

ELEKTRONİK LABORATUVARI DENEY KLAVUZU

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
GAZİ EĞİTİM FAKÜLTESİ
FİZİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

ANKARA


Düzeltilmeler için: HŞK, 2014

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
TEMEL KAVRAMLAR	3
DENEY 1 : SERİ REZONANS DEVRESİ.....	16
DENEY 2 : PARALEL REZONANS DEVRESİ.....	23
DENEY 3 : SÜZGEÇ DEVRELERİNİN İNCELENMESİ.....	30
DENEY 4 : OSİLOSKOPTA GİRİŞİM.....	40
DENEY 5 : TÜREV VE İNTEGRAL ALAN DEVRELER.....	44
DENEY 6 : DİYODUN İNCELENMESİ.....	52
DENEY 7 : REDRESÖRLER (ALTERNATİF AKIMIN DOĞRU AKIMA ÇEVİRİLMESİ).....	59
DENEY 8 : BİR TRANSİSTÖRLÜ ZAMAN RÖLESİ.....	62
DENEY 9 : ALÇAK FREKANS OSİLATÖRÜ.....	67
DENEY 10 : TRANSİSTÖRÜN AMPLİFİKATÖR (YÜKSELTİCİ) GÖREVİ.....	69

TEMEL KAVRAMLAR

A. DİRENÇ NEDİR?

Devreden geçen akımı azaltacak şekilde bir etkisi olan devre elemanına direnç denir. Devrede R () simgesi ile gösterilir. Genel olarak dirençler üç kısma ayrılır:

I. Direnç Türleri


a) Sabit Dirençler

Ohm cinsinden değeri sabit olan dirençlere denir. Küçük değişmeler (tolerans sınırları içindeki değişim) hariç bu dirençler zaman, ısı veya herhangi bir etkiyle değişmezler.

i) Tel yapımlı dirençler: Krom nikel veya manganın tel haline getirilerek seramik bir çubuk veya karkasın üzerine birbirine değmeyecek şekilde sarılarak elde edilen dirençlere “tel yapımlı” dirençler denir. Yüksek değerde direnç elde etmek için çok uzun tel gerektiğinden bu tür dirençlerin üst sınırı 50 K Ω civarında olmaktadır. Bu tip dirençlerin en önemli özelliği, istenilene çok yakın bir değerde imal edilebilmeleridir.

ii) Karbon film kaplı dirençler: Ham maddesi karbon ve karbon bileşenlerinden oluşan “film kaplama” denilen yöntemle imal edilen dirençlere karbon film kaplı dirençler denir. Kullandığımız dirençlerin çoğu bu tiptendir. Bu yöntemle karbon veya metal bileşikler, küçük seramik çubuklar üzerine özel makineler ile çizikler meydana getirilerek direncin istenilen değerde olması sağlanır. Karbon dirençler diye de adlandırılır. Oldukça ekonomik fakat toleransları çok yüksektir.

b) Ayarlanabilen dirençler

Direnç değeri değiştirilebilen dirençlere denir. Devrede () simgesiyle gösterilen bu tür dirençlerin değeri bir ayar düğmesi, mil ya da tornavida yardımıyla değiştirilebilir. Bu tip dirençlere genel olarak reosta ve potansiyometre veya kısaca “pot” denir. Eğer ayarlanabilen direncin değeri tornavida vb. bir araçla değiştirilebiliyorsa buna “trimpot” denir.

c) Değişken dirençler

Ohm cinsinden değeri ısı, ışık, gerilim ile kendiliğinden değişen dirençlere denir. Değeri;

- Isı ile değişen dirençlere “termistör” denir. Isı kontrol devreleri gibi yerlerde kullanılır.
- Işık ile değişen dirençlere foto direnç denir. LDR de denebilir. Işık ölçümlerinde ve ışıklı denetim devrelerinde kullanılır.
- Gerilim ile değişen devrelere VDR denir. Elektronik devreleri aşırı gerilimden korumak için kullanılır.

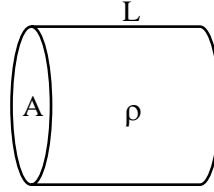
II. Bir iletkenin direnci nelere bağlıdır?

Direnç sıcaklık ile doğru orantılıdır, dolayısıyla akım sıcaklıkla ters orantılıdır. Sıcaklık arttıkça direnç artar, çünkü ısı enerjisi alan moleküller kinetik enerjileri artar ve elektron akışı daha az olur.

Bir iletken telin direnci boyu ile doğru, kesit alanı ile ters orantılıdır.

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Burada; R: direnç, ρ : öz direnç, L: telin boyu, A: telin kesit alanıdır.



Şekil A.1. İletkenin direnci iletkenin boyuna, kesit alanına ve öz direncine bağlılığı.

III. Direncin Ölçülmesi ve Okunması

Dirençler “ohmmetre” (dirençölçer) denilen aletle ölçülür. Çeşitli tipleri olmakla beraber bugün uygulamalarda en çok kullanılmakta olan “Weston tipi ohmmetre”dir.

Weston tipi ohmmetre’de biri bilinmeyen, üçü bilinen dört adet direnç vardır. İlke, bilinmeyen direnci bilinen dirençlerle karşılaştırmaktır. Bu yöntemle $0,1 \Omega$ ile 100000Ω arası dirençler oldukça doğru olarak ölçülür. Ölçülecek olan, bir devrenin direnci ise, güç kaynağı devreden çıkarılmalıdır. Çünkü güç kaynağında kendi iç direnci vardır. Uygulamalarımızda karbon film kaplı sabit dirençleri kullanacağımızdan bunların ölçümü üzerinde duracağız.

Direncin Renk kodlarından okunması için aşağıdaki tablo kullanılır.

4 Bandlı Kod

Renk	1. BAND	2. BAND	3. BAND	Çarpan	Tolerans
Siyah	0	0	0	1Ω	
Kahverengi	1	1	1	10Ω	$\pm 1\%$ (F)
Kırmızı	2	2	2	100Ω	$\pm 2\%$ (G)
Turuncu	3	3	3	$1K \Omega$	
Sarı	4	4	4	$10K \Omega$	
Yeşil	5	5	5	$100K \Omega$	$\pm 0.5\%$ (D)
Mavi	6	6	6	$1M \Omega$	$\pm 0.25\%$ (C)
Mor	7	7	7	$10M \Omega$	$\pm 0.10\%$ (B)
Gri	8	8	8		$\pm 0.05\%$
Beyaz	9	9	9		
Altın				0.1	$\pm 5\%$ (J)
Gümüş				0.01	$\pm 10\%$ (K)

5 Bandlı Kod

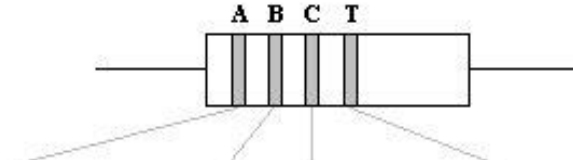
Şekil A.2. Dirençlerin renk kodları.

Örnek:

1.Band	2.Band	3.Band	4.Band
Kahverengi	Gri	Kırmızı	Altın
1	8	10^2	%5

$$18 \times 10^2 \pm \%5 = 1800 \pm \%5 \Omega$$

$$(1 \text{ k}\Omega = 1000 \Omega \quad 1 \text{ M}\Omega = 1.000.000 \Omega)$$



A	B	C	T	
1. Sayı	2. Sayı	Çarpan	Tolerans	Direnç (Ω)
Sarı (4)	Mor (7)	Siyah (10^0)	Altın $\pm \% 5$	$47 \pm \% 5$
Kırmızı (2)	Kırmızı (2)	Kırmızı (10^{-2})	Gümüş $\pm \% 10$	$2200 \pm \% 10$
Mavi (6)	Gri (8)	Yeşil (10^{-5})	Kahve $\pm \% 1$	$6800000 \pm \% 1$

Şekil A.3. Dirençlerin renk kodlarının okunmasına örnekler.

Tolerans değeri direnç değerlerindeki en büyük hatayı belirler. % 10 toleranslı 100 Ω değerindeki bir direnç 90 Ω ile 110 Ω arasında değer alabilir demektir.

B. POTANSİYEL FARKI (VOLTAJ/GERİLİM) NEDİR?

Elektriksel potansiyel, Elektriksel yüklü iki nokta arasında potansiyel enerjinin hareket eden yüke oranına potansiyel farkı (voltaj/gerilim) denir. Başka bir ifadeyle pozitif birim yükü bir noktadan başka bir noktaya götürülmesi için yapılması gereken iş veya harcanacak enerjidir. Birimi, Joule / Coulomb = Volt'dur.

Voltmetre (Gerilimölçer): Potansiyel farkı ölçen alettir. Devreye paralel olarak bağlanmalıdır. Dolayısıyla üzerinden akım geçmemesi için iç direncinin çok yüksek olması gerekir. Voltmetre bobini ince telli ve çok sarımlıdır. Voltmetrenin pozitif ucu, direncin daha yüksek olduğu potansiyele sahip ucuna; negatif ucu da direncin küçük potansiyelli ucuna bağlanmalıdır. İyi bir voltmetrenin iç direnci volt başına 200 Ω olmalıdır. Voltmetre devreye seri bağlanacak olursa, devreye büyük bir direnç bağlanmış olacağından devreden geçen akım minimuma düşer.

DC (sabit) ve AC (değişken) olmak üzere iki tür voltaj vardır.

C. AKIM NEDİR?

Birim zamanda iletkeniden geçen yük miktarına akım denir. Birimi Amper (A)'dir.

Doğru Akım (DC)

Birim zamanda geçen yük miktarı ve yönü daima sabit kalıyorsa bu akıma doğru akım denir. Uygulanan gerilim değişmez ve akımın değeri Ohm Yasası'na göre:

$$I = \frac{V}{R}$$

Alternatif Akım (AC)

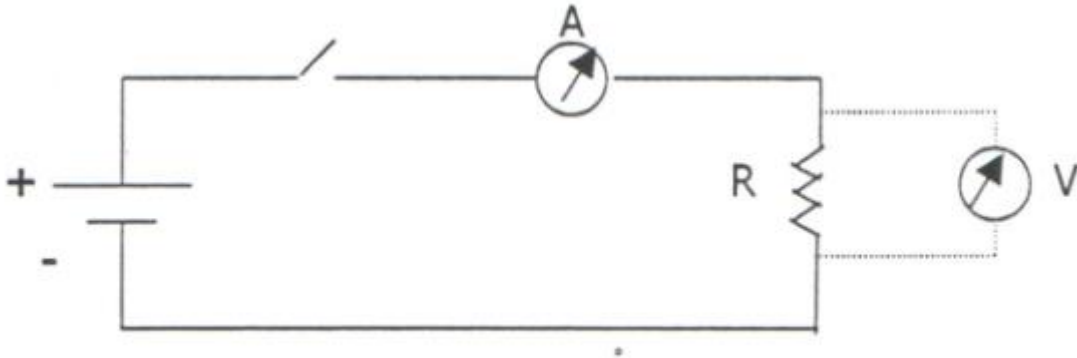
Bir alternatif akım bir saf dirençli devreye uygulanırsa herhangi bir andaki akım akışı yine Ohm Yasası'na göre:

$$I = \frac{V \sin \omega t}{R} = I \sin \omega t$$

yazılabilir.

Ampermetre (Akımölçer): Akım ölçmek için kullandığımız alettir. Devreye seri bağlanmalıdır. Devreye seri bağlandığı için de devreden geçen akımın ampermetreden de aynen geçmesi için iç direnci sıfıra yakın olmalıdır. Bu nedenle ampermetre bobini kalın telli ve az sarımlıdır. Devreye paralel bağlanacak olursa iç direnci çok küçük olduğundan üzerinden büyük bir akım geçer ve alet yanar.

DC ve AC olmak üzere iki tür akım ölçümü yapacağız.



Şekil C.1. Voltmetre ve ampermetrenin devreye bağlanması.

D. KONDANSATÖR NEDİR?

Bir kondansatör (sığaç), aralarında yalıtkan bir tabaka bulunan iki paralel iletken levhadan oluşur. İki levhaya bir sabit gerilim uygulanırsa, yalıtkan maddenin çok yüksek direnci nedeniyle akım akışı olmayacaktır. Levhalara bir alternatif akım uygulandığında, yalıtkan tabakadan elektron akım geçmese de, akım akışı elde edilir. Kondansatör, bu nedenle bir alternatif akım direncine (reaktans) (X_c) sahiptir. Bu reaktansın değeri, uygulanan gerilimin

frekansına, plakların boyutlarının bir fonksiyonu olan (C) kapasitesine ve yalıtkan tabakanın kalınlığına bağlıdır. Bir kondansatörün reaktansı;

$$X_c = \frac{1}{2\pi fC}$$

eşitliğiyle verilmektedir.

Sığanın birimi Farad (F)'dır. Uygulamalarda genellikle mikrofard (μF) kullanılır.

E. MULTİMETRE (ÇOKLUÖLÇER) NEDİR?

Adından da anlaşılacağı gibi, gerilimölçer, akımölçer, dirençölçer, sıcaklıkölçer, sığaölçer vs. gibi ölçüm elemanlarının hepsini üzerinde bulunduran, sayısal (dijital) ve analog modelleri olan ölçüm aracına multimetre (çokluölçer) denir.

ÖRNEK UYGULAMA

I. Aşama: Direnç Ölçümü

Grubunuza verilen 8 adet direnci;

- Analog multimetre ile ölçüp,
- Sayısal multimetre ile ölçüp,
- Renk kodlarından okuyup Çizelge 1.'e yazınız.
- Bulduğunuz değerleri karşılaştırınız.

Çizelge 1. Direncin Değerini Ölçme / Okuma

#	Analog mutimetre ile	Sayısal mutimetre ile	Renk kodlarından
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

II. Aşama: Gerilim Ölçümü (DC-AC)

Grubunuza verilen 8 adet pilin veya güç kaynağından alınacak 8 adet farklı voltaj değerini;

- Analog multimetre ile ölçüp,
- Sayısal multimetre ile ölçüp Çizelge 2.'ye yazınız.
- Bulduğunuz değerleri karşılaştırınız.
- Görevlilerin kontrolünde sayısal multimetre ile prizdeki gerilimi (DİKKAT!) ölçünüz.

Çizelge 2. Gerilim Ölçümü

#	Analog mutimetre ile	Sayısal mutimetre ile
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
Şehir Gerilimi:		

III. Aşama: Akım Ölçümü (DC- AC)

3. Akım Ölçümü (DC- AC)

Şekil C.1.'deki basit devreyi kurarak devreden geçen akımı beş ayrı gerilim değeri için;

- Analog multimetre ile ölçüp,
- Sayısal multimetre ile ölçüp Çizelge 3.'e yazınız.
- Bulduğunuz değerleri karşılaştırınız.

Çizelge 3. Akım Ölçümü

#	Gerilim	Teorik Akım	Deneysel Akım
1			
2			
3			
4			
5			

IV. Aşama: Kondansatörün Sığasının Ölçümü

Grubunuza verilen 8 adet kondansatörlerin sığalarını ölçüp, Çizelge 4.'e yazınız.

Çizelge 4. Sığa Ölçümü

#	Sığa (Deneyisel)	Sığa (Teorik)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

V. Aşama: Sıcaklık Ölçümü

Multimetre ile ortamın ve ısınmış iki adet entegrenin sıcaklığını ölçüp, Çizelge 5.'e yazınız.

Çizelge 5. Sıcaklık Ölçümü

Ortam	Sıcaklık
Lab.	
Entegre 1	
Entegre 2	

Sorular

1. Pil ömrü nelere bağlıdır?
2. Doldurulabilen (Rechargeable) piller hakkında bilgi veriniz.
3. Ni-Cd ve Li diye ikiye ayrılan cep telefonu bataryaları hakkında bilgi veriniz.
4. Şehir ceryanı voltajı ve frekansı kaçtır?

F. LEHİM NASIL YAPILIR?

Elektronik ve elektrik cihazlarının tamir, bakım ve montajında birleştirme elemanı olarak kullanılan, kalay ve kurşun elementlerinin belirli oranlarda karıştırılması ile elde edilen malzemeye lehim denir. Lehimleme işleminde;

- ✓ Havya (ısıtıcı),
- ✓ Lehim (kalay ve kurşun karışımı) teli,
- ✓ Lehim pastası,

gibi elemanlar kullanılır.

Havya: Lehim eritip, lehim yapacağımız yüzeye uygulayacağımız alete denir. Uç kısmı yüksek sıcaklık derecelerine ulaşır.

Lehim teli: Lehimin yumuşak bir alaşım olması nedeniyle kullanım kolaylığı sağlamak için tel şeklinde makaraya sarılmış haline denir.

Lehim pastası: Pas ve oksit tabakasını yok ederek lehimlemeyi kolaylaştırır. Metal yüzeyleri lehimleme sıcaklık derecesine çıkarmak için ısıtırken, yeni oksitlenmeyi önler. Erimiş lehimin yüzey basıncını azaltır.

İyi bir lehim için;

- ✓ Lehimleme yapılacak maddelerin yüzeylerinin lehimin erime sıcaklığına çıkmasını sağlayacak yeterlilikte olmalıdır.
- ✓ Lehimleme yapılmadan önce kirli yüzeyin çok iyi temizlenmesi gerekir.
- ✓ Lehimin parlak bir yüzeyi olmalı, pasta kiri olmamalıdır.
- ✓ Lehim yüzeyi pürüzsüz, deliksiz ve sivri uçlu olmalıdır.
- ✓ Lehimlenmiş iletkenin ana hatları lehim içerisinde belli olmalıdır.
- ✓ Lehim yeterli miktarda doldurulmalıdır. Lehim yüzeyi kubbemsi bir görünümde olmalıdır.

✓ Lehim yapılacak uç pastaya batırılırsa koku ve duman azalır.

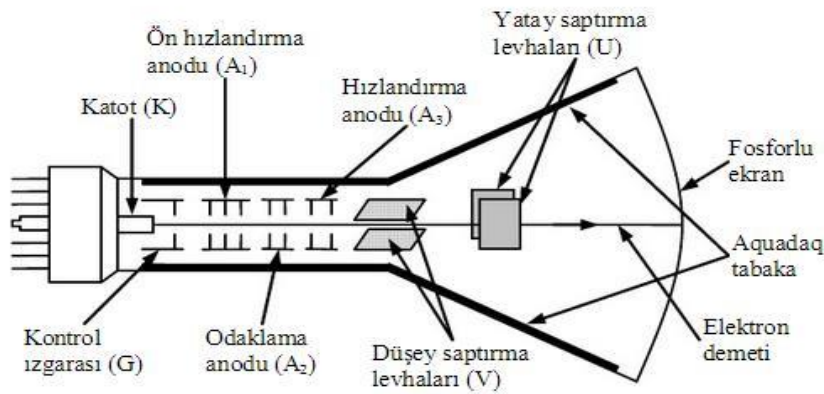
Not: Hassas olan elektronik malzemenin çok yüksek ısıveren havyalarla lehimlenmesi malzemenin yanmasına neden olabilir. O nedenle lehimleme işlemi mümkün olduğu kadar kısa sürede bitirilmelidir.

F. OSİLOSKOP NEDİR?

Şekil F.1.'de görülen osiloskop birçok elektriksel ölçümler yapabilir. Çok geniş bir kullanım alanı vardır. Temel bileşeni Şekil F.2.'de görülen “katot ışınları tüpü”dür (CRT veya KIT). Tüp içerisinde elektronlar ivmelendirilir ve elektrik alan yardımıyla sapıtılır. KIT, radar sistemleri, televizyonlar, bilgisayar ekranları gibi diğer uygulamalarda da kullanılır.



Şekil F.1. Osiloskop



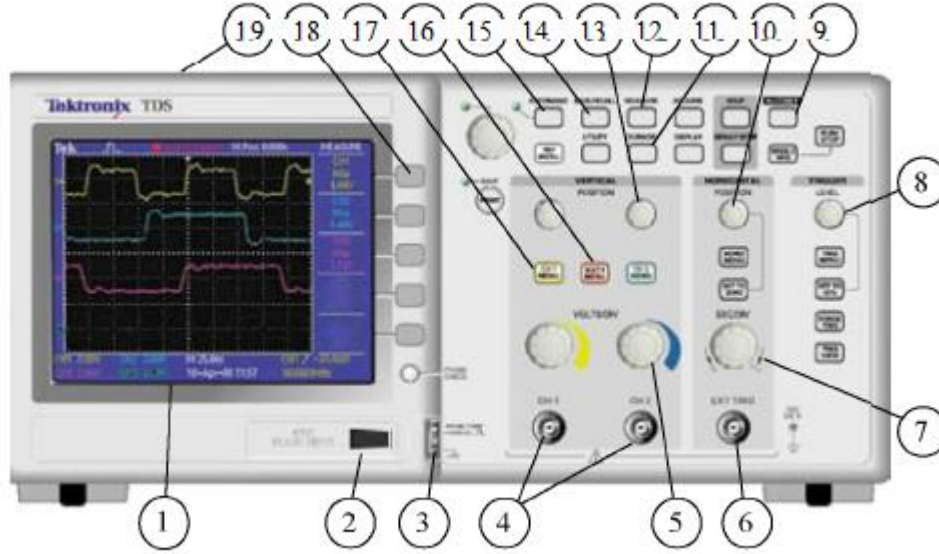
Şekil F.2. Katot Işınları tüpü (KIT)

Osiloskop ile herhangi iki nokta arasındaki gerilimin hem niceliğini hem de niteliğini sağlıklı bir şekilde inceleyip sağlıklı sonuçlar alınabilir. Osiloskopa çalışmaya başlamadan önce,

istenilen kanalda görüntü elde edildikten sonra, genlik ve frekans kalibrasyonu (ölçeklendirme) yapılmalıdır.

Genlik kalibrasyonu: Dalga'nın fazına dokunulmadan, genlik zamana göre değiştirilerek ayarlanır.

Frekans kalibrasyonu: Dalga'nın genliğini sabit tutup, fazına göre frekans ayarlanır.



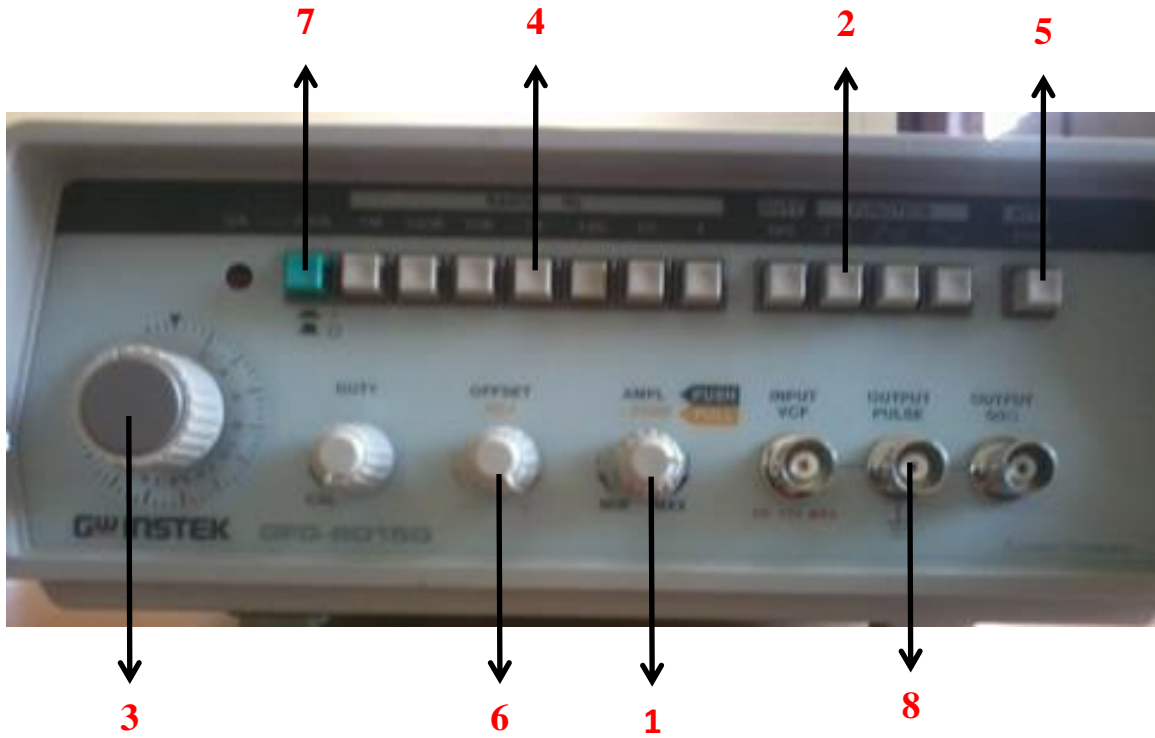
Şekil F.3. Osiloskopun bölümleri

1. Ekran
2. Flaş bellek çıkışı: Ekrandaki bilgileri belleğe aktarır.
3. Prob kalibrasyon çıkışı: Probları ayarlamakta kullanılır.
4. Y1-Y2 girişleri
5. Genlik ayarı (V/cm): Ekrandaki görüntünün büyüklüğünü ayarlar.
6. Dış eşzamanlama girişi: Görüntüyü durdurmak için dış sinyal girişi.
7. Zaman eksenini ayarı (s/cm)
8. Tetikleme seviye ayarı: Görüntüyü durdurmaya yarar.
9. Otomatik Ayarlama düğmesi: Giriş işaretleri uygulandıktan sonra bu düğmeye basılırsa bütün ayarlar otomatik olarak yapılır.
10. Yatay konum ayarı: Görüntüyü sağa sola kaydırır.
11. İmleç açma kapama: Ekranda ölçme noktasını gösteren imlecin görünmesini sağlar.
12. Ölçme düğmesi: Ekrandaki işaretlerin çeşitli büyüklüklerini ölçerek rakamsal olarak gösterir.

13. Düşey konum ayarı: Görüntüyü aşağı yukarı hareket ettirir.
14. Bellek düğmesi: Ekrandaki görüntüyü belleğe aktarır.
15. Oto kademe düğmesi: Görüntüyü en iyi görünecek şekilde ayarlar.
16. Matematik düğmesi: İki kanal işaretleri arasında matematiksel işlemler yapar.
17. Kanal seçme düğmesi: Y1 ve Y2 kanallarını seçerek bu kanalların ayarlarının yazılım düğmeleri ile ayarlanmasını sağlar.
18. Yazılım düğmeleri (Soft Buttons): O esnada ekranda görünen fonksiyonları yerine getirir.
19. Açma kapama düğmesi.

G. OSİLATÖR NEDİR?

Osilatör; genliği, frekansı, türü (sinüsel, kare, üçgen) ayarlanabilen elektriksel dalgalar üreten dalga üreticidir.

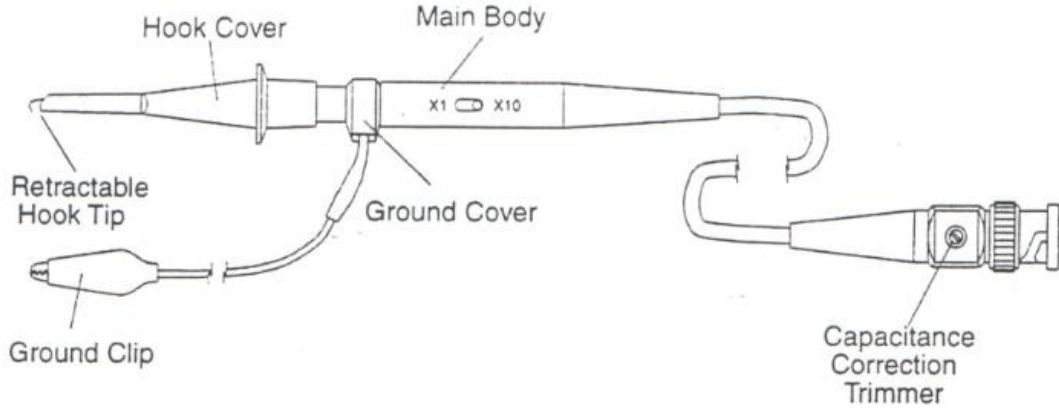


Şekil G.1. Osilatörün bölümleri

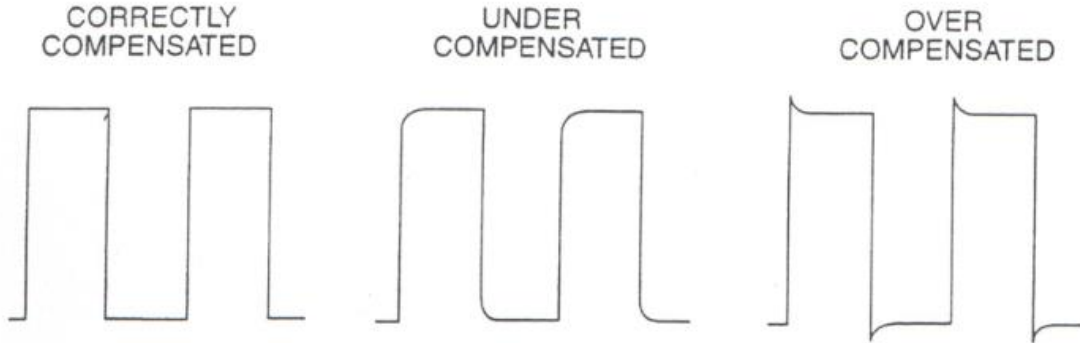
1. Amplitude: Genlik ayarı
2. Function: Dalga türü seçimi
3. Frequency: Frekans ayarı
4. Range: Frekans şiddet ayarı
5. Attenuation: Sinyal çıktısının değişmemesi için ayar.

6. DC Offset: İlave offset voltaj ekleme ayarı
7. Power On: Açma düğmesi
8. Output: BNC konnektör bağlantı yeri

Osilatör, ölçüm yapılacak kutuplara özel bir kablo ile tutturulur (Probe).



Şekil G.2. Probe



PROBE COMPENSATION BY CORRECTION SQUARE-WAVE

Şekil G.3. Probe Düzeltmesi

ÖRNEK UYGULAMA

1. Görevlinin kontrolünde, grubunuza verilen ince telleri lehimleyerek ilginç şekiller yapınız.
2. Osiloskop ve osilatör üzerindeki düğmelerin görevlerini kavrayınız. Gerekirse not alınız.
3. Osiloskop ekranına sinüsel, kare ve üçgen dalga düşürerek;
 - a) Voltaj kalibrasyonunu yapınız. 5, 6, 7 voltluk dalgalar oluşturunuz. Önce multimetre ile okuyup ekranda da gözleyiniz.

- b) Frekans kalibrasyonunu yapınız. Oluşturduğunuz dalga'nın frekansını ekranda da gözleyiniz.

Sorular

1. Osiloskobun iç yapısını çiziniz.
2. Kalibrasyon nedir? Önemi'ni anlatınız.

DENEY 1

SERİ REZONANS DEVRESİ

1.1. DENEYİN AMACI

Seri rezonans devresinde akımın incelenmesi, akımla gerilim arasındaki faz farkının bulunması, direnç uçları arasındaki gerilimin bulunması.

1.2. DENEY MALZEMELERİ

$R = 1000 \, \Omega$, $L = 19,5 \, \text{mH}$, $C = 0,1 \, \mu\text{F}$, multimetre, RLCmetre, osiloskop, osilatör, probalar, pertinaks, lehim seti, bağlantı kabloları.

Kullandığınız malzemelerin kodları:

Osiloskop	Osilatör	Problar	Multimetre	Havya	Bobin

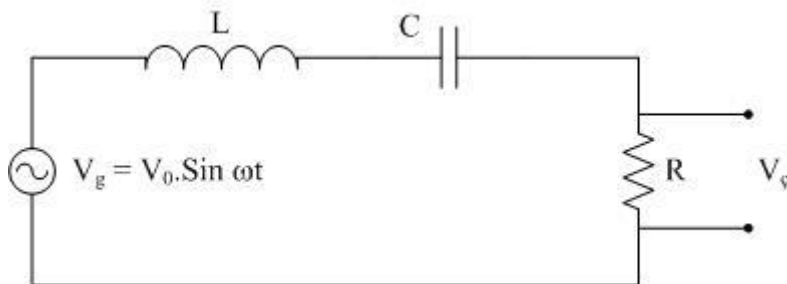
1.3. ÖN ÇALIŞMA

Şekil 1.1.'deki devrede $R = 1000 \, \Omega$, $L = 19,5 \, \text{mH}$, $C = 0,1 \, \mu\text{F}$ 'tır. Bu devreye maksimum değeri 5 V olan 10 kHz'lik bir sinüsel gerilim uygulanıyor.

- Devreden geçen akımı bulunuz.
- Akım ile gerilim arasındaki faz farkını bulunuz.
- Direnç uçları arasındaki gerilimi bulunuz.
- Devrenin rezonans durumunu inceleyiniz. Rezonans frekansını ve maksimum akımı bulunuz.

1.4. TEORİK BİLGİ

Bir RLC devresi; direnç, bobin ve kondansatörün oluşturduğu devredir.



Şekil 1.1. Seri rezonans devresi

Şekildeki devrede R direnci, L bobini, C ise kondansatörü ifade etmektedir. Bu devre seri RLC devresidir. Bir seri RLC devresi akım pik değeri aldığı zaman rezonans durumundadır. Uygulanan V_g geriliminden dolayı devreden,

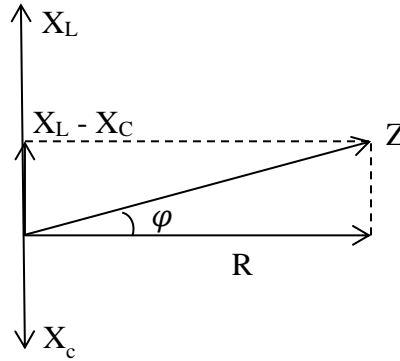
$$I = \frac{V_g}{Z} \quad 1.1.$$

akımı geçer. Denklem 1.1.'de Z, devrenin toplam direnci olup empedans adını alır ve seri bağlı dirençler kuralınca;

$$Z = r + jL\omega + \frac{1}{jC\omega} = R + jL\omega - \frac{j}{C\omega} = R + j\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right) \quad 1.2.$$

ifadesi ile bulunur. Vektörel bir bağıntı olması nedeni ile Z'nin reel değeri;

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} \quad 1.3.$$



Şekil 1.2. Empedansın bulunması için çizilen vektör diyagramı

Denklem 1.1'i kompleks formda yeniden yazılacak olursak;

$$I = \frac{V_g}{R + j\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)} \quad 1.4.$$

Bu kompleks ifadeyi normal formda yazmak için, paydanın eşleniği ile çarpıp gerekli işlemler yapılırsa;

$$I = \frac{V_g \left[R - j \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right) \right]}{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2} \quad 1.5.$$

$$I = V_g \left[\frac{R}{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2} - j \frac{\left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)}{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2} \right] \quad 1.6.$$

Bu ifadede Denklem 1.3. yardımıyla gerekli matematiksel işlemler yapılırsa,

$$I = \frac{V_g}{Z} \left[\frac{R}{Z} - j \frac{\left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)}{Z} \right] \quad 1.7.$$

ifadesi elde edilir. Şekil 1.2.'den,

$$I = \frac{V_g}{Z} (\cos\varphi - j \sin\varphi) \quad 1.8.$$

Bu ifadedeki $V_g = V_0 e^{j\omega t}$ idi. Parantez içerisindeki ifade de $e^{-j\varphi}$ şeklinde yazılabilir. Dolayısıyla;

$$I = \frac{V_0}{Z} e^{j(\omega t - \varphi)} \quad 1.9.$$

olur. $\frac{V_0}{Z} = I_0$ alınırsa

$$I = I_0 e^{j(\omega t - \varphi)} \quad 1.10.$$

olur.

$$\frac{V_R}{V_g} = \frac{R.I}{V_g} = \frac{R.I}{Z.I} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2}} \quad 1.11.$$

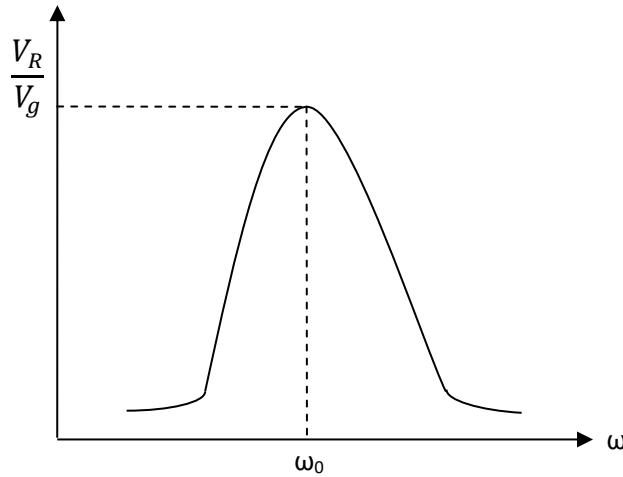
φ faz farkının pozitif veya negatif olması, devredeki bobin veya kondansatörün değerlerine bağlı kalır.

- i. $L\omega > \frac{1}{C\omega}$ ise bobin baskındır ve devre indüktiftir, devre akımı devre geriliminden geride kalır.
- ii. $L\omega < \frac{1}{C\omega}$ ise devre kapasitiftir, akım gerilimden ilerdedir.
- iii. $L\omega = \frac{1}{C\omega}$ ise devre rezonans haldedir, akım maksimumdur. Bu durumda rezonans açısıl frekans ω_0 ve rezonans frekansı da f_0 ile gösterilir.

Devre akımı belirlenince istenilen gerilim ve onların karşılaştırmaları yapılabilir. Bu devre için, direnç uçlarındaki gerilim ile devreye uygulanan gerilim arasındaki oran;

$$\frac{V_R}{V_g} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}} \quad 1.12.$$

Devreye açısıl frekansı ω_0 olmayan diğer gerilimlerin uygulanması halinde direnç uçlarındaki gerilimin daha düşük olacağı açıktır. Eşitlik 1.12.'ye göre ω değerlerine karşılık $\frac{V_R}{V_g}$ grafiği, Şekil 1.3.'teki gibi olur.



Şekil 1.3. ω değerlerine karşılık $\frac{V_R}{V_g}$ karakteristik grafiği

Devreye, açısıl frekansı ω_0 olan bir gerilim uygulanırsa, bu frekanstaki gerilim 1.12. bağıntısı,

$$\frac{V_R}{V_g} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega_0 - \frac{1}{C\omega_0}\right)^2}} \quad 1.13.$$

şeklinde yazılır. Rezonans durumu için;

$$L\omega_0 - \frac{1}{C\omega_0} = 0 \quad 1.14.$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad 1.15.$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad 1.16.$$

$$\frac{V_R}{V_g} = 1 \quad 1.17.$$

Seri rezonans devresinde rezonans durumu için empedansın devredeki R direncine eşit olacağı ve kapasitif ve indüktif direncin etkilerinin birbirlerini yok ettiğine dikkat ediniz. Bu ise devre direncinin minimum olması demektir. Yani rezonans halinde devreden maksimum akım geçer ve faz farkı olmaz. Maksimum akım değeri ve faz farkı;

$$I_{max} = \frac{V_g}{R} \quad 1.18.$$

$$\tan\phi = \frac{L\omega_0 - \frac{1}{C\omega_0}}{R} = \frac{0}{R} = 0 \quad 1.19.$$

olur. Rezonans durumunda akım ve gerilim aynı fazdadır. Devredeki gerilimler için daima;

$$\vec{V}_g = \vec{V}_R + \vec{V}_L + \vec{V}_C \quad 1.20.$$

yazılır. Fakat rezonans halinde,

$$\vec{V}_g = \vec{V}_R \quad 1.21.$$

ve

$$\vec{V}_L = -\vec{V}_C \quad 1.22.$$

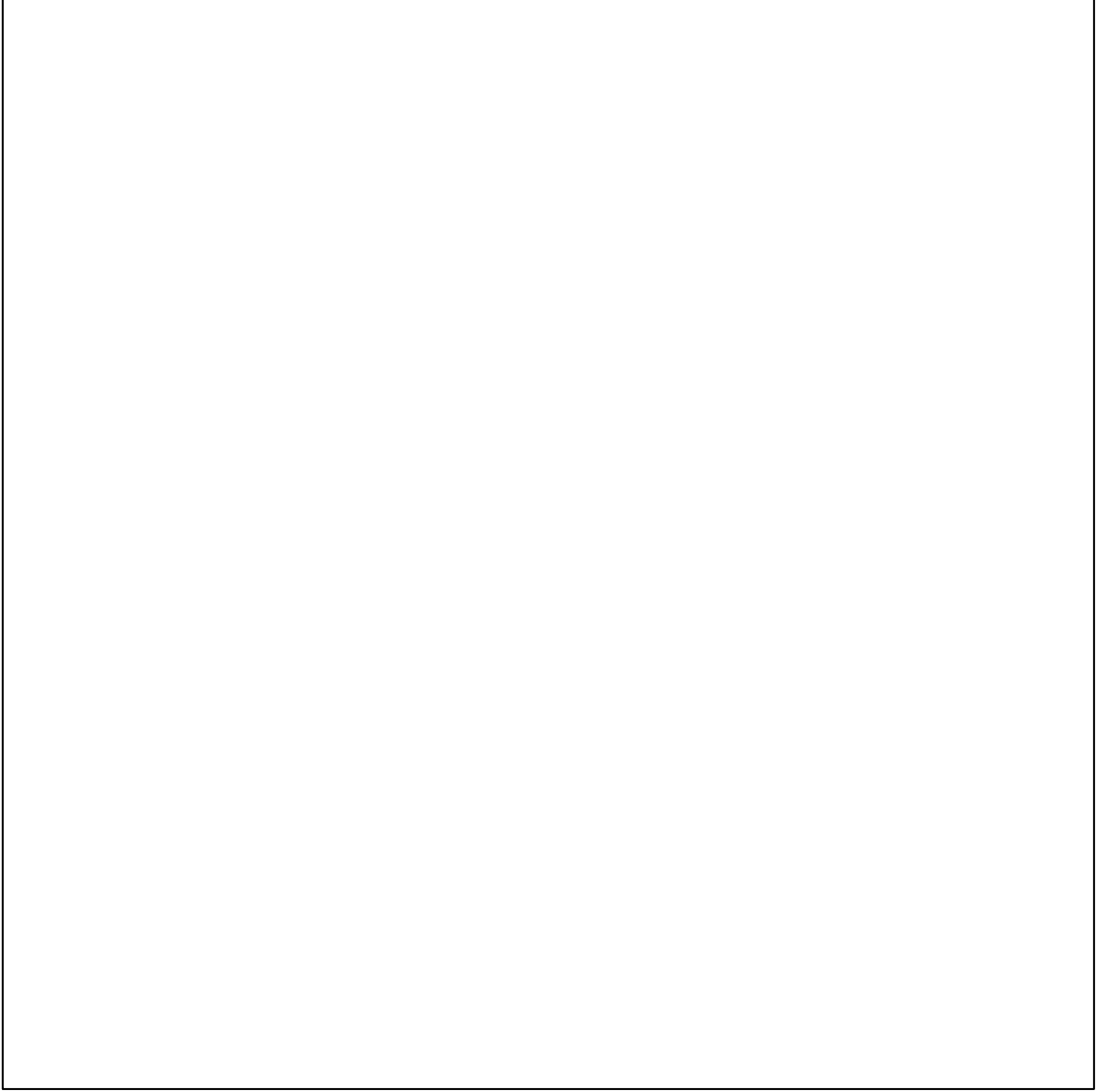
olduğunu biliyoruz. Bu durumda ise kondansatör ve indüktör gerilimlerinin 180° faz farkına sahip oldukları, çok faydalı bir durum olduğu yani akımın maksimum olduğu anlaşılır.

1.5. DENEYSEL İNCELEME

- Şekil 1.1.'de verilen devreyi kurunuz.
- Osilatörünüzü 10 kHz ve 5 V'a ayarlayarak bu gerilimi hazırladığınız devreye uygulayınız. Gerilimi tekrar voltmetre ile kontrol ediniz.
- Osiloskobun birinci kanalını giriş uçlarına ikinci kanalını direnç uçlarına bağlayarak faz farkını bulunuz ve bulduğunuz teorik değer ile karşılaştırınız.
- Direnç uçlarındaki gerilimi ölçünüz ve ön çalışmada bulduğunuz teorik değerle karşılaştırınız.
- Çizelge 1.1.'i doldurarak, devrenin rezonans grafiğini çiziniz.
- Rezonans durumunda V_L , V_C , V_R gerilimlerini ölçünüz ve yorumlayınız.
- V_{AB} 'yi ölçünüz ve yorumlayınız.

Çizelge 1.1. Devrenin Rezonans grafiği için elde edilen veriler.

#	$V_{çıkış}$	$\frac{V_{çıkış}}{V_{giriş}}$	ω	f
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				



Grafik 1.1.

1.6. SORULAR

1. Seri rezonans olayının önemini açıklayınız.

DENEY 2

PARALEL REZONANS DEVRESİ

2.1. DENEYİN AMACI

Paralel rezonans devresini incelemek ve paralel rezonans frekansını bulmak.

2.2. DENEY MALZEMELERİ

$R = 1 \text{ k}\Omega$, $L = 19,5 \text{ mH}$, $C = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$, multimetre, RLCmetre, osiloskop, osilatör, problar, pertinaks, lehim seti, bağlantı kabloları.

Kullandığınız malzemelerin kodları:

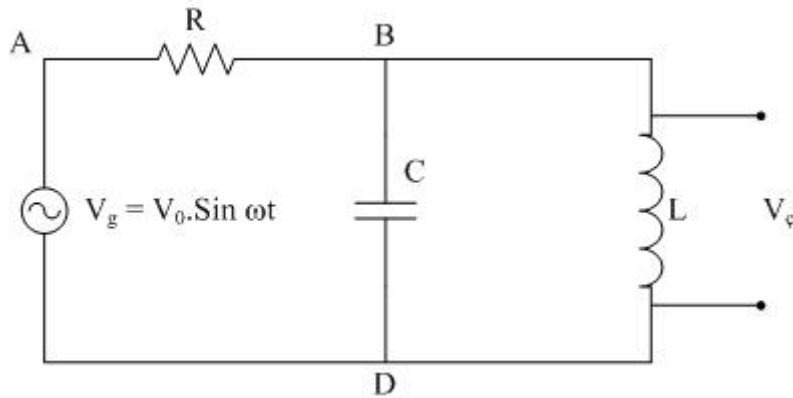
Osiloskop	Osilatör	Problar	Multimetre	Havya	Bobin

2.3. ÖN ÇALIŞMA

Şekil 2.1'deki devrede $R = 1 \text{ k}\Omega$, $L = 19,5 \text{ mH}$, $C = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$ 'tır. Bu devreye maksimum değeri 5 Volt olan ve 10 kHz'lik bir sinüsel gerilim uygulanıyor.

- Devrenin empedansını bulunuz.
- Rezonans frekansını bulunuz.
- Devreden geçen akımı bulunuz.
- Her bir eleman üzerinden geçen akımı ve voltajı bulunuz.
- V_{AB} ve V_{BD} gerilimlerini hesaplayınız.
- Devreden geçen akımı bulunuz.

2.4. TEORİK BİLGİ



Şekil 2.1. Paralel Rezonans Devresi

Şekil 1.1.'de görüldüğü gibi, RLC devresinde bobin ve kondansatörün paralel bağlı olduğu devreye, paralel rezonans devresi denir. Bu tür devreler özellikleri nedeni ile çok kullanılırlar. Özelliklerini görmek için önce devre akımını bulalım.

$$I = \frac{V_g}{Z} \quad 2.1.$$

Burada Z devrenin toplam direncidir ve değeri;

$$\vec{Z} = \vec{R} + \vec{Z}_1 \quad 2.2.$$

dir. Burada Z_1 paralel bağlı L ve C'nin eşdeğer direncidir. Bu eşdeğer Z_1 direnci;

$$\frac{1}{Z_1} = \frac{1}{X_C} + \frac{1}{X_L} \quad 2.3.$$

ifadesinden bulunabilir. $X_C = \frac{1}{jC\omega}$ ve $X_L = jL\omega$ değerleri Eşitlik 4.3.'de yerine konulursa;

$$Z_1 = j \frac{L\omega}{1-LC\omega^2} \quad 2.4.$$

elde edilir. Böylece Eşitlik 2.2.'deki empedans ifadesi;

$$Z = R + j \frac{L\omega}{1-LC\omega^2} \quad 2.5.$$

olarak elde edilir. İfadeden de görüldüğü gibi, devreye $(1 - LC\omega^2)$ ifadesini sıfır yapan frekansta bir gerilim uygulanırsa, devrenin empedansı sonsuz olur. Bu ise devreden akım geçmez demektir. Şu halde $(1 - LC\omega^2)$ bu paralel rezonans devresi de, girişe uygulanan çeşitli frekanslı gerilimlerden sadece bir tanesi, yani $(1 - LC\omega^2)$ ifadesini sıfır yapan frekanstaki gerilimi, B ve D noktalarına aktarıyor demektir. Şekil 2.1.'deki devrenin BD uçlarındaki gerilim, giriş gerilimine eşit olur demektir. Bu duruma devrenin rezonans hali denir. Bu aktarılan gerilimin frekansına ω_0 denirse;

$$1 - LC\omega_0^2 = 0 \quad 2.6.$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad 2.7.$$

veya;

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad 2.8.$$

elde edilir. Bu özel frekansa devrenin *rezonans frekansı* denir ve devre ω_0 frekansı ile çalışmakta iken, devre rezonans halindedir.

Paralel rezonans devresinde:

- a) Devre rezonans durumunda iken, empedansı sonsuzdur.
- b) Böyle bir devre sadece Eşitlik 2.7. ve 2.8. ifadelerindeki frekans için rezonans durumuna girer.
- c) Rezonans halinde B ve D uçları arasındaki potansiyel farkı V_g olduğuna göre bobinden;

$$I_L = \frac{V_g}{X_L} \quad 2.9.$$

akımı, kondansatörden;

$$I_C = \frac{V_g}{X_C} \quad 2.10.$$

akımı geçer. Ana koldan akım geçmediğine göre, bu akımların toplamı;

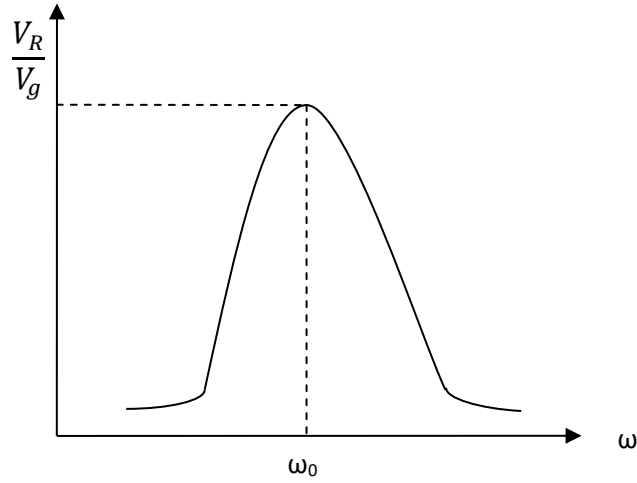
$$I_L + I_C = 0 \quad 2.11.$$

olmalıdır. Şu halde;

$$I_L = -I_C \quad 2.12.$$

olur. Yani paralel kollardaki akımlar zıt fazdadırlar. Bu nedenle akımların ana kol bağlantısındaki toplamı sıfır olur, bu durumda elektrik akımlarının dalgalar halinde yayıldığını ve zıt fazlı dalgalar toplamının sıfır edeceği şeklindeki yorum daha anlamlı olur.

- d) Bu devrenin girişine uygulanan çeşitli frekanstaki gerilimler ile, A ve B uçları arasında görülen gerilim arasındaki ilişkiyi, genel olarak görmek için $f(w) = \frac{V_{BD}}{V_g}$ grafiğini çizmek gerekir.



Şekil 2.2. Paralel rezonans devresinde $\frac{V_R}{V_g} - \omega$ grafiğinden rezonans frekansının bulunması

Yukarıdaki şekilde görülen grafiği çizmek için çıkış gerilimi, $V_c = I \cdot Z_1 = \frac{V_g}{Z} Z_1$ eşitliğinden yazılan;

$$\frac{V_c}{V_g} = \frac{Z_1}{Z} \quad 2.13.$$

bağıntısının incelenmesi yeter. Z_1 ve Z yerine Eşitlik 2.4. ve 2.5. ifadelerinden alınan değerler yerine konulursa;

$$\frac{V_c}{V_g} = \frac{\frac{jL\omega}{1-LC\omega^2}}{R + \frac{jL\omega}{1-LC\omega^2}} \quad 2.14.$$

elde edilir. Buradan sıra ile;

$$\frac{V_c}{V_g} = \frac{L\omega}{\left(R + \frac{jL\omega}{1-LC\omega^2}\right)(1-LC\omega^2)} \quad 2.15.$$

$$\frac{V_c}{V_g} = \frac{L\omega}{R(1-LC\omega^2) + L\omega} \quad 2.16.$$

paydanın eşleniği ile çarparak normal form elde edilirse;

$$\frac{V_c}{V_g} = \frac{L\omega}{\Delta} + \frac{jRL\omega(1-LC\omega^2)}{\Delta} \quad 2.17.$$

burada,

$$\Delta = R^2(1 - LC\omega^2)^2 + L^2\omega^2 \quad 2.18.$$

kısaltması yapılmıştır. Bu kompleks ifadenin reel değeri bulunur ve gerekli işlemler yapılırsa;

$$\left(\frac{V_c}{V_g}\right)_{\text{reel}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R^2}{L^2\omega^2}(1-LC\omega^2)}} \quad 2.19.$$

elde edilir. Eşitlik 2.19.'daki ω ya çeşitli değerler vererek $\frac{V_c}{V_g}$ 'in aldığı değerlere bakılırsa;

- i. $\omega = 0$ için $\frac{V_c}{V_g} = 0$,
- ii. $\omega = \omega_0$ için $\frac{V_c}{V_g} = 1$,
- iii. $\omega = \infty$ için $\frac{V_c}{V_g} = 0$,

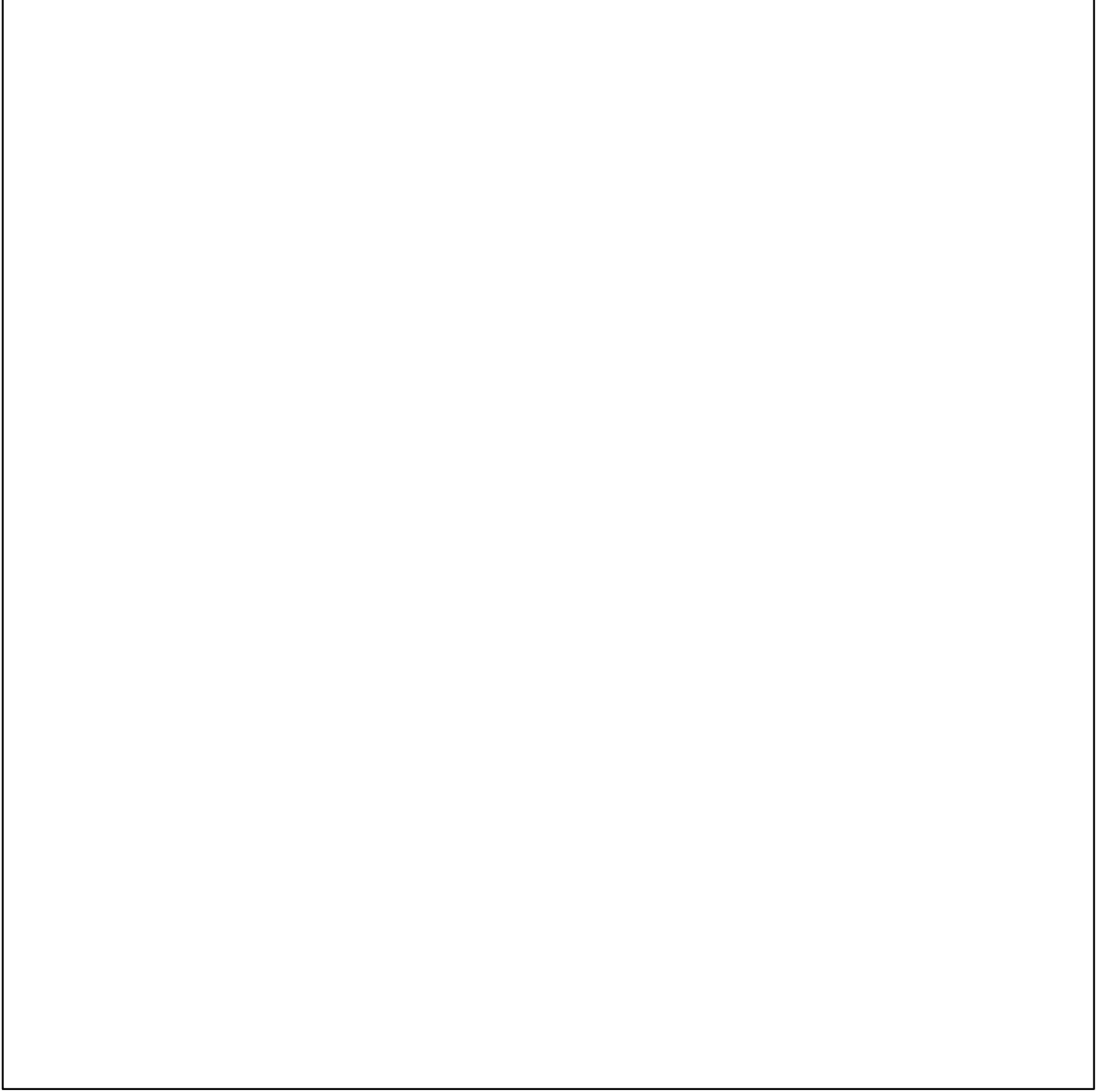
olduğu görülür. Ara değerlerin araştırılması Şekil 2.2'deki grafiğin karakterinde bir değişiklik yapmaz.

2.5. DENEYSEL İNCELEME

- a) V_{AB} ve V_{BD} gerilimlerini ve devreden geçen akımı ölçünüz. Ön çalışmada bulduğunuz teorik değerlerle karşılaştırınız.
- b) V_{AB} ve V_{BD} gerilimleri arasındaki faz farkını ölçünüz.
- c) Çizelge 2.1'i doldurarak devrenin rezonans grafiğini çizin.
- d) Rezonans frekansında devreden geçen akımı ölçünüz ve yorumlayınız.
- e) Rezonans halinde V_{AB} ve V_{BD} gerilimlerini ölçünüz ve yorumlayınız.

Çizelge 2.1. Devrenin Rezonans grafiği için elde edilen veriler.

#	$V_{çıkış}$	$\frac{V_{çıkış}}{V_{giriş}}$	ω	f
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				



Grafik 2.1.

2.6. SORULAR

1. Seri ve paralel rezonans deney sonuçlarını karşılaştırınız.

DENEY 3

SÜZGEÇ DEVRELERİNİN İNCELENMESİ

3.1. DENEYİN AMACI

Alçak frekans süzgeci devresini kavramak, yüksek frekans süzgeci devresini kavramak.

3.2. DENEY MALZEMELERİ

$R = 1 \text{ k}\Omega$, $L = 19,5 \text{ mH}$, $C = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$, multimetre, RLCmetre, osiloskop, osilatör, problar, pertinaks, lehim seti, bağlantı kabloları.

Kullandığınız malzemelerin kodları:

Osiloskop	Osilatör	Problar	Multimetre	Havya	Bobin

3.3. ÖN ÇALIŞMA

3.3.1. Alçak Frekans Süzgeci (Seri RL Devresi)

Şekil 3.1. devresine göre eğer $R = 1 \text{ k}\Omega$, $L = 19,5 \text{ mH}$ olursa ve bu devreye $V = 5 \sin 2000\pi t$ Volt gerilimi uygulanırsa;

- Devrenin vektör diyagramını çizerek akımı hesaplayınız.
- Akım ile gerilim arasındaki faz açısını bulunuz.
- Bu devrenin hangi frekansları geçireceğini hesaplayınız.

3.3.2. Yüksek Frekans Süzgeci (Seri RC Devresi)

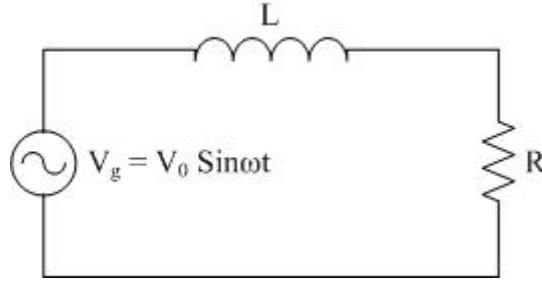
Yukarıdaki işlemleri L yerine C koyarak aynen tekrarlayınız ($C = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$).

3.4. TEORİK BİLGİ

Frekans Süzgeçleri

Bir süzgeç devresi, zaman değişkenli bir voltajı düzeltmek veya yok etmek için kullanılabilir. Örneğin, radyolar genellikle 50 Hz AC gerilimi ile beslenirler. AC gerilimi doğrultucu bir devre kullanılarak DC'ye çevrilir. Ancak doğrultma işleminden sonra gerilim hala 50 Hz'li küçük AC bileşenlerini içerecektir. Bunların süzülmesi gerekir. Bu 50 Hz dalgacıklarını, yükseltecek olan ses sinyallerinden çok daha küçük bir değere indirgenmeleri gerekmektedir. Süzme işlemi yapılmazsa, sonuçta elde edilen ses sinyali 50 Hz'de rahatsız edici bir uğultu içerir.

Alçak Frekans Süzgeci (Seri RL Devresi)



Şekil 3.1. Seri RL devresi

Şekil 3.1.'de görülen bir RL devresine DC gerilimi uygulanması halini daha önce görmüştük. Aynı devreye $V_g = V_0 \sin \omega t$ geriliminin uygulanması halinde oluşacak olan özel bir duruma bakalım.

Önce bu devrenin akım ifadesi;

$$I = \frac{V_g}{Z} = \frac{V_0 \sin \omega t}{\sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}} \quad 3.1.$$

olur. Bu ifadeyi,

$$I = \frac{V_0}{\sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}} \sin \omega t \quad 3.2.$$

İfadeden, devre akımının sıfır ile $\frac{V_0}{\sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}}$ değerleri arasında değiştiği anlaşılır. Öyle ise R direnci uçlarındaki gerilim de sıfır ile V_0 değerleri arasında değişir. Giriş gerilimin maksimum değeri V_0 ile R direnci uçlarındaki maksimum gerilim kıyaslanırsa;

$$\frac{V_R}{V_g} = \frac{R V_0}{V_0 \sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}} \quad 3.3.$$

elde edilir. Bu eşitlik,

$$\frac{V_R}{V_g} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}} \quad 3.4.$$

şeklinde veya;

$$\frac{V_R}{V_g} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{L^2 \omega^2}{R^2}}} \quad 3.5.$$

şeklinde yazılabilir. Eşitlik 3.5. ifadesinin ω değerlerine göre nasıl bir değişim göstereceği matematik olarak araştırılırsa $\frac{V_R}{V_g}$ değeri;

$$\text{i. } \omega = 0 \text{ için } \frac{V_R}{V_g} = 1 \quad 3.6.$$

$$\text{ii. } \omega = \frac{R}{L} \text{ için } \frac{V_R}{V_g} = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad 3.7.$$

$$\text{iii. } \omega = \infty \text{ için } \frac{V_R}{V_g} = 0 \quad 3.8.$$

sonuçları elde edilir. Bu sonuçlardan Eşitlik 3.6. ifadesi için devreye, sıfır frekanslı yani DC gerilimi uygulanırsa, direnç uçlarından giriş gerilimine V_g eşit bir gerilim alınır demektir. Eşitlik 3.7. ifadesinde, devreye frekansı $\frac{R}{L}$ (rad/s) veya $f = \frac{R}{2\pi L}$ (s-1) olan bir gerilim uygulanırsa, direnç uçlarından giriş geriliminin $\sqrt{2}$ 'de biri kadar bir gerilim alınır demektir.

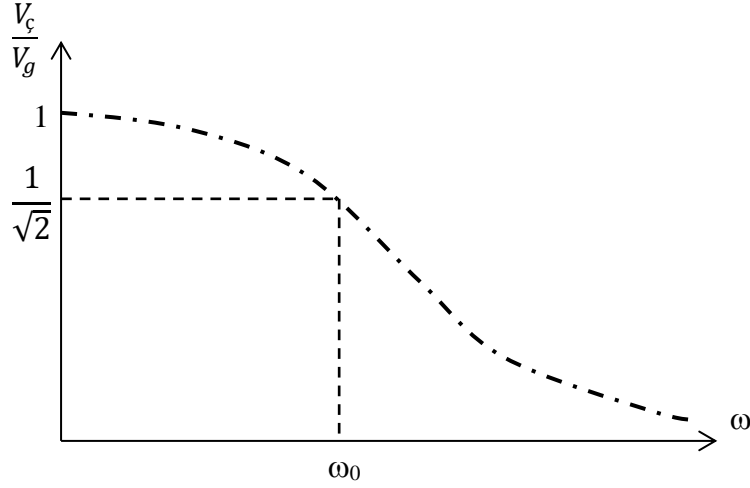
Bu ise $\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1^2}{V_2^2}$ gereğince, direnç uçlarından alınan güç girişe uygulanan gücün yarısı kadar olur demektir.

Eşitlik 3.8. ifadesinden ise, girişe yüksek frekanslı gerilimler uygulanırsa, direnç uçlarından alınan gerilim, giriş geriliminin yanında çok küçük kalır, ihmal edilebilir. O halde böyle bir RL devresini çalıştıran gerilim giriş gerilimi ile devredeki direnç uçlarından alınan gerilim (çıkış gerilimi) arasında, girişe uygulanan frekansa göre aşağıdaki sonuçlar elde edilir.

- i. Girişe uygulanan gerilimin frekansı küçük ise, çıkıştan giriş gerilimine yakın değerlerde gerilimler alınır.
- ii. Girişe yüksek frekanslı gerilimler uygulanırsa, çıkıştan alınacak gerilim çok küçük olur ve ihmal edilebilir.
- iii. Hangi frekanslı gerilimler çıkıştan alınır, diye bir sınır koymak gerekirse, giriş gücünün yarısının alındığı frekans söylenebilir. Bu neden ile Eşitlik 3.7. ifadesi için verilen $\frac{R}{L}$ değeri, ω_0 ile gösterilir ve sınır frekans olarak alınır.

$$\omega_0 = \frac{R}{L} \text{ veya } f = \frac{R}{2\pi L} \quad 3.9.$$

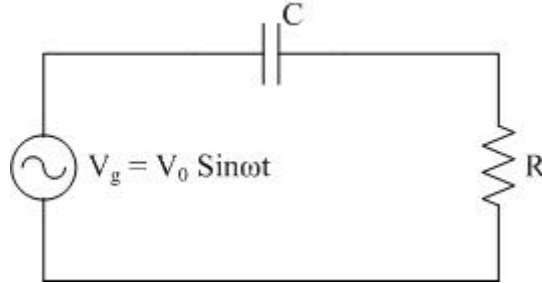
şeklinde yazılan bu ifadelere devrenin *yarı güç frekansı* denir. Özetle söylenen bu sonuçlar Eşitlik 3.5. bağıntısının Şekil 3.2.'deki grafiği ile ifade edilir.



Şekil 3.2. Alçak frekans süzgeci

Böyle bir devrenin girişine birçok frekanslı gerilimler uygulanırsa, bu gerilimlerden frekansı ω_0 'dan küçük olanlar R direnci uçlarında yeterli gerilimler ile kendilerini gösterirler. Diğerleri, çok küçük gerilimlerde kalırlar. Bu nedenle, bu devreden “alçak frekanslar geçer, yüksek frekanslar geçmez” denir.

Yüksek Frekans Süzgeci (Seri RC Devresi)



Şekil 3.3. Yüksek frekans süzgeci devresi

Şekil 3.3.’teki RC devresine DC gerilimi uygulandığında devreden nasıl bir akım geçeceği ve $V_g = V_0 \sin \omega t$ gerilimi altında devrenin nasıl davranacağını önceden öğrenmiştik. Şimdi ise yine bu devrenin aynı gerilim altında özel bir durumuna bakacağız. Bu amaç için devreden geçen akım ifadesini yazalım.

$$I = \frac{V_g}{Z} \quad 3.10.$$

Direnç uçlarındaki gerilim ise;

$$V_R = R \cdot I = R \frac{V_g}{Z} \quad 3.11.$$

olur. Bu ifadeden yararlanarak $\frac{V_R}{V_g}$ oranını şu şekilde bulabiliriz;

$$\frac{V_R}{V_g} = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2 \omega^2}}} \quad 3.12.$$

sadeleştirirsek;

$$\frac{V_R}{V_g} = \frac{1}{\sqrt{1^2 + \frac{1}{R^2 C^2 \omega^2}}} \quad 3.13.$$

ifadesini elde edebiliriz. Eşitlik 3.13. ifadesi aşağıdaki yorumlara olanak verir:

- i. Devreye uygulanan gerilimin açısal frekansı $\omega = 0$ ise $\frac{V_R}{V_g} = 0$ olur. Bu ise devreye DC gerilimi uygulamak demektir ve böyle bir durumda kondansatörün kısa bir sürede dolmuş olacağı düşünülürse, devre akımı sıfır olur ve $V_R = R \cdot I = 0$ olur.
- ii. Devreye açısal frekansı büyük değerlerde olan bir sinüsel gerilim uygulanırsa, örneğin $\omega = \infty$ ise $\frac{V_R}{V_g} = 1$ olur. Bu uygulanan gerilim hangi değerlerde ise direnç uçlarındaki gerilimin de o değerlerde olduğu anlamına gelir.

Bu iki yorum gösteriyor ki, böyle bir devrenin girişine alçak frekanslı gerilimler uygulanırsa direnç uçlarından gerilim alınmaz veya alınan V_R gerilimleri çok küçük olur. Eğer girişe yüksek frekanslı gerilimler uygulanırsa direnç uçlarından giriş gerilimine yakın değerlerde gerilim alınır. Başka bir deyişle, alçak frekanslı gerilimler geçemez, yüksek frekanslı gerilimler geçer demektir. Ancak bu alçak ve yüksek frekanslar için sınır neresidir dersek bunun için de Eşitlik 3.13. ifadesinde;

$$\frac{1}{R^2 C^2 \omega^2} = 1 \quad 3.14.$$

ifadesini 1'e eşitleyen özel ω_0 değerlerini sınır alabiliriz. Çünkü bu özel durum değeri için bu ifade,

$$\frac{V_R}{V_g} = \sqrt{\frac{1}{2}} \quad 3.15.$$

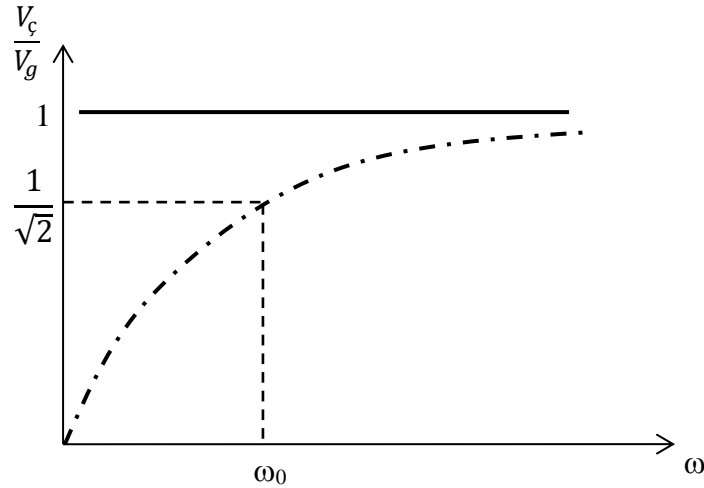
veya,

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_R^2}{V_g^2} = \frac{1}{2}$$

3.16.

olmaktadır. Bu ifade, ω_0 özel değeri için, çıkış gücünün, giriş gücünün yarısı olduğunu söyler. Bu nedenle 3.14. ifadesindeki ω_0 değerine yarı güç frekansı denir ve bu frekans üstündeki frekansların devreden geçtiğini altındakilerin geçmediği kabullenilir.

ω 'nın birkaç değeri sonucunda şu grafik ortaya çıkar.



Şekil 3.4. Yüksek frekans süzgeci

3.5. DENEYSEL İNCELEME

3.5.1. Alçak Frekans Süzgeci (Seri RL Devresi)

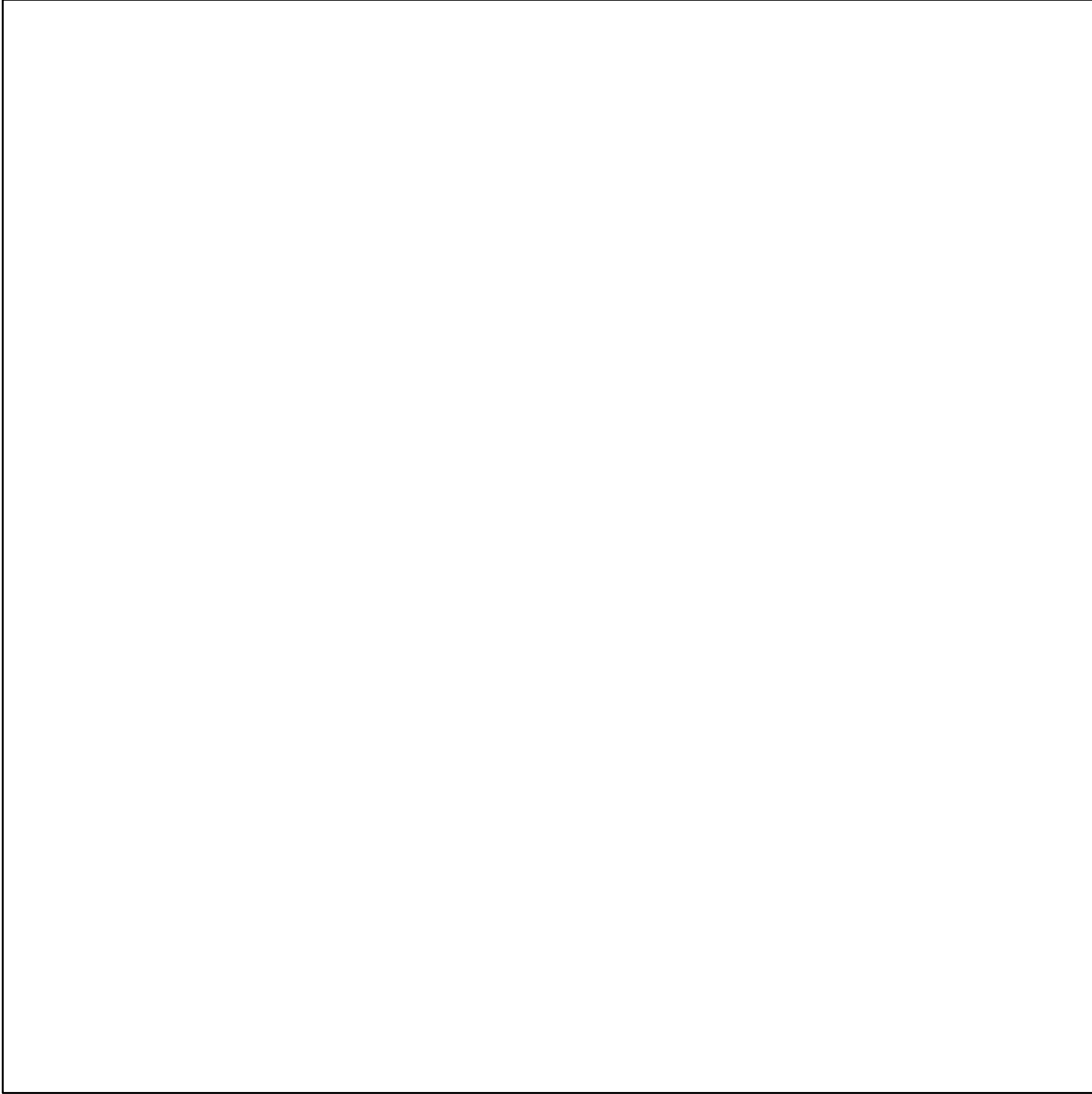
- Devreyi çalıştırıp V_R ve V_L 'yi ölçünüz.
- Bu değerler ile vektör diyagramını çizerek faz açısını bulunuz.
- Osiloskopta V_g ve V_L 'yi aynı anda oluşturarak faz açısını bulunuz.
- Bulduğunuz faz açısını kullanarak V_g ile akım arasındaki faz farkını bulup teorik olarak hesapladığınız değer ile karşılaştırınız.
- V_R ile V_L arasındaki faz farkını osiloskop ile bulunuz.
- Devrenin *süzgeçleme grafiğini* çiziniz. (Çizelge 3.1.'i ve Çizelge 3.2.'yi doldurarak çizebilirsiniz.)
- Grafik üzerinde *Yarı güç frekansını* işaretleyiniz.

3.5.2. Yüksek Frekans Süzgeci (Seri RC Devresi)

Yukarıdaki işlemleri L yerine C koyarak aynen tekrarlayınız ($C = 0,1 \mu\text{F}$).

Çizelge 3.1. Devrenin alçak frekans süzgeçleme grafiği için elde edilen veriler

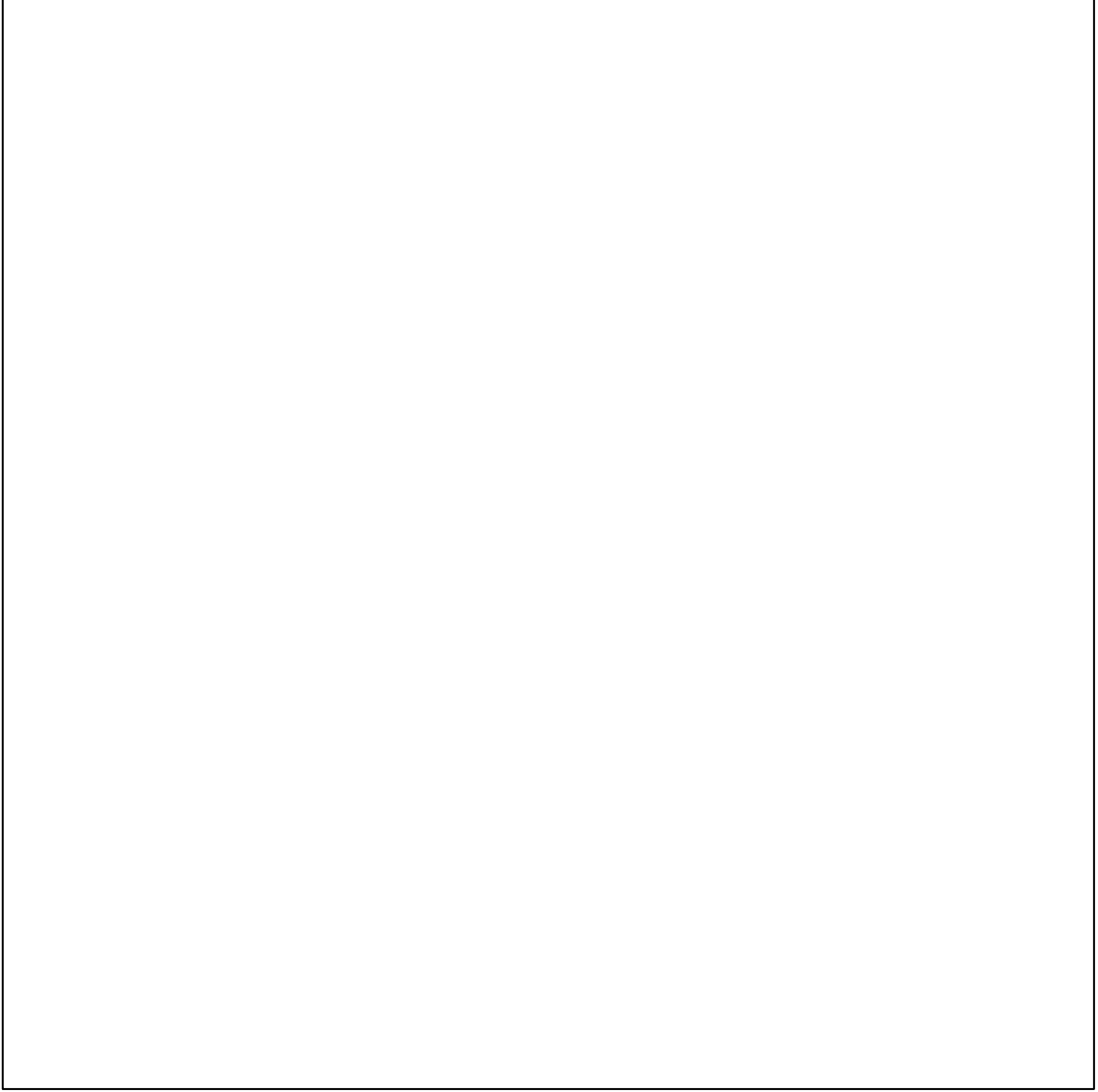
#	V_R	$\frac{V_R}{V_g}$	f	ω
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				



Grafik 3.1.

Çizelge 3.2. Devrenin yüksek frekans süzgeçleme grafiği için elde edilen veriler

#	V_R	$\frac{V_R}{V_g}$	f	ω
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				



Grafik 3.2.

3.6. SORULAR

1. Elektromagnetik spektrumu frekanslara göre çizip, alçak ve yüksek frekanslara örnekler veriniz.
2. Günlük hayattan alçak frekans süzgeci ve yüksek frekans süzgeci ile çalışan cihazlara örnekler bulunuz.

DENEY 4

OSİLOSKOPTA GİRİŞİM

4.1. DENEYİN AMACI

Bilinmeyen gerilimi bilinen bir gerilim yardımıyla bulmak, bilinmeyen gerilim frekansını bilinen bir gerilim frekans yardımıyla bulmak.

4.2. DENEY MALZEMELERİ

Direnç, bobin, transformatör, multimetre, RLCmetre, osiloskop, osilatör, probalar, pertinaks, lehim seti, bağlantı kabloları.

Kullandığınız malzemelerin kodları:

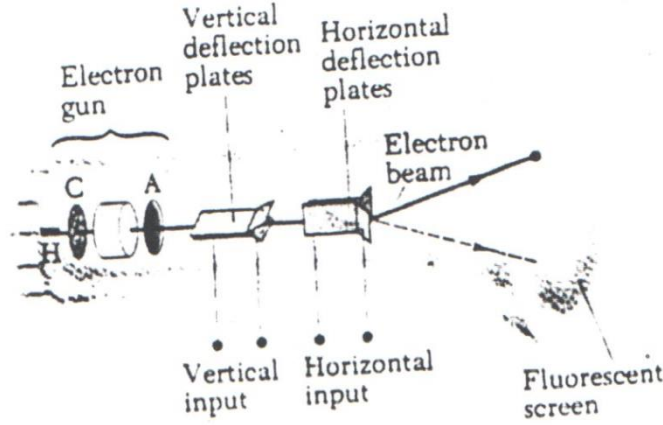
Osiloskop	Osilatör	Problar	Multimetre	Havya	Bobin	Transformatör

4.3. ÖN ÇALIŞMA

1. Bir osiloskobun yatay ve düşey saptırıcı plakalarına frekansları eşit, aynı fazlı ve aynı gerilimler uygulanırsa ekranda nasıl bir şekil elde edeceğinizi açıklayınız.
2. Eşit frekanslı ve 90° faz farklı iki gerilim için ekranda oluşacak şeklin açıklamasını yapınız.
3. Eşit frekanslı fakat herhangi bir faz farklı iki gerilim için belirecek şeklin açıklamasını yapınız.
4. Farklı frekanslı herhangi bir faz farklı iki gerilim için belirecek şeklin açıklamasını yapınız.
5. Belirecek Lissajous şekillerinin özel durumları için, frekans tayininde kullanılabileceğini açıklayınız.

4.4. TEORİK BİLGİ

Osiloskop: Elektrik ölçümlerinde kullanılan elektronik bir aygıttır. İki nokta arasındaki potansiyel farkının hem niceliğini hem de niteliğini inceler. Ayrıntılı bilgi için “Temel Kavramlar”a bakınız.

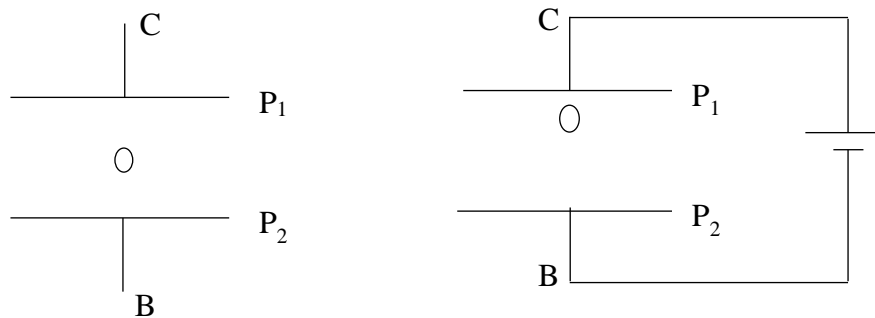


Şekil 4.1. Katot Işınları Tüpü (KIT-CRT)

Elektron demeti: Tüpün boyun kısmında bulunan elektron tabancası denilen bir mekanizmayla üretilir. Elektron tabancasında, elektron demetini odaklayan ve anoda ulaşan elektron sayısını denetleyen, parlaklık ayarı yapan elektrotlar bulunur. Sıcak C katodundan çıkan elektronlar A anoduna doğru hızlanırlar. Tüpün ön tarafında bulunan floresan ekran, görünmeyen ışığı görünür hale getirerek KIT ekranında görünür ışık beneği oluşturur. Tüpün boyun kısmında birbirlerine dik olarak yerleştirilmiş düşey ve yatay saptırıcı levhalar elektronları çeşitli doğrultularda saptırırlar. Bu levhalara gerilim uygulandığında elektronlar hemen sapacağından ekran üzerindeki ışıklı noktaların yeri derhal değişir. Yatay levhalardaki yükün yavaşça artırılması ile elektron demeti merkezden ekran kenarına doğru kayar. Floresan ışıldamasından dolayı ekranda ışıklı nokta hareketi yerine ekran boyunca uzayan yatay bir çizgi görülür. Dolayısıyla aynı tarzda çalışır. Tek farkları dış kontrol devreleri ile levhalardaki yükün değişmesinin tüp ekranında düşey bir çizgi oluşturmasıdır. Uygulamada yatay ve düşey levhalar birlikte kullanılırlar.

Düşey saptırıcı levhalara uygulanan gerilim için yapılabilecek yorumlar;

1. Levhadaki yükün yavaş yavaş artırılması elektron demetinin merkezden ekran kenarına kaymasına neden olur.



Şekil 4.2.

Plakaların B ve C uçlarına 4 V'luk DC üretici bağlayalım. Elektronlar 4 V'un gerektirdiği değerde P_1 plakası tarafına yükselir (Şekil 9.2.). Bu olay ekranın kalibre edilmesi suretiyle e.m.k'sı bilinmeyen bir üretcin e.m.k'sını bulmamızı sağlar.

2. P_1 ve P_2 plakalarına $V = V_0 \sin \omega t$ gibi bir gerilim uygulanırsa plakalar + ve - olacağından elektronların izi denge konumuna göre V_0 kadar yukarıya ve aşağıya sapar. ω gözümüzün takip edeceği kadar küçük ise ekran üzerinde elektron izinin aşağı yukarı hareket ettiğini görürüz. Eğer ω yeterince büyükse ekranda sadece düşey bir çizgi görülür.
3. P_1 ve P_2 plakalarına yeterli frekansta kare, üçgen ve testere dişli dalga gerilimleri uygulansa ekranda yine düşey çizgi görülür. Bu düşey çizginin ne tür bir gerilime ait olduğunu anlamak ve osiloskopta zaman ölçümü yapabilmek için katot tüpü içine P_1 ve P_2 plakalarının olduğu yere P_3 ve P_4 yatay saptırıcı plakalar konulur ve osiloskop içerisine yerleştirilen bir gerilim kaynağından testere dişli bir gerilim uygulanır. Elektron izi P_3 plakası önündeki A noktasına gelir ve sabit bir hızla P_4 önündeki B noktasına ilerler. Elektron izi B'ye açılarak düşey plakalara uygulanan gerilimin türünü belirleyen şekiller çıkar (sinüsel, üçgen, kare dalgalar).
4. Testere dişli gerilim kaynağının periyodundan düşey saptırıcılara uygulanan gerilimin frekansı bulunabilir. Bunun için elektronun A dan B'ye kaç saniyede gittiği bulunur. A ve B arasındaki dalga sayısı sayılır, her bir dalga t saniyede oluştuğundan bir saniyedeki dalga sayısı bulunur.
5. Yatay saptırıcı plakalara V_y , düşey saptırıcı plakalara V_d gerilimleri uygulanarak elektron izinin hareketine bakılırsa, V_y ve V_d gerilimleri hakkında bir takım bilgiler kazanılır.
 - a) Üreteçler arasında faz farkı yok ve frekansları eşitse, bilinmeyen gerilimi bilinen gerilim yardımıyla bulabiliriz.
 - b) Eşit frekanslı ve üreteçler arasında 90° faz farkı varsa, dik veya yatay çember veya elipsler oluşur. Çember mi elips mi oluşacağını dikey ve yataya uygulanan gerilimler oranı belirler.
 - c) Eşit frekanslı ve üreteçler arasında faz farkı varsa eğik elipsler oluşur.
 - d) Farklı frekanslı herhangi bir faz farklı iki gerilim varsa ekranda Lissajous şekilleri oluşur. Bu şekiller yardımıyla bilinmeyen frekans ve gerilim değerleri bulunur. Yataya ve düşeye teğetler çizilir, değme noktalarına göre gerilimler hakkında bilgi verilir.

4.5. DENEYSEL İNCELEME

- a) Yatay plakalara $V_y = 4 \sin 314t$ Volt ve düşey plakalara $V_d = 6 \sin 314t$ Volt gerilimlerini uygulayarak ekranda oluşacak şekli açıklayınız. Bu gerilimlerden biri bilinmiyorsa ekranda gözlediğiniz şekil yardımı ile bulunabileceğini gösteriniz.
- b) Plakalara frekansları eşit, aralarında 90° faz farkı bulunan iki gerilim uygulayarak teorik değerlerle karşılaştırınız. Oluşan şekilden yararlanarak iki gerilimden birinin bulunabileceğini gösteriniz.

- c) Plakalara frekansları eşit fakat herhangi bir faz farklı iki gerilim uygulayarak aralarındaki faz farkını bulunuz.
- d) Lissajous şekilleri ile şehir geriliminin frekansını bulunuz.

4.6. SORULAR

1. “Osiloskop görüntülü voltmetredir” diyebilir miyiz? Açıklayınız.

DENEY 5

TÜREV VE İNTEGRAL ALAN DEVRELER

5.1. DENEYİN AMACI

Çıkış gerilimini giriş geriliminin türevini ve integralini alarak bulmak.

5.2. DENEY MALZEMELERİ

$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$, $C_2 = 500 \text{ pF}$, $C_3 = 200 \text{ }\mu\text{F}$, DC güç kaynağı, multimetre, RLCmetre, osiloskop, osilatör, probalar, pertinaks, lehim seti, bağlantı kabloları.

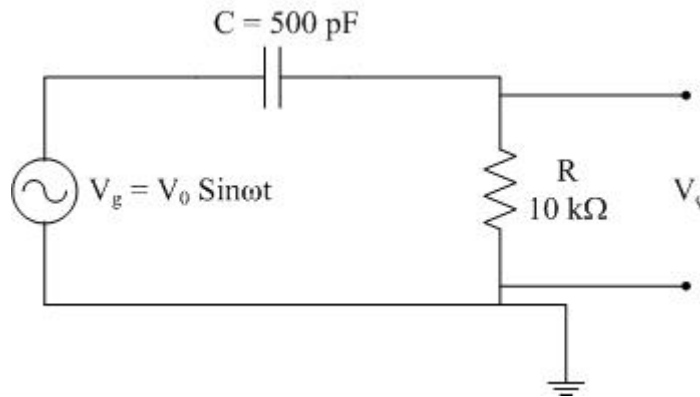
Kullandığınız malzemelerin kodları:

Osiloskop	Osilatör	Problar	Multimetre	Havya	Güç kaynağı

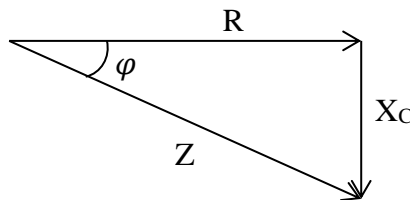
5.3. TEORİK BİLGİ

5.3.1. Türev Alan Devre

RC devresinin bir özelliği de girişe uygulanan gerilimin türevini almasıdır.



Şekil 5.1. Türev alan devre



Şekil 5.2. Türev alan devrenin vektörel gösterimi

Kuramı açıklamak için Şekil 5.1'deki devreyi göz önüne alalım. Devrenin girişine;

$$V_g = V_0 \sin \omega t \quad 5.1.$$

gerilimi uygulanmış olsun. Devrede kondansatör nedeniyle akım;

$$I = I_0 \sin(\omega t + \varphi) \quad 5.2.$$

olacaktır. Şekil 5.2' den faz farkı φ için;

$$\tan \varphi = \frac{1}{RC\omega} \quad 5.3.$$

olduğu görülmektedir. Eğer böyle bir devrede $RC\omega \ll 1$ şartı sağlanırsa, $\tan \varphi$ çok büyük bir değer alacağından φ faz farkı yaklaşık $\varphi = \pi/2$ olur. Böyle bir durum için akım ifadesi;

$$I = I_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \quad 5.4.$$

şeklini alır. Trigonometrik eşitlik nedeniyle $I = I_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = I_0 \cos(\omega t)$ olduğu bilinmektedir. Akım ifadesini yeniden yazarsak;

$$I = I_0 \cos(\omega t) \quad 5.5.$$

ifadesi elde edilir. Direnç uçlarındaki gerilim;

$$V_R = R \cdot I \quad 5.6.$$

biçimindedir. Bu denklemde, I 'yı yerine yazarsak;

$$V_R = R \cdot I_0 \cos(\omega t) \quad 5.7.$$

denklemini elde edilir. Giriş geriliminin türevi alınır;

$$\frac{dV_g}{dt} = V_0 \omega \cos(\omega t) \quad 5.8.$$

ifadesi elde edilir. Bu ifadeden;

$$\cos(\omega t) = \frac{1}{V_0 \omega} \frac{dV_g}{dt} \quad 5.9.$$

eşitliği elde edilir. Bu eşitlik, direnç geriliminde yerine yazılırsa;

$$V_R = R \cdot I_0 \frac{1}{V_0 \omega} \frac{dV_g}{dt} \quad 5.10.$$

denklemini elde edilir. Bu denklemde;

$$\frac{V_0}{I_0} = Z \quad 5.11.$$

ve

$$Z = \sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2 \omega^2}} \quad 5.12.$$

olduğu bilinmektedir. Bu değerleri Eşitlik 5.10.'da yerine yazıp sadeleştirirsek,

$$V_R = \frac{R}{\omega Z} \frac{dV_g}{dt} = \frac{R}{\omega} \frac{1}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2 \omega^2}}} \frac{dV_g}{dt} \quad 5.13.$$

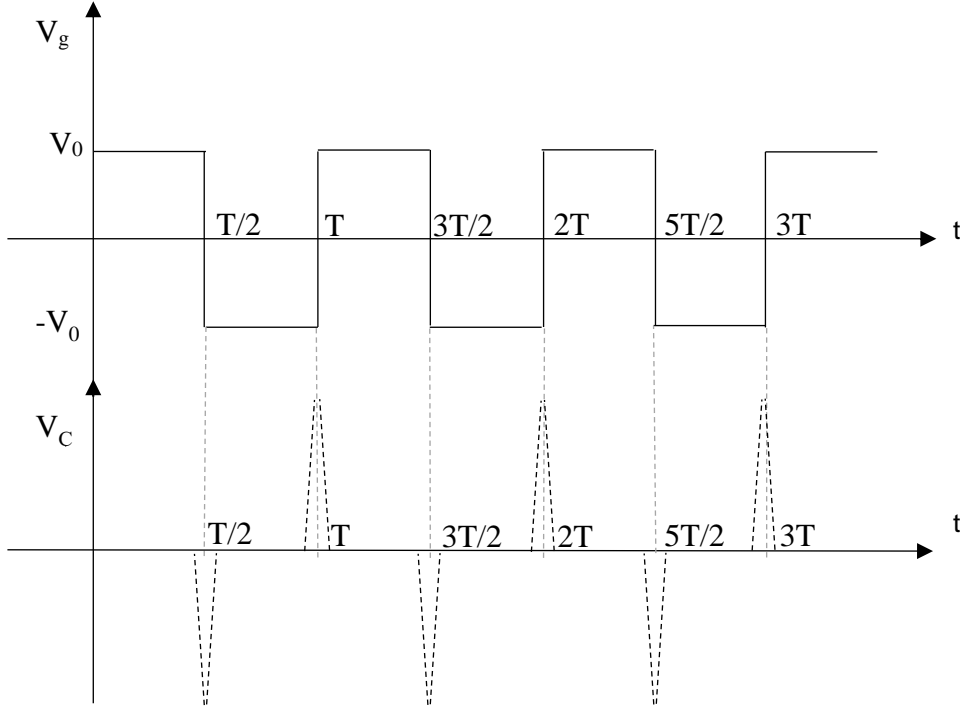
denklemini bulunur. Denklemi düzenlersek;

$$V_R = \frac{R}{\omega} \frac{1}{\frac{1}{C\omega} \sqrt{1 + R^2 C^2 \omega^2}} \frac{dV_g}{dt} = \frac{RC}{\sqrt{1 + R^2 C^2 \omega^2}} \frac{dV_g}{dt} \quad 5.14.$$

halini alır. Bu ifadeden $R^2 C^2 \omega^2$ ihmal edilecek kadar küçük olursa;

$$V_R = RC \frac{dV_g}{dt} \quad 5.15.$$

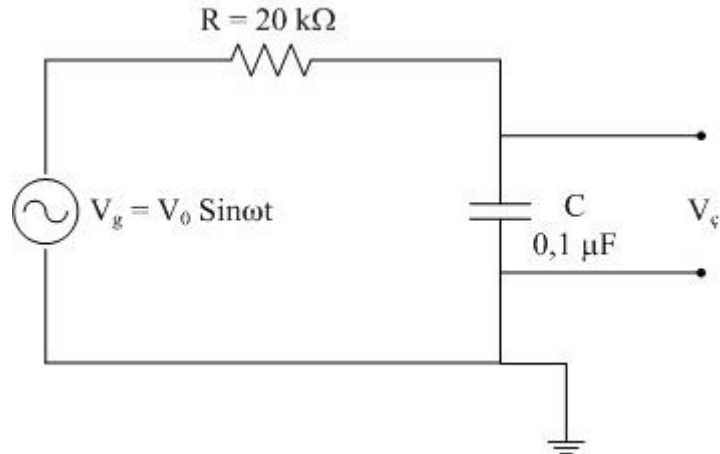
denklemini elde edilir. Bu denklem de bize gösteriyor ki; Şekil 5.1.'deki devrenin girişine kare dalga uygulanırsa, direnç uçlarından giriş geriliminin RC çarpanı ile türev gerilimi alınır.



Şekil 5.3. Kare dalga ve türevi

5.3.2. İntegral Alan Devre

Yine RC devresinin bir özelliği de girişe uygulanan gerilimin integralini almasıdır. Bu devrede de $RC\omega \gg 1$ şartı sağlanması gerekmektedir. Bu şart sağlandığında kondansatör uçlarından, giriş geriliminin integrali olan gerilim alınır.



Şekil 5.4. İntegral alan devre

Kuramı yukarıdaki şekli ele alarak açıklayalım. Kondansatör için gerilim;

$$V_c = \frac{Q}{C} \quad 5.16.$$

dir.

$$Q = \int I dt \quad 5.17.$$

olduğundan;

$$V_c = \frac{1}{C} \int I dt \quad 5.18.$$

yazılır. RC devresinin giriş gerilimi;

$$V_g = V_0 \sin(\omega t) \quad 5.19.$$

ise, faz farkı nedeniyle;

$$I = I_0 \sin(\omega t + \varphi) \quad 5.20.$$

dir. Yine Şekil 5.2'den

$$\tan \varphi = \frac{1}{RC\omega} \quad 5.21.$$

olur. Önceden de belirttiğimiz gibi $RC\omega \gg 1$ için $\tan \varphi = 0$ olur. Bu durumda;

$$I = I_0 \sin(\omega t) \quad 5.22.$$

denklemi elde edilir. Akım ifadesi Eşitlik 5.18.'de yerine yazılırsa,

$$V_c = \frac{1}{C} \int I_0 \sin(\omega t) dt \quad 5.23.$$

elde edilir. Bu işlemi yaparsak;

$$V_{\zeta} = \frac{I_0}{C} \left(-\frac{1}{\omega} \cos(\omega t) \right) \quad 5.24.$$

olur. Diğer taraftan girişe uygulanan gerilimin integrali ise;

$$\int V_g dt = \int V_0 \sin(\omega t) dt = -\frac{V_0}{\omega} \cos(\omega t) \quad 5.25.$$

denklemini elde edilir. Buradan;

$$\cos(\omega t) = \frac{\omega}{V_0} \int V_g dt \quad 5.26.$$

ifadesi 5.24.'te yerine yazılırsa;

$$V_{\zeta} = -\frac{1}{C} \frac{I_0}{V_0} \int V_g dt \quad 5.27.$$

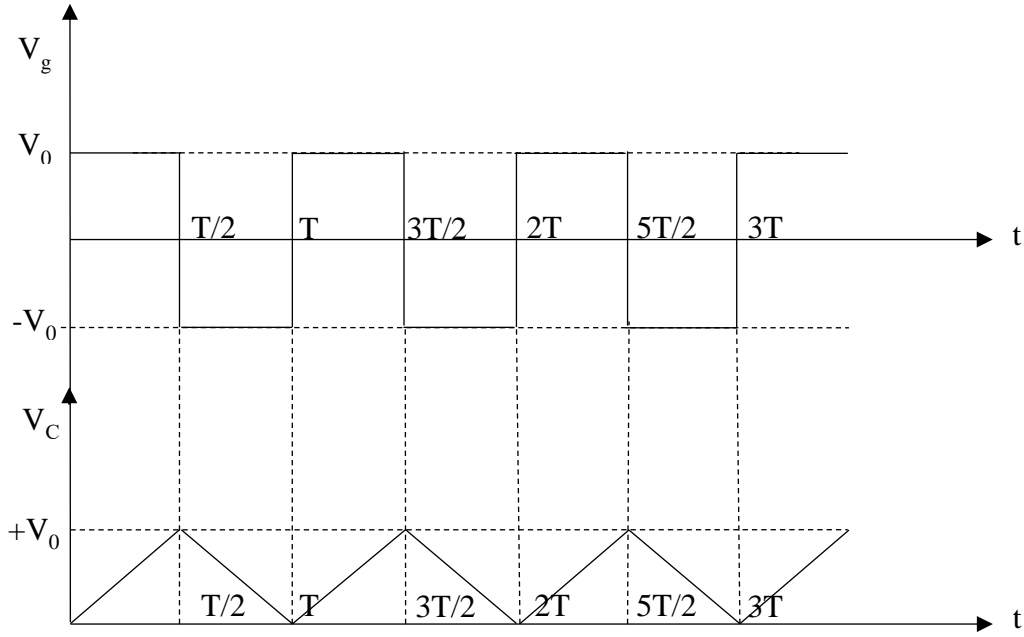
denklemini elde edilir. $\frac{V_0}{I_0} = Z$ olduğunu ve Z 'nin değerinin de $Z = \sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2 \omega^2}}$ olduğunu biliyoruz. Bu değerleri yerine yazarsak;

$$V_{\zeta} = \frac{1}{RC} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{R^2 C^2 \omega^2}}} \int V_g dt \quad 5.28.$$

elde edilir. $RC\omega \gg 1$ olduğu için;

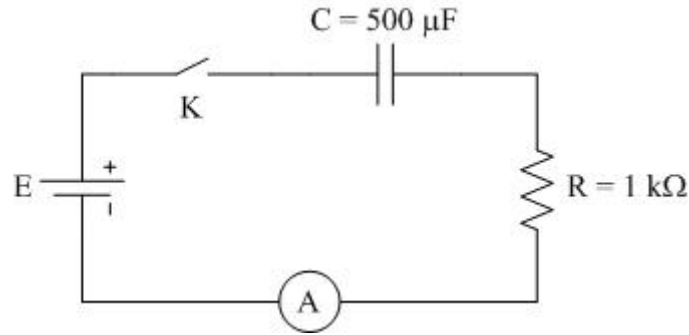
$$V_{\zeta} = \frac{1}{RC} \int V_g dt \quad 5.29.$$

ifadesi elde edilir. Bu ifade de bize gösteriyor ki, çıkış gerilimi giriş geriliminin $\frac{1}{RC}$ çarpanı ile integralidir.



Şekil 5.4. Kare dalga ve integrali

5.3.3. RC Devresinin Zaman Sabiti



Şekil 5.5. Doğru gerilimde RC devresi

Bir kondansatör, bir R direnci üzerinden V e.m.k.'lı bir batarya ile yüklenirse devredeki akım;

$$I = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \quad 5.30.$$

şeklindedir. Burada $I_0 = \frac{V}{R}$ ve RC devrenin zaman sabitidir. Yüklü bir kondansatör bir R direnci üzerinden boşalırsa akım zamanla Eşitlik 5.30.'a göre eksponansiyel olarak azalır. Eğer belli bir süre sonra;

$$i. \quad t = RC \text{ olursa, } I = I_0 e^{-1} \cong 0,36 I_0 \quad 5.31.$$

- ii. $t = \infty$ olursa, $I = 0$ 5.32.
- iii. $t = 0$ olursa, $I = I_0 = \frac{V}{R}$ 5.33.

gibi değerler alır.

5.4. DENEYSEL İNCELEME

5.4.1. Türev Alan Devre

- Şekil 5.1'deki devreyi kurunuz. $C = 500$ pF ve $R = 10$ k Ω
- Girişe 5 V, 5 kHz'lik kare dalga uygulayınız.
- Osiloskopta giriş ve çıkış gerilimlerine bakınız.
- Çıkış geriliminin giriş geriliminin türevi olduğunu açıklayınız.

5.4.2. İntegral Alan Devre

- Şekil 5.4.'deki devreyi kurunuz. $C = 0,1$ μ F, $R = 20$ k Ω
- Girişe 5 V, 5 kHz'lik kare dalga uygulayınız.
- Osiloskopta giriş ve çıkış gerilimlerini beraberce görünüz.
- Çıkış geriliminin giriş geriliminin integrali olduğunu açıklayınız.

5.4.3. RC Devresinin Zaman Sabiti

- Şekil 5.6. devresini kurunuz. $C = 200$ μ F, $R = 20$ k Ω , $V = 4$ Volt.
- R ve C uçlarındaki gerilimlere dolma ve boşalma zamanlarında osiloskop ile bakınız.
- Devrenin zaman sabitini hesap ile bulunuz. Deneysel sonuçlarla karşılaştırınız.

5.5. SORULAR

- Türev alan devrede girişe uygulanan dalgalara göre çıkıştan alınacak dalgaları belirleyiniz.
- İntegral alan devrede girişe uygulanan dalgalara göre çıkıştan alınacak dalgaları belirleyiniz.
- Kapasitör nasıl doldurup boşaltılır?
- Kapasitör boşalırken neden AC ampermetre değer göstermez?

DENEY 6

DİYODUN İNCELENMESİ

6.1. DENEYİN AMACI

Diyotun yapısını tanımak, diyotun devre içindeki görevini anlamak.

6.2. DENEY MALZEMELERİ

D: 1N4001, Lamba: 4 V, $R = 22 \Omega$, led, iletken tel, DC güç kaynağı, miliampermetre, voltmetre, multimetre, pertinaks, lehim seti, bağlantı kabloları.

Kullandığınız malzemelerin kodları:

Miliampermetre	Voltmetre	Multimetre	Havya	Güç kaynağı

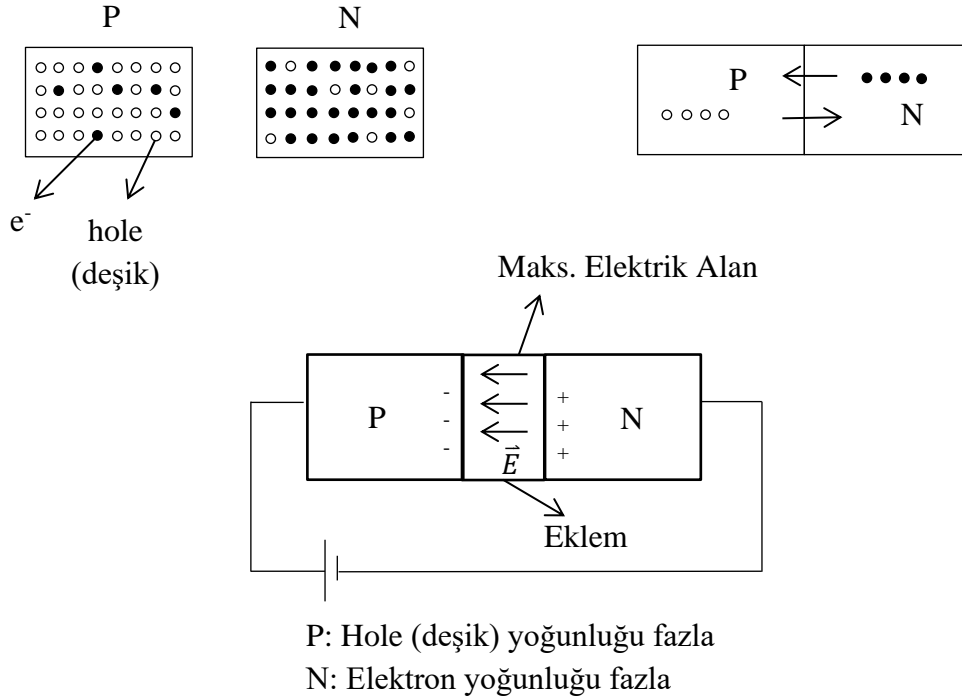
6.3. TEORİK BİLGİ

6.3.1. Yarı İletkenlik ve Diyotun Yapısı

Diyotlar, genel olarak akımı tek yönlü geçiren devre elemanıdır. P-N eklemi olarak bilinen, P tipi ve N tipi yarı iletkenlerin homojen bir ara yüzey oluşturarak birleşmesinden oluşmuştur.

İletkenlerin, sıcaklıkla direncinin arttığını ve iletkenliğinin azaldığını biliyoruz. Yarı iletkenlerin ise direncinin sıcaklıkla azaldığı biliniyor.

Aşağıdaki şekilde belirtildiği üzere elektrostatik hole (boşluk) yoğunluğu fazla olan yarı iletken türüne P tipi; elektron yoğunluğu fazla olan yarı iletken türüne ise N tipi yarı iletken denir. Bu iki yarı iletken homojen olarak kaynaştırıldığında, hole yoğunluğu az olan N bölgesine hole ve elektron yoğunluğu az olan P bölgesine de elektronlar difüzyon yoluyla geçer.

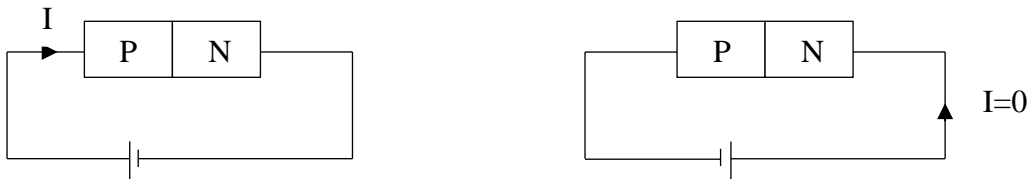


Şekil 6.1. Yarıiletken türleri

Difüzyon tamamlandıktan sonra P bölgesinde elektron yoğunluğu artar. N bölgesinde ise elektron eksikliğinden dolayı pozitif yük yoğunluğu artar (deşikler pozitif yük eğilimi gösterir). P-N eklemının arasında eklem denilen, elektrostatik yük yoğunluğu sıfır ancak elektrik alanı (E) maksimum olan bir bölge oluşur. Bu bölgeye jonksiyon (eklem) veya Schotky bölgesi denir.

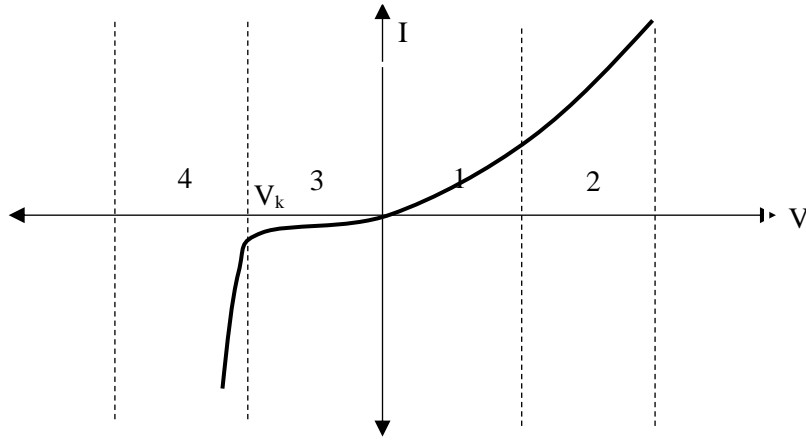
DİYOT: P-N eklemi bir diyottur. P bölgesini, güç kaynağının pozitif ve N bölgesini negatif kutbuna bağlarsak; P bölgesindeki elektronlar, elektrostatik çekimle güç kaynağının pozitif kutbuna geçerler. Benzer şekilde N bölgesindeki pozitif yük yoğunluğu azalacaktır. P-N eklemi bu durumdan kararlı hale geçmek isteyecektir ve P'den N'ye elektron atlaması olacaktır. Böylece devreden akım geçecektir.

Eğer güç kaynağını ters bağlarsak belirli gerilim aralığında eklemdeki elektrik alan şiddeti artacak fakat akım geçmeyecektir. Diyot elektronikte çoğu zaman \rightarrow sembolüyle gösterilir.



Şekil 6.2. Diyodun çalışma prensibi

Şekil 6.2.'deki devreyi kurup akım geçişini sağladığımızda diyot direnç gibi davranır ve aşağıdaki grafik elde edilir.

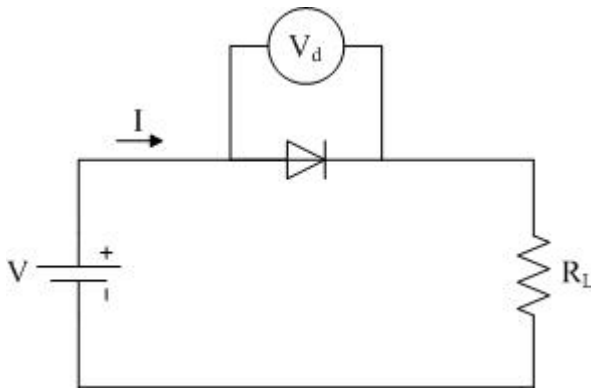


Şekil 6.3. Diyodun kırılma gerilimi

Grafiğin 1. bölgesinde devre Ohm Yasası'na uymaz; fakat belirli bir gerilim sonrası 2. bölgede olduğu gibi diyot özelliğini yitirir ve sabit direnç özelliği gösterir (Ohm Yasası'na uyar). 3 bölgesinde zıt gerilim uygulandığında V değerine kadar akım geçmez. 4. bölgede ters gerilim V değerinde diyot kırılır (yanar) ve akım aniden yükselir. Bu değere kırılma gerilimi denir.

6.3.2. Diyotun Çalışma Noktası

Aşağıdaki gibi bir diyot ve bir dirençten oluşan seri devreyi kuralım ve V gerilimi uygulayalım. Devre için aşağıdaki grafik çizilebilir.

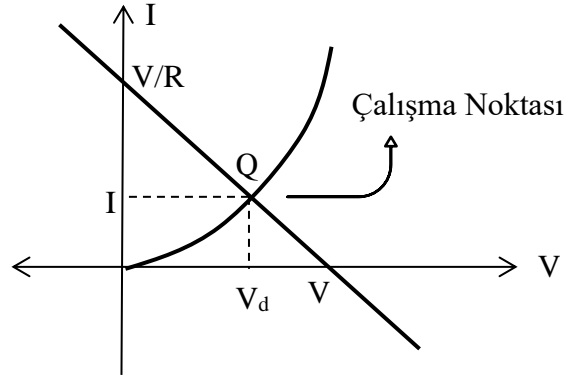


$$V = V_d + I \cdot R_L$$

$$\frac{V}{R_L} = \frac{V_d}{R_L} + I$$

$$I = \frac{V}{R_L} - \frac{V_d}{R_L}$$

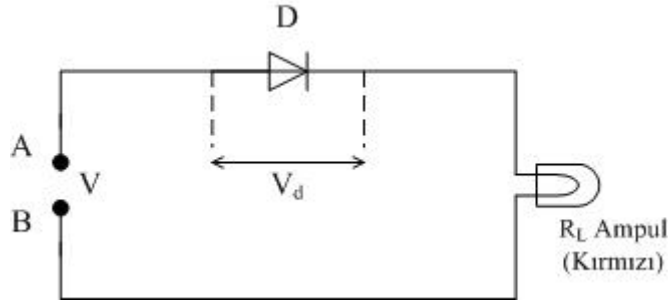
$$\left. \begin{array}{l} V_d = 0, \quad I = \frac{V}{R} \\ I = 0, \quad V_d = V \end{array} \right\} \text{ olur.}$$



Şekil 6.4. Diyodun çalışma noktasının belirlenmesi

6.4. DENEYSEL İNCELEME

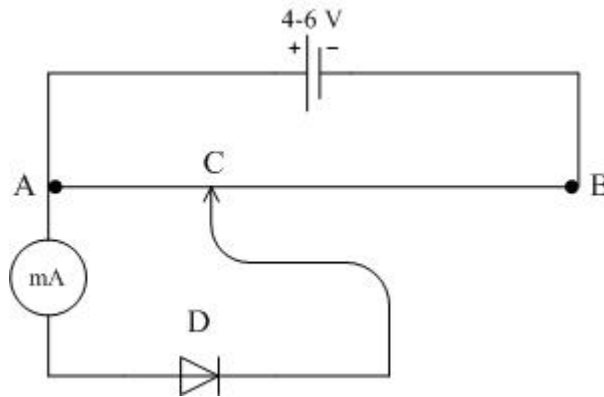
1. Şekil 6.5.'deki devreyi kurunuz (D: Diyot, 1N4001, L: 4 V'luk ampul).



Şekil 6.5.

- 4 voltluk bir üretcin kutuplarını A ve B uçlarına bağlayarak hangi konumda lambanın yandığını belirleyiniz.
- Kutupları ters çeviriniz ve tekrar lambanın yanıp yanmadığını kontrol ediniz.
- Diyot üzerindeki işarete de bakarak “doğru yön” ve “ters yön” geçişlerini belirleyiniz.
- LED’ler de bir diyottur. Yönlerini bulunuz. LED dizisi hazırlayınız.
- Laboratuvar sorumlusu gözetiminde bir diyot yakınız.

2. Şekil 6.6.’daki devreyi kurunuz.



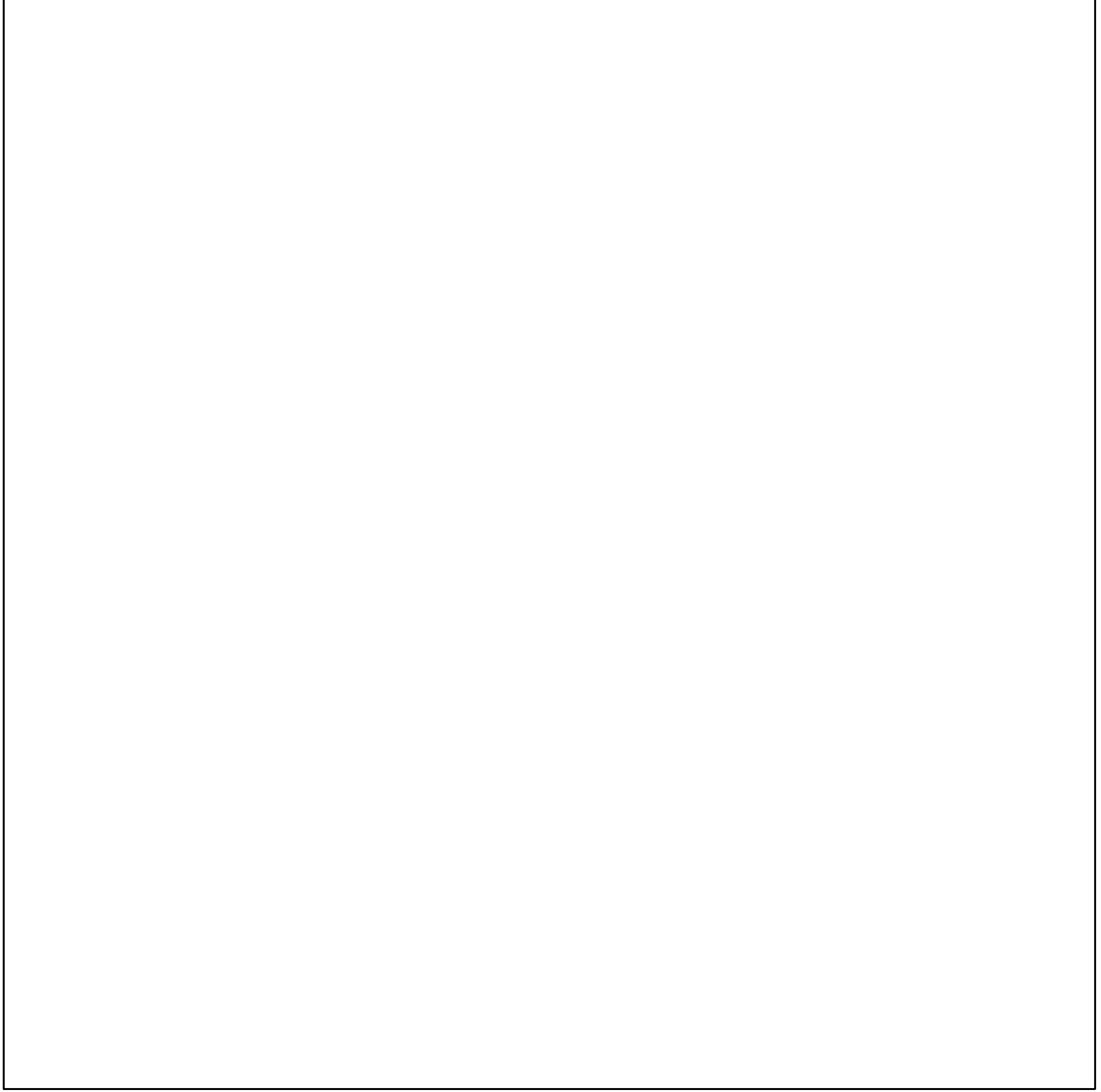
Şekil 6.6.

- a) Hareketli uç olan C'yi, A'dan B'ye kaydırırken uygun gördüğünüz akım değerlerini mili ampermetreden okuyarak Çizelge 6.1.'e yazınız. **Dikkat!** Diyottan geçen akım 200 mA değerini geçmemelidir. Niçin?

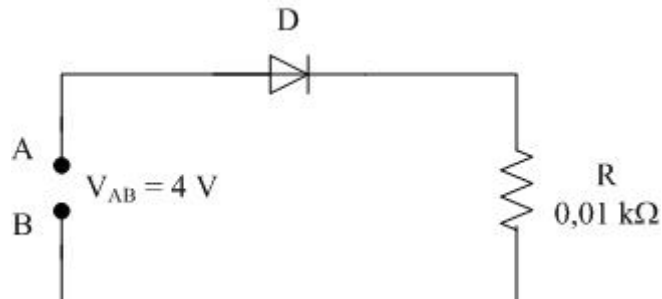
Çizelge 6.1.

#	Gerilim	Akım
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

- b) Diyot için Gerilim-Akım çizelgesini hazırlayarak I-V grafiğini çizin.

**Grafik 6.1.**

3. Kırılma gerilimi nedir? Kullandığınız diyotun kırılma gerilimini nasıl bulursunuz? Şekil 6.7.’deki devrenin “Çalışma Noktasını” belirleyiniz.

**Şekil 6.7.**

6.5. SORULAR

1. Diyotun yapısını ve çalışma prensibini anlatınız. Çeşitlerini belirtiniz.
2. Diyot çalışma eşdeğeri içerisinde Ohm kanununa niçin uymaz?
3. Kırılma noktasından sonra, akım niçin aniden artar?
4. Çalışma noktası ne demektir? Açıklayınız.
5. Diyotu direnç gibi düşünebilir miyiz? Açıklayınız.
6. Diyota alternatif akım uygulanabilir mi?
7. Sıcaklığın diyot üzerindeki etkisini tartışınız.
8. Yarı iletkenlerin direnci sıcaklıkla niçin azalır?
9. Yarı iletkenlerin teknolojik önemini anlatınız.

DENEY 7

REDRESÖRLER

(ALTERNATİF AKIMIN DOĞRU AKIMA ÇEVİRİLMESİ)

7.1. DENEYİN AMACI

Yarım dalga ve tam dalga redresörlerini incelemek. Alternatif akımın doğru akıma çevrilmesini anlamak.

7.2. DENEY MALZEMELERİ

D: 1N4001, $R = 0,01 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 500 \text{ }\mu\text{F}$, $C_2 = 1000 \text{ }\mu\text{F}$, transformatör, multimetre, osiloskop, osilatör, probalar, pertinaks, lehim seti, bağlantı kabloları.

Kullandığımız malzemelerin kodları:

Osiloskop	Osilatör	Problar	Multimetre	Havya	Transformatör

7.3. TEORİK BİLGİ

Alternatif akım kaynaklarının bulunduğu yerlerde, doğru akımla çalışan araçların çalıştırılması, ancak alternatif akımın doğru akıma çevrilmesiyle mümkün olur. Bu görevi yerine getiren, yani alternatif akımı doğru akıma çeviren araçlara redresör denir. Uygulamada çeşitli montaj usulleri ile yapılmış redresörler uygun halde kullanılmaktadır. Radyo, teyp vb. araçların çalışmalarında kullanılan ve adaptör ismi de verilen redresörlerin çalışma prensipleri, temelde ortaktır.

7.3.1. Yarım dalga redresörü

Şekil 7.1.'deki gibi hazırlanan bir diyot devresinde, alternatif bir gerilim uygulanırsa ve devrenin A ve B uçlarına da Şekil 7.1.'de görüldüğü gibi R_L dirençli bir araç bağlanırsa, araçtan sadece A'dan B'ye doğru bir akım geçer. Diyot bulunması nedeniyle B'den A'ya doğru bir akım geçişi olmaz.

Şekil 7.1.'deki devre, alternatif akım kaynağına bağlanan bir diyot ile, alternatif akımının sadece bir alternansı hep aynı yönde geçebilen, bir devre yapmış oluruz. Bu devre en basit hali ile bir yarım dalga redresörüdür. Şekil 7.1.'de bu redresör bir doğru akım aracını çalıştırma durumunu göstermektedir.

Uygulamada bu redresörlere, sığası büyük bir elektronik kondansatör bağlanır. Alternatif gerilimin yönü, diyotun geçiş yönünde iken hem kondansatör dolar, hem de R_L aracı çalışır. Alternatif gerilim ters yönlü olunca, alternatif akım geçemez, fakat dolmuş bulunan

kondansatör RL aracını çalıştırmaya devam eder. Böylece araçtan geçen akımın daha uzun süreli olması sağlanmış olur.

7.3.2. Tam dalga redresörü

Alternatif akımın iki alternansında bir yönlü yapan redresörlerdir. En yaygın iki türünün temel yapısı AB bobini yerine istenilen gerilimde bir alternatif akım kaynağı da bağlanabilir.

Redresörlerin çıkışlarına doğru akım ile çalışan bir araç bağlanırsa araçtan bir yönde bir akım geçer. P ve N uçlarına açık veya kapalı olma hallerinde, bu uçlardaki gerilim veya devre akımı yarım sinüsseldir.

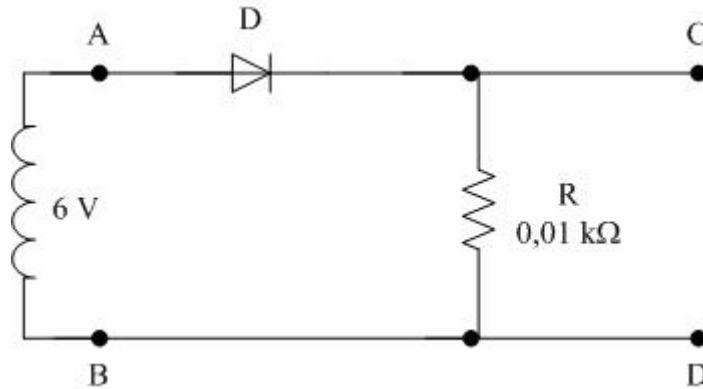
Kondansatör Süzgeçli Tam Dalga Redresörü

Redresör ile çalıştırılan doğru akım araçlarının çoğunluğu için, redresör çıkışlarındaki dalgalanmanın az olması istenir. İlk önlem olarak bu düzeltme gösterilen büyük sığalı bir kondansatör kullanılır.

7.4. DENEYSEL İNCELEME

7.4.1. Yarım Dalga Redresörü

a) Şekil 7.1.'deki devreyi kurunuz.



Şekil 7.1.

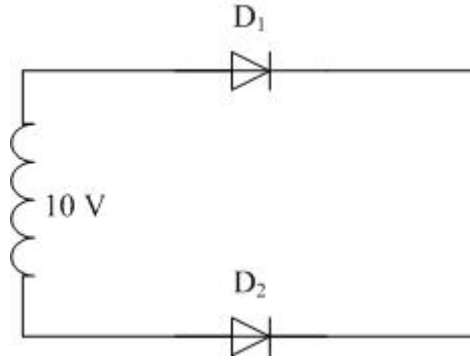
b) AB ve CD uçları arasındaki gerilimlere osiloskop ile bakarak gerekli açıklamayı yapınız.

c) 500 μ F veya 1000 μ F'lık bir sığayı R direncine paralel bağlayarak dalga şeklindeki değişikliği (sinyalin etkisini) açıklayınız.

7.4.1. Tam Dalga Redresörü

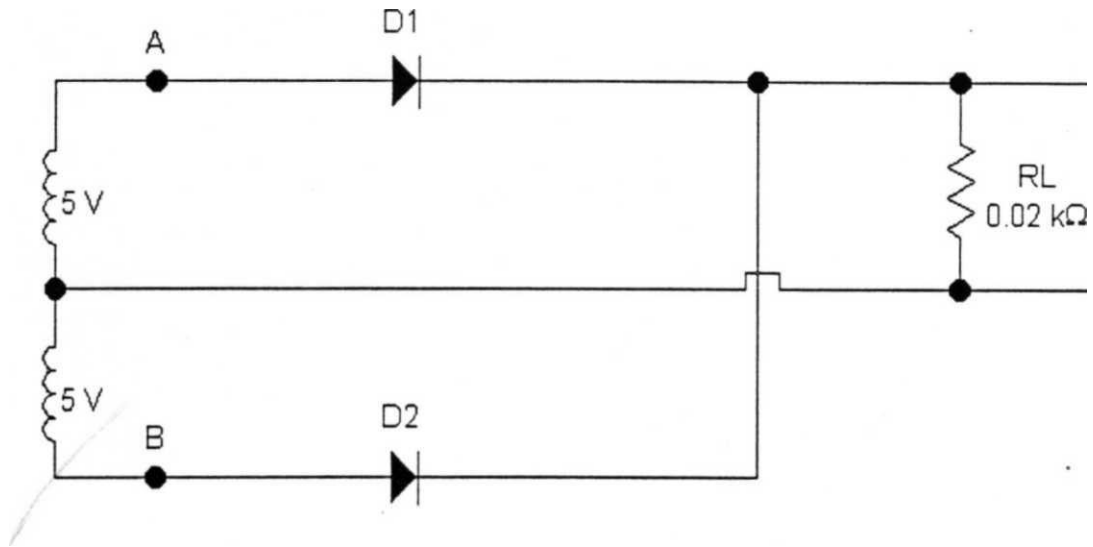
a) Şekil 7.2. devresini kurunuz.

b) Devreden akım geçip geçmediğini ölçerek belirleyiniz ve nedenini açıklayınız.



Şekil 7.2.

c) Şekil 7.2. devresini Şekil 7.3. durumuna getiriniz.



Şekil 7.3.

- d) AB uçları arasındaki gerilim ile CD uçları arasındaki gerilimin dalga şekillerine osiloskop ile bakarak gerekli açıklamayı yapınız.
- e) 500 μF veya 1000 μF 'lık bir sığayı R_L direncine paralel bağlayarak etkisini gözleyiniz ve açıklayınız. Dalgalanma çarpanını deneysel olarak bulunuz.
- f) R_L direnç uçlarındaki gerilimi önce sığasız sonra sığaç bağlayarak ölçünüz (voltmetre ile) ve arasındaki farkı açıklayınız.
- g) Bu doğrultucunun artı ve eksi uçlarının hangileri olduğunu belirleyiniz.

7.5. SORULAR

1. Adaptör nedir? Yapısı nasıldır? Girişine doğru akım uygulanabilir mi?

DENEY 8

BİR TRANSİSTÖRLÜ ZAMAN RÖLESİ

8.1. DENEYİN AMACI

Rölenin devre içindeki görevini kavramak.

8.2. DENEY MALZEMELERİ

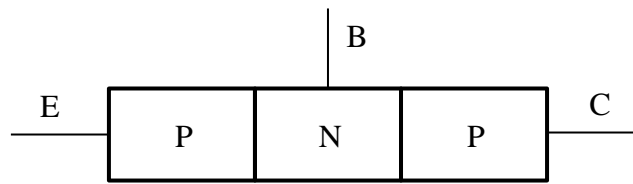
Tr: 2N2905, Röle: 12 Volt, $C = 47 \mu\text{F}$, $500 \mu\text{F}$ veya $1000 \mu\text{F}$ elektrolitik sığaç, potansiyometre ($100 \text{ k}\Omega$), $R_1 = 39 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2,7 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$, diyot, lamba, pil, led, DC güç kaynağı, multimetre, RLCmetre, osiloskop, osilatör, probalar, pertinaks, lehim seti, bağlantı kabloları.

Kullandığınız malzemelerin kodları:

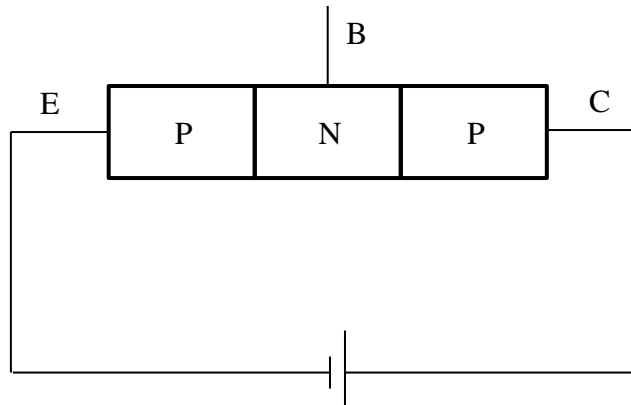
Güç kaynağı	Röle	Multimetre	Havya

8.3. TEORİK BİLGİ

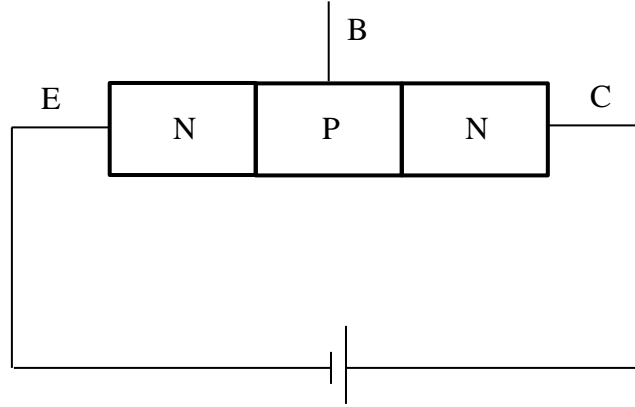
Transistörler Şekil 8.1.'de görüldüğü gibi P ve N tipi yarıiletkenlerin, üç ayrı bölge meydana getirecek şekilde eklem yapmaları ile elde edilir. Her yarıiletken bölgesinden bir kontak alınarak bunlara emiter (E), beyz (B), kolektör (C), adları verilir. Üçlü şekilde sıralanan bu yarıiletkenler dizisinden akım geçirmek istenirse, bir doğru akım kaynağının uçları, emiter ve kolektör arasına Şekil 8.2. ve Şekil 8.3'te görüldüğü gibi bağlanır.



Şekil 8.1.



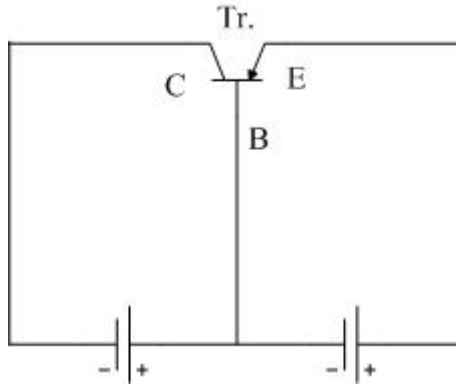
Şekil 8.2.



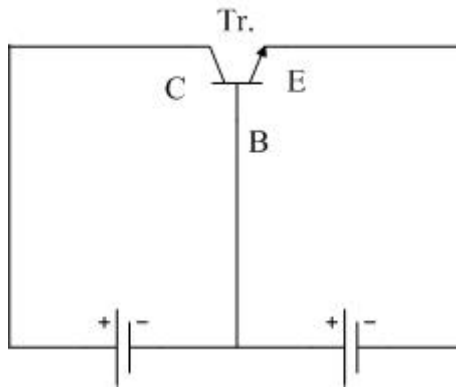
Şekil 8.3.

Emiter-Kolektör arasından geçecek olan akım, beyze uygulanan küçük bir gerilim ile önemli miktarda değişir. Beyze uygulanacak küçük bir gerilim için şu kurala uyulur:

Emiter-Beyz bir PN diyotu olarak düşünülür ve bu diyot doğru yön polarizesinde bulundurulur. (Şekil 8.4. ve Şekil 8.5.)



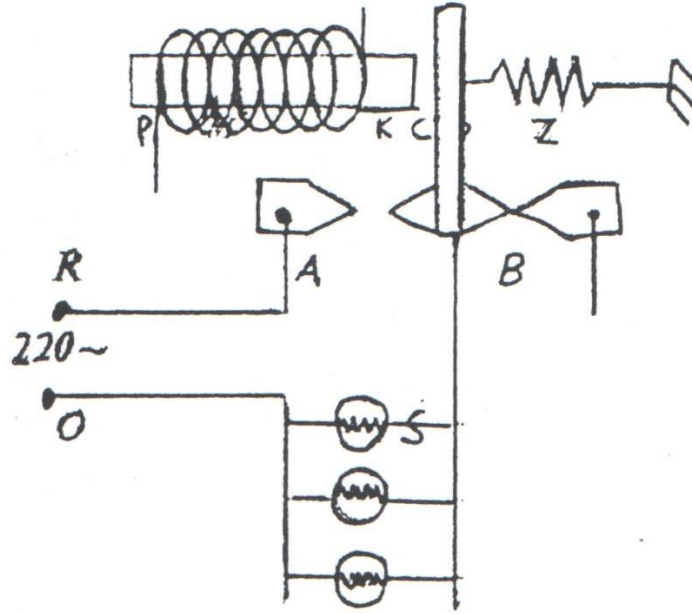
Şekil 8.4.



Şekil 8.5.

M Rölesi: Röleler genel olarak bir elektromıknatıstır. Çeşitli şekilleri vardır. Deneyde kullanılan röle Şekil 8.6.'da gösterildiği gibidir. K ve P uçları elektromıknatısın bobin uçları olup Şekil 8.7.'deki K ve P uçlarıdır. Transistor iletme geçince M bobini mıknatıslanarak C paletini çeker ve B kontağı açılır, A kontağı kapanır, S lambaları yanar. Transistor akımı

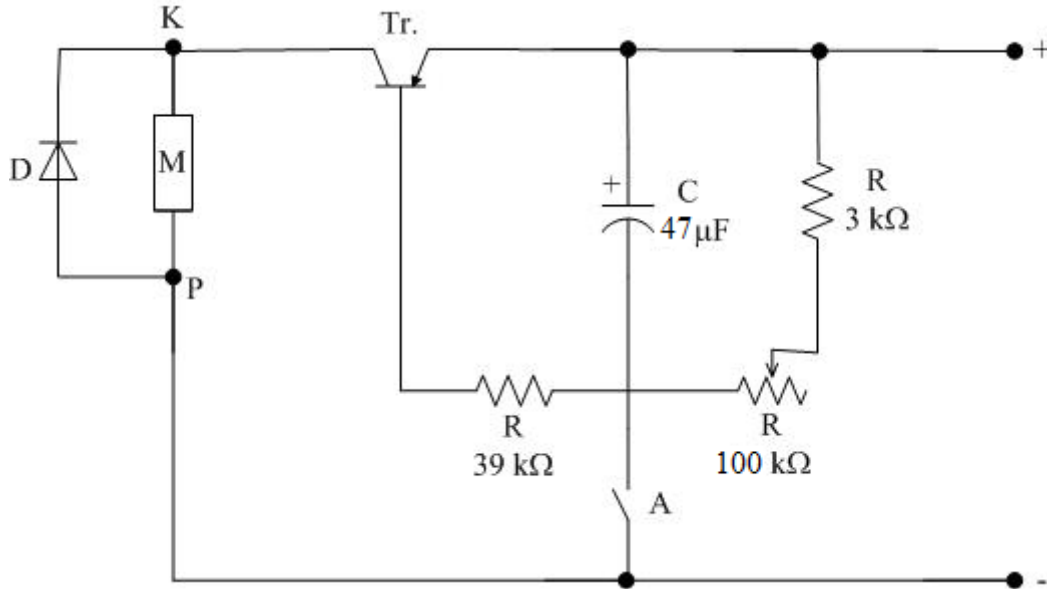
kesilince Z yayı C paletini geriye alır, lambalar söner. B kontağı başka amaçlar için kullanılabilir.



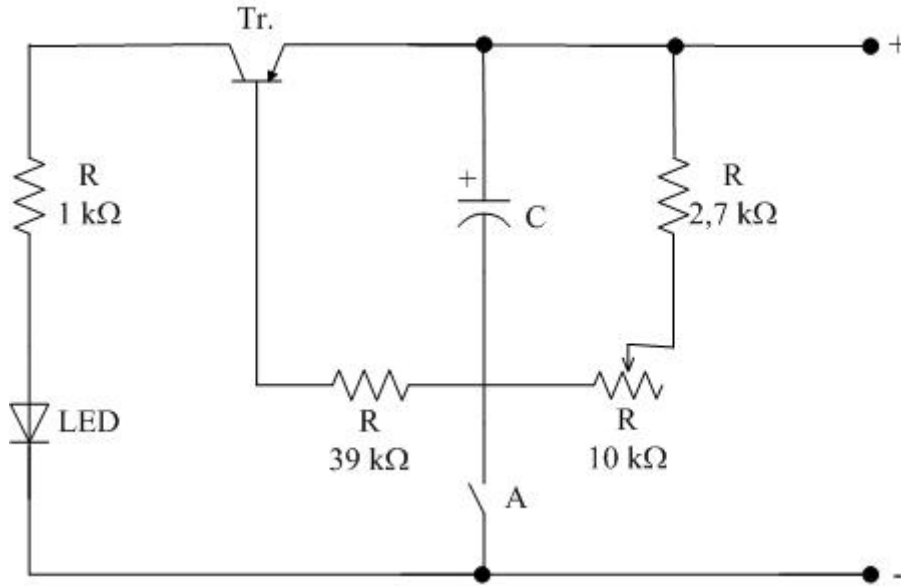
Şekil 8.6.

8.4. DENEYSEL İNCELEME

Devre elemanları; Tr: 2N2905 Transistor, M: 12 Volt röle, C = 500 μ F veya 1000 μ F elektrolitik sığaç.



Şekil 8.7.



Şekil 8.8.

Şekil 8.7. veya Şekil 8.8'deki devrede görülen 2N2905 transistöründen yeterli bir akım geçirebilmek için transistöre 9 Voltluk bir gerilim uygulanmıştır. Ancak yeterli bir akımın geçebilmesi, ayrıca beyzde belirli bir gerilimin uygulanmasını gerektirir. (Transistör kataloglarına bakınız) Bunun için C kondansatörü, A anahtarı kapatılarak, 9 V gerilime doldurulur ve anahtar tekrar açılır. Dolu sığaç hem beyze gerekli gerilimi uygular, hem de 10 k Ω ve 2,7 k Ω dirençler ile transistör üzerinden boşalmaya başlar. Sığaç boşalınca kadar transistör iletimde ve M rölesi çalışarak kontaklarının durumunu değiştirir. Böylece bu kontaklar ile başka bir devreye kumanda edilebilir. Örneğin bir apartmanın merdiven lambaları belirli bir süre yanar. Sığaç boşalınca transistör akımı kesileceğinden röle eski haline gelir, lambalar söner.

Şekil 8.8.'deki devrede görüldüğü gibi M rölesi yerine **ışıklı diyot** kullanılmıştır. Piyasada LED (Light Emmited Diod) adı ile satılan bu küçük ışıklı diyotlar akım geçiş yönünde bağlandığı zaman ışıklı hale gelirler.

- Şekil 8.7'deki devreyi ve Şekil 8.8'deki devreyi kurunuz.
- Devreye 9 V'luk gerilim uygulayınız. Rölenin çalışıp çalışmadığını veya LED'in yanıp yanıp yanmadığını kontrol ediniz.
- A anahtarını kapatıp açınız. Röle çalıştı veya LED yandı mı? Açıklayınız.
- Devreden sığacı çıkarınız ve bu sığacı bir kaynaktan 9 veya 10 V'la yükleyiniz. Dolu sığacın + ucunu emitere, - ucunu beyze dokundurup çekiniz. Bu işlemi uçları değiştirerek yapınız. Gördüklerinizi açıklayınız (**Dikkat!** Sığaç uçlarını çok kısa süre ile doldurmalısınız).
- 0-10 V'a kadar gerilim alacağınız bir potansiyometre hazırlayınız. Bu potansiyometreden alacağınız gerilimleri, E-B arasına uygulayarak, hangi beyz geriliminden sonra transistörün ilettime açıldığını bulunuz.
- 10 k Ω 'luk potansiyometrenin görevini açıklayınız.
- 39 k Ω 'luk direncin görevini açıklayınız.
- Şekil 8.7.'deki röleye paralel bağlı diyotun görevini açıklayınız.
- Şekil 8.8'deki LED ile seri bağlanan direncin görevini açıklayınız.

8.5. SORULAR

1. Apartman otomatlarında röle kullanılır mı? Açıklayınız.

DENEY 9

ALÇAK FREKANS OSİLATÖRÜ

9.1. DENEYİN AMACI

Alçak frekans osilatörünü anlamak.

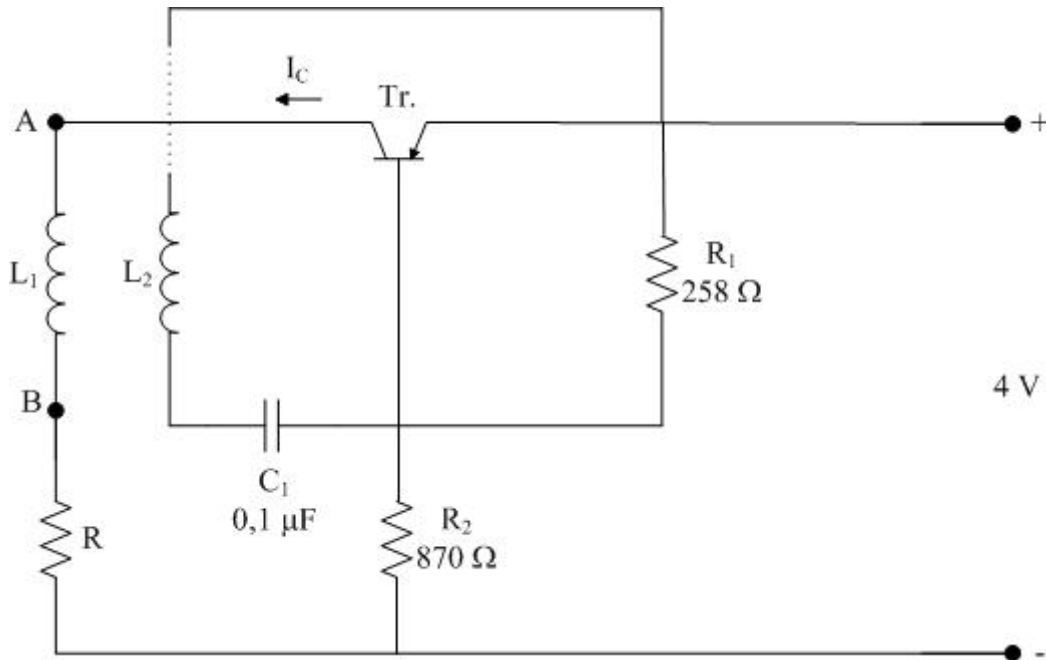
9.2. DENEY MALZEMELERİ

$R_1 = 258 \Omega$, $R_2 = 870 \Omega$, $C_1 = 0,1 \mu F$, Tr = AC188 veya AC128, transformatör, DC güç kaynağı, multimetre, RLCmetre, osiloskop, osilatör, probalar, pertinaks, lehim seti, bağlantı kabloları.

Kullandığınız malzemelerin kodları:

Osiloskop	Osilatör	Problar	Multimetre	Havya	Transformatör	Güç Kaynağı

9.3. TEORİK BİLGİ



Şekil 9.1. Alçak frekans osilatörü devre şeması

Devre Elemanları: $R_1 = 270 \Omega$, $R_2 = 910 \Omega$, $R_3 = 20 \Omega$, $C_1 = 0,1 \mu F$, Tr = AC188 veya AC128, $L_1 = 220/12$ Volt transformatörün sekonderi, $L_2 =$ Transformatörün primeri

Devrenin Çalışması

Devreye 4 Voltluk gerilim uygulandığında L_1 bobininden geçmeye başlayan I_C kollektör akımı, L_2 'de bir gerilim indükler. L_2 'nin uçları, transistör üzerinden C_1 sığacına bağlı olduğu için, sığaç dolar. Sığaç üzerinde oluşan gerilimin, beyze uygulanmasında dikkate alınması gereken husus, A ve B bobin uçlarının, uygun tarzda bağlanmasıdır. Bu uçlar arasında yer değiştirerek devrenin çalışmasına uygun geleni seçilir. Bu durum, beyz geriliminin I_C akımını azaltıcı yönde olan durumudur. I_C azalırken, L_2 'de birinciye ters yönde bir indükleme meydana gelir ve sığanın boşalmasını sağlar. Sığanın boşalması, beyzdeki etkinin yok olmasına, bu da I_C kolektör akımının tekrar artmasına neden olur. Böylece L_1 ve L_2 bobinlerinde eşit zaman aralıklarında tekrarlanan bir akım geçişi sağlamış olur.

9.4. DENEYSEL İNCELEME

- Şekil 9.1.'deki devreyi kurunuz ve gerekli gerilimi uygulayarak çalıştırınız.
- A ve B noktaları arasındaki gerilime osiloskop ile bakınız ve görülen şekli açıklayınız.
- C_1 sığası yerine uygun değerli bir başka sığa bağlayarak beliren değişikliği açıklayınız.
- Devrenin çalışma frekansını bulunuz.
- Bobin uçlarının kendi aralarında yerlerini değiştirerek ortaya çıkan olayı açıklayınız.
- R_1 , R_2 ve R dirençlerinin görevlerini açıklayınız.
- Devrenin nasıl çalıştığını açıklayınız.
- A ve B uçlarının yer değiştirmesi halinde devrenin çalışmasında meydana gelen değişikliği açıklayınız.

DENEY 10

TRANSİSTÖRÜN AMPLİFİKATÖR (YÜKSELTİCİ) GÖREVİ

10.1. DENEYİN AMACI

Transistörün yapısını anlamak, elektronik deneylerinde transistörün kullanımını anlamak.

10.2. DENEY MALZEMELERİ

R_1 = Potansiyometre (10 k Ω), R_2 = 100 k Ω , R_3 = 2,2 k Ω , C_1 ve C_2 = 47 μ F, Transistör: AC126 veya AC188/K, DC güç kaynağı, multimetre, RLCmetre, osiloskop, osilatör, probalar, pertinaks, lehim seti, bağlantı kabloları.

Kullandığınız malzemelerin kodları:

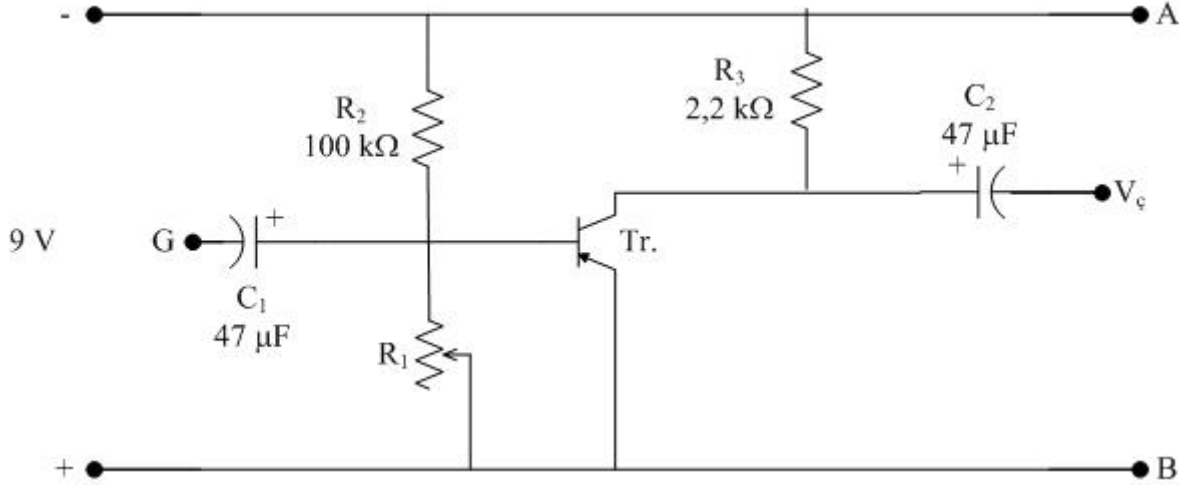
Osiloskop	Osilatör	Problar	Multimetre	Havya	Güç Kaynağı

10.3. TEORİK BİLGİ

Transistörler genel olarak beyze uygulanan küçük bir gerilimi, çıkıştan mesela kolektörden (toplayıcı) çoğaltılmış olarak verirler. Eğer beyze uygulanan küçük gerilimin çıkıştan alınan değeri yeterli görülüyorsa; birinci transistörün çıkışından alınan gerilim, ikinci bir transistörün beyzine verilerek tekrar yükseltilir. İstendiği durumda transistör sayısı artırılarak gerilim yükseltme işlemine devam edilir. Sonuncu transistörün çıkışından, giriş sinyali istenildiği kadar yükseltilmiş olarak alınır.

10.4. DENEYSEL İNCELEME

Devre Elemanları: R_1 = 10 k Ω 'luk potansiyometre, R_2 = 100 k Ω , R_3 = 2,2 k Ω , C_1 ve C_2 = 47 μ F, Transistör: AC126 veya AC188/K.



Şekil 10.1. Transistör devresi

Devrenin Çalışma Prensibi

9 V'luk gerilim uygulanınca, R_1 potansiyometresi ile R_2 direnci uçları arasında oluşan gerilimler, transistörün polarlama gerilimleridir. R_3 yük direncidir. C_1 sığası giriş sinyallerinin beyze uygulamasını sağlar. Bu sinyallerdeki küçük bir değişim, transistörün kolektör akımında büyük miktarda değişime neden olur. Böylece R_3 uçlarında, C_1 'den giren sinyallere göre çok daha yüksek bir gerilim sinyali çıkıştan alınmış olur.

- Şekil 10.1.'deki devreyi kurunuz ve kontrol ettirdikten sonra çalıştırınız.
- Girişe (B ve G uçlarına) osilatörü, çıkışa (B ve V_C uçlarına) osiloskopu bağlayınız.
- Osilatörden çeşitli değerlerde gerilimler uygulayarak çıkış sinyalini inceleyiniz.
- R_1 potansiyometresini ayarlayarak çıkışa etkisini inceleyiniz.
- Çıkıştaki bozulmaları ve nedenlerini inceleyiniz.
- Osilatörün çıkışını ve R_1 potansiyometresini ayarlayarak distorsiyonsuz (bozulmamış) bir görüntü elde ediniz. Bu durumu hiç bozmadan önce osiloskopta çıkış sinyal gerilimini Kanal 2'den ölçünüz, sonra yine osiloskop ile yükseltici devrenin giriş gerilimini Kanal 1'den ölçünüz. Amplifikatörün yükseltme oranını bulunuz.
- Giriş ve çıkış frekanslarını hesaplayınız ve yorumlayınız.

10.5. SORULAR

- Bilgisayar işlemcilerinin yapısı nasıldır? Kısaca açıklayınız.
- Devre elemanlarının boyutlarının küçültülmesinin önemini anlatınız.