

# Ứng dụng của sóng điện từ siêu cao tần trong truyền thông tin liên lạc

Nguyễn Văn Thiện; Vũ Văn Thế \*

\* Trường đại học Công nghiệp Hà Nội

Received: 6/12/2023; Accepted: 16/12/2023; Published: 5/2/2024

**Abstract:** Nowadays electromagnetic waves are widely applied in life, especially in the field of communications. To be able to transmit communications by electromagnetic waves, the transmitter must be used the generators to transmit the signal into space. Regarding generators, there are single-sided generators, amplitude-modulated generators and frequency generators. At the receiving location, a receiver must be used to convert the electrical signal into an acoustic signal as required. The receiver includes: Receiving antenna, audio frequency amplifier, mixer, IF intermediate frequency amplifier block, demodulator.)

**Keywords:** Electromagnetic waves, transmitting communication information

## 1. Đặt vấn đề

Trong thông tin vô tuyến điện người ta dùng sóng điện từ (sóng cao tần) lan truyền trong không gian để đưa thông tin (tin tức) cần truyền đạt tin từ nơi phát đến nơi thu khác nhau. Tin tức này có thể là âm thanh, hình ảnh..., quá trình truyền tín hiệu không cần dây dẫn nên gọi là thông tin vô tuyến điện.

Sóng điện từ cao tần chỉ là phương tiện để mang tin tức cần liên lạc giữa nơi này và nơi khác, người ta gọi nó là sóng mang. Tin tức cần chuyển đi có thể là âm thanh hay hình ảnh hay một mã nào đó. Bản thân tin tức là một đại lượng không điện, để truyền đi nó phải được biến đổi thành một đại lượng điện. Tín hiệu điện có chứa tin tức thường có tần số thấp (âm tần) cho nên không trực tiếp truyền đi xa được mà phải nhờ vào sóng cao tần. Để truyền thông tin liên lạc người ta phải sử dụng máy phát để đưa tín hiệu vào không gian. Tại nơi thu phải sử dụng máy thu để chuyển hoá tín hiệu điện thành tín hiệu âm theo yêu cầu. Quá trình đưa sóng âm tần có chứa tin tức vào sóng cao tần gọi là quá trình điều chế (sự điều chế). Nếu cần phải giữ bí mật tin tức thì ở nơi phát người ta sắp xếp tín hiệu theo một qui luật riêng, gọi là mã hoá. Còn ở nơi thu phải biết được qui luật đó thì mới đọc được nội dung, đó là sự giải mã.

**Sóng siêu cao tần được chia thành các băng tần như sau:**

Băng tần	Tần số	Tên gọi bước sóng
Băng HF	$3\text{MHz}_z - 30\text{MHz}_z$	Tần số cao có bước sóng 10m-100m
Băng VHF	$30\text{MHz}_z - 300\text{MHz}_z$	Tần số rất cao, bước sóng 1m-10m

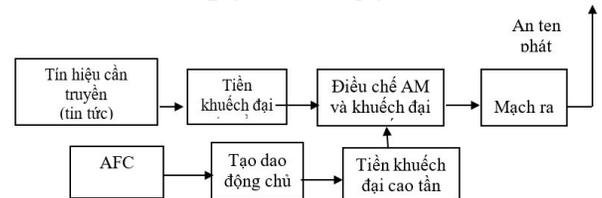
Băng UHF	$300\text{MHz}_z - 1000\text{MHz}_z$	Tần số cực cao, bước sóng 0,3m-1m
Băng L	$1\text{GHz}_z - 2\text{GHz}_z$	Sóng dài, có bước sóng 15cm-30cm
Băng S	$2\text{GHz}_z - 4\text{GHz}_z$	Sóng ngắn có bước sóng 7,5cm-15cm. nó là một phần của băng tần số vi ba thuộc phổ điện từ.
Băng C	$4\text{GHz}_z - 8\text{GHz}_z$	Dài tần nằm giữa băng S và X có bước sóng từ 3,75cm-7,5cm
Băng X	$8\text{GHz}_z - 12\text{GHz}_z$	Được sử dụng trong thế chiến thứ II cho hệ thống hỏa lực, có bước sóng 2,5cm-3,75cm
Băng Ku	$12\text{GHz}_z - 18\text{GHz}_z$	Kurz-under có bước sóng 1,67cm -2,5cm
Băng K	$18\text{GHz}_z - 27\text{GHz}_z$	Kurz có bước sóng 1,11cm-1,67cm
Băng mm	$40\text{GHz}_z - 300\text{GHz}_z$	Dùng cho truyền thông tin liên lạc giữa các vệ tinh, các cụm vệ tinh, có bước sóng 1mm-7,7mm

## 2. Nội dung nghiên cứu

### 2.1. Sơ đồ khối các loại máy phát

#### 2.1.1. Máy phát điều biên (AM)

Sơ đồ khối tổng quát của máy phát AM như hình 1



Hình 2.1: Sơ đồ khối máy phát điều biên (AM)

- Khối tạo dao động chủ có nhiệm vụ tạo ra dao động cao tần (sóng mang) có biên độ và tần số ổn định, có khả năng biến đổi tần số rộng và được tự động điều chỉnh tần số nhờ mạch AFC.

- Khối tiền khuếch đại cao tần có thể dùng để nhân tần hoặc khuếch đại dao động cao tần đến mức đủ lớn kích thích cho tầng điều chế và khuếch đại

cao tần làm việc. Khối tiền khuếch đại có thể gồm nhiều tầng.

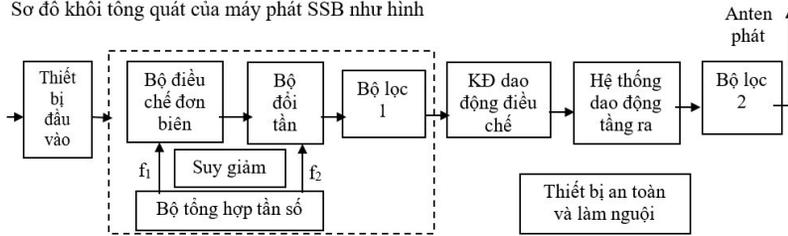
- Bộ điều chế biên độ (AM) dùng để điều khiển dao động cao tần, làm cho biên độ của dao động cao tần biến đổi theo biên độ của tín tức. Đối với máy phát AM thì biên độ điện áp của tín hiệu tin tức phải đủ lớn để có độ điều chế sâu nên tín hiệu tin tức phải đưa qua bộ tiền khuếch đại âm tần. Sau đó tín hiệu điều chế được khuếch đại công suất cao tần lên cần thiết theo yêu cầu đưa tới mạch ra.

-Mạch ra để phối hợp trở kháng giữa tầng khuếch đại công suất cuối cùng và anten để có công suất ra tối ưu.

- Anten để bức xạ năng lượng cao tần, biến đổi năng lượng cao tần của máy phát thành sóng điện từ truyền đi trong không gian.

### 2.1.2. Máy phát đơn biên (SSB)

Sơ đồ khối tổng quát của máy phát SSB như hình



Việc xây dựng sơ đồ khối của máy phát đơn biên có một số đặc điểm riêng so với máy phát điều biên (AM). Các bộ điều biên cân bằng và bộ lọc dải hẹp được sử dụng để tạo nên tín hiệu đơn biên SSB, nhưng công suất ra bị hạn chế chỉ vài mW. Nếu sóng mang ở dải tần số cao (sóng trung hoặc sóng ngắn) thì không thể thực hiện được bộ lọc với các yêu cầu cần thiết, như vậy sẽ có nhiễu xuyên tâm giữa các kênh và làm giảm tỷ số tín hiệu trên nhiễu (S/N). Do đó với máy phát đơn biên thì tần số sóng mang cơ bản để tạo tín hiệu đơn biên ở khoảng tần số trung gian. Sơ đồ cấu trúc gồm một bộ tạo tín hiệu đơn biên ở tần số trung gian (100 ÷ 500)KHz sau đó nhờ một vài bộ đổi tần để chuyển đến phạm vi tần số làm việc (1 ÷ 30)MHz, rồi qua bộ khuếch đại khuếch đại tuyến tính để khuếch đại đến một công suất cần thiết.

-Thiết bị đầu vào thường làm nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu âm tần nếu tín hiệu còn nhỏ, hoặc hạn chế tín hiệu âm tần nếu tín hiệu này quá lớn.

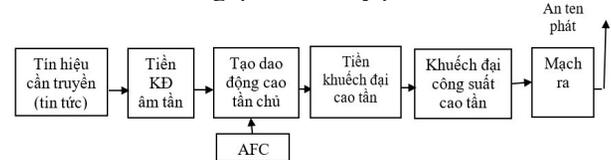
-Bộ điều chế đơn biên trong máy phát công suất lớn thường được xây dựng theo phương pháp lọc tổng hợp. Bộ tổng hợp tần số của máy phát đơn biên là một thiết bị chất lượng cao và phức tạp. Nó phải đảm bảo tần số sóng mang gốc ( $f_c$ ) và các tần số khác

( $f_2, \dots$ ) có độ bất ổn định tần số rất nhỏ ( $10^{-7} \div 10^{-9}$ ), vì vậy phải dùng thạch anh để tạo tần số gốc. Trong sơ đồ bộ tổng hợp tần số phải tạo ra hai tần số  $f_1$  là tần số sóng mang gốc không đổi, còn  $f_2$  là tần số làm việc của máy phát (tần số ra).

- Bộ đổi tần thực chất là bộ khuếch đại cộng hưởng để lấy thành phần hài  $f_2 = nf_1$ , bộ lọc có nhiệm vụ lọc các thành phần của quá trình đổi tần.

### 2.1.3. Máy phát tần số (FM)

Sơ đồ khối tổng quát của máy phát FM như hình 3



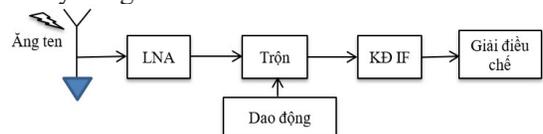
Các khối trong sơ đồ có nhiệm vụ giống như các khối trong sơ đồ hình 3 của máy phát điều biên (AM), nhưng đối với máy phát điều tần yêu cầu điện

áp âm tần không lớn lắm nên tín hiệu tin tức vào chỉ cần đưa qua bộ tiền khuếch đại âm tần rồi đưa vào bộ tạo dao động chủ sóng thực hiện việc điều chế, làm cho tần số của bộ dao động chủ thay đổi theo biên độ điện áp của tín hiệu tin tức vào còn

biên độ sóng mang không đổi. Mặt khác, do tín hiệu điều tần có tần số làm việc cao hơn nhiều so với tín hiệu điều biên, nên số tầng nhân tần trong bộ tiền khuếch đại cao tần nhiều hơn, do đó độ ổn định của máy phát điều tần cũng yêu cầu cao hơn và hệ thống AFC thường cấu tạo phức tạp hơn.

### 2.2.Sơ đồ khối của máy thu siêu cao tần

Hệ thống thu phát vệ tinh là một hệ thống phức tạp, được kết hợp từ nhiều khối nhỏ (được xây dựng từ nhiều linh kiện khác nhau) và dựa vào sự sắp xếp khác nhau của các khối ta sẽ có những mục đích khác nhau. Sự đa dạng của các khối trong tuyến thu còn phụ thuộc vào mục đích của từng tuyến thu vệ tinh, nhưng về cơ bản máy thu gồm các khối chính như sau:



- Ăng ten: Có tác dụng thu tín hiệu từ vệ tinh.

- LNA: LNA là chữ viết tắt của Low Noise Amplifier, là bộ khuếch đại tạp âm thấp. Tín hiệu thu được từ vệ tinh thường khoảng -150 dBW trên nền tạp âm lớn vì vậy khi khuếch đại sẽ khuếch đại cả tạp

âm. Do đó bộ khuếch đại tạp âm thấp được sử dụng trong các tuyến thu nhằm thu tín hiệu từ ăngten, do đó LNA thường đặt gần ăngten để giảm suy hao tín hiệu. Khi sử dụng bộ khuếch đại LNA thì tạp âm sẽ được cộng vào tín hiệu thu làm tăng tỉ số tín hiệu/ tạp âm và tăng công suất của tín hiệu mong muốn.

-Bộ trộn Mixer: Có nhiệm vụ trộn tần số ở lối vào và ở bộ dao động tại chỗ, đồng thời biến đổi tín hiệu cao tần xuống trung tần.

-Bộ dao động: Là bộ phận không thể thiếu trong kỹ thuật siêu cao tần. Bộ phận này là một thiết bị hoạt động và truyền tần số vào bộ phận viễn thông. Bộ dao động thường sử dụng tụ biến đổi điện dung để điều chỉnh tần số dao động. Khối dao động điều chỉnh điện áp VCO là khối dao động mà yếu tố biến đổi căn bản là Diode biến dung. VCO được điều chỉnh trên băng tần bằng điện áp một chiều DC.

- Khối khuếch đại trung tần IF: là bộ phận khuếch đại công suất tín hiệu trung tần sau khi lấy ra từ bộ trộn tần số trước đó.

- Giải điều chế: Ở chế độ này chúng ta cần tách sóng và thu thông tin mong muốn

### 2.2.1. Bộ khuếch đại tạp âm thấp LNA

Biên độ các tín hiệu thu từ máy phát thường rất nhỏ và có lẫn tạp âm, chính vì vậy chúng ta cần có bộ phận khuếch đại để nâng tín hiệu ăngten nhận được. Việc khuếch đại này thường khuếch đại tín hiệu nhưng đồng thời khuếch đại cả tạp âm. Vì vậy, cần chế tạo bộ phận khuếch đại tạp âm thấp LNA để nâng cao tín hiệu thu đồng thời hạn chế tạp âm, giảm nhiễu tầng kế tiếp. Bên cạnh hệ số khuếch đại, cũng như hệ số tạp âm thì bộ khuếch đại tạp âm thấp cũng cần được bảo vệ bởi tác động của tín hiệu có biên độ lớn mà không làm méo tín hiệu. Để thực hiện việc này, người ta mắc phối hợp với trở kháng  $50\Omega$  trước mạch LNA. Việc này sẽ quyết định chất lượng của tín hiệu lối vào bộ mạch khuếch đại tạp âm thấp.

-Hệ số tạp âm dùng để đo sự suy giảm phẩm chất trong tỉ số tín hiệu của hệ thống và tỉ lệ thuận với độ suy giảm phẩm chất này. Nếu hệ thống bản thân nó không gây nhiễu thì hệ số tạp âm bằng 1

-**Tạp âm điện**: Là một loại tạp âm xảy ra khi có một số phần tử xác định mang năng lượng như electron trong các mạch điện ly, photon trong các thiết bị quang đủ nhỏ để gây ra những sự dao động có thể dò được trong các thiết bị đo lường, hay các thiết bị bán dẫn. Giá trị của loại tạp âm này tăng theo độ lớn trung bình của dòng điện hay cường độ của ánh sáng theo phương trình:  $P = 2 \cdot q \cdot I_{DC} \cdot \Delta f$

Trong đó: I: Dòng tạp âm hiệu dụng (A); q: Giá

trị điện tích electron  $1,6 \cdot 10^{-19}C$ ;  $I_{DC}$  là dòng điện một chiều (A);  $\Delta f$ : Băng thông (Hz)

- **Tạp âm nhiệt**: Là loại tạp âm sinh ra từ sự chuyển động của các điện tử trong vật dẫn điện, chất bán dẫn gây ra bởi các hiệu ứng nhiệt. Trong các linh kiện điện tử, các tín hiệu ngẫu nhiên được tạo ra trong các cấu kiện điện tử có công suất tỉ lệ thuận với nhiệt độ của cấu kiện này:

Công suất tạp âm được định nghĩa:  $P = kT$ . (1)

Trong đó P: là công suất tạp âm (W)

k: hằng số boltzman (J/K); T: nhiệt độ vật dẫn (K);  $\Delta f$ : băng thông (Hz)

Để tính toán trực tiếp được phương trình (1) chúng ta cần thực hiện hai bước:

- Đo tổng công suất tạp âm ở lối ra sau đó.

- Chia kết quả nhận được cho công suất tạp âm ở lối ra gây ra bởi nguồn tạp âm.

Ta có thể biểu diễn hệ số tạp âm qua  $F_{min}$  và nguồn dẫn nạp theo biểu thức sau:

$$F = F_{min} \quad (2)$$

### 2.2.2. Bộ trộn tần

Trộn tần là quá trình tác động lên hai tín hiệu sao cho trên đầu ra bộ trộn tần nhận được các thành phần tần số tổng hoặc hiệu của hai tín hiệu đó. Bộ trộn tần có nhiệm vụ cho ra một tín hiệu phụ thuộc vào hiệu pha hoặc hiệu tần số của hai tín hiệu vào. Giả sử tín hiệu điều khiển và tín hiệu ra có điện thế được viết bởi công thức sau

$$u_1(t) = U_1 \sin(\omega_1 t + \theta_1), \quad u_2(t) = U_2 \sin(\omega_2 t + \theta_2)$$

Khi đó tín hiệu của bộ tách sóng pha sẽ là

$$u = U_1 U_2 [\sin(\omega_1 + \theta_1) \sin(\omega_2 t + \theta_2)]$$

$$u = \frac{U_1 U_2}{2} [\cos(\omega_1 t + \theta_1 - \omega_2 t - \theta_2) - \cos(\omega_2 t + \theta_2 + \omega_1 t + \theta_1)]$$

$$u = \frac{U_1 U_2}{2} [\cos 2\pi(f_1 t + \theta_1 - f_2 t - \theta_2) - \cos 2\pi(f_2 t + \theta_2 + f_1 t + \theta_1)]$$

Từ công thức trên ta thấy tín hiệu ra của bộ tách sóng pha bao gồm cả tổng và hiệu tần số của hai tín hiệu vào. Tuy nhiên mạch lọc thông thấp không cho phép tín hiệu tổng đi qua mà chỉ cho phép tín hiệu vi sai đi qua.

- Mixer được sử dụng để truyền tín hiệu trong một dải phổ này tới một dải phổ khác. Trong truyền dẫn radar, Mixer được sử dụng để truyền trực tiếp tần số của tín hiệu (IF) được tạo ra bởi bộ tạo dao động sang tín hiệu cao tần RF. Khối thực hiện điều đó được gọi là bộ biến đổi tăng tần số lên. Trong radar nhận tín hiệu thì Mixer lại làm nhiệm vụ ngược lại là giảm tần số thu được xuống từ tần số RF về trung tần IF.

(Xem tiếp trang 346)