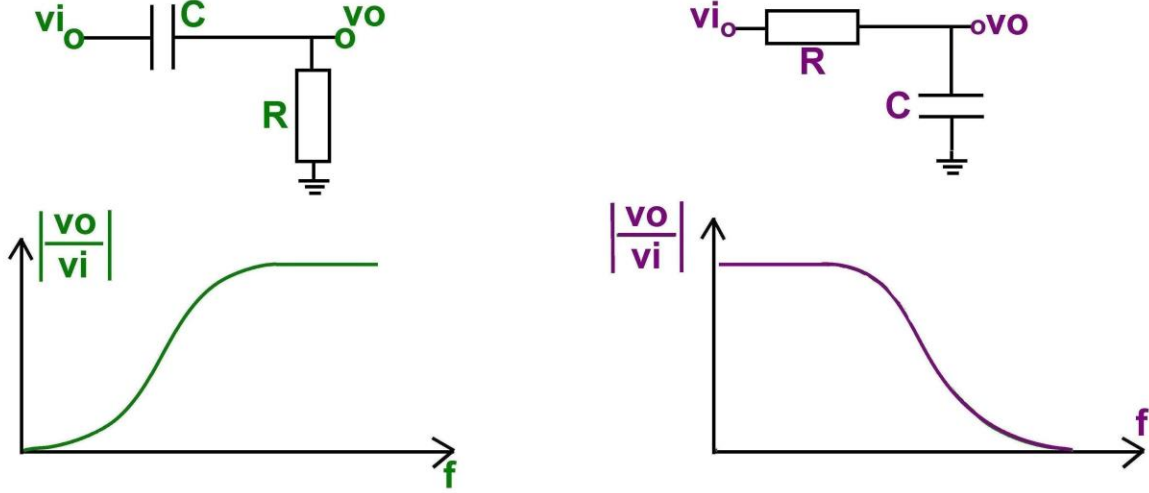


Kuvvetlendiricilerin Frekans Davranışı

Elektronik devrelerde kondansatör kullanılması genellikle gerekli olan bir durumdur. Ayrıca, Elektronik devrelerde kullanılan aktif elemanların parazitik kapasiteleri mevcuttur. Kapasitif elemanlar frekansla empedansları değişen elemanlardır. Bunun sonucu olarak, elektronik devrelerin giriş-çıkış ilişkileri de frekans ile değişir.

Kuvvetlendirici devreleri frekans davranışını incelemek için RC tipi yüksek geçiren ve alçak geçiren yapılar referans alınabilir.



Sinüzoidal Sürekli Halde kondansatörün empedansı $1/j\omega C$ olur.

$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{j\omega CR}{j\omega CR + 1}$$

$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{j\omega CR + 1}$$

$|v_o/v_i|=1/\sqrt{2}$ olduğundaki frekans kesim frekansı olarak isimlendirilir. Genellikle, bu frekans devrenin çalışma sınırı olarak alınır.

$$\left| \frac{v_o}{v_i} \right| = \left| \frac{j\omega CR}{j\omega CR + 1} \right| = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$\omega CR = 1$

$$F_c = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \tau}$$

$\tau = RC$ zaman sabiti

$$\left| \frac{v_o}{v_i} \right| = \left| \frac{1}{j\omega CR + 1} \right| = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$\omega CR = 1$

$$\frac{1}{2\pi \tau} = \frac{1}{2\pi RC} = F_c$$

(alt) kesim frekansı (üst) kesim frekansı

Zaman sabiti elektrik devrelerinde çok önemli bir büyüklüktür. Bir çok davranışın modellenmesinde kullanılmaktadır. Bir C elemanının zaman sabiti her iki portuyla referans arasındaki eşdeğer dirençlerin toplamının C ile çarpımı ile elde edilir.

Kuvvetlendiricilerin Frekans Davranışı Kesim Frekansı-Kutup İlişkisi

Yukarıda yapılan inceleme ile elektronik devrelerde gördüğümüz kapasitif elemanların sebep olacağı frekans davranışı etkisini somutlaştıran bir bağıntı elde edilmiştir.

Devrede bulunan kapasitif davranış seri elaman durumunda ise (yukarıda soldaki devre), devrenin kazanç-frekans davranışının düşük frekans bölgesinde etkili olacaktır.

Devrede bulunan kapasitif davranış paralel elaman durumunda ise (yukarıda sağdaki devre), devrenin kazanç-frekans davranışının yüksek frekans bölgesinde etkili olacaktır.

Her iki bölge için kapasitif davranışların sebep olduğu bağıntı aynıdır. Literatürde bu bağıntılar kutup olarak isimlendirilmektedir.

Devrede, her bir (toplam) seri kapasitif ve her bir (toplam) paralel kapasitif etki için kutup değerleri ayrı ayrı bulunur.

Düşük frekans bölgesinde tek kutup varsa alt kesim frekansı kutup değerine eşit olur.

Düşük frekans bölgesinde n adet kutup varsa, ve biri yeterince büyükse, alt kesim frekansı büyük olan kutup değerine eşit olur.

Düşük frekans bölgesinde n adet kutup varsa, ve birbirlerine yakın hatta eşit değerlere sahiplerse, alt kesim frekansı kutup değerinin yaklaşık $(n+1)/2$ katı değerinde olur.

Yüksek frekans bölgesinde tek kutup varsa, üst kesim frekansı kutup frekansı değerine eşit olur.

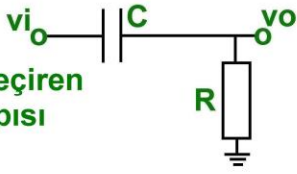
Yüksek frekans bölgesinde n adet kutup varsa, ve biri diğerlerinden yeterince küçükse, üst kesim frekansı küçük olan kutup değerine yaklaşık eşit olur.

Yüksek frekans bölgesinde n adet kutup varsa, ve birbirlerine yakın hatta eşit değerlere sahiplerse, üst kesim frekansı kutup değerinin yaklaşık $2/(n+1)$ katı değerinde olur.

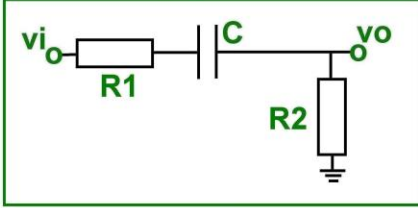
Kuvvetlendiricilerin Frekans Davranışı

Farklı görünen yapıların alçak geçiren filtre veya yüksek geçiren filtre yapısına eşdeğer olması

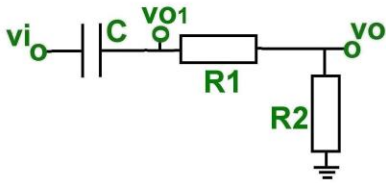
Alçak geçiren
filtre yapısı



Kuvvetlendirici devrelerde
(düşük frekans bölgesi için)
ac durumda genel olarak dikdörtgen içine
alınmış olan yapı ile karşılaşırız.

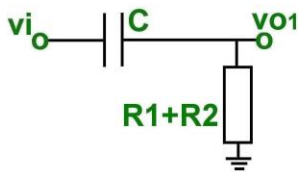


Dikdörtgen içine alınmış yapının frekans davranışı
alçak geçiren filtre yapısı ile tamamen aynıdır.
Aşağıdaki görsel analiz bunu açıklamaktadır.



vo1 1/√2 kat
azalır → vo çıkışı da
1/√2 kat azalır

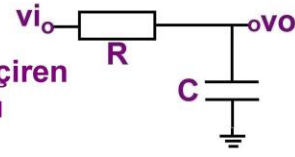
vo1/vi ilişkisinin
kesim frekansı → vo/vi ilişkisinin de
kesim frekansı olur



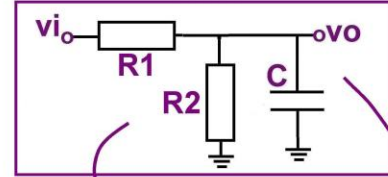
Devrenin son hali
en üstteki
Alçak geçiren
filtre yapısı
ile aynıdır!!!

Dolayısıyla alçak geçiren filtre yapısı
ile aynı kesim frekansı bağıntısı
yani zaman sabitinin tersi geçerli olacaktır.

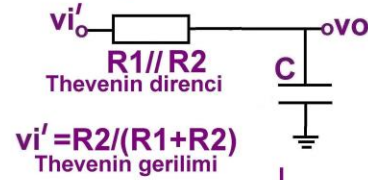
Yüksek geçiren
filtre yapısı



Kuvvetlendirici devrelerde
(yüksek frekans bölgesi için)
genel olarak dikdörtgen içine
alınmış olan yapı ile karşılaşırız.



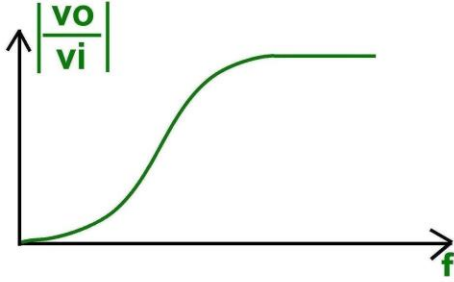
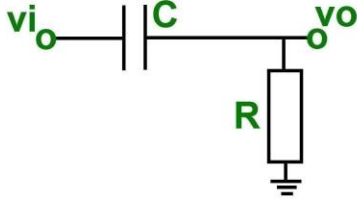
Dirençli kısım için
Thevenin eşdeğer



Her iki yapının zaman sabiti
aynıdır; Cx(R1//R2)

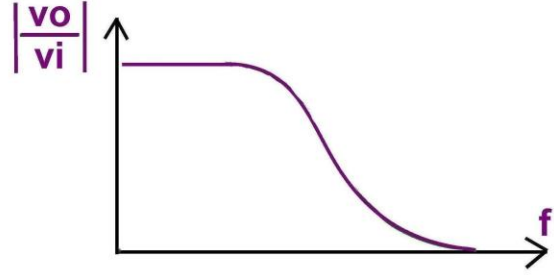
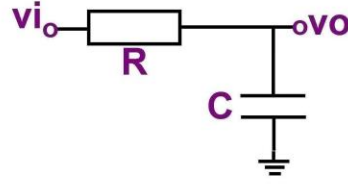
Elde edilen
Thevenin eşdeğer yapı
yüksek geçiren
filtre yapısı ile
aynı topolojiye sahiptir.
Dolayısıyla kesim frekansı
için aynı bağıntı
yani, kapasitenin
zaman sabitinin
tersi geçerli olacaktır.

Kuvvetlendiricilerin Frekans Davranışı Kazanç Fonksiyonunun Oluşturulması



$$\frac{V_O}{V_I} = \frac{J\omega CR}{J\omega CR + 1} = \frac{J\omega}{J\omega + \frac{1}{CR}}$$

Düşük frekans bölgesinde
Her bir kutup
bu şekilde bir terimi
kazanç fonksiyonuna ekler



$$\frac{V_O}{V_I} = \frac{\frac{1}{J\omega C}}{R + \frac{1}{J\omega C}} = \frac{\frac{1}{RC}}{J\omega + \frac{1}{RC}}$$

Yüksek frekans bölgesinde
Her bir kutup
bu şekilde bir terimi
kazanç fonksiyonuna ekler

$$K = V_O/V_I = \frac{J\omega}{J\omega + \frac{1}{C_1 R_1}} \dots \frac{J\omega}{J\omega + \frac{1}{C_n R_n}}$$

Genel durumda (n-1) adet transistör için
n adet düşük frekans kutbu oluşabilir.

$$K_o \frac{\frac{1}{R_1 C_1}}{J\omega + \frac{1}{R_1 C_1}} \dots \frac{\frac{1}{R_n C_n}}{J\omega + \frac{1}{R_n C_n}}$$

Genel durumda (n-1) adet transistör için
n adet yüksek frekans kutbu oluşabilir.

**Transfer
kazancının
genel ifadesi**

$$|K| = |V_O/V_I|$$



Kazancın Modülünün Frekansla değişimi

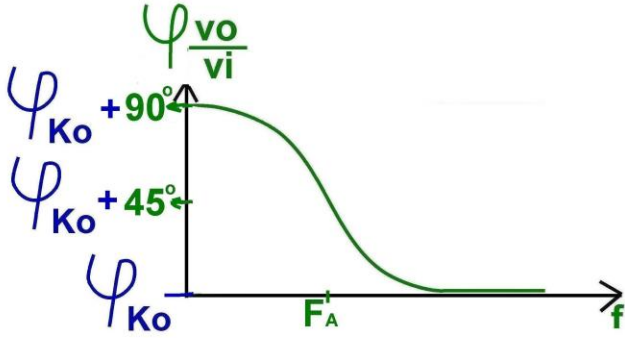
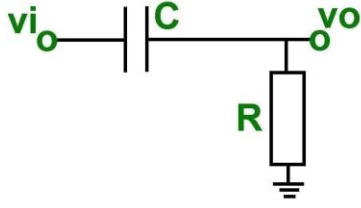
Orta frekans bölgesi için kazanç ac analiz yapılarak bulunur.
Bunun için, daha önce gösterildiği gibi, bağımsız kaynaklar sıfırlanır ve
bağlama kondansatörleri kısa devre edilir.

Orta frekans bölgesinde kazanç reeldir (negatif veya pozitif değerli olabilir).

Düşük frekans bölgesinde oluşan her bir kutup orta frekans bölgesindeki kazanç değerini
kendi kutup frekansında $1/\sqrt{2}$ kat azaltır.

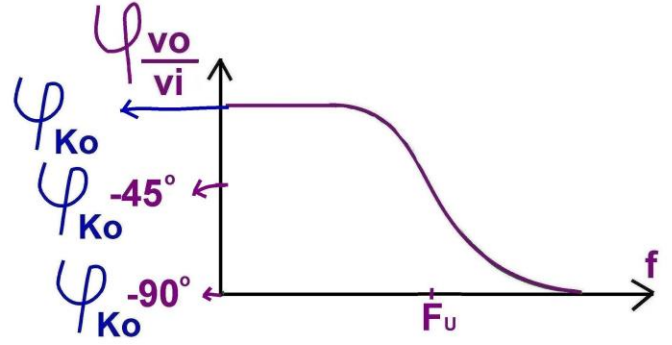
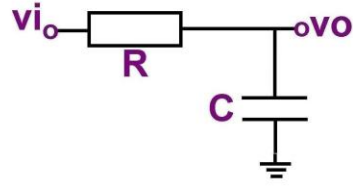
Yüksek frekans bölgesinde oluşan her bir kutup orta frekans bölgesindeki kazanç değerini
kendi kutup frekansında $1/\sqrt{2}$ kat azaltır.

Kuvvetlendiricilerin Frekans Davranışı Kazanç Fonksiyonunun FAZI



$$\frac{V_O}{V_I} = \frac{J\omega CR}{J\omega CR + 1} = \frac{J\omega}{J\omega + \frac{1}{CR}}$$

Düşük frekans bölgesinde
Her bir kutup
kendi frekansında
fazı 45° artırır.
Maksimum etkisi ise
frekans sıfıra giderken
90° arttırmasıdır.



$$\frac{V_O}{V_I} = \frac{\frac{1}{J\omega C}}{R + \frac{1}{J\omega C}} = \frac{\frac{1}{RC}}{J\omega + \frac{1}{RC}}$$

Yüksek frekans bölgesinde
Her bir kutup
kendi frekansında
fazı 45° azaltır.
Maksimum etkisi ise
frekans sonsuza giderken
90° azaltmasıdır.

$$\varphi_A = 90^\circ - \text{Arctg}(WRC)$$

$$\varphi_U = -\text{Arctg}(WRC)$$

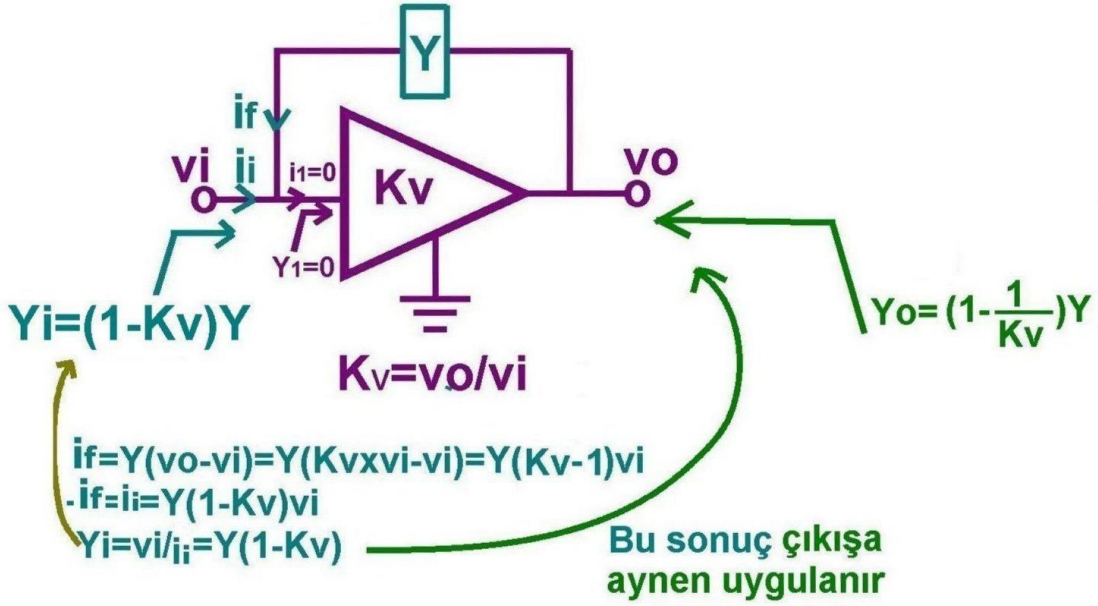
$$\varphi_K = \varphi_{V_O/V_I} = \varphi_{A1} + \dots + \varphi_{An} + \varphi_{K0} + \varphi_{U1} + \dots + \varphi_{Un}$$

Genel durumda (n-1) adet transistor için
n adet düşük frekans kutbu oluşabilir.

Genel durumda (n-1) adet transistor için
n adet yüksek frekans kutbu oluşabilir.

Orta frekans **Fazi**, kazanç pozitif ise 0, negatifse 180° olur.

Miller Modeli



Transistorlar söz konusu olduğunda Y genel olarak kapasitif parazitik davranıştır.

Miller modeli ile yüzen (her iki portuda referansta olmayan) kapasitif etki referanslı hale gelir. Böylece, yüksek frekans davranışı için yukarıda elde ettiğimiz yaklaşımı kullanabilir hale geliyoruz.

Miller modeli giriş için tam bir modeldir. Ancak çıkış için yaklaşık sonuç veren bir modeldir.

