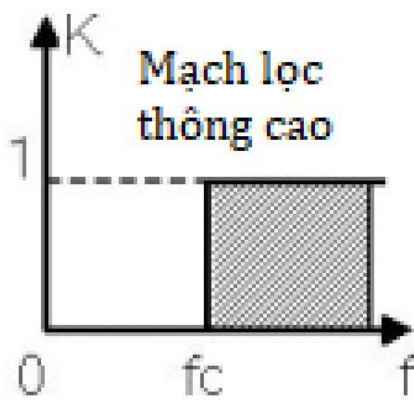


MẠCH LỘC THÔNG CAO TÍCH CỰC CÓ KHUYẾT ĐẠI

Đoàn Quang Lưu
MSSV : 20203884
Lớp : ET-E9 02

1) Khái niệm cơ bản

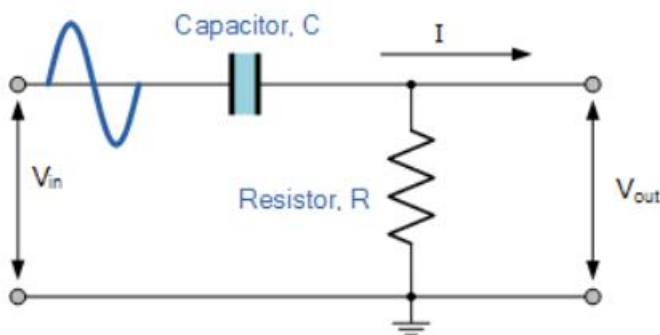
Mạch lọc tần số là mạch chọn lọc lấy tín hiệu trong một hay một số khoảng tần số nào đó còn các tín hiệu ở tần số khác thì bị loại trừ. Bộ lọc được dùng để lọc nhiễu, chia tách kênh trong các hệ thống ghép kênh, lựa chọn dải thông, lọc bỏ các hài không cần thiết... Mạch lọc thông cao là mạch chặn tất cả các tần số từ 0 tới f_c và cho qua tất cả các tần số từ tần số cắt f_c trở đi



2) Nguyên lý hoạt động

* MẠCH LỌC THỤ ĐỘNG : Mạch lọc thụ động là mạch chứa các phần tử thụ động R, L, C mà không có các phần tử tích cực như BJT hay KĐTT. Mạch lọc thụ động đơn giản nhất được xây dựng từ các khâu RC.

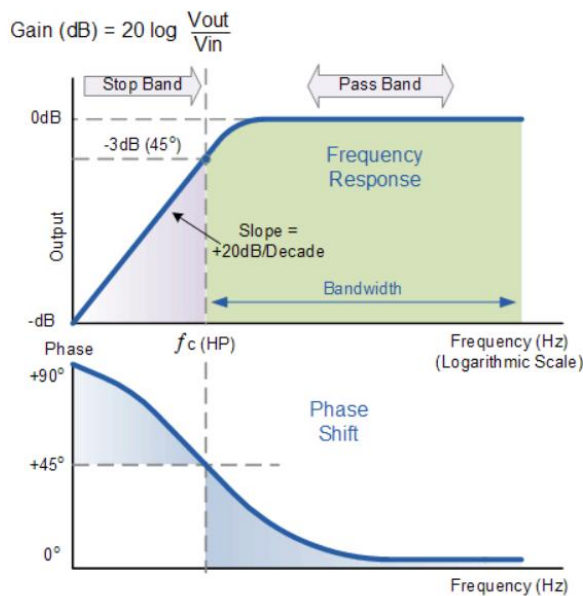
Mạch lọc thông cao



Khi thay đổi tần số, điện trở có giá trị không thay đổi, nhưng dung kháng thì có, tần số càng cao thì dung kháng càng thấp và ngược lại.

Trong cách mắc này, dung kháng của tụ điện rất cao ở tần số thấp nên tụ điện hoạt động giống như một mạch hở và chặn bất kỳ tín hiệu đầu vào nào cho đến khi đạt đến điểm tần số cắt (f_c). Trên điểm tần số cắt này (hay tần số cao), dung kháng của tụ điện giảm và nó bị ngắn mạch cho phép tất cả tín hiệu đầu vào truyền trực tiếp đến đầu ra như được hiển thị bên dưới trong đường cong đáp ứng của bộ lọc như sau:

Đáp ứng tần số của Mạch lọc thông cao bậc 1



Để tính tần số cắt của các mạch lọc này dùng công thức phân áp, với mạch lọc thông cao hình (a) ta có:

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_c^2}}$$

Tần số cắt được xác định tại đó biên độ tín hiệu giảm 3dB hay $1/\sqrt{2}$ lần. Tại tần số cắt có $R=X_c$ nên có:

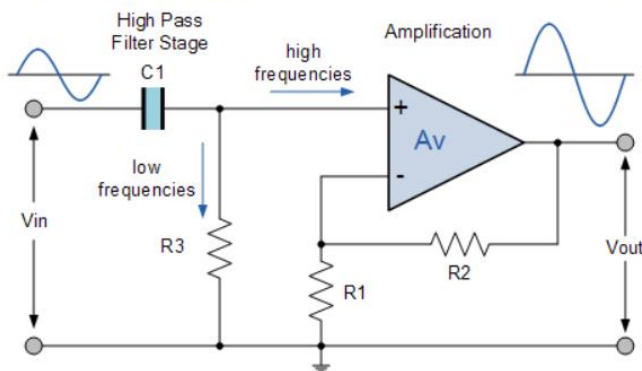
$$R = X_c = \frac{1}{2\pi f_c C}$$

Do đó có tần số cắt của mạch:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

* MẠCH LỌC THÔNG CAO TÍCH CỰC BẬC 1 :

Mạch lọc thông cao tích cực có khuếch đại



Đây bộ lọc thông cao bậc 1 , bao gồm đơn giản của một bộ lọc thụ động tiếp theo là một bộ khuếch đại không đảo. Đáp ứng tần số của mạch giống như đáp ứng của bộ lọc thụ động, ngoại trừ việc biên độ của tín hiệu được tăng lên nhờ độ lợi của bộ khuếch đại.

Có thể hiểu nguyên lý của mạch lọc thông cao tích cực đơn giản là mạch lọc chọn tần số cao trước , sau đó khuếch đại tần số đó lên 1 khoảng bằng hệ số khuếch đại (K) lần .

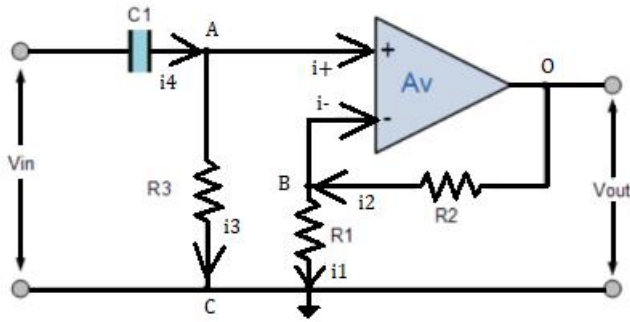
Đối với mạch khuếch đại không nghịch đảo, độ lớn của độ lợi điện áp cho bộ lọc được cho dưới dạng hàm của điện trở hồi tiếp (R2) chia cho giá trị điện trở đầu vào tương ứng (R1) của nó và được cho là:

Đạt được cho bộ lọc thông cao tích cực

$$\text{Voltage Gain, } (A_v) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{A_F \left(\frac{f}{f_c} \right)}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_c} \right)^2}}$$

- Ở đây:
- A_F = Độ lợi dải thông của bộ lọc, ($1 + R_2 / R_1$)
- f = tần số của tín hiệu đầu vào tính bằng Hertz, (Hz)
- f_c = Tần số cắt tính bằng Hertz, (Hz)

Chứng minh công thức :



Chọn chiều dòng điện như trong hình

Giả sử Op-Amp lý tưởng, khi đó $R_v = \infty$, $i_+ = i_- = 0$, $U_A = U_B$

Có $U_C = 0$

Áp dụng định lý Kirchhoff tại nút A : $i_4 = i_+ + i_3$

Nút B : $i_1 = i_- + i_2$

Suy ra : $i_1 = i_2$, $i_3 = i_4$

$$\text{Có : } U_{out} = U_{OC} = i_2 R_2 + U_B = i_1 R_2 + U_B = \frac{U_B}{R_1} R_2 + U_B = U_A \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right) \quad (1)$$

$$U_{AC} = U_{in} \frac{R_3}{\sqrt{R_3^2 + Z_{C1}^2}}$$

$$\Rightarrow U_{in} = \frac{\sqrt{R_3^2 + Z_{C1}^2}}{R_3} U_{AC} = \frac{\sqrt{R_3^2 + Z_{C1}^2}}{R_3} (U_A - U_C) = \frac{\sqrt{R_3^2 + Z_{C1}^2}}{R_3} U_A \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có :

$$\text{Độ lợi } G = \frac{U_{out}}{U_{in}} = \frac{R_3 \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right)}{\sqrt{R_3^2 + Z_{C1}^2}} = \frac{\left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right)}{\sqrt{1 + \left(\frac{Z_{C1}}{R_3} \right)^2}} = \frac{\left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right)}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{2\pi f C R_3} \right)^2}} = \frac{\left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right)}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_c}{f} \right)^2}} = \frac{\left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right) \cdot \frac{f}{f_c}}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_c} \right)^2}}$$

Hoạt động của bộ lọc tích cực thông cao có thể được xác minh từ phương trình độ lợi tần số ở trên như:

1. Ở tần số rất thấp, $f < f_c$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} < A_F$$

2. Ở tần số cắt, $f = f_c$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{A_F}{\sqrt{2}}$$

3. Ở tần số rất cao, $f > f_c$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} \approx A_F$$