



Kỹ thuật điện

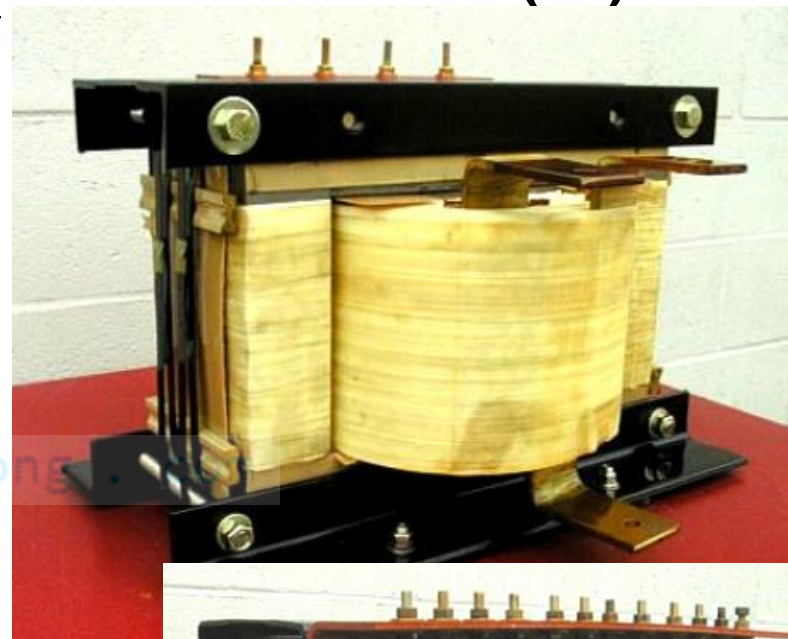
cuu duong than cong . com

Chương: Máy biến áp (MBA)

cuu duong than cong . com

Phân loại và tổng quan về MBA (1)

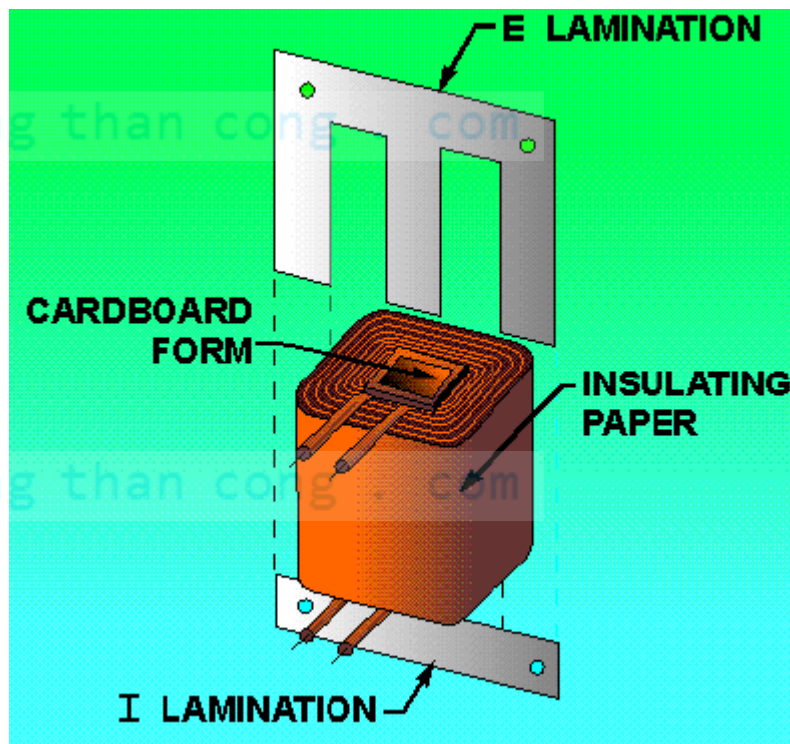
- Biến đổi năng lượng điện từ mạch điện này sang mạch điện khác thông qua từ trường biến thiên.
- Ứng dụng: trong cả lĩnh vực điện và thông tin.
- Trong truyền tải, phân phối và ứng dụng năng lượng điện: tăng áp hay giảm áp với tần số không đổi (50/60Hz), từ vài trăm W tới hàng trăm MW



Phân loại và tổng quan về MBA (2)

- Phân loại theo nguồn điện cung cấp: loại 1 pha và loại 3 pha
- Phân loại theo cấu trúc mạch từ: loại lõi (core type) và loại bọc (shell type)

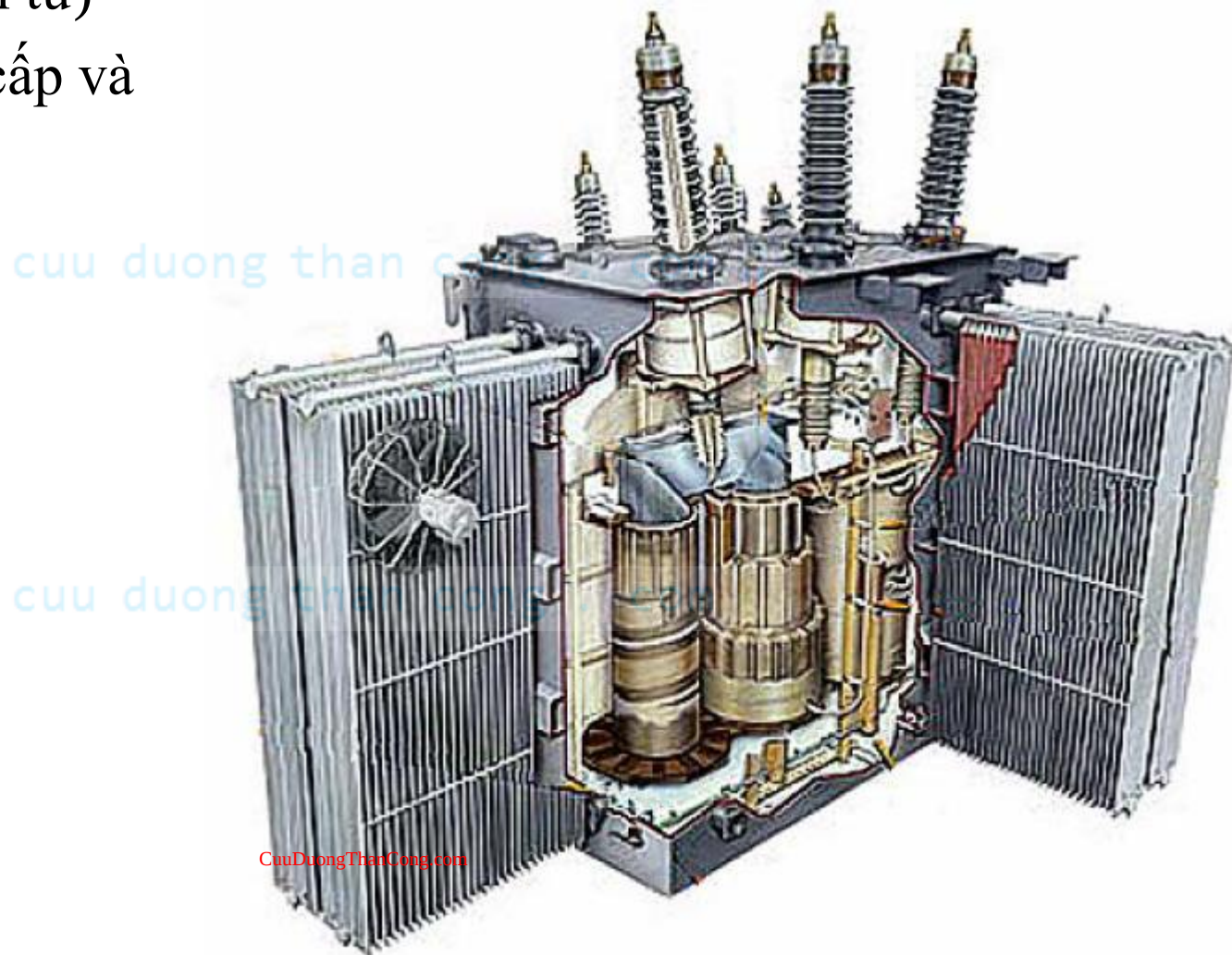
» Loại bọc



CuuDuongThanCong.com

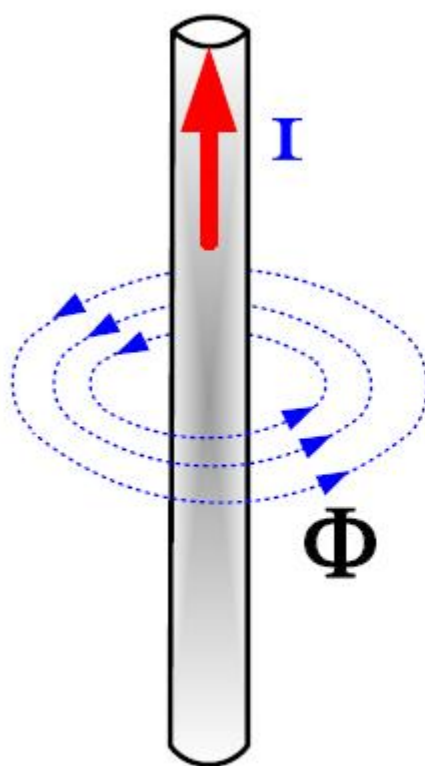
Cấu tạo

- Lõi thép (mạch từ)
- Dây quấn (sơ cấp và thứ cấp)
- Vỏ máy



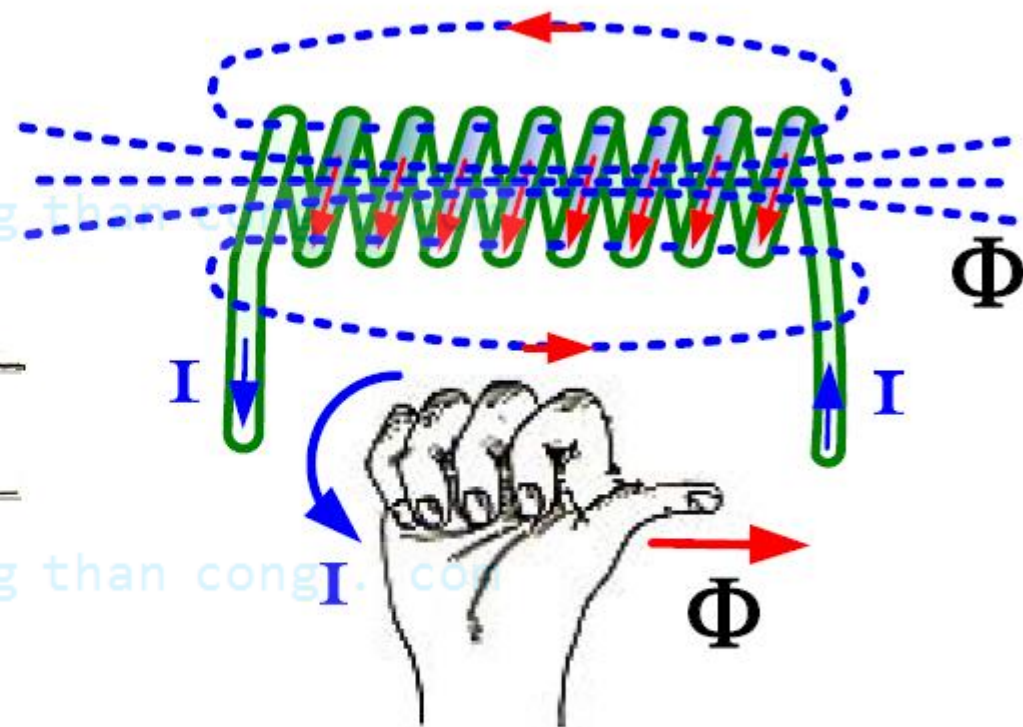
Các định luật điện từ (1)

- Từ trường: Qui tắc bàn tay phải



Từ trường tạo bởi dây dẫn thẳng

Kỹ thuật điện



Từ trường tạo bởi dòng qua cuộn dây solenoid

CuuDuongThanCong.com

Bộ môn Thiết bị điện

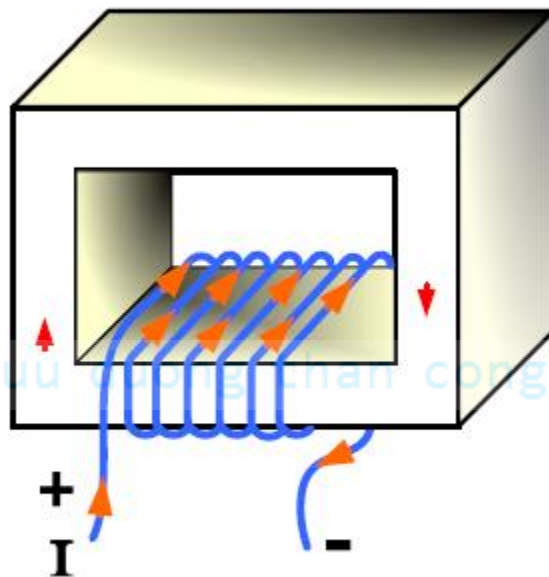
Các định luật điện từ (2)

- Mạch từ:
- Từ thông

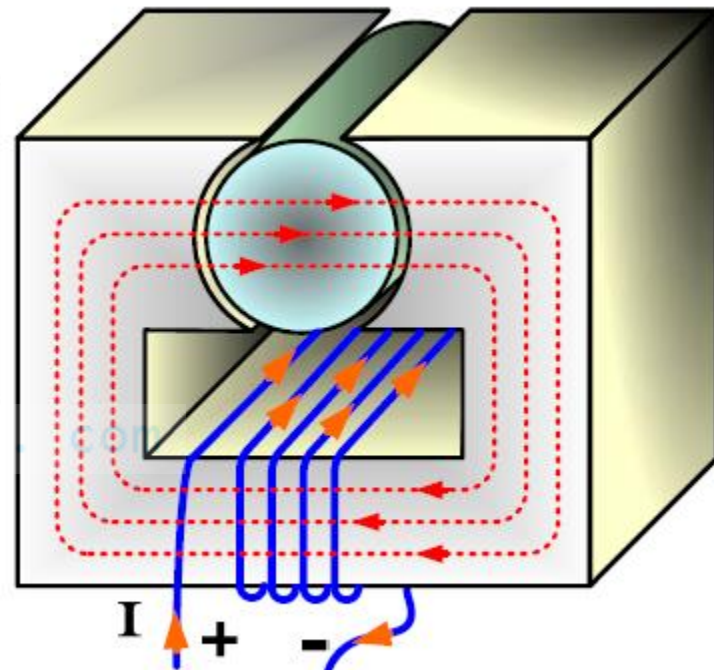
$$\Phi_{\max} = B.A$$

- Từ trở

$$R = \rho \frac{\ell}{s}$$



Mạch từ máy biến áp



Mạch từ máy điện quay

cuu duong than cong . com

Các định luật điện từ (3)

- Sức từ động – Định luật Ampere

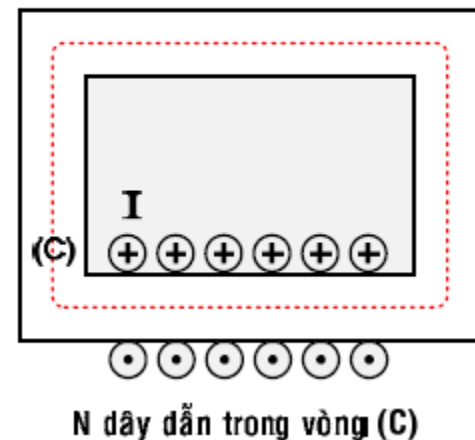
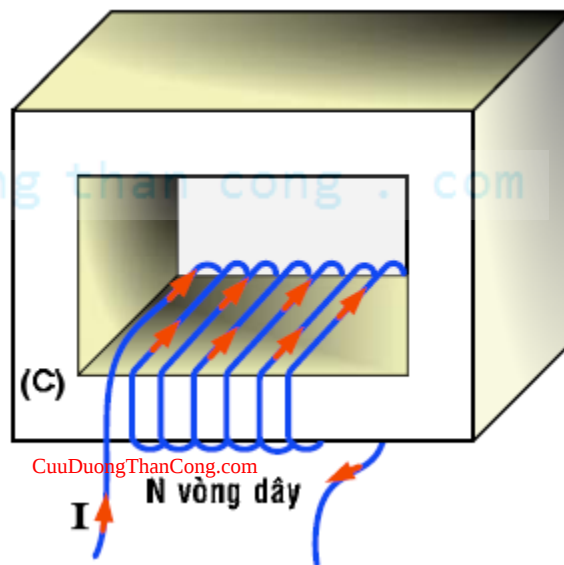
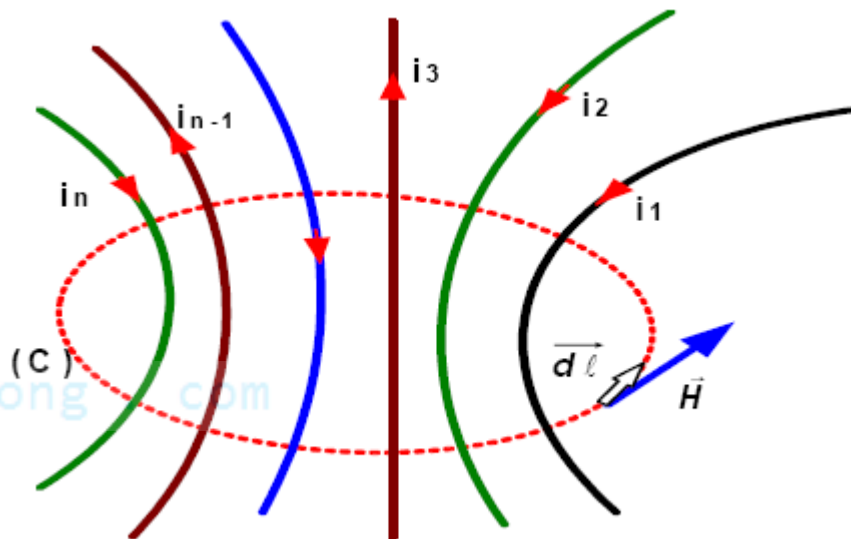
$$\oint_C \vec{H} \cdot d\vec{\ell} = \sum_{k=1}^n i_k$$

- Trường hợp mạch từ có cuộn dây

$$H.L_{tb} = N.I$$

- Sức từ động

$$F = N.I$$





Các định luật điện từ (4)

- Định luật Ohm trong mạch từ:
- Ta có

$$F = N.I = H.L_{tb}$$

$$B = \mu.H$$



$$F = N.I = \frac{B}{\mu} . L_{tb}$$

Hay

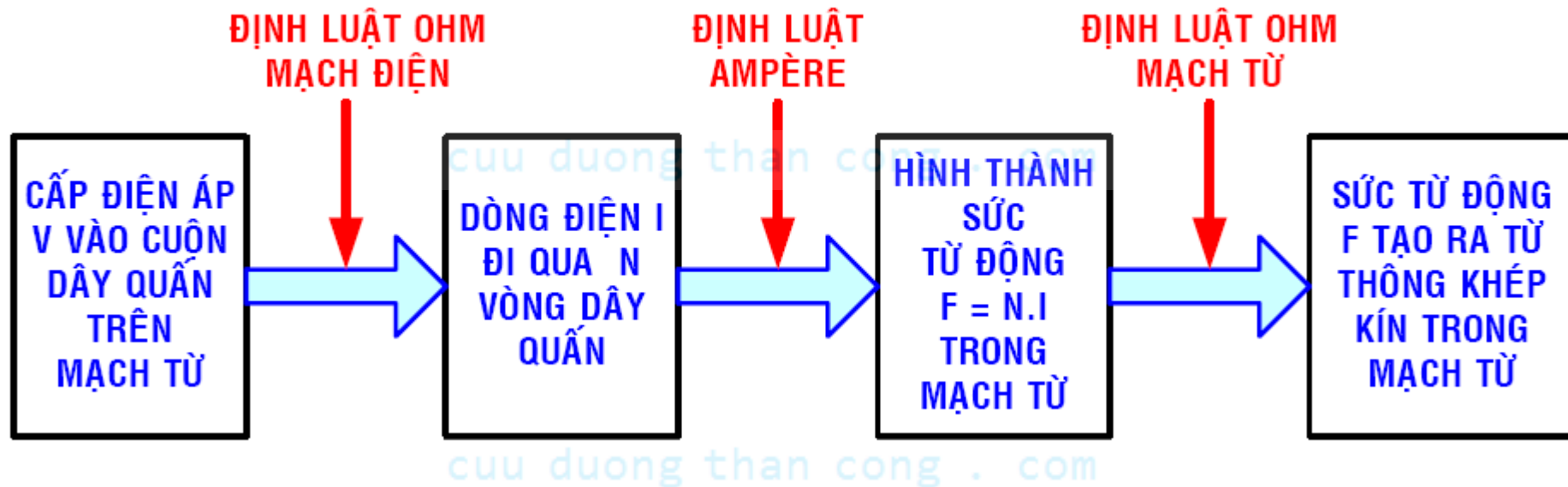
$$F = N.I = \frac{\Phi}{\mu.A} . L_{tb}$$

$$F = N.I = \left(\frac{L_{tb}}{\mu.A} \right) . \Phi = \mathfrak{R} . \Phi$$

=> Có sự tương đồng với trường hợp mạch điện

Các định luật điện từ (5)

- Quá trình điện từ hình thành trong mạch từ





Các định luật điện từ (6)

- Sự tương đồng giữa mạch điện và mạch từ

MẠCH ĐIỆN	MẠCH TỪ
$\vec{B} = \mu \cdot \vec{H}$	$\vec{J} = \sigma \cdot \vec{E}$
$\vec{H}$: cường độ từ trường	$\vec{E}$: cường độ điện trường
μ : hệ số từ thẩm	σ : điện dẫn suất
$\Phi = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{s}$: từ thông	$I = \int_S \vec{J} \cdot d\vec{s}$: cường độ dòng điện
$F = N \cdot I$: sức từ động	V : điện áp
$\mathfrak{R} = \oint_{\ell} \frac{d\ell}{\mu \cdot s(\ell)}$: từ trở	$R = \oint_{\ell} \frac{d\ell}{\sigma \cdot s(\ell)}$: điện trở
$\wp = \frac{1}{\mathfrak{R}}$: từ dẫn	$G = \frac{1}{R}$: điện dẫn

Các định luật điện từ (7)

- Định luật cảm ứng điện từ - Công thức Faraday – Định luật Lenz

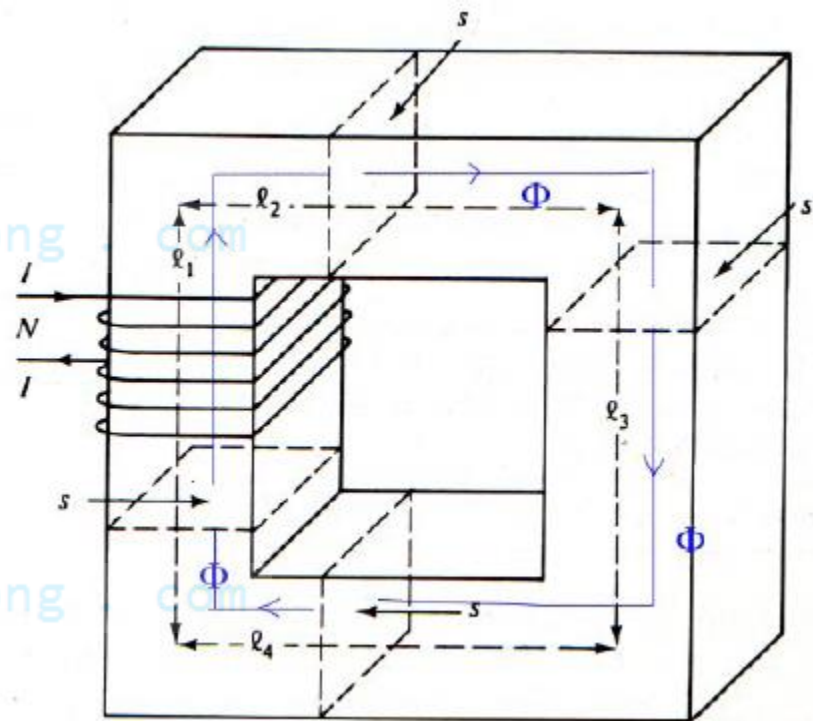
$$F = N.i = F_m \cdot \cos(\omega t)$$

$$\Phi = \frac{F}{\mathfrak{R}} = \left(\frac{F_m}{\mathfrak{R}} \right) \cdot \cos(\omega t) = \Phi_m \cdot \cos(\omega t)$$

- Công thức Faraday: $e = -\frac{d\Phi}{dt}$

$$e = -N \cdot \left(\frac{d\Phi}{dt} \right)$$

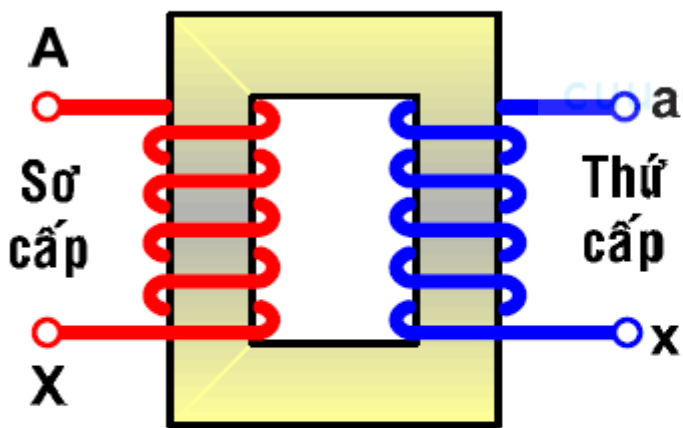
- Định luật Lenz: dòng cảm ứng có khuynh hướng chống lại từ thông sinh ra nó



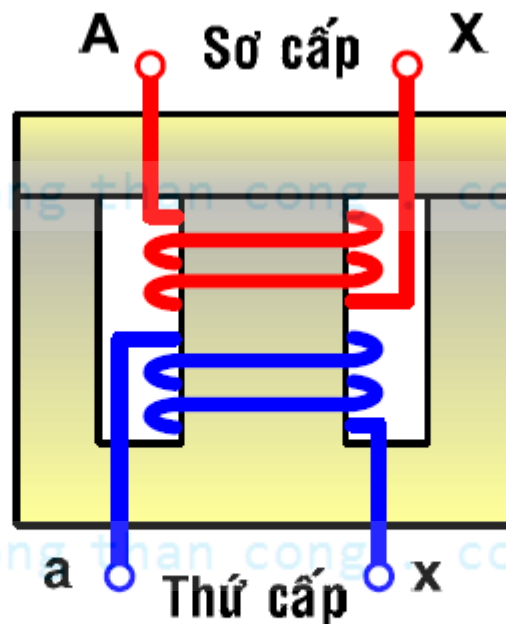
$$i = I_m \cdot \cos(\omega t)$$

Nguyên tắc hoạt động của MBA (1)

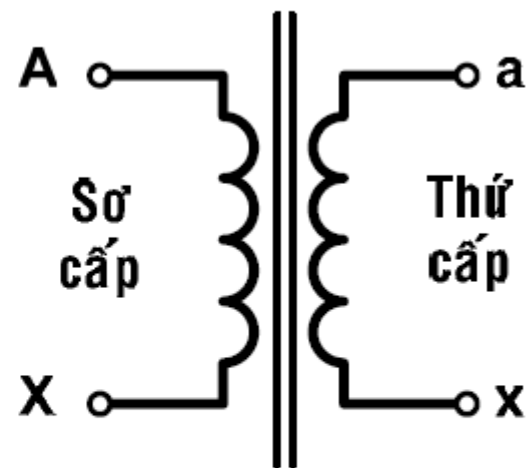
- Sơ đồ nguyên lý MBA 1 pha



Sơ đồ cấu tạo nguyên lý
biến áp 1 pha dạng lõi
(core type transformer)



Sơ đồ cấu tạo nguyên lý
biến áp 1 pha dạng bọc
(shell type transformer)



SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ
BIẾN ÁP 1 PHA



Nguyên tắc hoạt động của MBA (2)

- Thông số định mức:

- Điện áp định mức ($V_{1đm}, V_{2đm}$): $V_1 = V_{1đm}, V_{20} = V_{2đm}$

- Dòng điện định mức ($I_{1đm}, I_{2đm}$)

- Công suất biểu kiến định mức:

$$S_{đm} = V_{2đm} \cdot I_{2đm} \cong V_{1đm} \cdot I_{1đm}$$

- Hệ số tải:

$$K_t = \frac{I_2}{I_{2đm}} \cong \frac{I_1}{I_{1đm}} \cong \frac{S_2}{S_{đm}}$$

$$S_2 = V_2 \cdot I_2$$

Nguyên tắc hoạt động của MBA (3)

- Chế độ không tải

$$F_{10} = N_1 \cdot i_{10}$$

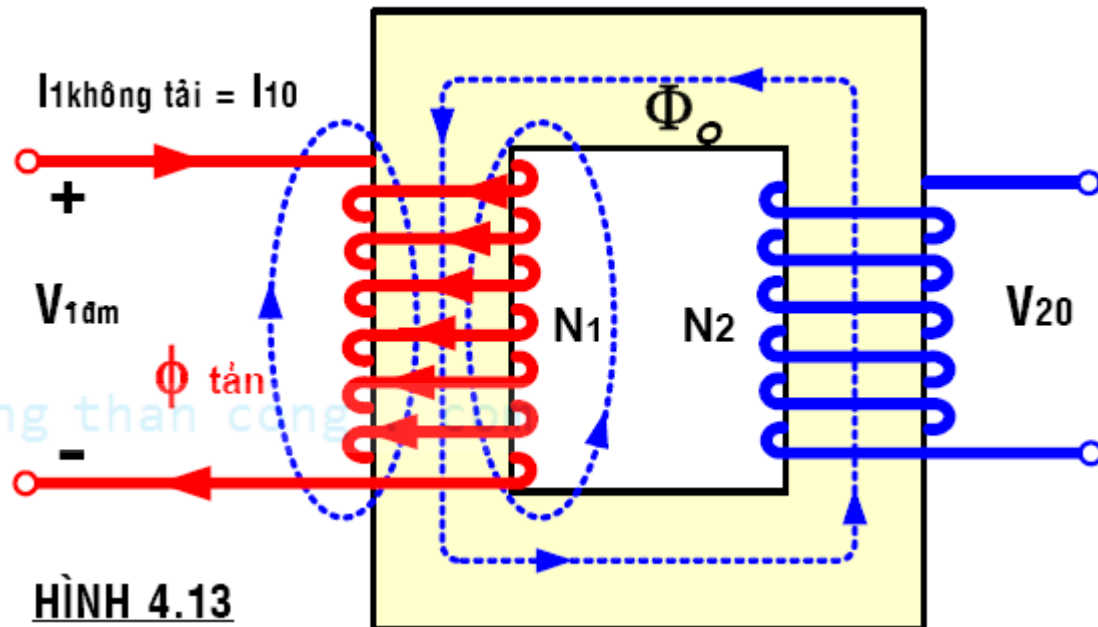
$$F_{10} = \mathfrak{R} \cdot \Phi_0$$

- Ta có

$$\Phi_0 = \frac{F_{10}}{\mathfrak{R}} = \left(\frac{N_1 \cdot I_{10} \cdot \sqrt{2}}{\mathfrak{R}} \right) \cdot \cos(\omega t)$$

$$\Phi_{0 \max} = \frac{N_1 \cdot I_{10} \cdot \sqrt{2}}{\mathfrak{R}}$$

$$\Phi_0 = \Phi_{0 \max} \cdot \cos(\omega t)$$



HÌNH 4.13

$$i_{10} = I_{10} \cdot \sqrt{2} \cdot \cos(\omega t)$$



Nguyên tắc hoạt động của MBA (4)

- Chế độ không tải

$$e_1(t) = -N_1 \cdot \frac{d\Phi_0}{dt} = N_1 \cdot \Phi_{0 \max} \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$$

$$e_2 = -N_2 \cdot \frac{d\Phi_0}{dt} = N_2 \cdot \Phi_{0 \max} \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)$$

- Ta có quan hệ

$$E_1 = \frac{E_{1 \max}}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi \cdot f \cdot N_1 \cdot \Phi_{0 \max}}{\sqrt{2}} = 4,44 \cdot f \cdot N_1 \cdot \Phi_{0 \max}$$

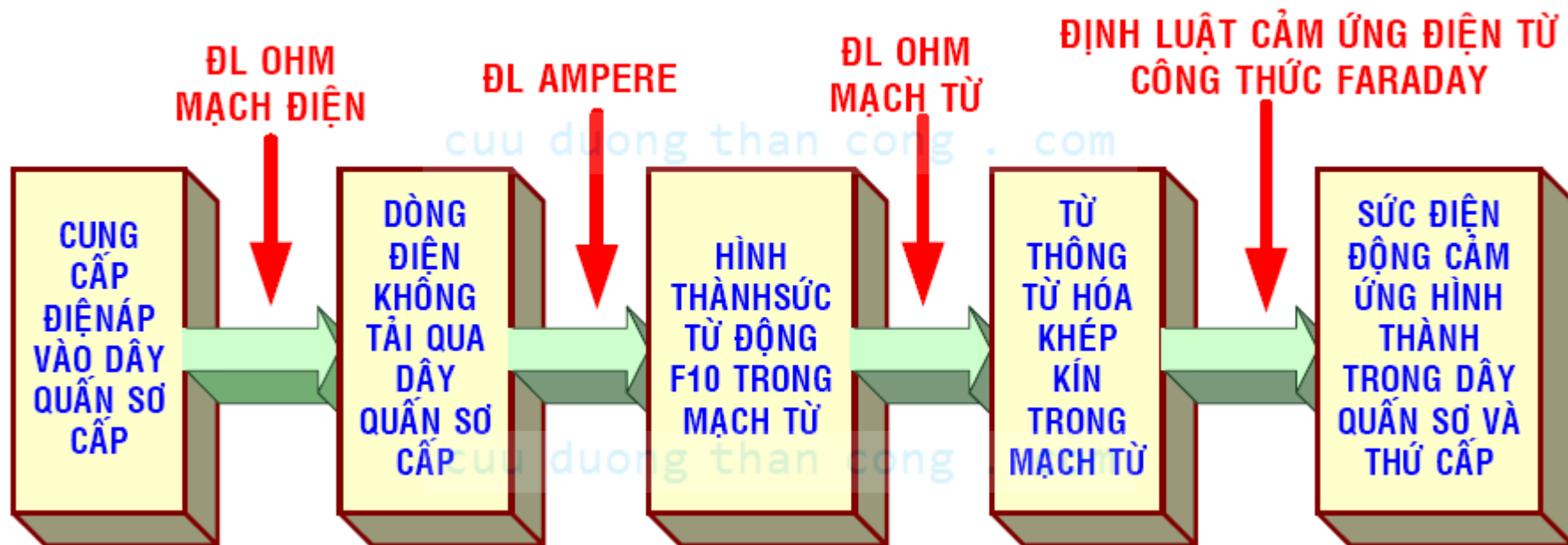
$$E_2 = \frac{E_{2 \max}}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi \cdot f \cdot N_2 \cdot \Phi_{0 \max}}{\sqrt{2}} = 4,44 \cdot f \cdot N_2 \cdot \Phi_{0 \max}$$

- Tỷ số MBA:

$$K_{ba} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{4,44 \cdot f \cdot N_1 \cdot \Phi_{0 \max}}{4,44 \cdot f \cdot N_2 \cdot \Phi_{0 \max}} = \frac{N_1}{N_2}$$

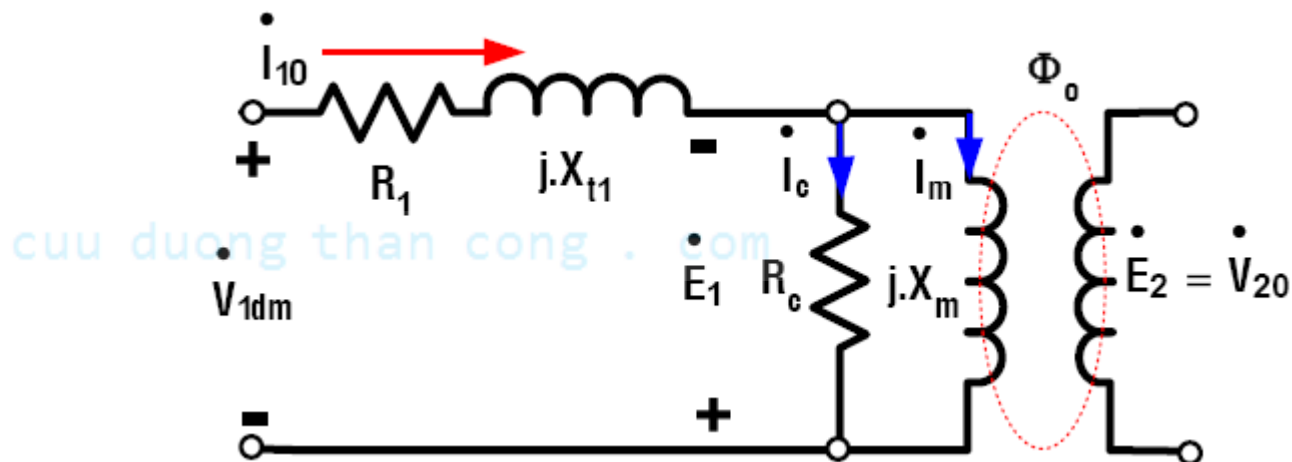
Nguyên tắc hoạt động của MBA (5)

- **Chế độ không tải:** Quá trình điện từ



Nguyên tắc hoạt động của MBA (6)

- **Chế độ không tải:** Mạch tương đương

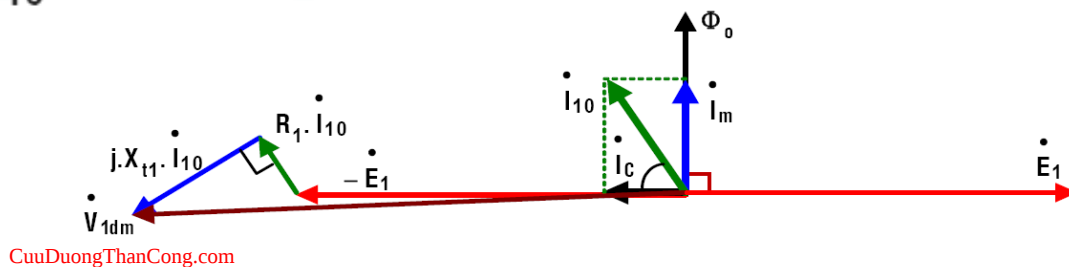


- Phương trình điện áp và giản đồ vector

$$\dot{V}_{1dm} + \dot{E}_1 = (R_1 + jX_{t1}) \cdot \dot{I}_{10}$$

$$\dot{E}_1 = -R_c \cdot \dot{I}_c = -jX_m \cdot \dot{I}_m$$

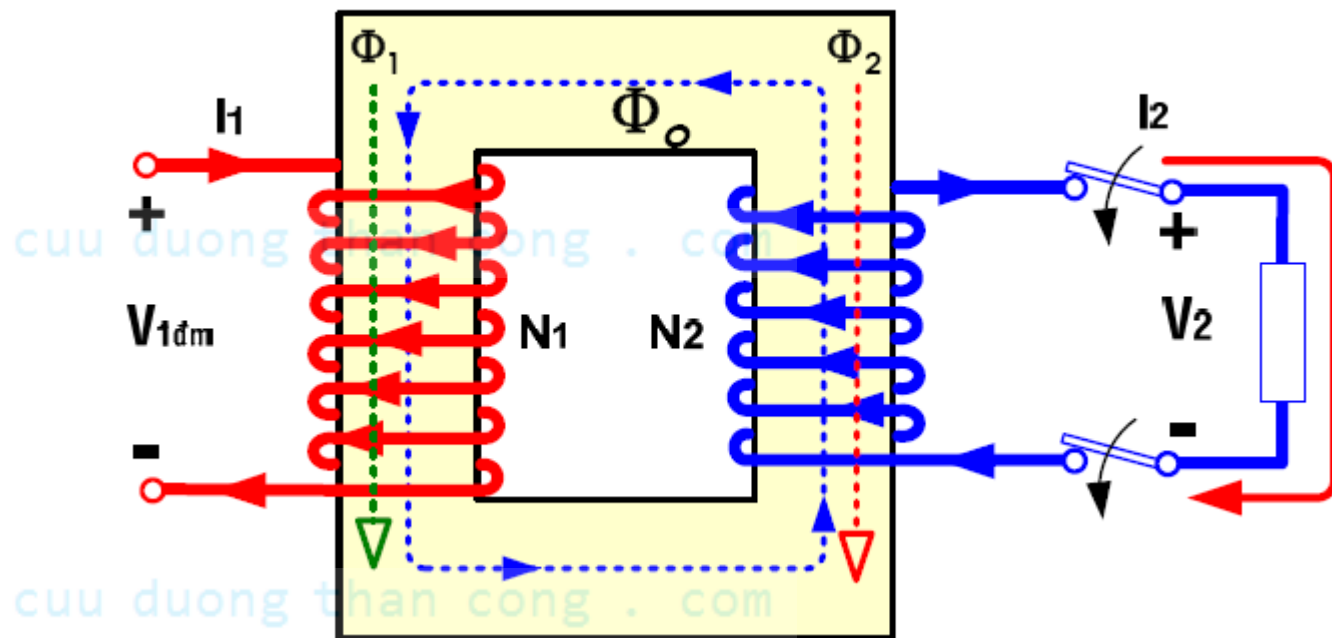
$$\dot{I}_{10} = \dot{I}_c + \dot{I}_m$$



Nguyên tắc hoạt động của MBA (7)

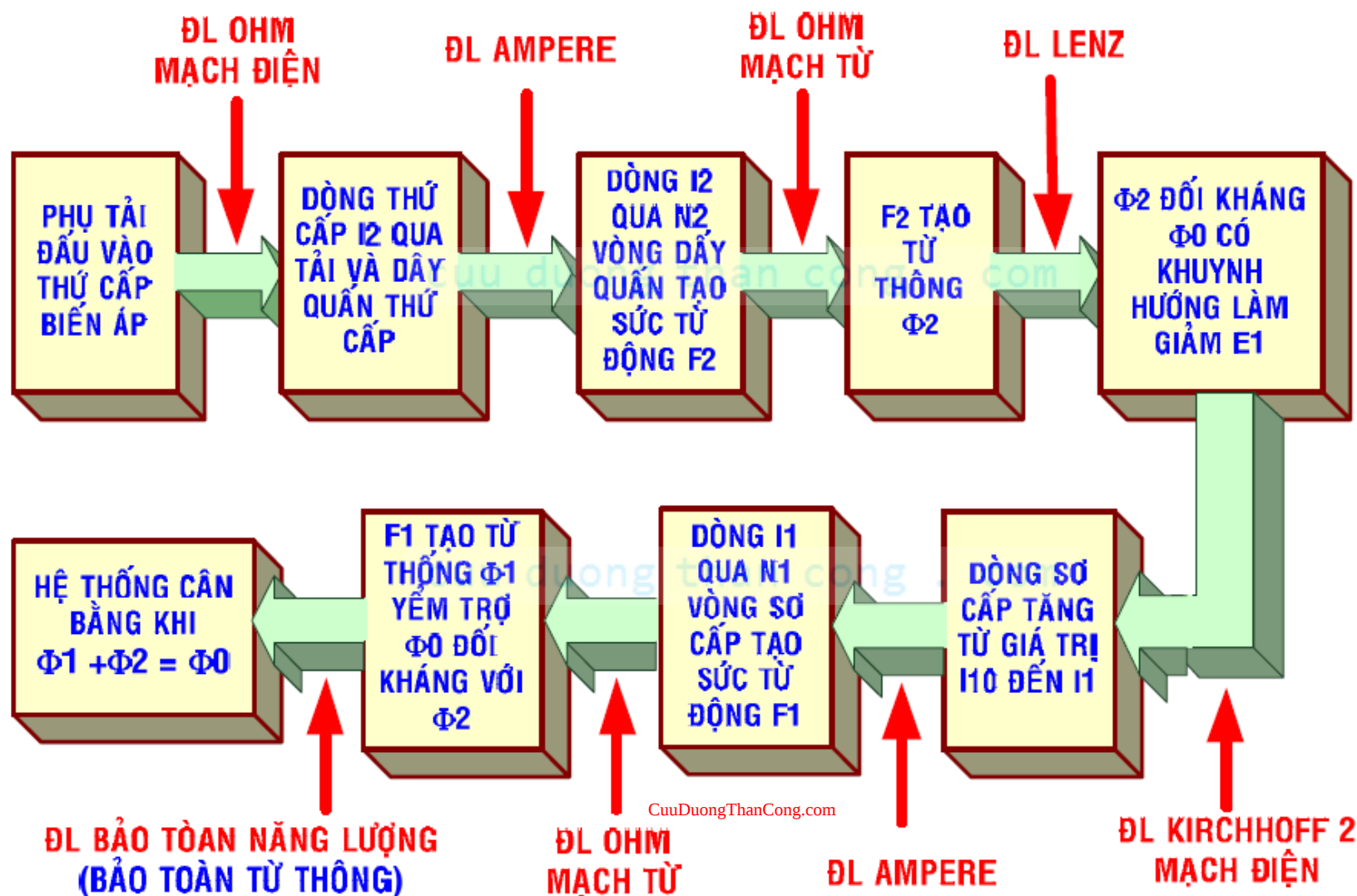
- Chế độ có tải

Tồn tại dòng I_2



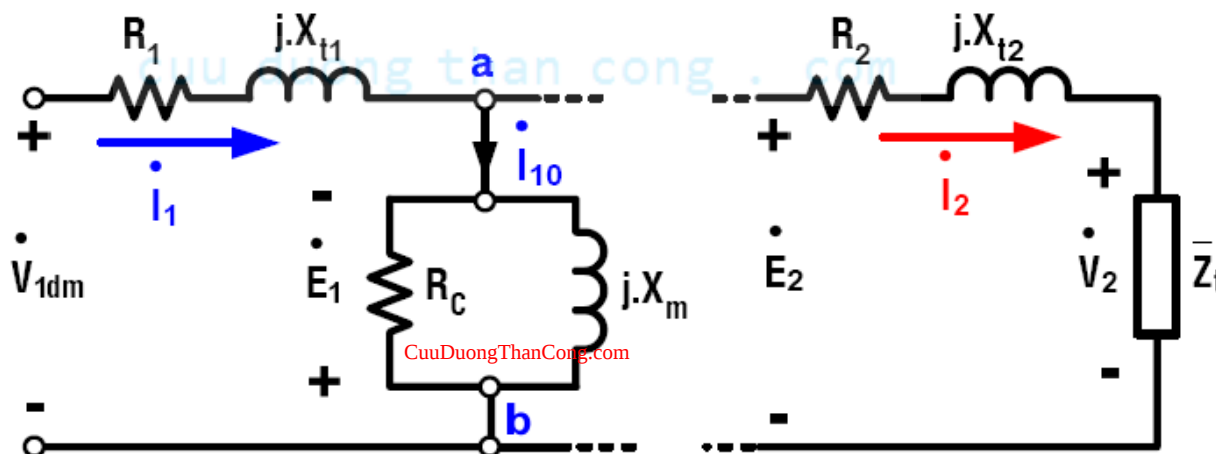
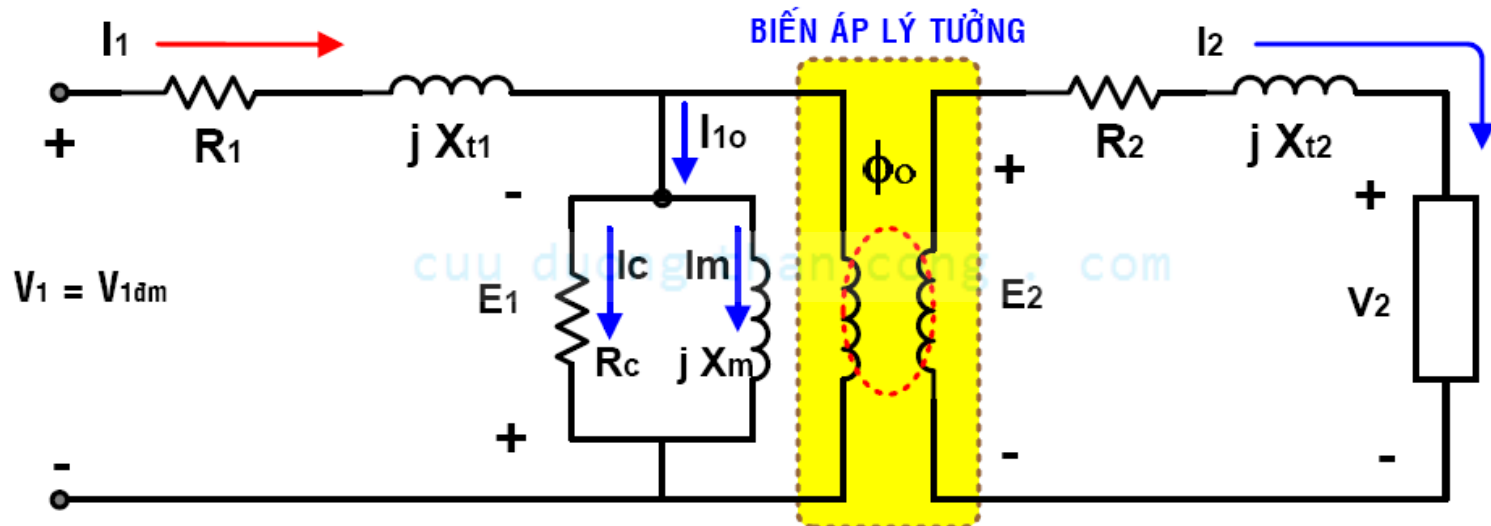
Nguyên tắc hoạt động của MBA (8)

- Chế độ có tải: Quá trình điện từ



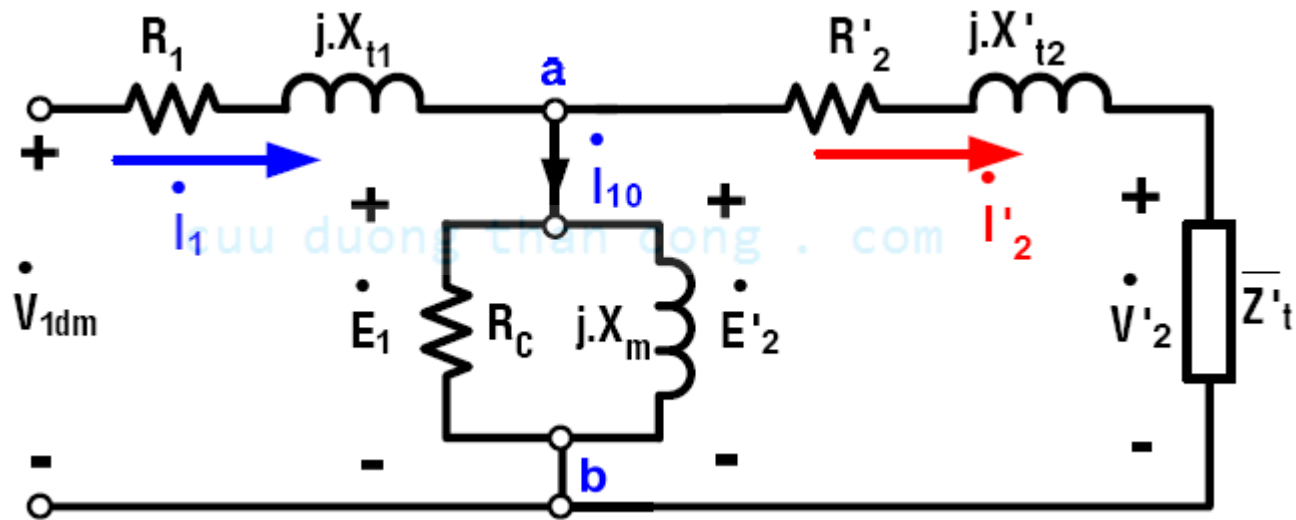
Nguyên tắc hoạt động của MBA (9)

- Chế độ có tải:** Mạch tương đương và qui đổi mạch tương đương



Nguyên tắc hoạt động của MBA (10)

- Chế độ có tải:** Mạch tương đương và qui đổi mạch tương đương



- Các công thức qui đổi:

$$\dot{i}'_2 = \frac{\dot{i}_2}{K_{ba}}$$

$$\dot{V}'_2 = K_{ba} \cdot \dot{V}_2$$

$$R'_2 = (K_{ba})^2 \cdot R_2$$

$$\bar{Z}'_t = K_{ba}^2 \cdot \bar{Z}_t$$

$$X'_{t2} = (K_{ba})^2 \cdot X_{t2}$$

Xác định thông số mạch tương đương (1)

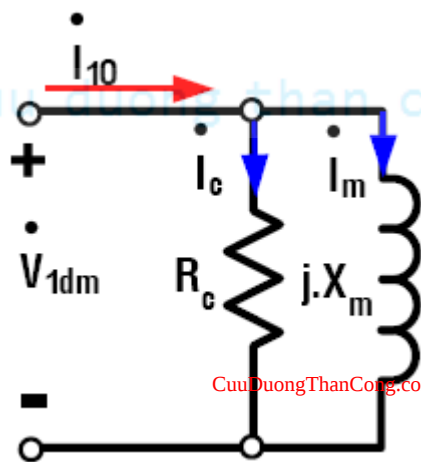
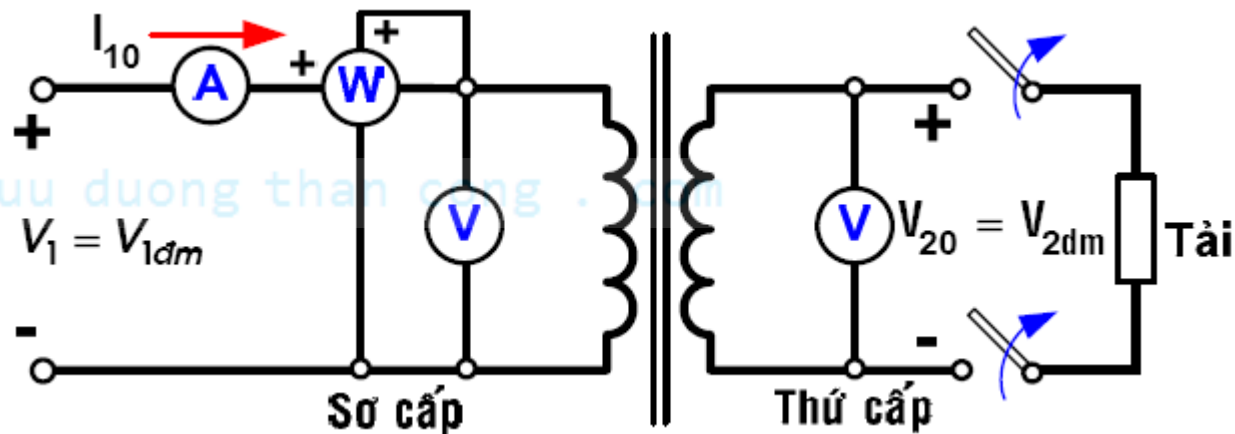
- Thí nghiệm không tải: $V_{10} = V_{1dm}$; P_0 , I_{10}

$$R_c = \frac{V_{1dm}^2}{P_0}$$

$$I_c = \frac{V_{1dm}}{R_c}$$

$$I_m = \sqrt{I_{10}^2 - I_c^2}$$

$$X_m = \frac{V_{1dm}}{I_m}$$



CuuDuongThanCong.com



Xác định thông số mạch tương đương (2)

- Thí nghiệm ngắn mạch: I_{1n} , V_{1n} , P_n

$$Z_n = \frac{V_{1n}}{I_{1n}} = \frac{V_{1n}}{I_{1dm}}$$

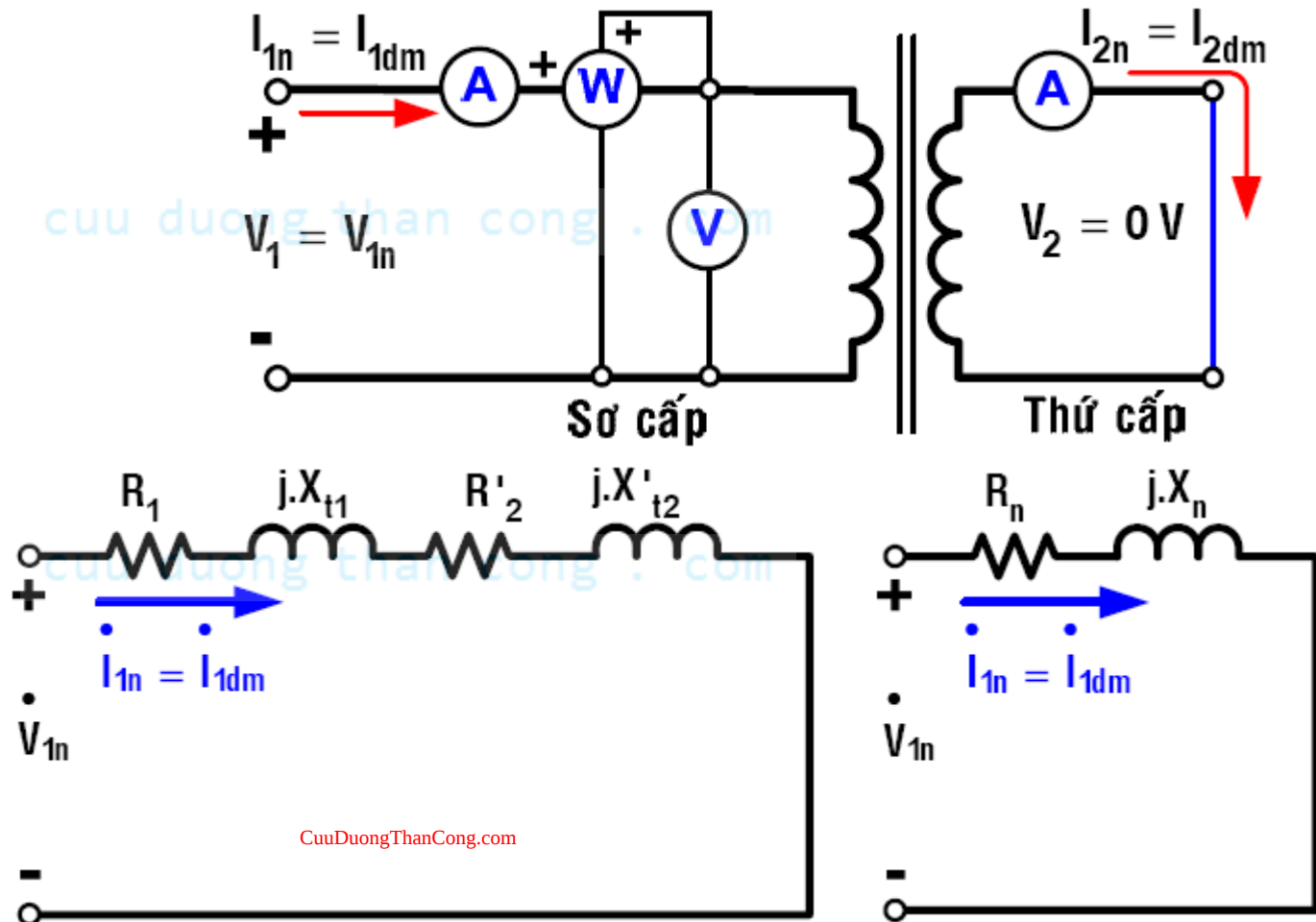
$$R_n = \frac{P_n}{I_{1n}^2}$$

$$X_n = \sqrt{Z_n^2 - R_n^2}$$

$$R_n = R_1 + R'_2$$

$$X_n = X_{t1} + X'_{t2}$$

$$\bar{Z}_n = R_n + j.X_n$$





Giải đồ phân bố năng lượng – Hiệu suất

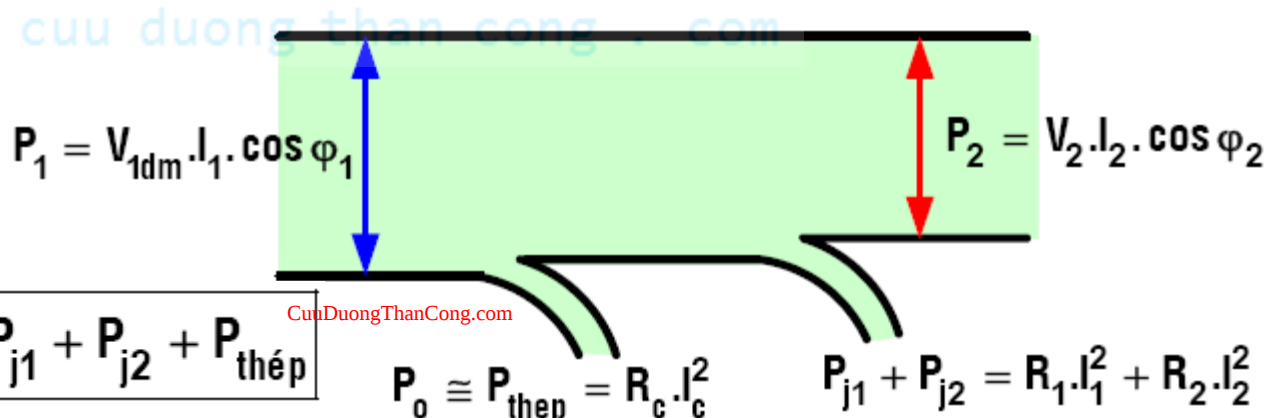
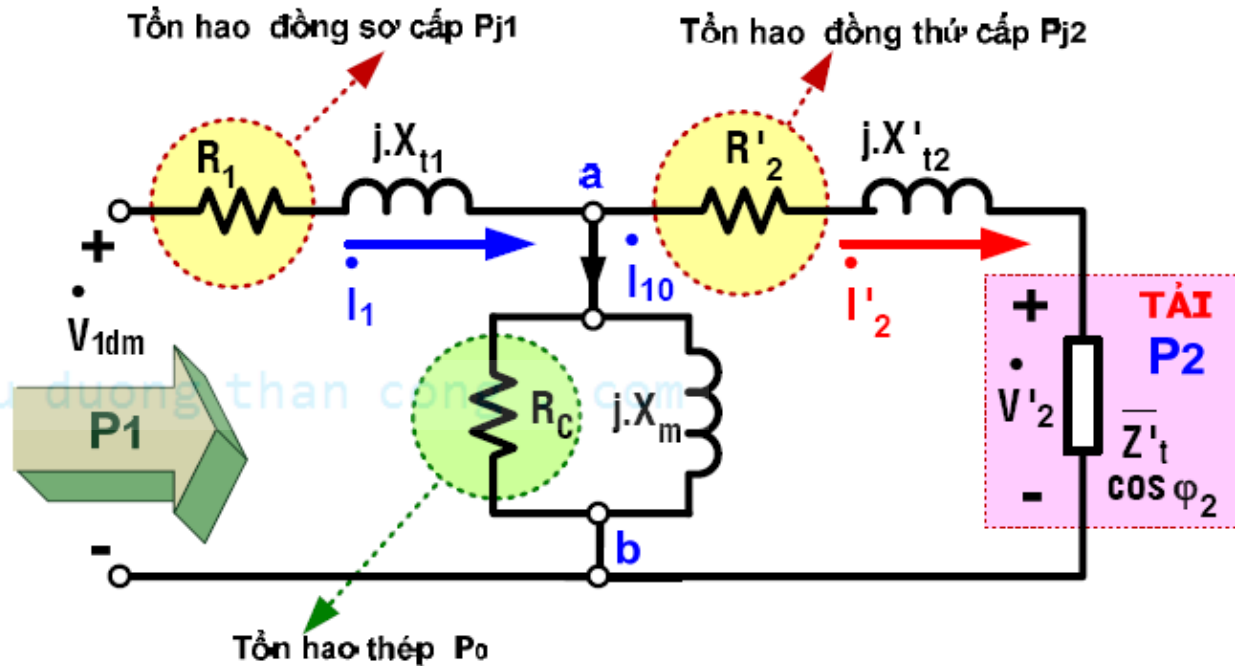
- Hiệu suất

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

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

$$P_{j1} + P_{j2} = K_t^2 \cdot P_n$$

$$\sum \text{Tổn hao} = P_1 - P_2 = P_{j1} + P_{j2} + P_{\text{thép}}$$



Hiệu suất cực đại

- Cực trị của hàm số hiệu suất theo hệ số tải

$$\frac{d\eta}{dK_t} = \frac{vu' - uv'}{v^2} = \left[\frac{S_{dm} \cdot \cos \varphi_2}{P_n \cdot K_t^2 + (S_{dm} \cdot \cos \varphi_2) \cdot K_t + P_o} \right] \cdot [P_o - (P_n) \cdot K_t^2]$$

cuuduongthancong.com

K_t	$-\infty$	$-\sqrt{\frac{P_o}{P_n}}$	0	$\sqrt{\frac{P_o}{P_n}}$	$+\infty$	
$\frac{d\eta}{dK_t}$	$-$	0	$+$	$+$	0	$-$
$\eta = f(K_t)$				0	$\nearrow \eta_{\max}$	$\searrow 0^+$

cuuduongthancong.com

- Hiệu suất cực đại khi tổn hao sắt bằng tổn hao đồng



Độ thay đổi điện áp khi MBA mang tải

- Độ thay đổi điện áp

$$\Delta V = V_{2dm} - V_2$$

- Phần trăm độ thay đổi điện áp

$$\Delta V\% = \left(\frac{V_{2dm} - V_2}{V_2} \right) \cdot 100$$

- Ví dụ về MBA