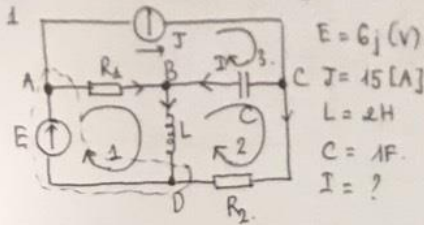


BTC 2-3. $\omega = 20 \text{ rad/s}$. $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$.



$$E = 6j \text{ (V)}$$

$$J = 15 \text{ [A]}$$

$$L = 2 \text{ H}$$

$$C = 1 \text{ F}$$

$$I = ?$$

P^2 dòng điện vòng

3 vòng vs đặt i_1, i_2, i_3 .

Áp dụng P^2 đặt vòng.

$$V_1: R_1(i_1 - i_3) + Z_L(i_1 - i_2) = 6j$$

$$V_2: Z_L(i_2 - i_1) + Z_C(i_2 - i_3) + R_2 \cdot i_2 = 0$$

V_3 do tồn tại nguồn dòng.

$$i_3 = J = 15 \text{ (A)}$$

$$\text{Hpt } \begin{cases} i_1(R_1 + Z_L) - i_2 \cdot Z_L = 6j + R_1 \cdot i_3 \\ -i_1 \cdot Z_L + i_2(Z_L + Z_C + R_2) = Z_C \cdot i_3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} i_1(10 + 40j) - i_2 \cdot 40j = 6j + 10 \cdot 15 \\ -i_1 \cdot 40j + i_2(40j + \frac{1}{20j} + 20) = \frac{1}{20j} \cdot 15 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} i_1 = 5,34 + (-1,43)j \\ i_2 = 4,83 + 0,988j \end{cases}$$

$$I = i_3 - i_2 = 15 - (4,83 + 0,988j) = 10,17 - 0,988j \text{ (*)}$$

* P^2 điện áp nút: Có 4 nút A, B, C, D. Chọn nút D gốc. I tính $I = \frac{V_C - V_B}{Z_C}$

Quình: đi vào +, đi ra -.

Nút A. $V_A = E = 6j$ Siêu nút rồi vào TH $V_A - V_D = E \Rightarrow V_A = E$.

$$\text{Nút B. } \frac{V_A - V_B}{R_1} + \frac{V_C - V_B}{Z_C} + \frac{V_B - V_D}{Z_L} = 0$$

$$\text{Nút C: } \frac{V_C - V_B}{Z_C} + \frac{V_C - V_D}{R_2} + J = 0$$

$$\text{Hpt } \begin{cases} \frac{V_B - 6j}{10} + \frac{V_B - V_C}{1/(20j)} + \frac{V_B}{40j} = 0 \\ \frac{V_C - V_B}{1/(20j)} + \frac{V_C}{20} = 15 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} V_B \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{1/20j} + \frac{1}{40j} \right) - V_C \left(\frac{1}{1/20j} \right) = \frac{6j}{10} \\ -V_B \left(\frac{1}{1/20j} \right) + V_C \left(\frac{1}{1/20j} + \frac{1}{20} \right) = 15 \end{cases}$$

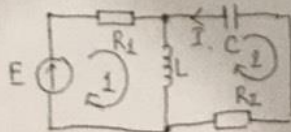
$$\begin{cases} V_B = 96,64 + 20,276j \\ V_C = 96,59 + 19,77j \end{cases}$$

$$\rightarrow I = \frac{V_C - V_B}{Z_C} = \frac{96,59 + 19,77j - (96,64 + 20,276j)}{1/20j} \approx 10,12 - j \text{ KQ } \neq (*) \text{ một chút do làm tròn}$$

a. Phương pháp xếp chồng

Trong mạch có 2 nguồn độc lập, lần lượt khử từng nguồn.

Xét nguồn áp \rightarrow nguồn dòng = hở mạch



Áp dụng đặt vòng có i_1, i_2 có $I = -i_2$

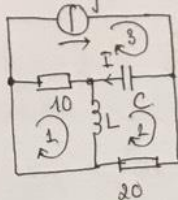
$$Vg_1: i_1 R_1 + Z_L(i_1 - i_2) = E$$

$$Vg_2: Z_C \cdot i_2 + R_2 \cdot i_2 + Z_L(i_2 - i_1) = 0$$

$$\text{Hpt } \begin{cases} i_1(R_1 + Z_L) - i_2 \cdot Z_L = E \\ -i_1 \cdot Z_L + i_2(R_2 + Z_C + Z_L) = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} i_1(10 + 40j) - i_2 \cdot 40j = 6j \\ -i_1 \cdot 40j + i_2(20 + 40j + \frac{1}{20j}) = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} i_1 = 0,065 + 0,21j \\ i_2 = -0,033 + 0,19j \end{cases} \Rightarrow I' = 0,033 - 0,19j$$

Xét nguồn dòng:



$$I = i_3 - i_2$$

$$\text{Vòng 3: } i_3 = 15(A)$$

$$\text{Vg 1: } (i_1 - i_3) \cdot R_1 + (i_1 - i_2) \cdot Z_L = 0$$

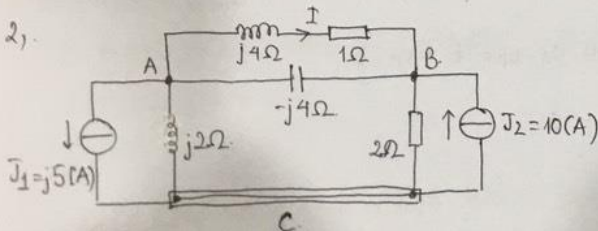
$$\text{Vg 2: } Z_L(i_2 - i_1) + Z_C(i_2 - i_3) + R_2 \cdot i_2 = 0$$

$$\text{Hpt } \begin{cases} i_1(R_1 + Z_L) - i_2 \cdot Z_L = i_3 \cdot R_1 \\ -i_1 \cdot Z_L + i_2(Z_L + Z_C + R_2) = i_3 \cdot Z_C \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} i_1(10 + 40j) - i_2 \cdot 40j = 15 \cdot 10 \\ -i_1 \cdot 40j + i_2(\frac{1}{20j} + 40j + 20) = 15 \cdot \frac{1}{20j} \end{cases}$$

$$\begin{cases} i_1 = 5,27 - 1,64j \\ i_2 = 4,86 + 0,79j \end{cases} \Rightarrow I'' = i_3 - i_2 = 15 - (4,86 + 0,79j) = 10,14 - 0,79j$$

Áp dụng nguyên lý xếp chồng $I = I' + I'' = 0,033 - 0,19j + 10,14 - 0,79j = 10,17 - 0,98j$

2,



Áp dụng p² để áp nút

Có 3 nút A, B, C. Chọn C nút gốc.

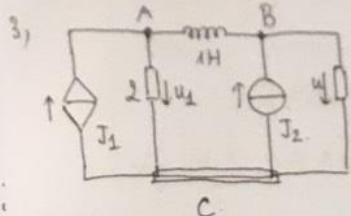
$$\text{Xét nút A: } \frac{V_A - V_C}{j2} + \frac{V_A - V_B}{-4j} + \frac{V_A - V_B}{4j + 1} = -5j$$

$$\text{Xét nút B: } \frac{V_B - V_C}{2} + \frac{V_B - V_A}{-4j} + \frac{V_B - V_A}{4j + 1} = 10$$

$$\text{Hpt } \begin{cases} V_A \left(\frac{1}{2j} - \frac{1}{4j} + \frac{1}{4j+1} \right) + V_B \left(\frac{1}{4j} - \frac{1}{4j+1} \right) = -5j \\ V_A \left(\frac{1}{4j} - \frac{1}{4j+1} \right) + V_B \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4j} + \frac{1}{4j+1} \right) = 10 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} V_A \left(\frac{1}{17} - \frac{33}{68}j \right) + V_B \left(-\frac{1}{17} - \frac{1}{68}j \right) = -5j \\ V_A \left(-\frac{1}{17} - \frac{1}{68}j \right) + V_B \left(\frac{1}{17} - \frac{33}{68}j \right) = 10 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} V_A &= -12,5 - 1,25j \\ V_B &= 2,5 - 18,75j \end{aligned} \Rightarrow I = \frac{V_A - V_B}{2 + 1} = \frac{-12,5 - 1,25j - (2,5 - 18,75j)}{4j + 1} = \frac{55}{17} + \frac{155}{34}j$$

$$\approx 3,24 + 4,56j$$



$$J_1 = g u_1 \text{ với } g = 0,5 [\text{S}]$$

$$J_2 = 3 \cos(t) \text{ (tính u(t))}$$

$$\text{Với } \omega = 1 \text{ rad/s có } J = 3 \cdot e^{+j0^\circ} (\text{V}) = 3 (\text{V})$$

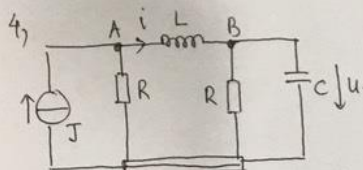
Ta có 3 nút A, B, C. Chọn nút B làm gốc

Nguồn $J_1 = g \cdot u_1 = g \cdot (u_A - u_C) = 0,5 \cdot u_A$; để áp cần tìm $u_1 = u_A - u_C = u_A$, $u = u_B$

Xét nút A: $\frac{u_A - u_C}{2} + \frac{u_A - u_B}{j \cdot \omega L} = 0,5 u_A$ \Rightarrow Hpt $\begin{cases} u_A \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{j} \right) - u_B \cdot \frac{1}{j} = 0 \\ -u_A \cdot \frac{1}{j} + u_B \left(\frac{1}{j} + \frac{1}{3} \right) = 3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_A = g = u_1 \\ u_B = g = u \end{cases}$

Xét nút B: $\frac{u_B - u_A}{j \omega L} + \frac{u_B - u_C}{3} = 3$

$$\Rightarrow u(t) = 9 \cos(t)$$



$$J = 10 + 20 \cos(t) (\text{A})$$

$$R = 1, C = 2 \text{F}, L = 1 \text{H}$$

$$a, i(t) = ?$$

$$b, u(t) = ?$$

Biên độ phức với $\omega = 1 \text{ rad/s} \rightarrow J = 10 + 20 e^{j0^\circ} = 10 + 20 = 30 (\text{A})$

$$Z_L = j \omega L = j \cdot 1 \cdot 1 = 1j$$

$$Z_C = \frac{1}{j \omega C} = \frac{1}{2j}$$

Áp dụng để áp nút và 3 nút A, B, C. Chọn C nút gốc $u_C = 0$.

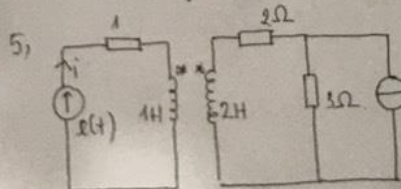
Các giá trị cần tìm $i = \frac{u_A - u_B}{Z_L}$, $u = u_B - u_C = u_B$.

Xét nút A: $\frac{u_A}{1} + \frac{u_A - u_B}{Z_L} = 30 (\text{A})$ \Rightarrow Hpt $\begin{cases} u_A \left(1 + \frac{1}{j} \right) - u_B \cdot \frac{1}{j} = 30 \\ -u_A \cdot \frac{1}{j} + u_B \left(1 + 2j + \frac{1}{j} \right) = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_A = 10 + 10j \\ u_B = -10j \end{cases}$

Xét nút B: $\frac{u_B}{1} + \frac{u_B - u_A}{Z_L} + \frac{u_B}{Z_C} = 0$

$$i = \frac{u_A - u_B}{Z_L} = \frac{10 + 10j + 10j}{1j} = 20 - 10j \Rightarrow i(t) = 20 - 10 \cos(t) \cdot 10 \sqrt{5} \cos(t - 26^\circ) = 10 \sqrt{5} e^{j26^\circ}$$

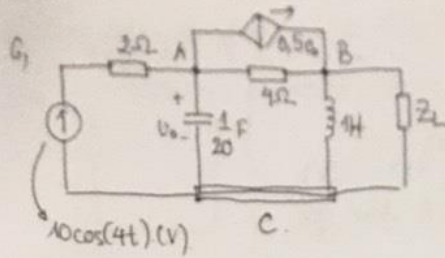
$$u = u_B = -10j = 10 e^{-j90^\circ} = 10 \cos(t - \frac{\pi}{2})$$



$$u(t) = 10 + 3 \cos(t)$$

$$J(t) = 7 \cos(t)$$

$$\text{Tính } i(t)$$



$$V_s Z_L = 2 + 3j$$

B/Đ phức tại $\omega = 4 \text{ rad/s}$ $E = 10(V)$

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j \cdot 4 \cdot \frac{1}{20}} = -5j, \text{ Nút A, B, C, C làm gốc}$$

$$\text{Ng độ phụ } I = 0,5 u_A = 0,5 (u_A - u_C) = 0,5 u_A$$

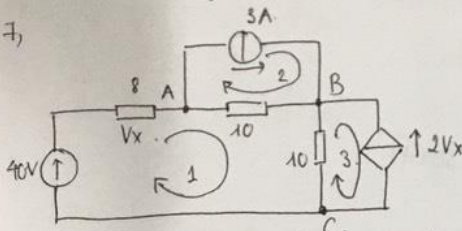
Áp dụng đlap nút.

$$\begin{cases} \text{Nút A: } \frac{u_A - 2}{2} + \frac{u_A - u_B}{4} + \frac{u_A}{Z_C} + 0,5 u_A = 0 \\ \text{Nút B: } \frac{u_B}{Z_L} + \frac{u_B}{Z_L} + \frac{u_B - u_A}{4} = 0,5 u_A \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_A \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{-5j} + \frac{1}{2} \right) - \frac{u_B}{4} = \frac{2}{2} \\ -\frac{u_A}{4} + u_B \left(\frac{1}{4j} + \frac{1}{2+3j} + \frac{1}{4} \right) = 0 \end{cases}$$

$$u_A = 4,72 + 0,12j$$

$$u_B = 3,51 + 4,42j \Rightarrow u_0 = 4,72 + 0,12j \Rightarrow 4,72 \cos(4t + 1,4^\circ) = u(t)$$

7,



Áp dụng đt vòng

Có i_1, i_2, i_3 .

$$\text{Biến đk: } 2V_x = 2 \cdot i_1 \cdot 8 = 16 \cdot i_1$$

$$\text{Gtri cần tìm } V_x = i_1 \cdot 8$$

$$\text{vq 1: } i_1 \cdot 8 + 10(i_1 - i_2) + 10(i_1 - i_3) = 40$$

$$\text{vq 2: Do có nguồn đt độc lập } i_2 = I = 3A$$

$$\text{vq 3: phụ } i_3 = I_2 = 16i_1$$

$$\Rightarrow \text{Pt } i_1(8 + 10 + 10) = 40 + i_2 \cdot 10 + i_3 \cdot 10$$

$$\Rightarrow i_1(8 + 10 + 10 + 160) = 40 + 3 \cdot 10 \Rightarrow i_1 = 0,37(A)$$

$$\Rightarrow u_x = 8 \cdot 0,37 = 2,98(V)$$

Áp dụng đlap nút. A, B, C. Lấy C gốc $2V_x = 2 \cdot u_A$

$$\text{Nút A: } \frac{u_A - 40}{8} + \frac{u_A - u_B}{10} + 3 = 0$$

$$\text{Nút B: } \frac{u_B - u_A}{10} + \frac{u_B}{10} = 3A + (2V_x)$$

$$\Rightarrow \text{Hpt } \begin{cases} u_A \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{10} \right) - \frac{u_B}{10} = \frac{40}{8} - 3 \\ u_B \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10} + 2 \right) - u_A \frac{1}{10} = 3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} u_A \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{10} \right) - \frac{u_B}{10} = \frac{40}{8} - 3 \\ u_A \left(\frac{1}{10} - 2 \right) + \frac{u_B}{10} \cdot 2 = 3 \end{cases}$$

$$u_A = 40 - u_x$$

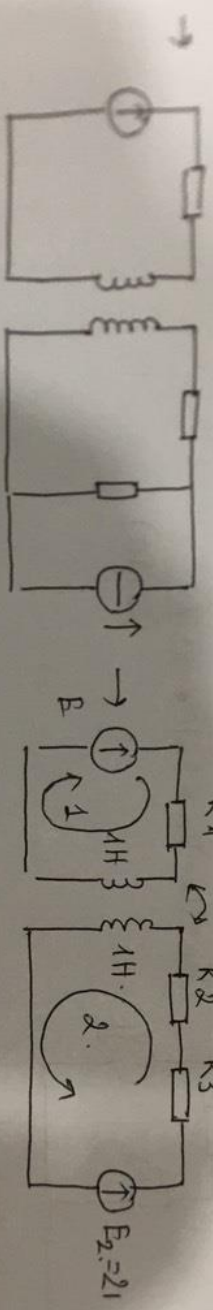
$$\Rightarrow u_x = 40 - u_A$$

$$\Rightarrow \text{vq } 2(40 - u_A)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} u_A \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{10} \right) - \frac{u_B}{10} = \frac{40}{8} - 3 \\ u_A \left(\frac{1}{10} + 2 \right) + \frac{u_B}{10} \cdot 2 = 3 + 2 \cdot 40 \end{cases}$$

$$R_{th} = \frac{U_{oc}}{I_{sc}} = 1 \Omega$$

Áp dụng luật nguyên lý thứ I có $U = I \cdot R = 7 \cdot 3 = 21 \text{ V}$.



③

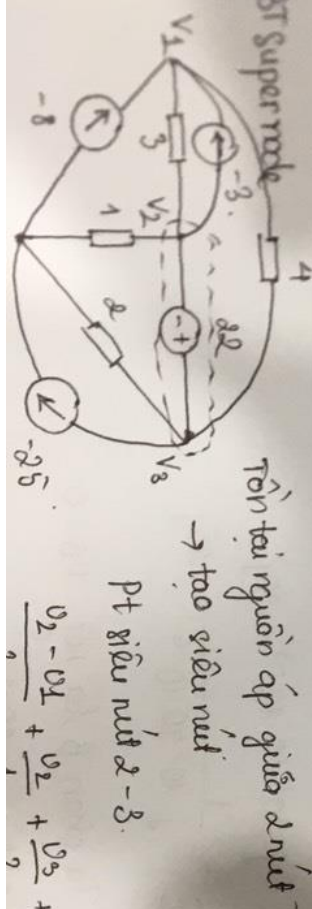
Áp dụng PP dòng i_1, i_2 .

Gethi cần tìm $i = i_1$. $V_{g1} : i_1 R_1 + i_1 Z_{L1} + i_2 M \cdot Z_{L2} = E_1$.

$V_{g2} : i_2 (R_2 + R_3 + Z_{L2}) + i_1 M \cdot Z_{L1} = E_2$.

$$\text{Hpt} \begin{cases} i_1 (1 + j) + i_2 \cdot 1 \cdot 2j = 13 \\ i_1 \cdot j + i_2 (2 + 3 + 2j) = 21 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i_1 = 2,8 - 7,23j \\ i_2 = 2,17 - 1,45j \end{cases}$$

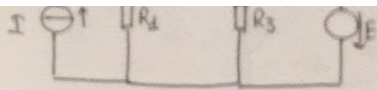
BT Super node



Tồn tại nguồn áp giữa 2 nút \rightarrow tạo siêu nút

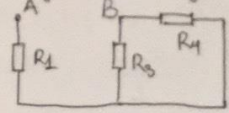
Pt siêu nút 2-3.

$$\frac{U_2 - U_1}{1} + \frac{U_2}{1} + \frac{U_3}{9} + \frac{U_3 - U_1}{4} = 3 + 25$$

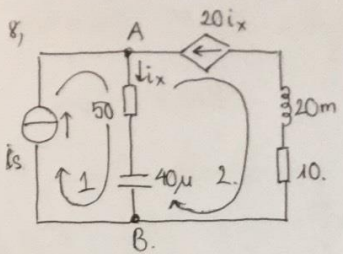


(20+20)

Ngắn nguồn áp, hở nguồn dòng



$$R_1 \text{ nt } (R_3 // R_4) = 20 \Omega$$



$$i_s = 6 \cos(10^3 t), \quad \omega = 10^3 \text{ rad/s}$$

Áp dụng bất phức $i_s = 6 \text{ (A)}$

$$Z_L = j\omega L = j \cdot 10^3 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 20j$$

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j \cdot 10^3 \cdot 40 \cdot 10^{-6}} = -25j$$

Áp dụng p² tại nút vs nút A, B. Ta chọn B là ref. $V_B = 0$.

$$\text{Ng } đg \text{ phụ } \in \text{ tđ đg } 20i_x = 20 \cdot \frac{V_A - V_B}{R + Z_C} = \frac{20 V_A}{R + Z_C}$$

$$\text{Áp dụng Nút A: } \frac{V_A}{R + Z_C} + 0 = i_s + 20i_x = 6 + \frac{20 \cdot V_A}{R + Z_C}$$

$$V_A \left(\frac{1}{R + Z_C} - \frac{20}{R + Z_C} \right) = 6 \Rightarrow V_A = -15,7 + 7,89j$$

$$i_x = \frac{V_A}{R + Z_C} = -0,316 \text{ (A)}$$

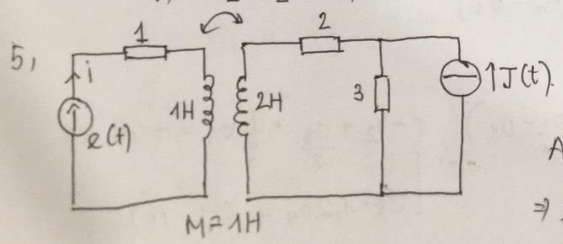
Áp dụng p² để tìm i_1, i_2 .

$$\text{Ng } phụ \in 20i_x = 20i_x. \text{ Gt cần tìm } i_x = (i_1 - i_2) \Rightarrow \text{ng } 20i_x = 20(i_1 - i_2)$$

$$\text{Vg 1: } i_1 = i_s = 6 \text{ (A)}$$

$$\text{Vg 2: } i_2 = -20i_x = -20(-0,316) = 6,316 \text{ (A)}$$

$$i_x = i_1 - i_2 = -0,316 \text{ (A)}$$



$$u(t) = 10 + 3 \cos(t)$$

$$J(t) = 7 \cos(t)$$

Áp dụng bất phức $\omega = 1 \text{ rad/s}$

$$\Rightarrow u(t) = E = 10 + 3 = 13 \text{ (V)}$$

$$J = 7 \text{ (A)}$$