

2. ELEKTRİK ÖLÇÜ BİRİMLERİ

Bir büyüklüğü ölçmek demek, o büyüklüğü kendi cinsinden olan büyüklüğün birimi ile orantılamak veya karşılaştırmak demektir. Ölçülecek büyüklükler değiştikçe bunlara ait birimlerde değişmektedir. Elektrik tesisatlarının düzgün bir şekilde çalışmalarını kontrol için elektrikte kullanılan büyüklüklerin ölçülerek bilinmesi gerekir. Bunlar; Gerilim farkı birimi volt, akım şiddeti birimi amper, direnç birimi ohm ve elektrik güç birimi watt vb. gibi büyüklüklerdir. Bunun için de bu büyüklükleri ölçmeye yarayan ölçü aletlerine ihtiyaç vardır.

Böylece, elektrik devrelerinde meydana gelen olaylar kolaylıkla anlaşılmış olur. Ölçmeler, cihazların onarımında, arıza yerlerinin bulunmasında veya devrenin muhtelif kısımlarının çalışıp çalışmadığını kontrol etmeye yardım eder.

2.1. GERİLİM FARKI BİRİMİ (VOLT)

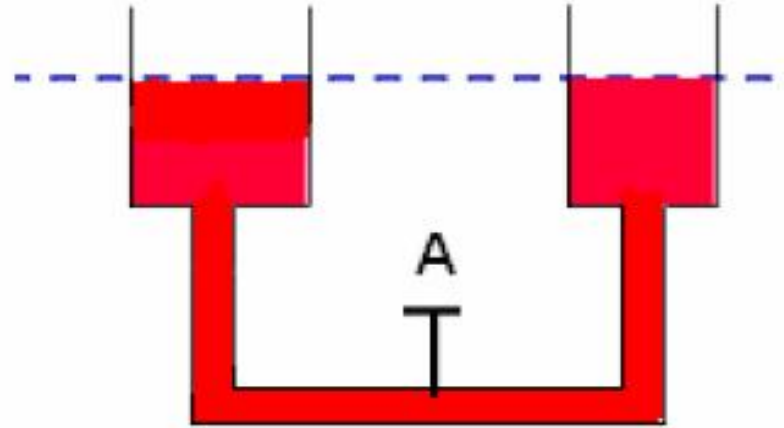
Bir elektrik devresinde elektrik akımının oluşabilmesi için, devrenin iki ucu arasında elektron farkının olması gerekir. Üreteç denilen bir sistemle bu elektron farkı gerçekleştirilir. Bir devrenin iki ucu (iki kutbu) arasındaki elektron sayısı farkına gerilim farkı denir. Birimi voltur. "U veya E" harfi ile ifade edilir. Direnci bir ohm olan ve içerisinden bir amper akım geçen bir iletkenin, iki ucu arasındaki gerilime bir volt denir. Volta pilinin gerilimi 1 volt olarak kabul edilmiş ve gerilim değeri olarak kullanılmıştır. Gerilim farkı voltmetre olarak adlandırılan ölçü aleti ile ölçülür. Ölçümlerde voltun as katları için mili volt ve mikro volt, üst katları için kilo volt terimleri kullanılır.

$$1 \text{ mikrovolt } (\mu\text{V}) = 10^{-6} \text{ volt} = 0,000001 \text{ volt}$$

$$1 \text{ milivolt } (\text{mV}) = 10^{-3} \text{ volt} = 0,001 \text{ volt}$$

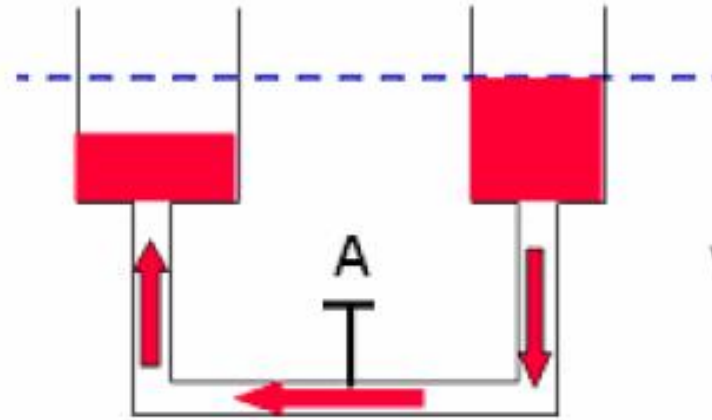
$$1 \text{ kilovolt } (\text{kV}) = 10^3 \text{ volt} = 1000 \text{ volt}$$

Su Devresi Örneđi



Şekil1.20: Seviyeleri ve Basınçları Eşit Olduğundan Boruda Su Akışı Olmaz

Gerilim farkını daha iyi anlayabilmek için elektrik devresine çok benzeyen su devresine bakmak gereklidir. Alt kısmından bir boruyla birleştirilmiş içi su dolu iki kap düşünelim. Başlangıçta kaplardaki su seviyeleri aynı yüksekliktedir. Bu durum, uçları arasında gerilim farkı olmayan üretici ifade etmektedir (Şekil 1.20). İki ucu arasında herhangi bir alıcı olmayan üretcin gerilimine o üretcin elektromotor kuvveti denir. Kısaca e.m.k. olarak gösterilir. A vanasını kapatıp ilk depoya su doldurduğumuzda kapların birinde seviye artarken diğerinde azalacaktır. Her iki kabın alt kısmına birer manometre bağlandığında, su seviyesi yüksek olan kabın tabanındaki basıncın yüksek, su seviyesi düşük olan kabın tabanındaki basıncın da düşük olduğu görülür. Bu basınç farkı, seviye farkından dolayı oluşmuştur. Bu durum uçları arasında gerilim farkı olan üretici ifade etmektedir.



Seviyeler ve Basınçlar eşit değildir. Basınç farkı vardır

Vana açıldığı anda yüksekten, alçak seviyeye doğru akım olacaktır.

Bataryanın iki kutbu arasındaki elektriksel basınç farkına **GERİLİM** denir.

Kaplar arasındaki A vanası açıldığı zaman bir kaptan diğerine doğru akış meydana gelecektir. Dikkat edilirse su seviyeleri arasındaki fark akıştan dolayı azalacaktır. Seviye farkı olduğu sürece akış devam edecektir. Su seviyesi ne kadar yüksekse, su o kadar basınçlı ve fazla akacaktır. Elektrik devrelerinde de durum aynıdır. Üretecin gerilimi ne kadar fazla volt'sa, elektronları artı uca iten ve artı kutup tarafından elektronları çeken kuvvet o kadar büyük olacaktır. Bir üreticinin uçlarına alıcı bağlandığı zaman üreticinin geriliminde düşme meydana gelir. Üretecin uçlarında bir alıcı varken sahip olduğu gerilime üreticinin çalışma gerilimi denir.

Akım Şiddeti Birimi (Amper)

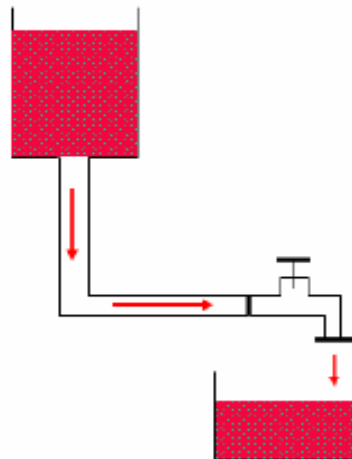
Bir elektrik devresinden saniyede akan elektron miktarını gösteren büyüklüktür. Bu yer değiştirme güç kaynağı içinde "-" den "+" ya doğru , devre içinde ise "+" dan "-" ye doğru olur. Buna elektron akışı (akım) denir.

Akım şiddeti birimi amperdir. Amper “ I ” harfiyle gösterilir. Bir elektrik devresinden bir saniyede $6,28 \times 10^{18}$ elektron akıyorsa, bu devrenin akım şiddeti bir amperdir. Elektronları saymak mümkün olmadığından bir amperi farklı şekilde tanımlamak da mümkündür. Bir kulonluk elektrik yükü $6,28 \cdot 10^{18}$ elektrona eşittir. Eğer bir devreden bir kulonluk yük bir saniyede geçiyorsa devrenin akım şiddeti 1 amperdir. Devredeki akım şiddeti ampermetre denilen ölçü aletleriyle ölçülür.

Amperin as katları mili amper (mA) ve mikro amperdir (μA). Amperin üst katı ise kiloamperdir. Fakat kiloamper çok yüksek bir değer olduğu için fazla kullanılmaz.

$$1mA = 0,001 A. \quad 1\mu A = 0,000001A$$

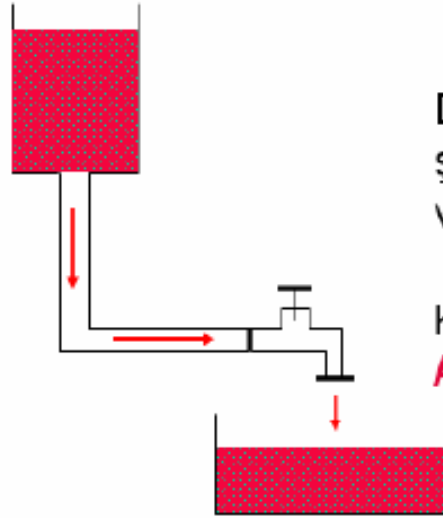
AKIM ŞİDDETİ (AMPER) (I) :



Depodaki su basınç oluşturur.Suyun akım şiddeti, deponun basıncına, borunun çapına ve musluğun açılma oranına bağlıdır.

Kablo içinden geçen elektrik akımına **AKIM ŞİDDETİ** denir.

AKIM ŞİDDETİ (AMPER) (I) :



Depodaki su basıncı oluşturur. Suyun akım şiddeti, deponun basıncına, borunun çapına ve musluğun açılma oranına bağlıdır.

Kablo içinden geçen elektrik akımına **AKIM ŞİDDETİ** denir.

Şekil 1.22: Su Devresi

Şekil 1.22’de görülen su devresinde, su basıncı nedeniyle vana açıldıktan sonra su aşağıdaki kaba akmaya başlayacaktır. Borudaki bu hareket elektrik devrelerindeki elektron hareketine benzemektedir. Akan suyun hızı depodaki suyun basıncına, borunun çapına ve vananın açılma oranına bağlıdır. Buradaki vana elektrik devresindeki anahtara, boru iletken, depo üretece ve kab ise alıcıya benzetilebilir.

Elektrik devresinde elektron fazlalığını yani potansiyel farkını sağlayan ve elektronları harekete geçiren bir akım kaynağı (üreteç) kullanılmıştır. Akım kaynağı su deposu gibi elektron basıncı yaratır. İletken hat elektron yolunu oluştururken, anahtar ise devreye enerji vermek veya devrenin enerjisini kesmek için konulmuştur. Üretecin meydana getirdiği gerilim, elektrik alıcısının çalışmasını sağlar. Alıcıyı çalıştıran, alıcıdan geçen elektron hareketidir.

Direnç Birim (Ohm)

Bir milimetre kare kesitinde ve 106,3 cm boyundaki bir cıva sütununun 0 0C deki direncine bir ohm denir.



Şekil 1.2:3 Direnç

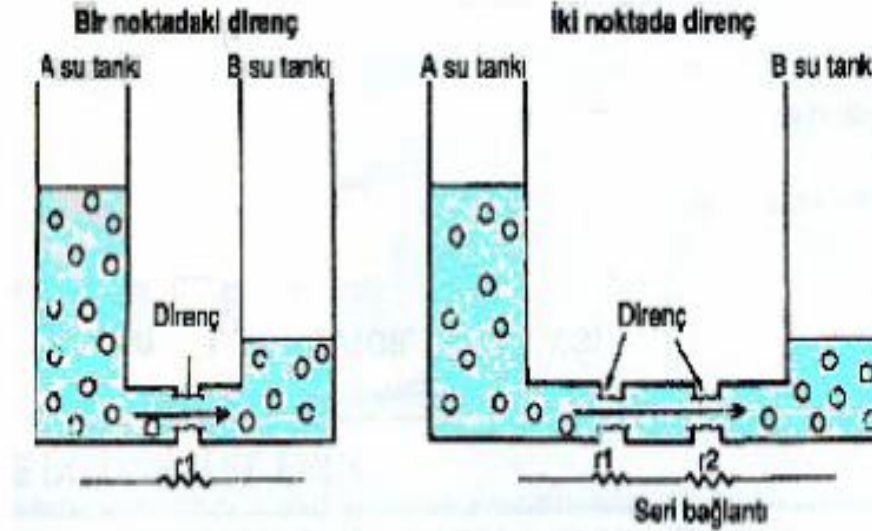
Devreye uygulanan gerilim ve akım bir uçtan diğer uca ulaşınca kadar izlediği yolda birtakım zorluklarla karşılaşır. Şekil 1.23 de boru çaplarının farklılığı direncin azlığını yada çok olduğunu açıklamaktadır. Bu zorluklar elektronların geçişini etkileyen, sınırlayan veya geciktiren kuvvetlerdir. Bu kuvvetlere DIRENÇ denir. Basit olarak direnç elektrik akımına karşı gösterilen zorluktur. Direnç “ R ” harfiyle gösterilir ve birimi ohm'dur. Ohm (om okunur), Ω işaretiyle sembolize edilir.

Ohm'un as katı miliohm'dur,fakat az kullanılan bir büyüklüktür. Üst katları ise kiloohm ($K\Omega$) ve megaohm ($M\Omega$) dur.

$$1 \text{ Kiloohm (1 } K\Omega) = 1000 \Omega \quad 1 \text{ Megaohm (1 } M\Omega) = 1000 K\Omega = 1\,000\,000 \Omega$$

$$R=r$$

$$R=r_1+r_2$$

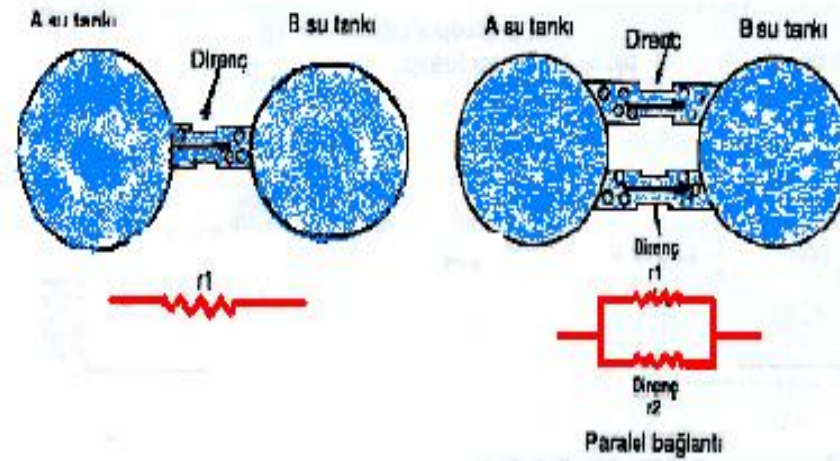


Şekil 1.24: Farklı Noktalardaki Direnç Gösterme.

Elektronik devrelerde direnç kullanırken direncin ohm olarak değerine ve watt olarak gücüne dikkat edilmelidir. Dirençler AC veya DC gerilimlerde aynı özelliği gösterir.

Bir elektrik devresinde, devreye uygulanan gerilimin, devreden geçen akıma oranı daima sabittir. Devredeki her bir alıcı ayrı ayrı direnç göstermeleri Şekil 1.24'de bu olay belirtilmiştir. Devreye uygulanan gerilim arttıkça, devreden geçen akım da artar. Devreye uygulanan gerilimin, devreden geçen akıma oranı devre direncini verir.

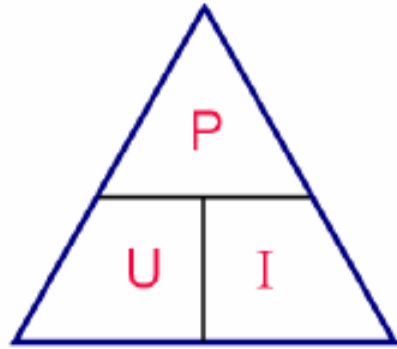
Direncin tanımından ($R = U / I$) formülü çıkarılabilir. Bu formülde (R); ohm olarak devrenin direnci, (U); volt olarak devreye uygulanan gerilim, (I) ise amper olarak devreden geçen akımdır. Sonuç olarak, gerilim volt, akım amper cinsinden verilirse, direnç ohm cinsinden bulunur. Bir iletkenin direnci boyuna, kesitine, sıcaklığına ve öz direncine bağlı olarak değişir. O nedenle devre oluşturulurken iletken seçimine dikkat edilmelidir. Şekil 1.24' te su bağlantısıyla direnç oluşturulması gösterilmiştir.



Şekil 1.25: Suyun Gösterdiği Direnç

Güç Birimi (Watt)

Elektriksel güç birimi olan Watt, İskoç mühendis James Watt'tan (1736 - 1819) isim almıştır. Elektrikli alıcıların çalışmaları sırasında harcadıkları enerjiyi ifade etmektedir. Elektrik enerjisi bir iş yaptığı sürece,bir güce sahiptir. Bir alıcının gücünün bilinmesi, kullanım veri ve elektrik tüketimi hakkında bilgi edinmemizi sağlar.Bir alıcının veya devrenin gücü; devrenin akım şiddetinin ve geriliminin bulunup çarpılmasıyla watt cinsinden elde edilir. Hesaplama formülü ve güç harcaması Şekil 1.27'de gösterilmiştir.Bunun için devreye ampermetre ve voltmetre bağlanarak ta güç ölçümü yapılabilir. Fakat günümüzde elektrik gücü wattmetre dediğimiz ölçü aletleriyle direk kadranından okunarak ölçülebilmektedir.

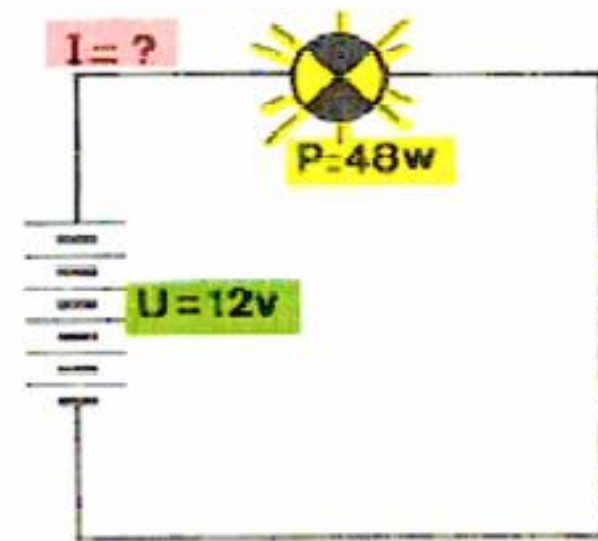
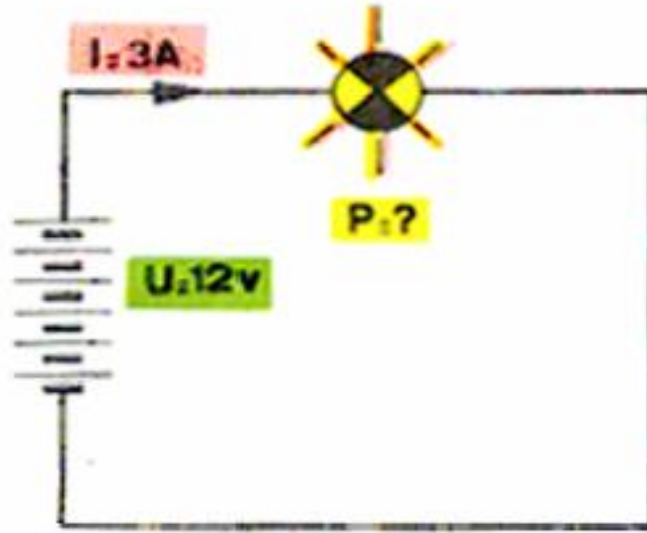


$$P = U \times I$$

$$U = P/I$$

$$1 \text{ BG} = 736 \text{ Watt}$$

$$1 \text{ kW} = 1.36 \text{ BG}$$



Şekil 1.27: Güç Hesaplama Formülü ve Güç Harcanması

Ohm kanununda ki $R = U / I$ eşitliğini burada yerine koyarsak, bir formülümüz daha olur:

$$P = U \times I \text{ ya da } P = R \times I^2 \text{ olur.}$$

Örnek 1: 10 ohm değerinde bir direnç 10 volt' luk bir gerilime bağlanıyor. Bu direncin gücü ne olmalıdır?

$U = R \times I$ olduğundan bu dirençten 1 amper akım geçtiğini görüyoruz. Bu direncin 1 amper akıtması için gücünün,

$$P = R \times I^2 \text{ den}$$

$$P = 10 \times 1 \times 1 = 10 \text{ watt olması gerekir.}$$

Örnek 2: 220 V şehir şebekesiyle çalışan bir elektrik ısıtıcısının çektiği akım 6A'dır. Isıtıcının gücünü bulunuz.

$$P = U \times I$$

$$P = 220 \times 6 = 1320 \text{ W}$$

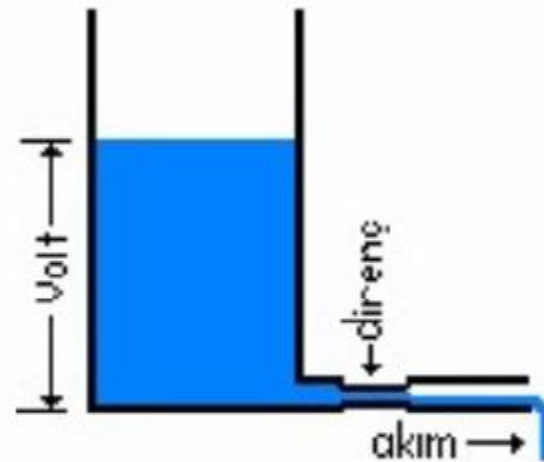
Örnek 3: Bir otomobil üzerinde kullanılan alıcının direnci 3Ω 'dur. Alıcının çektiği akımı ve gücü bulunuz.

$$U = R \times I$$

$$I = U/R$$

$$I = 12/3 = 4\text{A}$$

3. OHM KANUNU



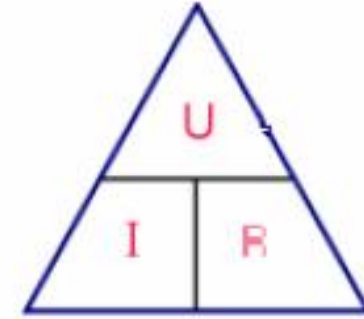
Şekil 1.28: Suya dar boğazda gösterilen direnç

Bir elektrik devresinde, akım, gerilim ve direnç arasında bir bağıntı mevcuttur. Bu bağıntıyı veren kanuna ohm kanunu adı verilir. 1827 yılında Georg Simon Ohm tarafından bulunmuş ve kendi adıyla anılmaktadır. Suyun sahip olduğu potansiyel enerjiye gösterilen direnç ile elektrik enerjisine gösterilen direnç aynı kuralla açıklanabilir. Şekil 1.28'de görüldüğü gibi.

OHM KANUNU: Kapalı bir elektrik devresinden geçen akım şiddeti, devrenin gerilimi ile doğru, direnci ile ters orantılıdır. Formül olarak gösterilecek olursa formüle edilmesi şekil 1.29'da görülmektedir.



$$\text{Akım şiddeti} = \frac{\text{geri lim}}{\text{direnç}} \quad I = \frac{U}{R}$$



Şekil 1.29: Ohm Üçgeni

Yukarıdaki ohm üçgeninden yararlanarak istediğimiz değeri bulmak için, bulunacak olanın üzeri parmakla kapatılır, geriye kalanlar formül haline getirilir. Burada R direnç(ohm), U veya V gerilim(volt), I da akım şiddetidir(amper). Elektrik devrelerinde bir gerilimin karşısına bir direnç koyarsanız, direncin müsaade ettiği kadar elektron geçebilir, yani akım akabilir.

Bir devrede direnç sabit kalmak şartı ile gerilim artırılırsa, akım şiddeti ona bağlı olarak artmaktadır. Yani devredeki gerilim akım şiddetiyle doğru orantılıdır.

Bir devrede gerilim sabit kalmak şartı ile direnç arttırıldıkça akım azalır. Yani devre akımı, direnç ile ters orantılıdır.

Örnek 1: Bir elektrik ocağı teli 440 ohm olsun, bununla yapılan elektrik ocağı ne kadar akım akıtır?

$$U = R \times I \quad 220 = 440 \times I \quad I = 220/440 = 0.5 \text{ amper olduğunu görürüz.}$$

Örnek 2: Bir otomobil üzerinde kullanılan alıcının direnci 3 ohm'dur. Alıcının çektiği akımı ve gücünü bulunuz.

$$U = I \cdot R \quad P = U \cdot I$$

$$12 = I \cdot 3 \quad P = 12 \cdot 4$$

$$I = 12/3 = 4A \quad P = 48 W$$

Örnek 3: Bir otomobil üzerinde kullanılan far ampulü 60 W gücündedir. Ampulün çektiği akımı bulunuz.

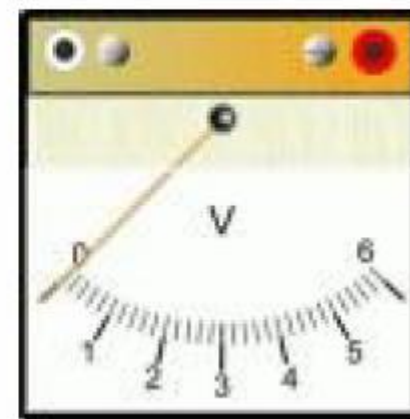
$$P = U \cdot I$$

$$60 = 12 \cdot I$$

$$I = 60 / 12 \quad I = 5 A$$

ELEKTRİK ÖLÇÜ ALETLERİ

VOLTMETRE



Şekil 1.28

Voltmetreler analog ve dijital olmak üzere iki tipte yapılmıştır.Şekil 1.28’de görüldüğü gibi.

Elektrikte gerilim ölçen aletlere voltmetre denir.Voltmetre elektrik devrelerine PARALEL olarak bağlanır. Yani devrenin iki ucu arasındaki potansiyel fark ölçüleceğinden bağlantı paralel yapılmalıdır.Voltmetreler ölçme amacıyla bağlandıkları devrede önemli bir değişiklik yapmamalı ve ölçme yaparken fazla güç sarfiyatı olmamalıdır.Bunu sağlamak için, devreye paralel bağlandıklarından içlerinden geçen akımın çok küçük olması gerekir.Akımın çok küçük olması için de voltmetrelerin içerisindeki bobin telinin ince olup, sarım sayısının fazla olması gerekmektedir.Bu nedenle voltmetrelerin iç dirençleri çok büyüktür. Yanlışlıkla voltmetre devreye seri bağlanırsa iç dirençleri büyük olduğundan alıcının normal çalışmasına engel olur. Analog voltmetrelerde döner bobinli bir ölçü aletini voltmetre olarak kullanırken ölçme alanını genişletmek büyük gerilimleri ölçmek için bobin sargılarına seri olarak büyük değerli bir direnç bağlanır. Amperetrelerde kullanılan paralel direncin değeri çok küçük olduğu halde, voltmetrelerde kullanılan seri direncin değeri oldukça büyüktür. Voltmetreler analog ve dijital olmak üzere iki tipte yapılmıştır.Şekil 1.28’de görüldüğü gibi.

VOLTMETRE DEVREYE SERİ OLARAK BAĞLANMAZ.

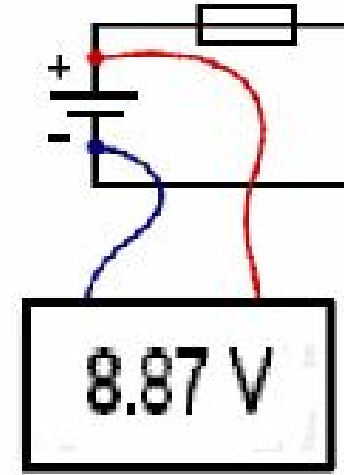
Gerilim Ölçmek

Voltmetreyi devreye paralel olarak bağlayın.Akım seçme düğmesini ölçeceğiniz gerilim doğru ise DC, alternatifse AC konumuna getirin.

Ölçülecek gerilimin üzerinde bir kademe seçerek ölçmeyi yapın.

Dikkat: Düşük kademede yüksek değerde gerilim ölçmek, ibrenin hızla çarpmasına sebep olarak voltmetrenin arızalanmasına yol açar.

Voltmetre akü veya alıcı uçlarına direk bağlanır. Bu tür bağlantıya PARALEL bağlama denir. Devredeki üreteç ile voltmetrenin aynı kutupları karşılaştırılır.



AMPERMETRE

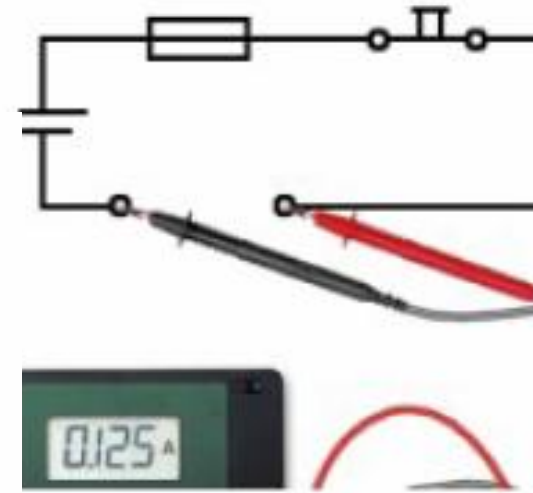
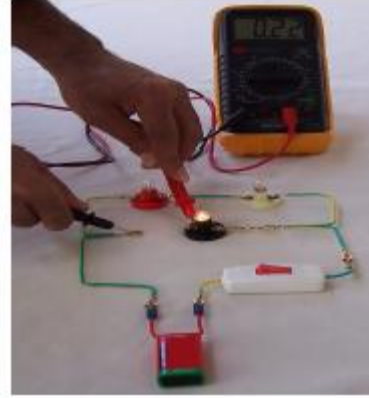
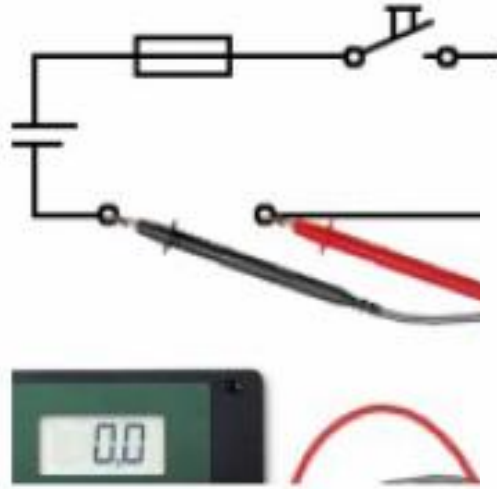


Şekil1.30: Amperetreler

Ampermetre elektrik devresinden geçen akımı ölçer. Şekil 1.30'da değişik yapıda ampermetreler görülmektedir. Akımın geçtiği yol kesilip araya ampermetre bağlanır.

Ampermetre elektrik devresinden geçen akımı ölçer. Şekil 1.30'da değişik yapıda ampermetreler görülmektedir. Akımın geçtiği yol kesilip araya ampermetre bağlanır. Alıcıdan geçen akım aynı zamanda ampermetreden de geçtiğinden alet, alıcı (yük veya cihaz) ile arka arkaya bağlanmalıdır. Bu tür bağlantıya SERİ bağlama denir. Bir elektrik devresinden geçen akımı, doğru olarak ölçmek için ampermetre ölçtüğü akımı değiştirmemelidir. bunun için ampermetre iç dirençleri çok küçük olarak seçilir. Büyük akım ölçen ampermetrelerin iç dirençleri ise daha küçük olarak alınır ki bu direnç üzerinde düşen gerilim uygulamada ihmal edilebilsin. Bunun temini için de ampermetre bobini, kalın telli az sarımlı yapılır(dirençleri 0 ile 1 ohm arasında). Eğer ampermetre devreye yanlışlıkla paralel olarak bağlanacak olursa, ampermetrenin bobini çok az direnç taşıdığından sanki kısa devre olmuş gibi etki oluşturarak ampermetrenin yanmasına sebep olur. Elektrik akımı, ölçü aletinin bobinine geri getirme yayları üzerinden verildiği için, alet üzerinden büyük akımlar geçirmek mümkün değildir. Bu nedenle büyük akımları ölçebilmek için ölçü aletinin bobinine paralel bir direnç bağlanması gerekir. Bu durumda akımın büyük miktarı paralel direnç üzerinden, geriye kalanı ise ölçü aletinin bobininden geçer. Ortalama 50 ampere kadar ölçme yapabilen ölçü aletlerinde paralel dirençler ölçü aletinin içerisine yerleştirilirken daha büyük akımları ölçen ampermetrelerde paralel dirençler ölçü aletinin dışında yer alır. Analog ve dijital olarak çeşitleri bulunur.

AMPERMETRE DEVREYE PARALEL OLARAK BAĞLANMAZ.



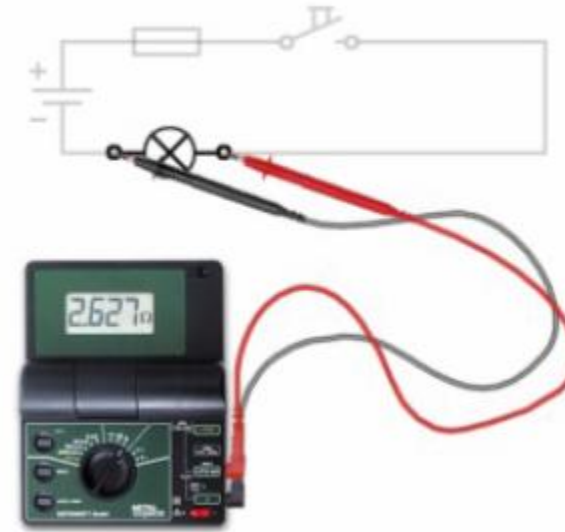
Akım Ölçmek

İbrenin çarpma yapmaması için çekilen akım değerine uygun bir kademeye komütatörü çeviriniz.

Ampermetrenin test kablolarını alıcıya seri biçimde bağlayınız (alıcıyla arka arkaya gelecek şekilde). Devrede alıcı olmadan ölçüm yapmayınız veya üretece direk temas ettirmeyiniz. Aksi halde ampermetre arızalanır. Devredeki üreteç ile ampermetrenin aynı kutupları karşılaştacak şekilde bağlantı yapılır.

Ölçme işleminden sonra aleti kapalı konuma getiriniz.

4.3. OHMMETRE:



Ohmmetrelerde skala, voltmetre ve ampermetrelere göre ters taksimatlandırılmıştır. Ayrıca skala taksimatları eşit aralıklı değildir. Skala önce hassas değer gösterir, direnç değeri büyüdükçe hassasiyet azalır. Ohmmetrede kullanılan üretcin pozitif (+) kutbu, ölçü aletinin dışarı çıkan siyah renkli negatif kablosuna bağlanmıştır. Aynı şekilde üretcin negatif kutbu da dışarı çıkan kırmızı renkli pozitif kablosuna bağlıdır. Diyod ve transistor kontrollerinde üreteç kutuplarının bağlı olduğu uçların dikkate alınması gerekir.

Döner bobinli ölçü aletini ohmmetre haline getirmek için, bobin devresine üreteç (pil), skala direnci, ve sıfırlama potansiyometresi bağlanmıştır. Piller 1.5V, 3V, 4.5V veya 9V olabilir. Ölçülecek direncin büyüklüğüne bağlı olarak çeşitli skalalardan birisi seçilir. Zamanla pil e.m.k.'sinin azalmasının zararlı etkisini ortadan kaldırmak için devreye sıfırlama potansiyometresi yerleştirilmiştir. Ohmmetre, direnci ölçülecek elemanın iki ucuna bağlanır.

Ölçü aletini kullanmak için bağlantı uçları birbirine değdirilir. Devreden akımın geçmeye başlaması ile gösterge ibresi sağ tarafa sapar. İbre, sağ taraftaki sıfır değerini gösterene kadar sıfırlama potansiyometresinden ayar yapılır. Bağlantı uçları açıldığı zaman devreden akım geçmeyeceği için ibre sol taraftaki sonsuz (∞) direnç değerini gösterecektir. Değeri bilinmeyen direnç, uçlara bağlandığı zaman, ibre sağa doğru sapar ve kadran üzerinden direnç değeri okunur. Ohmmetreler akım taşıyan dirençlerin ölçülmesinde, yalıtkanlık muayenesinde(gerilim kaynağının gerilimi küçük olduğu için) kullanılmaz.

Direnç Ölçmek

Komütatör anahtarını değeri rahat okuyabilecek şekilde, uygun ohm kademesine alın.

Test kablosunun uçlarını sıkıca birleştirin ve kalibre düğmesini çevirerek ohm kadranı üzerindeki sıfır çizgisine ibreyi çakıştırın.

Not: İbre çizgiye getirilemiyorsa aletin pilleri kullanılamayacak kadar boşalmıştır, yenileyin.Kalibre işlemini başka ölçümler için diğer kademeleri kullanacaksanız o kademelerde de ölçümden evvel yapın.

Ölçme işlemini 1 K veya 10 K durumunda yapıyorsanız, aletin uçlarına parmaklarınızı değdirmeyin aksi halde ölçüm hatalı olacaktır.

Ölçme $\times 1$ konumunda yapılıyorsa; ohm kadranında okunan değer kendisini, $\times 10$ konumunda yapılıyorsa okunan değer sağına bir sıfır, $\times 100$ konumunda okunan değer sağına iki sıfır $\times 1000$, konumunda okunan değer sağına üç sıfır ilave ederek gerçek değeri tespit ediniz.

Örnek : Komütatör $\times 1K$ konumunda, ibre 30 rakamının üstünde duruyorsa; direncin değeri 30.000 ohm'dur.

Ohmmetreler pille çalışan aletler olup test kablo uçlarında, içinde bulunan pilin gerilimi bulunmaktadır. Genellikle bu konumda test uçlarının kırmızı renkli olanı pilin eksi, siyah olanı da artı ucuna bağlanmaktadır. Bu durumu dikkate almadan yapılan diyod ve transistör kontrolleri sonuçları yanlış olacaktır. Ancak alet voltmetre veya ampermetre ise test kablo uçlarının kırmızı olanı artıyı, siyah olanı da eksiye göstermektedir.

Ohmmetrenin test uçları akım taşıyan devre veya elemanlarına değdirilmemelidir.

