

# FILTER AKTIF

---

# Definisi Filter

---

Filter adalah rangkaian yang berfungsi untuk menyaring frekuensi pada suatu band tertentu

Filter berdasarkan komponennya :

1. Filter Aktif Terdiri dari Op-Amp dan R, L C
2. Filter Pasif, terdiri dari R, L, C

Filter berdasar respon frekuensinya :

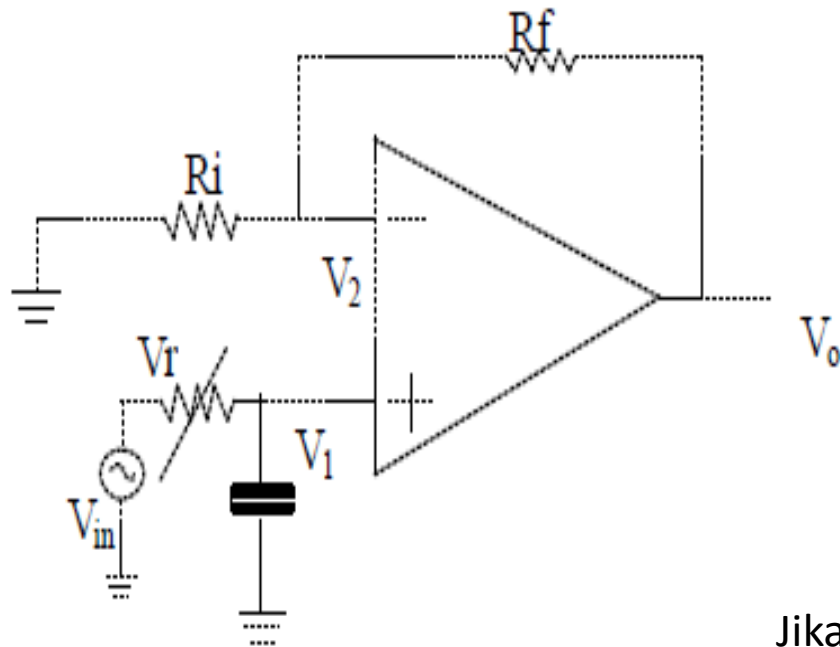
1. LPF
2. HPF
3. BPF
4. BRF/BSF

# Keuntungan Filter Aktif :

---

1. Penguatan dan frekuensinya mudah diatur, selama op-amp masih memberikan penguatan dan sinyal input tidak selalu seperti pada filter pasif. Pada dasarnya filter aktif lebih gampang diatur.
2. Tidak ada masalah beban, karena tahanan input tinggi dan tahanan output rendah. Filter aktif tidak membebani sumber input.
3. Harga, umumnya filter aktif lebih ekonomis dari pada filter pasif, karena pemilihan variasai dari op-amp yang murah dan tanpa induktor yang biasanya harganya mahal.

# Filter Aktif LPF



$$v_1 = \frac{-jX_c}{R - jX_c} v_{in} \quad -jX_c = \frac{1}{j2\pi fC} \quad v_1 = \frac{v_{in}}{1 + j2\pi fRC}$$

$$v_o = \left( 1 + \frac{R_F}{R_1} \right) v_1$$

Maka

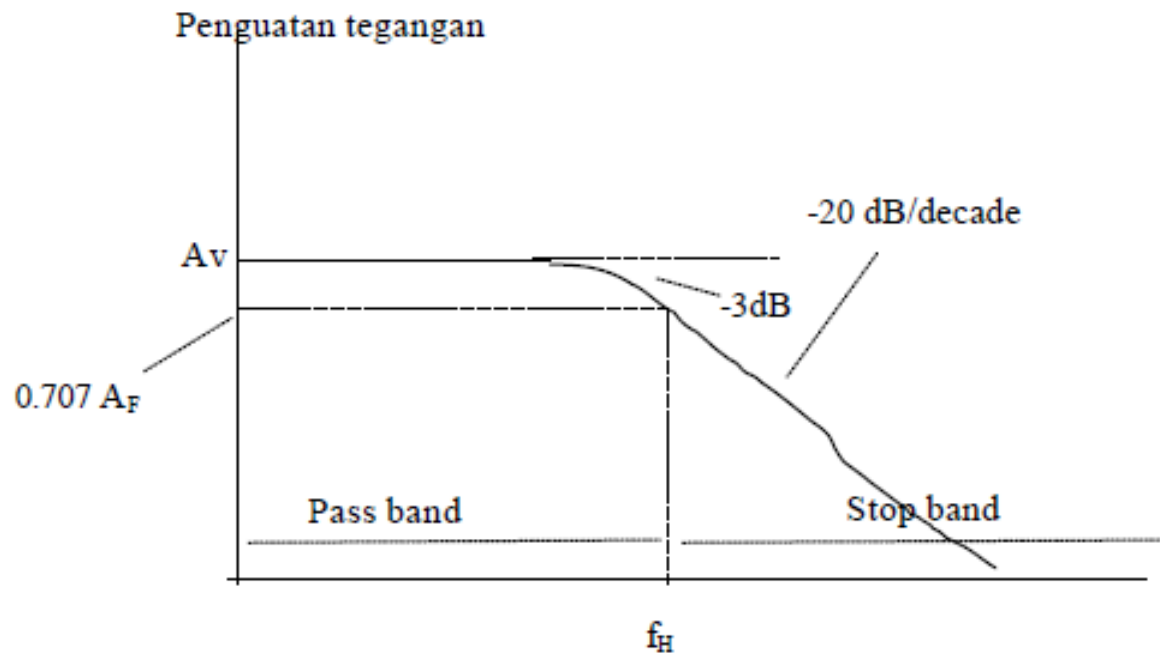
$$V_o = \left( 1 + \frac{R_f}{R_1} \right) \frac{V_{in}}{1 + j2\pi fRC}$$

Jika  $f_H = \frac{1}{2\pi RC}$



$$v_o = \left( 1 + \frac{R_F}{R_1} \right) \frac{v_{in}}{1 + j(f / f_H)}$$

# Respon Frekuensi Filter LPF



Pengoprasian dari Low Pass Filter ini ada 3 macam yaitu :

- Frekuensi sangat rendah  $f < f_H$

$$\left| \frac{v_o}{v_{in}} \right| \cong A_F$$

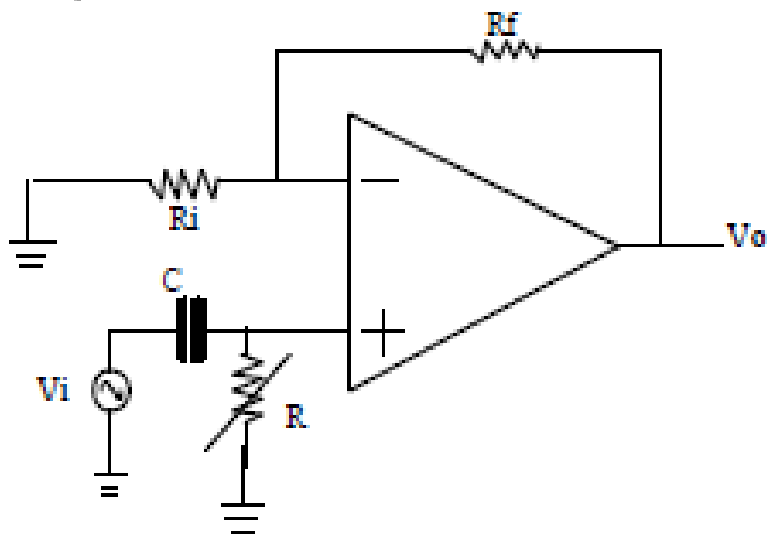
- Frekuensi  $f = f_H$

$$\left| \frac{v_o}{v_{in}} \right| = \frac{A_F}{\sqrt{2}} = 0.707 A_F$$

- Frekuensi  $f > f_H$

$$\left| \frac{v_o}{v_{in}} \right| < A_F$$

# Filter Aktif HPF



$$v_o = \left( 1 + \frac{R_F}{R_1} \right) \frac{j2\pi fRC}{1 + j2\pi fRC} v_{in} \quad \text{atau} \quad \frac{v_o}{v_i} = A_F \left[ \frac{j(f/f_L)}{1 + j(f/f_L)} \right]$$

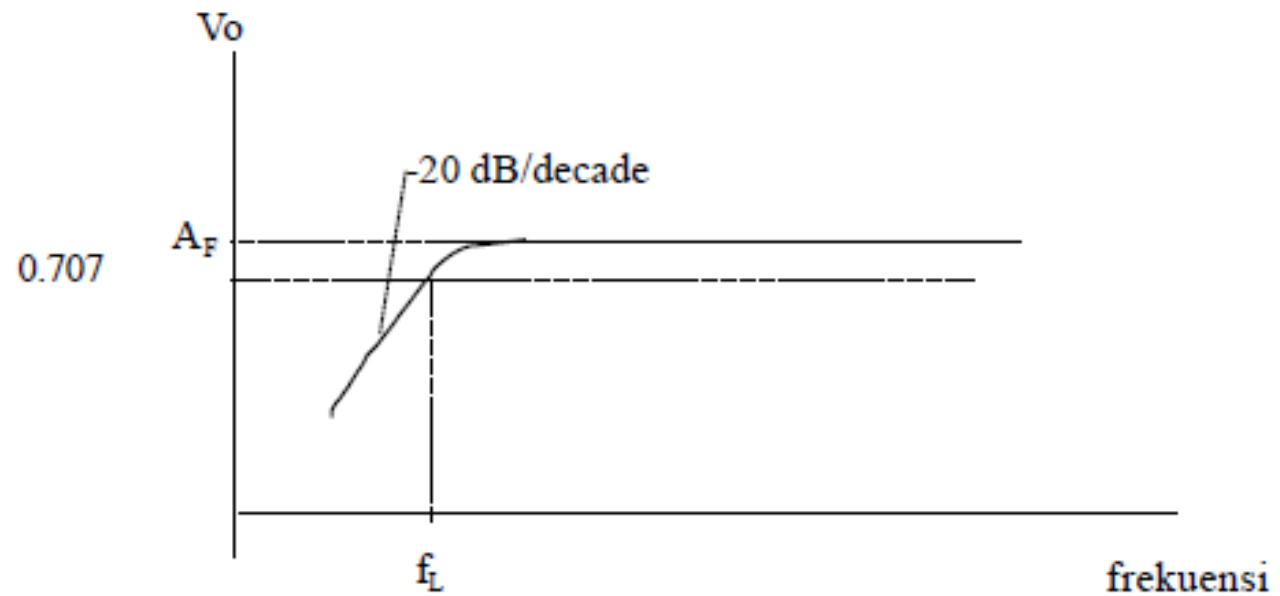
$$A_F = 1 + \frac{R_F}{R_1}$$

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

$$\left| \frac{v_o}{v_i} \right| = \frac{A_F (f/f_L)}{\sqrt{1 + (f/f_L)^2}}$$

# Respon Frekuensi Filter LPF

---



# BPF

---

Bandpass filter adalah sebuah rangkaian yang dirancang untuk melewatkan frekuensi dalam batasan tertentu dan menolak frekuensi lain diluar frekuensi yang dikehendaki.

Bandpass filter merupakan gabungan antara highpass dan lowpass filter. Filter band pass akan meneruskan sinyal-sinyal dengan frekuensi antara (*median frequency*) dan menahan frekuensi di bawah dan di atas median tersebut.



# BPF ada 2 macam rangkaian yaitu :

---

1. BPF bidang lebar , Bila  $Q < 10$
2. BPF bidang sempit, Bila  $Q > 10$

Perhitungan faktor kualitas (Q) adalah :

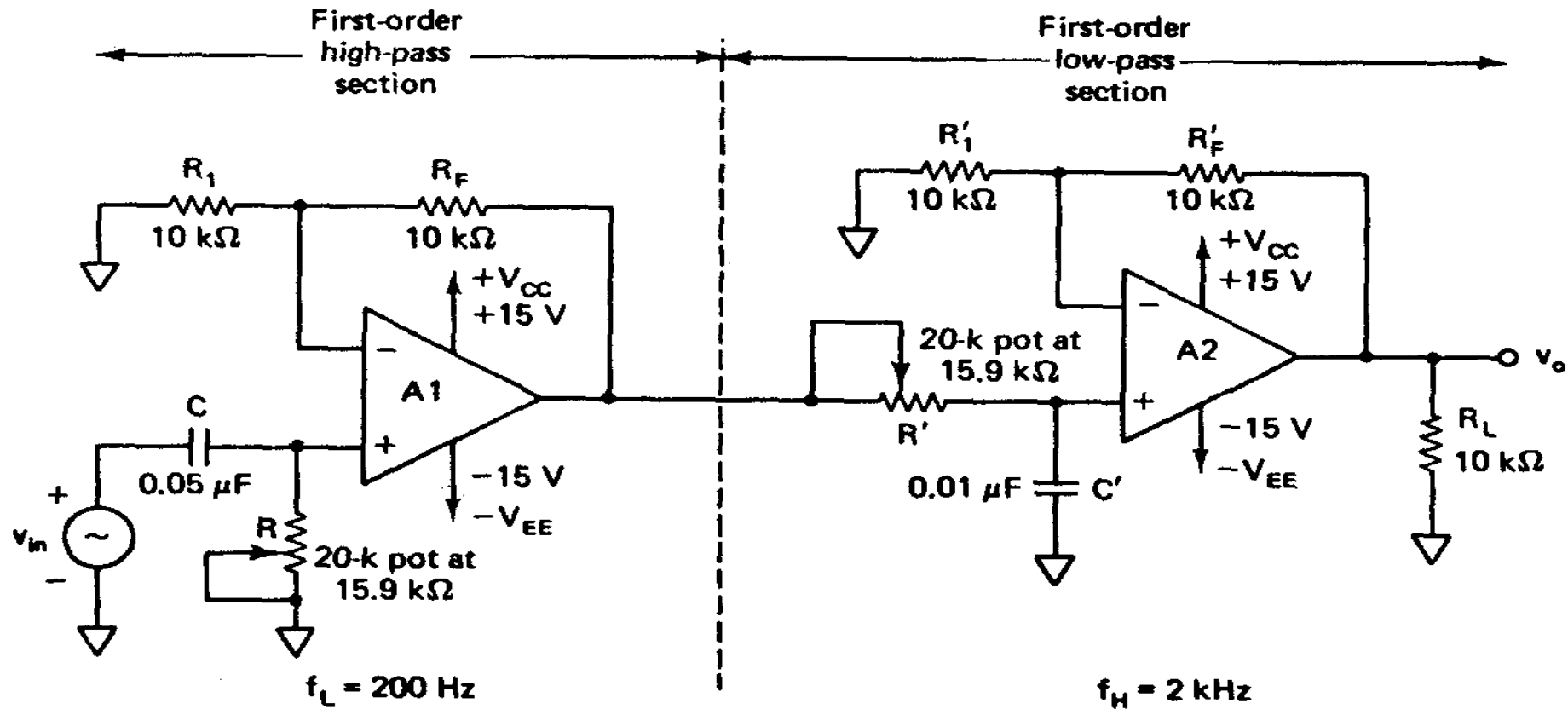
$$Q = \frac{f_c}{BW} = \frac{f_c}{f_H - f_L} \quad \longrightarrow \quad f_c = \sqrt{f_H f_L}$$

# BPF Bidang Lebar

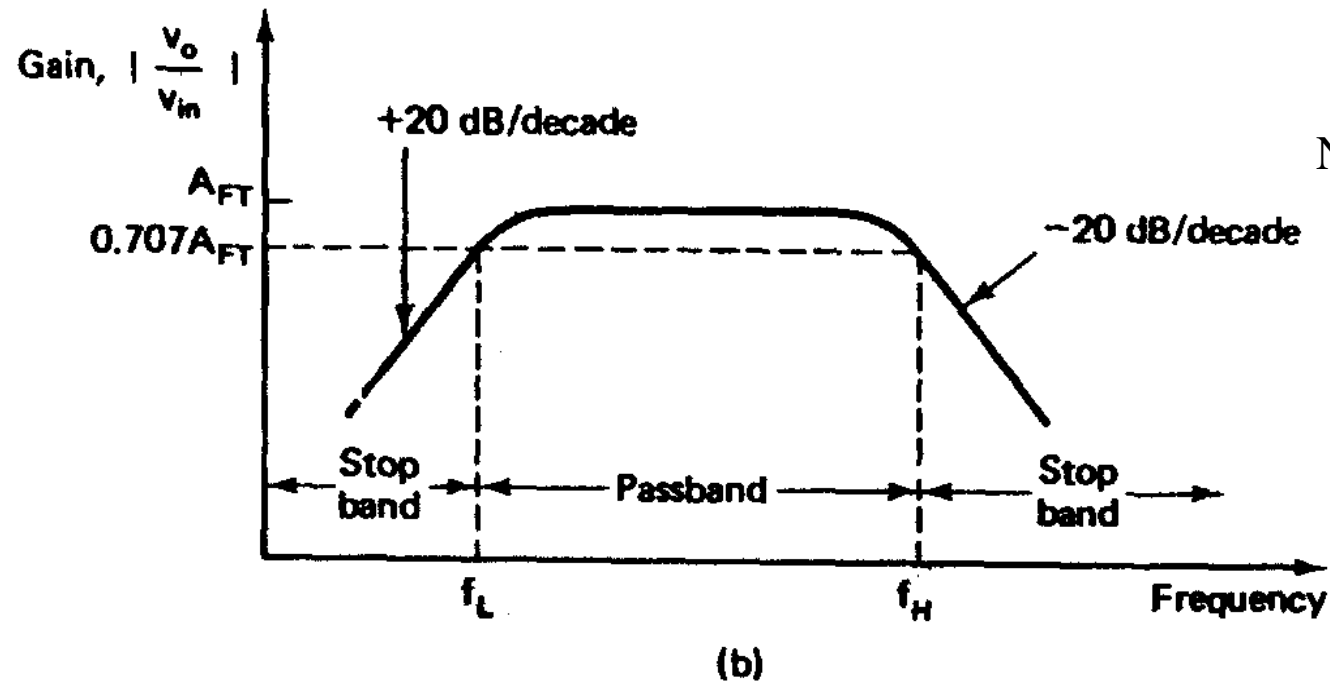
---

- Syarat BPF bidang lebar adalah  $Q < 10$ ,
- didapat dari 2 rangkaian filter HPF dan LPF yang diseri dengan urutan HPF-LPF
- Frekuensi cut off LPF  $>$  Frekuensi cut off HPF

# Rangkaian BPF Bidang Lebar



# Respon Frekuensi BPF

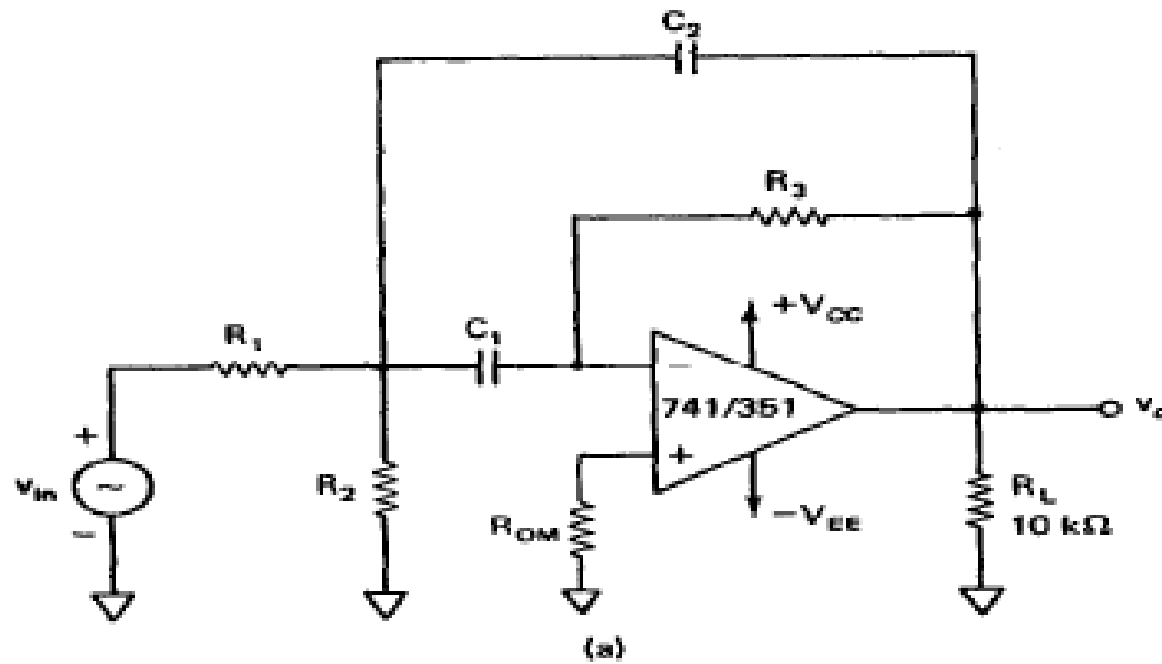


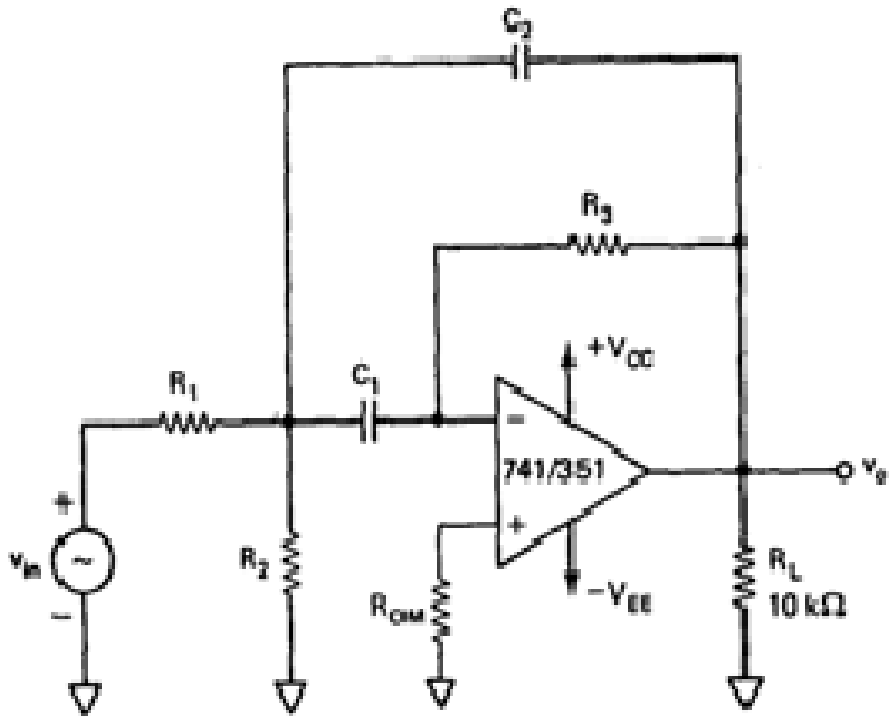
Nilai penguatan tegangan absolutnya adalah :

$$\left| \frac{v_o}{v_i} \right| = \frac{A_{FT}(f/f_L)}{\sqrt{[1 + (f/f_L)^2][1 + (f/f_H)^2]}}$$

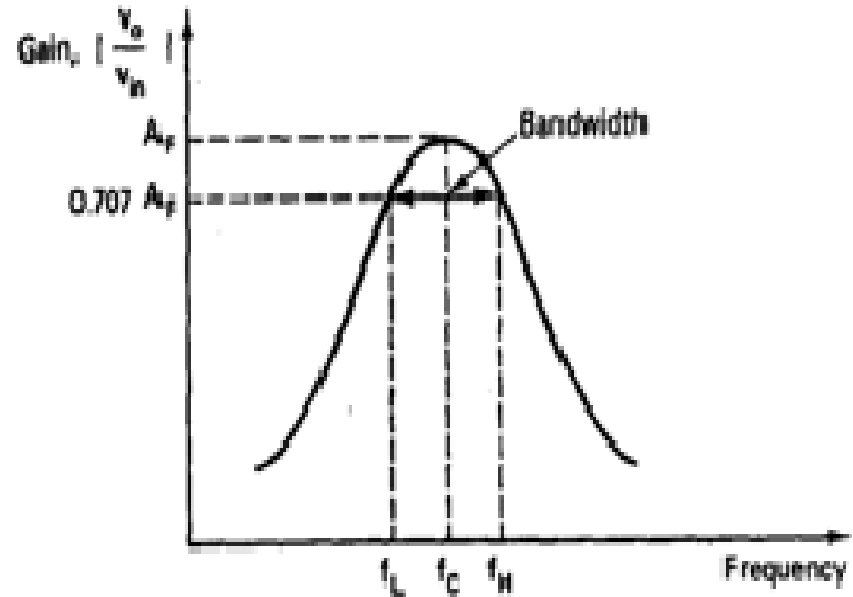
# Band Pass Bidang Sempit

- ❑ Syarat BPF bidang sempit adalah  $Q > 10$ .
- ❑ Rangkaian yang digunakan multiple feedback filter karena satu rangkaian menghasilkan 2 batasan  $Lf$  dan  $Hf$ .





**Rangkaian Band Pass Filter  
Bidang Sempit**



**Karakteristik Rangkaian  
Band Pass Filter Bidang  
Sempit**

# Perhitungan dari rangkaian tersebut :

---

Dipilih :

$$C1 = C2 = C$$

Hubungan nilai tahanannya adalah :

$$R_1 = \frac{Q}{2\pi f_c C A_F}$$
$$R_2 = \frac{Q}{2\pi f_c C (2Q^2 - A_F)}$$
$$R_3 = \frac{Q}{\pi f_c C}$$

dimana nilai  $A_F$  saat pada  $f_c$  adalah :

$$A_f = \frac{R_3}{2R_1} < 2Q^2$$

$$Q = \frac{f_c}{BW} = \frac{f_c}{f_H - f_L} \quad \text{dan} \quad f_c = \sqrt{f_H f_L}$$

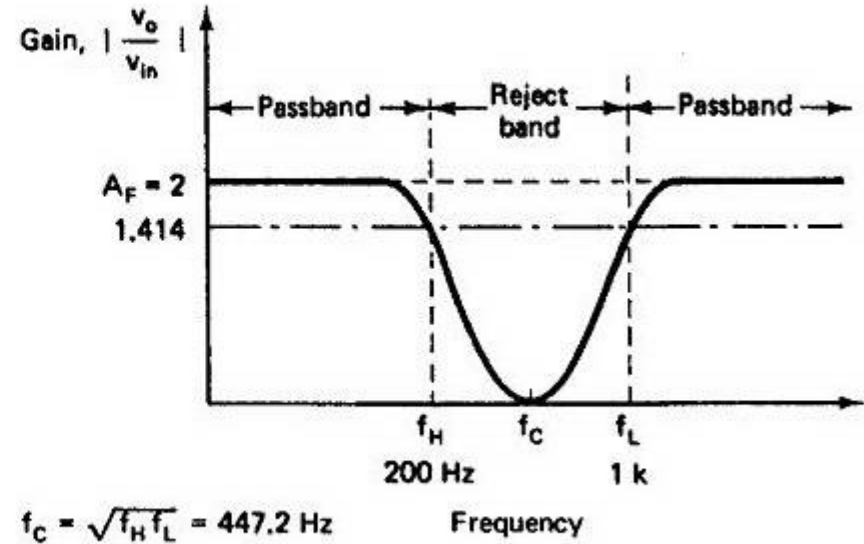
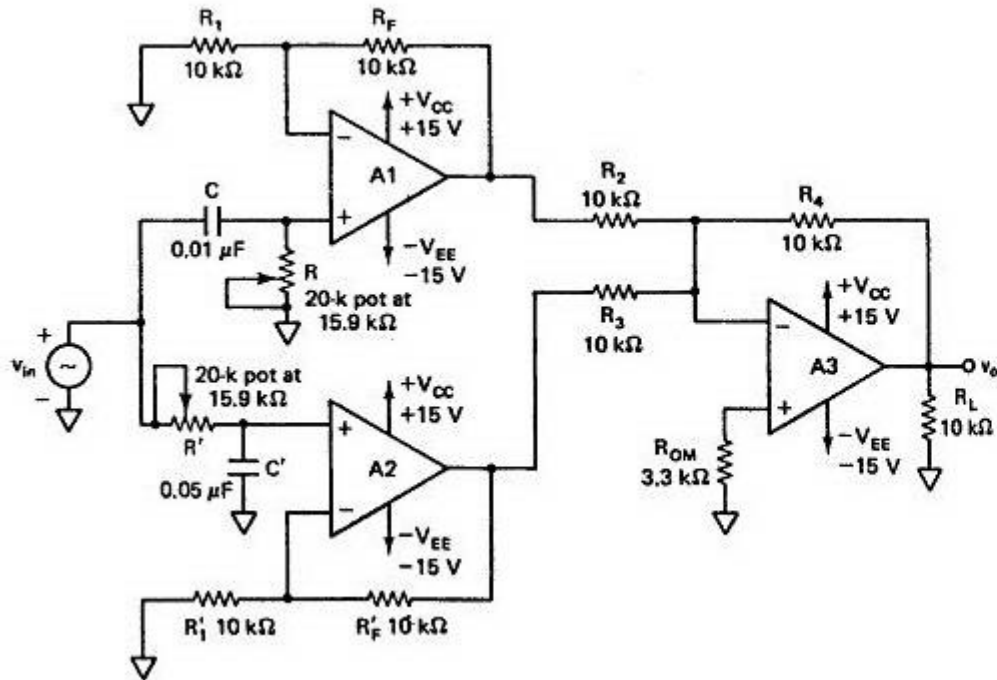
Ada keuntungan rangkaian ini adalah bila ingin mengganti frekuensi centernya  $C f$ , maka tinggal mengganti nilai  $R_2$  saja. Nilai yang baru adalah  $R'_2$  :

$$R'_2 = R_2 \left( \frac{f_c}{f'_c} \right)^2$$



# BAND STOP FILTER

BRF bidang lebar adalah terdiri dari rangkaian HPF dan LPF yang dimasukkan ke rangkaian penjumlah. Sedang BRF bidang sempit adalah terkenal dengan rangkaian Notch Filter yaitu menolak frekuensi tertentu.



---

Untuk menentukan nilai frekuensi batas atas ( $f_H$ ) dan frekuensi batas bawah ( $f_L$ ) dapat menggunakan rumus-rumus untuk rangkaian LPF dan HPF serta rangkaian penjumlahan berlaku untuk menentukan nilai nilai komponen atau elemen pasif yang digunakan untuk rangkaian band reject filter bidang lebar ini.

$$f_L = \frac{1}{2\pi RC_{HPF}}$$

$$f_H = \frac{1}{2\pi RC_{LPF}}$$

Dimana :

$f_H$  = Frekuensi batas atas (frekuensi cut Off rangkaian Low Pass Filter (LPF))

$f_L$  = Frekuensi batas bawah (frekuensi cut Off rangkaian High Pass Filter (HPF))

$RC_{LPF}$  = nilai R dan C pada sisi rangkaian Low Pass Filter (LPF)

$RC_{HPF}$  = nilai R dan C pada sisi rangkaian High Pass Filter (HPF)

---

Ada 2 jenis Band Reject Filter :

1. BSF Bidang sempit
2. BSF Bidang lebar

# Band Reject Filter Bidang Sempit

---

Nama band reject filter bidang sempit ini sering dikenal dengan nama Aktif Notch Filter. Rangkaian menggunakan model twin-T circuit. Biasanya rangkaian aktif Notch Filter ini digunakan pada rangkaian instrumentasi medis. Pada rangkaian band reject filter (BRF) bidang sempit atau Aktif Notch Filter terdapat daerah frekuensi yang akan di tahan oleh rangkaian Notch Filter ini ( $f_N$ ) yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

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

Rangkaian band reject filter atau aktif notch filter adalah gabungan filter low pass RC dan filter high pass RC dengan konfigurasi twin-T circuit. Gambar rangkaian band reject filter bidang (BRF) sempit adalah sebagai berikut :

# Rangkaian

---

