



# Mạch ba pha

Cơ sở lý thuyết mạch điện



## Nội dung

- Thông số mạch
- Phần tử mạch
- Mạch một chiều
- Mạch xoay chiều
- Mạng hai cửa
- **Mạch ba pha**
- Quá trình quá độ

## Mạch ba pha

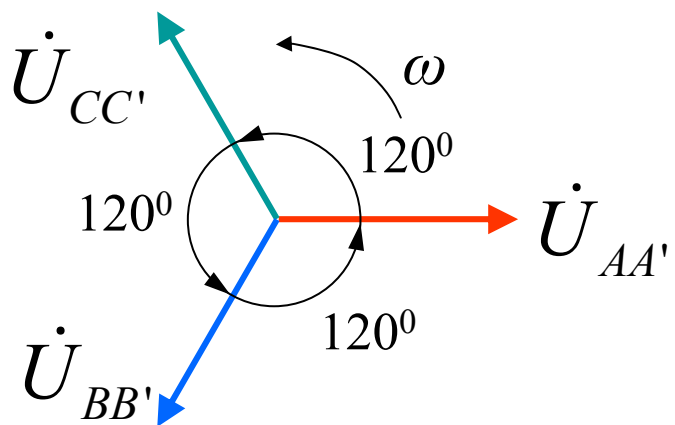
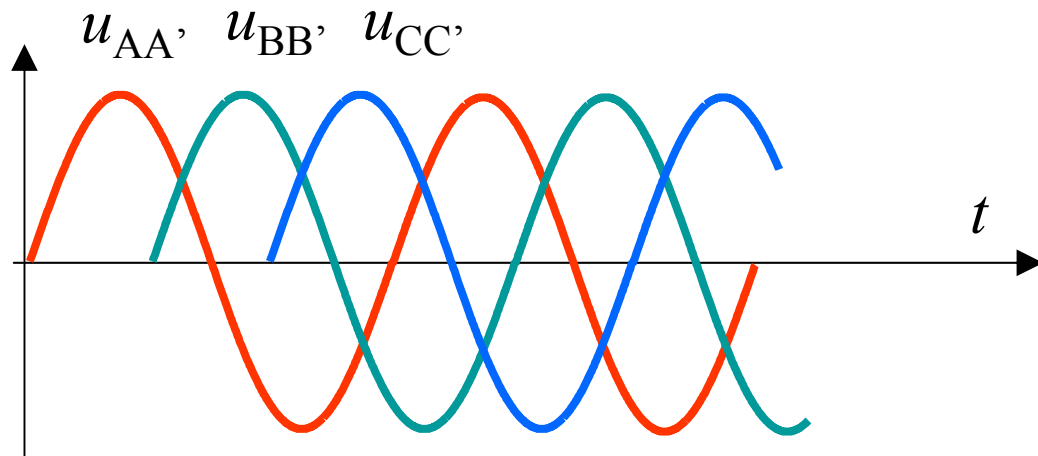
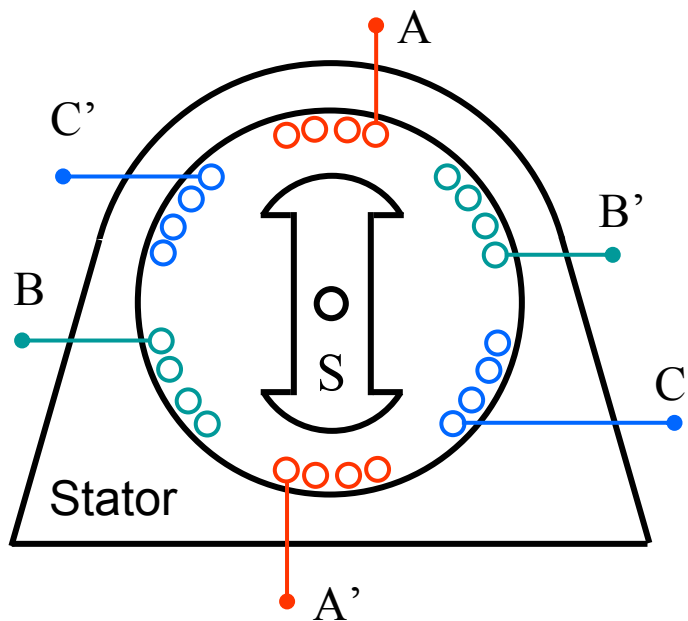
- Mạch một pha: một nguồn điện xoay chiều nối với tải bằng một cặp dây dẫn
- Mạch nhiều pha: nhiều nguồn xoay chiều cùng tần số nhưng khác pha
- Mạch ba pha: ba nguồn điện xoay chiều cùng tần số, cùng biên độ, lệch pha với nhau  $120^{\circ}$
- Trong số các mạch nhiều pha, mạch ba pha phổ biến & kinh tế nhất

# Mạch ba pha

- Tầm quan trọng của mạch ba pha:
  - Động cơ điện ba pha ổn định, tương đối rẻ, kích thước nhỏ, ít bảo dưỡng, so với động cơ điện một pha
  - Với cùng một lượng công suất truyền tải, mạch ba pha cần ít dây nối hơn → kinh tế hơn
  - Có thể cung cấp 2 kiểu điện áp
- Nội dung
  - Nguồn ba pha đối xứng
  - Mạch ba pha đối xứng
  - Mạch ba pha không đối xứng
  - Công suất trong mạch ba pha
  - Phương pháp thành phần đối xứng
  - Điều hoà bậc cao trong mạch ba pha



# Nguồn ba pha đối xứng (1)



$$u_{AA'} = U_m \sin \omega t$$

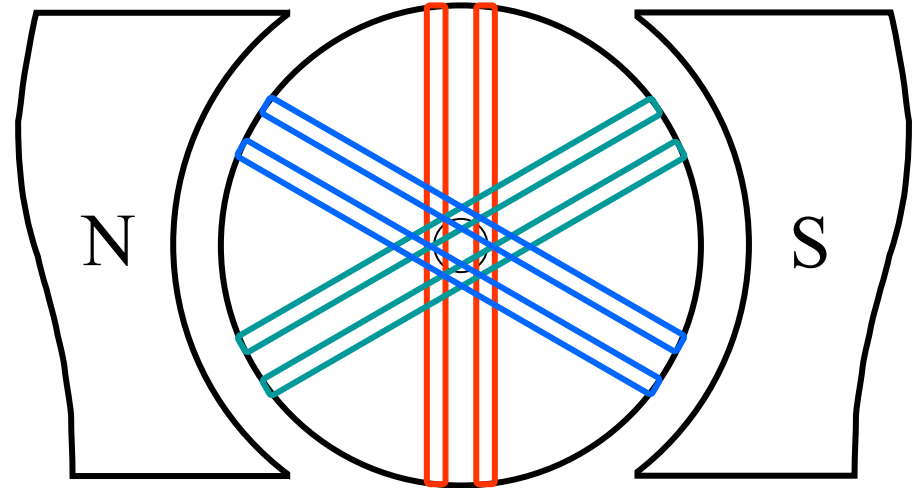
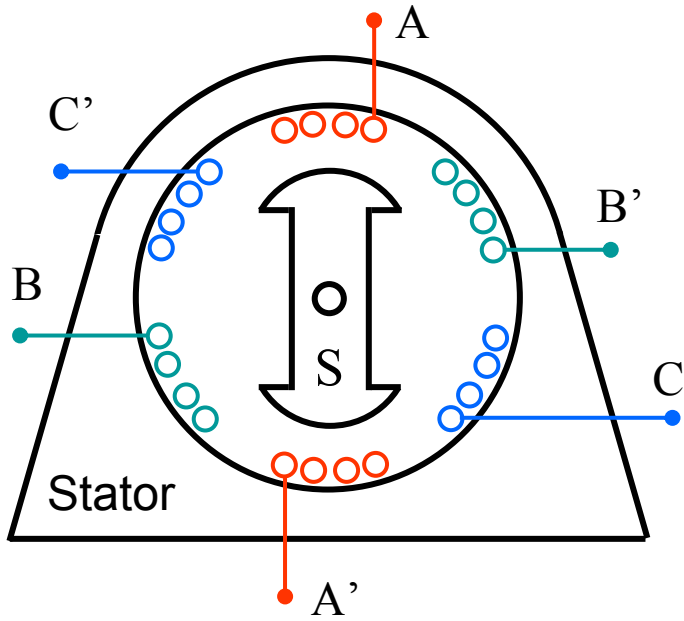
$$u_{BB'} = U_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$u_{CC'} = U_m \sin(\omega t + 120^\circ)$$

$$u_{AA'} + u_{BB'} + u_{CC'} = 0$$

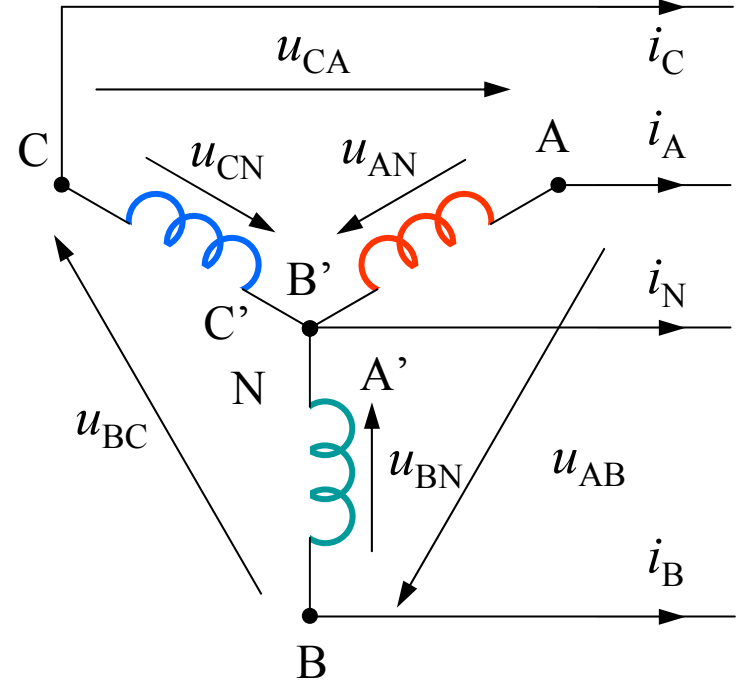
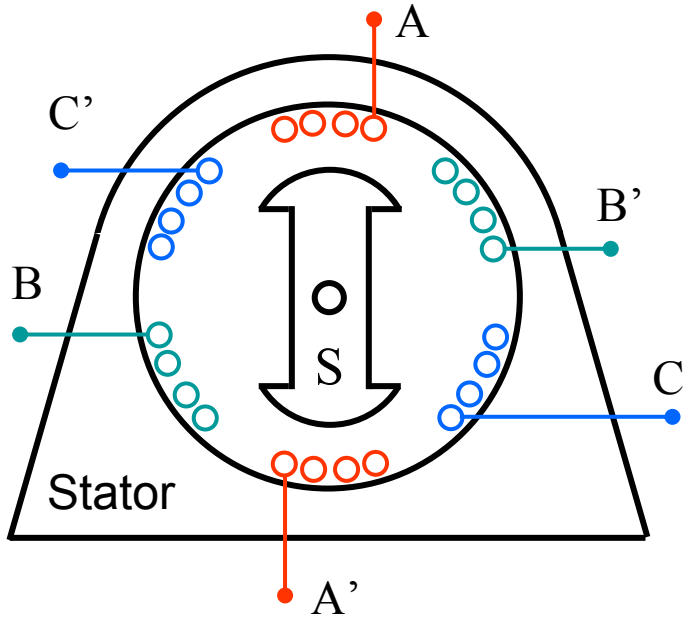


# Nguồn ba pha đối xứng (2)





# Nguồn ba pha đối xứng (3)

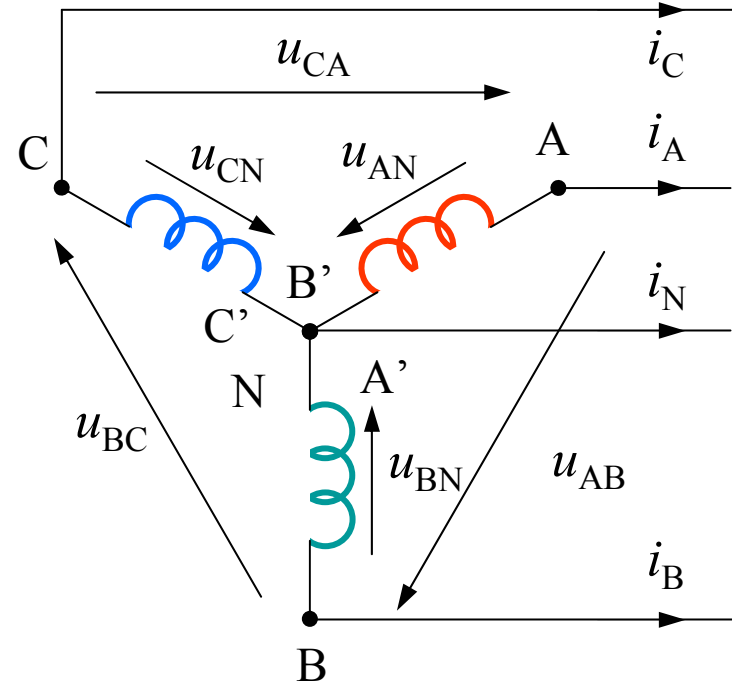
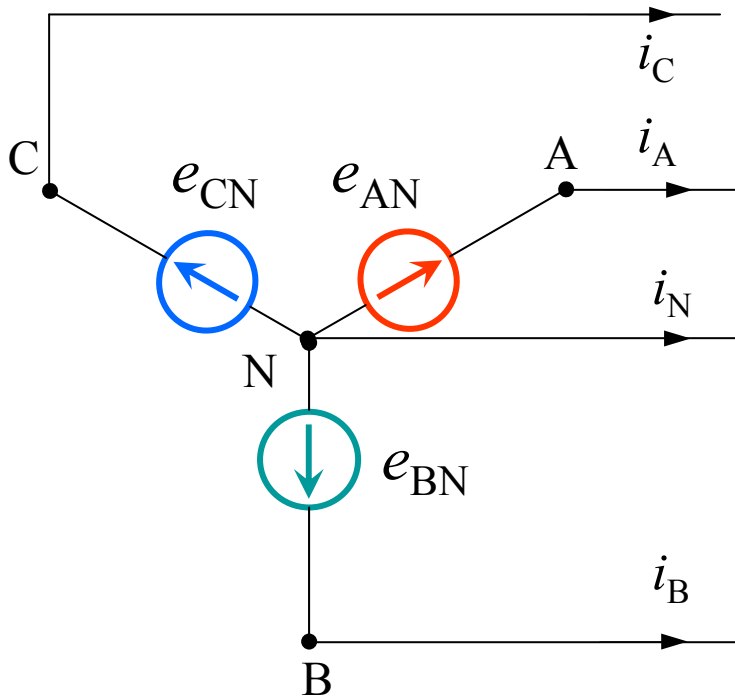


$u_{AN}, u_{BN}, u_{CN}$ : điện áp pha

$u_{AB}, u_{BC}, u_{CA}$ : điện áp dây



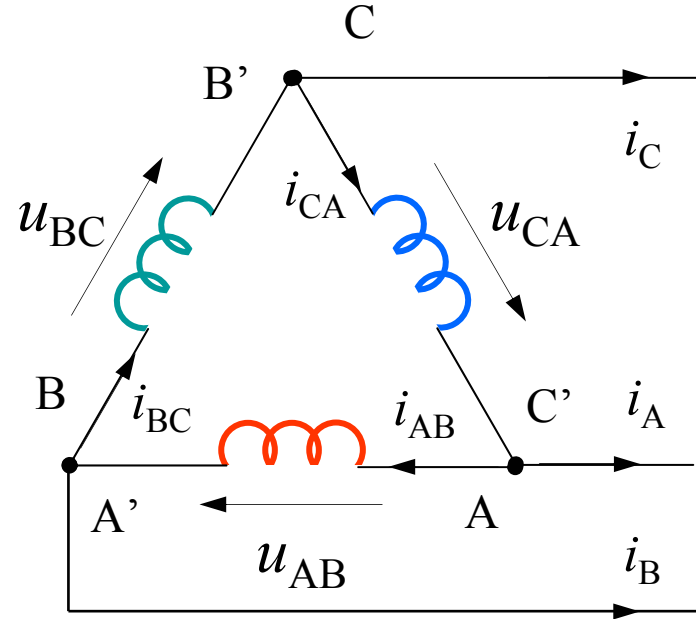
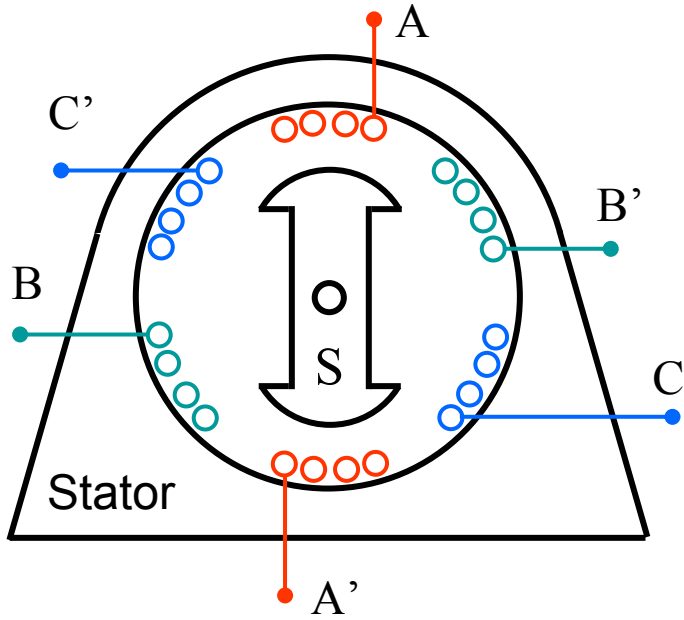
# Nguồn ba pha đối xứng (4)





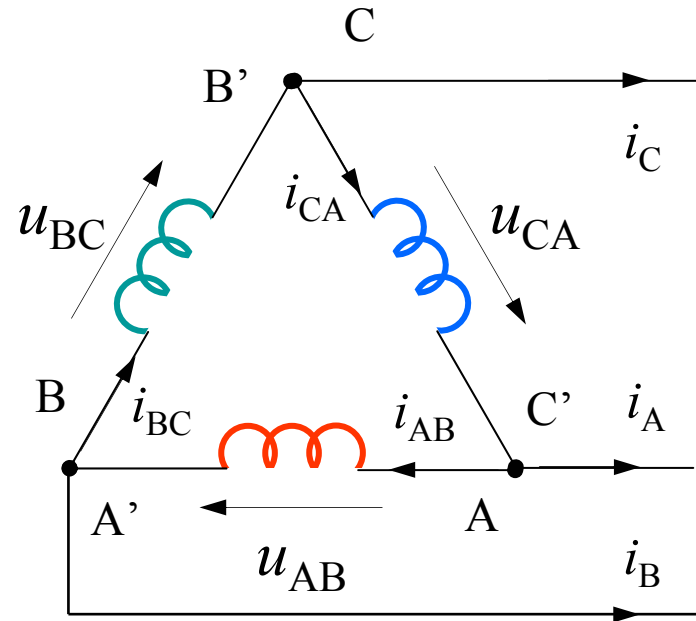
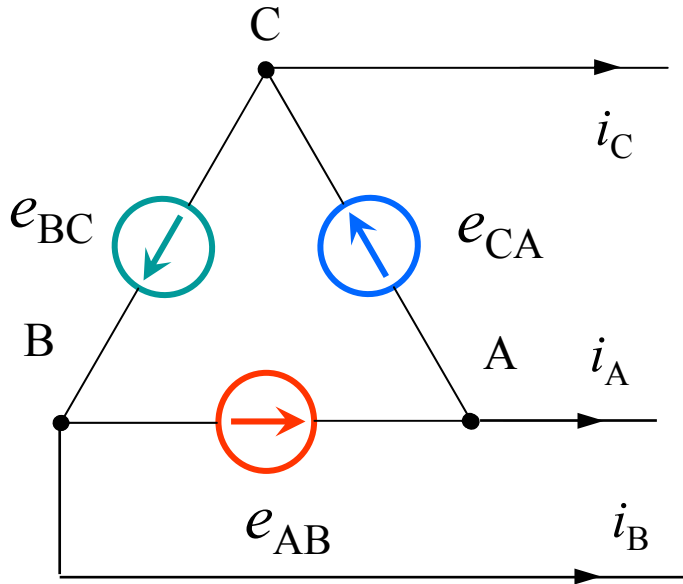


# Nguồn ba pha đối xứng (5)



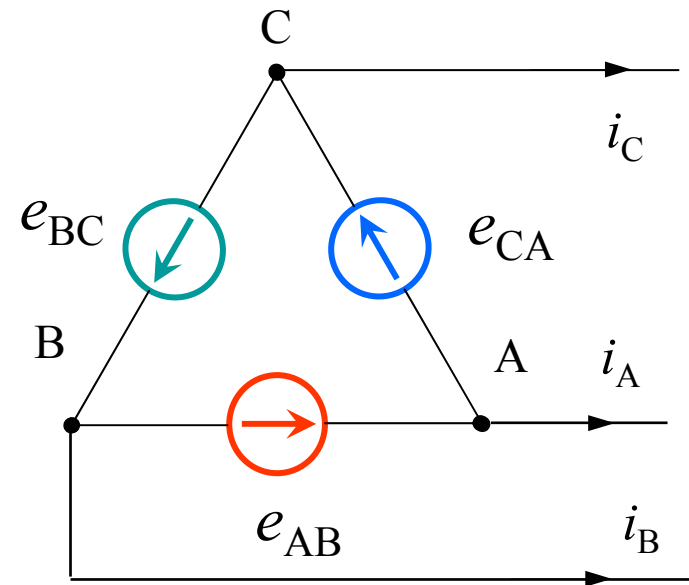
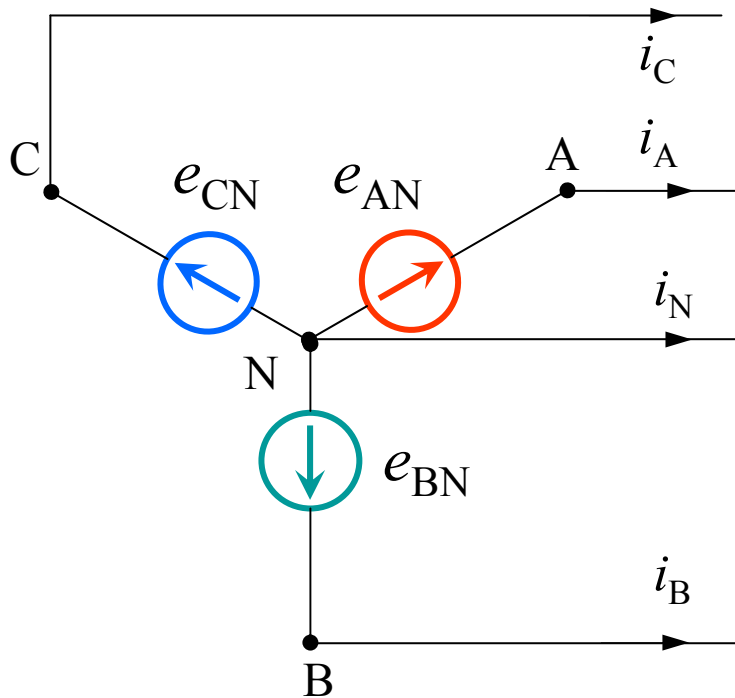


# Nguồn ba pha đối xứng (6)





# Nguồn ba pha đối xứng (7)



## Mạch ba pha

- Nguồn ba pha đối xứng
- **Mạch ba pha đối xứng**
- Mạch ba pha không đối xứng
- Công suất trong mạch ba pha
- Phương pháp thành phần đối xứng
- Điều hoà bậc cao trong mạch ba pha

## Mạch ba pha đối xứng

- Đối xứng/cân bằng
- Có nguồn đối xứng & tải đối xứng
- Nguồn đối xứng: cùng tần số, cùng biên độ, lệch pha  $120^\circ$  (máy phát điện ba pha)
- Tải đối xứng: các tải bằng nhau
- Cách mắc nguồn & tải (đối xứng):
  - Y & Y
  - Y &  $\Delta$
  - $\Delta$  &  $\Delta$
  - $\Delta$  & Y



## Y & Y đối xứng (1)

$$\dot{U}_{AN} = U \underline{/ 0^{\circ}}$$

$$\dot{U}_{BN} = U \underline{/ -120^{\circ}}$$

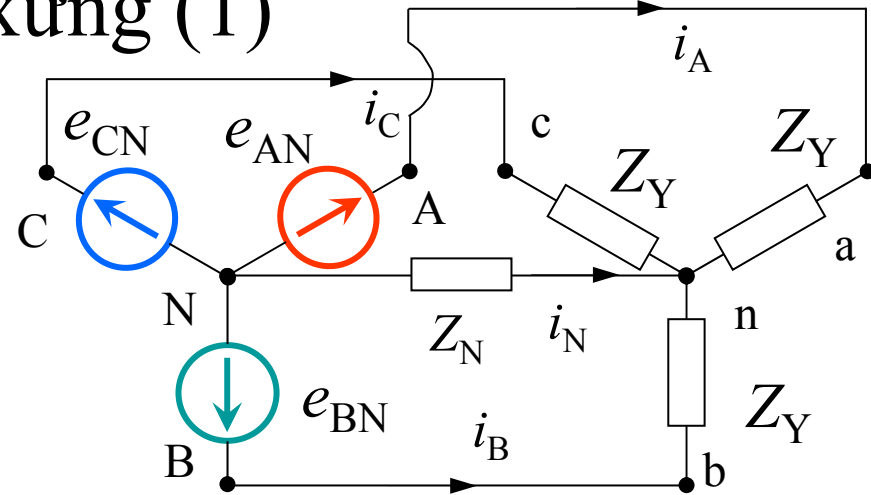
$$\dot{U}_{CN} = U \underline{/ 120^{\circ}}$$

$$\dot{U}_{AB} = \dot{U}_{AN} + \dot{U}_{NB} = \dot{U}_{AN} - \dot{U}_{BN}$$

$$= U \underline{/ 0^{\circ}} - U \underline{/ -120^{\circ}} = U \left( 1 + \frac{1}{2} + j \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = \sqrt{3}U \underline{/ 30^{\circ}}$$

$$\dot{U}_{BC} = \sqrt{3}U \underline{/ -90^{\circ}}$$

$$\dot{U}_{CA} = \sqrt{3}U \underline{/ -210^{\circ}}$$



$$U_{dây} = \sqrt{3}U_{pha}$$

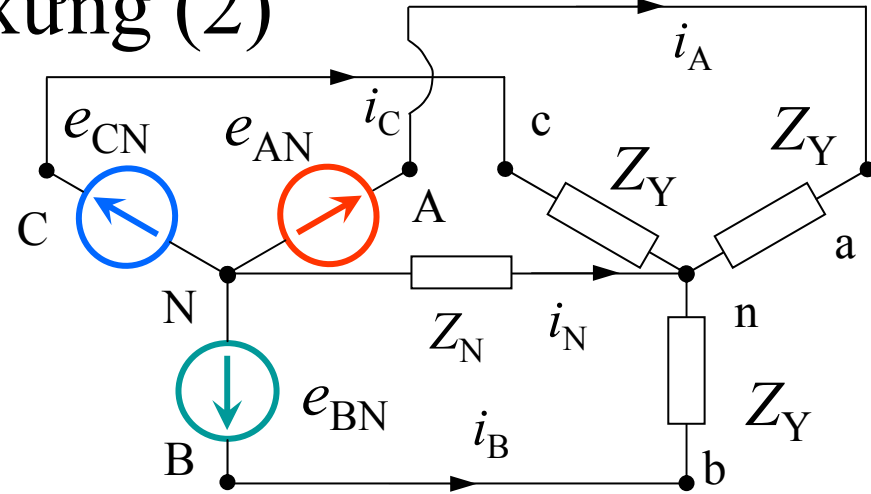
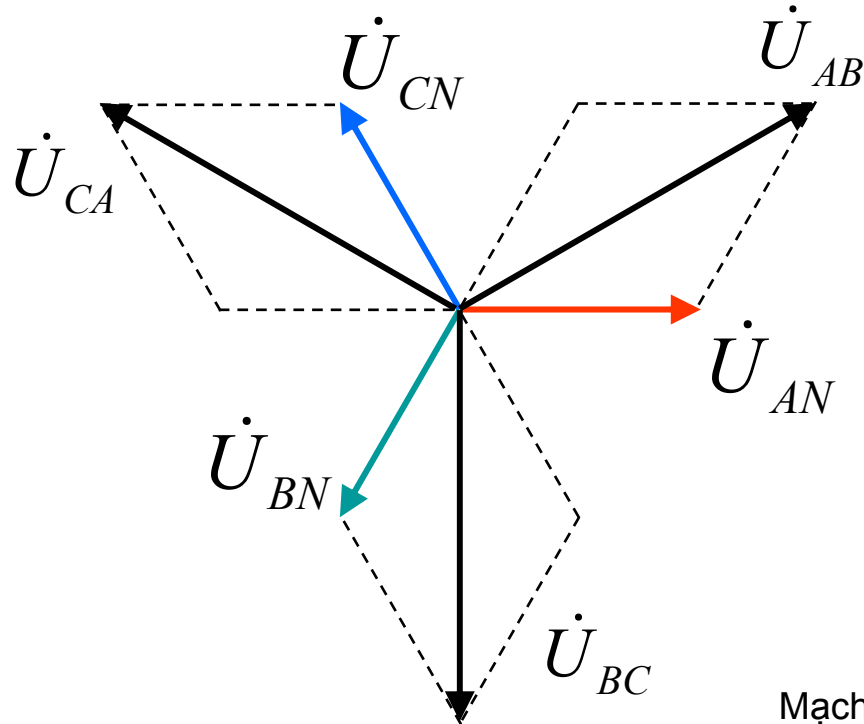


## Y & Y đối xứng (2)

$$\dot{U}_{AN} = U \underline{/0^{\circ}}$$

$$\dot{U}_{BN} = U \underline{/ -120^{\circ}}$$

$$\dot{U}_{CN} = U \underline{/120^{\circ}}$$



$$\dot{U}_{AB} = \sqrt{3}U \underline{/30^{\circ}}$$

$$\dot{U}_{BC} = \sqrt{3}U \underline{/ -90^{\circ}}$$

$$\dot{U}_{CA} = \sqrt{3}U \underline{/ -210^{\circ}}$$



### Y & Y đối xứng (3)

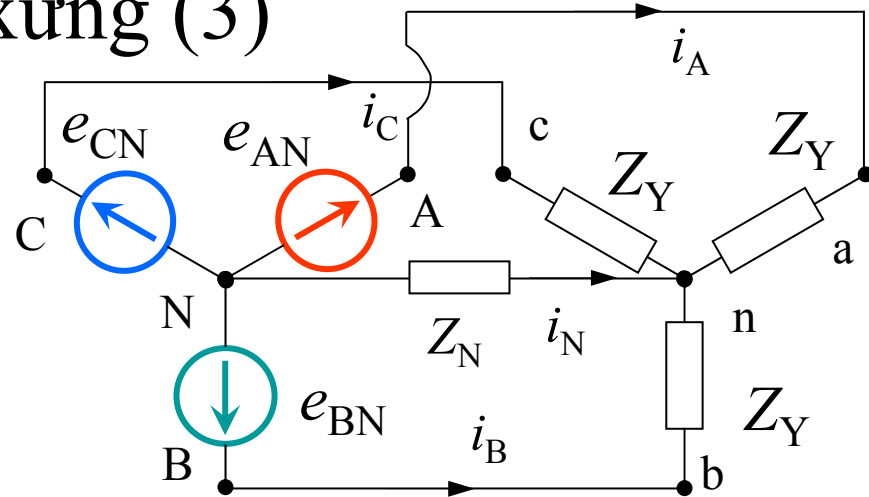
Đặt  $\dot{\phi}_N = 0$

$$\left( \frac{1}{Z_Y} + \frac{1}{Z_Y} + \frac{1}{Z_Y} + \frac{1}{Z_N} \right) \dot{\phi}_n =$$

$$= \frac{\dot{U}_{AN}}{Z_Y} + \frac{\dot{U}_{BN}}{Z_Y} + \frac{\dot{U}_{CN}}{Z_Y}$$

$$\dot{U}_{AN} + \dot{U}_{BN} + \dot{U}_{CN} = 0$$

$$\rightarrow \dot{\phi}_n = 0 \rightarrow \dot{U}_{Nn} = 0$$







# Y & Y đối xứng (4)

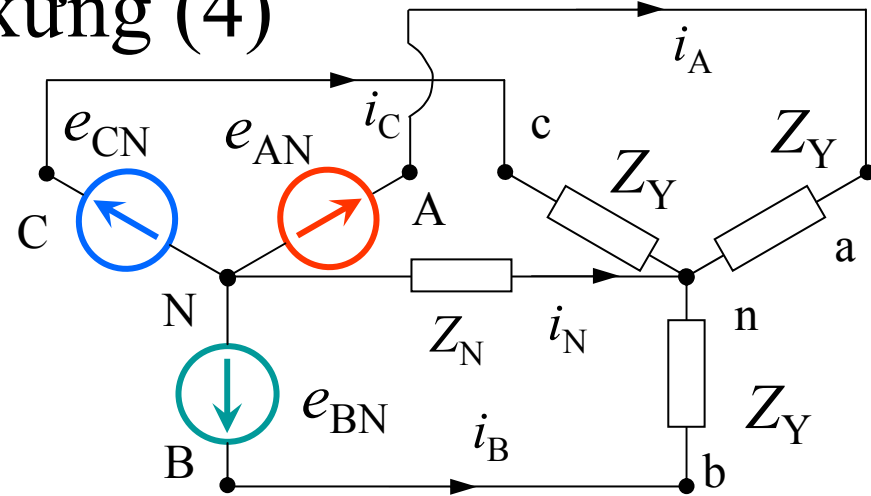
$$\dot{\phi}_n = 0$$

$$\rightarrow \dot{I}_A = \frac{\dot{U}_{AN}}{Z_Y} = \frac{U / 0^0}{Z_Y}$$

$$\dot{I}_B = \frac{\dot{U}_{BN}}{Z_Y} = \frac{\dot{U}_{AN} / -120^0}{Z_Y} = \dot{I}_A / -120^0$$

$$\dot{I}_C = \frac{\dot{U}_{CN}}{Z_Y} = \frac{\dot{U}_{AN} / 120^0}{Z_Y} = \dot{I}_A / 120^0$$

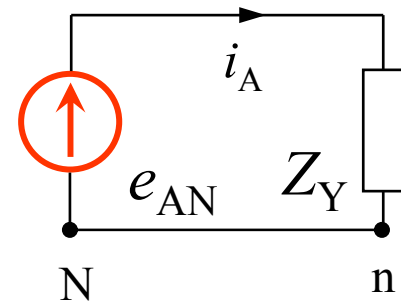
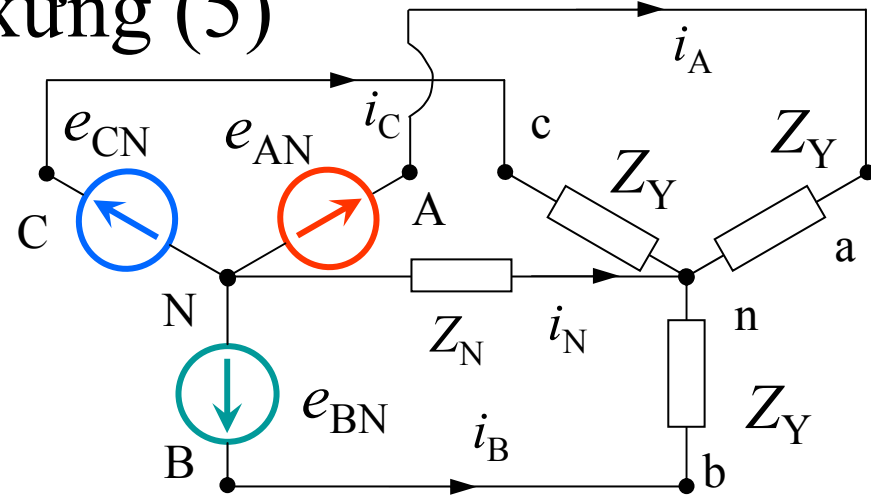
$$\dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 0$$



## Y & Y đối xứng (5)

Các bước phân tích mạch  
Y&Y đối xứng:

1. Tách riêng một pha (ví dụ pha A)
2. Tính dòng điện của pha đó ( $i_A$ )
3. Suy ra dòng điện của các pha khác bằng cách cộng & trừ các góc  $120^\circ$

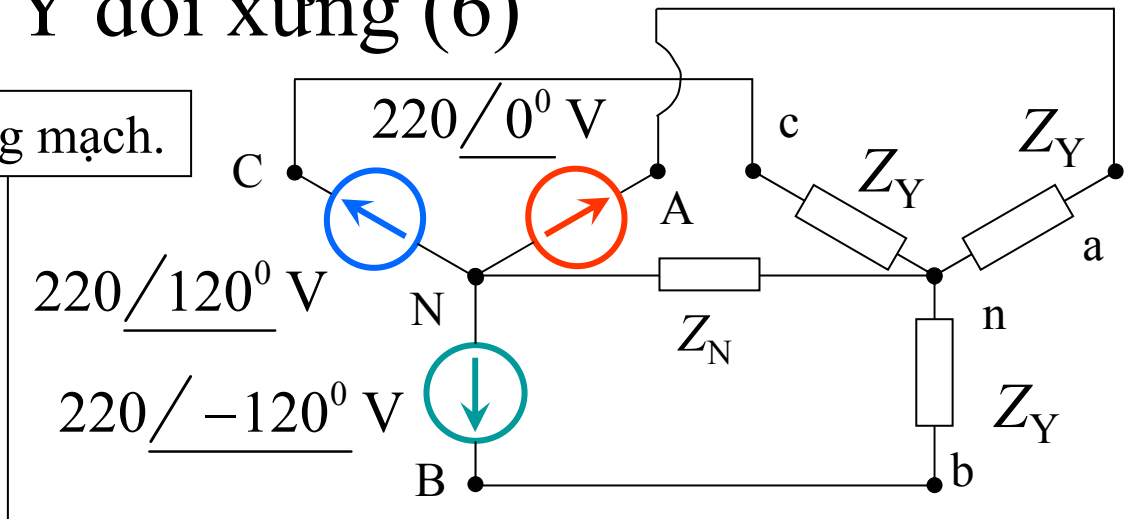




VD

## Y & Y đối xứng (6)

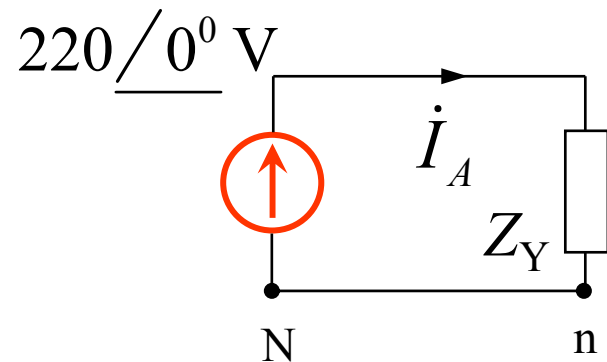
$Z_Y = 3 + j4 \Omega$ ; Tính các dòng trong mạch.



$$\begin{aligned} \dot{I}_A &= \frac{220/0^\circ}{Z_Y} = \frac{220/0^\circ}{3 + j4} \\ &= \underline{44/-53,13^\circ \text{ A}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_B &= \dot{I}_A / -120^\circ = \underline{44/-53,13^\circ - 120^\circ} \\ &= \underline{44/-173,13^\circ \text{ A}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_C &= \dot{I}_A / +120^\circ = \underline{44/-53,13^\circ + 120^\circ} \\ &= \underline{44/66,87^\circ \text{ A}} \end{aligned}$$





## Mạch ba pha đối xứng

Cách mắc nguồn & tải (đối xứng):

- Y & Y
- **Y &  $\Delta$**
- $\Delta$  &  $\Delta$
- $\Delta$  & Y



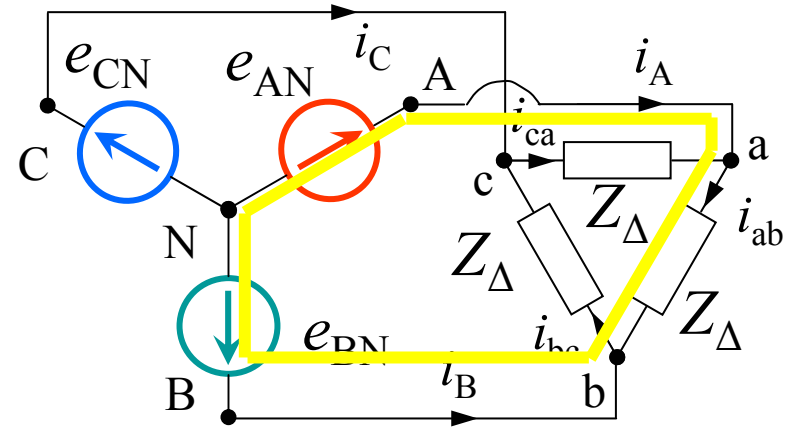
# Y & Δ đối xứng (1)

$$\dot{U}_{AN} = U \angle 0^\circ$$

$$\dot{U}_{BN} = U \angle -120^\circ$$

$$\dot{U}_{CN} = U \angle 120^\circ$$

KA cho vòng AabBNA:



$$-\dot{U}_{AN} + Z_{\Delta} \dot{I}_{ab} + \dot{U}_{BN} = 0 \rightarrow \dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{AN} - \dot{U}_{BN}}{Z_{\Delta}} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_{\Delta}}$$

$$\dot{I}_{bc} = \frac{\dot{U}_{BC}}{Z_{\Delta}} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_{\Delta}} \angle -120^\circ = \dot{I}_{ab} \angle -120^\circ$$

$$\dot{I}_{ca} = \frac{\dot{U}_{CA}}{Z_{\Delta}} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_{\Delta}} \angle 120^\circ = \dot{I}_{ab} \angle 120^\circ$$

Các dòng điện  
cùng biên độ &  
lệch pha  $120^\circ$



## Y & Δ đối xứng (2)

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_{\Delta}} = \dot{I}_{ab} / 0^{\circ}$$

$$\dot{I}_{bc} = \dot{I}_{ab} / -120^{\circ}$$

$$\dot{I}_{ca} = \dot{I}_{ab} / 120^{\circ}$$

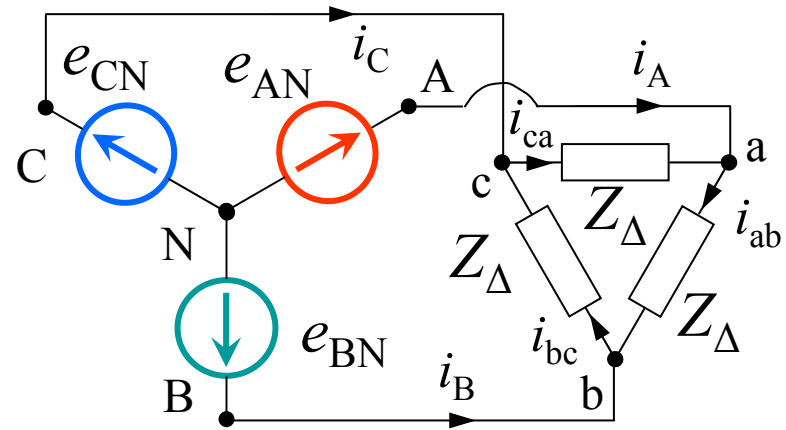
KD cho đỉnh a:  $\dot{I}_A = \dot{I}_{ab} - \dot{I}_{ca}$

$$\rightarrow \dot{I}_A = \dot{I}_{ab} (1 / 0^{\circ} - 1 / 120^{\circ})$$

$$= \dot{I}_{ab} (1 + 0,5 - j0,866) = \dot{I}_{ab} \sqrt{3} / -30^{\circ}$$

$$\dot{I}_B = \dot{I}_{ab} \sqrt{3} / -150^{\circ}$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_{ab} \sqrt{3} / 90^{\circ}$$



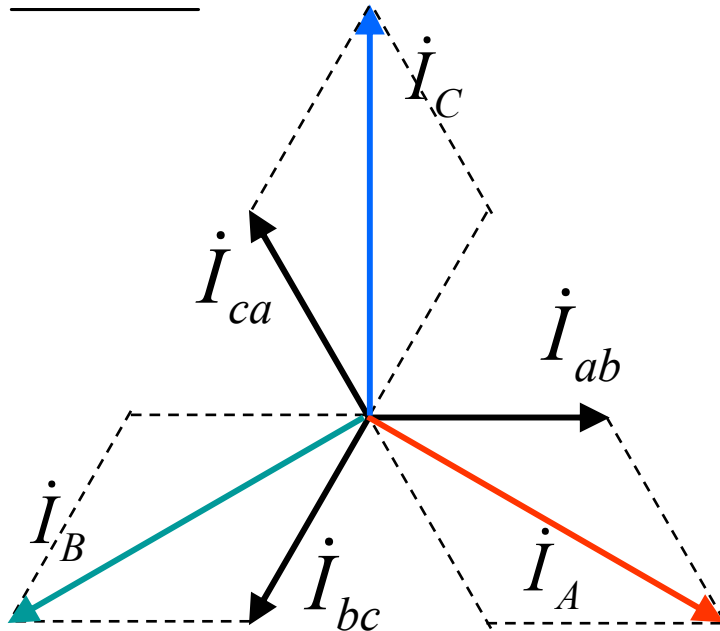
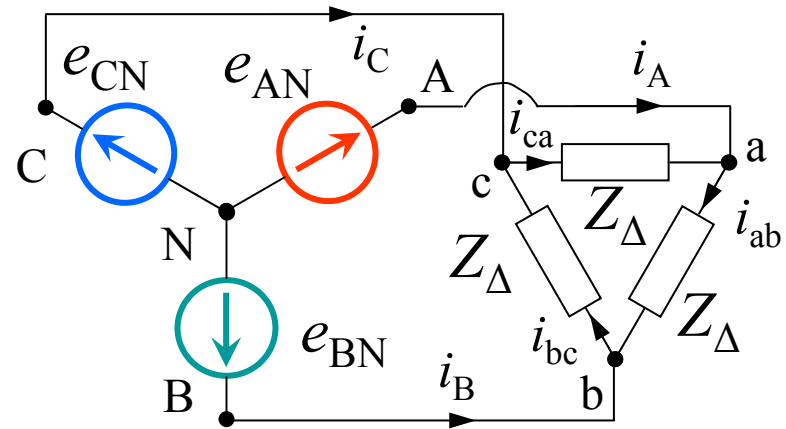


## Y & Δ đối xứng (3)

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_{\Delta}} = \dot{I}_{ab} / 0^{\circ}$$

$$\dot{I}_{bc} = \dot{I}_{ab} / -120^{\circ}$$

$$\dot{I}_{ca} = \dot{I}_{ab} / 120^{\circ}$$



$$\dot{I}_A = \dot{I}_{ab} \sqrt{3} / -30^{\circ}$$

$$\dot{I}_B = \dot{I}_{ab} \sqrt{3} / -150^{\circ}$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_{ab} \sqrt{3} / 90^{\circ}$$



VD

## Y & Δ đối xứng (4)

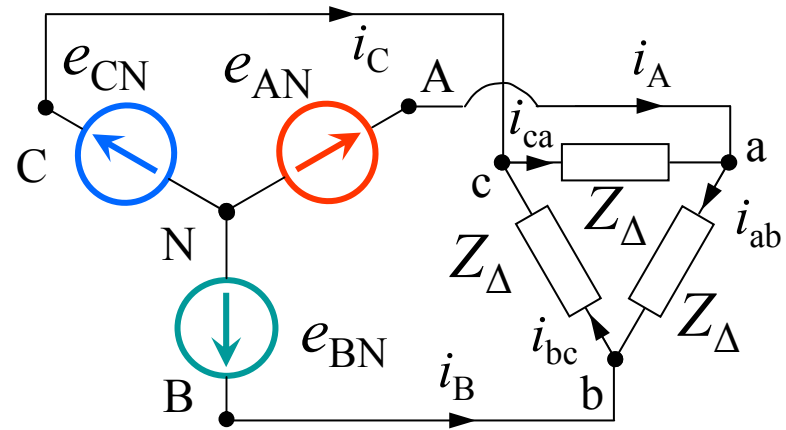
$Z_{\Delta} = 3 + j4 \Omega$ ;  $\dot{U}_{AN} = 220 / 15^{\circ} \text{ V}$   
 Tính các dòng trong mạch.

$$\begin{aligned} \dot{U}_{AB} &= \sqrt{3} \dot{U}_{AN} / 30^{\circ} \\ &= \sqrt{3} 220 / 15^{\circ} + 30^{\circ} \\ &= 381 / 15^{\circ} + 30^{\circ} = 381 / 45^{\circ} \text{ V} \end{aligned}$$

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{ab}}{Z_{\Delta}} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_{\Delta}} = \frac{381 / 45^{\circ}}{3 + j4} = 76,21 / -8,1^{\circ} \text{ A}$$

$$\dot{I}_{bc} = 76,21 / -8,1^{\circ} - 120^{\circ} = 76,21 / -128,1^{\circ} \text{ A}$$

$$\dot{I}_{ca} = 76,21 / -8,1^{\circ} + 120^{\circ} = 76,21 / 111,9^{\circ} \text{ A}$$





**VD**

## Y & Δ đối xứng (5)

$Z_{\Delta} = 3 + j4 \Omega$ ;  $\dot{U}_{AN} = 220 / 15^{\circ} \text{ V}$   
 Tính các dòng trong mạch.

$$\dot{I}_{ab} = 76,21 / -8,1^{\circ} \text{ A}$$

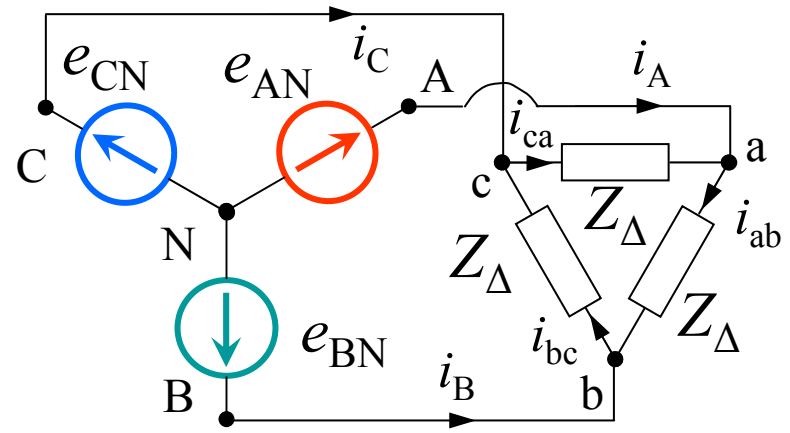
$$\dot{I}_{bc} = 76,21 / -128,1^{\circ} \text{ A}$$

$$\dot{I}_{ca} = 76,21 / 111,9^{\circ} \text{ A}$$

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{ab} \sqrt{3} / -30^{\circ} = 76,20 / -8,1^{\circ} \sqrt{3} / -30^{\circ} = 132 / -38,1^{\circ} \text{ A}$$

$$\dot{I}_B = \dot{I}_A / -120^{\circ} = 132 / -38,1^{\circ} - 120^{\circ} = 132 / -158,1^{\circ} \text{ A}$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_A / 120^{\circ} = 132 / -38,1^{\circ} + 120^{\circ} = 132 / 81,9^{\circ} \text{ A}$$





## Mạch ba pha đối xứng

Cách mắc nguồn & tải (đối xứng):

- Y & Y
- Y &  $\Delta$
- $\Delta$  &  $\Delta$
- $\Delta$  & Y



# $\Delta$ & $\Delta$ đối xứng (1)

$$\dot{U}_{AB} = U \angle 0^\circ$$

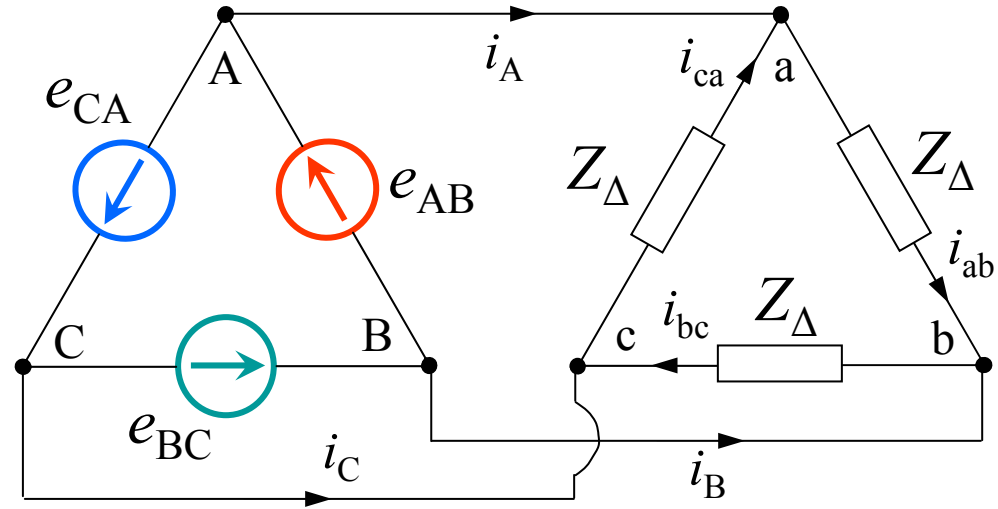
$$\dot{U}_{BC} = U \angle -120^\circ$$

$$\dot{U}_{CA} = U \angle 120^\circ$$

$$\dot{U}_{ab} = \dot{U}_{AB}$$

$$\dot{U}_{bc} = \dot{U}_{BC}$$

$$\dot{U}_{ca} = \dot{U}_{CA}$$



$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{ab}}{Z_\Delta} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_\Delta}$$

$$\dot{I}_{bc} = \frac{\dot{U}_{bc}}{Z_\Delta} = \frac{\dot{U}_{BC}}{Z_\Delta}$$

$$\dot{I}_{ca} = \frac{\dot{U}_{ca}}{Z_\Delta} = \frac{\dot{U}_{CA}}{Z_\Delta}$$

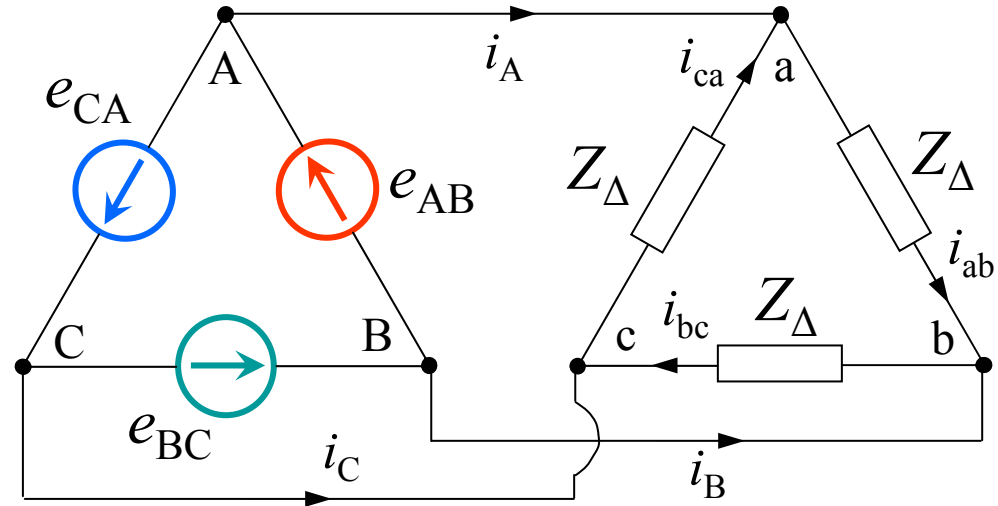


## $\Delta$ & $\Delta$ đối xứng (2)

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_{\Delta}}$$

$$\dot{I}_{bc} = \frac{\dot{U}_{BC}}{Z_{\Delta}} = \dot{I}_{ab} / -120^{\circ}$$

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_{ca} &= \frac{\dot{U}_{CA}}{Z_{\Delta}} = \dot{I}_{ab} / 120^{\circ} \\ \dot{I}_A &= \dot{I}_{ab} - \dot{I}_{ca} \end{aligned} \right\} \rightarrow$$



$$\rightarrow \dot{I}_A = \dot{I}_{ab} (1 / 0^{\circ} - 1 / 120^{\circ}) = \dot{I}_{ab} (1 + 0,5 - j0,866) = \dot{I}_{ab} \sqrt{3} / -30^{\circ}$$

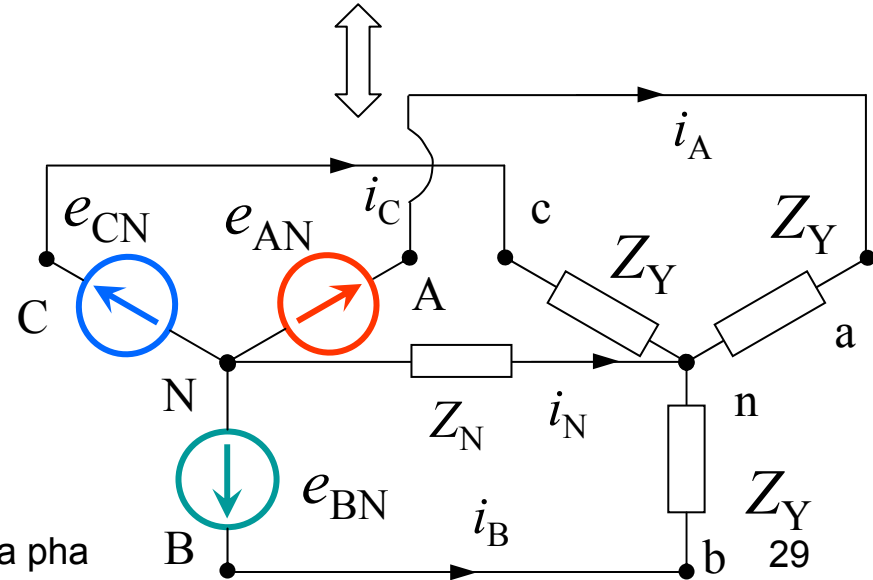
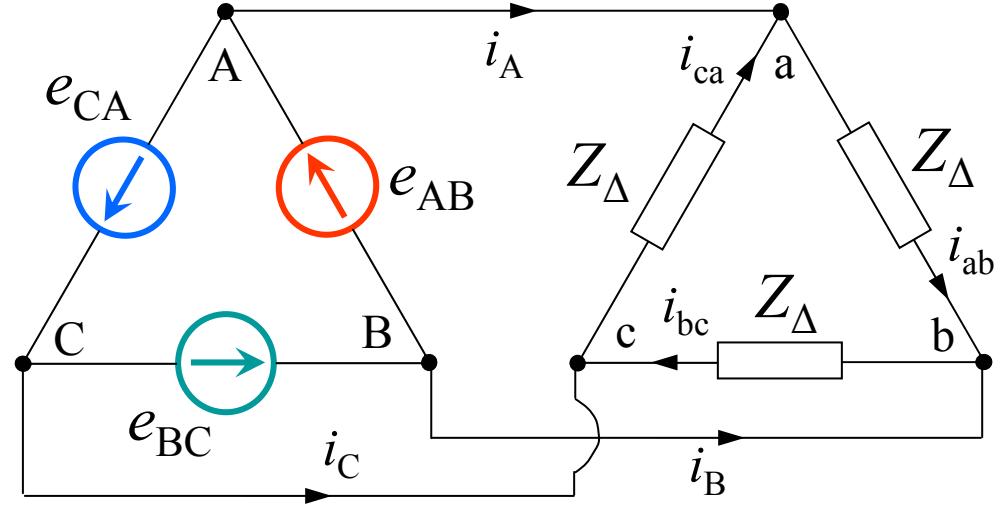
$$\dot{I}_B = \dot{I}_{ab} \sqrt{3} / -150^{\circ}$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_{ab} \sqrt{3} / 90^{\circ}$$



# $\Delta$ & $\Delta$ đối xứng (3)

## Cách 2



Tính toán giống mạch Y & Y ←

Mạch ba pha



## Mạch ba pha đối xứng

Cách mắc nguồn & tải (đối xứng):

- $Y$  &  $Y$
- $Y$  &  $\Delta$
- $\Delta$  &  $\Delta$
- $\Delta$  &  $Y$



## $\Delta$ & Y đối xứng

$$\dot{U}_{AB} = U / 0^\circ$$

$$\dot{U}_{BC} = U / -120^\circ$$

$$\dot{U}_{CA} = U / 120^\circ$$

KA cho vòng AaNbBA:

$$-\dot{U}_{ab} + Z_Y \dot{I}_A - Z_Y \dot{I}_B = 0 \rightarrow \dot{I}_A - \dot{I}_B = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_Y} = \frac{U / 0^\circ}{Z_Y}$$

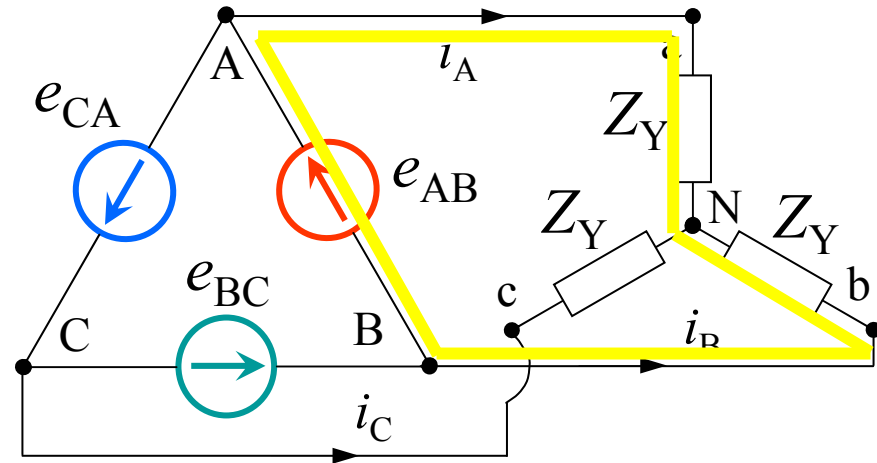
$$\dot{I}_B = \dot{I}_A / -120^\circ \rightarrow \dot{I}_A - \dot{I}_B = \dot{I}_A (1 - 1 / -120^\circ) = \dot{I}_A \sqrt{3} / 30^\circ$$

$$\rightarrow \dot{I}_A = \frac{U / -30^\circ}{\sqrt{3} Z_Y}$$

$$\dot{I}_B = \frac{U / -150^\circ}{\sqrt{3} Z_Y}$$

$$\dot{I}_C = \frac{U / 90^\circ}{\sqrt{3} Z_Y}$$

Mạch ba pha





## Mạch ba pha đối xứng

- Có nguồn đối xứng & tải đối xứng
- Cách mắc nguồn & tải (đối xứng):
  - Y & Y
  - Y &  $\Delta$
  - $\Delta$  &  $\Delta$
  - $\Delta$  & Y
- Nguồn Y phổ biến hơn nguồn  $\Delta$
- Tải  $\Delta$  phổ biến hơn tải Y
- Có 2 cách giải mạch ba pha đối xứng:
  1. Tính thông số của một pha, suy ra các thông số của 2 pha còn lại bằng cách cộng thêm các góc  $\pm 120^\circ$ , hoặc
  2. Coi như một mạch điện bình thường & tính toán bằng các phương pháp đã học



## Mạch ba pha

- Nguồn ba pha đối xứng
- Mạch ba pha đối xứng
- **Mạch ba pha không đối xứng**
- Công suất trong mạch ba pha
- Phương pháp thành phần đối xứng
- Điều hoà bậc cao trong mạch ba pha

## Mạch ba pha không đối xứng (1)

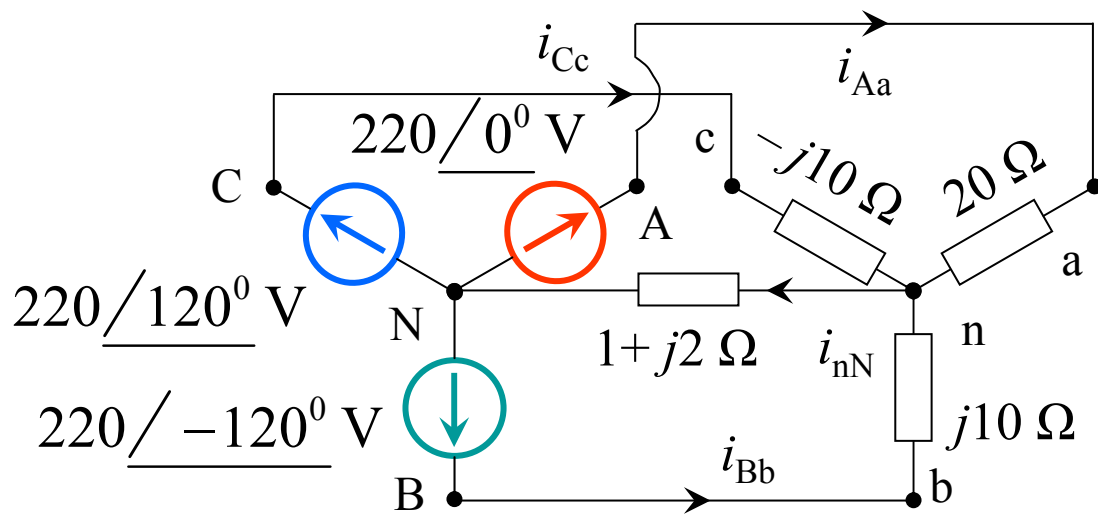
- Có nguồn và/hoặc tải không đối xứng
- Thường thì chỉ có tải không đối xứng
- Cách phân tích: như một mạch điện thông thường có nhiều nguồn

**VD1**

# Mạch ba pha không đối xứng (2)

Tính các dòng điện trong mạch.

Đặt  $\dot{\phi}_N = 0$

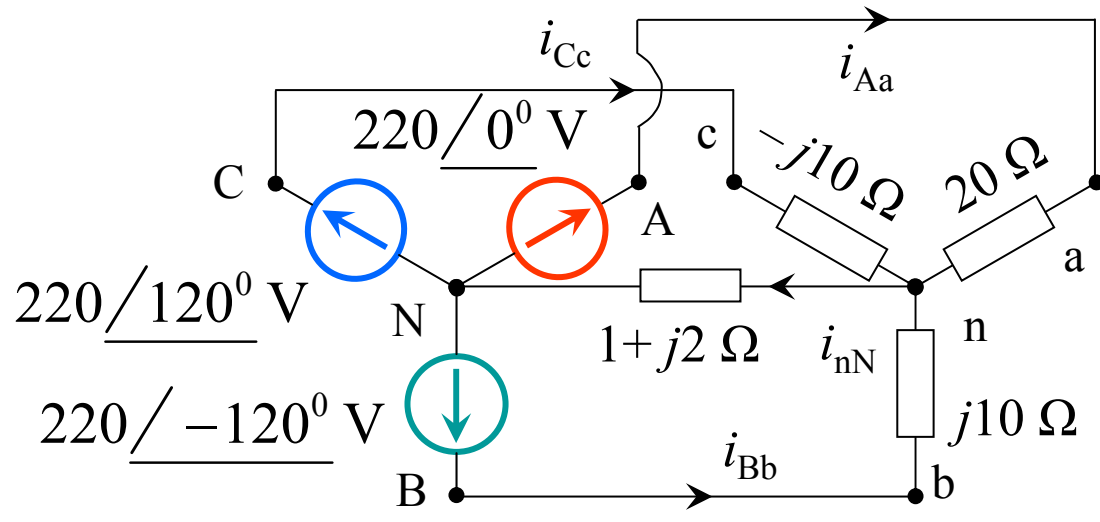


$$\dot{\phi}_n = \frac{\frac{220/\angle 0^\circ}{20} + \frac{220/\angle -120^\circ}{j10} + \frac{220/\angle 120^\circ}{-j10}}{\frac{1}{20} + \frac{1}{j10} + \frac{1}{-j10} + \frac{1}{1+j2}} = 57,46/\angle -122^\circ \text{ V}$$

**VD1**

# Mạch ba pha không đối xứng (3)

Tính các dòng điện trong mạch.



$$\dot{\phi}_n = 57,46 / -122^\circ \text{ V}$$

$$\rightarrow \dot{I}_{Aa} = \frac{220 / 0^\circ - \dot{\phi}_n}{20} = \frac{220 / 0^\circ - 57,46 / -122^\circ}{20} = 12,76 / 11^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_{Bb} = \frac{220 / -120^\circ - \dot{\phi}_n}{j10} = \frac{220 / -120^\circ - 57,46 / -122^\circ}{j10} = 16,26 / 150,7^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_{Cc} = \frac{220 / 120^\circ - \dot{\phi}_n}{-j10} = \frac{220 / 120^\circ - 57,46 / -122^\circ}{-j10} = 25,21 / -161,6^\circ \text{ A}$$



**VD1**

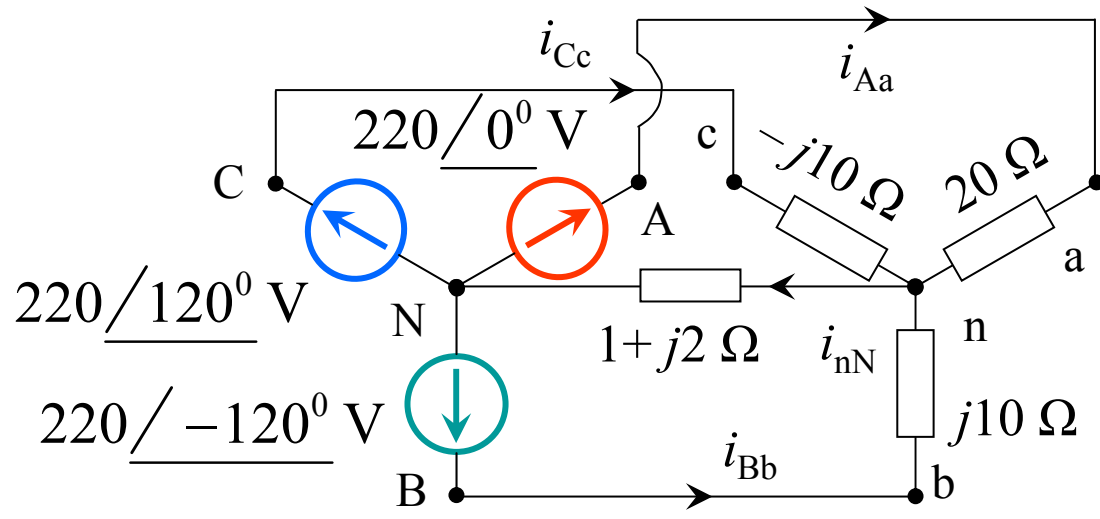
Mạch ba pha không đối xứng (4)

Tính các dòng điện trong mạch.

$$\dot{I}_{Aa} = 12,76 / 11^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_{Bb} = 16,26 / 150,7^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_{Cc} = 25,21 / -161,6^\circ \text{ A}$$



$$\dot{I}_{nN} = \frac{\dot{\phi}_n}{1+j2} = \frac{57,46 / -122^\circ}{1+j2} = 25,70 / 174,6^\circ \text{ A}$$

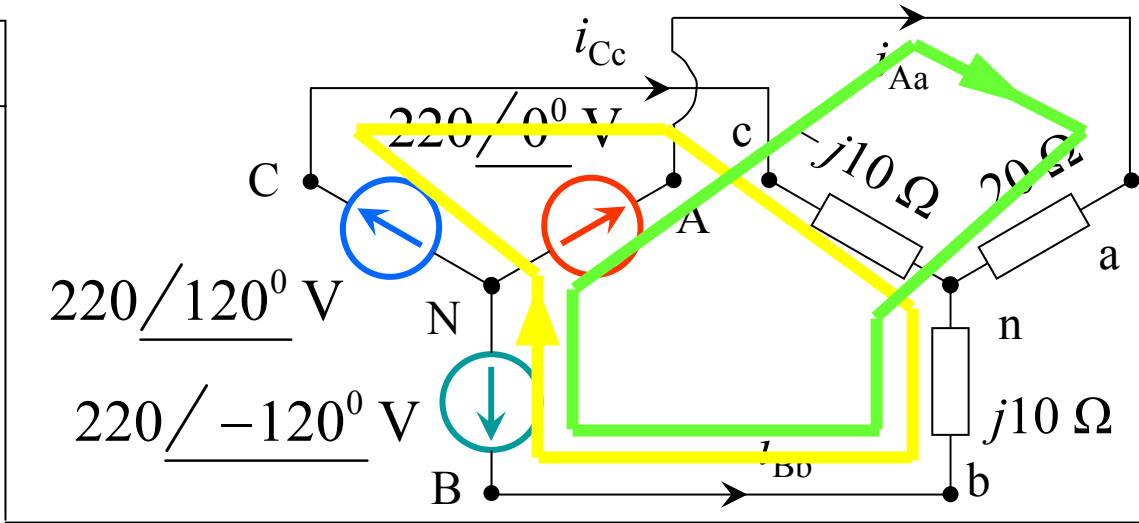
$$(\dot{I}_{Aa} + \dot{I}_{Bb} + \dot{I}_{Cc})$$



**VD2**

# Mạch ba pha không đối xứng (5)

Tính các dòng điện trong mạch.



$$\begin{cases} -j10\dot{I}_v + j10(\dot{I}_v + \dot{I}_x) = -220\angle -120^\circ + 220\angle 120^\circ \\ 20\dot{I}_x + j10(\dot{I}_x + \dot{I}_v) = -220\angle -120^\circ + 220\angle 0^\circ \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} \dot{I}_v = -19,05 + j43,21 \text{ A} \\ \dot{I}_x = 38,11 \text{ A} \end{cases}$$

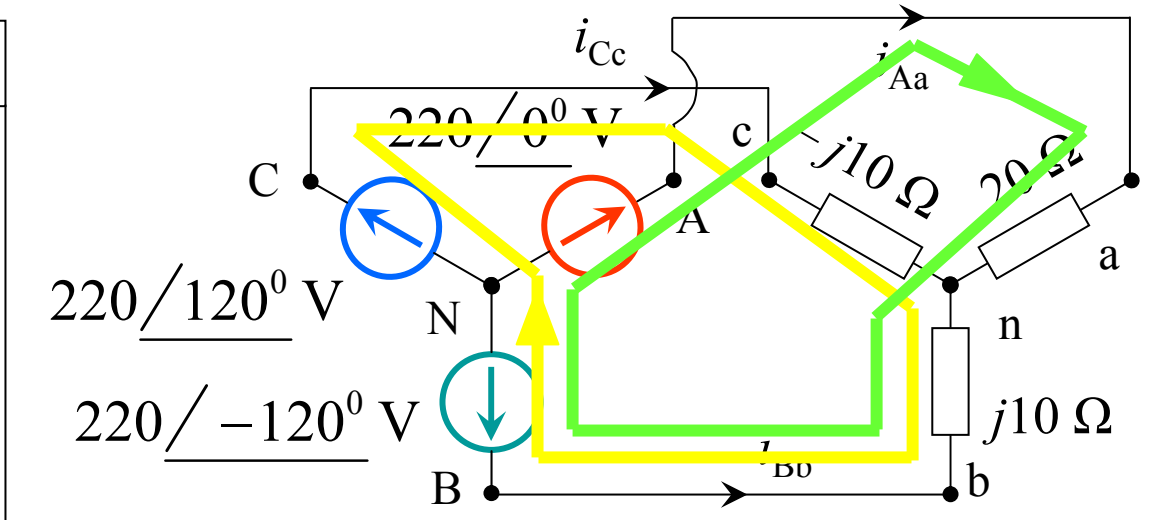
**VD2**

# Mạch ba pha không đối xứng (6)

Tính các dòng điện trong mạch.

$$\dot{I}_v = -19,05 + j43,21 \text{ A}$$

$$\dot{I}_x = 38,11 \text{ A}$$



$$\rightarrow \dot{I}_{Aa} = \dot{I}_x = 38,11 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{Cc} = \dot{I}_v = -19,05 + j43,21 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_{Bb} &= -\dot{I}_v - \dot{I}_x = -19,05 + j43,21 - 38,11 = -57,16 + j43,21 \text{ A} \\ & (= -\dot{I}_{Aa} - \dot{I}_{Cc}) \end{aligned}$$

## Mạch ba pha

- Nguồn ba pha đối xứng
- Mạch ba pha đối xứng
- Mạch ba pha không đối xứng
- **Công suất trong mạch ba pha**
  - **Công suất trong mạch ba pha đối xứng**
  - **Phương pháp hai oát mét**
- Phương pháp thành phần đối xứng
- Điều hoà bậc cao trong mạch ba pha



# Công suất trong mạch ba pha đối xứng (1)

Tải Y:  $Z_Y = Z / \underline{\varphi}$

$$u_{an} = U\sqrt{2} \sin \omega t$$

$$i_A = I\sqrt{2} \sin(\omega t - \varphi)$$

$$u_{bn} = U\sqrt{2} \sin(\omega t - 120^\circ)$$

$$i_B = I\sqrt{2} \sin(\omega t - \varphi - 120^\circ)$$

$$u_{cn} = U\sqrt{2} \sin(\omega t + 120^\circ)$$

$$i_C = I\sqrt{2} \sin(\omega t - \varphi + 120^\circ)$$

Công suất tức thời  $p = p_a + p_b + p_c = u_{an}i_A + u_{bn}i_B + u_{cn}i_C$

$$= 2UI[\sin \omega t \sin(\omega t - \varphi) + \sin(\omega t - 120^\circ) \sin(\omega t - \varphi - 120^\circ) + \sin(\omega t + 120^\circ) \sin(\omega t - \varphi + 120^\circ)]$$

## Công suất trong mạch ba pha đối xứng (2)

$$p = 2UI[\sin \omega t \sin(\omega t - \varphi) + \sin(\omega t - 120^\circ) \sin(\omega t - \varphi - 120^\circ) + \sin(\omega t + 120^\circ) \sin(\omega t - \varphi + 120^\circ)]$$

$$\left. \begin{aligned} \sin A \sin B = \frac{1}{2} [\cos(A - B) - \cos(A + B)] \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

$$\rightarrow p = 3UI \cos \varphi$$

(hằng số, không phụ thuộc thời gian)

## Công suất trong mạch ba pha đối xứng (3)

$$p = 3UI \cos \varphi \quad (\text{hằng số, không phụ thuộc thời gian})$$

Các công suất trung bình của mỗi pha:

$$P_p = UI \cos \varphi$$

$$S_p = UI$$

$$Q_p = UI \sin \varphi$$

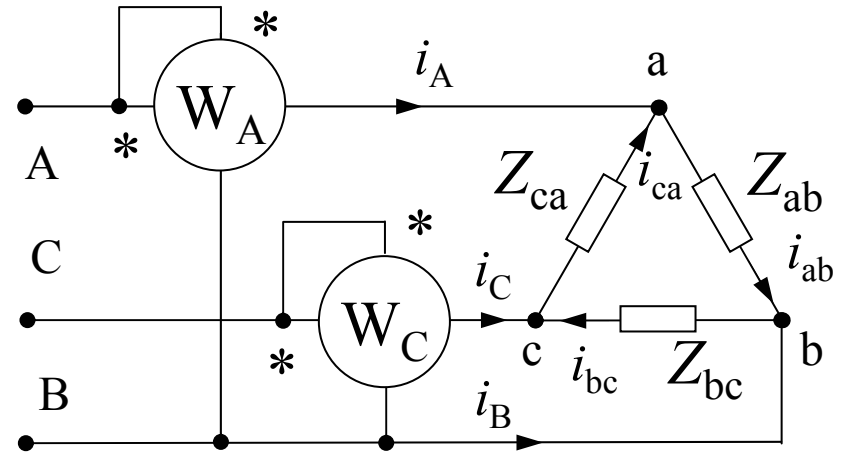
$$\mathbb{S}_p = P_p + jQ_p = \dot{U}\hat{I}$$

## Đo công suất trong mạch ba pha

- Mạch đối xứng: đo một pha rồi nhân 3
- Mạch không đối xứng: đo cả ba pha rồi cộng lại
- Nếu không thể đo được công suất của một pha?
- → Phương pháp hai oát mét



# Phương pháp hai watt mét (1)



$$\left. \begin{aligned} W_A &= \operatorname{Re} \left\{ \dot{U}_{AB} \hat{I}_A \right\} \\ \dot{I}_A &= \dot{I}_{ab} + \dot{I}_{ac} \end{aligned} \right\} \rightarrow W_A = \operatorname{Re} \left\{ \dot{U}_{AB} \hat{I}_{ab} \right\} + \operatorname{Re} \left\{ \dot{U}_{AB} \hat{I}_{ac} \right\} \rightarrow W_A = P_{AB} + \operatorname{Re} \left\{ \dot{U}_{AB} \hat{I}_{ac} \right\}$$

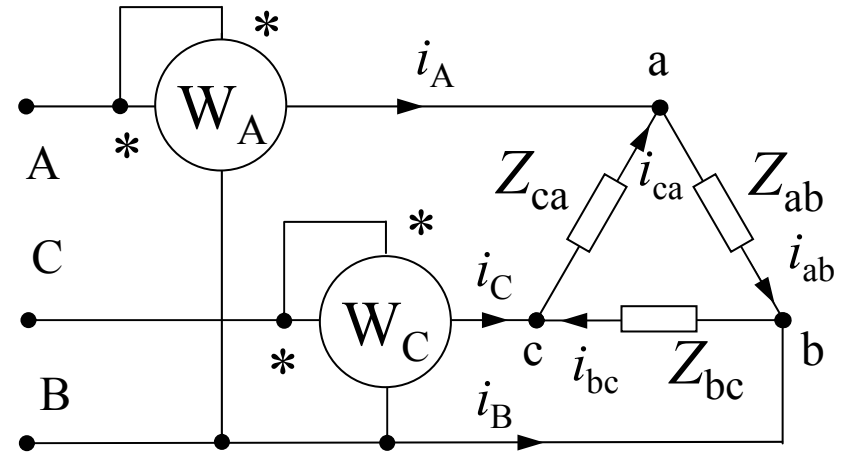
$$\operatorname{Re} \left\{ \dot{U}_{AB} \hat{I}_{ab} \right\} = P_{AB}$$

$$\left. \begin{aligned} W_C &= \operatorname{Re} \left\{ \dot{U}_{CB} \hat{I}_C \right\} \\ \dot{I}_C &= \dot{I}_{ca} + \dot{I}_{cb} \end{aligned} \right\} \rightarrow W_C = \operatorname{Re} \left\{ \dot{U}_{CB} \hat{I}_{ca} \right\} + \operatorname{Re} \left\{ \dot{U}_{CB} \hat{I}_{cb} \right\}$$

$$\operatorname{Re} \left\{ \dot{U}_{CB} \hat{I}_{cb} \right\} = P_{CB} \rightarrow W_C = \operatorname{Re} \left\{ \dot{U}_{CB} \hat{I}_{ca} \right\} + P_{CB}$$



## Phương pháp hai oát mét (2)



$$\left. \begin{aligned} W_A &= P_{AB} + \operatorname{Re}\{\dot{U}_{AB} \hat{I}_{ac}\} \\ W_C &= \operatorname{Re}\{\dot{U}_{CB} \hat{I}_{ca}\} + P_{CB} \end{aligned} \right\}$$

$$\rightarrow W_A + W_C = P_{AB} + \operatorname{Re}\{(\dot{U}_{AB} - \dot{U}_{CB}) \hat{I}_{ac}\} + P_{CB}$$

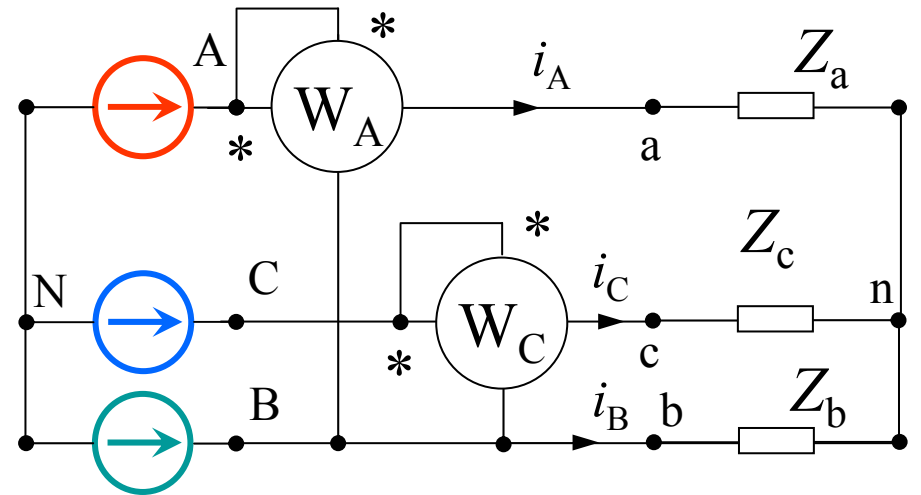
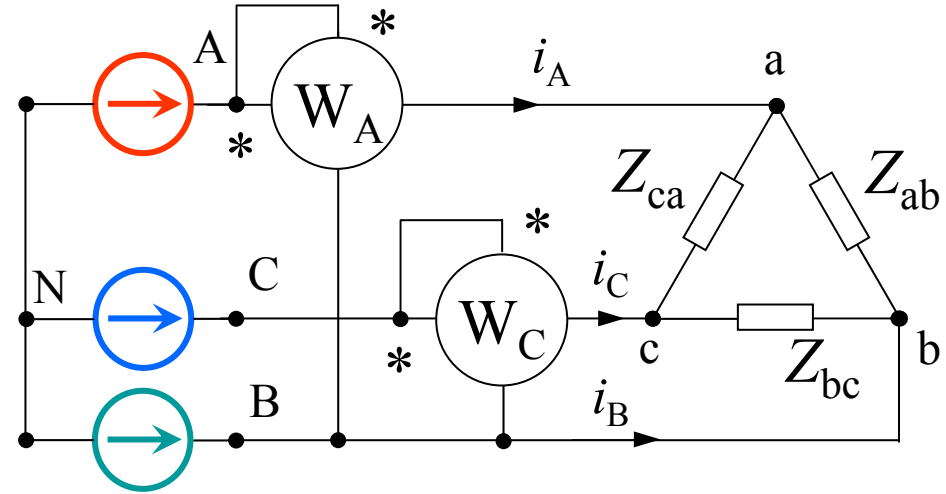
$$W_A + W_C = P_{AB} + P_{AC} + P_{CB}$$

$$\dot{U}_{AB} - \dot{U}_{CB} = \dot{U}_{AC} \rightarrow \operatorname{Re}\{(\dot{U}_{AB} - \dot{U}_{CB}) \hat{I}_{ac}\} = P_{AC}$$

**VD** Phương pháp hai oát mét (3)

$$\begin{aligned} \dot{E}_{AN} &= 220 / 0^\circ \text{ V} \\ \dot{E}_{BN} &= 220 / -120^\circ \text{ V} \\ \dot{E}_{CN} &= 220 / 120^\circ \text{ V} \\ Z_{ab} &= 50\Omega; \quad Z_{bc} = j75\Omega; \quad Z_{ca} = -j100\Omega; \\ &\text{Tính công suất tiêu thụ của tải } \Delta. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_a &= \frac{Z_{ab}Z_{ac}}{Z_{ab} + Z_{bc} + Z_{ca}} \\ &= \frac{50(-j100)}{50 + j75 - j100} = 40 - j80\Omega \\ Z_b &= \frac{Z_{ba}Z_{bc}}{Z_{ab} + Z_{bc} + Z_{ca}} = -30 + j60\Omega \\ Z_c &= \frac{Z_{ca}Z_{cb}}{Z_{ab} + Z_{bc} + Z_{ca}} = 120 + j60\Omega \end{aligned}$$





VD

## Phương pháp hai oát mét (4)

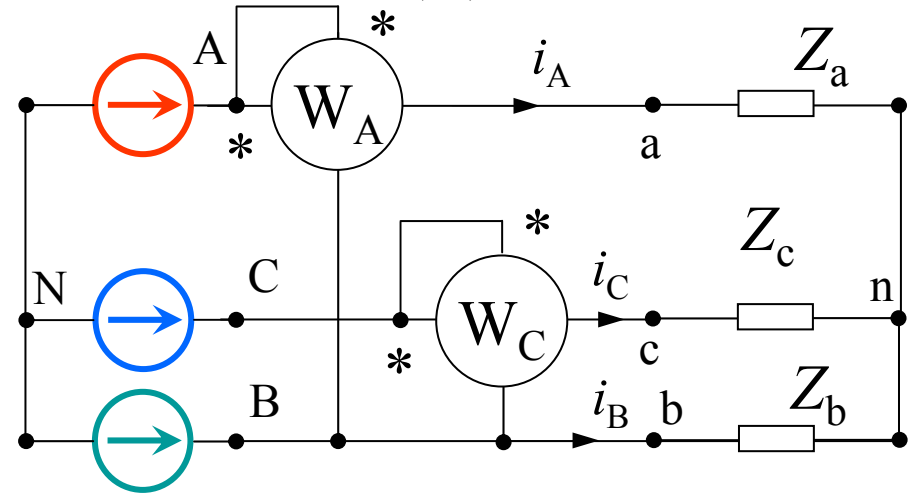
$$\dot{E}_{AN} = 220 / 0^\circ \text{ V}$$

$$\dot{E}_{BN} = 220 / -120^\circ \text{ V}$$

$$\dot{E}_{CN} = 220 / 120^\circ \text{ V}$$

$$Z_{ab} = 50 \Omega; \quad Z_{bc} = j75 \Omega; \quad Z_{ca} = -j100 \Omega;$$

Tính công suất tiêu thụ của tải  $\Delta$ .



$$Z_a = 40 - j80 \Omega; \quad Z_b = -30 + j60 \Omega; \quad Z_c = 120 + j60 \Omega; \quad \text{Đặt } \dot{\phi}_N = 0$$

$$\begin{aligned} \rightarrow \dot{\phi}_n &= \frac{\frac{\dot{E}_{AN}}{Z_a} + \frac{\dot{E}_{BN}}{Z_b} + \frac{\dot{E}_{CN}}{Z_c}}{\frac{1}{Z_a} + \frac{1}{Z_b} + \frac{1}{Z_c}} = \frac{\frac{220 / 0^\circ}{40 - j80} + \frac{220 / -120^\circ}{-30 + j60} + \frac{220 / 120^\circ}{120 + j60}}{\frac{1}{40 - j80} + \frac{1}{-30 + j60} + \frac{1}{120 + j60}} \\ &= -690 + j396 \text{ V} \end{aligned}$$





VD

## Phương pháp hai oát mét (5)

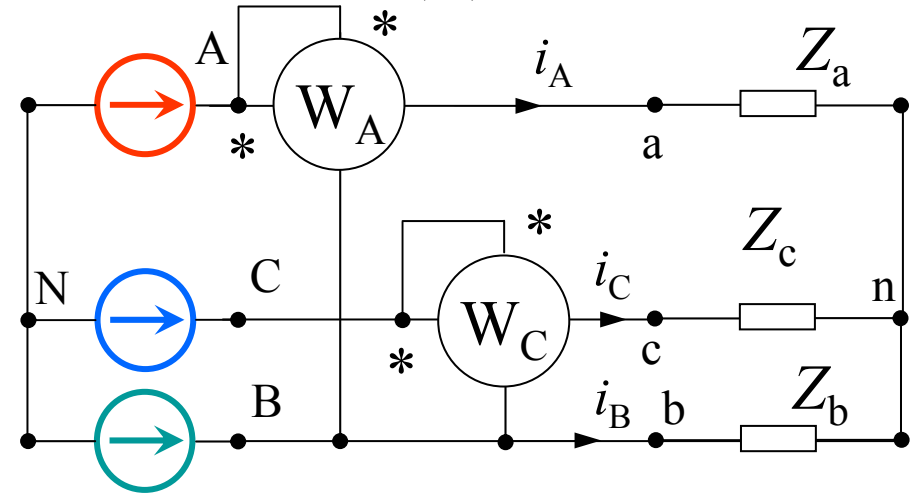
$$\dot{E}_{AN} = 220 / 0^\circ \text{ V}$$

$$\dot{E}_{BN} = 220 / -120^\circ \text{ V}$$

$$\dot{E}_{CN} = 220 / 120^\circ \text{ V}$$

$$Z_{ab} = 50 \Omega; \quad Z_{bc} = j75 \Omega; \quad Z_{ca} = -j100 \Omega;$$

Tính công suất tiêu thụ của tải  $\Delta$ .



$$Z_a = 40 - j80 \Omega; \quad Z_b = -30 + j60 \Omega; \quad Z_c = 120 + j60 \Omega;$$

$$\dot{\phi}_n = -690 + j396 \text{ V}$$

$$\rightarrow \dot{I}_A = \frac{\dot{E}_{AN} - \dot{\phi}_n}{Z_a} = \frac{220 / 0^\circ - (-690 + j396)}{40 - j80} = 8,51 + j7,11 \text{ A}$$

$$\dot{I}_C = \frac{\dot{E}_{CN} - \dot{\phi}_n}{Z_c} = \frac{220 / 120^\circ - (-690 + j396)}{120 + j60} = 3,18 - j3,30 \text{ A}$$

VD

## Phương pháp hai oát mét (6)

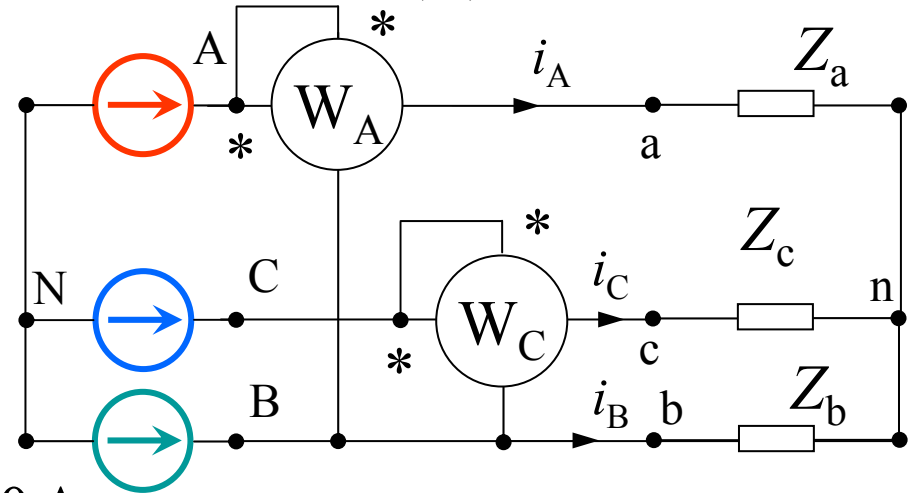
$$\dot{E}_{AN} = 220 / 0^\circ \text{ V}$$

$$\dot{E}_{BN} = 220 / -120^\circ \text{ V}$$

$$\dot{E}_{CN} = 220 / 120^\circ \text{ V}$$

$$Z_{ab} = 50\Omega; \quad Z_{bc} = j75\Omega; \quad Z_{ca} = -j100\Omega;$$

Tính công suất tiêu thụ của tải  $\Delta$ .



$$\dot{I}_A = 8,51 + j7,11 \text{ A}; \quad \dot{I}_C = 3,18 - j3,30 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} W_A &= \text{Re} \left\{ \dot{E}_{AB} \hat{I}_A \right\} = \text{Re} \left\{ \left( \dot{E}_{AN} - \dot{E}_{BN} \right) \hat{I}_A \right\} \\ &= \text{Re} \left\{ \left( 220 / 0^\circ - 220 / -120^\circ \right) (8,51 - j7,11) \right\} = 4162 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_C &= \text{Re} \left\{ \dot{E}_{CB} \hat{I}_C \right\} = \text{Re} \left\{ \left( \dot{E}_{CN} - \dot{E}_{BN} \right) \hat{I}_C \right\} \\ &= \text{Re} \left\{ \left( 220 / 120^\circ - 220 / -120^\circ \right) (3,18 + j3,30) \right\} = -1258 \text{ W} \end{aligned}$$



**VD**

## Phương pháp hai oát mét (7)

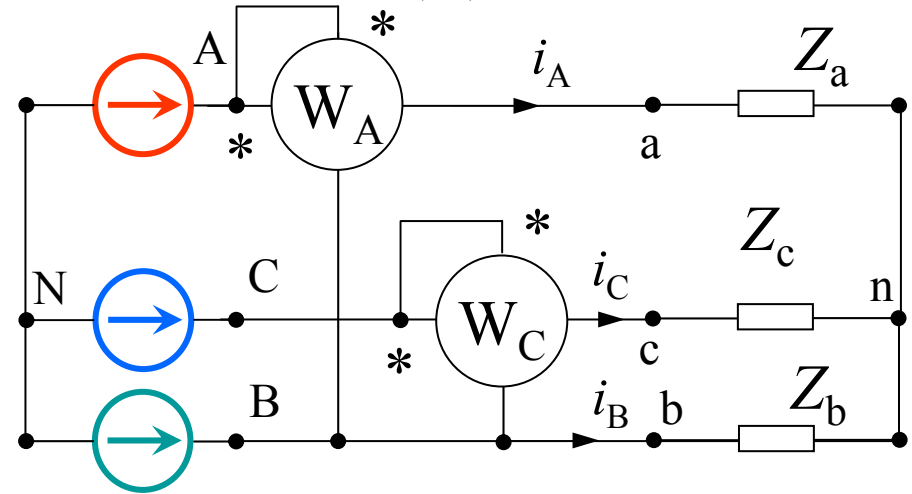
$$\dot{E}_{AN} = 220 / 0^\circ \text{ V}$$

$$\dot{E}_{BN} = 220 / -120^\circ \text{ V}$$

$$\dot{E}_{CN} = 220 / 120^\circ \text{ V}$$

$$Z_{ab} = 50\Omega; \quad Z_{bc} = j75\Omega; \quad Z_{ca} = -j100\Omega;$$

Tính công suất tiêu thụ của tải  $\Delta$ .



$$\left. \begin{aligned} W_A &= 4162 \text{ W} \\ W_C &= -1258 \text{ W} \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

→ Công suất tiêu thụ của tải  $\Delta$ :  $W_{\Delta} = W_A + W_C = 4162 - 1258 = \boxed{2904 \text{ W}}$

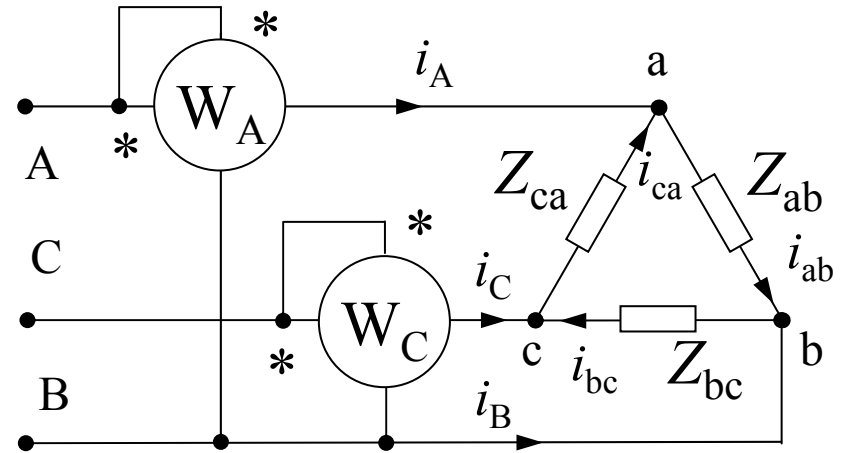
Kiểm tra:

$$W_{\Delta} = I_A^2 R_a + I_B^2 R_b + I_C^2 R_c = 11,09^2 40 + 12,29^2 (-30) + 4,58^2 120 = 2904 \text{ W}$$



## Phương pháp hai oát mét (8)

- Công suất tổng của tải là tổng đại số của chỉ số của hai oát mét
- Đúng cho cả tải Y & tải  $\Delta$



## Mạch ba pha

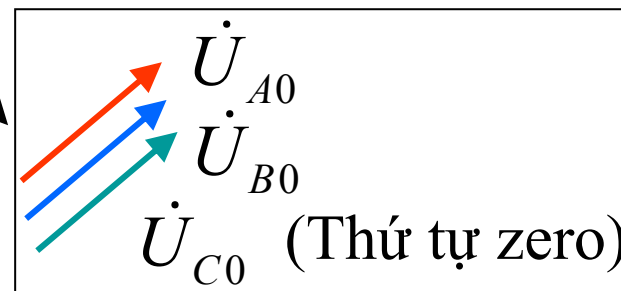
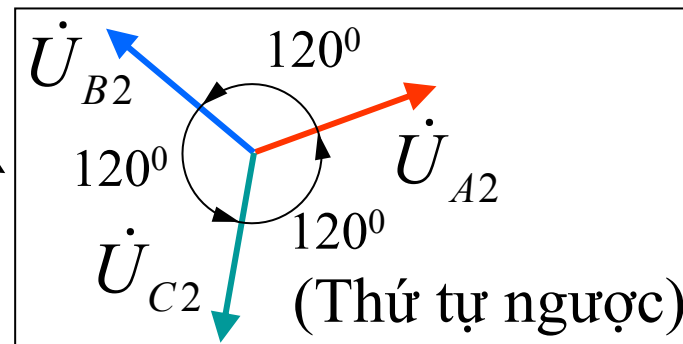
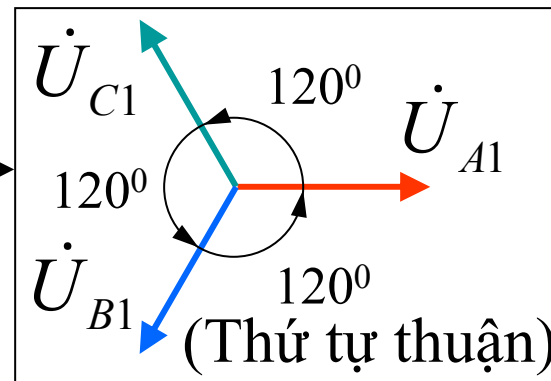
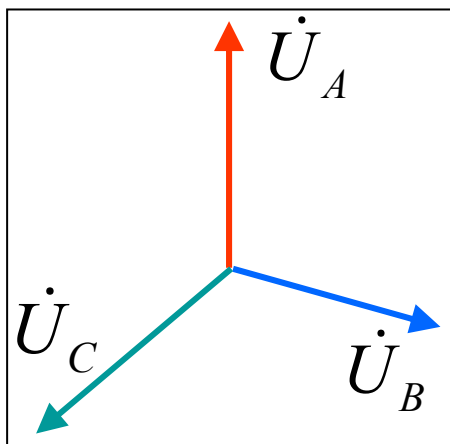
- Nguồn ba pha đối xứng
- Mạch ba pha đối xứng
- Mạch ba pha không đối xứng
- Công suất trong mạch ba pha
- **Phương pháp thành phần đối xứng**
- Điều hoà bậc cao trong mạch ba pha

## Phương pháp thành phần đối xứng (1)

- Mạch đối xứng  $\rightarrow$  tính 1 pha & suy ra các pha còn lại
- Mạch không đối xứng  $\rightarrow$  tính toán như mạch điện nhiều nguồn kích thích
- Hai loại mạch trên có tổng trở của các pha cố định
- Mạch đặc biệt: tổng trở của các pha biến thiên một cách phức tạp theo mức độ bất đối xứng của các pha
- $\rightarrow$  Không tính được bằng 2 p/p trên
- $\rightarrow$  P/p thành phần đối xứng



## Phương pháp thành phần đối xứng (2)



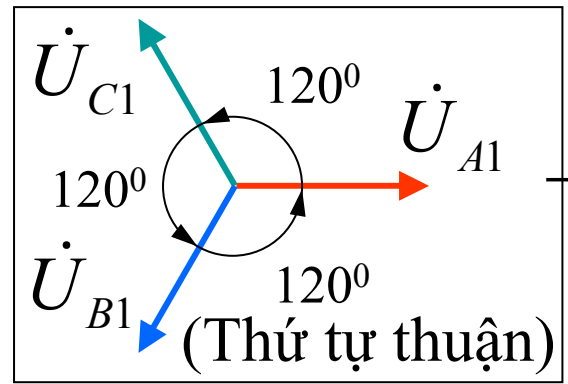
$$\dot{U}_A = \dot{U}_{A1} + \dot{U}_{A2} + \dot{U}_{A0}$$

$$\dot{U}_B = \dot{U}_{B1} + \dot{U}_{B2} + \dot{U}_{B0}$$

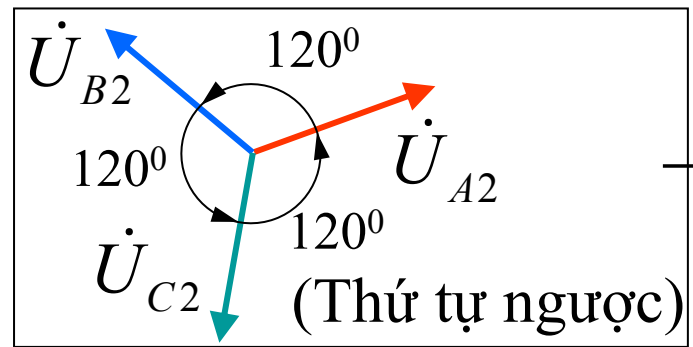
$$\dot{U}_C = \dot{U}_{C1} + \dot{U}_{C2} + \dot{U}_{C0}$$



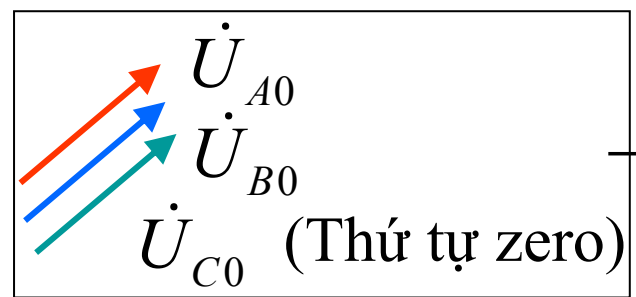
# Phương pháp thành phần đối xứng (3)



$\rightarrow \dot{I}_{A1}, \dot{I}_{B1}, \dot{I}_{C1}, \dots$



$\rightarrow \dot{I}_{A2}, \dot{I}_{B2}, \dot{I}_{C2}, \dots$



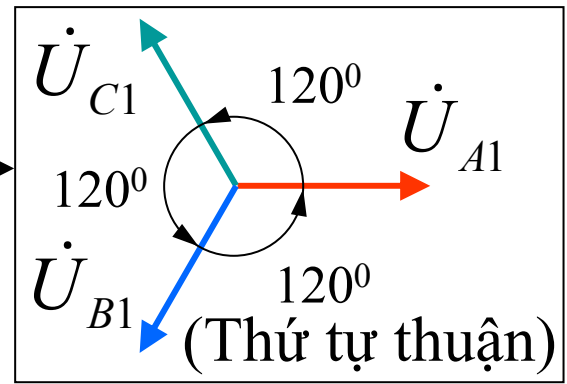
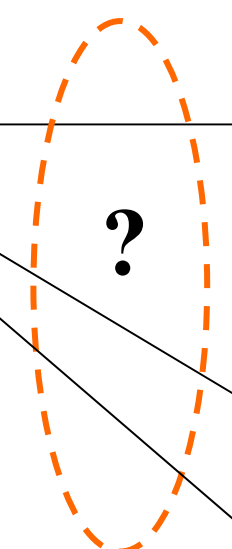
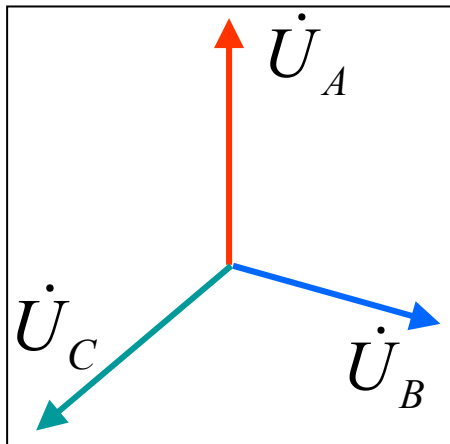
$\rightarrow \dot{I}_{A0}, \dot{I}_{B0}, \dot{I}_{C0}, \dots$

$$\begin{cases} \dot{I}_A = \dot{I}_{A1} + \dot{I}_{A2} + \dot{I}_{A0} \\ \dot{I}_B = \dot{I}_{B1} + \dot{I}_{B2} + \dot{I}_{B0} \\ \dot{I}_C = \dot{I}_{C1} + \dot{I}_{C2} + \dot{I}_{C0} \\ \dots \end{cases}$$

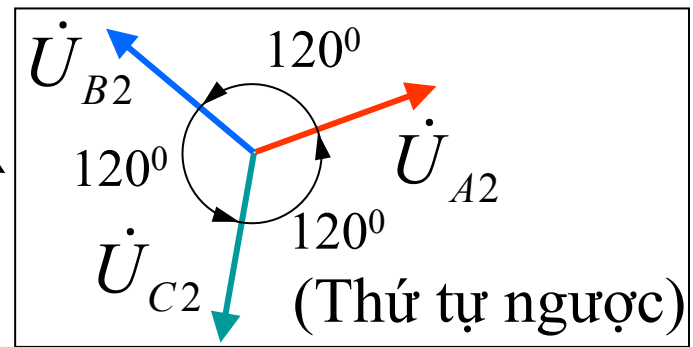




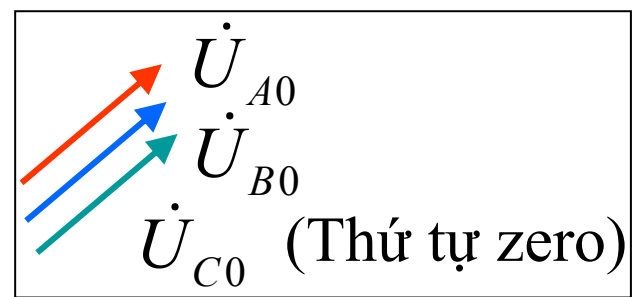
# Phương pháp thành phần đối xứng (4)



+



+

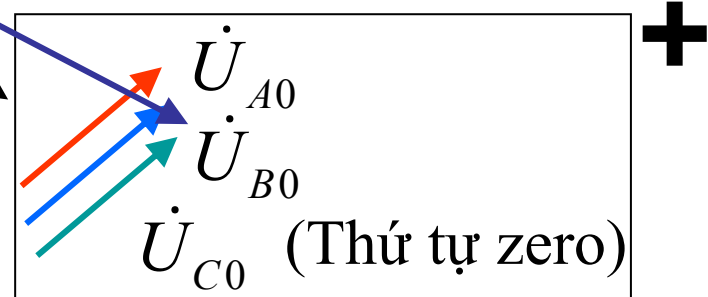
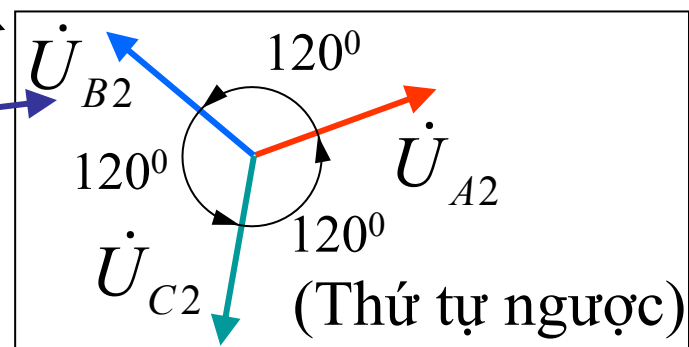
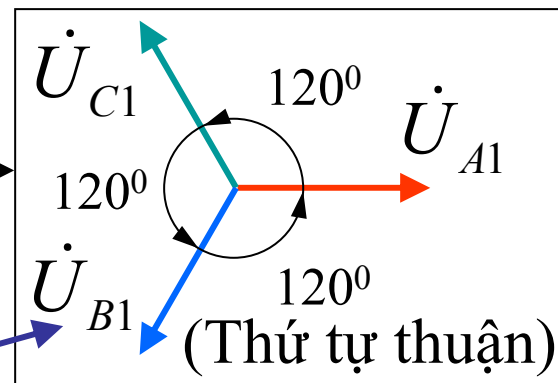
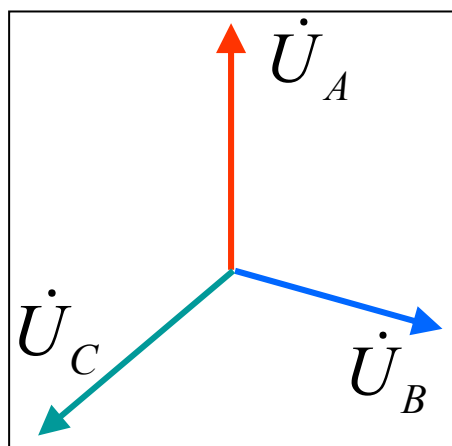


$$\begin{bmatrix} \dot{U}_{A1} \\ \dot{U}_{A2} \\ \dot{U}_{A0} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{U}_A \\ \dot{U}_B \\ \dot{U}_C \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} \dot{U}_{A1} \\ \dot{U}_{A2} \\ \dot{U}_{A0} \end{bmatrix}$$

$a = e^{j120^\circ}$

Mạch ba pha

# Phương pháp thành phần đối xứng (5)



$$\begin{cases} \dot{U}_{B1} = a^2 \dot{U}_{A1} \\ \dot{U}_{B2} = a \dot{U}_{A2} \\ \dot{U}_{B0} = \dot{U}_{A0} \\ \dot{U}_{C1} = a \dot{U}_{A1} \\ \dot{U}_{C2} = a^2 \dot{U}_{A2} \\ \dot{U}_{C0} = \dot{U}_{A0} \end{cases}$$

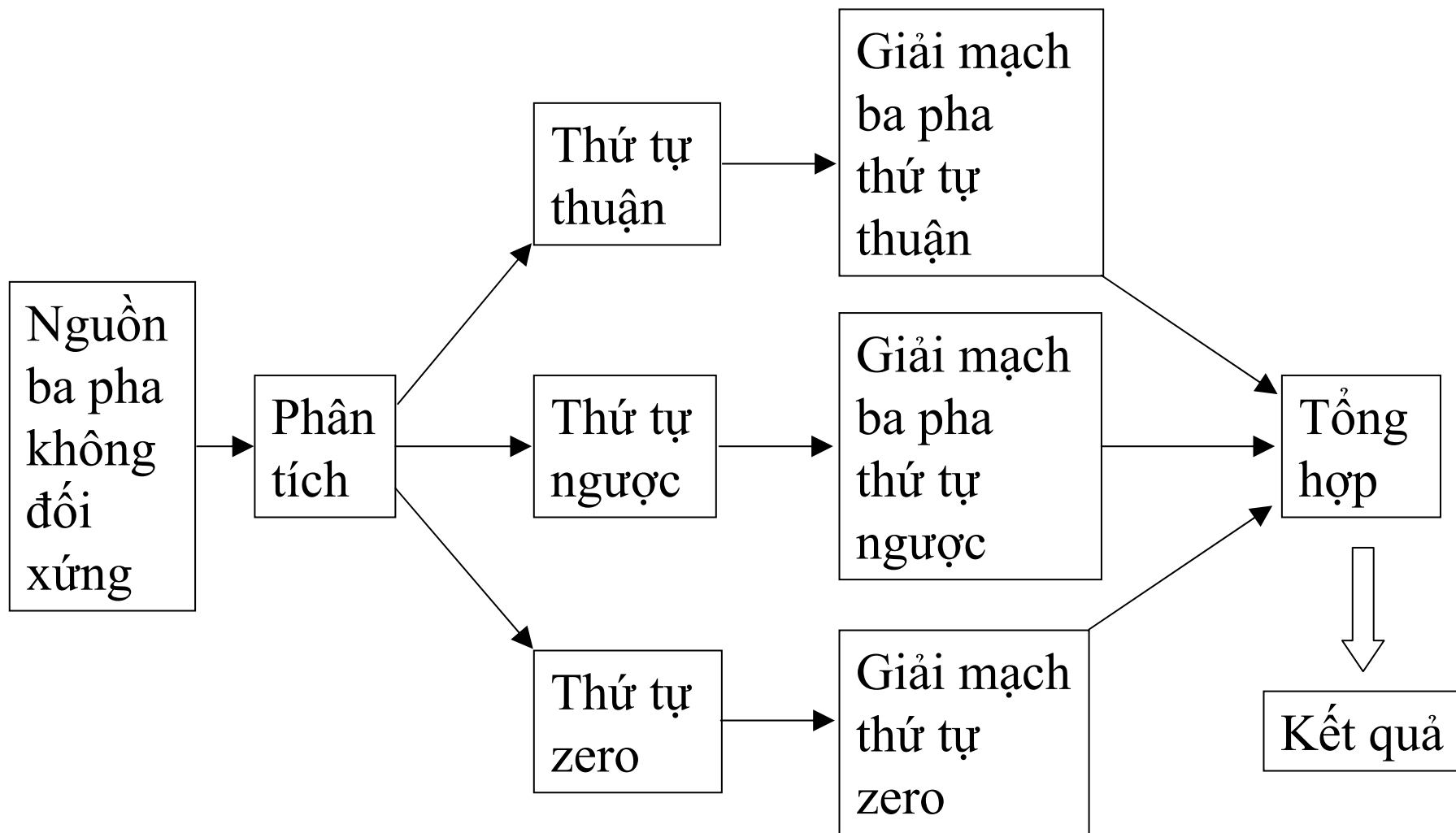
$$\begin{bmatrix} \dot{U}_{A1} \\ \dot{U}_{A2} \\ \dot{U}_{A0} \end{bmatrix}$$

$$a = e^{j120^\circ} = 1/\underline{120^\circ}$$

$$a^2 = e^{j240^\circ} = 1/\underline{240^\circ}$$



# Phương pháp thành phần đối xứng (6)

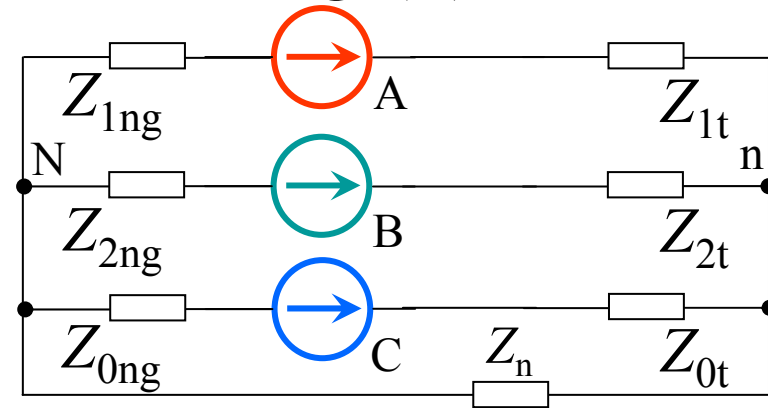




**VD**

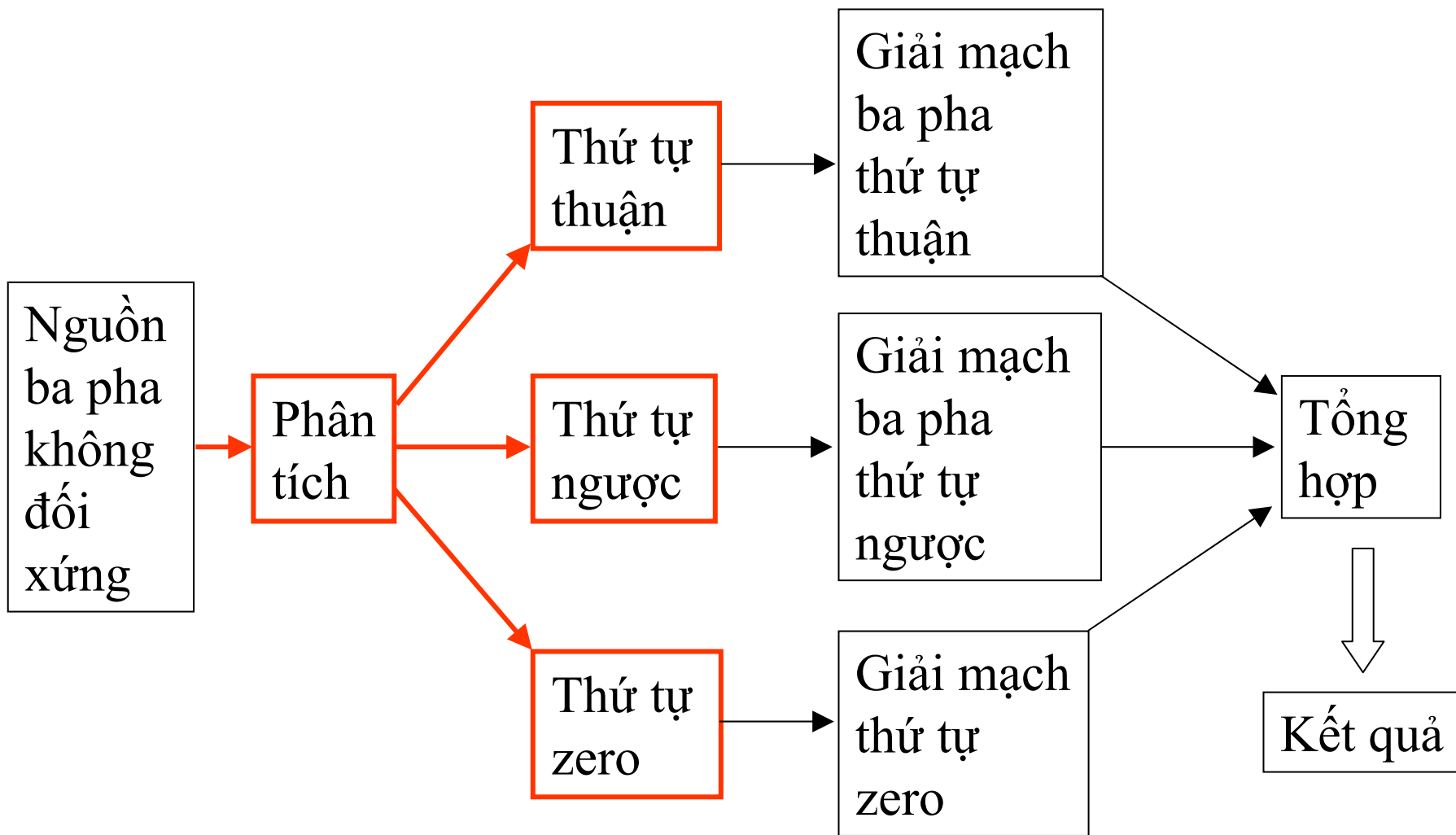
## Phương pháp thành phần đối xứng (7)

$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= 220 / 0^\circ \text{ V}; \dot{E}_B = 230 / -135^\circ \text{ V}; Z_n = j6 \ \Omega; \\ \dot{E}_C &= 210 / 140^\circ \text{ V}; Z_{1ng} = j10 \ \Omega; Z_{2ng} = j12 \ \Omega; \\ Z_{0ng} &= j2 \ \Omega; Z_{1t} = 30 + j40 \ \Omega; Z_{2t} = 3 + j6 \ \Omega; \\ Z_{0t} &= j4 \ \Omega; \text{ Tính các dòng trong mạch.} \end{aligned}$$





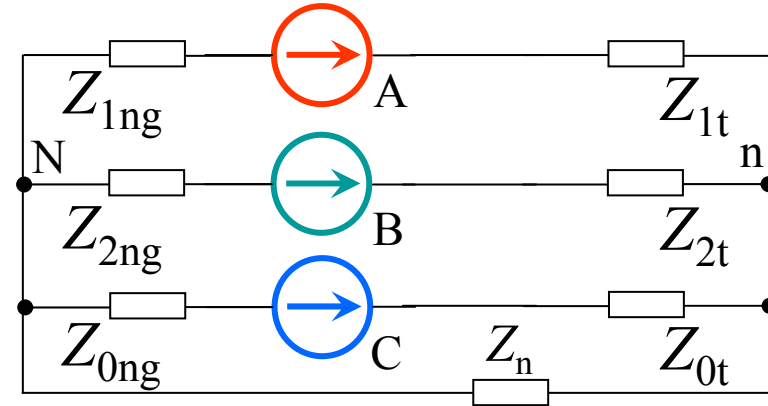
# Phương pháp thành phần đối xứng (8)



**VD**

# Phương pháp thành phần đối xứng (9)

$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= 220 / 0^\circ \text{ V}; \dot{E}_B = 230 / -135^\circ \text{ V}; Z_n = j6 \Omega; \\ \dot{E}_C &= 210 / 140^\circ \text{ V}; Z_{1ng} = j10 \Omega; Z_{2ng} = j12 \Omega; \\ Z_{0ng} &= j2 \Omega; Z_{1t} = 30 + j40 \Omega; Z_{2t} = 3 + j6 \Omega; \\ Z_{0t} &= j4 \Omega; \text{ Tính các dòng trong mạch.} \end{aligned}$$



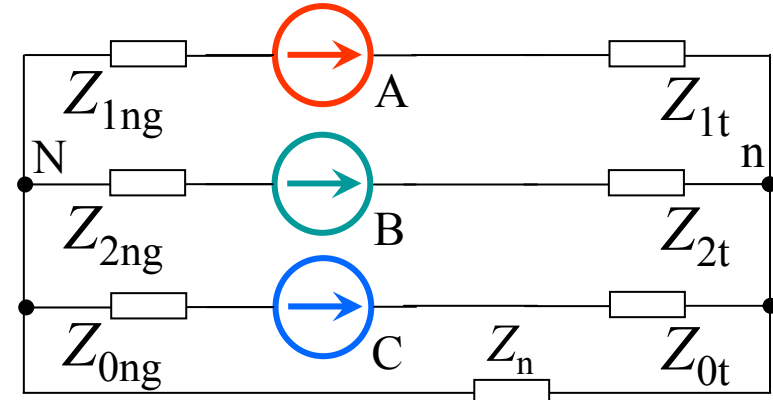
$$\begin{bmatrix} \dot{E}_{A1} \\ \dot{E}_{A2} \\ \dot{E}_{A0} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{E}_A \\ \dot{E}_B \\ \dot{E}_C \end{bmatrix}$$

$$= \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1/120^\circ & 1/240^\circ \\ 1 & 1/240^\circ & 1/120^\circ \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 220 / 0^\circ \\ 230 / -135^\circ \\ 210 / 140^\circ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 213 + j4,10 \text{ V} \\ 41,3 + j5,12 \text{ V} \\ -34,5 - j9,22 \text{ V} \end{bmatrix}$$



# VD Phương pháp thành phần đối xứng (10)

$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= 220 / 0^\circ \text{ V}; \dot{E}_B = 230 / -135^\circ \text{ V}; Z_n = j6 \text{ } \Omega; \\ \dot{E}_C &= 210 / 140^\circ \text{ V}; Z_{1ng} = j10 \text{ } \Omega; Z_{2ng} = j12 \text{ } \Omega; \\ Z_{0ng} &= j2 \text{ } \Omega; Z_{1t} = 30 + j40 \text{ } \Omega; Z_{2t} = 3 + j6 \text{ } \Omega; \\ Z_{0t} &= j4 \text{ } \Omega; \text{ Tính các dòng trong mạch.} \end{aligned}$$



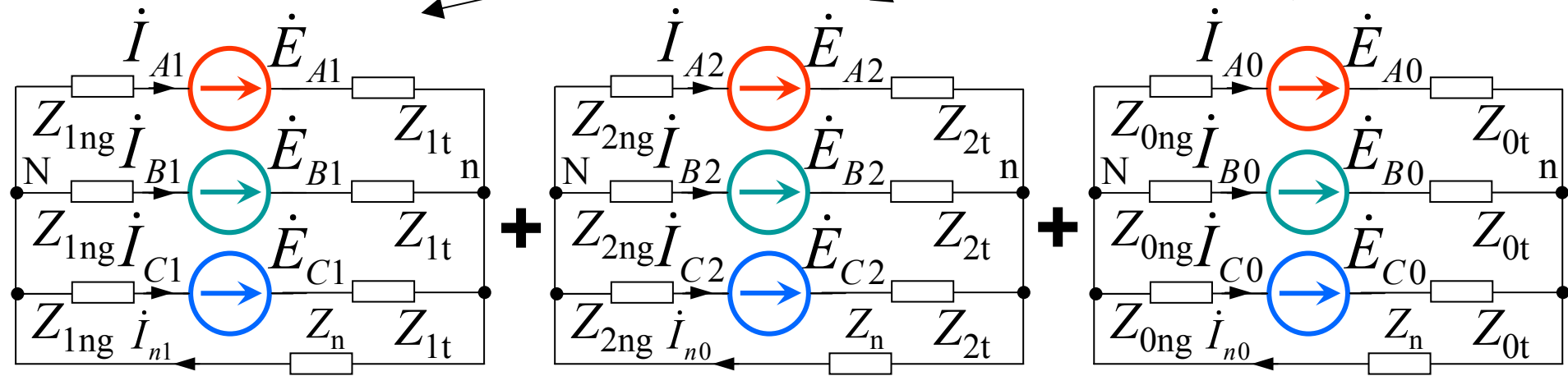
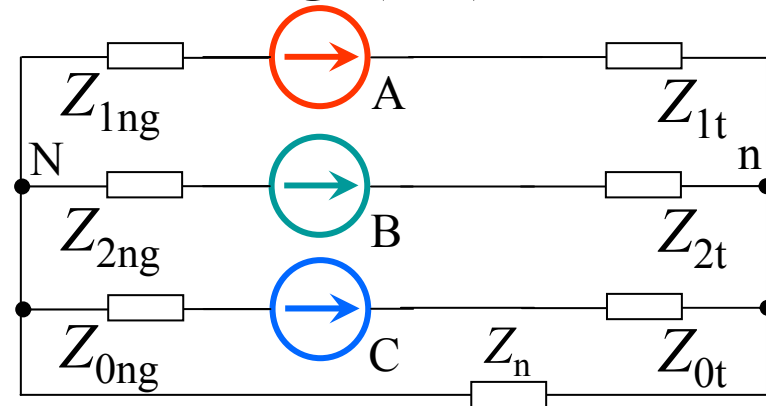
$$\begin{bmatrix} \dot{E}_{A1} \\ \dot{E}_{A2} \\ \dot{E}_{A0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 213 + j4,10 \text{ V} \\ 41,3 + j5,12 \text{ V} \\ -34,5 - j9,22 \text{ V} \end{bmatrix} \rightarrow \begin{cases} \dot{E}_{B1} = a^2 \dot{E}_{A1} & = -103 - j187 \text{ V} \\ \dot{E}_{B2} = a \dot{E}_{A2} & = -25,1 + j33,2 \text{ V} \\ \dot{E}_{B0} = \dot{E}_{A0} & = -34,5 - j9,22 \text{ V} \\ \dot{E}_{C1} = a \dot{E}_{A1} & = -110 + j183 \text{ V} \\ \dot{E}_{C2} = a^2 \dot{E}_{A2} & = -16,2 - j38,4 \text{ V} \\ \dot{E}_{C0} = \dot{E}_{A0} & = -34,5 - j9,22 \text{ V} \end{cases}$$

Mạch ba pha



**VD** Phương pháp thành phần đối xứng (11)

$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= 220 / 0^\circ \text{ V}; \dot{E}_B = 230 / -135^\circ \text{ V}; Z_n = j6 \Omega; \\ \dot{E}_C &= 210 / 140^\circ \text{ V}; Z_{1ng} = j10 \Omega; Z_{2ng} = j12 \Omega; \\ Z_{0ng} &= j2 \Omega; Z_{1t} = 30 + j40 \Omega; Z_{2t} = 3 + j6 \Omega; \\ Z_{0t} &= j4 \Omega; \text{ Tính các dòng trong mạch.} \end{aligned}$$

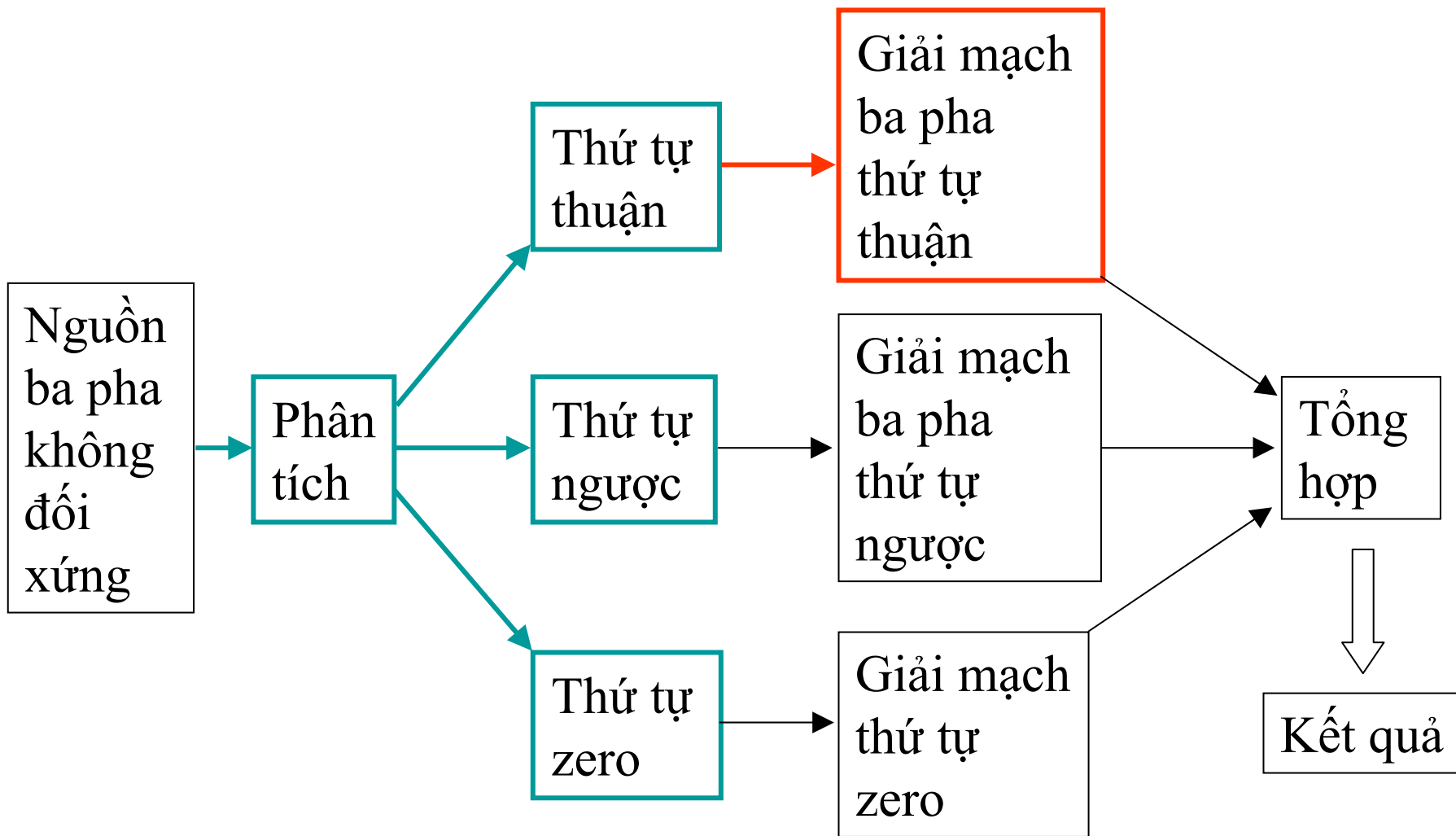


Mạch ba pha





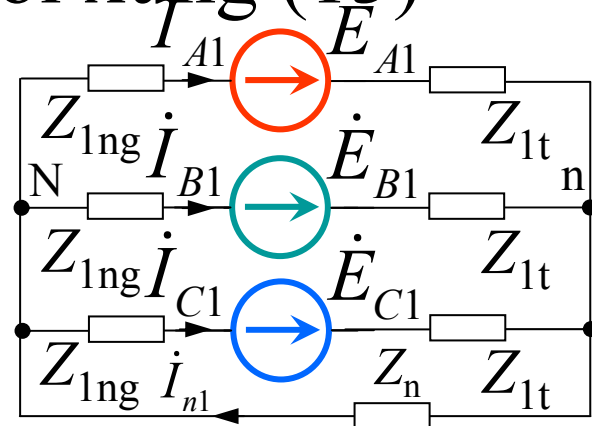
# Phương pháp thành phần đối xứng (12)



VD

# Phương pháp thành phần đối xứng (13)

$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= 220 / 0^\circ \text{ V}; \dot{E}_B = 230 / -135^\circ \text{ V}; Z_n = j6 \ \Omega; \\ \dot{E}_C &= 210 / 140^\circ \text{ V}; Z_{1ng} = j10 \ \Omega; Z_{2ng} = j12 \ \Omega; \\ Z_{0ng} &= j2 \ \Omega; Z_{1t} = 30 + j40 \ \Omega; Z_{2t} = 3 + j6 \ \Omega; \\ Z_{0t} &= j4 \ \Omega; \text{ Tính các dòng trong mạch.} \end{aligned}$$



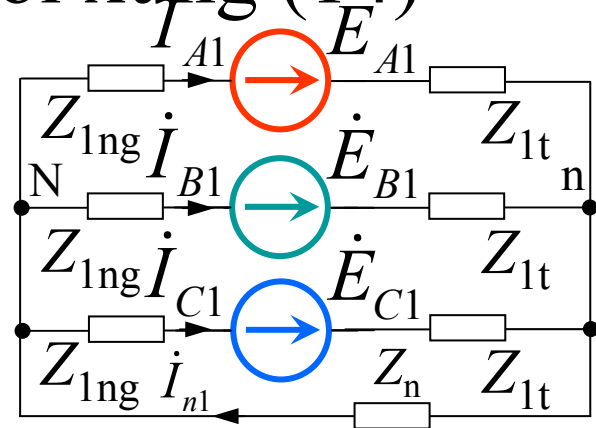
Đặt  $\dot{\phi}_N = 0$

$$\dot{\phi}_{n1} = \frac{\frac{\dot{E}_{A1}}{Z_{1ng} + Z_{1t}} + \frac{\dot{E}_{B1}}{Z_{1ng} + Z_{1t}} + \frac{\dot{E}_{C1}}{Z_{1ng} + Z_{1t}}}{\frac{1}{Z_{1ng} + Z_{1t}} + \frac{1}{Z_{1ng} + Z_{1t}} + \frac{1}{Z_{1ng} + Z_{1t}} + \frac{1}{Z_n}} = 0$$

**VD**

# Phương pháp thành phần đối xứng (14)

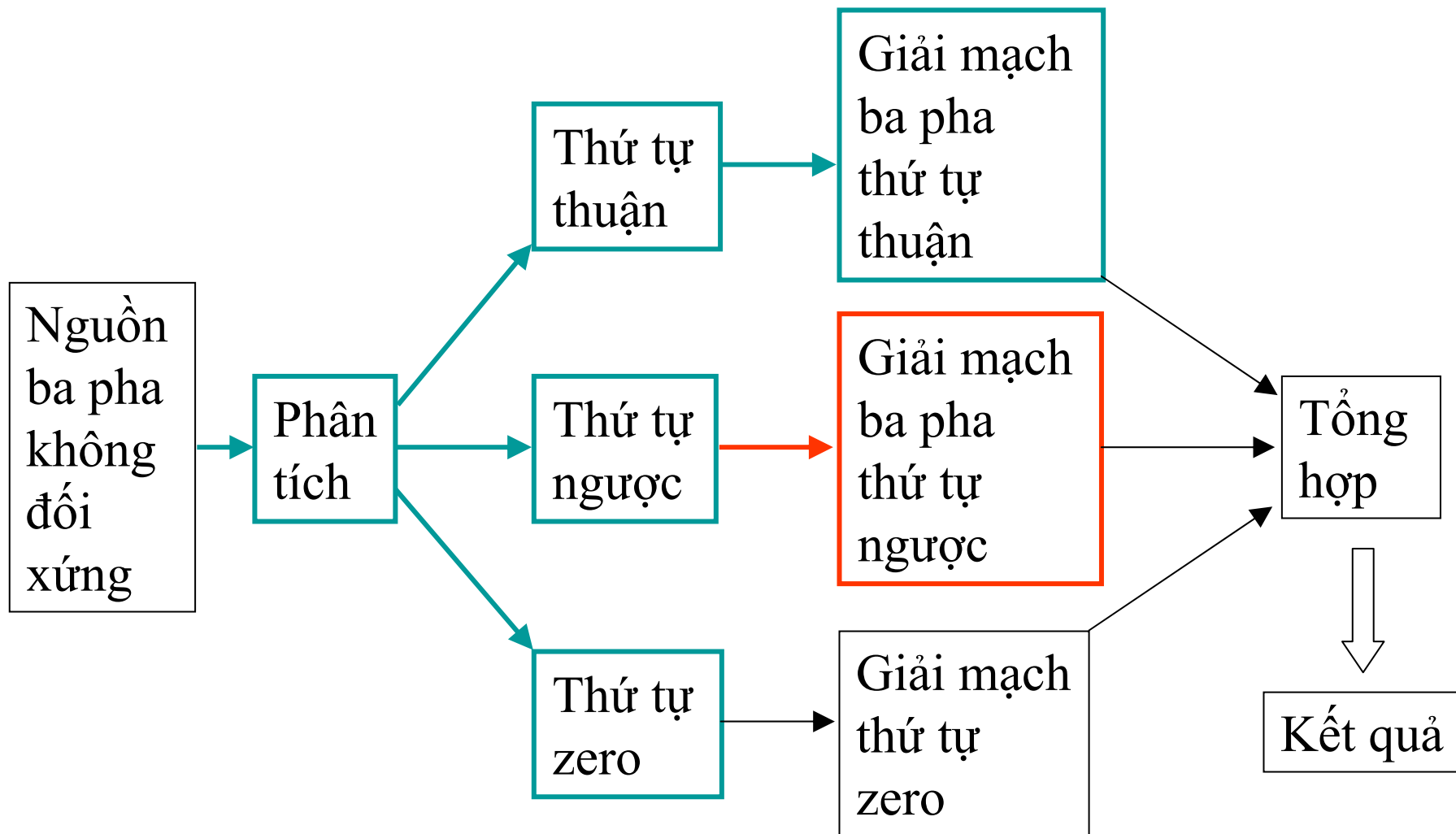
$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= 220 / 0^\circ \text{ V}; \dot{E}_B = 230 / -135^\circ \text{ V}; Z_n = j6 \ \Omega; \\ \dot{E}_C &= 210 / 140^\circ \text{ V}; Z_{1ng} = j10 \ \Omega; Z_{2ng} = j12 \ \Omega; \\ Z_{0ng} &= j2 \ \Omega; Z_{1t} = 30 + j40 \ \Omega; Z_{2t} = 3 + j6 \ \Omega; \\ Z_{0t} &= j4 \ \Omega; \text{ Tính các dòng trong mạch.} \end{aligned}$$



$$\dot{\phi}_{n1} = 0 \rightarrow \begin{cases} \dot{I}_{A1} = \frac{\dot{E}_{A1}}{Z_{1ng} + Z_{1t}} = \frac{213 + j4,10}{j10 + 30 + j40} = 1,94 - j3,10 \text{ A} \\ \dot{I}_{B1} = \frac{\dot{E}_{B1}}{Z_{1ng} + Z_{1t}} = \frac{-103 - j187}{j10 + 30 + j40} = -3,65 - j0,13 \text{ A} \\ \dot{I}_{C1} = \frac{\dot{E}_{C1}}{Z_{1ng} + Z_{1t}} = \frac{-110 + j183}{j10 + 30 + j40} = 1,71 + j3,23 \text{ A} \end{cases}$$



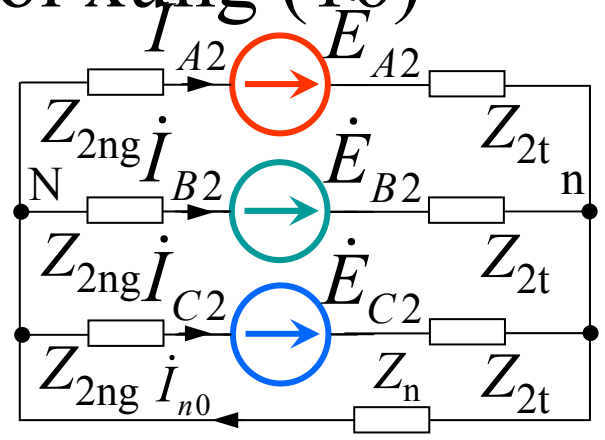
# Phương pháp thành phần đối xứng (15)





**VD** Phương pháp thành phần đối xứng (1.6)

$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= 220 / 0^\circ \text{ V}; \dot{E}_B = 230 / -135^\circ \text{ V}; Z_n = j6 \ \Omega; \\ \dot{E}_C &= 210 / 140^\circ \text{ V}; Z_{1ng} = j10 \ \Omega; Z_{2ng} = j12 \ \Omega; \\ Z_{0ng} &= j2 \ \Omega; Z_{1t} = 30 + j40 \ \Omega; Z_{2t} = 3 + j6 \ \Omega; \\ Z_{0t} &= j4 \ \Omega; \text{ Tính các dòng trong mạch.} \end{aligned}$$



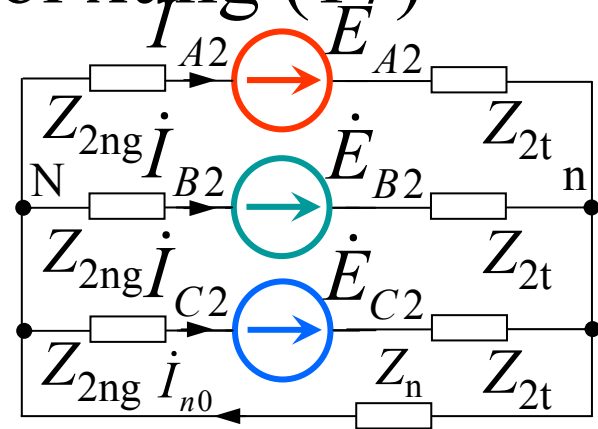
Đặt  $\dot{\phi}_N = 0$

$$\dot{\phi}_{n2} = \frac{\frac{\dot{E}_{A2}}{Z_{2ng} + Z_{2t}} + \frac{\dot{E}_{B2}}{Z_{2ng} + Z_{2t}} + \frac{\dot{E}_{C2}}{Z_{2ng} + Z_{2t}}}{\frac{1}{Z_{2ng} + Z_{2t}} + \frac{1}{Z_{2ng} + Z_{2t}} + \frac{1}{Z_{2ng} + Z_{2t}} + \frac{1}{Z_n}} = 0$$

VD

# Phương pháp thành phần đối xứng (1.7)

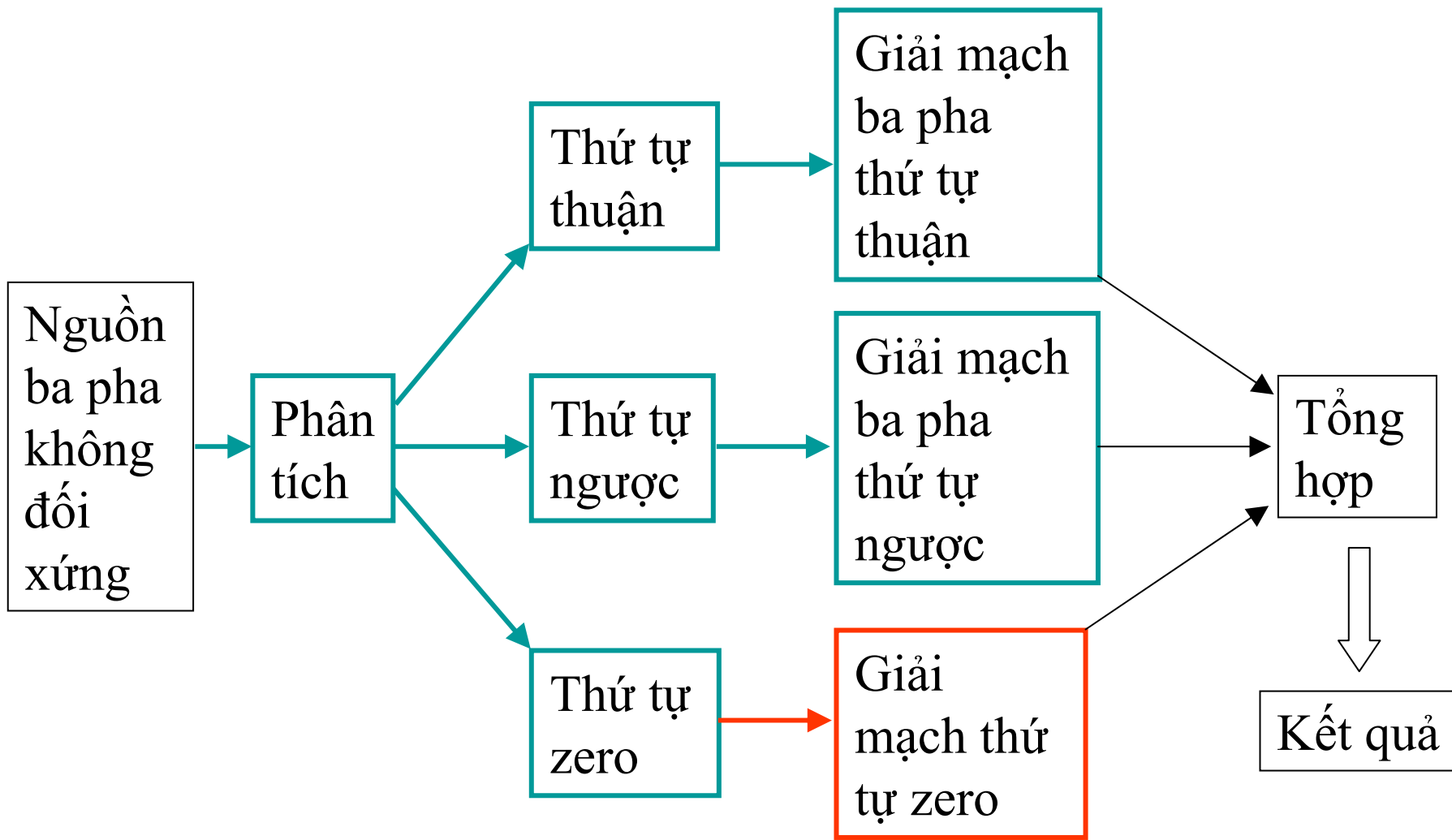
$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= 220 / 0^\circ \text{ V}; \dot{E}_B = 230 / -135^\circ \text{ V}; Z_n = j6 \ \Omega; \\ \dot{E}_C &= 210 / 140^\circ \text{ V}; Z_{1ng} = j10 \ \Omega; Z_{2ng} = j12 \ \Omega; \\ Z_{0ng} &= j2 \ \Omega; Z_{1t} = 30 + j40 \ \Omega; Z_{2t} = 3 + j6 \ \Omega; \\ Z_{0t} &= j4 \ \Omega; \text{ Tính các dòng trong mạch.} \end{aligned}$$



$$\dot{\phi}_{n2} = 0 \rightarrow \begin{cases} \dot{I}_{A2} = \frac{\dot{E}_{A2}}{Z_{2ng} + Z_{2t}} = \frac{41,3 + j5,12}{j12 + 3 + j6} = 0,65 - j2,19 \text{ A} \\ \dot{I}_{B2} = \frac{\dot{E}_{B1}}{Z_{2ng} + Z_{12}} = \frac{-25,1 + j33,2}{j12 + 3 + j6} = 1,57 + j1,66 \text{ A} \\ \dot{I}_{C2} = \frac{\dot{E}_{C2}}{Z_{2ng} + Z_{2t}} = \frac{-16,2 - j38,4}{j12 + 3 + j6} = -2,22 + j0,53 \text{ A} \end{cases}$$



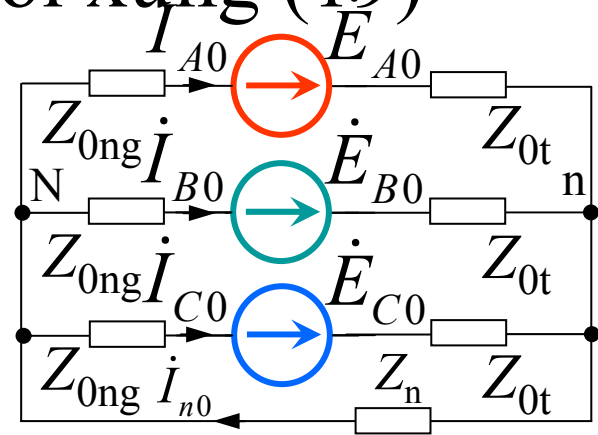
# Phương pháp thành phần đối xứng (18)





**VD** Phương pháp thành phần đối xứng (1.9)

$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= 220 / 0^\circ \text{ V}; \dot{E}_B = 230 / -135^\circ \text{ V}; Z_n = j6 \ \Omega; \\ \dot{E}_C &= 210 / 140^\circ \text{ V}; Z_{1ng} = j10 \ \Omega; Z_{2ng} = j12 \ \Omega; \\ Z_{0ng} &= j2 \ \Omega; Z_{1t} = 30 + j40 \ \Omega; Z_{2t} = 3 + j6 \ \Omega; \\ Z_{0t} &= j4 \ \Omega; \text{ Tính các dòng trong mạch.} \end{aligned}$$



Đặt  $\dot{\phi}_N = 0$

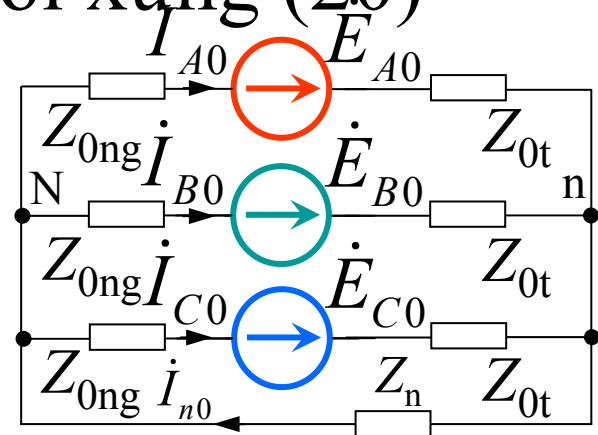
$$\dot{\phi}_{n0} = \frac{\frac{\dot{E}_{A0}}{Z_{0ng} + Z_{0t}} + \frac{\dot{E}_{B0}}{Z_{0ng} + Z_{0t}} + \frac{\dot{E}_{C0}}{Z_{0ng} + Z_{0t}}}{\frac{1}{Z_{0ng} + Z_{0t}} + \frac{1}{Z_{0ng} + Z_{0t}} + \frac{1}{Z_{0ng} + Z_{0t}} + \frac{1}{Z_n}} = \frac{\frac{3\dot{E}_{A0}}{Z_{0ng} + Z_{0t}}}{\frac{3}{Z_{0ng} + Z_{0t}} + \frac{1}{Z_n}}$$



**VD**

## Phương pháp thành phần đối xứng (2.0)

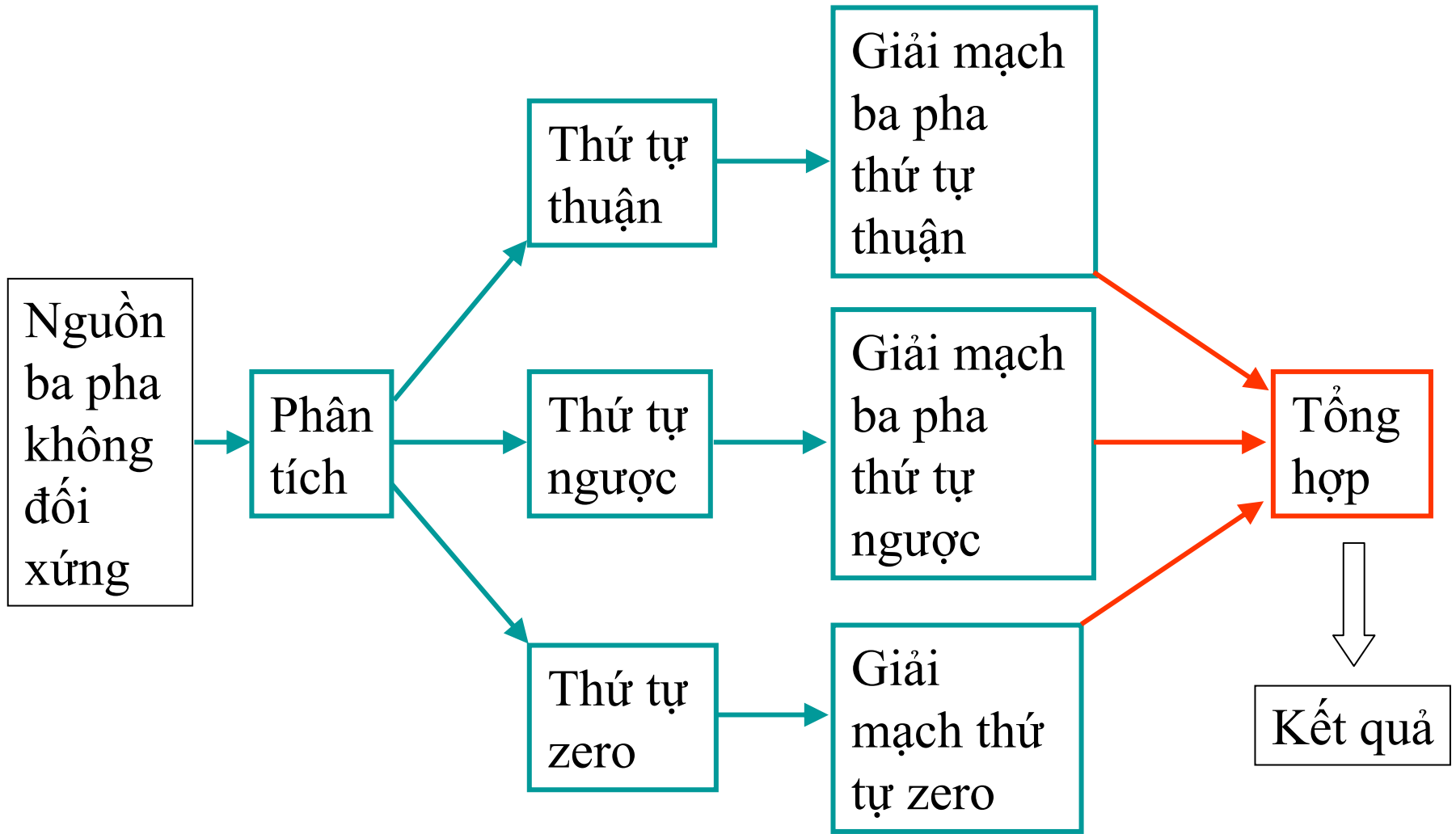
$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= 220 / 0^\circ \text{ V}; \dot{E}_B = 230 / -135^\circ \text{ V}; Z_n = j6 \ \Omega; \\ \dot{E}_C &= 210 / 140^\circ \text{ V}; Z_{1ng} = j10 \ \Omega; Z_{2ng} = j12 \ \Omega; \\ Z_{0ng} &= j2 \ \Omega; Z_{1t} = 30 + j40 \ \Omega; Z_{2t} = 3 + j6 \ \Omega; \\ Z_{0t} &= j4 \ \Omega; \text{ Tính các dòng trong mạch.} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \dot{\phi}_{n0} &= \frac{3\dot{E}_{A0}}{Z_{0ng} + Z_{0t} + \frac{1}{Z_n}} = \frac{3(-34,5 - j9,22)}{\frac{j2 + j4}{3} + \frac{1}{j6}} = -25,88 - j6,92 \text{ V} \\ \dot{I}_{A0} = \dot{I}_{B0} = \dot{I}_{C0} &= \frac{\dot{E}_{A0} - \dot{\phi}_{n0}}{Z_{0ng} + Z_{0t}} = \frac{(-34,5 - j9,22) - (-25,88 - j6,92)}{j2 + j4} \\ &= -0,38 + j1,44 \text{ A} \end{aligned}$$



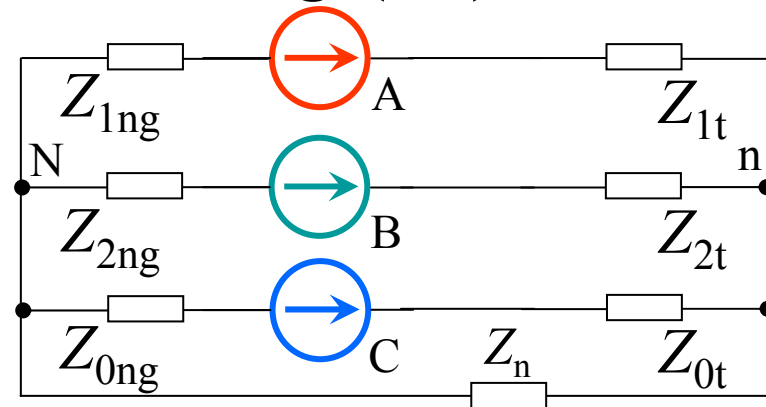
# Phương pháp thành phần đối xứng (21)





## VD Phương pháp thành phần đối xứng (22)

$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= 220 / 0^\circ \text{ V}; \dot{E}_B = 230 / -135^\circ \text{ V}; Z_n = j6 \ \Omega; \\ \dot{E}_C &= 210 / 140^\circ \text{ V}; Z_{1ng} = j10 \ \Omega; Z_{2ng} = j12 \ \Omega; \\ Z_{0ng} &= j2 \ \Omega; Z_{1t} = 30 + j40 \ \Omega; Z_{2t} = 3 + j6 \ \Omega; \\ Z_{0t} &= j4 \ \Omega; \text{ Tính các dòng trong mạch.} \end{aligned}$$



$$\begin{cases} \dot{I}_{A1} = 1,94 - j3,10 \text{ A} \\ \dot{I}_{A2} = 0,65 - j2,19 \text{ A} \\ \dot{I}_{A0} = -0,38 + j1,44 \text{ A} \end{cases} \rightarrow \dot{I}_A = \dot{I}_{A1} + \dot{I}_{A2} + \dot{I}_{A0} = 2,21 - j3,85 \text{ A}$$

$$\begin{cases} \dot{I}_{B1} = -3,65 - j0,13 \text{ A} \\ \dot{I}_{B2} = 1,57 + j1,66 \text{ A} \\ \dot{I}_{B0} = -0,38 + j1,44 \text{ A} \end{cases} \rightarrow \dot{I}_B = \dot{I}_{B1} + \dot{I}_{B2} + \dot{I}_{B0} = -2,47 + j2,96 \text{ A}$$

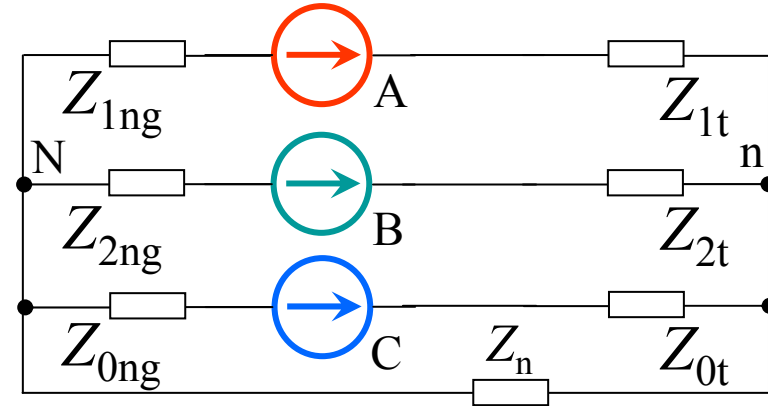
$$\begin{cases} \dot{I}_{C1} = 1,71 + j3,23 \text{ A} \\ \dot{I}_{C2} = -2,22 + j0,53 \text{ A} \\ \dot{I}_{C0} = -0,38 + j1,44 \text{ A} \end{cases} \rightarrow \dot{I}_C = \dot{I}_{C1} + \dot{I}_{C2} + \dot{I}_{C0} = -0,89 + j5,20 \text{ A}$$

Mạch ba pha



## VD Phương pháp thành phần đối xứng (23)

$$\begin{aligned} \dot{E}_A &= 220 / 0^\circ \text{ V}; \dot{E}_B = 230 / -135^\circ \text{ V}; Z_n = j6 \ \Omega; \\ \dot{E}_C &= 210 / 140^\circ \text{ V}; Z_{1ng} = j10 \ \Omega; Z_{2ng} = j12 \ \Omega; \\ Z_{0ng} &= j2 \ \Omega; Z_{1t} = 30 + j40 \ \Omega; Z_{2t} = 3 + j6 \ \Omega; \\ Z_{0t} &= j4 \ \Omega; \text{ Tính các dòng trong mạch.} \end{aligned}$$



### Kiểm tra kết quả

$$\left. \begin{aligned} \dot{I}_A &= 2,21 - j3,85 \text{ A} \\ \dot{I}_B &= -2,47 + j2,96 \text{ A} \\ \dot{I}_C &= -0,89 + j5,20 \text{ A} \end{aligned} \right\} \rightarrow \dot{I}_{n0} = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = -1,15 + j4,31 \text{ A}$$

$$\dot{I}_n = \dot{I}_{n0} = \frac{\dot{\phi}_{n0}}{Z_{0ng} + Z_{0t}} = \frac{-25,88 - j6,92}{j2 + j4} = -1,15 + j4,31 \text{ A}$$

Mạch ba pha

## Mạch ba pha

- Nguồn ba pha đối xứng
- Mạch ba pha đối xứng
- Mạch ba pha không đối xứng
- Công suất trong mạch ba pha
- Phương pháp thành phần đối xứng
- **Điều hoà bậc cao trong mạch ba pha**

## Điều hoà bậc cao trong mạch ba pha (1)

- Điện áp nguồn của mạch ba pha có thể bị méo
- → Phân tích tín hiệu thành tổng của các điều hoà bậc cao
- Ngoài  $\omega$  còn có  $3\omega, 5\omega, 7\omega, \dots$

• Nếu 
$$e_{kA} = E_{km} \sin(k\omega t)$$

thì 
$$e_{kB} = E_{km} \sin[k\omega(t - T/3)] = E_{km} \sin(k\omega t - k2\pi/3)$$

& 
$$e_{kC} = E_{km} \sin[k\omega(t + T/3)] = E_{km} \sin(k\omega t + k2\pi/3)$$

## Điều hoà bậc cao trong mạch ba pha (2)

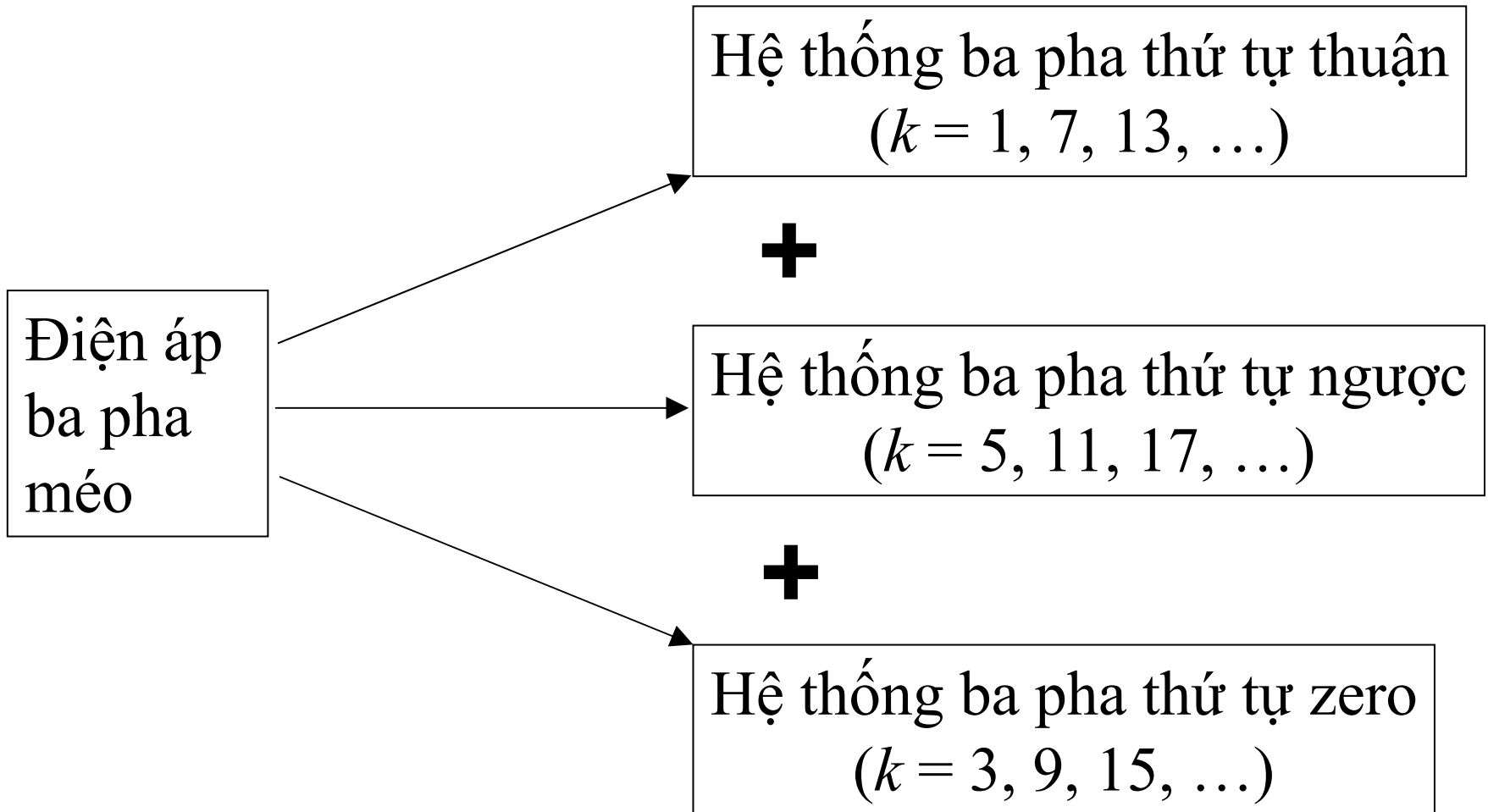
- Nếu  $e_{kA} = E_{km} \sin(k\omega t)$
- thì  $e_{kB} = E_{km} \sin[k\omega(t - T/3)] = E_{km} \sin(k\omega t - k2\pi/3)$
- &  $e_{kC} = E_{km} \sin[k\omega(t + T/3)] = E_{km} \sin(k\omega t + k2\pi/3)$
- Xét  $k = 3$ :
  - $e_{kA} = E_{km} \sin(3\omega t)$
  - $e_{kB} = E_{km} \sin(3\omega t - 3.2\pi/3) = E_{km} \sin(3\omega t - 2\pi)$
  - $e_{kC} = E_{km} \sin(3\omega t + 3.2\pi/3) = E_{km} \sin(3\omega t + 2\pi)$
- $\rightarrow$  3 pha của điện áp bậc 3 trùng pha với nhau
- *Tổng quát*: 3 pha của điện áp bậc  $3n$  ( $n = 1, 3, 5, 7, \dots$ ) trùng pha với nhau

## Điều hoà bậc cao trong mạch ba pha (3)

- *Tổng quát*: 3 pha của điện áp bậc  $3n$  ( $n = 1, 3, 5, 7, \dots$ ), ( $k = 3, 9, 15, \dots$ ) trùng pha với nhau
- *Tương tự*: 3 pha của điện áp bậc  $3n + 1$  ( $n = 1, 3, 5, 7, \dots$ ), ( $k = 1, 7, 13, \dots$ ) lệch pha  $2\pi/3 \rightarrow$  hợp thành hệ thống thứ tự thuận
- *Tương tự*: 3 pha của điện áp bậc  $3n + 2$  ( $n = 1, 3, 5, 7, \dots$ ), ( $k = 5, 11, 17, \dots$ ) lệch pha  $4\pi/3 \rightarrow$  hợp thành hệ thống thứ tự ngược



# Điều hoà bậc cao trong mạch ba pha (4)

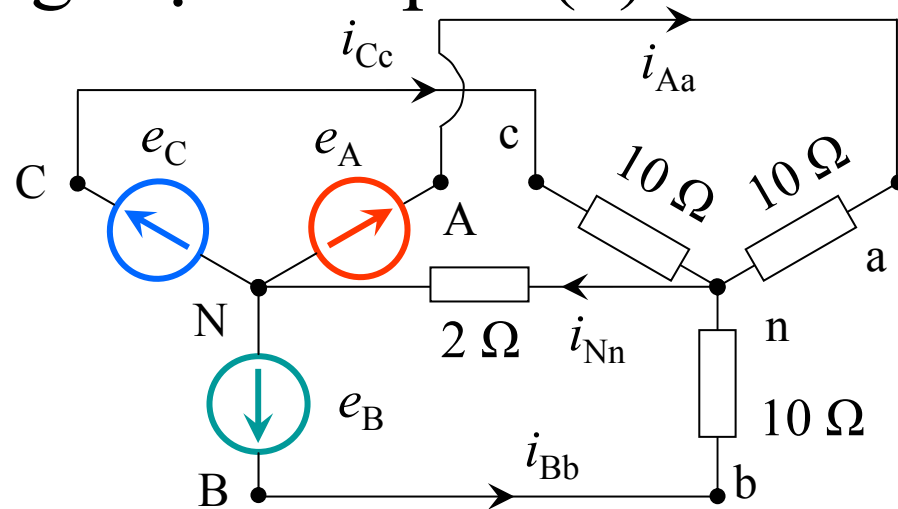


## VD Điều hoà bậc cao trong mạch ba pha (5)

Xét mạch ba pha đối xứng.

$$e_A = 100\sin\omega t + 40\sin(3\omega t + 60^\circ) + 15\sin(5\omega t - 15^\circ) \text{ V};$$

Tính trị hiệu dụng của dòng điện trong dây trung tính.



# Điều hoà bậc cao trong mạch ba pha (6)

$$e_A = 100\sin\omega t + 40\sin(3\omega t + 60^\circ) + 15\sin(5\omega t - 15^\circ) \text{ V}$$

Điện áp  
ba pha  
méo

Hệ thống ba pha thứ tự thuận  
( $k = 1, 7, 13, \dots$ )

+

$$(\dot{E}_{1A}, \dot{E}_{1B}, \dot{E}_{1C})$$

Hệ thống ba pha thứ tự ngược  
( $k = 5, 11, 17, \dots$ )

+

$$(\dot{E}_{5A}, \dot{E}_{5B}, \dot{E}_{5C})$$

Hệ thống ba pha thứ tự zero  
( $k = 3, 9, 15, \dots$ )

$$(\dot{E}_{3A}, \dot{E}_{3B}, \dot{E}_{3C})$$

$k = 1: e_{1A} = 100\sin\omega t \text{ V}$

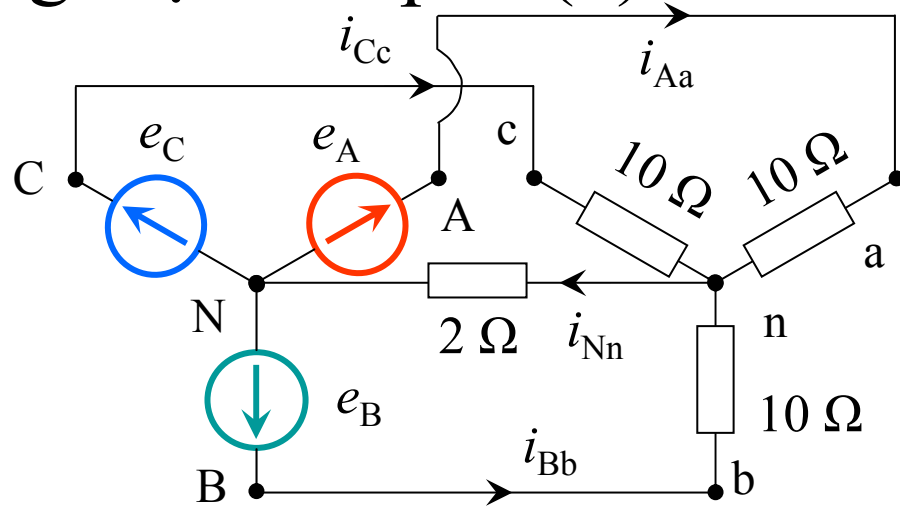
$k = 3: e_{3A} = 40\sin(3\omega t + 60^\circ) \text{ V}$

$k = 5: e_{5A} = 15\sin(5\omega t - 15^\circ) \text{ V}$



# VD Điều hoà bậc cao trong mạch ba pha (7)

Xét mạch ba pha đối xứng.  
 $e_A = 100\sin\omega t + 40\sin(3\omega t + 60^\circ) + 15\sin(5\omega t - 15^\circ) \text{ V};$   
 Tính trị hiệu dụng của dòng điện trong dây trung tính.



$$e_A + e_B + e_C \leftrightarrow$$

$$\left. \begin{aligned} &\leftrightarrow (\dot{E}_{1A} + \dot{E}_{1B} + \dot{E}_{1C}) + (\dot{E}_{5A} + \dot{E}_{5B} + \dot{E}_{5C}) + (\dot{E}_{3A} + \dot{E}_{3B} + \dot{E}_{3C}) \\ &\dot{E}_{1A} + \dot{E}_{1B} + \dot{E}_{1C} = 0 \quad (\text{thứ tự thuận}) \\ &\dot{E}_{5A} + \dot{E}_{5B} + \dot{E}_{5C} = 0 \quad (\text{thứ tự ngược}) \\ &\dot{E}_{3A} + \dot{E}_{3B} + \dot{E}_{3C} = 3\dot{E}_{3A} \quad (\text{thứ tự zero}) \end{aligned} \right\}$$

$$\rightarrow e_A + e_B + e_C \leftrightarrow 3\dot{E}_{3A}$$

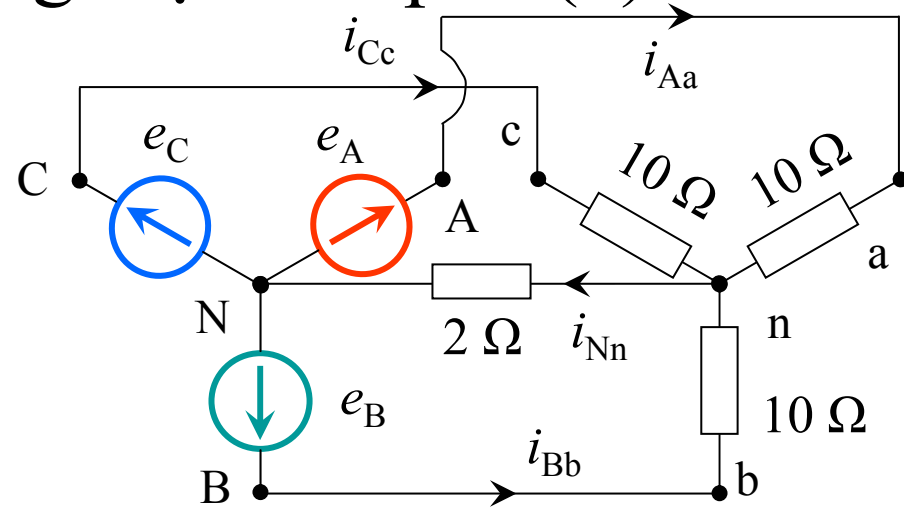


## VD Điều hoà bậc cao trong mạch ba pha (8)

Xét mạch ba pha đối xứng.

$$e_A = 100\sin\omega t + 40\sin(3\omega t + 60^\circ) + 15\sin(5\omega t - 15^\circ) \text{ V};$$

Tính trị hiệu dụng của dòng điện trong dây trung tính.



$$e_A + e_B + e_C \leftrightarrow 3\dot{E}_{3A}$$

$$\varphi_N = 0$$

$$\varphi_n = \frac{\frac{e_A}{10} + \frac{e_B}{10} + \frac{e_C}{10}}{\frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{2}} = \frac{\frac{1}{10}(e_A + e_B + e_C)}{\frac{3}{10} + \frac{1}{2}} \left. \begin{array}{l} \\ \\ e_A + e_B + e_C \leftrightarrow 3\dot{E}_{3A} \end{array} \right\} \rightarrow \varphi_n \leftrightarrow \dot{\varphi}_n = \frac{3\dot{E}_{3A}}{\frac{3}{10} + \frac{1}{2}}$$

## VD Điều hoà bậc cao trong mạch ba pha (9)

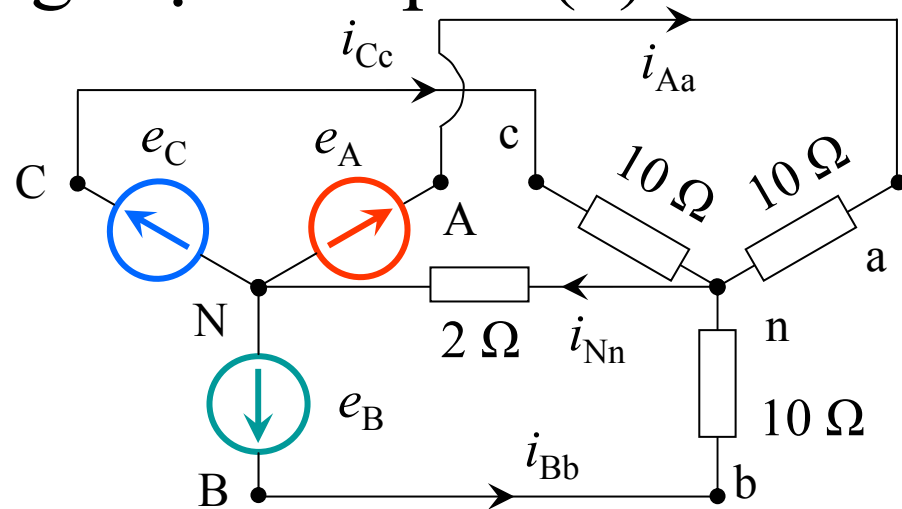
Xét mạch ba pha đối xứng.

$$e_A = 100\sin\omega t + 40\sin(3\omega t + 60^\circ) + 15\sin(5\omega t - 15^\circ) \text{ V};$$

Tính trị hiệu dụng của dòng điện trong dây trung tính.

$$\dot{\varphi}_n = \frac{3 \frac{\dot{E}_{3A}}{10}}{\frac{3}{10} + \frac{1}{2}} = \frac{3 \frac{40/\sqrt{2}}{10}}{\frac{3}{10} + \frac{1}{2}} = 10,61/\sqrt{2} \text{ V}$$

$$\rightarrow I_{Nn} = \frac{\varphi_n}{2} = \frac{10,61}{2} = 5,30 \text{ A}$$



## Mạch ba pha

- Nguồn ba pha đối xứng
- Mạch ba pha đối xứng
- Mạch ba pha không đối xứng
- Công suất trong mạch ba pha
- Phương pháp thành phần đối xứng
- Điều hoà bậc cao trong mạch ba pha