

LỜI MỞ ĐẦU

Ngành Điện tử Viễn thông là một trong những ngành quan trọng và mang tính quyết định cho sự phát triển của một quốc gia. Sự phát triển nhanh chóng của Khoa học – Công nghệ làm cho ngành Điện tử Viễn thông ngày càng phát triển và đạt được nhiều thành tựu mới. Nhu cầu của con người ngày càng cao là điều kiện thuận lợi cho ngành Điện tử Viễn thông phải không ngừng phát minh ra các sản phẩm mới có tính ứng dụng cao, các sản phẩm đa tính năng, có độ bền và độ ổn định ngày càng cao...

Trong truyền dẫn vô tuyến, để đưa tín hiệu có tần số thấp như âm thanh tiếng nói đi xa cần có những kỹ thuật điều chế để đưa lên tần số cao, ở nơi thu sẽ giải điều chế để thu được tín hiệu âm tần mong muốn, gồm điều chế tương tự và điều chế số. Phương pháp điều chế tương tự gồm điều biên (AM) và điều chế góc (PM và FM). Mỗi phương pháp có ưu, nhược điểm riêng và được dùng tùy vào ứng dụng cụ thể.

Hệ thống thu phát đổi tần được dùng rộng rãi trong phát thanh radio FM dải tần 88-108MHz, truyền hình audio, ứng dụng quảng bá do ưu điểm về khả năng chống nhiễu cao, hiệu quả sử dụng công suất và chất lượng thu tốt hơn AM. Tuy nhiên mạch phát, thu FM cũng phức tạp hơn AM và do đó giá thành cũng cao hơn.

Ứng dụng FM dân dụng được dùng phổ biến trong các Micro không dây.

Đề tài mạch thu phát FM này, mạch phát ở một tần số trong dãy tần radio FM và mạch thu để thu lại tín hiệu đã phát ra.

Rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy cô để bài báo cáo được hoàn chỉnh hơn.

Nội dung báo cáo:

PHẦN 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT FM

PHẦN 2: THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG

I. THIẾT KẾ:

1. Sơ đồ khối.
2. Mạch nguyên lý.
3. Tính toán thiết kế và chọn linh kiện.
4. Vẽ mạch nguyên lý hoàn chỉnh.
5. Mô phỏng và nhận xét kết quả.

II. THI CÔNG:

1. Vẽ mạch in.
2. Hàn và ráp linh kiện.
3. Đo thông số thực tế.

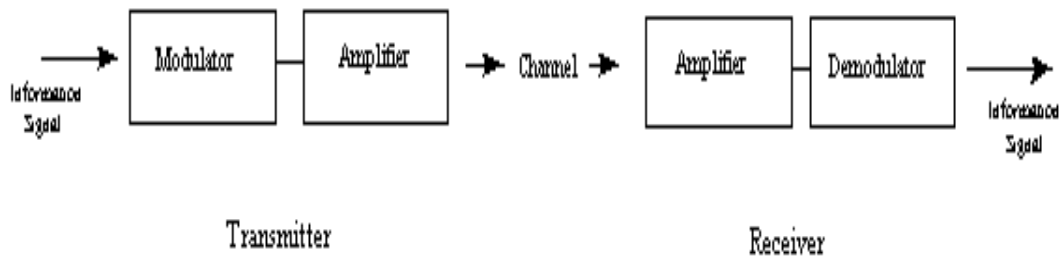
III. TỔNG HỢP KẾT QUẢ:

1. Tổng hợp kết quả từ mô phỏng và kết quả đo thực tế.
2. So sánh và nhận xét các kết quả đó.

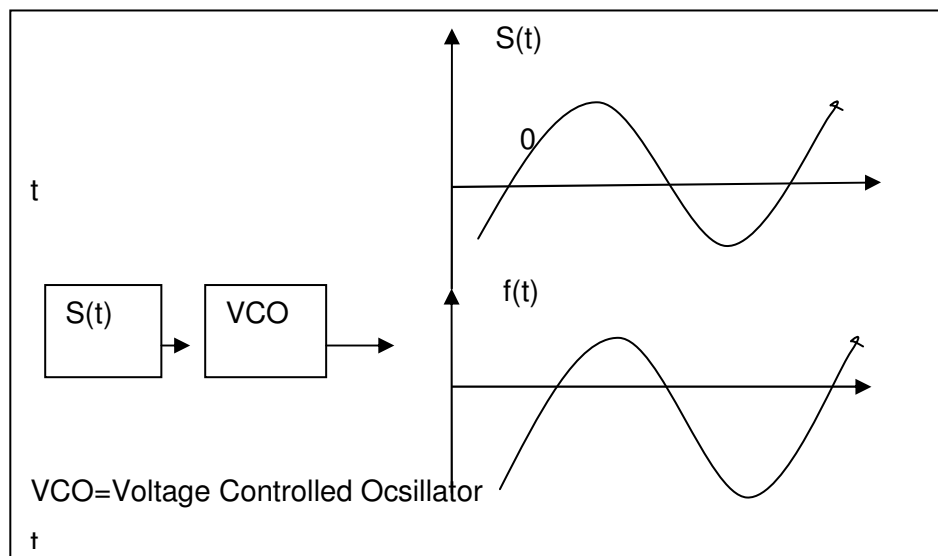
PHẦN 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT FM:

1.1 ĐIỀU CHẾ TẦN SỐ:

Sơ đồ khối hệ thống thu phát:

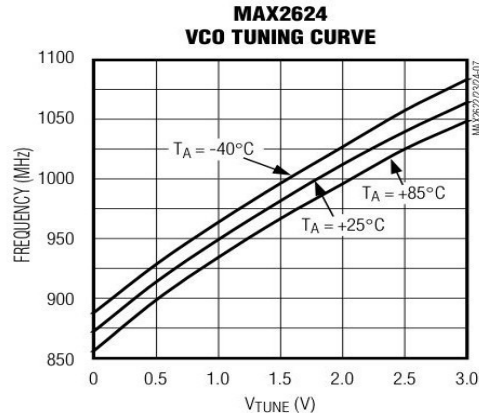
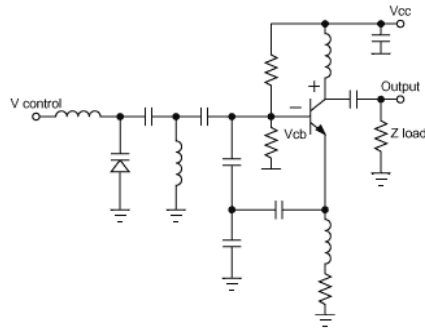


❖ **Định nghĩa:** Nếu ghi tín hiệu điều chế vào tần số sóng mang thì tần số sóng mang thay đổi theo quy luật tin tức. Ta có điều chế tần số.



⇒ Điều chế dùng mạch điện VCO

MẠCH VCO (voltage-controlled oscillator):



- ✦ Phương pháp điều chế tần số trực tiếp đơn giản nhất là làm thay đổi tần số dao động. Có thể dùng một micro điện dung thay đổi theo điện áp đưa vào, dùng diode biến dung, sử dụng vi mạch VCO, hoặc điều tần dựa trên tụ điện ký sinh ở tiếp xúc transistor thay đổi theo điện áp phân cực.....
- ✦ Phương pháp điều chế FM ở đây được thực hiện dựa trên nguyên tắc điều chế FM trực tiếp dung varicap làm thay đổi tần số dao động (tương tự VCO) và tần số ngõ ra nằm trong dải tần FM radio.

❖ Biểu thức:

- ★ Tần số tức thời do VCO tạo ra xác định bởi :

$$f(t) = f_c + a s(t)$$

- ★ Biểu thức pha tức thời của tín hiệu có dạng:

$$\phi(t) = 2\pi \int f(t) dt = 2\pi \int f_c t + 2\pi \int a s(t) dt + \theta$$

X(t) là tín hiệu đơn âm: $x(t) = U_s \cos(2\pi F t)$

- ★ Pha tức thời của FM:

$$\phi(t) = 2\pi \int f_c t + a U_s / F \sin 2\pi F t + \theta$$

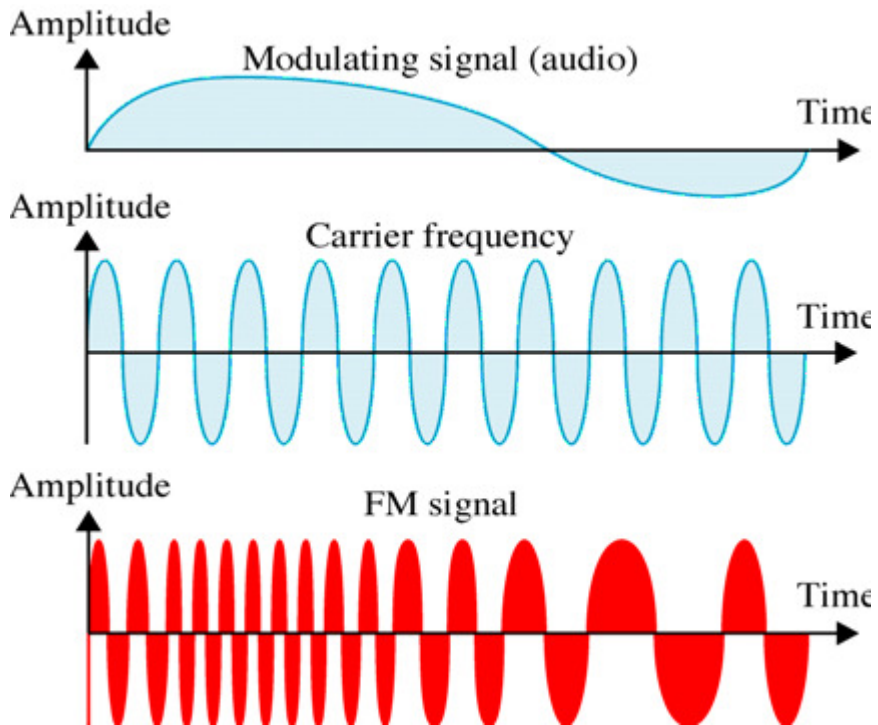
- ★ Biểu thức FM:

$$u_{FM}(t) = U \cos(2\pi \int f_c t + a U_s / F \sin 2\pi F t)$$

Đặt $m = a U_s / F = \Delta f_{\max} / F$: Gọi là chỉ số điều tần

$$u_{FM}(t) = U \cos(2\pi f_c t + m \sin 2\pi F t)$$

❖ **Dạng sóng:**



❖ **Đặc điểm và Ứng dụng của FM:**

• **Đặc điểm:**

- ★ Tín hiệu phát thay đổi thành phần tần số tỷ lệ với biên độ và tần số của tín hiệu truyền đi.

• **Ứng dụng:**

- ★ Phát thanh quảng bá phi thương mại 88-90MHz
- ★ Phát thanh thương mại 90-108MHz
- ★ Truyền hình Audio, các dịch vụ thông tin công cộng

❖ **Ưu điểm và Nhược điểm:**

• **Ưu điểm:**

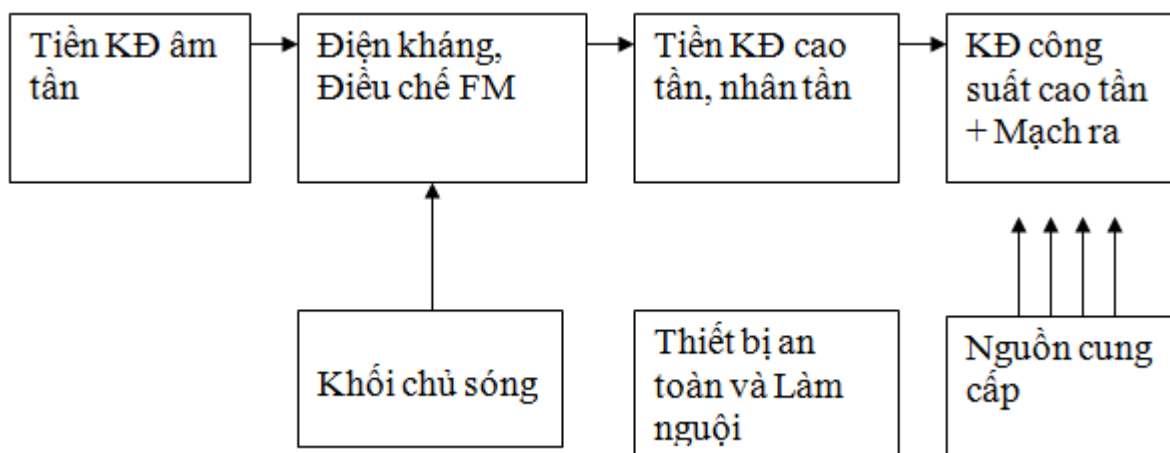
- ★ Có nhiều ưu điểm về tần số, dải tần âm thanh sau khi tách sóng có chất lượng tốt.
- ★ Khó bị ảnh hưởng của nhiễu
- ★ Sử dụng hiệu quả năng lượng
- **Khuyết điểm:**
 - ★ Tín hiệu được điều chế yêu cầu băng thông rộng hơn nhiều tín hiệu truyền đi ban đầu (dữ liệu)
 - ★ Hiện thực mạch điều chế và giải điều chế phức tạp hơn so với phương pháp điều biên
 - ★ Truyền trong cự ly ngắn.

PHẦN 2. THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG

I. MÁY PHÁT FM:

1. **SƠ ĐỒ KHỐI VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA MÁY PHÁT (FM).**

- a. **SƠ ĐỒ KHỐI:**



★

NGUYÊN

LÝ CỦA SƠ ĐỒ KHỐI:

- ❖ **Tín hiệu được đưa vào Tiền khuếch đại âm tần:** Tầng này có nhiệm vụ khuếch đại điện áp tín hiệu vào đến mức cần thiết để đưa vào tầng điện kháng để điều chế FM. Đối với máy phát điều tần yêu cầu tín hiệu âm tần điều chế không lớn lắm, nên tín hiệu âm tần từ micro chỉ qua bộ tiền khuếch đại.
- ❖ **Tín hiệu thu được từ Tiền khuếch đại âm tần được đưa vào Tầng điện kháng:** Tầng này sử dụng các phần tử điện kháng để biến đổi tín hiệu âm tần thành điện kháng thay đổi (dung kháng hoặc cảm kháng biến thiên) để thực hiện việc điều chế FM. Phần tử điện kháng có thể là transistor điện kháng, đèn điện kháng hoặc varicap (điện dung biến đổi theo điện áp đặt vào varicap).

- ❖ **Tín hiệu thu được từ Tầng điện kháng được đưa vào Tầng Nhân tần:** Tín hiệu điều chế tần số làm việc cao hơn nhiều so với tín hiệu điều biên nên trong phần tiền khuếch đại cao tần cần phải có nhiều tầng nhân tần. Do dùng nhiều tầng nhân tần nên độ di tần thường lớn hơn ($\Delta f = \pm 75\text{kHz}$), vì vậy độ ổn định tần số trong máy phát điều tần cũng yêu cầu cao hơn ($10^{-5} - 10^{-8}$), nên hệ thống AFC thường có cấu tạo phức tạp.
- ❖ **Mạch ra:** Phối hợp với trở kháng giữa tầng KĐCSCT cuối cùng để ra anten.
- ❖ **Nguồn cung cấp:** điện áp phải có công suất lớn để cung cấp cho transistor hoặc đèn điện tử công suất.
- ❖ **Thiết bị an toàn và làm nguội:**
 - ✓ Thiết bị an toàn bao gồm các thiết bị đóng, mở bảo vệ, kiểm tra các chế độ làm việc máy phát.
 - ✓ Thiết bị làm nguội cho các transistor công suất (các phiên tỏa nhiệt), và làm nguội cho các đèn điện tử công suất (thiết bị thổi không khí, quạt, bơm nước, bốc hơi..)
- ❖ **Khởi chủ sóng:** Tạo dao động cao tần (sóng mang), có biên độ và tần số ổn định, có tầm biến đổi tần số rộng. Dùng mạch dao động LC kết hợp với mạch điều chỉnh tần số AFC.

b. SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ VÀ SƠ ĐỒ MẠCH IN

★ CÁC LINH KIỆN SỬ DỤNG:

1 PHONEJACK INPUT, 1 cuộn RFC, 1 transistor C828 (NPN), 1 khoá, 1 đèn Led, 1anten phát, Vcc=9V, GND

R1=4.7k

R2=220 Ohm

R3=3.9k

R4=5.6k

R6=120 Ohm

R7=1k

Co=102

C1=105

C3=103

C5=10uF

C6=30pF

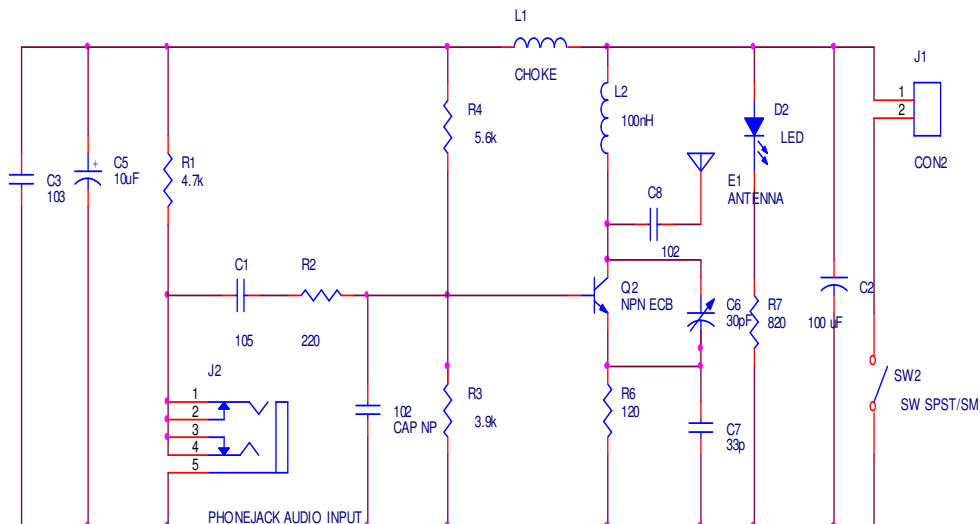
C7=33 pF

C8=102

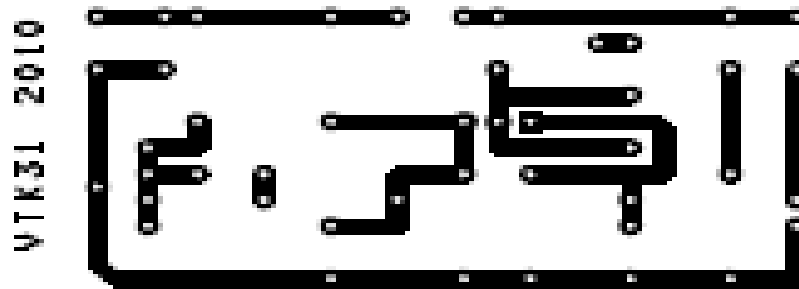
C9=100uF

L2=100mH

★ SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ CỦA MÁY PHÁT FM:



★ SƠ ĐỒ MẠCH IN CỦA MÁY PHÁT FM:



c. NGUYÊN TẮC HOẠT ĐỘNG:

- Mạch phát đơn giản sử dụng 1 transistor vừa làm nhiệm vụ dao động vừa làm nhiệm vụ khuếch đại. Không có các khối tiền khuếch đại. Các transistor có thể sử dụng trong mạch là các transistor cao tần như 2N2222, S9018, C828...
- Tín hiệu đưa vào mạch phát có thể là tín hiệu âm thanh từ máy phát nhạc hoặc tín hiệu từ electret microphone, qua phonejack audio output đến chân B của transistor.
- Dao động B chung, có cộng hưởng nối tiếp L2-C6-C7 ở ngõ ra. Một thành phần tín hiệu từ cực C của transistor qua C6 đưa về hồi tiếp vào R6=120 ohm để tự dao động.
- Mạch dao động colpitt tạo tần số sóng mang trong dải FM. Tín hiệu sóng mang thay đổi theo tín hiệu âm tần đưa vào, tín hiệu cao tần từ cực C qua tụ lọc đến anten để bức xạ.
- C2 và C5 là các tụ lọc nguồn, C1 và C8 là các tụ nối cho tín hiệu âm tần và cao tần đi qua.

- Led D2 được giảm dòng qua điện trở R7 để báo hiệu nguồn, công tắc SW để bật tắt nguồn cung cấp cho mạch.
- Anten bức xạ có thể sử dụng là 1 sợi dây dẫn dài khoảng 1m
- Mạch đơn giản, linh kiện sai số, không có linh kiện đúng như thiết kế nên có nhiều các tần số hài phát quanh tần số chính.
- Cuộn dây L2 có thể tự quấn bằng dây đồng cỡ 0.6 mm khoảng 6 vòng dây, lõi không khí.
- Điều chỉnh tụ vi chỉnh R6 để thay đổi tần số phát sóng.

Tại sao là FM:

Khi có tác động một dòng vào mối nối BE, ngoài sự thay đổi về dòng điện trong mạch thì sự di chuyển điện tử và lỗ trống qua mối nối BE sẽ thay đổi điện dung BE. Sự thay đổi làm điện dung mối nối BE thay đổi - C_{be} là rất bé, khoảng 0,005pF đến 0,015 pF tùy theo mức dòng I tác động. Trong mạch dao động, sự thay đổi điện dung này tác động vào mạch cộng hưởng làm thay đổi tần số cộng hưởng. Vì vậy mà $d(I) \times d(C_{be}) / C_{ch}$ quy định mức thay đổi tần số.

Vì điện dung trong mạch cộng hưởng là 15pF, giả sử tần số phát sóng là 100 Mhz. Mức điều biến tần số là :

$$d(F) = \pm \left(\frac{0.01 \text{ pF}}{15 \text{ pF}} * 100000 \text{ Khz} \right) = \pm (70 \text{ Khz})$$

$d(F) = \pm (70 \text{ Khz}) \rightarrow$ dải điều biến tần số là khz, hoàn toàn phù hợp với tiêu chuẩn băng thông FM quốc tế. Và đây chính là mạch **Frequency Modulation (FM)**.

★ **Công suất phát:** $P = I_c * V_{ce}$

Ta có: $V_{ce} = V_c - V_e = 9 - V_e$

$$V_{be} = V_b - V_e = 0.7 \text{ (V)}$$

$$V_b = \frac{V_{cc} * R_4}{R_4 + R_3} = \frac{9 * 5.6}{5.6 + 3.9} = 5.31 \text{ (V)}$$

$$\Rightarrow V_e = 5.31 - 0.7 = 4.61 \text{ (V)}$$

$$\Rightarrow V_{ce} = 9 - 4.61 = 4.39 \text{ (V)}$$

$$I_c = \frac{V_e}{R_6} = \frac{4.61}{120} = 0.038 \text{ (A)} = 38 \text{ (mA)}$$

$$\Rightarrow \text{Công suất phát: } P = I_c * V_{ce} = 0.039 * 4.39 = 0.17 \text{ (W)} = 170 \text{ (mW)}$$

★ **Tần số phát:**

Mạch dao động colpitt, tần số phát được tính theo công thức

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Vì C6 là tụ vi chỉnh nên f có thể thay đổi được

Ví dụ: C6 = 30 (pF)

Ta có: L = 100nH

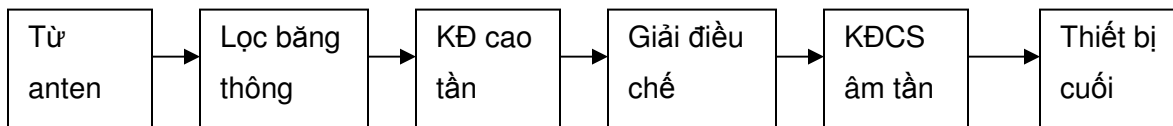
$$C = C_6 + C_7 = 33 + 30 = 63 \text{ (pF)}$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(100 * 10^{-9} * 63 * 10^{-12})}} = 63.44 \text{ (MHz)}$$

II.MÁY THU FM

1. SƠ ĐỒ KHỐI VÀ NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA MÁY THU KHUẾCH ĐẠI TRỰC TIẾP.

a.SƠ ĐỒ KHỐI:



★ NGUYÊN LÝ CỦA SƠ ĐỒ KHỐI :

Tín hiệu ban đầu thu được từ anten được đưa vào bộ Lọc băng thông để lọc lấy tín hiệu muốn thu vào và hạn chế nhiễu. Sau đó tín hiệu thu được được đưa vào bộ khuếch đại cao tần để khuếch đại tín hiệu. Tín hiệu sau khi khuếch đại qua bộ Giải điều chế để tách sóng, loại bỏ sóng mang và tái lập lại tín tức ban đầu. Tín hiệu thu được từ bộ Giải điều chế được đưa vào bộ Khuếch đại công suất âm tần để khuếch đại tín hiệu âm tần. Sau đó đưa vào Thiết bị cuối.

b . SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ VÀ SƠ ĐỒ MẠCH IN :

★ CÁC LINH KIỆN SỬ DỤNG:

1 anten thu, cuộn dây L1, L2, 1 diode, 3 transistor C828, 1 A564, 1 PHONEJACK
STEREO SW, 1 khoá, 1 đèn Led, Vcc=9V, GND

R1= 22k

R2= R7= 1k

R3= 6.8k

R4=R8=470 Ohm

R5=330 Ohm

R6= 2.2k

R15=1.2k

C1=100uF

C2=C3=47pF

C4=C6=C7=C12=C17=103

C5=100pF

R7=1k

R9=1k

R10=68k

R11=R13=39k

R12=R16=4.7k

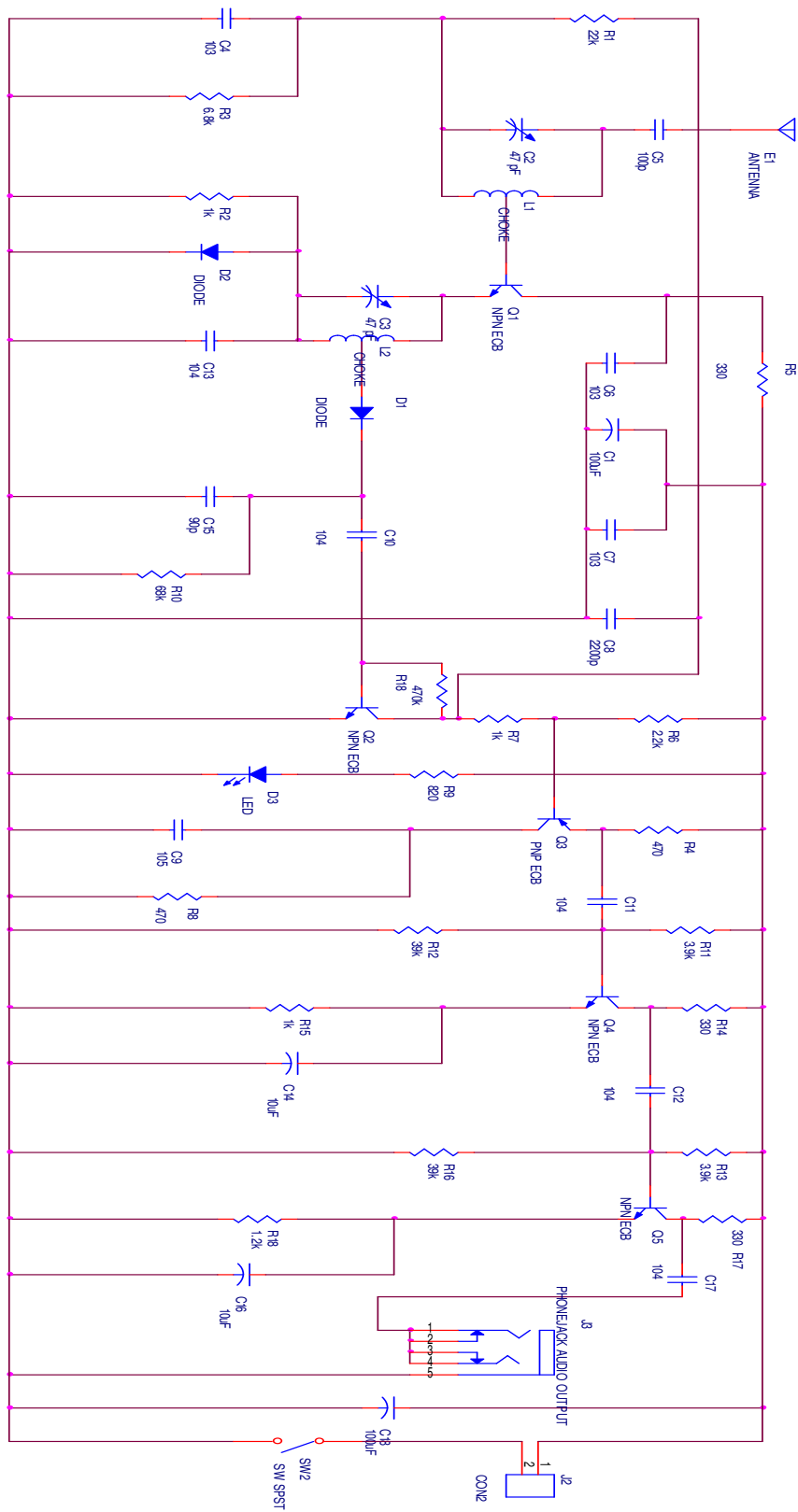
C8=2200pF

C9=105

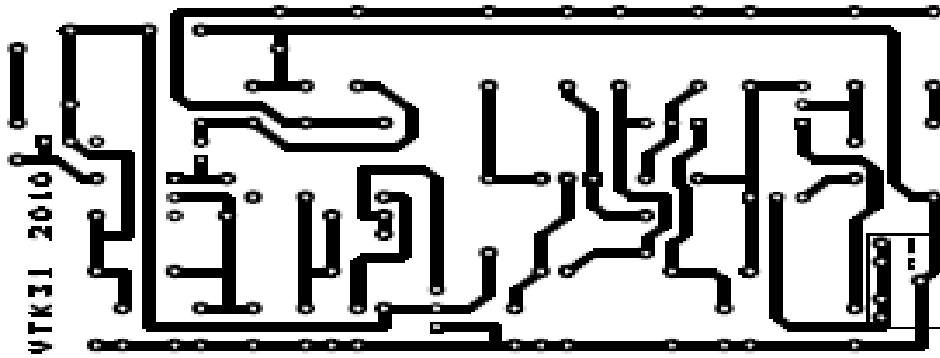
C10=C11=C13=104

C15=90pF

SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ :



★ SƠ ĐỒ MẠCH IN CỦA MÁY THU FM:



★ NGUYÊN TẮC HOẠT ĐỘNG:

- Đây là mạch máy thu dễ ráp, dễ dùng và đơn giản có thể thực hiện việc thu tín hiệu FM. Máy thu này có thể thực hiện trong một dải rất rộng và dễ dàng thay đổi dải tần, từ khoảng 5 MHz đến 220 MHz.

- Trong mạch, L1 // 47pF và L2 // 47pF là bẫy cộng hưởng thực hiện ở cuộn RF output máy phát, lấy ra ở điểm giữa cuộn dây. Transistor Q1 khuếch đại chọn tần kiểu BC nên có tổng trở vào rất cao. Diod 1 ở chân E của nó dùng điện áp thuận tạo thiên áp cho Diod 2 vượt điện thế "rào" làm nhiệm vụ tách sóng. Phân tách sóng FM này dựa theo nguyên tắc là tín hiệu sai tần số của khung cộng hưởng sẽ giảm biên độ.

- Transistor Q2 khuếch đại âm tần, nối darlington với Transistor A564 để có lợi suất cao, điện áp âm tần xuất ra ở chân E / A564 (Q3). Điện áp chân C của Q2 cấp điện áp cho B / Q1 hoạt động siêu tái sinh (khi tín hiệu âm tần thấp thì tự động tăng phân cực chân B cho Q1).

- Hai tầng khuếch đại đơn giản phía sau sử dụng 2 transistor Q4 và Q5 có thể là C828 hoặc C1815 có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu âm tần đến một giá trị nhất định trước khi đưa ra phone jack output
- D3 là đèn led báo hiệu nguồn điện 9V, SW2 là khóa đóng mở nguồn.
- C18 là tụ lọc nguồn có giá trị khoảng 100uF.
- C11, C12, C17 là các tụ nối.

❖ Những hạn chế của Mạch thu khuếch đại trực tiếp:

- ✦ Số tầng khuếch đại không thể tăng lên một cách tùy ý. Vì khi số tầng càng tăng thì tính ổn định của bộ khuếch đại cao tần càng giảm. Ngoài ra, khi số tầng càng tăng thì số mạch cộng hưởng cũng làm tăng hệ thống điều chỉnh cộng hưởng phức tạp công kênh và đắt tiền.
- ✦ Tần số cao khó đạt được hệ số khuếch đại lớn
- ✦ Tần số càng cao thì dải thông càng rộng làm giảm độ chọn lọc của máy thu. Muốn dải thông hẹp phải dùng mạch cộng hưởng có hệ số phẩm chất cao, có khi vượt qua khả năng chế tạo.
- ✦ Do không dùng được các hệ thống cộng hưởng phức tạp nên không có khả năng đạt đặc tuyến tần số có dạng chữ nhật lý tưởng.

NHẬN XÉT:

- ✓ Quá trình thiết kế mạch nguyên lý theo các yêu cầu đề ra.
- ✓ Tuy nhiên khi thực hiện mạch in không tìm được linh kiện có chất lượng như yêu cầu.
- ✓ Cuộn dây không chính xác như yêu cầu thiết kế nên tần số ngõ ra của mạch dao động không như tính toán.
- ✓ Đề tài thực thi công cả máy phát và máy thu nên tương đối khó. Chất lượng của hệ thống không được cao.

NHẬN XÉT CHUNG:

Qua quá trình tiến hành làm đồ án giúp chúng em nắm vững sơ đồ nguyên lý, nguyên tắc hoạt động, củng cố lại những kiến thức đã học trước ở các môn học: Nguyên lý truyền thông, Điện tử tương tự, Điện tử thông tin...

Chúng em được trực tiếp đo đạc, thiết kế, lắp ráp các mạch thu phát FM. Tạo cơ hội cho chúng em nâng cao khả năng tư duy, phân tích, sáng tạo.

Ngoài ra, với tinh thần đoàn kết, hợp tác và có trách nhiệm của các thành viên trong nhóm đã giúp quá trình tiến hành làm đồ án được diễn ra nhanh chóng và hiệu quả. Đây cũng là cơ hội giúp chúng em phát huy tinh thần làm việc nhóm là kỹ năng cần thiết tiếp cận dần với công việc sau khi ra trường.

Tuy nhiên trong quá trình thực hiện cũng gặp một số khó khăn với việc tìm kiếm một số linh kiện...

Chúng em xin cảm ơn Thầy đã tạo điều kiện và giúp đỡ chúng em hoàn thành đồ án này.

