DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

3.1. Đại cương về dòng điện xoay chiều

Tình huống 1: Khi gặp bài toán liên quan đến nhiệt lượng tỏa ra trên điện trở thì làm thế nào?

Giải pháp:

*Biểu thức điện áp và dòng điện: $\begin{cases} u = U_0 cos\left(\omega t + \varphi_u\right) \\ i = I_0 cos\left(\omega t + \varphi_i\right) \\ \varphi = \varphi_u - \varphi_i \end{cases} \left| \begin{array}{l} \omega = 2\pi f \\ U_0 = U\sqrt{2} \\ I_0 = I\sqrt{2} \end{array} \right.$

*Khi đặt điện áp xoay chiều vào R thì công suất tỏa nhiệt và nhiệt lượng tỏa ra sau thời gian t: $\begin{cases} P = I^2 R = \dfrac{U^2}{R} = \dfrac{I_0^2 R}{2} = \dfrac{U_0^2}{2R} \\ Q = Pt = \dfrac{I_0^2 Rt}{2} = I^2 Rt = \dfrac{U_0^2 t}{2R} = \dfrac{U^2 t}{R} \end{cases}$

*Khi đặt điện áp xoay chiều vào RLC thì công suất tỏa nhiệt và nhiệt lượng tỏa ra sau thời gian t: $\begin{cases} P = I^2 R \\ Q = Pt \end{cases}$ với $I = \dfrac{U}{Z}$ và $Z = \sqrt{R^2 + \left(Z_L - Z_C\right)^2} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)^2}$

Chú ý:

1) $\begin{cases} i_{(t_1)} = I_0 cos\left(\omega t_1 + \varphi\right) \\ i'_{(t_1)} = -\omega I_0 \sin\left(\omega t_1 + \varphi\right) \begin{cases} < 0: \text{Đang giảm.} \\ > 0: \text{Đang tăng.} \end{cases} \end{cases}$

2) Nếu mạch RLC mắc nối tiếp thêm một điot lí tưởng thì dòng xoay chiều chỉ đi qua mạch trong một nửa chu kì. Do đó, công suất tỏa nhiệt giảm 2 lần, nhiệt lượng tỏa ra giảm 2 lần và cường độ hiệu dụng giảm $\sqrt{2}$ lần.

Tình huống 2: Khi gặp bài toán liên quan đến thời gian thiết bị hoạt động (sáng, tắt) thì làm thế nào?

Giải pháp:

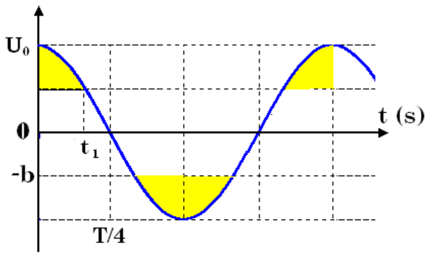
Một thiết bị điện được đặt dưới điện áp xoay chiều u = U_0cosωt (V). Thiết bị chỉ hoạt động khi điện áp tức thời có giá trị không nhỏ hơn b. Vậy thiết bị chỉ hoạt động khi u nằm ngoài khoảng (-b, b) (xem hình vẽ)

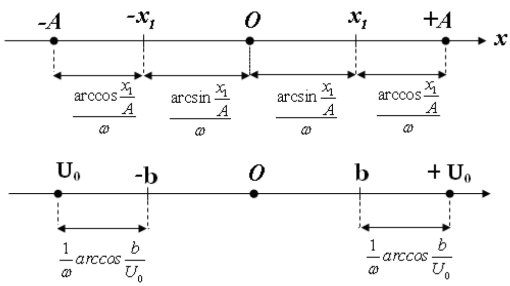
Thời gian hoạt động trong một nửa chu kì: $2t_1 = 2.\dfrac{1}{\omega} arccos\dfrac{b}{U_0}$

Thời gian hoạt động trong một chu kì: $t_T = 4t_1 = 4.\dfrac{1}{\omega} arccos\dfrac{b}{U_0}$

Thời gian hoạt động trong 1 s: $ft_T = f.4.\dfrac{1}{\omega} arccos\dfrac{b}{U_0}$

Thời gian hoạt động trong t s: $t\,ft_T = t.f.4.\frac{1}{\omega}arccos\frac{b}{U_0}$





Tình huống 3: Khi gặp bài toán liên quan đến thời điểm để dòng hoặc điện áp nhận một giá trị nhất định thì làm thế nào?

Giải pháp:

Để xác định các thời điểm có thể dùng giải phương trình lượng giác hoặc dùng vòng tròn lượng giác.

Ví dụ minh họa: Điện áp hai đầu đoạn mạch có biểu thức u = 200cos(100πt + 5π/6) (u đo bằng vôn, t đo bằng giây). Trong khoảng thời gian từ 0 đến 0,02 s điện áp tức thời có giá trị bằng 100 V vào những thời điểm nào?

Hướng dẫn

Cách 1: Giải phương trình lượng giác

$$u = 100 \Rightarrow \cos\left(100\pi t + \frac{5\pi}{6}\right) = \frac{1}{2} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} 100\pi t + \frac{5\pi}{6} = \frac{\pi}{3} + 2\pi \Rightarrow t = \frac{3}{200}(s) \\ 100\pi t + \frac{5\pi}{6} = -\frac{\pi}{3} + 2\pi \Rightarrow t = \frac{5}{600}(s) \end{array}\right.$$

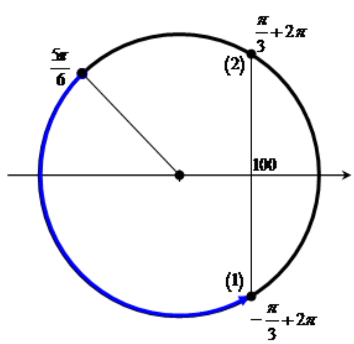
(Nếu không cộng thêm 2π $\left[\begin{array}{l} 100\pi t + \frac{5\pi}{6} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t = -\frac{1}{200}(s) < 0 \\ 100\pi t + \frac{5\pi}{6} = -\frac{\pi}{3} \Rightarrow t = -\frac{7}{600}(s) < 0 \end{array}\right.$!)

Cách 2: Dùng vòng tròn lượng giác

Vị trí xuất phát ứng với pha dao động: $\Phi_0 = \frac{5\pi}{6}$

Lần 1 điện áp tức thời có giá trị bằng 100 V ứng với pha dao động: $\Phi_1 = -\frac{\pi}{3} + 2\pi$ nên thời gian:

$$t_1 = \frac{\Phi_1 - \Phi_0}{\omega} = \frac{-\frac{\pi}{3} + 2\pi - \frac{5\pi}{6}}{100\pi} = \frac{5}{600}(s)$$



Lần 2 điện áp tức thời có giá trị bằng 100 V ứng với pha dao động: $\Phi_2 = \frac{\pi}{3} + 2\pi$ nên thời gian:

$$t_2 = \frac{\Phi_2 - \Phi_0}{\omega} = \frac{\frac{\pi}{3} + 2\pi - \frac{5\pi}{6}}{100\pi} = \frac{3}{200}(s)$$

Chú ý:

1) Nếu không hạn chế bởi điều kiện đang tăng hoặc đang giảm thì ứng với một điểm trên trục ứng với hai điểm trên vòng tròn lượng giác (trừ hai vị trí biên). Do đó, trong chu kì đầu tiên có hai thời điểm t_1 và t_2; chu kì thứ 2 có hai thời điểm $t_3 = t_1 + T$ và $t_4 = t_2 + T$;... $t_{2n+1} = t_1 + nT$ và $t_{2n+2} = t_2 + nT$. Ta có thể rút ra 'mẹo' làm nhanh:

$$\frac{\text{Số lần}}{2} = n \begin{cases} \text{nếu dư } 1 \Rightarrow t = nT + t_1 \\ \text{nếu dư } 2 \Rightarrow t = nT + t_2 \end{cases}$$

2) Trong một chu kì có 4 thời điểm để $/u/ = b < U_0$. Để tìm thời điểm lần thứ n mà $/u/ = b$ ta cần lưu ý:

$$\left\{\begin{array}{l|l} \textit{Lần 1 đến } u_1 \textit{ là} : t_1. & \textit{Lần } 4n+1 \textit{ đến } u_1 \textit{ là} : t_{4n+1} = nT + t_1 \\ \textit{Lần 2 đến } u_1 \textit{ là} : t_2. & \textit{Lần } 4n+2 \textit{ đến } u_1 \textit{ là} : t_{4n+2} = nT + t_2 \\ \textit{Lần 3 đến } u_1 \textit{ là} : t_3. & \textit{Lần } 4n+3 \textit{ đến } u_1 \textit{ là} : t_{4n+3} = nT + t_3 \\ \textit{Lần 4 đến } u_1 \textit{ là} : t_4. & \textit{Lần } 4n+4 \textit{ đến } u_1 \textit{ là} : t_{4n+4} = nT + t_4 \end{array}\right.$$

Ta có thể rút ra 'mẹo' làm nhanh: $\frac{\text{Số lần}}{4} = n \begin{cases} \text{nếu dư } 1 \Rightarrow t = nT + t_1 \\ \text{nếu dư } 2 \Rightarrow t = nT + t_2 \\ \text{nếu dư } 3 \Rightarrow t = nT + t_3 \\ \text{nếu dư } 4 \Rightarrow t = nT + t_4 \end{cases}$

Tình huống 4: Khi gặp các bài toán cho (tìm) giá trị tức thời ở các thời điểm thì làm thế nào?

Giải pháp:

Nếu biết giá trị tức thời ở thời điểm này tìm giá trị ở thời điểm khác ta có thể giải phương trình lượng giác hoặc dùng vòng tròn lượng giác.

Ví dụ minh họa: Tại thời điểm t, điện áp u = 200$\sqrt{2}$ cos(100πt - π/2) (trong đó u tính bằng V, t tính bằng s) có giá trị 100$\sqrt{2}$ (V) và đang giảm. Sau thời điểm đó 1/300 (s), điện áp này có giá trị là bao nhiêu?

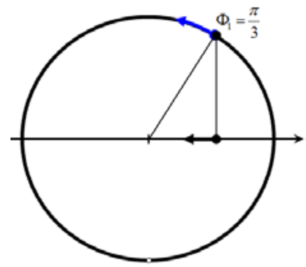
Hướng dẫn

Cách 1: $\begin{cases} u_{(t_1)} = 200\sqrt{2}cos\left(\omega t_1 - \frac{\pi}{2}\right) = 100\sqrt{2} \\ u'_{(t_1)} = -200\omega\, sin\left(\omega t_1 - \frac{\pi}{2}\right) < 0 \end{cases} \Rightarrow \omega t_1 - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \omega t_1 = \frac{5\pi}{6}$

$\Rightarrow u_{\left(t_1 + \frac{1}{300}\right)} = 200\sqrt{2}cos\left[\omega\left(t_1 + \frac{1}{300}\right) - \frac{\pi}{2}\right] = -100\sqrt{2}(V) \Rightarrow$ Chọn C.

Cách 2:

Khi u = $100\sqrt{2}$ (V) và đang giảm thì pha dao động có thể chọn: $\Phi_1 = \frac{\pi}{3}$.



Sau thời điểm đó 1/300 (s) (tương ứng với góc quét $\Delta\phi = \omega\Delta t = 100\pi/300 = \pi/3$) thì pha dao động: $\Phi_2 = \Phi_1 + \Delta\Phi = \frac{2\pi}{3}$

$\Rightarrow u_2 = 200\sqrt{2}cos\Phi_2 = -100\sqrt{2}\left(V\right) \Rightarrow$ Chọn C.

Tình huống 5: Khi gặp bài toán liên quan đến điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng dây dẫn thì làm thế nào?

Giải pháp:

Theo định nghĩa: $i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow dq = idt$.

Điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn tính từ thời điểm t_1 đến t_2:

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} idt.$$

$$\begin{cases} i = I_0\sin\left(\omega t + \varphi\right) \Rightarrow Q = -\frac{I_0}{\omega}\cos\left(\omega t + \varphi\right)\Big|_{t_1}^{t_2} = -\frac{I_0}{\omega}\left[\cos\left(\omega t_2 + \varphi\right) - \cos\left(\omega t_1 + \varphi\right)\right] \\ i = I_0\cos\left(\omega t + \varphi\right) \Rightarrow Q = \frac{I_0}{\omega}\sin\left(\omega t + \varphi\right)\Big|_{t_1}^{t_2} = \frac{I_0}{\omega}\left[\sin\left(\omega t_2 + \varphi\right) - \sin\left(\omega t_1 + \varphi\right)\right] \end{cases}$$

Chú ý:

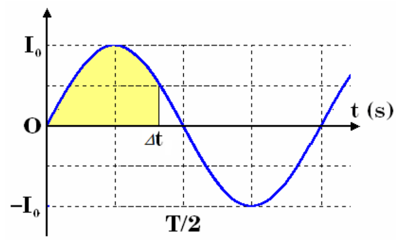
1) Để tính điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong thời gian Δt kể từ lúc dòng điện bằng 0, ta có thể làm theo hai cách:

Cách 1: Giải phương trình i = 0 để tìm ra t_1 sau đó tính tích phân: $Q = \int_{t_1}^{t_1+\Delta t} idt$

Cách 2: Viết lại biểu thức dòng điện dưới dạng $i = I_0\sin\omega t$ *và tính tích phân*

$Q = \int_0^{\Delta t} I_0\sin\omega t dt = \frac{I_0}{\omega}\left(1 - \cos\omega\Delta t\right)$ *(tích phân này chính là diện tích phần tô màu trên đồ thị).*

$$*Khi \begin{cases} \Delta t = \frac{T}{6} \Rightarrow Q_{T/6} = \frac{I_0}{2\omega} \\ \Delta t = \frac{T}{4} \Rightarrow Q_{T/4} = \frac{I_0}{\omega} \\ \Delta t = \frac{T}{2} \Rightarrow Q_{T/2} = 2\frac{I_0}{\omega} \\ \Delta t = T \Rightarrow Q_T = 0 \end{cases}$$



2) Dòng điện đổi chiều lúc nó triệt tiêu i = 0.
3) Khoảng thời gian hai lần liên tiếp dòng điện triệt tiêu là T/2 nên điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong thời gian trong thời gian đó là:

$$Q_{T/2} = \int_0^{T/2} I_0 \sin\omega t dt = \frac{I_0}{\omega}\left(1-\cos\omega t\right)\Big|_0^{T/2} = \frac{2I_0}{\omega}$$

Đến nửa chu kì tiếp theo cũng có $\frac{2I_0}{\omega}$ điện lượng chuyển về nên điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong một chu kì là bằng 0 nhưng độ lớn điện lượng chuyển đi chuyển về là $\left|Q\right|_T = \frac{4I_0}{\omega}$.

Độ lớn điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn sau 1s và sau thời gian t lần lượt là $\frac{1}{T}\left|Q\right|_T$ và $\frac{t}{T}\left|Q\right|_T$.

Tình huống 6: Khi gặp bài toán tìm thể thể tích khí thoát ra khi điện phân dung dịch axit thì làm thế nào?

Giải pháp:

+ Điện lượng qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong 1/2 chu kỳ: $Q_{1/2} = 2I_0/\omega$.
+ Thể tích khí H_2 và O_2 ở ĐKTC thoát ra ở mỗi điện cực trong nửa chu kì lần lượt là:

$V_1 = \frac{Q_{1/2}}{96500}11,2\left(l\right)$ và $V_2 = \frac{Q_{1/2}}{96500}5,6\left(l\right)$.

+ Thể tích khí H_2 và O_2 ở ĐKTC thoát ra ở mỗi điện cực trong thời gian t lần lượt là:

$V_{H_2} = \frac{t}{T}V_1$ và $V_{O_2} = \frac{t}{T}V_2$.

+ Tổng thể tích khí H_2 và O_2 ở ĐKTC thoát ra ở mỗi điện cực trong thời gian t là:

$V = V_{H_2} + V_{O_2} = \frac{t}{T}\left(V_1 + V_2\right)$.

3.2. CÁC MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU CHỈ R HOẶC CHỈ C HOẶC CHỈ L

Tình huống 1: Khi gặp bài toán liên quan đến định luật Ôm thì làm thế nào?

Giải pháp:

Mạch chỉ R: $I = \frac{U}{R}$, $I_0 = \frac{U_0}{R}$

Mạch chỉ C: $I = \frac{U}{Z_C}$, $I_0 = \frac{U_0}{Z_C}$ với $Z_C = \frac{1}{\omega C}$

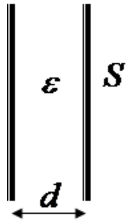
Mạch chỉ L: $I = \frac{U}{Z_L}$, $I_0 = \frac{U_0}{Z_L}$ với $Z_L = \omega L$

Chú ý:

1) Điện dung của tụ điện phẳng tính theo công thức: $C = \frac{\varepsilon.S}{9.10^9.4\pi d}$ (ε là hằng số điện môi, d là khoảng cách giữa hai bản tụ và S là diện tích đối diện giữa các bản tụ).

2) Khi chất điện môi trong tụ là không khí thì ε_0 = 1 nên $C_0 = \dfrac{S}{9.10^9.4\pi d}$ *và cường độ hiệu dụng chạy qua tụ* $I = \dfrac{U}{Z_C} = \omega C_0 U$.

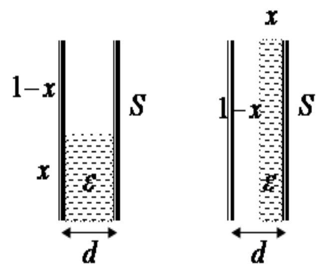
**Nếu nhúng các bản tụ ngập vào trong điện môi lỏng (có hằng số điện môi ε) và các yếu tố khác không đổi thì điện dung của tụ* $C = \dfrac{\varepsilon.S}{9.10^9.4\pi d} = \varepsilon C_0$ *nên cường độ hiệu dụng qua tụ là* $I' = \omega CU = \varepsilon I$.



**Nếu nhúng x phần trăm diện tích các bản tụ ngập vào trong điện môi lỏng (có hằng số điện môi ε) và các yếu tố khác không đổi thì bộ tụ C gồm hai tụ C_1, C_2 ghép song song:* $C_1 = \dfrac{(1-x)S}{9.10^9.4\pi d} = (1-x)C_0$, $C_2 = \dfrac{\varepsilon xS}{9.10^9.4\pi d} = \varepsilon x C_0$

$\Rightarrow$ $C = C_1 + C_2 = (1 - x + \varepsilon x)C_0$. *Cường độ hiệu dụng qua mạch lúc này là* $I' = \omega CU = (1 - x + \varepsilon x)I$.

**Nếu ghép sát vào một bản tụ một tấm điện môi có hằng số điện môi ε có bề dày bằng x phần trăm bề dày của lớp không khí và các yếu tố khác không đổi thì bộ tụ C gồm hai tụ C_1, C_2 ghép nối tiếp:*



$C_1 = \dfrac{S}{9.10^9.4\pi(1-x)d} = \dfrac{C_0}{(1-x)}$, $C_2 = \dfrac{\varepsilon S}{9.10^9.4\pi xd} = \dfrac{\varepsilon C_0}{x}$

$\Rightarrow C = \dfrac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = \dfrac{\varepsilon}{x + \varepsilon(1-x)}C_0$*).*

Cường độ hiệu dụng qua mạch lúc này là $I' = \omega CU = \dfrac{\varepsilon}{x + \varepsilon(1-x)}I$.

Tình huống 2: Khi gặp bài toán liên quan đến quan hệ giá trị tức thời u, i đối với mạch chỉ R hoặc chỉ L hoặc chỉ C thì làm thế nào?

Giải pháp:

Mạch chỉ R thì u và i cùng pha nên $R = \dfrac{U}{I} = \dfrac{U_0}{I_0} = \dfrac{u}{i}$.

Mạch chỉ L thì u sớm hơn i là π/2 nên $Z_L = \omega L = \dfrac{U}{I} = \dfrac{U_0}{I_0} \neq \dfrac{u}{i}$

$$\begin{cases} i = I_0 \cos\omega t \\ u = U_0 \cos\left(\omega t + \dfrac{\pi}{2}\right) = -U_0 \sin\omega t \end{cases} \Rightarrow \left(\dfrac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\dfrac{u}{U_0}\right)^2 = 1 \begin{cases} I_0 = I\sqrt{2} \\ U_0 = U\sqrt{2} \end{cases}$$

Mạch chỉ C thì u trễ hơn i là π/2 nên $Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{U}{I} = \dfrac{U_0}{I_0} \neq \dfrac{u}{i}$

$$\begin{cases} i = I_0 \cos \omega t \\ u = U_0 \cos\left(\omega t - \dfrac{\pi}{2}\right) = U_0 \sin \omega t \end{cases} \Rightarrow \left(\frac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\frac{u}{U_0}\right)^2 = 1 \begin{cases} I_0 = I\sqrt{2} \\ U_0 = U\sqrt{2} \end{cases}$$

Đối với mạch chỉ L, C thì u vuông pha với i nên $\left(\dfrac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\dfrac{u}{U_0}\right)^2 = 1$

$\Rightarrow \begin{cases} i = 0 \Leftrightarrow u = \pm U_0 \\ u = 0 \Leftrightarrow i = \pm I_0 \end{cases}$ (Đồ thị quan hệ u, i là đường elip).

Chú ý: Hộp kín X chỉ chứa một trong 3 phần tử là R hoặc C hoặc L. Đặt vào hai đầu hộp X một điện áp xoay chiều thì điện áp trên X và dòng điện trong mạch ở thời điểm t_1 có giá trị lần lượt là i_1, u_1 và ở thời điểm t_2 thì i_2, u_2.

**Nếu $\dfrac{u_1}{i_1} = \dfrac{u_2}{i_2} = a$ thì X = R = a.*

**Ngược lại mạch chỉ L hoặc C.*

(Để xác định được L hay C thì nên lưu ý: Nếu f tăng thì Z_L tăng nên I giảm còn Z_C giảm nên I tăng).

Tình huống 3: Khi gặp bài toán liên quan đến biểu thức u, i trong mạch chỉ R hoặc chỉ L hoặc chỉ C thì làm thế nào?

Giải pháp:

Mạch chỉ R thì u và i cùng pha và $R = \dfrac{U}{I} = \dfrac{U_0}{I_0} = \dfrac{u}{i}$.

Mạch chỉ L thì u sớm hơn i là π/2 và $Z_L = \omega L = \dfrac{U_0}{I_0}$

Mạch chỉ C thì u trễ hơn i là π/2 và $Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{U_0}{I_0}$

Đối với mạch chỉ L, C thì u vuông pha với i nên $\left(\dfrac{i}{I_0}\right)^2 + \left(\dfrac{u}{U_0}\right)^2 = 1$

Chú ý:

1) Mạch gồm L nối tiếp với C thì điện áp hai đầu đoạn mạch $u = u_L + u_C$ với $\dfrac{u_L}{Z_L} = -\dfrac{u_C}{Z_C}$.

2) Nếu cho $\begin{cases} i_1 \\ u_1 \end{cases}$ thì dựa vào hệ thức $\dfrac{i_1^2}{I_0^2} + \dfrac{u_1^2}{U_0^2} = 1 \xrightarrow[\text{hoặc } U_0 = I_0 Z_C]{\text{Thay } U_0 = I_0 Z_L} \begin{cases} I_0 = ? \\ U_0 = ? \end{cases}$

$$\begin{cases} \text{Mạch chỉ C thì i sớm hơn u là } \pi / 2. \\ \text{Mạch chỉ L thì i trễ hơn u là } \pi / 2. \end{cases}$$

3) Nếu cho $\begin{cases} i_1; i_2 \\ u_1; u_2 \end{cases}$ *thì dựa vào 2 hệ thức* $\begin{cases} \dfrac{i_1^2}{I_0^2} + \dfrac{u_1^2}{U_0^2} = 1 \\ \dfrac{i_2^2}{I_0^2} + \dfrac{u_2^2}{U_0^2} = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_0 = ? \\ U_0 = ? \end{cases}$

$$\begin{cases} \text{Mạch chỉ } C \text{ thì } i \text{ sớm hơn } u \text{ là } \pi/2 \text{ và } Z_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{U_0}{I_0} \Rightarrow \omega = ?. \\ \text{Mạch chỉ } L \text{ thì } i \text{ trễ hơn } u \text{ là } \pi/2 \text{ và } Z_L = \omega L = \dfrac{U_0}{I_0} \Rightarrow \omega = ?. \end{cases}$$

4) Vì với mạch chỉ chứa L hoặc C thì u và i vuông pha nhau nên thường có bài toán cho điện áp (dòng điện) ở thời điểm này tìm dòng điện (điện áp) ở thời điểm trước đó hoặc sau đó một khoảng thời gian (vuông pha) $\Delta t = (2n + 1)T/4$:

$|u_1| = |i_2| Z_{L,C}; |u_2| = |i_1| Z_{L,C}$.

3.3. MẠCH R, L, C NỐI TIẾP

Tình huống 1: Khi gặp bài toán liên quan đến tổng trở, độ lệch pha, giá trị hiệu dụng thì làm thế nào?

Giải pháp:

Tổng trở $\left[\begin{array}{l} Z = \sqrt{R^2 + \left(Z_L - Z_C\right)^2} \\ Z = \sqrt{\left(\sum R\right)^2 + \left(\sum Z_L - \sum Z_C\right)^2} \end{array} \right.$

Độ lệch pha: $\left[\begin{array}{l} \tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} = \dfrac{U_L - U_C}{U_R} \\ \tan\varphi = \dfrac{\sum Z_L - \sum Z_C}{\sum R} = \dfrac{\sum U_L - \sum U_C}{\sum U_R} \end{array} \right.$

$$\Rightarrow \begin{cases} \varphi > 0: u \text{ sớm pha hơn i} \Rightarrow \text{mạch có tính cảm} \\ \varphi < 0: u \text{ trễ pha hơn i} \Rightarrow \text{mạch có tính dung} \\ \varphi = 0: u, i \text{ cùng pha.} \end{cases}$$

Cường độ hiệu dụng: $I = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{U_R}{R} = \dfrac{U_L}{Z_L} = \dfrac{U_C}{Z_C} = \dfrac{U_{MN}}{Z_{MN}}$

Điện áp trên đoạn mạch: $U_{MN} = IZ_{MN} = \dfrac{U}{Z} Z_{MN}$

Tình huống 2: Khi gặp bài toán liên quan đến thay đổi các linh kiện trong mạch thì điện áp phân bố lại như thế nào?

Giải pháp:

$$\begin{cases} U=\sqrt{U_R^2+\left(U_L-U_C\right)^2} \begin{cases} Z_L=n_1R \\ Z_C=n_2R \end{cases} \\ U^2=U'^2_R+\left(U'_L-U'_C\right)^2 \Rightarrow U'_R=? \end{cases}$$

Tình huống 3: Khi cho biết các giá trị tức thời u_R, u_L, u_C và u làm thế nào để tính độ lệch pha?

Giải pháp:

$\begin{cases} i=I_0\cos\omega t \\ u=U_0\cos\left(\omega t+\varphi\right) \\ u_L=U_{0L}\cos\left(\omega t+\dfrac{\pi}{2}\right) \\ u_C=U_{0C}\cos\left(\omega t-\dfrac{\pi}{2}\right) \end{cases}$. Khi cho biết các giá trị tức thời $\begin{cases} u=u_1 \\ u_L=u_2 \\ u_C=u_3 \end{cases}$ thì ta sẽ tìm được $\left(\omega t+\varphi\right)=\pm\alpha_1;\left(\omega t+\dfrac{\pi}{2}\right)=\pm\alpha_2;\left(\omega t-\dfrac{\pi}{2}\right)=\pm\alpha_3$ và phải lựa chọn dấu cộng hoặc trừ để sao cho $\left(\omega t-\dfrac{\pi}{2}\right)<\left(\omega t+\varphi\right)<\left(\omega t+\dfrac{\pi}{2}\right)$. Từ đó sẽ tìm được φ.

Chú ý:

1) Nếu cho giá trị tức thời điện áp ở hai thời điểm thì vẫn có thể tính được φ.

2) Nếu cho giá trị tức thời điện áp và dòng điện ở hai thời điểm tính được φ:

$$\begin{cases} u=U_0\cos\omega t\xrightarrow[u=u_0\text{ và u giảm (tăng)}]{t=t_0}\omega t_0=? \\ i=I_0\cos\left(\omega t-\varphi\right)\xrightarrow[i=0\text{ và i giảm (tăng)}]{t=t_0+\Delta t}\varphi=? \end{cases}$$

Tình huống 4: Phương pháp truyền thống dùng để viết biểu thức dòng điện và điện áp là gì?

Giải pháp:

$$I_0=\frac{U_0}{Z}=\frac{U_{0R}}{R}=\frac{U_{0L}}{Z_L}=\frac{U_{0C}}{Z_C}=\frac{U_{0MN}}{Z_{MN}}$$

$$\begin{cases} Z=\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2} \\ \tan\varphi=\dfrac{Z_L-Z_C}{R} \end{cases} \quad \begin{cases} Z_{MN}=\sqrt{R_{MN}^2+\left(Z_{L_{MN}}-Z_{C_{MN}}\right)^2} \\ \tan\varphi_{MN}=\dfrac{Z_{L_{MN}}-Z_{C_{MN}}}{R_{MN}} \end{cases}$$

a) Nếu cho $i = I_0 cos\left(\omega t + \varphi_i\right)$ thì $\begin{cases} u = I_0 Zcos\left(\omega t + \varphi_i + \varphi\right) \\ u_R = I_0 Rcos\left(\omega t + \varphi_i\right) \\ u_L = I_0 Z_L cos\left(\omega t + \varphi_i + \pi / 2\right) \\ u_C = I_0 Z_C cos\left(\omega t + \varphi_i - \pi / 2\right) \\ u_{MN} = I_0 Z_{MN} cos\left(\omega t + \varphi_i + \varphi_{MN}\right) \end{cases}$

b) Nếu cho $u = U_0 cos\left(\omega t + \varphi_u\right)$ thì $i = \dfrac{U_0}{Z} cos\left(\omega t + \varphi_u - \varphi\right)$.

c) Nếu cho $u_{MN} = U_{0MN} cos\left(\omega t + \alpha\right)$ thì $i = \dfrac{U_{0MN}}{Z} cos\left(\omega t + \alpha - \varphi_{MN}\right)$.

Sau khi viết được biểu thức của i sẽ viết được biểu thức các điện áp khác theo cách làm trên.

Chú ý: Nếu có dạng sin thì đổi sang dạng cos: $\sin\left(\omega t + \alpha\right) = \cos\left(\omega t + \alpha - \dfrac{\pi}{2}\right)$

Tình huống 5: Làm thế nào để ứng dụng các phép tính đối với số phức để viết biểu thức u, i?

Giải pháp:

	Biểu thức	Dạng phức trong máy FX-570
Tổng trở	$Z = \sqrt{R^2 + \left(Z_L - Z_C\right)^2}$	$\overline{Z} = R + i\left(Z_L - Z_C\right)$ (với i số ảo)
	$Z_{MN} = \sqrt{R_{MN}^2 + \left(Z_{L_{MN}} - Z_{C_{MN}}\right)^2}$	$\overline{Z}_{MN} = R_{MN} + i\left(Z_{L_{MN}} - Z_{C_{MN}}\right)$ $\overline{Z}_L = Z_L i$, $\overline{Z}_C = -Z_C i$ (với i số ảo)
Dòng điện	$i = I_0 \cos\left(\omega t + \varphi_i\right)$	$i = I_0 \angle \varphi_i$
Điện áp	$u = U_0 \cos\left(\omega t + \varphi_u\right)$	$u = U_0 \angle \varphi_u$
Định luật Ôm	$I = \dfrac{U}{Z}$ *nhưng* $i \neq \dfrac{u}{Z}$	$i = \dfrac{u}{\overline{Z}}$
	$I = \dfrac{U_{MN}}{Z_{MN}}$ *nhưng* $i \neq \dfrac{u_{MN}}{Z_{MN}}$	$i = \dfrac{u_{MN}}{\overline{Z}_{MN}}$
	$U = IZ$ *nhưng* $u \neq iZ$	$u = i\overline{Z}$
	$U_{MN} = IZ_{MN}$ *nhưng* $u_{MN} \neq iZ_{MN}$	$u_{MN} = i\overline{Z}_{MN}$
	$U_{MN} = IZ_{MN} = \dfrac{U}{Z} Z_{MN}$ *nhưng* $u_{MN} \neq \dfrac{u}{Z} Z_{MN}$	$u_{MN} = \dfrac{u}{\overline{Z}} \overline{Z}_{MN}$
	$U = IZ = \dfrac{U_{MN}}{Z_{MN}} Z$ *nhưng* $u \neq \dfrac{u_{MN}}{Z_{MN}} Z$	$u = \dfrac{u_{MN}}{\overline{Z}_{MN}} \overline{Z}$

Biểu thức dòng điện: $i = \frac{u}{\overline{Z}} = \frac{u_R}{R} = \frac{u_L}{\overline{Z}_L} = \frac{u_C}{\overline{Z}_C} = \frac{u_{MN}}{\overline{Z}_{MN}}$

Cài đặt tính toán với số phức trong máy tính casino fx-570es

+BẤM $\boxed{\text{MODE}}$ $\boxed{2}$ **(Để cài đặt tính toán với số phức)**

+BẤM $\boxed{\text{SHTFT}}$ $\boxed{\text{MODE}}$ $\boxed{\nabla}$ $\boxed{3}$ $\boxed{2}$ **(Để cài đặt hiện thị số phức dạng A ∠ φ)**

+BẤM $\boxed{\text{SHTFT}}$ $\boxed{\text{MODE}}$ $\boxed{4}$ **(Để cài đặt đơn vị góc là rad).**

Dựa vào công thức: $i = \frac{u}{\overline{Z}} = \frac{u_R}{R} = \frac{u_L}{\overline{Z}_L} = \frac{u_C}{\overline{Z}_C} = \frac{u_{MN}}{\overline{Z}_{MN}}$

Tình huống 6: Làm thế nào để ứng dụng các phép tính cộng trừ các số phức tìm hộp kín khi cho biết biểu thức dòng hoặc điện áp?

Giải pháp:

+BẤM $\boxed{\text{MODE}}$ $\boxed{2}$ **(Để cài đặt tính toán với số phức)**

*Nếu cho biểu thức dòng và điện áp hai đầu đoạn mạch $\begin{cases} u = U_0\cos(\omega t + \varphi_u) \\ i = I_0\cos(\omega t + \varphi_i) \end{cases}$ thì có thể

tìm trở kháng: $\overline{Z} = R + i(Z_L - Z_C) = \frac{u}{i} = \frac{U_0\angle\varphi_u}{I_0\angle\varphi_i}$

Chú ý : Mạch điện áp xoay chiều AB gồm hai đoạn mạch AM (đã biết) và MB (chưa biết) mắc nối tiếp. Để xác định MB ta dựa vào: $\overline{Z}_{MB} = \frac{u_{MB}}{i} = \frac{u_{MB}}{u_{AM}} \times \overline{Z}_{AM}$.

Tình huống 7: Khi gặp bài toán liên quan đến điều kiện cộng hưởng thì làm thế nào?

Giải pháp:

$$\left[\begin{array}{l} Z_L = Z_C \Leftrightarrow L\omega = \frac{1}{\omega C} \Leftrightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Leftrightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Leftrightarrow T = 2\pi\sqrt{LC} \\ \sum Z_L = \sum Z_C \Leftrightarrow \sum L\omega = \sum \frac{1}{\omega C} \end{array}\right.$$

Hệ quả của hiện tượng: $\begin{cases} I_{max} = \frac{U}{R} \Rightarrow P_{cong\_huong} = I_{max}^2 R = \frac{U^2}{R} \\ \tan\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 0 \text{ nên } u = u_R, i: \text{cùng pha} \Rightarrow \begin{cases} \vec{U}_L \perp \vec{U} \\ \vec{U}_C \perp \vec{U} \end{cases} \end{cases}$

Chú ý: Nếu cho biểu thức u, u_L hoặc u_C ta tính được độ lệch pha của u với u_L hoặc u_C. Mặt khác u_L sớm hơn i là π/2 và u_C trễ hơn i là π/2 ; từ đó suy ra φ.

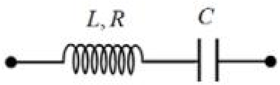
Tình huống 8: Khi gặp bài toán liên quan đến điều kiện cộng hưởng và cho biết R^2 = nL/C thì làm thế nào?

Giải pháp:

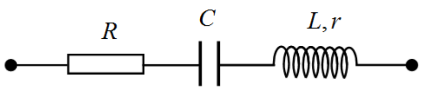
Từ $R^2 = nL/C$ suy ra: $R^2 = nZ_LZ_C$ và $U_R^2 = nU_LU_C$.

Từ điều kiện cộng hưởng để tính các điện áp, ta vận dụng các công thức sau:

$$\begin{cases} U^2 = U_R^2 + \underbrace{\left(U_L - U_C\right)^2}_{=0} \Rightarrow U_R = U \\ U_{cd}^2 = U_R^2 + U_L^2 \Rightarrow U_C = U_L = ? \end{cases}$$



$$\begin{cases} U_{RC}^2 = U_R^2 + U_C^2; U^2 = \left(U_R + U_r\right)^2 + \underbrace{\left(U_L - U_C\right)^2}_{0} \\ U_{rL}^2 = U_r^2 + U_L^2; U_{rLC}^2 = U_r^2 + \underbrace{\left(U_L - U_C\right)^2}_{0} \end{cases}$$



Chú ý: Tại vị trí cộng hưởng thì I_{max}, P_{max}, U_{Rmax}. Để xác định xu thế tăng giảm ta căn cứ vào phạm vi biến thiên: càng gần vị trí cộng hưởng thì I, P, U_R càng lớn; càng xa vị trí cộng hưởng thì các đại lượng đó càng bé.

Tình huống 9: Khi gặp bài toán liên quan đến tần số của mạch mắc nối tiếp và tần số của các mạnh thành phần thì làm thế nào?

Giải pháp:

Khi mạch $R_1L_1C_1$ xảy ra cộng hưởng ta có: $\omega_1^2 L_1C_1 = 1$.

Khi mạch $R_2L_2C_2$ xảy ra cộng hưởng ta có: $\omega_2^2 L_2C_2 = 1$.

Khi mạch $R_1L_1C_1$ nối tiếp $R_2L_2C_2$ xảy ra cộng hưởng ta có: $\omega L_1 + \omega L_2 = \frac{1}{\omega C_1} + \frac{1}{\omega C_2}$.

Nếu cho liên hệ L thì khử C: $\begin{cases} \omega_1^2 L_1C_1 = 1 \Rightarrow \frac{1}{C_1} = \omega_1^2 L_1 \\ \omega_2^2 L_2C_2 = 1 \Rightarrow \frac{1}{C_2} = \omega_2^2 L_2 \\ \omega L_1 + \omega L_2 = \frac{1}{\omega C_1} + \frac{1}{\omega C_2} \end{cases}$

$$\Rightarrow \omega^2\left(L_1 + L_2\right) = \omega_1^2 L_1 + \omega_2^2 L_2$$

Nếu cho liên hệ C thì khử L: $\begin{cases} \omega_1^2 L_1C_1 = 1 \Rightarrow L_1 = \frac{1}{\omega_1^2 C_1} \\ \omega_2^2 L_2C_2 = 1 \Rightarrow L_2 = \frac{1}{\omega_2^2 C_2} \end{cases}$

$$\omega L_1 + \omega L_2 = \frac{1}{\omega C_1} + \frac{1}{\omega C_2} \Rightarrow \left(\frac{1}{\omega_1^2 C_1} + \frac{1}{\omega_2^2 C_2}\right) = \frac{1}{\omega^2}\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)$$

Sau khi tìm được liên hệ các ω ta suy ra liên hệ các f hoặc các T.

Tình huống 10: Khi gặp bài toán liên quan đến sự vuông pha của các điện áp trên các đoạn mạch thì làm thế nào?

Giải pháp

*Trên đoạn mạch không phân nhánh chỉ chứa các phần tử R, L và C. Giả sử M, N, P và Q là các điểm trên đoạn mạch đó. Độ lệch pha của u_{MN}, u_{PQ} so với dòng điện lần lượt là: $\tan\varphi_{MN} = \dfrac{Z_{L_{MN}} - Z_{C_{MN}}}{R_{MN}}$ và $\tan\varphi_{PQ} = \dfrac{Z_{L_{PQ}} - Z_{C_{PQ}}}{R_{PQ}}$.

*$u_{MN} \perp u_{PQ}$ khi và chỉ khi $\tan\varphi_{MN}\tan\varphi_{PQ} = -1 \Leftrightarrow \dfrac{Z_{L_{MN}} - Z_{C_{MN}}}{R_{MN}}.\dfrac{Z_{L_{PQ}} - Z_{C_{PQ}}}{R_{PQ}} = -1$

Tình huống 11: Khi gặp bài toán cho biết độ lệch pha của các điện áp hoặc các dòng điện là Δφ ≠ π/2 thì làm thế nào?

Giải pháp:

Nếu $\varphi_2 - \varphi_1 = \Delta\varphi$ thì $\tan(\varphi_2 - \varphi_1) = \dfrac{\tan\varphi_2 - \tan\varphi_1}{1 + \tan\varphi_2\tan\varphi_1} = \tan\Delta\varphi$ với

$\tan\varphi_1 = \dfrac{Z_{L_1} - Z_{C_1}}{R_1}$ và $\tan\varphi_2 = \dfrac{Z_{L_2} - Z_{C_2}}{R_2}$.

Tình huống 12: Khi mạch RLC nối với nguồn xoay chiều thì tính công suất và hệ số công suất như thế nào?

Giải pháp:

Công suất tỏa nhiệt: $P = I^2R = \dfrac{U^2R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

Hệ số công suất: $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z} = \dfrac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$

Điện năng tiêu thụ sau thời gian t: A = Pt

Chú ý:

1) Nếu cho biết cosφ, U và R thì tính công suất theo công thức:

$$P = UI\cos\varphi \begin{cases} I = \dfrac{U}{Z} \\ Z = \dfrac{R}{\cos\varphi} \end{cases} \Rightarrow P = \dfrac{U^2}{R}\cos^2\varphi$$

2) Kết hợp $\dfrac{P_2}{P_1} = \dfrac{\cos^2\varphi_2}{\cos^2\varphi_1}$ *với điều kiện* $\varphi_1 \pm \varphi_2 = \alpha$ *ta tính được các đại lượng khác.*

Tình huống 13: Khi cho biết công suất tiêu thụ trên toàn mạch hoặc trên một đoạn mạch để tính điện trở thì làm thế nào?

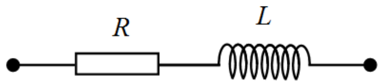
Giải pháp:

Dựa vào công thức: $P = I^2R = \dfrac{U^2R}{R^2 + \left(Z_L - Z_C\right)^2}$

Tình huống 14: Khi gặp bài toán liên quan đến mạch RL mắc vào nguồn một chiều rồi mắc vào nguồn xoay chiều thì làm thế nào?

Giải pháp:

*Mạch nối tiếp chứa tụ cho dòng xoay chiều đi qua nhưng không cho dòng một chiều đi qua.



*Mạch nối tiếp RL vừa cho dòng xoay chiều đi vừa cho dòng một chiều đi qua. Nhưng L chỉ cản trở dòng xoay chiều còn không có tác dụng cản trở dòng một chiều.

$$\begin{cases} \text{Nguồn 1 chiều}: I_1 = \dfrac{U}{R}; P_1 = I_1^2R = \dfrac{U^2}{R} \\ \text{Nguồn xoay chiều}: I_2 = \dfrac{U}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}; P_2 = I_2^2R = \dfrac{U^2R}{R^2 + Z_L^2}; Z_L = \omega L \end{cases}$$

Tình huống 15: Khi gặp bài toán mắc đoạn mạch nối tiếp vào đồng thời nguồn một chiều và nguồn xoay chiều thì làm thế nào?

Giải pháp:

Khi mắc đồng thời nguồn một chiều và xoay chiều ($u = a + b\sqrt{2}\cos\left(\omega t + \varphi\right)$) vào mạch nối tiếp chứa tụ thì chỉ dòng điện xoay chiều đi qua: $I_{xc} = \dfrac{b}{\sqrt{R^2 + \left(Z_L - Z_C\right)^2}}$.

Khi mắc đồng thời nguồn một chiều và xoay chiều ($u = a + b\sqrt{2}\cos\left(\omega t + \varphi\right)$) vào mạch nối tiếp không chứa tụ thì cả dòng điện xoay chiều và dòng một chiều đều đi qua: $I_{xc} = \dfrac{b}{\sqrt{R^2 + \left(Z_L - Z_C\right)^2}}$, $I_{1c} = \dfrac{a}{R}$. Do đó, dòng hiệu dụng qua mạch: $I = \sqrt{I_{xc}^2 + I_{1c}^2}$.

Lưu ý công thức hạ bậc: $\begin{cases} \cos^2\left(\omega t + \varphi\right) = \dfrac{1 + \cos\left(2\omega t + 2\varphi\right)}{2} \\ \sin^2\left(\omega t + \varphi\right) = \dfrac{1 - \cos\left(2\omega t + 2\varphi\right)}{2} \end{cases}$

3.4. PHƯƠNG PHÁP GIẢN ĐỒ VÉC TƠ

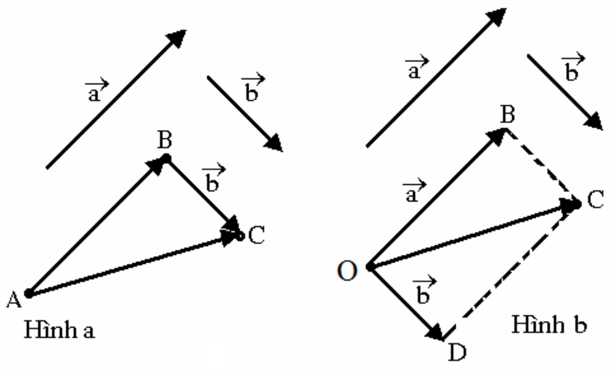
Đa số học sinh thường dùng phương pháp đại số các bài toán điện còn phương pháp giản đồ véc tơ thì học sinh rất ngại dùng. Điều đó là rất đáng tiếc vì phương pháp giản đồ véc tơ dùng giải các bài toán rất hay và ngắn gọn đặc biệt là các bài toán liên quan đến nhiều điện áp hiệu dụng, liên quan đến nhiều độ lệch pha. Có nhiều bài toán khi giải bằng phương pháp đại số rất dài dòng và phức tạp còn khi giải bằng phương pháp giản đồ véc tơ thì tỏ ra rất hiệu quả.

Trong các tài liệu hiện có, các tác giả hay đề cập đến hai phương pháp, phương pháp véc tơ buộc (véc tơ chung gốc) và phương pháp véc tơ trượt (véc tơ nối đuôi). Hai phương pháp đó là kết quả của việc vận dụng hai quy tắc cộng véc tơ trong hình học: quy tắc hình bình hành và quy tắc tam giác.

Theo chúng tôi, một trong những vấn đề trọng tâm của việc giải bài toán bằng giản đồ véc tơ là cộng các véc tơ.

1. Các quy tắc cộng véc tơ

Trong toán học để cộng hai véc tơ $\vec{a}$ và $\vec{b}$, SGK hình học, giới thiệu hai quy tắc: quy tắc tam giác và quy tắc hình bình hành.



a) Quy tắc tam giác

Nội dung của quy tắc tam giác là: Từ điểm A tuỳ ý ta vẽ véc tơ $\overrightarrow{AB} = \vec{a}$, rồi từ điểm B ta vẽ véc tơ $\overrightarrow{BC} = \vec{b}$. Khi đó véc tơ $\overrightarrow{AC}$ được gọi là tổng của hai véc tơ $\vec{a}$ và $\vec{b}$ (Xem hình a).

b) Quy tắc hình bình hành

Nội dung của quy tắc hình bình hành là: Từ điểm O tuỳ ý ta vẽ hai véc tơ $\overrightarrow{OB} = \vec{a}$ và $\overrightarrow{OD} = \vec{b}$, sau đó dựng điểm C sao cho OBCD là hình bình hành thì véc tơ $\overrightarrow{OC}$ là tổng của hai véc tơ $\vec{a}$ và $\vec{b}$ (Xem hình b) . Ta thấy khi dùng quy tắc hình bình hành các véc tơ đều có chung một gốc O nên gọi là các véc tơ buộc.

Góc hợp bởi hai vec tơ $\vec{a}$ và $\vec{b}$ là góc $B\hat{O}D$ (nhỏ hơn 180^0).

Vận dụng quy tắc hình bình hành để cộng các véc tơ trong bài toán điện xoay chiều ta có phương pháp véc tơ buộc, còn nếu vận dụng quy tắc tam giác thì ta có phương pháp véc tơ trượt ("các véc tơ nối đuôi nhau").

2.Cơ sở vật lí của phương pháp giản đồ véc tơ

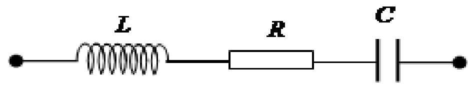
Xét mạch điện như hình a. Đặt vào 2 đầu đoạn AB một điện áp xoay chiều. Tại một thời điểm bất kì, cường độ dòng điện ở mọi chỗ trên mạch điện là như nhau. Nếu cường độ dòng điện đó có biểu thức là: $i = I_0 \cos \omega t \left(A\right)$ thì biểu thức điện áp giữa hai điểm AM, MN và NB lần lượt là: $\begin{cases} u_{AM} = U_L\sqrt{2}\cos\left(\omega t + \dfrac{\pi}{2}\right)\left(V\right) \\ u_{MN} = U_R\sqrt{2}\cos\omega t\left(V\right) \\ u_{NB} = U_C\sqrt{2}\cos\left(\omega t - \dfrac{\pi}{2}\right)\left(V\right) \end{cases}$.

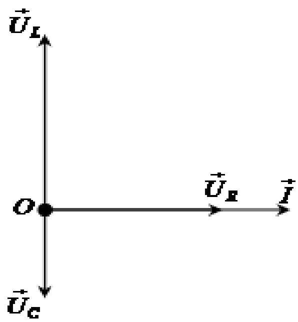
+ Do đó, điện áp hai đầu A, B là: $u_{AB} = u_{AM} + u_{MN} + u_{NB}$.

+ Các đại lượng biến thiên điều hoà cùng tần số nên chúng có thể biểu diễn bằng các véc tơ Frexnel: $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_L + \vec{U}_R + \vec{U}_C$ (trong đó độ lớn của các véc tơ biểu thị điện áp hiệu dụng của nó).

+ Để thực hiện cộng các véc tơ trên ta phải vận dụng một trong hai quy tắc cộng véc tơ.

Vẽ giản đồ véc tơ theo phương pháp véc tơ buộc gồm các bước như sau:





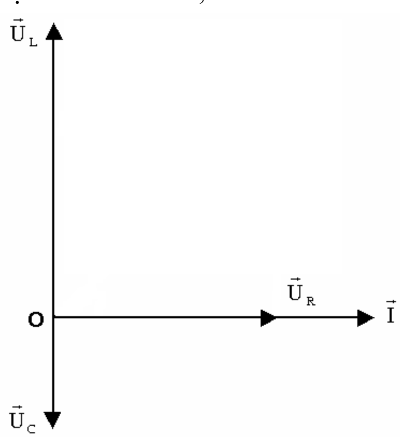
***Chọn ngang là trục dòng điện, điểm O làm gốc.**
***Vẽ lần lượt các véc-tơ biểu diễn các điện áp, cùng chung gốc O theo nguyên tắc:**
+ L - lên.
+ C – xuống.
+ R – ngang.
Độ dài các véc-tơ tỉ lệ với các giá trị hiệu dụng tương ứng.
***Chỉ tổng hợp các véc-tơ điện áp có liên quan đến dữ kiện của bài toán.**
***Biểu diễn các số liệu lên giản đồ.**
***Dựa vào các hệ thức lượng trong tam giác để tìm các điện áp hoặc góc chưa biết.**

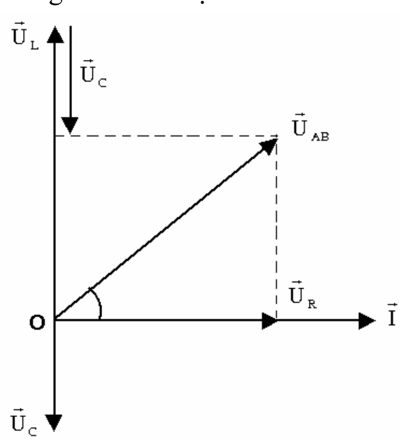
Một số điểm cần lưu ý:

*Các điện áp trên các phần tử được biểu diễn bởi các véc tơ mà chiều dài tỉ lệ với điện áp hiệu dụng của nó.

*Độ lệch pha giữa các điện áp là góc hợp bởi giữa các véc tơ tương ứng biểu diễn chúng. Độ lệch pha giữa điện áp và cường độ dòng điện là góc hợp bởi véc tơ biểu diễn nó với trục I. Véc tơ "nằm trên" (hướng lên trên) sẽ nhanh pha hơn véc tơ "nằm dưới" (hướng xuống dưới).

*Việc giải các bài toán là nhằm xác định độ lớn các cạnh và các góc của các tam giác hoặc tứ giác, nhờ các hệ thức lượng trong tam giác vuông, các hệ thức lượng giác, các định lí hàm số sin, hàm số cos và các công thức toán học.



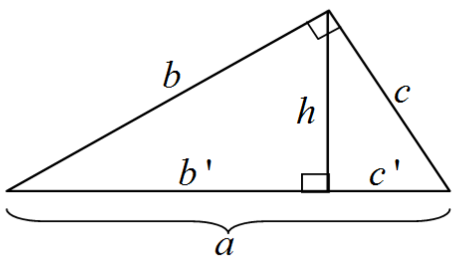


*Trong toán học một tam giác sẽ giải được nếu biết trước 3 (hai cạnh một góc hoặc hai góc một cạnh hoặc ba cạnh) trong số 6 yếu (ba góc trong và ba cạnh).

Tìm trên giản đồ véctơ tam giác biết trước ba yếu tố (hai cạnh một góc, hai góc một cạnh), sau đó giải tam giác đó để tìm các yếu tố chưa biết, cứ tiếp tục như vậy cho các tam giác còn lại.

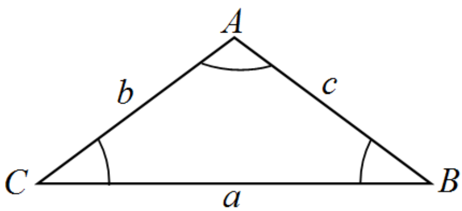
Độ dài cạnh của tam giác trên giản đồ biểu thị điện áp hiệu dụng, độ lớn góc biểu thị độ lệch pha.

Một số hệ thức lượng trong tam giác vuông:



$$\begin{cases} a^2 = b^2 + c^2 \\ h^2 = b'.c' \\ \dfrac{1}{h^2} = \dfrac{1}{b^2} + \dfrac{1}{c^2} \\ b^2 = a.b' \end{cases}$$

Một số hệ thức lượng trong tam giác thường:



$$\begin{cases} a^2 = b^2 + c^2 - 2bc\cos A \\ \dfrac{a}{\sin A} = \dfrac{b}{\sin B} = \dfrac{c}{\sin C} \end{cases}$$

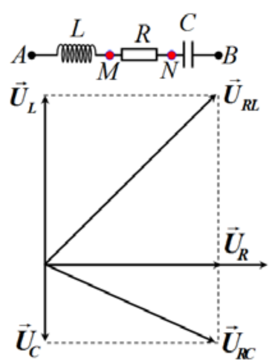
Tình huống 1: Khi gặp bài toán mạch điện nối tiếp LRC có liên quan đến quan hệ bắt chéo của các điện áp thì làm thế nào?

Giải pháp:

Đối với bài toán này nên dùng phương pháp giản đồ véc tơ buộc (chung gốc).

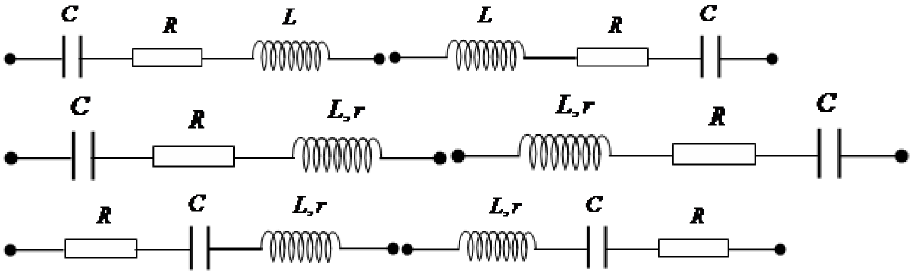
Chỉ vẽ các véc tơ điện áp bắt chéo $\vec{U}_{RL}$ và $\vec{U}_{RC}$ rồi dùng các hệ thức lượng trong tam giác vuông hoặc tam giác thường để tìm các góc (độ lệch pha), các cạnh (điện áp hiệu dụng).

Khi sử dụng giản đồ véc tơ ta tính được điện áp hiệu dụng và độ lệch pha. Từ đó có thể tính được dòng điện, công suất: $\begin{cases} I = \dfrac{U_R}{R} = \dfrac{U_L}{Z_L} = \dfrac{U_C}{Z_C} \\ P = I^2R \end{cases}$



Phương pháp véc tơ buộc chỉ hiệu quả với các bài toán có R nằm giữa đồng thời liên qua đến điện áp bắt chéo $\vec{U}_{AN}$, $\vec{U}_{MB}$.

Phương pháp này thường liên quan đến các đoạn mạch sau:



Chú ý:

1) Nếu cho biết R^2 = L/C thì suy ra: $R^2 = \omega L.\frac{1}{\omega C} = Z_L Z_C \Leftrightarrow \frac{Z_L}{R}\frac{-Z_C}{R} = -1$

$\Leftrightarrow \tan\varphi_{RL}\tan\varphi_{RC} = -1 \Leftrightarrow \vec{U}_{RL} \perp \vec{U}_{RC}$

2) Nếu dùng phương pháp véc tơ buộc thì không nên vẽ véc tơ tổng! Chỉ nên vẽ các điện áp bắt chéo để tính các điện áp thành phần U_R, U_L, U_C rồi áp dụng hệ thức:

$U^2 = U_R^2 + \left(U_L - U_C\right)^2$; $\tan\varphi = \frac{U_L - U_C}{U_R}$; $\cos\varphi = \frac{U_R}{U}$.

3) Nếu cho biết R = nr thì $U_{R+r} = (n + 1)U_r$

Tình huống 2: Khi gặp bài toán mạch điện nối tiếp không liên quan đến quan hệ bắt chéo của các điện áp u_{RL} và u_{RC} thì làm thế nào?

Giải pháp

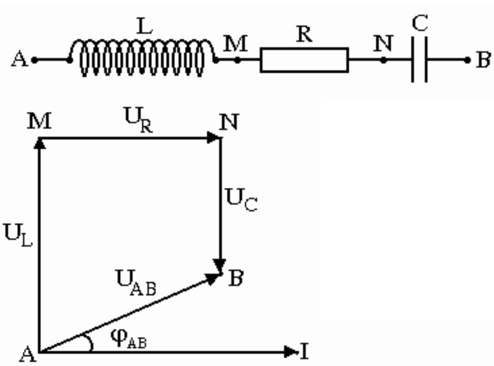
Phương pháp tối ưu là vẽ giản đồ véc tơ bằng cách vận dụng quy tắc tam giác - phương pháp véc tơ trượt (véc tơ nối đuôi).

Vẽ giản đồ véc tơ theo phương pháp véc tơ trượt gồm các bước như sau:

+ Chọn trục ngang là trục dòng điện, điểm đầu mạch làm gốc (đó là điểm A).

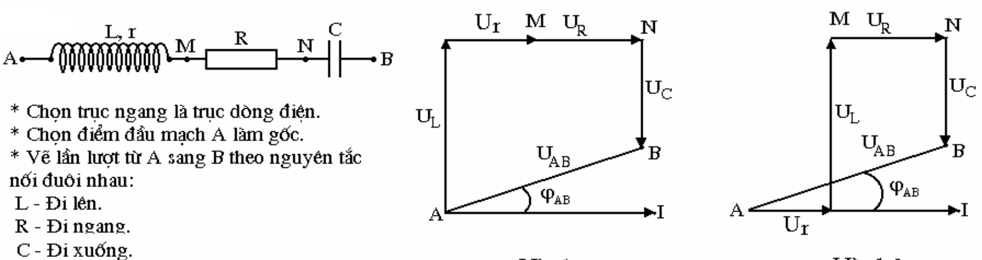
+ Vẽ lần lượt các véc tơ điện áp từ đầu mạch đến cuối mạch $\overrightarrow{AM}, \overrightarrow{MN}, \overrightarrow{NB}$ "nối đuôi nhau" theo nguyên tắc: L - đi lên, R - đi ngang, C - đi xuống.

+ Nối A với B thì véc tơ $\overrightarrow{AB}$ biểu diễn điện áp u_{AB}. Tương tự, véc tơ $\overrightarrow{AN}$ biểu diễn điện áp u_{AN}, véc tơ $\overrightarrow{MB}$ biểu diễn điện áp u_{NB}.



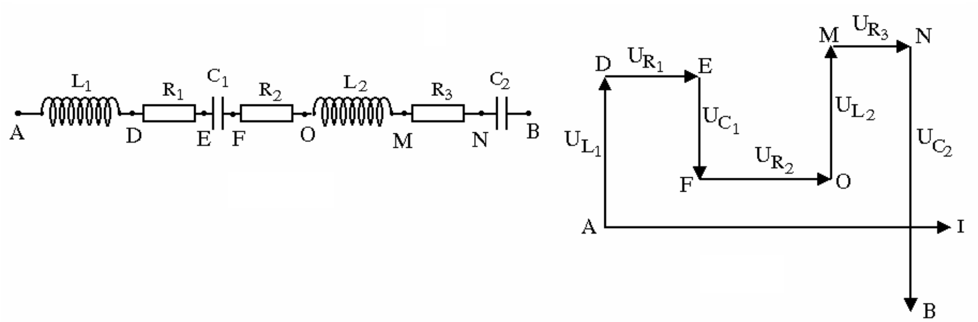
Một số điểm cần lưu ý:

*Nếu cuộn dây không thuần cảm (trên đoạn AM có cả L và r (Xem hình a dưới đây)) thì $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_L + \vec{U}_r + \vec{U}_R + \vec{U}_C$ ta vẽ L trước như sau: L - đi lên, r - đi ngang, R - đi ngang và C - đi xuống (Xem hình a) hoặc vẽ r trước như sau: r - đi ngang, L - đi lên, R - đi ngang và C - đi xuống (Xem hình b).

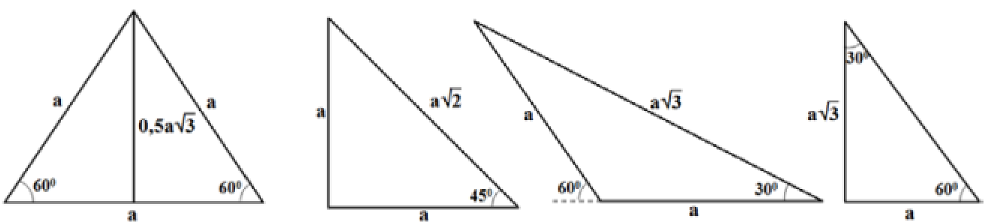


Hình a Hình b

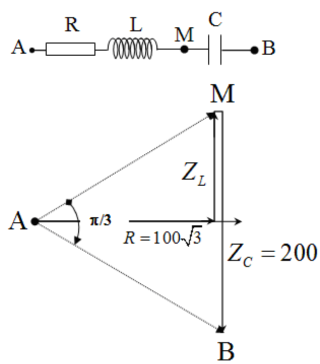
*Nếu mạch điện có nhiều phần tử thì ta cũng vẽ được giản đồ một cách đơn giản như phương pháp đã nêu.



Chú ý: Thực chất của giải bài toán điện xoay chiều bằng phương pháp giản đồ véc tơ là giải quyết bài toán hình học phẳng (chủ yếu là giải bài toán tam giác).



Để giải nhanh bài toán, chúng ta nên liên tưởng đến các công thức của các tam giác đặc biệt như tam giác đều, tam giác cân, tam giác vuông cân…



Ví dụ minh họa: (ĐH - 2012) (GIẢN ĐỒ R-L-C) Đặt điện áp u = U_0cos100πt (V) vào hai đầu đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AM và MB mắc nối tiếp. Đoạn mạch AM gồm điện trở thuần $100\sqrt{3}$ Ω mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần có độ tự cảm L. Đoạn mạch MB chỉ có tụ điện có điện dung $10^{-4}/(2\pi)$ (F). Biết điện áp giữa hai đầu đoạn mạch AM lệch pha π/3 so với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch AB. Giá trị của L bằng

A. 2/π (H). B. 1/π (H).

C. $\sqrt{2}$ /π (H). D. 3/π (H).

Hướng dẫn

$Z_C = \frac{1}{\omega C} = 200(\Omega)$. Vì $R = 100\sqrt{3} = \frac{200\sqrt{3}}{2}$ nên ta liên tưởng tam giác AMB đều:

$\Rightarrow Z_L = 100 \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{1}{\pi}(H) \Rightarrow$ Chọn B.

Tình huống 3: Khi gặp bài toán liên quan đến mạch có 4 phần tử trở lên mà không liên quan đến điện áp bắt chéo hoặc R ở giữa thì nên dùng phương pháp nào?

Giải pháp:

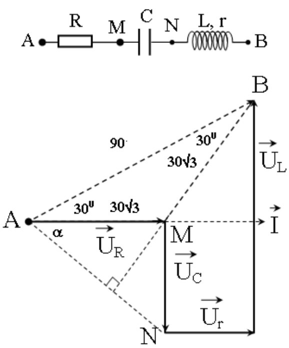
Khi gặp bài toán liên quan đến mạch có 4 phần tử trở lên mà không liên quan đến điện áp bắt chéo hoặc R ở giữa thì nên dùng phương pháp véc tơ trượt.

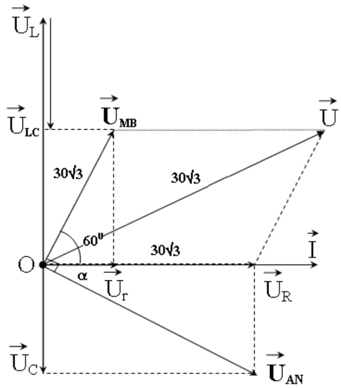
Ví dụ minh họa : (GIẢN ĐỒ R-C-rL) Trên đoạn mạch xoay chiều không phân nhánh có bốn điểm theo đúng thứ tự A, M, N và B. Giữa hai điểm A và M chỉ có điện trở thuần R, giữa hai điểm M và N chỉ có tụ điện, giữa hai điểm N và B chỉ có cuộn cảm. Đặt vào hai đầu đoạn mạch một điện áp 90$\sqrt{3}$ V – 50 Hz thì điện áp hiệu dụng trên R và trên đoạn MB đều là 30$\sqrt{3}$ (V). Điện áp tức thời hai đầu đoạn mạch AN và MB lệch pha nhau π/2. Điện áp hiệu dụng trên đoạn AN là bao nhiêu?

Hướng dẫn

Cách 1: Dùng phương pháp véc tơ trượt: $\begin{cases} \Delta\text{AMB cân góc ở đáy } 30^0 \Rightarrow \alpha = 30^0 \\ U_{AN} = \frac{U_R}{\cos\alpha} = 60(V) \end{cases}$

Cách 2: Dùng phương pháp véc tơ buộc: $\begin{cases} \text{Hình thoi có góc } 60^0 \Rightarrow \alpha = 30^0 \\ U_{AN} = \frac{U_R}{\cos\alpha} = 60(V) \end{cases}$





Bình luận: Cách giải 2 phải vẽ nhiều đường nét phức tạp!

Kinh nghiệm: Khi cho biết độ lệch pha bằng nhau thì trên giản đồ véc tơ có thể có tam giác cân!

Ví dụ minh họa 4: (GIẢN ĐỒ R-rL-C) Đặt điện áp u = U $\sqrt{2}$ cos(100πt + π/6) V vào hai đầu đoạn mạch AB. Đoạn AB có bốn điểm theo đúng thứ tự A, M, N và B. Giữa hai điểm A và M chỉ có điện trở thuần R, giữa hai điểm M và N chỉ có cuộn dây có cảm kháng 100 Ω có điện trở r = 0,5R, giữa 2 điểm N và B chỉ có tụ điện có dung kháng 200 Ω. Điện áp hiệu dụng trên đoạn AN là 200 (V). Điện áp tức thời trên đoạn MN và AB lệch pha nhau π/2. Nếu biểu thức dòng điện trong mạch là i = I $\sqrt{2}$ cos(100πt + φ_i) A thì giá trị của I và φ_i lần lượt là

A. 1 A và π/3. B. $\sqrt{2}$ A và π/3. C. $\sqrt{2}$ A và π/4. D. 1 A và π/4.

Hướng dẫn

Cách 1: *Phương pháp đại số:*

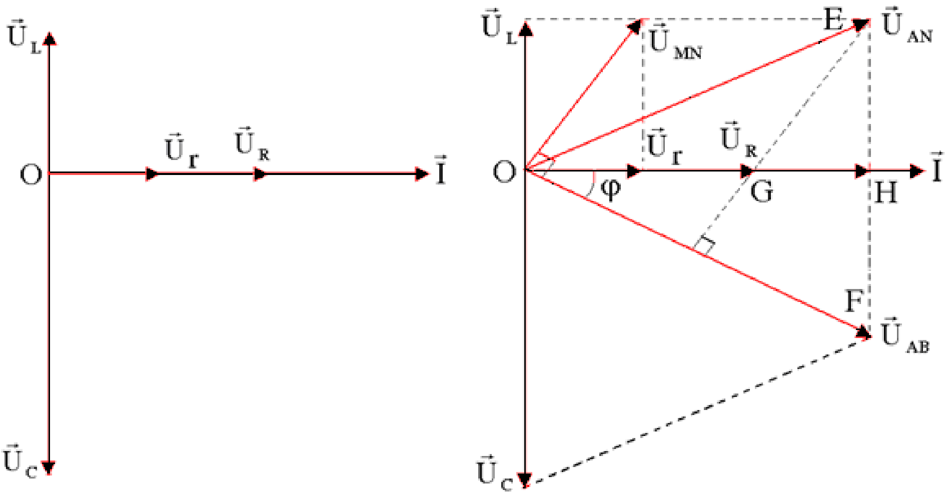
$$\tan\varphi_{MN} tg\varphi_{AB} = -1 \Rightarrow \frac{Z_L}{r}.\frac{Z_L - Z_C}{R+r} = -1 \Rightarrow r = \frac{100}{\sqrt{3}}(\Omega)$$

$$I = \frac{U_{AN}}{Z_{AN}} = \frac{U_{AN}}{\sqrt{(R+r)^2 + Z_L^2}} = \frac{200}{\sqrt{\left(100\sqrt{3}\right)^2 + 100^2}} = 1(A)$$

$\tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R+r} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{6} < 0$: Điện áp trễ pha hơn dòng điện là π/6 hay dòng điện sớm pha hơn điện áp là π/6.

$$\Rightarrow i = I\sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{6}\right) = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(A) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Cách 2: *Phương pháp giản đồ véc tơ buộc:*



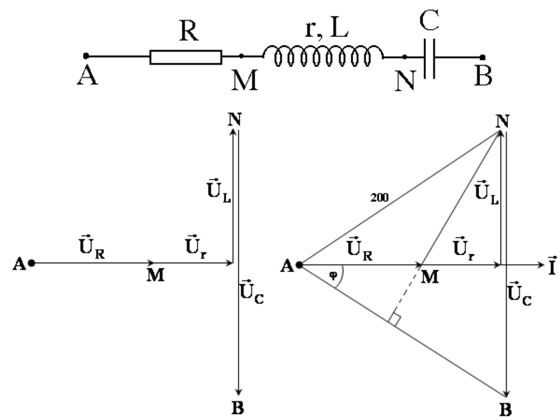
Tổng hợp các véc tơ điện áp theo quy tắc hình bình:

$\vec{U}_{MN} = \vec{U}_r + \vec{U}_L$; $\vec{U}_{AN} = \vec{U}_R + \vec{U}_{MN}$; $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_{AN} + \vec{U}_C$.

Xét ΔOEF (U_{AN} = 200 V, H là trung điểm EF, OG = GH) điểm G vừa là trọng tâm vừa là trực tâm nên tam giác này là tam giác đều.

$$\begin{cases} U_C = 200V \Rightarrow I = \dfrac{U_C}{Z_C} = 1A \\ \varphi = -\dfrac{\pi}{6} \end{cases} \Rightarrow i = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{6}\right)(A)$$

Cách 3: *Phương pháp giản đồ véc tơ trượt:*



M vừa là trọng tâm vừa là trực tâm của tam giác ΔAMB nên tam giác này là tam giác đều.

Từ đó suy ra:

$$U_C = U_{AN} = 200(V) \Rightarrow I = \frac{U_C}{Z_C} = 1(A)$$

và $\vec{I}$ sớm pha hơn $\vec{U}_{AB}$ là π/6. Do đó: $i = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{6}\right)(A)$

Kinh nghiệm: Nếu tam giác ANB đều thì Z_C = Z_L và R = 2r. Dựa vào ý tưởng này người ta đã "sáng tác" ra các "bài toán lạ".

Tình huống 4: Làm thế nào để biết chọn phương pháp đại số, hay phương pháp giản đồ véc tơ?

Giải pháp:

Với một bài toán cụ thể có thể dùng hoặc phương pháp đại số hoặc phương pháp giản đồ véc tơ buộc hoặc phương pháp giản đồ véc tơ trượt. Trong ba cách giải đó với một dạng cụ thể thì sẽ có một cách giải nhanh và ngắn gọn nhất.

Ví dụ minh họa 1: Đặt điện áp xoay chiều 60 V – 50 Hz vào hai đầu đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AD và DB mắc nối tiếp. Đoạn AD gồm điện trở thuần nối tiếp cuộn cảm thuần, đoạn DB chỉ có tụ điện. Điện áp hiệu dụng trên AD và trên DB đều là 60 V. Hỏi dòng điện trong mạch sớm hay trễ hơn điện áp hai đầu đoạn mạch AB?

A. trễ hơn 60^0. B. sớm hơn 60^0. C. sớm hơn 30^0. D. trễ hơn 30^0.

Hướng dẫn

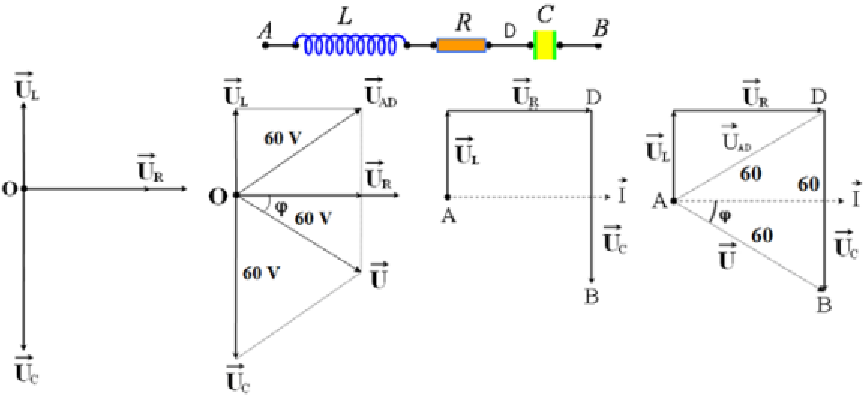
Cách 1: *Phương pháp đại số*

$$\begin{cases} U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2 \\ U_{AD}^2 = U_R^2 + U_L^2 \end{cases} \begin{cases} \underbrace{U^2}_{60^2} = \underbrace{U_R^2 + U_L^2}_{60^2} + \underbrace{U_C^2}_{60^2} - 2U_L \underbrace{U_C}_{60} \\ \underbrace{U_{AD}^2}_{60^2} = U_R^2 + U_L^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_L = 30 \\ U_R = 30\sqrt{3} \end{cases}$$

$$tan\,\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{U_L - U_C}{U_R} = -\frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{6} \Rightarrow \text{Chọn C.}$$

Cách 2: *Phương pháp véc tơ buộc.* Từ $\Delta O\vec{U}\vec{U}_{AD}$ đều $\Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{6} \Rightarrow$ Chọn C.

Cách 3: *Phương pháp véc tơ trượt.* Từ ΔADB đều $\Rightarrow \varphi = -\dfrac{\pi}{6} \Rightarrow$ Chọn C.

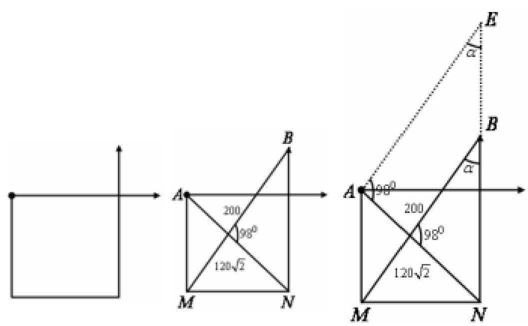


Bình luận: Với bài toán này thì Phương pháp véc tơ trượt hay hơn Phương pháp véc tơ buộc. Nhưng trong ví dụ tiếp theo thì ngược lại.

Ví dụ minh họa 2: Mạch điện xoay chiều nối tiếp có bốn điểm theo đúng thứ tự A, M, N và B. Giữa hai điểm A và M chỉ có tụ điện, giữa hai điểm M và N chỉ có điện trở R, giữa 2 điểm N và B chỉ có cuộn cảm thuần. Điện áp hiệu dụng trên đoạn AN và trên MB là $120\sqrt{2}$ V và 200 V. Điện áp tức thời trên đoạn AN và MB lệch pha nhau $98{,}13^0$. Tính điện áp hiệu dụng trên R.

Hướng dẫn

Cách 1: *Phương pháp véc tơ trượt.*



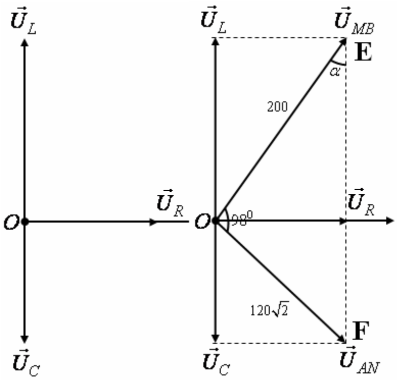
$NE^2 = AE^2 + AN^2 - 2AN.AE\cos 98{,}13^0 \Rightarrow NE \approx 280$

$\dfrac{AN}{\sin\alpha} = \dfrac{NE}{\sin 98{,}13^0} \Rightarrow \sin\alpha \approx 0{,}6 \Rightarrow U_R = MB.\sin\alpha = 120(V) \Rightarrow$ Chọn A.

Cách 2: *Phương pháp véc tơ buộc.*

$EF^2 = OE^2 + OF^2 - 2OE.OF\cos 98{,}13^0 \Rightarrow EF \approx 280$

$$\frac{OF}{\sin\alpha} = \frac{EF}{\sin 98,13^0} \Rightarrow \sin\alpha \approx 0,6 \Rightarrow U_R = OE.\sin\alpha = 120(V) \Rightarrow \text{Chọn A.}$$



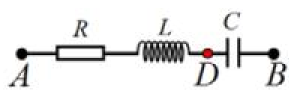
Tình huống 5: Làm thế nào để dùng giản đồ véc tơ để viết biểu thức dòng hoặc điện áp?

Giải pháp:

*Nếu cho biết tường minh các đại lượng thì nên dùng phương pháp đại số hoặc phương pháp số phức để viết biểu thức.

*Nếu còn có một vài đại lượng chưa biết thì để viết biểu thức cách hiệu quả nhất là dùng giản đồ véc tơ.

Ví dụ minh họa: Đặt điện áp xoay chiều u = 60 $\sqrt{2}$ cos100πt (V) vào hai đầu đoạn mạch AB gồm hai đoạn mạch AD và DB mắc nối tiếp. Đoạn AD gồm điện trở thuần R mắc nối tiếp với cuộn cảm thuần L = 0,2/π (H), đoạn DB chỉ có tụ điện C. Điện áp hiệu dụng trên đoạn AD là 60 (V) và trên đoạn DB là 60 (V). Viết biểu thức dòng điện qua mạch.



Hướng dẫn

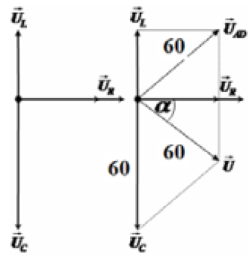
Cách 1: *Kết hợp phương pháp đại số và phương pháp số phức*

$$\begin{cases} Z_L = \omega L = 20\Omega \\ U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2 \\ U_{AD}^2 = U_R^2 + U_L^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 60^2 = U_R^2 + (U_L - 60)^2 \\ 60^2 = \underbrace{U_R^2 + U_L^2}_{60^2} + 60^2 - 120U_L \\ 60^2 = U_R^2 + U_L^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_L = 30 \\ U_R = 30\sqrt{3} \\ U_C = 60 \\ I = \dfrac{U_L}{Z_L} = 1,5(A) \end{cases}$$

$$\begin{cases} R = \dfrac{U_R}{I} = 20\sqrt{3} \\ Z_C = \dfrac{U_C}{I} = 40 \end{cases} \Rightarrow \overline{Z} = R + \underset{\text{số ảo}}{i}(Z_L - Z_C) = 20\sqrt{3} + \underset{\text{bấm ENG}}{i}(20 - 40)$$

$$i=\frac{u}{\overline{Z}}=\frac{60\sqrt{2}}{20\sqrt{3}+i(20-40)}=1,5\sqrt{2}\angle\frac{1}{6}\pi \Leftrightarrow i=1,5\sqrt{2}cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}\right)(A)\Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Cách 2: *Phương pháp giản đồ véc tơ buộc*

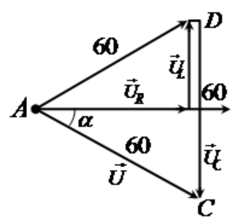


$Z_L=\omega L=20(\Omega)$

$\Delta O\vec{U}\vec{U}_{AD}$ là tam giác đều nên: α = π/6 và $U_L = U_{AD}/2 = 30$ (V). Dòng điện sớm pha hơn điện áp là π/6 và có giá trị hiệu dụng: $I=\frac{U_L}{Z_L}=1,5(A)\Rightarrow$

$$i=1,5\sqrt{2}cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}+\frac{\pi}{6}\right)(A)\Rightarrow \text{Chọn D.}$$

Cách 3: *Phương pháp giản đồ véc tơ trượt*



ΔADC là tam giác đều nên: α = π/6 và $U_L = U_{AD}/2 = 30$ (V). Dòng điện sớm pha hơn điện áp là π/6 và có giá trị hiệu dụng:

$$I=\frac{U_L}{Z_L}=1,5(A)$$

$$i=1,5\sqrt{2}cos\left(100\pi t+\frac{\pi}{6}+\frac{\pi}{6}\right)(A)\Rightarrow \text{Chọn D.}$$

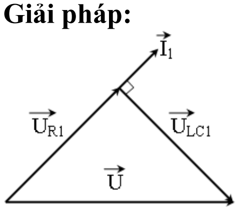
Chú ý:

1) Dựa vào dấu hiệu vuông pha và dùng phương pháp loại trừ có thể phát hiện nhanh phương án đúng mà không cần phải sử hết dự kiện của bài toán.

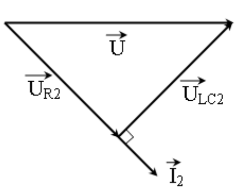
2) *Khi cho liên qua đến điện áp lần lượt để viết biểu thức điện áp bắt chéo ta nên vẽ giản đồ véc tơ trượt!*

Tình huống 6: Khi nào nên sử dụng phương pháp giản đồ véctơ kép để giải bài toán điện xoay chiều?

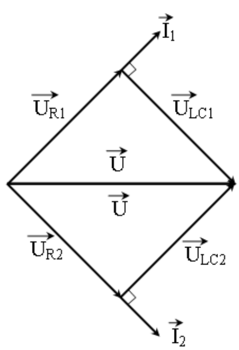
Giải pháp:



Trường hợp 1: $Z_{L1} < Z_{C1}$



Trường hợp 2: $Z_{L2} > Z_{C2}$



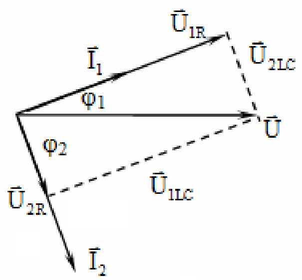
Ghép 2 giản đồ

Khi gặp các bài toán liên quan đến độ lệch pha của các dòng điện trong hai trường hợp do sự thay đổi của các thông số của mạch, ta phải vẽ hai giản đồ véc tơ. Hai giản đồ này có chung véctơ tổng $\vec{U}$. Để giải quyết bài toán này, chúng ta tịnh tiến hai giản đồ lại gần nhau sao cho véc tơ tổng trùng nhau.

Ta đã biết với mạch RLC nối tiếp thì: $\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C = \vec{U}_R + \vec{U}_{LC}$ ($\vec{U}_R$ cùng pha với $\vec{I}$, còn $\vec{U}_{LC}$ thì vuông pha với $\vec{I}$).

Nếu hai dòng điện vuông pha với nhau thì tứ giác trên giản đồ ghép là hình chữ nhật. Do đó: $\begin{cases} U_{R1} = U_{LC2} \Leftrightarrow I_1R_1 = I_2\left(Z_{L2} - Z_{C2}\right) \\ U_{R2} = U_{LC1} \Leftrightarrow I_2R_2 = I_1\left(Z_{C1} - Z_{L1}\right) \end{cases}$

Ví dụ minh họa 1: Một cuộn dây không thuần cảm nối tiếp với tụ điện C trong mạch xoay chiều có điện áp u = U_0cosωt (V) thì dòng điện trong mạch sớm pha hơn điện áp u là φ_1 và điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn dây là 30 V. Nếu thay C_1 = 3C thì dòng điện chậm pha hơn u góc $\varphi_2 = 90^0 - \varphi_1$ và điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn dây là 90 V. Tìm U_0.



A. $12\sqrt{5}$ V.
B. $6\sqrt{5}$ V.
C. $30\sqrt{2}$ V.
D. 60 V.

Hướng dẫn

$Z_{2C} = Z_C/3$; $I_2 = 3I_1$; i_1 sớmpha hơn u; i_2 trễ pha hơn u;

$\vec{I}_1 \perp \vec{I}_2$. Hình chiếu của $\vec{U}$ trên $\vec{I}$ là $\vec{U}_R$

$U_{2LC} = U_{2L} - U_{2C} = U_{1R} \Rightarrow 3Z_L - Z_C = R$ (1)

$U_{1LC} = U_{1C} - U_{1L} = U_{2R} \Rightarrow Z_C - Z_L = 3R$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow Z_L = 2R$; $Z_C = 5R$

Ban đầu : $U_0 = I_0Z = \dfrac{U_{0RL}}{Z_{RL}}Z = \dfrac{30\sqrt{3}}{\sqrt{R^2 + 4R^2}} \times \sqrt{R^2 + \left(2R - 5R\right)^2} = 60\left(V\right) \Rightarrow$ Chọn D.

Tình huống 7: Khi gặp bài toán mà R và u = U_0cos(ωt + φ) giữ nguyên, các phần tử khác thay đổi thì làm thế nào?

Giải pháp:

*Cường độ hiệu dụng tính bằng công thức: $I = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{U}{R}.\dfrac{R}{Z} = \dfrac{U}{R}\cos\varphi$

*Khi liên quan đến công suất tiêu thụ toàn mạch, từ công thức $P = I^2R$, thay $I = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{U}{R}.\dfrac{R}{Z} = \dfrac{U}{R}\cos\varphi$, ta nhận được: $P = \dfrac{U^2}{R}cos^2\varphi = P_{\text{cộng hưởng}}\,cos^2\varphi$

Chú ý: Nếu phần tử nào bị nối tắt thì phần tử đó xem như không không có trong mạch.

Tình huống 8: Khi gặp bài toán nối tắt L hoặc C mà cường độ hiệu dụng không thay đổi thì làm thế nào?

Giải pháp:

1) Đối với mạch RLC, khi R và $u=U_0\cos\left(\omega t+\varphi_u\right)$ giữ nguyên, nếu biểu thức của dòng điện trước và sau khi nối tắt C lần lượt là $\begin{cases} i_1 = I\sqrt{2}\cos\left(\omega t+\varphi_{i1}\right) \\ i_2 = I\sqrt{2}\cos\left(\omega t+\varphi_{i2}\right) \end{cases}$ thì:

$$Z_C = 2Z_L \begin{cases} \varphi_u = \dfrac{\varphi_{i2}+\varphi_{i1}}{2} \\ \alpha = \dfrac{-\varphi_{i2}+\varphi_{i1}}{2} \end{cases} \begin{cases} \varphi_1 = -\alpha \\ \varphi_2 = +\alpha \end{cases} \begin{cases} \tan\varphi_1 = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} \\ \tan\varphi_2 = \dfrac{Z_L}{R} \end{cases}$$

2) Đối với mạch RLC, khi R và $u=U_0\cos\left(\omega t+\varphi_u\right)$ giữ nguyên, nếu biểu thức của dòng điện trước và sau khi nối tắt L lần lượt là $\begin{cases} i_1 = I\sqrt{2}\cos\left(\omega t+\varphi_{i1}\right) \\ i_2 = I\sqrt{2}\cos\left(\omega t+\varphi_{i2}\right) \end{cases}$ thì:

$$Z_L = 2Z_C \begin{cases} \varphi_u = \dfrac{\varphi_{i2}+\varphi_{i1}}{2} \\ \alpha = \dfrac{\varphi_{i2}-\varphi_{i1}}{2} \end{cases} \begin{cases} \varphi_1 = \alpha \\ \varphi_2 = -\alpha \end{cases} \begin{cases} \tan\varphi_1 = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} \\ \tan\varphi_2 = \dfrac{-Z_C}{R} \end{cases}$$

<u>CM:</u>

$$1)\begin{cases} u = U_0\cos\left(\omega t+\varphi_u\right) \\ \textit{Trước và sau mất C mà } I_1 = I_2 \Rightarrow R^2 + \left(Z_L - Z_C\right)^2 = R^2 + Z_L^2 \Rightarrow Z_C = 2Z_L \end{cases}$$

$$\left.\begin{aligned} &+\textit{Trước}: \tan\varphi_1 = \frac{Z_L - Z_C}{R} = -\frac{Z_L}{R} = \tan\left(-\alpha\right) \Rightarrow \varphi_1 = -\alpha \Rightarrow i_1 = I_0\cos\left(\omega t + \underbrace{\varphi_u + \alpha}_{\varphi_{i1}}\right) \\ &+\textit{Sau}: \tan\varphi_2 = \frac{Z_L}{R} = \tan\alpha \Rightarrow \varphi_2 = \alpha \Rightarrow i_2 = I_0\cos\left(\omega t + \underbrace{\varphi_u - \alpha}_{\varphi_{i2}}\right) \end{aligned}\right\}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \varphi_u = \dfrac{\varphi_{i1}+\varphi_{i2}}{2} \\ \alpha = \dfrac{\varphi_{i1}-\varphi_{i2}}{2} \end{cases}$$

$$2)\begin{cases} u = U_0\cos\left(\omega t+\varphi_u\right) \\ \textit{Trước và sau mất L mà } I_1 = I_2 \Rightarrow R^2 + \left(Z_L - Z_C\right)^2 = R^2 + Z_C^2 \Rightarrow Z_L = 2Z_C \end{cases}$$

$$\left.\begin{aligned} &+\textit{Trước}: \tan\varphi_1 = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{Z_C}{R} = \tan\alpha \Rightarrow \varphi_1 = \alpha \Rightarrow i_1 = I_0\cos\left(\omega t + \underbrace{\varphi_u - \alpha}_{\varphi_{i1}}\right) \\ &+\textit{Sau}: \tan\varphi_2 = \frac{-Z_C}{R} = \tan\left(-\alpha\right) \Rightarrow \varphi_2 = -\alpha \Rightarrow i_2 = I_0\cos\left(\omega t + \underbrace{\varphi_u + \alpha}_{\varphi_{i2}}\right) \end{aligned}\right\}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \varphi_u = \dfrac{\varphi_{i1} + \varphi_{i2}}{2} \\ \alpha = \dfrac{\varphi_{i2} - \varphi_{i1}}{2} \end{cases}$$

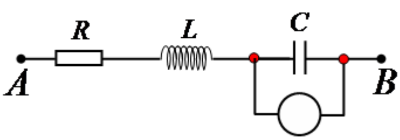
Tình huống 9: Khi gặp bài toán lần lượt mắc song song ămpe-kế và vôn-kế vào một đoạn mạch thì làm thế nào?

Giải pháp:

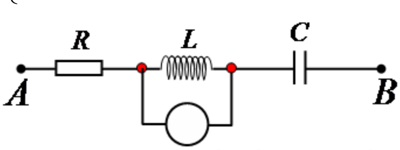
*Thông thường điện trở của ămpe-kế rất nhỏ và điện trở của vôn-kế rât lớn, vì vậy, ămpe-kế mắc song song với đoạn mạch nào thì đoạn mạch đó xem như không có còn vôn-kế mắc song song thì không ảnh hưởng đến mạch.

*Số chỉ ămpe-kế là cường độ hiệu dụng chạy qua nó và số chỉ của vôn-kế là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch mắc song song với nó.

$$\begin{cases} \text{Mắc ămpe - kế song song với C thì C bị nối tắt}: \begin{cases} \tan\varphi = \dfrac{Z_L}{R} \\ U = I_A\sqrt{R^2 + Z_L^2} \end{cases} \\ \text{Mắc vôn - kế song song với C thì}: \begin{cases} U_V = U_C \\ U^2 = U_R^2 + \left(U_L - U_C\right)^2 \end{cases} \end{cases}$$



$$\begin{cases} \text{Mắc ămpe - kế song song với L thì L bị nối tắt}: \begin{cases} \tan\varphi = \dfrac{-Z_C}{R} \\ U = I_A\sqrt{R^2 + Z_C^2} \end{cases} \\ \text{Mắc vôn - kế song song với L thì}: \begin{cases} U_V = U_L \\ U^2 = U_R^2 + \left(U_L - U_C\right)^2 \end{cases} \end{cases}$$



Chú ý : Nếu lần lượt mắc song song ămpe-kế và vôn-kế vào cuộn cảm có điện trở thì có thể sử dụng giản đồ véc tơ.

Ví dụ minh họa 3: Đặt điện áp xoay chiều 120 V – 50 Hz vào đoạn mạch nối tiếp AB gồm điện trở thuần R, tụ điện và cuộn cảm. Khi nối hai đầu cuộn cảm một ampe kế có điện trở rất nhỏ thì số chỉ của nó là $\sqrt{3}$ A. Nếu thay ampe kế bằng vôn kế có điện trở rất lớn thì nó chỉ 60 V, đồng thời điện áp tức thời hai đầu vôn kế lệch pha π/3 so với điện áp hai đầu đoạn mạch AB. Tổng trở của cuộn cảm là

A. 40 Ω. B. $40\sqrt{3}$ Ω. C. $20\sqrt{3}$ Ω. D. 60 Ω.

Hướng dẫn

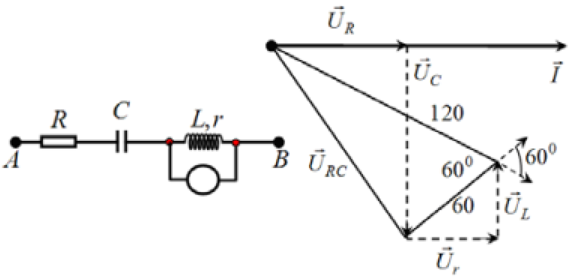
Khi mắc ămpe-kế song song với Lr thì Lr bị nối tắt: $Z_{RC}=\dfrac{U}{I}=40\sqrt{3}\left(\Omega\right)$.

Khi mắc vôn-kế song song với C thì mạch không ảnh hưởng và $U_{Lr}=U_V=60$ V.

Vẽ giản đồ véc tơ trượt, áp dụng định lý hàm số cos:

$U_{RC}=\sqrt{120^2+60^2-2.120.60.\cos 60^0}=60\sqrt{3}$

$\Rightarrow\dfrac{Z_{rL}}{Z_{RC}}=\dfrac{U_{rL}}{U_{RC}}=\dfrac{60}{60\sqrt{3}}\Rightarrow Z_{rL}=Z_{RC}\dfrac{60}{60\sqrt{3}}=40\left(\Omega\right)\Rightarrow$ Chọn A.



Chú ý:

1) Nếu $Z_L=Z_C$ thì $U_C=U_L$, $U_R=U$ ∀R.

2) Nếu mất C mà I hoặc U_R không thay đổi thì $Z_C=2Z_L$, $U_C=2U_L$ và $U_{RL}=U$ ∀R.

3) Nếu mất L mà I hoặc U_R không thay đổi thì $Z_L=2Z_C$, $U_L=2U_C$ và $U_{RC}=U$ ∀R.

Tình huống 10: Khi gặp bài toán liên quan đến hộp kín thì làm thế nào?

Giải pháp :

Phương pháp đại số:

*Căn cứ "đầu vào" của bài toán để đặt ra các giả thiết có thể xảy ra.

*Căn cứ "đầu ra" của bài toán để loại bỏ các giả thiết không phù hợp.

*Giả thiết được chọn là giả thiết phù hợp với tất cả các dữ kiện đầu vào và đầu ra của bài toán.

Dựa vào độ lệch pha của điện áp hai đầu đoạn mạch và dòng điện qua mạch: $\begin{cases}\varphi=\varphi_u-\varphi_i\\ \tan\varphi=\dfrac{Z_L-Z_C}{R}\end{cases}$

Nếu $\varphi=\varphi_u-\varphi_i=0$: mạch chỉ có R hoặc mạch RLC thỏa mãn $Z_C=Z_L$. Nếu $\varphi=\varphi_u-\varphi_i=\pi/2$: mạch chỉ có L hoặc mạch có cả L, C nhưng $Z_L>Z_C$. Nếu $\varphi=\varphi_u-\varphi_i=-\pi/2$: mạch chỉ có C hoặc mạch có cả L, C nhưng $Z_L<Z_C$.

Nếu $0 < \varphi = \varphi_u - \varphi_i < \pi/2$: mạch có RLC ($Z_L > Z_C$) hoặc mạch chứa R và L. Nếu $-\pi/2 < \varphi = \varphi_u - \varphi_i < 0$: mạch có RLC ($Z_L < Z_C$) hoặc mạch chứa R và C.

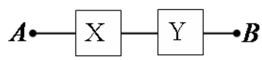
Phương pháp sử dụng giản đồ véc tơ:

*Vẽ giản đồ véc tơ cho đoạn mạch đã biết.

*Căn cứ vào dự kiện bài toán để vẽ phần còn lại của giản đồ.

*Dựa vào giản đồ véc tơ để tính các đại lượng chưa biết, từ đó làm sáng tỏ hộp đen.

Chú ý:



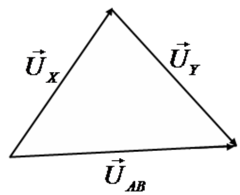
1) Nếu $U_{AB}^2 = U_X^2 + U_Y^2$ *thì* $\vec{U}_X \perp \vec{U}_Y$.

2) Nếu $U_Y^2 = U_X^2 + U_{AB}^2$ *thì* $\vec{U}_X \perp \vec{U}_{AB}$.

3) Nếu $U_X^2 = U_{AB}^2 + U_Y^2$ *thì* $\vec{U}_{AB} \perp \vec{U}_Y$.

4) Nếu $U_{AB} = U_X + U_Y$ *thì* $\vec{U}_X$ *cùng pha* $\vec{U}_Y$.

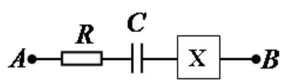
5) Nếu $U_{AB} = |U_X - U_Y|$ *thì* $\vec{U}_X$ *ngược pha* $\vec{U}_Y$.



Tình huống 11: Khi gặp bài toán liên quan đến u_X đạt cực đại trễ hơn hoặc sớm hơn u_{MN} thì làm thế nào?

Giải pháp:

1) $\begin{cases} i = I_0 \cos \omega t \\ u_{Lr} = U_{01} \cos(\omega t + \varphi_{Lr}); \tan \varphi_{Lr} = \dfrac{Z_L}{r} \\ u_X = U_{02} \cos(\omega t + \varphi_X) \end{cases}$. Nếu u_X đạt cực đại



trễ hơn u_{Lr} về thời gian là T/n (tức là về pha là $2\pi/n$) thì $\varphi_X = \varphi_{Lr} - \dfrac{2\pi}{n}$

2) $\begin{cases} i = I_0 \cos \omega t \\ u_{RC} = U_{01} \cos(\omega t + \varphi_{RC}); \tan \varphi_{RC} = \dfrac{-Z_C}{R} \\ u_X = U_{02} \cos(\omega t + \varphi_X) \end{cases}$. Nếu u_X đạt cực đại sớm hơn u_{RC} về thời gian là T/n (tức là về pha là $2\pi/n$) thì $\varphi_X = \varphi_{RC} + \dfrac{2\pi}{n}$

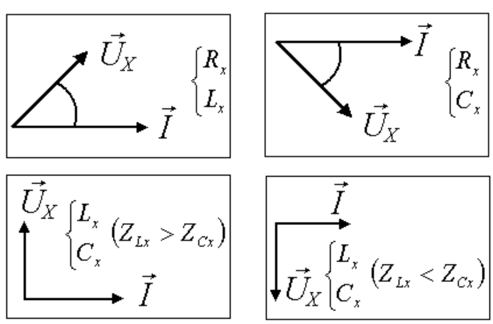
Tình huống 12: Trong trường hợp nào thì có thể dùng giản đồ véc tơ để tìm hộp kín?

Giải pháp:

+ Vẽ giản đồ véc tơ cho đoạn mạch đã biết.

+ Căn cứ vào dự kiện bài toán để vẽ phần còn lại của giản đồ.

+ Dựa vào giản đồ véc tơ để tính các đại lượng chưa biết, từ đó làm sáng tỏ



hộp đen.

Nếu hộp kín chứa 2 trong 3 phần tử (điện trở thuần, cuộn dây thuần cảm, tụ điện) mắc nối tiếp thì căn cứ vào giản đồ véc tơ ta sẽ xác định được nó chứa những phần tử nào.

Tình huống 13: Làm thế nào để tính giá trị tức thời?

Giải pháp:

Khi liên quan đến giá trị tức thời của u và i thì trước tiên phải viết biểu thức của các đại lượng đó trước.

Ví dụ minh họa: Cho một mạch điện không phân nhánh gồm điện trở thuần $40/\sqrt{3}$ Ω, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm 0,4/π (H), và một tụ điện có điện dung 1/(8π) (mF). Dòng điện trong mạch có biểu thức: $i = I_0\cos(100\pi t - 2\pi/3)$ (A). Tại thời điểm ban đầu điện áp hai đầu đoạn mạch có giá trị $-40\sqrt{2}$ (V). Tính I_0.

A. $\sqrt{6}$ (A). B. $\sqrt{1,5}$ (A). C. $\sqrt{2}$ (A). D. $\sqrt{3}$ (A).

Hướng dẫn

$$Z_L = \omega L = 40(\Omega), Z_C = \frac{1}{\omega C} = 80(\Omega) \Rightarrow \begin{cases} Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{80}{\sqrt{3}}\Omega \\ \tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = -\sqrt{3} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{3} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} i = I_0\cos\left(100\pi t - \frac{2\pi}{3}\right) \\ u = I_0 Z\cos\left(100\pi t - \frac{2\pi}{3} + \varphi\right) = I_0\frac{80}{\sqrt{3}}\cos(100\pi t - \pi) \end{cases}$$

$$u_{(0)} = I_0\frac{80}{\sqrt{3}}\cos(100\pi.0 - \pi) = -40\sqrt{2}(V) \Rightarrow I_0 = \sqrt{1,5}(A) \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

Tình huống 14: Khi gặp bài toán giá trị tức thời liên quan đến xu hướng tăng giảm thì làm thế nào?

Giải pháp:

Đối với bài toán dạng này thông thường làm như sau:

*Viết biểu thức các đại lượng có liên quan;

*Dựa vào VTLG và xu hướng tăng giảm để xác định (ωt + φ) (tăng thì nằm nửa dưới VTLG, còn giảm thì ở nửa trên);

*Thay giá trị của ωt vào biểu thức cần tính.

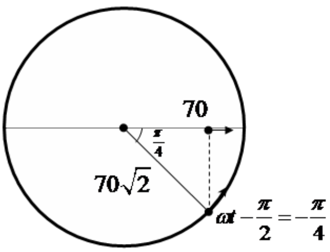
Ví dụ minh họa: Đặt vào hai đầu đoạn mạch gồm cuộn dây có điện trở thuần R và cảm kháng Z_L = R mắc nối tiếp với tụ điện C một điện áp xoay chiều, điện áp hiệu dụng giữa hai đầu dây và giữa hai bản tụ điện lần lượt là U_d = 50 (V) và U_C = 70 (V).

Khi điện áp tức thời giữa hai bản tụ điện có giá trị u_C = 70 (V) và đang tăng thì điện áp tức thời giữa hai đầu cuộn dây có giá trị là

A. 0. B. $-50\sqrt{2}$ (V). C. 50 (V). D. $50\sqrt{2}$ (V).

Hướng dẫn

$\tan\varphi_{RL} = \frac{Z_L}{R} = 1 \Rightarrow \varphi_{RL} = \frac{\pi}{4}$.



Nếu biểu thức dòng điện là

$$i = I_0 \cos\omega t \Rightarrow \begin{cases} u_C = 70\sqrt{2}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)(V) \\ u_{RL} = 50\sqrt{2}\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)(V) \end{cases}$$

Theo bài ra u_C = 70 V và đang tăng nên nằm nửa dưới VTLG $\omega t - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{4} \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{4}$. Thay giá trị này vào u_{RL} ta được:

$$u_{RL} = 50\sqrt{2}\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right) = 50\sqrt{2}\cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{4}\right) = 0 \Rightarrow \text{Chọn A.}$$

Tình huống 15: Khi gặp bài toán liên quan đến cộng các giá trị điện áp tức thời thì làm thế nào?

Giải pháp:

Thực chất cộng các giá trị điện áp tức thời là tổng hợp các dao động điều hòa.

Ta cần phân biệt giá trị cực đại (U_0, I_0 luôn dương), giá trị hiệu dụng (U, I luôn dương) và giá trị tức thời (u, i có thể âm, dương, bằng 0):

$$U_0^2 = U_{0R}^2 + \left(U_{0L} - U_{0C}\right)^2;\ U^2 = U_R^2 + \left(U_L - U_C\right)^2;\ u = u_R + u_L + u_C\ \left(\frac{u_L}{Z_L} = -\frac{u_C}{Z_C}\right)$$

Tình huống 16: Khi gặp bài toán liên quan đến tổng hợp các dao động điều hòa trong điện xoay chiều thì làm thế nào?

Giải pháp:

Nếu A, B, C theo đúng thứ tự là ba điểm trên đoạn mạch điện xoay chiều không phân nhánh và biểu thức điện áp tức thời trên các đoạn mạch AB, BC lần lượt là: $u_{AB} = U_{01}\cos(\omega t + \varphi_1)$ (V), $u_{BC} = U_{02}\cos(\omega t + \varphi_2)$ (V) thì biểu thức điện áp trên đoạn AC là $u_{AC} = u_{AB} + u_{BC}$.

Cách 1: $$\begin{cases} U_0^2 = U_{01}^2 + U_{02}^2 + 2U_{01}U_{02}\cos\left(\varphi_2 - \varphi_1\right) \\ \tan\varphi = \dfrac{U_{01}\sin\varphi_1 + U_{02}\sin\varphi_2}{U_{01}\cos\varphi_1 + U_{02}\cos\varphi_2} \end{cases}$$

Cách 2: $u_{AC} = U_{01}\angle\varphi_1 + U_{02}\angle\varphi_2 + \ldots$

Tình huống 17: Dựa vào dấu hiệu u_R vuông pha với u_L và u_C để tính các đại lượng khác như thế nào?

Giải pháp:

*Hai thời điểm vuông pha $t_2 - t_1 = (2k+1)\frac{T}{4} \Rightarrow x_1^2 + x_2^2 = A^2$.

*Hai đại lượng x, y vuông pha $\left(\frac{x}{x_{\max}}\right)^2 + \left(\frac{y}{y_{\max}}\right)^2 = 1$.

Chẳng hạn u_R vuông pha với u_L và u_C nên: $\begin{cases} \left(\frac{u_R}{U_R\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{u_L}{U_L\sqrt{2}}\right)^2 = 1 \\ \left(\frac{u_R}{U_R\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{u_C}{U_C\sqrt{2}}\right)^2 = 1 \end{cases}$

Chú ý: Vì u_R vuông pha với u_L và u_C nên ở một thời điểm nào đó $u_R = 0$ thì $\left[\begin{array}{l} u_L = U_{0L}, u_C = -U_{0C} \\ u_L = -U_{0L}, u_C = +U_{0C} \end{array}\right.$

Tình huống 18: Dựa vào dấu hiệu u_{AM} vuông pha với u_{MB} để tính các đại lượng khác như thế nào?

Giải pháp:

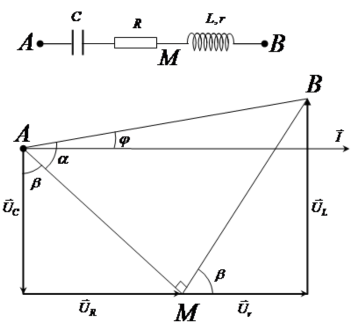
$$u_{AM} \perp u_{MB} \Rightarrow \begin{cases} \left(\frac{u_{AM}}{U_{0AM}}\right)^2 + \left(\frac{u_{MB}}{U_{0MB}}\right)^2 = 1 \\ U_{0AM}^2 + U_{0MB}^2 = U_0^2 \end{cases}$$

Chú ý:

1) Điều kiện vuông pha có thể tra hình dưới biểu thức L = rRC

$$\Rightarrow rR = \frac{L}{C} = Z_L Z_C \Rightarrow \frac{Z_L}{r}.\frac{-Z_C}{R} = -1 \Rightarrow \tan\varphi_{rL} \tan\varphi_{RC} = -1 \Rightarrow u_{rL} \perp u_{RC}$$

2) Từ điều kiện $R^2 = r^2 = L/C$ suy ra $u_{AM} \perp u_{MB}$.



$$\left.\begin{array}{l} \sin\beta = \frac{U_R}{AM} \\ \cos\beta = \frac{U_r}{MB} \end{array}\right\} \Rightarrow \tan\beta = \frac{\frac{U_R}{AM}}{\frac{U_r}{MB}} = \frac{MB}{AM} = \tan\alpha \Rightarrow \alpha = \beta$$

$$\Rightarrow \varphi = 2\alpha - 90^0 \Rightarrow \cos\varphi = \sin 2\alpha$$

3) Khi L thay đổi để U_{Lmax} thì $\vec{U}_{RC} \perp \vec{U}$ (U_{RC} và U là hai cạnh của tam giác vuông còn U_{Lmax} là cạnh huyền, U_R là đường cao thuộc cạnh huyền):

$$\left(\frac{u_{RC}}{U_{RC}\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{u}{U\sqrt{2}}\right)^2 = 1; \frac{1}{U_{RC}^2} + \frac{1}{U^2} = \frac{1}{U_R^2}$$

4) Khi C thay đổi để U_{Cmax} thì $\vec{U}_{RL} \perp \vec{U}$ (U_{RL} và U là hai cạnh của tam giác vuông còn U_{Cmax} là cạnh huyền, U_R là đường cao thuộc cạnh huyền):

$$\left(\frac{u_{RL}}{U_{RL}\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{u}{U\sqrt{2}}\right)^2 = 1; \frac{1}{U_{RL}^2} + \frac{1}{U^2} = \frac{1}{U_R^2}$$

5.5. BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN CỰC TRỊ

Để tìm giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của một đại lượng (Z, I, U_R, U_L, U_C, U_{MN}, P...) khi có một yếu tố biến thiên thông thường làm theo các bước sau:

Bước 1: Biểu diễn đại lượng cần tìm cực trị là một hàm của biến số thay đổi (R, Z_L, Z_C, ω).

Bước 2: Để tìm max, min ta thường dùng: Bất đẳng thức Côsi (tìm R để P_{max}) hoặc tam thức bậc 2 (tìm ω, Z_L để U_{Lmax}, tìm ω, Z_C để U_{Cmax}) hoặc đạo hàm khảo sát hàm số để tìm max, min (tìm Z_L để U_{RLmax}, tìm Z_C để U_{RCmax}). Riêng đối với bài toán tìm U_{Lmax} khi L thay đổi hoặc tìm U_{Cmax} khi C thay đổi thì có thể dùng giản đồ véc tơ phối hợp với định lí hàm số sin. Đặc biệt, lần đầu tiên tác giả dùng biến đổi hàm lượng giác để tìm để U_{Lmax} khi L thay đổi và U_{Cmax} khi C thay đổi.

Một bài toán có thể giải theo nhiều cách nhưng thường chỉ có một cách hay và ngắn gọn. Vì vậy, nên tránh tình trạng *"Dùng dao mổ trâu để cắt tiết gà"*.

**Bất đẳng thức Côsi*

Nếu a, b là hai số dương thì

$$a + b \geq 2.\sqrt{a.b} \Rightarrow \left[\begin{array}{l}(a+b)_{min} = 2\sqrt{a.b} \\ (\sqrt{a.b})_{max} = \dfrac{a+b}{2}\end{array}\right.$$ dấu "=" xảy ra khi a = b

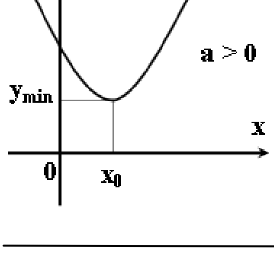
Khi tích 2 số không đổi, tổng nhỏ nhất khi 2 số bằng nhau.

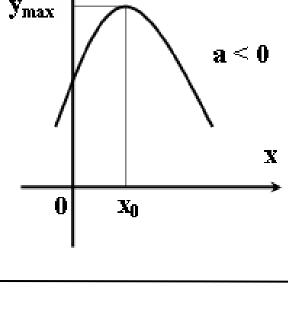
Khi tổng 2 số không đổi, tích 2 số lớn nhất khi 2 số bằng nhau.

$R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R} \geq 2|Z_L - Z_C|$ dấu "=" xảy ra khi $R = |Z_L - Z_C|$

$(R+r) + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{(R+r)} \geq 2|Z_L - Z_C|$ dấu "=" xảy ra khi $R + r = |Z_L - Z_C|$

**Tam thức bậc 2: $y = f(x) = ax^2 + bx + c$ $(a \neq 0)$*





a > 0 thì tại đỉnh Parabol $x_0 = \frac{-b}{2a}$ có $y_{min} = \frac{-\Delta}{4a} = \frac{4ac - b^2}{4a}$

a < 0 thì $y_{max} = \frac{-\Delta}{4a} = \frac{4ac - b^2}{4a}$ khi $x_0 = \frac{-b}{2a}$

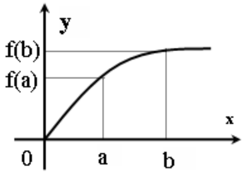
**Đạo hàm khảo sát hàm số*

Hàm số y = f(x) có cực trị khi f'(x) = 0

Giải phương trình f'(x) = 0

Lập bảng biến thiên tìm cực trị.

Nếu hàm số đồng biến hoặc nghịch biến trên một đoạn [a, b] thì max và min là hai giá trị của hàm tại hai đầu mút đó.



VD: Trong đoạn [a,b]:

f(b) lớn nhất.

f(a) nhỏ nhất.

**Biến đổi lượng giác*

$$y = a\cos x + b\sin x = \sqrt{a^2+b^2}\left(\underbrace{\frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}}_{\cos\varphi_0}\cos x + \underbrace{\frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}}}_{\sin\varphi_0}\sin x\right)$$

$$y = \sqrt{a^2+b^2}\cos(x-\varphi_0) \text{ với } \tan\varphi_0 = \frac{b}{a}$$

$y_{max} = \sqrt{a^2+b^2}$ khi $x = \varphi_0$.

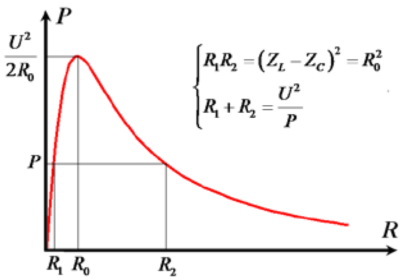
Tình huống 1: Khi gặp bài toán R thay đổi để P cực đại thì làm thế nào?

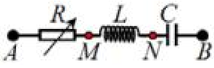
Giải pháp:

**Mạch RLC*

$$P = I^2R = \frac{U^2R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{U^2}{R + \frac{(Z_L-Z_C)^2}{R}} \le \frac{U^2}{2|Z_L - Z_C|}\begin{cases} P_{max} = \frac{U^2}{2|Z_L - Z_C|} \\ R_0 = |Z_L - Z_C| \end{cases}$$

Dạng đồ thị của P theo R:





Để tìm hai giá trị R_1, R_2 có cùng P thì từ $P=\frac{U^2R}{R^2+(Z_L-Z_C)^2}$

$\Rightarrow R^2-\frac{U^2}{P}R+(Z_L-Z_C)^2=0$, theo định lí Viet: $\begin{cases}R_1R_2=(Z_L-Z_C)^2=R_0^2\\ R_1+R_2=\frac{U^2}{P}\end{cases}$

Từ đồ thị ta nhận thấy: $\begin{cases}R=0\Rightarrow P_{\min}=0\\ R=R_0\Rightarrow P_{max}=\frac{U^2}{2R_0}\\ R=\infty\Rightarrow P_{\min}=0\end{cases}$

Bình luận thêm: $tan\varphi=\frac{Z_L-Z_C}{R_0}=\pm1\Rightarrow\varphi=\pm\frac{\pi}{4}\Rightarrow$ *Lúc này dòng điện lệch pha so với điện áp là π/4.*

$I=\frac{U}{\sqrt{R_0^2+(Z_L-Z_C)^2}}=\frac{U}{R_0\sqrt{2}}$

$U^2=U_{R0}^2+(U_L-U_C)^2\Rightarrow U_{R0}=|U_L-U_C|=\frac{U}{\sqrt{2}}$

Chú ý: Khi có hai giá trị R_1 và R_2 để có cùng P thì có thể giải nhanh khi dựa vào: $\begin{cases}R_1R_2=(Z_L-Z_C)^2=R_0^2\\ R_1+R_2=\frac{U^2}{P}\end{cases}$ *và* $P_{\max}=\frac{U^2}{2R_0}$

Tình huống 2: Khi gặp bài toán R = R_1 và R = R_2 sao cho $\varphi_1+\varphi_2=\pi/2$ thì làm thế nào?

Giải pháp:

1) Khi có hai giá trị R_1 và R_2 để $P_1=P_2=P$ thì: $\begin{cases}R_1R_2=(Z_L-Z_C)^2=R_0^2\\ R_1+R_2=\frac{U^2}{P}\end{cases}$

$\Rightarrow\frac{Z_L-Z_C}{R_1}\frac{Z_L-Z_C}{R_2}=1\Rightarrow tan\varphi_1\,tan\varphi_2=1\Rightarrow\varphi_1+\varphi_2=\frac{\pi}{2}$.

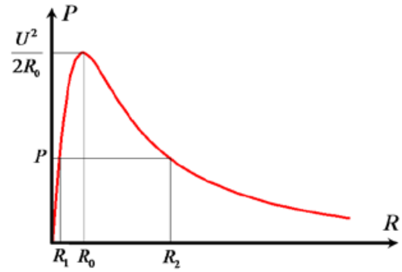
2) Đảo lại: Nếu $\varphi_1+\varphi_2=\frac{\pi}{2}$ thì $P_1=P_2=P=\frac{U^2}{R_1+R_2}$.

Tình huống 3: Khi dùng đồ thị để so sánh các giá trị P_1, P_2 và P_3 thì cần phải lưu ý điều gì?

Giải pháp:

Để so sánh công suất tỏa nhiệt ta có thể dùng đồ thị P theo R. Dựa vào đồ thị ta sẽ thấy:

*R càng gần R_0 thì công suất càng lớn, càng xa R_0 thì công suất càng bé ($R_0 = |Z_L - Z_C|$);



*$P_1 = P_2 = P$ thì $R_0 = |Z_L - Z_C| = \sqrt{R_1R_2}$

$$\begin{cases} R_3 \in (R_1;R_2) \Rightarrow P_3 > P \\ R_3 \notin [R_1;R_2] \Rightarrow P_3 < P \end{cases}$$

Chú ý:

1) Để so sánh P_3 và P_4 ta có thể dùng phương pháp "giăng dây" như sau: Từ P_3 kẻ đường song song với trục hoành nếu P_4 trên dây thì $P_4 > P_3$ và nếu dưới dây thì $P_4 < P_3$.

2) Để tìm công suất lớn nhất trong số các công suất đã cho, ta chỉ cần so sánh hai giá trị gần đỉnh nhất bằng phương pháp "giăng dây".

Tình huống 4: Khi cuộn dây có điện trở r thì tính công suất cực đại trên toàn mạch, trên r và trên R như thế nào?

Giải pháp:

Khi cuộn dây có điện trở thuần thì công suất tiêu thụ trên R và cả r.

$$* P_r = I^2r = \frac{U^2r}{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2} \le \frac{U^2r}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}\begin{cases} P_{r\max} = \dfrac{U^2r}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} \\ R_{0r} = 0 \end{cases}$$

$$* P_R = I^2R = \frac{U^2R}{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

$$P_R = \frac{U^2}{R + \dfrac{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}{R} + 2r} \le \frac{U^2}{2\sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} + 2r}\begin{cases} P_{R\max} = \dfrac{U^2}{2R_{0R} + 2r} \\ R_{0R} = \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} \end{cases}$$

$$* P = I^2(R+r) = \frac{U^2(R+r)}{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \frac{U^2}{(R+r) + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{(R+r)}} \quad (\text{xét } r < |Z_L - Z_C|)$$

$$P = \frac{U^2}{(R+r) + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{(R+r)}} \le \frac{U^2}{2|Z_L - Z_C|}\begin{cases} P_{max} = \dfrac{U^2}{2|Z_L - Z_C|} \\ R_0 + r = |Z_L - Z_C| \end{cases}$$

Nếu hai giá trị R_1, R_2 có cùng P thì từ $P = \dfrac{U^2(R+r)}{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

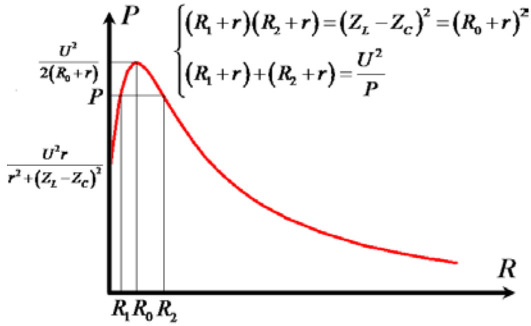
$$\Rightarrow (R+r)^2 - \frac{U^2}{P}(R+r) + (Z_L - Z_C)^2 = 0$$

Theo định lí Viet: $\begin{cases} (R_1+r)(R_2+r) = (Z_L - Z_C)^2 = (R_0+r)^2 \\ (R_1+r)+(R_2+r) = \dfrac{U^2}{P} \end{cases}$

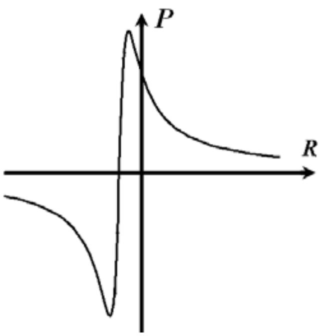
Dạng đồ thị của P theo R:

Từ đồ thị ta nhận thấy:

$$\begin{cases} R = 0 \Rightarrow P = \dfrac{U^2 r}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} \\ R = R_0 \Rightarrow P_{max} = \dfrac{U^2}{2(R_0+r)} \\ R = \infty \Rightarrow P_{\min} = 0 \end{cases}$$



*Trong trường hợp $r > |Z_L - Z_C|$ thì đồ thị P theo R có dạng như hình sau.



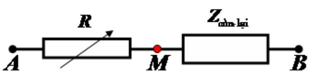
Từ đồ thị ta nhận thấy: $\begin{cases} R = 0 \Rightarrow P_{max} = \dfrac{U^2 r}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} \\ R = \infty \Rightarrow P_{\min} = 0 \end{cases}$

Cách nhớ nhanh: Công suất trên biến trở cực đại khi biến trở = tổng trở phần còn lại: $\begin{cases} R_0 = Z_{\text{còn lại}} \\ P_{R\max} = \dfrac{U^2}{2(R_0 + R_{\text{còn lại}})} \end{cases}$

Bình luận: Sau khi tìm được r và $|Z_L - Z_C|$ ta tính được các giá trị công suất cực đại trên R, toàn mạch và trên r:

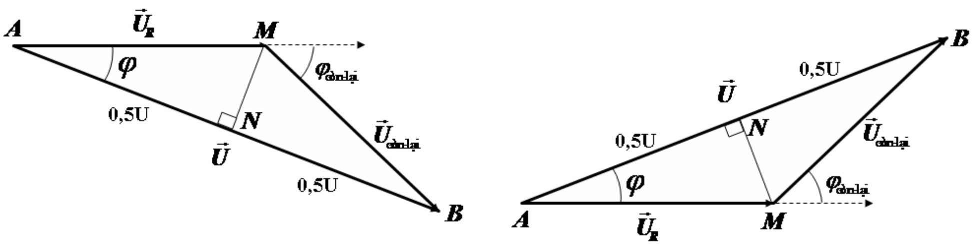
$$\begin{cases} R = R_1 \Rightarrow P_{Rmax} = \dfrac{U^2}{2(R_1 + r)} \\ R = R_2 \Rightarrow P_{max} = \dfrac{U^2}{2(R_2 + r)} \\ R = 0 \Rightarrow P_{rmax} = \dfrac{U^2 r}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{P_{Rmax}}{P_{max}} = \dfrac{R_2 + r}{R_1 + r} \\ \dfrac{P_{rmax}}{P_{max}} = \dfrac{2r(R_2 + r)}{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} \end{cases}$$

Tình huống 5: Khi dùng giản đồ véc tơ để giải quyết bài toán P_{Rmax} thì làm như thế nào?



Giải pháp:

Khi P_{Rmax} thì R = $Z_{\text{còn lại}}$, nếu vẽ giản đồ véc tơ ta sẽ dựa vào tam giác cân trên giản đồ. Tam giác AMB cân tại M nên: $\cos\varphi = \cos\dfrac{\varphi_{\text{còn lại}}}{2} = \dfrac{0,5U}{U_R} = \dfrac{R}{Z} = \dfrac{U_R}{U}$

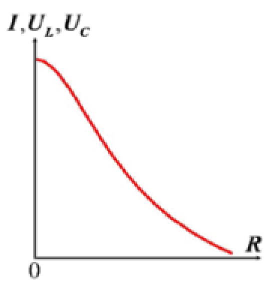


Tình huống 6: Khi gặp bài toán R thay đổi liên quan đến cực trị I, U_R, U_L, U_C, U_{RL}, U_{RC}, U_{LC} thì làm thế nào?

Giải pháp

***I, U_L, U_C luôn nghịch biến theo R**

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} \begin{cases} U_L = IZ_L \\ U_C = IZ_C \end{cases}$$



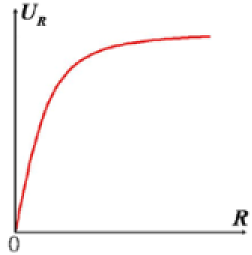
$$R = 0 \Rightarrow I_{max} = \frac{U}{|Z_L - Z_C|}; \begin{cases} U_{Lmax} = \dfrac{UZ_L}{|Z_L - Z_C|} \\ U_{Cmax} = \dfrac{UZ_C}{|Z_L - Z_C|} \end{cases}$$

$$R = \infty \Rightarrow I_{\min} = 0; U_{L\min} = 0; U_{C\min} = 0$$

***U_R luôn đồng biến theo R**

$$U_R = IR = \frac{U}{\sqrt{1+\frac{(Z_L - Z_C)^2}{R^2}}}$$

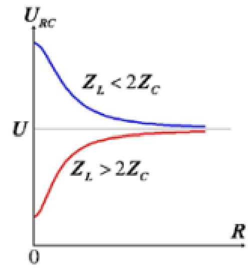
$$\begin{cases} R = 0 \Rightarrow U_{R\min} = 0 \\ R = \infty \Rightarrow U_{R\max} = U \end{cases}$$



***U_{RL} luôn nghịch biến theo R khi $Z_C < 2Z_L$ và luôn đồng biến khi $Z_C > 2Z_L$**

$$U_{RL} = IZ_{RL} = U\sqrt{\frac{R^2 + Z_L^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$$

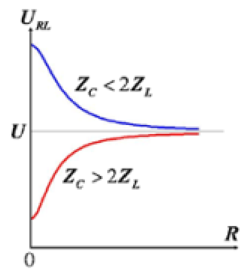
$$\begin{cases} R = 0 \Rightarrow U_{RL} = U\dfrac{Z_L}{|Z_L - Z_C|} \\ R = \infty \Rightarrow U_{RL} = U \end{cases}$$



***U_{RC} luôn nghịch biến theo R khi $Z_L < 2Z_C$ và luôn đồng biến khi $Z_L > 2Z_C$**

$$U_{RC} = IZ_{RC} = U\sqrt{\frac{R^2 + Z_C^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$$

$$\begin{cases} R = 0 \Rightarrow U_{RC} = U\dfrac{Z_C}{|Z_L - Z_C|} \\ R = \infty \Rightarrow U_{RC} = U \end{cases}$$



***Các trường hợp đề thi hay khai thác**

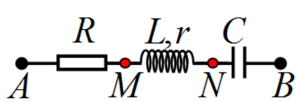
$$U_R = IR = \frac{UR}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = U \forall R \Leftrightarrow Z_C = Z_L$$ ***(mạch cộng hưởng!)***

$$U_{RL} = IZ_{RL} = U\sqrt{\frac{R^2 + Z_L^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = U \forall R \Leftrightarrow Z_C = 2Z_L$$ ***(Z_C ra đi = 2 lần Z_L ở lại!)***

$$U_{RC} = IZ_{RC} = U\sqrt{\frac{R^2 + Z_C^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = U \forall R \Leftrightarrow Z_L = 2Z_C$$ ***(Z_L ra đi = 2 lần Z_C ở lại!)***

Tình huống 7: Khi gặp bài toán L hoặc C hoặc ω thay đổi liên quan đến cộng hưởng thì làm thế nào?

Giải pháp?



*Điều kiện cộng hưởng: $\left[\begin{array}{l} Z_L = Z_C \Leftrightarrow \omega L = \dfrac{1}{\omega C} \\ \sum Z_L = \sum Z_C \Leftrightarrow \sum \omega L = \sum \dfrac{1}{\omega C} \end{array}\right.$

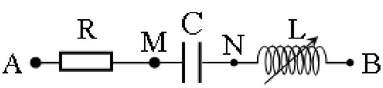
$$\begin{cases} I = \dfrac{U}{\sqrt{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = max = \dfrac{U}{R+r} \\ U_{Rmax} = I_{max} R = \dfrac{U}{R+r} R \\ P_{rmax} = I^2_{\max} r = \left(\dfrac{U}{R+r}\right)^2 r \\ P_{Rmax} = I^2_{\max} R = \left(\dfrac{U}{R+r}\right)^2 R \\ P_{max} = I^2_{\max}(R+r) = \dfrac{U^2}{R+r} \end{cases} \quad \begin{cases} U_L = I_{max} Z_L = \dfrac{U}{R+r} Z_L \\ U_C = I_{max} Z_C = \dfrac{U}{R+r} Z_C \\ U_{RL} = I_{max} Z_{RL} = \dfrac{U}{R+r}\sqrt{R^2 + Z_L^2} \\ U_{RC} = I_{max} Z_{RC} = \dfrac{U}{R+r}\sqrt{R^2 + Z_C^2} \\ U_{LC\min} = I_{max} Z_{LC} = \dfrac{U}{R+r}\left|Z_L - Z_C\right| = 0 \end{cases}$$

Chú ý:

Khi R thay đổi thì $P_{\max 1} = \dfrac{U^2}{2R_0}$ *khi* $R_0 = \left|Z_L - Z_C\right|$.

Khi L, C và ω *thay đổi thì* $P_{\max 2} = \dfrac{U^2}{R}$ *khi* $Z_L = Z_C$.

Tình huống 8. Khi gặp bài toán L thay đổi để U_{Lmax} thì phải làm thế nào?



Giải pháp:

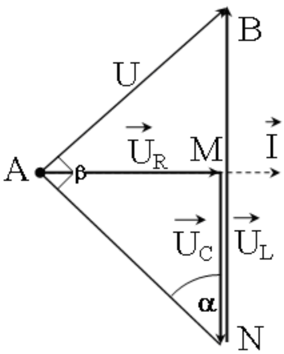
Cách 1: $U_L = IZ_L = \dfrac{UZ_L}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{UZ_L}{\sqrt{(R^2 + Z_C^2) - 2Z_C Z_L + Z_L^2}}$

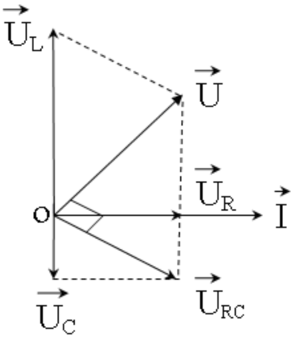
$$U_L = \frac{U}{\sqrt{(R^2 + Z_C^2)\dfrac{1}{Z_L^2} - 2Z_C\dfrac{1}{Z_L} + 1}} = \frac{U}{\sqrt{ax^2 + bx + c}} = max \Leftrightarrow$$

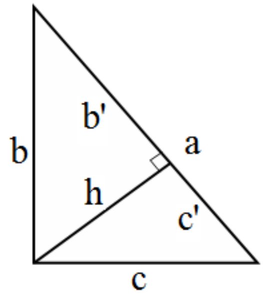
$$\Leftrightarrow ax^2 + bx + c = \min \Leftrightarrow x = -\frac{b}{2a} \Leftrightarrow \frac{1}{Z_L} = \frac{Z_C}{R^2 + Z_C^2} \Rightarrow Z_L = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C}$$

Thay biểu thức Z_L vào $U_L = \dfrac{UZ_L}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$ tính ra: $U_{L\max} = \dfrac{U\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R}$

Cách 2: Dùng giản đồ véc tơ







Ta có: $sin\alpha = \dfrac{AM}{AN} = \dfrac{Z_{AM}}{Z_{AN}} = \dfrac{R}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}$

Áp dụng định lý hàm số sin cho tam giác ANB:

$\dfrac{U_L}{sin\beta} = \dfrac{U}{sin\alpha} \Rightarrow U_L = \dfrac{U\,sin\beta}{sin\alpha} = max \Leftrightarrow \beta = 90^0 \Rightarrow \vec{U} \perp \vec{U}_{RC}$

Khi đó: $\begin{cases} U_{Lmax} = \dfrac{U}{sin\alpha} = \dfrac{U\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{R} \\ AN^2 = MN.NB \Leftrightarrow Z_{AN}^2 = Z_{MN}.Z_{NB} \Leftrightarrow R^2 + Z_C^2 = Z_C Z_L \Rightarrow Z_L = \dfrac{R^2 + Z_C^2}{Z_C} \end{cases}$

Hệ quả: $U_{L\max} \Leftrightarrow \vec{U} \perp \vec{U}_{RC} \Rightarrow \begin{cases} U_L^2 = U^2 + \underbrace{U_R^2 + U_C^2}_{U_{RC}^2} \Leftrightarrow a^2 = b^2 + c^2 \\ U_R^2 = U_C\left(U_L - U_C\right) \Leftrightarrow h^2 = b'c' \\ U^2 = U_L\left(U_L - U_C\right) \Leftrightarrow b^2 = ab' \\ \dfrac{1}{U_R^2} = \dfrac{1}{U^2} + \dfrac{1}{U_{RC}^2} \Leftrightarrow \dfrac{1}{h^2} = \dfrac{1}{b^2} + \dfrac{1}{c^2} \end{cases}$

Cách 3: *(Cho đến thời điểm sách này xuất bản chưa có sách nào giải theo cách này!)*

Từ công thức: $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} \Rightarrow Z_L - Z_C = R\tan\varphi \Rightarrow Z_L = R\tan\varphi + Z_C$

$$U_L = \frac{UZ_L}{\sqrt{R^2 + \left(Z_L - Z_C\right)^2}} = \frac{U\left(R\tan\varphi + Z_C\right)}{\sqrt{R^2 + R^2\tan^2\varphi}} = \frac{U}{R}\left(R\sin\varphi + Z_C\cos\varphi\right)$$

$$U_L = \frac{U}{R}\sqrt{R^2 + Z_C^2}\left(\frac{Z_C}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}\cos\varphi + \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}\sin\varphi\right) = \frac{U}{R}\sqrt{R^2 + Z_C^2}\cos\left(\varphi - \varphi_0\right)$$

với $\tan\varphi_0 = \dfrac{R}{Z_C}$.

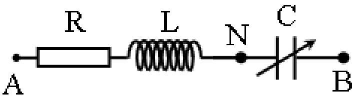
Để U_{Lmax} thì φ = φ_0 khi đó: $U_{L\max} = \frac{U}{R}\sqrt{R^2 + Z_C^2}$

Với L = L_1 và L = L_2 mà $U_{L1} = U_{L2}$, từ đó suy ra: $\cos(\varphi_1 - \varphi_0) = \cos(\varphi_2 - \varphi_0)$, hay $(\varphi_1 - \varphi_0) = -(\varphi_2 - \varphi_0) \Rightarrow \varphi_0 = (\varphi_1 + \varphi_2)/2$ (Đây là một kết quả độc đáo!).

Chú ý: Với các bài toán chỉ liên quan đến các U hoặc các độ lệch pha ta nên dùng giản đồ véc tơ để tìm nhanh kết quả.

Tình huống 9: Khi gặp bài toán C thay đổi để U_{Cmax} thì phải làm thế nào?

Giải pháp:



Cách 1:

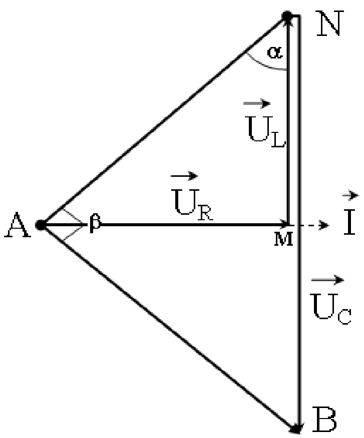
$$U_C = IZ_C = \frac{UZ_C}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \frac{UZ_C}{\sqrt{(R^2 + Z_L^2) - 2Z_CZ_L + Z_C^2}}$$

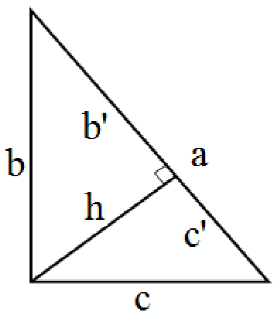
$$U_C = \frac{U}{\sqrt{(R^2 + Z_L^2)\frac{1}{Z_C^2} - 2Z_L\frac{1}{Z_C} + 1}} = \frac{U}{\sqrt{ax^2 + bx + c}} = max \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow ax^2 + bx + c = \min \Leftrightarrow x = -\frac{b}{2a} \Leftrightarrow \frac{1}{Z_C} = \frac{Z_L}{R^2 + Z_L^2} \Rightarrow Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$$

Thay biểu thức Z_C vào $U_C = \frac{UZ_C}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$ tính ra: $U_{C\max} = \frac{U\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R}$

Cách 2: Dùng giản đồ véc tơ.





Ta có: $\sin\alpha = \frac{AM}{AN} = \frac{Z_{AM}}{Z_{AN}} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}$

Áp dụng định lý hàm số sin cho tam giác ANB:

$$\frac{U_C}{\sin\beta} = \frac{U}{\sin\alpha} \Rightarrow U_L = \frac{U\sin\beta}{\sin\alpha} = max \Leftrightarrow \beta = 90^0 \Rightarrow \vec{U} \perp \vec{U}_{RL}$$

Khi đó: $\begin{cases} U_{Cmax} = \dfrac{U}{sin\alpha} = \dfrac{U\sqrt{R^2+Z_L^2}}{R} \\ AN^2 = MN.NB \Leftrightarrow Z_{AN}^2 = Z_{MN}.Z_{NB} \Leftrightarrow R^2+Z_L^2 = Z_C Z_L \Rightarrow Z_C = \dfrac{R^2+Z_L^2}{Z_L} \end{cases}$

<u>Hệ quả:</u>

$$U_{C\max} \Leftrightarrow \vec{U} \perp \vec{U}_{RL} \Rightarrow \begin{cases} U_C^2 = U^2 + \underbrace{U_R^2 + U_L^2}_{U_{RL}^2} \Leftrightarrow a^2 = b^2 + c^2 \\ U_R^2 = U_L\left(U_C - U_L\right) \Leftrightarrow h^2 = b'c' \\ U^2 = U_C\left(U_C - U_L\right) \Leftrightarrow b^2 = ab' \\ \dfrac{1}{U_R^2} = \dfrac{1}{U^2} + \dfrac{1}{U_{RL}^2} \Leftrightarrow \dfrac{1}{h^2} = \dfrac{1}{b^2} + \dfrac{1}{c^2} \end{cases}$$

Chú ý: Để dễ nhớ thì nên "suy nghĩ" về tính đối xứng L với C:

$$\begin{cases} Khi\ L\ thay\ đổi \Rightarrow U_{Lmax} = \dfrac{U\sqrt{R^2+Z_C^2}}{R} \Leftrightarrow Z_L = \dfrac{R^2+Z_C^2}{Z_C} \Leftrightarrow \vec{U} \perp \vec{U}_{RC} \\ Khi\ C\ thay\ đổi \Rightarrow U_{Cmax} = \dfrac{U\sqrt{R^2+Z_L^2}}{R} \Leftrightarrow Z_C = \dfrac{R^2+Z_L^2}{Z_L} \Leftrightarrow \vec{U} \perp \vec{U}_{RL} \end{cases}$$

Cách 3: *(Cho đến thời điểm sách này xuất bản chưa có sách nào giải theo cách này!)*

Từ công thức: $\tan\varphi = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} \Rightarrow Z_L - Z_C = R\tan\varphi \Rightarrow Z_C = Z_L - R\tan\varphi$

$$U_C = \frac{UZ_C}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}} = \frac{U\left(Z_L - R\tan\varphi\right)}{\sqrt{R^2+R^2\tan^2\varphi}} = \frac{U}{R}\left(-R\sin\varphi + Z_L\cos\varphi\right)$$

$$U_C = \frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_L^2}\left(\frac{Z_L}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}\cos\varphi - \frac{R}{\sqrt{R^2+Z_L^2}}\sin\varphi\right) = \frac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_L^2}\cos\left(\varphi+\varphi_0\right)$$

với $\tan\varphi_0 = \dfrac{R}{Z_L}$.

Để U_{Cmax} thì $\varphi = -\varphi_0$ khi đó: $U_{C\max} = \dfrac{U}{R}\sqrt{R^2+Z_L^2}$

Với $C = C_1$ và $C = C_2$ mà $U_{C1} = U_{C2}$, từ đó suy ra: $\cos(\varphi_1 + \varphi_0) = \cos(\varphi_2 + \varphi_0)$, hay $(\varphi_1 + \varphi_0) = -(\varphi_2 + \varphi_0) \Rightarrow \boxed{\varphi_0 = -(\varphi_1 + \varphi_2)/2}$ (Đây là một kết quả độc đáo!).

Chú ý: Nếu mạch có nhiều điện trở thuần thì khi áp dụng công thức trên cần thay $R = \sum R$.

Chú ý: Khi thay đổi C để U_{Cmax} thì dòng điện sẽ sớm pha hơn điện áp là α sao cho: $\tan\alpha = \dfrac{U_R}{U_L} = \dfrac{R}{Z_L}$

Tình huống 10: Khi gặp bài toán L hoặc C thay đổi để tổng các điện áp hiệu dụng cực đại ($U_{AM} + U_{MB}$) thì phải làm thế nào?

Giải pháp:

Khi dùng giản đồ véc tơ để tìm U_{Lmax} khi L thay đổi hoặc U_{Cmax} khi C thay đổi ta đã dùng định lý hàm số sin: $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$. Nếu bài toán yêu cầu tìm điều kiện để (b + c) = max thì ta áp dụng tính chất của dãy tỉ số bằng nhau:

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = \frac{b+c}{\sin B + \sin C} = \frac{b+c}{2\sin\frac{B+C}{2}\cos\frac{B-C}{2}}$$

Tình huống 11: Khi gặp bài toán hai giá trị L_1 và L_2 có cùng I, U_C, U_R, P thì làm thế nào?

Giải pháp:

Vì $I_1 = I_2$ nên $Z_1 = Z_2 \Rightarrow \sqrt{R^2 + \left(Z_{L1} - Z_C\right)^2} = \sqrt{R^2 + \left(Z_{L2} - Z_C\right)^2}$

$$\Rightarrow \left(Z_{L1} - Z_C\right) = -\left(Z_{L2} - Z_C\right) \Rightarrow Z_C = \frac{Z_{L1} + Z_{L2}}{2}$$

$$Z_1 = Z_2 \Rightarrow \frac{R}{Z_1} = \frac{R}{Z_2} \Rightarrow \cos\varphi_1 = \cos\varphi_2 \Rightarrow \varphi_1 = -\varphi_2$$

Chú ý: Khi L thay đổi hai giá trị L_1 và L_2 có cùng I, U_C, U_R, P thì

1) $Z_C = \frac{Z_{L1} + Z_{L2}}{2}$ và khi cộng hưởng (I_{max}, U_{Cmax}, U_{Rmax}, P_{max}) thì $Z_{L0} = Z_C$. Từ đó suy ra: $Z_{L0} = \frac{Z_{L1} + Z_{L2}}{2} \Rightarrow L_0 = \frac{L_1 + L_2}{2}$

2) $$Z_1 = Z_2 \Rightarrow \frac{R}{Z_1} = \frac{R}{Z_2} \Rightarrow \cos\varphi_1 = \cos\varphi_2 \Rightarrow \varphi_1 = -\varphi_2 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \begin{cases} \varphi_1 = +\alpha > 0 \\ \varphi_2 = -\alpha < 0 \end{cases} \left(khi\ L_1 > L_2\right) \\ \begin{cases} \varphi_1 = -\alpha < 0 \\ \varphi_2 = +\alpha > 0 \end{cases} \left(khi\ L_1 < L_2\right) \end{array}\right.$$

Dòng điện trong hai trường hợp lệch pha nhau là 2α.

Chú ý:

1) Khi L thay đổi để so sánh các giá trị I, P, U_R, U_C có thể dùng đồ thị của chúng theo Z_L. Dựa vào đồ thị ta sẽ thấy:

**Z_L càng gần Z_{L0} thì I, P, U_R, U_C càng lớn, càng xa thì càng bé ($Z_{L0} = Z_C$);*

**$I_1 = I_2 = I$ thì* $Z_{L0} = Z_C = \frac{Z_{L1} + Z_{L2}}{2}$ $\begin{cases} Z_{L3} \in \left(Z_{L1}; Z_{L2}\right) \Rightarrow I_3 > I \\ Z_{L3} \notin \left[Z_{L1}; Z_{L2}\right] \Rightarrow I_3 < I \end{cases}$

2) Để so sánh P_3 và P_4 ta có thể dùng phương pháp "giăng dây" như sau: Từ P_3 kẻ đường song song với trục hoành nếu P_4 trên dây thì $P_4 > P_3$ và nếu dưới dây thì $P_4 < P_3$.
3) Để tìm công suất lớn nhất trong số các công suất đã cho, ta chỉ cần so sánh hai giá trị gần đỉnh nhất bằng phương pháp "giăng dây".

Tình huống 12: Khi gặp bài toán hai giá trị C_1 và C_2 có cùng I, U_L, U_R, P thì làm thế nào?

Giải pháp:

*Vì $I_1 = I_2$ nên $Z_1 = Z_2 \Rightarrow \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_{C1})^2} = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_{C2})^2}$

$$\Rightarrow (Z_L - Z_{C1}) = -(Z_L - Z_{C2}) \Rightarrow Z_L = \frac{Z_{C1} + Z_{C2}}{2}$$

$$Z_1 = Z_2 \Rightarrow \frac{R}{Z_1} = \frac{R}{Z_2} \Rightarrow \cos\varphi_1 = \cos\varphi_2 \Rightarrow \varphi_1 = -\varphi_2$$

Chú ý: Khi C thay đổi hai giá trị C_1 và C_2 có cùng I, U_L, U_R, P thì

1) $Z_L = \frac{Z_{C1} + Z_{C2}}{2}$ *và khi cộng hưởng (I_{max}, U_{Cmax}, U_{Rmax}, P_{max}) thì $Z_{C0} = Z_L$. Từ đó suy ra:* $Z_{C0} = \frac{Z_{C1} + Z_{C2}}{2} \Rightarrow C_0 = \frac{2C_1C_2}{C_1 + C_2}$

2) $Z_1 = Z_2 \Rightarrow \frac{R}{Z_1} = \frac{R}{Z_2} \Rightarrow \cos\varphi_1 = \cos\varphi_2 \Rightarrow \varphi_1 = -\varphi_2 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \begin{cases} \varphi_1 = +\alpha > 0 \\ \varphi_2 = -\alpha < 0 \end{cases} (khi\ C_1 < C_2) \\ \begin{cases} \varphi_1 = -\alpha < 0 \\ \varphi_2 = +\alpha > 0 \end{cases} (khi\ C_1 > C_2) \end{array}\right.$

(C càng nhỏ thì Z_C càng lớn làm cho u càng trễ và ngược lại!)

Dòng điện trong hai trường hợp lệch pha nhau là 2α.

Chú ý:

1) Khi C thay đổi để so sánh các giá trị I, P, U_R, U_L có thể dùng đồ thị của chúng theo Z_C. Dựa vào đồ thị ta sẽ thấy:

**Z_C càng gần Z_{C0} thì I, P, U_R, U_L càng lớn, càng xa thì càng bé ($Z_{C0} = Z_L$);*

**$I_1 = I_2 = I$ thì* $Z_{C0} = Z_L = \frac{Z_{C1} + Z_{C2}}{2}$ $\begin{cases} Z_{C3} \in (Z_{C1}; Z_{C2}) \Rightarrow I_3 > I \\ Z_{C3} \notin [Z_{C1}; Z_{C2}] \Rightarrow I_3 < I \end{cases}$

2) Để so sánh P_3 và P_4 ta có thể dùng phương pháp "giăng dây" như sau: Từ P_3 kẻ đường song song với trục hoành nếu P_4 trên dây thì $P_4 > P_3$ và nếu dưới dây thì $P_4 < P_3$.
3) Để tìm công suất lớn nhất trong số các công suất đã cho, ta chỉ cần so sánh hai giá trị gần đỉnh nhất bằng phương pháp "giăng dây".

Tình huống 13: Khi khi gặp các bài toán hai giá trị L_1 và L_2 có cùng U_L; hai giá trị C_1 và C_2 có cùng U_C; hai giá trị ω_1 và ω_2 có cùng I, P hoặc có cùng U_L hoặc có cùng U_C thì làm thế nào?

Giải pháp:

Bây giờ chúng ta cần nhớ lại những kết quả chính đã học:

**Khi L thay đổi hai giá trị L_1 và L_2 có cùng I, U_C, U_R, P thì* $Z_{L0} = Z_C = \frac{Z_{L1} + Z_{L2}}{2}$

**Khi C thay đổi hai giá trị C_1 và C_2 có cùng I, U_L, U_R, P thì* $Z_{C0} = Z_L = \frac{Z_{C1} + Z_{C2}}{2}$

**Khi L thay đổi U_{Lmax} khi* $Z_{L0} = \frac{R^2 + Z_C^2}{Z_C}$

**Khi C thay đổi U_{Cmax} khi* $Z_{C0} = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$

Để giải quyết thêm loại bài toán hai giá của biến số cho cùng một giá trị hàm số, chúng ta nghiên cứu thêm "Phương pháp đánh giá loại hàm số" của thầy giáo Nguyễn Anh Vinh sau đây.

+Hàm tam thức bậc 2 : y = f(x) = ax^2 + bx + c

∗ Giá trị của x làm y cực trị ứng với tọa độ đỉnh $x_0 = \frac{-b}{2a}$

∗ Hai giá trị x_1, x_2 cho cùng một giá trị của hàm y, theo định lí Viet: $x_1 + x_2 = \frac{-b}{a}$

Từ đó suy ra: $\boxed{x_0 = \frac{1}{2}(x_1 + x_2)}$ và gọi là **quan hệ hàm tam thức bậc 2**.

+Hàm số kiểu phân thức: $y = f(x) = ax + \frac{b}{x}$

∗Một cực trị của y ứng với $x_0 = \sqrt{\frac{b}{a}}$

∗ Hai giá trị x_1, x_2 cho cùng một giá trị của hàm y thì nó là 2 nghiệm của phương trình:

$y = ax + \frac{b}{x} \Rightarrow \text{ax}^2 - \text{yx} + b = 0$, theo định lí Viet: $x_1 x_2 = \frac{b}{a}$.

Từ đó suy ra: $\boxed{x_0 = \sqrt{x_1 x_2}}$ và gọi là **quan hệ hàm phân thức**.

Trong các bài toán điện xoay chiều, mặc dù các đại lượng (I, P, U_R, U_L, U_C) không phụ thuộc vào R, Z_L, Z_C, ω tường minh là hàm bậc 2 hay là hàm phân thức chính tắc như trong toán học, nhưng nó có biểu thức dạng "tương tự" theo một hàm mũ hoặc kèm một vài hằng số nào đó. Lúc đó chúng ta vẫn có thể quan niệm nó thuộc một trong hai loại hàm trên. Cụ thể như sau:

* $P = I^2R = \dfrac{U^2R}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \dfrac{U^2}{R + \dfrac{(Z_L - Z_C)^2}{R}}$, P phụ thuộc R theo kiểu hàm phân thức nên: $R_0 = \sqrt{R_1R_2} = |Z_L - Z_C|$.

* $I = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)^2}}$, $P = I^2R = \dfrac{U^2R}{R^2 + \left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)^2}$,

$\cos\varphi = \dfrac{R}{Z} = \dfrac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)^2}}$, I, P và cosφ phụ thuộc ω theo kiểu hàm phân thức nên: $\omega_0 = \sqrt{\omega_1\omega_2} = \sqrt{\dfrac{1}{LC}}$.

* $I = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{U}{\sqrt{Z_L^2 - 2Z_LZ_C + (R^2 + Z_C^2)}}$, I phụ thuộc Z_L theo kiểu hàm tam thức bậc 2 nên: $Z_{L0} = \dfrac{Z_{L1} + Z_{L2}}{2} = Z_C$.

* $I = \dfrac{U}{Z} = \dfrac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{U}{\sqrt{Z_C^2 - 2Z_LZ_C + (R^2 + Z_L^2)}}$, I phụ thuộc Z_C theo kiểu hàm tam thức bậc 2 nên: $Z_{C0} = \dfrac{Z_{C1} + Z_{C2}}{2} = Z_L$.

* $U_L = IZ_L = \dfrac{UZ_L}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{U}{\sqrt{(R^2 + Z_C^2)\dfrac{1}{Z_L^2} - 2Z_C\dfrac{1}{Z_L} + 1}}$, U_L phụ thuộc $1/Z_L$ theo kiểu hàm tam thức bậc 2 nên: $\dfrac{1}{Z_{L0}} = \dfrac{\dfrac{1}{Z_{L1}} + \dfrac{1}{Z_{L2}}}{2} = \dfrac{Z_C}{R^2 + Z_C^2}$.

* $U_C = IZ_C = \dfrac{UZ_C}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = \dfrac{U}{\sqrt{(R^2 + Z_L^2)\dfrac{1}{Z_C^2} - 2Z_L\dfrac{1}{Z_C} + 1}}$, U_C phụ thuộc $1/Z_C$ theo kiểu hàm tam thức bậc 2 nên: $\dfrac{1}{Z_{C0}} = \dfrac{\dfrac{1}{Z_{C1}} + \dfrac{1}{Z_{C2}}}{2} = \dfrac{Z_L}{R^2 + Z_L^2}$.

$$*U_C = I.Z_C = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}.\frac{1}{\omega C} = \frac{U}{\sqrt{L^2C^2\omega^4 - 2\left(\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}\right)C^2\omega^2 + 1}}$$, U_C phụ

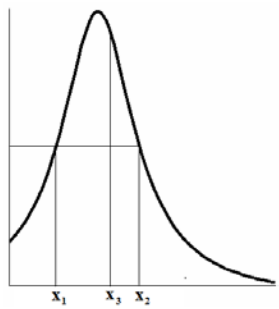
thuộc ω^2 theo kiểu hàm tam thức bậc 2 nên: $\omega_0^2 = \frac{\omega_1^2 + \omega_2^2}{2}$.

$$*U_L = I.Z_L = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}.\omega L = \frac{U}{\sqrt{\frac{1}{L^2C^2}\frac{1}{\omega^4} - 2\left(\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}\right)\frac{1}{L^2}\frac{1}{\omega^2} + 1}}$$, U_L phụ

thuộc $1/\omega^2$ theo kiểu hàm tam thức bậc 2 nên: $\frac{1}{\omega_0^2} = \frac{\frac{1}{\omega_1^2} + \frac{1}{\omega_2^2}}{2}$.

Chú ý:

1) Khi C thay đổi để so sánh các giá trị U_C có thể dùng đồ thị $U_C = \frac{U}{\sqrt{\left(R^2 + Z_C^2\right)\frac{1}{Z_C^2} - 2Z_L\frac{1}{Z_C} + 1}}$ theo $x = Z_C^{-1}$. Dựa vào đồ thị ta sẽ thấy:



** x càng gần $x_0 = Z_{C0}^{-1}$ thì U_C càng lớn, càng xa thì càng bé ($Z_{C0} = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$);*

**$U_{C1} = U_{C2} = U_C$ thì $x_0 = \frac{x_1 + x_2}{2}$* $\begin{cases} x_3 \in (x_1; x_2) \Rightarrow U_{C3} > U_C \\ x_3 \notin [x_1; x_2] \Rightarrow U_{C3} < U_C \end{cases}$

2) Để so sánh U_{C3} và U_{C4} ta có thể dùng phương pháp "giăng dây" như sau: Từ U_{C3} kẻ đường song song với trục hoành nếu U_{C4} trên dây thì $U_{C4} > U_{C3}$ và nếu dưới dây thì $U_{C4} < U_{C3}$.

3) Để tìm U_C lớn nhất trong số các giá trị đã cho, ta chỉ cần so sánh hai giá trị gần đỉnh nhất bằng phương pháp "giăng dây".

Chú ý:

1) Khi R không đổi và hai giá trị của L hoặc C hoặc ω mà I, P, U_R không thay đổi thì

$$Z_1 = Z_2 \Rightarrow \frac{R}{Z_1} = \frac{R}{Z_2} \Rightarrow \cos\varphi_1 = \cos\varphi_2 \Rightarrow \begin{cases} \varphi_1 = \alpha > 0 \\ \varphi_2 = -\alpha < \end{cases} \cup \begin{cases} \varphi_1 = -\alpha < 0 \\ \varphi_2 = \alpha > 0 \end{cases}$$

Dòng điện trong hai trường hợp lệch pha nhau là 2α.

2) Chúng ta nhớ lại các công thức giải nhanh sau đây:

♣ *Khi R thay đổi hai giá trị R_1 và R_2 mà có cùng P thì P_{max} khi: $R_0 = \sqrt{R_1R_2}$.*

♣ *Khi L thay đổi hai giá trị L_1 và L_2 mà*

**có cùng I, U_C, U_R, P thì I_{max}, U_{Cmax}, U_{Rmax}, P_{max} khi:* $L_0 = \dfrac{L_1 + L_2}{2}$.

**có cùng U_L thì U_{Lmax} khi:* $L_0 = \dfrac{2L_1L_2}{L_1 + L_2}$.

♣ Khi C thay đổi hai giá trị C_1 và C_2 mà

**có cùng I, U_L, U_R, P thì I_{max}, U_{Lmax}, U_{Rmax}, P_{max} khi:* $C_0 = \dfrac{2C_1C_2}{C_1 + C_2}$.

**có cùng U_C thì U_{Cmax} khi:* $C_0 = \dfrac{C_1 + C_2}{2}$.

♣ Khi ω thay đổi hai giá trị ω_1 và ω_2 mà

**có cùng I, U_R, P thì I_{max}, U_{Rmax}, P_{max} khi:* $\omega_0 = \sqrt{\omega_1\omega_2}$.

**có cùng U_C thì U_{Cmax} khi:* $\omega_0^2 = \dfrac{\omega_1^2 + \omega_2^2}{2}$.

**có cùng U_L thì U_{Lmax} khi:* $\omega_0^{-2} = \dfrac{\omega_1^{-2} + \omega_2^{-2}}{2}$.

Tình huống 14: Khi gặp bài toán ω thay đổi liên quan đến điện áp hiệu dụng thì làm thế nào?

Giải pháp:

<u>Bài toán:</u> Một đoạn mạch điện xoay chiều gồm điện trở thuần R, cuộn dây thuần cảm (cảm thuần) có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp. Đặt vào hai đầu đoạn mạch trên một điện áp xoay chiều mà chỉ có tần số góc ω là thay đổi được. Tìm ω để điện áp hiệu dụng trên tụ cực đại (U_C) hoặc trên cuộn cảm cực đại (U_L).

♣ Điều kiện điện áp hiệu dụng trên tụ, trên cuộn cảm cực đại.

Đặt $Z_\tau = \sqrt{\dfrac{L}{C} - \dfrac{R^2}{2}}$ - gọi là trở tồ.

<u>Định lí BHD1:</u> 1) U_C = max ⇔ $Z_L = Z_\tau$. ("C max ⇒ L tồ")

2) U_L = max ⇔ $Z_C = Z_\tau$. ("L max ⇒ C tồ")

CM1: $U_C = I.Z_C = \dfrac{U\dfrac{1}{\omega C}}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)^2}} = \dfrac{U}{\sqrt{\underbrace{L^2C^2}_{a}\underbrace{\omega^4}_{x^2}\underbrace{-2\left(\dfrac{L}{C} - \dfrac{R^2}{2}\right)C^2}_{b}\underbrace{\omega^2}_{x}+\underbrace{1}_{c}}} = \max$

$$\Leftrightarrow x = -\frac{b}{2a} \Leftrightarrow \omega^2 = \frac{\dfrac{L}{C} - \dfrac{R^2}{2}}{L^2} \Rightarrow \omega L = \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}} \Rightarrow \boxed{Z_L = Z_\tau} \Rightarrow \boxed{\omega_C = \frac{Z_\tau}{L}}$$

CM2: $U_L = I.Z_L = \dfrac{U\omega L}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \dfrac{1}{\omega C}\right)^2}} = \dfrac{U}{\sqrt{\underbrace{\dfrac{1}{L^2C^2}}_{a}\underbrace{\dfrac{1}{\omega^4}}_{x^2}\underbrace{-2\left(\dfrac{L}{C} - \dfrac{R^2}{2}\right)\dfrac{1}{L^2}}_{b}\underbrace{\dfrac{1}{\omega^2}}_{x} + \underbrace{1}_{c}}} = max$

$\Leftrightarrow x = -\dfrac{b}{2a} \Leftrightarrow \dfrac{1}{\omega^2} = \dfrac{\dfrac{L}{C} - \dfrac{R^2}{2}}{\dfrac{1}{C^2}} \Rightarrow \dfrac{1}{\omega C} = Z_\tau \Rightarrow \boxed{Z_C = Z_\tau} \Rightarrow \boxed{\omega_L = \dfrac{1}{Z_\tau C}}$

Hệ quả:

1) $\dfrac{\omega_C}{\omega_L} = \dfrac{Z_\tau^2}{\dfrac{L}{C}} = \dfrac{Z_\tau^2}{Z_L Z_C}$ *(với ω_C và ω_L lần lượt là các giá trị của ω để U_{Cmax} và U_{Lmax}).*

2) $U_C = max \Leftrightarrow Z_L = Z_\tau \Leftrightarrow Z_L = \sqrt{Z_L Z_C - \dfrac{R^2}{2}} \Rightarrow Z_C = Z_L + \dfrac{R^2}{2Z_L} > Z_L$ *(u trễ hơn i nên $\varphi < 0$)* $\Rightarrow \tan\varphi.\tan\varphi_{RL} = \dfrac{Z_L - Z_C}{R}.\dfrac{Z_L}{R} = \dfrac{Z_L - \left(Z_L + \dfrac{R^2}{2Z_L}\right)}{R}.\dfrac{Z_L}{R} = -\dfrac{1}{2}$.

Gọi α là độ lệch pha của u_{RL} và u thì $\alpha = \varphi_{RL} - \varphi = \varphi_{RL} + (-\varphi)$, trong đó, $\varphi_{RL} > 0$ và $(-\varphi) > 0$.

$$\tan\alpha = \tan(\varphi_{RL} - \varphi) = \frac{\tan\varphi_{RL} + \tan(-\varphi)}{1 + \tan\varphi_{RL}\tan\varphi}$$

$$\tan\alpha = 2\left(\tan\varphi_{RL} + \tan(-\varphi)\right) \geq 2.2\sqrt{\tan\varphi_{RL}\tan(-\varphi)} = 2\sqrt{2} \Rightarrow \tan\alpha_{\min} = 2\sqrt{2}$$

3) $U_L = max \Leftrightarrow Z_C = Z_\tau \Leftrightarrow Z_C = \sqrt{Z_L Z_C - \dfrac{R^2}{2}} \Rightarrow Z_L = Z_C + \dfrac{R^2}{2Z_C} > Z_C$ *(u sớm hơn i nên $\varphi > 0$)* $\Rightarrow \tan\varphi.\tan\varphi_{RC} = \dfrac{Z_L - Z_C}{R}.\dfrac{-Z_C}{R} = \dfrac{\left(Z_C + \dfrac{R^2}{2Z_C}\right) - Z_C}{R}.\dfrac{-Z_C}{R} = -\dfrac{1}{2}$.

Gọi α là độ lệch pha của u và u_{RC} thì $\alpha = \varphi - \varphi_{RC} = \varphi + (-\varphi_{RC})$, trong đó, $\varphi > 0$ và $(-\varphi_{RC}) > 0$.

$$\tan\alpha = \tan(\varphi - \varphi_{RC}) = \frac{\tan\varphi + \tan(-\varphi_{RC})}{1 + \tan\varphi\tan\varphi_{RC}}$$

$$\tan\alpha = 2\left(\tan\varphi + \tan(-\varphi_{RC})\right) \geq 2.2\sqrt{\tan\varphi\tan(-\varphi_{RC})} = 2\sqrt{2} \Rightarrow \tan\alpha_{\min} = 2\sqrt{2}$$

(Cho đến thời điểm sách này xuất bản chưa có sách nào giải theo cách này!)

♣ Giá trị điện áp hiệu dụng cực đại

Đặt $Z'_\tau = \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{4}}$

Định lí BHD2: $U_{L,C\max} = U_{L\max} = U_{C\max} = U.\frac{Z_L Z_C}{RZ'_\tau} = U.\frac{\frac{L}{C}}{RZ'_\tau}$

CM:

Thay $Z_L = Z_\tau$ hay $\omega^2 = \frac{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}{L^2}$ vào biểu thức U_C ta được:

$$U_{C\max} = \frac{U}{\sqrt{L^2C^2\frac{\left(\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}\right)^2}{L^4} - 2\left(\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}\right)C^2\frac{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}{L^2} + 1}} = U.\frac{\frac{L}{C}}{RZ'_\tau}$$

Thay $Z_C = Z_\tau$ hay $\frac{1}{\omega^2} = \left(\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}\right)C^2$ vào biểu thức U_L ta được:

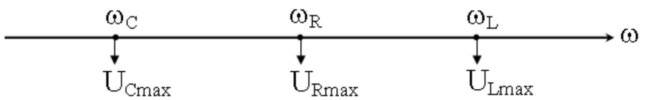
$$U_{L\max} = \frac{U}{\sqrt{\frac{1}{L^2C^2}\left(\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}\right)^2 C^4 - 2\left(\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}\right)\frac{1}{L^2}\left(\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}\right)C^2 + 1}} = U\frac{\frac{L}{C}}{RZ'_\tau}$$

Để giải nhanh bài toán loại này, ta tính: $Z_\tau = \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}}$ và $Z'_\tau = \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{4}}$ sau đó vận dụng hai định lý nói trên. Khi cần tìm điều kiện của ω ta tính Z_τ còn tìm giá trị $U_{L\max}$, $U_{C\max}$ ta tính Z'_τ.

Bình luận: Khi giải bằng phương pháp này thì khối lượng tính toán được giảm xuống mức "cực tiểu" và ta sẽ thấy được hiệu quả của nó khi gặp các bài toán có số liệu "không đẹp".

Chú ý: Khi ω thay đổi thì

1) $$\begin{cases} U_{C\max} \Leftrightarrow Z_L = Z_\tau \Leftrightarrow \omega_C L = \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}} < \sqrt{\frac{L}{C}} \Rightarrow \omega_C < \frac{1}{\sqrt{LC}} \\ U_{R\max}\left(P_{\max}, I_{\max}\right) \Leftrightarrow \text{Cộng hưởng} \Leftrightarrow \omega_R = \frac{1}{\sqrt{LC}} \\ U_{L\max} \Leftrightarrow Z_C = Z_\tau \Leftrightarrow \frac{1}{\omega_L C} = \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{2}} < \sqrt{\frac{L}{C}} \Rightarrow \omega_L > \frac{1}{\sqrt{LC}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \omega_R^2 = \omega_C\omega_L \\ \omega_C < \omega_R < \omega_L \end{cases}$$



$$2)\begin{cases}\left(\dfrac{\omega_C L}{\omega_L C}\right)^2=\left(\dfrac{L}{C}-\dfrac{R^2}{2}\right)^2 \xrightarrow{\frac{L}{C}=Z_LZ_C}\left(\dfrac{\omega_C}{\omega_L}\right)^2=1-\dfrac{R^2}{Z_LZ_C}+\dfrac{R^4}{4\left(Z_LZ_C\right)^2}\\ \left(\dfrac{U}{U_{L,C\max}}\right)^2=\left(\dfrac{RZ'_\tau}{L/C}\right)^2=\dfrac{R^2\left(Z_LZ_C-\dfrac{R^2}{2}\right)}{\left(Z_LZ_C\right)^2}=\dfrac{R^2}{Z_LZ_C}-\dfrac{R^4}{4\left(Z_LZ_C\right)^2}\end{cases}$$

$\Rightarrow \boxed{\left(\dfrac{\omega_C}{\omega_L}\right)^2+\left(\dfrac{U}{U_{C,L\max}}\right)^2=1} \Rightarrow \boxed{U_{C,L\max}=\dfrac{U}{\sqrt{1-\left(\dfrac{\omega_C}{\omega_L}\right)^2}}}$ *(Để dễ nhớ nên lưu ý "C" trên "L" dưới).*

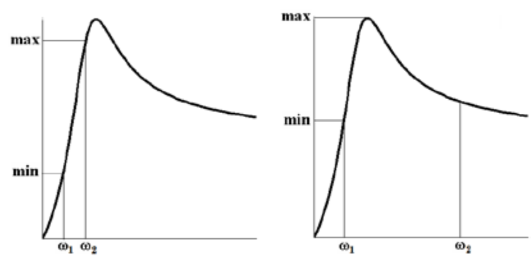
(Cho đến thời điểm sách này xuất bản chưa có sách nào giải theo cách này!)

Nếu cho ω_R và ω_C thì ta thay $\omega_L=\dfrac{\omega_R^2}{\omega_C}$ *sẽ được:* $\boxed{\left(\dfrac{\omega_C}{\omega_R}\right)^4+\left(\dfrac{U}{U_{C,L\max}}\right)^2=1}$

Nếu cho ω_R và ω_L thì ta thay $\omega_C=\dfrac{\omega_R^2}{\omega_L}$ *sẽ được:* $\boxed{\left(\dfrac{\omega_R}{\omega_L}\right)^4+\left(\dfrac{U}{U_{C,L\max}}\right)^2=1}$

Cũng nên nhớ thêm: $\dfrac{\omega'}{\omega}=\dfrac{f'}{f}=\dfrac{T}{T'}$ *để thích ứng với các loại đề thi.*

3) Nếu bài toán chỉ cho ω biến thiên từ ω_1 đến ω_2 thì để tìm giá trị lớn nhất nhỏ nhất ta so sánh giá trị tại hai đầu giới hạn và giá trị tại đỉnh.



Tình huống 15. Khi gặp bài toán ω thay đổi qua hai giá trị ω_1 và ω_2 có cùng I, U_R, P, cosφ kết hợp với các hệ thức phụ thì làm thế nào?

Giải pháp:

*Khi ω thay đổi hai giá trị ω_1 và ω_2 mà có cùng I, U_R, P, cosφ thì $Z_2 = Z_1$ hay:

$$\sqrt{R^2+\left(\omega_1 L-\frac{1}{\omega_1 C}\right)^2}=\sqrt{R^2+\left(\omega_2 L-\frac{1}{\omega_2 C}\right)^2}\Rightarrow \omega_1\omega_2=\frac{1}{LC}=\omega_0^2.$$

Bây giờ nếu cho thêm điều kiện: $\frac{L}{C} = n^2R^2$ thì ta có hệ: $\begin{cases} \frac{1}{LC} = \omega_1\omega_2 \\ \frac{L}{C} = n^2R^2 \end{cases}$

$$\Rightarrow \begin{cases} L = nR\sqrt{\frac{1}{\omega_1\omega_2}} \\ \frac{1}{C} = nR\sqrt{\omega_1\omega_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_{C1} = \frac{1}{\omega_1 C} = nR\sqrt{\frac{\omega_2}{\omega_1}} \\ Z_{L1} = \omega_1 L = nR\sqrt{\frac{\omega_1}{\omega_2}} \end{cases}$$

Tổng trở, hệ số công suất lần lượt là:

$$\begin{cases} Z_1 = Z_2 = \sqrt{R^2 + \left(Z_{L1} - Z_{C1}\right)^2} = R\sqrt{1 + n^2\left(\sqrt{\frac{\omega_2}{\omega_1}} - \sqrt{\frac{\omega_1}{\omega_2}}\right)^2} \\ \cos\varphi_1 = \cos\varphi_2 = \frac{R}{Z_1} = \frac{1}{\sqrt{1 + n^2\left(\sqrt{\frac{\omega_2}{\omega_1}} - \sqrt{\frac{\omega_1}{\omega_2}}\right)^2}} \end{cases}$$

Chú ý:

1) Điều kiện $\frac{L}{C} = nR^2$ *có thể trá hình dưới dạng điều kiện vuông pha.*

2) Khi cho biết cảm kháng dung kháng khi ω = ω₁ và khi ω = ω₂ mạch cộng hưởng thì $\omega_1 = \omega_2\sqrt{\frac{Z_{L1}}{Z_{C1}}}$.

$$\textit{Thật vây:} \begin{cases} \begin{cases} Z_{L1} = \omega_1 L \\ Z_{C1} = \frac{1}{\omega_1 C} \end{cases} \Rightarrow \omega_1^2 LC = \frac{Z_{L1}}{Z_{C1}} \\ \textit{Cộng hưởng} \Leftrightarrow \omega_2 L = \frac{1}{\omega_2 C} \Rightarrow LC = \frac{1}{\omega_2^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{\omega_1}{\omega_2} = \sqrt{\frac{Z_{L1}}{Z_{C1}}}$$

Tình huống 16: Khi gặp bài toán thay đổi tần số mà liên quan đến tính điện áp thì làm thế nào?

Giải pháp:

Khi thay đổi tần số mà liên quan đến tính điện áp thì ta áp dụng công thức tính điện áp tổng cho hai trường hợp:

*Lúc đầu: $U^2 = U_R^2 + \left(U_L - U_C\right)^2 \Rightarrow$ tính được U và $Z_L = k_1R$, $Z_C = k_2R$.

*Nếu f' = nf thì $Z'_L = nZ_L = nk_1R$, $Z'_C = Z_C/n = k_2R/n$ hay $U'_L = nk_1U'_R$ và $U'_C = k_2U'_R/n$. Thay các biểu thức đó vào phương trình: $U^2 = U'^2_R + \left(U'_L - U'_C\right)^2$ thì chỉ còn ẩn duy nhất là U'_R.

Tình huống 17: Khi gặp bài toán hai giá trị ω_1 và ω_2 mà $I_1 = I_2 = I_{max}/n$ thì làm thế nào?

Giải pháp:

Khi cho biết hai giá trị ω_1 và ω_2 mà $I_1 = I_2 = I_{max}/n$ thì $Z_1 = Z_2 = nR$ hay $\sqrt{R^2+\left(\omega_1 L-\frac{1}{\omega_1 C}\right)^2}=\sqrt{R^2+\left(\omega_2 L-\frac{1}{\omega_2 C}\right)^2}=nR$

Nếu $\omega_1 > \omega_2$ thì chỉ có thể xảy ra trường hợp: $\begin{cases}\omega_1 L-\dfrac{1}{\omega_1 C}=R\sqrt{n^2-1}\\ \omega_2 L-\dfrac{1}{\omega_2 C}=-R\sqrt{n^2-1}\end{cases}$

Từ hệ này có thể đi theo hai hướng:

*Nếu cho biết L mà không biết C thì khử C:

$$\begin{cases}\omega_1^2 L-\dfrac{1}{C}=\omega_1 R\sqrt{n^2-1}\\ \omega_2^2 L-\dfrac{1}{C}=-\omega_2 R\sqrt{n^2-1}\end{cases}\Rightarrow L\left(\omega_1^2-\omega_2^2\right)=R\sqrt{n^2-1}\left(\omega_1+\omega_2\right)\Rightarrow R=\frac{L\left(\omega_1-\omega_2\right)}{\sqrt{n^2-1}}$$

*Nếu cho biết C mà không biết L thì khử L:

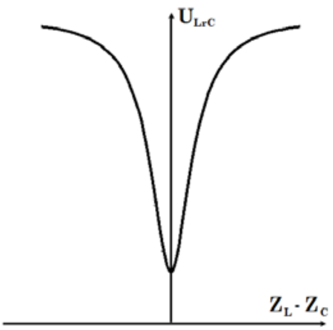
$$\begin{cases}L-\dfrac{1}{\omega_1^2 C}=\dfrac{R\sqrt{n^2-1}}{\omega_1}\\ L-\dfrac{1}{\omega_2^2 C}=-\dfrac{R\sqrt{n^2-1}}{\omega_2}\end{cases}\Rightarrow \frac{1}{\omega_2^2 C}-\frac{1}{\omega_1^2 C}=R\sqrt{n^2-1}\left(\frac{1}{\omega_1}+\frac{1}{\omega_2}\right)\Rightarrow R=\frac{\left(\omega_1-\omega_2\right)}{\omega_1\omega_2 C\sqrt{n^2-1}}$$

Tình huống 18: Khi gặp bài toán điện áp hiệu dụng trên đoạn LrC cực tiểu thì làm thế nào?

Giải pháp:

$$U_{LrC}=IZ_{LrC}=U\frac{\sqrt{r^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}{\sqrt{\left(r+R\right)^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}=\min$$

$$\Leftrightarrow Z_L-Z_C=0 \text{ và } U_{LrC\min}=U\frac{r}{r+R}$$



Đồ thị phụ thuộc U_{LrC} theo (Z_L - Z_C) có dạng như hình bên.

$$\begin{cases}Z_L-Z_C=0\Rightarrow U_{LrC\min}=U\dfrac{r}{r+R}\\ Z_L-Z_C=\infty\Rightarrow U_{LrC\max}=U\end{cases}$$

Tình huống 19: Khi gặp bài toán tìm U_{RLmax} khi L thay đổi và tìm U_{RCmax} khi C thay đổi thì làm thế nào?

Giải pháp:

Như chúng ta đã biết, "vạn bất đắc dĩ" mới phải dùng đến đạo hàm để tìm cực trị! Đối với hai bài toán này chỉ còn cách duy nhất là dùng đạo hàm (không còn cách nào khác!).

*Khi L thay đổi:

$$U_{RL} = I.Z_{RL} = U.\sqrt{\frac{R^2 + Z_L^2}{R^2 + \left(Z_L - Z_C\right)^2}} = U.\sqrt{\frac{Z_L^2 + R^2}{Z_L^2 - 2Z_LZ_C + \left(R^2 + Z_C^2\right)}} = U.\sqrt{y}$$

$$y' = \frac{-2Z_C\left(Z_L^2 - Z_LZ_C - R^2\right)}{\left[Z_C^2 - 2Z_LZ_C + \left(R^2 + Z_L^2\right)\right]^2} = 0 \Rightarrow Z_L = \frac{Z_C + \sqrt{Z_C^2 + 4R^2}}{2}$$

$$U_{RLmax} = \frac{UR}{\dfrac{-Z_C + \sqrt{Z_C^2 + 4R^2}}{2}}$$

*Khi C thay đổi:

$$U_{RC} = I.Z_{RC} = U.\sqrt{\frac{R^2 + Z_C^2}{R^2 + \left(Z_L - Z_C\right)^2}} = U.\sqrt{\frac{Z_C^2 + R^2}{Z_C^2 - 2Z_LZ_C + \left(R^2 + Z_L^2\right)}} = U.\sqrt{y}$$

$$y' = \frac{-2Z_L\left(Z_C^2 - Z_LZ_C - R^2\right)}{\left[Z_C^2 - 2Z_LZ_C + \left(R^2 + Z_L^2\right)\right]^2} = 0 \Rightarrow Z_C = \frac{Z_L + \sqrt{Z_L^2 + 4R^2}}{2}$$

$$U_{RCmax} = \frac{UR}{\dfrac{-Z_L + \sqrt{Z_L^2 + 4R^2}}{2}}$$

Chú ý : Để dễ nhớ ta viết chung đối xứng L, C như sau:

Khi L thay đổi: $U_{RLmax} = \dfrac{UR}{\dfrac{-Z_C + \sqrt{Z_C^2 + 4R^2}}{2}} \Leftrightarrow Z_L = \dfrac{Z_C + \sqrt{Z_C^2 + 4R^2}}{2}$

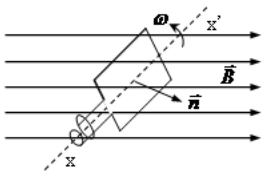
Khi C thay đổi: $U_{RCmax} = \dfrac{UR}{\dfrac{-Z_L + \sqrt{Z_L^2 + 4R^2}}{2}} \Leftrightarrow Z_C = \dfrac{Z_L + \sqrt{Z_L^2 + 4R^2}}{2}$

3.6. MÁY ĐIỆN

Tình huống 1: Khi gặp bài toán cơ bản về máy phát điện xoay chiều 1 pha thì làm thế nào?

Giải pháp:

Nếu máy phát có p cặp cực nam châm và rôto quay với tốc độ n vòng/s thì tần số dòng điện do máy phát ra: $f = np$.



Nếu máy phát có p cặp cực nam châm và rôto quay với tốc độ n vòng/phút thì tần số dòng điện do máy phát ra: $f = \frac{np}{60}$.

Nếu lúc đầu pháp tuyến của khung dây $\vec{n}$ hợp với cảm ứng từ $\vec{B}$ một góc α thì biểu thức từ thông gửi qua một vòng dây $\Phi_1 = BS\cos(\omega t + \alpha)$.

Nếu cuộn dây có N vòng giống nhau, thì suất điện động xoay chiều trong cuộn dây là: $e = -N\frac{d\Phi_1}{dt} = \omega NBS\sin\left(\omega t + \alpha\right)$.

Từ thông cực đại gửi qua 1 vòng dây: $\Phi_0 = BS$.

Biên độ của suất điện động là: $E_0 = \omega NBS$.

Suất điện động hiệu dụng: $E = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = \frac{\omega NBS}{\sqrt{2}}$

Chú ý:

1) Nếu lúc đầu $\vec{n}$ cùng hướng với $\vec{B}$ thì $\alpha = 0$ (mặt khung vuông góc với $\vec{B}$).

Nếu lúc đầu $\vec{n}$ ngược hướng với $\vec{B}$ thì $\alpha = \pi$ (mặt khung vuông góc với $\vec{B}$).

Nếu lúc đầu $\vec{n}$ vuông góc với $\vec{B}$ thì $\alpha = \pm\pi/2$ (mặt khung song song với $\vec{B}$).

2) Khi máy phát có số cặp cực thay đổi Δp và số vòng quay thay đổi Δn (nên đổi đơn vị là vòng/giây) thì tùy thuộc trường hợp để lựa chọn dấu '+' hay dấu '-' trong các công thức sau :
$$\begin{cases} \Delta n\left(vòng/s\right) \\ f_1 = n_1 p_1 \Rightarrow n_1 = \frac{f_1}{p_1} \\ f_2 = n_2 p_2 = \left(n_1 \pm \Delta n\right)\left(p_1 \pm \Delta p\right) \Rightarrow p_1 = ? \end{cases}$$

3) Tổng số vòng dây của phần ứng $N = \frac{E_0}{\omega\Phi_0}$. Nếu phần ứng gồm k cuộn dây giống nhau mắc nối tiếp thì số vòng dây trong mỗi cuộn: $N_1 = \frac{N}{k}$.

Tình huống 2: Khi gặp bài toán máy phát điện xoay chiều một pha tốc độ quay của rôto thay đổi thì làm thế nào?

Giải pháp:

Khi tốc độ quay của rôto thay đổi thì tần số: $\begin{cases} \left.\begin{matrix} f_1 = np \\ f_2 = \left(n + \Delta n\right)p \end{matrix}\right\} \Rightarrow \begin{cases} n = ? \\ p = ? \end{cases} \\ f_3 = \left(n + \Delta n'\right)p = ? \end{cases}$

Suất điện động hiệu dụng tương ứng: $E = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi fN\Phi_0}{\sqrt{2}} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = \frac{2\pi f_1 N\Phi_0}{\sqrt{2}} \\ E_2 = \frac{2\pi f_2 N\Phi_0}{\sqrt{2}} \\ E_3 = \frac{2\pi f_3 N\Phi_0}{\sqrt{2}} \end{cases}$

$\Rightarrow \frac{E_3}{E_2 - E_1} = \frac{f_3}{f_2 - f_1}$

Tình huống 3: Khi gặp bài toán máy phát được nối kín và tổng điện trở thuần của mạch là R thì cường độ hiệu dụng, công suất tỏa nhiệt và nhiệt lượng tỏa ra tính như thế nào?

Giải pháp:

Nếu mạch được nối kín và tổng điện trở thuần của mạch là R thì cường độ hiệu dụng, công suất tỏa nhiệt và nhiệt lượng tỏa ra lần lượt là:

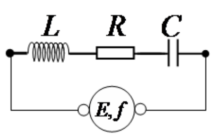
$E = \frac{N\omega BS}{\sqrt{2}}; I = \frac{E}{R}; P = I^2R; Q = Pt = I^2Rt$

Tình huống 4: Khi gặp bài toán máy phát điện xoay chiều 1 pha mắc với mạch RLC thì làm thế nào?

Giải pháp:

Khi máy phát điện xoay chiều 1 pha mắc với mạch RLC thì cường độ hiệu dụng:

$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$ với $\begin{cases} f = np \Rightarrow \omega = 2\pi f \Rightarrow Z_L = \omega L; Z_C = \frac{1}{\omega C} \\ E = \frac{N2\pi f\Phi_0}{\sqrt{2}} \end{cases}$



Khi n’ = kn thì $E' = kE; Z'_L = kZ_L; Z'_C = \frac{Z_C}{k}$

$\Rightarrow I' = \frac{kE}{\sqrt{R^2 + \left(kZ_L - \frac{Z_C}{k}\right)^2}} \Rightarrow \frac{I'}{I} = k\frac{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}{\sqrt{R^2 + \left(kZ_L - \frac{Z_C}{k}\right)^2}}$

Chú ý: Nếu bài toán liên quan đến độ lệch pha hoặc hệ số công suất thì ta sẽ rút ra được hệ thức của Z_L, Z_C theo R: $\begin{cases} \tan\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} \\ \cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} \end{cases}$

Tình huống 5: Khi gặp bài toán điều chỉnh tốc độ quay của rôto để mạch cộng hưởng khác với điều chỉnh tốc độ roto để cường độ hiệu dụng cực đại như thế nào?

Giải pháp:

Khi điều chỉnh tốc độ quay của rôto để mạch cộng hưởng thì cường độ hiệu dụng chưa chắc cực đại và khi cường độ hiệu dụng cực đại thì mạch chưa chắc cộng hưởng.

$$I=\frac{E}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}=\frac{\dfrac{\omega NBS}{\sqrt{2}}}{\sqrt{R^2+\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

*Mạch cộng hưởng khi:

$$\omega L=\frac{1}{\omega C}\Rightarrow \omega=\frac{1}{\sqrt{LC}}\Rightarrow f=\frac{\omega}{2\pi}=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}\Rightarrow n=\frac{f}{p}=\frac{1}{2\pi p\sqrt{LC}}$$

*Để tìm điều kiện dòng hiệu dụng cực đại ta biến đổi như sau:

$$I=\frac{\dfrac{\omega NBS}{\sqrt{2}}}{\sqrt{R^2+\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)^2}}=\frac{\omega L.\dfrac{NBS}{L\sqrt{2}}}{\sqrt{\dfrac{1}{\omega^2C^2}-2\left(\dfrac{L}{C}-\dfrac{R^2}{2}\right)+\omega^2L^2}}$$

$$I=\frac{\dfrac{NBS}{L\sqrt{2}}}{\sqrt{\underbrace{\dfrac{1}{L^2C^2}}_{a}\underbrace{\dfrac{1}{\omega^4}}_{x^2}\underbrace{-2\left(\dfrac{L}{C}-\dfrac{R^2}{2}\right)\dfrac{1}{L^2}}_{b}\underbrace{\dfrac{1}{\omega^2}}_{x}+\underbrace{1}_{c}}}$$

$$\begin{cases} I_{max}\Leftrightarrow x_0=-\dfrac{b}{2a}\Leftrightarrow\dfrac{1}{\omega_0^2}=\left(\dfrac{L}{C}-\dfrac{R^2}{2}\right)C^2\Rightarrow\omega_0=\dfrac{1}{\sqrt{\dfrac{L}{C}-\dfrac{R^2}{2}}.C}=\dfrac{1}{Z_\tau C} \\ I_1=I_2\Leftrightarrow x_1+x_2=-\dfrac{b}{a}=2x_0\Leftrightarrow\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{1}{\omega_1^2}+\dfrac{1}{\omega_2^2}\right)=\dfrac{1}{\omega_0^2}=\left(\dfrac{L}{C}-\dfrac{R^2}{2}\right)C^2 \end{cases}$$

Tình huống 6: Khi gặp bài toán liên quan đến cách mắc nguồn 3 pha và tải 3 pha thì làm thế nào?

Giải pháp:

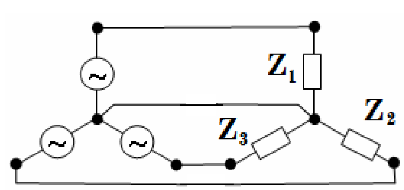
Điện áp pha U_P là điện áp giữa hai đầu một cuộn của máy phát.

Điện áp dây U_d là điện áp giữa hai đầu dây nóng của máy phát đưa ra ngoài.

Điện áp định mức trên mỗi tải U.

***Nguồn mắc sao – Tải mắc sao**

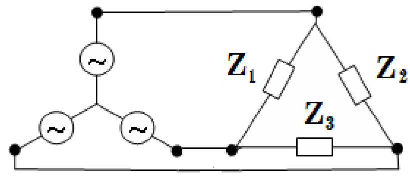
$$\begin{cases} U=U_P \\ I_1=\dfrac{U}{Z_1},I_2=\dfrac{U}{Z_2},I_3=\dfrac{U}{Z_3} \\ P=P_1+P_2+P_3=I_1^2R_1+I_2^2R_2+I_3^2R_3 \\ A=Pt \end{cases}$$



Dòng điện tức thời qua dây trung hòa $i_{th} = i_1 + i_2 + i_3$. Nếu tải đối xứng thì $i_{th} = 0$.

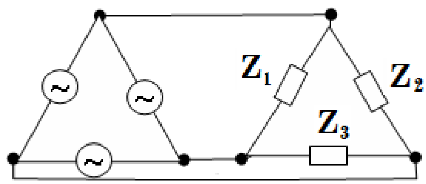
***Nguồn mắc sao – Tải mắc tam giác**

$$\begin{cases} U = U_d = U_P\sqrt{3} \\ I_1 = \dfrac{U}{Z_1}, I_2 = \dfrac{U}{Z_2}, I_3 = \dfrac{U}{Z_3} \\ P = P_1 + P_2 + P_3 = I_1^2R_1 + I_2^2R_2 + I_3^2R_3 \\ A = Pt \end{cases}$$



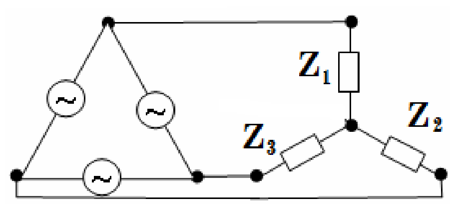
***Nguồn mắc tam giác – Tải mắc tam giác**

$$\begin{cases} U = U_d = U_P \\ I_1 = \dfrac{U}{Z_1}, I_2 = \dfrac{U}{Z_2}, I_3 = \dfrac{U}{Z_3} \\ P = P_1 + P_2 + P_3 = I_1^2R_1 + I_2^2R_2 + I_3^2R_3 \\ A = Pt \end{cases}$$



***Nguồn mắc tam giác – Tải mắc sao**

$$\begin{cases} U = \dfrac{U_d}{\sqrt{3}} = \dfrac{U_P}{\sqrt{3}} \\ I_1 = \dfrac{U}{Z_1}, I_2 = \dfrac{U}{Z_2}, I_3 = \dfrac{U}{Z_3} \\ P = P_1 + P_2 + P_3 = I_1^2R_1 + I_2^2R_2 + I_3^2R_3 \\ A = Pt \end{cases}$$



Chú ý: Nếu nguồn và tải đều mắc hình sao thì dòng điện tức thời qua dây trung hòa:

$$i_{th} = i_1 + i_2 + i_3 = \frac{u_1}{\overline{Z}_1} + \frac{u_2}{\overline{Z}_2} + \frac{u_3}{\overline{Z}_3}$$ *(cộng 3 số phức)*

Tình huống 7: Khi gặp bài toán liên quan đến hiệu suất, công suất tiêu thụ điện, điện năng tiêu thụ và năng lượng có ích của động cơ điện thì làm thế nào?

Giải pháp:

Hiệu suất của động cơ: $H = \dfrac{P_i}{P}$

Công suất tiêu thụ điện: $P = \dfrac{P_i}{H} = UI\cos\varphi$

Sau thời gian t, điện năng tiêu thụ và năng lượng cơ có ích: $\begin{cases} A = Pt = \dfrac{P_i}{H}t = tUI\cos\varphi \\ A_i = P_it \end{cases}$

Đổi đơn vị: $1(kWh) = 10^3 W.3600s = 36.10^5(J); 1(J) = \frac{1(kWh)}{36.10^5}$

Chú ý:

1) Khi mắc động cơ 3 pha có điện áp định mức trên mỗi tải là U vào máy phát điện xoay chiều 3 pha có điện áp pha là U_P thì tùy vào độ lớn của U và U_P mà yêu cầu mắc hình sao hay mắc hình tam giác.

**Nếu $U = U_P$ và động cơ hoạt động bình thường thì nguồn mắc sao – tải mắc sao hoặc nguồn mắc tam giác – tải mắc tam giác.*

**Nếu $U = U_P\sqrt{3}$ và động cơ hoạt động bình thường thì nguồn mắc sao – tải mắc tam giác.*

**Nếu $U = U_P/\sqrt{3}$ và động cơ hoạt động bình thường thì nguồn mắc tam giác – tải mắc sao.*

Công suất tiêu thụ của động cơ 3 pha: $P = 3UI\cos\varphi$ (I là cường độ hiệu dụng qua mỗi tải và $\cos\varphi$ là hệ số công suất trên mỗi tải).

2) *Để tính giá trị tức thời u, i trong mỗi pha ta viết biểu thức u, i rồi căn cứ vào quan hệ để tính.*

3) Công suất tiêu thụ của động cơ gồm hai phần: công suất cơ học và công suất hao phí do tỏa nhiệt.

**Động cơ 1 pha: $UI\cos\varphi = P_i + I^2 r$*

**Động cơ 3 pha: $3UI\cos\varphi = P_i + 3I^2 r$*

Tình huống 8: Khi gặp bài toán động cơ mắc nối tiếp với mạch RLC thì làm thế nào?

Giải pháp:

Nếu đoạn mạch xoay chiều AB gồm mạch RLC nối tiếp với động cơ điện 1 pha thì biểu thức điện áp trên RLC, trên động cơ lần lượt là:

$$i = I\sqrt{2}\cos\omega t \Rightarrow \begin{cases} u_{RLC} = U_{RLC}\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi_{RLC}) \\ u_{\text{động\_cơ}} = U\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi) \end{cases} \text{ trong đó: } \begin{cases} \tan\varphi_{RLC} = \dfrac{Z_L - Z_C}{R} \\ P = UI\cos\varphi = \dfrac{P_i}{H} \end{cases}$$

Điện áp hai đầu đoạn mạch là tổng hợp của hai dao động điều hòa:

$u_{AB} = u_{RLC} + u_{\text{động\_cơ}} = U_{AB}\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi_{AB})$, trong đó:

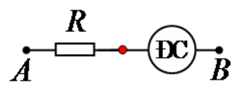
$$U_{AB}^2 = U_{RLC}^2 + U^2 + 2U_{RLC}U\cos(\varphi - \varphi_{RLC}); \ \tan\varphi_{AB} = \frac{U_{RLC}\sin\varphi_{RLC} + U\sin\varphi}{U_{RLC}\cos\varphi_{RLC} + U\cos\varphi}$$

Tình huống 9: Khi gặp bài toán động cơ mắc nối tiếp với biến trở R thì làm thế nào?

Giải pháp:

Nếu đoạn mạch xoay chiều AB gồm mạch R nối tiếp với động cơ điện 1 pha thì biểu thức điện áp trên R, trên động cơ lần lượt là:

$i = I\sqrt{2}\cos\omega t \Rightarrow \begin{cases} u_R = U_R\sqrt{2}\cos\omega t \\ u_{\text{động\_cơ}} = U\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi) \end{cases}$ trong đó:



$P = UI\cos\varphi = \dfrac{P_i}{H}$

Điện áp hai đầu đoạn mạch là tổng hợp của hai dao động điều hòa:

$u_{AB} = u_R + u_{\text{động\_cơ}} = U_{AB}\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi_{AB})$, trong đó:

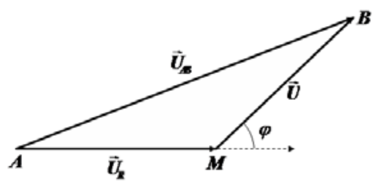
$U_{AB}^2 = U_R^2 + U^2 + 2U_RU\cos\varphi$; $\tan\varphi_{AB} = \dfrac{U_R\sin 0 + U\sin\varphi}{U_R\cos 0 + U\cos\varphi}$

Ví dụ minh họa: (ĐH-2010) Trong giờ học thực hành, học sinh mắc nối tiếp một quạt điện xoay chiều với điện trở R rồi mắc hai đầu đoạn mạch này vào điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 380 V. Biết quạt này có các giá trị định mức: 220 V – 88 W và khi hoạt động đúng công suất định mức thì độ lệch pha giữa điện áp ở hai đầu quạt và cường độ dòng điện qua nó là φ, với cosφ = 0,8. Để quạt điện này chạy đúng công suất định mức thì R bằng

A. 180 Ω. B. 354 Ω. C. 361 Ω. D. 267 Ω.

Hướng dẫn

$P = UI\cos\varphi \Rightarrow 88 = 220.I.0,8 \Rightarrow I = 0,5(A)$



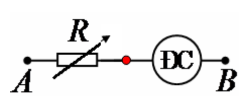
Cách 1: $U_{AB}^2 = U_R^2 + U^2 + 2U_RU\cos\varphi$

Cách 2:

$\vec{U}_{AB} = \vec{U}_R + \vec{U} \Rightarrow U_{AB}^2 = U_R^2 + U^2 + 2U_RU\cos\varphi$

$\Rightarrow 380^2 = U_R^2 + 220^2 + 2U_R220.0,8 \Rightarrow U_R = 180,337 \Rightarrow R = \dfrac{U_R}{I} = 361(\Omega) \Rightarrow$ Chọn C.

Ví dụ minh họa 2: Trong một giờ thực hành một học sinh muốn một quạt điện loại 110 V – 100 W hoạt động bình thường dưới một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 220 V, nên mắc nối tiếp với quạt một biến trở. Ban đầu học sinh đó để biến trở có giá trị 100 Ω thì đo thấy cường độ hiệu dụng trong mạch là 0,5 A và công suất của quạt điện đạt 80%. Tính hệ số công suất toàn mạch, hệ số công suất của quạt và điện áp hiệu dụng trên quạt lúc này. Muốn quạt hoạt động bình thường thì phải điều chỉnh biến trở như thế nào? Biết điện áp hai đầu đoạn mạch sớm pha hơn dòng điện trong mạch.

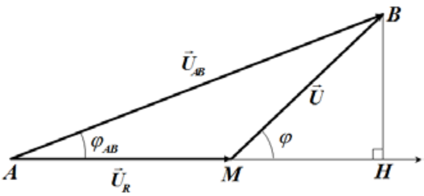


Hướng dẫn

*Lúc đầu, động cơ hoạt động dưới định mức, công suất tiêu thụ của nó:

$P' = UI\cos\varphi \Rightarrow \frac{80}{100}.100 = U.0,5\cos\varphi \Rightarrow U\cos\varphi = 160(V)$

Điện áp hiệu dụng trên R: $U_R = IR = 50(V)$



Từ phương trình véc tơ: $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_R + \vec{U}$ chiếu lên trục hoành và trục tung ta được:

$$\begin{cases} U_{AB}\cos\varphi_{AB} = U_R + U\cos\varphi \\ U_{AB}\sin\varphi_{AB} = 0 + U\sin\varphi \end{cases}$$

$$\begin{cases} 220\cos\varphi_{AB} = 50 + 160 \\ 220\sin\varphi_{AB} = 0 + U\sin\varphi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varphi_{AB} = 17,34^0 \\ U\sin\varphi = 65,574 \end{cases}$$

Kết hợp $U\sin\varphi = 65,574$ với $U\cos\varphi = 160$, suy ra: φ = 22,286^0, U = 172,9 V.

*****Khi động cơ hoạt động bình thường:

$P = UI\cos\varphi \Rightarrow 100 = 110.I.\cos 22,286 \Rightarrow I = 0,9825(A)$

Từ phương trình véc tơ: $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_R + \vec{U}$ chiếu lên trục hoành và trục tung ta được:

$$\begin{cases} U_{AB}\cos\varphi_{AB} = U_R + U\cos\varphi \\ U_{AB}\sin\varphi_{AB} = 0 + U\sin\varphi \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 220\cos\varphi_{AB} = U_R + 110.\cos 22,286 \\ 220\sin\varphi_{AB} = 0 + 110.\sin 22,286 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \varphi_{AB} = 10,93^0 \Rightarrow U_R = 114,23 \Rightarrow R = \frac{U_R}{I} \approx 116(\Omega)$$

Để quạt hoạt động bình thường thì R tăng 116 – 100 = 16 Ω.

Quy trình giải nhanh:

Bước 1: Khi động cơ chưa hoạt động bình thường:

+Công suất tiêu thụ = a% công suất định mức: $a\%P = UI\cos\varphi \Rightarrow U\cos\varphi = ?$

+Từ $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_R + \vec{U}$ *chiếu lên trục hoành và trục tung:*

$$\begin{cases} U_{AB}\cos\varphi_{AB} = U_R + U\cos\varphi \\ U_{AB}\sin\varphi_{AB} = 0 + U\sin\varphi \end{cases} \Rightarrow U\sin\varphi = ?$$

+Kết hợp Ucosφ = ? với Ucosφ = ? để tìm ra φ = ?

Bước 2: Khi động cơ hoạt động bình thường:

+Từ P = UIcosφ tìm ra I = ?

+Từ $\begin{cases} U_{AB}\cos\varphi_{AB} = U_R + U\cos\varphi \\ U_{AB}\sin\varphi_{AB} = 0 + U\sin\varphi \end{cases}$ *tìm ra* U_R *= ? và tìm ra R' =* U_R/I

Chú ý: Nếu biết điện trở trong của động cơ thì có thể tính được hiệu suất của động cơ như sau:

Động cơ 1 pha: $\begin{cases} P = UI\cos\varphi \Rightarrow I = \dfrac{P}{U\cos\varphi} \\ H = \dfrac{P_i}{P} = \dfrac{P - I^2 r}{P} \end{cases}$

Động cơ 3 pha: $\begin{cases} P = 3UI\cos\varphi \Rightarrow I = \dfrac{P}{3U\cos\varphi} \\ H = \dfrac{P_i}{P} = \dfrac{P - 3I^2 r}{P} \end{cases}$

Tình huống 10: Khi gặp các bài toán cơ bản về máy biến áp thì làm thế nào?

Giải pháp:

Suất điện động hiệu dụng: $E = \dfrac{E_0}{\sqrt{2}} = \dfrac{2\pi f N \Phi_0}{\sqrt{2}}$

Công thức máy biến áp: $\dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{N_1}{N_2}$; $H = \dfrac{P_2}{P_1} = \dfrac{U_2 I_2 \cos\varphi_2}{U_1 I_1}$

Công thức máy biến áp lí tưởng (H = 100%) và mạch thứ cấp có hệ số công suất $\cos\varphi_2$:

$\dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{I_2}{I_1}\cos\varphi_2 = \dfrac{N_1}{N_2}$

Công thức máy biến áp lí tưởng (H = 100%) và thứ cấp nối với R: $\dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{I_2}{I_1} = \dfrac{N_1}{N_2}$

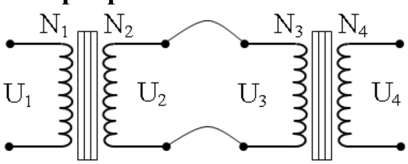
Tình huống 11: Khi gặp bài toán hoán đổi vai trò của các cuộn dây của máy biến áp thì làm thế nào?

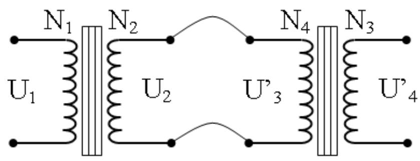
Giải pháp:

Nếu thay đổi vai trò của các cuộn dây thì: $\begin{cases} \dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{N_1}{N_2} \\ \dfrac{U'_1}{U'_2} = \dfrac{N_2}{N_1} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{U_1 U'_1}{U_2 U'_2} = 1$

Tình huống 12: Khi gặp bài toán máy biến áp mắc liên tiếp nhau thì làm thế nào?

Giải pháp:





1) Nếu các máy biến áp mắc liên tiếp nhau thì $U_3 = U_2$, $U_1/U_2 = N_1/N_2$ và $U_3/U_4 = N_3/N_4$. Do đó: $\dfrac{U_1}{U_4} = \dfrac{N_1}{N_2}\dfrac{N_3}{N_4}$ (1)

2) Nếu hoán đổi vai trò của N_3 và N_4 thì $\dfrac{U_1}{U'_4}=\dfrac{N_1}{N_2}\dfrac{N_4}{N_3}$ (2)

Từ (1), (2) rút ra hệ thức quan trọng: $\dfrac{U_1^2}{U_4U'_4}=\left(\dfrac{N_1}{N_2}\right)^2$

Tình huống 13. Khi gặp bài toán máy biến áp có một số vòng dây quấn ngược thì làm thế nào?

Giải pháp:

Nếu một cuộn dây nào đó (VD cuộn sơ cấp) có n vòng dây quấn ngược thì từ trường của n vòng này ngược với từ trường của phần còn lại nên nó có tác dụng khử bớt từ trường của n vòng dây còn lại, tức là cuộn dây này bị mất đi 2n vòng.

$$\frac{U_1}{U_2}=\frac{N_1-2n}{N_2}$$

Tình huống 14. Khi gặp bài toán máy biến áp lí tưởng có cuộn thứ cấp nối với R thì làm thế nào?

Giải pháp:

Sử dụng công thức: $\dfrac{U_1}{U_2}=\dfrac{I_2}{I_1}=\dfrac{N_1}{N_2}$; $I_2=\dfrac{U_2}{R}$

Tình huống 15. Khi gặp bài toán máy biến áp có cuộn thứ cấp nối với RLC thì làm thế nào?

Giải pháp:

Nếu cuộn thứ cấp của máy biến áp nối với RLC:

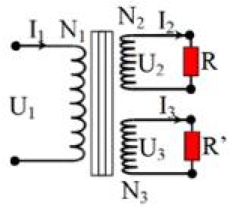
$$\begin{cases}\dfrac{U_1}{U_2}=\dfrac{N_1}{N_2}\Rightarrow U_2=?\Rightarrow I_2=\dfrac{U_2}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}\\ H=\dfrac{P_2}{P_1}=\dfrac{I_2^2R}{U_1I_1}\Rightarrow I_1=?\end{cases}$$

Chú ý: Khi cho biết U_1, N_1/N_2, H và mạch thứ cấp nối RLC, để tính P_1, P_2 ta làm như sau: $\begin{cases}U_2=\dfrac{N_2}{N_1}.U_1\Rightarrow I_2=\dfrac{U_2}{\sqrt{R^2+\left(Z_L-Z_C\right)^2}}\\ P_2=I_2^2R;H=\dfrac{P_2}{P_1}\Rightarrow P_1=?\end{cases}$

Tình huống 16. Khi gặp bài toán máy biến áp lý tưởng mà cuộn thứ cấp có nhiều đầu ra thì làm thế nào?

Giải pháp:

Đối với máy biến áp lý tưởng mà cuộn thứ cấp có nhiều đầu ra (chẳng hạn có 2 đầu ra) và các đầu ra nối với R thì áp dụng công thức:



$$P_{sc} = P_{tc} \Rightarrow U_1 I_1 = U_2 I_2 + U_3 I_3 \begin{cases} \dfrac{U_2}{U_1} = \dfrac{N_2}{N_1} \\ \dfrac{U_3}{U_1} = \dfrac{N_3}{N_1} \end{cases} \left| \begin{array}{l} I_2 = \dfrac{U_2}{R} \\ I_3 = \dfrac{U_3}{R'} \end{array} \right.$$

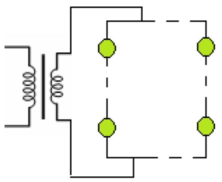
Nếu áp dụng công thức $\frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$, $\frac{U_3}{U_1} = \frac{I_1}{I_3} = \frac{N_3}{N_1}$ thì sẽ dẫn đến kết quả sai!

Tình huống 17. Khi gặp bài toán máy biến áp có cuộn thứ cấp nối với các bóng đèn thì làm thế nào?

Giải pháp:

Nếu mạch thứ cấp nối các bóng đèn giống nhau ($U_đ$ - $P_đ$) gồm m dãy mắc song song, trên mỗi dãy có n bóng mà các bóng đều sáng bình thường thì

$$\begin{cases} P_2 = m.n.P_d \\ I_2 = mI_d = m\dfrac{P_d}{U_d} \\ U_2 = nU_d \end{cases} \qquad \begin{cases} \dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{N_1}{N_2} \\ H = \dfrac{P_2}{P_1} = \dfrac{P_2}{U_1 I_1} \end{cases}$$

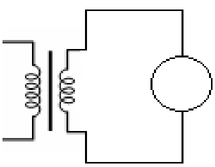


Tình huống 18: Khi gặp bài toán máy biến áp có cuộn thứ cấp nối với động cơ điện thì làm thế nào?

Giải pháp:

Nếu mạch thứ cấp nối với động cơ điện (P = UIcosφ) bình thường thì

$$\begin{cases} P_2 = P \\ I_2 = I = \dfrac{P}{U\cos\varphi} \\ U_2 = U \end{cases} \qquad \begin{cases} \dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{N_1}{N_2} \\ H = \dfrac{P_2}{P_1} = \dfrac{P_2}{U_1 I_1} \end{cases}$$

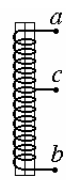


Bình luận: Nếu áp dụng công thức $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$ *thì tìm ra kết quả sai* $I_1 = 0,5$ *(A). Trong trường hợp này công thức trên phải là*

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}\cos\varphi = \frac{N_1}{N_2}!$$

Tình huống 19: Khi gặp bài toán máy biến áp tự ngẫu thì làm thế nào?

Giải pháp:



Máy biến thế tự ngẫu

Đối với máy biến thế tự ngẫu thì cuộn sơ cấp và thứ cấp được lấy ra từ một cuộn dây, nếu nối ab với mạng điện xoay chiều, nối bc với mạch tiêu thụ thì:

$$\begin{cases} N_1 = N_{ab} \\ N_2 = N_{bc} = N_{ab} - N_{ac} \end{cases} \qquad \begin{cases} \dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{N_1}{N_2} \\ H = \dfrac{P_2}{P_1} = \dfrac{U_2 I_2 \cos\varphi_2}{U_1 I_1} \end{cases}$$

Tình huống 20: Khi gặp bài toán máy biến áp có nhiều lõi thép thì làm thế nào?

Giải pháp:

Bình thường máy biến áp có hai lõi thép và cuộn sơ cấp quấn trên một lõi, cuộn thứ cấp quấn trên lõi còn lại: $\dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{N_1}{N_2}$.

Nếu máy biến áp có n lõi thép và cuộn sơ cấp và thứ cấp được quấn 2 trong n lõi thì từ thông ở cuộn sơ cấp ϕ được chia đều cho (n – 1) lõi còn lại. Từ thông qua cuộn thứ cấp là ϕ/(n – 1) nên điện áp trên cuộn thứ cấp giảm (n – 1) lần. Ta có thể xem như điện áp trên cuộn sơ cấp chia đều cho (n – 1) nhánh và mỗi nhánh chỉ nhận được 1 phần: $\dfrac{\frac{U_1}{n-1}}{U_2} = \dfrac{N_1}{N_2}$.

CM: Suất điện động ở cuộn sơ cấp và thứ cấp lần lượt là:

$$\begin{cases} e_1 = -N_1 \dfrac{d\Phi}{dt} \\ e_2 = -N_2 \dfrac{d\Phi}{(n-1)dt} \end{cases} \Rightarrow \frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2}(n-1) \Rightarrow \frac{\frac{U_1}{(n-1)}}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

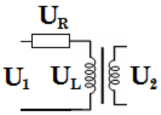
Chú ý: Nhớ lại trong trường hợp máy biến áp hai cuộn dây khi hoán đổi vai trò ta đã rút ra công thức: $\begin{cases} \dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{N_1}{N_2} \\ \dfrac{U'_1}{U'_2} = \dfrac{N_2}{N_1} \end{cases} \Rightarrow \boxed{U_1 U'_1 = U_2 U'_2}$.

Tương tự với biến áp có n lõi thép: $\begin{cases} \dfrac{\frac{U_1}{n-1}}{U_2} = \dfrac{N_1}{N_2} \\ \dfrac{\frac{U'_1}{n-1}}{U'_2} = \dfrac{N_2}{N_1} \end{cases} \Rightarrow \boxed{\dfrac{U_1}{n-1}.\dfrac{U'_1}{n-1} = U_2 U'_2}$

Tình huống 21: Khi gặp bài toán máy biến áp mà cuộn sơ cấp có điện trở thuần thì làm thế nào?

Giải pháp:

Khi áp dụng các công thức trên thì điện trở của các cuộn dây không đáng kể và coi từ thông là khép kín. Nếu cuộn thứ cấp để hở còn cuộn sơ cấp có điện trở thuần thì có thể xem điện áp vào $\vec{U}_1$ phân bố trên trên R và trên cuộn cảm thuần L: $\vec{U}_1 = \vec{U}_R + \vec{U}_L \Rightarrow U_1^2 = U_R^2 + U_L^2 \left(\dfrac{Z_L}{R} = \dfrac{U_L}{U_R} \right)$.



Chỉ có thành phần U_L gây ra hiện tượng cảm ứng điện từ nên công thức máy biến áp lúc này là: $\dfrac{U_L}{U_2} = \dfrac{N_1}{N_2}$

Tình huống 22: Khi gặp bài toán liên quan đến số vòng dây của máy biến áp thay đổi thì làm thế nào?

Giải pháp:

*Khi máy biến áp có số vòng dây ở cuộn sơ cấp thay đổi ta dùng: $\begin{cases} \dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{N_1}{N_2} \\ \dfrac{U_1}{U'_2} = \dfrac{N_1 \pm n}{N_2} \end{cases}$

*Khi máy biến áp có số vòng dây ở cuộn thứ cấp thay đổi ta dùng: $\begin{cases} \dfrac{U_2}{U_1} = \dfrac{N_1}{N_2} \\ \dfrac{U_2}{U'_1} = \dfrac{N_2 \pm n}{N_1} \end{cases}$

Ví dụ minh họa : (ĐH-2010) Đặt vào hai đầu cuộn sơ cấp của một máy biến áp lí tưởng (bỏ qua hao phí) một điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn thứ cấp để hở là 100 V. Ở cuộn thứ cấp, nếu giảm bớt n vòng dây thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu để hở của nó là U, nếu tăng thêm n vòng dây thì điện áp đó là 2U. Nếu tăng thêm 3n vòng dây ở cuộn thứ cấp thì điện áp hiệu dụng giữa hai đầu để hở của cuộn này bằng

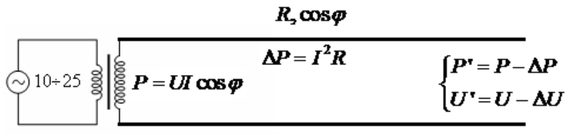
A. 100 V. B. 200 V. C. 220 V. D. 110 V.

Hướng dẫn

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{100}{U_1} = \dfrac{N_2}{N_1} \\ \left.\begin{matrix} \dfrac{U}{U_1} = \dfrac{N_2 - n}{N_1} \\ \dfrac{2U}{U_1} = \dfrac{N_2 - n}{N_1} \end{matrix}\right\} \Rightarrow 2 = \dfrac{N_2 + n}{N_2 - n} \Rightarrow n = \dfrac{N_2}{3} \qquad \Rightarrow \text{Chọn B.} \\ \dfrac{U'}{U_1} = \dfrac{N_2 + 3n}{N_1} = 2.\dfrac{N_2}{N_1} \Rightarrow \dfrac{U'}{U_1} = 2.\dfrac{100}{U_1} \Rightarrow U' = 200(V) \end{cases}$$

Tình huống 23: Khi gặp bài toán cơ bản về truyền tải điện thì làm thế nào?

Giải pháp:



Cường độ hiệu dụng chạy trên đường dây: $I = \dfrac{P}{U\cos\varphi}$.

Độ giảm thế trên đường dây: $\Delta U = IR = \dfrac{PR}{U\cos\varphi} \xrightarrow{\text{Thông thường xem } \cos\varphi \approx 1} \Delta U = \dfrac{PR}{U}$.

Công suất hao phí trên đường dây: $\Delta P = I^2R = \left(\dfrac{P}{U\cos\varphi}\right)^2 R$.

Điện năng hao phí trên đường dây sau thời gian t: $\Delta A = \Delta Pt$.

Phần trăm hao phí: $h = \dfrac{\Delta P}{P} = \dfrac{PR}{(U\cos\varphi)^2}$.

Hiệu suất truyền tải: $H = \dfrac{P_{tieu\_thu}}{P} = \dfrac{P - \Delta P}{P} = 1 - h$.

Điện trở tính theo công thức: $R = \rho\dfrac{l}{S}$.

Tình huống 24: Khi gặp bài toán thay đổi điện áp truyền tải để tăng số hộ dân dùng điện thì làm thế nào?

Giải pháp:

Gọi P, ΔP, P_1 và k lần lượt là công suất nhà máy điện, công suất hao phí trên đường dây, công suất tiêu thụ của mỗi hộ dân và số hộ dân dùng điện.

Ta có: $P - \Delta P = kP_1$ (1)

Khi công suất đưa lên đường dây không đổi, điện áp tăng n lần thì công suất hao phí giảm n^2 nên số hộ dùng điện sẽ tăng thêm Δk:

$$P - \frac{\Delta P}{n^2} = (k + \Delta k)P_1 \text{ (2)}$$

Từ (1) và (2) suy ra: $\Delta P = \Delta k P_1 \dfrac{n^2}{n^2 - 1}$

Ví dụ minh họa: Bằng một đường dây truyền tải, điện năng từ một nhà máy phát điện nhỏ có công suất không đổi được đưa đến một xưởng sản xuất. Nếu tại nhà máy điện, dùng máy biến áp có tỉ số vòng dây của cuộn thứ cấp và cuộn sơ cấp là 5 thì tại nơi sử dụng sẽ cung cấp đủ điện năng cho 130 máy hoạt động. Nếu dùng máy biến áp có tỉ số vòng dây của cuộn thứ cấp và cuộn sơ cấp là 10 thì tại nơi sử dụng cung cấp đủ điện năng cho 145 máy hoạt động. Nếu đặt xưởng sản xuất tại nhà máy điện thì cung cấp đủ điện năng cho bao nhiêu máy?

Hướng dẫn

Gọi P, ΔP và P_1 lần lượt là công suất nhà máy điện, công suất hao phí trên đường dây khi chưa dùng máy biến thế và công suất tiêu thụ của mỗi máy ở xưởng sản xuất. Theo bài ra: $\begin{cases} P - \dfrac{\Delta P}{25} = 130P_1 \\ P - \dfrac{\Delta P}{100} = 145P_1 \end{cases} \Rightarrow P = 150P_1$.

Nếu đặt xưởng sản xuất tại nhà máy điện thì cung cấp đủ điện năng cho 150 máy.

Tình huống 25: Khi gặp bài toán liên quan đến phần trăm hao phí và hiệu suất truyền tải thì làm thế nào?

Giải pháp:

Phần trăm hao phí: $h = \dfrac{\Delta P}{P} = \dfrac{PR}{(U\cos\varphi)^2}$.

Hiệu suất truyền tải: $H = \dfrac{P_{tieu\_thu}}{P} = \dfrac{P - \Delta P}{P} = 1 - h$.

Chú ý:

1) Khi cho hiệu suất truyền tải và công suất nhận được cuối đường dây thì tính được công suất đưa lên đường dây, công suất hao phí trên đường dây:

$$H = \frac{P'}{P} \Rightarrow P = \frac{P'}{H}; \Delta P = (1-H)P; \Delta P = \frac{P^2}{U^2}R \Rightarrow R = \frac{\Delta P U^2}{P^2}$$

2) Nếu trong thời gian Δt điện năng hao phí ΔP: $\Delta P = \dfrac{\Delta A}{\Delta t}$

Tình huống 26: Khi gặp bài toán liên quan đến thay đổi hiệu suất truyền tải thì làm thế nào?

Giải pháp:

Hiệu suất truyền tải (phần trăm hao phí) có thể thay đổi bằng cách thay đổi điện áp, điện trở, công suất truyền tải.

Từ công thức $h = 1 - H = \dfrac{PR}{U^2 cos^2\varphi}$

Thay đổi U: $\begin{cases} h_1 = 1 - H_1 = \dfrac{PR}{U_1^2\, cos^2\varphi} \\ h_2 = 1 - H_2 = \dfrac{PR}{U_2^2\, cos^2\varphi} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{h_2}{h_1} = \dfrac{1-H_2}{1-H_1} = \left(\dfrac{U_1}{U_2}\right)^2$

Thay đổi R: $\begin{cases} h_1 = 1 - H_1 = \dfrac{PR_1}{U^2 cos^2 \varphi} \\ h_2 = 1 - H_2 = \dfrac{PR_2}{U^2 cos^2 \varphi} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{h_2}{h_1} = \dfrac{1-H_2}{1-H_1} = \dfrac{R_2}{R_1} = \left(\dfrac{d_1}{d_2}\right)^2$ (d_1, d_2 lần lượt là đường kính của dây dẫn trước và sau khi thay đổi)

Thay đổi P: $\begin{cases} h_1 = 1 - H_1 = \dfrac{P_1 R}{U^2 cos^2 \varphi} \\ h_2 = 1 - H_2 = \dfrac{P_2 R}{U^2 cos^2 \varphi} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{h_2}{h_1} = \dfrac{1-H_2}{1-H_1} = \dfrac{P_2}{P_1}$

Gọi P_{1tt} và P_{2tt} lần lượt là công suất nơi tiêu thụ nhận được trong trường hợp đầu và trường hợp sau thì $P_1 = P_{1tt}/H_1$ và $P_2 = P_{2tt}/H_2$.

Do đó: $\dfrac{h_2}{h_1} = \dfrac{1-H_2}{1-H_1} = \dfrac{H_1}{H_2}.\dfrac{P_{2tt}}{P_{1tt}}$.

Tình huống 27: Khi gặp bài toán thay đổi hiệu suất truyền tải liên quan đến công suất nơi tiêu thụ thì làm thế nào?

Giải pháp:

Gọi P_{1tt} và P_{2tt} lần lượt là công suất nơi tiêu thụ nhận được trong trường hợp đầu và trường hợp sau thì $P_1 = P_{1tt}/H_1$ và $P_2 = P_{2tt}/H_2$.

Thay P_1 và P_2 vào công thức: $\dfrac{1-H_2}{1-H_1} = \dfrac{P_2}{P_1}$ ta nhận được công thức "độc": $\dfrac{1-H_2}{1-H_1} = \dfrac{H_1}{H_2}.\dfrac{P_{2tt}}{P_{1tt}}$

Ví dụ minh họa : (ĐH - 2013) Điện năng được truyền từ nơi phát đến một khu dân cư bằng đường dây một pha với hiệu suất truyền tải là 90%. Coi hao phí điện năng chỉ do tỏa nhiệt trên đường dây và không vượt quá 20%. Nếu công suất sử dụng điện của khu dân cư này tăng 20% và giữ nguyên điện áp ở nơi phát thì hiệu suất truyền tải điện năng trên chính đường dây đó là:

A. 87,7%. B. 89,2%. C. 92,8%. D. 86,5%.

Hướng dẫn

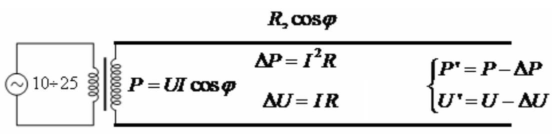
Áp dụng công thức 'độc': $\dfrac{1-H_2}{1-H_1} = \dfrac{H_1}{H_2}.\dfrac{P_{2tt}}{P_{1tt}} \Rightarrow \dfrac{1-H_2}{1-0,9} = \dfrac{0,9}{H_2}.1,2$

$\Rightarrow -H_2^2 + H_2 - 0,108 = 0 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} H' = 0,877 \\ H' = 0,123 \end{array}\right. \Rightarrow$ Chọn A.

Tình huống 28: Khi truyền tải điện thì trường hợp công suất đưa lên đường dây không đổi khác với trường hợp công suất nhận được cuối đường dây không đổi như thế nào?

Giải pháp:

Trường hợp công suất đưa lên đường dây không đổi là P = const và trường hợp công suất nhận được cuối đường dây không đổi là P_{tt} = const.



Ví dụ minh họa: Điện năng cần truyền tải từ nơi phát điện đến nơi tiêu thụ điện. Coi rằng trên đường dây truyền tải chỉ có điện trở R không đổi, coi dòng điện trong các mạch luôn cùng pha với điện áp. Lần lượt điện áp đưa lên là U_1 và U_2 thì hiệu suất truyền tải tương ứng là H_1 và H_2. Tìm tỉ số U_2/U_1 trong hai trường hợp:

a) công suất đưa lên đường dây không đổi;

b) công suất nhận được cuối đường dây không đổi.

Hướng dẫn

Áp dụng công thức: $h = 1 - H = \dfrac{\Delta P}{P} = \dfrac{PR}{U^2 cos^2\varphi}$

a) $\dfrac{h_2}{h_1} = \dfrac{1-H_2}{1-H_1} = \dfrac{\dfrac{PR}{U_2^2 cos^2\varphi}}{\dfrac{PR}{U_1^2 cos^2\varphi}} = \left(\dfrac{U_1}{U_2}\right)^2 \Rightarrow \dfrac{U_2}{U_1} = \sqrt{\dfrac{1-H_1}{1-H_2}}$.

b) Thay P = P_{tt}/H và công thức $1 - H = \dfrac{PR}{U^2 cos^2\varphi}$ ta được: $(1-H)H = \dfrac{P_{tt}R}{U^2 cos^2\varphi}$

$$\Rightarrow \frac{(1-H_2)H_2}{(1-H_1)H_1} = \frac{\dfrac{P_{tt}R}{U_2^2 cos^2\varphi}}{\dfrac{P_{tt}R}{U_1^2 cos^2\varphi}} = \left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \sqrt{\frac{(1-H_1)H_1}{(1-H_2)H_2}}$$

Lời khuyên: Đến đây ta nên nhớ hai kết quả quan trọng để giải tiếp các bài toán phức tạp hơn:

**Khi P không đổi thì* $\dfrac{U_2}{U_1} = \sqrt{\dfrac{1-H_1}{1-H_2}}$.

**Khi P_{tt} không đổi thì* $\dfrac{U_2}{U_1} = \sqrt{\dfrac{(1-H_1)H_1}{(1-H_2)H_2}}$.

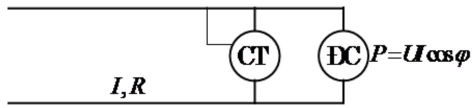
Chú ý: Nếu cho biết độ giảm thế trên đường dây ta tính được hiệu suất truyền tải:

$$h = 1 - H = \frac{\Delta P}{P} = \frac{I.IR}{UI\cos\varphi} = \frac{\Delta U}{U}.\frac{1}{\cos\varphi}$$

Tình huống 29: Khi gặp bài toán động cơ điện mắc sau công tơ điện thì làm thế nào?

Giải pháp:

Khi động cơ điện mắc sau công tơ thì số chỉ của công tơ chính là điện năng mà động cơ tiêu thụ.



Ví dụ minh họa: Một đường dây dẫn gồm hai dây có tổng điện trở R = 5 Ω dẫn dòng điện xoay chiều đến công tơ điện. Một động cơ điện có công suất cơ học 1,496 kW có hệ số công suất 0,85 và hiệu suất 80% mắc sau công tơ. Biết động cơ hoạt động bình thường và điện áp hiệu dụng giữa hai đầu công tơ bằng 220 V. Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện trong đường dây tải điện. Động cơ hoạt động trong thời gian 5 h thì công tơ chỉ bao nhiêu kWh? Tìm điện năng hao phí trên đường dây tải trong 5h.

Hướng dẫn

Công suất tiêu thụ điện:

$$P = \frac{P_i}{H} \Rightarrow UI\cos\varphi = \frac{P_i}{H} \Rightarrow 220.I.0,85 = \frac{1,496.10^3}{0,8} \Rightarrow I = 10(A)$$

Số chỉ của công tơ chính là điện năng mà động cơ tiêu thụ:

$$A = Pt = \frac{P_i}{H}t = \frac{1,496.10^3}{0,8}(W)5(h) = 9350(\text{W}h) = 9,35(\text{kW}h)$$

Điện năng hao phí trên đường dây sau 5 h:

$$\Delta A = \Delta Pt = I^2Rt = 10^2.5.5(h) = 2500(\text{W}h) = 2,5(\text{kW}h)$$

Tình huống 30: Khi gặp bài toán liên quan đến công suất, điện áp hai cực máy phát điện và máy tăng áp dùng để truyền tải điện thì làm thế nào?

Giải pháp:

Nhà máy phát điện có công suất P_{mp} và điện áp U_{mp} trước khi đưa lên đường dây để tải điện đi xa người ta dùng máy tăng áp có hiệu suất H. Công suất và điện áp đưa lên đường dây lần lượt là: $\begin{cases} P = P_{mp}H \\ U = U_{mp}\dfrac{N_2}{N_1} \end{cases}$

Tình huống 31: Khi cho biết công suất hao phí trên đường dây bằng a% công suất đưa lên hoặc công suất tiêu thụ nhận được thì làm thế nào?

Giải pháp:

1) Nếu cho biết công suất hao phí trên đường dây bằng a% công suất đưa lên đường dây thì $\Delta P = a\%P \Leftrightarrow I^2R = a\%UI\cos\varphi \Leftrightarrow IR = a\%U\cos\varphi \Leftrightarrow \Delta U = a\%U\cos\varphi$

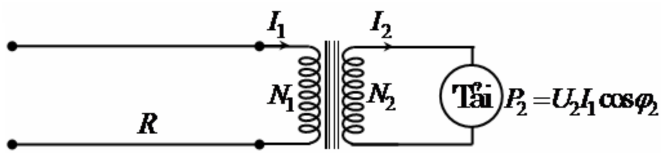
2) Nếu cho biết công suất hao phí trên đường dây bằng a% công suất suất nhận được cuối đường dây thì $\Delta P = a\%P'$.

Tình huống 32: Khi gặp bài toán truyền tải điện mà nơi tiêu thụ dùng máy hạ áp và công suất hao phí trên đường dây bằng a% công suất tiêu thụ trên tải thì làm thế nào?

Giải pháp:

Nếu nơi tiêu thụ dùng máy hạ áp và công suất hao phí trên đường dây bằng a% công suất tiêu thụ trên tải thì:

$$\begin{cases} I_1^2R = a\%U_2I_2\cos\varphi_2 \\ \dfrac{N_2}{N_1} = \dfrac{U_2}{U_1} = \dfrac{I_1}{I_2\cos\varphi_2} \end{cases}$$



Điện áp đưa lên đường dây: $U = U_1 + \Delta U = U_1 + I_1R$.