

# **KỸ THUẬT ĐIỆN**

## **CHƯƠNG III**

### **PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH ĐIỆN**

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

- Phân tích mạch điện là bài toán cho biết thông số và kết cấu của mạch điện, cần tìm dòng điện, điện áp, công suất trên các nhánh.
- Có nhiều phương pháp khác nhau để phân tích mạch điện. Việc chọn phương pháp tùy thuộc và sơ đồ cụ thể.
- Hai định luật Kiếchốp là cơ sở để giải mạch điện.
- Giải mạch điện sin ở chế độ xác lập gồm các bước sau:
  - + Biểu diễn dòng điện, điện áp dưới dạng véctơ, số phức.
  - + Lập phương trình theo định luật Kiếchốp.
  - + Giải hệ hương trình đã lập tìm giá trị dòng điện và điện áp.
- Đối với mạch dòng điện không đổi ở chế độ xác lập, xem đó là trường hợp riêng của dòng điện sin với tần số  $\omega = 0$ .
  - + Nhánh có điện dung C coi như hở mạch (vì  $1/\omega C = \infty$ )
  - + Nhánh có điện cảm L coi như nối tắt (vì  $\omega L = 0$ ).
  - + Mạch chỉ còn điện trở, việc giải sẽ đơn giản hơn rất nhiều

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

## I. Phương pháp biến đổi tương đương

- Biến đổi mạch điện nhằm mục đích đưa mạch phức tạp về dạng đơn giản hơn.
- Biến đổi tương đương là biến đổi mạch điện sao cho dòng điện, điện áp tại các bộ phận không bị biến đổi vẫn giữ nguyên.
- Một số biến đổi thường gặp:
  - + Mắc nối tiếp
  - + Mắc song song
  - + Đổi nối tam giác – sao
  - + Đổi nối sao – tam giác

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

## 1. Mắc nối tiếp

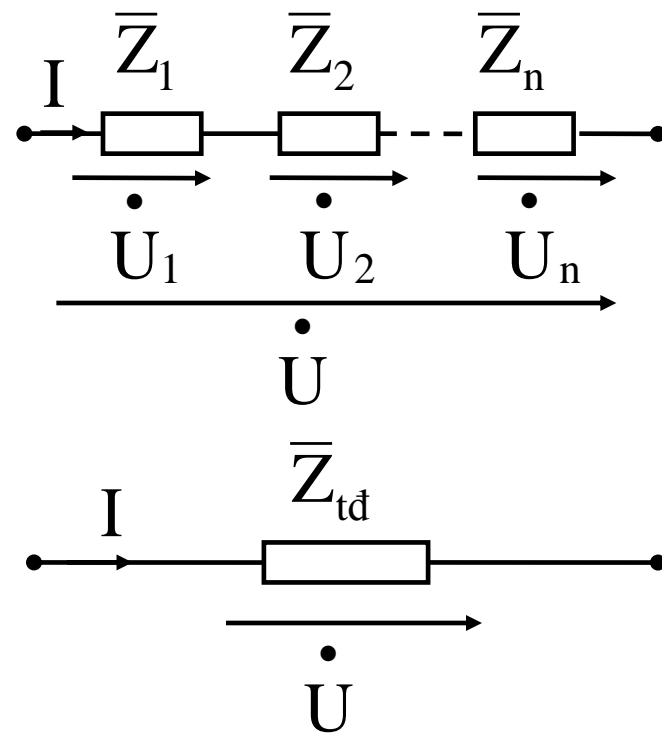
Giả thiết các tổng trở  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  mắc nối tiếp được biến đổi thành tổng trở tương đương  $Z_{\text{td}}$

Theo điều kiện biến đổi tương đương

$$\dot{U} = \dot{I} \bar{Z}_{\text{td}} = \dot{U}_1 + \dot{U}_2 + \dots + \dot{U}_n$$

$$\dot{U} = \dot{I} \bar{Z}_1 + \dot{I} \bar{Z}_2 + \dots + \dot{I} \bar{Z}_n$$

$$\bar{Z}_{\text{td}} = \bar{Z}_1 + \bar{Z}_2 + \dots + \bar{Z}_n$$



Tổng trở tương đương của các phần tử mắc nối tiếp bằng tổng các tổng trở của các phần tử

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

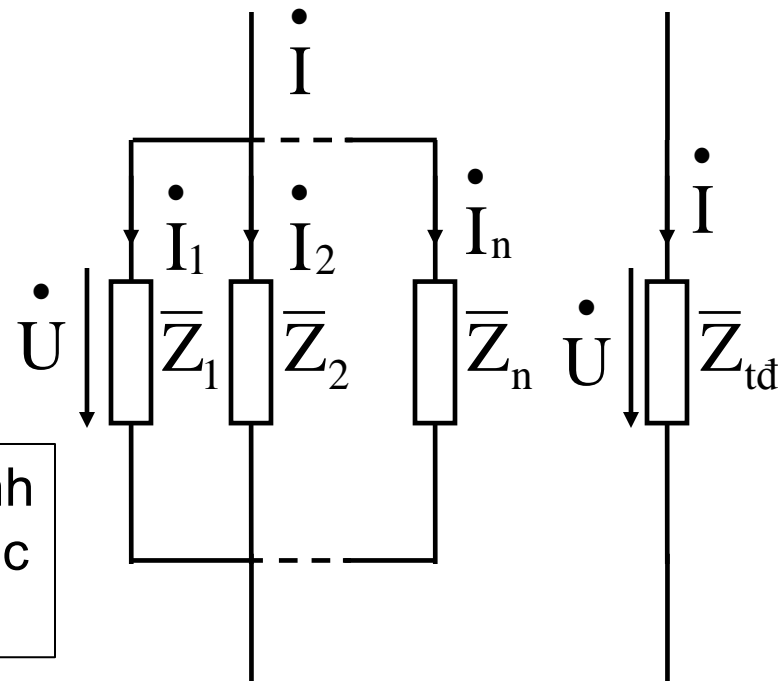
## 2. Mắc song song

Giả thiết có n tổng trở mắc song song  
được biến đổi tương đương

$$\bar{Y}_{\text{td}} = \frac{1}{\bar{Z}_{\text{td}}} = \frac{1}{\bar{Z}_1} + \frac{1}{\bar{Z}_2} + \dots + \frac{1}{\bar{Z}_n}$$

Tổng quát  $\bar{Y}_{\text{td}} = \sum \bar{Y}_i$

Tổng dẫn tương đương của các nhánh  
song song bằng tổng các tổng dẫn các  
phần tử



## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Đối với trường hợp hai nhánh mắc song song

$$\frac{1}{\bar{Z}_{\text{td}}} = \frac{1}{\bar{Z}_1} + \frac{1}{\bar{Z}_2}$$

$$\bar{Z}_{\text{td}} = \frac{\bar{Z}_1 \bar{Z}_2}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2}$$

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

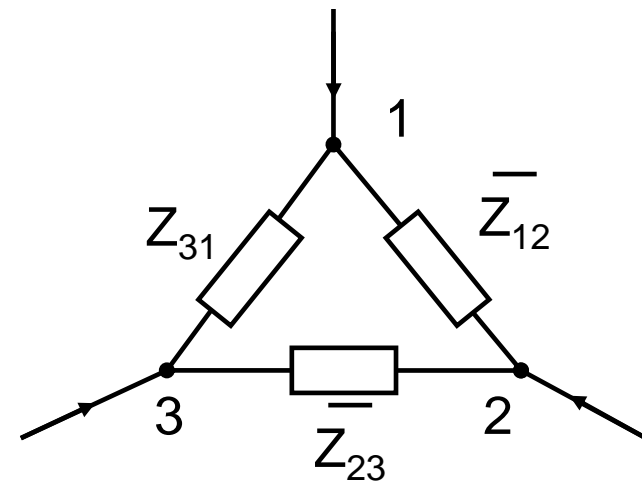
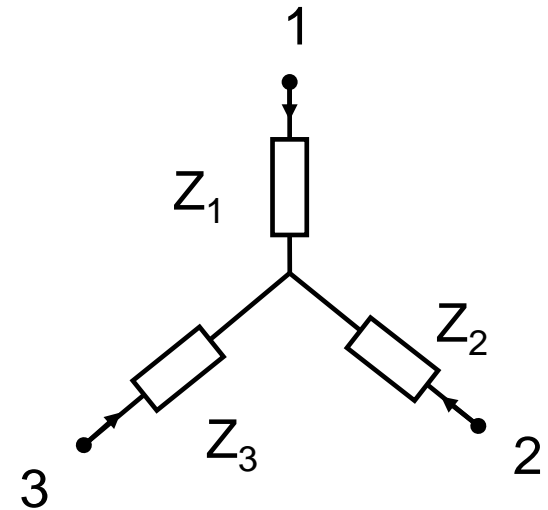
## 3. Biến đổi sao - tam giác

Ba tổng trở gọi là nối hình sao nếu chúng có một đầu nối chung.

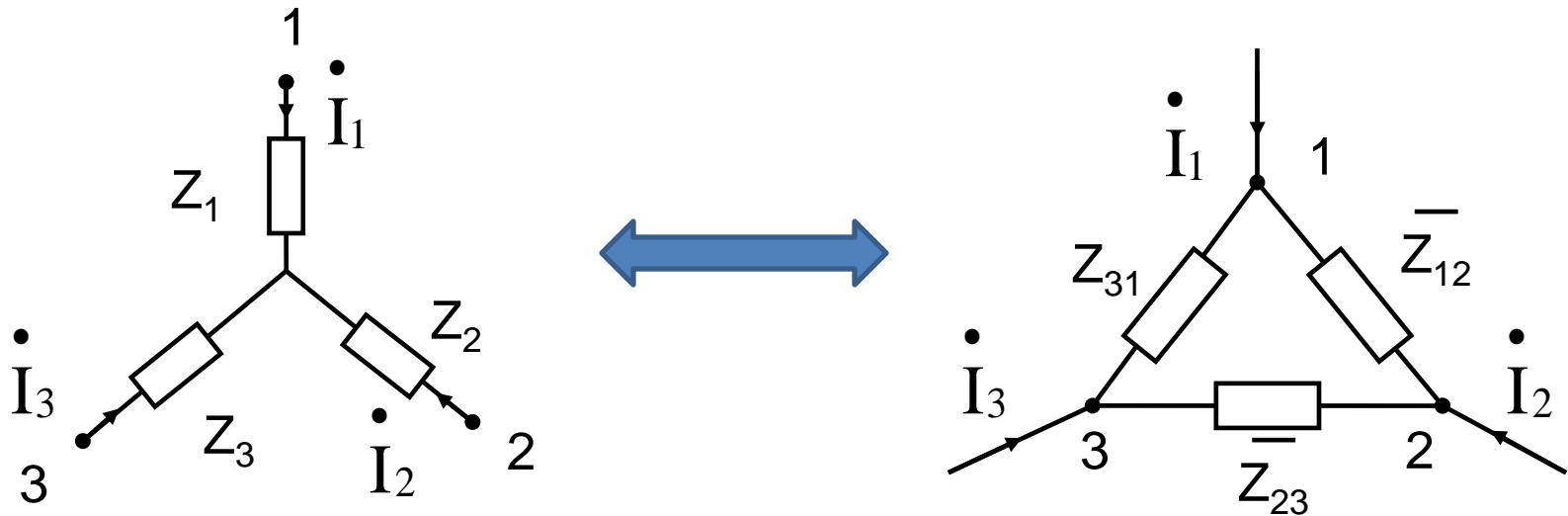
Ba tổng trở gọi là nối hình tam giác nếu chúng tạo nên mạch vòng kín mà chỗ nối là nút của mạch.

Ta thường cần biến đổi từ hình sao sang hình tam giác tương đương và ngược lại.

Để tìm các công thức biến đổi sao tam giác ta xuất phát từ các điều kiện biến đổi tương đương



# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH



- Cho  $I_1 = 0$  theo hình sao

$$\dot{U}_{23} = \dot{I}_2 (\bar{Z}_2 + \bar{Z}_3)$$

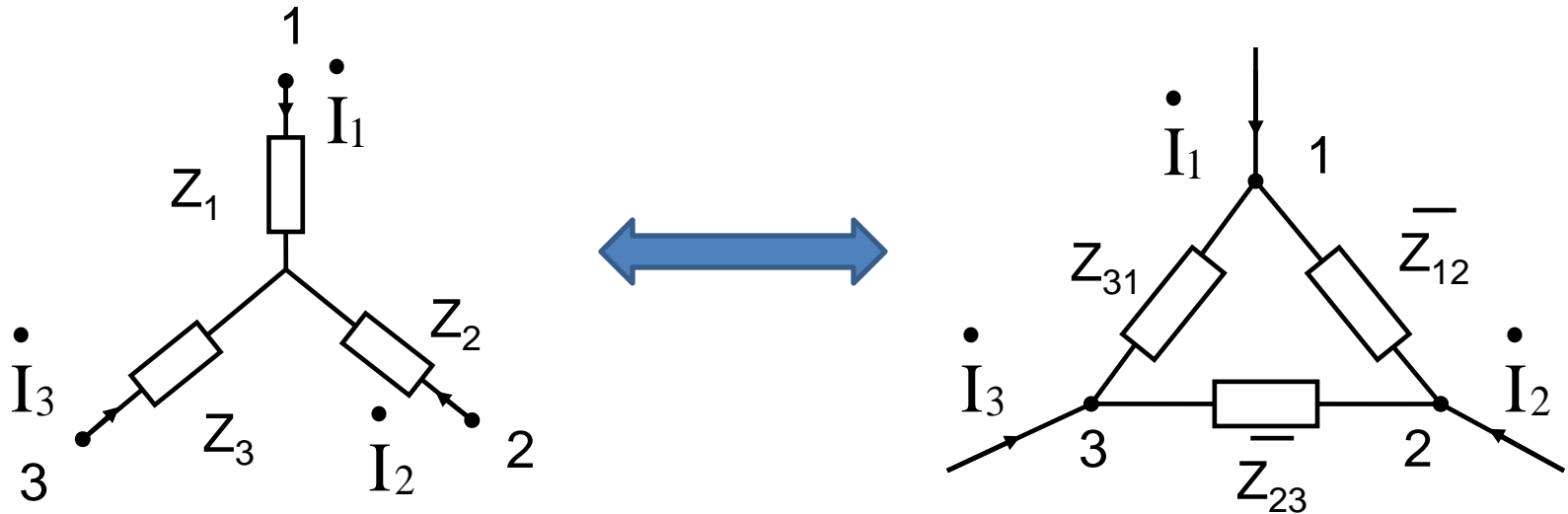
theo hình tam giác

$$\dot{U}_{23} = \dot{I}_2 \frac{(\bar{Z}_{12} + \bar{Z}_{31}) \bar{Z}_{23}}{\bar{Z}_{12} + \bar{Z}_{23} + \bar{Z}_{31}}$$

$$\bar{Z}_2 + \bar{Z}_3 = \frac{(\bar{Z}_{12} + \bar{Z}_{31}) \bar{Z}_{23}}{\bar{Z}_{12} + \bar{Z}_{23} + \bar{Z}_{31}}$$



# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH



- Cho  $I_2 = 0$  theo hình sao

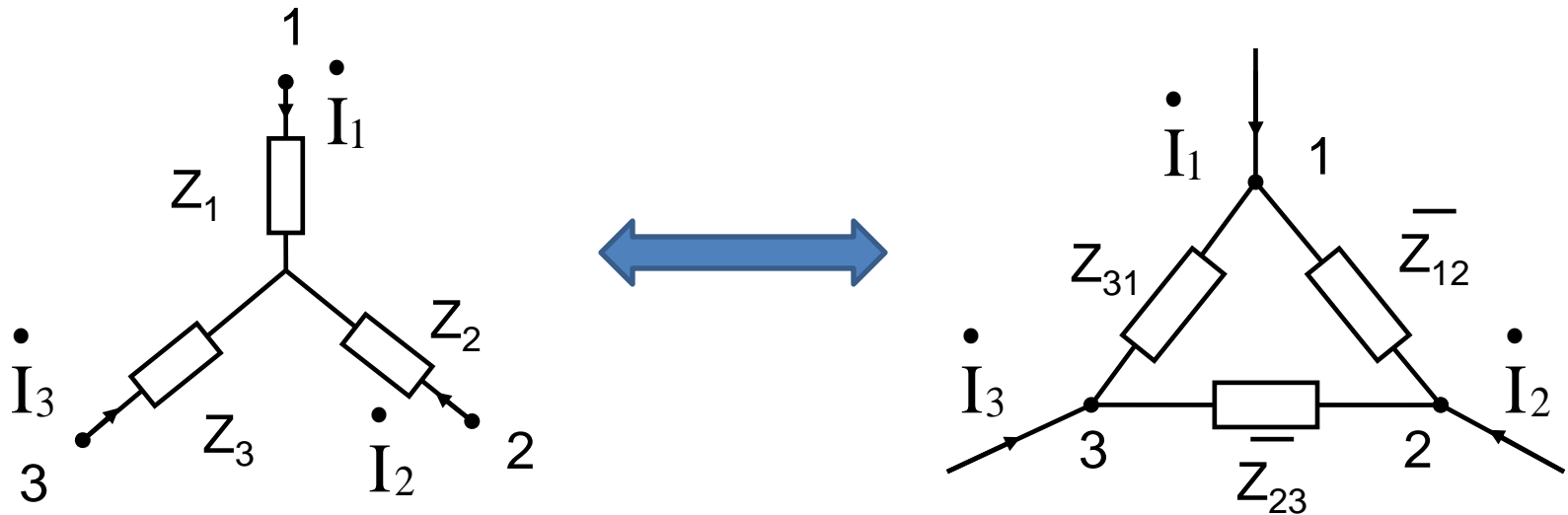
$$\dot{U}_{31} = \dot{I}_3 (\bar{Z}_3 + \bar{Z}_1)$$

theo hình tam giác

$$\dot{U}_{31} = \dot{I}_3 \frac{(\bar{Z}_{12} + \bar{Z}_{23})\bar{Z}_{31}}{\bar{Z}_{12} + \bar{Z}_{23} + \bar{Z}_{31}}$$

$$\bar{Z}_3 + \bar{Z}_1 = \frac{(\bar{Z}_{12} + \bar{Z}_{23})\bar{Z}_{31}}{\bar{Z}_{12} + \bar{Z}_{23} + \bar{Z}_{31}}$$

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH



- Cho  $I_3 = 0$  theo hình sao

$$\dot{U}_{12} = \dot{I}_1 (\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2)$$

theo hình tam giác

$$\dot{U}_{12} = \dot{I}_1 \frac{(\bar{Z}_{23} + \bar{Z}_{31}) \bar{Z}_{12}}{\bar{Z}_{12} + \bar{Z}_{23} + \bar{Z}_{31}}$$

$$\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2 = \frac{(\bar{Z}_{23} + \bar{Z}_{31}) \bar{Z}_{12}}{\bar{Z}_{12} + \bar{Z}_{23} + \bar{Z}_{31}}$$

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Giải hệ phương trình tìm được ta có các công thức sau

Biến đổi  $\Delta \rightarrow Y$

Tổng trở của nhánh hình sao tương đương bằng tích hai tổng trở tam giác kẹp nó chia cho tổng ba trở tam giác

$$\bar{Z}_1 = \frac{\bar{Z}_{12} \cdot \bar{Z}_{31}}{\bar{Z}_{12} + \bar{Z}_{23} + \bar{Z}_{31}}$$

$$\bar{Z}_2 = \frac{\bar{Z}_{23} \cdot \bar{Z}_{12}}{\bar{Z}_{12} + \bar{Z}_{23} + \bar{Z}_{31}}$$

$$\bar{Z}_3 = \frac{\bar{Z}_{31} \cdot \bar{Z}_{23}}{\bar{Z}_{12} + \bar{Z}_{23} + \bar{Z}_{31}}$$

Đặc biệt:  $\Delta$  đối xứng  $\rightarrow Y$  đối xứng

$$\bar{Z}_{12} = \bar{Z}_{23} = \bar{Z}_{31} = \bar{Z} \quad \rightarrow \quad \bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3 = \frac{1}{3} \bar{Z}$$

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Biến đổi  $Y \rightarrow \Delta$

Tổng trở của nhánh tam giác tương đương bằng tổng hai tổng trở hình sao nối với nó cộng với tích của chúng chia cho tổng trở của nhánh kia

$$\bar{Z}_{12} = \bar{Z}_1 + \bar{Z}_2 + \frac{\bar{Z}_1 \cdot \bar{Z}_2}{\bar{Z}_3}$$

$$\bar{Z}_{23} = \bar{Z}_2 + \bar{Z}_3 + \frac{\bar{Z}_2 \cdot \bar{Z}_3}{\bar{Z}_1}$$

$$\bar{Z}_{31} = \bar{Z}_3 + \bar{Z}_1 + \frac{\bar{Z}_3 \cdot \bar{Z}_1}{\bar{Z}_2}$$

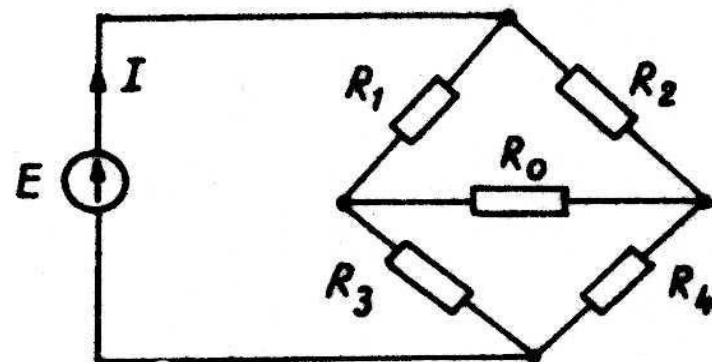
Đặc biệt:  $Y$  đối xứng  $\rightarrow \Delta$  đối xứng

$$\bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3 = \bar{Z} \quad \rightarrow \quad \bar{Z}_{12} = \bar{Z}_{23} = \bar{Z}_{31} = 3\bar{Z}$$

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

**Ví dụ:**

Cho mạch cầu hình bên.  
Tìm dòng điện qua nguồn I.  
Biết  $R_1=1\Omega$ ,  $R_2=5\Omega$ ,  $R_3=3\Omega$ ,  
 $R_4=4\Omega$ ,  $R_0=2\Omega$ ,  $E=60V$



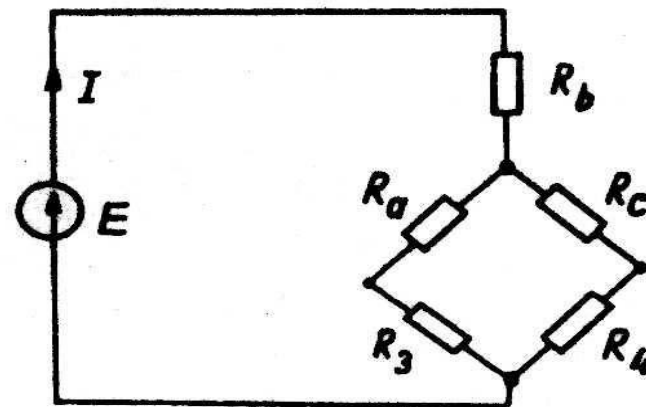
**Bài giải:**

Biến đổi tam giác ( $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_0$ ) thành hình sao  $R_a$ ,  $R_b$ ,  $R_c$

$$R_a = \frac{R_0 R_1}{R_0 + R_1 + R_2} = 0,25$$

$$R_b = \frac{R_2 R_1}{R_0 + R_1 + R_2} = 0,625$$

$$R_c = \frac{R_2 R_0}{R_0 + R_1 + R_2} = 1,25$$



## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Điện trở tương đương toàn mạch

$$R_{\text{td}} = R_b + \frac{(R_a + R_3)(R_c + R_4)}{R_a + R_3 + R_c + R_4}$$

$$R_{\text{td}} = 0,625 + \frac{(0,25 + 2)(1,25 + 4)}{0,25 + 2 + 1,25 + 4} = 2,2\Omega$$

Dòng điện qua nguồn

$$I = \frac{E}{R_{\text{td}}} = \frac{60}{2,2} = 27,27 \text{ A}$$

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

## II. Phương pháp dòng điện nhánh

Dòng điện nhánh là phương pháp cơ bản để giải mạch điện, ẩn số là dòng điện nhánh.

Xác định số nhánh và tùy ý vẽ chiều dòng điện trong các nhánh.

Xác định số nút và số vòng độc lập (vòng độc lập thường chọn là các mắt lưới) lập phương trình cho nút và vòng.

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Giả thiết mạch có  $m$  nhánh và  $n$  nút, thuật toán giải mạch điện theo phương pháp dòng điện nhánh như sau:

**Bước 1:** Tùy ý chọn chiều dòng nhánh

**Bước 2:** Viết  $n-1$  phương trình Kiếchốp 1 (không cần viết cho nút thứ  $n$ , vì có thể suy ra từ  $(n-1)$  phương trình đã viết)

**Bước 3:** Viết  $m-n+1$  phương trình Kiếchốp 2 (phải chọn  $(m-n+1)$  vòng độc lập, vẽ chiều đi vòng của các mắt lưới)

**Bước 4:** Giải hệ  $m$  phương trình tìm các dòng điện nhánh



## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

**Ví dụ:**

Giải mạch điện hình bên theo phương pháp dòng điện nhánh

$$e_1 = e_3 = 120\sqrt{2} \sin \omega t$$

$$\bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3 = 2 + j2\Omega$$

**Bài giải:**

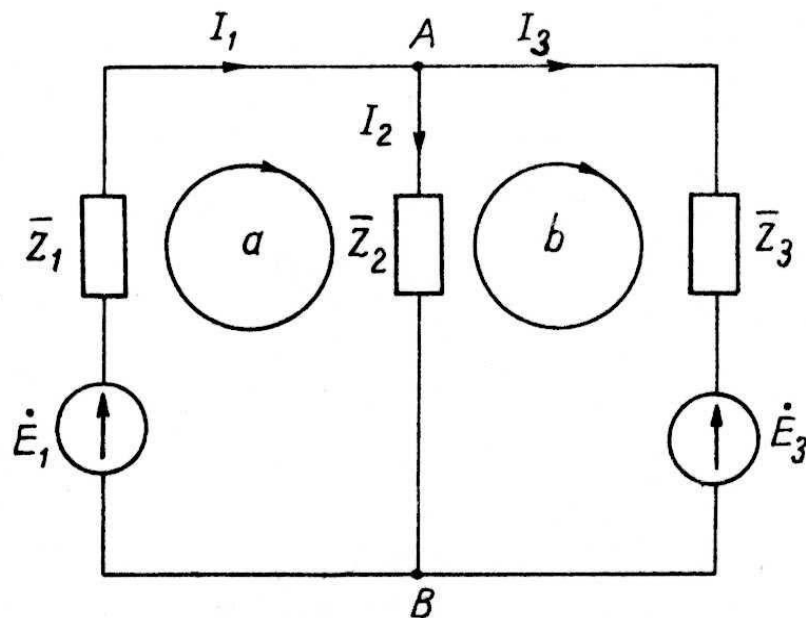
Mạch có  $n = 2$  nút: A, B và  $m = 3$  nhánh: 1, 2, 3.

Vẽ chiều dòng điện trên các nhánh.

Số phương trình cần viết là  $m = 3$ .

Trong đó phương trình theo định luật Kiếchốp 1:  $n - 1 = 1$

phương trình theo định luật Kiếchốp 2:  $m - n + 1 = 2$

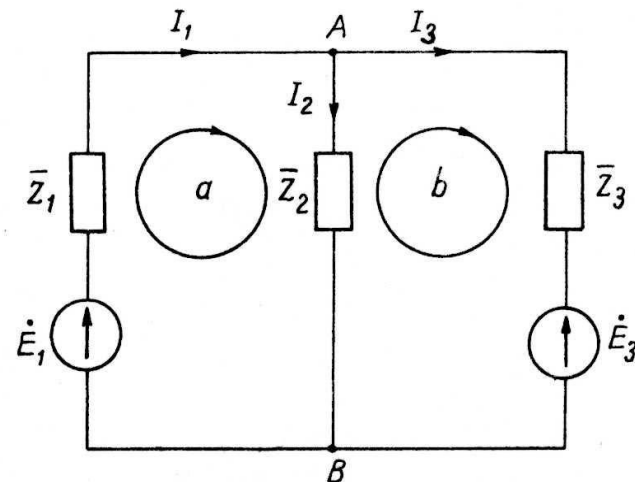


## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

Tại nút A:  $\dot{I}_1 - \dot{I}_2 - \dot{I}_3 = 0$

Tại vòng a:  $\dot{I}_1 \bar{Z}_1 + \dot{I}_2 \bar{Z}_2 = \dot{E}_1$

Tại vòng b:  $-\dot{I}_2 \bar{Z}_2 + \dot{I}_3 \bar{Z}_3 = -\dot{E}_3$



Thay giá trị  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_3$  vào và giải hệ ta có

$$\dot{I}_1 = 10 - j10 \quad I_1 = \sqrt{10^2 + 10^2} = 10\sqrt{2}A$$

$$\dot{I}_2 = 20 - j20 \quad I_2 = \sqrt{20^2 + 20^2} = 20\sqrt{2}A$$

$$\dot{I}_3 = -10 + j10 \quad I_3 = \sqrt{10^2 + 10^2} = 10\sqrt{2}A$$

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

## III. Phương pháp dòng điện vòng

Phương pháp dòng điện nhánh có ưu điểm lập hệ phương trình đơn giản nhưng số phương trình lớn (bằng số nhánh). Để giảm số phương trình có thể sử dụng phương pháp dòng điện vòng mà ẩn số của hệ phương trình là dòng điện vòng.

Các bước giải theo phương pháp dòng điện vòng như sau:

**Bước 1:** Tùy ý chọn chiều dòng điện nhánh và dòng điện vòng.

**Bước 2:** Lập  $m-n+1$  phương trình dòng vòng

**Bước 3:** Giải hệ  $m-n+1$  phương trình tìm các dòng vòng

**Bước 4:** Tìm dòng các nhánh bằng tổng đại số các dòng vòng qua nhánh, nếu dòng vòng cùng chiều dòng nhánh lấy dấu dương

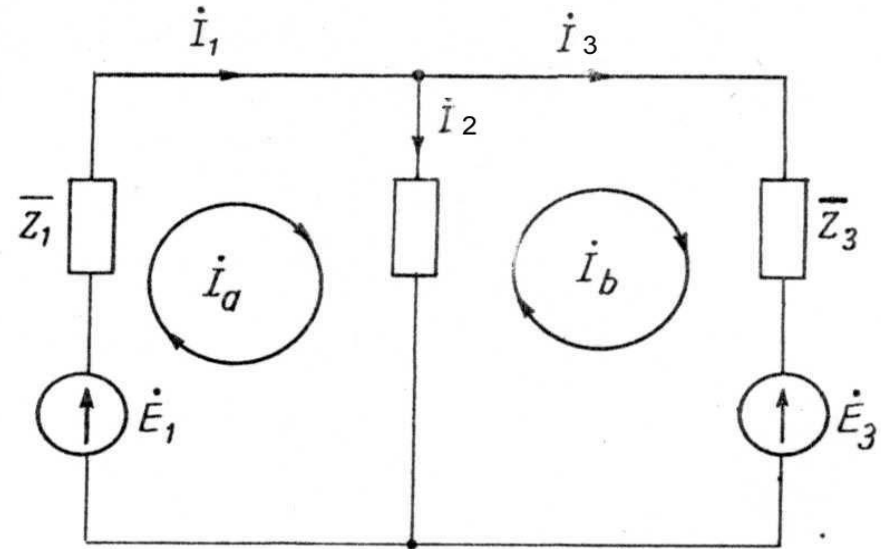
# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

Tùy ý vẽ chiều của các dòng điện vòng

Dòng điện  $I_a$  chạy khép kín trong vòng a.

Dòng điện  $I_b$  chạy khép kín trong vòng b.

Các dòng điện vòng  $I_a, I_b$  là ẩn số của hệ phương trình.



$$\text{Vòng a: } \dot{I}_a (\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2) - \dot{I}_b \bar{Z}_2 = \dot{E}_1$$

$$\text{Vòng b: } \dot{I}_b (\bar{Z}_3 + \bar{Z}_2) - \dot{I}_a \bar{Z}_2 = -\dot{E}_3$$

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

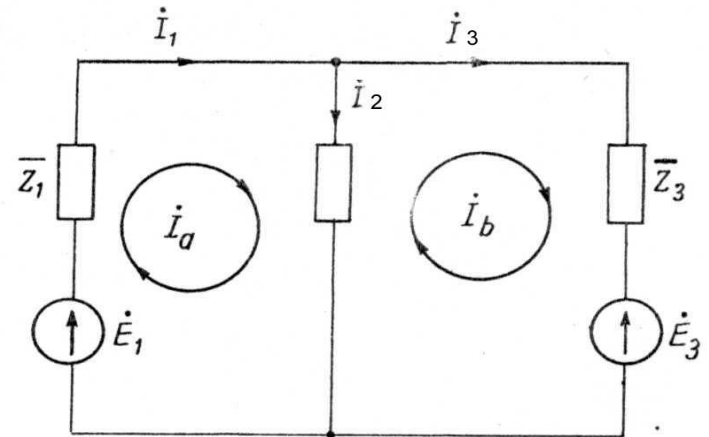
Giải hệ phương trình dòng điện vòng ta được các giá trị dòng điện vòng

Tính dòng điện nhánh như sau: Dòng điện của một nhánh bằng tổng đại số các dòng điện vòng qua nhánh ấy, trong đó dòng điện vòng nào có chiều trùng với chiều dòng điện nhánh sẽ lấy dấu dương, ngược lại lấy dấu âm

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_a$$

$$\dot{I}_2 = \dot{I}_a - \dot{I}_b$$

$$\dot{I}_3 = \dot{I}_b$$



## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Để giải mạch điện, thay giá trị  $E_1, E_2, Z_1, Z_2, Z_3$  vào hệ phương trình dòng điện vòng

$$(4 + j4) \dot{I}_a - (2 + j2) \dot{I}_b = 120e^{j0}$$

$$(4 + j4) \dot{I}_b - (2 + j2) \dot{I}_a = -120e^{j0}$$

Giải hệ:  $\dot{I}_a = 10 - j10$

$$\dot{I}_b = -10 + j10$$

Dòng điện nhánh:  $\dot{I}_1 = \dot{I}_a = 10 - j10(A)$

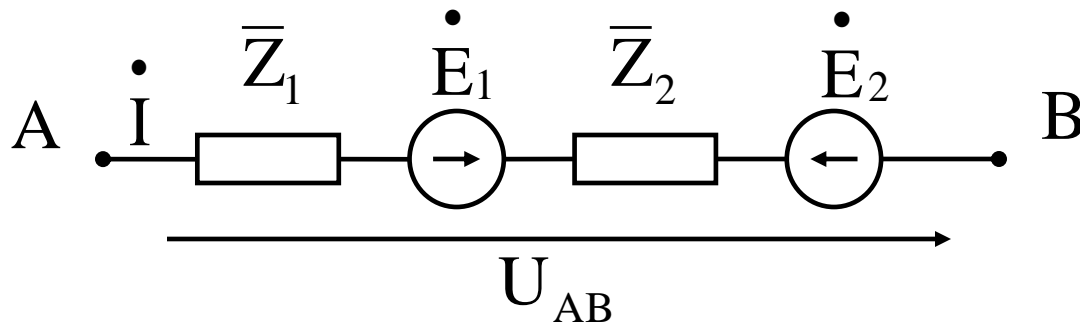
$$\dot{I}_2 = \dot{I}_a - \dot{I}_b = 20 - j20(A)$$

$$\dot{I}_3 = \dot{I}_b = -10 + j10(A)$$

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

## IV. Phương pháp điện áp nút

### 1. Định luật Ôm cho đoạn mạch có nguồn



Một đoạn mạch gồm cả nguồn và tải, biết điện áp đặt lên nguồn là  $U_{AB}$ , có thể tính được dòng qua nhánh theo định luật Ôm

$$\dot{I}_{AB} = \frac{\dot{U}_{AB} + \dot{E}_1 - \dot{E}_2}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2}$$

Trong đó  $U_{AB}$  và  $E_1$  cùng chiều dòng điện mang dấu (+),  $E_2$  ngược chiều mang dấu (-)

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Tổng quát: nếu có nhiều nguồn và tải nối tiếp với nhau trên một nhánh, biết điện áp trên 2 đầu nhánh, ta có công thức tổng quát tính dòng qua nhánh theo định luật Ôm như sau

$$\dot{I} = \frac{\pm \dot{U}_{AB} + \sum \dot{E}}{\sum \bar{Z}}$$

Trong đó: Điện áp  $U$  và sức điện động  $E$  cùng chiều dòng điện mang dấu (+), ngược chiều mang dấu (-).



# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

## 2. Phương pháp điện áp nút

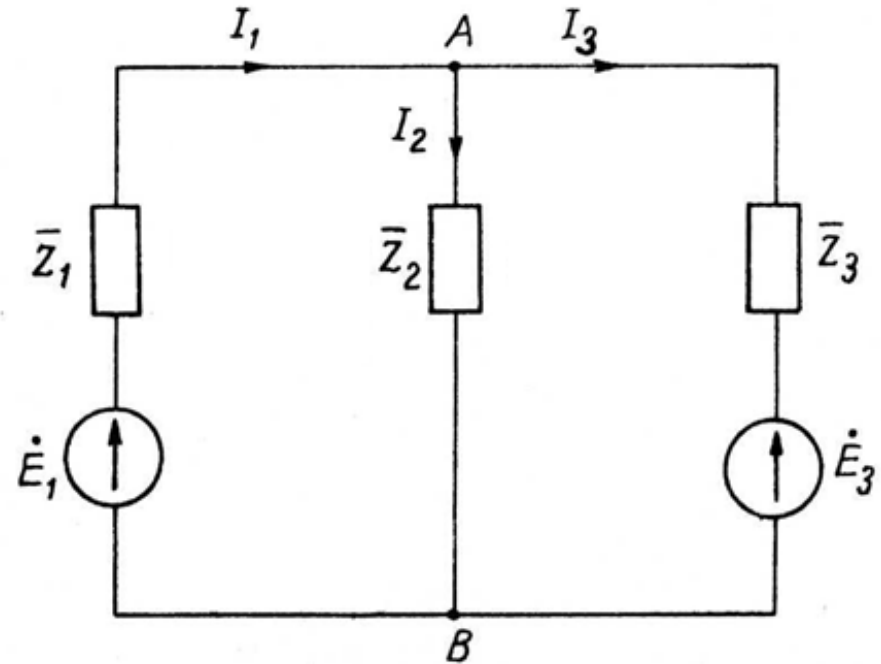
Phương pháp này dùng cho mạch điện có nhiều nhánh nối song song vào hai nút.

Để so sánh với phương pháp dòng điện nhánh và phương pháp dòng điện vòng, ta xét lại mạch điện như đã giải qua các phương pháp trên

Áp dụng định luật Ôm cho đoạn mạch có nguồn:

$$\dot{I}_1 = \frac{-\dot{U}_{AB} + \dot{E}_1}{\bar{Z}_1} = (-\dot{U}_{AB} + \dot{E}_1) \bar{Y}_1$$

U ngược chiều còn E cùng chiều dòng điện

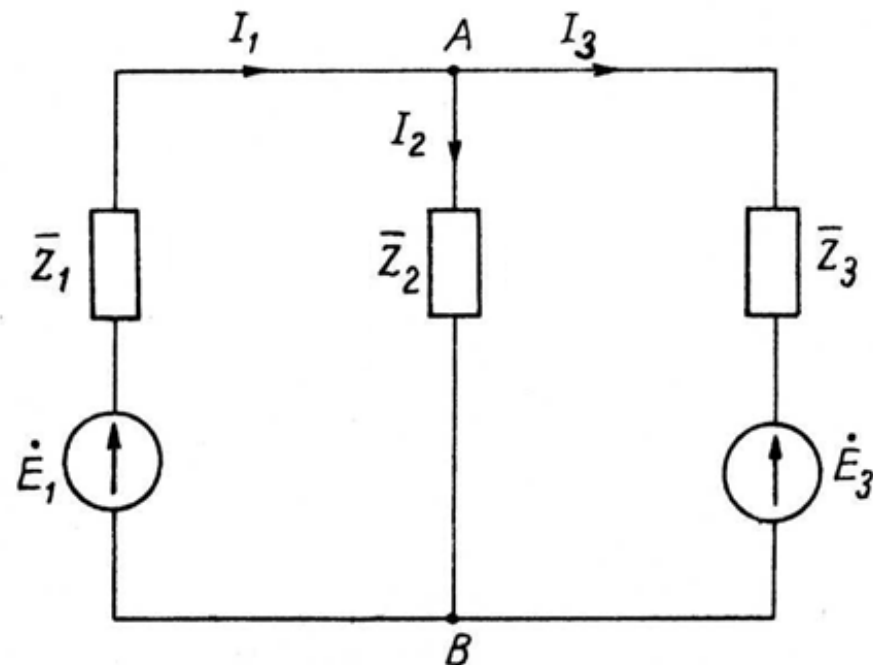


## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_{AB}}{\bar{Z}_2} = \dot{U}_{AB} \bar{Y}_2$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{U}_{AB} - \dot{E}_3}{\bar{Z}_3} = (\dot{U}_{AB} - \dot{E}_3) \bar{Y}_3$$

Tại nút A:



$$\dot{I}_1 - \dot{I}_2 - \dot{I}_3 = (-\dot{U}_{AB} + \dot{E}_1) \bar{Y}_1 - \dot{U}_{AB} \bar{Y}_2 - (\dot{U}_{AB} - \dot{E}_3) \bar{Y}_3 = 0$$

$$\dot{U}_{AB} (\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2 + \bar{Y}_3) = \dot{E}_1 \bar{Y}_1 + \dot{E}_3 \bar{Y}_3$$

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

$$\dot{U}_{AB} = \frac{\dot{E}_1 \bar{Y}_1 + \dot{E}_3 \bar{Y}_3}{\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2 + \bar{Y}_3}$$

Tổng quát:

$$\dot{U}_{AB} = \frac{\sum \dot{E}_k \bar{Y}_k}{\sum \bar{Y}_k}$$

Trong đó:  $Y_k$  : tổng dẫn phức của nhánh k .

Các sđđ ngược chiều với điện áp lấy dấu dương,  
cùng chiều điện áp lấy dấu âm

Biết giá trị điện áp, từ đó áp dụng định luật Ôm cho nhánh có nguồn tìm được dòng điện các nhánh

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Thuật toán giải mạch điện theo phương pháp điện áp nút:

**Bước 1:** Tùy ý chọn chiều dòng điện nhánh và điện áp hai nút

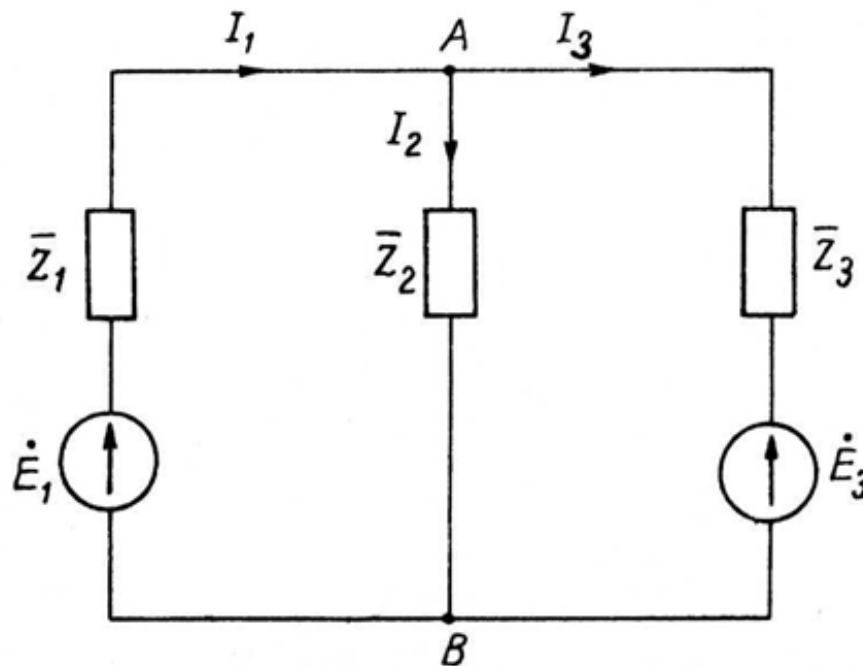
**Bước 2:** Tìm điện áp hai nút

**Bước 3:** Tìm dòng điện nhánh

Áp dụng giải mạch điện với

$$e_1 = e_3 = 120\sqrt{2} \sin \omega t$$

$$\bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3 = 2 + j2\Omega$$



## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

$$\bar{Y}_1 = \bar{Y}_2 = \bar{Y}_3 = \frac{1}{2 + j2} = \frac{2 - j2}{8} = 0,25 - j0,25$$

$$\dot{E}_1 = \dot{E}_3 = 120$$

$$\dot{U}_{AB} = \frac{\dot{E}_1 \bar{Y}_1 + \dot{E}_3 \bar{Y}_3}{\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2 + \bar{Y}_3} = \frac{120(0,25 - j0,25).2}{3(0,25 - j0,25)} = 80$$

$$\dot{I}_1 = \frac{-80 + 120}{2 + j2} = 10 - j10$$

$$\dot{I}_2 = \frac{80}{2 + j2} = 20 - j20$$

$$\dot{I}_3 = \frac{80 - 120}{2 + j2} = -10 + j10$$

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

## V. Phương pháp xếp chồng

Phương pháp này rút ra từ tính chất cơ bản của hệ phương trình tuyến tính: trong mạch điện tuyến tính nhiều nguồn, dòng điện qua mỗi nhánh bằng tổng đại số các dòng điện qua nhánh do tác dụng riêng rẽ của từng sức điện động (lúc đó các sức điện động khác được coi bằng không);

Điện áp trên mỗi nhánh cũng bằng tổng đại số các điện áp gây nên trên nhánh do tác dụng riêng rẽ từng sức điện động

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

### Ví dụ:

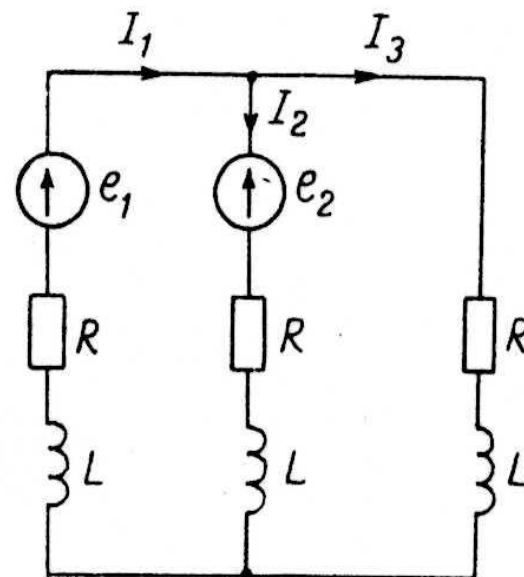
Cho mạch điện hình bên, có  $R=2\Omega$ ,  $X_L=2\Omega$ .

Nguồn sin  $E_1=E_2=120\text{ V}$ .

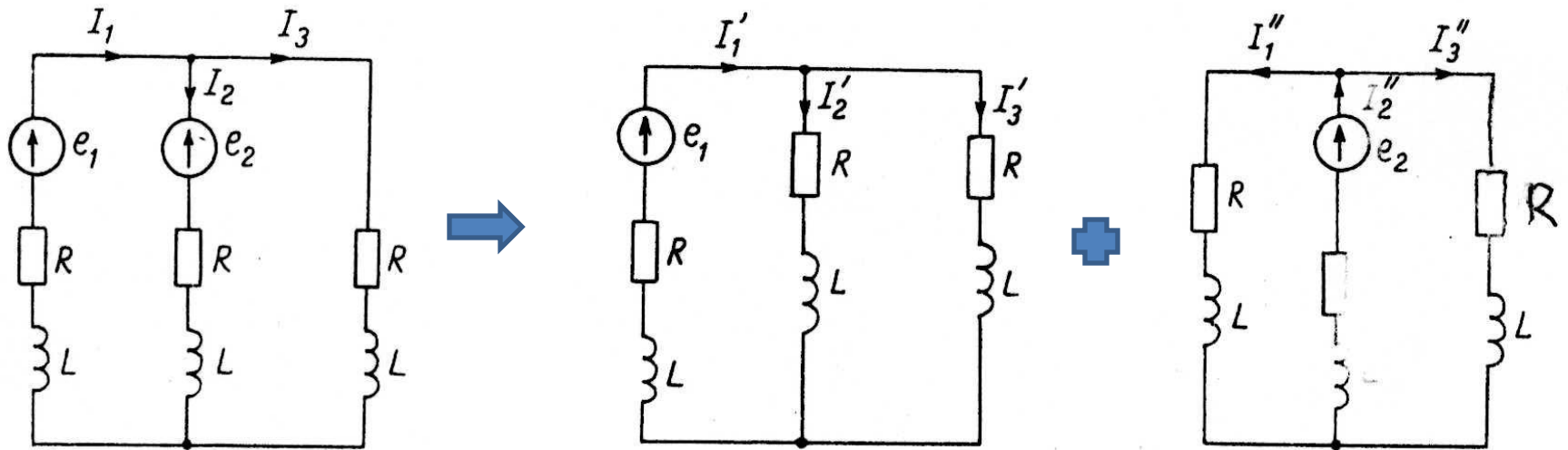
Tìm dòng điện nhánh

Sử dụng phương pháp xếp chồng:

Ở đây cần giải mạch điện hình bên, ta sẽ giải hai mạch điện, trong mỗi mạch chỉ có một sức điện động tác dụng riêng rẽ và sau đó xếp chồng (cộng đại số) các kết quả của mỗi mạch



# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH



Giải mạch điện I:

Biến đổi tương đương: vì  $\bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3 = \bar{Z} = 2 + j2$

$$\bar{Z}_{23} = \frac{1}{2} \bar{Z} = 1 + j \quad \bar{Z}_{\text{tđ}} = \bar{Z}_{23} + \bar{Z} = 3 + j3$$

$$\dot{I}'_1 = \frac{\dot{E}}{\bar{Z}_{\text{tđ}}} = \frac{120}{3 + 3j} = 20 - j20 \quad \dot{I}'_2 = \dot{I}'_3 = \frac{\dot{I}'_1}{2} = 10 - j10$$



## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Giải mạch điện II tương tự mạch điện I:

$$\dot{I}_3'' = \frac{E}{\bar{Z}_{td}} = \frac{120}{3 + 3j} = 20 - j20 \quad \dot{I}_1'' = \dot{I}_2'' = \frac{\dot{I}_3''}{2} = 10 - j10$$

Xếp chồng các kết quả:

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= \dot{I}_1' - \dot{I}_2'' = 10 - j10 & I_1 &= \sqrt{10^2 + 10^2} = 10\sqrt{2} \\ \dot{I}_2 &= \dot{I}_2' - \dot{I}_2'' = -10 + j10 & I_2 &= \sqrt{10^2 + 10^2} = 10\sqrt{2} \\ \dot{I}_3 &= \dot{I}_3'' - \dot{I}_3' = 20 - j20 & I_3 &= \sqrt{20^2 + 20^2} = 20\sqrt{2} \end{aligned}$$

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

## VI. Phương pháp tính mạch có nguồn chu kỳ không sin

Trong kỹ thuật điện, điện tử thường gặp các nguồn chu kỳ không sin.

Ví dụ: Điện áp sau chỉnh lưu hai nửa chu kỳ

Điện áp hình răng cưa

Điện áp hình chữ nhật

Để phân tích các mạch không sin ta áp dụng nguyên lý xếp chồng.

Dùng các công thức phân tích Furiê phân tích nguồn không sin thành tổng các điều hòa có tần số khác nhau

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

$$e(t) = E_0 + E_{m1} \sin(\omega t - \varphi_1) + E_{m2} \sin(2\omega t - \varphi_2) + \dots \\ + E_{mk} \sin(k\omega t - \varphi_k)$$

Trong đó:  $E_0$  - thành phần một chiều

$E_{1m} \sin(\omega t + \varphi_1)$  - thành phần cơ bản có tần số bằng tần số nguồn không sin

$E_{2m} \sin(2\omega t + \varphi_2)$  - thành phần bậc hai có tần số  $2\omega$

$E_{km} \sin(k\omega t + \varphi_k)$  - thành phần bậc  $k$  có tần số  $k\omega$

Như vậy bài toán mạch có nguồn chu kỳ không sin trở thành nhiều bài toán mạch xoay chiều.

Đối với mỗi thành phần điều hòa ta có thể dùng các phương pháp đã nghiên cứu ở các mục trên.

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Lưu ý là tổng trở của các phần tử phụ thuộc vào tần số:

Cảm kháng với điều hòa bậc k:  $X_{Lk} = k\omega L = kX_{L1}$

Dung kháng với điều hòa bậc k:  $X_{Ck} = \frac{1}{k\omega C} = \frac{1}{k} X_{C1}$

Tổng trở với điều hòa bậc k:  $Z_k = \sqrt{R^2 + (k\omega L - \frac{1}{k\omega C})^2}$

$$\varphi_k = \arctg \frac{k\omega L - \frac{1}{k\omega C}}{R}$$

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Thuật toán giải mạch có nguồn chu kỳ không sin như sau:

**Bước 1:** Phân tích nguồn chu kỳ không sin thành tổng các điều hòa có tần số khác nhau

**Bước 2:** Cho từng điều hòa tác động, tìm dòng điện, điện áp do từng điều hòa tạo nên.

**Bước 3:** Tổng hợp kết quả.

Chú ý là vì các điều hòa có tần số khác nhau nên cần dùng biểu thức dạng tức thời

$$i(t) = I_0 + i_{m1} \sin(\omega t - \varphi_1) + i_{m2} \sin(2\omega t - \varphi_2) + \dots \\ + i_{mk} \sin(k\omega t - \varphi_k)$$

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Trị số hiệu dụng của dòng điện không sin

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} = \frac{1}{T} \int_0^T (I_0 + i_1 + i_2 + \dots + i_k) dt$$

$$I = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_k^2}$$

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

**Ví dụ:**

Nguồn không sin

$$e(t) = 100 + 100\sqrt{2} \sin \omega t + 30\sqrt{2} \sin(3\omega t - 30^\circ)$$

Tác động vào mạch tải có  $R=4\Omega$  và  $X_{L1}=3\Omega$ .

Hãy tìm dòng điện hiệu dụng và tức thời

**Bài giải:**

Cho từng thành phần điều hòa tác động

Thành phần một chiều

$$I_0 = \frac{E_0}{R} = \frac{100}{4} = 25 \text{ A}$$

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Thành phần bậc nhất

$$I_1 = \frac{E_1}{Z} = \frac{100}{\sqrt{4^2 + 3^2}} = 20 \text{ A}$$

$$i_1 = 20\sqrt{2} \sin(\omega t - 37^\circ)$$

$$\varphi = \arctg \frac{X_{L1}}{R} = \arctg \frac{3}{4} = 37^\circ$$

Thành phần bậc ba

$$X_{L3} = 3\omega L = 9\Omega$$

$$I_3 = \frac{E_3}{Z} = \frac{100}{\sqrt{4^2 + 9^2}} = 3 \text{ A}$$

$$\varphi_3 = \arctg \frac{X_{L3}}{R} = \arctg \frac{9}{4} = 66^\circ$$

$$i_3 = 3\sqrt{2} \sin(3\omega t - 66^\circ)$$



## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Dòng điện

$$i(t) = 25 + 20\sqrt{2} \sin(\omega t - 37^\circ) + 3\sqrt{2} \sin(3\omega t - 66^\circ)$$

Giá trị hiệu dụng

$$I = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + I_3^2} = \sqrt{25^2 + 20^2 + 3^2} = 32,15 \text{ A}$$

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

## VII. Các ví dụ

### Ví dụ 1:

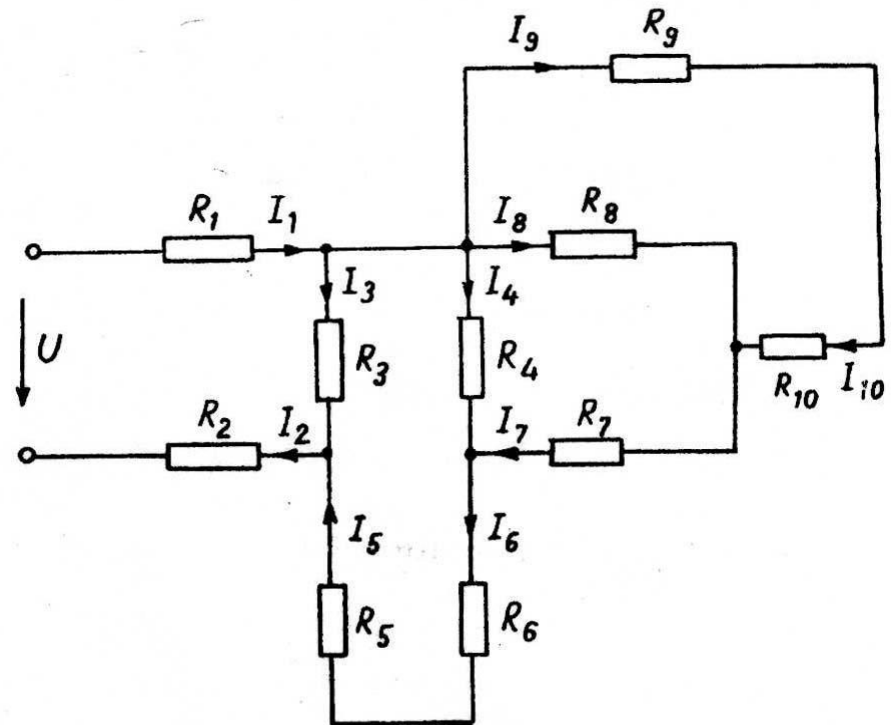
Cho mạch hình 3-12.

Biết  $U = 230\text{V}$ ,  $R_1 = R_2 = 0,5 \Omega$ ,  
 $R_3 = 8\Omega$ ,  $R_4 = 12\Omega$ ,  $R_5 = R_6 = 1\Omega$ ,  
 $R_7 = 2\Omega$ ,  $R_8 = 15\Omega$ ,  $R_9 = 10\Omega$ ,  
 $R_{10} = 20\Omega$ .

Tìm dòng điện trong các nhánh

### Bài giải

Ta giải bằng phương pháp biến đổi tương đương. Lần lượt thực hiện biến đổi nối tiếp và song song. Điện trở tương đương có chỉ số là tổng các chỉ số thành phần



# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

$R_9$  nối tiếp  $R_{10} \rightarrow R_{11}$

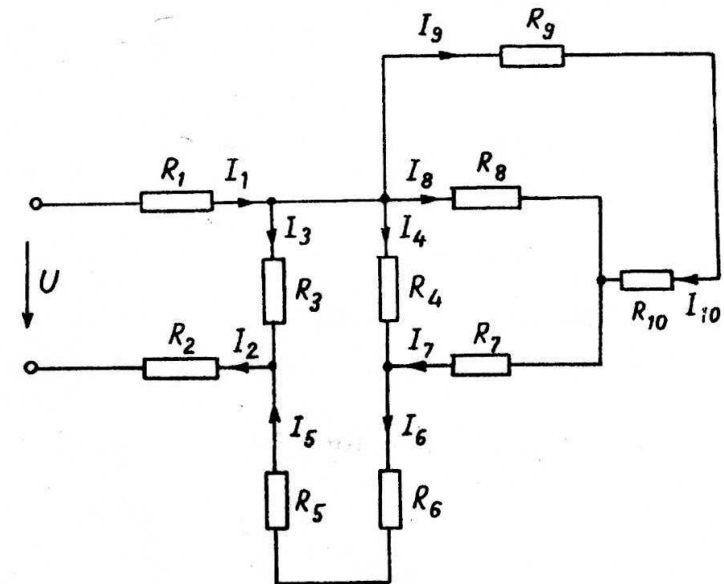
$$R_{11} = R_9 + R_{10} = 10 + 20 = 30\Omega$$

$R_{11}$  song song  $R_8 \rightarrow R_{12}$

$$R_{12} = \frac{R_{11}R_8}{R_{11} + R_8} = \frac{15 \cdot 30}{15 + 30} = 10\Omega$$

$R_{12}$  nối tiếp  $R_7 \rightarrow R_{13}$

$$R_{13} = R_{12} + R_7 = 10 + 2 = 12\Omega$$



# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

$R_{13}$  song song  $R_4 \rightarrow R_{14}$

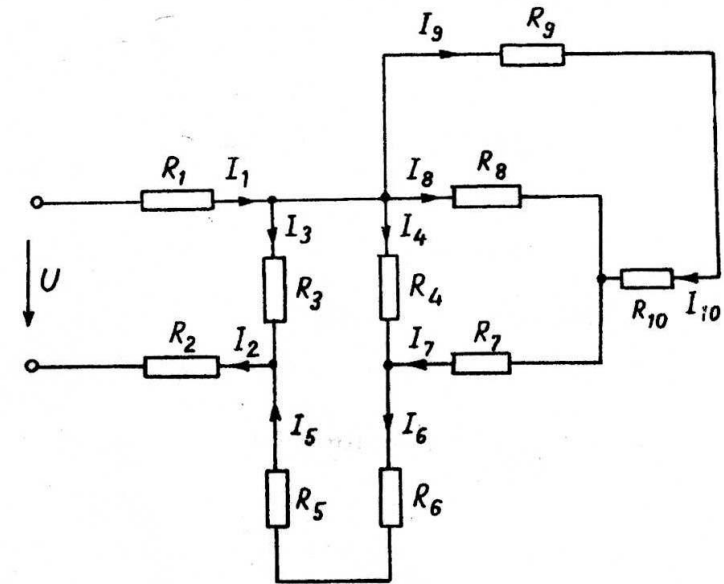
$$R_{14} = \frac{R_{13}R_4}{R_{13} + R_4} = \frac{12 \cdot 12}{12 + 12} = 6\Omega$$

$R_{14}$  nối tiếp  $R_5$  và  $R_6 \rightarrow R_{15}$

$$R_{15} = R_{14} + R_5 + R_6 = 6 + 1 + 1 = 8\Omega$$

$R_{15}$  song song  $R_3 \rightarrow R_{16}$

$$R_{16} = \frac{R_{15}R_3}{R_{15} + R_3} = \frac{8 \cdot 8}{8 + 8} = 4\Omega$$



# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

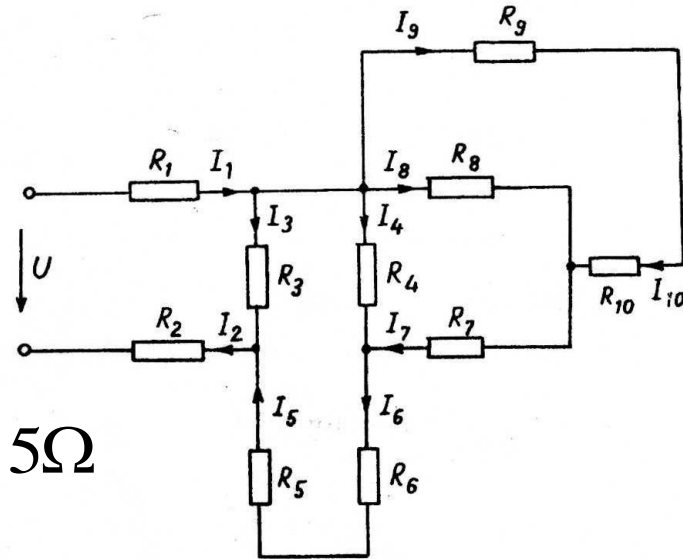
$R_{16}$  nối tiếp  $R_1$  và  $R_2 \rightarrow R_{td}$

$$R_{td} = R_{16} + R_1 + R_2 = 4 + 0,5 + 0,5 = 5\Omega$$

Dòng điện các nhánh

$$I_1 = I_2 = \frac{U}{R_{td}} = \frac{230}{5} = 46A$$

$$I_3 = I_1 \frac{R_{15}}{R_{15} + R_3} = 46 \frac{8}{8+8} = 23A$$



## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

$$I_3 = I_1 \frac{R_{15}}{R_{15} + R_3} = 46 \frac{8}{8+8} = 23\text{A}$$

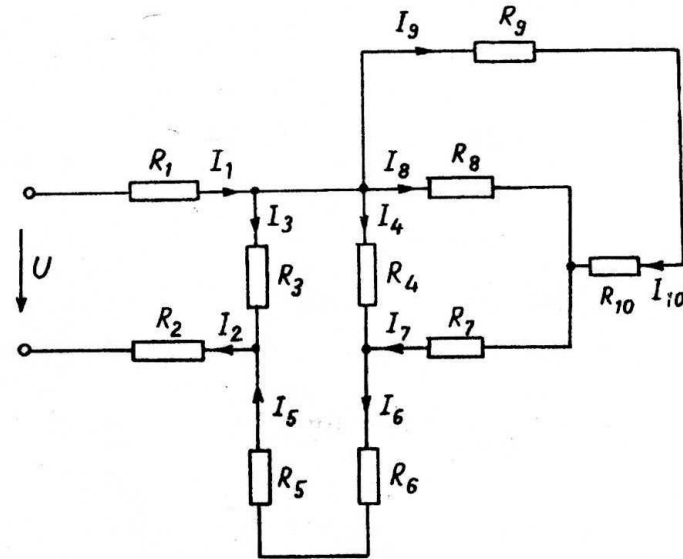
$$I_5 = I_6 = 23\text{A}$$

$$I_7 = I_6 \frac{R_4}{R_{13} + R_4} = 23 \frac{12}{12+12} = 11,5\text{A}$$

$$I_4 = I_6 \frac{R_{13}}{R_{13} + R_4} = 23 \frac{12}{12+12} = 11,5\text{A}$$

$$I_8 = I_7 \frac{R_{11}}{R_{11} + R_8} = 11,5 \frac{30}{30+15} = 7,67\text{A}$$

$$I_9 = I_{10} = I_7 \frac{R_8}{R_{11} + R_8} = 11,5 \frac{15}{30+15} = 3,83\text{A}$$



## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

### Ví dụ 2:

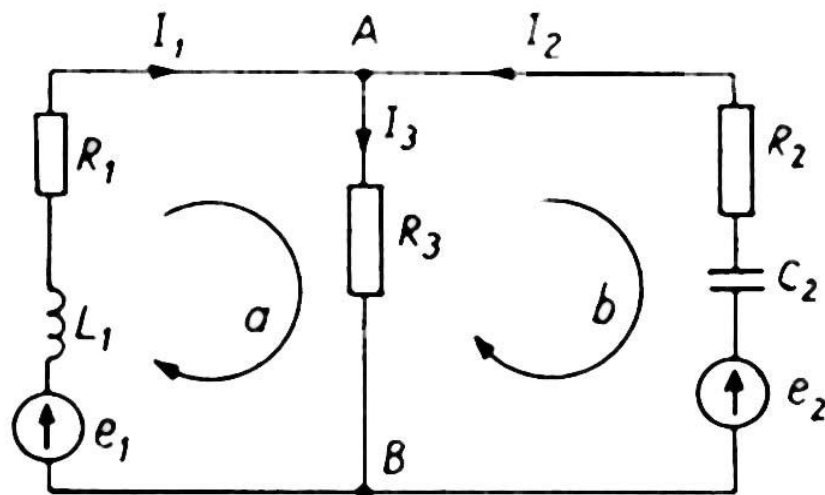
Cho mạch xoay chiều hình bên

$$R_1 = R_2 = 8\Omega \quad R_3 = 3,125\Omega$$

$$\omega L_1 = \frac{1}{\omega C_2} = 6\Omega$$

$$e_1 = 50\sqrt{2} \sin(\omega t + 45^\circ)$$

$$e_2 = 50\sqrt{2} \sin(\omega t - 135^\circ)$$



Giải mạch điện bằng các phương pháp:  
Dòng điện nhánh, dòng điện vòng, điện áp nút

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

## Phương pháp dòng điện nhánh

Chọn chiều dòng điện trong các nhánh và chiều đi vòng như hình vẽ. Biểu diễn dạng phức của nguồn và các tải như sau:

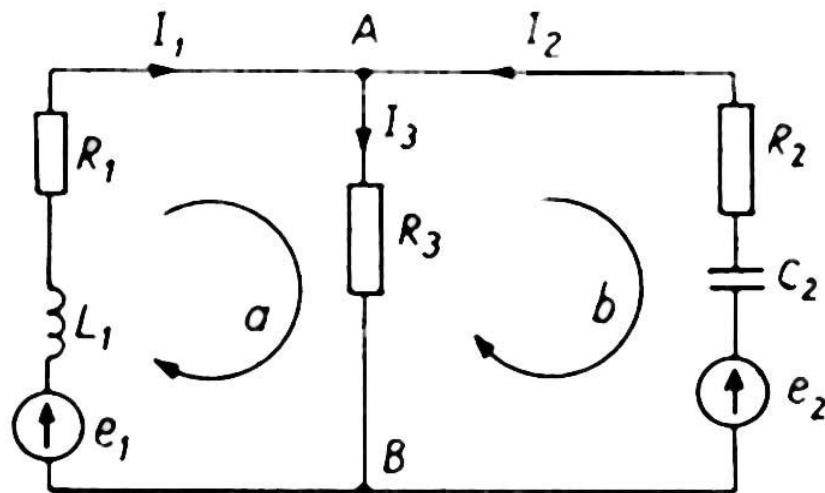
- $\bar{E}_1 = 50 \angle 45^\circ = 35,4 + j35,4$

- $\bar{E}_2 = 50 \angle -135^\circ = -35,4 - j35,4$

$$\bar{Z}_1 = R_1 + j\omega L_1 = 8 + j6\Omega$$

$$\bar{Z}_3 = R_3 = 3,125\Omega$$

$$\bar{Z}_2 = R_2 - j\frac{1}{\omega C_2} = 8 - j6\Omega$$





## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Lập hệ phương trình

$$\begin{cases} \dot{I}_1 + \dot{I}_2 - \dot{I}_3 = 0 \\ \dot{I}_1 \bar{Z}_1 + \dot{I}_3 \bar{Z}_3 = \dot{E}_1 \\ -\dot{I}_2 \bar{Z}_2 - \dot{I}_3 \bar{Z}_3 = -\dot{E}_2 \end{cases}$$

Thay số vào hệ phương trình

$$\begin{cases} \dot{I}_1 + \dot{I}_2 - \dot{I}_3 = 0 \\ (8 + j6) \dot{I}_1 + 3,125 \dot{I}_3 = 34,5 + j34,5 \\ -(8 - j6) \dot{I}_2 - 3,125 \dot{I}_3 = -(-34,5 - j34,5) \end{cases}$$

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

$$\begin{cases} \dot{I}_1 + \dot{I}_2 - \dot{I}_3 = 0 \\ (8 + j6)\dot{I}_1 + 3,125\dot{I}_3 = 34,5 + j34,5 \\ (-8 + j6)\dot{I}_2 - 3,125\dot{I}_3 = 34,5 + j34,5 \end{cases}$$

Giải hệ bằng phương pháp định thức

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 8 + j6 & 0 & 3,125 \\ 0 & -8 + j6 & -3,125 \end{vmatrix}$$

$$\Delta = -1(8 + j6)(-8 + j6) - (8 + j6)(-3,125) - 3,125(-8 + j6)$$

$$\Delta = 64 + 36 + 50 = 150$$

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 34,5 + j34,5 & 0 & 3,125 \\ 34,5 + j34,5 & -8 + j6 & -3,125 \end{vmatrix} = 716,8 + j292$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 8 + j6 & 34,5 + j34,5 & 3,125 \\ 0 & 34,5 + j34,5 & -3,125 \end{vmatrix} = -292 - j716,8$$

Dòng điện  $\dot{I}_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{716,8 + j292}{150} = 4,78 + j1,95$

$$I_1 = \sqrt{4,78^2 + 1,95^2} = 5,16$$

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

$$\dot{I}_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{-292 - j716,8}{150} = -1,95 - j4,78$$

$$I_2 = \sqrt{1,95^2 + 4,78^2} = 5,16$$

$$\dot{I}_3 = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = 2,83 + j2,83$$

$$I_3 = \sqrt{2,83^2 + 2,83^2} = 4$$

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

## Phương pháp dòng điện vòng

Chọn chiều dòng điện trong các nhánh và dòng điện vòng  $I_a$  và  $I_b$  tại vòng a và b như hình vẽ.

Biểu diễn dạng phức của nguồn và các tải như sau:

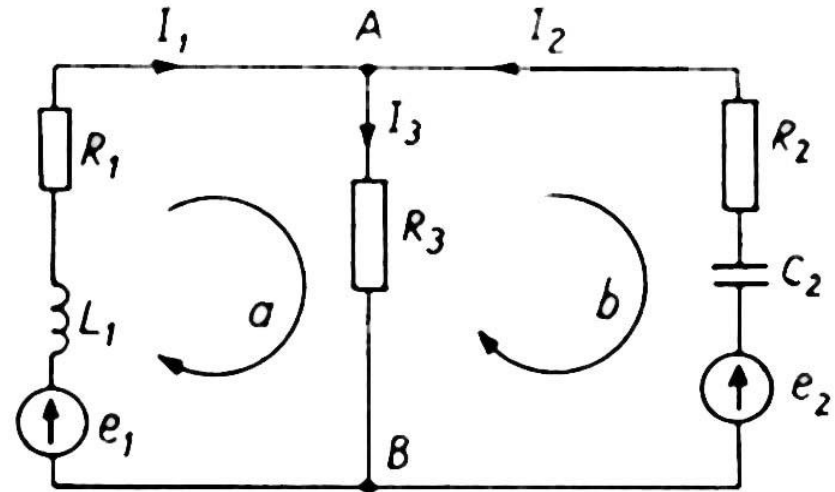
- $E_1 = 50 \angle 45^\circ = 35,4 + j35,4$

- $E_2 = 50 \angle -135^\circ = -35,4 - j35,4$

$$\bar{Z}_1 = R_1 + j\omega L_1 = 8 + j6\Omega$$

$$\bar{Z}_3 = R_3 = 3,125\Omega$$

$$\bar{Z}_2 = R_2 - j\frac{1}{\omega C_2} = 8 - j6\Omega$$



# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

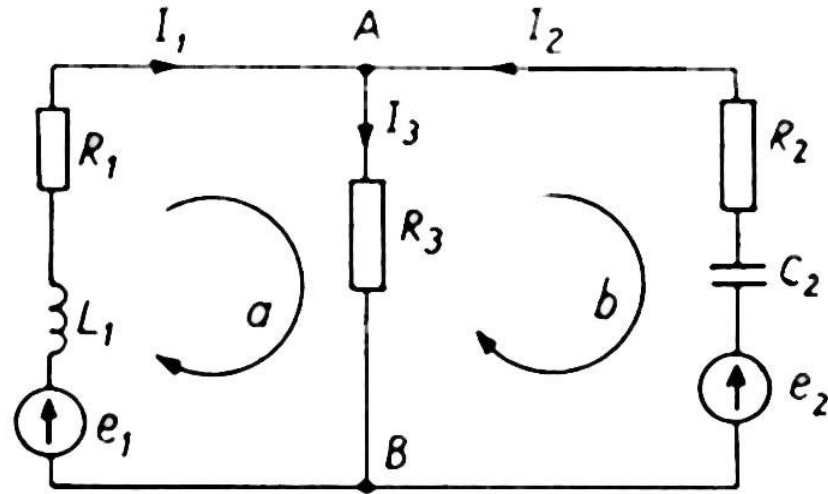
Lập hệ phương trình

$$\begin{cases} \dot{I}_a (\bar{Z}_1 + \bar{Z}_3) - \dot{I}_b \bar{Z}_3 = \dot{E}_1 \\ -\dot{I}_a \bar{Z}_3 + \dot{I}_b (\bar{Z}_2 + \bar{Z}_3) = -\dot{E}_2 \end{cases}$$

Thay số vào hệ phương trình

$$\begin{cases} (11,125 + j6) \dot{I}_a - 3,125 \dot{I}_b = 34,5 + j34,5 \\ -3,125 \dot{I}_a + (11,125 - j6) \dot{I}_b = -(-34,5 - j34,5) \end{cases}$$

$$\begin{cases} (11,125 + j6) \dot{I}_a - 3,125 \dot{I}_b = 34,5 + j34,5 \\ -3,125 \dot{I}_a + (11,125 - j6) \dot{I}_b = 34,5 + j34,5 \end{cases}$$



## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Giải bằng định thức

$$\Delta = \begin{vmatrix} 11,125 + j6 & -3,125 \\ -3,125 & 11,125 - j6 \end{vmatrix} = 150$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 34,5 + j34,5 & -3,125 \\ 34,5 + j34,5 & 11,125 - j6 \end{vmatrix} = 716,8 + j292$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 11,125 + j6 & 34,5 + j34,5 \\ -3,125 & 34,5 + j34,5 \end{vmatrix} = 292 + j716,8$$

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Dòng điện vòng  $\dot{I}_a = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{716,8 + j292}{150} = 4,78 + j1,95$

$$\dot{I}_b = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{292 + j716,8}{150} = 1,95 + j4,78$$

Dòng điện nhánh

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_a = 4,78 + j1,95$$

$$I_1 = \sqrt{4,78^2 + 1,95^2} = 5,16$$

$$\dot{I}_2 = -\dot{I}_b = -1,95 - j4,78$$

$$I_2 = \sqrt{1,95^2 + 4,78^2} = 5,16$$

$$\dot{I}_3 = \dot{I}_a - \dot{I}_b = 2,83 - j2,83$$

$$I_3 = \sqrt{2,83^2 + 2,83^2} = 4$$

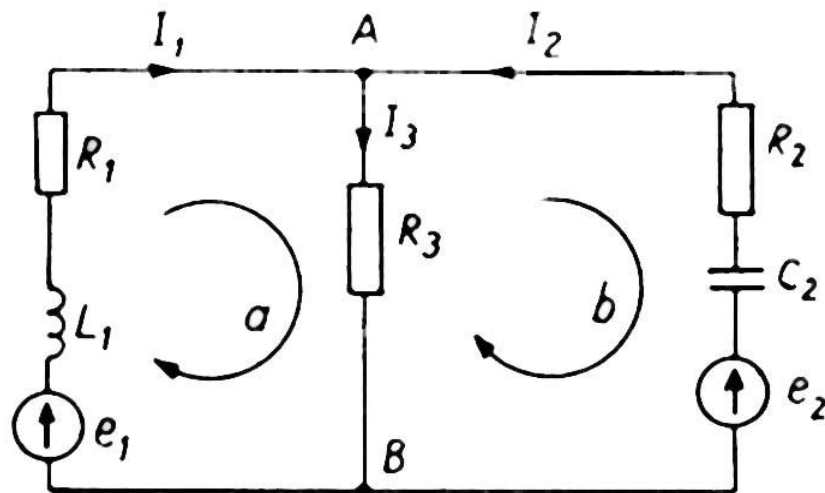


# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

## Phương pháp điện áp nút

Chọn chiều dòng điện trong các nhánh như hình vẽ.

Biểu diễn dạng phức của nguồn và các tải như sau:



- $\bar{E}_1 = 50 \angle 45^\circ = 35,4 + j35,4$

- $\bar{E}_2 = 50 \angle -135^\circ = -35,4 - j35,4$

$$\bar{Z}_1 = R_1 + j\omega L_1 = 8 + j6\Omega$$

$$\bar{Z}_3 = R_3 = 3,125\Omega$$

$$\bar{Z}_2 = R_2 - j\frac{1}{\omega C_2} = 8 - j6\Omega$$

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Tổng dẫn phức các nhánh

$$\bar{Y}_1 = \frac{1}{\bar{Z}_1} = \frac{1}{8 + j6} = \frac{8 - j6}{100} = 0,08 - j0,06$$

$$\bar{Y}_2 = \frac{1}{\bar{Z}_2} = \frac{1}{8 - j6} = \frac{8 + j6}{100} = 0,08 + j0,06$$

$$\bar{Y}_3 = \frac{1}{\bar{Z}_3} = \frac{1}{3,125} = 0,32$$

Điện áp nút  $U_{AB}$

$$\dot{U}_{AB} = \frac{\dot{E}_1 \bar{Y}_1 + \dot{E}_2 \bar{Y}_2}{\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2 + \bar{Y}_3}$$

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

$$\dot{U}_{AB} = \frac{(34,5 + j34,5)(0,08 - j0,06) + (-34,5 - j34,5)(0,08 + j0,06)}{0,08 - j0,06 + 0,08 + j0,06 + 0,32}$$

$$\dot{U}_{AB} = \frac{(34,5 + j34,5)j0,12}{0,48} = 8,83 - j8,83$$

Dòng điện nhánh

$$\dot{I}_1 = \frac{-\dot{U}_{AB} + \dot{E}_1}{\bar{Z}_1} = \frac{-(8,83 - j8,83) + 34,5 + j34,5}{8 + j6} = 4,78 + j1,95$$

$$\dot{I}_2 = \frac{-\dot{U}_{AB} + \dot{E}_2}{\bar{Z}_2} = \frac{-(8,83 - j8,83) - 34,5 - j34,5}{8 - j6} = -1,95 - j4,78$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{U}_{AB}}{\bar{Z}_3} = \frac{8,83 - j8,83}{3,125} = 2,83 - j2,83$$

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Trị số hiệu dụng  $I_1 = \sqrt{4,78^2 + 1,95^2} = 5,16$

$$I_2 = \sqrt{1,95^2 + 4,78^2} = 5,16$$

$$I_3 = \sqrt{2,83^2 + 2,83^2} = 4$$

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

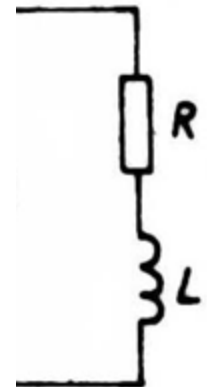
### **Ví dụ 2:**

Một cuộn dây có điện trở  $R=10\Omega$ , điện cảm  $L=35\text{mH}$  được đặt vào điện áp  $u=59,6\sin\omega t+10,7\sin 3\omega t-1,97\sin 7\omega t$  V,  $\omega=314\text{rad/s}$

- Tìm biểu thức dòng điện trong mạch
- Xác định hệ số công suất của mạch

### **Bài giải:**

- Điện áp không sin được phân tích thành các thành phần điều hòa bậc 1, 3 và 7.
- Dùng phương pháp xếp chồng với từng thành phần:



## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Cho thành phần điều hòa cơ bản tác động:

Tổng trở với tần số  $\omega$

$$\bar{Z}_1 = R + j\omega L = 10 + j10,99$$

$$\bar{Z}_1 = 14,9 \angle 47^\circ$$

Dòng điện thành phần cơ bản

$$\dot{I}_{1m} = \frac{\dot{U}_{1m}}{\bar{Z}_1} = \frac{59,6 \angle 0^\circ}{14,9 \angle 47^\circ} = 4,01 \angle -47^\circ$$

$$i_1 = 4,01 \sin(\omega t - 47^\circ)$$

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Cho thành phần điều hòa bậc 3 tác động:

Tổng trở với tần số  $3\omega$

$$\bar{Z}_3 = R + j3\omega L = 10 + j32,97$$

$$\bar{Z}_3 = 34,57 \angle 73^\circ$$

Dòng điện thành phần bậc 3

$$\dot{I}_{3m} = \frac{\dot{U}_{3m}}{\bar{Z}_3} = \frac{10,7 \angle 0^\circ}{34,57 \angle 73^\circ} = 0,31 \angle -73^\circ$$

$$i_3 = 0,31 \sin(\omega t - 73^\circ)$$

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Cho thành phần điều hòa bậc 7 tác động:

Tổng trở với tần số  $7\omega$

$$\bar{Z}_7 = R + j7\omega L = 10 + j76,93$$

$$\bar{Z}_7 = 77,6 \angle 82^\circ$$

Dòng điện thành phần bậc 7

$$\dot{I}_{7m} = \frac{\dot{U}_{7m}}{\bar{Z}_7} = \frac{1,91 \angle 0^\circ}{77,6 \angle 82^\circ} = 0,025 \angle -82^\circ$$

$$i_7 = 0,025 \sin(\omega t - 82^\circ)$$



## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Dòng điện của mạch

$$i = 4,01 \sin(\omega t - 47^\circ) + 0,31 \sin(\omega t - 73^\circ) - 0,31 \sin(\omega t - 73^\circ)$$

$$I = \sqrt{\frac{I_{1m}^2 + I_{3m}^2 + I_{7m}^2}{2}} = \sqrt{\frac{4,01^2 + 0,31^2 + 0,025^2}{2}} = 2,85$$

Điện áp của mạch

$$U = \sqrt{\frac{U_{1m}^2 + U_{3m}^2 + U_{7m}^2}{2}} = \sqrt{\frac{59,6^2 + 10,7^2 + 1,97^2}{2}} = 42$$

Công suất  $P = I^2 R = 2,85^2 10 = 80,8$

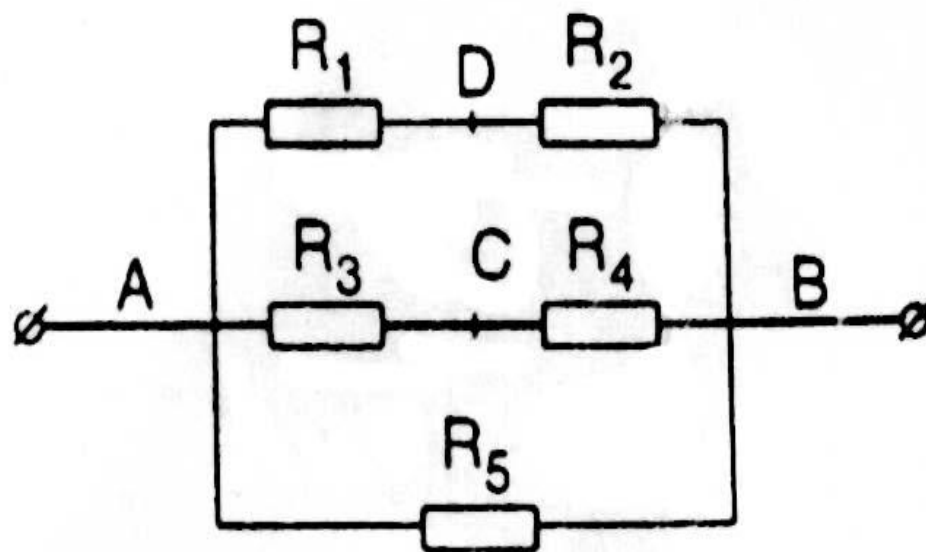
Hệ số công suất  $\cos \varphi = \frac{P}{UI} = \frac{80,8}{42 \cdot 2,85} = 0,67$

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

## VIII. Bài tập chương III

**Bài số 3.1:** Tính điện trở tương đương của mạch điện sau ở các cực. Biết  $R_1=2\Omega$ ;  $R_2=2\Omega$   
 $R_3=4\Omega$ ;  $R_4=6\Omega$ ;  $R_5=5\Omega$ .

- a) A-B
- b) A-C
- c) B-C
- d) A-D



## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

**Bài giải:**

a) A-B: ( $R_1$  nối tiếp  $R_2$ ) song song ( $R_3$  nối tiếp  $R_4$ ) song song  $R_5$

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{4} + \frac{1}{10} + \frac{1}{5}$$

$$R_{AB} = 1,82$$

a) A-C: ((( $R_1$  nối tiếp  $R_2$ ) song song  $R_5$ ) nối tiếp  $R_4$ )) song song  $R_3$

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 4 \qquad R_{125} = \frac{R_{12}R_5}{R_{12} + R_5} = \frac{4.5}{4+5} = 2,22$$

$$R_{1254} = R_{125} + R_4 = 2,22 + 6 = 8,22$$

$$R_{AC} = \frac{R_{1254}R_3}{R_{1254} + R_3} = \frac{8,22.4}{8,22 + 4} = 2,69$$

## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

c) B-C: (((R2 nt R1) // R5) nt R3) // R4

$$R_{21} = R_2 + R_1 = 4 \quad R_{215} = \frac{R_{21}R_5}{R_{21} + R_5} = \frac{4.5}{4+5} = 2,22$$

$$R_{2153} = R_{215} + R_3 = 2,22 + 4 = 6,22$$

$$R_{BC} = \frac{R_{2153}R_4}{R_{2153} + R_4} = \frac{6,22.6}{6,22 + 6} = 3,054$$

d) A-D: (((R3 nt R4) // R5) nt R2) // R1

$$R_{34} = R_3 + R_4 = 10 \quad R_{345} = \frac{R_{34}R_5}{R_{34} + R_5} = \frac{10.5}{10+5} = 3,33$$

$$R_{3452} = R_{345} + R_2 = 3,33 + 2 = 5,33$$

$$R_{AD} = \frac{R_{3452}R_1}{R_{3452} + R_1} = \frac{5,33.2}{5,33 + 2} = 1,45$$

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

## Bài số 3.2:

Dùng phương pháp dòng điện mạch nhánh và dòng điện mạch vòng giải mạch điện có dạng như hình bên.

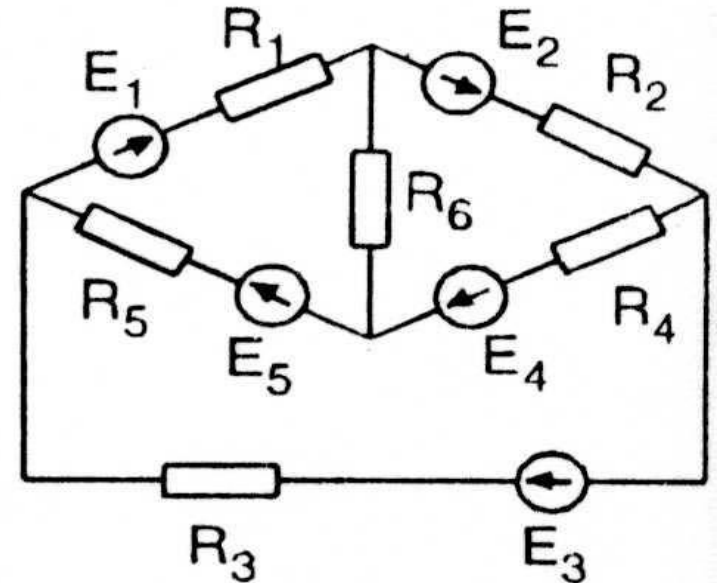
Biết:

$$E_1=18V; E_2=E_3=5V; E_4=15V; E_5=3V$$

$$R_1=1\Omega; R_2=2\Omega; R_6=5\Omega; R_3=R_4=R_5=1\Omega$$

## Bài giải:

- Giả thiết chiều dòng điện trong các nhánh trùng với chiều sốđ, riêng nhánh 6 từ nút phía trên  $\rightarrow$  phía dưới.
- Mạch điện có 6 nhánh và 4 nút

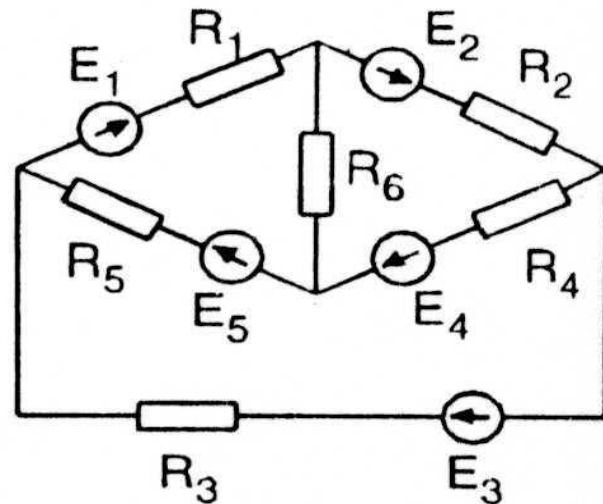


## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

**Giải theo phương pháp dòng điện nhánh:**

Lập hệ pt (vì mạch chỉ gồm điện trở nên ta không dùng dạng phức):

$$\left\{ \begin{array}{l} I_1 - I_2 - I_6 = 0 \\ -I_1 + I_3 + I_5 = 0 \\ I_4 - I_5 + I_6 = 0 \\ I_1 R_1 + I_5 R_5 + I_6 R_6 = E_1 + E_5 \\ I_2 R_2 + I_4 R_4 - I_6 R_6 = E_2 + E_4 \\ I_3 R_3 - I_4 R_4 - I_5 R_5 = E_3 - E_4 - E_5 \end{array} \right.$$



# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

Thay số vào hệ pt và giải:

$$\begin{cases} I_1 - I_2 - I_6 = 0 \\ -I_1 + I_3 + I_5 = 0 \\ I_4 - I_5 + I_6 = 0 \\ I_1 + I_5 + 5I_6 = 21 \\ 2I_2 + I_4 - 5I_6 = 20 \\ I_3 - I_4 - I_5 = -13 \end{cases} \quad \begin{cases} I_1 = 9,32 \\ I_2 = 8,53 \\ I_3 = 1,61 \\ I_4 = 6,91 \\ I_5 = 7,71 \\ I_6 = 0,79 \end{cases}$$

Ma trận Hệ số						
1	-1	0	0	0	-1	0
-1	0	1	0	1	0	0
0	0	0	1	-1	1	0
1	0	0	0	1	5	21
0	2	0	1	0	-5	20
0	0	1	-1	-1	0	-13
Ma trận nghịch đảo						Kqua
0	-0	-0	0	0	0	9.32353
-0	-0	-0	0	0	0	8.52941
0	1	0	0	0	0	1.61765
0	0	1	0	0	-0	6.91176
0	0	-0	0	0	-0	7.70588
-0	-0	0	0	-0	0	0.79412

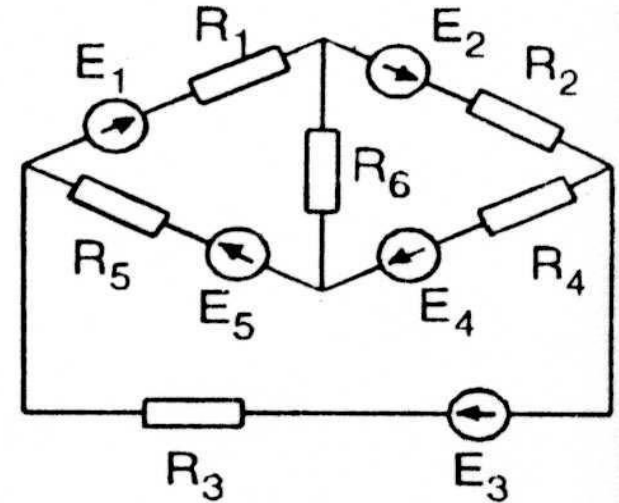
# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

## *Giải theo phương pháp dòng điện vòng*

Số vòng độc lập:  $6-4+1=3$

- Vòng 1 (lv1) qua các nhánh 1, 6, 5
- Vòng 2 (lv2) qua các nhánh 2, 4, 6
- Vòng 3 (lv3) qua các nhánh 3, 5, 4

Các vòng đều thuận chiều kim đồng hồ



Lập hệ pt:

$$\begin{cases} I_{v1}(R_1 + R_5 + R_6) - I_{v2}R_6 - I_{v3}R_5 = E_1 + E_5 \\ -I_{v1}R_6 + I_{v2}(R_2 + R_4 + R_6) - I_{v3}R_4 = E_2 + E_4 \\ -I_{v1}R_5 - I_{v2}R_4 + I_{v3}(R_3 + R_4 + R_5) = E_3 - E_4 - E_5 \end{cases}$$

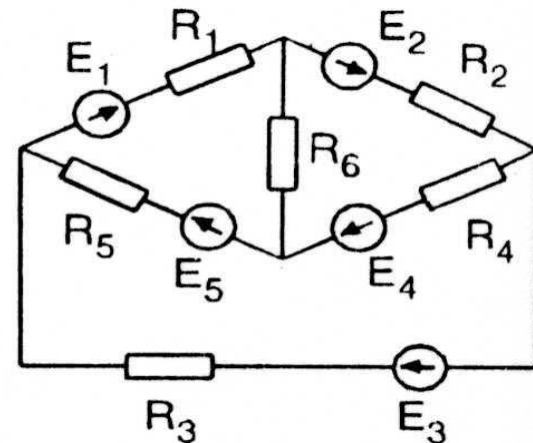


# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

Thay số vào hệ pt và giải:

$$\begin{cases} 7I_{v1} - 5I_{v2} - I_{v3} = 21 \\ -5I_{v1} + 8I_{v2} - I_{v3} = 20 \\ -I_{v1} - I_{v2} + 3I_{v3} = -13 \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_{v1} = 9,32 \\ I_{v2} = 8,53 \\ I_{v3} = 1,61 \end{cases}$$



$$\begin{cases} I_1 = I_{v1} = 9,32 \\ I_2 = I_{v2} = 8,53 \\ I_3 = I_{v3} = 1,61 \\ I_4 = I_{v2} - I_{v3} = 6,92 \\ I_5 = I_{v1} - I_{v3} = 7,71 \\ I_6 = I_{v1} - I_{v2} = 0,79 \end{cases}$$

7	-5	-1		21
-5	8	-1		20
-1	-1	3		-13
0.338	0.235	0.191		9.32353
0.235	0.294	0.176		8.52941
0.191	0.176	0.456		1.61765

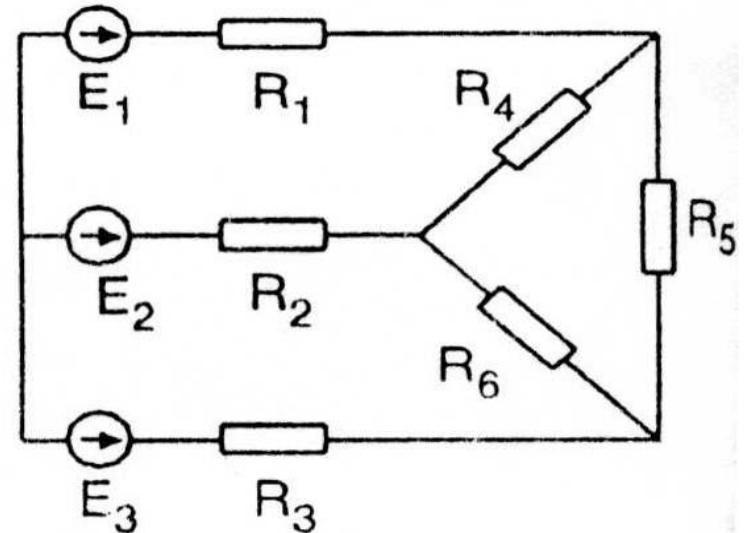
## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

### Bài số 3.3.

Giải mạch điện hình bên bằng phương pháp dòng điện vòng và phương pháp điện áp nút.

Biết:  $E_1=140V$ ;  $E_2=80V$ ;  $E_3=160V$ ;

$R_1=R_3=0,5\Omega$ ;  $R_2=1\Omega$ ;  $R_4=R_5=R_6=3\Omega$



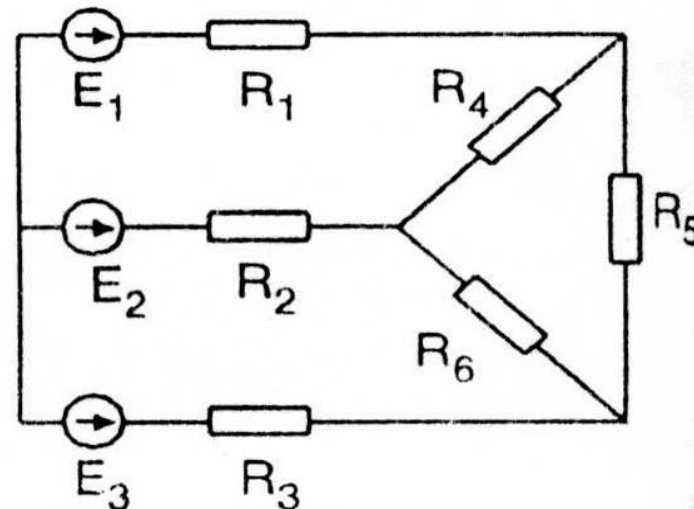
### Bài giải:

- Giả thiết chiều dòng điện trong các nhánh 1, 2, 3 trùng với chiều sđđ, các nhánh 4, 5, 6 theo chiều kim đồng hồ.

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

## *Giải theo phương pháp dòng điện vòng*

- Mạch điện có 6 nhánh và 4 nút → Số vòng độc lập : 3 (vòng 1 qua nhánh 1, 2, 4; vòng 2 qua nhánh 2, 3, 6; vòng 3 qua nhánh 4, 5, 6)
- Chiều các dòng điện vòng cùng chiều kim đồng hồ



Lập hệ pt:

$$\begin{cases} I_{v1}(R_1 + R_2 + R_4) - I_{v2}R_2 - I_{v3}R_4 = E_1 - E_2 \\ -I_{v1}R_2 + I_{v2}(R_2 + R_3 + R_6) - I_{v3}R_6 = E_2 - E_3 \\ -I_{v1}R_4 - I_{v2}R_6 + I_{v3}(R_4 + R_5 + R_6) = 0 \end{cases}$$

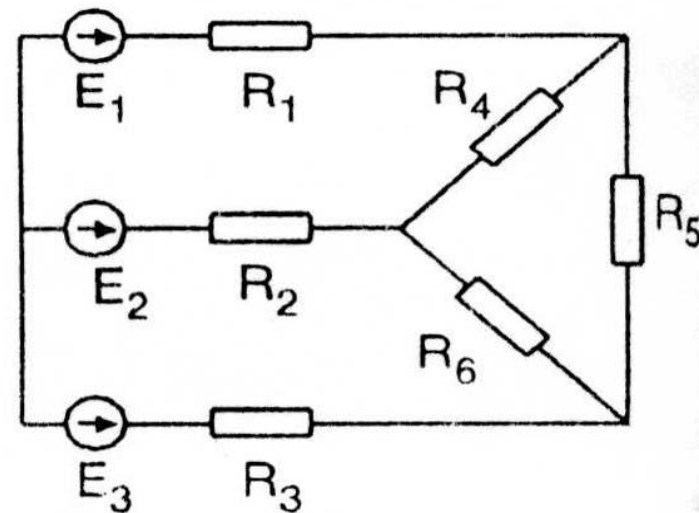
# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

Thay số vào hệ pt và giải:

$$\begin{cases} 4,5I_{v1} - I_{v2} - 3I_{v3} = 60 \\ -I_{v1} + 4,5I_{v2} - 3I_{v3} = -80 \\ -3I_{v1} - 3I_{v2} + 9I_{v3} = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} I_{v1} = 6,1 \\ I_{v2} = -19,4 \\ I_{v3} = -4,4 \end{cases}$$

4.5	-1	-3				60
-1	4.5	-3				-80
-3	-3	9				0
0.424	0.242	0.222				6.06061
0.242	0.424	0.222				-19.3939
0.222	0.222	0.259				-4.44444

$$\begin{cases} I_1 = I_{v1} = 6,1 \\ I_2 = I_{v2} - I_{v1} = -25,5 \\ I_3 = -I_{v2} = 19,4 \\ I_4 = -I_{v1} + I_{v3} = -10,5 \\ I_5 = I_{v3} = -4,4 \\ I_6 = -I_{v2} + I_{v3} = 15 \end{cases}$$



# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

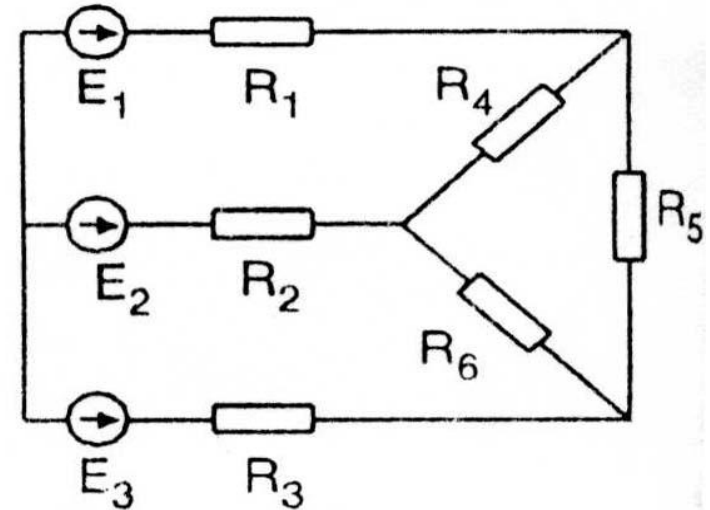
## *Giải theo phương pháp điện áp nút*

- Biến đổi  $\Delta (R_4, R_5, R_6) \rightarrow Y (R_{Y1}, R_{Y2}, R_{Y3})$ .
- Mạch điện có hai nút A, B (trái qua phải)
- Vì  $R_4=R_5=R_6 = 3\Omega$   
nên  $R_{Y1}=R_{Y2}=R_{Y3} = 1\Omega$

Tổng dẫn các nhánh

$$Y_1 = Y_3 = \frac{1}{0,5 + 1} = 0,67$$

$$Y_2 = \frac{1}{1 + 1} = 0,5$$



## CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

Điện áp nút:

$$U_{BA} = \frac{E_1 Y_1 + E_2 Y_2 + E_3 Y_3}{Y_1 + Y_2 + Y_3} = 130$$

Dòng điện nhánh:

$$I_1 = \frac{E_1 - U_{BA}}{R_1 + R_{Y1}} = \frac{140 - 130}{0,5 + 1} = 6,67$$

$$I_2 = \frac{E_2 - U_{BA}}{R_2 + R_{Y2}} = \frac{80 - 130}{1 + 1} = -25$$

$$I_3 = \frac{E_3 - U_{BA}}{R_3 + R_{Y3}} = \frac{160 - 130}{0,5 + 1} = 20$$

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---



# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---

# CHƯƠNG III : PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ GIẢI MẠCH

---