

CHƯƠNG: DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ**A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT****1. Dao động điện từ.****a. Sự biến thiên điện tích và dòng điện trong mạch dao động**

+ Mạch dao động là một mạch điện kín gồm một tụ điện có điện dung C và một cuộn dây có độ tự cảm L, có điện trở thuần không đáng kể nối với nhau.

+ Điện tích trên tụ điện trong mạch dao động: $q = Q_0 \cos(\omega t + \varphi)$.

+ Điện áp giữa hai bản tụ điện: $u = \frac{q}{C} = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$. Với $U_0 = \frac{Q_0}{C}$

Nhận xét: Điện áp giữa hai bản tụ điện **CÙNG PHA** với điện tích trên tụ điện

+ Cường độ dòng điện trong cuộn dây: $i = q' = -\omega Q_0 \sin(\omega t + \varphi) = I_0 \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2})$; với $I_0 = Q_0 \omega$.

Nhận xét : Cường độ dòng điện **NHANH PHA** hơn Điện tích trên tụ điện góc $\frac{\pi}{2}$

+ Hệ thức liên hệ : $(\frac{q}{Q_0})^2 + (\frac{i}{I_0})^2 = 1$ Hay: $(\frac{q\omega}{I_0})^2 + (\frac{i}{I_0})^2 = 1$ Hay: $(\frac{q}{Q_0})^2 + (\frac{i}{\omega Q_0})^2 = 1$

+ Tần số góc : $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ Các liên hệ $I_0 = \omega Q_0 = \frac{Q_0}{\sqrt{LC}}$; $U_0 = \frac{Q_0}{C} = \frac{I_0}{\omega C} = I_0 \sqrt{\frac{L}{C}}$

+ Chu kì và tần số riêng của mạch dao động: $T = 2\pi\sqrt{LC}$ và $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

+ Liên hệ giữa giá trị biên độ và hiệu dụng: $U_0 = U\sqrt{2}$; $I_0 = I\sqrt{2}$ A

b. Năng lượng điện từ trong mạch dao động

+ Năng lượng điện trường tập trung trong tụ điện: $W_d = \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{1}{2}qu = \frac{q^2}{2C} = \frac{Q_0^2}{2C} \cos^2(\omega t + \varphi) \Rightarrow W_d = \frac{L}{2}(I_0^2 - i^2)$

+ Năng lượng từ trường tập trung trong cuộn cảm: $W_t = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{Q_0^2}{2C} \sin^2(\omega t + \varphi) \Rightarrow W_t = \frac{C}{2}(U_0^2 - u^2)$

+ Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên tuần hoàn với tần số góc:

$$\omega' = 2\omega; f' = 2f \text{ và chu kì } T' = \frac{T}{2}.$$

+ Năng lượng điện từ trong mạch: $W = W_d + W_t = W_{d\max} = W_{t\max} \Rightarrow W = \frac{1}{2}CU_0^2 = \frac{1}{2}Q_0U_0 = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{1}{2}LI_0^2$

$$\text{Hay: } W = W_C + W_L = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C} \cos^2(\omega t + \varphi) + \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C} \sin^2(\omega t + \varphi)$$

$$\Rightarrow W = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C} = \frac{1}{2} LI_0^2 = \frac{1}{2} CU_0^2 = \text{hằng số.}$$

+ Liên hệ giữa Q_0 , I_0 và U_0 trong mạch dao động: $Q_0 = CU_0 = \frac{I_0}{\omega} = I_0 \sqrt{LC}$.

Chú ý

+ Trong một chu kì dao động điện từ, có 4 lần năng lượng điện trường bằng năng lượng từ trường.

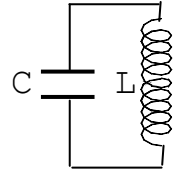
+ Khoảng thời gian giữa hai lần bằng nhau liên tiếp của năng lượng điện trường và năng lượng từ trường là $\frac{T}{4}$.

+ Mạch dao động có điện trở thuần $R \neq 0$ thì dao động sẽ tắt dần. Để duy trì dao động cần cung cấp cho

mạch một năng lượng có công suất: $P = I^2 R = \frac{I_0^2}{2} R = \frac{\omega^2 C^2 U_0^2}{2} R = \frac{U_0^2 C}{2L} R$

+ Quy ước: $q > 0$ ứng với bản tụ ta xét tích điện dương thì $i > 0$ ứng với dòng điện chạy đến bản tụ mà ta xét.

+ Khi tụ phóng điện thì q và u giảm và ngược lại khi tụ nạp điện thì q và u tăng.



- + Khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp mà điện tích trên một bản tụ điện có độ lớn cực đại là $\Delta t = \frac{T}{2}$
- + Khoảng thời gian ngắn nhất Δt để điện tích trên bản tụ này tích điện bằng một nửa giá trị cực đại là $\frac{T}{6}$.

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 [micrô (μ) = 10^{-6}]	1μF = 10^{-6} F [micrô (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}]	

2. Điện từ trường.

* Liên hệ giữa điện trường biến thiên và từ trường biến thiên

+ Nếu tại một nơi có một từ trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một điện trường xoáy.

Điện trường xoáy là điện trường có các đường sức là đường cong kín.

+ Nếu tại một nơi có điện trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện một từ trường.

Đường sức của từ trường luôn khép kín.

* **Điện từ trường** : Mỗi biến thiên theo thời gian của từ trường sinh ra trong không gian xung quanh một điện trường xoáy biến thiên theo thời gian, ngược lại mỗi biến thiên theo thời gian của điện trường cũng sinh ra một từ trường biến thiên theo thời gian trong không gian xung quanh.

Điện trường biến thiên và từ trường biến thiên cùng tồn tại trong không gian. Chúng có thể chuyển hóa lẫn nhau trong một trường thống nhất được gọi là **điện từ trường**.

3. Sóng điện từ - Thông tin liên lạc bằng vô tuyến.

Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian.

a. Đặc điểm của sóng điện từ

+ Sóng điện từ lan truyền được trong chân không với vận tốc bằng vận tốc ánh sáng ($c \approx 3.10^8$ m/s). Sóng điện từ lan truyền được trong các điện môi. Tốc độ lan truyền của sóng điện từ trong các điện môi nhỏ hơn trong chân không và phụ thuộc vào hằng số điện môi.

+ Sóng điện từ là sóng ngang. Trong quá trình lan truyền $\vec{E}$ và $\vec{B}$ luôn luôn vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng. Tại mỗi điểm dao động của điện trường và từ trường luôn cùng pha với nhau.

+ Khi sóng điện từ gặp mặt phân cách giữa hai môi trường thì nó cũng bị phản xạ và khúc xạ như ánh sáng. Ngoài ra cũng có hiện tượng giao thoa, nhiễu xạ... sóng điện từ.

+ Sóng điện từ mang năng lượng. Khi sóng điện từ truyền đến một anten, làm cho các electron tự do trong anten dao động.

+ Nguồn phát sóng điện từ rất đa dạng, như tia lửa điện, cầu dao đóng, ngắt mạch điện, trời sấm sét ...

b. Thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến

+ **Sóng vô tuyến** là các sóng điện từ dùng trong vô tuyến, có bước sóng từ vài m đến vài km. Theo bước sóng, người ta chia sóng vô tuyến thành các loại: sóng cực ngắn, sóng ngắn, sóng trung và sóng dài.

+ **Tầng điện li** là lớp khí quyển bị ion hóa mạnh bởi ánh sáng Mặt Trời và nằm trong khoảng độ cao từ 80 km đến 800 km, có ảnh hưởng rất lớn đến sự truyền sóng vô tuyến điện.

+ Các phân tử không khí trong khí quyển hấp thụ rất mạnh các sóng dài, sóng trung và sóng cực ngắn nhưng ít hấp thụ các vùng sóng ngắn. Các sóng ngắn phản xạ tốt trên tầng điện li và mặt đất.

+ **Nguyên tắc chung** của thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến điện:

- Biến điệu sóng mang:

*Biến âm thanh (hoặc hình ảnh) muốn truyền đi thành các dao động điện từ có tần số thấp gọi là tín hiệu âm tần (hoặc tín hiệu thị tần).

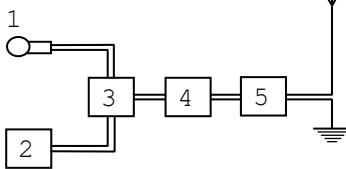
*Trộn sóng: Dùng sóng điện từ tần số cao (cao tần) để **mang** (sóng mang) các tín hiệu âm tần hoặc thị tần đi xa. Muốn vậy phải trộn sóng điện từ âm tần hoặc thị tần với sóng điện từ cao tần (biến điệu). Qua anten phát, sóng điện từ cao tần đã biến điệu được truyền đi trong không gian.

-**Thu sóng** : Dùng máy thu với anten thu để chọn và thu lấy sóng điện từ cao tần muốn thu.

-**Tách sóng**: Tách tín hiệu ra khỏi sóng cao tần (tách sóng) rồi dùng loa để nghe âm thanh truyền tới hoặc dùng màn hình để xem hình ảnh.

-**Khuếch đại**: Để tăng cường độ của sóng truyền đi và tăng cường độ của tín hiệu thu được người ta dùng các mạch khuếch đại.

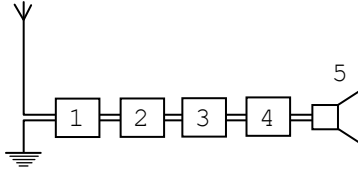
c. Sơ đồ khối của một máy phát thanh vô tuyến đơn giản



- 1.Micrô
- 2.Mạch phát sóng điện từ cao tần.
- 3.Mạch biến điệu.
- 4.Mạch khuếch đại.
- 5.Anten phát

Ăng ten phát: là khung dao động hở (các vòng dây của cuộn L hoặc 2 bản tụ C xa nhau), có cuộn dây mắc xen gần cuộn dây của máy phát. Nhờ cảm ứng, bức xạ sóng điện từ cùng tần số máy phát sẽ phát ra ngoài không gian.

d. Sơ đồ khối của một máy thu thanh đơn giản



- 1.Anten thu
- 2.Mạch khuếch đại dao động điện từ cao tần.
- 3.Mạch tách sóng.
- 4.Mạch khuếch đại dao động điện từ âm tần .
- 5.Loa

Ăng ten thu: là 1 khung dao động hở, nó thu được nhiều sóng, có tụ C thay đổi. Nhờ sự **cộng hưởng** với **tần số sóng cần thu** ta thu được sóng điện từ có $f = f_0$

4.Sự tương tự giữa dao động cơ và dao động điện

Dại lượng cơ	Dại lượng điện	Dao động cơ	Dao động điện
Tọa độ x	điện tích q	$x'' + \omega^2 x = 0$	$q'' + \omega^2 q = 0$
Vận tốc v	cường độ dòng điện i	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
Khối lượng m	độ tự cảm L	$x = A \cos(\omega t + \varphi)$	$q = q_0 \cos(\omega t + \varphi)$
Độ cứng k	ngược đảo điện dung $\frac{1}{C}$	$v = x' = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$	$i = q' = -\omega q_0 \sin(\omega t + \varphi)$
		$v = \omega A \cos(\omega t + \varphi + \pi/2)$	$i = \omega q_0 \cos(\omega t + \varphi + \pi/2)$
Lực F	hiệu điện thế u	$A^2 = x^2 + (\frac{v}{\omega})^2$	$q_0^2 = q^2 + (\frac{i}{\omega})^2$
Hệ số ma sát μ	Điện trở R	$F = -kx = -m\omega^2 x$	$u = \frac{q}{C} = L\omega^2 q$
Động năng W_d	NL từ trường (W_L)	$W_d = \frac{1}{2} m v^2$	$W_L = \frac{1}{2} L i^2$
Thế năng W_t	NL điện trường (W_C)	$W_t = \frac{1}{2} k x^2$	$W_C = \frac{q^2}{2C}$