

CHƯƠNG III **CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH MẠCH**

3.1. Khái niệm:

Đối với các mạch phức tạp, cơ sở của việc phân tích là hai định luật Kirchoff, có những phương pháp cho phép áp dụng các định luật này một cách có hệ thống hơn, hiệu quả hơn và giải mạch nhanh hơn, các phương pháp này sẽ được trình bày trong chương này. Các phương pháp, định lý, tính chất đối với mạch điện tuyến tính ở chế độ xác lập hình sin được trình bày bằng ảnh phức của dòng điện và điện áp.

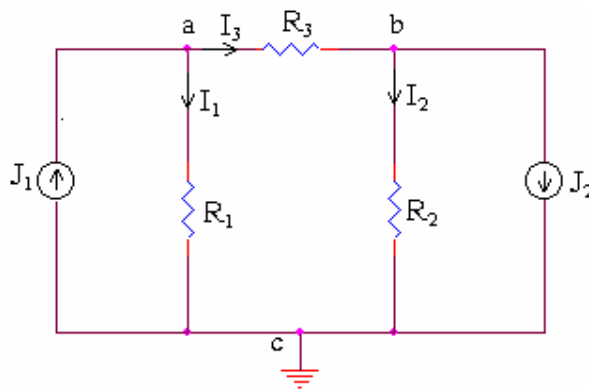
Khi áp dụng cho mạch tuyến tính xác lập DC chỉ cần thay trở kháng bằng điện trở, dẫn nạp bằng điện dẫn, số phức dòng áp bằng các chỉ số một chiều của dòng và áp.

3.2. Phương Pháp Thế Nút :

Phương pháp thế nút là một trong những phương pháp giải mạch khá ưu điểm, vì phương pháp này sẽ giúp người giải giảm số phương trình khi giải. Phương pháp không tính trực tiếp với ẩn số dòng điện các nhánh mà qua ẩn số trung gian là điện thế của các nút.

Khi bắt đầu giải mạch người ta sẽ chọn 1 nút trong mạch và gọi là nút gốc có điện thế bằng không (có thể chọn tùy ý, như thường người ta chọn nút có nhiều nhánh nối tới nhất làm nút gốc).

Ví Dụ 1 :



- Chọn một nút trong mạch làm nút gốc (thường nút có nhiều nhánh tới)
- Nút gốc $U_o = 0$
- Điện thế nút a : U_a
- Điện thế nút b : U_b
- Điện thế của một nút là điện áp của nút đó so với nút gốc

$$U_{ao} = U_a - U_o = U_a$$

$$U_{bo} = U_b - U_o = U_b$$

Chương III – Các Phương Pháp Phân Tích Mạch Điện

$$U_{ab} = U_a - U_b$$

U_{ab} là điện áp giữa hai nút a và b

Khi mạch có d nút thì ta có d-1 phương trình thế nút

K1 tại a : $J_1 = I_1 + I_3$

$$J_1 = \frac{U_a}{R_1} + \frac{U_{ab}}{R_3} = \frac{U_a}{R_1} + \frac{U_a - U_b}{R_3}$$

Phương trình thế nút tại a :

$$U_a \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} \right) - \frac{U_b}{R_3} = J_1 \quad (1)$$

K1 tại b :

$$-j_2 = -I_3 + I_2 \quad \text{mà } I_2 = \frac{U_b}{R_2}$$

$$I_3 = \frac{U_a - U_b}{R_3} \rightarrow -I_3 = \frac{U_b - U_a}{R_3}$$

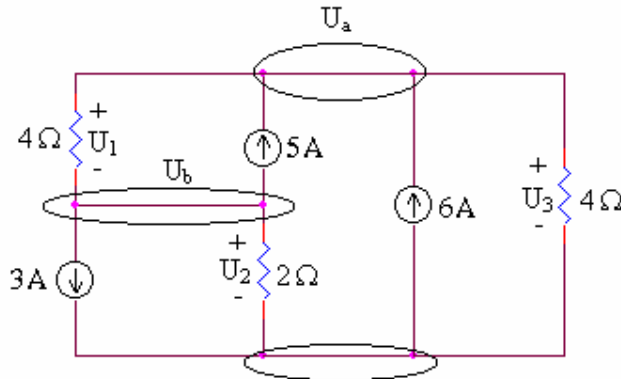
$$\Rightarrow -J_2 = U_b \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) - \frac{U_a}{R_3} \quad (2)$$

Giải (1) và (2) tìm được $U_a, U_b \Rightarrow I_1, I_2, I_3$

❖ **Nội dung phương pháp :**

- Chọn các nút , điện thế các nút
- Viết phương trình thế nút : điện thế tại một nút nhân với tổng các nghịch đảo R nối tới nút, trừ cho điện thế nút kia (nối giữa hai nút) nhân tổng các nghịch đảo R giữa hai nút = nguồn dòng đi vào mang dấu dương , đi ra mang dấu âm
- Giải hệ phương trình tìm điện thế nút
- Tìm dòng các nhánh theo định luật ohm

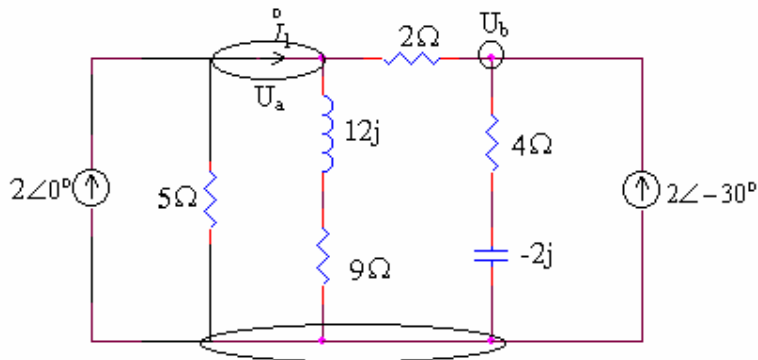
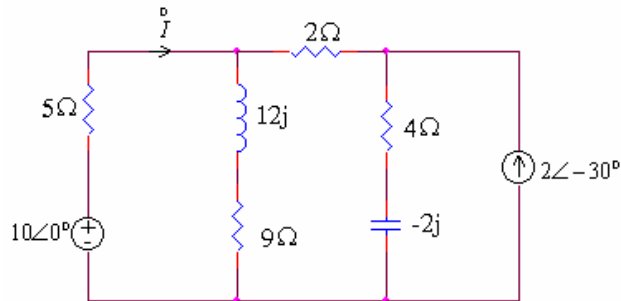
Ví Dụ 2 : Giải mạch sau dùng phương pháp thế nút :



$$\begin{cases} U_a \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4} \right) - U_b \left(\frac{1}{4} \right) = 5 + 6 \\ U_b \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2} \right) - U_a \left(\frac{1}{4} \right) = -3 - 5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_1 = U_a - U_b \\ U_2 = U_b \\ U_b = U_a \end{cases}$$

Giải hệ tìm được U_a, U_b

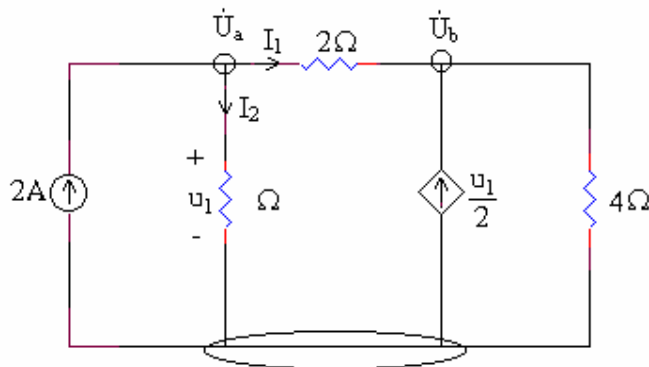
Ví Dụ 3 : Giải mạch sau dùng phương pháp thế nút :



$$\begin{cases} \overset{0}{U}_a \left(\frac{1}{5} + \frac{1}{9+12j} + \frac{1}{2} \right) - \overset{0}{U}_b \frac{1}{2} = 2\angle 0^\circ \\ \overset{0}{U}_b \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4-2j} \right) - \overset{0}{U}_a \frac{1}{2} = 2\angle -30^\circ \end{cases}$$

$$\Rightarrow \overset{0}{I}_1 = 2 - \frac{\overset{0}{U}_a}{5}$$

Ví Dụ 4 : Tính $P_{2\Omega} = ?$



Giải :

$$\begin{cases} \overset{0}{U}_a \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2} \right) - \overset{0}{U}_b \frac{1}{2} = 2 \\ \overset{0}{U}_b = \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right) - \overset{0}{U}_a \frac{1}{2} = \frac{u_1}{2} \end{cases}$$

Chương III – Các Phương Pháp Phân Tích Mạch Điện

$$U_1 = U_a$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{3}{4}U_a - \frac{U_b}{2} = 2 & (1) \\ \frac{3}{4}U_b - \frac{U_a}{2} = \frac{U_a}{2} & (2) \end{cases}$$

$$(2) \Rightarrow U_a = \frac{3}{4}U_b$$

$$\text{Thay vào (1)} \Leftrightarrow \frac{9}{16}U_b - \frac{U_b}{2} = 2$$

$$\Leftrightarrow U_b = 32(V)$$

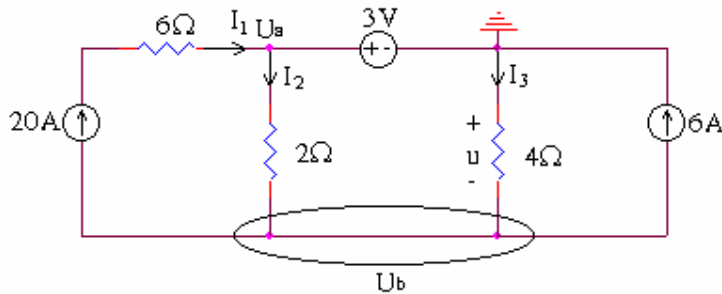
$$\Rightarrow U_a = 24(V)$$

$$I_2 = \frac{U_a}{4} = \frac{24}{4} = 6(A)$$

$$I_1 = 6 - 2 = 4(A)$$

$$P_{(2\Omega)} = 4^2 \times 2 = 32(w)$$

Ví Dụ 5 : Áp dụng phương pháp thế nút giải tìm U_a, U_b ?



$$\begin{cases} U_b \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \right) - \frac{U_a}{2} = -\frac{20}{6} - 6 \\ U_a = 3V \end{cases}$$

$$\Rightarrow U_b = -8V \Rightarrow u = -U_b = 8V$$

Ghi chú :

3V là nguồn lý tưởng, không có điện trở trong của nguồn. Khi áp dụng phương pháp thế nút thì nút gốc chọn ở cực âm của nguồn lý tưởng.

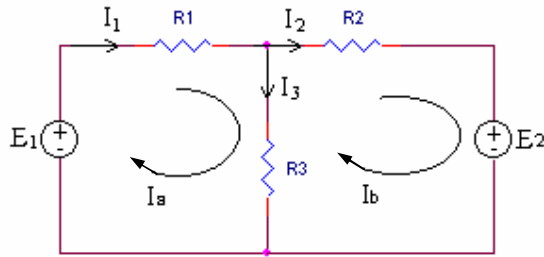
3.3. Phương Pháp Dòng Mắt Lưới :

Theo phương pháp này, mỗi mắt lưới ta gán cho nó một biến (dòng điện khép mạch trong mắt lưới đó) gọi là dòng mắt lưới.

Chiều của dòng điện mắt lưới có thể cho tùy ý, nhưng thường ta chọn chúng cùng chiều với nhau (cùng chiều kim đồng hồ hoặc ngược lại)

Chương III – Các Phương Pháp Phân Tích Mạch Điện

❖ **Nội dung phương pháp :**



❖ **Bước 1 :** Ắn số là những dòng điện mắc lưới tức là những dòng điện tưởng tượng coi như chạy khép kín theo các lối đi của vòng độc lập : nếu mạch có d nút , n nhánh thì $(n - d + 1)$ vòng độc lập \Rightarrow số dòng mắc lưới tương ứng và giả thiết chiều.

I_a và I_b là dòng mắc lưới

❖ **Bước 2 :** viết định luật K2 cho dòng mắc lưới : một vế là tổng đại số các suất điện động có trong vòng đó. Vế kia là tổng đại số các điện áp rơi trên mỗi nhánh của lối đi vòng gây bởi tất cả các dòng điện mắc lưới chạy qua.

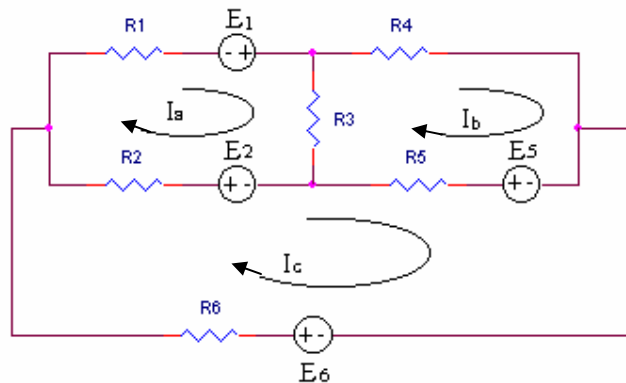
$$\begin{cases} E_1 = I_a(R_1 + R_3) - R_3 I_b \\ -E_2 = I_b(R_2 + R_3) - R_3 I_a \end{cases}$$

❖ **Bước 3 :** Giải hệ phương trình tìm dòng mắc lưới.

❖ **Bước 4 :** Tìm dòng điện nhánh bằng tổng đại số các dòng mắc lưới chạy qua.

$$\left. \begin{matrix} I_1 = I_a \\ I_2 = I_b \end{matrix} \right\} I_3 = I_a - I_b$$

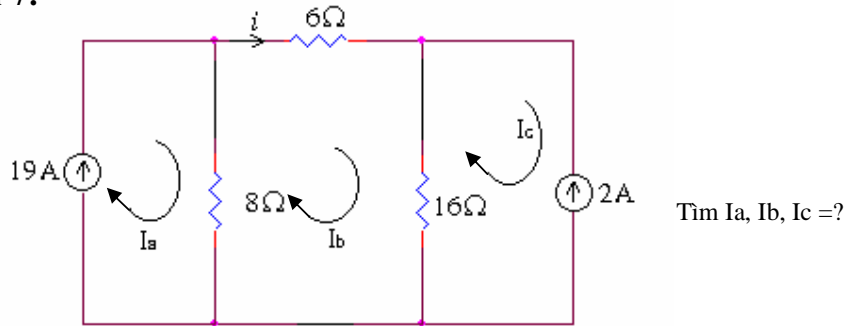
Ví Dụ 6 : Áp dụng phương pháp dòng mắt lưới tìm I_a, I_b, I_c ?



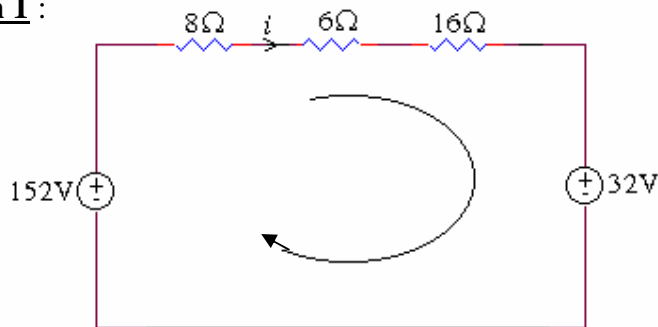
$$\begin{cases} E_1 + E_2 = I_a(R_1 + R_2 + R_3) - I_b R_3 - I_c R_2 \\ E_5 = I_b(R_3 + R_4 + R_5) - R_3 I_a - R_5 I_c \\ E_6 + E_1 = I_c(R_1 + R_4 + R_6) - R_1 I_a - R_4 I_b \end{cases}$$

Chương III – Các Phương Pháp Phân Tích Mạch Điện

Ví Dụ 7:



Cách 1 :



$$i = (8 + 6 + 16) = 152 - 32$$

$$\Rightarrow i = \frac{120}{30} = \frac{12}{3} = 4(A)$$

Cách 2 :

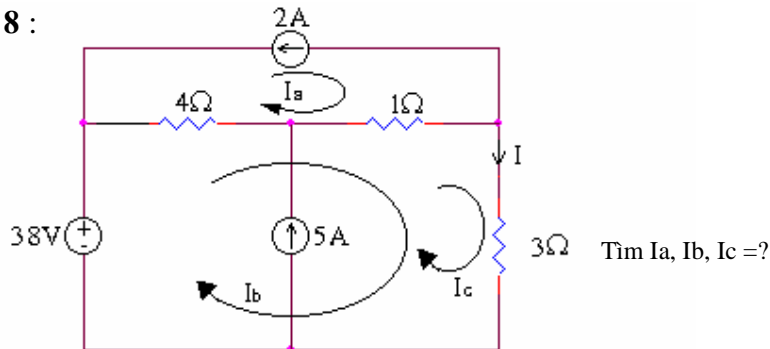
$$I_a = 19A$$

$$I_c = 2A$$

$$i(6 + 8 + 16) - 19 \cdot 8 + 2 \cdot 16 = 0$$

$$\Rightarrow i = \frac{120}{30} = 4A$$

Ví Dụ 8 :



$$I_a = 2A$$

$$I_c = 5A$$

$$38 = I_b(4 + 1 + 3) + I_a(4 + 1) + I_c(1 + 3)$$

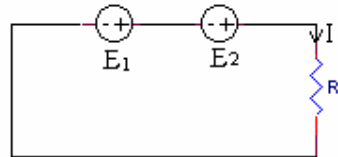
Chương III – Các Phương Pháp Phân Tích Mạch Điện

$$38 = I_b \cdot 8 + 10 + 20 \Rightarrow I_b = \frac{8}{8} = 1(A)$$

$$I = I_b + I_c = 1 + 5 = 6(A)$$

3.4 : Phương Pháp Xếp Chồng :

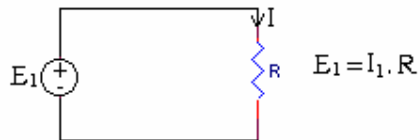
Nguyên lý : Trong mạch gồm nhiều nguồn, dòng điện qua một nhánh bằng tổng đại số các dòng điện qua nhánh đó do tác dụng riêng rẽ của từng nguồn, các nguồn khác xem như bằng 0.



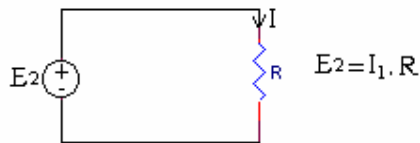
$$E_1 + E_2 = I.R$$

Cho từng nguồn tác động :

E_1 tác động : $E_2=0$

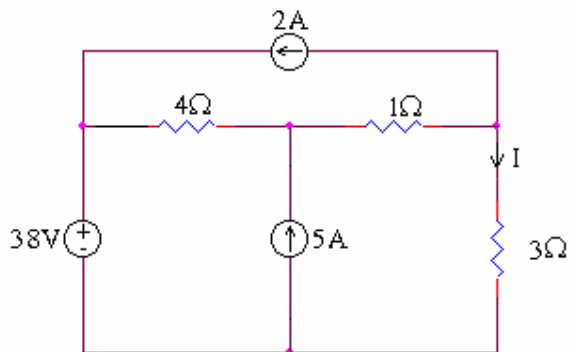


E_2 tác động : $E_1 = 0$



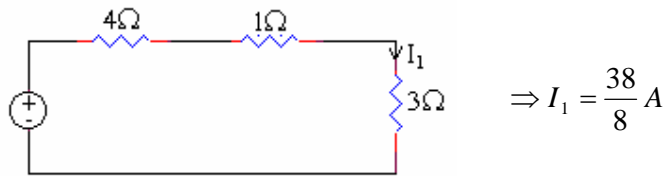
$$E_1 + E_2 = R.(I_1 + I_2)$$

Ví Dụ 9 : dùng phương pháp xếp chồng tìm dòng điện I ?

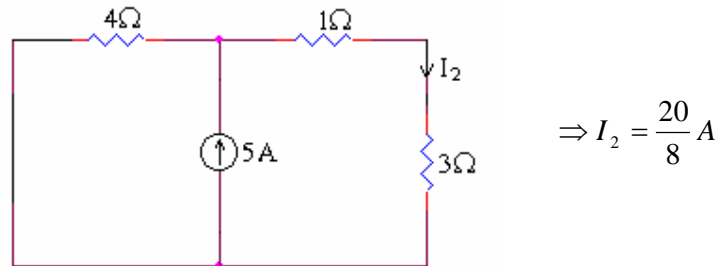


Chương III – Các Phương Pháp Phân Tích Mạch Điện

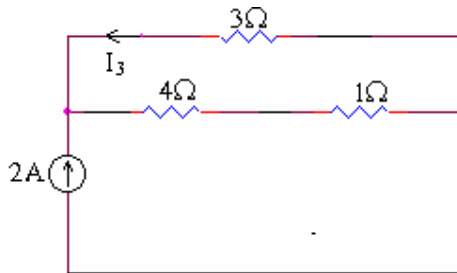
❖ Nguồn 38 V tác động (các nguồn còn lại cho bằng 0)



❖ Nguồn 5A tác động :

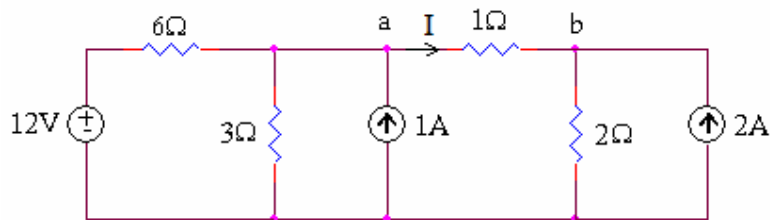


❖ Nguồn 2A tác động :



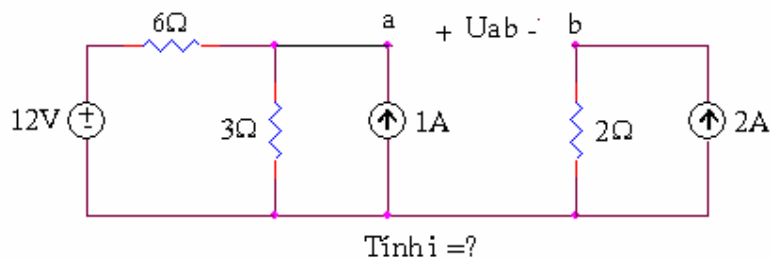
3.5. Định Lý Thevenin - Norton :

Ví dụ 10 : Tính dòng điện I dùng định lý Thevenin ?



1. Định lý thevenin : nội dung định lý :

❖ Bước 1 : tách bỏ nhánh cần tính dòng áp ra khỏi mạch



Chương III – Các Phương Pháp Phân Tích Mạch Điện

❖ Bước 2 : Tính $U_{ab} = U_{hở} = U_{th}$.

$$U_{ab} = U_a - U_b$$

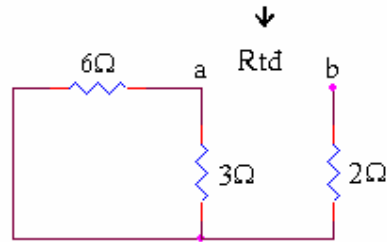
$$U_b = 2 \times 2 = 4V$$

$$U_a \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{3} \right) = 1 + \frac{12}{6}$$

$$\Rightarrow U_a = 6V$$

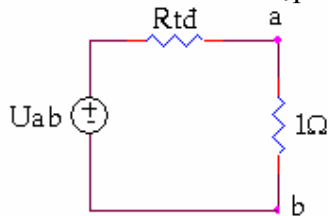
vậy : $U_{ab} = 2V$

❖ Bước 3 : triệt tiêu tất cả các nguồn độc lập tính R_{td} nhìn từ cửa ab :



$$R_{td} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} + 2 = 4\Omega$$

❖ Bước 4 : thành lập sơ đồ tương đương thevenin



❖ Bước 5 : gắn nhánh cần tính vào mạch tương đương thevenin, tính dòng áp :

$$I = \frac{2}{4 + 1} = 0,4(A)$$

2. Định Lý Norton:

❖ Bước 1 : Tách bỏ nhánh cần tính dòng nhánh ra khỏi mạch :

❖ Bước 2 : tính $I_{ngắn}$ mạch : a trùng với b. dùng K1

$$U_b \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \right) = \frac{12}{6} + 1 + 2$$

$$\Rightarrow U_b = 5(V)$$

$$I_b = \frac{5}{3} = 2,5(A)$$

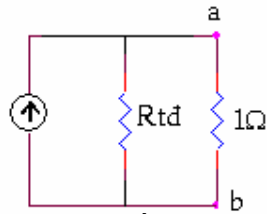
$$I_{ngắn} = 2,5 - 2 = 0,5(A)$$

❖ Bước 3 : giống bước 3 ở trên

$$R_{td} = 4\Omega$$

Chương III – Các Phương Pháp Phân Tích Mạch Điện

❖ Bước 4 : thành lập sơ đồ tương đương Norton :

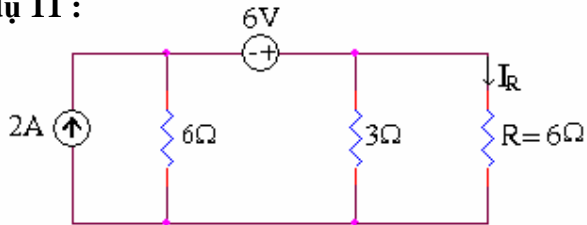


❖ Bước 5 : giống bước 5 ở trên

$$I = \frac{0,5 \times 4}{4+1} = 0,4(A)$$

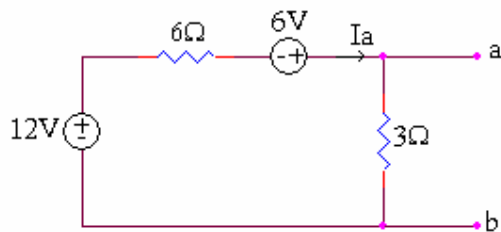
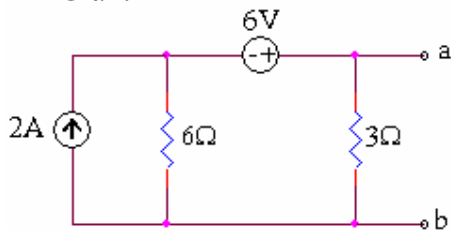
Chú ý : Định lý Thevenin và Nortorn có thể biến đổi tương đương được

Ví dụ 11 :



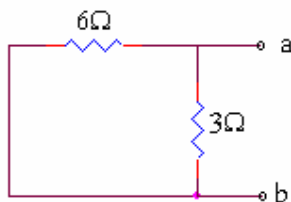
Tính I_R khi $R = 6\Omega$
 Tính R để $P_{\max} = ?$

❖ Giải :



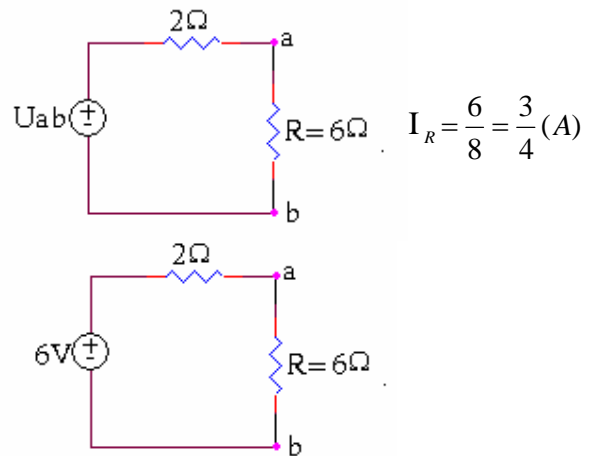
$$9I_a = 12 + 6 \Rightarrow I_a = 2A$$

$$U_{ab} = U_{3\Omega} = 2 \times 3 = 6V$$



$$R_{td} = \frac{6 \times 3}{6+3} = 2\Omega$$

Chương III – Các Phương Pháp Phân Tích Mạch Điện



Để công suất lớn nhất thì $R = R_{td} = 2\Omega$

$$I_R = \frac{6}{4} = \frac{3}{2} (A)$$

$$P_{\max} = 2 \times \left(\frac{6}{4}\right)^2 = \frac{9}{2} W$$