

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİ

GÜNEŞ PİLLERİNDE ÜRETİLEN DOĞRU AKIMIN TEMELLERİ

522EE0359

Ankara, 2012

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. GÜNEŞ PİLLERİ(FOTOVOLTAİK PİLLER)	3
1.1. Güneş Pillerinin Tanımı	3
1.2. Güneş Pillerinin Yapısı ve Çalışması.....	4
1.2.1. Güneş Pillerinin Yapısı.....	4
1.2.2. Güneş Pillerinin Çalışması	5
UYGULAMA FAALİYETİ	10
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	12
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	13
2. DOĞRU AKIM	13
2.1. Doğru Akım Kavramları	13
2.1.1. Doğru Akımın Tanımı	13
2.1.2. Doğru Akımın Elde Edilmesi	13
2.1.3. Doğru Akımın Kullanıldığı Yerler	13
2.2. Devre Çözümleri.....	15
2.2.1. Seri Devre	15
2.2.2. Kırsol'un Gerilimler Kanunu	17
2.2.3. Paralel Devre	18
2.2.4. Kırsol'un Akımlar Kanunu.....	21
2.2.5. Karışık Devre.....	22
2.2.6. Çevre Akımları Yöntemi	25
2.3. Bobinler ve Kondansatörler	26
2.3.1. Doğru Akım Devresinde Bobin	26
2.3.2. Bobin Bağlantıları.....	28
2.3.3. Doğru Akım Devresinde Kondansatör	29
2.3.4. Kondansatör Bağlantıları	31
UYGULAMA FAALİYETİ	35
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	37
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	39
3. DC KAYNAKLAR	39
3.1. Piller	39
3.1.1. Pil Çeşitleri ve Yapıları	39
3.1.2. Pillerin İç Direnci	42
3.1.3. Pillerin EMK'sı (Elektromotor Kuvvet).....	42
3.1.4. Pillerde Güç	44
3.1.5. Pillerde Verim.....	44
3.2. Aküler	44
3.2.1. Akü Çeşitleri ve Yapıları.....	44
3.2.2. Akü Kapasiteleri	48
3.3. Dinamolar	48
3.3.1. Dinamo Çeşitleri.....	48
3.4. Kaynak Bağlantıları	49
3.4.1. Kaynakların Seri Bağlantısı.....	49

3.4.2. Kaynakların Paralel Bağlantısı ve Sakıncaları.....	50
3.5. DC Kaynakları Kullanırken Dikkat Edilecek Hususlar	51
3.6. Elektromanyetizma	52
3.6.1. Akım Geçen İletken Etrafındaki Manyetik Alan.....	52
3.6.2. Akım Geçen Bobinin Çevresindeki Manyetik Alan	53
3.7. İçinden Akım Geçen İletkenin Manyetik Alan İçerisindeki Durumu	54
3.8. Manyetik Alan İçinde Bulunan İletkenin Hareketi	54
3.9. DC Motorlar.....	55
3.9.1. DC Motor Çeşitleri	55
3.9.2. Temel Çalışma Prensipleri.....	55
3.9.3. Dönüş Yönü Değiştirme	57
3.9.4. Gerilimle Hız Ayarı	57
UYGULAMA FAALİYETİ	58
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	60
MODÜL DEĞERLENDİRME	62
CEVAP ANAHTARLARI	66
KAYNAKÇA	68

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0359
ALAN	Yenilenebilir Enerji Teknolojileri
DAL/MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Güneş Pillerinde Üretilen Doğru Akım Temelleri
MODÜLÜN TANIMI	Güneş pillerinde üretilen doğru akımın temellerini ve doğru akım devre çözümlerine yönelik bilgi ve becerilerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖN KOSUL	Ön koşul yoktur.
YETERLİK	Güneş pillerinin ürettiği doğru akımda devre çözümlerini ve bağlantılarını yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Güneş pillerinde üretilen doğru akımının temellerini ve doğru akım prensiplerini bilecek, doğru akımda devre çözümlerini yapabilecek, doğru akım kaynaklarını güvenli bir şekilde kullanabilecek, elektromanyetizma, güneş pillerinin ve doğru akım motorunun temel esaslarını kavrayabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Direnç, bobin ve kondansatör bağlantılarını ve devre çözümlerini yapabileceksiniz.2. Doğru akımın elde edilmesini, doğru akım kaynaklarını, elektromanyetizmanın, güneş pillerinin ve doğru akım motorlarının temel esaslarını kavrayabilecek ve bunları çalıştırabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Güneş enerjisi laboratuvarı, yenilenebilir enerji kaynakları atölyesi, görsel eğitim araçları, internet ortamında inceleme ve araştırma yapma Donanım: Güneş(fotovoltaik) pilleri, solarmetre, analog/dijital ölçü aletleri (ohmmetre, avometre, ampermetre, voltmetre, wattmetre), değişik endüktansa sahip bobinler, analog dijital lcrmetre, değişik kapasitelerde kondansatörler, osilaskop, ayarlı güç kaynağı, elektronik deney seti, çeşitli tipte pil, akü, dinamo, doğru akım motorudur.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan herhangi bir öğrenme faaliyetinden sonra, verilen ölçme araçları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Modül sonunda öğretmeniniz tarafından teorik ve pratik performansınızı tespit etmek amacıyla size ölçme teknikleri uygulanacak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçülerek değerlendirilecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Güneş pillerinde üretilen doğru akımın temelleri modülü ile elektrik elektronik teknolojileri alanında teknolojik gelişmelerle birlikte kullanımının da arttığı güneş pillerinin ve bu pillerden üretilen doğru akımın güvenli kullanılması ile ilgili temel yeterlikleri kazanacaksınız.

Günlük hayatta sıkça karşılaştığımız pil, akü gibi doğru akım kaynaklarını doğru ve güvenli bir şekilde kullanabileceksiniz. Ayrıca televizyon, radyo, bilgisayar gibi elektronik cihazların, elektrik motorları, elektromıknatis gibi elektrikli makinelerin onarımında kullanılacak temel düzeydeki elektrik kanunlarını öğrenecek ve devre çözüm yöntemlerini kavrayacaksınız. Bunun yanında gün geçtikçe kullanım alanları artan güneş pillerini ve bu pillerde üretilen akım ve gerilim karakteristik eğrilerini öğreneceksiniz. Ayrıca yine bu cihazlarda kullanılan bobin ve kondansatörlerin doğru akım karakteristiklerini bilerek bu cihazların çalışmaları ile ilgili temel düzeyde bilgi sahibi olacaksınız.

Bu modülü başarılı bir şekilde tamamladığınızda yenilenebilir enerji teknolojileri alanında, güneş pillerinin ürettiği doğru akımın özelliklerini bilecek ve doğru akım devre çözümlerini yapabilecek, doğru akım kaynaklarını güvenli bir şekilde kullanabilecek, elektromanyetizma ve DC motor temel esaslarını kavrayabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Güneş pillerinin ürettiği doğru akımın devre ile çözümlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Güneş pillerinin yapılarını ve devreye bağlantılarının nasıl yapıldığını araştırınız.

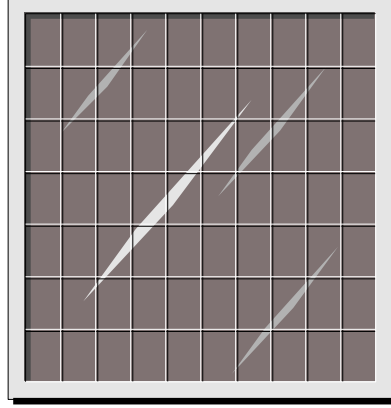
1. GÜNEŞ PİLLERİ(FOTOVOLTAİK PİLLER)

1.1. Güneş Pillerinin Tanımı

Güneş pilleri (fotovoltaik piller), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken maddelerdir. Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen güneş pillerinin alanları genellikle 100 cm² civarında, kalınlıkları ise 0,2-0,4 mm arasındadır.

Bu pillerin seri ve paralel bağlanmaları ile yüksek güce sahip güneş panelleri elde edilmektedir. Güneş pilleri fotovoltaik ilkeye dayalı olarak çalışırlar, yani üzerlerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur. Pilin verdiği elektrik enerjisinin kaynağı, yüzeyine gelen güneş enerjisidir. Güneş enerjisi, güneş pilinin yapısına bağlı olarak % 5 ile % 20 arasında bir verimle elektrik enerjisine çevrilebilir.

Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş pili birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir, bu yapıya güneş pili modülü ya da fotovoltaik modül adı verilir. Güç talebine bağlı olarak modüller birbirlerine seri ya da paralel bağlanarak bir kaç Watt'tan megaWatt'lara kadar sistem oluşturulur.



Şekil 1.1: Güneş pili

1.2. Güneş Pillerinin Yapısı ve Çalışması

1.2.1. Güneş Pillerinin Yapısı

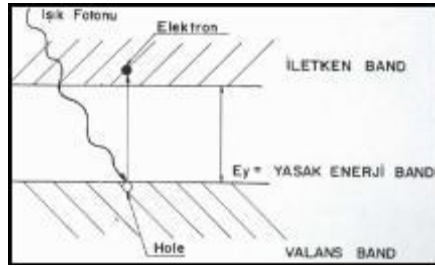
Günümüz elektronik ürünlerinde kullanılan transistörler, doğrultucu diyotlar gibi güneş pilleri de, yarı-iletken maddelerden yapılırlar. Yarı-iletken özellik gösteren birçok madde arasında güneş pili yapmak için en elverişli olanlar, silisyum, galyum arsenit, kadmiyum tellür gibi maddelerdir.

Yarı-iletken maddelerin güneş pili olarak kullanılabilmeleri için “n” ya da “p” tipi katkılanmaları gereklidir. Katkılama, saf yarı iletken eriyik içerisine istenilen katkı maddelerinin kontrollü olarak eklenmesiyle yapılır. Elde edilen yarı-iletkenin “n” ya da “p” tipi olması katkı maddesine bağlıdır. En yaygın güneş pili maddesi olarak kullanılan silisyumdan n tipi silisyum elde etmek için silisyum eriyiğine periyodik cetvelin 5. grubundan bir element, örneğin fosfor eklenir. Silisyum'un dış yörüngesinde 4, fosforun dış yörüngesinde 5 elektron olduğu için, fosforun fazla olan tek elektronu kristal yapıya bir elektron verir. Bu nedenle V. grup elementlerine "verici" ya da "n tipi" katkı maddesi denir.

P tipi silisyum elde etmek için ise, eriyiğe 3. gruptan bir element (alüminyum, indiyum, bor gibi) eklenir. Bu elementlerin son yörüngesinde 3 elektron olduğu için kristalde bir elektron eksikliği oluşur, bu elektron yokluğuna hol ya da boşluk denir ve pozitif yük taşıdığı varsayılır. Bu tür maddelere de "p tipi" ya da "alıcı" katkı maddeleri denir.

“P” ya da “n” tipi ana malzemenin içerisine gerekli katkı maddelerinin katılması ile yarı iletken eklemler oluşturulur. “N” tipi yarı iletkende elektronlar, “p” tipi yarı iletkende holler çoğunluk taşıyıcısıdır. P ve n tipi yarı iletkenler bir araya gelmeden önce, her iki madde de elektriksel bakımdan nötrdür. Yani p tipinde negatif enerji seviyeleri ile hol sayıları eşit, n tipinde pozitif enerji seviyeleri ile elektron sayıları eşittir.

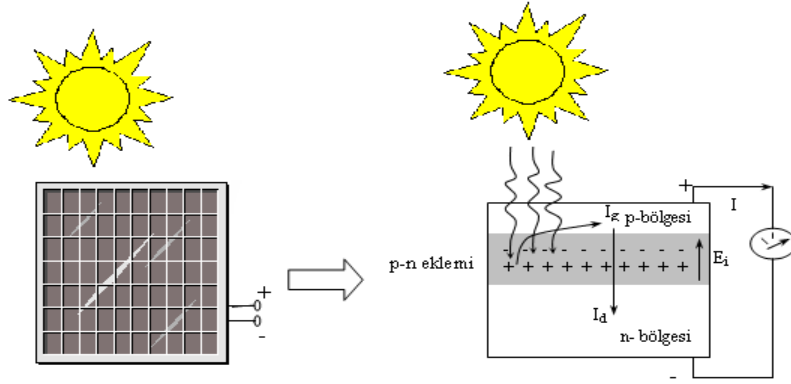
PN eklem oluştuğunda, n tipindeki çoğunluk taşıyıcısı olan elektronlar, p tipine doğru akım oluştururlar. Bu olay her iki tarafta da y¼k dengesi oluşana kadar devam eder. PN tipi maddenin ara y¼zeyinde, yani eklem b¼lgesinde, P b¼lgesi tarafında negatif, N b¼lgesi tarafında pozitif y¼k birikir. Bu eklem b¼lgesine "geçiş b¼lgesi" ya da "y¼kten arındırılmış b¼lge" denir. Bu b¼lgede oluşan elektrik alan "yapısal elektrik alan" olarak adlandırılır. Yarı iletken eklemi güneş pili olarak çalışması için eklem b¼lgesinde fotovoltaik d¼n¼ř¼m¼n sağlanması gerekir. Bu d¼n¼ř¼m¼ iki aşamada olur, ilk olarak, eklem b¼lgesine ışık d¼ř¼r¼lerek elektron-hol çiftleri oluşturulur, ikinci olarak ise, bunlar b¼lgedeki elektrik alan yardımıyla birbirlerinden ayrılır.



şekil 1.2: Güneş pilindeki p ve n maddesi

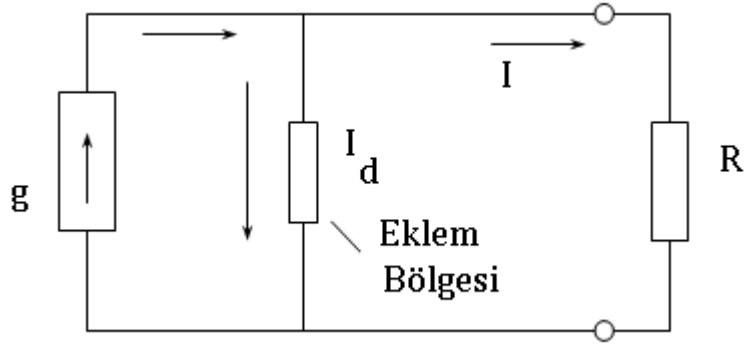
1.2.2. Güneş Pillerinin alışması

Enerji d¼n¼ř¼m¼ fotovoltaik olaya dayanmaktadır. Fotovoltaik olayda, ışık fotonları ¼zellikle eklem b¼lgesine ulaştığında elektronlara çarparak serbest y¼k çiftleri oluşturur. Uyarılan negatif y¼kl¼ (-) her elektron, gerisinde pozitif y¼kl¼ (+) bir boşluk bırakır. Bu y¼k taşıyıcıları, eklemle kurulan doğal iç ters elektrik alanla (E_i) akım katkısı oluşturmak üzere çoğunlukta oldukları b¼lgelere s¼r¼l¼r. Doğal E_i alanı, fotonla enerji kazanan y¼k taşıyıcılarının hareketlerinde hangi tarafa eğilimli olduklarını ifade eden bir enerji engeli olarak d¼ř¼n¼lebilir. B¼ylece fotonlarla ¼retilen (-) y¼kl¼ elektronlar n-b¼lgesinde, (+) y¼kl¼ pozitif taşıyıcılar p-b¼lgesinde toplanarak bir gerilim ¼retilmektedir. Bu durum prensip olarak şekil 1.3 ile verilmektedir.



Şekil 1.3: Güneş pilindeki fotovoltaik enerji dönüşümü

Işık uyarımı altındaki bir PV, ışınım şiddetine bağlı olarak daha büyük ters sızıntı akımı (I_g) üretmektedir. Üretilen I_g akımı PV uçlarında bir gerilim oluşturmaktadır. Diğer yandan üretilen gerilim, p-n eklemine ileri yönde uyardığından I_g akımına ters yönlü bir I_d diyot akımına da neden olmaktadır. Dış devreye aktarılabilecek I akımı bu iki akımın farkı olmaktadır. Enerji dönüşüm sürecine uygun bir prensip eşdeğer devre Şekil 1.4 ile tanımlanmaktadır.



Şekil 1.4: Güneş pili eşdeğer devresi

Bir güneş pili herhangi bir yüke bağlandığında güneş pili yükü beslemek için bir akım ve gerilim üretmekte ve yüke bir güç aktarmaktadır. Güneş pilinin ürettiği akım-gerilim (I - V) karakteristiği denklem 1 ile ifade edilmektedir.

$$I = I_g - I_d = I_g - I_0 \cdot \left(e^{\frac{qV}{nkT}} - 1 \right) \quad (1)$$

Burada, I_g ışık fotonlarıyla üretilen akım veya kısa devre akımı (A), I_o ters sızıntı akımı (A), I_d eklemdeki diyot akımı (A), q elektron yükü ($1,6 \cdot 10^{-19}$ C.), k Boltzman sabiti ($1,38 \cdot 10^{-23}$), T mutlak sıcaklık (K^o), n diyot faktörüdür. Denklem 1'e göre I-V değişimi doğrusal olmayan bir karakteristiğe sahiptir. Bu yüzden herhangi bir yük direnci için, denklemde ($V=I.R$) bağıntısı düşünüldüğünde I veya V terimi doğrudan çözülememektedir. Buradan da anlaşılacağı gibi güneş pillerinde üretilen akım ve gerilim ilişkisi ohm kanununa uymamaktadır.

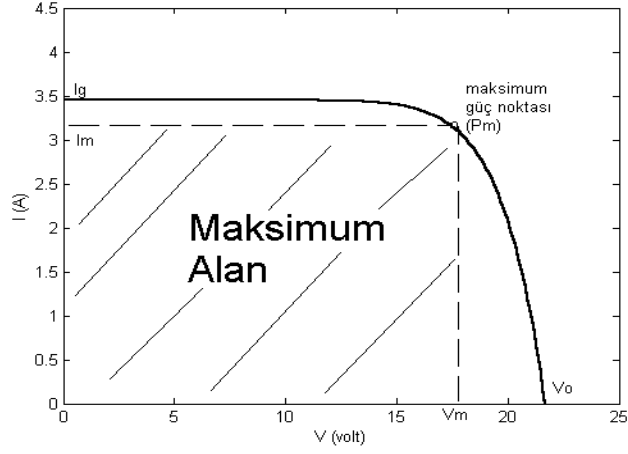
Denklem 1'deki $V=0$ 'da güneş pilinin kısa devre akımı, $I=0$ 'da güneş pilinin açık devre gerilimi (V_o) tanımlanabilmektedir. Açık devre gerilimi denklem 2 de verilmektedir.

$$V_o = \left(\frac{nkT}{q} \right) \cdot \ln \left[\frac{I_g + I_o}{I_o} \right] \quad (2)$$

Güneş pillerine bağlanacak yükün gücüne göre üretilecek akım ve gerilimin şiddetini arttırmak için birden fazla sayıda güneş pili birbirine seri veya paralel yada hem seri hem de paralel bağlantı yapılarak gerçekleştirilir. N_s kadar seri ve buna N_p kadar paralel bağlı paket PV'lerden oluşan sistemin akım-gerilim (I_p - V_p) ilişkisi denklem 3 ile verilmektedir.

$$I_p = N_p \cdot I_g \cdot s - N_p \cdot I_o \left(e^{\frac{qV_p}{N_s nkT}} - 1 \right) \quad (3)$$

Şekil 1.5, tipik bir güneş pilinin herhangi bir sıcaklık ve ışınımdaki (güneş ışığının güneş pile yüzeyi üzerindeki şiddeti) karakteristik eğrisi olan I-V eğrisidir. I-V eğrisinin altındaki maksimum dikdörtgen alanı güneş pilinin o anda üretmiş olduğu maksimum gücü (P_m) verir ve bu güçteki akım I_m , gerilim ise V_m ile gösterilmektedir. Maksimum güç (P_m) ise oluşan I-V eğrisinin altına sığabilen en büyük dikdörtgen alanıdır .

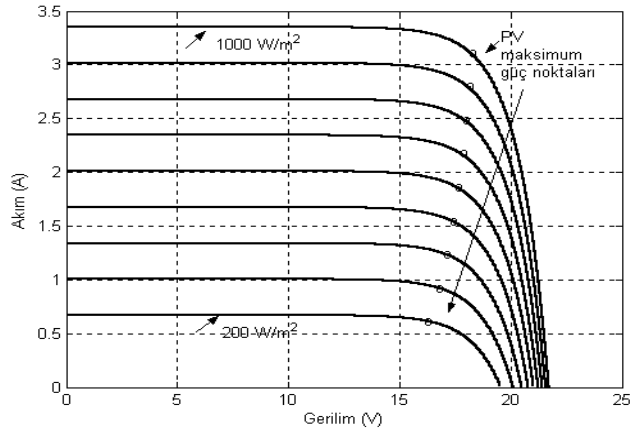


Şekil 1.5: Güneş pilinin ürettiği akım ve gerilim ilişkisini gösteren I-V eğrisi

1.2.2.1. Güneş Pillerine Işınım Şiddetinin Etkisi

Bir güneş pilinin I-V karakteristiği ışınım şiddeti (W/m^2) ile değişmektedir (Şekil 1.6). Böylece güneş pilinin ürettiği maksimum güç ışınım şiddetiyle değişmektedir. Bu durumda ışınım şiddeti pilin ürettiği kısa devre akımını doğrudan etkilemektedir. Açık devre gerilimi ise kısa devre akımına oranla daha düşük bir oranda değişmektedir.

Değişik ışınım şiddeti altında çalışan bir güneş pilin performansı güneş pili ile beslenecek güç sistem tasarımlarında göz ardı edilemeyecek bir öneme sahiptir. Değişken ışınımlardaki PV performans tanımlamaları, fotovoltaik güç sistem tasarımlarında önemli bir yer teşkil etmektedir.

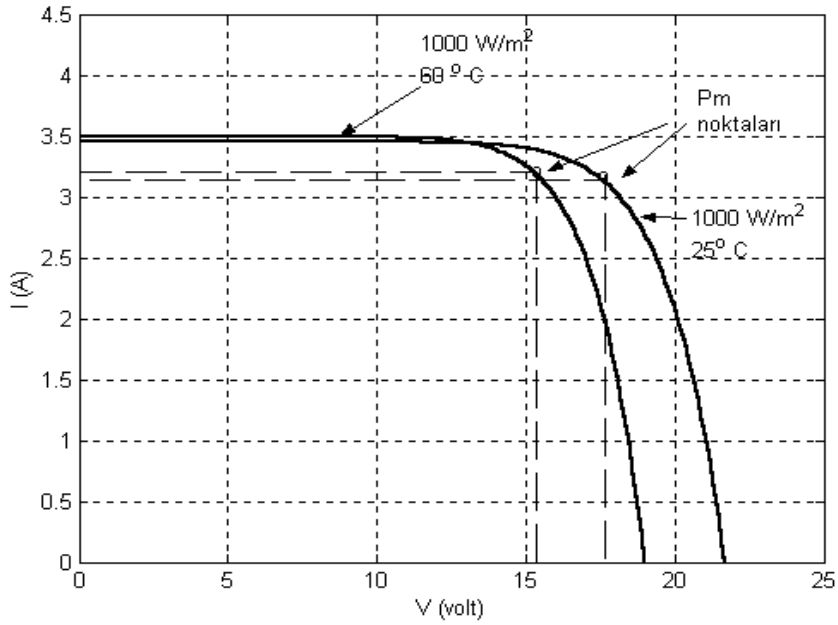


1.6: Güneş pilinin farklı ışınım şiddetlerinde ürettiği I-V eğrileri

1.2.2.2. Güneş Pillerine Etkiyen Sıcaklığın Etkisi

Fotovoltaik pillerde ışınım şiddetinin etkisi yanında diğer bir önemli etki ise sıcaklıktır. Belirli bir sıcaklıkta, ışınım ile güneş pilinin kısa devre akımı doğru orantılı olarak artar. Güneş pillerinin çalışma performansına sıcaklık da etki etmektedir.

Sabit bir ışınım altında, sıcaklık artışı kısa devre akımının artması yönünde bir etkide bulunurken açık devre geriliminin azalmasına neden olmaktadır. Her ne kadar denklem 2'ye göre T sıcaklığı ile I_g 'nin, V_o 'ı yükseltebileceği düşünülse de gerçekte sıcaklık, I_o sızıntı akımını üstel olarak değiştirmekte ve desteklemektedir. Sıcaklığın PV'ye olan etkisi, Şekil 1.7'de prensip olarak verilmektedir.

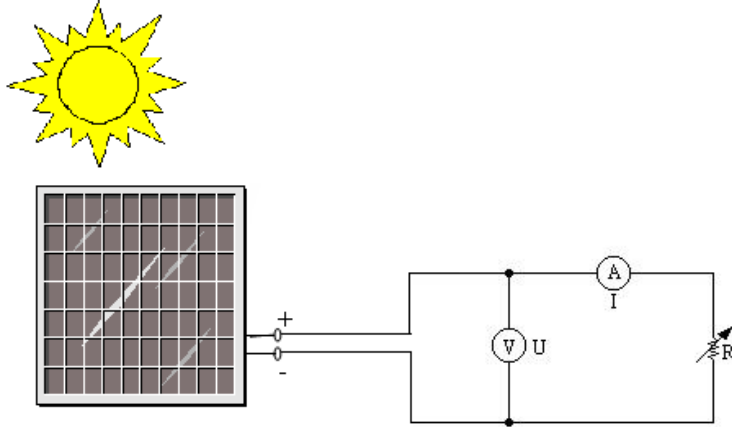


1.7: Güneş pilinin sıcaklık değişimi etkisine bağlı ürettiği I-V eğrileri

Güneş piline ait I-V eğrisini belirlemek için ilgili güneş piline ait özel I_o ve n parametrelerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu parametreler genelde üretici firma kataloglarında yoktur. I_o sızıntı akımı hassas bir ölçüm olanakları varsa da ölçülebilir. Ayrıca değişen sıcaklıklara göre, I_o teriminin yeni değerleri, tasarımlarda göz önünde tutulmalıdır. Çünkü I_o , sıcaklıkla üstel olarak değişmektedir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda şekli verilen güneş pilinin ürettiği akım ve gerilim (I-V) karakteristiğinin çıkartınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Devre bağlantısı yapılmadan önce ilk anda güneş pilin uçlarındaki gerilim değeri (açık devre gerilimi) voltmetre ile ölçülür, ardından güneş piline ampermetre bağlanarak bu sefer pilin akımı (kısa devre akımı) ölçülür.	<ul style="list-style-type: none">➤ Uygun ölçü aleti kullanmaya dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Şekildeki devre kurulur ve sıcaklık probu pilin yüzeyine ve avometreye bağlanarak pil yüzey sıcaklığı ölçülür ve deney süresince bu sıcaklığın korunmasına dikkat edilir.	<ul style="list-style-type: none">➤ Devreyi laboratuvar ortamında gerçekleştirmek isterseniz güneş ışığını temsilen uygun bir lamba kullanılarak güneş pilinin yüzeyine ışığı dik düşecek şekilde yerleştirip kurabilirsiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Başlangıçta yapılan bu ölçümlerin hepsi kaydedilir.	<ul style="list-style-type: none">➤ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız.➤
<ul style="list-style-type: none">➤ Ayarlı direnç en küçük değerinde iken güneş pili bağlantısı yapılır.	<ul style="list-style-type: none">➤ Bu deneyde kullanacağınız ışığı bir dimmer devresi ile kontrol ederek farklı ışık şiddetlerinde benzer ölçümleri yaparak gerçekleştirebilirsiniz.➤

➤ Ayarlı “R” direnci hassas bir şekilde kademe kademe artırılır, akım ve gerilim değerleri okunarak kaydedilir.	➤ Mesleğinizle ilgili kurallara uyunuz.
➤ Bu deneyde ayarlı direnç en son kademesine gelene kadar yapılır.	➤ Çalışma sonlarında çalışma ortamınızın tertip düzen ve temizliğini sağlayınız. ➤ Kullandığınız gereçlerin gerekli bakımlarını yapmayı unutmayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanmadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
2. Devre bağlantısını doğru yaptınız mı?		
3. Sıcaklıkları doğru olarak ölçtünüz mü?		
4. Ölçüm değerlerini kaydettiniz mi?		
5. Ayarlı direnç en küçük değerinde iken güneş pili bağlantısını yaptınız mı?		
6. Direnci kademe kademe arttırdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken maddelerdir.
2. Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş pili birbirine ya dabağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir, bu yapıya modülü ya da modül adı verilir.
3. PN eklem oluştuğunda..... tipindeki çoğunluk taşıyıcısı olan elektronlar,tipine doğru akım oluştururlar.
4. Güneş pillerine bağlanacak yükün göre üretilecek akım ve gerilimin şiddetini arttırmak için birden fazla sayıda güneş pili birbirine seri veya paralel olarak bağlanır.
5. Böylece güneş pilinin ürettiği maksimum güç değişmektedir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Direnç, bobin ve kondansatör devrelerinin çözümlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Direnç bağlantılarında kullanılan devre çözüm yöntemleri nelerdir?

2. DOĞRU AKIM

2.1. Doğru Akım Kavramları

2.1.1. Doğru Akımın Tanımı

Zamanla yönü ve şiddeti değişmeyen akıma doğru akım denir. İngilizce “Direct Current” kelimelerinin kısaltılması “DC” ile gösterilir.

2.1.2. Doğru Akımın Elde Edilmesi

DC üreten kaynaklar şu şekilde sıralanabilir:

- Güneş pili; Güneşin yaydığı ışık enerjisini DC elektrik enerjisine çeviren elemanlara güneş pili denir.
- Pil; kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren araçlara pil adı verilir.
- Akümülatör; kimyasal yolla elektrik enerjisi üreten araçtır.
- Dinamo; hareket enerjisini DC elektrik enerjisine çeviren araçlardır.
- Doğrultmaç devresi; Alternatif akım elektrik enerjisini DC elektrik enerjisine çeviren araçlardır.

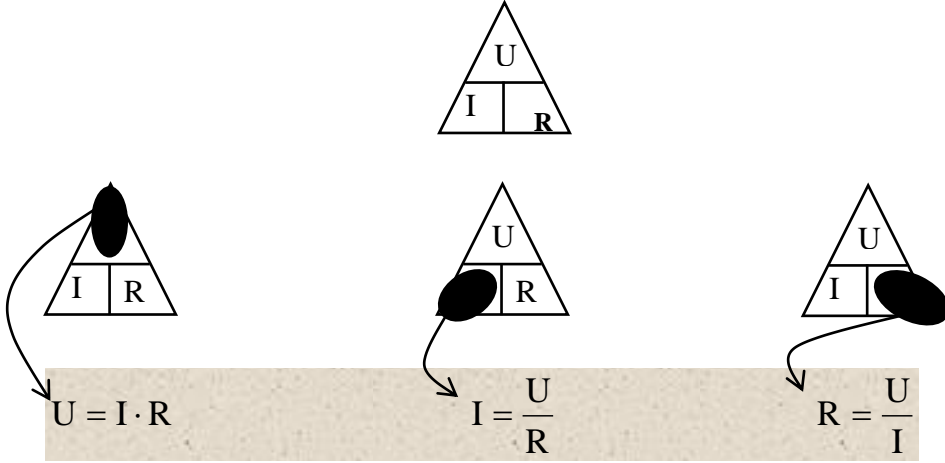
2.1.3. Doğru Akımın Kullanıldığı Yerler

Doğru akımın yaygın olarak kullanıldığı alanları şöyle sıralayabiliriz:

- Haberleşme cihazlarında (telekomünikasyonda)
- Radyo, teyp, televizyon, gibi elektronik cihazlarda
- Redresörlü kaynak makinelerinde
- Maden arıtma (elektroliz) ve maden kaplamacılığında (galvonoteknik)
- Elektrikli taşıtlarda (tren, tramvay, metro)
- Elektro-mıknatıslarda
- DC Elektrik motorlarında

2.1.4. Ohm Kanunu

Tanımı: 1827 yılında George Simon Ohm “Bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel farkın, iletkenden geçen akım şiddetine oranı sabittir.” şeklinde tanımını yapmıştır.



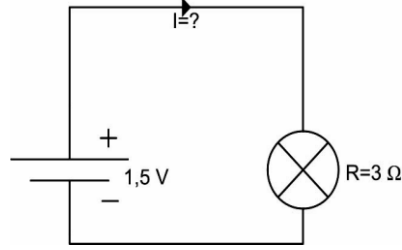
Şekil 2.1: Ohm kanununun denklem halinde gösterimi

Bir elektrik devresinde akım, gerilim ve direnç arasındaki bağlantıyı veren kanuna “Ohm Kanunu” adı verilir.

Bu tanıma göre aşağıdaki formüller elde edilir.

Burada U gerilimi (birimi volt “V”); I akımı (birimi amper “A”), R direnci (birimi Ohm “Ω”) simgelemektedir. Üçgende hesaplanmak istenen değer in üzeri parmak ile kapatılarak denklem kolayca çıkarılabilir.

Örnek 2.1: 1,5 V’luk pilin uçları arasına direnci 3 ohm olan bir ampul bağlanmıştır. Ampul üzerinden geçen akımı hesaplayınız (Şekil 2.2).



Şekil 2.2

Çözüm

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{1,5}{3} = 0,5A \text{ bulunur.}$$

2.2. Devre Çözümleri

Elektronik devrelerde kullanılan dirençler, seri paralel ya da karışık bağlanarak çeşitli değerlerde dirençler elde edilebilir.

2.2.1. Seri Devre

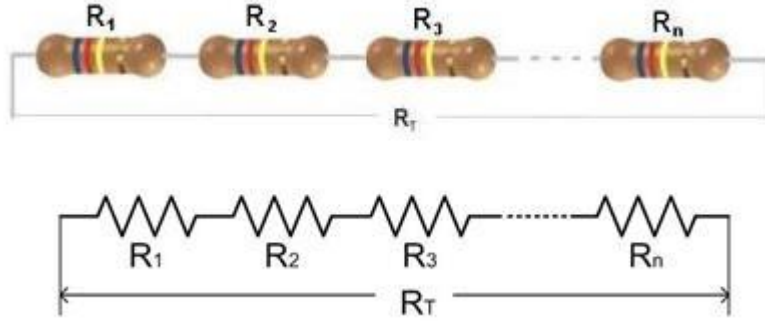
2.2.1.1. Seri Devrenin Özellikleri

İçlerinden aynı akım geçecek şekilde alıcılar veya dirençler birbiri ardına eklenirse bu devreye seri devre denir. Seri devrede birden fazla alıcının birin girişinin, diğerinin çıkışına bağlanarak yapılan bir bağlantı şeklidir. Bir elektronik devre için istenen değerde direnç yoksa seri bağlantı yapılır. Örneğin iki adet 300Ω'luk direnç seri bağlanarak 600Ω'luk direnç elde edilir.

2.2.1.2. Eşdeğer Direnç Bulma

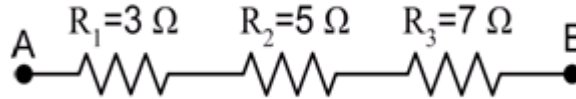
Tüm dirençlerin yerine geçecek tek dirence eşdeğer direnç veya toplam direnç denir. R_T veya $R_{eş}$ şeklinde gösterilir. Seri devrede toplam direnç artar. Birbiri ardınca bağlanan dirençlerden her birinin değeri aritmetik olarak toplanır ve toplam direnç bulunur. Toplam direnç bulunmasında kullanılan denklem;

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



Şekil 2.3: Seri bağlı direnç devresi

Örnek 2.2: Şekil 2.4'te üç adet seri bağlı direnç gösterilmiştir. A-B noktaları arasındaki eşdeğer direnci hesaplayınız.



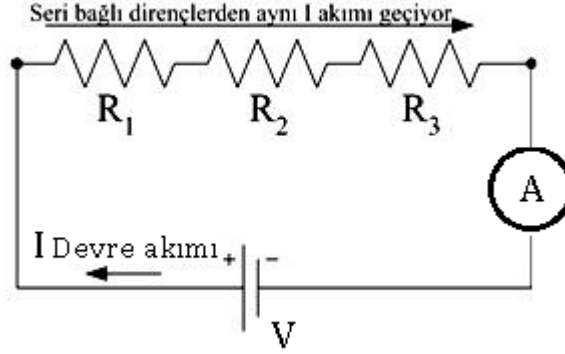
Şekil 2.4

Çözüm: A ve B noktaları arasına bağlanan üç direnç seri bağlı oldukları için değerleri formülde verildiği şekilde toplanarak eşdeğer direnç elde edilmiş olur.

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

2.2.1.3. Akım Geçişi

Devre akımı seri bağlı tüm dirençlerin üzerinden geçer. Şekil 2.5 teki bağlantı yapılarak ampermetreden geçen akım tüm dirençlerin içinden akıp geçen akım olmaktadır.



Şekil 2.5: Seri devrede akım geçişi

2.2.2. Kirşof'un Gerilimler Kanunu

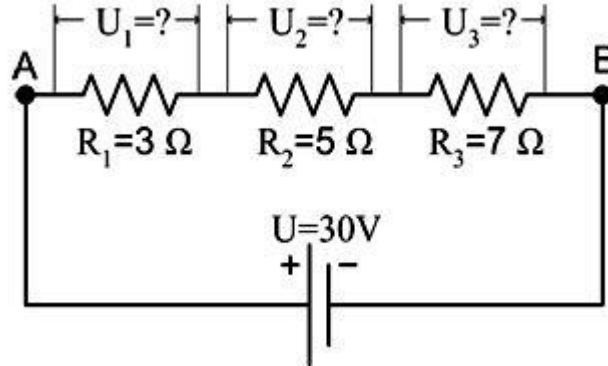
“Kirşof Gerilimler Kanunu” ile “Devreye uygulanan gerilim, devreye bağlı alıcıların her biri üzerine düşen diğer bir ifade ile bir devredeki dirençlerin her biri üzerinde düşen gerilimlerin toplamına eşittir” der.

Yani, $U_T = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ (V)' tur. (1)

$U = I \cdot R$ olduğundan (2)

$U_T = (I \cdot R_1) + (I \cdot R_2) + \dots + (I_n \cdot R_n)$ (3) şeklinde de yazılabilir.

Örnek 2.3: Şekil 2.6’da verilen devrede dirençler üzerinde düşen gerilimleri beraberce bulalım.



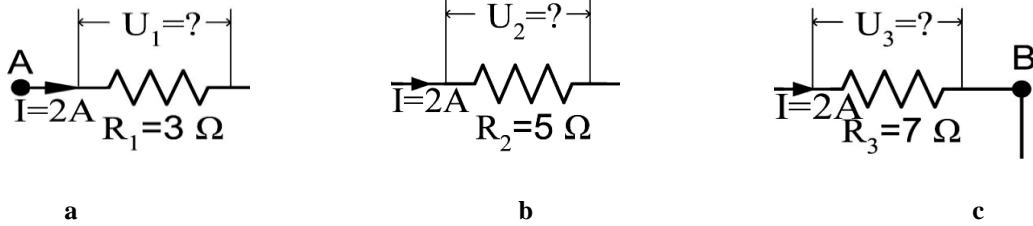
Şekil 2.6

Çözüm: Öncelikle eşdeğer direnç (Örnek 1.2’de olduğu gibi)

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

ve devreden geçen akım (Ohm Kanunu yardımıyla) $I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{30}{15} = 2\text{A}$ bulunur.

Şimdi ise her bir direnç için Ohm Kanunu’nu uyguladığımızda;

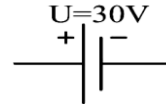


Şekil 2.7: (a,b,c)

$$U_1 = I.R_1 = 2 \cdot 3 = 6\text{V} \quad U_2 = I.R_2 = 2 \cdot 5 = 10\text{V} \quad U_3 = I.R_3 = 2 \cdot 7 = 14\text{V}$$

Kirşof Kanunu’na göre dirençler üzerinde ki gerilimlerin toplamı üretcin gerilimine eşit olmalıydı;

$$U = U_1 + U_2 + U_3 = 6 + 10 + 14 = 30\text{V}$$



Görüldüğü gibi üretcin gerilimi ile dirençler üzerine düşen gerilimlerin toplamı birbirine eşittir.

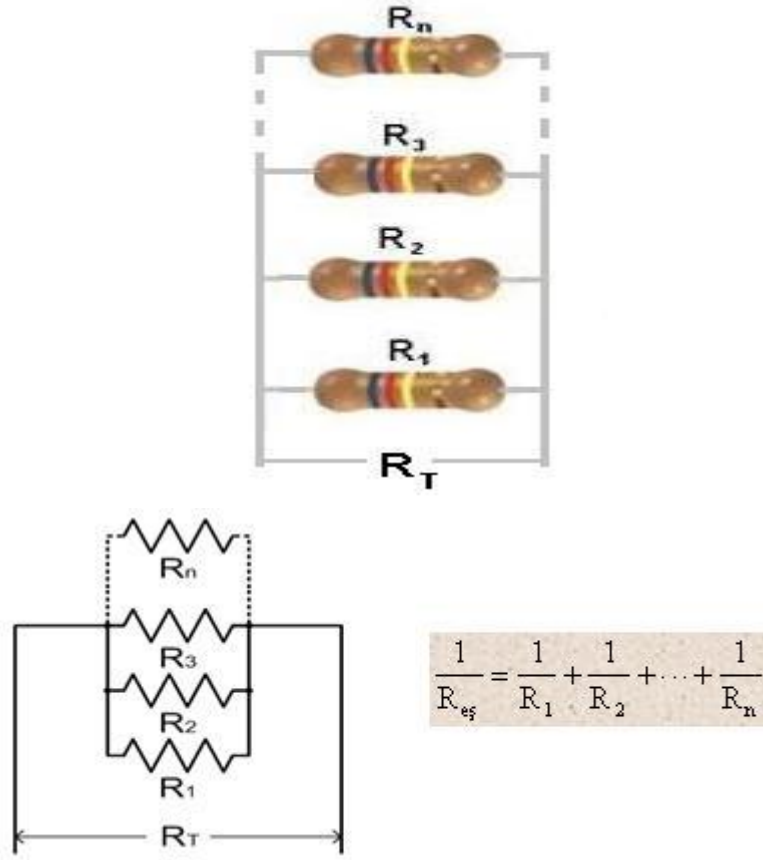
2.2.3. Paralel Devre

2.2.3.1. Paralel Devrenin Özellikleri

Dirençlerin karşılıklı uçlarının bağlanması ile oluşan devreye paralel bağlantı denir. Paralel bağlantıda toplam direnç azalır. Dirençler üzerindeki gerilimler eşit, üzerinden geçen akımlar farklıdır.

2.2.3.2. Paralel Devrede Direnç Toplama

Paralel bağlantıda seri bağlantıdan farklı olarak eşdeğer direnç, direnç değerlerinin çarpmaya göre terslerinin toplamının yine çarpmaya göre tersi alınarak bulunur. Formül haline getirirsek;

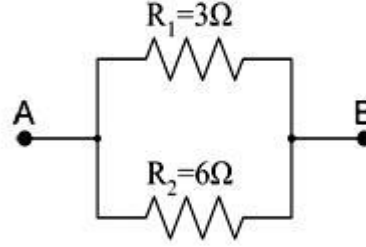


Şekil 2.8: Paralel devre

Sadece iki paralel direncin olduğu devrelerde hesaplamamanın kolaylığı açısından;

$$R_{eş} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{formülü de kullanılabilir.}$$

Örnek 2.4: Şekil 2.9'daki devrede A ve B noktaları arasındaki eşdeğer direnci hesaplayınız.



Şekil 1.9

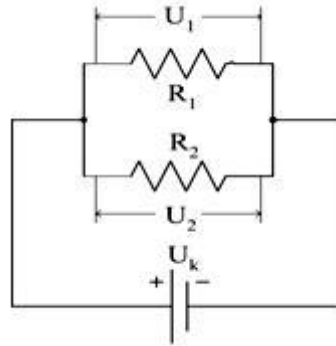
$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2+1}{6} \quad \frac{1}{R_{eş}} = \frac{3}{6} \Rightarrow R_{eş} = \frac{6}{3} = 2\Omega$$

veya

$$R_{eş} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = \frac{18}{9} = 2\Omega \text{ olarak bulunur.}$$

2.2.3.3. Gerilim Eşitliği

Paralel kolların gerilimleri eşittir. Kaynak uçlarını takip edersek doğruca direnç uçlarına gittiğini görebiliriz (Şekil 2.10).



Şekil 2.10

Burada U_k kaynak gerilimi başka hiçbir direnç üzerinden geçmeden doğruca R_1 direncinin uçlarına gitmekte dolayısıyla U_1 gerilimi kaynak gerilimine eşittir. Tüm bunlar R_2 direnci ve U_2 gerilimi içinde geçerlidir. Başka bir deyişle $U_k = U_1 = U_2$ 'dir.

Direnci düşük olan koldan çok, direnci fazla olan koldan az akım geçişi olur. Akım ve direnç arasında ters orantı vardır.

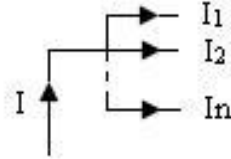
2.2.4. Kirşof'un Akımlar Kanunu

“Kirşof Akımlar Kanunu” ile “Bir düğüm noktasına gelen akımların toplamı o düğüm noktasını terk eden akımların toplamına eşittir.” der (Şekil 2.11).

$$I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n \text{ (A) } \dots\dots\dots (1)$$

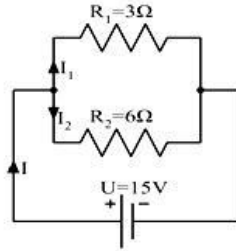
$I = \frac{U}{R}$ olduğundan 1 numaralı denklemde yerine yazarsak

$$I_T = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \dots + \frac{U}{R_n} \dots\dots\dots (2) \text{ şeklinde de yazılabilir.}$$



Şekil 2.11

Örnek 2.5: Şekil 2.12'deki devrenin I₁ ve I₂ kol akımlarını ve I akımını bulunuz.



Şekil 2.12

Çözüm: Kaynak gerilimi paralel dirençlerde düşen gerilimlere eşittir.

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

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

Kirşofun Akımlar Kanunu ile

$$I = I_1 + I_2 = 5 + 2,5 = 7,5A$$

2.2.5. Karışık Devre

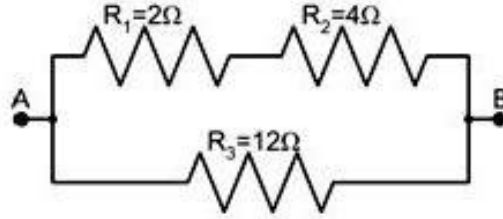
2.2.5.1. Karışık Devre Özellikleri

Hem paralel hem de seri bağlı dirençlerin bulunduğu devrelere karışık devre denir. Karışık devreler seri ve paralel devre özelliklerini gösterir.

2.2.5.2. Eşdeğer Direnç Hesaplama Yöntemi

Karışık devre çözümlerinde devrenin seri ve paralel kısımları ayrı ayrı hesaplanarak sadeleştirme yapılır. Sadeleştirmeler sonucunda eşdeğer direnç bulunur.

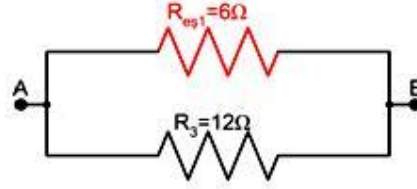
Örnek 2.6: Şekil 2.13'teki devrenin A-B noktaları arasındaki toplam direncini bulunuz.



Şekil 2.13

Çözüm : $R_{eş1} = R_1 + R_2 = 2 + 4 = 6\Omega$ (Şekil 1.14)

$$R_T = \frac{R_{eş1} \cdot R_3}{R_{eş1} + R_3} = \frac{6 \cdot 12}{6 + 12} = 4\Omega \text{ (Şekil 1.15)}$$



Şekil 1.14

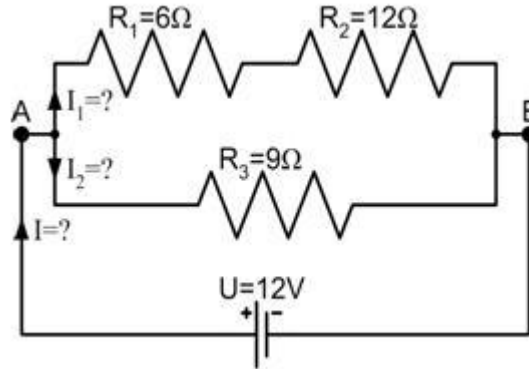


Şekil 2.15

2.2.5.3. Kol Akımlarının Bulunması

Karışık devre çözümlerinde devrenin akımını ve kol akımlarını bulmak için devrenin toplam direncini bulmak gerekir.

Örnek 2.7: Şekil 2.16'daki devrede her bir koldan geçen akımı hesaplayınız.



Şekil 2.16

Çözüm: Eşdeğer direnci hesaplayalım:

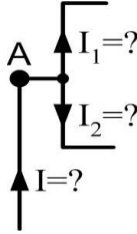
$$R_{es1} = R_1 + R_2 = 6 + 12 = 18\Omega$$

$$R_T = \frac{R_{eş1} \cdot R_3}{R_{eş1} + R_3} = \frac{18 \cdot 9}{18 + 9} = \frac{162}{27} = 6\Omega$$

Devre akımını Ohm Kanunu ile hesaplayalım:

$$I = \frac{U}{R_T} = \frac{12}{6} = 2A \text{ bulunur.}$$

Kol akımlarını Kirşof Akımlar Kanunu'ndan faydalanarak bulalım. Burada kaynak geriliminin aynı zamanda R_3 direnci üzerinde olduğuna dikkat edelim.



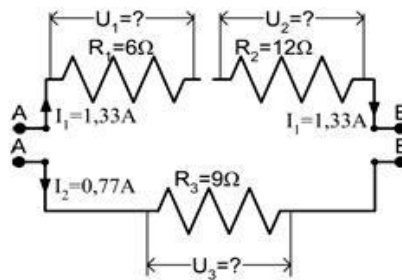
$$I_2 = \frac{U}{R_3} = \frac{12}{9} = 1,33A \quad I_1 = I - I_2 = 2 - 1,33 = 0,77A$$

Şekil 1.17

2.2.5.4. Dirençler Üzerinde Düşen Gerilim Değerlerinin Bulunması

Dirençler üzerindeki gerilimleri bulurken içinden geçen akımla direnç değeri çarpılarak bulunur.

Örnek 2.7'ye devam edelim ve dirençlerin üzerinde düşen gerilimleri de hesaplayalım:



Şekil 2.18

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 2 \cdot 2 = 4V$$

$$U_2 = I_1 \cdot R_2 = 2 \cdot 4 = 8V$$

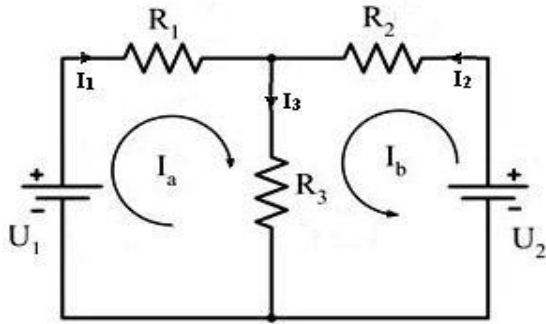
$$U = U_1 + U_2 = 4 + 8 = 12V$$

$$U = U_3 = I_2 \cdot R_3 = 1 \cdot 12 = 12V$$

2.2.6. Çevre Akımları Yöntemi

Bu yöntemde, devrenin her bir gözü için (Herhangi bir çevrenin seçilmesinde de sakınca yoktur.) bir çevre akımı ve yönü seçilir(Şekil 2.19).

Seçilen bu çevre akımlarından faydalanarak Kirşof'un Gerilimler Kanunu her bir göze uygulanır ve göz adedi kadar denklem yazılır. Göz adedi kadar bilinmeyen çevre akımı olduğundan, elde edilen göz adedi kadar denklem çözülerek her bir gözün çevre akımı bulunur. Sonrada çevre akımları kullanılarak kol akımları kolaylıkla bulunabilir.

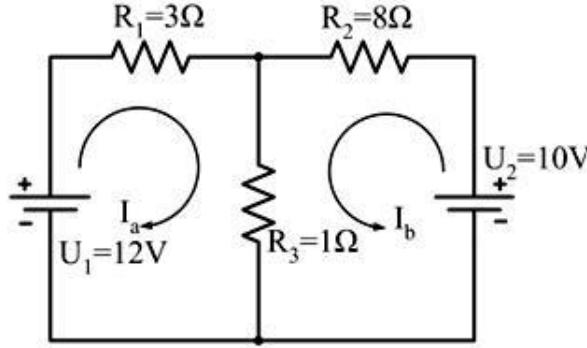


$$U_1 = (R_1 + R_3) \cdot I_a + R_3 \cdot I_b$$

$$U_2 = R_3 \cdot I_a + (R_2 + R_3) \cdot I_b$$

Şekil 2.19

Örnek 2.8: Şekil 2.20'deki devrenin çözümünü çevre akımları yöntemi ile bulunuz.



Şekil 1.20

Çözüm

$$\begin{aligned} 12 &= 4I_a + 1I_b & 12 &= 4I_a + I_b \\ (-4) \cdot 10 &= 1I_a + 9I_b & -40 &= -4I_a - 36I_b \\ & & -28 &= -35I_b \end{aligned} \quad I_b = 0,8 \text{ A olarak bulunur.}$$

$$12 = 4I_a + I_b \Rightarrow I_a = \frac{12 - 0,8}{4} = 2,8 \text{ A olarak bulunur.}$$

$$I_1 = I_a = 2,8 \text{ A}$$

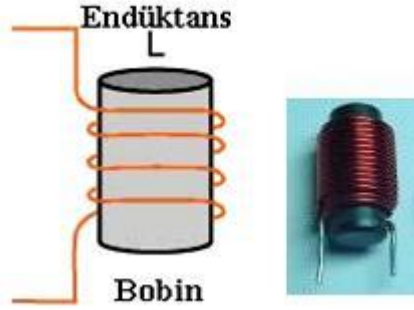
$$I_2 = I_b = 0,8 \text{ A}$$

$$I_3 = I_a + I_b = 2,8 + 0,8 = 3,6 \text{ A olarak bulunur.}$$

2.3. Bobinler ve Kondansatörler

2.3.1. Doğru Akım Devresinde Bobin

Bobin silindirik üzerine sarılmış ve dışı izole edilmiş iletken telden oluşur (Şekil 1.21). Bu yüzden geçen bobin, telin öz direncinden dolayı bir omik dirence de sahiptir.



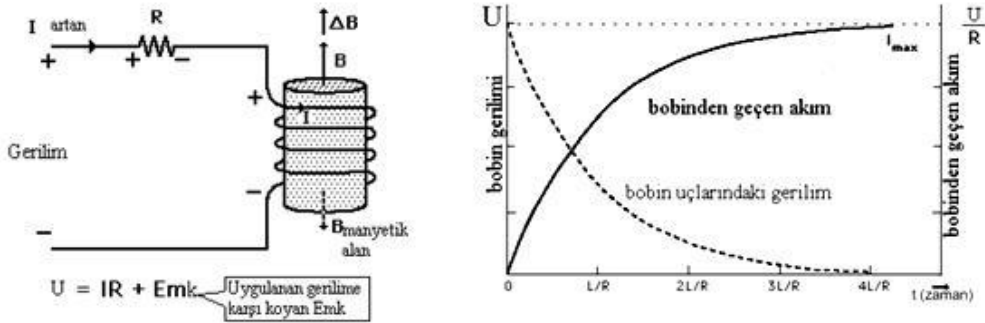
Şekil 2.21

2.3.1.1. Doğru Akımda Bobinin Kullanıldığı Yerler

DC’de bobin; elektrikte motor, elektromıknatis, röle, elektronikte ise filtre ve regüle devrelerinde kullanılır. Bobinin DC’de dar bir kullanım alanı vardır. AC’de daha geniş bir kullanım alanı vardır. Bununla ilgili olarak bir sonraki modül olan AC Esaslarında gerekli bilgiye ulaşacaksınız.

2.3.1.2. Bobinde Akımın Yükselişi

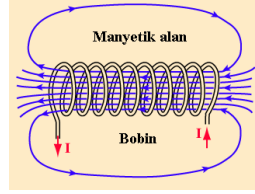
Seri R-L devresine yani gerçek bobine Şekil 2.22.a’ daki gibi DC uygulandığında ilk anda bobin akımdaki değişikliğe karşı koyar. Bu yüzden akım yavaşça yükselir. Faraday ve Lenz kanunlarına göre akımın yükselişindeki empedans miktarı akımın değişim oranına bağlıdır. Akım değişikliği ne kadar fazla olursa o kadar fazla direnç gösterir. Akım direncin tek başına alacağı değere kadar yükselir. Çünkü eğer akımda değişme olmazsa bobinin empedansı yoktur. Bu yükselme oranı L/R zaman sabitesi ile karakterize edilir. Şekil 2.22.b deki gibi logaritmik bir eğri şeklinde olur. Bu olaylar çok kısa sürede gerçekleşir.



Şekil 2.22: a) Bobinin DC bağlanması b) Bobinden geçen akım ve bobinin gerilimi

Bobinin zaman sabitesi denklemi $\tau = \frac{L}{R}$ dir.

2.3.1.3. Bobinde Akımın Azalışı



Resim 2.23

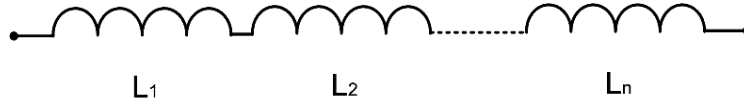
Bobine uygulanan akım bobin sargıları tarafından oluşturulan manyetik alanda (Resim 1.1) potansiyel enerji olarak depolanır. Bu enerji sayesinde devre akımı kesilse bile bobin üzerinde kalan manyetik alan sayesinde bobin uçları arasında bir EMK kalır. Bu haldeki bobinin uçları arasına bir alıcı, örneğin ampul bağlansa; ampul yanmaya manyetik alan azalmaya başlar. Manyetik alan bittiğinde ampul söner. Bu süre akımın yükselişinde de olduğu gibi bobinin indüktansına (L) bağlıdır.

2.3.2. Bobin Bağlantıları

Bobinlerin bağlantıları tıpkı dirençlerde olduğu gibi hesaplanır.

2.3.2.1. Bobinlerin Seri Bağlantısı

Seri bağlanmış bobinlerin toplam indüktansı aritmetik toplama ile bulunur.

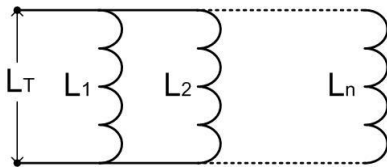


Şekil 2.24

$$L_T = L_1 + L_2 + \dots + L_n \quad \text{formülü kullanılır.}$$

2.3.2.2. Bobinlerin Paralel Bağlantısı

Toplam indüktans, bobinlerin indüktans değerlerinin çarpmaya göre terslerinin toplamının yine çarpmaya göre tersi alınarak bulunur.



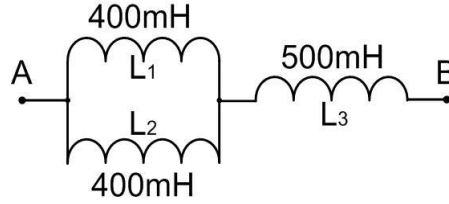
$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

Şekil 2.25

1.3.2.3. Bobinlerin Karışık Bağlantısı

Önce seri veya paralel bobinler kendi aralarında tek bobin haline getirilir daha sonra toplam indüktans hesaplanır.

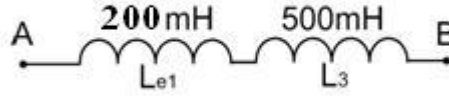
Örnek 2.9: Şekil 2.26’teki devrede A-B noktaları arasındaki eşdeğer indüktansı hesaplayınız.



Şekil 2.26

Çözüm: Önce paralel olan L_1 ve L_2 bobinlerinin ortak indüktanslarını hesaplayalım:

$$\frac{1}{L_{e1}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} = \frac{1}{0,4} + \frac{1}{0,4} \quad \frac{1}{L_{e1}} = \frac{2}{0,4} \Rightarrow L_{e1} = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ H'dir}$$



Şekil 2.27

Şimdi de seri hale gelen iki indüktansın toplamını bulalım:

$$L_T = L_{e1} + L_3 \Rightarrow L_T = 0,2 + 0,5 = 0,7 \text{ H olarak bulunur.}$$

2.3.3. Doğru Akım Devresinde Kondansatör

2.3.3.1. Doğru Akımda Kondansatörün Kullanıldığı Yerler

Kondansatör doğru akımı geçirmeyip alternatif akımı geçiren bir elemandır. Yükselteçlerde DC’yi geçirip AC geçirmeyerek filtre elemanı olarak kullanılır. AC/DC dönüştürülmesinde diyotlar düzgün bir DC elde edilemez burada da filtre elemanı olarak kullanılır. Enerji depolama özelliğinden faydalanılarak kontakların gecikmeli açılması istenen yerlerde röleye paralel bağlanarak kullanılabilir.

2.3.3.2. Kondansatör Kapasitansı

Şarj işlemi sonunda kondansatör, Q elektrik yüküyle yüklenmiş olur ve bir E_C enerjisi kazanır.

Kondansatörün yüklenebilme özelliğine kapasitans (sığa) denir. Birimi Farad (F) sembolü C'dir.

Q, E_C , C ve uygulanan U gerilimi arasında şu bağlantı vardır.

$$Q = C \cdot U \quad \dots\dots (1) \quad E_C = C \cdot \frac{U^2}{2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Q: Elektrik yükü (Coulomb)
U: Gerilim (Volt)
C: Kapasitans (Farad)
 E_C : Enerji (Joule)

Bir numaralı bağlantıdan da anlaşıldığı gibi, C kapasitansı ve uygulanan U gerilimi ne kadar büyük ise Q elektrik yükü ve buna bağlı olarak devreden akan I_C akımı da o kadar büyük olur.

Örnek 2.10: 48 V 1000 μ F'lik bir kondansatör tam şarj durumunda depoladığı yükü ve enerjisini hesaplayınız.

Çözüm: Kondansatörün yükü;
 $Q = C \cdot U = 1000 \cdot 10^{-6} \cdot 48 = 48 \cdot 10^{-3}$ Coulomb

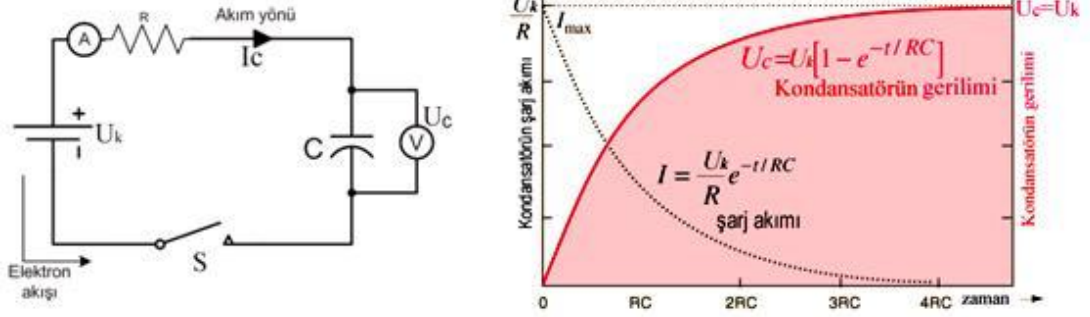
Kondansatörün enerjisi;

$$E_C = \frac{C \cdot U^2}{2} = \frac{1000 \cdot 10^{-6} \cdot 48^2}{2} = \frac{2304 \cdot 10^{-3}}{2} = 1152 \cdot 10^{-3} = 1,15 \text{ Joule}$$

2.3.3.3. Kondansatörün Şarjı ve Deşarjı

Kondansatörü bir DC kaynağa bağladığımızda kondansatörden doluncaya kadar akım akar. Kondansatör dolduğunda uçları arasındaki gerilim maksimum değerine ulaşır. Bu gerilim, kendisini besleyen kaynağın gerilimine eşittir. Dolduğunda kondansatör uçları ve kondansatörü besleyen kaynağın uçları arasında potansiyel farkı sıfır olacağı için devreden akım akmaz. Dolayısıyla dolma zamanı dışında bir kondansatör DC gerilim altında açık devre davranışı gösterir. Şekil 1.28.a 'da görüldüğü gibi kondansatör bir DC kaynağına bağlanırsa, devreden Şekil 1.28.b'de görüldüğü gibi, geçici olarak ve gittikçe azalan I_C gibi bir akım akar. I_C akımının değişimini gösteren eğriye kondansatör zaman diyagramı denir.

Bu olaya, kondansatörün şarj edilmesi, kondansatöre de şarjlı kondansatör denir. "Şarj" kelimesinin Türkçe karşılığı "yükleme" ya da "doldurma"dır.



Şekil 2.28: a) Kondansatörün doğru akıma bağlanması

b) Kondansatörün şarjı (zaman diyagramı)

U_c geriliminin kontrolü bir DC voltmetre ile de yapılabilir. Voltmetrenin "+" ucu, kondansatörün, kaynağın pozitif kutbuna bağlı olan plakasına, "-" ucu da diğer plakaya dokundurulursa U_c değerinin kaç volt olduğu okunabilir. Eğer voltmetrenin uçları yukarıda anlatılanın tersi yönde bağlanırsa voltmetrenin ibresi ters yönde sapar.

Kondansatörün bir R direnci üzerinden deşarj edilmesi:

Kondansatörde depo edilen enerji kondansatör uçlarına bağlanan bir dirençle harcanarak boşaltılır. Bu olaya kondansatörün boşalması (deşarjı) denir.

2.3.3.4. Zaman Sabitesi

Zaman sabitesi kondansatöre seri bağlanan R direnci ve kondansatörün kapasitesi ile doğru orantılıdır. " τ " ile gösterilir.

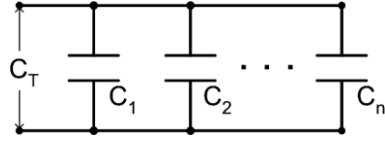
$$\tau = R.C \text{ dir.}$$

$R.C$ sürede kondansatör gerilimi, şarj geriliminin ancak 0,632'si kadardır. Kondansatör pratikte 4. $R.C$ kadar sürede tam dolmuş kabul edilir.

2.3.4. Kondansatör Bağlantıları

2.3.4.1. Kondansatörlerin Paralel Bağlantısı

Paralel bağlantıda kondansatör kapasiteleri aritmetik olarak toplanır. Gerilimler ise aynı kalır. Paralel bağlantı yapılan kondansatörlere uygulanacak çalışma gerilimi en düşük gerilime sahip olan kondansatörün değeri kadar olabilir.



Şekil 2.29

$$Q_1 = C_1 \cdot U \quad Q_2 = C_2 \cdot V \quad Q_n = C_n \cdot V$$

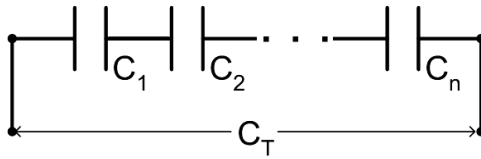
$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$$

$$C_T = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

2.3.4.2. Kondansatörlerin Seri Bağlantısı

Seri bağlantıda toplam kapasitans azalır çalışma gerilimi artar.



Şekil 2.30

$$Q = C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot U_2 = \dots = C_n \cdot U_n$$

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

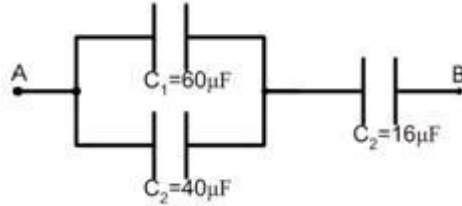
$$Q = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

2.3.4.3. Kondansatörlerin Karışık Bağlantısı

Devre çözümünde önce paralel bağlantılar sonra seri bağlantılar çözümlenerek toplam kapasitans bulunur.

Örnek 2.11: Şekil 2.31'deki devrede A-B noktaları arasındaki toplam kapasiteyi hesaplayınız.



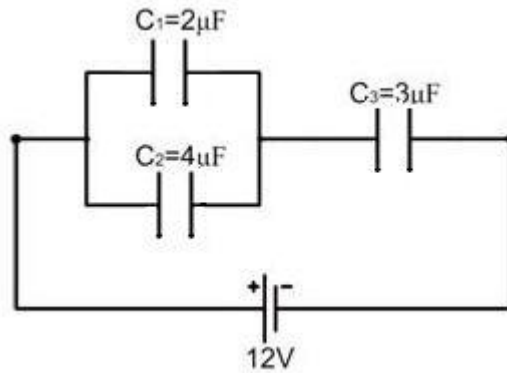
Şekil 1.30

Çözüm:

$$C_{\text{es1}} = C_1 + C_2 = 60 + 40 = 100\mu\text{F} \quad \frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_{\text{es1}}} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{100} + \frac{1}{16}$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{29}{400} \quad C_T = 13,79$$

Örnek 2.12: Şekil 2.32'deki devrede eşdeğer sığayı C_1 , C_2 , C_3 kondansatörlerinin yüklerini, potansiyel farklarını bulunuz.



Şekil 2.32

Çözüm:

$$C_{es1} = 2 + 4 = 6\mu F \quad C_T = \frac{C_{es1} \cdot C_3}{C_{es1} + C_3} = \frac{6 \cdot 3}{6 + 3} = 2\mu F$$

$$Q_T = C_T \cdot U = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 12 = 24\mu C$$

$$Q_T = Q_{e1} = Q_3 = 24\mu C$$

$$Q_3 = C_3 \cdot U_3 \Rightarrow U_3 = \frac{24 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{-6}} = 8V$$

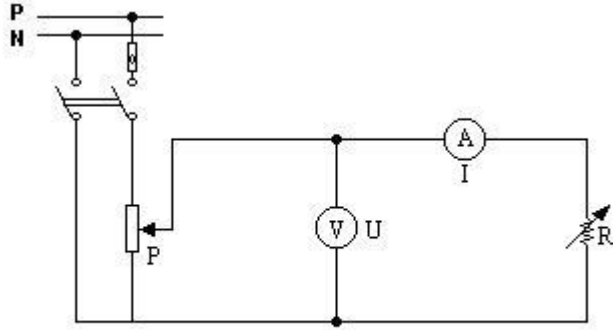
$$U = U_{e1} + U_3 \Rightarrow U_{e1} = U - U_3 = 12 - 8 = 4V$$

$$Q_1 = C_1 \cdot V_1 = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 4 = 8\mu C$$

$$Q_2 = C_2 \cdot V_2 = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 4 = 16\mu C$$

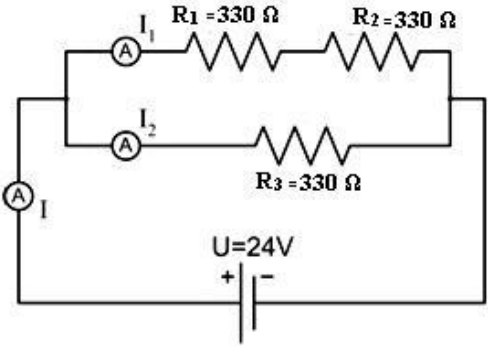
UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda şekli verilen Ohm Kanunu Deneyle Açıklayınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Şekildeki devre kurunuz.➤ P potansiyometresi en küçük değerinde iken devreye gerilim uygulayıp devreden bir akım geçiriniz	<ul style="list-style-type: none">➤ Uygun ölçü aleti kullanmaya dikkat ediniz
<ul style="list-style-type: none">➤ R direnci sabit tutulup P potansiyometresi ile devre gerilimi kademe kademe artırınız.➤ Akım ve gerilim değerleri okunarak kaydediniz	<ul style="list-style-type: none">➤ Gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ P potansiyometresi belli bir değerde sabit tutulup R direnci kademe kademe değiştiriniz.➤ Akım-gerilim değerleri okunarak kaydediniz	<ul style="list-style-type: none">➤ Mesleğinizle ilgili etik ilkelere uygun davranınız

Aşağıdaki şekilde verilen devrenin deneyini yapınız..

İşlem Basamakları	Öneriler
 <p>➤ Şekildeki dirençli devreyi breadboard üzerine kurunuz</p>	<p>➤ Devrede kullanılacak malzemelerin temininde öğretmeninizden yardım isteyiniz</p>
<p>➤ I, I₁ ve I₂ değerlerini hesaplayınız</p>	<p>➤ Değerleri hesaplarken bilgi sayfalarına başvurabilirsiniz</p>
<p>➤ I, I₁ ve I₂ Ölçü aletlerinde okunan değerleri hesapladığınız değerlerle karşılaştırınız</p>	<p>➤ Karşılaştırma sırasında oluşabilecek küçük farklılıklar ölçüm hatası ve direnç tolerans değerlerinden kaynaklanabilir</p>
<p>➤ Bobin uçlarına osilaskop bağlayarak değişimi gözlemleyiniz</p>	<p>➤ Bağlantıyı yaparken öğretmeninize danışınız</p>
<p>➤ Kondansatör uçlarına osilaskop bağlayarak gerilimdeki değişimi gözlemleyiniz</p>	<p>➤ Bağlantıyı yaparken öğretmeninize danışınız</p>

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme ölçütleri	Evet	Hayır
1. Deney devre bağlantılarını kurabildiniz mi?		
2. Değerleri hesaplayabildiniz mi?		
3. Değerleri ölçebildiniz mi?		
4. Değerleri karşılaştırabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

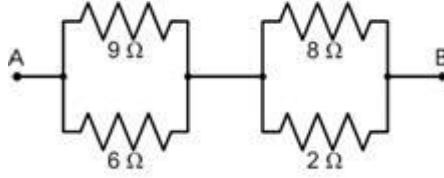
Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

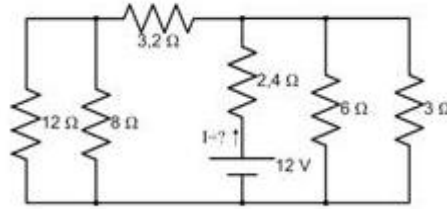
ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

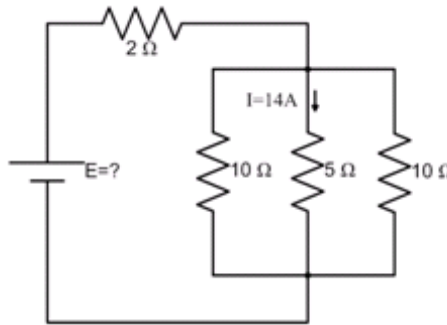
1. 5Ω ve 10Ω 'luk iki direnç birbirine paralel bağlanmıştır, devrenin eşdeğer direncini hesaplayınız.
2. Bir kaynağa üç direnç seri olarak bağlanmıştır. R_1 direncinin uçlarında 20 Volt vardır R_2 direncinden 5 Amper geçmektedir. R_3 direnci 2Ω olduğuna göre devredeki kaynağın gerilimini hesaplayınız.
3. Şekildeki devrede A ve B noktaları arasındaki eşdeğer direnci hesaplayınız. 52 Volt'luk gerilim uygulandığında en yüksek akımın hangi dirençten geçtiğini hesaplayınız.



4. Şekildeki kaynaktan çekilen akımı hesaplayınız.



5. Şekildeki devrede 5Ω 'luk dirençten geçen akım 14A ise kaynak gerilimini hesaplayınız.



DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Doğru akım kaynaklarını ve DC motorlarını güvenli olarak kullanabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Akü çeşitlerini ve yapılarını araştırınız.

3. DC KAYNAKLAR

3.1. Piller

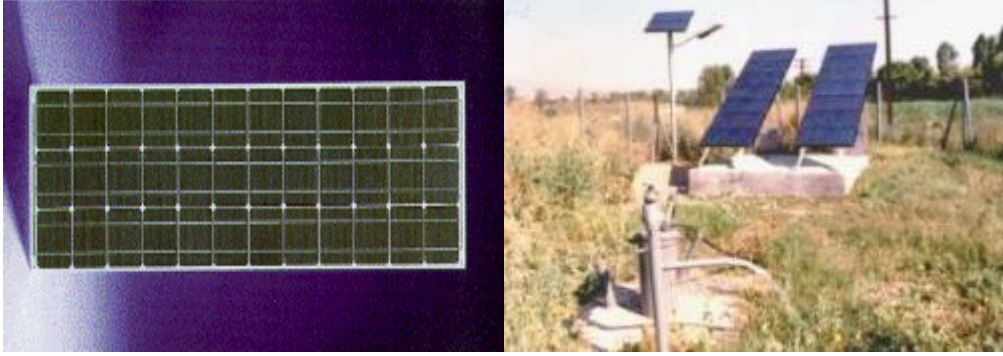
Piller kimyasal enerjiden elektrik enerjisi üreten düzeneklerdir. Günlük hayatta çok kullandığımız pillerin en büyük avantajı elektrik enerjisini taşınabilir kılmasıdır.

3.1.1. Pil Çeşitleri ve Yapıları

İlk zamanlarda piller tek defa kullanılabilirdi ve tekrar kullanılabilen elektrik kaynağı olarak akümülatörler bulunmuştu.

Zamanımızda pek çok çeşit pil, birden çok kullanılabilme, yani tekrar şarj edilebilme özelliğine sahiptir.

- Piller şu şekilde sınıflandırılabilir:
 - **Atom pili:** Uranyum ve grafit bloklardan oluşan ve nükleer enerjiden elektrik enerjisi elde etmeye yarayan hücrelerdir.
 - **Yakıt pili:** Hidrojen ve oksijenden elektrik enerjisi elde etmeye yarayan düzeneklerdir. Yakıt hücresi olarak da adlandırılır.
 - **Güneş pili:** Güneş pilleri veya fotopiller amorf silisyum kristallerinden elde edilen P-N kavşaklı bir yarı-iletken yapıdır. Takriben açık güneşli havada desimetrekarede 1 Watt enerji verebilir.



Resim 3.1: Güneş pili

- **Kuru pil:** Kuru piller, elektrot olarak çinko ve karbon kullanılır. Kuru pillerde kutuplaşmayı önlemek için genel olarak kullanılan manganez dioksittir.



Resim 3.2: Kuru pil

- **Sıvı piller:** Sıvı kutuplanmaz pillerin ilk örneği Daniel pilidir. Daniel pilinde bakır ve çinko elektrot olarak kullanılır. 1,08 volt elektrik gerilimi üretir, her elektrot kendi tuzlarının çözeltisine batırılmış ve arada gözenekli bölme ile birbirlerinden ayrılmıştır. Burada çinko çözünür, bakır ise çöker. Daniel pili bir sıvı pildir. Sıvı pillerde elektrolit sıvıdır. “Daniel pili” de böyledir, keza akümülatörlerde de elektrolit sıvı sülfürik asittir.
- **Gazlı piller:** Basınç altındaki gaz içinde olan piller gazlı pil olarak adlandırılır. Sir William Robert 1839’da elektrotları odun kömüründen olan gazlı pili yapmıştır. “Gaugain ve Zeuger pilleri” de gazlı pillerdendir.

- Gündelik kullanımdaki piller iki tiptir:
 - Tekrar şarj edilebilen piller; “Nikel Kadmiyum, Nikel Metal Hidrit ve Lityum İon” pillerdir.
 - Tekrar şarj edilemeyen piller; muhtelif alkalin, gümüş oksit, çinko-karbon ve civalı pillerdir.

3.1.1.2. Nikel Kadmiyum Piller (Ni-Cd)

Adından da anlaşılacağı gibi nikel ve kadmiyumdan yapılmış pillerdir. Şarjlı halde 1.44 Volt maksimum voltaja sahiptir. Uygun şartlarda kullanıldığında 10000 defa tekrar şarj edilebilir. Uzay teknolojisinde yaklaşık 20 yıl kullanılır.

Boş halde iken 1.2 Volt'ta tutulmalıdır. Bu pillerin verimli kullanılması için 1.1 Volt pil geriliminde mutlaka tekrar şarj edilmeleri gerekir. Bunun için özel düzenekler mevcuttur. Bu pillerin güç eğrisi birden azalır ve kullanım süresi sonunda güç birden düşer. Pek çok cihazda, özellikle elektrikli tıraş makinelerinde kullanılan 220 V kondansatör devreli akım regülatörleri çok başarılıdır. Lâkin pillerin yerlerine yerleştirilmesi sırasında çarpılma tehlikesi vardır. Bu tip pilleri şarj etmek için yapılacak şarj cihazının voltajını yüksek tutmak ve akım regülasyonu yapmak gerekir. Nikel-Kadmiyum pillerin şarjında değişik teknikler kullanılır. Bunlar pilin ömrünü uzatmak için yapılan işlemlerdir. Pil yarı boşalmış halde iken şarj edilmez. Aksi halde pil hafızasında tuttuğu bu noktadan ileriye doğru şarj olur bu da kapasitesini düşürür. Bu tip piller önce boşaltılır, sonra doldurulur.

3.1.1.3. Nikel Metal Hidrit Piller (Ni-MH)

Nikel Kadmiyum pillerden sonra piyasaya çıkan bir pil çeşididir. Ni-Cd. pillere göre daha yüksek kapasiteye sahiptir. Şarj edilmeleri hemen hemen Ni-Cd piller gibidir. Her iki pilin de bir iç direnci vardır. Bu direnç Ni-Cd pillerde daha yüksektir. Bu nedenle kullanılmadığında bu piller kendi içinden bir akım akıtır ve boşalırlar. Bu olay Ni-MH pillerde daha çabuk olur ve daha kısa sürede boşalır.

3.1.1.4. Lityum Ion Piller (Li-Ion)

Diğer şarj edilebilen pillere göre daha yüksek kapasiteleri olan pillerdir. Hafif piller olup, kendi kendine boşalmaları yavaştır. Memory effect'i yoktur yani istendiği an şarj edilebilir. Deşarj güç eğrisi lineerdir ve birden biterek sizi yolda bırakmaz. Şarj edilmeleri Ni-Cd ve Ni-MH pillere göre biraz daha güçtür fakat bir yandan kullanılır bir yandan da şarj edilebilirler. Hem voltaj hem de akım regülasyonu ile şarj edilir. Özellikle laptop, cep telefonu gibi taşınır cihazlarda tercih edilir.

Pil Sistemlerinin Mukayesesi

Özellik	Sistem			
	Ni – Cd	Ni - MH	Li – Ion	Kurşun – Asit
Enerji yoğunluğu/(hacim)	–	+	++	–
Enerji yoğunluğu/(ağırlık)	–	+	++	--
Tekrar kullanılabilme performansı	++	++	++	–
Kendi kendine deşarj	+	+	++	+
Hızlı şarj edilebilme	++	+	+	–
Yüksek akım ile deşarj edilebilme	++	+	+	–
Güvenirlilik	+	+	–*	++
Fiyat	+	–	--	++
Gerilim uyumluluğu	++	++	--	–
Deşarjda gerilim stabilitesi	++	+	+	–

++ : Mükemmel, + : İyi, – : Uygulamaların çoğu için yeterli, -- : Dezavantajlı,
* : Kontrol devreleri gerekli

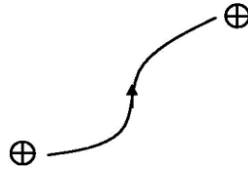
Tablo 3.1: Pil özellikleri

3.1.2. Pillerin İç Direnci

Tüm kaynakların bir iç direnci vardır. Bunun nedeni her iletkende olduğu gibi pillerin yapısında bulunan maddelerin de az da olsa bir dirence sahip olmalarıdır.

3.1.3. Pillerin EMK'sı (Elektromotor Kuvvet)

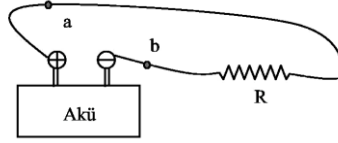
Elektromotor kuvveti (kısaca EMK denir ϵ ile gösterilir.) kaynağı, devrede oluşan yüklerin potansiyel enerjisini artıracak olan (batarya, pil, jeneratör gibi) herhangi bir aygıttır.



Şekil 3.1

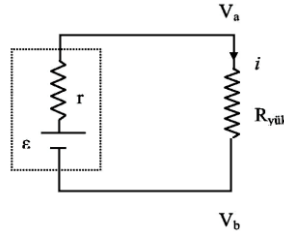
EMK, elektrik yüklerini düşük potansiyelden yüksek potansiyele (tepeye doğru) hareket ettirir (Şekil 3,1).

Bir kaynağın EMK'sı, birim yük başına yapılan iş olarak tanımlanır ve birimi Volt'tur. Bir kalem pilin EMK'sı 1,5 voltur.



Şekil 3.2

Şayet bataryanın iç direnci olmasaydı bataryanın uçları arasındaki potansiyel farkı (çıkış voltajı), onun EMK'sına eşit olurdu. Ama gerçekte bir batarya her zaman r ile göstereceğimiz küçük de olsa bir iç dirence sahip olduğundan, bataryanın çıkış voltajı EMK'sına eşit değildir (Şekil 3.3).

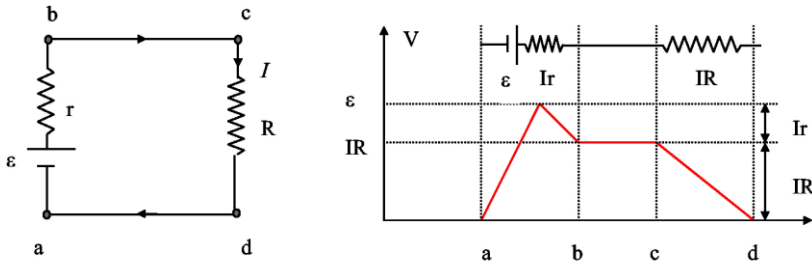


Şekil 3.3

$$\Delta V = \varepsilon - ir = V_b - V_a$$

Formülde ε = açık devre voltajını ifade etmektedir.

ΔV = devreden bir akım geçtiği zamanki güç kaynağının devreye sağladığı potansiyel farkı EMK batarya üzerindeki etiketlenmiş gerilimdir. Örneğin, pilin EMK'sı 1,5 Volt'tur. Pil devreye bağlandığında pilin üzerindeki gerçek gerilim iç direncine (r) bağlıdır ve " ir " kadar etiketlenmiş değerinden daha azdır.



Şekil 3.4

Devre üzerindeki bir noktadan, örneğin a noktasından (Şekil 3.4) başlayıp tekrar aynı noktaya geldiğimizde potansiyel farklarının toplamı, yani devrede EMK tarafından üretilen gerilim farkı dirençler üzerinde harcanan potansiyel farkına eşit olacaktır. Dış direnç R'ye yük direnci denir.

3.1.4. Pillerde Güç

Tüm pillerin üzerinde pilin gücünü gösteren bir rakam mevcuttur. Bu mA saat (mAh) olarak ifade edilir. Bir pilin üzerinde 800 mAh yazıyorsa, bu pil 800 mA akımı ancak bir saat boyunca akıtabilir. Eğer bu pilden devamlı olarak 100 mA akım çekiyorsanız o zaman bu pil size 8 saat hizmet edebilecektir.

3.1.5. Pillerde Verim

Şarjlı piller akım şarjına tabidir. Ni-Cd piller üzerlerinde yazılı olan mA saat değeri ne ise o değerinde onda biri kadar bir akım ile 14 saat şarj edilir. Örneğin, üzerinde 750 mAh yazan bir pili 75 mA ile 14 saatte şarj edebiliriz. Hızlı şarj imkânı da vardır, pilleri 1 saatte şarj edecek kadar akım basılır. Hızlı şarjda 400–1000 mA gibi yüksek bir şarj akımı uygulanır. Hızlı şarj pilin ömrünü çok kısaltır. Normal kullanma ömrü 10000 defalara kadar çıkabilecek iken bu sayı iki haneli rakamlara kadar düşebilir.

Bir Nikel Kadmiyum pilin şarj olduğunu, sıcaklığının artmasından da anlayabiliriz; çünkü bu durumda kimyasal reaksiyon (reversible) bitmiş verilen enerji ısı enerjisine dönüşmektedir.

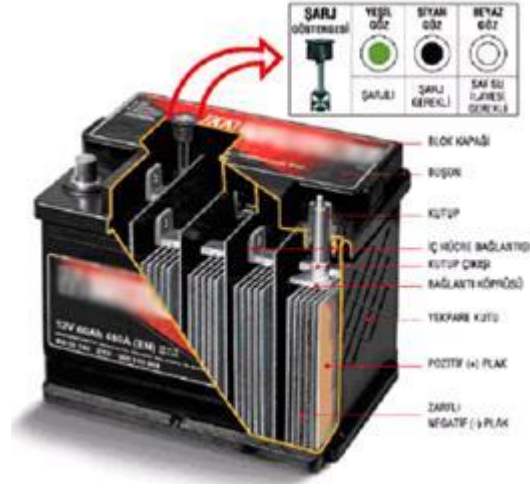
3.2. Aküler

3.2.1. Akü Çeşitleri ve Yapıları

Kurşun oksitli, nikel kadmiyumlu, nikel demirli, gümüş çinkolu, olmak üzere değişik tip akümülatörler mevcuttur. En çok kullanılan kurşunlu akümülatörlerde elektrotlar kurşundur. Seyreltik sülfürik asit de elektrolit olarak kullanılır.

Bir akü hücresi aşağıdaki ana elemanlardan oluşur:

- **Akü Kabı:** Çoğunlukla ebonit veya plastik malzemeden yapılır. Transparant akü kapları, akünün içindeki elemanların incelenmesine imkan verirler. Akü kapları kullanılacağı yerin durumuna göre çeşitli boyutlarda yapılır.
- **Akü Kapağı:** Akü kabı malzemesinden yapılan ve hücrenin üstünü kapatan kısımdır. Akü kabının üstünü, hava sızdırmaz bir biçimde presleyerek veya yapıştırarak kapatır.



Resim 3.3: Akünün iç yapısı

- **Hücre Kapağı (Tıpa):** Akü kapağındaki dişli deliğe takılan, plastik malzemeden yapılmış küçük bir kapaktır.

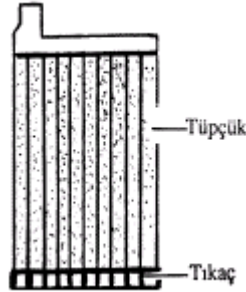
Üç ana işlevi vardır:

- Yerinden çıkarılarak, elektrolitin yoğunluğunu ölçmek ve/veya saf su ilave etmek
 - Buşon kapalı iken akü içinde oluşan gazların, kapak içindeki küçük delik yoluyla dışarı çıkmasını sağlamak
 - Özel tip buşonlarda, hücre içinde oluşan gazı, buşon içinde yoğunlaşarak tekrar elektrolite dönmesini sağlamak, böylece akünün saf su kaybını azaltmak
- **Elektrolit:** Sülfürik asit, saf su karışımı olan bir sıvıdır. Akünün tipine, imalatçının veya kullanıcının tercihine bağlı olarak sülfürik asit, su oranı değişik, çeşitli aküler imal edilmektedir.
 - **Seperatör:** Hücre içindeki plakaların birbirine değerek kısa devre olmasını önleyen parçalardır. Aside dayanıklı yalıtkan malzemeden yapılır, imalatçının tercihine bağlı olarak çeşitli profilde olur. Bununla birlikte seperatör tipinin seçiminde ve yerine takılmasında şu hususlara özen gösterilir:
 - Akü iç direncini artırmamak
 - Seperatörleri mikro gözenekli yaparak, plakalar arasındaki elektrolit temasını azaltmamak
 - Plakaları, özellikle nakliye esnasında eğilme ve kırılmalarını önleyecek şekilde sıkıştırmak

- **Plakalar:** Bir akü hücresi içinde pozitif ve negatif olmak üzere iki ayrı plaka grubu vardır.
 - **Negatif Plaka:** Saf kurşundan ızgara biçiminde, kalıplarda dökülerek elde edilir. Mekanik direnci arttırmak için kurşun içine antimuan katılır. Izgaranın profili, imalat tekniğine bağlı olarak çeşitli olabilir. Ancak nakliye ve kullanımda eğilip kırılmayacak kadar sağlam ve üzerine sıvanacak olan aktif madde denen pastayı iyi muhafaza edecek şekilde olmasına dikkat edilir.

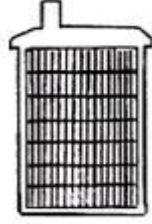
Kurşun-asit akülerin hepsinde negatif plakalar, kurşundan yapılmış ızgaranın içine, kurşun oksit pastanın sıvanması suretiyle elde edilir. Plakanın boyutları kullanıcının talebine veya imalatçının tercihine göre çeşitli olabilir.

- **Pozitif Plaka:** Kurşun-asit akülerin pozitif plakaları üç çeşittir:
 - **Sıvanmış Düz Plaka:** Yapısal olarak negatif plaka gibidir.
 - **Tüpçüklü Plaka:** Esas olarak antimuanlı saf kurşundan kalıplarda dökülerek elde edilir. Ana çerçeveye bağlı dikey çubuklar üzerine, gözenekli sentetik malzemeden yapılmış tüpçükler takılmıştır. Toz halindeki aktif madde, vibrasyon metoduyla, tüpçüklerin içerisine doldurulur. Tüpçüklerin açık olan altları plastik tıkaç dizisi ile kapatılır. Böylece hem aktif maddenin tüpçükler içinde kalması sağlanır, hem de kurşun çubukların ve tüpçüklerin düz sıraları halinde sallanmadan durması temin edilir. Bu tür pozitif plaka yapmadaki amaç, aktif maddenin tüpçük içinde muhafaza edilerek, dökülmesini engellemektir.



Şekil 3.5

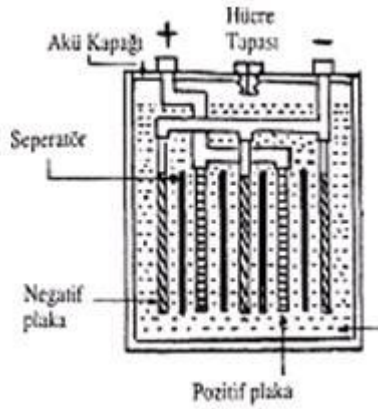
- **Artırılmış Yüzeyle Plaka (Plante):** Saf kurşunun, özel profilde dökümü suretiyle elde edilir. Çok sayıdaki dikey çubukların oluşturduğu gerçek yüzey, plakaya dik bakıldığında görünen yüzeyin takriben 12 katıdır. Böylece elektrolitle temas eden plaka yüzeyi artırılmış olur. Pozitif plakanın açıklanan şekilde imalatını müteakip, *formasyon* denen kimyasal işlemlerle plaka yüzeyinde kurşun peroksit film halinde aktif madde oluşturulur, işletme süresince deşarjda kurşun sülfat haline dönüşen yüzey şarjda tekrar kurşun peroksit film haline döner.



Şekil 3.6

➤ Akü Hücresi

Bir akü hücresi, yukarıda açıklanan elemanların, akü kabı içerisine tekniğine uygun bir şekilde yerleştirilmesi ile oluşturulur. Akü hücresi içindeki negatif plaka sayısı, pozitif plaka sayısından bir fazladır. Böylece pozitif plakanın iki yüzeyi de aktif durumda tutularak bükülmesi önlenir. Şekilde iki pozitif ve üç negatif plakası olan bir akü hücresi görülmektedir.



Şekil 3.7 Akü hücresi

Şemada görüldüğü gibi bütün pozitif plakalar ve negatif plakalar ayrı ayrı hücre içinde kurşun köprülerle birbirine kaynak edilerek her bir cins plaka grubunun müşterek kutupları hücre kapağından dışarı çıkarılır.

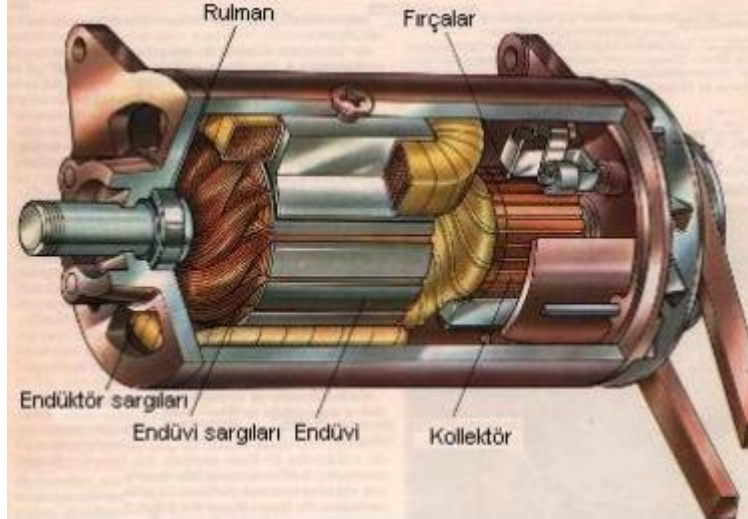
Akü grupları, hücrelerin (+) ve (-) kutuplarının birbirlerine harici köprülerle bağlanması suretiyle elde edilir. Harici köprülerin hücre kutuplarına bağlantısı, imalatçının tekniğine bağlı bir husustur. Çoğunlukla cıvata ile veya kaynakla bağlanır.

3.2.2. Akü Kapasiteleri

Akümülatörler voltaj kaynağı ile şarj edilirler normal şarj için kapasitesinin 1 /10'u kadar akım verilir ve 24 saat süresince şarj olur. Otomobillerde kullanılan akümülatörler 45 ve 60 Ah kapasitesindedir. Yani bu akümülatör kullanılma süresi ile verdiği akım çarpımı 60'a eşittir. Yani 10 amper çekiliyorsa 6 saat akım verebilir. Dolu bir akümülatörün maksimum voltajı 14,5 voltur. Akümülatörlerin üzerinde ayrıca maksimum akım değeri de yazar. Bu çok yüksek bir akım değeridir. Bir akümülatör 250 ampere kadar bir akımı akıtabilir.

3.3. Dinamolar

Hareket enerjisini doğru akım elektrik enerjisine dönüştüren makinelere dinamo denir.



Resim 3.4: Dinamo

3.3.1. Dinamo Çeşitleri

Günümüzde dinamolar bisiklet, otomobil gibi hareketli olan araçlardaki elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için kullanılır. Ayrıca sanayide yüksek akım istenen yerlerde örneğin kaynak motoru gibi motorlarla akuple olarak bağlanan dinamolarda kullanılabilir.



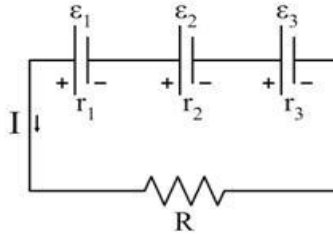
Resim 3.5: Bisiklet dinamosu

3.4. Kaynak Bağlantıları

Üreteçler uygulamada amaca göre seri, paralel ya da karışık bağlanarak uygun bir EMK veya yeterli akım elde edilir. Birden fazla üreteçten oluşan sisteme batarya denir.

3.4.1. Kaynakların Seri Bağlantısı

Şekildeki devrede görüldüğü gibi EMK'ları ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_3 , ve iç dirençleri r_1 , r_2 , r_3 , olan üreteçlerin birinin (+) kutbu, diğerinin (-) kutbuna birleştirilerek yapılan bağlamaya seri bağlama denir.



Şekil 3.8: Seri bağlı bir devre

Seri bağlı bir devrede:

- Potansiyel farkı, üreteçlerin potansiyel farkları toplamına eşittir.

$$\epsilon = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3$$

- Bütün üreteçlerden geçen akımın değeri aynıdır.

$$I = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3}{R + r_1 + r_2 + r_3} \quad \text{ya da} \quad I = \frac{\sum \epsilon}{\sum R}$$

Devredeki üreteçlerin "t" kadar zamanda verdiği enerjiler toplamı, bu üreteçlerin yerine geçen eş değer üreticinin aynı zamanda verdiği enerjiye eşittir.

Örnek 3.1: Her biri 1,5 voltluk 3 tane pil seri olarak bağlanmıştır. Üretecin verebileceği toplam gerilimi bulunuz.

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = 1,5 + 1,5 + 1,5 = 4,5 \text{ volt.}$$

Örnek 3.2: Birbirine seri bağlı üç tane pilin iç direnci $0,2 \Omega$ 'dur. Toplam iç direnci bulunuz.

$$r_{iT} = r_1 + r_2 + r_3 = 0,2 + 0,2 + 0,2 = 0,6 \Omega \text{ dur.}$$

Örnek 3.3: Birbirine seri bağlı 1,5 voltluk üç tane pilin iç direnci toplamı $0,6 \Omega$ 'dur. Seri bağlı üç pilin uçlarına bağlı lamba $0,3$ amper akım çekerse lamba uçlarında düşen gerilim kaç voltur?

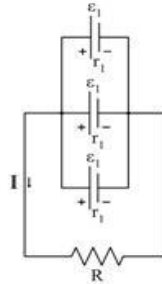
Üç pil üzerinde düşen gerilim:

$$U_r = 0,6 \times 3 = 0,18 \text{ Volt}$$

$$U_L = U_p - U_r = 4,5 - 0,18 = 4,32 \text{ Volt olarak bulunur.}$$

3.4.2. Kaynakların Paralel Bağlantısı ve Sakıncaları

EMK'ları ε_1 ve iç dirençleri r_1 olan n tane üretecin (+) ve (-) kutuplarının şekil 3.9'daki gibi kendi aralarında birleştirilerek yapılan bağlantıya paralel bağlantı denir.



Şekil 3.9: Paralel bağlantı

Paralel bağlamada üretceğlerin EMK'leri eşit olmalıdır. Aksi takdirde "R" direncinden geçmesi gereken akım EMK'leri küçük olan ara devrelerden geçerek istenmeyen durumlara neden olabilir.

Devredeki üretceğlerin "t" kadar zamanda verdiği enerjiler toplamı, bu üretceğlerin yerine geçen eş değer üretceğin aynı zamanda verdiği enerjiye eşittir.

- Paralel bağlı üreteç devresinde eşdeğer EMK, üreteçlerden birinin EMK'ine eşittir.

$$\varepsilon = \varepsilon_1$$

- EMK'leri, ε_1 ve iç dirençleri r_1 olan özdeş n tane üreteç paralel bağlanırsa eşdeğer

$$\text{direnç} \quad r_{eş} = \frac{r_1}{n} \quad \text{olur.}$$

- Devreden geçen akım şiddeti,

$$I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R} = \frac{\varepsilon}{R + \frac{r_1}{n}} \quad \text{olur.}$$

Bir devrede hem paralel, hem de seri bağlı üreteçler bulunuyorsa, bu tür bağlamaya karışık bağlama denir. Böyle devrelerde paralel ve seri bağlı kısımlardaki eşdeğer üreteçlerin EMK ve iç direnci hesaplanır. Sonra devreden geçen akım şiddeti bulunur.

Örnek 3.4: Birbirine paralel bağlı 1,5 voltluk 3 pilin her birinin iç direnci 0,3 Ohm'dur. Buna göre üreteç devresinin toplam gerilimini ve pillerin iç dirençleri toplamını bulunuz.

$\varepsilon = \varepsilon_1$ olduğundan toplam gerilim 1,5 voltuttur.

$$\frac{1}{r_{eş}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} = \frac{1}{0,3} + \frac{1}{0,3} + \frac{1}{0,3} \Rightarrow r_{eş} = 0,1 \, \Omega \text{ veya}$$

$$r_{eş} = \frac{r_1}{n} = \frac{0,3}{3} = 0,1 \, \Omega \text{ olarak bulunur.}$$

3.5. DC Kaynakları Kullanırken Dikkat Edilecek Hususlar

Üreteçler, büyük EMK elde edebilmek için seri bağlanmalı, paralel bağlı üreteçlerin EMK'leri eşit olmalıdır. Paralel bağlı üreteçlerin bulunduğu sistemin eşdeğer EMK yani toplam EMK üreteçlerden birinin EMK kadardır ($\varepsilon_{eş} = \varepsilon_1$). Kapalı devreden geçen akım şiddeti,

$$I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R} \quad \text{ile bulunur.}$$

➤ **Pil Kullanımında Dikkat Edilecek Hususlar:**

Hayatımızı kolaylaştıran her teknolojik üründe görülebildiği gibi piller de bilhassa bilinçsiz kullanılması ve atıklarının gereği şekilde kontrol edilmemesi sonucunda çevreye oldukça önemli zararlar verebilmektedir.

Doğru akımda düşük bir güç vermelerine ve sağladıkları enerjinin şebeke enerjisinkinden çok daha pahalı olmasına karşılık, pillerin kolayca taşınabilir özerk üreteçler olma üstünlüğü vardır. Uygulamaları, askerî alanda (güdümlü ve balistik mermilerin, torpidoların itme sistemleri) olduğu kadar sivil alanda da (radyo alıcılarını, teypleri, tıraş makinelerini, kameraları, aydınlatma düzeneklerini, oyuncakları vb. beslemede) oldukça yaygındır. Saatlerin, elektronik oyunların, cep hesap makinelerinin ve cep telefonlarının gelişmesiyle minyatür pillere yeni pazarlar açılmıştır.

- Çocukların pillerle oynamasına kesinlikle müsaade edilmemelidir.
- Özellikle iç dirençleri düşük pillerin (örneğin Ni - Cd türleri gibi) para, bilezik, yüzük veya diğer madeni eşyalarla kısa devre yapması sonucunda ortaya çıkan yüksek sıcaklıklar yanıklara yol açabilir.
- Düğme tipi veya küçük boy pillerin yutulması halinde derhal tıbbi müdahale gereklidir.
- Küçük çocukların oynadıkları pilli oyuncakların, pil yuvalarının emniyetli bir şekilde kapalı olduğu kontrol edilmelidir.
- Pilleri (+) ve (-) kutuplarının kullanıldıkları cihaza doğru biçimde yerleştirilmeleri son derece önemlidir.
- Şarj edilemeyen türdeki piller herhangi bir şekilde kesinlikle şarj işlemine tabi tutulmamalıdır.
- Kullanılmış piller, hayatiyet kazandırmak için kesinlikle ısıtılmamalıdır.
- Piller ateşe atılmamalı veya parçalanmamalıdır.
- Cihazınızdaki pillerin tamamı aynı anda değiştirilmelidir. Yeni pillerle kısmen kullanılmış piller bir arada çalıştırılmamalı ve farklı markalarda piller beraber kullanılmamalıdır. Aksi takdirde pillerin akma ihtimali çoğalacaktır. Bu ise cihazın arızalanmasına ve çevre kirliliğine yol açacaktır.
- Şarj edilebilir pil ve batarya bloklarının özel durumlar haricinde 0°C'nin altında ve 40°C'nin üstündeki sıcaklıklarda şarj edilmeleri tavsiye edilmez.

3.6. Elektromanyetizma

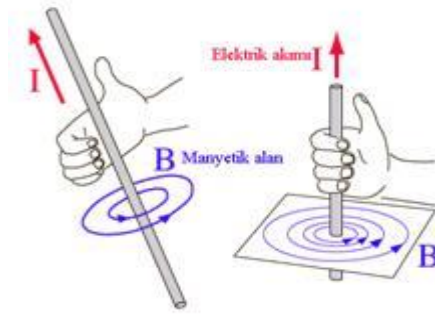
Elektrik akımı ile elde edilen manyetik alana genel olarak elektromanyetizma denir.

3.6.1. Akım Geçen İletken Etrafındaki Manyetik Alan

Elektrik akımı, elektrik yüklerinin hareketinden meydana gelmektedir. Elektriğin temel esasları modülünde manyetik yükün ne olduğuna değinmemize rağmen manyetik alanın nasıl oluştuğuna değinmedik. Bu bölümde manyetik alanın nasıl oluştuğunu göreceğiz.

Manyetik alanlar genel olarak iki türlü elde edilir. Bunlardan biri bildiğimiz doğal mıknatıslar yardımı ile diğeri ise bir iletken üzerinden akım geçirilerek elde edilir.

Bu modülde içinden akım geçen bir tel parçasının etrafında oluşturacağı manyetik alanın büyüklük ve yönünün nasıl bulunacağını anlatılacaktır.



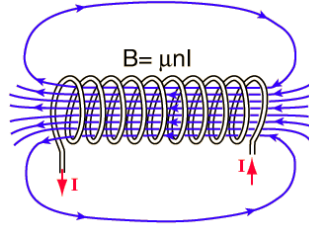
Resim 3.6: Manyetik alan

Resim 2.6'da uzunca bir tel parçasından "I" akımı geçtiğini düşünelim. Bu telin etrafında manyetik bir alan oluşur. Manyetik alan telden uzaklaşınca r^2 ile orantılı azalır; ama telden herhangi bir r uzaklığı için tel boyunca büyüklüğü sabittir. Bu büyüklük telin içinden geçen akımla doğru orantılıdır.

Akım taşıyan telin etrafında oluşturduğu manyetik alanın yönünü bulmak için sağ el kuralını kullanırız. Sağ el kuralı oldukça pratik bir yöntemdir. Akım taşıyan bir tel parçasının etrafında oluşturduğu manyetik alan için Sağ El Kuralı'nda; akım yönü sağ elin başparmağının gösterdiği yön olarak seçilir. Sağ elin kıvrılmış dört parmağı ise manyetik alanın yönünü göstermiş olur.

3.6.2. Akım Geçen Bobinin Çevresindeki Manyetik Alan

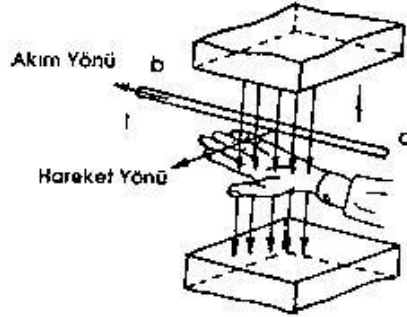
Bir kasnak üzerine yan yana sarılan iletkenlerin oluşturduğu bütüne bobin denir. Bu iletken; yani bobinden akım geçirildiğinde bobin içinde bir manyetik alan meydana gelir. Bu manyetik alanın büyüklüğü de akım şiddetine "I" bobinin boyuna "L" sarım sayısına "N" ve ortama " μ " bağlıdır.



Resim 3.7: Bobin içinde bir manyetik alan

3.7. İçinden Akım Geçen İletkenin Manyetik Alan İçerisindeki Durumu

Sabit bir manyetik alan içerisinde kalan iletkenin akım geçirildiğinde, iletken içinden geçen akımın oluşturduğu manyetik alanın, etrafındaki manyetik alan ile etkileşimi sonucunda iletken manyetik alan dışına doğru itilir. Manyetik alanın dışında bu hareket durur.



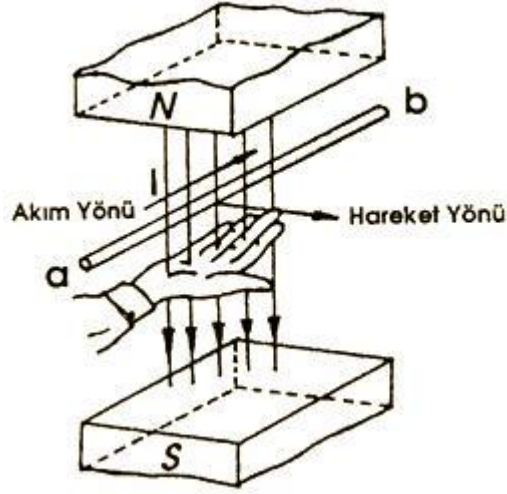
Resim 3.8: İletken içinden geçen akımın oluşturduğu manyetik alan

İletkenin itilme yönü iletkenin geçen akım ve manyetik alanın yönüne bağlıdır. Bu hareketin yönü sol el kuralı ile bulunur.

- **Sol el kuralı:** Sol el dört parmağı birleştirilerek açılır. Kuvvet çizgileri avuç içine girecek şekilde alan içine sokulan sol el dört parmağı akım yönünü gösterecek şekilde tutulursa yana açılan başparmak hareketin yönünü gösterir.

3.8. Manyetik Alan İçinde Bulunan İletkenin Hareketi

- **İndüksiyon prensibi:** Dinamoların çalışma prensibi; kısaca, sabit manyetik alan içerisinde bulunan iletken manyetik alan kuvvet çizgileri tarafından kesilecek şekilde hareket ettirilirse o iletkenin gerilim indüklenir. Bu olaya indüklenme denir.



Resim 3.9: Hareketin yönü

İletkente indüklenen gerilimin miktarı iletkenin hareket hızı ve manyetik alanın büyüklüğü ile doğru orantılıdır. İndüklenen akımın yönü de iletkenin hareket yönüne ve manyetik alanın yönüne bağlıdır ve akımın yönü sağ el kuralı ile bulunur (Resim 2.9).

- **Sağ el kuralı:** Sağ elin avuç içi “N” kutbuna bakacak şekilde tutulduğunda, alan içindeki iletkenin hareket yönünü yana açılan başparmak gösteriyorsa iletkende indüklenen gerilimin yönünü bitişik dört parmak gösterir.

3.9. DC Motorlar

Tanımı: Doğru akım elektrik enerjisini hareket enerjisine dönüştüren makinelere doğru akım motoru denir.

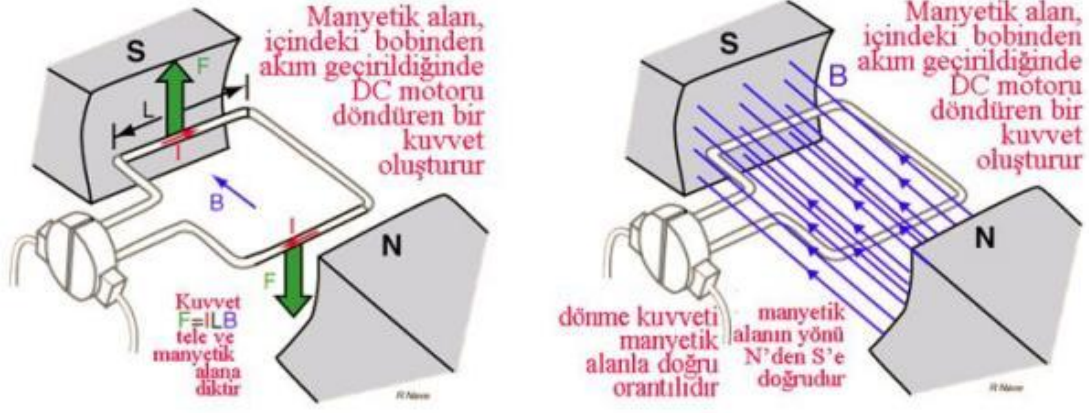
3.9.1. DC Motor Çeşitleri

Doğru akım motorları çalışma prensibi olarak aynıdır. Tek farklılık güçleridir. Küçük güçlü motorlara doğal ya da yapay olan sabit mıknatıslar yeterli iken büyük güçlü motorlarda gerekli manyetik alan elektromıknatısla oluşturulur.

3.9.2. Temel Çalışma Prensibi

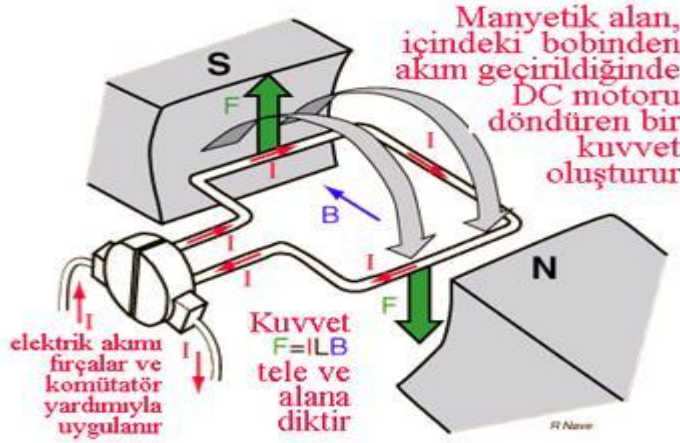
Telin itilme kuvveti telden geçen akıma telin boyuna ve telin içinde bulunduğu ortama bağlıdır. $F=I.L.B$ formülü ile bulunur.

Kuvvetin yönü sol el kuralı ile bulunur.



Resim 3.10: Motorun manyetik alanı

Sabit manyetik alan içinde kalan bobinin dönme kuvveti manyetik alan ile doğru orantılıdır (Resim 3.10).

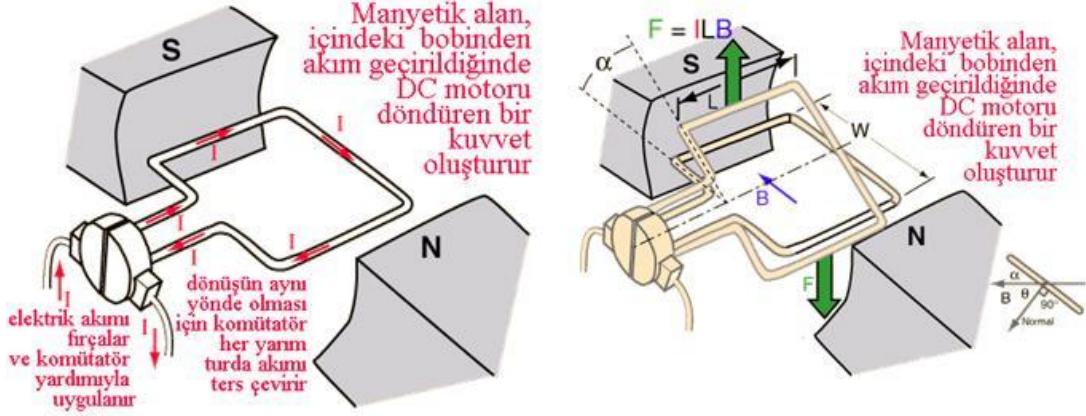


Resim 3.11: Manyetik alan

Bobin bir eksen etrafında dönecek şekilde manyetik alan içine yerleştirilir. Elektrik akımı fırça ve kolektör (komütatör) yardımıyla bobine iletilir (Resim 3.11).

Dönüşün aynı yönde ve sürekli olması için aynı kutbun altından sürekli aynı yönde akımın geçmesi gerekir.

Akımın her yarım turda yön değiştirmesi yan yana konulan kolektör dilimleri ve kutup ekseninde sabit tutulan fırçalar ile sağlanır.



Resim 3.12

Bobin döndükçe manyetik alan ile bobin arasında bir α açısı oluşur. Aradaki açının kosinüsü ile doğru orantılı olarak döndürme kuvveti de azalır. Bu durumda kuvvet $F=I.L.B.\cos\alpha$ formülü ile hesaplanır.

3.9.3. Dönüş Yönü Değiştirme

Doğru akım motorunun dönüş yönünü değiştirmek için uygulanan akım yönünü değiştirmek yeterlidir. Bobine etkiyen kuvvetin yönü dolayısıyla motorun dönüş yönü, manyetik alanın ve iletkenlerden geçen akımın yönüne bağlıdır. Alan yönünü değiştirmenin mümkün olduğu harici uyarımlı DC motorlarda, alan yönü değiştirilerek veya uygulanan gerilimin yönü değiştirilerek motorun dönüş yönü değiştirilebilir. Sabit mıknatıslı DC motorlarda alan yönünü değiştirmek mümkün olmadığından akım yönünü değiştirmek yeterli olacaktır.

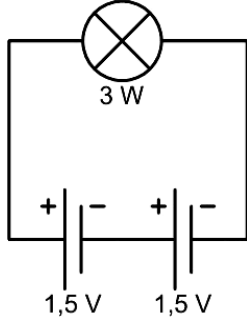
3.9.4. Gerilimle Hız Ayarı

Doğru akım motorlarında dönüş hızı manyetik alan kuvveti ve iletkenlerden geçen akımla doğru orantılıdır. Sabit mıknatıslı DC motora uygulanan gerilim değiştirilerek iletkenlerden geçen akım, dolayısıyla hız değiştirilebilir. Harici uyarımlı DC motorlarda ise uyarım akımı dolayısıyla manyetik alan ayarlanarak hız ayarı yapmak mümkündür.

UYGULAMA FAALİYETİ

Uygulama 1: Aşağıdaki devre bağlantısını kurunuz ve gerekli hesaplamaları 1-2-3. işlem basamağını takip ederek yapınız.

Uygulama 2: Küçük güçlü bir teyp motorunun bağlantısını 4. ve 5. işlem basamaklarını takip ederek yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Şekildeki devreyi kurunuz.</p>  <p>The diagram shows a simple series circuit. At the top, there is a light bulb symbol with a circle and a diagonal cross, labeled '3 W'. Below it, two 1.5V cells are connected in series. Each cell is represented by two parallel vertical lines of unequal length, with the longer line on the right. The positive terminal (+) is on the left and the negative terminal (-) is on the right. The circuit is completed by connecting the right terminal of the second cell to the right terminal of the bulb, and the left terminal of the first cell to the left terminal of the bulb.</p>	<p>➤ Şekildeki devreyi öğretmeninize danışarak kurunuz.</p>
<p>➤ Pillerin boştaki gerilimlerini ölçünüz. ➤ Piller devreye bağlandığındaki değerleri ölçünüz. ➤ Devrenin akımını ölçünüz.</p>	<p>➤ Ölçümlerin yapımını elektriksel büyüklüklerin ölçülmesi modülünden tekrar edebilirsiniz.</p>
<p>➤ Pillerin iç dirençlerini hesaplayınız.</p>	<p>➤ İç direnç hesaplamasında gerekli bilgiyi bilgi sayfalarından edinebilirsiniz.</p>
<p>➤ Sabit mıknatıslı bir DC motoru ayarlı gerilim verebilen bir kaynağa bağlayınız.</p>	<p>➤ Bağlantıyı kurarken öğretmeninize danışınız. ➤ DC motora uyguladığımız gerilim motorun çalışma gerilimini geçmemelidir.</p>
<p>➤ Gerilim ayarı yaparak hız değişimini gözlemleyiniz.</p>	<p>➤ Hız ölçümünü optik turmetre ile yapınız.</p>

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1. Devre bağlantısını şekle göre kurabildiniz mi?		
2. Değerleri ölçebildiniz mi?		
3. Değerleri hesaplayabildiniz mi?		
4. Değerleri karşılaştırabildiniz mi?		
5. DC motor hız kontrolünü yapabildiniz mi ?		

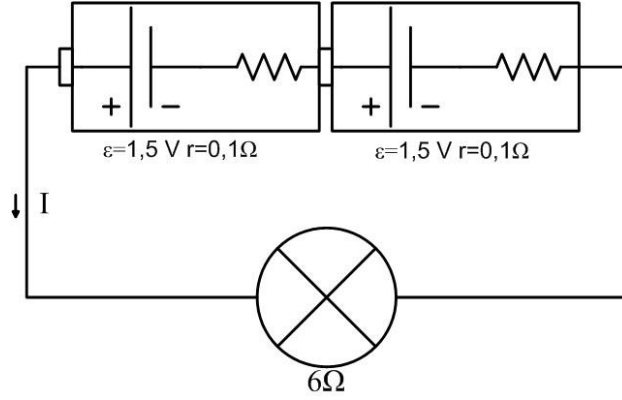
DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

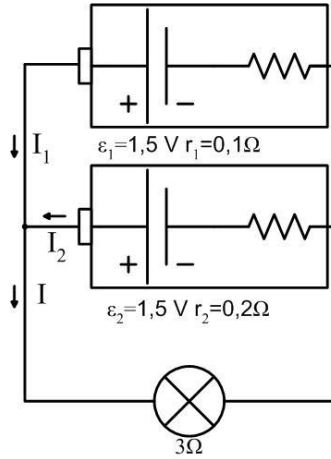
ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki 1. ve 2. sorular için şekildeki devreden yararlanınız.



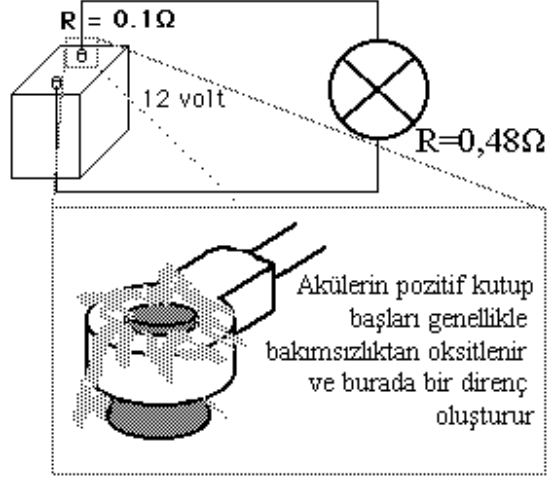
1. Devre akımını hesaplayınız.
2. Her pil 600 mAh kapasitelidir. Piller tam dolu iken boşalma süresini hesaplayınız.

Aşağıdaki 3. ve 4. sorular için şekildeki devreden yararlanınız.



3. Pillerden çekilen I_1 , I_2 ve I akımlarını hesaplayınız.
4. Kapasiteleri 600 mAh olan pillerden hangisi daha önce ne kadar sürede boşalır?

5. Şekildeki gibi bir araba aküsünün kutup başı oksitlendiği için $0,1\Omega$ direnç meydana getirmektedir. Araba farlarının toplam direnci $0,48\Omega$ olduğuna göre;
- A. Aküden normalde çekilmesi gereken akımı hesaplayınız.
- B. Oksidasyondan sonra çekilen akımı hesaplayınız.



6. 12V 60 Ah'lik bir araba aküsü toplam gücü 120 W olan farların açık kalması neticesinde kaç saat sonra tamamen boşalır.
7. Akım geçen bobinin etrafındaki manyetik alan aşağıdakilerden hangisine bağlı değildir.
- A. Bobinin uzunluğuna "L"
B. Bobinin sarım sayısına "N"
C. Bobinin bulunduğu ortama " μ "
D. Bobinin yapıldığı telin kesitine "S"
E. Bobinden geçen akıma "I"

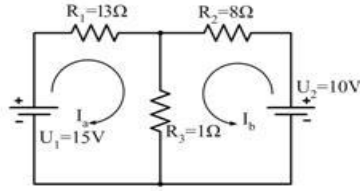
MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

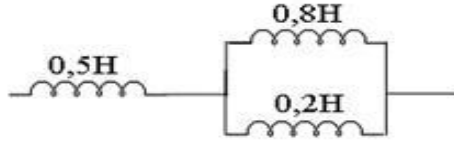
1. Belirli bir sıcaklıkta, ışınımın güneş pilinin doğru orantılı olarak artar.
2. Işık uyarımını altındaki bir PV, ışınımın şiddetine bağlı olarak daha büyük ters üretmektedir.
3. Sabit bir ışınım altında, sıcaklık artışı kısa devre akımının artması yönünde bir etkide bulunurken açık azalmasına neden olmaktadır.

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

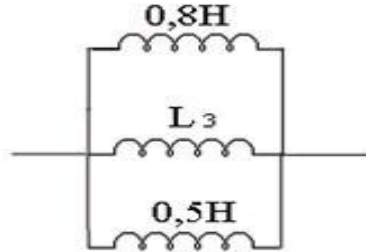
4. Şekildeki devrenin kol akımlarını hesaplayınız.



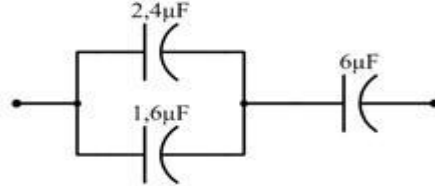
5. Şekildeki devrenin eşdeğer indüktansını hesaplayınız.



6. Şekildeki devrenin eşdeğer indüktansı $L_e=0,0755H$ 'dir bilinmeyen L_3 indüktansını hesaplayınız.



7. Şekildeki devrenin eşdeğer kapasitansı (C_{es}) hesaplayınız.



Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

8. Sol el kuralında bitişik dört parmak yönünü gösterirse yana açılan başparmak yönünü gösterir.
9. Sabit manyetik alan içerisinde bulunan iletken manyetik alan kuvvet çizgileri tarafından kesilecek şekilde hareket ettirilirse o iletkende indüklenir. Bu olayadenir
10. Sabit manyetik alan içinde hareket ettirilen iletkende indüklenen gerilimin miktarı iletkenin hareketve manyetik alanın ile doğru orantılıdır.
11. Sabit manyetik alan içinde hareket ettirilen iletkende indüklenen gerilimin yönünü bulmak için kuralı kullanılır.
12. Sabit mıknatıslı DC motorun dönüş yönü uygulanan yönü ile değiştirilebilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Uygulamalı Test”e geçiniz

UYGULAMALI TEST

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme ölçütleri	Evet	Hayır
1. Doğru akımın tanımını öğrendiniz mi?		
2. Doğru akımın kullanıldığı yerleri biliyor musunuz?		
3. Ohm Kanunu'nu öğrendiniz mi ?		
4. Seri devre ve paralel devre bağlantılarını öğrendiniz mi?		
5. Dirençleri seri bağlayıp değerlerini ölçebiliyor musunuz ?		
6. Dirençleri paralel bağlayıp değerlerini ölçebiliyor musunuz?		
7. Kirşofun gerilimler kanununu biliyor musunuz ?		
8. Kirşofun akımlar kanununu biliyor musunuz ?		
9. Bobin çalışma prensibini öğrendiniz mi?		
10. Bobinlerin seri bağlama hesabını yapabiliyor musunuz?		
11. Bobinlerin paralel bağlama hesabını yapabiliyor musunuz?		
12. Kondansatörlerin seri bağlama hesabını yapabiliyor musunuz?		
13. Kondansatörlerin paralel bağlama hesabını yapabiliyor musunuz?		
14. Zaman sabitesinin tanımını biliyor musunuz ?		
15. DC kaynak çeşitlerini öğrendiniz mi?		
16. DC kaynak bağlantılarını öğrendiniz mi?		
17. Elektromanyetizmanın tanımını biliyor musunuz ?		
18. DC motorların çalışma prensibini öğrendiniz mi ?		
19. DC motor dönüş yönünü değiştirmeyi öğrendiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Güneş Pilleri (Fotovoltaik Piller),
2	Paralel , Seri – Güneş Pili, Fotovoltaik
3	N, P
4	Gücüne
5	Işınım

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	$R_{eş} = 3,33 \Omega$
2	$U_k = 35 V$
3	$R_{eş} = 5,2 \Omega$ En Yüksek Akım 2Ω 'luk Dirençten Akar 8A
4	$I_k = 3A$
5	$U_k = 126V$

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	$I = 0,48a$
2	Boşalma Süresi: 1saat 15 Dakikadır.
3	$I_1 = 0,33a$ $I_2 = 0,16$ $I = 0,49a$
4	1. Pil, 1 Saat 48 Dakikada Boşalır.
5	A.Normalde Çekilecek Akım 25 A B. Oksidasyondan Sonra Çekilen Akım 20,7 A
6	6 Saat Sonra Tamamen Boşalır
7	Bobinin Yapıldığı Telin Kesitine "S"

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Kısa Devre Akımı
2	Sızıntı Akımı
3	Devre Geriliminin
4	$I_1=1a, I_2=1a, I_3=2a$
5	$L_{eş}=0,66H$
6	$L_3=0,1h$
7	$C_{eş}=2,4\mu f$
8	“Akım” “Hareket”
9	“Gerilim” “İndüklenme”
10	“Hızı” “Büyüklüğü”
11	“Sağ El”
12	“Gerilimin”

KAYNAKÇA

- GUNEROGLU. AZIZ. **Fotovoltaik sistemlerde FPGA Kullanimi**, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2008.
- ÖZDEMİR Ali, **Elektrik Bilgisi**, MEB Yayın Evi, Ankara, 2001.
- GÖRKEM A., KUŞ M., **Elektroteknik 1**, Özkan Matbaacılık Ankara, 2002.
- GÜVEN M.E, MARTI İ. B., **Elektroteknik II**, MEB yayınları, Ankara, 1992.
- JOSEPH A, **Teori ve Problemlerle Elektrik Devreleri**, Güven Kitabevi Yayınları, Ankara 1980, Çeviri AYTER S., AŞKAR M.
- <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html>;
- <http://www.biltek.tubitak.gov.tr/>;
- <http://www.stlawu.edu/>;
- <http://egitek.meb.gov.tr>;