



T.C.

MALATYA TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
BÖLÜMÜ

EEM 210 ELEKTRONİK I LABORATUVARI DENEY
FÖYÜ



Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÜSTÜNDAĞ
Arş. Gör. Muhammed Buğracan ÖZKÜÇÜK

2025-2026 Bahar Dönemi

LABORATUVAR GÜVENLİK KLAVUZU

Laboratuvar ortamında çalışanların sağlık ve güvenliği ile yürütülen çalışmaların başarısı için temel güvenlik kurallarına uyulması büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple aşağıda tanımlanan kurallara uyulması gerekmektedir.

- 13 mA'den büyük akım veya 40 V'dan büyük voltajlar insan sağlığı için tehlike arz etmektedir ve öldürücü etkisi vardır. Bu nedenle elektrik çarpmalarından korunmak için gerekli önlemleri alınız ve görevlilerin uyarılarına mutlaka uyunuz. Kaza ve yaralanmalar olduğu zaman görevliye derhal haber veriniz. Kazayı bildirmek için vakit geçirmeyiniz.
- Hasara uğramış veya çalışmayan alet ve cihazları derhal laboratuvar görevlisine bildiriniz.
- Herhangi bir nedenle hasar verdiğiniz tüm cihaz ve donanımlarının onarımı ya da yeniden alınma bedeli tarafınızdan karşılanacaktır. Cihazların üzerine kitap defter gibi ağır malzemeler yerleştirmeyiniz ve yerlerini değiştirmeyiniz.
- Multimetreleri ölçüm kademelerinin sınırı dışındaki akım veya gerilim kademelerinde çalıştırmayınız. Güç kaynaklarından düşük gerilim alınız.
- Laboratuvarların sessiz ve sakin ortamını bozacak yüksek sesle konuşmak, tartışma yapmak, başka grupların çalışmalarını engellemek, izin almadan laboratuvarı terk etmek, diğer gruplardan yardım almaya çalışmak ve laboratuvarında dolaşmak yasaktır.
- Laboratuvarlara yiyecek ve içecek sokmak yasaktır.
- Laboratuvarlarda cep telefonu kullanımı yasaktır.
- Çalışma esnasında saçlar uzun ise mutlaka toplanmalıdır.
- Çalışma bittikten sonra kullanılan cihazlar yerlerine konulmalıdır.
- Laboratuvarında çalıştığınız alanın temizliği sizin sorumluluğunuzdadır. Çalışmalar bittikten sonra gereken temizlik yapılmalıdır.
- Laboratuvardan çıkmadan önce masanın enerjisi kesilmelidir.

DİKKAT!

Laboratuvarında çalışan herkesin belirtilen kuralların tümüne uyması zorunludur. Bu kurallara uymayanlar laboratuvar sorumluları tarafından uyarılacak, gerekirse laboratuvardan süreli uzaklaştırma ile cezalandırılacaklardır. Laboratuvara kasıtlı olarak zarar verdiği tespit edilen kişiler laboratuvardan süresiz olarak uzaklaştırılacak ve verilen zarar tazmin ettirilecektir.

Deney No:	1
Deney Adı:	Multisim Uygulamaları-1

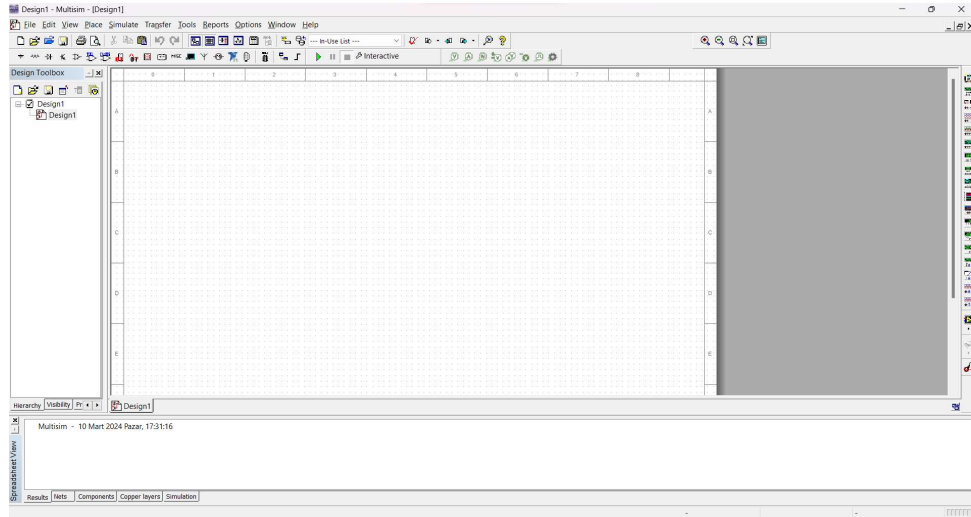
Amaç: Bu laboratuvar deneyinde, NI Multisim yazılımı tanıtılacak ve diyotlu devre modellemeleri yapılacaktır.

Laboratuvarda Kullanılacak Ekipmanlar:

- NI Multisim yazılımı

Genel Bilgiler:

NI Multisim, elektronik devre tasarımı ve simülasyonu için kullanılan bir yazılımdır. Bu program, elektronik şematik yakalama ve simülasyon işlevlerini bir araya getirir. National Instruments tarafından geliştirilen Multisim, NI Ultiboard ile birlikte sunulur. NI Ultiboard, baskılı devre kartı tasarımı için kullanılır. Multisim, mikrodenetleyici simülasyonunu da içerir ve bu sayede kullanıcılar devre tasarımını simüle edebilirler. Akademik ve endüstri alanında yaygın olarak kullanılan bir araçtır ve devre eğitimi, elektronik şematik tasarım ve SPICE simülasyonu için tercih edilir. NI Multisim yazılımının arayüzü Şekil 1’de görülmektedir.

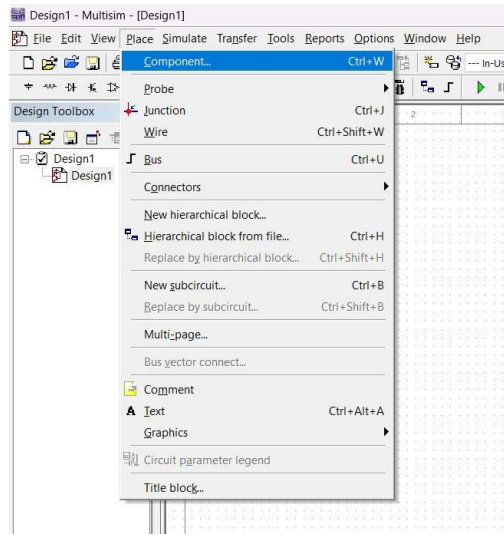


Şekil 1. NI Multisim arayüzü

Multisim, karmaşık elektronik tasarımlarını simüle etmek için güçlü bir araçtır. İhtiyaca göre devreler tasarlanabilir ve analiz edebilir. Bu yazılım kullanarak yapabilecek bazı uygulamalar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

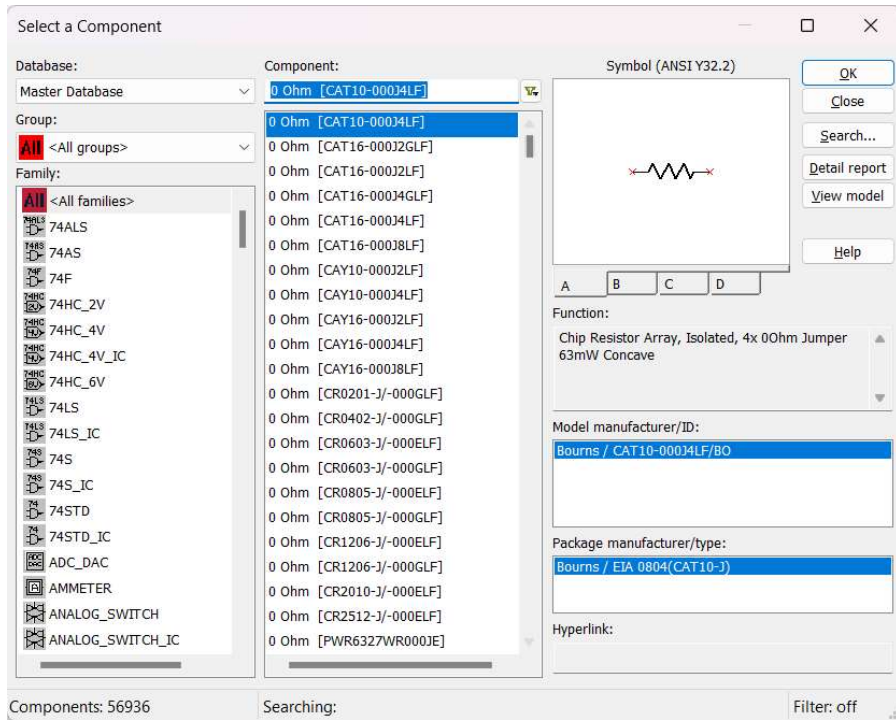
- 1- Elektronik Devre Tasarımı ve Simülasyonu:** Multisim, elektronik devrelerin şematik yakalama ve simülasyonunu gerçekleştirmeyi sağlar. Devre şemaları çizilebilir, bileşenler yerleştirilebilir ve devrelerin nasıl çalışacağı simüle edilebilir. Analog ve dijital devreler, güç kaynakları, sensörler, entegre devreler ve daha fazlasını tasarlanabilir.
- 2- Mikrodenetleyici Simülasyonu:** Multisim, mikrodenetleyicilerin davranışını simüle etmek için kullanışlıdır. Örneğin, Arduino veya PIC mikrodenetleyicileri için devreler tasarlanabilir ve simüle edebilir.
- 3- Frekans Tepki Analizi:** Multisim ile filtreler, osilatörler ve amplifikatörler gibi devrelerin frekans tepkisini analiz edebilmektedir. Bant geçiren, bant kesen ve geçiren filtreler tasarlanabilir.
- 4- Baskılı Devre Kartı Tasarımı:** NI Ultiboard (Multisim’in bir parçası), baskılı devre kartı (PCB) tasarımı için kullanılır. Multisim’de tasarlanan şemalar PCB’ye dönüştürülebilir.
- 5- Eğitim ve Öğrenme:** Multisim, öğrenciler ve mühendisler için elektronik devre tasarımı ve simülasyonu öğrenmek için harika bir araçtır. Üniversitelerde ve endüstri eğitimlerinde yaygın olarak kullanılır.

NI Multisim programında devre elemanlarına Şekil 2’de görüleceği üzere, yazılım arayüzünün sol üst köşesinde yer alan **Place > Component** seçeneklerinden ya da arayüzün üst kısmındaki elemanların yer aldığı bardan erişilebilir.



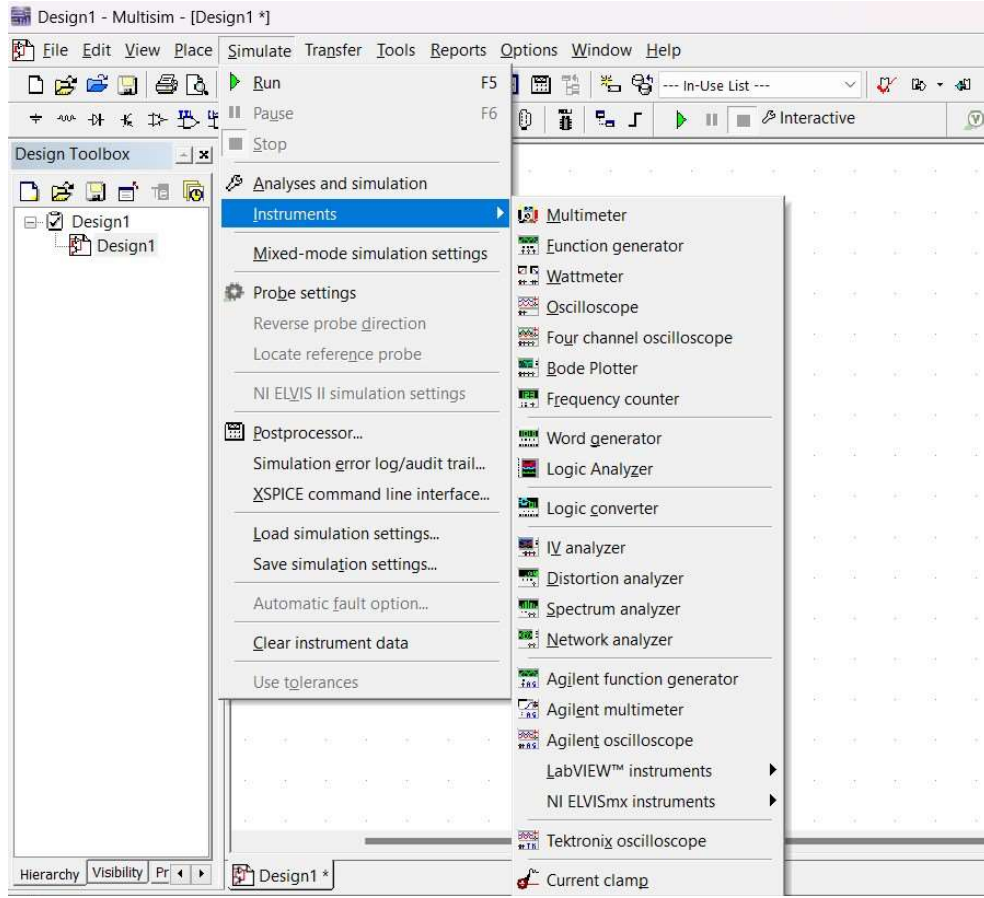
Şekil 2. Devre elemanlarına erişim

İlgili seçenekler seçildiğindeyse Şekil 3’te yer alan **Select a Component** penceresi açılacaktır. Adından da anlaşılacağı üzere bu pencere devre simülasyonunda kullanılacak elemanlara erişimi sağlamaktadır.



Şekil 3. Select a Component penceresi

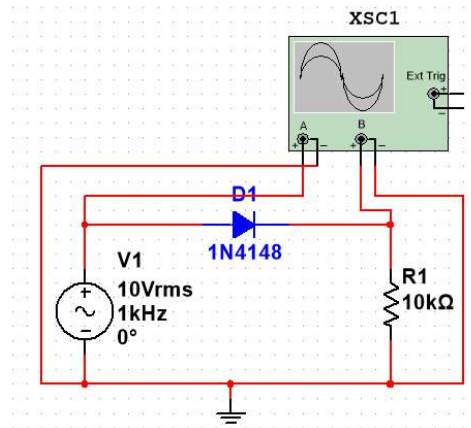
Ölçüm elemanlarına ise Şekil 4'te görüldüğü gibi **Simulate > Instrument** seçeneklerinden ulaşılabileceği gibi arayüzün sağ kısmında yer alan bardan da direkt erişilebilir.



Şekil 4. Ölçüm aletlerinin seçimi

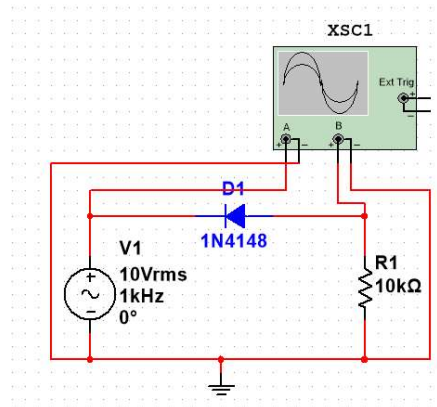
Deney Aşaması:

Deney, PC Laboratuvarında NI Multisim programı kullanılarak gerçekleştirilecektir. Bu deneyde diyot devrelerinde giriş ve çıkış gerilimleri osiloskop kullanılarak görüntülenecek ve yorumlanacaktır. Şekil 5 ve 6'da diyot devresine ilişkin deney düzeneği gösterilmektedir. Bu düzenek için gerekli eleman seçimleri ayrıntılı bir şekilde anlatılacaktır.



Şekil 5. İleri yön diyot devresi

- 1- Öncelikle Şekil 5'teki düzeneği kurunuz. Bunun için Multisim arayüzündeki **Place > Component** seçeneklerine tıklayınız. Karşınıza çıkan menüden **Sources > Power Sources** ailesini seçiniz. Açılan listeden kuracağınız devre için gerekli olan **AC_POWER** ve **GROUND** elemanlarını ekleyiniz. Eklenen AC gerilim kaynağı elemanına çift tıkladığınızda açılan pencereden gereken elektriksel özellikteki ayarlamaları yapabilirsiniz. Bu devrede giriş gerilimi değerini 10 V, frekansını 1kHz olarak giriniz ($V_i = 10 \sin(\omega t)$ ve $f = 1\text{kHz}$). Eklenen AC gerilim kaynağı elemanına sağa tıkladığınızda açılan pencereden ise elemanınızın ekranımızdaki görüntüsüyle ilgili gerekli ayarlamaları yapabilirsiniz. Bu ayarlama işlemleri ekleyeceğimiz tüm elemanlar için aynı şekildedir.
- 2- **Select a Component** penceresinden **Place > Basic** simgesine tıklayınız. Karşınıza çıkan menüden **RESISTOR** ailesini seçiniz. İsterseniz gerekli olan değerdeki direnci bulabilir veya herhangi bir direnç ekleyip sonrasında değerini ayarlayabilirsiniz. Kurmanız gereken devre için 1 adet direnç elemanı ekleyiniz ve değerini 10 k Ω olarak ayarlayınız.
- 3- **Select a Component** penceresinden **Place > Diodes** simgesine tıklayınız. Karşınıza çıkan menüden **SWITCHING_DIODE** ailesini seçiniz. Açılan listeden kuracağınız devre için uygun diyot elemanını bulmanız gerekecektir. Listenin üst kısmında Component olarak belirtilen arama çubuğuna 1N4148 kodunu yazarak çıkan elemanı ekleyiniz. Böylece devrenize bir Si diyot eklemiş olacaksınız. Deney ilk olarak diyotun doğru (ileri yön) kutuplanmasıyla gerçekleştirileceğinden kurulan düzenekte diyot kutuplama yönüne dikkat edilmelidir.
- 4- Multisim arayüzünün sağ bölümünde ölçü aletleri yer almaktadır. Bu sütunda yer alan **Oscilloscope** simgesine tıklayarak devrenize osiloskop ekleyebilirsiniz.
- 5- Ekranınızda eklediğiniz elemanları istediğinizde şekilde hareket ettirebilirsiniz ve bulunma yönlerini ayarlayabilirsiniz. Deney düzeneğini tamamlamak için fare ile elemanlar arasında bağlantı işlemi gerçekleştiriniz.
- 6- Son olarak giriş ve çıkış işaretlerini uygun bir şekilde gözlemlemek için osiloskopun özellikleri belirlenecektir. Şekil 5'te görüldüğü gibi devrenin giriş işareti osiloskopun A kanalından, çıkış işareti ise B kanalından görüntülenecektir. Açılan osiloskop ekranında giriş ve çıkış işaretlerinin düşey eksende görüntülenmesi için gerekli ayarları **Channel A** ve **Channel B** yazan bölmelerde Scale ve Y pos. (Div) kısmından yapabilirsiniz. Aynı şekilde giriş ve çıkış işaretlerinin yatay eksende görüntülenmesi için gerekli ayarları **Timebase** yazan bölmede Scale ve X pos. (Div) kısmından yapabilirsiniz. Ayrıca AC ve DC seçeneklerinden de AC ayarını yapmayı unutmayınız. Devreniz hazır olduğunda Run (F5) ve Stop seçenekleri ile simülasyonunuzu çalıştırıp sonlandırabilirsiniz.
- 7- Diyot devresi için diyotun ters (geri yön) kutuplanmasına ilişkin sonuçlar da elde edilmelidir. Bunun için Şekil 6'da gösterildiği gibi deney düzeneği üzerinde bulunan Si diyotun yönü değiştirilerek ters kutuplanması sağlanır. Osiloskop görüntüleme işlemleri ters (geri yön) kutuplanma için de aynı şekilde gerçekleştirilir.
- 8- Giriş ve çıkış gerilimlerini gözlemleyerek kaydediniz. Seri diyot deney yorumunu yapınız.



Şekil 6. Geri yön diyot devresi

Deney Sonrası Yapılacaklar:

- 1) NI Multisim yazılımını kişisel bilgisayarınıza kurunuz.
- 2) Şekil 5 ve 6'daki devrelerin modellemesini 10BQ040 diyot ile yapıp sonuçları kaydediniz. Gerçekleştirdiğiniz modellemenin çalışma görüntüsünü kaydedip deney sorumlusuna ulaştırınız.

Deney No:	2
Deney Adı:	Multisim Uygulamaları-2

Amaç: Bu laboratuvar deneyinde, 1. Deneyde tanıtılan NI Multisim yazılımı ile diyotlu devre modellemelerine devam edilecek ve önceki deneyde öğrenilenler pekiştirilecektir.

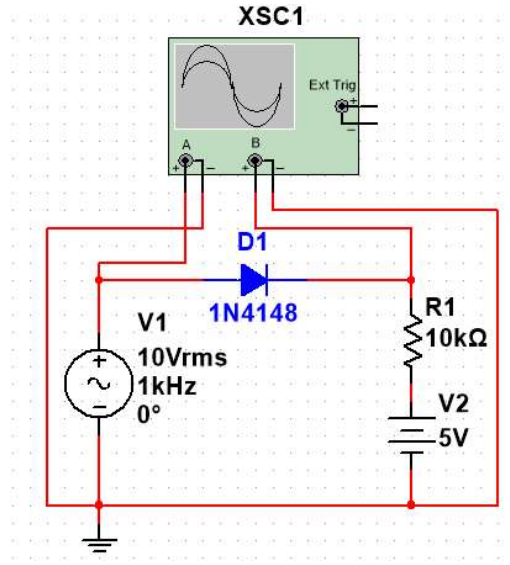
Laboratuvarda Kullanılacak Ekipmanlar:

- NI Multisim yazılımı

Deney Aşamaları:

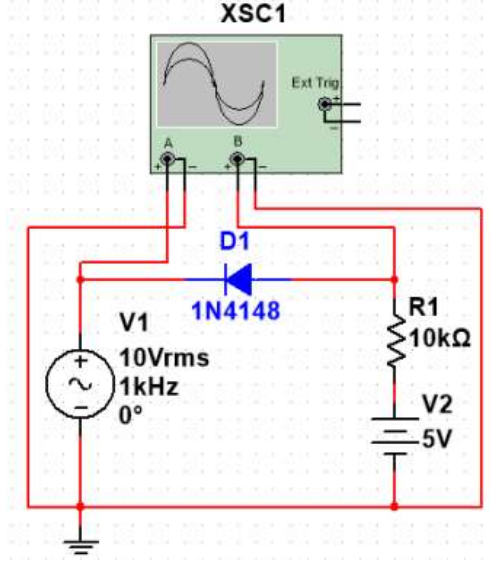
Deney, PC Laboratuvarında NI Multisim programı kullanılarak gerçekleştirilecektir. Bu deneyde diyot devrelerinde giriş ve çıkış gerilimleri osiloskop kullanılarak görüntülenecek ve yorumlanacaktır. Uygulamalar için gerekli eleman seçimleri ayrıntılı bir şekilde anlatılacaktır.

- **Uygulama 1:**



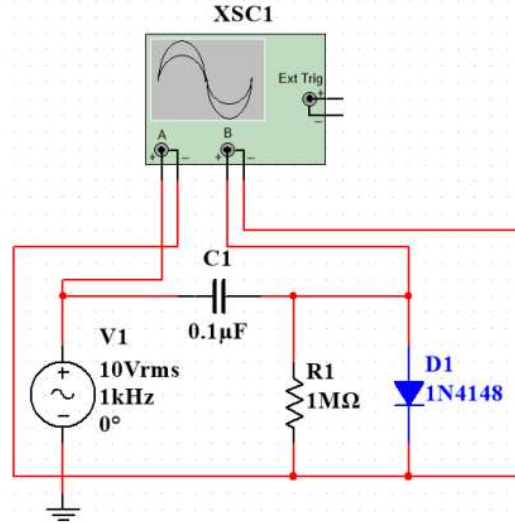
Şekil 1. Uygulama 1 ileri yön diyot devresi

- 1- Öncelikle Şekil1'deki devreyi kurunuz. Deney düzeneği için gerekli adımlar 1.deneydeki devre ile aynı şekilde yapılmaktadır. Bu deneyde sadece seviye değişimini sağlamak için DC gerilim elemanı eklenecektir. **Place > Component** seçeneklerine tıklayınız. Karşınıza çıkan menüden **Sources > Power Sources** ailesini seçiniz. Açılan listeden kuracağınız devre için gerekli olan **DC_POWER** elemanını ekleyiniz. Eklenen DC gerilim kaynağı elemanına çift tıkladığınızda açılan pencereden gereken elektriksel özellikteki ayarlamaları yapabilirsiniz. Bu devrede gerilim değerini 5 V olarak giriniz. Deney ilk olarak diyotun doğru (ileri yön) kutuplanmasıyla gerçekleştirileceğinden kurulan düzende diyot kutuplama yönüne dikkat edilmelidir.
- 2- Kurulan deney düzeneğinde yapılacak işlemler önceki deney ile aynıdır. Giriş ve çıkış işaretlerini uygun bir şekilde gözlemlenmek için osiloskopun özellikleri belirlenecektir. Şekil 1'de görüldüğü gibi devrenin giriş işareti osiloskopun A kanalından, çıkış işareti ise B kanalından görüntülenecektir. Devreniz hazır olduğunda Run (F5) ve Stop seçenekleri ile simülasyonunuzu çalıştırıp sonlandırabilirsiniz.
- 3- DC seviyesi değiştirilmiş seri diyot kırpma devresi için diyotun ters (geri yön) kutuplanmasına ilişkin sonuçlar da elde edilmelidir. Bunun için Şekil 2'de gösterildiği gibi deney düzeneği üzerinde bulunan Si diyotun yönü değiştirilerek ters kutuplanması sağlanır. Osiloskop görüntüleme işlemleri ters (geri yön) kutuplanma için de aynı şekilde gerçekleştirilir.
- 4- Giriş ve çıkış gerilimlerini gözlemleyerek kaydediniz. Sonuçları yorumlayınız.



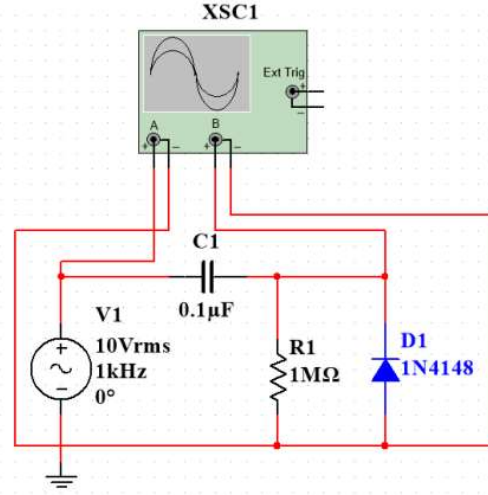
Şekil 2. Uygulama 1 geri yön diyot devresi

- Uygulama 2:



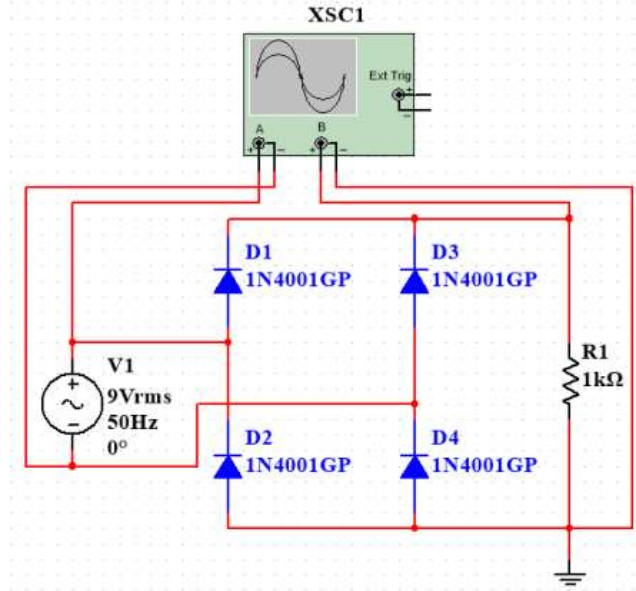
Şekil 3. Uygulama 2 ileri yön diyot devresi

- 1- Öncelikle Şekil 3'teki devreyi kurunuz. Deney düzeneğinde gerekli eleman seçimi için gerçekleştirilen adımlar 1. Deneydeki devre ile aynı şekilde yapılmaktadır. Bu deneyde sadece kondansatör elemanı eklenecektir. **Place > Component** seçeneklerine tıklayınız. Karşınıza çıkan menüden **Basic > CAPACITOR** ailesini seçiniz. İsterseniz gerekli olan değerdeki kondansatörü bulabilir veya herhangi bir tanesini ekleyip sonrasında değerini ayarlayabilirsiniz. Kurmanız gereken devre için 1 adet kondansatör elemanı ekleyiniz ve değerini 0.1µF olarak ayarlayınız. Ayrıca eklediğiniz direnç 1 MΩ olmalıdır. Deney ilk olarak diyotun doğru (ileri yön) kutuplanmasıyla gerçekleştirileceğinden kurulan düzenekte diyot kutuplama yönüne dikkat edilmelidir. Osiloskop görüntüleme işlemleri aynı şekilde gerçekleştirilir.
- 2- Diyot devresi için diyotun ters (geri yön) kutuplanmasına ilişkin sonuçlar da elde edilmelidir. Bunun için Şekil 4'te gösterildiği gibi deney düzeneği üzerinde bulunan Si diyotun yönü değiştirilerek ters kutuplanması sağlanır. Osiloskop görüntüleme işlemleri ters (geri yön) kutuplanma için de aynı şekilde gerçekleştirilir.
- 3- Giriş ve çıkış gerilimlerini gözlemleyerek kaydediniz. Sonuçları yorumlayınız.



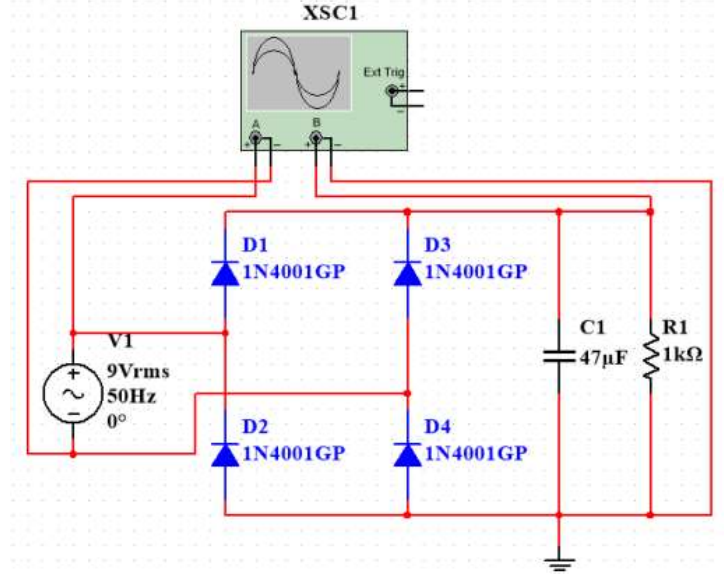
Şekil 4. Uygulama 2 geri yön diyot devresi

- Uygulama 3:



Şekil 5. Uygulama 3 diyot devresi

- 1- Şekil 5'teki devreyi kurunuz. Deney düzeneğinde gerekli eleman seçimi için gerçekleştirilen adımlar 1.deneydeki devre ile aynı şekilde yapılmaktadır. Osiloskop görüntüleme işlemleri aynı şekilde gerçekleştirilir.
- 2- Giriş ve çıkış gerilimlerini gözlemleyerek kaydediniz. Çıkış geriliminin maksimum değerini ölçüm yoluyla elde ediniz. Deney yorumunu yapınız.



Şekil 6. Uygulama 3 kondansatör filtreli diyot devresi

- 3- Şekil 6'daki devreyi kurunuz. Deney düzeneğinde gerekli eleman seçimi için gerçekleştirilen adımlar önceki deneydeki devreler ile aynı şekilde yapılmaktadır. Osiloskop görüntüleme işlemleri aynı şekilde gerçekleştirilir.
- 4- Giriş ve çıkış gerilimlerini gözlemleyerek kaydediniz. Çıkış gerilimin maksimum değerini ölçüm yoluyla ortalama değerini ise hesap yoluyla elde ediniz. Kondansatör filtreli tam dalga doğrultucu deney yorumunu yapınız.

Deney Sonrası Yapılacaklar:

- 1) Şekil 1 ve 2'de yer alan devreleri, 5V'luk DC kaynağın yönünü değiştirerek gerçekleştiriniz, sonuçları kaydediniz.
- 2) Diyot kenetleme devresi, diyot kırpma devresi, diyotlu tam dalga doğrultucu devresi ne işe yarar her birini kısaca açıklayınız.

Deney No:	3
Deney Adı:	Diyot Karakteristikleri

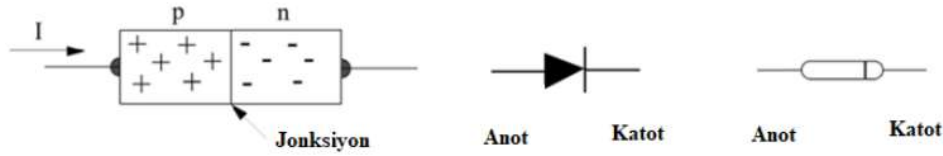
Amaç: Bu laboratuvar deneyinde, Elektronik-1 dersinde tanıtılan diyotun nasıl çalıştığı deneysel olarak gözlemlenmek istenmektedir. Diyot, akımı sadece bir yönde ileten bir devre bileşenidir.

Laboratuvarda Kullanılacak Ekipmanlar:

- Elektronik devreler eğitim seti
- Bağlantı kabloları
- Ölçüm cihazı (Multimetre)
- Osiloskop
- 1 Adet 1 k Ω , 470 k Ω direnç
- 1 Adet 1N4001 diyot
- 1 Adet Led

Genel Bilgiler:

Diyotlar yarı iletken malzemelerden imal edilirler ve p-tipi ve n-tipi iki malzemenin bir araya gelmesi ile meydana gelir. A harfi anot ucunu, K harfi katot ucunu sembolize eder. Aşağıdaki yapıda akımın oluşabilmesi için elektronların harekete geçmesi, elektronların harekete geçmesi içinde sisteme enerji uygulanması gerekir. p ve n tipi malzemeler kimyasal yolla birleştiğinde n-tipindeki çoğunluk taşıyıcı elektronlar birleşme yüzeyine doğru harekete geçerler. Aradaki çizgi ile gösterilen kısım enerji seviyesidir ve elektronların yer değiştirmesini engeller. Elektronların yer değiştirmesini engelleyen bu kısma jonksiyon adı verilir. Jonksiyonun aşılması için bu bölgede gerilim harcanır. Bu harcanan gerilimin büyüklüğü malzemeye göre değişir. Silisyum diyotlar için 0.6V-0.7 V aralığında olan bu gerilim Germanyum diyotlar için 0,2V-0.3V aralığındadır. Diyot yapısı Şekil 1’de görülmektedir.

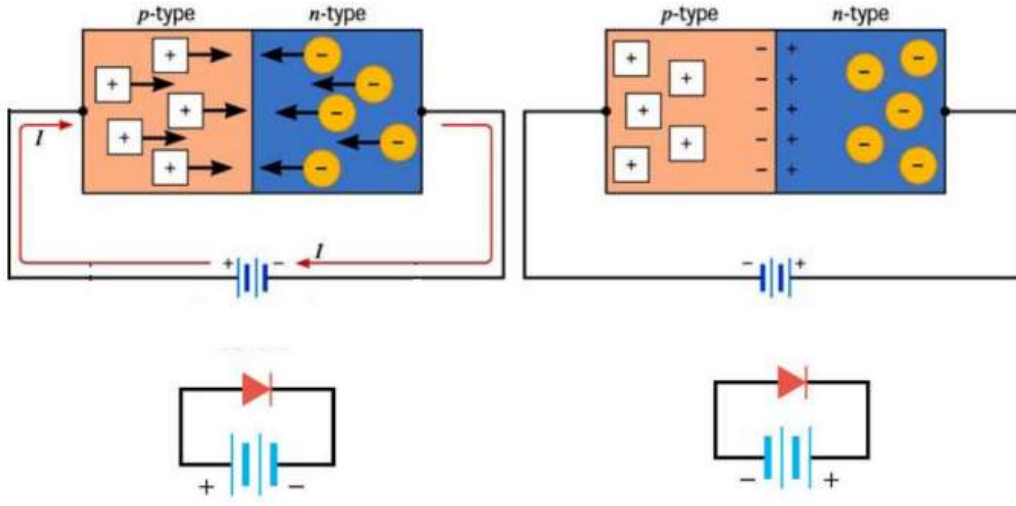


Şekil 1. Diyot yapısı

Bu harcanan gerilime eşik voltajı denir. Eşik voltajı aşıldıktan sonra n-tipi malzemenin p-tipi malzemeye elektron akışı olurken, elektron akışının zıttı yönde akım akışı olur. Diyot p ve n-tipi yarı iletkenin aynı kristal yapıda oluşturulması ile elde edilen devre elamanıdır. Diyotlar elektrik akımını tek yönde geçirirler. Diyotun akımı geçirip geçirmeyeceği gerilimle kontrol edilir.

Diyotun iletme geçip geçmemesi uygulanan gerilim büyüklüğü ve polaritesine bağlıdır. Aşağıdaki devrelerde görüldüğü üzere, soldaki devrede olduğu gibi kaynağın polaritesi ile diyotun polaritesi aynı olursa ileri kutuplama, sağdaki gibi kaynak polaritesi ile diyot polaritesi ters olursa ters kutuplama olur.

Diyotlar ileri kutuplama ve yeterli gerilim uygulanır ise iletme geçer, ileri kutuplamada yetersiz gerilim uygulanırsa iletme geçemez. Kullanılan diyot ideal ise elektriksel eşdeğerde kısa devre, Si ve Ge diyotta diyotun yeri eşik voltajı büyüklüğünde bir gerilim kaynağı ile gösterilir.



(a) İleri Kutuplama

(b) Geri Kutuplama

Şekil 2. Diyot kutuplamaları

Diyotlar ters kutuplamada iken yapıldığı maddeden bağımsız olarak elektriksel eşdeğerde yeri açık devre olarak gösterilir ve diyot kesimdedir. Akım geçirmez. İdeal diyoudu ters kutuplamada akım geçirmez olarak kabul etmemize rağmen pratikte gerçek diyorlar ters yönde de de mikroamperler seviyesinde çok küçük akımlar geçirebilir. Şekil 2’de bir diyotun kutuplanma şekilleri verilmiştir.

Diyot Sağlamlık Testi

Diyotun sağlamlık testi iki şekilde yapılır:

- **Ohmmetre ile;** diyot bir yönde küçük direnç ($300 \Omega - 3000 \Omega$), problar ters takıldığında ise büyük direnç ($50 k\Omega - 200 k\Omega$) gösteriyorsa sağlamdır.
- **Polarlama gerilimi ile;** dijital ölçü aletinin diyot kademesinde yapılan ölçümde bir yönde diyot üzerinde $0.2 V - 0.95 V$ görülür, diğer yönde herhangi bir değer ölçülmez ise diyot sağlamdır.

Diyot Uçlarının Belirlenmesi

- Diyot uçlarının belirlenmesi için öncelikle fiziki kontrol yapılır. Diyotun bir ucunda gri bant var ise bu katot ucudur.
- Gri bant silinmiş veya görülemiyor ise ohmmetre kullanılarak ölçüm yapılarak belirlenebilir. Diyotun bacakları belirlenirken ölçü aleti direnç ölçme kademesine getirilir ve diyotun uçları şu şekilde ölçülür: Düşük direnç ölçülen durumda ölçü aletinin siyah probun takılı olduğu uç katot (-) ucunu, kırmızı probun takılı olduğu uç diyotun anot (+) ucunu gösterir.

Diyot Kodlaması

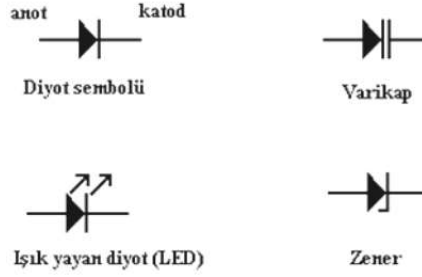
- Türkiye’de genellikle diyotlarda Amerikan standartları kullanılır. Buna göre en baştaki rakam malzemenin çeşidini (1 ise diyot, 2 ise transistör) verir. İkinci harf malzemenin yapıldığı maddeyi (N ise Silisyum) verir. Sonraki rakamlar ise elemanın teknik özelliklerini verir.

Diyot Çeşitleri

Diyot çeşitleri ve bazı semboller aşağıda verilmiştir.

- Kristal diyot
- Zener diyot
- Tünel diyot
- Led diyot
- Foto diyot
- Varikap diyot
- Anahtarlama diyotu

- Kızılötesi diyotu
- Schottky diyotları

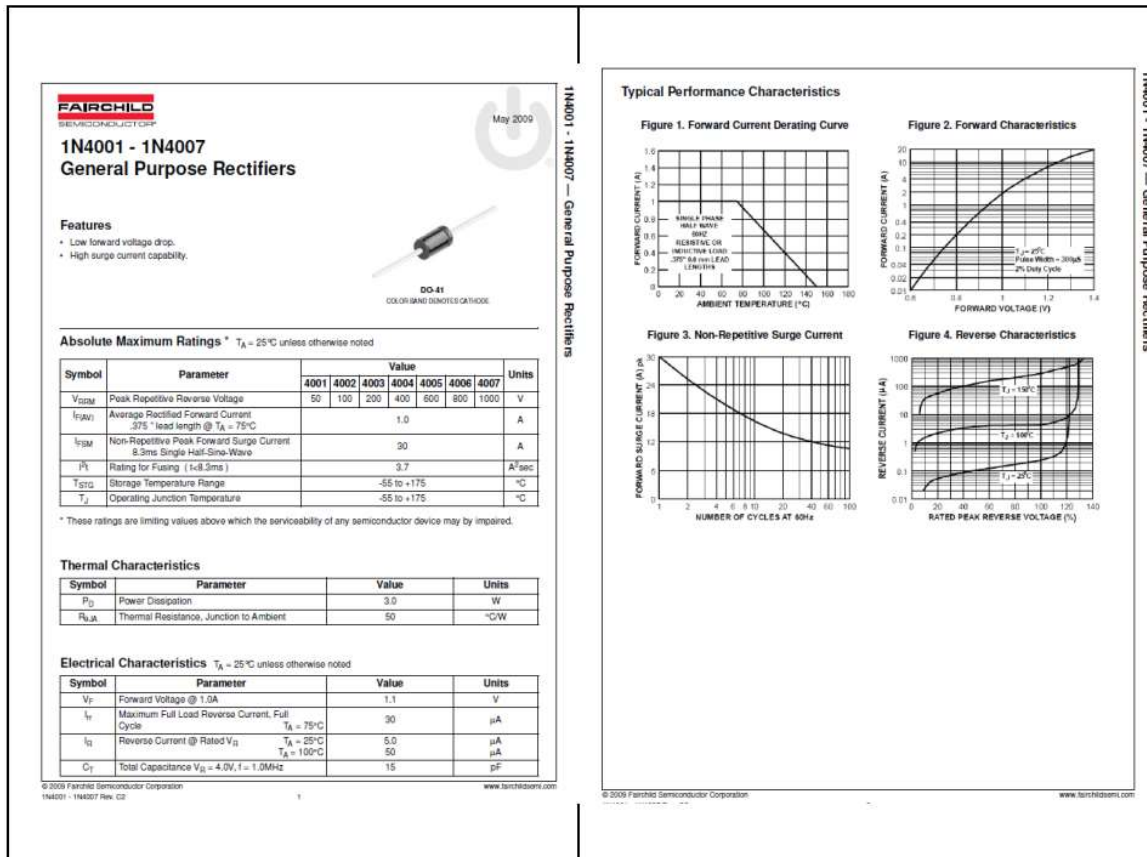


Şekil 3. Bazı Diyot Sembolleri

Diyot Kullanırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

- 1- Ters dayanma geriliminin üzerine çıkılmamalıdır,
- 2- Maksimum taşıma akımından daha fazla akım çekilmemelidir.

Bir diyotun yukarıda bahsedilen değerlere ve karakteristiğine datasheet denilen kullanma kılavuzundan ulaşılabilir. Deneyde kullandığımız diyotun datasheeti Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. 1N4001 - 1N4007 Diyotlarına ait datasheet

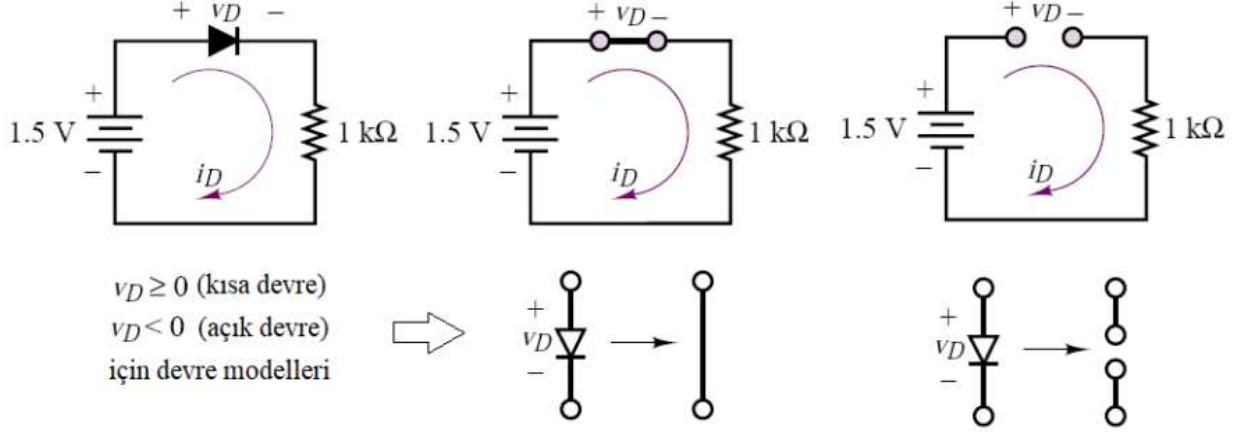
Diyot Modelleri

Diyotun özelliği direnç gibi değildir. Yani $V=RI$ şeklinde doğrusal bir bağıntı yoktur. Diyotun akımı ile gerilimi arasındaki bağıntı üstel ifadeler içeren karışık bir yapıdadır. Bu gerçek bağıntıyı kullanmak hesapları zorlaştırır. Bu yüzden basitleştirilmiş diyot bağıntıları ve modelleri kullanılır. Basitleştirilmiş Diyot bağıntılarında belli bir oranda hata mevcuttur. En fazla kullanılan basitleştirilmiş

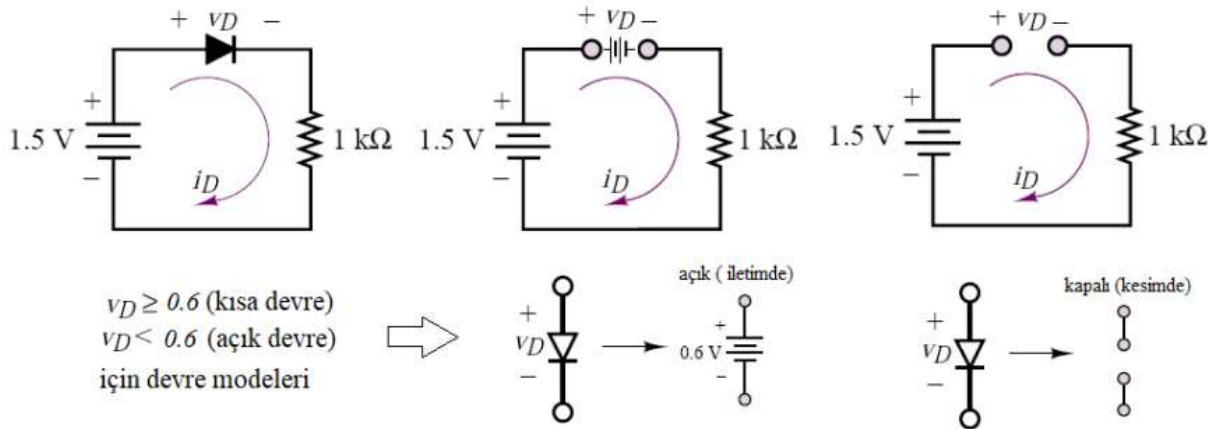
yöntemler şunlardır.

- 1- İdeal diyot varsayımı
- 2- Diyotu sabit gerilim düşümüne sahip bir eleman varsayımı
- 3- Diyotu sabit gerilim düşümü ve seri bağlı bir direnç varsayımı

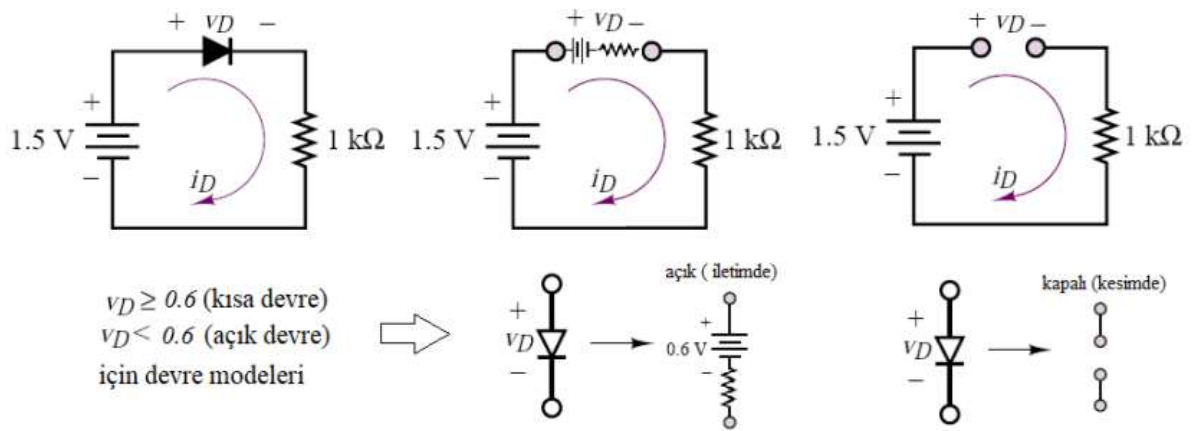
1. İdeal diyot modeli:



2. Eşik voltaj modeli:



3. Eşik voltaj ve direnç modeli:



Deney Aşaması:

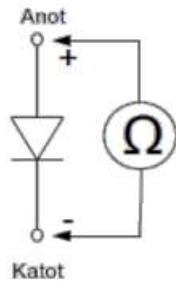
Ön bilgiler kısmında verilen bilgiler ışığında diyotun sağlamlık testi yapılacaktır. Diyotun sağlamlık testi için aşağıdaki işlem basamakları izlenmelidir.

- Doğru Polarma Testi

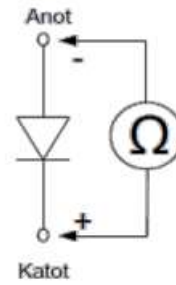
- 1- Ohmmetre probunu Şekil 5 (a)'daki gibi diyot uçlarına bağlayın.
- 2- Ohmmetre komütatörünü büyük kademelerden birine (örneğin, 200 K veya 20 M) getirerek diyotun ileri yöndeki direncini ölçün ve kaydedin.
- 3- Diyotun üzerinden akımın rahatça geçtiğini gözlemleyeceksiniz.

- Ters Polarma Testi

- 1- Ohmmetre probunu Şekil 5 (b)'deki gibi diyot uçlarına bağlayın.
- 2- Ohmmetre komütatörünü büyük kademelerden birine getirerek diyotun ters yöndeki direncini ölçün ve kaydedin.
- 3- Diyotun ters yönde çok yüksek bir dirence sahip olduğunu gözlemleyeceksiniz.



(a) Doğru polarma



(b) Ters polarma

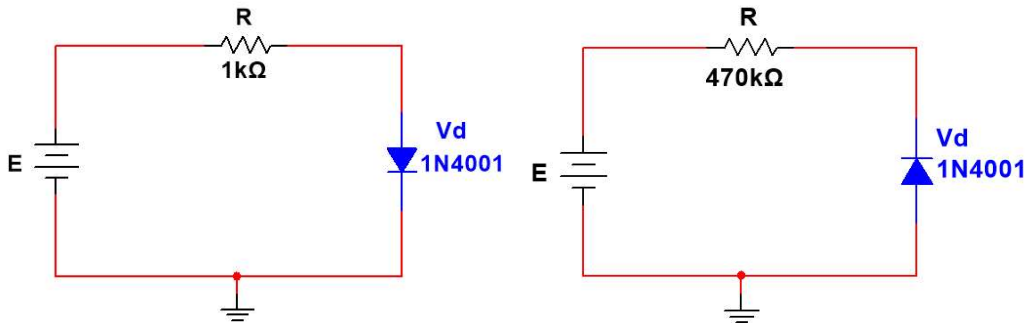
Şekil 5. Diyot polarma testleri

- 4- İki durumda elde edilen direnç değerleri ile Tablo 1'i doldurunuz.

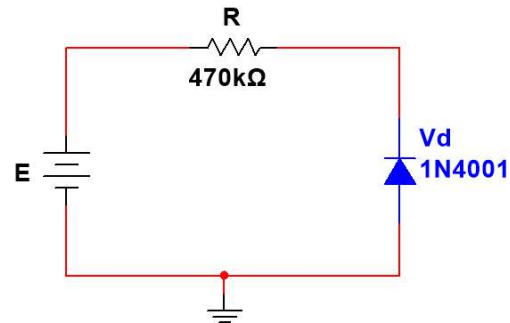
Polarma Tipi	Doğru Polarma	Ters Polarma
Ölçülen Direnç Değeri		

Tablo 1. Sağlamlık testi sonuçları

- Diyotun Akım-Gerilim Karakteristiğinin Elde Edilmesi



(a) İleri yön diyot devresi



(b) Geri yön diyot devresi

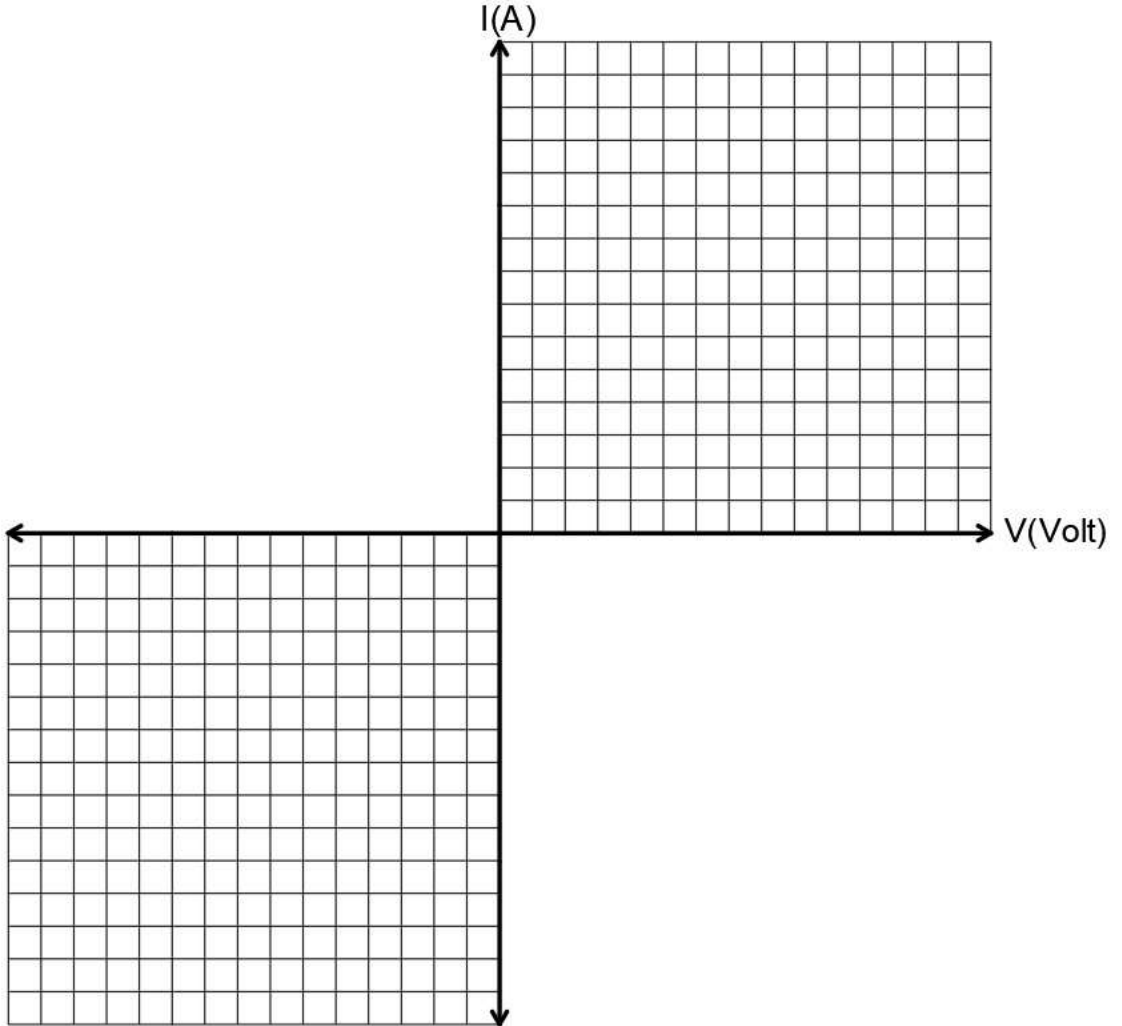
Şekil 6. Diyot akım gerilim karakteristiğinin elde edilmesi

- 1- Şekil 6 (a)'daki devreyi kurunuz, E gerilim kaynağını, diyot uçlarındaki Vd'nin Tablo 2'deki değerleri için ayarlayınız ve gerekli ölçüm bilgilerini tabloya kaydediniz. (R=1kΩ için)

Vd(Volt)	E(Volt)	Vr(Volt)	I=Vr/R
0			
0.2			
0.4			
0.5			
0.55			
0.6			
0.62			
0.65			
0.7			

Tablo 2. Diyotun akım-gerilim karakteristiği sonuçları

- 2- Tablo 2’de elde ettiğiniz I ve Vd değerlerini kullanarak, diyotun I-V karakteristik eğrisini çiziniz.

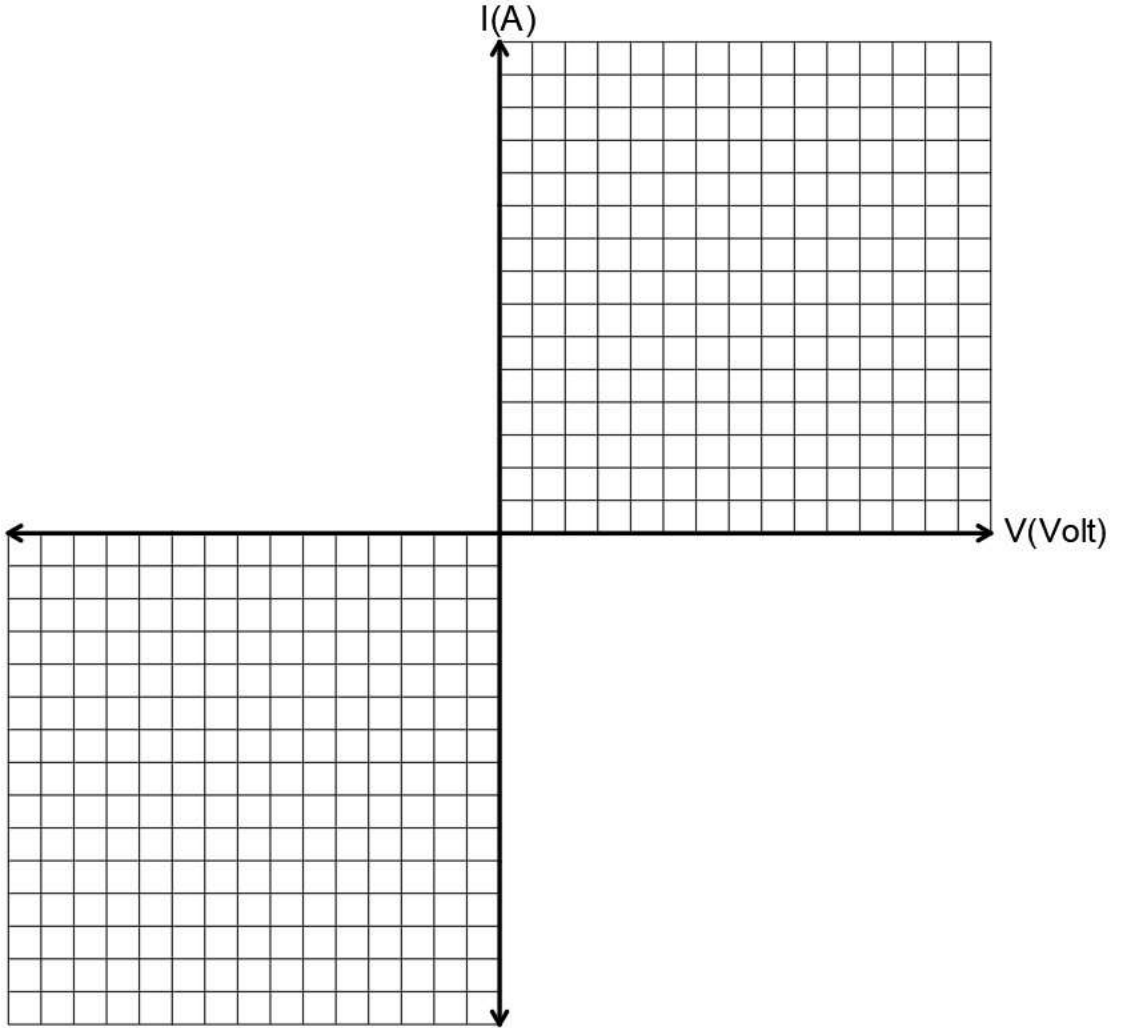


- 3- Şekil 6 (b)’deki devreyi kurunuz, E gerilim kaynağını, diyot uçlarındaki Vd’nin Tablo 3’teki değerleri için ayarlayınız ve gerekli ölçüm bilgilerini tabloya kaydediniz. (R=470kΩ için)

Vd(Volt)	E(Volt)	Vr(Volt)	I=Vr/R
0			
-5			
-10			
-15			
-20			
-25			

Tablo 3. Diyotun akım-gerilim karakteristiği sonuçları

4- Tablo 3'te elde ettiğiniz I ve Vd değerlerini kullanarak, diyotun I-V karakteristik eğrisini çiziniz.



Deney Sonrası Yapılacaklar:

- 1) Diyot devre elemanının çalışma prensibi hakkında teorik bilgiler, diyot karakteristikleri ve uygulamada diyot testlerinin yapılışı hakkında kısaca bilgiler veriniz.
- 2) Kataloglarda verilen diyot parametrelerini araştırıp, deneyde kullanılacak diyotlar için çalışma frekans aralıklarını, maksimum iletim akımlarını ve kırılma gerilimlerini inceleyiniz.
- 3) Zener Diyot ve Schottky diyodu araştırınız.

Deney No:	4
Deney Adı:	Kırpıcı Devreler

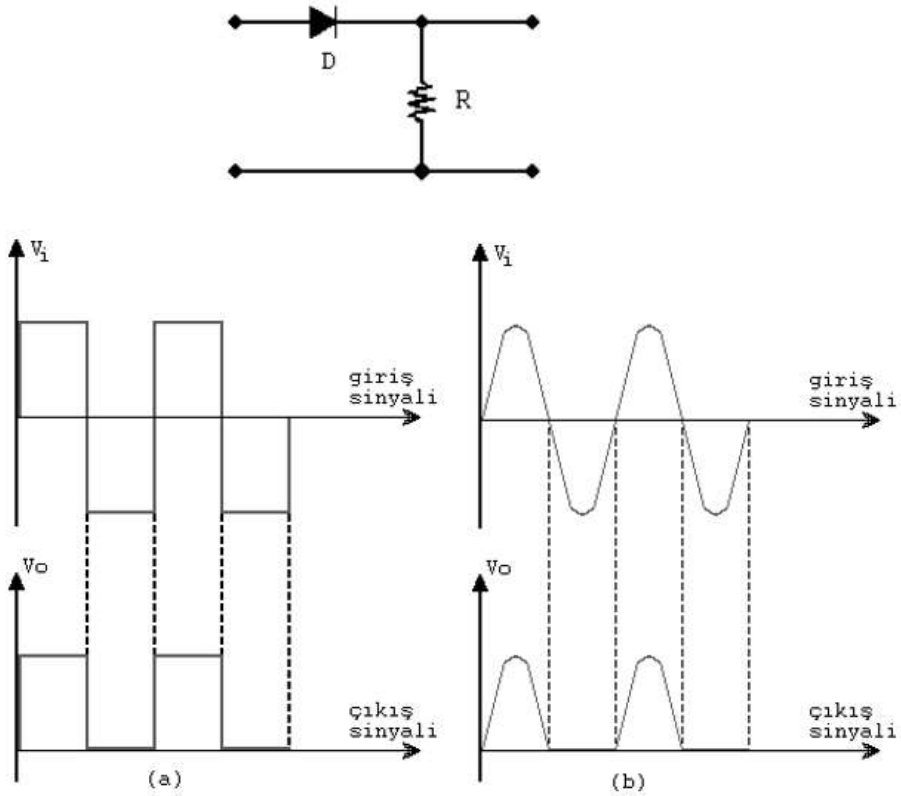
Amaç: Bu laboratuvar deneyinde, diyotların kırpıcı devrelerde kullanım alanlarının deneysel olarak gözlemlenmesi istenmektedir.

Laboratuvarda Kullanılacak Ekipmanlar:

- Elektronik devreler eğitim seti
- Sinyal jeneratörü
- Osiloskop
- Ölçüm cihazı (Multimetre)
- Bağlantı kabloları
- 1 Adet 1N4001 Diyot
- 1 Adet $1k\Omega$ Direnç

Genel Bilgiler:

Elektronik biliminin temel işlevi, elektriksel sinyalleri kontrol etmek ve ihtiyaca göre işlemektir. Pek çok cihaz tasarımında elektriksel bir işareti istenilen seviyede kırpmak veya sınırlandırmak gerekebilir. Belirli bir sinyali kırpmak veya sınırlama işlemi için genellikle diyotlardan yararlanılır. Bu bölümde kırpıcı (Limiting) diyot devrelerini ayrıntılı olarak incelenecektir.

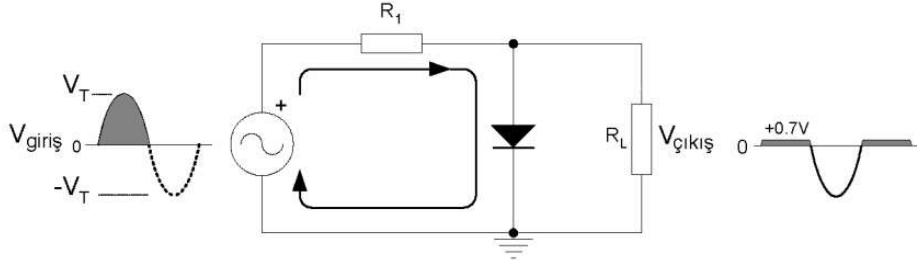


Şekil 1. Kırpıcı devre

En temel kırpıcı devre olan yarım dalga doğrultucu devresi ile kare ve sinüsoidal giriş gerilimlerine karşılık düşen çıkış gerilimlerine ait grafikler Şekil 1'de verilmiştir. Burada negatif alternanslar kırılmıştır.

Negatif ve Pozitif Kırpıcı Devreler

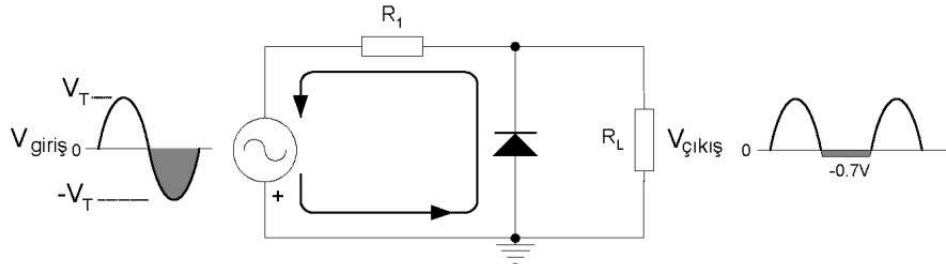
Kırpıcı devreler, girişine uygulanan işaretin bir kısmını çıkışına aktarır, diğer bir kısmını ise kırpan devrelerdir. Örneğin Şekil 2’de görülen devrede giriş işaretinin pozitif alternansı kırılıp atılmış, çıkışa sadece negatif alternans verilmiştir. Bu devreye pozitif kırpıcı devre denir.



Şekil 2. Pozitif kırpıcı devre

Şekil 2’de görüldüğü gibi. Giriş işaretinin pozitif alternansında diyot doğru yönde polarlanmıştır. Çünkü anoduna $+V_T$ gerilimi, katoduna ise 0 V uygulanmıştır. Diyot iletimdedir. Diyot üzerinde 0.7V ön gerilim görülür. Bu gerilim, diyota paralel bağlanmış R_L yük direnci üzerinden alınır. Giriş işaretinin negatif alternansında ise diyot ters yönde polarlanmıştır. Dolayısıyla kesimdedir. Negatif alternans olduğu gibi R_L yük direnci üzerinde görülür.

Giriş işaretinin sadece negatif alternansının kırıldığı, negatif kırpıcı devre ise Şekil 3’te görülmektedir. Bu devrede; giriş işaretinin negatif alternansı kırılmış, çıkıştan sadece pozitif alternans alınmıştır.



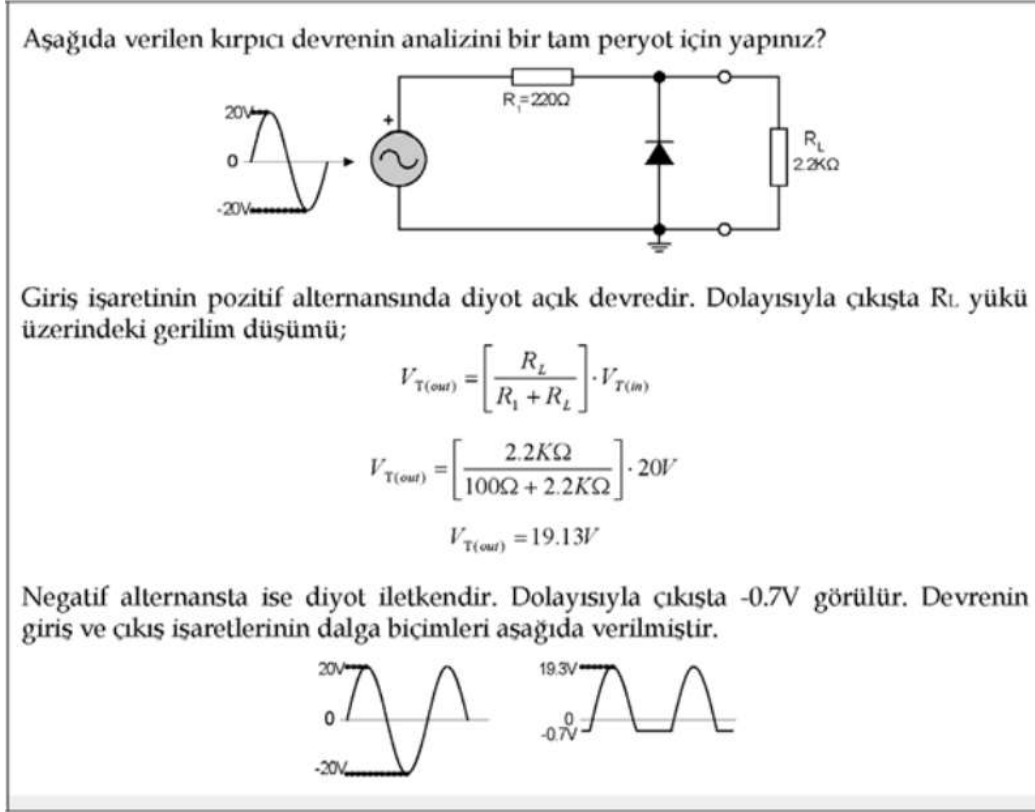
Şekil 3. Negatif kırpıcı devre

Negatif kırpıcı devredeyse giriş işaretinin pozitif alternansında, diyot ters yönde polarlanmıştır. Dolayısıyla kesimdedir. Girişteki pozitif alternans R_L yük direnci üzerinde olduğu gibi elde edilir. Giriş işaretinin negatif alternansında ise diyot iletimdedir. Üzerinde sadece 0.7V diyot ön gerilimi elde edilir. Bu gerilim diyota paralel bağlı R_L yük direnci üzerinde de oluşacaktır.

Her iki kırpıcı devrede çıkıştan alınan işaretin değerini belirlemede R_1 ve R_L dirençleri etkindir. Çıkış işaretinin alacağı değer yaklaşık olarak aşağıdaki formül yardımıyla bulunabilir.

$$V_{Çıkış(Tepe)} = \left[\frac{R_L}{R_L + R_1} \right] \cdot V_{Giriş}$$

Kırpıcı devre analizi ile ilgili bir örnek ve çözümü aşağıda verilmiştir.

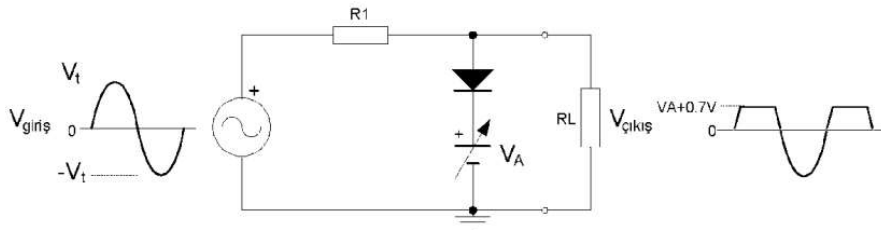


Polarlamalı Kırpıcı ve Sınırlayıcı Devreler

Pozitif veya negatif alternansları kıran kırpıcı devreleri ayrıntılı olarak inceledik. Dikkat ederseniz kırma işlemi diyot ön gerilimi hariç bir tam periyot boyunca gerçekleşiyordu. Bu bölümde çıkış işaretinin pozitif veya negatif alternanslarını istenilen veya belirtilen bir seviyede kıran devreleri inceleyeceğiz.

- Polarlamalı Kırpıcılar

Girişinden uygulanan sinüzoidal işaretin pozitif alternansını istenilen bir seviyede kıran kırpıcı devre Şekil 4'te görülmektedir. Devre girişine uygulanan sinüzoidal işaretin (V_g) pozitif alternansı, V_A geriliminin belirlediği değere bağlı olarak kırılmaktadır. Bu devreye polarlamalı pozitif kırpıcı devre denir.

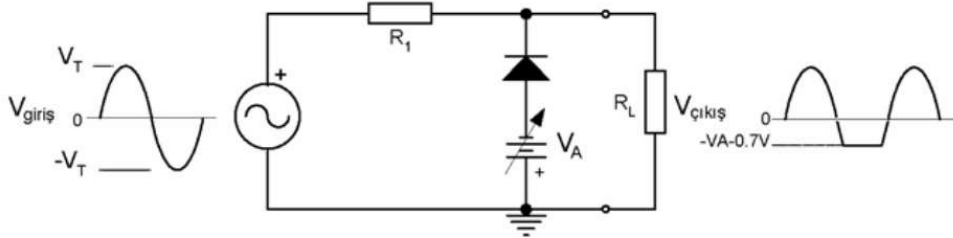


Şekil 4. Polarmalı pozitif kırpıcı devre

Devre analizini V_g geriliminin pozitif ve negatif alternansları için ayrı ayrı inceleyelim. Girişten uygulanan işaretin pozitif alternansı, diyotun katoduna bağlı V_A değerine ulaşana kadar diyot kesimdedir. Çünkü diyotun katodu anoduna nazaran pozitifdir. Bu durumda devre çıkışında V_g gerilimi aynen görülür. Girişten uygulanan V_g geriliminin pozitif alternansı V_A değerinden büyük ($V_g = 0.7 + V_A$) olduğunda diyot doğru yönde polarlanacak ve ilettime geçecektir. Diyot ilettime geçtiği anda V_A gerilimi doğrudan çıkışa aktarılacak ve R_L yükü üzerinde görülecektir

Giriş işareti negatif alternansa ulaştığında ise diyot devamlı kesimdedir. Dolayısıyla V_A kaynağı

devre dışıdır. R_L yükü üzerinde negatif alternans olduğu gibi görülür. Devrede kullanılan R_1 direnci akım sınırlama amacıyla konulmuştur. Üzerinde oluşan gerilim düşümü küçük olacağı için ihmal edilmiştir. Diyot üzerine düşen ön gerilim (0.7 V) diyot ideal kabul edilerek ihmal edilmiştir. Şekil 5'te ise polarmalı negatif kırpıcı devre görülmektedir. Bu devre, giriş işaretinin negatif alternansını istenilen veya ayarlanan bir seviyede kırpmaktadır.

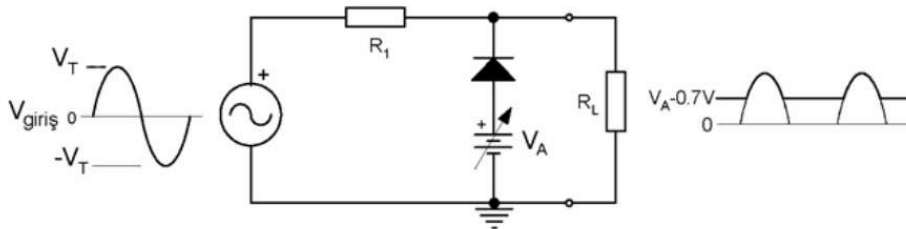


Şekil 5. Polarmalı negatif kırpıcı devre

Giriş işaretinin tüm pozitif alternansı boyunca devredeki diyot kesimdedir. V_A kaynağı devre dışıdır. Çıkıştaki R_L yükü üzerinde tüm pozitif alternans olduğu gibi görülür. Giriş işaretinin negatif alternansı, diyotun anoduna uygulanan V_A geriliminden daha büyük olana kadar diyot kesim halini sürdürür. Dolayısıyla çıkışta negatif alternans görülmeye devam eder. Giriş işaretinin negatif alternansı V_A gerilimi değerinden büyük ($V_g=0.7+V_A$) olduğunda diyot iletme geçecektir. Diyot iletme geçtiği anda çıkışta V_A kaynağı görülür.

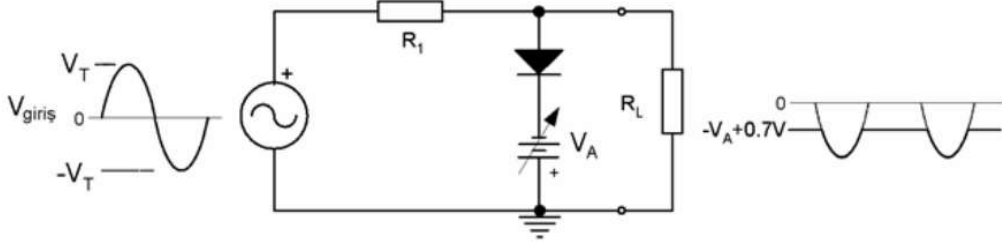
- Polarlamalı Sınırlayıcılar

Şekil 6'da devre giriş işaretinin pozitif seviyesini V_A gerilimine bağlı olarak sınırlamaktadır. Bu devreye pozitif sınırlayıcı denir. Giriş işareti, diyotun anoduna bağlanan V_A değerine ulaşana kadar diyot iletmedir. Bu durumda çıkışta V_A kaynağı görülür. Girişten uygulanan işaret V_A değerinden büyük olduğunda ise diyot kesime geçecektir. Diyot kesimde olduğunda devre çıkışında giriş işareti aynen görülecektir. Dolayısıyla giriş işaretinin tüm negatif alternansı boyunca diyot iletimde olduğu için çıkışta V_A kaynağı görülecektir.



Şekil 6. Pozitif sınırlayıcı devre

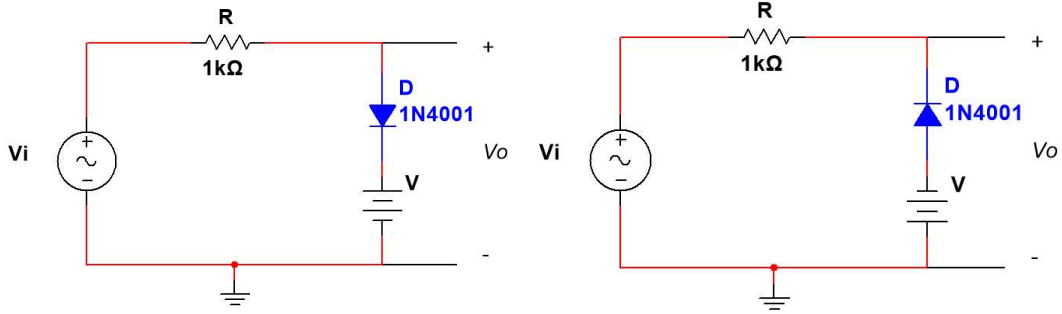
Giriş işaretinin negatif seviyesini istenilen bir değerde sınırlayan devre şeması Şekil 7'de verilmiştir. Giriş işaretinin tüm pozitif alternansı boyunca diyot iletmedir. Çıkışta V_A kaynağı olduğu gibi görülür. Giriş işaretinin negatif alternansı, diyotun katoduna uygulanan V_A geriliminden daha negatif olduğunda ise diyot kesime gidecektir. Diyot kesimde olduğunda giriş işareti aynen çıkışta görülecektir. Bu devreye negatif sınırlayıcı denir.



Şekil 7. Negatif sınırlayıcı devre

Kırpıcı devreler, diyotların çalışma prensiplerinin anlaşılması ve analizi için oldukça önemlidir. Unutulmamalıdır ki birçok elektronik devre tasarımında ve elektronik cihazlarda DC ve AC işaretler iç içedir ve birlikte işleme tabi tutulurlar. Dolayısıyla herhangi bir sinyalin işlenmesinde diyotun işlevi önem kazanır. Kırpıcı devreler, seri ve paralel olarak tasarlanabilir.

Deney Aşaması:



(a) Polarmalı pozitif kırpıcı devre

(b) Polarmalı negatif kırpıcı devre

Şekil 8. Kırpıcı devrelerin karakteristiklerinin elde edilmesi

- 1- Şekil 8 (a)'daki pozitif polarmalı kırpıcı devresini kurunuz.
- 2- Sinyal jeneratörünün çıkışını $V_i = 5\text{Vrms}$ ve $f = 1\text{KHz}$ olacak şekilde ayarlayınız. V_{DD} DC güç kaynağını ise sırasıyla 0V, 3V, 6V seviyelerine getirerek V_o çıkışından elde edilen dalga şekillerini Tablo 1'e çiziniz.
- 3- Şekil 8 (b)'deki negatif polarmalı kırpıcı devresini kurunuz.
- 4- Sinyal jeneratörünün çıkışını $V_i = 5\text{Vrms}$ ve $f = 1\text{KHz}$ olacak şekilde ayarlayınız. V_{DD} DC güç kaynağını ise sırasıyla 0V, 3V, 6V seviyelerine getirerek V_o çıkışından elde edilen dalga şekillerini Tablo 2'ye çiziniz.

V_{DD}	0V	3V	6V
V_o Dalga Şekli			

Tablo 1. Polarmalı pozitif kırpıcı devre çıkış dalga şekilleri

V_{DD}	0V	3V	6V
V_o Dalga Şekli			

Tablo 2. Polarmalı negatif kırpıcı devre çıkış dalga şekilleri

Deney Sonrası Yapılacaklar:

- 1) Kırpıcı devrelerle ilgili kısaca bilgi veriniz. Hangi amaçla kullanılırlar açıklayınız. (Föyde yer almayan bilgiler veriniz)
- 2) Şekil 8’de yer alan devreleri Multisim programında kurup çalıştırınız. Elde ettiğiniz sonuçları deney esnasında elde ettiğiniz sonuçlarla kıyaslayınız.

Deney No:	5
Deney Adı:	Yarım Dalga Doğrultucu Devresi

Amaç: Güç kaynaklarını oluşturan doğrultma ve filtre devrelerinin incelenmesi ve çalışma prensiplerinin anlaşılması. AC bir işaretin DC bir işarete çevrilebilmesi için kullanılan temel doğrultma devrelerinin (rectifier circuits) çalışma prensiplerinin ve özelliklerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

Laboratuvarında Kullanılacak Ekipmanlar:

- Elektronik devreler eğitim seti
- Bağlantı kabloları
- Osiloskop
- Ölçüm cihazı (Multimetre)
- 4Adet 1N4001
- 1 Adet 220 NF, 1 μ F, 4.7 μ F kapasitör
- 1 Adet 10 k Ω direnç (POT)

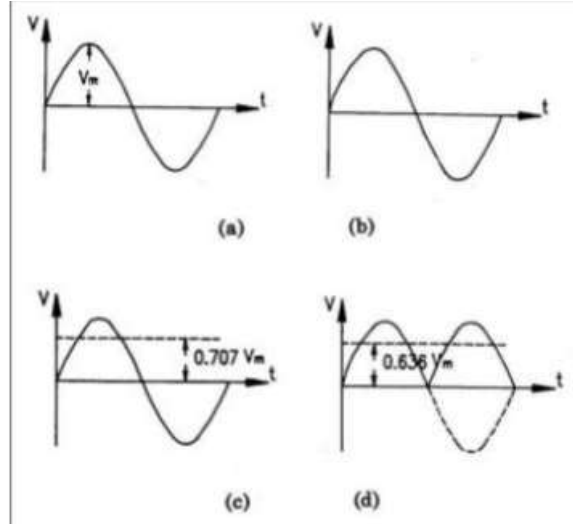
Genel Bilgiler:

Maksimum değer (V_m) tepe değeri olarak da adlandırılır. Genellikle sinüs dalgası şeklinde olan bir AC dalgasının bir çevrimindeki en büyük anlık değeri maksimum değer olarak adlandırılır. Bkz. Şekil 1 (a). Tepeden-Tepeye Değer (V_{p-p}), bir çevrimdeki maksimum pozitif değerle maksimum negatif değer arasındaki gerilim farkıdır. Sinüs dalgası için V_{p-p} , Şekil 1’de gösterildiği gibi $2 V_m$ ’ye eşittir. Efektif değer (V_{rms}), etkin değer olarak ta adlandırılır. Sinüzoidal işaretler için, $V_{rms} = 0.707 V_m$ eşitliği kabul edilebilir. Ortalama değer (V_{dc}), sinüs dalgasının yarım çevriminin alanını bu yarım çevrimin genişliğine bölerek hesaplanabilir. Ortalama değer ile maksimum değer arasındaki ilişki şöyledir:

Yarım dalga doğrultucuda ortalama gerilim $V_{dc} = 0.318 V_m$

Tam dalga doğrultucuda ortalama gerilim $V_{dc} = 0.636 V_m$

Dalgalık katsayısı $V_{rms} / V_{dc} = 0.707 / 0.636 = 1.11$



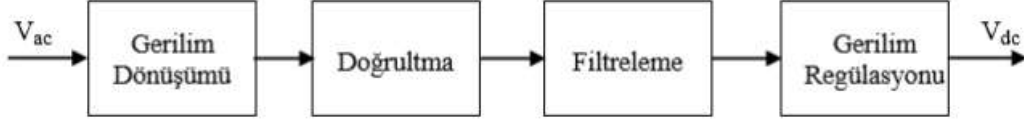
Şekil 1. Sinüzoidal işaret



Şekil 2. Eşdeğer devre

DC Güç Kaynağı

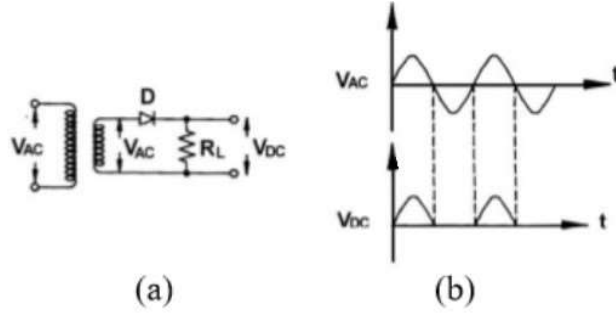
Elektronik ekipman güç kaynağı olarak DC güç kaynağı kullanılmaktadır. Sistem ikincil pilin ve kuru pilin yanı sıra sıklıkla AC-DC gerilimi dönüşümünü DC kaynağı olarak kullanılır. Eksiksiz bir DC güç kaynağı devresi Şekil 3'te gösterilen blokların tümünü içermelidir. AC gerilimi transformatörle istenilen gerilime dönüştürülür, daha sonra doğrultucu ile atımlı DC haline getirilir. Atımlı DC filtre devresiyle minimum dalgalı DC haline getirildikten sonra önemli büyüklükte bir yüke uygulanacaksa sisteme bir gerilim regülatörü eklenir.



Şekil 3. AC-DC dönüşümü

Yarım Dalga Doğrultucu

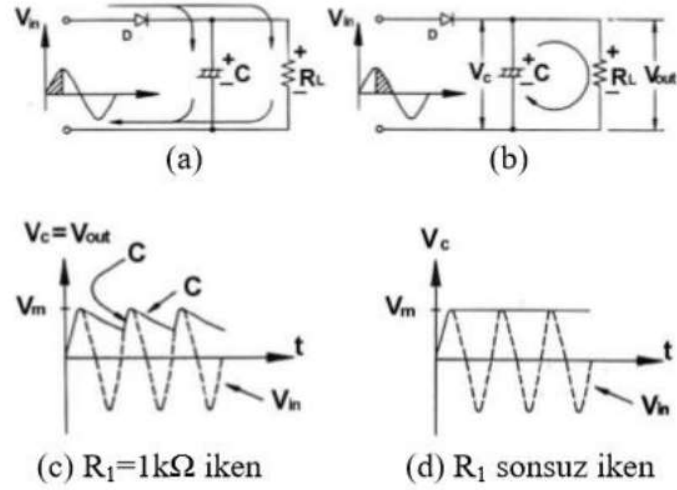
Tek yönlü doğrultucu (yarım dalga doğrultucu) Şekil 4 (a)'da gösterilmiştir. Şekil 4 (b)'de gösterilen V_m giriş dalgasının pozitif yarı çevriminde diyot iletime geçer ve diğer alternansta tıkamada kalır. Bu sayede yükten aynı yönde akım geçişi sağlanır.



Şekil 4. Tek yönlü doğrultucu

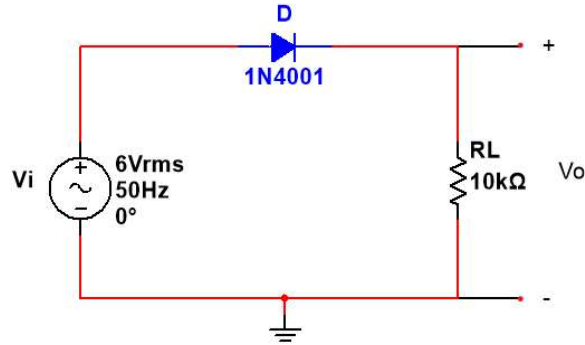
Kondansatör Filtreli Yarım Dalga Doğrultucu

Kondansatör filtresi bulunmayan bir tek yönlü doğrultucunun çıkıştaki dalga şekli Şekil 4 (b)'de gösterilmiştir. Şekil 5 (a) ve (b)'de sırasıyla dolma ve boşalma durumlarını gösteren kondansatör filtreli tek yönlü doğrultucu devreleri gösterilmektedir. Şekil 5 (c) ve (d)'de sırasıyla $R_1 = 1K\Omega$ ve R_1 sonsuz değerindeyken çıkıştaki dalga şekilleri gösterilmiştir. Daha büyük R_1 direnci daha uzun sürede boşalmaya yol açacağı için çıkış geriliminin daha düzgün olmasına neden olur.



Şekil 5. Kondansatör filtreli tek yönlü doğrultucu

Deney Aşaması:



Şekil 6. Yarım dalga doğrultucu devresi

- 1- Şekil 6'da görülen yarım dalga doğrultma devresini kurunuz.
- 2- Sinyal jeneratörünün çıkışını $V_i=6$ Vrms ve $f=50$ Hz olacak şekilde ayarlayınız.
- 3- Osiloskopun 1. kanalını devrenin giriş uçları arasında (V_i), 2. kanalını da çıkış uçlarına (V_o) bağlayarak, giriş ve çıkış dalga şekillerini Tablo 1'e yan yana çiziniz. Şekiller üzerinde zaman ve gerilim değerlerini yazınız.

Giriş Dalga Şekli	Çıkış Dalga Şekli

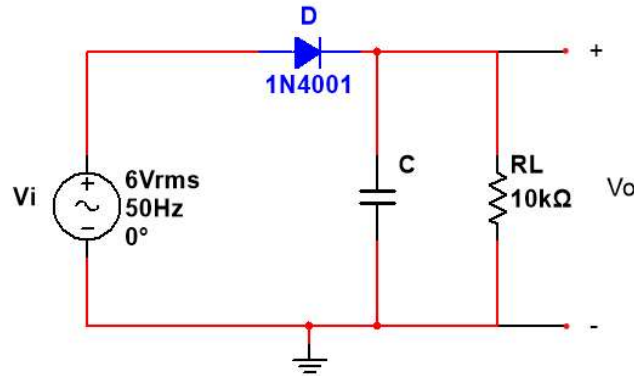
Tablo 1. Yarım dalga doğrultucu giriş ve çıkış dalga şekli

- 4- Osiloskopta gördüğünüz maksimum çıkış genlik değeri ile çıkıştan ölçülen efektif değeri kullanarak elde ettiğiniz maksimum genlik değeri ile karşılaştırınız. Bulduğunuz sonuçları Tablo 2'ye kaydediniz.

V_{0max} Hesaplanan	V_{0max} Osiloskoptan Ölçülen

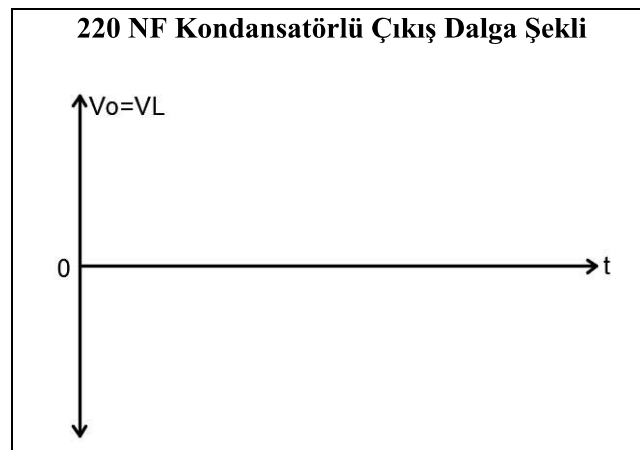
Tablo 2: Ölçüm ve hesaplama karşılaştırması

- 5- Giriş sinyalinin maksimum genlik değeri ile çıkış sinyalinin maksimum genlik değerini Tablo 1'deki değerleri kullanarak karşılaştırınız. Eğer arada fark var ise nedenini tartışma kısmında açıklayınız.



Şekil 7. Kondansatör filtreli yarım dalga doğrultucu devresi

- 6- Şekil 7'de görüldüğü gibi yük direncini 10 kΩ değerine ayarlayarak uçlarına 220 NF değerinde elektrolitik bir kondansatör takınız. Bu durumda osiloskopta gördüğünüz çıkış dalga şeklini Tablo 3'e çizerek değerleri grafik üzerinde işaretleyiniz.
- 7- Çıkış voltajını DC voltmetre ile ölçerek Tablo 4'e kaydediniz. Yine yük üzerindeki DC gerilim üzerindeki AC bileşenin (ripple voltajı) tepeden-tepeye değerini osiloskoptan ölçerek Tablo 4'e kaydediniz. Yük direnci, kondansatör ve giriş voltajının maksimum değerini, yukarıda ölçtüğünüz ripple voltajının tepeden-tepeye değeri ile birlikte kullanarak DC çıkış voltajının değerini hesaplayarak Tablo 4'e kaydediniz. Hesaplanan değer ile ölçülen değer arasında fark var mı? Var ise nedenlerini tartışma kısmında açıklayınız.

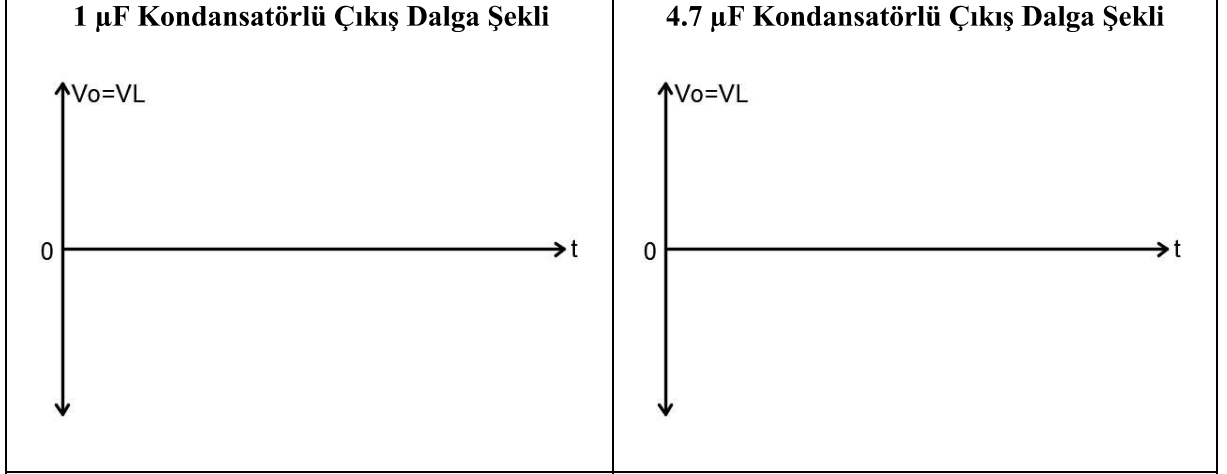


Tablo 3. Kondansatörlü çıkış dalga şekli (220 NF)

V_{0max} Hesaplanan	V_{0max} Ölçülen	$V_{0(p-p)}$ Ölçülen

Tablo 4. DC gerilim, tepe-tepe gerilim ölçümü ve hesaplanan değerler

8- 8 ve 9. basamaklarda yaptığınız işlemleri önce 220 nF sonrada 1 μ F kondansatörler ile tekrarlayarak, değerleri Tablo 5 ve Tablo 6'ya kaydediniz.



Tablo 5. Çıkış dalga şekli (1 μ F ve 4.7 μ F)

1 μ F Kondansatörlü Çıkış			4.7 μ F Kondansatörlü Çıkış		
V_{0max} Hesaplanan	V_{0max} Ölçülen	$V_{0(p-p)}$ Ölçülen	V_{0max} Hesaplanan	V_{0max} Ölçülen	$V_{0(p-p)}$ Ölçülen

Tablo 6. DC gerilim, tepe-tepe gerilim ölçümü ve hesaplanan değerler (1 μ F ve 4.7 μ F değerleri için)

Deney Sonrası Yapılacaklar:

- 1) Yarım dalga devrelerinin çalışma prensibi hakkında teorik bilgiler ile devrelerde kullanılan elemanların çıkış etkilerini anlatan kısa bir özet oluşturunuz.
- 2) Şekil 6'da yer alan devreyi multisim programında kurunuz. Elde ettiğiniz çıktıyla deney sonuçlarını karşılaştırınız.

Deney No:	6
Deney Adı:	Tam Dalga Doğrultucu Devreler

Amaç: Güç kaynaklarını oluşturan doğrultma ve filtre devrelerinin incelenmesi ve çalışma prensiplerinin anlaşılması. AC bir işaretin DC bir işarete çevrilebilmesi için kullanılan temel doğrultma devrelerinin (rectifier circuits) çalışma prensiplerinin ve özelliklerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

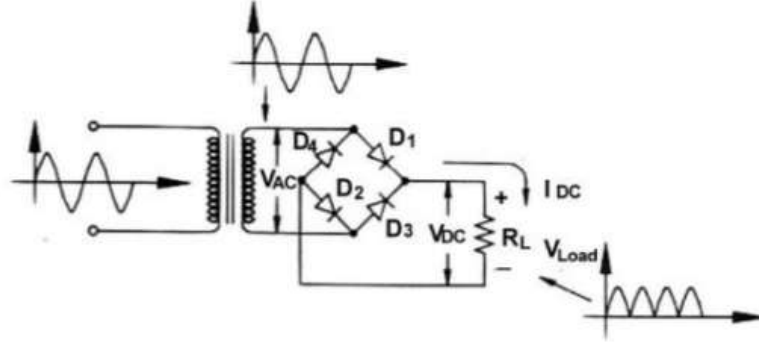
Laboratuvarında Kullanılacak Ekipmanlar:

- Elektronik devreler eğitim seti
- Bağlantı kabloları
- Osiloskop
- Ölçüm cihazı (Multimetre)
- 4Adet 1N4001
- 1 Adet 1 μ F, 4.7 μ F kapasitör
- 1 Adet 10k Ω direnç (POT)

Genel Bilgiler:

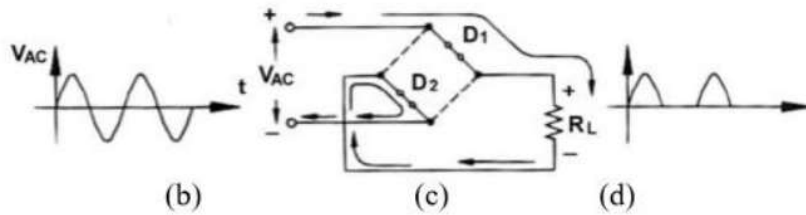
Tam dalga doğrultma

Şekil 1’de 4 adet diyot kullanarak gerçekleştirilen köprülü doğrultucu devresi gösterilmiştir.



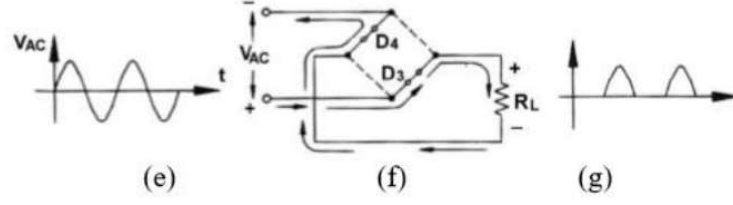
Şekil 1. Köprülü doğrultucu

Pozitif yarı çevrimde V_{ac} giriş gerilimi Şekil 2 (b)’de gösterilmiştir. D_1, D_2 iletimde D_3 ve D_4 kesimdedir. Eşdeğer devre Şekil 2 (c)’de, V_0 çıkış gerilimi ise Şekil 2 (d)’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Köprülü doğrultucu pozitif yarı çevrim

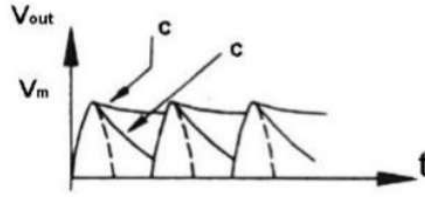
Negatif yarı çevrimde V_{ac} giriş gerilimi Şekil 3 (e)’de gösterilmiştir. D_1, D_2 kesimde D_3 ve D_4 iletimdedir. Eşdeğer devre Şekil 3 (f)’de V_0 çıkış gerilimi ise Şekil 3 (g)’de gösterilmiştir.



Şekil 3. Köprülü doğrultucu negatif yarı çevrim

Kondansatör Filtresi

Bu filtre türü en yaygın olarak kullanılan filtre türüdür. Şekil 4'te gösterildiği üzere yük bağlanmadan önce V_0 gerilimi V_m gerilimine eşit, yük bağlandıktan sonraysa V_{dc} gerilimi V_m geriliminden düşüktür. Bu devrenin dezavantajı, yükün değeri yüksek olduğunda (R küçük) büyük dalgalılığa ve düşük gerilim düzenleme katsayısına yol açmasıdır.



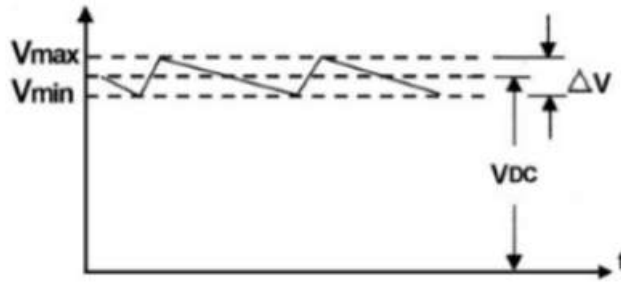
Şekil 4. Kondansatörlü filtrenin çıkışındaki dalga şekli

Dalgalılık Gerilimi

DC güç kaynağının çıkış geriliminin Şekil 5'te gösterilen atımlı bileşeni dalgalılık olarak adlandırılır. DC güç kaynağının kalitesi dalgalılık katsayısına bakılarak belirlenebilir.

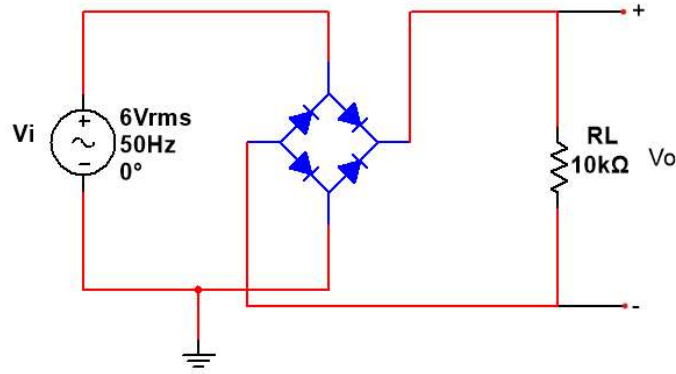
$$\text{Dalgalılık Gerilimi } \Delta V = V_r = I_{dc} / 2.f.C$$

$$\text{Filtreli Ortalama Gerilim} = V_{dc} - V_r / 2$$



Şekil 5. Dalgalılık geriliminin tepeden tepeye değeri

Deney Aşaması:



Şekil 6. Tam dalga doğrultucu devresi

- 1- Şekil 6’da görülen tam dalga doğrultma devresini kurunuz.
- 2- Sinyal jeneratörünün çıkışını $V_i=6$ Vpp ve $f=50$ Hz olacak şekilde ayarlayınız.
- 3- Osiloskopun 1. kanalını devrenin giriş uçları arasına (V_i), 2. kanalını da çıkış uçlarına (V_o) bağlayarak, giriş ve çıkış dalga şekillerini Tablo 1’e yan yana çiziniz. Şekiller üzerinde zaman ve gerilim değerlerini yazınız.



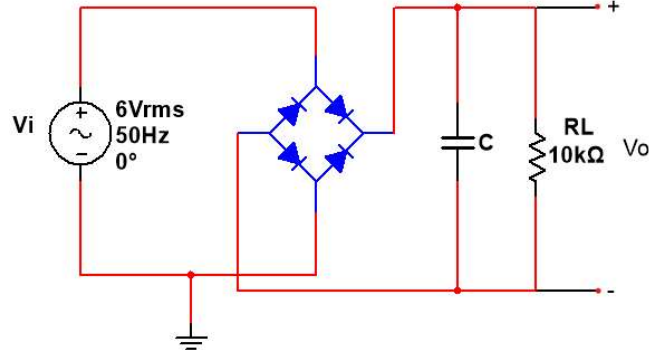
Tablo 1: Tam dalga doğrultucu giriş ve çıkış dalga şekli

- 4- Osiloskopta gördüğünüz maksimum çıkış genlik değeri ile çıkıştan ölçülen efektif değeri kullanarak elde ettiğiniz maksimum genlik değeri ile karşılaştırınız. Bulduğunuz sonuçları Tablo 2’ye kaydediniz.

V_{0max} Hesaplanan	V_{0max} Osiloskoptan Ölçülen

Tablo 2. Tam dalga doğrultucu ölçülen genlik değeri ve hesaplanan değer

- 5- Giriş sinyalinin maksimum genlik değeri ile çıkış sinyalinin maksimum genlik değerini Tablo 1’deki değerleri kullanarak karşılaştırınız. Eğer arada fark var ise nedenini tartışma kısmında açıklayınız.



Şekil 7. Kondansatör filtreli tam dalga doğrultucu devresi

- 6- Şekil 7’de görüldüğü gibi yük direncini $10\text{ k}\Omega$ değerine ayarlayarak uçlarına $1\ \mu\text{F}$ değerinde elektrolitik bir kondansatör takınız. Bu durumda osiloskopta gördüğünüz çıkış dalga şeklini Tablo 3’e çizerek değerleri grafik üzerinde işaretleyiniz.
- 7- Çıkış voltajını DC voltmetre ile ölçerek Tablo 4’e kaydediniz. Yine yük üzerindeki DC gerilim üzerindeki AC bileşenin (ripple voltajı) tepeden-tepeye değerini osiloskoptan ölçerek Tablo 4’e kaydediniz. Yük direnci, kondansatör ve giriş voltajının maksimum değerini, yukarıda ölçtüğünüz ripple voltajının tepeden-tepeye değeri ile birlikte kullanarak DC çıkış voltajının değerini hesaplayarak Tablo 4’e kaydediniz. Hesaplanan değer ile ölçülen değer arasında fark var mı? Var ise nedenlerini tartışma kısmında açıklayınız.
- 8- 8 ve 9. Adımdaki işlemleri $4.7\ \mu\text{F}$ değerinde kondansatör için tekrar ediniz.

1 μF Kondansatörlü Çıkış Dalga Şekli	4.7 μF Kondansatörlü Çıkış Dalga Şekli

Tablo 3. Tam dalga doğrultucu çıkış dalga şekilleri ($1\ \mu\text{F}$ ve $4.7\ \mu\text{F}$)

1 μF Kondansatörlü Çıkış			4.7 μF Kondansatörlü Çıkış		
$V_{0\text{max}}$ Hesaplanan	$V_{0\text{max}}$ Ölçülen	$V_{0(\text{p-p})}$ Ölçülen	$V_{0\text{max}}$ Hesaplanan	$V_{0\text{max}}$ Ölçülen	$V_{0(\text{p-p})}$ Ölçülen

Tablo 4. Tam dalga doğrultucu DC gerilim, tepe-tepe gerilim ölçümü ve hesaplanan değerler ($1\ \mu\text{F}$ ve $4.7\ \mu\text{F}$ değerleri için)

Deney Sonrası Yapılacaklar:

- 1) Tam dalga devrelerinin çalışma prensibi hakkında teorik bilgiler ile devrelerde kullanılan elemanların çıkış etkilerini anlatan kısa bir özet oluşturunuz.

- 2) Şekil 6'da yer alan devreyi multisim programında kurunuz. Elde ettiğiniz çıktıyla deney sonuçlarını karşılaştırınız.

Deney No:	7
Deney Adı:	Zener Diyotla Regülasyon

Amaç: Yarı iletken zener diyotun akım-gerilim karakteristiğinin elde edilmesi ve zener diyotun gerilim (voltaj) regülatörü olarak çalışmasının incelenmesi.

Laboratuvarda Kullanılacak Ekipmanlar:

- Elektronik devreler eğitim seti
- Bağlantı kabloları
- Osiloskop
- Ölçüm cihazı (Multimetre)
- 1 Adet 3.3 Volt 1W zener diyot (1N4728A)
- 1 Adet 12 Volt 1W zener diyot (1N4742A)
- 1 Adet 330Ω, 100Ω, 4.7kΩ, 2 adet 1kΩ direnç

Ön Bilgiler:

Zener Diyot

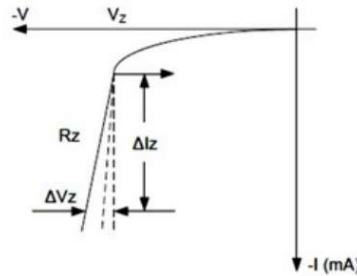
Zener diyot ters polarma altında çalıştırılmak üzere tasarlanmış P ve N tipi iki yarı iletkenin birleşiminden meydana gelen bir diyottur. Doğru yönde polarma edildiğinde normal bir diyot gibi davranarak, üzerinden eşik gerilimine kadar küçük, eşik geriliminden büyük polarma değerleri içinse hızla artan büyük bir akım geçirir. Bunun anlamı ileri yönde eşik gerilimi üzerindeki voltaj değerlerinde devreye küçük bir direnç özelliği gösterir.

Ters polarma altında ise zener voltajına kadar sadece sızıntı akımı (I_s) geçirir. Üzerine uygulanan ters voltaj, zener voltajını geçerse, üzerinden ters yönde büyük bir akım geçirir, bu akıma zener akımı (I_z), voltaja da zener voltajı (V_z) denir. Pratikte bu değer P ve N tipi madde içerisindeki çoğunluk akım taşıyıcılarının oranı değiştirilerek 2 ila 300 Volt arasında elde edilebilmektedir.

Ters polarma altında çalışan bir zener diyotun, akım-gerilim karakteristiğinin eğiminin tersi bize zener diyotun dinamik direnç değerini verir. Bunu matematiksel olarak ifade edersek,

$$r_d = \frac{\Delta V_z}{\Delta I_z}$$

olarak bulunur.



Şekil 1. Zener diyotun zener bölgesindeki I-V karakteristiği

Zener Diyotun Gerilim Regülatörü Olarak Kullanımı

Gerilim regülasyonu, regüle devresi çıkışındaki gerilimi belli sınırlar içerisinde sabitlemek amacı ile yapılan, çıkış gerilimini dış etkenlerden bağımsız hale getirme işlemidir. Dış etkenlerden en önemlisi ve pratikte en sık karşılaşılanı yük akımındaki değişimin (yük direncinin değişmesinden dolayı oluşan) çıkış geriliminde oluşturduğu değişimdir. Bu durumu düzeltmek için regüle devreleri kullanılır ve sonuçta regüle devresi çıkışı yük akımı ne olursa olsun (belirlenen sınırlar içerisinde) daima belli sınırlar

içerisinde sabit olarak kalır. Regüle devrelerinin en basit fakat regüle işleminin anlaşılması bakımından en temel türü, bir zener diyot ve buna bağlı bir ön dirençten oluşan regüle devresidir.

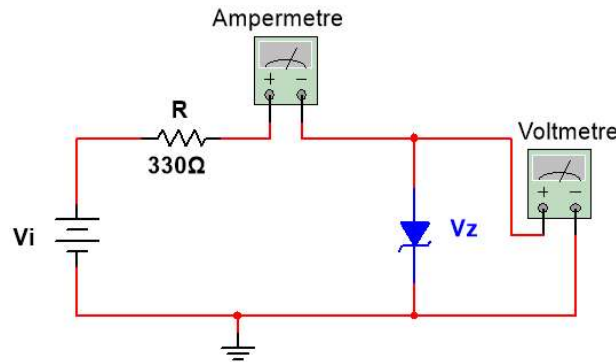
Devrenin temel çalışma prensibi zenere bağlı ön direnç üzerinden geçen akımı sabit tutmaktır. Bu amaçla zener diyot üzerinden geçen akım, yük akımındaki değişimin tersi olarak artar veya azalır. Dolayısı ile zener diyot ve yük üzerinden geçen akımların toplamı olan ve ön direnç üzerinden geçen akım daima sabit kalır ve buna bağlı olarak bu direnç üzerinde düşen gerilim daima sabit kalır. Çıkış gerilimi giriş gerilimi ile bu gerilim arasındaki fark olduğundan çıkış gerilimi de belli sınırlar içerisinde sabitlenmiş olur.

Yukarıda değinildiği gibi yük akımındaki değişimin yarattığı ve yük geriliminin değişimine neden olan etkiyi ortadan kaldırmak için zener üzerinden geçen ters yön diyot akımının değişmesi gerekmektedir. Bu değişimde zener diyotların yapısına bağlı olarak belli sınırlar içerisinde olmalıdır. Bu sınırlar üretici firmalar tarafından belirlenir ve ilgili ürün kataloğundan bulunabilir. Zenerin görev yapabilmesi için gerekli olan en düşük zener akımına I_{zmin} , zenerin geçirebileceği en büyük akım ise I_{zmax} ile gösterilir. Bu sınırlar içerisinde zenere bağlanacak ön direncin değeri uygun formüller ile hesaplanabilir.

Deney Aşaması:

- Zener diyot Karakteristiği

- 1- Diyot üzerinde düşen gerilim ve üzerinden geçen akımı ölçebilmek için Şekil 1'deki devreyi 3.3 V'luk zener diyot kullanarak kurunuz. Giriş gerilimini 0 Volt değerine ayarlayınız. Bundan sonra giriş gerilimini yavaş yavaş artırarak ampermetreden Tablo 1'de verilen değerleri okuyunuz. Okuduğunuz her akım değerine karşılık gelen zener diyot üzerinde düşen voltaj değerini ölçerek Tablo 1'e kaydediniz.

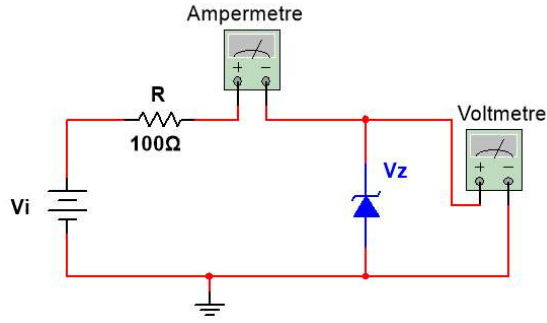


Şekil 1. İleri yön zener diyot devresi

Nokta	1	2	3	4	5	6	7
I(mA)	0.1	0.5	1	5	10	20	30
V(Volt)							

Tablo 1. İleri yön zener diyot devresi sonuçları

- 2- Zener diyotun ters yön akım-gerilim karakteristiğini çıkarmak için Şekil 2'deki devreyi kurunuz. Giriş gerilimini 0 Volt değerine ayarlayınız. Bundan sonra giriş gerilimini yavaş yavaş artırarak ampermetreden Tablo 2'de verilen değerleri okuyunuz. Okuduğunuz her akım değerine karşılık gelen zener diyot üzerinde düşen voltaj değerini ölçerek Tablo 2'ye kaydediniz.

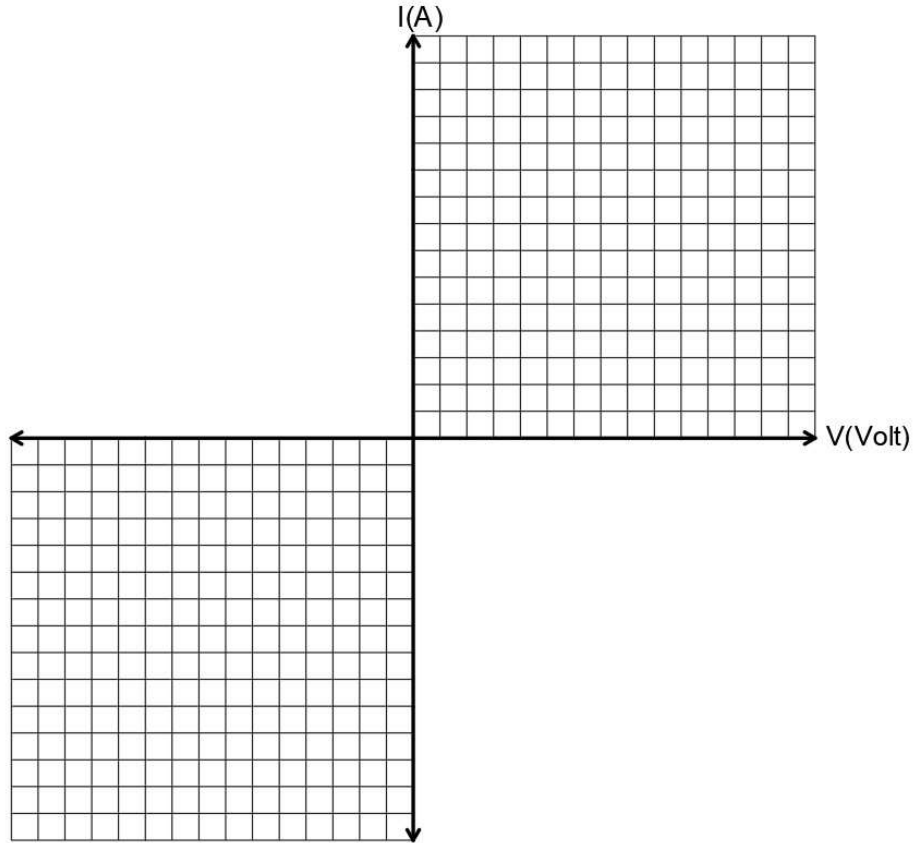


Şekil 2. Ters yön zener diyot devresi

Nokta	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I(mA)	0.1	0.5	1	5	8	10	15	20	25
V(Volt)									

Tablo 2. Ters yön zener diyot devresi sonuçları

- 3- Tablo 1 ve 2’de elde ettiğiniz sonuçları kullanarak zener diyotun akım-gerilim karakteristiğini grafik olarak çiziniz. Bunun için grafiğin x eksenini zener diyot gerilimi (Volt), y eksenini de zener diyot akımı (mA) için kullanınız.



- 4- Tablo 1’deki değerleri kullanarak zener diyotun ileri yön karakteristik değerlerini aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Bilgi Noktası	ΔI	ΔV	r_d
1-2			
2-3			
3-4			
4-5			
5-6			
6-7			

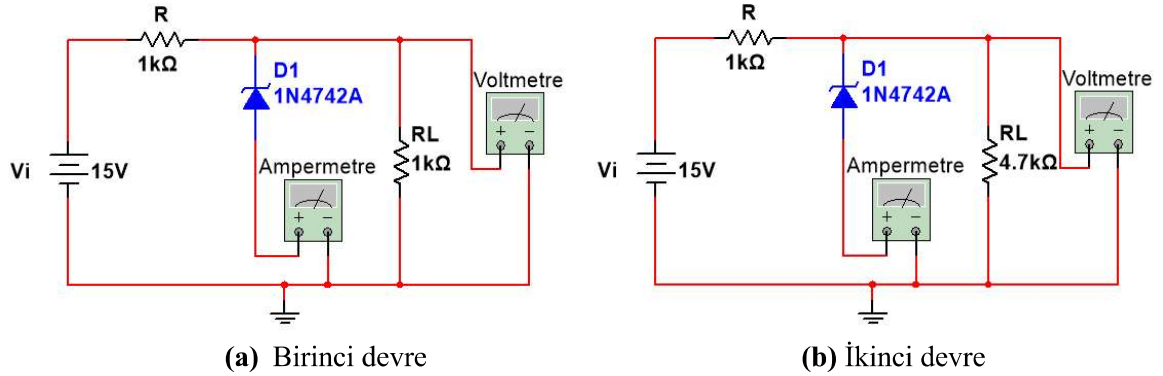
Tablo 3. İleri yön zener diyot devresi sonuçları

- 5- Tablo 2'deki değerleri kullanarak zener diyotun ters yön karakteristik değerlerini aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Bilgi Noktası	ΔI	ΔV	r_d
1-2			
2-3			
3-4			
4-5			
5-6			
6-7			
7-8			
8-9			
9-10			

Tablo 4. Ters yön zener diyot devresi sonuçları

- **Zener Diyotun Gerilim Regülatörü Olarak Kullanımı**



Şekil 3. Zener diyotla regülasyon devresi

- 1- Şekil 3 (a) ve (b)'de belirtilen devreleri kurarak ölçme işlemleri sonucunda elde ettiğiniz değerleri aşağıdaki Tablo 5'e not ediniz.
- 2- Devre çözümlerini gerçekleştirerek hangi devrede regülasyon işleminin başarılı olduğunu tespit ediniz.
- 3- Çözüm ile elde ettiğiniz sonuçlar ile deneysel sonuçları karşılaştırınız.

Birinci Devre				İkinci Devre			
V_R	V_L	I_Z	P_Z	V_R	V_L	I_Z	P_Z

Tablo 5. Zener diyotla regülasyon devresi sonuçları

Deney Sonrası Yapılacaklar:

- 1) Diyot ile zener diyotun elektronik devredeki görev ve çalışma şeklini araştırarak, aralarındaki farklılıkları belirtiniz.
- 2) Zener diyot, normal diyot yerine kullanılabilir mi? Temel yapısal farklılıklarını göz önüne alarak açıklayınız.
- 3) Zener diyodun düz ve ters polarlamada nasıl çalıştığını anlatınız. İki durum arasındaki temel fark nedir.
- 4) Regülasyon nedir? Niçin yapılır açıklayınız?

Deney No:	8
Deney Adı:	Bipolar Transistör (BJT) Karakteristikleri

Amaç: Transistörlerin temel yapısının ve çalışmasının incelenmesi, giriş karakteristiklerinin elde edilmesi.

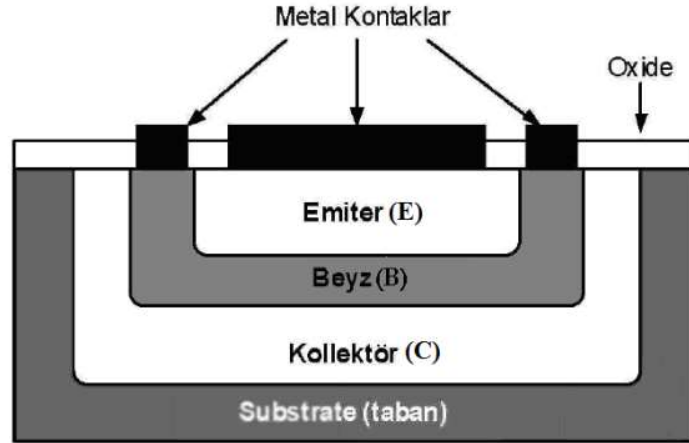
Laboratuvarda Kullanılacak Ekipmanlar:

- Elektronik devreler eğitim seti
- Bağlantı kabloları
- Ölçüm cihazı (Multimetre)
- 1 Adet Transistör (BC546BP)
- 1 Adet 220 Ω , 470 k Ω direnç

Ön Bilgiler:

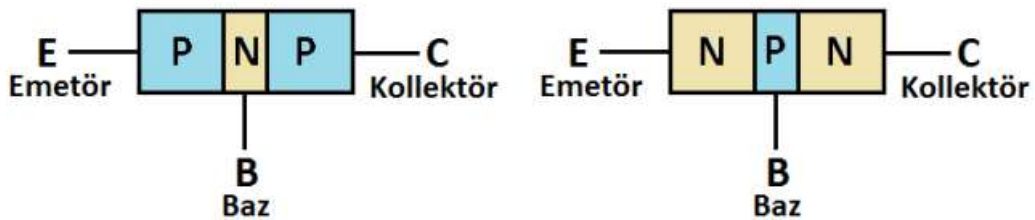
Transistörlerin Yapısı

Transistörler, katı-hal "solid-state" devre elemanlarıdır. Transistör yapımında silisyum, germanyum veya uygun yarıiletken karışımlar kullanılmaktadır. Transistörün temel yapısı Şekil 1’de gösterilmiştir.

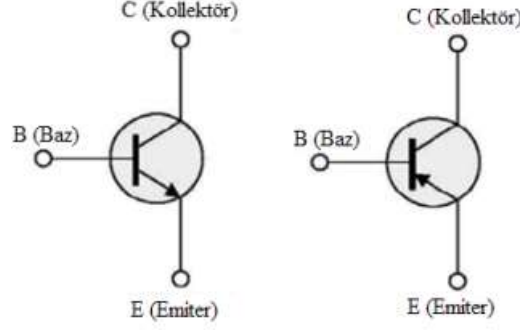


Şekil 1. Bipolar Eklem Transistörün yapısı

BJT transistörler katkılılandırılmış P ve N tipi malzeme kullanılarak üretilir. NPN ve PNP olmak üzere başlıca iki tipi vardır. NPN transistörde 2 adet N tipi yarıiletken madde arasında 1 adet P tipi yarıiletken madde konur. PNP tipi transistörde ise, 2 adet P tipi yarıiletken madde arasında 1 adet N tipi yarıiletken madde konur. Dolayısıyla transistör 3 adet katmana veya terminale sahiptir. Şekil 2 ve 3’te sırasıyla, npn ve pnp transistörlerin fiziksel yapısı ve şematik sembolleri gösterilmiştir.



Şekil 2. NPN ve PNP tipi transistörlerin fiziksel yapısı

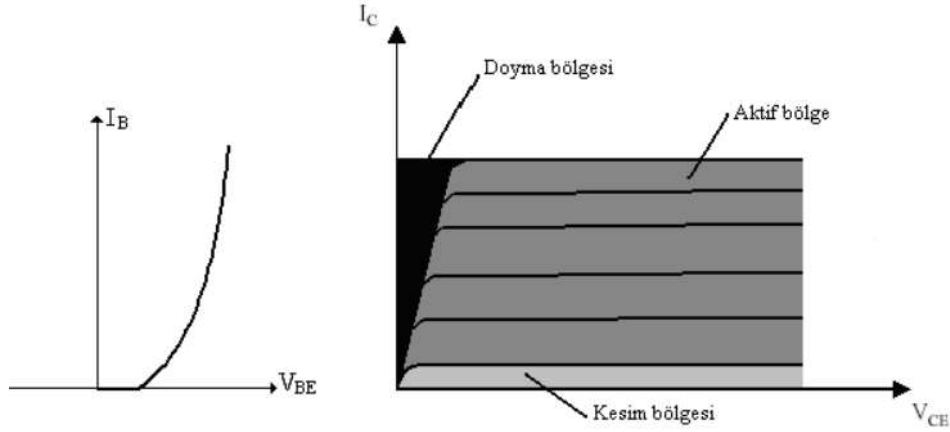


Şekil 3. NPN ve PNP tipi transistörlerin şematik sembolleri

Transistör, iki PN jonksiyonundan (CB, BE) oluşmuştur. Transistörün üç çalışma modu vardır. Bu çalışma modları BE ve CB jonksiyonlarının durumuna göre belirlenir. Tablo 1’de BE ve CB jonksiyonlarının durumuna göre transistörün çalışma modları gösterilmiştir. Ters aktif bölge kullanılmamaktadır. Aktif bölge dendiğinde, ileri aktif bölge anlaşılmalıdır.

CB jonksiyonu	BE jonksiyonu	Çalışma modu
Tıkama	Tıkama	Kesim
İletim	Tıkama	Ters aktif
Tıkama	İletim	İleri aktif
İletim	İletim	Doyma

Tablo 1. Transistörün çalışma modları



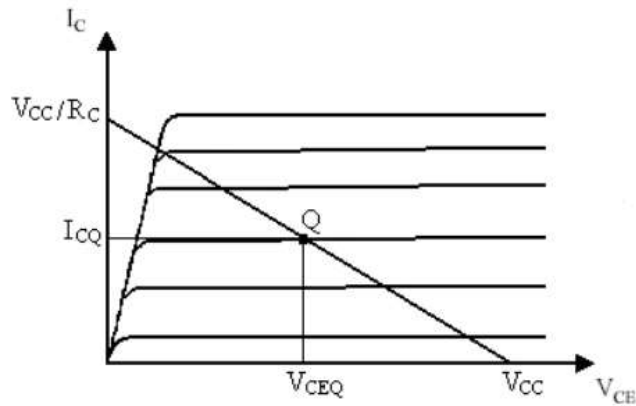
Şekil 4. Transistörün giriş ve çıkış karakteristiği.

Tıkama modunda transistörden akım akmaz (sızıntı akımları hariç). Aktif bölgede ise kolektör akımı baz akımı ile orantılı olarak değişir. Transistör kuvvetlendirme amacı için kullanılıyorsa aktif bölgede çalıştırılmalıdır. Eğer anahtar olarak kullanılmak isteniyorsa kesim ve doyma bölgelerinde çalıştırılmalıdır. Kesim bölgesi anahtarın açık konumunu, doyma bölgesi ise anahtarın kapalı konumunu gösterir. Şekil 4’te transistörün giriş ve çıkış karakteristikleri gösterilmiştir. Ayrıca çıkış karakteristiği üzerinde çalışma modları gösterilmiştir.

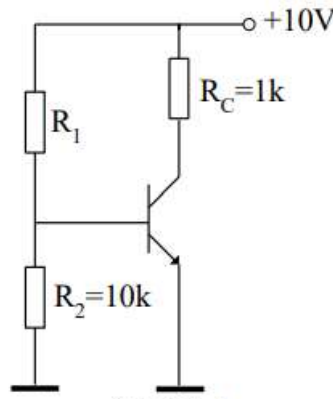
Transistörlü bir devre tasarlanırken öncelikle çıkış karakteristikleri üzerinde Q çalışma noktasının belirlenmesi gerekir. Şekil 5’te gösterilen çıkış karakteristiği üzerindeki doğruya yük doğrusu denir ve Q çalışma noktası bu doğru üzerinde bulunur. Örneğin bir kuvvetlendirici devresi tasarlamak isteniyorsa çıkışta maksimum genlikli çıkış işareti elde edebilmek için transistörün aktif bölgenin ortasında

kutuplanması gerekir. Transistörün kutuplanması demek girişe herhangi bir AC işaret uygulanmadığı durumda DC işaretlerin belirlenmesi demektir. Şekil 10'daki devre dikkate alındığında transistör kesimde olduğunda kollektörden sızıntı akımları dışında akım akmayacağından çıkışta V_{CC} elde edilir. Benzer şekilde doyma bölgesinde $V_{CE}=V_{CEsat}$ olacağından kollektör akımı maksimum değerine $\frac{V_{CC}-V_{CEsat}}{R_C} \cong \frac{V_{CC}}{R_C}$ ulaşır. (V_{CEsat} değeri oldukça küçüktür. Örneğin BC547B transistörü için 0,2V'tur ve V_{CC} 'ye göre ihmal edilebilir)

Transistörün çalışma noktasını belirlemek için ön gerilimleme (kutuplama) yapılması gerekir. Bunun için transistörün bazından bir DC akım akıtılması gerekir. Bu akım girişe bir DC gerilim kaynağı bağlanarak gerçekleştirilebilir. Bu durumda devrenin iki güç kaynağına ihtiyacı olur. Bunun yerine Şekil 6'da gösterildiği gibi bir ön gerilimleme devresi kullanılabilir. Burada ön gerilimleme devresi olarak gerilim bölücü kullanılmıştır. Ön gerilimleme devresi çeşitli şekillerde gerçekleştirilebilir.



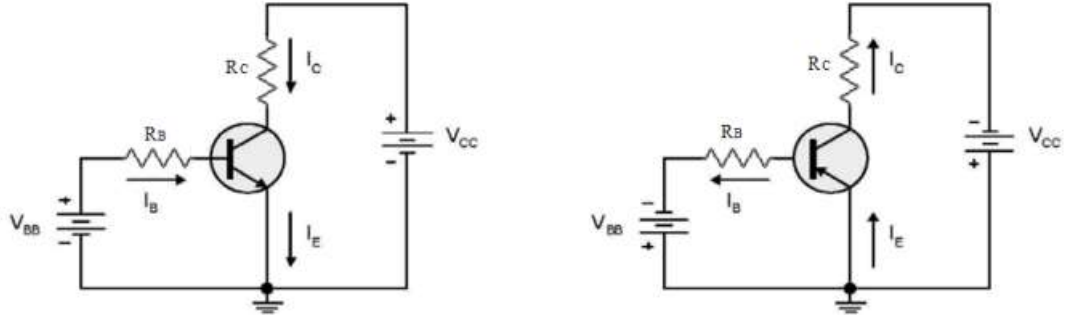
Şekil 5. Transistörün çıkış karakteristiği ve yük doğrusu



Şekil 6. Transistör ön gerilimleme devresi

Transistör Parametreleri

Transistörle yapılan her türlü tasarım ve çalışmada dikkat edilmesi gereken ilk konu, transistörün DC kutuplama gerilimleri ve akımlarıdır. Transistörlerin DC analizlerinde kullanılacak iki önemli parametre vardır. Bu parametreler; β_{DC} (DC akım kazancı) ve α_{DC} olarak tanımlanır. Şekil 7'de NPN ve PNP tipi transistörler için gerekli kutuplama bağlantıları verilmiştir. Transistörün baz-emiter eklemine V_{BB} kaynağı ile doğru kutuplama uygulanmıştır. Baz-kollektör eklemine ise V_{CC} kaynağı ile ters kutuplama uygulanmıştır.



Şekil 7. NPN ve PNP transistörlerin kutuplandırılması

Beta DC (β_{DC}) Akım Kazancı

β akım kazancı, ortak emiter bağlantıda akım kazancı olarak da adlandırılır. Bir transistör için β akım kazancı, kollektör akımının baz akımına oranıyla belirlenir.

$$I_C = (1 + \beta)I_{CO} + \beta I_B$$

$$\beta \cong I_C / I_B$$

Kollektör akımını yukarıdaki eşitlikten $I_{CO} \ll I_B$ için:

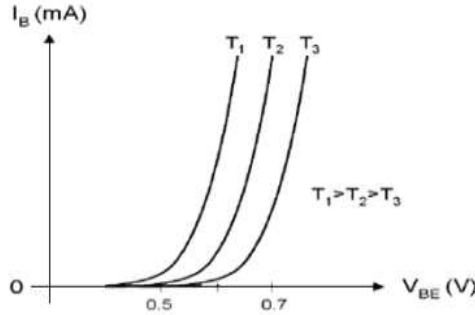
$$I_C = \beta \times I_B$$

$$I_E = I_C + I_B$$

olarak tanımlayabiliriz.

Transistörün Giriş Karakteristiği

Karakteristik eğri, herhangi bir elektriksel elemanda akım-gerilim ilişkisini gösterir. Transistör; giriş ve çıkış için iki ayrı karakteristik eğriye sahiptir. Transistörün giriş karakteristiği baz emiter gerilimi (V_{BE}) ile baz akımı (I_B) arasındaki ilişkiyi verir. Transistörün giriş karakteristliklerini elde etmek için, kollektör-emiter gerilim (V_{CE}) parametre olarak alınır ve bu gerilime göre baz akımı (I_B) değiştirilir. Baz akımındaki bu değişimin baz emiter gerilimine (V_{BE}) etkisi ölçülür.



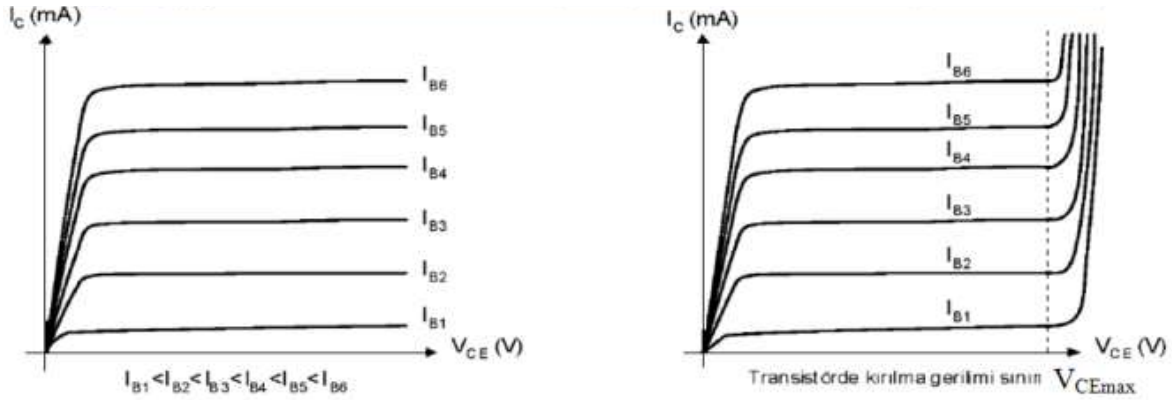
Şekil 8. Transistörün giriş karakteristiği

Şekil 8'de görüldüğü gibi transistörün giriş karakteristiği normal bir diyot karakteristiği ile benzerlik gösterir. V_{BE} gerilimi 0,5 V un altında olduğu sürece baz akımı ihmal edilecek derecede küçüktür. Uygulamalarda aksi belirtilmedikçe transistörün iletme başladığı andaki baz-emiter gerilimi $V_{BE} = 0,7$ V olarak kabul edilir. Baz-emiter (V_{BE}) gerilimi, sıcaklıktan bir miktar etkilenir. Örneğin, her 1 derecelik sıcaklık artımında V_{BE} gerilimi yaklaşık 2,3 mV civarında azalır.

Transistörün Çıkış Karakteristiği

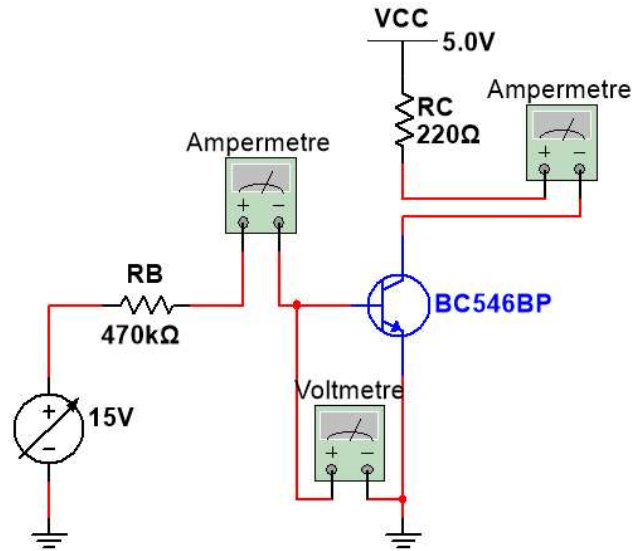
Transistörlerde çıkış, genellikle kollektör-emiter uçları arasından alınır. Bu nedenle transistörün çıkış karakteristiği; baz akımındaki (I_B) değişime bağlı olarak, kollektör akımı (I_C) ve kollektör-emiter (V_{CE}) gerilimindeki değişimi verir. Transistöre uygulanan V_{CE} gerilimi önemlidir. Bu gerilim değeri belirli limitler dahilinde olmalıdır. Bu gerilim belirlenen limit değeri aştığında transistörde kırılma olayı

meydana gelerek bozulmaya neden olur. Transistörün $I_C - V_{CE}$ karakteristikleri ve kırılma gerilimi Şekil 9’da yer almaktadır.



Şekil 9. Transistörün $I_C - V_{CE}$ karakteristikleri ve kırılma gerilimi

Deney Aşaması:



Şekil 10. Transistörün giriş karakteristiğinin çıkarılması

- 1- Şekil 10’daki devreyi kurunuz (eğer üç adet ölçü aleti yoksa ölçü aletlerini önce $I_B=f(V_{BE})$ sonra da $I_C=f(I_B)$ karakteristiğini elde edecek şekilde bağlayınız).
- 2- Girişteki ayarlı gerilim kaynağını değiştirerek çeşitli baz akımı (I_B) değerleri için kolektör akımını (I_C) ve baz – emitör gerilimini (V_{BE}) ölçünüz. Ölçtüğünüz değerleri Tablo 2’ye yazınız.
- 3- Daha sonra $I_B=f(V_{BE})$ (transistörün giriş karakteristiği) ve $I_C=f(I_B)$ grafiklerini çizin.

Deney No:	9
Deney Adı:	Emiteri Ortak Bağlantılı Bipolar Transistörün (BJT) Statik Çalışması

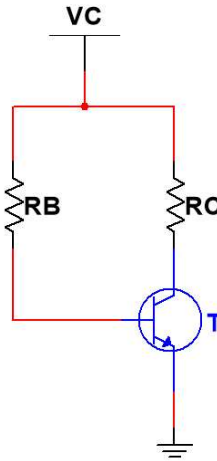
Amaç: Emiteri ortak bağlantılı bipolar transistörün statik çalışmasını ve özelliklerini öğrenmek amaçlanmaktadır.

Laboratuvarda Kullanılacak Ekipmanlar:

- Elektronik devreler eğitim seti
- Bağlantı kabloları
- Ölçüm cihazı (Multimetre)
- 1 Adet Transistör (BC546BP)
- 1 Adet 1 kΩ, 2.7 kΩ, 10 kΩ, 270 kΩ, 470 kΩ, 1 MΩ direnç

Ön Bilgiler:

PNP ve NPN transistörleri için en sık kullanılan bağlantı şekli olan ortak emiterli bağlantı, Şekil 1’de görülmektedir. Emiterin, hem giriş hem de çıkış uçlarında ortak olmasından dolayı bu devreye ortak emiterli devre denmektedir. Bu bağlantıda giriş sinyali baz den uygulanırken çıkış sinyali ise kolektörden alınır. Böyle bir devrede akım kazancı $\beta_{DC} = I_C/I_B$ dir. Giriş ve çıkış sinyalleri arasında 180° faz farkı vardır yani giriş sinyali iken çıkış sinyali pozitif alternansta olacaktır.



Şekil 1. Sabit polarmalı ortak emiterli transistör bağlantısı

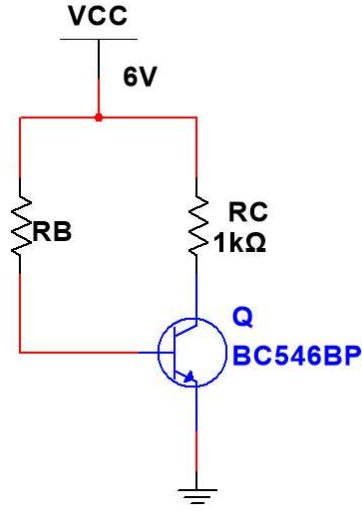
Şekil 1’deki emiter ortak bağlantı için giriş ve çıkış bölümleri için Kirchoff gerilim yasası uygulanırsa;

$$V_{CC} = V_{RB} + V_{BE} \text{ (giriş devresinde)}$$

$$V_{CC} = V_{RC} + V_{CE} \text{ (çıkış devresinde) olur.}$$

Bu devrede R_B direncinin değişmesi I_B akımını ve dolayısıyla da I_C , V_{RC} , V_{CE} değerlerini etkiler. R_C direncinin değişmesi ise V_{RC} gerilimini ve dolayısıyla da V_{CE} gerilimini değiştirir. İdeal transistörlerde R_C nin değişmesi I_B akımını etkilemez. Ancak ideal olmayan transistör de R_C nin değişmesi I_B ve I_C akımlarını az da olsa etkiler.

Deney Aşaması:

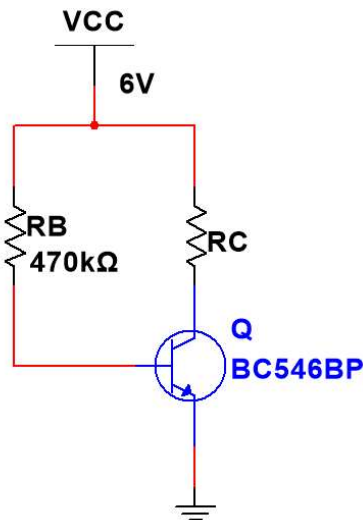


Şekil 2. Ortak emiter bağlantısı için ilgili deney devresi-I

- 1- Deney devresini Şekil 2'deki gibi kurunuz.
- 2- R_B direncinin Tablo 1'de verilen her değeri için ayrı ayrı I_B , I_C , V_{CE} , V_{RC} değerlerini ölçüp ilgili hanelere not ediniz.

R_B (kΩ)	I_B (μA)	I_C (mA)	β	V_{RC} (V)	V_{CE} (V)	$V_{RC}+V_{CE}$ (V)
270 kΩ						
470 kΩ						
1 MΩ						

Tablo 1. Ortak emiter bağlantısı için ilgili deney devresi-I değerleri



Şekil 3. Ortak emiter bağlantısı için ilgili deney devresi-II

- 3- Şekil 3'teki devreyi kurunuz
- 4- Kurduğunuz devreyi kontrol ettikten sonra devreye enerji uygulayınız. R_C direncinin Tablo 2'de verilen her değeri için ayrı ayrı I_B , I_C , V_{CE} , V_{RC} değerlerini ölçüp ilgili hanelere not ediniz.

R_C (k Ω)	I_B (μ A)	I_C (mA)	β	V_{RC} (V)	V_{CE} (V)	$V_{RC}+V_{CE}$ (V)
1 k Ω						
2.7 k Ω						
10 k Ω						

Tablo 1. Ortak emiter bağlantısı için ilgili deney devresi-II değerleri

Deney Sonrası Yapılacaklar:

- 1) Tablo 1'deki sonuçlara göre R_B direncinin artması I_B , I_C , V_{CE} , V_{RC} değerlerini ne şekilde etkilemiştir? Açıklayınız.
 - a. I_B ve I_C değerlerini ne şekilde etkilemiştir?
 - b. V_{CE} ve V_{RC} gerilimlerini nasıl etkilemiştir, $V_{CE}+V_{RC}=V_{CC}$ oluyor mu?
- 2) Tablo 2'deki sonuçlara göre R_C direncinin artması I_B , I_C , V_{CE} , V_{RC} değerlerini ne şekilde etkilemiştir? Açıklayınız.
 - a. I_B ve I_C değerlerini ne şekilde etkilemiştir? Transistörü sabit akım kaynağı gibi düşünmek doğru olur mu? Cevabınız evet ise bu durum ne ölçüde olur?
 - b. V_{CE} ve V_{RC} gerilimlerini nasıl etkilemiştir, $V_{CE}+V_{RC}=V_{CC}$ oluyor mu?
- 3) Şekil 2'deki devreyi Multisim programında modelleyip sonuçları deneyde elde ettiğiniz sonuçlarla karşılaştırınız.