

Phương pháp này được sử dụng ở các xưởng sửa chữa có thiết bị đo lường chuyên dùng, ngoài việc chỉ ra hư hỏng còn đánh giá được chất lượng tín hiệu sau khi được khuếch đại như dạng sóng, mức độ méo, biên độ...

Nguồn tín hiệu là máy tạo sóng âm tần, còn để kiểm tra dạng sóng và điện áp ra dùng máy hiện sóng và von-kế.

Máy tạo sóng âm tần lấy tín hiệu 1000Hz có mức bằng mức điện áp vào của IC đưa vào đầu vào IC, máy hiện sóng và von-kế nối với đầu ra, quan sát dạng sóng ở đầu ra, nếu biên độ đạt giá trị danh định mà vẫn không bị méo thì bộ khuếch đại làm việc bình thường. Giá trị điện áp ra hiệu dụng có thể xác định gần đúng theo biểu thức sau :

$$U_r = \sqrt{2P_r.R_t}$$

trong đó P_r – là công suất ra danh định ; R_t – là điện trở tải.

◆ Câu hỏi ôn tập

1. Hãy nêu và giải thích những chỉ tiêu kĩ thuật cơ bản của máy tăng âm?
2. Vẽ sơ đồ và phân tích một tầng khuếch đại điện áp dùng tranzito, nêu tác dụng các linh kiện trong sơ đồ.
3. Đặc điểm của tầng khuếch đại công suất ? Vẽ và phân tích một tầng khuếch đại công suất mắc theo sơ đồ đẩy kéo dùng tranzito.
4. Vẽ mạch khuếch đại công suất dùng IC LA 4440, nêu tác dụng các linh kiện mắc trong sơ đồ.

● Nội dung thực hành

1. Tập đo và điều chỉnh chế độ một chiều của tầng khuếch đại dùng tranzito.
2. Vẽ sơ đồ và thực hiện mắc mạch để đo đặc tuyến tần số và công suất ra danh định của máy tăng âm (thiết bị đo gồm máy tạo sóng âm tần, von kế, máy hiện sóng).
3. Tập phát hiện và khắc phục những hư hỏng thông thường (khởi và tăng hỏng) của một máy tăng âm.
4. Tập lắp ráp và điều chỉnh mạch khuếch đại công suất dùng IC 4430.

Chương 2

MÁY THU THANH

2.1. CHỈ TIÊU KỸ THUẬT CỦA MÁY THU THANH

Máy thu thanh là thiết bị điện tử để thu sóng radio, hồi phục lại tín hiệu âm thanh ban đầu và khuếch đại đến giá trị yêu cầu rồi đưa ra loa.

Các chỉ tiêu kỹ thuật của máy thu thanh gồm :

– *Độ nhạy* là sức điện động cảm ứng nhỏ nhất trên anten E_A để máy thu làm việc bình thường. Đơn vị tính là mV hay μV , hay điện trường E tại điểm đặt máy thu (nếu là anten pherit) đơn vị mV/m hay $\mu V/m$.

Những máy thu chất lượng cao có độ nhạy $E_A = 0,5 \mu V \div 10 \mu V$.

Ngoài ra máy còn phải có khả năng chọn lọc và nén tạp âm, tức là đảm bảo tỉ số tín hiệu/ tạp âm (S/N). Để thu tốt thì mức tín hiệu phải lớn hơn mức nhiễu không dưới 10 lần, tức là lớn hơn 20 dB.

– *Độ chọn lọc* là khả năng chọn lọc các tín hiệu cần thu và loại trừ các tín hiệu không cần thu và các loại nhiễu tác động vào anten. Độ chọn lọc được thực hiện nhờ các mạch cộng hưởng, phụ thuộc vào số lượng, chất lượng cũng như độ chính xác khi điều chỉnh.

Thường chia ra độ chọn lọc đối với các kênh lân cận, với tần số ảnh và tần số băng trung tần (nhiều lọt thủng).

– *Dải tần của máy thu* đó là khoảng tần số mà máy thu có thể điều chỉnh để thu được các sóng phát thanh với các chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu. Máy thu thường có những dải sóng sau đây :

- Băng sóng dài, LW 150 kHz – 408 kHz (2000–735)m
- Băng sóng trung, MW 525 kHz – 1605 kHz (571 –187)m
- Băng sóng ngắn, SW 4 MHz – 24 MHz (75,9 – 12,5)m chia ra :
 - SW1 3,95 MHz – 7,95 MHz
 - SW2 8 MHz – 16 MHz
 - SW3 16 MHz – 24 MHz

- Băng sóng cực ngắn FM 65,8 – 73 MHz (4,56 – 4,1) m
và 87,5 – 104 MHz (3,65 – 2,88) m

- *Méo tần số* là hệ số khuếch đại ở những tần số khác nhau sẽ khác nhau do trong sơ đồ có các phần tử điện kháng (L, C). Méo tần số có thể đánh giá bằng đặc tuyến tần số. Ở các máy thu điều biên AM dải tần âm thanh chỉ vào khoảng 40 Hz đến 6000 Hz ; còn ở các máy thu điều tần FM dải tần có thể từ 30 Hz đến 15.000 Hz.

- *Méo phi tuyến* là do các phần tử phi tuyến trong sơ đồ gây ra và chủ yếu ở các tầng khuếch đại tín hiệu lớn như tầng khuếch đại công suất âm tần, chúng được đánh giá bằng tỉ số phần trăm giống như đã trình bày trong phần máy tăng âm. Máy thu thanh chất lượng cao có hệ số méo phi tuyến nhỏ hơn 1%.

- *Công suất ra* là công suất tín hiệu âm thanh đưa ra loa. Tùy thuộc vào yêu cầu và mục đích sử dụng có thể từ vài chục mW đến hàng chục W. Nếu yêu cầu công suất lớn hơn nữa, phải cho qua máy tăng âm.

2.2. PHÂN LOẠI MÁY THU THANH VÀ SƠ ĐỒ KHỐI CỦA MÁY THU

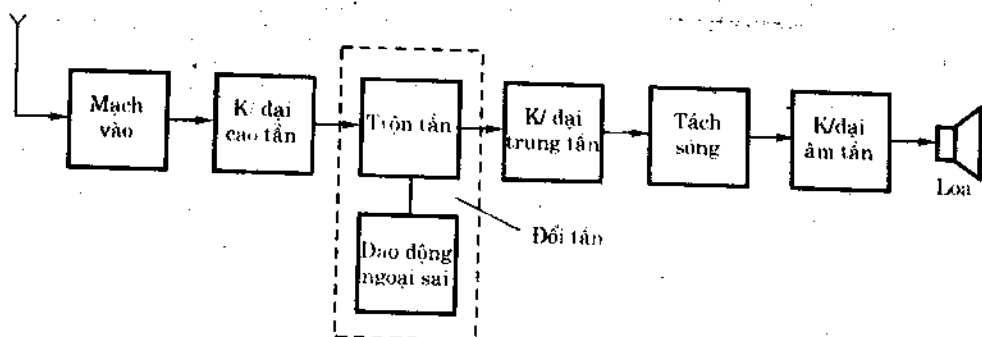
Căn cứ vào cấu trúc sơ đồ, có thể chia máy thu thanh ra các loại sau :

- *Máy thu khuếch đại thẳng* : tín hiệu cao tần từ anten đến tách sóng được khuếch đại thẳng, không qua đổi tần. Tuy máy đơn giản nhưng chất lượng không cao : độ chọn lọc kém, không ổn định và thu không đồng đều trong cả băng sóng.

Vì vậy hiện nay hầu như không dùng máy thu khuếch đại thẳng nữa.

- *Máy thu đổi tần* : tín hiệu cao tần điều chế do anten thu được, được khuếch đại lên và biến đổi thành tần số trung gian không đổi gọi là trung tần. Trung tần thường được chọn thấp hơn tín hiệu cao tần, sau đó qua một vài tầng khuếch đại trung tần rồi đưa đến tách sóng. Máy thu đổi tần có những ưu điểm sau :

- Độ chọn lọc tín hiệu cần thu cao, vì ngoài việc chọn lọc ở mạch vào, ở bộ khuếch đại cao tần, còn nhiều tầng khuếch đại cộng hưởng ở tần số trung tần nữa. Độ nhạy cũng cao hơn vì tần số trung tần thấp hơn nên độ khuếch đại có thể lớn hơn.



Hình 2.1. Sơ đồ khối máy thu đổi tần.

– Độ khuếch đại đồng đều hơn trong cả băng sóng vì tần số trung tần tương đối thấp so với tín hiệu cao tần và không đổi khi tín hiệu vào thay đổi.

– Mạch vào làm nhiệm vụ chọn lọc các tín hiệu cần thu và loại trừ các tín hiệu không cần thu và các loại nhiễu khác nhờ mạch cộng hưởng, tần số cộng hưởng được điều chỉnh đúng bằng tần số tín hiệu cần thu f_0 .

– Khuếch đại cao tần (một số máy không có tầng này) làm nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu điều chế cao tần.

– Bộ đổi tần : gồm mạch dao động ngoại sai và mạch trộn tần, khi trộn hai tần số ngoại sai f_{ns} và tín hiệu cần thu f_0 , được tần số trung gian hay trung tần ; giữa tần số ngoại sai và tín hiệu cần thu luôn sai khác nhau đúng một trung tần.

$$f_H = f_{ns} - f_0 = \text{const}$$

Khi tần số tín hiệu thay đổi từ $f_{0min} \div f_{0max}$, thì tần số ngoại sai cũng phải biến đổi từ $f_{nsmin} \div f_{nsmax}$ để đảm bảo cho $f_H = \text{const}$.

Đối với máy thu điều biên (AM) $f_H = 465 \text{ kHz}$ hay 455 kHz .

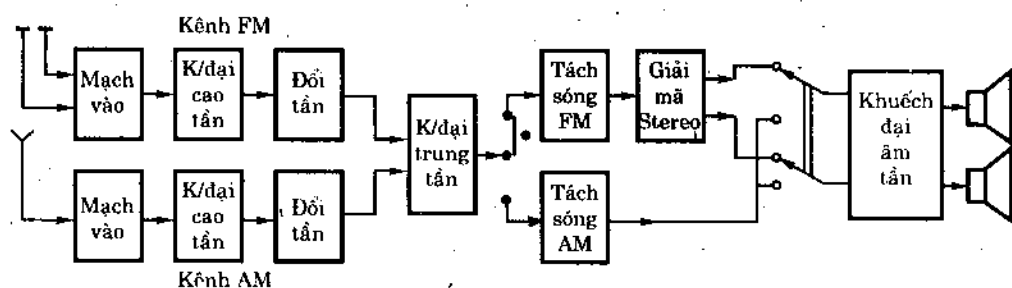
Đối với máy thu điều tần (FM) $f_H = 10,7 \text{ MHz}$.

– Khuếch đại trung tần : có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu trung tần đến một giá trị đủ lớn để đưa vào tách sóng. Đây là tầng khuếch đại chọn lọc, tải là mạch cộng hưởng có tần số cộng hưởng đúng bằng trung tần và đảm nhận nhiệm vụ chọn lọc các tần số lân cận, dải thông của mạch lọc bằng $f_0 \pm 10 \text{ kHz}$.

– Tầng tách sóng : có nhiệm vụ tách tín hiệu âm tần ra khỏi tín hiệu cao tần điều chế, sau đó đưa vào khối khuếch đại âm tần giống như đã xét ở phần máy tăng âm.

– *Máy thu điều tần stereo :*

Hầu hết các máy thu hiện đại đều có băng sóng cực ngắn điều tần để thu tín hiệu stereo. Vì có một số khối có thể dùng chung nên chúng có thể ghép chung và thay đổi nhờ chuyển mạch bằng cơ khí hay điện tử (hình 2.2).



Hình 2.2. Sơ đồ khối máy thu FM-stereo.

Máy thu có hai đầu vào AM và FM, có hai khối đối tần riêng biệt. Hai khối khuếch đại trung tần và âm tần được dùng chung. Dải tần của bộ khuếch đại trung tần FM rộng hơn vì tần số trung tần được chọn là 10,7 MHz.

- Tách sóng tần số : nhằm hồi phục tín hiệu âm tần từ tín hiệu FM, thường sử dụng sơ đồ tách sóng tỉ lệ, vì độ nhạy cao và giảm được điều biên kí sinh.

- Giải mã stereo : sau tách sóng FM là mạch giải mã nhằm phục hồi lại tín hiệu tổng và hiệu hai kênh là R+L và R-L, rồi đưa vào ma trận, để tạo ra tín hiệu hai kênh R và L riêng biệt, rồi đưa vào bộ khuếch đại âm tần stereo hai kênh.

Nếu thu tín hiệu mono : sau tách sóng AM, tín hiệu âm tần được đồng thời đưa vào hai đầu vào của hai kênh khuếch đại âm tần.

2.3. MẠCH VÀO

Là mạch điện mắc giữa anten và tầng đầu tiên của máy thu, với nhiệm vụ chủ yếu là thu nhận tín hiệu từ anten, chọn lọc các tín hiệu cần thu, loại bỏ các loại nhiễu, bởi vậy đây phải là mạch cộng hưởng. Những yêu cầu cơ bản đối với mạch vào :

- Hệ số truyền đạt phải lớn và ít thay đổi trên toàn băng sóng :

$$K_v = \frac{U_v}{E_A}$$

Trong đó : U_v là điện áp đưa đến tầng đầu của máy thu ;

E_A là sức điện động cảm ứng trên anten.

- Đảm bảo độ chọn lọc : chọn lọc tần số lân cận, chọn lọc tần số ảnh ($f_a = f_0 + 2f_{it}$) và chọn lọc tần số lọt thẳng.

- Đảm bảo độ méo tần số cho phép và dải tần làm việc từ f_{min} ÷ f_{max} .

Thường sử dụng các mạch vào sau đây :

- Mạch vào ghép điện dung (hình 2.3a).

Anten được nối với mạch cộng hưởng qua điện dung ghép C_{gh} . Mạch cộng hưởng gồm một tụ biến đổi (tụ xoay) C_x mắc song song với một tụ bán chuẩn (hay tụ tinh chỉnh) và cuộn dây L_1 , tần số cộng hưởng được điều chỉnh đúng bằng tần số tín hiệu cần thu f_0 , qua cuộn ghép L_1, L_2 tín hiệu được đưa vào bazo tầng khuếch đại cao tần.

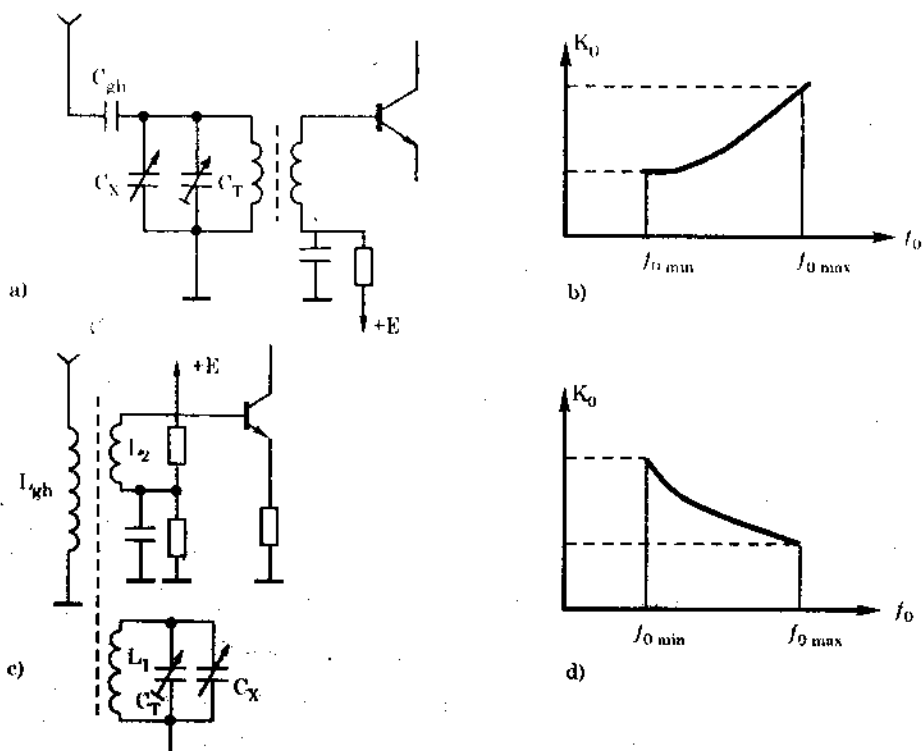
Đối với các máy thu tranzito thường chọn trị số $C_{gh} = 5 \div 30$ pF.

Nhược điểm của mạch vào ghép điện dung là hệ số truyền đạt không đồng đều trên cả băng sóng, đặc biệt là ở đầu và cuối băng (hình 2.3b).

– Mạch vào ghép điện cảm với anten (hình 2.3 c).

Tín hiệu từ anten qua cuộn ghép L_{gh} cảm ứng sang mạch cộng hưởng gồm cuộn L_1 , tụ biến đổi C_x và tụ tinh chỉnh C_T . Mạch cộng hưởng được điều chỉnh để chọn lọc lấy tín hiệu cần thu f_0 và cảm ứng sang cuộn L_2 để đưa vào bazơ tầng đầu. Hệ số truyền đạt của mạch vào tỉ lệ với hệ số phẩm chất của mạch cộng hưởng LC. Muốn tăng độ nhạy hay tăng hệ số truyền đạt thì phải tăng L_1 và giảm L_{gh} , nhưng L_1 cũng không thể tăng quá lớn vì dễ làm lệch tần số cộng hưởng, nên thường phải chọn trung hoà giá trị giữa L_1 và L_{gh} .

Nhược điểm của mạch vào ghép điện cảm với anten là hệ số truyền đạt đầu bằng và cuối bằng sóng cũng không đồng đều (hình 2.3 d). So với mạch ghép điện dung, mạch này có độ chọn lọc cao hơn và hệ số truyền đạt đồng đều hơn nên được dùng khá rộng rãi.



Hình 2.3. Mạch vào máy thu thanh :
 a) ghép điện dung ; b) hệ số truyền đạt ;
 c) ghép hồ cảm ; d) hệ số truyền đạt.

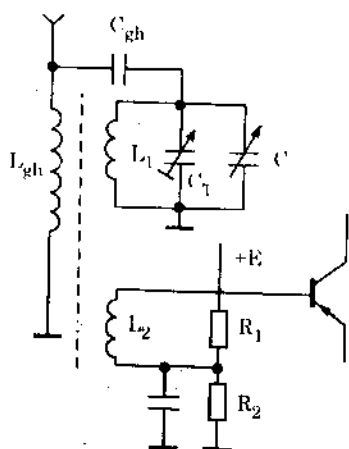
– Mạch ghép hỗn hợp điện cảm – điện dung (hình 2.4).

Đây là mạch đồng thời ghép với anten bằng cả C_{gh} và L_{gh} , do vậy tận dụng

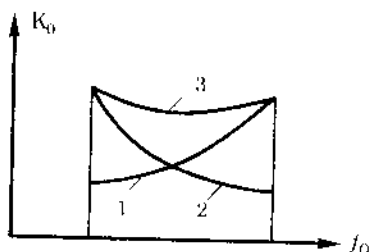
được cả hai ưu điểm và bù trừ được hệ số truyền đạt trong cả băng sóng, nên hệ số truyền đạt bằng phẳng hơn. (đường 3, hình 2.4 b).

Đối với các máy thu có nhiều băng sóng, khi chuyển băng sóng phải thay đổi cả cuộn cộng hưởng LC lẫn cuộn cảm ứng L tương ứng.

Một số máy thu chất lượng cao, mạch vào còn có thêm bộ lọc khử nhiễu lọt thẳng, tức các nhiễu có tần số bằng trung tần.



a)



b)

Hình 2.4. Mạch vào ghép hỗn hợp :
a) sơ đồ ; b) hệ số truyền đạt.

2.4. MẠCH KHUẾCH ĐẠI CAO TẦN (KĐCT)

Bộ khuếch đại cao tần có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu điều chế cao tần đến một giá trị nhất định để đưa vào bộ đổi tần.

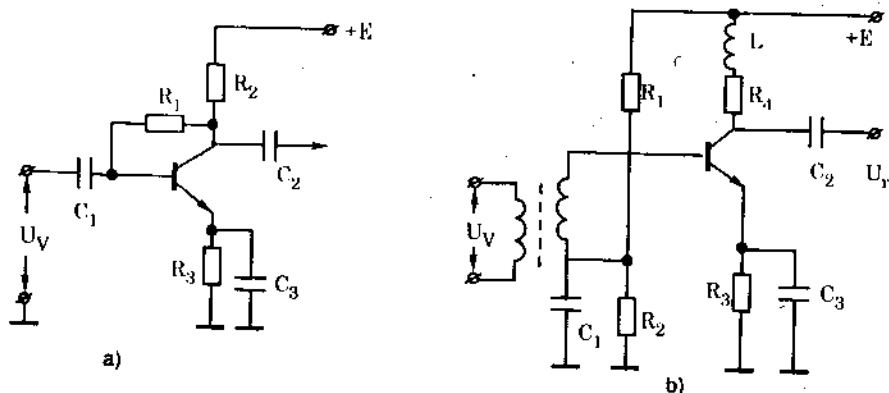
Các mạch khuếch đại cao tần dùng tranzito có thể mắc theo sơ đồ emitor chung (EC) hay bazơ chung (BC). Đối với băng sóng AM, KĐCT thường được mắc theo sơ đồ EC để tận dụng độ khuếch đại, còn khi làm việc ở tần số rất cao thường mắc theo sơ đồ BC, vì có tần số giới hạn cao hơn.

Tầng KĐCT có thể là tầng khuếch đại không cộng hưởng : tải điện trở, điện cảm, tải R-L hay biến áp, nhưng thường dùng hơn cả là tải cộng hưởng tại tần số tín hiệu nào đó.

Hình 2.5a là tầng khuếch đại tải điện trở. Đây là bộ khuếch đại dải rộng có hệ số khuếch đại tương đối đồng đều trong dải tần rộng từ vài chục Hz đến vài MHz, mạch không có khả năng chọn lọc tần số.

Điện trở tải thường vào khoảng vài kΩ.

Hình 2.5b là mạch KĐCT có tải là cuộn cảm L mắc nối tiếp với điện trở R . Khi tần số tăng thì cảm kháng X_L cũng tăng và hệ số khuếch đại cũng tăng.

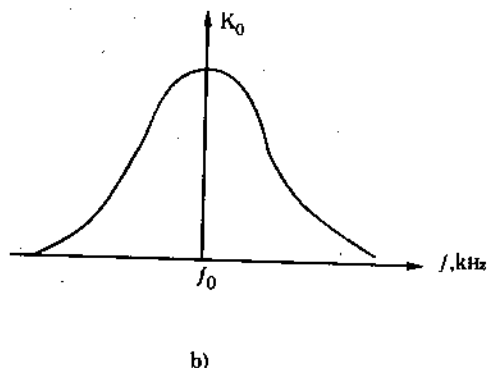
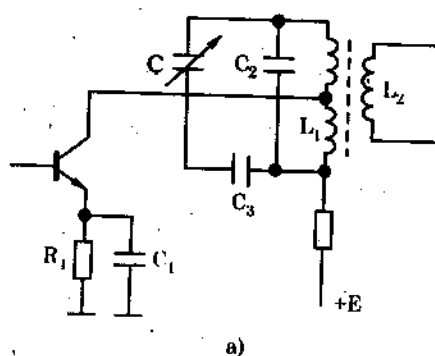


Hình 2.5. Mạch khuếch đại cao tần :
a) tải điện trở ; b) tải điện trở – điện cảm $R-L$.

Nhưng được sử dụng rộng rãi hơn cả là mạch khuếch đại cộng hưởng, ở đây mạch đảm nhận cả nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu và chọn lọc tần số.

Tải của tầng KĐCT có thể dùng mạch cộng hưởng đơn hay cộng hưởng kép, tần số cộng hưởng có thể cố định hoặc điều chỉnh được, có thể mắc trực tiếp hay mắc biến áp.

Hình 2.6 là sơ đồ KĐCT dùng mạch cộng hưởng đơn. Tải là khung cộng hưởng L_1C , cực colectơ chỉ mắc với một phần của cuộn L_1 . Tại tần số cộng hưởng f_0 , hệ số khuếch đại lớn nhất, khi lệch ra khỏi tần số cộng hưởng, hệ số khuếch đại giảm. Bởi vậy mạch có tính chất chọn lọc đối với tần số tín hiệu cần thu và loại trừ các tần số và loại nhiễu khác.



Hình 2.6. Mạch khuếch đại cao tần cộng hưởng :
a) sơ đồ ; b) đặc tuyến cộng hưởng.

Trong các kiểu ghép tầng thì ghép biến áp là phổ biến hơn cả vì nó có khả năng phối hợp trở kháng. Tầng mắc EC có trở kháng vào nhỏ, khoảng vài trăm Ω đến $1\text{k}\Omega$, trở kháng ra khoảng vài $\text{k}\Omega$. Khi mắc với mạch cộng hưởng thì hệ số phẩm chất của mạch cộng hưởng bị suy giảm. Kết quả là hệ số khuếch đại cũng giảm theo.

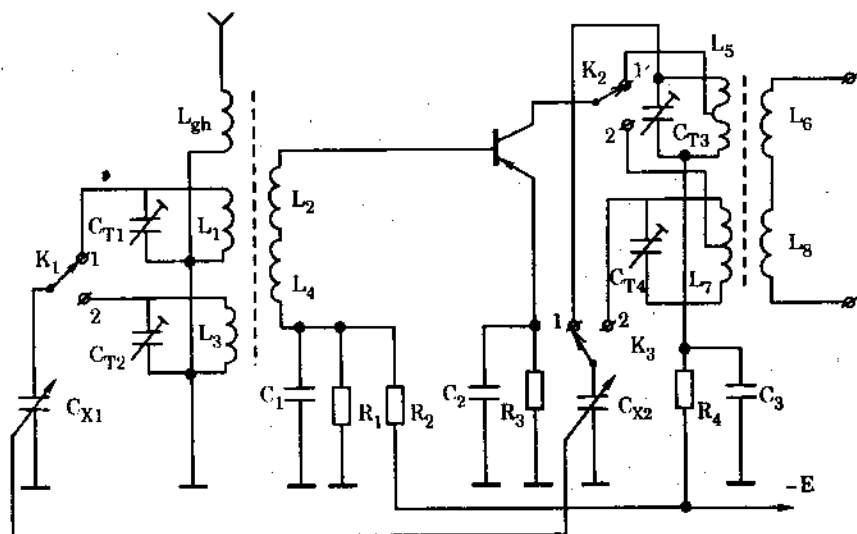
Nếu tầng mắc theo sơ đồ BC thì trở kháng ra lớn, có thể mắc song song với mạch cộng hưởng, nhưng nếu nối với đầu vào tầng sau có trở kháng nhỏ sẽ ảnh hưởng đến hệ số khuếch đại. Bởi vậy cực colector chỉ mắc với một phần cuộn cảm.

Vì bộ KĐCT làm việc ở một dải tần rộng nên rất khó đảm bảo được hệ số khuếch đại đồng đều, nhất là với các mạch có tải cộng hưởng.

Trong các máy thu chất lượng cao, thường dùng bộ KĐCT có mạch cộng hưởng điều chỉnh liên tục, tần số cộng hưởng được điều chỉnh đồng bộ với tần số tín hiệu cần thu ở mạch vào nhờ hai tụ xoay đồng trục (hình 2.7).

Ở băng sóng 1, chuyển mạch $K_1K_2K_3$, nối với vị trí 1, mạch cộng hưởng gồm tụ C_{X1} mắc song song với L_1 và G_1 . Tải của tầng KĐCT là mạch cộng hưởng C_{X2} mắc song song với L_5 và G_3 .

Ở băng sóng 2, chuyển mạch $K_1K_2K_3$ nối với vị trí 2, mạch vào cộng hưởng gồm C_{X1} , L_3 , còn tải cộng hưởng của KĐCT là C_{X2} , L_7 . Tụ xoay C_{X1} , C_{X2} được gắn đồng trục.



Hình 2.7. Mạch KĐCT cộng hưởng kép.

Bộ KĐCT làm việc ở tần số cao, đầu vào và đầu ra đều là khung cộng hưởng nên dễ gây ra tự kích; nguyên nhân là do ghép kí sinh giữa đầu ra và đầu vào.

Để tăng làm việc ổn định thường dùng các biện pháp sau :

– Giảm hệ số khuếch đại của tầng

$$K_{max} < K_{o.d} = (0,4 \div 0,6) \sqrt{\frac{S}{2\pi f_0 C_{cb}}}$$

Trong đó : K_{max} là hệ số khuếch đại lớn nhất ;

$K_{o.d}$ là hệ số khuếch đại ổn định ;

S hồ dẫn của tranzito ;

C_{cb} điện dung tập tán giữa C và B của tranzito, pF ;

f_0 tần số làm việc kHz.

– Dùng mạch hồi tiếp âm, ví dụ mắc vào emitor một điện trở R_E

– Mắc thêm một điện trở nối tiếp với cực colectơ hay một điện trở song song với mạch cộng hưởng.

– Sử dụng sơ đồ cátốt là sơ đồ có tần số giới hạn cao và độ ổn định tốt.

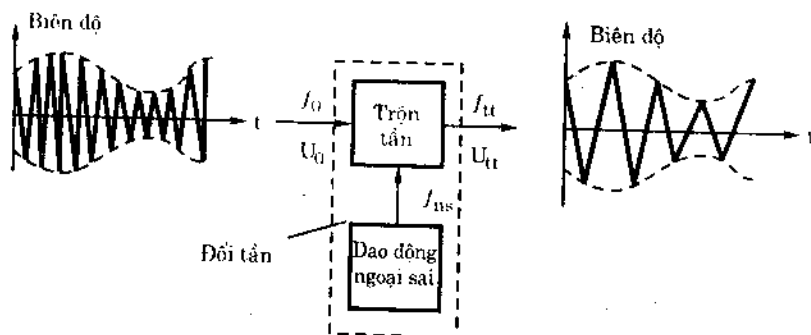
2.5. MẠCH ĐỔI TẦN

Mạch đổi tần là mạch biến đổi các dao động cao tần điều chế thành các dao động ở tần số thấp hơn và không đổi gọi là trung tần.

Dạng của tín hiệu điều chế sau khi đổi tần không thay đổi mà chỉ thay đổi (giảm) tần số sóng mang.

Mạch đổi tần gồm hai phần : tạo dao động ngoại sai và trộn tần. Sơ đồ khối được mô tả như hình 2.8.

Lí thuyết đã chứng minh rằng nếu cộng (trộn) hai dao động ở hai tần số f_1 và f_2 trên một phần tử phi tuyến (diốt hay tranzito) thì sẽ nhận được ở đầu ra



Hình 2.8. Sơ đồ khối đổi tần.