

Phần I: Nguyên tắc chung của thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến

Thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến là quá trình truyền tải thông tin (âm thanh, hình ảnh) đi xa bằng cách sử dụng sóng điện từ cao tần. Nguyên tắc chung dựa trên việc "gửi" tín hiệu có tần số thấp (tín hiệu âm tần, thị tần) vào một sóng điện từ có tần số rất cao (gọi là sóng mang).

Các bước cơ bản trong quá trình này bao gồm:

1. **Phía phát:** Phải sử dụng một sóng điện từ cao tần (sóng mang).
2. **Biến điệu:** Trộn sóng âm tần (hoặc thị tần) cần truyền đi với sóng mang. Quá trình này gọi là biến điệu sóng điện từ.
3. **Truyền sóng:** Sóng điện từ cao tần đã biến điệu được anten phát bức xạ ra không gian.
4. **Phía thu:** Anten thu tiếp nhận sóng điện từ.
5. **Chọn sóng:** Mạch chọn sóng lựa chọn tần số của đài cần thu từ vô số sóng trong không gian.
6. **Tách sóng:** Tách tín hiệu âm tần (hoặc thị tần) ra khỏi sóng mang.
7. **Khuếch đại và tái tạo:** Khuếch đại tín hiệu vừa tách được và chuyển nó trở lại dạng thông tin ban đầu (âm thanh, hình ảnh) thông qua loa hoặc màn hình.

Phần II: Sơ đồ khối và nguyên tắc hoạt động của máy phát thanh vô tuyến đơn giản

Máy phát thanh có nhiệm vụ biến đổi tín hiệu âm thanh thành sóng điện từ cao tần đã được biến điệu rồi phát ra không gian. Sơ đồ khối của một máy phát thanh đơn giản bao gồm 5 bộ phận chính:

1. 1. Micro

Chức năng: Biến đổi dao động âm thanh (sóng âm) do nguồn âm phát ra thành dao động điện có cùng tần số (tín hiệu âm tần).

Giải thích: Khi sóng âm từ giọng nói, âm nhạc truyền đến micro, nó làm cho màng rung của micro dao động. Sự dao động cơ học này được chuyển hóa thành tín hiệu điện xoay chiều có cùng tần số với sóng âm ban đầu. Tín hiệu này được gọi là tín hiệu âm tần, có tần số thấp (thường từ 20 Hz đến 20.000 Hz).

Ví dụ:

- Khi một phát thanh viên đọc bản tin, sóng âm từ giọng nói của họ có tần số khoảng 300 Hz. Micro sẽ chuyển sóng âm này thành một tín hiệu điện xoay chiều cũng có tần số 300 Hz.
- Một nốt nhạc La (A4) có tần số 440 Hz khi được chơi trên đàn piano sẽ được micro chuyển thành tín hiệu điện 440 Hz.

2. 2. Mạch phát sóng điện từ cao tần (Mạch dao động cao tần)

Chức năng: Tạo ra một dao động điện từ có tần số rất cao (từ vài trăm kHz đến vài trăm MHz), gọi là sóng mang.

Giải thích: Mạch này thường là một mạch dao động LC. Nó tạo ra một sóng điện từ ổn định, có tần số không đổi. Sóng này không mang thông tin nhưng đóng vai trò là "phương tiện vận chuyển" để đưa tín hiệu âm tần đi xa.

Ví dụ:

- Đài tiếng nói Việt Nam (VOV) Giao thông phát trên tần số 91 MHz. Mạch phát sóng cao tần của đài này sẽ tạo ra một sóng mang có tần số không đổi là 91.000.000 Hz.
- Một đài phát thanh AM có thể tạo ra sóng mang với tần số 873 kHz (873.000 Hz).

3. 3. Mạch biến điệu (Mạch trộn sóng)

Chức năng: Trộn tín hiệu âm tần từ micrô với sóng mang cao tần từ mạch phát sóng. Đây là quá trình "gửi" thông tin lên sóng mang.

Giải thích: Mạch biến điệu làm cho một đặc tính của sóng mang (biên độ hoặc tần số) thay đổi theo nhịp điệu của tín hiệu âm tần. Có hai kiểu biến điệu chính là biến điệu biên độ (AM) và biến điệu tần số (FM).

Ví dụ:

- **Biến điệu AM:** Biên độ của sóng mang 873 kHz sẽ tăng giảm theo biên độ của tín hiệu âm thanh. Khi âm thanh to, biên độ sóng mang lớn và ngược lại.

- **Biến điệu FM:** Tần số của sóng mang 91 MHz sẽ thay đổi một chút xung quanh giá trị 91 MHz theo biên độ của tín hiệu âm thanh. Khi biên độ tín hiệu âm lớn, tần số sóng mang lệch khỏi 91 MHz nhiều hơn.

4. 4. Mạch khuếch đại cao tần

Chức năng: Khuếch đại dao động cao tần đã được biến điệu để có công suất đủ lớn trước khi đưa ra anten.

Giải thích: Tín hiệu sau khi qua mạch biến điệu thường có năng lượng rất nhỏ, không đủ để truyền đi xa. Mạch khuếch đại sẽ làm tăng năng lượng của sóng lên hàng nghìn, thậm chí hàng triệu lần, giúp sóng có thể truyền đi xa hàng trăm, hàng nghìn km.

Ví dụ:

- Công suất của tín hiệu sau khi biến điệu có thể chỉ là vài miliwatt (mW). Mạch khuếch đại sẽ tăng công suất này lên hàng Kilowatt (kW) hoặc Megawatt (MW) cho các đài phát thanh quốc gia.
- Một máy bộ đàm cầm tay có mạch khuếch đại nhỏ, giúp tín hiệu phát đi được vài km.

5. 5. Anten phát

Chức năng: Bức xạ sóng điện từ cao tần đã được khuếch đại và biến điệu ra không gian.

Giải thích: Anten là một hệ thống dây dẫn được thiết kế đặc biệt để chuyển đổi năng lượng của dao động điện thành năng lượng của sóng điện từ lan truyền trong không gian.

Ví dụ:

- Các cột anten cao tại các đài phát thanh, truyền hình có nhiệm vụ phát sóng đi mọi hướng.
- Anten trên xe điều khiển từ xa phát tín hiệu để điều khiển xe.

Phần III: Sơ đồ khối và nguyên tắc hoạt động của máy thu thanh vô tuyến đơn giản

Máy thu thanh có nhiệm vụ ngược lại với máy phát: thu nhận sóng điện từ, chọn lọc, khuếch đại, tách tín hiệu âm thanh và tái tạo lại âm thanh ban đầu. Sơ đồ khối của một máy thu thanh đơn giản bao gồm 6 bộ phận chính:

1. 1. Anten thu

Chức năng: Thu nhận toàn bộ các sóng điện từ lan truyền trong không gian.

Giải thích: Anten thu sẽ cảm ứng với rất nhiều sóng điện từ từ các đài phát khác nhau. Mỗi sóng sẽ tạo ra trong anten một suất điện động cảm ứng rất nhỏ. Do đó, tín hiệu trong anten thu là một hỗn hợp của vô số dao động điện từ.

Ví dụ:

- Anten của một chiếc radio sẽ thu đồng thời sóng của VOV Giao thông (91 MHz), XoneFM (102.7 MHz), và nhiều đài khác.

- Anten của TV thu tín hiệu của VTV1, VTV3, HTV7... cùng một lúc.

2. 2. Mạch chọn sóng (Mạch cộng hưởng)

Chức năng: Lựa chọn sóng điện từ có tần số mong muốn từ vô số sóng mà anten thu được.

Giải thích: Đây là một mạch dao động LC có thể điều chỉnh được (thường bằng cách thay đổi điện dung C của tụ xoay hoặc độ tự cảm L của cuộn cảm). Khi tần số riêng của mạch $f = 1 / (2\pi\sqrt{LC})$ trùng với tần số f_0 của sóng cần thu, hiện tượng cộng hưởng điện xảy ra. Khi đó, tín hiệu của sóng có tần số f_0 sẽ được khuếch đại lên rất mạnh trong mạch, trong khi các sóng khác bị yếu đi rất nhiều.

Công thức: $f = 1 / (2\pi\sqrt{LC})$

Ví dụ:

- Để nghe đài VOV Giao thông (91 MHz), người dùng vặn núm dò đài để thay đổi điện dung C sao cho tần số riêng của mạch chọn sóng đúng bằng 91 MHz.
- Một mạch chọn sóng có $L = 2 \mu\text{H}$. Để bắt được sóng có tần số 100 MHz, ta cần điều chỉnh tụ điện có điện dung $C \approx 1.27 \text{ pF}$.

3. 3. Mạch khuếch đại cao tần

Chức năng: Khuếch đại tín hiệu cao tần đã được chọn lọc.

Giải thích: Mặc dù đã qua mạch chọn sóng và được cộng hưởng, tín hiệu thu được vẫn còn rất yếu. Mạch khuếch đại cao tần giúp tăng biên độ của tín hiệu này lên để các khối sau hoạt động hiệu quả hơn.

Ví dụ:

- Tín hiệu 91 MHz sau khi chọn lọc có điện áp chỉ vài microvolt (μV). Mạch khuếch đại sẽ tăng nó lên mức milivolt (mV).
- Trong các khu vực sóng yếu, mạch khuếch đại này đóng vai trò rất quan trọng để tín hiệu không bị nhiễu.

4. 4. Mạch tách sóng (Mạch giải điều chế)

Chức năng: Tách tín hiệu âm tần ra khỏi sóng mang cao tần.

Giải thích: Đây là quá trình ngược lại với biến điệu. Mạch này sẽ loại bỏ phần sóng mang cao tần, chỉ giữ lại tín hiệu có tần số thấp (tín hiệu âm tần) là thông tin cần nghe.

Ví dụ:

- Từ sóng mang 91 MHz đã biến điệu, mạch tách sóng sẽ lọc bỏ tần số 91 MHz và giữ lại tín hiệu âm tần (giọng nói, âm nhạc) có tần số từ 20 Hz - 20 kHz.
- Mạch tách sóng đơn giản nhất cho tín hiệu AM là dùng một điốt bán dẫn.

5. 5. Mạch khuếch đại âm tần

Chức năng: Khuếch đại tín hiệu âm tần vừa tách được lên một mức năng lượng đủ lớn.

Giải thích: Tín hiệu âm tần sau khi tách ra vẫn còn rất yếu, chưa đủ công suất để làm cho màng loa dao động và phát ra âm thanh nghe được. Mạch khuếch đại âm tần sẽ tăng cường năng lượng cho tín hiệu này.

Ví dụ:

- Tín hiệu âm thanh sau khi tách sóng có công suất rất nhỏ. Mạch khuếch đại sẽ tăng công suất lên vài Watt (W) để đưa ra loa.
- Nút vặn âm lượng (volume) trên radio chính là để điều chỉnh độ khuếch đại của mạch này.

6. 6. Loa

Chức năng: Biến đổi dao động điện âm tần thành dao động âm thanh có cùng tần số.

Giải thích: Loa hoạt động ngược lại với micro. Tín hiệu điện âm tần đã được khuếch đại làm cho cuộn dây gắn với màng loa dao động trong từ trường của một nam châm. Màng loa rung động, nén và giãn không khí xung quanh, tạo ra sóng âm truyền đến tai người nghe.

Ví dụ:

- Tín hiệu điện 440 Hz từ mạch khuếch đại âm tần sẽ làm màng loa rung 440 lần mỗi giây, tái tạo lại âm thanh của nốt nhạc La.
- Loa của radio phát ra bản tin, tái tạo lại giọng nói của phát thanh viên.

Phần IV: So sánh máy phát và máy thu thanh

Dưới đây là bảng so sánh các đặc điểm chính giữa máy phát thanh và máy thu thanh đơn giản:

Tiêu chí	Máy phát thanh	Máy thu thanh
Mục đích	Chuyển thông tin (âm thanh) thành sóng điện từ để phát đi xa.	Thu nhận sóng điện từ và chuyển ngược lại thành thông tin (âm thanh).
Tín hiệu đầu vào	Sóng âm (từ micrô).	Sóng điện từ (từ không gian).
Tín hiệu đầu ra	Sóng điện từ cao tần đã biến điệu.	Sóng âm (từ loa).
Các khối đặc trưng	Micrô, Mạch phát sóng cao tần, Mạch biến điệu, Anten phát.	Anten thu, Mạch chọn sóng, Mạch tách sóng, Loa.
Quá trình cốt lõi	Biến điệu (Modulation): Trộn tín hiệu âm tần vào sóng mang.	Tách sóng (Demodulation): Tách tín hiệu âm tần ra khỏi sóng mang.