



SINOP ÜNİVERSİTESİ

MESLEK YÜKSEKOKULU



TEMEL ELEKTRONİK



Öğr. Gör. Resul TUNA | Bilgisayar Programcılığı

Sinop - 2011

BÖLÜM 1. ELEKTRİK KAZALARINA KARŞI KORUNMA VE İLK YARDIM

1.1. KISA DEVRE

Kısa devre; kırmızı, sarı, mavi, nötr ve toprak hatlarının en az ikisinin birbirine temas ederek elektriksel akımın bu yolla devresini tamamlamasıdır. Elektrik akımı taşıyan devrelerde kısa devre olması olağandır. Özellikle yüksek gerilim ihtiva eden sistemlerde. Böyle bir durum çok büyük tehlikeler arzeder. Bugün gerek sistemi, gerekse sistemde görev yapan elemanları korumak için çeşitli önlemlerin alınması başlıca yaptırımlar arasına girmiştir.

1.2. SİGORTALAR

Alternatif ve doğru akım devrelerinde kullanılan cihazları ve bu cihazlarda kullanılan iletkenleri, aşırı akımlardan koruyarak devreleri ve cihazı hasardan kurtaran elamanlardır. Sigortalar; evlerde, elektrik santrallerinde, endüstri tesislerinde kumanda panolarında, elektrikle çalışan bütün aletlerde kullanılır.

1.3. TOPRAKLAMA

Binanın elektrik sistemi kurulurken binanın dışında **toprağa** belirli bir büyüklükte bir bakır çubuk veya bakır levha gömülür. Bu bakır çubuğa bağlı bir kablo, binanın girişindeki faz ve nötrün binaya ilk girdiği ana elektrik kutusuna kadar getirilir. Bu noktadan itibaren tüm binaya, tüm dairelere bir faz, bir nötr ve bir de toprak hattı gider. Topraklı prizlerde ortadaki iki delik faz ve nötr'e bağlı iken, dış taraftaki metal çıkıntılar da toprak hattına bağlanır.

1.4. YALITIM

1.4.1. Koruyucu Yalıtma

Normalde gerilim altında olmayan, ancak yalıtım hatası sonucu elektrikleşen parçaların izoleli yapılmasıdır. Elektrik işlerinde kullanılan penseler, karga burunlar, tornavidalar ve benzer el aletleri uygun şekilde yalıtılmış; yağdanlıkların, süpürgelerin, fırçaların ve diğer temizlik araçlarının sapları akım geçirmeyen malzemedendir yapılmış olmalıdır.

1.4.2. Üzerinde Durulan Yerin Yalıtılması

Yerleri değişmeyen sabit elektrikli makine ve araçlarla, elektrik panolarının taban alanına tahta ızgara, lastik paspas vb. konulmak suretiyle yapılan bir korunma önlemidir. Bu korunma önlemi, herhangi bir elektrik kaçağında insanı toprağa karşı yalıtıldığı için elektrik çarpması gerçekleşmez.

1.5. ELEKTRİK KAZALARINA KARŞI ALINACAK TEDBİRLER

Elektrik tesislerinde, evlerimizde, iş yerlerimizde yapılan hatalar ve yıldırım düşmesi sonucunda insan hayatı ile ilgili elektrik çarpması ve yanıklar meydana geldiği gibi yangınlar da baş gösterebilir. Bunlara karşı ani ve etkili tedbirler almak suretiyle zararlar en düşük seviyede tutulabilir.

1.6. ELEKTRİK ÇARPMALARINA KARŞI İLK YARDIM TEDBİRLERİ

Üzerinden elektrik akımı geçerek elektriğe çarptığı bir kimse, komaya girmişse tekrar hayata kavuşturmak için vakit kaybetmeden aşağıdaki ilk yardım tedbirleri uygulanır:

- ✓ Kazazedenin elektrik çarpmasına maruz kaldığı hatalı akım devresi derhal kesilir; bunun için duruma göre fiş prizden çekilir, anahtar açılır veya sigorta çıkarılır.
- ✓ Eğer akımın derhal kesilmesi mümkün olmazsa elektrik alanı, kuru bir tahta parçası, bir baston veya benzeri, kolayca tedarik edilebilecek yalıtkan bir cismin aracılığı ile kazazededen uzaklaştırılır.

- ✓ Eğer elektrik tesislerinin uzaklaştırılması mümkün olmazsa, bu takdirde kazazede, elbisenin kuru olan kısımlarından çekilerek veya kazazedeyi kuru bir bez veya elbise parçası ile tutarak gerilimin altında bulunan tesis kısmından uzaklaştırılır.
- ✓ Bu esnada yardım eden kimselerin de aynı zamanda elektrik çarpmasına maruz kalmamaları için kazazedenin el, kol, ayak veya bacak gibi çıplak vücut kısımlarından tutarken aynı zamanda topraklanmış madenî kısımlara temas etmemeye ve iletken zemine basmamaya dikkat etmeleri gerekir.
- ✓ Komaya girmiş olan kazazedenin elbiselerini çıkartmak için zaman kaybetmeden derhal suni teneffüs uygulanır ve bu işe olumlu sonuç alınıncaya kadar uzun zaman devam edilir. Kazazedenin öldüğüne kesin olarak kanaat getirilmeden, mesela ölüm morluğu baş göstermeden veya ışık tutulduğunda göz bebeklerinde daralma olduğu sürece suni teneffüse nihayet verilmemelidir.
- ✓ Bir taraftan suni teneffüs yaptırılırken diğer taraftan da hastaneye veya en yakın ilk yardım merkezine telefon ederek sıhhi yardım istenmeli ve ambulans çağrılmalıdır.
- ✓ Kazazede, ambülânsla hastaneye nakledilirken dahi bir taraftan oksijen verilirken diğer taraftan derhal suni teneffüse devam edilmelidir.
- ✓ Kazazedeye suni teneffüs yaptırmak için geliştirilmiş cihazlar vardır. Ancak bunlar hastanelerde ve ilk yardım merkezlerinde bulduklarından, bu cihazlar olmadan da suni teneffüs yaptırılabilir. Elektrik çarpmasının baş gösterdiği yerlerde hiçbir zaman özel suni teneffüs cihazları bulunmadığından ve esasen bunları tedarik edinceye kadar hastanın bekletilmesine müsaade edilmeyip derhal suni teneffüse başlanması şart olduğundan, araçsız suni teneffüs uygulanmasının önemi çok büyüktür.
- ✓ Suni teneffüs, nefes alma merkezlerinin dinlenmesini ve rahatlamasını sağlar; böylece suni teneffüs yaptırılan hasta, bir süre sonra kendiliğinden nefes almaya başlar. Bu süre, icabında 5 saat veya daha fazla sürebilir. Onun için nöbetleşerek suni teneffüs yaptırabilmek için birkaç yardımcının hazır bulundurulmasında fayda vardır.
- ✓ Suni teneffüs yaptırılacak kazazede, havadar ve rahat bir yere sırt üstü yatırılır. Nefes almayı kolaylaştırmak için yakası açılır, varsa kravatı çözülür. Ağzın, mideden gelen veya ağızda kalmış olan yiyecek artıklarından temizlenmesi ve şayet varsa, takma dişlerin çıkarılması şarttır. Dilin geri çekilerek boğazı tıkamamasına dikkat edilir. Bunun için dilin daima ağız içinde serbest olması sağlanır.

1.7. YANIKLARA KARŞI TEDBİRLER

o Büyük yanık yaralarına pudra dökülmez, yağ veya merhem sürülmez ve sargı yapılmaz. Yanık yaraları sadece mikropsuz ve temiz örtülerle örtülür.

o Küçük yanık yaraları ancak özel merhemlerle ve antiseptik sargı bezleriyle sarılır.

o Büyük sanayi işletmelerinde ilk yardım için yetiştirilen ekip, gerekli ilaç ve tedavi araçları ile donatılmış olarak yardıma hazır bulundurulur.

1.8. YANGINA KARŞI TEDBİRLER

Yalnız elektrik tesisleri sebebiyle meydana gelen yangına karşı değil; genel olarak yangın hangi kaynaktan gelirse gelsin bütün yangınlara karşı evlerde ve iş yerlerinde yangın söndürme cihazları ve yangın söndürmek için gerekli araç ve gereçler daima çalışır bir durumda hazır bulundurulmalı ve personel, yangın söndürme için eğitilmelidir.

Yangın, elektrik tesislerindeki bir hatadan kaynaklanmasa dahi ilk tedbir olarak ana anahtar açılarak veya ana sigortalar çıkarılarak elektrik tesisleri gerilimsiz bırakılır. Böylece yangın sebebi ile meydana gelen izolasyon hataları yüzünden kısa devrelerin ve yeni yangın ortamının meydana gelmesi önlenmiş olur.

BÖLÜM 2. EL TAKIMLARI VE KULLANIMLARI

2.1. Kontrol Kalemleri: Kontrol kalemleriyle devrede enerji ve kaçak olup olmadığı ve cihaz kontrolü gibi işlemler yapılır. Bu kontrol işlemleri yapılırken dikkatli olunmalıdır. Kontrol kalemleri ile ölçüm yapılırken dik tutulmalıdır ve dikkatli olunmalıdır. Yan tutulması veya dikkatsiz ölçüm yapılması neticesinde kısa devre (faz-nötr,faz-faz çakışması) durumu ile karşılaşılabilir. Kontrol kalemlerinin uçları hassas olduğundan tornavida yerine kullanılması doğru değildir. Tornavida yerine kullanılması durumunda uçları çabuk bozulur, ayrıca tornavidalar kadar darbelere dayanıklı olmadıklarından kolay kırılırlar. Kontrol kalemi, ancak devrede gerilim olup olmadığının kontrolünde kullanılır.



Analog ve Dijital kontrol kalemleri

2.2. Pense: İletkenleri, küçük parçaları tutmaya, çekmeye, sıkıştırmaya ve bükerek şekil vermeye yarayan bir alet olan pensenin sap kısımları izole edilmiştir. Elektrikçilerin kullandığı penseler daha kuvvetli olup metal kısma yakın olan bölgeye elin temas etmemesi için kaymayı önleyici çıkıntılar yapılmıştır. Elektronikçilerin kullandıkları ise daha küçük yapıda yaylı ve sap kısmında çıkıntı yoktur. Bazılarında ise ağız ve sap kısmına ilaveler yapılarak iletken ve sac kesme gibi işler için de kullanılabilir. Ayrıca ayarlı pense, papağan pense, düz ve eğri segman penseleri ile kerpeten de değişik amaçlar için imal edilmiş pense gurubunda sayılan aletlerdir. Ancak bu aletleri kullanırken elini veya diğer parmaklarını kısırmamak için dikkatli olmak gerekmektedir.



2.3. Kargaburun: Penseye göre ağız kısmı daha ince ve uzun olması nedeni ile pensenin sığamayacağı yerlerdeki parçaların tutulması ve daha küçük ölçüdeki bükme, kıvrma ve şekillendirme işlerinde kullanılır. Düz ve eğri ağızlı olmak üzere çeşitleri vardır.



Düz ve Eğik Kargaburnu

2.4. Yankeski: İletkenleri kesmek amacıyla kullanılan bu aletin de elektrikçiler ve elektronikçilerin kullanabileceği şekilde yapılmış olanları vardır. Bunun yanında daha kalın kabloları kesmek için kablo makasları kullanılabilir.



2.5. Tornavidalar: Vidaları sıkmak için kullanılan el aletleridir. Sıkılacak vidanın türüne göre farklı ağız yapısına sahip olabilirler.



2.5.1. Yıldız Tornavida



2.5.2. Düz Tornavida

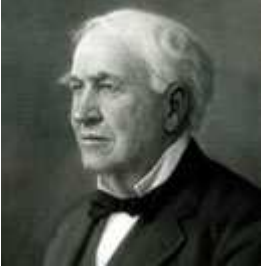


2.5.3. Alyen Tornavida

BÖLÜM 3. ELEKTRİK AKIMI VE GERİLİMİ

3.1. ELEKTRİĞİN TARİHÇESİ

Eski Yunanlılar, kehribarın bir kürk parçasına sürtülmesi sonucunda kuştüyü gibi hafif cisimleri çekme özelliği kazandığını gözlemlemişlerdi. Elektriği ilk olarak ciddi anlamda inceleyen bilim adamı William Gilbert, 16. yüzyılın sonlarında, statik elektrikle manyetizma arasındaki ilişki üzerinde araştırmalar yaptı. Elektrik yüklerinin eksi ve artı olarak belirlenip adlandırılmasına da gerçekleştirdi. 1767'de Joseph Priestley, elektrik yüklerinin birbirlerini, aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak çektiklerini buldu. 19. yüzyılın başında Alessandro Volta, elektrik pilini icat etti. Davy, 1808'de elektrik akımı taşıyan iki kömür elektrotu birbirinden ayırarak bir ark oluşturmayı başardı. Ve böylece elektriğin ışık ya da ısı enerjisine dönüşebileceğini gösterdi. 1820'de Hans Christian Orsted, içinden elektrik akımı geçen bir iletkenin yakınındaki bir mıknatıs iğnesinin saptığını gözlemleyerek, elektrik akımının iletken çevresinde bir magnetik alan oluşturduğu sonucuna vardı. Elektriğin laboratuvar duvarlarını aşip sanayideki ve günlük yaşamdaki yerini alması süreci 19. yüzyılın ikinci yarısında başladı. 1873'te Zénobe-Théopline Gramme, elektrik enerjisinin havai hatlar aracılığıyla etkin bir biçimde iletilebileceğini gösterdi. A. Edison'un 1881'de ilk elektrik üretim merkeziyle dağıtım şebekesini New York'ta kurması, elektrik enerjisinin evlerde ve sanayide yaygın olarak kullanılmasının başlangıcı oldu. Elektronun bulunması, diyotun ve triyot lambanın icadı, elektroniğin ayrı bir bilim dalı olarak gelişmesinin başlangıcı oldu.



3.2. ELEKTRİK NEDİR?

Bu bölümde elektrik yükü, elektrik akımı ve gerilim gibi temel elektrik kavramlarını öğreneceğiz. Bu ifadeleri detaylara girmeden açıklamaya çalışacağız.

Elektrik Nedir?

Elektrik, durağan ya da devingen yüklü parçacıkların yol açtığı fiziksel olgudur. Maddenin Elektron, pozitron, proton vb. parçacıklarının hareketleriyle ortaya çıkan enerji türü de diyebiliriz

Elektrik yükü, maddenin ana niteliklerinden biridir ve temel parçacıklardan kaynaklanır. Elektrik olgusunda rol oynayan temel parçacık yükü, negatif işaretli olan elektrondur. Elektriksel olgular çok sayıda elektronun bir yerde birikmesiyle ya da bir yerden başka yere hareket etmesiyle ortaya çıkar.

Elektrik olgusunda rol oynayan diğer parçacık yükü, pozitif işaretli olan protondur. Elektrik yüklü cisimler mıknatıs gibidir: negatif ve pozitif yüklü cisimler birbirini çeker, ama aynı elektrikle yüklü olan iki cins birbirini iter.

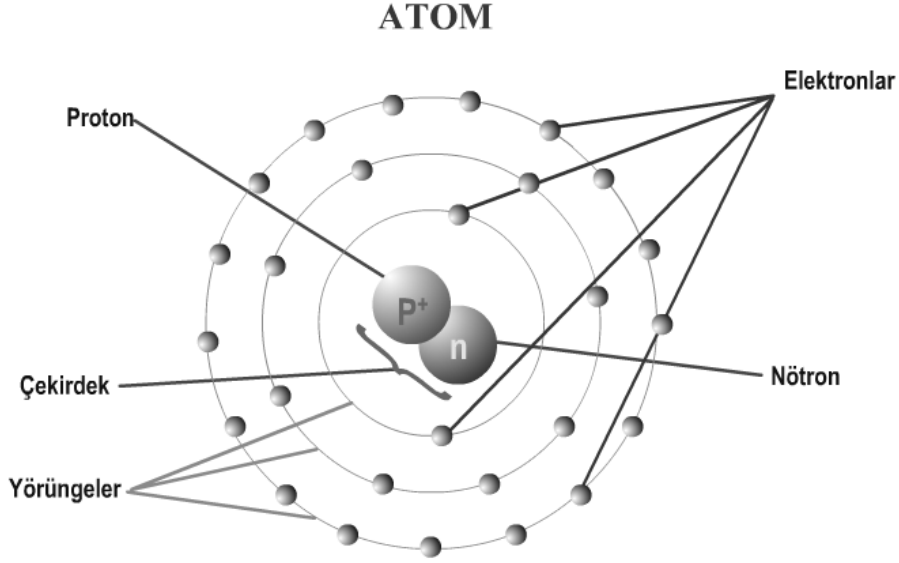
Elektrik iki türdür. **Statik elektrik** ve **Dinamik elektrik**. Yaklaşık 2000 yıl kadar önce, Yunanlı bilgin Thales Kehribarın kumaş parçasına sürtülmesi ile küçük kıvılcıklar çıkardığını görmüştü. Statik elektrik ilk kez bu şekilde gözlemlendi. Statik elektrik durgun, pratik olarak iş yapmayan elektrik türüdür, kontrolsüz bir enerji şeklidir ve zaman zaman boşalmalar yapar. Yağmurlu havalarda bulutlar pozitif yüklü statik elektrikle dolarlar, yeryüzü negatif elektrik yüklü olduğu için, yüksek yerlerden bulutlara elektrik atlar buna yıldırım adı verilir.

Eğer bu elektrik atlaması buluttan buluta ise o zaman şimşek adını alır. Statik elektriğe; saçımıza sürdüğümüz tarakta, arabadan indiğimizde tuttuğumuz kapı kolunda, Televizyon ekranına elimizi sürdüğümüzde de rastlarız. Statik elektrik elde etmek için yapılan araca Van De Graaf jeneratörü adı verilir bu jeneratörle 20 milyon volt kadar statik elektrik elde edilebilir.

İkinci elektrik türü Dinamik, yani hareketli elektriktir. Bu elektrik kaynakları Elektron devinimi sağlarlar. Elektronlar negatif kutuptan pozitif kutba doğru hareket ederler.

3.3. ATOMUN YAPISI VE ELEKTRON TEORİSİ

Maddenin en küçük yapı taşı olan atom, kendi içinde bulunan parçacıkların etkisiyle elektriğin oluşumunda ve iletilmesinde büyük rol oynar. Atomu oluşturan parçacıklar aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Atomu oluşturan temel tanecikler; Nötron, Proton ve Elektronlardır.

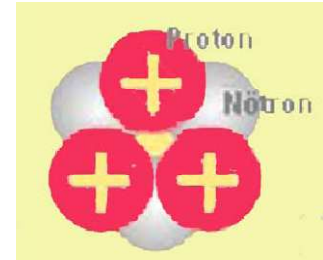
Şekil: Atomun yapısını oluşturan tanecikler

3.3.1. Atomun Yapısı

Atomların boyutunu kıyaslamak için; elinizdeki bir küp şekeri Dünya boyutuna getirdiğinizde içindeki bir atomun boyu bir nohut tanesi kadar olacaktır. Saniyede bir milyar adet atom sayabilecek kapasitede bir bilgisayar programımız olsa bile; küçük bir toz şeker tanesinin içindeki atomları sayabilmek için bir milyon yıldan fazla bir süre gerekmektedir.

3.3.1.1. Çekirdek

Çekirdek, atomun tam merkezinde bulunmaktadır. Atomun cinsine göre belirli sayıda proton ve nötrondan oluşmuştur. Çekirdeğin hacmi elektronun hacminin on milyarda biri (1/10000000000) kadardır. Nohut tanesi büyüklüğüne getirdiğimiz atomu 200 metre çapına çıkarırsak, çekirdek burada bir toz tanesi büyüklüğüne gelir. Çekirdeğin kütlesi atomun kütlesinin %99,95'ini oluşturmaktadır; yani çekirdek atomun içinde neredeyse hiç yer kaplamayacak boyutta iken kütlenin neredeyse tamamını taşımaktadır.



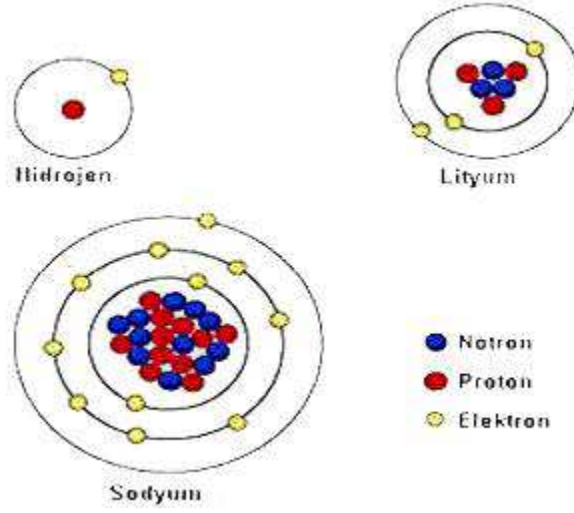
3.3.1.2. Elektronlar

Çekirdeğin etrafında belirli yörüngelerde durmaksızın dönen parçacıklara **elektron** denir. Çekirdeği elektrik yükünden oluşan bir zırh gibi kuşatırlar. Elektronlar hem çekirdek etrafında hem de kendi etrafında döner. Tıpkı Dünya'nın Güneş etrafında ve kendi etrafında dönmesi gibi. Bir atomu Dünya büyüklüğüne getirirsek elektron bir elma boyutuna gelir. Elektronlar, çekirdek içinde bulunan nötron ve protonların iki binde biri (1/2000) kadar ufaktır.

Elektronların buldukları yörüngeler; K,L,M,N diye isimlendirilir.

Yörüngede bulunan maksimum elektron sayısı $2n^2$ formülü ile bulunur. Buradaki "n" yörünge sayısını gösterir.

aX : a, X atomunun atom numarasını gösterir.



ÖRNEK 1:

Atom numarası 16 olan S elementinin elektron dağılımının sonucunda son yörüngesinde kaç elektron bulunmaktadır?

ÇÖZÜM 1: S elementinin elektronlarının yörüngelere yerleşimi:

16S: 2 8 6 Son yörüngesinde 6 elektron bulunmaktadır.

ÖRNEK 2:

11Na elementinin elektron dağılımının sonucunda son yörüngesinde kaç elektron bulunmaktadır?

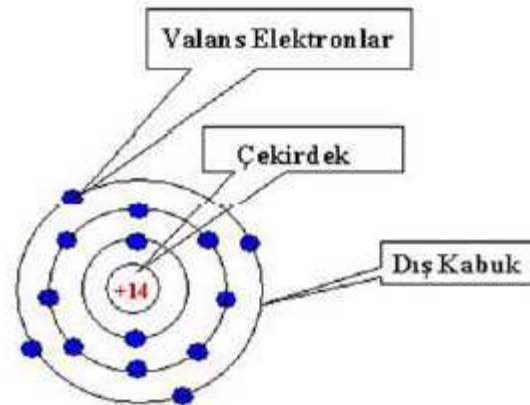
ÇÖZÜM 2: 11Na: 2 8 1 Son yörüngesinde 1 elektron bulunmaktadır.

ÖRNEK 3:

19K elementinin elektron dağılımının sonucunda son yörüngesinde kaç elektron bulunmaktadır?

ÇÖZÜM 3:

19K : 2 8 9 Son yörüngesinde 9 elektron bulunmaktadır.



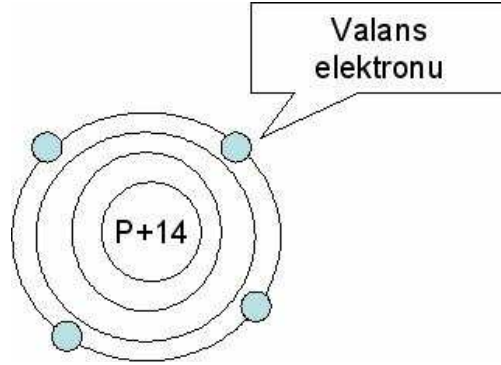
Şekil 1.7: Silisyum atomu

Atom numarası = Proton sayısı = e^-

Kütle numarası = Nötron sayısı + Proton sayısı

3.3.2. Serbest Elektronlar

Çekirdeğe yakın yörüngelerdeki elektronlar kuvvetli bir çekimle çekirdeğe bağlıdır. Atomların dış yörüngelerindeki elektronlara **valans elektron** ya da **serbest elektron** denir. Bunlar çekirdeğe zayıf bir bağ ile bağlı olduklarından ufak bir enerji ile atomu terk edebilirler. Serbest elektronlar bu hareket özelliklerinden dolayı elektrik iletiminde önemli rol oynarlar.



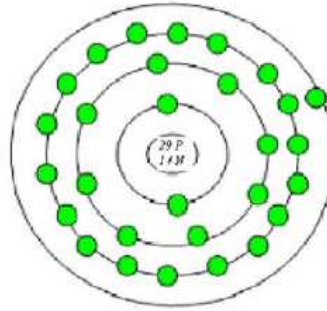
Şekil: Silisyum atomunun son yörüngesi

3.3.3. Atomun Yapısına Göre İletken ve Yalıtkan Tanımı

Atomların son yörüngesindeki elektron sayıları elementlerin özelliklerini belirler. Elektrikte kullanılan maddeler de iletken madde, yalıtkan madde ve yarı iletken madde olarak isimlendirilir.

3.3.3.1. İletken

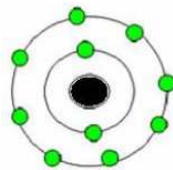
Atomların dış (valans) yörüngelerindeki elektron sayısı dörtten az (1-2-3) olan elementlere iletken denir. Bu elementler elektrik akımını iyi iletirler. Tüm metaller iletkendir. İnsan vücudu iyi bir iletkendir. İyonlara sahip sıvılar iyi bir iletkendir ve bunlara elektrolit adı verilmektedir. Saf su yalıtkan, günlük hayatta kullandığımız içme suyu iletkendir. Toprak içinde su olduğu için iletkendir. Gazlar genelde yalıtkan; fakat iyonlarına ayrılmış gazlar iletkenlik kazanırlar.



Şekil 1.10: Bakır elementinin elektron dağılımı

3.3.3.2. Yalıtkan

Atomların dış yörüngelerindeki elektron sayısı 8 ve daha fazla olan tüm elementlere **yalıtkan** denir. Yalıtkan gereçler elektriği iletmez. Son yörüngelerindeki elektron sayısı 5,6,7 olan elementler ise bir noktaya kadar yalıtkan. Yalıtkan cisimlerde serbest elektronlar yok denecek kadar azdır. Cam, kauçuk, pamuk, yağ ve hava yalıtkan maddelere örnek olarak verilebilir.



Şekil 1.11: Neon elementinin elektron dağılımı

3.3.3.3. Yarı İletken

Atomların dış yörüngelerindeki elektron sayısı 4 olan elementlere **yarı iletken** denir. Silisyum, germanyum gibi maddeler örnek olarak verilebilir.

3.4. Elektrik Yükü ve Birimi

Atomun yapısında bulunan proton ve elektronların elektriksel özellikleri birbirine zıttır. Protona (+) yüklü, elektrona (-) yüklü denmiştir. Nötronlar ise yüksüzdür. Elektrik yükü Q veya q ile gösterilir. Birimi coulomb'tur. C ile gösterilir (Tablo 1.1).

Elemanlar	Yük	Kütle
Elektron	$-1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$9,1095 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Proton	$+1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Nötron	0	$1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Tablo1.1: Elektrik yüklerinin değerleri

Bir atomda proton ve elektron sayıları birbirine eşitse bu atoma **nötr atom** denir. Atomların yüklenmesi atoma elektron verilmesi veya atomdan elektron alınması ile gerçekleşir.

Bir atomda; proton sayısı elektron sayısından fazla ise (yani elektron kaybetmiş ise) böyle atomlara **pozitif yüklü iyon** ya da **katyon** denilir. "+e" ile gösterilir.

Atomun içerisinde elektron sayısı fazla ise bu da dışarıdan elektron kazanmış ve **negatif yüklü iyon** diye adlandırılır ve "-e" ile gösterilir. Bunlara "anyon" da denmektedir.

(${}_aX^{\pm b}$) ile gösterilen ifadede;

a : X atomunun atom numarasını gösterir.

+b: X atomunun kaybettiği elektron sayısını gösterir.

-b : X atomunun kazandığı elektron sayısını gösterir.

Örnek 1

K,L ve M atomlarındaki proton, nötron ve elektron sayıları şöyledir:

Atom	Proton sayısı	Nötron sayısı	Elektron sayısı
K	10	10	11
L	11	12	11
M	12	11	11

K,L, ve M atomları için anyon, katyon ve nötr sıralamalarından hangisi doğrudur?

anyon katyon Nötr

- A) K L M
B) K M L
C) M L K
D) L M K

Çözüm 1

K atomunun elektron sayısı proton sayısından 1 fazla olduğu için elektron almıştır, anyondur. L atomunun proton sayısı elektron sayısına eşittir. M atomunun elektron sayısı proton sayısından 1 eksik olduğu için M atomu katyondur. Doğru cevap B.

Örnek 2

+2 yüklü iyonunda 18 elektron ve 20 nötronu olan K atomunun kütle numarası nedir?

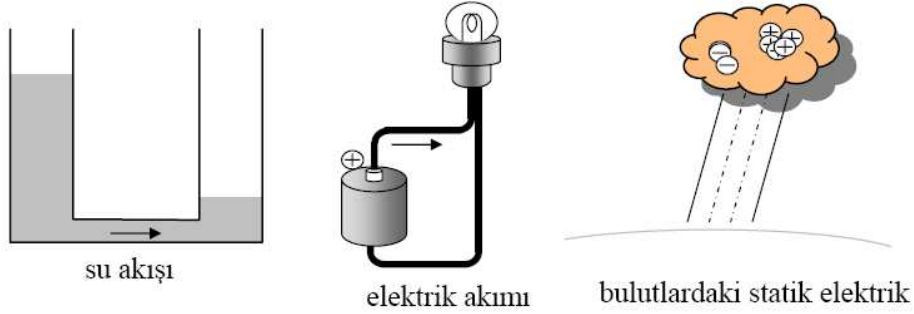
Çözüm 2

+2 yüklü iyonunda 18 elektron varsa nötr halindeki elektron sayısı $18+2=20$ dir. Bu atomun proton sayısına eşittir.

Kütle numarası= Proton sayısı + nötron sayısı = $20+20=40$ olarak bulunur.

3.5. ELEKTRİK YÜKÜ VE AKIM

Elektrik akımı olarak adlandırılan elektrik akışı, suyun akışına benzer. Suyun akma nedeni şüphesiz suyun akışkan olmasıdır. Elektrik akımını ne akışı olarak düşünürsünüz? Hem pozitif hem de negatif yüklerin akışından bahsedebiliriz. Akmayan elektrik de vardır. Buna statik elektrik denir. Günlük hayatımızda birçok alanda statik elektrik ile temasımız olmaktadır.



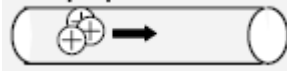
Şekil 1.6

Pozitif elektrik yükünün akış yönü, elektrik akım yönü olarak ifade edilir. Elektrik yük birimi Coulomb (C) ve akımın birimi Amper (A) dir. Bu birimler Charles Augustin Coulomb ve Andre Marie Ampere tarafından keşfedildiği için bu isimlerle adlandırılırlar.

Elektrik akımının sayısal değeri aşağıdaki gibi açıklanabilir:

3.3.1. Elektrik Akımının Tanımı

1 saniyede 1 coulombluk elektrik yükü hareket ediyorsa bu 1 Amper olarak tanımlanır.



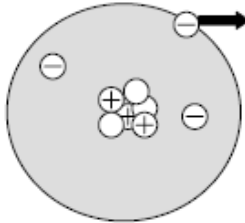
$$1 \text{ Amper} = 1 \text{ Coulomb} / 1 \text{ Saniye}$$

Elektrik yükü akışının doğrudan ölçümü mümkün değildir. Fakat elektrik akımını ölçmek mümkündür. Akım değerini kullanarak elektrik yükü akış miktarını belirleyebiliriz.

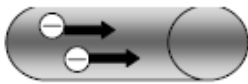
Serbest elektron ve oyuk: Elektrik akımı denince hareket eden nedir?

Atomun genel yapısını daha önce incelemiştik. Proton ve nötrondan meydana gelen bir çekirdek ve bunun etrafında dönen elektronlardan oluştuğunu görmüştük. Bunun yanında madde içinde serbestçe hareket edebilen bazı özel elektronlar olduğunu ve bunlara serbest elektronlar dendiğini söylemiştik. Bu serbest elektronların hareketlerini iki farklı şekilde düşünebiliriz.

1) Serbest elektron hareketi

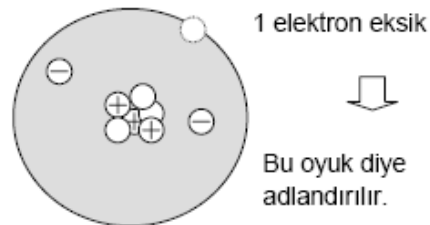


Serbest elektron

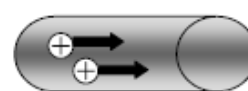


akım

2) Oyukların hareketi



oyuk

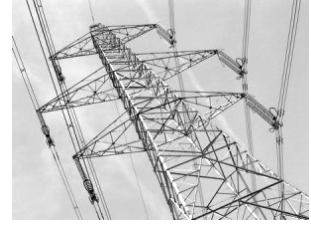


akım

Birçok serbest elektrona sahip olan malzemelere iletken; birkaç serbest elektrona sahip olanlara ise yalıtkan denir. Başka bir deyişle son yörüngedeki elektron sayısı dörtten az ise iletken ve son yörüngedeki elektron sayısı dörtten fazla ise yalıtkan malzeme olarak tanımlanır.

3.3.2. Elektrik Akımı:

İletken maddelerin atomlarının son yörüngelerinde 4 'den az elektron bulunur. Atomlar bu elektronları 8'e tamamlayamadıkları için serbest bırakırlar. Bu yüzden bir iletken maddede milyonlarca serbest elektron bulunur. Bu maddeye elektrik uygulandığında elektronlar negatif (-) 'den pozitif (+) yönüne doğru hareket etmeye başlar. Bu harekete "Elektrik Akımı" denir.



Elektrik akım şiddet birimine Amper denir. Bir devreden elektrik akımının akabilmesi için o devrenin Kapalı Devre olması gerekir. Eğer devre açık olursa serbest elektronlar havada geçemeyecekleri için elektrik akımı akmaz. Bu şekilde ki devrelere de Açık Devre denir.

3.3.3. Elektrik Voltajı:

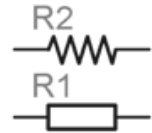
Bir su borusundan akan suyun hareketini bir iletken den akan elektronların hareketine yani elektrik akımının akmasına benzetebiliriz. Borudan akan sudur, buna karşın iletken den akan ise elektronlardır. Su borusu içinden suyun akabilmesi için mutlaka bir basınç farkı gereklidir.

Örneğin bir su pompası ile su basılmalıdır ki su borudan akabilsin. Benzer bir şekilde elektrik devresinden de akımın akması için mutlaka bir kuvvete ihtiyaç vardır. Bu kuvvet olmadığı takdirde serbest elektronlar hareket edemez yani elektrik akımı akmaz. İşte serbest elektronları hareket ettirerek devreden elektrik akımının akmasına sebep olan kuvvete Voltaj denir. Voltaj birimi Volt'tur. Kısaca (V) veya (E) harfi ile gösterilir.



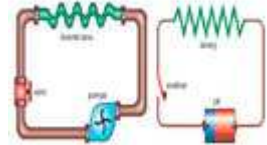
Direnç (Rezistans):

İletken cisimlerin üzerlerinden geçen akıma karşı gösterdiği mukavemete direnç veya rezistans denir. Yine su devresinden örnek verecek olursak; nasıl ki su borusunun çeperleri (iç yüzeyi) suyun akışına karşı bir mukavemet gösterir yani suyun borunun içinden akmasını zorlaştırırsa bir iletken içindeki atomlar ve elektronlar da serbest buna Direnç veya Rezistans denir. Elektrik akımına karşı olan bu mukavemet nedeniyle tel ısınmaya başlar ve akımın değeri büyüdükçe telin sıcaklığı da artar. Rezistans (Direnç) birimi Ohm'dur. Rezistans (R) sembolü ile gösterilir.



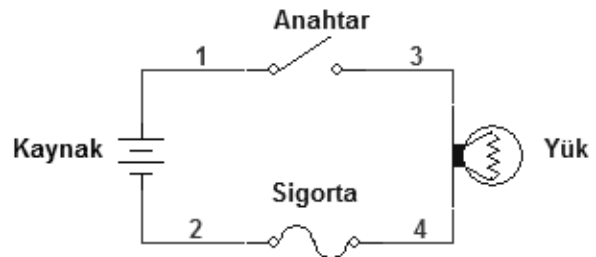
Elektrik Enerjisi:

Bir direncin üzerinden akım geçtiği zaman elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşür. Devreye uygulanan voltajla devreden geçen akımı çarparsak elektrik gücünü bulmuş oluruz. Elektrik gücü ile de zamanı yani (saati) çarparsak elektrik enerjisini bulmuş oluruz. Birimi de Watt/Saat'tir (Kw/h).



Elektrik Devresi

Elektrik akımının iletilmesini sağlayan, iletken ya da iletkenler zinciri ve öğeler dizisidir. Bir elektrik devresinde, akımı oluşturan yüklü parçacıklara enerji veren pil ya da üreteç türü bir aygıt ile lambalar; elektrik motoru ya da elektronik bilgisayar gibi akım kullanan aygıtlar ve bağlantı



telleri ya da iletim hatları bulunur. Öğeler birbiri ardına (seri) ya da yan yana (paralel) bağlıdır

Ülkemizde yerleşim alanları üstünden geçen ve zaman zaman evlerin çok yakınlarına kadar gelen yüksek gerilim hatları başka bir tehlike kaynağıdır. Bu gibi yerlerde televizyon antenlerin düzeltilmesi için dama çıkılması başlı başına ayrı bir tehlikedir. Çocukların uçurtmalarını almak için bir sopayla tellere dokunmaya kalkışmaları ölümlü sonuçlanan kazalara yol açmaktadır. Bu hatlara 20 m. den daha yakına gelmek son derece tehlikelidir.

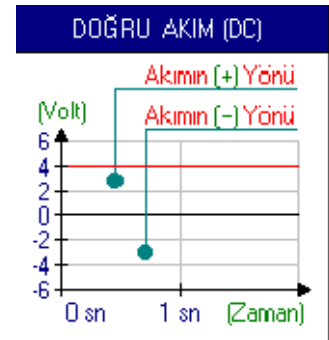


3.6. ELEKTRİK AKIMININ TÜRLERİ

3.6.1. Doğru Akım (D.C. - Direct Current)

Doğru akımın kısa tanımı "Zamana bağlı olarak yönü ve şiddeti değişmeyen akıma doğru akım denir." şeklindedir. Doğru akım genelde elektronik devrelerde kullanılır. En ideal doğru akım en sabit olanıdır. En sabit doğru akım kaynakları da pillerdir.

D.C. elektrik kaynağı hepimizin çok iyi bildiği piller, akümülatörler ve dinamolardır. Piller ve akümülatörler kimyasal reaksiyonlardan elektrik enerjisi üretirler, akümülatörler ve pillerin bazı tipleri tekrar doldurulabilir ve tekrar tekrar kullanılabilirler. Nikel Kadmiyum piller, Nikel Metal Hidrit piller bu tip pillerdendir. Akümülatörlerin esası sülfürik asit içindeki kurşunun kimyasal reaksiyonudur. Dinamo ise tersine çalışan bir motor dur denilebilir. Kuvvetli bir manyetik alanda dönen bir sargının (bobin) üzerinde elektrik akımı oluşması esasına dayanır. Düz akım denmesinin nedeni burada ki elektriğin bir volt zaman grafiğinde düz bir yol izlemesi nedeniyledir, yani bu elektrik çeşidinin voltajı zamanla değişmez.

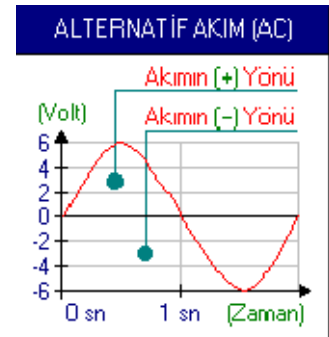


3.6.2. Alternatif Akım (A.C. Alternative Current)

Alternatifin kelime anlamı "Değişken" dir. Alternatif akımın kısa tanımı ise "Zamana bağlı olarak yönü ve şiddeti değişen akıma alternatif akım denir." şeklindedir. Alternatif akım büyük elektrik devrelerinde ve yüksek güçlü elektrik motorlarında kullanılır. Evlerimizdeki elektrik alternatif akım sınıfına girer.

A.C. Alternatörler vasıtası ile elde edilen elektrik çeşididir. Alternatörleri döndürmek için ise, barajlarda su, elektrik santrallerinde çeşitli yakıtlar kullanılır. A.C. denmesinin nedeni bu çeşit elektriğin zamanla yön değiştirmesidir. A.C. nin özelliği transformatör denen aygıtlarla voltajın yükseltilebilmesi veya düşürülebilmesidir. Voltajın yükseltilebilmesi nedeni ile uzak mesafelere daha az kayıpla gönderilen bu çeşit elektrik günlük hayatta en çok kullandığımız elektrik çeşididir. Doğru akım kaynaklarında + ve - kutuplar olduğu halde, alternatif akımda kutuplar yoktur.

Dinamo ile Alternatörün bulunuşu ve geliştirilmesinde katkıları olanlar içinde; Michael Faraday, Nicola Tesla ve Zenobe Gramme sayılabilir. İlk pili Alessandro Volta yapmıştır. İlk akümülatör Gaston Plante tarafından 1859 yılında yapılmıştır.



BÖLÜM 4. ÖLÇME VE ÖLÇÜ ALETLERİ

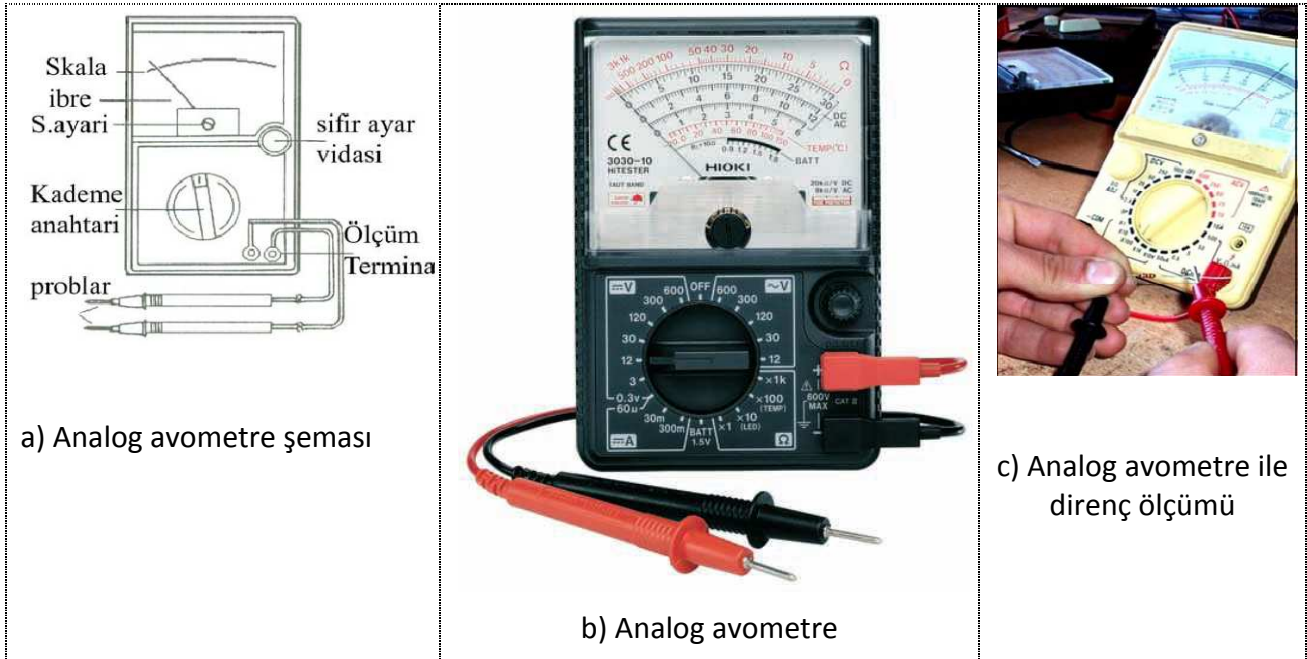
4.1. ANALOG AVOMETRE (MULTİMETRE) İLE ÖLÇÜM

Analog veya dijital avometre ile ölçüm yapmak birbirinden farklı teknikler gerektirmez. Aradaki fark yalnızca kademe seçimi ve analog avometrelerde skalanın tek olmasından kaynaklanan okuma zorluğudur. Şekil.b'de görüldüğü gibi tek skalada birden fazla taksimatlandırma yapılmış, her taksimatın yanına hangi büyüklüğün ölçülmesinde kullanılacağı belirtilmiştir.

Her şeyden önce analog avometre ile ölçüme başlamadan önce sıfır ayarı yapılmalıdır. Daha sonra ölçülecek büyüklük, uygun kademe seçildikten sonra yalnız ait olduğu skala taksimatından okunmalıdır (Ω ,V,A gibi). Ayrıca aşağıdaki şekilde görüldü gibi skalanın bölümlendirilmesinde aynı noktada alt alta birden fazla değer yazılmıştır. Bu değerler ölçülecek büyüklüğün kademesi değiştiğinde, o kademe için skala taksimatındaki noktanın yeni değeridir.

Tüm ölçü aletlerinde olduğu gibi avometreler ile ölçüm yapılırken analog avometrelerde büyüklüğün tespiti için: Kademe anahtarının bulunduğu konum ile skaladan okunan değer çarpılarak ölçülen büyüklüğün değeri tespit edilir.

Örneğin kademe anahtarı X100 kademesinde iken skalada okunan değer, 100 ile çarpılarak ölçülen büyüklüğün değeri bulunur. Kademe seçiminin doğru ve uygun yapılması ölçmedeki hata oranını azaltan en önemli faktörlerden biridir. Ölçme için kademe anahtarının konumu belirlenirken direnç değerine göre kademe tayin edildikten sonra ölçme yapılır. Sapma miktarı az ise kademe küçültülür.



Analog ölçü aletlerinde seçilen kademe ile okunan değer arasında sonuca ulaşmak için işlem yapmak gerekebilir. AC 1000V kademesinde alternatif gerilim ölçülecek bir avometrede ibre 4 rakamının üzerinde durmuş ise ölçülen büyüklüğün değeri skalanın en son değeri 10 yerine 1000V kabul edildiğinde 4 değerinin de 400V olması gerektiği orantı ile hesaplanarak bulunur. Direnç ölçümü yapılırken ise X100 kademe seçiminde ibre Ω skalasında 10 rakamını gösteriyorsa sonuç $10 \times 100 = 1000\Omega = 1K\Omega$ şeklinde tespit edilir.

4.2. DİJİTAL AVOMETRE (MULTİMETRE) İLE ÖLÇÜM

Dijital avometreler ile ölçüm yapmak daha kolaydır. Ancak bazı değerlerin ölçülmesinde analog avometrelerdeki kadar hassas ölçüm yapılamaz. Dijital avometreler ile ölçüm yapılırken değer ekranında görünen değer, ölçülen değer kendisidir; ayrıca hesaplama işlemi yapılmasını gerektirmez. Dijital avometrelerde direnç, endüktans ve kapasite ölçümü aynen Lcrmetreler de olduğu gibi yapılır. Akım ve gerilim ölçerken ACDC seçimi kademe anahtarı ile uygun kademe seçimi yapılırken bazı avometrelerde ayrı bir komütatör anahtar aracılığı ile yapılmaktadır. Ölçüm yapılırken bu seçim unutulmamalıdır.



Dijital avometrelerin bazılarında ölçülecek A, Ω , V kısımları tek kademelidir. Bu avometrelerde yalnız ölçüm yapılacak kademenin seçilmesi yeterlidir.



Tekli kademeye sahip avometrenin ayar düğmesi

4.3. ÇEŞİTLİ ÖLÇÜ ALETLERİNİN DEVRE ŞEMASI ÜZERİNDEKİ SEMBOLLERİ VE KULLANIMLARI

Elektrik elektronik alanında en çok kullanılan ölçü aletleri aşağıda belirtilmiştir. Bu ölçü aletlerinin tamamının dijital ve analog modelleri mevcuttur. Bu ölçü aletleri ve ölçtüğü büyüklüklere kısaca değinelim;

Ampermetre: Doğru veya alternatif akım devrelerinde alıcının çektiği akımı ölçen ölçü aleti olup devreye seri bağlanır. Ampermetreler (A) harfi ile belirtilir.



Voltmetre: Doğru ve alternatif akım devresinin ya da devreye bağlı bir alıcının uçlarındaki gerilim değerini ölçmeye yarayan ölçü aleti olup devreye paralel bağlanır. Voltmetreler (V) harfi ile belirtilir.



Wattmetre: Doğru ve alternatif akım devrelerinde alıcıların çektikleri elektriksel gücü ölçen aletlerdir. Wattmetreler akım ve gerilim bobinlerine sahip olup akım bobini devreye seri, gerilim bobini devreye paralel bağlanır. Güç hesaplamalarda (P) harfi ile ifade edilir.



Frekansmetre: Alternatif akım devrelerinde elektrik enerjisinin frekansını ölçen aletlerdir. Frekansmetreler devreye paralel bağlanır ve (Hz) şeklinde ifade edilir.



Multimetre (Avometre): Elektrik veya elektronik devrelerinde akım, gerilim, direnç, frekans ve kapasite ölçümü yapar. Bunlarla birlikte elektronik elemanların sağlamlık kontrolü ve uç tespiti işlemleri yapabilen tümleşik ölçü aletleridir.



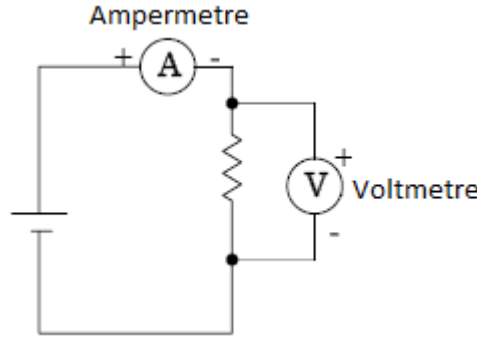
Osilaskop: Elektrik ve elektronik devrelerinde akım ve gerilimin değeri, frekans ve faz farkı ölçümlerini dijital veya analog ekranda grafiksel olarak gösteren aletlerdir.



Elektrik Sayacı: Elektrik devrelerinde alıcıların harcadığı elektrik enerjisini, yani harcanan güç ile zaman çarpımını ölçen ölçü aletleridir. sayaçlarda akım ve gerilim bobini olmak üzere iki bobin bulunur. Akım bobini devreye seri, gerilim bobine devreye paralel bağlanır.



4.4. ÖLÇÜ ALETLERİNİN DEVREYE BAĞLANMASI



Şekil: Ampermetre ve Voltmetrenin devreye bağlanması

Gerilimi voltmetre ile akımı ise ampermetre ile ölçeriz. Şekilde voltmetre ve ampermetrenin bağlantısı görülmektedir. Ölçü aletlerini devreye bağlarken artı ve eksi uçlara dikkat edilmelidir.

Voltmetrenin her iki ucu, direncin her iki ucuna bağlanmalıdır (**paralel bağlantı**). Yalnız voltmetrenin + ucuna yüksek elektrik potansiyeli olan uç bağlanmalıdır. Voltmetrenin iç direnci yüksektir. Bu nedenle voltmetreden çok küçük bir akım geçer.

Ampermetre, akım değeri ölçülmek istenen hat üzerine bağlanır (**seri bağlantı**). Ampermetrenin iç direnci çok küçüktür (üzerinde sıfıra yakın bir gerilim düşümü olur). Bu nedenle geçen akıma çok az bir etki yapar.

4.5. AKIM VE GERİLİMİN BİRİMLERİ

4.5.1. Gerilim: Gerilimin birimi Volt'tur. Ast ve Üst katları aşağıdaki gibidir.

Milivolt 1 mV = 10^{-3} V

Kilovolt 1 kV = 10^3 V

Megavolt 1 MV = 10^6 V

4.5.2 Akım : Akımın birimi amper'dir. Ast ve Üst katları aşağıdaki gibidir.

MikroAmper 1 μ A = 10^{-6} A

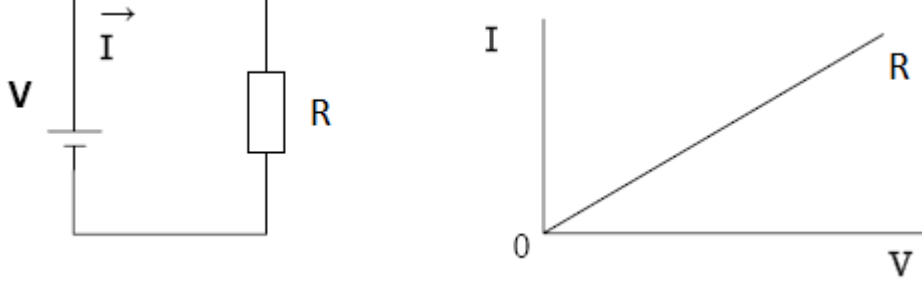
MiliAmper 1 mA = 10^{-3} A

KiloAmper 1 kA = 10^3 A

5. BÖLÜM: OHM KANUNU VE DİRENÇ

5.1. OHM KANUNU

OHM KANUNU: Bir elektrik devresinde; Akım, Voltaj ve Direnç arasında bir bağlantı mevcuttur. Bu bağlantıyı veren kanuna Ohm kanunu adı verilir. 1827 yılında George Simon Ohm şu tanımı yapmıştır: “Bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel farkının, iletkenden geçen akım şiddetine oranı sabittir.” Bu oran bize **direnci** verir.



Şekil: Ohm Kanunu

$R = \frac{V}{I}$ Gerilim ile akım arasındaki sabit oran direnci verir. Bu kullanılarak çok bilinen

$V = R I$ Ohm kanunu elde edilir. (V: Gerilim (volt - V), I: Akım (Amper - A), R: Direnç (ohm - Ω))

Grafik incelendiğinde I ile V arasında doğrusal bir orantı olduğu görülür.

5.2. DİRENÇ

Direnç kavramını daha iyi anlamak için içinden su akan bir su tesisatını düşünebiliriz. Su borusunun uzunluğu ve çapı içinden geçebilecek su miktarını etkiler.

Direnç değeri, malzemenin uzunluğu, kesiti ve öz direnci ile ilişkilidir. Her maddenin kendine özgü bir öz direnci vardır. Öz direnç maddenin ayırt edici özelliğidir.

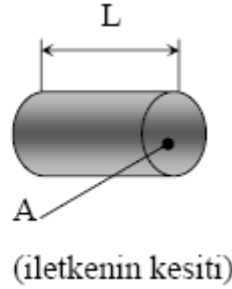
$$R = \rho \frac{L}{A}$$

R: Direnç [Ω]

ρ : Özdirenç [$\Omega \cdot m$]

L: Uzunluk [m]

A: İletkenin kesiti [m^2]



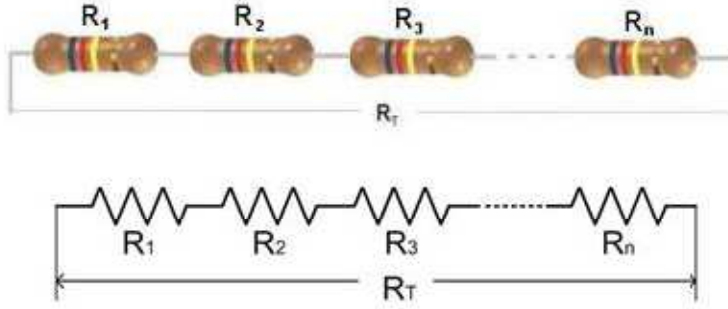
(iletkenin kesiti)

Maddenin öz direnci 10^{-4} 'ten küçük ise madde iletken olarak adlandırılır. Bazı maddelere ait özdirenç değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Madde	Özdirenç ρ [$\Omega \cdot m$]
Gümüş	1.62×10^{-8}
Bakır	1.72×10^{-8}
Çelik	10.0×10^{-8}
Alüminyum	2.75×10^{-8}
Epoksi	$10^{12} \approx 10^{13}$
Cam	10^{16} veya daha fazla

5.2.1. DİRENÇLERİN SERİ BAĞLANMASI

Devre üzerinde dirençlerin bir biri ardına sıra ile bağlanma şekline seri bağlama adı verilir. Seri bağlı devrede dirençler üzerinden aynı akım akar.

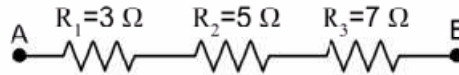


Şekil: Seri bağlı dirençler

Seri bağlı dirençlerin eşdeğeri bağlı olan tüm dirençlerin toplamı kadardır. Eşdeğer direnç $R_{eş}$ ya da R_T olarak

$$R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

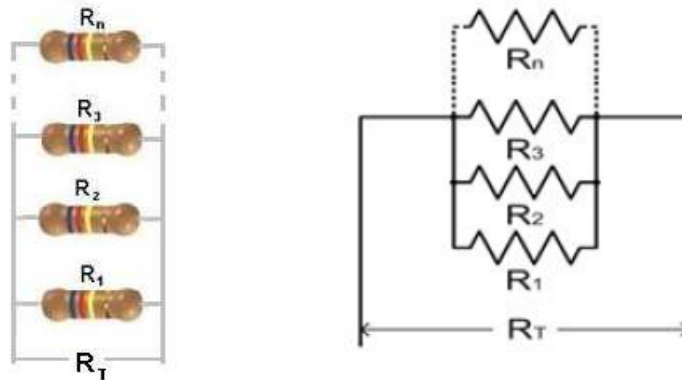
Örnek: Aşağıdaki devrede üç adet seri bağlı direnç gösterilmiştir. A-B noktaları arasındaki eşdeğer direnci hesaplayınız.



Çözüm: $R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3 = 3 + 5 + 7 = 15 \Omega$

5.2.2. DİRENÇLERİN PARALEL BAĞLANMASI

Devre üzerinde dirençlerin her iki uçlarının da birbirleri ile temas halinde olduğu bağlantı şeklindedir. Paralel bağlı dirençler üzerindeki gerilimler aynıdır.

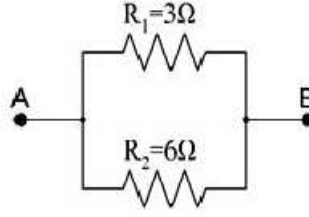


Şekil: Paralel bağlı dirençler

Paralel bağlı dirençlerin eşdeğeri şu şekilde hesaplanır: Eşdeğer direncin tersi, paralel bağlı dirençlerin terslerinin toplamına eşittir.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Örnek: Aşağıdaki devrede A ve B noktaları arasındaki eşdeğer direnci hesaplayınız.

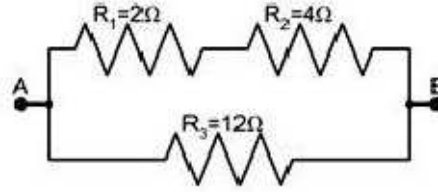


Çözüm:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6}$$

$$R_T = \frac{6}{3} = 2 \Omega$$

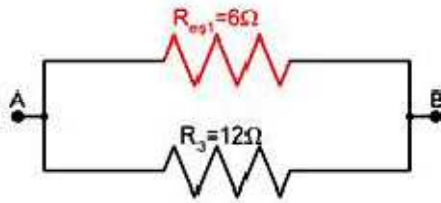
Örnek: Aşağıdaki devrede karışık halde bağlı dirençlerin eşdeğerini hesaplayınız.



Çözüm: Önce üst kolda bulunan dirençlerin seri olduğu görülmeli ve üst kolun eşdeğeri hesaplanmalıdır.

$$R_{eş1} = R_1 + R_2 = 2 + 4 = 6 \Omega$$

Devrenin yeni hali şu şekilde olur;



Şimdi burada devre paralel bağlı iki direnç konumuna geldiğinde A ve B noktaları arasındaki eşdeğer direnç hesaplanabilir;

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{eş1}} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{2}{12} + \frac{1}{12} = \frac{3}{12}$$

$$R_T = \frac{12}{3} = 4 \Omega$$

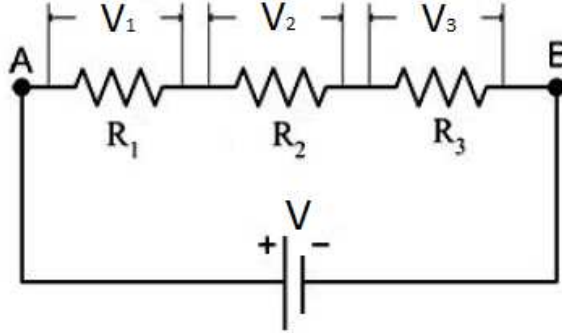
Buna göre devre son olarak 4Ω dirençten oluşan bir hale gelmiş olur.



BÖLÜM 6. KIRCHHOFF KANUNLARI

6.1. KIRCHHOFF GERİLİMLER KANUNU

Kirşof, Gerilimler Kanunu; “devreye uygulanan gerilim, dirençler üzerinde düşen gerilimlerin toplamına eşittir” der. Seri bağlı devrelerde devre elemanları üzerinden geçen akım aynıdır ve devre akımına eşittir. Aşağıdaki seri bağlı direnç devresi üzerinde inceleyecek olursak;



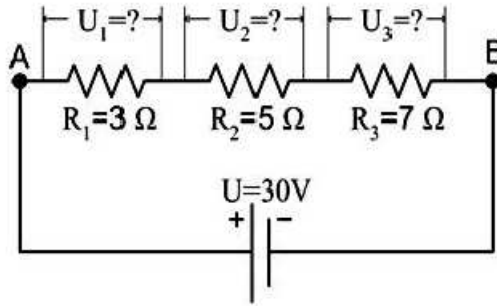
Devreye uygulanan gerilim: $V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$

Burada OHM kanununa göre $V = I R$ formülünü yerine yazarsak

$V = I R_1 + I R_2 + I R_3 + \dots + I R_n$ akım değişmediğinden;

$V = I (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n)$ yazılabilir.

Örnek: Aşağıda verilen devrede dirençler üzerine düşen gerilimleri ayrı ayrı hesaplayınız.



Çözüm: Devre seri bağlı olduğundan devreden geçen akımda tektir. Devre akımını hesaplamak için önce eşdeğer direnci hesaplayalım.

$$R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3 = 3 + 5 + 7 = 15 \Omega$$

$$V = I R_{eş} \quad \text{ohm kanununa göre}$$

$$30 = I \cdot 15$$

$$I = 2 \text{ A}$$

Dirençler üzerinden geçen akımlar aynı olduğuna göre gerilimleri hesaplayalım;

$$V_1 = I R_1 = 2 \cdot 3 = 6 \text{ V}$$

$$V_2 = I R_2 = 2 \cdot 5 = 10 \text{ V}$$

$$V_3 = I R_3 = 2 \cdot 7 = 14 \text{ V}$$

Sağlamasını yapacak olursak;

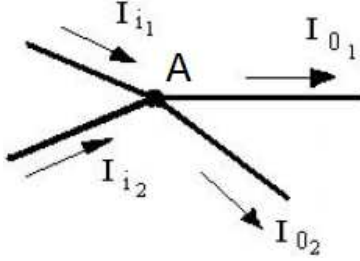
$$V_T = V = V_1 + V_2 + V_3 = 6 + 10 + 14 = 30 \text{ V}$$

NOT: Bu devrede seri bağlı dirençlerin gerilim bölücü görevi gördüklerine dikkat ediniz

6.2. KIRCHHOFF AKIMLAR KANUNU

Elektrik devresinde bir düğüm noktası varsa bu noktaya gelen elektrik yüklerinin toplamı, giden elektrik yüklerinin toplamına eşittir. Düğüm noktasında elektrik yük miktarının kendiliğinden artması veya eksilmesi mümkün değildir. Saniyedeki elektrik yük miktarı elektrik akımıdır.

Kirşof, Akımlar Kanunu ile "bir düğüm noktasına gelen akımların toplamı o düğüm noktasını terk eden akımların toplamına eşittir" der. Düğüm noktasındaki elektrik yük miktarının sabit kalması Kirchhoff'un akımlar kanunu ile açıklanır.



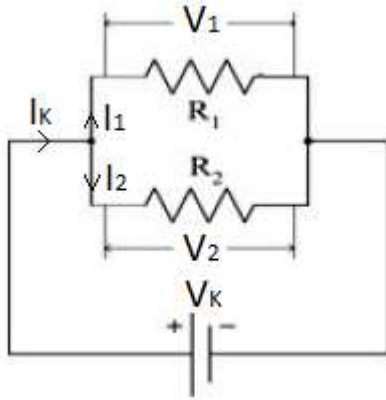
A düğüm noktasına göre;

$$I_{i1} + I_{i2} = I_{o1} + I_{o2}$$

A noktasına gelen akımların toplamı, çıkan akımların toplamına eşittir.

Paralel bağlı devrelerde akım ve gerilim hesabı bu kurala göre hesaplanır. Paralel bağlı devrede paralel kolların her birinde eşit gerilim bulunur kollardaki akımlar dirençler ile ters orantılı olarak kollara ayrılır. Paralel bağlı devreler akım bölücü görevi görürler.

Aşağıdaki devre üzerinde inceleyelim;



Yandaki devre paralel olduğundan dirençler üzerindeki gerilimler eşittir ve o da kaynak gerilimidir.

$$V_K = V_1 = V_2$$

Kirchhoff akımlar kanununa göre;

$$I_K = I_1 + I_2$$

Ohm kanununa göre $I = V / R$ ise;

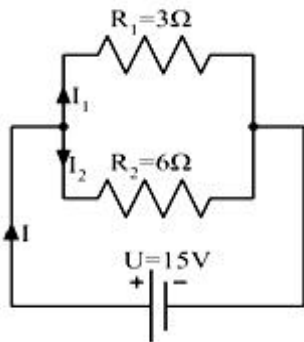
$$I_K = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} + \dots + \frac{V}{R_n} \text{ yazılabilir.}$$

Ayrı ayrı akımları hesaplamak için;

$$V_K = V_1 = I_1 \cdot R_1 \text{ buradan } I_1 = \frac{V}{R_1}$$

$$V_K = V_2 = I_2 \cdot R_2 \text{ buradan } I_2 = \frac{V}{R_2}$$

Örnek: Aşağıdaki devrede devre akımlarını hesaplayınız.



Çözüm: Kirchhoff akımlar kanununa göre;

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{15}{3} = 5 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{15}{6} = 2,5 \text{ A}$$

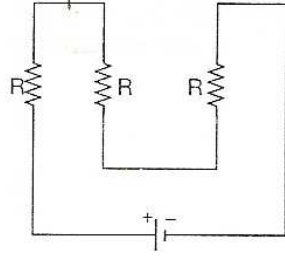
$$I = I_1 + I_2 = 5 + 2,5 = 7,5 \text{ A}$$

Örnekler:

1.

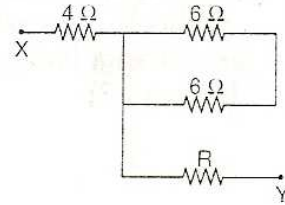
Şekildeki devrede dirençlerin değerleri R kadardır.

Devrenin eşdeğer direnci nedir?

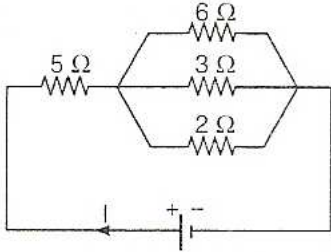


2.

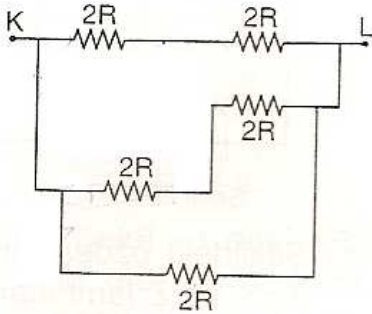
Şekildeki devre parçasında, X – Y noktaları arasındaki toplam direnç 10 ohm olduğuna göre, R direnci kaç ohm dur?



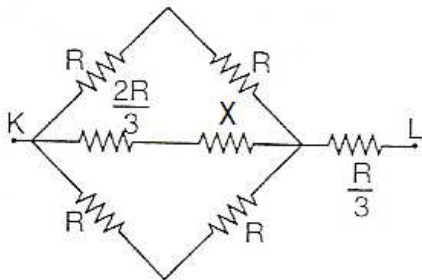
3. Aşağıda verilen devrenin eşdeğer direncini hesaplayınız.



4. Aşağıdaki devrede K – L arasındaki eşdeğer direnci R cinsinden hesaplayınız.



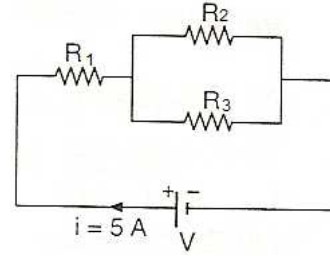
5. Aşağıdaki devrede $R = 10 \Omega$ dur. K – L arasındaki eşdeğer dirençte $R = 10 \Omega$ olduğuna göre X direncinin değeri kaç Ω olur?



6. Aşağıdaki devrede $R_1 = 8 \Omega$, $R_2 = R_3 = 4 \Omega$ olduğuna göre;

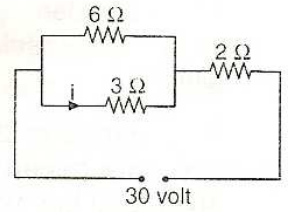
a) Devre gerilimi $V = ?$

b) R_2 direnci üzerinden geçen I_2 akımı ne kadardır?



7.

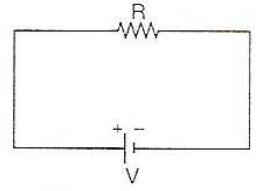
Şekildeki elektrik devresinde, 3 ohm luk dirençten geçen i akımı kaç amperdir?



8.

Şekildeki R direnci, V potansiyel farkı altında 200 watt güç harcamaktadır.

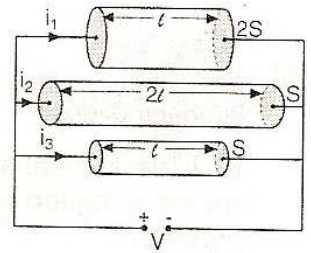
Başka bir değişiklik yapmadan potansiyel farkı yarıya indirilirse, aynı direnç kaç watt güç harcar?



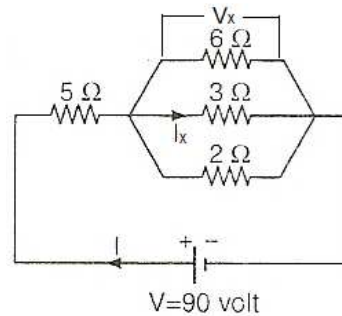
9.

Aynı sıcaklıkta bulunan aynı cins maddeden yapılmış iletkenlerin boyları ℓ , 2ℓ , ℓ kesiti ise $2S$, S ve S dir.

Her bir iletkenden geçen i_1 , i_2 ve i_3 akımları arasındaki ilişki nedir?



10. Aşağıdaki devrede 3 Ω luk direnç üzerinden geçen I_x akımını ve 6 Ω luk direnç üzerindeki V_x gerilimini hesaplayınız



TEST

1.

Bir elektrik devresindeki devre elemanları ile ilgili ;

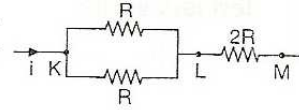
- I. Voltmetrenin iç direnci çok büyüktür ve devreye seri bağlanır.
- II. Ampermetrenin iç direnci çok küçüktür ve devreye seri bağlanır.
- III. Reosta, devre akımını değiştirmede kullanılır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

2.

Şekildeki devre parçasındaki dirençler verilmiştir.

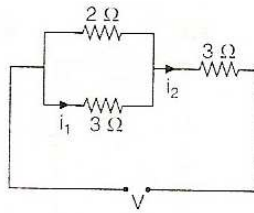


K - L noktaları arasındaki potansiyel farkı 8 volt olduğuna göre, L - M noktaları arasındaki potansiyel farkı kaç volt tur?

- A) 8 B) 12 C) 16 D) 20 E) 32

3.

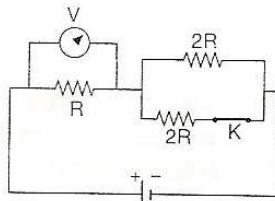
Şekildeki elektrik devresinde 3Ω luk dirençlerden geçen akım şiddetleri i_1 ve i_2 ise, $\frac{i_2}{i_1}$ oranı kaçtır?



- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{5}{2}$ D) 1 E) $\frac{3}{2}$

4.

Şekildeki elektrik devresinde K anahtarı kapalıyken voltmetrenin gösterdiği değer V ise, anahtar açıkken gösterdiği değer kaç V dir?

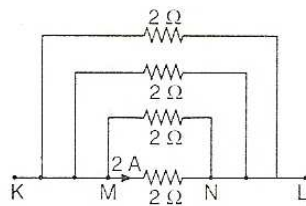


(Üretecin iç direnci önemsiz.)

- A) 1 B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{3}{2}$ E) 2

5.

Şekildeki devrede M-N arasından 2 A lik akım geçmektedir.

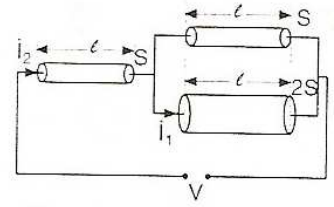


Buna göre, K - L noktaları arasındaki potansiyel fark kaç volt tur?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 6 E) 8

6.

Aynı maddeden yapılmış şekildeki iletken tellerden i_1 ve i_2 akımları geçiyor.

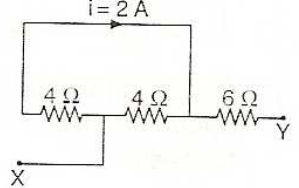


Buna göre, $\frac{i_1}{i_2}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{2}{3}$ B) $\frac{3}{2}$ C) $\frac{1}{3}$ D) $\frac{3}{4}$ E) $\frac{4}{3}$

7.

Şekildeki devrede direnç değerleri ve i akımı 2 amper olarak verilmiştir.

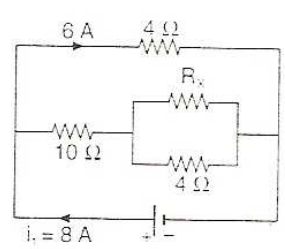


Buna göre, X - Y noktaları arasındaki potansiyel farkı kaç volt tur?

- A) 20 B) 24 C) 28 D) 32 E) 40

8.

Şekildeki devrede üreteçten çekilen akım 8 amperdir.



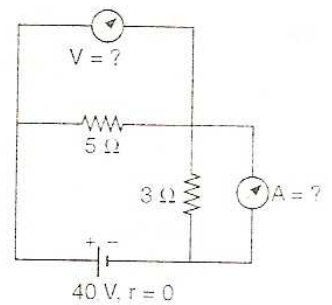
Üst koldaki 4 ohm luk dirençten 6 amper akım geçtiğine göre, R_x direnci kaç ohm dur?

- A) 2 B) 4 C) 6 D) 8 E) 12

9.

Şekildeki devrede dirençler 5 ve 3 ohm dur.

Üretecin gerilimi 40 volt ise, voltmetre ve ampermetrenin gösterdikleri değerler kaç volt ve kaç amperdir?

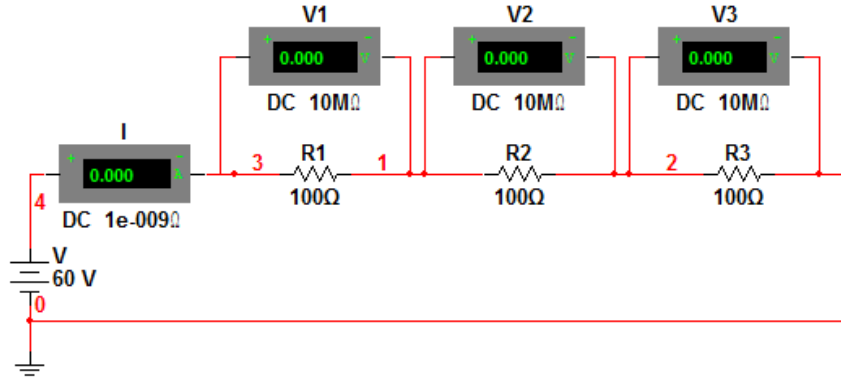


	Voltmetre(V)	Ampermetre (A)
A)	25	8
B)	40	5
C)	30	6
D)	25	5
E)	40	8

DENEY 6.1. KIRCHHOFF GERİLİMLER KANUNU

Aşağıdaki deney devresini simülasyonda kurunuz. Aşağıda verilen direnç değerleri için akım ve gerilim değerlerini ölçerek ve hesaplayarak tespit ediniz. Değerleri aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Deney Devresi:



Hesaplamalar:

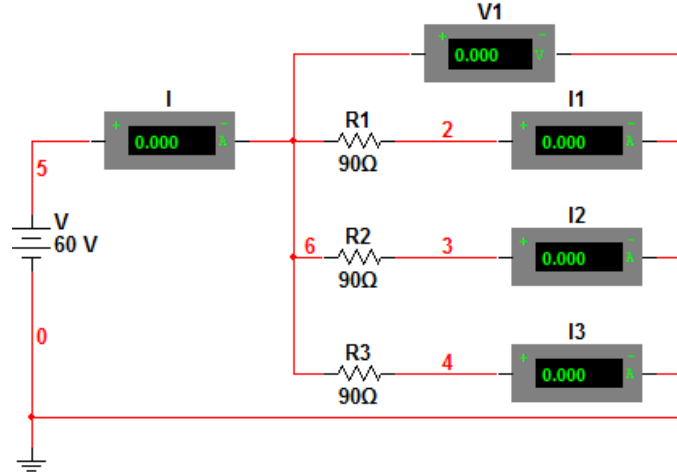
Ölçüm Tablosu:

R1	R2	R3	V1	V2	V3	I

DENEY 6.2. KIRCHHOFF AKIMLAR KANUNU

Aşağıdaki deney devresini simülasyonda kurunuz. Aşağıda verilen direnç değerleri için akım ve gerilim değerlerini ölçerek ve hesaplayarak tespit ediniz. Değerleri aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Deney Devresi:



Hesaplamalar:

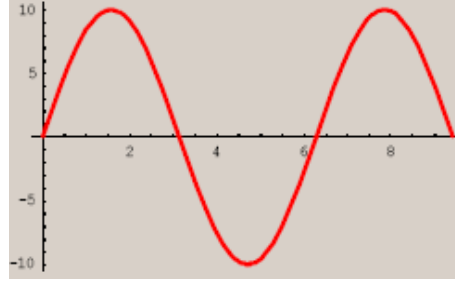
Ölçüm Tablosu:

R1	R2	R3	I1	I2	I3	V

BÖLÜM 7. ALTERNATİF AKIM

7.1. ALTERNATİF AKIM

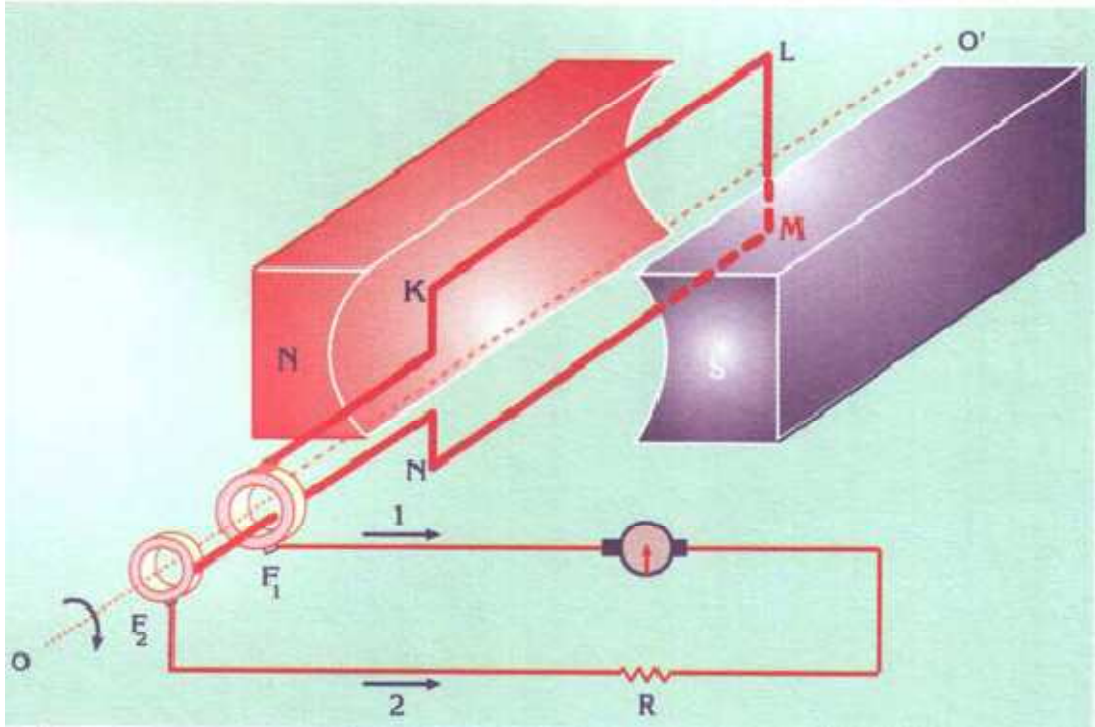
Zamana bağlı olarak periyodik bir şekilde yön ve şiddet değiştiren akıma "alternatif akım (AA)" denir. Alternatif akım ve alternatif gerilimin temel yapısı sinüs dalgası şeklindedir. Bu aynı zamanda sinüzoidal dalga olarak da ifade edilir. Elektrik santrallerinde alternatörler tarafından üretilen enerjinin akım ve gerilimi sinüzoidal yapıdadır.



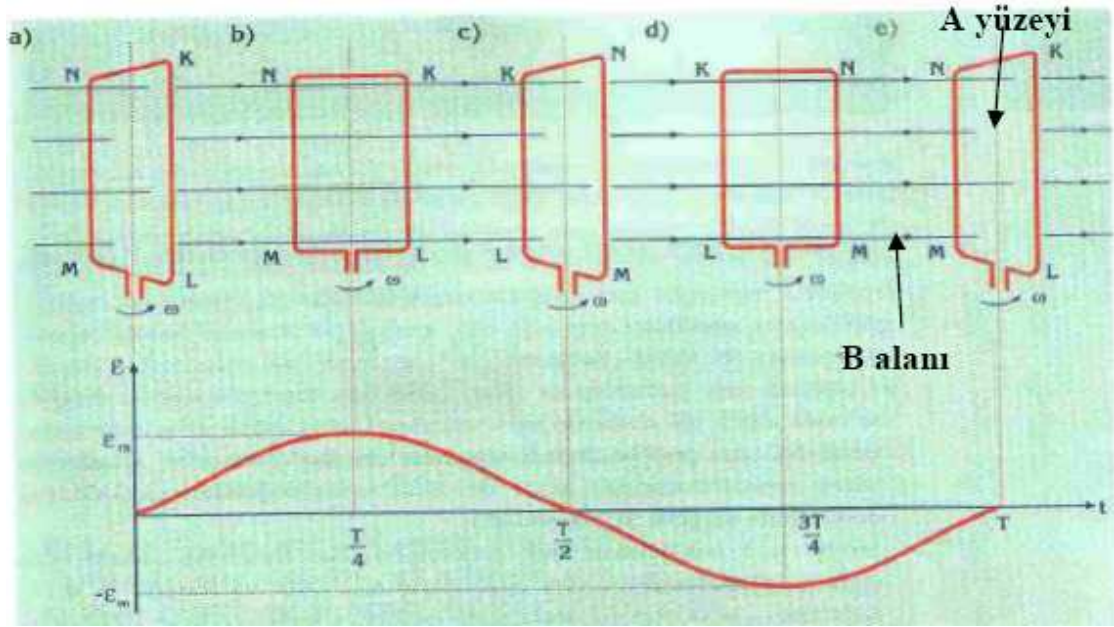
Şekil 1: Alternatif Akım

7.2. ALTERNATİF AKIMIN ELDE EDİLMESİ

Şekil 7.2'deki gibi O O' ekseninde dönen bir KLMN iletkeni (sarı) sabit bir hızla döndürülmüştür.



Şekil 7.2: Alternatif Akımın elde edilmesi

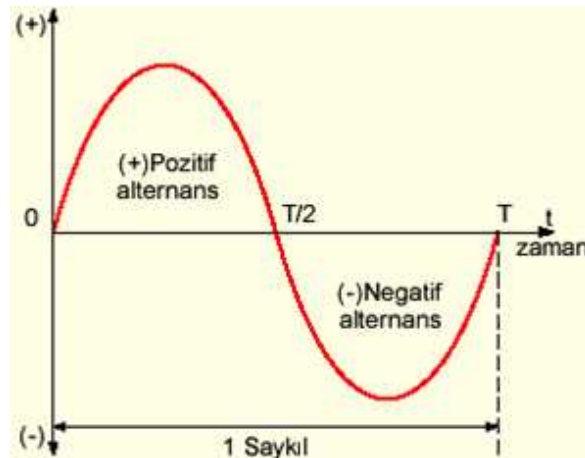


Şekil 1.2: Manyetik alan içinde hareket eden iletken

Çerçevenin uçları, eksen etrafında dönen birer metal bileziğe bağlanmıştır. Bileziklerden her biri F1 ve F2 fırçalarından birine sürekli olarak dokunur. Bu basit üreticinin çıkış uçları olan fırçalar, elde edilecek olan akımın değişimini incelemek için bir ölçü aletine bağlanmaktadır. İletken çerçeve N-S kutupları arasında dairesel bir hareketle döndürülürken, çerçevenin açılma pozisyonuna bağlı olarak KL ve MN iletkenlerini kesen manyetik akı sürekli değişir. Böylece, “değişken bir manyetik akı tarafından kesilen iletkende gerilim indüklenir” prensibine göre iletken çerçevede bir indüksiyon EMK’si meydana gelir. İlk ve ikinci 90° lik dönmelerde NMLK yönünde indüksiyon akımları meydana gelir (Doğru akım esasları Elektromanyetizma konusuna bakınız). Bu akımlar dış devreye F1 fırçasından çıkar. Üçüncü ve dördüncü 90° lik dönmelerde ise çerçevede ters yönde indüksiyon akımları meydana gelir. Bu sefer akımlar dış devreye F2 fırçasından çıkarlar. Böylece zamanla yönü ve şiddeti değişen bir akım elde edilmiş olur.

7.2. FREKANS

Sinüzoidal alternatif akım, sinüs fonksiyonu özelliğini taşır. Şekildeki eğrinin sıfırdan başlayarak pozitif maksimum değere yükselmesi, tekrar düşerek sıfıra ve negatif maksimum değere inmesi, buradan da tekrar sıfıra ulaşmasına **saykıl** denir. Şekildeki eğri, sinüs eğrisidir. Dolayısıyla elde edilen emk da sinüzoidal bir emk’dır. Burada “**f**”, saniyedeki saykıl sayısıdır ve alternatif akımın **frekans**ı olarak adlandırılır. Birimi Hertz (Hz)’dir.



Şekil: Saykıl ve Peryot

7.3. PERİYOT

Bir saykılın tamamlanması için geçen zamana **periyot** denir. **T** harfi ile gösterilir. Birimi saniyedir: $T = \frac{1}{f}$

7.4. ALTERNANS

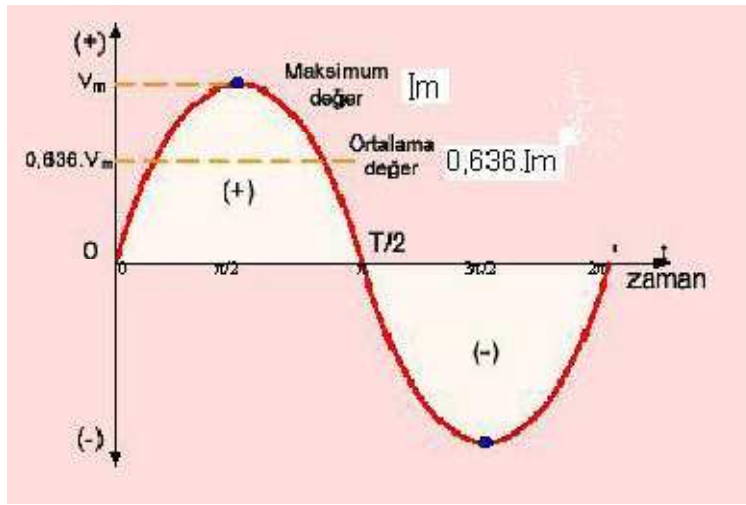
Sinüs eğrisindeki gerilimin değeri, sıfırdan başlayıp yükselmiş ve 90° de en yüksek değerine ulaşmıştır. Daha sonra azalma göstererek 180° de sıfıra düşmüştür. Buna pozitif alternans denir. 180° den sonraki ve 360° ye kadar olan ters yöndeki eğriye ise negatif alternans denir.

Örnek 1: Periyot ile frekans arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

Çözüm: Periyot ile frekans arasındaki ilişki; $T = \frac{1}{f}$ veya $f = \frac{1}{T}$

7.5. ALTERNATİF AKIM DEĞERLERİ

Alternatif akımın ani, etkin ve maksimum olmak üzere üç çeşit değeri vardır.



Şekil: Alternatif Akım Değerleri

7.5.1. Ani Değer

Sinüzoidal eğri üzerindeki herhangi bir nokta **ani değer** olarak isimlendirilir ve **V** ile gösterilir. **V** gerilimi, herhangi bir andaki gerilimin ani değeri olup, aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$V = V_m \sin(2\pi ft) \text{ veya } V = V_m \sin \omega t$$

V_m : Maksimum değer [V]

F : Frekans [Hz]

T : Periyot[s] $T = 1/f$

t : Zaman [s]

Örnek 1.2: Şekil 1.4'te her akımın sinüs dalgası için yatay ekseninde $\pi/2$ referans noktasındaki ani değerleri tanımlayınız.

Çözüm 1.2

$$i_A = I_m \sin \omega t = 10 \sin (\pi/2) = 10 \text{ A}$$

$$i_B = I_m \sin(\omega t + \phi_B) = 5 \sin (\pi/2 + \pi/3) = 2.5 \text{ A}$$

$$i_C = I_m \sin(\omega t - \phi_C) = 8 \sin (\pi/2 - \pi/4) = 5.7 \text{ A}$$

7.5.2. Maksimum Değer

Maksimum değer, ani değerlerin en büyüğüdür. Dikkat edilirse 90 ve 270'lik açılarda elde edilen akım, en yüksek değerine ulaşmaktadır. Bu değerler Maksimum değer olarak adlandırılır.

7.5.3. Ortalama Değer

Ortalama değer, bir saykıldaki ani değerlerin ortalamasıdır. Alternatif akımın bir saykıldaki pozitif ani değerlerin sayısı, negatif ani değerlerin sayısına eşit ve aynı büyüklükte olduğundan alternatif akımda ortalama değer sıfırdır. Bu nedenden dolayı ortalama değer hesaplanırken alternanslardan birinde hesaplama yapılır.

Maksimum değer belli ise ortalama değer:

$$i_{ort} = 0.636 \cdot I_m \quad \text{formülü ile hesaplanır.}$$

Örnek 1.3: Maksimum değeri 24 V olan alternatif gerilimin ortalama değerini bulunuz.

Çözüm 1.3: $V_{ort} = V_m \cdot 0,636 = 24 \cdot 0,636 = 16,26$ V olarak bulunur.

1.5.4. Etkin Değer

Alternatif akım uygulanan bir devre elemanında, harcanan gücü bulmak isterken hangi akım değerini alacağımızı ilk anda bilemeyebiliriz. Akımın maksimum değerini alsak büyük bir hata payı oluşur. Çünkü akım, bir periyotluk süre içinde sadece iki kez ve anlık olarak maksimum değere ulaşır. Ortalama değer almak istersek bu değerın sıfır olduğunu zaten biliyoruz. Bunu belirlemenin en güzel yolu; bir dirençten belirli bir zaman aralığında verilen alternatif akımın sağladığı ısı miktarını, aynı dirençte ve aynı sürede bir doğru akım tarafından elde etmektir. Bu doğru akım değerine ve potansiyel farkına alternatif akımın **etkin değeri** denir.

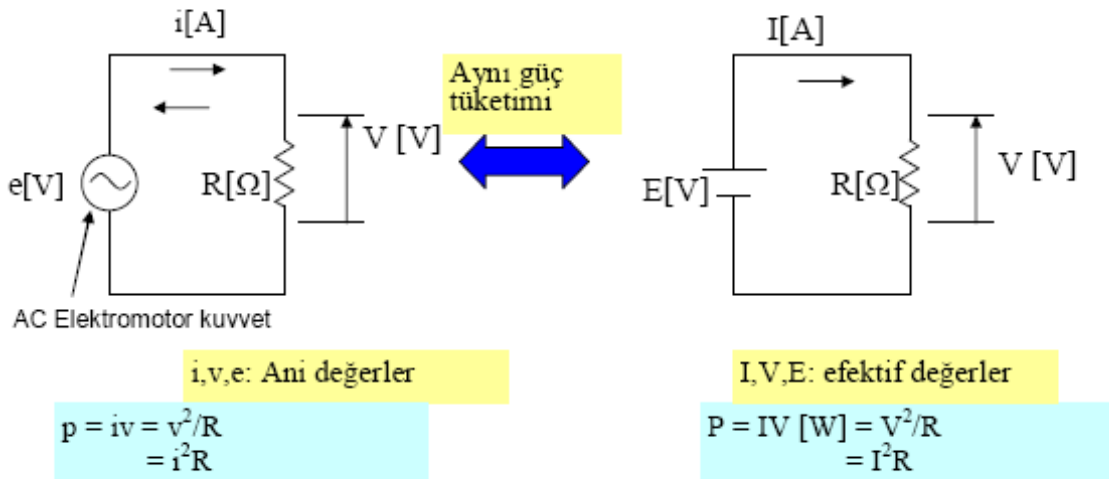
“AC devrelerde ampermetre ve voltmetre etkin akım ve gerilimi ölçer.”

Bir dirençte doğru akımın meydana getirdiği ısıyı, aynı dirençte ve zamanda ortaya çıkaran alternatif akım değerine **alternatif akımın etkin** veya **efektif değeri** denir. Etkif değerler, alt ifadeler kullanılmadan büyük karakterlerle gösterilir (V ve I).

Maksimum değer ve efektif değer arasındaki ilişkiler:

$$V_m = \sqrt{2} V \cong 1.414 V [V] \quad I_m = \sqrt{2} I \cong 1.414 I [A]$$

$$V = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \cong 0.707 V_m [V] \quad I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cong 0.707 I_m [A]$$



Şekil 1.5: Ani ve efektif değerler

Örnek 1.4: Maksimum değeri 311V ölçülen bir dalganın etkin değerini bulunuz.

Çözüm 1.4: $V = 0,707 \cdot V_m = 0,707 \cdot 311 = 220 \text{ V}$

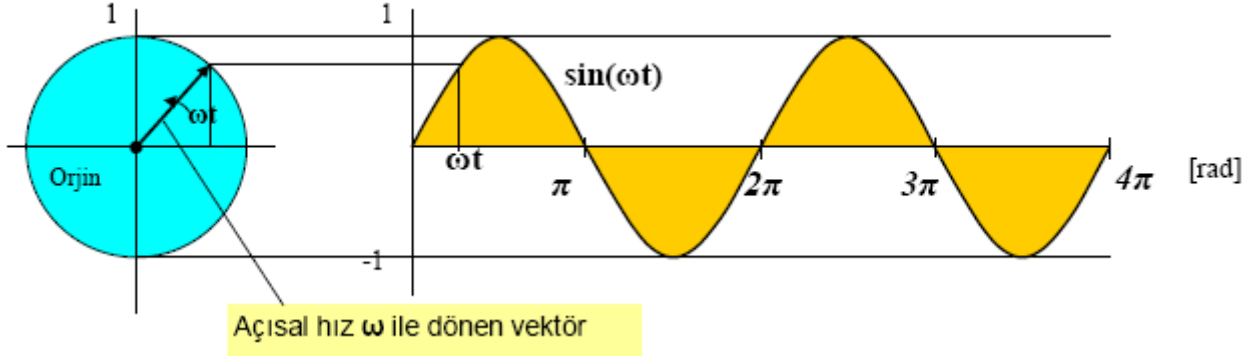
Örnek 1.5: Şehir şebeke gerilimi 220V olduğuna göre maksimum ve ortalama değerini hesaplayınız.

Çözüm 1.5: $V = V_m \cdot 0,707$ ise;

$V_m = V / 0,707 = 220 / 0,707 = 311,17 \text{ volt}$

$V_{ort} = 0,636 \cdot V_m = 0,636 \cdot 311,17 = 197,90 \text{ volt}$

7.6. ALTERNATİF AKIMIN VEKTÖRLER İLE GÖSTERİLMESİ

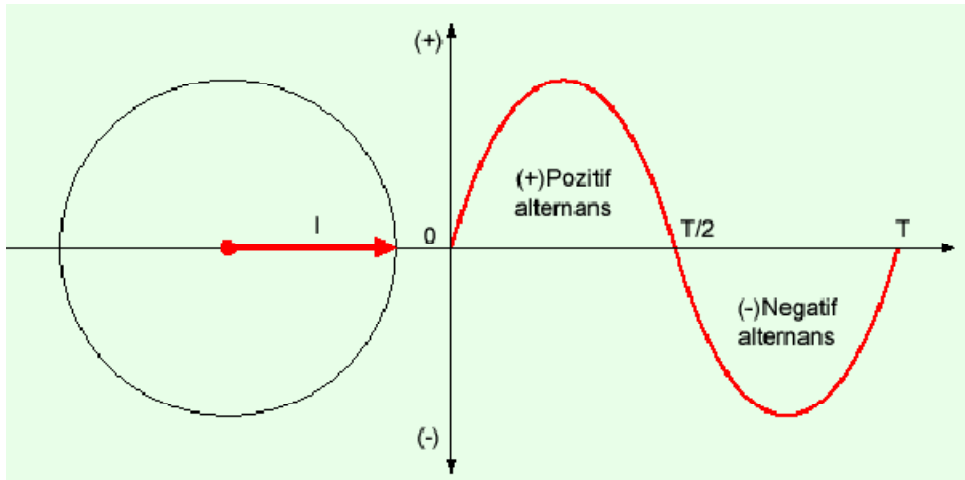


Şekil: Sinüs dalgası için dönen vektör

Sinüzoidal şekilde değişen akım veya gerilimin herhangi bir andaki değeri, yarıçapı uzunluğunda dönen bir vektörün düşey (dik) eksen iz düşümü ile bulunabilir.

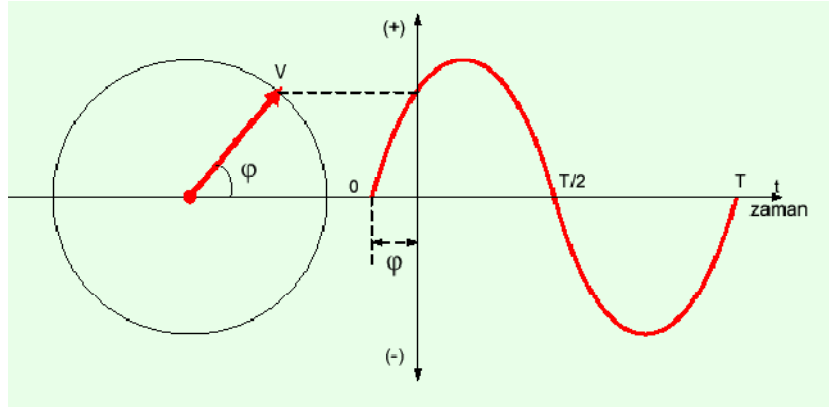
7.6.1. Sıfır Faz

Eğer bir sinüzoidal eğri $t=0$ anında sıfır başlangıç noktasından başlayıp maksimum değerine gidiyorsa sıfır fazlıdır denir. Alternatif akımın sıfırdan başlayıp pozitif değerler almaya başladığı noktanın başlangıç noktasına göre olan açı ve zamana **faz farkı** denir. Faz A.A da başladığı noktayı gösterir.



Şekil.

7.6.2. İleri Faz

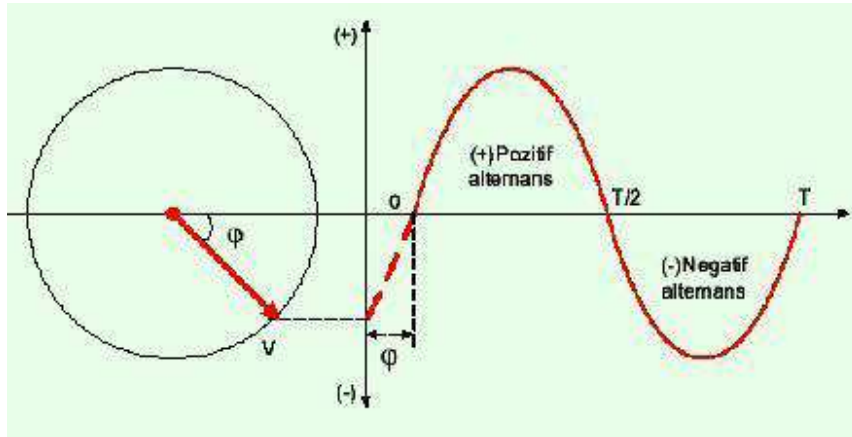


Şekil: İleri faz

Eğer bir sinüzoidal eğri $t=0$ anında sıfır başlangıç noktasından bir θ açısı kadar önce başlayıp pozitif maksimum değere doğru artıyorsa eğri ileri fazlıdır (Bkz. Şekil.).

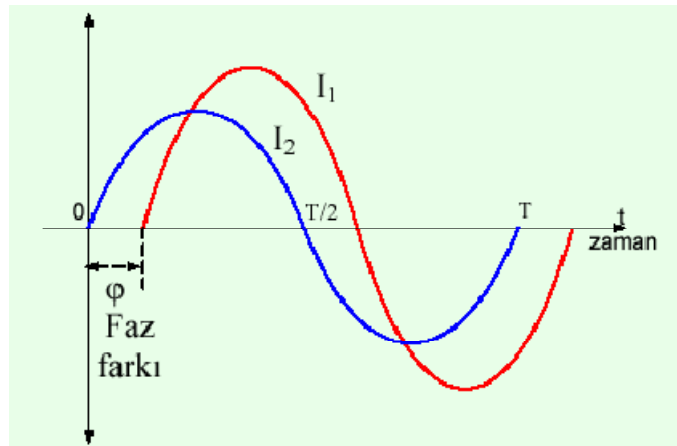
7.6.3. Geri Faz

Eğer bir sinüzoidal eğri $t=0$ anında sıfır başlangıç noktasından başlamayıp bir θ açısı kadar sonra başlıyorsa bu eğri geri fazlıdır (Bkz. Şekil)



Şekil: Geri Faz

7.6.4. Faz Farkı



Şekil: Faz Farkı

İki sinüzoidal eğrinin arasında bulunan açı veya zaman farkına faz farkı denir. Genellikle aradaki açı ile değerlendirilir. Aşağıdaki şekilde I_1 akımı I_2 akımından θ açısı kadar geri fazlıdır.

7.7. ALTERNATİF AKIM DEVRELERİNDE ÖLÇÜM YAPMAK

7.7.1. Alternatif Gerilim

Alternatif gerilimin sürekli olarak yönü ve şiddetinin değiştiğini ilk bölümde öğrenmiştik. Hiçbir zaman sabit bir değerde kalmadığı için belirli bir değer kabul edilmesi gereklidir. Bu etkin değerdir. Alternatif gerilim en yüksek değerine 90° de erişir. Buna tepe gerilimi veya maksimum gerilim adı verilir.

7.7.2. Alternatif Akım

Alternatif akım devresinden geçen akım gerilimle doğru orantılıdır. Alternatif akımın etkin değeri de maksimum değer $0,707$ katıdır. Bütün alternatif akım ampermetre ve voltmetreleri eğer özel amaçlı yapılmamış ise etkin değerleri gösterecek şekilde tasarlanmıştır.

7.7.3. Üç Fazlı Akım ve Gerilim

Elektrik enerjisinin üretilmesi, taşınması ve büyük güçlerde sarf edilmesi genellikle çok fazlı sistemlerde yapılır. Gerilim değerleri birbirine eşit; fakat faz açıları farklı olan kaynaklar kullanılmaktadır. Uygulama ve ekonomik avantajları olması sebebi ile yaygın olarak kullanılır. Üç fazlı kaynaklar arasında 120° faz farkı olan üç eşit gerilime sahiptir. Bu konu ile daha ayrıntılı bilgi ileriki sınıflara ait modüllerde verilecektir.

7.8. Elektrik Gücü ve Enerjisi

Enerjiyi iki farklı yönden inceleyebiliriz. Birincisi belirli bir sürede harcanan toplam enerji miktarı; diğeri ise anlık enerji veya her saniyeye karşılık gelen enerjidir. Bu açıdan bakarak arabanın güçlü olup olmadığını veya ısıtma sisteminin yeterli olup olmadığını yorumlayabiliriz. Bu ise elektrik gücü olarak tanımlanır.

7.8.1. Elektrik Gücü

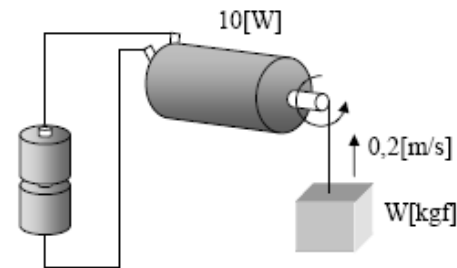
Güç birimi ve mekanik çalışmalarla ilişkisini inceleyecek olursak:

Güç birimi [W](watt) veya [J/s](saniye başına Joule). Her ikisi de birbirlerine dönüştürülebilir.

$$1 [W] = 1 [J/s]$$

Bir elektrik motorunun dönmesiyle bir iş yapılır. Bu işi yaparken motor enerji harcar. Bir işin ne kadar zamanda yapılabileceğini söyleyebilmek için birim zamanda yapılan iş miktarını bilmek gerekir. Birim zamanda yapılan işe **güç** denir. Elektrik güç birimi olarak genellikle [W] kullanılır. [J] ise iş anlamına gelir ve genellikle mekanikte kullanılır.

Örnek 1.6

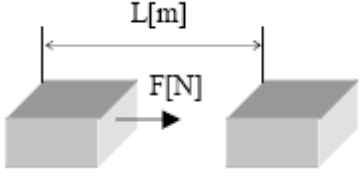


Şekil

Şekildeki elektrik motorunun gücü $10 [W]$ ve yükü kaldırma hızı da $0,2 [m/s]$ olarak kabul edilirse bu motorun en fazla ne kadar ağırlıkta yük [kgf] kaldırabileceğini hesaplayınız.

(enerji kaybı olmadığını kabul ediniz).

Çözüm 1.6

 <p>Şekil:</p>	<p>Mekanikte iş tanımı $W [J] = F[N] \times L[m]$, W: İş F:Kuvvet L:Taşıma mesafesi</p> <p>Eşitliğin her iki tarafı zamana [s] bölünerek şu eşitlik bulunur: $P[W]=F[N] \times V[m/s]$ P:Güç v:hız</p> <p>Buna göre verilenleri yerine koyup kuvvet hesaplanabilir. $10[W]=F[N] \times 0,2[m/s]$ ise $F=50[N]$</p>
---	--

Ağırlık ve kuvvet arasındaki ilişki şu şekildedir: $1[kgf] \approx 10[N]$,

Son olarak motorun kaldıracabileceği en fazla (maksimum) ağırlık hesaplanabilir.

$$W_{max} = 50/10 = 5[kgf]$$

Elektrik devrelerinde güç ise aşağıdaki eşitlikte olduğu gibi ifade edilir:

$$P = V \cdot I \quad P : \text{Elektrik gücü}[W], V : \text{Gerilim}[V], I : \text{Akım}[A]$$

Bu çok basit eşitlik (DA) doğru akım devrelerinde olduğu gibi (AA) alternatif akım devrelerinde de geçerlidir.

Örnek 1.7: $200[\Omega]$ 'luk dirence $1,5[V]$ gerilim uygulanmıştır. Buna göre direncin gücünü hesaplayınız.

Çözüm 1.7

$$P = V \cdot I \quad P = V \cdot (V / R) = V^2 / R$$

$$P = 1,5 \cdot 1,5 / 200 = 0,01125 W = 11, 25mW$$

7.8.2. Elektrik Enerjisi

Birim zamandaki elektrik enerjisi, elektrik gücü olarak tanımlanır. Bu nedenle güç ile zamanın çarpımından elektrik enerjisi miktarı hesaplanabilir.

$$W = P \cdot t$$

W: Elektrik enerjisi [Ws] veya [J], P: Elektrik gücü[W], T: Zaman[s]

Enerji birimi olarak [Ws] veya [J] kullanılmaktaysa da bazen ifade edilmek istenen enerji miktarı çok daha büyük olabilmektedir. Günlük hayatta daha çok [Wh] ya da [kWh] birimleri kullanılmaktadır. Aşağıda enerji birimlerini ve anlamlarını görebilirsiniz.

Enerji birimi	Açıklama
J (joule)	Mekanik enerji birimi
Ws (watt saniye)	$1[Ws] \text{---} 1[W]$ 'lık cihazın $1[s]$ de harcadığı enerji $1[Ws]=1[J]$
Wh (watt saat)	$1[Wh] \text{---} 1[W]$ 'lık cihazın $1[h]$ saatte harcadığı enerji
kWh	$1[kWh]=1000[Wh]$

Tablo 1.1: Enerji birimleri ve anlamları

Örnek 1.9: Evimizde kullandığımız $100[W]$ 'lık lambayı günde 4 saat yaktığımızda 30 gün için bu lambanın harcadığı toplam enerji miktarını hesaplayınız.

Çözüm 1.9

En kolay hesaplama için kullanılacak birim [Wh]'dir. Buna göre:

$$W = 100[W] \times 4[h] \times 30 = 12000[Wh] \quad (30 \text{ günde harcanan toplam enerji}), \quad 1[kWh] = 1000[Wh]$$

$$W = 12000/1000 = 12[kWh] \quad (30 \text{ günde harcanan toplam enerji})$$

Zamanı saniye cinsinden kullanırsak enerji miktarı [Ws] olarak ifade edilir.

$$t = 4[h] = 4 \times 60 \times 60[s]$$

$$W = 100[W] \times 4 \times 60 \times 60[s] = 1440000[Ws] \quad (1 \text{ günde harcanan toplam enerji})$$

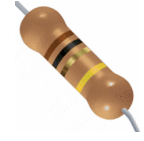
$$W = 100[W] \times 4 \times 60 \times 60[s] \times 30 = 43200000[Ws] \quad (30 \text{ günde harcanan toplam enerji})$$

$$1[Ws] = 1[J] \quad W = 1440000[J] \quad W = 43200000[J]$$

BÖLÜM 8. DEVRE ELEMANLARI

8.1. DİRENÇ

8.1.1. Direnç Tanımı ve İşlevi



Elektrik akımına karşı zorluk gösterilmesi elektriksel direnç olarak adlandırılır. Bu zorluğu belli bir elektriksel büyüklükte gösteren özel üretilmiş devre elemanlarına da **direnç** (resistor) denir. Elektronik devrelerde en sık kullanılan devre elemanıdır ve 'R' harfiyle gösterilir. Dirençler sahip oldukları elektriksel büyüklüklerle anılırlar. Direncin elektriksel büyüklüğü 'ohm' dır ve ' Ω ' (omega) harfiyle gösterilir. İki temel kullanım amacı vardır:

- Devrenin herhangi bir noktasından arzu edilen akımın geçmesini sağlamak
- Devrenin herhangi bir noktasında arzu edilen gerilimin elde edilmesi için kullanılırlar.

8.2. ÇEŞİTLERİ

Kullanım yerlerine göre üç tür direnç vardır:

- Sabit değerli dirençler
- Ayarlı dirençler (potansiyometre, trimpot, reosta)
- Ortam etkili dirençler (LDR, NTC, PTC, VDR)

8.2.1. SABİT DİRENÇLER

Devre akımını ya da gerilimini belirli bir değerde sabitlemek amacıyla kullanılan, dolayısıyla direnç değerinin değişmediği elemanlara sabit direnç denir. Sabit direnç için kullanılan iki tür devre sembolü vardır. Şekil 1.1'de bu semboller gösterilmiştir Elektriksel güçlerine göre farklı fiziksel boyutlarda dirençler vardır. Şekil 1.2'te bu durum gösterilmiştir.

Sabit dirençler çok farklı fiziksel yapılarda üretilmektedir. Sabit dirençleri yapılarına göre beş farklı sınıfta değerlendirmek mümkündür.

8.2.1.1. Telli Dirençler

Krom-nikel, nikel-gümüş, konstantan, tungsten, manganin gibi maddelerden üretilmiş tellerin ısıya dayanıklı olan porselen, bakalit, amyant benzeri maddeler üzerine sarılmasıyla yapılan dirençlerdir. Telli dirençler, güç değerleri yüksek olduğundan yüksek akım taşıyabilirler.

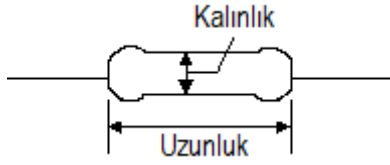
8.2.1.2. Karbon Dirençler

Elektronik devrelerde en sık kullanılan ve en ucuz direnç çeşididir. Genellikle direnç değeri direnç üzerinde yer alan renk bantları yardımıyla belirlenir. Çoğunlukla $\pm\%10$ ve $\pm\%5$ tolerans değerlerinde üretilirler.



Şekil 8.1. Farklı boyutlarda karbon dirençler

Elektriksel gürültüleri fazladır. Bu nedenle analog devrelerde metal film dirençler tavsiye edilir. Sahip oldukları elektriksel güce göre farklı fiziksel boyutları vardır. Tablo 1.1'de en sık kullanılan karbon dirençlerin güçlerine göre boyutları verilmiştir.



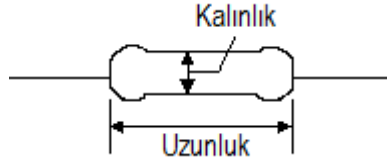
Güç (Watt)	Kalınlık (mm)	Uzunluk (mm)
1 / 8	2	3
1 / 4	2	6
1 / 2	3	9

Şekil 8.2. Karbon direncin boyutları

Tablo 8.1. Elektriksel güç değerine göre direnç boyutları

8.2.1.3. Film Dirençler

Film dirençler yüksek hassasiyet gerektiren durumlarda kullanılır. Bu nedenle toleransları düşüktür (yaklaşık ± 0.05 dolayında). Yapılarında direnç maddesi olarak Ni-Cr (Nikel-krom) kullanılır.



Güç (Watt)	Kalınlık (mm)	Uzunluk (mm)
1 / 8	2	3
1 / 4	2	6
1	3.5	12
2	5	15

Şekil 8.3. Film dirençler ve Film direncin boyutları

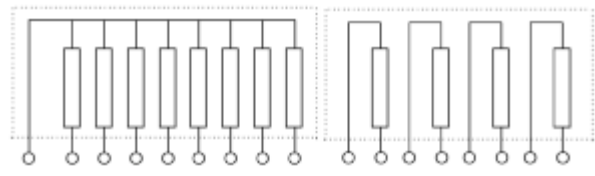
Tablo 8.2. Elektriksel güç değerine göre direnç boyutları

8.2.1.4. Entegre Dirençler

Çok sayıda direncin tek bir paket altına alınmasıyla elde edilen direnç türüdür. Bu nedenle entegre direnç olarak adlandırılırlar. Paket içindeki tüm dirençler birer ayaklarından ortak bağlıdır. Diğer ayaklar serbesttir. Bu tür dirençlerin en önemli özelliği tüm dirençlerin aynı değere sahip olmasıdır.



Resim 8.1. Entegre direnç



Şekil 8.4. Entegre dirençlerin iç yapısı

Dijital devrelerde sıklıkla tercih edilirler. Düşük güçlüdürler. Örneğin çok sayıda LED'in (ışık yayan diyot – Light Emitting Diode) sürülmesi gereken bir durumda kullanımı oldukça uygundur.

Bazı dirençler ikerli gruplar halinde birbirinden bağımsız olarak dizilmişlerdir. Şekil1.5'de dört gruplu direnç paketi gösterilmiştir. Direncin kaç gruptan oluştuğunun belirtilmesi için üzerine 4S etiketi yazılır.

8.2.1.5. SMD (Yüzey Temaslı Cihaz – Surface Mounted Device) Dirençler

Gelişen teknolojiyle beraber elektronik devrelerin daha küçük boyutlarda üretilmesi söz konusu olmuştur. Daha küçük boyutlara çok daha fazla sayıda devre bileşeninin yerleştirilmesi için devre plakalarının katmanlı üretilmesi gerekmiştir. Devre plakalarının katmanlı üretimi katmanlar arası bağlantıda "yüzey teması" denilen yeni bir tekniği doğurmuştur.

Bu nedenle yüzey temasında kullanılacak devre bileşenlerinin de buna uygun olarak tasarlanması gerekmektedir.



Şekil 8.5: Yüzey temaslı dirençler (SMD) ve Karbon dirençle boyut bakımından karşılaştırması
(a) EIA481 Kılıf (b) SOT-23 Kılıf (c) SOD-123 Kılıf

Yüzey temaslı devre elemanları Şekil 1.6'da da görüldüğü gibi farklı kılıf yapılarında üretilirler. Şekilde gerçek boyutlarının birkaç misli büyütülmüş SMD dirençler gösterilmiştir.

8.2.2. AYARLI DİRENÇLER

Direnç değerinin belli bir aralık boyunca ayarlanabildiği dirençlerdir. Böylece bağlandıkları noktanın gerilimini ya da bağlandıkları noktadan geçen akımı ayarlama olanağı olur. Trimpot, Potansiyometre ve Reosta olmak üzere üç türü vardır.

8.2.2.1. Trimpotlar

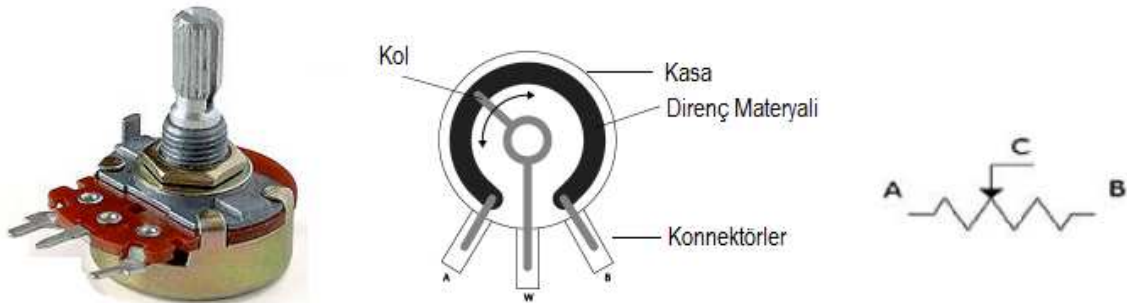


Şekil 8.6: Çeşitli trimpotlar ve devre sembolü

Devre direncinin her zaman değiştirilmesi gerekmeyen durumlarda kullanılır. Devre kartı üretilirken bir defa uygun ayar yapılır ve trimpotun değeri o ayarda bırakılır. Örneğin: Radyo alıcı ve vericilerinde anten katının çalışma frekansı belirlenirken sıklıkla tercih edilirler.

8.2.2.2. Potansiyometreler

Potansiyometreler (Pot olarak da adlandırılırlar), yaygın olarak belli bir noktadaki elektrik seviyesini ayarlamak amacıyla kullanılır. Ayarlama işlemi pot üzerindeki ayar kolu (şaft) aracılığıyla yapılır. Böylece elektronik cihazlarda elektrik seviyesinin kullanıcı aracılığıyla ayarlanması istenen her durumda potansiyometreler kullanılabilir.



Şekil 8.7: Potansiyometre, Potun iç yapısı ve Potansiyometre devre sembolü

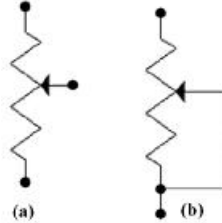
Şekil 1.9'da gösterildiği gibi potansiyometrenin üç ayağı vardır. A-B arası direnç sabittir, A-C ve B-C arası direnç ayarlanabilir.

$$RAB = RAC + RBC$$

Potansiyometreler kullanım amacına göre iki farklı yöntemle bağlanırlar:

Yöntem 1-) Orta ayak kontrol edilecek noktaya ve yan ayaklar iki ayrı noktaya bağlanır. Böylece iki ayrı noktanın elektrik seviyesi kontrol edilebilir. Şekil 1.10 (a)'da kullanım örneği gösterilmiştir.

Yöntem 2-) Yan ayaklardan biriyle orta ayak birleştirilir. Böylece iki ayaklı ayarlanabilir bir direnç elde edilmiş olur. Bu durumda pota seri bağlı sabit değerli bir direnç kullanılmalıdır. Aksi durumda potun direnci 0 ohm'a çekildiğinde bağlı olduğu noktadan çok yüksek akım geçebilir. Şekil 1.10 (b)'de kullanım örneği gösterilmiştir.



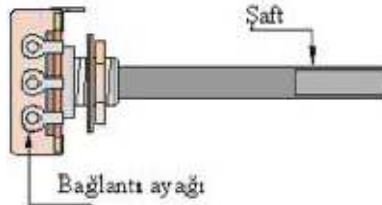
Şekil 8.8: (a) İki ayrı noktanın gerilim seviyesini değiştirmeyi sağlayan bağlantı yöntemi, (b) İki yan ayağı arası ayarlanabilir direnç

Doğrusal (Linear) Potansiyometreler

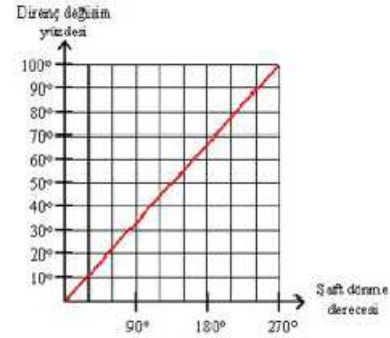
Bu potlarda direnç değeri doğrusal olarak değişir. Doğrusal potansiyometrede şaft dönüşüyle direnç değişim yüzdesi eşit aralıklarla artıp azalmaktadır. Bu durum Şekil 1.13'deki grafikte gösterilmiştir.



Resim 8.2: Çeşitli potlar



Şekil 8.9: Potansiyometrenin yapısı



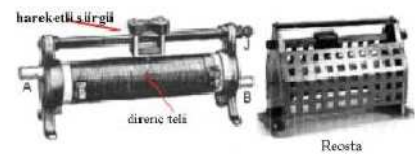
Şekil 8.10: Doğrusal potta dönme açısına göre direnç değişim yüzdesi

Logaritmik Potansiyometreler: Logaritmik potlarda direnç değişimi şaftın dönme açısıyla doğru orantılı değildir. Anti-logaritmik ve logaritmik olarak iki türü vardır. Logaritmik potansiyometrelerde 180°'ye kadar şaft değişimine oranla direnç değişimi düşüken, 180°'den sonra büyüktür. Anti-logaritmik potansiyometredeyse tersi bir durum vardır.

Çok Turlu Potansiyometreler: Belli bir dönüş mesafesi olmayan potansiyometredir. Bunun dışında direnç ayarının kademeli olarak yapıldığı potansiyometreler vardır.

8.2.2.3. Reostalar

Bu tip ayarlı direncin trimpotlar ve potlardan ayrılan en büyük özelliği yüksek güçlü devrelerde kullanılabilmesidir. Dolayısıyla üzerinden büyük miktarlarda akım geçebilir. Ayrıca reostaların boyutları diğer ayarlı dirençlere göre çok büyüktür.



Şekil 8.11: Reosta

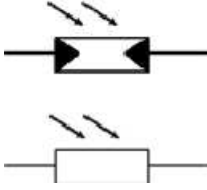
Hareketli sürgü kolu direnç görevine sahip tel üzerinde hareket ettirilerek istenilen değere sahip direnç elde edilir.

8.2.3. ORTAM ETKİLİ DİRENÇLER

Direnç değeri çeşitli doğa olayları neticesinde değişen dirençlere “ortam etkili direnç” denir. Üzerine uygulanan ısı, ışık ve elektrik potansiyeli (gerilim) gibi etkilerle direnç değişimi sağlanır.

8.2.3.1. Işık Etkili Dirençler (LDR)

Üzerine düşen ışık şiddetiyle ters orantılı olarak direnci değişen devre elemanlarıdır. Işığa duyarlı sistemleri kontrol edecek elektronik devrelerde yaygın olarak kullanılır. Işığa duyarlı robotlar, otomatik devreye giren gece lambaları, flaşlı fotoğraf makineleri gibi örnekler verilebilir.



Şekil 8.12: LDR devre sembolleri

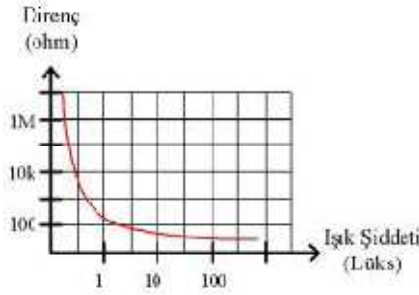


Şekil 8.13: LDR'nin üstten görünüşü



Resim 8.3: Çeşitli LDR'ler

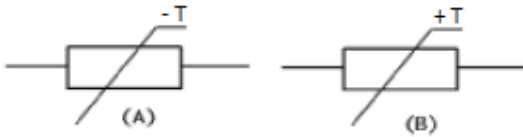
LDR'nin ışığa göre direnç değişimi Şekil 1.18'te gösterilmiştir. Karanlıktaki dirençleri birkaç MW (Mega ohm) seviyesindeyken aydınlıktaki dirençleri 100W-5kW dolayındadır.



Şekil 8.14: LDR direncinin ışık şiddetine göre değişimi

8.2.3.2. Isı Etkili Dirençler (NTC, PTC)

Gövde sıcaklığı yükseldikçe direnci yükselen ve gövde sıcaklığı düştükçe de direnci düşen dirençler **Pozitif Kat Sayılı Direnç – PTC** (Positive Temperature Coefficient) olarak adlandırılır. Gövde sıcaklığı düştükçe direnci yükselen ve gövde sıcaklığı yükseldikçe de direnci düşen dirençler **Negatif Kat Sayılı Direnç – NTC** (Negative Temperature Coefficient) olarak adlandırılır. Bu dirençler **termistör** olarak adlandırılırlar. Şekil 1.19'da devre sembolleri gösterilmiştir.



Şekil 8.15. (A) NTC (B) PTC



Resim 8.5: Çeşitli NTC'ler

8.2.3.3. Gerilim Etkili Dirençler (Varistör)

Gerilim yükselince direnci hızla azalarak geçirdiği akım artan elemanlardır. Başka bir deyişle, gerilim düşüken VDR'nin direnci çok yüksektir. Gerilim değeri yükseldiğinde ise direnci hızla azalır. Bu elemanlar; bobin, röle, trafo, transistör, tristör, anahtar vb. gibi elemanları ani gerilim artışlarının getirdiği zararlı etkilere karşı korumak için adı geçen elemanlara paralel bağlanarak kullanılır.

8.3. Sabit Dirençlerin Renk Kodlarıyla Değerlerinin Bulunması

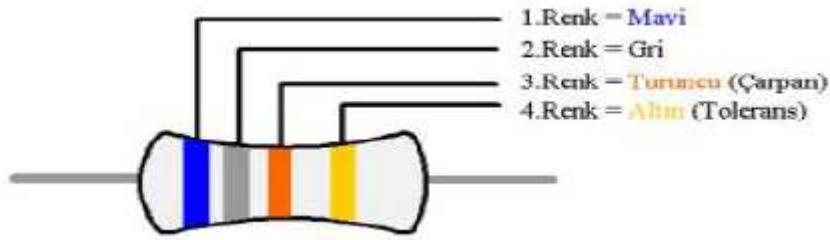
Sabit dirençlerin elektriksel büyüklüğü (omaj değeri), yaygın olarak üzerlerine üretim sonrası çizilen renk bantları yardımıyla anlaşılır. Bazı dirençlerde direnç değeri rakam yazılarak belirtilse de piyasada yaygın olarak kullanılan dirençlerin büyük çoğunluğu renk bantlarıyla üretilmektedir. Ölçü aleti kullanmadan direncin değerini renk bantları yardımıyla belirleyebilmek önemlidir. Dirençler 4 ve 5 bantlı olarak üretilmektedir. Tablo 1.3'te renk bantlarının hangi sayısal değerleri temsil ettikleri gösterilmiştir.

RENKLER	SAYI	ÇARPAN	TOLERANS
Siyah	0	10^0	%20
Kahverengi	1	10^1	%1
Kırmızı	2	10^2	%2
Turuncu	3	10^3	-----
Sarı	4	10^4	-----
Yeşil	5	10^5	%0,5
Mavi	6	10^6	-----
Mor	7	10^7	-----
Gri	8	10^8	-----
Beyaz	9	10^9	%10
Altın	-----	10^{-1}	%5
Gümüş	-----	10^{-2}	%10

Tablo 8.3. Direnç renk tablosu

Şekil 1.20'de dört bantlı bir direncin renk kodları okunarak direnç değerinin nasıl belirleneceğiyle ilgili uygulama yapılmıştır. İşlemleri dikkatlice okuyun.

Örnek 1.1



Şekil 8.16. Dört bantlı direnç renk kodu okuma uygulaması

Öncelikle ilk iki renge karşılık gelen sayısal değerleri yan yana yazılır. (örnekte mavi:6 ve gri:8= 68) Ardından elde edilen bu değer üçüncü rengin çarpın değeriyle çarpılır (örnekte $68 \times \text{turuncu}:1000 = 68000\Omega = 68\text{k}\Omega$).

1. Renk	2. Renk	3. Renk (Çarpın)	Tolerans	
6	8	$10^3=1000$	%5	: Direnç = $68000 \Omega = 68 \text{ k}\Omega$

ÖNEMLİ BİLGİ: Hangi rengin 1. renk olduğuna karar vermek öğrencilerin zorlandıkları bir konudur. Tecrübeyle elde edilecek bir yetenektir. Çoğunlukla 1. renk bandı kenara daha yakındır ve hata payı (tolerans) bandı diğer renk bantlarından birazcık daha uzaktadır.

Bu işlem için aşağıdaki cümlelerin sessiz harfleri renk kodlarının baş harflerini vermektedir.

SOKAKTA SAYAMAM GİBİ (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9)

Soru 1.1 Aşağıdaki dört renkli direncin değeri hangi şıkta doğru verilmiştir?



A) 5,6k %10

B) 5,6k %5

C) 56k %10

D) 56k %5

Çözüm: Öncelikle direncimizin değerini ve ardından tolerans değerini hesaplayalım. Renkler; yeşil, mavi, kırmızı ve gümüşdür. Dolayısıyla:

$$56 \times 10^2 \pm \%10 = 56 \times 100 = 5600 \Omega = 5,6k\Omega \text{ ve } \pm \%10 \text{ tolerans} \rightarrow \text{Cevap A}$$

Soru 1.2: %5 toleranslı 3,3kΩ'luk direncin renk bantlarını bulunuz.

A) Kırmızı, Kırmızı, Turuncu, Altın

B) Turuncu, Turuncu, Turuncu, Altın

C) Turuncu, Turuncu, Kırmızı, Altın

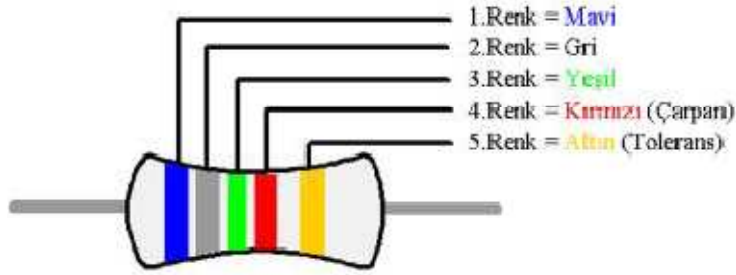
D) Turuncu, Kırmızı, Kırmızı, Gümüş

Çözüm: 3,3 kΩ = 3300 Ω = 3 3 10² ±%5 olur

3 –Turuncu, 2 – Kırmızı, %5 tolerans – Altın olduğuna göre renkler;

Turuncu, Turuncu, Kırmızı, Altın olacaktır. → Cevap C

Soru1.3. Aşağıda verilen 5 bantlı direncin değerini hesaplayınız.



Şekil 1.21: Beş bantlı direnç renk kodu okuma uygulaması

Öncelikle ilk üç renge karşılık gelen sayısal değerleri yan yana yazılır. (örnekte mavi:6, gri:8 ve yeşil:5= 685) Ardından elde edilen bu değer dördüncü rengin çarpan değeriyle çarpılır. (örnekte 685xkırmızı:100 = 68500W = 68,5kW)

1. Renk	2. Renk	3. Renk	4. Renk (Çarpan)	Tolerans	
6	8	5	$\times 10^2 = 100$	%5	= 68500 Ω = 68,5 KΩ ± %5

Soru 1.4: %0,5 toleranslı 12,8kΩ'luk direncin renk bantlarını bulun.

A) Siyah, Kırmızı, Kırmızı, Mavi, Yeşil

B) Kahverengi, Kırmızı, Gri, Kırmızı, Yeşil

C) Kahverengi, Kırmızı, Gri, Kahverengi, Kırmızı

D) Kahverengi, Kırmızı, Beyaz, Kırmızı, Yeşil

Çözüm: 12,8 k= 12800 Ω = 1 2 8 10² %0,5 tolerans olur. Buna göre

1 – Kahverengi, 2 – Kırmızı, 8 – Gri, 2 – Kırmızı, %0.5 tolerans – Yeşil olduğundan;

Renkler: Kahverengi, Kırmızı, Gri, Kırmızı, Yeşil olur → Cevap B

ÖNEMLİ: Her iki uygulama sonunda görülen odur ki beş bantlı dirençler, dört bantlılara göre daha hassas değere sahiptir.

ÖNEMLİ: Direnç hesapları yaparken Ω (omega) simgesi sayının yanına eklenmeyebilir. Üzerinde çalışılan sayının değeri zaten 'ohm' cinsinden olacağı için yalnızca sayının kendisi ve varsa kat sayısı yazılabilir. Dirençler renk bantlarının gösterdiği değeri çoğu zaman tam olarak alamaz. Üretim aşamasında çeşitli etkenlerden dolayı direnç değerinde sapma olur. Üretim aşamasında oluşacak bu sapma standartlara bağlanmıştır. Öngörülen sapma miktarına hata payı (tolerans) denir. Üretici firma dirençleri belli bir hata payında üretmek zorundadır. Direncin hata payı renkli dirençlerde karşılık gelen renk bandıyla gösterilir.

Aşağıda bir direncin hata payı değerine göre alabileceği en üst ve en alt değerlerin hesaplanmasıyla ilgili örnek bir uygulama yapılmıştır.

Örnek 1.3: Değeri 1 k Ω ve hata payı rengi gümüş olan bir direncin direnç aralığı şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Hata payı (tolerans)} = \%10 = \mathbf{0,1}$$

$$\text{Fark} = + \text{direnç} \times \text{hata payı} \qquad \text{Fark} = + 1 \text{ k}\Omega \times 0,1 = + \mathbf{100\Omega}$$

$$\text{En üst direnç değeri} = \text{direnç} + \text{fark} = 1\text{k} + 100 = \mathbf{1,1 \text{ k}\Omega}$$

$$\text{En alt direnç değeri} = \text{direnç} - \text{fark} = 1\text{k} - 100 = \mathbf{900\Omega}$$

Çözümlü Soru 1.2



Yukarıdaki dört renkli direncin standartlara uygun olarak üretildiği varsayılırsa aşağıdaki değerlerden hangisini alamaz?

- A) 5,6k B) 6,1k C) 5,1k D) 5k

Çözüm

Öncelikle direncimizin değerini ve ardından tolerans değerini hesaplayalım. Renkler yeşil, mavi, kırmızı ve gümüştür. Dolayısıyla:

$$56 \times 10^2 = 5600 \text{ohm} = 5,6 \text{kohm} \quad \text{tolerans} = -/+ 5,6 \text{k} \times 0,1 (\%10) = -/+ 560 \text{ohm}$$

Elde edilen 560 ohm'luk tolerans değeri direnç değeri ile toplanır yada dirençten çıkarılır. Böylece direncin olabileceği **en alt** ve **en üst** sınır değerleri bulunur.

$$\text{En Alt Direnç Değeri} = 5,6\text{k} - 560 = 5040 \text{ohm}$$

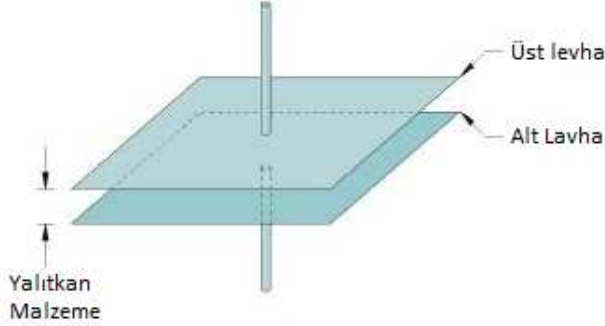
$$\text{En Üst Direnç Değeri} = 5,6\text{k} + 560 = 6160 \text{ohm}$$

Şıklarda bu aralık içerisine girmeyen tek direnç değeri 5k ile **D** şıkkıdır.

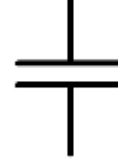
BÖLÜM 9. KONDANSATÖRLER

9.1. TANIMI ve İŞLEVİ

Kondansatörler elektrik enerjisini depolamak amacıyla kullanılan devre elemanlarıdır. Karşılıklı duran ve aralarında fiziksel bir temas olmayan iki ayrı plaka ve plakalara bağlı iki ayrı iletken telden oluşurlar. Devrelerde C harfiyle temsil edilirler. Her bir plakaya elektrot denir. Şekil 9.1'de kondansatörün temel yapısını görebilirsiniz.



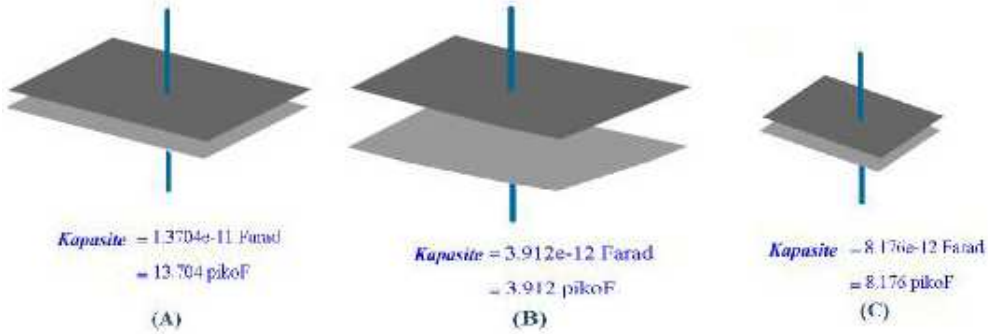
Şekil 9.1: Kondansatörün genel yapısı



Şekil 9.2: Kondansatörün genel devre sembolü

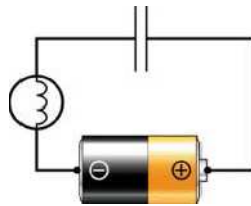
Kondansatör sığası (kapasitesi), plakaların yüzey alanı (A) ve plakalar arasındaki mesafeyle (d) ilişkilidir. Ayrıca plakalar arasındaki yalıtkan maddenin yalıtkanlık özelliği (k – dielektrik katsayısı) kondansatörün sığasını etkiler. Kondansatörlerin elektriksel değeri kapasitans olarak adlandırılır ve birimi **Farad**'dır. C harfi ile gösterilir. Şekil 9.3'te kondansatör yüzeyinin ve plakalar arası mesafenin kapasiteye etkisi gösterilmiştir.

Kondansatörün kapasitesi: $C = k \cdot A / d$



Şekil 9.3: Kondansatör kapasitesine etki eden unsurlar (A) Levhaların yüzey alanı büyük, (B) Levhalar arası mesafe büyük, (C) Levhalar arası mesafe ve levhaların yüzey alanı küçük

Kondansatörler DC akımda açık devre gibi çalışır. Örnek olarak Şekil 9.4'tekine benzer bir devre kurabilirsiniz. Üreteç olarak 9V'luk bir pil uygun olur. Lamba olarak düşük gerilimle çalışacak bir lamba kullanabilirsiniz. Değeri büyük kutupsuz bir kondansatör kullanın (ör: 470mF). Devreden akım geçecek şekilde bağlantıyı yapın ve kısa bir süre bekleyin (5-10sn). Bekledikten sonra üretici çıkartınız ve hemen ardından lambayı kondansatör uçlarına bağlayın.



Şekil 9.4: Kondansatörün DC üretece bağlanması

Kondansatör kapasitesi farad olarak adlandırılır ve 'F' harfiyle gösterilir. Farad birimi yalnız başına çok büyük bir sığaya karşılık geldiğinden ast katları kullanılır, üst katları kullanılmaz.

$$1 \text{ Farad} = 10^3 \text{ mili Farad (mF)} = 10^6 \text{ mikro Farad (}\mu\text{F)} = 10^9 \text{ nano Farad (nF)} = 10^{12} \text{ piko Farad (pF)}$$

Örnek 1: 0,1mF =? nF eder.

m(mikro) ve n(nano) kat sayıları arasındaki fark 10^3 (1000) kadardır. Mikro kat sayısı nano kat sayısının 1000 katı olduğu için:

$$0,1\text{mF} \times 1000 = 100\text{nF} \text{ yapar.}$$

Örnek 2: 1200pF =? mF eder.

p(piko) ve mikro kat sayıları arasındaki fark 10^6 , 1 milyondur. Piko kat sayısı mikro kat sayısından küçük olduğu için 6 basamak sola gidilir:

$$1200 \text{ pF} / 1\,000\,000 = 0,0012\text{mF} \text{ yapar.}$$

9.2. ÇEŞİTLERİ

9.2.1. Sabit Kondansatörler

Kapasitesi değişmeyen kondansatörlerdir. Değişik türlerde sabit kondansatörler vardır. Kutuplu ya da kutupsuz olarak ayrılabilirler. Kutuplu kondansatörlerde artı (+) – eksi(-) kutupların devreye doğru bağlanması gerekir. Aksi durumda levhalarda aşırı ısınma meydana gelir ve kondansatör delinebilir.

9.2.1.1. Film Kondansatörler

Bu kondansatörlerde dielektrik malzeme olarak plastik bir malzeme olan polistren film, polyester film gibi malzemeler ya da metal kaplı polyester film kullanılır. Şimdi bunların özelliklerine bakalım:

✓ Polyester Film Kondansatörler

Hata payları yüksektir. Hata payları +%5 - +%10 arasındadır. Hata paylarının yüksek olmasına karşın ucuz ve kullanışlıdır. 1nF – 0,47mF arası kapasitelerde bulunabilir.

Resim 2.2'de soldaki polyester kondansatörün yüksekliği 18mm, genişliği 13mm ve kalınlığı 7mm'dir. Kapasitesi 0,22mF'dir. Resmin sağında yer alan kondansatörün yüksekliği 14mm, genişliği 11mm ve kalınlığı 7mm'dir. Kapasitesi 0,47mF'dir.



Resim 9.1: Polyester film kondansatörler

✓ Polistren Film Kondansatörler

Bobin gibi bir yapıda üretildiklerinden yüksek frekans devreleri için kullanımları uygun değildir. Frekansı birkaç yüz KHz'i geçmeyen filtre ve zamanlama devrelerinde kullanımları uygundur. Resim 2.3'de gösterilen polistren kondansatörün yüksekliği 24mm, genişliği 10mm ve kapasitesi 10nF'dir.



Resim 9.2: Polistren kondansatör

✓ Metal Kaplı Film Kondansatörler

Bir çeşit polyster film kondansatördür. 1nF – 2,2mf arası kapasitelerde bulunabilir.

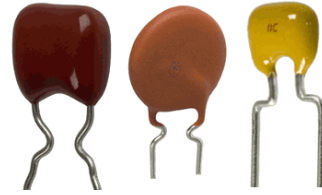
Film kondansatörlerin kutupları yoktur. Yaygın olarak filtre devrelerinde kullanılırlar.



Resim 9.3: 22nF'lık 250 V'luk bir metal kaplı film kondansatör

9.2.1.2. Seramik Kondansatörler

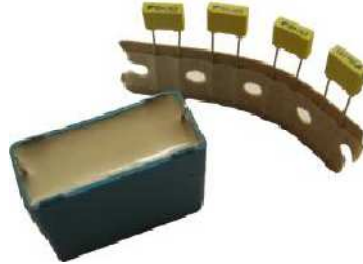
Dielektrik maddesi olarak seramik kullanılmıştır. Uygulamada mercimek kondansatör olarak da adlandırılır. Kapasiteleri düşüktür. Hata payları çok yüksektir. Hata payları +%20 dolayındadır. Kapasiteleri sıcaklık ve nemden etkilenir. Enerji kayıpları az olduğundan çoğunlukla yüksek frekanslı devrelerde kullanılır. Kutupları yoktur.



Resim 9.4: Çeşitli seramik kondansatörler

9.2.1.3. Mika Kondansatörler

Dielektrik maddesi olarak yalıtıncılığı çok yüksek olan mika kullanılmıştır. Çok yaygın kullanım alanı vardır. Karşınıza en sık çıkacak kondansatör türlerindenidir. Kapasiteleri 1pF – 0,1mF arasındır. Çalışma gerilimleri 100 V-2500 V arasındır. Hata payları +%2-%20 arasındır.



Resim 9.5: Mika kondansatörler

9.2.1.4. Elektrolitik Kondansatörler

Yalıtım görevi gören ve asit borik erişine emdirilmiş ince bir oksidasyon zarı kullanılır. İletken olarak alüminyum ya da tantalyum levhalar kullanılır. Yalıtkan malzemesi çok ince olduğundan çok yüksek kapasitelere ulaşmak mümkündür. Kutupsuz ya da kutuplu olarak üretilirler. Şekil 2.6'da kutuplu kondansatörler için kullanılan devre sembolleri gösterilmiştir.



Şekil 9.5: Kutuplu kondansatör sembolleri



Resim 9.6: Karşılaştırmalı olarak gösterilmiş kutuplu ve kutupsuz elektrolitik kondansatörler

Resim 2.8’de soldaki kondansatör kutupsuz elektrolitik kondansatördür. Çalışma voltajı 400VDC ve sığası 470mF’dır. Dikkat edilirse çalışma voltajı düştükçe boyut küçülmektedir. Sağdaki kondansatör 1000mF gibi yüksek bir kapasiteye sahip olmasına karşın çalışma voltajı 35V olduğundan boyutu diğer iki kondansatöre göre oldukça küçüktür. Bu kondansatörlerin kapasite değerleri 1mF’dan 40000mF’a kadar değişmektedir. Çalışma voltajları 3-450V arası değişmektedir.

9.2.1.5. SMD Kondansatörler

Çok katmanlı elektronik devre kartlarına yüzey temaslı olarak monte edilmeye uygun yapıda üretilmiş kondansatörlerdir. Boyutları diğer kondansatörlere göre çok daha küçüktür; ancak mercimek ve mika kondansatörlerle erişilen sığa değerlerine sahip olarak üretilirler. Resim 2.9 ve resim 2.10’da SMD kondansatörlerin diğer kondansatörlerle karşılaştırmaları yapılmıştır.



Resim 9.7: Orta sağda SMD kondansatör, Orta solda genişliği 3,8mm kapasitesi 3,3mF ve çalışma gerilimi 6V olan E194 kılıf tipinde üretilmiş bir grup SMD kondansatör, solda kağıtlı kondansatör, sağda 8mm genişliğinde 10nF’lık mika kondansatörün karşılaştırmalı resimleri.

ÖNEMLİ: Kondansatörlerin hata payı oranları aşağıdaki harfler kullanılarak kodlanır. Kondansatör gövdesinin üzerine yazılır.

B: +%0,1 C: +%0,25 D: +%0,5 F: +%1 G: +%2 J: +%5 K: +%10 M: +%20

9.2.2. Ayarlı Kondansatörler

Kapasite değerleri değiştirilebilen kondansatörlerdir. Yaygın olarak kullanılan iki türü vardır.

9.2.2.1. Varyabl Kondansatörler

Kapasite değerleri elle ayarlanır. Levhalar arasında plastik ya da hava vardır.

Radyo alıcılarında anten katının frekansını değiştirmek amacıyla ya da sinyal üreteçlerinde istenen frekansı elde etmek amacıyla kullanılabilir.



Şekil 9.6: Varyabl kondansatör sembolü

9.2.2.2. Trimer Kondansatörler



Resim 9.8: Trimer kondansatör sembolü ve çeşitli trimer kondansatörler.

İki yalıtılmış ince telin bağlanmasıyla 10pF-200pF arası kapasite elde edilebilir.

Sığanın tornavida gibi yardımcı bir aletle ayarlanabildiği kondansatör türüdür. Sığanın bir defa ayarlandıktan sonra belli bir değerde sabit bırakıldığı yerlerde kullanılır. Örneğin; belirli bir frekandan yayın yapacak radyo vericilerinin yayın frekansı belirlendikten sonra o frekansa göre sığa ayarı ve ardından cihazın kutulama montajı yapılır.

9.3. RAKAMLARLA KONDANSATÖR DEĞERİNİN OKUNMASI

Kondansatörlerin kapasitesi ve çalışma gerilimleri yükseldikçe gövde boyutları da büyür. Büyük kondansatörlerde kapasite değeri ve çalışma gerilimleri üzerlerinde yazılıyken küçük boyutlu kondansatörlerde bazı kısaltmalar kullanılır. Sıfır (0) yerine nokta (.) konması buna örnek gösterilebilir. Şekil 2.9'da bazı kondansatörlerin değerlerinin nasıl okunduğu gösterilmiştir.



Şekil 9.7: Değerleri kısaltmalarla gösterilen bazı kondansatörler

Eğer yazılı değerin içinde birim kullanılmışsa birimin yazılı olduğu yerde virgül olduğu varsayılır. Şekil 2.9'da 2n2 kodu ve 50 değeri olan kondansatörün sığası = 2,2nF ve çalışma gerilimi=50V'tur.

Özellikle mercimek kondansatörlerde 10 sayısının yanına rakam yazılarak sığa değeri belirtilir ve birim yazılmaz. Bu durumda kondansatör sığası piko farad (pF) üzerinden değerlendirilir. 10 sayısının yanında yer alan rakam kadar 10 sayısının yanına sıfır (0) eklenir.

Şekil 2.9'da 104 kodu olan kondansatörün sığası $10^4 = 100\ 000\ \text{pF} = 100\ \text{nF}$ 'dir.

Yine çoğunlukla mercimek kondansatörlerde birim yazılmadan doğrudan sayının kendisi yazılır. Bu durumda kondansatör sığası o sayının pF değeri kadardır.

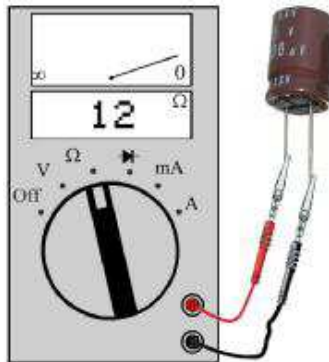
Şekil 2.9'da 470 kodu olan kondansatörün sığası = 470 pF'dir.

Bazı kondansatörlerde sayının önüne birim eklenir. Burada birimin eklendiği yerde 0. olduğu varsayılır. Şekilde p68 kodu, 100 değeri olan kondansatörün sığası 0.68pF ve çalışma gerilimi 100V'tur.

9.4. AVOMETREYLE SAĞLAMLIK KONTROLÜNÜN YAPILMASI

Analog ve dijital avometrelerle kondansatörlerin sağlamlık testi yapılabilir. Ancak analog avometreyle sağlamlık testinin yapılması kişi zihninde daha kalıcı bir etki bırakır. Sağlamlık testinin aşamalarını şu şekilde sıralayabiliriz:

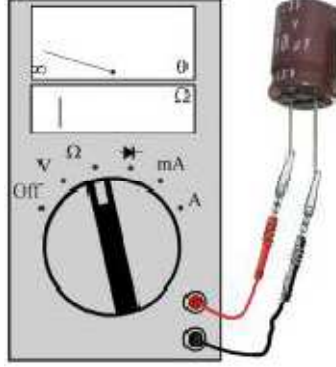
Analog ölçü cihazının komütatör anahtarı X1 kademesine alınır. Dijital ölçü cihazının komütatör anahtarı direnç ölçme kademesine (Ω) alınır. Testi yapılacak kondansatör ayaklarıyla avometrenin probaları paralel şekilde birbirine değdirilir. (bk. Şekil 2.10)



Şekil 9.8: Kondansatörün analog ve dijital avometreyle sağlamlık testi

Şekil 2.10'da görüldüğü gibi analog avometrede ibrenin soldan sağa doğru (0Ω yönünde) sapması, dijital avometredeyse düşük değerde bir direnç gözükmesi gerekir.

Bir süre sonra analog avometrede ibrenin yeniden sol başa gelmesi ya da dijital avometrede çok yüksek direnç değeri gözükmesi gerekir. Eğer direnç değeri dijital avometrenin direnç aralığının dışına çıkarsa bildiğiniz gibi ekranda okunabilir bir direnç değeri gözükmez. (bk. Şekil 2.11)



Şekil 9.9: Avometreyle kondansatör testinin son aşaması

ÖNEMLİ: Ölçüm sırasında her iki elinizin de kondansatör ayaklarına değmemesine özen gösteriniz ve ölçüm yapmadan önce kondansatörlerin yüksüz (tamamen boşalmış) olmalarına dikkat ediniz.

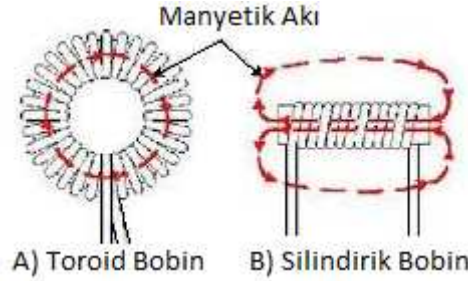
İPUCU: Kondansatör sığası küçüldükçe analog avometrelerde ibrenin sapması da o derece hızlı olacaktır. Aynı şekilde dijital avometrenin küçük omajdan yüksek omaja gitmesi çok hızlı gerçekleşecektir. Bu durumu algılayabilmeniz zor olabilir.

BÖLÜM 10. BOBİNLER



10.1. TANIMI VE İŞLEVI

Bobinler iletken bir telin 'nüve' denilen bir malzeme üzerine sarılmasıyla elde edilirler. Tel ardışık şekilde ve belli bir çapta sarılır. Teller birbiri üzerine sarılırken kısa devre oluşmaması için yalıtılırlar (yalıtım için vernik tercih edilir). Nüve malzemesi yerine hava da olabilir.



Şekil 3.1: Bobinin genel yapısı

Bobinler DC akım altında yalnızca sarım telinin uzunluğundan ileri gelen omik direnç gösterirler. Sargı telleri etrafında sabit manyetik alan oluşur. AC akım altındaysa akıma karşı gösterdikleri direnç artar. Çünkü manyetik alan şiddeti değiştiğinde bobinde akıma karşı koyan ek direnç etkisi oluşur. AC akımın salınımı (frekans) yükseldikçe akıma karşı gösterdiği direnç de artar. Bobinler de kondansatörler gibi elektrik enerjisini çok kısa süreliğine tutabilme özelliğine sahiptir.

Bobinlerin elektriksel değeri endüktans olarak adlandırılır ve birimi 'Henry' dir, 'L' harfiyle gösterilir. Bobin endüktansını etkileyen bazı etkenler vardır. Telin sargı çapı, sargı sayısı, kalınlığı ve telin üzerine sarıldığı nüvenin fiziksel özelliği bobin endüktansını etkiler. Bobin iletkeninin üzerine sarıldığı malzemeye karkas ya da mandren, iletkenin her bir sargısına da bir spir denir.

Henry'nin üst katları yoktur. Ast katları ise aşağıdaki gibidir.

$$1 \text{ Henry} = 10^3 \text{ mili(m)Henry} = 10^6 \text{ mikro}(\mu)\text{Henry} = 10^9 \text{ nano(n)Henry} = 10^{12} \text{ piko(p)Henry}$$

Örnek: 10mH =? mH eder. m(mikro) ve m(mili) kat sayıları arasındaki fark 10^3 (1000) kadardır. Mili kat sayısı mikro kat sayısının 1000 katı olduğu için: 10mH = 0,01mH yapar.

Örnek: 1,2mH =? mH eder. Büyük kat sayıdan küçük kat sayıya gidildiği için 3 basamak sağa gidilir. 1200mH yapar.

Soru 3.1: Aşağıda boş bırakılan yerleri uygun şekilde doldurunuz.

$$47\text{H} = \dots\dots\dots? \text{mH} \quad 100\text{mH} = \dots\dots\dots? \text{mH}$$

$$1200\text{mH} = \dots\dots\dots? \text{H} \quad 0,68\text{mH} = \dots\dots\dots? \text{mH}$$

$$0,1\text{H} = \dots\dots\dots? \text{mH} \quad 10000\text{mH} = \dots\dots\dots? \text{H}$$

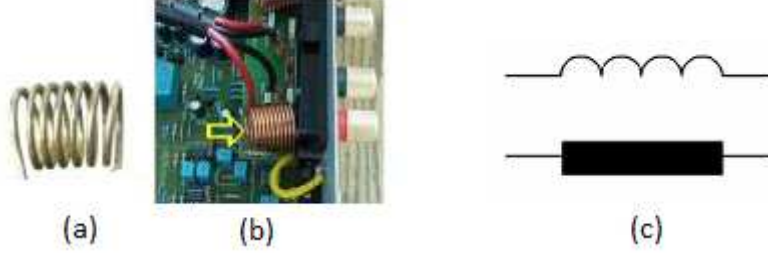
10.2. ÇEŞİTLERİ

10.2.1. SABİT BOBİNLER

Endüktansı değişmeyen bobinlerdir. Değişik türlerde sabit bobinler vardır.

10.2.1.1. Hava Nüveli Bobinler

Çoğunlukla yüksek frekanslı devrelerde kullanılır. Kullanım örneği olarak FM radyo alıcı-vericileri, TV ve anten yükseltici devreleri vb. verilebilir.



Şekil 9.2: (a) Hava nüveli bobin, (b) bir ses amfi katında kullanım örneği, (c) sembolleri

Nüve olarak hava kullanılmıştır. Genellikle sargıları açıktadır ve bu tür bobinlerin endüktansı en ufak dış etkende çok çabuk değişir. Bu nedenle genellikle üzerlerine silikon maddesi sıkılarak koruma altına alınırlar.

10.2.1.2. Ferit Nüveli Bobinler

Radyo frekans devrelerinde kullanılan bobin türüdür.



Şekil 3.4: Ferit nüveli bobin



Şekil 3.5: Ferit nüveli bobin sembolleri

Nüve olarak manyetik geçirgenliği yüksek bir malzeme kullanılmıştır ve bu malzeme alüminyum, demir, nikel, kobalt, bakır ve bazı katkı maddelerinin bir araya getirilmesiyle üretilmiştir. Petek şeklinde sarılarak üretilirler. Az bir iletkenle istenilen endüktansa sahip bobin elde edilebilir.

10.2.1.3. Demir Nüveli Bobinler

Şok bobini olarak da adlandırılırlar. Nüve olarak çok sayıda ince sac (demirin özel bir şekilde işlenmesiyle çok ince olarak elde edilmiş iletken malzeme) kullanılmıştır. Çoğunlukla filtreleme amacıyla ve ses frekans devrelerinde kullanılır.



Şekil 3.6: Demir nüveli bobin sargılarının üzerine sarıldıkları farklı parçalar



Şekil 3.7: Demir nüveli bobin sembolleri

10.2.1.4. Toroid Bobinler

Toroid şeklinde sarılmış bobinlerdir. Manyetik akı sızıntısı gerçekleşmez. Bobin verimi yüksektir. Manyetik akının diğer elemanları etkilememesi istenen yerlerde kullanılır.

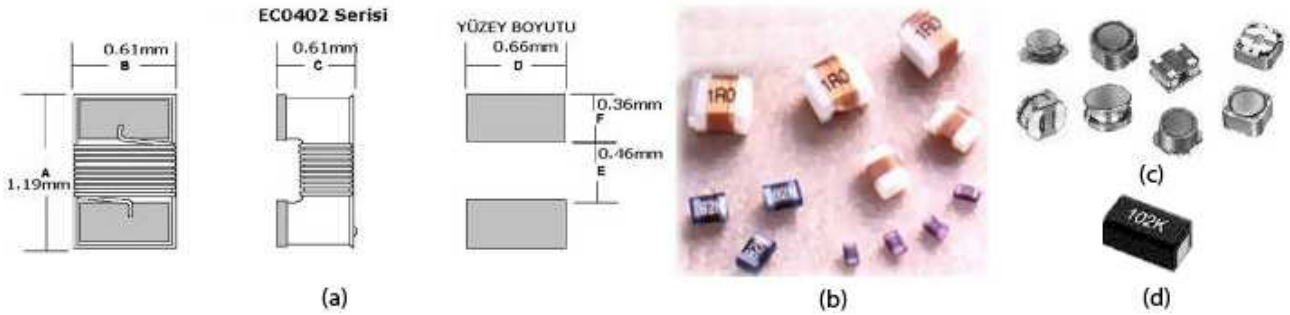


Resim 3.3: Çeşitli toroid bobinler ve bir devre üzerinde kullanılmış hali.

Yüzey temaslı devre elemanlarının kullanıldığı dijital elektronik devrelerde, devre elemanlarının çok sık yerleştirildiği anahtarlama güç kaynakları gibi elektronik devrelerde sıkça karşımıza çıkar.

10.2.1.5. SMD Bobinler

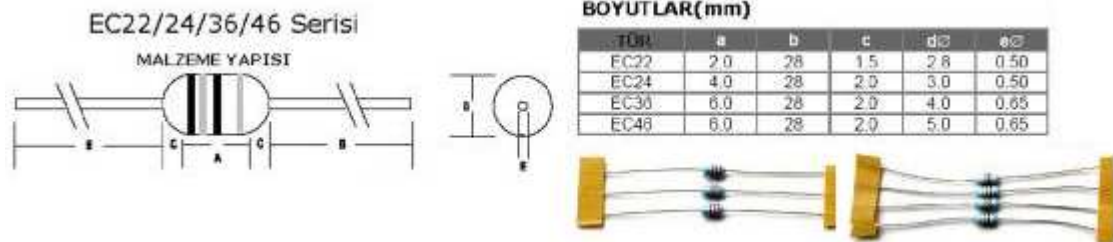
Çok katmanlı elektronik devre kartlarına yüzey temaslı olarak monte edilmeye uygun yapıda üretilmiş bobinlerdir. Boyutları diğer bobinlere göre çok daha küçüktür. Sayısal sistemlerde sıkça karşımıza çıkarlar. Farklı kılıf modellerinde üretilirler. Kataloglardan kılıf modellerinin boyutlarını ve üretilen bobinlerin endüktans aralıklarını bulabilirsiniz.



Şekil 3.8: (a) ECO 402 paket yapısında üretilmiş bir SMD bobinin 3 boyutunun gösterilmesi. (Telekom teknolojisine özel olarak tasarlanmıştır), (b) ve (c) Farklı paketlerde çeşitli SMD bobinler, (d) EIA 2512 paket yapısında SMD bobin. Endüktans aralığı 220nH-1mH arasındadır. İç yapısında ferit çekirdek bulunur.

ÖNEMLİ: Bobinler yaygın olarak röle, kontaktör, otomatik sigorta, ölçü cihazları, mekanik zil, numarator, kapı otomatığı, dinamik mikrofon, dinamik hoparlör, transformatör, teyp kafası, balast, motor vb. gibi cihazlarda kullanılır.

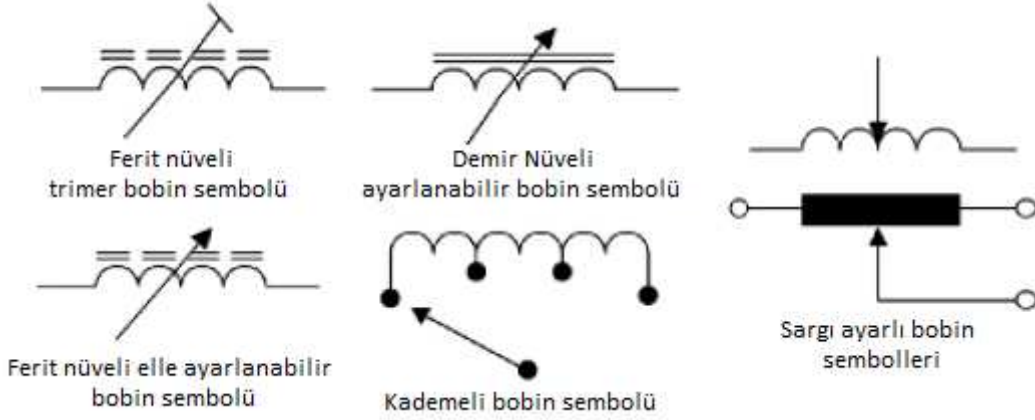
ÖNEMLİ: Yukarıda belirtilen türlerin dışında epoksi kaplamalı ve endüktans değerinin renk bantlarıyla gösterildiği bobinler vardır. Çok yaygın kullanım alanları vardır. Bobinlerde kullanılan renk bantlarını çeşitli kaynaklardan yararlanarak öğrenebilirsiniz. Ayrıca bu tür bobinlerde renkler aracılığıyla bobinin hata payı da belirtilir.



Şekil 3.10: Epoksi kaplamalı bobin ve seri numarasına göre farklı boyutları. 200mH'den 100mH'ye kadar farklı endüktanslarda üretilirler

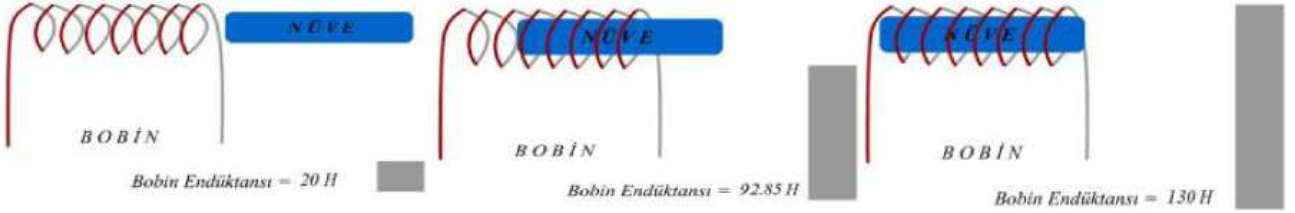
10.2.2. Ayarlı Bobinler

Endüktans değerleri değiştirilebilen bobinlerdir. Farklı türlerde karşımıza çıkarlar. Kademeli olarak ayarlanan, nüvesi hareket ettirilerek ayarlanan ya da sargısı ayarlanan türleri vardır.



Şekil 3.11: Ayarlanabilir bobin sembolleri

Şekil 3.12’de nüvesi ayarlanabilir bir bobinde endüktans değişimi canlandırılmıştır.



Şekil 3.12: Nüvesi ayarlanabilir bir bobinde endüktans değişiminin canlandırılması

10.3. LCRmetreyle Endüktans Ölçümü

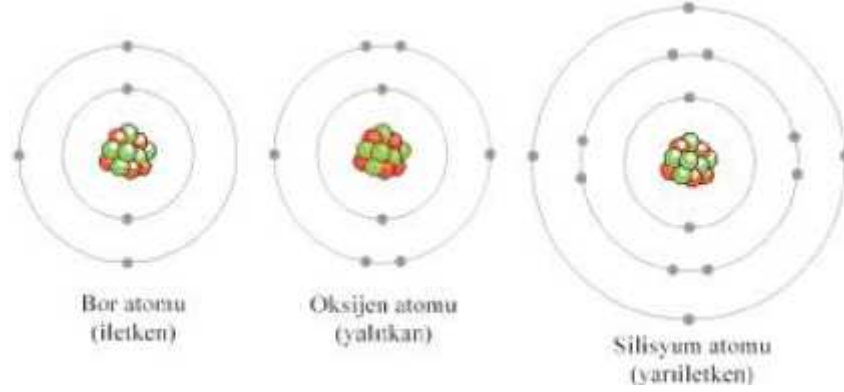
Bobinlerin endüktansları Lcrmetre cihazlarının endüktans (L) kademesinde ölçülür. LCRmetrenin komütatör anahtarı endüktans ölçme konumuna getirilir. Ölçüme küçük endüktans değerli kademedan başlanması daha uygundur. Eğer bobin endüktansı büyükse ve sonuç olarak ekranda değer okunmuyorsa kademe bir basamak yukarı çıkartılabilir. Bu işleme ekranda uygun endüktans değeri okunana kadar devam edilir. Bobinlerde kutup yönü olmadığından problemlerin bobine istenen yönde paralel olarak bağlanması yeterlidir.

ÖNEMLİ: Bobinlerin sağlamlık testini avometrelerin direnç kademesinde yapabilirsiniz. Bobinler DC akımda omik direnç göstereceklerinden ölçü cihazının ekranında bobinin tel sargısından ileri gelen bir direnç değeri okunması gerekir.

BÖLÜM 11. YARI İLETKEN MADDE

11.1. İLETKEN, YALITKAN VE YARI İLETKEN MADDELER

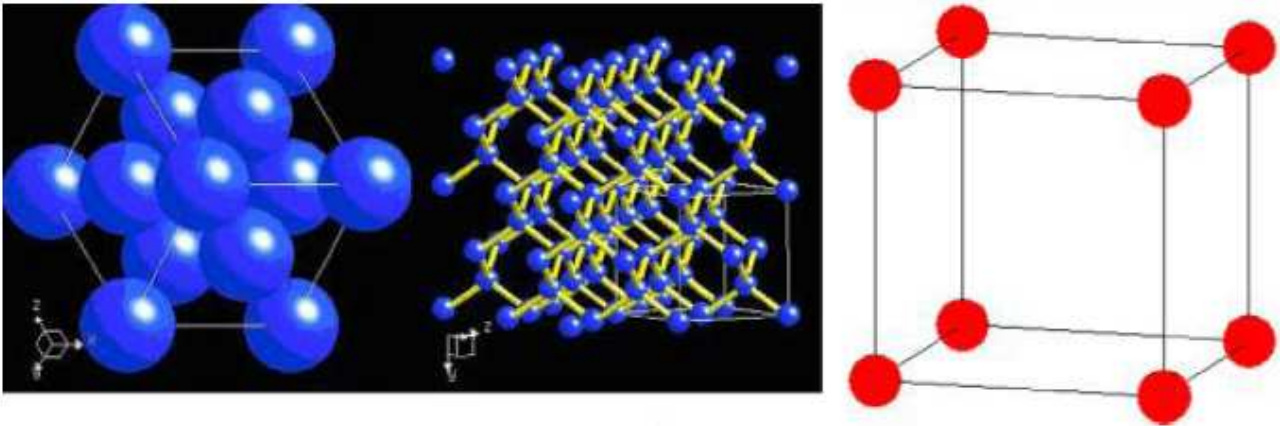
Maddeleri elektrik akımını iletme durumlarına göre ayırabiliriz. Elektrik akımına karşı çok küçük direnç gösteren malzemeler **iletken**, elektrik akımına karşı çok yüksek direnç gösteren malzemeler **yalıtkan** olarak adlandırılabilir.



Şekil 11.1: İletken, yalıtkan ve yarı iletken madde atomlarına örnek

Bizi bu öğrenme faaliyetinde ilgilendiren asıl madde türü Yarı iletken olarak adlandırılan maddelerdir. Yarı iletken maddeler bazı özel şartlar altında iletken durumuna geçen maddeler olarak tanımlanabilir.

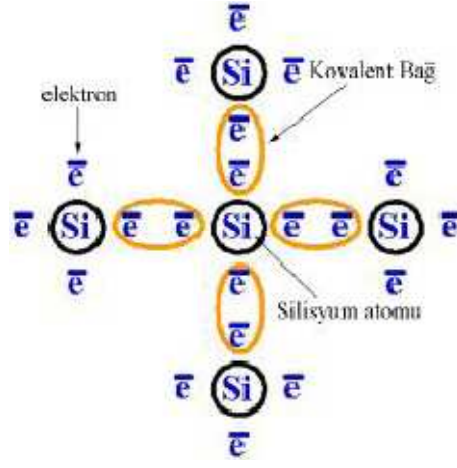
Yarı iletken maddelerin en belirgin özelliği dış yörüngelerinde (valans yörüngesi) 4 elektron bulduklarındır. Elektrik-elektronik alanının bir meslek elemanı olacak sizler için en önemli iki yarı iletken 'germanyum' ve 'silisyum'dur. Çünkü bu iki element elektronikte yaygın olarak kullanılan diyot, transistör gibi devre elemanlarının kaynağını oluşturmaktadır. Bu iki element doğada kristal yapı halinde bulunur. Bu halleriyle iyi bir yalıtkandırlar.



Şekil 11.2: Silisyum atomlarının kristal yapısı ve basit bir kübik kristal yapı

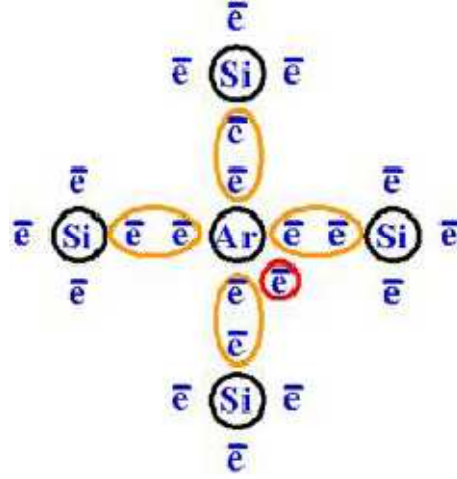
11.2. N VE P TİPİ YARI İLETKENLER

Silisyum ve germanyum kristallerinin atomları normal şartlarda son yörüngedeki elektronların ortak kullanımına dayanan ve kovalent bağ diye adlandırılan bir etkileşim içindedir. Bu sebeple ortamda serbest elektron yoktur ve bu tür maddeler saf kristal yapıdadır. Elektronik teknolojilerinde kullanılabilmesi için çeşitli katkı maddeleri katılarak yalıtkanlıkları düşürülür. Katılan katkı maddesine göre N tipi ve P tipi olmak üzere iki tür yarı iletken elde edilir.



Şekil 11.3: Saf silisyum kristalinde kovalent bağ

Ortama dış yörüngesinde 5 elektron bulunan bir atomdan (ör: Arsenik) çok az miktarda eklendiği zaman N tipi yarı iletken elde edilir. Ortama dış yörüngesinde 3 elektron bulunan bir atomdan (ör: Galyum) çok az miktarda eklendiği zaman P tipi yarı iletken elde edilir.



Şekil 11.4: N tipi Yarı iletkenin oluşumu



Şekil 11.5: P tipi yarı iletkenin oluşumu

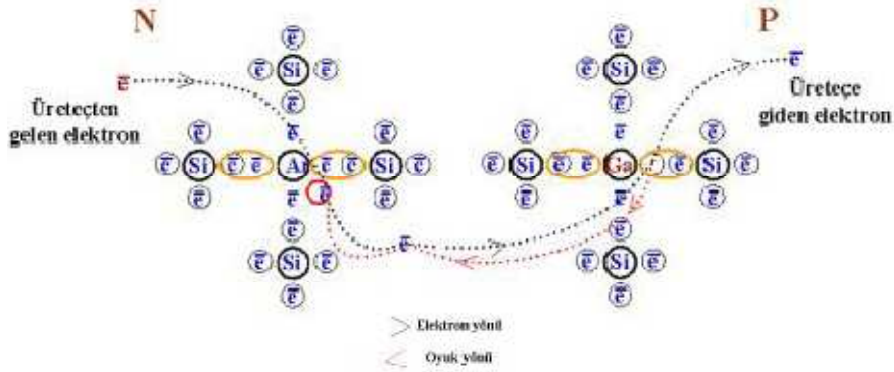
ÖNEMLİ: N tipi yarı iletken elektron vermeye, P tipi yarı iletken elektron almaya yatkındır. N tipi yarı iletkende serbest elektron fazladır, P tipi yarı iletkende serbest oyuk fazladır.

11.3. P-N YÜZEY BİRLEŞMESİ

Dışardan madde katkısı yapılarak elde edilen P ve N tipi yarı iletkenler tek başlarına kullanıldıklarında akımı iki yönde de taşıyabilirler. Bu özellik bir işe yaramaz. Bu sebeple P ve N tipi yarı iletkenler birlikte kullanılırlar. P-N yüzey birleşiminin davranışı kutuplamasız (polarmasız) ve kutuplamalı (polarmalı) olarak incelenir.

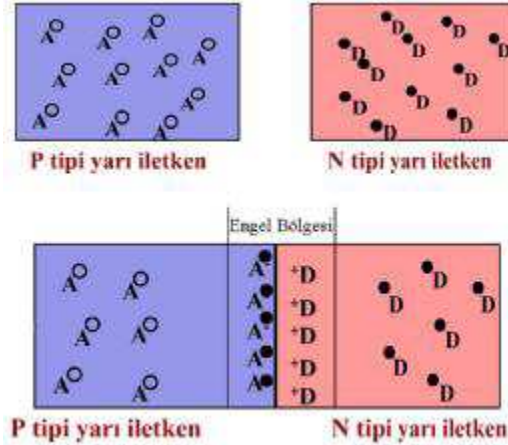
11.3.1. Kutuplamasız P-N Yüzey Birleşmesi

P-N yüzey birleşmesine elektrik gerilimi uygulandığında serbest elektronlar serbest oyuklarla birleşir, serbest elektronun boşaldığı yerde oyuk oluşur. Oluşan oyuğun yerini yeni bir elektron doldurur. Böylece hem serbest elektronların hem de serbest oyukların hareketinden ileri gelen bir elektrik akımı oluşur.



Şekil 11.6: Serbest elektron ve serbest oyuk hareketi

Şekil 10.6'da serbest elektron ve serbest oyuk hareketleri temsili olarak gösterilmiştir. Elektron vermeye yatkın atomlara verici (donör-D) atomu, elektron almaya yatkın atomlara alıcı (akseptör-A) atomu denir. Şekil 4.7'de P-N kristallerinin birleşim öncesi ve sonrası durumları gösterilmiştir.

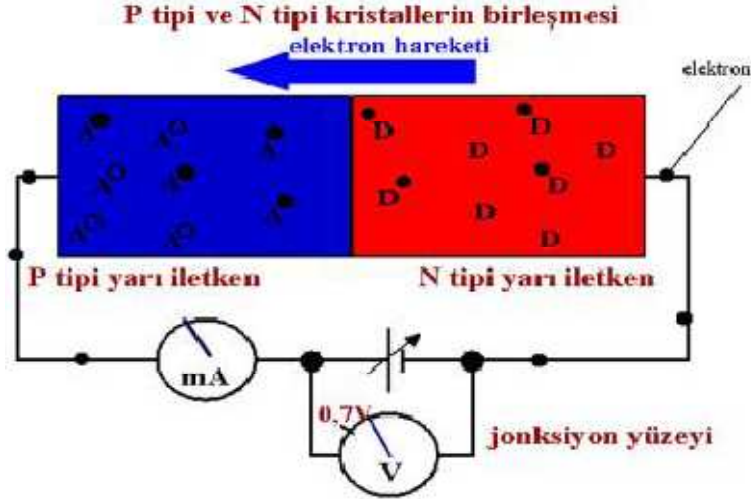


Şekil 11.7: Polarmasız P-N birleşimi

P-N yarı iletkenleri birleşince birleşim yüzeyine (jonksiyon) yakın yerdeki verici atomların (D) elektronları alıcı atomların (A) oyuklarıyla eşleşir. Alıcı atomları elektron aldıkları için negatif iyon (-) durumuna, verici atomlar elektron verdikleri için pozitif iyon (+) durumuna geçerler. Birleşim yüzeyinde engel bölgesi olarak adlandırdığımız bir alan oluşur. Böylece ilk tanışacağımız yarı iletken devre elemanı olan diyot için ön hazırlık yapmış olmaktadır.

11.3.2. Kutuplamalı P-N Yüzey Birleşmesi

P-N yüzey birleşimi doğru ve ters yönde olmak üzere iki şekilde kutuplandırılır. Doğru yönde kutuplama (forward bias) gerilim kaynağının artı (pozitif) kutbunun P-N birleşiminin P bölgesine ve gerilim kaynağının eksi (negatif) kutbunun P-N birleşiminin N bölgesine bağlanmasıyla elde edilir. Ters kutuplamada ise bunun tersi bir durum vardır. Şekil10.8'de doğru yönde kutuplanmış bir P-N birleşiminin davranışı gösterilmiştir.



Şekil11.8: P-N birleşiminin doğru yönde kutuplanması

Şekil 10.8'de de görüldüğü gibi belli bir gerilim seviyesinden sonra P-N birleşimi içinde elektron ve oyuk hareketi başlar. Birleşim yüzeyindeki engel bölgesi ortadan kalkar. N bölgesindeki serbest elektronlar gerilim kaynağının eksi kutbu tarafından itilerek P bölgesindeki oyuklarla birleşir. Kaynağın negatif kutbundan N bölgesine sürekli olarak elektron gelir. P maddesine geçen elektronlar kaynağın pozitif kutbu tarafından çekilir ve bu süreç kaynak gerilimi kesilene kadar devam eder. P-N birleşiminin tam iletme geçme anı silisyum yarı iletkenler için 0,6V-0,7V arasındadır. Germanyum yarı iletkenler için bu değer 0,2V-0,3V arasındadır. Bu gerilim değerleri aynı zamanda engel bölgesini ortadan kaldıran voltaj seviyeleridir.

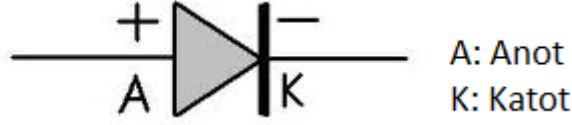
ÖNEMLİ: Günümüzde Yarı iletken devre elemanı üretiminde büyük çoğunlukla silisyum elementi kullanılmaktadır. Sızıntı akımlarının fazla olması ve sıcaklıktan çok çabuk etkilenmeleri nedeniyle germanyum Yarı iletkeni artık malzeme üretiminde kullanılmamaktadır.

Gerilim kaynağının eksi kutbu P-N birleşiminin P bölgesine, artı kutbu P-N birleşiminin N bölgesine bağlanacak olursa P-N birleşimi ters kutuplanmış olur. Bu durumda birleşim yüzeyindeki engel bölgesi genişler, akım geçişi olmaz. Yalnızca çok küçük miktarda sızıntı akımı oluşur.

BÖLÜM 12. DİYOTLAR

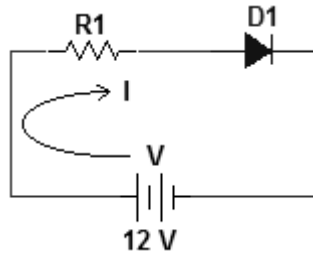
12.1. DİYODUN TANIMI VE YAPISI

Diyot, silisyum gibi bir yarı iletken maddenin P ve N tipi olarak elde edilmiş iki türünün birleşiminden oluşan bir devre elemanıdır. Pozitif elektriksel özellik gösteren kutbu Anot (P-maddesi), negatif elektriksel özellik gösteren kutbu katot (N-maddesi) olarak adlandırılır.



Şekil 12.1: Diyodun devre sembolü

Diyodun en önemli elektriksel özelliği akımı tek yönde iletmesidir. Eğer anot-katot arası gerilim silisyum diyotlar için yaklaşık olarak 0,7V'un üzerindeyse diyot anottan katoda doğru iletme geçer. Şekil 4.10'da diyodun örnek olarak bir DC devrede kullanımı gösterilmiştir.



Şekil 12.2: Diyotlu DC elektrik devresi

Eğer diyodun anot ucundaki gerilim, katot ucundaki gerilimden büyükse diyot iletme geçer.

12.2. DİYOT ÇEŞİTLERİ

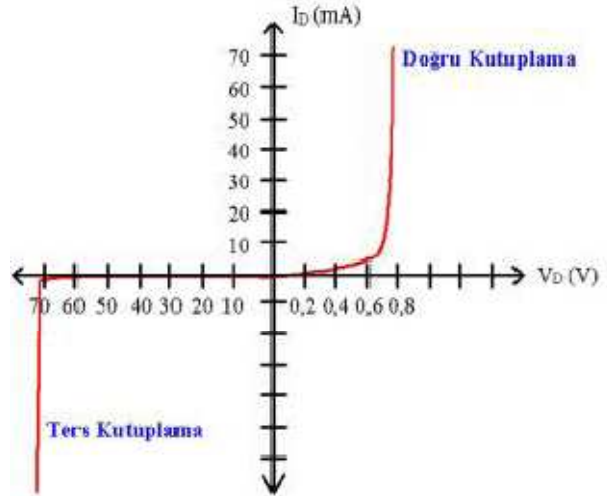
Diyodun uygulamada çok değişik türleri vardır. Amaca göre hangi diyodun kullanılması gerektiği iyi bilinmelidir.

12.2.1. Kristal Diyotlar

Kristal diyotlar çoğunlukla alternatif gerilimin doğrultulması gereken yerlerde ya da elektronik devrelerin kısa devreden korunması istenen yerlerde kullanılır. Değişik çalışma gerilimi ve akımlarına sahip kristal diyotlar vardır. En sık kullanılanları 1N4xxx serisi diyotlardır. Şekil 4.11'de uygulama alanı çok geniş olan 1N4007 ve 1N4148 diyotları gösterilmiştir.



Şekil 12.3: (a) 1N4001 - 1N4007 arası diyotların kılıf yapısı, (b) 1N4148'in kılıf yapısı



Şekil 12.4: Diyodun doğru ve ters kutuplama altındaki akım-gerilim karakteristik eğrisi

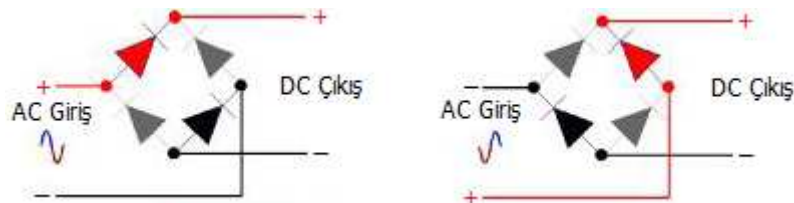
Şekil 4.12’de diyodun doğru ve ters yön akım-gerilim eğrisi gösterilmiştir. Grafikten görüldüğü gibi diyot üzerindeki gerilim 0,6V dolayındayken diyot iletme geçmektedir. Diyot üzerine ters gerilim uygulandığında belli bir değere kadar direnç gösterecektir. Ancak gerilim çok yükseltirse diyot delinir ve içinden yüksek miktarda akım geçer. Bu noktaya diyodun ters kırılma gerilimi denir ve çığ bölgesi olarak adlandırılır. Örnek grafikte bu değer 70V olarak verilmiştir.

Kristal diyotların günümüzde çok farklı kılıf tiplerinde üretilen SMD türleri vardır. Şekil 11.5’te kristal diyotlarla onların SMD karşılıkları yan yana getirilmiştir.

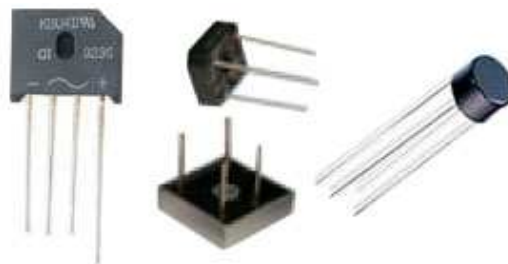


Şekil 12.5: Bazı kristal diyotlarla SMD diyotların karşılaştırılması

Ayrıca köprü diyot diye adlandırılan ve 4 adet kristal diyodun bir paket halinde üretildiği dört bağlantı noktasına sahip diyotlar vardır. Çoğunlukla güç kaynaklarında kullanılırlar. Şekil 4.14’te köprü diyodun devre sembolü, Şekil 4.15’te örnek bir köprü diyot ve SMD örneği gösterilmiştir.



Şekil 12.6: Köprü diyotun devre sembolü ve AC gerilimin işaretine göre diyotların iletme geçme durumları



Şekil 12.7: Yüksek akımlı güç kaynaklarında kullanılan köprü diyot ve daha küçük akımlı adaptörlerde ya da dijital devreleri ters beslemeden korumak için kullanılan SMD diyot.

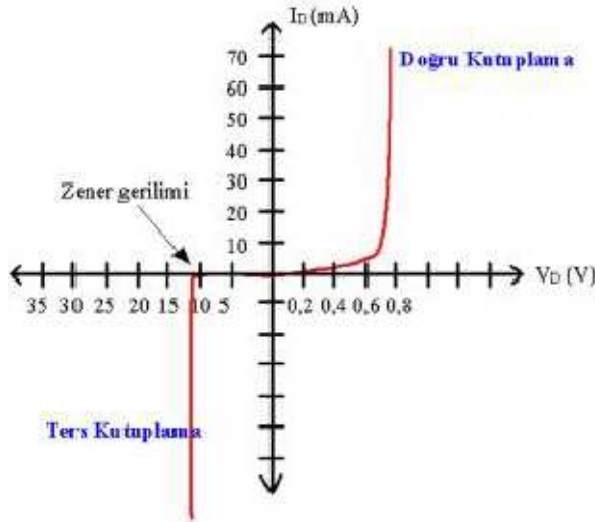
12.2.2. Zener Diyotlar

Zener diyot, ters kırılma gerilimi tek yüzey birleşimli diyottan daha küçük olan bir diyot çeşididir. Bu özellikleri sayesinde genellikle ufak genlikli sabit referans voltajı elde edilmek istenen yerlerde kullanılırlar. Bu nedenle devreye ters bağlanırlar.



Şekil 12.8: Zener diyodun devre sembolü ve zener diyot resmi

Normal kristal diyotla çalışma ilkesi aynıdır. Doğru yön kırılma gerilimi farklı değildir. Ancak devreye ters bağlandıklarında daha küçük voltaj değerlerinde ilettime geçerler. Piyasada çalışma voltajlarıyla anılırlar. 1-1,8-2,4-2,7-3,3-3,6-3,9-4,3-4,7-5,1-5,6-6,2-6,8-7,5-8,2-9,1-10-11-12-13- 15-16-18-20-22-24-27-30-33-36-39-43-47-51-55-62-68-75-82-91-100-200V gibi çalışma voltajları vardır. Bu gerilim değerleri zener gerilimi olarak adlandırılırlar.



Şekil 12.9: Zener diyodun akım-gerilim karakteristik eğrisi

12.2.3. Foto Diyotlar

Işığa duyarlı olarak ilettime geçen diyotlardır. Foto sensörlerde yaygın olarak kullanılır. Bir optoelektronik devre elemanıdır.



Şekil 12.10: Foto diyot sembolü

Fotodiyotlar devreye ters bağlanır, bu sebeple katot ucundan anot ucuna doğru elektrik akımı geçirirler. Üzerine düşen ışıkla beraber içinden geçmeye başlayan ters yöndeki sızıntı akımları yükselir. Bu akım kontrol amaçlı kullanılır. Fotodiyot örneği olarak BPW12, BPW20, BPW30, BPW33, BPW34, BPW63, BPW65 verilebilir. Geçen akım ışığın şiddetine bağlı olarak 100mA-150mA arasındadır. Üzerine düşen gerilim ise 0,14V-0,15V arasındadır.

12.2.4. Işık Yayan Diyotlar

Işık yayan diyotların çalışma ilkesi kristal diyotla aynıdır. P ve N maddelerinin birleşim yüzeyine elektrik gerilimiyle beraber ışık saçılmasını sağlayan katkı maddeleri eklenmiştir. İki ayrı türde inceleyebiliriz:

12.2.4.1. LED'ler (Light Emitting Diode)

Işık yayan flamansız lambalardır. Uygun çalışma akımları 2mA-20mA arasındadır. Uygun çalışma akımı esnasında üzerlerine düşen gerilim LED'in yaymış olduğu ışığa göre değişiklik gösterir. Örneğin çalışma anında kırmızı ledin üzerine 1,5-1,6V dolayında gerilim düşer.



Şekil 12.11: Ledin devre sembolü Şekil 12.12: Sarı, kırmızı ve beyaz ledler

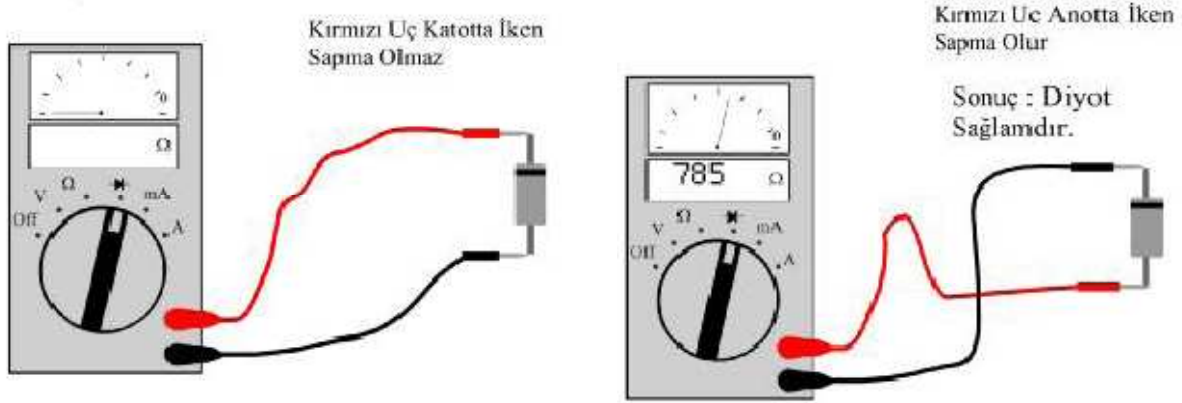
12.2.4.2. Enfraruj Diyotlar

İnsan gözünün göremeyeceği frekansta ışık yayan diyottur. Çalışma ilkesi LED'le aynıdır. Uzaktan kumandalı sistemlerin verici kısmında kızıl ötesi bilgi iletimi sağlamak amacıyla kullanılır. LD271, LD274, CQW13, CQY99, TSHA-6203, VX301 diyotları örnek olarak verilebilir.

12.3. Analog ve Dijital Ölçü Aletiyle Diyodun Sağlamlık Testi, Diyot Uçlarının Bulunması

Ölçü aletinin kırmızı probu diyodun bir ayağına, siyah prob diyodun diğer ayağına değdirilir. Şekil 4.22'de görüldüğü gibi değer okunmadığını görürsek ölçü aletinin problemleri ters çevrilir. Şekil 4.23'te görüldüğü gibi değer okunuyorsa diyodun sağlam olduğu sonucuna varılır.

Sonuç olarak sağlam bir diyodun tek bir bağlantı yönünde ilettime geçtiğini görmemiz gerekir.



Şekil 12.13: Diyodun sağlamlık testi

Şekil 12.14: Diyodun sağlamlık testinin son aşaması

Diyodun sağlam olduğu anlaşıldıktan sonra anot-katod uçları bulunur. Dijital ölçü aletlerinde diyodun ilettime geçtiği anda kırmızı probun bağlı olduğu diyot ayağı anot, siyah probun bağlı olduğu ayaksa katottur.

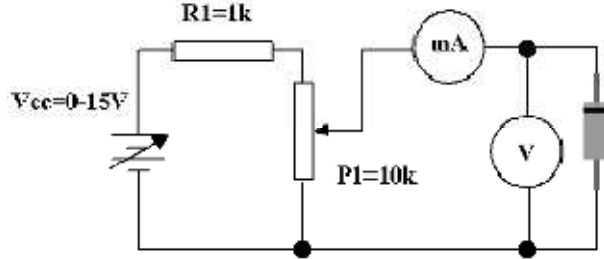
ÖNEMLİ: Analog ölçü aletlerinin büyük çoğunluğunda direnç skalasının başlangıç noktası voltaj skalasının başlangıç noktasına göre terstir. Bu sebeple alet direnç kademesindeyken ölçü aletinin pil kutup başları problemlere ters bağlanır. Sonuç olarak böyle bir analog ölçü aletinde yapılan diyot ölçümünde diyodun ilettime geçtiği anda kırmızı probun bağlı olduğu diyot ayağı katot, siyah probun bağlı olduğu ayaksa anottur.

12.4. Diyot Uygulamaları

Bu bölümde diyotla ilgili bazı temel uygulamalar yapılarak diyodun nasıl çalıştığı anlaşılacaktır. Uygulamalarınızı dikkatlice ve işlem basamaklarındaki yönergelere dikkat ederek gerçekleştiriniz.

12.4.1. Zener Diyot Doğru ve Ters Kutuplama Karakteristiğinin Çıkartılması

Bu uygulamada zener gerilimi 9,1V olan zener diyodun doğru ve ters akım-gerilim karakteristiklerinin nasıl çıkartılacağı işlenecektir.



Şekil 12.15: Zener diyodun ters kutuplama bölgesi akım-gerilim eğrisinin çıkartılmasında kullanılacak devre

Uygulama İçin Gerekli Malzemeler

Devre Elemanları	Değerleri
1 adet sabit direnç	1k
1 adet pot	10k
1 adet zener diyot	9,1V
1 adet hassas ayarlı güç kaynağı	Üst sınır değeri 15V ya da üzeri olabilir.
2 adet ölçü aleti	Akım ölçmek için kullanılacak ölçü aletinin akım aralığı geniş olmalı
1 adet breadboard ve çok sayıda farklı renklerde zil teli	

Uygulama İçin Öneriler

Uygulamada kullanacağınız güç kaynağının 0,1V'luk artışları sağlayabilecek hassasiyette olması, deneyinizi daha sağlıklı yapmanızı sağlayacaktır. Piyasada satılan laboratuvar tipi ucuz güç kaynaklarının büyük çoğunluğu bu özelliğe sahip değildir.

Akım ölçümünde dikkatli olmanız gerekir. Ölçü aletini küçük akım değerinde tutmanız durumunda aşırı akım sigortası atabilir. Yanınızda bir kaç adet 0,5A'lik sigorta bulundurunuz.

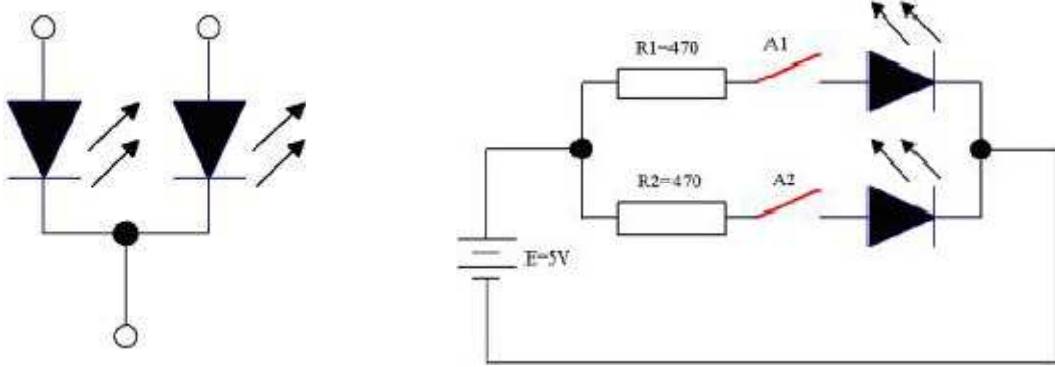
İşlem Basamakları

- ✓ Devreyi, şekil 4.24'de görüldüğü gibi breadboard üzerine kurunuz.
- ✓ Güç kaynağının değerini küçük adımlarla yükseltiniz. Her yaptığınız ayar anında voltmetreden ve ampermetreden okuduğunuz değerleri grafikte zener diyodun ters çalışma bölgesi kısmına işaretleyiniz.
- ✓ Devrenin enerjisini kesiniz.
- ✓ Şekil 4.24'deki devrede zener diyodu devreye doğru yönde bağlanacak şekilde yerleştiriniz.
- ✓ Gerilim kaynağının değerini 0,1V'luk aralıklarla yükseltiniz.
- ✓ Voltmetreden ve ampermetreden okuduğunuz değerleri grafikte zener diyodun doğru çalışma bölgesi kısmına işaretleyiniz.

Şekil 4.25: Zener diyodun akım-gerilim eğrisinin çıkartılması

12.4.2. Üç Renkli Led Uygulaması

İki ya da üç ledin tek bir gövde içinde birleştirilmesiyle oluşturulan ledler çok renkli led adıyla anılmaktadır. Biz bu uygulamada iki adet anot, bir adet katot ayağına sahip ve üç farklı renk verebilme özelliği olan led uygulaması yapacağız.



Şekil 4.26: Üç renkli ortak katodlu ledin devre sembolü ve Üç renkli led uygulaması

Uygulama İçin Gerekli Malzemeler

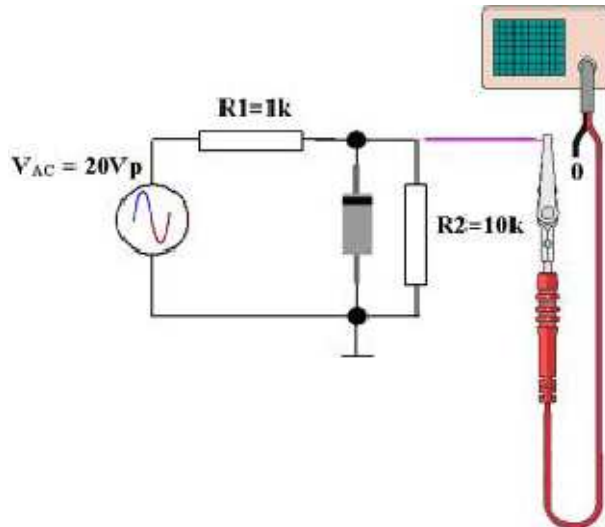
Devre Elemanları	Değerleri
2 adet sabit direnç	470 Ω
1 adet gerilim kaynağı	3V ya da 5V yeterli
2 adet anahtar	SPST (Single Push Single Throw)
1 adet üç renkli led	m

İşlem Basamakları

- ✓ Şekil 4.27'deki devreyi kurunuz.
- ✓ Her seferinde yalnızca tek bir anahtar kapalı olacak şekilde istediğiniz anahtarı kapatın. Bu işlemi her iki anahtar için de tekrarlayınız.
- ✓ Her iki anahtarı aynı anda kapatın ve sonucu gözlemleyiniz.

12.4.3. Zener Diyot Uygulaması

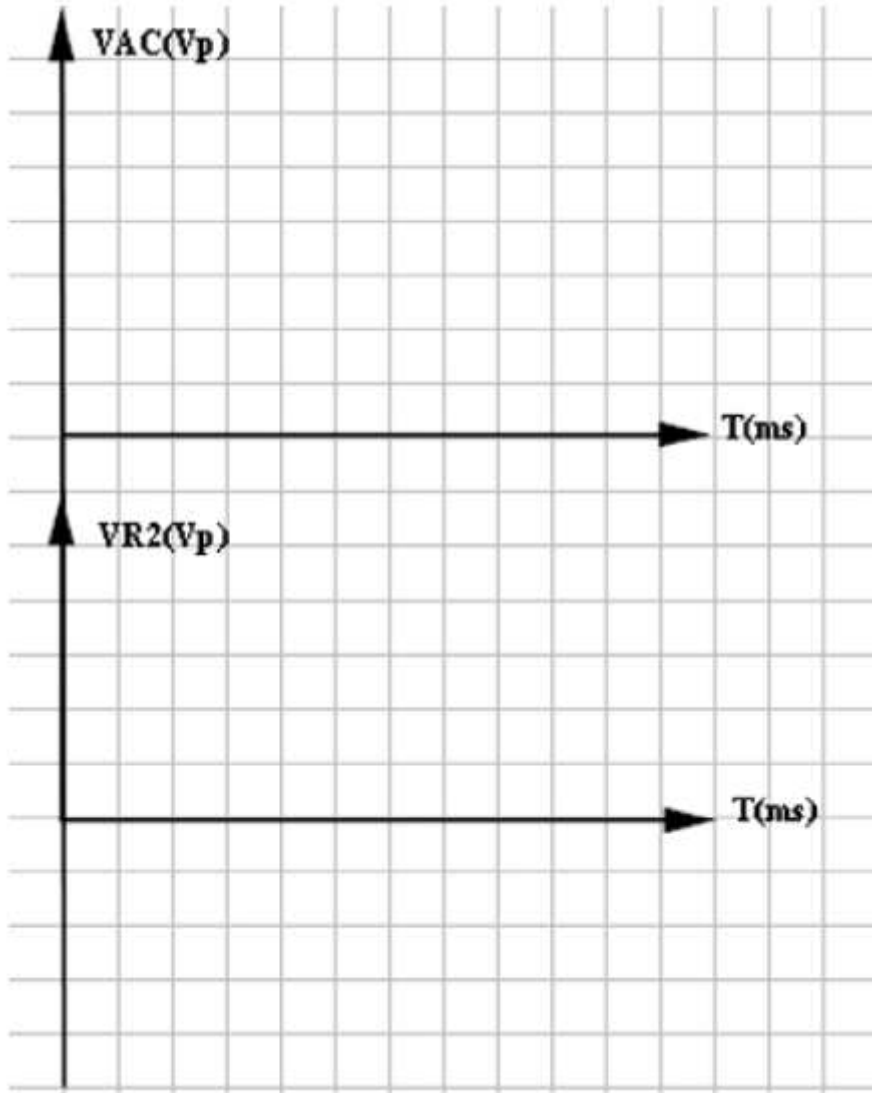
Bu uygulamada AC gerilim kaynağı kullanarak zener diyodun çalışmasını daha iyi anlayacağız.



Şekil 4.28: Zener diyot uygulaması

Devre girişine tepe değeri 20V olan AC gerilim kaynağı bağlayınız. Zener diyoda paralel bağlı R2 direnci üzerine osiloskop problarını bağlayınız. Girişin değişen genlik durumuna göre zener diyodun nasıl çalıştığını göreceksiniz. Giriş dalga şeklini ve R2 üzerindeki gerilimi aşağıdaki çizelgeye çiziniz.

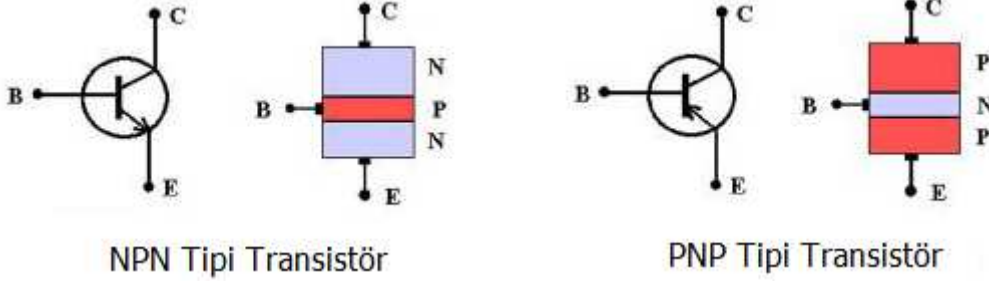
Grafik: Yüke paralel bağı zener diyotlu devrenin çalışma durumunun çıkartılması için kullanılacak grafik.



BÖLÜM 13. TRANSİSTÖRLER

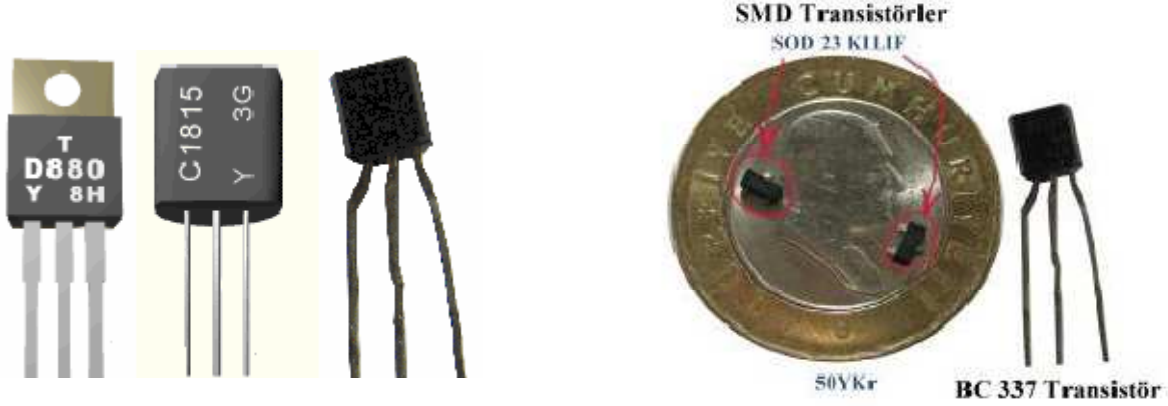
13.1. ÇİFT KUTUP YÜZEYLİ TRANSİSTÖRLER (BJT)

BJT (Bipolar Junction Transistor) çift birleşim yüzeyli transistördür. İki N maddesi, bir P maddesi ya da iki P maddesi, bir N maddesi birleşiminden oluşur. Şekil 12.1'de de görüldüğü gibi NPN ve PNP olarak iki çeşidi vardır.



Şekil 13.1: NPN ve PNP transistörlerin yapısı ve devre sembolleri

Girişine uygulanan sinyali yükselterek gerilim ve akım kazancı sağlayan, gerektiğinde anahtarlama elemanı olarak kullanılan yarı iletken bir elektronik devre elemanıdır. Uygulamada farklı kullanım alanlarına sahip çok sayıda transistör çeşidi vardır.

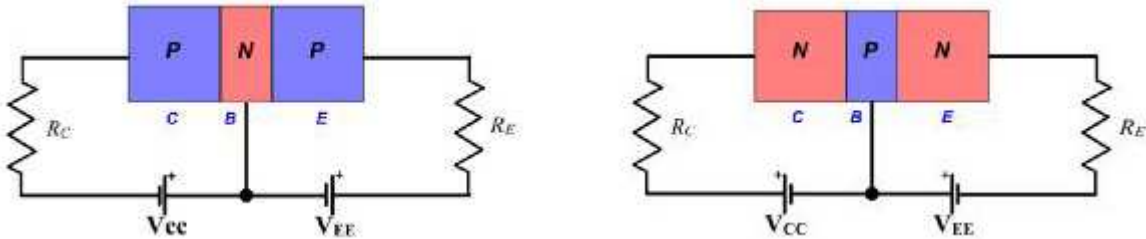


Şekil 13.2: Farklı kılıf yapılarında transistörler

Şekil 13.3: SOD 23 kılıflı SMD transistör ve TO-92 kılıflı transistörün 50YKr ile fiziksel karşılaştırması

13.1.1. Transistörün Doğru ve Ters Kutuplanması

Transistör üç kutuplu bir devre elemanıdır. Devre sembolü üzerinde orta kutup baz (B), okun olduğu kutup emiter (E), diğer kutup kolektör (C) olarak adlandırılır. Baz akımının şiddetine göre kolektör ve emiter akımları ayarlanır. Transistörün çalışması için doğru yönde kutuplanması gerekir. Şekil 12.4'te NPN ve PNP transistörlerin doğru kutuplama yönleri gösterilmiştir.



Şekil 13.4: NPN ve PNP transistörlerin doğru kutuplanması

Transistörü Doğru Kutuplama Şartı

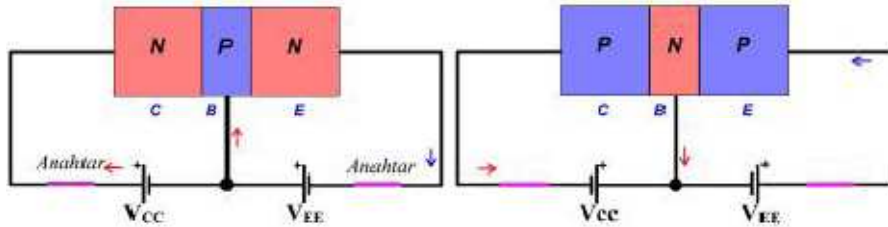
- Beyz-emiter arasının doğru yönde kutuplanması gerekir. B-E arasını kutuplayan gerilim kaynağı VEE olarak adlandırılır.
- Beyz-kollektör arasının ters kutuplanması gerekir. B-C arasını kutuplayan gerilim kaynağı VCC olarak adlandırılır.
- Silisyum transistörler için B-E arası gerilimin (VBE) en az 0,7V olması gerekir. Transistörün iletme geçebilmesi için B-E bölgesinin uygun seviyede gerilimlenmesi gerekir.

Transistörün Ters Kutuplanması

B-E arasının ters kutuplanmasıyla transistör kesime gider. NPN transistörde beyz kutbu, emiter kutbuna göre daha alçak seviyede kutuplanacak olursa transistörün ters kutuplanması gerçekleşir.

13.1.2. NPN ve PNP Transistörde Akım Yönleri

Transistör çalışmaya başladığında IB (beyz akımı), IC (kollektör akımı) ve IE (emiter akımı) olmak üzere üç akım oluşur.



Şekil 13.5: NPN ve PNP transistörde akım yönleri

Şekil 13.5'ten de görüldüğü gibi transistörün en temel akım denklemini elde edebiliriz:

$$IE = IB + IC \dots\dots\dots \text{Denklem 13.1}$$

13.1.3. Transistörlerin Yükselteç Olarak Kullanılması

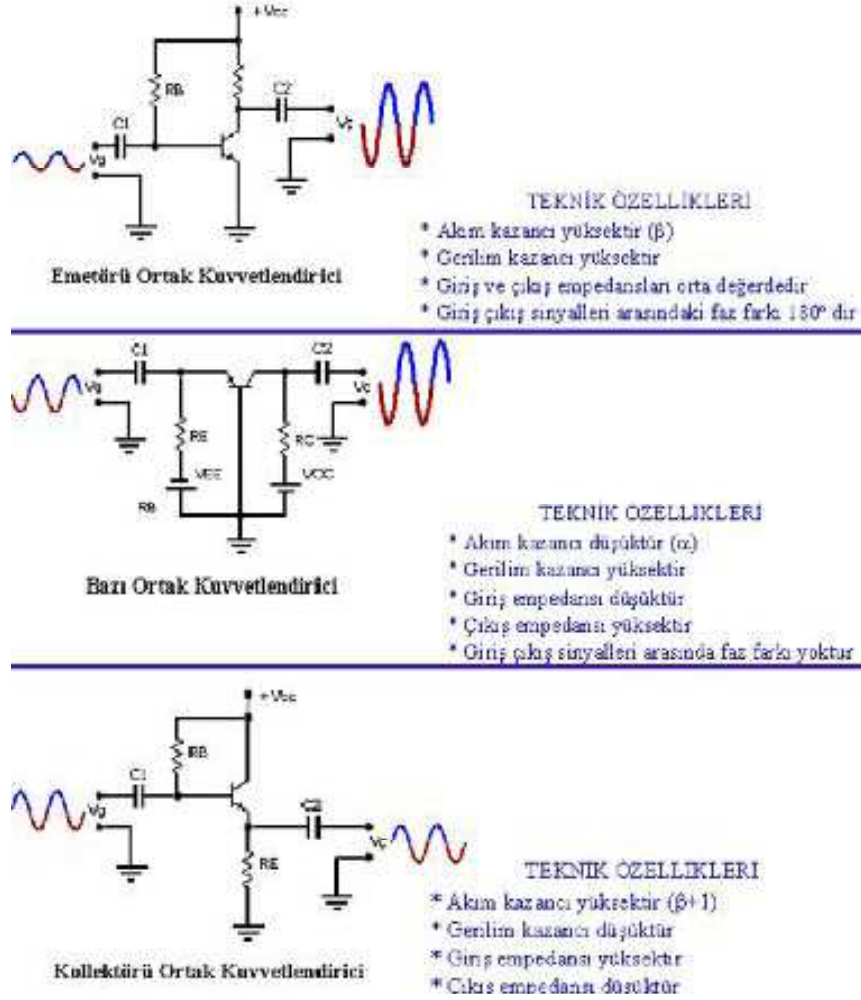
Transistörün en önemli özelliğidir. Transistörün akım kontrollü akım kaynağı olarak çalışması neticesinde akım ve gerilim yükseltme işlemi gerçekleşir. Transistörün kuvvetlendirici olarak kullanılmasında en önemli iki parametresi α (alfa) ve β (beta)'dir.

$$\beta = \frac{IC}{IB} \dots\dots\dots \text{Denklem 13.2}$$

$$\alpha = \frac{IC}{IE} \dots\dots\dots \text{Denklem 13.3}$$

Şekil 12.6'da transistörün akım ve gerilim yükselteci olarak kullanıldığı üç farklı devre modeli verilmiştir.

Not: Transistörler aktif çalışma bölgesinde kuvvetlendirici olarak çalıştırılırlar.



Şekil 13.6: Transistörlü kuvvetlendirici modelleri

13.1.4. Transistörlerin Çalışma Kararlılığını Etkileyen Unsurlar

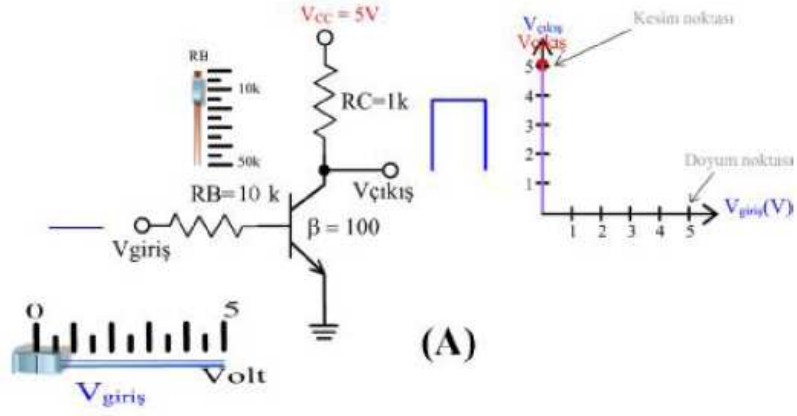
Transistörlerin çalışma kararlılığı bağlantı yöntemi, transistör kılıf tipi ve buna benzer pek çok değişkenden etkilenmektedir. Etkilendiği unsurları şöyle sıralayabiliriz; Ortam sıcaklığı, Beta değeri ve beyz akımı, Bağlantı türü, Çalışma noktası (Q noktası) stabilizasyonu, Kılıf yapısı (SMD, plastik, metal vb.)

13.1.5. Transistörün Anahtarlama Elemanı Olarak Kullanılması

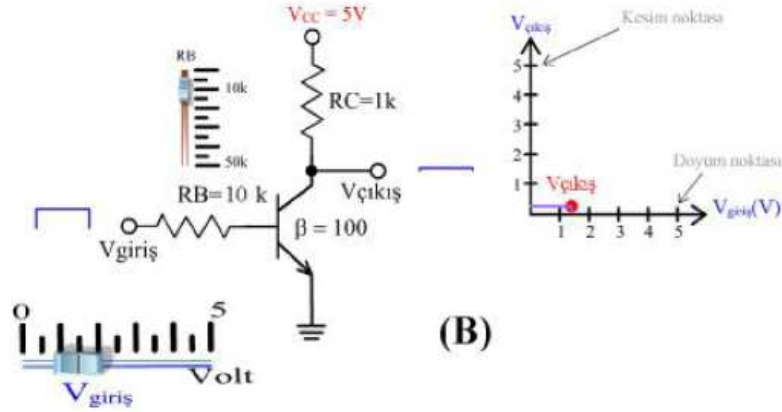
Transistörlerin anahtarlama elemanı olarak kullanılması oldukça yaygındır. Anahtarlama elemanı olarak kullanılmasında iki önemli nokta vardır: Kesim noktası ve doyum noktası.

İyi bir anahtarlayıcı bu iki nokta arasında çok hızlı gidip gelebilmelidir. Diğer bir ifadeyle giriş düşük voltajda olduğu zaman çıkış yüksek voltaja çıkabilmeli, giriş yüksek voltajda olduğu zaman çıkış düşük voltaja inebilmelidir.

Şekil 12.7'de ve Şekil 12.8'de R_B (beyz direnci) direncinin değerine göre çıkışın girişe göre verdiği tepki canlandırılmıştır. Şekilleri dikkatlice inceleyiniz.

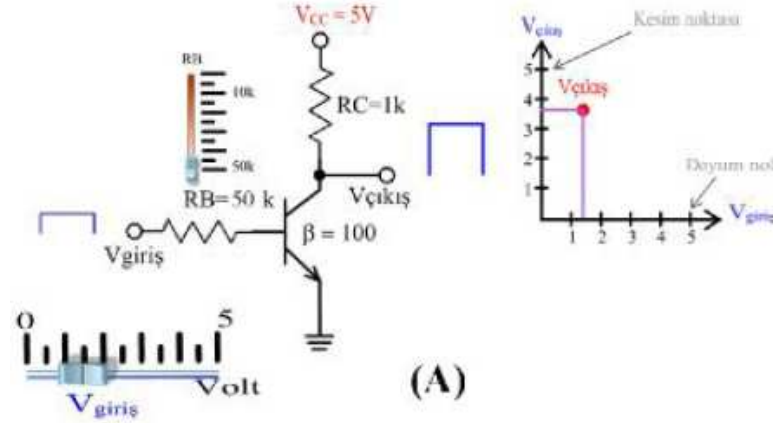


(A)

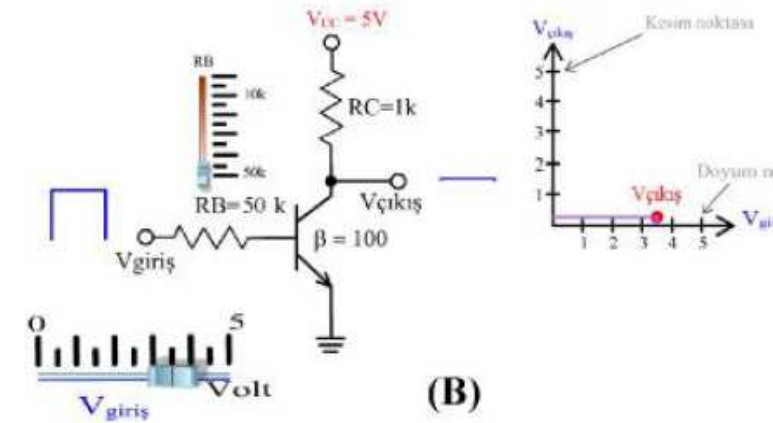


(B)

Şekil 13.7: RB direnci 10k değerindeyken anahtarlayıcının tepkisi; (A) Giriş gerilimi 0V(düşük) çıkış gerilimi 5V(yüksek), (B) Giriş gerilimi 1,5V(yüksek) çıkış gerilimi 0,2V(düşük)



(A)



(B)

Şekil 13.8: RB direnci 50k değerindeyken anahtarlayıcının tepkisi; (A) Giriş gerilimi 1,5V çıkış gerilimi 3,7V, (B) Giriş gerilimi 3,5V çıkış gerilimi 0,2V(düşük)

Şekilleri karşılaştırdığımızda Şekil 12.7'deki devrenin Şekil 5.8'deki devreye göre daha çabuk tepki verdiğini (daha hızlı çalıştığını) görürüz.

Şekil 12.7'de giriş gerilimi 1,5 volttaiken çıkış 0 volt olmaktadır. Bu sebeple 1,5V'luk giriş gerilimi bu uygulamada yüksek voltajın başlangıç seviyesidir. Ancak Şekil 12.8'de giriş gerilimi 1,5 volttaiken çıkış 3,7 voltta. Transistör bu durumda aktif bölgeye girmiştir ve anahtarlayıcı olarak istenmeyen bir durumdur.

UYGULAMA

Uygulama İçin Gerekli Malzemeler

Devre Elemanları	Değerleri
Tablo 5.2'deki dirençler	10K, 1K, 56K
1 adet ayarlı gerilim kaynağı	0V - 5V arası ayarlı
1 adet sabit gerilim kaynağı	5V
1 adet transistör	BC237 NPN

Tablo 13.1: Gerekli Devre Elemanları ve Değerleri

Transistör Modeli	Kılıf Tipi	Beta değeri (hfe) en az (min) - en üst (maks)	Kollektöremiter en az kırılma voltajı (VCEO)	Bez-emiter en az kırılma voltajı (VBEO)	25C ⁰ 'de kolektör güç tüketimi (PC)	Kullanım Amacı (model ismine göre belirlenecek)
BC 237A						
BC 239C						
BD 243						
2N 5884						
2N 3055						
BC 556						
BC 558B						

Tablo 13.2: Transistör katalog bilgilerine göre transistör değerlerinin ve görevlerinin saptanması

İşlem Basamakları

Şekil 5.7'deki anahtarlayıcıyı kurun.

Tablo 5.3'de verilen değerlere göre tabloyu doldurun.

RB RC Giriş Çıkış

10K 1K 1V

10K 1K 3V

10K 1K 5V

56K 1K 1V

56K 1K 3V

56K 1K 5V

Tablo 13.3: Transistörün anahtarlama elemanı olarak incelenmesi

13.1.6. Transistörlerin Katalog Bilgilerinin Okunması, Kılıf Tiplerinin Belirlenmesi, Transistör Rakamlarının Okunması

Transistörlerin katalog bilgilerinden yararlanarak bacak isimleri, en üst çalışma gerilimleri, en üst çalışma akımları, termal karakteristikleri, gürültü değerleri gibi çok sayıda bilgi rahatlıkla öğrenilebilir.

Ayrıca üzerlerinde yazılı harf ve rakamlar çeşitli ülkelerin kendi standartlarına göre belirlemiş oldukları kodlardır. Bu kodların ne anlama geldiği malzeme üreticisi firmaların kataloglarında ve devre elemanı kataloglarında belirtilmiştir.

ÖNEMLİ: Katalog bilgileri yardımıyla hangi devrede hangi transistörün kullanılması gerektiğini rahatlıkla saptayabiliriz. Ya da arızalanmış ve elimizde mevcut olmayan bir transistörün yerine uygun karşılığını koyabiliriz.

13.1.7. Analog ve Dijital Avometreyle Transistörün Sağlamlık Testi ve Uçlarının Bulunması

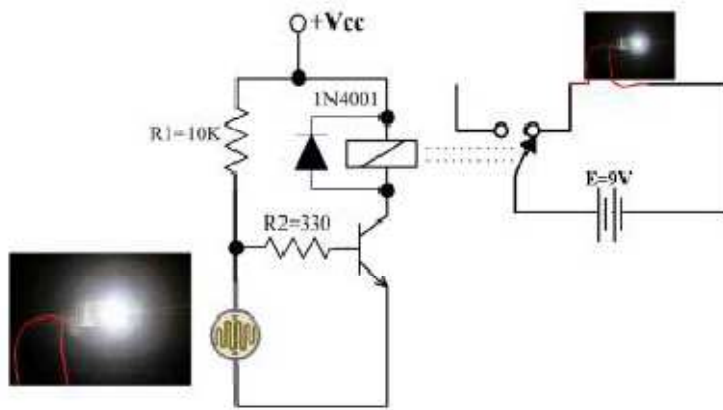
Şekil 13.9'da transistörlerin iç yapısı diyot eş değer karşılıklarıyla gösterilmiştir. Diğer bir ifadeyle transistör testi yaparken bu eş değer modeller göz önünde bulundurulurken test işlemi yapılabilir. Diyot testi konusunu gözden geçirmeniz tavsiye edilir.



Şekil 13.9: Transistörün eşdeğer modelleri

13.1.8. LDR ve Transistörle Bir Rölenin Kumandası

Transistörün beyzindeki sinyal seviyesinin kontrol edilmesiyle transistörlü kontrol devreleri tasarlanabilir. Burada önemli olan transistörlü kontrol devresinin neye göre tepki vereceğini belirlemektir. Örnek uygulamada ışığa duyarlı olarak tepki veren ve bir röleye kumanda eden devre işlenecektir. Böyle bir devrenin ya da benzer bir devrenin ne amaçla kullanılabileceği sizin yaratıcılığınıza kalmıştır.



Şekil 13.10: LDR'li ve transistörlü röle kumanda devresi

ÖNEMLİ: Rölenin kumanda ayağına 9V'luk üreteçle çalışan bir lamba bağlanmıştır. Vcc kaynağının değeri ve rölenin çalışma gerilimi 12V'tur. 1N4001 diyot röle bobini üzerinde çok kısa süreli yüklenen yüksek gerilimin transistörü bozmasını engellemek için kullanılmıştır. Transistör olarak BC237 kullanabilirsiniz.

Eğer röle kontağı normalde açıksa (NA) DC üretece bağlı lamba yanmayacaktır. Normalde kapalıysa (NK) DC üretece bağlı lamba ilk durumda yanacaktır. Devreyi kurup çalıştırın ve Tablo 5.5'i LDR'nin farklı aydınlık durumlarına göre doldurunuz.

Transistörün Durumu	LDR'nin Durumu		
	Karanlıkta (LDR'nin ışığı tamamen kesiliyor)	Hafif aydınlıkta (LDR'nin üzerine gölge yapılıyor)	Aydınlıkta (LDR gün ışığı gibi yüksek aydınlığa maruz kalıyor)
Tr İletimde/Kesimde			
Lamba yanık/sönük			

Tablo 13.4: LDR'li ve transistörlü röle kumanda devresi değer tablosu

13.2. ALAN ETKİLİ TRANSİSTÖRLER (FET)

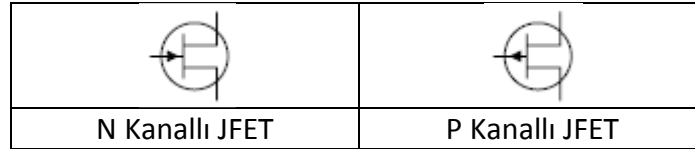
FET (Field Effect Transistor) alan etkili transistör demektir. JFET ve MOSFET olarak iki ana türü vardır. Transistör gibi üç ayaklı bir yarı iletken devre elemanıdır. Oluk (drain-D), kaynak (source-S) ve kapı (gate-G) olarak adlandırılan ayakları vardır. Kontrol ayağı olarak kapı ayağı kullanılır.

13.2.1. JFET'ler

Birleşim yüzeyli (junction) FET'tir. Kapı (G) ucuna uygulanan ters kutuplu gerilime göre oluk (D) ve kaynak (S) uçları arasından geçen akım kontrol edilir. Bu nedenle gerilim kontrollü akım kaynağı gibi çalışır.

Uygulama alanları

TV, video, kamera, bilgisayar, kesintisiz güç kaynağı, anten yükseltici, verici, alıcı vb. gibi hassas yapılı elektronik devrelerde yaygın olarak kullanılır.



Şekil 13.11: JFET'lerin devre sembolü

Özellikleri

- Giriş dirençleri transistörlere göre çok yüksektir.
- Radyasyon etkisi yoktur.
- Anahtar olarak kullanımları transistörlere göre daha kolaydır.
- Transistörlere göre daha az gürültülü çalışırlar.
- Sıcaklık değişimlerinden daha az etkilenirler.
- Gövde boyutları transistörlerden daha küçüktür.
- Yüksek frekanslı devrelerde kullanıma uygun yapıları vardır.
- Çalıştıkları frekans aralığı (bant genişliği) dardır.
- Transistöre benzer olarak N kanal ve P kanal olarak iki türü vardır.

13.2.2. MOSFET'ler

MOSFET'lerin de ayakları JFET'ler gibi adlandırılmakla beraber aralarında teknik farklılıklar vardır. Kapı bölgesi gövdeden tamamen yalıtılmıştır. Bu sebeple giriş empedansları JFET'lerden de çok daha fazladır (yaklaşık $1 \times 10^{14} \Omega$, sonsuz olarak kabul edilebilir).

Uygulama Alanları

Bant genişliği ve çalışma frekansı JFET'lere oranla daha yüksek olan MOSFET'ler entegre yapımında ve hassas elektronik devrelerin üretiminde kullanılmaktadır. Bilgisayar teknolojilerinde yaygın olarak kullanılır.

! Dikkat: MOSFET'lerin kapı ucundaki silisyum oksit tabakası insan bedenindeki statik elektrikten etkilenip delinebilir. Bu nedenle MOSFET'lerle çalışırken daha fazla dikkat etmek gerekir. Bu devre elemanlarının lehimlenmesinde topraklı ve düşük güçlü havayalar kullanılmalıdır.

N kanallı ve P kanallı olması yanında Kanal Oluşturmalı (Enhancement) ve Kanal Ayarlamalı (Depletion) iki farklı türü vardır.

N Kanallı Kanal Oluşturmalı MOSFET	P kanallı Kanal Oluşturmalı MOSFET	N Kanallı Kanal Ayarlamalı MOSFET	P kanallı Kanal Ayarlamalı MOSFET
			

Şekil 13.12: MOSFET'lerin devre sembolü