

BỘ GIAO DỤC & ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ
--- oOo ---



GIÁO TRÌNH

**THIẾT BỊ ĐẦU
CUỐI VIỄN THÔNG**

Tác giả: ThS. TRẦN VIỆT THẮNG

09/2007

Chương I

MÁY THU THANH

Máy thu thanh là một thiết bị điện tử hoàn chỉnh dùng để thu nhận sóng radio mang thông tin, phục hồi lại tín hiệu thông tin ban đầu và khuếch đại đến giá trị yêu cầu và đưa ra loa.

Khi nghiên cứu về máy thu thanh, người ta thường đề ý đến các thông số kỹ thuật sau:

- Độ nhạy : là sức điện động nhỏ nhất trên Anten E_A để máy thu làm việc bình thường. Những máy thu có chất lượng cao thường có độ nhạy E_A nằm trong khoảng $0,5 \mu V \rightarrow 10 \mu V$. Ngoài ra máy thu còn phải có khả năng chọn lọc và nén tạp âm, tức là đảm bảo tỷ số S/N ở mức cho phép. Thông thường thì để thu tốt thì biên độ tín hiệu phải lớn hơn tạp âm ít nhất 10 lần (tức 20 dB).
- Độ chọn lọc: là khả năng chọn lọc các tín hiệu cần thu và tín hiệu cần loại bỏ cũng như các tạp âm tác động vào Anten. Độ chọn lọc thường được thực hiện bằng những mạch cộng hưởng, phụ thuộc vào số lượng, chất lượng cũng như độ chính xác khi hiệu chỉnh.
- Dải tần của máy thu: 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 thanh thường có các dải sóng sau:

+ Sóng dài: LW 150KHz $\rightarrow$ 408KHz

+ Sóng trung: MW: 525KHz $\rightarrow$ 1605KHz

+ Sóng ngắn: SW: 4MHz $\rightarrow$ 24MHz

Bảng sóng ngắn thường được chia làm 3 loại sóng

- SW1: 3,95MHz $\rightarrow$ 7,95MHz
- SW2: 8MHz $\rightarrow$ 16MHz
- SW3: 16MHz $\rightarrow$ 24MHz

+ Sóng cực ngắn: FM: 65,8 $\rightarrow$ 73MHz

và 087,5 $\rightarrow$ 104 Mhz

- Méo tần số: là khả năng khuếch đại ở những tần số khác nhau sẽ khác nhau do trong sơ đồ máy thu có các phần tử L, C. Méo tần số có thể đánh giá bằng đặc tuyến tần số. Ở các máy thu điều biên AM thì dải tần âm thanh chỉ vào khoảng

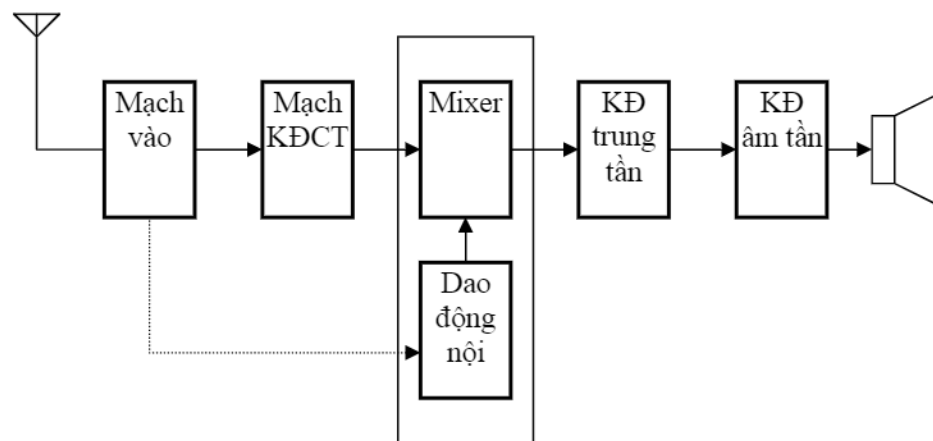
40Hz $\rightarrow$ 6KHz; còn với máy thu điều tần FM thì dải tần âm thanh có thể từ 30Hz $\rightarrow$ 15KHz.

Ngoài ra người ta còn quan tâm đến các thông số khác như méo phi tuyến và công suất ra của máy thu thanh.

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

Căn cứ vào cấu trúc sơ đồ mà người ta chia máy thu thanh thành 2 loại:

- Máy thu thanh khuếch đại thẳng : tín hiệu cao tần từ Anten được khuếch đại thẳng và đưa đến mạch tách sóng, mạch khuếch đại âm tần mà không qua mạch đổi tần. Đối với dạng này, cấu trúc sơ đồ của máy đơn giản nhưng chất lượng thu sóng không cao, độ chọn lọc kém, không ổn định và khả năng thu không đồng đều trên cả băng sóng. Vì vậy, hiện nay loại máy thu này gần như không còn được sử dụng.
- Máy thu đổi tần : tín hiệu cao tần được điều chế do Anten thu được được khuếch đại lên và biến đổi về một tần số trung gian không đổi gọi là trung tần. Trung tần thường được chọn thấp hơn cao tần. Tín hiệu trung tần sau khi đi qua vài bộ khuếch đại trung tần sẽ được đưa đến mạch tách sóng, mạch khuếch đại âm tần và đưa ra loa. Sơ đồ khối của một máy thu đổi tần có dạng như sau:



Hình 1.1 Sơ đồ khối máy thu đổi tần

Máy thu đổi tần có những ưu điểm sau:

- Độ khuếch đại đồng đều hơn trên cả băng sóng vì tần số trung tần tương đối thấp và ổn định 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 cũng như các nhiễu khác nhờ có mạch cộng hưởng, tần số cộng hưởng được điều chỉnh đúng bằng tín hiệu cần thu f_0 .
- Khuếch đại cao tần : nhằm mục đích khuếch đại bước đầu cho tín hiệu cao tần thu được từ Anten.
- Bộ đổi tần: gồm mạch dao động nội và mạch trộn tần. Khi trộn 2 tần số dao động nội f_n và tín hiệu cần thu f_0 ta được tần số trung gian hay còn gọi là trung tần, giữa tần số dao động nội và tần số tín hiệu cần thu

$$f_{tt} = f_n - f_0 = \text{const}$$

Khi tần số tín hiệu từ đài phát thay đổi từ $f_{0\min} \rightarrow f_{0\max}$ thì tần số dao động nội cũng phải thay đổi từ $f_{n\min} \rightarrow f_{n\max}$ để đảm bảo hiệu số giữa chúng luôn là hằng số.

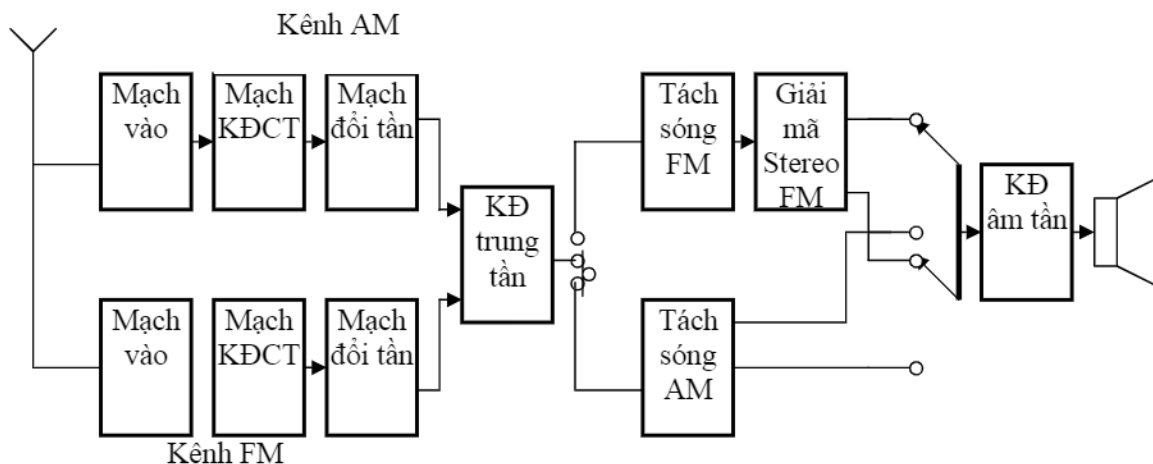
Đối với máy thu điều biên (AM): $f_{tt} = 465\text{KHz}$ hay 455KHz

Đối với máy thu điều tần (FM): $f_{tt} = 10,7\text{MHz}$

- Bộ khuếch đại trung tần: có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu trung tần đến một giá trị đủ lớn để đưa vào mạch tách sóng. Đây là một tần khuếch đại chọn lọc, tải là mạch cộng hưởng có tần số cộng hưởng đúng bằng trung tần.
- Tần tách sóng: có nhiệm vụ tách tín hiệu âm tần ra khỏi tín hiệu sóng mang cao tần, sau đó đưa tín hiệu vào mạch khuếch đại âm tần.

• SƠ ĐỒ KHỐI CỦA MÁY THU AM VÀ FM STEREO

Hầu hết các máy thu thanh hiện nay đều có 2 chức năng: thu sóng điều biên AM và thu sóng cực ngắn FM Stereo. Sơ đồ khối của máy thu có dạng như sau:



Hình 1.2 Sơ đồ khối máy thu AM, FM Stereo

Trong máy thu thanh hai băng sóng AM & FM có 2 đôi tần riêng biệt, 2 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 FM là 10,7M.

Đối với mạch tách sóng tần số: thường sử dụng sơ đồ tách sóng tỉ lệ vì có độ nhạy cao và giảm được đầy biên ký sinh.

Khởi giải mã stereo: có nhiệm vụ giải mã tín hiệu tổng R+L và hiệu R-L từ ngõ ra của mạch tách sóng để phục hồi lại tín hiệu hai kênh riêng biệt R & L.

II.MẠCH VÀO:

Là mạch mắc giữa Anten và tần đầu tiên của máy thu, có nhiệm vụ chủ yếu là nhận tín hiệu từ Anten, chọn lọc các tín hiệu cần thu, do vậy mạch vào thường là mạch cộng hưởng. Những yêu cầu cơ bản đối với mạch vào:

- Hệ số truyền đạt lớn và ổn định trên toàn băng sóng :

$$K_V = \frac{U_V}{E_A}$$

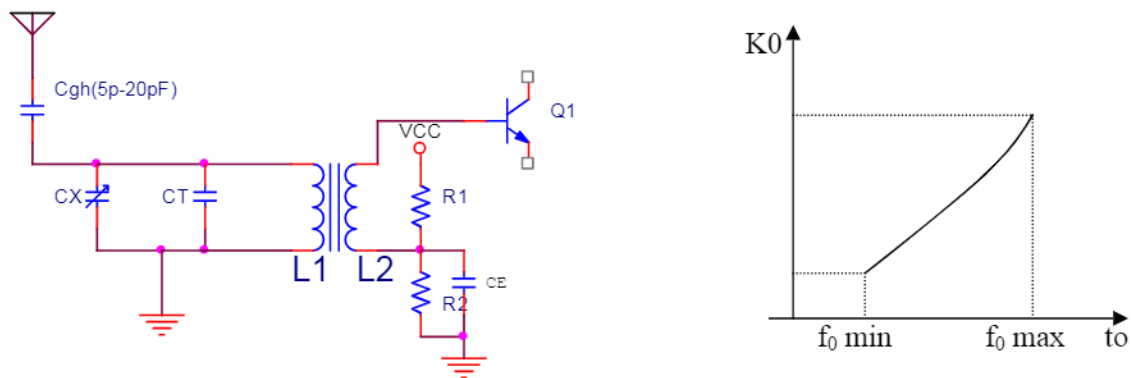
U_V : điện áp đưa đến máy thu.

E_A : suất điện động cảm ứng trên Anten.

- Đảm bảo điện độ chọn lọc: chọn lọc tần số lân cận, tần số ảnh $f_a = f_0 + 2f_{tt}$, và chọn lọc tần số lọc thẳng.
- Đảm bảo độ méo tần số cho phép trong dải tần số làm việc từ $f_{omin} \rightarrow f_{omax}$.

II.1) Mạch vào ghép điện dung:

Sơ đồ mạch và đáp ứng tần số



Hình 1.3 Sơ đồ mạch ghép nối điện dung & đáp ứng tần số

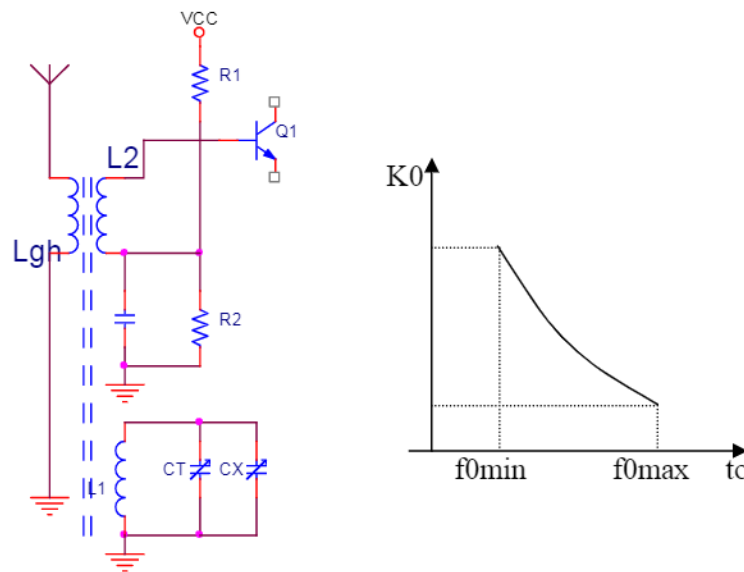
Anten được nối với mạch cộng hưởng thông qua điện dung ghép C_{gh} . Mạch cộng hưởng là một khung cộng hưởng LC, gồm một tụ xoay C_x , một tụ tĩnh chỉnh C_T và một cuộn dây L_1 . Tần số cộng hưởng được điều chỉnh bằng đúng bằng tần số tín hiệu cần thu f_0 . Qua cuộn ghép cao tần $L_1: L_2$, tín hiệu thu được được đưa đến cực Base của mạch khuếch đại cao tần.

Trị số của điện dung ghép $C_{gh} = 5 \rightarrow 30\text{pF}$

Nhược điểm : Hệ số truyền đạt không đồng đều trên cả băng sóng.

II.2) Mạch vào ghép điện cảm với Anten.

Sơ đồ mạch và đáp ứng tần số:



Hình 1.4 Sơ đồ mạch ghép nối điện cảm & đáp ứng tần số

Tín hiệu từ Anten qua cuộn ghép L_{gh} cảm ứng qua mạch cộng hưởng gồm tụ C_x , C_T và cuộn dây L_1 . Mạch cộng hưởng được điều chỉnh để chọn lọc lấy tín hiệu cần thu và cảm ứng sang cuộn L_2 để đưa đến cực Base của mạch khuếch đại cao tần.

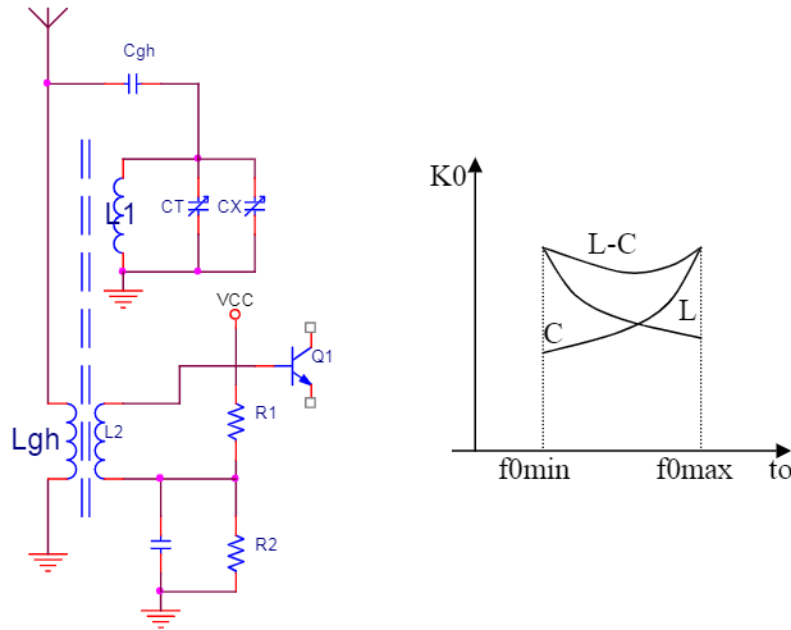
Hệ số truyền đạt của mạch vào dạng này tỉ lệ với hệ số phẩm chất của khung cộng hưởng LC. Muốn tăng độ nhạy của mạch phải tăng L_1 và giảm L_{gh} , nhưng L_1 cũng không thể tăng quá lớn mà phải chọn dung hòa hai giá trị này để tránh ảnh hưởng đến tần số cộng hưởng của mạch.

Nhược điểm của mạch ghép điện cảm là hệ số truyền dẫn cũng không đồng đều trên toàn băng sóng. Tuy nhiên so với mạch ghép điện dung thì mạch này có độ chọn

lọc cao hơn và hệ số truyền dẫn cũng đồng đều hơn nên được sử dụng rộng rãi trong thực tế.

II.3) Mạch ghép hỗn hợp điện cảm – điện dung:

Sơ đồ mạch và đáp ứng tần số :



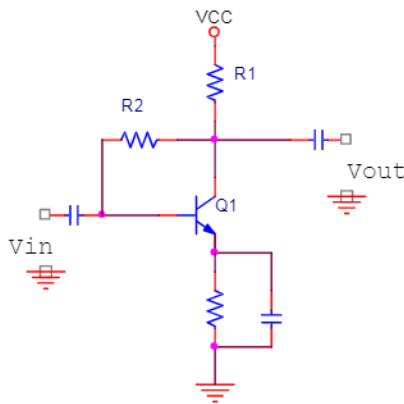
Hình 1.5 Sơ đồ mạch ghép nối hỗn hợp điện cảm-điện dung

Đây là dạng mạch vào sử dụng đồng thời cả tụ C_{gh} , và điện cảm L_{gh} do đó tận dụng được các ưu điểm và bù trừ được hệ số truyền đạt trên toàn băng sóng cho nên hệ số truyền đạt của toàn mạch sẽ phẳng hơn đối với các máy thu có nhiều băng sóng, khi chuyển băng sóng phải thay đổi cả cuộn cộng hưởng L_1C và cuộn cảm ứng L_2 tương ứng. Một số máy thu chất lượng cao ở mạch vào còn có thêm bộ lọc khử nhiễu lọt thẳng, tức là nhiễu có tần số đúng bằng trung tần.

III. MẠCH KHUẾCH ĐẠI CAO TẦN

Bộ khuếch đại cao tần có nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu điều chế cao tần đến một giá trị nhất định để đưa cho bộ đổi tần, các mạch khuếch đại cao tần thường được mắc kiểu CE hoặc CB. Đối với băng sóng AM thì kiểu mắc CE là thích hợp vì tận dụng được hệ số khuếch đại cao của dạng ghép này, còn đối với băng sóng FM thì kiểu ghép CB là thích hợp hơn vì có băng thông làm việc rất rộng. Tầng khuếch đại cao tần cũng có thể là tầng khuếch đại không cộng hưởng với tải là điện trở, điện cảm hoặc R-L hay biến áp nhưng phổ biến hơn cả vẫn là tải cộng hưởng tại một tần số nào đó.

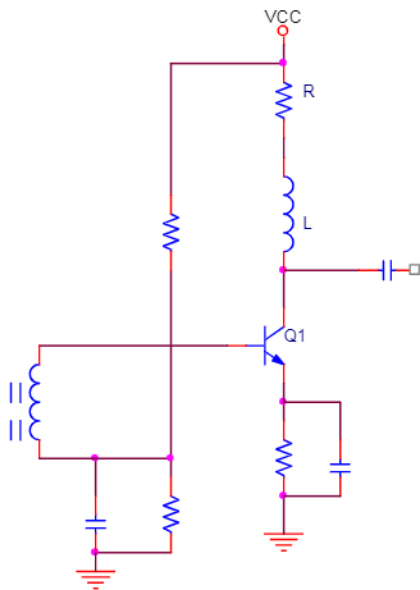
- Sơ đồ mạch khuếch đại cao tần với tải là điện trở:



Hình 1.6 Mạch khuếch đại cao tần tải điện trở

Đây là bộ khuếch đại dải rộng, có hệ số khuếch đại tương đối đồng đều trong một dải rộng từ vài chục đến vài MHz, tuy nhiên mạch không có khả năng chọn lọc tần số. Điện trở tải R_1 thường được sử dụng trong khoảng vài $k\Omega$.

- Sơ đồ mạch khuếch đại cao tần với tải là cuộn cảm mắc nối tiếp với điện trở R



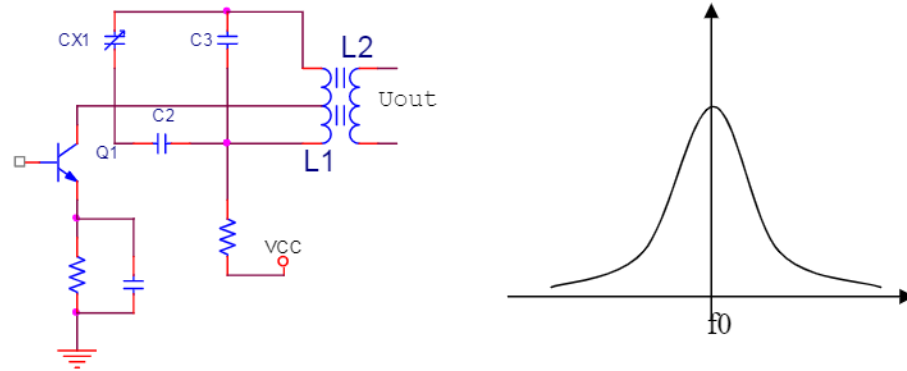
Đối với dạng mạch này thì khi tần số tín hiệu thu tăng thì X_L sẽ tăng theo $\Rightarrow Z = R + X_L$ tăng điều này sẽ làm tăng hệ số khuếch đại của toàn mạch.

Hình 1.7 mạch khuếch đại cao tần với tải là cuộn cảm mắc nối tiếp với điện trở R

Trong thực tế mạch khuếch đại cao tần với tải cộng hưởng là dạng mạch được sử dụng rộng rãi hơn cả, mạch này đảm nhận cả nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu và chọn lọc tần số.

Tải của mạch khuếch đại cao tần có thể là mạch cộng hưởng đơn hoặc mạch cộng hưởng kép với tần số cộng hưởng cố định hoặc có thể điều chỉnh được.

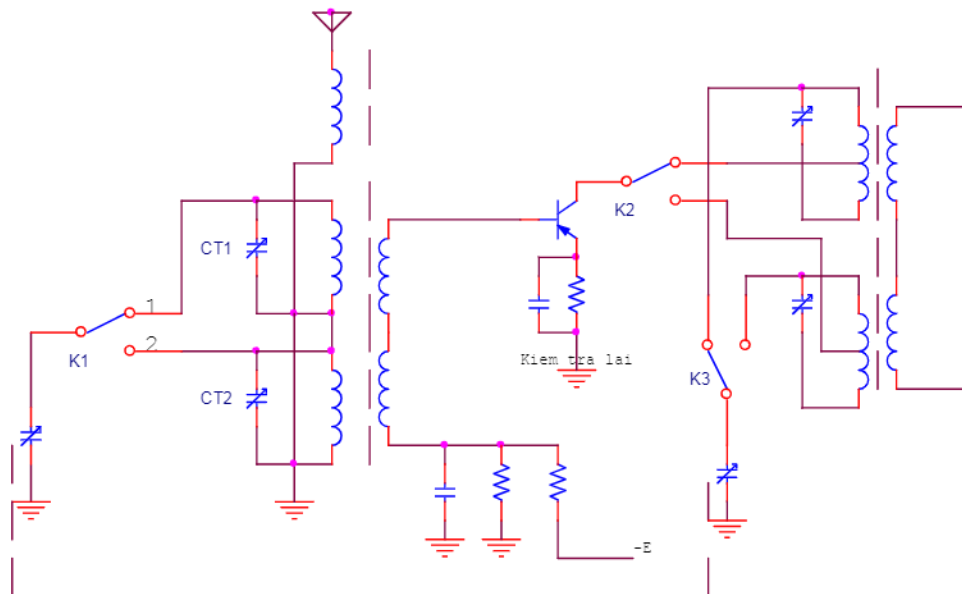
Xem sơ đồ mạch khuếch đại cao tần với tải là mạch cộng hưởng đơn:



Hình 1.8 mạch khuếch đại cao tần với tải là mạch cộng hưởng đơn

Tải của mạch là khung cộng hưởng L_1C , cực C của transistor được mắc vào một phần của cuộn L_1 . Tại tần số cộng hưởng f_0 , hệ số khuếch đại của mạch là lớn nhất, khi lệch ra khỏi tần số cộng hưởng hệ số khuếch đại của mạch giảm nhanh chóng, vì vậy mạch có tính chọn lọc với tần số tín hiệu cần thu và loại bỏ các tín hiệu tần số khác và nhiễu.

Bộ khuếch đại cao tần làm việc ở một dải tần rộng nên khó đảm bảo được hệ số khuếch đại đồng đều, cho nên trong các máy thu chất lượng cao thường dùng mạch khuếch đại cao tần 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 tụ xoay đồng trục.



Ở bảng sóng 1, các chuyển mạch K_1 , K_2 , K_3 đều ở vị trí 1, ở bảng sóng 2 các chuyển mạch này sẽ được nối vị trí 2.

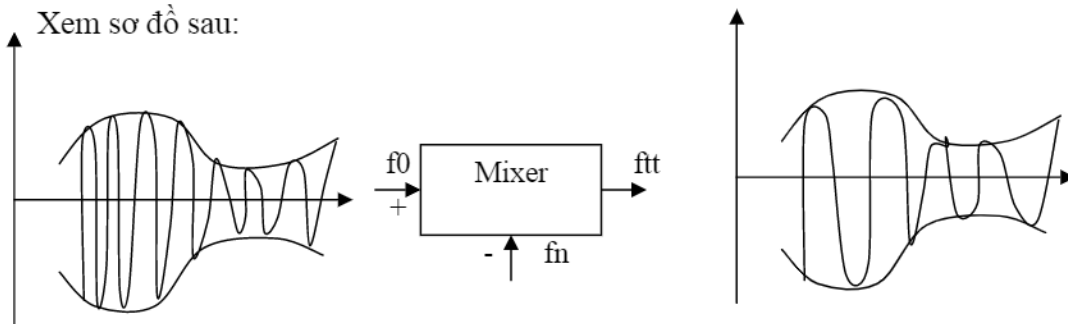
IV. MẠCH ĐỔI TẦN

Mạch đổi tần là mạch biến đổi tín hiệu cao tần điều chế thành các tín hiệu có 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 tần số sóng mang.

Mạch đổi tần gồm 2 phần: Mạch tạo dao động nội và mạch đổi tần (trộn tần).

Xem sơ đồ sau:



Hình 1.9 Tín hiệu trước và sau trộn tần

Người ta đã chứng minh rằng nếu trộn 2 tín hiệu có tần số khác nhau là f_1 và f_2 trên một phần tử phi tuyến thì sẽ nhận được ở đầu ra ngoài thành phần f_1 , f_2 còn xuất hiện các thành phần tổng f_1+f_2 và hiệu f_1-f_2 . Nếu dùng mạch lọc cộng hưởng ta dễ dàng nhận được tín hiệu có tần số hiệu f_1-f_2 , và tần số hiệu này cũng chính là trung tần.

Để tín hiệu trung tần có tần số cố định khi tín hiệu thu từ Anten có tần số f_0 biến đổi thì tần số dao động nội cũng phải thay đổi tương ứng, trong máy thu thanh người ta giải quyết vấn đề này bằng cách sử dụng các tụ xoay đồng trục ở mạch vào và mạch dao động nội.

Ở máy thu AM, $f_{tt} = 465\text{KHz}$ hoặc 455KHz và người ta thường chọn $f_n > f_0$ đúng bằng 1 trung tần. Ngược lại ở máy thu FM do tần số sóng mang cao nên người ta thường chọn $f_n < f_0$ đúng bằng $10,7\text{ MHz} = f_{tt}\text{ FM}$

Có 2 dạng mạch đổi tần thông dụng: dạng dùng 1 transistor vừa làm nhiệm vụ tạo dao động nội vừa làm nhiệm vụ trộn tần, dạng thứ 2 là dùng 2 transistor riêng biệt để làm 2 nhiệm vụ trên.

Trong hầu hết các sơ đồ mạch, mạch dao động nội thường dùng là khung cộng hưởng LC. Tần số dao động nội được xác định theo công thức:

$$f_n = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ Hz} \text{ và để thay đổi tần số này người ta thường thay đổi tụ C}$$