

BÀI THI CUỐI KỲ
MÔN: ĐIỆN TỬ CHO TRUYỀN THÔNG
ĐỀ SỐ 1

Nhóm 2:

Họ và tên: Đinh Bảo Minh – MHV: 20025064

Họ và tên: Nguyễn Quang Sang – MHV: 20025065

Họ và tên: Đỗ Hải Sơn – MHV: 20025066

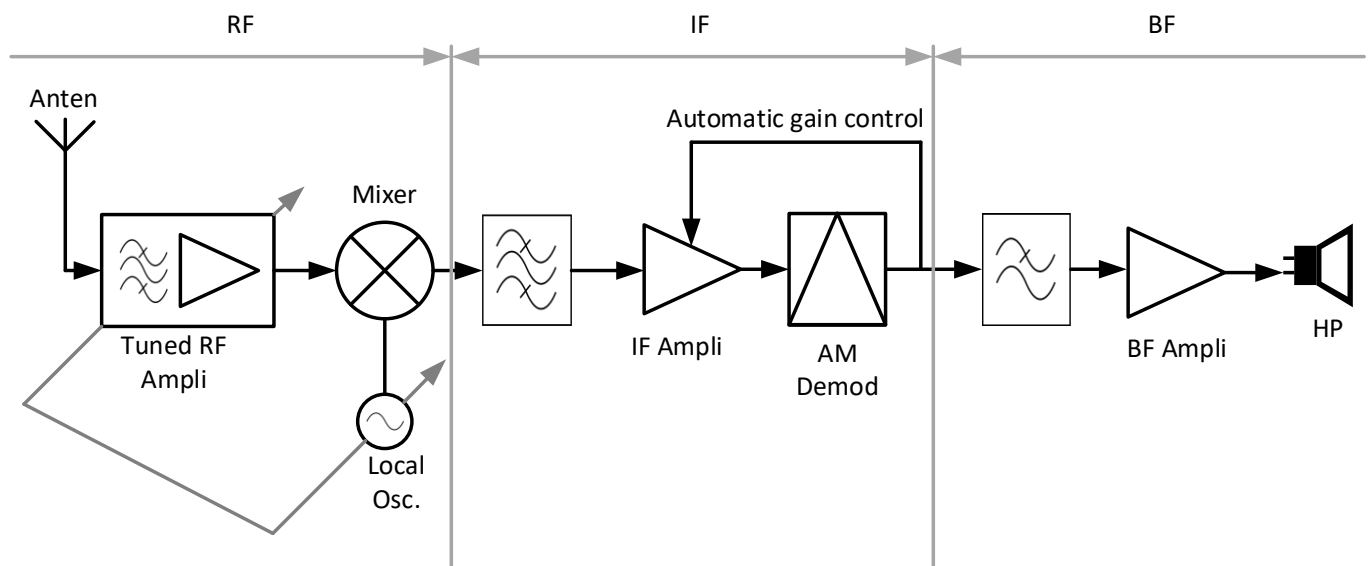
Đề bài

Câu 1: Trình bày cấu trúc hệ thống thu dùng cho truyền thông vô tuyến không dây. Giải thích chức năng, yêu cầu kỹ thuật của các mô đun thành phần.

Câu 2: Một Anten phát có hệ số khuếch đại 30 dBi, hiệu suất làm việc 60%. Để có cường độ điện trường hiệu dụng tại điểm thu cách Anten phát 100 Km bằng 3.46 mV/m thì cần phải đưa vào Anten công suất là bao nhiêu? Với điều kiện sóng truyền trong không gian tự do

Bài làm

Câu 1:



Hình 1: Sơ đồ cấu trúc hệ thống thu dùng cho truyền thông vô tuyến không dây

*** Cấu trúc hệ thống thu dùng cho truyền thông vô tuyến không dây như trên hình 1. Hệ thống thu tín hiệu gồm 3 phần chính như sau:**

1. Phần RF (cao tần):

Xử lý tín hiệu cao tần nhận được từ bên phát. Giúp xác định đúng tần số tín hiệu mà bên phát gửi đi (phát hiện tín hiệu được gửi).

- + Phối hợp trở kháng với anten: để tín hiệu truyền từ lõi vào đến lõi ra cực đại.
- + Có bộ lọc dải Band Pass Filter (BPF): chọn lọc tần số trong dải tần thiết kế (độ rộng băng lớn hơn các bộ lọc ở các tầng sau tránh hiện tượng fading).
- + Tầng khuếch đại tạp âm thấp LNA: nén tạp âm và lựa chọn tín hiệu trong băng tần của BPF. Lựa chọn hệ số tạp của linh kiện.

2. Phần IF (trung tần):

Xử lý tín hiệu trung tần. Chọn lọc và giải quyết hệ số khuếch đại ở 1 dải tần nhất định.

- + Quyết định hệ số khuếch đại của máy thu, giúp xử lý tín hiệu lõi ra không bị méo.
- + Thực hiện các cơ chế điều khiển tự động (điều chỉnh hệ số khuếch đại theo năng lượng tín hiệu nhận được), hình thành băng thông.
- + Nếu tín hiệu nằm ngoài dải tần khuếch đại thì sẽ không được khuếch đại tại tầng này.

3. Phần BF (băng cơ sở):

Xử lý tín hiệu thấp tần. Tái tạo lại tín hiệu bên phát và khuếch đại tín hiệu đó để đưa ra đầu ra của hệ thống.

- + Các thuật toán cân bằng kênh sử dụng tín hiệu tham chiếu để khôi phục lại dạng của tín hiệu phát.
- + Khắc phục sai số gây ra do tín hiệu bị méo trong quá trình truyền / nhận dựa vào mã kênh (channel coding).
- + Khôi phục lại nội dung bản tin ban đầu sau khi đã được giải mã nguồn (source decoding).

*** Chức năng, yêu cầu kỹ thuật của các mô đun thành phần:**

1. Anten

- *Chức năng*: Anten là cấu trúc chuyển đổi sóng điện từ trong đường truyền sang không gian tự do, dùng để bức xạ và hấp thụ sóng điện từ. Chức năng chính của anten là để bức xạ các tín hiệu cao tần RF từ máy phát dưới dạng sóng vô tuyến hoặc để chuyển đổi sóng vô tuyến thành tín hiệu RF cho việc xử lý ở máy thu.

- *Yêu cầu kỹ thuật*: Đối với anten thu sẽ có các đặc trưng cơ bản về tăng ích, tính định hướng, mẫu bức xạ, phân cực và đặc biệt là trở kháng đầu cuối nhằm kết hợp hiệu quả công suất từ anten vào máy thu.

- + Trở kháng đặc tính của anten thường là 50Ω với các loại anten mạch dải, loa, và 75Ω với anten chân tử.
- + Hệ số sóng đứng (VSWR): nên nhỏ hơn 2.
- + Hệ số phản xạ (Return Loss - $S_{1,1}$): nhỏ hơn -10 hoặc -15 dB ở dải thông mong muốn.
- + Hiệu suất bức xạ: trên 50%.
- + Độ định hướng (D) và hệ số khuếch đại của anten (G) cần đạt được yêu cầu khi thiết kế.

2. Bộ khuếch đại tạp âm thấp - Low Noise Amplifier (LNA)

- *Chức năng*: Tín hiệu thu được thường có biên độ rất nhỏ và có lẫn tạp âm. Mục đích của bộ khuếch đại tạp âm thấp (LNA) là nâng tín hiệu lên công suất theo yêu cầu trong khi tín hiệu đã bị lẫn thêm tạp âm hoặc có thể đã bị méo dạng vì vậy sự phục hồi của tín hiệu có thể gây một sự trễ trong hệ thống. Hệ số nhiễu (Noise Figure - NF) được xác định bằng hệ số tín hiệu tạp âm lối vào (SNR_{input}) trên hệ số tín hiệu tạp âm lối ra (SNR_{output}). LNA được sử dụng ở phần đầu của khối radar thu.

- *Yêu cầu kỹ thuật*: LNA có yêu cầu nghiêm ngặt do vì là lớp khuếch đại đầu tiên, nên nếu tỷ lệ khuếch đại LNA kém sẽ dẫn đến sai số tích lũy khuếch đại về sau. Do vậy, các yêu cầu kỹ thuật bao gồm:

- + Noise figure (NF): một bộ LNA tốt có NF thấp (ví dụ 1 dB), mức khuếch đại đủ để tăng tín hiệu (ví dụ 10 dB) để thực hiện công việc. Các thông số kỹ thuật khác là băng thông hoạt động của LNA, độ phẳng, độ ổn định, tỷ lệ sóng đứng điện áp đầu vào và đầu ra (VSWR).
- + Maximum RF input: dải tần hoạt động của LNA.
- + Linearity: khoảng hoạt động tuyến tính của bộ khuếch đại.
- + Gain: hệ số khuếch đại thường là một sự đánh đổi. Một mặt, gain cao giúp tăng công suất cho các tín hiệu nhỏ. Mặt khác, gain cao có nghĩa là tín hiệu mức cao hơn và

tín hiệu mức cao với gain cao như vậy có thể vượt quá dải hoạt động của bộ khuếch đại hoặc gây ra các loại nhiễu khác như méo hài hoặc trộn phi tuyến.

3. Bộ trộn - Mixer

- *Chức năng*: 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 (u_1) và tín hiệu ra (u_2) có điện thế được viết bởi công thức sau:

$$u_1 = U_1 \sin(\omega_1 t + \theta_1)$$

$$u_2 = U_2 \sin(\omega_2 t + \theta_2)$$

Khi đó tín hiệu ra của bộ trộn (u) sẽ là:

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

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

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

Từ công thức trên ta thấy tín hiệu ra của bộ tách sóng pha bao gồm cả tổng ($f = f_1 + f_2$) và hiệu ($f = f_1 - f_2$) 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.

- *Yêu cầu kỹ thuật*: Một bộ mixer gồm các tham số đánh giá hiệu năng như sau:

- + **Mất mát chuyển đổi (Conversion Loss)**: trong bộ trộn thụ động, Conversion Loss là sự sai khác về mức tín hiệu giữa biên độ của tín hiệu đầu vào và biên độ của tín hiệu đầu ra mong muốn. Các giá trị cơ bản của Conversion Loss nằm trong khoảng từ 4.5 đến 9dB tùy thuộc vào bộ trộn.
- + **Điểm nén 1dB (1dB Compression Point)**: khi biên độ của tín hiệu đầu vào tăng lên, thì biên độ của tín hiệu đầu ra cũng tăng theo cùng một lượng (tuyến tính). Tuy nhiên, khi biên độ của tín hiệu đầu vào đạt đến một mức nhất định, biên độ của tín hiệu đầu ra không còn tuân theo chính xác tín hiệu đầu vào. Bộ trộn lệch khỏi hành vi tuyến tính và mất chuyển đổi của nó bắt đầu tăng lên. Khi suy hao chuyển đổi của bộ trộn tăng thêm 1dB hay đạt đến điểm nén 1dB của bộ trộn. Nó được định nghĩa là biên độ của tín hiệu đầu vào cần thiết để tăng Conversion Loss lên 1dB. Điểm nén 1dB của bộ trộn xác định giới hạn trên của dải động của nó.

4. Bộ tạo dao động Local Oscillators

- *Chức năng:* Khối dao động là bộ phận không thể thiếu trong kỹ thuật siêu cao tần. Bản chất của khối dao động là một thiết bị hoạt động và truyền tần số vào bộ phận viễn thông. Bộ dao động điều chỉnh được thường sử dụng tụ biến 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 cơ bản là Diode biến dung. VCO được điều chỉnh trên băng tần của nó bởi điện áp một chiều DC sạch áp vào Diode biến dung. Mạch vòng bám pha sẽ được sử dụng để điều khiển tần số của VCO.

- *Yêu cầu kỹ thuật:*

- + Một bộ tạo dao động tốt cần phải tạo được một tần số ổn định với sóng hài thấp, sự ổn định này cần được xem xét trong các điều kiện thay đổi của: nhiệt độ, điện áp, độ trơ cơ học, ...
- + Bộ dao động phải tạo ra đủ công suất đầu ra để điều khiển hiệu quả các giai đoạn tiếp theo của mạch, chẳng hạn như bộ trộn hoặc bộ nhân tần số.

5. LO/RF Amplifier

- *Chức năng:* LO/RF Amplifier có chức năng khuếch đại đệm, nâng tín hiệu RF và LO đồng thời có nhiệm vụ phối hợp trở kháng nối tầng đảm bảo tín hiệu trước khi đi vào các tầng tiếp theo (Mixer).

- *Yêu cầu kỹ thuật:*

- + Khuếch đại đệm cần đủ công suất để đi vào mixer do hệ số khuếch đại của LNA không đủ.

6. Bộ khuếch đại trung tần - IF Amplifier

- *Chức năng:* Bộ khuếch đại trung tần nằm ở phía sau bộ trộn có nhiệm vụ sau:

- + Khuếch đại lớn tín hiệu nhỏ sau bộ đổi tần (IF) đến mức cần thiết cho việc giải điều chế.
- + Khả năng chọn lọc chính xác tín hiệu mong muốn và loại nhiễu ngoài băng thông.
- + Đảm bảo chất lượng tín hiệu được duy trì trên một băng thông nhất định với độ chính xác cao và độ méo thấp.
- + Có khả năng điều chỉnh hệ số khuếch đại - AGC (Automatic Gain Control) tránh quá tải do giải điều chế, giảm méo.
- + Đảm bảo khuếch đại tín hiệu chính xác và tuyến tính trong một dải động cao.

- *Yêu cầu kỹ thuật:*

- + Bộ khuếch đại trung tần chỉ hoạt động trong các dải tần số mong muốn, ví dụ đối với AM: xung quanh 455 kHz, hay 10.7 MHz với FM.

- + Noise Figure (NF): ở chế độ khuếch đại tối đa: 6.5 đến 9.4dB; ở chế độ thấp dưới 30dB, NF từ 6.8 đến 9.4dB.
- + Gain: hệ số khuếch đại của tầng IF là lớn nhất trong bộ thu, nên công suất khuếch đại tối đa có thể lên đến 70dB.
- + Các thông số khác như độ phân giải ADC, peak-to-peak differential output voltage, trở kháng vào, trở kháng ra.

7. Các bộ lọc – Filter

- *Chức năng*: Bộ lọc là một mạng hai cổng được sử dụng để điều khiển tần số ở một vị trí nhất định trong một hệ thống tần số vô tuyến hoặc sóng ngắn bằng cách cho phép tín hiệu ở một tần số nhất định hoặc một dải tần truyền qua trong dải thông (pass band) của bộ lọc và loại bỏ tín hiệu không cần thiết ở tần các tần số còn lại trong dải chặn (stop band) của bộ lọc. Các loại bộ lọc thông dụng: bộ lọc thông thấp, thông cao, thông dải và chặn dải. Ứng dụng có thể được tìm thấy trong hầu như bất kỳ hệ thống truyền thông, radar, vệ tinh hoặc hệ thống thử nghiệm và đo lường. Trong tuyến thu bộ lọc có nhiệm vụ cho tín hiệu ở một tần số hoặc một dải tần đi qua đồng thời triệt tiêu các tín hiệu can nhiễu không mong muốn.

- *Yêu cầu kỹ thuật*:

- + Một bộ lọc tốt có mức suy hao <3dB trong dải thông, độ suy giảm lớn trong dải chặn và hồi đáp pha tuyến tính ở dải thông.
- + Bộ lọc phải có phản hồi tần số cụ thể.
- + Bộ lọc phải có sự dịch chuyển pha hoặc độ trễ nhóm cụ thể.
- + Bộ lọc phải có một phản ứng xung cụ thể.
- + Bộ lọc nên có quan hệ nhân quả.
- + Bộ lọc phải ổn định.
- + Độ phức tạp tính toán của bộ lọc phải thấp.
- + Bộ lọc phải được triển khai trong phần cứng hoặc phần mềm cụ thể.

Câu 2:

Ta có hệ số khuếch đại anten phát:

$$G_T = 10^{\frac{|G_T|_{dB}}{10}} = 10^3$$

Hệ số hướng tính anten phát:

$$D_T = \frac{G_T}{\eta} = \frac{10^3}{0.6} = 1666.67$$

Cường độ điện trường hiệu dụng tại điểm thu:

$$E_h = \frac{\sqrt{30P_1D_T}}{r}$$

\Rightarrow Công suất bức xạ của anten phát:

$$P_1 = \frac{(E_h \times r)^2}{30 \times D_T} = \frac{(3.46 \times 10^{-3} \times 100 \times 10^3)^2}{30 \times 1666.67} = 2.394 \text{ (W)}$$

Công suất đưa vào anten phát là:

$$P_T = \frac{P_1}{\eta} = \frac{2.394}{0.6} = 3.991 \text{ (W)}$$