

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

Một máy thu thanh (radio) đơn giản hoạt động dựa trên nguyên tắc thu sóng điện từ, sau đó xử lý để tái tạo lại âm thanh ban đầu. Sơ đồ khối của nó bao gồm các bộ phận chính sau:

1. **Anten thu:** Có nhiệm vụ thu nhận toàn bộ các sóng điện từ từ nhiều đài phát khác nhau truyền tới.
2. **Mạch chọn sóng:** Có nhiệm vụ chọn lọc, lấy ra sóng điện từ có tần số mong muốn từ vô số sóng mà anten đã thu được. Đây là bộ phận quan trọng nhất.
3. **Mạch tách sóng:** Tách tín hiệu âm tần (chứa thông tin) ra khỏi sóng mang cao tần.
4. **Mạch khuếch đại âm tần:** Khuếch đại tín hiệu âm tần vừa tách được lên đủ lớn để có thể phát ra loa.
5. **Loa:** Biến đổi dao động điện thành dao động âm, phát ra âm thanh mà tai người có thể nghe được.

II. Mạch chọn sóng

Mạch chọn sóng là một mạch dao động LC, có khả năng lọc và chọn ra một tần số duy nhất từ nhiều tín hiệu điện từ khác nhau.

1. Cấu tạo

Mạch chọn sóng là một mạch dao động điện từ LC lí tưởng, bao gồm:

- Một cuộn cảm có độ tự cảm **L** không đổi.
- Một tụ điện có điện dung **C** có thể thay đổi được (thường là tụ xoay).

2. Nguyên tắc hoạt động: Hiện tượng cộng hưởng điện từ

Nguyên tắc hoạt động của mạch chọn sóng dựa trên hiện tượng **cộng hưởng điện từ**.

- Khi anten thu được nhiều sóng điện từ có tần số f_1, f_2, f_3, \dots các sóng này tạo ra trong mạch các dao động điện từ cưỡng bức có tần số tương ứng.
- Ta điều chỉnh điện dung **C** của tụ điện để tần số riêng **f₀** của mạch dao động LC bằng với tần số **f** của sóng điện từ cần thu.
- Khi **f = f₀**, hiện tượng cộng hưởng xảy ra. Khi đó, biên độ dao động của dòng điện trong mạch đạt giá trị cực đại, làm cho tín hiệu của đài phát đó được thu vào một cách rõ nét nhất, trong khi các tín hiệu khác rất yếu và bị loại bỏ.

III. Các công thức cốt lõi của Mạch chọn sóng

1. Tần số góc riêng và Tần số riêng

- **Công thức:**

Tần số góc riêng: $\omega = 1 / \sqrt{LC}$

Tần số riêng: $f = \omega / (2\pi) = 1 / (2\pi\sqrt{LC})$

- **Giải thích:**

- ω là tần số góc riêng của mạch (đơn vị: rad/s).
- **f** là tần số riêng của mạch (đơn vị: Hz).
- **L** là độ tự cảm của cuộn cảm (đơn vị: Henry - H).

- **C** là điện dung của tụ điện (đơn vị: Fara - F).

Đây là tần số mà mạch sẽ dao động tự do nếu được cung cấp năng lượng ban đầu. Để thu được sóng có tần số f , mạch phải được điều chỉnh để có tần số riêng $f_0 = f$.

- **Ví dụ 1:** Một mạch chọn sóng có $L = 2 \text{ mH}$ và $C = 20 \text{ pF}$. Tính tần số riêng của mạch.

Giải: Đổi đơn vị: $L = 2 \cdot 10^{-3} \text{ H}$, $C = 20 \cdot 10^{-12} \text{ F}$.

Tần số riêng: $f = 1 / (2\pi\sqrt{2 \cdot 10^{-3} * 20 \cdot 10^{-12}}) \approx 795,77 \text{ kHz}$.

- **Ví dụ 2:** Để thu được sóng có tần số 900 kHz , một mạch chọn sóng có $L = 4 \mu\text{H}$ cần một tụ điện có điện dung C bằng bao nhiêu?

Giải: Từ công thức $f = 1 / (2\pi\sqrt{LC})$, ta có $C = 1 / (4\pi^2 f^2 L)$.

$C = 1 / (4\pi^2 * (900 \cdot 10^3)^2 * 4 \cdot 10^{-6}) \approx 7.82 \cdot 10^{-9} \text{ F} = 7.82 \text{ nF}$.

2. Chu kì dao động riêng

- **Công thức:** $T = 1/f = 2\pi\sqrt{LC}$

- **Giải thích:** T là chu kì dao động riêng của mạch (đơn vị: giây - s), là khoảng thời gian để mạch thực hiện một dao động toàn phần.

- **Ví dụ:** Một mạch dao động có $L = 5 \text{ mH}$ và $C = 50 \mu\text{F}$. Tính chu kì dao động riêng.

Giải: $T = 2\pi\sqrt{5 \cdot 10^{-3} * 50 \cdot 10^{-6}} \approx 3.14 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 3.14 \text{ ms}$.

3. Bước sóng điện từ mà mạch thu được

- **Công thức:** $\lambda = c / f = c * T = c * 2\pi\sqrt{LC}$

- **Giải thích:**

- λ (lambda) là bước sóng của sóng điện từ mà mạch thu được (đơn vị: mét - m).

- c là tốc độ ánh sáng trong chân không, $c \approx 3.10^8$ m/s.

Công thức này liên hệ trực tiếp các thông số của mạch (L, C) với bước sóng mà nó có thể thu được.

- **Ví dụ 1:** Mạch chọn sóng của một máy thu vô tuyến điện gồm cuộn cảm $L = 2 \mu\text{H}$ và tụ xoay có điện dung biến thiên từ $C_1 = 10 \text{ pF}$ đến $C_2 = 500 \text{ pF}$. Hỏi máy thu này có thể bắt được dải sóng có bước sóng trong khoảng nào?

Giải:

Bước sóng nhỏ nhất ứng với C_1 : $\lambda_{\min} = 2\pi c\sqrt{LC_1} = 2\pi * 3.10^8 * \sqrt{(2.10^{-6} * 10.10^{-12})} \approx 8.43 \text{ m}$.

Bước sóng lớn nhất ứng với C_2 : $\lambda_{\max} = 2\pi c\sqrt{LC_2} = 2\pi * 3.10^8 * \sqrt{(2.10^{-6} * 500.10^{-12})} \approx 59.6 \text{ m}$.

Vậy máy có thể bắt được dải sóng từ 8.43 m đến 59.6 m.

- **Ví dụ 2:** Để thu được sóng điện từ có bước sóng 25 m, cần dùng mạch dao động LC có tụ điện $C = 40 \text{ pF}$. Tính độ tự cảm L của cuộn dây.

Giải: Từ công thức $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$, ta có $L = \lambda^2 / (4\pi^2 c^2 C)$.

$L = 25^2 / (4\pi^2 * (3.10^8)^2 * 40.10^{-12}) \approx 4.4.10^{-6} \text{ H} = 4.4 \mu\text{H}$.

IV. Các trường hợp ghép tụ điện

Trong nhiều bài toán, để thay đổi dải sóng thu được, người ta có thể ghép thêm tụ C_0 vào mạch có tụ C ban đầu.

Ghép song song ($C // C_0$)	Ghép nối tiếp ($C \text{ nt } C_0$)
Điện dung của bộ tụ: $C_b = C + C_0$ Vì $C_b > C$ nên bước sóng thu được sẽ tăng lên: $\lambda' > \lambda$.	Điện dung của bộ tụ: $1/C_b = 1/C + 1/C_0$ hay $C_b = (C * C_0) / (C + C_0)$ Vì $C_b < C$ nên bước sóng thu được sẽ giảm đi: $\lambda' < \lambda$.

Ví dụ về ghép tụ

Mạch chọn sóng của một máy thu thanh đang thu được sóng có bước sóng $\lambda = 20 \text{ m}$ với tụ điện C . Để thu được sóng có bước sóng $\lambda' = 40 \text{ m}$, người ta phải ghép thêm một tụ C_0 với tụ C như thế nào và giá trị C_0 bằng bao nhiêu?

- **Phân tích:** Vì $\lambda' > \lambda$ ($40\text{m} > 20\text{m}$), ta cần tăng điện dung của bộ tụ. Do đó, phải ghép C_0 song song với C .
- **Tính toán:**
 Ta có tỉ lệ: $(\lambda'/\lambda)^2 = (c * 2\pi\sqrt{(L(C+C_0))})^2 / (c * 2\pi\sqrt{(LC)})^2 = (C+C_0)/C$.
 $\Rightarrow (40/20)^2 = (C+C_0)/C \Rightarrow 4 = 1 + C_0/C$.
 $\Rightarrow C_0/C = 3 \Rightarrow C_0 = 3C$.
- **Kết luận:** Cần ghép song song tụ C với một tụ C_0 có điện dung bằng 3 lần điện dung của tụ C .