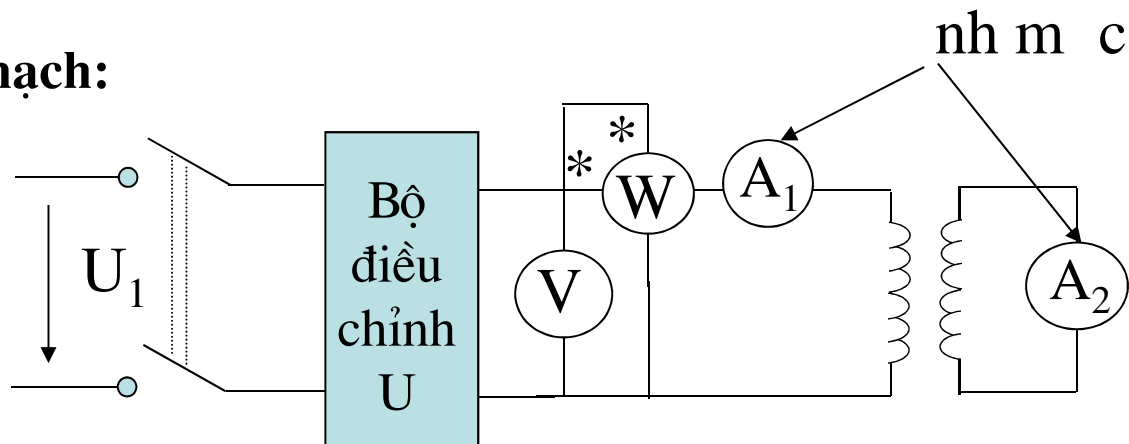
$$k = \frac{U_{10}}{U_{20}}$$

$$X_0 = \sqrt{\mathcal{Z}_0^2 - R_0^2}$$

$$R_{th} \approx R_0 ; X_{th} \approx X_0$$

b. Thí nghiệm ngắn mạch:

Sơ đồ:



Đo :

- $I_{1đm}$ ở (A_1)
- U_{1n} ở (V)
- P_n ở (W)
- $I_{2đm}$ ở (A_2)

Xác định các tham số :

$$R_n = \frac{P_n}{I_{1đm}^2}$$

$$\mathcal{Z}_n = \frac{U_{1n}}{I_{1đm}}$$

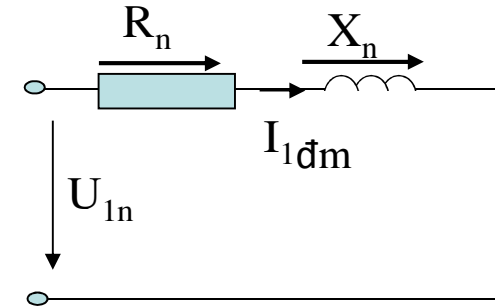
$$X_n = \sqrt{\mathcal{Z}_n^2 - R_n^2}$$

$$R_1 \approx R_2' = \frac{R_n}{2}$$

$$X_1 \approx X_2' = \frac{X_n}{2}$$

Các thành phần của điện áp ngắn mạch :

$$u_{nr} \% = \frac{R_n I_{1đm}}{U_{1đm}} 100 \quad u_{nx} \% = \frac{X_n I_{1đm}}{U_{1đm}} 100$$



7.7 Chế độ làm việc có tải

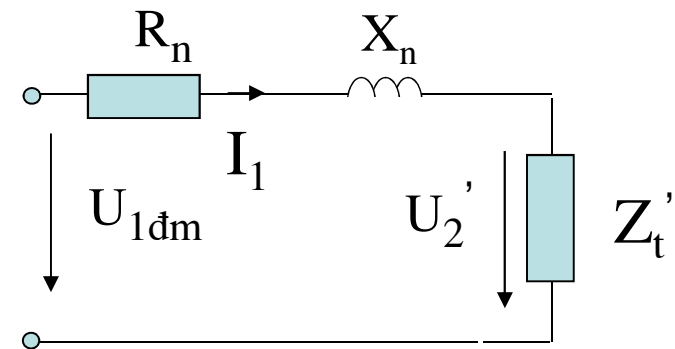
1. Độ biến thiên điện áp thứ cấp và đặc tính ngoài của MBA

a. Độ biến thiên điện áp thứ cấp

$$\Delta U \% = \frac{U_{2đm} - U_2}{U_{2đm}} 100 \quad (1)$$

$$\Delta U \% = \frac{U_{1đm} - U_2'}{U_{1đm}} 100 \quad (2)$$

nhân tử và mẫu với k



$$\dot{U}_{1đm} = \dot{U}_2' + R_n \dot{I}_1 + jX_n \dot{I}_1$$

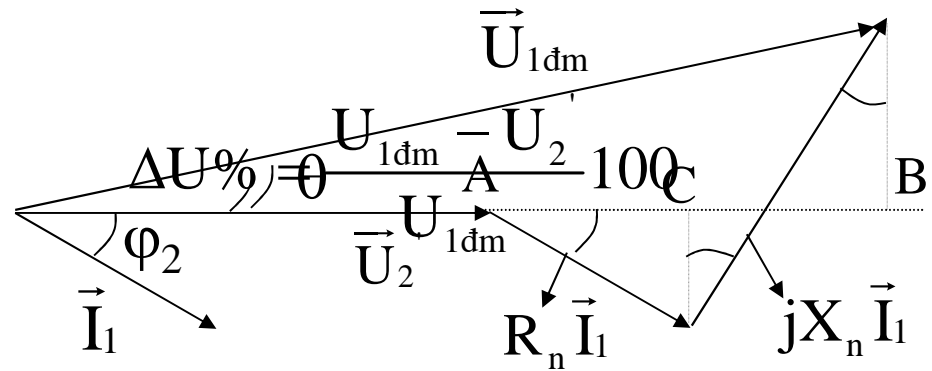
$$\dot{U}_{1\text{đm}} = \dot{U}_2' + R_n \dot{I}_1 + jX_n \dot{I}_1 \quad \longrightarrow \quad \text{có đồ thị véc tơ :}$$

Chọn \vec{U}_2' làm gốc

giả sử tải mang t/c điện cảm

thực tế góc θ rất nhỏ

$\vec{U}_{1\text{đm}}$ trùng pha \vec{U}_2'



$$U_{1\text{đm}} - U_2' = \overline{AB} = \overline{AC} + \overline{CB} = R_n I_1 \cos \varphi_2 + X_n I_1 \sin \varphi_2$$

$$\Delta U \% = \frac{R_n I_1 \cos \varphi_2 + X_n I_1 \sin \varphi_2}{U_{1\text{đm}}} 100$$

$$\Delta U \% = \frac{I_1}{I_{1\text{đm}}} \left[\frac{R_n I_{1\text{đm}}}{U_{1\text{đm}}} 100 \cos \varphi_2 + \frac{X_n I_{1\text{đm}}}{U_{1\text{đm}}} 100 \sin \varphi_2 \right]$$

hệ số tải $\longleftarrow \beta$

$u_{nr} \%$

$u_{nx} \%$

$$\beta = \frac{I_1}{I_{1\text{đm}}} = \frac{I_2}{I_{2\text{đm}}} \approx \frac{S}{S_{\text{đm}}}$$

$\beta < 1 \rightarrow$ non tải

$\beta > 1 \rightarrow$ quá tải

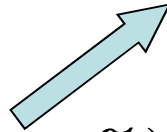
$\beta = 1 \rightarrow$ tải định mức

$$\Delta U\% = \beta(u_{nr}\% \cos\varphi_2 + u_{nx}\% \sin\varphi_2)$$

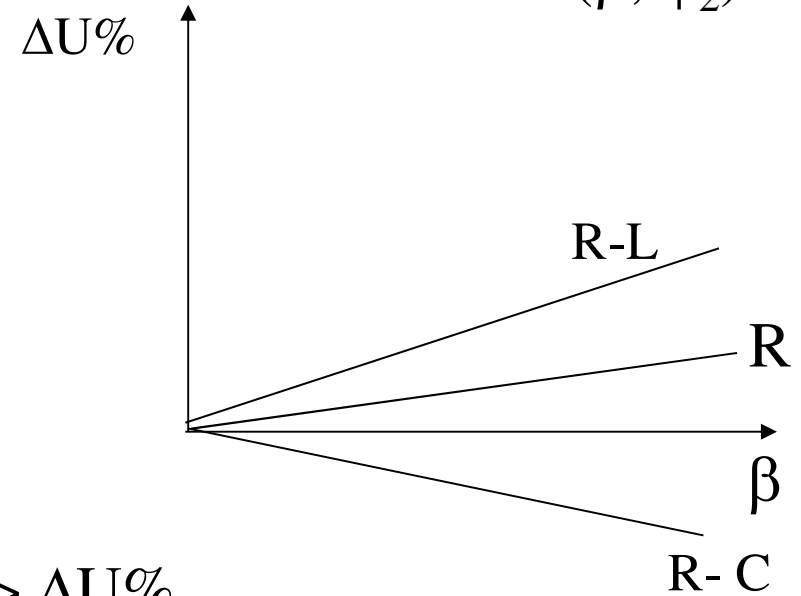
$\Delta U\%$ phụ thuộc 3 yếu tố:

- Độ lớn của tải (β)
- Tính chất của tải (φ_2)
- Thông số MBA ($u_{nr}\%, u_{nx}\%$)

(R_n và X_n)

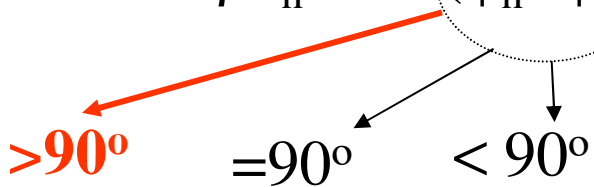


- tải R $\rightarrow \varphi_2 = 0 \rightarrow \Delta U\% = \beta u_{nr}\%$
- tải R-L $\rightarrow 0 < \varphi_2 < 90^\circ \rightarrow \Delta U\%_{R-L} > \Delta U\%_R$
- tải R-C $\rightarrow -90^\circ < \varphi_2 < 0$



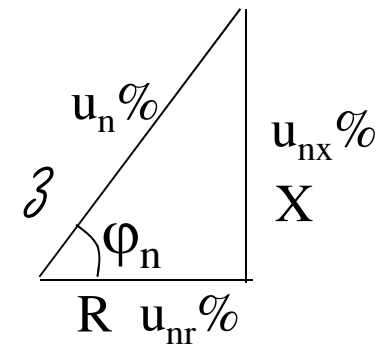
$$\Delta U\% = \beta u_n\% (\cos\varphi_n \cos\varphi_2 + \sin\varphi_n \sin\varphi_2)$$

$$\Delta U\% = \beta u_n\% \cos(\varphi_n - \varphi_2)$$



Nói chung

$$\Delta U\%_{R-C} < 0$$



b- Đặc tính ngoài $U_2 = f(I_2)$

$$U_2 = \left(1 - \frac{\Delta U\%}{100}\right) U_{2\text{đm}}$$

$f(\beta, \cos\varphi_2)$

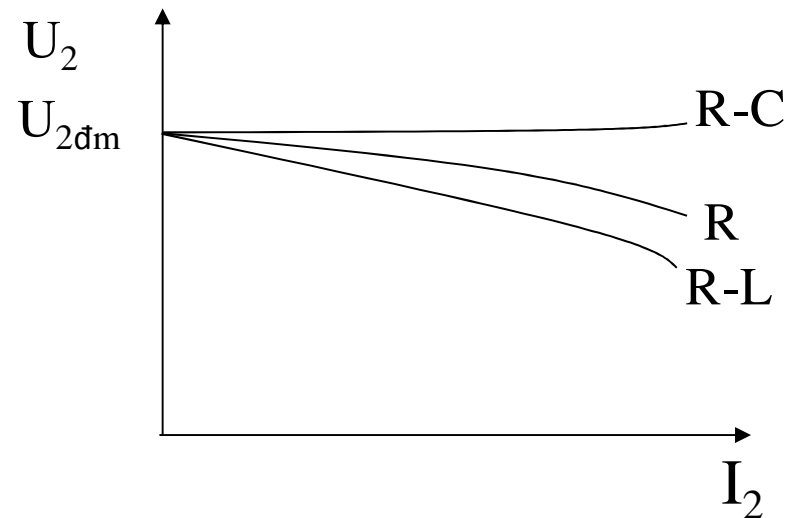
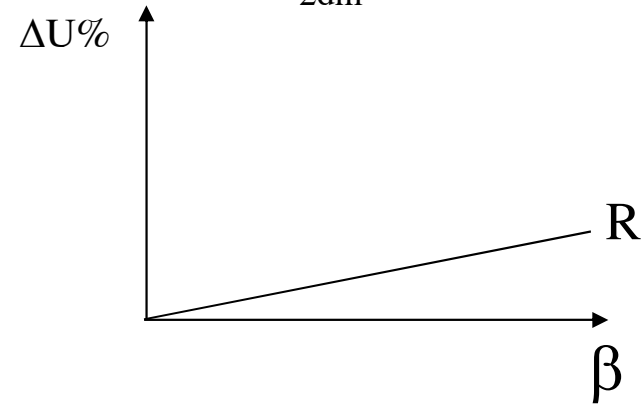
$U_2 = f(\beta, \cos\varphi_2)$

- T i R:
- T i R - L:
- T i R - C:

Giữ U_2 không đổi:

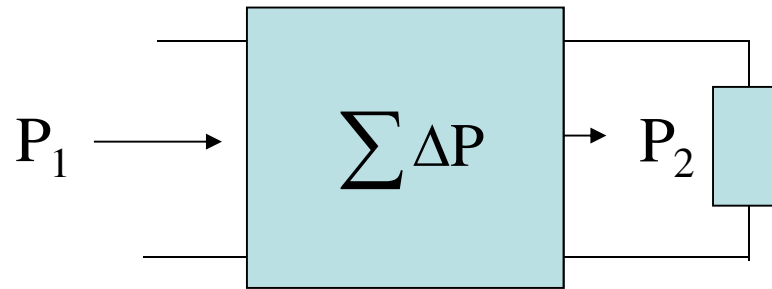
→ thay $i W_1$ ho c W_2

$$\Delta U\% = \frac{U_{2\text{đm}} - U_2}{U_{2\text{đm}}} 100$$



Thay i phía cao áp?

2. Quá trình năng lượng và hiệu suất của MBA



$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \rightarrow \text{hiệu suất}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + \sum \Delta P}$$

Các loại tổn hao:

+ Tổn hao đồng $\Delta P_{\text{đ}} = R_1 I_1^2 + R_2' I_2'^2 = R_n I_1^2 = \left(\frac{I_1}{I_{1\text{đm}}}\right)^2 R_n I_{1\text{đm}}^2$

$$\Delta P_{\text{đ}} = \beta^2 P_n$$

+ Tổn hao sắt: $\Delta P_{\text{st}} = R_{\text{th}} I_0^2 \approx R_0 I_0^2$

$$\Delta P_{\text{st}} = P_0$$

$$+ P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2$$

$$\approx \frac{I_2}{I_{2dm}} \underbrace{U_{2dm} I_{2dm}}_{S_{dm}} \cos \varphi_2$$

$\downarrow \beta$ $\downarrow S_{dm}$

$$\Delta P_d = \beta^2 P_n$$

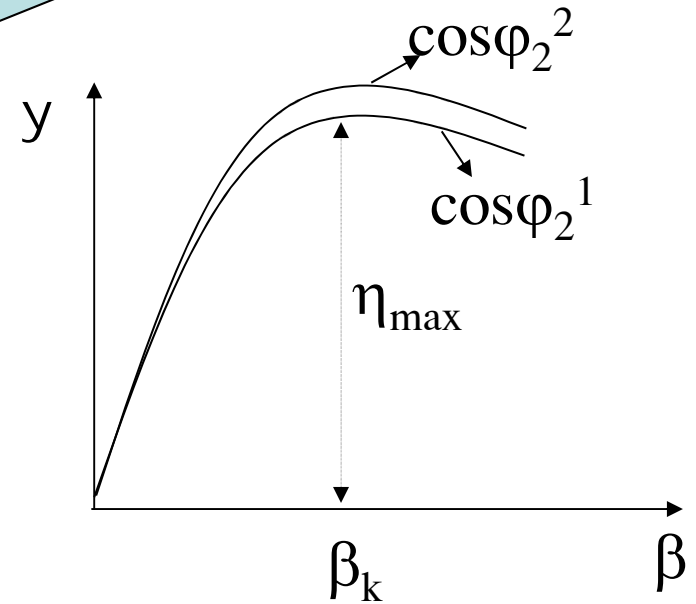
$$\Delta P_{st} = P_0$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_2 + \sum \Delta P}$$

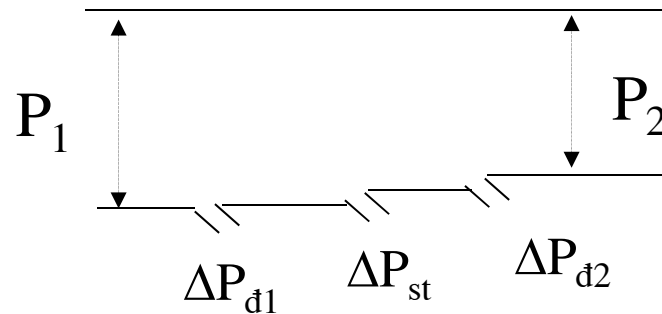
$$P_2 = \beta S_{dm} \cos \varphi_2$$

$$\eta = \frac{\beta S_{dm} \cos \varphi_2}{\beta S_{dm} \cos \varphi_2 + \beta^2 P_n + P_0}$$

$$\beta_k = \sqrt{\frac{P_0}{P_n}}$$

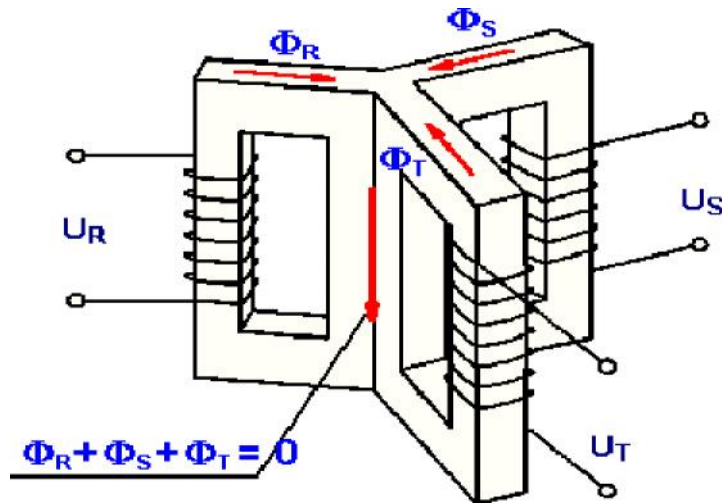


Giản đồ năng lượng



7.8 Máy biến áp 3 pha

1- Cấu tạo và nguyên lý



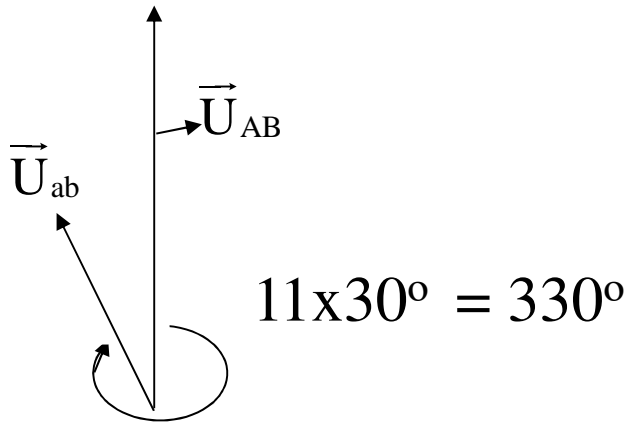
Các chỉ số chính:

- Công suất định mức S_m : ba pha
- Dòng, áp định mức I_m, U_m : chỉ số dây
- Tổn hao công suất P_n, P_0 : ba pha
- Các chỉ số khác: $u_n\%$, $i_0\%$

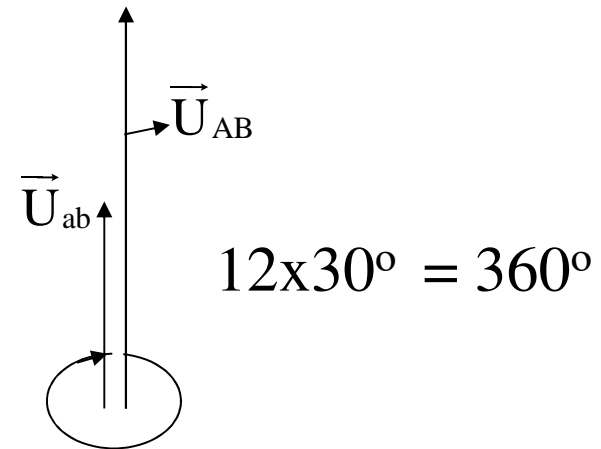
2- Tổ nối dây

a. Định nghĩa: Cách nối dây SC/cách nối dây TC – s (gi)

Y/ Δ - 11



Y/Y-12



3. Hệ số biến áp

$$k_d = \frac{U_{1đm}}{U_{2đm}} \quad k_f = \frac{U_{1fđm}}{U_{2fđm}} = \frac{W_1}{W_2}$$

4. Sự làm việc song song của MBA 3 pha

a. Mục đích:

- Đảm bảo tính kinh tế
- Liên tục cung cấp điện

b. Điều kiện:

- Cùng tổ nối dây
- Hệ số biến áp bằng nhau
- Điện áp ngắn mạch bằng nhau (sai khác không quá 10%)

Ví dụ : MBA 3 pha có số liệu :

$$S_{dm} = 500 \text{ kVA}; U_{1dm} / U_{2dm} = 22/0,4 \text{ kV}; P_o = 900 \text{ W};$$

$$P_n = 3600 \text{ W}; i_o\% = 2; u_n\% = 4; \text{ dây quấn nối } \Delta/Y-11$$

Tìm : - Các thông số sơ đồ thay thế

- $U_2\%$ và hiệu suất η khi MBA làm việc với $S = 0,8$; hệ số $\cos\phi_2 = 0,8$ tải điện cảm

- Điện áp U_2 khi tải định mức

Giải

1. Thông số sơ đồ thay thế

$$R_n = \frac{P_{nf}}{I_{1dmf}^2} \quad S \quad c \quad p \quad n \quad i \quad U \quad I_{1dmf} = \frac{I_{1dm}}{\sqrt{3}}$$

$$I_{1dm} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3}U_{1dm}} = \frac{500.10^3}{\sqrt{3}.22.10^3} = 13,12 \text{ A} \quad I_{1dmf} = \frac{13,12}{\sqrt{3}} = 7,58 \text{ A}$$

$$R_n = \frac{3600}{3,7,58^2} = 20,9 \quad \Omega \quad \mathcal{Z}_n = \frac{U_{1nf}}{I_{1dmf}} \quad U_{1nf} = \frac{u_n \%}{100} U_{1dmf}$$

$$U_{1nf} = \frac{4}{100} 22 \cdot 10^3 = 880 \quad V \quad \mathcal{Z}_n = \frac{U_{1nf}}{I_{1dmf}} = \frac{880}{7,58} = 116 \quad \Omega$$

$$X_n = \sqrt{\mathcal{Z}_n^2 - R_n^2} \quad X_n = \sqrt{116^2 - 20,9^2} = 114 \quad \Omega$$

$$R_1 \approx R_2' = \frac{R_n}{2} = \frac{20,9}{2} = 10,45 \quad \Omega$$

$$X_1 \approx X_2' = \frac{X_n}{2} = \frac{114}{2} = 57 \quad \Omega \quad R_2 = \frac{R_2'}{k_f^2} \quad X_2 = \frac{X_2'}{k_f^2}$$

$$k_f = \frac{U_{1f}}{U_{2f}} = \frac{22}{0,4} \sqrt{3} = 95,2$$

$$R_o = \frac{P_{of}}{I_{of}^2} \quad I_{of} = \frac{i_o \%}{100} I_{1dmf} = \frac{2}{100} 7,58 = 0,152 \quad A$$

$$R_o = \frac{900}{3.0,152^2} \quad Z_o = \frac{U_{1of}}{I_{of}} = \frac{22.10^3}{0,152}$$

$$R_o = 12.985 \quad \Omega \quad Z_o = 144.737 \quad \Omega$$

$$X_o = \sqrt{Z_o^2 - R_o^2} \quad X_o = \sqrt{144737^2 - 12985^2} = 144.153 \quad \Omega$$

$$R_{th} \approx R_o = 12.985 \quad \Omega$$

$$X_{th} \approx X_o = 144.153 \quad \Omega$$

$$\cos \varphi_o = \frac{P_o}{\sqrt{3}U_{1\text{đm}}I_o} = \frac{R_o}{Z_o} = \frac{12.985}{144.153} = 0,09$$

Chú ý: $R_1 = 10,45 \Omega$ $X_1 = 57 \Omega$

$$R_{\text{th}} \approx R_o = 12.985 \Omega \quad X_{\text{th}} \approx X_o = 144.153 \Omega$$

2. Tìm $\Delta U\%$ và hiệu suất η $\Delta U\% = \beta(u_{\text{nr}}\% \cos \varphi_2 + u_{\text{nx}}\% \sin \varphi_2)$

$$\cos \varphi_2 = 0,80 \quad \rightarrow \quad \sin \varphi_2 = 0,6$$

$$u_{\text{nr}}\% = \frac{R_n I_{1\text{đm}}}{U_{1\text{đm}}} 100 = \frac{Z_n I_{1\text{đm}}}{U_{1\text{đm}}} 100 \frac{R_n}{Z_n} = u_n\% \frac{R_n}{Z_n} = 4 \frac{20,9}{116} = 0,72$$

$$u_{nx} \% = u_n \% \frac{X_n}{Z_n} = 4 \frac{114}{116} = 3,93$$

$$\Delta U \% = 0,8(0,72 \cdot 0,8 + 3,93 \cdot 0,6) = 2,35$$

$$\eta = \frac{\beta S_{dm} \cos \varphi_2}{\beta S_{dm} \cos \varphi_2 + \beta^2 P_n + P_0}$$

$$= \frac{0,8 \cdot 500 \cdot 0,8}{0,8 \cdot 500 \cdot 0,8 + 0,8^2 \cdot 3,6 + 0,9} \approx 0,99$$

3. Tìm U_2

$$U_2 = \left(1 - \frac{\Delta U \%}{100}\right) U_{2dm}$$

$$= \left(1 - \frac{2,35}{0,8 \cdot 100}\right) 0,4 = 0,388 \text{ kV}$$

7.9 Máy biến áp đặc biệt

1. Máy biến áp tự ngẫu

a. Sơ đồ nguyên lý

b. Đặc điểm

- hệ số BA : $k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} \Rightarrow U_2 = \frac{W_2}{W_1} U_1$

khi A thay i

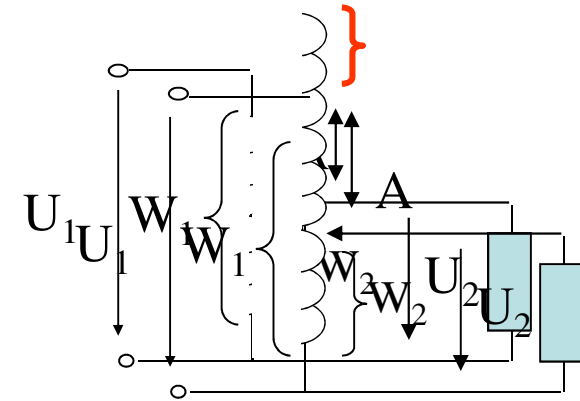
 U_2 thay i t : 0 ÷ U_{1m}

- Năng lượng chuyển từ SC sang TC
theo 2 hướng -> Kích thước nhỏ gọn

c. Phạm vi sử dụng

- Công suất va và nh

- Công suất l n



Trên nhãn
MBATN PTN

$U_1 = 220 \text{ V}$
 $U_2 = 0 \div 250 \text{ V}$

2. Máy biến áp đo lường

a. Máy biến điện áp

* Sơ đồ nguyên lý

* Đặc điểm

- hệ số BA : $k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2}$

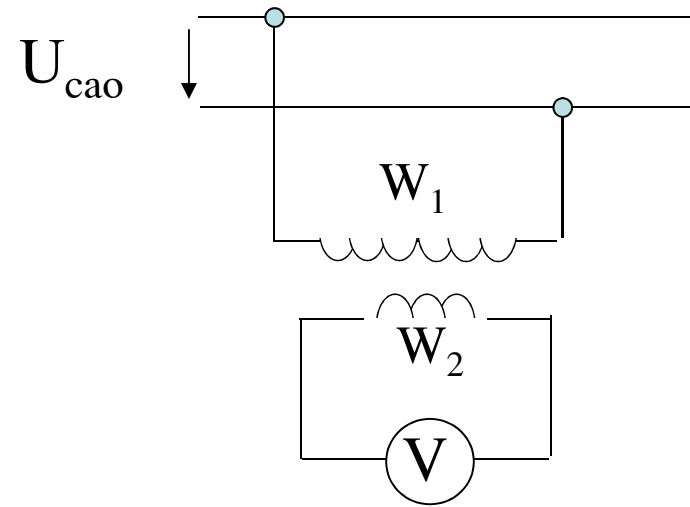
$$\Rightarrow U_V = \frac{W_2}{W_1} U_{\text{cao}}$$

- 2 đầu dq thứ cấp luôn nối với Vôn kế



Không t i

$$U_{2\text{đm}} = 100 \text{ V}$$



b. Máy biến dòng điện

a. Sơ đồ nguyên lý

b. Đặc điểm

$$\text{- hệ số BD : } k_i = \frac{I_1}{I_2} = \frac{W_2}{W_1} = \frac{I_{\text{lớn}}}{I_A} \Rightarrow I_A = \frac{W_1}{W_2} I_{\text{lớn}}$$

- 2 đầu dq thứ cấp luôn nối với A

- $I_{2\text{đm}} = 5A \rightarrow \text{MBA } 100/5, 200/5, 1000/5, \dots$

