

ESKİŞEHİR TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
HAVACILIK VE UZAY BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
HEE/UGMB BÖLÜMLERİ

Dersin Adı	: HEE327 Temel Elektronik II
Laboratuvar Adı	: Elektronik Laboratuvarı
Deney Türü	: Gözlem ve Uygulama
Uygulama Adı	: OPAMP'lı Aktif Filtre Uygulaması
Uygulama Süresi	: 2 ders saati/grup
Başlangıç Tarihi	: .../.../20..
Bitiş Tarihi	: .../.../20..

1. DENEY İLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER

- **Teorik Ön Bilgi***
- **Deney Seti/Malzeme Listesi**

Gerilim kaynağı	0-30Vdc, 25mA
Sinyal jeneratörü	
Ampermetre	0-10/100mAdc
Multimetre	
R1	2*15KΩ / 1 W
R2	2*7,5KΩ / 1 W
C1	2*10nF
C2	2*4,7nF
Opamp	1* LM324
Breadboard	

- **Kaynaklar**
Practical Electricity&Electronics, Lab-Volt

2. DENEYDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR:

- Yapılacak deneyler ve tarihleri, dersi veren öğretim elemanı tarafından duyurulur. Deney konuları ve tarihleri laboratuvar girişine asılacak deney çizelgesinden takip edilebilir.
- Deneye gelmeden önce yapılacak deneyle ilgili dokümanlara çalışarak deneye gelinir.

* Konuya ilişkin detaylı bilgiler ders esnasında verilecektir. Öğrenciler deney föyünde yer alan ve ders sırasında verilen bilgilerden sorumludur.

- Deney sırasında elektrik çarpmasına karşı tüm önlemlerin alındığından emin olunması gerekir.
- Devre montajı yaparken güç kaynağının kapalı olduğundan emin olunur.
- Devreye enerji vermeden önce yapılan bağlantıların doğruluğu kontrol edilir.
- Tüm bağlantıların doğruluğundan emin olduktan sonra ilgili araştırma görevlisi gözetiminde devreye besleme gerilimi verilir. Eğer devre beklendiği gibi çalışmıyorsa hemen besleme gerilimi kapatılarak devre kontrol edilir.
- Devre üzerinde değişiklik yaparken (eleman ekleme/çıkarma, bağlantı değiştirme) gerilim kaynağının kapalı olduğundan emin olunur.
- Diğer grupları rahatsız etmemek ve daha olumlu bir çalışma ortamı sağlamak için laboratuarda mümkün olduğu kadar sessiz çalışılır.
- Laboratuarlarda hiç bir şey yenilmez ve içilmez.
- İlgili öğretim elemanından habersiz işlem yapılmaz.

3. DENEY İÇİN ÖN GEREKLİLİKLER:

- Op-amp özellikleri ve kullanımı bilinmelidir.
- Aktif filtre çeşitleri bilinmelidir.
- Alçak, yüksek, band geçiren filtre özellikleri ve karakteristikleri bilinmelidir.
- Filtre türü tayini, transfer fonksiyonu yardımıyla matematiksel hesaplamalar sayesinde yapılabilmelidir.
- Filtrelerde kazanç hesaplaması yapılabilmelidir.
- Band genişliği kavramı bilinmelidir.

4. UYGULAMANIN AMACI:

Deney sonunda öğrenci;

- 4.1. Aktif filtre çeşitlerinin çalışma prensiplerini gözlemleyerek öğrenmiş olacaktır.
- 4.2. Farklı aktif filtrelerde gerçekleşen farklı çıkışları gözlemleyecektir.
- 4.3. Band genişliği ve kazanç hesaplamalarını, pratik sonuçlarla karşılaştırıp yorumlayacaktır.

5. UYGULAMANIN YAPILIŞI:

A. Filtre türünün tespiti:

Genel olarak filtre transfer fonksiyonlarının limitini $s \rightarrow \infty$ ve $s \rightarrow 0$ için alarak ne tür filtreye ait oldukları bulunabilir. AGF'nin transfer fonksiyonunu limit işlemi uygulanırsa;

$$\lim_{s \rightarrow 0} H_{AGF}(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{K}{s + w_c} = \frac{K}{0 + w_c} = A$$

$$\lim_{s \rightarrow w_c} H_{AGF}(s) = \lim_{s \rightarrow w_c} \frac{K}{s + w_c} = \frac{K}{w_c + w_c} = 0.707A$$

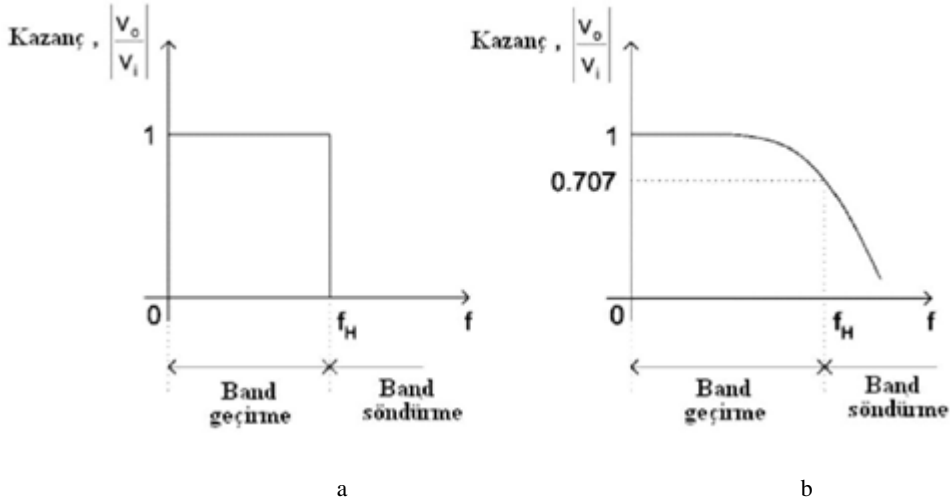
$$\lim_{s \rightarrow \infty} H_{AGF}(s) = \lim_{s \rightarrow \infty} \frac{K}{s + w_c} = \frac{K}{\infty + w_c} = 0$$

Burada A filtrenin maksimum kazancıdır. Limit işleminden görüldüğü gibi yüksek frekanslarda filtrenin kazancı sıfır olmakta, düşük frekanslarda ise maksimum kazanca ulaşmaktadır. Diğer filtrelerin transfer fonksiyonlarına basit bir limit işlemi ile analiz edilebilir.

B. Filtre Karakteristikleri :

B1. Alçak Geçiren Filtre:

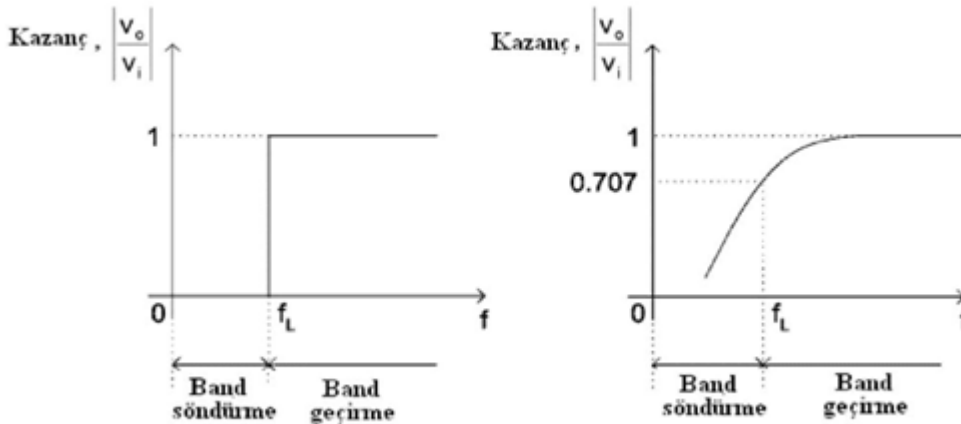
Alçak geçiren filtre yapısında 0 Hz ile kesim frekansı (f_H) arasında sabit bir kazanç vardır (genellikle birim kazanç). Kesim frekansında, alçak frekans kazancı azalır. 0 Hz ile kesim frekansı (f_H) arasındaki frekanslar band geçirme frekansı, f_H 'dan büyük frekanslar ise band söndürme frekansıdır. Band söndürme frekansında kazanç oldukça azalır.



Alçak Geçiren Filtre Karakteristikleri a) İdeal filtre b) Pratik Filtre

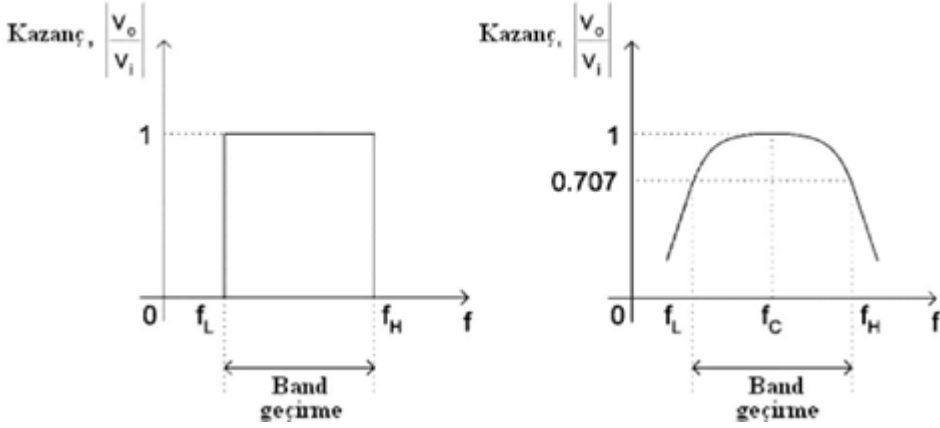
B2. Yüksek geçiren filtre :

Yüksek geçiren filtre yapısında kesim frekansından (f_L) daha büyük frekanslarda sabit bir kazanç vardır (genellikle birim kazanç). Kesim frekansında, yüksek frekans kazancı azalır. 0 Hz ile kesim frekansı (f_L) arasındaki frekanslar band söndürme frekansı, f_L 'den büyük frekanslar ise band geçirme frekansıdır. Band söndürme frekansında kazanç oldukça azalır.



B3. Band Geçiren Filtre Karakteristikleri :

Band geçiren filtre, sadece belirli frekans aralığını geçirir, diğerlerini söndürür. Band geçirme aralığı, kesim frekansları (f_H, f_L) arasında kalan bölgeyi ifade eder. Filtrenin band genişliği ($p = f_H - f_L$) olarak ifade edilir.

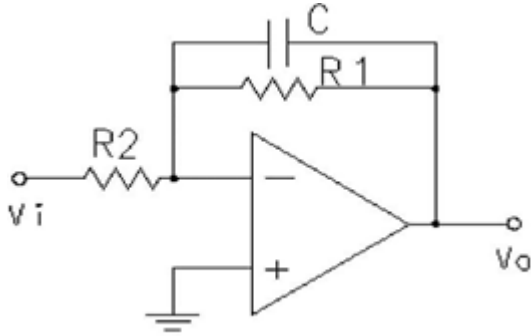


C. Filtre Transfer Fonksiyonları ve Devrelerinin Analizi

C1. 1.Dereceden Alçak Geçiren Filtre: Birinci dereceden alçak geçiren filtrenin transfer fonksiyonu aşağıda verilmiştir.

$$H_{AGF}(s) = \frac{K}{s + w_c}$$

Burada K kazanç, w_c AGF'nin kesim frekansıdır. Şekil verilen alçak geçiren filtrenin analizi yapıp, transfer fonksiyonu devre elemanlarına bağlı olarak elde edilmiştir.



$$\frac{V_o}{V_i}(s) = -\frac{1}{R_2 C} \frac{1}{s + \frac{1}{R_1 C}}$$

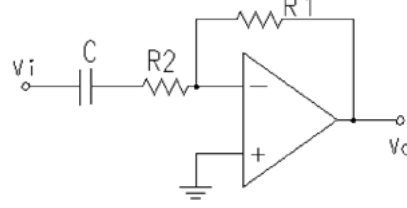
Burada $K = \frac{1}{R_2 C}$ ve $w_c = \frac{1}{R_1 C}$ eşitlikleri bulunabilir.

$$\lim_{s \rightarrow \infty} H_{AGF}(s) = \lim_{s \rightarrow \infty} \frac{1}{s + w_c} = \frac{1}{\infty + w_c} = 0$$

C2. 1. Dereceden Yüksek Geçiren Filtre: Birinci dereceden yüksek geçiren filtrenin transfer fonksiyonu aşağıda verilmiştir.

$$H_{YGF}(s) = K \frac{s}{s + w_c}$$

Burada K kazanç, w_c YGF'nin kesim frekansıdır. Şekilde verilen alçak geçiren filtrenin analizi yapılp, transfer fonksiyonu devre elemanlarına bağlı olarak elde edilmiştir.



$$\frac{V_o}{V_i}(s) = -\frac{R_1}{R_2} \frac{s}{s + \frac{1}{R_2 C}}$$

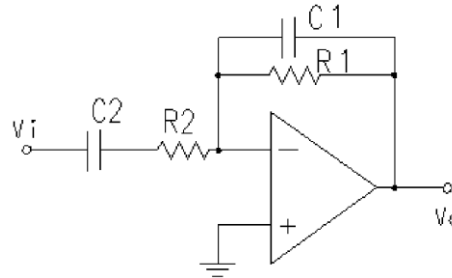
Burada $\kappa = \frac{R_1}{R_2}$ ve $w_c = \frac{1}{R_2 C}$ eşitlikleri bulunabilir.

C3. Band Geçiren Filtre : İkinci derece bir band geçiren filtrenin genel ifadeyle transfer fonksiyonu aşağıda verilmiştir.

$$H_{BGF}(s) = K \frac{\beta s}{s^2 + \beta s + w_o^2}$$

Burada K kazanç, β band genişliği ve w_o BGF'nin merkez frekansıdır. Burada Q kalite faktörüdür. Kalite faktörü ne kadar büyük olursa devrenin band genişliği azalacak, kazancı artacaktır.

$\beta = \frac{w_o}{Q}$ olarak tanımlanır.



$$\frac{V_o}{V_i}(s) = -\frac{\frac{1}{R_2 C_1} s}{s^2 + \left(\frac{1}{R_2 C_2} + \frac{1}{R_1 C_1} \right) s + \frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

Burada alt kesim frekansı (f_L), list kesim frekansı (f_H) ve band genişliği (β) aşağıdaki eşitlikler ile bulunabilir.

$$f_H = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$$

$$f_L = \frac{1}{2\pi R_2 C_2}$$

$$\beta = f_H - f_L$$

D. Uygulamanın yapılışı :

D1. Alçak Geçiren Filtre

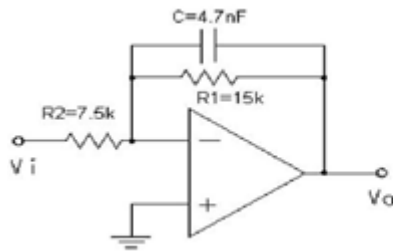
1. Şekil 1'de verilen 1. devreyi kurunuz.
2. Devrenin girişine $V_{in-p}=20mV$ uygulayınız. Devredeki Opamp'lar için besleme gerilimleri $\pm 12V$ 'dur.
3. Devrenin kesim frekansını bulunuz. Giriş işaretinin frekansını tabloda verilen değerlere göre ayarlayınız. Osiloskop ekranında gözlemlediğiniz değerlere göre Tablo 1'i doldurunuz.

D2. Yüksek Geçiren Filtre

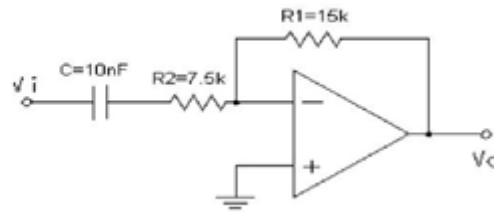
1. Şekil 1'de verilen 2. devreyi kurunuz.
2. Devrenin girişine $V_{in-p}=20mV$ uygulayınız. Devredeki Opamp'lar için besleme gerilimleri $\pm 12V$ 'dur.
3. Devrenin kesim frekansını bulunuz. Giriş işaretinin frekansını tabloda verilen değerlere göre ayarlayınız. Osiloskop ekranında gözlemlediğiniz değerlere göre Tablo 2'yi doldurunuz.

D3. Band Geçiren Filtre

1. Şekil 2'de verilen devreyi kurunuz.
2. Devrenin girişine $V_{in-p}=20mV$ uygulayınız. Devredeki Opamp'lar için besleme gerilimleri $\pm 12V$ 'dur.
3. Devrenin merkez, alt ve üst kesim frekanslarını bulunuz. Giriş işaretinin frekansını tabloda verilen değerlere göre ayarlayınız. Osiloskop ekranında gözlemlediğiniz değerlere göre Tablo 3'ü doldurunuz.

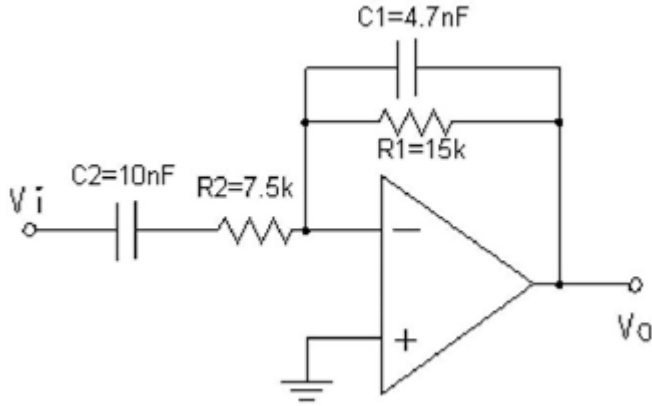


(a)



(b)

Şekil 1(a) 1.Derece Alçak Geç. Filtre Dev. (b) 1.Derece Yüksek Geç. Filtre Dev.



Şekil 2

Tablo 1 Alçak Geçiren Filtrenin Kazanç Frekans Eğrisi için Elde Edilen Değerler

	Frekans (Hz)	Vop-p	Av
0.5fc			
0.8fc			
fc			
1.5fc			
3fc			

Tablo 2 Yüksek Geçiren Filtrenin Kazanç Frekans Eğrisi için Elde Edilen Değerler

	Frekans (Hz)	Vop-p	Av
0.5fc			
0.8fc			
fc			
1.5fc			
3fc			

Tablo 3 Band Geçiren Filtrenin Kazanç Frekans Eğrisi için Elde Edilen Değerler

	Frekans (Hz)	Vop-p	Av
0.5fc			
0.8fc			
fc			
1.5fc			
3fc			

