BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP QUẢNG NINH

TS. Nguyễn Thế Vĩnh (Chủ biên)
ThS. Trần Văn Thương

TaiLieu.vn

GIÁO TRÌNH

KỸ THUẬT AUDIO-VIDEO

(DÙNG CHO BẬC ĐẠI HỌC)

QUẢNG NINH - 2017

LỜI NÓI ĐẦU

Thông tin vô tuyến sử dụng khoảng không gian làm môi trường truyền dẫn. Phương pháp chung là phía phát bức xạ các tín hiệu thông tin qua không gian bằng sóng điện từ, phía thu nhận sóng điện từ, xử lý và khôi phục lại tín hiệu gốc. Những yếu tố đó đã mở ra một kỷ nguyên thông tin vô tuyến cao tần đại quy mô. Vào năm 1960, phương pháp chuyển tiếp qua vệ tinh đã được thực hiện và phương pháp chuyển tiếp bằng tán xạ qua tầng đối lưu của khí quyển đã xuất hiện. Do những đặc tính ưu việt của mình, như dung lượng lớn, phạm vi thu rộng, hiệu quả kinh tế cao, thông tin vô tuyến nói chung và kỹ thuật audio - video nói riêng đã được sử dụng rất rộng rãi trong phát thanh truyền hình quảng bá.

Ngày nay cùng với sự phát triển mạnh mẽ của các hệ thống thông tin khác như thông tin di động, vi ba số, cáp quang, thông tin vệ tinh…v.v, kỹ thuật audio - video vẫn tiếp tục đóng vai trò quan trọng và được phát triển ngày càng hoàn thiện với những công nghệ đáp ứng được những đòi hỏi không những về mặt kết cấu mà cả về mặt truyền dẫn, xử lý tín hiệu, bảo mật thông tin.

Môn học Kỹ thuật audio – video là học phần trong chương trình đào tạo bậc Đại học chuyên ngành Công nghệ kỹ thuật điện - điện tử của trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh. Giáo trình được xây dựng phục vụ cho công tác đào tạo, là tài liệu phục vụ cho việc học tập của Sinh viên và tạo sự thống nhất trong quá trình giảng dạy của Giảng viên.

Giáo trình "Kỹ thuật audio - video" được xây dựng và biên soạn dựa trên các tài liệu tham khảo đã được liệt kê ở trang cuối của giáo trình. Nội dung giáo trình đề cập đến những kiến thức cơ bản về kỹ thuật audio và video. Ngoài ra giáo trình còn giới thiệu về một số mạch điện nguyên lý để sinh viên có thể tham khảo, nghiên cứu và vận dụng trong thực tế.

Giáo trình do tác giả: TS. Nguyễn Thế Vĩnh Chủ biên
ThS. Trần Văn Thương

Tuy các tác giả đã có nhiều cố gắng khi biên soạn, nhưng giáo trình không tránh khỏi những khiếm khuyết. Chúng tôi xin tiếp thu nhiều ý kiến đóng góp mong nhận được của bạn đọc để giáo trình sẽ được hoàn thiện hơn.

Mọi góp ý xin gửi về địa chỉ: Bộ môn Kỹ thuật điện - Điện tử, trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh.

Quảng Ninh, năm 2017

Chương 1

KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ TÍN HIỆU AUDIO

1.1. Định nghĩa

1.1.1. Âm thanh tự nhiên

Âm thanh là những biến đổi áp suất nhanh xảy ra trong không khí do nhiều quá trình tự nhiên gây nên. Tiếng chim hót, tiếng gió thổi, tiếng lá rơi, tiếng nước chảy ... đều là những âm thanh tự nhiên.

Nhiều thiết bị do con người chế tạo cũng có thể gây ra những biến đổi áp suất tương tự đều tạo ra âm thanh, đôi khi là âm thanh có chủ định nhưng cũng có những âm thanh do khách quan. Âm thanh do nhạc cụ hay do tiếng trống tạo ra là những âm thanh chủ định nhưng âm thanh do tiếng máy nổ gây ra khi vận hành là âm thanh do khách quan.

Tai người phản ứng lại với những biến đổi áp suất không khí ở khoảng tần số 20Hz đến 20kHz sau đó đưa lên não cảm nhận được đó chính là âm thanh.

Âm thanh chuyển động trong không khí theo nguyên tắc truyền sóng và những biến đổi áp suất âm thanh được gọi là sóng âm và sóng âm là loại sóng tương tự.

Ở nhiệt độ 20°c và trong điều kiện áp suất bình thường thì sóng âm chuyển động với vận tốc là 340m/s. Nếu sóng âm là các dao động điều hòa thì trong khoảng thời gian một chu kỳ, sóng âm lan truyền được một khoảng đường gọi là bước sóng λ.

Bước sóng được tính theo công thức:

$$\lambda = c.T = -\frac{c}{f} \qquad (1.1)$$

c: Vận tốc của âm thanh (m/s)

T: Chu kỳ dao động (s)

f: Tần số (Hz)

Thí dụ: Ở tần số 20Hz, bước sóng là λ max = $\frac{340}{20} = 17m$

Ở tần số 20kHz, bước sóng là λ min = $\frac{340}{20} = 1{,}7m$

Âm thanh khi cho tác động lên thiết bị điện thanh như micro sẽ tạo thành tín hiệu điện và gọi là tín hiệu âm thanh. Tín hiệu âm thanh có biên độ tỷ lệ theo mức thay đổi áp suất không khí, tần số thay đổi theo bước sóng âm.

1.1.2. Thính giác con người

Chất lượng âm thanh được đánh giá trên cơ sở thụ cảm của thính giác. Do đó, ngoài những đặc trưng vật lý mang tính khách quan của tín hiệu âm thanh, cần phải nghiên cứu ảnh hưởng của nó đến cảm giác chủ quan của người nghe.

Những tín hiệu dao động điều hòa có 3 đại lượng đặc trưng là biên độ, tần số và pha. Thực nghiệm cho thấy pha của các dao động điều hòa ít ảnh hưởng đến cảm giác của người nghe nên thường không đề cập đến.

Tần số của tín hiệu gây ra cảm giác gọi là độ cao của âm. Nếu tăng dần tần số tín hiệu âm thanh từ 20Hz đến 20kHz sẽ tạo cảm giác tăng dần độ cao của âm thanh từ trầm nhất đến bổng nhất.

Biên độ của sóng âm thanh lan truyền trong môi trường là biên độ của thanh áp hay biên độ của tốc độ di chuyển. Biên độ tạo ra cảm giác về độ lớn của tín hiệu âm thanh (âm lượng).

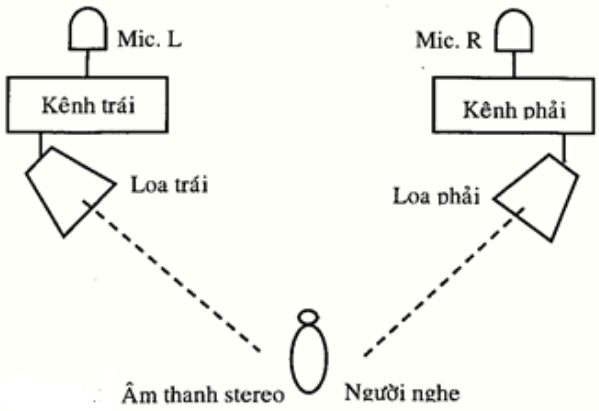
1.1.3. Âm nhạc

Các âm thanh theo chu kỳ ở những tần số nào đó dễ chịu với thính giác, khi kết hợp nhau theo một cách thích hợp sẽ tạo ra hiện tượng gọi là âm nhạc. Các tính năag cơ bản của âm cao độ hầu hết các bài nhạc được phân chia theo nốt nhạc, đây là ký hiệu của âm thanh ở một tần số riêng. Tần số này là cao độ của nốt nhạc. Âm sắc nốt nhạc bao gồm một tần số cơ bản, vài sóng hài (họa tần), những tần số liên quan và sự biến điệu của biên độ và tần số của một hay nhiều thành phần khác. Sự kết hợp này tạo ra cảm giác gọi là âm sắc. Đây là đặc tính để phân biệt âm thanh của những nhạc cụ khác nhau khi những nhạc cụ này chơi cùng một nốt nhạc. Để tái tạo lại đủ âm sắc của âm thanh, độ rộng của dải băng tần phải rộng nhất (20Hz đến 20kHz). Nhịp điệu tốc độ chơi của một chuỗi nốt nhạc được gọi là nhịp điệu. Nhịp điệu không cần chính xác như cao độ. Thay đổi nhịp điệu của bài nhạc nhanh hay chậm hơn nhưng cao độ vẫn không đổi.

1.2. Audio đa kênh

Hai hay nhiều kênh mô phỏng những âm thanh từ cùng một nguồn với cùng sự phân bổ không gian tạo ra những âm thanh gần với thực tiễn hơn vì người nghe có thể cảm nhận được tính có hướng của âm thanh.

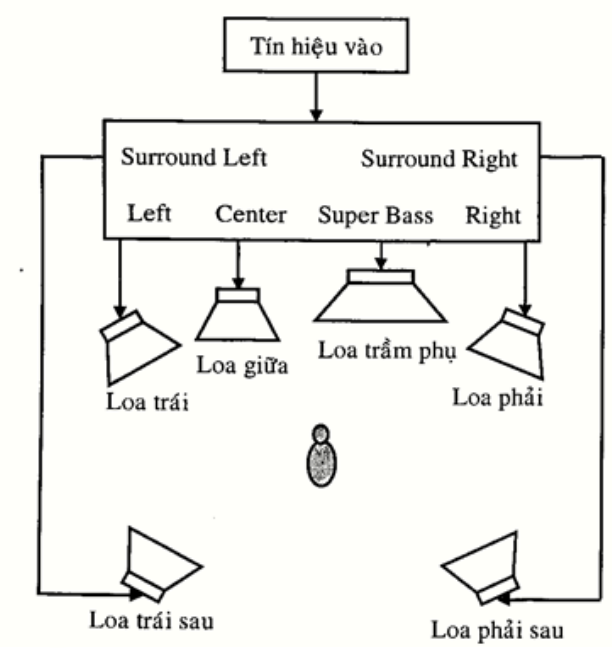
Âm thanh hai kênh (phải R và trái L) gọi là âm thanh nổi (stereo), được dùng rộng rãi trong ghi/phát cả trong phát thanh và truyền hình.



Hình 1-1. Âm thanh stereo

Hiện nay, người ta áp dụng nguyên lý âm thanh vòm hay âm thanh xoay vòng (surround) thêm kênh phát âm phía sau người nghe. Âm thanh xoay vòng loại 4.1

(gồm 4 loa và 1 loa trầm phụ - sub woofer) hay 5.1 (gồm 5 loa và 1 loa trầm phụ) sẽ tạo hiệu ứng âm thanh thật trung thực và sống động, người nghe cảm nhận như đang ở trong không gian thực.



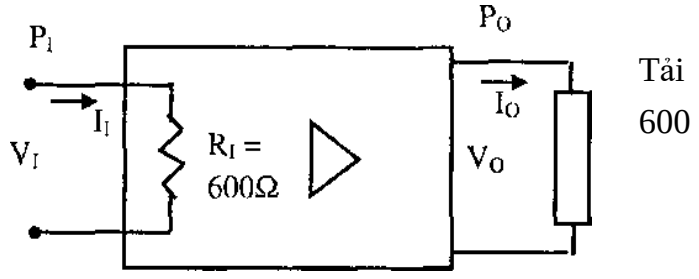
Hình 1-2. Âm thanh xoay vòng

1.3. Vấn đề đo biên độ của âm tần

Trong kỹ thuật điện tử, để đo độ khuếch đại của mạch điện tử, đáp ứng biên độ của mạch lọc... người ta thường dùng đơn vị deciBel (dB; l deciBel = 0,l Bel).

Để đo biên độ âm tần, người ta cũng dùng đơn vị này và qui định điện trở tải có trị số là 600Ω.

Đối với ngõ vào của mạch, nếu muốn tính theo đơn vị này cũng phải có tổng trở là 600Ω.



Hình 1-3. Quy định tải và tổng trở vào

Đơn vị dB được định nghĩa: Nếu có công suất p = lmW ra trên điện trở tải R = 600Ω thì điện áp âm tần trên tải là 0 dB.

Ta có công thức: $p = RI^2 = \frac{U^2}{R}$ (1.2)

Suy ra: $U^2 = PR$ hay $U = \sqrt{P.R}$

Như vậy: U = $\sqrt{10^{-3}.600}$= 0,775V = OdB

Trường hợp tính gần đúng thì có thể qui tròn 1V ≈ OdB. Độ khuếch đại công suất được tính theo công thức: $A_p = \frac{p_o}{p_i}$ (1.3)

Người ta cảm nhận âm thanh không tỉ lệ tuyến tính theo công suất mà theo hàm logarit thập phân.

Độ khuếch đại tính theo dB là:

$$A_P(dB) = 10log\frac{P_0}{P_i} \quad (\log 10 = 1;\ \log 1 = 0)$$

$$\rightarrow A_P = 10log\frac{\frac{{U_o}^2}{R_0}}{\frac{{U_1}^2}{R_1}} = 10log\frac{{U_0}^2}{{U_i}^2}\ (do\ R_0 = R_1)$$

$$\rightarrow \quad A_P = 10log\left(\frac{U_0}{U_i}\right)^2 = 20log\frac{U_0}{U_1}$$

Trên các thiết bị thu phát âm tần, người ta không ghi đơn vị là Volt mà ghi là dB (với ngõ vào Ui = 1V ≈ OdB).

Thí dụ: Nếu có:Uo = 1V => Ap = 0dB

Nếu có: Uo = 10V =>Ap= +20dB

Nếu có: Uo = 100V =>Ap = +40dB

Nếu có: Uo = 0,1V =>Ap = -20dB

Nếu có: Uo = 0,01V =>Ap = -40dB

1.4. Linh kiện điện thanh

1.4.1. Micro điện động

Micro là loại thiết bị điện từ dùng để đổi chấn động âm thanh ra dòng điện xoay chiều (còn gọi là tín hiệu âm tần). Micro còn có tên khác là linh kiện điện thanh, dùng để đổi âm thanh ra dòng điện.

Về cấu tạo, micro gồm có một màng rung làm bằng polystirol có gắn một ống dây nhúng đặt nằm trong từ trường của một nam châm vĩnh cửu.

Khi có chấn động âm thanh tác động vào màng rung của micro thì cuộn dây sẽ dao động trong từ trường của nam châm. Lúc đó, từ thông qua cuộn dây thay đổi và cuộn dây sẽ cảm ứng cho ra dòng điện xoay chiều. Dòng điện xoay chiều này do âm thanh tạo ra nên gọi là dòng điện âm tần.

Dòng điện âm tần do micro tạo ra có biên độ cao hay thấp tùy cường độ âm thanh tác động vào micro lớn hay nhỏ, tần số của dòng điện cao hay thấp tuỳ âm điệu bổng hay trầm.

Micro có các đặc tính sau:

- Độ nhạy mV/µbar ở tần số f = 1kHz
- Dãy tần số 50 c/s ÷15kHz
- Tổng trở micro có tổng trở thấp từ 200Ω đến 600Ω, tổng trở cao từ 2kΩ, đến 20kΩ.

1.4.2. Loa điện động

Loa là thiết bị điện từ dùng để đổi dòng điện âm tần ra chấn động âm thanh. Loa cũng được gọi là linh kiện điện thanh.

Về cấu tạo, loa gồm có một nam châm vĩnh cửu để tạo ra từ trường đều, một cuộn dây được đặt nằm trong từ trường của nam châm và cuộn dây được gắn đính với màng loa, màng loa có dạng hình nón làm bằng loại giấy đặc biệt. Cuộn dây có thể rung động trong từ trường của nam châm.

Khi có dòng điện âm tần vào cuộn dây loa, cuộn dây tạo ra từ trường tác dụng lên từ trường của nam châm vĩnh cửu sinh ra lực điện từ hút hay đẩy cuộn dây làm rung màn loa và tạo ra các chấn động âm thanh lan truyền trong không khí. Âm thanh do loa phát ra lớn hay nhỏ là do dòng điện âm tần vào cuộn dây mạnh hay yếu, âm điệu trầm bổng là do dòng điện âm tần có tần số thấp hay cao.

Loa có các đặc tính sau:

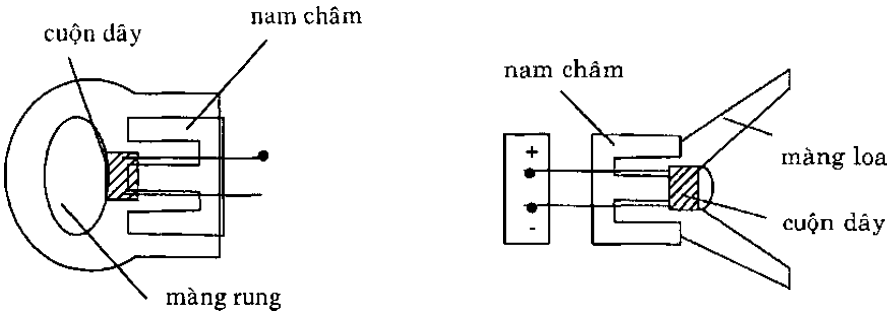
Tổng trở thường là 4Ω, 8Ω, 16Ω, 32Ω

- Công suất định mức từ vài trăm mW đến vài trăm W.
- Dãy tần làm việc:

Loa trầm (woofer): màng loa có khối năng lượng nặng và phát ra các âm trầm tần số từ 20Hz ÷ 1000Hz.

Loa bổng (tweeter): dạng còi, màng kim loại chuyên phát ra âm bổng tần số từ 3kHz ÷ 15kHz.

Loa trung bình (mid range) tròn hay dẹp màng giấy phát ra các tần số từ 200Hz ÷ 10Hz.



Hình 1-4. Cấu tạo của micro và loa

Hình 1-5. Hình dáng micro và loa

Câu hỏi ôn tập chương 1

Câu 1: Định nghĩa âm thanh xác định biểu thức bước sóng cho ví dụ minh họa?
Câu 2: Tìm hiểu và so sánh các sơ đồ của Audio đa kênh?
Câu 3: Thế nào là đo biên độ của âm tần?
Câu 4: Tình bày cấu tạo của micro và loa điện động?

TaiLieu.vn

Chương 2

MẠCH KHUẾCH ĐẠI AUDIO BIÊN ĐỘ NHỎ

2.1. Đại cương

2.1.1. Đặc trưng cơ bản

Mạch khuếch đại có ký hiệu như hình 2-1 Năng lượng ở ngõ vào và ra thường được gọi là tín hiệu vào và tín hiệu ra. Tín hiệu vào và tín hiệu ra có thể ở dạng điện áp hay cường độ dòng điện và được ký hiệu là Vi, Vo hay Ii, Io

Hình 2-1. Ký hiệu của mạch khuếch đại

Những đặc trưng cơ bản của mạch tiền khuếch đại âm tần:

Hệ số khuếch đại A (dB)

Đặc tính truyền đạt tần số và đặc tính pha

Đặc tính biên độ

Dải động và mức nhiễu

Méo phi tuyến.

2.1.2 Hệ số khuếch đại A (dB)

Hệ số khuếch đại điện áp của mạch được định nghĩa:

$$A_V = \frac{V_0}{V_i} \tag{2.1}$$

Trong việc chuẩn hóa, độ khuếch đại thường được tính theo đơn vị dB bởi công thức:

$$A_P(dB) = 10log\frac{P_0}{P_i} \qquad (\log 10 = 1;\ \log 1 = 0)$$

$$\rightarrow A_P(dB) = 10log\frac{\frac{{U_0}^2}{R_0}}{\frac{{U_i}^2}{R_i}} = 10log\frac{{U_0}^2}{{U_i}^2}\ (do\ R_0 = R_1)$$

$$\rightarrow A_P(dB) = 10log\left(\frac{U_0}{U_i}\right)^2 = 20log\frac{U_0}{U_1}$$

2.1.3. Đặc tính truyền đạt A (dB)

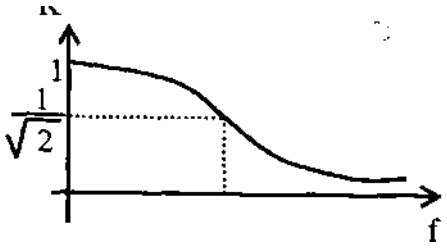
Hệ số khuếch đại điện áp Av thường được tính ở tần số chuẩn của âm tần là 1kHz, trong khi đặc tính truyền đạt mô tả dạng tín hiệu ra theo tín hiệu vào trong suốt dải âm tần (từ 20Hz đến 20kHz) và được biểu thị bằng hệ số truyền đạt K.

Hệ số truyền đạt K được tính bằng tỉ lệ giữa độ lợi ở tần số đang xem xét Ai với độ lợi ở tần số chuẩn (1kHz) Ao.

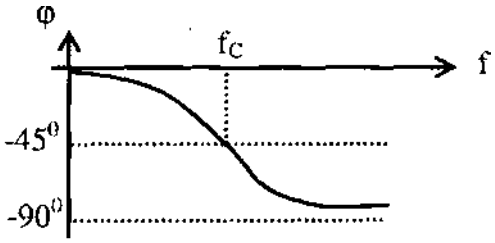
$$K = \frac{A_i}{A_0} \tag{2.2}$$

hay K(dB) = 20log K

Méo dạng tín hiệu do biên độ ra không đều trong suốt dải tần, gọi là méo tần số, được tính bằng dB. Méo dạng tín hiệu do sự dịch pha tín hiệu ra, gọi là méo pha.



Hình 2-2. Đáp ứng biên độ



Hình 2-3. Đáp ứng pha

Sự méo pha thường xảy ra ở vùng tần số thấp và tần số cao.

Hai loại méo trên xảy ra trên các linh kiện tuyến tính được gọi chung là méo tuyến tính.

2.1.4. Đặc tính biên độ - Dải động -Nhiễu

Đặc tính biên độ của mạch khuếch đại là quan hệ giữa điện áp ra theo điện áp vào (Vo/Vi).

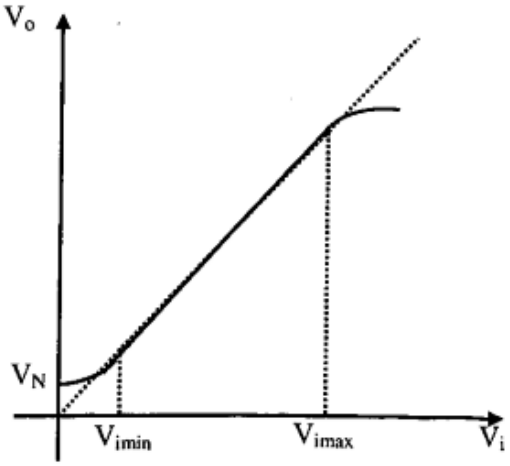
Hình vẽ 2-4 cho thấy nếu điện áp vào Vi nhỏ dưới mức Vimin thì sẽ có nhiễu xuất hiện ở ngõ ra. Phạm vi làm việc tốt nhất của mạch khuếch đại là đoạn tuyến tính. Nếu điện áp vào Vi vượt quá mức Vimax thì sẽ có hiện tượng quá tải ngõ vào và gây ra méo dạng tín hiệu.

Nhiễu trong trường hợp này là nhiễu nội của linh kiện điện tử phi tuyến và nhiễu tạp âm nhiệt.

Tỉ số giữa điện áp vào cực đại và cực tiểu gọi là dải động của tín hiệu theo định nghĩa:

$$D_s = \frac{V_{imax}}{V_{imin}} \qquad (2.3)$$

Còn tính theo đơn vị dB: Ds(dB) = 20log Ds



Hình 2-4. Đặc tính biên độ

Như vậy để tránh bị nhiễu ở ngõ ra và tín hiệu bị méo dạng, dải động của mạch

khuếch đại phải bằng hay lớn hơn dải động của tín hiệu vào.

$$D_A \geq \frac{V_{imax}}{V_{imin}} \quad (2.4)$$

và D_A(dB) = 201og D_A

2.1.5. Méo phi tuyến

Méo phi tuyến là do các đặc tuyến ngõ vào và ra của linh kiện điện tử không thẳng.

Khi mạch khuếch đại phi tuyến sẽ làm méo dạng tín hiệu hình sin ởngõ vào và ngõ ra sẽ xuất hiện nhiều hài (họa tần) bậc cao có biên độ lớn. Méo sóng hài được biểu thị bằng hệ số sóng hài Kh và có thể tính theo điện áp hay đòng điện, đơn vị tính bằng %.

$$K_h = \frac{\sqrt{I_2{}^2 + I_3{}^2 + I_4{}^2 + \cdots}}{I_i} \quad (2.5)$$

Hay:

$$K_h = \frac{\sqrt{I_2{}^2 + I_3{}^2 + I_4{}^2 + \cdots}}{V_i} \quad (2.6)$$

Thông thường méo hài cho phép từ 5-7%. Ampli chất lượng cao thì từ 1-2%.

2.1.6. Nguồn tín hiệu âm tần

Nguồn tín hiệu âm tần thường là micro, đầu từ, đầu đĩa ... nên có biên độ rất nhỏ khoảng vài mV đến vài chục hay vài trăm mV. Tín hiệu này cần được khuếch đại lên đủ lớn trước khi đưa vào các mạch xử lý, chọn lọc hay điều chế.

Mạch tiền khuếch đại âm tần thường dùng transistor lưỡng cực hay các mạch khuếch đại thuật toán chuyên dùng. Một số trường hợp dùng transistor trường ứng để có tổng trở ngõ vào lớn.

Transistor là linh kiện phi tuyến nhưng khi xét trong phạm vi biến thiên nhỏ thì mức độ phi tuyến ảnh hưởng không lớn nên có thể xem như mạch tuyến tính. Trong các mạch khuếch đại tín hiệu nhỏ, transistor được vẽ thành mạch tương đương gồm có các điện trở và nguồn dòng điện để có thể tính toán và phân tích nguyên lý theo lý thuyết của mạch tuyến tính.

2.2. Khuếch đại hạng A

Để khuếch đại trung thực các tín hiệu Audio có biên độ nhỏ, các mạch khuếch đại được phân cực hoạt động ở hạng A.

2.2.1. Phân cực hạng A

Transistor khuếch đại hạng A được phân cực làm việc trong khoảng giữa của vùng khuếch đại.

Điện áp phân cực ở ngõ vào:

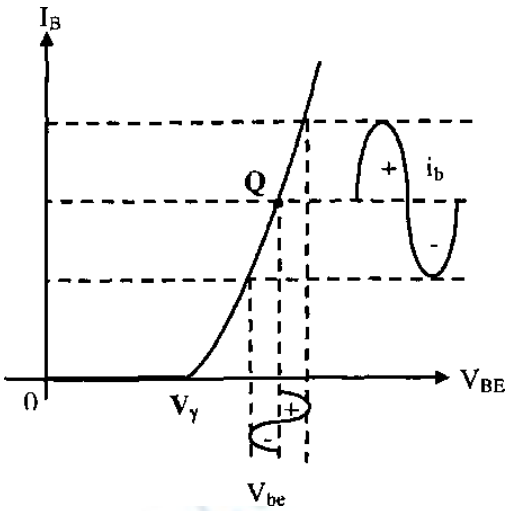
Vbe = 0,7V (transistor Si), Vbe = 0,2V (transistor Ge)

Điện áp phân cực ở ngõ ra: V_{CE} = l/2Vcc

2.2.2. Đặc tuyến ngõ vào I_B/V_{BE}

Mạch khuếch đại hạng A có điểm hoạt động tĩnh Q ở khoảng giữa của đặc

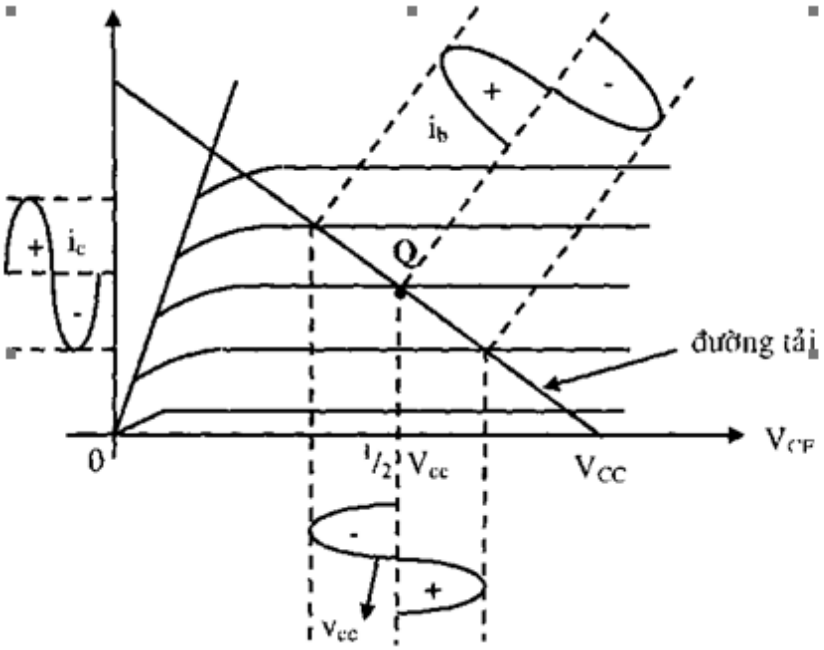
tuyến (V_B = 0,7V cho transistor Si, V_{BE} =2V cho transistor Ge). Khi nhận tín hiệu xoay chiều ở cực B, dòng điện I_B sẽ thay đổi theo tín hiệu xoay chiều này (hình 2-5a).



Hình 2-5a. Đặc tuyến ngõ vào ở hạng A

2.2.3. Đặc tuyến ngõ ra IC/VCE

Mạch khuếch đại hạng A có điểm hoạt động tĩnh Q ở giữa đường tải và V_{CE} = l/2Vcc. Khi dòng điện thay đổi theo tín hiệu xoay chiều sẽ làm cho dòng điện Ic thay đổi và kéo theo điện áp V_{CE} cũng thay đổi (hình 2-5b).



Hình 2-5b. Đặc tuyến ngõ ra ở hạng A

Các đặc điểm của mạch khuếch đại hạng A là:

Khuếch đại trung thực tín hiệu xoay chiều (khuếch đại được cả hai bán kỳ của tín hiệu xoay chiều hình sin).

Dùng cho các mạch khuếch đại tín hiệu có biên độ nhỏ.

2.3. Mạch khuếch đại hồi tiếp

Mạch khuếch đại có ký hiệu dạng sơ đồ khối, khi có tín hiệu điện áp v_s ở ngõ vào sẽ cho ra tín hiệu v_o ở ngõ ra. Tỉ số $Av = v_o/v_S$ được gọi là độ khuếch đại điện áp như đã trình bày trong chương trước. Mạch khuếch đại kiểu này còn gọi là khuếch đại vòng hở để phân biệt với mạch khuếch đại hồi tiếp, độ khuếch đại điện áp của mạch khuếch đại vòng hở được ký hiệu là Avo (o: open).

Ta có: $$A_{vo} = \frac{V_o}{V_S} = \frac{V_O}{V_i} \quad (2.7)$$

Mạch hồi tiếp là mạch lấy một phần năng lượng ở ngõ ra đưa về cung cấp lại cho ngõ vào để điều chỉnh lại các thông số và chỉ tiêu kỹ thuật của mạch khuếch đại. Mạch hồi tiếp trong sơ đồ khối được viết tắt là FB do chữ "Feed Back". Đối với mạch hồi tiếp, tín hiệu vào chính là tín hiệu ra của mạch khuếch đại (có thể là Vo hay Io), tín hiệu ra của mạch hồi tiếp ký hiệu là Vf được đưa vào mạch khuếch đại chung với tín hiệu Vi.

Tỉ số giữa tín hiệu ra và tín hiệu vào của mạch hồi tiếp được gọi là hệ số hồi tiếp ký hiệu là b.

Ta có: $$b = \frac{V_j}{V_O} \Rightarrow v_f = b.v_o \quad (2.8)$$

Mạch khuếch đại có đường hồi tiếp được gọi là mạch khuếch đại hồi tiếp (hay mạch khuếch đại vòng kín). Tỉ số giữa điện áp ra v_0 và điện áp nguồn v_s bây giờ gọi là độ khuếch đại hồi tiếp ký hiệu là Avf (F tức Feed Back).

2.3.1. Phân loại mạch hồi tiếp

Có thể phân loại mạch hồi tiếp theo ba cách: theo tác dụng khuếch đại, theo dạng tín hiệu và theo cách ghép giữa tín hiệu hồi tiếp và tín hiệu vào.

2.3.1.1. Theo tác dụng khuếch đại

Mạch hồi tiếp dương: khi có hồi tiếp sẽ làm tăng độ khuếch đại điện áp. Trường hợp này ta có: $A_{VF} > A_{vo}$

Mạch hồi tiếp âm: khi có hồi tiếp sẽ làm giảm độ khuếch đại điện áp.

Trường hợp này ta có: $A_{VF} < A_{vo}$

2.3.1.2. Theo dạng tín hiệu hồi tiếp

Mạch hồi tiếp điện áp: mạch lấy điện áp ra V_0 để tạo điện áp hồi tiếp Vf đưa trở lại ngõ vào.

Mạch hồi tiếp dòng điện: mạch lấy dòng điện ra i_0 để tạo điện áp hồi tiếp Vf đưa trở lại ngõ vào.

2.3.1.3. Theo cách ghép với tín hiệu vào

Hồi tiếp song song: khi điện áp nguồn tín hiệu V_s và điện áp hồi tiêp Vf ghép song song nhau. Nói cách khác, hồi tiếp song song là khi hai tín hiệu V_s và Vf cùng đưa vào một cực của transistor.

Trường hợp này ta có:

$$V_i = V_s + V_f \Rightarrow V_s = V_i - V_f$$

Hồi tiếp nối tiếp: khi điện áp nguồn tín hiệu V_s và điện áp hồi tiếp Vf ghép nối tiếp nhau. Nói cách khác, hồi tiếp nối tiếp là khi hai tín hiệu V_s và Vf đưa vào hai cực khác nhau của một transistor. Thí dụ: V_s đưa vào cực B còn Vi đưa vào cực E của cùng một transistor.

Trường hợp này ta có:

$$Vi = V_s - Vf \Rightarrow V_s = Vi + Vf$$

Một mạch hồi tiếp có tên gọi đủ gồm cả ba phần theo ba cách phân loại trên.

Thí dụ: - Mạch hồi tiếp âm dòng điện ghép nối tiếp

- Mạch hồi tiếp âm điện áp ghép song song.

2.3.2. Cách xác định loại hồi tiếp

2.3.2.1. Công thức tổng quát

Trong mạch khuếch đại vòng hở ta có:

$$A_{vo} = \frac{V_O}{V_S} = \frac{V_O}{V_i} \text{ (nội trở } r_s \text{ của nguồn thường nhỏ)} \qquad (2.9)$$

Trong mạch khuếch đại hồi tiếp, nếu chỉ xét từ ngõ vào đến ngõ ra thì độ khuếch đại điện áp chính là độ khuếch đại vòng hở Avo là:

$$A_{vo} = \frac{V_O}{V_S} = \frac{V_O}{V_i} \Rightarrow V_O = V_i.Av_o \qquad (2.10)$$

Trường hợp xét từ nguồn V_s đến ngõ ra Vo bao gồm cả mạch hồi tiếp thì độ khuếch đại hồi tiếp là:

$$A_{VF} = \frac{V_i.Av_o}{V_i \pm V_f} = \frac{V_i.Av_o}{V_i \pm bv_o} = \frac{V_i.Av_o}{V_i \pm bv_i Av_0} \qquad (2.11)$$

$$\Rightarrow A_{VF} = \frac{Av_0}{1 \pm bAv_0}$$

Gọi mẫu số 1 ± b.Avo là thừa số hồi tiếp F, ta có:

$$F = 1 \pm bA_{v0}; \qquad A_{VF} = \frac{Av_0}{F} \qquad (2.12)$$

2.3.2.2. Trường hợp F = 1 - b.Avo

Trong phần này, nếu v_s và Vf đồng pha ta có:

$$Vi = V_s + Vf \Rightarrow V_s = Vi - Vf \Rightarrow A_{VF} = \frac{V_o}{V_i - V_f} \qquad (2.13)$$

Suy ra: $A_{VF} = \frac{Av_0}{1 - bAv_0}$ *và* $F = 1 - bA_{v0}$

Ta có các trường hợp sau:

- Nếu F = 1 - b.Avo > 1 => A_{VF} < Avo

Mạch hồi tiếp có tác dụng làm giảm độ khuếch đại nên là mạch hồi tiếp âm.

Khi đó: -b. Avo >0 r > b. Avo < 0, nghĩa là b và Avo trái dấu.

- Nếu F = 1 — b. Avo < 1 => A_{VF} > Avo

Mạch hồi tiếp có tác dụng làm tăng độ khuếch đại nên là mạch hồi tiếp dương.

Khi đó: -b.Avo < 0 => b.Avo > 0 và điều này có nghĩa là b và Avo cùng dấu.

- Nếu mạch khuếch đại có - b.Avo » 1 thì:

2.3.2.3. Trường hợp F = 1 + bAvo

Trong phần ta có xét trường hợp v_s và Vf ngược pha:

$$Vi = V_s - Vf \quad => \quad V_s = Vi + Vf \quad => \quad Av_F = \frac{V_0}{V_i + V_f} \qquad (2.14)$$

Suy ra: $A_{VF} = \frac{Av_o}{1 + bAv_o}$ => F = 1 + b.Av (2.15)

Ta có các trường hợp:

Nếu F = 1 + b.Avo > 1 => A_{VF}<Avo

Mạch hồi tiếp có tác dụng làm giảm độ khuếch đại nên là mạch hồi tiếp âm. Khi đó b.Avo > 0, nghĩa là b và Avo cùng dấu.

- Nếu F = 1 + b.Avo < 1=> AVF > Avo

Mạch hồi tiếp có tác dụng làm tăng độ khuếch đại nên là mạch hồi tiếp dương. Khi đó b.Avo < 0) nghĩa là b và Avo trái dấu.

- Nếu mạch khuếch đại có b.Ayo » 1 thì:

$$A_{VF} = \frac{Av_o}{1 + bAv_o} = \frac{Av_0}{bAv_0} = \frac{1}{b} \qquad (2.16)$$

- Nếu F = 1 + b.Avo = 0 => b.Avo = -1

$$A_{VF} = \frac{Av_0}{1 + bAv_0} \to \infty$$

Trường hợp này ta có: b.Avo = 1 => $\frac{V_f V_o}{V_0 V_i} = 1 => \frac{V_f}{V_i} = 1$

Suy ra: Vi = Vf

Lúc đó, mạch tự tạo ra tín hiệu và là mạch dao động.

Trường hợp F = 1 + b.Avo là trường hợp điện áp hồi tiếp Vf được ghép nối tiếp với nguồn tín hiệu V_s.

2.3.3. Phân loại hồi tiếp theo thừa sô hồi tiếp f

Hồi tiếp song song	Hồi tiếp nối tiếp
F = 1 - bAvo > 1 => bAvo < 0	F = 1 + bAvo > 1 => bAvo > 0
F = 1- bAvo < 1 => bAyo > 0	F = 1 + bAvo < 1 => bAvo < 0
- bAvo »1 => b và Avo trái dấu Hồi tiếp âm với	bAvo » 1 => b và Avo cùng dấu Hồi tiếp âm với

F = 1 - bAvo = 0 =>b.Avo = 1 => $Av_f \rightarrow \infty$ và trở thành mạch	F = 1 + bAvo = 0 => b.Avo = -1 =>$Av_f \rightarrow \infty$ và trở thành mạch

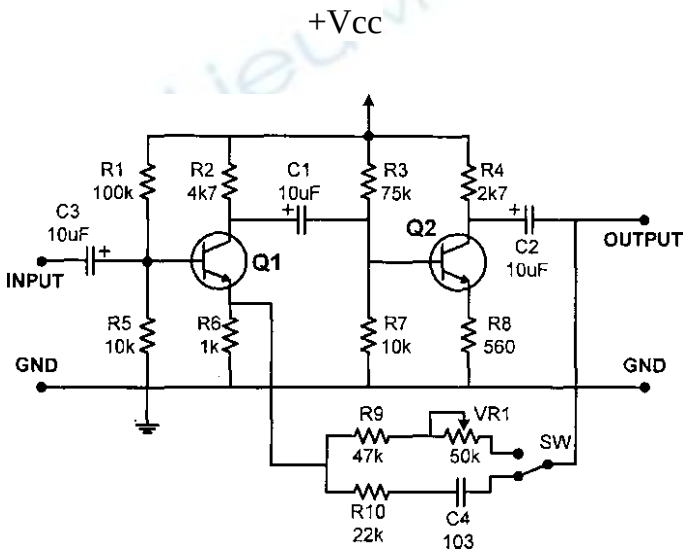
Bảng 2-1. Hồi tiếp cho transistor

2.4. Mạch khuếch đại dùng BJT

Trong sơ đồ hình 2-6, mạch hồi tiếp âm có thể chọn một trong hai trường hợp:

- Mạch dùng điện trở và biến trở là mạch hồi tiếp âm điện áp nối tiếp chung cho tất cả tần số của dải tần cần khuếch đại. Biến trở dùng để thay đổi mức hồi tiếp tức là thay đổi độ khuếch đại điện áp của toàn mạch.

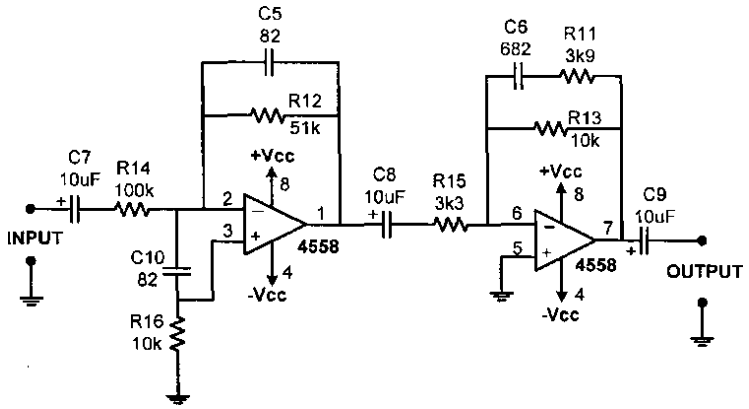
- Mạch hồi tiếp dùng điện trở nối tiếp với tụ điện có tác dụng chọn lọc tần số. Mạch có tác dụng giảm biên độ tín hiệu tần số cao (do dung kháng của tụ giảm ở tần số cao) nên dùng để lọc tiếng hú rít của tần số cao gây ra.



Hình 2-6. Mạch tiền khuếch đại 2 transistor tiêu biểu

2.5. Tiền khuếch đại dùng OP-AMP

Trong sơ đồ hình 2-7, hai op-amp là hai mạch khuếch đại đảo. Điện trở R12 và R13 là mạch hồi tiếp âm để xác định độ khuếch đại điện áp, tụ điện C5 và C6 là mạch giảm tiếng hú rít của tín hiệu tần số cao.



Hình 2-7. Mạch tiền khuếch đại dùng op-amp tiêu biểu

Câu hỏi ôn tập chương 2

Câu 1: Những đặc trưng cơ bản và hệ số khuếch đại AUDIO?
Câu 2: Vẽ sơ đồ, đặc tính truyền đạt A (dB)?
Câu 3: Thế nào là méo phi tuyến?
Câu 4: Trình bày sơ đồ đặc tuyến ngõ vào I_B/V_{BE}, đặc điểm của phân cực hạng A?
Câu 5: Trình bày sơ đồ đặc tuyến ngõ ra I_C/V_{CE}, đặc điểm của phân cực hạng A?
Câu 6: Công thức tổng quát khuếch đại hồi tiếp?
Câu 7: Cách xác định loại hồi tiếp trường hợp F = 1 - b.Avo?
Câu 8: Cách xác định loại hồi tiếp trường hợp F = 1 + bAvo?
Câu 9: Trình bày sơ đồ và đặc điểm mạch tiền khuếch đại 2 transistor tiêu biểu?
Câu 10: Trình bày sơ đồ và đặc điểm mạch tiền khuếch đại dùng OP-AMP?

TaiLieu.vn

Chương 3

MẠCH CHỌN LỌC ÂM SẮC

3.1. Đại cương

Mạch chọn lọc âm sắc là những ứng dụng của mạch lọc kỹ thuật mạch điện tử. Mạch lọc có tác dụng cho một dải tần số đi qua và chặn dải tần số còn lại, do đó, mạch lọc được dùng để chọn lọc tần số hay loại bỏ tần số của các tín hiệu điện.

Có 2 cách phân loại mạch lọc như sau:

3.1.1. Phân loại theo linh kiện

Mạch lọc thụ động:

Là những mạch lọc chỉ gồm các linh kiện thụ động như điện trở R, tụ điện **c** và cuộn dây L.

Có các loại mạch lọc thụ động như:

- Mạch lọc RC, RL, RLC;
- Mạch lọc hình T.

Mạch lọc tích cực:

Là những mạch lọc kết hợp các linh kiện thụ động R-L-C với các linh kiện tích cực như transistor, OP-AMP...

Mạch lọc thụ động có nhược điểm là làm suy giảm năng lượng qua nó, không có tính khuếch đại và khó phối hợp tổng trở với các mạch khác.

Mạch lọc tích cực dùng transistor, OP-AMP... để có thể khuếch đại, phối hợp tổng trở, điều chỉnh độ suy giảm... nhằm cải thiện nhược điểm của mạch lọc thụ động.

3.1.2. Phân loại theo tác dụng

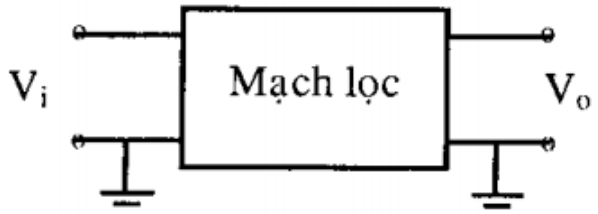
Tùy theo tác dụng chọn lọc hay loại bỏ tần số của mạch lọc, người ta chia ra các loại mạch lọc như sau:

- Mạch lọc hạ thông (cho tần số thấp qua, bỏ tần số cao);
- Mạch lọc thượng thông (cho tần số cao qua, bỏ tần số thấp);
- Mạch lọc dải thông;
- Mạch lọc dải triệt;
- Mạch vi phân, mạch tích phân.

3.2. Đáp ứng tần số (Frequency reponse)

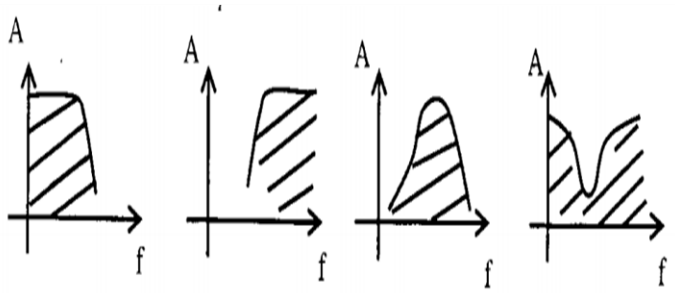
Mạch lọc là loại mạch 4 cực có hai cực ở ngõ vào và hai cực ở ngõ ra (hình 3-1). Điện áp ngõ vào là Vi, điện áp ngõ ra là V_0.

Để khảo sát đặc tính của mạch lọc theo tần số, người ta đùng tín hiệu hình sin (là tín hiệu tiêu biểu cho loại tín hiệu tuyến tính) đặt ở ngõ vào, rồi đo điện áp ở ngõ ra:



Hình 3-1. Mạch lọc dạng 4 cực

Đáp ứng tần số của mạch lọc được định nghĩa là tỉ số giữa điện áp tín hiệu ra Vo trên điện áp tín hiệu vào Vi.(V_0,V_I là giá trị hiệu dụng)



a) Hạ thông *b) Thượng thông* *c) Lọc dải thông* *d) Lọc dải triệt*

Hình 3-2. Đáp ứng tần số của mạch lọc

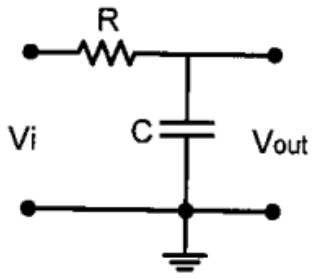
A còn được gọi là hàm truyền của mạch lọc.

Do mạch lọc thụ động có đầy đủ các tính năng cơ bản của bộ lọc, mạch lọc tích cực chỉ dùng để cải thiện nhược điểm của mạch lọc, do đó, khi phân tích tính năng của các bộ lọc thường người ta phải khảo sát trước trên các mạch lọc thụ động RC, RL hay RLC.

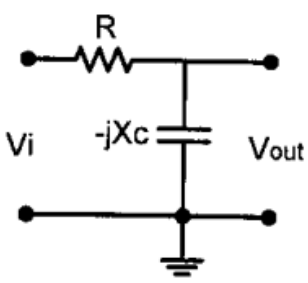
3.3. Mạch lọc thụ động dùng RC

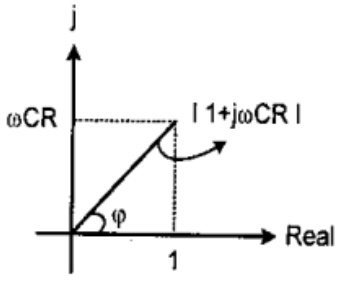
3.3.1. Mạch lọc hạ thông

3.3.1.1. Sơ đồ - Đáp ứng tần số



Hình 3-3.





Hình 3-4.

Do tụ C có dung kháng: -jXc với Xc = 1/ωC nên trong mạch RC vừa có số thực (real) vừa có số ảo (imaginary) được gọi là số phức (complex).

Từ cầu phân áp R và -jXc, tính điện áp ra Vo theo công thức:

$$\overline{V}_o = \frac{\overline{V}_i.(-j\frac{1}{\omega C})}{R-j\frac{1}{\omega C}} \quad (3.1)$$

Suy ra ứng dụng tần số của mạch lọc hạ thông:

$$\overline{A} = \frac{\overline{V_0}}{\overline{V_i}} = \frac{-j\frac{1}{\omega C}}{R-j\frac{1}{\omega C}} = \frac{-j\frac{1}{\omega C}j\omega C}{(R-j\frac{1}{\omega C})j\omega C} \quad (3.2)$$

Ta đã biết: j.j = j^2 = -1 nên suy ra:

$$\overline{A} = \frac{1}{1+j\omega CR} \quad (3.3)$$

Mẫu số 1 + jωCR là số phức được phân tích như hình 3-4 trong đó trục hoành số thực là 1, trục tung số ảo là ωCR, cạnh huyền tam giác vuông là biên độ của số phức, φ là góc pha. Do đó, đáp ứng tần số còn được phân ra đáp ứng biên độ và đáp ứng pha theo tần số.

3.3.1.2. Đáp ứng biên độ

Theo hình 3-4, biên độ của số phức là cạnh huyền nên ta có:

$$|1 + j\omega CR| = \sqrt{1 + (\omega CR)^2} \quad (3.4)$$

Đáp ứng biên độ mạch lọc hạ thông là:

$$A = |\overline{A}| = \left|\frac{1}{1+j\omega RC}\right| = \frac{1}{\sqrt{1+(\omega RC)^2}} \qquad (\omega = 2\pi f) \quad (3.5)$$

Nhận xét: - Ở tần số thấp: f→ 0 $nên\ \omega \to 0$

$$A = \frac{1}{\sqrt{1+0}} = 1 => \overline{V_0} = \overline{V_i} \quad (3.6)$$

- Ở tần số cao: f→ 0 $nên\ \omega \to 0$

$$A = \frac{1}{\sqrt{1+\infty}} = 0 => \overline{V_0} \to 0 \quad (3.7)$$

- Ở tần số đặc biệt sao cho: $f_C\ hay\ \omega_C$

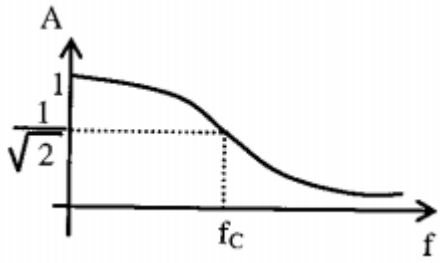
$$R = \frac{1}{\omega_C C} = \frac{1}{2\pi f_C C}$$

$$\omega_c = \frac{1}{RC} \to f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad (3.8)$$

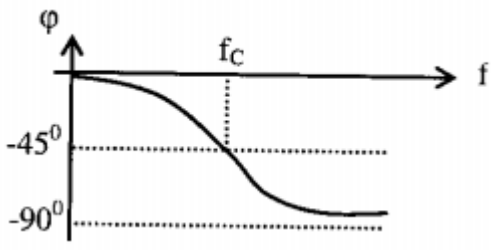
Thay vào đáp ứng biên độ A ta có: $\omega_c = \frac{1}{RC}$

$$A = \frac{1}{\sqrt{1+(\frac{1}{RC}RC)^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}707 \quad (3.9)$$

Tần số này được gọi là tần số cắt f_C (hay ω_C). Ở tần suất cắt biên độ tín hiệu ngõ ra bị giảm đi $\frac{1}{\sqrt{2}}$ lần so với biên độ tín hiệu vào (hình 3-5).



Hình 3-5. Đáp ứng biên độ



Hình 3-6. Đáp ứng pha

3.3.1.3. Đáp ứng pha

Pha φ của $\overline{A} = \frac{1}{1+j\omega RC}$chính là pha của 1 trừ đi pha của 1+jωRC

Ta có: $\varphi = 0 - arctg\omega RC = -arctg\omega RC$