

# ĐẠI CƯƠNG MẠCH ĐIỆN DAO ĐỘNG

## I. LÝ THUYẾT

### 1. Đại cương của mạch dao động

#### ■ Bảng tóm tắt

Đại lượng vật lý	Ký hiệu	Công thức	Ghi chú
1. Điện tích giữa hai bản tụ điện	$q(C)$	$q = q_0 \cos(\omega t + \varphi)$ $= q_0 \sin(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$	$q_0 = CU_0$
2. Dòng điện trong mạch	$i(A)$	$i = -\omega q_0 \sin(\omega t + \varphi)$ $= \omega q_0 \sin(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$	- I sớm pha hơn q góc $\pi/2$ . - $I_0 = \omega q_0 = \frac{q_0}{\sqrt{LC}}$
3. Điện áp giữa hai bản tụ	$u(V)$	$u = \frac{q}{C} = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$	- u trễ pha hơn i góc $\pi/2$ - u cùng pha với q.
4. Cảm ứng từ	$B(T)$	$B = B_0 \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$	B cùng pha với i
5. Tần số góc	$\omega(\text{rad/s})$	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$	- Độ tự cảm L(H) - Điện dung C(F)

#### ■ Bảng bội số và ước số các đại lượng:

L: độ tự cảm, đơn vị henry(H)	C: điện dung đơn vị là Fara (F)	f: tần số đơn vị là Héc (Hz)
1mH = $10^{-3}$ H [mili (m) = $10^{-3}$ ]	1mF = $10^{-3}$ F [mili (m) = $10^{-3}$ ]	1KHz = $10^3$ Hz [kilô = $10^3$ ]
1μH = $10^{-6}$ H [micro(μ) = $10^{-6}$ ]	1μF = $10^{-6}$ F [micro(μ) = $10^{-6}$ ]	1MHz = $10^6$ Hz [Mêga(M) = $10^6$ ]
1nH = $10^{-9}$ H [nanô (n) = $10^{-9}$ ]	1nF = $10^{-9}$ F [nanô (n) = $10^{-9}$ ]	1GHz = $10^9$ Hz [Giga(G) = $10^9$ ]
	1pF = $10^{-12}$ F [picô (p) = $10^{-12}$ ]	

#### ■ Chú ý:

- Biểu thức tính chu kỳ, tần số:  $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{LC}$ ;  $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

- Công thức tính điện dung của tụ điện phẳng:  $C = \frac{\epsilon S}{k \cdot 4\pi d}$ ,

Trong đó d là khoảng cách giữa hai bản tụ điện.

- Nếu  $C_1 \leq C \leq C_2 \rightarrow \begin{cases} 2\pi\sqrt{LC_1} \leq T \leq 2\pi\sqrt{LC_2} \\ \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_2}} \leq f \leq \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}} \end{cases}$

### Bài tập lý thuyết

**Câu 1:** Mạch dao động điện từ điều hoà có cấu tạo gồm

- A. nguồn một chiều và tụ điện mắc thành mạch kín.
- B. nguồn một chiều và cuộn cảm mắc thành mạch kín.
- C. nguồn một chiều và điện trở mắc thành mạch kín.
- D. tụ điện và cuộn cảm mắc thành mạch kín.

**Câu 2:** Mạch dao động điện từ điều hoà LC có chu kỳ

- A. phụ thuộc vào L, không phụ thuộc vào C.
- B. phụ thuộc vào C, không phụ thuộc vào L.
- C. phụ thuộc vào cả L và C.
- D. không phụ thuộc vào L và C.

**Câu 3:** Mạch dao động điện từ điều hoà gồm cuộn cảm L và tụ điện C, khi tăng điện dung của tụ điện lên 4 lần thì chu kỳ dao động của mạch

- A. tăng 4 lần.      B. tăng 2 lần.      C. giảm 4 lần.      D. giảm 2 lần.

**Câu 4:** Mạch dao động điện từ điều hoà gồm cuộn cảm L và tụ điện C, khi tăng độ tự cảm của cuộn cảm lên 4 lần thì tần số dao động của mạch

- A. tăng 4 lần.      B. tăng 2 lần.      C. giảm 4 lần.      D. giảm 2 lần.

**Câu 5:** Mạch dao động điện từ gồm cuộn cảm L và tụ điện C. Khi tăng độ tự cảm lên 16 lần và giảm điện dung 4 lần thì chu kỳ dao động của mạch dao động sẽ

- A. tăng 4 lần.      B. tăng 2 lần.      C. giảm 2 lần.      D. giảm 4 lần

**Câu 6:** Muốn tăng tần số dao động riêng mạch LC lên gấp 4 lần thì

- A. tăng điện dung C lên gấp 4 lần.      B. giảm độ tự cảm L còn L/16.  
C. giảm độ tự cảm L còn L/4.      D. giảm độ tự cảm L còn L/2.

**Câu 7:** Cường độ dòng điện tức thời trong mạch dao động LC có dạng  $i = 0,02\cos(2000t)\text{A}$ . Tụ điện trong mạch có điện dung 5  $\mu\text{F}$ . Độ tự cảm của cuộn cảm là

- A. L = 50 mH.      B. L = 50 H.      C. L =  $5 \cdot 10^{-6}$  H.      D. L =  $5 \cdot 10^{-8}$  H.

**Câu 8:** Mạch dao động LC có điện tích trong mạch biến thiên điều hoà theo phương trình  $q = 4\cos(2\pi \cdot 10^4 t)\mu\text{C}$ . Tần số dao động của mạch là

- A. f = 10 Hz.      B. f = 10 kHz.      C. f =  $2\pi$  Hz.      D. f =  $2\pi$  kHz.

**Câu 9:** Một mạch dao động LC lý tưởng gồm cuộn thuần cảm có độ tự cảm L =  $1/\pi$  (mH) và một tụ điện có điện dung  $C = \frac{4}{\pi}$  (nF). Chu kỳ dao động của mạch là

- A. T =  $4 \cdot 10^{-4}$  (s).      B. T =  $2 \cdot 10^{-6}$  (s).      C. T =  $4 \cdot 10^{-5}$  (s).      D. T =  $4 \cdot 10^{-6}$  (s).

**Câu 10:** Một mạch dao động LC gồm một cuộn cảm có độ tự cảm  $L = \frac{1}{\pi}$  (H) và một tụ điện có điện dung C. Tần số dao động riêng của mạch là 1 MHz. Giá trị của C bằng

- A.  $C = \frac{1}{4\pi}$  (pF).      B.  $C = \frac{1}{4\pi}$  (F).      C.  $C = \frac{1}{4\pi}$  (mF).      D.  $C = \frac{1}{4\pi}$  ( $\mu\text{F}$ ).

**Câu 11:** Một mạch dao động điện từ LC lý tưởng gồm cuộn cảm thuần độ tự cảm L và tụ điện có điện dung thay đổi được từ  $C_1$  đến  $C_2$ . Mạch dao động này có chu kỳ dao động riêng thay đổi trong khoảng từ

- A.  $T_1 = 4\pi\sqrt{LC_1} \rightarrow T_2 = 4\pi\sqrt{LC_2}$       B.  $T_1 = 2\pi\sqrt{LC_1} \rightarrow T_2 = 2\pi\sqrt{LC_2}$   
C.  $T_1 = 2\sqrt{LC_1} \rightarrow T_2 = 2\sqrt{LC_2}$       D.  $T_1 = 4\sqrt{LC_1} \rightarrow T_2 = 4\sqrt{LC_2}$

**Câu 12:** Một mạch dao động LC gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L = 64 (mH) và tụ điện có điện dung C biến thiên từ 36 (pF) đến 225 (pF). Tần số riêng của mạch biến thiên trong khoảng nào?

- A. 0,42 kHz  $\rightarrow$  1,05 kHz.      B. 0,42 Hz  $\rightarrow$  1,05 Hz.  
C. 0,42 GHz  $\rightarrow$  1,05 GHz.      D. 0,42 MHz  $\rightarrow$  1,05 MHz.

## II. PHÂN DẠNG BÀI TẬP

### Dạng 1: Ghép tụ điện

#### ■ Ghép nối tiếp

$$\frac{1}{C_b} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{T_{nt}^2} = \frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2} \leftrightarrow T_{nt} = \frac{T_1 T_2}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}} \\ f_{nt}^2 = f_1^2 + f_2^2 \leftrightarrow f_{nt} = \sqrt{f_1^2 + f_2^2} \end{cases}$$

Với cách ghép nối tiếp sẽ làm nâng cao tần số và giảm chu kỳ.

#### ■ Ghép song song

$$C_b = C_1 + C_2 \Rightarrow \begin{cases} T_{ss}^2 = T_1^2 + T_2^2 \leftrightarrow T_{ss} = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} \\ \frac{1}{f_{ss}^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \leftrightarrow f_{ss} = \frac{f_1 f_2}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2}} \end{cases}$$

Với cách ghép nối tiếp sẽ làm nâng cao chu kỳ và giảm tần số.

**VD1:** Một mạch dao động điện từ khi dùng tụ  $C_1$  thì tần số dao động riêng của mạch là  $f_1 = 3$  (MHz). Khi mắc thêm tụ  $C_2$  song song với  $C_1$  thì tần số dao động riêng của mạch là  $f_{ss} = 2,4$  (MHz). Nếu mắc thêm tụ  $C_2$  nối tiếp với  $C_1$  thì tần số dao động riêng của mạch sẽ bằng

A.  $f_{nt} = 0,6 \text{ MHz}$ .

B.  $f_{nt} = 5 \text{ MHz}$ .

C.  $f_{nt} = 5,4 \text{ MHz}$ .

D.  $f_{nt} = 4 \text{ MHz}$ .

### Hướng dẫn

- Hai tụ mắc song song nên C tăng  $\rightarrow f$  giảm  $\rightarrow \frac{1}{f_{ss}^2} = \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} \leftrightarrow \frac{1}{f_2^2} = \frac{1}{f_{ss}^2} - \frac{1}{f_1^2} = \frac{1}{2,4^2} - \frac{1}{3^2} \rightarrow f = 4 \text{ (MHz)}$ .

- Hai tụ mắc nối tiếp nên C giảm  $\rightarrow f$  tăng  $\rightarrow f^2 = f_1^2 + f_2^2 \leftrightarrow f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ (MHz)}$ .

**VD2:** Một mạch dao động lý tưởng gồm cuộn cảm thuần L và tụ C mắc nối tiếp. Để chu kỳ dao động của mạch tăng 3 lần thì ta có thể thực hiện theo phương án nào sau đây?

A. Thay L bằng L' với L' = 3L.

B. Thay C bằng C' với C' = 3C.

C. Ghép song song C với C' với C' = 8C.

D. Ghép song song C với C' với C' = 9C.

### Hướng dẫn

-  $T_x > T \Rightarrow$  phải ghép tăng C hoặc giảm L.

- Lập tỉ số:  $\frac{T_x}{T} = 3 = \sqrt{\frac{C_x}{C}} \Rightarrow C_x = 9C \Rightarrow C' = 8C$  (Cách ghép song song)

- Chọn C.

### Bài tập

**Câu 13:** Một mạch dao động LC lý tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm không đổi, tụ điện có điện dung C thay đổi. Khi  $C = C_1$  thì tần số dao động riêng của mạch là  $f_1 = 7,5 \text{ MHz}$  và khi  $C = C_2$  thì tần số dao động riêng của mạch là  $f_2 = 10 \text{ MHz}$ . Nếu  $C = C_1 + C_2$  thì tần số dao động riêng của mạch là

A.  $f = 6 \text{ MHz}$ .

B.  $f = 12,5 \text{ MHz}$ .

C.  $f = 2,5 \text{ MHz}$ .

D.  $f = 17,5 \text{ MHz}$ .

**Câu 14:** Một mạch dao động khi dùng tụ  $C_1$  thì tần số dao động của mạch là  $f_1 = 30 \text{ kHz}$ , khi dùng tụ  $C_2$  thì tần số dao động riêng của mạch là  $f_2 = 40 \text{ kHz}$ . Khi mạch dùng 2 tụ  $C_1$  và  $C_2$  nối tiếp thì tần số dao động của mạch là

A.  $35 \text{ kHz}$ .

B.  $24 \text{ kHz}$ .

C.  $50 \text{ kHz}$ .

D.  $48 \text{ kHz}$ .

**Câu 15:** Cho một mạch dao động điện từ gồm một tụ điện C và một cuộn cảm L. Bỏ qua điện trở thuần của mạch. Nếu thay C bởi các tụ điện  $C_1, C_2$  ( $C_1 > C_2$ ) mắc nối tiếp thì tần số dao động riêng của mạch là  $f_{nt} = 12,5 \text{ Hz}$ , còn nếu thay bởi hai tụ mắc song song thì tần số dao động riêng của mạch là  $f_{ss} = 6 \text{ Hz}$ . Xác định tần số dao động riêng của mạch khi thay C bởi  $C_1$  ?

A.  $f = 10 \text{ MHz}$ .

B.  $f = 9 \text{ MHz}$ .

C.  $f = 8 \text{ MHz}$ .

D.  $f = 7,5 \text{ MHz}$ .

**Câu 16:** Một mạch dao động điện từ gồm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L và hai tụ điện  $C_1$  và  $C_2$ . Khi mắc cuộn dây riêng với từng tụ  $C_1$  và  $C_2$  thì chu kỳ dao động của mạch tương ứng là  $T_1 = 3 \text{ (ms)}$  và  $T_2 = 4 \text{ (ms)}$ . Chu kỳ dao động của mạch khi mắc đồng thời cuộn dây với  $C_1$  song song  $C_2$  là

A.  $T_{ss} = 5 \text{ (ms)}$ .

B.  $T_{ss} = 11 \text{ (ms)}$ .

C.  $T_{ss} = 7 \text{ (ms)}$ .

D.  $T_{ss} = 10 \text{ (ms)}$ .

**Câu 17:** Một mạch dao động điện từ có cuộn cảm không đổi L. Nếu thay tụ điện C bởi các tụ điện  $C_1, C_2, C_1$  nối tiếp  $C_2, C_1$  song song  $C_2$  thì chu kỳ dao động riêng của mạch lần lượt là  $T_1, T_2, T_{nt} = 4,8 \text{ (}\mu\text{s)}$ ,  $T_{ss} = 10 \text{ (}\mu\text{s)}$ . Hãy xác định  $T_1$ , biết  $T_1 > T_2$  ?

A.  $T_1 = 9 \text{ (}\mu\text{s)}$ .

B.  $T_1 = 8 \text{ (}\mu\text{s)}$ .

C.  $T_1 = 10 \text{ (}\mu\text{s)}$ .

D.  $T_1 = 6 \text{ (}\mu\text{s)}$ .

**Câu 18:** Một mạch dao động điện từ, tụ điện  $C = 40 \text{ nF}$ , thì mạch có tần số  $2 \cdot 10^4 \text{ Hz}$ . Để mạch có tần số  $10^4 \text{ Hz}$  thì phải mắc thêm tụ  $C'$  có giá trị

A.  $C' = 120 \text{ nF}$  nối tiếp với tụ trước.

B.  $C' = 120 \text{ nF}$  song song với tụ trước.

C.  $C' = 40 \text{ nF}$  nối tiếp với tụ trước.

D.  $C' = 40 \text{ nF}$  song song với tụ trước.