

I. KHÁI NIỆM CHUNG

a. Mục đích ý nghĩa : Tài nhiệm Kiểm tra một lúc nhằm kiểm tra chất lượng của chúng. Phát hiện những hư hỏng và sự phù hợp của những thông số với tính toán thiết kế, so với yêu cầu đặt hàng, so với tiêu chuẩn nhà nước hoặc các tiêu chuẩn kỹ thuật khác.

b. Khối lượng thử nghiệm kiểm tra :

1. Xem xét bên ngoài : nhằm để phát hiện sự phù hợp của công tác lắp đặt so với thiết kế, phát hiện bằng mắt các hư hỏng (vết nứt, sự giảm thấp của mức dầu, hàng bình giảm nổ dầu, các vết sần của thùng máy, các các cánh tản nhiệt, các vết nứt bề mặt sứ cách điện; sự phù hợp của các ký hiệu trên máy; tình trạng của hệ thống nối đất về máy v.v...)

2. Đo điện trở cách điện các cuộn dây đối với vỏ và giữa các cuộn dây với nhau.

3. Đo điện trở 1 chiều của cuộn dây ở tất cả các mức phân áp.

4. Xác định độ tảo dây của MBA.

5. Xác định tỉ số biến áp.

6. Thử nghiệm không tải, đo công suất không tải (P_0) và dòng điện không tải (I_0).

7. Thử nghiệm ngắn mạch (P_k), đo công suất ngắn mạch và điện áp ngắn mạch (U_k).

8. Thử nghiệm dầu cách điện : đo điện áp đánh thủng (U_{đt}) của tgo (của góc tản hao môi chất) và dầu cách điện.

9. Xác định các đặc tính cách điện của máy biến áp

$$K_{kt} = \frac{R_{60''}}{R_{15''}} ; \frac{C_1}{C_{50}} ; t_{gđ}$$

10. Thử nghiệm hồ nước chỉnh điện áp dưới tải, lấy đồ thị văng tròn và biểu đồ văng bằng thiết kế ghi dọc đứng.

11. Thử nghiệm cách điện bằng điện áp xoay chiều tăng cao, tải số công nghiệp.

12. Kiểm tra tiêu hiện vận hành song song của MBA.

Điền trở cách điện giữa 2 điện cực (Cực - Cực và Cực - điện đi qua cách điện) $R_{ct} = \frac{U}{I}$

Thông thường, dùng 1 loại thiết bị đo đặc biệt là có nguồn cung cấp độc lập (lấy từ máy phát 1 chiều riêng, cấp từ nguồn điện hạ thế tần số công nghiệp qua máy biến và bộ chỉnh lưu lập sẵn trong Megômet). Megômet gồm các chủ yếu là: Nguồn cung cấp điện áp 1 chiều và bộ phận đo có cấu tạo Megômet từ điện làm việc theo nguyên tắc số sánh 1 số điện trở phụ. Với thiết bị đo này cho phép đo trực tiếp cách điện, tính bằng M Ω hoặc K Ω . Tùy từng loại Megômet 1 chiều thường từ 100V - 5000V.

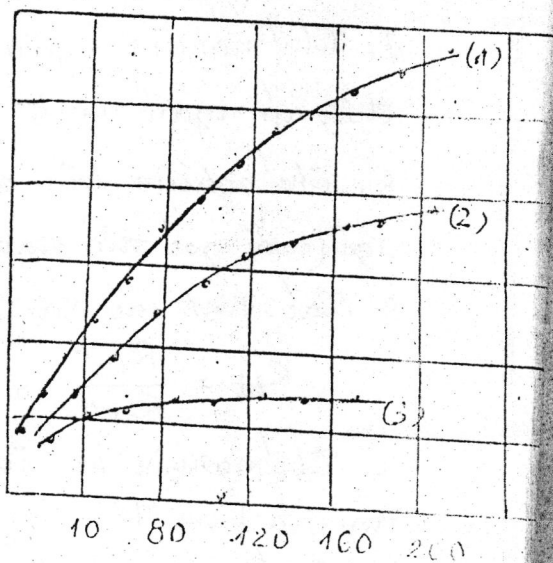
Đối với MBA lực có điện áp định mức từ 10KV trở lên từ 10MVA, nên dùng Megômet có điện áp 2500V, giới hạn đo nhỏ hơn $10 \cdot 10^3$ M Ω . Khi dùng Megômet có điện áp thấp hơn đo sẽ lớn hơn do nó tồn tại các lớp không khí hoặc dầu mết các điện cực, thường làm tăng trị số điện trở cách điện.

Thời gian tác dụng điện áp lên chất cách điện ảnh hưởng đến trị số R_{ct} do hiện ứng hấp thụ của vật liệu cách điện. Thời gian tác dụng mà điện áp tăng lên thì trị số điện trở cách điện Megômet tăng lên (H.1)

$R_{ct}(M\Omega)$

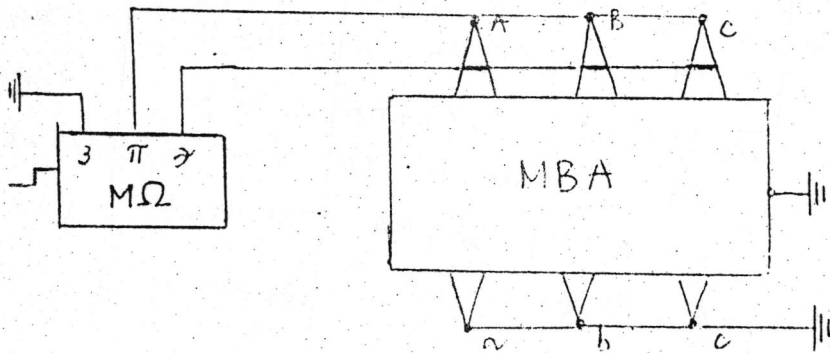
H.1: Quan hệ giữa R_{ct} vào thời gian tác dụng mà điện áp đối với MBA 20000/110V.

- (1) Cuộn dây hạ áp - V ϕ máy 1200
- (2) " " trung áp - V ϕ máy 800
- (3) " " cao áp - V ϕ máy 400



Cheo quy phạm, khi đo điện trở cách điện, tốc độ số Megômét ứng với thời điểm 15" và 60" kể từ khi bắt đầu tác dụng điện áp.

Loại trừ ảnh hưởng của dòng điện rò bề mặt, làm sai lệch trị số Rct cần đo, trong sơ đồ của Megômét là bố trí 1 điểm tiếp xúc biệt thứ 3 (cực màn chắn) (H.2)



H.2: Sơ đồ đo điện trở cách điện sử dụng tiếp xúc biệt thứ 3 để loại trừ ảnh hưởng dòng điện rò bề mặt.

Cuộn dây MBA và vỏ máy, hoặc các cuộn dây với nhau hình thành những băng cực của tụ điện. Khi đo điện trở cách điện, tụ điện đó sẽ được nạp đến 1 trị số điện áp nào đó. Nếu cần đo lại điện trở cách điện thì do tồn tại điện áp đã nạp sẵn trong tụ, làm sai lệch trị số cần đo (làm tăng Rct) cho nên trước khi đo, cần phải phóng điện (xuong đất hoặc giữa các bản cực với nhau) với thời gian không dưới 2 phút.

2. Những yếu tố ảnh hưởng đến kết quả đo

- Nhiệt độ: càng tăng, điện trở cách điện giảm (H.3) Nguyên nhân này do sự tồn tại các ion tự do, các ion điện phân và do hiện tượng hấp thụ ẩm chất điện môi. Do vậy khi đo Rct cũng như đo các đại lượng khác của cách điện, bao giờ cũng phải xác định nhiệt độ ở thời điểm đo.

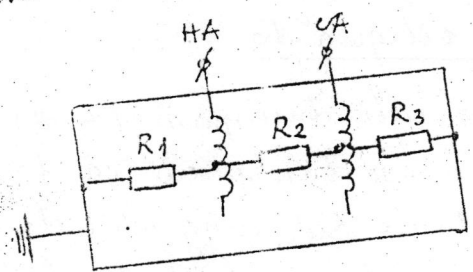
Trong trường hợp nhiệt độ đầu cột và cuộn dây (tử vãi độ trở lên) khác nhau thì sẽ có hiện tượng phân cực ở lớp cách điện ngoài cùng (của chất điện môi không đồng chất) trị số điện trở sẽ thấp so với thực tế. Do vậy, chỉ tiến hành đo Rct khi có sự cân bằng nhiệt độ trong toàn bộ MBA (tốt nhất là sau 1 giờ tính từ lúc cắt máy hoặc kết thúc thí nghiệm ngắn mạch).

- Độ ẩm: Kết quả khi cách điện bị ẩm, dòng điện rò phụ thuộc vào kích thước và trạng thái bề mặt của cách điện. Rớt rất thấp khi bề mặt cách điện bị ẩm hoặc bẩn.

MBA 2 cuộn dây		MBA 3 cuộn dây		MBA có cuộn dây phân chia ở thứ cấp	
Cuộn dây cần đo	Các phân tử nối đất	Cuộn dây cần đo	Phân tử nối đất	Cuộn dây cần đo	Phân tử nối đất
HA (HA)	$V_0^v + CA$	HA	$V_0^v + TA + CA$	HA1	$V_0^v + HA2 + CA$
CA (CA)	$V_0^v + HA$	Trung (TA)	$V_0^v + CA + HA$	HA2	$V_0^v + HA1 + CA$
HA+CA	V_0^v	CA	$V_0^v + HA + TA$	CA	$V_0^v + HA1 + HA2$
		CA+TA	$V_0^v + HA$	CA+HA1	$V_0^v + HA2$
		CA+TA+HA	V_0^v	CA+HA+HA2	V_0^v

Cũng hành đo Rct theo các số đo ghi ở bảng trên đây là những ưu điểm sau:

- * Cũng cách đấu dây với số đo đo điện dung (Cx) và tgδ các cuộn dây MBA.
- * Kết quả đo ít ảnh hưởng hiện tượng nạp điện tích của cuộn dây.
- * Kết quả đo có thể tính riêng rẽ cho từng vòng. Thật vậy, có thể vẽ số đo thay thế với MBA 2 cuộn dây như sau:



$$\begin{aligned}
 R_{CA} &= \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \\
 R_{HA} &= \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \\
 R_{CA+HA} &= \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3}
 \end{aligned}
 \quad (1-3)$$

Nếu $R_1 = R_2 = R_3$ và dùng số đo đo như bảng trên thì ở trở cách điện đo được theo công thức (1-3) sẽ bằng khoảng 0,5 điện trở cách điện của từng vòng (R_1, R_2, R_3). Ta có thể tính điện trở cách điện cho từng vòng như sau:

$$\begin{aligned}
 R_1 &= \frac{2R_{HA}}{1 + \frac{R_{HA}}{R_{CA+HA}} - \frac{R_{HA}}{R_{CA}}} \\
 R_2 &= \frac{R_1 \cdot R_{HA}}{R_1 - R_{HA}} \\
 R_3 &= \frac{R_1 R_{CA+HA}}{R_1 + R_{CA+HA}}
 \end{aligned}$$

3 - Phương pháp đánh giá.

- Trị số R_{60} đối với MBA mới đưa vào vận hành, cấp điện áp tới 35 KV không được thấp hơn trị số ghi ở bảng sau:

Công suất MBA (KVA)	Nhiệt độ cuộn dây °C						
	10	20	30	40	50	60	70
Từ 10.000 trở lên	900	600	400	260	180	120	80
đến 6300	450	300	200	130	90	60	40

- Đối với MBA cấp điện áp 110 - 150 KV, trị số R_{60} ứng với nhiệt độ bằng nhiệt độ nhà chế tạo do, hoặc tính đối về cùng 1 nhiệt độ (Nếu nhiệt độ khi đo khác với của nhà chế tạo) không được thấp hơn 70% trị số R_{60} ghi trong biên bản thí nghiệm xuất xưởng.

- Hệ số dùng tính đổi nhiệt độ khi đo với nhiệt độ của nhà chế tạo như sau:

$$R_{60}(TN) = K_2 \times R_{60}(CT)$$

$t_2 - t_1, ^\circ C$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
K_2	1,23	1,50	1,84	2,25	2,75	3,40	4,15	5,10	6,30	7,50	9,00	11,20	13,90	17,00

Ghi chú: $t_2 > t_1$.

- Đối với MBA khô (không có dầu cách điện) thì R_{60} ở nhiệt độ 20 đến 30 °C không được thấp hơn trị số ghi ở bảng sau:

U_{dm} (KV)	R_{60} (MΩ)
đến 1.	100
1 ÷ 6	300
trên 6	500

- Hệ số hiệu thu $K_{kt} = \frac{R_{60}}{R_{15}}$ của MBA lực công suất dưới 10000 KVA điện áp định mức đến 35 KV không được nhỏ hơn 1,3 ở nhiệt độ 10 đến 30 °C.

b. Đo điện trở 1 chiều các cuộn dây:

1. Mục đích, ý nghĩa:

Chỉ số tác dụng của điện trở cuộn dây dùng để tính toán tổn thất của MBA, rI^2 . Đây chính là tổn thất chủ yếu trong cuộn dây. Kết hợp với thí nghiệm ngắn mạch, sẽ xác định được những tổn thất phụ (do từ trường tản gây ra), sẽ nghiên cứu kỹ hơn trong mục thí nghiệm ngắn mạch.

Đo điện trở một chiều sẽ kiểm tra được chất lượng các mối nối (hàn), chất lượng các tiếp điểm trong bộ điều chỉnh điện áp, các hiện tượng đứt mạch; phát hiện những hiện tượng sai sót ở các cuộn dây phân chia (có thể đứt 1 hoặc vài nhánh của các cuộn dây phân chia). Kiểm tra sự phù hợp của các tiết diện dây, điện trở suất dây dẫn khi chỉ tạo so với tính toán thiết kế.

2. Phương pháp đo

Tiến hành đo ở tất cả các cuộn dây (Cao áp CA, Trung áp TA, Hạ áp HA) ở tất cả các pha, với tất cả các nấc phân áp. Trường hợp bộ điều chỉnh điện áp có khóa đảo cực tính thì cho phép đo 1 trong 2 vị trí của khóa.

Có thể tiến hành đo theo 2 phương pháp sau:

- Phương pháp cầu
- Phương pháp điện áp

Điều đáng chú ý là khi đo điện trở 1 chiều, không được gây phát nóng cuộn dây quá. Muốn vậy, dòng điện khi đo đi qua cuộn dây không vượt quá $20\% I_{dm}$; trường hợp thời gian đo không được quá 1 phút thì cho phép dòng điện khoảng $20-50\% I_{dm}$.

Khi đo điện trở cuộn dây nào đó thì các cuộn dây kia để hở mạch. Cần đo chính xác nhiệt độ cuộn dây tại thời điểm tiến hành thí nghiệm. Để so sánh thí nghiệm với số liệu của nhà chế tạo, phải tính đổi trị số đo điện trở về cùng 1 nhiệt độ của nhà chế tạo hoặc cũng tính đổi về cùng 1 nhiệt độ nào đó, theo công thức sau: Đối với dây quấn bằng đồng:

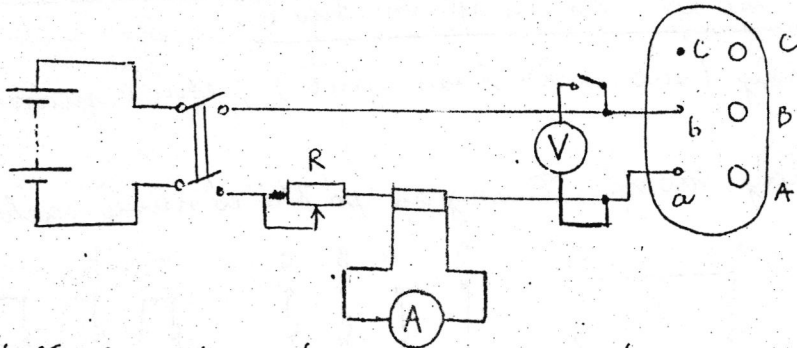
$$r_{t_2} = \frac{r_{t_1}(t_2 + 235)}{t_1 + 235} \quad \left\{ \begin{array}{l} r_{t_2}: \text{điện trở ứng với nhiệt độ } t_2 \\ r_{t_1}: \end{array} \right.$$

Để đảm bảo kết quả đo chính xác, các dây nối với số đo, các điểm đầu dây phải sạch sẽ, chắc chắn.

3- Đo điện trở cuộn dây bằng phương pháp điện áp:

Phương pháp này đơn giản, không đòi chính xác và tính theo công thức sau:

$$r_x = \frac{U}{I}$$



Để đảm bảo độ chính xác cần thiết, các đồng hồ (V-A) có cấp chính xác tối thiểu 0,5. Khi tiến hành đo, đầu tiên điều chỉnh điện áp bằng biến trở R, đợi khi nào ổn định thì mới đưa Volt vào làm việc. Khi kết thúc đo, phải cắt Volt kế ra trước rồi mới cắt nguồn, để đề phòng làm hỏng Volt kế do hiện tượng từ trễ của cuộn dây MBA.

4- Đo điện trở cuộn dây bằng cầu 1 chiều:

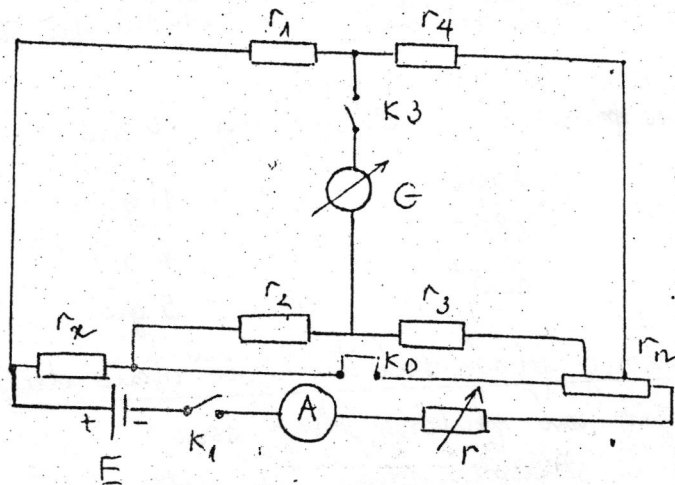
Để đo các trị số điện trở nhỏ đến $10^{-5} \Omega$ phải sử dụng cầu 1 chiều (đơn - hệ) để đạt được ex cao.

Bố trí đo dùng cầu 1 chiều như sau: Dòng điện từ acqui (E) trước tiên chỉnh nhờ biến trở r đưa vào 2 nhánh của cầu. Một nhánh là điện trở cần đo r_x và 1 điện trở mẫu r_n , các điện trở r_2, r_3 . Nhánh kia gồm các điện trở r_1, r_4 .

r_x sẽ tính theo:

$$r_x = \frac{r_n r_1}{r_4} = r_n \cdot M$$

với $M = \frac{r_1}{r_4}$



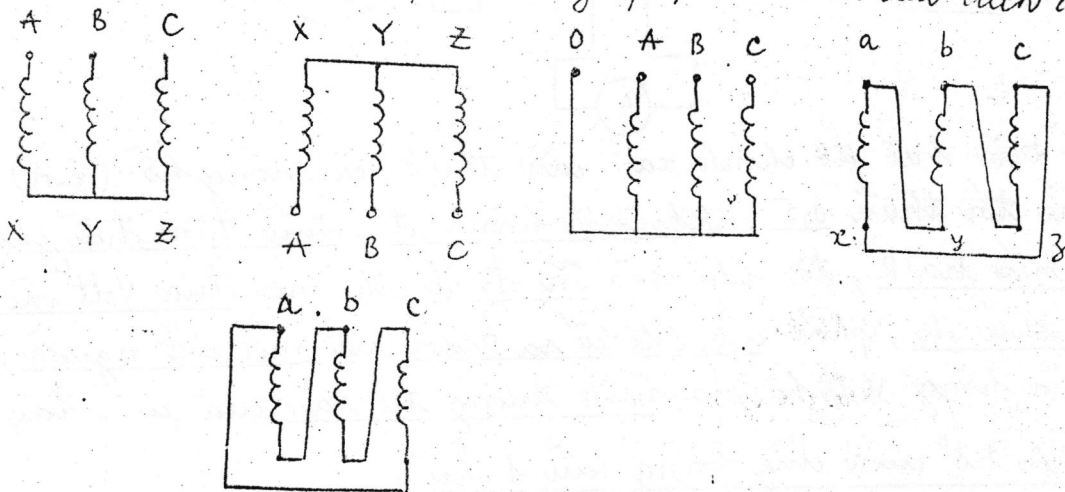
Trong thí nghiệm lưu động thường dùng cầu đơn (P333) để đo điện trở 1 chiều cuộn dây MBA. Trị số đo được không sai quá 2% trị số nhà chế tạo hoặc trị số đo của các pha khác (càng một nửa thậm chí...)

1. Khái niệm :

- Tổ đấu dây MBA là 1 trong 3 tiêu hiện tiêu MBA vận hành song song. Nếu tiêu hiện này không được thỏa mãn sẽ xuất hiện dòng điện cân bằng giữa 2 máy, trong nhiều trường hợp trở ngại nhiều lần dòng điện ttm của các cuộn dây pha.

- Tổ đấu dây MBA được đặt tương bởi góc lệch của các vectơ sét của các cuộn dây cao áp, trung áp và hạ áp. Góc lệch này phụ thuộc cách đấu dây (sao hoặc tam giác), chiều quấn các cuộn dây.

- Các cuộn dây cao áp, trung áp có thể có nhiều cách đấu :



Tùy theo cách đấu và chiều quấn cuộn dây, ta có nhiều tổ đấu dây khác nhau, lệch nhau 30° từ 0° đến 330° , nghĩa là có 12 tổ đấu dây khác nhau. Để xác định góc lệch pha đó, người ta sử dụng bằng ký hiệu giờ trên đồng hồ như sau: vectơ sức điện động (dây) của cuộn dây cao áp biểu thị bằng kim phút của đồng hồ và luôn đi về số 12. Còn vectơ sét của cuộn dây trung áp hoặc hạ áp được biểu thị bằng kim giờ, vị trí của nó chính là tổ đấu dây MBA.

Ví dụ :

Góc lệch pha :	0°	tương ứng	0 giờ	(tổ đấu dây 12)
	330°	"	11 giờ	(" 11)
	180°	"	6 giờ	(" 6)
	150°	"	5 giờ	(" 5) v.v...

2. Các phương pháp xác định tổ đấu dây :

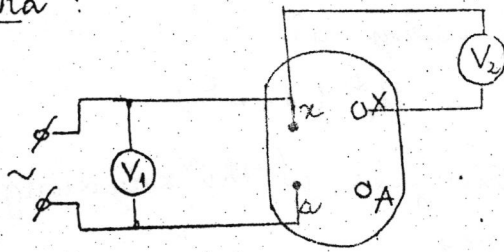
gồm các phương pháp sau :

- Phương pháp 2 Voltmetre
- " dùng đồng hồ góc pha (pp trực tiếp)
- " 1 chiều
- " MBA mẫu

- Phương pháp dùng Oatmet

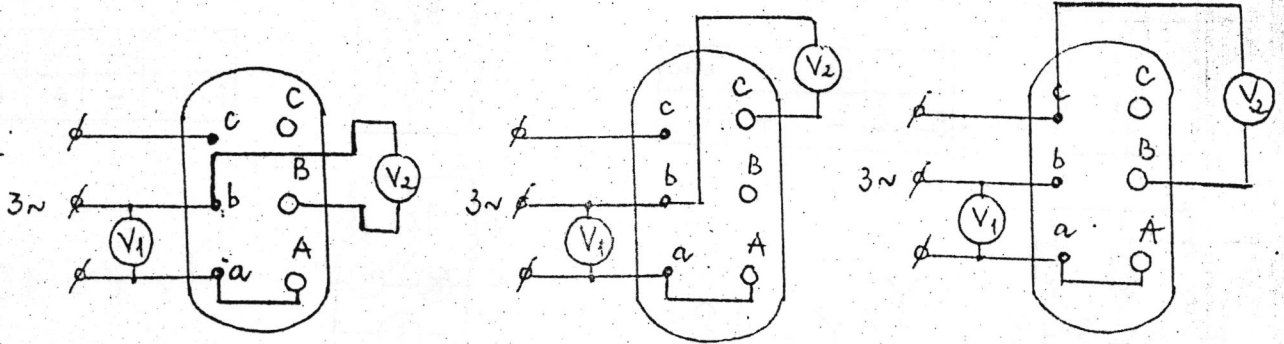
a) Phương pháp 2 Voltmetre

- MBA 1 pha:



Đưa điện áp xoay chiều vào ax, đo U_{xx} .

- MBA 3 pha:



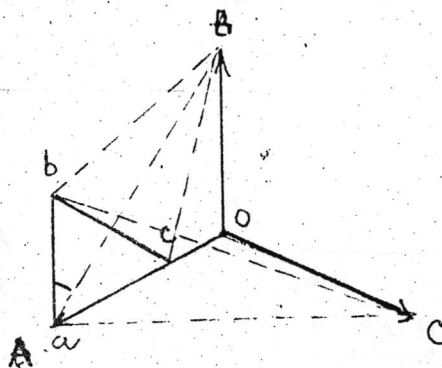
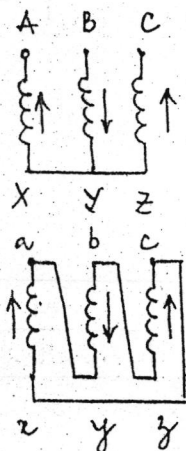
Đầu tất Ax, đưa điện áp xoay chiều vào 1 cuộn dây.

Ví dụ a.b. Lần lượt đo điện áp: U_{B-b} ; U_{b-c} ; U_{B-c} .

Kết quả đo được so với công thức tính toán cho sẵn tương ứng với các tổ đầu dây. Nếu nó phù hợp thì tổ đầu dây là đúng.

- Cách xây dựng vòng thứ tính

Xét trường hợp in thi $\gamma - \Delta / 11$.



$$\begin{aligned} \text{Xét } \Delta ABB: \quad U_{b.B}^2 &= U_{AB}^2 + U_{ab}^2 - 2U_{AB} \cdot U_{ab} \cdot \cos 30^\circ \\ &= U_1^2 + U_2^2 - 2U_1 \cdot U_2 \cdot \cos 30^\circ \end{aligned}$$

Thay $\cos 30^\circ$ bằng $\frac{\sqrt{3}}{2}$ và nhân vế phải với $\frac{U_1^2}{U_1^2}$, ta có:

$$\begin{aligned} U_{b.B}^2 &= U_1^2 \left(1 - \sqrt{3} \frac{U_2}{U_1} + \frac{U_2^2}{U_1^2} \right) \\ &= U_1^2 (1 - \sqrt{3}K + K^2) \end{aligned}$$

$$\text{Hay:} \quad U_{BB} = U_1 \sqrt{1 - \sqrt{3}K + K^2}$$

h
v
y
s
u
v

lấy
lấy
ng
lấy
lấy
lấy

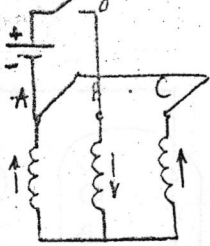
Chọn ΔABC bằng phương pháp tương tự có:

$$U_{c-B} = U_1 \sqrt{1 - \sqrt{3}k + k^2}$$

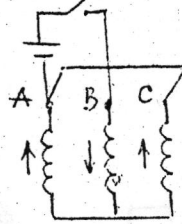
ΔABC là tam giác vuông nên:

$$U_{b-c}^2 = U_1^2 + U_2^2 = U_1^2 (1 + k^2)$$

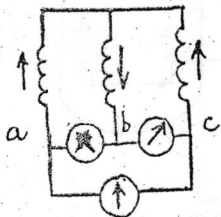
Bằng phương pháp tương tự, có thể xây dựng các công thức tương ứng cho 12 tổ đấu dây.



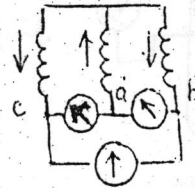
	ab	bc	ac
B-AC	-	+	0



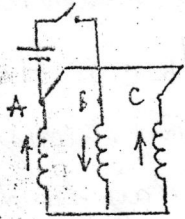
	ab	bc	ac
B-AC	-	0	-



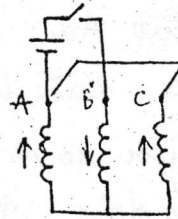
Y/Y-12



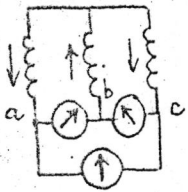
Y/Y-10



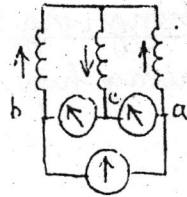
	ab	bc	ac
B-AC	+	-	0



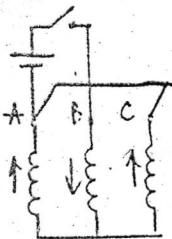
	ab	bc	ac
B-AC	0	-	-



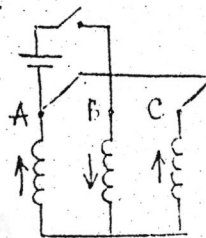
Y/Y-6



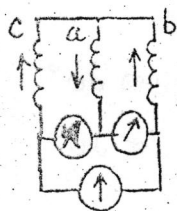
Y/Y-8



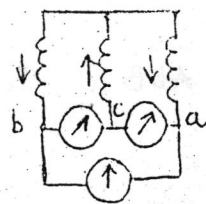
	ab	bc	ac
B-AC	+	0	+



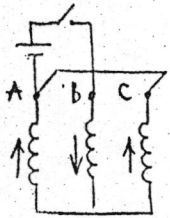
	ab	bc	ac
B-AC	0	+	+



Y/Y-4

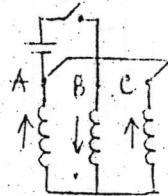
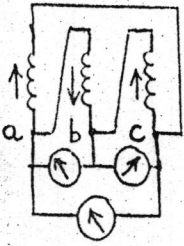


Y/Y-2



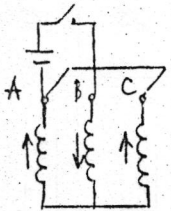
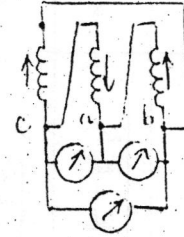
	ab	bc	ac
B-AC	-	+	-

Y/Δ - 11



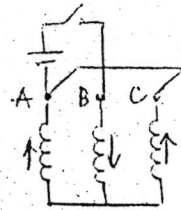
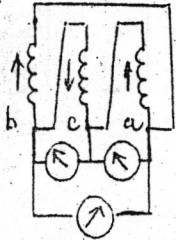
	ab	bc	ac
B-AC	+	+	+

Y/Δ - 3



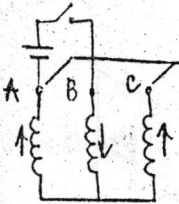
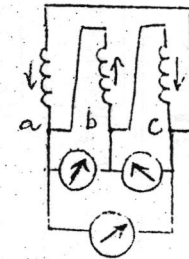
	ab	bc	ac
B-AC	+	-	-

Y/Δ - 7



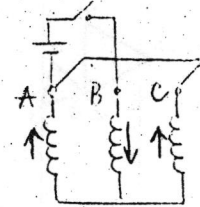
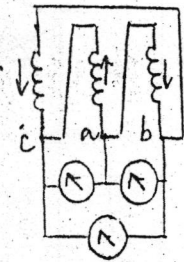
	ab	bc	ac
B-AC	+	-	+

Y/Δ - 5



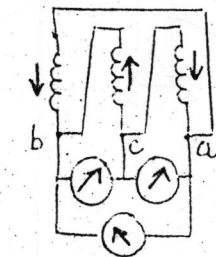
	ab	bc	ac
B-AC	-	-	-

Y/Δ - 9



	ab	bc	ac
B-AC	-	+	+

Y/Δ - 1



Ghi chú:

- Kim Gavanomet chỉ thuận là +
- " " ngược là -
- Qui ước B-AC tức là đầu + đầu vào pha B; đầu - đầu vào pha A và C. (đầu tất AC).
- Qui ước ab, bc, ac tức là cực + gavanomet đầu vào a, b, a còn cực - của gavanomet đầu vào b, c; c.

TỔ ĐÁU DÂY	GÓC LỆCH PHA	NHỮNG KHA NĂNG ĐẦU DÂY	SƠ ĐỒ VECTƠ	$U(b-B) U_{x-x}^*$	$U(b-c)$	$U(c-b)$
12	0°	YY- $\Delta\Delta$ - ΔZ		$U_1 (k-1)$	$U_1 \sqrt{1-k+k^2}$	$U_1 \sqrt{1-k+k^2}$
1	30°	Y Δ - ΔY -YZ		$U_1 \sqrt{1-\sqrt{3}k+k^2}$	$U_1 \sqrt{1-\sqrt{3}k+k^2}$	$U_1 \sqrt{1+k^2}$
2	60°	YY- $\Delta\Delta$ - ΔZ		$U_1 \sqrt{1-k+k^2}$	$U_1 (k-1)$	$U_1 \sqrt{1+k+k^2}$
3	90°	Y Δ - ΔY -YZ		$U_1 \sqrt{1+k^2}$	$U_1 \sqrt{1-\sqrt{3}k+k^2}$	$U_1 \sqrt{1+\sqrt{3}k+k^2}$
4	120°	YY- $\Delta\Delta$ - ΔZ		$U_1 \sqrt{1+k+k^2}$	$U_1 \sqrt{1-k+k^2}$	$U_1 \sqrt{1+\sqrt{3}k+k^2}$
5	150°	Y Δ - ΔY -YZ		$U_1 \sqrt{1+\sqrt{3}k+k^2}$	$U_1 (\sqrt{1+k^2})$	$U_1 \sqrt{1+\sqrt{3}k+k^2}$
6	180°	YY- $\Delta\Delta$ - ΔZ		$U_1 (k+1)$	$U_1 \sqrt{1+k+k^2}$	$U_1 \sqrt{1+k+k^2}$
7	210°	Y Δ - ΔY -YZ		$U_1 \sqrt{1+\sqrt{3}k+k^2}$	$U_1 \sqrt{1+\sqrt{3}k+k^2}$	$U_1 \sqrt{1+k^2}$
8	240°	YY- $\Delta\Delta$ - ΔZ		$U_1 \sqrt{1+k+k^2}$	$U_1 (1+k)$	$U_1 \sqrt{1-k+k^2}$
9	270°	Y Δ - ΔY -YZ		$U_1 \sqrt{1+k^2}$	$U_1 \sqrt{1+\sqrt{3}k+k^2}$	$U_1 \sqrt{1-\sqrt{3}k+k^2}$
10	300°	YY- $\Delta\Delta$ - ΔZ		$U_1 \sqrt{1-k+k^2}$	$U_1 \sqrt{1+k+k^2}$	$U_1 (k-1)$
11	330°	Y Δ - ΔY -YZ		$U_1 \sqrt{1+\sqrt{3}k+k^2}$	$U_1 \sqrt{1+k^2}$	$U_1 \sqrt{1-\sqrt{3}k+k^2}$

d. Xác định tỉ số biến áp:

1. Công dụng và phương pháp:

Tỉ số biến K là tỉ số giữa điện áp cuộn cao và cuộn hạ khi MBA không tải: $K \approx \frac{U_{CA}}{U_{HA}}$

Tỉ số sức điện động cảm ứng trong các cuộn dây cao áp và hạ áp được xác định theo công thức:

$$E_1 = 4,44 \cdot w_1 \cdot f \cdot \Phi_{max}$$

$$E_2 = 4,44 \cdot w_2 \cdot f \cdot \Phi_{max}$$

Trong đó: f: tần số nguồn đưa vào MBA

w_1, w_2 : số vòng dây cuộn cao và hạ áp

Φ_{max} : trị số cực đại của từ thông xoay chiều trong lõi thép MBA

Khi MBA làm việc không tải, các thành phần tải dung và phản kháng của điện áp sơ trên cuộn dây rất nhỏ, nên có thể coi:

$$U_1 \approx E_1 \text{ và } U_2 \approx E_2$$

$$\text{Do đó: } K = \frac{U_1}{U_2} \approx \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{w_1}{w_2} \quad (d-1)$$

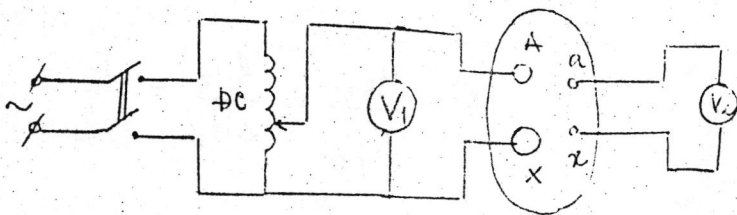
Vậy tỉ số biến áp là tỉ lệ giữa số vòng dây của các cuộn dây. Kiểm tra tỉ số biến áp được tiến hành ở tất cả các tải phân áp và tất cả các pha. Theo biểu thức (d-1), ta thấy không nhất thiết phải kiểm tra ở điện áp định mức mà có thể ở bất cứ điện áp nào miễn sao việc đo lường được thuận lợi và chính xác. Thường, điện áp thí nghiệm lấy 100-200V.

Có thể đo tỉ số biến bằng một trong các phương pháp sau:

- Phương pháp 2 voltmet
- " Cầu xoay chiều
- " dùng MBA mẫu

2. Xác định tỉ số biến bằng 2 voltmet

* Đối với MBA 1 pha
Sơ đồ đo như sau

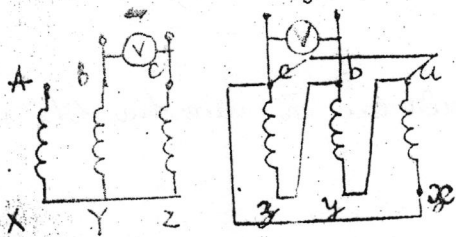


$$K = \frac{U_{AX}}{U_{ax}} \approx \frac{w_{cao}}{w_{hạ}}$$

Hai voltmet có cỡ 0,5
Phải đọc chỉ số V_1, V_2 cùng thời điểm

* Gắn với MBA 3 pha:

Tổng hợp Y/Δ-11: Điện hình oto 3 lần



Lần 1

- Lần 1: Gắn tắt pha a tức là đầu tắt ac, tức là đầu tắt ac.

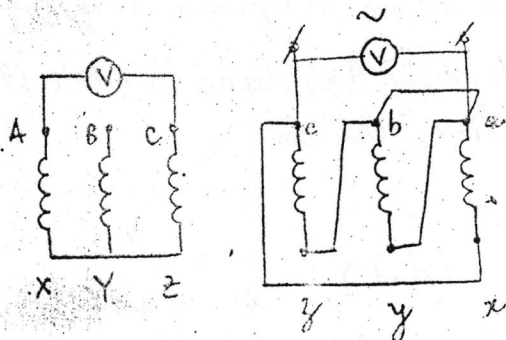
• đưa nguồn điện vào bc (pha b và c được cung cấp song song)

• Đo điện áp U_{bc} và U_{bc}

• Tỷ số biến áp được tính như sau:

$$K = \frac{U_{bc}}{U_{bc}} = \frac{W_b + W_c}{W_b} = \frac{2W_b}{W_b} = 2K_{fa}$$

$\begin{cases} W_b, W_c & \text{số vòng dây cuộn dây cao áp pha B và C} \\ W_b & \text{pha áp pha b} \\ K_{fa} & \text{tỷ số biến áp pha} \end{cases}$



Lần 2

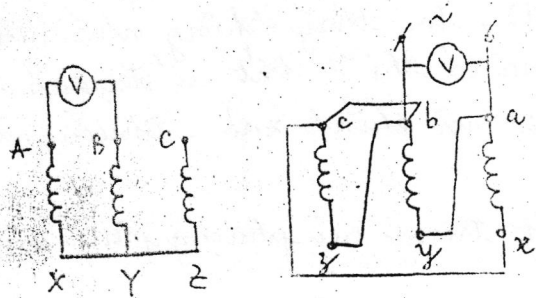
- Lần 2: Gắn tắt pha b, tức là đầu tắt b-c.

• Cung cấp nguồn vào 2 pha a, c.

• Đo AC và U_{ac}

• Tỷ số biến áp là:

$$K_c = \frac{U_{ac}}{U_{ac}} = \frac{W_a + W_c}{W_c} = \frac{2W_a}{W_c} = 2K_{fb}$$



Lần 3

- Lần 3: Gắn tắt pha c, tức là đầu tắt b-c.

• Cung cấp nguồn vào 2 pha a, b.

• Đo U_{ab} và U_{ab}

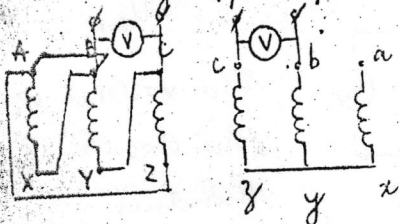
• Tỷ số biến áp là:

$$K_b = \frac{U_{ab}}{U_{ab}} = \frac{W_a + W_b}{W_b} = \frac{2W_a}{W_b} = 2K_{fb}$$

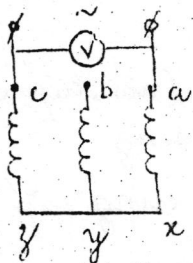
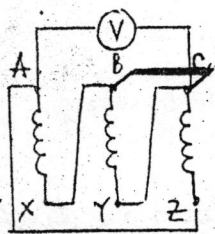
Tính ra tỷ số biến áp dây là:

$$K_d = \frac{\sqrt{3}}{2} K_{oto}$$

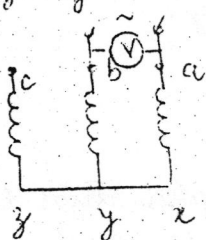
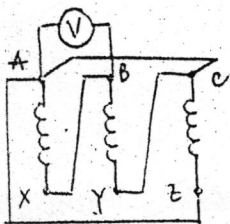
Tổng hợp Δ/Y-11



$$K = \frac{U_{bc}}{U_{bc}} = \frac{U_{bc}}{2U_c} = \frac{K_{to}}{2} \quad (\text{đầu tắt A-b})$$



$$K_2 = \frac{U_{Ac}}{U_{ac}} = \frac{U_{Ac}}{2U_c} = \frac{K_{fa}}{2} \text{ (đầu tắt B-C)}$$



$$K_3 = \frac{U_{Ab}}{U_{ab}} = \frac{U_{Ab}}{2U_a} = \frac{K_{fa}}{2} \text{ (đầu tắt A-C)}$$

Do vậy

$$K_{\text{dây}} = \frac{2}{\sqrt{3}} K_{\text{đo}}$$

e. Thí nghiệm Không tải

1. Thí nghiệm không tải trong điều kiện định mức

Không tải của MBA là chế độ làm việc ứng với trường hợp 1 cuộn dây được cung cấp định mức (tần số và điện áp định mức), các cuộn dây khác hở mạch. Khi thí nghiệm MBA 3 pha, ngoài các điều kiện trên thì điện áp 3 pha phải thực đối xứng.

Dòng điện trong cuộn dây MBA khi đó là dòng không tải I_0 . Dòng I_0 phụ thuộc vào công suất MBA, cấu tạo mạch từ, chất lượng thép kỹ thuật điện và phương pháp lắp ráp. Hiệu ứng $i_0\%$ tính theo phần trăm đối với dòng định mức MBA. Đối với MBA 3 pha, dòng không tải lấy bằng trung bình công của dòng điện không tải đo ở các pha.

Công suất tiêu tổn trong MBA khi thí nghiệm không tải gọi là tổn hao không tải P_0 . Đó là công suất tác dụng MBA tiêu thụ khi từ hoá lõi thép MBA (tổn thất từ trễ) và tổn thất do dòng điện xoáy.

Thí nghiệm không tải là để xác định P_0, I_0 ứng với điện áp định mức. Kết quả đo được dùng để so sánh với số liệu tính toán thiết kế.

2. Chú ý khi thí nghiệm không tải

* Thí nghiệm không tải thường thực hiện ở phía cuộn dây hạ áp để việc đo U, I, P_0 được dễ dàng và an toàn.

* Trước khi tiến hành thí nghiệm cần phải xem xét kỹ MBA (có phù hợp các thông số kỹ thuật, các vết rạn nứt, hệ thống tiếp địa). Trước khi thí nghiệm MBA phải tiếp đất chắc chắn.

* Cường độ sử dụng ng. ở máy phát điện và MBA trung gian để thí nghiệm không tải thì cần phải sao cho kích thích của máy phát gần đạt định mức.

* Đối với MBA có cuộn dây phân chia (nối tiếp và song song) nên tiến hành thí nghiệm với cách đấu song song.

* Đối với MBA 3 pha, trị số điện áp cung cấp, được xác định bằng trung bình cộng của 3 điện áp dây.

$$U_{TB} = \frac{U_{ab} + U_{bc} + U_{ca}}{3}$$

* Dòng điện không tải của MBA 3 pha được lấy bằng trung bình cộng của dòng điện không tải của 3 pha (tính phần trăm)

$$i_0\% = \frac{I_{0a} + I_{0b} + I_{0c}}{3 I_{dm}} \times 100$$

I_{dm} : dòng định mức MBA

I_{0a}, I_{0b}, I_{0c} : dòng không tải đo được ở pha a, b, c

* Khi xác định tổn thất không tải, phải tính đến công suất tổn thất trên đồng hồ và dây nối trên sơ đồ thí nghiệm

$$P_0 = P_{0đo} - (P_{th} + P_c)$$

$P_{0đo}$: tổn thất không tải thực

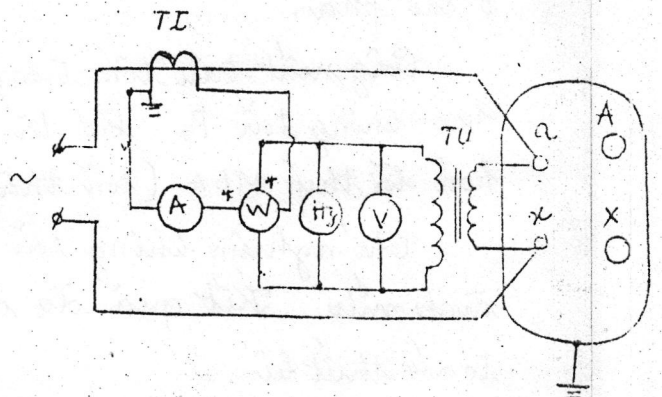
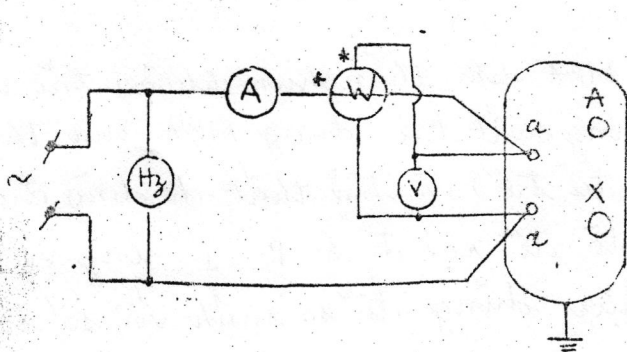
$P_{0đo}$: " đo được khi thí nghiệm

$P_{th} = \frac{U^2}{r}$: tổn thất trên đồng hồ đo

$P_c = r_1 I^2$: tổn thất trên dây nối sơ đồ

3. Các sơ đồ thí nghiệm

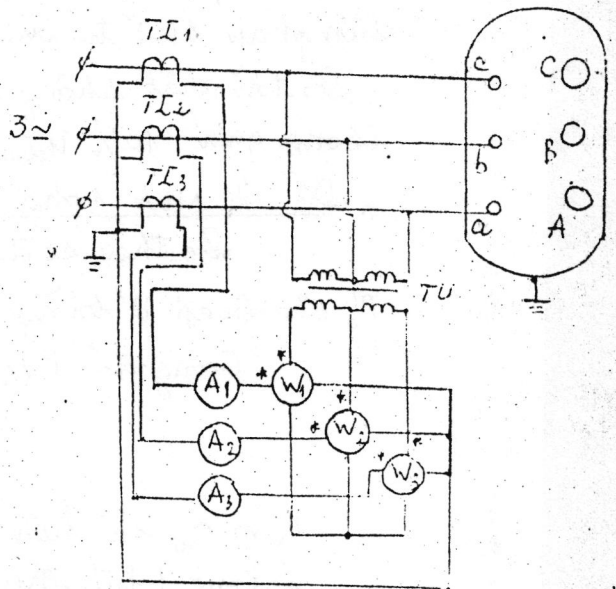
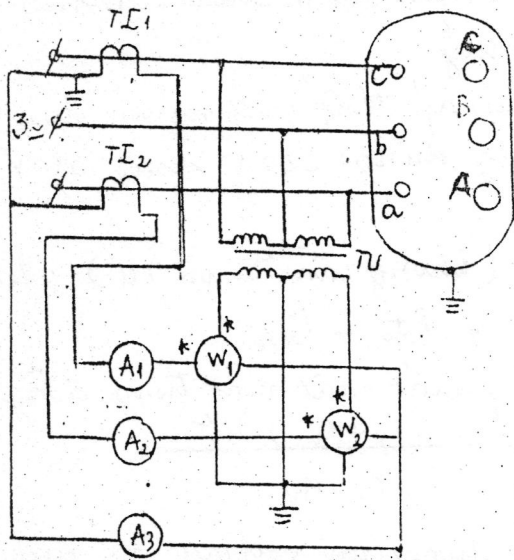
* Máy biến áp 1 pha:



TI: Máy biến dòng điện

TU: Máy biến điện áp

* Máy biến áp 3 pha



4. Thí nghiệm không tải trong điều kiện khác trình mức

Nếu $f' \neq f_{dm} = 50\text{Hz}$ thì $U' = \frac{U_{dm} \times f'}{50}$

Khi đó:

$$P_0 = P_0' \frac{1}{P_2 \left(\frac{f'}{50}\right)^2 + P_1 \left(\frac{f'}{50}\right)}$$

$$I_0 \approx I_0'$$

P_0' : Công suất đo ở tần số f'
 P_1 : Công suất gây bởi từ trễ
 (0,5 với thép cán nguội
 0,8 " " nóng)
 P_2 : Công suất gây bởi dòng xoáy
 (0,5 với thép cán nguội
 0,2 " " nóng)

Thấy là khi $f' < 50\text{Hz}$ thì $U' < U_{dm}$, $P_0' < P_0$
 khi $f' > 50\text{Hz}$ thì $U' > U_{dm}$, $P_0' > P_0$

5. Thí nghiệm không tải ở điện áp thấp

Đo tổn thất không tải ở điện áp thấp đối với MBA công suất từ 10 MVA trở lên trong quá trình lắp ráp tại xưởng chế tạo nhằm phát hiện chấp vòng dây, phát hiện về sự không đồng đều về số vòng trong các cuộn dây phân chia, đấu sai các cuộn dây hoặc các hư hỏng trong thiết bị điều chỉnh điện áp. v.v.

Trong nghiệm thu (khi đó MBA còn được lắp hoàn chỉnh, cuộn dây và mạch từ đã được ngâm trong dầu) thì thí nghiệm không tải điện áp thấp nhằm phát hiện những hư hỏng do lắp ráp, lắp số hiệu để so sánh cho các thí nghiệm trước lúc đưa vào vận hành hoặc sau sửa chữa.

ý gian ở
 ay phát
 in tiến
 tăng
 in công

in thất

A
 O
 X
 O

Cần phải tiến hành thí nghiệm không tải trước tất cả các lần thí nghiệm khác có quan hệ tải dụng đồng thời 1 chiều vào các cuộn dây, đo điện trở 1 chiều) và tải chỉ trong lớp thép có thể làm lệch kết quả đo. Nếu không thỏa mãn điều kiện trên, thì phải tiến hành pháp như tải chỉ trong máy.

Đo tổn thất không tải ở điện áp thấp, với nguồn điện 50Hz, điện không quá 10% U_{dm} (thường dùng 220V hoặc 380V)

* Đo với MBA 1 pha

Đo theo sơ đồ mục 3 (không cần TL và TU); tổn thất trong P_0 ở điện áp U' bằng $P_0' = P_{00} - P_{0th}$

Trong đó P_{0th} là công suất mất mát trong đồng hồ đo

$$P_{0th} = \frac{(r_v + r_w) U'^2}{r_v \cdot r_w}$$

r_v và r_w là điện trở tải dụng của voltmet và một dây điện áp wattmet (lấy theo lý lịch máy)

* MBA 3 pha

Thực hành 3 thí nghiệm như sau.

- Cắt tất cuộn dây pha a, đưa điện áp vào pha b và c. Đo P_0
- Cắt tất " b, " a và c. Đo P_0
- " c, " a và b. Đo P_0

Tổn thất không tải MBA P_0' đo ở điện áp U' sẽ là

$$P_0' = \frac{P_0'_{ab} + P_0'_{bc} + P_0'_{ac}}{2}$$

Đánh giá kết quả đo

Nếu MBA tốt thì $P_0'_{bc} = P_0'_{ab}$ (sai lệch không quá $\pm 5\%$)

$P_0'_{ac} > P_0'_{bc}$ và $P_0'_{ab} \pm 25 - 50\%$ tùy theo kết

quả đo so với nhà chế tạo không vượt quá 10%. Trong trường hợp cần phải qui đổi kết quả đo về cùng 1 điện áp, dùng công thức

• Đối với MBA 1 pha hoặc 3 pha những đưa U vào từng pha sẽ (a_0, b_0, c_0) thì áp dụng công thức

$$P_0 = P_0' \left(\frac{U_{dm} F_a}{U'} \right)^n$$

• Đối với MBA 3 pha nối hình sao, điện áp thí nghiệm 1 pha 2 pha (ab, bc, ca) thì áp dụng công thức

$$P_0 = P_0' \left(\frac{U_{dm} \text{dây}}{\sqrt{3} U'} \right)^n$$

Với: $\left\{ \begin{array}{l} P_0, P_0' : \text{ Công suất không tải đo ở } U_{dm} \text{ và } U' \\ n : \text{ hệ số } \left\{ \begin{array}{l} n = 1,8 : \text{ thép cán nóng} \\ n = 1,9 : \text{ thép cán nguội} \end{array} \right. \\ U' = 5 - 10\% U_{dm} \end{array} \right.$

Thí nghiệm ngắn mạch:

1- Mục đích và ý nghĩa:

Thí nghiệm ngắn mạch để xác định công suất ngắn mạch P_k và điện áp ngắn mạch U_k .

Thí nghiệm ngắn mạch ứng với trường hợp khi \pm trong các cuộn dây MBA (thường là cuộn dây hạ áp) đấu tắt; nguồn xoay chiều (tần số định, sai lệch 1%) cung cấp vào cuộn dây còn lại (cuộn cao áp) sao cho dòng trong cuộn đấu tắt bằng dòng định mức nó. Khi đó điện áp cuộn cao là điện áp ngắn mạch U_k và tổn hao trong cuộn dây MBA là tổn hao ngắn mạch P_k . Công suất U_k tính theo phần trăm U_{dm} .

$$U_k \% = \frac{U_k}{U_{dm}} \times 100$$

Thí nghiệm ngắn mạch là cần thiết, dùng để:

- Tính toán và xác định khả năng làm việc song song của MBA với các máy BAP khác
- Tính toán và thí nghiệm MBA về phông điện trở định nhiệt và dòng lực học khi có ngắn mạch
- Để xác định hiệu suất của MBA
- Tính toán về thay đổi điện áp thứ cấp khi mang tải
- Xác định độ tăng nhiệt độ cuộn dây khi thí nghiệm phát nóng U_k và P_k là những đại lượng xác định cho từng máy và phụ thuộc vào hiệu máy.

2- Điều kiện thí nghiệm

Khi thí nghiệm lý thuyết hoặc thí nghiệm về điện tử (ở nhà chế tạo), thí nghiệm ngắn mạch trước tiên hành sau đợt lắp ráp thứ 2 của MBA nhằm xác định tổn thất và điện áp ngắn mạch khi không có dầu hoặc để đo tổng tổn thất tại các điểm khác nhau của cuộn MBA. Thí nghiệm nghiệm thu trước tiên hành sau khi đã lắp ráp hoàn chỉnh và đổ đầy dầu vào thùng máy.

Kết quả đo U_k và P_k không phụ thuộc vào việc cung cấp nguồn vào phía nào của MBA nên để tiện lợi, đối với MBA 2 cuộn dây, nên đấu tắt cuộn hạ áp và cung cấp nguồn vào cuộn cao áp. Với MBA 3 cuộn dây, khi thí nghiệm với cấp cuộn dây cao áp và trung cấp, thì cung cấp nguồn vào cuộn dây trung, đấu tắt cuộn cao.

Giữ hành thí nghiệm ở tải điện áp định mức.

3- Cấu trúc ngắn mạch P_k

P_k gồm các thành phần sau (gần đúng để dễ tính toán):

- Tổn thất trong cuộn dây và các bộ phận dẫn điện khác = $2I^2R$ (ở đây xác định khi đo điện trở 1 chiều) (tổn thất chính)

- Tổn thất phụ: $P_{pt} = P_{kt} - \sum I^2 r_t$ gồm tổn thất gây ra bởi trường tản trong các phần dẫn điện, tổn thất do từ trường và dòng điện xoáy trong các cấu trúc kim loại của MBA, dưới tác dụng của trường tản. Ngoài ra còn có thể tổn tại tổn thất phụ do dòng điện chạy quanh khe hở mạch trong các nhánh song song của cuộn dây sinh ra bởi trường tản.

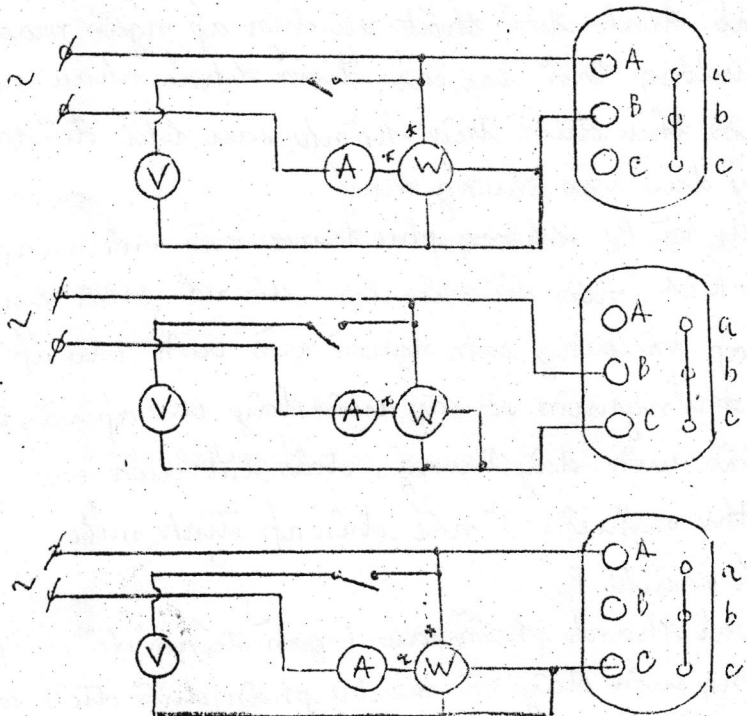
Tóm lại, việc thí nghiệm ngoài mạch để đo P_K thực chất là để xác định tổn thất phụ.

4. Thí nghiệm ngoài mạch trong điều kiện khác định mức

Thí nghiệm ngoài mạch đối với MBA công suất lớn ở điều kiện định mức (U_{dm}, I_{dm}) sẽ gặp rất nhiều khó khăn do sự tồn tại phải có nguồn xoay chiều 50Hz công suất lớn (có khi đến 100.000 KVA).

Để đo được chính xác P_K ở điện áp tới 75 KVA, dòng điện đến 1700A và $\cos \varphi_K \approx 0$ đòi hỏi các máy biến dòng, biến điện áp đặc biệt chính xác với điện áp và dòng điện lớn và bản thân việc đo lường cũng rất phức tạp. Vì lý do đó, cần phải tiến hành thí nghiệm ngoài mạch ở những điều kiện khác định mức. Theo quy phạm, cho phép tiến hành thí nghiệm ngoài mạch với dòng điện thấp (nhưng không thấp hơn 25% I_{dm}). Nếu điều kiện cho phép không cần sử dụng các máy biến dòng và biến điện áp đo lường thì có thể thí nghiệm với dòng điện thấp hơn 25% I_{dm} .

Khi thí nghiệm ngoài mạch MBA 3 pha, dòng điện và điện áp ngoài mạch lấy bằng trung bình công của chỉ số đồng hồ ở 3 pha. Cho phép tiến hành 3 thí nghiệm từng pha để đo P_K và U_K .



Gọi hiệu thí nghiệm từng pha được tính là P_{KT} và hiệu suất 3 pha theo các công thức sau:

$$P_{KT} = (P_{KAB} + P_{KBC} + P_{KAC})$$

$$U_K = \frac{3(U_{KAB} + U_{KBC} + U_{KCA})}{6}$$

Trong đó:

$P_{KAB}, P_{KBC}, P_{KAC}$ là tổn thất ngoài mạch đo được trong thí nghiệm, tính đến về I_{dtn} .

$U_{KAB}, U_{KBC}, U_{KAC}$ là điện áp ngoài mạch tính đến về dòng điện định mức, tính bằng phần trăm của điện áp định mức.

Tính đến P_K và U_K về điều kiện định mức theo công thức sau:

$$P_K = P_K' \left(\frac{I_{dtn}}{I_K'} \right)^2$$

$$U_K = \frac{U_K'}{U_{dtn}} \times \frac{I_{dtn}}{I_K'} \times 100$$

Trong đó:

P_K' và U_K' là trị số đo được khi thí nghiệm ngoài mạch ứng với dòng ngoài mạch I_K' .

I_{dtn} ; U_{dtn} là trị số dòng và áp định mức của cuộn đo.