

PHẦN 1 – MÁY BIẾN ÁP

CHƯƠNG 4

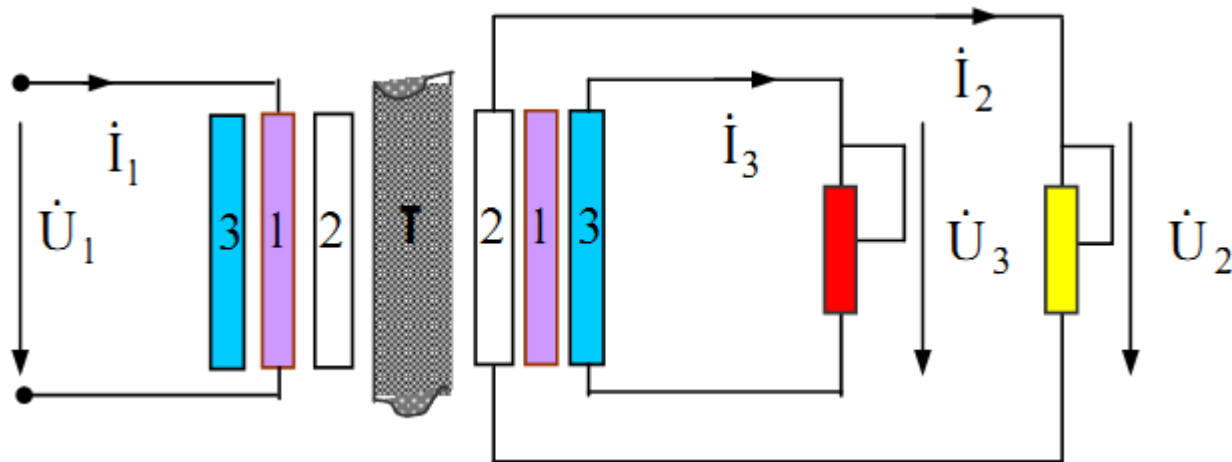
MÁY BIẾN ÁP ĐẶC BIỆT

CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

1. MÁY BIẾN ÁP BA DÂY QUẦN

Mba ba dây quần là mba có một dây quấn sơ và hai dây quấn thứ, dùng để cung cấp điện cho các lưới điện có điện áp khác nhau, ứng với các tỉ số biến đổi :

$$k_{12} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}; k_{13} = \frac{U_1}{U_3} = \frac{N_1}{N_3}$$



CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Ưu điểm của mba ba dây quấn so với mba hai dây quấn :

1. Giá thành sản xuất rẻ hơn mba hai dây quấn.
2. Mặt bằng chiếm chỗ bé hơn.
3. Liên tục truyền tải năng lượng từ dây quấn sơ sang hai dây quấn thứ hoặc truyền từ dây quấn thứ này sang dây quấn thứ khác.
4. Tổn thất năng lượng bé hơn mba 2 dây quấn khoảng chừng hai lần.

Nhược điểm của mba ba dây quấn so với mba hai dây quấn :

1. Độ tin cậy của mba 3 dây quấn bé hơn mba 2 dây quấn.
2. Việc bố trí đầu ra của mba 3 dây quấn phức tạp hơn mba 2 dây quấn.

CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Máy biến áp ba dây quấn được chế tạo theo kiểu tổ máy biến áp ba pha hoặc máy biến áp ba pha ba trụ, ở mỗi pha đặt ba dây quấn.

Tiêu chuẩn tổ nối dây mba 3 dây quấn $Y_0/Y_0/\Delta$ -12-11 và tổ mba 3pha hay mba 3pha ba trụ $Y_0/\Delta/\Delta$ -11-11.

Theo qui định tiêu chuẩn về công suất chế tạo mba 3 dây quấn:

$S_{1đm}/S_{1đm}$	$S_{2đm}/S_{1đm}$	$S_{3đm}/S_{1đm}$.
1	1	1	
1	1	2/3	
1	2/3	2/3	
(1	2/3	1)	

CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

1.1. Phương trình cơ bản, sơ đồ thay thế, đồ thị vectơ

Quá trình điện từ trong mba 3 dây quấn được mô tả như mba 2 dây quấn, tất cả các đại lượng của hai dây quấn thứ cấp 2, 3 quy đổi về số vòng của dây quấn sơ cấp:

$$\dot{I}'_2 = I_2 \frac{N_2}{N_1}; \dot{I}'_3 = I_3 \frac{N_3}{N_1}; U'_2 = U_2 \frac{N_1}{N_2}; U'_3 = U_3 \frac{N_1}{N_3}$$

Dòng từ hóa mba 3 dây quấn rất nhỏ được xác định:

$$\dot{I}_1 + \dot{I}'_2 + \dot{I}'_3 = \dot{I}_0 \approx 0$$

Sơ đồ hồ cảm :

$$-\dot{E}_1 = -\dot{E}_2 = Z_m \dot{I}_0 \quad \text{với} \quad Z_m = r_m + jX_m$$

CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Sđđ tản trong mỗi dây quấn:

$$\dot{E}_{\sigma 1} = -jx_1 \dot{I}_1; \dot{E}_{\sigma 2} = -jx_2' \dot{I}_2'; \dot{E}_{\sigma 3} = -jx_3' \dot{I}_3'$$

Dòng cân bằng hồ cảm:

$$\dot{I}_1' = \dot{I}_1 - \dot{I}_0 \approx \dot{I}_1$$

Điện kháng : x_1, x_2', x_3' - điện kháng tản tương đương của dây quấn, được tìm thấy khi có tính đến ảnh hưởng của các dây quấn khác. (Ngẫu hợp từ thông tản).

CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

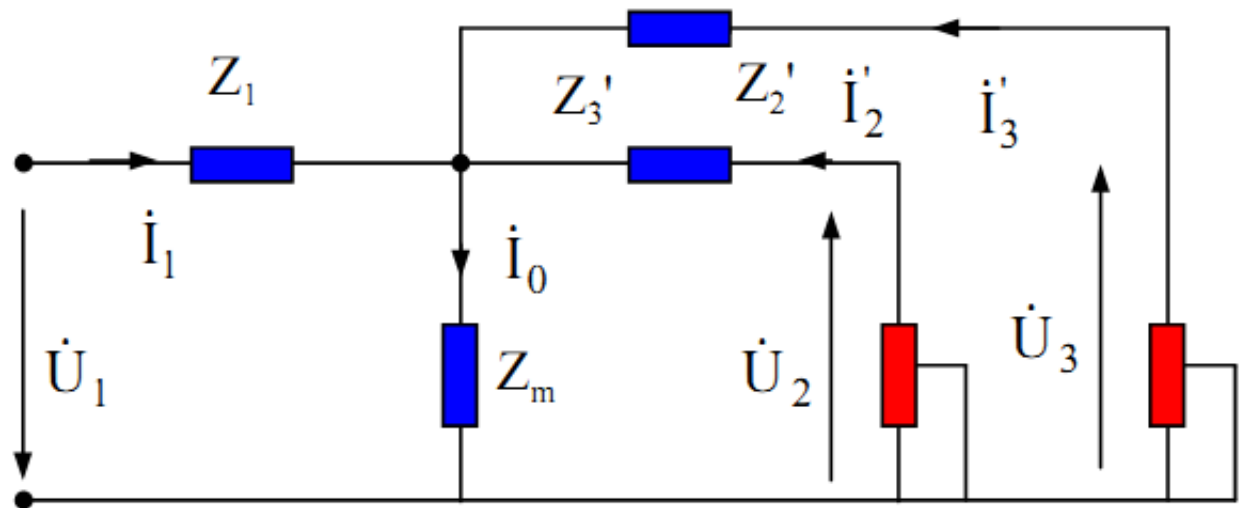
Phương trình cân bằng điện áp của mba ba dây quấn:

$$\dot{U}_1 = -\dot{E}_1 - \dot{E}_{\sigma 1} + r_1 \dot{I}_1 = -\dot{E}_1 + Z_1 \dot{I}_1$$

$$\dot{U}'_2 = -\dot{E}'_2 - \dot{E}'_{\sigma 2} + r'_2 \dot{I}'_2 = \dot{E}'_2 - Z'_2 \dot{I}'_2$$

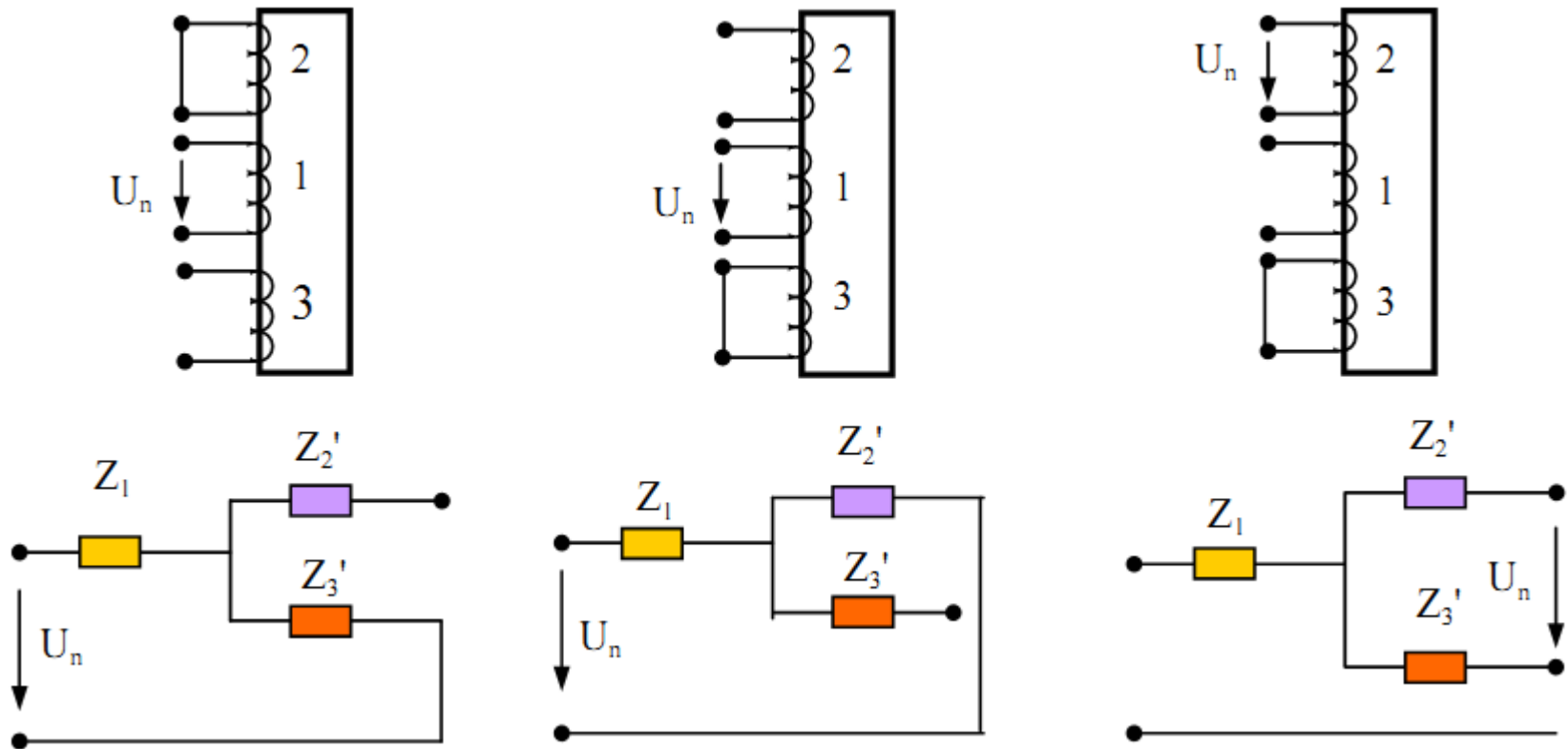
$$\dot{U}'_3 = -\dot{E}'_3 - \dot{E}'_{\sigma 3} + r'_3 \dot{I}'_3 = \dot{E}'_3 - Z'_3 \dot{I}'_3$$

Sơ đồ thay thế:



CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Sơ đồ thí nghiệm xác định thông số và mạch điện thay thế:



CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Tổng trở nhánh từ hoá Z_m tìm được bằng tính toán hoặc thí nghiệm.

Các tổng trở Z_1, Z_2', Z_3' , được xác định từ thí nghiệm ngắn mạch:

$$\begin{cases} Z_{n12} = Z_1 + Z_2' = r_{n12} + jX_{n12} \\ Z_{n13} = Z_1 + Z_3' = r_{n13} + jX_{n13} \\ Z_{n23} = Z_2' + Z_3' = r_{n23} + jX_{n23} \end{cases}$$

Giải hệ phương trình

xác định được Z_1, Z_2', Z_3' :

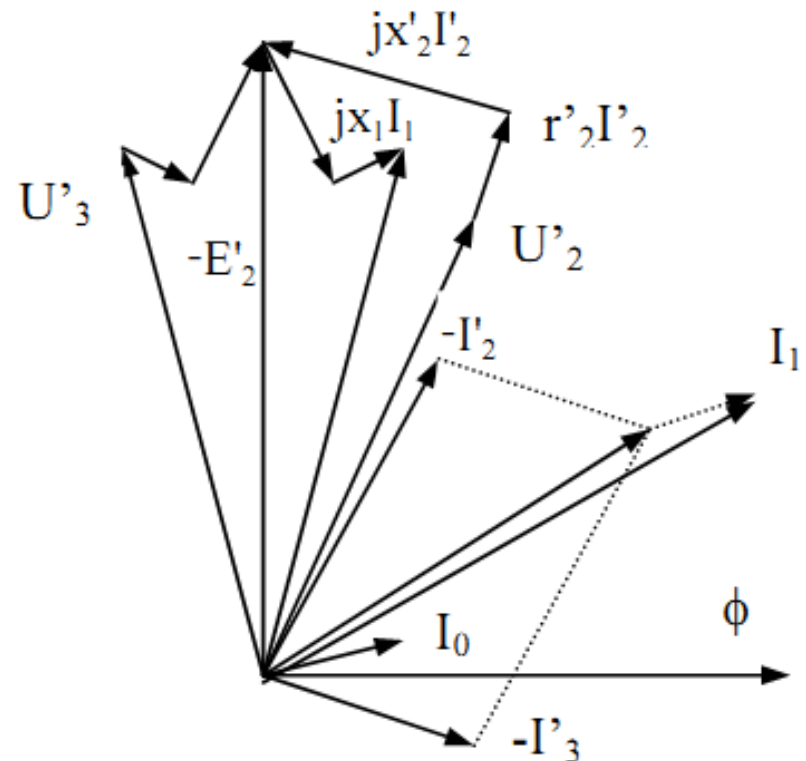
$$\begin{cases} Z_1 = \frac{1}{2}(Z_{n12} + Z_{n13} - Z_{n23}) \\ Z_2' = \frac{1}{2}(Z_{n12} + Z_{n23} - Z_{n13}) \\ Z_3' = \frac{1}{2}(Z_{n13} + Z_{n23} - Z_{n12}) \end{cases}$$

CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Đồ thị véc tơ:

Từ đồ thị ta thấy U'_2 không những phụ thuộc vào I'_2 mà còn phụ thuộc vào I'_3 . Và U'_3 không những phụ thuộc vào I'_3 mà còn phụ thuộc vào I'_2 .

Để giảm ảnh hưởng này ta cần giảm tổng trở Z_1 bằng cách đặt cuộn dây 1 vào giữa 2 dây quấn 2 và 3, lúc đó x_1 có thể có giá trị âm.



CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

1.2. Độ thay đổi điện áp thứ cấp mba ba dây quấn.

a. Dây quấn 1 và 2:

$$\begin{aligned}\Delta U_{*12} &= \frac{U_{1đm} - U'_2}{U_{1đm}} \\ &= u_{nr*12} \cos \varphi_2 + u_{nx*12} \sin \varphi_2 + u_{nr*(3)} \cos \varphi_3 + u_{nx*(3)} \sin \varphi_3\end{aligned}$$

Trong đó:

$$\begin{aligned}u_{nr*12} &= \frac{r_{n12} I'_2}{U_{1đm}}; u_{nx*12} = \frac{x_{n12} I'_2}{U_{1đm}} \\ u_{nr*(3)} &= \frac{r_1 I'_3}{U_{1đm}}; u_{nx*(3)} = \frac{x_1 I'_3}{U_{1đm}}\end{aligned}$$

CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

1.2. Độ thay đổi điện áp thứ cấp mba ba dây quấn.

b. Dây quấn 1 và 3:

$$\begin{aligned}\Delta U_{*13} &= \frac{U_{1đm} - U'_3}{U_{1đm}} \\ &= u_{nr*13} \cos \varphi_3 + u_{nx*13} \sin \varphi_3 + u_{nr*(2)} \cos \varphi_2 + u_{nx*(2)} \sin \varphi_2\end{aligned}$$

Trong đó:

$$\begin{aligned}u_{nr*13} &= \frac{r_{n13} I'_3}{U_{1đm}}; u_{nx*13} = \frac{x_{n13} I'_3}{U_{1đm}} \\ u_{nr*(2)} &= \frac{r_1 I'_2}{U_{1đm}}; u_{nx*(2)} = \frac{x_1 I'_2}{U_{1đm}}\end{aligned}$$

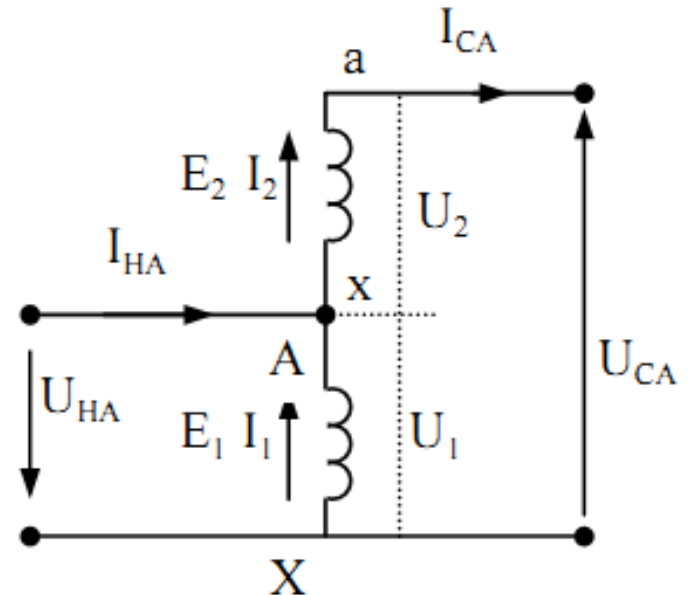
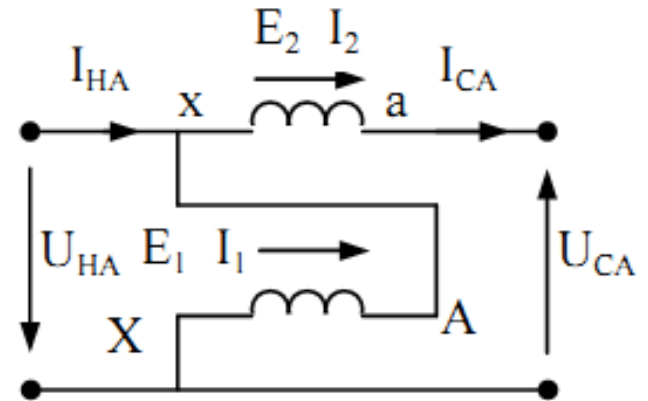
CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

2. MÁY BIẾN ÁP TỰ NGÃU

Mba tự ngẫu là loại mba mà ở đó ngoài sự liên hệ về từ còn có sự liên hệ trực tiếp với nhau về điện giữa dây quấn sơ cấp và dây quấn thứ cấp.

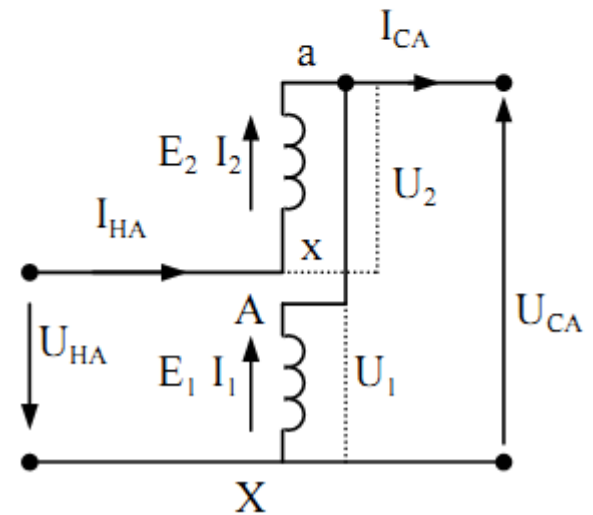
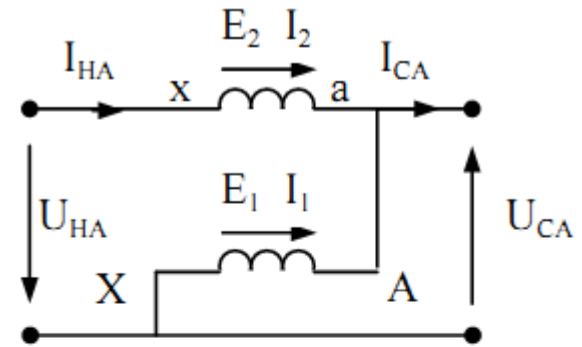
Mba từ ngẫu có hai kiểu nối dây: Nối thuận và nối ngược

Nối thuận:



CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Nối ngược:



CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Công suất truyền tải của mba tự ngẫu gồm hai thành phần :

1. Thông qua từ trường trong lõi thép.
2. Truyền dẫn trực tiếp.

Dung lượng thiết kế là dung lượng truyền dẫn nhờ từ trường:

$$S_{t.ke} = E_1 I_1 = E_2 I_2$$

Dung lượng mba tự ngẫu truyền qua lúc vận hành thực tế:

$$S_{t.te} = U_{CA} I_{CA} = U_{HA} I_{HA}$$

Tỉ số biến đổi điện áp của mba tự ngẫu:

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

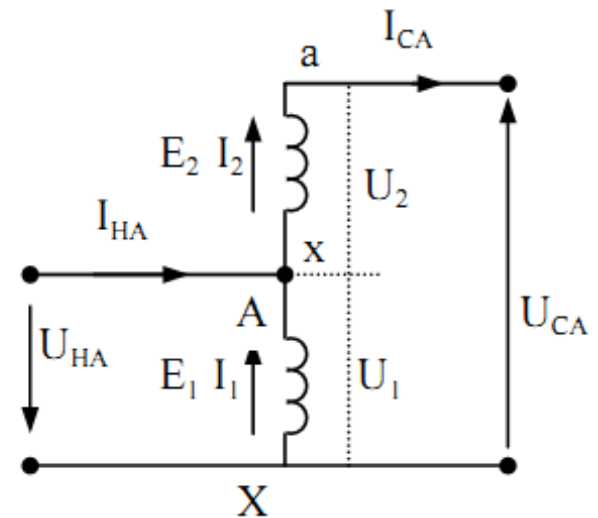
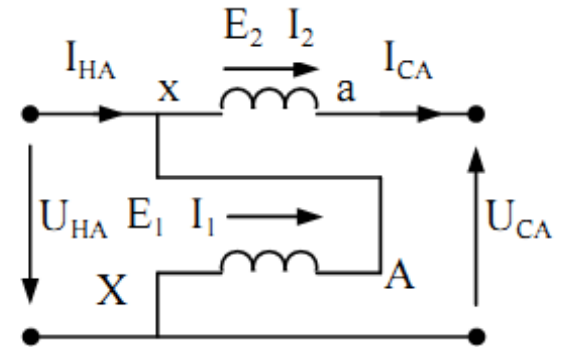
Tỉ số biến đổi điện áp của lưới điện: (thường $k < 2,5$)

$$k = \frac{U_{CA}}{U_{HA}} = \frac{I_{HA}}{I_{CA}}$$

Xét trường hợp nối thuận:

$$\frac{S_{t.ke}}{S_{t.te}} = \frac{E_2 I_2}{U_{CA} I_{CA}} = \frac{(U_{CA} - U_{HA}) I_{CA}}{U_{CA} I_{CA}}$$

$$\frac{S_{t.ke}}{S_{t.te}} = 1 - \frac{1}{k}$$



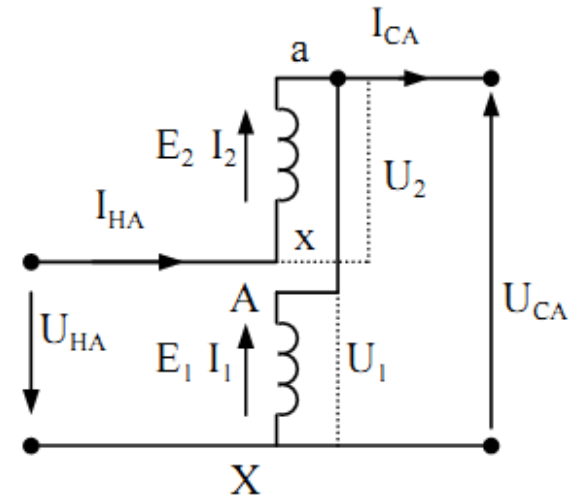
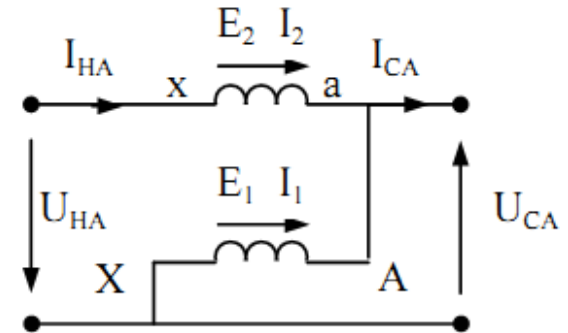
CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Xét trường hợp nối ngược:

$$\frac{S_{t.ke}}{S_{t.te}} = \frac{E_2 I_2}{U_{CA} I_{CA}} = \frac{(U_{CA} - U_{HA}) I_{HA}}{U_{CA} I_{CA}}$$

$$\frac{S_{t.ke}}{S_{t.te}} = \left(1 - \frac{1}{k}\right)k = k - 1$$

Như vậy kiểu nối thuận có lợi hơn



CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Công dụng của mba tự ngẫu:

1. Mba tự ngẫu dùng để liên lạc giữa các hệ thống điện có các cấp điện áp khác nhau trong hệ thống điện như : 110-220; 220-500; 330-750 kV.
2. Mba tự ngẫu dùng để mở máy các động cơ không đồng bộ công suất lớn.
3. Mba tự ngẫu dùng rộng rãi làm nguồn cho các thiết bị điện sinh hoạt.
4. Mba tự ngẫu dùng ở các phòng thí nghiệm để thay đổi điện áp liên tục.

CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Ưu nhược điểm của mba tự ngẫu :

• Ưu điểm :

1. Mba tự ngẫu chế tạo rẽ hơn mba 2 dây quấn cùng công suất.

2. Lúc vận hành tổn hao trong mba tự ngẫu cũng nhỏ hơn:

$$\frac{\sum p}{S_{t.tai}} = \frac{\sum p}{S_{t.ke}} \left(1 - \frac{1}{k}\right)$$

3. Điện áp u_n của mba tn nhỏ còn $(1 - 1/k)$ so với mba 2 dây quấn cùng công suất.

4. Sụt áp trong mba tự ngẫu nhỏ vì u_n nhỏ.

CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Ưu nhược điểm của mba tự ngẫu :

- Nhược điểm :

1. Vì u_n nhỏ nên dòng điện ngắn mạch I_n tương đối lớn.
2. Khi vận hành với lưới điện trung tính mba tự ngẫu phải nối đất nếu không sẽ không an toàn.
3. Mba tự ngẫu yêu cầu cách điện cao hơn mba thường.

CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

3. MÁY BIẾN ÁP ĐO LƯỜNG

3.1. Máy biến điện áp

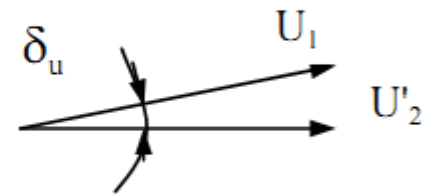
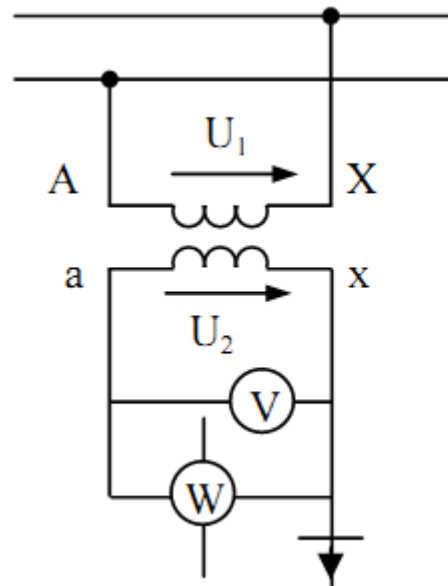
Máy biến điện áp dùng để biến điện áp cao thành điện áp nhỏ để đo lường và điều khiển. Công suất máy biến điện áp $25 \div 1000\text{VA}$.

Máy biến điện áp có dây quấn sơ nối với lưới điện và dây quấn thứ nối với Vôn mét, cuộn dây áp của Watt kế, cuộn dây của các rơle bảo vệ, hoặc các thiết bị điều khiển khác. Các loại dụng cụ này có tổng trở Z rất lớn nên máy biến điện áp xem như làm việc ở chế độ không tải, do đó sai số về trị số nhỏ và bằng :

$$\Delta U\% = \frac{U_2 \frac{N_2}{N_1} - U_1}{U_1} 100$$

CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Sơ đồ nối máy biến điện áp và góc lệch



CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Cấp chính xác và sai số máy biến điện áp:

Cấp chính xác	0,5	1	3
Sai số ΔU	$\pm 0,5\%$	$\pm 1,0$	$\pm 3,0$
Sai số δU	± 20	± 40	Không qui định

Chú ý : Khi sử dụng mbđb không được nối tắt mạch thứ cấp vì nối tắt mạch thứ cấp tương đương nối tắt mạch sơ cấp nghĩa là gây sự có ngắn mạch ở lưới điện.

CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

3.2. Máy biến dòng điện

Máy biến dòng điện dùng để biến dòng điện lớn thành dòng điện nhỏ để đo lường bằng các dụng cụ đo tiêu chuẩn và điều khiển.

Công suất Máy biến dòng điện : 5÷100VA.

Máy biến dòng điện có dây quấn sơ gồm ít vòng dây mắc nối tiếp với mạch cần đo dòng và dây quấn thứ gồm nhiều vòng dây nối với ampe mét, cuộn dây dòng của Watt mét, cuộn dây của các rơle bảo vệ, hoặc các thiết bị điều khiển khác. Các loại dụng cụ này có tổng trở Z rất bé nên máy biến dòng điện làm việc ở trạng thái ngắn mạch, khi đó lõi thép máy biến dòng điện không bão hòa và $\Phi = (0.8 \div 1) \text{Wb}$, do đó sai số đo lường về trị số nhỏ và bằng :

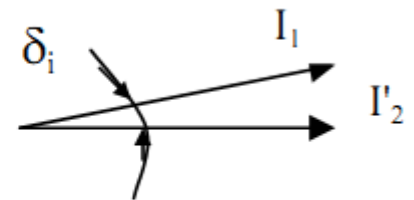
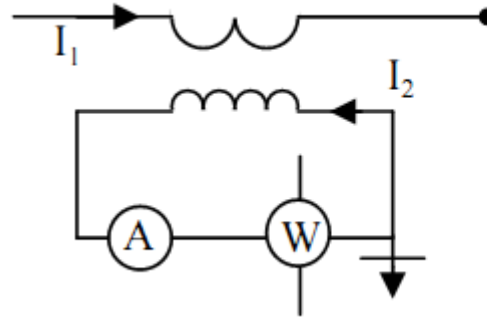
$$\Delta U\% = \frac{I_2 \frac{N_2}{N_1} - U_1}{U_1} 100$$

CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Sai số đo lường về trị số nhỏ:

$$\Delta i\% = \frac{I_2 \frac{N_2}{N_1} - U_1}{I_1} 100$$

Sơ đồ nối dây biến dòng và góc lệch:



CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Cấp chính xác và sai số máy biến dòng điện:

Cấp chính xác	0,2	0,5	1	3	10
Sai số ΔU	$\pm 0,2\%$	$\pm 0,5\%$	$\pm 1,0$	$\pm 3,0$	$\pm 10\%$
Sai số δU	± 10	± 40	± 80	Không qui định	Không qui định

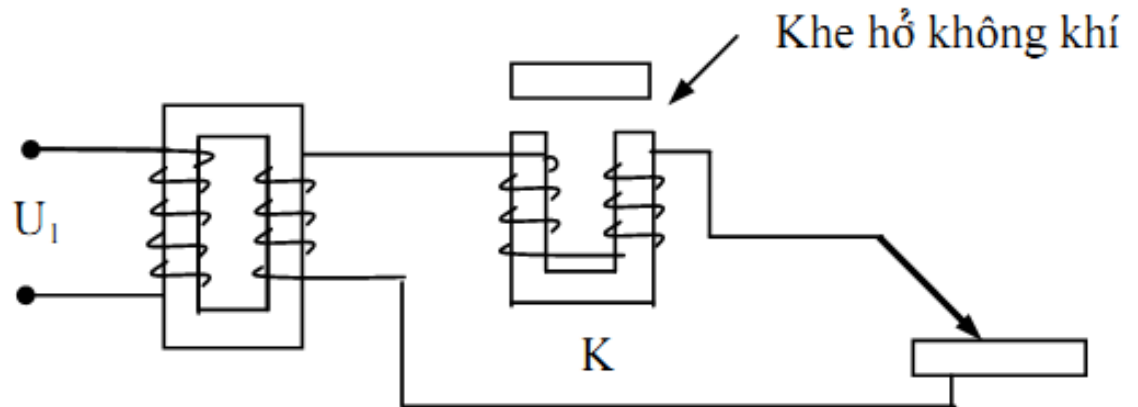
Chú ý : Khi sử dụng máy biến dòng điện không được để dây quấn thứ hở mạch vì như vậy dòng từ hóa $I_0 = I_1$ rất lớn và lõi thép bão hòa nghiêm trọng sẽ nóng lên làm cháy dây quấn, hơn nữa từ thông bằng đầu sẽ sinh ra sđđ nhọn đầu ở dây quấn thứ có thể xuất hiện điện áp cao hàng nghìn vôn làm cho dây quấn thứ và người sử dụng không an toàn.

CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

4. MÁY BIẾN ÁP HÀN HỒ QUANG

Máy được chế tạo có điện kháng tản lớn và cuộn dây thứ cấp nối với điện kháng ngoài K để hạn chế dòng điện hàn. Vì thế đường đặc tính hàn rất dốc, phù hợp với yêu cầu hàn điện.

Cuộn dây sơ cấp nối với nguồn điện, cuộn dây thứ cấp một đầu nối với cuộn điện kháng K rồi nối tới que hàn, còn đầu kia nối với tấm kim loại cần hàn.



CHƯƠNG 4: MÁY BIẾN ĐẶC BIỆT

Máy biến áp làm việc ở chế độ ngắn mạch ngắn hạn dây quấn thứ cấp.

Điện áp thứ cấp định mức của máy biến áp hàn thường là $60 \div 70V$. Khi dí que hàn vào tấm kim loại, sẽ có dòng điện lớn chạy qua làm nóng chỗ tiếp xúc. Khi nhấc que hàn cách tấm kim loại một khoảng nhỏ, vì cường độ điện trường lớn làm ion hóa chất khí, sinh hồ quang và tỏa nhiệt lượng lớn làm nóng chảy chỗ hàn.

Để điều chỉnh dòng điện hàn, có thể thay đổi số vòng dây của dây quấn thứ cấp máy biến áp hàn hoặc thay đổi điện kháng ngoài bằng cách thay đổi khe hở không khí của lõi thép K.