

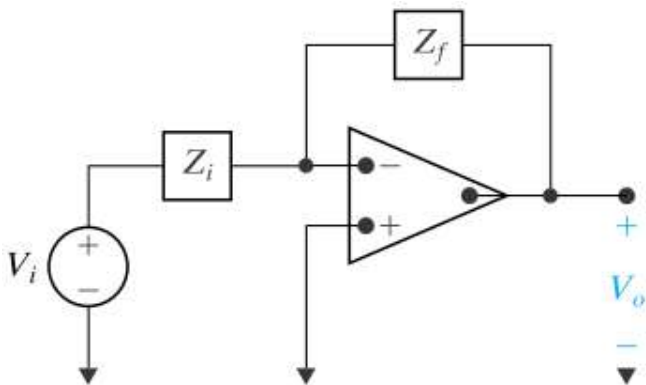
Aktif Filtre Devreleri

Aktif filtrelerin pasif filtrelere göre avantajları bulunmaktadır:

- Aktif devrelerle bant geçiren ve bant durduran filtreler bobin kullanılmadan elde edilebilir. Bobinler büyük, ağır, pahalı olduğu için bobinin kullanılmaması avantaj sağlar.
- Aktif filtreler pasif filtrelerde olmayan yükseltme kontrolü sağlar.
- Kesim frekansı pasif filtreye eklenen yük ile değişir. Bu durum aktif filtrelerde geçerli değildir.

1/21

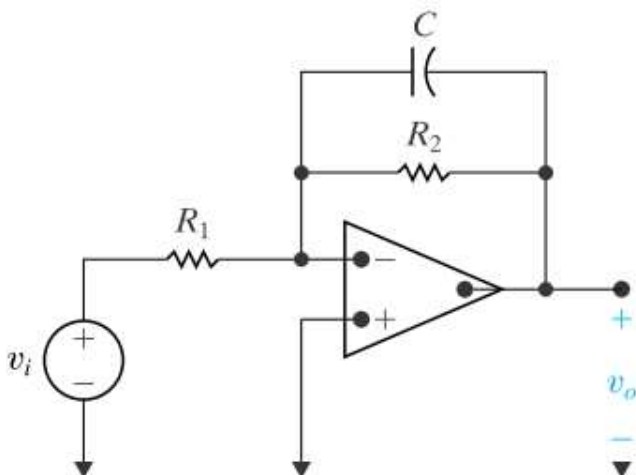
Alçak Geçiren Filtre



$$H(s) = \frac{-Z_f}{Z_i}$$

$$= \frac{-R_2 \parallel \left(\frac{1}{sC} \right)}{R_1}$$
$$= -K \frac{\omega_c}{s + \omega_c},$$

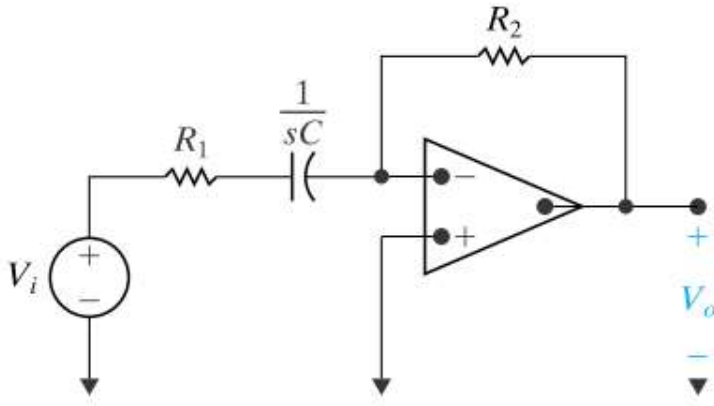
$$K = \frac{R_2}{R_1},$$



$$\omega_c = \frac{1}{R_2 C}.$$

2/21

Yüksek Geçiren Filtre



$$H(s) = \frac{-Z_f}{Z_i}$$

$$= \frac{-R_2}{R_1 + \frac{1}{sC}}$$

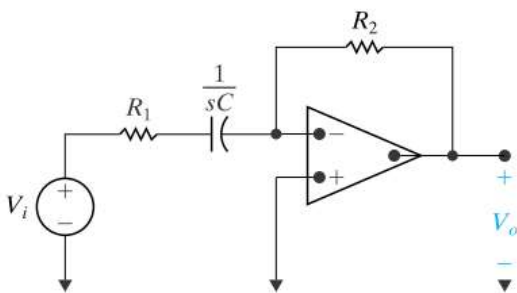
$$= -K \frac{s}{s + \omega_c}, \quad K = \frac{R_2}{R_1},$$

$$\omega_c = \frac{1}{R_1 C}.$$

5/21

Yüksek Geçiren Filtre

Soru: Bode diyagramı verilen devrede $0.1 \mu\text{F}$ kapasitör kullanılmış ise istenilen outputu verecek R_1 ve R_2 değerlerini bulunuz.



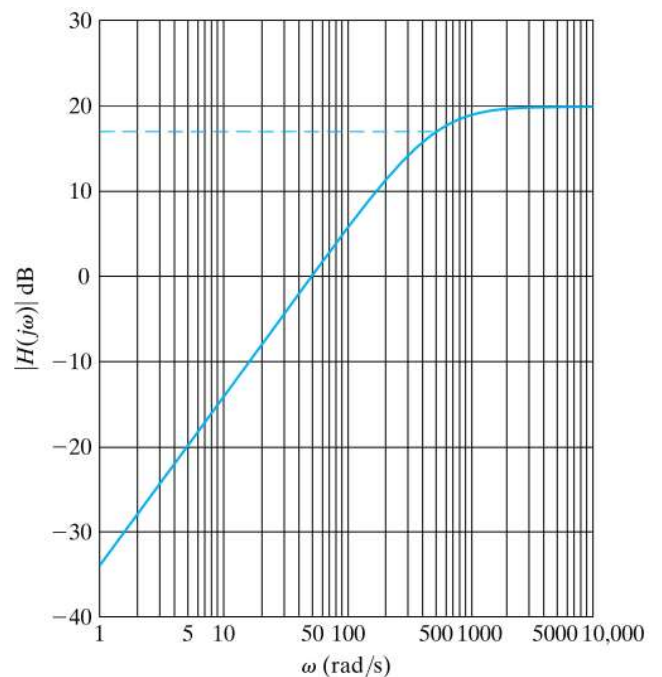
Diyagramda
kazanç=20dB
ise $K=10$ olur.

$$H(s) = \frac{-10s}{s + 500}.$$

$$H(s) = \frac{-10s}{s + 500} = \frac{-(R_2/R_1)s}{s + (1/R_1 C)}.$$

$$10 = \frac{R_2}{R_1}, \quad 500 = \frac{1}{R_1 C}.$$

$$R_1 = 20 \text{ k}\Omega, \quad R_2 = 200 \text{ k}\Omega.$$



6/21

Yüksek Geçiren Filtre

Ödev: Birinci mertebe aktif yüksek geçiren filtre devresinde kazanç 1 ve kesim frekansı 1 rad/sn ve $R_1 = 1\Omega$ ise kapasitor ve diğer direncin değerini bulunuz.

$$R_2 = 1\Omega, C = 1F.$$

7/21

Ölçeklendirme

Devre tasarımını birim değerlerle yapmak devrenin analizini kolaylaştırır ama bu durum gerçekçi değildir. Bundan dolayı hesaplamalar uygun değerlerle yapıldıktan sonra ölçeklendirme ile gerçekçi değerlere çevrilir.

İki tür ölçeklendirme vardır: Büyüklük ve frekans.

Belirlenen frekansta büyüklükte ölçeklendirme için direnç ve bobin k_m ile kapasitör $1/k_m$ ile çarpılır. Bu durumda

ölçeklenmiş değerler: $R' = k_m R$, $L' = k_m L$, and $C' = C/k_m$.

Frekans ölçeklendirmesinde empedansların yeni frekansta, eski frekansta olduğu gibi aynı kalması sağlanır.

$$R' = R, L' = L/k_f, \text{ and } C' = C/k_f.$$

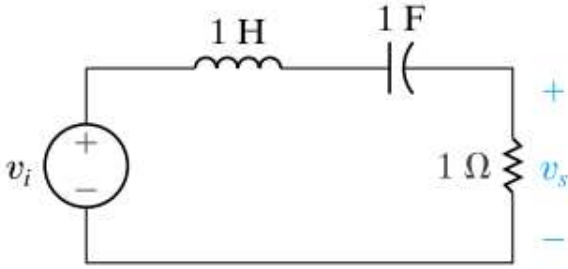
Büyüklük ve frekans ölçeklendirmesi aynı anda yapılırsa:

$$R' = k_m R, \quad L' = \frac{k_m}{k_f} L, \quad C' = \frac{1}{k_m k_f} C.$$

8/21

Ölçeklendirme

Soru: Verilen devrede merkez frekansı 1 rad/sn, bant genişliği 1 rad/sn ve kalite fakörü 1'dir. Ölçeklendirme ile aynı kalite faktöründe merkez frekansı 500 Hz olması için yeni R ve L değerlerini hesaplayınız. Kapasitör 2 μF olacaktır.



$$k_f = \frac{\omega'_o}{\omega_o} = \frac{2\pi(500)}{1} = 3141.59.$$

$$k_m = \frac{1}{k_f} \frac{C}{C'} = \frac{1}{(3141.59)(2 \times 10^{-6})} = 159.155.$$

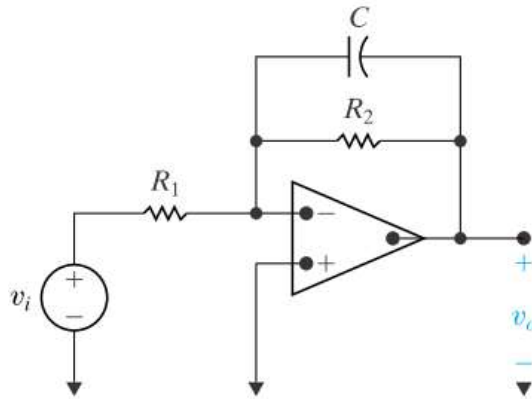
$$R' = k_m R = 159.155 \Omega,$$

$$L' = \frac{k_m}{k_f} L = 50.66 \text{ mH}.$$

9/21

Ölçeklendirme

Soru: Alçak geçiren OpAmp filtresinde $R_1 = R_2 = 1\Omega$, $C = 1$ F'dır. Bu devreyi kazancı 5, kesim frekansı 1000 Hz, kapasitör değeri 0.01 μF olacak şekilde yeniden tasarlayınız.



$$k_f = \omega'_c / \omega_c = 2\pi(1000)/1 = 6283.185,$$

$$k_m = \frac{1}{k_f} \frac{C}{C'} = \frac{1}{(6283.185)(10^{-8})} = 15,915.5.$$

$$R'_1 = R'_2 = k_m R = (15,915.5)(1) = 15,915.5 \Omega.$$

$$R_1 = R_2 / K = (15,915.5) / (5) = 3183.1 \Omega.$$

$$R_1 = 3183.1 \Omega, \quad R_2 = 15,915.5 \Omega, \quad C = 0.01 \mu\text{F}.$$

$$H(s) = \frac{-31,415.93}{s + 6283.185}.$$

10/21

Ölçeklendirme

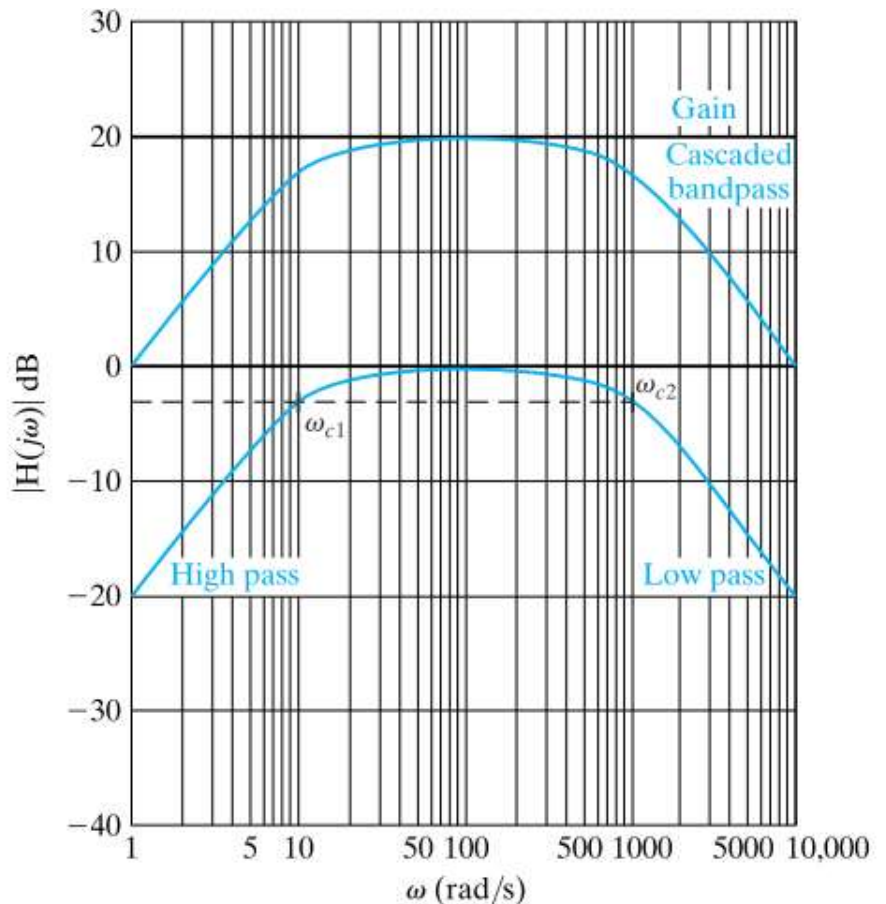
Ödev: Yüksek geçiren prototip OpAmp firtresinde devre elemanları $R_1 = R_2 = 1\Omega$, $C = 1\text{ F}$ 'dir. Bu devrede kapasitörü $0.5\text{ }\mu\text{F}$ kesim frekansını 10 kHz yapmak için büyüklük ve frekans ölçekleme faktörlerini hesaplayınız.

$$k_f = 62,831.85, k_m = 31.831.$$

11/21

Bant Geçiren Filtre

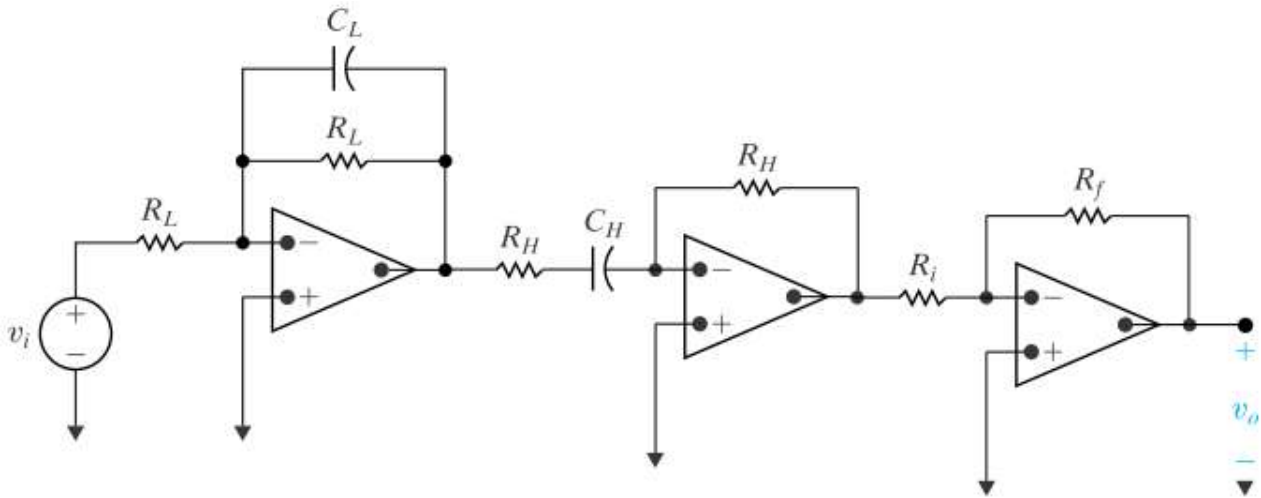
Kesim frekansı ω_{c1} olan bir yüksek geçiren filtre ile kesim frekansı ω_{c2} olan alçak geçiren filtre ard arda bağlanırsa bant geçiren filtre elde edilir.



12/21

Bant Geçiren Filtre

$v_i \rightarrow$ Alçak Geçiren Filtre \rightarrow Yüksek Geçiren Filtre \rightarrow Eviren Yükselteç $\rightarrow v_o$



$$H(s) = \frac{V_o}{V_i} = \left(\frac{-\omega_{c2}}{s + \omega_{c2}} \right) \left(\frac{-s}{s + \omega_{c1}} \right) \left(\frac{-R_f}{R_i} \right) = \frac{-K\omega_{c2}s}{(s + \omega_{c1})(s + \omega_{c2})}$$

$$= \frac{-K\omega_{c2}s}{s^2 + (\omega_{c1} + \omega_{c2})s + \omega_{c1}\omega_{c2}}$$

13/21

Bant Geçiren Filtre

$$H(s) = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-K\omega_{c2}s}{s^2 + (\omega_{c1} + \omega_{c2})s + \omega_{c1}\omega_{c2}}$$

$$\omega_{c2} \gg \omega_{c1}, \quad (\omega_{c1} + \omega_{c2}) \approx \omega_{c2}, \quad H(s) = \frac{-K\omega_{c2}s}{s^2 + \omega_{c2}s + \omega_{c1}\omega_{c2}}$$

$$\omega_{c1} = \frac{1}{R_H C_H}, \quad \omega_{c2} = \frac{1}{R_L C_L}$$

$$|H(j\omega_o)| = \left| \frac{-K\omega_{c2}(j\omega_o)}{(j\omega_o)^2 + \omega_{c2}(j\omega_o) + \omega_{c1}\omega_{c2}} \right|$$

$$|H(j\omega_o)| = \frac{R_f}{R_i}$$

$$= \frac{K\omega_{c2}}{\omega_{c2}}$$

$$= K$$

14/21

Bant Geçiren Filtre

Soru: $0.2 \mu\text{F}$ kapasitor kullanarak kazancı 2 olan ve 100 Hz ile 10kHz arası bant genişliği olan bir bant geçiren filtre tasarlayın.

$$\omega_{c2} = 100\omega_{c1} \quad \omega_{c2} \gg \omega_{c1}$$

$$\omega_{c2} = \frac{1}{R_L C_L} = 2\pi(10000),$$

$$R_L = \frac{1}{[2\pi(10000)](0.2 \times 10^{-6})}$$

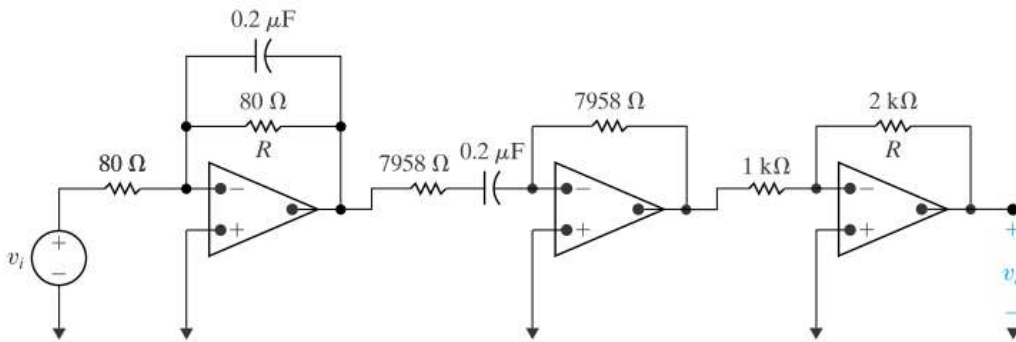
$$\approx 80 \Omega.$$

$$\omega_{c1} = \frac{1}{R_H C_H} = 2\pi(100),$$

$$R_H = \frac{1}{[2\pi(100)](0.2 \times 10^{-6})}$$

$$\approx 7958 \Omega.$$

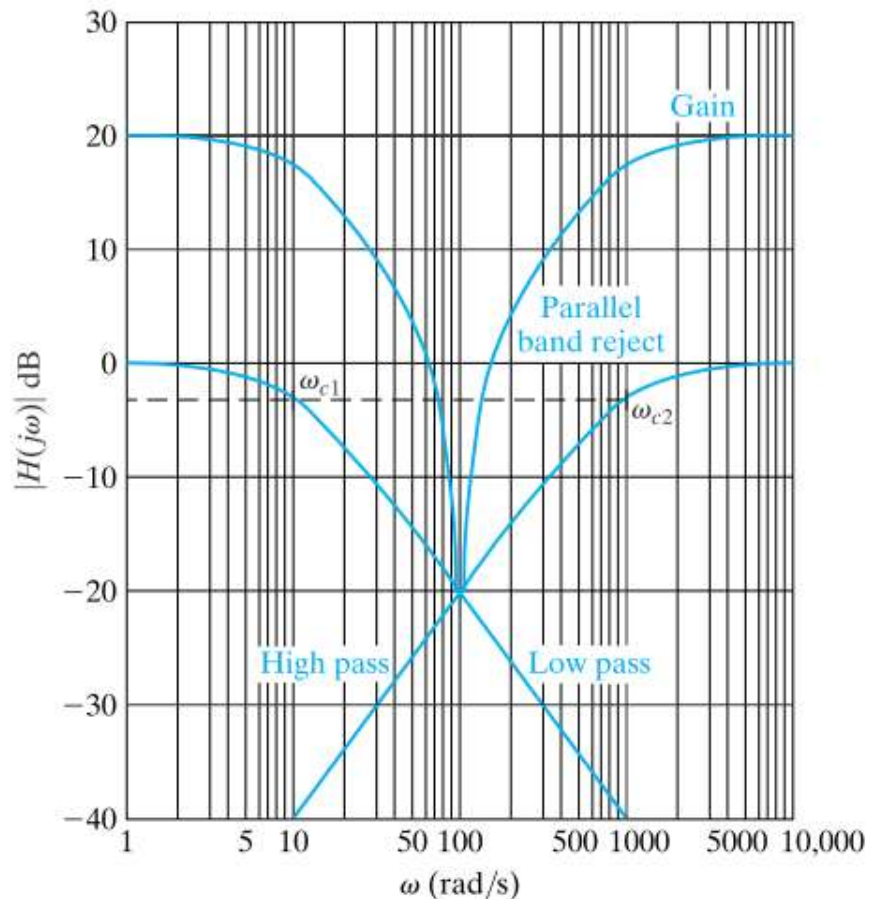
$$R_f = 2(1000) = 2000 \Omega = 2 \text{ k}\Omega.$$



15/21

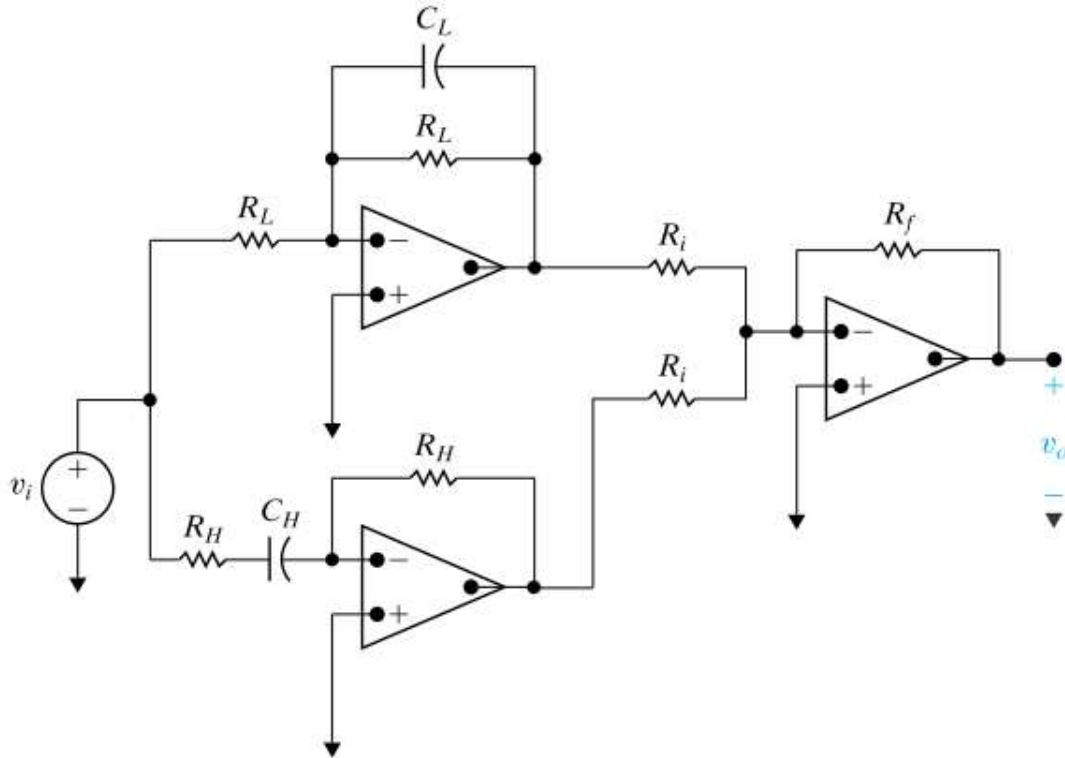
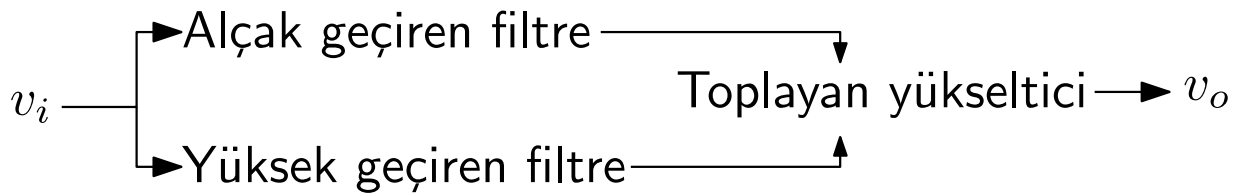
Bant Durduran Filtre

Bant durduran filtre kazancı 1 olan ω_{c1} kesim frekansına sahip alçak geçiren filtre ile kazancı 1 olan kesim frekansı ω_{c2} olan yüksek geçiren filtre çıkışlarını toplayan devreden elde edilebilir.



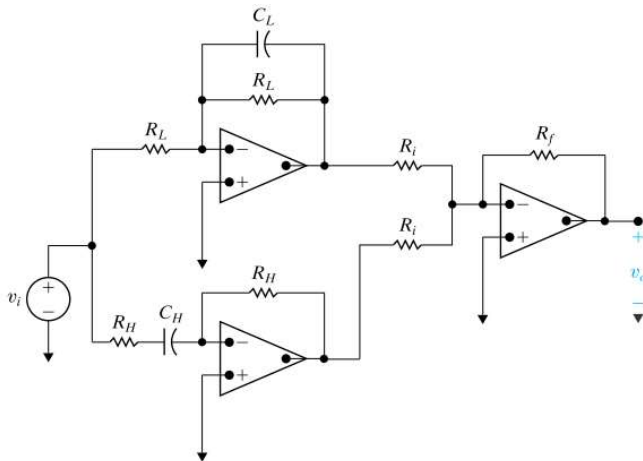
16/21

Bant Durduran Filtre



17/21

Bant Durduran Filtre



$$H(s) = \left(-\frac{R_f}{R_i} \right) \left[\frac{-\omega_{c1}}{s + \omega_{c1}} + \frac{-s}{s + \omega_{c2}} \right]$$

$$= \frac{R_f}{R_i} \left(\frac{\omega_{c1}(s + \omega_{c2}) + s(s + \omega_{c1})}{(s + \omega_{c1})(s + \omega_{c2})} \right)$$

$$= \frac{R_f}{R_i} \left(\frac{s^2 + 2\omega_{c1}s + \omega_{c1}\omega_{c2}}{(s + \omega_{c1})(s + \omega_{c2})} \right).$$

$$K = \frac{R_f}{R_i}, \quad \omega_{c1} = \frac{1}{R_L C_L},$$

$$\omega_{c2} = \frac{1}{R_H C_H}.$$

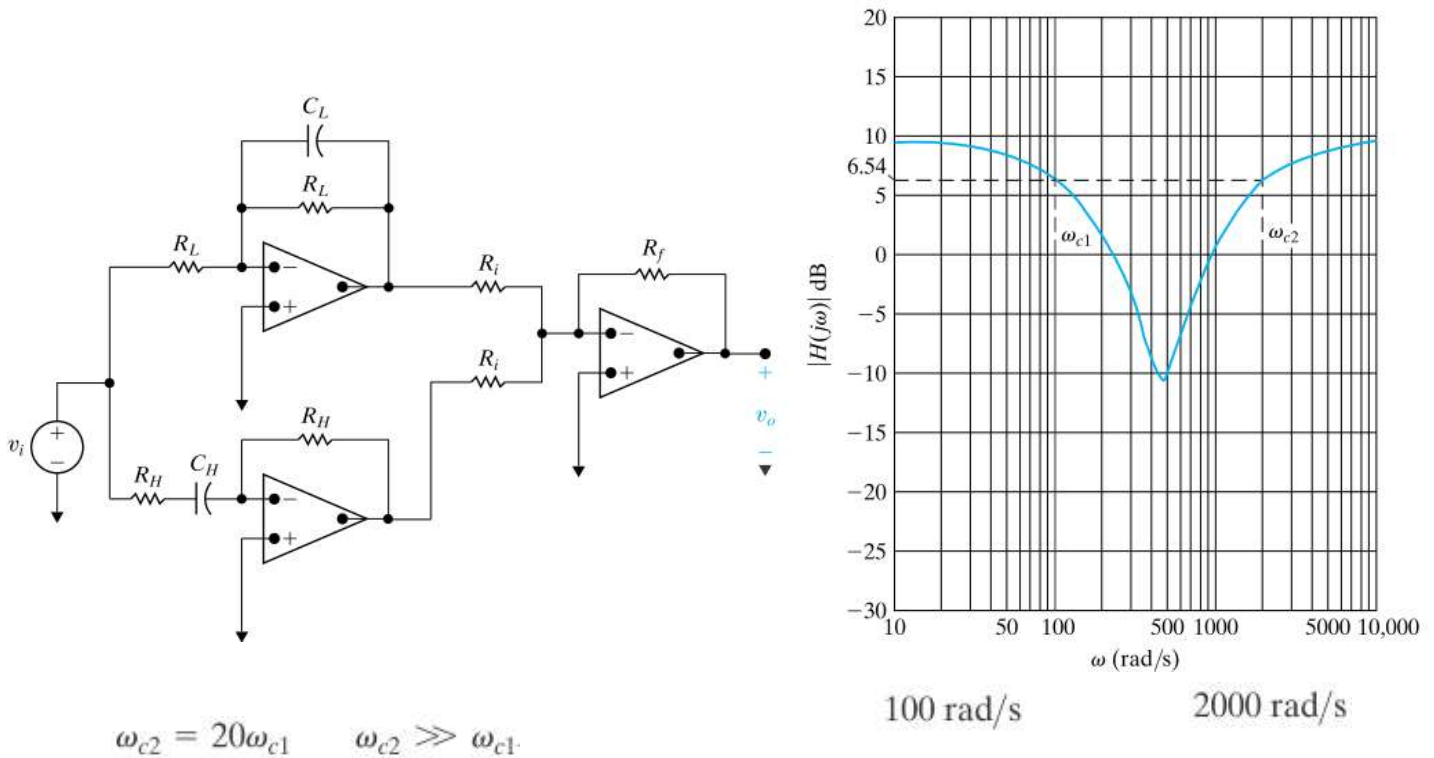
$s \rightarrow \infty$ ve $s \rightarrow 0$ kazanç R_f/R_i

$$\omega_{c2} \gg \omega_{c1} \quad |H(j\omega_o)| \approx \frac{R_f}{R_i} \frac{2\omega_{c1}}{\omega_{c2}}.$$

18/21

Bant Durduran Filtre

Bode diyagramında maksimum kazanç 9.5 dB ise $0.5 \mu\text{F}$ kapasitör kullanarak paralel bant durduran filtreyi tasarlayınız.



19/21

Bant Durduran Filtre

Alçak geçiren filtre:

$k_f = 100$ kesim frekansı 1'den 100 rad/sn olur.

$k_m = 20000$, kapasitör $0.5 \mu\text{F}$

$$\begin{aligned} R_L &= 20 \text{ k}\Omega, & C_L &= 0.5 \mu\text{F}. & \omega_{c1} &= \frac{1}{R_L C_L} \\ & & & & &= \frac{1}{(20 \times 10^3)(0.5 \times 10^{-6})} \\ & & & & &= 100 \text{ rad/s.} \end{aligned}$$

Yüksek geçiren filtre de aynı mantıkla tasarlanır:

$k_f = 2000$, $k_m = 1000$

$R_H = 1 \text{ k}\Omega$, $C_H = 0.5 \mu\text{F}$.

$$R_i = 1 \text{ k}\Omega \quad R_f = 3 \text{ k}\Omega \quad K = R_f/R_i = 3000/1000 = 3$$

20/21

Bant Durduran Filtre

