

Chương 4: Máy Biến Áp 1 pha

Nội dung

Giới thiệu vấn đề chung

Sơ đồ cấu tạo của MBA

Nguyên lý hoạt động của MBA

Sơ đồ thay thế và các phương trình

Vận hành, tính toán dây quấn, bảo vệ

ứng dụng MBA vào đời sống và sản xuất

Kết luận

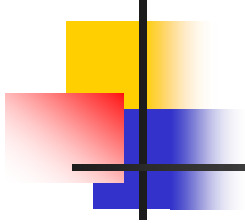


Giới thiệu chung vấn đề

Đặt vấn đề.



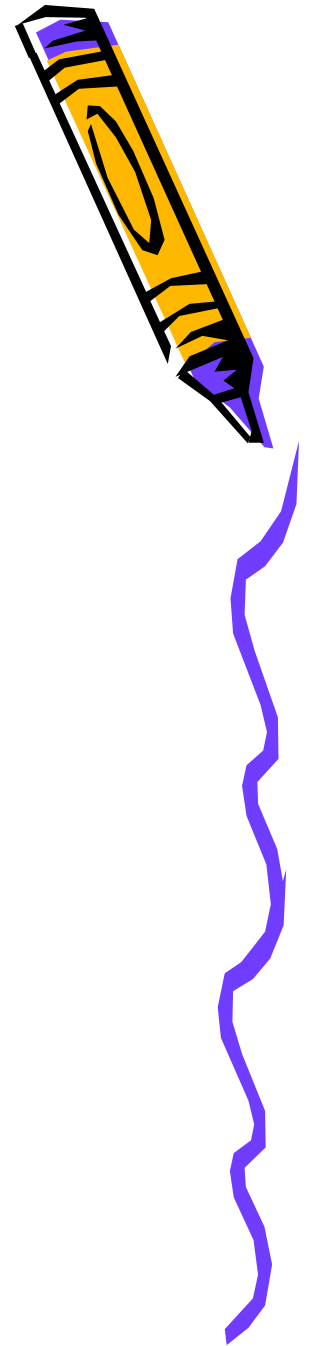
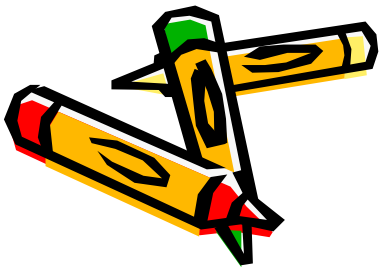
Nếu khoảng cách từ nơi sản xuất đến nơi tiêu thụ lớn, việc truyền tải điện năng đi xa làm sao cho kinh tế nhất?



- Như đã biết, cùng một công suất truyền tải

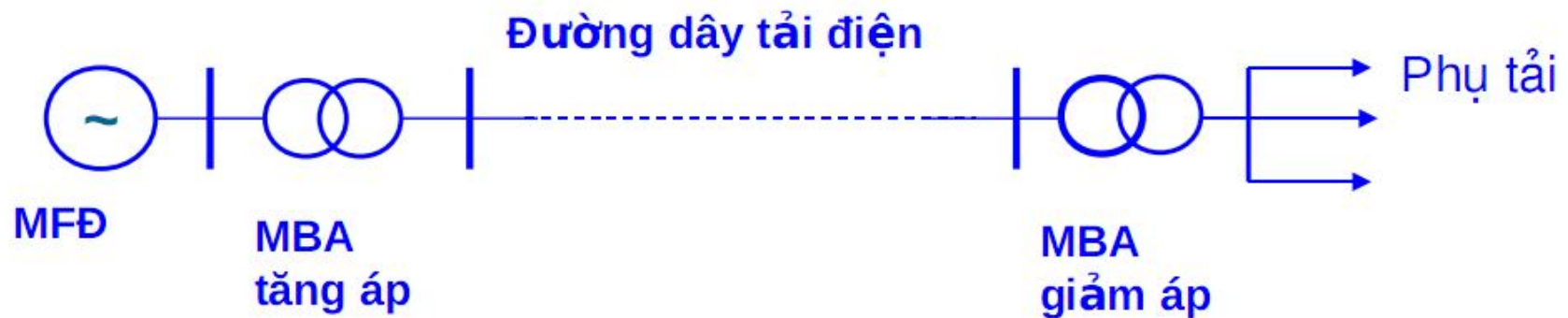
($S=U.I$) nếu điện áp được tăng cao thì dòng điện chạy trên đường dây sẽ giảm, tiết diện dây dẫn chọn sẽ nhỏ, chi phí dây dẫn sẽ giảm, đồng thời việc thi công cơ giới đường dây cũng thuận lợi hơn...

- như vậy muốn truyền tải điện năng đi xa mà ít tổn hao và tiết kiệm kim loại màu, trên đường dây người ta dùng điện áp cao (35, 110, 220, 500 KV và hơn nữa)
- trên thực tế, các máy phát điện chỉ có khả năng phát ra điện áp từ 3 đến 21 KV, do đó phải có thiết bị để nâng điện áp ở đầu đường dây.



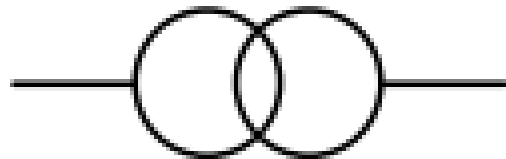
- Đến nơi tiêu thụ, phụ tải thường yêu cầu điện áp thấp, từ 0,4 đến 6 KV, do đó lại phải có thiết bị giảm điện áp xuống.
- Thiết bị dùng để tăng điện áp ở đầu ra máy phát (đầu đường dây) và giảm điện áp khi tới các hộ tiêu thụ (cuối đường dây) chính là *máy biến áp*

➤ Sơ đồ cung cấp điện đơn giản



Định nghĩa máy biến áp:

- Máy biến áp là thiết bị điện từ làm nhiệm vụ truyền tải hoặc phân phối năng lượng. gồm cuộn dây sơ cấp nối nguồn điện và cuộn dây cảm ứng nối tải là cuộn thứ cấp.
- Kí hiệu là:



Cấu tạo của Máy Biến Áp



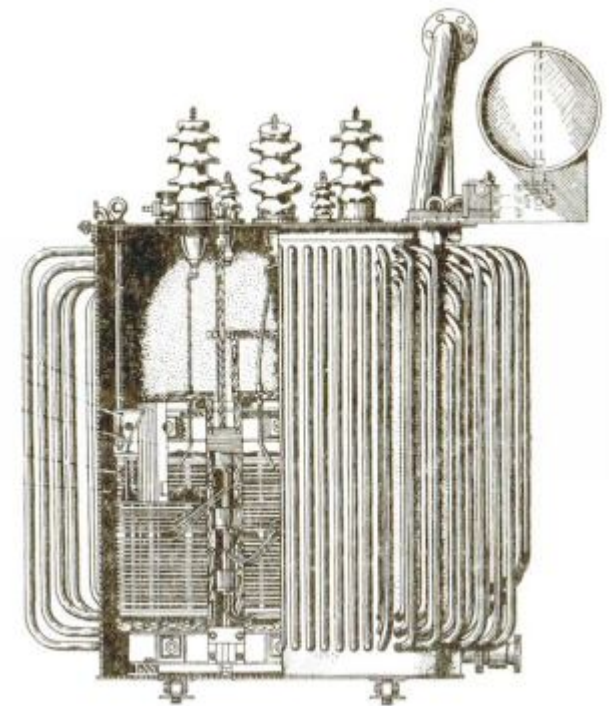
Các bộ phận chính:

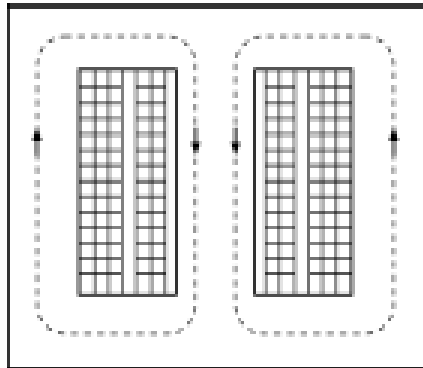
- lõi thép
- dây quấn
- vỏ máy biến áp.

Lõi thép → dẫn từ thông chính trong máy, khung để đặt dây quấn, được làm từ những lá thép kỹ thuật điện (dày 0,35mm hoặc 0,5mm, hai mặt có sơn cách điện).

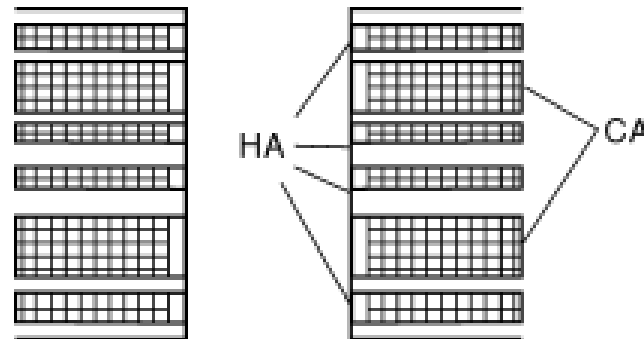
Lõi thép gồm có trụ để đặt dây quấn và gông dùng để khép kín mạch từ giữa các trụ

Dây quấn máy biến áp bằng đồng hoặc nhôm được bọc cách điện





*Máy biến áp kiểu bọc,
dây quấn đồng tâm*



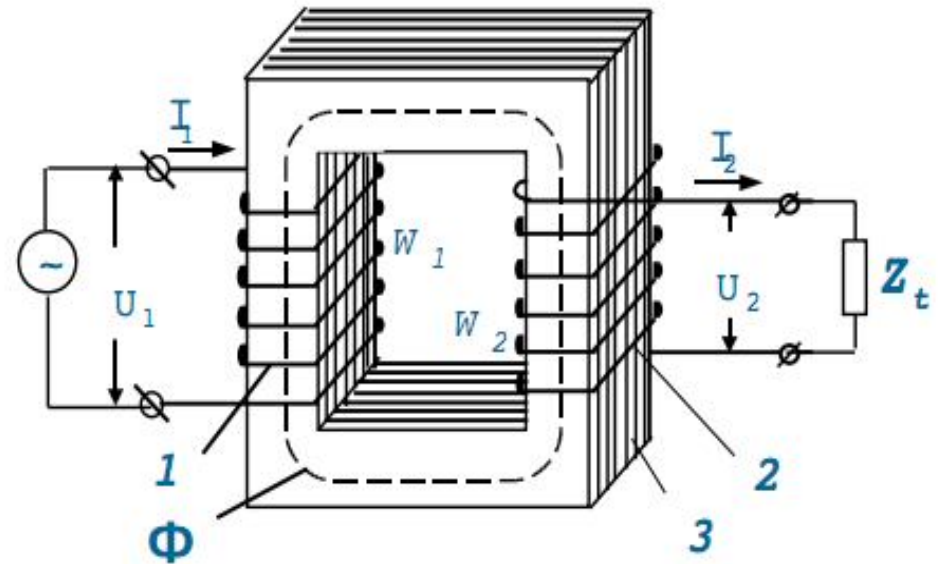
Dây quấn xen kẽ

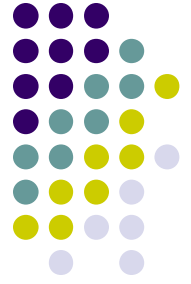
Vỏ máy biến áp bằng thép bao bọc
và bảo vệ dây quấn và lõi thép



Nguyên lý hoạt động

- Xét máy biến áp một pha hai dây quấn như hình bên. Với
- Dây quấn 1 có W_1 vòng dây,
- Dây quấn 2 có W_2 vòng dây,
- Cả hai đều quấn trên lõi thép 3





- Đặt điện áp xoay chiều U_1 vào dây quấn 1, trong nó có dòng điện i_1 chạy. dòng i_1 sinh ra từ thông Φ trong lõi thép móc vòng với cả hai dây quấn 1 và 2, cảm ứng nên trong các dây quấn đó s.đ.đ cảm ứng e_1 và e_2 . s.đ.đ e_2 trong dây quấn 2 sẽ sinh ra dòng điện i_2 đưa ra tải với điện áp ra là U_2 .
- Nếu điện áp U_1 đặt vào cuộn sơ cấp là một hàm số hình sin thì từ thông do nó sinh ra cũng hình sin:

$$\Phi = \Phi_m \sin \omega t \quad (1)$$

$$e_1 = -w_1 \frac{d\phi}{dt} = -w_1 \frac{d\phi_m \sin \omega t}{dt} = -w_1 \omega \phi_m \cos \omega t = \sqrt{2} E_1 \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}). \quad (2a)$$

$$e_2 = -w_2 \frac{d\phi}{dt} = -w_2 \frac{d\phi_m \sin \omega t}{dt} = -w_2 \omega \phi_m \cos \omega t = \sqrt{2} E_2 \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}). \quad (2b)$$

Trong đó

$$E_1 = \frac{\omega \phi_m w_1}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi f w_1 \Phi_m}{\sqrt{2}} = 4,44 f w_1 \phi_m$$

và

$$E_2 = \frac{\omega \phi_m w_2}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi f w_2 \Phi_m}{\sqrt{2}} = 4,44 f w_2 \phi_m$$

là trị số hiệu dụng của các s. đ. đ ở dây quấn 1 và 2

- Từ các biểu thức (2a,b) cho thấy s.đ.đ cảm ứng trong các dây quấn chằm pha so với từ thông sinh ra nó một góc $\Pi /2$.

$$k = \frac{E_1}{E_2} = \frac{W_1}{W_2} \quad (3) \quad \text{gọi là tỷ số biến đổi của máy biến áp}$$

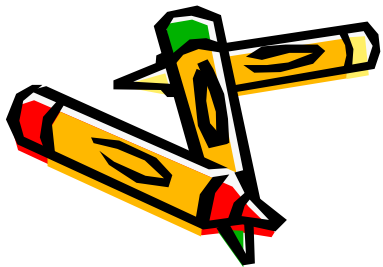
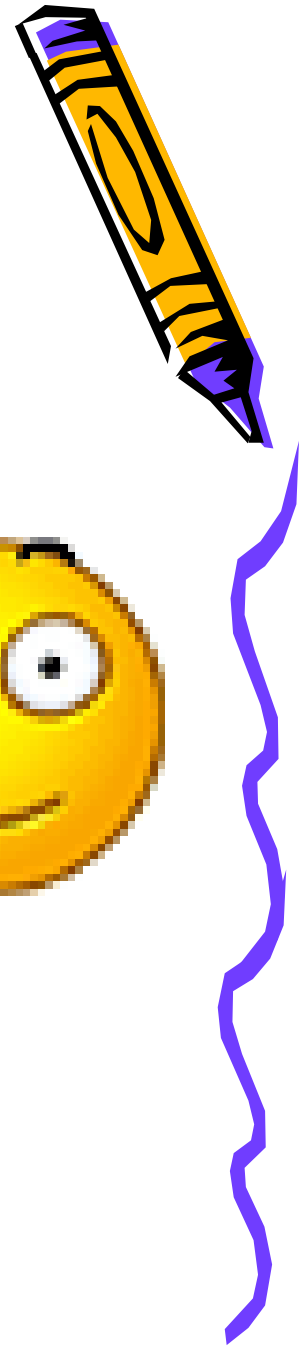
Nếu bỏ qua điện áp rơi trên các dây quấn của máy biến áp thì: $U_1 \cong E_1$ và $U_2 \cong E_2$


$$k = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_1}{U_2} \quad (4)$$

Nếu bỏ qua tổn thất công suất trong máy biến áp, ta có

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = k \quad (5)$$

Xác định các thông số của máy biến áp

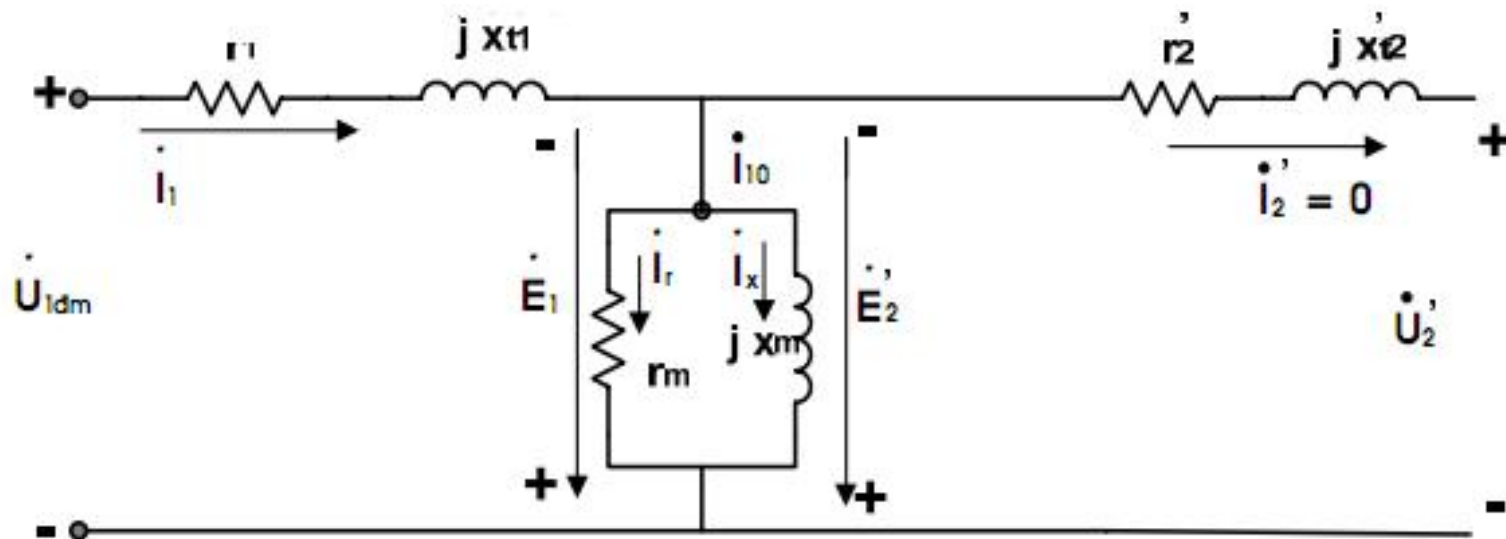


- 
- Muốn xác định thông số của máy biến áp ta thực hiện :
 - Thí nghiệm không tải.
 - Thí nghiệm ngắn mạch.

Thí nghiệm không tải

- Thí nghiệm không tải cho ta xác định được r_m , X_m :
- Để hở phía thứ cấp .
- Cung cấp điện áp định mức vào sơ cấp .
- Mắc Waft kế phía sơ cấp , đo P_0 .
- Tiến hành thí nghiệm , đo các thông số sau:

Điện áp $U_1 = U_{1dm}$ sơ cấp, điện áp U_2 phía thứ cấp dòng điện không tải I_{10} phía sơ cấp



- Dòng điện không tải

$$i_{10} = \frac{U_1}{Z_0} = \frac{U_1}{\sqrt{(r_1 + r_{th})^2 + (x_n + x_{th})^2}}$$

- Tỷ số biến áp:

$$K_{ba} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_1}{U_{20}}$$

- Điện trở không tải :

$$R_0 = \frac{P_0}{I_{10}^2} \quad R_0 = R_{th} + r_1 \approx R_{th}$$

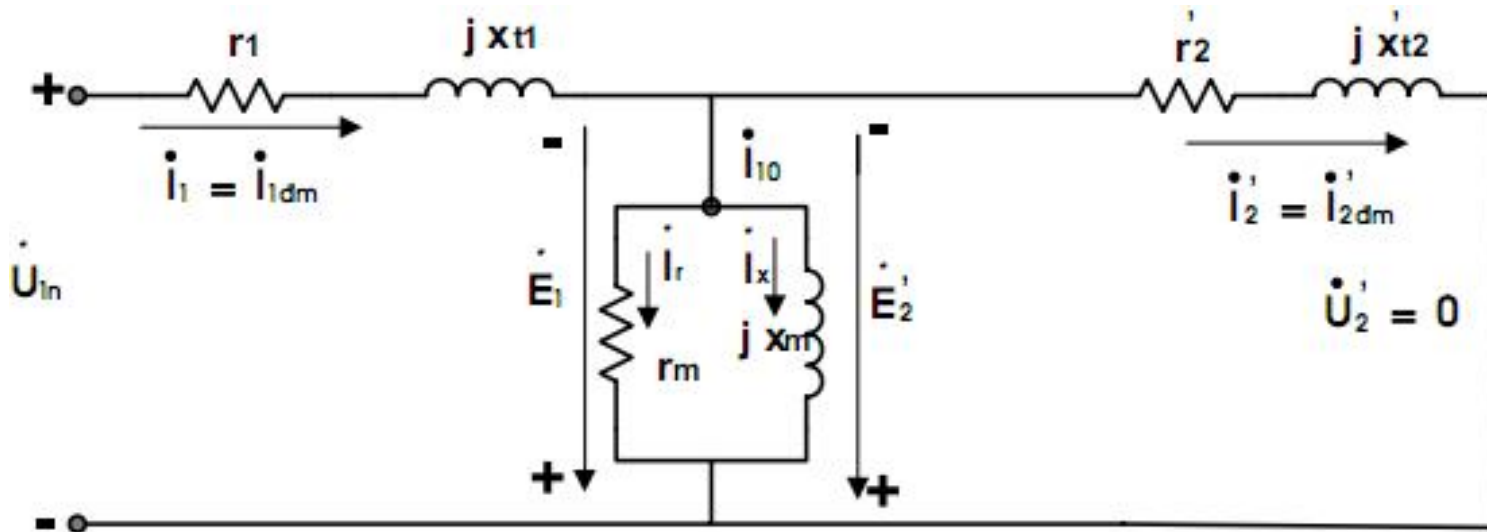
- Tổng trở không tải: $Z_0 = \frac{U_{1dm}}{I_{10}}$

- Điện trở kháng không tải : $X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2} \quad X_0 \approx X_{th}$



Thí nghiệm ngắn mạch

- Thí nghiệm ngắn mạch cho ta xác định r_n , X_n :
- Nối tắt hai đầu dây thứ cấp của máy biến áp.
- Giảm điện áp cung cấp vào phía sơ cấp rất thấp sao cho giá trị dòng
- Điện qua dây quấn thứ cấp và sơ cấp trong thí nghiệm ngắn mạch
- $I_{1n} = I_{1đm}$ và $I_{2n} = I_{2đm}$
- Giá trị điện áp cung cấp vào cuộn sơ cấp lúc đó là U_{1n} ($U_{1n} \ll U_{1đm}$).



$$U_{1n} \% = \frac{U_{1n}}{U_{1dm}} 100\% = 3\% \rightarrow 10\%$$

$$\left. \begin{array}{l} r_m ; x_m \gg r_1 ; x_{t1} \\ u_{1n} \text{ bé ; } E_1 \text{ bé} \end{array} \right\} \Rightarrow I_{10} \approx 0$$

Tổn hao trên các điện trở **dây quấn sơ và thứ cấp**

$$P_n = r_1 \cdot I_{1dm}^2 + r_2' \cdot I_{2dm}^2$$

Trình tự để xác định các thông số b/a:

$$Z_n = \frac{U_{1n}}{I_{1dm}} \quad r_n = \frac{P_n}{I_{1dm}^2} \quad x_n = \sqrt{Z_n^2 - r_n^2}$$

Tổn hao trên các điện trở dây quấn sơ cấp và thứ cấp

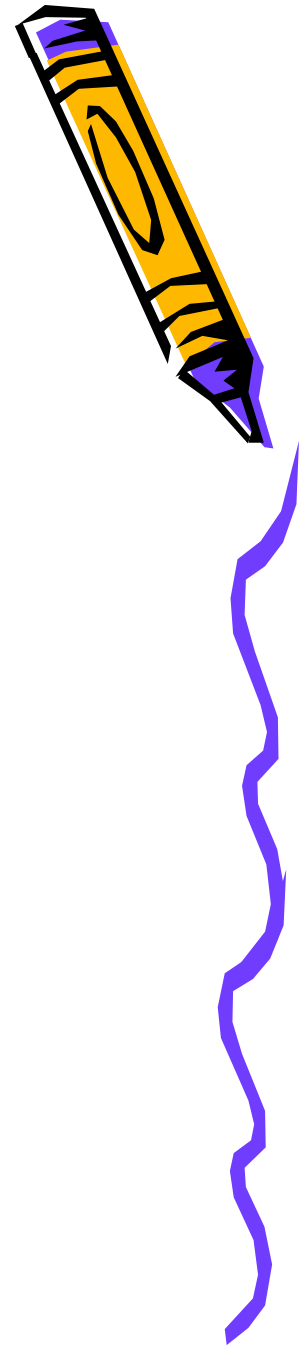
$$P_n = r_1 \cdot I_{1dm}^2 + r_2 \cdot I_{2dm}^2$$

Trình tự để xác định các thông số biến áp:

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

$$r_n = \frac{P_n}{I_{1dm}^2}$$

$$x_n = \sqrt{Z_n^2 - r_n^2}$$





Sơ đồ thay thế và các phương trình:

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{Z}_1 \dot{I}_1 \\ \dot{U}_2 = \dot{E}_2 - \dot{Z}_2 \dot{I}_2 \\ \dot{I}_1 = \dot{I}_0 + (-\dot{I}'_2) \end{cases}$$



- Quy đổi máy biến áp:
- Để thiết lập mạch tương đương cần các điều kiện: điện áp, dòng điện, tần số, năng lượng.

Sức điện động và điện áp thứ cấp quy đổi

$$\text{Qui về sơ cấp: } E'_2 = E_1, \text{ mà } E_1 = \frac{W_1}{W_2} E_2 = kE_2 \Rightarrow E'_2 = kE_2$$

$$\text{Tương tự có: } U'_2 = kU_2$$

Dòng điện thứ cấp quy đổi

Điều kiện năng lượng:

$$E_2 I_2 = E'_2 I'_2$$

Dòng điện thứ cấp quy đổi:

$$I'_2 = \frac{E_2}{E'_2} I_2 = \frac{1}{k} I_2$$



Điện trở và điện kháng thứ cấp quy đổi

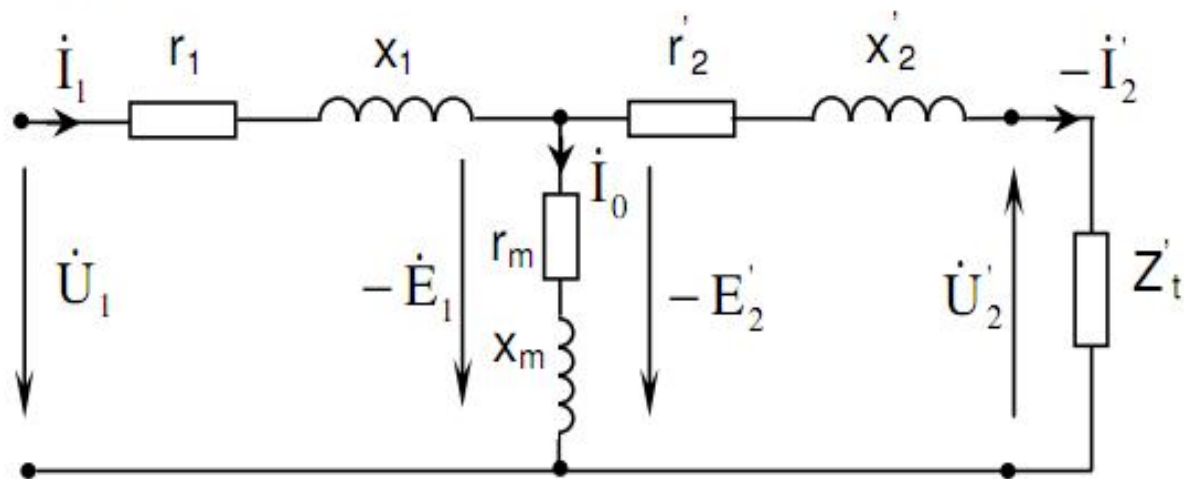
Điều kiện năng lượng: $r_2 I_2^2 = r_2' I_2'^2 \Rightarrow r_2' = k^2 \cdot r_2$

Tương tự $x_2 I_2^2 = x_2' I_2'^2 \Rightarrow x_2' = k^2 \cdot x_2$

Hay $Z_2' = k^2 \cdot Z_2$ và $Z_t' = k^2 \cdot Z_t$

IV.4.2. Sơ đồ thay thế của máy biến áp

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = -\dot{E}_1 + \dot{Z}_1 \dot{I}_1 = -\dot{E}_1 + (r_1 + jx_1) \dot{I}_1 \\ \dot{U}_2' = \dot{E}_2' - \dot{Z}_2' \dot{I}_2' = \dot{E}_2' - (r_2' + jx_2') \dot{I}_2' \\ \dot{I}_2' = \dot{I}_0 + (-\dot{I}_2) \end{cases}$$

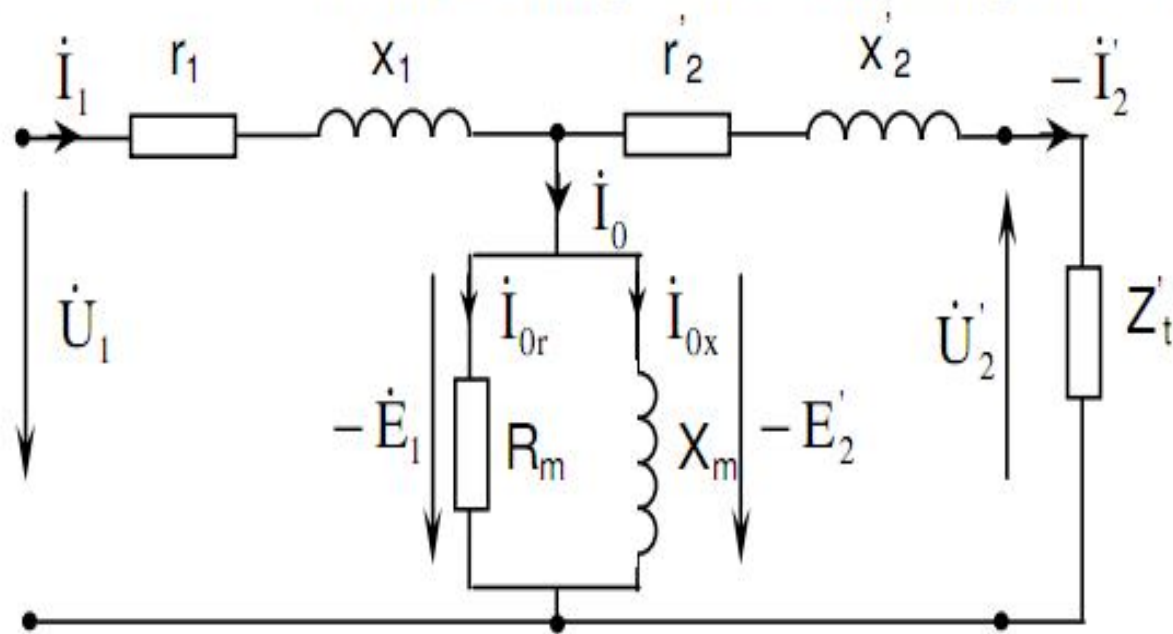


$$\dot{E}_1 = \dot{Z}_m \dot{I}_0 = (r_m + jX_m) \dot{I}_0$$

Với $Z_m = r_m + jX_m$ là tổng trở hóa đặc trưng cho mạch từ

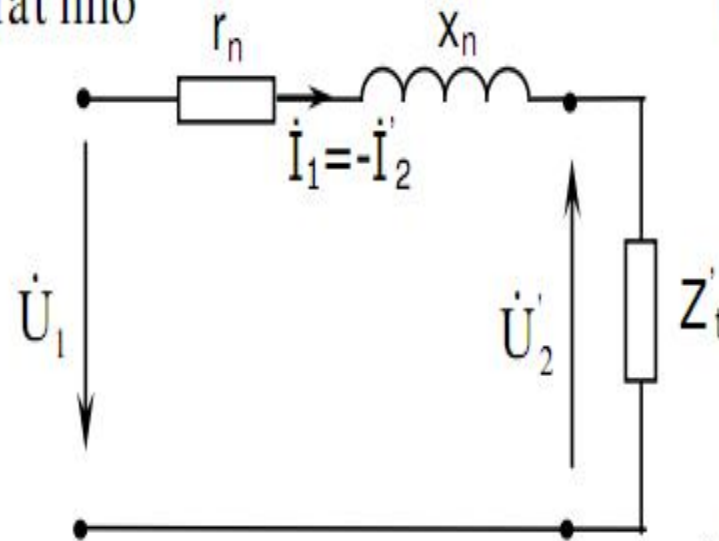
$r_m = \frac{P_{Fe}}{I_0^2}$ là điện trở hóa đặc trưng cho tổn hao

X_m là điện kháng từ hóa đặc trưng cho từ thông chính Φ



Dòng điện không tải I_0 thường rất nhỏ

$$I_0 = (0,5\% \div 10\%)I_{ldm}$$



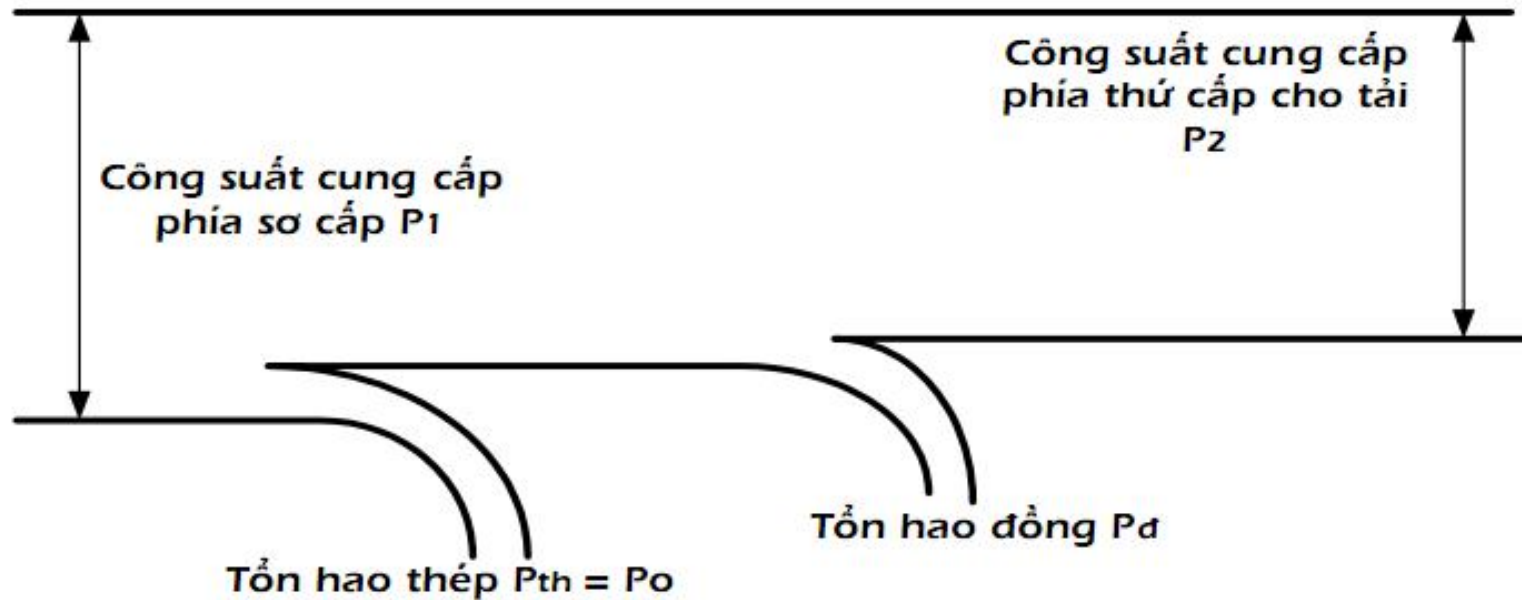
(tần số cao ko qua được)

Với $r_n = r_1 + r_2'$ là điện trở ngắn mạch của máy biến áp.

$X_n = X_1 + X_2'$ là điện kháng ngắn mạch của máy biến áp.

Các đặc điểm vận hành của máy

- Giảm độ năng lượng của máy biến áp



Sơ cấp:

$$P_1 = U_1 I_1 \cos \varphi_1 \quad \text{Công suất tác dụng}$$

$$Q_1 = U_1 I_1 \sin \varphi_1 \quad \text{Công suất phản kháng}$$

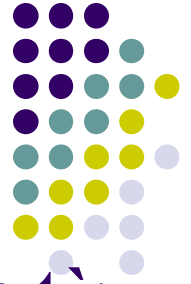
φ_1 Góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp sơ cấp

$$P_{cu1} = r_1 I_1^2 \quad \text{Công suất tổn hao trên điện trở dây quấn sơ cấp}$$

$$q_{cu1} = x_1 I_1^2 \quad \text{Công suất phản kháng tạo từ trường bản dây quấn sơ cấp}$$

$$P_{Fe} = r_m I_0^2 \quad \text{Công suất tổn hao trong lõi thép}$$

$$q_{m1} = x_m I_0^2 \quad \text{Công suất phản kháng tạo từ trường chính trong lõi thép}$$



Công suất điện từ tác dụng và phản kháng truyền từ sơ cấp qua thứ cấp của máy biến áp.

$$P_{dt} = P_1 - p_{cu1} - p_{Fe} = E'_2 \cdot I'_2 \cdot \cos \varphi_2$$

$$Q_{dt} = Q_1 - q_{cu1} - q_m = E'_2 \cdot I'_2 \cdot \sin \varphi_2$$

xem gần đúng góc lệch pha φ_2 giữa U_2 và $I_2 \approx$ góc lệch pha θ_2 giữa E_2 và I_2 .



Thứ cấp

$$p_{cu2} = r_2 I_2^2$$

công suất tổn hao trên điện trở dây quấn thứ cấp.

$$q_2 = x_2 I_2^2$$

công suất phản kháng tạo từ trường bản dây quấn thứ cấp.

Do đó công suất tác dụng và phản kháng ở đầu ra máy biến áp là:

$$P_2 = P_{dt} - p_{cu2} = U_2 I_2 \cos \varphi_2$$

$$Q_2 = Q_{dt} - q_2 = U_2 I_2 \sin \varphi_2$$



Hệ số tải của máy biến áp

$$\beta = \frac{I_2}{I_{2dm}} \approx \frac{I_1}{I_{1dm}}$$

Khi $\beta = 1$ - tải định mức; $\beta < 1$ - non tải;

$\beta > 1$ - quá tải.



Hiệu suất của máy biến áp

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

hoặc

$$\eta\% = \frac{P_2}{P_1} 100$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_{Fe} + P_{Cu}}$$

$$P_2 = U_2 I_2 \cos\varphi_2 = \beta \cdot S_{dm} \cos\varphi_2$$

$$P_{Fe} \approx P_0$$

(TN không tải với: U_{1dm})

$$P_{Cu} = I_1^2 r_1 + I_2^2 r_2 = I_1^2 (r_1 + r'_2) = I_1^2 r_n = \beta^2 P_n. \text{ (TN ngắn mạch với: } I_{1dm}\text{)}$$

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

nếu $\cos \varphi_2$ không đổi thì hiệu suất sẽ cực đại khi: $\frac{\partial \eta}{\partial \beta} = 0$

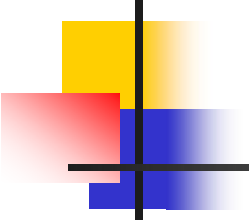
Hệ số tải ứng với hiệu suất cực đại là: $\beta = \sqrt{\frac{P_0}{P_n}}$

$$\beta^2 \cdot P_n = P_0$$



Khảo sát độ sụt áp tại thứ cấp của máy biến áp:

- Khi máy biến áp vận hành ở trạng thái mang tải, giá trị điện áp hai đầu thứ cấp biến áp lúc này có giá trị khác với giá trị điện áp đo ở hai đầu thứ cấp lúc không tải

- 
-
- Nếu gọi :
 - U_{2dm} : điện áp thứ cấp lúc không tải
 - U_2 : điện áp thứ cấp lúc mang tải
 - Chúng ta xác định độ giảm áp thứ cấp như sau

$$\Delta U_2 \% = \frac{U_{2dm} - U_2}{U_{2dm}} 100$$

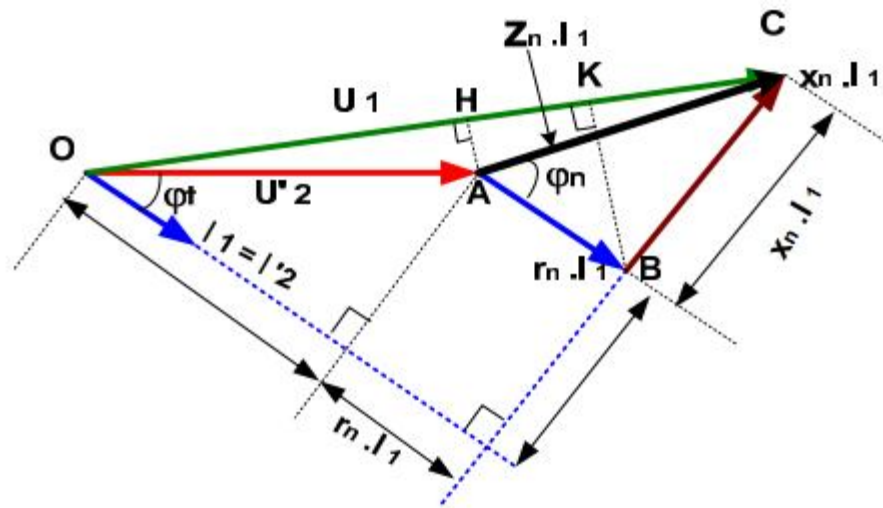
Muốn khảo sát các thông số ảnh hưởng đến giá trị $\Delta U_2\%$ ta biến đổi :

$$\Delta U_2\% = \frac{k_{ba} (U_{2dm} - U_2)}{k_{ba} U_{2dm}} 100$$

$$\Delta U_2\% = \frac{k_{ba} U_{2dm} - k_{ba} U_2}{k_{ba} U_{2dm}} 100$$

$$\Delta U_2\% = \frac{U_{2dm} - U_2}{U_{2dm}} 100$$

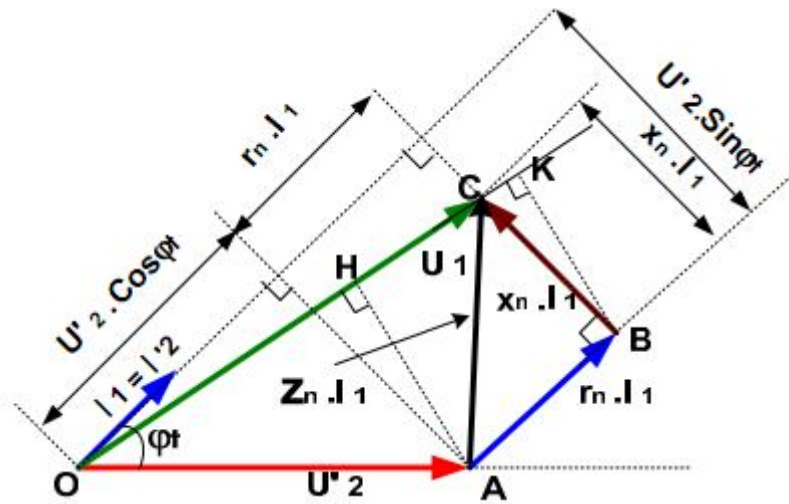
-
- Với mạch tương đương trên ,ta có thể dùng giản đồ vector phase để khảo sát các tương quan của từ đó ta suy ra biểu thức dùng tính toán $\Delta U\%$.
 - Phụ tải có tính cảm($\cos\phi$ tải trễ) hình 2.1
 - Phụ tải có tính dung ($\cos\phi$ sớm) hình 2.2
-



Hình : 2.1

➤ Trường hợp phụ tải có tính cảm ($\varphi_t > 0$)

$$U_1 = \sqrt{(U'_2 \cdot \cos \varphi_t + r_n \cdot l_1)^2 + (U'_2 \cdot \sin \varphi_t + x_n \cdot l_1)^2}$$



Hình 2.2

➤ **Phụ tải có tính dung ($\varphi_t < 0$)**

$$U_1 = \sqrt{(U_2 \cdot \cos \varphi_t + r_n \cdot I_1)^2 + (-U_2 \cdot \sin \varphi_t + x_n \cdot I_1)^2}$$



MỤC ĐÍCH BẢO VỆ MÁY BIẾN ÁP:

- ❖ Trong hệ thống điện ,máy biến áp là một trong những thành phần quang trọng nhất liên kết sản xuất ,truyền tải và phân phối . Vì vậy , việc nghiên cứu các tình trạng làm việc của bất thường, sự cố...xảy ra với máy biến áp là cần thiết.
 - ❖ Để bảo vệ máy biến áp làm việc an toàn cần phải tính đầy đủ các hư hỏng bên trong máy biến áp . Từ đó đưa ra các phương pháp bảo vệ tốt nhất.
-

CÁC HƯ HỎNG VÀ TÌNH TRẠNG LÀM VIỆC KHÔNG BÌNH THƯỜNG XẢY RA VỚI MÁY BIẾN ÁP:

- **II.1 Sự cố bên trong của máy biến áp:**
 - Sự cố bên trong được chia làm hai nhóm :
 - Sự cố trực tiếp : là ngắn mạch cuộn dây , hư hỏng cách điện làm thay đổi đột ngột các thông số điện.
-

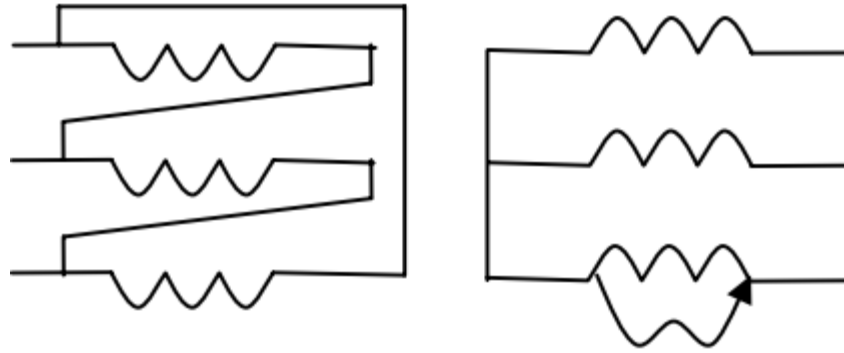
-
- Sự cố gián tiếp xảy ra từ từ nhưng trở thành gián tiếp nếu không phát hiện và xử lý kịp thời (như quá nhiệt trong máy biến áp, áp suất dầu tăng cao...).
 - Vì vậy yêu cầu bảo vệ sự cố trực tiếp phải cách li MBA bị sự cố ra khỏi hệ thống điện để giảm ảnh hưởng tới hệ thống. Sự cố gián tiếp không đòi hỏi phải cách li máy biến áp nhưng phải được phát hiện, có tín hiệu báo cho nhân viên vận hành biết để xử lý.
-

- **1 Ngắn mạch giữa các vòng dây của cùng một pha:**



Khoảng (70÷80)% hư hỏng MBA là từ chạm chạm giữa các vòng dây cùng một pha bên trong máy biến áp(hình dưới)





Ngắn mạch giữa các vòng dây
Trong cùng một pha

-
- Trường hợp này dòng điện tại chỗ ngắn mạch rất lớn vì một số vòng dây bị nối ngắn mạch ,dòng điện này phát nóng đốt cháy cách điện cuộn dây và dầu biến áp Is có thể vẫn nhỏ (vì tỷ số MBA rất lớn so với số ít dòng điện ngắn mạch) không đủ cho role tác động .
-

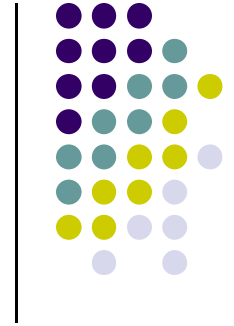
Dòng điện từ hóa tăng vọt khi đóng MBA không tải:

- Hiện tượng từ hóa tăng vọt có thể xuất hiện vào thời điểm đóng MBA không tải. Dòng điện này chỉ xuất hiện trong cuộn sơ cấp MBA.
-

Sự cố bên ngoài ảnh hưởng đến tình trạng làm việc của MBA:

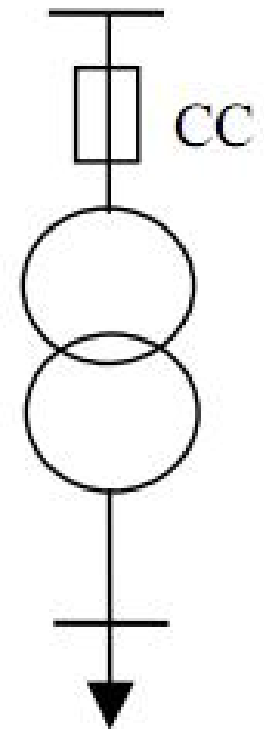
- Dòng điện tăng cao ngoài và quá tải .
 - Mức dầu bị hạ thấp do nhiệt độ không khí xung quanh MBA giảm đột ngột.
 - Quá điện áp khi ngắn mạch một pha trong hệ thống điện...
 - Ngoài ra còn có các sự cố như hư thùng dầu , hư sứ dẫn , hư bộ phận điều chỉnh dầu phân áp...
-

Bảo vệ quá dòng điện



- Cầu chì:

- Với MBA phân phối nhỏ thường được bảo vệ bằng cầu chì (như hình bên)
- Trong trường hợp máy cắt không được
- Bảo vệ bằng cầu chì là thành phần bảo vệ quá dòng điện và chịu dòng điện làm việc cực đại của MBA. Cầu chì không được đứt trong thời gian quá tải ngắn mạch như động cơ khởi động , dòng từ hóa nhảy vọt khi đóng MBA không tải...

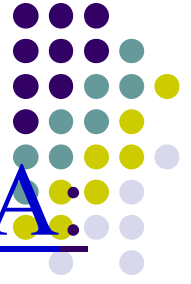


Role quá dòng điện:

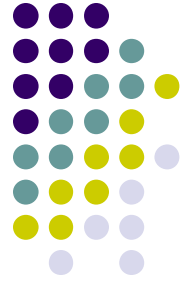


- Máy biến áp với công suất (1000-1600)KVA hai dây quấn, điện áp đến 35kv , phải có trang bị máy cắt , bảo vệ quá dòng điện được dùng bảo vệ vệ quá dòng được dung bảo vệ dự trữ . Để nâng
- Độ nhạy cho bảo vệ người ta dùng bảo vệ quá dòng có kiểm tra áp (BVQIKU). Đôi khi bảo vệ ngắt mạch được thêm vào bảo vệ quá dòng có hai cấp.

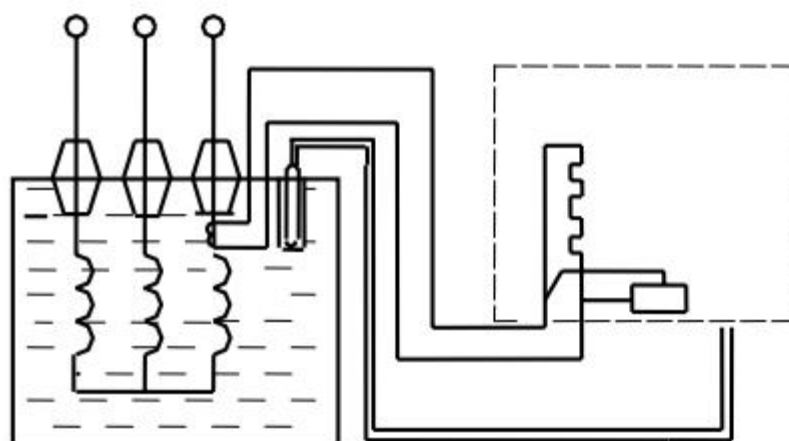
Role bảo vệ quá nhiệt độ cuộn dây MBA:



- Nhiệt độ định mức máy biến áp phụ thuộc chủ yếu vào dòng điện tải chạy qua cuộn dây MBA và nhiệt độ của môi trường xung quanh . tùy theo từng loại cũng như công suất định mức của MBA mà dải nhiệt độ cho phép chúng có thay đổi , thông thường nhiệt độ của cuộn dây dưới 950C được xem là bình thường

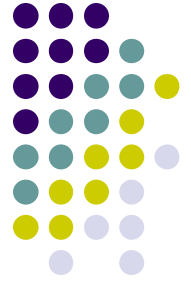


- Để đo nhiệt độ cuộn dây MBA người ta thường dùng thiết bị loại AKM35, đây là thiết bị sử dụng điện trở nhiệt có phần tử đốt nóng được cấp điện từ biến dòng phía cao và hạ áp. Role nhiệt độ cuộn dây gồm bốn bộ tiếp điểm (mỗi bộ có một tiếp điểm thường mở, một tiếp điểm thường đóng với cực chung) lắp bên trong một nhiệt kế có kim chỉ thị.



Thiết bị chỉ thị nhiệt
độ cuộn dây



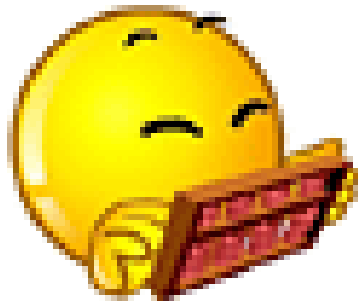


- Role nhiệt của cuộn dây hoạt động ở hai cấp:
- Cấp 1: khi nhiệt độ cuộn dây MBA ở 1150C thì sẽ báo động bằng tín hiệu đèn còi.
- Cấp 2: khi nhiệt độ cuộn dây máy biến áp là 1200C thì báo động bằng tín hiệu đèn còi và tác động cắt cô lập máy biến áp ra khỏi lưới điện.
- Ngoài ra , Role nhiệt độ cuộn dây biến áp còn có tác dụng đưa các tín hiệu đi điều khiển các hệ thống làm mát của MBA . ví dụ như: làm mát bằng quạt

Sử dụng và bảo vệ

- Sử dụng:
- Để máy biến áp làm việc tốt, bền lâu, khi sử dụng cần chú ý:
- điện áp đưa vào máy biến áp không được lớn hơn điện áp định mức
- không để máy biến áp làm việc quá công suất định mức.
- đặt máy biến áp ở nơi sạch sẽ, khô ráo thoáng gió và ít bụi
- máy mới mua hoặc để lâu ngày không sử dụng, trước khi dùng cần phải dùng bút thử điện kiểm tra xem điện có chạm vào vỏ máy không?

Tính toán dây quấn máy biến áp 1 pha





Ta có các bước tiến hành sau

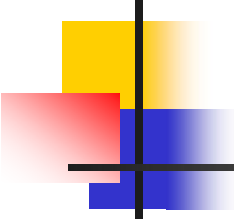
- **Bước 1**: Đo các kích thước tiêu chuẩn của lá thép E, I.
- **Bước 2**: Xác định giá trị n_v (số vòng dây quấn tạo ra 1 volt sức điện động cảm)
- **Bước 3**: Xác định sơ đồ nguyên lý của máy biến áp; tính toán số vòng dây quấn

Bước 4: chọn mật độ dòng điện, ước lượng hiệu suất, chọn giá trị hệ số lấp đầy tính toán đường kính dây quấn sơ và thứ cấp.

Bước 5: ước lượng công suất biểu kiến nhận được phía thứ cấp biến áp

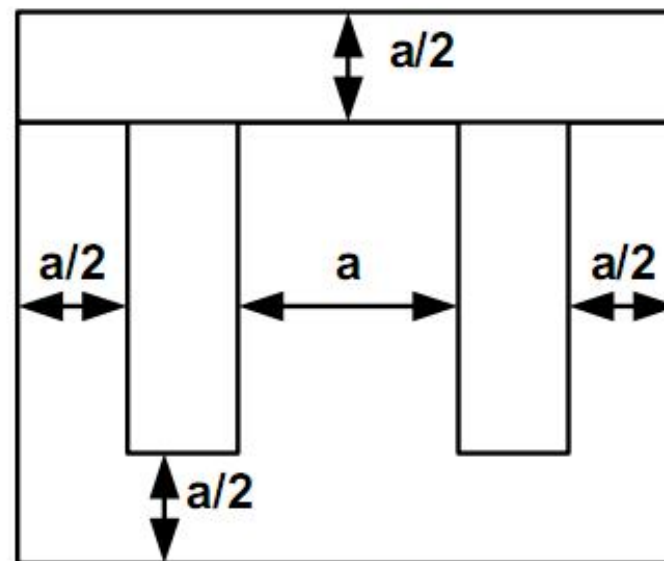
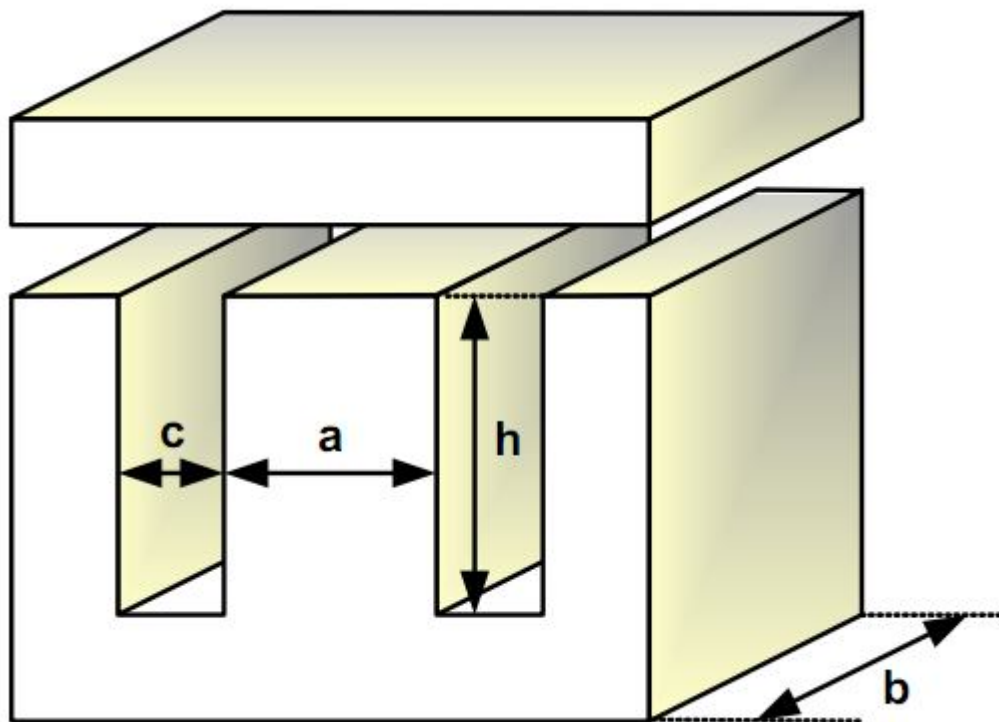
Bước 6: tính toán số vòng dây quấn một lớp, số lớp của bộ dây quấn sơ và thứ cấp.





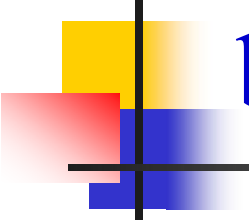
Bước 1: Tính toán dây quấn máy biến áp 1 pha!

- Đo các kích thước tiêu chuẩn của lá thép E, I.
- Khi sử dụng lõi thép E, I; ta cần đo các kích thước sau



(Hình 1) các kích thước cơ bản của lõi thép dạng E,I





Ký hiệu và tên gọi các kích thước cơ bản của lõi thép:

- a: bề rộng trụ giữa của lõi thép.
- b: bề dày của lõi thép biến áp.
- c: bề rộng cửa sổ lõi thép.
- h: bề cao cửa sổ lõi thép.
- Các kích thước này khi đo tính theo đơn vị (mm) hay (cm).

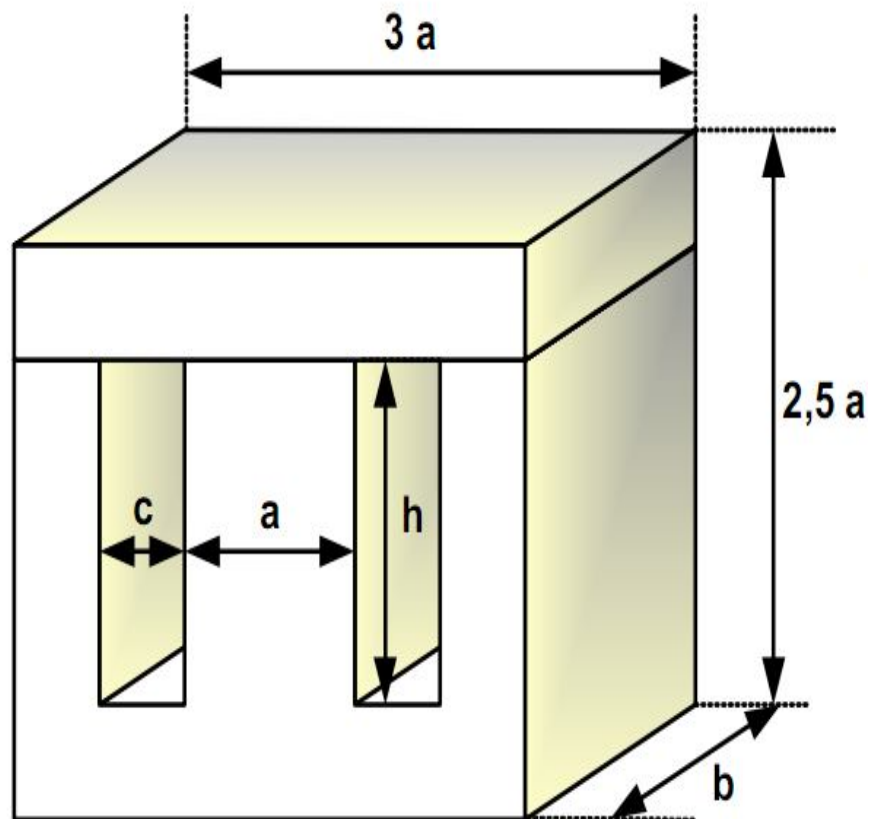


Chú ý:

- Các kích thước a, c và h được đo trực tiếp trên một lá thép E, I.
- Dụng cụ đo là thước kẹp (sai số 1/50mm)
- Riêng kích thước b được xác định gián tiếp bằng cách đo xác định bề dày của mỗi lá thép E, I; sau đó đếm tổng số lá thép E và tổng số lá thép I. từ đó tính ra bề dày lõi thép biến áp bằng cách áp dụng quan hệ sau:

$$b = (b_{\text{đáy}} + n \cdot a) + (2 \cdot c + n \cdot h)$$

- với lá thép kỹ thuật điện tiêu chuẩn thuộc dạng tôle cán nóng hay cán lạnh vận hành tại tần số $f = 50 \text{ Hz}$, bề dày tiêu chuẩn của lá thép thường thuộc một trong hai cỡ sau: 0,5 mm hay 0,35mm.
- kích thước tổng quát của toàn bộ lá thép sau khi ghép sát được xác định ở (hình 2) chúng ta có thể tính khối lượng lõi thép biến áp (dạng tiêu chuẩn)
- theo quan hệ (công thức 1.2)



- gọi W_{fet} là khối lượng của lõi thép biến áp, với giá trị khối lượng riêng của lõi thép là $7,8 \text{ kg/dm}^3$; sau khi biết được các kích thước cơ bản a , và b chúng ta có quan hệ sau:

- **$W_{fet} = 46,8 a^2 \cdot b$ (1.2)**

Hình 2: Các kích thước ngoài của lõi thép

Trong đó, đơn vị đo được xác định như sau:
 $(W_{fet}) = (\text{kg})$; $(a) = (b) = (\text{dm})$

- Sau khi xác định các kích thước lõi thép, chúng ta tính tiết diện trụ giữa của lõi thép chữ E. đây chính là tiết diện cho từ thông chính móc vòng xuyên qua các dây quấn.
- Gọi A_t : tiết diện trụ giữa lõi thép, ta có:
- **$A_t = a \cdot b$** (1.3)
- Trong đó đơn vị đo: (A_t) (cm^2); (a)= (b) =(cm).

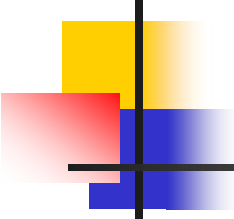
ĐƯỢC HAI. XÁC ĐỊNH GIÁ TRỊ IV (SỐ vòng dây quấn tạo ra 1 volt sức điện động cảm)

- Trong bước này chúng ta thực hiện hai thao tác:
- Chọn mật độ từ thông (hay từ cảm) B dùng tính toán cho lõi thép.
- Áp dụng công thức tính sức điện động tạo ra trong dây quấn biến áp để tính số vòng tạo ra 1 V sức điện động cảm ứng (xem quan hệ 1.4)

$$n_v = \frac{45}{B \cdot A_f} \quad (1.4)$$

- trong đó, đơn vị đo được xác định như sau:
- $(n_v) = (\text{vòng/volt})$; $(B) = (\text{T})$; $(A_f) = (\text{cm}^2)$
- **Chú ý:**
- Với lá thép kỹ thuật điện có bề dày tiêu chuẩn 0,5mm đến 0,35mm; lá thép thuộc dạng tôle cán nóng và hàm lượng Silic từ 2% đến 4%; chúng ta chọn giá trị mật độ từ thông $B = 1 \text{ T}$ đến $1,2 \text{ T}$ (hàm lượng Silic thấp, từ cảm B chọn thấp). lá thép kỹ thuật thuộc dạng dẫn từ đẳng hướng

-
- Với lá thép kỹ thuật điện có bề dày tiêu chuẩn 0,5mm đến 0,35mm; lá thép thuộc dạng tôle lạnh và hàm lượng Silic khoảng 4%; giá trị mật độ từ thông nằm trong phạm vi $B=1,4T$ đến $B=1,6T$. đây là dạng thép dẫn từ định hướng. với dạng thép này mạch từ được cấu tạo theo hình dạng đặc biệt: hình xuyên... và không thuộc dạng E, I.
-



Bước ba: Xác định sơ đồ nguyên lý của máy biến áp; tính toán số vòng dây quấn.

- Theo lý thuyết số vòng dây quấn của các cuộn dây máy biến áp được xác định theo sức điện động cảm ứng trong các cuộn dây sơ và thứ cấp. trong khi đó theo sơ đồ nguyên lý máy biến áp cần thực hiện, chúng ta chỉ có được các thông số điện áp định mức của các bộ dây.

-
- Gọi U_1 và U_2 lần lượt là các điện áp của dây cuốn sơ cấp và thứ cấp biến áp, chúng ta có thể tính toán số vòng dây quấn biến áp theo quan hệ (1.5) và (1.6)
 - Khi thực hiện thi công.
 - $$N_1 = n_v \cdot U_1 \quad (1.5)$$
 - $$N_2 = (1.05 \div 1.1) \cdot n_v \cdot U_2 \quad (1.6)$$
 - Trong đó:
 - N_1, N_2 lần lượt là số vòng dây quấn sơ cấp và thứ cấp của máy biến áp
-

-
- Trong quan hệ (1.6)
 - Khoảng giá trị ($1,05 \rightarrow 1,1$) được xem là tỉ số chênh lệch giữa sức điện động tại dây quấn thứ cấp so với điện áp định mức tại thứ cấp lúc đầy tải:
 - **Chú ý:**
 - Trong các bài toán tính chính xác tỉ số chênh lệch này được xác định theo các bảng số thống kê chọn trước, tỉ số này phụ thuộc vào cấp công suất của biến áp.
-

Bước 4: chọn mật độ dòng điện, ước lượng hiệu suất chọn giá trị hệ số lấp đầy tính toán đường kính dây quần sơ và thứ cấp

- Trong bước 4, chúng ta tiến hành tuần tự các công đoạn tính toán sau:
- Chọn mật độ dòng điện J qua dây quần máy biến áp. Giá trị mật độ dòng điện theo nguyên lý thiết kế phụ thuộc vào các thông số sau: cấp cách điện chịu nhiệt của vật liệu dùng thi công bộ dây biến áp, chế độ làm việc máy biến áp liên tục, ngắn hạn lặp lại hay ngắn hạn không lặp lại... kiểu thông gió giải nhiệt cho dây quần biến áp..



- Muốn chọn giá trị mật độ dòng chính xác, chúng ta cần tham khảo các bảng số tiêu chuẩn.
- Trong bài này chúng ta chọn mật độ dòng cho dây quấn máy biến áp trong phạm vi:

$$J = 4 A / mm^2 \rightarrow 5 A / mm^2$$



- Tính toán diện tích của cửa sổ lõi thép; gọi A_{cs} là diện tích cửa sổ; chúng ta có quan hệ sau:

$$A_{cs} = c.h$$

- Trong đó:

$$(A_{cs}) = (mm^2); (a) = (b) = (mm)$$

- Với lá thép tiêu chuẩn, chúng ta có quan hệ giữa các kích thước cơ bản a, b với kích thước cửa sổ lõi thép như sau:

-

- $$c = \frac{a}{2}; h = \frac{3.a}{2} \quad (1.8)$$



- Như vậy, chúng ta có thể xác định diện tích cửa sổ lõi thép theo quan hệ khác như sau
- $$A_{cs} = \frac{3a^2}{4} = 0,75a^2 \quad (1.9)$$
- Gọi $K_{lđ}$ là hệ số lấp đầy cửa sổ lõi thép; $K_{lđ}$ được định nghĩa như sau:

$$K_{lđ} = \frac{\text{Tổng tiết diện dây quấn sơ và thứ cấp}}{\text{Tiết diện cửa sổ lõi thép}} \quad (1.10)$$

- Gọi η là hiệu suất của máy biến áp; theo lý thuyết máy biến áp, với máy biến áp là dạng một pha, chúng ta định nghĩa hiệu suất theo quan hệ sau:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{\text{Công suất tác dụng tiêu thụ trên tải}}{\text{Công suất tác dụng cung cấp vào sơ cấp}} = \frac{U_2 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_2}{U_1 \cdot I_1 \cdot \cos \varphi_1} \quad (1.11)$$

- Trong các trường hợp tải có tính cảm, đồng thời nếu xem như tổn hao thép rất bé, điện kháng tản từ của biến áp không cao; lúc đó giá trị hệ số công suất tải và hệ số công suất phía sơ cấp có thể xem như gần bằng nhau.



- Trong trường hợp này, một cách gần đúng chúng ta có thể viết như sau:

- $$\eta = \frac{p_2}{p_1} = \frac{U_2 I_2 \cdot \cos \varphi_2}{U_1 I_1 \cos \varphi_1} \approx \frac{U_2 I_2}{U_1 I_1} = \frac{S_2}{S_1} \quad (1.12)$$

- Trong đó:

- S1 và S2: lần lượt là công suất biểu kiến cung cấp vào phía sơ cấp và thứ cấp. nếu áp dụng quan hệ (1.12) chúng ta có thể xác định được tỉ số giá trị dòng điện qua các dây quấn sơ và thứ cấp, xem quan hệ (1.13)
$$\frac{I_2}{I_1} = \eta \cdot \frac{U_1}{U_2}$$

- Với giá trị mật độ dòng điện J chọn trong các công đoạn tính toán trên, chúng ta suy ra tỉ số tiết diện của dây quấn sơ cấp và thứ cấp từ quan hệ (1.13)
- Theo lý thuyết ta có:

$$S = \frac{I}{J} = \frac{[\text{A}]}{[\text{A}/\text{mm}^2]}$$

- Gọi S_1 ; S_2 là tiết diện dây quấn sơ cấp và thứ cấp, suy ra:

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{I_2}{I_1} = \eta \cdot \frac{U_1}{U_2} = \frac{\left(\frac{\pi \cdot d_2^2}{4}\right)}{\left(\frac{\pi \cdot d_1^2}{4}\right)} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

- Tóm lại ta có quan hệ sau:

$$\left(\frac{d_2}{d_1}\right) = \sqrt{\eta \cdot \frac{U_1}{U_2}} \quad \text{hay} \quad \frac{S_2}{S_1} = \eta \cdot \frac{U_1}{U_2}$$

Trong đó:

- D_1, d_2 là đường kính dây trần phía sơ cấp và thứ cấp.
- Với dây quấn sơ và thứ cấp là dây điện từ tiết diện tròn tráng men, đường dây có tính lớp men bọc và đường kính dây trần quan hệ với nhau như sau đây:
- $d_{cd} [mm] = d [mm] + 0,05mm$



Chú ý:

- Trong quá trình tính toán biến áp chúng ta cần phân biệt các khái niệm sau đây:
- dựa theo các giá trị dòng điện tải qua dây quấn và mật độ dòng điện, chúng ta xác định được tiết diện dây, và đường kính dây trần.
- dựa theo tiết diện dây và đường kính dây có lớp men bọc, chúng ta sẽ xác định được hệ số lấp đầy của số lõi thép
- Tuy nhiên quan hệ (1.15) chỉ dùng cho các loại dây điện từ có đường kính lớn hơn 0,2mm; với đường kính dây nhỏ hơn bề dày

- Trong quá trình tính toán ước lượng thi công, chúng ta có thể tính tỉ số chênh lệch giữa tiết diện dây quấn trần và tiết diện dây quấn khi tính luôn lớp cách điện theo quan hệ (1.16) sau đây. Quan hệ này hoàn toàn chính xác khi dây quấn tiết diện tròn và lớp men bọc dây 0,05mm đồng thời đường kính dây quấn thay đổi trong phạm vi từ 0,25mm đến 1mm.

$$\frac{s_{cd}}{s} = (1,44 \div 1,1)$$

(1.16)

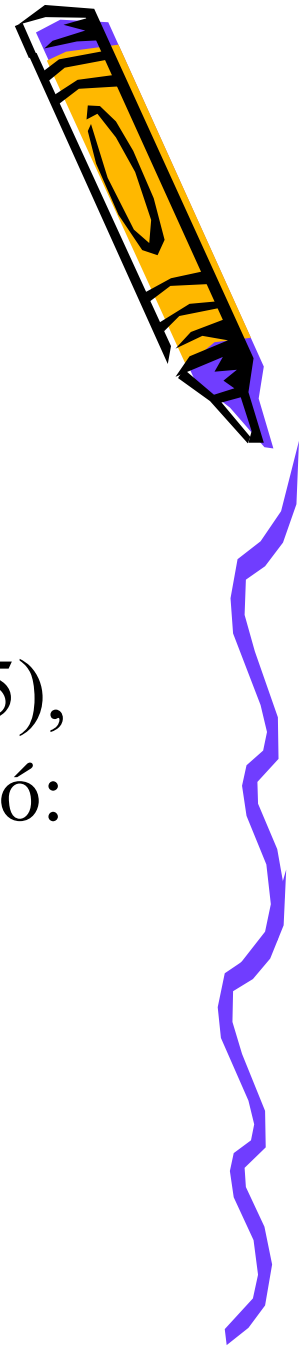
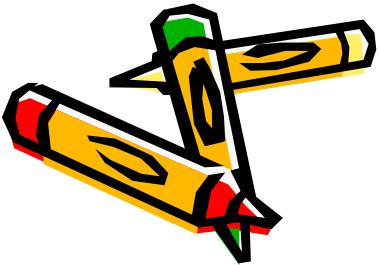
- Trong đó
- S_{cd} , và S lần lượt là tiết diện dây quấn có tính lớp men bọc cách điện và tiết diện dây trần.
ngoài ra chúng ta chú ý; khi đường kính dây có giá trị bé tỉ số tiết diện chênh lệch có giá trị lớn.
- Trong quá trình tính toán ước lượng sơ bộ, chúng ta có thể lập quan hệ sau đây để loại bỏ ảnh hưởng chênh lệch giá trị giữa S và S_{cd}

- $$\frac{S_{2cd}}{S_{1cd}} \cong \frac{S_2}{S_1} = \eta \cdot \frac{U_1}{U_2} \quad (1.17)$$

- Phối hợp các quan hệ vừa trình bày: (1.5), (1.6); (1.7); (1.10); (1.14); và (1.16) ta có:

$$K_{id} = \frac{N_1 S_{1cd} + N_2 S_{2cd}}{A_{cs}}$$

- (1.18)



- Trong đó đơn vị đo của các tiết diện tính theo (mm²) . chọn giá trị $K_{ld} = 0,46$ chúng ta thành lập được hệ phương trình sau dùng xác định tiết diện dây quấn sơ và thứ cấp (có tính luôn lớp men bọc cách điện).

$$\begin{aligned} N_1 \cdot s_{1cd} + N_2 \cdot s_{2cd} &= K_{ld} \cdot A_{cs} \\ s_{2cd} &= s_{1cd} \cdot \left(\eta \cdot \frac{U_1}{U_2} \right) \end{aligned} \quad (1.19)$$

- Giải hệ thống phương trình trên chúng ta suy ra: tiết diện dây quấn (có tính đến bề dày cách điện) của dây quấn sơ và thứ cấp; đường kính dây có cách điện và đường kính dây trần.



Chú ý:

- Khi tính được các giá trị đường kính dây quấn, chúng ta phải chỉnh tròn số các giá trị tính được theo đúng các kích thước sẵn có, quy định do các nhà sản xuất.
- Quá trình chỉnh này phải khéo léo để không làm gia tăng hệ số đầy (đưa lên thực trạng không bỏ lọt bộ dây vào cửa sổ lõi thép); nhưng cũng không được làm giảm quá thấp giá trị K_{id} (tránh tình trạng làm giảm thấp công

Bước 5: Ước lượng công suất biểu kiến nhận được phía thứ cấp biến áp.

- Với các kết quả tính được trong bước 4, dựa vào giá trị tiết diện dây trần ở sơ và thứ cấp, giá trị mật độ dòng điện đã chọn, chúng ta tính dòng điện định mức qua dây quấn khi mang đầy tải (tải đúng định mức).

$$I_1 = J \cdot S_1$$

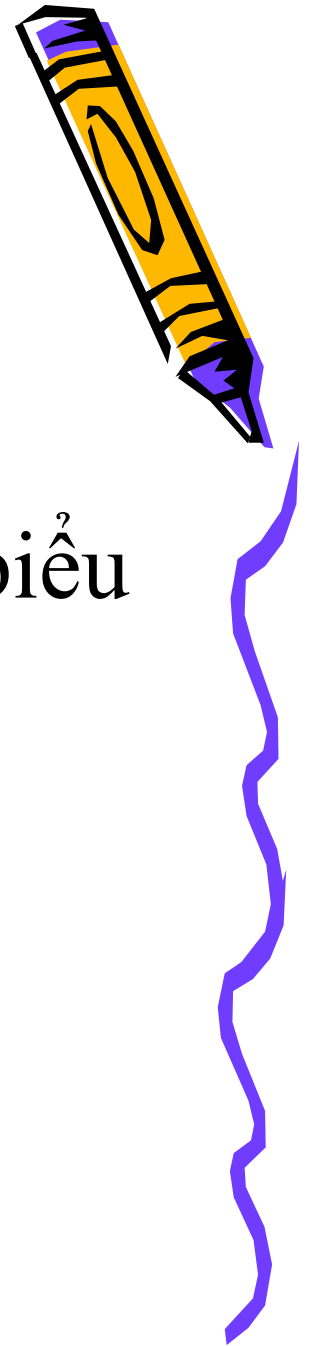
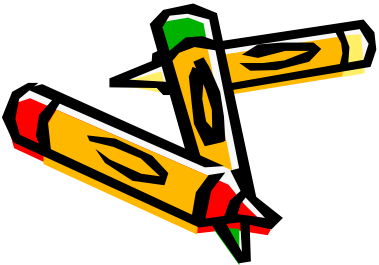
$$I_2 = J \cdot S_{21}$$

(1.20)

- Căn cứ vào giá trị dòng điện tính được, chúng ta xác định công suất biểu kiến cung cấp từ thứ cấp đến tải.

$$S_2 = U_2 \cdot I_2$$

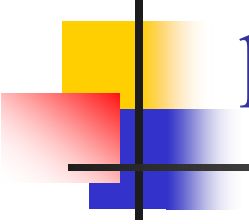
(1.21)





Bước 6: tính toán số vòng dây quấn một lớp, số lớp của bộ dây quấn sơ và thứ cấp.

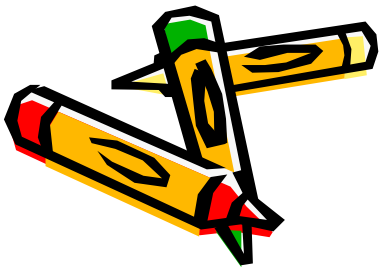
- Trong quá trình thi công, số vòng một lớp dây quấn và số lớp dây quấn thực hiện được trên toàn bộ dây; phụ thuộc vào các yếu tố sau:
- kích thước và vật liệu làm khuôn quấn dây.
- Bề dày giấy cách điện lớp giữa các lớp dây quấn.

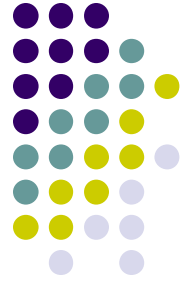


Với khuôn quần dây, chúng ta có thể lựa chọn theo các phương án sau:

- Phương án dùng khuôn nhựa đúc sẵn
- Phương án gia công khuôn quần dây bằng giấy cách điện

- Chúng ta có thể dùng khuôn nhựa đúc sẵn, khi kích thước khuôn tương thích với kích thước của lõi thép. Chọn theo phương án này, không tốn thời gian làm khuôn, nhưng phải thực hiện công tác chuẩn bị làm sạch các cạnh khuôn nhựa trước khi quấn dây.



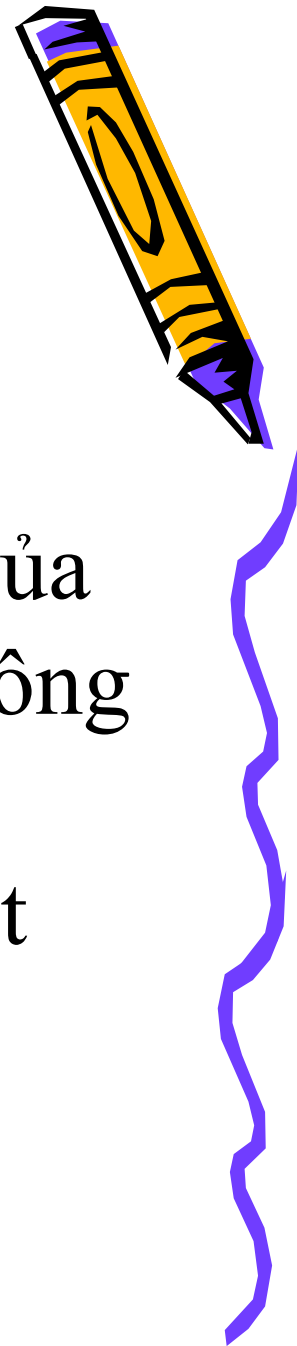


- Vì khả năng chịu nhiệt của khuôn nhựa không cao so với các vật liệu cách điện khác: bakelite, carton cách điện, giấy presspahn...đồng thời để tạo dễ dàng trong quá trình chế tạo bề dày của khuôn nhựa thường bằng hay lớn hơn 1mm; như vậy bề cao hiệu dụng dùng rải dây quấn sẽ nhỏ hơn bề cao của sổ lõi thép làm giảm thấp số vòng dây quấn bố trí cho mỗi lớp.

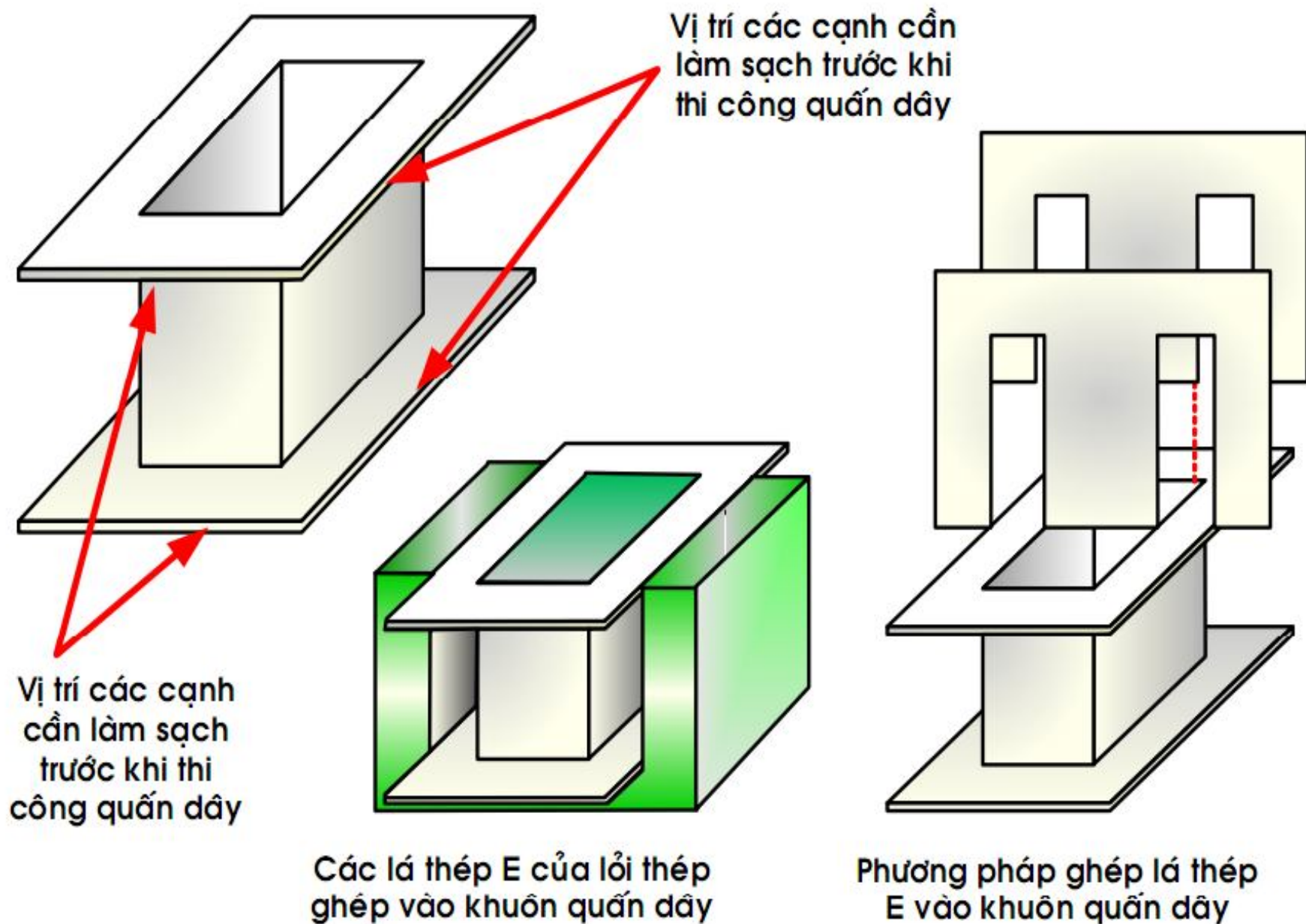
- Điều cuối cùng cần quan tâm khi chọn lựa khuôn là chú ý đến bề dày b của lõi thép. Giá trị bề dày lõi thép, xác định trong quá trình tính toán số vòng dây, sẽ nhỏ hơn bề dày lõi thép biến áp thực tế.



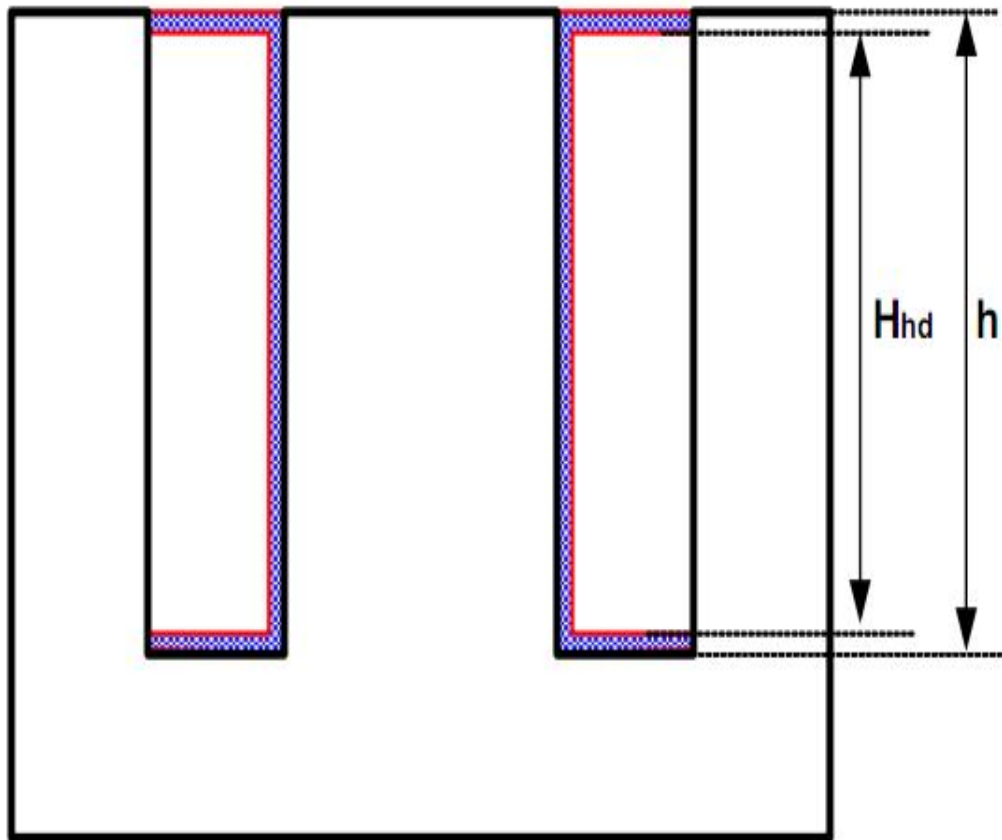
- sự kiện này xảy ra khi ba vó ở các cạnh mỗi lá thép; làm tăng độ dày của lõi thép trong quá trình lắp ghép (công nghệ dập lá thép càng chính xác và tinh vi làm giảm thấp lớp ba vó xuất hiện trên các cạnh của lá thép).



- Tòm lại trong quá trình thi công, trước khi thi công: chúng ta nên chép toàn bộ các lá thép vào khuôn nhựa để xác định khả năng chứa của khuôn. Nếu khuôn quá rộng so với bề dày là thép, dễ sinh ra hiện tượng rung và tiếng ồn tần số thấp khi biến áp vẫn hành. Ngược lại nếu khuôn quá hẹp, chúng ta không thể ghép hết toàn bộ lá thép vào khuôn, như vậy số liệu tính toán sẽ sai lệch.



HÌNH 1.3 : Khuôn nhựa dùng quấn dây và phương pháp ghép lõi thép thử khuôn.



- Trong hình 1.3 chúng ta trình bày hình dạng khuôn nhựa, các vị trí cạnh cần làm sạch trước khi thi công, cách ghép thủ lỏi thép vào khuôn nhựa trước khi thi công. Kích thước của khuôn dùng quấn dây được trình bày trong hình 1.4

HÌNH 1.4: Bề cao hiệu dụng quấn dây.

- Khi tính toán số vòng một lớp dây quấn, bề cao quấn dây xác định theo kích thước đã trừ đi bề dày của khuôn quấn (quấn khuôn che phía trên 2 mặt của bộ dây). Gọi bề cao dùng quấn dây là bề cao hiệu dụng H_{hd} , ta có:

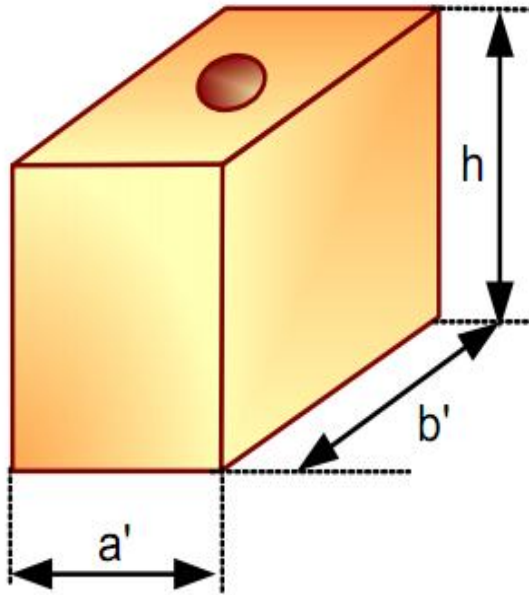
$$H_{hd} = h - 2 \cdot (\text{bề dày khuôn quấn dây})$$

(1.22)

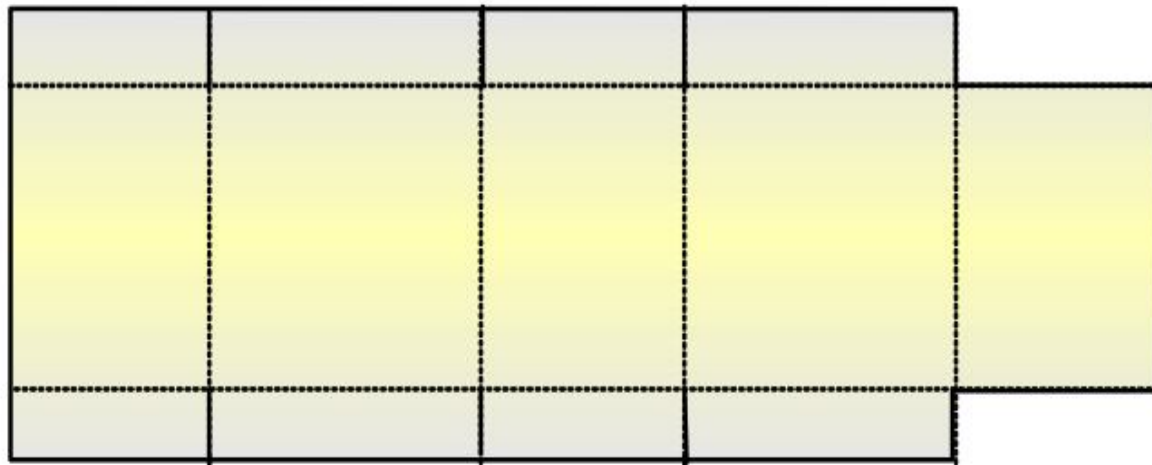
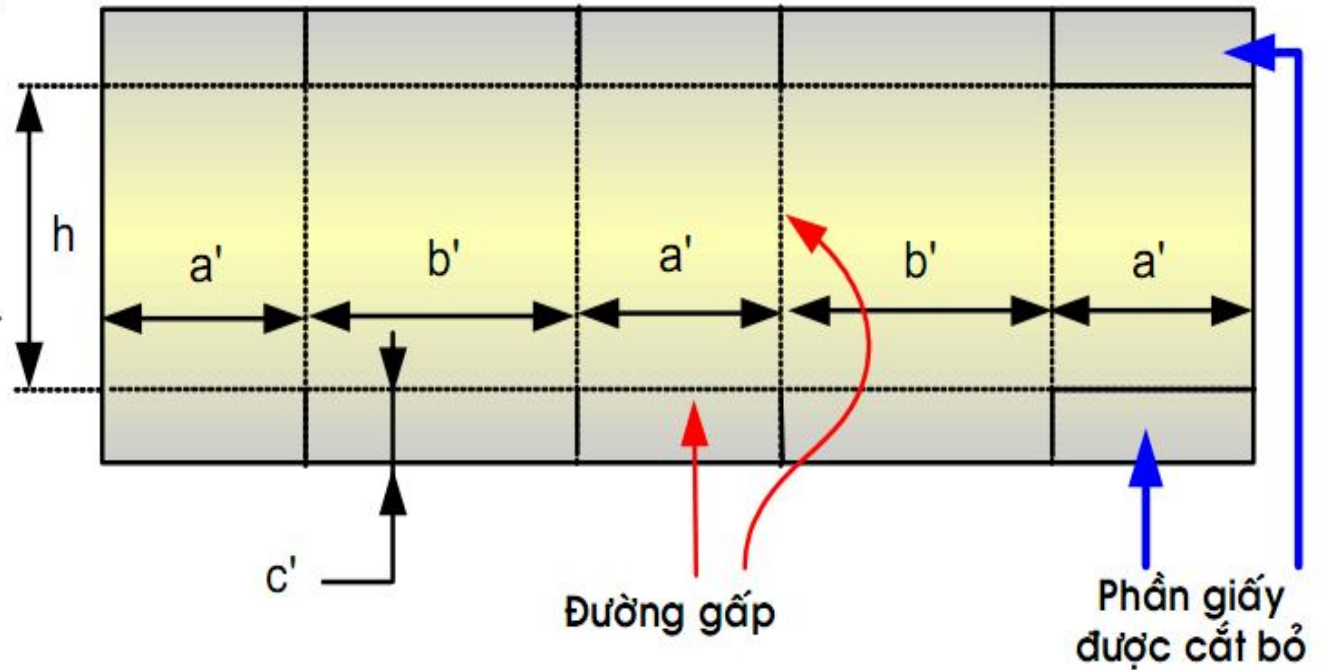
Phương án gia công khuôn quấn dây bằng giấy cách điện:

- Khi dùng giấy cách điện làm khuôn quấn dây biến áp, ta phải chọn giấy cách có độ dày khoảng 1mm (nếu khuôn 1 lớp) hoặc 0,5mm (khi thực hiện khuôn có 2 lớp). Giấy cách điện làm khuôn phải cứng, có độ bền cơ học.

LỖI GỖ

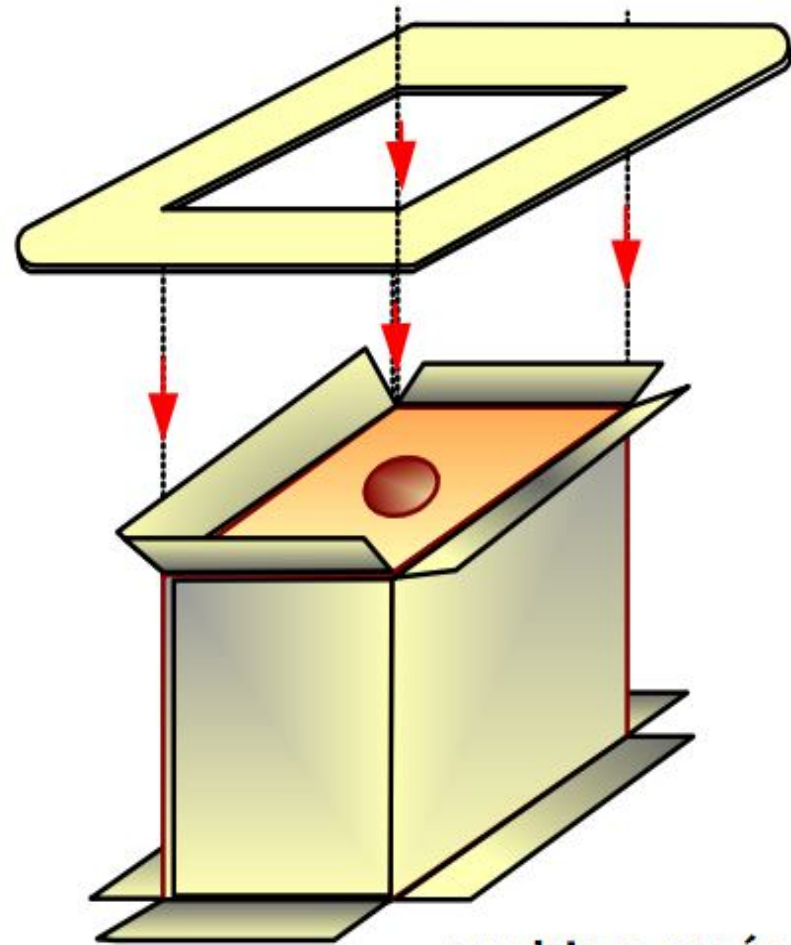
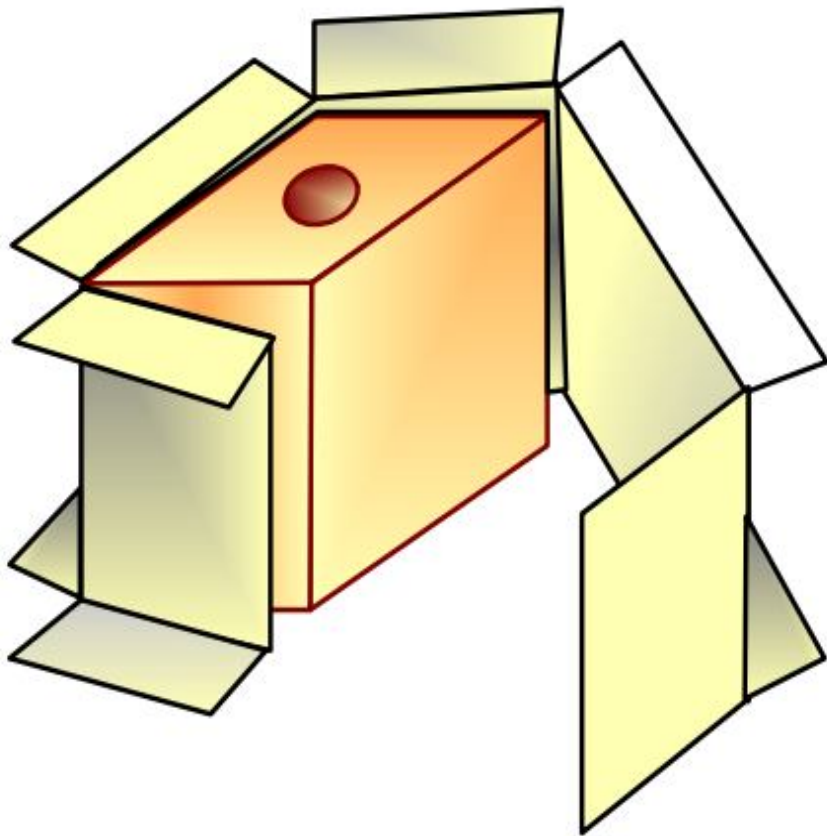


GIẤY CÁCH ĐIỆN DÙNG LÀM KHUÔN



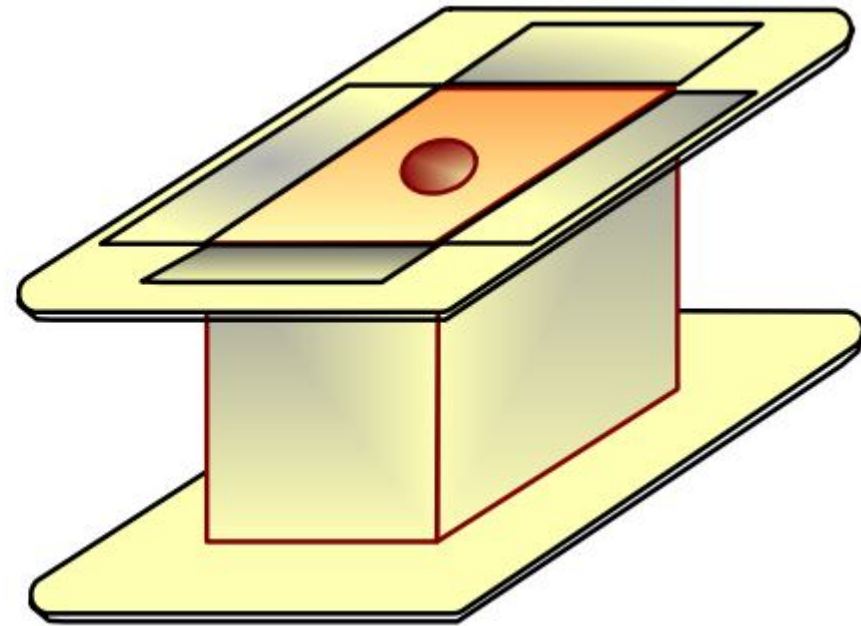
GIẤY CÁCH ĐIỆN DÙNG
LÀM KHUÔN
(Sau khi đã cắt bỏ các
diện tích không cần thiết)

**PHƯƠNG PHÁP GẤP
GIẤY CÁCH ĐIỆN
BỌC QUANH LỖI GỖ**



**PHƯƠNG PHÁP LỒNG
TẤM CÁCH ĐIỆN
CHE CẠNH DÂY QUẤN**

KHUÔN QUẤN DÂY LÀM
BẰNG GIẤY CÁCH ĐIỆN
THỰC HIỆN HOÀN CHỈNH

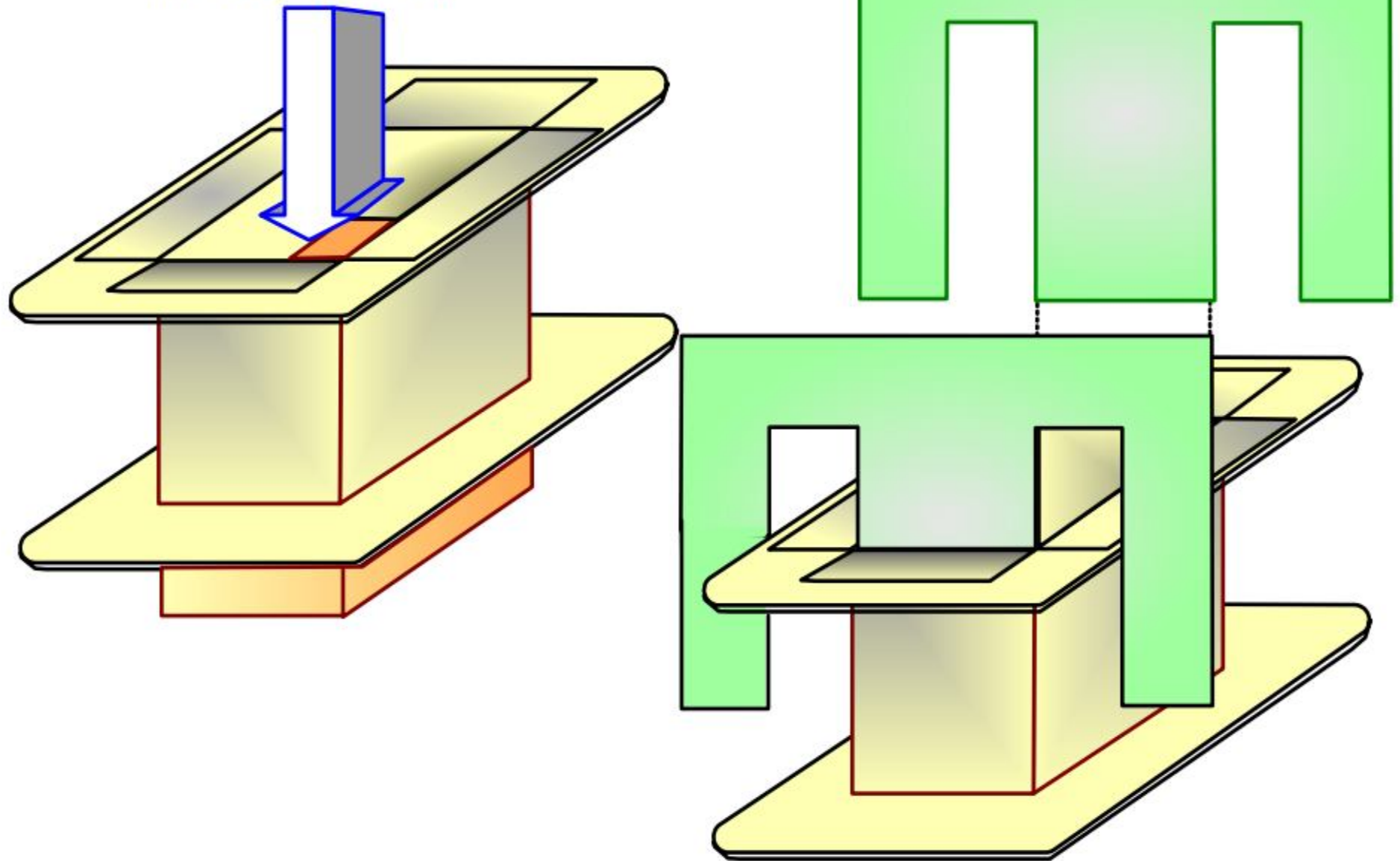


- Trong các hình trên đã trình bày trình tự thực hiện khuôn quần dây làm bằng giấy cách điện. với phương pháp làm khuôn quần dây bằng giấy cách điện; khi thực hiện chúng ta cần chú ý các đặc điểm sau:

- Lỗ gỗ phải có kích thước quan hệ với kích thước lỗ thép như sau:
 - Kích thước a' lỗ gỗ hơi lớn hơn kích thước a của lỗ thép khoảng 0,5mm.
 - Kích thước b' lỗ gỗ lớn hơn kích thước toàn bộ lá thép E ghép sát lại; kích thước này lớn hơn kích thước b dùng tính toán tiết diện lỗ thép.
 - Kích thước h của lỗ gỗ bằng độ cao h của cửa sổ lỗ thép.
- Bề rộng của tấm giấy cách điện dùng làm “tai” của khuôn quấn dây dùng che các cạnh dây quấn chống xây xát với lá thép trong quá trình lắp ghép phải có bề rộng bằng với bề rộng c của cửa sổ lỗ thép

-
- Phải dùng keo dán lớp giấy gấp mí của khuôn quần dây. Lớp gấp mí luôn nằm phía cánh a của lõi thép.
 - Dùng keo dán định vị các tấm giấy cách điện (“tai” của khuôn quần) vào khuôn quần dây.
 - Sau khi thực hiện; chờ cho các lớp keo dán khô hẳn, cho lõi gỗ thoát khỏi khuôn giấy và dùng lá thép E ướm kiểm tra lại điều kiện bỏ lọt lá thép E vào khuôn quần dây. Nếu cần thiết dùng kéo tỉa định hình những vị trí dư thừa. sau khi cho lá thép E vào khuôn kiểm tra độ cao của khuôn phải bằng hay hơi thấp hơn bề cao h của cửa sổ lõi thép (xem hình dưới)
-

HƯỚNG TÁC ĐỘNG THOÁT LỖI GỠ KHỎI
KHUÔN QUẤN DÂY



-
- Dựa vào kích thước khuôn chúng ta xác định số vòng cho mỗi lớp dây quấn và bề dây tính toán cho bộ dây quấn.
 - Số vòng dây quấn cho một lớp dây quấn sơ cấp:

$$\boxed{SV_1 / \text{lớp} = \frac{H_{hd}}{d_{lcd}} \cdot K_{quán}} \quad (1.23)$$

- Trong đó:
 - $K_{quán}$: là hệ số quấn phụ thuộc vào công nghệ quấn dây, giá trị này được xác định trong phạm vi: $K_{quán} = (0,95 \rightarrow 0,92)$.
-

-
- Số vòng dây quấn cho một lớp dây quấn thứ cấp:

$$SV_2 / \text{lớp} = \frac{H_{hd}}{d_{2cd}} \cdot K_{quấn} \quad (1.24)$$

- Số lớp dây quấn sơ cấp:

$$SL_1 = \frac{N_1}{SV_1 / \text{lớp}} \quad (1.25)$$

- Số lớp dây quấn thứ cấp:

$$SL_2 = \frac{N_2}{SV_2 / \text{lớp}} \quad (1.26)$$

- Bề dày cuộn dây quấn:

$$\mathbf{e} = \mathbf{SL}_1 \cdot (\mathbf{d}_{1cd} + \mathbf{e}_{cd1}) + \mathbf{SL}_2 \cdot (\mathbf{d}_{2cd} + \mathbf{e}_{cd2}) \quad (1.27)$$

- Trong đó:
- \mathbf{e} : bề dày cuộn dây quấn, có tính luôn cách điện giữa các lớp dây quấn.
- \mathbf{e}_{cd1} : bề dày giấy cách điện lớp giữa các lớp dây quấn sơ cấp.
- \mathbf{e}_{cd2} : bề dày giấy cách điện lớp giữa các lớp dây quấn thứ cấp.

-
- thông thường , với máy biến áp 1 pha công suất dưới 50VA, dây quấn sơ cấp có thể quấn không cần cách điện lớp, để tránh làm tăng bề dày cuộn dây do giấy cách điện lớp tạo ra. Chỉ cần cách điện lớp giữa dây quấn sơ cấp và thứ cấp.
-

- với công nghệ này, khi thi công cần rãi đều số vòng dây trên mỗi lớp trong quá trình quấn dây; đồng thời phải đảm bảo cách điện thật kỹ. Với các biến áp có công suất lớn hơn 100VA trở lên, chúng ta nên dùng cách điện giữa các lớp trong mỗi cuộn dây; bề dày cách điện phụ thuộc vào khoảng điện áp chênh lệch giữa hai lớp dây quấn

- nếu điện áp chênh lệch giữa hai lớp không quá 600V, chúng ta có thể chọn giấy presspahhn độ dày cách điện khoảng 0,1mm.
- kiểm tra lại hệ số lấp đầy tính theo bề dày của khuôn quấn dây, chúng ta có hệ số lấp đầy của số lõi thép tính theo bề dày choáng chỗ của cuộn dây quấn biến áp như sau

$$K_{ldcs} = \frac{e}{c}$$

(1.28)

- giá trị cho phép của hệ số $K_{ldcs} = (0,75 \div 0,82)$. Nếu giá trị tính toán được nhỏ hơn khoảng giá trị cho phép, chúng ta chưa tận dụng hết khả năng của lõi thép; ngược lại nếu giá trị tính toán được lớn hơn khoảng giá trị cho phép này, cuộn dây có khả năng không bỏ lọt vào cửa sổ.
- đến giai đoạn này nếu các số liệu tính toán đã thỏa, chúng ta tiến hành thi công.

ứng dụng Máy Biến Áp vào đời sống và sản xuất

