

5.7. PASİF FİLTRELER

Filtre devreleri; belirli frekans aralığını geçirmek, diğer frekans aralıklarını ise söndürmek yada zayıflatmak amacıyla tasarlanan devrelerdir.

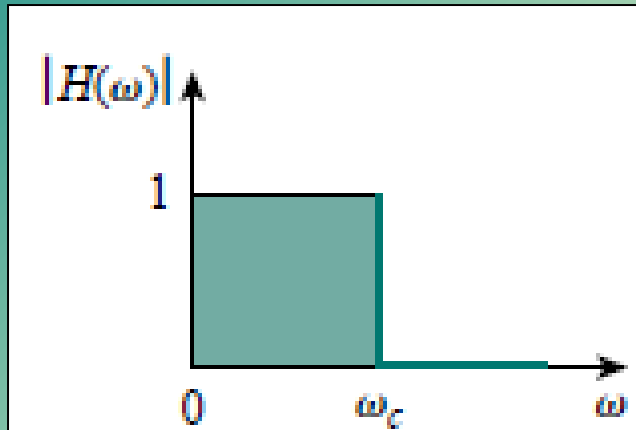
Eğer filtre devresi;

☐ ***RLC*** elemanlarından oluyor ise ***pasif filtre***;

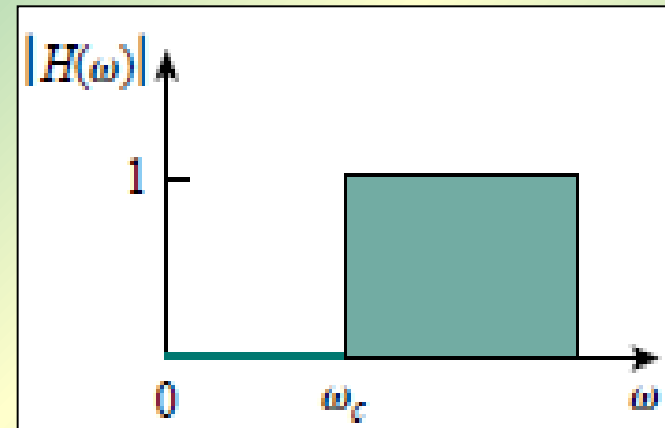
☐ ***Transistör, op-amp*** gibi aktif elemanlardan oluşuyor ise ***aktif filtre*** adını alır.

Filtreler 4 farklı çeşitten oluşurlar.

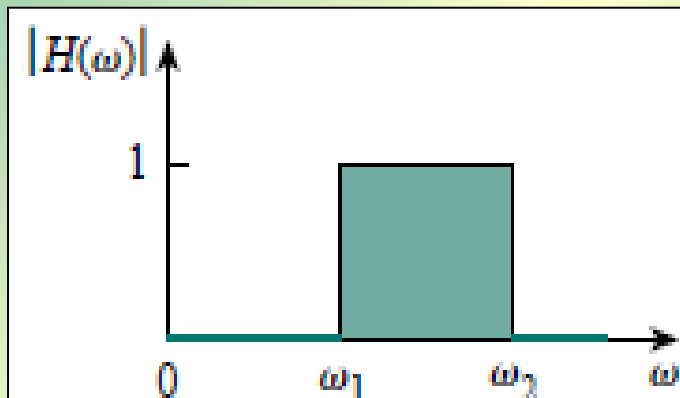
1) Alçak Geçiren Filtreler



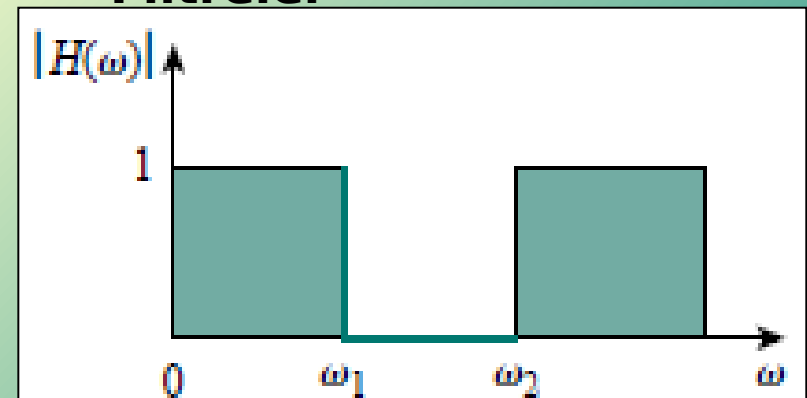
2) Yüksek Geçiren Filtreler



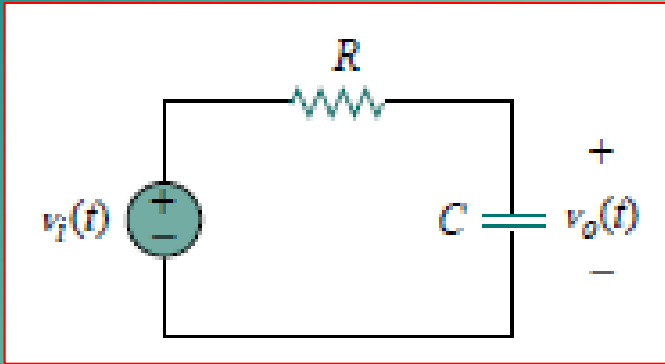
3) Band Geçiren Filtreler



4) Band Söndüren Filtreler



5.7.1. Alçak Geçiren Filtreler

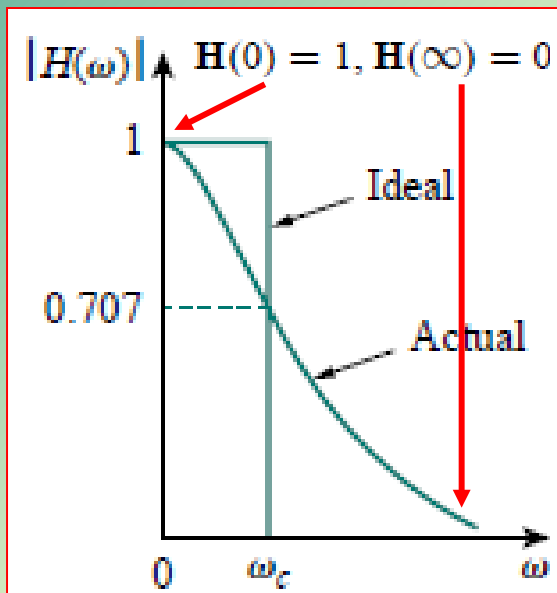


Alçak geçiren
Devre

Transfer
Fonksiyonu



$$\mathbf{H}(\omega) = \frac{V_o}{V_i} = \frac{1/j\omega C}{R + 1/j\omega C}$$
$$\mathbf{H}(\omega) = \frac{1}{1 + j\omega RC}$$



Gücün yarıya düştüğü noktalar filtrelerde kesim frekansı olarak adlandırılır, ω_c ile gösterilir.

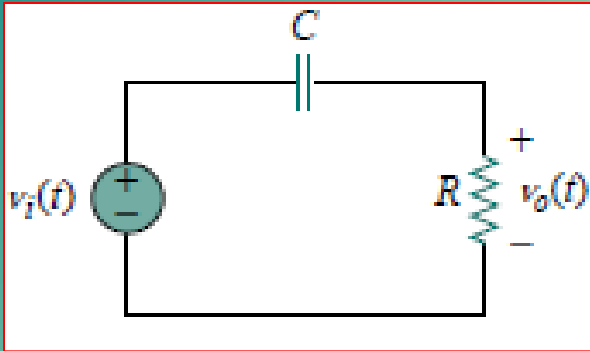


$$H(\omega_c) = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega_c^2 R^2 C^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$



$$\omega_c = \frac{1}{RC}$$

5.7.2. Yüksek Geçiren Filtreler



Yüksek geçiren
Devre

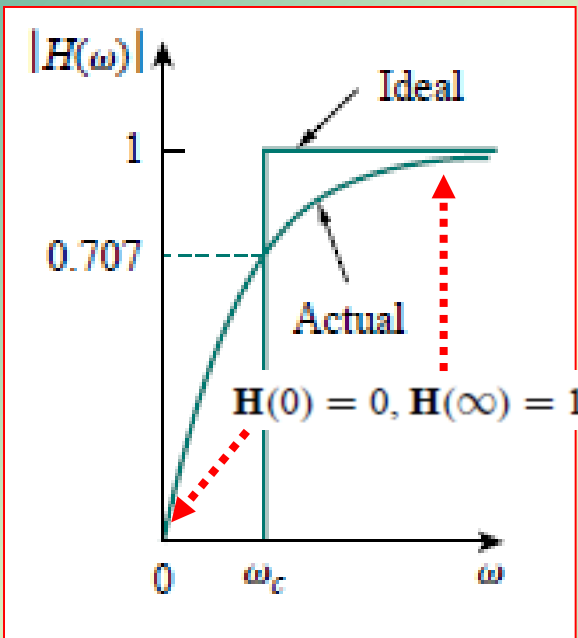
Transfer
Fonksiyonu



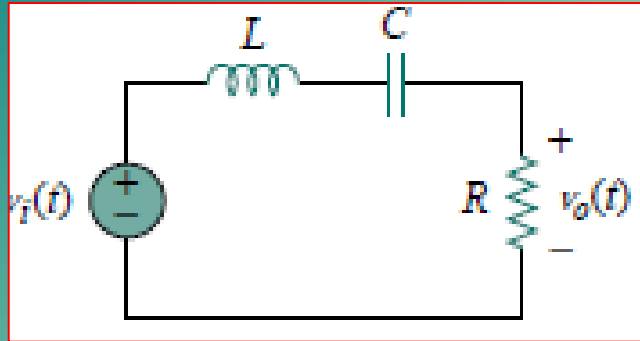
$$\mathbf{H}(\omega) = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R}{R + 1/j\omega C}$$
$$\mathbf{H}(\omega) = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC}$$

Yüksek geçiren için kesim frekansı ω_c :

$$\omega_c = \frac{1}{RC}$$



5.7.3. Band Geçiren Filtreler

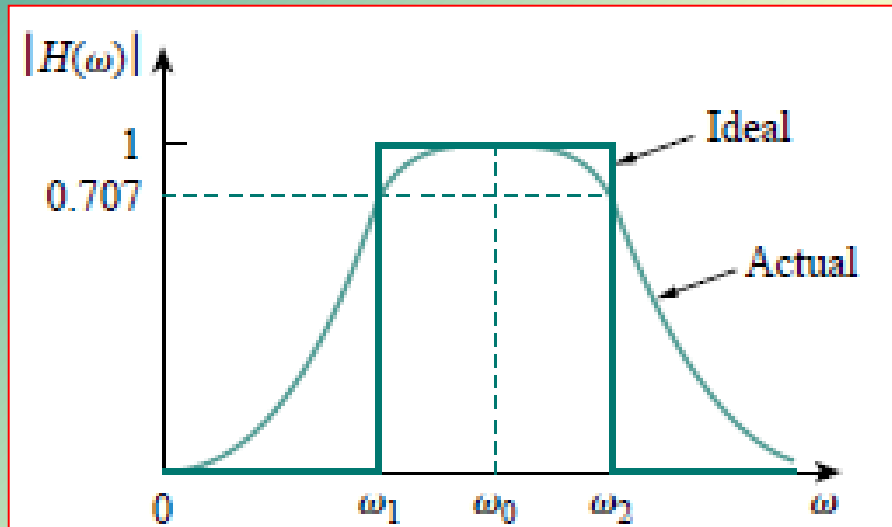


Band geçiren Devre

Transfer
Fonksiyonu



$$\mathbf{H}(\omega) = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R}{R + j(\omega L - 1/\omega C)}$$

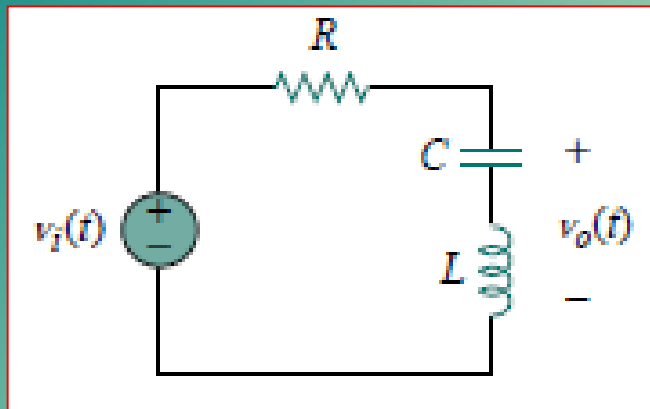


✓ Bir band geçiren filtre alçak geçiren ve yüksek geçiren iki filtrenin bir araya getirilmesi ile de oluşturulabilir.

Merkez frekansı;

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

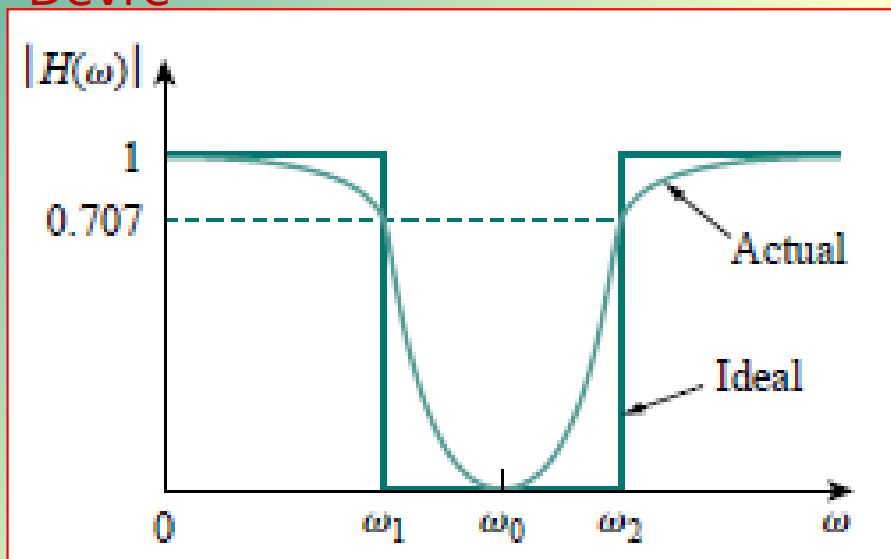
5.7.4. Band Söndüren Filtreler



Transfer
Fonksiyonu

$$\mathbf{H}(\omega) = \frac{\mathbf{V}_o}{\mathbf{V}_i} = \frac{j(\omega L - 1/\omega C)}{R + j(\omega L - 1/\omega C)}$$

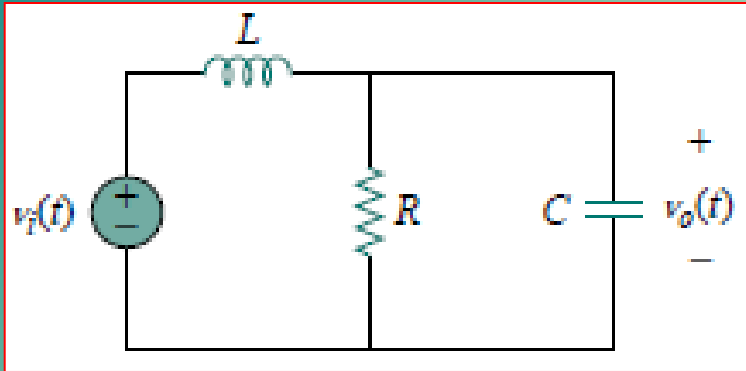
Band söndüren
Devre



Merkez frekansı;

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

ÖRNEK



$R=2\text{ K}\Omega$, $L=2\text{ H}$, $C=2\mu\text{F}$ ise,

a) Bu devrenin ne tip bir filtre olduğunu bulunuz.

b) Köşe veya kesim frekansını hesaplayınız.

ÇÖZÜM: Önce Transfer Fonksiyonunu bulalım:

$$H(s) = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R \parallel 1/sC}{sL + R \parallel 1/sC}$$

$$s = j\omega$$

$$R \parallel \frac{1}{sC} = \frac{R / sC}{R + 1/sC} = \frac{R}{1 + sRC}$$

$$H(s) = \frac{R / (1 + sRC)}{sL + R / (sRC)} = \frac{R}{s^2 RLC + sL + R}$$

$$H(\omega) = \frac{R}{-\omega^2 RLC + j\omega L + R}$$

$\omega=0$ da; $H=1$,

$\omega=\infty$ da; $H=0$, değerlerini alırsa, **AGF** olarak çalışır.

H(ω) genliđi bulunur;

$$|H| = \frac{R}{\sqrt{(R - \omega^2 RLC)^2 + \omega^2 L^2}}$$

Köşe frekansları için gücün yarıya düştüğü nokta bulunmalıdır. Ya da

$$\frac{|H|}{\sqrt{2}}$$

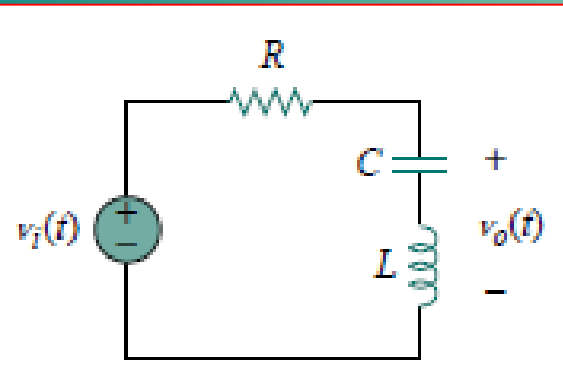
nokta bulunmalıdır.

$$\frac{1}{2} = \frac{R^2}{(R - \omega_c^2 RLC)^2 + \omega_c^2 L^2}$$

R, L ve C değerleri yerine yazılırsa ω_c ;

$$\omega_c = 0.742 \text{ krad/s}$$

ÖRNEK



Şekildeki BSF devresi 200 Hz merkez frekansında sönümlenme yapıyorsa olması gereken L ve C değerlerini bulunuz. ($R=150\Omega$ $B=100$ Hz).

ÇÖZÜM: Devre BSF olmakla birlikte bir seri rezonans devresidir.

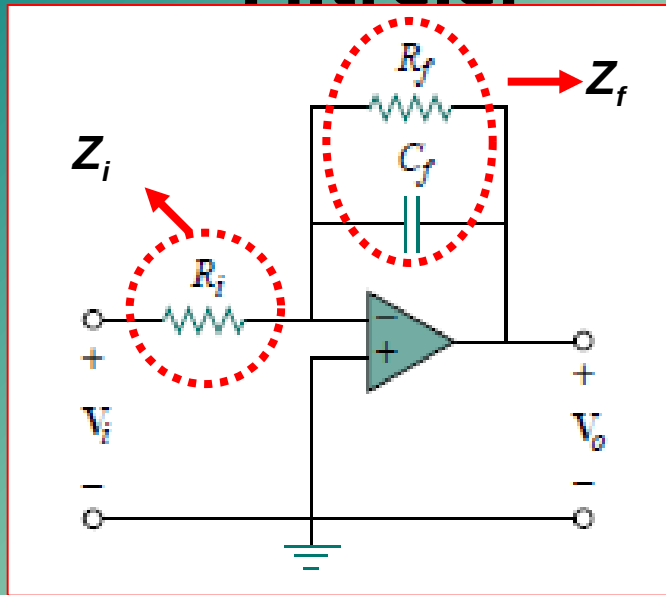
$$B = 2\pi(100) \text{ rad/s} \longrightarrow B = \frac{R}{L} \Rightarrow L = 0.2387 \text{ H}$$

$$\omega_0 = 2\pi(200) = 400\pi$$

$$\omega_0 = 1/\sqrt{LC} \Rightarrow C = 2,66\mu\text{F}$$

5.8. AKTİF FİLTRELER

5.8.1. Birinci Dereceden Alçak Geçiren Filtreler



Transfer
Fonksiyonu

$$\mathbf{H}(\omega) = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{\mathbf{Z}_f}{\mathbf{Z}_i}$$

$$\mathbf{Z}_i = R_i$$

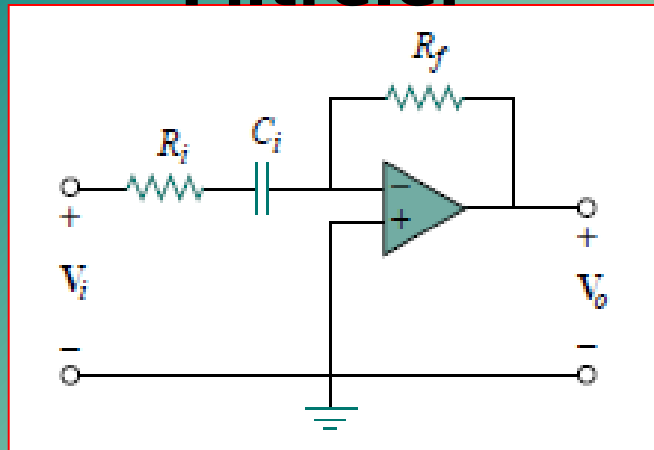
$$\mathbf{Z}_f = R_f \parallel \frac{1}{j\omega C_f} = \frac{R_f / j\omega C_f}{R_f + 1/j\omega C_f} = \frac{R_f}{1 + j\omega C_f R_f}$$

$$\mathbf{H}(\omega) = -\frac{R_f}{R_i} \frac{1}{1 + j\omega C_f R_f}$$

→ $\omega=0$ da fonksiyon $-R_f/R_i$ değerini alır.

$$\omega_c = \frac{1}{R_f C_f}$$

5.8.2. Birinci Dereceden Yüksek Geçiren Filtreler



$$\mathbf{H}(\omega) = \frac{\mathbf{V}_o}{\mathbf{V}_i} = -\frac{\mathbf{Z}_f}{\mathbf{Z}_i}$$

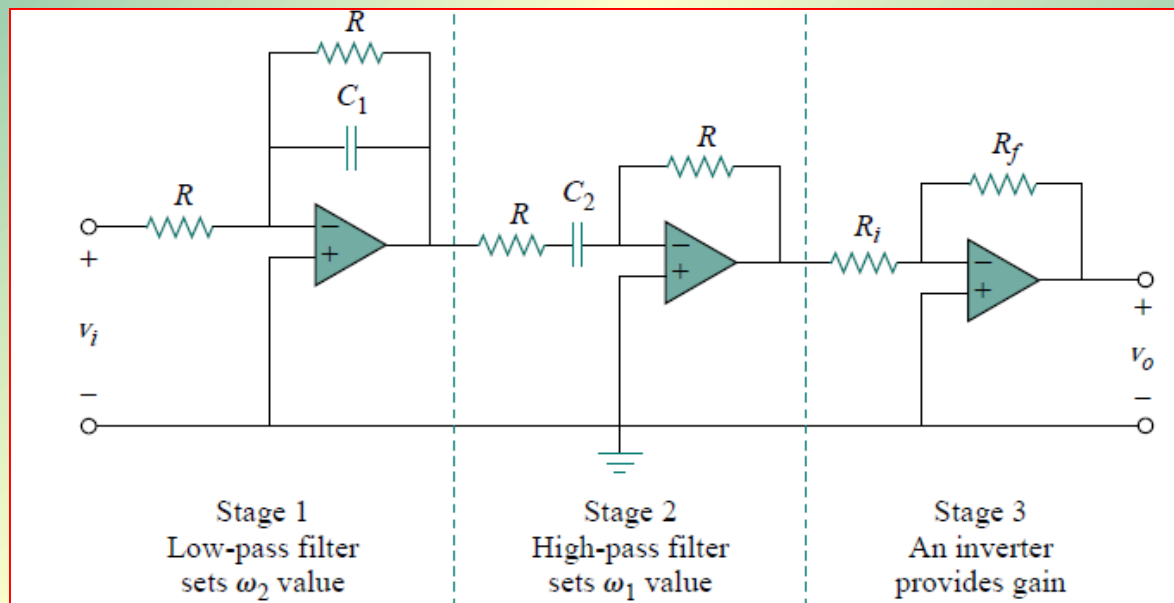
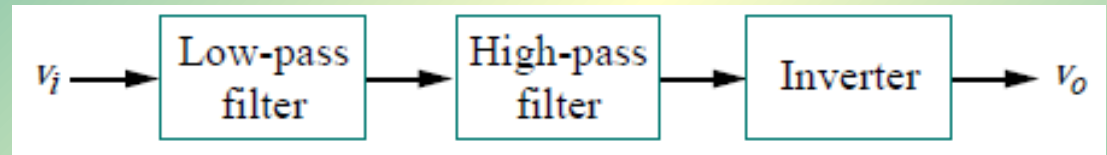
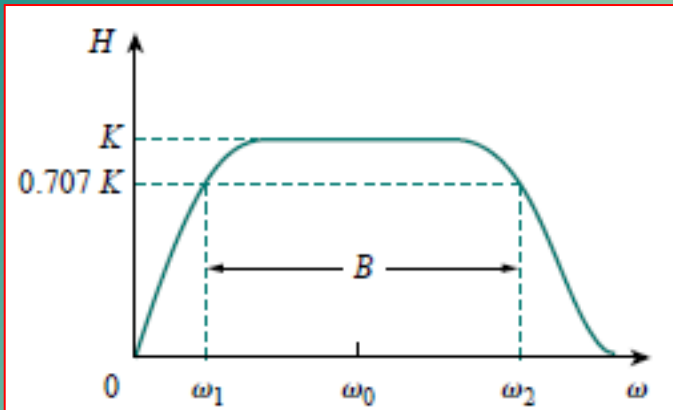
$$\mathbf{Z}_f = R_f$$

$$\mathbf{Z}_i = R_i + 1/j\omega C_i$$

$$\mathbf{H}(\omega) = -\frac{R_f}{R_i + 1/j\omega C_i} = -\frac{j\omega C_i R_f}{1 + j\omega C_i R_i}$$

$$\omega_c = \frac{1}{R_i C_i}$$

5.8.3. Band Geçiren Filtreler



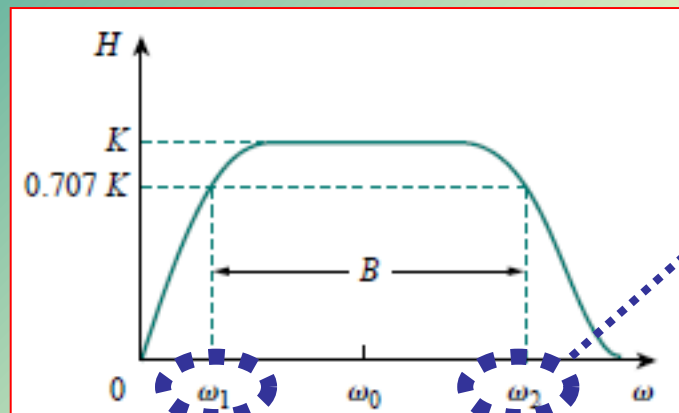
5.8.3. Band Geçiren Filtreler

$$\mathbf{H}(\omega) = \frac{\mathbf{V}_o}{\mathbf{V}_i} = \left(-\frac{1}{1 + j\omega C_1 R} \right) \left(-\frac{j\omega C_2 R}{1 + j\omega C_2 R} \right) \left(-\frac{R_f}{R_i} \right)$$

$$= -\frac{R_f}{R_i} \frac{1}{1 + j\omega C_1 R} \frac{j\omega C_2 R}{1 + j\omega C_2 R}$$

AGF

YGF



$$\text{(AGF)} \quad \omega_2 = \frac{1}{RC_1}$$

$$\text{(YGF)} \quad \omega_1 = \frac{1}{RC_2}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\omega_1 \omega_2}$$

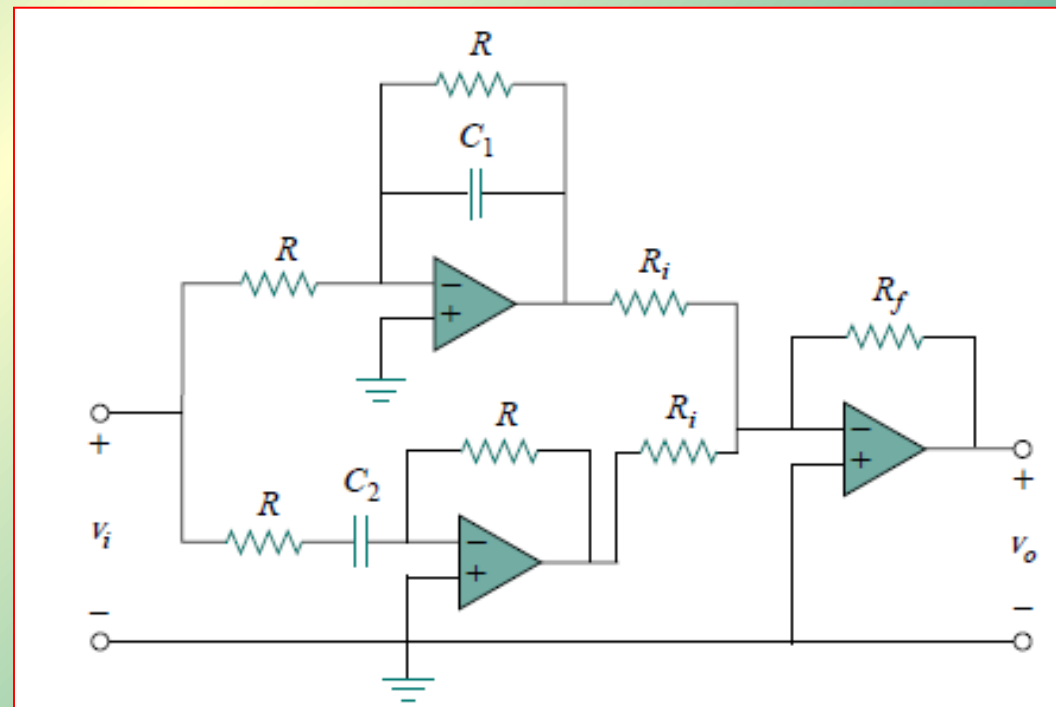
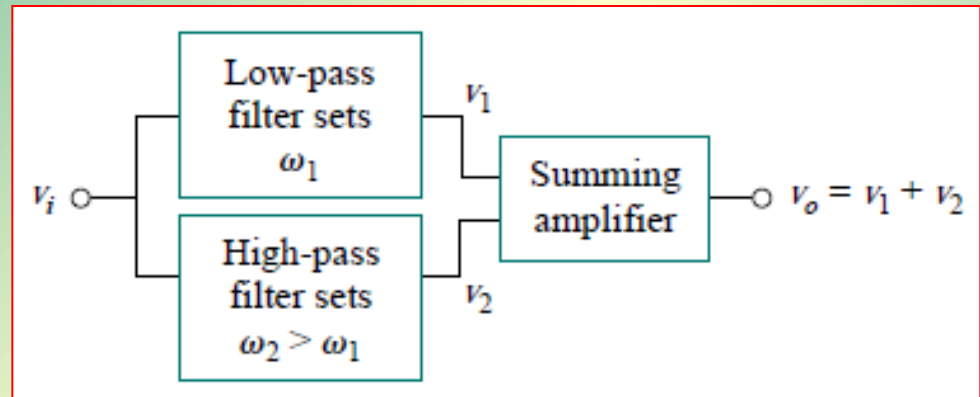
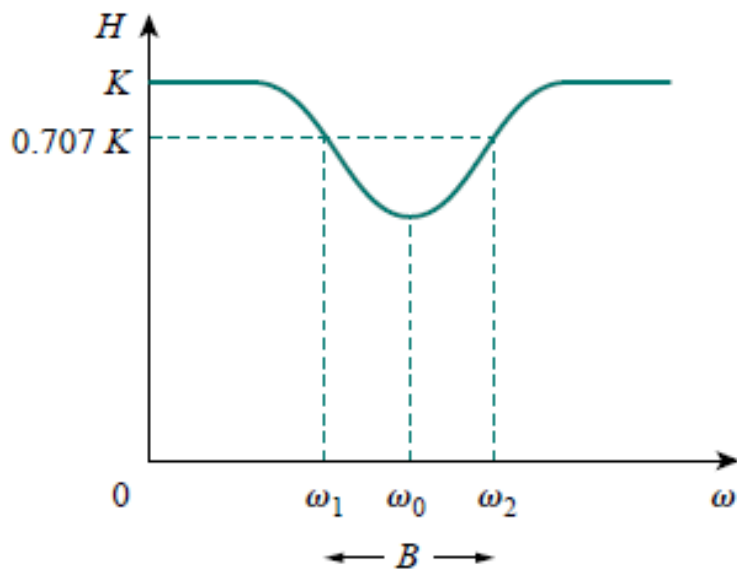
$$B = \omega_2 - \omega_1$$

$$Q = \frac{\omega_0}{B}$$

$$\frac{K \omega_2}{\omega_1 + \omega_2} = \frac{R_f}{R_i}$$

5.8.3. Band Söndüren

Filtreler



5.8.3. Band Söndüren Filtreler

$$\mathbf{H}(\omega) = \frac{\mathbf{V}_o}{\mathbf{V}_i} = -\frac{R_f}{R_i} \left(-\frac{1}{1 + j\omega C_1 R} - \frac{j\omega C_2 R}{1 + j\omega C_2 R} \right)$$

ÖRNEK: Kazancı 4, kesim frekansı 500 Hz olan alçak geçiren aktif filtre tasarlayınız.

ÇÖZÜM:

$$\omega_c = 2\pi f_c = 2\pi 500 = \frac{1}{R_f C_f}$$

Kazanç; $H(0) = -\frac{R_f}{R_i} = -4$

Eğer $C_f = 0.2\mu\text{F}$ seçilirse;

$$R_f = \frac{1}{2\pi(500)0.2 \times 10^{-6}} = 1.59\text{k}\Omega$$

$$R_i = \frac{R_f}{4} = 397.5\Omega$$

ÖRNEK: $K=10$, $R=20\text{ k}\Omega$ olan, geçiş frekansları 250 Hz ile 3000 Hz olan Band geçiren filtreyi tasarlayınız.

ÇÖZÜM: $\omega_1=1/RC_2$ ise

$$C_2 = \frac{1}{R\omega_1} = 31.83\text{nF}$$

Benze şekilde $\omega_2=1/RC_1$;

$$C_1 = \frac{1}{R\omega_2} = 2.65\text{nF}$$

$$\frac{R_f}{R_i} = \frac{K\omega_2}{\omega_1 + \omega_2} = 9.223$$

$R_i=10\text{ k}\Omega$ seçilirse, $R_f=92\text{ k}\Omega$ olur.

Bitti...