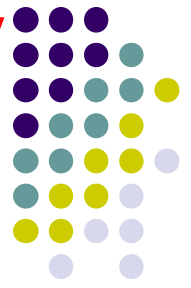


Chương 5. Vận hành song song máy biến áp

- 5.1. Điều kiện vận hành song song máy biến áp
- 5.2. Vận hành song song các máy biến áp
- 5.3. Các trường hợp vận hành song song MBA không thỏa mãn điều kiện
- 5.4. Các sự cố thường gặp ở máy biến áp và bảo vệ máy biến áp.

5.1. Điều kiện vận hành song song máy biến áp :



5.1.1. Tại sao phải ghép song song máy biến áp ?

- Không có sẵn một biến áp lớn duy nhất để đáp ứng yêu cầu tổng tải.
- Nhu cầu sử dụng năng lượng tăng lên theo thời gian đòi hỏi phải tăng thêm công suất máy biến áp. Khi đó ta phải ghép song song hai máy biến áp để nâng cao chất công suất.
- Để đảm bảo độ tin cậy khi cung cấp. Ngay cả khi một trong các máy biến áp bị lỗi hay hư hỏng, hay ta cần bảo trì , bảo dưỡng thì vẫn đảm bảo hoạt động cho tải.
- Giảm công suất tiêu thụ của tải. Nếu sử dụng nhiều máy biến áp nhỏ cho một động cơ thì có thể coi như sử dụng cho phụ tải.
- Vấn đề về vận chuyển khi vận chuyển máy biến áp nhỏ sẽ dễ dàng



Hình ảnh máy biến áp vận hành song song tại trạm biến áp



5.1.2. Điều kiện để máy biến áp vận hành song song.

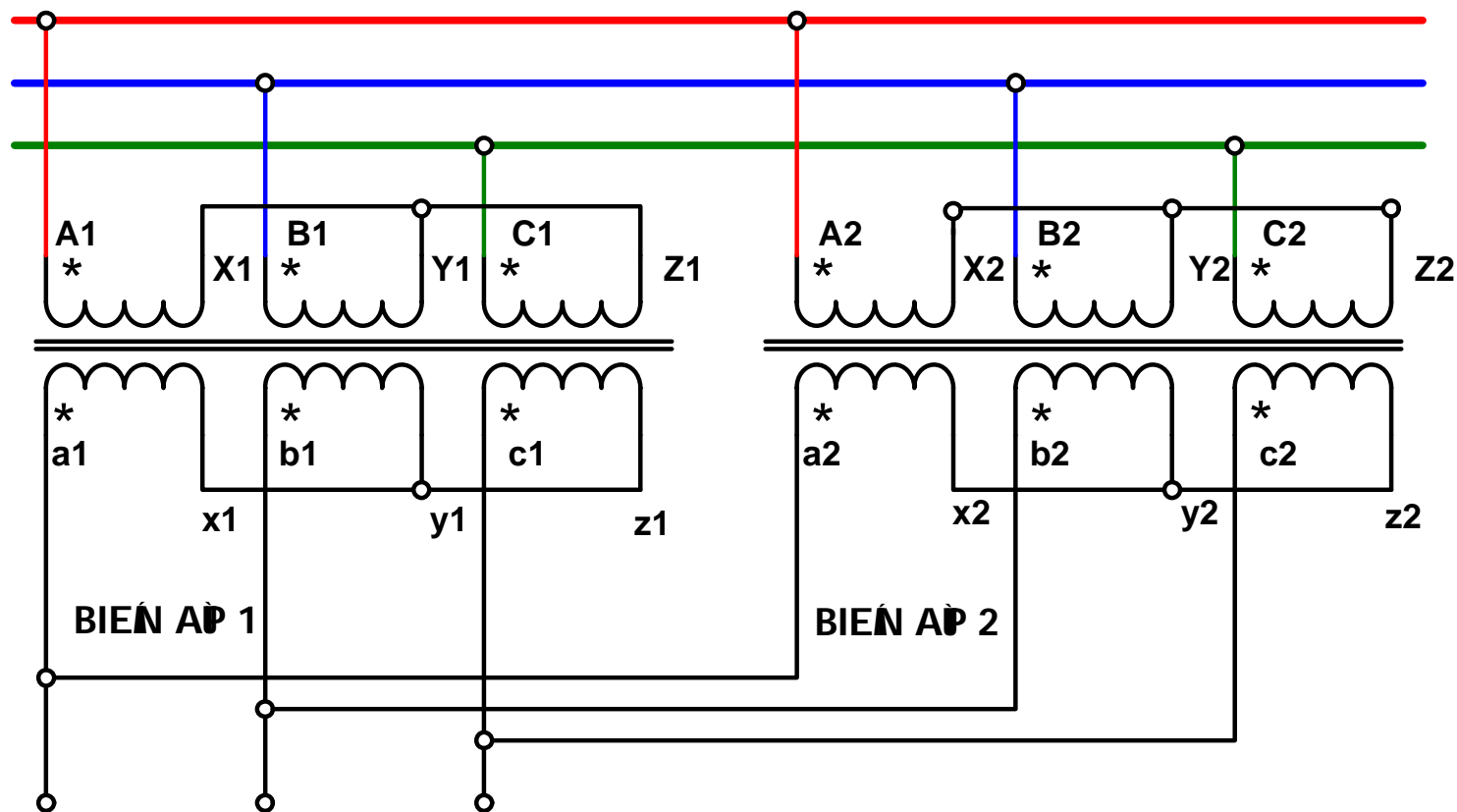


Hai hay nhiều biến áp 3 pha nếu song song cần thỏa các điều kiện sau :

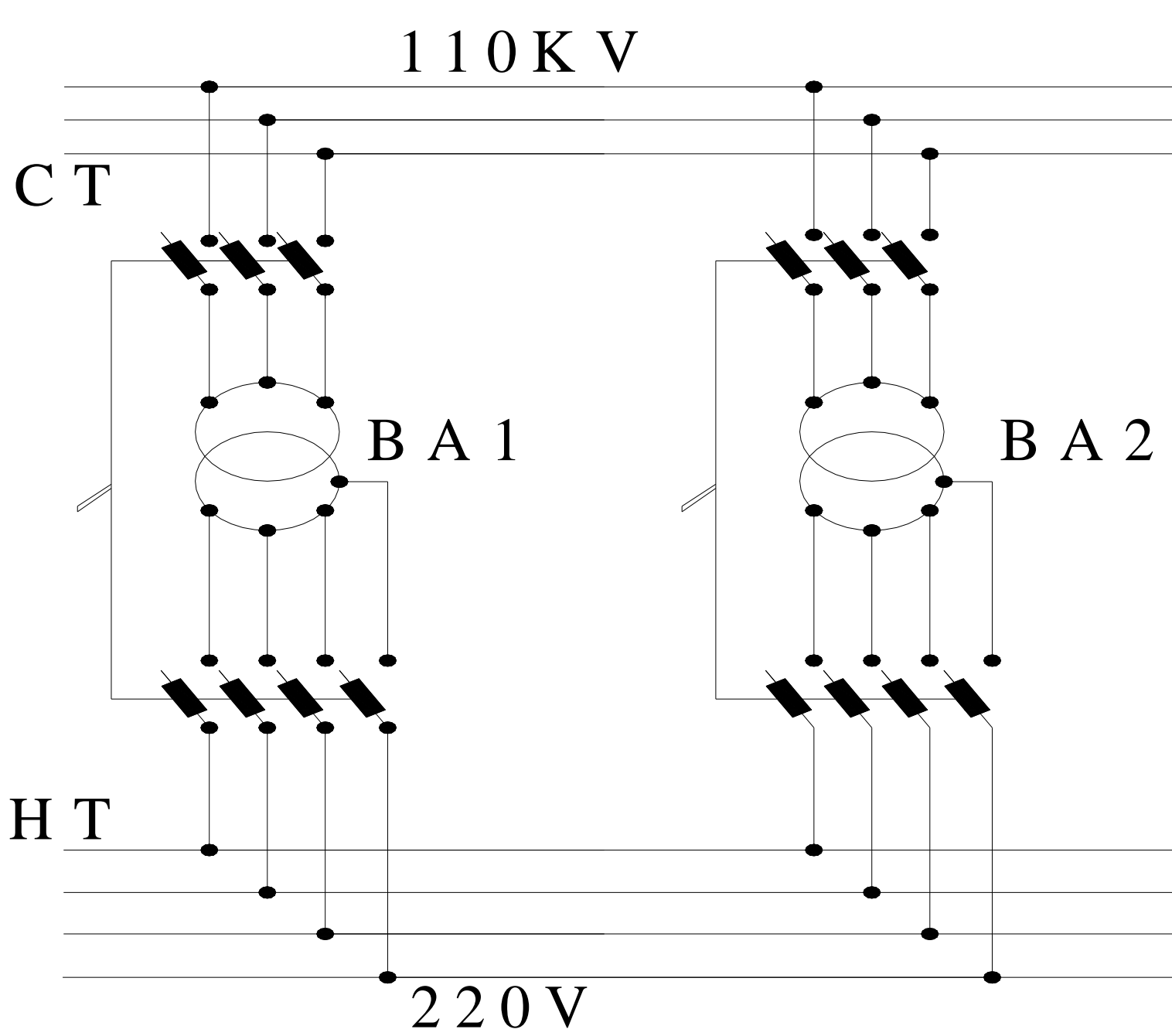
- Các máy biến áp phải có cùng tổ đấu dây
- Tỷ số biến áp giữa các máy bằng nhau hoặc chênh lệch không quá 0.5%
- Điện áp ngắn mạch chênh lệch không quá 10%
- Các máy biến áp hoàn toàn đồng pha

5.2. Vận hành song song các máy biến áp

Sau khi đã lựa chọn được những máy biến áp có thể vận hành song song vấn đề đặt ra là vận hành nó như thế nào? Sau đây là 1 sơ đồ vận hành song song 2 máy biến áp ở trạm biến áp:



Sơ đồ nối dây MBA làm việc song song kiểu mắc Y/Y



- Vận hành song song các máy biến áp cần thực hiện theo thứ tự các bước sau:

- Đóng cầu dao cắt BA1 phía cao thế cho BA1 vận hành không tải
- Đóng cầu dao cắt BA1 phía hạ thế cung cấp công suất P1
- Tiếp tục đóng cầu dao cắt BA2 phía cao thế cho BA2 vận hành không tải
- Tiếp đóng cầu dao cắt BA2 phía hạ thế cung cấp công suất P2
- → Tổng công suất cung cấp cho tải $P = P1 + P2$

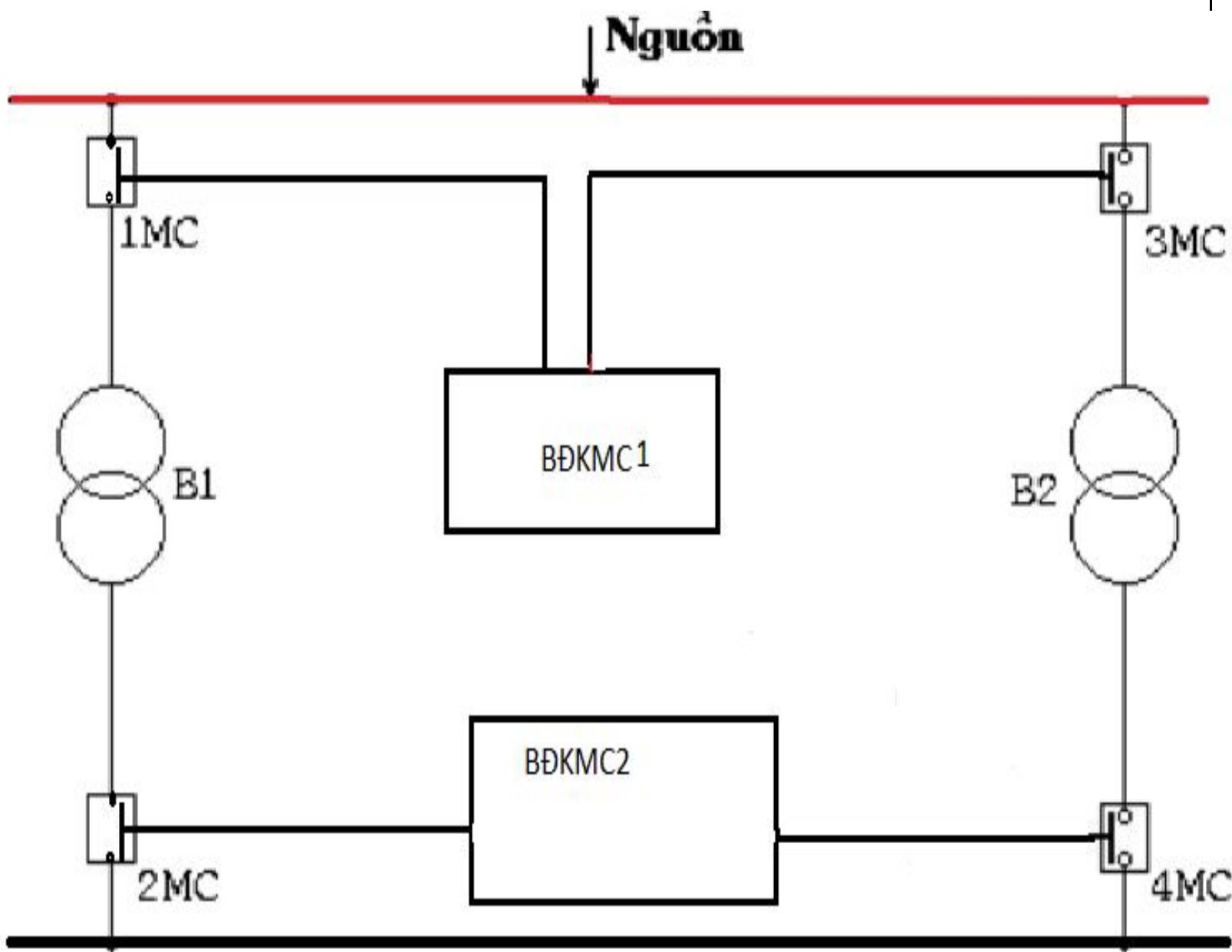




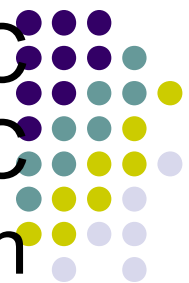
- Khi tải ở thời điểm thấp điểm ta cách ly một trong hai máy, cách ly sửa chữa, vận hành luân phiên thực hiện theo thứ tự sau:
 - Mở cầu dao cắt phía hạ thế một trong hai máy
 - Tiếp tục mở cầu dao cắt phía cao thế nên công suất cung cấp chỉ còn một nửa.
 - Chú ý quá trình cách ly máy biến áp ra khỏi tải thực hiện theo thứ tự phía hạ thế trước phía cao thế sau: tránh làm ngược lại.



- Để bảo đảm tính an toàn tránh nhầm lẫn trong khi vận hành người ta sử dụng cầu dao cắt liên động giữa cao thế và hạ thế.
- Cao thế dùng cầu dao cắt đóng nhanh mở chậm.
- Hạ thế dùng cầu dao cắt đóng chậm mở nhanh.
- Thông thường người ta sử dụng những máy đóng cắt thay thế cho các cầu dao cao áp .



- Trong sơ đồ trên máy cắt 1MC và 3MC được sử dụng phía cao áp và 2MC, 4MC phía thấp áp. Người ta sử dụng bộ điều khiển máy cắt có thể được điều khiển bằng tay hoặc tự động. Khi có lệnh điều khiển máy biến áp thì máy cắt 1MC, 3MC sẽ đóng lại cấp nguồn cho máy biến áp.
- Theo quy tắc vận hành máy biến áp người ta sẽ cho chạy không tải ít nhất trong 12h để kiểm tra.
- Sau đây là quy định của tổng công ty điện lực VN về thao tác đóng cắt trong khi vận hành máy biến áp.



Điều 46: Khi thao tác đóng và cắt máy biến áp cần theo các quy định dưới đây:

1. Đóng điện vào máy biến áp phải tiến hành từ phía cung cấp điện đến có trang bị bảo vệ ở tình trạng sẵn sàng cắt khi máy biến áp sự cố.
2. Nếu có máy cắt phải dùng máy cắt để đóng hoặc cắt.
3. Hiện nay hầu hết các trạm đều thực hiện đóng điện vào MBT bằng máy cắt. Nếu không có máy cắt có thể dùng dao cách ly 3 pha có bộ truyền động cơ khí hoặc bộ truyền động điện để đóng cắt dòng điện không tải các máy biến áp theo bảng 7. Các dao cách ly 3 pha thông dụng kiểu trong nhà hoặc ngoài trời cấp điện áp từ 10kV trở xuống cho phép đóng cắt không tải máy biến áp theo bảng 7. Các dao cách ly 3 pha thông dụng kiểu trong nhà hoặc ngoài trời cấp điện áp từ 10kV trở xuống cho phép đóng cắt không tải máy biến áp từ 1000 kVA trở xuống. Dòng từ hoá tối đa cho phép đóng cắt của máy biến áp được xác định dựa trên điều kiện quá áp cho phép vận hành đến 105% điện áp ứng với nấc điện áp tương ứng và khi đó dòng điện từ hoá biến áp tăng lên 1,5 lần so với định mức.

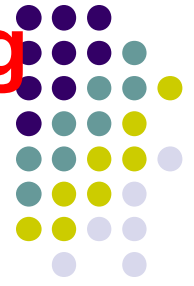
Bảng 7:

Thông số	Điện áp định mức dao cách ly									
	35kV				110kV					
	Dao chém dọc		Dao quay ngang		Dao chém dọc			Dao quay ngang		
Khoảng cách tối thiểu giữa các pha, m	1-1,2	1,6	1-1,2	2	2	2,5	3	2,5	3	3,5
Dòng từ hoá tối đa của biến áp ở điện áp 105% định mức, A	2,3	11	2,3	11	2	10	14,5	2	10	14,5
Công suất tối đa của máy biến áp, kVA	1800	20000	1800	20000	5600	31500	40000	5600	31500	40000



4. Việc cắt dòng điện không tải của máy biến áp có cuộn dập hồ quang ở trung tính chỉ được tiến hành sau khi cắt các cuộn dập hồ quang này.
5. Đối với những máy biến áp đấu theo sơ đồ khối “máy phát- biến áp” khi đóng vào vận hành nên dùng máy phát điện tăng điện áp lên dần dần đến điện áp định mức.
6. Đối với các máy biến áp có bộ điều chỉnh điện áp dưới tải (ĐAT) sau khi cắt các phụ tải phía hộ tiêu thụ thì nên tăng hệ số biến áp trước khi dùng dao cách ly cắt phía nguồn cung cấp.
 - Trong quá trình vận hành thường xuyên kiểm tra tình trạng tải và điện áp của Máy Biến Áp. Điều kiện vận hành bình thường là điện áp sử dụng phù hợp với các chỉ số Nameplate và dòng điện tải không vượt quá giá trị định mức.

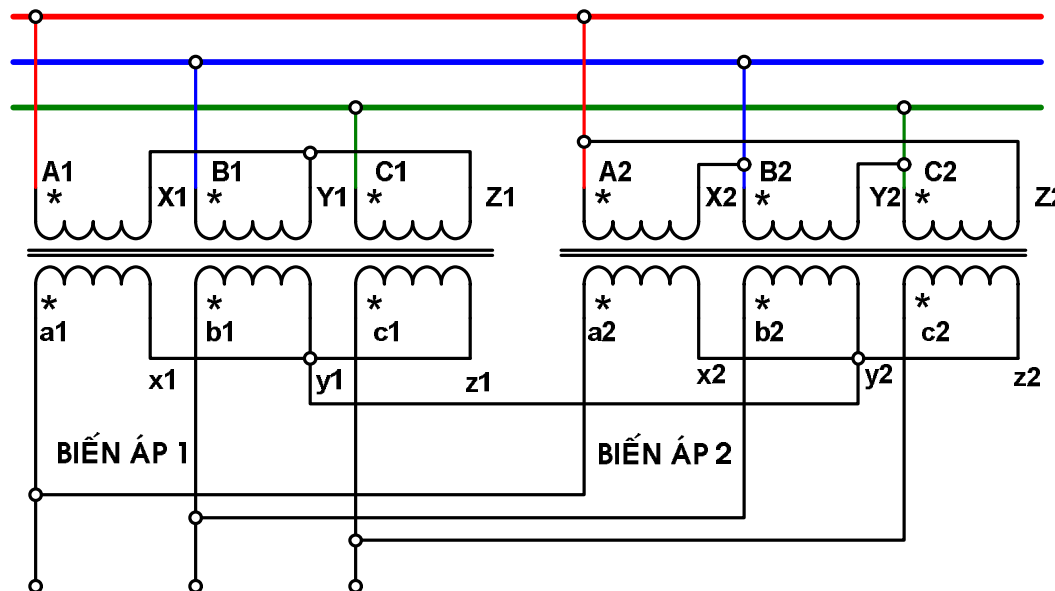
5.3. Các trường hợp vận hành song song không thỏa mãn điều kiện



5.3.1. KHẢO SÁT TRƯỜNG HỢP KHÔNG CUNG GÓC GIỮA TỌA ĐỘ DÂY:

THÍ DỤ 1: Cho hai biến áp 3 pha liên tiếp có các thông số sau:

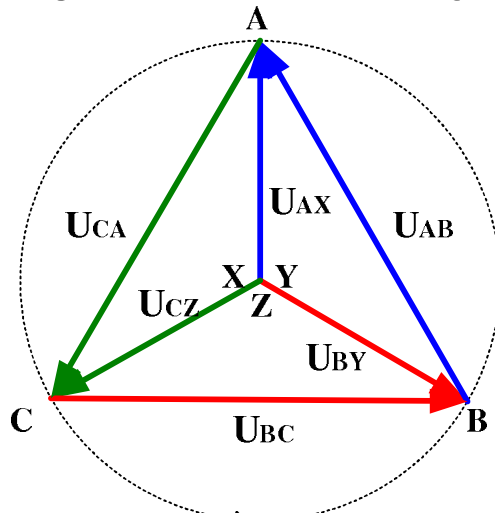
- **BIẾN ÁP 1:** 10KV/400V (Nhiệm vụ dây số và thời cấp) – Y/Y₀ -12
- **BIẾN ÁP 2:** 10KV/400V (Nhiệm vụ dây số và thời cấp) - Δ/Y₀ -11
- Gọi Z_{sp1} và Z_{sp2} lần lượt là tổng trở tổng công nghệ mô pha phía thời cấp của biến áp . **BIẾN ÁP 2 Δ/Y₀ – 11**



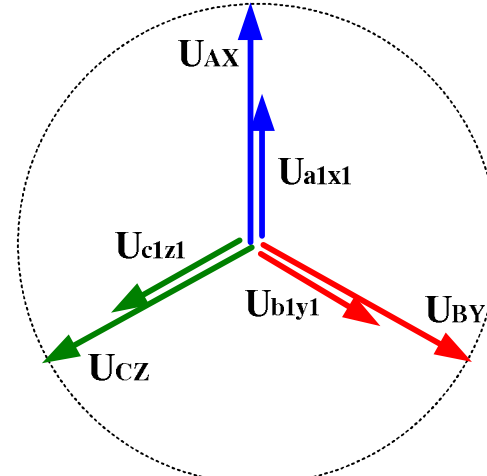


- Khi nối van hành song song hai biến áp ; số pha nối dây của biến áp trình bày trong hình 1.1 , góc giữa các toả dây biến áp 1 và 2 nối trình bày lần lượt trong hình 1 và hình 2
- Khi nối các số cấp của máy biến áp vào nguồn 3 pha; các vector nối dây ở số cấp của các biến áp hoàn toàn trùng nhau. Do hai biến áp song song các toả dây khác góc giữa trong hình 1.2 và 1.3 chúng ta suy ra các nối dây pha và nối dây tại thời cấp của hai biến áp không trùng pha với nhau. Nối dây pha tổng ở tại thời cấp hai biến áp 1 và 2 : U_{a1x1} và U_{a2x2} lệch pha thời gian 30° . Giả sử nguồn lưới cung cấp vào số cấp là nguồn 3 pha thời thuận; nối dây pha U_{a1x1} chậm pha hơn nối dây pha U_{a2x2} góc lệch 30° .

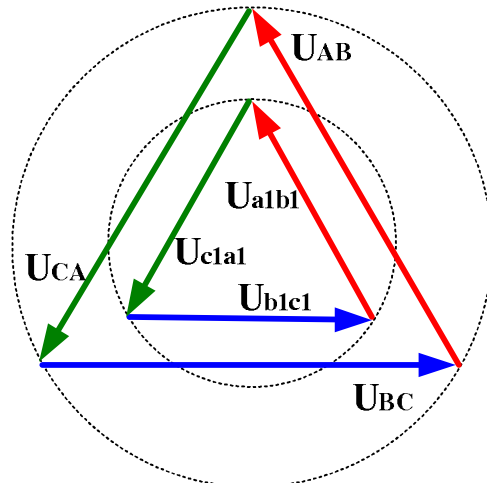
(hình 1) Góc giờ của toạ độ dây Y/Yo-12 của biến áp 1



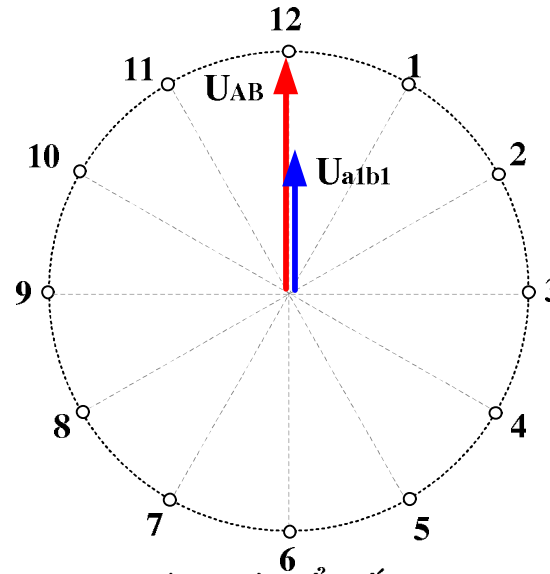
GIẢI ĐỒ VECTOR
ĐIỆN ÁP DÂY VÀ
ĐIỆN ÁP PHA NGUỒN
LƯỚI



GIẢI ĐỒ VECTOR
ĐIỆN ÁP PHA SƠ VÀ THỨ CẤP BIẾN
ÁP 1

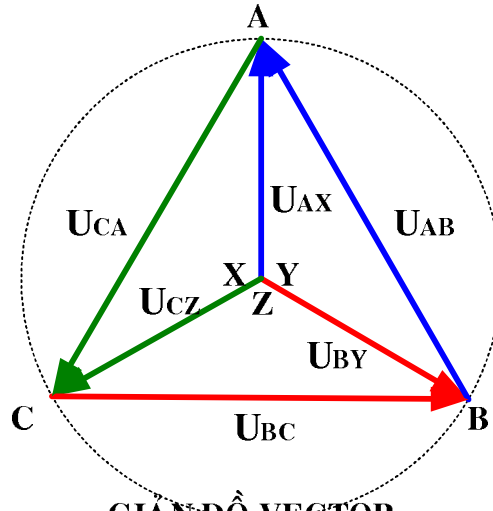


GIẢI ĐỒ VECTOR
ĐIỆN ÁP DÂY SƠ VÀ THỨ CẤP BIẾN
ÁP 1

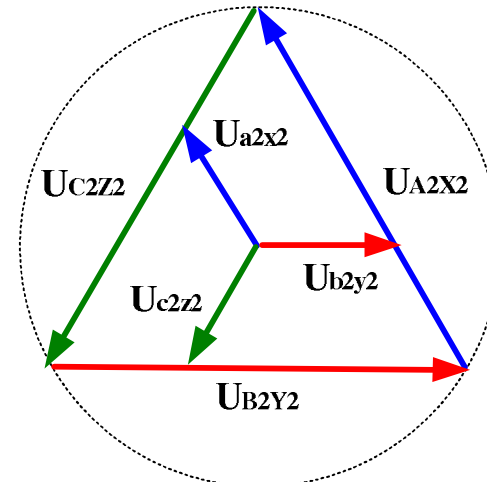


GÓC GIỜ TỔ ĐẦU
DÂY
MÁY BIẾN ÁP 1

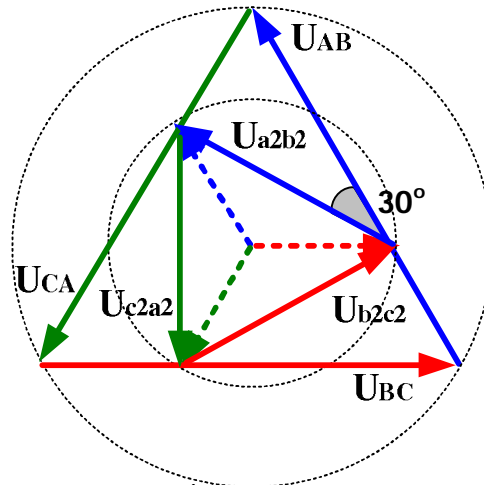
(hình 2) Góc giờ của toạ độ dây $\Delta/Y_0 - 11$ của biến áp 2



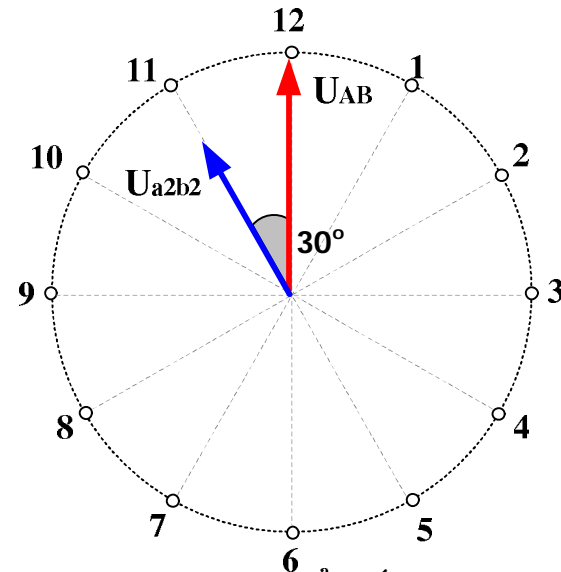
GIẢI ĐỒ VECTOR
PHASE
ĐIỆN ÁP PHA VÀ
ĐIỆN ÁP DÂY NGUỒN
LƯỚI



GIẢI ĐỒ VECTOR PHASE
ĐIỆN ÁP PHA SƠ VÀ THỨ CẤP BIẾN
ÁP 2

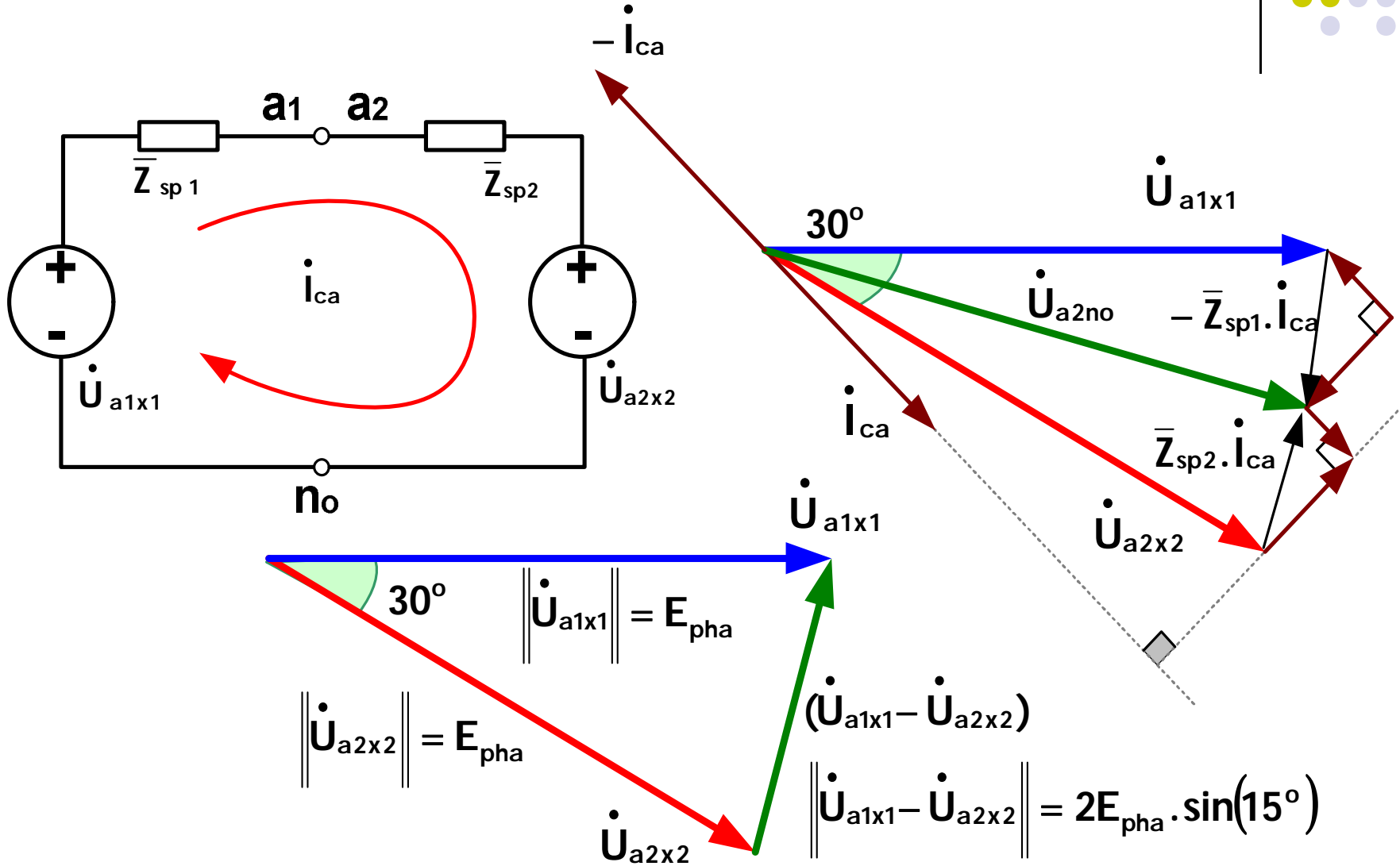


GIẢI ĐỒ VECTOR PHASE
ĐIỆN ÁP DÂY SƠ VÀ THỨ CẤP BIẾN
ÁP 2



GÓC GIỜ TỔ ĐẤU
DÂY
BIẾN ÁP 2

Mạch thông năng 1 pha cho mạch thò cấp của hai biến áp ãng ãu song song vớ nhau





Gọi \overline{Z}_{sp1} và \overline{Z}_{sp2} là các tổng trở phức phía thứ cấp của biến áp và \dot{I}_{ca} là dòng điện qua mạch tương đương 1 pha thứ cấp ta có kết quả sau:

$$\dot{I}_{ca} = \frac{\dot{E}_{a1x1} - \dot{E}_{a2x2}}{\overline{Z}_{sp1} + \overline{Z}_{sp2}}$$

Với giá trị hiệu dụng của các điện áp thứ cấp bằng nhau (giả sử là E_{pha}); khi chọn điện áp \dot{U}_{a2x2} làm chuẩn; ta có thể ghi: $\dot{U}_{a2x2} = E_{pha} \angle 0^\circ$ và $\dot{U}_{a1x1} = E_{pha} \angle -30^\circ$.

Dòng điện \dot{I}_{ca} được gọi là dòng cân bằng phía thứ cấp; giá trị hiệu dụng của dòng điện cân bằng được xác định theo quan hệ (L2).

$$\| \dot{I}_{ca} \| = \frac{2E_{pha} \cdot \sin(15^\circ)}{\| \overline{Z}_{sp1} + \overline{Z}_{sp2} \|} = \frac{0,518 \cdot E_{pha}}{\| \overline{Z}_{sp1} + \overline{Z}_{sp2} \|}$$

Tóm lại ngay trong trạng thái không tải; phía thứ cấp máy biến áp vẫn chứa dòng điện cân bằng. Vì giá trị tổng trở thứ cấp máy biến áp rất bé, nên giá trị hiệu dụng dòng điện cân bằng rất lớn; thường lớn gấp nhiều lần so với dòng điện định mức. Sự kiện này dẫn đến hư hỏng dây quấn máy biến áp ngay khi vận hành không tải. Với phương pháp khảo sát này, chúng ta xem các máy biến áp có mạch tương đương được **qui đổi về thứ cấp**, (khi bỏ qua tổn hao thép trong mỗi biến áp lúc không tải). Tổng trở Z_{cpl} chính là tổng trở ngắn mạch (trong mạch tương đương 1 pha) của biến áp 1 khi qui về thứ cấp (Z'_{nm1}) với các thành phần điện trở ngắn mạch r'_{nm1} và thành phần điện kháng ngắn mạch x'_{nm1} . Ta có thể ghi:

$$r'_{nm1} = r_1' + r_2$$

Với tỉ số biến áp của máy biến áp 1 được định nghĩa là:

$$K_{ba1} = \frac{E_{pha11}}{E_{pha21}} \cong \frac{U_{dây}}{E_{pha}}$$

Suy ra:

$$r_1' = \frac{r_1}{(K_{ba1})^2}$$

Tóm lại:

$$r'_{nm1} = \frac{r_1}{(K_{ba1})^2} + r_2$$

CHÚ Ý:

Khi gọi r_{nm1} là điện trở ngắn mạch 1 pha của biến áp 1 khi qui đổi thứ cấp về sơ cấp; ta có quan hệ sau:

$$r_{nm1} = r_1 + r'_2 = r_1 + r_2 \cdot (K_{ba1})^2$$

Từ (1.6) và (1.7) chúng ta có quan hệ sau:

$$r'_{nm1} = \frac{r_1 + r_2 \cdot (K_{ba1})^2}{(K_{ba1})^2} = \frac{r_{nm1}}{(K_{ba1})^2}$$

Tương tự ta có:

$$x'_{nm1} = x_{t1} + x_{t2}$$

Suy ra:

$$x'_{nm1} = \frac{x_{t1}}{(K_{ba1})^2} + x_{t2}$$

Khi gọi x_{nm1} là điện kháng ngắn mạch 1 pha của biến áp 1 khi qui đổi thứ cấp về sơ cấp; ta có quan hệ sau:

$$x_{nm1} = x_{t1} + x'_{t2} = x_{t1} + x_{t2} \cdot (K_{ba1})^2$$

Từ (1.10) và (1.11) chúng ta suy ra quan hệ sau:

$$x'_{nm1} = \frac{x_{t1} + x_{t2} \cdot (K_{ba1})^2}{(K_{ba1})^2} = \frac{x_{nm1}}{(K_{ba1})^2}$$





Tóm lại từ quan hệ của tổng trở ngắn mạch khi qui đổi về sơ cấp (Z_{nm1}) và khi qui đổi về thứ cấp (Z'_{nm1}) của máy biến áp 1 ghi nhận như sau:

$$\text{Với } Z_{nm1} = \sqrt{(r_{nm1})^2 + (x_{nm1})^2}$$

Hay:

$$Z'_{nm1} = \sqrt{(r'_{nm1})^2 + (x'_{nm1})^2} = \sqrt{\left(\frac{r_{nm1}}{(K_{ba1})^2}\right)^2 + \left(\frac{x_{nm1}}{(K_{ba1})^2}\right)^2}$$

Tóm lại:

$$Z'_{nm1} = \frac{Z_{nm1}}{(K_{ba1})^2}$$

Gọi $u_{nm1}\%$ là giá trị phần trăm điện áp ngắn mạch của máy biến áp 1; theo lý thuyết máy biến áp; giá trị này được định nghĩa như sau (**khí thực hiện thí nghiệm ngắn mạch; nối tắt thứ cấp biến áp**):

$$u_{nm1}\% = \left(\frac{I_{11đm} \cdot Z_{nm1}}{U_{1phđm}}\right) \times 100$$

Suy ra:

$$u_{nm1}\% = \left(\frac{I_{11đm} \cdot Z'_{nm1} \cdot (K_{ba1})^2}{U_{1phđm}}\right) \times 100$$

$$u_{nm1}\% = \left(\frac{I_{11đm} \cdot Z'_{nm1} \cdot (K_{ba1})}{\left(\frac{U_{1phđm}}{K_{ba1}}\right)}\right) \times 100 \cong \left(\frac{I_{12đm} \cdot Z'_{nm1}}{U_{2phđm}}\right) \times 100$$

Chúng ta suy ra quan hệ tính toán giá trị phần trăm điện áp ngắn mạch:

$$u_{nm1} \% = \left(\frac{I_{11dm} \cdot Z_{nm1}}{U_{1phadm}} \right) \times 100 \cong \left(\frac{I_{12dm} \cdot Z'_{nm1}}{U_{2phadm}} \right) \times 100$$

Trong đó:

I_{11dm} : dòng điện định mức phía sơ cấp biến áp 1.

I_{12dm} : dòng điện định mức phía thứ cấp biến áp 1.

U_{1phadm} : điện áp định mức pha phía sơ cấp biến áp 1.

U_{2phadm} : điện áp định mức pha phía thứ cấp biến áp 1.

Chúng ta có thể tính gần đúng quan hệ (1.2) như sau:

$$\|i_{ca}\| = \frac{2E_{pha} \cdot \sin(15^\circ)}{\|Z_{sp1} + Z_{sp2}\|} = \frac{0,518 \cdot E_{pha}}{\|Z_{sp1} + Z_{sp2}\|} \cong \frac{0,518 \cdot E_{pha}}{Z'_{nm1} + Z'_{nm2}}$$

Biểu thức tính gần đúng giá trị của dòng điện cân bằng qua dây quấn biến áp khi các biến áp không cùng góc giờ của tổ đấu dây biến áp:

$$\|i_{ca}\| \cong \frac{0,518 \cdot E_{pha}}{Z'_{nm1} + Z'_{nm2}} = \frac{0,518}{\left(\frac{u_{nm1} \%}{I_{11dm}} \right) + \left(\frac{u_{nm2} \%}{I_{12dm}} \right)}$$

5.3.2. KHẢO SÁT TRỒNG HỘP NIÊN ÁP DÂY THỜI CẤP KHÔNG BẰNG NHAU :

THÍ DỤ 2: Cho hai biến áp 3 pha lần lượt có các thông số nhỏ sau:

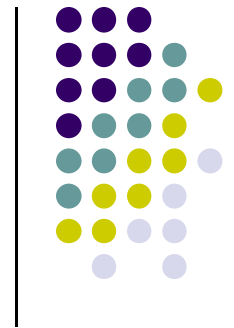
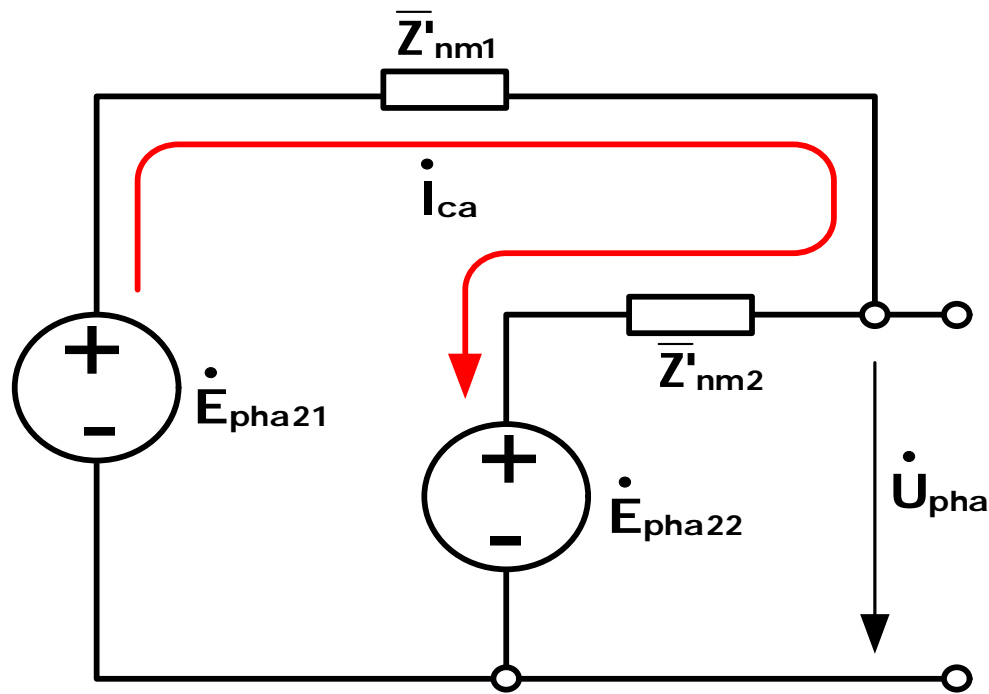
BIẾN ÁP 1: 10KV/400V (Niên áp dây số vaø thòu cấp) - Y/Y₀ -12

BIẾN ÁP 2: 10KV/380V (Niên áp dây số vaø thòu cấp) - Y/Y₀ -12

(Hai biến áp có cùng góc giôn vaø toả số dây máy biến áp; nhưng tải số biến áp hơi khác nhau).

-----Phân tích-----

- Khảo sát dòng niên cân bằng qua dây quán thòu cấp lúc không tải khi ñầu vẫn hành song song hai biến áp nêu trên.
- Phương pháp khảo sát ñiều thực hiện tổng tải nhỏ và thực hiện trong thí dụ 1; chúng ta qui ñịnh mạch tổng ñông 1 pha của các biến áp 1 vaø 2 về phía thòu cấp biến áp. Mạch niên tổng ñông 1 pha của hệ thống biến áp sau khi ghép song song trình bày bên dưới



Với số liệu cho trong thí dụ 2; khi bỏ qua tổn hao thép trong các biến áp; các điện áp pha thòu cấp trong mạch tổng ãoùng 1 pha trung pha nhau (vì các biến áp cung toả ãu ãu ãu).