

BuiDucThanh-tailie

BÙI QUANG HÂN

TRẦN VĂN BỒI - NGUYỄN VĂN MINH - PHẠM NGỌC TIẾN

(Trường trung học phổ thông chuyên Lê Hồng Phong)

GIẢI TOÁN VẬT LÝ 12

TẬP HAI

DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU VÀ DAO ĐỘNG ĐIỆN TỪ

(Dùng cho học sinh các lớp chuyên)

(Tái bản lần thứ mười)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

BuiDucThanh-taille

$\frac{53(075)}{GD - 05}$ 21/1266-05

Mã số: TZL06t5-CNH

LỜI NÓI ĐẦU

Bộ sách Giải toán Vật lí 12 gồm ba cuốn :

- Dao động và Sóng cơ học (tập I)
- Dòng điện xoay chiều và dao động điện từ (tập II)
- Quang lí và Vật lí hạt nhân (tập III)

Mục đích và cách trình bày bộ sách này được kế thừa hai bộ sách Giải toán Vật lí 10 và 11 đã xuất bản, nhằm cung cấp tài liệu để tự củng cố và nâng cao kiến thức cho học sinh khá, giỏi, học sinh các lớp chọn, lớp chuyên.

Sách cũng còn dùng cho học sinh luyện thi vào Đại học, và làm tài liệu tham khảo cho giáo viên.

Các bài tập được phân loại theo trình tự học tập của học sinh từ đơn giản đến phức tạp. Mỗi bài toán là một nội dung bao quát, có Hướng dẫn phương pháp giải, tiếp theo là các Bài tập thí dụ có lời giải và một hệ thống các Bài tập luyện tập.

Riêng về mặt chuyên môn, chúng tôi xin lưu ý các em học sinh mấy điểm sau đây :

– Kí hiệu φ được dùng để chỉ góc lệch pha của hiệu điện thế so với dòng điện. Ý nghĩa này phù hợp với công thức trong sách giáo khoa hiện hành.

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}$$

Mối quan hệ giữa góc φ và các pha ban đầu của hiệu điện thế và cường độ được xác định bởi :

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$$

– Để đơn giản hóa kí hiệu, chúng tôi sử dụng các vectơ quay $\vec{I}$ và $\vec{U}$ thay vì $\vec{I}_0$, $\vec{U}_0$.

Các vectơ $\vec{I}$, $\vec{U}$ ở đây là những công cụ toán học giúp thực hiện tính toán các đại lượng. Các giá trị cực đại được suy ra dễ dàng :

$$\begin{cases} I_0 = I\sqrt{2} \\ U_0 = U\sqrt{2} \end{cases}$$

Sách ở bậc Đại học và Cao đẳng đều sử dụng các vectơ $\vec{I}$, $\vec{U}$.

– Phương pháp tổng quát xử lí giản đồ vectơ quay là phép chiếu lên hệ trục vuông góc (phương pháp giải tích). Phương pháp này, theo chúng tôi có các ưu điểm sau :

- Làm nổi bật tính hệ thống trong phương pháp
- Đảm bảo giá trị đại số của góc lệch pha
- Thích hợp với giản đồ có nhiều hơn 2 vectơ.

Các trường hợp góc đặc biệt, tất nhiên, vẫn nên dùng tính chất hình học.

– Các kết quả đều được viết ở dạng số thập phân gần đúng và khi tính toán có để ý đến vấn đề sai số trong Vật lí.

Về điểm này, chúng tôi muốn làm cho bộ môn Điện xoay chiều có tính thực tế hơn và thống nhất cách viết giữa bậc Trung học và bậc Đại học, Cao đẳng.

Với việc phát hành bộ Giải toán Vật lí 12 này, trọn bộ tài liệu Giải toán Vật lí bậc Trung học Phổ thông của chúng tôi đã hoàn tất. Trong tương lai, chúng tôi sẽ hoàn chỉnh thêm để bộ sách có thể là một tài liệu hữu ích hơn.

Rất mong các em học sinh và các đồng nghiệp góp ý.

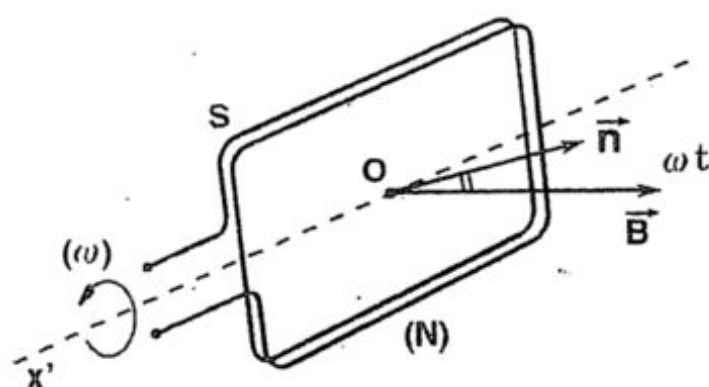
Đầu năm học 95 – 96

CÁC TÁC GIẢ

PHẦN MỘT

HIỆU ĐIỆN THẾ DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA – DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU – CÁC GIÁ TRỊ HIỆU DỤNG

A – TÓM TẮT GIÁO KHOA



- S : diện tích của mỗi vòng dây
- N : số vòng dây của khung
- $\vec{B}$: vectơ cảm ứng từ của từ trường đều ($\vec{B} \perp$ trục quay xy)
- ω : vận tốc góc không đổi của khung.

(Chọn $t = 0$ lúc $\vec{n}$ trùng với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$)

1. Chu kì và tần số quay của khung

$$T = \frac{2\pi}{\omega}; \quad f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

2. Biểu thức của từ thông qua khung

$$\Phi = NBS\cos\omega t = \Phi_0\cos\omega t$$

3. Biểu thức của suất điện động và hiệu điện thế tức thời

$$e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\Phi' = \omega NBS\sin\omega t = E_0\sin\omega t$$

$$u = U_0\sin(\omega t + \varphi_u) \quad (\varphi_u : \text{pha ban đầu của hiệu điện thế})$$

4. Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong mạch

$$i = I_0\sin(\omega t + \varphi_i) \quad (\varphi_i : \text{pha ban đầu của dòng điện})$$

5. Các giá trị hiệu dụng

– Cường độ dòng điện hiệu dụng

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

– Hiệu điện thế hiệu dụng

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

B – HƯỚNG DẪN GIẢI TOÁN

Bài toán 1

Tính các đại lượng của suất điện động xoay chiều hình sin. Biểu thức và đồ thị.

– Tính tần số góc, tần số và chu kì quay của khung theo các công thức :

$$\omega = 2\pi n_0$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = n_0$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{n_0}$$

(n_0 : số vòng quay trong mỗi giây)

- Tính biên độ của suất điện động xoay chiều hình sin theo công thức :

$$E_0 = \omega NBS$$

(N : số vòng của khung; trục quay $\perp \vec{B}$)

- Suy ra biểu thức của suất điện động tức thời

$$e = E_0 \sin \omega t$$

(gốc thời gian được chọn ở thời điểm $\vec{n}$ trùng $\vec{B}$)

- Vẽ đồ thị :

Đường sin $\left\{ \begin{array}{l} \bullet \text{ qua gốc tọa độ} \\ \bullet \text{ có chu kì } T \\ \bullet \text{ có biên độ } E_0 \end{array} \right.$

■ BÀI TẬP THÍ DỤ

- 1.1 Một khung dây dẫn gồm $N = 100$ vòng quấn nối tiếp, diện tích mỗi vòng dây là $S = 60,0 \text{ cm}^2$. Khung dây quay đều với tần số 20 vòng/giây, trong một từ trường đều có cảm ứng từ $B = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ T}$. Trục quay của khung vuông góc với $\vec{B}$.

a) Tính chu kì, tần số góc và biên độ của suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung.

b) Lập biểu thức của suất điện động cảm ứng tức thời.

c) Vẽ đồ thị biểu diễn suất điện động cảm ứng tức thời theo thời gian.

GIẢI

a) Chu kì, tần số góc, biên độ của suất điện động cảm ứng

- Tần số của suất điện động cảm ứng trong khung bằng tần số quay của khung :

$$f = n_0 = 20 \text{ Hz}$$

– Suy ra :

$$T = \frac{1}{f} = 0,05s ; \quad \omega = 2\pi f = 40\pi \text{ rads}^{-1}$$

– Biên độ của suất điện động :

$$E_0 = \omega NBS = 40.3,14.100.2.10^{-2}.60.10^{-4} \approx 1,5V$$

b) Biểu thức :

Chọn gốc thời gian lúc $(\vec{n}, \vec{B}) = 0$ ta có

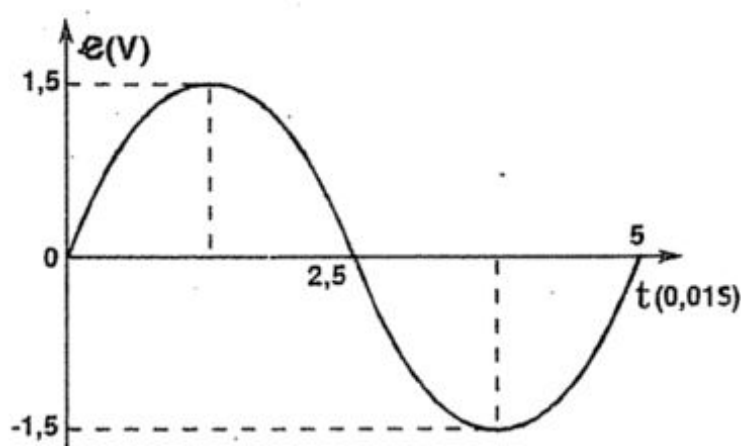
$$\begin{aligned} e &= E_0 \sin \omega t \\ &= 1,5 \sin 40\pi t \approx 1,5 \sin 126t (V) \end{aligned}$$

c) Đồ thị :

Đồ thị biểu diễn e theo t là đường hình sin :

* Qua gốc O

* Có chu kì $T = 0,05s$ và có biên độ $E_0 = 1,5V$



■ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

1.2 Một khung dây dẫn có $N = 100$ vòng dây quấn nối tiếp, mỗi vòng có diện tích $S = 50,0\text{cm}^2$. Khung dây được đặt trong từ trường đều $B = 0,5\text{T}$. Lúc $t = 0$, vectơ pháp tuyến của khung dây hợp với $\vec{B}$ góc $\varphi = \frac{\pi}{3}$. Cho khung dây quay đều quanh trục Δ vuông góc với $\vec{B}$ với tần số 20 vòng/giây. Chứng tỏ rằng trong khung xuất hiện suất điện động cảm ứng e và tìm biểu thức của e theo t .

$$\text{ĐS: } e = 31,4\sin(40\pi t + \frac{\pi}{3})(\text{V}) = 31,4\sin(125,6t + 1,05)(\text{V})$$

1.3 Khung dây gồm $N = 250$ vòng quay đều trong từ trường đều có cảm ứng từ $B = 2,0 \cdot 10^{-2}\text{T}$. Vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với trục quay của khung. Diện tích của mỗi vòng dây là $S = 400\text{cm}^2$. Biên độ của suất điện động cảm ứng trong khung là $E_0 = 4\pi(\text{V}) \approx 12,56(\text{V})$.

Chọn gốc thời gian ($t = 0$) lúc pháp tuyến của khung song song và cùng chiều với $\vec{B}$.

a) Xác định tần số, chu kì của suất điện động cảm ứng trong khung.

b) Viết biểu thức của suất điện động cảm ứng e theo t .

c) Xác định giá trị của suất điện động cảm ứng ở các thời điểm $t_1 = \frac{1}{40}\text{s}$ và $t_2 = \frac{1}{24}\text{s}$

d) Xác định thời điểm suất điện động cảm ứng có giá trị $e = \frac{E_0}{2} = 6,28\text{V}$.

$$\text{ĐS: a) } f = 10\text{Hz}; T = 0,1\text{s}$$

$$\text{b) } e = 12,56\sin 20\pi t(\text{V}) = 12,56\sin 62,8t(\text{V})$$

$$\text{c) } e_1 = 12,56\text{V}; e_2 = 6,28\text{V}$$

$$\text{d) } t = \frac{1}{120} + \frac{k}{10}(\text{s}) \text{ và } t = \frac{1}{24} + \frac{k}{10}(\text{s})$$

1.4* Một con lắc đơn gồm một dây kim loại nhẹ có đầu trên I cố định, đầu dưới treo quả cầu nhỏ C bằng kim loại. Chiều dài của dây là $l = 1\text{m}$.

a) Kéo C ra khỏi vị trí cân bằng góc $\alpha_0 = 0,1\text{rad}$ rồi buông cho C dao động tự do. Lập biểu thức tính góc α hợp bởi dây treo và phương thẳng đứng theo thời gian t .

b) Con lắc dao động trong từ trường đều có $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng dao động của con lắc. Cho $B = 0,5\text{T}$, chứng tỏ giữa I và C có một hiệu điện thế u . Lập biểu thức của u theo thời gian t .

ĐS: a) $\alpha = 0,1\sin(\pi t + \frac{\pi}{2}) = 0,1\sin(3,14t + 1,57)\text{rad}$

b) $u = e = 0,079\sin\pi t = 0,079\sin 3,14t(\text{V})$

Bài toán 2

Tính các giá trị hiệu dụng. Khảo sát định lượng các tác dụng nhiệt, hóa, từ của dòng điện xoay chiều.

– Đối với dòng điện xoay chiều hình sin, áp dụng các công thức về giá trị hiệu dụng :

$$I = \sqrt{I^2} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

$$U = \sqrt{U^2} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

$$E = \sqrt{E^2} = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$$

CHÚ Ý : ● Các máy đo chỉ giá trị hiệu dụng của các đại lượng.

● Đối với dòng điện tuần hoàn không phải hình sin, áp dụng công thức định nghĩa và dùng tích phân để tính.

– Tính nhiệt lượng theo công thức :

$$Q = RI^2T \quad (I : \text{dòng điện hiệu dụng})$$

– Khảo sát tác dụng hóa và từ :

Dùng tích phân và thực hiện tính toán cho mỗi nửa chu kì.

■ BÀI TẬP THÍ DỤ

- 2.1 Một vôn kế mắc vào hai bản của một tụ điện trong mạch điện xoay chiều. Số chỉ của vôn kế là 220V. Hỏi lớp điện môi giữa hai bản của tụ điện cần phải chịu được một hiệu điện thế tối thiểu là bao nhiêu để tụ điện không bị đánh thủng ?

GIẢI

– Hiệu điện thế hiệu dụng đặt vào hai bản tụ điện :

$$U = 220V$$

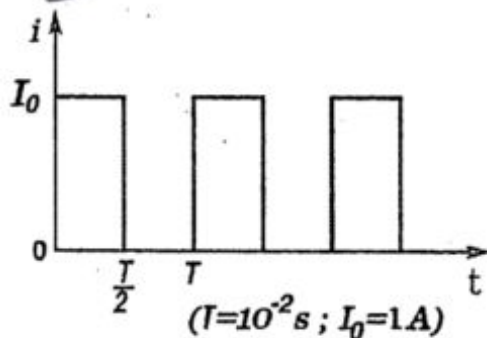
– Suy ra hiệu điện thế cực đại giữa hai bản :

$$U_0 = U\sqrt{2} \approx 311V$$

Do đó hiệu điện thế tối thiểu mà tụ điện phải chịu được là :

$$U_{\min} = U_0 = 311V$$

- 2.2 Dòng điện tuần hoàn có cường độ biến thiên theo thời gian như đồ thị hình bên.



a) Tính điện lượng truyền qua các tiết diện thẳng của dây dẫn trong 1 giờ.

b) Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện.

GIẢI

a) Điện lượng

– Vì thời gian khảo sát $t = 1$ giờ lớn hơn thời gian T rất nhiều nên ta có :

$$q_t = \frac{t}{T} \cdot q_1$$

(q_1 : điện lượng truyền trong 1 chu kì)

– Vậy :

$$q_t = \frac{t}{T} \cdot I_0 \cdot \frac{T}{2} = \frac{I_0 t}{2} = 1800C$$

b) Cường độ hiệu dụng của dòng điện

Ta có :

$$\begin{aligned} I &= \sqrt{i^2} = \sqrt{\int_0^T \frac{i^2 \cdot dt}{T}} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot I_0^2 \int_0^{T/2} dt} \\ &= \frac{I_0}{\sqrt{2}} \approx 0,7A. \end{aligned}$$

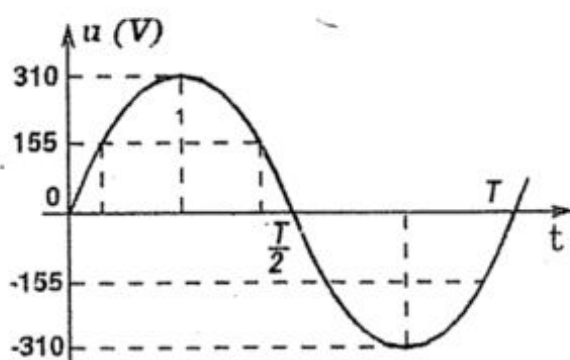
- 2.3 Một bóng đèn ống được mắc vào mạng điện xoay chiều tần số $f = 50\text{Hz}$, hiệu điện thế hiệu dụng $U = 220\text{V}$. Biết rằng đèn chỉ sáng khi hiệu điện thế giữa 2 cực của đèn đạt giá trị $|u| \geq 155\text{V}$. Hỏi trong một chu kì có mấy lần đèn phát sáng ? Số lần chớp sáng và thời gian đèn sáng trong 1 giây là bao nhiêu ?

GIẢI

– Hiệu điện thế giữa hai đầu bóng đèn có dạng $u = U_0 \sin 2\pi f t$ với $U_0 = U\sqrt{2} \approx 310\text{V} \Rightarrow u = 310 \sin 100\pi t (\text{V})$

Đồ thị biểu diễn u theo t có dạng như hình bên.

Từ đồ thị, ta thấy trong một chu kì dòng điện, có 2 khoảng thời gian thỏa điều kiện đèn sáng $|u| \geq 155V$. Trong một chu kì, đèn chớp sáng hai lần.



Số chu kì trong 1 giây : $n = f = 50$ chu kì.

Vậy trong thời gian 1 giây, đèn chớp sáng 100 lần.

– Ta tìm khoảng thời gian đèn sáng trong nửa chu kì đầu ($u \geq 0$)

Đèn sáng : $u \geq 155V$

$$\Rightarrow 310\sin 100\pi t \geq 155$$

$$\Rightarrow \sin 100\pi t \geq \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{\pi}{6} \leq 100\pi t \leq \frac{5\pi}{6}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{600} \leq t \leq \frac{5}{600}(s)$$

Thời gian đèn sáng trong nửa chu kì :

$$\Delta t = \frac{5}{600} - \frac{1}{600} = \frac{4}{600}(s)$$

Thời gian đèn sáng trong một chu kì :

$$\Delta t_T = 2\Delta t = 2 \cdot \frac{4}{600} = \frac{1}{75}s$$

$$\text{Vì } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50}(s) \text{ nên } \Delta t_T = \frac{2}{3}T$$

Thời gian đèn sáng trong một chu kì bằng $\frac{2}{3}$ chu kì. Vậy thời gian đèn sáng trong một giây là $\frac{2}{3}$ giây.

- 2.4 Một điện trở R có dòng điện xoay chiều cường độ hiệu dụng $I = 0,5A$ đi qua. Điện trở được đặt trong một bình nhiệt lượng kế. Nhiệt lượng kế có nhiệt dung không đáng kể, chứa $m = 1kg$ nước. Biết sau thời gian $t = 7$ phút nhiệt độ nước tăng thêm $\Delta t = 5^\circ C$. Nhiệt dung riêng của nước là $c = 4,2kJ.kg^{-1}.^\circ C^{-1}$. Tính R .

GIẢI

Nhiệt lượng do dòng điện tỏa ra trên điện trở R trong thời gian t :

$$Q = RI^2t$$

Nhiệt lượng do nước hấp thụ trong thời gian t

$$Q' = c.m.\Delta t$$

Ta có : $Q = Q'$

$$\text{Suy ra : } R = \frac{c.m.\Delta t}{I^2t}$$

$$R = \frac{4200.1.5}{(0,5)^2.420} = 200\Omega$$

- 2.5 Một nam châm điện có dòng điện xoay chiều tần số $f = 50Hz$ đi qua.

a) Đặt nam châm điện phía trên một dây thép AB căng ngang, A và B cố định, chiều dài $AB = 60cm$. Ta thấy có sóng dừng trên dây với 2 bó sóng. Tính vận tốc truyền sóng trên dây.

b) Dùng nam châm điện để kích thích một âm thoa mà ở đầu một nhánh có gắn một mẩu dây thép nhỏ được uốn thành hình chữ U, hai đầu chữ U cách nhau 4cm chạm nhẹ vào mặt nước. Ta quan sát thấy sóng dừng trên mặt nước. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là $v=0,8\text{m/s}$. Tính số gợn sóng trên mặt nước quan sát được.

GIẢI

Nam châm điện tác dụng một lực từ tuần hoàn lên dây thép (hoặc âm thoa) khiến chúng dao động cưỡng bức.

Trong một chu kì của dòng điện, dây thép (hoặc âm thoa) bị hút 2 lần. Vậy tần số dao động của dây thép (và âm thoa) bằng 2 tần số dòng điện.

Tần số của sóng truyền trên dây thép (và mặt nước) :

$$f' = 2f = 100\text{Hz}.$$

a) Vận tốc truyền sóng :

Khi có sóng dừng trên dây AB, ta có :

$$l = AB = k \cdot \frac{\lambda}{2}$$

với k là số bó sóng trên dây.

$\lambda = \frac{v}{f'}$ là bước sóng, v là vận tốc truyền sóng

Suy ra :

$$v = \frac{2lf'}{k} = \frac{2 \cdot 0,6 \cdot 100}{2} = 60\text{m/s}$$

b) Số gợn sóng :

Giả sử hai đầu dây thép chữ U chạm vào mặt nước tại S_1, S_2 ;
M là một điểm trên đoạn thẳng S_1S_2 ; $S_1M = d_1$, $S_2M = d_2$

Khi M là một điểm trên gợn sóng (bụng dao động) ta có :
 $d_2 - d_1 = k\lambda$ ($k \in \mathbb{N}$)

$$\lambda = \frac{v}{f} = 0,8\text{cm}$$

Vì $0 < |d_2 - d_1| < S_1S_2$

Suy ra $0 < |0,8k| < 4$

$$0 < |k| < 5$$

- Vậy k có thể nhận 9 giá trị từ -4 đến +4 có 9 gợn sóng dừng trên mặt nước trong khoảng S_1S_2

2.6 Cho dòng điện xoay chiều $i = I_0 \sin \omega t = 3,14 \sin 314t (\text{A})$ chạy qua một bình điện phân chứa dung dịch H_2SO_4 với các điện cực bạch kim.

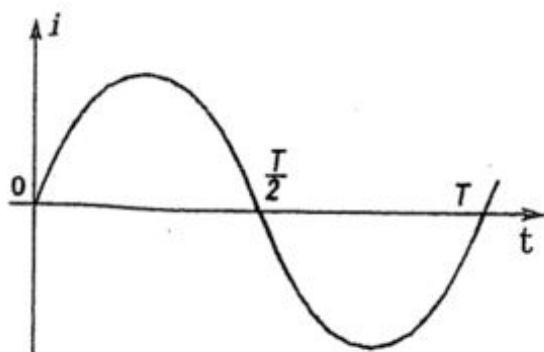
a) Tính điện lượng qua bình trong thời gian của nửa chu kì đầu tiên.

b) Tính điện lượng qua bình theo một chiều trong thời gian 16 phút 05 giây điện phân.

c) Tính thể tích khí tạo nên ở mỗi điện cực trong thời gian 16 phút 05 giây ở điều kiện chuẩn.

GIẢI

a) Điện lượng : - Xét trong một thời gian rất ngắn dt , trong nửa chu kì đầu cường độ dòng điện i coi như không đổi. Điện lượng qua bình điện phân là :



$$dq = i \cdot dt = I_0 \sin \omega t \cdot dt$$

- Trong nửa chu kì đầu tiên, cường độ dòng điện qua bình điện phân không đổi chiều.

Điện lượng qua bình trong nửa chu kì đầu tiên bằng tích phân xác định của dq trong

khoảng thời gian từ $t = 0$ đến $t = \frac{T}{2}$.

$$\begin{aligned} q &= \int_0^{T/2} dq = \int_0^{T/2} I_0 \sin \omega t \cdot dt = \int_0^{T/2} I_0 \cdot \sin \left(\frac{2\pi}{T} \cdot t \right) dt \\ &= -\frac{I_0}{\frac{2\pi}{T}} \cdot \cos \left(\frac{2\pi}{T} \cdot t \right) \Big|_0^{T/2} = -\frac{I_0 \cdot T}{2\pi} \cdot \left[\cos \left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{2} \right) - \cos 0 \right] \\ &= -\frac{I_0 \cdot T}{2\pi} (\cos \pi - \cos 0) = \frac{I_0 T}{\pi} \end{aligned}$$

Với : $I_0 = 3,14(A) \approx \pi(A)$, $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,02(s)$ ta suy ra :

$$q = 0,02C$$

b) Điện lượng theo một chiều trong thời gian điện phân

– Điện lượng qua bình theo một chiều trong một chu kì bằng điện lượng qua bình trong nửa chu kì đầu. Số chu kì trong thời gian

$$t : N = \frac{t}{T}$$

– Suy ra điện lượng qua bình theo một chiều trong thời gian t :

$$Q = N \cdot q = \frac{t}{T} \cdot \frac{I_0 \cdot T}{\pi} = \frac{I_0}{\pi} \cdot t$$

Với : $I_0 = 3,14A$; $t = 965s$

ta suy ra :

$$Q = 965C$$

c) Thử tích khí :

– Theo định luật Faraday, khối lượng khí hydro thoát ra ở điện cực trong nửa chu kì đầu :

$$m_1 = \frac{1}{F} \cdot \frac{A_1}{n_1} \cdot q$$

trong đó A_1 là nguyên tử lượng và n_1 là hóa trị của hiđrô ($n_1 = 1$)

Thể tích khí hiđrô có khối lượng m_1 là :

$$v_1 = \frac{m_1}{2A_1} \cdot V_0 = \frac{1}{F} \cdot \frac{V_0}{2n_1} \cdot q$$

trong đó $V_0 = 22,4l$ là thể tích 1mol khí ở điều kiện chuẩn

– Thể tích khí hiđrô thoát ra ở một điện cực trong thời gian t :

$$\begin{aligned} V_1 &= N \cdot v_1 = \frac{t}{T} \cdot \frac{1}{F} \cdot \frac{V_0}{2n_1} \cdot \frac{I_0 \cdot T}{\pi} \\ &= \frac{1}{F} \cdot \frac{V_0}{2n_1} \cdot \frac{I_0}{\pi} \cdot t = \frac{1}{F} \cdot \frac{V_0}{2} \cdot \frac{I_0}{\pi} \cdot t \end{aligned}$$

Tương tự, thể tích khí oxi thoát ra ở một điện cực trong thời gian t :

$$V_2 = \frac{1}{F} \cdot \frac{V_0}{2n_2} \cdot \frac{I_0}{\pi} \cdot t = \frac{1}{F} \cdot \frac{V_0}{4} \cdot \frac{I_0}{\pi} \cdot t$$

– Thể tích hỗn hợp khí hiđrô và oxi thoát ra ở mỗi điện cực trong thời gian t :

$$V = V_1 + V_2 = \frac{3}{4\pi} \cdot \frac{V_0}{F} \cdot I_0 t$$

Với : $V_0 = 22,4l$; $F = 96500$; $I_0 = 3,14A$; $t = 965s$

Ta suy ra : $V = 0,168$ lít

■ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

2.7 Một bóng đèn dây tóc, khi mắc vào nguồn điện không đổi, cường độ dòng điện qua đèn là 0,5A còn khi mắc đèn vào nguồn điện xoay chiều, cường độ hiệu dụng của dòng điện qua đèn là 0,5A. Hỏi :

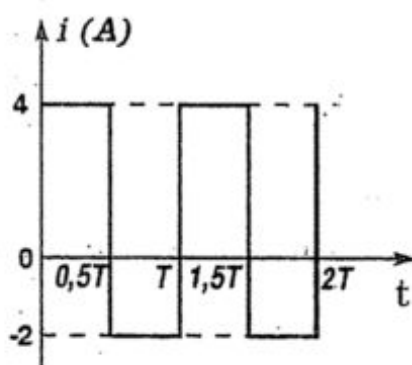
a) Độ sáng của đèn trong hai trường hợp có như nhau không ? Giải thích ?

b) Khi mắc đèn vào nguồn điện xoay chiều, đèn phải chịu một cường độ dòng điện cực đại là bao nhiêu ?

ĐS: a) Như nhau vì nhiệt lượng của dòng điện tỏa ra bằng nhau

$$b) I_0 = I\sqrt{2} \approx 0,71A$$

2.8 Dòng điện có cường độ biến thiên tuần hoàn theo định luật như mô tả trên đồ thị.



a) Tính cường độ trung bình của dòng điện.

b) Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện.

$$ĐS: a) \bar{i} = \frac{4 \cdot 0,5T - 2 \cdot 0,5T}{T} = 1,0A$$

$$b) \bar{i}^2 = \frac{(4)^2 \cdot 0,5T + (-2)^2 \cdot 0,5T}{T} = 10,0A^2$$

$$I = \sqrt{\bar{i}^2} \approx 3,2A$$

2.9 Một dây dẫn có điện trở suất $\rho = 10^{-6} \Omega m$, diện tích tiết diện $S = 0,5 mm^2$, chiều dài $l = 10m$

a) Tính điện trở dây dẫn.

b) Tính nhiệt lượng do dây tỏa ra trong thời gian $t = 3,5$ phút khi có dòng điện xoay chiều

$i = 5\sqrt{2}\sin 314t(A)$ đi qua.

c) Nhiệt lượng này dùng cung cấp cho 1kg nước đang ở $25^\circ C$. Tính nhiệt độ sau cùng của khối nước. Biết nhiệt dung riêng của nước là $c = 4,2 kJ \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$

$$ĐS: a) R = 20\Omega$$

$$b) Q = 105 kJ$$

$$c) t_2 = 50^\circ C$$

2.10 Cho dòng điện xoay chiều qua điện trở $R = 300\Omega$. R nhúng vào 1 lít nước ở 20°C đựng trong 1 nhiệt lượng kế. Đương lượng bằng nước của vỏ nhiệt lượng kế là 500g. Sau 7 phút, nhiệt độ của nước là 25°C . Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện.

$$ĐS : I = 0,5\text{A}$$

2.11 Dây điện trở ($120\text{V} - 600\text{W}$) nhúng vào trong một lít nước có nhiệt độ ban đầu 20°C . Hai đầu dây nối với nguồn điện xoay chiều hiệu điện thế hiệu dụng 120V. Tính điện trở dây và thời gian nước sôi. Bỏ qua sự tỏa nhiệt cho môi trường. Nhiệt dung riêng của nước là $c = 4,2\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$.

$$ĐS : R = 24\Omega; t = 9\text{phút}20\text{giây}$$

2.12 Một bếp điện được nối vào nguồn điện xoay chiều hiệu điện thế hiệu dụng $U = 100\text{V}$, đun sôi 1 lít nước sau thời gian 14 phút. Biết nhiệt dung riêng của nước $c = 4,2\text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$, hiệu suất của bếp là 25%, nhiệt độ ban đầu của nước là 25°C .

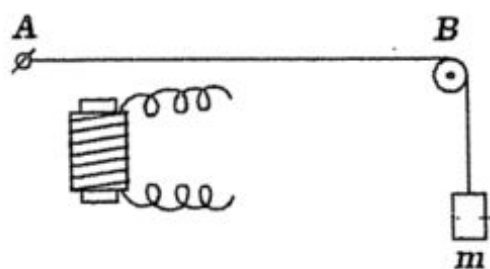
Tính điện trở của dây bếp điện và cường độ hiệu dụng của dòng điện.

$$ĐS : R = 20\Omega; I = 5\text{A}$$

2.13 Một nam châm điện có dòng điện xoay chiều tần số $f = 50\text{Hz}$ đi qua. Dùng nam châm điện để kích thích một âm thoa mà ở đầu một nhánh có gắn một mẩu dây thép nhỏ được uốn thành hình chữ U, hai đầu chữ U chạm nhẹ vào mặt nước cách nhau 4,8cm. Ta quan sát thấy sóng dừng trên mặt nước. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 80cm/s. Tính số gợn sóng trên mặt nước quan sát được.

$$ĐS : 11 \text{ gợn sóng}$$

2.14 Một nam châm điện có dòng điện xoay chiều tần số $f=50\text{Hz}$ đi qua. Nam châm điện được đặt phía trên một sợi dây thép căng ngang, đầu A của dây cố định, đầu kia vắt qua ròng rọc B và treo một vật nặng khối lượng $m = 400\text{g}$; $AB = 50\text{cm}$. Ta thấy có sóng dừng trên dây với 2 bó sóng.



a) Tính vận tốc truyền sóng trên dây.

b) Biết vận tốc truyền sóng tỉ lệ với căn bậc hai của lực căng dây. Tính m để có 4 bó sóng trên dây.

ĐS : a) $v = 50\text{m.s}^{-1}$

b) $m = 100\text{g}$

2.15 Dòng điện xoay chiều chạy qua một bình điện phân chứa dung dịch H_2SO_4 với các điện cực bạch kim. Biết cường độ hiệu dụng qua bình điện phân là $I = 1\text{A}$. Tính thể tích khí tạo nên ở mỗi điện cực trong thời gian 5 phút (ở điều kiện chuẩn). Cho $f = 50\text{Hz}$

ĐS : $V = 23,5\text{cm}^3$

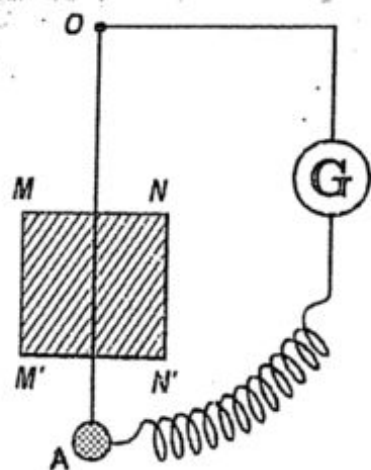
2.16 Một bóng đèn ống được mắc vào nguồn điện xoay chiều $u = 120\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$. Biết rằng đèn chỉ sáng khi hiệu điện thế giữa 2 cực của đèn đạt giá trị $|u| \geq 84\text{V}$.

a) Tính thời gian đèn sáng trong 1 giây.

b) Biết cường độ tức thời qua đèn là $i = 0,2\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{A})$. Tính công suất trung bình của đèn.

ĐS : a) $\frac{2}{3}\text{s}$; b) $22,6\text{W}$

2.17* Một con lắc đơn $OA = l = 25\text{cm}$ dao động trong một



mặt phẳng thẳng đứng vuông góc với một từ trường đều, nằm ngang với $B = 0,5\text{T}$. Từ trường được giới hạn trong mặt phẳng dao động bởi hình vuông $MNN'M'$ cạnh 10cm (MN nằm ngang). Biên độ góc của con lắc là $0,1\text{rad}$.

a) Tính chu kì dao động của con lắc. Thiết lập phương trình của li độ góc.

b) Điểm treo O của con lắc cách cạnh MN 10cm được nối bằng dây dẫn với điện kế G và với vật nặng A của con lắc. Dây dẫn nhẹ, mềm không cản trở dao động của con lắc. Ta được một mạch kín có điện trở $R = 3\Omega$.

– Hãy chứng tỏ khi con lắc dao động, trong mạch có một sđđ cảm ứng. Trình bày trên hình vẽ chiều của dòng điện cảm ứng với chiều của từ trường và chiều chuyển động cho trước.

– Lập biểu thức của sđđ cảm ứng tức thời và cường độ tức thời của dòng điện cảm ứng. (Coi mạch điện chỉ gồm điện trở R).

c) Vật nặng có khối lượng $m = 40\text{g}$. Chứng tỏ rằng mặc dù ma sát và lực cản có thể bỏ qua nhưng cơ năng của dao động giảm dần.

Tính độ giảm tương đối của biên độ sau 1 chu kì.

$$DS: \quad a) T = 1\text{s}; \alpha = 0,1\sin 2\pi t(\text{rad}) \\ \approx 0,1\sin 6,3t(\text{rad}).$$

$$b) e = 47 \cdot 10^{-4} \cos 2\pi t \\ \approx 47 \cdot 10^{-4} \cos 6,3t(\text{V})$$

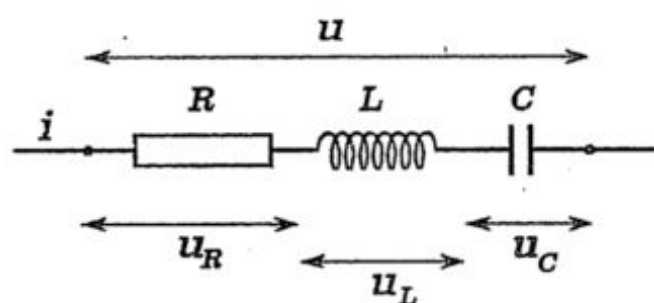
$$i = 15,7 \cdot 10^{-4} \cos 2\pi t = 15,7 \cdot 10^{-4} \cos 6,3t(\text{A})$$

$$c) \frac{\Delta \alpha}{\alpha} \approx 4 \cdot 10^{-3}$$

PHẦN HAI

MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU KHÔNG PHÂN NHÁNH

A – TÓM TẮT GIÁO KHOA



I. Tổng trở

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

R : điện trở tương đương của đoạn mạch

Z_L : cảm kháng tương đương của các cuộn thuần cảm

Z_C : dung kháng của điện dung tương đương

II. Góc lệch pha của hiệu điện thế so với dòng điện

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}$$

$$(\varphi = \varphi_u - \varphi_i)$$

- * $Z_L - Z_C > 0: \varphi > 0$ (hiệu điện thế nhanh pha hơn dòng điện)
- * $Z_L - Z_C < 0: \varphi < 0$ (hiệu điện thế chậm pha hơn dòng điện)
- * $Z_L - Z_C = 0: \varphi = 0$ (hiệu điện thế cùng pha với dòng điện).

III. Các biểu thức của giá trị tức thời

• Nếu có $i = I_0 \sin \omega t$:

Biểu thức của hiệu điện thế tức thời:

$$u = U_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

$$(U_0 = Z I_0)$$

• Nếu có $u = U_0 \sin \omega t$:

Biểu thức của dòng điện tức thời:

$$i = I_0 \sin(\omega t - \varphi)$$

$$(I_0 = \frac{U_0}{Z})$$

IV. Công suất – Hệ số công suất

– Công suất:

$$P = UI \cos \varphi = RI^2$$

– Hệ số công suất:

$$\cos \varphi = \frac{P}{UI} = \frac{R}{Z}$$

B. HƯỚNG DẪN GIẢI TOÁN

Bài toán 3

Tính Tổng trở – Tính cường độ dòng điện và hiệu điện thế

– Tính tổng trở bằng công thức theo cấu tạo hoặc công thức định nghĩa:

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

;

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{U_0}{I_0}$$

- Tính cường độ hay hiệu điện thế từ công thức của định luật Ôm

$$\boxed{I = \frac{U}{Z}} \quad \text{hay} \quad \boxed{I_0 = \frac{U_0}{Z}}$$

- Giữa các hiệu điện thế, có thể dùng hệ thức liên lạc sau để thực hiện tính toán :

$$\boxed{U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2} \quad \text{hay} \quad \boxed{U_0^2 = U_{0R}^2 + (U_{0L} - U_{0C})^2}$$

- Cũng có thể tính dựa vào giản đồ vectơ quay biểu diễn tính chất cộng của các hiệu điện thế.

$$u = u_1 + u_2 \Rightarrow \begin{cases} \vec{U}_0 = \vec{U}_{01} + \vec{U}_{02} \\ \vec{U} = \vec{U}_1 + \vec{U}_2 \end{cases}$$

Để tính các độ lớn và các góc ta có thể dùng :

- Phép chiếu
- Định lí hàm cosin
- Tính chất hình học và lượng giác của các góc đặc biệt

Chú ý :

- Nếu đoạn mạch không đủ cả 3 phần tử R, L, C thì phần tử thiếu có giá trị bằng 0.
- Nếu đoạn mạch có nhiều phần tử cùng loại nối tiếp thì giá trị các điện trở trong công thức theo cấu tạo là tổng các điện trở:

$$\begin{cases} R = R_1 + R_2 + \dots + R_n \\ Z_L = Z_{L_1} + Z_{L_2} + \dots + Z_{L_n} \\ Z_C = Z_{C_1} + Z_{C_2} + \dots + Z_{C_n} \end{cases}$$

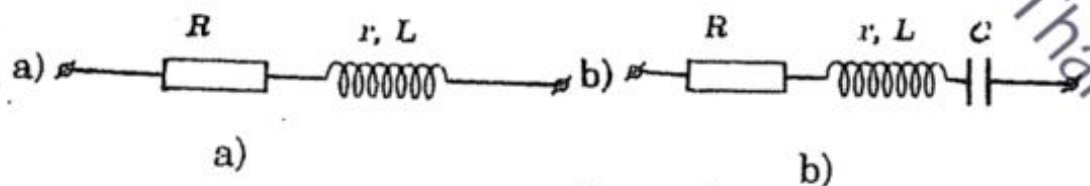
- Nếu cuộn tự cảm có cảm kháng Z_L và điện trở hoạt động R thì cuộn tự cảm này tương đương với đoạn mạch gồm cuộn thuần cảm Z_L nối tiếp điện trở thuần R

• Nếu đoạn mạch có khóa thì :

- | | | |
|-----------------|---|---|
| * Khi khóa đóng | { | + dòng điện chạy qua đoạn mạch nối tiếp với khóa |
| | | + dòng điện không chạy qua đoạn mạch song song với khóa |
| * Khi khóa mở | { | + dòng điện không chạy qua đoạn mạch nối tiếp với khóa |
| | | + dòng điện chạy qua đoạn mạch song song với khóa |

BÀI TẬP THÍ DỤ

3.1 Cho các đoạn mạch điện xoay chiều hình sin tần số $f = 50\text{Hz}$ sau đây :



$$\begin{cases} R = 10,0\Omega \\ r = 0; L = 0,032\text{H} \\ \approx \frac{1}{10\pi}\text{H} \end{cases}$$

$$\begin{cases} R = 17,3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega \\ r = 0; L = 0,096\text{H} \approx \frac{3}{10\pi}\text{H} \\ C = 160\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{2\pi}\text{F} \end{cases}$$

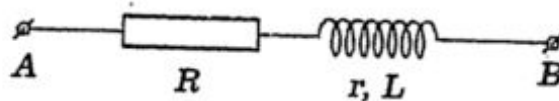
Hiệu điện thế hiệu dụng giữa A và B là $U_{AB} = 100\text{V}$.

Hãy tính :

- Tổng trở của đoạn mạch.
- Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong đoạn mạch.
- Hiệu điện thế giữa hai đầu của mỗi phần tử.

GIẢI

1) Đoạn mạch thứ nhất



$$R = 10,0\Omega ; Z_L = 2\pi fL = 100\pi \cdot \frac{1}{10\pi} = 10,0\Omega$$

a) Tổng trở :

$$\begin{aligned}\text{Ta có : } Z &= \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \sqrt{10,0^2 + 10,0^2} \\ &= 10,0\sqrt{2}\Omega \approx 14,1\Omega\end{aligned}$$

b) Cường độ hiệu dụng :

Định luật Ôm cho :

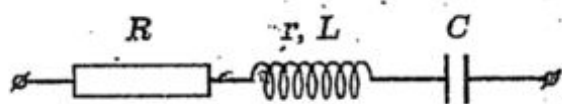
$$I = \frac{U}{Z} = \frac{100}{10,0\sqrt{2}} = 5\sqrt{2} \approx 7,05\text{A}$$

c) Các hiệu điện thế :

$$\text{Ta có : } * U_R = RI = 10,0 \cdot 7,05 = 70,5\text{V}$$

$$* U_L = Z_L \cdot I = 10,0 \cdot 7,05 = 70,5\text{V}$$

2) Đoạn mạch thứ hai



$$R = 17,3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega ; Z_L = 2\pi fL = 100\pi \cdot \frac{3}{10\pi} = 30,0\Omega$$

$$Z_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{100\pi \cdot \frac{10^{-3}}{2\pi}} = 20,0\Omega$$

a) Tổng trở :

Ta có :

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{3 \cdot 10^2 + (30,0 - 20,0)^2} = 20,0\Omega$$

b) Cường độ hiệu dụng :

Định luật Ôm cho :

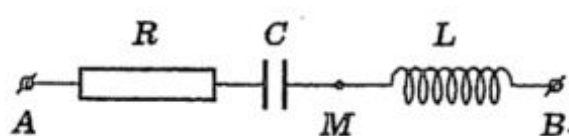
$$I = \frac{U}{Z} = \frac{100}{20,0} = 5,00\text{A}$$

c) Các hiệu điện thế :

Ta cũng có :

$$\begin{cases} * U_R = RI = 17,3.5,00 = 86,5V \\ * U_L = Z_L.I = 30,0.5,00 = 150V \\ * U_C = Z_C.I = 20,0.5,00 = 100V \end{cases}$$

3.2 Cho đoạn mạch xoay chiều hình sin như hình sau đây :



Cuộn dây có điện trở không đáng kể. Dùng một vôn kế có điện trở rất lớn,

đo hiệu điện thế hai đầu của mỗi phần tử ta được :

$$U_R = 40,0V ; U_C = 20,0V ; U_L = 50,0V$$

Tìm số chỉ của vôn kế nếu mắc nó :

- Giữa hai điểm A, B
- Giữa hai điểm A, M.

GIẢI

a) Vôn kế mắc giữa A, B

Ta có công thức tính hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch theo hiệu điện thế của các phần tử :

$$\begin{aligned} U_{AB} &= \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{40,0^2 + (50,0 - 20,0)^2} \\ &= 50,0 V \end{aligned}$$

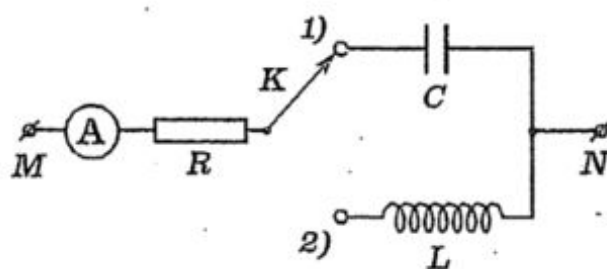
Vôn kế chỉ 50,0V

b) Vôn kế mắc giữa A, M :

Đoạn mạch AM gồm R và C nối tiếp. Tương tự như trên ta có:

$$\begin{aligned} U_{AM} &= \sqrt{U_R^2 + U_C^2} = \sqrt{40,0^2 + 20,0^2} \\ &= 20,0\sqrt{5} \approx 44,7V \end{aligned}$$

3.3 Cho mạch điện xoay chiều như hình vẽ :



$$\left\{ \begin{array}{l} R = 60,0\Omega \\ \text{(điện trở thuần)} \\ L: \text{độ tự cảm của cuộn} \\ \text{thuần cảm} \\ C = 30,6\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{6\sqrt{3}\pi}\text{F} \\ R_A \approx 0 \end{array} \right.$$

Hiệu điện thế giữa M và N có tần số $f = 50\text{Hz}$ và có giá trị hiệu dụng $U = 120\text{V}$.

Khi chuyển khóa K từ (1) sang (2), số chỉ của ampe kế (A) không thay đổi.

- Tính L.
- Tính số chỉ không đổi của ampe kế

GIẢI

a) Tính L

– Khi khóa K ở vị trí (1) dòng điện qua R và C.

$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}$$

Khi khóa K ở vị trí (2) dòng điện qua R và L.

$$I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}$$

– Theo đề : $I_2 = I_1 \Rightarrow Z_2 = Z_1$

Do đó :

$$Z_L = Z_C = \frac{1}{C\omega}$$

Vậy :

$$L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{1}{C\omega^2} = \frac{0,6\sqrt{3}}{3,14} \approx 0,331\text{H}$$

b) Số chỉ của ampe kế

Ta có :
$$I = \frac{U}{Z_1} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} = \frac{120}{120} = 1,00A$$

3.4 Một học sinh dùng một vôn kế nhiệt có điện trở rất lớn và một điện trở chuẩn $R_0 = 50\Omega$ để xác định điện trở thuần và hệ số tự cảm của một cuộn dây, cùng với điện dung của một tụ điện.

– Lần đầu, em học sinh này mắc nối tiếp cuộn dây và tụ điện vào mạch điện xoay chiều tần số 50Hz. Đo các hiệu điện thế U ở hai đầu đoạn mạch, U_d ở hai đầu cuộn dây và U_C ở hai cực của tụ điện thì được các giá trị $U = 100V$; $U_d = 89,2V \approx 40\sqrt{5}V$; $U_C = 100V$.

– Lần sau, em học sinh mắc thêm điện trở R_0 nối tiếp với cuộn dây và tụ điện vào mạch điện rồi đo hiệu điện thế U'_C giữa hai bản của tụ điện thì được giá trị

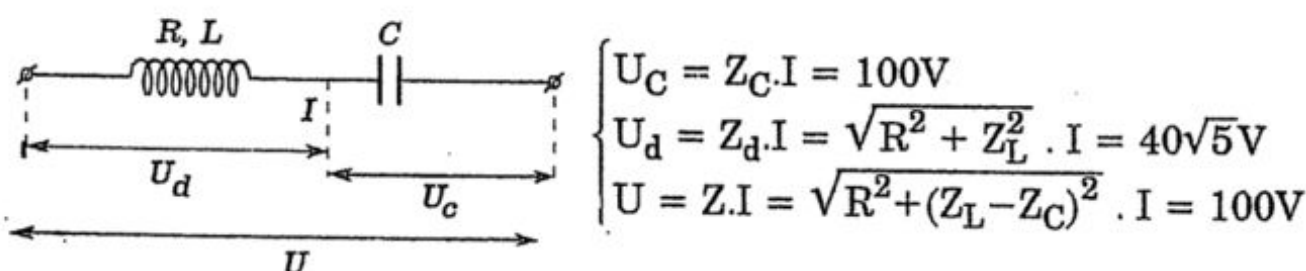
$$U'_C = 74,3V \approx \frac{100\sqrt{5}}{3}V.$$

Hãy tính các đại lượng cần đo.

GIẢI

Đặt R, L, C là các đại lượng cần xác định.

– Lần đo thứ nhất ta có :

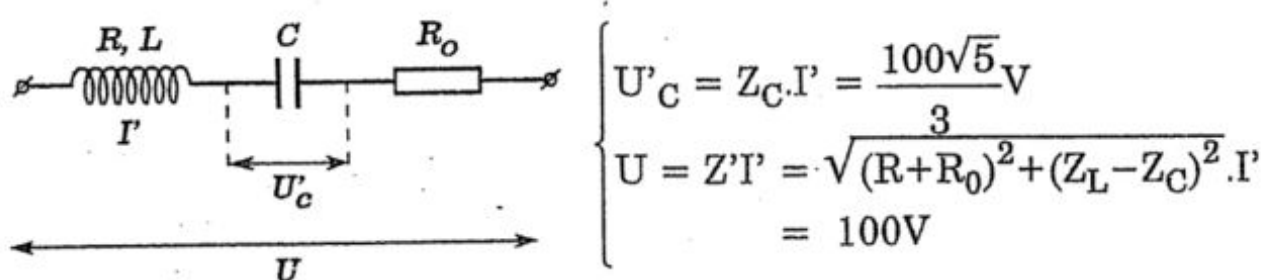


Suy ra :

$$\left(\frac{R}{Z_C}\right)^2 + \left(\frac{Z_L}{Z_C}\right)^2 = \frac{4}{5}; \quad \left(\frac{R}{Z_C}\right)^2 + \left(\frac{Z_L}{Z_C} - 1\right)^2 = 1$$

$$\Rightarrow \frac{Z_L}{Z_C} = \frac{2}{5} \Rightarrow \frac{R}{Z_C} = \frac{4}{5} \quad (1)$$

- Lần đo thứ hai ta có :



Ta cũng suy ra :

$$\frac{I'}{I} = \frac{U'_C}{U_C} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{Z'}{Z_C} = \left(\frac{R + R_0}{Z_C}\right)^2 + \left(\frac{Z_L}{Z_C} - 1\right)^2 = \frac{3}{\sqrt{5}}$$

$$\Rightarrow \frac{R + R_0}{Z_C} = \frac{6}{5} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có :

$$\frac{5}{6}(R + R_0) = \frac{5R}{4}$$

$$R = 2R_0 = 100\Omega$$

Mặt khác trong lần đo thứ nhất ta còn có :

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{\frac{Z_L}{Z_C} - 1}{\frac{R}{Z_C}} = \frac{\frac{2}{5} - 1}{\frac{4}{5}} = -\frac{3}{4}$$

Với $R = 100\Omega$ ta suy ra :

$$Z_L - Z_C = -75$$

(1) và (3) cho :

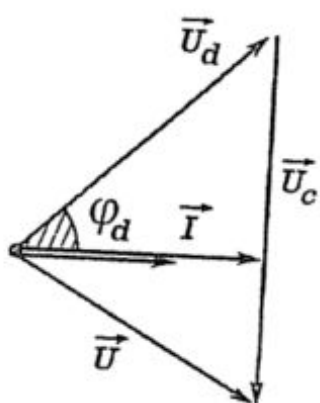
$$\frac{3}{5}Z_C = 75 \Rightarrow Z_C = 125\Omega$$

$$C = \frac{1}{Z_C \omega} = \frac{1}{125 \cdot 100\pi} \approx 25,4\mu F$$

Do đó : $Z_L = \frac{2Z_C}{5} = \frac{2 \cdot 125}{5} = 50\Omega$

$$L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{50}{100\pi} = \frac{1}{2\pi} H \approx 0,159H$$

Chú ý : Có thể dựa vào giản đồ vectơ quay cho trường hợp đo thử nhất để tính $\sin\varphi_d$ từ đó tính Z_L theo R .



$$U = \sqrt{U_d^2 + U_c^2 + 2U_d U_c (\varphi_d - \varphi_c)}$$

$$\Rightarrow U^2 = U_d^2 + U_c^2 - 2U_d U_c \cdot \sin\varphi_d$$

$$\Rightarrow \sin\varphi_d = \frac{\sqrt{5}}{5} \Rightarrow \frac{Z_L}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} = \frac{\sqrt{5}}{5}$$

$$\Rightarrow Z_L = \frac{R}{2}$$

Lập tỉ số $\frac{U_c}{U}$ ta suy ra $Z_C = \frac{5R}{4}$

Kết hợp với các hệ thức khác ta tính được R .

■ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

3.5 Cho dòng điện xoay chiều tần số 50Hz chạy qua một đoạn mạch gồm điện trở thuần $R = 10,0\Omega$ và một cuộn dây mắc nối tiếp. Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu điện trở, hai đầu cuộn dây và hai đầu đoạn mạch lần lượt đo được 2,39V, 4,5V và 6,5V :

a) Chứng tỏ cuộn dây có điện trở hoạt động.

b) Tính điện trở và độ tự cảm của cuộn dây.

ĐS : b) $r = 14,3\Omega; L = 39mH$

3.6 Điện trở R và tụ điện có điện dung C được mắc nối tiếp dưới hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng $120V$, tần số $50Hz$.

Cường độ hiệu dụng qua mạch là $2,4A$. Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu điện trở là $96V$.

a) Tính điện trở R và tổng trở của đoạn mạch.

b) Tính điện dung của tụ điện và hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai bản của tụ điện.

$$ĐS: \quad a) R = 40\Omega; Z = 50\Omega$$

$$b) C = 106\mu F; U_C = 72V$$

3.7 Đoạn mạch xoay chiều gồm cuộn cảm có điện trở hoạt động không đáng kể, cảm kháng $Z_L = 70\Omega$ mắc nối tiếp với tụ điện có dung kháng $Z_C = 50\Omega$.

Dòng điện trong mạch có biểu thức $i = 5\sqrt{2}\sin 100\pi t (A)$.

a) Tính hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn cảm và giữa hai đầu đoạn mạch.

b) Tính độ tự cảm L của cuộn dây.

$$ĐS: \quad a) U_L = 350V; U = 100V$$

$$b) L = 0,22H.$$

3.8 Đoạn mạch gồm điện trở $R = 132\Omega$, cuộn dây thuần cảm có $L = 0,734H \approx \frac{6\pi}{25}H$ và tụ điện có điện dung

$$15,9\mu F = \frac{50}{\pi}\mu F \text{ mắc nối tiếp.}$$

Đoạn mạch được đặt vào hiệu điện thế xoay chiều hình sin tần số $50Hz$. Hiệu điện thế giữa hai bản của tụ đo được $200V$. Hãy tính :

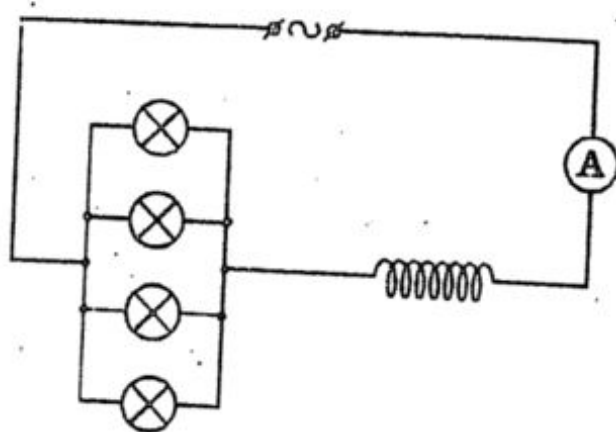
a) Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua mạch.

b) Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây và hai đầu đoạn mạch.

$$ĐS: \quad a) I = 1A.$$

$$b) U_L = 24V; U = 220V$$

3.9 Đoạn mạch điện xoay chiều hình sin tần số 50Hz được mắc theo sơ đồ như hình vẽ.



Trong mạch có 4 đèn giống nhau. Cuộn dây có điện trở $R_0 = 5\Omega$ và độ tự cảm

$$L = 0,127H \approx \frac{2}{5\pi}H. \text{ Ampe kế}$$

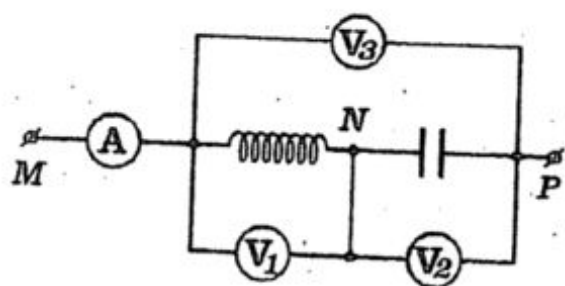
nhật (điện trở không đáng kể) chỉ 2A. Nhiệt lượng tỏa ra trong đoạn mạch trong 10s là $Q = 1200J$. Hãy tính :

- Điện trở của mỗi bóng đèn.
- Tổng trở của đoạn mạch điện.

ĐS : a) $R_d = 100\Omega$

b) $Z = 50\Omega$

3.10 Cho đoạn mạch xoay chiều hình sin sau đây. Tần số của dòng điện là $f = 50Hz$. Các máy



đo (A), (V₁), (V₂), và (V₃) lần lượt chỉ 2,0A; 100V; 160V; 100V.

- Tính Z_C . Suy ra C.
- Tính Z_{MN} và Z_{MP} . Suy ra điện trở hoạt động R và độ tự cảm L của cuộn dây.

(Lấy $\frac{1}{\pi} \approx 0,32$)

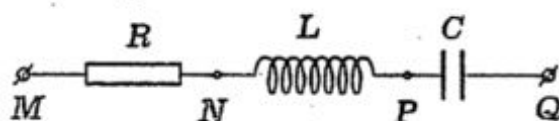
ĐS : a) $Z_C = 80\Omega$; $C = 40\mu F$

b) $Z_{MN} = 50\Omega$; $Z_{MP} = 50\Omega$

$R = 30\Omega$; $L = 0,127H$

3.11 Cho đoạn mạch điện xoay chiều hình sin như sau :

$\left\{ \begin{array}{l} R: \text{điện trở thuần} \\ L: \text{cuộn thuần cảm} \\ C: \text{tụ điện} \end{array} \right.$



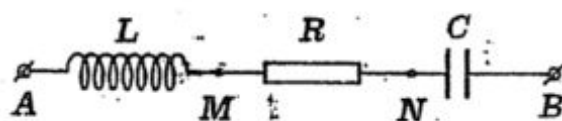
a) Biết $U_{MN} = 33V$; $U_{NP} = 44V$; $U_{PQ} = 100V$.

Hãy tìm U_{MP} ; U_{NQ} ; U_{MQ} .

b) Biết $U_{MP} = 110V$; $U_{NQ} = 112V$; $U_{MQ} = 130V$. Hãy tìm U_{MN} , U_{NP} , U_{PQ} .

DS : a) 55V ; 56V ; 65V
 b) 66V ; 88V ; 200V

3.12 Cho đoạn mạch xoay chiều hình sin sau đây



$\left\{ \begin{array}{l} L: \text{cuộn thuần cảm} \\ R: \text{điện trở thuần} \\ C: \text{tụ điện} \end{array} \right.$

Hiệu điện thế giữa A, B có biểu thức :

$$u = 170\sin 314t(V) \approx 120\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$$

Biết các hiệu điện thế hiệu dụng sau đây :

$$U_{AN} = 160V ; U_{NB} = 56V.$$

a) Giải thích tại sao $U_{AN} + U_{NB} \neq U$

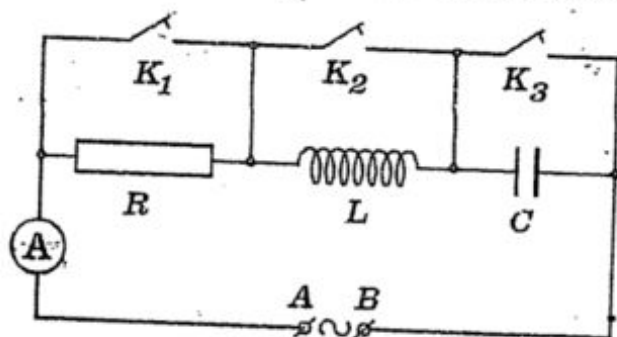
b) Tính các hiệu điện thế hiệu dụng U_{AM} , U_{MB} .

c) Cho $R = 60\Omega$. Tính L và C

$$DS : b) U_{AM} = 128V; U_{MB} = 111V$$

$$c) L = 0,255H; C \approx 91\mu F$$

3.13 Cho mạch điện xoay chiều hình sin như hình sau.



R : điện trở thuần
 L : cuộn thuần cảm
 C : tụ điện
 $R_A \approx 0; R_K \approx 0$

Nguồn điện có tần số $f = 50\text{Hz}$ và hiệu điện thế hiệu dụng $U = 120\text{V}$.

- Khi K_1, K_3 đóng, K_2 mở : $\textcircled{A}$ chỉ $1,5\text{A}$
- Khi K_3 đóng, K_1, K_2 mở : $\textcircled{A}$ chỉ $1,2\text{A}$
- Khi K_2 đóng, K_1, K_3 mở : $\textcircled{A}$ chỉ $1,6\text{A}$

a) Tính R, L, C .

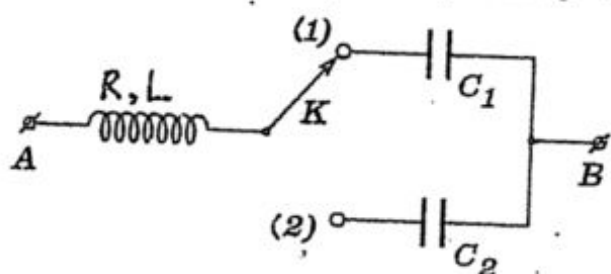
b) Nếu K_1, K_2, K_3 cùng mở thì $\textcircled{A}$ chỉ bao nhiêu ?

Khi này tăng tần số dòng điện thành $f' = 60\text{Hz}$ thì số chỉ của $\textcircled{A}$ tăng hay giảm ? Muốn số chỉ của $\textcircled{A}$ vẫn như trước phải thay tụ điện C bằng tụ điện C' có điện dung bao nhiêu ?

ĐS : a) $R = 60\Omega; L \approx 0,25\text{H}; C \approx 71\mu\text{F}$

b) $I \approx 1,73\text{A}$; Giảm; $C' \approx 43,4\mu\text{F}$

3.14 Cho đoạn mạch điện xoay chiều như hình sau đây.



$*$ Cuộn dây có điện trở hoạt động R và độ tự cảm L
 $*$ $C_1 = 40\mu\text{F}; C_2 = 80\mu\text{F}$
 $*$ $u_{AB} = 104\sin 314t(\text{V})$

Ở cả hai vị trí (1) và (2) của khóa K , cường độ hiệu dụng trong mạch đều đo được 2A . Hãy tính R và L .

(Cho $\frac{1}{\pi} = 0,32$)

ĐS : $R = 48\Omega; L \approx 0,19\text{H}$

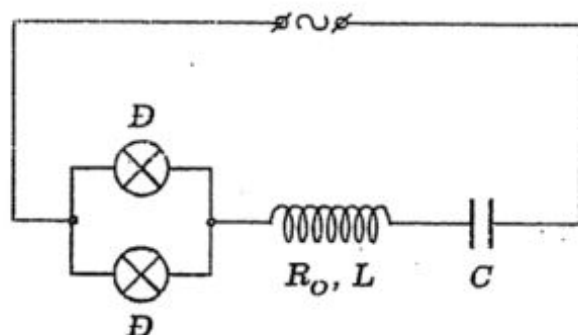
3.15 Cho mạch điện xoay chiều hình sin như hình sau đây.

Cuộn dây có điện trở hoạt động $R_0 = 20,0\Omega$ và độ tự cảm $L = 0,153H \approx \frac{0,48}{\pi}H$.

Tụ điện có điện dung $C = 96,4\mu F \approx \frac{10^{-2}}{33\pi}F$.

Hai đèn giống nhau coi như các điện trở thuần r .

Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu mạch điện là $U = 113V$. Tần số



dòng điện là $f=50Hz$. Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch chính là $I = 1,0A$.

a) Tính hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu mỗi phần tử.

b) Tính điện trở của mỗi đèn.

c) Nếu một đèn bị đoạn mạch thì cường độ hiệu dụng của dòng điện sẽ là bao nhiêu ?

ĐS : a) $U_d = 92V$; $U_d = 52V$; $U_C = 33V$

b) $r = 184\Omega$

c) $I' = 4,5A$

3.16 Đoạn mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây có điện trở hoạt động R , độ tự cảm L mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C .

Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây, tụ điện và đoạn mạch lần lượt là $200V$, $70V$, $150V$.

Cường độ hiệu dụng dòng điện qua mạch là 1,0A.

a) Tính điện trở hoạt động của cuộn dây, cảm kháng và dung kháng của đoạn mạch.

b) Biết rằng khi mắc nối tiếp thêm tụ có điện dung

$$C' = 17,8\mu\text{F} \approx \frac{160}{9}\mu\text{F} \text{ thì cường độ hiệu dụng của}$$

dòng điện trong mạch không đổi. Tính tần số f của dòng điện và độ tự cảm L , điện dung C .

$$(\text{Cho : } \frac{1}{\pi} \approx 0,32)$$

$$\text{ĐS : a) } R = 120\Omega; Z_L = 160\Omega; Z_C = 70\Omega$$

$$\text{b) } f = 50\text{Hz}; L \approx 0,51\text{H}; C \approx 45,7\mu\text{F}$$

3.17 Một đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần

$R = 100\Omega$, cuộn thuần cảm có $L = 0,60\text{H}$ và tụ điện

$C = 36\mu\text{F}$ mắc nối tiếp.

Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có biểu thức

$$u = 282\sin 314t(\text{V}) \approx 200\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$$

a) Mắc nối tiếp thêm vào đoạn mạch điện trở thuần r . Cường độ hiệu dụng của dòng điện là 1,0A. Tính r .

b) Người ta vẫn muốn có cường độ hiệu dụng 1,0A nhưng không ghép thêm điện trở r mà thay tụ điện C bằng một tụ điện C' hay ghép thêm C' với C .

Tính điện dung C' và nêu cách ghép.

$$\text{ĐS : a) } r = 73\Omega$$

$$\text{b) Thay bằng } C'_1 = 212\mu\text{F} \text{ hoặc } C'_2 = 8,8\mu\text{F}$$

$$\text{Ghép song song tụ } C'_1 = 176\mu\text{F} \text{ hay nối tiếp tụ}$$

$$C'_2 = 11,7\mu\text{F}$$

3.18 Đoạn mạch điện xoay chiều hình sin gồm cuộn dây có điện trở hoạt động R , độ tự cảm L mắc nối tiếp với tụ điện có điện dung C . Tần số dòng điện là $f = 50\text{Hz}$.

Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu đoạn mạch, hai đầu cuộn dây và hai đầu tụ điện lần lượt là 150V ; 150V ; 240V .

Khi mắc nối tiếp thêm điện trở thuần $R_0 = 70\Omega$ vào đoạn mạch thì hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu đoạn mạch vẫn là 150V nhưng hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện trở thành 180V .

Hãy tính R , L , C .

$$DS : R = 90\Omega; L = 0,38\text{H}; C = 13\mu\text{F}$$

3.19 Đoạn mạch xoay chiều hình sin gồm hai cuộn dây mắc nối tiếp. Điện trở hoạt động và độ tự cảm của các cuộn dây là $R_1 = 80\Omega$; $L_1 = 0,19\text{H}$ và $R_2 = 75\Omega$; $L_2 = 0,32\text{H}$.

Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch là $U = 200\text{V}$, tần số $f = 50\text{Hz}$.

a) Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch và hiệu điện thế giữa hai đầu mỗi cuộn dây U_1, U_2 .

b) Giữ R_2, L_1, L_2 có giá trị không đổi. Phải thay đổi R_1 bao nhiêu để có $U = U_1 + U_2$. Cuộn dây (1) phải thay đổi ra sao để có kết quả trên ?

$$DS : \quad \begin{aligned} &a) I \approx 0,90\text{A}; U_1 \approx 90\text{V}; U_2 = 113\text{V} \\ &b) R_1 = 45\Omega. \end{aligned}$$

Bài toán 4

Độ lệch pha.

Lập biểu thức giá trị tức thời của hiệu điện thế và cường độ dòng điện.

– Độ lệch pha $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ giữa hiệu điện thế và cường độ dòng điện được tính theo công thức

$$\text{tg}\varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}$$

(Các điện trở R, Z_L, Z_C ứng với đoạn mạch đang xét).

– Trường hợp biết biểu thức của cường độ tức thời

$$i = I_0 \sin(\omega t + \varphi_i)$$

- Tính tổng trở Z của đoạn mạch. Suy ra biên độ của hiệu điện thế:

$$U_0 = Z I_0$$

- Tính độ lệch pha $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ giữa hiệu điện thế và cường độ dòng điện.
- Biểu thức của hiệu điện thế có dạng:

$$u = U_0 \sin(\omega t + \varphi_u) = U_0 \sin(\omega t + \varphi_i + \varphi)$$

– Trường hợp biết biểu thức của hiệu điện thế giữa hai đầu của một đoạn mạch thành phần $u_j = U_{0j} \sin(\omega t + \varphi_{uj})$

- Tính tổng trở Z_j và độ lệch pha φ_j ứng với đoạn mạch như trên.

- Tính biên độ của cường độ $I_0 = \frac{U_{0j}}{Z_j}$. Biểu thức của cường độ tức thời có dạng:

$$i = I_0 \sin(\omega t + \varphi_{uj} - \varphi_j)$$

- Tính biên độ của hiệu điện thế đoạn mạch khảo sát $U_0 = Z_0 I_0$. Biểu thức hiệu điện thế tức thời đoạn mạch này là:

$$u = U_0 \sin(\omega t + \varphi_{uj} - \varphi_j + \varphi)$$

Chú ý :

- * Cũng có thể tính các độ lệch pha và các biên độ hay giá trị hiệu dụng bằng giản đồ vectơ quay.
- * Nếu đoạn mạch khảo sát chỉ gồm hai trong số ba phần tử R, L, C thì biết tổng trở và độ lệch pha có thể giúp xác định cấu tạo của đoạn mạch.

■ BÀI TẬP THÍ DỤ

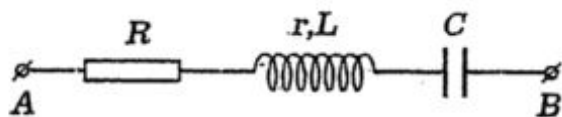
- 4.1 Một đoạn mạch điện xoay chiều gồm điện trở thuần $R = 180\Omega$, một cuộn dây có điện trở hoạt động $r = 20\Omega$ độ tự cảm $L = 0,64H \approx \frac{2}{\pi}H$ và một tụ điện có điện dung $C = 32\mu F \approx \frac{10^{-4}}{\pi}F$, tất cả được mắc nối tiếp với nhau. Dòng điện qua mạch có cường độ tức thời cho bởi biểu thức

$$i = \sin 314t(A) \approx \sin 100\pi t(A).$$

Hãy lập biểu thức của hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu đoạn mạch.

$$\left(\text{Lấy } \frac{1}{\pi} \approx 0,32 \right).$$

GIẢI



$$\begin{cases} R = 180\Omega \\ r = 20\Omega; L = \frac{2}{\pi}H \\ C = \frac{10^{-4}}{\pi}F \end{cases}$$

Ta có: $Z_L = L\omega = \frac{2}{\pi} \cdot 100\pi = 200\Omega$

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-4}}{\pi} \cdot 100\pi} = 100\Omega$$

Suy ra:

• Tổng trở của đoạn mạch:

$$Z = \sqrt{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{200^2 + 100^2} = 100\sqrt{5}\Omega \approx 224\Omega$$

$$\Rightarrow U_0 = ZI_0 = 224 \cdot 1 = 224V$$

- Độ lệch pha φ giữa hiệu điện thế và cường độ được xác định bởi :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R + r} = \frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = \operatorname{arctg} \frac{1}{2} \approx 0,463 \text{ rad}$$

- Biểu thức của hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu đoạn mạch.

$$u = 224 \sin(314t + 0,463) \text{ (V)}$$

- 4.2 Một đoạn mạch điện xoay chiều gồm một điện trở thuần $R = 80 \Omega$, một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 64 \text{ mH}$ và một tụ điện có điện dung $C = 40 \mu\text{F}$ mắc nối tiếp.

a) Tính tổng trở của đoạn mạch. Biết tần số của dòng điện là $f = 50 \text{ Hz}$.

b) Đoạn mạch được đặt vào hiệu điện thế xoay chiều có biểu thức $u = 282 \sin 314t \text{ (V)}$. Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong đoạn mạch.

$$\left(\text{Lấy : } \frac{1}{\pi} \approx 0,32 ; \operatorname{arctg} 0,75 \approx 37^\circ \right)$$

GIẢI

a) Tổng trở

$$\text{– Ta có : } Z_L = L\omega = \frac{0,20}{\pi} \cdot 100\pi = 20 \Omega$$

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{40 \cdot 10^{-6} \cdot 100\pi} = \frac{0,32}{40} \cdot 10^4 = 80 \Omega$$

– Do đó :

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{80^2 + 60^2} = 100 \Omega$$

b) Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện :

– Theo trên ta cũng suy ra :

• Cường độ cực đại của dòng điện (biên độ) :

$$I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{282}{100} \approx 2,8A$$

• Độ lệch pha của hiệu điện thế so với dòng điện được xác định bởi :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = -\frac{3}{4} = -0,75 \Rightarrow \varphi = -37^\circ$$

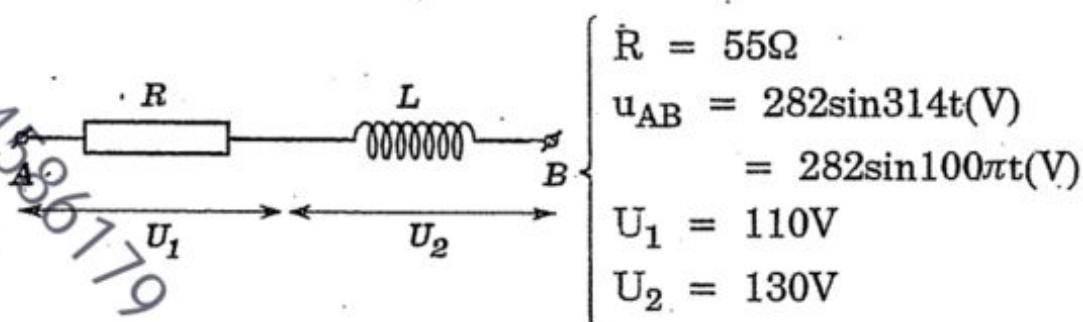
Suy ra :

$$\varphi_i = \varphi_u - \varphi = -\varphi = 37^\circ = \frac{37\pi}{180} \text{ rad}$$

– Do đó :

$$i = 2,8 \sin \left(100\pi t + \frac{37\pi}{180} \right) = 2,8 \sin (314t + 0,645) (A)$$

4.3 Cho đoạn mạch điện xoay chiều như hình vẽ :



a) Chứng tỏ cuộn dây có điện trở hoạt động r.

b) Tính r và L.

c) Lập biểu thức hiệu điện thế tức thời u_2 giữa hai đầu cuộn dây.

(Lấy $\pi = 3,14$; $\frac{1}{\pi} = 0,32$; $\arctg 2,4 = 67^\circ$; $\arctg 0,75 = 37^\circ$

$\sqrt{2} = 1,41$).

GIẢI

a) Cuộn dây có điện trở hoạt động

- Ta có :
$$I = \frac{U_1}{R} = \frac{110}{55} = 2,0A$$

Suy ra tổng trở của cuộn dây và của đoạn mạch :

$$Z_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{130}{2,0} = 65\Omega$$

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{200}{2,0} = 100\Omega$$

- Nếu cuộn dây là thuần cảm ta có :

$$Z_L = Z_2 = 65\Omega$$

$$\Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \sqrt{55^2 + 65^2} = 85,1\Omega < 100\Omega$$

Vậy cuộn dây phải có điện trở hoạt động r.

Khi đó :

$$Z = \sqrt{(R + r)^2 + Z_L^2} > \sqrt{R^2 + Z_2^2}$$

b) Điện trở hoạt động và độ tự cảm của cuộn dây

- Theo các kết quả trên :

$$\begin{cases} r^2 + Z_L^2 = 65^2 \\ (R + r)^2 + Z_L^2 = 100^2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow (R + r)^2 - r^2 = 100^2 - 65^2$$

hay $(R + 2r) \cdot R = 165.35$

Vậy :
$$r = \frac{165.35}{2.55} - \frac{55}{2} = 25\Omega$$

– Do đó :

$$Z_L = \sqrt{Z_2^2 - r^2} = \sqrt{65^2 - 25^2} = 60\Omega$$

$$\Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{60}{100\pi} \approx 0,19H$$

c) Biểu thức của hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn dây

– Độ lệch pha φ và φ_2 của các hiệu điện thế u và u_2 so với cường độ dòng điện được cho bởi :

$$\begin{cases} \operatorname{tg}\varphi = \frac{Z_L}{R + r} = \frac{60}{80} = 0,75 \Rightarrow \varphi = \arctg 0,75 \approx 37^\circ \\ \operatorname{tg}\varphi_2 = \frac{Z_r}{r} = \frac{60}{25} = 2,4 \Rightarrow \varphi_2 = \arctg 2,4 \approx 67^\circ \end{cases}$$

Do đó độ lệch pha của hiệu điện thế u_2 so với u là :

$$\Delta\varphi = \varphi_{u_2} - \varphi_u = \varphi_2 - \varphi = 30^\circ = \frac{\pi}{6} \approx 0,52\text{rad}$$

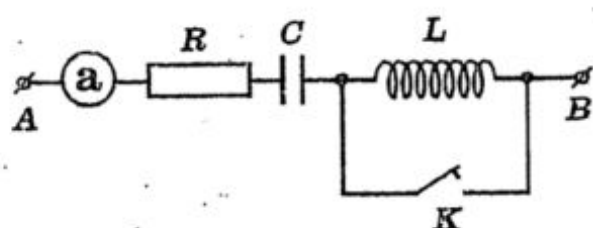
– Mặt khác :

$$U_{02} = Z_2 I_0 = 65 \cdot 2,0\sqrt{2} \approx 182V$$

Vậy ta có :

$$u_2 = 182\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) = 182\sin(314t + 0,52)(V)$$

4.4 Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ.



$$\begin{cases} R = 100\Omega \\ \text{(điện trở thuần)} \\ L: \text{độ tự cảm của cuộn} \\ \text{dây thuần cảm} \\ C = 18,5\mu F \approx \frac{10^{-4}}{\sqrt{3}\pi} F \\ R_a \approx 0 \end{cases}$$

Hiệu điện thế giữa A,B luôn có biểu thức :

$$u = 70,7\sin 314t(V) \approx 50,0\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$$

Khi K đóng hay khi K mở, số chỉ của ampe kế không đổi

- Tính độ tự cảm L của cuộn dây
- Tính số chỉ không đổi của ampe kế.
- Lập biểu thức của cường độ tức thời của dòng điện trong mạch khi K đóng và khi K mở.

GIẢI

a) Tính L :

– Khi K mở dòng điện qua R, C và L. Cường độ dòng điện khi đó là :

$$I_m = \frac{U}{Z_m}$$

Khi K đóng dòng điện qua R và C. Cường độ dòng điện khi đó là

$$I_d = \frac{U}{Z_d}$$

Theo đề ta suy ra :

$$Z_m = Z_d$$

$$\Rightarrow R^2 + (Z_L - Z_C)^2 = R^2 + Z_C^2$$

hay $(Z_L - Z_C)^2 = Z_C^2$

Vậy
$$\begin{cases} * Z_L - Z_C = Z_C \Rightarrow Z_L = 2Z_C \\ * Z_L - Z_C = -Z_C \Rightarrow Z_L = 0 \quad (\text{loại}) \end{cases}$$

– Ta có :

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = 173\Omega$$

Do đó : $Z_L = 2Z_C = 346\Omega$

$$\Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{3,46}{3,14} \approx 1,10H$$

b) Số chỉ của ampe kế

Ta có :

$$I = I_d = \frac{U}{Z_d} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} = \frac{50,0}{200} = 0,25A$$

c) Biểu thức của dòng điện tức thời :

– Khi K mở, độ lệch pha giữa hiệu điện thế và dòng điện được xác định bởi :

$$\operatorname{tg}\varphi_m = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{Z_C}{R} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi_m = \frac{\pi}{3}$$

Pha ban đầu của dòng điện là :

$$\varphi_{i_m} = \varphi_u - \varphi_m = -\varphi_m = -\frac{\pi}{3} \approx -1,05\text{rad}$$

Vậy, cường độ tức thời của dòng điện có biểu thức :

$$i_m = 0,354\sin(314t - 1,05)(A)$$

– Tương tự, khi K đóng :

$$\operatorname{tg}\varphi_d = -\frac{Z_C}{R} = -\sqrt{3} \Rightarrow \varphi_d = -\frac{\pi}{3}$$

Pha ban đầu của dòng điện là :

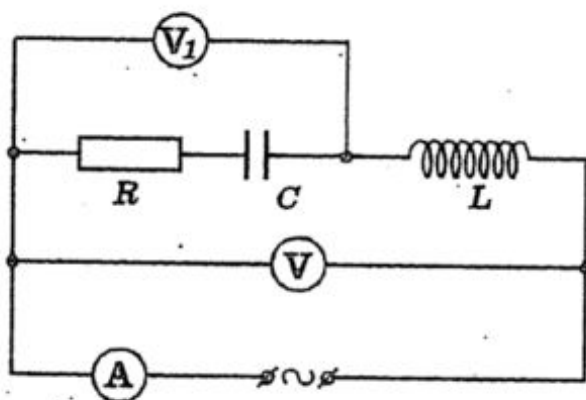
$$\varphi_{i_d} = \varphi_u - \varphi_d = -\varphi_d = \frac{\pi}{3} \approx 1,05\text{rad}$$

Vậy, cường độ tức thời của dòng điện có biểu thức :

$$i_d = 0,354\sin(314t + 1,05)(A)$$

4.5 Cho mạch điện xoay chiều như hình vẽ.

$$\begin{cases} f = 50\text{Hz} \\ R: \text{điện trở thuần} \\ L: \text{độ tự cảm của cuộn thuần cảm} \\ C: \text{điện dung của tụ điện} \end{cases}$$



Các vôn kế có điện trở rất lớn ; ampe kế có điện trở không đáng kể.

Số chỉ của (A), (V₁), (V) lần lượt là 2,50A, 125V, 141V. Biết hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn

mạch lệch pha $\frac{\pi}{4}$ so với cường độ dòng điện.

a) Tính hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu mỗi phần tử.

b) Tính R, L, C

c) Để hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch cùng pha với cường độ dòng điện, phải thay cuộn thuần cảm L bằng cuộn thuần cảm khác có độ tự cảm L' bằng bao nhiêu ?

$$(\text{Lấy } \pi = 3,14; \frac{1}{\pi} \approx 0,32; \sqrt{2} = 1,41)$$

GIẢI

a) Các hiệu điện thế hiệu dụng

- Ta có :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{U_L - U_C}{U_R} = \operatorname{tg} \frac{\pi}{4} = 1$$

$$\Rightarrow U_L - U_C = U_R$$

Ngoài ra :

$$U^2 = U_R^2 + (U_L - U_C)^2 = 2U_R^2$$

Vậy :

$$U_R = \frac{U}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100V$$

- Suy ra :

$$U_C = \sqrt{U_1^2 - U_R^2} = \sqrt{125^2 - 100^2} = 75V$$

$$\text{Do đó : } U_L = U_R + U_C = 100 + 75 = 175V$$

b) Các giá trị R, L, C

$$\text{Ta có : } R = \frac{U_R}{I} = \frac{100}{2,5} = 40\Omega$$

$$Z_C = \frac{U_C}{I} = \frac{75}{2,5} = 30\Omega$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{Z_C \omega} = \frac{1}{30 \cdot 100\pi} \approx 106\mu F$$

$$Z_L = \frac{U_L}{I} = 70\Omega$$

$$\Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{70}{100\pi} \approx 0,22H$$

c) Độ tự cảm L' của cuộn dây phải thay

Ta phải có :

$$\operatorname{tg} \varphi = 0 \Rightarrow \frac{Z_{L'} - Z_C}{R} = 0 \Rightarrow Z_{L'} = Z_C = 30\Omega$$

Vậy :

$$L' = \frac{Z_{L'}}{\omega} = \frac{30}{100\pi} \approx 96\text{mH}$$

4.6 Một đoạn mạch điện xoay chiều gồm hai phần tử mắc nối tiếp. Cường độ dòng điện trong đoạn mạch *nhanh pha* $\frac{\pi}{3}$ so với hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch.

a) Hai phần tử trên là các phần tử nào trong số các phần tử R, L, C ?

b) Biết các biên độ của hiệu điện thế và cường độ lần lượt là $U_0 = 32\text{V}$ và $I_0 = 8,0\text{A}$.

Tính các giá trị của mỗi phần tử.

GIẢI

a) Xác định các phần tử của đoạn mạch

– Góc lệch pha φ của hiệu điện thế so với cường độ dòng điện được xác định bởi :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}$$

– Theo đề ta suy ra một phần tử phải là R . Thật vậy nếu

$$R \rightarrow 0 \Rightarrow |\operatorname{tg} \varphi| \rightarrow \infty \Rightarrow |\varphi| = \frac{\pi}{2} \text{ (trái GT).}$$

$$\text{Ngoài ra vì } \varphi = -\frac{\pi}{3} < 0 \Rightarrow \operatorname{tg} \varphi < 0$$

Vậy :
$$\operatorname{tg} \varphi = -\frac{Z_C}{R}$$

Do đó hai phần tử của đoạn mạch là R và C

b) Giá trị của các phần tử

- Ta có :
$$Z = \frac{U_0}{I_0} = \frac{32}{8,0} = 4,0\Omega$$

Nhưng :
$$\cos \varphi = \cos \left(-\frac{\pi}{3} \right) = \frac{1}{2} = \frac{R}{Z}$$

$$\Rightarrow R = \frac{Z}{2} = \frac{4,0}{2} = 2,0\Omega$$

- Suy ra :

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \left(-\frac{\pi}{3} \right) = -\sqrt{3} = -\frac{Z_C}{R}$$

$$\Rightarrow Z_C = R\sqrt{3} \approx 3,5\Omega$$

Do đó :
$$C = \frac{1}{Z_C \omega} = \frac{1}{3,5 \cdot 100\pi} \approx 910\mu\text{F}$$

■ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

4.7 Đoạn mạch điện xoay chiều gồm điện trở thuần $R=50,0\Omega$, cuộn dây có độ tự cảm $L = 0,128\text{H} \approx \frac{0,4}{\pi}\text{H}$ và điện trở hoạt động $r = 30,0\Omega$, một tụ điện có điện dung $C \approx 32,0\mu\text{F} \approx \frac{100}{\pi}\mu\text{F}$ mắc nối tiếp nhau.

Cường độ dòng điện qua mạch có biểu thức $i = 1,70\sin(314t+0,645)$ (A). Hãy lập biểu thức của hiệu điện thế tức thời giữa :

a) Hai đầu đoạn mạch

b) Hai đầu cuộn dây.

ĐS : a) $u = 170\sin 314t$ (V)

b) $u_d = 84,8\sin(314t + 1,57)$ (V)

4.8 Đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần $R = 70,0\Omega$, cuộn dây có độ tự cảm $L = 0,384\text{H} \approx \frac{1,20}{\pi}\text{H}$ và điện trở hoạt động $r = 90,0\Omega$ mắc nối tiếp.

Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức $u = 282\sin 314t(\text{V}) \approx 200\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$.

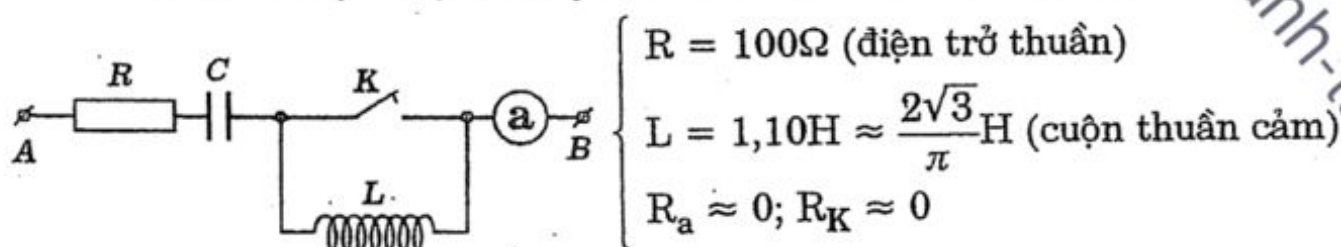
Hãy lập biểu thức của :

- Cường độ tức thời của dòng điện trong mạch
- Hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn dây.

ĐS: a) $i = 1,41 \sin (314t - 0,645) (\text{A})$.

b) $u_d = 212 \sin (314t + 0,279) (\text{V})$

4.9 Cho đoạn mạch xoay chiều có cấu tạo như hình vẽ.



Hiệu điện thế giữa A, B có giá trị tức thời cho bởi:

$$u = 311\sin 314t(\text{V}) \approx 220\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$$

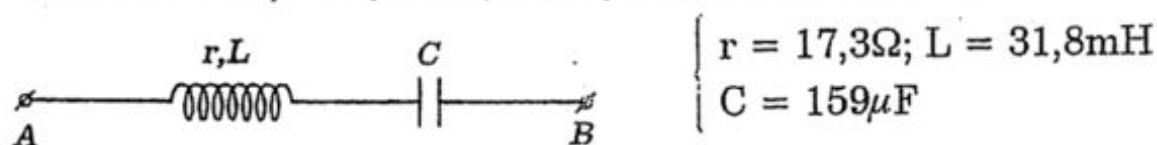
Khi K mở hay đóng số chỉ của ampe kế a không đổi.

- Tính điện dung C của tụ điện và số chỉ của ampe kế.
- Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện khi K mở và khi K đóng.

ĐS : a) $C \approx 18,4\mu\text{F}; I = 1,10\text{A}$

b) $i = 1,56\sin(314t \pm 1,05) (\text{A})$

4.10 Cho đoạn mạch điện xoay chiều như hình vẽ



$$\begin{cases} r = 17,3\Omega; L = 31,8\text{mH} \\ C = 159\mu\text{F} \end{cases}$$

Hiệu điện thế giữa A và B luôn có biểu thức :

$$u = 141 \sin 314t (\text{V})$$

a) Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện qua đoạn mạch

b) Lập biểu thức của hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn dây và hai đầu tụ điện.

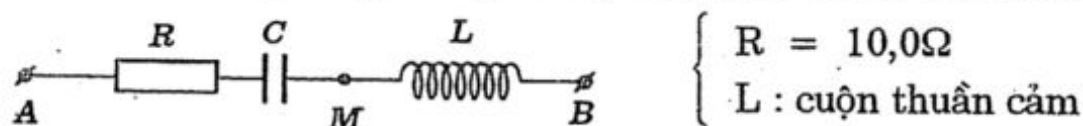
(Lấy : $\pi = 3,14$; $\frac{1}{\pi} = 0,318$; $\sqrt{3} = 1,73$)

ĐS: a) $i = 7,05 \sin(314t + 0,523)$ (A)

b) $u_d = 141 \sin(314t + 1,05)$ (V)

$u_C = 141 \sin(314t - 1,05)$ (V)

4.11 Cho đoạn mạch điện xoay chiều có sơ đồ như hình vẽ



Hiệu điện thế giữa A, B luôn có biểu thức $u = 141 \sin 314t$ (V). Cường độ dòng điện trong đoạn mạch chậm pha hơn u_{AB} góc $\frac{\pi}{4}$ và nhanh pha hơn u_{AM} góc $\frac{\pi}{4}$.

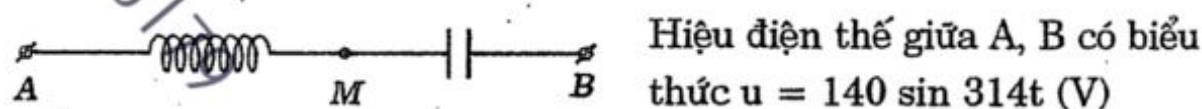
a) Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện.

b) Lập biểu thức của hiệu điện thế u_{AM} .

ĐS: a) $i = 10,0 \sin(314t - 0,785)$ (A)

b) $u_{AM} = 141 \sin(314t - 1,57)$ (V)

4.12 Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ.



Dùng vôn kế có điện trở rất lớn, người ta đo được $U_{AM} = 100V$; $U_{MB} = 140V$.

a) Lập biểu thức của các hiệu điện thế tức thời u_{AM} và u_{MB} . (Lấy $\sqrt{2} \approx 1,40$).

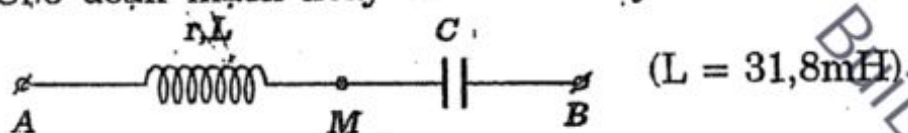
b) Cho biết cuộn dây có điện trở hoạt động $r=7,0\Omega$. Hãy tính độ tự cảm của cuộn dây và điện dung của tụ điện.

Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong đoạn mạch (Lấy $\frac{1}{\pi} \approx 0,32$).

ĐS :

$$\begin{aligned} \text{a) } u_{AM} &= 140\sin(314t + 1,57) \text{ (V)} \\ u_{MB} &= 196\sin(314t - 0,785) \text{ (V)} \\ \text{b) } L &= 22,4\text{mH} ; C = 228\mu\text{F} \\ i &= 14 \sin (314t + 0,785) \text{ (A)} \end{aligned}$$

4.13 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây



Cho biết các hiệu điện thế tức thời giữa AM và giữa MB có biểu thức :

$$\begin{cases} u_{AM} = 141\sin 314t \text{ (V)} \\ u_{MB} = 141\sin(314t - 2,09) \text{ (V)} \approx 100\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{2\pi}{3}\right) \text{ (V)} \end{cases}$$

a) Tính điện trở của ống dây và điện dung của tụ điện.

b) Lập biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{AB} giữa hai đầu đoạn mạch.

ĐS :

$$\begin{aligned} \text{a) } r &= 17,3\Omega ; C = 160\mu\text{F} \\ \text{b) } u_{AB} &= 141\sin(314t - 1,05) \text{ (V)} \end{aligned}$$

4.14 Một đoạn mạch điện xoay chiều gồm hai phần tử mắc nối tiếp. Cho biết hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện qua đoạn mạch lần lượt có biểu thức:

$$\begin{cases} u = 80\sin(314t + 1,57) \text{ (V)} \\ i = 8,0\sin(314t + 0,785) \text{ (A)} \end{cases}$$

a) Hai phần tử kể trên là các phần tử nào trong số 3 phần tử R, L, C ? Giải thích.

b) Tính giá trị của mỗi phần tử.

ĐS :

$$\begin{aligned} \text{a) } &R \text{ và } L \\ \text{b) } &R = 7,0\Omega ; L = 7,0\text{mH} \end{aligned}$$

4.15 Đoạn mạch điện xoay chiều gồm cuộn dây có điện trở hoạt động r , độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C mắc nối tiếp với nhau. Đoạn mạch được đặt vào hiệu điện thế xoay chiều tần số góc ω . Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong đoạn mạch là $I = 0,20A$.

Mặt khác hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây, hai đầu tụ điện và hai đầu đoạn mạch lần lượt là 160V, 56V, 120V.

a) Tính điện trở hoạt động, cảm kháng của cuộn dây, và dung kháng của tụ điện.

b) Thay đổi ω người ta thấy khi tần số góc có giá trị $\omega_0 = 250s^{-1}$ thì cường độ dòng điện và hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch cùng pha.

Tính L , C và ω

ĐS : a) 480Ω ; 640Ω ; 280Ω

b) $1,69H$; $9,45\mu F$; $378s^{-1}$

Bài toán 5

Tính công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch điện xoay chiều.

Công thức tổng quát tính công suất :

$$P = UI \cos \varphi$$

– Với đoạn mạch RLC không phân nhánh, có thể tính công suất bởi :

$$P = RI^2$$

– Hệ số công suất (đoạn mạch không phân nhánh)

$$\cos \varphi = \frac{P}{UI} = \frac{R}{Z}$$

■ BÀI TẬP THÍ DỤ

- 5.1 Đoạn mạch điện xoay chiều gồm điện trở $R = 50,0\Omega$, cuộn thuần cảm có độ tự cảm $L = 0,318H$ và tụ điện có điện dung $C = 63,6\mu F$ mắc nối tiếp.

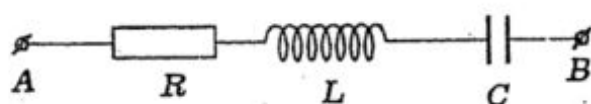
Đoạn mạch được đặt vào hiệu điện thế xoay chiều tần số 50 Hz với giá trị hiệu dụng là $100V$.

Hãy tính :

- Cường độ hiệu dụng của dòng điện.
- Công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch và hệ số công suất của đoạn mạch.

(Lấy : $\frac{1}{\pi} = 0,318$)

GIẢI



- a) Cường độ dòng điện

Ta có : $Z_L = L\omega = \frac{1}{\pi} \cdot 100\pi = 100\Omega$

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{2}{\pi} \cdot 10^{-4} \cdot 100\pi} = 50\Omega$$

Suy ra tổng trở của đoạn mạch :

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{50,0^2 + (100 - 50,0)^2} = 50,0\sqrt{2}\Omega = 70,5\Omega$$

Vậy cường độ hiệu dụng của dòng điện là :

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{100}{50\sqrt{2}} = \sqrt{2} \approx 1,41A$$

b). Công suất – hệ số công suất

Ta có :

$$P = RI^2 = 50,0.(\sqrt{2})^2 = 100W$$

Suy ra hệ số công suất :

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{50,0}{50,0\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0,707$$

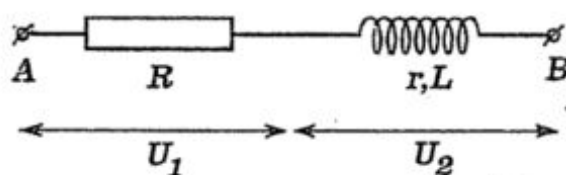
5.2 Dưới hiệu điện thế xoay chiều $U = 87V$ tần số $50Hz$, người ta mắc nối tiếp điện trở thuần $R = 20\Omega$ và một cuộn tự cảm. Dùng vôn kế, người ta đo được các hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở và hai đầu cuộn dây lần lượt là $50V$ và $70V$.

a) Tính điện trở hoạt động và độ tự cảm của cuộn dây.

b) Tính công suất tiêu thụ trên điện trở và trên cuộn dây.

GIẢI

a) Điện trở hoạt động và độ tự cảm



Cường độ hiệu dụng của dòng điện là :

$$I = \frac{U_1}{R} = \frac{50}{20} = 2,5A$$

Ta có :

$$\begin{cases} U^2 = [(R + r)^2 + Z_L^2] I^2 \\ U_2^2 = (r^2 + Z_L^2) I^2 \end{cases}$$

Suy ra :

$$\begin{cases} (R + r)^2 + Z_L^2 = \left(\frac{U}{I}\right)^2 = \left(\frac{87}{2,5}\right)^2 \\ r^2 + Z_L^2 = \left(\frac{U_2}{I}\right)^2 = \left(\frac{70}{2,5}\right)^2 \end{cases}$$

Do đó :

$$(R + r)^2 - r^2 = (R + 2r).R = \frac{157}{2,5} \cdot \frac{17}{2,5}$$

$$\Rightarrow r = \frac{1}{2} \left[\frac{427}{20} - 20 \right] \approx 0,68\Omega$$

$$\Rightarrow Z_L = \sqrt{\left(\frac{70}{2,5}\right)^2 - \left(\frac{27}{40}\right)^2} \approx 28\Omega$$

$$\text{Vậy : } L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{28,0}{314} \approx 0,09H$$

b) Công suất tiêu thụ

Ta suy ra :

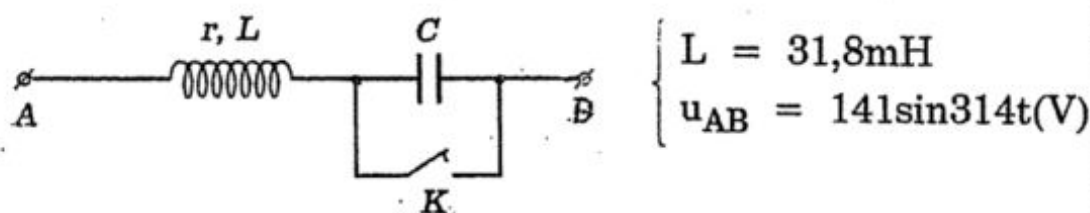
Công suất tiêu thụ bởi điện trở thuần :

$$P_R = RI^2 = 20 \cdot 2,5^2 = 125W$$

Công suất tiêu thụ bởi ống dây :

$$P_d = rI^2 = 0,68 \cdot 2,5^2 \approx 4,2W$$

5.3 Cho đoạn mạch điện xoay chiều như hình vẽ.



Khi đóng hay mở khóa K, công suất tiêu thụ của đoạn mạch AB vẫn có giá trị $P = 500W$.

a) Tính điện dung C của tụ điện và điện trở hoạt động của cuộn dây.

b) Viết biểu thức cường độ tức thời của dòng điện qua mạch trong cả hai trường hợp : K đóng và K mở.

$$(\text{Lấy : } \pi = 3,14 ; \frac{1}{\pi} = 0,318)$$

GIẢI

a) Điện dung và điện trở hoạt động của cuộn dây

Đặt I_1, I_2 là cường độ hiệu dụng của dòng điện khi đóng khóa K và mở khóa K.

Ta có :

$$I_1 = \frac{U_{AB}}{Z_1} = \frac{U_{AB}}{\sqrt{r^2 + Z_L^2}}$$

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{Z_2} = \frac{U_{AB}}{\sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$$

Theo đề :

$$P_1 = P_2 \Rightarrow rI_1^2 = rI_2^2 \Rightarrow Z_1^2 = Z_2^2$$

Suy ra :

$$Z_L^2 = (Z_L - Z_C)^2 \Rightarrow Z_C = 2Z_L$$

$$Z_C = 2.L\omega = 2 \cdot \frac{1}{10\pi} \cdot 100\pi = 20,0\Omega$$

$$\text{Vậy : } C = \frac{1}{Z_C\omega} = \frac{1}{20,0 \cdot 100\pi} \approx 159\mu\text{F}$$

Mặt khác ta cũng có :

$$P = \frac{rU_{AB}^2}{r^2 + Z_L^2} \Rightarrow 10^4 r = 500r^2 + 500 \cdot 10,0^2$$

$$\text{hay : } r^2 - 20r + 100 = 0 \\ \Rightarrow r = 10,0 \, \Omega$$

b) Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện

Ta luôn có :

$$I_0 = \frac{U_0}{Z_1} = \frac{141}{\sqrt{10,0^2 + 10,0^2}} = 10,0A$$

* Trường hợp K đóng :

Góc lệch pha φ của hiệu điện thế so với cường độ được xác định bởi:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Z_L}{r} = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{4} \approx 0,785 \text{rad}$$

Suy ra : $\varphi_i = \varphi_u - \varphi = -0,785 \text{rad}$.

Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện là :

$$i_1 = 10,0 \sin(314t - 0,785)(A)$$

* Trường hợp K mở

Lần này ta có :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{r} = \frac{-Z_L}{r} = -1 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4} = -0,785 \text{rad}$$

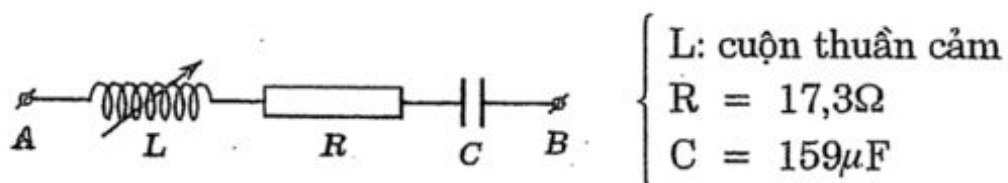
Do đó :

$$\varphi_i = \varphi_u - \varphi = 0,785 \text{rad}$$

Biểu thức của cường độ tức thời dòng điện là :

$$i_2 = 10,0 \sin(314t + 0,785)(A)$$

5.4 Cho đoạn mạch điện xoay chiều như hình vẽ



Hiệu điện thế giữa hai điểm A, B luôn có biểu thức:

$$u_{AB} = 141\sin 314t(V)$$

a) Tính công suất của đoạn mạch và lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện với $L = 31,8\text{mH}$.

b) Cho L thay đổi từ 0 đến ∞ . Vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của công suất đoạn mạch theo L .

$$(\text{Lấy : } \pi = 3,14; \frac{1}{\pi} = 0,318; \sqrt{3} = 1,73)$$

GIẢI

a) Công suất đoạn mạch - Biểu thức của cường độ dòng điện

- Ta có :

$$Z_L = L\omega = \frac{1}{10\pi} \cdot 100\pi = 10,0\Omega$$

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{1}{2\pi} \cdot 10^{-3} \cdot 100\pi} = 20,0\Omega$$

Vậy tổng trở của đoạn mạch là :

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{3,10,0^2 + (10,0 - 20,0)^2} = 20,0\Omega$$

Suy ra :

$$I = \frac{U_{AB}}{Z} = \frac{100}{20,0} = 5,00A$$

Vậy công suất của đoạn mạch là :

$$P = RI^2 = 17,3 \cdot 5,00^2 = 433W$$

– Góc lệch pha φ của hiệu điện thế so với cường độ được xác định bởi :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{10,0 - 20,0}{17,3} = -\frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\varphi = -\frac{\pi}{6} = -0,523\text{rad}$$

Suy ra pha ban đầu của cường độ dòng điện :

$$\varphi_i = \varphi_u - \varphi = 0,523\text{rad}$$

Vậy biểu thức cường độ tức thời của dòng điện là :

$$i = 7,07 \sin (314t + 0,523)(A)$$

b) Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của công suất vào độ tự cảm

– Khi L thay đổi ta có :

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

$$\text{Do đó : } I = \frac{U_{AB}}{Z} = \frac{U_{AB}}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$$

Công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch có biểu thức :

$$P = RI^2 = \frac{RU_{AB}^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

Khi L biến thiên từ $0 \rightarrow \infty$ ta có :

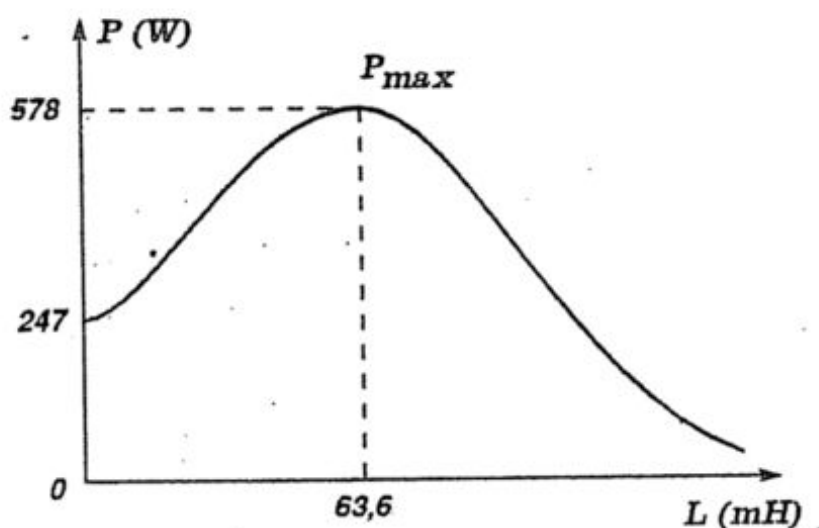
* Z_L biến thiên từ $0 \rightarrow \infty$

* P đạt $P_{\max} = 578W$ ứng với $Z_L = Z_C \Rightarrow L = \frac{Z_C}{\omega} = 63,6\text{mH}$.

* Với $L = 0 : P_0 = \frac{RU_{AB}^2}{R^2 + Z_C^2} \approx 247W$

* Với $L \rightarrow \infty : P_\infty \rightarrow 0$

– Ta suy ra đồ thị sau :



5.5 Một ống dây có điện trở R và hệ số tự cảm L . Đặt vào hai đầu ống hiệu điện thế một chiều 12,0V thì cường độ dòng điện trong ống là 0,24 A.

Đặt vào hai đầu ống hiệu điện thế xoay chiều tần số 50Hz có giá trị hiệu dụng 100V thì cường độ hiệu dụng của dòng điện trong ống dây là 1,00A.

a) Tính R, L

b) Mắc ống dây nối tiếp với tụ điện có điện dung $C = 87,0 \mu F$ vào hiệu điện thế xoay chiều nói trên.

– Lập biểu thức cường độ dòng điện trong mạch

– Tính hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu ống dây, hai đầu tụ điện và công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch.

(Lấy $\sqrt{3} = 1,732$)

GIẢI

a) Tính R, L :

Khi mắc ống dây vào hiệu điện thế một chiều ta có :

$$U_1 = RI_1 \Rightarrow R = \frac{U_1}{I_1} = \frac{12,0}{0,24} = 50\Omega$$

Khi mắc ống dây vào hiệu điện thế xoay chiều ta có :

$$U_2 = ZI_2 \Rightarrow Z = \frac{U_2}{I_2} = \frac{100}{1,00} = 100\Omega$$

Nhưng :

$$Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} \Rightarrow Z_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = 50\sqrt{3}\Omega \approx 87\Omega$$

Do đó :

$$L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{Z_L}{2\pi f} = \frac{87}{100\pi} \approx 0,28H$$

b) Biểu thức cường độ dòng điện - Hiệu điện thế - Công suất

Ta có :

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{87,0 \cdot 10^{-6} \cdot 100\pi} \approx 37\Omega$$

Suy ra tổng trở của đoạn mạch :

$$Z' = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{50^2 + (87 - 37)^2} = 50\sqrt{2}\Omega \approx 70\Omega$$

Biên độ của cường độ dòng điện :

$$I_0 = \frac{U_0}{Z'} = \frac{100\sqrt{2}}{50\sqrt{2}} = 2,0A$$

Mặt khác độ lệch pha của dòng điện so với hiệu điện thế là :

$$\varphi' = -\arctg \frac{Z_L - Z_C}{R} = -\frac{\pi}{4} \approx -0,79rad$$

Do đó, nếu chọn gốc thời gian để pha ban đầu của hiệu điện thế $\varphi_u = 0$, ta có biểu thức của cường độ dòng điện :

$$i = 2,0\sin(314t - 0,79)(A) \approx 2,0\sin(100\pi t - \frac{\pi}{4})(A)$$

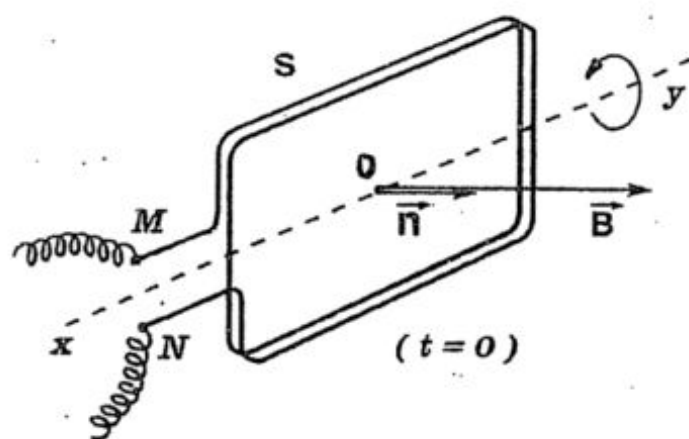
– Các hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu ống dây và hai đầu tụ điện là :

$$\begin{cases} U_d = ZI = 50\sqrt{3} \cdot \frac{2,0}{\sqrt{2}} = 50\sqrt{6}V \approx 122V \\ U_C = Z_C I \approx 37 \cdot \sqrt{2} \approx 52V \end{cases}$$

– Công suất tiêu thụ trên đoạn mạch được tính bởi :

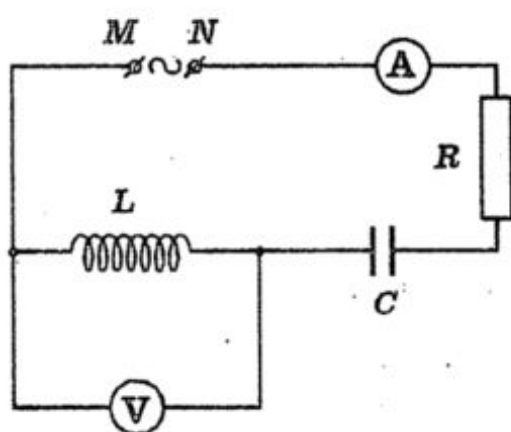
$$P = RI^2 \approx 50 \cdot (\sqrt{2})^2 = 100W$$

5.6 Một cuộn dâyбет hình chữ nhật diện tích $S = 54\text{cm}^2$ có



500 vòng dây điện trở không đáng kể quay 50 vòng/s quanh trục qua tâm song song với một cạnh. Đặt cuộn dây trong từ trường đều $B = 0,10T$ vuông góc với trục quay

a) Tính từ thông cực đại qua cuộn dây. Lập biểu thức của sđđ xuất hiện trong cuộn dây. Cho biết ở thời điểm gốc ($t = 0$) bề mặt cuộn dây vuông góc với $\vec{B}$.



b) Mắc hai đầu cuộn dây trên vào đoạn mạch MN gồm điện trở R , cuộn thuần cảm có hệ số tự cảm L và tụ điện C nối tiếp nhau.

Ampe kế và vôn kế bố trí như trên hình chỉ lần lượt $1,0A$

và $50,0V$. Công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch là $42,3W$.
Hãy:

- Tính các giá trị R, L, C
- Lập biểu thức cường độ dòng điện trong mạch.

(Coi $R_A = 0$; $R_V \rightarrow \infty$; điện trở các dây nối không đáng kể)

GIẢI

a) Từ thông cực đại - Biểu thức của suất điện động

- Ta có: $\Phi_0 = NBS = 500 \cdot 0,10 \cdot 54 \cdot 10^{-4} \approx 0,270Wb$

- Theo đề bài, ở thời điểm t ta có:

$$\alpha = (\vec{B}, \vec{n}) = \omega t$$

$$\Rightarrow \Phi = NBS \cos \alpha = NBS \cos \omega t$$

Biểu thức của suất điện động tức thời ở thời điểm t được xác định bởi.

$$e = -\Phi' = \omega NBS \sin \omega t$$

hay: $e = \omega \Phi_0 \sin \omega t \approx 84,8 \sin 314t (V)$

b) Giá trị của R, L, C – Biểu thức cường độ dòng điện

– Ta có :

$$P = RI^2 \Rightarrow R = \frac{P}{I^2} = \frac{42,3}{1,0^2} = 42,3\Omega$$

Mặt khác :

$$Z_L = \frac{U_L}{I} = \frac{50,0}{1,0} = 50,0\Omega$$

$$\Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{50,0}{100\pi} \approx 0,159H$$

Tổng trở của đoạn mạch là :

$$Z = \frac{E}{I} = \frac{84,8}{1,0} \approx 84,8\Omega$$

Nhưng :

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

$$\Rightarrow |Z_L - Z_C| = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{84,8^2 - 42,3^2} \approx 74,6\Omega$$

Suy ra hai trường hợp :

$$\left\{ \begin{array}{l} \bullet Z_{C_1} = 50,0 - 74,6 = -24,6\Omega \Rightarrow C_1 = \frac{1}{Z_{C_1}\omega} = \frac{1}{-24,6 \cdot 100\pi} \approx -436\mu F \\ \bullet Z_{C_2} = 50,0 + 74,6 = 124,6\Omega \Rightarrow C_2 = \frac{1}{Z_{C_2}\omega} = \frac{1}{124,6 \cdot 100\pi} \approx 25,7\mu F \end{array} \right.$$

– Theo đề ta suy ra :

$$I_0 = 1,0 \cdot \sqrt{2}A \approx 1,4A$$

Pha ban đầu của cường độ dòng điện là :

$$\varphi_i = \varphi_u - \varphi = -\varphi = -\arctg \frac{Z_L - Z_C}{R} = -\arctg \frac{\pm 42,6}{42,3} \approx \mp \frac{\pi}{4} \approx \mp 0,785 \text{ rad}$$

Vậy cường độ dòng điện có biểu thức :

$$i = 1,4 \sin(314t \mp 0,785) (\text{A})$$

5.7 Một công tơ cung cấp điện xoay chiều tần số 50 Hz với hiệu điện thế không đổi 120V.

a) Một bếp điện gắn vào công tơ và hoạt động liên tục trong 5 giờ. Đồng hồ của công tơ chỉ điện năng tiêu thụ là 6kWh. Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện qua bếp và điện trở của bếp. Coi bếp điện là điện trở thuần

b) Thay bếp điện bằng cuộn dây có hệ số công suất 0,80. Biết rằng công tơ cũng chỉ điện năng tiêu thụ là 6kWh trong 5 giờ. Tính điện trở và hệ số tự cảm của cuộn dây.

c) Bếp điện và cuộn dây được mắc nối tiếp rồi gắn vào công tơ. Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch và độ lệch pha giữa dòng điện và hiệu điện thế. Tính công suất tiêu thụ của mỗi dụng cụ.

GIẢI

a) Cường độ hiệu dụng của dòng điện và điện trở của bếp

– Công suất của bếp điện :

$$P_b = \frac{6}{5} = 1,2 \text{ kW} = 1200 \text{ W}$$

Vì $\cos \varphi = 1$ ta có :

$$P_b = UI_b \Rightarrow I_b = \frac{P_b}{U} = \frac{1200}{120} = 10,0 \text{ A}$$

35 of 154

Suy ra :

Vậy :

c) Cường

Ta có

Suy ra :

Vậy :

c) Cường

Ta có

Suy ra :

Vậy :

c) Cường

Ta có

Suy ra :

Vậy :

c) Cường

Ta có

Suy ra :

Vậy :

c) Cường

Ta có

Suy ra :

Vậy :

c) Cường

Ta có

Suy ra :

Vậy :

c) Cường

Ta có

Suy ra :

Vậy :

c) Cường

Ta có

Suy ra :

Vậy :

c) Cường

Ta có

Suy ra :

Vậy :

c) Cường

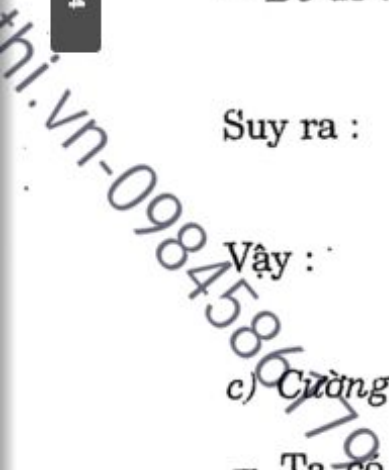
Ta có

Suy ra :

Vậy :

c) Cường

Ta có



Suy ra :

Vậy :

c) Cường

Ta có

Suy ra :

Vậy :

c) Cường

Ta có

– Độ lệch pha của dòng điện so với hiệu điện thế xác định bởi:

$$\begin{aligned}\varphi_i = \varphi_u - \varphi &= -\varphi = -\arctg \frac{Z_L}{R_d + R_b} = -\arctg \frac{5,76}{19,68} \\ &\approx -\arctg 0,293 \approx -16,3^\circ (\varphi_u = 0)\end{aligned}$$

– Các công suất tiêu thụ là :

$$\begin{cases} \bullet P'_b = R_b \cdot I^2 = 12,0 \cdot 5,85^2 \approx 411W \\ \bullet P'_d = Z_d \cdot I^2 = 9,6 \cdot 5,85^2 \approx 329W \end{cases}$$

■ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

5.5 Một cuộn dây có điện trở hoạt động $R = 40 \Omega$. Đặt vào hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U = 120V$ thì dòng điện có cường độ hiệu dụng $I = 2,4A$.

Hãy tính :

- Tổng trở của cuộn dây. Suy ra cảm kháng của nó.
- Công suất và hệ số công suất.

$$DS : a) Z = 50 \Omega; Z_L = 30 \Omega$$

$$b) P = 230W ; \cos \varphi = 0,80$$

5.6 Đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần $R = 50 \Omega$, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 0,32H$ và tụ điện có điện dung $C = 64 \mu F$ mắc nối tiếp. Hiệu điện thế có tần số $50Hz$ và giá trị hiệu dụng $U = 100V$.

Hãy tính :

- Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua đoạn mạch.
- Công suất tiêu thụ trên đoạn mạch và hệ số công suất.

$$(Lấy : \pi = 3,14 ; \frac{1}{\pi} = 0,32).$$

$$DS : a) I = 1,4A \quad b) P = 100W ; \cos \varphi = 0,70$$

5.7 Cuộn tự cảm có điện trở hoạt động $R = 20\Omega$. Đặt vào hiệu điện thế xoay chiều tần số 50Hz thì hệ số công suất của đoạn mạch là $0,80$.

Hãy tính :

- Độ tự cảm của cuộn dây.
- Điện dung của tụ điện phải mắc nối tiếp với cuộn dây để hệ số công suất của đoạn mạch bằng 1.

(Lấy $\frac{1}{\pi} = 0,32$)

ĐS : a) 48mH ; b) $213\mu\text{F}$

5.8 Đặt một cuộn dây dưới hiệu điện thế xoay chiều 120V tần số 50Hz thì công suất tiêu thụ là $P = 43,2\text{W}$ và cường độ dòng điện đo được $0,60\text{A}$.

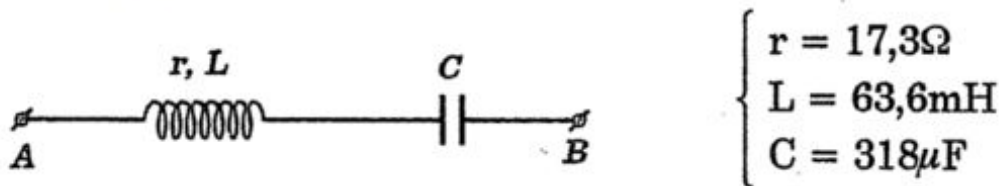
- Tính điện trở hoạt động và độ tự cảm của cuộn dây. Suy ra hệ số công suất của đoạn mạch.
- Mắc nối tiếp với cuộn dây một tụ điện có điện dung C . Đoạn mạch có hệ số công suất là $0,80$. Tính C .

(Lấy : $\pi = 3,14; \frac{1}{\pi} = 0,318$)

ĐS : a) $R = 120\Omega$; $L = 0,510\text{H}$; $\cos\varphi = 0,60$

b) $C_1 = 12,7\mu\text{F}$; $C_2 = 45,4\mu\text{F}$

5.9 Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ.



$$\begin{cases} r = 17,3\Omega \\ L = 63,6\text{mH} \\ C = 318\mu\text{F} \end{cases}$$

Hiệu điện thế giữa AB có biểu thức $u = 141\sin 314t(\text{V})$

- Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện và tính công suất của đoạn mạch.

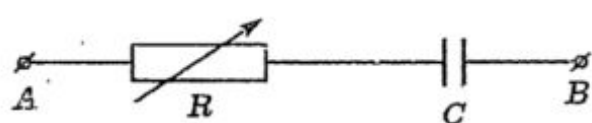
b) Ghép thêm vào tụ điện C một tụ điện C'. Công suất đoạn mạch vẫn như trước. Tính C' và định cách ghép. Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong trường hợp này.

$$(\text{Lấy : } \pi = 3,14; \frac{1}{\pi} = 0,318; \sqrt{3} = 1,73; \sqrt{2} = 1,41)$$

$$DS: a) i = 7,07 \sin(314t - 0,523)(A) ; P = 433W$$

$$b) C' = 159\mu F \text{ nối tiếp ; } i = 7,07 \sin(314t + 0,523)(A)$$

5.10 Cho đoạn mạch sau :



$$\begin{cases} C = 31,8\mu F \\ u_{AB} = 141\sin 314t(V) \end{cases}$$

Khi thay đổi giá trị của biến trở, với hai giá trị R_1 và R_2 ($R_2 \neq R_1$) công suất của đoạn mạch đều bằng nhau

a) Hãy tính tích $R_1.R_2$ của hai giá trị biến trở

b) Đặt φ_1, φ_2 lần lượt là độ lệch pha giữa hiệu điện thế u_{AB} với dòng điện tương ứng với các giá trị R_1, R_2 . Cho biết $\varphi_1 = 2\varphi_2$.

– Hãy xác định R_1, R_2 và công suất của đoạn mạch.

– Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong cả hai trường hợp.

$$(\text{Lấy : } \pi = 3,14; \frac{1}{\pi} = 0,318; \sqrt{2} = 1,41)$$

$$DS: a) R_1 R_2 = Z_C^2 = 10^4 \Omega^2$$

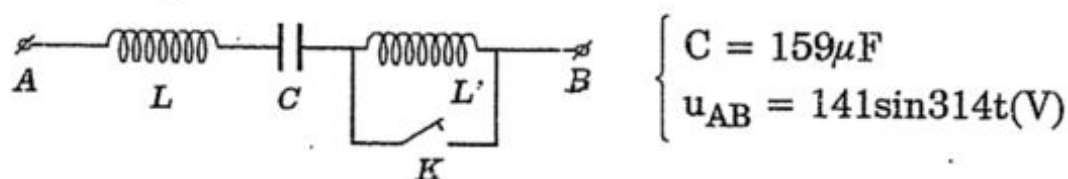
$$b) R_1 = 57,8\Omega ; R_2 = 173\Omega$$

$$P = 43,3W$$

$$i_1 = 1,2\sin(314t + 1,05)(A)$$

$$i_2 = 0,7\sin(314t + 0,523)(A)$$

5.11 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



L : cuộn tự cảm có điện trở hoạt động $r = 17,3\Omega$ và độ tự cảm $L = 31,8 \text{ mH}$.

L' : cuộn tự cảm khác

a) Khóa K đóng. Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện. Tính công suất của đoạn mạch.

b) Mở khóa K. Hệ số công suất của đoạn mạch không đổi nhưng công suất giảm một nửa. Lập biểu thức hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn L'.

(Lấy : $\pi = 3,14$; $\frac{1}{\pi} = 0,318$; $\sqrt{3} = 1,73$; $\sqrt{2} = 1,41$)

ĐS: a) $i = 7,07\sin(314t + 0,523)(A)$; 433W

b) $u_{L'} = 122,5\sin(314t + 0,523)(V)$

Bài toán 6

Định điều kiện để một đại lượng điện xoay chiều đạt cực trị.

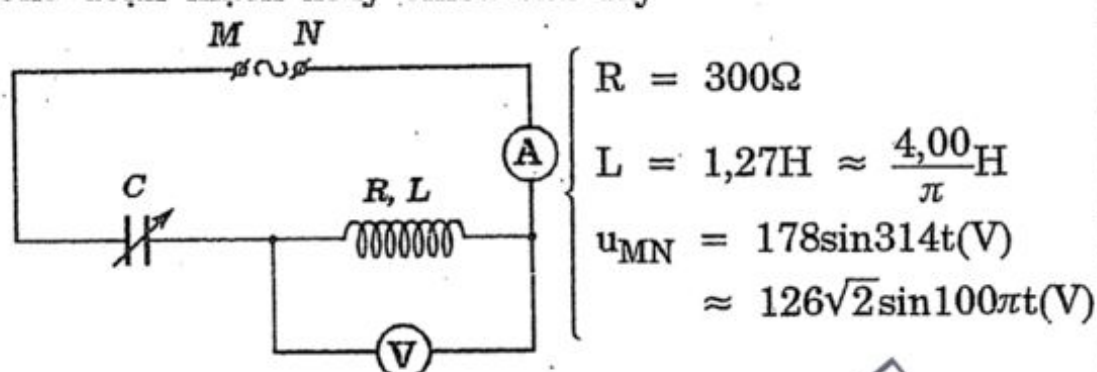
Dựa vào các công thức có liên quan, lập biểu thức của đại lượng cần tìm cực trị dưới dạng hàm của một biến thích hợp.

– Tìm cực trị bằng các phương pháp vận dụng :

- Hiện tượng cộng hưởng của mạch nối tiếp.
- Tính chất của phân thức đại số.
- Tính chất của các hàm lượng giác.
- Bất đẳng thức côsi (Cauchy)
- Tính chất đạo hàm của hàm số.

■ BÀI TẬP THÍ DỤ

6.1 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây



Giá trị điện dung C của tụ điện được điều chỉnh để số chỉ của (V) lớn nhất.

a) Tính giá trị của C

b) Xác định các số chỉ của (V) và (A)

(Bỏ qua tổng trở của ampe kế (A) và dòng điện qua vôn kế (V)).

GIẢI

a) Tính C

Vôn kế (V) chỉ hiệu điện thế hiệu dụng U_2 giữa hai đầu cuộn tự cảm.

$$U_2 = IZ_2 = \frac{U}{Z} \cdot Z_2 = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} \cdot \sqrt{R^2 + Z_L^2}$$

Khi C thay đổi, Z_C thay đổi.

U_2 lớn nhất khi :

$$Z_L - Z_C = 0$$

$$\Rightarrow L\omega = \frac{1}{C\omega}$$

Suy ra :

$$C = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{\frac{400}{\pi} \cdot (100\pi)^2} \approx \frac{10^{-4}}{4\pi} F \approx 7,96\mu F$$

b) Số chỉ của (V) và (A)

Trong điều kiện của câu a) ta có :

$$Z = R = 300\Omega$$

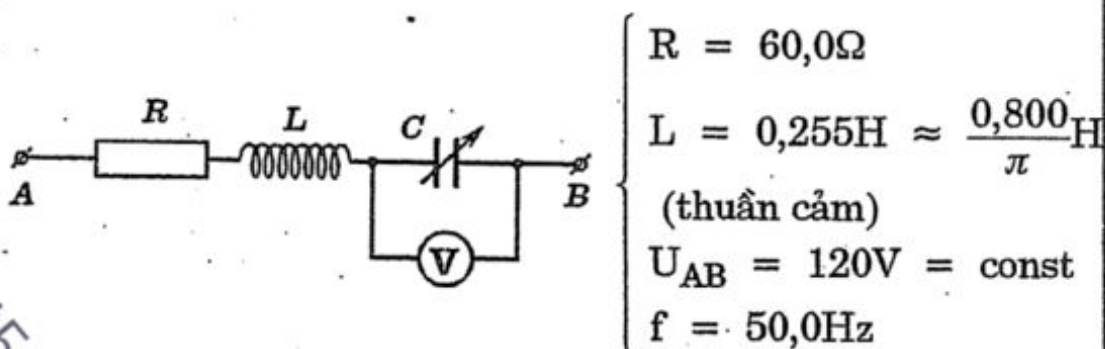
(A) chỉ cường độ hiệu dụng :

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{R} = \frac{126}{300} = 0,420A$$

Vôn kế (V) chỉ hiệu điện thế hiệu dụng :

$$\begin{aligned} U_2 &= IZ_2 = I \sqrt{R^2 + Z_L^2} \\ &= 0,420 \cdot \sqrt{300^2 + \left(\frac{4,00}{\pi} \cdot 100\pi \right)^2} \\ &= 0,420 \cdot 500 = 210V \end{aligned}$$

6.2 Cho đoạn mạch xoay chiều AB sau đây :

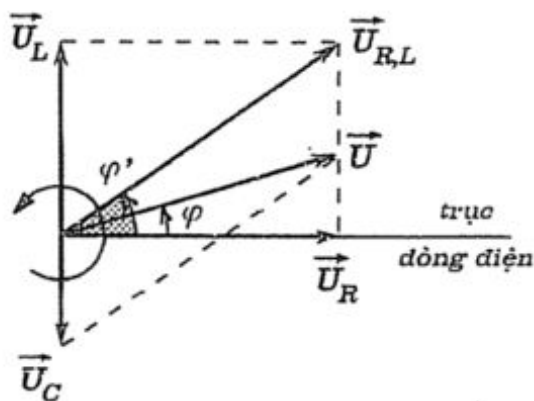


C là điện dung biến thiên của một tụ điện.
 Khi thay đổi điện dung C, có một giá trị của C ứng với số chỉ của (V) cực đại.
 Tính giá trị này của C và số chỉ cực đại đó của (V).
 (Coi tổng trở của (V) rất lớn)

GIẢI

- Hiệu điện thế u_{AB} được biểu diễn bởi vectơ quay $\vec{U}$ xác định như hình.

$$\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$$



Đặt góc tạo bởi trục dòng điện với $\vec{U}_{R,L}$ là φ' và với $\vec{U}$ là φ .

Định lí hàm sin cho :

$$\frac{U_C}{\sin(\varphi' - \varphi)} = \frac{U}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \varphi'\right)}$$

$$\Rightarrow U_C = \frac{\sin(\varphi' - \varphi)}{\cos\varphi} \cdot U$$

– Khi C biến thiên, φ thay đổi.

Ta suy ra U_C cực đại khi :

$$\sin(\varphi' - \varphi) = 1$$

$$\Rightarrow \varphi' - \varphi = \frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow \varphi = \varphi' - \frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg}\varphi = -\cot\varphi'$$

Do đó :

$$\frac{Z_L - Z_C}{R} = -\frac{R}{Z_L}$$

$$\Rightarrow Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L}$$

Với $Z_L = L\omega = \frac{0,800}{\pi} \cdot 100\pi = 80,0\Omega$ ta có :

$$Z_C = 125\Omega$$

$$\text{Vậy : } C = \frac{1}{Z_C\omega} = \frac{1}{125 \cdot 100\pi} \approx 25,4\mu\text{F}$$

Số chỉ cực đại của vôn kế là :

$$U_C = \frac{U}{\cos\varphi} = \frac{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}{R} \cdot U = 200\text{V}$$

6.3 Một đoạn mạch xoay chiều AB gồm các bộ phận sau đây mắc nối tiếp :

• Một biến trở

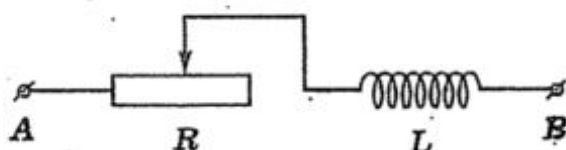
• Một cuộn thuần cảm có $L = 28,6\text{mH} \approx \frac{9}{100\pi}\text{H}$

Giữa AB có hiệu điện thế xoay chiều :

$$u = 7,07\sin 314t(\text{V}) \approx 5\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$$

Hãy định giá trị R của biến trở để công suất tiêu thụ của đoạn mạch lớn nhất. Tính công suất lớn nhất này.

GIẢI



Công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch có biểu thức :

$$\begin{aligned} P &= RI^2 \\ &= R \cdot \frac{U^2}{Z^2} = \frac{RU^2}{R^2 + Z_L^2} \end{aligned}$$

Bất đẳng thức côsi cho :

$$R^2 + Z_L^2 \geq 2\sqrt{R^2 \cdot Z_L^2} = 2RZ_L$$

Do đó :

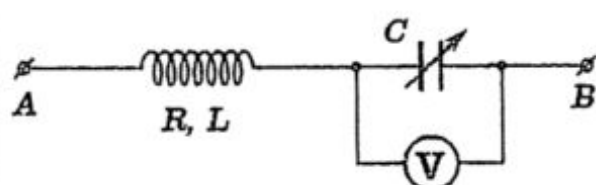
$$P \leq \frac{RU^2}{2R \cdot Z_L} = \frac{U^2}{2Z_L}$$

$$\text{Ta suy ra : } P_{\max} = \frac{U^2}{2Z_L} = \frac{5^2}{2 \cdot 9,00} \approx 1,39\text{W}$$

Khi đó ta có :

$$R = Z_L = 9,00\Omega$$

6.4 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



$$\begin{cases} R = 170\Omega \\ L = 1,15H \approx \frac{3,6}{\pi}H \\ C: \text{điện dung thay đổi} \end{cases}$$

Hiệu điện thế giữa hai đầu A, B luôn có biểu thức :

$$u = 170\sin 314t(V) \approx 120\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$$

Giả sử C biến thiên liên tục từ $0 \rightarrow \infty$

Chứng tỏ khi C biến thiên, số chỉ của $\textcircled{V}$ qua một cực đại.

Tính giá trị cực đại này và điện dung C tương ứng của tụ điện .

GIẢI

– Cường độ hiệu dụng của dòng điện qua đoạn mạch có biểu thức :

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

Vôn kế chỉ hiệu điện thế hiệu dụng U_C giữa hai bản của tụ điện.

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

– Đạo hàm của U_C theo Z_C là :

$$\frac{dU_C}{dZ_C} = \frac{R^2 + Z_L^2 - Z_L Z_C}{[R^2 + (Z_L - Z_C)^2]^{3/2}} \cdot U$$

Ta có :

$$\frac{dU_C}{dZ_C} = 0 \Leftrightarrow Z_C = \frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L} = 440\Omega$$

$$\Leftrightarrow C = \frac{1}{Z_C \omega} = \frac{1}{440 \cdot 314} \approx 7,23\mu F$$

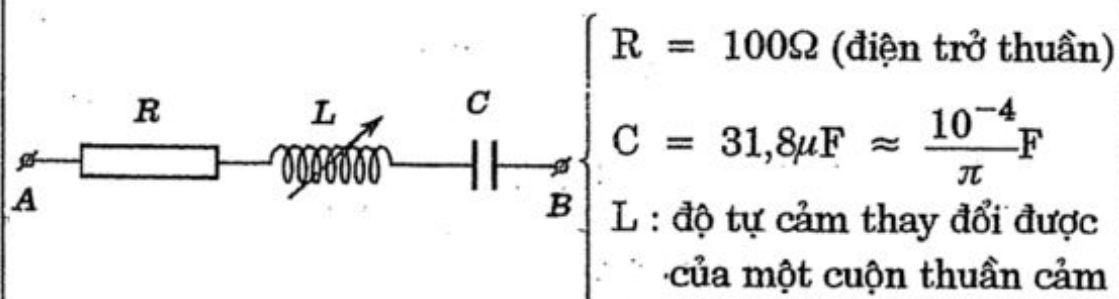
Bảng dấu :

$Z_C(\Omega)$	0	440 Ω	∞
$\frac{dU_C}{dZ_C}$	+	0	-
U_C	0	$(U_C)_{\max}$	U

Vậy số chỉ cực đại của (V) là :

$$(U_C)_{\max} = \frac{120.440}{\sqrt{170^2 + (360 - 440)^2}} \approx \frac{120.440}{188} \approx 281V$$

6.5 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



Hiệu điện thế giữa hai đầu AB của đoạn mạch có biểu thức :

$$u = 200\sin 314t(V) \approx 200\sin 100\pi t(V)$$

a) Tính L để hệ số công suất của đoạn mạch cực đại. Tính công suất tiêu thụ của đoạn mạch lúc đó.

b) Tính L để công suất tiêu thụ của đoạn mạch cực đại. Vẽ phác dạng đồ thị của công suất tiêu thụ P của đoạn mạch theo L .

GIẢI

a) Tính L trong trường hợp 1 :

– Hệ số công suất của đoạn mạch là :

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}}$$

Khi L biến thiên, $\cos\varphi$ sẽ có giá trị lớn nhất nếu có :

$$Z_L - Z_C = 0$$

$$\Rightarrow LC\omega^2 = 1$$

Do đó :

$$L = \frac{1}{C\omega^2} = \frac{1}{\frac{10^{-4}}{\pi} \cdot (100\pi)^2}$$
$$= \frac{1}{\pi} \approx 0,318H.$$

- Trong điều kiện này ta có :

$$Z = R$$

Vậy công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch là :

$$P = RI^2 = R\left(\frac{U}{Z}\right)^2 = \frac{U^2}{R}$$
$$= \frac{\left(\frac{200}{\sqrt{2}}\right)^2}{100} = 200W$$

b) Tính L trong trường hợp 2

- Công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch có biểu thức :

$$P = RI^2 = R\left(\frac{U}{Z}\right)^2 = \frac{RU^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

Khi L biến thiên, P lớn nhất nếu có :

$$Z_L - Z_C = 0$$

$$\Rightarrow LC\omega^2 = 1$$

Suy ra : $L = \frac{1}{C\omega^2} = 0,318H$

Và ta cũng có :

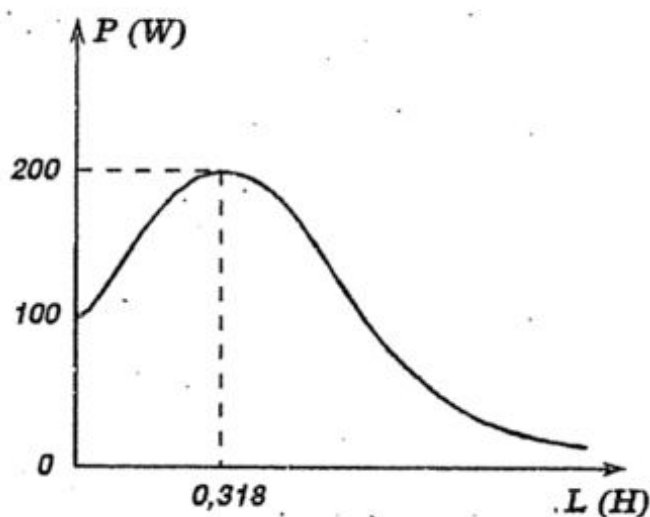
$$P_{\max} = 200W$$

– Sự biến thiên của P theo L :

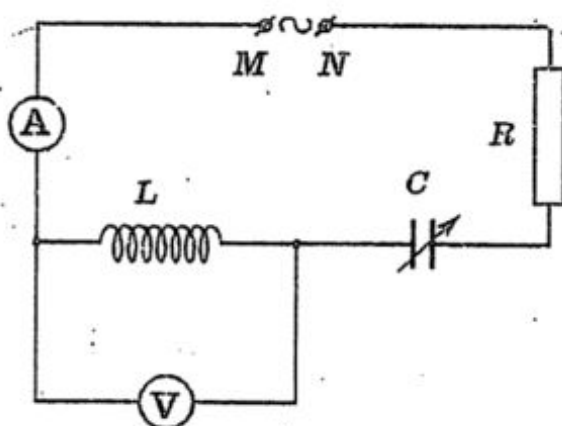
Ta có :

$$\left\{ \begin{array}{l} \bullet L = 0 \Rightarrow Z_L = L\omega = 0 \Rightarrow P_0 = \frac{RU^2}{R^2 + Z_C^2} = 100W \\ \bullet L \rightarrow \infty \Rightarrow Z_L \rightarrow \infty \Rightarrow P_{\infty} = 0 \\ \bullet L = 0,318H \Rightarrow Z_L - Z_C = 0 \Rightarrow P_{\max} = 200W \end{array} \right.$$

Suy ra đồ thị :



6.6 Đoạn mạch xoay chiều gồm cuộn tự cảm có hệ số tự cảm $L = 318mH$, điện trở $R = 22,2\Omega$ và tụ điện mắc nối tiếp nhau. Đặt vào hai đầu đoạn mạch hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U = 220V$, tần số $f = 50Hz$.



a) Khi điện dung của tụ điện có giá trị $C = 88,5\mu\text{F}$, hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn dây nhanh pha (sớm pha) $\pi/3$ so với dòng điện trong mạch.

– Chứng tỏ cuộn dây có điện trở. Tính điện trở đó và số chỉ của vôn kế (V).

– Tính công suất tiêu hao trên cuộn dây và trên toàn đoạn mạch. Tính hệ số công suất của đoạn mạch.

b) Thay đổi điện dung của tụ điện đến lúc số chỉ của (V) cực đại. Tìm số chỉ của các máy đo lúc đó. Coi điện trở của ampe kế không đáng kể và của vôn kế rất lớn.

GIẢI

a) Điện trở của cuộn dây – Số chỉ của (V) – Công suất và hệ số công suất

– Cuộn dây có cảm kháng Z_L nên hiệu điện thế hai đầu cuộn dây luôn *nhanh pha* hơn cường độ dòng điện.

$$\left\{ \begin{array}{l} * \text{ Nếu } R_d = 0 \text{ ta có :} \\ \quad \quad \quad \text{tg}\varphi_d = \frac{Z_L}{0} \rightarrow \infty \Rightarrow \varphi_d = \frac{\pi}{2} \\ * \text{ Nếu } R_d \neq 0 \text{ ta có :} \\ \quad \quad \quad \text{tg}\varphi_d = \frac{Z_L}{R_d} \Rightarrow \varphi_d < \frac{\pi}{2} \end{array} \right.$$

Theo đề :

$$\varphi_d = \frac{\pi}{3} < \frac{\pi}{2}$$

Vậy cuộn dây có điện trở R_d

– Theo đề bài :

$$Z_L = L\omega = 2\pi fL = 100\pi \cdot 0,318 \approx 100\Omega$$

$$\operatorname{tg} \varphi_d = \frac{Z_L}{R_d} = \operatorname{tg} \frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\Rightarrow R_d = \frac{3Z_L}{\sqrt{3}} = Z_L \sqrt{3} = 100\sqrt{3} \Omega \approx 173 \Omega.$$

- Ta có tổng trở của đoạn mạch :

$$Z = \sqrt{(R + R_d)^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{100\pi \cdot 88,5 \cdot 10^{-6}}$$

$$\approx 36 \Omega$$

$$\Rightarrow Z = 205,6 \Omega \approx 206 \Omega$$

Suy ra cường độ hiệu dụng của dòng điện :

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{206} \approx 1,07 \text{ A}$$

Vôn kế (V) chỉ hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn dây :

$$\begin{aligned} U_d &= Z_d \cdot I = \sqrt{R_d^2 + Z_L^2} \cdot I \\ &= \sqrt{(100\sqrt{3})^2 + 100^2} \cdot I = 200 \cdot 1,07 = 214 \text{ V} \end{aligned}$$

- Công suất tiêu hao bởi cuộn dây là :

$$P_d = R_d \cdot I^2 = 173 \cdot 1,07^2 \approx 198 \text{ W}$$

Công suất tiêu hao trên cả đoạn mạch là :

$$P = (R + R_d) \cdot I^2 = 195 \cdot 1,07^2 \approx 224 \text{ W}$$

Suy ra hệ số công suất của đoạn mạch :

$$\cos \varphi = \frac{P}{UI} = \frac{224}{220 \cdot 1,07} \approx 0,95$$

b) Số chỉ của các máy đo khi số chỉ của vôn kế cực đại

– Vôn kế (V) chỉ U_d . Ta có :

$$U_d = Z_d \cdot I$$

Vì $Z_d = \text{const}$ nên U_d cực đại khi I cực đại nghĩa là Z cực tiểu và có giá trị $(R + R_d)$

$$\Rightarrow I_{\max} = \frac{U}{R + R_d} = \frac{220}{195} \approx 1,13A$$

– Lúc đó ampe kế (A) chỉ 1,13A.

Vôn kế (V) chỉ :

$$U_d = Z_d \cdot I = 200 \cdot 1,13 = 226V$$

6.7 Giữa hai điểm A, B được duy trì hiệu điện thế xoay chiều có biểu thức :

$$u = 141,4 \sin 314t (V) \approx 100\sqrt{2} \sin 100\pi t (V)$$

a) Mắc vào AB một đoạn mạch gồm điện trở thuần r nối tiếp với cuộn dây.

Cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch là 10,0A.

Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu điện trở r là 20,0V. Tính r .

b) Cuộn dây có điện trở hoạt động $R = 6,0\Omega$. Hãy tính :

– Hệ số tự cảm L của cuộn dây.

– Hệ số công suất của cuộn dây và của đoạn mạch AB.

c) Mắc nối tiếp thêm một tụ điện vào đoạn mạch AB. Tìm điện dung C của tụ điện để cường độ dòng điện trong mạch cực đại.

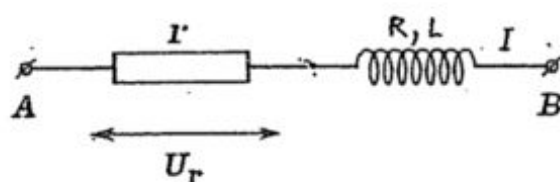
Tính hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu tụ điện.

GIẢI

a) Điện trở r

Ta có :

$$r = \frac{U_r}{I} = \frac{20,0}{10,0} = 2,00\Omega$$



b) Hệ số tự cảm - Hệ số công suất

- Tổng trở của đoạn mạch AB :

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{100}{10,0} = 10,0\Omega$$

Suy ra :

$$Z = \sqrt{(R + r)^2 + Z_L^2}$$

$$\Rightarrow Z_L = \sqrt{Z^2 - (R + r)^2} = 6,0\Omega$$

Vậy hệ số tự cảm của cuộn dây là :

$$L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{Z_L}{2\pi f} = \frac{6,0}{100\pi} \approx 19\text{mH}$$

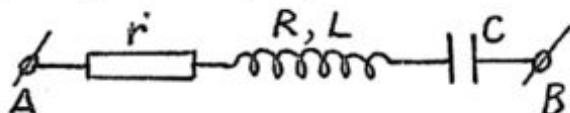
- Hệ số công suất của cuộn dây và của đoạn mạch AB có giá trị :

$$\begin{cases} \bullet \cos\varphi_d = \frac{R}{Z_d} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} = \frac{6,0}{6,0\sqrt{2}} \approx 0,70 \\ \bullet \cos\varphi = \frac{R + r}{Z} = \frac{8,0}{10,0} \approx 0,80 \end{cases}$$

c) Điện dung - Hiệu điện thế hai đầu tụ điện

- Tổng trở của đoạn mạch mắc nối tiếp thêm tụ điện có biểu thức:

$$Z = \sqrt{(R + r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$



Cường độ dòng điện trong mạch đạt cực đại khi Z cực tiểu nghĩa là:

$$Z_L - Z_C = 0 \quad \Leftrightarrow \quad Z_C = Z_L = 6,0\Omega$$

Vậy :

$$C = \frac{1}{Z_C \omega} = \frac{1}{6,0 \cdot 100\pi} \approx 530\mu\text{F}$$

– Khi đó ta có :

$$I_{\max} = \frac{U}{R + r} = \frac{100}{8,0} = 12,5\text{A}$$

$$\text{Vậy : } U_C = Z_C \cdot I_{\max} = 6 \cdot 12,5 = 75\text{V}$$

■ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

6.8 Một đoạn mạch xoay chiều mắc nối tiếp gồm :

- Điện trở thuần $R = 200\Omega$
- Cuộn thuần cảm $L = 0,636\text{H} \approx \frac{2,00}{\pi}\text{H}$
- Tụ điện có điện dung C_x thay đổi

Tần số của dòng điện là $f = 50\text{Hz}$ và hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu đoạn mạch là $U = 300\text{V}$.

a) Cho $C_x = 63,6\mu\text{F} \approx \frac{200}{\pi}\mu\text{F}$. Hãy tính tổng trở của đoạn mạch và $\text{tg}\varphi$.

b) Tính giá trị của C_x để cường độ hiệu dụng của dòng điện trong đoạn mạch có giá trị lớn nhất.

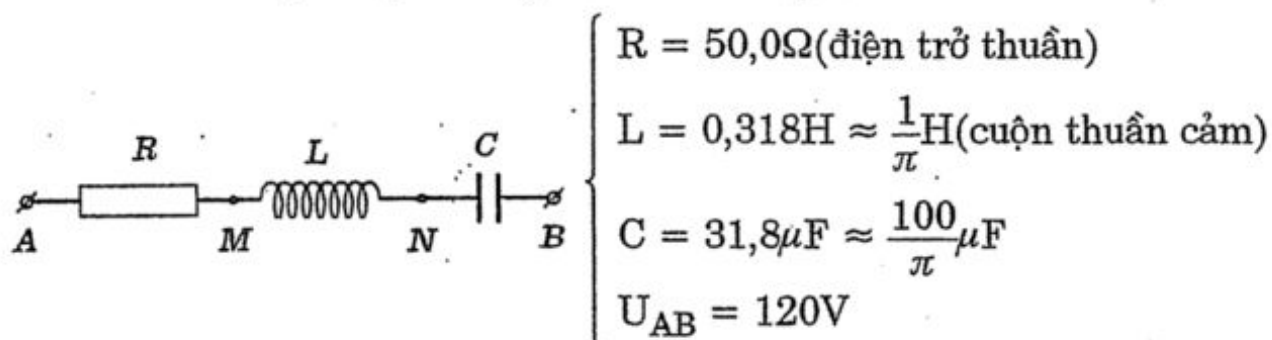
Tính hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu của mỗi phần tử kể trên khi này.

$$\text{ĐS : a) } Z = 250\Omega; \text{tg}\varphi = 0,75$$

$$\text{b) } C_x = 15,9\mu\text{F} \approx \frac{50}{\pi}\mu\text{F}$$

$$U_R = U_L = U_C = 300\text{V}$$

6.9 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



Tần số f của dòng điện trong mạch có thể thay đổi.

a) Tính f để cường độ dòng điện trong mạch đạt cực đại.

b) Tính U_{AM}, U_{MN}, U_{NB} và U_{MB} trong điều kiện của câu a).

ĐS : a) $f = 50,0Hz$

b) $120V; 240V; 240V; 0$

6.10 Cuộn dây có độ tự cảm $L = 0,100H$ và điện trở hoạt động $R = 2,00\Omega$ được mắc nối tiếp với một tụ điện. Đoạn mạch được đặt vào nguồn xoay chiều có tần số $50Hz$.

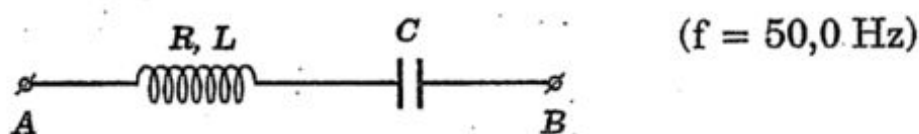
a) Điện dung của tụ điện phải là bao nhiêu để cường độ hiệu dụng của dòng điện qua cuộn dây có giá trị lớn nhất ?

b) Nếu tụ điện chỉ chịu được hiệu điện thế không quá $396V$ thì hiệu điện thế hiệu dụng đặt vào toàn mạch phải là bao nhiêu để tụ điện không bị hỏng ?

ĐS : a) $C \approx 100\mu F$

b) $U \leq 17,8V$

6.11 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



Điện dung C có giá trị sao cho cường độ hiệu dụng trong mạch đạt cực đại và bằng $2,00A$.

b) Đo cường độ dòng điện trong mạch bằng một ampe kế có điện trở không đáng kể ta được $I = 0,10A$. Tính tổng trở của cuộn dây, của tụ điện và của đoạn mạch.

c) Khi tần số f thay đổi tới giá trị $f_m = 330Hz$ thì cường độ dòng điện trong mạch cực đại.

Tính L , C và f đã sử dụng ở trường hợp đầu.

ĐS : a) U_{AB} : độ lớn của $\vec{U}_{AB} = \vec{U}_L + \vec{U}_C$.

Nếu $Z_d = Z_L \Rightarrow U_{AB} = 37,5V$

b) $Z_d = 500\Omega$; $Z_C = 175\Omega$; $Z = 375\Omega$

c) $L \approx 0,128H$;

$C = 1,82\mu F$;

$f \approx 497,6Hz$

6.15. Đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần $R = 100\Omega$;

cuộn dây thuần cảm $L = 0,318H \approx \frac{1,00}{\pi}H$ và tụ điện

$C = 31,8\mu F = \frac{100}{\pi}\mu F$ mắc nối tiếp vào nguồn xoay chiều

$u = 170\sin\omega t(V) \approx 120\sqrt{2}\sin\omega t(V)$.

Tần số góc ω của dòng điện thay đổi được.

a) Khi $\omega = \omega_0$ thì công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch cực đại. Tính ω_0 và $P_{\max}$. Vẽ phác dạng đồ thị của P theo ω .

b) Chứng minh rằng có hai giá trị khác nhau của tần số góc ω_1 và ω_2 ứng với cùng một giá trị P của công suất đoạn mạch ($P < P_{\max}$). Tìm hệ thức liên lạc giữa ω_1 , ω_2 và ω_0 độc lập với các đại lượng khác.

ĐS : a) $\omega_0 = 100s^{-1}$; $P_{\max} = 144W$

b) $\omega_1\omega_2 = \omega_0^2$

6.16 Đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần R , cuộn dây thuần cảm $L = 0,318\text{H} \approx \frac{1,00}{\pi}\text{H}$ và tụ điện

$$C = 79,5\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{4\pi}\text{F} \text{ mắc nối tiếp vào nguồn xoay chiều}$$

$$u = 170 \sin 314t \text{ (V)} \approx 120\sqrt{2}\sin 100\pi t \text{ (V)}.$$

Điện trở R thay đổi được :

a) Xác định R để cường độ dòng điện trong mạch đạt cực đại. Tính cường độ cực đại này.

b) Với $R = R_0$, công suất P tiêu thụ bởi đoạn mạch đạt cực đại. Tính R_0 và $P_{\max}$. Vẽ phác đồ thị của P theo R .

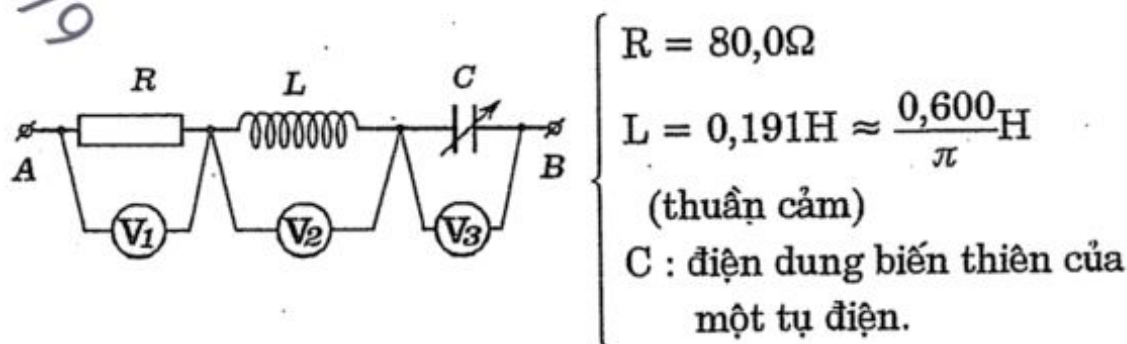
c) Chứng minh rằng có hai giá trị phân biệt R_1, R_2 của điện trở ứng với cùng một giá trị công suất P của đoạn mạch ($P < P_{\max}$) và các giá trị R_1, R_2 thỏa các hệ thức :

$$\begin{cases} R_1 R_2 = R_0^2 \\ R_1 + R_2 = \frac{2P_{\max}}{P} \cdot R_0 \end{cases}$$

$$\text{ĐS : a) } R = 0 ; I_{\max} = 2,00\text{A}$$

$$\text{b) } R_0 = 60,0\Omega ; P_{\max} = 120\text{W}$$

6.17. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



Hiệu điện thế giữa A, B có biểu thức :

$$u = 340\sin 314t \text{ (V)} \approx 240\sqrt{2}\sin 100\pi t \text{ (V)}$$

Khi thay đổi C , hãy tính số chỉ cực đại của mỗi vôn kế và giá trị điện dung C ứng với các số chỉ cực đại này.

Coi các vôn kế đều có điện trở trong rất lớn.

$$\begin{aligned} DS : \quad (U_1)_{\max} &= 240V ; C = C_1 = 53,0\mu F \\ (U_2)_{\max} &= 180V ; C = C_2 = C_1 \\ (U_3)_{\max} &= 300V ; C = C_3 \approx 19,1\mu F \end{aligned}$$

6.18. Một đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần R , cuộn thuần cảm L và tụ điện C mắc nối tiếp và đặt vào nguồn xoay chiều có hiệu điện thế $U = \text{const}$ nhưng có tần số góc ω thay đổi được.

Định ω để các hiệu điện thế lần lượt kể sau đạt cực đại :

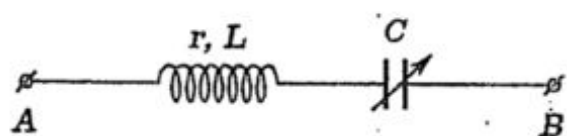
- Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu R .
- Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu cuộn cảm L
- Hiệu điện thế hiệu dụng hai đầu tụ điện C

$$DS : \quad a) \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$b) \omega = \sqrt{\frac{2}{2LC - R^2C^2}} \quad \left(R^2 < \frac{2L}{C}\right)$$

$$c) \omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{2L^2}} \quad \left(R^2 < \frac{2L}{C}\right)$$

6.19. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



- $$\left\{ \begin{array}{l} r : \text{điện trở hoạt động của cuộn dây} \\ L : \text{độ tự cảm của cuộn dây} \\ C : \text{điện dung của tụ điện.} \end{array} \right. \quad (\text{biến thiên được từ } 0 \rightarrow \infty)$$

Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức

$$u = U\sqrt{2} \sin \omega t$$

a) Xác định giá trị C_0 của điện dung tụ điện khi công suất của đoạn mạch cực đại. Tính công suất cực đại này.

b) Áp dụng số : $U = 100V$; $f = 50,0Hz$; $r = 10\Omega$

$L = 31,8mH \approx \frac{1}{10\pi} H$. Tính cụ thể C_0 và $P_{\max}$.

Lập biểu thức cường độ dòng điện.

$$DS : a) C_0 = \frac{1}{L\omega^2} ; P_{\max} = \frac{U^2}{r}$$

$$b) C_0 = 318\mu F ; P_{\max} = 1000W$$

$$i = 14,1 \sin 314t (A)$$

6.20. Vẫn xét đoạn mạch cho ở bài 6.19 trong các điều kiện đã cho.

a) Hãy chứng tỏ ta có :

$$\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{2}{C_0} \Leftrightarrow P(C_1) = P(C_2)$$

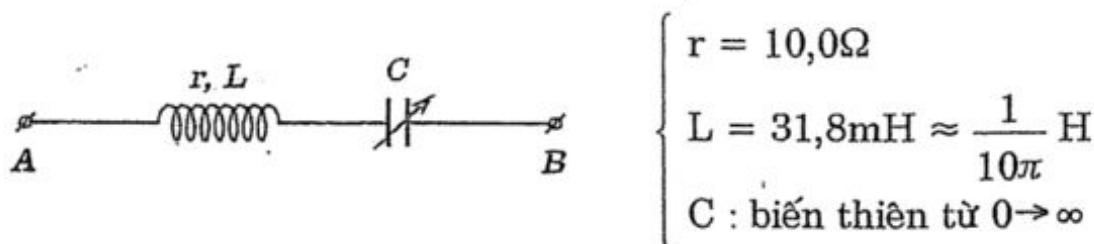
$$\left\{ \begin{array}{l} C_1 ; C_2 : \text{các giá trị khác nhau của điện dung} \\ P(C_1) ; P(C_2) : \text{công suất đoạn mạch ứng với các giá trị } C_1, C_2 \end{array} \right.$$

b) Nhận xét về góc lệch pha giữa hiệu điện thế u_{AB} với cường độ dòng điện trong hai trường hợp.

$$DS : a) \text{ Hướng dẫn : } I_1 = I_2$$

b) Đối nhau.

6.21. Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ.



Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch là :

$$u_{AB} = 141\sin 314t(\text{V}) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$$

a) Lập biểu thức của cường độ dòng điện qua đoạn mạch khi hệ số công suất của đoạn mạch cực đại.

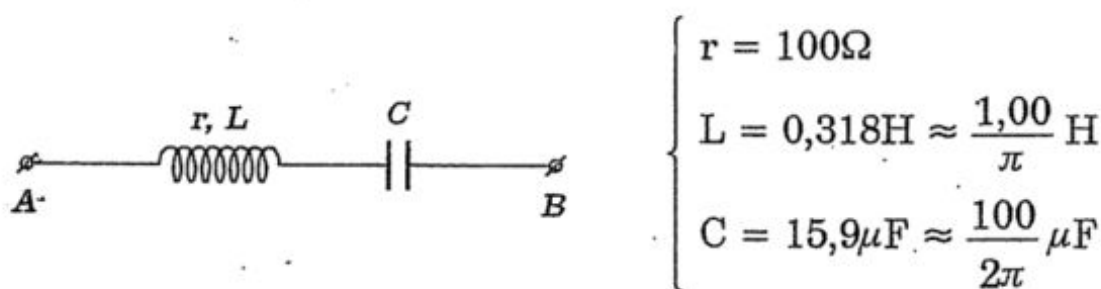
b) Định giá trị nhỏ nhất của công suất đoạn mạch trong điều kiện ứng với một giá trị của công suất đoạn mạch có hai giá trị khác nhau của điện dung C.

c) Vẽ đồ thị biểu diễn công suất đoạn mạch theo C.

$$\text{ĐS : a) } i = 14,1 \sin 314t \text{ (A)}$$

$$\text{b) } P = 500\text{W}$$

6.22. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



Hiệu điện thế u_{AB} giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức :

$$u_{AB} = 141\sin 2\pi ft(\text{V}) \approx 100\sqrt{2}\sin 2\pi ft(\text{V})$$

Tần số f của mạng điện thay đổi được.

a) Định giá trị f_0 của tần số mạng điện sao cho công suất đoạn mạch cực đại. Tính công suất cực đại này.

b) Vẽ đồ thị biểu diễn công suất đoạn mạch theo f .

c) Tính f để công suất có giá trị $P = 50,0W$. Lập biểu thức của cường độ dòng điện.

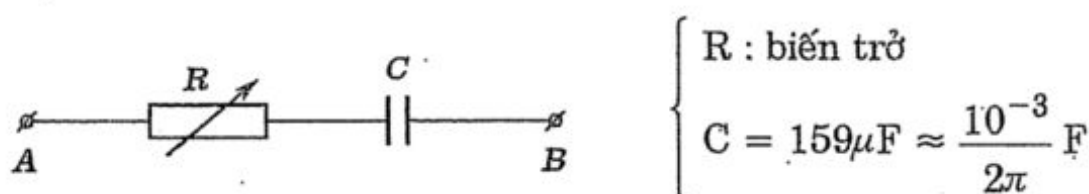
DS : a) $f_0 = 50\sqrt{2}Hz \approx 70,7Hz$; $P_{\max} = 100W$

c) $f_1 = 50Hz$; $f_2 = 100Hz$

$i_1 = 0,707\sin(314t - 0,785) (A)$

$i_2 = 0,707\sin(628t + 0,785) (A)$

6.23. Cho đoạn mạch xoay chiều sau :



Hiệu điện thế u_{AB} giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức :

$$u_{AB} = 141\sin 314t (V) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t (V)$$

a) Định giá trị R_0 của biến trở để công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch cực đại. Tính công suất cực đại $P_{\max}$ và vẽ đồ thị $P(R)$.

b) Gọi R_1, R_2 là hai giá trị khác nhau của biến trở. Chứng minh :

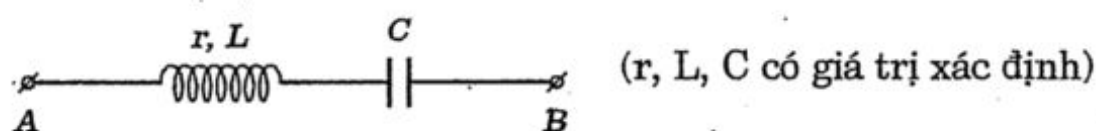
$$R_1 \cdot R_2 = R_0^2 \Leftrightarrow P(R_1) = P(R_2)$$

c) Lập biểu thức cường độ dòng điện khi $R = R_0$.

DS : a) $R_0 = 20\Omega$; $P_{\max} = 250W$

c) $i = 5\sin(314t + 0,785) (A)$

6.24. Cho đoạn mạch sau đây



Cường độ dòng điện trong đoạn mạch có biểu thức:

$$i = I\sqrt{2}\sin 2\pi ft$$

Tần số f thay đổi được; $I = \text{const.}$

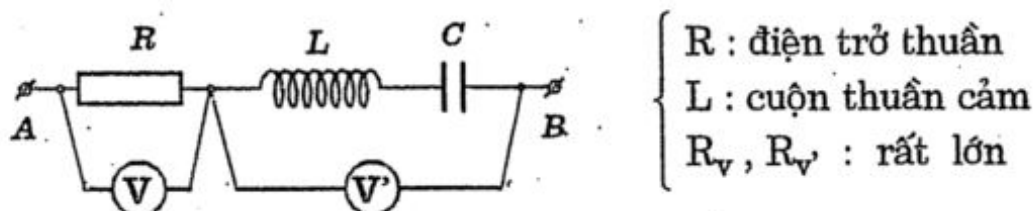
a) Định giá trị f_0 của tần số dòng điện để hiệu điện thế hiệu dụng U_{AB} giữa A và B cực tiểu.

b) Với $f = f_0$, thiết lập hệ thức liên lạc giữa L , C , r để có $U_{AB} = U_C$.

ĐS :

$$\begin{aligned} \text{a) } f_0 &= \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \\ \text{b) } r &= \sqrt{\frac{L}{C}} \end{aligned}$$

6.25. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch luôn có biểu thức

$$u_{AB} = 282\sin 2\pi ft \text{ (V)} \approx 200\sqrt{2}\sin 2\pi ft \text{ (V)}$$

Tần số f biến thiên được.

Khi tần số mạng điện có các giá trị $f_1 = 50\text{Hz}$ và $f_2 = 100\text{Hz}$ thì số chỉ của $\textcircled{V}$ có cùng giá trị.

a) Tính giá trị f_0 của tần số để cường độ dòng điện cực đại.

b) Cho biết thêm khi $f = f_1$ hay $f = f_2$ thì số chỉ của $\textcircled{V}$ và $\textcircled{V'}$ bằng nhau. Biết $R = 10,0\Omega$, hãy tính L , C

và lập biểu thức cường độ dòng điện trong mạch ứng với các giá trị f_1, f_2 .

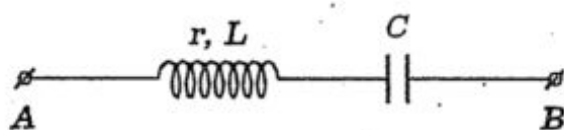
$$DS : a) f_0 = 50\sqrt{2}\text{Hz} \approx 70,7\text{Hz}$$

$$b) C = 159\mu\text{F}; L = 31,8\text{mH}$$

$$i_1 = 20\sin(314t + 0,785) \text{ (A)}$$

$$i_2 = 20\sin(314t - 0,785) \text{ (A)}$$

6.26. Một đoạn mạch xoay chiều có cấu tạo như sơ đồ sau :



$$\left\{ \begin{array}{l} r = 17,3\Omega \approx 10,0\sqrt{3}\Omega; C = 159\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{2\pi} \text{ F} \\ L = 31,8\text{mH} \approx \frac{1}{10,0\pi} \text{ H}; u_{AB} = 141\sin 314t \text{ (V)} = 100\sqrt{2}\sin 100\pi t \text{ (V)} \end{array} \right.$$

a) Lập biểu thức của cường độ dòng điện trong mạch và của hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn dây.

b) Tính công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch.

c) Phải ghép thêm một tụ điện có điện dung C' bằng bao nhiêu để hiệu điện thế hai đầu ống dây đạt cực đại. Tính giá trị cực đại này và giá trị của công suất lúc đó. Xác định cách ghép tụ điện C' .

$$DS : a) i = 7,07 \sin(314t + 0,523) \text{ (A)}$$

$$u_d = 141\sin(314t + 1,047) \text{ (V)}$$

$$b) P = 433\text{W}$$

$$c) C' = C = 159\mu\text{F};$$

$$(U_d)_{\max} = 115,5\text{V}$$

$$P' = 577\text{W}; \text{ song song.}$$

Bài toán 7

Tìm điều kiện để hai đại lượng điện thỏa một liên hệ về pha (cùng pha, có pha vuông góc, ...)

– Xác định hệ thức liên lạc giữa các pha ban đầu

• Cùng pha:

$$\varphi_1 = \varphi_2$$

• Có pha vuông góc:

$$\varphi_1 = \varphi_2 \pm \frac{\pi}{2}$$

– Dựa vào công thức về độ lệch pha φ giữa hiệu điện thế và cường độ dòng điện, suy ra hệ thức liên lạc giữa các phần tử cấu tạo của các đoạn mạch.

• Hiệu điện thế cùng pha với cường độ dòng điện (cộng hưởng)

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R} = 0 \Rightarrow Z_L = Z_C \Rightarrow LC\omega^2 = 1$$

• Hai hiệu điện thế cùng pha:

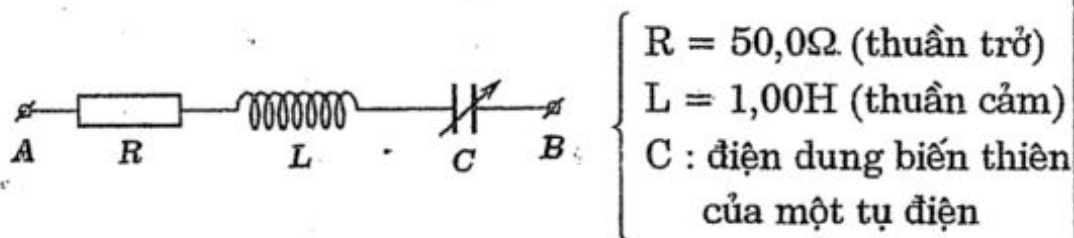
$$\varphi_1 = \varphi_2 \Rightarrow \operatorname{tg} \varphi_1 = \operatorname{tg} \varphi_2 \Rightarrow \frac{L_1 C_1 \omega^2 - 1}{C_1 R_1} = \frac{L_2 C_2 \omega^2 - 1}{C_2 R_2}$$

• Hai hiệu điện thế có pha vuông góc:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi_1 &= -\frac{1}{\operatorname{tg} \varphi_2} \Rightarrow \frac{Z_{L_1} - Z_{C_1}}{R_1} = \frac{R_2}{Z_{C_2} - Z_{L_2}} \\ &\Rightarrow \frac{L_1 C_1 \omega^2 - 1}{R_1 C_1 \omega} = \frac{R_2 C_2 \omega}{1 - L_2 C_2 \omega^2} \end{aligned}$$

■ BÀI TẬP THÍ DỤ

7.1. Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



Hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức:

$$u = 170\sin 314t(V) \approx 120\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$$

Khi thay đổi giá trị của điện dung, có một giá trị C để hiệu điện thế và cường độ dòng điện cùng pha.

a) Tính C , tổng trở của đoạn mạch và cường độ dòng điện qua đoạn mạch.

b) Tính hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây và giữa hai đầu tụ điện.

$$(\text{Lấy } \pi^2 = 10)$$

GIẢI

a) Tính C , Z , I .

– Ta có: $\tan \varphi = 0$

$$\Rightarrow Z_L = Z_C \Rightarrow LC\omega^2 = 1$$

Do đó :

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{1 \cdot (100\pi)^2} \\
 &\approx 10^{-5}F = 10,0\mu F
 \end{aligned}$$

– Trong điều kiện trên (cộng hưởng) ta còn có :

$$Z = R = 50,0\Omega$$

– Suy ra :

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{R} = \frac{120}{50,0} = 2,40A$$

b) Các hiệu điện thế U_L , U_C

Trong điều kiện cộng hưởng :

$$Z_L = Z_C = L\omega = 1,00.100\pi = 314\Omega$$

Do đó :

$$U_L = U_C = Z_L \cdot I = Z_C I = 314 \cdot 2,40 \\ \approx 754V$$

Chú ý :

Khi có cộng hưởng ta suy ra :

- tổng trở nhỏ nhất : $Z_{\min} = R$
- cường độ dòng điện lớn nhất :

$$I_{\max} = \frac{U}{R}$$

- Các hiệu điện thế U_L và U_C bằng nhau và có thể rất lớn so với hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch.

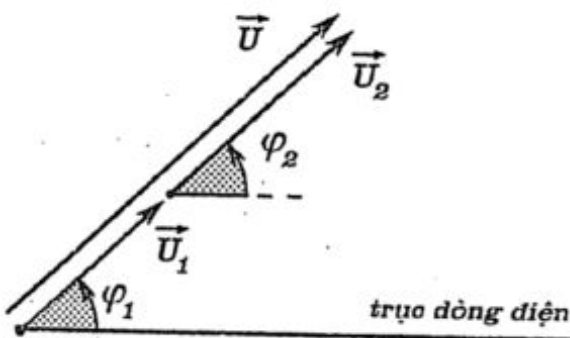
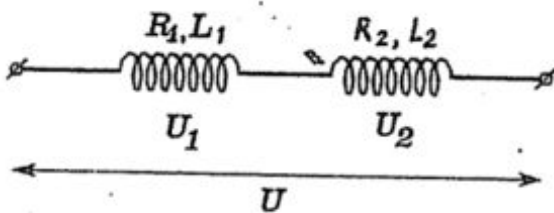
$$U_L = U_C \gg U$$

7.2. Hai cuộn dây (R_1, L_1) và (R_2, L_2) mắc nối tiếp vào mạch điện xoay chiều.

Tìm mối liên hệ giữa R_1, L_1, R_2, L_2 để hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch bằng tổng các hiệu điện thế hiệu dụng của hai cuộn dây.

GIẢI

- Ta phải có :



$U = U_1 + U_2$
 nhưng : $\vec{U} = \vec{U}_1 + \vec{U}_2$
 Suy ra : các hiệu điện thế u_1, u_2 của hai cuộn dây phải cùng pha.

- Từ giản đồ vectơ ta có:

$$\varphi_1 = \varphi_2$$

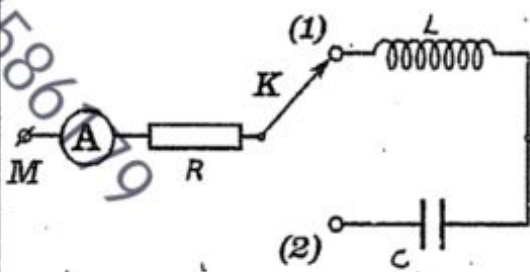
$$\Rightarrow \operatorname{tg} \varphi_1 = \operatorname{tg} \varphi_2$$

$$\Rightarrow \frac{L_1 \omega}{R_1} = \frac{L_2 \omega}{R_2}$$

Vậy mối liên hệ phải thỏa là :

$$\boxed{\frac{L_1}{L_2} = \frac{R_1}{R_2}}$$

7.3 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



$R = 120 \Omega$ (thuần trở)
 $L = 0,318 \text{ H} \approx \frac{1}{\pi} \text{ H}$
 (thuần cảm)
 C : điện dung của tụ điện.
 $R_A \approx 0$.

Hiệu điện thế xoay chiều giữa M, N luôn có biểu thức :

$$u = U\sqrt{2}\sin 2\pi ft$$

Biết rằng khi chuyển khóa K từ (1) sang (2) thì số chỉ của ampe kế (A) không đổi nhưng pha của dòng điện biến thiên $\frac{\pi}{2}$. Hãy tính C và tần số f của mạng điện xoay chiều.

GIẢI

- Khi K ở (1) đoạn mạch gồm R và L. Số chỉ của ampe kế là :

$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}$$

Góc lệch pha của hiệu điện thế u so với cường độ dòng điện i_1 trong trường hợp này được xác định bởi :

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{Z_L}{R}$$

- Khi khóa K ở (2) đoạn mạch gồm R và C. Số chỉ của ampe kế là :

$$I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}$$

Góc lệch pha của hiệu điện thế u so với cường độ dòng điện i_2 trong trường hợp này được xác định bởi :

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = -\frac{Z_C}{R}$$

- Theo đề bài :

$$\begin{cases} I_1 = I_2 \\ \varphi_2 = \varphi_1 - \frac{\pi}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_1 = Z_2 \\ \operatorname{tg} \varphi_1 = -\frac{1}{\operatorname{tg} \varphi_2} \end{cases}$$

Suy ra :

$$\begin{cases} R^2 + Z_L^2 = R^2 + Z_C^2 \\ \frac{Z_L}{R} = \frac{R}{Z_C} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_L = Z_C \\ R^2 = Z_L \cdot Z_C \end{cases}$$

Do đó :

$$Z_L = Z_C = R$$

Vậy :

$$R = L\omega = 2\pi fL \Rightarrow f = \frac{R}{2\pi L} = 60,0\text{Hz}$$

$$C = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{4\pi^2 f^2 \cdot L} = \frac{1}{120^2 \cdot \pi} \approx 22,1\mu\text{F}$$

7.4 Cuộn dây có điện trở R và hệ số tự cảm L được mắc vào mạng điện xoay chiều có biểu thức của hiệu điện thế là

$$u = U_0 \sin 314t(\text{V}) = U_0 \sin 100\pi t(\text{V}).$$

Dòng điện qua cuộn dây có cường độ cực đại $I_0 = 14,1\text{A}$ và chậm pha (trễ pha) $\frac{\pi}{3}$ so với hiệu điện thế.

Công suất tiêu hao trên cuộn dây là $P = 200\text{W}$

a) Tính R , U_0 và L .

b) Ghép nối tiếp vào cuộn dây nói trên một tụ điện có điện dung C rồi mắc đoạn mạch vào mạng điện xoay chiều u qua một dây nối có điện trở R_d

Dòng điện qua đoạn mạch có cường độ như trước nhưng nhanh pha (sớm pha) $\frac{\pi}{6}$ so với hiệu điện thế.

Tính công suất tiêu hao trên mạch R_d và C .

GIẢI

a) Tính R , U_0 , L

– Ta có :

$$P = RI^2 = R \cdot \frac{I_0^2}{2}$$

Suy ra điện trở của cuộn dây là :

$$R = \frac{2P}{I_0^2} = \frac{2.200}{(10 \cdot \sqrt{2})^2} = 2,00\Omega$$

- Theo đề :

$$\cos\varphi = \cos\left(-\frac{\pi}{3}\right) = \frac{1}{2}$$

Vậy : $\frac{R}{Z} = \frac{1}{2} \Rightarrow Z = 2R = 4,00\Omega$

Suy ra : $U_0 = ZI_0 = 40\sqrt{2}V \approx 56,6V$

- Mặt khác :

$$Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2}$$

$$\Rightarrow Z_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = R\sqrt{3} = 2,00\sqrt{3}\Omega \approx 3,46\Omega$$

Hệ số tự cảm của cuộn dây là :

$$L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{3,46}{100\pi} \approx 11,0\text{mH}.$$

b) Tính R_d , C và P :

- Theo đề trong trường hợp thứ hai ta có :

$$\cos\varphi = \cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Công suất tiêu hao là :

$$\begin{aligned} P &= UI\cos\varphi = \frac{U_0}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_0}{\sqrt{2}} \cdot \cos\varphi \\ &= 40,0 \cdot 10,00 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 346\text{W} \end{aligned}$$

- Ta có :

$$P = (R + R_d).I^2$$

Điện trở dây nối là :

$$R_d = \frac{P}{I^2} - R = 1,46\Omega$$

– Góc lệch pha của hiệu điện thế so với cường độ có thể xác định bởi :

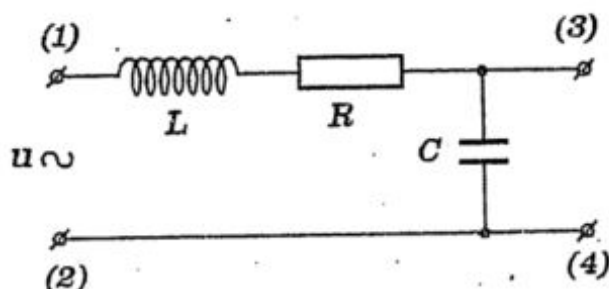
$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R + R_d} = \operatorname{tg} \frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\Rightarrow Z_C = Z_L - \frac{(R + R_d)\sqrt{3}}{3} = 3,46 - 1,99 \approx 1,47\Omega$$

Điện dung của tụ điện là :

$$C = \frac{1}{Z_C \omega} = \frac{1}{1,47 \cdot 100\pi} \approx 216\mu\text{F}$$

7.5 Một đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần R , cuộn thuần cảm có hệ số tự cảm L và tụ điện có điện dung C được mắc nối tiếp theo sơ đồ dưới đây.



Đặt vào hai điểm (1), (2) một hiệu điện thế xoay chiều u có tần số $f = 1000\text{Hz}$.

Khi đó :

– Nối một ampe kế vào hai điểm (3) – (4), ampe kế chỉ $0,1\text{A}$.

– Thay ampe kế bằng một vôn kế thì vôn kế chỉ 20V . Hiệu điện thế giữa hai đầu vôn kế còn chậm pha $\frac{\pi}{6}$ so với u .

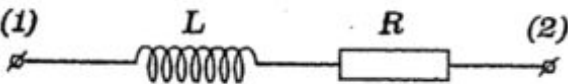
Cho biết ampe kế có điện trở không đáng kể, vôn kế có điện trở rất lớn.

- a) Hãy tính các giá trị của R , L , C
- b) Tần số của hiệu điện thế u phải là bao nhiêu để độ lệch pha giữa hiệu điện thế ở hai đầu vôn kế và u là $\pi/2$?

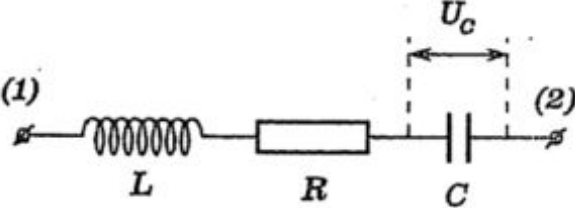
GIẢI

a) Giá trị của R , L , C

– Khi đặt ampe kế vào (3) – (4), cường độ dòng điện đo được là cường độ dòng điện tạo bởi hiệu điện thế u qua đoạn mạch gồm L nối tiếp R :

(1)  $I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} = 0,1 \text{ (A)} \quad (1)$

– Khi mắc vôn kế vào giữa (3) – (4), hiệu điện thế đo được là hiệu điện thế ở hai đầu tụ điện khi hiệu điện thế u đặt vào đoạn mạch L , R , C nối tiếp :

(1)  $U_C = Z_C \cdot I_2 = \frac{Z_C U}{Z_2}$

$$= \frac{Z_C U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}} = 20 \text{ (V)} \quad (2).$$

– Ngoài ra, đặt φ_i , φ_u , φ_{u_C} lần lượt là pha ban đầu của cường độ dòng điện, của hiệu điện thế u đặt vào đoạn mạch và của hiệu điện thế ở hai đầu vôn kế.

• Khi mắc ampe kế ta có :

$$\varphi_{i_1} - \varphi_u = -\frac{\pi}{6}$$

$$\Rightarrow \varphi_u = \frac{\pi}{6} + \varphi_{i_1}$$

Chọn $\varphi_{i_1} = 0$ (pha dòng điện làm gốc) ta suy ra :

$$\varphi_u = \frac{\pi}{6}$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \varphi_u = \frac{Z_L}{R} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow Z_L = \frac{R}{\sqrt{3}} \quad (3)$$

• Khi mắc vôn kế ta có :

$$\varphi_{u_C} - \varphi_u = (\varphi_{u_C} - \varphi_{i_2}) + (\varphi_{i_2} - \varphi_u) = -\frac{\pi}{6}$$

$$\Rightarrow -\frac{\pi}{2} + \varphi_{i_2} - \varphi_u = -\frac{\pi}{6}$$

$$\Rightarrow \varphi_u - \varphi_{i_2} = -\frac{\pi}{3}$$

Chọn $\varphi_{i_2} = 0$ (pha dòng điện làm gốc) ta suy ra :

$$\varphi_u = -\frac{\pi}{3}$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \varphi_u = \frac{Z_L - Z_C}{R} = -\sqrt{3}$$

$$\Rightarrow Z_L - Z_C = -R\sqrt{3} \quad (4)$$

Kết hợp (1), (2), (3) và (4) ta được :

$$Z_C = 200\sqrt{3}\Omega \quad \Rightarrow C = \frac{1}{Z_C 2\pi f} = \frac{1}{200\sqrt{3} \cdot 2000\pi}$$

$$\approx \frac{10^{-5}}{4\sqrt{3}\pi} \text{ F} = 0,46\mu\text{F}$$

$$\text{Do đó : } Z_L = Z_C - R\sqrt{3} = \frac{R}{\sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow 200\sqrt{3} - R\sqrt{3} = \frac{R}{\sqrt{3}}$$

$$200 - R = \frac{R}{3}$$

$$R = \frac{3 \cdot 200}{4} = 150\Omega$$

Suy ra :

$$Z_L = \frac{R}{\sqrt{3}} = \frac{150}{\sqrt{3}}\Omega$$

$$\Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{Z_L}{2\pi f} = \frac{150}{2000\pi\sqrt{3}} = \frac{15}{200\sqrt{3}\pi} \text{ H}$$

$$\approx 13,8\text{mH}$$

b) Tần số của hiệu điện thế

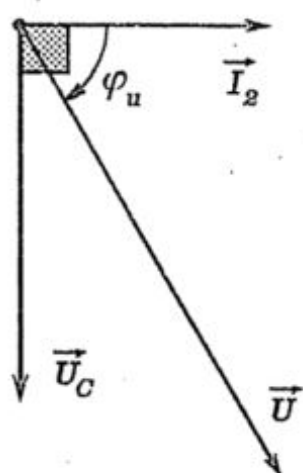
Theo đề, khi tần số của hiệu điện thế là $f = 1000\text{Hz}$ ta tính được ở câu a) :

$$\varphi_u - \varphi_{i_2} = -\frac{\pi}{3}$$

Chọn $\varphi_{i_2} = 0$ (pha dòng điện là pha gốc) ta có :

$$\varphi_u = -\frac{\pi}{3}$$

Do đó, giản đồ vectơ quay có dạng sau đây :



Muốn độ lệch pha giữa u_C và u là $\frac{\pi}{2}$

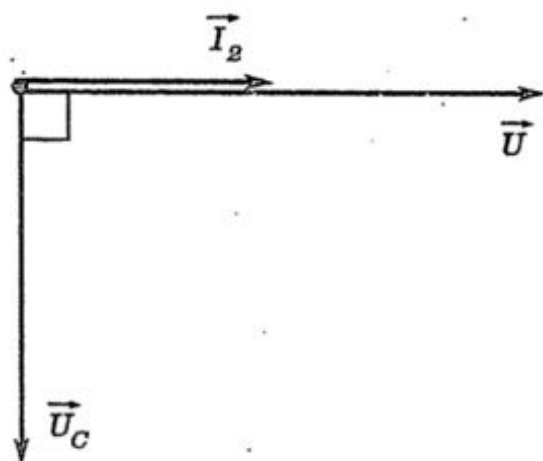
ta phải có :

$$\varphi_{u_C} - \varphi_u = \pm \frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow (\varphi_{u_C} - \varphi_{i_2}) + (\varphi_{i_2} - \varphi_u) = \pm \frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow \varphi_u - \varphi_{i_2} = 0 \text{ hoặc } \varphi_u - \varphi_{i_2} = \pi \text{ (loại)}$$

Vậy, hiệu điện thế u phải cùng pha với cường độ dòng điện. Lí luận dựa vào giản đồ vectơ ta cũng có kết quả tương tự.



Khi đó ta có cộng hưởng trên đoạn mạch.

Suy ra :

$$Z'_L = Z'_C$$

$$\Rightarrow LC\omega'^2 = 1$$

$$\Rightarrow 4\pi^2 f^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\begin{aligned} \text{Vậy: } f' &= \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{15}{200\sqrt{3}\pi} \cdot \frac{10^{-5}}{4\sqrt{3}\pi}}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2,5 \cdot 10^{-7}}} = \frac{10^4}{5} = 2000\text{Hz} \end{aligned}$$

■ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

7.6 Một đoạn mạch xoay chiều gồm điện trở thuần $R=1000\Omega$ mắc nối tiếp với cuộn thuần cảm L . Tần số dòng điện là $50,0\text{Hz}$ và hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch là 120V .

a) Tính độ tự cảm L biết rằng góc lệch pha giữa cường độ dòng điện và hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch là 60° .

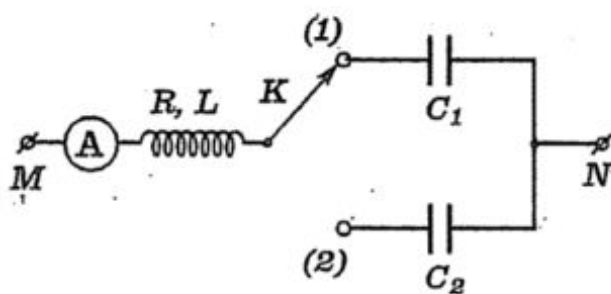
b) Tính công suất tiêu thụ của đoạn mạch.

c) Phải mắc nối tiếp vào đoạn mạch, một tụ điện có điện dung bao nhiêu để hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch cùng pha với dòng điện.

ĐS: a) $L = 5,50\text{H}$
b) $P = 3,60\text{W}$
c) $C \approx 1,84\mu\text{F}$

7.7 Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ

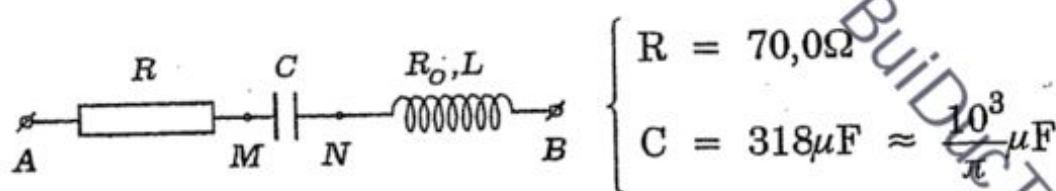
$$\begin{cases} C_1 = 80,0\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{4\pi}\text{F} \\ C_2 = 20,0\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{16\pi}\text{F} \\ f = 50,0\text{Hz} \end{cases}$$



Khi chuyển khóa K từ (1) sang (2) thì số chỉ của ampe kế không đổi nhưng pha biến thiên $\frac{\pi}{2}$. Hãy tính R, L.

$$DS: R = 60,0\Omega; L = 0,318H \approx \frac{1,00}{\pi}H$$

7.8 Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ.



Hiệu điện thế hai đầu đoạn mạch có biểu thức

$$u = 170\sin 314t(V) \approx 120\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$$

Biết u_{AN} có pha vuông góc với u_{NB} .

a) Tính L và cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch. Biết $R_0 = 5,00\Omega$.

b) Tính R_0 và L nếu trị số hiệu dụng của dòng điện trong mạch là 1,2A.

$$DS: a) L \approx 0,112H; I \approx 1,52A$$

$$b) R_0 = 10,0\Omega; L \approx 0,224H$$

7.9 Một đoạn mạch xoay chiều gồm hai cuộn dây mắc nối tiếp.

Cuộn thứ nhất có điện trở hoạt động $R_1 = 60,0\Omega$ và độ

tự cảm $L_1 = 0,25H \approx \frac{4}{5\pi}H$; cuộn thứ hai có điện trở

hoạt động $R_2 = 100\Omega$ và độ tự cảm $L_2 = 0,237H \approx \frac{3}{4\pi}H$.

Tần số dòng điện là $f = 50,0Hz$

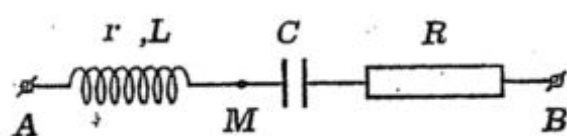
a) Tính các tổng trở Z_1, Z_2 của mỗi cuộn dây và tổng trở Z của đoạn mạch.

b) Giả sử R_1, R_2, L_1 không đổi. Hỏi L_2 phải thỏa điều kiện nào để có $Z = Z_1 + Z_2$?

ĐS : a) $100\Omega ; 125\Omega ; 223\Omega$

$$b) \frac{L_1}{L_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

7.10 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



($f = 50\text{Hz}$)

a) Tìm hệ thức liên lạc giữa R, r, L, C để u_{AM} có pha vuông góc với u_{MB} .

b) Cho : $R = 10,0\Omega ; r = 17,3\Omega \approx 10,0\sqrt{3}\Omega$.

Biết đoạn mạch AB có cộng hưởng điện đồng thời thỏa điều kiện ở câu a) hãy tính L, C .

(Lấy $\pi^2 \approx 10$)

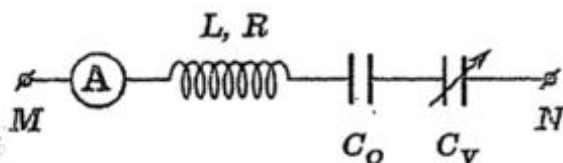
ĐS : a) $L = CrR$

b) $L = 0,042\text{H}$

$C = 240\mu\text{F}$

7.11 Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ :

$$\left\{ \begin{array}{l} u_{MN} = 141\sin 314t(\text{V}) \\ \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V}) \\ C_0 = 12,0\mu\text{F} \\ C_v : \text{điện dung thay đổi được} \\ R_A = 0 \end{array} \right.$$



Khi thay đổi C_v ta thấy với hai giá trị là $6,0\mu\text{F}$ và $12\mu\text{F}$ thì ampe kế đều chỉ $0,6\text{A}$.

a) Định L và R

b) Lập biểu thức cường độ dòng điện ứng với mỗi giá trị nêu trên của C_v

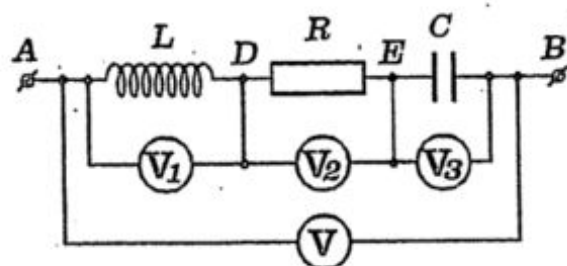
c) Định giá trị của C_v để cường độ dòng điện chậm pha (trễ pha) $\frac{\pi}{6}$ so với hiệu điện thế. Tính số chỉ của ampe kế lúc đó.

ĐS : a) $L = 2,11H$; $R = 90\Omega$

b) $i = 0,84\sin(314t \pm 0,92)$ (A)

c) $C_v = 9,3\mu F$; $I = 0,88A$

7.12 Cho đoạn mạch xoay chiều có sơ đồ như hình vẽ sau



$\left\{ \begin{array}{l} R : \text{điện trở thuần} \\ L : \text{cuộn thuần cảm} \\ C : \text{tụ điện} \end{array} \right.$

Các vôn kế V_1 và V_3 chỉ lần lượt 75V và

$$33,3V \approx \frac{100}{3}V.$$

Hãy tính số chỉ của các vôn kế V_2 và V .

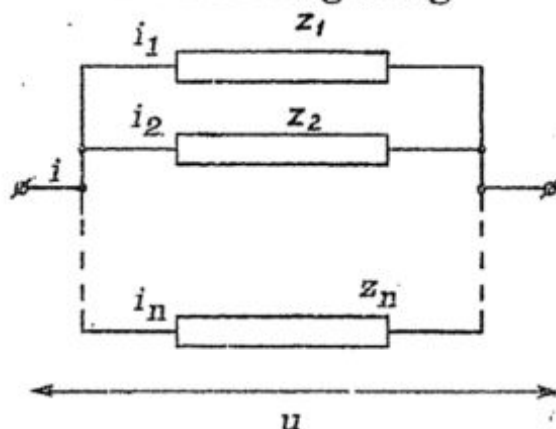
Biết rằng u_{AE} và u_{DB} có pha vuông góc với nhau.

ĐS : 50V ; 65V

PHẦN BA

MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU PHÂN NHÁNH

§1. Mạch điện gồm các nhánh song song



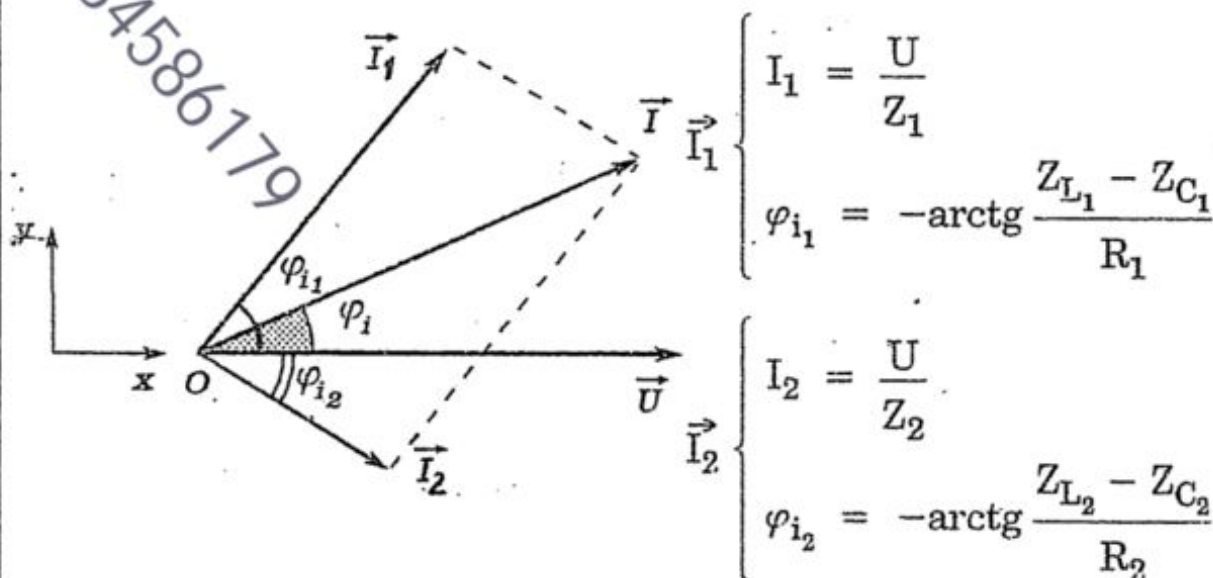
A. TÓM TẮT GIÁO KHOA

I. Liên hệ giữa các cường độ dòng điện

$$i = i_1 + i_2 + \dots + i_n = \sum_{j=1}^n i_j \Leftrightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \dots + \vec{I}_n = \sum_{j=1}^n \vec{I}_j$$

II. Giải đồ vectơ quay

Giả thiết : $\begin{cases} u = U_0 \sin \omega t; (\varphi_u = 0) \\ i = I_0 \sin(\omega t + \varphi_i); (\varphi_i = -\varphi) \end{cases}$



(Một thí dụ về trường hợp hai nhánh song song)

III. Giá trị cực đại và độ lệch pha của cường độ dòng điện mạch chính

Phương pháp tổng quát : Chiếu hệ thức vectơ về cường độ dòng điện lên hệ trục Oxy (phương pháp giải tích)

Ta có :

$$\begin{cases} I_x = I_1 \cos \varphi_{i_1} + I_2 \cos \varphi_{i_2} + \dots + I_n \cos \varphi_{i_n} \\ I_y = I_1 \sin \varphi_{i_1} + I_2 \sin \varphi_{i_2} + \dots + I_n \sin \varphi_{i_n} \end{cases}$$

Suy ra :

$$I = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} \quad ; \quad \operatorname{tg} \varphi_i = \frac{I_y}{I_x}$$

Ghi chú :

Nếu có các góc φ_i đặc biệt, ta có thể tính I và φ_i bằng phương pháp hình học.

IV. Tổng trở của mạch điện

Áp dụng công thức định nghĩa

$$Z = \frac{U}{I}$$

V. Công suất của mạch điện

– Tổng quát :

$$P = UI \cos \varphi_i$$

(I : cường độ hiệu dụng của dòng điện mạch chính)

– Trường hợp các đoạn mạch R , L , C song song.

$$P = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + \dots + R_n I_n^2 = \sum_{j=1}^n R_j I_j^2$$

B. HƯỚNG DẪN GIẢI TOÁN

Bài toán 8

Tính cường độ của dòng điện mạch chính.
Lập biểu thức cường độ tức thời của
dòng điện mạch chính

- Tính tổng trở của mỗi mạch nhánh theo công thức về đoạn mạch nối tiếp :

$$Z_j = \sqrt{R_j^2 + (Z_{L_j} - Z_{C_j})^2}$$

- Tính giá trị cực đại (hay giá trị hiệu dụng) của cường độ dòng điện và góc lệch pha của cường độ dòng điện so với hiệu điện thế :

$$I_j = \frac{U}{Z_j}; \operatorname{tg} \varphi_{ij} = -\operatorname{tg} \varphi_j = -\frac{Z_{L_j} - Z_{C_j}}{R_j} \quad (\varphi_u = 0)$$

- Vẽ giản đồ vectơ quay về cường độ với trục hiệu điện thế là trục gốc về pha.
- Tính I_0 và φ_i từ giản đồ vectơ quay bằng phương pháp giải tích hay phương pháp hình học. Suy ra biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính :

$$i = I_0 \sin(\omega t + \varphi_i)$$

Ghi chú :

Để ý tác dụng của các khóa điện

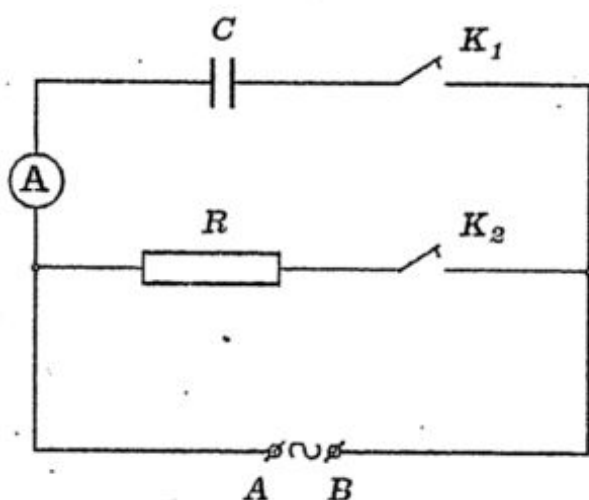
• Trường hợp mạch điện có một khóa :

Xác định đoạn mạch có dòng điện hay không có dòng điện chạy qua như đã xét đối với mạch nối tiếp

• Trường hợp mạch điện có nhiều khóa mắc vào các vị trí khác nhau. Xác định các điểm đẳng thế (nối tắt, chập mạch) để nhận ra các đoạn mạch mắc song song.

■ BÀI TẬP THÍ DỤ

8.1 Cho mạch điện xoay chiều có sơ đồ như hình dưới đây.



$$\begin{cases} R = 100\Omega \\ \text{(điện trở thuần)} \\ C = 0,318 \cdot 10^{-4} \text{F} \\ u_{AB} = 200 \sin 100\pi t (\text{V}) \\ R_A \approx 0 \end{cases}$$

Hãy tính số chỉ của ampe kế (A) và lập biểu thức của cường độ dòng điện tức thời trong mạch chính trong các trường hợp.

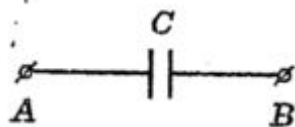
- K_1 đóng; K_2 ngắt
- K_2 đóng; K_1 ngắt
- K_1 và K_2 cùng đóng.

$$\left(\text{Lấy } \frac{1}{\pi} \approx 0,318 \right)$$

GIẢI

a) Trường hợp K_1 đóng, K_2 ngắt

Đoạn mạch chỉ có dung kháng



$$\begin{aligned} Z_C &= \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC} \\ &= \frac{1}{100\pi \cdot \frac{1}{\pi} \cdot 10^{-4}} = 100\Omega \end{aligned}$$

– Ampe kế chỉ cường độ hiệu dụng I_1 .

$$I_1 = \frac{U_{AB}}{Z_C} = \frac{200}{100\sqrt{2}} = \sqrt{2} \text{A} \approx 1,41 \text{A}$$

- Dung kháng gây độ lệch pha φ_{i_C} cho cường độ dòng điện so với hiệu điện thế.

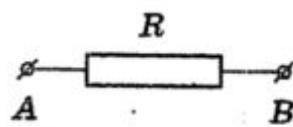
$$\varphi_{i_C} = \frac{\pi}{2}$$

Suy ra biểu thức của cường độ tức thời trong đoạn mạch :

$$i_1 = 2,00 \sin \left(100\pi t + \frac{\pi}{2} \right) (\text{A}) = 2,00 \cos 314t (\text{A})$$

b) Trường hợp K_2 đóng, K_1 ngắt

Đoạn mạch chỉ có điện trở thuần R .



- Ampe kế chỉ cường độ hiệu dụng I_2

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{R} = \frac{U_{AB}}{Z_C} = I_1 = 1,41 \text{A}$$

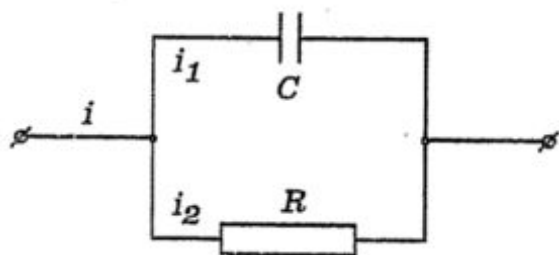
- Điện trở không gây nên độ lệch pha giữa cường độ và hiệu điện thế. Ta có :

$$\varphi_{i_R} = 0$$

Vậy : $i_2 = 2,00 \sin 100\pi t (\text{A}) = 2,00 \sin 314t (\text{A})$

c) Trường hợp K_1 và K_2 cùng đóng

Đoạn mạch gồm hai nhánh mắc song song và đặt vào hiệu điện thế u_{AB} . Cường độ các dòng điện trong mỗi nhánh có đặc điểm như đã xác định ở trên.

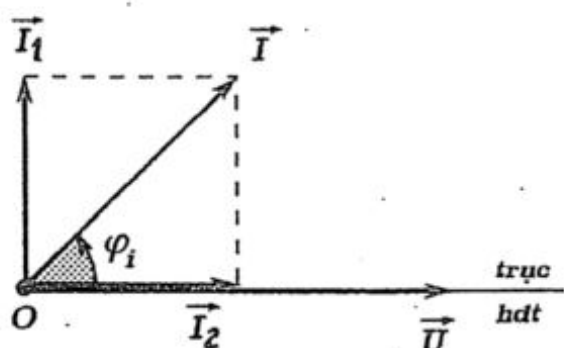


- Ta có :

$$i = i_1 + i_2$$

Suy ra :

$$\vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$$



– Giải đồ vectơ quay :

$$\begin{cases} \vec{I}_1 \\ \vec{I}_2 \end{cases} \begin{cases} I_1 = 1,41A \\ \varphi_{i_C} = \frac{\pi}{2} \\ I_2 = 1,41A \\ \varphi_{i_R} = 0 \end{cases} ;$$

Từ giản đồ ta có :

$$\begin{cases} I = I_1\sqrt{2} = I_2\sqrt{2} = 2,00A \\ \varphi_i = \frac{\pi}{4} \end{cases}$$

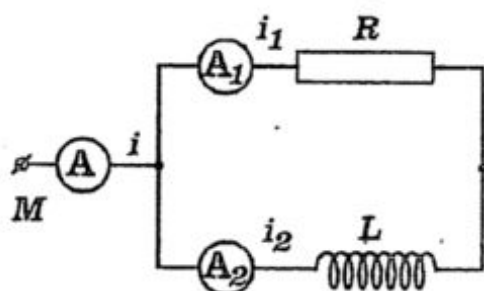
Vậy, ampe kế chỉ cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch chính là :

$$I = 2,00A$$

Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong mạch chính là :

$$i = 2,00\sqrt{2}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{4}\right) (A) = 2,82\sin(314t + 0,785) (A)$$

8.2 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



$$\begin{cases} R : \text{điện trở thuần} \\ L : \text{cuộn thuần cảm} \\ u_{MN} = 170\sin 314t (V) \\ \approx 120\sqrt{2}\sin 100\pi t (V) \end{cases}$$

(Các ampe kế có điện trở không đáng kể)

Số chỉ của các ampe kế $\textcircled{A_1}$ và $\textcircled{A}$ lần lượt là 3,0A và 5,0A

a) Tính R và số chỉ của ampe kế $\textcircled{A_2}$. Suy ra hệ số tự cảm L của cuộn dây.

b) Lập biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện.

(Lấy $\frac{1}{\pi} \approx 0,318$)

GIẢI

a) Giá trị của R, L – Số chỉ của A_2

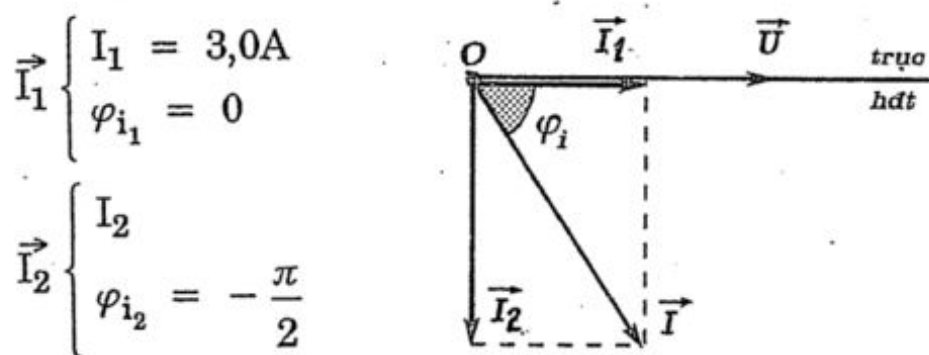
– Định luật Ôm cho :

$$R = \frac{U_{MN}}{I_1} = \frac{120}{3,0} = 40\Omega$$

– Ta có :

$$i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$$

Suy ra giản đồ vectơ quay :



Từ giản đồ ta có :

$$I_2 = \sqrt{I^2 - I_1^2} = \sqrt{5,0^2 - 3,0^2} = 4,0A$$

Vậy ampe kế A_2 chỉ cường độ hiệu dụng trong nhánh có cuộn dây là 4,0A.

– Vậy :

$$Z_L = \frac{U_{MN}}{I_2} = \frac{120}{4,0} = 30\Omega$$

Suy ra :
$$L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{30}{100\pi} \approx 0,10H$$

b) Biểu thức cường độ tức thời các dòng điện

– Theo tính chất của các đoạn mạch thuần trở và thuần cảm ta có :

$$i_1 = 3,0\sqrt{2}\sin 100\pi t (\text{A}) \approx 4,2\sin 314t (\text{A})$$

$$i_2 = 4,0\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right) (\text{A}) \approx 5,6\sin(314t - 0,157) (\text{A})$$

– Từ giản đồ vectơ quay trên đây ta cũng có :

$$\operatorname{tg}\varphi_i = -\frac{I_2}{I_1} = -\frac{4}{3};$$

$$\varphi_i = \operatorname{arctg}\left(-\frac{4}{3}\right) \approx -53^\circ = -\frac{53\pi}{180} \approx -0,925\text{rad}$$

Suy ra :

$$i = 5,0\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{53\pi}{180}\right) (\text{A}) \approx 7,0\sin(314t - 0,925) (\text{A}).$$

8.3 Giữa hai điểm A, B có một hiệu điện thế xoay chiều $U=120\text{V}$ (tần số $f = 50\text{Hz}$). Mắc song song giữa A và B:

* Một điện trở thuần $R = 80,0\Omega$

* Một cuộn thuần cảm có $L = 0,191\text{H} \approx \frac{3}{5\pi}\text{H}$

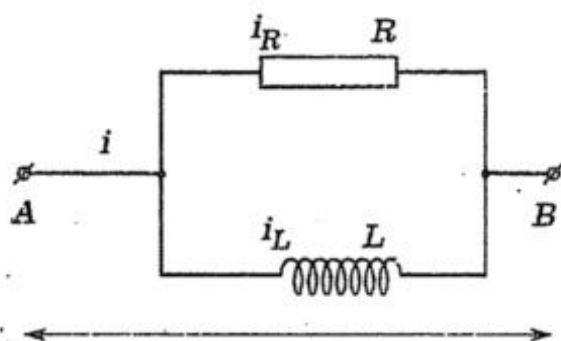
a) Tính các cường độ hiệu dụng qua các nhánh

b) Tính tổng trở của mạch điện AB và góc lệch pha của hiệu điện thế so với dòng điện trong mạch chính

c) Để triệt tiêu độ lệch pha này, người ta mắc song song với cuộn dây một tụ điện có điện dung C thích hợp.

Tính C và cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch chính lúc đó.

GIẢI



a) Cường độ dòng điện hiệu dụng qua các nhánh

Ta có :

$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{120}{80,0} = 1,50A$$

$$Z_L = L\omega = 2\pi fL = 100\pi \cdot \frac{3}{5\pi} = 60,0\Omega$$

Do đó :

$$I_L = \frac{U}{Z_L} = \frac{120}{60,0} = 2,00A$$

b) Tổng trở - Góc lệch pha

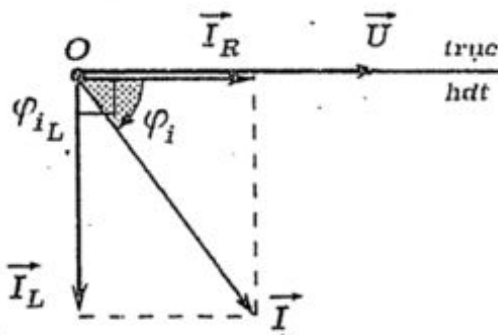
- Ta có :

$$\vec{i} = i_R + i_L \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_R + \vec{I}_L$$

Giải đồ vectơ :

$$\vec{I}_R \begin{cases} I_R = 1,50A \\ \varphi_{i_R} = 0 \end{cases}$$

$$\vec{I}_L \begin{cases} I_L = 2,00A \\ \varphi_{i_L} = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$$



– Theo giản đồ ta suy ra :

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} = \sqrt{1,50^2 + 2,00^2} = 2,50A$$

$$\text{Do đó : } Z_{AB} = \frac{U}{I} = \frac{120}{2,50} = 48,0\Omega$$

Góc lệch pha φ_i của dòng điện mạch chính i so với hiệu điện thế u được xác định bởi :

$$\operatorname{tg}\varphi_i = \frac{I_L \sin\varphi_{i_L}}{I_R} = -\frac{I_L}{I_R} = -\frac{4}{3}$$

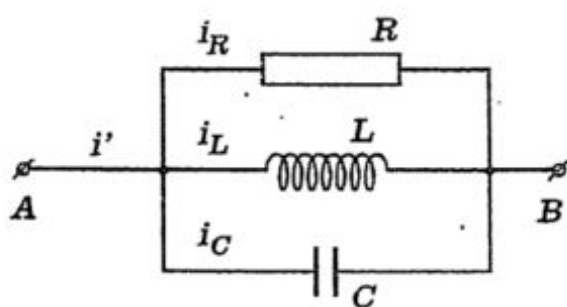
$$\varphi_i = \operatorname{arctg}\left(-\frac{4}{3}\right) \approx -53^\circ$$

Vậy hiệu điện thế *nhanh pha* hơn dòng điện mạch chính một góc là :

$$\varphi = -\varphi_i = 53^\circ$$

c) Tính C và dòng điện mạch chính

– Mạch điện gồm ba đoạn mạch song song.



Ta có :

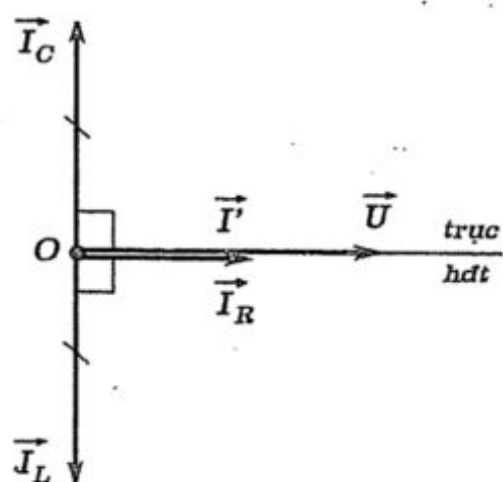
$$i' = i_R + i_L + i_C$$

$$\Rightarrow \vec{I}' = \vec{I}_R + \vec{I}_L + \vec{I}_C$$

Dòng điện trong các nhánh R, L không thay đổi.

$$\vec{I}_R \left\{ \begin{array}{l} I_R = 1,50A \\ \varphi_{i_R} = 0 \end{array} \right. ; \quad \vec{I}_L \left\{ \begin{array}{l} I_L = 2,00A \\ \varphi_{i_L} = -\frac{\pi}{2} \end{array} \right. ; \quad \vec{I}_C \left\{ \begin{array}{l} I_C \\ \varphi_{i_C} = \frac{\pi}{2} \end{array} \right.$$

– Muốn triệt tiêu góc lệch pha φ ở câu trên, ta phải có góc lệch pha φ_I của dòng điện mạch chính so với hiệu điện thế bằng 0. Suy ra giản đồ sau đây :



$$\text{Ta có : } \vec{I}_L + \vec{I}_C = \vec{0}$$

$$\Rightarrow I_L = I_C$$

$$\Rightarrow Z_L = Z_C$$

Do đó :

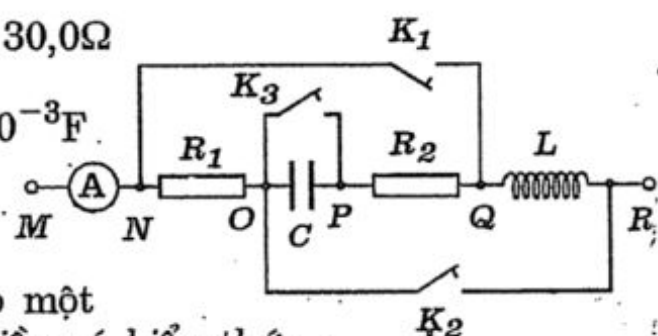
$$\begin{aligned} C &= \frac{1}{Z_C \omega} = \frac{1}{2\pi f Z_C} \\ &= \frac{1}{60,0 \cdot 100\pi} = \frac{1}{6\pi} \cdot 10^{-3} \\ &\approx 53,0 \mu\text{F} \end{aligned}$$

– Trong điều kiện trên ta có :

$$I' = I_R = 1,50\text{A}$$

8.4 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :

$$\begin{cases} R_1 = 180\Omega ; R_2 = 30,0\Omega \\ C = 106\mu\text{F} \approx \frac{1}{3\pi} 10^{-3}\text{F} \\ R_A \approx 0 ; R_K \approx 0 \end{cases}$$



• Giữa M và R tạo một hiệu điện thế xoay chiều có biểu thức :

$$\begin{aligned} u_{MR} &= 84,8 \sin 314t (\text{V}) \\ &\approx 60,0 \sqrt{2} \sin 100\pi t (\text{V}) \end{aligned}$$

a) Khi K_1 đóng, K_2 và K_3 ngắt thì số chỉ của (A) là I_1 . Khi K_1 và K_3 ngắt K_2 đóng thì số chỉ của (A) là $I_2 = I_1/3$

Tính độ tự cảm L của cuộn dây coi là *thuần cảm*

b) Đóng K_1 và K_2 . Ngắt K_3 . Lập biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện trên đoạn mạch MR.

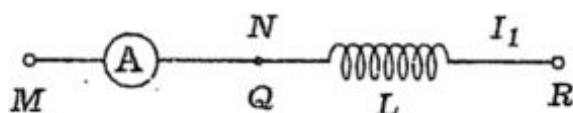
c) Đóng cả ba khóa K_1, K_2, K_3 . Lập biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện trên đoạn mạch MR.

GIẢI

a) Độ tự cảm

Các khóa đều mắc song song với các đoạn mạch. Do đó khi khóa đóng, đoạn mạch tương ứng bị *nối tắt*. Khi mở, khóa không có tác dụng. Vậy :

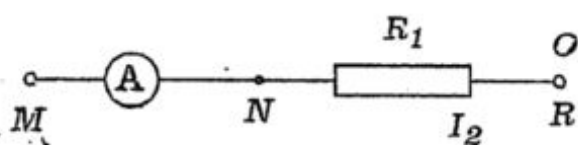
– K_1 đóng ; K_2, K_3 ngắt :



Đoạn mạch MR chỉ gồm cuộn tự cảm

$$\text{Ta có : } I_1 = \frac{U_{MR}}{Z_L}$$

– K_2 đóng ; K_1, K_3 ngắt :



Đoạn mạch chỉ gồm điện trở thuần R_1 . Ta có :

$$I_2 = \frac{U_{MR}}{R_1}$$

Theo đề :

$$I_2 = \frac{I_1}{3} \Rightarrow \frac{U_{MR}}{R_1} = \frac{1}{3} \cdot \frac{U_{MR}}{Z_L}$$

$$\Rightarrow Z_L = \frac{R_1}{3} = \frac{180}{3} = 60,0\Omega$$

$$\text{Suy ra : } L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{60,0}{100\pi} \approx 0,191\text{H}$$

b) Biểu thức các cường độ dòng điện tức thời khi đóng K_1, K_2 và ngắt K_3

– Khi ngắt K_3 , khóa này không có tác dụng. Đoạn mạch OQ gồm tụ điện C nối tiếp với điện trở thuần R_2 .

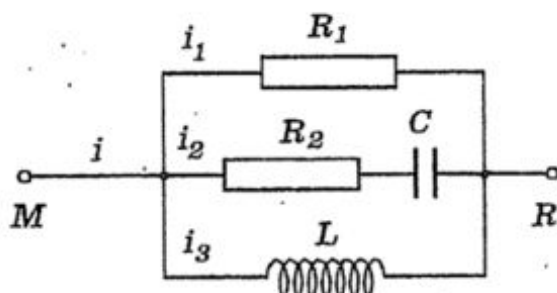
Đóng K_1, K_2 , các đoạn mạch tương ứng bị nối tắt.

$$M \equiv N \equiv Q; O \equiv R$$

Mạch điện đã cho có sơ đồ cấu tạo lí thuyết như sau :

– Ta có :

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{60,0}{180} = \frac{1}{3,00} \\ \approx 0,33A$$



Điện trở thuần không gây ra độ lệch pha giữa dòng điện và hiệu điện thế. Ta có :

$$\varphi_{iR_1} = 0.$$

Do đó :

$$i_1 = \frac{\sqrt{2}}{3,00} \sin 100\pi t \text{ (A)} \approx 0,47 \sin 314t \text{ (A)}$$

– Ta cũng có :

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-3}}{3\pi} \cdot 100\pi} = 30,0\Omega$$

Suy ra :

$$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + Z_C^2} = \sqrt{30,0^2 + 30,0^2} = 30,0\sqrt{2}\Omega$$

Vậy :

$$I_{02} = \frac{U_0}{Z_2} = \frac{60,0\sqrt{2}}{30,0} = 2,00A$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{i_2} = -\frac{-Z_C}{R_2} = \frac{30,0}{30,0} = 1 \Rightarrow \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{4}.$$

Do đó :

$$i_2 = 2,00 \sin \left(100\pi t + \frac{\pi}{4} \right) (\text{A})$$

$$\approx 2,00 \sin (314t + 0,785) (\text{A})$$

– Trong nhánh QR đoạn mạch chỉ gồm cuộn thuần cảm L.

Ta có :

$$I_{03} = \frac{U_0}{Z_L} = \frac{60,0\sqrt{2}}{60,0} = \sqrt{2} \text{A} \approx 1,41 \text{A}$$

Cuộn thuần cảm có tác dụng làm cường độ dòng điện *chậm pha* $\frac{\pi}{2}$ so với hiệu điện thế. Ta có :

$$\varphi_{i_L} = -\frac{\pi}{2}.$$

Do đó :

$$i_3 = \sqrt{2} \sin \left(100\pi t - \frac{\pi}{2} \right) (\text{A}) \approx 1,41 \sin (314t - 1,57) (\text{A})$$

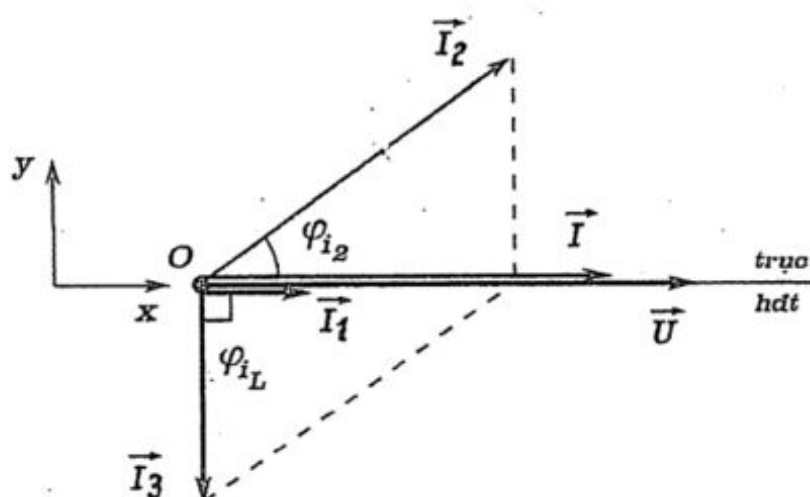
– Áp dụng định luật về nút mạch (mạch rẽ) ta có :

$$i = i_1 + i_2 + i_3 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3$$

Suy ra giản đồ vectơ quay :

$$\vec{I}_1 \begin{cases} I_1 = \frac{1}{3,00} \text{A} \\ \varphi_{i_{R_2}} = 0 \end{cases} ; \quad \vec{I}_2 \begin{cases} I_2 = 1,41 \text{A} \\ \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{4} \end{cases} ; \quad \vec{I}_3 \begin{cases} I_3 = 1,00 \text{A} \\ \varphi_{i_L} = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Trên hệ trục tọa độ Oxy ta có :



$$\begin{cases} I_x = I_1 + I_2 \cos \varphi_{i_2} = \frac{1}{3,00} + 1,41 \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{4}{3,00} \approx 1,33A \\ I_y = I_2 \sin \varphi_{i_2} + I_3 \sin \varphi_{i_L} = 1,41 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + 1,00 \sin \left(-\frac{\pi}{2} \right) = 0 \end{cases}$$

$\vec{I}$ chỉ có thành phần trên trục $\vec{U}$. Cường độ dòng điện mạch chính cùng pha với hiệu điện thế. Ta suy ra :

$$i = \frac{4\sqrt{2}}{3,00} \sin 100\pi t \text{ (A)} \approx 1,89 \sin 314t \text{ (A)}$$

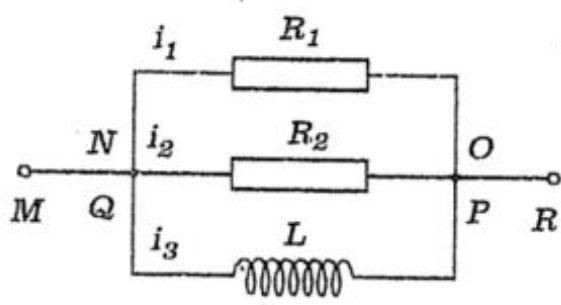
c) Biểu thức cường độ tức thời các dòng điện khi ba khóa đều đóng

– Khi K_3 đóng, tụ điện C bị nối tắt không còn hoạt động. Do K_1 và K_2 cùng đóng, ta có :

$$M \equiv N \equiv Q ; \quad O \equiv P \equiv R$$

Mạch điện có sơ đồ cấu tạo lí thuyết như sau :

– So với mạch điện ở câu b) thay đổi chỉ xảy ra ở nhánh OQ.



Ta có :

$$Z'_2 = R_2 = 30,0\Omega$$

Do đó :

$$I'_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{60,0}{30,0} = 2,00A$$

$$\varphi_{i'_2} = 0$$

Biểu thức của cường độ tức thời trong nhánh này là :

$$i'_2 = 2,00\sqrt{2} \sin 100\pi t \text{ (A)} \approx 2,82 \sin 314t \text{ (A)}$$

Biểu thức của cường độ tức thời trong hai nhánh kia không thay đổi. Ta vẫn có :

$$i_1 = \frac{\sqrt{2}}{3,00} \sin 100\pi t \text{ (A)} \approx 0,47 \sin 314t \text{ (A)}$$

$$i_3 = \sqrt{2} \sin \left(100\pi t - \frac{\pi}{2} \right) \approx 1,41 \sin 314t \text{ (A)}$$

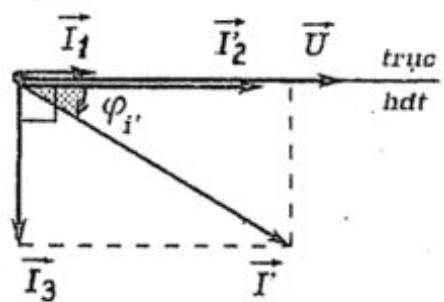
- Mặt khác, theo định luật nút mạch ta có :

$$i' = i_1 + i'_2 + i_3 \Rightarrow \vec{I}' = \vec{I}_1 + \vec{I}'_2 + \vec{I}_3$$

Suy ra giản đồ vectơ quay :

$$\vec{I}_1 \begin{cases} I_1 = \frac{1}{3,00} A \\ \varphi_{i_{R_1}} = 0 \end{cases} ; \vec{I}'_2 \begin{cases} I'_2 = 2,00A \\ \varphi_{i'_2} = 0 \end{cases} ; \vec{I}_3 \begin{cases} I_3 = 1,00A \\ \varphi_{i_3} = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Theo giản đồ :



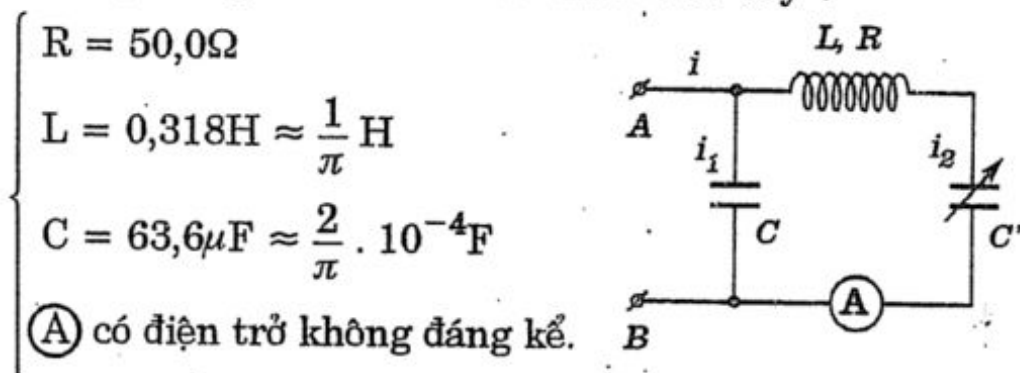
$$\left\{ \begin{aligned} I' &= \sqrt{(I_1 + I'_2)^2 + I_3^2} \\ &= \sqrt{\left(2,00 + \frac{1}{3,00}\right)^2 + (1,00)^2} \approx 2,55A \\ \operatorname{tg} \varphi_{i'} &= \frac{-I_3}{I_1 + I'_2} = -\frac{3}{7} \Rightarrow \varphi_{i'} \approx 23^\circ 12' \end{aligned} \right.$$

Biểu thức của cường độ dòng điện tức thời trong mạch chính là :

$$i' = 2,55\sqrt{2}\sin(100\pi t + \varphi_{i'}) \approx 3,59 \sin\left(314t - \frac{23,2\pi}{180}\right) (\text{A})$$

$$\approx 3,59 \sin(314t - 0,404) (\text{A})$$

8.5 Cho mạch điện có sơ đồ như hình sau đây :



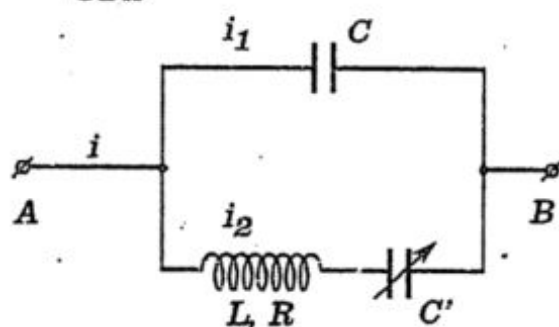
Hiệu điện thế giữa AB luôn có biểu thức :

$$u = 141 \sin 314t \approx 100\sqrt{2} \sin 100\pi t (\text{V})$$

a) Cho $C' = C$. Lập biểu thức của các cường độ dòng điện i_1, i_2, i trong các nhánh và trong mạch chính.

b) Thay đổi giá trị của C' cho đến khi số chỉ của Ⓐ đạt cực đại. Tính giá trị này của C' và lập biểu thức của cường độ dòng điện mạch chính lúc đó.

GIẢI



a) Biểu thức của cường độ các dòng điện

Ta có :

$$\left\{ \begin{array}{l} Z_L = L\omega = \frac{1}{\pi} \cdot 100\pi = 100\Omega \\ Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{2}{\pi} \cdot 10^{-4} \cdot 100\pi} = 50\Omega \end{array} \right.$$

Do đó :

$$Z_1 = Z_C = 50\Omega ; Z_2 = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = 50\sqrt{2}\Omega \approx 70\Omega$$

• Biểu thức của i_1 :

Ta suy ra :

$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{100}{50} = 2,0A$$

$$\varphi_1 = \varphi_u - \varphi_{i_1} = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi_{i_1} = +\frac{\pi}{2}$$

Do đó :

$$i_1 = 2,0\sqrt{2}\sin(100\pi t + \pi/2) \approx 2,8\sin(314t + 1,57) (A)$$

• Biểu thức của i_2 :

Ta có :

$$I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{100}{50\sqrt{2}} = 1,41A$$

$$\operatorname{tg}\varphi_2 = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{50}{50} = 1 \Rightarrow \varphi_2 = \frac{\pi}{4}$$

$$\varphi_2 = \varphi_u - \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{4} \Rightarrow \varphi_{i_2} = -\frac{\pi}{4}$$

$$\text{Do đó : } i_2 = 2,0\sin(314t - 0,785) (A)$$

• Biểu thức của i :

Định luật nút mạch áp dụng cho giá trị tức thời cho :

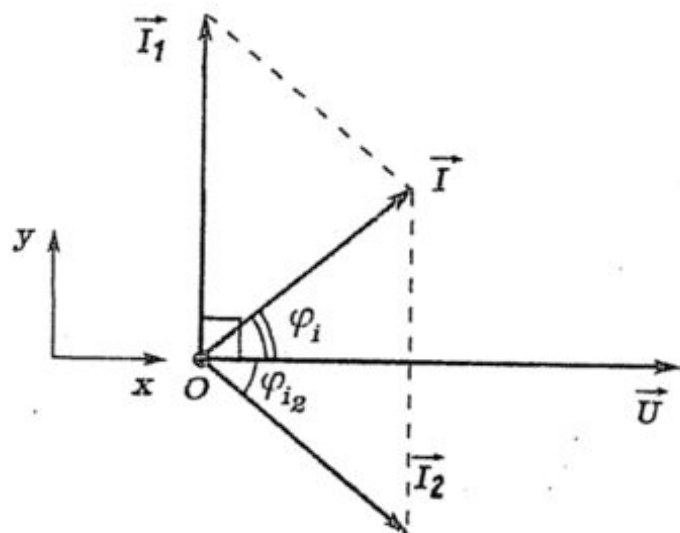
$$i = i_1 + i_2$$

$$\Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$$

Theo trên : $\vec{I}_1 \begin{cases} I_1 = 2,0A \\ \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{2} \end{cases} ;$

$$\vec{I}_2 \begin{cases} I_2 = 1,41A \\ \varphi_{i_2} = -\frac{\pi}{4} \end{cases}$$

Suy ra giản đồ vectơ quay sau đây :



Trên hệ trục Oxy :

$$\begin{cases} I_x = I_1 \cdot \cos \varphi_{i_1} + I_2 \cdot \cos \varphi_{i_2} \\ = 1,0A \\ I_y = I_1 \cdot \sin \varphi_{i_1} + I_2 \sin \varphi_{i_2} \\ = 2 - \sqrt{2} \frac{\sqrt{2}}{2} = 1,0A \end{cases}$$

Suy ra :

$$I = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} = \sqrt{2}A \approx 1,41A$$

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \frac{I_y}{I_x} = 1 \Rightarrow \varphi_i = \frac{\pi}{4} = 0,785 \text{ rad}$$

Do đó :

$$i = 2,0 \sin (314t + 0,785) (A)$$

b) Điện dung C' – Biểu thức cường độ dòng điện mạch chính

Ampe kế (A) chỉ

$$I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_{C'})^2}}$$

Thay đổi giá trị của C' , dòng điện I_2 đạt cực đại khi

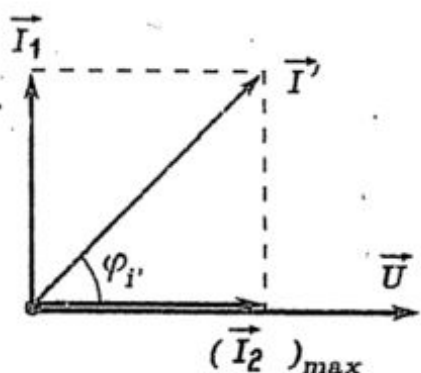
$$Z_{C'} = Z_L = 100\Omega$$

$$\Rightarrow C' = \frac{1}{Z_{C'} \cdot \omega} = \frac{1}{100 \cdot 100\pi} = \frac{1}{\pi} 10^{-4} F \approx 31,8 \mu F .$$

Ta có cộng hưởng trên đoạn mạch (2). Khi đó :

$$(I_2)_{\max} = \frac{U}{R} = \frac{100}{50} = 2,0A ; \varphi_{i_2} = 0 .$$

Ở đoạn mạch (1) các giá trị không thay đổi. Ta suy ra giản đồ vectơ quay của dòng điện.



$$\vec{I}' = \vec{I}_1 + (\vec{I}_2)_{\max} .$$

$$[(I_2)_{\max} = 2(A) = I_1]$$

Hình bình hành xác định $\vec{I}'$ là hình vuông. Do đó :

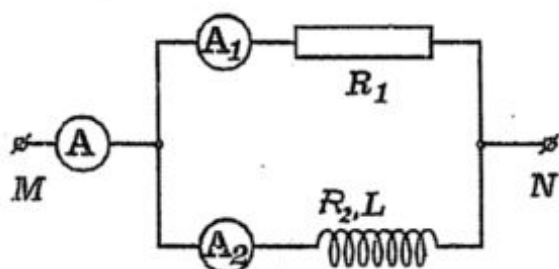
$$I' = 2,8A ; \varphi_{I'} = \frac{\pi}{4} = 0,785\text{rad}$$

Vậy ta có biểu thức cường độ dòng điện mạch chính khi (A) chỉ giá trị cực đại.

$$i' = 4,0 \sin (314t + 0,785)(A)$$

■ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

8.6 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



$$\begin{cases} R_1 = 100\Omega \\ L : \text{cuộn tự cảm có điện trở} \\ \text{hoạt động } R_2 \\ R_A \approx 0 \end{cases}$$

Hiệu điện thế u_{MN} luôn luôn có biểu thức :

$$u_{MN} = 141,4 \sin 314t (V) \approx 100\sqrt{2} \sin 100\pi t (V)$$

a) Các ampe kế (A₁) và (A₂) chỉ cùng một giá trị. Ampe kế (A) chỉ $1,73A \approx \sqrt{3}A$. Hãy lập biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện.

b) Tính điện trở hoạt động R_2 và hệ số tự cảm L của cuộn dây.

c) Thay cuộn tự cảm L bằng tụ điện có điện dung C . Lúc đó (A) chỉ 1,25A. Tính số chỉ của (A_1) và (A_2) lúc đó. Tính C .

ĐS : a) $i_1 = \sqrt{2} \sin 100\pi t$ (A) $\approx 1,41 \sin 314t$ (A)

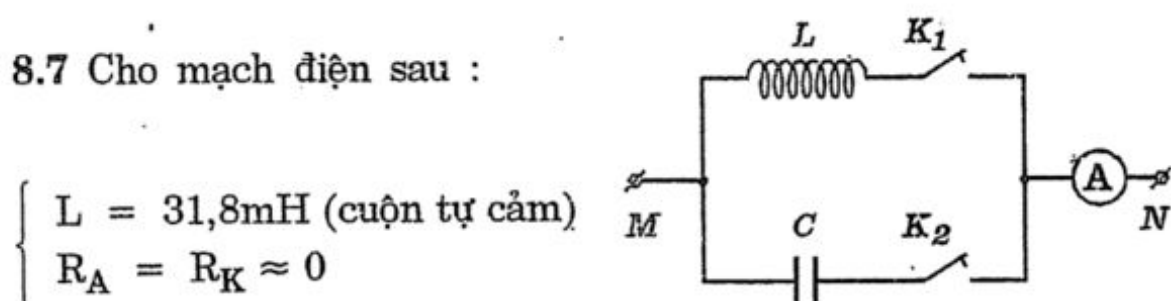
$$i_2 = \sqrt{2} \sin \left(100\pi t - \frac{\pi}{3} \right) \text{ (A)} \approx 1,41 \sin (314t - 1,05) \text{ (A)}$$

$$i = \sqrt{6} \sin \left(100\pi t - \frac{\pi}{6} \right) \text{ (A)} \approx 2,45 \sin (314t - 0,523) \text{ (A)}$$

b) $R_2 = 50,0\Omega$; $L = 0,276\text{H}$

c) 1,00A ; 0,75A ; $C = 23,9\mu\text{F}$

8.7 Cho mạch điện sau :



Hiệu điện thế giữa M và N luôn có biểu thức :

$$u_{MN} = 310 \sin 314t \text{ (V)} \approx 220\sqrt{2} \sin 100\pi t \text{ (V)}$$

Số chỉ của ampe kế không thay đổi khi một trong hai khóa đóng hoặc cả hai khóa đều đóng.

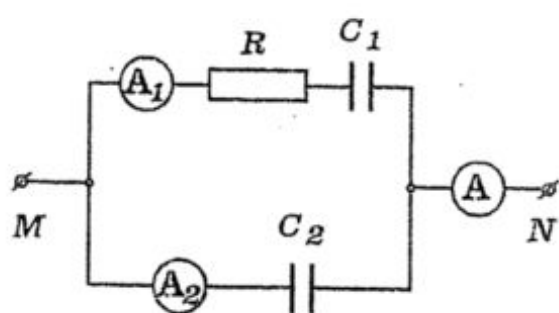
a) Tính điện trở hoạt động của cuộn dây và điện dung C của tụ điện.

b) Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện qua ampe kế khi hai khóa đều đóng.

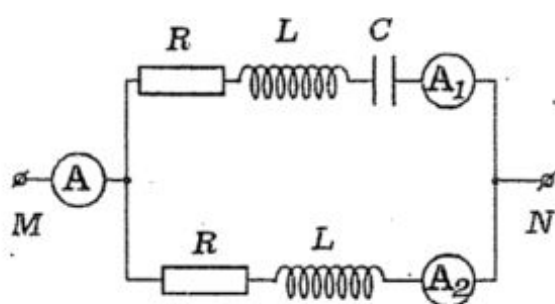
ĐS : a) $R = 17,3\Omega$; $C = 159\mu\text{F}$

b) $i = 15,5 \sin (314t + 0,523) \text{ (A)}$

8.8 Cho hai mạch điện xoay chiều có cấu tạo theo sơ đồ sau.



$$\left\{ \begin{array}{l} R = 173\Omega \approx 100\sqrt{3}\Omega \\ C_1 = 31,8\mu\text{F} \approx \frac{1}{\pi} \cdot 10^{-4}\text{F} \\ C_2 = \frac{1}{2} C_1 \\ u_{MN} = 282 \sin 314t \text{ (V)} \\ \approx 200\sqrt{2} \sin 100\pi t \text{ (V)} \end{array} \right.$$



$$\left\{ \begin{array}{l} R = 100\Omega \\ L = 0,159\text{H} \approx \frac{1}{2\pi} \text{H} \\ C = 31,8\mu\text{F} \approx \frac{1}{\pi} \cdot 10^{-4}\text{F} \\ u_{MN} = 141 \sin 314t \text{ (V)} \\ \approx 100\sqrt{2} \sin 100\pi t \text{ (V)} \end{array} \right.$$

(Dây nối và các ampe kế có điện trở không đáng kể)

Với mỗi mạch điện, hãy :

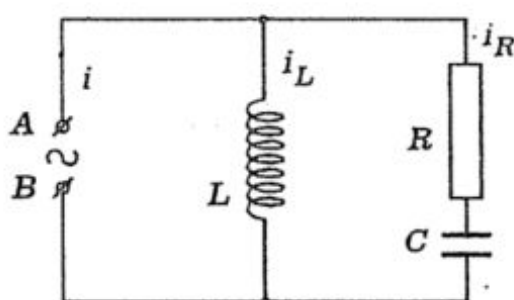
- Tính số chỉ của các ampe kế
- Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính.

ĐS : a) $I_1 = I_2 = 1,00\text{A} ; I = 1,73\text{A}$ (mạch 1)
 $I_1 = I_2 = 0,894\text{A} ; I = 1,60\text{A}$ (mạch 2)

b) $i = 2,45 \sin(314t + 1,05) \text{ (A)}$ (mạch 1)
 $i = 2,26 \sin 314t \text{ (A)}$ (mạch 2)

8.9 Cho đoạn mạch xoay chiều có cấu tạo theo sơ đồ như sau:

$$R = 20,0\Omega ; C = 100\mu F .$$



Biết rằng biểu thức của cường độ tức thời trong mạch chính và hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu đoạn mạch là :

$$\begin{cases} u_{AB} = 100 \sin 500t \text{ (V)} \\ i = 2,5 \sin 500t \text{ (A)} \end{cases}$$

Hãy tính :

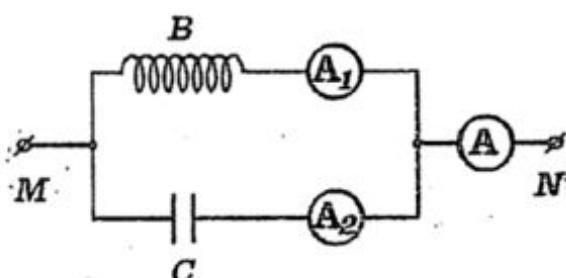
- Hệ số tự cảm L của cuộn dây
- Các cường độ hiệu dụng của dòng điện trong hai nhánh song song.

ĐS : a) $L = 0,08H$

b) $I_R = 2,5A ; I_L \approx 1,8A .$

8.10 Cho mạch điện xoay chiều sau đây

$$\begin{cases} f = 50Hz ; B : \text{cuộn tự cảm} \\ I_A = 7,5A ; I_{A_1} = 10,0A ; \\ I_{A_2} = 3,5A . \end{cases}$$



Dây nối và các ampe kế có điện trở không đáng kể.

- Hãy giải thích tại sao với các giá trị đo được của cường độ hiệu dụng trong các mạch, có thể khẳng định điện trở hoạt động của cuộn dây không thể bỏ qua.

b) Cho biết $L = 127mH$, hãy tính :

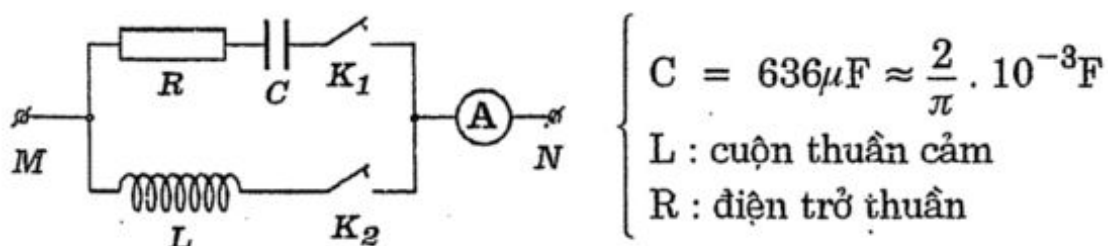
– Điện trở hoạt động của ống dây và điện dung C của tụ điện.

– Hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai điểm M, N.

ĐS : b) $r = 30\Omega ; C = 22,2\mu F$

$U = 500V$

8.11 Cho mạch điện sau :



Bỏ qua điện trở của ampe kế, các khóa và dây nối.
Hiệu điện thế giữa M và N luôn có biểu thức :

$$u_{MN} = 141 \sin 314t \text{ (V)} \approx 100\sqrt{2} \sin 100\pi t \text{ (V)}$$

Khi chỉ đóng một trong hai khóa, ampe kế có số chỉ không đổi là $14,1\text{A} \approx 10\sqrt{2}\text{A}$.

a) Tính R và L

b) Tính số chỉ của ampe kế khi cả hai khóa đều đóng.

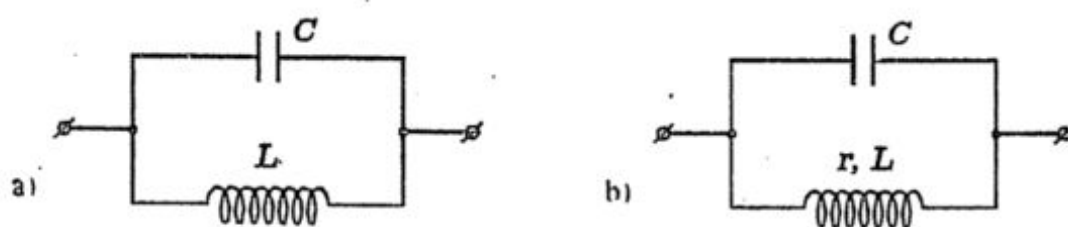
Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính trong trường hợp này.

$$DS : a) R = 5,00\Omega ; L = 22,5\text{mH}$$

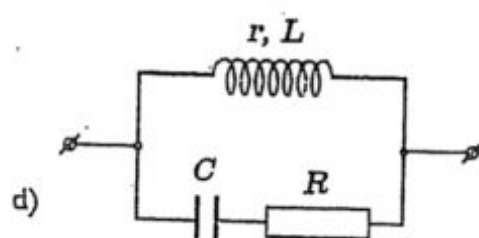
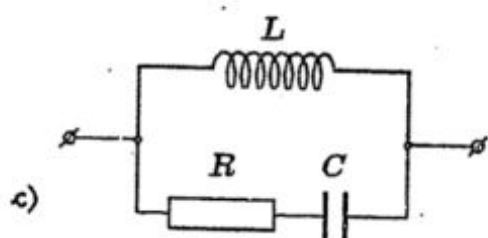
$$b) I \approx 10,8\text{A} ;$$

$$i = 15,3 \sin (314t - 0,392) \text{ (A)}$$

8.12 Hình vẽ sau đây là sơ đồ cấu tạo của các đoạn mạch xoay chiều hoạt động ở tần số $f = 50\text{Hz}$.



$$\left\{ \begin{array}{l} C = 318\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{\pi} \text{F} \\ L = 95,4\text{mH} \approx \frac{3}{10\pi} \text{H (thuần cảm)} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} C = 159\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{2\pi} \text{F} \\ r = 17,3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega \\ L = 31,8\text{mH} \approx \frac{1}{10\pi} \text{H} \end{array} \right.$$



$$\begin{cases} R = 17,3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega \text{ (thuần trở)} \\ C = 318\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{\pi} \text{ F} \\ L = 63,6\text{mH} \approx \frac{1}{5\pi} \text{ H (thuần cảm)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} R = 10,0\Omega \text{ (thuần trở)} \\ C = 318\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{\pi} \text{ F} \\ r = 10,0\Omega; L = 31,8\text{mH} \approx \frac{1}{10\pi} \text{ H} \end{cases}$$

Với mỗi đoạn mạch cho trên, người ta muốn thay thế bằng đoạn mạch nối tiếp gồm một số *tối thiểu* linh kiện (R, L, C) sao cho dòng điện giữa A và B có cường độ tức thời bằng nhau. Hãy xác định giá trị các linh kiện này cho mỗi trường hợp.

ĐS : a) $C' = 212\mu\text{F}$

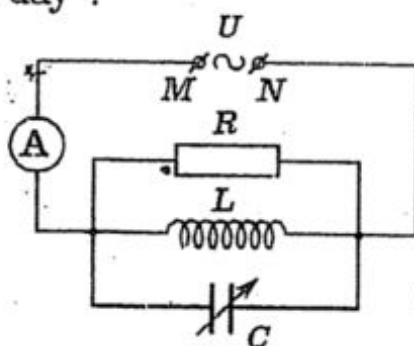
b) $C' = 318\mu\text{F}; R = 17,3\Omega$

c) $L' = 31,8\text{H}; R' = 17,3\Omega$

d) $R' = 10,0\Omega$

8.13 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :

- $U = \text{const}$: giá trị hiệu dụng của hiệu điện thế xoay chiều
 R : điện trở thuần
 L : cuộn thuần cảm
 C : điện dung của tụ điện biến thiên



Ampe kế có điện trở không đáng kể.

a) Khi tăng dần liên tục giá trị C của tụ điện, người ta thấy ampe kế (A) chỉ cùng một số đo với hai giá trị khác nhau C_1, C_2 của điện dung. Giải thích.

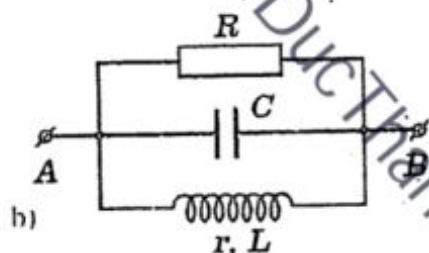
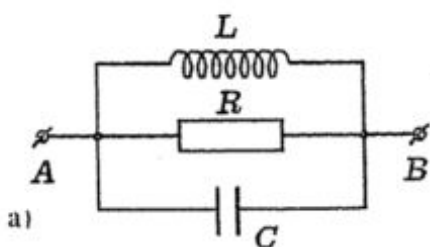
b) Cho biết $C_1 = 25,0\mu\text{F}$; $C_2 = 50,0\mu\text{F}$; $f = 50\text{Hz}$.
 Hãy tính hệ số tự cảm L của cuộn dây.

(Lấy $\pi^2 = 10$).

$$DS : \quad a) \quad C_1 + C_2 = \frac{2}{L\omega^2}$$

$$b) \quad L = 267\text{mH}$$

8.14 Cho hai mạch điện xoay chiều có cấu tạo theo sơ đồ như hình sau đây :



$$\left\{ \begin{array}{l} L = 31,8\text{mH} \approx \frac{1}{10\pi} \text{ H (thuần cảm)} \\ C = 318\mu\text{F} \approx \frac{1}{\pi} \cdot 10^{-3} \text{ F} \\ R = 40,0\Omega \text{ (thuần trở)} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} R = 10,0\Omega \text{ (thuần trở)} \\ C = 79,5\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{4\pi} \text{ F} \\ r = 17,3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega \\ L = 31,8\text{mH} \approx \frac{1}{10\pi} \text{ H} \end{array} \right.$$

Hiệu điện thế xoay chiều giữa A và B luôn có biểu thức :

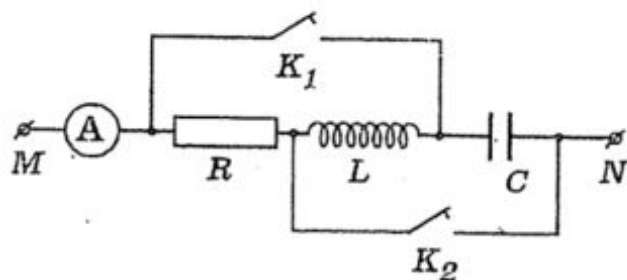
$$u_{AB} = 169\sin 314t \text{ (V)} \approx 120\sqrt{2} \sin 100\pi t \text{ (V)}$$

Hãy lập biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện.

$$DS : \quad \begin{array}{ll} a) & i_R = 4,23\sin 314t \text{ (A)} \\ & i_L = 16,9 \sin (314t - 1,57) \text{ (A)} \\ & i_C = 16,9 \sin (314t + 1,57) \text{ (A)} \\ b) & i_R = 16,9 \sin 314t \text{ (A)} \\ & i_L = 8,46 \sin (314t - 0,523) \text{ (A)} \\ & i_C = 4,23 \sin (314t + 1,57) \text{ (A)} \end{array}$$

8.15 Một mạch điện xoay chiều có sơ đồ cấu tạo như sau :

R : điện trở thuần
 L : hệ số tự cảm của cuộn thuần cảm
 C : điện dung của tụ điện



Điện trở của các khóa và của ampe kế đều không đáng kể. Hiệu điện thế giữa M và N luôn có biểu thức :

$$u_{MN} = 141 \sin 314t \text{ (V)} \approx 100\sqrt{2} \sin 100\pi t \text{ (V)}$$

a) Người ta nhận thấy trong ba trường hợp :

- * K_1 đóng, K_2 mở
- * K_1 mở, K_2 đóng
- * K_1, K_2 đều mở

ampe kế đều chỉ 1,0A. Hãy tính các giá trị của R , L và C

b) Tính số chỉ của ampe kế và suy ra biểu thức cường độ tức thời của dòng điện qua ampe kế khi K_1 và K_2 cùng đóng.

- ĐS :
- a) $R = 100\Omega$; $L = 0,318H$;
 $C = 31,8\mu F$
 - b) 1,0A ;
 $i = 1,4 \sin 314t \text{ (A)}$

Bài toán 9

Tính toán liên quan đến công suất và hệ số công suất.

– Công suất của đoạn mạch có thể tính :

• Theo công thức tổng quát :

$$P = UI \cos \varphi$$

$\left\{ \begin{array}{l} I : \text{cường độ hiệu dụng của dòng điện mạch chính} \\ \varphi : \text{góc lệch pha giữa hiệu điện thế đoạn mạch và} \\ \text{dòng điện mạch chính} \end{array} \right.$

• Theo công thức của công suất nhiệt

$$P = \sum RI^2$$

(đoạn mạch chỉ có R, L, C)

– Hệ số công suất của đoạn mạch có thể tính :

• Từ công thức tổng quát của công suất :

$$\cos \varphi = \frac{P}{UI}$$

• Theo giản đồ vectơ quay.

BÀI TẬP THÍ DỤ

9.1 Giữa hai điểm A, B luôn có hiệu điện thế xoay chiều :

$$U_{AB} = 156 \sin 314t \text{ (V)} \approx 110\sqrt{2} \sin 100\pi t \text{ (V)}$$

a) Mắc vào giữa AB một bóng đèn. Công suất của đèn là $P_d = 165\text{W}$. Coi bóng đèn là một điện trở thuần R_d . Hãy tính R_d và dòng điện I_d qua đèn.

b) Thay bóng đèn bằng động cơ. Công suất của động cơ là $P_m = 660\text{W}$ với hệ số công suất 0,60. Tính dòng điện I_m qua động cơ.

c) Bóng đèn và động cơ được mắc song song vào giữa AB. Tính dòng điện chính và hệ số công suất của toàn thể đoạn mạch AB.

Tính điện dung C của tụ điện phải mắc song song với hai đoạn mạch trên để hệ số công suất của toàn thể đoạn mạch có giá trị cực đại. Tính dòng điện chính lúc đó.

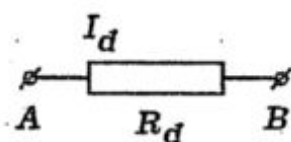
GIẢI

a) Điện trở đèn và cường độ dòng điện qua đèn

Ta có : $R_d = \frac{U^2}{P_d} = \frac{110^2}{165} = \frac{220}{3} \approx 73,3\Omega$

Suy ra :

$$I_d = \frac{U}{R_d} = \frac{110}{\frac{220}{3}} = 1,50A$$

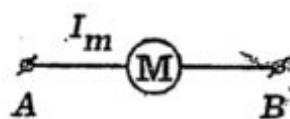


b) Cường độ dòng điện qua động cơ

Ta có :

$$P_m = UI_m \cos \varphi_m$$

$$\Rightarrow I_m = \frac{P_m}{U \cos \varphi_m} = \frac{660}{110 \cdot 0,60} = 10,0A$$

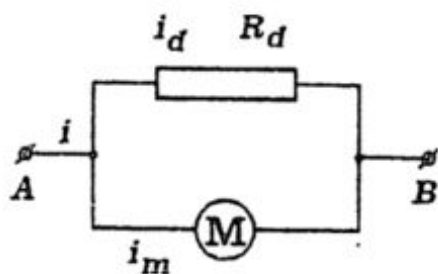


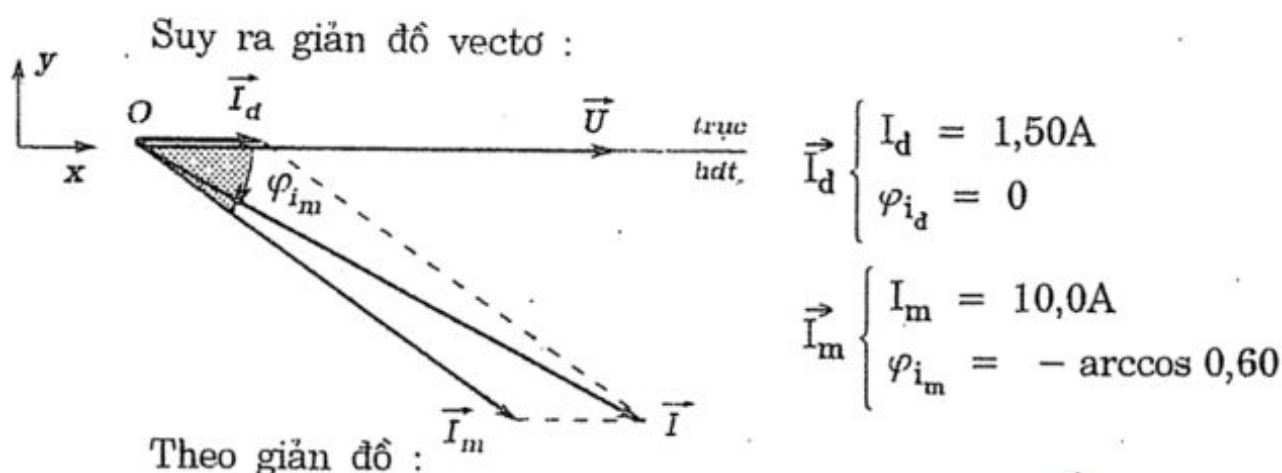
c) Cường độ dòng điện chính – Điện dung – Hệ số công suất toàn mạch

– Khi mắc đèn và động cơ song song giữa AB, các kết quả tìm thấy trên đây vẫn không thay đổi.

Ta có :

$$i = i_d + i_m \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_d + \vec{I}_m$$





$$\vec{I} \begin{cases} I_x = I_d + I_m \cos \varphi_{i_m} = 1,50 + 10,0 \cdot 0,60 = 7,5A \\ I_y = I_m \sin \varphi_{i_m} = -I_m \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_{i_m}} = -10,0 \sqrt{1 - 0,60^2} = -8,0A \end{cases}$$

Vậy $I = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} = \sqrt{7,5^2 + 8,0^2} \approx 11,0A$

Hệ số công suất của toàn mạch $\cos \varphi$ tính bởi :

$$\cos \varphi_i = \frac{P_m + P_d}{UI} = \frac{660 + 165}{110 \cdot 11} \approx 0,68$$

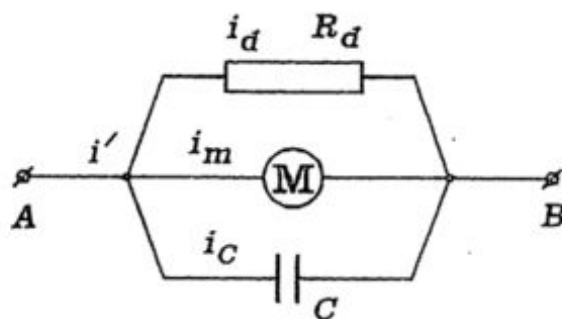
Chú ý :

Có thể tính $\cos \varphi_i$ trực tiếp từ giản đồ vectơ :

$$\cos \varphi_i = \frac{I_x}{I} = \frac{7,5}{11} \approx 0,68$$

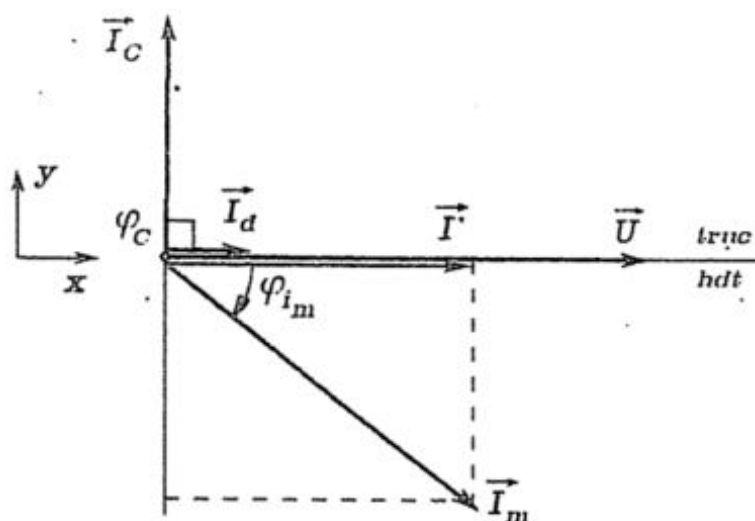
– Khi mắc song song vào giữa AB thêm đoạn mạch chứa tụ điện có điện dung C, dòng điện qua đèn và động cơ vẫn không đổi.

Ta có : $i' = i_d + i_m + i_C \Rightarrow \vec{I}' = \vec{I}_d + \vec{I}_m + \vec{I}_C$



Với $\vec{I}_C \begin{cases} I_C = \frac{U}{Z_C} \\ \varphi_{i_c} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$

Hệ số công suất của toàn đoạn mạch sẽ cực đại khi i' cùng pha với U_{AB} . Trên giản đồ vectơ



lúc đó $\vec{I}'$ cùng hướng với $\vec{U}$. Kết quả này đạt được khi ta chọn C sao cho :

$$I'_y = I_m \sin \varphi_{i_m} + I_C = 0$$

$$\Rightarrow I_C = -I_m \sin \varphi_{i_m}$$

$$\Rightarrow \frac{U}{Z_C} = 10 \cdot 0,80 = 8,0$$

Suy ra :

$$Z_C = \frac{110}{8,0} \approx 13,8 \Omega$$

Do đó :

$$C = \frac{1}{Z_C \omega} = \frac{1}{\frac{110}{8,0} \cdot 314} \approx 232 \mu F$$

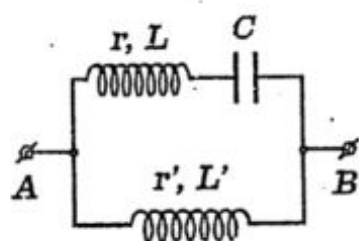
Dòng điện mạch chính có cường độ xác định bởi :

$$I' = I'_x = I_x \Rightarrow I' = I_x = 7,5 A$$

Ghi chú :

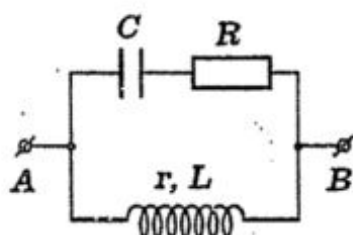
Trong bài giải, ta coi là $\varphi_{i_m} < 0$. Điều này phù hợp với cấu tạo của động cơ có các cuộn dây để tạo từ trường và suất điện động cảm ứng.

9.2 Cho các đoạn mạch xoay chiều hoạt động với tần số $f=50\text{Hz}$ sau đây :



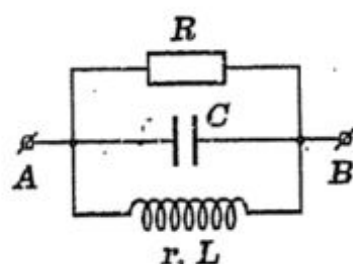
(1)

$$\left\{ \begin{array}{l} L = 95,4\text{mH} \approx \frac{3}{10\pi} \text{ H} \\ L' = 31,8\text{mH} \approx \frac{1}{10\pi} \text{ H} \\ r = r' = 17,3\Omega \approx 10,0\sqrt{3}\Omega \\ C = 159\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{2\pi} \text{ F} \end{array} \right.$$



(2)

$$\left\{ \begin{array}{l} C = 318\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{\pi} \text{ F} \\ R = 17,3\Omega \approx 10,0\sqrt{3}\Omega \\ \text{(thuần trở)} \\ r = 10,0\Omega \\ L = 55,0\text{mH} \approx \frac{\sqrt{3}}{10\pi} \text{ H} \end{array} \right.$$



(3)

$$\left\{ \begin{array}{l} R = 10,0\Omega \text{ (thuần trở)} \\ C = 79,5\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{4\pi} \text{ F} \\ r = 17,3\Omega \approx 10,0\sqrt{3}\Omega \\ L = 31,8\text{mH} \approx \frac{1}{10\pi} \text{ H} \end{array} \right.$$

a) Hãy tính tổng trở của mỗi đoạn mạch.

b) Cho $u_{AB} = 141\sin 314t(\text{V}) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$.
Với mỗi đoạn mạch hãy :

– Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính.

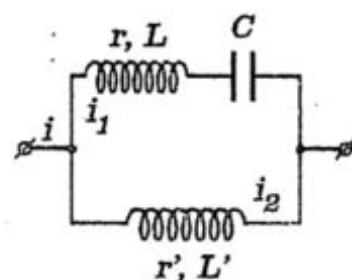
– Tính công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch và hệ số công suất.

GIẢI

a) Tổng trở :

– Đoạn mạch (1) :

Ta có :



$$Z_L = L\omega = 2\pi fL = 100\pi \cdot \frac{3}{10\pi} = 30,0\Omega$$

$$Z_{L'} = L'\omega = 2\pi fL' = 100\pi \cdot \frac{1}{10\pi} = 10,0\Omega$$

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{100\pi \cdot \frac{10^{-3}}{2\pi}}$$

$$= 20,0\Omega$$

Do đó ta suy ra :

$$\operatorname{tg}\varphi_{i_1} = -\frac{Z_L - Z_C}{r} = -\frac{30,0 - 20,0}{10,0\sqrt{3}} = -\frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\varphi_{i_1} = -\frac{\pi}{6}$$

$$\text{và : } Z_1 = \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{(10,0\sqrt{3})^2 + 10,0^2} \approx 20,0\Omega$$

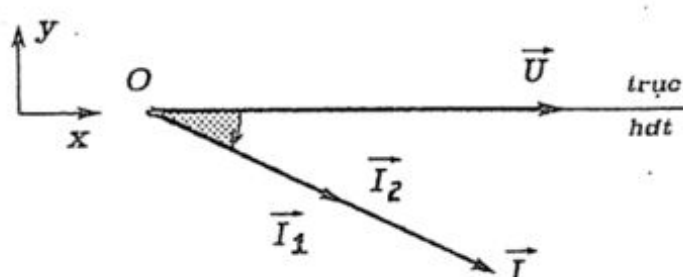
$$\operatorname{tg}\varphi_{i_2} = -\frac{Z_{L'}}{r'} = -\frac{10,0}{10,0\sqrt{3}} = -\frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \varphi_{i_2} = -\frac{\pi}{6} = \varphi_{i_1}$$

$$\text{và : } Z_2 = \sqrt{r'^2 + Z_{L'}^2} = \sqrt{(10,0\sqrt{3})^2 + 10,0^2} = 20,0\Omega$$

Vậy :

$$i = i_1 + i_2 \quad \Rightarrow \quad \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$$

Suy ra giản đồ vectơ :



$$\vec{I}_1 \begin{cases} I_1 = \frac{U}{Z_1} = 5,0A \\ \varphi_{i_1} = -\frac{\pi}{6} \end{cases}$$

$$\vec{I}_2 \begin{cases} I_2 = \frac{U}{Z_2} = 5,0A \\ \varphi_{i_2} = -\frac{\pi}{3} \end{cases}$$

Do đó :

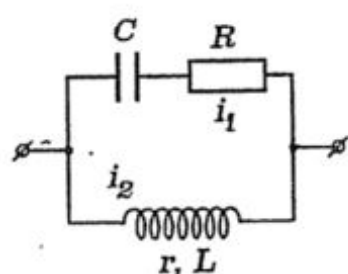
$$\begin{cases} I_x = I_1 \cos \varphi_{i_1} + I_2 \cos \varphi_{i_2} = 2 \cdot 5,0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 5,0\sqrt{3}A \\ I_y = I_1 \sin \varphi_{i_1} + I_2 \sin \varphi_{i_2} = 2 \cdot 5,0 \left(-\frac{1}{2}\right) = -5,0A \end{cases}$$

$$\Rightarrow I = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} = 10,0A$$

Vậy : $Z = \frac{U}{I} = \frac{100}{10,0} = 10,0\Omega$

– Đoạn mạch (2) :

Ta có :



$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{100\pi \cdot \frac{10^{-3}}{\pi}} = 10,0\Omega$$

$$Z_L = L\omega = 2\pi fL = 100\pi \cdot \frac{\sqrt{3}}{10\pi} = 10,0\sqrt{3}\Omega \approx 17,3\Omega$$

Do đó ta suy ra :

$$\operatorname{tg} \varphi_{i_1} = -\frac{-Z_C}{R} = \frac{10,0}{10,0\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\Rightarrow \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{6}; Z_1 = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = 20,0\Omega$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{i_2} = -\frac{Z_L}{r} = -\frac{10,0\sqrt{3}}{10,0} = -\sqrt{3}$$

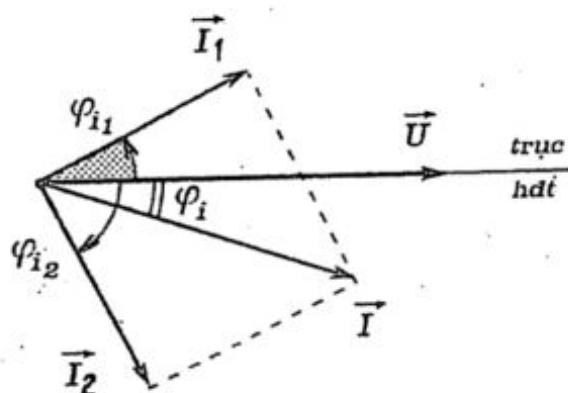
$$\Rightarrow \varphi_{i_2} = -\frac{\pi}{3}; Z_2 = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = 20,0\Omega$$

Vậy :

$$i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$$

$$\vec{I}_1 \begin{cases} I_1 = \frac{U}{Z_1} = 5,0A \\ \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{6} \end{cases}$$

$$\vec{I}_2 \begin{cases} I_2 = \frac{U}{Z_2} = 5,0A \\ \varphi_{i_2} = -\frac{\pi}{3} \end{cases}$$



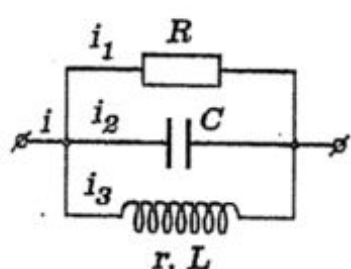
Từ giản đồ ta có :

$$\begin{cases} I_x = I_1 \cos \varphi_{i_1} + I_2 \cos \varphi_{i_2} = 5,0 \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2} \right) = 2,5 \cdot (\sqrt{3} + 1)A \\ I_y = I_1 \sin \varphi_{i_1} + I_2 \sin \varphi_{i_2} = 5,0 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = 2,5 \cdot (1 - \sqrt{3})A \end{cases}$$

$$\Rightarrow I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2} = 5,0\sqrt{2}A$$

$$\text{Do đó : } Z = \frac{U}{I} = \frac{100}{5,0\sqrt{2}} = 14,1\Omega$$

– Đoạn mạch (3) :



Ta có :

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{100\pi \cdot \frac{10^{-3}}{4\pi}} = 40,0\Omega$$

$$Z_L = L\omega = 2\pi fL = 100\pi \cdot \frac{1}{10\pi} = 10,0\Omega$$

$$Z_3 = \sqrt{r^2 + Z_L^2} = 20,0\Omega$$

Suy ra :

$$\operatorname{tg}\varphi_{i_3} = -\frac{Z_L}{r} = -\frac{10,0}{10,0\sqrt{3}} = -\frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \varphi_{i_3} = -\frac{\pi}{6}$$

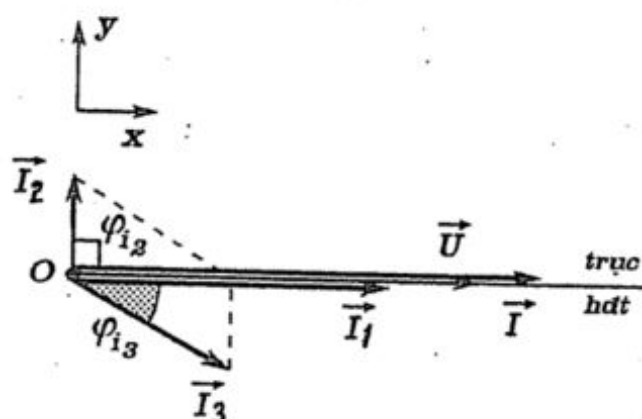
Giản đồ vectơ :

$$i = i_1 + i_2 + i_3 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3$$

$$\vec{I}_1 \begin{cases} I_1 = \frac{U}{R} = 10,0\text{A} \\ \varphi_{i_1} = 0 \end{cases}$$

$$\vec{I}_2 \begin{cases} I_2 = \frac{U}{Z_C} = 2,5\text{A} \\ \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

$$\vec{I}_3 \begin{cases} I_3 = \frac{U}{Z_3} = 5,0\text{A} \\ \varphi_{i_3} = -\frac{\pi}{6} \end{cases}$$



Theo giản đồ ta suy ra :

$$\begin{cases} I_x = I_1 \cdot \cos\varphi_{i_1} + I_2 \cdot \cos\varphi_{i_2} + I_3 \cdot \cos\varphi_{i_3} \\ \quad = 10,0 + 5,0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 14,3\text{A} \\ I_y = I_1 \cdot \sin\varphi_{i_1} + I_2 \cdot \sin\varphi_{i_2} + I_3 \cdot \sin\varphi_{i_3} \\ \quad = 2,5 - 2,5 = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow I = I_x = 14,3\text{A}$$

Do đó :

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{100}{14,3} \approx 6,98\Omega$$

b) Biểu thức cường độ tức thời – Công suất và hệ số công suất

– Đoạn mạch (1) :

– Theo kết quả ở câu a) góc lệch pha φ_i của dòng điện mạch chính so với hiệu điện thế là :

$$\varphi_i = \varphi_{i_1} = \varphi_{i_2} = -\frac{\pi}{6}$$

Mặt khác :

$$I_0 = I\sqrt{2} = 10\sqrt{2}A \approx 14,1A$$

Vậy ta có :

$$i = 14,1\sin(314t - 0,523)(A)$$

– Ta cũng có :

$$P = rI_1^2 + r'I_2^2 = 2.17,3.5^2 \approx 866W$$

$$\cos\varphi_i = \frac{P}{UI} = \frac{866}{100.10,0} \approx 0,866$$

Chú ý : Có thể tính $\cos\varphi_i = \cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) \approx 0,866$ từ giản đồ vectơ.

$$\text{Do đó : } P = UI\cos\varphi_i = 100.10.0,866 \approx 866W$$

– Đoạn mạch (2) :

– Theo kết quả ở câu a) góc lệch pha φ_i của dòng điện mạch chính so với hiệu điện thế được xác định bởi :

$$\operatorname{tg}\varphi_i = \frac{I_{0y}}{I_{0x}} = \frac{1 - \sqrt{3}}{1 + \sqrt{3}} = -0,268$$

$$\varphi_i = \operatorname{arctg}(-0,286) \approx -15^\circ \approx -0,262\text{rad} = -\frac{\pi}{12}$$

Ta đã có :

$$I_0 = I\sqrt{2} = 10,0A$$

$$\begin{aligned}\text{Vậy : } i &= 10,0\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{12}\right)(A) \\ &= 10,0\sin(314t - 0,262)(A)\end{aligned}$$

Ta cũng có :

$$\begin{aligned}P &= RI_1^2 + rI_2^2 \\ &= 17,3.5^2 + 10.0.5^2 \approx 683W \\ \cos\varphi_i &= \frac{P}{UI} = \frac{683}{100.5\sqrt{2}} \approx 0,97\end{aligned}$$

Chú ý :

* Trong giản đồ vectơ vì $I_1 = I_2$ và $\varphi_{i1} + |\varphi_{i2}| = 90^\circ$ nên ta có :

$$(\vec{I}_1, \vec{I}) = -\frac{\pi}{4}$$

$$\text{Vậy : } \varphi_i = (\vec{U}, \vec{I}) = \varphi_{i1} + (\vec{I}_1, \vec{I}) = \frac{\pi}{6} - \frac{\pi}{4} = -\frac{\pi}{12}$$

* Có giá trị của φ_i ta suy ra :

$$\cos\varphi_i = \cos\left(-\frac{\pi}{12}\right) = \cos 15^\circ = \cos(45^\circ - 30^\circ) = 0,97$$

Do đó :

$$P = UI\cos\varphi_i = 683W$$

– Đoạn mạch (3).

– Theo kết quả ở câu a) ta có :

$$\vec{I} = \vec{I}_x \Rightarrow \varphi_i = 0$$

Vậy :

$$\begin{aligned}i &= 14,3\sqrt{2}\sin 100\pi t(A) \\ &\approx 20,2\sin 314t(A)\end{aligned}$$

- Ta cũng có :

$$P = RI_1^2 + rI_3^2 = 10,0.10,0^2 + 17,3.5,0^2 = 1430W$$

$$\cos\varphi_i = \frac{P}{UI} = \frac{1430}{100.14,3} = 1$$

Chú ý :

$$\text{Từ giản đồ : } \varphi_i = 0$$

$$\Rightarrow \cos\varphi_i = 1$$

■ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

9.3 Giữa hai điểm A, B có hiệu điện thế xoay chiều $U = 100V$, $f = 50Hz$ người ta mắc song song hai đoạn mạch :

* Đoạn mạch (1) có tổng trở Z_1

* Đoạn mạch (2) là một điện trở thuần R_2 .

Bằng một ampe kế nhiệt, người ta đo được các cường độ hiệu dụng sau đây lần lượt trong các đoạn mạch song song và trong mạch chính :

$$I_1 = 2,5A ; I_2 = 2,0A ; I = 3,5A .$$

a) Hãy tính công suất tiêu thụ bởi các đoạn mạch.

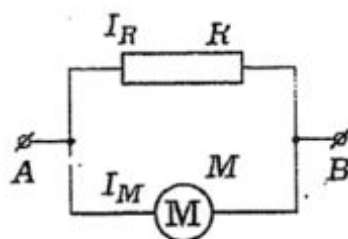
b) Suy ra hệ số công suất của toàn mạch. Nêu một phương án có tính toán cụ thể để nâng cao hệ số công suất toàn mạch bằng 1.

$$ĐS : \text{ a) } P_1 = 50W ; P_2 = 200W$$

$$\text{ b) } \cos\varphi \approx 0,71$$

9.4 Một mạch điện xoay chiều có cấu tạo theo sơ đồ sau :

$\left\{ \begin{array}{l} R : \text{điện trở thuần của một} \\ \text{bếp điện} \\ M : \text{động cơ điện xoay chiều} \\ \text{có hệ số công suất } 0,80 \end{array} \right.$



Cho : $U_{AB} = 200V$ ($f = 50Hz$)

Biết rằng bếp điện có hiệu suất 80%, đun sôi 1 lít nước ở $20,0^\circ C$ trong đúng 7 phút.

Động cơ có thể nâng khối lượng 204kg theo chuyển động đều lên cao 10,0m trong 25s. Hiệu suất của động cơ cũng là 80%.

a) Tính các cường độ dòng điện I_R , I_M qua bếp điện và qua động cơ.

b) Tính cường độ dòng điện mạch chính và hệ số công suất của toàn mạch.

c) Mắc thêm vào giữa AB một nhánh song song thứ ba gồm một tụ điện có điện dung C. Tính C để hệ số công suất của toàn mạch cực đại. Tính cường độ dòng điện mạch chính lúc đó.

(Cho : $c = 4,20kJ \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$; $g = 9,80ms^{-2}$)

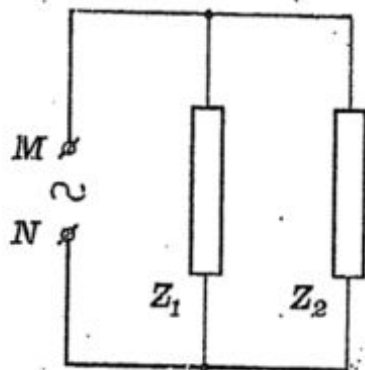
ĐS : a) $I_R = 5A$; $I_M = 0,25A$

b) $I \approx 7,25A$; $\cos\varphi = 0,86$

c) $C = 59,6\mu F$; $I' = 6,25A$

9.5 Giữa hai điểm M, N có hiệu điện thế xoay chiều $U = 230V$,

tần số $f = 50Hz$ có hai đoạn mạch với các tổng trở Z_1 , Z_2 được mắc song song.



Công suất của đoạn mạch giữa M, N là $P = 2,76kW$. Hệ số công suất của đoạn mạch là $\cos\varphi = 0,80$

a) Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện I trong mạch chính.

b) Cho biết dòng điện i_1 qua nhánh Z_1 có cường độ hiệu dụng $I_1 = 9,0A$ và chậm pha vuông góc so với dòng điện i_2 trong nhánh Z_2 . Hãy tính :

* Cường độ hiệu dụng I_2 trong nhánh Z_2

* Các góc lệch pha φ_{i_1} , φ_{i_2} của các dòng điện trong hai nhánh so với dòng điện trong mạch chính.

c) Biết rằng dòng điện i trong mạch chính chậm pha so với hiệu điện thế. Hãy :

* Chứng tỏ rằng đoạn mạch Z_2 chỉ gồm điện trở thuần R .
Tính R

* Tính hệ số tự cảm L của cuộn thuần cảm mắc nối tiếp với tụ điện trên nhánh Z_1 biết rằng $C = 10,0\mu F$.

ĐS : a) $I = 15A$

b) $I_2 = 12A$; $\varphi_{i_1} = -53^\circ$; $\varphi_{i_2} = 37^\circ$

c) $\operatorname{tg}\varphi = \operatorname{tg}\varphi_{i_2} \Rightarrow i_2$ cùng pha với u .

$L = 1,09H$

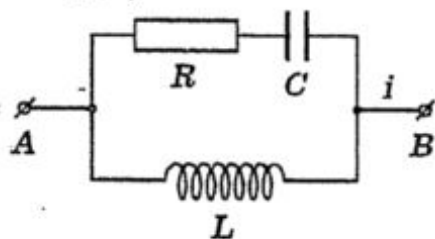
9.6 Cho đoạn mạch có sơ đồ như hình vẽ.

$$L = 0,265H \approx \frac{5}{6\pi}H$$

(cuộn thuần cảm)

$$P_{AB} = 180W; \cos\varphi = 0,80$$

$$i = 2,12\sin 314t(A) \approx 1,50\sqrt{2}\sin 100\pi t(A)$$



a) Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện qua cuộn dây L .

b) Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện qua tụ điện C .

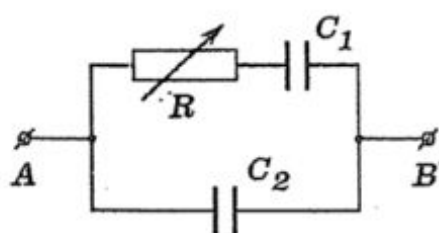
c) Tính điện trở thuần R và điện dung C của tụ điện.

ĐS : a) $I_L = 1,80A$

b) $I_C = 1,50A$

c) $R = 80\Omega$; $C = 53\mu F$

9.7 Cho mạch điện sau đây. Hiệu điện thế giữa A, B luôn có biểu thức $u_{AB} = 141\sin 314t(V) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$



a) Tính hệ số công suất cực đại của mạch điện theo C_1, C_2 .

b) Cho biết hệ số công suất cực đại là 0,5 và

$$C_1 = 318\mu F \approx \frac{10^{-3}}{\pi} F. \text{ Hãy :}$$

– Tính R, C_2

– Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính.

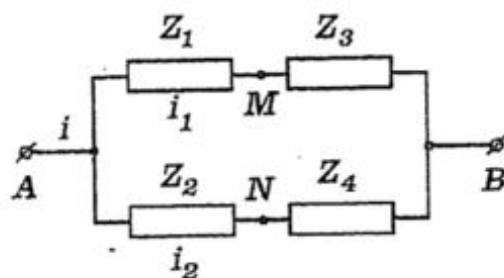
ĐS: a) $(\cos\varphi)_{\max} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4\left(\frac{C_2^2}{C_1^2} + \frac{C_2}{C_1}\right)}}$

b) $C_2 = \frac{C_1}{2} = 159\mu F; R = 17,3\Omega$

$i = 12,2 \sin(314t + 1,05) (A)$

Bài toán 10

Xác định giá trị, biểu thức và độ lệch pha của hiệu điện thế giữa hai điểm trên các nhánh song song.



- Vẽ giản đồ vectơ biểu diễn các cường độ dòng điện với trục hiệu điện thế là trục gốc về pha.
- Xác định các vectơ quay biểu diễn các hiệu điện thế giữa hai đầu mỗi đoạn mạch.

$$\vec{U}_1 \begin{cases} U_1 = Z_1 I_1 \\ \varphi_1 \end{cases} ; \vec{U}_2 \begin{cases} U_2 = Z_2 I_2 \\ \varphi_2 \end{cases}$$

hoặc $\vec{U}_3 \begin{cases} U_3 = Z_3 I_3 \\ \varphi_3 \end{cases} ; \vec{U}_4 \begin{cases} U_4 = Z_4 I_4 \\ \varphi_4 \end{cases}$

– Vẽ giản đồ vectơ biểu diễn các hiệu điện thế trình bày mối liên hệ giữa chúng.

$$u = u_1 + u_3 \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_1 + \vec{U}_3$$

$$u = u_2 + u_4 \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_2 + \vec{U}_4$$

– Trên giản đồ vectơ về hiệu điện thế, xác định vectơ quay biểu diễn $\vec{U}_{MN}$.

$$\vec{U}_{MN} = \vec{U}_2 - \vec{U}_1 = \vec{U}_3 - \vec{U}_4$$

– Lập các phương trình đại số theo điều kiện về u_{MN} của đề bài.

Lưu ý :

$$* \varphi = \varphi_u - \varphi_i$$

■ BÀI TẬP THÍ DỤ

10.1 Cho mạch điện xoay chiều sau đây :

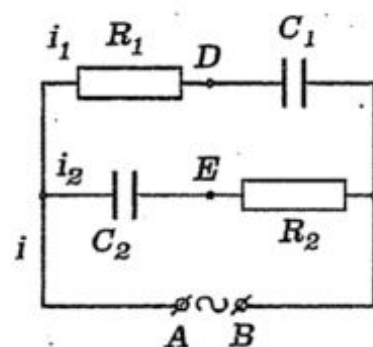
$$R_1 = 86,7\Omega \approx 50,0\sqrt{3}\Omega$$

(điện trở thuần)

$$R_2 = 50,0\Omega \text{ (điện trở thuần)}$$

$$C_1 = 63,7\mu F \approx \frac{10^{-3}}{5\pi} F$$

$$C_2 = 36,8\mu F \approx \frac{10^{-3}}{5\sqrt{3}\pi} F$$



Hiệu điện thế giữa A và B luôn có biểu thức

$$u_{AB} = 141\sin 314t(V) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(V).$$

a) Lập biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện

b) Tính hiệu điện thế hiệu dụng U_{DE} giữa hai điểm D và E.

GIẢI

a) Biểu thức cường độ tức thời các dòng điện

– Ta có :

$$Z_{C_1} = \frac{1}{C_1 \omega} = \frac{1}{\frac{10^{-3}}{5\pi} \cdot 100\pi} = 50,0\Omega$$

$$Z_{C_2} = \frac{1}{C_2 \omega} = \frac{1}{\frac{10^{-3}}{5\sqrt{3}\pi} \cdot 100\pi} = 50,0\sqrt{3}\Omega$$

Suy ra :

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + Z_{C_1}^2} = 100,0\Omega \Rightarrow I_{01} = \frac{U_0}{Z_1} = \frac{100\sqrt{2}}{100,0} = \sqrt{2}A \approx 1,41A$$

$$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + Z_{C_2}^2} = 100,0\Omega \Rightarrow I_{02} = \frac{U_0}{Z_2} = I_{01} = \sqrt{2}A \approx 1,41A$$

Mặt khác :

$$\operatorname{tg}\varphi_{i_1} = -\frac{-Z_{C_1}}{R_1} = \frac{50,0}{50,0\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{6} = 0,523\text{rad}$$

$$\operatorname{tg}\varphi_{i_2} = -\frac{-Z_{C_2}}{R_2} = \frac{50,0\sqrt{3}}{50,0} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{3} \approx 1,04\text{rad}$$

Do đó cường độ tức thời các dòng điện trong hai nhánh song song có biểu thức :

$$i_1 \approx \sqrt{2}\sin(100\pi t + \frac{\pi}{6})(A) \approx 1,41\sin(314t + 0,523)(A)$$

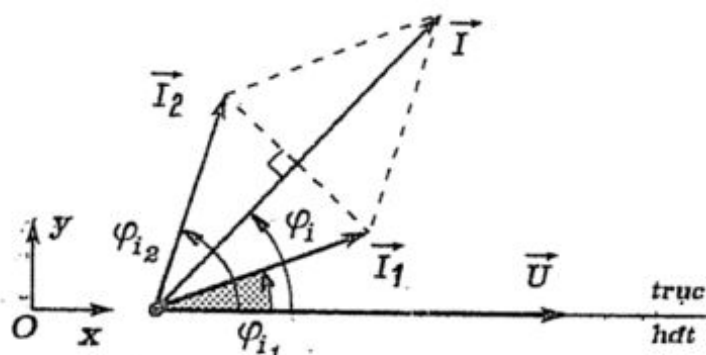
$$i_2 \approx \sqrt{2}\sin(100\pi t + \frac{\pi}{3})(A) \approx 1,41\sin(314t + 1,04)(A)$$

- Ta cũng suy ra giản đồ vectơ biểu diễn các dòng điện

$$i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$$

$$\vec{I}_1 \begin{cases} I_1 = 1,00A \\ \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{6} \end{cases}$$

$$\vec{I}_2 \begin{cases} I_2 = I_1 = 1,00A \\ \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{3} \end{cases}$$



Từ giản đồ ta suy ra :

$$\begin{cases} I_x = I_1 \cos \varphi_{i_1} + I_2 \cos \varphi_{i_2} = 1,00 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 1,00 \cdot \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3} + 1}{2} (A) \\ I_y = I_1 \sin \varphi_{i_1} + I_2 \sin \varphi_{i_2} = 1,00 \cdot \frac{1}{2} + 1,00 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3} + 1}{2} (A) = I_x \end{cases}$$

$$\Rightarrow I = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} \approx 1,92A$$

Ta cũng có : $\tan \varphi_i = \frac{I_y}{I_x} = 1 \Rightarrow \varphi_i = \frac{\pi}{4} \approx 0,785 \text{ rad}$

Vậy : $i = 1,92 \cdot \sqrt{2} \sin(100\pi t + \frac{\pi}{4}) (A)$

$$= 2,72 \sin(314t + 0,785) (A)$$

b) Hiệu điện thế U_{DE}

- Đối với mỗi mạch rẽ, ta xác định được các vectơ quay biểu diễn hiệu điện thế tức thời trên các đoạn khác nhau.

$$\vec{U}_{R_1} \begin{cases} U_{R_1} = R_1 I_1 = 50,0 \cdot \sqrt{3} V \\ \varphi_{R_1} = 0 \end{cases} ; \vec{U}_{C_1} \begin{cases} U_{C_1} = Z_{C_1} I_1 = 50,0 V \\ \varphi_{C_1} = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$$

$$\vec{U}_{C_2} \begin{cases} U_{C_2} = Z_{C_2} \cdot I_2 = 50,0 \cdot \sqrt{3} \text{ V} \\ \varphi_{C_2} = -\frac{\pi}{2} \end{cases} ; \vec{U}_{R_2} \begin{cases} U_{R_2} = R_2 I_2 = 50,0 \text{ (V)} \\ \varphi_{R_2} = 0 \end{cases}$$

Ngoài ra ta cũng có :

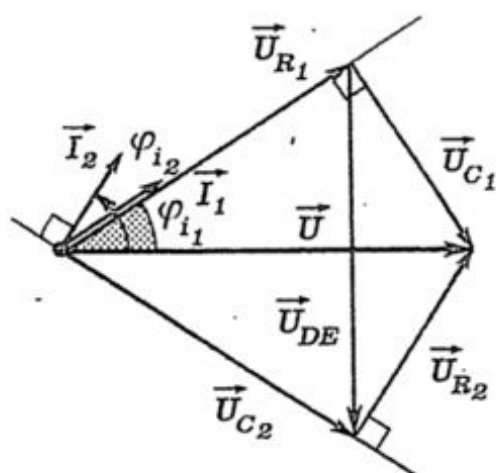
$$u_{R_1} + u_{C_1} = u_{AB} \Rightarrow \vec{U}_{R_1} + \vec{U}_{C_1} = \vec{U}$$

$$u_{C_2} + u_{R_2} = u_{AB} \Rightarrow \vec{U}_{C_2} + \vec{U}_{R_2} = \vec{U}$$

Ghi chú :

φ là góc lệch pha của hiệu điện thế so với cường độ của đoạn mạch nối tiếp tương ứng.

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i \quad (\varphi_u = 0)$$



– Ta suy ra giản đồ vectơ kết hợp biểu diễn liên hệ giữa cường độ các mạch song song với các hiệu điện thế có liên quan như sau.

– Từ giản đồ vectơ ta xác định được vectơ quay $\vec{U}_{DE}$ biểu diễn hiệu điện thế u_{DE} .

Thật vậy ta có :

$$u_{DE} = u_{DA} + u_{AE} = u_{C_2} - u_{R_1}$$

$$\Rightarrow \vec{U}_{DE} = \vec{U}_{C_2} - \vec{U}_{R_1}$$

Ta suy ra dựa vào các tính chất hình học :

$$\begin{aligned} U_{DE} &= 2U_{C_1} \cdot \cos 30^\circ = 2U_{R_2} \cos 30^\circ \\ &= 2 \cdot 50,0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 50,0\sqrt{3} \approx 86,6 \text{ V} \end{aligned}$$

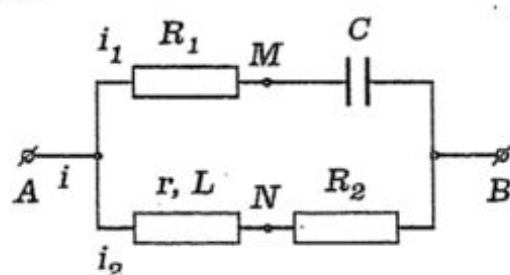
10.2 Cho mạch điện xoay chiều sau đây :

(r, L) : điện trở và độ tự cảm
của cuộn dây

$$R_1 = R_2 = 10,0\Omega$$

(điện trở thuần)

$$C = 318\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{\pi}\text{F}$$



Hiệu điện thế giữa A, B luôn có biểu thức

$$u_{AB} = 141\sin 314t(\text{V}) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V}).$$

Một vôn kế nhiệt mắc giữa MN cho thấy

$$U_{MN} = 0 \quad (R_V \text{ rất lớn})$$

Hãy :

a) Tính điện trở hoạt động r và hệ số tự cảm L của cuộn dây

b) Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong mạch chính

GIẢI

a) Điện trở hoạt động và hệ số tự cảm của cuộn dây

Ta có :

$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-3}}{\pi} \cdot 100\pi} = 10,0\Omega$$

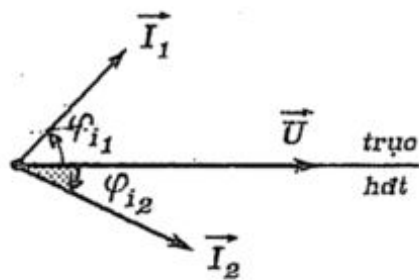
Suy ra :

$$\begin{cases} \operatorname{tg}\varphi_{i_1} = -\frac{-Z_C}{R_1} = \frac{10,0}{10,0} = 1 \Rightarrow \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{4} \\ \operatorname{tg}\varphi_{i_2} = -\frac{Z_L}{r + R_2} = \frac{-Z_L}{r + 10,0} < 0 \Rightarrow \varphi_{i_2} < 0 \end{cases}$$

Ta có dạng giản đồ vectơ biểu diễn các cường độ dòng điện trong hai mạch song song :

$$\begin{cases} \vec{I}_1 \\ \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{4} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \vec{I}_2 \\ \varphi_{i_2} < 0 \end{cases}$$



– Đối với hai mạch rẽ ta xác định được các vectơ quay biểu diễn hai hiệu điện thế u_C và u_{R_1} như sau :

$$\vec{U}_C \begin{cases} U_C = Z_C I_1 \\ \varphi_C = -\frac{\pi}{2} \end{cases} ; \quad \vec{U}_{R_2} \begin{cases} U_{R_2} = R_2 I_2 \\ \varphi_{R_2} = 0 \end{cases}$$

Ta có thể vẽ *giản đồ vectơ kết hợp* biểu diễn các hiệu điện thế của mỗi đoạn mạch chứa C và R_2 theo các kết quả trên và theo tính chất cộng hiệu điện thế.

$$\begin{cases} u_{R_1} + u_C = u_{AB} \\ u_L + u_{R_2} = u_{AB} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \vec{U}_{R_1} + \vec{U}_C = \vec{U} \\ \vec{U}_L + \vec{U}_{R_2} = \vec{U} \end{cases}$$

Từ giản đồ này ta xác định vectơ quay biểu diễn hiệu điện thế u_{MN} như sau :

$$\vec{U}_{MN} = \vec{U}_C - \vec{U}_{R_2} = \vec{U}_{R_1} - \vec{U}_L$$

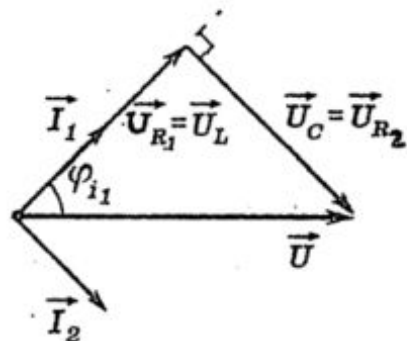
Theo đề $U_{MN} = 0$ nên ta có :

$$\begin{cases} \vec{U}_C = \vec{U}_{R_2} \\ \vec{U}_L = \vec{U}_{R_1} \end{cases}$$

Vậy giản đồ vectơ có dạng :

Ta suy ra :

$$\vec{I}_2 \perp \vec{I}_1 \Rightarrow \varphi_L = \frac{\pi}{2}$$



(φ_L : góc lệch pha của hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn dây so với cường độ dòng điện i_2).

Nhưng : $\operatorname{tg} \varphi_L = \frac{Z_L}{r}$

Vậy :

$$\begin{cases} \frac{Z_L}{r} = \operatorname{tg} \frac{\pi}{2} \rightarrow \infty \Rightarrow r = 0 \\ U_L = U_{R_1} \Rightarrow Z_L I_2 = R_1 I_1 \end{cases}$$

Ngoài ra ta còn có :

$$U_C = U_{R_2} \Rightarrow Z_C I_1 = R_2 I_2$$

Vì $Z_C = R_2$ nên ta suy ra :

$$I_2 = I_1 \Rightarrow Z_L = R_1 = 10,0 \Omega$$

$$\Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{10,0}{314} \approx 31,8 \text{mH}$$

Vậy : $r = 0$; $L = 31,8 \text{mH}$ (cuộn thuần cảm)

6) Cường độ tức thời của dòng điện mạch chính

Theo kết quả trên đây ta có :

$$\operatorname{tg} \varphi_{i_2} = -\frac{Z_L}{R_2} = -\frac{10,0}{10,0} = -1 \Rightarrow \varphi_{i_2} = -\frac{\pi}{4}$$

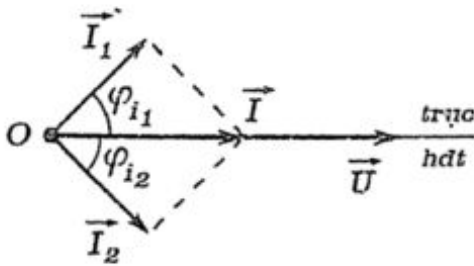
Do đó :

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + Z_C^2} = 10,0\sqrt{2} \Omega \approx 14,1 \Omega ;$$

$$Z_2 = \sqrt{Z_L^2 + R_2^2} = 10,0\sqrt{2} \Omega = Z_1$$

$$I_1 = I_2 = \frac{U}{Z_1} = \frac{100}{10,0\sqrt{2}} = 5\sqrt{2} \text{A}$$

Ta suy ra :



$$\vec{I}_1 \begin{cases} I_1 = 5\sqrt{2}A \\ \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{4} \end{cases}$$

$$\vec{I}_2 \begin{cases} I_2 = 5\sqrt{2}A \\ \varphi_{i_2} = -\frac{\pi}{4} \end{cases}$$

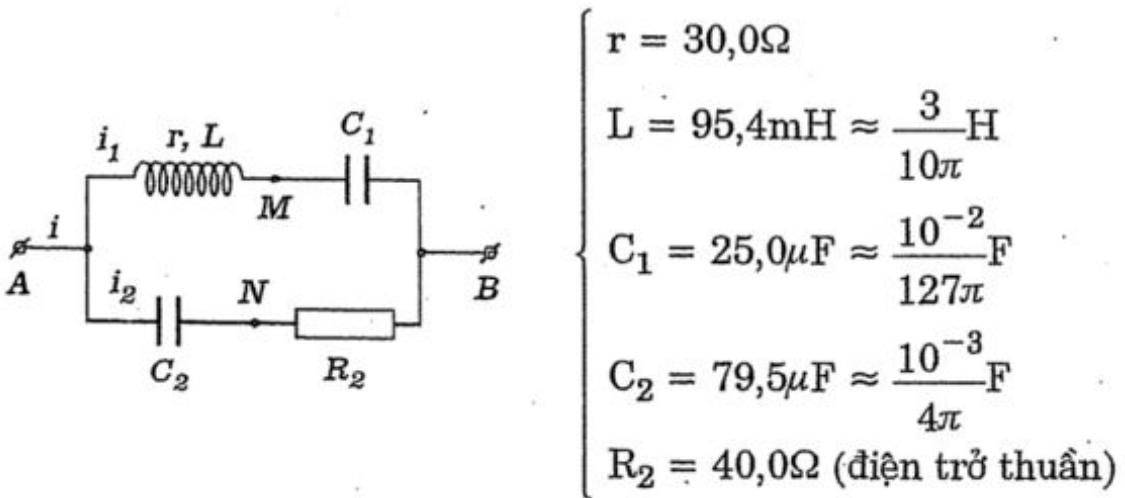
Tính chất hình học cho thấy dòng điện mạch chính cùng pha với hiệu điện thế. Mặt khác :

$$I = I_1\sqrt{2} = I_2\sqrt{2} = 10,0A$$

Vậy : $i = 10,0\sqrt{2}\sin 100\pi t = 14,1\sin 314t(A)$

■ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

10.3 Cho mạch điện xoay chiều sau đây



Hiệu điện thế giữa A và B luôn có biểu thức :

$$u_{AB} = 170\sin 314t(V) \approx 120\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$$

a) Lập biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện trong hai nhánh rẽ.

b) Tính hiệu điện thế hiệu dụng U_{MN} giữa các điểm M và N

c) Tính công suất và hệ số công suất của mạch điện.

ĐS: a) $i_1 = 4,91\sin(314t - 0,523)(A)$

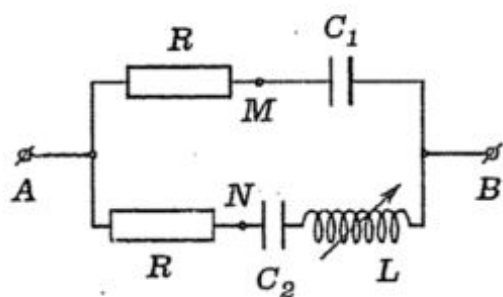
$i_2 = 3,01\sin(314t + 0,785)(A)$

b) $U_{MN} \approx 128V$

c) $P = 540W$; $\cos\varphi \approx 0,998$

10.4 Cho mạch điện xoay chiều sau đây :

$$\left\{ \begin{array}{l} R = 10,0\Omega \text{ (điện trở thuần)} \\ C_1 = 318\mu F \approx \frac{10^{-3}}{\pi} F \\ C_2 = 159\mu F \approx \frac{10^{-3}}{2\pi} F \\ L : \text{hệ số tự cảm thay đổi được} \\ \text{của cuộn thuần cảm} \end{array} \right.$$



Hiệu điện thế giữa A và B luôn có biểu thức :

$$u_{AB} = 141\sin 314t(V) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$$

a) Thay đổi L người ta thấy có một giá trị L_1 để hiệu điện thế hiệu dụng $U_{MN} = 0$. Tính L_1 . Tính công suất của mạch điện trong điều kiện đó và lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính.

b) Thay đổi L tiếp, người ta thấy có một giá trị $L_2 \neq L_1$ mà công suất của mạch điện vẫn bằng ở trường hợp a).

Tính L_2 . Lập biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{MN} trong trường hợp này.

ĐS: a) $L_1 = 31,8mH$; $P = 1000W$

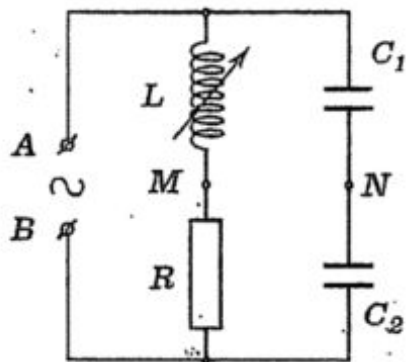
$i = 20\sin(314t + 0,785)(A)$

b) $L_2 = 95,4mH$

$u_{MN} = 141\sin(314t + 1,57)(V)$

10.5 Cho mạch điện xoay chiều sau đây

$$\left\{ \begin{array}{l} C_1 = C_2 = 63,6 \mu F \approx \frac{10^{-3}}{5\pi} F \\ R = 30,0 \Omega \text{ (điện trở thuần)} \\ L : \text{hệ số tự cảm thay đổi được} \\ \text{của một cuộn thuần cảm.} \end{array} \right.$$



Hiệu điện thế giữa A, B luôn có biểu thức :

$$u_{AB} = 141 \sin 314t (V) \approx 100\sqrt{2} \sin 100\pi t (V)$$

a) Chứng tỏ rằng khi thay đổi giá trị của L, hiệu điện thế hiệu dụng U_{MN} giữa hai điểm M, N luôn không đổi.

Tính giá trị không đổi này của U_{MN}

b) Tính giá trị của L để :

- Hệ số công suất của mạch cực đại
- Công suất của mạch cực đại.

Với mỗi giá trị tìm thấy, lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính.

$$\text{ĐS : a) } U_{MN} = \frac{U_{AB}}{2} = 50,0V$$

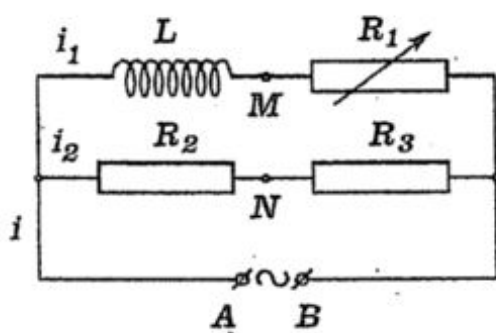
$$\text{b) } L_1 = 47,7mH$$

$$i_1 = 3,80 \sin(314t - 0,124)(A)$$

$$L_2 = 95,4mH$$

$$i_2 = 2,54 \sin(314t - 0,380)(A)$$

10.6 Cho mạch điện xoay chiều sau.



$$\left\{ \begin{array}{l} R_2 = R_3 = 30,0 \Omega \text{ (điện trở thuần)} \\ R_1 : \text{biến trở (điện trở thuần)} \\ L = 55,0mH \approx \frac{\sqrt{3}}{10\pi} H \\ \text{(cuộn thuần cảm)} \end{array} \right.$$

Một vôn kế nhiệt mắc giữa M, N luôn luôn chỉ số đo 120V.

a) Tính hiệu điện thế hiệu dụng U_{AB} giữa hai điểm A, B.

b) Tính giá trị của biến trở R_1 để các hiệu điện thế hiệu dụng U_{MN} và U_{MB} bằng nhau.

Suy ra các cường độ hiệu dụng trong các đoạn mạch trong điều kiện đó.

$$ĐS: \quad a) U_{AB} = 240V$$

$$b) R_1 = 10,0\Omega;$$

$$I_1 = 12,0A$$

$$I_2 = 4,0A; I \approx 14,4A$$

10.7 Cho mạch điện xoay chiều sau đây

- $\left\{ \begin{array}{l} R : \text{điện trở thuần} \\ C : \text{điện dung của tụ điện} \\ r, L : \text{điện trở hoạt động và} \\ \text{hệ số tự cảm của hai cuộn} \\ \text{dây giống nhau.} \end{array} \right.$

Hiệu điện thế giữa A và B luôn có biểu thức

$$u_{AB} = 141\sin 314t(V) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$$

a) Tính hiệu điện thế hiệu dụng U_{MN} giữa hai điểm M và N.

b) Cho $C = 318\mu F \approx \frac{10^{-3}}{\pi}F$. Biết các hiệu điện thế tức thời u_{MN} và u_{AB} biến thiên với pha vuông góc nhau. Hãy tính R và lập biểu thức của u_{MN} .

c) Với giá trị của R tính được ở câu b), hãy tính r và L nếu dòng điện mạch chính cùng pha với u_{AB} .

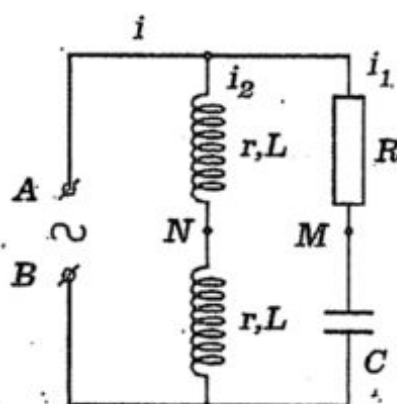
$$ĐS: \quad a) U_{MN} = 50V$$

$$b) R = 10,0\Omega$$

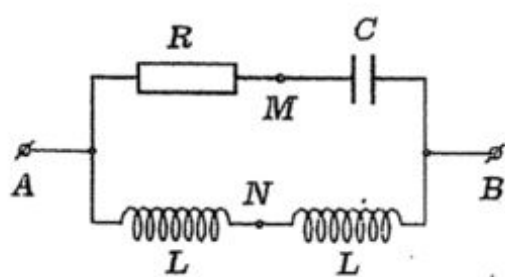
$$u_{MN} = 70,7\sin(314t - 1,57)(V)$$

$$c) r = 5,0\Omega$$

$$L = 15,9mH$$



10.8 Cho mạch điện xoay chiều sau đây :



$$\left\{ \begin{array}{l} f = 50\text{Hz} ; U_{AB} = \text{const} \\ R : \text{điện trở thuần} \\ L : \text{hệ số tự cảm của hai cuộn} \\ \quad \text{thuần cảm giống nhau} \\ C : \text{điện dung của tụ điện} \end{array} \right.$$

a) Chứng tỏ hiệu điện thế hiệu dụng U_{MN} không phụ thuộc giá trị của R, L, C .

b) Cho biết

$$U_{MN} = 50,0\text{V} ; R = 150\Omega ; L = 318\text{mH} \approx \frac{1}{\pi}\text{H} ;$$

$$C = 15,9\mu\text{F} \approx \frac{10^{-4}}{2\pi}\text{F}.$$

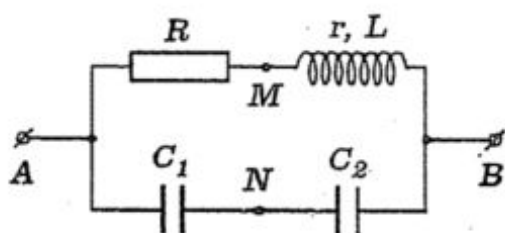
Hãy tính U_{AB} , cường độ dòng điện mạch chính và công suất của mạch điện.

c) Giả sử R thay đổi được. Tính giá trị của R để công suất của mạch cực đại. Tính công suất cực đại này.

$$\text{ĐS : b) } U_{AB} = 100\text{V} ; I = 0,300\text{A} ; P = 24,0\text{W}$$

$$\text{c) } R = 200\Omega ; P_{\text{max}} = 25,0\text{W}$$

10.9 Cho mạch điện sau đây :



$$\left\{ \begin{array}{l} R = 20,0\Omega \text{ (điện trở thuần)} \\ r = 10,0\Omega \\ L = 55,0\text{mH} \approx \frac{\sqrt{3}}{10\pi}\text{H} \\ C_1, C_2 : \text{điện dung của hai} \\ \quad \text{tụ điện} \end{array} \right.$$

Hiệu điện thế giữa A, B luôn có biểu thức :

$$u_{AB} = 141\sin 314t(\text{V}) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$$

a) Tính tỉ số $\frac{C_1}{C_2}$ để hiệu điện thế hiệu dụng U_{MN} cực tiểu. Lập biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{MN} trong điều kiện đó.

b) Điều kiện trên đây vẫn được thỏa. Biết rằng dòng điện mạch chính cùng pha với u_{AB} . Hãy :

- Tính C_1 và C_2
- Lập biểu thức của dòng điện mạch chính.

$$DS : a) \frac{C_1}{C_2} = 1 ;$$

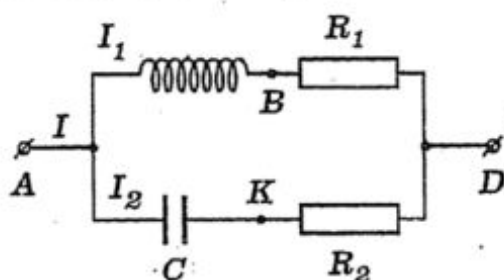
$$u_{MN} = 40,8 \sin(314t + 1,57) (V)$$

$$b) C_1 = C_2 = 91,8 \mu F$$

$$i = 3,54 \sin 314t (A)$$

10.10 Cho mạch điện xoay chiều như hình sau đây :

$$\begin{cases} R_1 = R_2 = R = 40 \Omega \\ L : \text{độ tự cảm của cuộn} \\ \text{thuần cảm} \\ C : \text{điện dung của tụ điện} \end{cases}$$



Tần số góc ω của dòng điện được cho bởi

$$L\omega = \frac{1}{C\omega} = 30 \Omega$$

Hiệu điện thế xoay chiều đặt vào AD có giá trị hiệu dụng 100V.

a) Vẽ giản đồ vectơ quay đối với mạch điện. Tính cường độ hiệu dụng các dòng điện.

b) Tính hiệu điện thế U_{BK} . Hiệu điện thế này có gì đặc biệt ?

c) Xác định $R = R'$ để có $U'_{BK} = U = 100V$.

Tính cường độ hiệu dụng của các dòng I' , I'_1 và I'_2 trong trường hợp này.

ĐS : a) $I_1 = I_2 = 2,0A$

b) $U_{BK} = 96V$

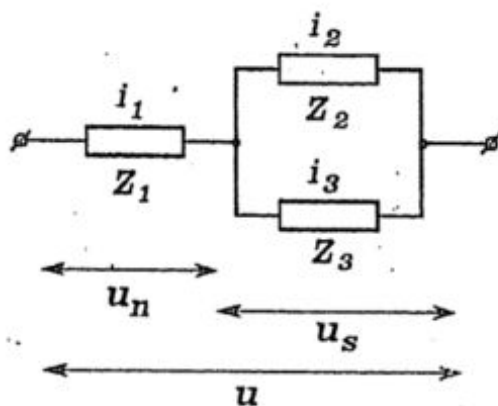
u_{BK} chậm pha vuông góc với u_{AD}

c) $R' = 30\Omega$

$I'_1 = I'_2 \approx 2,36A$

$I' = 3,33A$

§2. MẠCH ĐIỆN GỒM NHIỀU ĐOẠN NỐI TIẾP CÓ CÁC NHÁNH SONG SONG (MẠCH HỖN HỢP)



u_n : hiệu điện thế giữa hai đầu
đoạn mạch có các phần tử nối tiếp
 u_s : hiệu điện thế giữa hai đầu
các đoạn mạch song song

A - TÓM TẮT KẾT QUẢ CỦA TRƯỜNG HỢP CƠ BẢN

I. Liên hệ giữa các cường độ dòng điện và các hiệu điện thế

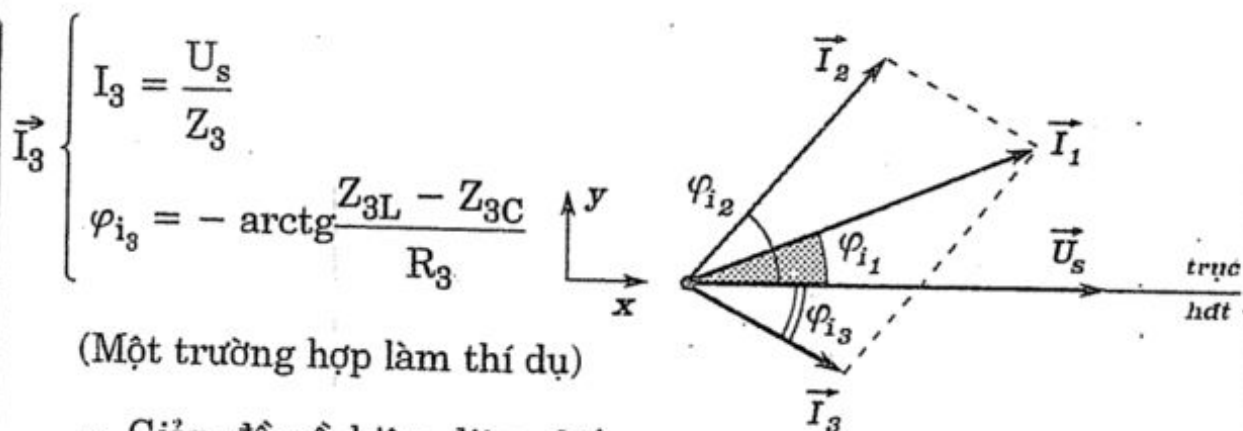
$$i_1 = i_2 + i_3 \Rightarrow \vec{I}_1 = \vec{I}_2 + \vec{I}_3$$

$$u = u_n + u_s \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_n + \vec{U}_s$$

II. Giải đồ vectơ

- Giải đồ về cường độ dòng điện

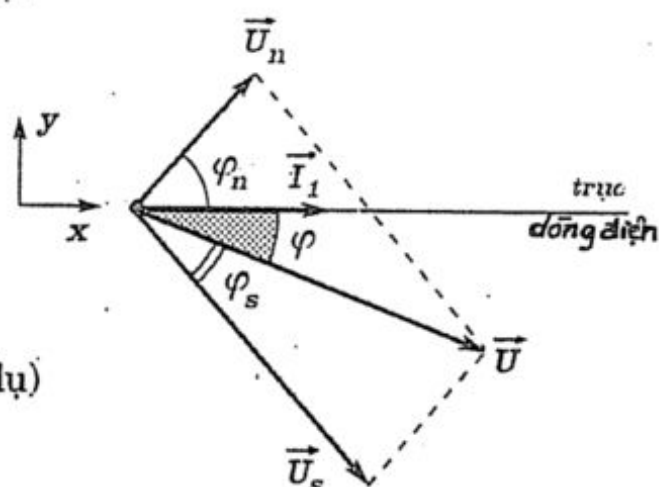
$$\vec{I}_2 \begin{cases} I_2 = \frac{U_s}{Z_2} \\ \varphi_{i_2} = -\arctg \frac{Z_{2L} - Z_{2C}}{R_2} \end{cases}$$



– Giảm đồ về hiệu điện thế

$$\vec{U}_n \begin{cases} U_n = Z_1 I_1 \\ \varphi_n \end{cases}$$

$$\vec{U}_s \begin{cases} U_s \\ \varphi_s = -\varphi_{i_1} \end{cases}$$



Ghi chú :

- * φ_n : góc lệch pha của hiệu điện thế đoạn mạch chỉ có các phần tử mắc nối tiếp trên mạch chính so với dòng điện mạch chính.
- * φ_s : góc lệch pha của hiệu điện thế đoạn mạch có các nhánh song song so với dòng điện mạch chính.
- * Có thể vẽ chung hai giản đồ vectơ quay thành một giản đồ kết hợp.

III. Thực hiện tính toán theo giản đồ vectơ

Áp dụng phép chiếu lên hai trục vuông góc :

– Cường độ dòng điện

$$\left. \begin{aligned} I_{1x} &= I_2 \cos \varphi_{i_2} + I_3 \cos \varphi_{i_3} \\ I_{1y} &= I_2 \sin \varphi_{i_2} + I_3 \sin \varphi_{i_3} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} I_1 &= \sqrt{I_{1x}^2 + I_{1y}^2} ; \quad \operatorname{tg} \varphi_{i_1} = \frac{I_{1y}}{I_{1x}} \end{aligned}$$

– Hiệu điện thế

$$\left. \begin{aligned} U_x &= U_n \cos \varphi_n + U_s \cos \varphi_s \\ U_y &= U_n \sin \varphi_n + U_s \sin \varphi_s \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} U &= \sqrt{U_x^2 + U_y^2} ; \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{U_y}{U_x} \end{aligned}$$

Ghi chú :

Nếu các góc có liên quan là những góc đặc biệt, có thể thực hiện tính toán dựa theo *tính chất hình học*.

IV. Tổng trở của mạch điện

Áp dụng công thức định nghĩa :

$$Z = \frac{U}{I_1}$$

V. Công suất – Hệ số công suất

– Công suất :

$$P = UI_1 \cos \varphi$$

hoặc

$$P = \sum R_j I_j^2$$

(đoạn mạch gồm R, L, C)

– Hệ số công suất :

$$\cos \varphi = \frac{P}{UI_1}$$

(có thể tính $\cos \varphi$ theo giản đồ vectơ)

B – HƯỚNG DẪN GIẢI TOÁN

Bài toán 11

Tính các cường độ dòng điện và hiệu điện thế. Lập biểu thức giá trị tức thời của các cường độ dòng điện và các hiệu điện thế.

- Tính tổng trở của mỗi đoạn mạch song song và độ lệch pha của cường độ dòng điện trong đoạn mạch so với hiệu điện thế giữa hai đầu.

$$Z_j = \sqrt{R_j^2 + (Z_{jL} - Z_{jC})^2}; \quad \operatorname{tg} \varphi_{ij} = - \frac{Z_{jL} - Z_{jC}}{R_j}$$

- Tính cường độ dòng điện trong mỗi đoạn mạch song song theo hiệu điện thế. So sánh các cường độ dòng điện.

$$I_j = \frac{U_s}{Z_j};$$

- Vẽ giản đồ vectơ biểu diễn cường độ dòng điện trong các đoạn mạch song song. Xác định vectơ tổng biểu diễn cường độ dòng điện mạch chính.

$$i_1 = \sum i_j \Rightarrow \vec{I}_1 = \sum \vec{I}_j$$

Suy ra biên độ và góc lệch pha của cường độ dòng điện mạch chính so với u_s .

$$\vec{I}_1 \begin{cases} I_1 \\ \varphi_{i_1} \end{cases}$$

- Xác định vectơ quay biểu diễn hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch nối tiếp với đoạn mạch có các nhánh song song.

$$\vec{U}_n \begin{cases} U_n = Z_n I_1 \\ \varphi_n \end{cases}$$

So sánh các hiệu điện thế U_n và U_s

(Ghi chú: Nếu đoạn này cũng gồm các nhánh song song, thực hiện tính toán như trên)

- Vẽ giản đồ vectơ biểu diễn các hiệu điện thế và xác định vectơ tổng biểu diễn hiệu điện thế toàn phần.

$$u_n + u_s = u \Rightarrow \vec{U}_n + \vec{U}_s = \vec{U}$$

Thiết lập hệ thức liên lạc giữa U_n ; U_s và U . Giải để tính U_n và U_s .

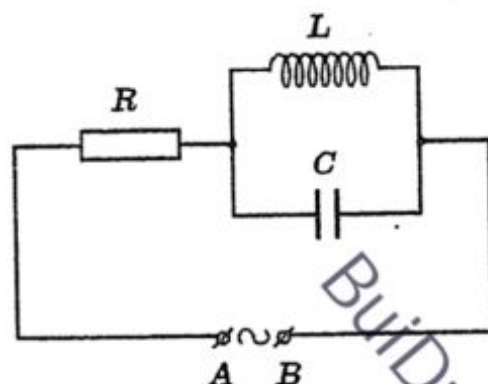
- Tính các cường độ dòng điện. Suy ra biểu thức của các giá trị tức thời.

■ BÀI TẬP THÍ DỤ

11.1 Giữa hai điểm A, B luôn luôn có hiệu điện thế $u = 311\sin 314t(V)$ người ta mắc mạch điện xoay chiều có sơ đồ như sau :

Cho biết :

$$\begin{cases} R = 220\Omega \\ L = 0,318H \\ \text{(cuộn thuần cảm)} \\ C = 0,318 \cdot 10^{-4}F \end{cases}$$



a) Chứng tỏ cường độ dòng điện chạy qua R luôn triệt tiêu.

b) Lập biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện chạy qua cuộn tự cảm và tụ điện.

(Lấy : $\frac{1}{\pi} \approx 0,318$; $311 \approx 220\sqrt{2}$; $\pi \approx 3,14$)

GIẢI

a) Chứng tỏ $I_R = 0$

– Ta có :

$$\begin{cases} Z_L = L\omega = 100\pi \cdot \frac{1}{\pi} = 100\Omega \\ Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{100\pi \cdot \frac{1}{\pi} \cdot 10^{-4}} = 100\Omega \end{cases}$$

Đặt U_s là hiệu điện thế giữa các đoạn mạch song song. Ta có :

$$I_L = \frac{U_s}{Z_L} = \frac{U_s}{Z_C} = I_C$$

– Định luật nút mạch cho :

$$i_R = i_L + i_C \Rightarrow \vec{I}_R = \vec{I}_L + \vec{I}_C$$

$$\vec{I}_L \begin{cases} I_L = I_C \\ \varphi_{i_L} = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$$

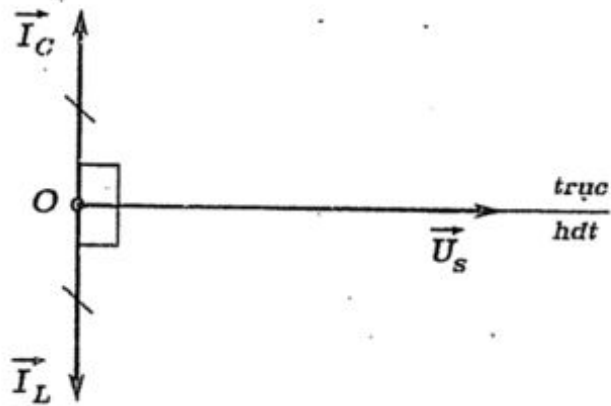
$$; \quad \vec{I}_C \begin{cases} I_C = I_L \\ \varphi_{i_C} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Ta có giản đồ :

Ta luôn có :

$$\vec{I}_L + \vec{I}_C = \vec{0}$$

$$\text{Vậy : } \vec{I}_R = \vec{0}$$



b) Biểu thức cường độ tức thời các dòng điện

- Do $I_R = 0$ ta luôn có :

$$U_R = RI_R = 0 \Rightarrow u_R = 0$$

Ta suy ra :

$$u = u_R + u_s = u_s$$

Hiệu điện thế giữa A và B được đặt vào đoạn mạch có hai nhánh song song.

$$\text{Vậy } I_L = \frac{U_0}{R_L} = \frac{220\sqrt{2}}{100} = 2,20\sqrt{2} = 3,11\text{A}$$

Biểu thức của dòng điện tức thời qua L :

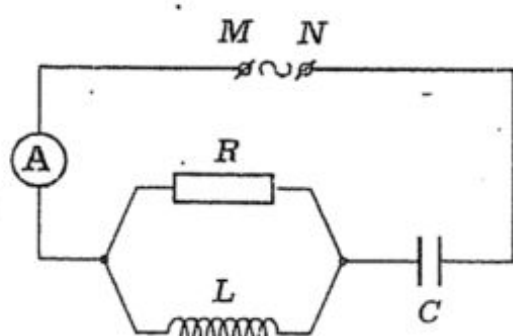
$$\begin{aligned} i_L &= 2,20\sqrt{2}\sin(100\pi t - \frac{\pi}{2})(\text{A}) \\ &\approx 3,11\sin(314t - 1,57)(\text{A}) \end{aligned}$$

Ta cũng suy ra được :

$$\begin{aligned} i_C &= 2,2\sqrt{2}\sin(100\pi t + \frac{\pi}{2})(\text{A}) \\ &\approx 3,11\sin(314t + 1,57)(\text{A}) \end{aligned}$$

11.2 Cho đoạn mạch điện xoay chiều có sơ đồ như sau :

$$\begin{cases} R = 100\Omega \\ Z_L = Z_C = 100\Omega \\ (L : \text{cuộn thuần cảm}) \\ u_{MN} = 100\sqrt{2}\sin 100\pi t (\text{V}) \end{cases}$$



a) Hãy tính số chỉ của ampe kế (A)

b) Lập biểu thức cường độ dòng điện tức thời trong mạch chính

GIẢI

a) Số chỉ của ampe kế

– Đặt U_n và U_s lần lượt là các hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu đoạn mạch gồm tụ điện và gồm cuộn thuần cảm mắc song song với điện trở R .

Ta có : $I_R = \frac{U_s}{R}$; $I_L = \frac{U_s}{Z_L}$

Vì $Z_L = R$ ta suy ra :

$$I_R = I_L$$

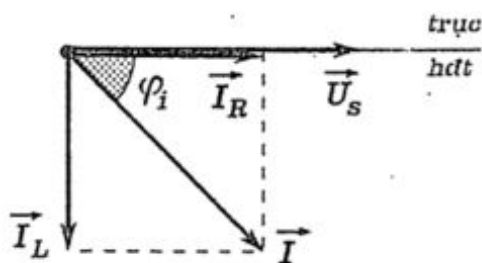
Áp dụng định luật nút mạch đối với giá trị tức thời ta có :

$$i = i_R + i_L \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_R + \vec{I}_L$$

$$\vec{I}_R \begin{cases} I_R \\ \varphi_{i_R} = 0 \end{cases}$$

$$\vec{I}_L \begin{cases} I_L = I_R \\ \varphi_{i_L} = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Ta suy ra giản đồ vectơ về dòng điện đối với hai đoạn mạch song song như sau :



Theo giản đồ vectơ ta có :

$$\begin{cases} \varphi_i = -\frac{\pi}{4} \\ I = I_R\sqrt{2} \end{cases}$$

- Tính chất cộng áp dụng đối với hiệu điện thế tức thời giữa các đoạn mạch nối tiếp cho :

$$u_{MN} = u_n + u_s \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_n + \vec{U}_s$$

$$\vec{U}_n \begin{cases} U_n \\ \varphi_n = \varphi_C = -\frac{\pi}{2} \end{cases} ; \quad \vec{U}_s \begin{cases} U_s \\ \varphi_s = -\varphi_i = \frac{\pi}{4} \end{cases}$$

Ta vẽ được giản đồ vectơ sau đây về hiệu điện thế :

Suy ra :

$$\begin{cases} U_x = U_s \cdot \cos\varphi_s \\ U_y = U_n \cdot \sin\varphi_n + U_s \cdot \sin\varphi_s \end{cases}$$

Với :

$$\begin{cases} U_s = RI_R = 100I_R \\ U_n = Z_C I = 100\sqrt{2}I_R \end{cases} \Rightarrow U_n = U_s\sqrt{2}$$

Ta suy ra :

$$\left. \begin{aligned} U_x &= U_s \frac{\sqrt{2}}{2} \\ U_y &= U_s\sqrt{2}(-1) + U_s \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = -U_s \frac{\sqrt{2}}{2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow U = \sqrt{U_x^2 + U_y^2} = U_s$$

Do đó :

$$I = \frac{U_n}{Z_C} = \frac{U_s\sqrt{2}}{Z_C} = \frac{U\sqrt{2}}{Z_C} = \frac{U_0}{Z_C} = \frac{100\sqrt{2}}{100} = \sqrt{2}A$$

$$\approx 1,41A$$

(A) chỉ cường độ hiệu dụng của dòng điện mạch chính 1,41A.

b) Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính :

Từ giản đồ vectơ ta có :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_y}{U_x} = -1 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4} \approx -0,785 \text{ rad}$$

Theo trên : $I_0 = I\sqrt{2} = 2,00 \text{ A}$

Vậy : $i = 2,00 \sin(100\pi t - \frac{\pi}{4}) (\text{A}) \approx 2,00 \sin(314t - 0,785) (\text{A})$

11.3 Cho mạch điện xoay chiều có sơ đồ như sau

$$R_1 = 141 \Omega \approx 100\sqrt{2} \Omega$$

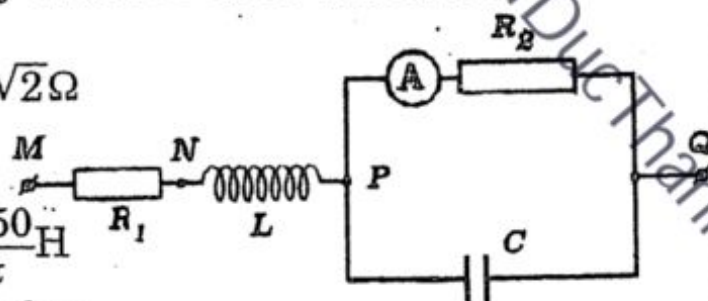
$$R_2 = 500 \Omega$$

$$L = 0,796 \text{ H} \approx \frac{2,50}{\pi} \text{ H}$$

(cuộn thuần cảm)

$$C = 0,637 \cdot 10^{-5} \text{ F} \approx \frac{2}{\pi} \cdot 10^{-5} \text{ F}$$

$$f = 50 \text{ Hz} ; R_A \approx 0$$



Cho biết $\textcircled{A}$ chỉ $0,200 \text{ A}$. Hãy tính :

a) Các cường độ dòng điện qua R_1 và qua C

b) Các hiệu điện thế U_{MN} , U_{NP} , U_{MQ}

GIẢI

a) Các cường độ dòng điện

– Ta có :

$$Z_L = 2\pi fL = 100\pi \cdot \frac{2,50}{\pi} = 250 \Omega$$

$$Z_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{100\pi \cdot \frac{2}{\pi} \cdot 10^{-5}} = 500 \Omega$$

Suy ra :

$$U_{PQ} = I_A R_2 = 0,200.500 = 100V$$

Do đó :
$$I_C = \frac{U_{PQ}}{Z_C} = \frac{100}{500} = 0,200A$$

- Định luật nút mạch cho i :

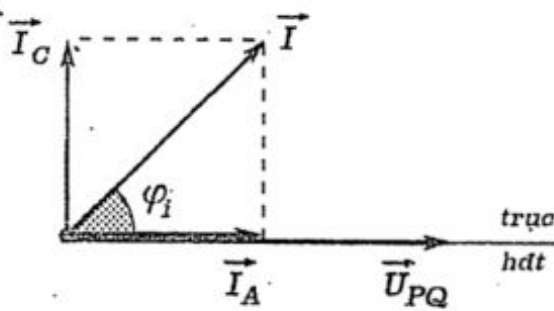
$$i = i_A + i_C \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_A + \vec{I}_C$$

$$\vec{I}_A \begin{cases} I_A = 0,200A \\ \varphi_{i_A} = 0 \end{cases} ; \quad \vec{I}_C \begin{cases} I_C = I_A = 0,200A \\ \varphi_{i_C} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Ta có giản đồ vectơ của các cường độ dòng điện mạch rẽ.

Từ giản đồ ta suy ra :

$$I = \sqrt{I_A^2 + I_C^2} = I_A \sqrt{2} = 0,200.\sqrt{2} \approx 0,282A$$



Dòng điện I là dòng điện qua R_1 trong mạch chính.

b) Các hiệu điện thế

- Ta có :

$$U_{MN} = R_1 I = 100\sqrt{2}.0,200\sqrt{2} = 40,0V$$

$$U_{NP} = Z_L I = 250.0,200.\sqrt{2} \approx 70,7V$$

- Tính chất cộng của hiệu điện thế áp dụng cho các giá trị tức thời trên đoạn mạch MQ cho :

$$u_{MQ} = u_{MN} + u_{NP} + u_{PQ}$$

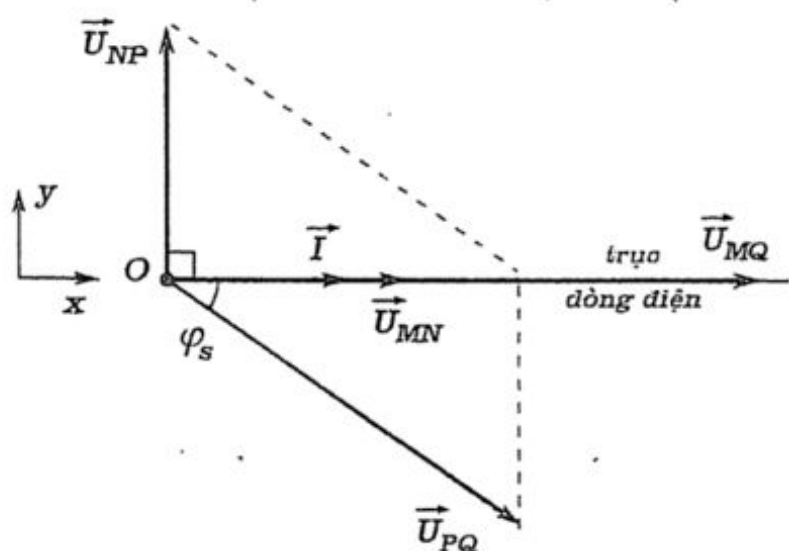
Suy ra :

$$\vec{U}_{MQ} = \vec{U}_{MN} + \vec{U}_{NP} + \vec{U}_{PQ}$$

$$\vec{U}_{MN} \begin{cases} U_{MN} = 40,0V \\ \varphi_{Rn} = 0 \end{cases}; \vec{U}_{NP} \begin{cases} U_{NP} = 50,0\sqrt{2}V \\ \varphi_{Ln} = \frac{\pi}{2} \end{cases}; \vec{U}_{PQ} \begin{cases} U_{PQ} = 100V \\ \varphi_s = -\varphi_i = -\frac{\pi}{4} \end{cases}$$

Ta có giản đồ vectơ cho các hiệu điện thế :

Chiếu lên hệ trục tọa độ Oxy. Ta có :

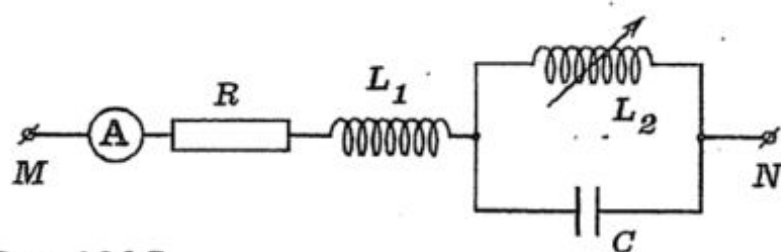


$$\begin{cases} (U_{MQ})_x = U_{MN} + U_{PQ} \cdot \cos \varphi_s \\ = 40,0 + 100 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \\ = 40,0 + 50\sqrt{2} \approx 110,7V \\ (U_{MQ})_y = U_{NP} + U_{PQ} \cdot \sin \varphi_s \\ = 50\sqrt{2} + 100 \sin(-\frac{\pi}{4}) \\ = 0 \end{cases}$$

$\vec{U}_{MQ}$ chỉ có thành phần trên trục dòng điện (cùng pha).

Do đó : $U_{MQ} \approx 110,7V$

11.4 Cho mạch điện xoay chiều như hình vẽ.



$$\begin{cases} R = 100\Omega \\ L_1 = 0,159H \approx \frac{1}{2\pi}H \text{ (cuộn thuần cảm)} \\ L_2 : \text{hệ số tự cảm thay đổi được (cuộn thuần cảm)} \\ C = 15,9\mu F = \frac{1}{2\pi} \cdot 10^{-4}F \\ R_A = 0 \end{cases}$$

Hiệu điện thế giữa MN có biểu thức :

$$u = 382 \sin 314t(V) \approx 270\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$$

a) L_2 phải có giá trị nào để ampe kế (A) chỉ số không?

Lập biểu thức cường độ các dòng điện qua cuộn L_2 và tụ điện C.

b) Cho $L_2 = 0,318H \approx \frac{1}{\pi}H$. Lập biểu thức cường độ các dòng điện qua R, C và L_2

GIẢI

a) Giá trị của L_2 - Biểu thức cường độ các dòng điện :

- Ta có :

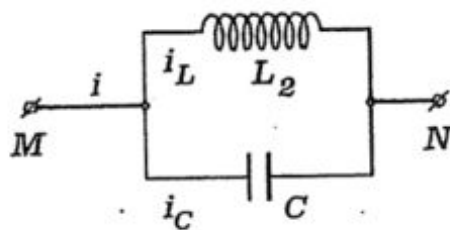
$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{1}{2\pi} \cdot 10^{-4} \cdot 100\pi} = 200\Omega$$

Khi ampe kế chỉ 0, đoạn mạch có thể coi như chỉ gồm cuộn L_2 và tụ điện C mắc song song.

$$i_L + i_C = i = 0$$

$$\Rightarrow \vec{i}_L + \vec{i}_C = \vec{0}$$

Suy ra :



$$I_L = \frac{U_{MN}}{Z_{L_2}} = I_C = \frac{U_{MN}}{Z_C} = \frac{270}{200} = 1,35A$$

$$\Rightarrow Z_{L_2} = Z_C = 200\Omega$$

Vậy :
$$L_2 = \frac{Z_{L_2}}{\omega} = \frac{200}{100\pi} \approx 0,636H.$$

- Ta cũng có :

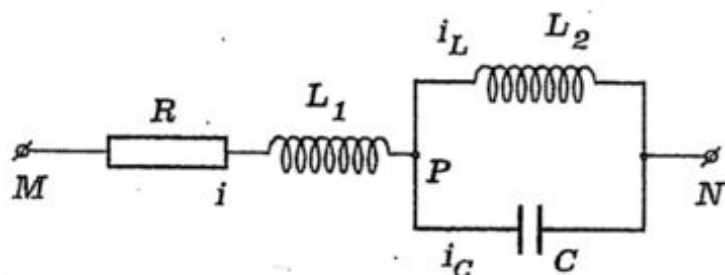
$$\varphi_{i_C} = \frac{\pi}{2} \quad (\text{góc lệch pha của } i_C \text{ so với } u)$$

$$\Rightarrow \varphi_{i_L} = -\frac{\pi}{2}$$

Do đó các cường độ dòng điện có biểu thức :

$$\begin{cases} i_L = 1,35\sqrt{2}\sin(100\pi t - \frac{\pi}{2})(A) \approx 1,91\sin(314t - 1,57)(A) \\ i_C = 1,35\sqrt{2}\sin(100\pi t + \frac{\pi}{2})(A) \approx 1,91\sin(314t + 1,57)(A) \end{cases}$$

b) Biểu thức cường độ các dòng điện trong trường hợp thứ hai



- Với $L_2 = 0,318H \approx \frac{1}{\pi}H$ ta có :

$$Z_{L_2} = L_2 \cdot \omega = \frac{1}{\pi} 100\pi = 100\Omega = \frac{Z_C}{2}$$

Do đó :

$$I_L = \frac{U_{PN}}{Z_L} = \frac{2U_{PN}}{Z_C} = 2I_C$$

$$\Rightarrow \vec{I}_L \begin{cases} I_L \\ \varphi_{i_L} = -\frac{\pi}{2} \end{cases} ; \quad \vec{I}_C \begin{cases} I_C = \frac{I_L}{2} \\ \varphi_{i_C} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Định luật nút mạch (mạch rẽ) cho :

$$i = i_L + i_C$$

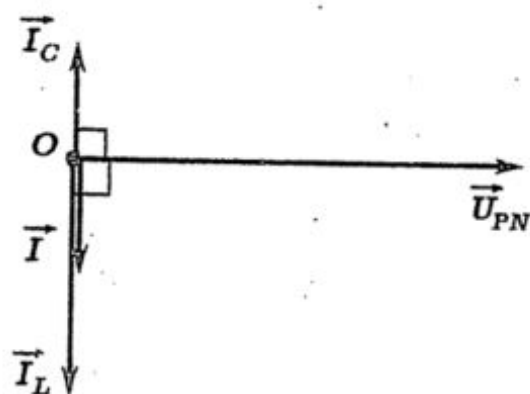
$$\Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_L + \vec{I}_C$$

Suy ra giản đồ vectơ về cường độ :

Theo giản đồ :

$$I = I_L - I_C = \frac{I_L}{2} = I_C ;$$

$$\varphi_i = -\frac{\pi}{2}$$



Vậy ta có :

$$\vec{U}_{PN} \begin{cases} U_{PN} = Z_{L_2} \cdot I_L = 100I_L \\ \varphi_{PN} = -\varphi_i = \frac{\pi}{2} \text{ (góc lệch pha so với } i) \end{cases}$$

- Mặt khác :

$$Z_{MP} = \sqrt{R^2 + Z_{L_1}^2} ; Z_{L_1} = L_1 \omega = \frac{1}{2\pi} 100\pi = 50,0\Omega$$

$$\Rightarrow Z_{MP} = \sqrt{100^2 + 50,0^2} = 50\sqrt{5}\Omega$$

Do đó :

$$U_{MP} = Z_{MP}I = 50\sqrt{5} \cdot \frac{I_L}{2} = 25\sqrt{5} \cdot I_L = \frac{\sqrt{5}}{4} U_{PN}$$

Góc lệch pha của u_{MP} so với i được tính bởi :

$$\operatorname{tg} \varphi_{MP} = \frac{Z_{L_1}}{R} = \frac{50,0}{100} = \frac{1}{2}$$

Vậy :

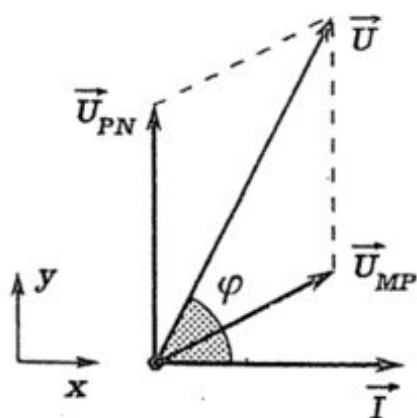
$$\vec{U}_{MP} \begin{cases} U_{MP} = \frac{\sqrt{5}}{4} U_{PN} \\ \varphi_{MP} = \arctg \frac{1}{2} \end{cases}$$

Tính chất hiệu điện thế cho :

$$u = u_{MP} + u_{PN}$$

$$\Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_{MP} + \vec{U}_{PN}$$

Suy ra giản đồ vectơ về hiệu điện thế :



Theo giản đồ vectơ ta có :

$$\begin{cases} U_x = U_{MP} \cdot \cos \varphi_{MP} \\ U_y = U_{MP} \cdot \sin \varphi_{MP} + U_{PN} \cdot \sin \varphi_{PN} \end{cases}$$

Nhưng :

$$\cos \varphi_{MP} = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_{MP}}} = \frac{2}{\sqrt{5}} ;$$

$$\sin \varphi_{MP} = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

Do đó :

$$\begin{cases} U_x = \frac{\sqrt{5}}{4} U_{PN} \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} = \frac{U_{PN}}{2} \\ U_y = \frac{\sqrt{5}}{4} \cdot U_{PN} \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} + U_{PN} = \frac{5}{4} U_{PN} \end{cases}$$

$$U = \sqrt{U_x^2 + U_y^2} = \frac{\sqrt{29}}{4} U_{PN}$$

$$\Rightarrow U_{PN} = \frac{4U}{\sqrt{29}} = \frac{4 \cdot 270}{\sqrt{29}} (\text{V}) ; U_{MP} = \frac{\sqrt{5}}{4} U_{PN} = \frac{270\sqrt{5}}{\sqrt{29}} (\text{V})$$

Vậy :

$$\begin{cases} I_{0L} = \frac{U_{PN} \sqrt{2}}{Z_{L_2}} \approx 2,82 \text{ A} \\ I_{0C} = \frac{I_{0L}}{2} = 1,41 \text{ A} \\ I_0 = I_{0C} = 1,41 \text{ A} \end{cases}$$

Ta có các biểu thức của pha ban đầu :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_y}{U_x} = 2,5 \Rightarrow \varphi = \arctg 2,5 \approx 68,2^\circ \approx 1,19 \text{ rad}$$

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i \Rightarrow \varphi_i = \varphi_u - \varphi = -\varphi \approx -1,19 \text{ rad}$$

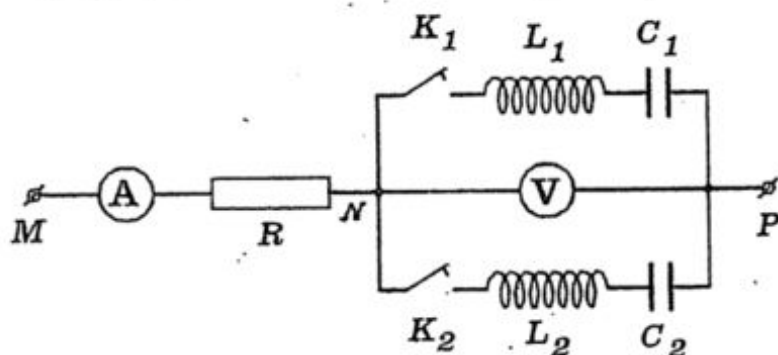
Do đó :

$$i = 1,41 \sin(314t - 1,19) (\text{A})$$

$$i_L = 2,82 \sin(314t - 1,19) (\text{A})$$

$$\begin{aligned} i_C &= 1,41 \sin(314t - 1,19 + 3,14) (\text{A}) \\ &= 1,41 \sin(314t + 1,95) (\text{A}) \end{aligned}$$

11.5 Cho đoạn mạch như hình sau đây



$$\left\{ \begin{array}{l} R = 15 \Omega ; L_1 = 31,8 \text{ mH} \approx \frac{0,1}{\pi} \text{ H} \\ C_1 = 530 \mu\text{F} ; L_2 = 63,6 \text{ mH} \approx \frac{0,2}{\pi} \text{ H} \\ C_2 = 106 \mu\text{F} \\ u_{MP} = 155 \sin 314t (\text{V}) \\ \approx 110\sqrt{2} \sin 100\pi t (\text{V}) \end{array} \right.$$

Tính số chỉ của ampe kế và vôn kế trong ba trường hợp :

- K_1 đóng, K_2 ngắt
- K_2 đóng, K_1 ngắt
- K_1 , K_2 đều đóng.

Coi điện trở của các cuộn dây và của ampe kế không đáng kể ; điện trở của vôn kế rất lớn.

GIẢI

Ta tính được :

$$Z_{L_1} = L_1 \omega = \frac{0,1}{\pi} \cdot 100\pi = 10\Omega$$

$$Z_{L_2} = L_2 \omega = \frac{0,2}{\pi} \cdot 100\pi = 20\Omega$$

$$Z_{C_1} = \frac{1}{C_1 \omega} = \frac{1}{530 \cdot 10^{-6} \cdot 100\pi} = \frac{318}{53} = 6\Omega$$

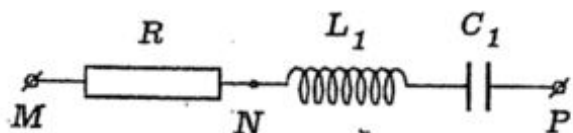
$$Z_{C_2} = \frac{1}{C_2 \omega} = \frac{1}{106 \cdot 10^{-6} \cdot 100\pi} = \frac{3180}{106} = 30\Omega$$

$$U_{MP} = \frac{U_0}{\sqrt{2}} = 110V$$

a) Trường hợp 1

Khi K_1 đóng, K_2 ngắt đoạn mạch có cấu tạo như sau .

Ta có tổng trở :



$$Z_1 = \sqrt{R^2 + (Z_{L_1} - Z_{C_1})^2} = \sqrt{15^2 + (10 - 6)^2}$$

$$= \sqrt{15^2 + 4^2} = \sqrt{241} \approx 15,5\Omega$$

Ampe kế (A) chỉ cường độ hiệu dụng I_1 của dòng điện :

$$I_1 = \frac{U_{MP}}{Z_1} = \frac{110}{15,5} \approx 7,1A$$

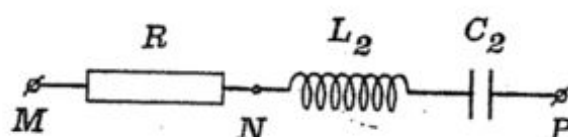
Vôn kế (V) chỉ hiệu điện thế hiệu dụng U_{NP} .

$$U_{NP} = Z_{NP} \cdot I_1 = \sqrt{(Z_{L_1} - Z_{C_1})^2} \cdot I_1 = (Z_{L_1} - Z_{C_1}) \cdot I_1 \\ = 4 \cdot 7,1 = 28,4V$$

b) Trường hợp 2 :

Khi K_2 đóng, K_1 ngắt đoạn mạch có cấu tạo như sau :

Ta có tổng trở :



$$Z_2 = \sqrt{R^2 + (Z_{L_2} - Z_{C_2})^2} = \sqrt{15^2 + (20 - 30)^2}$$

$$= \sqrt{15^2 + 10^2} = \sqrt{325} \approx 18\Omega$$

Ampe kế (A) chỉ cường độ hiệu dụng I_2 của dòng điện.

$$I_2 = \frac{U_{MP}}{Z_2} = \frac{110}{18} \approx 6,1A$$

Vôn kế (V) chỉ hiệu điện thế hiệu dụng U_{NP} .

$$U_{NP} = Z_{NP} \cdot I_2 = \sqrt{(Z_{L_2} - Z_{C_2})^2} \cdot I_2 = |Z_{L_2} - Z_{C_2}| I_2$$

$$= 10 \cdot 6,1 = 61V$$

c) Trường hợp 3 :

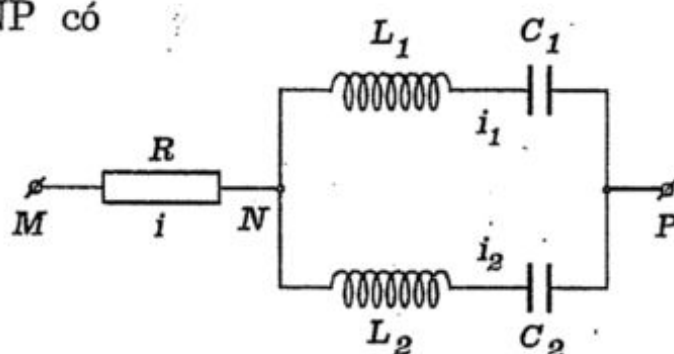
Khi K_1 và K_2 đều đóng, đoạn mạch có cấu tạo như sau :

Xét đoạn mạch NP có hai nhánh song song.

Ta có :

$$i = i_1 + i_2$$

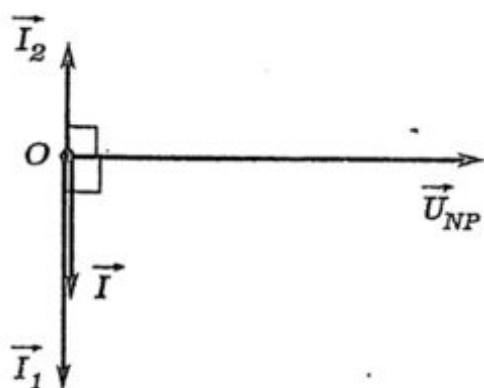
$$\Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$$



với :

$$\vec{I}_1 \begin{cases} I_1 = \frac{U_{NP}}{4} ; \\ \varphi_{i_1} = -\frac{\pi}{2} \end{cases} \quad \vec{I}_2 \begin{cases} I_2 = \frac{U_{NP}}{10} \\ \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Suy ra giản đồ vectơ về cường độ dòng điện.



Theo giản đồ vectơ này ta có :

$$\begin{cases} I = I_1 - I_2 = \frac{3U_{NP}}{20} \\ \varphi_i = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Xét hai đoạn nối tiếp MN và NP.

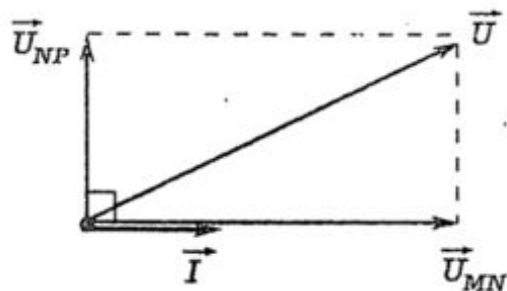
Ta có : $u = u_{MN} + u_{NP}$

$$\Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_{MN} + \vec{U}_{NP}$$

với : $\vec{U}_{MN} \begin{cases} U_{MN} = RI = 15I \\ \varphi_1 = 0 \end{cases}$; $\vec{U}_{NP} \begin{cases} U_{NP} = \frac{20I}{3} \\ \varphi_2 = -\varphi_1 = \frac{\pi}{2} \end{cases}$

Suy ra giản đồ vectơ về hiệu điện thế :

Từ giản đồ vectơ này ta có :



$$U = \sqrt{U_{MN}^2 + U_{NP}^2}$$

$$= I \sqrt{15^2 + \left(\frac{20}{3}\right)^2}$$

Vậy, ampe kế (A) chỉ cường độ

hiệu dụng I của dòng điện mạch chính:

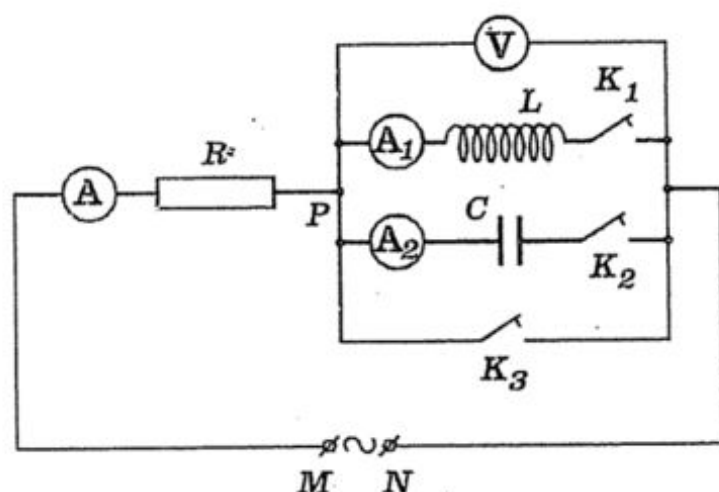
$$I = \frac{110}{\sqrt{15^2 + \left(\frac{20}{3}\right)^2}} = \frac{330}{\sqrt{2425}} \approx \frac{330}{49,24} \approx 6,7A$$

Vôn kế (V) chỉ hiệu điện thế hiệu dụng U_{NP} .

$$U_{NP} = \frac{20}{3} \cdot I \approx \frac{400}{9} \approx 44,4V$$

■ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

11.6 Cho biết :



$$\left\{ \begin{array}{l} U_{MN} = 120V ; f = 50Hz \\ R : \text{điện trở thuần} \\ L : \text{độ tự cảm của cuộn thuần cảm} \\ R_A = 0 ; R_V \rightarrow \infty ; R_K = 0 \end{array} \right.$$

– Khi K_3 đóng, K_1 và K_2 đều ngắt : (A) chỉ 2,00A

– Khi K_2 đóng, K_1 và K_3 mở hoặc K_1 đóng K_2 và K_3 mở : (A) đều chỉ $1,41A \approx \sqrt{2}A$

Hãy tính :

a) Giá trị của R , L và C

b) Số chỉ của (V) trong các trường hợp nêu trên.

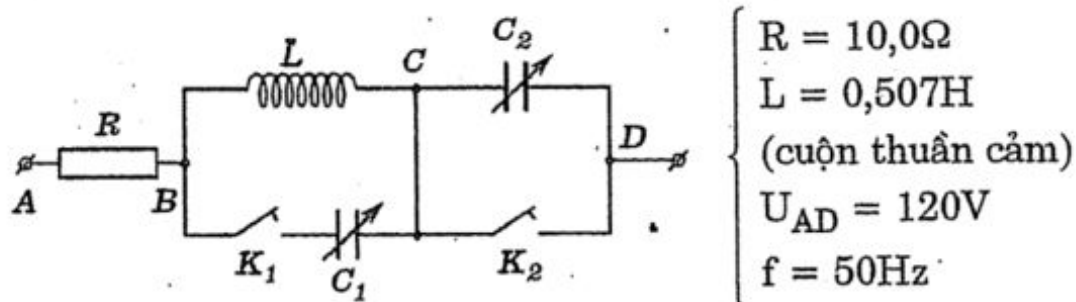
c) Số chỉ của các ampe kế khi K_1 , K_2 đóng và K_3 ngắt. (Lấy $\frac{1}{\pi} \approx 0,318$)

ĐS : a) $60,0\Omega$; $0,192H$; $53,0\mu F$

b) $0V$; $84,6V$

c) $0A$; $2,00A$

11.7 Một mạch điện có sơ đồ như sau đây :



a) K_1 và K_2 đều ngắt. Điều chỉnh C_2 sao cho dòng điện I_R qua R đạt giá trị cực đại. Hãy tính :

- Giá trị của điện dung C_2
- Cường độ dòng điện I_R cực đại nói trên
- Hiệu điện thế U_{CD}

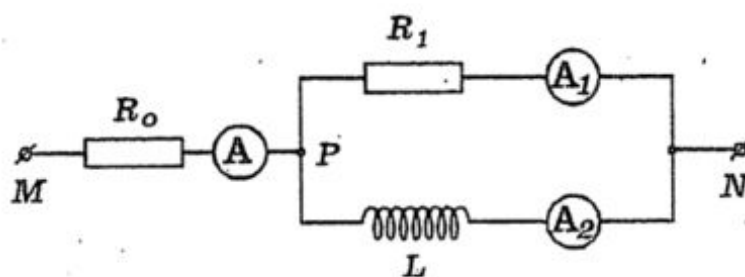
b) K_1 và K_2 đều đóng. Điều chỉnh C_1 sao cho dòng điện I_R qua R có giá trị cực tiểu. Hãy tính :

- Giá trị của điện dung C_1
- Cường độ dòng điện I_R cực tiểu này.

ĐS : a) $20\mu F$; $12A$; $1910V$

b) $20\mu F$; 0

11.8 Một mạch điện xoay chiều có sơ đồ cấu tạo như hình sau đây :



$$\begin{cases}
 R_0 = 50,0\Omega ; R_1 = 100,0\Omega \\
 L : \text{cuộn thuần cảm} \\
 u_{MN} = U_0 \sin 100\pi t \\
 R_A \approx 0
 \end{cases}$$

a) Ampe kế (A) chỉ 2,00A ; ampe kế (A₁) chỉ 1,00A.

Hãy tính U_0 và lập biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện qua ba ampe kế.

b) Thay cuộn thuần cảm L bằng tụ điện có điện dung C sao cho số chỉ của ba ampe kế không đổi. Hãy lập biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện qua ba ampe kế trong trường hợp này.

c) Nếu tụ điện nói ở câu b) được mắc song song với cuộn thuần cảm L của đoạn mạch ở câu a) thì số chỉ của các ampe kế là bao nhiêu ?

ĐS : a) $U_0 = 100\sqrt{6}V \approx 245V$

$$i_1 \approx 1,41\sin(314t + 0,523)(A)$$

$$i_2 \approx 2,45\sin(314t - 1,05)(A)$$

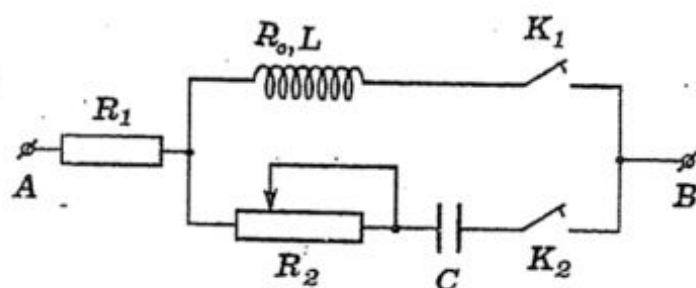
$$i \approx 2,82\sin(314t - 0,523)(A)$$

b) Biên độ như trên. Các pha ban đầu lần lượt là : $-0,523$; $1,05$; $0,523$ (rad)

c) 0 A và 1,16 A

11.9 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :

$$\left\{ \begin{array}{l} R_1 = 25,0\Omega \\ L : \text{cuộn tự cảm có} \\ C = 31,8\mu F \\ R_K \approx 0 ; R_2 : \text{biến trở} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} R_0 = 75,0\Omega \\ L = 0,318H \approx \frac{1}{\pi} H \end{array} \right.$$



Giữa A, B có hiệu điện thế xoay chiều :

$$u_{AB} = 141,4 \sin 314t (\text{V}) \approx 100\sqrt{2} \sin 100\pi t (\text{V})$$

a) K_1 đóng ; K_2 ngắt. Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện qua R_1 và của hiệu điện thế tức thời u_L giữa hai đầu cuộn dây.

b) K_2 đóng ; K_1 ngắt. Điều chỉnh R_2 sao cho cường độ dòng điện trên mạch có giá trị như ở câu a). Tính R_2 . Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện và của hiệu điện thế tức thời u_L .

c) Biến trở R_2 có giá trị như ở câu b). Hai khóa K_1 , K_2 cùng đóng. Tính cường độ các dòng điện trong mạch.

ĐS : a) $i = \sin(314t - 0,785) (\text{A})$

$$u_L = 125 \sin(314t + \varphi) (\text{V}) ; \varphi = \arctg \frac{4}{3} - 0,785$$

b) $i' = \sin(314t + 0,785) (\text{A})$

$$u'_L = 125 \sin(314t - \varphi) (\text{V})$$

c) $I_1 = 0,774 \text{A} ; I_L = I_2 = 0,645 \text{A}$

11.10 Giữa hai điểm A, B có hiệu điện thế xoay chiều $U = 120 \text{V}$ (tần số $f = 50 \text{Hz}$) người ta mắc nối tiếp điện trở thuần $R = 12,0 \Omega$ và cuộn thuần cảm có hệ số tự cảm

$$L = 0,019 \text{H} \approx \frac{0,06}{\pi} \text{H}.$$

a) Tính cường độ hiệu dụng I của dòng điện trong mạch và góc lệch pha φ_i giữa dòng điện và hiệu điện thế.

b) Tính điện dung C của tụ điện cần phải mắc nối tiếp với đoạn mạch trên để khi đặt vào A, B thì dòng điện và hiệu điện thế cùng pha. Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện lúc đó.

c) Đoạn mạch gồm các phần tử trên đây được bố trí lại như sau :

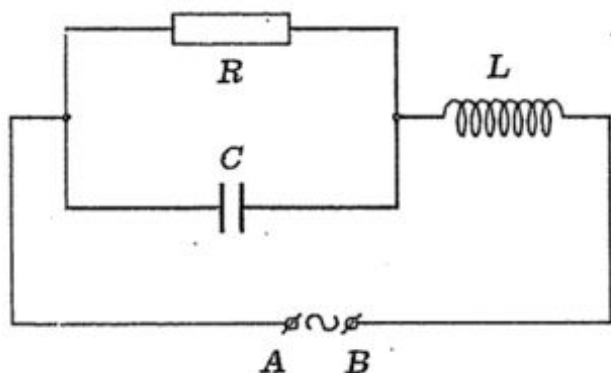
Hãy tính :

* Cường độ dòng điện I_1 qua tụ điện C.

* Cường độ dòng điện I_2 qua điện trở R

* Cường độ dòng điện I qua cuộn tự cảm L

* Góc lệch pha φ_{i_L} giữa dòng điện qua L trong mạch chính và hiệu điện thế u_{AB} .



ĐS : a) $I \approx 8,94A$; $\varphi = 26^{\circ}34'$

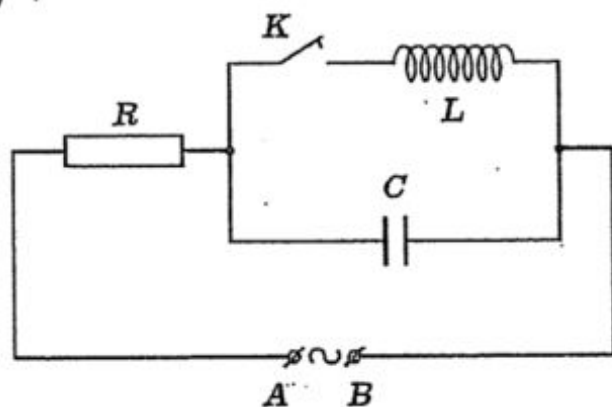
b) $C = 530\mu F$

c) $I_1 = 40,0A$; $I_2 = 20,0A$;

$I = 44,8A$; $\varphi \approx 26^{\circ}34'$

11.11 Cho mạch điện sau đây :

$$\begin{cases} R = 30,0\Omega \\ L = 0,382H \approx \frac{1,2}{\pi}H \\ \text{(cuộn thuần cảm)} \\ C = 106\mu F \approx \frac{1}{3\pi} \cdot 10^{-3}F \end{cases}$$



Hiệu điện thế xoay chiều đặt vào A, B có tần số góc thay đổi.

a) Định tần số góc của hiệu điện thế để dòng điện trong mạch chính cực tiểu.

b) Với $\omega = 100\pi s^{-1}$, cho biết cường độ tức thời của dòng điện trong mạch chính luôn có biểu thức :

$$i = 5,66\sin 314t(\text{A}) \approx 4\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{A})$$

Hãy : – Tính cường độ các dòng điện rẽ.

– Viết biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{AB} khi khóa K đóng và mở.

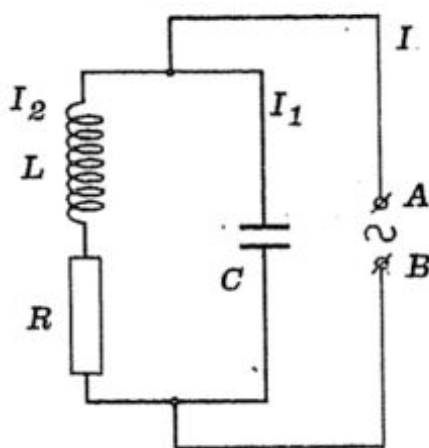
$$\text{ĐS: a) } \omega_0 = 157\text{s}^{-1} \approx 50\pi\text{s}^{-1}$$

$$\text{b) } 1,33\text{A}; 5,33\text{A}$$

$$u_{AB} = 240\sin 314t(\text{V})$$

$$u_{AB} = 200\sin(314t - \varphi)(\text{V}); \varphi = \arctg \frac{3}{4}$$

11.12 Giữa hai điểm A, B có hiệu điện thế xoay chiều



$$U_{AB} = 120\text{V} \text{ tần số } f = 50 \text{ Hz.}$$

a) Mắc song song vào giữa A và B hai đoạn mạch có cấu tạo như trong hình. Cho biết :

$$L = 0,954\text{H} \approx \frac{3}{\pi}\text{H}; R = 300\Omega$$

Tính cường độ hiệu dụng I_2 của dòng điện trong nhánh có điện trở R và cuộn thuần cảm L. Tính góc lệch pha φ_{i_2} của cường độ dòng điện so với hiệu điện thế.

b) Tính điện dung C của tụ điện để dòng điện hiệu dụng I_1 trong nhánh này thỏa điều kiện $I_1 = I_2\sqrt{2}$. Tính góc lệch pha φ_{i_1} của dòng điện trong nhánh này so với hiệu điện thế.

c) Tính cường độ hiệu dụng I của dòng điện trong mạch chính và góc lệch pha φ_i của dòng điện mạch chính so với hiệu điện thế.

d) Mắc nối tiếp vào đoạn mạch nói trên điện trở thuần $R' = 600\Omega$. Đoạn mạch tạo thành được đặt vào AB. Tính cường độ hiệu dụng của dòng điện I' qua R' và góc lệch pha $\varphi_{I'}$ của dòng điện này so với hiệu điện thế.

- ĐS :
- a) $I_2 \approx 0,28A$; $\varphi_{i_2} = -45^\circ$
 - b) $C = 10,6 \mu F$
 - c) $I = I_2 = 0,28A$; $\varphi_i = 45^\circ$
 - d) $I' \approx 0,126A$; $\varphi_{I'} = -18^\circ 26'$

11.13 Một đoạn mạch xoay chiều có cấu tạo như sau :

Cho :

$$Z_L = Z_C = 100\Omega$$

(L : cuộn thuần cảm)

$$u_{MN} = 200\sin 314t(V)$$

$$\approx 200\sin 100\pi t(V)$$

$$R_A \approx 0$$

- a) Chứng tỏ rằng ta luôn có :

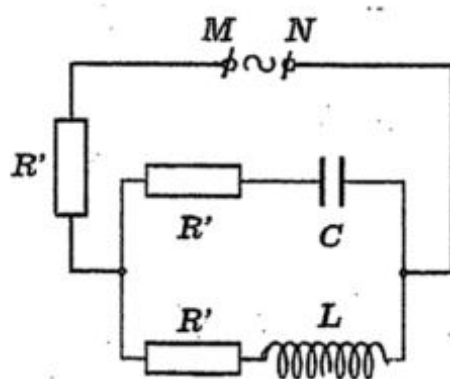
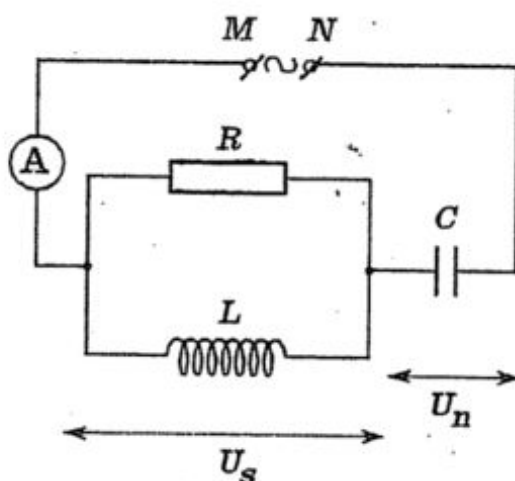
$$U_n^2 = U_{MN}^2 + U_s^2$$

- b) Lập biểu thức cường độ tức thời i_R qua điện trở thuần R. Nêu nhận xét.

- c) Cho $R = 50,0\Omega$. Hãy tính số chỉ của ampe kế (A).

- d) Dùng điện trở thuần R' thay cho R và bố trí lại đoạn mạch như sau. Các đặc điểm khác của mạch điện không thay đổi. Người ta đo được cường độ mạch chính chỉ bằng $1/n$ cường độ trong các nhánh rẽ.

Hãy tính R' theo n.

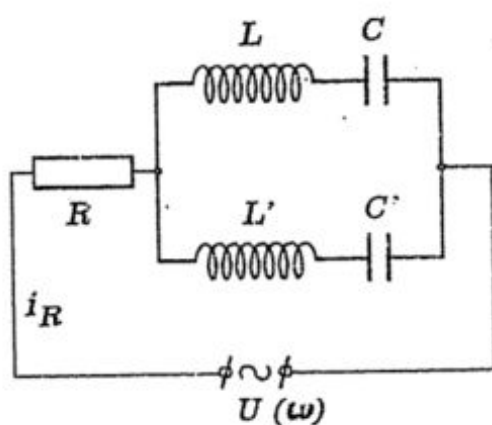


DS : b) $i_R = 200\sin(314t + 1,57)(A)$

c) $I_A \approx 1,22A$

d) $R' = \frac{100}{\sqrt{4n^2 - 1}}$

11.14 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



$\left\{ \begin{array}{l} L, L' : \text{hệ số tự cảm của} \\ \text{hai cuộn thuần cảm} \\ C, C' : \text{điện dung của} \\ \text{các tụ điện} \end{array} \right.$

Cho ω thay đổi từ $0 \rightarrow \infty$.

Hãy chứng tỏ :

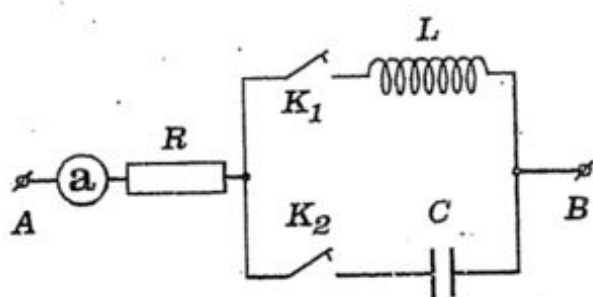
– Có hai giá trị ω_1, ω_2 của tần số góc dòng điện để I_R cực đại.

– Có một giá trị ω_3 duy nhất để $I_R = 0$

DS : a) $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{LC}} ; \omega_2 = \frac{1}{\sqrt{L'C'}}$

b) $\omega_3 = \sqrt{\frac{C+C'}{CC'(L+L')}}}$

11.15 Cho mạch điện sau đây :



$\left\{ \begin{array}{l} L = 31,8\text{mH} \approx \frac{1}{10\pi}\text{H} \\ \text{(cuộn thuần cảm)} \\ R : \text{điện trở thuần} \\ R_a = R_K \approx 0 \end{array} \right.$

Hiệu điện thế u_{AB} luôn có biểu thức :

$u_{AB} = 141\sin 314t(V) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$

Khi đóng một trong hai khóa, số chỉ của ampe kế không đổi. Đóng cả hai khóa.

a) Tính số chỉ của ampe kế.

b) Lập biểu thức cường độ tức thời các dòng điện trong hai mạch rẽ.

$$ĐS : a) I_a = 0$$

$$b) i_L = 14,1 \sin(314t - 1,57)(A)$$

$$i_C = 14,1 \sin(314t + 1,57)(A)$$

Bài toán 12

Tính tổng trở của mạch điện – Tính công suất và hệ số công suất

- Vẽ giản đồ vectơ biểu diễn hiệu điện thế các đoạn mạch với trục dòng điện mạch chính là trục gốc về pha.
- Tính cường độ dòng điện mạch chính I_1 . Suy ra tổng trở của mạch điện từ công thức định nghĩa.

$$Z = \frac{U}{I_1} \quad (I_1 : \text{dòng điện mạch chính})$$

- Công suất của mạch điện được tính :

- Theo công suất nhiệt (với đoạn mạch chỉ có R, L, C)

$$P = \sum R_j I_j^2$$

- Theo giản đồ vectơ :

$$P = UI_1 \cos \varphi$$

(I_1 : dòng điện hiệu dụng mạch chính)

- Hệ số công suất được tính bởi một trong hai cách sau :

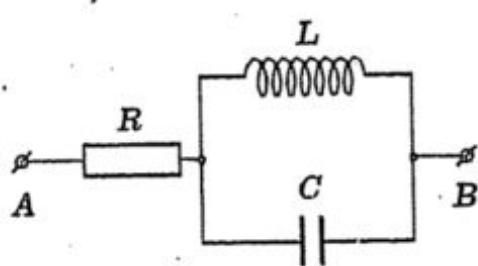
- Từ công thức của công suất :

$$\cos \varphi = \frac{P}{UI_1}$$

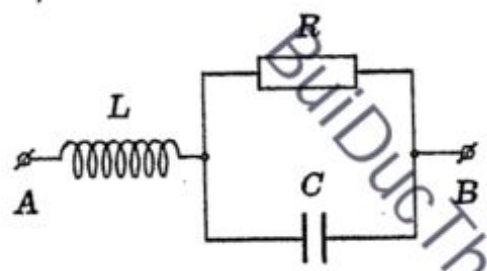
- Từ giản đồ bằng phương pháp giải tích.

■ BÀI TẬP THÍ DỤ

- 12.1 Cho điện trở thuần $R = 100\Omega$, cuộn thuần cảm có hệ số tự cảm $L = 0,318H \approx \frac{1}{\pi}H$ và tụ điện có điện dung $C = 15,9\mu F \approx \frac{10^{-4}}{2\pi}F$. Lần lượt mắc các linh kiện này theo hai sơ đồ như sau:



(1)



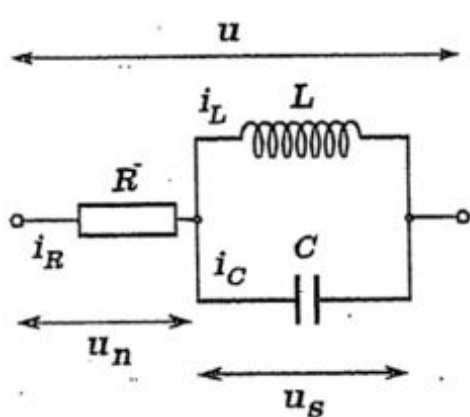
(2)

Giữa A, B đặt hiệu điện thế xoay chiều có tần số $f=50Hz$. Hãy tính tổng trở của mỗi mạch điện.

GIẢI

a) Mạch điện 1 :

– Ta có :



$$\left\{ \begin{array}{l} Z_L = L\omega = 2\pi fL = 100\pi \cdot \frac{1}{\pi} = 100\Omega \\ Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{100\pi \cdot \frac{10^{-4}}{2\pi}} = 200\Omega \end{array} \right.$$

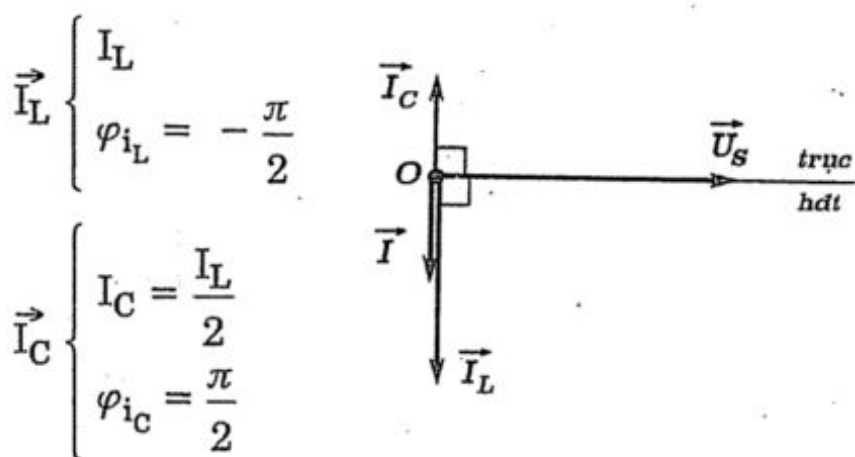
Suy ra :

$$\left\{ \begin{array}{l} I_L = \frac{U_s}{Z_L} = \frac{U_s}{100} \\ I_C = \frac{U_s}{Z_C} = \frac{U_s}{200} \end{array} \right\} \Rightarrow I_C = \frac{I_L}{2}$$

Ta cũng có :

$$i_R = i_L + i_C \Rightarrow \vec{I}_R = \vec{I}_L + \vec{I}_C$$

Suy ra giản đồ vectơ về cường độ dòng điện.



Từ giản đồ vectơ ta có :

$$I_R = I_L - I_C = I_C = \frac{I_L}{2}; \varphi_i = -\frac{\pi}{2}$$

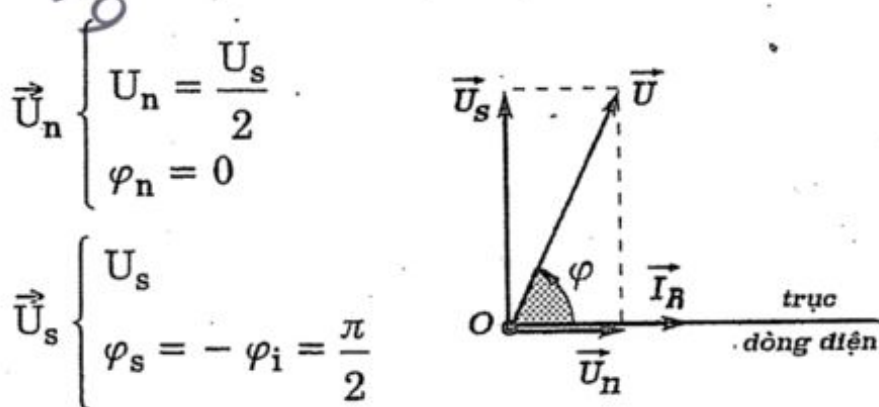
Do đó :

$$\left. \begin{aligned} U_n &= RI_R = 100.I_C \\ U_s &= Z_C I_C = 200.I_C \end{aligned} \right\} \Rightarrow U_n = \frac{U_s}{2}$$

Tính chất cộng của hiệu điện thế cho :

$$u = u_n + u_s \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_n + \vec{U}_s$$

Suy ra giản đồ vectơ về hiệu điện thế :



Từ giản đồ vectơ ta có :

$$U = \sqrt{U_n^2 + U_s^2} = U_s \sqrt{1 + \frac{1}{4}} = \frac{U_s \sqrt{5}}{2} = 100\sqrt{5} \cdot I_C$$

- Ta tính được :

$$Z = \frac{U}{I_R} = \frac{100\sqrt{5} \cdot I_C}{I_C} = 100\sqrt{5} \Omega$$

$$\approx 224 \Omega$$

b) Mạch điện 2

- Ta có :

$$Z_L = 100 \Omega = R ; Z_C = 200 \Omega$$

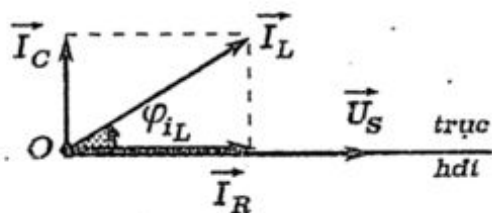
Suy ra :

$$\left. \begin{aligned} I_R &= \frac{U_s}{R} = \frac{U_s}{100} \\ I_C &= \frac{U_s}{Z_C} = \frac{U_s}{200} \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_C = \frac{I_R}{2}$$

Ta cũng có :

$$i_L = i_R + i_C \Rightarrow \vec{I}_L = \vec{I}_R + \vec{I}_C$$

Suy ra giản đồ vectơ về cường độ các dòng điện :



$$\vec{I}_R \left\{ \begin{aligned} I_R \\ \varphi_{i_R} &= 0 \end{aligned} \right. , \quad \vec{I}_C \left\{ \begin{aligned} I_C &= \frac{I_R}{2} \\ \varphi_{i_C} &= \frac{\pi}{2} \end{aligned} \right.$$

Từ giản đồ vectơ ta có :

$$I_L = \sqrt{I_C^2 + I_R^2} = I_C\sqrt{5} ; \operatorname{tg}\varphi_{i_L} = \frac{1}{2}$$

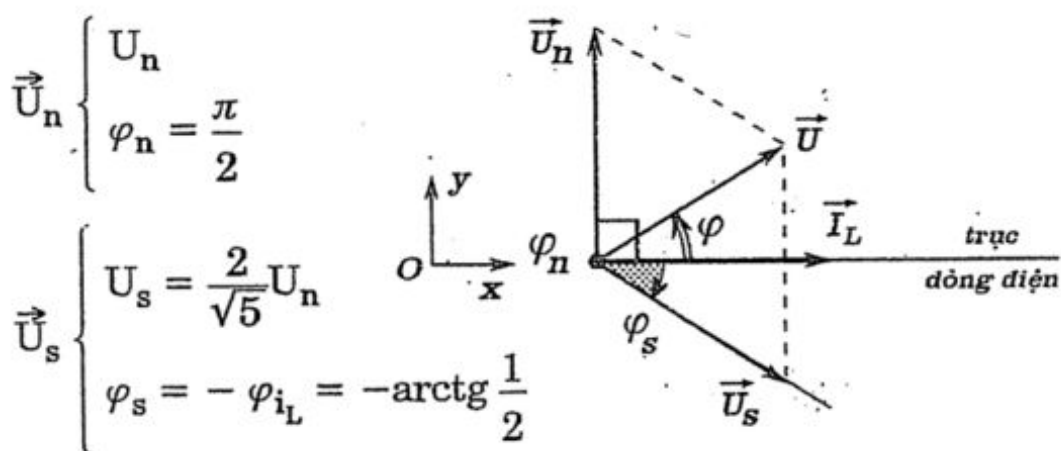
Do đó :

$$\left. \begin{array}{l} U_n = Z_L \cdot I_L = 100\sqrt{5}I_C \\ U_s = Z_C \cdot I_C = 200I_C \end{array} \right\} \Rightarrow U_s = \frac{2}{\sqrt{5}}U_n$$

- Tính chất cộng của hiệu điện thế cho :

$$u = u_n + u_s \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_n + \vec{U}_s$$

Suy ra giản đồ vectơ về hiệu điện thế :



Từ giản đồ vectơ ta có :

$$\begin{cases} U_x = U_s \cos \varphi_s = 200 I_C \frac{2}{\sqrt{5}} = \frac{400}{\sqrt{5}} \cdot I_C \\ U_y = U_n + U_s \sin \varphi_s = 100\sqrt{5} \cdot I_C + 200I_C \left(\frac{-1}{\sqrt{5}} \right) = \frac{300}{\sqrt{5}} I_C \end{cases}$$

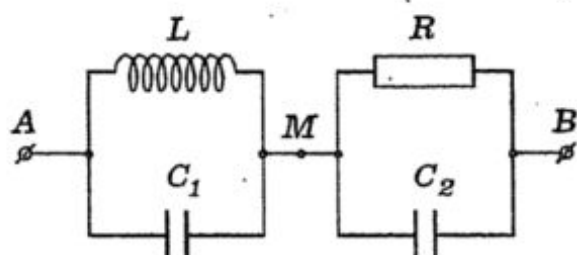
Do đó :

$$U = \sqrt{U_x^2 + U_y^2} = 100\sqrt{5} \cdot I_C$$

Vậy :

$$Z = \frac{U}{I_L} = \frac{100\sqrt{5} \cdot I_C}{\sqrt{5} \cdot I_C} = 100\Omega$$

12.2 Cho mạch điện sau đây :



$$R = 17,3\Omega = 10\sqrt{3}\Omega$$

(điện trở thuần)

$$L = 47,7\text{mH} \approx \frac{1,50}{10\pi}\text{H}$$

(cuộn thuần cảm)

$$C_1 = 106\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{3\pi}\text{F}$$

$$C_2 = C_1$$

Hiệu điện thế giữa A, B luôn có biểu thức :

$$u_{AB} = 141\sin 314t(\text{V}) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$$

Hãy :

a) Tính tổng trở của mạch điện AB.

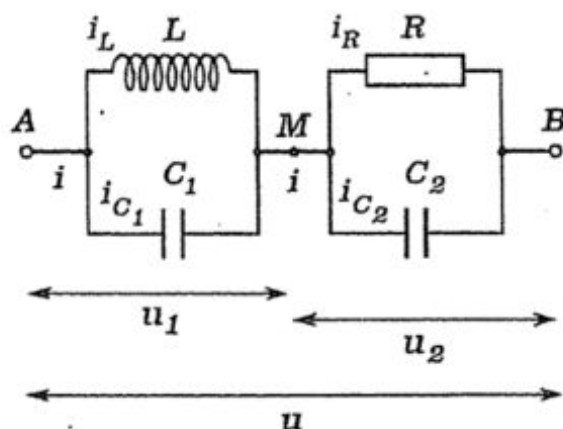
b) Lập biểu thức cường độ tức thời các dòng điện ở mạch chính và các mạch rẽ.

GIẢI

a) Tổng trở của mạch điện

- Ta có :

$$\left\{ \begin{array}{l} Z_L = L\omega = \frac{1,50}{10\pi} \cdot 100\pi = 15,0\Omega \\ Z_{C_1} = Z_{C_2} = \frac{1}{C_1\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-3}}{3\pi} \cdot 100\pi} = 30,0\Omega = Z_C \end{array} \right.$$



Suy ra :

$$\left\{ \begin{array}{l} I_L = \frac{U_1}{Z_L} = \frac{U_1}{15,0} \\ I_{C_1} = \frac{U_1}{Z_C} = \frac{U_1}{30,0} \end{array} \right\} \Rightarrow I_L = 2I_{C_1}$$

và:

$$\left. \begin{aligned} I_R &= \frac{U_2}{R} = \frac{U_2}{10\sqrt{3}} \\ I_{C_2} &= \frac{U_2}{Z_C} = \frac{U_2}{30,0} \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_R = \sqrt{3} \cdot I_{C_2}$$

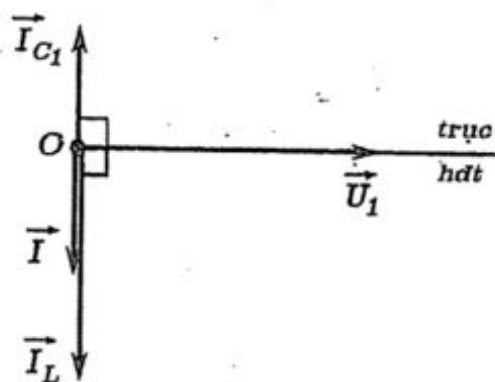
Ta cũng có:

$$i = i_L + i_{C_1} = i_R + i_{C_2} \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_L + \vec{I}_{C_1} = \vec{I}_R + \vec{I}_{C_2}$$

Suy ra giản đồ vectơ các dòng điện

$$\vec{I}_L \begin{cases} I_L \\ \varphi_{i_L} = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$$

$$\vec{I}_{C_1} \begin{cases} I_{C_1} = \frac{I_L}{2} \\ \varphi_{i_{C_1}} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

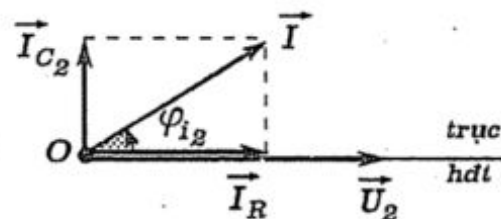


Từ giản đồ này ta có:

$$I = I_L - I_{C_1} = \frac{I_L}{2}; \varphi_{i_1} = -\frac{\pi}{2}$$

$$\vec{I}_R \begin{cases} I_R \\ \varphi_{i_R} = 0 \end{cases}$$

$$\vec{I}_{C_2} \begin{cases} I_{C_2} = \frac{I_R}{\sqrt{3}} \\ \varphi_{i_{C_2}} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$



Từ giản đồ này ta cũng có:

$$I = \sqrt{I_R^2 + I_{C_2}^2} = 2I_{C_2}; \operatorname{tg} \varphi_{i_2} = \frac{I_{C_2}}{I_R} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{6}$$

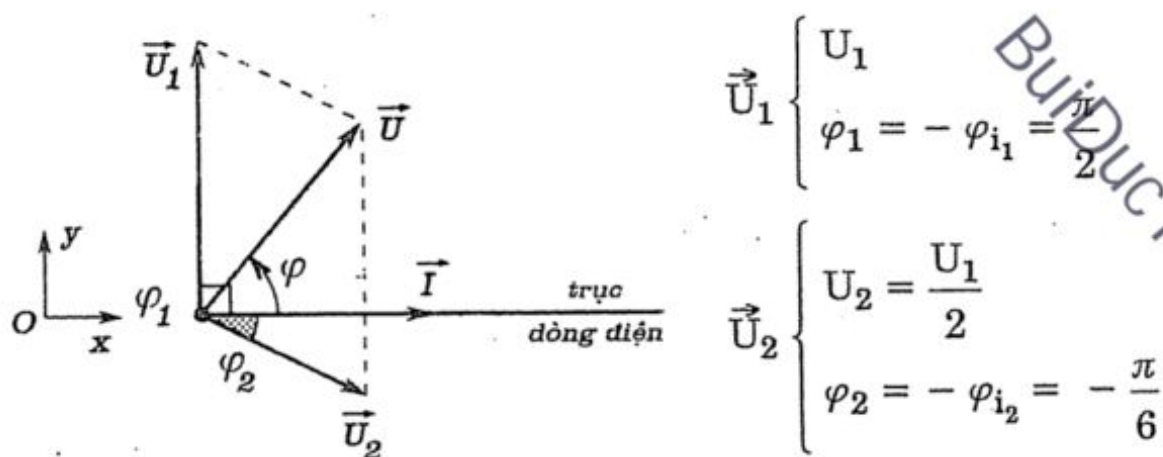
Vậy ta có thể tính các hiệu điện thế :

$$\left. \begin{aligned} U_1 &= Z_L \cdot I_L = 15,0 \cdot 2I = 30,0I \\ U_2 &= R \cdot I_R = 10\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \cdot I_{C_2} = 30,0 \cdot \frac{I}{2} = 15,0I \end{aligned} \right\} \Rightarrow U_1 = 2U_2$$

- Tính chất cộng của hiệu điện thế cho ta :

$$u = u_1 + u_2 \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_1 + \vec{U}_2$$

Suy ra giản đồ vectơ về các hiệu điện thế :



Theo giản đồ ta có :

$$\begin{cases} U_x = U_2 \cdot \cos \varphi_2 = 15,0I \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \\ U_y = U_1 + U_2 \sin \varphi_2 = 30,0I - 15,0I \cdot \frac{1}{2} = \frac{45,0}{2} I \end{cases}$$

$$\Rightarrow U = \sqrt{U_x^2 + U_y^2} = 15,0\sqrt{3}I$$

Vậy :

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{15,0\sqrt{3}I}{I} = 15,0\sqrt{3}\Omega \approx 26,0\Omega$$

Ta cũng định được góc lệch pha của hiệu điện thế u_{AB} so với dòng điện mạch chính bởi :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_y}{U_x} = \frac{45,0}{15,0\sqrt{3}} = \sqrt{3} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3} \approx 1,05\text{rad}$$

$$\Rightarrow \varphi_i = -\frac{\pi}{3} \approx -1,05\text{rad}$$

b) Biểu thức cường độ tức thời các dòng điện

– Theo kết quả ở câu trên ta có :

$$I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{100\sqrt{2}}{15,0\sqrt{3}} = \frac{20,0\sqrt{6}}{9} \text{A} \approx 5,44\text{A}$$

Do đó ta suy ra :

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{0L} = 2I_0 = \frac{40,0\sqrt{6}}{9} \text{A} \approx 10,88\text{A} \\ I_{0C_1} = I_0 = \frac{20,0\sqrt{6}}{9} \text{A} \approx 5,44\text{A} \\ I_{0R} = \frac{I_0\sqrt{3}}{2} = \frac{10,0\sqrt{2}}{3} \text{A} \approx 4,71\text{A} \\ I_{0C_2} = \frac{I_0}{2} = \frac{10,0\sqrt{6}}{9} \approx 2,72\text{A} \end{array} \right.$$

Các góc lệch pha của mỗi dòng điện so với hiệu điện thế u_{AB} được tính như sau :

$$(\vec{U}, \vec{I}_L) = -\varphi + \varphi_1 + \varphi_{i_L} = -\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{3} \approx -1,05\text{rad}$$

$$(\vec{U}, \vec{I}_{C_1}) = -\varphi + \varphi_1 + \varphi_{i_{C_1}} = -\frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} = \frac{2\pi}{3} \approx 2,09\text{rad}$$

$$(\vec{U}, \vec{I}_R) = -\varphi + \varphi_2 = -\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6} = -\frac{\pi}{2} \approx -1,57\text{rad}$$

$$(\vec{U}, \vec{I}_{C_2}) = -\varphi + \varphi_2 + \varphi_{i_{C_2}} = -\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{2} = 0$$

Do đó ta có các biểu thức :

$$i = \frac{20,0\sqrt{6}}{9} \sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right) (\text{A}) \approx 5,44\sin(314t - 1,05)(\text{A})$$

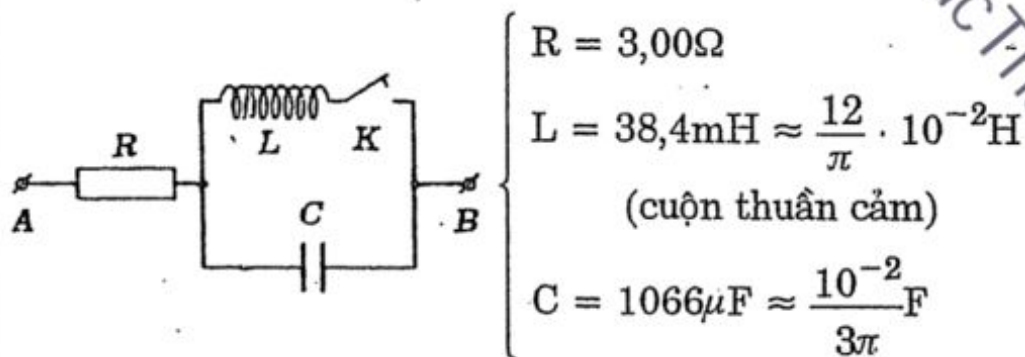
$$i_L = \frac{40,0\sqrt{6}}{9} \sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right) (\text{A}) \approx 10,88 \sin(314t - 1,05) (\text{A})$$

$$i_{C_1} = \frac{20,0\sqrt{6}}{9} \sin\left(100\pi t + \frac{2\pi}{3}\right) (\text{A}) \approx 5,44 \sin(314t + 2,09) (\text{A})$$

$$i_R = \frac{10,0\sqrt{2}}{3} \sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right) (\text{A}) \approx 4,71 \sin(314t - 1,57) (\text{A})$$

$$i_{C_2} = \frac{10,0\sqrt{6}}{9} \sin 100\pi t (\text{A}) \approx 2,72 \sin 314t (\text{A})$$

12.3 Cho mạch điện xoay chiều sau đây :



Trong mọi trường hợp của bài toán, dòng điện qua điện trở R có biểu thức :

$$i = 7,05 \sin 314t (\text{A}) \approx 5,00\sqrt{2} \sin 100\pi t (\text{A})$$

a) Lập biểu thức của hiệu điện thế u_{AB} khi :

- K mở.
- K đóng.

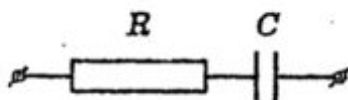
b) Tính công suất tiêu thụ bởi mạch điện trong hai trường hợp nêu trên.

GIẢI

a) Biểu thức của hiệu điện thế

* K mở

- Mạch điện có cấu tạo :



$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-2}}{3\pi} \cdot 100\pi} = 3,00\Omega$$

$$\Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = 3,00\sqrt{2}\Omega \approx 4,23\Omega$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg}\varphi = \frac{-Z_C}{R} = -1 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4} \approx -0,785\text{rad}$$

– Suy ra :

$$U_o = ZI_o = 3,00\sqrt{2} \cdot 5,00\sqrt{2} = 30,0\text{V}$$

Do đó :

$$u_{AB} = 30,0\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{4}\right) (\text{V}) \approx 30,0\sin(314t - 0,785) (\text{V})$$

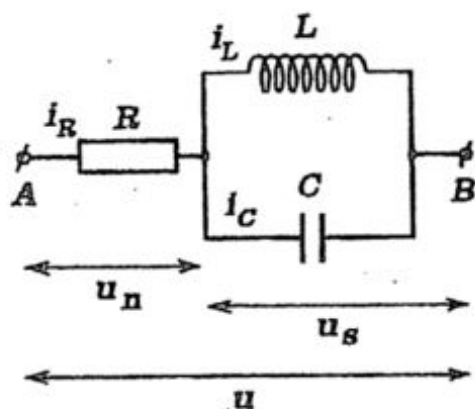
* K đóng

– Mạch điện có cấu tạo :

$$Z_L = L\omega = \frac{12}{\pi} \cdot 10^{-2} \cdot 100\pi = 12,0\Omega$$

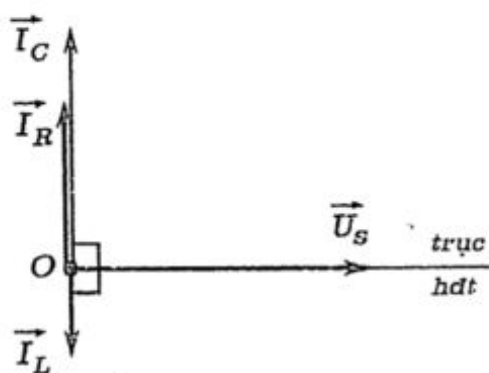
Suy ra :

$$\left. \begin{aligned} I_L &= \frac{U_s}{Z_L} = \frac{U_s}{12,0} \\ I_C &= \frac{U_s}{Z_C} = \frac{U_s}{3,00} \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_C = 4I_L$$



Giản đồ vectơ cường độ dòng điện :

$$i_R = i_L + i_C \Rightarrow \vec{I}_R = \vec{I}_L + \vec{I}_C$$



$$\begin{cases} \vec{I}_L \\ \varphi_{i_L} = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \vec{I}_C \\ \varphi_{i_C} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Theo giản đồ ta có :

$$I_R = I_C - I_L = 3I_L ; \varphi_{i_R} = \frac{\pi}{2}$$

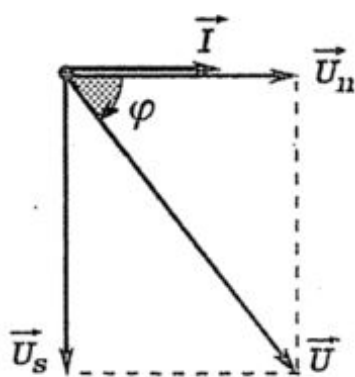
Do đó :

$$\left. \begin{array}{l} U_n = RI_R = 3,00 \cdot 3I_L = 9,00I_L \\ U_s = Z_L I_L = 12,0I_L \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{U_s}{U_n} = \frac{4}{3}$$

- Ta có về hiệu điện thế

$$u = u_n + u_s \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_n + \vec{U}_s$$

Suy ra giản đồ vectơ về hiệu điện thế :



$$\vec{U}_n \begin{cases} U_n \\ \varphi_n = 0 \end{cases}$$

$$\vec{U}_s \begin{cases} U_s \\ \varphi_s = -\varphi_s = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Từ giản đồ ta tính được :

$$U = \sqrt{U_n^2 + U_s^2} = 15,0I_L = 5,00I_R = 25V$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{-U_s}{U_n} = -\frac{4}{3} \Rightarrow \varphi = \operatorname{arctg} \left(-\frac{4}{3} \right) \approx -\frac{53\pi}{180} \approx -0,925\text{rad}$$

Vậy :

$$u_{AB} = 25,0\sqrt{2}\sin\left(100\pi t - \frac{53\pi}{180}\right)(V) \approx 35,4\sin(314t - 0,925)(V)$$

b) Công suất tiêu thụ bởi mạch điện

Theo kết quả ở câu trên, ta có :

* K mở :

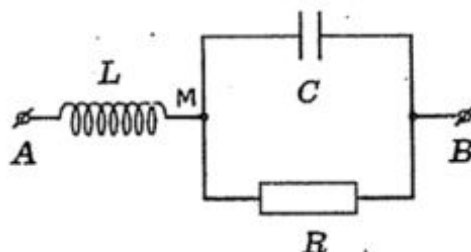
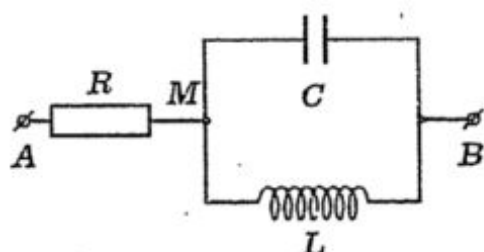
$$P = RI_R^2 = 3,00.(5,00)^2 = 75,0W$$

* K đóng :

$$P = RI_R^2 = 75,0W$$

■ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

12.4 Cho các mạch điện có sơ đồ như hình sau đây :



$$\left\{ \begin{array}{l} L = 31,8\text{mH} \approx \frac{1}{10\pi}\text{H} \\ \quad \text{(cuộn thuần cảm)} \\ C = 636\mu\text{F} \approx \frac{2 \cdot 10^{-3}}{\pi}\text{F} \\ R = 17,3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega \\ \quad \text{(điện trở thuần)} \end{array} \right.$$

①

$$\left\{ \begin{array}{l} L = 27,5\text{mH} \approx \frac{\sqrt{3}}{20\pi}\text{H} \\ \quad \text{(cuộn thuần cảm)} \\ C = 184\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{\pi\sqrt{3}}\text{F} \\ R = 10,0\Omega \text{ (điện trở thuần)} \end{array} \right.$$

②

Hiệu điện thế giữa A và B luôn có biểu thức :

$$u_{AB} = 141\sin 314t(V) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$$

a) Tính tổng trở của mạch điện AB. Suy ra độ lệch pha giữa hiệu điện thế u_{AB} và dòng điện mạch chính.

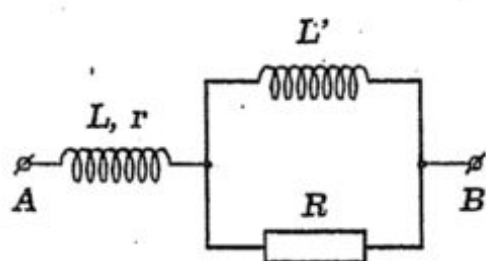
b) Lập biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{MB} . Suy ra biểu thức cường độ tức thời các dòng điện mạch rẽ.

ĐS : a) $20,0\Omega$; $\frac{\pi}{6}$ (mạch 1) ; $8,7\Omega$; $\frac{\pi}{6}$ (mạch 2)

b)
$$\left. \begin{aligned} u_{MB} &= 70,5\sin(314t - 1,05)(V) \\ i_C &= 14,1\sin(314t + 0,523)(A) \\ i_L &= 7,05\sin(314t - 2,62)(A) \end{aligned} \right\} (1)$$

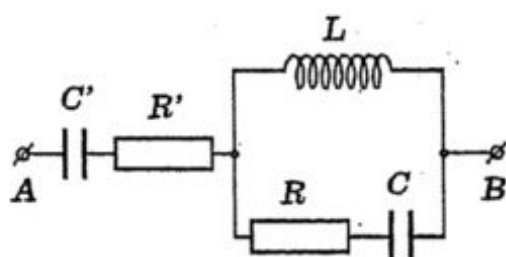
$$\left. \begin{aligned} u_{MB} &= 141\sin(314t - 1,05)(V) \\ i_R &= 14,1\sin(314t - 1,05)(A) \\ i_C &= 8,13\sin(314t + 0,523)(A) \end{aligned} \right\} (2)$$

12.5. Cho các mạch điện sau :



$$\left\{ \begin{aligned} L &= 55,0\text{mH} \approx \frac{\sqrt{3}}{10\pi}\text{H} \\ r &= 30,0\Omega \\ R &= 10,0\Omega \text{ (điện trở thuần)} \\ L' &= L \text{ (cuộn thuần cảm)} \end{aligned} \right.$$

①



$$\left\{ \begin{aligned} L &= 63,6\text{mH} \approx \frac{1}{5\pi}\text{H} \\ &\quad \text{(cuộn thuần cảm)} \\ C' &= 106\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{3\pi}\text{F} \\ C &= 3C' \\ R &= R' = 17,3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega \\ &\quad \text{(điện trở thuần)} \end{aligned} \right.$$

②

Hiệu điện thế u_{AB} giữa A và B có biểu thức :

$$u_{AB} = 141\sin 314t(V) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$$

a) Tính tổng trở của mạch điện AB.

b) Tính công suất tiêu thụ bởi mạch điện.

ĐS : a) $Z = 43,3\Omega$ (mạch 1)

$Z = 53,0\Omega$ (mạch 2)

b) $P = 93,3\text{ W}$ (mạch 1)

$P = 61,8\text{ W}$ (mạch 2)

12.6 Cho các mạch điện sau đây :

$$R_1 = 69,3\Omega \approx 40\sqrt{3}\Omega$$

(điện trở thuần)

$$R_2 = 17,3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega$$

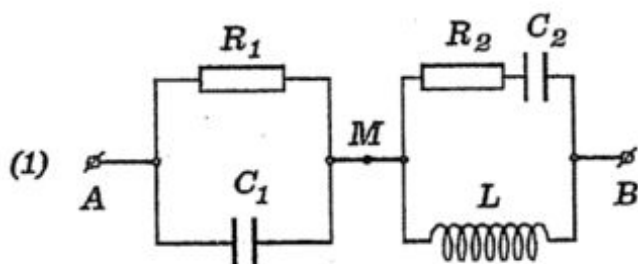
(điện trở thuần)

$$L = 63,6\text{mH} \approx \frac{1}{5\pi}\text{H}$$

(cuộn thuần cảm)

$$C_1 = 79,5\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{4\pi}\text{F}$$

$$C_2 = 318\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{\pi}\text{F}$$



$$L = 15,9\text{mH} \approx \frac{1}{20\pi}\text{H}$$

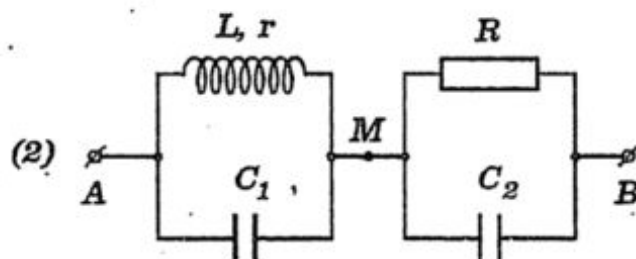
$$r = 8,66\Omega \approx 5\sqrt{3}\Omega$$

$$R = 17,3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega$$

(điện trở thuần)

$$C_1 = 318\mu\text{F} = \frac{10^{-3}}{\pi}\text{F}$$

$$C_2 = 106\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{3\pi}\text{F}$$



Hiệu điện thế u_{AB} giữa A và B có biểu thức :

$$u_{AB} = 141\sin 314t(V) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$$

a) Tính tổng trở của mạch điện. Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính.

b) Tính công suất của mạch điện.

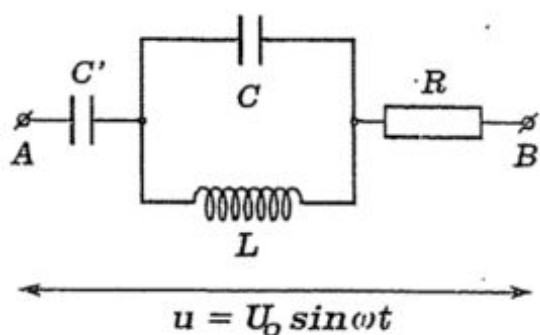
ĐS : a) $Z = 40,0\Omega$; $i = 3,50 \sin(314t + 0,523)(A)$ (mạch 1)

$Z = 25,0\Omega$; $i = 5,64 \sin(314t + 0,523)(A)$ (mạch 2)

b) $P = 108W$ (mạch 1)

$P = 346W$ (mạch 2)

12.7. Cho mạch điện sau đây :



a) Vẽ giản đồ vectơ biểu diễn các dòng điện và các hiệu điện thế. Tính tổng trở của mạch điện.

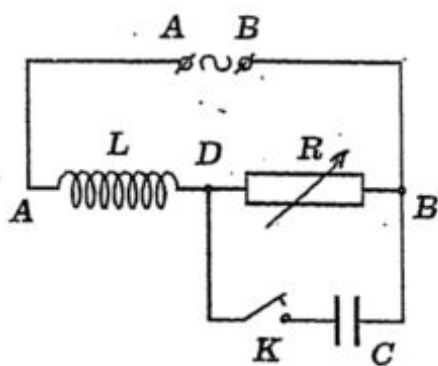
b) Tần số góc ω của nguồn hiệu điện thế có thể thay đổi được.

Khi cho ω tăng từ 0 thì tới giá trị $\omega = \omega_0$ xảy ra một hiện tượng đặc biệt trong mạch. Tính ω_0 và mô tả hiện tượng đó.

ĐS : a) $Z = \sqrt{R^2 + \left(Z_C' + \frac{Z_L Z_C}{Z_L - Z_C} \right)^2}$

b) $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L(C + C')}} : \text{ cộng hưởng.}$

12.8 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



$$L = 0,795H \approx \frac{5}{2\pi}H$$

(cuộn thuần cảm)

$$C = 12,7\mu F \approx \frac{40}{\pi} \cdot 10^{-6}F$$

R : biến trở biến thiên
từ 0 đến 500Ω

$$u_{AB} = 311\sin 314t(V) \\ \approx 220\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$$

(Khóa K có điện trở không đáng kể)

a) K ngắt. Viết biểu thức của cường độ i_L qua cuộn dây, cho biết $R = 433\Omega \approx 250\sqrt{3}\Omega$.

Cho R biến thiên, khảo sát sự biến thiên của công suất P tiêu thụ trong đoạn mạch theo R.

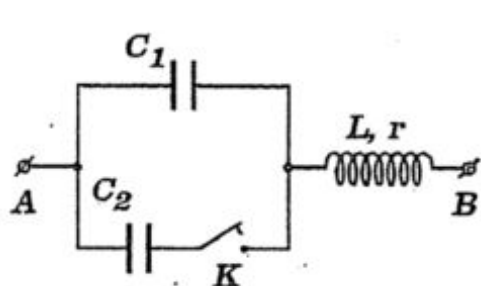
b) K đóng. Chọn $R = 250\Omega$, lập biểu thức của i_L trong điều kiện này.

Cho R biến thiên. Tính góc lệch pha giữa các hiệu điện thế u_{AB} và u_{DB} . Khảo sát sự biến thiên của công suất P tiêu thụ theo R.

ĐS : a) $i_L = 0,620\sin(314t - 0,523)(A)$

b) $i_L = 1,76\sin(314t - 0,785)(A)$

12.9 Cho mạch điện xoay chiều sau đây :



$$\left\{ \begin{array}{l} L = 31,8\text{mH} \approx \frac{1}{10\pi}\text{H} \\ r = 10,0\Omega \\ C_2 = 159\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{2\pi}\text{F} \end{array} \right.$$

Hiệu điện thế giữa A, B có biểu thức :

$u_{AB} = 282\sin 314t(V) \approx 200\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$. Biết khi K đóng, dòng điện trong nhánh có tụ điện C_2 cùng pha với u_{AB} .

a) Tính điện dung C_1 . Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính khi K đóng và K mở.

b) Tính công suất của mạch điện khi K đóng và K mở.

ĐS : a) $C_1 = C_2 = 159\mu\text{F}$

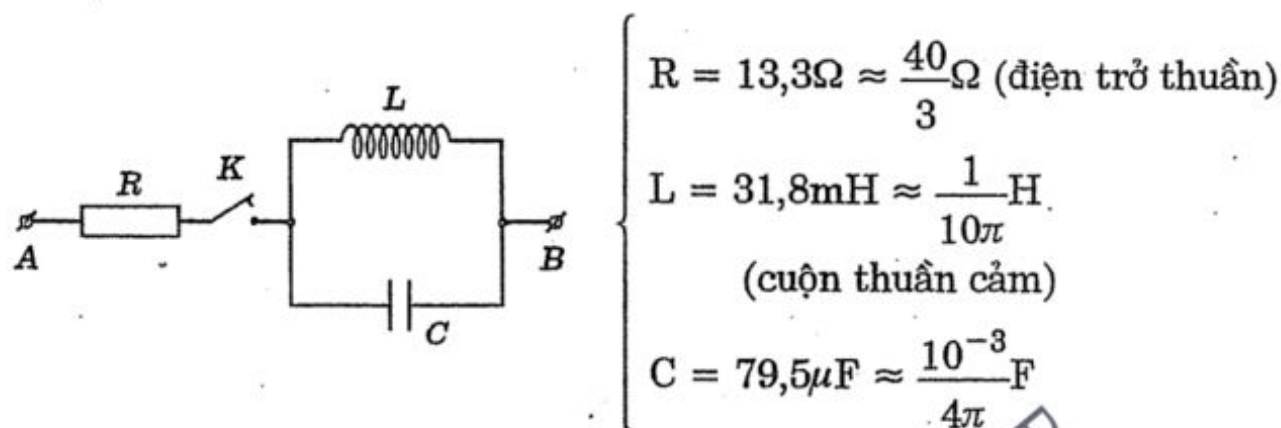
$i = 28,2\sin 314t (A)$ (đóng)

$i' = 20,0 \sin(314t + 0,785)(A)$ (mở)

b) $P = 4000 \text{ W}$ (đóng)

$P' = 2000\text{W}$ (mở)

12.10 Cho mạch điện sau đây :



Hiệu điện thế giữa A, B có biểu thức :

$$u_{AB} = 141\sin 314t(\text{V}) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$$

a) Thoạt tiên K đóng. Tính công suất tiêu thụ trong mạch và lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong mạch chính.

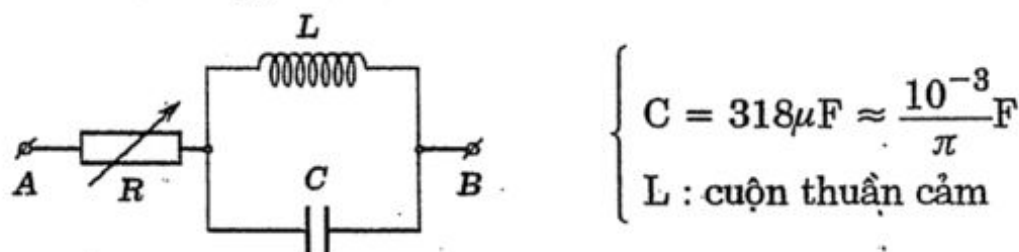
b) Tại thời điểm dòng điện mạch chính triệt tiêu, người ta mở khóa K. Hãy tính tần số và biên độ của dòng điện trong cuộn dây sau đó.

ĐS : a) $P = 375 \text{ W}$;

$$i = 7,50\sin(314t - 0,785)(\text{A})$$

b) 100Hz ; $I_0 = 7,07(\text{A})$

12.11 Cho mạch điện sau đây :



Hiệu điện thế giữa A, B có biểu thức :

$$u_{AB} = 169\sin 314t(\text{V}) \approx 120\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$$

a) Với $R=15,0\Omega$, công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch là 480W. Hãy tính L và lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính.

b) Khi thay đổi R, công suất của mạch điện tăng hay giảm ?

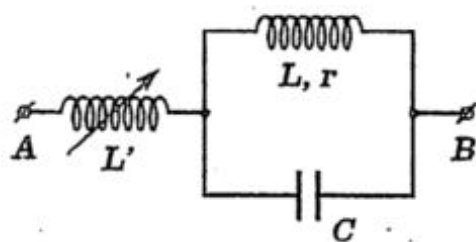
ĐS : a) $L_1 = 95,4\text{mH}$; $i_1 = 8,00\sin(314t + 0,785)(\text{A})$

$L_2 = 19,1\text{mH}$; $i_2 = 8,00\sin(314t - 0,785)(\text{A})$

b) Giảm

12.12 Cho mạch điện sau :

$$\begin{cases} r = 17,3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega \\ L = 31,8\text{mH} \approx \frac{1}{10\pi}\text{H} \\ L' : \text{cuộn thuần cảm} \\ C = 159\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{2\pi}\text{F} \end{cases}$$



Hiệu điện thế giữa A, B có biểu thức :

$$u_{AB} = 141\sin 314t(\text{V}) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$$

a) Hãy khảo sát sự phụ thuộc của công suất mạch điện AB theo L' . Tính L' để công suất này cực đại. Tính giá trị cực đại này và lập biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện.

b) Thay mạch điện trên bởi một số tối thiểu các linh kiện R, L, C sao cho dòng điện chính vẫn như trước.

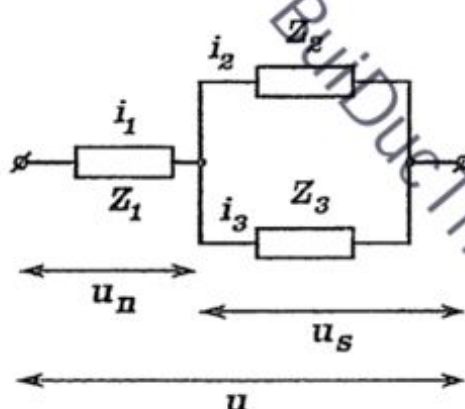
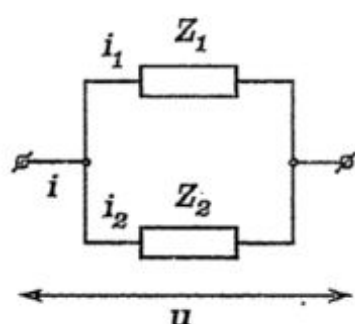
Xác định cấu tạo của mạch điện thay thế này.

ĐS : a) $P = \frac{10^5 \sqrt{3}}{100\pi^2 L'^2 - 20\pi L' + 4}$; $L' = 31,8\text{mH}$

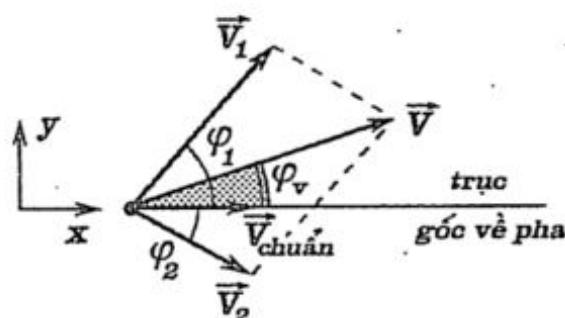
§3. MỘT SỐ BÀI TOÁN CHUNG CHO CÁC MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU PHÂN NHÁNH

Bài toán 13

Bài toán về độ lệch pha, cực trị và sự độc lập của một đại lượng điện đối với các đại lượng khác.



– Vẽ giản đồ vectơ tương ứng với mạch điện :



$\vec{V}_j$ có thể là $\begin{cases} \vec{U}_j \\ \vec{I}_j \end{cases}$ tùy theo cấu tạo của mạch điện

– Xác định đại lượng cần khảo sát từ giản đồ vectơ

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} ; \operatorname{tg} \varphi_V = \frac{V_y}{V_x}$$

Có thể dùng phương pháp hình học để xác định thay cho phương trình giải tích.

– Bài toán về độ lệch pha :

Lập các phương trình đại số liên quan đến tính chất của góc lệch pha để thực hiện tính toán. Hai trường hợp:

- Biết góc lệch pha, tính các đại lượng liên quan.
- Xác định các đại lượng để góc lệch pha thỏa điều kiện cho trước.

– Bài toán về cực trị :

Lập biểu thức của đại lượng đạt cực trị để thực hiện tính toán. Vận dụng các phương pháp như đã giới thiệu đối với đoạn mạch không phân nhánh (xem Bài toán 6). Hai trường hợp :

- Tính các đại lượng khác khi đại lượng này đạt cực trị.
- Xác định điều kiện để một đại lượng đạt cực trị.

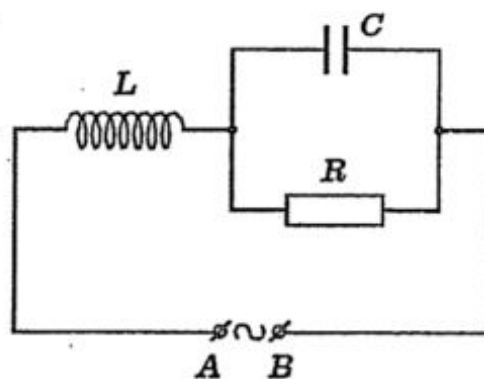
– Bài toán về sự độc lập :

- Lập biểu thức của đại lượng cần khảo sát. Chứng tỏ sự độc lập của đại lượng này đối với đại lượng khác bằng phương pháp *triệt tiêu hệ số*.
- Trường hợp các tỉ số $\frac{u_2}{u_1}$ hay $\frac{i_2}{i_1}$ thì sự độc lập đối với thời gian là do tính chất *cùng pha* hoặc *ngược pha*.

■ BÀI TẬP THÍ DỤ

13.1 Cho mạch điện xoay chiều có sơ đồ như hình vẽ :

$$\left\{ \begin{array}{l} R : \text{điện trở thuần} \\ L = 0,318H \approx \frac{1}{\pi}H \\ \quad (\text{cuộn thuần cảm}) \\ C = 15,9\mu F \approx \frac{1}{2\pi} \cdot 10^{-4}F \end{array} \right.$$



Hiệu điện thế xoay chiều giữa A và B luôn có biểu thức

$$u_{AB} = 141\sin 314t(\text{V}) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$$

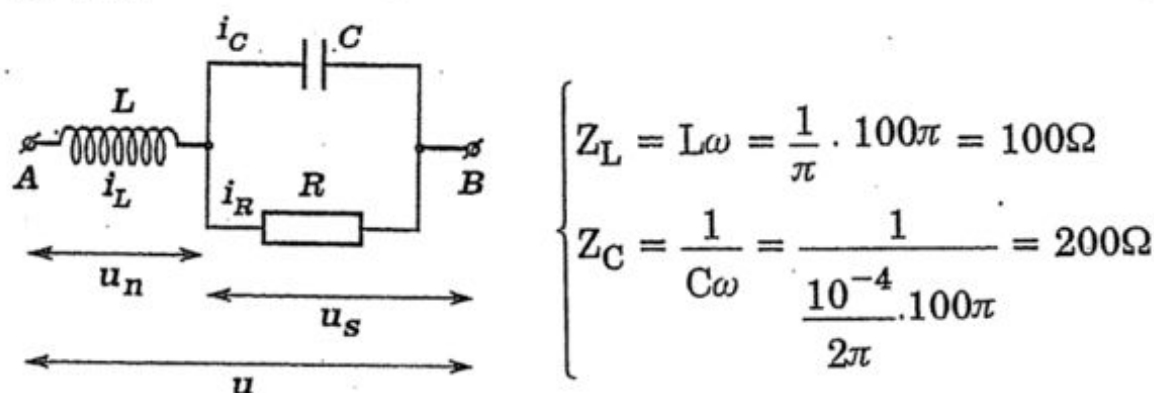
Biết rằng dòng điện mạch chính i_L cùng pha với hiệu điện thế u_{AB} , hãy :

- Tính điện trở thuần R và cường độ hiệu dụng của dòng điện mạch chính.
- Tính công suất của mạch điện.
- Lập biểu thức cường độ tức thời của các dòng điện rẽ.

GIẢI

a) Điện trở và cường độ hiệu dụng của dòng điện mạch chính

– Ta có :



Do đó :

$$I_C = \frac{U_s}{Z_C} = \frac{U_s}{200}$$

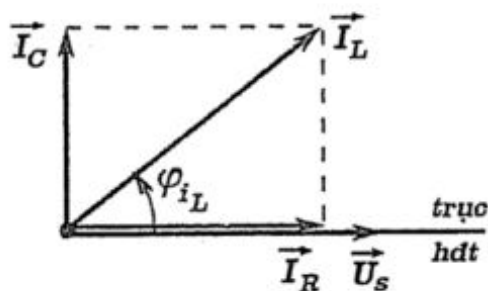
$$I_R = \frac{U_s}{R}$$

Suy ra giản đồ vectơ về cường độ dòng điện :

$$i_L = i_C + i_R \Rightarrow \vec{I}_L = \vec{I}_C + \vec{I}_R$$

$$\vec{I}_C \begin{cases} I_C \\ \varphi_{i_C} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

$$\vec{I}_R \begin{cases} I_R \\ \varphi_{i_R} = 0 \end{cases}$$



Từ giản đồ ta tính được :

$$I_L = \sqrt{I_C^2 + I_R^2} = U_s \sqrt{\frac{1}{Z_C^2} + \frac{1}{R^2}} = \frac{U_s}{Z_C R} \sqrt{R^2 + Z_C^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{i_L} = \frac{I_C}{I_R} = \frac{R}{Z_C}$$

– Vậy ta có :

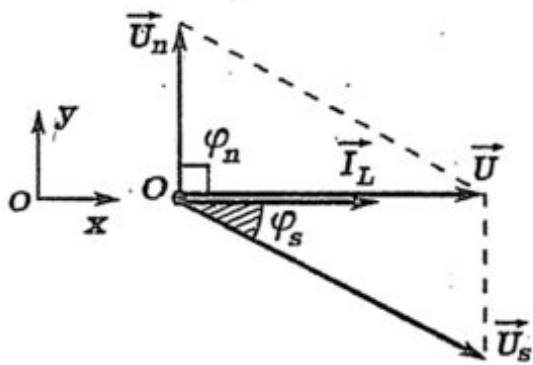
$$U_n = U_L = Z_L \cdot I_L = \frac{Z_L}{Z_C R} U_s \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \frac{U_s}{2R} \sqrt{R^2 + Z_C^2}$$

Suy ra giản đồ vectơ về hiệu điện thế (i_L và u_{AB} cùng pha).

$$u = u_n + u_s \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_n + \vec{U}_s$$

$$\vec{U}_n \begin{cases} U_n = U_L \\ \varphi_n = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

$$\vec{U}_s \begin{cases} U_s \\ \varphi_s = -\varphi_{i_L} \end{cases}$$



Ta có :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_y}{U_x} = 0 \Rightarrow U_n + U_s \cdot \sin \varphi_s = 0$$

Nhưng : $\sin \varphi_s = \frac{\operatorname{tg} \varphi_s}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_s}} = \frac{-\operatorname{tg} \varphi_{i_L}}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_{i_L}}} = \frac{-R}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}$

Vậy :

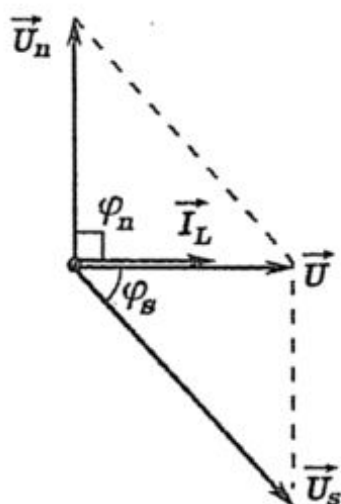
$$\frac{U_s}{2R} \sqrt{R^2 + Z_C^2} - U_s \cdot \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} = 0$$

hay : $\frac{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}{2R} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}}$

$$\Rightarrow R^2 + Z_C^2 = 2R^2$$

$$R = Z_C = 200\Omega$$

- Ta cũng suy ra :



$$\varphi_s = -\frac{\pi}{4} \Rightarrow U_n = U = 100V$$

Do đó :

$$I_L = \frac{U_n}{Z_L} = \frac{100}{100} = 1,00A$$

Chú ý :

Có thể tính nhanh chóng hơn như sau với giản đồ vectơ kết hợp :

$$\begin{cases} \sin \varphi_{i_L} = \frac{I_C}{I_L} \\ \sin \varphi_s = -\sin \varphi_{i_L} = \frac{-U_n}{U_s} = -\frac{Z_L \cdot I_L}{Z_C \cdot I_C} \end{cases}$$

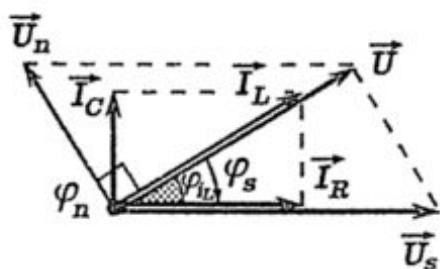
Suy ra :

$$\sin^2 \varphi_{i_L} = \left(\frac{I_C}{I_L} \right) \cdot \left(\frac{Z_L \cdot I_L}{Z_C \cdot I_C} \right) = \frac{Z_L}{Z_C} = \frac{1}{2}$$

$$\sin \varphi_{i_L} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \varphi_{i_L} = \frac{\pi}{4}$$

Do đó : $I_C = I_R$

$$R = Z_C = 200\Omega$$



b) Công suất

Ta có :

$$P = UI_L \cdot \cos\varphi = 100 \cdot 1,00 = 100W$$

c) Biểu thức cường độ tức thời các dòng điện rẽ

– Cũng từ giản đồ ta có :

$$U_{os} = U_{on}\sqrt{2} = 200V$$

Do đó :

$$\begin{cases} I_{oC} = \frac{U_{os}}{Z_C} = \frac{200}{200} = 1,00A \\ I_{oR} = \frac{U_{os}}{R} = \frac{U_{os}}{Z_C} = 1,00A \end{cases}$$

– Mặt khác :

* Góc lệch pha của i_C so với u_{AB} là :

$$(\varphi_{i_C} + \varphi_s) = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{4} \approx 0,785rad$$

* Góc lệch pha của i_R so với u_{AB} là :

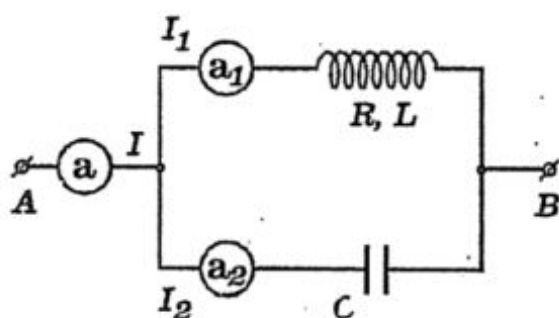
$$(\varphi_{i_R} + \varphi_s) = -\frac{\pi}{4} \approx -0,785rad$$

Vậy các biểu thức là :

$$i_C = 1,00\sin(100\pi t + \frac{\pi}{4})(A) \approx 1,00\sin(314t + 0,785)(A)$$

$$i_R = 1,00\sin(100\pi t - \frac{\pi}{4})(A) \approx 1,00\sin(314t - 0,785)(A)$$

13.2 Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ sau đây :



Điện trở các ampe kế và các dây nối đều không đáng kể.

a) Với tần số góc của hiệu điện thế xoay chiều giữa A, B là $\omega = 314 \text{ rad/s} = 100\pi \text{ rad/s}$

thì các ampe kế đều chỉ cùng một giá trị là

$$I = I_1 = I_2 = 0,500 \text{ A}$$

- Tính hệ số công suất của đoạn mạch.
- Tính điện trở R của cuộn dây và điện dung C của tụ điện. Cho biết hệ số tự cảm của cuộn dây là

$$L = 0,318 \text{ H} \approx 1/\pi \text{ H}.$$

b) Tìm hệ thức giữa ω , L, R và C để cường độ dòng điện trong mạch chính luôn luôn cùng pha với hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch A, B.

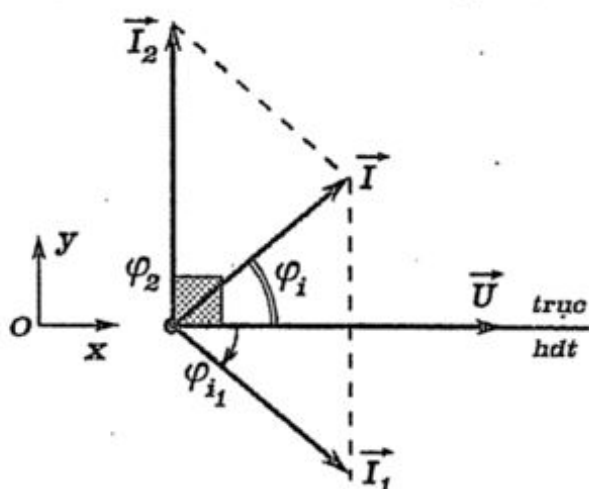
GIẢI

a) Hệ số công suất - Điện trở của cuộn dây, điện dung của tụ điện

- Ta có :

$$i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 \text{ với } I = I_1 = I_2$$

Suy ra giản đồ vectơ về cường độ dòng điện :



$$\begin{cases} \vec{I}_1 \\ \vec{I}_2 \end{cases} \begin{cases} I_1 \\ \varphi_{i_1} = \text{arctg} \left(-\frac{Z_L}{R} \right) \\ I_2 = I_1 \\ \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

- Trên hệ trục Oxy ta có :

$$\begin{cases} I_x = I \cos \varphi_i = I_1 \cos \varphi_{i_1} \\ I_y = I \sin \varphi_i = I_2 + I_1 \sin \varphi_{i_1} = I_1(1 + \sin \varphi_{i_1}) \end{cases}$$

Do đó :

$$I = I_1 \sqrt{\cos^2 \varphi_{i_1} + (1 + \sin \varphi_{i_1})^2} = I \sqrt{2 + 2 \sin \varphi_{i_1}}$$

$$\Rightarrow -1 = 2 \sin \varphi_{i_1} \Rightarrow \sin \varphi_{i_1} = -\frac{1}{2} \Rightarrow \varphi_{i_1} = -\frac{\pi}{6}$$

Vậy hệ số công suất của mạch là :

$$\cos \varphi_i = \cos \varphi_{i_1} = \cos \left(-\frac{\pi}{6} \right) = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,866$$

- Theo đề :

$$Z_L = L\omega = \frac{1}{\pi} \cdot 100\pi = 100\Omega$$

Suy ra : $\operatorname{tg} \varphi_{i_1} = -\frac{Z_L}{R} = \operatorname{tg} \left(-\frac{\pi}{6} \right) = -\frac{\sqrt{3}}{3}$

Vậy : $R = \frac{3Z_L}{\sqrt{3}} = 100\sqrt{3}\Omega \approx 173\Omega$

- Mặt khác $I_2 = I_1 \Rightarrow Z_C = Z_1 = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = 200\Omega$

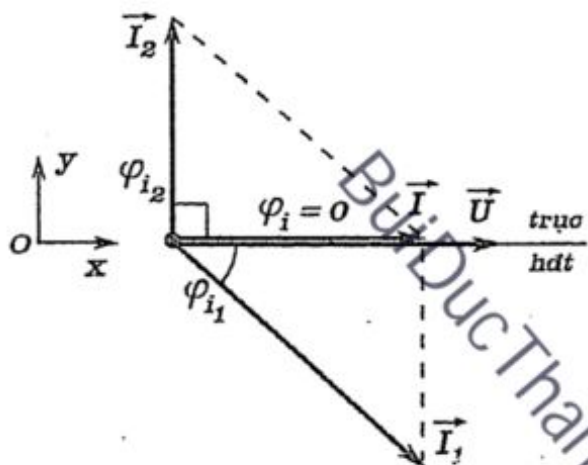
Vậy : $C = \frac{1}{Z_C \omega} = \frac{1}{200 \cdot 100\pi} = \frac{10^{-4}}{2\pi} \text{F} \approx 15,9\mu\text{F}$

b) Hệ thức giữa ω , L , R , C để i cùng pha với u_{AB}

– Ta có giản đồ vectơ về cường độ :

$$\vec{I}_L \begin{cases} I_1 = \frac{U}{Z_1} \\ \varphi_{i_1} = \arctg\left(-\frac{Z_L}{R}\right) \end{cases}$$

$$\vec{I}_2 \begin{cases} I_2 = \frac{U}{Z_C} \\ \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$



– Trên hệ trục Oxy ta có :

$$\left. \begin{array}{l} I_x = I_1 \cos \varphi_{i_1} \\ I_y = I_2 + I_1 \sin \varphi_{i_1} \end{array} \right\} \Rightarrow \operatorname{tg} \varphi_i = \frac{I_y}{I_x}$$

Muốn i cùng pha với u_{AB} ta phải có :

$$\begin{aligned} \varphi_i = 0 \Rightarrow \operatorname{tg} \varphi_i = 0 &\Rightarrow \frac{I_2 + I_1 \sin \varphi_{i_1}}{I_1 \cos \varphi_{i_1}} = 0 \\ &\Rightarrow \frac{1}{Z_2} + \frac{\sin \varphi_{i_1}}{Z_1} = 0 \end{aligned}$$

Nhưng :

$$Z_2 = Z_C ; Z_1 = \sqrt{R^2 + Z_L^2} ; \sin \varphi_{i_1} = \frac{\operatorname{tg} \varphi_{i_1}}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_{i_1}}} = \frac{-Z_L}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}$$

Vậy :

$$\frac{1}{Z_C} - \frac{Z_L}{R^2 + Z_L^2} = 0 \Rightarrow Z_C Z_L = R^2 + Z_L^2$$

$$\text{hay } \frac{L}{C} = R^2 + L^2 \omega^2 \Leftrightarrow L(1 - LC\omega^2) = CR^2$$

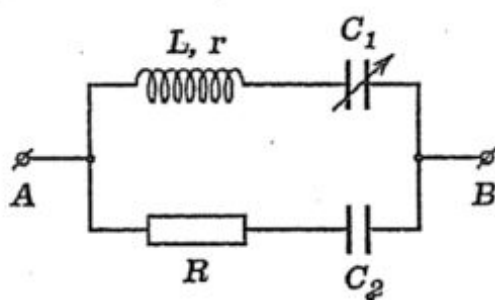
13.3 Cho mạch điện sau đây :

$$\left\{ \begin{array}{l} R = 17,3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega \text{ (điện trở thuần)} \\ r = R \end{array} \right.$$

$$r = R$$

$$\left\{ \begin{array}{l} L = 127\text{mH} \approx \frac{2}{5\pi}\text{H} \\ C_2 = 318\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{\pi}\text{F} \end{array} \right.$$

$$C_2 = 318\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{\pi}\text{F}$$



Hiệu điện thế giữa A, B có biểu thức :

$$u_{AB} = 141\sin 314t(\text{V}) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$$

a) Tính C_1 để hai dòng điện mạch rẽ cùng pha. Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính.

b) Tính C_1 để hai dòng điện mạch rẽ có pha vuông góc nhau. Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính.

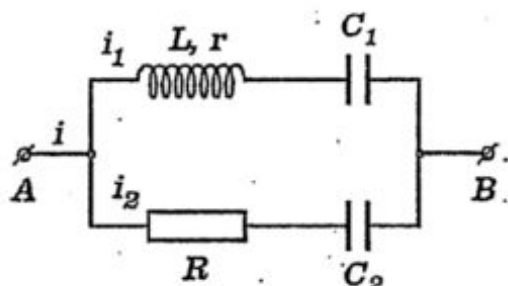
GIẢI

a) Điện dung C_1 và biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính khi hai dòng điện rẽ cùng pha

* Ta có :

$$Z_L = L\omega = \frac{2}{5\pi} \cdot 100\pi = 40,0\Omega$$

$$Z_{C_2} = \frac{1}{C_2\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-3}}{\pi} \cdot 100\pi} = 10,0\Omega$$



Do đó :

$$\text{tg}\varphi_{i_1} = -\frac{Z_L - Z_{C_1}}{r}; \text{tg}\varphi_{i_2} = \frac{Z_{C_2}}{R} = \frac{10,0}{17,3} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{6}$$

Khi cường độ hai dòng điện rẽ cùng pha với nhau, ta có :

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \varphi_{i_1} &= \operatorname{tg} \varphi_{i_2} \\ \Rightarrow \frac{Z_{C_1} - Z_L}{r} &= \frac{Z_{C_2}}{R} \end{aligned}$$

vì $r = R$ ta suy ra :

$$Z_{C_1} = Z_{C_2} + Z_L = 10,0 + 40,0 = 50,0 \Omega$$

Vậy :

$$C_1 = \frac{1}{Z_{C_1} \omega} = \frac{1}{50,0 \cdot 100\pi} = \frac{10^{-3}}{5\pi} \approx 63,6 \mu\text{F}$$

- Trong điều kiện trên ta có :

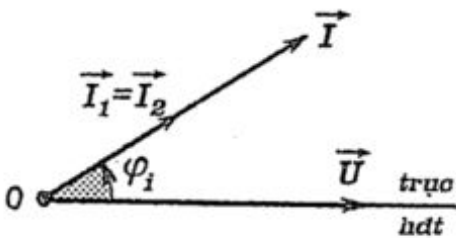
$$i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$$

Vì hai dòng điện cùng pha nên :

$$I = I_1 + I_2$$

$$\text{Với : } \begin{cases} Z_1 = \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_C)^2} = \sqrt{3 \cdot 10^2 + 10,0^2} = 20,0 \Omega \\ Z_2 = \sqrt{R^2 + Z_C^2} = \sqrt{3 \cdot 10^2 + 10,0^2} = 20,0 \Omega = Z_1 \end{cases}$$

ta có :



$$I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{U}{Z_2} = \frac{100}{20,0} = 5,00 \text{ A} = I_2$$

Ngoài ra :

$$\varphi_i = \varphi_{i_1} = \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{6} \approx 0,523 \text{ rad}$$

Vậy :

$$i = 10,0\sqrt{2} \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right) (\text{A}) \approx 14,1 \sin(314t + 0,523) (\text{A})$$

b) Điện dung C_1 và biểu thức cường độ tức thời dòng điện mạch chính khi hai dòng điện rẽ có pha vuông góc.

– Theo câu trên ta đã có :

$$\varphi_{i_2} = \frac{\pi}{6} > 0$$

Do đó điều kiện để hai dòng điện rẽ có pha vuông góc nhau là:

$$\varphi_{i_2} - \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{2}$$

$$\Rightarrow \varphi_{i_1} = \varphi_{i_2} - \frac{\pi}{2} = -\frac{2\pi}{6} = -\frac{\pi}{3}$$

Vậy : $\operatorname{tg} \varphi_{i_1} = -\frac{Z_L - Z_{C_1}}{r} = \operatorname{tg} \left(-\frac{\pi}{3} \right) = -\sqrt{3}$

$$Z_{C_1} = Z_L - r\sqrt{3} = 40,0 - 30,0 = 10,0\Omega = Z_{C_2}$$

Suy ra :

$$C_1 = 318\mu\text{F}$$

Trong điều kiện trên :

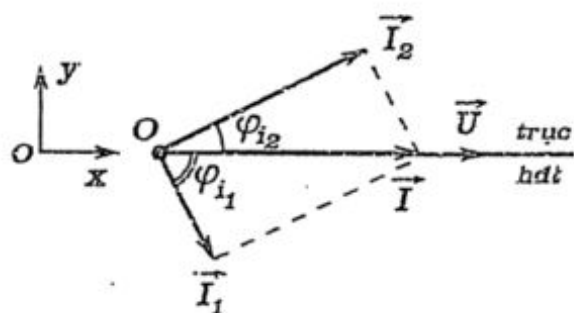
$$Z_1 = \sqrt{r^2 + (Z_L - Z_{C_1})^2} = \sqrt{3 \cdot 10^2 + 9 \cdot 10^2} = 20,0\sqrt{3}\Omega$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{U}{Z_1} = \frac{100}{20,0\sqrt{3}} = \frac{5,00\sqrt{3}}{3} \text{ A}$$

Ta có :

$$i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$$

Suy ra giản đồ vectơ về cường độ dòng điện



$$\begin{cases} \vec{I}_1 \\ \vec{I}_2 \end{cases} \begin{cases} I_1 = \frac{5,00\sqrt{3}}{3} \text{ A} \\ \varphi_{i_1} = -\frac{\pi}{3} \\ I_2 = 5,00 \text{ A} \\ \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{6} \end{cases}$$

Ta suy ra :

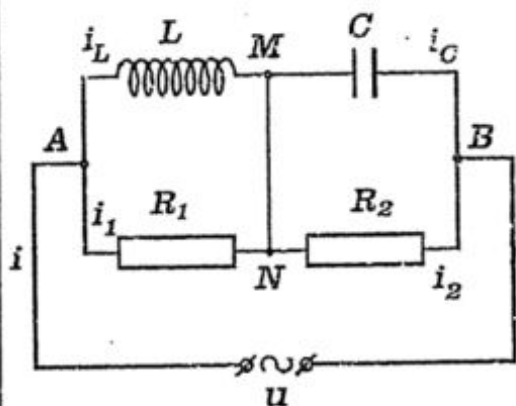
$$\varphi_{i_2} + |\varphi_{i_1}| = \frac{\pi}{2}$$

$$I_0 = \sqrt{I_{01}^2 + I_{02}^2} = 5,00 \sqrt{\frac{2}{3} + 2} = \frac{10,00}{3} \sqrt{6} \text{ A} \approx 8,16 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{tg} \varphi_i &= \frac{I_y}{I_x} = \frac{I_1 \sin \varphi_{i_1} + I_2 \sin \varphi_{i_2}}{I_1 \cos \varphi_{i_1} + I_2 \cos \varphi_{i_2}} = \frac{\frac{5,00}{\sqrt{3}} \left(-\frac{\sqrt{3}}{2} \right) + 5,00 \cdot \frac{1}{2}}{\frac{5,00}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2} + 5,00 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = 0 \\ \varphi_i &= 0 \end{aligned}$$

Vậy : $i = \frac{10,00\sqrt{6}}{3} \sin 100\pi t (\text{A}) \approx 8,16 \sin 314t (\text{A})$

13.4 Cho mạch điện sau đây :



$$\begin{cases} R_1 = R_2 = R = 10\Omega \\ L = 0,2\text{mH (cuộn thuần cảm)} \\ u = 110\sin 314t (\text{V}) \\ \approx 110\sin 100\pi t (\text{V}) \end{cases}$$

(Bỏ qua điện trở các dây nối)

a) Tính điện dung C của tụ điện để dòng điện mạch chính cùng pha với hiệu điện thế u ở mọi tần số.

b) Tính biên độ của cường độ dòng điện ở mạch chính, trong điều kiện điện dung C có giá trị ở câu trên.

GIẢI

a) Điện dung của tụ điện

Ta có : $Z_{MN} = 0 \Rightarrow U_{MN} = 0 \Rightarrow M \equiv N$

Xét hai đoạn mạch AM và MB có các nhánh song song.

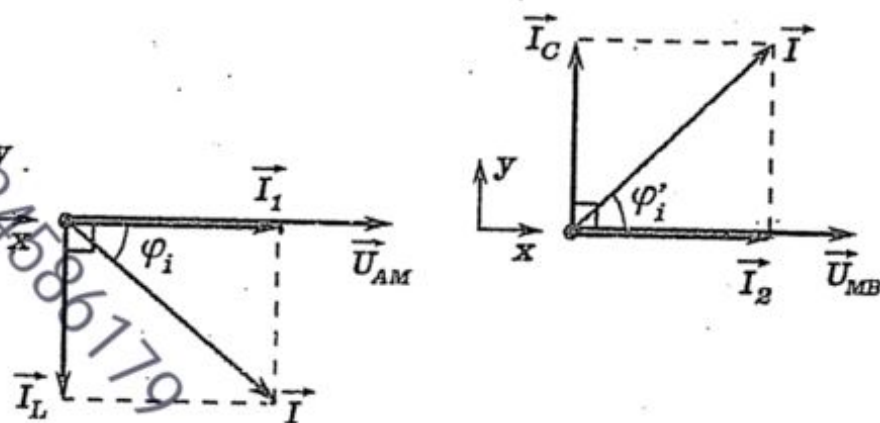
Ta có :

$$\begin{aligned} i &= i_L + i_1 = i_C + i_2 \\ \Rightarrow \vec{I} &= \vec{I}_L + \vec{I}_1 = \vec{I}_C + \vec{I}_2 \end{aligned}$$

Với :

$$\vec{I}_L \begin{cases} I_L = \frac{U_{AM}}{Z_L} \\ \varphi_{i_L} = -\frac{\pi}{2} \end{cases}; \vec{I}_1 \begin{cases} I_1 = \frac{U_{AM}}{R_1} \\ \varphi_{i_1} = 0 \end{cases}; \vec{I}_C \begin{cases} I_C = \frac{U_{MB}}{Z_C} \\ \varphi_{i_C} = \frac{\pi}{2} \end{cases}; \vec{I}_2 \begin{cases} I_2 = \frac{U_{MB}}{R_2} \\ \varphi_{i_2} = 0 \end{cases}$$

Suy ra các giản đồ vectơ về cường độ sau đây :



Theo hệ trục xy ta có :

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \frac{I_y}{I_x} = \frac{-I_L}{I_1} = -\frac{R}{Z_L}$$

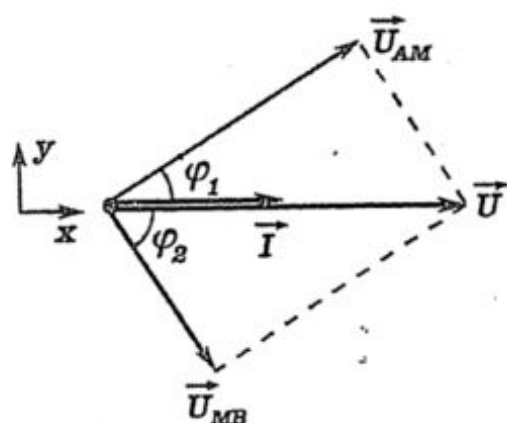
$$\operatorname{tg} \varphi'_i = \frac{I_y}{I_x} = \frac{I_C}{I_2} = \frac{R}{Z_C}$$

Đối với các hiệu điện thế u_{AM} và u_{MB} ta có :

$$u = u_{AM} + u_{MB}$$

$$\Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_{AM} + \vec{U}_{MB}$$

Với : $\vec{U}_{AM} \begin{cases} U_{AM} \\ \varphi_1 = -\varphi_i \end{cases}; \vec{U}_{MB} \begin{cases} U_{MB} \\ \varphi_2 = -\varphi'_i \end{cases}$



Suy ra giản đồ vectơ về hiệu điện thế (trong trường hợp u cùng pha với i) :

Muốn u cùng pha với i , phải có:

$$U_y = U_{AM} \cdot \sin\varphi_1 + U_{MB} \cdot \sin\varphi_2 = 0$$

($U_x \neq 0$)

Nhưng :

$$\begin{cases} \sin\varphi_1 = -\sin\varphi_i = -\frac{\operatorname{tg}\varphi_i}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\varphi_i}} = -\frac{R}{\sqrt{R^2+Z_L^2}} \\ \sin\varphi_2 = -\sin\varphi'_i = -\frac{\operatorname{tg}\varphi'_i}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\varphi'_i}} = -\frac{R}{\sqrt{R^2+Z_C^2}} \\ U_{AM} = Z_L \cdot I_L = Z_L \cdot I |\sin\varphi_i| = I \cdot \frac{RZ_L}{\sqrt{R^2+Z_L^2}} \\ U_{MB} = Z_C \cdot I_C = Z_C \cdot I \sin\varphi'_i = I \cdot \frac{RZ_C}{\sqrt{R^2+Z_C^2}} \end{cases}$$

Do đó :

$$\frac{Z_L}{R^2+Z_L^2} - \frac{Z_C}{R^2+Z_C^2} = 0$$

$$\Rightarrow Z_L R^2 + Z_L Z_C^2 = Z_C R^2 + Z_C Z_L^2$$

$$\Rightarrow R^2(Z_L - Z_C) = Z_L Z_C (Z_L - Z_C)$$

$$\Rightarrow (Z_L - Z_C)(R^2 - Z_L Z_C) = 0$$

Ta có hai nghiệm :

$$\begin{cases} * Z_L = Z_{C_1} \Rightarrow LC_1\omega^2 = 1 \Rightarrow C_1 = \frac{1}{L\omega^2} \\ * Z_L Z_{C_2} = R^2 \Rightarrow \frac{L}{C_2} = R^2 \Rightarrow C_2 = \frac{L}{R^2} \end{cases}$$

Nghiệm C_2 độc lập với tần số.

Vậy :

$$C = \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{10^2} = 2\mu F$$

b) Biên độ của cường độ mạch chính

Theo trên ta có :

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = -\operatorname{tg}\varphi_i = \frac{R}{Z_L}; \operatorname{tg}\varphi_2 = -\operatorname{tg}\varphi'_i = -\frac{R}{Z_C}$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg}\varphi_1 \cdot \operatorname{tg}\varphi_2 = -1$$

$$\Rightarrow 1 + \operatorname{tg}\varphi_1 \cdot \operatorname{tg}\varphi_2 = 0.$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg}(\varphi_1 - \varphi_2) \rightarrow \infty \Rightarrow \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\pi}{2}$$

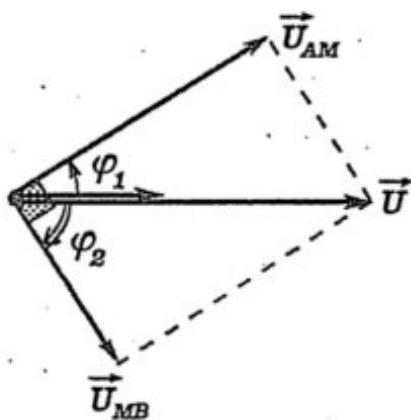
$$\text{hay } \varphi_1 + |\varphi_2| = \frac{\pi}{2}.$$

$$\text{Do đó : } \vec{U}_{AM} \perp \vec{U}_{MB}$$

Ta suy ra :

$$U_{AM} = U \cdot |\sin\varphi_2|$$

$$= \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}} \cdot U = \sqrt{\frac{Z_L}{Z_L + Z_C}} \cdot U$$



Vậy :

$$I = \frac{U_{AM}}{RZ_L} \cdot \sqrt{R^2 + Z_L^2}$$

$$= \frac{U}{R} \cdot \sqrt{\frac{R^2 + Z_L^2}{Z_L^2}} \cdot \sqrt{\frac{Z_L}{Z_L + Z_C}}$$

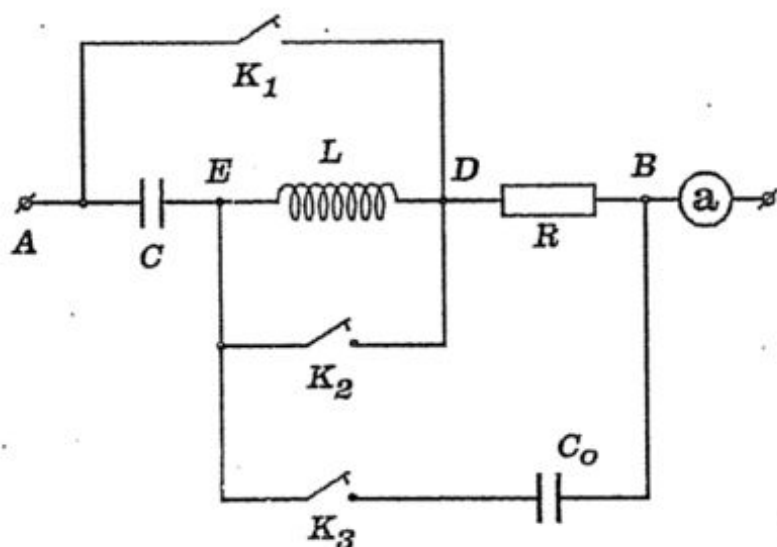
hay :

$$I = \frac{U}{R} \cdot \sqrt{\frac{Z_L + Z_C}{Z_L}} \cdot \sqrt{\frac{Z_L}{Z_L + Z_C}} = \frac{U}{R}$$

Do đó biên độ của cường độ dòng điện mạch chính là :

$$I_0 = I\sqrt{2} = \frac{U\sqrt{2}}{R} = \frac{U_0}{R} = \frac{110}{10} = 11A$$

13.5 Cho đoạn mạch xoay chiều như hình dưới đây :



Hiệu điện thế giữa A và B luôn ổn định và có dạng:

$$u = U\sqrt{2}\sin 314t(V)$$

$$= U\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$$

Điện dung C có giá trị :

$$C = 18,4 \mu F \approx \frac{10^{-4}}{\pi\sqrt{3}} F$$

Bỏ qua điện trở của cuộn dây, dây nối và các khóa K_1, K_2, K_3 .

a) Khi K_2 và K_3 mở, dù đóng hay mở K_1 thì số chỉ của ampe kế (a) vẫn như nhau. Tìm hệ số tự cảm L của cuộn dây.

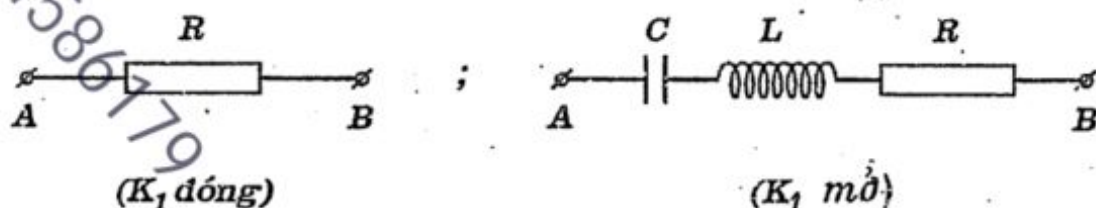
b) Khi K_1 và K_3 đóng còn K_2 mở, hãy chứng tỏ rằng số chỉ của ampe kế vẫn bằng số chỉ ở câu a)

c) Khi K_2 và K_3 đóng còn K_1 mở, hiệu điện thế hiệu dụng giữa A và D bằng hiệu điện thế hiệu dụng giữa D và B; Ngoài ra cường độ dòng điện qua ampe kế nhanh pha hơn hiệu điện thế u một lượng $\frac{\pi}{3}$. Tính R và C_0 .
Tính tổng trở của đoạn mạch AB khi ba khóa cùng đóng.

GIẢI

a) Hệ số tự cảm L của cuộn dây

Theo đề bài, ta có cấu tạo của đoạn mạch như sau :



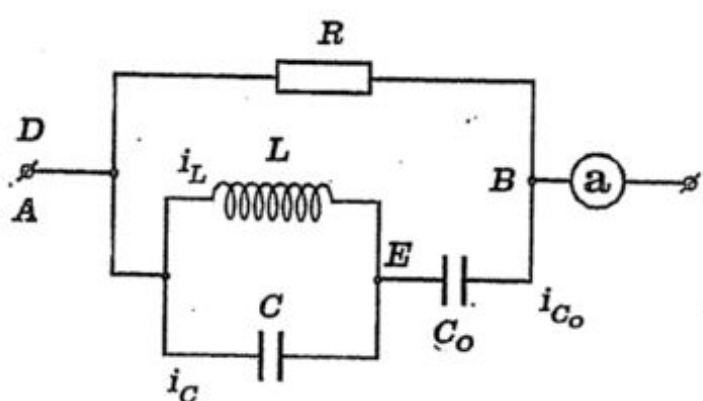
Vì cường độ dòng điện trong mạch như nhau ở hai trường hợp nên tổng trở của đoạn mạch bằng nhau:

$$R = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

$$\Rightarrow Z_L = Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{10^{-4}}{\pi\sqrt{3}} \cdot 100\pi} = 100\sqrt{3} \Omega$$

Do đó : $L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{100\sqrt{3}}{100\pi} = \frac{\sqrt{3}}{\pi} \approx 0,55(\text{H})$

b) Số chỉ của ampe kế khi K_1 và K_3 đóng, K_2 mở



Trong trường hợp này, đoạn mạch có cấu tạo như sau :

Xét nhánh AEB, ta có :

$$i_{C_0} = i_L + i_C$$

$$\Rightarrow \vec{I}_{C_0} = \vec{I}_L + \vec{I}_C$$

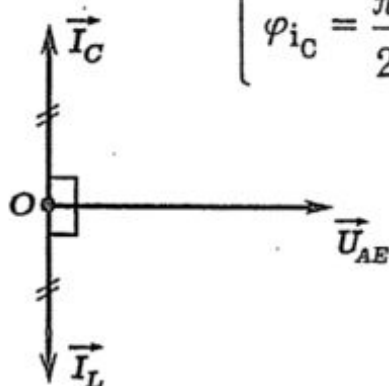
Với : $\vec{I}_L \begin{cases} I_L = \frac{U_{AE}}{Z_L} \\ \varphi_{i_L} = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$;

$$\vec{I}_C \begin{cases} I_C = \frac{U_{AE}}{Z_C} = I_L \\ \varphi_{i_C} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Vậy : $\vec{I}_L = -\vec{I}_C$

$$\Rightarrow \vec{I}_{C_0} = \vec{0}$$

hay $i_{C_0} = 0$

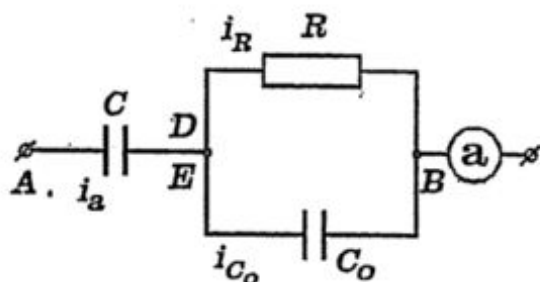


Đoạn mạch chỉ gồm điện trở R mắc vào AB.

Do đó ampe kế (a) có số chỉ giống như ở câu a)

c) Điện trở R_0 , điện dung C_0 và Z_{AB} khi ba khóa đều đóng

Khi K_2 và K_3 đóng, K_1 mở đoạn mạch có cấu tạo như sau :



Xét đoạn mạch DB có hai nhánh song song.

Ta có : $i_a = i_R + i_{C_0}$

$$\Rightarrow \vec{I}_a = \vec{I}_R + \vec{I}_{C_0}$$

Với : $\vec{I}_R \begin{cases} I_R = \frac{U_{DB}}{R} \\ \varphi_{i_R} = 0 \end{cases} ; \quad \vec{I}_{C_0} \begin{cases} I_{C_0} = \frac{U_{DB}}{Z_{C_0}} \\ \varphi_{i_{C_0}} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$

Giản đồ vectơ về cường độ có dạng:

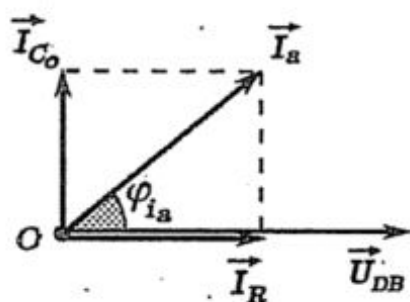
Xét đoạn mạch AB gồm hai đoạn AD và DB nối tiếp.

Ta cũng có :

$$u = u_{AD} + u_{DB}$$

$$\Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_{AD} + \vec{U}_{DB}$$

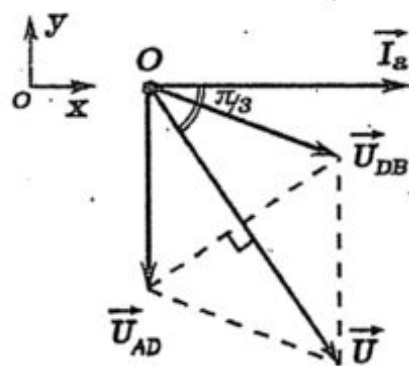
Với : $\vec{U}_{AD} \begin{cases} U_{AD} \\ \varphi_1 = -\frac{\pi}{2} \end{cases} ; \quad \vec{U}_{DB} \begin{cases} U_{DB} = U_{AD} \\ \varphi_2 = -\varphi_{i_a} \end{cases}$



Giản đồ vectơ về hiệu điện thế có dạng :

Chiếu lên hệ trục xOy ta được :

$$\begin{cases} U_x = U_{AD} \cos \varphi_1 + U_{DB} \cos \varphi_2 \\ \quad = U_{DB} \cos \varphi_{i_a} = U \cos \frac{\pi}{3} = \frac{U}{2} \\ U_y = U_{AD} \sin \varphi_1 + U_{DB} \sin \varphi_2 \\ \quad = -U_{AD} - U_{DB} \sin \varphi_{i_a} \\ \quad = -U_{DB} (1 + \sin \varphi_{i_a}) = -\frac{U\sqrt{3}}{2} \end{cases}$$



Suy ra :

$$\cos \varphi_{i_a} = (1 + \sin \varphi_{i_a}) \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}$$

hay : $\sqrt{3} \cdot \cos \varphi_{i_a} = 1 + \sin \varphi_{i_a}$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cos \varphi_{i_a} - \frac{1}{2} \cdot \sin \varphi_{i_a} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \cos \left(\frac{\pi}{6} + \varphi_{i_a} \right) = \cos \left(\pm \frac{\pi}{3} \right)$$

Do đó :

$$\begin{cases} \varphi_{i_a} = \frac{\pi}{6} \\ \varphi_{i_a} = -\frac{\pi}{2} \text{ (loại)} \end{cases}$$

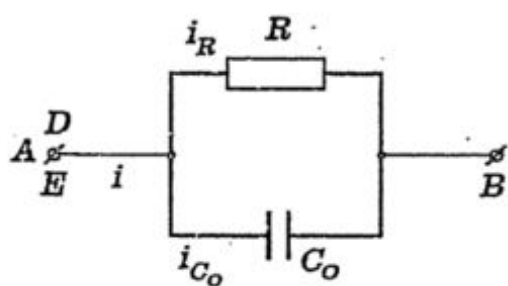
Vậy :

$$\operatorname{tg} \varphi_{i_a} = \frac{I_{C_0}}{I_R} = \frac{R}{Z_{C_0}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow R = \frac{Z_{C_0}}{\sqrt{3}}$$

$$I_a = \frac{2I_R}{\sqrt{3}} \Rightarrow \frac{2Z_C}{\sqrt{3}} = R = 200\Omega$$

$$C_0 = \frac{1}{Z_{C_0} \omega} = \frac{1}{200\sqrt{3} \cdot 100\pi} = \frac{1}{2\sqrt{3}\pi} \cdot 10^{-4} \text{F} \approx 9,1\mu\text{F}$$

Khi ba khóa K_1, K_2, K_3 cùng đóng, đoạn mạch có cấu tạo :



Ta có : $i = i_R + i_{C_0}$
 $\Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_R + \vec{I}_{C_0}$

Giải đồ vectơ về dòng điện tương tự ở trên với hiệu điện thế u đặt vào hai đầu đoạn mạch.

Do đó: $I = \sqrt{I_{C_0}^2 + I_R^2} = U \sqrt{\frac{1}{Z_{C_0}^2} + \frac{1}{R^2}}$

Tổng trở Z của đoạn mạch được tính bởi :

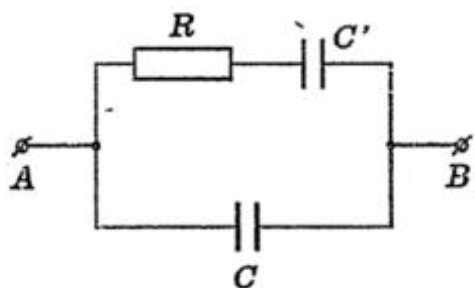
$$I = U \cdot \frac{1}{Z}$$

$$\begin{aligned} \text{Vậy : } \frac{1}{Z} &= \sqrt{\frac{1}{Z_{C_0}^2} + \frac{1}{R^2}} = \sqrt{\frac{1}{(200\sqrt{3})^2} + \frac{1}{(200)^2}} \\ &= \frac{1}{200} \sqrt{\frac{1}{3} + 1} = \frac{1}{100\sqrt{3}} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow Z = 100\sqrt{3}\Omega \approx 173\Omega$$

13.6 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :

$$\left\{ \begin{array}{l} R = 50,0\Omega \\ C, C' : \text{điện dung của các} \\ \text{tụ điện} \\ u_{AB} : \text{hiệu điện thế xoay} \\ \text{chiều ổn định.} \end{array} \right.$$



Cường độ dòng điện qua tụ điện C có biểu thức :

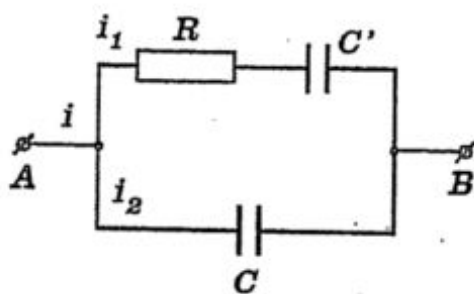
$$i_2 = 1,03\sin 314t(\text{A}) \approx (\sqrt{3} - 1)\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{A})$$

Biết rằng khi góc lệch pha giữa cường độ dòng điện qua mạch chính và hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch bằng 60° thì công suất tỏa nhiệt trên điện trở R bằng 100W .

a) Viết biểu thức của cường độ tức thời của dòng điện qua mạch chính.

b) Thay tụ C' bằng một cuộn dây thuần cảm. Tính hệ số tự cảm L của cuộn dây để cường độ dòng điện qua mạch chính cực tiểu.

GIẢI



a) Biểu thức của dòng điện chính

– Theo đề :

$$\begin{cases} I_2 = \frac{1,03}{\sqrt{2}} \approx 0,73A \approx (\sqrt{3} - 1)A \\ P_1 = RI_1^2 \Rightarrow I_1 = \sqrt{\frac{P_1}{R}} = \sqrt{2}A \end{cases}$$

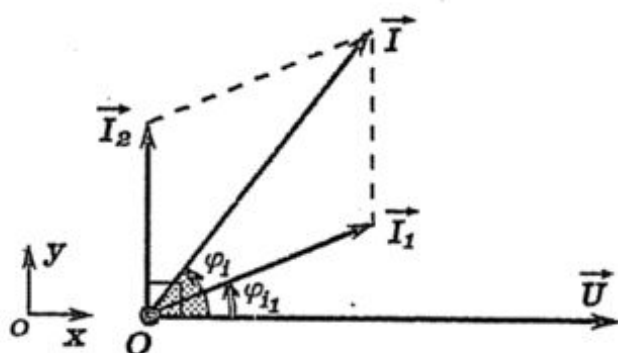
Mặt khác ta có :

$$i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$$

với :

$$\vec{I}_1 \begin{cases} I_1 = \sqrt{2}A \\ \varphi_{i_1} = \arctg \frac{Z_{C'}}{R} < \frac{\pi}{2} \end{cases} \quad \vec{I}_2 \begin{cases} I_2 = (\sqrt{3} - 1)A \\ \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Giải đồ vectơ.



– Suy ra :

$$\begin{cases} I_x = I_1 \cos \varphi_{i_1} \\ I_y = I_2 + I_1 \sin \varphi_{i_1} \end{cases}$$

Vậy :

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \frac{I_y}{I_x} = \frac{I_2 + I_1 \sin \varphi_{i_1}}{I_1 \cos \varphi_{i_1}} = \frac{(\sqrt{3} - 1) + \sqrt{2} \sin \varphi_{i_1}}{\sqrt{2} \cos \varphi_{i_1}}$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \varphi_i = \operatorname{tg} 60^\circ = \sqrt{3} = \frac{(\sqrt{3} - 1) + \sqrt{2} \cdot \sin \varphi_{i_1}}{\sqrt{2} \cdot \cos \varphi_{i_1}}$$

$$\Rightarrow \sqrt{2} [\sqrt{3} \cdot \cos \varphi_{i_1} - \sin \varphi_{i_1}] = (\sqrt{3} - 1)$$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \cos \varphi_{i_1} - \frac{1}{2} \cdot \sin \varphi_{i_1} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow -\sin \left(\varphi_{i_1} - \frac{\pi}{3} \right) = -\sin \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\pi}{3} \right)$$

$$\Rightarrow \varphi_{i_1} = \frac{\pi}{4} \quad \Rightarrow \quad Z_C = R = 50,0 \Omega$$

Do đó :

$$\begin{cases} I_x = I_1 \cdot \cos \frac{\pi}{4} = 1 \text{ A} \\ I_y = (\sqrt{3} - 1) + 1 = \sqrt{3} \text{ A} \end{cases}$$

$$I = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} = 2 \text{ A} \Rightarrow I_0 = 2\sqrt{2} \text{ A}$$

– Mặt khác góc lệch pha giữa cường độ dòng điện mạch chính so với cường độ dòng điện gốc về pha là :

$$\Delta \varphi = (\vec{I}_2, \vec{I}) = (\vec{I}_2, \vec{U}) + (\vec{U}, \vec{I}) = \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{6}$$

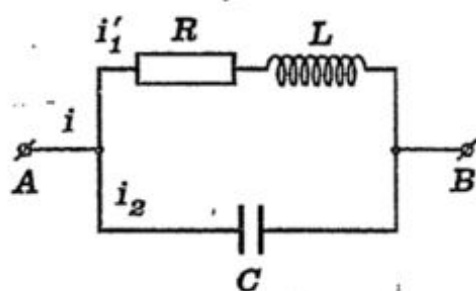
Ta có biểu thức :

$$i = 2\sqrt{2} \sin \left(100\pi t - \frac{\pi}{6} \right) (\text{A}) \approx 2,82 \sin(314t - 0,523) (\text{A})$$

Ngoài ra : $U = Z_1 \cdot I_1 = 50,0\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = 100 \text{ V}$

b) Tính hệ số tự cảm

– Trong trường hợp này ta có mạch điện :

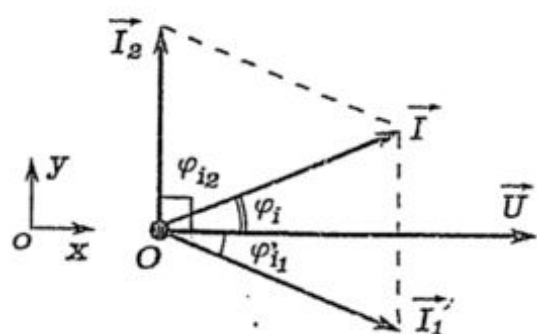


Ta vẫn có :

$$i = i'_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}'_1 + \vec{I}_2$$

$$\text{Với: } \vec{I}'_1 \begin{cases} I'_1 = \frac{U}{Z_1} \\ \varphi'_{i_1} = \arctg\left(-\frac{Z_L}{R}\right) \quad \left(-\frac{\pi}{2} < \varphi'_{i_1} < 0\right) \end{cases}; \vec{I}_2 \begin{cases} I_2 = (\sqrt{3}-1)(A) \\ \varphi_{i_2} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Suy ra giản đồ vector



Ta được :

$$\begin{cases} I_x = I'_1 \cos \varphi'_{i_1} \\ I_y = I_2 + I'_1 \sin \varphi'_{i_1} \end{cases}$$

$$\Rightarrow I^2 = I_x^2 + I_y^2$$

$$= I_1'^2 + I_2^2 + 2I'_1 I_2 \sin \varphi'_{i_1}$$

Vì $I_2 = \text{const}$ nên I cực tiểu khi $A = I_1'^2 + 2I'_1 I_2 \sin \varphi'_{i_1}$ cực tiểu.

$$\text{Nhưng: } I_1'^2 = \frac{U^2}{R^2 + Z_L^2}; \sin \varphi'_{i_1} = -\frac{Z_L}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}$$

Vậy ta có :

$$A = \frac{U^2}{R^2 + Z_L^2} - \frac{2UZ_L I_2}{R^2 + Z_L^2} = \frac{U(U - 2I_2 Z_L)}{R^2 + Z_L^2}$$

Lấy đạo hàm của A theo Z_L ta có :

$$\frac{dA}{dZ_L} = \frac{2U [I_2 Z_L^2 - U Z_L - I_2 R^2]}{(R^2 + Z_L^2)^2}$$

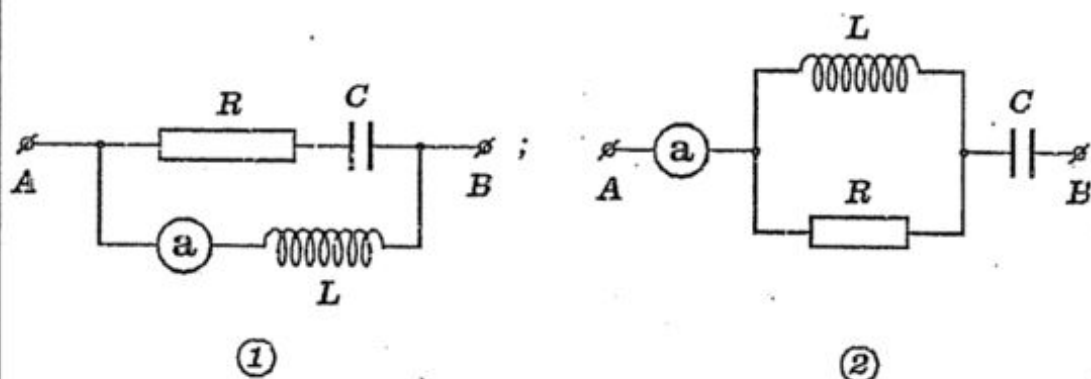
$$\frac{dA}{dZ_L} = 0 \Rightarrow Z_L = \frac{U \pm \sqrt{U^2 + 4R^2 I_2^2}}{2I_2} \approx \begin{cases} Z_{L_1} \approx -16,4\Omega \text{ (loại)} \\ Z_{L_2} \approx 153\Omega \end{cases}$$

Suy ra bằng dấu :

Z_L	0	153 Ω	∞
$\frac{dA}{dZ_L}$	-	0	+
I	$\swarrow$ $I_{\min}$ $\searrow$		

Do đó : $L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{153}{314} \approx 0,487H$

- 13.7 Một điện trở hoạt động R , một cuộn thuần cảm L , một tụ điện C và một ampe kế (a) được mắc thành hai đoạn mạch như hình vẽ sau :



Các giá trị của R , L , C có thể được lựa chọn tùy ý. Hiệu điện thế giữa hai đầu A, B của đoạn mạch dao động với biểu thức :

$$u_{AB} = 282\sin 314t \approx 200\sqrt{2}\sin 100\pi t (V)$$

Bỏ qua điện trở của ampe kế và các dây nối.

a) Với đoạn mạch của hình (1), cho $R = 100\Omega$. Các giá trị của L , C được chọn thích hợp sao cho hệ số công suất của toàn đoạn mạch luôn bằng 1.

Tính giá trị của L , C để số chỉ của (a) cực đại. Tính số chỉ cực đại đó.

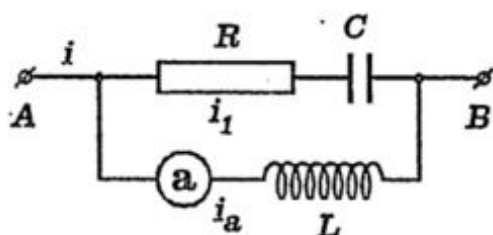
b) Với đoạn mạch của hình (2), cho :

$$C = 15,9\mu\text{F} \approx \frac{1}{2\pi} \cdot 10^{-4}\text{F}.$$

Tìm giá trị của $L \neq 0$ để số chỉ của (a) không phụ thuộc R .

GIẢI

a) Giá trị của L và C để số chỉ của ampe kế cực đại



- Ta có :

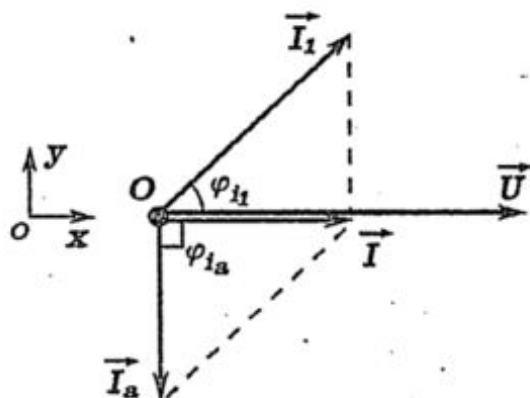
$$i = i_1 + i_a \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_a$$

$$\vec{I}_1 \begin{cases} I_1 = \frac{U}{Z_1} \\ \varphi_{i_1} = \arctg \frac{Z_C}{R} > 0 \end{cases};$$

$$\vec{I}_a \begin{cases} I_a = \frac{U}{Z_L} \\ \varphi_{i_a} = \varphi_{i_L} = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Theo đề : $\cos \varphi_i = 1 \Rightarrow \varphi_i = 0$

Ta có giản đồ vectơ



Suy ra :

$$\begin{cases} I_x = I_1 \cdot \cos \varphi_{i_1} \\ I_y = I_1 \cdot \sin \varphi_{i_1} + I_a \sin \varphi_{i_a} \end{cases}$$

$$\cos \varphi_{i_1} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}};$$

$$\sin \varphi_{i_1} = \frac{Z_C}{\sqrt{R^2 + Z_C^2}};$$

$$\sin \varphi_{i_a} = -1$$

$$\Rightarrow I_y = \frac{U Z_C}{R^2 + Z_C^2} - \frac{U}{Z_L}$$

Vì $\varphi_i = 0 \Rightarrow \operatorname{tg}\varphi_i = 0 \Rightarrow I_y = 0$ ($I_x \neq 0$). Ta có :

$$\frac{Z_C}{R^2 + Z_C^2} = \frac{1}{Z_L} \Leftrightarrow Z_L Z_C = R^2 + Z_C^2$$

– Mặt khác :

$$I_a = \frac{U}{Z_L}$$

I_a đạt cực đại khi Z_L cực tiểu. Theo trên ta có :

$$Z_L = \frac{R^2}{Z_C} + Z_C \geq 2R$$

$$\Rightarrow (Z_L)_{\min} = 2R$$

Vậy muốn cho số chỉ của (a) cực đại, ta phải có :

$$Z_L = 200\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{200}{100\pi} \approx 0,636H$$

Khi đó :

$$Z_C^2 - 200Z_C + 10000 = 0 \Rightarrow Z_C = 100\Omega$$

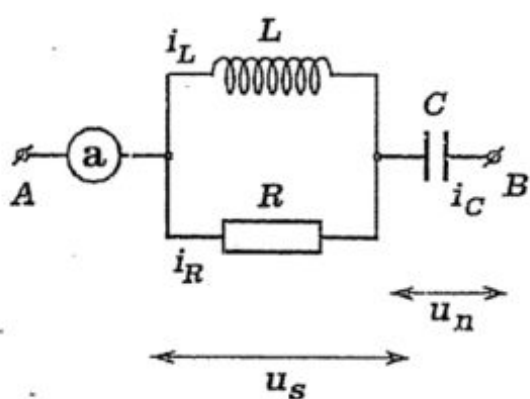
$$C = \frac{1}{Z_C \omega} = \frac{1}{\pi} \cdot 10^{-4} = 31,8\mu F$$

Ta suy ra :

$$(I_a)_{\max} = \frac{U}{(Z_L)_{\min}} = 1A$$

b) Giá trị của L để số chỉ của (a) không phụ thuộc R

– Ta có : $i_C = i_L + i_R \Rightarrow \vec{I}_C = \vec{I}_L + \vec{I}_R$



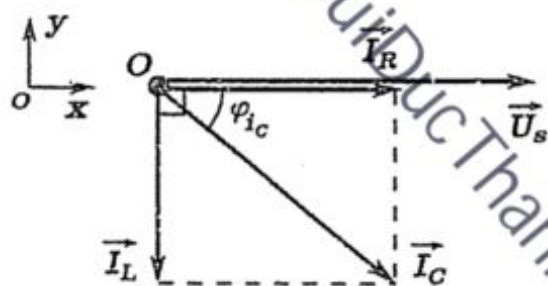
$$\vec{I}_L \begin{cases} I_L = \frac{U_s}{Z_L} \\ \varphi_{i_L} = -\frac{\pi}{2} \end{cases}; \vec{I}_R \begin{cases} I_R = \frac{U_s}{R} \\ \varphi_{i_R} = 0 \end{cases}$$

Suy ra giản đồ vectơ về cường độ dòng điện :

Vậy :

$$I_C = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} = \frac{U_s}{RZ_L} \sqrt{R^2 + Z_L^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{i_C} = -\frac{I_L}{I_R} = -\frac{R}{Z_L}$$



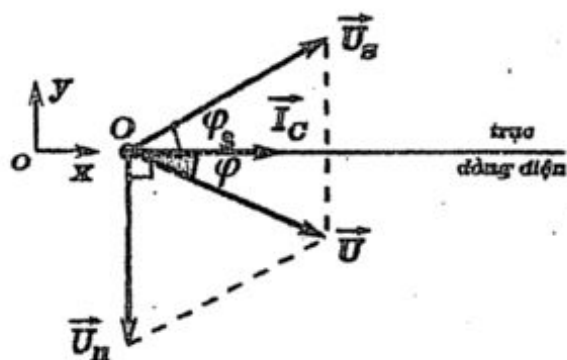
Do đó ta suy ra :

$$\vec{U}_s \begin{cases} U_s \\ \varphi_s = -\varphi_{i_C} \end{cases}$$

$$\vec{U}_n \begin{cases} U_n = Z_C \cdot I_C \\ \varphi_n = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$$

$$u = u_s + u_n \Rightarrow \vec{U} = \vec{U}_s + \vec{U}_n$$

Ta có giản đồ vectơ



$$\begin{cases} U_x = U_s \cos \varphi_s \\ U_y = U_s \sin \varphi_s + U_n \sin \varphi_n \end{cases}$$

$$\cos \varphi_s = \frac{Z_L}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}};$$

$$\sin \varphi_s = \frac{R}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}};$$

$$\sin \varphi_n = -1$$

$$\text{Do đó : } U^2 = U_x^2 + U_y^2 = U_s^2 + U_n^2 - 2U_s U_n \sin \varphi_s$$

Với $U_s = \frac{RZ_L}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}} \cdot I_C = \frac{RZ_L}{Z_C \sqrt{R^2 + Z_L^2}} \cdot U_n$ ta có

$$U^2 = U_n^2 \left[1 + \frac{R^2 Z_L^2}{Z_C^2 (R^2 + Z_L^2)} - \frac{2R^2 Z_L}{Z_C (R^2 + Z_L^2)} \right]$$

$$= U_n^2 \left[1 + \frac{R^2 Z_L}{Z_C^2 (R^2 + Z_L^2)} (Z_L - 2Z_C) \right]$$

Ta thấy U_n không phụ thuộc R nếu có :

$$\begin{cases} \odot Z_{L_1} = 0 \text{ (loại)} \\ \odot Z_{L_2} = 2Z_C \end{cases}$$

Khi đó $I_a = I_C = \frac{U_n}{Z_C}$ cũng không phụ thuộc R .

Theo đề :

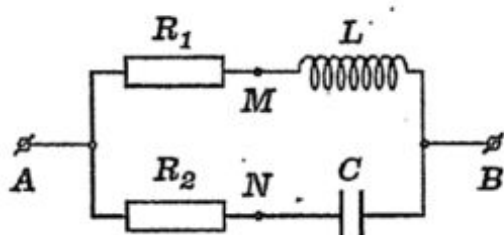
$$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{\frac{1}{2\pi} \cdot 10^{-4} \cdot 100\pi} = 200\Omega$$

$$\Rightarrow Z_L = 400\Omega$$

Vậy : $L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{400}{100\pi} \approx 1,27H$

■ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

13.8 Cho mạch điện xoay chiều sau đây :



$$\left\{ \begin{array}{l} R_1 = 17,3\Omega \approx 10\sqrt{3}\Omega \\ L = 31,8\text{mH} \approx \frac{1}{10\pi}\text{H} \\ \text{(cuộn thuần cảm)} \\ R_2 : \text{điện trở thuần} \\ C : \text{Điện dung của tụ điện} \end{array} \right.$$

Hiệu điện thế giữa A và B luôn có biểu thức

$$u_{AB} = 141\sin 314t(\text{V}) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V})$$

a) Định hệ thức liên lạc giữa R_2 và C để hiệu điện thế hiệu dụng giữa M và N đạt cực đại. Lập biểu thức của hiệu điện thế tức thời u_{MN} lúc đó.

b) Giả sử điều kiện trên được thỏa. Tính R_2 và C để dòng điện trong mạch chính cùng pha với hiệu điện thế u_{AB} . Tính công suất của mạch điện trong trường hợp này.

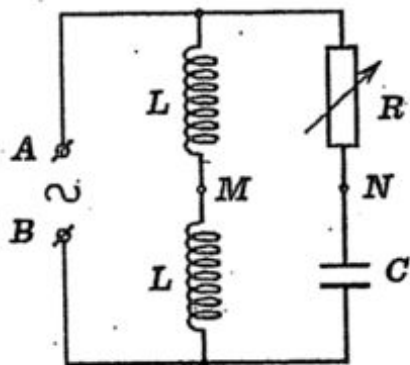
ĐS: a) $R_2 C \omega = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$$u_{MN} = 141\sin(314t - 1,05)(\text{V})$$

b) $R_2 = R_1 = 17,3\Omega$

$$C_2 = 106\mu\text{F}; P \approx 577\text{W}$$

13.9 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :



$$\left\{ \begin{array}{l} L = 0,157\text{H} \approx \frac{\pi}{20}\text{H} ; \\ C = 31,4\mu\text{F} = \pi \cdot 10^{-5}\text{F} \\ u_{AB} = 141\sin 314t(\text{V}) \\ \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(\text{V}) \end{array} \right.$$

a) Hãy vẽ giản đồ vectơ của các dòng điện và hiệu điện thế ứng với $R=100\Omega$.

b) Cho R thay đổi. Chứng tỏ $U_{MN}=\text{const}$. Tính giá trị của U_{MN}

c) Tìm giá trị của R để cường độ dòng điện trong mạch chính cùng pha với u_{AB} .

(Lấy $\pi^2=10$)

ĐS : b) $U_{MN}=70,7V$

c) $R = 0$

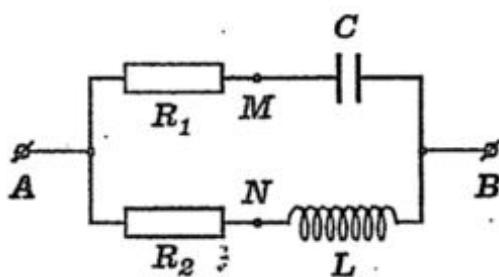
13.10 Cho mạch điện xoay chiều sau đây :

R_1 : điện trở thuần có giá trị thích hợp

$R_2 = 10,0\Omega$

$C = 318\mu F \approx \frac{10^{-3}}{\pi} F$

L : hệ số tự cảm của cuộn thuần cảm.



Hiệu điện thế giữa A và B luôn có biểu thức :

$$u_{AB}=141\sin 314t(V) \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(V)$$

Cho biết các hiệu điện thế tức thời u_{MN} và u_{AB} là những đại lượng biến thiên hình sin theo thời gian cùng biên độ nhưng lệch pha $\frac{\pi}{2}$.

Hãy :

a) Tính điện trở R_1 và hệ số tự cảm L .

b) Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện trong mạch chính.

ĐS : a) $R_1=Z_C=10,0\Omega; L=31,8mH$

b) $i = 14,1 \sin 314t(A)$

13.11 Giữa hai điểm A, B có hiệu điện thế xoay chiều $U=25,0V$ (tần số 50 Hz).

a) Mắc vào giữa A, B một đoạn mạch gồm điện trở thuần $R_1 = 50,0\Omega$ và cuộn thuần cảm có cảm kháng $Z_L = 37,5\Omega$

Tính cường độ dòng điện I_1 trong đoạn mạch và góc lệch pha φ_{i_1} giữa dòng điện và hiệu điện thế.

b) Mắc thêm vào giữa A và B đoạn mạch thứ hai gồm điện trở thuần $R_2=50,0\Omega$ nối tiếp với tụ điện có dung kháng $Z_C=50,0\Omega$.

– Tính cường độ dòng điện I_2 trong đoạn mạch này và góc lệch pha φ_{i_2} giữa dòng điện và hiệu điện thế.

– Tính cường độ dòng điện trong mạch chính.

c) Vấn xét đoạn mạch như ở câu (b). Giả sử giá trị của R_1, R_2, L, C thay đổi được.

Tìm điều kiện mà các giá trị này phải nghiệm để các dòng điện trong hai nhánh có pha vuông góc với nhau.

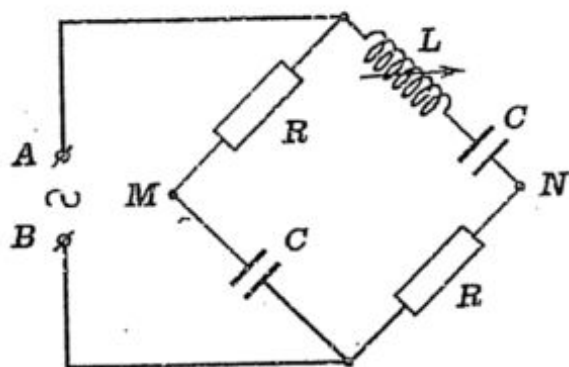
ĐS : a) $I_1=0,400A$; $\varphi_{i_1} = -37^\circ \approx -0,646\text{rad}$

b) $I_2=0,354A$; $\varphi_{i_2}=45^\circ \approx 0,785\text{rad}$

$I \approx 0,570A$

c) $L=CR_1R_2$

13.12 Cho mạch điện xoay chiều sau đây :



$$\left\{ \begin{array}{l} R = 100\Omega ; \\ C = 18,4\mu F \approx \frac{1}{\sqrt{3}\pi} \cdot 10^{-4}F \\ u_{AB} = 141\sin 314t(V) \\ \quad \approx 100\sqrt{2}\sin 100\pi t(V) \\ L : \text{cuộn thuần cảm có hệ số} \\ \quad \text{tự cảm thay đổi được.} \end{array} \right.$$

a) Với $L=1,10\text{H} \approx \frac{2\sqrt{3}}{\pi} \text{H}$. Hãy tính :

- Các cường độ dòng điện
- Công suất của đoạn mạch và hệ số công suất.

b) L có giá trị thay đổi. Hãy định giá trị của L để:

* hiệu điện thế U_{MN} cực tiểu

* hiệu điện thế tức thời u_{MN} lệch pha $\frac{\pi}{2}$ so với u_{AB}

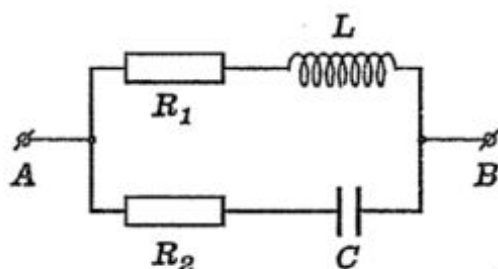
ĐS : a) $I_1=I_2=0,500\text{A}$; $P=50,0\text{W}$ $\cos\varphi=1$

b) $L_1=0,734\text{H} \approx \frac{4}{\sqrt{3}\pi}\text{H}$

$L_2=0,367\text{H} \approx \frac{2}{\sqrt{3}\pi}\text{H}$

13.13 Cho mạch điện sau đây :

- $\left\{ \begin{array}{l} R_1, R_2 : \text{điện trở thuần} \\ L : \text{hệ số tự cảm của một cuộn thuần cảm} \\ C : \text{điện dung của tụ điện} \end{array} \right.$



Hiệu điện thế giữa A, B luôn có biểu thức :

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

(ω biến thiên được liên tục từ 0)

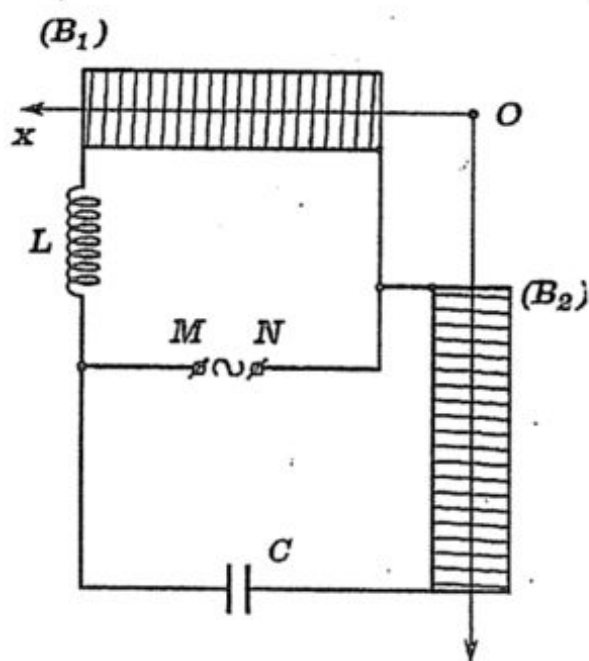
a) Tìm hệ thức liên lạc giữa R_1, R_2, L, C để dòng điện mạch chính cùng pha với hiệu điện thế u_{AB}

b) Khi điều kiện trên được thỏa, hãy chứng tỏ cường độ hiệu dụng của dòng điện mạch chính không phụ thuộc ω .

ĐS : a) $L=CR_1R_2$

b) $I=U (\forall \omega)$

13.14 Mạch điện xoay chiều trong động cơ một pha có cấu tạo theo sơ đồ như hình sau đây :



L : cuộn thuần cảm
 $(B_1), (B_2)$ là hai ống dây coi như
 thuần trở có điện trở đều bằng R
 để tạo từ trường
 $u_{MN} = U\sqrt{2}\sin\omega t$

a) Tính cường độ dòng điện I_1, I_2 trong các ống dây theo U, L, C, R, ω . Muốn $I_1 = I_2$ phải có điều kiện gì ?

b) Lập biểu thức cường độ tức thời i_1, i_2 của các dòng điện trong hai ống dây. Để cho i_1 và i_2 có pha vuông góc, phải có điều kiện gì ?

c) Giả sử $I_1 = I_2$ và i_1, i_2 có pha vuông góc. Tính các cường độ dòng điện và L, C .

d) Với các giá trị của L, C ở câu (c) cho biết từ trường $\vec{B}$ tổng hợp hướng theo trục Ox khi i_1 cực đại và từ trường $\vec{B}$ này hướng theo trục Oy khi i_2 cực đại. Hãy xác định $\vec{B}$.

Áp dụng số : $\omega = 720 \text{ rads}^{-1}$; $R = 36,0 \Omega$; $U = 100 \text{ V}$

$$\text{ĐS : a) } I_1 = \frac{U}{\sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}} ; I_2 = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2 \omega^2}}} ; LC\omega^2 = 1$$

$$\text{b) } i_1 = I_1 \sqrt{2} \sin(\omega t + \varphi_{i_1}) ; \text{tg} \varphi_{i_1} = -\frac{L\omega}{R}$$

$$i_2 = I_2 \sqrt{2} \sin(\omega t + \varphi_{i_2}) ; \text{tg} \varphi_{i_2} = \frac{1}{C\omega R}$$

$$L = CR^2$$

- c) $I_1 = I_2 = 19,7\text{A}; L = 0,05\text{H}; C = 38,6\mu\text{F}$
d) $\vec{B}$ quay đều quanh O với cùng vận tốc góc ω
 $B = 0,01\text{T}$.

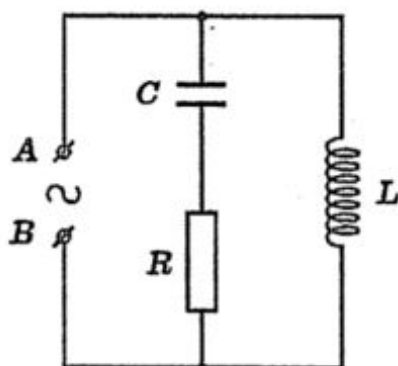
13.15 Cho mạch điện xoay chiều sau đây :

- $\left\{ \begin{array}{l} L : \text{cuộn thuần cảm có hệ số tự cảm } L \\ u_{AB} \text{ có tần số góc } \omega \end{array} \right.$

a) Tìm điều kiện để cường độ hiệu dụng của dòng điện trong mạch chính không phụ thuộc R. Tính cường độ này.

b) Tìm điều kiện để cường độ hiệu dụng của dòng điện qua mạch chính có giá trị cực tiểu.

Suy ra khi $R = 0$ thì giá trị cực tiểu nói trên cũng bằng 0.



ĐS : a) $LC\omega^2 = 2$

b) 3 trường hợp tùy theo các đại lượng không đổi.

13.16 Một đoạn mạch xoay chiều gồm một điện trở thuần R, một cuộn thuần cảm L và một tụ điện có điện dung C. Đoạn mạch được đặt vào nguồn hiệu điện thế xoay chiều có tần số góc ω với :

$$LC\omega^2 = 1$$

Hãy xác định cách mắc các linh kiện kể trên để cường độ dòng điện qua điện trở R không phụ thuộc giá trị của điện trở này.

Tính các cường độ dòng điện qua cuộn dây và qua tụ điện trong điều kiện đó.

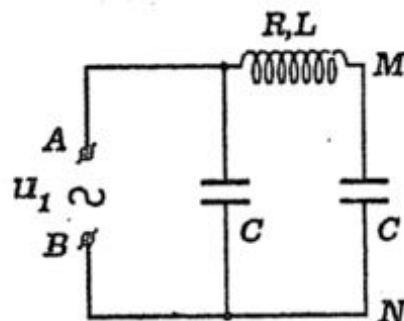
ĐS : 3 cách mắc

13.17 Cho đoạn mạch xoay chiều sau đây :

$$u_1 = U_1 \sqrt{2} \sin \omega t.$$

Lập biểu thức của :

a) Cường độ tức thời của dòng điện mạch chính.

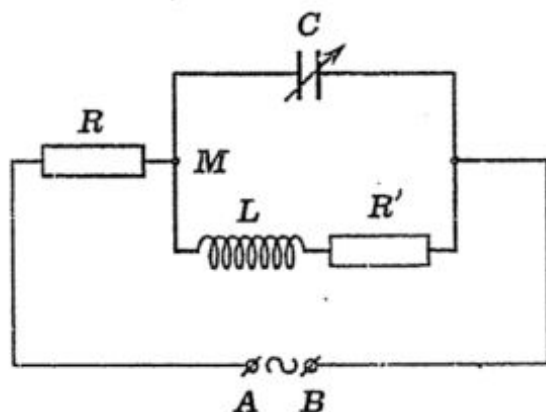


b) Hiệu điện thế u_2 giữa M và N.

Tìm điều kiện để tỉ số $\frac{u_2}{u_1}$ độc lập với thời gian.

ĐS : b) $R = 0$

13.18 Cho mạch điện xoay chiều sau đây :



$$\begin{cases} f = 50\text{Hz} ; R = R' = 50 \Omega \\ L = 0,092\text{H} \approx \frac{\sqrt{3}}{6\pi} \text{H} \\ \text{(cuộn thuần cảm).} \end{cases}$$

a) Khi điện dung có giá trị $C_1 = 55,1\mu\text{F} \approx \frac{\sqrt{3}}{\pi} \cdot 10^{-4} \text{F}$ thì công suất tiêu thụ trên điện trở thuần R là 100 W.

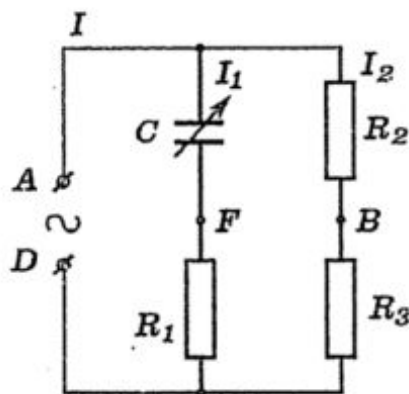
- Hãy tính cường độ các dòng điện
- Lập biểu thức cường độ tức thời các dòng điện. Chọn pha của u_{MB} làm gốc về pha.

b) Định giá trị C_2 của điện dung để u_C cùng pha với u_{AB}

ĐS : a) $I_L = I_C = I = 0,71\text{A}$

$$\begin{cases} i = 2\sin(314t + 0,523)(\text{A}) \\ i_L = 2\sin(314t - 0,523)(\text{A}) \\ i_C = 2\sin(314t + 1,570)(\text{A}) \end{cases}$$

b) $C_2 = 27,5\mu\text{F}$



13.19 Cho mạch điện xoay chiều có sơ đồ như sau :

Cho $\begin{cases} R_1 = R_2 = R_3 = R \\ C : \text{điện dung thay đổi được của một tụ điện} \\ u_{AD} = U_0 \sin \omega t \end{cases}$

a) Trong giản đồ vectơ quay của mạch, quỹ tích các điểm biểu diễn điện thế của F là đường gì khi cho C biến thiên từ 0 đến ∞ (Lấy điện thế của A bằng 0).

b) Tính biên độ và góc lệch pha so với u_{AD} của hiệu điện thế u_{FB} .

c) Tính giá trị của C để có u_{FB} :

- | | | |
|--|---|--------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - Cùng pha - Ngược pha - Lệch pha $\frac{\pi}{2}$ | } | (so với u_{AD}) |
|--|---|--------------------|

Cho : $R = 50,0\Omega$; $\omega = 300\text{rad.s}^{-1}$

d) Tìm điều kiện để các cường độ hiệu dụng I_1, I_2 trong hai nhánh bằng nhau. Khi đó, tính I và góc lệch pha của dòng này so với u_{AD} . Cho biết :

$U_{AD} = 100\text{V}$; $R = 50,5\Omega$.

ĐS : a) $\frac{1}{2}$ đường tròn

b) $\frac{U_0}{2}$; $2\arctg \frac{1}{C\omega R}$

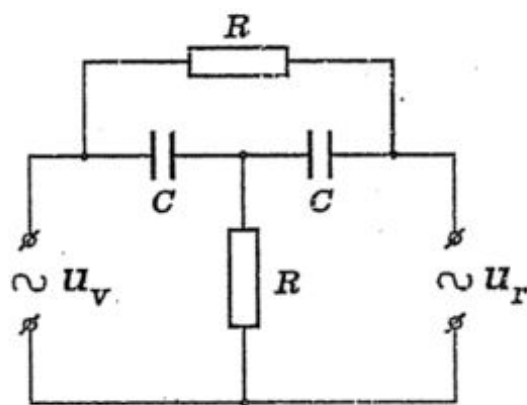
c) ∞ ; 0 ; $66,7\mu\text{F}$

d) $CR\omega = \frac{\sqrt{3}}{3}$; $I = 1,73\text{A}$; $+ 30^\circ$

13.20 Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ sau :

- Hiệu điện thế vào u_v là hiệu điện thế xoay chiều.

- Hiệu điện thế ra u_r đặt vào tải có Z vô cùng lớn.



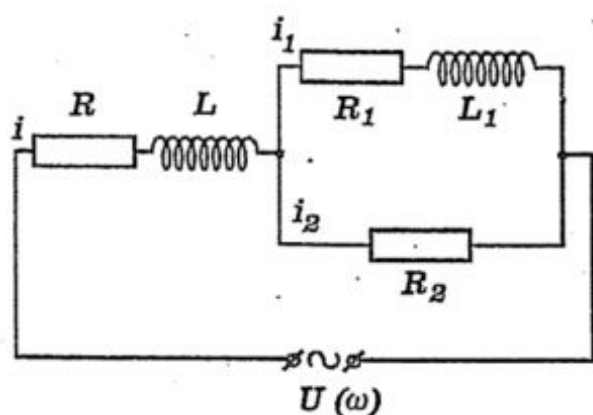
Tính : a) Tần số góc ω_0 của u_v để u_v và u_r cùng pha.

b) Tỷ số $\frac{U_r}{U_v}$ ứng với tần số đó.

$$DS : a) \omega_0 = \frac{1}{CR}$$

$$b) \frac{U_r}{U_v} = \frac{2}{3}$$

13.21 Đoạn mạch có sơ đồ như hình dưới :

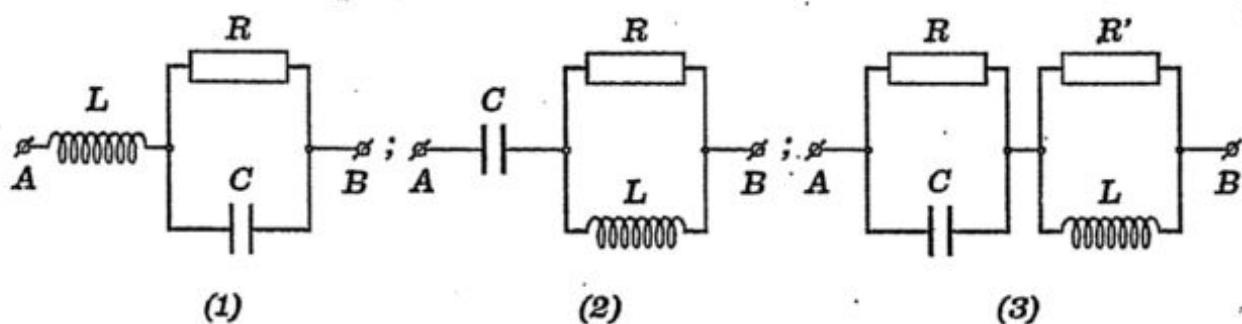


$\left\{ \begin{array}{l} L, L_1 : \text{các cuộn thuần cảm} \\ R, R_1, R_2 : \text{điện trở thuần} \end{array} \right.$

Định R_2 theo các đại lượng khác của đoạn mạch để i_1 và u có pha vuông góc với nhau.

$$DS : R_2 = \frac{LL_1\omega^2 - RR_1}{R + R_1}$$

13.22. Cho các đoạn mạch sau đây được đặt vào giữa hai điểm A, B có hiệu điện thế xoay chiều tần số góc ω .



(L : cuộn thuần cảm có hệ số tự cảm L ;
 R, R' : các điện trở thuần)

Với mỗi đoạn mạch, hãy tìm hệ thức mà các đại lượng R, R', L, C, ω phải nghiệm để cường độ dòng điện trong mạch chính cùng pha với hiệu điện thế u_{AB}

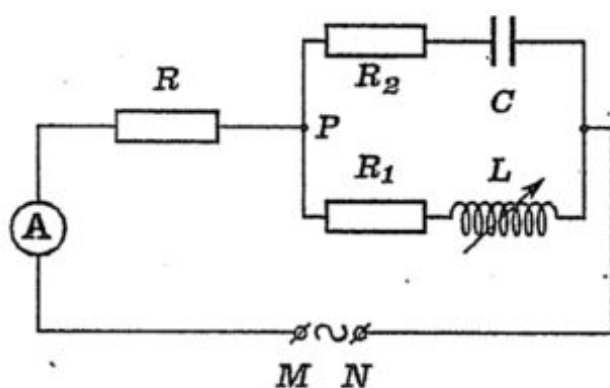
$$DS : (1) : (LC\omega^2 - 1)CR + L = 0$$

$$(2) : (LC\omega^2 - 1)R^2 - L^2\omega^2 = 0$$

$$(3) : R = R' = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (\forall \omega)$$

13.23 Cho đoạn mạch xoay chiều sau :

$$\left\{ \begin{array}{l} R = 50\Omega ; R_1 = 40\Omega ; \\ R_2 = 30\Omega \\ C = 79,6\mu F \approx \frac{1}{4\pi} \cdot 10^{-3} F \\ L : \text{cuộn thuần cảm có hệ số} \\ \text{tự cảm thay đổi} \\ u_{AB} = U_0 \sin \omega t (\omega \text{ thay đổi}) \end{array} \right.$$



Ampe kế (A) luôn luôn chỉ 2,0A.

a) Tính cường độ các dòng điện với

$$\omega = 100\pi s^{-1} \text{ và } L = 0,095H \approx \frac{3}{10\pi} H.$$

b) Tính công suất của cả đoạn mạch AB.

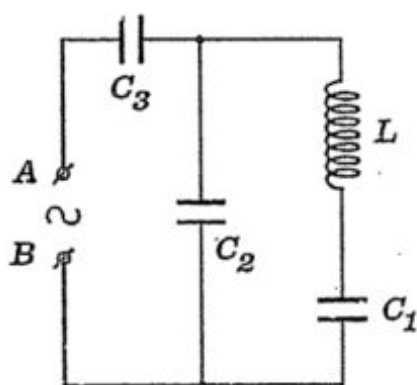
c) Với L có giá trị xác định, hãy tính ω theo $R_1; R_2; L; C$ để u_{MP} cùng pha với u_{PN} .

$$DS : a) I_1 = I_2 = 1,41A; I_2 = 2,00A$$

$$b) P = 340W$$

$$c) \omega = \sqrt{\frac{CR_1^2 - L}{CL(CR_2^2 - L)}}$$

13.24 Cho mạch điện sau :



$$\left\{ \begin{array}{l} f = 50\text{Hz} \\ L = 63,6\text{mH} \approx \frac{1}{5\pi}\text{H} \\ \text{(cuộn thuần cảm)} \\ C_1 = 31,8\mu\text{F} \approx \frac{10^{-3}}{\pi}\text{F} \\ C_3 = \frac{C_1}{2} \end{array} \right.$$

Đặt u_L và u_{AB} lần lượt là các hiệu điện thế tức thời giữa hai đầu cuộn dây và hai đầu mạch điện.

a) Hãy chứng tỏ tỉ số $\frac{u_L}{u_{AB}}$ độc lập với thời gian.

b) Tính tỉ số trên đây với $C_2 = C_3$

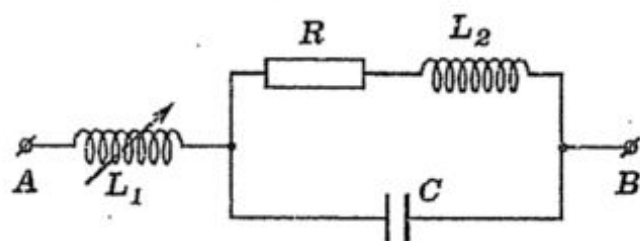
ĐS : a) u_L và u_{AB} cùng pha hoặc ngược pha.
b) 2

13.25 Cho đoạn mạch xoay chiều như hình vẽ sau :

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

R : điện trở thuần

$$C = \frac{1}{R\omega}$$



L_1 : độ tự cảm biến thiên được của cuộn thuần cảm.

L_2 : độ tự cảm của cuộn thuần cảm ; $L_2 = \frac{R}{\omega}$.

a) Điều chỉnh để $L_1 = \frac{2\pi}{\omega}$. Tính các hiệu điện thế U_1 và U_2 lần lượt giữa hai đầu L_1 và C.

Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính.

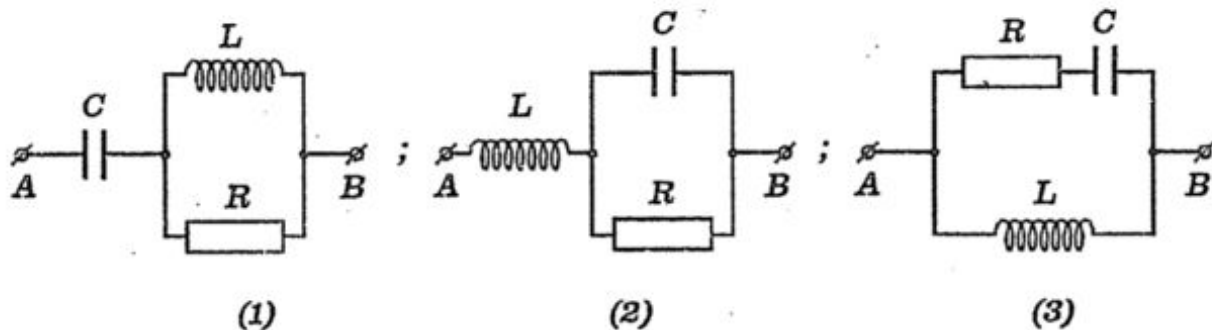
b) Tính L_1 để dòng điện mạch chính cùng pha với u_{AB}

$$DS : a) U_1 = U\sqrt{2} ; U_2 = U$$

$$i = \frac{U}{R} \sin(\omega t - \frac{\pi}{4})$$

$$b) L_1 = \frac{R}{\omega}$$

13.26 Cho các mạch điện sau đây :



Cho biết : $U_{AB} = U$ (hiệu điện thế hiệu dụng) với mỗi mạch điện, hãy :

a) Lập hệ thức liên lạc giữa L , C , f để dòng điện mạch chính không phụ thuộc R .

b) Tính theo U cường độ hiệu dụng của dòng điện mạch chính

$$DS : a) (1) 2\pi^2 f^2 LC = 1$$

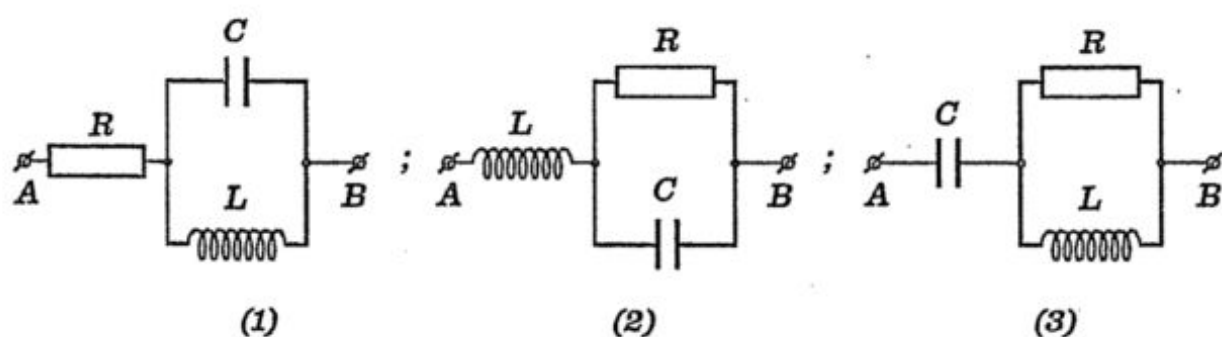
$$(2) : 8\pi^2 f^2 LC = 1$$

$$(3) : 2\pi^2 f^2 LC = 1$$

$$b) (1) : I_{ch} = \frac{U}{Z_C} = C\omega U$$

$$(2) \text{ và } (3) : I_{ch} = \frac{U}{Z_L} = \frac{U}{L\omega}$$

13.27 Cho các mạch điện sau :



$\left\{ \begin{array}{l} L : \text{cuộn thuần cảm} \\ C : \text{tụ điện} \\ R : \text{điện trở thuần} \end{array} \right.$

a) Hãy chứng tỏ rằng với mỗi mạch điện, điều kiện cân và đủ để dòng điện qua điện trở R không phụ thuộc R là :

$$4\pi f^2 LC = 1$$

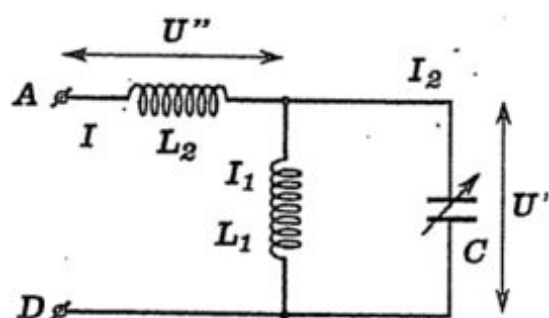
b) Trong điều kiện trên, tính cường độ hiệu dụng của dòng điện qua R. Cho $U_{AB} = U$

ĐS : b) (1) : $I_R = 0$

(2) : $I_R = \frac{U}{Z_L}$

(3) : $I_R = \frac{U}{Z_C}$

13.28 Cho mạch điện xoay chiều sau đây :



Biết :

$\left\{ \begin{array}{l} U_{AD} = U = \text{const} \\ (\text{tần số góc } \omega \text{ không đổi}) \\ L_1, L_2 : \text{hệ số tự cảm của các cuộn} \\ \text{thuần cảm} \\ C : \text{điện dung của tụ điện biến đổi.} \end{array} \right.$

a) Vẽ giản đồ vectơ. Tính Z_{AD} và cường độ I của dòng điện qua L_2 .

Khi C thay đổi từ 0 đến ∞ , nghiên cứu sự biến thiên của I . Tính các giá trị giới hạn và đặc biệt của I . Giải thích tại sao I có các giá trị ấy.

b) Thay cuộn thuần cảm L_2 bằng tụ có điện dung C_1 . Vẽ giản đồ vectơ. Tìm điều kiện để khi C biến đổi thì dòng điện I_2 qua nó không đổi. Tính cường độ dòng không đổi này.

$$DS: \quad a) \quad Z_{AD} = \frac{L_1 \omega \left(1 + \frac{L_2}{L_1} - L_2 C \omega^2 \right)}{1 - L_1 C \omega^2}$$

$$\frac{U}{(L_1 + L_2) \omega} ; \quad \frac{U}{L_2 \omega}$$

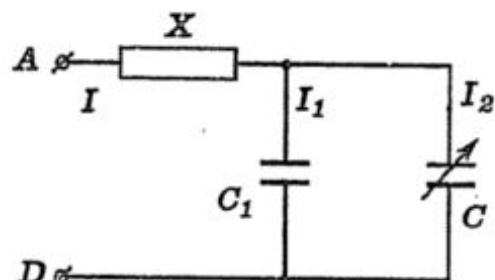
$$b) \quad L_1 C_1 \omega^2 = 1 ; \quad I_2 = C_1 \omega U = \text{const}$$

13.29 Cho mạch điện xoay chiều sau :

Cho : $U_{AD} = U = \text{const}$

(tần số góc ω của dòng điện không đổi)

$\left\{ \begin{array}{l} C : \text{điện dung của tụ biến đổi} \\ C_1 : \text{điện dung xác định của một tụ điện.} \end{array} \right.$



Hỏi X phải là linh kiện gì, thỏa điều kiện gì để khi C biến đổi thì dòng I_2 không đổi. Tính giá trị không đổi này của I_2

$$DS: \text{Cuộn thuần cảm ; } LC_1 \omega^2 = 1$$

13-30 Có 3 phần tử sau :

- Điện trở thuần R
- Cuộn tự cảm có hệ số tự cảm L
- Tụ điện có điện dung C

Các giá trị R, L, C có thể thay đổi.

Nguồn xoay chiều có $U = \text{const}$ và f biến thiên được.

a) Có bao nhiêu cách mắc sử dụng đồng thời cả ba phần tử đặt vào nguồn điện ?

b) Lập biểu thức cường độ hiệu dụng của các dòng điện theo R, L, C, f, U .

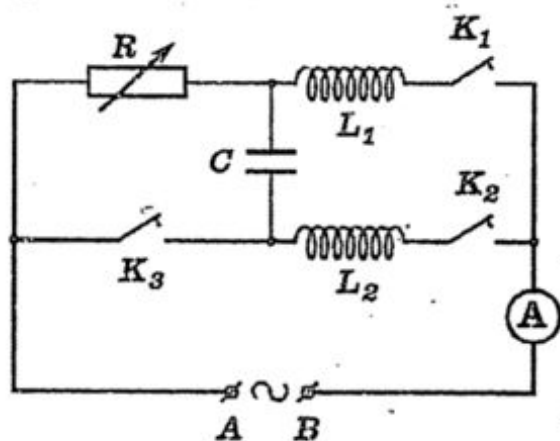
c) Xác định điều kiện mà các thông số của đoạn mạch phải thỏa để cường độ dòng điện mạch chính cùng pha với hiệu điện thế nguồn.

d) Với những đoạn mạch nào và các thông số đoạn mạch phải thỏa điều kiện gì thì I_R không phụ thuộc R .

ĐS : a) 8 cách

b c d) Áp dụng các phương pháp ở những phần trên cho từng đoạn mạch.

13.31 Giữa hai điểm A, B có hiệu điện thế $u = 200 \sin 314t(V)$ người ta mắc mạch điện như hình sau :



$$\begin{cases} L_1 = 0,318H ; \\ C = 31,8\mu F \\ R : \text{biến trở} \end{cases}$$

Bỏ qua điện trở của các dây nối, các khóa và ampe kế.

a) K_1 đóng ; K_2 và K_3 mở. Khảo sát sự biến thiên công suất của mạch điện theo R . Công suất cực đại là bao nhiêu ?

b) K_1 mở ; K_2, K_3 đóng. (A) chỉ 1A. Tính L_2 .

c) K_2 mở ; K_1, K_3 đóng. Chứng tỏ I_R không phụ thuộc R .

d) K_1, K_2, K_3 cùng đóng. Cho $R = 100 \Omega$. Tính số chỉ của (A) .

- ĐS :
- a) 100W
 - b) 0,45 H
 - c) 1,41A = const
 - d) 0,74A

PHẦN BỐN

SẢN XUẤT, TRUYỀN TẢI VÀ SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

A. TÓM TẮT GIÁO KHOA

I. Máy phát điện xoay chiều một pha (máy dao điện một pha)

– Suất điện động cảm ứng :

$$e = E_0 \sin(\omega t + \varphi_e)$$

$$(E_0 = \omega NBS)$$

Nếu chọn $t = 0$ lúc $\vec{n}$ cùng hướng với $\vec{B}$: $\varphi_e = 0$

– Tần số của dòng điện :

$$f = np$$

$$\begin{cases} n : \text{tần số quay của rôto} \\ p : \text{số cặp cực của rôto} \end{cases}$$

II. Dòng điện ba pha

– Biểu thức các dòng điện :

$$i_1 = I_0 \sin \omega t$$

$$i_2 = I_0 \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right)$$

$$i_3 = I_0 \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right)$$

– Hiệu điện thế và cường độ dòng điện.

• Tải đối xứng mắc hình sao :

$$U_d = \sqrt{3} U_p ; I_d = I_p$$

• Tải đối xứng mắc tam giác :

$$U_d = U_p ; I_d = \sqrt{3} I_p$$

III. Động cơ điện xoay chiều

Công suất của động cơ :

$$P = UI \cos \varphi = P_{\text{cơ}} + P_{\text{nhiệt}}$$

IV. Biến thế

– Liên hệ về hiệu điện thế :

$$\frac{U'}{U} = \frac{N'}{N}$$

– Liên hệ về công suất :

$$U'I' = \mathcal{H} UI$$

($\mathcal{H}$: hiệu suất biến thế)

Với $\mathcal{H} = 100\%$ ta có :

$$\frac{I'}{I} = \frac{U}{U'} = \frac{N}{N'}$$

V. Chuyển tải điện năng

– Độ giảm thế trên dây dẫn :

$$\Delta U = IR$$

– Công suất hao phí trên đường dây :

$$\Delta P = I^2 R$$

– Hiệu suất tải điện :

$$\mathcal{H} = \frac{P'}{P} = \frac{P - \Delta P}{P}$$

P : công suất truyền đi

P' : công suất nhận được nơi tiêu thụ

ΔP : công suất hao phí

B. HƯỚNG DẪN GIẢI TOÁN

Bài toán 14

Các bài toán về máy phát điện một pha, dòng điện ba pha, động cơ điện xoay chiều

– Áp dụng các kết quả về máy phát điện xoay chiều một pha:

• Từ thông cực đại : $\Phi_0 = NBS$

• Suất điện động cực đại : $E_0 = \omega\Phi_0 = \omega NBS$

• Tần số của dòng điện : $f = np$

• Biểu thức của suất điện động tức thời :

$$e = E_0 \sin \omega t \text{ (với } \varphi_e = 0 \text{)}$$

– Kết hợp với các kết quả về mạch điện xoay chiều đã khảo sát :

*Tổng trở – cường độ dòng điện – hiệu điện thế –
Độ lệch pha – công suất.*

– Áp dụng các kết quả về dòng điện ba pha liên quan đến hiệu điện thế và cường độ dòng điện ứng với mỗi cách mắc (hình sao; tam giác). Thực hiện tính toán đối với mỗi pha như đã khảo sát ở phần mạch điện.

– Về động cơ điện, các bài toán thường liên quan đến :

• Công suất : $P = UI \cos \varphi > P_{\text{nhiệt}}$

• Cách mắc vào mạng điện ba pha :

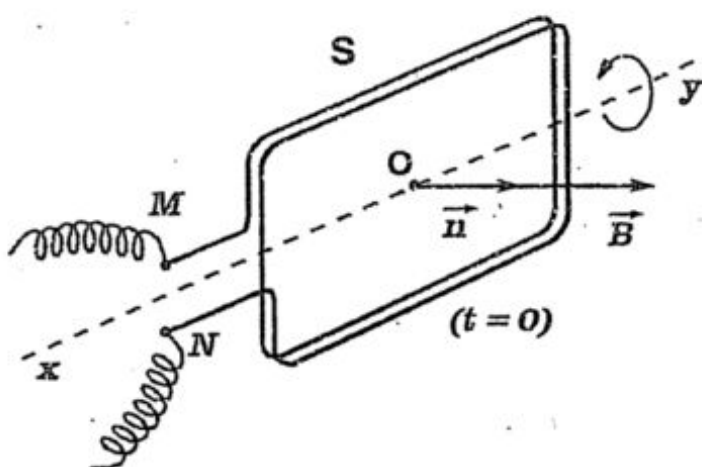
Tùy theo hiệu điện thế định mức

■ BÀI TẬP THÍ DỤ

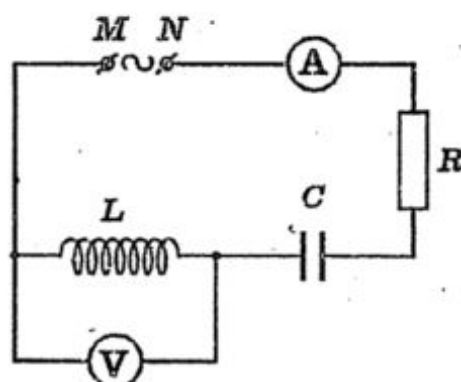
14.1 Một cuộn dây bẹt hình chữ nhật diện tích $S = 54\text{cm}^2$ có 250 vòng dây điện trở không đáng kể quay 50 vòng/s quanh trục qua tâm song song với một cạnh.

Đặt cuộn dây trong từ trường đều $B = 0,20\text{T}$ vuông góc với trục quay.

a) Tính từ thông cực đại qua cuộn dây. Lập biểu thức của suất xuất hiện trong cuộn dây. Cho biết ở thời điểm gốc ($t = 0$) bề mặt cuộn dây vuông góc với $\vec{B}$.



b) Mắc hai đầu cuộn dây trên vào đoạn mạch MN gồm điện trở R , cuộn thuần cảm có hệ số tự cảm L và tụ điện C nối tiếp nhau.



Ampe kế và vôn kế bố trí như trên hình chỉ lần lượt $1,0A$ và $50,0V$. Công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch là $42,3W$. Hãy :

- Tính các giá trị R, L, C
 - Lập biểu thức cường độ dòng điện trong mạch.
- (Coi $R_A = 0$; $R_V \rightarrow \infty$; điện trở các dây nối không đáng kể).

GIẢI

a) Từ thông cực đại - Biểu thức của suất điện động.

- Ta có :

$$\Phi_0 = NBS = 250.0,20.54.10^{-4} \approx 0,270Wb$$

- Theo đề bài, ở thời điểm t , ta có :

$$\alpha = (\vec{B}, \vec{n}) = \omega t$$

$$\Rightarrow \Phi = NBS \cos \alpha = NBS \cos \omega t$$

Biểu thức của suất điện động tức thời ở thời điểm t được xác định bởi :

$$e = -\Phi' = \omega NBS \sin \omega t$$

hay : $e = \omega \Phi_0 \sin \omega t \approx 84,8 \sin 314t (\text{V})$

b) Giá trị của R, L, C - Biểu thức cường độ dòng điện

- Ta có :

$$P = RI^2 \Rightarrow R = \frac{P}{I^2} = \frac{42,3}{1,0^2} = 42,3\Omega$$

Mặt khác :

$$Z_L = \frac{U_L}{I} = \frac{50,0}{1,0} = 50,0\Omega$$

$$\Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{50,0}{100\pi} \approx 0,159\text{H}$$

Tổng trở của đoạn mạch là :

$$Z = \frac{E}{I} = \frac{\frac{84,8}{\sqrt{2}}}{1,0} \approx 60,0\Omega$$

Nhưng : $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

$$\Rightarrow |Z_L - Z_C| = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{60,0^2 - 42,3^2} \approx 42,6\Omega$$

Suy ra hai trường hợp :

$$\left\{ \begin{array}{l} \bullet Z_{C_1} = 50,0 - 42,6 = 7,3\Omega \Rightarrow C_1 = \frac{1}{Z_{C_1}\omega} = \frac{1}{7,3 \cdot 100\pi} \approx 436\mu\text{F} \\ \bullet Z_{C_2} = 50,0 + 42,6 = 92,6\Omega \Rightarrow C_2 = \frac{1}{Z_{C_2}\omega} \approx \frac{1}{92,6 \cdot 100\pi} \approx 34\mu\text{F} \end{array} \right.$$

– Theo đề ta suy ra :

$$I_0 = 1,0 \cdot \sqrt{2} \cdot A \approx 1,4A$$

Độ lệch pha của cường độ dòng điện so với hiệu điện thế là :

$$\varphi_i = -\arctg \frac{Z_L - Z_C}{R} = -\arctg \frac{\pm 42,6}{42,3} \approx \mp \frac{\pi}{4} \approx \mp 0,785 \text{rad}$$

Vậy cường độ dòng điện có biểu thức (coi $u = e$):

$$i = \sqrt{2} \sin \left(100\pi t \mp \frac{\pi}{4} \right) (A) \approx 1,4 \sin(314t \mp 0,785) (A)$$

14.2 1. Một máy phát điện xoay chiều có cấu tạo như sau :

a) Phần cảm gồm 2 cặp cực. Vận tốc quay là 1500 vòng/phút. Tính tần số f của dòng điện.

b) Phần ứng gồm 4 cuộn dây như nhau mắc nối tiếp. Tính số vòng của mỗi cuộn biết từ thông cực đại qua mỗi vòng dây là $\Phi_0 = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{Wb}$ và suất điện động hiệu dụng máy tạo ra là 120V.

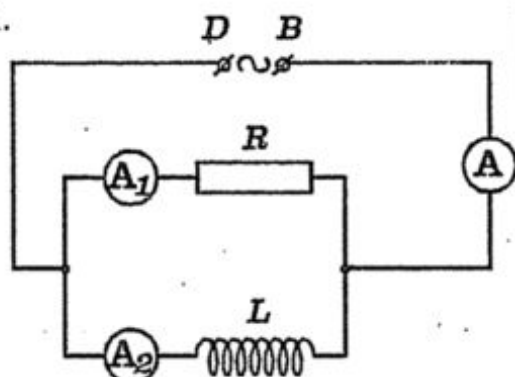
2. Dùng nguồn điện trên mắc vào hai đầu D và B của mạch điện như hình dưới.

$$R = 8,0\Omega$$

$$L = 4,78 \cdot 10^{-2} \text{H} \approx \frac{3}{20\pi} \text{H}$$

(cuộn thuần cảm)

$$R_{A_1} = R_{A_2} = R_A = 0$$



Tính số chỉ của các ampe kế. Tổng trở của nguồn không đáng kể.

3. Thay cuộn dây trên bằng tụ điện có điện dung

$$C = 531\mu\text{F} \approx \frac{5}{3\pi} \cdot 10^{-3} \text{F} . \text{ Hỏi các ampe kế chỉ bao}$$

nhiều ? Lập biểu thức cường độ của dòng điện chính.

GIẢI

1. Máy phát điện

a) Tần số của dòng điện :

Tần số quay của rôto là :

$$n = \frac{1500}{60} = 25 \text{ vòng/s}$$

Suy ra tần số dòng điện :

$$f = np = 25.2 = 50 \text{ Hz}$$

b) Số vòng của mỗi cuộn dây :

Đặt N là tổng số vòng dây. Ta có :

$$E_0 = \omega N \Phi_0 = 2\pi f N \Phi_0$$

Do đó :

$$\begin{aligned} N &= \frac{E_0}{2\pi f \Phi_0} = \frac{E\sqrt{2}}{2\pi f \Phi_0} \\ &= \frac{120.1,41}{6,28.50.5,0.10^{-3}} = 108 \end{aligned}$$

Vậy số vòng dây của mỗi cuộn là :

$$N_1 = \frac{N}{4} = \frac{108}{4} = 27 \text{ vòng}$$

2. Số chỉ của các ampe kế trường hợp 1.

Vì tổng trở nguồn không đáng kể, ta có :

$$U = U_{DB} = E = 120 \text{ V}$$

– Ampe kế (A_1) chỉ :

$$I_1 = \frac{U}{R} = \frac{120}{8,0} = 15 \text{ A}$$

– Ampe kế (A_2) chỉ :

$$I_2 = \frac{U}{Z_L} = \frac{U}{2\pi fL}$$

Ta có :

$$Z_L = 2\pi fL = 100\pi \cdot \frac{3}{20\pi} = 15\Omega$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{120}{15} = 8A$$

– Định luật mạch rẽ cho :

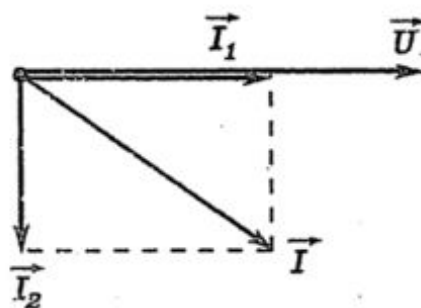
$$i = i_1 + i_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$$

$$\vec{I}_1 \begin{cases} I_1 = 15A \\ \varphi_{i_1} = 0 \end{cases} ; \quad \vec{I}_2 \begin{cases} I_2 = 8A \\ \varphi_{i_2} = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Suy ra giản đồ vectơ sau đây

Theo giản đồ ta có :

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2} = \sqrt{15^2 + 8^2} = 17A$$



Vậy ampe kế (A) chỉ 17A

3) Số chỉ của các ampe kế trường hợp 2 – Biểu thức cường độ dòng điện chính

– Trong mạch thứ nhất ta vẫn có :

$$I_1 = \frac{U}{R} = 15A$$

Ampe kế (A_1) vẫn chỉ 15A.

– Trong mạch thứ hai ta có :

$$Z'_2 = Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{100\pi \cdot \frac{5}{3\pi} \cdot 10^{-3}} = 6\Omega$$

Vậy :

$$I'_2 = \frac{U}{Z'_2} = \frac{120}{6} = 20A$$

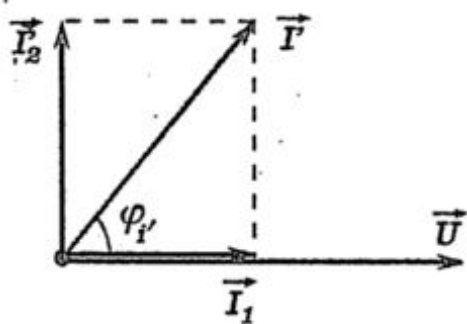
Ampe kế (A_2) chỉ 20A

– Ta cũng có :

$$i' = i_1 + i'_2 \Rightarrow \vec{I} = \vec{I}_1 + \vec{I}_2$$

$$\vec{I}_1 \begin{cases} I_1 = 15A \\ \varphi_{i_1} = 0 \end{cases} ; \quad \vec{I}_2 \begin{cases} I'_2 = 20 \\ \varphi_{i'_2} = \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Suy ra giản đồ vectơ sau :



Ta có từ giản đồ :

$$I' = \sqrt{I_1^2 + I_2'^2} = \sqrt{15^2 + 20^2} = 25A$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{i'} = \frac{I'_2}{I_1} = \frac{4}{3}$$

$$\Rightarrow \varphi_{i'} \approx 53^\circ = \frac{53\pi}{180} \approx 0,925\text{rad}$$

Vậy, ampe kế (A) chỉ 25A.

Biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính là :

$$\begin{aligned} i' &= 25\sqrt{2} \sin\left(100\pi t + \frac{53\pi}{180}\right) (A) \\ &\approx 35,4 \sin(314t + 0,925) (A) \end{aligned}$$

14.3 Một trạm thủy điện nhỏ hoạt động nhờ một thác nước cao 5m, lưu lượng 20 lít/giây.

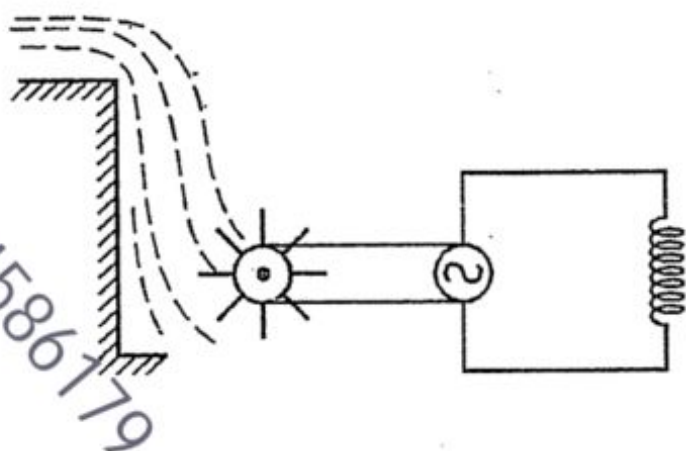
Tuabin nước có hiệu suất $\mathcal{H}_1 = 80\%$ làm quay một máy dao điện một pha có hiệu suất $\mathcal{H}_2 = 90\%$. Rôto phân cảm của máy có $p = 5$ cặp cực quay với tần số $n = 10$ vòng/giây.

Máy nối với mạch ngoài là một cuộn dây có điện trở hoạt động $R = 20,0\Omega$, độ tự cảm $L = 47,7\text{mH} \approx \frac{0,15}{\pi}\text{H}$.

Cường độ dòng điện qua mạch có giá trị hiệu dụng là $I = 7,35\text{A}$.

Tính hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu mạch ngoài. (Lấy $g = 9,8\text{m/s}^2$)

GIẢI



Đặt $\begin{cases} m \text{ là khối lượng nước rơi xuống mỗi giây} \\ h \text{ là độ cao của thác} \end{cases}$

Công suất điện cung cấp cho mạch ngoài là :

$$\begin{aligned} P &= \mathcal{H}_1 \cdot \mathcal{H}_2 \cdot mgh \\ &= 0,8 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 9,8 \cdot 5 \\ &= 705,6\text{W} \approx 706\text{W} \end{aligned}$$

Ta có tần số của dòng điện :

$$f = n_p = 50\text{Hz}$$

Suy ra :

- Cảm kháng của cuộn dây :

$$Z_L = L\omega = 2\pi fL = 2\pi \cdot 50 \cdot \frac{0,15}{\pi} = 15,0\Omega$$

- Tổng trở của mạch ngoài :

$$Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \sqrt{20^2 + 15^2} = 25,0\Omega$$

- Hệ số công suất của mạch ngoài :

$$\cos\varphi = \frac{R}{Z} = 0,80$$

Vậy, hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch là :

$$U = \frac{P}{I\cos\varphi} = \frac{706}{7,35 \cdot 0,80} \approx 120\text{V}$$

14.4 a) Hiệu điện thế pha là 220V. Hãy tính hiệu điện thế dây của mạng.

b) Một động cơ không đồng bộ ba pha có hiệu điện thế định mức đưa vào mỗi pha là 380V.

Có thể dùng mạng điện ba pha ở câu a) để chạy động cơ không ? Nếu có, động cơ phải mắc thế nào ?

GIẢI

a) Hiệu điện thế dây

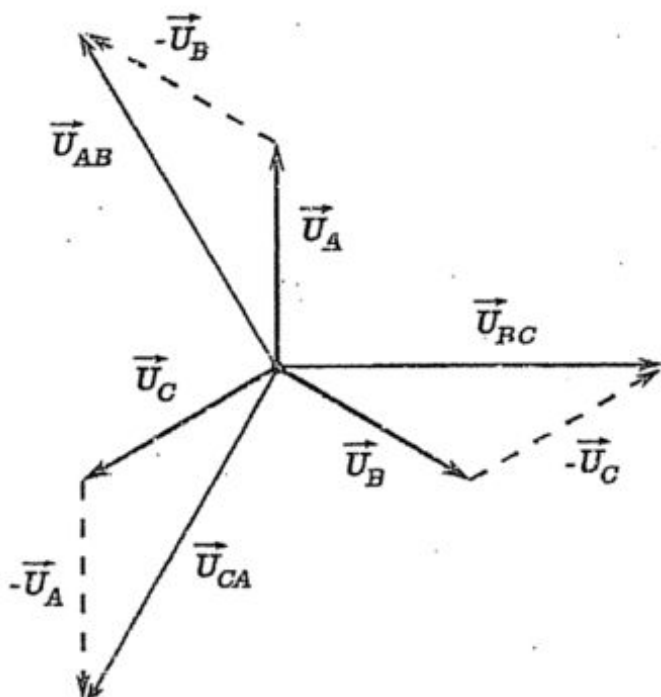
Trong mạng điện ba pha, hiệu điện thế pha U_p là hiệu điện thế giữa dây pha và dây trung tính. Ba hiệu điện thế pha lệch pha nhau 120°

Hiệu điện thế dây U_d là hiệu điện thế giữa hai dây pha. Hình sau đây là giản đồ vectơ của hiệu điện thế ba pha :

* $\vec{U}_A, \vec{U}_B, \vec{U}_C$ biểu diễn các hiệu điện thế pha.

$\vec{U}_{AB}, \vec{U}_{BC}, \vec{U}_{CA}$ biểu diễn các hiệu điện thế dây.

Dễ thấy $\vec{U}_{AB}$ nhanh pha hơn $\vec{U}_A$ 30° và ta có :



$$U_{AB} = 2U_A \cdot \cos 30^\circ = \sqrt{3}U_A$$

Suy ra : $U_d = \sqrt{3}U_p$

Với $U_p = 220V$ ta có :

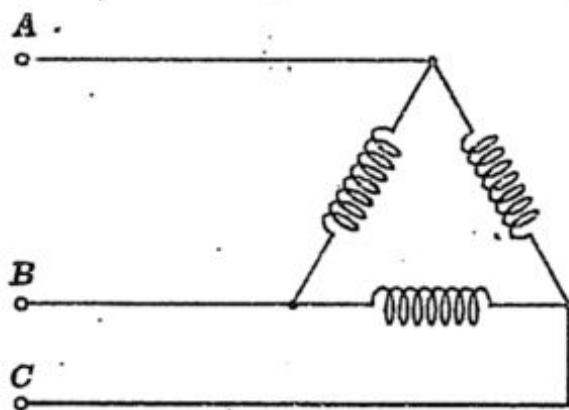
$$U_d = \sqrt{3} \cdot 220 = 380V$$

b) Hoạt động của động cơ – Cách mắc

– Hiệu điện thế định mức của mỗi pha động cơ là 380V bằng U_d của mạng điện.

Vậy có thể đấu động cơ vào mạng điện ba pha.

– Phải mắc các cuộn dây của động cơ theo kiểu tam giác nối vào ba dây pha của mạng điện.



14.5 Mạng điện ba pha có hiệu điện thế pha $U_p = 120V$ có tải tiêu thụ mắc thành hình sao.

Tính cường độ dòng điện trong các dây pha và dây trung hòa nếu các tải tiêu thụ trên A, B, C :

a) Giống nhau, mỗi tải tiêu thụ có điện trở hoạt động $R = 8\Omega$ và cảm kháng $Z_L = 6\Omega$

b) Là điện trở thuần :

$$R_A = R_B = 12\Omega ; R_C = 24\Omega$$

GIẢI

a) Trường hợp 1

Tổng trở của mỗi tải :

$$Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10\Omega$$

Do các tải tiêu thụ mắc hình sao nên cường độ dòng điện trong các dây là cường độ dòng điện trong từng pha.

$$I_d = I_p = \frac{U_p}{Z} = \frac{120}{10} = 12A$$

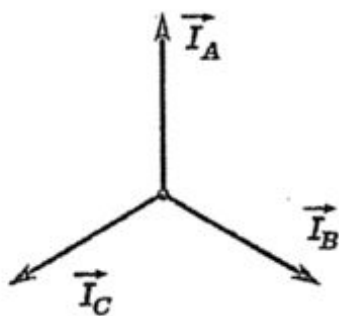
Các tải tiêu thụ đối xứng nên góc lệch pha giữa U_p và i_p trong mỗi pha đều giống nhau. Do đó các dòng điện pha lệch pha nhau 120°

Dòng điện I_0 trong dây trung hòa được cho bởi :

$$\vec{I}_0 = \vec{I}_A + \vec{I}_B + \vec{I}_C$$

Vì $I_A = I_B = I_C$ và các cường độ dòng điện này hợp với nhau các góc 120° nên ta suy ra :

$$I_0 = 0$$



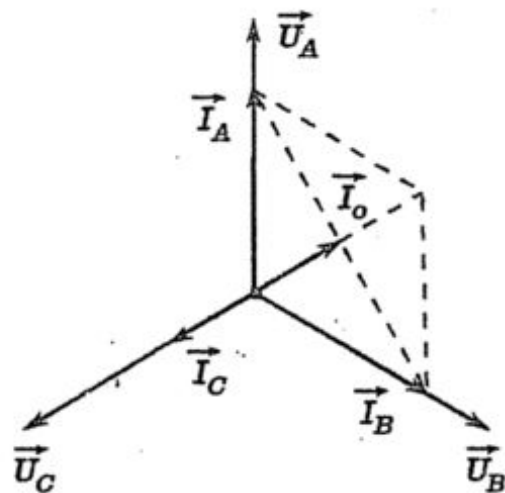
b) Trường hợp 2

Tương tự trường hợp trên, dòng điện dây là dòng điện pha tương ứng. Ta có :

$$I_A = I_B = \frac{U_P}{R_A} = \frac{120}{12} = 10A$$

$$I_C = \frac{U_P}{R_C} = \frac{120}{24} = 5A$$

Do các tải đều là thuần trở nên dòng điện pha cùng pha với hiệu điện thế pha. Các dòng điện lệch pha nhau 120° . Ta suy ra giản đồ vectơ quay sau đây.



Từ giản đồ ta có :

$$\begin{aligned} I_0 &= I_A - I_C \\ &= 10 - 5 = 5A \end{aligned}$$

14.6 Ba cuộn dây giống nhau, mỗi cuộn có điện trở hoạt động $R = 8\Omega$, cảm kháng $Z_L = 6\Omega$ nối với nhau và mắc vào mạng điện ba pha đối xứng có hiệu điện thế dây $U_d = 220V$. Tính cường độ của dòng điện pha và dòng điện dây nếu :

- Các cuộn dây mắc thành hình sao vào mạng điện.
 - Các cuộn dây mắc thành tam giác vào mạng điện.
- So sánh các dòng điện trong hai trường hợp.

GIẢI

Tổng trở của mỗi pha tiêu thụ :

$$Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10\Omega$$

a) Trường hợp 1

Hiệu điện thế đặt vào mỗi cuộn dây là hiệu điện thế pha :

$$U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}} \approx \frac{220}{1,73} \approx 127V$$

Cường độ dòng điện pha là :

$$I_p = \frac{U_p}{Z} = \frac{127}{10} \approx 12,7A$$

Ta có :

$$I_d = I_p \approx 12,7A$$

b) Trường hợp 2

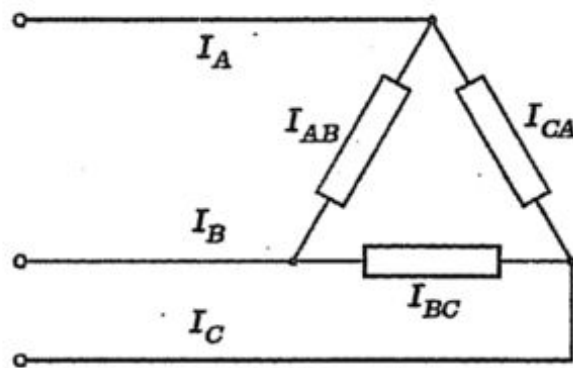
Hiệu điện thế đặt vào mỗi cuộn dây là hiệu điện thế dây.

$$U_p = U_d = 220V$$

Cường độ các dòng điện pha là :

$$I_p = \frac{U_p}{Z} = \frac{220}{10} = 22A$$

Sơ đồ mắc các tải :



$$\begin{cases} I_A ; I_B ; I_C : \text{các dòng điện dây} \\ I_{AB} ; I_{BC} ; I_{CA} : \text{các dòng điện pha} \end{cases}$$

Ta có thể vẽ giản đồ vectơ biểu diễn các dòng điện này như sau:

Dễ thấy $\vec{I}_A$ chậm pha 30° so với $\vec{I}_{AB}$.

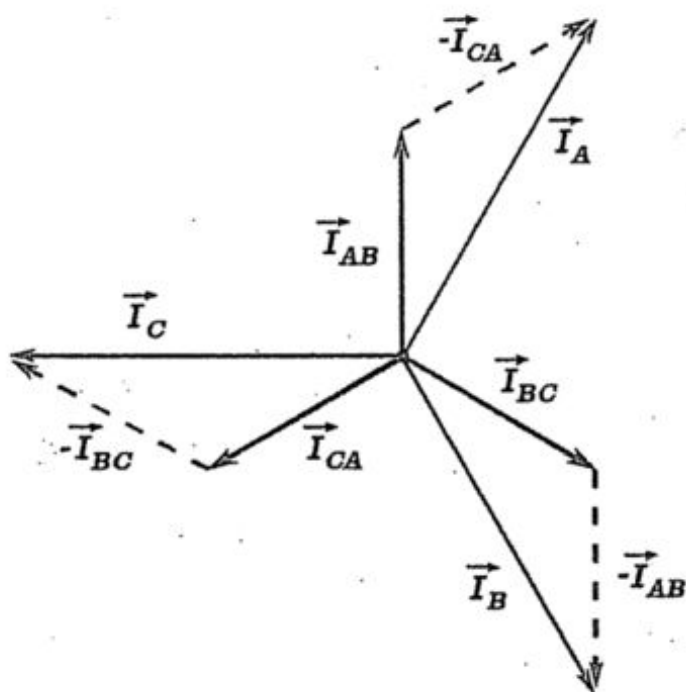
$$I_A = 2I_{AB} \cdot \cos 30^\circ \\ = \sqrt{3} \cdot I_{AB}$$

Do đó cường độ dòng điện dây là :

$$I_d = \sqrt{3} \cdot I_p = 1,73.22 \\ \approx 38A$$

So sánh :

Khi tải tiêu thụ chuyển từ cách mắc hình sao sang cách mắc tam giác, dòng điện dây tăng lên $\sqrt{3}$ lần.



14.7 Một động cơ điện ba pha mắc vào mạng điện ba pha có hiệu điện thế dây $U_d = 220V$

Biết rằng cường độ dòng điện dây là $I_d = 10A$ và hệ số công suất là $\cos \varphi = 0,8$.

Tính công suất tiêu thụ của động cơ.

GIẢI

Công suất tiêu thụ của động cơ bằng 3 công suất tiêu thụ của mỗi pha.

$$P = 3P_p = 3U_p \cdot I_p \cdot \cos \varphi.$$

- Nếu các cuộn dây của động cơ đấu kiểu hình sao ta có :

$$U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}} \quad ; \quad I_p = I_d.$$

– Nếu các cuộn dây của động cơ đấu kiểu tam giác ta có :

$$U_p = U_d ; I_p = \frac{I_d}{\sqrt{3}} .$$

Trong cả hai trường hợp ta đều có kết quả sau :

$$P = \sqrt{3} \cdot U_d \cdot I_d \cdot \cos\varphi$$

$$P = \sqrt{3} \cdot 220 \cdot 10 \cdot 0,8 \approx 3000W \\ \approx 3kW$$

14.8 Một động cơ điện mắc vào mạch điện xoay chiều tần số $f = 50 \text{ Hz}$, hiệu điện thế hiệu dụng $U = 200V$, tiêu thụ một công suất $P = 1,2kW$.

Cho biết hệ số công suất của động cơ là $\cos\varphi = 0,80$ và điện trở hoạt động của động cơ là $R = 2\Omega$.

a) Tính nhiệt lượng do động cơ tỏa ra trong 1 phút và công suất hữu ích của động cơ.

b) Viết biểu thức của hiệu điện thế và cường độ tức thời qua động cơ. coi là động cơ không có dung kháng.

GIẢI

a) Nhiệt lượng – Công suất hữu tích

Công suất tiêu thụ của động cơ :

$$P = UI\cos\varphi$$

Cường độ hiệu dụng qua động cơ :

$$I = \frac{P}{U\cos\varphi} = 7,5A$$

Công suất nhiệt của động cơ :

$$P_n = RI^2 = 112,5W$$

Nhiệt lượng động cơ tỏa ra trong 1 phút :

$$Q = P_n \cdot t = 6750J$$

Công suất hữu ích của động cơ :

$$P_c = P - P_n = 1087,5W$$

b) Biểu thức của hiệu điện thế và cường độ tức thời

Ta có biểu thức tổng quát của hiệu điện thế tức thời :

$$u = U_0 \sin(\omega t + \varphi_u)$$

$$\text{với} \quad \begin{cases} U_0 = U\sqrt{2} = 200\sqrt{2}V \\ \omega = 2\pi f = 100\pi s^{-1} \end{cases}$$

Gốc thời gian được chọn sao cho $\varphi_u = 0$

$$\text{Suy ra :} \quad u = 200\sqrt{2} \sin(100\pi t)(V) \approx 282 \sin 314t(V)$$

Hệ số công suất $\cos \varphi = 0,8$

Suy ra góc lệch pha φ giữa u và i :

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i = 37^\circ$$

Biểu thức cường độ tức thời qua động cơ có dạng tổng quát :

$$i = I_0 \sin(\omega t + \varphi_i)$$

$$\text{với} \quad \begin{cases} I_0 = I\sqrt{2} = 7,5\sqrt{2}A \approx 10,6A \\ \varphi_i = \varphi_u - \varphi = 0 - 37^\circ = -37^\circ \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \text{Suy ra :} \quad i &= 7,5\sqrt{2} \sin \left(100\pi t - \frac{37\pi}{180} \right) (A) \\ &\approx 10,6 \sin(314t - 0,645)(A) \end{aligned}$$

■ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

14.9 Một máy dao điện nhỏ có phần ứng là một cuộn dây có $N = 1000$ vòng, diện tích mỗi vòng dây $S = 50\text{cm}^2$. Cuộn dây quay quanh trục với tần số 50 vòng / giây ; trục quay vuông góc với các đường cảm ứng của một từ trường đều $\vec{B}$ ($B = 0,1\text{T}$). Máy được nối với mạch ngoài là một cuộn dây có điện trở hoạt động $R = 120\Omega$, độ tự cảm $L = 0,159\text{H} = \frac{1}{2\pi} \text{H}$. Bỏ qua điện trở hoạt động và cảm kháng trong máy.

- a) Tính suất điện động hiệu dụng của máy.
- b) Tính cường độ dòng điện trong mạch.
- c) Cuộn dây mạch ngoài được đặt trong một bình nhiệt lượng kế có nhiệt dung không đáng kể chứa 1 kg nước. Tính độ tăng nhiệt độ của nước trong mỗi phút. Biết nhiệt dung riêng của nước $c = 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{độ}$.

$$\text{ĐS : a) } E \approx 110\text{V} \quad \text{b) } I \approx 0,85\text{A} \\ \text{c) } \Delta t \approx 1,24^\circ\text{C}$$

14.10 Một trạm thủy điện nhỏ hoạt động nhờ một thác nước chiều cao $h = 4\text{m}$, lưu lượng $0,96 \text{ m}^3/\text{phút}$. Tuabin nước có hiệu suất $\mathcal{H}_1 = 80\%$ làm quay một máy dao điện có hiệu suất $\mathcal{H}_2 = 90\%$. Phần cảm của máy là một nam châm có 10 cặp cực và quay với tần số 5 vòng/giây. Hiệu điện thế và cường độ mạch ngoài là $U = 120\text{V}$; $I = 4,8\text{A}$. Cho $g = 10\text{m/s}^2$

- a) Tính công suất do máy cung cấp cho mạch ngoài.
- b) Mạch ngoài được coi như điện trở thuần R nối tiếp với cuộn dây thuần cảm L . Tính R , L .

$$\text{ĐS : a) } P = 460,8\text{W} \\ \text{b) } R = 20\Omega; L \approx 0,048\text{H}$$

14.11 Một máy phát điện xoay chiều nhỏ ; mỗi vòng của khung

dây diện tích $S = 900\text{cm}^2 \approx \frac{2000\sqrt{2}}{\pi}\text{cm}^2$ và máy gồm

$N = 120$ vòng dây, quay đều trong một từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,05\text{T}$ với tần số 50 vòng/s (trục quay nằm trong mặt phẳng khung và vuông góc với các đường cảm ứng từ). Điện trở thuần và độ tự cảm của khung dây không đáng kể. Khung dây được nối với mạch ngoài bằng một hệ thống vành khuyên và chổi quét.

a) Viết biểu thức suất điện động cảm ứng và tính suất điện động hiệu dụng của máy.

b) Mạch ngoài là một điện trở thuần R nhúng trong một bình nhiệt lượng kế chứa 1 kg nước (nhiệt dung của bình rất nhỏ). Nhiệt độ nước tăng thêm 3°C sau 70 giây. Nhiệt dung riêng của nước là $c = 4200\text{ J/kg.}^\circ\text{C}$. Tính R và biểu thức cường độ tức thời qua R .

c) Mắc nối tiếp với R một cuộn dây thuần cảm L thì nhiệt độ nước chỉ tăng thêm $1,5^\circ\text{C}$ sau 70 giây. Tính L và biểu thức cường độ dòng điện tức thời qua mạch và hiệu điện thế tức thời hai đầu cuộn dây.

ĐS : a) $e = 168\sin 314t(\text{V})$; $E = 120\text{V}$

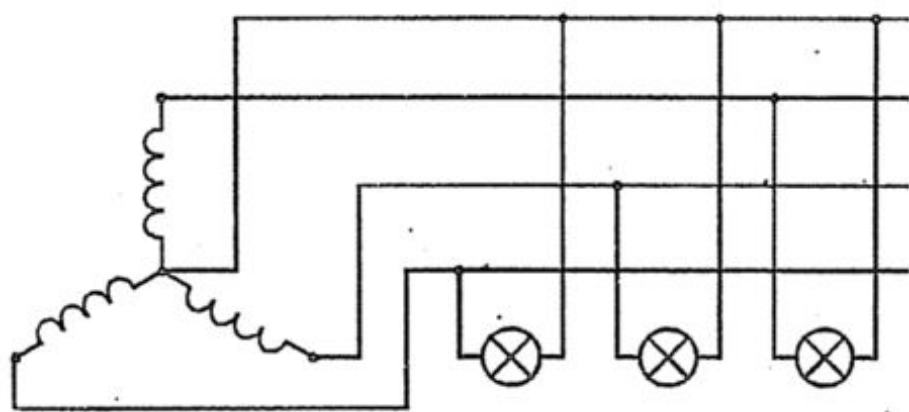
b) $R = 80\Omega$; $i = 2,12\sin 314t(\text{A})$

c) $L \approx 0,255\text{H}$

$i = 1,5\sin(314t - 0,785)(\text{A})$

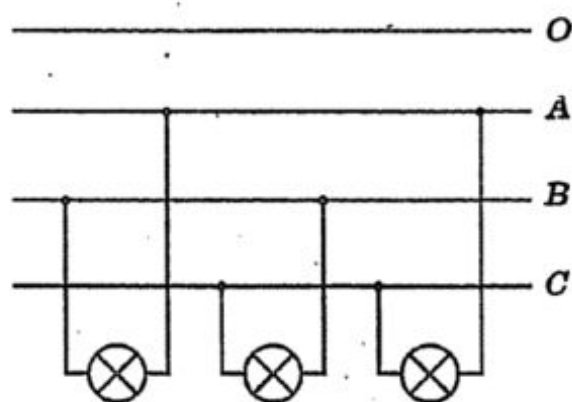
$u_L = 120\sin(314t + 0,785)(\text{V})$

14.12 Ba bóng đèn giống nhau, điện trở mỗi bóng $R = 160\Omega$ được đấu vào một máy phát điện có các cuộn dây stato mắc hình sao. Hiệu điện thế pha của máy bằng 127V. Tính hiệu điện thế và cường độ dòng điện mỗi đèn.



ĐS : Các đèn đấu hình sao : $U_D = 127V$; $I_D \approx 0,8A$

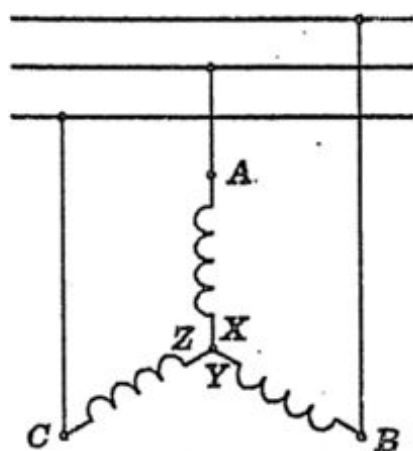
14.13 Ba bóng đèn giống nhau, điện trở mỗi đèn $R = 120\Omega$ được



mắc vào mạng điện ba pha như hình; O là dây trung tính; A, B, C là các dây pha. Hiệu điện thế pha của mạng điện là 220V. Tính hiệu điện thế và cường độ dòng điện mỗi đèn.

ĐS : Các đèn đấu tam giác ;
 $U_D = 380V$; $I_D \approx 3,2A$

14.14 Một động cơ điện không đồng bộ có các cuộn dây đấu



sao và được đấu vào các dây pha của mạng điện ba pha như hình, hiệu điện thế pha của mạng điện là 220V.

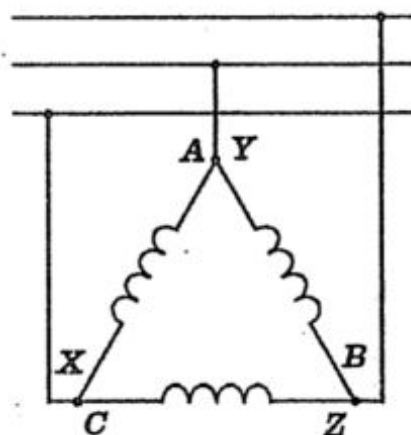
Tính hiệu điện thế pha của động cơ (hiệu điện thế đặt vào hai đầu mỗi cuộn dây động cơ)

ĐS : 220V

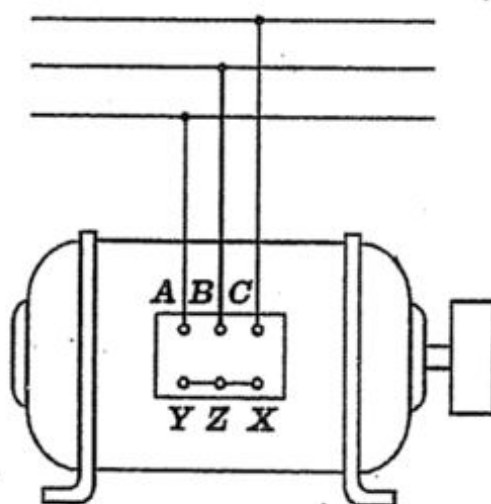
14.15 Một động cơ điện không đồng bộ có các cuộn dây đấu tam giác và được đấu vào các dây pha của mạng điện ba pha như hình. Cường độ dòng điện trên mỗi dây của mạng

điện là 20A. Tính cường độ dòng điện chạy trong mỗi cuộn dây của động cơ (dòng điện pha)

$$DS : I_p = \frac{I_d}{\sqrt{3}} \approx 11,6A$$



- 14.16 Một động cơ điện không đồng bộ ba pha tiêu thụ từ lưới điện một công suất bao nhiêu biết hiệu điện thế dây $U=380V$, cường độ dòng điện dây $I=20A$ khi $\cos\varphi = 0,7$.



$$DS : 9,2 \text{ kW}$$

- 14.17 Một động cơ điện mắc vào mạng điện xoay chiều hiệu điện thế hiệu dụng $U = 220V$, tiêu thụ một công suất $P = 3,3kW$. Biết dòng điện hiệu dụng qua động cơ $I=20A$, điện trở thuần của động cơ $R = 1,5\Omega$.

Tính hệ số công suất của động cơ và công suất hữu ích (sinh công cơ học) của động cơ.

$$DS : \cos\varphi = 0,75 ; P_{\text{cơ}} = 2,7kW.$$

Bài toán 15**Các bài toán về biến thế và truyền tải điện năng**

- Áp dụng các công thức về biến thế liên quan đến *hiệu điện thế, công suất, cường độ dòng điện* :

$$\frac{U'}{U} = \frac{N'}{N}; \quad U'I' = \mathcal{H}UI.$$

$$(\text{Với } \mathcal{H} = 1 : \frac{I'}{I} = \frac{U}{U'} = \frac{N}{N'})$$

- Kết hợp với các kết quả về mạch điện xoay chiều đã khảo sát.
- Áp dụng các công thức về truyền tải điện năng :

- *Độ giảm thế trên đường dây* :

$$\Delta U = IR$$

- *Công suất hao phí trên đường dây* :

$$\Delta P = I^2 R$$

- *Hiệu suất tải điện* :

$$\mathcal{H} = \frac{P - \Delta P}{P}$$

(P : công suất truyền tải)

■ BÀI TẬP THÍ DỤ

- 15.1 Một biến thế, cuộn sơ cấp có $N_1 = 1100$ vòng, cuộn thứ cấp có $N_2 = 50$ vòng. Cuộn thứ cấp được mắc vào mạch điện gồm điện trở thuần R, cuộn dây thuần cảm L và tụ điện C. Biết tần số dòng điện là $f = 50$ Hz, hiệu điện thế hai đầu cuộn sơ cấp là $U_1 = 220V$, cường độ hiệu

dụng qua cuộn sơ cấp là $I_1 = 0,032A = \frac{\sqrt{2}}{44}A$, công suất tiêu thụ của mạch thứ cấp là $P = 5W$, điện dung của tụ là $C = 212\mu F = \frac{10^4}{15\pi}\mu F$, hiệu suất của biến thế bằng 1. Tính R, L .

GIẢI

Hiệu điện thế hai đầu cuộn thứ cấp :

$$U_2 = \frac{n_2}{n_1} \cdot U_1 = 10V$$

Cường độ dòng điện trong mạch thứ cấp :

$$I_2 = \frac{U_1}{U_2} \cdot I_1 = 0,7A = \frac{\sqrt{2}}{2}A$$

Điện trở hoạt động mạch thứ cấp :

$$R = \frac{P}{I_2^2} = 10\Omega$$

Tổng trở mạch thứ cấp :

$$Z_2 = \frac{U_2}{I_2} = 10\sqrt{2}\Omega$$

Dung kháng : $Z_C = \frac{1}{C\omega} = 15\Omega$

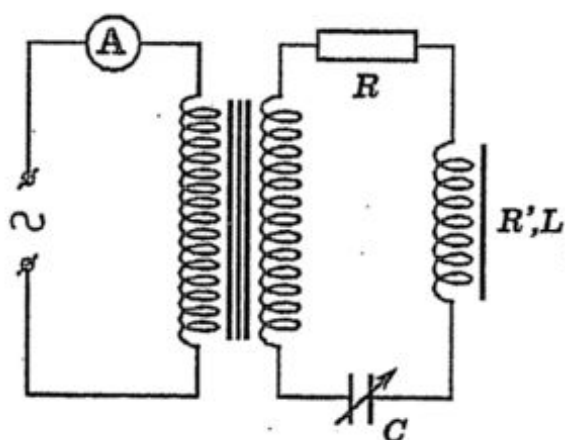
Ta có : $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

$$\Rightarrow |Z_L - Z_C| = \sqrt{Z^2 - R^2} = 10\Omega$$

Có hai nghiệm cho L :

$$\left[\begin{array}{l} Z_L - Z_C = 10 \Rightarrow Z_L = 25\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} \approx 0,08H \\ Z_L - Z_C = -10 \Rightarrow Z_L = 5\Omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} \approx 0,016H \end{array} \right.$$

15.2 Cuộn sơ cấp của một biến thế được mắc qua một ampe



kế nhiệt (điện trở không đáng kể) vào mạng điện xoay chiều có hiệu điện thế hiệu dụng $U = 220V$. Cuộn thứ cấp mắc vào một mạch điện gồm một nam châm điện, một điện trở $R = 8,00\Omega$ và một tụ điện có điện dung biến đổi được, các phần tử này được

bố trí nối tiếp nhau. Số vòng dây của cuộn sơ cấp và thứ cấp lần lượt là $N_1 = 1100$ vòng và $N_2 = 50$ vòng.

Nam châm có điện trở hoạt động $R' = 2,00\Omega$. Điện trở của các cuộn sơ cấp, thứ cấp không đáng kể. Hao phí do dòng Fucô (Foucault) cũng coi là không đáng kể.

a) Ampe kế chỉ $0,032A$. Tính độ lệch pha giữa cường độ dòng điện và hiệu điện thế ở mạch thứ cấp. Tính nhiệt lượng tỏa ra trên nam châm và trên điện trở R trong mỗi phút.

b) Dòng điện có tần số $f = 50 \text{ Hz}$; cuộn dây của nam châm có hệ số tự cảm $L = 47,7\text{mH} \approx \frac{3}{20\pi} \text{H}$. Tính điện dung C của tụ điện.

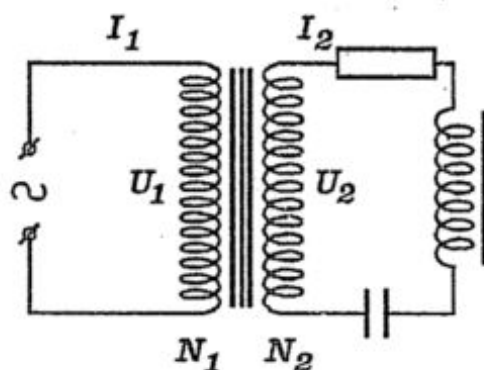
c) Để số chỉ của ampe kế cực đại, phải tăng hay giảm điện dung C và là bao nhiêu? Tính hiệu điện thế của nam châm khi đó.

GIẢI

a) Độ lệch pha – Nhiệt lượng

– Theo đề bài ta có :

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



Suy ra :

$$\begin{cases} U_2 = \frac{N_2}{N_1} \cdot U_1 = \frac{50}{1100} \cdot 220 = 10,0V \\ I_2 = \frac{N_1}{N_2} \cdot I_1 = \frac{1100}{50} \cdot 0,032 = 0,704A \end{cases}$$

– Công suất tiêu thụ bởi mạch thứ cấp là :

$$P_2 = (R + R')I_2^2 = 10,00 \cdot 0,704^2 \approx 4,96W$$

Do đó hệ số công suất mạch thứ cấp là :

$$\cos \varphi_2 = \frac{P_2}{U_2 I_2} = 0,704$$

Do đó, góc lệch pha giữa cường độ dòng điện so với hiệu điện thế thứ cấp là :

$$\varphi_{i_2} = \pm \arccos 0,704 \approx \pm 45^\circ = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

– Nhiệt lượng tỏa ra trong 1 phút :

• Trên điện trở R là :

$$Q_R = Pt = RI_2^2 t = 8,00 \cdot 0,704^2 \cdot 60 = 238J$$

• Trên nam châm là :

$$Q_{R'} = P't = R'I_2^2 t = 2,00 \cdot 0,704^2 \cdot 60 \approx 59,5J$$

b) Điện dung của tụ điện

– Tổng trở của mạch thứ cấp có thể tính như sau :

$$Z_2 = \frac{R + R'}{\cos \varphi_2} = \frac{10,00}{0,704} \approx 14,2\Omega.$$

Vậy ta có :

$$Z_2 = \sqrt{(R + R')^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$
$$\Rightarrow |Z_L - Z_C| = \sqrt{Z_2^2 - (R + R')^2} = \sqrt{14,2^2 - 10,00^2} \approx 10,1\Omega$$

Mặt khác :

$$Z_L = L\omega = 2\pi fL = 100\pi \cdot \frac{3}{20\pi} = 15,0\Omega$$

– Do đó ta có :

$$\left\{ \begin{array}{l} \bullet Z_{C_1} = 15,0 - 10,1 = 4,9\Omega \Rightarrow C_1 = \frac{1}{Z_{C_1}\omega} = \frac{1}{4,9 \cdot 100\pi} \approx 649\mu F \\ \bullet Z_{C_2} = 15,0 + 10,1 = 25,1\Omega \Rightarrow C_2 = \frac{1}{Z_{C_2}\omega} = \frac{1}{25,1 \cdot 100\pi} \approx 127\mu F \end{array} \right.$$

c) Độ tăng giảm điện dung – Hiệu điện thế của nam châm

– Vì các hiệu điện thế sơ cấp và thứ cấp không đổi và biến thế bảo toàn công suất nên khi I_2 đạt cực đại thì I_1 cũng đạt cực đại nghĩa là số chỉ của (A) cực đại.

Điều kiện là Z_2 cực tiểu hay :

$$Z_L = Z_C$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{Z_C\omega} = \frac{1}{Z_L\omega} = \frac{1}{15,0 \cdot 100\pi} \approx 212\mu F$$

Do đó :

$$\left\{ \begin{array}{l} \bullet \text{ Với } C_1 = 649\mu\text{F}, \text{ phải giảm điện dung. Độ giảm :} \\ \quad |\Delta C_1| = 649 - 212 = 437\mu\text{F} \\ \bullet \text{ Với } C_2 = 127\mu\text{F}, \text{ phải tăng điện dung. Độ tăng :} \\ \quad \Delta C_2 = 85\mu\text{F} \end{array} \right.$$

– Khi đó ta có :

$$(I_2)_{\max} = \frac{U_2}{R + R'} = 1,00\text{A}$$

$$\text{Suy ra : } (U_{R'})_{\max} = R' \cdot (I_2)_{\max} = 2,00 \cdot 1,00 = 2,00\text{V}$$

15.3 Một máy phát điện cung cấp cho mạch ngoài một công suất $P_1 = 2\text{MW}$, hiệu điện thế giữa hai cực máy phát là $U_1 = 2000\text{V}$

a) Tính cường độ dòng điện hiệu dụng do máy cung cấp, biết dòng điện cùng pha với hiệu điện thế.

b) Dòng điện được đưa vào cuộn sơ cấp một biến thế có hiệu suất $\mathcal{H} = 97,5\%$. Cuộn sơ cấp có $N_1 = 160$ vòng, cuộn thứ cấp có $N_2 = 1200$ vòng. Dòng điện thứ cấp được dẫn đến nơi tiêu thụ bằng dây dẫn có điện trở $R = 10\Omega$.

Tính hiệu điện thế, công suất nơi tiêu thụ và hiệu suất tải điện.

GIẢI

a) Cường độ dòng điện

Cường độ dòng điện hiệu dụng do máy cung cấp là :

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = 1000\text{A}$$

b) Hiệu điện thế – Công suất – Hiệu suất

Hiệu điện thế giữa hai đầu cuộn thứ cấp :

$$U_2 = \frac{N_2}{N_1} \cdot U_1 = 15000V$$

Cường độ dòng điện trong cuộn thứ cấp :

$$I_2 = \mathcal{H} \cdot \frac{U_1}{U_2} \cdot I_1 = 130A$$

Độ giảm thế trên dây :

$$\Delta U = I_2 \cdot R = 1300V$$

Hiệu điện thế nơi tiêu thụ :

$$U_3 = U_2 - \Delta U = 13700V$$

Công suất chuyển đến nơi tiêu thụ :

$$P_3 = U_3 I_2 = 1781000W$$

Hiệu suất tải điện :

$$\mathcal{H} = \frac{P_3}{P_1} = 0,8905 \approx 89\%$$

15.4 Một trạm phát điện truyền đi một công suất $P_1 = 100kW$ trên dây dẫn có điện trở $R = 8\Omega$. Hiệu điện thế từ trạm phát điện chuyển đi là $U_1 = 1000V$.

a) Tính hiệu suất tải điện.

b) Tính lại câu a nếu trạm phát điện được nối với một biến thế có hệ số biến thế $k = 0,1$. Coi hiệu suất của biến thế $\mathcal{H} = 1$.

GIẢI

a) Hiệu suất tải điện trường hợp 1

Cường độ dòng điện trên dây :

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = 100A.$$

Công suất tỏa nhiệt trên dây :

$$\Delta P = R.I_1^2 = 80kW$$

Công suất chuyển đến nơi tiêu thụ :

$$P_2 = P_1 - \Delta P = 20kW$$

Hiệu suất tải điện :

$$\mathcal{H} = \frac{P_2}{P_1} = 0,2 = 20\%$$

b) Hiệu suất tải điện trường hợp 2

Cường độ dòng điện trong cuộn thứ cấp của biến thế cũng là cường độ dòng điện trong dây dẫn :

$$I_2 = \frac{U_1}{U_2} \cdot I_1 = k.I_1 = 10A.$$

Công suất tỏa nhiệt trên dây :

$$\Delta P = R.I_2^2 = 800W$$

Công suất chuyển đến nơi tiêu thụ :

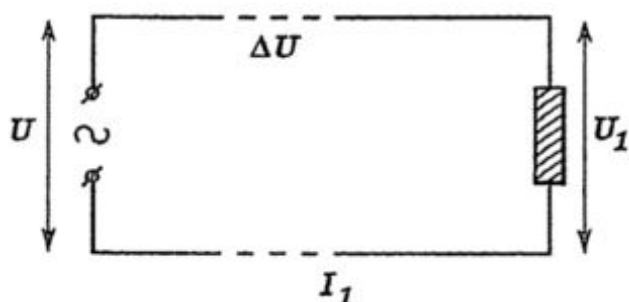
$$P_2 = P_1 - \Delta P = 99,2kW$$

Hiệu suất tải điện :

$$\mathcal{H} = \frac{P_2}{P_1} = 0,992 = 99,2\%$$

- 15.5 Phải nâng cao hiệu điện thế của nguồn lên bao nhiêu lần để giảm hao phí công suất trên đường dây đi 100 lần trong khi vẫn giữ công suất của tải tiêu thụ không đổi. Biết rằng ban đầu độ giảm thế trên đường dây là $\Delta U = n.U_1$ với n là hệ số tỉ lệ, U_1 là hiệu điện thế của tải tiêu thụ lúc đầu.

GIẢI



Đặt : $\left\{ \begin{array}{l} U ; U_1 ; \Delta U ; I_1 \text{ lần lượt là hiệu điện thế nguồn, hiệu điện thế ở tải tiêu thụ, độ giảm thế trên đường dây và dòng điện hiệu dụng lúc đầu} \\ U' ; U_2 ; \Delta U' ; I_2 \text{ lần lượt là hiệu điện thế nguồn, hiệu điện thế ở tải tiêu thụ, độ giảm thế trên đường dây và dòng điện hiệu dụng lúc sau.} \end{array} \right.$

Theo đề, ta phải có :

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{I_2}{I_1} \right)^2 = \frac{1}{100} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{10} \Rightarrow \Delta U' = \frac{\Delta U}{10}.$$

Mặt khác ta có :

$$\Delta U = n.U_1$$

Suy ra u_1 cùng pha với i_1 . Do đó u_2 cũng cùng pha với i_2 .

Vậy :

$$U_1 I_1 = U_2 I_2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2} = 10$$

Các hiệu điện thế nguồn lúc đầu và lúc sau là :

$$\begin{cases} U = U_1 + \Delta U = (n + 1)U_1 \\ U' = U_2 + \Delta U' = 10U_1 + \frac{nU_1}{10} = \left(10 + \frac{n}{10}\right)U_1 \end{cases}$$

Do đó :

$$\frac{U'}{U} = \frac{10 + \frac{n}{10}}{n + 1} = \frac{100 + n}{10(n + 1)}$$

■ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

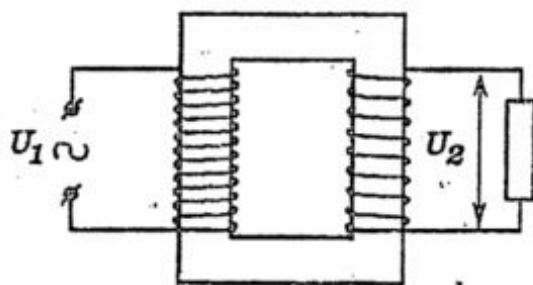
- 15.6 Một biến thế, cuộn sơ cấp có $N_1 = 1000$ vòng , cuộn thứ cấp có $N_2 = 100$ vòng . Cuộn thứ cấp được mắc vào một mạch điện gồm điện trở thuần $R = 12\Omega$, cuộn dây thuần cảm $L = 0,016H$ và tụ điện điện dung $C = 320\mu F$. Biết tần số dòng điện $f = 50Hz$, hiệu điện thế hai đầu cuộn sơ cấp $U_1 = 117V$. Hiệu suất của biến thế $\mathcal{H} = 0,95$ và giả thiết rằng hiệu suất này chỉ ảnh hưởng đến cường độ dòng điện. Tính cường độ dòng điện hiệu dụng trong cuộn sơ cấp.
Cho $\frac{1}{\pi} = 0,32$.

ĐS : $I_1 \approx 0,095A$

- 15.7 Một máy hạ thế có tỉ số $\frac{N_1}{N_2} = \frac{220}{127}$

$$\begin{cases} N_1 : \text{số vòng của cuộn sơ cấp} \\ N_2 : \text{số vòng của cuộn thứ cấp} \end{cases}$$

Điện trở của cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp lần lượt có giá trị $r_1 = 3,6\Omega$; $r_2 = 1,2\Omega$. Cuộn thứ cấp được mắc vào điện trở $R = 10,0\Omega$. Coi mạch từ là kín và hao phí do dòng phucô (Foucault) không đáng kể.



a) Cuộn sơ cấp được mắc vào hiệu điện thế xoay chiều có giá trị hiệu dụng $U_1 = 220V$. Tính hiệu điện thế hiệu dụng giữa hai đầu điện trở tải.

b) Tính hiệu suất của máy biến thế.

ĐS: a) $U_2 \approx 102,5V$

b) $\mathcal{H} \approx 80,7\%$

15.8 Điện năng được truyền từ trạm biến thế A đến trạm biến thế B bằng dây dẫn có điện trở $R = 20\Omega$. Tại B, đường dây tải điện được nối với một biến thế hạ thế có hệ số biến thế $k = 10$. Coi hiệu suất của biến thế $\mathcal{H} = 1$. Biết công suất tiêu thụ trong mạch thứ cấp ở B là $12kW$, cường độ dòng điện hiệu dụng của tải là $100A$ và coi tải là thuần trở.

a) Tính hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu cuộn sơ cấp biến thế ở B và cường độ dòng điện trên dây dẫn.

b) Tính hiệu điện thế ở đầu đường dây dẫn tại A và hiệu suất tải điện.

c) Nếu tại B cường độ dòng điện hiệu dụng và công suất của tải không đổi, điện năng vẫn được tải từ A tới nhưng không dùng đến biến thế thì hiệu điện thế tại A phải là bao nhiêu. Tính hiệu suất tải điện khi này.

ĐS: a) $1200V$; $10A$ b) $1400V$; $85,7\%$

c) $2120V$; $5,7\%$

15.9 Hai thành phố A và B ở cách nhau $100km$. Điện năng được tải từ một biến thế tăng thế ở A đến một biến thế hạ thế ở B bằng hai dây đồng tiết diện tròn, đường kính $d = 1cm$. Cường độ dòng điện trên đường dây tải là $I = 50A$, công suất điện tiêu hao trên đường dây bằng 5% công suất tiêu thụ ở B và hiệu điện thế ở cuộn thứ cấp của biến thế tại B là $220V$. Tính :

- a) Công suất điện tiêu thụ ở B.
b) Hệ số biến thế của biến thế ở B.
c) Hiệu điện thế hai đầu cuộn thứ cấp của biến thế ở A.

Cho biết $\pi = 3,2$; điện trở suất của dây đồng $\rho = 1,6.10^{-8}\Omega m$; dòng điện và hiệu điện thế luôn cùng pha và sự hao phí trong biến thế là không đáng kể.

DS : a) 2000 kW b) 200
c) 42000V

15.10 Khi chuyển tải điện năng đi xa, người ta sử dụng biến thế, tăng hiệu điện thế lên đến $U = 100\text{kV}$ và chuyển đi một công suất $P = 5000\text{kW}$ đến một nơi cách nguồn đoạn $l = 5\text{km}$. Cho biết độ giảm thế trên đường dây không được quá $n = 1\%$. Tính điện trở đường dây và tiết diện của dây dẫn. Biết điện trở suất của dây dẫn $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$.

$$DS : R \leq 20\Omega ; s \geq 8,5\text{mm}^2 .$$

15.11 Khi chuyển tải điện năng người ta sử dụng biến thế nâng hiệu điện thế tại nguồn lên đến $U = 6000V$ và chuyển đi một công suất $P = 1000kW$. Khi này số chỉ của công tơ điện đặt ở biến thế và ở đầu nơi tiêu thụ trong một ngày đêm chênh lệch nhau 216 kWh . Gọi tỉ lệ hao phí n là tỉ số công suất điện tiêu hao trên dây dẫn và công suất cần chuyển tải.

- a) Tính n.

- b) Hỏi phải tăng hiệu điện thế ở đầu đường dây lên bao nhiêu để $n \leq 0,1\%$.

DS : a) $n = 0,9\%$ b). $U' \geq 18000V$

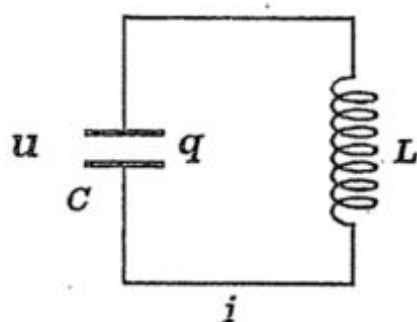
15.12 Cần chuyển tải điện năng từ một trạm biến thế hạ thế mà hiệu điện thế ra là $U = 220V$ đến nơi tiêu thụ bằng hai dây dẫn điện trên đường dài $l = 1km$. Dây dẫn nhôm phải có tiết diện S là bao nhiêu nếu công suất tại nơi tiêu thụ là $P = 10kW$ và độ giảm thế trên đường dây không quá $\Delta U = 20V$. Biết điện trở suất của nhôm là $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8} \Omega m$, tải tiêu thụ ở cuối đường dây là thuần trở.

$$DS : s \geq 1,4 \text{ cm}^2$$

PHẦN NĂM

DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

A. TÓM TẮT GIÁO KHOA



- Chu kì riêng :

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

- Tần số riêng :

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

- Hiệu điện thế giữa hai bản tụ :

$$u = U_0 \sin \omega t$$

- Điện tích của tụ :

$$q = Cu = CU_0 \sin \omega t$$

- Cường độ dòng điện qua cuộn dây :

$$i = \frac{dq}{dt} = I_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$
$$(I_0 = \omega CU_0)$$

– Bước sóng điện từ thu được bởi khung :

$$\lambda = cT = \frac{c}{f} = 2\pi c\sqrt{LC}$$

– Năng lượng của dao động :

$$\left\{ \begin{array}{l} \bullet \text{ Năng lượng điện trường : } W_e = \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1q^2}{2C} \\ \bullet \text{ Năng lượng từ trường : } W_m = \frac{1}{2}Li^2 \\ \bullet \text{ Năng lượng điện từ : } \\ W = W_e + W_m = \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_0^2}{C} = \frac{1}{2}LI_0^2 \end{array} \right.$$

B. HƯỚNG DẪN GIẢI TOÁN

Bài toán 16

Các bài toán về dao động điện của khung dao động

– Áp dụng các công thức về khung dao động trong phần Tóm tắt giáo khoa.

– Kết hợp với các cách ghép tụ điện.

$$\left\{ \begin{array}{l} \bullet \text{ Ghép song song : } C = \sum_1^n C_i \\ \bullet \text{ Ghép nối tiếp : } \frac{1}{C} = \sum_1^n \frac{1}{C_i} \end{array} \right.$$

■ BÀI TẬP THÍ DỤ

- 16.1 Khung dao động gồm cuộn thuần cảm L và hai tụ C_1 ; C_2 . Nếu mắc C_1 và C_2 song song với cuộn L thì tần số dao động riêng của khung là $f = 24\text{kHz}$. Nếu mắc nối tiếp C_1 và C_2 vào cuộn L thì tần số dao động riêng của khung là $f' = 50\text{kHz}$.

Hỏi nếu mắc riêng rẽ từng tụ C_1 ; C_2 với cuộn dây thì tần số dao động riêng của khung là bao nhiêu ?

GIẢI

Tần số dao động riêng của khung được cho bởi :

$$\left\{ \begin{array}{l} * \text{ Trường hợp } C_1 \text{ và } C_2 \text{ mắc song song :} \\ f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_1 + C_2)}} \\ * \text{ Trường hợp } C_1 \text{ và } C_2 \text{ mắc nối tiếp :} \\ f' = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC'}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L} \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)} \\ * \text{ Trường hợp chỉ có } C_1 : f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}} \\ * \text{ Trường hợp chỉ có } C_2 : f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}} \end{array} \right.$$

Ta suy ra :

$$\begin{aligned} \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} &= \frac{1}{f^2} \\ f_1^2 + f_2^2 &= f'^2 \end{aligned}$$

Do đó :

$$f_1^2 + f_2^2 = f'^2$$

$$f_1^2 \cdot f_2^2 = f^2 \cdot f'^2$$

Giải ta được :

$$f_1 = 30\text{kHz} ; \quad f_2 = 40\text{kHz}$$

16.2 Mạch chọn sóng của một máy thu thanh gồm một cuộn dây có độ tự cảm $L = 2,9\mu\text{H}$ (điện trở không đáng kể) và một tụ điện có điện dung $C = 490\text{pF}$

a) Mạch có thể thu được sóng có bước sóng λ_0 là bao nhiêu ?

b) Để máy thu được dải sóng từ $\lambda_m = 10\text{m}$ đến $\lambda_M = 50\text{m}$, ta ghép thêm một tụ xoay C_v có điện dung biến thiên từ C_m đến C_M .

Tụ xoay phải ghép như thế nào với tụ C và có điện dung biến đổi trong khoảng nào ?

c) Để mạch thu được sóng có $\lambda = 20\text{m}$, phải xoay các bản tụ di động của tụ C_v góc α bằng bao nhiêu kể từ vị trí ứng với điện dung cực đại C_M ?

GIẢI

a) Bước sóng λ_0 thu được

Bước sóng λ_0 mà máy thu được là :

$$\lambda_0 = 2\pi c \sqrt{LC} \approx 6,28 \cdot 3 \cdot 10^8 \sqrt{2,9 \cdot 10^{-6} \cdot 49 \cdot 10^{-11}} \\ \approx 71\text{m}$$

b) Cách ghép. – Giới hạn biến thiên của C_v

Dải sóng muốn thu có bước sóng $\lambda < \lambda_0$. Điện dung tương đương của máy thu phải giảm. Do đó tụ xoay C_v phải mắc nối tiếp với tụ C .

• Khi $\lambda_m = 10\text{m}$:

Ta có :

$$2\pi c\sqrt{L(C_{td})_m} = \lambda_m$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_0^2}{\lambda_m^2} = \frac{C}{(C_{td})_m}$$

$$\Rightarrow \frac{C}{\frac{C \cdot C_m}{C + C_m}} = \frac{C + C_m}{C_m} \approx 50$$

Suy ra :

$$C_m = \frac{C}{49} = 10\text{pF}$$

• Khi $\lambda_M = 50\text{m}$

Ta có :

$$2\pi c\sqrt{L(C_{td})_M} = \lambda_M$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_0^2}{\lambda_M^2} = \frac{C}{(C_{td})_M}$$

$$\Rightarrow \frac{C}{\frac{C \cdot C_M}{C + C_M}} = \frac{C + C_M}{C_M} \approx 2$$

Do đó :

$$C_M = C = 490\text{pF}$$

c) Góc xoay

Ta có :

$$\lambda = 2\pi c\sqrt{LC_{td}} = 20\text{m}$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_0^2}{\lambda^2} = \frac{C}{C_{td}} = \frac{C}{\frac{C \cdot C_v}{C + C_v}} = \frac{C + C_v}{C_v} \approx 12,6$$

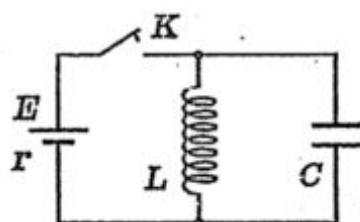
Do đó :

$$C_v = \frac{C}{11,6} \approx 42,2 \text{pF}$$

Góc xoay các bản di động từ vị trí ứng với C_M :

$$\alpha = \frac{C_M - C_v}{C_M - C_m} \cdot 180^\circ \approx 168^\circ$$

- 16.3 Một khung dao động gồm một tụ điện và một cuộn dây được nối với một bộ pin điện trở trong r qua một khóa điện. Ban đầu khóa đóng. Khi dòng điện đã ổn định, người ta mở khóa và trong khung có dao động điện với chu kì T .



Biết rằng hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ lớn gấp n lần suất điện động của bộ pin, hãy tính theo T và n điện dung C của tụ và độ tự cảm L của cuộn dây.

Điện trở thuần của cuộn dây nhỏ, có thể bỏ qua.

GIẢI

Khi dòng điện đã ổn định, cường độ dòng điện qua cuộn dây là:

$$I_0 = \frac{E}{r}$$

Khi khóa được mở ra, khung bắt đầu dao động.

Năng lượng của khung lúc đó là năng lượng từ trường.

$$W_0 = \frac{1}{2} L I_0^2 = \frac{1}{2} L \left(\frac{E}{r} \right)^2$$

Trong quá trình dao động khi tụ điện tích điện đến hiệu điện thế cực đại U_0 thì dòng điện triệt tiêu. Lúc đó năng lượng của khung là năng lượng điện trường.

$$W_0 = \frac{1}{2}CU_0^2$$

Vậy, bảo toàn năng lượng cho :

$$W_0 = \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{r}\right)^2$$

Theo đề : $U_0 = nE$

Suy ra :

$$C(nE)^2 = L\left(\frac{E}{r}\right)^2 \Rightarrow L = Cn^2r^2$$

Ta có chu kì dao động tự do của khung :

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow C = \frac{T^2}{4\pi^2L}$$

Do đó :

$$C = \frac{T}{2\pi nr} ; \quad L = \frac{Tnr}{2\pi}$$

■ BÀI TẬP LUYỆN TẬP

16.4 Tụ điện của một khung dao động có điện dung $C=0,1\mu F$, ban đầu được tích điện ở hiệu điện thế $U_0 = 100V$. Sau đó khung dao động tắt dần. Tính năng lượng mất mát sau khi dao động điện từ trong khung tắt hẳn.

$$ĐS : W = \frac{1}{2}CU_0^2 = 0,5.10^{-3}J.$$

16.5 Một khung dao động thực hiện dao động điện từ tự do không tắt trong mạch. Biểu thức hiệu điện thế giữa hai bản tụ là $u = 60\sin(10000\pi t)(V)$, điện dung của tụ $C = 1\mu F$. Tính :

a) Chu kì dao động điện từ và bước sóng điện từ trong mạch.

b) Độ tự cảm L của cuộn dây và năng lượng điện từ trong khung dao động.

c) Biểu thức cường độ dòng điện trong khung.

$$ĐS : a) T = 2 \cdot 10^{-4} s ; \lambda = 6 \cdot 10^4 m$$

$$b) L = 0,01 H ; W = 1,8 \cdot 10^{-3} J$$

$$c) i = 0,6\pi \cos(10000\pi t)(A) \\ \approx 1,9 \cos 31400t(A)$$

16.6 Một khung dao động gồm cuộn dây L và tụ C . Nếu dùng tụ C_1 thì tần số dao động riêng của khung là $60kHz$, nếu dùng tụ C_2 thì tần số dao động riêng là $80kHz$. Hỏi tần số dao động riêng của khung là bao nhiêu nếu dùng :

a) Hai tụ C_1, C_2 mắc song song.

b) Hai tụ C_1, C_2 mắc nối tiếp.

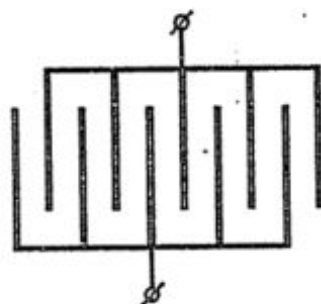
$$ĐS : a) f = 100kHz$$

$$b) f' = 48kHz$$

16.7 Một tụ xoay gồm 10 tấm như hình, diện tích đối diện giữa hai bản là $S = 3,14cm^2$, khoảng cách giữa hai tấm liên tiếp là $d = 0,5mm$, giữa các bản là không khí.

a) Tính điện dung của tụ.

b) Tụ điện nói trên được mắc vào hai đầu của cuộn dây thuần cảm $L = 5mH$. Tính bước sóng điện từ mà khung dao động này thu được.



$$ĐS : a) C = 50 pF \quad b) \lambda = 942,5m$$

16.8 Mạch chọn sóng của một máy thu thanh gồm một cuộn dây có độ tự cảm $L = 1,5\text{mH}$ và một tụ xoay C_V có điện dung biến thiên từ $C_m = 50\text{pF}$ đến $C_M = 450\text{pF}$

a) Mạch có thể thu được sóng điện từ có bước sóng trong khoảng nào ?

b) Các bản tụ di động có thể xoay được một góc từ 0 đến 180° . Hỏi để thu được sóng điện từ có bước sóng $\lambda = 1200\text{m}$, phải xoay các bản tụ một góc bao nhiêu kể từ vị trí tụ điện có điện dung cực tiểu ?

ĐS : a) $516\text{m} \div 1549\text{m}$.

b) 99°

16.9 Mạch dao động để chọn sóng của một máy thu thanh gồm một cuộn dây có độ tự cảm $L = 11,3\ \mu\text{H}$ và tụ điện có điện dung $C = 1000\text{pF}$.

a) Mạch dao động nói trên có thể thu được sóng có bước sóng λ_0 bao nhiêu ?

b) Để thu được sóng có bước sóng trong khoảng 20m đến 50m , người ta ghép thêm một tụ xoay C_V với tụ C nói trên. Hỏi phải ghép hai tụ thế nào và giá trị của C_V trong khoảng nào ?

c) Để thu được sóng 25m , C_V phải có giá trị bao nhiêu ? Các bản tụ di động phải xoay một góc bao nhiêu kể từ vị trí điện dung cực đại để thu được bước sóng trên. Biết các bản tụ di động có thể xoay được một góc từ 0 đến 180° .

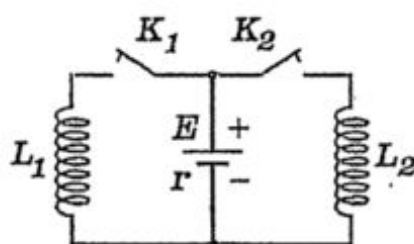
ĐS : a) $\lambda_0 = 200\text{m}$

b) $C_V \approx 10,1\text{pF} - 66,7\text{pF}$; nối tiếp với C

c) $C_V \approx 15,9\text{pF}$; $\alpha \approx 162^\circ$.

16.10 Trong mạch điện sau đây, các cuộn dây có độ tự cảm L_1 và L_2 (điện trở thuần không đáng kể). Pin có suất điện động E và điện trở trong r .

a) Ban đầu hai khóa mở. Người ta đóng K_1 và khi dòng điện trong L_1 đạt giá trị I_0 thì đóng K_2 .



Tính các giá trị cuối cùng I_1 và I_2 khi đã ổn định của các dòng điện i_1 và i_2 trong hai cuộn dây.

b) Xét trường hợp đóng đồng thời cả hai khóa. Tính I_1 và I_2 .

$$\text{ĐS : a) } I_1 = \frac{L_1 I_0 r + E L_2}{r(L_1 + L_2)} ; I_2 = \frac{(E - I_0 r) L_1}{r(L_1 + L_2)}$$

$$\text{b) } I_1 = \frac{E L_2}{r(L_1 + L_2)} ; I_2 = \frac{E L_1}{r(L_1 + L_2)}$$

THUẬT NGỮ VIỆT - ANH
(Vietnamese - English Terminology)

- Ăngten	: Antenna
- Ba pha	: Three-phase
Biến điệu	: Modulation ; (to) modulate
Biến điệu biên độ (điều biên)	: Amplitude Modulation (AM)
Biến điệu tần số (điều tần)	: Frequency Modulation (FM)
Biến thế	: Transformer
Bộ góp	: Commutator
Bức xạ	: Radiation ; (to) radiate
- Cảm kháng	: Inductive reactance
Cao tần	: High frequency
Cao thế	: High voltage
Chậm pha	: Lagging
Chỉnh lưu	: Rectification ; (to) rectify
Chỉnh lưu nửa chu kì	: Half - wave rectification
Chỉnh lưu hai nửa chu kì	: Full - wave rectification
Chổi quét	: Brush
Cộng hưởng điện	: Electric resonance
Cuộn dây	: Coil
Cuộn sơ cấp	: Primary coil
Cuộn thứ cấp	: Secondary coil
Cường độ dòng điện	: Current
Cường độ cực đại	: Maximum current
Cường độ hiệu dụng	: Effective current
Cường độ tức thời	: Instantaneous current
- Dao động điện	: Electric oscillation
Dao động điện từ	: Electromagnetic oscillation
Dòng điện ba pha	: Three - phase currents
Dòng điện Phucô	: Eddy currents
Dòng điện không đổi	: Direct current (DC)
Dòng điện xoay chiều	: Alternating current (AC)

Dung kháng	: Capacitive reactance
– Điện dung	: Capacitance
Điện trở	: Resistance ; resistor
Đồng bộ	: Synchronous
– Giải đồ	: Diagram
Giải đồ vectơ quay	: Phasor diagram
– Hệ số tự cảm	: Coefficient of self – induction ; inductance
Hệ số công suất	: Power factor (PF)
– Không đồng bộ	: Asynchronous
Khuếch đại	: Amplification ; (to) amplify
– Mạch điện	: Circuits
Mạch dao động	: Oscillating circuits
Mạch khuếch đại	: Amplifying circuits
Máy dao điện	: Alternator
Máy phát điện	: Generator
Máy phát điện ba pha	: Three phase generator
Máy phát điện một pha	: Single phase generator
Mắc nối tiếp	: In series
Mắc song song	: In parallel
– Nhanh pha	: Leading
Rôto	: Rotor
Rôto lồng sóc	: Squirrel cage rotor
– Sóng điện từ	: Electromagnetic wave
Stato	: Stator
– Tải	: Load
Tổng trở	: Impedance
Từ trường quay	: Rotating magnetic field
– Vành bán khuyên	: Split ring
Vành khuyên	: Slipring
Vectơ quay	: Phasor ; revolving time vector
Vô tuyến	: Wireless

MỤC LỤC

Trang

Lời nói đầu

3

PHẦN MỘT — Hiệu điện thế dao động điều hòa — Dòng điện xoay chiều — Các giá trị hiệu dụng

- Bài toán 1.* Tính các đại lượng của suất điện động xoay chiều hình sin. Biểu thức và đồ thị
- Bài toán 2.* Tính các giá trị hiệu dụng — Khảo sát định lượng các tác dụng nhiệt, hóa, từ của dòng điện xoay chiều

10

PHẦN HAI — Mạch điện xoay chiều không phân nhánh

- Bài toán 3.* Tính tổng trở — Tính cường độ dòng điện và hiệu điện thế
- Bài toán 4.* Độ lệch pha — Lập biểu thức giá trị tức thời của hiệu điện thế và cường độ dòng điện
- Bài toán 5.* Tính công suất tiêu thụ bởi đoạn mạch điện xoay chiều
- Bài toán 6.* Định điều kiện để một đại lượng điện xoay chiều đạt cực trị
- Bài toán 7.* Tìm điều kiện để hai đại lượng điện thỏa một liên hệ về pha (cùng pha, có pha vuông góc, ...)

24

39

55

73

98

PHẦN BA — Mạch điện xoay chiều phân nhánh

§1. Mạch điện gồm các nhánh song song

- Bài toán 8.* Tính cường độ dòng điện mạch chính — Lập biểu thức cường độ tức thời của dòng điện mạch chính
- Bài toán 9.* Tính toán liên quan đến công suất và hệ số công suất

115

140

Bài toán 10. Xác định giá trị, biểu thức và độ lệch pha của hiệu điện thế giữa hai điểm trên các nhánh song song 154

§2. Mạch điện gồm nhiều đoạn nối tiếp có các nhánh song song (mạch hỗn hợp)

Bài toán 11. Tính các cường độ dòng điện và hiệu điện thế – Lập biểu thức giá trị tức thời của các cường độ dòng điện và các hiệu điện thế 170

Bài toán 12. Tính tổng trở của mạch điện – Tính công suất và hệ số công suất 195

§3. Một số bài toán chung cho các mạch điện xoay chiều phân nhánh

Bài toán 13. Bài toán về độ lệch pha, cực trị và sự độc lập của một đại lượng điện đối với các đại lượng khác 214

PHẦN BỐN – Sản xuất, truyền tải và sử dụng năng lượng điện xoay chiều

Bài toán 14. Các bài toán về máy phát điện một pha, dòng điện ba pha, động cơ điện xoay chiều 262

Bài toán 15. Các bài toán về biến thế và truyền tải điện năng 282

PHẦN NĂM Dao động và sóng điện từ

Bài toán 16. Các bài toán về dao động điện của khung dao động 295

Thuật ngữ Việt – Anh 304

Chịu trách nhiệm xuất bản :
Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN AI
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập VŨ DƯƠNG THUY

Biên tập :
TẠ THUY KIM

Biên tập tái bản :
VŨ DƯƠNG HÀ

Trình bày bìa :
VŨ CÔNG MINH

Sửa bản in :
HOÀNG KIM

Sắp chữ tại :
PHÒNG SCĐT - CN.NXBGD - TP. HỒ CHÍ MINH

GIẢI TOÁN VẬT LÝ 12 - TẬP 2

Mã số : TZL06t5

In 10.000 bản, khổ 14.3 x 20.3cm tại Cty In & Bao Bì Hưng Phú
số 755 Phạm Thế Hiển P.4 Q.8 - Tp.HCM. Số in: 0022. Số xuất bản:
21/1266-05. In xong nộp lưu chiểu tháng 2 năm 2005.



vn-0984586179