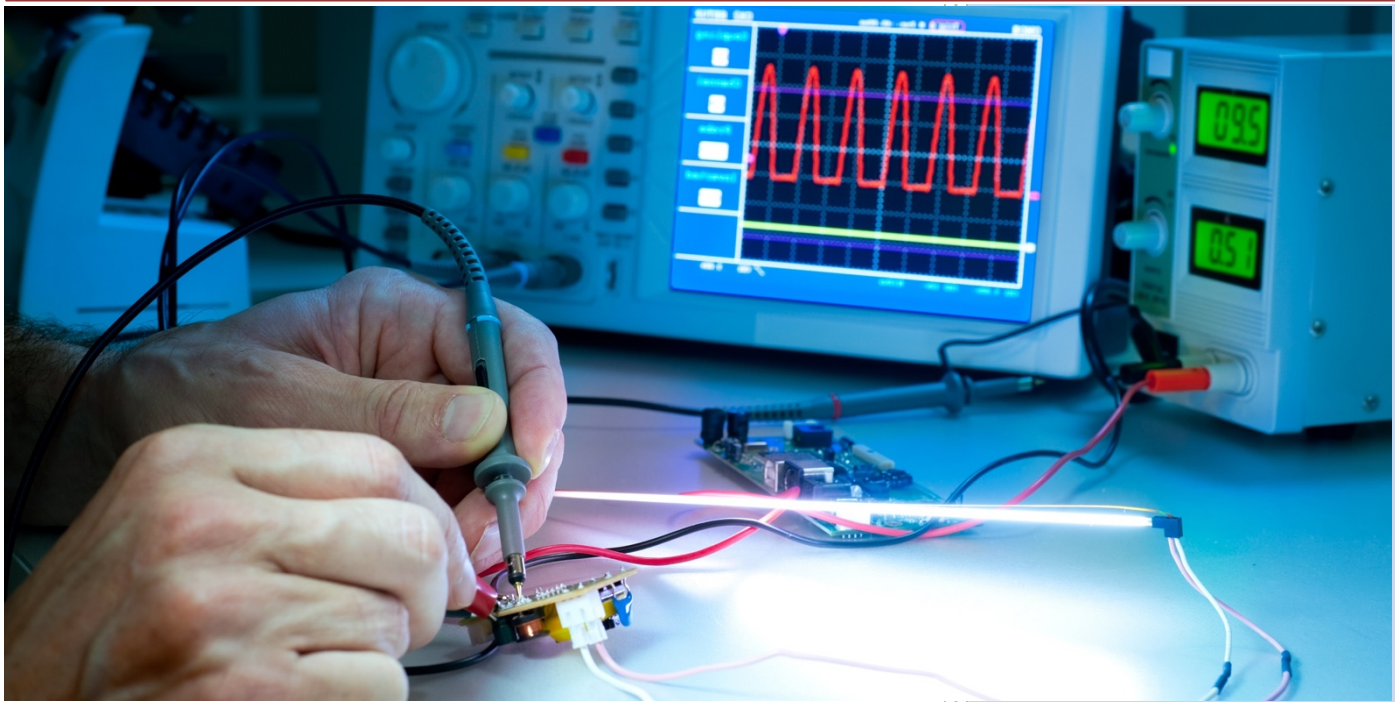


ELEKTRONİK LABORATUVARI I DENEY KILAVUZU



Prof. Dr. Erhan PESEN

Fizik Bölümü

FİZ 2111 Elektrik ve Elektronik Laboratuvarı I

İçindekiler

Laboratuvar Kuralları.....	3
TEMEL BİLGİLER	4
Elektriksel Büyüklükler ve Tanımları.....	4
Amper (A)	4
Coulomb (Kulon - C)	4
Volt (V).....	4
Ohm (Ω)	4
Watt (W)	4
Henry (H)	4
Farad (F).....	4
Hertz (Hz).....	4
Güç Kaynakları	5
DC Güç Kaynağı	5
Sinyal Üretici	6
Ölçü Aletlerinin Kullanılışı	8
Ampermetre	8
Voltmetre	8
Multimetre	9
Osiloskop	10
Problar	11
Osiloskopa Gerilim Ölçülmesi	12
Osiloskopa Frekans Ölçülmesi.....	12
Bazı Temel Elektrik Elemanları	12
Breadboard ve Kullanımı	12
DENEY 1: Akım ve Gerilim Bölme.....	14
Deneyin amacı:	14
Kullanılan Alet ve Malzemeler:	14
Ek Bilgiler:.....	14
Deneyin Yapılışı:	15
DENEY 2: Thevenin Teoreminin İncelenmesi	16
Deneyin amacı:	16
Thevenin teoreminin deneysel olarak gözlemlenmesi.....	16
Kullanılan Alet ve Malzemeler:	16
Ek Bilgiler:.....	16
Yıldız-Üçgen Dönüşümleri:.....	16
Üçgen-Yıldız Dönüşümleri:.....	16
Thevenin Teoremi:	17
Deneyin Yapılışı:	19
DENEY 3: Maksimum Güç Kullanımı	20
Deneyin amacı:	20
Kullanılan Alet ve Malzemeler:	20
Ek Bilgiler:.....	20

Deneyin Yapılışı:	21
DENEY 4: Kirchoff Akım ve Gerilim Kanunlarının İncelenmesi	23
Deneyin amacı:	23
Kullanılan Alet ve Malzemeler:	23
Ek Bilgiler:	23
Düğüm:	23
Çevrim:	23
Kirchoff Akım Kanunu:	23
Kirchoff Gerilim Kanunu:	24
Deneyin Yapılışı:	24
DENEY 5: Osiloskop Kullanımı	25
Deneyin amacı:	25
Kullanılan Alet ve Malzemeler:	25
Ek Bilgiler:	25
Deneyin Yapılışı:	26
DENEY 6: KIRPICI DEVRELER	27
Deneyin amacı:	27
Kullanılan Alet ve Malzemeler:	27
Ek Bilgiler:	27
Deneyin Yapılışı:	28
DENEY 7: AC'den DC'ye	29
Deneyin amacı:	29
Kullanılan Alet ve Malzemeler:	29
Ek Bilgiler:	29
Deneyin Yapılışı:	30
DENEY 8: RC Devreleri	31
Deneyin amacı:	31
Kullanılan Alet ve Malzemeler:	31
Ek Bilgiler:	31
Zaman Sabiti (τ):	31
Deneyin Yapılışı:	32

Laboratuvar Kuralları

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 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. Böyle bir nedenle cihazları bozan kişilerin cihazları kullanmayı bilmediği düşünülür ve deney notu sıfır olur.
- Laboratuvarda hiçbir zaman koşmayınız, en acil durumlarda bile yürüyünüz. Birbirinizle fiziksel temaslı şakalar yapmanız sizin ve cihazların zarar görmesine sebep olabilecek kazalara neden olabileceği için laboratuvar ortamında bu tür davranışlarda bulunmayın.
- Laboratuvarların sessiz ve sakin ortamını bozacak yüksek sesle konuşma, tartışma yapılması yasaktır. Başka grupların çalışmalarını engellemek, izin almadan laboratuvarı terk etmek, diğer gruplardan yardım almaya çalışmak ve laboratuvarda dolaşmak laboratuvardan ihraç sebebidir.
- Laboratuvarlara yiyecek, içecek sokmak, sigara vb. içmek yasaktır.
- Laboratuvarda cep telefonu kullanımı yasaktır.
- Uzun saçlı olan kişiler deney esnasında saçlarını toplamalıdır.
- Hafta içi mesai saatleri dışında ve hafta sonu laboratuvar görevlisi olmadan çalışılması yasaktır.
- Laboratuvara işi olmayan kişilerin girmesi yasaktır.
- Laboratuvara tam zamanında geliniz ve sadece ara verildiğinde dışarı çıkınız.
- Çalışma bittikten sonra kullanılan cihazlar yerlerine konulmalıdır.
- Laboratuvarda çalıştığınız alanın temizliği sizin sorumluluğunuzdadır. Çalışmalar bittikten sonra gereken temizlik yapılmalıdır.
- Laboratuvar çalışmalarında çıkan atıklar, laboratuvar görevlilerinin belirlediği kurallar çerçevesinde uzaklaştırılmalıdır.
- Laboratuvardan çıkmadan önce enerji kesilmelidir.

DIKKAT!

Laboratuvarda 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.

Yukarıdaki kuralları okudum ve kabul ediyorum

Tarih:/...../2020

TEMEL BİLGİLER

Elektriksel Büyüklükler ve Tanımları

Amper (A)

Elektirikte akım şiddeti birimidir; akım şiddeti, birim zamanda geçen elektrik yükü miktarıdır. Bir iletkenin belli bir kesitinden saniyede (t) bir Coulomb elektrik yükü (Q) geçerse, akım şiddeti (I) 1 A olur. Bir gümüş nitrat eriyiğinden (AgNO₃), saniyede 1,118 miligram gümüş ayıran elektrik akım şiddeti birimine 1 A denir.

$$I = \frac{Q}{t}$$

Coulomb (Kulon - C)

Q elektrik yükü veya miktarıdır. Coulomb yasası, elektrik yüklü iki parçacık arasındaki kuvvetin büyüklüğü, yüklerin çarpımı ile doğru, yüklerin arasındaki uzaklığın (d) karesiyle ters orantılıdır. Yüklü taneciklerin (Q) birbirine uyguladıkları kuvvete Coulomb kuvveti denir.

Volt (V)

Gerilim (potansiyel farkı) birimidir. Direnci 1 Ω olan ve içinden 1 A şiddetinde akım geçiren bir iletkenin uçları arasındaki potansiyel farka 1 V denir.

Ohm (Ω)

Direnç birimidir. Elektrik akımına karşı gösterilen zorluğa direnç denir. 1 mm^2 kesitinde, 106,3 cm uzunluğunda, 0°C'de ve 14,4521 gr ağırlığındaki cıva sütununun iç direncine 1 Ω denir.

Watt (W)

Güç birimidir. Bir alıcının uçları arasındaki potansiyel farkı 1 V ve içinden geçen akım şiddeti 1 A ise, bu alıcının gücü 1 W'dır.

Henry (H)

Elektromanyetikte indüktans birimidir. Bir devrede saniyede 1 A akım değişikliği altında meydana gelen zıt e.m.k 1 V ise, bu devrenin öz indükleme katsayısı 1 H'dir.

Farad (F)

Kapasitans birimidir. Saniyede 1 V'luk gerilim değişimi altında 1 kulonluk (coulomb) elektrik yükü ile yüklenen kondansatörün kapasitesi 1 Farad'dır.

Hertz (Hz)

Frekansın, saniyede bir devire eşit olan birimidir, alternatif akımda, pozitif ve negatif kutupların bir saniyedeki değişim sayısıdır.

Güç Kaynakları

DC Güç Kaynağı

Laboratuvarlarda kullanılan tipik bir DC güç kaynağı Şekil 1’de gösterilmiştir. DC güç kaynağı devrelere elektrik beslemesi sağlamak amacıyla voltaj kaynağı olarak kullanılan cihazdır. ‘Power’ düğmesi ile açılır. Ayarlı kaynakların değişik renklerde (kırmızı, siyah ve yeşil) olmak üzere değişik sayıda çıkışı mevcuttur. Pozitif olan kırmızı uç ve negatif olan ise siyah uçtur. ‘Coarse’ ayarı ile büyük adımlar halinde hassas olmadan voltaj ayarlanır, ‘FINE’ ayarı ile de aynı şey hassas bir şekilde gerçekleştirilir.



Şekil 1 Laboratuvarlarda kullanılan güç kaynağı

Şimdi 6V’luk bir voltaj kaynağına ihtiyaç duyduğumuzu farz edelim. Bunun için yapılması gereken adımlar şunlardır:

1. İlk başta üzerinde “CURRENT” yazan akım ayar tuşu ile “VOLTAGE” yazan voltaj ayar tuşlarının en solda bulunduğundan emin olun. Bu durumda üzerinde “C.C” yazan lamba kırmızı olarak yanarken, “C.V.” yazan lamba sönmüş durumdadır. Ekranda ise 0.0V görülmelidir.
2. Kırmızı lamba yanıyorken voltaj ayar tuşu ile istenilen voltajı ayarlamak mümkün değildir. Bu nedenle önce akım ayar tuşu sağa doğru az bir miktar çevrilerek, kırmızı lamba sönmüş “C.V.” lambası yeşil olarak yanmaya kadar bir miktar akım verilmelidir.
3. Yeşil lamba yandıktan sonra voltaj ayar tuşu ekranda 6V görülene kadar sağa doğru çevrilir.
4. Ayarlı kaynağın kırmızı çıkışına kırmızı kablo ve siyah çıkışına siyah kablo bağlanarak, kabloların diğer uçları devrede ilgili yere bağlanarak, devre 6V’luk voltaj ile beslenmiş olur.

Cihazımız bir voltaj kaynağı olduğu için, istenen voltaj değeri ayarlanabilir, ancak üretilen akımın üzerinde herhangi bir kontrol imkanı yoktur. Üretilen voltaj ve devredeki toplam

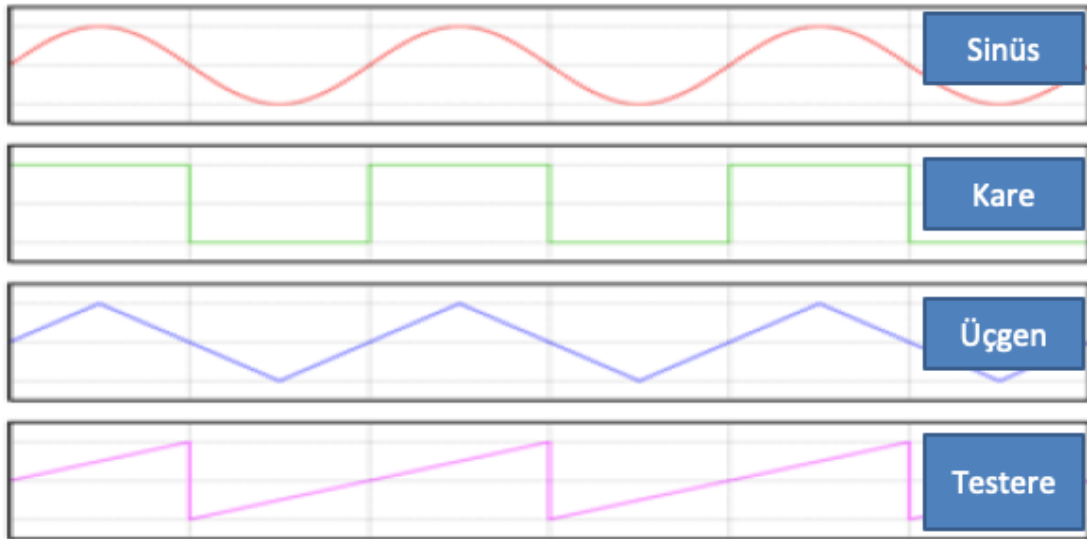
direnç miktarına bağlı bir değerde akım üretilir. Bu güç kaynağında bir kaynaktan çekilebilecek akım miktarı maksimum 3A'dır.

Eğer "C.C." lambası yanmıyorsa kaynak, istenen gerilimi üretemiyor anlamına gelir. Böyle bir durumda iki sorun olabilir:

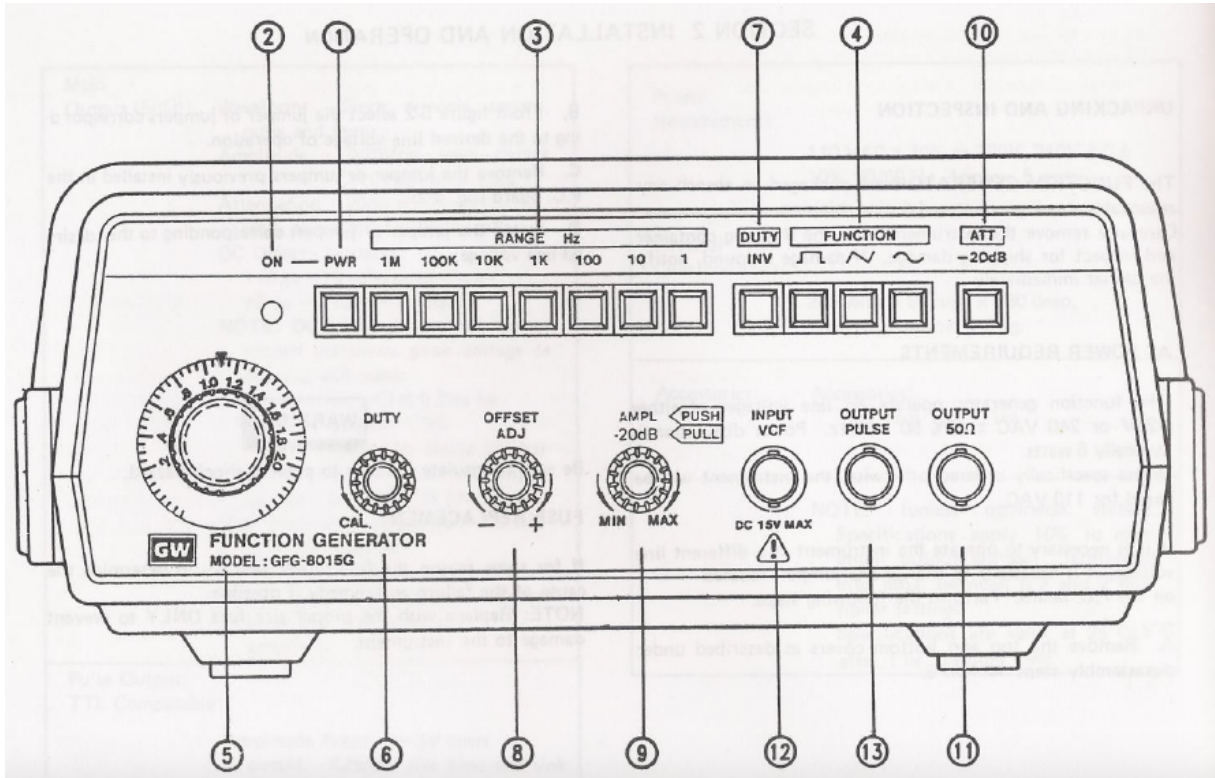
1. İlk başta yeterince akım verilmemiştir. Çözüm: Akım ayar tuşu sağa doğru az bir miktar çevrilerek gerekli akım sağlanır.
2. Akım yeterince verilmiş ancak "C.C." lambası hala yanmıyorsa, muhtemelen devremizde bir kısa devre vardır ve kaynaktan 3A'den fazla akım çekilme durumu vardır. Çözüm: Güç kaynağı hemen kapatılır ve devredeki kısa devre problemi çözülür. Daha sonra tekrar güç kaynağı açılır.

Sinyal Üretici

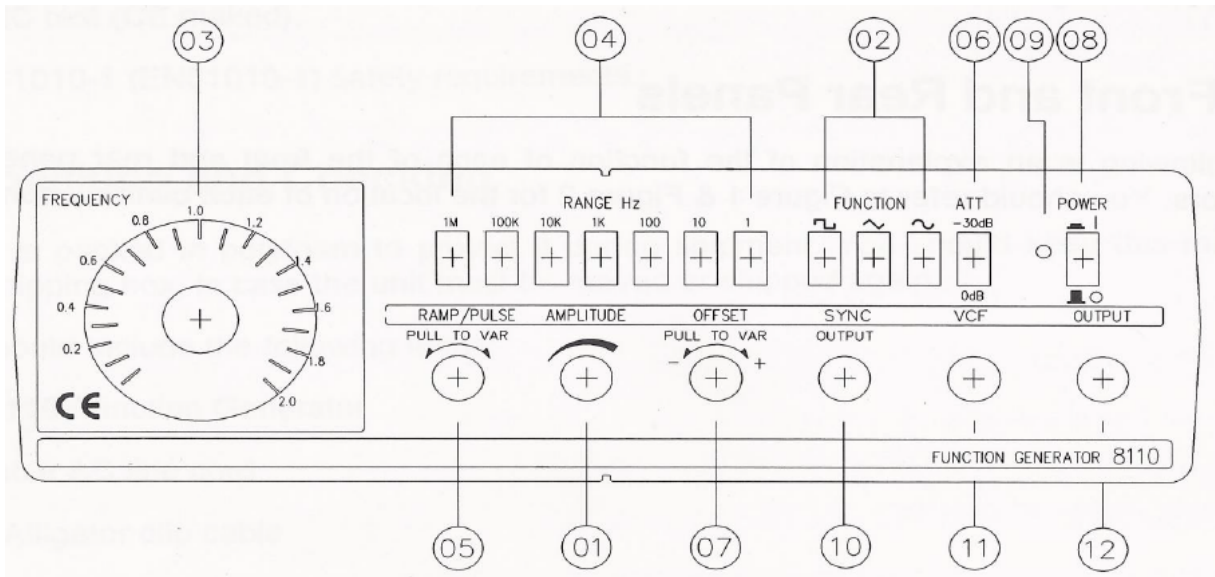
Genellikle kare, üçgen, sinüs ve testere dişi tipli sinyalleri (Şekil 2) 1 Hz - 2 MHz kadar değişik aralıklarda ve kademeli olarak sinyal üreten cihazlardır (Şekil 3, Şekil 4). Ve her kademesinde frekans ayarı bir potansiyometre ile yapılır. Sinüs dalga çıkışını en az bozulma olacak şekilde ayarlanmıştır. Üçgen dalga en doğru lineerliğe göre ayarlanmıştır. Standart kare dalga ve TTL seviyeli çıkışlar ise 50% darbe/boşluk oranındadır. TTL çıkış 10 TTL yük sürebilecek kapasitededir ve kare dalga ile aynı fazdadır. Genelde çıkış sinyalinin genliği ayarlı, Attenuator/zayıflatıcı ile kademelendirilebilir ve çıkış DC-Offset ayarı mevcuttur. Ayrıca kiminde sayısal, kiminde analog bir gösterge bulunur. Bazılarında simetri ayarı da mevcuttur.



Şekil 2 Dört farklı sinyal tipi (sinüs, kare, üçgen ve testere dişi)



Şekil 3 Sinyal üretici-1



Şekil 4 Sinyal üretici-2

Sinyal üretici PWR tuşu ile açılır/kapanır. “RANGE” sinyal üreticinin çıkışından alınan gerilim sinyalinin frekans aralığını belirlemede kullanılır. 10’luk adımlar şeklinde (1, 10, 100, 1K, 10K, 100K, 1M) kademeleri vardır. Çıkış geriliminin frekansı; bu kademeler ve frekans ayar düğmesi ile birlikte belirlenir. ‘FREQUENCY’ frekans düğmesi olup, AC tipi çıkış gerilim sinyalinin frekans değerini ayarlama da kullanılır. “FUNCTION” sinyal üreticinin 50Ω’luk çıkışında elde edilecek AC tipi gerilim sinyalinin dalga biçimini belirlemede kullanılır. Sinüs,

üçgen ve kare dalga olmak üzere üç ayrı seçeneği vardır. Düğmelere basılarak bu seçeneklerden istenilen biri aktif hale getirilir. ‘AMPLITUDE’ sinyal üreticinin 50Ω ’luk çıkışından elde edilecek AC tipi gerilim sinyalinin genliğini ayarlama kullanılır. Ayar aralığı 0 ile $\pm 10V$ arasındadır. Dolayısıyla sinyal üretici çıkışından tepeden tepeye en fazla $V_{t-t}=20V$ ’luk bir AC tipi gerilim elde edilebilir. Sinyal üreticinin ATT çıkışının genliği kontrol edilemez, sabit 5 V’luk bir gerilimdir.

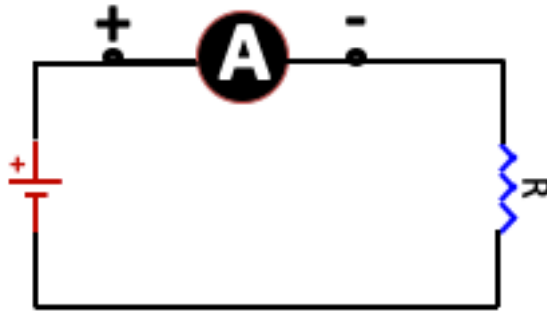
‘OFFSET’ işaret üreticinin 50Ω ’luk çıkışından alınan işarete pozitif veya negatif DC seviyeler ilave etmede kullanılır. Bu seviye değeri; $\pm 5V$ arasında ayarlanabilir. Genlik kontrolü düğmesi ile yapılan genlik ayarlamaları ‘OFFSET’ ayarından bağımsızdır. ATT çıkışı, tüm devreler için ATT uyumlu kare dalga tipi AC gerilimi alınır. Bu gerilim sinyalinin frekansı; Frekans ayar düğmesi ve frekans aralığı seçme düğmesi ile birlikte ayarlanabilir. Tepe değeri 5V olan sabit bir gerilim sinyalidir.

Sinyal üreticinin çıkış gerilim sinyali 50Ω ’luk çıkış ucundan alınır. Çıkış empedansı(direnci) 50Ω ’dur. VCF girişi sinyal üreticinin arka panelindedir. Çıkış gerilim sinyalinin işaretinin frekansını değiştirmek için dışarıdan harici bir gerilim uygulanabilmesini mümkün kılar. Frekans değişimi gerilimle orantılıdır.

Ölçü Aletlerinin Kullanılışı

Ampermetre

Elektrik akım şiddetini ölçmeye yarayan aletlere Ampermetre denir. Ampermetreler devreye daima seri olarak bağlanır (Şekil 5). Alıcıdan geçen elektrik akımı aynı zamanda ampermetreden de geçebilmesi için alet alıcı (yük veya cihaz) ile arka arkaya bağlanır. Bu bağlantı şekline seri bağlama denir.

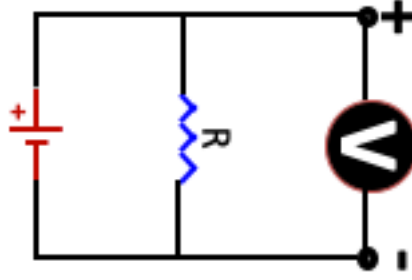


Şekil 5 Ampermetrenin Devreye Bağlanması

Ampermetreler, iç dirençleri küçük olan ölçü aletleridir ve elektrik devrelerine seri olarak bağlanırlar. Bu nedenden ötürü ampermetreler devreye paralel bağlanacak olursa, üzerinden büyük bir akım geçişi olacağından cihaz hasar görecektir.

Voltmetre

Elektrik devrelerinde gerilim ölçmeye yarayan aletlere Voltmetre denir. Başka bir deyişle voltmetreler, bir elektrik devresinde iki nokta arasındaki potansiyel farkının (geriliminin) ölçülmesine yarayan bir ölçü aletidir. Ampermetrelerin aksine, gerilimi ölçülmek istenen elektrik devresinin veya gerilim kaynağının iki ucu arasına doğrudan doğruya paralel bağlanır (Şekil 6).



Şekil 6 Voltmetrenin Devreye Bağlanması

Voltmetreler, iç dirençleri büyük olan ölçü aletleridir ve elektrik devrelerine paralel olarak bağlanırlar. Bu ölçü alet devreye seri bağlanacak olursa, iç direncinin büyüklüğünden dolayı üzerinden büyük bir gerilim düşümü meydana gelir. Voltmetreler seri bağlantıda zarar görmezler.

Multimetre

Multimetre elektriksel olarak çok çeşitli ölçümler yapabilen bir cihazdır. Bir Multimetre kullanarak akım, direnç, indüktans, sığa ve voltaj (gerilim, potansiyel farkı) gibi çeşitli ölçümler yapılabilir. Multimetre genel olarak ekran, kadran ve giriş uçları olmak üzere üç kısımdan oluşur (Şekil 7). Ekran üzerinde yapılan ölçümün sonucu görülür. Multimetrenin kırmızı ve siyah olmak üzere iki probu vardır. Kırmızı prob (+) kutbu, siyah prob (-) kutbu ifade etmektedir. Bu iki probun bağlantı uçları ölçülecek niceliğe bağlı olarak uygun giriş uçlarına bağlanır. Multimetre ekranında (-) değer okunuyorsa, probların ters tutulduğu anlaşılmalıdır veya ölçülen voltaj (-) demektir. Siyah prob her zaman COM (common-ortak) girişine bağlanmalıdır.



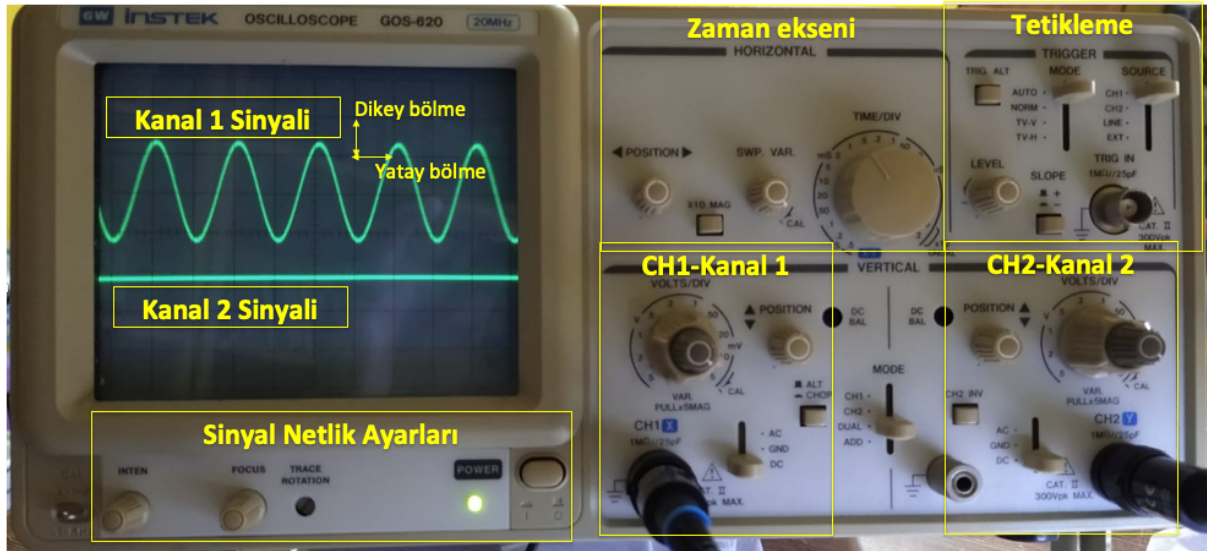
Şekil 7 Multimetre

Kademe anahtarı (düğmesi) dairesel olarak hareket ettirilerek ölçülmek istenen niceliğe göre ayarlanır. Kadran üzerinde akım A, mA, μ A, Frekans Hz, ‘direnç-kapasitans’ Ω ile, DC voltaj $\bar{V}$ ve AC voltaj $\tilde{V}$ ile gösterilmiştir. Direnç değerini ölçmek için kademe anahtarı Ω kademesine getirilmelidir. Ekranın altındaki ‘Select’ tuşu ile direnç seçilmeli ve ‘Range’ tuşuyla da ölçme aralığı seçilmelidir. Ölçülen direnç değerinin k Ω mertebesinde olması durumunda ekranda “k” harfi ve M Ω seviyesinde olması durumunda ekranda direnç değeri ile birlikte “M” harfi görülür. Aynı işlem sırası kapasitans ölçümleri için de uygulanır. Burada bahsedilen bütün ölçümler için kırmızı prob $\Omega V-||-$ girişine bağlanır.

Akım ölçümü için multimetrenin A, mA, μ A kademelerini kullanmak gerekir. DC voltaj ölçümü için multimetrenin $\bar{V}$ kademesini ve AC voltaj ölçmek için $\tilde{V}$ kademesini kullanmak gerekir. Multimetre akım okumak üzere ayarlandığında ampermetre, voltaj okumak için ayarlandığında voltmetre adını alır. Multimetreyi ölçüm yapılacak devre elemanına bağlamak için kırmızı probu ölçülecek aralığa göre multimetrenin Δ veya mA, μ A girişine bağlanır. Voltaj ölçmek için se kırmızı prob $\Omega V-||-$ girişine bağlanır.

Osiloskop

Osiloskop, elektronikte en çok kullanılan ölçü aletlerinden biridir (Şekil 8). Yüksek frekanslardaki AC sinyallerin rahat gözlenebilmesi ve ölçülebilmesini sağlar. Sinyallerin düzenli olmasına gerek yoktur. Her türlü kompleks yapıdaki elektrik sinyalleri için kullanılabilirler. Ayrıca DC sinyaller için de kullanılır. Kısaca osiloskop, elektriksel işaretlerin ani değerini ve zamanla değişimini gösteren alet olarak tanımlanabilir.



Şekil 8 Bir osiloskobun görünüşü

Bir osiloskoptaki temel fonksiyonel bölgeler Şekil 8’de gösterilmiştir. ‘Sinyal netlik ayarları’ bölgesindeki ‘Power’ düğmesi ile osiloskop açılı/kapanır. Ekranda hem kanal 1 sinyali hem de kanal 2 sinyali aynı anda gösterilebileceği gibi tek tek de gösterilebilir. Oluşan görüntünün kalınlığı ‘INTEN’ ayarı ile, netliği ve inceliği ‘FOCUS’ ayarı ile değiştirilebilir.

‘Zaman eksenini’ bölgesindeki ‘POSITION’ düğmesi ile sinyal yatay ekseninde, yani zaman ekseninde sağa/sola kaydırılabilir. Bu fonksiyon sinyali tam ‘0’ noktasına oturtmak ve kolay

ölçüm yapmak için kullanılır. 'TIME/DIV' düğmesiyle ekrandaki her bir yatay bölmenin (division) kaç saniyeye karşılık geleceği belirlenir. Örneğin bu düğme ile 2ms (2 milisaniye) seçildi ise ekranda görülen her bir bölme 2ms zamana denk gelir. Bu durumda örneğin CH1'deki sinyalin tam dalga boyu 4ms'dir. 'Swap Variable' ile zaman ekseninde hassas ayar yapılır. 'X10 MAG' tuşuyla anlık olarak sinyalleri zaman ekseninde 10 kat büyütülerek bakılır.

İki kanalın arasındaki 'MODE' anahtarı ile CH1/CH2/DUAL/ADD seçeneklerinden biri seçilmelidir. CH1/CH2 seçildiğinde sadece o kanal ekranda gösterilir. DUAL mode'da her iki kanal da aynı anda gösterilir. ADD modunda ise iki sinyalin volt değerleri toplanarak, tek sinyal olarak gösterilir.

'CH1' ve 'CH2' bölgeleri birbirinin kopyasıdır. Bu da osiloskopta aynı anda birbirinden bağımsız olarak iki sinyale bakılabilir demektir. 'VOLTS/DIV' düğmesi ile dikey eksenindeki her bir bölmenin kaç volta karşılık geleceği belirlenir. Örneğin bu değer 0.5V seçildiğinde, CH1'deki sinyalin alt ve üst tepeleri arasında 1V'luk bir gerilim farkı var demektir. 'POSITION' düğmesi ile sinyal dikey ekseninde hareket ettirilir. Her kanal için girilen sinyal türüne göre AC/GND/DC seçeneklerinden biri seçilmelidir. GND seçildiğinde, sinyal girişi dikkate alınmayarak, ekranda '0' volt pozisyonu gösterilir.

'Tetikleme' bölgesindeki 'TRIG. ALT.' ile tetikleme aktif hale getirilir. AUTO seçeneği ile tetikleyici sinyal uygulanmadığında veya tetikleyici sinyalin frekansı 25 Hz'den az olduğunda, tarama serbest modda çalışır. NORM seçildiğinde tetikleyici sinyal uygulanmadığında, tarama hazır durumda ve çizgi silinir. Her şeyden önce sinyal 25 Hz olarak görülmeli. TV-V seçildiğinde televizyon sinyalinin dikey resminin tamamını görmek için kullanılır. TV-H seçildiğinde televizyon sinyalinin yatay resminin tamamını görmek için kullanılır.

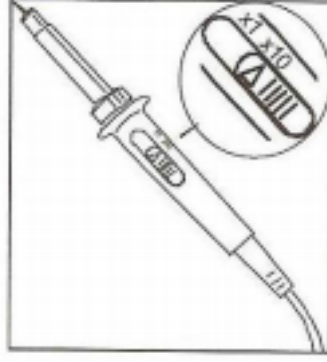
'SOURCE' anahtarı ile CH1/CH2/LINE/EXT seçeneklerinden biri seçilmelidir. CH1/CH2, VERT MODE de DUAL veya ADD ayarlandığında CH1/CH2 içsel tetikleme sinyal olarak kullanılır. LINE seçildiğinde AC güç kaynağı tetikleme sinyali olarak kullanılır. EXT seçildiğinde TRIG IN girişinden uygulanan dış kaynaklı sinyali tetikleme sinyali olarak kullanılır. SLOPE butonu LEVEL ile birlikte kullanılır. Seçilen LEVEL seviyesine göre:

“+”: Tetikleme, tetikleme sinyali LEVEL seviyesini pozitif yönde kestiği noktada gerçekleşir.

“-”: Tetikleme, tetikleme sinyali LEVEL seviyesini negatif yönde kestiği noktada gerçekleşir.

Problar

Osiloskop çalıştırıldıktan sonra giriş sinyal kanalına bir prob takılır (Şekil 9). Genellikle iki tür ölçme probu kullanılır. Bunlar sinyali zayıflatmayan X1 prob ile sinyali 10 defa zayıflatan X10 probtur. Bu ikinci tür prob ile çalışırken, probun ucunda 5 V'luk bir gerilim varsa, bu gerilim osiloskoba 0,5 V olarak ulaşır. İşaretin büyüklüğü de ölçülecekse, bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Günümüzde bütün problarda BNC tipi konnektörler (fişler) kullanılmaktadır. Bu fişler yerlerine oturtulduktan sonra dış taraflarındaki hareketli kısım saat yönünde bir miktar çevrilerek kilitlenir. X10 veya X100 tipi bir prob kullanılmadan önce aşağıdaki şekilde kompanze (düzenleme) edilmelidir.



Şekil 9 Örnek bir prob

Osiloskopla Gerilim Ölçülmesi

Ekrandaki sinyalin genliği dikey ekseninde ölçülür. Genlik, ilk önce ekran üzerindeki kareler cinsinden belirlenir. Daha sonra VOLTS/DIV düğmesinin gösterdiği değer ile kare sayısı çarpılarak gerilimin gerçek değeri belirlenir. Eğer zayıflatıcı (X10 veya X100) bir prob kullanılıyorsa zayıflatma katsayısı da hesaba katılmalıdır. Osiloskobun hassasiyeti VOLTS/DIV düğmesini saat yönünde çevirerek artırılır.

Osiloskopla Frekans Ölçülmesi

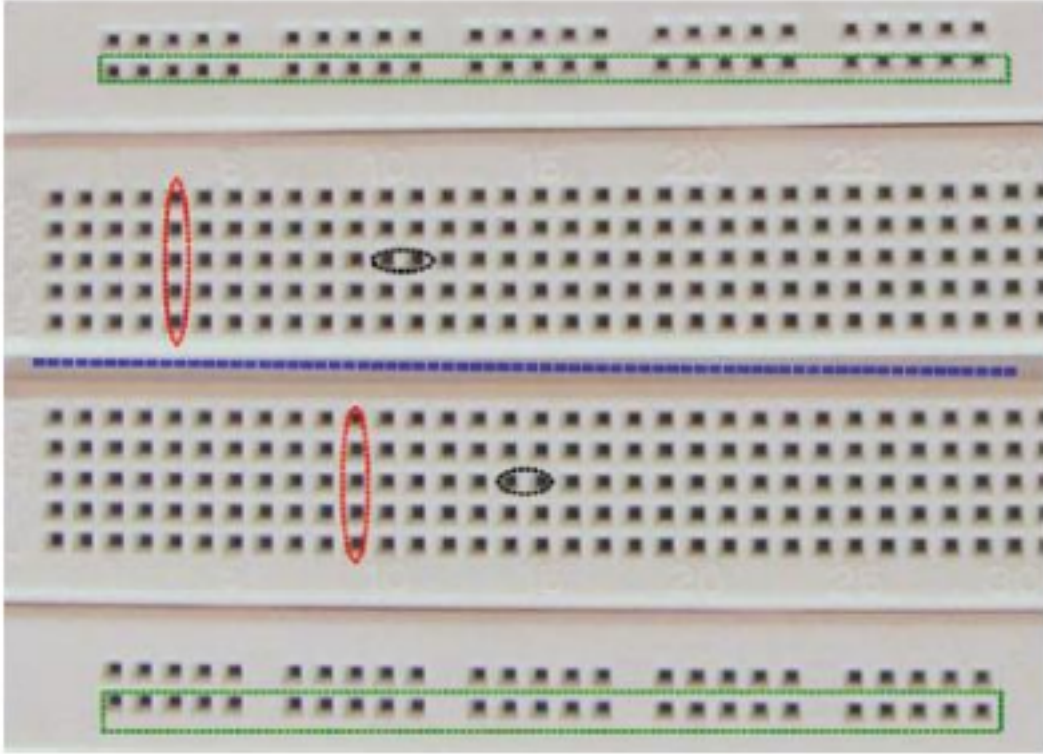
Modern osiloskoplarda frekans yerine periyot ölçülmektedir. Periyot ölçümleri yatay ekseninde yapılır. Dalga şeklinin bir periyodunun X eksenindeki uzunluğu kareler sayılarak belirlenir. Daha sonra TIME/DIV düğmesinin gösterdiği değer ile kare sayısı çarpılarak sinyalin periyodu belirlenir. Kullanılan prob (X1, X10 veya X100) zaman ölçümlerini etkilemez.

Bazı Temel Elektrik Elemanları

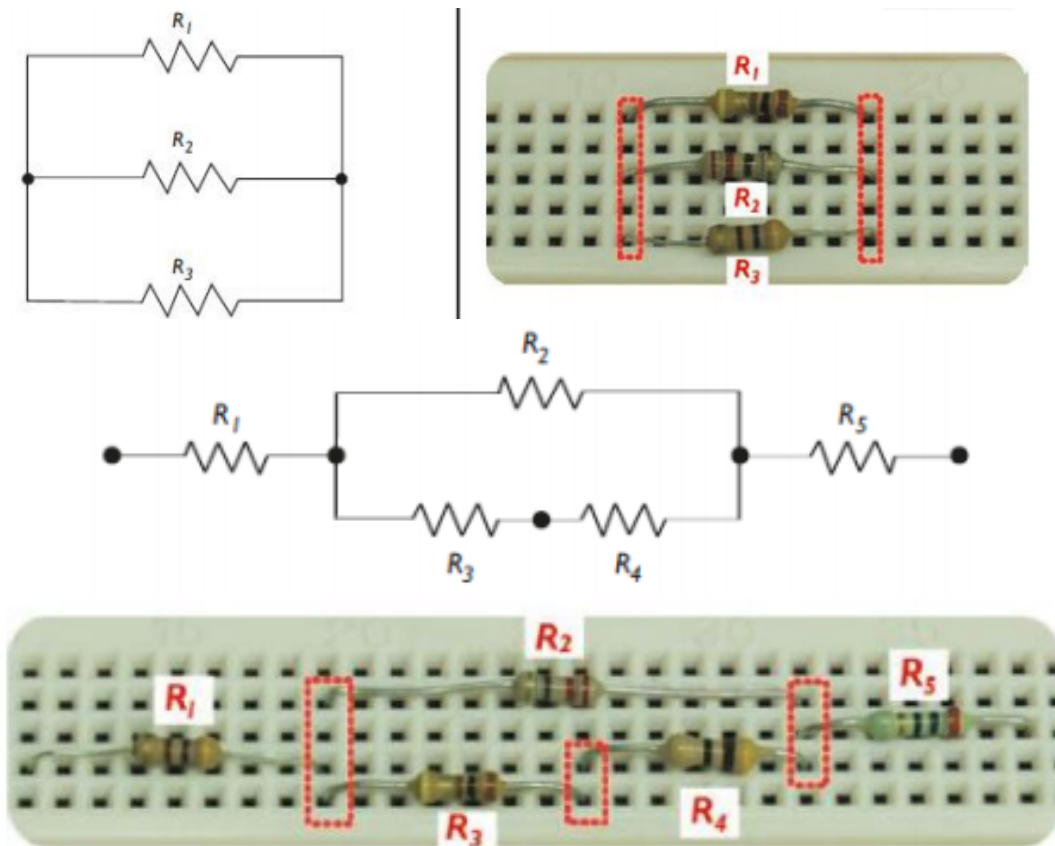
Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan, ‘Elektrik-Elektronik Teknolojisi’, ‘Analog Devre Elemanları’, ‘522EE0018’ numaralı dokümanda detaylı şekilde açıklanmıştır. Doküman internette elde edilebilir, aynı zamanda lab görevlisinden pdf hali istenebilir.

Breadboard ve Kullanımı

Breadboard değişik devre elemanlarını bir araya getirip devre kurmak için en pratik yoldur. Breadboard direnç, kondansatör gibi devre elemanları ve kabloların bağlanacağı küçük delikler ile güç kaynağı gibi devre elemanlarının bağlanabileceği bağlantı noktalarından oluşmaktadır (Şekil 10, Şekil 11). Şekilde dik kırmızı olarak seçilen 5 nokta alttan bir iletkenle birbirine bağlıdır. Üstteki ve alttaki yeşil olarak gruplanan 25 nokta da alttan bağlıdır. Bu uzun nokta grupları voltaj kaynağının + ve – uçlarını bağlamak ve devrede dağıtmak için kullanılır.



Şekil 10 Breadboard üzerinde bağlantı noktalarının gösterimi



Şekil 11 Örnek devre şemaları ve breadboard üzerine bağlanmaları

DENEY 1: Akım ve Gerilim Bölme

Deneyin amacı:

Akım ve gerilim bölme yöntemini deneyerek öğrenmek.

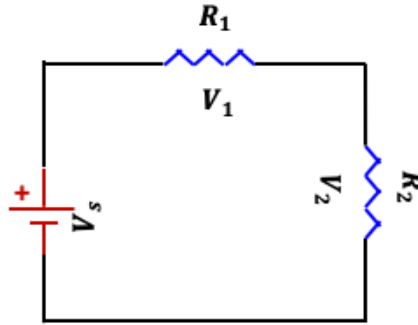
Kullanılan Alet ve Malzemeler:

1. DC güç kaynağı
2. Mutimetre
3. Breadboard
4. Değişik değerlerde direnç ve bağlantı kabloları

Ek Bilgiler:

Gerilim ve akım bölme, örneğin çok yüksek gerilimlerde, gerilimi bölerek ve küçülterek kontrol etmeyi ve ölçmeyi kolaylaştırır. Gerilim bölme bir dizi seri dirençler üzerindeki toplam gerilimin ne kadarının herhangi bir direnç üzerinde düştüğünü hesaplayarak yapılır. Örneğin Şekil 12'deki devre için, gerilim bölme formülleri:

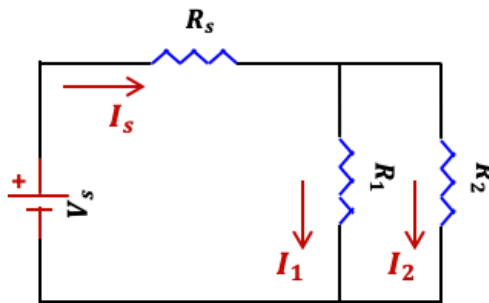
$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_s \quad V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_s$$



Şekil 12 Gerilim Bölücü Devre

Akım bölme bir dizi paralel dirençten akan toplam akımın, ne kadarının hangi dirençten aktığını hesaplayarak yapılır. Örneğin Şekil 13'deki devre için, gerilim bölme formülleri:

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I_s \quad I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_s$$



Şekil 13 Akım Bölücü Devre

Deneyin Yapılışı:

1. Şekil 12’de gösterilen devreyi kurunuz. Kaynak gerilimini $V_s = 12V$ ’a ayarlayarak ve dirençleri $R_1 = 6.2\text{ k}\Omega$, $R_2 = 3.0\text{ k}\Omega$ seçerek V_1 ve V_2 gerilimlerini ölçünüz. $R_1 = R_2 = 6.2\text{ k}\Omega$ değerleri için bu adımı tekrar ediniz. Ölçüm sonuçlarını Tablo 1’e yazınız.
2. Şekil 13’de gösterilen devreyi kurunuz. Kaynak gerilimini $V_s = 12V$ ’a ayarlayarak ve dirençleri $R_s = 1\text{ k}\Omega$, $R_1 = 6.2\text{ k}\Omega$, $R_2 = 3.0\text{ k}\Omega$ seçerek V_1 ve V_2 gerilimlerini ölçünüz. $R_s = 1\text{ k}\Omega$, $R_1 = R_2 = 3.0\text{ k}\Omega$ değerleri için bu adımı tekrar ediniz. Ölçüm sonuçlarını Tablo 2’ye yazınız.
3. Gerilim ve akım değerlerini hesaplayarak tablolardaki yerlerine yazınız.
4. Sonuçları karşılaştırınız.

Tablo 1 Hesaplanan ve Ölçülen Gerilim Değerleri

	Ölçüm		Hesap	
	V_1 (V)	V_2 (V)	V_1 (V)	V_2 (V)
$R_1 = 6.2\text{ k}\Omega$, $R_2 = 3.0\text{ k}\Omega$				
$R_1 = R_2 = 6.2\text{ k}\Omega$				

Tablo 2 Hesaplanan ve Ölçülen Akım Değerleri

	Ölçüm			Hesap		
	I_s (mA)	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_s (mA)	I_1 (mA)	I_2 (mA)
$R_s = 1\text{ k}\Omega$, $R_1 = 6.2\text{ k}\Omega$, $R_2 = 3.0\text{ k}\Omega$						
$R_s = 1\text{ k}\Omega$, $R_1 = R_2 = 3.0\text{ k}\Omega$						

DENEY 2: Thevenin Teoreminin İncelenmesi

Deneyin amacı:

Thevenin teoreminin deneysel olarak gözlemlenmesi

Kullanılan Alet ve Malzemeler:

1. DC güç kaynağı
2. Mutimetre
3. Breadboard
4. Değişik değerlerde direnç ve bağlantı kabloları

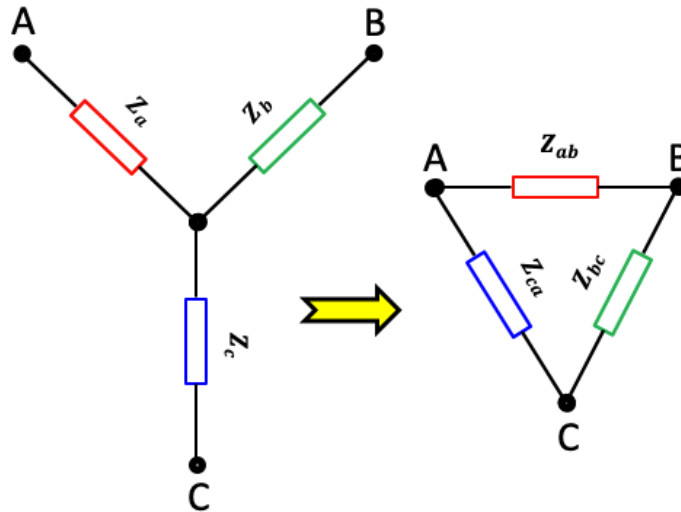
Ek Bilgiler:

Yıldız-üçgen ve üçgen-yıldız dönüşüm işlemleri olarak adlandırılan işlemler, birtakım devrelerin çözümleri aşamasında kullanılması oldukça avantajlar sağlayan işlemlerdir. Bu dönüşümler ile yıldız ya da üçgen bağlantıya sahip elemanların diğer bağlantı yapısına geçmesi için gerekli kriterler üretilmiş olur.

Yıldız-Üçgen Dönüşümleri:

Aşağıda yıldız ve üçgen bağlantı şekilleri ile yıldız bağlantıdan üçgen bağlantıya geçmek için kullanılan denklem takımları verilmiştir.

$$Z_{ab} = \frac{(Z_a Z_b + Z_b Z_c + Z_c Z_a)}{Z_c} \quad Z_{bc} = \frac{(Z_a Z_b + Z_b Z_c + Z_c Z_a)}{Z_a} \quad Z_{ca} = \frac{(Z_a Z_b + Z_b Z_c + Z_c Z_a)}{Z_b}$$

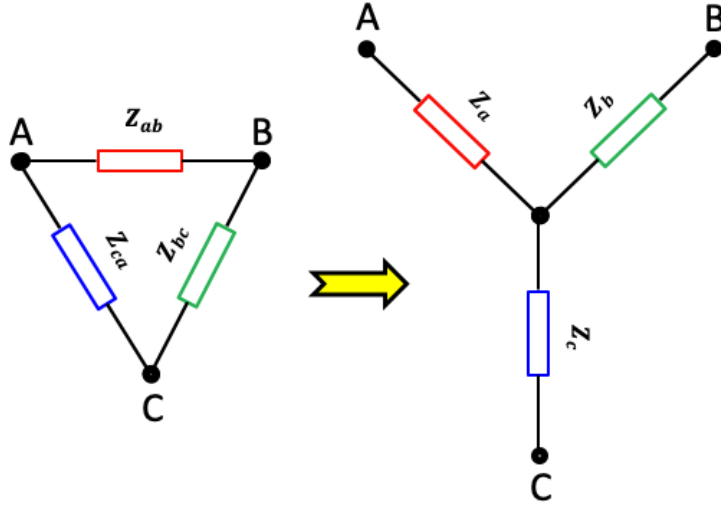


Şekil 14 Yıldız-Üçgen Dönüşümü

Üçgen-Yıldız Dönüşümleri:

Aşağıda üçgen ve yıldız bağlantı şekilleri ile üçgen bağlantıdan yıldız bağlantıya geçmek için kullanılan denklem takımları verilmiştir.

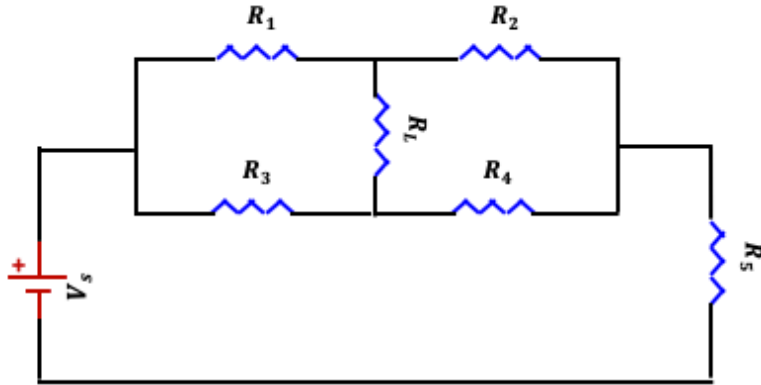
$$Z_a = \frac{Z_{ab} Z_{ca}}{Z_a + Z_b + Z_c} \quad Z_b = \frac{Z_{ab} Z_{bc}}{Z_a + Z_b + Z_c} \quad Z_c = \frac{Z_{ca} Z_{bc}}{Z_a + Z_b + Z_c}$$



Şekil 15 Üçgen-Yıldız Dönüşümü

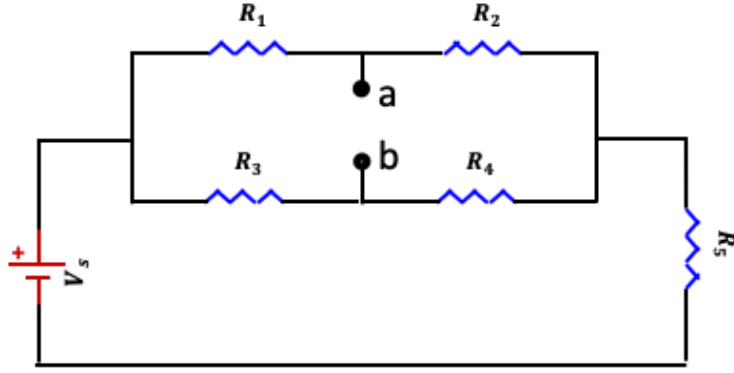
Thevenin Teoremi:

Çok sayıda elemanı bulunan herhangi bir devrenin bir elemanın veya sadece bir kısmının incelenmesi gerektiğinde, tüm devreyi göz önüne almak yerine, incelenecek eleman ya da devre parçasını bütün olan devreden ayırıp geriye kalan devre parçasını bir kaynak ve buna seri bağlı bir empedans ile temsil etmek suretiyle, inceleme basite indirgenebilir. Bu işlemde kullanılan teoreme Thevenin teoremi denir ve elde edilen eşdeğer devreye Thevenin eşdeğer devresi adı verilir.



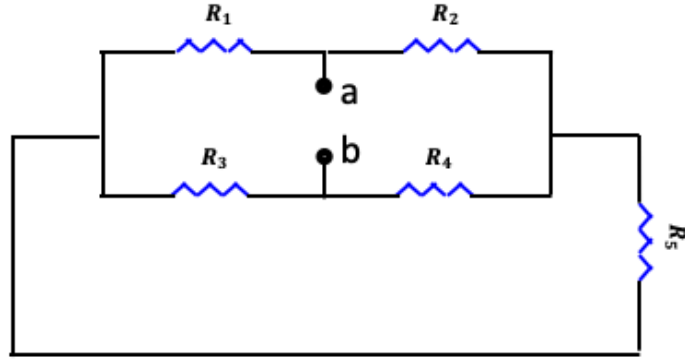
Şekil 16

Eşdeğer devre oluşturulurken ilgili eleman veya devre parçası devreden çıkarılır ve geriye kalan kısmın ayrılma noktaları arasındaki açık devre gerilim belirlenip bu gerilim Thevenin eşdeğer devresinin kaynak gerilimi olarak kullanılır (Şekil 17).



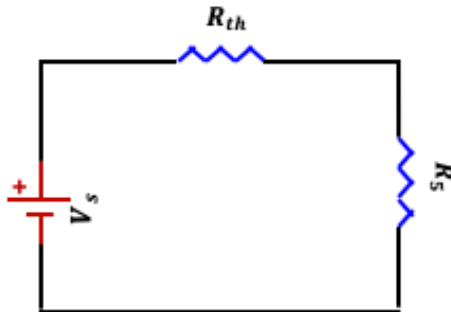
Şekil 17

Daha sonra eşdeğeri elde edilecek devre parçasındaki kaynaklar etkisiz hale getirilerek devrenin bölündüğü noktalardan bakıldığında görülen empedans hesaplanır ve thevenin eşdeğer empedansı olarak isimlendirilen bu empedans daha önce belirlenen kaynağa seri olarak bağlanır.



Şekil 18

Bir kaynaktan ve ona seri bağlı bir empedanstan oluşan bu eşdeğer devre, incelenecek kısmın devreden sökülmesi durumunda geriye kalan kısmın Thevenin eşdeğeridir. Şekil 16'da verilen devre göz önüne alındığında, a-b uçlarından görülen Thevenin eşdeğer devresini oluşturmak için $V_{ab}(V_{th})$ açık devre gerilimi Şekil 17'den, a-b uçlarından görülen eşdeğer dirençte (R_{th}) Şekil 18'den belirlenerek Şekil 19'daki eşdeğer devre elde edilir.



Şekil 19 Deneyde Kullanılacak Devre

Deneyin Yapılışı:

1. Şekil 16'da verilen devreyi aşağıdaki elemanlarla kurunuz. $V_s = 12\text{ V}$, $R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 3.3\text{ k}\Omega$, $R_3 = 330\text{ }\Omega$, $R_4 = 200\text{ }\Omega$, $R_5 = 100\text{ }\Omega$, $R_L = 2.2\text{ k}\Omega$.
2. R_L direnci üzerinden akan akımı ve bu direnç üzerindeki gerilimi ölçerek Tablo 3'e birinci sıraya kaydediniz.
3. R_L direncini devreden çıkartarak (Şekil 17) a-b uçlarındaki açık devre gerilimini ölçüp Tablo 3'e ikinci sıraya kaydediniz.
4. Kaynağı kapatıp kaynağa bağlı uçları kısa devre ederek (Şekil 17) a-b uçlarından görülen direnci multimetre yardımıyla ölçüp Tablo 3'e kaydediniz.
5. Şekil 19'daki devreyi kurunuz.
6. R_{TH} direncini voltmetre yardımıyla ayarlayınız.
7. R_L direnci üzerinden akan akım ve bu direnç üzerindeki gerilimi ölçerek Tablo 3'e kaydediniz.
8. Her bir ölçülen değer için teorik değerini de hesaplayın ve Tablo 3'deki yerlerine yazınız.
9. Sonuçları karşılaştırınız.

Tablo 3 Hesaplanan ve Ölçülen Değerler

		$V_{RL}\text{ (V)}$	$I_{RL}\text{ (mA)}$
Şekil 16'da verilen Devre İçin	Ölçüm		
	Hesap		
		$V_{AB}\text{ (V)}$	$R_{AB}\text{ (ohm)}$
Şekil 17'da verilen Devre İçin	Ölçüm		
	Hesap		
		$V_{RL}\text{ (V)}$	$I_{RL}\text{ (mA)}$
Şekil 19'daki Thevenin Eşdeğeri İçin	Ölçüm		
	Hesap		

DENEY 3: Maksimum Güç Kullanımı

Deneyin amacı:

Maksimum güç kullanımı teoreminin deneysel olarak gözlemlenmesi.

Kullanılan Alet ve Malzemeler:

1. DC güç kaynağı
2. Mutimetre
3. Breadboard
4. Değişik değerlerde direnç ve bağlantı kabloları

Ek Bilgiler:

İç dirence sahip herhangi bir kaynaktan bir yüke maksimum güç transferi yapılabilmesi için yük empedansı, kaynak iç empedansının kompleks eşleniği olmalıdır. Buna maksimum güç transferi teoremi denir.

Devre ara bağlaşımı yani devrede yer alan ara bağlantılar arasında sinyal gücünün istenilen şekilde kontrol edilebilmesi elektronikte yer alan önemli hususlardan birisidir. Şekil 1'deki devrede RL üzerindeki gerilim;

$$V = \frac{R_L}{R_L + R_s} V_s$$

olarak elde edilir. Sabit bir kaynak ve değişken bir yük göz önüne alınırsa, yük direnci, RS direncine göre ne kadar büyük olursa yük direnci üzerindeki gerilim o derece yüksek olacaktır. İdealde yük direncinin sonsuz değerde olması yani bir açık devrenin yer alması istenir. Bu durumda;

$$V_{max} = V_{\infty}$$

olacaktır.

Yük üzerinde oluşan akım ise;

$$I = \frac{V_s}{R_L + R_s}$$

şeklindedir. Yeniden sabit bir kaynak ve değişken bir yük direnci göz önüne alınırsa, yük direnci RS direncine göre ne derece küçük değerlikli olursa burada akacak akım o derece büyük olacaktır. Dolayısıyla maksimum akım akması için yükün bir kısa devre olması istenir. Bu durumda;

$$I_{max} = \frac{V_T}{R_T} = I_{sc}$$

olacaktır. Yük üzerinde oluşacak güç VI olarak ifade edileceğinden elde edilecek güç;

$$P = \frac{R_L V_s^2}{(R_L + R_s)^2}$$

şeklinde ifade edilebilir. Verilen kaynak için R_s ve V_s değerleri sabit olacağından elde edilebilecek güç sadece yük direncinin değişimine bağlı olarak değişecektir. Gerek maksimum gerilim ($R_L = 0$ olmalı) gerekse de maksimum akım ($R_L = 0$ olmalı) üretebilmesi için gerekli şartlar altında edilebilecek güç sıfır olmaktadır. Dolayısıyla yük direncinin bu iki değeri altında gücü maksimum değerine getirebileceği söylenebilir. Bu yük direnci değerinin bulunabilmesi için gücün yük direncine göre türevi alınıp sıfıra eşitlenirse;

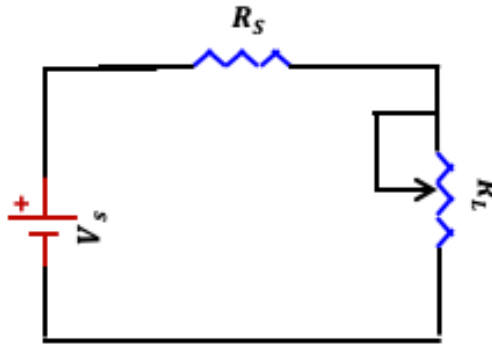
$$\frac{dP}{dR_L} = \frac{[(R_L + R_s)^2 - 2R_L(R_L - R_s)] V_s^2}{(R_L + R_s)^4} = 0$$

$$\frac{dP}{dR_L} = \frac{[(R_L - R_s)] V_s^2}{(R_L + R_s)^3} = 0$$

ifadesi elde edilir. Dolayısıyla bu eşitlikten de açıkça görüleceği üzere yük direnci, kaynağın direnci R_s direncine eşit olduğunda türev ifadesi sıfır olmaktadır. Dolayısıyla maksimum güç $R_L = R_s$ şartı altında gerçekleşmektedir. Bu durumda maksimum güç;

$$P_{max} = \frac{V_s^2}{4R_s}$$

olarak elde edilir.



Şekil 20 Deneyde Kullanılacak Devre

Deneyin Yapılışı:

1. Kaynak çıkışına iki değişik direnç bağlayıp bunların üzerinden akan akımları okuyarak kaynak iç direncini belirleyin.
2. Şekil 20'deki devreyi kurunuz ($V_s = 12 V, R_s = 5 k\Omega$).
3. R_L direncini Tablo 4'deki değerlere ayarlayıp her bir R_L değeri için okuyacağınız akım ve gerilim değerlerini ölçüp Tablo 4'e kaydediniz.
4. Her bir R_L değeri için bu dirençte harcanan gücü hesaplayarak, direnç değerine bağlı olarak yüke aktarılan gücün değişimini gösteren grafiği çizin.
5. Sonuçları yorumlayınız.

Tablo 4 Hesaplanan ve Ölçülen Değerler

Yük Direnci (ohm)	Yük Akımı (mA)	Yük Gerilimi (V)	Yük Gücü (watt)
1 k Ω			
2 k Ω			
3 k Ω			
4 k Ω			
5 k Ω			
6 k Ω			
7 k Ω			
8 k Ω			
9 k Ω			
10 k Ω			

DENEY 4: Kirchhoff Akım ve Gerilim Kanunlarının İncelenmesi

Deneyin amacı:

Ohm ve Kirchhoff kanunlarının geçerliliğinin deneysel olarak gözlenmesi.

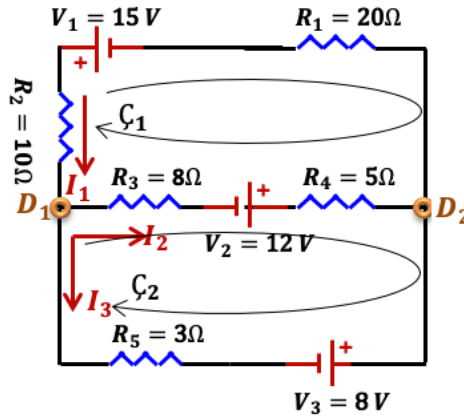
Kullanılan Alet ve Malzemeler:

1. DC güç kaynağı
2. Mutimetre
3. Breadboard
4. Değişik değerlerde direnç ve bağlantı kabloları

Ek Bilgiler:

Düğüm:

İki veya daha çok elektronik devre elemanının birbirleri ile bağlandıkları bağlantı noktalarına düğüm adı verilir. Düğüm, akımın kollara ayrıldığı veya birleştiği noktalar olarak da tarif edilebilir. Şekil 21’de gösterilen D_1 ve D_2 düğüm noktalarıdır.



Şekil 21 Örnek bir devrede düğüm ve çevrimlerin gösterimi

Çevrim:

Bir düğümden başlayarak, bu düğüme tekrar gelinceye dek elektriksel yollar üzerinden sadece bir kez geçmek şartı ile oluşturulan kapalı devreye çevrim ismi verilir. Şekil 21’de gösterilen $\mathcal{C}_1$ ve $\mathcal{C}_2$ devredeki çevrimlerdir.

Kirchhoff Akım Kanunu:

Bir elektronik devredeki düğüme giren akımlar ile bu düğüm noktasından çıkan akımların cebirsel toplamaları 0’a eşittir. Düğüme giren akımlar (+), düğümden çıkan akımlar (-) alınır.

$$\sum_i I_i = 0$$

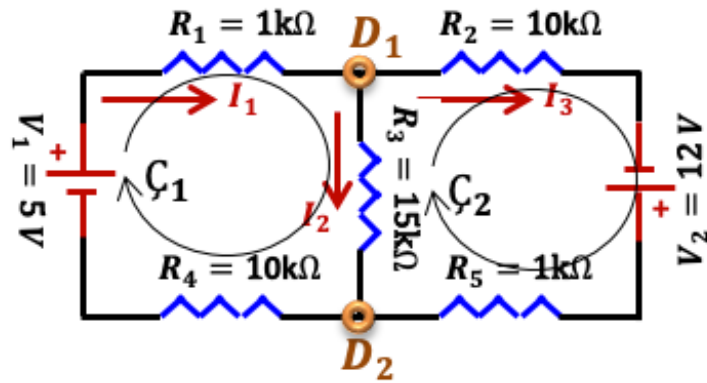
Örneğin bu kural D_1 düğüm noktasına $I_1 - I_2 - I_3 = 0$ şeklinde, D_2 noktasına ise $I_2 + I_3 - I_1 = 0$ şeklinde uygulanır.

Kirchoff Gerilim Kanunu:

Bir elektronik devredeki çevrimlerin sahip olduğu gerilimlerin cebirsel toplamı 0'a eşittir. Dirençler üzerinde geçen akım, çevrim yönüyle aynı ise direnç üzerindeki gerilim (-), zıt ise (+) alınır. Yine aynı şekilde, bir gerilim kaynağının yönü, çevrim yönüyle aynı ise gerilim (+), zıt ise (-) alınır.

$$\sum_i V_i = 0$$

Örneğin bu kural ζ_1 çevrimine $-15 + 20I_1 + 5I_2 - 12 + 8I_2 + 10I_1 = 0$ şeklinde, ζ_2 çevrimine ise $-5I_2 + 12 - 8I_2 - 8 + 3I_3 = 0$ şeklinde uygulanır.



Şekil 22 Deneyde Kullanılacak Devre

Deneyin Yapılışı:

1. Şekil 22'de verilen devreyi kurunuz ($V_1 = 5\text{ V}$, $V_2 = 12\text{ V}$).
2. Devredeki akımları (I_1, I_2, I_3) ölçerek Tablo 5'e kaydediniz.
3. Devredeki dirençler (R_1, R_2, R_3, R_4, R_5) üzerindeki gerilimleri ölçerek Tablo 5'e kaydediniz.
4. Kirchoff kanunlarını kullanarak ölçtüğünüz akım ve gerilim değerlerini hesaplayınız.
5. Ölçülen değerler ile karşılaştırınız ve Kirchoff'un akım kanunun geçerliliğini gözleyiniz ve yorumlayınız.

Tablo 5 Hesaplanan ve Ölçülen Değerler

	$I_1\text{ (mA)}$	$I_2\text{ (mA)}$	$I_3\text{ (mA)}$		
Ölçüm					
Hesap					
	$V_{R1}\text{ (V)}$	$V_{R2}\text{ (V)}$	$V_{R3}\text{ (V)}$	$V_{R4}\text{ (V)}$	$V_{R5}\text{ (V)}$
Ölçüm					
Hesap					

DENEY 5: Osiloskop Kullanımı

Deneyin amacı:

Bu deneyde, osiloskobun çalışma prensibinin, tetikleme ve senkronizasyonun nasıl yapıldığının ve osiloskop yardımıyla çeşitli büyüklüklerin (genlik, faz farkı ve frekans gibi) nasıl ölçülebileceğinin öğrenci tarafından anlaşılması amaçlanmıştır.

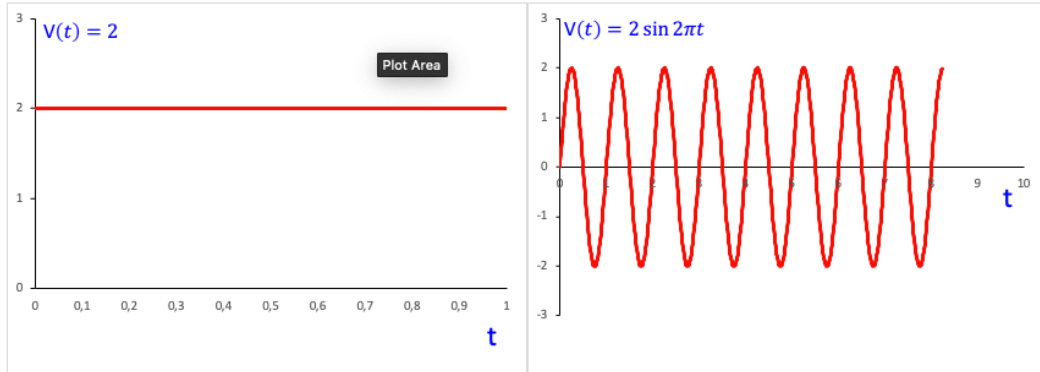
Kullanılan Alet ve Malzemeler:

1. Sinyal üretici
2. Osiloskop
3. Breadboard
4. Değişik değerlerde direnç ve bağlantı kabloları

Ek Bilgiler:

Daha önce temel bilgiler bölümünde osiloskop ve kullanımı hakkında detaylı bilgi verilmişti. Şekil 23.sol'da örnek olarak gösterilen zamana göre değişmeyen gerilim DC gerilimdir. Şekil 23.sağ'de gösterilen zamana göre periyodik olarak değişen gerilim ise AC gerilimdir. Tablo 6'da AC gerilimin bazı temel dalga formları ve hesaplamalarda kullanılan parametreleri gösterilmiştir. Genel olarak aşağıdaki formül AC akımı matematiksel olarak tanımlamak için kullanılır. Açısal hız ω , periyot T ve frekans f ile gösterilmiştir.

$$V(t) = V_0 \sin \omega t \quad \omega = 2\pi f \quad f = \frac{1}{T}$$



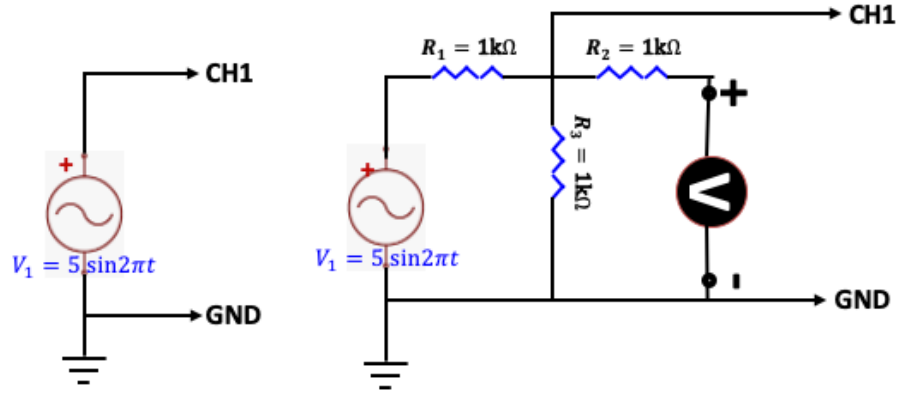
Şekil 23 sol: DC, sağ: AC gerilimin grafik gösterimi

Tablo 6 AC gerilim için değişik dalga formları ve parametreleri

	Dalga Formu	RMS Değeri	Ortalama Değeri	Dalga Form Faktörü	V_{tepe} / RMS
Sinüsoidal Dalga		$\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707$	$\frac{2}{\pi} = 0.637$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$	$\sqrt{2} = 1.414$
Yarım Doğrultulmuş Dalga		$\frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{1}{\pi} = 0.318$	$\frac{\pi}{2} = 1.571$	2
Tam Doğrultulmuş Dalga		$\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707$	$\frac{2}{\pi} = 0.637$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$	$\sqrt{2} = 1.414$
Üçgen Dalga		$\frac{1}{\sqrt{3}} = 0.577$	$\frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{2}{\sqrt{3}} = 1.155$	$\sqrt{3} = 1.732$
Kare Dalga		1	1	1	1

Deneyin Yapılışı:

1. Osiloskop düğmelerinin işlevini öğreniniz.
2. Şekil 24.sol'da gösterilen devreyi kurunuz. Gösterilen şekilde $V_1(t)$ gerilimini $V_1 = 5 \sin 2\pi t$ olarak ayarlayınız. Bu ayarlamayı sinyal üreticiden yaparken osiloskop ekranındaki zaman bölgesinden faydalanmanız gerektiğini unutmayınız.
3. Şekil 24.sağ'da verilen devrede V_{R3} geriliminin $V(t)$ ve V sabit değerlerini teorik olarak elde ediniz. Hesaplanan $V(t)$ ve V değerlerini grafiğe çiziniz. Osiloskop ekranından ve voltmetreden (AC ölçüm) elde ettiğiniz değerlerle yeni bir grafik çizin. Grafikleri karşılaştırınız. Benzerliklerin ve farkların sebebini açıklayınız.
4. Osiloskop ekranında size gösterilen AC gerilimin frekansını bulun ve aşağıdaki tabloya yazın.



Şekil 24 sol, sağ: Deney devreleri

Tablo 7 Hesaplanan ve Ölçülen Değerler

Osiloskopta En Son Gösterilen Sinüs Dalgasının		
	Tepeden Tepeye Voltajı ($V_{PP}(V)$)	Frekansı (Hz)
Ölçüm		

DENEY 6: KIRPICICI DEVRELER

Deneyin amacı:

Diyotlar ile yapılan kırpıcı devreleri tanımak.

Kullanılan Alet ve Malzemeler:

1. Sinyal üretici
2. Osiloskop
3. Breadboard
4. 1N4007 Diyot
5. Değişik değerlerde direnç, kondansatör, bobin ve bağlantı kabloları

Ek Bilgiler:

Kırpıcı devreler, uygulanan sinyalin dalga formunun kalanını bozmadan, bir kısmını kırpan devrelerdir. Bu kırpıcı devreler, giriş sinyalinin seçilen kısmını, dalga formunun negatif, pozitif veya ikisi birden olmak üzere bazı özel limitleri aşmasını engelleyen çıkış diyodu kırpıcı devresine transfer eder. Bunu devreye seri veya paralel bağlayarak yapar. Kırpmanın seviyesini kolay ayarlamak için değişken bir DC gerilimi devreye eklenebilir. Değişik DC gerilimlerini kullanarak, pozitif ve negatif taraflarda olmak üzere, değişik seviyelerde kırpmak mümkündür. Bu kırpıcı devreler aynı zamanda sınırlayıcı devreler olarak adlandırılırlar.

Aşağıda bazı kırpıcı devreleri listelenmiştir.

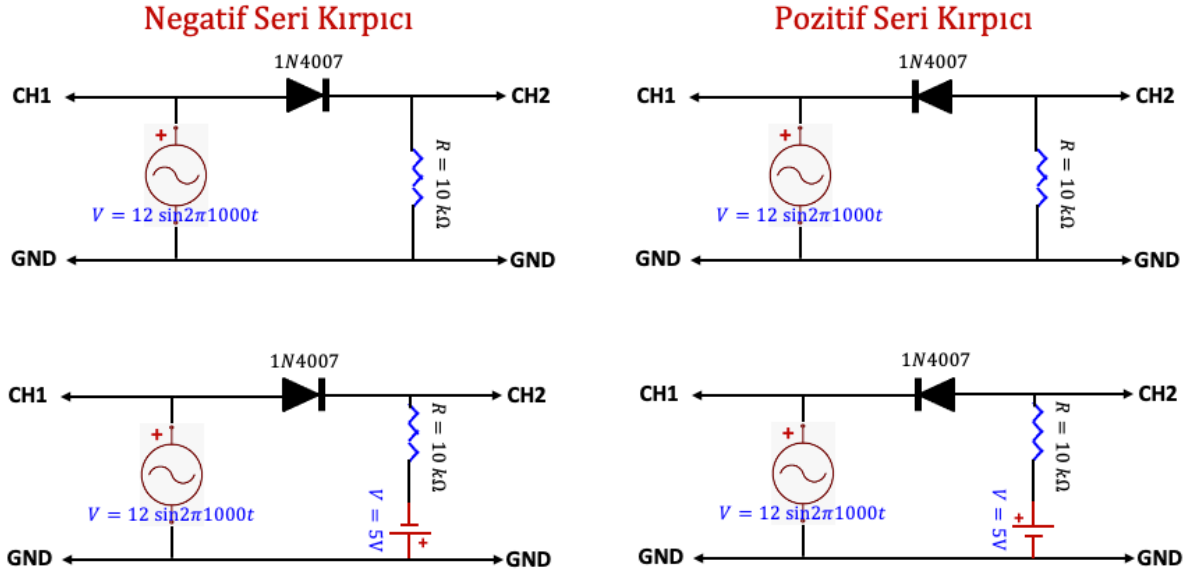
1. Tek sonlu (pozitif veya negatif) ve çift sonlu kırpma
2. Devre kurulumuna göre seri veya paralel.

Tepe noktasını yakalamak, tek sonlu kırpıcı devrenin çıkışına uygun bir kondansatör eklemekle mümkündür. Kondansatörün maksimum yük tutması için dolma zamanı hızlı, boşalma zamanı yavaş olmalıdır.

Seri dirençler diyottan geçen akımı sınırlandırmak için kullanılırlar. Seri direnç hesabı ve farklı diyotlar için değeri Tablo 8’de listelenmiştir. Seri kırpıcı devrelerin devre şemaları Şekil 25’de gösterilmiştir.

Tablo 8 Diyot türüne göre seri direnç değerleri

Diyot Türü	Doğru Yöndeki Akıma Direnci	Ters Yöndeki Akıma Direnci	Seri Direnç Değeri
1N4001	30Ω	300kΩ	$\sqrt{30 \times 3 \times 10^5}$ = 3.3kΩ
1N4007	100Ω	1MΩ	$\sqrt{100 \times 10^6}$ = 10kΩ



Şekil 25 DC gerilim eklemeleriyle birlikte pozitif ve negatif kırpıcı devreler

Deneyin Yapılışı:

1. Şekil 25'deki devreleri önce DC gerilimsiz ve sonra DC gerilimli olarak tek tek kurunuz. DC gerilim için 5.2V ve tepeden tepeye gerilimi de 12V'a ayarlayınız. Frekansı 1kHz seçiniz.
2. Osiloskop ayarlarını aşağıdaki gibi yapınız.
 - a. Kanal1: 2 V/DIV
 - b. Kanal2: 2 V/DIV
 - c. Zaman: 0.2 ms/DIV
3. Her bir devre için osiloskop ekranından okuduğunuz değerleri hesaplarınızda kullanın.
4. Orijinal sinyalin neresinin ve ne kadar kırıldığını hesaplayarak tabloya yazın.
5. Orijinal sinyale göre faz kayması var mı? Varsa hangi yönde ve hangi büyüklükte?
6. Diyotlar üzerine düşen gerilimi hesaplayın.

Tablo 9 Ölçülen Değerler

	Kırpma Miktarı (V)	Faz Kayması (ms)	Diyot Voltajı (V)
Negatif kırpıcı			
DC'li negatif kırpıcı			
Pozitif kırpıcı			
DC'li pozitif kırpıcı			

DENEY 7: AC'den DC'ye

Deneyin amacı:

Bu deneyde köprü diyot devresi kurarak AC olan bir gerilimin doğrultularak DC'ye çevrilmesini inceleyeceğiz.

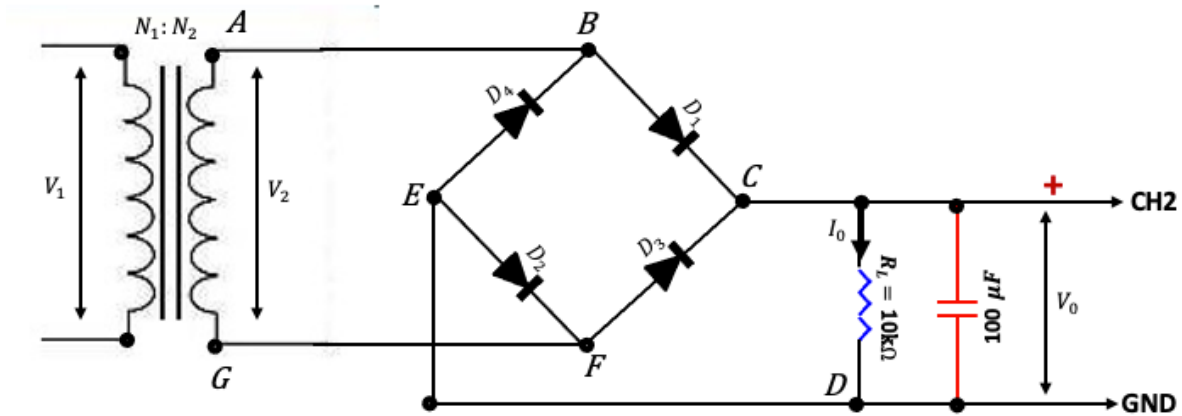
Kullanılan Alet ve Malzemeler:

1. Sinyal üretici
2. Osiloskop
3. Breadboard
4. 1N4007 Diyot
5. Değişik değerlerde direnç, kondansatör, bobin ve bağlantı kabloları

Ek Bilgiler:

Temelde diyotlar kullanarak iki şekilde AC devreleri doğrultulabilir.

1. Yarım dalga köprüleri
2. Tam dalga köprüleri



Şekil 26 Diyotların tam dalga doğrultması için köprü kurulumu

Bu deneyde tam dalga köprü diyot kurulumunu ve uygulamasını göreceğiz. Şekil 26'da örnek bir tam devre doğrultması için diyot dizilimi verilmiştir. Giriş sinyalinin pozitif döngüsünde, D1 ve D3 diyotları akım geçirecek ama D2 ve D4 diyotları sinyale göre ters yönde olduklarından akım geçirmeyecektir. Akım A-B-C-D-E-F-G yönlerinde geçecektir.

Giriş sinyali negatif döngüye girdiğinde, D2 ve D4 diyotları akım geçirecek, bu sefer D1 ve D3 diyotları geçirmeyecektir. Akım G-F-C-D-E-B-A yönlerinde akacaktır. Bu sebepten dolayı, hem pozitif hem de negatif döngü sırasında dışarı çıkan akım C noktasından D noktasına doğru olacak ve dolayısıyla DC akım oluşacaktır.

Şekilde görülen bobinler 220V AC'den 12V AC'ye dönüştüren trafonun şematik gösterimidir. Dolayısıyla $N_2/N_1 = V_2/V_1 = 12/220$ gerilim veya tel sarım oranıdır. R_L yük direnci, yani devreye kullanmak için eklediğimiz cihaz ve i_0, V_0 çıkış akımı ve gerilimidir. Gerilimdeki

dalgalanmayı azaltmak için C ve D çıkış uçları arasına paralel bir şekilde kondansatör eklenmelidir. Türkiye'deki şehir elektrik şebekesi kullanılacağından, kullanacağımız giriş değerleri $V_{pp} = 620V$ $f = 50 Hz$ şeklindedir.

Doğrultmayı iyileştirmek için kondansatör kullandığımızda, kapasite değerini ne seçersek seçelim, çıkış voltajında az da olsa dalgalanma olacaktır. Bu dalgalanmaya ripple faktörü denir. Ripple faktörünün değeri şu şekilde hesaplanabilir.

$$r = \frac{1}{4\sqrt{3} f R_L C}$$

Burada f doğrultulacak olan giriş sinyalinin frekansı ve C kondansatörün kapasitansdır. Hesaplanan ripple değeri bir orandır ve birimi yoktur. Örneğin $f=50Hz$ olan bir sinyal ve $R_L = 1k\Omega$ bir direnç kullandığımızda, $r=0.03$ yani $r=\%3$ olmasını istiyorsak $C = \frac{1}{4\sqrt{3} 50 1000 0.03} = 96.2 \mu F$ bir kondansatör kullanmamız gereklidir.

Deneyin Yapılışı:

1. Şekil 26'deki devreyi, $V_1 = 220V AC$, $V_2 = 12V AC$, $f = 50 Hz$, $R_L = 10 k\Omega$, $C = 100 \mu F$ olacak şekilde kurunuz. İlk ölçüm için kondansatörü devreye bağlamayınız.
2. Osiloskop ayarlarını aşağıdaki gibi yapınız.
 - a. Kanal1: 1 V/DIV
 - b. Zaman: 5 ms/DIV
3. Kondansatör OLMAYAN devre için osiloskop ekranından okuduğunuz değerleri tabloya yazın. Osiloskop ekranındaki grafiği, değerleriyle beraber Word grafik kullanarak çizin. Bu dosyanın içine ekleyin.
4. Kondansatör OLAN devre için osiloskop ekranından okuduğunuz değerleri tabloya yazın. Osiloskop ekranındaki grafiği, değerleriyle beraber önceki grafiğin içine ekleyin.
5. Ne öğrendiniz ve ne anladınız? Hesaplarınız ile ölçtüğünüz değerler arasında fark var mı? Önemli farklar mı? Yorumlarınızı yazınız.

Tablo 10 Ölçülen Değerler

	Tepeden gerilimi (V)	Ölçülen Ripple Miktarı (%)	Hesaplanan Ripple Miktarı (%)
Kondansatör Olmadan			
Kondansatör Varken			

DENEY 8: RC Devreleri

Deneyin amacı:

Kare dalgaları (AC gerilim) kullanarak RC devrelerini incelemek.

Kullanılan Alet ve Malzemeler:

1. Sinyal üretici
2. Osiloskop
3. Breadboard
4. Değişik değerlerde direnç, kondansatör, bobin ve bağlantı kabloları

Ek Bilgiler:

Zaman Sabiti (τ):

RC devrelerinde, gerilimlerdeki ve akımlardaki belirli değişimler için gereken zamanın bir ölçüsüdür. Genel olarak anahtarlama olduktan sonra geçen süre, zaman sabitlerinin 5 katı (5τ) ise, akımlar ve gerilimler onların final değerlerine ulaşmış sayılır. Bu duruma sürekli durum denir.

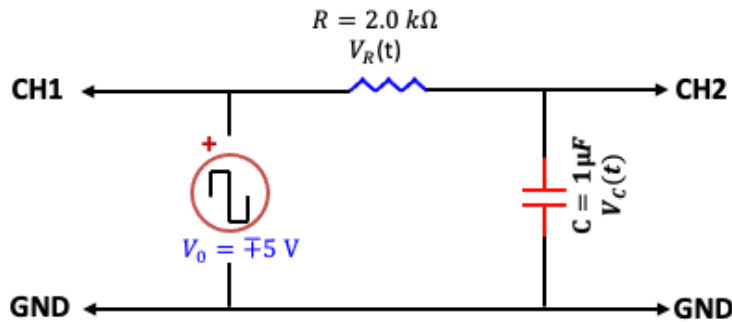
Bir RC devresinin zaman sabiti, eşdeğer direnci ve eşdeğer kapasitansının çarpımıdır. Bir Darbe bir seviyeden diğerine değişen ve tekrar eden akım veya gerilimdir. Şekil 29'deki Osiloskopta görülen sinyaldeki gibi dalga şeklinin yüksek gerilim kısmının zamanı, düşük gerilim kısmının zamana eşitse kare dalga denir. Darbe treninin her bir turunun uzunluğu (T) periyodu olarak isimlendirilir. İdeal bir kare dalganın Darbe Genişliği (t_p), periyodunun yarısına eşittir. Darbe genişliği ve frekans arasındaki ilişki Osiloskop kullanım deneyinde verilmiştir ($f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2t_p}$). Şekil 27'teki kapasitör üzerindeki dolma gerilim bağıntısı aşağıdaki gibidir.

$$V_C(t) = V_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right) \quad t \geq 0$$

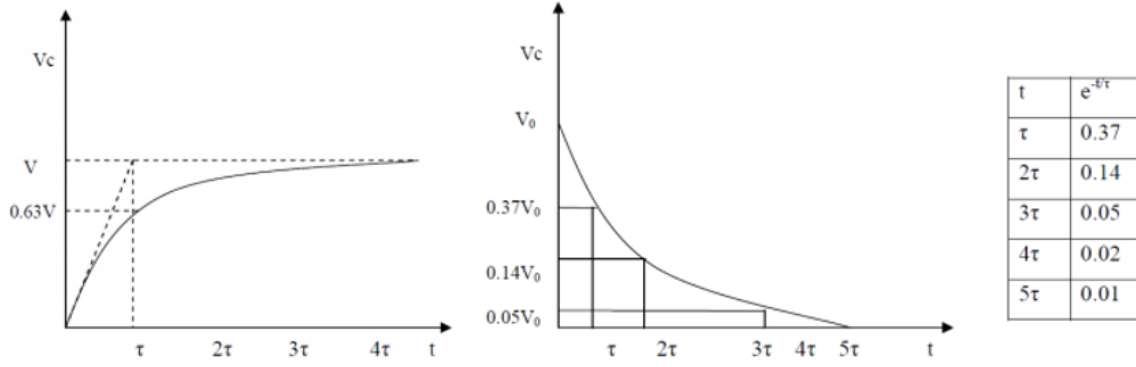
Kapasitörün boşalma gerilim bağıntısı aşağıdaki gibidir.

$$V_C(t) = V_0 e^{-\frac{t}{RC}} \quad t \geq 0$$

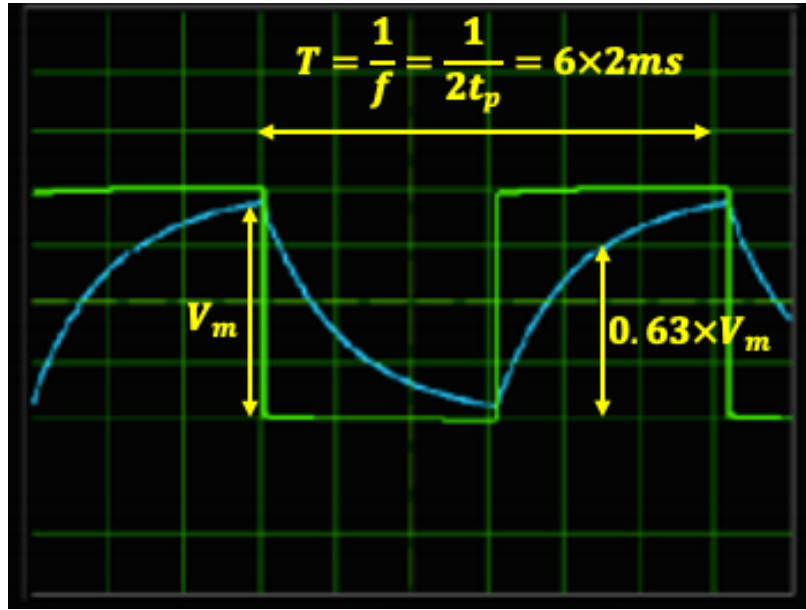
Burada V_0 gerilimi $t = 0$ için devreye uygulanan kaynak gerilimidir. $RC = \tau$ zaman sabitidir. Kapasitörün gerilimi dolum sırasında zamanla artar ve boşalma sırasında zamanla azalır (Şekil 28).



Şekil 27 Bir numaralı deney devresi



Şekil 28 Kapasitörün (Şekil 27'deki) dolma (sol) ve boşalma (sağ) grafikleri



Şekil 29 Kapasitörün (Şekil 27'deki) osiloskoptaki dolma ve boşalma görüntüleri

Deneyin Yapılışı:

1. Şekil 27'teki devreyi kurunuz.
2. Osiloskop ayarlarını aşağıdaki gibi yapın.
 - a. Kanal1: 2 V/DIV
 - b. Kanal2: 2 V/DIV
 - c. Zaman: 2 ms/DIV
3. Kare dalganın frekansını osiloskoptan bulurak tabloya kaydedin.
4. Şekil 29'deki Osiloskop ekran görüntüsüne benzer görüntüyü elde etmek için sinyal jeneratörünün frekansını ayarlayın (frekansı artırıp/azaltıp V_m değerinin kare dalganın $2V_0$ değerine ulaşmasını sağlayın) ve bu sinyal jeneratörü frekansını tabloya kaydedin.
5. Kare dalga frekanslarını tabloda görüldüğü gibi, sinyal jeneratöründen ayarlayarak V_m değerlerini tabloya kaydedin.
6. Frekans değerlerini x-ekseni olarak alın ve $100 \times \frac{V_m}{V_0}$ grafiğini çizin.
7. Bu grafiği nasıl yorumlarsınız? Şekil 27'te verilen devreye ne ad verebiliriz?

Tablo 11 Hesaplanan ve Ölçülen Değerler

	Osiloskoptan ölçülen Kare Dalga Frekansı (Hz)	Sinyal Jeneratöründe Ayarlanan Frekans (Hz)	V_m (V)	V_o (V)
Ölçüm				
Ölçüm Değerleri				
	Kare Dalga Frekansı (Hz)		V_m (V)	
	100			
	300			
	500			
	700			
	900			
	1100			
	1300			
	1500			
	1700			
	2000			
	4000			
	6000			
	8000			
	10000			