



ELEKTRİK DEVRELERİ II

LABORATUVAR FÖYÜ

Sakarya Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü

ELEKTRİK DEVRELERİ II

LABORATUVAR FÖYÜ

GENEL KURALLAR

- İki deneye girmeyen öğrenci devamsızlık nedeniyle laboratuvar notu alamayacaktır.
- Deneylere en geç deney başlama saatinden itibaren 10 dakika gecikme ile girilebilir. Daha sonra gelenler kesinlikle deneye alınmayacaktır.
- Her deneyden önce öğrenciler o deneye ait teorik ön çalışma, tüm hesaplamaları ve simülasyon programlarından herhangi birisi ile deneyin adım adım simülasyonunu yapmak zorundadırlar. Bu yapılacak deney ön hazırlıkları bireysel olmalıdır benzerlik kabul edilmeyecektir. Deneye giriş ön şartı olan bu çalışmalar deneye girişte kontrol edilecektir. Deneye ilgili araç gereçlerin kullanımı konusunda geçtiğimiz dönemlerde bilgi verilmesine rağmen bu cihazların ya da araç gereçlerin kullanımı konusunda hazırlık yapılması gerekmektedir. Deneye gelirken bu cihazların kullanımı ile ilgili dökümanlarınızı da yanınızda bulundurmanız tavsiye edilir.
- Deney föyü olmadan deneylere gelinmesi durumunda sorumlu akademisyen tarafından öğrenci derse alınmayacaktır.
- Deney sırasında deney sorumlusu dikkatle dinlenmelidir. Telafi deneyi yapılmayacaktır.
- Ön hazırlık çalışmalarının kapak formatı föyde verilmiştir dışına çıkılmamalıdır.
- Deneye gelmeyen öğrenciye gelmediği deneyle ilgili herhangi bir çalışmadan puan verilmeyecektir.
- Deney sonrası rapor hazırlanmayacaktır. Ancak deneylerle ilgili görevli akademisyenlerimizin vereceği tüm ödevler ve çalışmalardan öğrencilerimiz sorumlu olacaktır.
- Laboratuvar sırasında veya uygun görülecek tarihlerde sınavlar yapılabilecektir. Bu nedenle bölümümüzün web sayfasında ilan edilecek tüm duyuruları takip etmek öğrencilerimizin sorumluluğundadır.
- Deneylerde kullanılan GRUPDEĞER verisi föyde verilen tablodan kullanılacaktır.

LABORATUVAR İÇERİSİNDE UYULMASI GEREKEN KURALLAR

- Laboratuvar alanına yiyecek, içecek ve sigarayla girmek kesinlikle yasak ve dersten ihraç sebebidir. Ağız sıkıca kapatılabilen pet şişelerdeki sular, içilmediği süre boyunca kapalı kalmak şartıyla bu kuralın dışındadır.
- Her grup kendine ayrılmış olan araç ve gereci kullanacak; kendine ayrılmış olan alanda çalışacaktır. Deneye başlamadan önce yapılması gereken ilk iş araç gerecin çalışır durumda olup olmadığını kontrol etmektir. Grubunuza ayrılmış araçlardan arızalı olan varsa bunu deneye başlamadan ÖNCE mutlaka araştırma görevlilerine haber veriniz.
- Deney boyunca etrafı rahatsız edecek şekilde yüksek sesle konuşmak, şakalaşmak, başka grupların çalışmalarını engellemek, izin almadan laboratuvarı terk etmek, diğer gruplardan yardım almaya çalışmak ve laboratuvarda dolaşmak laboratuvardan ihraç sebebidir.
- Deney sırasında yapacağınız tüm ölçüm ve çizimlerde kullandığınız birimleri MUTLAKA yazın. Çizim ve tablolarınızın mümkün olduğu kadar özenli ve ölçekli olmasına dikkat edin. Ölçekli çizimlerinize yardımcı olması için milimetrik kâğıt kullanmak iyi bir çözümdür.
- Araştırma görevlilerinin bilgi ve denetimleri dışında herhangi bir nedenle hasar verdiğiniz tüm araç gerecin onarım ya da yerine konma bedeli tarafınızdan karşılanacaktır. Bu nedenle, özellikle ilk maddede belirtilen yiyecek-içecek kuralına özen gösterin.
- Laboratuvarı terk ederken arkanızda bos şişe, kâğıt vs. gibi çöpler bırakmayın.
- Kullandığınız araç gereci işiniz bittiğinde ait oldukları yere ve aldığınız sırayla yerleştirin.

GRUP DEĞER KHZ DEĞERLERİ:

A1,B1,C1,D1,E1,F1 = 1 kHz

A2,B2,C2,D2,E2,F2 = 2 khz

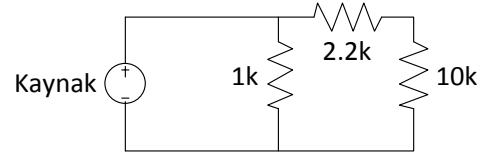
A3,B3,C3,D3,E3,F3 = 3khz benzer şekilde devam etmektedir.

DENEY 1: ZAMANLA DEĞİŞEN GERİLİM DALGA ŞEKİLLERİNİN OSİLOSKOP ÜZERİNDEN ÖLÇÜLMESİ

AMAÇ: Bu deney, sinyal üretici yardımıyla üretilen çeşitli değişken işaretlerin osiloskop üzerinden gözlenmesini ve değerlendirilmesini amaçlamaktadır.

ARAÇLAR & ELEMANLAR

1. Sinüzoidal, üçgen ve kare dalga işaret üretici
2. Osiloskop
3. Multimetre




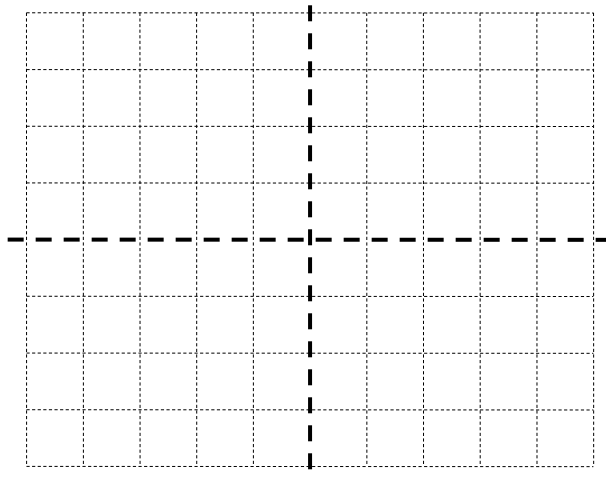
Şekil 1

ÖN ÇALIŞMA

Deneyde yapılması istenen her adımın teorik ve benzetim(simülasyon) çalışmasını ayrı ayrı açıklayarak yapınız.

DENEYİN YAPILIŞI

1. Osiloskop ile DC gerilim ölçülmesi
 - i. Osiloskop üzerindeki AC-GND-DC anahtarını GND konumuna getiriniz.
 - ii. Osiloskop ekranında görülen gerilim çizgisini 0 konumuna getiriniz.(Position )
 - iii. AC-GND-DC anahtarını DC konumuna getiriniz.
 - iv. Board üzerindeki DC gerilim kaynağını 5 Volt gerilimine getirip bırakınız.
 - v. Şekil 1'deki devreyi kurarak 2.2k direnç üzerindeki gerilimi osiloskop ile ölçünüz.
 - vi. VOLTS/DIV tuşu yardımıyla ekranda en uygun görüntüyü elde ediniz.
 - vii. Osiloskop ekranındaki görüntüyü çiziniz.
 - viii. Multimetrenizi DC ve AC gerilim kademelerine getirerek ölçtüğünüz değerleri kaydediniz.

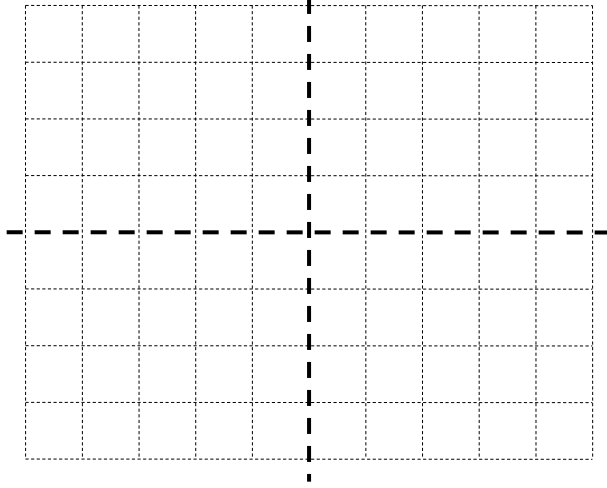


TIME/DIV:

- ix. İşaretin genlik değerini hesaplayınız
 $V_m =$

2. Osiloskop ile sinüzoidal işaretin ölçülmesi

- i. AC-GND-DC anahtarını AC konumuna getiriniz.
- ii. Sinyal üreticinin dalga şeklini sinüzoidal olarak seçerek frekansı **GRUPDEGER khz'e** getiriniz.
- iii. Şekil 1'deki devreyi kurarak 2.2k direnç üzerindeki gerilimi osiloskop ile ölçünüz.
- iv. VOLTS/DIV ve TIME/DIV tuşları yardımıyla ekranda en uygun görüntüyü elde ediniz.
- v. Osiloskop ekranındaki görüntüyü çiziniz.
- vi. Multimetrenizi DC ve AC gerilim kademelerine getirerek ölçtüğünüz değerleri kaydediniz.



TIME/DIV:

- vii. Ekranda görülen sinüzoidal gerilim işaretinin maksimum değerini, efektif değerini ve ortalama değerini hesaplayınız.

$$V_m =$$

$$V_e =$$

$$V_a =$$

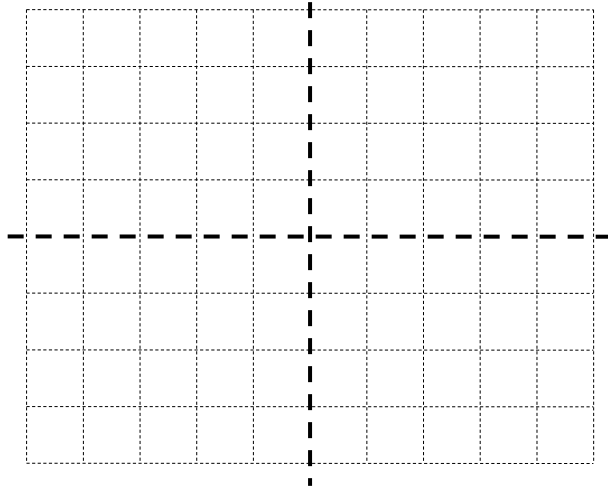
- viii. İşaretin periyodunu ve frekansını hesaplayınız.

$$T =$$

$$f =$$

3. Osiloskop ile üçgen dalga işaretin ölçülmesi

- i. Sinyal üreticinin dalga şeklini üçgen dalga olarak seçerek frekansı **GRUPDEGER khz** getiriniz.
- ii. Şekil 1'deki devreyi kurarak 2.2k direnç üzerindeki gerilimi osiloskop ile ölçünüz.
- iii. VOLTS/DIV ve TIME/DIV tuşları yardımıyla ekranda en uygun görüntüyü elde ediniz.
- iv. Osiloskop ekranındaki görüntüyü çiziniz.
- v. Multimetrenizi DC ve AC gerilim kademelerine getirerek ölçtüğünüz değerleri kaydediniz.



TIME/DIV:

- ix. Ekranda görülen üçgen dalga gerilim işaretinin maksimum değerini, efektif değerini ve ortalama değerini hesaplayınız.

$$V_m =$$

$$V_e =$$

$$V_a =$$

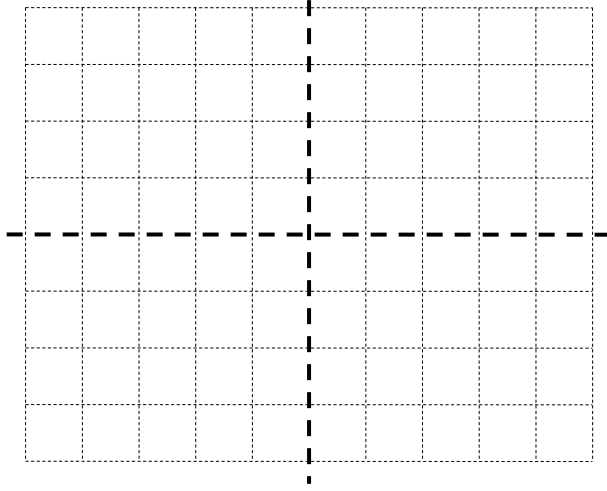
- x. İşaretin periyodunu ve frekansını hesaplayınız.

$$T =$$

$$f =$$

4. Osiloskop ile kare dalga işaretin ölçülmesi

- i. Sinyal üreticinin dalga şeklini kare dalga olarak seçerek frekansı **GRUPDEGER** khz 'e getiriniz.
- ii. Şekil 1'deki devreyi kurarak 2.2k direnç üzerindeki gerilimi osiloskop ile ölçünüz.
- iii. VOLTS/DIV ve TIME/DIV tuşları yardımıyla ekranda en uygun görüntüyü elde ediniz.
- iv. Osiloskop ekranındaki görüntüyü çiziniz.
- v. Multimetrenizi DC ve AC gerilim kademelerine getirerek ölçtüğünüz değerleri kaydediniz.



TIME/DIV:

- xii. Ekranda görülen kare dalga gerilim işaretinin maksimum değerini, efektif değerini ve ortalama değerini hesaplayınız.

$$V_m =$$

$$V_e =$$

$$V_a =$$

- xii. İşaretin periyodunu ve frekansını hesaplayınız.

$$T =$$

$$f =$$

Veri Değerlendirme Tablosu**GRUP ADI :**

İşaret	Teorik İşlem ve Hesaplamaların Sonuçları				
	V _m	V _e	V _a	T	f
DC Gerilim					
Sinüzoidal Dalga					
Üçgen Dalga					
Kare Dalga					

İşaret	Simülasyon Programlarından Elde Edilen Sonuçları				
	V _m	V _e	V _a	T	f
DC Gerilim					
Sinüzoidal Dalga					
Üçgen Dalga					
Kare Dalga					

İşaret	Osiloskop Ölçüm Sonuçları				
	V _m	V _e	V _a	T	f
DC Gerilim					
Sinüzoidal Dalga					
Üçgen Dalga					
Kare Dalga					

İşaret	Multimetre Kademe Konumu	
	DC	AC
DC Gerilim		
Sinüzoidal Dalga		
Üçgen Dalga		
Kare Dalga		

Multimetre ile elde ettiğiniz değerleri osiloskop ile elde ettiğiniz değerlerle karşılaştırarak sonuçları yorumlayınız.

Bu sayfanın bir kopyası deney sorumlularına teslim edilecektir. Grubunuzun kodunu yazmayı unutmayınız

DENEY 2: İŞLEMSEL KUVVETLENDİRİCİLER ve UYGULAMA DEVRELERİ

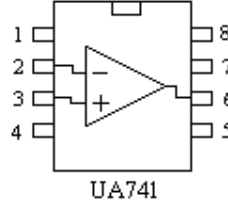
AMAÇ: Bir işlemsel yükselteç olan çeşitli OP-AMP devrelerinin incelenmesi

ÖN ÇALIŞMA

Deneyde yapılması istenen her adımın teorik ve benzetim(simülasyon) çalışmasını ayrı ayrı açıklayarak yapınız.

ARAÇLAR & ELEMANLAR

1. Dirençler: 1kΩ, 10kΩ, 100kΩ
2. 1 adet osiloskop
3. 1 adet ± 12V' luk simetrik güç kaynağı
4. 1 adet AC güç kaynağı
5. 1 adet 741 tipi OP-AMP



- 1- Balance (Dengeleme)
- 2- (-) Giriş
- 3- (+) Giriş
- 4- (-V) Besleme
- 5- Balance (Dengeleme)
- 6- Çıkış
- 7- (+V) Besleme
- 8- NC (Boş ayak)

UA741 Ayak Bağlantıları

TEORİK BİLGİ

Basit bir OP-AMP iki girişli çok yüksek kazançlı bir gerilim yükseltecidir. Bir giriş evirmeyen olarak adlandırılır ve (+) işareti ile gösterilir. Diğer giriş eviren olarak adlandırılır ve (-) işareti ile gösterilir. OP-AMP bu iki giriş arasındaki gerilim farkını yükseltir ve bu farkın OP-AMP in açık çevre kazancıyla çarpımına eşit bir çıkış üretir.

$$V_o = A_0[V_1 - V_2]$$

V_o = Çıkış gerilimi

A_0 = OP-AMP in açık çevrim kazancı

V_1 = Evirmeyen girişteki gerilim

V_2 = Eviren girişteki gerilim

Eğer girişler aynı potansiyelde ise, çıkış sıfırdır. İdeal bir OP-AMP aşağıdaki karakteristiklere sahiptir:

Sonsuz gerilim kazancı [A_0 =sonsuz]: Eviren ve evirmeyen girişler arasındaki potansiyel farkı çok az bile olsa maksimum çıkış gerilimi oluşur.

Sonsuz giriş direnci [R_i = sonsuz] : Eviren ve evirmeyen girişler arasındaki potansiyel farkı giriş ucuna veya giriş ucundan akım akışına neden olmaz.

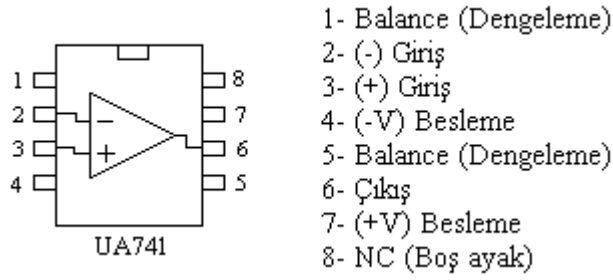
Sıfır çıkış direnci [R_o = sıfır] : OP-AMP çıkışının eşdeğer devresi, seri direnci olmayan mükemmel bir gerilim kaynağıdır.

Sonsuz band genişliği : OP-AMP tüm frekansları eşit olarak yükseltir.

Sıfır offset : Girişler arasındaki potansiyel fark sıfır olursa çıkış sıfır olur.

NOT: Hiçbir gerçek OP-AMP bu beş karakteristiği sağlamaz ama çok yaklaşıır.

741 OP-AMP'IN AYAK BAĞLANTILARI



Şekil 2.1 UA741 Ayak Bağlantıları

EVİREN VE EVİRMEYEN OP-AMP DEVRELERİ

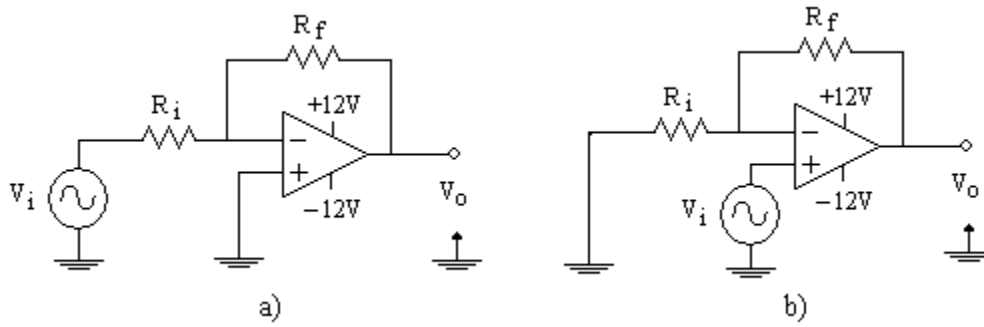
Şekil 2.2a) daki devreden

$$V_i = R_i I$$

$$V_o = -R_f I$$

$$A_v = V_o / V_i = -R_f / R_i$$

elde edilir.



Şekil 2.2a) Eviren Op-amp Devresi

b) Evirmeyen Op-amp Devresi

Şekil 2.2b) deki devreden

$$V_i = R_i I$$

$$V_o = (R_i + R_f) I$$

$$A_v = V_o / V_i = (1 + R_f / R_i)$$

elde edilir.

TOPLAMA DEVRESİ

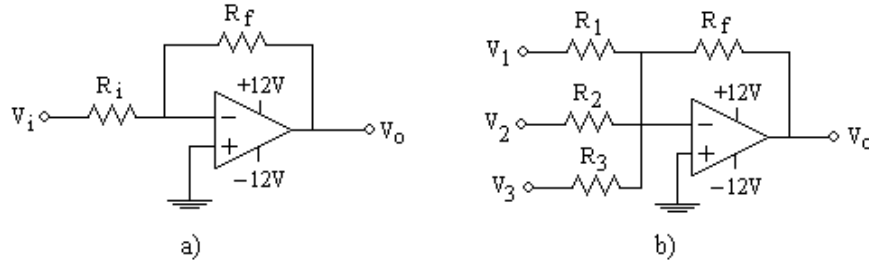
Şekil 2.3b) de eviren OP-AMP toplama devresi gösterilmiştir. Toplama devresi için düğüm noktası denklemi,

$$(-V_o + R_f) = (V_1 / R_1) + (V_2 / R_2) + (V_3 / R_3)$$

şeklinde olur. $R_f = R_1 = R_2 = R_3$ olması halinde,

$$V_0 = -(V_1 + V_2 + V_3)$$

olur.



Şekil 2.3 a) Eviren Op-amp Devresi

b) Eviren Op-amplı Toplama Devresi

GERİLİM TAKİPÇİSİ

OP-AMP ın diğer bir uygulaması Şekil 2.4a) da gösterilmiş olan gerilim takipçisi (voltage follower) veya buffer devresidir. Buradaki çıkış gerilimi, giriş gerilimine eşittir. Bu devrenin giriş direnci, 100MΩ dan büyük ve çıkış direnci 1Ω dan küçüktür. Böyle bir devre ile giriş kaynağı çıkıştaki yükten izole edilmiş olur.

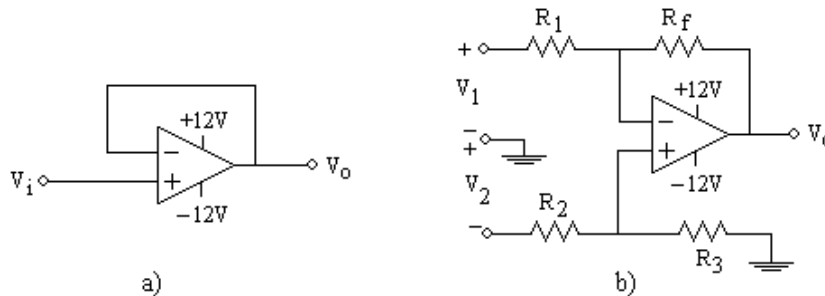
Şekil 2.4b) de ise bir fark yükseltici devresi gösterilmiştir. $R_1=R_2=R_3=R_f$ olması halinde,

$$V_0=V_2-V_1$$

Bağıntısı elde edilir. Dirençlerin eşit olmaması halinde ise,

$$V_0 = \left(\frac{R_3 R_f}{R_2 + R_3}\right) \left(\frac{1}{R_f} + \frac{1}{R_1}\right) V_2 - \left(\frac{R_f}{R_1}\right) V_1$$

bağıntısı geçerlidir.



Şekil 2.4 a) Gerilim Takipçisi

b) Fark Yükseltici

İNTEGRAL VE TÜREV ALICI DEVRELER

Şekil 2.5a) da bir integral ve b) de ise bir türev alıcı devre gösterilmiştir.

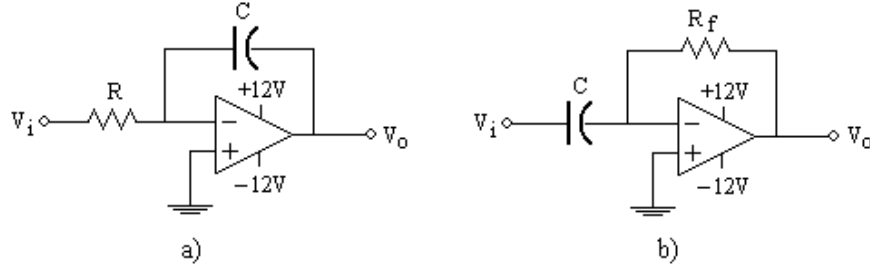
İntegratörde çıkış gerilimi,

$$V_0 = -(1/RC) \int V_i dt$$

olup, giriş geriliminin integrali ile orantılıdır. Türev alıcıda çıkış gerilimi, giriş geriliminin türevi ile orantılı olup,

$$V_o = -RC (dV_i / dt)$$

şeklinde ifade edilir.

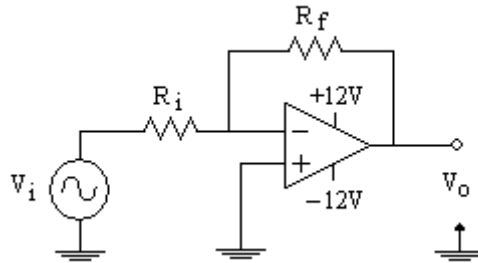


Şekil 2.5 a) İntegral alıcı Devre

b) Türev alıcı devre

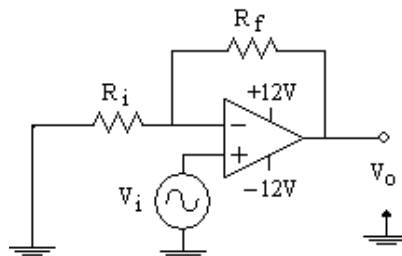
DENEYİN YAPILIŞI

1. Şekil 2.1 deki eviren OP-AMP devresinde $R_i=1k$ ve $R_f = 10k$ olmak üzere,devrenin girişine 1V (tepeden tepeye) genlikli ve **GRUPDEĞER kHz** frekanslı, sinüsoidal işaret uygulayarak, çıkış işaretini osiloskopta ölçüp Tablo 2.1'e ölçekleyerek kaydediniz. Bu OP-AMP'ın giriş ve çıkış işaretleri arasındaki faz farkını belirtiniz.



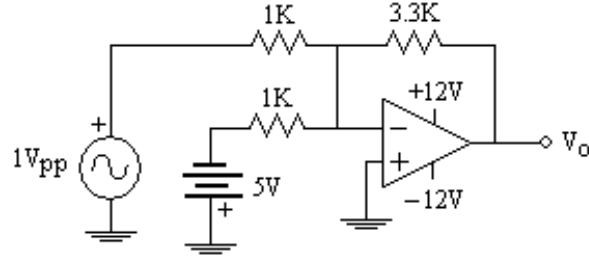
Şekil 2.1 Eviren Op-amp Devresi

2. Şekil 2.2 deki evirmeyen OP-AMP devresini kurun. $R_i= 1k\Omega$ ve $R_f =10k\Omega$ değerlerini kullanınız. Girişe 1V (tepeden tepeye) ve **GRUPDEĞER kHz** lik bir sinüs işareti uygulayarak, çıkış işaretinin genlik ve fazını belirtiniz. (Değerleri Tablo 2.2'ye ölçekleyerek kaydediniz.)



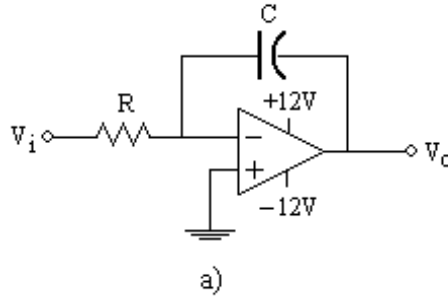
Şekil 2.1 Evirmeyen Op-amp Devresi

3. Şekil 2.3'deki toplama devresini kurunuz. Giriş 1V (tepeden tepeye) ve **GRUPDEĞER kHz** lik bir sinüs işareti uygulayarak V_o çıkış gerilimini Tablo 2.3'e kaydediniz. Çıkış gerilimini osiloskopta gözleyerek, ortalama ve tepe değerlerini tespit ediniz.



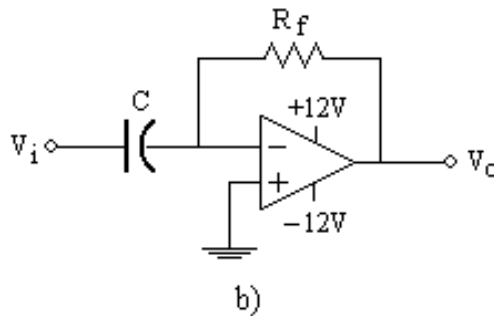
Şekil 2.3 Toplama devresi

4. $C = 1\mu F$ ve farklı direnç değerleri ile Şekil 2.4'deki İntegral alıcı devreyi kurunuz. Girişine 1V (tepeden tepeye) genlikli, **GRUPDEĞER kHz** frekanslı bir kare dalga uygulayınız. R direncini daha fazla arttırınca değişen ne olur? Giriş ve çıkış işaretlerinin faz bağıntılarını göz önüne alarak, Tablo 2.4'e çiziniz.



Şekil 2.4 İntegral alıcı devre

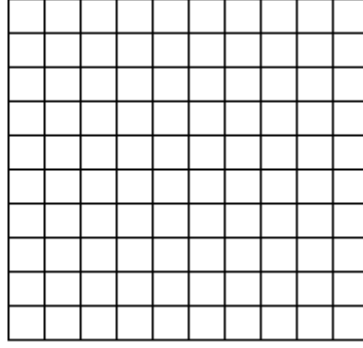
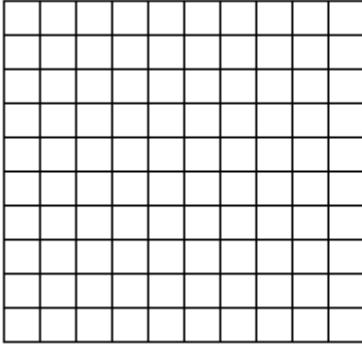
5. 4.adımdaki değerlere göre, bir diferansiyel alıcı devre kurunuz. Girişine 1V (tepeden tepeye) genlikli, **GRUPDEĞER kHz** lik bir üçgen dalga uygulayınız. Uygun bir diferansiyel işlemi için gerekli olan direnci seçiniz. Giriş ve çıkış işaretlerini Tablo 2.5'e çiziniz.



Şekil 2.5 Türev alıcı devre

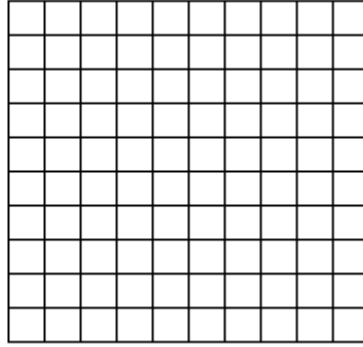
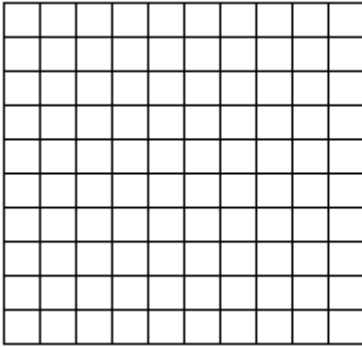
4. Adım

Tablo 2.4 İntegral alıcı devre giriş ve çıkış işareti



5. Adım

Tablo 2.5 Türev alıcı devre giriş ve çıkış işareti



Yapmış olduğunuz simülasyon çalışmasıyla mukayese ederek yorumlarınızı buraya ekleyiniz

DENEY 3 RLC DEVRELERİNDE GEÇİCİ DURUM ANALİZİ

AMAÇ: RLC devrelerinin geçici durum davranışlarının incelenmesi

ÖN ÇALIŞMA

RLC deneyinden önce bölümümüzün sayfasında ön çalışma şablonu paylaşılacaktır. Ön çalışma şablonu, öğrencilerin ön çalışmayı yapması için baz alacakları şablondur. Bu şablonun dışına çıkmayacaktır. Şablonda önce verilen R L ve C değerlerine göre teorik çözüm yapılacak ve bir kapasitörün tranziyent analiz denklemi $V_c(t)$ elde edilecektir. Daha sonra MATLAB programı kullanılarak plot komutuyla bu $V_c(t)$ ifadesi çizdirilecektir. Elde edilen grafik belirtilen yere yerleştirilecektir. Bunun yanında; bir de simülasyon programlarından herhangi birini kullanarak (MATLAB simulink, proteus, multisim vb.) simülasyon yapılacak ve ön çalışmaya eklenecektir. Bununla ilgili bilgiler deneyden önceki duyuruda bir sunu şeklinde verilecektir.

TEORİK BİLGİ

Devre iki tane enerji depolayan eleman, bir bobin ve bir kondansatör veya seri veya paralel eşdeğeri tek bir elemana eşit olmayan aynı cins iki eleman içeriyorsa, ikinci dereceden bir diferansiyel denklem devreyi tanımlar. İkinci dereceden devreleri tanımlayan ikinci dereceden diferansiyel denklemler genel olarak

$$\frac{d^2x}{dt^2} + a_1 \frac{dx}{dt} + a_0x = f(t)$$

şeklinindedir. a lar reel sabitlerdir. x akım veya gerilim olabilir, $f(t)$ bağımsız kaynaklar tarafından belirlenen zamana bağlı bir fonksiyondur.

Devrenin toplam cevabı:

$$x(t) = x_n(t) + x_f(t)$$

dır. $x_n(t)$; $f(t)=0$ yapılarak elde edilen doğal cevap, $x_f(t)$ zorlanmış cevaptır. x_n doğal cevap ise, zorlanmamış (veya homojen) diferansiyel denklemi sağlamalıdır:

$$\frac{d^2x_n}{dt^2} + a_1 \frac{dx_n}{dt} + a_0x_n = 0$$

Yukarıdaki denklemde türevler, karşılık gelen s kuvvetleri ile yer değiştirilerek karakteristik denklem elde edilir. x in ikinci türevi s^2 , birinci türevi s ve sıfıncı türevi yani kendisi $s^0=1$ ile değiştirilir. Bu işlemlerin sonucunda elde edilen karakteristik denklem:

$$s^2 + a_1s + a_0 = 0$$

Karakteristik denklemin s_1 ve s_2 olmak üzere iki kökü vardır.

$$s_{1,2} = \frac{-a_1 \pm \sqrt{a_1^2 - 4a_0}}{2}$$

İkinci dereceden sistemlerde karakteristik denklemin kökleri olan s_1 ve s_2 , reel veya karmaşık olabilir. Köklerin durumu karakteristik denklemin diskriminantı tarafından belirlenir, Diskriminant pozitif, negatif veya sıfır olabilir. Karakteristik denklemini bu durumlar için düzenlersek

$$s^2 + 2\zeta\omega_0 s + \omega_0^2 = 0$$

ω_0 sönümsüz doğal frekans ve ζ sönüm oranıdır. $\omega_0^2 = a_0$ ve $2\zeta\omega_0 = a_1$ dir. s_1 ve s_2 , ω_0 ve ζ cinsinden ifade edilebilir.

Karakteristik denklem : $s^2 + a_1s + a_0 = 0$

Sönümsüz doğal frekans : $\omega_0 = +\sqrt{a_0}$

Sönüm oranı : $\zeta = \frac{a_1}{2\sqrt{a_0}}$

Karakteristik denklemin kökleri : $s_{1,2} = \left[-\zeta \pm \sqrt{(\zeta^2 - 1)} \right] \omega_0$

Üç durum söz konusudur: karakteristik denklemin köklerinin reel ve ayrık olması ($\zeta > 1$), reel ve eşit olması ($\zeta = 1$) veya kompleks eşlenik olması ($\zeta < 1$). s in reel kısmını σ ve imajiner kısmını ω ile ifade edersek

$$s = \sigma + j\omega$$

Aşırı Sönümlü Durum ($\zeta > 1$)

$\zeta > 1$ için diskriminant $\zeta^2 - 1 > 0$ olduğundan kökler reel ve ayrıktır. Bu durumda s sadece reel bileşene sahiptir.

$$s_1 = \sigma_1 \quad s_2 = \sigma_2$$

Doğal cevap:

$$x_n(t) = K_1 e^{\sigma_1 t} + K_2 e^{\sigma_2 t}$$

Az Sönümlü Durum ($\zeta < 1$)

$\zeta < 1$ için karakteristik denklemin kökleri karmaşıktır:

$$s_1 = \sigma + j\omega \quad s_2 = \sigma - j\omega \quad \omega \neq 0$$

Kökler kompleks eşleniktir (reel kısımları eşit, imajiner kısımları eşit fakat ters işaretli). Doğal cevap:

$$x_n(t) = e^{\sigma t} (K_1 e^{+j\omega t} + K_2 e^{-j\omega t})$$

Bu osilasyonların genliği $e^{\sigma t}$ ile azalmaktadır bu yüzden sönüm oranı σ ile ters orantılıdır. $\sigma = 0$ için azalma olmaz. Bu, sönüm oranı $\zeta = 0$ olduğunda meydana gelir ve sönümsüz durumdur. Sönümsüz durumun doğal cevabı $\omega = \omega_0$ frekanslı sabit genlikli bir sinüzoiddir. ω_0 sönümsüz doğal frekans olarak adlandırılmasının nedeni budur.

Kritik Sönümlü Durum ($\zeta = 1$)

$\zeta = 1$ için kökler reel ve eşittir. Bu durum kritik sönümlü olarak adlandırılır.

$$s_1 = s_2 = \sigma$$

Doğal cevap:

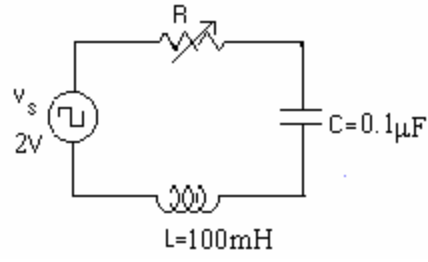
$$x_n(t) = K_1 e^{\sigma t} + K_2 t e^{\sigma t}$$

ARAÇLAR & ELEMANLAR

Deney sırasında belirtilecektir.

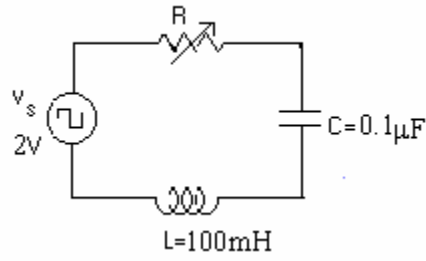
DENEYİN YAPILIŞI

1. Şekil 3.1 deki seri RLC devresini oluşturunuz. Devreyi oluştururken gerekli olan direnç değerlerini deney seti üzerindeki $10k\Omega$ değişken direnci kullanarak elde ediniz. Kısa sürede meydana gelen geçici durumu görebilmek için gerekli anahtarlamayı yapmak üzere kare dalga üreticini (Sinyal jeneratörü) kullanınız. Tepe değeri 2V periyodu 6ms olan kare dalgayı devreye uygulayınız.



Şekil 3.1 RLC devresi

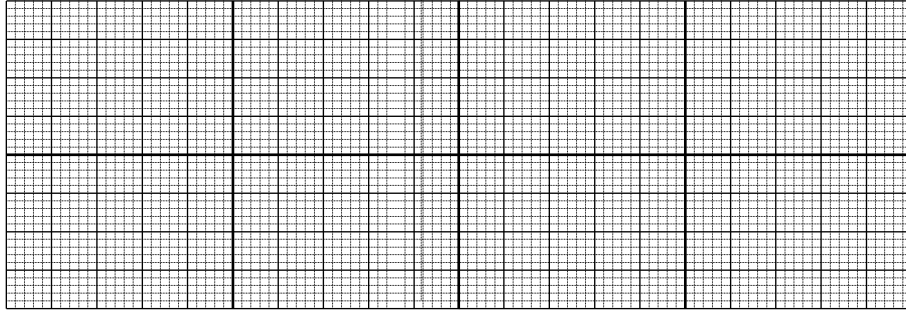
2. $R= 100\Omega$, $R=2k\Omega$, $R=10k\Omega$ için $V_c(t)$ grafiğini osiloskopta gözleyiniz. Her durum için elde ettiğiniz grafikleri veri kağıdına çiziniz.



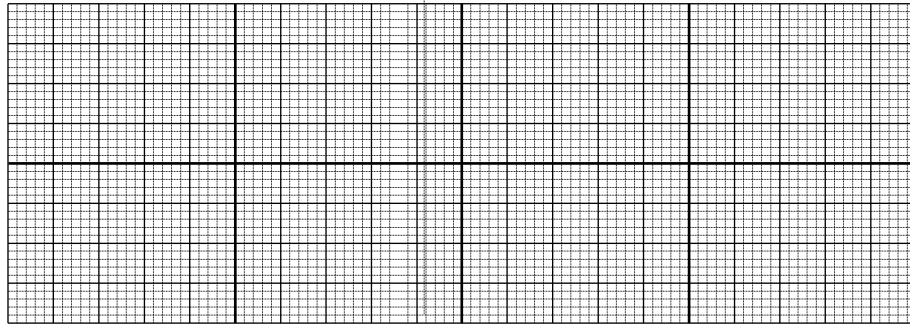
Şekil 3.2 RLC devresi

Grup Üyeleri (isim/imza)	1.	4.
	2.	5.
	3.	6.

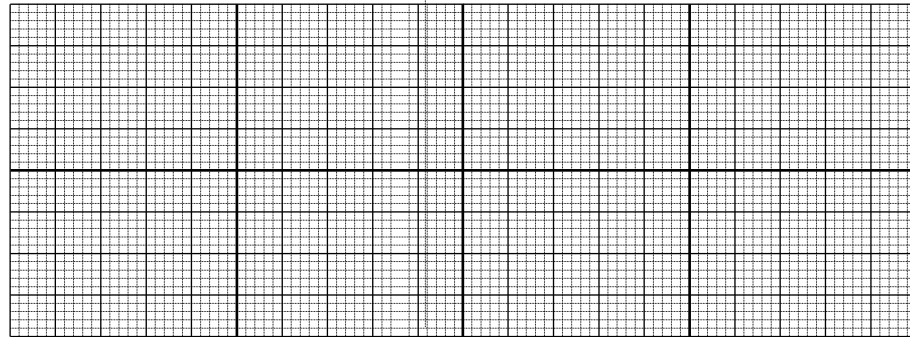
Grup No		Asistan		İmza	
---------	--	---------	--	------	--



Direnç:	Yatay Scala:	aniye/div	Sönümsüz doğal frekans:
Bobin:	Düşey Scala:	Volt/div	Sönüm oranı:
Kondansatör:	Tepe değeri:		Sönüm tipi: <input type="radio"/> Az sönümlü
Kaynak Frekansı:	Taban değeri:		<input type="radio"/> Kritik sönümlü <input type="radio"/> Aşırı sönümlü
Kaynak Genliği:	Karakteristik denklem:		



Direnç:	Yatay Scala:	aniye/div	Sönümsüz doğal frekans:
Bobin:	Düşey Scala:	Volt/div	Sönüm oranı:
Kondansatör:	Tepe değeri:		Sönüm tipi: <input type="radio"/> Az sönümlü
Kaynak Frekansı:	Taban değeri:		<input type="radio"/> Kritik sönümlü <input type="radio"/> Aşırı sönümlü
Kaynak Genliği:	Karakteristik denklem:		



Direnç:	Yatay Scala:	aniye/div	Sönümsüz doğal frekans:
Bobin:	Düşey Scala:	Volt/div	Sönüm oranı:
Kondansatör:	Tepe değeri:		Sönüm tipi: <input type="radio"/> Az sönümlü
Kaynak Frekansı:	Taban değeri:		<input type="radio"/> Kritik sönümlü <input type="radio"/> Aşırı sönümlü
Kaynak Genliği:	Karakteristik denklem:		

DENEY 4. SERİ VE PARALEL REZONANS DEVRELERİ

AMAÇ: Bu deneyin amacı, frekans sentezleme ve işaret filtreleme gibi bir çok alanda oldukça yaygın olarak kullanılan seri ve paralel rezonans devrelerinin tanıtımı, çalışma mantıklarının açıklanması ve rezonans devrelerinin pratik olarak gerçekleşmesidir.

ÖN ÇALIŞMA

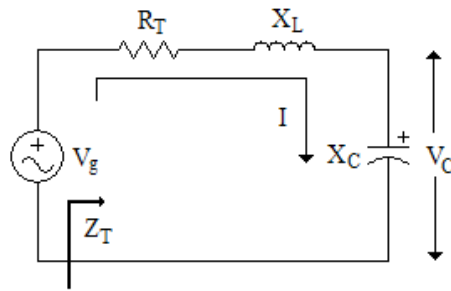
Denyde yapılması istenen her adımın teorik ve benzetim(simülasyon) çalışmasını ayrı ayrı açıklayarak yapınız.

DENEYLE İLGİLİ TEORİK BİLGİLER

Rezonans, bilim ve teknolojinin bütün dallarında karşımıza çıkan bir olaydır. Örneğin mekaniksel bir sisteme uygun bir frekansta mekanik uyarımlar uygulandığında, mekaniksel sistem üzerinde yüksek genlikli titreşimler üretilebilir. Sistemin bu davranışına rezonans durumu denir. Sistemi rezonans durumuna sokan mekanik uyarımların frekansına da rezonans frekansı (veya doğal frekans) denir. Rezonans olayına en önemli örnek olarak 1940 yılında A.B.D'nin Washington eyaletinde inşa edilen Tacoma köprüsünde yaşanan olay verilebilir. Tacoma köprüsü yerden 2800 feet yüksekliğe inşa edilmişti. Köprüye çarpan hava akımının köprüde oluşturduğu düşük genlikli titreşimler, köprü üzerinde çok yüksek genlikli titreşimlerin üretilmesine neden olmuş ve köprü yıkılmıştır.

Rezonans durumu elektrik devrelerinde de ortaya çıkan bir olaydır. Eğer R, L ve C elemanlarından oluşmuş bir elektrik devresinin girişine uygun bir frekansta küçük genlikli bir işaret uygulandığında devre üzerinde yüksek genlikli bir işaret oluşuyorsa devre rezonans durumuna girmiştir. Rezonans durumu devrede sadece tek bir frekans için geçerlidir. Rezonans devreleri, idealde sadece L ve C elemanlarından oluşmaktadır ve genel olarak seri ve paralel rezonans devreleri adı altında iki ana gruba ayrılmaktadır.

a- Seri Rezonans Devresi : R, L ve C elemanlarından oluşan bir seri rezonans devresi Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1: Seri Rezonans Devresi

Şekil 1'deki devrede RT direnci devreye bağlanan kaynağın iç direncini, devredeki bobinin iç direncini ve L ve C elemanının bulunduğu devrenin eşdeğer dirençlerinin toplamını ifade etmektedir. Şekil 1'deki devrede rezonans durumda, L veya C elemanlarının üzerlerinde Vg giriş işaretinden çok daha büyük genlikli işaretler oluşmaktadır.

Şekil 1'deki devrede XC üzerinde oluşan gerilim (VC),

$$V_C = -jX_C \cdot I = \frac{-jX_C \cdot V_g}{Z_T} = \frac{-jX_C \cdot V_g}{R + j(X_L - X_C)} \quad (1)$$

Şekil 1'deki devrede kapasite (veya bobin) üzerinde oluşan gerilimin maksimum değerde olması için devreden akan I akımının maksimum değerde olması gereklidir. Bu durum ancak devrenin giriş empedansının (ZT) minimum olması ile sağlanır. Bundan dolayı seri rezonans devreleri, rezonans durumunda minimum giriş empedansı gösterirler. (1)'deki ifadeden de görüleceği üzere Şekil 1'deki devrenin giriş empedansının minimum olması için $X_L = X_C$ olmalıdır. Bu durumda Şekil 1'deki devrenin rezonans frekansı (f_o),

$$X_L = X_C \Rightarrow 2 \cdot \pi \cdot f_o \cdot L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_o \cdot C} \Rightarrow f_o = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad (2)$$

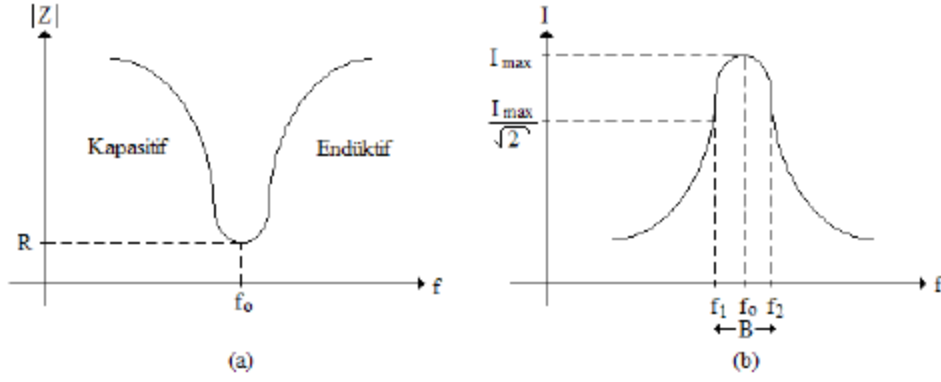
Şekil 1'deki devrede kapasite veya bobin üzerinde harcanan reaktif gücün, direnç üzerinde harcanan aktif güce oranına kalite faktörü (Q) denilmektedir.

$$Q = \frac{I^2 \cdot X_C}{I^2 \cdot R} = \frac{X_C}{R} = \frac{X_L}{R} \quad (3)$$

(1)'deki ifade, devrenin rezonans durumunda aşağıdaki ifadeye dönüşür.

$$V_C = \frac{-jX_C \cdot V_g}{Z_T} = \frac{-jX_C \cdot V_g}{R} \Bigg|_{X_C = X_L} = -jQ \cdot V_g = Q \cdot V_g \angle -90^\circ \quad (4)$$

Şekil 1'deki seri rezonans devresinin giriş empedansının (ZT) ve devreden geçen I akımının frekans ile değişimi incelendiğinde Şekil 2'deki grafikler elde edilmektedir.

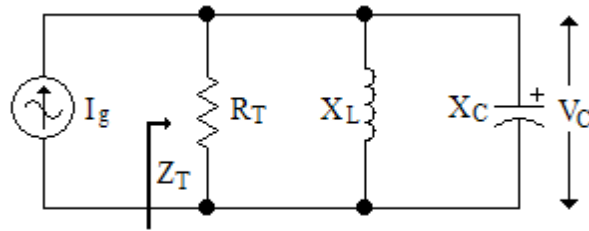


Şekil 2: Seri Rezonans Devresinin Empedans ve Akım Karakteristiği

Şekil 1'deki devre rezonans anında $X_L = X_C$ olduğundan minimum giriş empedansı göstermektedir. Bundan dolayı f_0 frekansındaki giriş gerilimi (V_g) zayıflamaya uğramadan R_T direnci üzerinde görülecektir. Bu frekans dışındaki bütün frekanslardaki işaretler devrede zayıflamaya uğrayacaklardır. Bu özelliklerinden dolayı rezonans devreleri (seri-paralel) seçici (filtre) devreleri olarak da kullanılmaktadır.

Rezonans devrelerinde kesim frekansı, devreden geçen akımın rezonans anındaki maksimum değerinin 0.707 katına zayıfladığı (-3 dB) frekans değeri olarak tanımlanmaktadır. Bu frekanslar Şekil 3.b'de gösterilmiştir. İki kesim frekansı arasında kalan bölge, filtre devresinin geçirdiği frekans bölgesi (band genişliği) olarak tanımlanır.

b- Paralel Rezonans Devresi : R,L ve C elemanlarından oluşan bir paralel rezonans devresi şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3: Paralel Rezonans Devresi

Şekil 3'deki devrede R_T direnci devreye bağlanan kaynağın iç direncini ve L ve C elemanlarının bulunduğu devrenin eşdeğer direncinin paralel eşdeğerini ifade etmektedir. Eğer $Q_L \geq 10$ olacak şekilde bir frekans aralığında çalışıldığında işlem kolaylığı için bobinin iç direnci ihmal edilmektedir.

Şekil 3'deki devrede rezonans durumunda, L veya C elemanlarının üzerlerinde büyük genlikli işaretler oluşmaktadır. Bu devrede XC (veya XL) üzerinde oluşan gerilim,

$$V_C = jX_C \cdot I_{X_C} = I_g \cdot Z_T = I_g \cdot \frac{R \cdot X_L \cdot X_C}{jR \cdot X_L - jR \cdot X_C + X_C \cdot X_L} \quad (5)$$

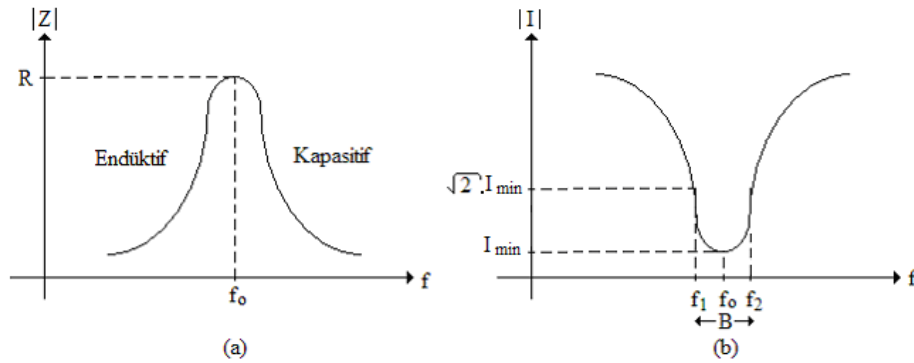
Şekil 3'deki devrede kapasite (veya bobin) üzerinde oluşan gerilimin maksimum değerde olması için kapasite üzerinden akan I_{X_C} akımının maksimum değerde olması veya Z_T empedansının maksimum değerde olması gereklidir. Bundan dolayı paralel rezonans devreleri, rezonans durumunda maksimum giriş empedansı gösterirler. (5)'deki ifadeden de görüleceği üzere Şekil 3'deki devrenin giriş empedansının maksimum olması için $X_L = X_C$ olmalıdır. Şekil 3'deki devrenin rezonans frekansı (f_0) ve kalite faktörü (Q),

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \quad , \quad Q = \frac{R}{X_L} = \frac{R}{X_C} \quad (6)$$

(5)'deki ifade, devrenin rezonans durumunda aşağıdaki ifadeye dönüşür.

$$V_C = -jX_C \cdot I_{X_C} \cong -jX_C \cdot Q_L \cdot I_g \Big|_{X_C=X_L} \cong X_C \cdot Q_L \cdot I_g \angle -90^\circ \quad (7)$$

Şekil 3'deki paralel rezonans devresinin giriş empedansının (Z_T) ve devreden geçen I akımının frekans ile değişimi incelendiğinde Şekil 4'deki grafikler elde edilmektedir.

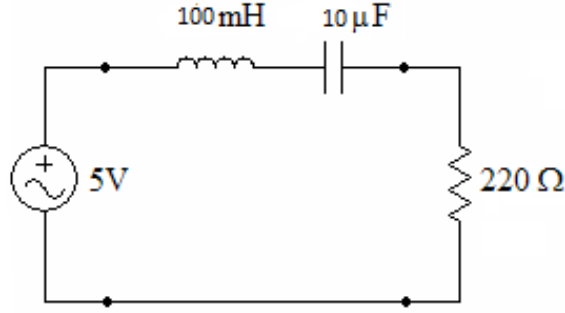


Şekil 4: Paralel Rezonans Devresinin Empedans ve Akım Karakteristiği

DENEYİN YAPILIŞI:

1. Şekil 5'deki devreyi kurunuz.
2. Şekil 5'deki devrenin kalite faktörünü (Q) hesaplayınız.
3. Grup kHz frekans değerinde, devredeki direnç üzerindeki (220Ω) gerilimi osiloskopta inceleyiniz ve gerekli alana çiziniz.
4. Rezonans frekansını hesaplayınız ve Şekil 5'deki devreyi bu frekans değerinde çalıştırınız. Direnç üzerindeki gerilimi osiloskopta inceleyiniz ve gerekli alana bu gerilimin şeklini çiziniz.
5. Devre 4.adımdaki frekans değeri ile çalıştırıldığında, devrede ki akım ile gerilim arasındaki faz farkını hesaplayınız.

6. Şekil 5’deki devrede rezonans frekansında devrenin empedansı kaç olacağını hesaplayınız.



Şekil 5: Seri Rezonans Devresi

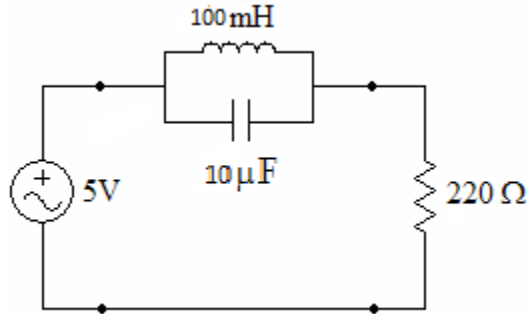
7. Şekil 6’deki devreyi kurunuz.

8. Grup kHz frekans değerinde, devredeki direnç üzerindeki (220Ω) gerilimi osiloskopta inceleyiniz ve gerekli alana çiziniz.

9. Rezonans frekansını hesaplayınız ve Şekil 5’deki devreyi bu frekans değerinde çalıştırınız. Direnç üzerindeki gerilimi osiloskopta inceleyiniz ve gerekli alana bu gerilimin şeklini çiziniz.

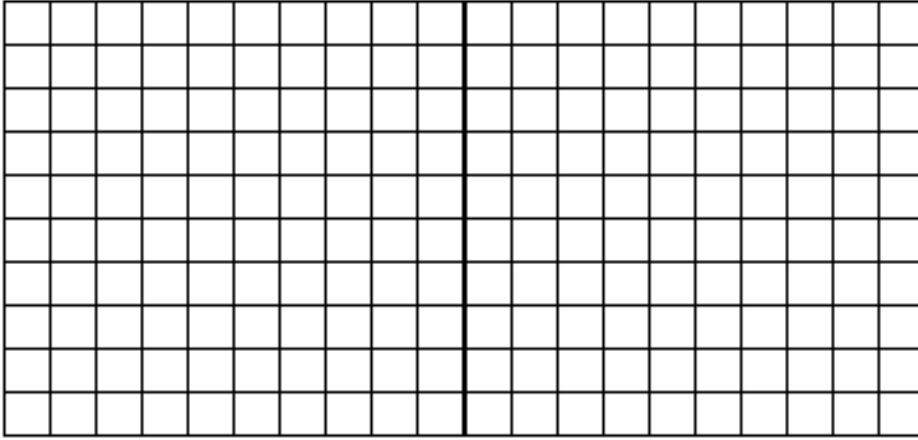
10. Devre 7.adımdaki frekans değeri ile çalıştırıldığında, devredeki akım ile gerilim arasındaki faz farkını teorik olarak hesaplayınız.

11. Farklı frekans değerlerindeki sonuçları yorumlayınız.



Şekil 6: Paralel Rezonans Devresi

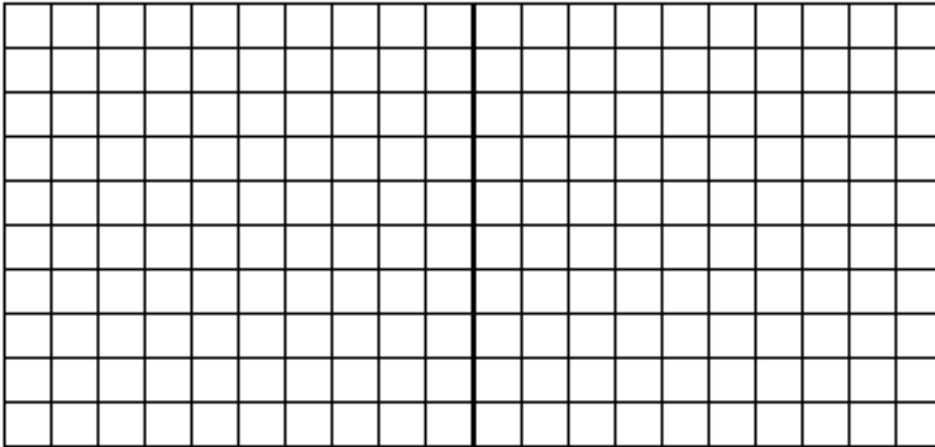
8. Adım



Frekans= _____

Gerilimin maksimum değeri= _____

9. Adım



Frekans= _____

Gerilimin maksimum değeri= _____

10. Adım

Akım ile gerilim arasındaki faz farkı= _____

11. Adım

Sonuçların Yorumlanması:

DENEY 5 : PASİF FİLTRE DEVRELERİ

AMAÇ: Alçak geçiren, yüksek geçiren, band geçiren ve band durduran filtre devrelerinin karakteristiklerinin karşılaştırılması, T ve Π filtrelerinin yapısı ve frekans cevaplarının incelenmesi.

ÖN ÇALIŞMA

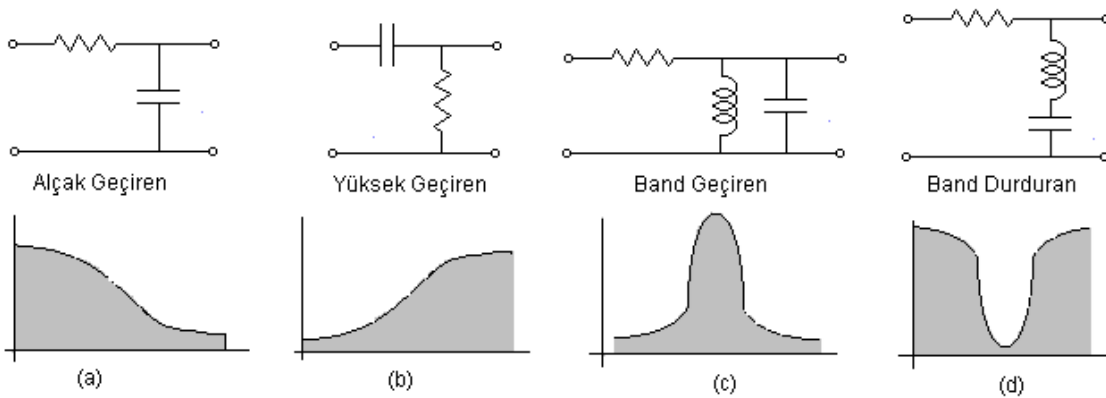
Deneyde yapılması istenen her adımın teorik ve benzetim(simülasyon) çalışmasını ayrı ayrı açıklayarak yapınız.

ARAÇLAR & ELEMANLAR

- Dirençler: 680 Ω , 1.6 k Ω
- Kondansatörler: 0.033 μ F, 2x 0.1 μ F
- Bobinler: 100 mH

TEORİK BİLGİ

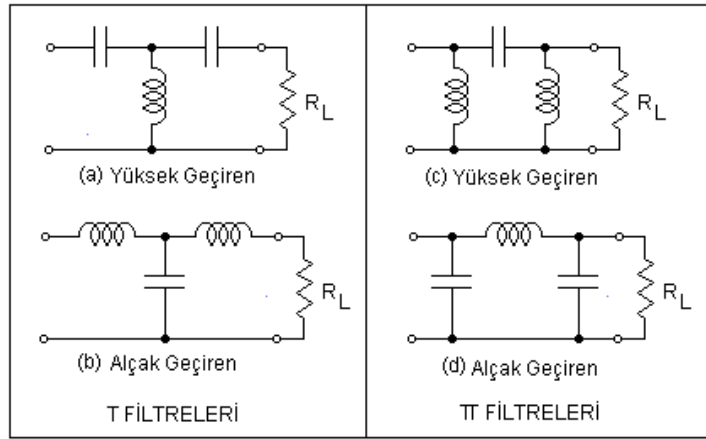
Birçok devrede farklı frekanslar vardır. Belli frekanslar istenmiyorsa, filtreler olarak adlandırılan özel devreler ile bu frekanslar ortadan kaldırılabilir. Filtreler alçak ve yüksek frekansları geçirmek için tasarlanabilir. Örneğin haberleşme devrelerinde bir ses-frekans (AF) sinyali, bir radyo frekans (RF) sinyali ile birlikte bulunabilir. Alçak geçiren bir filtre, AF sinyalini geçirip RF sinyalini geçirmez. Bir yüksek geçiren filtre tersini yapacaktır: RF sinyalini geçirip AF sinyalini engelleyecektir. Bazen ilgilenilen frekanslar istenmeyen frekansların arasında olabilir. Örneğin bir radyo veya televizyon alıcısı için bu durum söz konusudur. İstenen frekanslar alıcıya gelen diğer birçok frekans ile birlikte gelir. Bir rezonans devresi, mevcut frekans bandından istenen frekansları seçmek için kullanılır. Bir banddan sadece seçilmiş frekansları geçiren bir devre bir band geçiren (bandpass) filtre olarak adlandırılır. Bir band geçiren filtrenin tersi band durduran (band-reject veya notch) filtredir. Bir band durduran filtrenin tipik bir uygulaması, istenen frekans bandından belirli etkileşen frekansları çıkarmaktır. Şekil 5.1 de çeşitli filtre devreleri ve frekans cevapları gösterilmektedir.



Şekil 5.1 Çeşitli filtre devreleri ve frekans cevapları

En basit filtreler seri RC ve RL devreleridir. Bu devreler uygulanan ve çıkarılan giriş ve çıkış gerilimlerine bağlı olarak yüksek geçiren veya alçak geçiren filtreler olarak kullanılabilir. Basit RC veya RL filtrelerinin bir problemi, band geçirenden band durdurana yavaş yavaş değişmeleridir.

Düzeltilmiş filtre karakteristikleri, birkaç filtre parçasını birleştirerek elde edilebilir. Ne yazık ki cevabı düzeltmek için benzer parçaları basitçe bir araya getiremezsiniz çünkü hesaba katılması gereken yüklenme etkileri vardır. İki yaygın düzeltilmiş filtre T ve Π filtreleridir, elemanların devredeki yerleşiminden dolayı bu şekilde adlandırılmışlardır. T ve Π filtre örnekleri Şekil 5.2 de gösterilmektedir. Alçak geçiren filtrelerin yükte seri bir bobine ve yüke paralel bir kondansatöre sahip olduklarına dikkat edin. Yüksek geçiren filtre, alçak geçiren filtrenin dualidir.

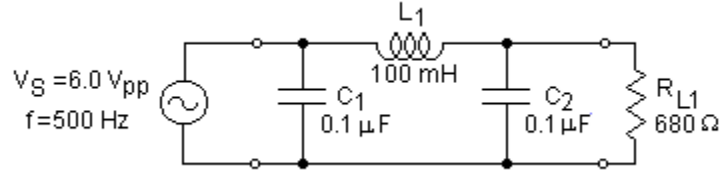


Şekil 5.2 T ve Π filtre örnekleri

T veya Π filtre seçimi yük direnci ve kaynak empedansı tarafından belirlenir. Yük direnci kaynak empedansından çok büyükse, T-tipi filtre en iyisidir. Yük direnci kaynak empedansından çok küçükse, Π filtre en iyisidir.

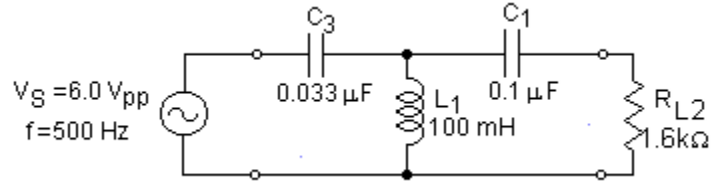
DENEYİN YAPILIŞI

1. Tablo 1-1 de belirtilen elemanları alın. Bu deney için eleman değerlerinin listede belirtilen eleman değerlerine yakın olması önemlidir. Tüm elemanları ölçün ve değerlerini Tablo 1-1 e kaydedin. Ölçemediğiniz elemanlar için listede belirtilen değerleri kullanın.
2. Şekil 5.3 de gösterilen Π filtreyi oluşturun. Osiloskobu kullanarak sinyal üreticini $6.0V_{pp}$ 500Hz sinüs dalgasına ayarlayın. Üreteç gerilimi, üreteç devreye bağlı iken ölçülmelidir. Gerilim ve frekansın her ikisini de osiloskop ile kontrol edin. Bu deneydeki tüm gerilimler tepeden tepeye (peak-to-peak) değerler olarak belirlenip kaydedilecektir.



Şekil 5.3 Π filtre

3. 500 Hz de yük direnci uçlarındaki tepeden tepeye (peak-to-peak) gerilimi (V_{RL1}) ölçün. Ölçülen gerilimi Tablo 1-2 ye kaydedin.
4. Üretecin frekansını 1000Hz e değiştirin. Üretecin genliğini $6.0V_{pp}$ ayarlayın ve gerilim ve frekansı osiloskop ile kontrol edin. V_{RL1} ölçün ve Tablo 1-2 ye kaydedin. Tablo 1-2 de listelenen her frekans için aynı işlemi tekrar edin.
5. Yük direnci gerilimini (V_{RL1}) frekansın fonksiyonu olarak Grafik 1-1 e çizin.
6. Şekil 5.4 de gösterilen T filtreyi oluşturun. Sinyal üretecini $6.0V_{pp}$, 500Hz sinüs dalgasına ayarlayın. Üreteç gerilimi, üreteç devreye bağlı iken ölçülmelidir. Daha önce olduğu gibi gerilim ve frekansı osiloskop ile kontrol edin.



Şekil 5.4 T filtre

7. Tablo 1-3 de listelenen her frekans için yük direnci gerilimini (V_{RL2}) ölçün ve kaydedin. Üreteç gerilimini $6.0V_{pp}$ değerinde tutun. Tepeden tepeye yük direnci gerilimini (V_{RL2}) frekansın fonksiyonu olarak Grafik 1-2 ye çizin.

DENEY 5 VERİ KAĞIDI

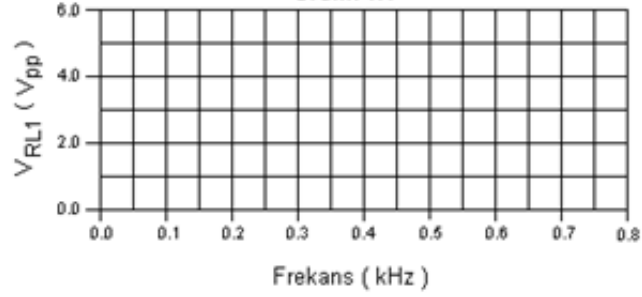
Tablo 1.1

	Gerçek Değer	Ölçülmüş Değer
L_1	100 mH	
C_1	0.1 μ F	
C_2	0.1 μ F	
C_3	0.033 μ F	
R_{L1}	680 Ω	
R_{L2}	1.6k Ω	

Tablo 1.2

Frekans	V_{RL1}
500 Hz	
1000 Hz	
1500 Hz	
2000 Hz	
3000 Hz	
4000 Hz	
8000 Hz	

Grafik 1.1



Tablo 1.3

Frekans	V_{RL2}
500 Hz	
1000 Hz	
1500 Hz	
2000 Hz	
3000 Hz	
4000 Hz	
8000 Hz	

Grafik 1.2

