

DENEY 7

Pasif Elektronik Filtreler: Direnç-Kondansatör (RC) ve Direnç-Bobin (RL) Devreleri

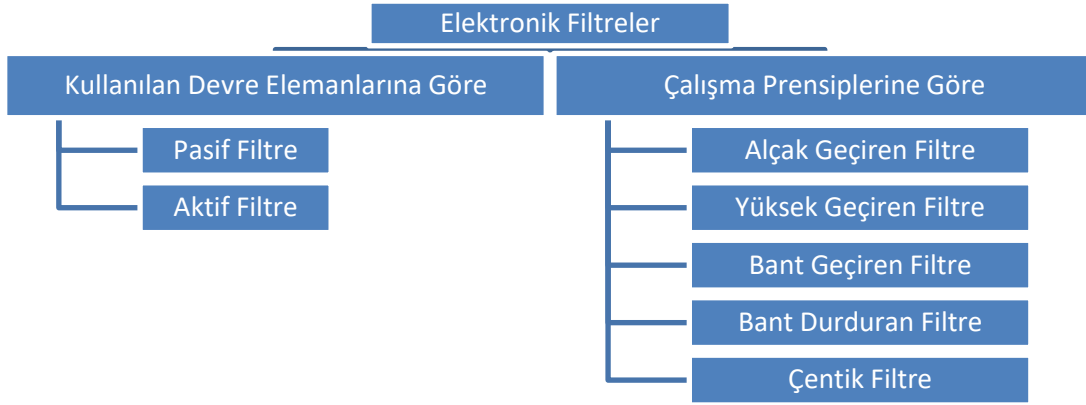
1. Amaç

Bu deneyin amacı; alternatif akım devrelerinde, direnç-kondansatör birleşimi ile oluşturulan RC filtre devreleri ve direnç-bobin birleşimi ile oluşturulan RL filtre devrelerinin çalışma mekanizmalarının ve davranışlarının incelenmesidir.

2. Temel Bilgiler

Elektronik filtreler, farklı frekanslara sahip elektriksel sinyallerin iletilmesini veya durdurulmasını sağlayan elektronik devrelerdir. Bu devreler; elektrik işaretlerinin yalnızca belli frekanslarda iletilmesini sağlayan devre elemanları olan kondansatör veya bobin kullanılarak oluşturulur.

Elektronik filtreler çalışma prensibine ve kullanılan devre elemanlarına göre gruplandırılmaktadır.



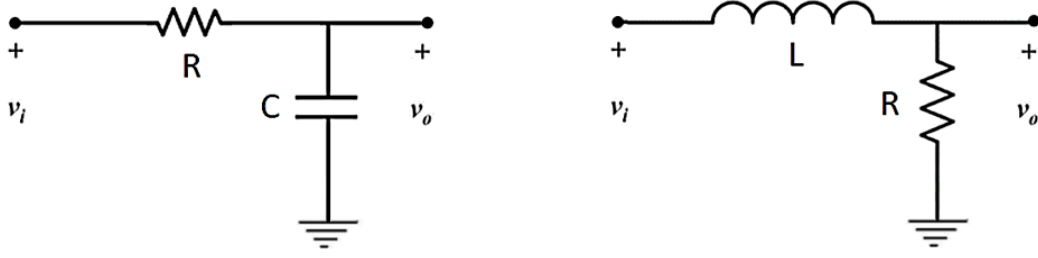
Pasif filtreler; direnç, bobin ve kondansatör gibi temel devre elemanları veya bunların birleşiminden meydana gelir. Bu elektronik devrelerin fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri için harici bir güç kaynağına ihtiyaç duyulmamaktadır. Aktif filtrelerin pasif filtrelerden farkı ise; bu devrelerde ayrıca op-amp veya mikroişlemci gibi devre elemanlarının kullanılmasıdır. Bu devre elemanları ile oluşturulan elektronik devrelerin fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri için harici bir güç kaynağına ihtiyaç duymaları nedeniyle, bu filtreler aktif filtre olarak adlandırılmaktadır.

Bu deneyde alçak geçiren ve yüksek geçiren pasif elektronik filtrelerin çalışma mekanizmaları incelenerek uygulamaları gerçekleştirilecektir.

1. Pasif Alçak Geçiren Filtreler (AGF):

Bir elektronik devrede belirli bir frekanstan daha düşük seviyede frekansa sahip elektriksel sinyallerin devrenin çıkışına aktarılmasının istendiği durumlarda kullanılan filtre çeşididir. Bu filtreler, kesim frekansı (f_c) olarak belirlenen seviyenin üzerinde frekansa sahip işaretleri filtreler ve çıkışa iletmez. Bir pasif alçak geçiren filtre, RC (Direnç-Kondansatör) veya RL (Direnç-Bobin) devre elemanları kullanılarak oluşturulabilir.

RC ve RL devrelerinin filtre olarak fonksiyonunu yerine getirmeleri, içerdikleri Kondansatör veya Bobin sayesinde sağlanmaktadır. Aşağıdaki devrelerde görüldüğü üzere, C ve L devre elemanlarının yerleri farklı konumdadır. Ancak her iki devre de alçak geçiren filtre olarak çalışmaktadır.



Şekil 1 RC ve RL Pasif Alçak Geçiren Filtre

RC devrenin alçak geçiren filtre olarak çalışması:

Kondansatör (C)' nin empedansı (X_C), frekansla ters orantılı olarak değişmektedir. Kondansatör empedansının matematiksel formülü aşağıda verilmiştir:

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

Giriş sinyalinin (V_i) frekansı düşük seviyelerde iken kondansatörün X_C değeri büyük olacaktır. Dolayısıyla girişten uygulanan düşük frekanslı işaretler C üzerinden geçemeyecek ve toprak hattına doğru değil, çıkışa (V_o) doğru aktarılacaktır. Yani belirli bir frekans seviyesinden daha düşük frekansa sahip işaretler, iletilmiş olacaktır.

Yüksek frekanslı giriş işaretleri için ise X_C değeri düşeceğinden, kondansatör iletme geçecektir ve akım bu devre elemanı üzerinden geçerek toprağa iletilecektir. Dolayısıyla çıkışta herhangi bir işaret okunamayacağı için bu devrelerde yüksek frekanslı sinyaller bastırılmış ve filtrelenmiş olacaktır.

RL devrenin alçak geçiren filtre olarak çalışması:

Bobin (L)' nin empedansı (X_L), frekansla doğru orantılı olarak değişmektedir. Bobin empedansının matematiksel formülü aşağıda verilmiştir:

$$X_L = 2\pi f L$$

Giriş sinyalinin (V_i) frekansı düşük seviyelerde iken bobinin X_L değeri düşüktür. Dolayısıyla L iletimde olacağı için, girişten uygulanan düşük frekanslı işaretler bobin üzerinden çıkışa (V_o) aktarılacaktır. Yani belirli bir frekans seviyesinden daha düşük frekansa sahip işaretler, çıkışa aktarılacaktır.

Yüksek frekanslı giriş işaretleri için ise X_L değeri de büyük olacağı için, belirli bir frekans seviyesinden itibaren elektriksel sinyali iletemeyecek duruma geçecektir. Dolayısıyla çıkışta herhangi bir işaret elde edilemeyeceği için bu devrelerde yine yüksek frekanslı sinyaller filtrelenmiş olacaktır.

RC ve RL devrelerinin Şekil-1'de görülen yerleşim düzeni ile oluşturulan elektronik devrelerde, girişten uygulanan elektrik işaretinin genliğinin çıkışta belirli bir oranda bastırıldığı frekans seviyesi **kesim frekansı** (cutoff frequency) olarak adlandırılmaktadır ve f_c ile ifade edilir. f_c ; devre elemanlarının değerine bağlı olarak değişmektedir. Bu devre elemanları değiştirilerek, istenilen f_c değerine sahip bir alçak geçiren filtre tasarlanabilir.

RC devre için kesim frekansı;

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

olarak hesaplanır. Burada direnç (R) ohm (Ω), kondansatör (C) farad (F) biriminde iken kesim frekansı (f_c) hertz (Hz) olarak elde edilir.

RL devre için kesim frekansı;

$$f_c = \frac{R}{2\pi L}$$

formülü kullanılarak hesaplanır. Burada direnç (R) ohm (Ω), bobin (L) henry (H) biriminde iken kesim frekansı (f_c) hertz (Hz) olarak elde edilir.

Filtrelerde gerilim kazancının elde edilmesi, sinyalin ne oranda filtrelendiğini belirlemek için önemlidir. Gerilim kazancı A_v ile ifade edilir ve çıkış sinyalinin genliğinin giriş sinyalinin genliğine oranı olarak hesaplanır:

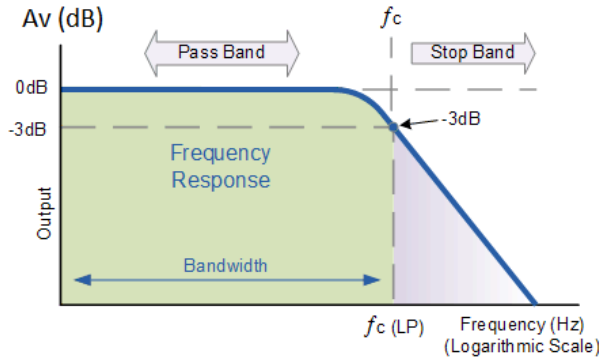
$$A_v = \frac{V_o}{V_i}$$

Elektronik RC veya RL devrelerin filtre olarak çalışabilmesinin sonucu olarak gerilim kazancı, giriş sinyalinin frekans değerine bağlı olarak değişmektedir.

Kesim frekansının seviyesi; gerilim kazancının logaritmik ifadesi olan desibel (dB) birim dönüşümü yapılarak da elde edilebilmektedir. Bunun için yukarıdaki formül şu şekilde revize edilir:

$$A_{v(dB)} = 20 \log \frac{V_o}{V_i}$$

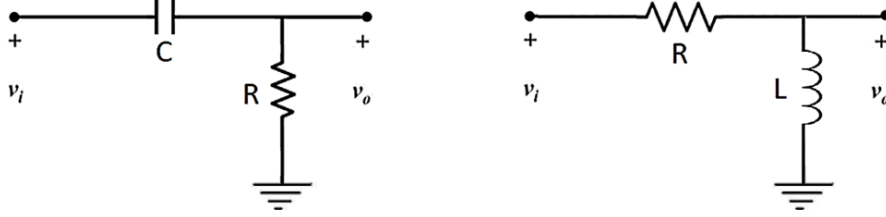
Giriş sinyalinin frekansına bağlı olarak gerilim kazancının değişimi aşağıdaki şekildeki gibi bir grafik üzerinde gösterildiğinde f_c seviyesi; çıkış sinyalinin, giriş sinyalinin tamamının iletilebildiği seviyeden (0 dB seviyesi) 3 dB düştüğü seviye (-3 dB seviyesi) olarak belirlenmektedir. Bu seviyede V_o / V_i oranı 0.707 değerindedir.



Şekil 2 AGF için giriş sinyalinin frekansına bağlı olarak gerilim kazancının değişimi

2. Pasif Yüksek Geçiren Filtreler (YGF):

Bir elektronik devrede belirli bir frekanstan daha yüksek seviyede frekansa sahip elektriksel sinyallerin devrenin çıkışına aktarılmasının istendiği durumlarda kullanılan filtre çeşididir. Bu filtreler, kesim frekansı (f_c) olarak belirlenen seviyenin altında frekansa sahip işaretleri filtreler ve çıkışa iletmez. Bir pasif yüksek geçiren filtre de yine RC (Direnç-Kondansatör) veya RL (Direnç-Bobin) devre elemanları kullanılarak oluşturulabilir. Pasif alçak geçiren filtreden farkı; Şekil-3’de görüldüğü gibi devre elemanlarının yerlerinin değiştirilmiş olmasıdır.



Şekil 3 RC ve RL Pasif Yüksek Geçiren Filtre

RC devrenin yüksek geçiren filtre olarak çalışması:

Düşük frekanslı giriş işaretleri için X_C değeri büyük olacağı için, belirli bir frekans seviyesinin altında iken kondansatör kesimdedir ve elektriksel sinyal çıkışa iletemeyecektir. Dolayısıyla çıkıştan herhangi bir işaret elde edilemeyeceği için bu devrelerde düşük frekanslı sinyaller filtrelenmiş olacaktır.

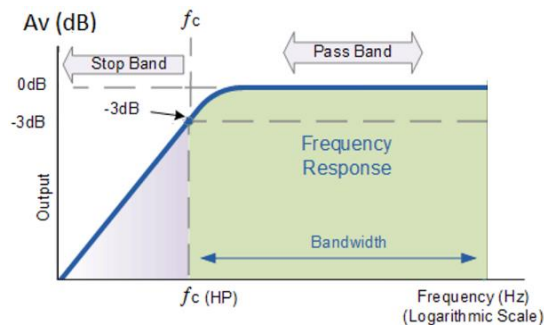
Giriş sinyalinin frekansı yüksek seviyelerde iken ise kondansatörün X_C değeri düşük olacaktır. Dolayısıyla C iletimde olacağı için, girişten uygulanan yüksek frekanslı işaretler kondansatör üzerinden çıkışa aktarılacaktır. Yani belirli bir frekans seviyesinden daha yüksek frekansa sahip işaretler iletilecektir.

RL devrenin yüksek geçiren filtre olarak çalışması:

Giriş sinyalinin frekansı düşük seviyelerde iken bobinin X_L değeri düşüktür. Dolayısıyla girişten uygulanan düşük frekanslı işaretler L üzerinden geçerek çıkış katmanına değil, toprağa aktarılacaktır. Yani düşük frekanslı sinyaller filtrelenmiş olacaktır.

Yüksek frekanslı giriş işaretleri için ise X_L değeri de artacağı için, sinyal bobin üzerinden toprağa değil, çıkışa aktarılacaktır. Dolayısıyla belirli bir frekans seviyesinden daha yüksek frekansa sahip işaretler iletilecektir.

Yüksek geçiren filtrelerde de f_c değerini bulmak için kullanılacak formül AGF formülleri ile aynıdır. Ancak YGF’nin giriş sinyaline bağlı olarak dB cinsinden gerilim kazancının değişimi grafiği daha farklıdır.



Şekil 4 YGF için giriş sinyalinin frekansına bağlı olarak gerilim kazancının değişimi

Deney No		
Deney Adı		
Öğrenci No	Ad-Soyad	İmza

3. Hazırlık Çalışması

1. Aktif ve pasif filtre arasındaki fark nedir? (10 puan)

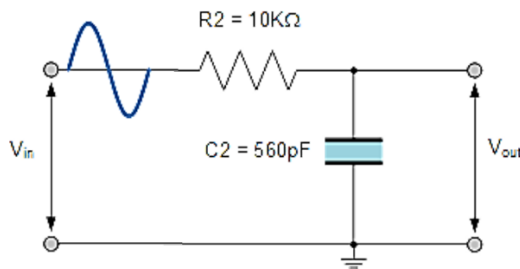
2. Bir pasif YGF tasarlanıyor ve f_c değeri 35 Hz olarak belirleniyor. Kullanılan devre elemanlarından direncin değeri 1 k Ω ise;

- a. Kondansatörün değerinin ne olması gerektiğini cinsinden hesaplayınız. (10 puan)

- b. Tasarlanan devre şemasını çiziniz. (10 puan)

3. Aşağıda verilen elektronik devre için;

- a. f_c değerini devrenin yanındaki kutucukta hesaplayınız ve filtrenin çeşidini yazınız. (10 puan)
- b. Giriş sinyalinin frekansına bağlı olarak değişen A_v (dB) değişimi grafiğini çizerek f_c seviyesini grafik üzerinde gösteriniz (Kağıdın arka sayfasını kullanınız). (10 puan)



Şekil 5 Filtre Devresi

f_c Hesaplama

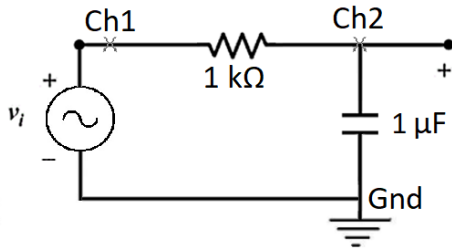
Filtre Tipi:

Deney No		
Deney Adı		
Öğrenci No	Ad-Soyad	İmza

4. Deney Çalışması ve Deney Sonuçları Raporu

4.1. RC Alçak Geçiren Filtre Uygulaması

1. Şekil-6'daki devreyi kurunuz.
2. Sinyal jeneratöründen giriş sinyalinin frekansını ve genliğini (V_{pp}) osiloskobun 1. kanalını kullanarak Tablo-1'de verilen değerlere sırasıyla ayarlayınız.
3. Her giriş sinyali için çıkış sinyalinin genliğini osiloskobun 2. kanalını kullanarak inceleyiniz ve tabloda ilgili yerlere yazınız.
4. A_v değerini V_{out}/V_{in} oranı ile hesaplayınız ve tabloda ilgili yere yazınız.
5. Gerilim kazancı değerlerini dB cinsinden hesaplayarak tabloda ilgili yerlere yazınız.
6. Filtrenin frekans- A_v (dB) karakteristik grafiğini devrenin altındaki grafiğe çiziniz.
7. Filtrenin kesim frekansını grafik üzerinde belirleyerek işaretleyiniz.
8. Filtrenin kesim frekansını matematiksel olarak hesaplayınız ve grafiğin yanındaki ilgili kutucuğa yazınız.



Şekil 6 RC alçak geçiren filtre

Tablo 1 AGF Devresi için ayarlanacak değerler

V_{in} (V)	f_{in} (Hz)	V_{out}	A_v	A_v (dB)
10	20			
10	40			
10	80			
10	160			
10	320			
10	640			
10	1280			
10	2560			

A_v (dB)



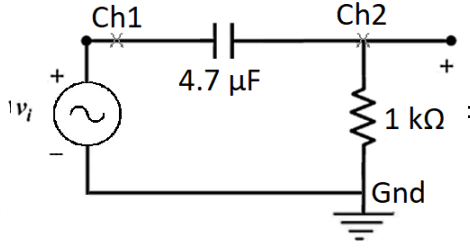
f_{in} (Hz)



f_c Hesaplama

4.2. RC Yüksek Geçiren Filtre Uygulaması

1. Şekil-7'deki devreyi kurunuz.
2. Sinyal jeneratöründen giriş sinyalinin frekansını ve genliğini (V_{pp}) osiloskobun 1. kanalını kullanarak Tablo-1'de verilen değerlere sırasıyla ayarlayınız.
3. Her giriş sinyali için çıkış sinyalinin genliğini osiloskobun 2. kanalını kullanarak inceleyiniz ve tabloda ilgili yerlere yazınız.
4. Av değerini V_{out}/V_{in} oranı ile hesaplayınız ve tabloda ilgili yere yazınız.
5. Gerilim kazancı değerlerini dB cinsinden hesaplayarak tabloda ilgili yerlere yazınız.
6. Filtrenin frekans-Av(dB) karakteristik grafiğini devrenin altındaki grafiğe çiziniz.
7. Filtrenin kesim frekansını grafik üzerinde belirleyerek işaretleyiniz.
8. Filtrenin kesim frekansını matematiksel olarak hesaplayınız ve grafiğin yanındaki ilgili kutucuğa yazınız.



Şekil 7 RC yüksek geçiren filtre

Tablo 2 YGF Devresi için ayarlanacak değerler

V_{in} (V)	f_{in} (Hz)	V_{out}	Av	Av(dB)
10	5			
10	10			
10	20			
10	40			
10	80			
10	160			
10	320			
10	640			

Av (dB)



f_{in} (Hz)



f_c Hesaplama

6. Sonuç ve Tartışma

1. Hesapladığınız kesim frekansı ile deneysel olarak gözlemlediğiniz kesim frekansı arasında fark var mıdır, eğer varsa nedenlerinin neler olabileceğini yazınız.
2. Bu deney çalışmasında neler öğrendiniz kendi cümlelerinizle açıklayınız.
3. Filtre devrelerinin amacı nedir? Kapasitör olmadan filtre devresi tasarlanabilir mi?