

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

ELEKTRİKSEL BÜYÜKLÜKLER VE ÖLÇÜLMESİ

Ankara, 2018

- Bu bireysel öğrenme materyali, mesleki ve teknik eğitim okul / kurumlarında uygulanan çerçeve öğretim programlarında yer alan kazanımların gerçekleştirilmesine yönelik öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmıştır.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iv
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. ÖLÇÜM ALETLERİ VE DİRENÇ ÖLÇME	3
1.1. Elektriksel ölçüm aletlerinin görev ve işlevleri.....	3
1.2. Elektriksel Ölçüm Aletlerinin Çeşitleri.....	4
1.2.1. Yapısına Göre Ölçüm Aletleri.....	4
1.2.2. Ölçtüğü Büyüklüğü Gösterme Şekline Göre.....	6
1.2.3. Kullanım Yerlerine Göre Ölçüm Aletleri.....	7
1.3. Çeşitli Elektriksel Ölçüm aleti Tanımları.....	9
1.4. Ölçü Aletlerine Ait Terimler	11
1.4.1. Doğruluk Derecesi.....	11
1.4.2. Duyarlılık	11
1.4.3. Sabite.....	11
1.4.4. Ölçme Sınırı	11
1.4.5. Ölçme Alanı	12
1.4.6. Ölçüm Aletlerinin Enerji Sarfıyatı	12
1.4.7. Ölçüm aleti Seçimi ve Kullanımı	12
1.5. Analog Ölçüm Aletleri	12
1.5.1. Analog Ölçüm Aletlerinin Mekanik Kısımları.....	13
1.6. Analog Ölçüm aleti Sembolleri.....	13
1.7. Direnç Ölçme	16
1.7.1. Direnç ve İletken	16
1.8. Direnç birimlerini ve ast üst kat dönüşümleri	17
1.9. İletken Direncini Etkileyen Faktörler.....	18
1.9.1. Direnç Değerinin İletkenin Boyu ile Değişimi	18
1.9.2. Direnç Değerinin İletkenin Kesiti ile Değişimi.....	19
1.9.3. Direnç Değerinin İletkenin Cinsi ile Değişimi.....	20
1.9.4. Direncin Sıcaklıkla Değişimi	21
1.10. Direnç Değerinin Ölçülmesi.....	21
1.10.1. Tek direnç kademeli multimetre ile Direnç Ölçümü.....	21
1.10.2. Çoklu direnç kademeli multimetre ile direnç ölçme	22
DEĞERLER ETKİNLİĞİ	24
UYGULAMA FAALİYETİ.....	25
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	28
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	29
2. ENDÜKTANS ÖLÇME	29
2.1. Bobinin Endüktansı	29
2.2. Endüktansı Etkileyen Faktörler	30
2.3. Endüktans birimlerini ve ast üst kat dönüşümleri	31
2.4. Endüktans Değerinin Ölçülmesi.....	31
2.4.1. Multimetre ile Endüktans Değerinin Ölçülmesi.....	32

2.4.2. Lcrmetre ile Endüktans Değerinin Ölçülmesi.....	32
UYGULAMA FAALİYETİ.....	34
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	37
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	38
3. KAPASİTE ÖLÇME.....	38
3.1. Kondansatör Kapasitesi.....	38
3.2. Kapasiteyi Etkileyen Faktörler.....	38
3.3. Kapasite birimlerini ve ast üst kat dönüşümleri	39
3.4. Kapasitesinin Ölçülmesi.....	40
3.4.1. Multimetre ile Kapasite Ölçümü	40
3.4.2. LCR Metre ile Kapasite Ölçümü.....	41
UYGULAMA FAALİYETİ.....	42
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	46
ÖĞRENME FAALİYETİ 4	47
4. AKIM ÖLÇME	47
4.1. Elektrik Akımı ve Tanımı	47
4.2. Ampermetreler ile akım ölçümünde dikkat edilecek hususları sıralar	47
4.3. Akım birimini ve ast üst dönüşümleri	48
4.4. Doğru ve Alternatif Akım	49
4.4.1. Doğru Akım.....	49
4.4.2. Alternatif Akım	50
4.5. Ampermetre Yapısı	52
4.6. Ampermetre Çeşitleri	52
4.7. Ampermetre bağlantısı	53
4.8. Akım Trafosu Kullanarak Akım Ölçme.....	53
4.8.1. Akım Transformatörleri	53
4.9. Pens Ampermetreler	55
UYGULAMA FAALİYETİ.....	56
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	64
ÖĞRENME FAALİYETİ-5.....	66
5. GERİLİM ÖLÇME	66
5.1. Gerilimin Tanımı.....	66
5.2. Voltmetrenin Yapısı ve Tanımı.....	67
5.3. Voltmetre çeşitleri	67
5.4. Voltmetrenin devreye bağlanması.....	68
5.5. Voltmetre ile gerilim ölçümünde dikkat edilecek hususlar.....	68
UYGULAMA FAALİYETİ.....	69
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	73
ÖĞRENME FAALİYETİ-6.....	74
6. MULTİMETRELER	74
6.1. Multimetre çeşitleri	74
6.2. Analog Avometre ile Ölçüm Yapmak.....	75
6.3. Dijital Avometre ile Ölçüm Yapmak	76

UYGULAMA FAALİYETİ.....	78
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	94
ÖĞRENME FAALİYETİ-7	95
7. FREKANS ÖLÇME.....	95
7.1. Frekansın Tanımı.....	95
7.2. Frekans birimini ve ast üst kat dönüşümleri.....	96
7.3. Frekans Metrenin Yapısı	97
7.4. Frekans Metrenin Çeşitleri	97
7.5. Frekansmetrenin Devre Bağlantısı	98
7.6. Frekansmetre ile frekans ölçümünde dikkat edilecek hususları sıralar.	99
UYGULAMA FAALİYETİ.....	100
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	102
ÖĞRENME FAALİYETİ-8.....	103
8. İŞ VE GÜÇ ÖLÇME.....	103
8.1. Güç Ölçme.....	103
8.2. Güç birimleri ve ast üst kat dönüşümleri	104
8.3. Güç ölçme yöntemleri	104
8.4. Akım gerilim değerlerine göre gücü hesaplama	105
8.5. Wattmetrenin yapısı ve bağlantısı	105
8.6. Wattmetre ile güç ölçümünde dikkat edilecek hususlar	106
8.7. Elektriksel İş ve tanımını.....	106
8.8. Sayaç bağlantısı.....	106
8.9. Sayaç ile iş ölçümünde dikkat edilecek hususlar	107
UYGULAMA FAALİYETİ.....	108
ÖLÇME DEĞERLENDİRME	114
ÖĞRENME FAALİYETİ-9	115
9. OSİLOSKOP	115
9.1. Osiloskobun Tanıtılması	115
9.2. Osiloskop ile ölçülecek büyüklükler	116
9.3. Osiloskop ile Ölçüm Yapmak	116
9.4. Gerilim Ölçmek.....	117
9.4.1. Alternatif gerilim ölçmek	117
9.4.2. Doğru gerilim ölçmek	118
9.5. Frekans Ölçmek.....	119
DEĞERLER ETKİNLİĞİ	120
UYGULAMA FAALİYETİ.....	122
ÖLÇME DEĞERLENDİRME	129
MODÜL DEĞERLENDİRME	130
CEVAP ANAHTARLARI.....	134
KAYNAKLAR.....	137

AÇIKLAMALAR

ALAN	Elektrik-Elektronik Teknolojisi
DAL	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Elektriksel Büyüklükler ve Ölçülmesi
MODÜLÜN SÜRESİ	80/72
MODÜLÜN AMACI	Bireye/öğrenciye; iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri doğrultusunda elektriksel büyüklüklerin ölçümünü yapma ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırılması amaçlanmaktadır.
MODÜLÜN ÖĞRENME KAZANIMLARI	1. Multimetre veya LCR metreyi tekniğine uygun kullanarak direnç ölçümünü hatasız yapabileceksiniz. 2. Multimetre veya LCR metreyi tekniğine uygun kullanarak endüktansı hatasız ölçebileceksiniz. 3. Multimetre veya LCR metreyi tekniğine uygun kullanarak kapasiteyi hatasız ölçebileceksiniz. 4. Ampermetreyi tekniğine uygun kullanarak ölçme sınırına göre akımı hatasız ölçebileceksiniz. 5. Voltmetreyi tekniğine uygun kullanarak ölçme sınırına göre gerilimi hatasız ölçebileceksiniz. 6. Multimetreyi (avometre) tekniğine uygun kullanarak ölçme sınırına göre akım, gerilim, direnç ve diğer ölçümleri hatasız yapabileceksiniz. 7. Frekansmetreyi tekniğine uygun kullanarak ölçme sınırına göre frekansı hatasız ölçebileceksiniz. 8. Wattmetre ve elektrik sayacını tekniğine uygun kullanarak ölçme sınırına göre iş ve gücü hatasız ölçebileceksiniz. 9. Osiloskobu tekniğine uygun kullanarak hatasız sinyal ölçümü yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Elektrik elektronik ölçme laboratuvarı Donanım: Analog ölçü aletleri, dijital ölçü aletleri, pano tipi ölçü aletleri, ölçü aletleri katalogları, değişik uzunluk kesit ve malzemeden yapılmış iletkenler, analog-dijital ohmmetre, değişik endüktansa sahip bobinler, analog dijital Lcrmetre, değişik kapasitelerde kondansatörler, ampermetreler, pens ampermetre, akım trafosu, voltmetreler, gerilim trafosu, multimetreler (Avometre), frekansmetreler, wattmetre, elektrik sayaçları, osilaskop, ayarlı güç kaynağı, frekans jeneratörü, çeşitli güçte alıcılar, bağlantı kabloları.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Bireysel öğrenme materyali içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendirebileceksiniz. Öğretmeniniz, bireysel öğrenme materyalinin sonunda, ölçme araçlarını (uygulamalı faaliyetler, iş ve performans testleri, çoktan seçmeli soru / doğru-yanlış soruları ve boşluk doldurmalı sorular, vb.) kullanarak kazandığınız bilgi ve becerileri ölçüp değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrencimiz,

Elektrik-elektronik alanında elektriksel büyüklüklerin ölçülmesi son derece önemli bir yer tutmaktadır. Günümüzde elektrik enerjisi diğer enerji kaynaklarına göre taşıdığı üstünlükler dolayısı ile son derece yaygın olarak kullanılmaktadır. Endüstride ve konutlarda birçok araç gereç, makine ve teçhizat elektrik enerjisi ile çalıştırılmaktadır. Özellikle sanayi alanlarında elektrik enerjisinin verimli bir şekilde kullanılması, çalışan cihazların çalışma şekli ve çalışma devamlılığı kadar çalışma güvenliği ve çıkabilecek muhtemel arızaların önlenmesi üzerinde titizlikle durulan bir konudur. Bunun için de çalışan elektrikli cihazların uygun elektriksel parametrelerde çalıştırılması gerekmektedir.

Bu durum elektrik enerjisine ait büyüklüklerin hatasız, doğru ve tekniğine uygun ölçümünü gerektirmektedir. Elektriksel büyüklüklerin ölçülmesi ve doğru olarak değerlendirilmesi endüstriyel uygulamalarda sistemlerin doğru ve güvenli olarak çalışma kontrolünü, hata analizi yapmayı, meydana gelebilecek muhtemel arızalara karşı önlem almayı, oluşmuş arızalarda ise arıza sebebinin bulunması ve tekrarının önlenmesini sağlamaktadır. Bu yüzden elektrik-elektronik alanında çalışan her seviyedeki teknik eleman nitelikli ölçme yapabilmeli, ölçü aletlerini kullanabilmeli ve elektriksel ölçümleri hatasız yaparak ölçüm sonuçlarını değerlendirebilmelidir. Aynı zamanda her türlü elektriksel büyüklük için uygun ölçüm aletini uygun özelliklerde seçebilmelidir. Ayrıca her türlü ölçüm aletinin bağlantısını yapma ve ölçülen değeri doğru olarak okuma bilgi ve becerisine sahip olmalıdır.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

ÖĞRENME KAZANIMI

Multimetre veya LCR metreyi tekniğine uygun kullanarak direnç ölçümünü hatasız yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Elektriksel büyüklüklerin ölçülmesinde kullanılan ölçü aletlerinin yapısı ve çeşitleri hakkında araştırma yapınız.
- Direnç değerine etki eden faktörleri ve direnç ölçüm tekniklerini araştırınız.

1. ÖLÇÜM ALETLERİ VE DİRENÇ ÖLÇME

1.1. Elektriksel ölçüm aletlerinin görev ve işlevleri

Elektriksel büyüklüklerin her biri için ölçüm aleti ve birimi mevcuttur.

- Direnç, endüktans ve kapasite LCRmetre,
- Akım, ampermetre,
- Gerilim, voltmetre,
- Elektriksel güç, wattmetre,
- Frekans, frekansmetre,
- Elektrik enerjisi, elektrik sayacı ile ölçülür.

Aynı zamanda elektriksel büyüklüklerin ölçümünü zorunlu kılan faktörler şunlardır:

- Harcanan elektrik enerjisini ölçmek,
- Alıcının çalışma şartlarına uygun elektriksel büyüklükler ile çalıştığını kontrol etmek
- Sürekli ve kesintisiz çalışmayı sağlamak,
- Ölçülen elektriksel büyüklüğün değerine göre istenmeyen durumlar için önlem almak
- Elektrik ve elektronik elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapmak,
- Devre veya devrelerde arıza tespiti yapmak
- Enerji olup olmadığını kontrol etmek bu zorunluluğu meydana getiren faktörlerden bazılarıdır.

Fiziksel büyüklüklerin ölçülmesinde her büyüklük için bir ölçü birimi kullanıldığı gibi elektriksel büyüklüklerin ölçülmesinde de elektriksel birimler kullanılır.

1.2. Elektriksel Ölçüm Aletlerinin Çeşitleri



Fotoğraf 1.1: Ölçüm Aletlerinin Sınıflandırılması

Elektriksel büyüklüklerin ölçülmesinde kullanılan ölçü aletleri çok çeşitli tip ve modellerde olmasına karşın, (fotoğraf 1.1) bazı ortak özellikleri ile aynı çatı altında gruplandırılabilirler. Bu gruplandırmalar; ölçtüğü büyüklüğün doğruluk derecesine göre, ölçüm aletlerinin gösterme şekline göre ve kullanım yerine göre yapılır.



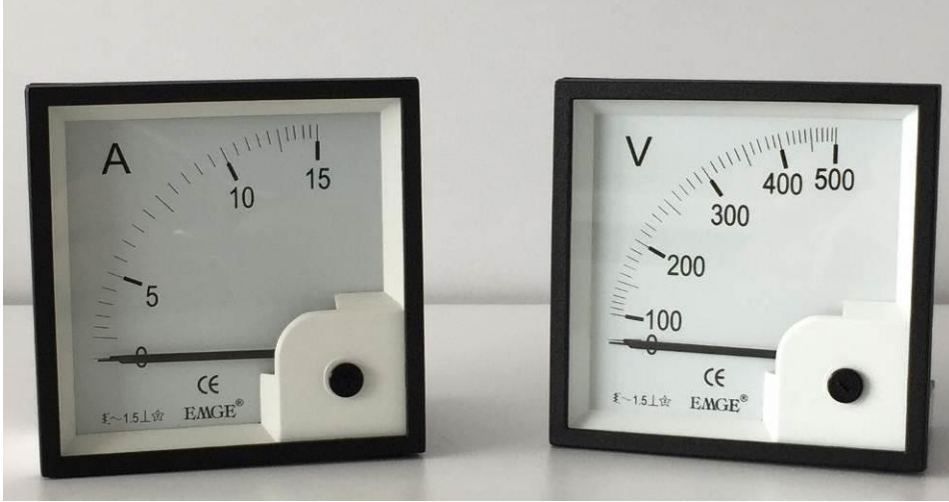
Fotoğraf 1.2: Tipik elektrik ölçü aletleri

1.2.1. Yapısına Göre Ölçüm Aletleri

Yapısına göre elektriksel ölçüm aletleri, kendi aralarında ikiye ayrılır. Bunlar analog ölçüm aletleri ve dijital ölçüm aletleridir. Şimdi bunları sırası ile inceleyelim.

➤ Analog Ölçüm Aletleri

Ölçtüğü değeri skala taksimatı üzerinden ibre ile gösteren ölçü aletleridir. Bu ölçü aletlerinde değer okumak daha zor gibi görünse de analog ölçü aletleri daha hassas ölçümlere olanak sağlarlar. Fotoğraf 1.3'te bazı analog ölçü aletleri görülmektedir.



Fotoğraf 1.3: Analog ölçü aletleri

➤ **Dijital Ölçüm Aletleri**

Ölçtüğü değeri dijital bir göstergede sayılarla gösteren ölçüm aletidir. Bu ölçü aletlerinin kullanımı kolay olup özellikleri analog ölçü aletlerine göre daha fazladır. Günümüzde dijital ölçüm aletleri ile ölçülen değerlerin bilgisayar ortamına taşınması ve kullanılması gibi özellikler ilave edilerek işlemler yapılabilir. Dijital ölçüm aletleri, ölçüm aletlerine yeni özellik ve nitelikler ilave edilerek geliştirilen ölçüm aletleridir (fotoğraf 1.4).



Fotoğraf 1.4: Dijital ölçü aletleri

1.2.2. Ölçtüğü Büyüklüğü Gösterme Şekline Göre

Ölçtüğü büyüklüğü kişiye çeşitli şekillerde yansıtan ölçüm aletleri kendi aralarında üçe ayrılır. Bunlar; gösteren ölçüm aletleri, kaydedici ölçüm aletleri, toplayıcı ölçüm aletleridir.

➤ Gösteren Ölçüm Aletleri

Bu ölçüm aletleri ölçtükleri elektriksel büyüklüğün o andaki değerini skalasından veya göstergesinden gösteren, başka bir ölçüme geçildiğinde eski değeri kaybedip yeni ölçüm değerini gösteren ölçüm aletleridir (fotoğraf 1.5)



Fotoğraf 1.5: Gösteren ölçüm aletlerine örnekler

➤ Kaydedici Ölçüm Aletleri

Kaydedici ölçüm aletleri, ölçülen büyüklüğün değerini zamana bağlı olarak içerisindeki belleğe kaydeder. Bir bağlantı portu ile belleğe kaydedilen veriler cihaza ait program ile bilgisayara aktarılmaktadır (fotoğraf 1.6). Bu tip ölçü aletleri genellikle geniş sahada, büyük üretim tesislerinde birçok elektriksel veriyi kayıt altına almak ve enerjinin takibi için kullanılır.



Fotoğraf 1.6: Kaydedici ölçü aletlerine örnekler

➤ Toplayıcı Ölçüm Aletleri

Toplayıcı ölçüm aletleri, ölçtükleri elektriksel büyüklük değerini zamana bağlı olarak toplarlar (fotoğraf 1.7). Bu ölçü aletlerinin ekranında okunan değer, ölçüme başladığı andan itibaren ölçtüğü değerdir. Yani ölçtüğü değeri bir önceki değerın üstüne ilave ederek ölçüm yaparlar. Enerji kesildiğinde ölçülen değer sıfırlanmaz. Elektrik sayaçları bu tip ölçü aletlerine verilebilecek en iyi örneklerden biridir.



Fotoğraf 1.7: Toplayıcı ölçüm aletlerine en iyi örnek sayaçlardır

1.2.3. Kullanım Yerlerine Göre Ölçüm Aletleri

Kullanım şekline göre ölçü aletleri taşınabilir ve pano tipi olmak üzere ikiye ayrılır. Şimdi bunları sırası ile açıklayalım.

➤ Taşınabilir Ölçüm Aletleri

Bu tür ölçüm aletleri çoğunlukla atölye, işletme ve laboratuvar ortamlarında pratik ölçüm yapmak amacı ile kullanılan sabit bir yere monte edilmeyen ölçüm aletleridir (fotoğra 1.8). Bu tip ölçüm aletleri kendine ait bir kapalı kap içerisinde alınmış taşınmaya uygun ölçüm aletleridir. Ancak çarpma ve darbelere karşı hassas olduklarından kullanımında gerekli özen gösterilmelidir.



Fotğraf 1.8: Taşınabilir ölçüm aletleri

➤ Pano Tipi Ölçüm Aletleri

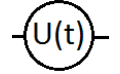
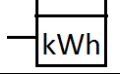
Bu tür ölçüm aletleri sanayide, fabrikalarda ve atölyelerde, elektriksel büyüklüklerin sık sık kontrol edilmesi istenen yerlerde kullanılır. Pano veya tablo üzerine özel montaj malzemeleri kullanılarak sabitlenen bu ölçüm aletleri dik çalışacak şekilde tasarlanır (fotoğraf 1.9). Günlük ölçümlerde ve deney masalarında kullanım için uygun değildir. Pano tipi ölçüm aletleri sipariş edilirken gösterme şekli ne olursa olsun 3 ayrı ölçüde imal edilirler. Bu ölçüler 72x72, 96x96, 144x144 mm şeklindedir. Bu boyutlar arasında teknik olarak bir farklılık olmayıp görünüş ve okuma kolaylığı dikkate alınarak seçim yapılır.



Fotoğraf 1. 9: Pano tipi ölçüm aletleri

1.3. Çeşitli Elektriksel Ölçüm aleti Tanımları

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

Sembolü	Ölçüm Aleti	Ölçü Birimi
	Ampermetre	Amper
	Voltmetre	Volt
	LCR Metre	Henry (H) Farad (F) Ohm (Ω)
	Wattmetre	Watt
	Frekansmetre	Hertz
	Multimetre	Henry (H) Volt (V) Farad (F) Amper (A) Ohm (Ω) ...
	Osilaskop	U(t) (Volt) i(t) (Amper)
	Elektrik Sayacı	kWh

Tablo 1.1: Ölçü aletlerine ait semboller



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



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



Lcrmetre: Elektrik devrelerinde değişik amaçlar için kullanılan ve alıcı olarak görev yapan direnç, bobin ve kondansatörün; direnç, endüktans ve kapasite değerlerini ölçen ölçü aletleridir. LCR harfleri ile gösterilir. Lcrmetre ile doğru ölçüm yapabilmek için uygun kademe seçimi yapılmalıdır.



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



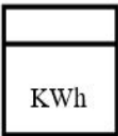
Frekansmetre: Alternatif akım devrelerinde elektrik enerjisinin frekansını ölçen aletlerdir. F harfi ile gösterilir. Frekansmetreler devreye paralel bağlanır ve (Hz) şeklinde ifade edilir.



Multimetre: Elektrik veya elektronik devrelerinde akım, gerilim, direnç, frekans endüktans ve kapasite ölçümü yapar. Bunların yanı sıra elektronik elemanların sağlamlık kontrolü ve uç tespiti işlemleri yapabilen tümleşik ölçü aletleridir.



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



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

1.4. Ölçü Aletlerine Ait Terimler

1.4.1. Doğruluk Derecesi

Ölçüm aletlerinin hiçbiri yüzde yüz doğru ölçüm yapamaz. Her ölçüm aletinin mutlaka belirli bir hata payı vardır. Bir ölçüm aletinin yapacağı en büyük hata, imalatçı firma tarafından ölçüm aletinin üzerine yazılarak belirtilir.

Ölçme hatasının az veya çok olması, ölçüm aletinin doğruluk derecesini gösterir. Ölçü aletleri doğruluk derecesine göre 0,1-0,2-0,5-1-1,5-2,5 olmak üzere altı sınıfa ayrılır. 0,1 ve 0,2 sınıfına dahil olan ölçü aletlerinin hata yüzdesi az olup yaptıkları ölçümlerin doğruluğu yüksektir. 1,5 ve 2,5 sınıfına dahil olan ölçü aletlerinde ise hata yüzdesi fazla olup yaptıkları ölçümlerin doğruluğu, yani gerçek değerle ölçülen değer arasındaki fark daha fazladır.

0,5 sınıfı bir voltmetrorenin son skala taksimatı 1000 voltur. Bu ölçüm aletinin yapabileceği en büyük ölçüm hatasını bulacak olursak:

$$\%0,5 \times 1000 = 0,005 \times 1000 = 5 \text{ volt}$$

yani 0,5 sınıfı, bu ölçüm aletinin 1000 volt değerinden 5 volta kadar fazla ya da 5 volta kadar az bir değer gösterebileceğini ifade eder.

1.4.2. Duyarlılık

Ölçüm aletinde ölçülen büyüklüğün çok küçük değişimlerinin skala veya göstergede ifade edilebilmesidir. Dijital ölçü aletlerinde duyarlılık, 380,1 volt yerine 380,18 volt olarak ifade eden ölçüm aleti daha hassastır. Çünkü daha küçük büyüklük değişimlerini ifade edebilmektedir.

1.4.3. Sabite

Sabite, ölçme sınırı değerinin skala taksimatındaki bölüntü sayısına oranıdır. Skala taksimatı eşit aralıklı (lineer) olan ölçü aletlerinde bu oran sabit olup skala taksimatı eşit aralıklı olmayan (logaritmik) ölçü aletlerinde bu oran sabit değildir.

$\text{Sabite} = \frac{\text{Aletin Ölçme Sınırı}}{\text{Alet Skalasındaki Bölüntü Sayısı}}$
--

1.4.4. Ölçme Sınırı

Bir ölçüm aletinin skala taksimatında gösterdiği en son değere yani ölçebileceği en büyük değere ölçme sınırı denir.

1.4.5. Ölçme Alanı

Bir ölçüm aletinin skalasında gösterdiği en küçük değer ile en büyük değer arasında kalan kısım ölçüm aletinin ölçme alanını verir.

Örneğin, bir ampermetrenin skala taksimatındaki en küçük değer sıfır, en büyük değer 5 A ise bu ampermetrenin ölçme alanı (0 - 5 A) olarak ifade edilir. Bir voltmeterinin skala taksimatındaki en küçük değer -10 mV en büyük değer +10 mV ise bu voltmeterinin ölçme alanı (-10 + 10 mV) olarak ifade edilir.

1.4.6. Ölçüm Aletlerinin Enerji Sarfıyatı

Dijital ölçü aletleri güç sarfıyatını içinde bulunan pilden sağlarlar, Pano tipi ölçü aletleri çalışması için gerekli enerjiyi şebekeden alırlar.

1.4.7. Ölçüm aleti Seçimi ve Kullanımı

Elektriksel büyüklüklerin ölçülmesinde kullanılacak ölçüm aletlerinin özelliklerinin yapılacak ölçme işlemine uygun seçilmesi gerekir.

Seçim yapılırken aşağıda belirtilen özellikler ve ölçülecek büyüklük ve ölçüm aleti için uygun olmalıdır:

- Ölçüm aleti, ölçüm yapılacak elektrik enerjisi çeşidine uygun olmalıdır. (AC-DC) Ölçüm aleti hem AC hem DC' de ölçüm yapabiliyorsa mutlaka doğru kısım seçilmelidir.
- Ölçüm aletinin ölçme sınırı ve ölçme alanı ölçülecek büyüklüğe uygun olmalıdır. Hiçbir koşul altında ölçüm aleti ile ölçme sınırını aşan ölçüm yapılmamalıdır. Bu hem ölçüm aleti hem de ölçüm yapan için sakıncalar doğurabilir.
- Ölçüme başlamadan önce, ölçüm aleti kademe seçimi gerektiriyorsa mutlaka kademe seçimi yapılmalıdır. Aksi takdirde kademe seçiminin yanlış yapılmasından kaynaklanan arızalar ile karşılaşılabilir.
- Ölçüm aletinin hassasiyeti yapılacak ölçüme uygun olmalıdır. Örneğin bir transistörün çekeceği akım ölçülürken kullanılan ölçüm aletini hassasiyeti ile bir elektrik motorunun çektiği akım ölçülürken kullanılacak ölçüm aletinin sahip olması gereken hassasiyet farklıdır.

1.5. Analog Ölçüm Aletleri

Analog ölçüm aletlerinin tanımından daha önce bahsetmiştik, şimdi bu ölçü aletlerinin ortak özelliklerine ve yapılarına değinelim.

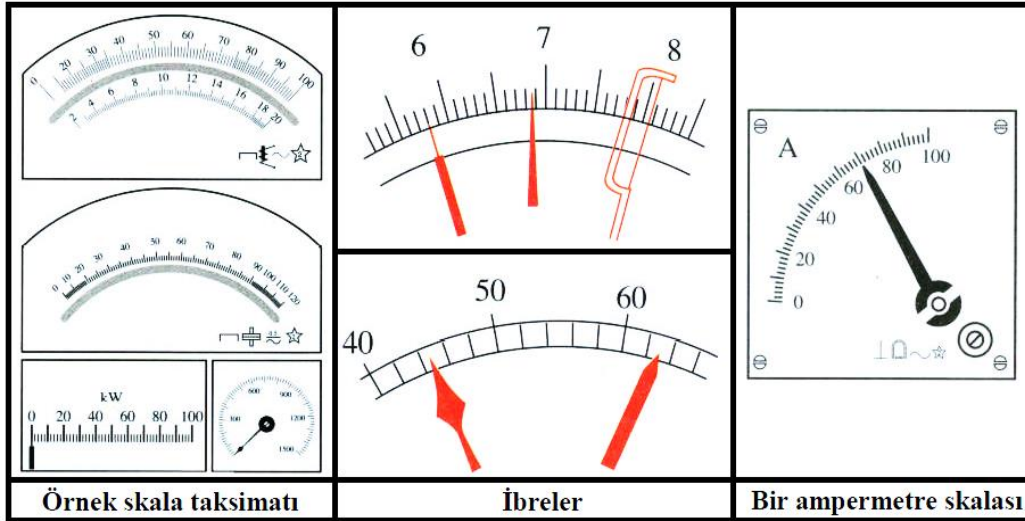
1.5.1. Analog Ölçüm Aletlerinin Mekanik Kısımları

Analog ölçü aletlerinin mekanik kısımları genel olarak; daimi mıknatıslılar, skala taksimatı, sıfır ayar vidası ve ibrelerden oluşmaktadır.

1.5.1.1. Daimi Mıknatıslar

Elektrik ölçü aletlerinde kullanılan mıknatıslar ölçüm için gerekli sapma kuvvetinin oluşturulmasında gereklidir. Mıknatıslar çok yer kaplamakta ve ağırlık yapmaktadır. Bu nedenle ölçü aletlerinde kullanılacak mıknatısların küçük ebatla ve hafif olması ölçü aletlerinin ağırlığının azalmasını sağlar.

1.5.1.2. Skala Taksimatı ve İbreler



Şekil 1.1: Örnek skala taksimatı, İbreler, bir ampermetre skalası

1.5.1.3. Sıfır Ayar Vidası ve Kalibrasyon

Aletin sarsılması ve eğikliği de sıfır ayarını bozabilir. Böyle durumlarda, ölçme sonunda gösterge tam sıfır noktasına gelmez. Bunun için ölçüm aletine sıfır ayar vidası ilave edilmiştir.

Analog ölçü aletlerinin skalası üzerinde bulunabilecek semboller ve anlamları aşağıdaki tabloda verilmiştir.(Tablo 1.1).

1.6. Analog Ölçüm aleti Sembolleri

Analog ölçü aletlerinin skalası üzerinde bulunabilecek semboller ve anlamları Tablo 1.3 ve Tablo 1.4'de verilmiştir.

Şekli	Anlamı	Şekli	Anlamı
	Döner bobinli ölçüm aleti		Termo elemanlı döner bobinli ölçü aleti
	Redresörlü döner bobinli ölçüm aleti		Döner mıknatıslı ölçüm aleti
	Çapraz mıknatıslı ölçüm aleti		Elektrodinamik ölçüm aleti (demirsiz)
	Elektrodinamik ölçüm aleti (demirli)		Elektrodinamik çapraz bobinli ölçüm aleti (demirsiz)
	Elektrodinamik çapraz bobinli ölçüm aleti (demirli)		Termik ölçüm aleti
	Elektrostatik ölçüm aleti		Yumuşak demirli ölçüm aleti
	Çapraz bobinli ölçüm aleti		İndüksiyon ölçüm aleti
	İndüksiyon tipi çapraz bobinli ölçüm aleti		Bimetal ölçüm aleti
	Döner demirli ölçüm aleti		Titreşimli ölçüm aleti
	Termo eleman		Endirekt ısıtılmış termo eleman
	Redresör	ast	Astatik ölçüm aleti
	Alet doğru akımda %1,5; alternatif akımda %2 hatalı		Alet demir örtülü
	Alternatif akım için		Doğru akım için
	Doğru ve alternatif akım için		Üç fazlı akım için (Bir ölçme sistemli)
	Üç fazlı akım için (İki ölçme sistemli)		Üç fazlı akım için (Üç ölçme sistemli)
	Aletin muayene gerilimi 500 Volt		Aletin yalıtkanlık deneyi yapılmamış
	Yalıtkanlık deneyi 2 kV'la yapılmış ölçüm aleti		Alet dik olarak kullanılacak
	Alet yatay olarak kullanılacak		Alet 60° eğik olarak kullanılacak
	Alete dıştan bağlanan şönt direnç		Alete dıştan bağlanan ön direnç
	Alete dıştan bağlanan indüktans		Yalıtkanlık deney gerilimi
	Sıfır ayar tertibatı		Çalışma tertibatına dikkat ediniz.

Tablo 1.2: Ölçü aletlerinin özelliklerini belirten semboller

Şekli	Anlamı	Şekli	Anlamı
	Göstergeli ölçüm aleti (genel)		Yazıcı ölçüm aleti (genel)
	Sayıcı ölçüm aleti (genel)		Gerilim bobini ölçer
	Akım bobini ölçer		Uç çıkarılmış alet
	Göstergesi bir yönlü ölçüm aleti		Göstergesi ortada iki yönlü ölçüm aleti
	Sayıcı (numaralı) ölçüm aleti		Göstergeli ampermetre
	DC – AC Voltmetreleri		Alternatif akım sıfır aleti
	Çift voltmetre		Fark voltmetresi
	Göstergeli Wattmetre		Göstergeli kosinüs fime
	Senkronoskop		Lüksmetre
	Ohmmetre		AVO Metre
	Frekansmetre		Takometre (Turmetre)
	Kaydedici Wattmetre		Osilaskop
	Sıfır ayarlı omik direnç ölçme köprüsü		Kaydedici ölçüm aleti
	Noktalayıcı ölçüm aleti		Bir fazlı alternatif akım sayacı
	Üç telli üç fazlı aktif sayaç		Üç telli üç fazlı reaktif sayaç
	Bir kutuplu bir fazlı çift tarifeli sayaç		Dört telli üç fazlı aktif sayaç
	Amper – saat metre		Gaussmetre

Tablo 1.3: Ölçü aletleri sembolleri

1.6. Dijital Ölçü Aletlerinin Genel Tanımı

Dijital ölçü aletleri, ölçtüğü değeri ayrıntılı olarak üst ve alt katlarını belirterek sayısal olarak ölçebilmektedir. Dijital ölçü aletleri aynen analog ölçü aletlerinde olduğu gibi tek büyüklüğü ölçmek için ampermetre, voltmetre, wattmetre vb. şeklinde yapılmaktadır. Aynı zamanda birden fazla büyüklüğü ölçmek ve değişik test işlemlerini yapmak için de dijital multimetreler yapılmaktadır.



Fotoğraf 1. 10: Dijital ölçüm aletleri



Fotoğraf 1. 11: Dijital ölçüm aleti haberleşme portu

1.7. Direnç Ölçme

1.7.1. Direnç ve İletken

Elektrik akımına karşı gösterilen zorluk direnç olarak ifade edilebilir.



Bir elektrik devresine gerilim uygulandığında, alıcıdan akım geçmektedir. Geçen akımı sınırlayan etken ise alıcının direncidir. Buradan şu sonuca varabiliriz. Eğer iletkenin direnci fazla ise geçen akım miktarı az, iletkenin direnci az ise geçen akım miktarı fazladır.

1.8. Direnç birimlerini ve ast üst kat dönüşümleri

Direnç birimlerinin ast katları pek kullanılmamakta olup ohm ve üst katları kullanılmaktadır.

Bunlar: $\text{Ohm } (\Omega) < \text{Kilo Ohm } (k\Omega) < \text{Mega Ohm } (M\Omega) < \text{Giga Ohm } (G\Omega)$



Şekil 1.2: Direnç ast ve üst katları

Örnek – 1: Aşağıda verilen $M\Omega$ birimlerini $k\Omega$ seviyesine dönüştürünüz.

$$1,2 M\Omega = 1,2 \times 1000 = 1200 k\Omega$$

$$2,7 M\Omega = 2,7 \times 1000 = 2700 k\Omega$$

$$3,3 M\Omega = 3,3 \times 1000 = 3300 k\Omega$$

$$6,8 M\Omega = 6,8 \times 1000 = 6800 k\Omega$$

$$10 M\Omega = 10 \times 1000 = 10000 k\Omega$$

Örnek – 2: Aşağıda verilen $k\Omega$ birimlerini Ω seviyesine dönüştürünüz.

$$1,5 k\Omega = 1,5 \times 1000 = 1500 \Omega$$

$$2,2 k\Omega = 2,2 \times 1000 = 2200 \Omega$$

$$4,7 k\Omega = 4,7 \times 1000 = 4700 \Omega$$

$$5,6 k\Omega = 5,6 \times 1000 = 5600 \Omega$$

$$8,2 k\Omega = 8,2 \times 1000 = 8200 \Omega$$

Örnek – 3: Aşağıda verilen Ω birimlerini $k\Omega$ seviyesine dönüştürünüz.

$$1200 \Omega = 1200/1000 = 1,2 k\Omega$$

$$1600 \Omega = 1600/1000 = 1,6 k\Omega$$

$$4700 \Omega = 4700/1000 = 4,7 k\Omega$$

$$6300 \Omega = 6300/1000 = 6,3 k\Omega$$

$$9600 \Omega = 9600/1000 = 9,6 k\Omega$$

Örnek –4: Aşağıda verilen Ω birimlerini $M\Omega$ seviyesine dönüştürünüz.

$$1100000 \Omega = 1100000/1\ 000\ 000 = 1,1 M\Omega$$

$$2400000 \Omega = 2400000/1\ 000\ 000 = 2,4 M\Omega$$

$$7500000 \Omega = 7500000/1\ 000\ 000 = 6,3 M\Omega$$

$$15000000 \Omega = 15000000/1\ 000\ 000 = 15 M\Omega$$

$$22000000 \Omega = 22000000/1\ 000\ 000 = 22 M\Omega$$

1.9. İletken Direncini Etkileyen Faktörler

Bir iletkenin direnci “R” (ohm), iletkenin boyu “l “ (metre), kesiti “S” (mm^2) ve iletkenin yapıldığı malzemenin öz direnci olan “ ρ ”($\Omega \cdot mm^2/m$) ya bağlıdır. Direncin, boy kesit ve öz dirençle arasındaki bağıntıyı veren formül:

$$R = \frac{\rho \times L}{S}$$

$$K = \frac{1}{\rho}$$

$$R = \frac{L}{K \times S}$$

Verilenlere göre;

R : İletkenin direnci (Ω)

ρ : İletken malzemenin öz direnci ($\Omega \cdot mm^2/m$)

L : İletkenin boyu (m)

K : İletken malzemenin öziletkenliği ($m/\Omega \cdot mm^2$)

S : İletkenin kesiti (mm^2)

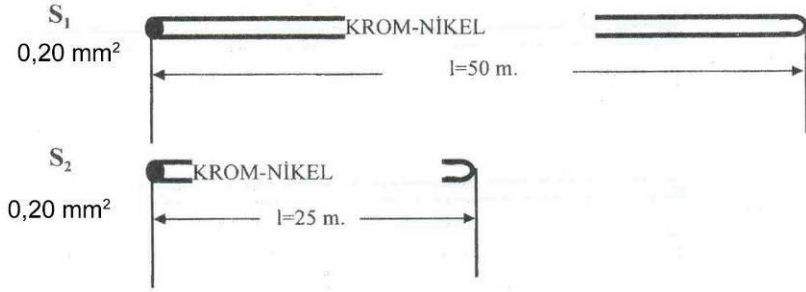
Özdirenç: Birim uzunluk (1 metre) ve birim kesitteki ($1mm^2$) iletkenin direncine özdirenç denir. Özdirenç “ ρ ” ile gösterilir.

Öziletkenlik: Özdirençin tersine öziletkenlik denir. “K” harfi ile gösterilir. Yukarıdaki formülde görüldüğü gibi:

- İletkenin boyu uzadıkça direnci de artar, boyu kısaldıkça direnci azalır. Özetle boy ile direnç doğru orantılıdır.
- İletkenin kesiti artıkça direnci azalır, kesit azaldıkça direnç artar. Özetle kesit ile direnç ters orantılıdır.
- Özdirenç iletkenin iletkenlik kalitesini gösterir. İletkenin yapıldığı metalin özdirenç değeri küçük ise direnç küçük, özdirenç değeri büyük ise direnç değeri büyüktür. Özetle özdirenç ile direnç doğru orantılıdır.

1.9.1. Direnç Değerinin İletkenin Boyu ile Değişimi

Bu değerlendirmede; kesitleri ve cinslerinin aynı, boyları farklı iki iletkenin direnç değerindeki boy farkından kaynaklanan değer bulunarak, iletken boyunun değişimi ile direnç değerinde oluşan fark incelenecektir.



Şekil 1.3: Kesit ve cinsleri aynı, boyları farklı iki iletken

$$S_1 = 0,20 \text{ mm}^2 \quad S_2 = 0,20 \text{ mm}^2$$

$$l_1 = 50 \text{ m} \quad l_2 = 25 \text{ m}$$

$$\rho_1 = 1,1 \quad \rho_2 = 1,1$$

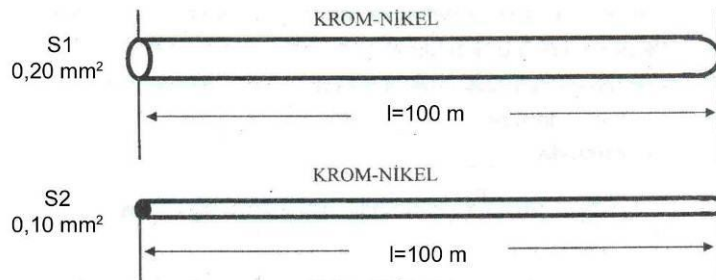
$$R_1 = ? \quad R_2 = ?$$

$$R_1 = \frac{\rho_1 \times l_1}{S_1} = \frac{1,1 \times 50}{0,20} = \frac{55}{0,2} = 275 \Omega \quad R_2 = \frac{\rho_2 \times l_2}{S_2} = \frac{1,1 \times 25}{0,20} = \frac{27,5}{0,2} = 137,5 \Omega$$

Bu sonuç bize gösteriyor ki uzunluk ile direnç değeri arasında doğru orantı vardır. Kesiti ve cinsi değişmeyen bir iletkenin uzunluğu artarsa direnç değeri artar (R_1), kısalsa direnç değeri azalır (R_2).

1.9.2. Direnç Değerinin İletkenin Kesiti ile Değişimi

Bu değerlendirmede; boyları ve cinsleri aynı, kesitleri farklı iki iletkenin direnç değerindeki kesitlerine göre bulunup kesitin değişimi ile direnç değerinde oluşan fark incelenecektir.



Şekil 1.4: Boyları ve cinsleri aynı, kesitleri farklı iki iletken

$$S_1=0,20 \text{ mm}^2 \quad S_2=0,10 \text{ mm}^2$$

$$I_1=100 \text{ m} \quad I_2=100 \text{ m}$$

$$\varphi_1=1,1 \quad \varphi_2=1,1$$

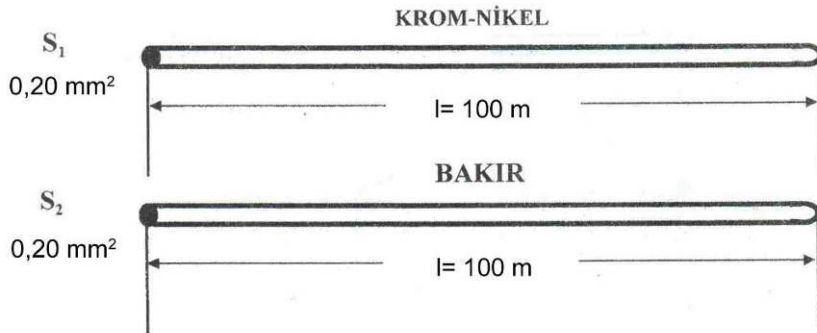
$$R_1= ? \quad R_2= ?$$

$$R_1 = \frac{\varphi \cdot I_1}{S_1} = \frac{1,1 \cdot 100}{0,20} = \frac{110}{0,2} = 550 \Omega \quad R_2 = \frac{\varphi \cdot I_2}{S_2} = \frac{1,1 \cdot 100}{0,10} = \frac{110}{0,1} = 1100 \Omega$$

Bu sonuç bize gösteriyor ki kesit ile direnç değeri arasında ters orantı vardır. Boyu ve cinsi değişmeyen bir iletkenin kesiti artarsa direnç değeri azalır (R_1), kesit azalırsa direnç değeri artar (R_2).

1.9.3. Direnç Değerinin İletkenin Cinsi ile Değişimi

Bu değerlendirmede; boyları ve kesitleri aynı, cinsleri (özdirençleri) farklı iki iletkenin özdirençlerine göre direnç değerleri bulunarak özdirenç değişimi ile direnç değerinde oluşan fark incelenecektir.



Şekil 1.5: Kesit ve cinsleri aynı, boyları farklı iki iletken

$$S_1=0,20 \text{ mm}^2 \quad S_2=0,20 \text{ mm}^2$$

$$I_1=100 \text{ m} \quad I_2=100 \text{ m}$$

$$\varphi=0,0178 \text{ (Bakır)} \quad \varphi=1,1 \text{ (Krom-Nikel)}$$

$$R_1= ? \quad R_2= ?$$

$$R_1 = \frac{\varphi \cdot I_1}{S_1} = \frac{1,1 \cdot 100}{0,20} = \frac{110}{0,2} = 550 \Omega \quad R_2 = \frac{\varphi \cdot I_2}{S_2} = \frac{0,0178 \cdot 100}{0,20} = \frac{1,78}{0,2} = 8,9 \Omega$$

Bu sonuç bize gösteriyor ki iletkenin özdirenci ile direnç değeri arasında doğru orantı vardır. Boyu ve kesiti aynı olan iletkenlerden, özdirenci büyük olanın direnç değeri büyük (R_1), özdirenci küçük olanın direnç değeri küçüktür (R_2).

Tablo 1.3 de çeşitli iletkenler özdirençleri ve öziletkenlikleri verilmiştir.

İLETKEN CİNSİ	ÖZDİRENCİ(ρ) $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	ÖZİLETKENLİK(K)
BAKIR	0,0178	56
ALÜMİNYUM	0,0285	35
KROM-NİKEL	1,1	0,91
GÜMÜŞ	0.016	62,5
ÇİNKO	0,063	16

Tablo 1.4: Bazı iletkenlerin özdirenç ve öziletkenlikleri

1.9.4. Direncin Sıcaklıkla Değişimi

Tüm iletkenlerin dirençleri sıcaklık ile belirli bir miktar değişir. Bu değişim bazı metallerde direncin artması yönünde olurken bazı iletkenlerde de direnç değerinin azalması yönünde olur. Direncin, sıcaklık faktöründen dolayı değişmesi büyük akım değeri ile çalışan devrelerde çok önemli değildir. Ancak özellikle elektronik devrelerde dikkate alınmalı ve dirençlerin sıcaklıktan dolayı değerindeki değişmeye bağlı olarak akımda da belirli bir miktar değişiklik olduğu unutulmamalıdır.

1.10. Direnç Değerinin Ölçülmesi

1.10.1. Tek direnç kademeli multimetre ile Direnç Ölçümü

Tek direnç kademeli multimetrelerde ölçüm aleti kademe anahtarı direnç Ω kademesine alınır. Direnç ölçümü tekniğine uygun olarak yapılır. Bu tip ölçü aletleri Ω , $k\Omega$, $M\Omega$ kademeleri arasındaki geçişi kendisi yapar ve değer ekranında ölçülen değer yanında mutlaka Ω , $k\Omega$, $M\Omega$ ifadelerinden uygun olan yer alır. Direnç değerinin birimi bu ifadeye göre okunur. (Resim 1.12)



Fotoğraf 1. 12: Tek direnç kademeli multimetre

Ohmmetreler direnç ölçmenin yanında elektrik elektronik devrelerinde açık ve kapalı devre kontrollerinde de sıkça kullanılmaktadır. Ohmmetreler ölçüm yapmak için mutlaka kendine ait bir enerji kaynağına ihtiyaç duyarlar. Bu gereksinim genellikle 9 V veya 1,5 V' luk pillerin seri bağlanması ile giderilir.



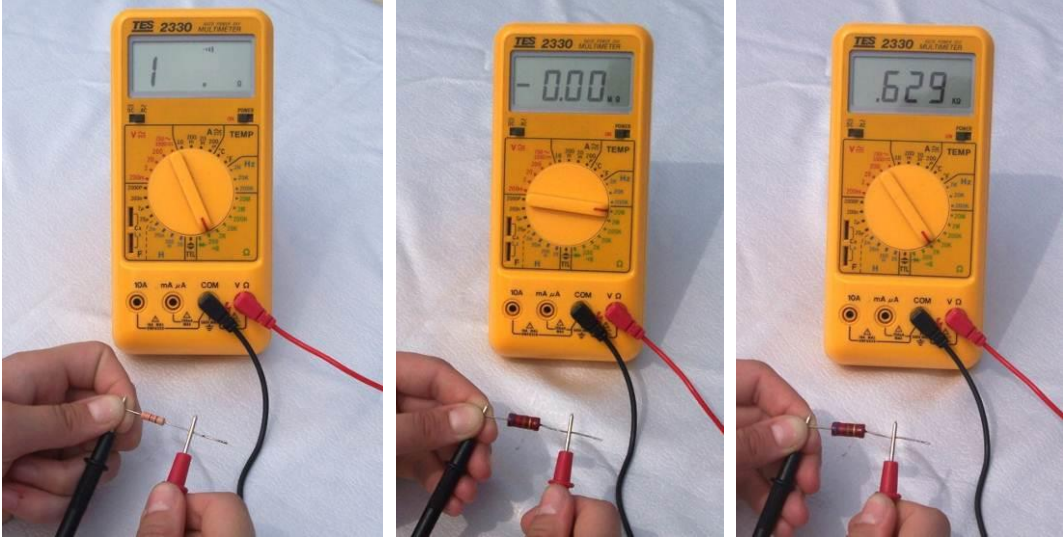
Multimetreler veya avometreler ile ölçüm yapılırken problemlerin ikisinin de elle tutulmamasına dikkat edilmelidir.

Fotoğraf 1. 13: Direnç ölçümünde problemlerin durumu

Ohmmetreler veya avometreler çalışan bir cihazda ölçüm yapılırken problemlerin ikisinin de elle tutulmamasına dikkat edilmelidir. Bu direncin yanında vücut direncinin ölçülmesine özellikle de büyük değerli dirençlerin ölçülmesinde, değerin yanlış belirlenmesine neden olur.

1.10.2. Çoklu direnç kademeli multimetre ile direnç ölçme

Dijital ohmmetre veya multimetre ile ölçüm sonucunu tayin etmek daha kolaydır. Ancak, dijital ohmmetre veya multimetreler ile direnç ölçümü yapılırken hatasız bir ölçüm yapabilmek için dikkat edilmesi gereken noktalar bulunmaktadır. Günümüzde kademe anahtarı direnç ölçme konumuna getirildikten sonra, kademe seçimi (200, 2K, 20K...2M) gerektirmeyen ölçü aletleri yaygındır. Ancak kademe seçimi gerektiren ohmmetre veya multimetrelerde doğru kademe seçimi yapmak önemlidir. Direnç ölçümü yapılırken uygun kademe seçimini bir örnekle açıklayalım:



a)

b)

c)

Fotoğraf 1.14: Dijital multimetrede doğru kademe seçimi

630 Ω 'luk bir direnç için uygun kademeyi deneyerek tespit edelim.

Burada dikkat edilmesi gereken nokta direnç değerine en yakın ve kesinlikle direnç değerinden küçük olmayan kademeyi seçmektir. Bu direnç ölçümü yapılırken uyulması gereken bir kuraldır.

630 Ω 'luk direnç değeri ohmmetre veya multimetrede ölçülürken seçilmesi gereken kademe 2K kademesidir.

Seçilen kademe çok küçükse **değer ekranında 1 ifadesi görülecektir** (fotoğraf 1.14.a). Değer ekranında 1 ifadesi gördüğünüzde **kademeyi büyütmeniz** gerektiğini unutmayınız.

Seçilen kademe çok büyükse **değer ekranında 0 ifadesi görülecektir** (fotoğraf 1.14.b). Değer ekranında 0 ifadesi gördüğünüzde **kademeyi küçültmeniz** gerektiğini unutmayınız.

Seçilen kademe direnç değerine uygun ise **değer ekranında direnç değeri sayısal olarak görülecektir** (fotoğraf 1.14.c). Bu durumda kademe uygun seçilmiştir.

DEĞERLER ETKİNLİĞİ

Edison bir gün dinamo makinesini icat eden William Wallace'ın araştırma merkezine iş ziyaretinde bulunur. Burada elektrikli ampülü de görür ve bunlardan çok etkilenir. İki plakayı birleştiren plakalar elektrik enerjisiyle birleşince mavi ışık yaymaktadır. Ancak bu plakalar hemen eridiği için tam olarak verim alınamamaktadır.

İnsanlar ampülü icat ederken mum, gazyağı ve bunun gibi pek çok maddeyi denemiş ancak kesin bir sonuç alamamışlar. Edison'un aklına elektrik enerjisiyle çalışan bir ampül icat etme fikri işte burada gelir. Bunun için Edison plakalar yerine başka bir dayanıklı maddenin olması gerektiğini düşünür. Bunun için pek çok eşya ve madde üzerinde elektrik çalışmaları yapmaya başlar. Kurduğu kırk kişilik bir ekiple çalışmalarını gece gündüz devam ettiren Edison burada elektriğin kızgın hale getirdiği ama uzun süre buna dayanan bir madde arar. Kimi maddeler uzun süreli olmasına rağmen çok pahalıdır, kimisi ise ucuz ama kalitesizdir. Edison hem ucuz hem de dayanıklı bir madde arar. Araştırmalar bir türlü sonuç vermez. Artık bu durumdan Edison'un arkadaşları da sıkılmıştır ve çalışmayı bırakmayı teklif ederler. Ancak Edison her şeye rağmen çalışmaya devam etmek ister. O güne kadar 2 binden fazla madde üzerinde çalışmış ve hepsinde başarısız olmuşlardır. Bir gün ofisinde dalgın bir şekilde otururken düğmesinden bir ip parçası sarktığını görür. Birden aklına bir fikir gelir ve laboratuvara gider. Arkadaşlarına bir avuç ip bulmalarını söyler. İpler kömürleştirilir ve elektrik verilir. İpler iki plakanın arasına yerleştirilir ve etrafı havasız bir camla kapatılır. Elektrik verilince lambanın içinde sarı bir ışık oluşur. Bu ampülü saatlerce yakmalarına rağmen ışık sönmez. Sonunda ampül için dayanıklı bir madde bulmuşlardır. Bundan sonra 14 bin ampülü böylece üretirler. 900 binada elektrik şebekesi kurulur ve ampuller bu binalara tek tek yerleştirilir. 1882 yılında ABD'de onlarca mahalle artık ısıtılmıştır. Bu büyük icat sayesinde artık her ev kolaylıkla aydınlatılabilir. Bu icatla birlikte Edison'un ünü her yerde duyulur.

Azim ve kararlılık konusunda sizlerin de bildiğiniz hikâyeler var ise sınıf ortamında arkadaşlarınız ile paylaşınız.

UYGULAMA FAALİYETİ

Uygulama Adı	Ölçüm aleti ile Direnç Ölçümü Uygulaması	Uygulama No	1
Aşağıdaki tabloda verilen direnç değerlerini temin ediniz. Dirençlerin ölçümünü Multimetre ve LCRmetre ile işlem basamaklarını ve önerileri takip ederek, iş sağlığı ve güvenliğini tedbirlerini alarak gerçekleştiriniz. Öldüğünüz değerleri tablodaki yerlerine yazarak karşılaştırınız. Burada Multimetre ve LCRmetre ile gerçek değerlere ulaşip ulaşmadığınızı kontrol ediniz. Daha sonra, diğer grup arkadaşlarınızla beraber karşılaştığınız problemler ve yaptığınız hataları ortaya koyarak karşılaşılabileceğiniz durumların tespitini yapınız. Devre Şeması:   Fotoğraf 1.15: Multimetre ile direnç ölçme  			

Fotoğraf 1.16: LCRmetre ile direnç ölçme

N o	Direnç Değeri	Analog Ölçüm aleti ile Okunan Değer	Dijital Ölçüm aleti ile Okunan Değer	Açıklama	Sonuç	
					D	Y
1	1 Ω					
2	15 Ω					
3	100 Ω					
4	180 Ω					
5	220 Ω					
6	330 Ω					
7	820 Ω					
8	900 Ω					
9	1,2 k Ω					
10	1,8 k Ω					
11	2 k Ω					
12	10 k Ω					
13	18 k Ω					
14	20 k Ω					
15	56 k Ω					
16	120 k Ω					
17	190 k Ω					
19	200 k Ω					
20	500 k Ω					
21	900 k Ω					
22	1,2 M Ω					
23	2,2 M Ω					
24	6 M Ω					
25	15 M Ω					

Tablo 1.5: Direnç ölçümü uygulama tablosu

Kullanılacak Araç Gereçler:

- LCRmetre (x1) (Analog ve Dijital)
- Multimetre (x1) (Analog ve Dijital)
- Çeşitli dirençler (Tablo 1.6)
- Ölçüm aleti prob uçları

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Multimetre ve veya avometreyi direnç ölçme konumuna alınız.	➤ Enerji altında ölçüm yapılamayacağını unutmalısınız.
➤ Multimetre veya avometreyi ölçülecek direnç değerine uygun kademeye alınız.	➤ Kademe seçiminiz uygun değilse kademeyi büyültüp küçültmelisiniz. ➤ İbre değer göstermesine rağmen sapma küçük ise daha fazla sapma için kademeyi küçültmelisiniz. ➤ Dijital ölçü aletlerinde ölçüm değerini en hassas değeri okuyuncaya kadar küçültmelisiniz.
➤ Ölçüm aleti problemlerini direnç uçlarına bağlayınız.	➤ Problemleri iki elinizle tutmamaya dikkat etmelisiniz.
➤ Ölçüm aleti değer ekranındaki değeri okuyunuz.	➤ Analog ölçüm aleti ile ölçüm yapıyorsanız, ibrenin konumunu daha net tayin etmek için skaladaki ayna şeridinden faydalanmalısınız.

Uyarılar:



Direnç ölçümünde, okunan değerde hassasiyet arttırılmak isteniyorsa kademe küçültülerek bu hassasiyet arttırılabilir.

(0,190 KΩ yerine, 199 Ω gibi)



Seçilen kademe çok küçükse **değer ekranında 1 ifadesi görülecektir.**

Değer ekranında 1 ifadesi gördüğünüzde **kademeyi büyütmeniz** gerektiğini unutmayınız.



Seçilen kademe çok büyükse **değer ekranında 0 ifadesi görülecektir.**

Değer ekranında 0 ifadesi gördüğünüzde **kademeyi küçültmeniz** gerektiğini unutmayınız.



Seçilen kademe direnç değerine uygun ise **değer ekranında direnç değeri sayısal olarak görülecektir.**

Bu durumda kademe uygun seçilmiştir.

ÖĞRENCİNİN;	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:	İmza	
				/.../20..		

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümleleri doğru ya da yanlış şekline değerlendiriniz.

1. Direnç, iletkenin geçen akım miktarını etkileyen bir faktördür.
2. Direncin üst katları küçükten büyüğe Ω , $K\Omega$, $G\Omega$, $M\Omega$ şeklindedir.
3. Öz direnç her madde için değişken bir değerdir.
4. Bir iletkenin yalnızca kesiti arttırılırsa direnç değeri azalır.
5. Bir iletken tam ortadan kesilirse direnç değeri yarıya düşer.
6. Öz direnci küçük olan maddenin, öz direnci büyük olana göre direnç değeri daha azdır.
7. İletkenlerin direncine yalnız boyu kesiti ve cinsi etki eder.
8. İletkenlerin direnci yalnız multimetre ile ölçülebilir.
9. Multimetrenin pili söküldüğünde direnç ölçümü yapılabilir.
10. Analog ohmmetrelerde direnç değeri, her zaman skaladan direkt okunarak belirlenir.
11. Analog ohmmetrelerde kademe anahtarının olması gerekenden büyük ya da küçük kademe olması, ölçme sonucunu etkilemez.
12. Dijital multimetrelerde değer ekranında 1 ifadesi varsa bu seçilen kademenin gerekenden küçük olduğunu gösterir.
13. Dijital ölçü aletlerinde değer ekranında 0 ifadesi görüldüğünde kademe anahtarı küçültülür.

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

ÖĞRENME KAZANIMI

Multimetre veya LCR metreyi tekniğine uygun kullanarak endüktansı hatasız ölçebileceksiniz.

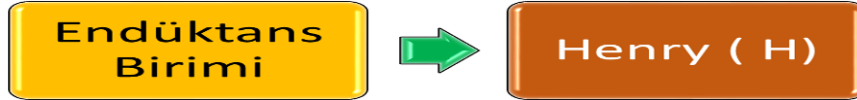
ARAŞTIRMA

- Endüktans ölçümünün önemini ve gereğini araştırarak bir rapor halinde hazırlayınız.

2. ENDÜKTANS ÖLÇME

2.1. Bobinin Endüktansı

Bobinler iletken tellerin yan yana veya üst üste sarılmasıyla elde edilen devre elemanlarıdır. Bobinlerin, elektrik akımının değişimine karşı gösterdikleri tepkiye **endüktans** denir. Endüktans, L harfi ile sembolize edilir ve birimi **henry (H)**'dir.



Fotoğra 2.1: Bobinler

Bobinler DC ile beslenen bir devrede çalışırken akıma sadece **omik direnç** gösterirler. Yani, bobinin yapıldığı metalin akıma karşı gösterdiği zorluk (**R**) söz konusudur. AC ile beslenen bir devrede ise bobinin akıma gösterdiği direnç artar. Artışın sebebi bobin etrafında oluşan değişken manyetik alanın akıma karşı ilave bir karşı koyma (direnç) etkisi oluşturmastır. AC sinyalin frekansı yükseldikçe oluşan manyetik alanın değişim hızı da artacağından bobinin akıma gösterdiği direnç de yükselir. Bu nedenle bobinler, dirençleri frekansla birlikte yükselen eleman olarak nitelendirilebilir. Bobinlerin sarıldığı kısma karkas,

mandren ya da makara; iletkenin karkas üzerinde bir tur yapmasına ise sipir, tur ya da sarım adı verilir. Bobinlerde çoğunlukla dış yüzeyi izoleli (vernikli) bakır tel kullanılır.

2.2. Endüktansı Etkileyen Faktörler

Uygulamada kullanılan bir bobinin endüktansı çeşitli faktörlere göre azalmakta ya da artmaktadır. Bunlar:

- Sarım sayısı
- Nüvenin cinsi
- Sarımlar arası aralık
- Tel kesiti
- Bobinin biçimi
- Sargı katı sayısı
- Bobinin çapı
- Sargı tipi
- Uygulanan AC gerilimin frekansdır.



Lcrmetre ile bobinin endüktansını (L) ölçtüğünüzü, endüktansında alternatif akımın değişimine karşı gösterilen zorluk olduğunu unutmayın.

Bobine doğru gerilim uygulandığında, geçen akıma bobinin (R) omik direnci karşı koyarken aynı bobine alternatif gerilim uygulandığında, alternatif akıma gösterilen direnç daha büyük olur. Alternatif akımdaki bobinin bu direnci (X_L) ile ifade edilir ve endüktif direnç olarak tanımlanır.

Endüktif reaktans:

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

formülü ile hesaplanır.

Burada:

X_L =Endüktif reaktans (Ω)

f =Frekans (Hz)

L =Endüktanstır (Henry)

Örnek: 1 Henry’lik bir bobinin frekansı 50 Hz olan şebeke hattı üzerinde çalışmaktadır. Bu bobinin endüktif reaktansını ve doğru gerilim uygulandığındaki endüktif reaktansını bulunuz.

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 1 = 314 \, \Omega$$

: Alternatif akımdaki endüktif reaktansı

Buradan da görüldüğü gibi bobinlerin alternatif akıma karşı gösterdikleri zorluk doğru akımda olduğundan çok daha fazladır. Çünkü alternatif akımda zamana karşı değişim söz konusudur. Bobinlerin hepsi endüktansa sahip olduklarından, endüktansın etkisi ile alternatif akımın değişimine karşı koymaya çalışır. Bu durum endüktif reaktansı oluşturur.

$$X_L = 2\pi f L = 2.3,14 \cdot 0.1 = 0 \Omega$$

: Doğru akımdaki endüktif reaktansı

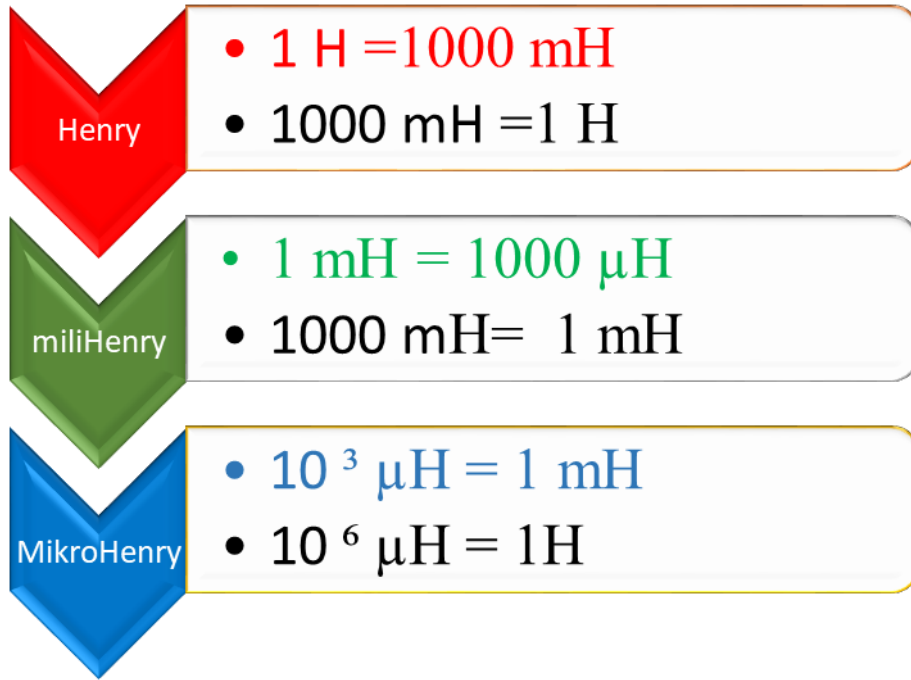
Doğru akımda frekans değerinin 0 olmasıyla akım değerinde herhangi bir değişiklik olmaz. Dolayısıyla endüktansın akım değişimi ile karşılaşmadığı için karşı koyacak bir sebebi kalmamıştır ve endüktif reaktans değeri doğru akımda sıfırdır.

2.3. Endüktans birimlerini ve ast üst kat dönüşümleri

Uygulamada daha çok endüktans biriminin alt katları olan μH (Mikro Henri) ve mH (Mili Henri) kullanılır.

$$1 H = 10^3 mH = 10^6 \mu H \text{ dir.}$$

mikrohenry (μH) < milihenry (mH) < Henry (H)



Şekil 2.1: Henry Ast ve üst katları

2.4. Endüktans Değerinin Ölçülmesi

Endüktans değeri de aynen direnç değerinde olduğu gibi kesinlikle enerji altında olmadan Lcrmetre veya endüktans ölçme özelliğine sahip multimetreler ile yapılabilmektedir. Endüktans ölçerken aynen direnç ölçümündeki teknikler

uygulanmaktadır. Lcrmetre olmadığı durumda endüktans ölçme özelliğine sahip multimetre ile aynen Lcrmetre de olduğu gibi ölçüm yapılabilir.



Bir bobinin **endüktif reaktansını (XL)** bulabilmek için endüktans değeri bilinmelidir.

2.4.1. Multimetre ile Endüktans Değerinin Ölçülmesi

Multimetre ile endüktans ölçümünde dikkat edilmesi gereken husus, bu özelliğe sahip multimetrelerde endüktansı ölçülecek bobin, problara değil Lx olarak gösterilen bağlantı noktasına bağlanmalıdır (fotoğraf 2.2).



Fotoğraf 2.2: Multimetre ile endüktans ölçme

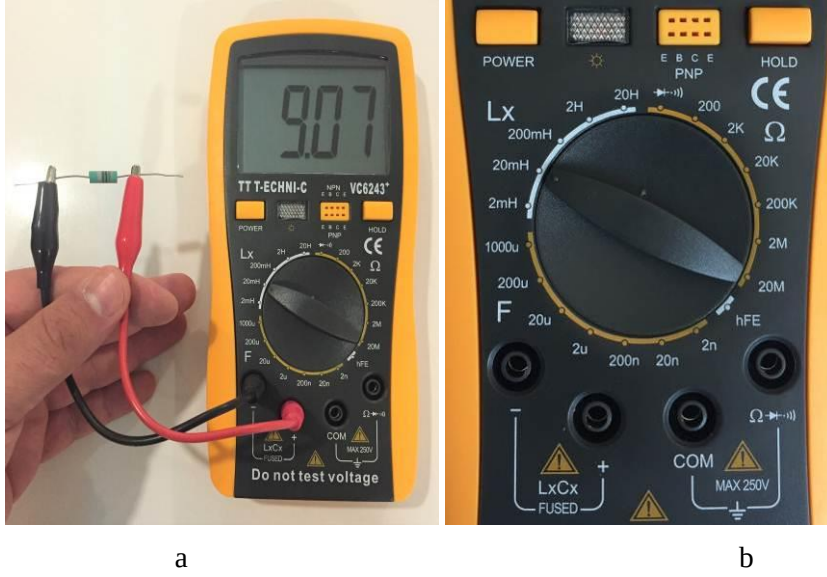
2.4.2. Lcrmetre ile Endüktans Değerinin Ölçülmesi

Lcrmetreler ile endüktans ölçülürken ölçülecek endüktans değerine uygun kademe seçilir, eğer endüktans değeri için seçilen kademe küçük ise değer ekranında “1”, kademe büyük ise “0” değeri görülür. Bu durumlarda seçilen kademe büyütülerek ya da küçültülerek ölçüm tamamlanır. Lcrmetre ile endüktans ölçümü yapılacak ise; Lx , Cx prob soketleri kullanılmalıdır (Resim 2.4 b)



Lcrmetre ile sadece Direnç endüktans ve kapasite ölçümü yapıldığından, gerilim uygulanmamalıdır.

Fotoğraf 2.3: Lcrmetre prob bağlantısında dikkat edilecek hususlar.



Fotoğraf 2.4: Lcrmetre ile endüktans ölçme

Resim 2.4.a 'da görünen Lcrmetrede;

- Lcrmetre de ölçüm aleti problemleri Cx bağlantı soketine bağlanmıştır.
- Kademe anahtarı Bobin endüktansı için uygun 20 mH kademesine alınmıştır.
- Ekranda okunan değer **9,07 mH** olarak okunmuştur. (kademe anahtarı mH)
- Bobin üzerinde yazan değer 10 mH olup aradaki fark bobinin toleransı ve ölçüm aletinin ölçme hatasından kaynaklanmaktadır.
- Kademe anahtarı **μH** kademesinde ise okunan değer **mikrohenri** olarak ifade edilmelidir. Kademe anahtarı **mH** (milihenry) kademesinde ise okunan değer **miliHenry** birimi ile okunmalıdır. Kademe anahtarı **H** (Henry) kademesinde ise okunan değer **Henry** birimi ile okunmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki Uygulama Faaliyeti 1 ve 2'yi tamamladığınızda bobin değerinin nasıl ölçüldüğünü kavrayıp ölçebileceksiniz.

Uygulama Faaliyeti – 1	Endüktans Hesaplamaları
Uygulama Faaliyeti – 2	Endüktans Değerinin Ölçülmesi

Uygulama Adı	Endüktans Hesaplamaları	Uygulama No	1																																													
Aşağıda verilen tabloda ilgili alanları ilgili formülü kullanarak hesaplayıp doldurunuz. <table border="1"> <thead> <tr> <th>XL (Ω) =</th><th>2</th><th>π</th><th>f (Hz)</th><th>L (H)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>.....</td><td>2</td><td>$\pi = 3$</td><td>50 Hz</td><td>2 H</td></tr> <tr> <td>6 Ω</td><td>2</td><td>$\pi = 3$</td><td>.....</td><td>0,02 H</td></tr> <tr> <td>54 Ω</td><td>2</td><td>$\pi = 3$</td><td>60 Hz</td><td>.....</td></tr> <tr> <td>.....</td><td>2</td><td>$\pi = 3$</td><td>50 Hz</td><td>40 mH</td></tr> <tr> <td>0,628 Ω</td><td>2</td><td>$\pi = 3,14$</td><td>100 Hz</td><td>.....</td></tr> <tr> <td>942 Ω</td><td>2</td><td>$\pi = 3,14$</td><td>.....</td><td>0,3 H</td></tr> <tr> <td>.....</td><td>2</td><td>$\pi = 3,14$</td><td>50 Hz</td><td>0,4 mH</td></tr> <tr> <td>62,8 Ω</td><td>2</td><td>$\pi = 3,14$</td><td>60 Hz</td><td>.....</td></tr> </tbody> </table> Aşağıda verilen birimleri dönüştürünüz. ➤ 86 mH = μH ➤ 602 μH = mH ➤ 0,413 H = μH ➤ 102 μH = H ➤ 4,28 mH = H ➤ 82,65 H = mH				XL (Ω) =	2	π	f (Hz)	L (H)		2	$\pi = 3$	50 Hz	2 H	6 Ω	2	$\pi = 3$		0,02 H	54 Ω	2	$\pi = 3$	60 Hz			2	$\pi = 3$	50 Hz	40 mH	0,628 Ω	2	$\pi = 3,14$	100 Hz		942 Ω	2	$\pi = 3,14$		0,3 H		2	$\pi = 3,14$	50 Hz	0,4 mH	62,8 Ω	2	$\pi = 3,14$	60 Hz	
XL (Ω) =	2	π	f (Hz)	L (H)																																												
.....	2	$\pi = 3$	50 Hz	2 H																																												
6 Ω	2	$\pi = 3$		0,02 H																																												
54 Ω	2	$\pi = 3$	60 Hz																																													
.....	2	$\pi = 3$	50 Hz	40 mH																																												
0,628 Ω	2	$\pi = 3,14$	100 Hz																																													
942 Ω	2	$\pi = 3,14$		0,3 H																																												
.....	2	$\pi = 3,14$	50 Hz	0,4 mH																																												
62,8 Ω	2	$\pi = 3,14$	60 Hz																																													
ÖĞRENCİNİN		DEĞERLENDİRME		TOPLAM																																												
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.			Süre																																										
Soyadı:	30	30	30	10	Rakam	Yazı																																										
Sınıf / No:																																																
Okul:	Öğretmen				Tarih:	İmza																																										
					.../.../20..																																											

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Lcrmetreyi endüktans ölçme konumuna alınız.	➤ Enerji altında endüktans ölçümü yapılamayacağını unutmamalısınız.
➤ Lcrmetreyi ölçülecek endüktans değerine uygun kademeye alınız.	➤ Kademe seçiminiz uygun değilse kademeyi büyütün veya küçültmelisiniz. ➤ İbre değer göstermesine rağmen sapma küçük ise daha fazla sapma için kademeyi küçültmelisiniz. ➤ Dijital ölçü aletlerinde ölçüm değerini en hassas değeri okuyuncaya kadar küçültmelisiniz.
➤ Lcrmetre problemlerini bobin uçlarına dokundurunuz.	➤ Problemleri iki elinizle tutmamaya dikkat etmelisiniz.
➤ Lcrmetre değer ekranındaki değeri okuyunuz.	➤ Analog ölçüm aleti ile ölçüm yapıyorsanız ibrenin konumunu daha net tayin etmek için skaladaki ayna şeridinden faydalanmalısınız.

Uyarılar:



Seçilen kademe çok küçükse **değer ekranında 1 ifadesi görülecektir.**
Değer ekranında 1 ifadesi gördüğünüzde **kademeyi büyütmeniz** gerektiğini unutmayınız.



Seçilen kademe çok büyükse **değer ekranında 0 ifadesi görülecektir.**
Değer ekranında 0 ifadesi gördüğünüzde **kademeyi küçültmeniz** gerektiğini unutmayınız.



Seçilen kademe direnç değerine uygun ise **değer ekranında direnç değeri sayısal olarak görülecektir.**
Bu durumda kademe uygun seçilmiştir.

ÖĞRENCİNİN;	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih: .../.../20..	İmza	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıya verilen cümlelerin doğru mu yanlış mı olduğunu cümlelerin sonuna yazınız.

1. Bobinin alternatif akımın değişimine karşı gösterdiği zorluğa endüktans denir.
2. Bobin endüktasının birimi henrydir.
3. mH ve μ H endüktansın üst katlarıdır.
4. Siper sayısı değiştirilen bir bobinin endüktansı değişmez.
5. Telin çapı endüktansı etkileyen faktörlerden biri değildir.
6. Endüktansı büyük olan bobinin endüktif reaktansı da büyüktür.
7. Endüktans LCRmetre ile ölçülür.
8. Frekans arttıkça endüktif reaktans azalır.
9. Frekans, endüktansı değiştiren faktörlerden biri değildir.
10. Doğru akım uygulanan bir bobinin endüktansı sıfırdır.
11. 0,02 H endüktansa sahip bir bobinin 50 Hz de endüktif reaktansı 20 Ω dur.

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

ÖĞRENME KAZANIMI

Multimetre veya LCR metreyi tekniğine uygun kullanarak kapasiteyi hatasız ölçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Yüksek kapasiteli ve düşük kapasiteli kondansatörlerin kullanım yerlerini araştırınız. Bu araştırmanızı bir rapor haline getiriniz.

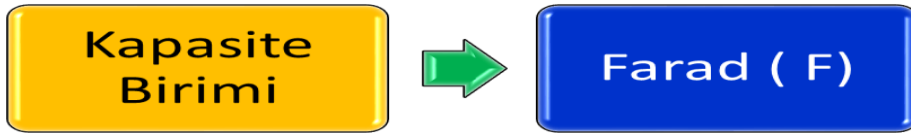
3. KAPASİTE ÖLÇME

3.1. Kondansatör Kapasitesi

İki iletken levha arasına bir yalıtkan malzeme konularak yapılan elektronik devre elamanlarına **kondansatör** denir.

Kondansatörler elektrik enerjisini depo etmek için kullanılır ve her kondansatörün depo ettiği enerji miktarı farklılık gösterir. Kondansatörlerin depo edecekleri enerji miktarını kapasitesi belirler.

Tanım olarak, kondansatörün elektrik enerjisini depo edebilme özelliğine **kapasite** denir. Kapasite “C” harfi ile ifade edilir ve birimine **Farad(F)** denir.

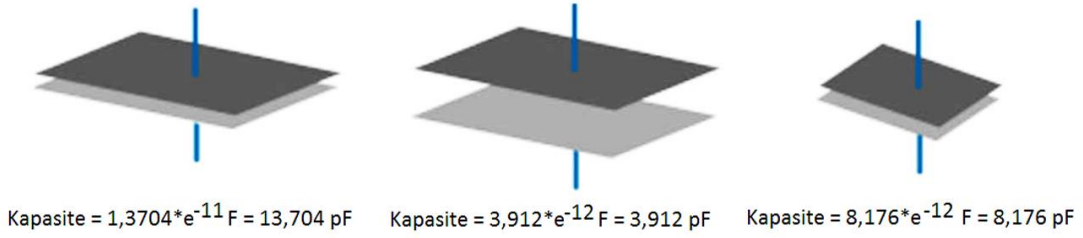


3.2. Kapasiteyi Etkileyen Faktörler

Kondansatörlerde kapasiteyi etkileyen, faktörler yapısı ile ilgili özellikleridir. Bunlar:

- Kondansatör plakalarının yüzey alanına
- Plakalar arası mesafeye
- Araya konan yalıtkan malzemenin cinsine bağlıdır.

Kondansatör kapasitesi (sığası), plakaların yüzey alanı ve plakalar arasındaki mesafeye ilişkilidir. Ayrıca plakalar arasındaki yalıtkan maddenin yalıtkanlık özelliği de kondansatörün sığasını etkiler. Şekil 3.1’de kondansatör yüzeyinin ve plakalar arası mesafenin kapasiteye etkisi gösterilmiştir.



Şekil 3.1: Kondansatör kapasitesini etkileyen faktörler

Şekil 3.1’de görüldüğü gibi levhaların yüzeyi büyüdüğünde kapasite artar. Levhalar arasındaki boşluk artarsa kapasite azalır. Son olarak levhalar arasındaki yalıtkan maddenin dielektrik kat sayısı ile kapasite doğru orantılıdır. Kondansatörlerde kapasite arttıkça kondansatörün fiziksel boyutları da artar.

3.3. Kapasite birimlerini ve ast üst kat dönüşümleri

Uygulamada farad büyük bir değer olduğundan daha çok ast katları kullanılır. Bunlar, pikofarad (pF), nanofarad (nF), mikrofara (μF), milifarad (mF) şeklindedir.

$$1 \text{ F} = 10^3 \text{ mF} = 10^6 \mu\text{F} = 10^9 \text{ nF} = 10^{12} \text{ pF}$$

pikofarad (pF) < nanofarad (nF) < mikrofara (μF) < milifarad (mF) < Farad (F)



Şekil 3.2: Farad ast ve üst katları



Bir kondansatörün **kapasitif reaktansını (X_c)** bulabilmek için kapasite değeri bilinmelidir.

3.4. Kapasitesinin Ölçülmesi

Kondansatör kapasitesi değişik ölçü aletleri ve teknikler ile ölçülebilir. Bunlardan en pratik olan yöntem Lcrmetre ya da kapasite ölçümü yapabilen multimetre kullanmaktır. Ayrıca sadece kapasite ölçümü yapan kapasite metreler de bulunmaktadır (Resim 3.1.b). Bu ölçü aletlerin hepsinde de kademe seçimi ve ölçme tekniği aynı olup direnç ve endüktans ölçümünde olduğu gibi uygun kademe seçimi yapılır. Kondansatör uçları Lcrmetrede problarına ya da ölçüm noktasına C_x , bağlandıktan sonra değer ekranından sonuç okunur.

3.4.1. Multimetre ile Kapasite Ölçümü

Multimetrelerde kapasite ölçümü, endüktans ölçümünden farklı değildir. Kapasite ölçümü yapılırken burada da ölçülecek değere uygun kademeyi seçmek ve ölçümü bundan sonra başlatmak hızlı ve doğru bir ölçüm yapılmasını sağlayacaktır.

Kademe seçiminden sonra ölçüm yapıldığında değer ekranında kapasite değeri yerine “1” ifadesi görmeniz aynen direnç ve endüktans ölçümünde olduğu gibi küçük bir kademe, “0” ifadesinin görülmesi büyük bir kademe seçildiğini gösterir.

Aynı zamanda okunan değerde hassasiyet arttırılmak isteniyorsa (100 μ f yerine, 99.2 μ f gibi) kademe küçültülerek bu hassasiyet arttırılabilir.



Fotoğraf 3.1: Multimetre ile kapasite ölçümü

3.4.2. LCR Metre ile Kapasite Ölçümü

Resim 3.2 de görülen Lcrmetre de kapasite ölçümünde Lx Cx Prob soketleri kullanılmalıdır. Kademe seçimi ölçülecek kapasitenin değerine göre seçilmelidir. Kapasitesi ölçülecek kondansatör ölçüm aletine bağlandıktan sonra, değer ekranında 1 değeri görünüyorsa kademe büyütülür, 0 değeri değer ekranında görünüyorsa kademe küçültülür. Değer tam sayı olarak okunuyorsa seçilen kademe doğrudur



Fotoğraf 3.2: Lcrmetre ile kapasite ölçümü

Resim 3.2 de görülen;

- Lcrmetre de ölçüm aleti problemleri Cx bağlantı soketine bağlanmıştır.
- Kademe anahtarı kondansatör için uygun 20 μ F kademesine alınmıştır.
- Sonuç olarak Lcrmetrenin değer ekranında 4,65 μ F okunmuştur. (kademe anahtarı μ F)
- Kondansatör üzerinde yazan değer 4,7 μ F olup aradaki fark kondansatörün toleransı ve ölçüm aletinin ölçme hatasından kaynaklanmaktadır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki Uygulama Faaliyeti 1 – 2’yi tamamladığınızda kondansatör kapasitelerinin ölçümlerini gerçekleştirebileceksiniz.

Uygulama Faaliyeti – 1	Kapasite Hesaplamaları
Uygulama Faaliyeti – 2	Kapasite Değerinin Ölçülmesi

Uygulama Adı	Kapasite Hesaplamaları	Uygulama No	1
--------------	------------------------	-------------	---

0.000001 μ F	=	0.01 nF	=	1 pF	1 F
0.00001 μ F	=	0.1 nF	=	10 pF	$10^6 \mu$ F
0.0001 μ F	=	1 nF	=	100 pF	$10^9 \mu$ F
0.001 μ F	=	10 nF	=	1000 pF	$10^{12} \mu$ F
0.01 μ F	=	100 nF	=	10000 pF	1 pF
0.1 μ F	=	1000 nF	=	100000 pF	$10^{-3} \mu$ F
1 μ F	=	10000 nF	=	1000000 pF	$10^{-6} \mu$ F
10 μ F	=	100000 nF	=	10000000 pF	$10^{-12} \mu$ F
100 μ F	=		=		

$$1 \text{ F} = 10^3 \text{ mF} = 10^6 \mu\text{F} = 10^9 \text{ nF} = 10^{12} \text{ pF}$$

Aşağıda verilen birim dönüşümlerini yapınız.

- 48 mF = pF
- 850 μ F = F
- 0,48 F = μ F
- 120 pF = nF
- 60,25 μ F = mF
- 1200 μ F = pF
- 100 nF = μ F
- 5210 F = nF
- 0,0042 pF = μ F
- 6,0250 nF = F
- 210,50 mF = μ F

Aşağıda verilen birim dönüşümlerini yapınız.

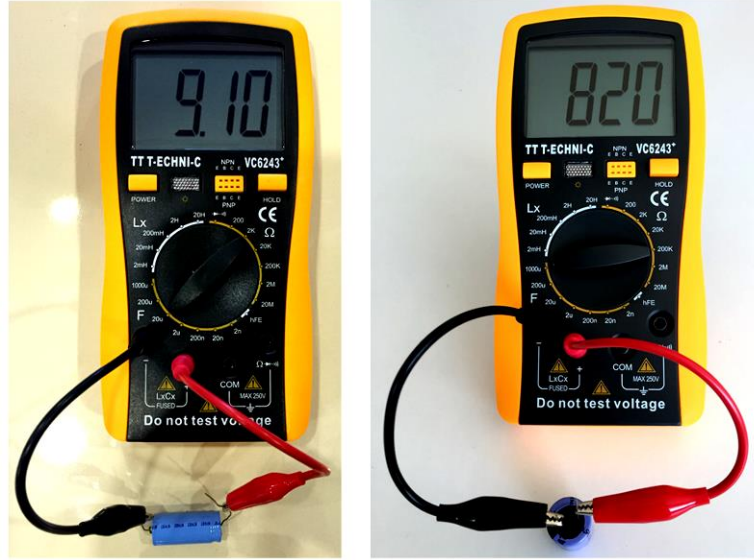
..... F	 mF	1200 μF	 nF	
..... F	 mF	 μ F	20,2 nF	
0,0502 F	 mF	 μ F	 nF	
..... F	6,87 mF	 μ F	 nF	
..... F	 mF	 μ F	 nF	4000
..... F	 mF	0,25 μF	 nF	

ÖĞRENCİNİN;	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:	İmza	
				/.../20..		

Uygulama Adı	Kapasite Değerinin Ölçülmesi	Uygulama No	2
--------------	------------------------------	-------------	---

Kapasite değerleri farklı kondansatörlerin LCRmetre, multimetre ya da avometre ile işlem basamakları ve önerileri takip ederek, iş sağlığı ve güvenliğini tedbirlerini alarak, kapasite ölçümlerini yapınız. Ölçtüğünüz kapasite değeri ile kondansatör üzerinde yazan değerleri aşağıda verilen tabloya yazınız, arada fark var ise ölçümünüzü tekrarlayınız.

Devre Şeması:



Fooğraf 3.3: Lcrmetre ile kapasite ölçümü uygulaması

Kullanılacak Araç Gereçler:

- LCRmetre veya Multimetre (x1)
- Farklı değerlerde kondansatörler
- Ölçüm aleti problemleri

No	KONDANSATÖRÜN KAPASİTESİ (F)	ÖLÇÜ ALETİ İLE ÖLÇÜLEN DEĞER (F)	SONUÇ
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Tablo 3.1: Kapasite ölçme uygulama tablosu

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Analog Lcrmetre veya avometre ile ölçüm yapılacaksa sıfır ayarını yapınız.	➤ Sıfır ayarını tam olarak yapamadığınızda, ölçüm aletinin pillerini kontrol emelisiniz.
➤ Lcrmetreyi kapasite ölçme konumuna alınız.	➤ Enerji altında kapasite ölçümü yapılamayacağını unutmamalısınız.
➤ Lcrmetreyi ölçülecek kapasite değerine uygun kademeye alınız.	➤ Kademe seçiminiz uygun değilse kademeyi büyütün veya küçültmelisiniz. ➤ İbre değer göstermesine rağmen sapma küçük ise daha fazla sapma için kademeyi küçültmelisiniz. ➤ Dijital ölçü aletlerinde ölçüm değerini en hassas değeri okuyuncaya kadar küçültmelisiniz.
➤ Lcrmetre problemlerini kondansatör uçlarına dokundurunuz.	➤ Problemleri iki elinizle tutmamaya dikkat etmelisiniz.
➤ Lcrmetre değer ekranındaki değeri okuyunuz.	➤ Analog ölçüm aleti ile ölçüm yapıyorsanız ibrenin konumunu daha net tayin etmek için skala ayna şeridinden faydalanmalısınız.

Uyarılar:

Seçilen kademe çok küçükse **değer ekranında 1 ifadesi görülecektir.**
Değer ekranında 1 ifadesi gördüğünüzde **kademeyi büyütmeniz** gerektiğini unutmayınız.

Seçilen kademe çok büyükse **değer ekranında 0 ifadesi görülecektir.**
Değer ekranında 0 ifadesi gördüğünüzde **kademeyi küçültmeniz** gerektiğini unutmayınız.

Seçilen kademe direnç değerine uygun ise **değer ekranında direnç değeri sayısal olarak görülecektir.**
Bu durumda kademe uygun seçilmiştir.

ÖĞRENCİNİN;	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:/.../20..	İmza	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümlelerin doğru veya yanlış olduğunu cümlenin sonuna yazınız.

1. Kondansatörlerin elektrik enerjisini depo etme özelliğine kapasite denir.
2. Kapasite birimi faraddır.
3. Farad biriminin ast katlarından çok, üst katları kullanılır.
4. Kondansatör, iletken levhaları arasındaki mesafe arttırılırsa kondansatör kapasitesi artar.
5. Yalıtkan maddenin dielektrik kat sayısı, kondansatör kapasitesini etkileyen faktörlerden biri değildir.
6. Kapasite arttıkça kondansatörlerin fiziksel boyutları da artar.
7. Kapasite Lcrmetre ile ölçülür.
8. Yalnız kapasite ölçümü için kullanılan kapasite metreler mevcuttur.

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-4

ÖĞRENME KAZANIMI

Ampermetreyi tekniğine uygun kullanarak ölçme sınırına göre akımı hatasız ölçebileceksiniz.

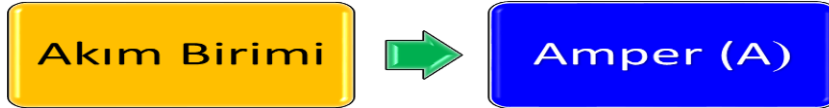
ARAŞTIRMA

- Akım ölçmenin önemini, hangi değerdeki akımın nasıl ölçüleceğini araştırarak bir rapor haline getiriniz.

4. AKIM ÖLÇME

4.1. Elektrik Akımı ve Tanımı

Birim zamanda, bir yönde meydana gelen elektron hareketine **elektrik akımı** denir. Elektrik akımı, iletkenlere uygulanan potansiyel farkın iletken atomunun son yörüngesindeki elektronları kendi yörüngesinden koparıp bir yönde ötelemesi ile meydana gelir. Elektrik akımı “I” harfi ile gösterilir. Akım şiddeti **ampermetre** ile ölçülür.



4.2. Ampermetreler ile akım ölçümünde dikkat edilecek hususları sıralar

Akım ölçme işlemi yapılmadan önceki en önemli nokta ölçüm yapılacak akıma uygun ampermetre seçmektir. Ampermetre seçimi yapılırken aşağıda belirtilen hususlara kesinlikle dikkat edilmelidir:



- Akım çeşidine uygun(AC-DC) ampermetre seçilmelidir.
- Ampermetrenin ölçme sınırı, ölçülecek akım değerinden mutlaka büyük olmalıdır.
- Alternatif akım ölçmelerinde ampermetreye bağlanan giriş ve çıkış uçları farklılık göstermezken doğru akımda “+” ve “-” uçlar doğru bağlanmalıdır.

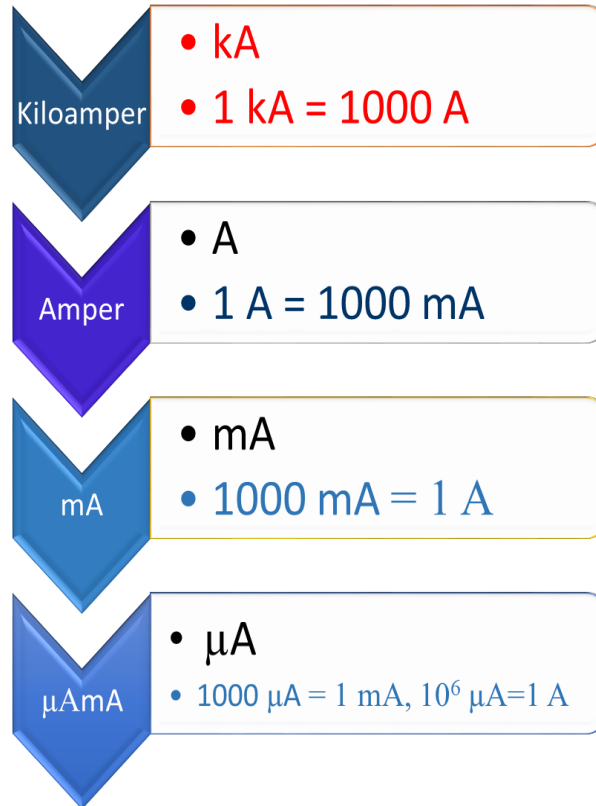
- Aksi takdirde analog ölçü aletlerinde ibre ters sapar dijital ölçü aletlerinde değer önünde negatif ifadesi görünür.
- Ölçülecek akım değerine uygun hassasiyete sahip ampermetre seçilmelidir. μA seviyesindeki akım, amper seviyesinde ölçüm yapan bir ampermetre ile ölçülemez.
 - Ampermetre ölçüm yapılacak noktaya, alıcının veya devrenin çektiği akımın tamamı üzerinden geçecek şekilde, yani seri bağlanmalıdır.

Enerji altında hiçbir şekilde ampermetre bağlantısı yapılmamalı ve mevcut bağlantıya müdahale edilmemelidir.

4.3. Akım birimini ve ast üst dönüşümleri

Akım birimi Amper in hem as katları hem üst katları kullanılır. Katlar arası biner biner büyür ve küçülür.

mikroamper (μA) < miliamper (mA) < Amper (A) < Kiloamper (KA)



Şekil 4.1: Amper ast ve üst katları

Amper Dereceleri	Sembolü	Kat Çarpanı	
Mega Amper	MA	10^6	1000000
Kilo Amper	kA	10^3	1000
Amper	A	1	1
Mili Amper	mA	10^{-3}	0,001
Mikro Amper	μ A	10^{-6}	0,000001

Tablo 4.1: Elektrik akımı dönüşüm tablosu

Örnekler:

1,2 A = 1200 mA

0,8 kA = 800 A

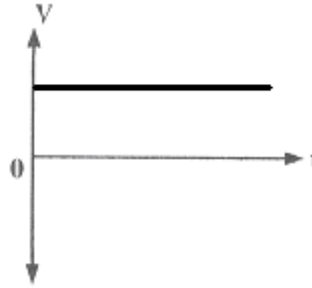
650 mA = 0,65 A

1400 A = 1,4 kA

4.4. Doğru ve Alternatif Akım

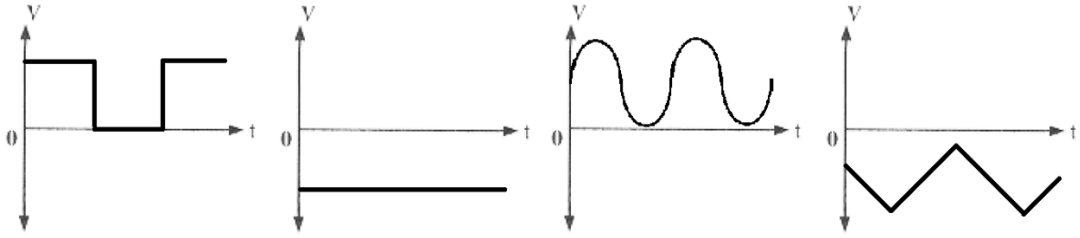
4.4.1. Doğru Akım

Yönü ve şiddeti zamana göre değişmeyen akıma doğru akım (DC) denir. Doğru akımın üretilmesi ve iletilmesi alternatif akıma göre daha zor olduğundan doğru akım çok yaygın kullanılmamaktadır. Aküler, piller, DC dinamları, DC kaynakları birer örnek olarak verilebilir.



Şekil 4.2: Doğru akım

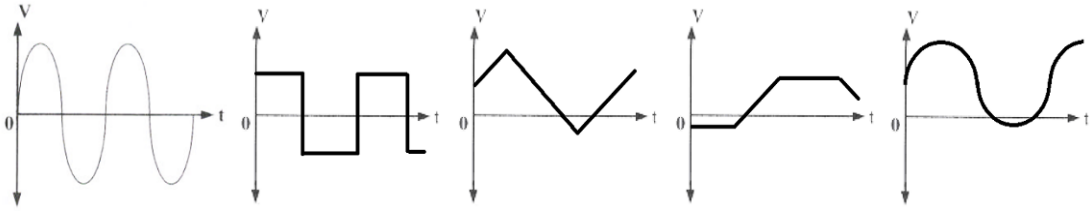
Not: Zamana göre şiddeti değişkenlik gösterebilir. Ancak bu değişimde kesinlikle yön değişimi olmaması gerekmektedir (Şekil 4.4).



Şekil 4.3: Doğru akım çeşitleri

4.4.2. Alternatif Akım

Yönü ve şiddeti zamana göre değişen akıma alternatif akım denir. Buradaki yön değişimiyle alternatif akımın zamanla hem pozitif hem de negatif değer alması vurgulanırken, şiddetinin değişmesiyle de sıfırdan maksimum değere doğru hızlı bir değer artışı ve azalışı göstermesi ifade edilmektedir. Alternatif akımda devamlı olarak değişen akım ve gerilimin farklı bazı değerleri vardır. Bu değerler; ani değer, maksimum değer, tepeden tepeye değer, ortalama değer ve etkin değer olarak adlandırılır.



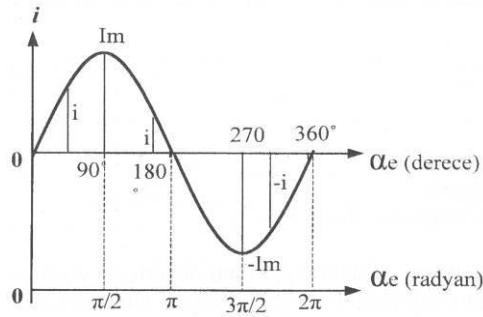
Şekil 4.4: Alternatif akım elektrik enerjisi

4.4.2.1. Ani Değer

Akım veya gerilimin herhangi bir andaki değerine ani değer adı verilir. Akım ve gerilimin ani değeri “ i ” ve “ v ” ile gösterilir.

4.4.2.2. Maksimum Değer

Alternatif akım eğrisinde akım veya gerilim değerinin aldığı en büyük değere maksimum değer denir. Akım ve gerilimin maksimum değeri “ I_m ” ve “ V_m ” ile gösterilir. Alternatif akım eğrisinde akım veya gerilim değerinin aldığı en büyük değer ile en küçük değer arasındaki fark tepeden tepeye değeri verir. Tepeden tepeye değeri maksimum değerinin iki katıdır.

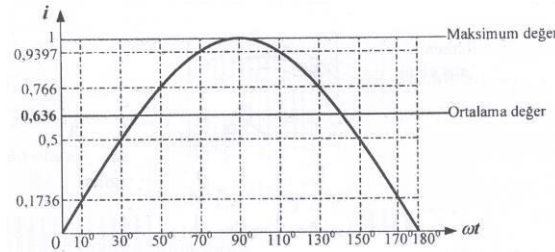


Şekil 4.5: Ani ve maksimum değer

4.4.2.3. Ortalama Değer

Akım veya gerilimin bir periyotta aldığı değerlerin ortalaması, ortalama değer olarak tanımlanır. Alternatif akımın ortalama değeri sıfırdır. Çünkü pozitif değer olarak aldığı değerlerin tamamını negatifte de aldığından toplam ve ortalama sıfır değerine tekabül eder. Akım ve gerilimin ortalama değeri I_{ort} ve V_{ort} ile gösterilir. Şekilde verilen sinyalin ortalama değeri:

$I_{ort}=0,636.I_m$, $V_{ort}=0,636.V_m$ formülü ile bulunur

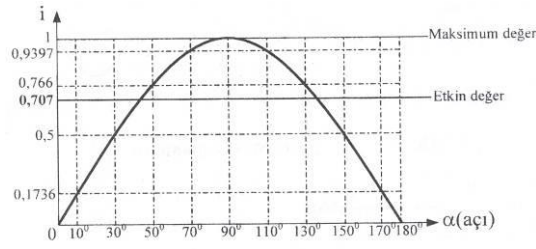


Şekil 4.6: Ortalama değer

4.4.2.4. Etkin Değer

Alternatif akımda, doğru akımın yaptığı işe eşit iş yapan alternatif akım değerine etkin değer denir. Alternatif akımın en çok kullanılan değeri, etkin değerdir. Ölçü aletleri alternatif akımın etkin değerini ölçer. Akım ve gerilimin etkin değeri “I” ve “V” ile ifade edilir. Etkin değer “RMS” veya “rsm” şeklinde de ifade edilir.

$I=0,707.I_m$, $V=0,707.V_m$ formülü ile bulunur.



Şekil 4.7: Etkin değer

4.5. Ampermetre Yapısı

Elektrik akım şiddetini ölçmede kullanılan ölçü aletlerine ampermetre denir.

Ampermetrelerin elektrik devrelerindeki sembolü, daire içinde “A” ile ifade edilir. Ampermetreler devreye seri bağlanır, çünkü alıcının veya alıcılardan geçecek akımın ölçülebilmesi için akımın tamamının ampermetreden geçmesi gerekmektedir.

Ampermetreler devreye seri bağlandıklarından, ölçüm yaptıkları devrelerde bir yük gibi akımı sınırlandırıcı etki yapmamaları gerekmektedir. Bu yüzden ampermetrelerin iç dirençleri çok küçüktür (0-1 Ω) ve yanlışlıkla paralel bağlanmaları durumunda üzerinden çok büyük akım geçeceğinden kısa sürede kullanılmaz hale gelebilirler.

4.6. Ampermetre Çeşitleri



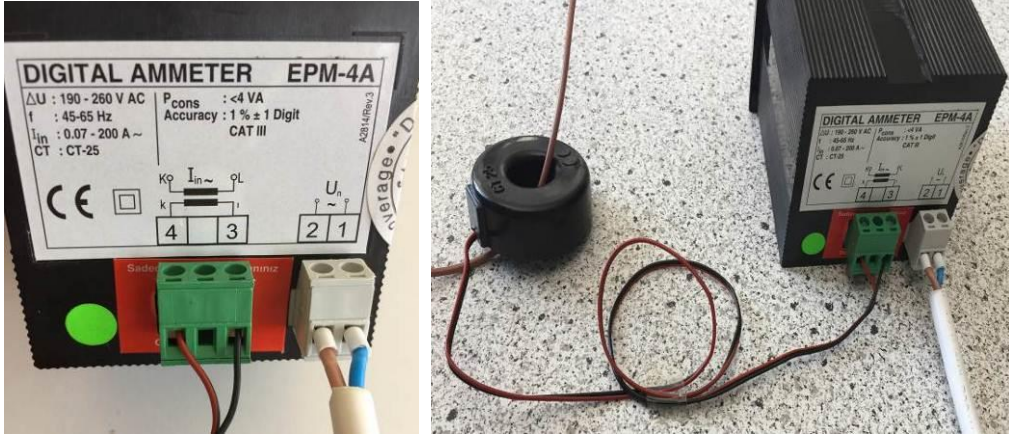
a-Dijital pano tipi ampermetre b-Analog ampermetre c- Pens ampermetre

Fotoğraf 4.1: Ampermetre çeşitleri

Akım şiddetini ölçen bu aletler dijital, analog ve pens ampermetreler olarak çeşitlere sahiptir. Ampermetreler ölçülecek değere göre mA seviyesinden kA seviyesine kadar ölçme alanına sahip olarak imal edilmektedirler. Ölçülecek akımın DC veya AC olmasına göre, DC ampermetresi veya AC ampermetresi kullanılmalıdır.

4.7. Ampermetre bağlantısı

Pano tipi ampermetrelerde U_n ölçüm aletinin besleme giriş klemensidir. Buradan ölçüm aleti için uygun gerilimde besleme yapılır. I_{in} girişi akım trafosu bağlantı klemensidir. Akım trafosundan gelen uçlar I_{in} Klemensine bağlanır (Resim 4.2). Ampermetre çalıştırılmadan önce kullanılan akım transformatörü oranı ölçüm aleti ayar menüsünden giriş yapılmalıdır.



Fotoğraf 4.2: Pano tipi Ampermetre bağlantısı

4.8. Akım Trafosu Kullanarak Akım Ölçme

Endüstride birçok tesiste AC elektrik enerjisi kullanılır. Bu tesislerin koruma ve kontrol devrelerinde ölçü aletleri ve röleleri vardır. Bu durum yüksek gerilim ve büyük akımların ölçülmesini zorunlu kılmaktadır, bu işlemin direkt olarak yapılması çok zor ve tehlikelidir. Çünkü ölçü aletlerinin yüksek gerilime ve büyük akım değerlerine dayanacak şekilde yapılması mümkün değildir. Bu gibi devrelerde belirli standartlarda yapılmış, ucuz ve küçük yapılı ölçü aletleri ve kontrol cihazlarının yüksek gerilim ve büyük akımlı hatlara bağlanmasını sağlayan transformatörler kullanılır. Bu transformatörlere **ölçü transformatörleri** denir. Ölçü transformatörlerinin sekonder uçlarına ampermetre, voltmetre, wattmetre, sayaç ve koruma röleleri bağlanır. Ölçü transformatörleri iki kısma ayrılır:

- Akım transformatörleri
- Gerilim transformatörleri

Gerilim transformatörleri çok yüksek gerilimlerin ölçülmesinde kullanıldığından gerilim transformatörlerine burada değinilmeyecektir.

4.8.1. Akım Transformatörleri

Büyük değerli akımların ölçülmesinde akım transformatörleri kullanılır. Akım transformatörlerinin primer sargısından ölçülecek akım sekonder sargısından ise ölçüm aleti

akımı geçer. Örneğin, 100/5 dönüştürme oranına sahip bir transformatörün primer sargısından 100 A akım geçerken sekonder sargısından ve sekonder sargısına bağlı ölçüm aletinden 5 A akım geçer. Dijital ampermetrelerde 5 A'lık sekonder akımı ölçüm aletinden geçtiğinde, ölçüm aletine girilen akım transformatörü oranı 100/5 olarak ayarlanmış ise ölçüm aleti gösterge ekranında 100 A akım değeri gösterir. Burada akım transformatörünün görevi büyük değerli akımı ölçüm aletini tehlikeye sokmayacak değere düşürerek güvenli ölçme sağlamaktır. Akım transformatörlerinin primer uçları K-L, sekonder uçları k-l olarak gösterilir. Akım transformatörleri, hassasiyet sınıfı ve dönüştürme oranlarına göre seçilerek kullanılır.



Bu durum akım trafosunun yanarak kullanılmaz hale gelmesine neden olabilir. 1000 A kadar akım transformatörleri aşağıda verilmiştir:

10-15-20-30-50-75-100-150-200-300-400-600-800-1000 / 5 şeklindedir.



Fotoğraf 4.3: Akım transformatörleri

Akım transformatörünün primeri, akım değeri ölçülecek enerji hattına; sekonder uçları da ölçüm aleti uçlarına bağlanmalıdır. Ayrıca sekonder sargı uçlarından birinin mutlaka topraklaması gerekir.



Fotoğraf 4.4: Akım transformatörlerinin iç yapısı ve devreye bağlanması

4.9. Pens Ampermetreler

Pens ampermetreler dijital ve analog olmak üzere çeşitli tipte, değişik özelliklere sahip olacak şekilde üretilmektedir. Pens ampermetreler, akım ölçme işlemini daha pratik hale getirmek için ampermetre ve akım trafosu aynı gövde içerisinde birleştirilerek oluşturulmuş ölçü aletleridir. Aletin gövdesinden dışarı doğru açılan demir nüvesi, pens gibi açılıp kapanacak şekilde yapılmıştır. Böylece akımı ölçülecek iletken kesilmeden pens içerisine alınır. Pens içerisindeki iletken tek siperlik primer sargı görevi görerek etrafında oluşan manyetik alan pens şeklindeki nüveden geçerek alet içerisindeki sekonder sargıda bir gerilim meydana getirir ve akım değeri bu şekilde tespit edilir.



Fotoğraf 4.5: Pensampermetre

Pens ampermetrelerde pens içerisine yalnız akımı ölçülecek iletken alınmalıdır. Pens içerisinde birden fazla iletken alınırsa ölçülen akım değeri şu şekilde yorumlanmalıdır. İletkenlerden aynı yönde akım geçiyor ise ölçülen değer bu akımların toplamına, zıt yönlü akım geçiyor ise farkına eşittir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki Uygulama Faaliyeti 1 – 4'ü tamamladığınızda akım ölçme işlemlerini gerçekleştirebileceksiniz.

Uygulama Faaliyeti – 1	Akım Hesaplamaları
Uygulama Faaliyeti – 2	Ampermetre ile Akım Değerinin Ölçülmesi Uygulaması
Uygulama Faaliyeti – 3	Akım Trafosu ile Akım Değerinin Ölçülmesi
Uygulama Faaliyeti – 4	Pens Ampermetre ile Akım Değerinin Ölçülmesi

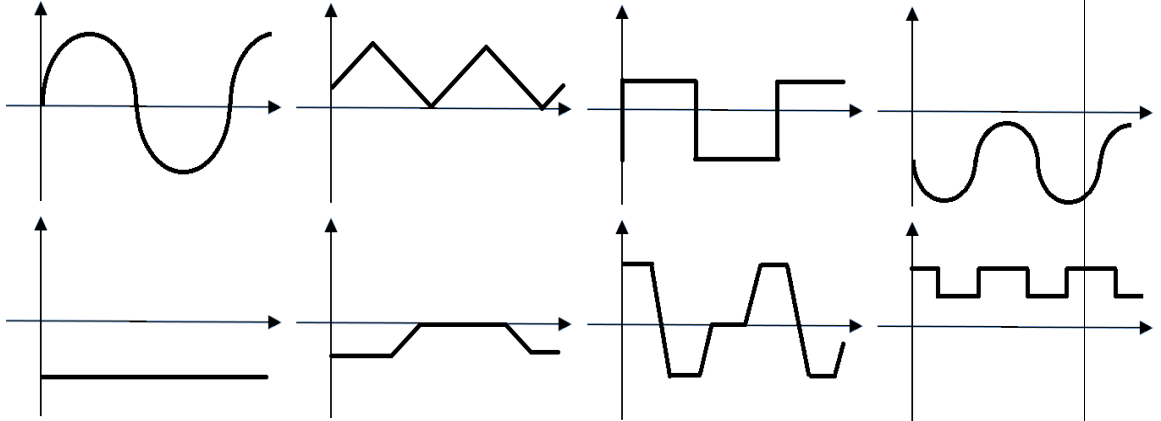
Uygulama Adı	Akım Hesaplamaları	Uygulama No	1
--------------	--------------------	-------------	---

Amper Dereceleri	Sembolü	Kat Çarpanı	
Mega Amper	MA	10^6	1000000
Kilo Amper	kA	10^3	1000
Amper	A	1	1
Mili Amper	mA	10^{-3}	0,001
Mikro Amper	μ A	10^{-6}	0,000001

Aşağıda verilen birim dönüşümlerini yapınız.

- 800 mA = μ A
- 1,5 kA = mA
- 65 A = mA
- 0,75 μ A = A
- 400 kA = MA
- 0,82 A = kA
- 7,14 MA = A
- 923,16 mA = A
- 0,0523 MA = kA
- 1,2561 μ A = mA

Aşağıda verilen dalga sinyallerinin alternatif akım (AC) mı, doğru akım (DC) mı olduğunu belirtiniz.

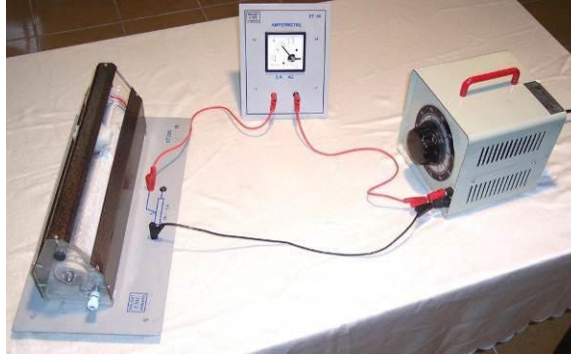


ÖĞRENCİNİN;	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:/.../20..	İmza	

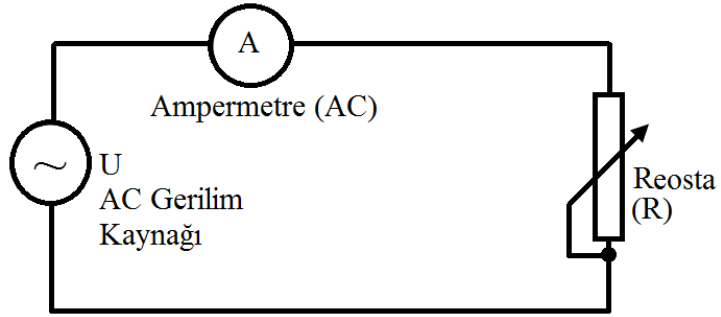
Uygulama Adı	Ampermetre ile Akım Değerinin Ölçülmesi Uygulaması	Uygulama No	2
---------------------	--	--------------------	---

İş sağlığı ve güvenliğini tedbirlerini alarak, Aşağıda verilen şemaya göre gerekli ampermetre, araç gereçleri seçin. İşlem basamakları ve önerileri dikkate alarak bağlantıyı kurun. Öğretmeninizin gözetiminde devreye enerji verip reosta direncini değiştirerek ampermetrede okuduğunuz değerleri çizelgeye yazınız

Devre Şeması:



Fotoğraf 4.6: Ampermetre ile alıcı akımını ölçmek



➤ **Şekil 4.8. Ampermetre bağlantısı**

Kullanılacak Araç Gereçler:

- Ampermetre (AC, 0-5 A)
- Ampermetre (DC, 0-5 A)
- Reosta (0 – 1 kΩ)
- 220 V 5 A Ayarlı AC Güç Kaynağı
- 24 V 5 A Ayarlı DC Güç Kaynağı
- Değişik uzunlukta bağlantı kabloları
- Ölçüm aleti problemleri

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Ölçülecek akıma uygun ampermetre ve devre elemanlarını seçiniz.	➤ Ampermetrenin ölçme sınırı, ölçülecek akım değerinden küçük olmamalıdır. ➤ Ampermetre ölçüm yapılacak akım çeşidine uygun olmalıdır(AC-DC). ➤ Ampermetrenin hassasiyeti ölçülecek akım değerine ve ölçüm amacına uygun olmalıdır.
➤ Analog ampermetre ile ölçüm yapılacaksa sıfır ayarını yapınız.	➤ Sıfır ayarı yapılmazsa ölçme sonucunun hatalı olacağını unutmamalısınız.
➤ Ampermetreyi ölçülecek akım değerine uygun kademeye getiriniz.	➤ Yanlış akım kademesinde ölçüm yapmak sonucun hatalı çıkmasının yanında, ölçüm aletinin de zarar görmesine sebep olabilir.Bu nedenle ölçüm kademesinde ölçüm yapmaya dikkat edilmelidir.
➤ Ampermetrenin bağlantısını yapınız.	➤ Ampermetreyi devreye seri bağlamalısınız. Kesinlikle enerji altında bağlantı yapmamalısınız, mevcut bağlantıya müdahale etmemelisiniz.
➤ Ampermetrenin bağlantısını kontrol ettikten sonra devreye enerji ver.	➤ Devrenize öğretmen gözetiminde enerji vermelisiniz.
➤ Reosta direncini değiştirip akım değerlerini ölçerek aşağıdaki çizelgeye yaz.	➤ Reosta direncini ampermetrenin ölçme sınırına uygun akım çekecek kadar küçültmelisiniz. ➤ Analog ölçüm aleti ile ölçüm yapılıyorsa skaladaki ayna şeridinden faydalanmalısınız..

Gerilim(V)	Direnç (Ω)	Akım (A)
50 V Sabit	1 kΩ'luk reostanın direncini en büyük değerden başlayıp akım sınırına dikkat ederek küçültünüz.	

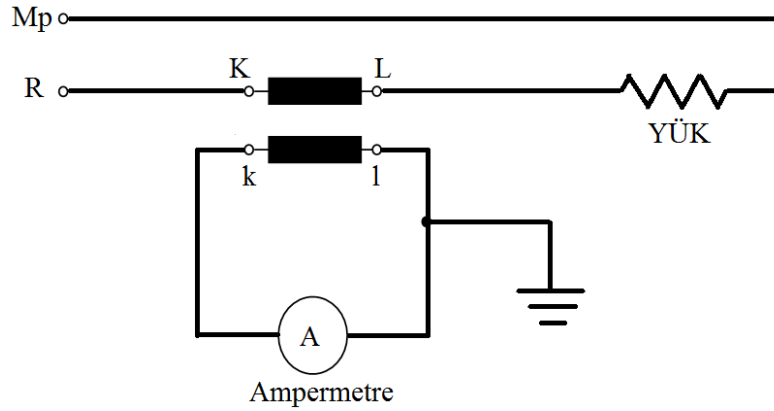
Tablo 4.2: Akım ölçme uygulamasından alınan değerler

ÖĞRENCİNİN;	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:/.../20..	İmza	

Uygulama Adı	Akım Trafosu ile Akım Değerinin Ölçülmesi	Uygulama No	3
---------------------	---	--------------------	----------

İş sağlığı ve güvenliğini tedbirlerini alarak, aşağıdaki bağlantı şeması için gerekli malzemeleri temin ediniz. İşlem basamakları ve önerilerini dikkate alarak bağlantıyı kurunuz. Akım transformatörünün dönüştürme oranını ölçüm aletine giriniz. (bu işlem için ölçüm aletinin kullanım kılavuzundan faydalanınız.) Gerekli kontrolleri yaptıktan sonra akım değerini ölçünüz.

Devre Şeması:



Şekil 4.9. Akım Trafosu ile Akım Ölçme

İstenenler:

İş sağlığı ve güvenliğini tedbirlerini alarak, Şekil 4.10'daki devrenin gerekli malzemeleri temin ediniz. İşlem basamakları ve önerilerini dikkate alarak bağlantıyı kurunuz. Akım transformatörünün dönüştürme oranını ölçüm aletine giriniz. (Bu işlem için ölçüm aletinin kullanım kılavuzundan faydalanınız.) Gerekli kontrolleri yaptıktan sonra akım değerini ölçünüz.

Kullanılacak Araç Gereçler:

- Ampermetre (AC, 0-5 A)
- Akım Trafosu (20/5)
- Isıtıcı 4000 W
- Bağlantı kabloları

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Ölçülecek akıma uygun akım transformatörü, ampermetre ve diğer malzemeleri seçiniz.	➤ Akım transformatörünün primer akımı hat veya alıcı akımına uygun olmalıdır. ➤ Ampermetrenin ölçme sınırı yapılacak ölçüme uygun olmalıdır.
➤ Devre bağlantı şemasını kurunuz.	➤ Akım transformatörünün bağlantısı yapıldıktan sonra sekonder sargısı mutlaka topraklanmalıdır.
➤ Akım trafosunun dönüştürme oranını ölçüm aletine giriniz.	➤ Bu işlem dijital pano tipi ampermetreler için geçerlidir. Bu işlem için ölçüm aletinin kullanım kılavuzundan faydalanabilirsiniz
➤ Devre bağlantısını kontrol ettikten sonra devreye enerji veriniz.	➤ Akım transformatörünün sekonder uçları boşta bırakılmamalıdır.
➤ Alıcının çektiği akımı ölçünüz.	➤ Analog ampermetre kullanıyorsanız ampermetrede okunan değeri dönüştürme oranı ile çarparak çekilen akımı hesaplamalısınız.

Uyarılar:

AKIM TRAFOSUNUN SEKONDER UCU ASLA BOŞTA BIRAKILMAMALIDIR.

ÖĞRENCİNİN;	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih: .../.../20..	İmza	

Uygulama Adı	Pens Ampermetre ile Akım Değerinin Ölçülmesi	Uygulama No	4
---------------------	--	--------------------	----------

İş sağlığı ve güvenliğini tedbirlerini alarak, malzeme listesindeki malzemeleri temin ediniz. İşlem basamakları ve önerileri dikkate alarak bağlantıyı kurunuz. Pens ampermetre ile tekniğine uygun olarak akımı ölçünüz.

Devre Şeması:



Fotoğraf 4.7: Pens ampermetre ile akım ölçmek

Kullanılacak Araç Gereçler:

- Pens Ampermetre (AC, 0 – 5 A)
- 0 – 220 V 5 A AC Güç Kaynağı
- 220 V 5 A Isıtıcı Rezistansı
- Bağlantı iletkenleri

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Pens ampermetreyi ölçülecek akım değerine uygun kademeye alınız.	➤ Seçilecek kademe ölçülecek akım değerinden küçük olmamasına dikkat etmelisiniz.
➤ Devre bağlantısını yapınız. Kontrol ederek devreye enerji veriniz.	➤ Devreye öğretmeniniz kontrolünde enerji vermelisiniz.
➤ Akımı ölçülecek iletkeni pens içerisine alınız.	➤ Pens içerisine sadece akımı ölçülecek iletken alınmalıdır.
➤ Değeri okuyarak ölçüme son veriniz.	

ÖĞRENCİNİN;	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:/.../20..	İmza	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıya verilen cümlelerin doğru mu yanlış mı olduğunu cümlelerin sonuna yazınız.

1. Elektrik akımının oluşabilmesi için elektron hareketinin oluşması gerekir.
2. Amperin üst katları μA ve mA 'dir.
3. $1,25\text{ kA}$, 12500 A 'e eşittir.
4. Amperetrelerin iç direncinin fazla olmasının, elektrik devrelerinde herhangi bir etkisi olmaz.
5. Devre akımını ölçmek için amperetreler devreye seri bağlanır.
6. Amperetreler ölçme için gerekli enerjiyi ölçüm bağlantısı ile sağlar.
7. Pano tipi amperetrelerde ölçüm için gerekli enerji, pil ile sağlanır.
8. Alternatif akımda yapılan ölçüm sonunda okunan değer, akımın etkin değeridir.
9. DC ölçmelerinde, analog amperetreye bağlanan $+$, $-$ uç bağlantılarının yanlış olması durumunda amperetre değer gösterir.
10. AA amperetresi ile DC ölçüm yapıldığında akım değerinin negatif işaretli değeri okunur.
11. Ölçü transformatörlerine yalnız ölçü aletleri bağlanır.
12. Bir ölçü transformatörüne birden fazla ölçüm aleti bağlanabilir.
13. Ölçü transformatörlerinin sekonder uçlarından biri ve gövdesi mutlaka topraklanmalıdır.
14. Akım trafosunun primer uçları "k-l" dir.
15. Akım transformatörleri boşa çalıştırılabilir.
16. Pens amperetreler yalnız akım ölçecek şekilde tasarlanmış ve üretilmiş ölçü aletleridir.
17. Pens amperetrelerde, pens içerisinden birbirine eşit; ama zıt yönlü akım geçen iki iletken ile yapılan ölçün sonucu sıfırdır.

18. Pens ampermetrelerin en önemli özelliği, hattı kesmeden akım değeri ölçebilmektir.

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-5

ÖĞRENME KAZANIMI

Voltmetreyi tekniğine uygun kullanarak ölçme sınırına göre gerilimi hatasız ölçebileceksiniz.

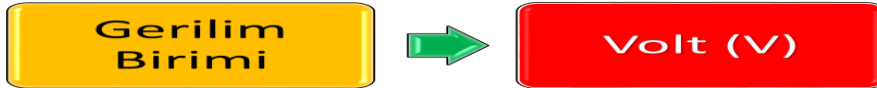
ARAŞTIRMA

- Gerilimi ölçmenin önemini, hangi değerdeki gerilimin nasıl ölçüleceğini, yüksek gerilim değerlerinin ölçümündeki zorluk ve sakıncaları araştırarak bir rapor haline getiriniz.

5. GERİLİM ÖLÇME

5.1. Gerilimin Tanımı

Gerilim, bir elektrik devresinde akımın geçişini sağlayan etki olup iki nokta arasındaki potansiyel fark olarak ifade edilir. (V) harfi ile gösterilir. Gerilim birimi **volt**tur.



Gerilim birimini ve ast üst kat dönüşümlerini açıkla. Gerilimin en çok kullanılan mertebeleri; milivolt, volt, kilovoltur. Katlar arası biner biner büyür ve küçülür.

Volt Dereceleri	Sembolü	Kat Çarpanı	
Mega Volt	MV	10^6	1000000
Kilo Volt	kV	10^3	1000
Volt	V	1	1
Mili Volt	mV	10^{-3}	0,001
Mikro Volt	μV	10^{-6}	0,000001

Tablo 5.1: Elektrik gerilimi dönüşüm tablosu

Örnekler:

36,5 kV = 36500 V

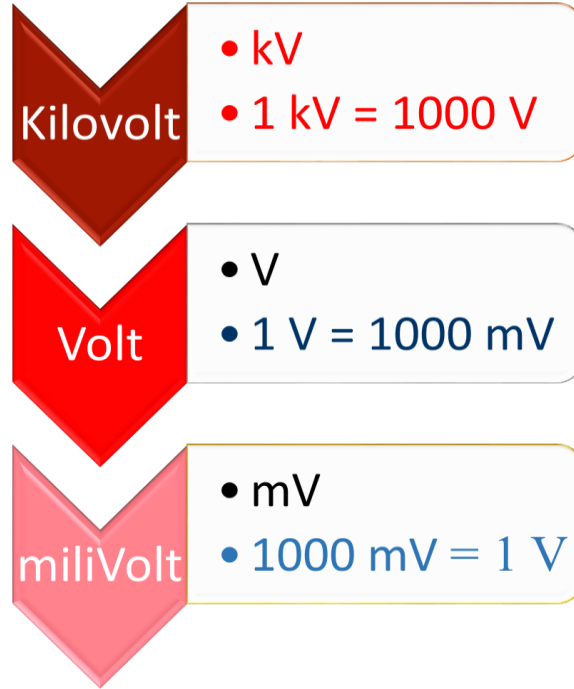
1,5 V = 1500 mV

1000 V = 1 kV

380000 V = 380 kV

220 kV = 220000 V

milivolt (mV) < Volt (V) < Kilovolt (KV)



Şekil 5.1: Volt ast ve üst katları

5.2. Voltmetrenin Yapısı ve Tanımı

Elektrik devrelerinde gerilim ölçmeye yarayan ölçü aletlerine **voltmetre** denir.

Voltmetreler devreye paralel bağlanır ve “V” harfi ile gösterilirler.

Voltmetreler devreye paralel olarak bağlandıklarından kaynağın veya devrenin gerilimini düşürecek kadar akım çekmemelidirler. Bu da voltmetrelerin iç direncinin yüksek olmasını gerektirir. Elektrik devrelerinde voltmetrenin yanlışlıkla seri bağlanması durumunda iç direnci çok fazla olduğundan kaynak geriliminin büyük bir kısmı voltmetre üzerinde düşeceğinden alıcı düzgün olarak çalışmaz. Eğer alıcı yüksek akımlı ise bu durumda voltmetre seri bağlanacak olursa yanarak kullanılmaz hale gelebilir.

5.3. Voltmetre çeşitleri

Voltmenin dijital, analog, taşınabilir, pano tipi bulunmaktadır. İhtiyaca uygun voltmetre seçilerek kullanılır. Resim 5.1 de dijital ve analog pano tipi voltmetreler görülmektedir.



Fotoğraf 5.1: Voltmetre çeşitleri

5.4. Voltmetrenin devreye bağlanması

Voltmetreler devreye paralel bağlanır. Taşınabilir voltmetrelerde gerilim ölçümü yapılacak noktalara voltmetrenin kademe ayarı yapıldıktan sonra dokundurulularak ölçüm yapılır. Pano tipi ölçü aletlerinde diğer pano tipi ölçü aletlerinde olduğu gibi ölçüm aletleri besleme ve ölçüm klemensleri bağlanarak ölçüm yapılır.



5.5. Voltmetre ile gerilim ölçümünde dikkat edilecek hususlar

Gerilim ölçme işleminde en önemli noktalardan biri yapılacak gerilim ölçümüne uygun voltmetre seçmektir. bu seçim doğru yapılması, ölçümün doğruluğu, ölçüm yapan kişinin ve ölçüm aletinin güvenliği için önemlidir. Voltmetre seçimi yapılırken aşağıda belirtilen hususlara kesinlikle dikkat edilmelidir:

- Gerilim çeşidine uygun(AC-DC) voltmetre seçilmelidir.
- Gerilimin ölçme sınırı ölçülecek gerilimin değerinden mutlaka büyük olmalıdır.
- Alternatif gerilim ölçmelerinde voltmetreye bağlanan giriş ve çıkış uçları farklılık göstermezken doğru akımda “+” ve “-” uçlar doğru bağlanmalıdır. Aksi takdirde analog ölçü aletlerinde ibre ters sapar, dijital ölçü aletlerinde gerilim değeri önünde (—) ifadesi görünür.
- Ölçülecek gerilim değerine uygun hassasiyet ve yapıya sahip voltmetre seçilmelidir. 10 mV’luk gerilim, kV seviyesinde ölçüm yapan voltmetre ile ölçülemez.
- Voltmetre gerilimi ölçülecek kaynağa veya alıcının uçlarına bağlanmalıdır.

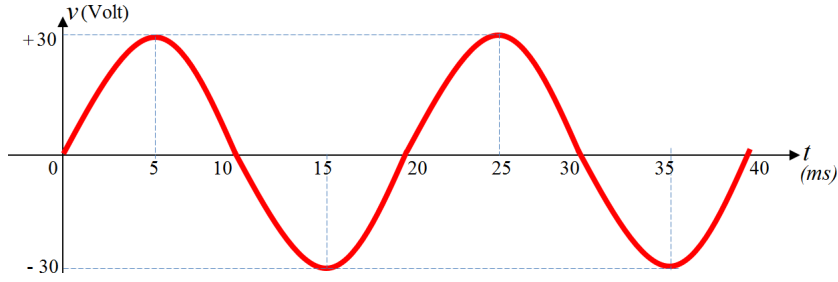
Enerji altında, sabit voltmetrelerin bağlantısı yapılmamalı ve yapılmış bağlantıya müdahale edilmemelidir. Ancak taşınabilir ve probler vasıtası ile ölçüm yapılabilecek voltmetreler ile gerekli önlemler alındıktan sonra ölçüm yapılabilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki Uygulama Faaliyeti 1 – 2’yi tamamladığınızda gerilim ölçme ile ilgili uygulama çalışmalarını yapabilecek ve gerilim ölçmeyi gerçekleştirebileceksiniz.

Uygulama Faaliyeti – 1	Gerilim Hesaplamaları
Uygulama Faaliyeti – 2	Gerilim Değerinin Ölçülmesi Uygulaması

Uygulama Adı	Gerilim Hesaplamaları	Uygulama No	1
---------------------	------------------------------	--------------------	----------



Şekilde bir AC gerilimin sinyali görülmektedir. Buna göre aşağıda verilen alanları doldurunuz.

1	Dalga Şekli:	(...) Sinüs (...) Kare (...) Üçgen (...) Pals (...) Diğer
2	Saykıl Sayısı:	(...) 0,5 (...) 1 (...) 1,5 (...) 2 (...) 2,5 (...) 3
3	Dalga'nın Periyodu (T):	
4	Dalga'nın Frekansı (f):	
5	Dalga Boyu (λ):	
6	Gerilimin Maksimum Değeri (Vm):	
7	Dalga'nın açısal hızı (ω):	
8	Gerilimin Ani Değeri (v):	
9	Gerilimin Ortalama Değeri (V _{ort}):	
10	Gerilimin Etkin Değeri (V _{eff}):	

Aşağıda verilen birim dönüşümlerini yapınız.

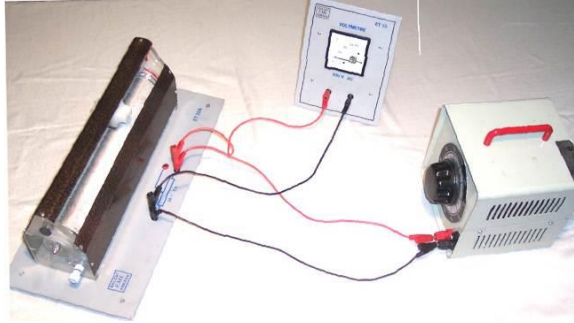
200 mV = V
 0,8 kV = V
 6,1 MV = kV
 72,6 V = mV
 0,008 MV = V
 0,65 kV = mV
 826000 mV = MV
 10000 mV = kV
 410000 V = MV
 0,052 V = kV

ÖĞRENCİNİN;	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:/.../20..	İmza	

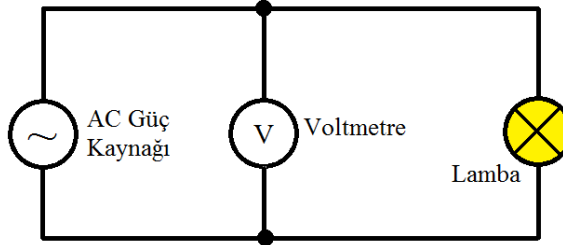
Uygulama Adı	Gerilim Değerinin Ölçülmesi Uygulaması	Uygulama No	2
---------------------	---	--------------------	----------

Aşağıda verilen şemaya göre gerekli voltmetreyi ve araç gereçleri seçerek bağlantıyı kurun. Öğretmeninizin gözetiminde iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak devreye enerji veriniz. Ayarlı güç kaynağı ile gerilimi değiştiriniz. Voltmetrede okuduğunuz değerleri çizelgeye yazınız.

Devre Şeması:



Fotoğraf 5.2: Voltmetrenin devreye bağlanması



Şekil 5.2: Voltmetre ile alıcı gerilimini ölçmek

İstenenler: Şekil 5.2'ye göre gerekli voltmetreyi ve araç gereçleri seçerek bağlantıyı kurun. Öğretmeninizin gözetiminde iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak devreye enerji veriniz. Ayarlı güç kaynağı ile gerilimi değiştiriniz. Voltmetrede okuduğunuz değerleri çizelgeye yazınız. Aynı bağlantıyı doğru akım kaynağı ve voltmetresi kullanarak da yapıp bağlantı açısından bir fark olmadığını görebilirsiniz.

Kullanılacak Araç Gereçler:

- AC Voltmetre (0 – 5 A)
- DC Voltmetre (0 – 5 A)
- Lamba 100 W (AC için)
- Lamba 40 W (DC için)
- Lamba duyları
- AC Güç Kaynağı (0 – 220 V 5 A) (Varyaklı)
- DC Güç Kaynağı (0 – 24 V 5 A) (Ayarlı)
- Bağlantı Kabloları

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Ölçülecek gerilime uygun voltmetre ve devre elemanlarını seçiniz.	➤ Voltmetrenin ölçme sınırı, ölçülecek gerilim değerinden küçük olmamalıdır. ➤ Voltmetre ölçüm yapılacak gerilim çeşidine (AC-DC) uygun olmalıdır. ➤ Voltmetrenin hassasiyeti ölçülecek gerilim değerine ve ölçüm amacına uygun olmalıdır.
➤ Analog voltmetre ile ölçüm yapılacaksa sıfır ayarını yapınız.	➤ Sıfır ayarı yapılmazsa ölçme sonucunun hatalı olacağını unutmamalısınız.
➤ Voltmetreyi ölçülecek gerilim değerine uygun kademeye getiriniz.	➤ Yanlış gerilim kademesinde ölçüm yapmak sonucun hatalı çıkmasının yanında, ölçüm aletine de zarar vereceğini unutmamalısınız.
➤ Voltmetrenin bağlantısını yapınız.	➤ Voltmetreyi devreye paralel bağlamalısınız.
➤ Bağlantıyı kontrol ettikten sonra devreye enerji veriniz.	➤ Devrenize öğretmen gözetiminde enerji vermelisiniz.
➤ Varyak ile gerilim değerini değiştirerek gerilim değerini ölç ve çizelgeye yazınız.	➤ Analog ölçüm aleti ile ölçüm yapılıyorsa skaladaki ayna şeridinden faydalanmalısınız.

Alıcı	Gerilim(V)	Açıklama
100 W'lık lamba	.	

Tablo 5.2: Gerilim ölçme uygulamasından alınan değerler

ÖĞRENCİNİN;	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:/.../20..	İmza	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümleleri doğru ya da yanlış şeklinde değerlendiriniz.

1. Elektrik akımını oluşturan etkiye, gerilim denir.
2. Voltmetreler devreye paralel bağlanır.
3. Doğru gerilim ölçülürken ölçüm aletinin “+”, “—” uçları ters bağlanmamalıdır.
4. Voltmetrenin ast ve üst katları küçükten büyüğe mV, μ V, V, kV şeklinde sıralanır.
5. Voltmetrelerin iç direnci küçüktür.
6. Tüm voltmetreler ölçüm yapmak için gerekli enerjiyi ölçüm bağlantısından sağlarlar.
7. Hem DA hem de AA’ı ölçen voltmetreler mevcuttur.
8. 200,5 v yerine 200,55 v ölçen voltmetre daha hassastır.
9. Dijital voltmetreler gerilimin etkin, analog voltmetreler gerilimin ortalama değerini ölçer.

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-6

ÖĞRENME KAZANIMI

Multimetreyi (avometre) tekniğine uygun kullanarak ölçme sınırına göre akım, gerilim, direnç ve diğer ölçümleri hatasız yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Avometrelerin yapı, şekil ve çeşitlerini araştırarak bir rapor haline getiriniz.

6. MULTİMETRELER

6.1. Multimetre çeşitleri

Akım, gerilim ve direnç değerini ölçen aletlere **multimetre** denir. Multimetrelerin analog ve dijital tipleri mevcut olup analog olanları yapı olarak döner bobinli ölçü aletleridir. multimetrelerin özellikle son zamanda çıkan modelleri akım, gerilim, direnç yanında kapasite, endüktans, frekans, sıcaklık değerlerini ölçmek ile birlikte transistörlerin uç tespitlerini de yapabilmektedir. Multimetrelerin genellikle 2, 3, 4 prob bağlantı soketi bulunmaktadır. Soket sayısı arttıkça aletin özellikleri de artmaktadır. Ölçme sırasında kolaylık sağlaması için siyah prob COM soketine, kırmızı prob ise ölçüm çeşidine göre uygun sokete bağlanır.

Multimetrelerin yeni modellerinde bilgisayar bağlantısı için port ilaveleri yapılmıştır. Böylece multimetrede ölçülen büyüklük ve değerlerin kolay bir şekilde bilgisayar ortamına aktarılması sağlanmaktadır.



Fotoğraf 6.1: Dijital ve analog multimetreler

Multimetre ile ölçüm yapılırken aşağıda belirtilen noktalara dikkat etmek gerekir:

- Ölçülecek büyüklüğün cinsine göre AC veya DC seçimi yapılmalıdır.
- Ölçülecek büyüklük multimetrenin ölçme sınırından küçük olmalıdır.
- Kademe anahtarı en doğru ölçme için ölçülecek büyüklüğe en yakın, ama küçük olmayan kademeye getirilmelidir.
- Ölçülecek büyüklüğün değeri net olarak bilinmiyorsa kademe anahtarı en büyük değere getirilmelidir.
- Multimetre ölçülecek büyüklüğün gerektirdiği bağlantı şekline göre bağlanmalıdır.
- DC ölçmelerinde ibre ters sapar ya da rakamsal değerın önünde eksi işareti varsa uçlar ters çevrilmelidir.
- Ölçüm aletinin ibresi çok az sapıyorsa veya değer ekranında “0” ibaresi varsa kademe küçültülür.
- Ölçüm aletinin ibresi skalanın dışına kadar sapar ya da değer ekranında “1” ibaresi varsa kademe büyültülmelidir.
- Ölçmede kolaylık sağlamak için kırmızı prob ölçme için uygun sokete, siyah prob ise COM (ortak) soketine bağlanmalıdır.
- Yüksek değerli akım ölçümü yapılırken (10-20 A), siyah prob COM soketine, kırmızı prob yüksek akım soketine bağlanır.

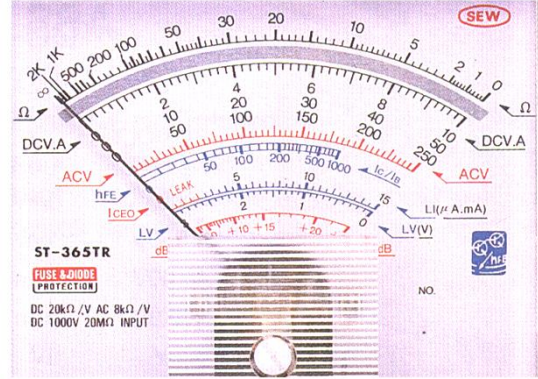
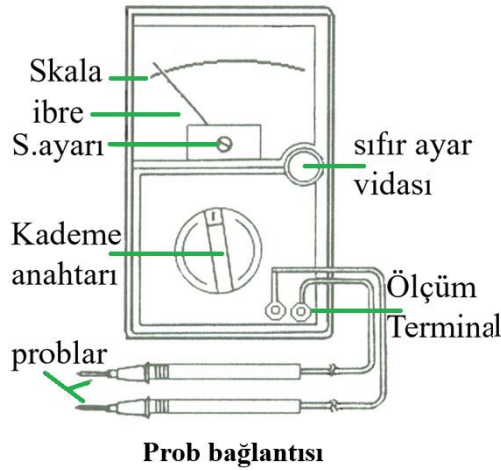
6.2. Analog Avometre ile Ölçüm Yapmak

Analog veya dijital avometre ile ölçüm yapmak birbirinden farklı teknikler gerektirmez. Aradaki fark yalnızca kademe seçimi ve analog avometrelerde skalanın tek olmasından kaynaklanan okuma zorluğudur. Şekil 6.2.b’de görüldüğü gibi tek skalada birden fazla taksimatlandırma yapılmış, her taksimatın yanına hangi büyüklüğün ölçülmesinde kullanılacağı belirtilmiştir. Ölçülecek büyüklük uygun kademe seçildikten sonra yalnız ait olduğu skala taksimatından okunmalıdır (Ω , V, A gibi).

Ayrıca aşağıdaki şekilde görüldü gibi, skala taksimatının bölümlendirilmesinde aynı noktada alt alta birden fazla değer yazılmıştır. Bu değerler ölçülecek büyüklüğün kademesi değiştikçe, o kademe için skala taksimatındaki noktanın yeni değeridir. Özetle skaladaki bir nokta gerilim ölçerken kademenin biri için 250 volta, aynı nokta daha küçük bir kademe için 50 volta karşılık gelir. Bu durum ölçülen büyüklüğün kademeye göre hangi taksimattan ve hangi değer ile ölçüleceğinin doğru tespit edilmesini gerektirir.



Analog ölçü aletlerinde değer okurken ibre ile ibrenin skalada bulunan aynadaki görüntüsü üst üste gelmelidir.



Şekil 6.1: Analog AVOMetre Skalası ve Prob Bağlantısı

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

6.3. Dijital Avometre ile Ölçüm Yapmak

Dijital multimetreler ile ölçüm yapmak daha kolaydır. Ancak bazı değerlerin ölçülmesinde analog avometrelerdeki kadar hassas ölçüm yapılamaz. Dijital multimetreler ile ölçüm yapılırken değer ekranında görünen değer, ölçülen değer kendisidir; ayrıca hesaplama işlemi yapılmasını gerektirmez.

Multimetrelerde direnç, endüktans ve kapasite ölçümü aynen Lcrmetreler de olduğu gibi yapılır. Akım ve gerilim ölçerken, AC-DC seçimi kademe anahtarı ile uygun kademe seçimi yapılırken bazı multimetrelerde ayrı bir komütatör anahtar aracılığı ile yapılmaktadır. Ölçüm yapılırken bu seçim unutulmamalıdır. Multimetrelerin bazılarında ölçülecek A, Ω , V kısımları tek kademelidir. Bu avometrelerde yalnız ölçüm yapılacak kademelerin seçilmesi yeterlidir.



a-Dijital multimetre



b-Tekli kademeye sahip multimetre

Fotoğraf 6.2: Dijital multimetre

Multimetreler ile direnç endüktans ve kapasite ölçümü aynen Lcrmetreler de olduğu gibi yapılır. Bu bölümde bu ölçümler ile uygulama yapılmayacaktır. Bilgi tekrarı için Öğrenme Faaliyeti 1-2-3'e bakınız.

UYGULAMA FAALİYETİ

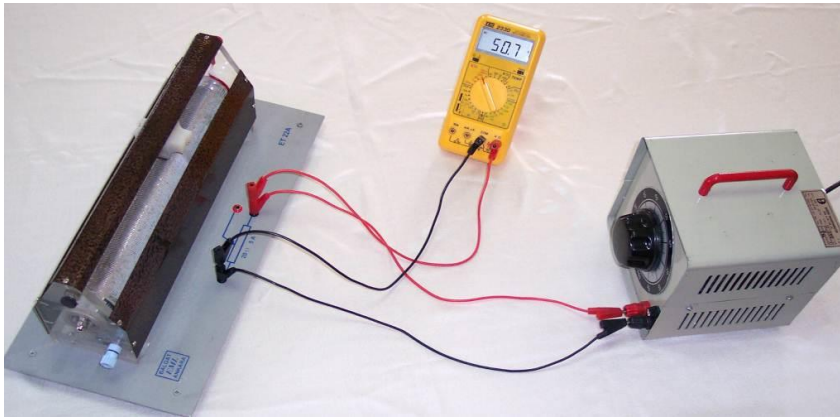
Aşağıdaki Uygulama Faaliyeti 1 – 5'i tamamladığınızda multimetreler ile ölçüm yapma biçimlerini ve yöntemlerini öğreneceksiniz.

Uygulama Faaliyeti – 1	Multimetre ile gerilim ölçme uygulaması
Uygulama Faaliyeti – 2	Multimetre ile akım ölçme uygulaması
Uygulama Faaliyeti – 3	Multimetre ile direnç ölçme uygulaması
Uygulama Faaliyeti – 4	Multimetre ile bobin endüktans değerinin ölçülmesi uygulaması
Uygulama Faaliyeti – 5	Multimetre ile kondansatör kapasite değerinin ölçülmesi uygulaması

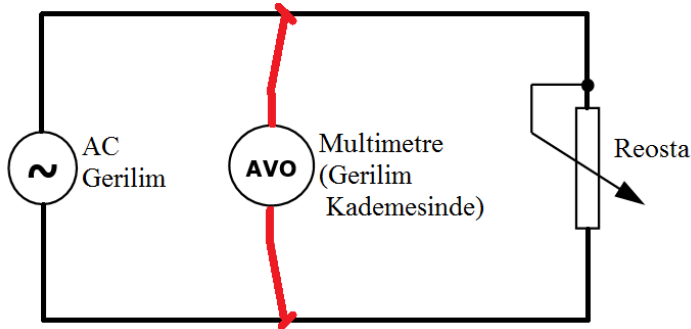
Uygulama Adı	Multimetre ile gerilim ölçme uygulaması	Uygulama No	1
---------------------	---	--------------------	----------

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak, işlem basamaklarını ve önerileri dikkatle uygulayınız. Aşağıda verilen şemaya göre devre elemanlarının bağlantısını yapınız. Devreye enerji vererek reostanın direncini kademe kademe değiştiriniz. Alıcının üzerindeki gerilimi her bir reosta direnci için multimetreden okuyarak değerler tablosuna kaydediniz

Devre Şeması:



Fotoğraf 6.3: Multimetre Bağlantısı



Şekil 6.2: Devre Şeması ve Multimetrenin Bağlantısı

Kullanılacak Araç Gereçler:

- Dijital Multimetre (AC, 0 – 5 A)
- Analog AVOMetre (DC, 0 – 5 A)
- 0 – 220 V 5 A AC Güç Kaynağı
- 0 – 220 V 5 A DC Güç Kaynağı
- Reosta (0 – 1 kΩ)
- Bağlantı Kabloları

Multimetre ile Gerilim Ölçmek

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Ölçülecek büyüklüklere uygun ölçme sınırına sahip multimetre seçiniz.	➤ Multimetrelerin ölçtüğü büyüklükler, kademe sayıları ve kademe değerleri birbirinden farklı olabilir.
➤ Ölçülecek gerilimin çeşidine göre kademe anahtarı AC veya DC konumuna alınız.	➤ Multimetrelerde AC-DC seçimi kademe seçimi ile yapılabildiği gibi özellikle dijital Multimetrelerde AC-DC seçimi için ayrı bir komütatör anahtarı bulunabilir. ➤ AC-DC seçiminin yanlış yapılması ölçülen değerin yanlış tespit edilmesine neden olur.
➤ Multimetreyi ölçülecek gerilim değerine uygun kademeye getiriniz.	➤ Gerilim ölçümünde seçilecek kademe kesinlikle ölçülecek gerilim değerinden küçük olmamalıdır. ➤ Ölçülecek gerilim değerinin ölçüm aletinin ölçme sınırında olduğunu biliyor; ancak tam değerini kestiremiyorsanız en büyük kademeyi seçerek ölçüme başlayın, gerekiyorsa kademeyi küçültmelisiniz. ➤ AC-DC seçimi kademe anahtarı ile yapılıyorsa, gerilime uygun kademe seçilmelidir.
➤ Gerilim değeri ölçülecek noktalara Multimetre problemlerini dokundurunuz.	➤ Gerilim ölçmelerinin tamamını öğretmeninizin gözetiminde yapmalısınız. ➤ Ölçüm yaparken problemlerin metal kısmına kesinlikle dokunmamalısınız. ➤ Prob uçları kademe seçimi kontrol edildikten sonra bağlanmalıdır. ➤ Gerilim ölçerken multimetre uçları paralel olarak bağlanmalıdır. ➤ Analog avometre ile DC gerilim ölçülecek ise ölçüm aletinin problemleri bağlanırken + ve – uçlar doğru bağlanmalıdır. Aksi durumda ibre ters sapar.
➤ Ölçülen değeri değer ekranından veya skaladan okuyunuz.	➤ Analog avometrelerde skaladan okunan değer ile kademe arasında işlem yapılması gerektiğini unutmamalıyız. ➤ Analog avometrelerde skaladan daha doğru ölçme yapmak için skaladaki şerit aynadan faydalanabilirsiniz.

ÖLÇÜLECEK DEĞER	DİJİTAL MULTİMETRE İLE	ANALOG AVOMETRE İLE	SONUÇ
DC 1,5 V			
DC 9 V			
DC 12 V			
DC 24 V			
DC 50 V			
DC 100 V			
DC 200 V			
AC 12 V			
AC 24 V			
AC 50 V			
AC 100 V			
AC 150 V			
AC 200 V			
AC 220 V			

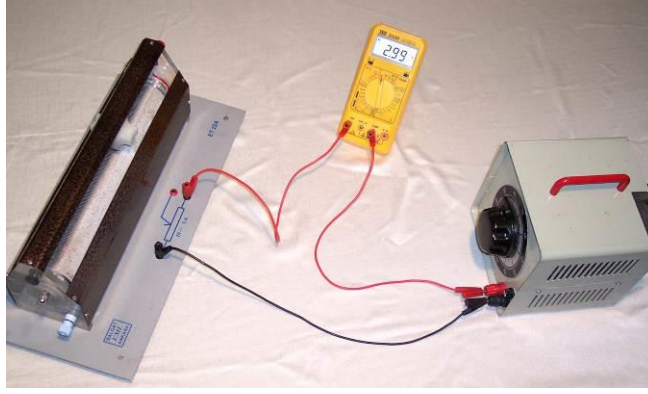
Tablo 5.1: Multimetre ile gerilim ölçme, uygulamasında alınan değerler listesi

ÖĞRENCİNİN;	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:/.../20..	İmza	

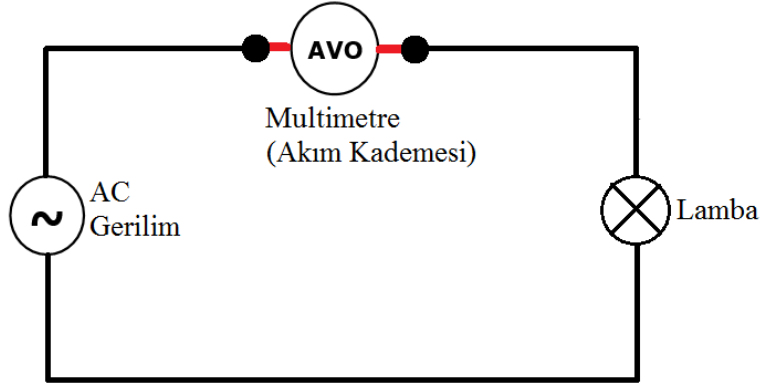
Uygulama Adı	Multimetre ile akım ölçme uygulaması	Uygulama No	2
---------------------	--------------------------------------	--------------------	---

İş sağlığı ve güvenliğini tedbirlerini alarak, işlem basamaklarını ve önerileri dikkatle uygulayınız. Şekildeki şemaya göre devre elemanlarının bağlantısını yaparak değişik güçlerdeki ampullerin her birinin çektiği akımı ölçünüz. Ölçtüğünüz değerleri alınan değerler tablosuna kaydediniz.

Devre Şeması:



Fotoğraf 6.4: Multimetre Bağlantısı



Şekil 6.3: Devre Şeması ve Multimetrenin Bağlantısı

Kullanılacak Araç Gereçler:

- Dijital Multimetre (AC, 0 – 5 A)
- Analog AVOMetre (DC, 0 – 5 A)
- 0 – 220 V, 5 A AC Güç Kaynağı
- 10 W – 40 W – 60 W – 100 W Ampuller
- Bağlantı Kabloları

Multimetre ile Akım Ölçmek

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Ölçülecek büyüklüklere uygun ölçme sınırına sahip multimetre seçiniz.	➤ Multimetrelerin ölçtüğü büyüklükler, kademe sayıları ve kademe değerleri biri birinden farklı olabilir.
➤ Ölçülecek akımın çeşidine göre kademe anahtarı AC veya DC konumuna alınız.	➤ Multimetrelerde AC-DC seçimi kademe seçimi ile yapılabildiği gibi özellikle dijital Multimetrelerde AC-DC seçimi için ayrı bir komütatör anahtarı bulunabilir. ➤ AC-DC seçiminin yanlış yapılması ölçülen değerlerin yanlış tespit edilmesine neden olabilir.
➤ Multimetreyi ölçülecek akım değerine uygun kademeye getir.	➤ Akım ölçümünde seçilecek kademe kesinlikle ölçülecek gerilim değerinden küçük olmamalıdır. ➤ AC-DC seçimi kademe anahtarı ile yapılıyorsa akıma uygun kademe seçilmelidir.
➤ Ölçülecek akım μA , mA düzeyinden büyük ise kademe anahtarını Amper kademesine al ve probu yüksek akım soketine bağla.	➤ Akım ölçmelerinizin tamamını, öğretmeninizin gözetiminde yapmalısınız. ➤ Ölçüm yaparken problemlerin metal kısmına kesinlikle dokunmamalısınız.. ➤ Amper düzeyindeki akımlar ölçülürken problemlerden birinin COM bağlantı noktasında, diğer probun yüksek akım soketine bağlı olması gerektiğini unutmamalısınız.
➤ Multimetrenin prob uçlarını, seri bağlantı oluşturacak şekilde yap.	➤ Prob uçları kademe seçimi kontrol edildikten sonra bağlanmalıdır.
➤ Multimetrenin skalası veya değer ekranından ölçülen akım miktarını oku.	➤ Analog avometrelerde skaladan okunan değer ile kademe arasında işlem yapılması gerektiğini unutmamalıyız. ➤ Analog avometrelerde skaladan daha doğru ölçme yapmak için skaladaki şerit aynadan faydalanmalıyız.

ALICI	DİJİTAL MULTİMETRE İLE		ANALOG AVOMETRE İLE		SONUÇ	
100 W Ampul						
60 W Ampul						
40 W Ampul						
10 W Ampul						
Tablo 5.2: Multimetre ile akım ölçme uygulamasından alınan değerler						

Uygulama Adı	Multimetre ile direnç ölçme uygulaması	Uygulama No	3
İş sağlığı ve güvenliğini tedbirlerini alarak, işlem basamakları ve önerileri dikkatle uygulayınız. Multimetre ile değişik direnç değerlerini ölçerek ölçtüğünüz değerleri alınan değerler tablosuna kaydediniz. Ölçüm: Fotoğraf 6.5: Multimetre ile direnç ölçme Kullanılacak Araç Gereçler: ➤ Dijital Multimetre (AC, 0 – 5 A) ➤ Analog AVOMetre (DC, 0 – 5 A) ➤ Çeşitli dirençler			
Multimetre ile Direnç Ölçmek			

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Ölçülecek direnç değerinin multimetrenin ölçme sınırına uygunluğunu kontrol ediniz.	➤ Çok yüksek Direnç değerleri için (20 MΩ) LCRmetre kullanmak gerekebilir.
➤ Multimetreyi Direnç (Ω) kademesine alınız.	➤ Multimetrenizde birden fazla direnç kademesine sahip ise direnç değerine uygun kademe seçilmelidir. ➤ Seçilen kademe sonucunda ölçüm aleti ekranında 0 değeri varsa (anaolg ölçüm aleti çok az yada hiç sapmamış ise) kademeyi küçültmelisiniz. ➤ Seçilen kademe sonucunda ölçüm aleti ekranında 1 değeri varsa (anaolg ölçüm aleti sona kadar sapmış ise) kademeyi büyütmelisiniz.
➤ Multimetre problemlerini direnç uçlarına bağlayınız.	➤ Direnç ölçümü yaparken kesinlikle enerji altında ölçüm yapılmamalıdır. ➤ Problemleri direnç uçlarına bağlarken iki elin direnç uçlarına değmemesine dikkat etmelisiniz.
➤ Direnç değerini uygun mertebe Ω, KΩ, MΩ göre okuyunuz.	➤ 1000 Ω dan büyük dirençler KΩ, 1000 KΩ dan büyük dirençler MΩ şeklide okunmalıdır.

ÖLÇÜLECEK DEĞER	DİJİTAL MULTİMETRE İLE	ANALOG AVOMETRE İLE	SONUÇ
10 Ω			
150 Ω			
330 Ω			
470 Ω			
1 K Ω			
1,5 K Ω			
4,7 K Ω			
22 K Ω			
47 K Ω			
56 K Ω			
100 K Ω			
220 K Ω			
680 K Ω			
1 M Ω			
2,2 M Ω			
3,3 M Ω			

Tablo 5.3: Multimetre ile direnç ölçme uygulamasından alınan değerler

ÖĞRENCİNİN;	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:/.../20. .	İmza	

Uygulama Adı	Multimetre ile bobin endüktans değerinin ölçülmesi uygulaması	Uygulama No	4
---------------------	---	--------------------	----------

İş sağlığı ve güvenliğini tedbirlerini alarak, işlem basamakları ve önerileri dikkatle uygulayınız. Multimetre ile değişik bobinlerin endüktans değerlerini ölçerek ölçtüğünüz değerleri alınan değerler tablosuna kaydediniz.

Ölçüm:



Fotoğraf 6.6: Multimetre ile endüktans ölçme

Kullanılacak Araç Gereçler:

- Dijital Multimetre (AC, 0 – 5 A)
- Analog AVometre (DC, 0 – 5 A)
- Çeşitli Bobinler

Multimetre ile Endüktans Ölçmek

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Ölçülecek Endüktans değerinin multimetrenin ölçme sınırına uygunluğunu kontrol ediniz.	➤ Çok yüksek ve çok düşük endüktans değerleri için LCRmetre kullanmak gerekebilir.
➤ Multimetreyi Endüktans (L) kademesine alınız.	➤ Multimetrenizde birden fazla endüktans kademesine sahip ise endüktans değerine uygun kademe seçilmelidir. ➤ Seçilen kademe sonucunda ölçüm aleti ekranında 0 değeri varsa (anaolg ölçüm aleti çok az yada hiç sapmamış ise) kademeyi küçültmelisiniz. ➤ Seçilen kademe sonucunda ölçüm aleti ekranında 1 değeri varsa (anaolg ölçüm aleti sona kadar sapmış ise) kademeyi büyültmelisiniz.
➤ Multimetreye endüktansı ölçülecek uçlarına bağlayınız.	➤ Endüktans ölçümü yaparken kesinlikle enerji altında ölçüm yapılmamalı. ➤ Multimetrelerde endüktans ölçümü ölçüm aleti üzerinde yer alan ayrı bir soket ile yapılabilir.
➤ Endüktans değerini uygun mertebe μH , mH , H göre okuyunuz.	➤ Endüktans ölçümünde genellikle μH , mH , şeklinde as katlar kullanılabilir.

Uygulama Adı	Multimetre ile kondansatör kapasite değerinin ölçülmesi uygulaması	Uygulama No	5
---------------------	--	--------------------	---

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak, işlem basamaklarını ve önerileri dikkatle uygulayınız. Multimetre ile değişik kondansatörlerin kapasite değerlerini ölçerek ölçtüğünüz değerleri alınan değerler tablosuna kaydediniz.

Ölçüm:



Fotoğraf 6.7: Multimetre ile kapasite ölçme

Kullanılacak Araç Gereçler:

- Dijital Multimetre (AC, 0 – 5 A)
- Analog AVOMetre (DC, 0 – 5 A)
- Çeşitli Kondansatörler

Multimetre ile Kapasite Ölçmek

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Ölçülecek kapasite değerinin multimetrenin ölçme sınırına uygunluğunu kontrol ediniz.	➤ Çok yüksek ve çok düşük kapasite değerleri için LCRmetre kullanmak gerekebilir.
➤ Multimetreyi Kapasite ölçüm (C) kademesine alınız.	➤ Multimetrenizde birden fazla kapasite kademesine sahip ise kapasite değerine uygun kademe seçilmelidir. ➤ Seçilen kademe sonucunda ölçüm aleti ekranında 0 değeri varsa (anaolg ölçüm aleti çok az yada hiç sapmamış ise) kademeyi küçültünüz. ➤ Seçilen kademe sonucunda ölçüm aleti ekranında 1 değeri varsa (anaolg ölçüm aleti sona kadar sapmış ise) kademeyi büyültmelisiniz..
➤ Multimetreye kapasite ölçülecek uçlarına bağlayınız.	➤ Kapasite ölçümü yaparken kesinlikle enerji altında ölçüm yapılmalıdır. ➤ Multimetrelerde kapasite ölçümü ölçüm aleti üzerinde yer alan ayrı bir soket ile yapılabilir.
➤ Kapasite değerini uygun mertebe pF,nF,µF, mF, F göre okuyunuz.	➤ Kapasite ölçümünde genellikle as katlar kullanılmalıdır.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümlelerin doğru mu yanlış mı olduğunu belirtiniz.

1. Avometreler ile direnç ölçmek Lcrmetre ile direnç ölçmekten çok farklı teknikler gerektirir.
2. Dijital multimetrelerde endüktans ve kapasite ölçümü prob bağlantısı ile yapılır.
3. Dijital ve analog avometrelerin her ikisi de enerji kaynağı olarak pil kullanır.
4. DC gerilim ölçülürken analog avometrenin “+”, “—” uçlar ters bağlanabilir.
5. Bütün avometre yada multimetrelerin DC-AC akım seçimi kademe anahtarından yapılır.
6. Multimetreler ile her seviyedeki akım ölçülebilir.
7. Analog avometrelerin pili sökülse bile gerilim ölçümü yapılabilir.
8. Avometrelerde ve multimetrelerde 10 amper seviyesinde akım ölçülürken problemlerin avometre bağlantı noktaları değişir.
9. Multimetrelerin sıcaklık ölçen modelleri mevcuttur.
10. Ölçülecek gerilim seviyesi avometrenin ya da multimetrenin ölçme sınırı içerisinde, ancak değeri tam bilinmiyorsa en küçük kademedan ölçüme başlanır.
11. Bütün avometreler ya da multimetler ölçüm bittikten sonra KAPALI konuma getirilmelidir.

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-7

ÖĞRENME KAZANIMI

Frekansmetreyi tekniğine uygun kullanarak ölçme sınırına göre frekansı hatasız ölçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

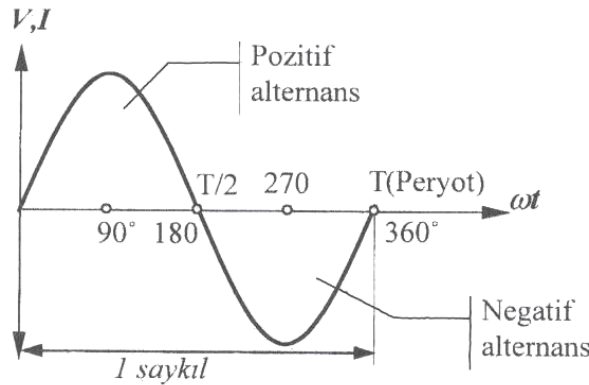
- Frekansmetrelerin yapı ve çeşitleri ile frekans ölçümünün önemini araştırarak bir rapor haline getiriniz.

7. FREKANS ÖLÇME

7.1. Frekansın Tanımı

Frekans, yönü ve şiddeti değişen alternatif akım için geçerli bir terimdir. Doğru akımda yön ve şiddette bir değişme olmadığı için frekans da sıfırdır. Burada alternatif akımın yapısını inceleyerek frekans tanımına geçelim.

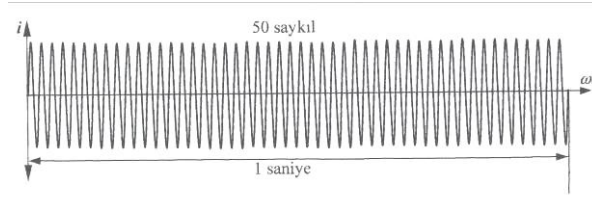
- **Saykıl:** Alternatif akım veya gerilim sıfırdan başlar, maksimum değerini alır ve sıfıra döner, ters yönde de aynı işlem gerçekleşerek tekrar başlangıç noktası sıfıra döner. Akım veya gerilimin her iki yöndeki bütün değerleri almasına **saykıl** denir.
- **Alternans:** Her bir yarım saykıla **alternans** denir. Gerilim veya akımın aldığı değerler bulundukları bölgelere göre pozitif ve negatif olarak adlandırılır.
- **Peryot:** Bir saykılın tamamlanması için geçen zamana **periyot** denir. “T” harfi ile gösterilir. Bu tanımlar şekil 7.1’deki sinüsoydal eğri üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 7.1: Sinüsoydal eğri üzerinde, değerlerin gösterilmesi

- **Frekans:** Bir saniyede oluşan saykıl sayısına **frekans** denir. “f” harfi ile gösterilir. Frekansın birimi hertz’dir. AC ‘nın frekansı, gerilimi üreten alternatörün devir sayısı ve kutup sayısına bağlıdır. Dünyada genelde ülkelerin şebeke frekansları 50 veya 60 Hz olup ülkemizdeki frekans değeri 50 Hz’dir. 50 hz lık frekans, 1 saniyede 50 saykılın oluşması anlamına gelir (Şekil 8.2).

AC’da frekansının değişmesi, bobin ve kondansatörlerin endüktif ve kapasitif reaktanslarının değişmesine, alternatif akım motorlarının devir sayılarının değişmesine neden olmaktadır.



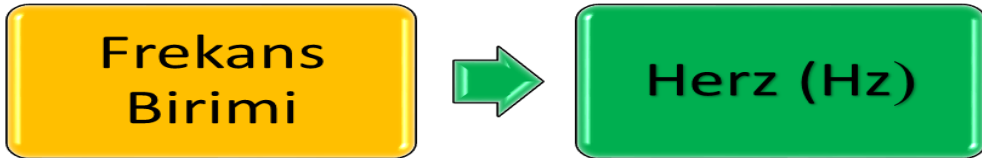
Şekil 7.2: 50 Hz’lik şebekede 1 sn oluşan saykılların görünümü

Peryodu bilinen bir alternatif akımın frekansı, $f = \frac{1}{T}$ formülü ile hesaplanabildiği gibi frekansmetre ile direkt olarak da ölçülebilir.

Örnek: Peryodu 0,01 saniye olan alternatif akımın frekans değerini hesaplayınız.

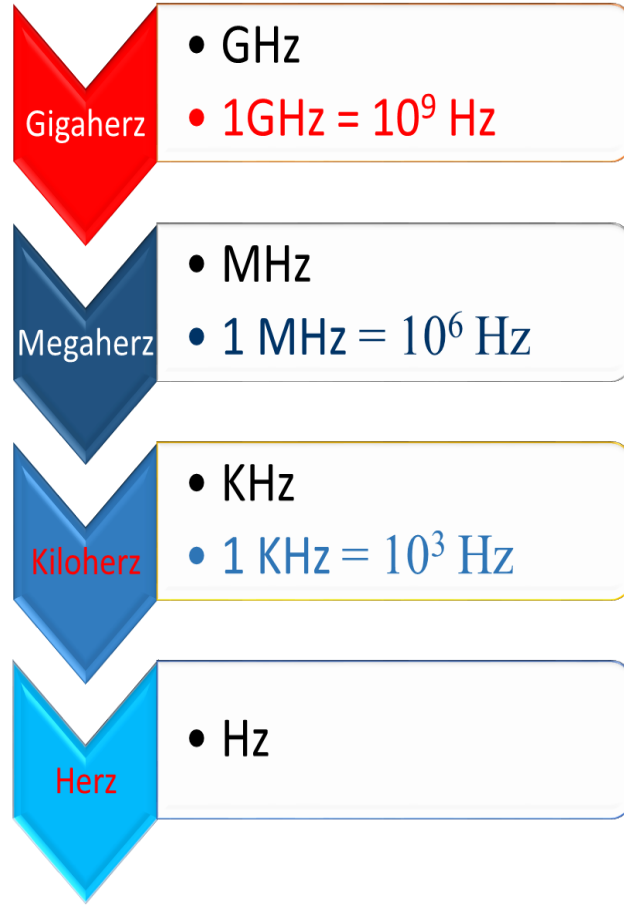
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,01} = 100 \text{ Hz, olarak frekans değeri hesaplanır.}$$

7.2. Frekans birimini ve ast üst kat dönüşümleri



Frekans birimi Herz (Hz) genellikle üst katları kullanılan bir elektriksel büyüklüktür. **Herz, Kiloherz, Megahertz, Gigahertz** şeklinde üst katlar sıralanabilir. Frekans birimleri biner biner büyür ve küçülür.

$$\text{Herz (Hz)} < \text{Kiloherz (KHz)} < \text{Megahertz (MHz)} < \text{Gigahertz (GHz)}$$



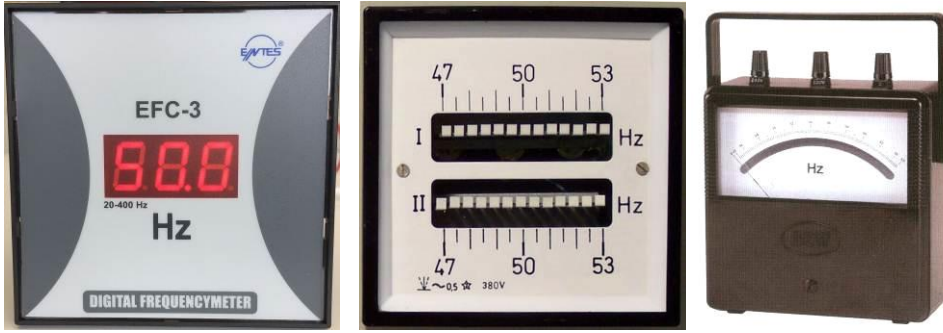
Şekil 7.3: Herz ast ve üst katları

7.3. Frekans Metrenin Yapısı

Elektrik devrelerinde frekans, frekansmetreler ile ölçülür. Frekansmetreler devreye paralel bağlanır ve frekansmetrenin gösterdiği değer bir saniyedeki saykıl sayısıdır.

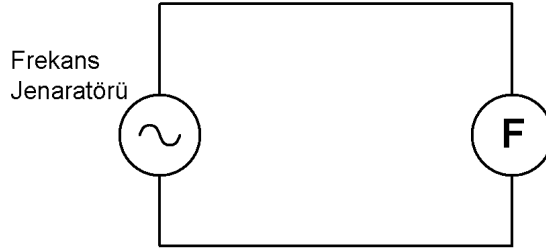
7.4. Frekans Metrenin Çeşitleri

Frekansmetreler yapı olarak analog, dijital ve dilli olmak üzere sınıflara ayrılır. Analog ve dijital frekansmetrelerin yapısı diğer ölçü aletleri ile aynı olup dilli frekansmetrelerde skala ve değer ekranı yerine belirli frekans değerlerini temsil eden metal çubukların titreşimi ile frekans değeri tespit edilir. Resim 7.1’de çeşitli frekansmetreler görülmektedir.



Fotoğraf 7.1: Frekansmetreler

7.5. Frekansmetrenin Devre Bağlantısı



Şekil 7.4: Frekansmetrenin bağlantısı

Frekansmetreler voltmetreler gibi devreye paralel bağlanır. Multimetre tipi olanlarda frekans ölçüm noktasına probler dokundurularak frekans ölçülür. Pano tipi frekansmetrelerde besleme ve ölçüm klemens uçları sabit bağlantı sağlanarak ölçüm sağlanır.



Frekansmetreler devreye paralel bağlanır.



Fotoğraf 7.2: Frekansmetre besleme ve ölçüm klemens bağlantısı

7.6. Frekansmetre ile frekans ölçümünde dikkat edilecek hususları sıralar.

Frekansmetre ile ölçüm yapılırken aşağıda belirtilen hususlara dikkat etmek gerekir.

- Frekansmetre devreye paralel bağlanmalıdır.
- Frekansmetre multimetre tipi taşınabilir ölçüm aleti ise uyun kademeye alınarak frekans ölçülecek noktaya probler dokundurulur.
- Okunan değer mertebesine uygun olarak Hz, KHz, MHz, GHz birimi ile okuyunuz.
- Frekansmetre pano tipi ise besleme ve ölçüm klemenslerini Resim 7.2 de gösterildiği gibi bağlayınız.
- Pano tipi frekansmetreler genelde 20-400 Hz frekans aralığında ölçüm yaptıklarından okunan değeri HZ birimi ile okuyunuz.

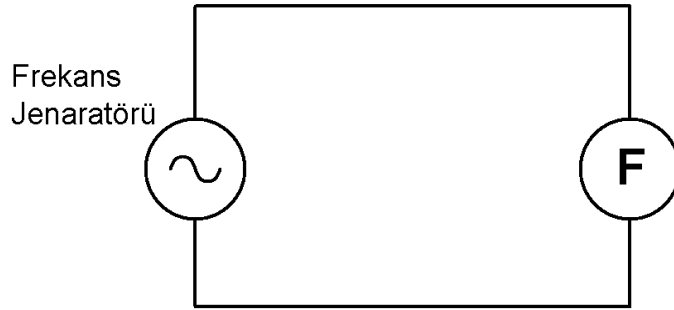
UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki Uygulama Faaliyeti 1'i tamamladığınızda frekansmetrenin frekans ölçtüğünü kavrayabileceksiniz.

Uygulama Adı	Frekansmetre ile frekans ölçme uygulaması	Uygulama No	1
---------------------	---	--------------------	----------

İş sağlığı ve güvenliğini tedbirlerini alarak, işlem basamaklarını ve önerileri uygulayınız. Sinyal jeneratörüne frekansmetreyi bağlayınız, değişik frekans değerleri için ölçümleri gerçekleştirerek verilen tabloya değerleri kaydediniz.

Devre Şeması:



Şekil 7.5: Frekansmetre ile frekans ölçme

Ölçülen Frekans Değeri (Hz)	Formül	Periyot (T) Saniye
1	$f = \frac{1}{T}$	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		

Tablo 7.2: Frekans ölçme, uygulamasında alınan değerler tablosu

Kullanılacak Araç Gereçler: ➤ Frekansmetre (10 – 90 Hz) ➤ Frekans Jeneratörü							
İşlem Basamakları				Öneriler			
➤ Ölçülecek frekans değerine uygun ölçme sınırına sahip frekansmetre ve frekans jeneratörünü temin ediniz.				➤ Çok yüksek frekanslar için özel frekansmetreler kullanmak gerekebilir.			
➤ Frekansmetreyi, frekans jeneratörünün çıkışına bağlayınız.				➤ Analog avometrelerde frekans ölçme konumu bulunmayabilir.			
➤ Frekans jeneratörünün çıkış frekansını değiştirerek çıkıştaki frekans değerini okuyunuz.				➤ Frekans ölçümü yapılırken avometre devreye paralel bağlanmalıdır.			
➤ Okunan frekans değerini verilen çizelgeye kaydederek periyotlarını hesaplayınız.				➤ Yaptığınız ölçümlerde okuyamadığınız frekans değerlerini öğretmeniniz ile tekrar ölçmelisiniz.			
ÖĞRENCİNİN		DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam		Yazı
Soyadı:	30	30	30	10			
Sınıf / No:							
Okul:	Öğretmen				Tarih:/.../20..	İmza	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıya verilen cümleleri doğru ya da yanlış şeklinde belirtiniz.

1. Frekans değişimi elektrik ve elektronik devrelerde herhangi bir değişiklik meydana getirmez.
2. Dünyadaki değişik ülkelerde değişik frekans değerleri kullanılır.
3. Frekansmetreler devreye paralel bağlanır.
4. Dilli frekansmetreler ile çok geniş frekans aralıkları ölçülebilir.
5. Frekansmetrenin gösterdiği değer saniyedeki saykıl sayısına eşittir.
6. DC akımda frekans değeri sifıra eşittir.
7. Saykılın tamamlanması için akım veya gerilimin yalnız pozitif değer alması yeterlidir.
8. Peryot kısaltılırsa frekans değeri artar.

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-8

ÖĞRENME KAZANIMI

Wattmetre ve elektrik sayacını tekniğine uygun kullanarak ölçme sınırına göre iş ve gücü hatasız ölçebileceksiniz.

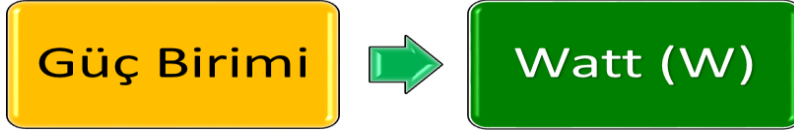
ARAŞTIRMA

- Elektrik devrelerinde güç ölçümünün önemini, alıcıların gücünü etkileyen faktörleri, iş ölçümünde kullanılan sayaçların çeşit ve bağlantıları ile harcanan elektrik enerjisinin farklı tarifeler üzerinden fiyatlandırılmasının avantaj ve dezavantajlarını araştırarak bir rapor haline getiriniz.

8. İŞ VE GÜÇ ÖLÇME

8.1. Güç Ölçme

Elektrik enerjisi ile çalışan alıcıya elektrik enerjisi uygulandığında ısı, ışık, hareket vb. şekilde iş elde edilir. Elektrik enerjisi bir iş yaptırdığına göre bir güce sahiptir. Buradan da görüldüğü gibi birim zamanda yapılan işe **güç** denir.



Gücün birimi watt'tır. Bu güç devreye uygulanan gerilim ve çekilen akımla doğru orantılıdır. Elektriksel güç:

$P = V \times I$ şeklinde ifade edilir.

P= Elektriksel güç (watt), V= Gerilim (Volt), I= Akım (Amper)

Örnek: 220 volt gerilimle çalışan bir ütü 4.8 amper akım çekmektedir, bu ütünün gücünü hesaplayınız.

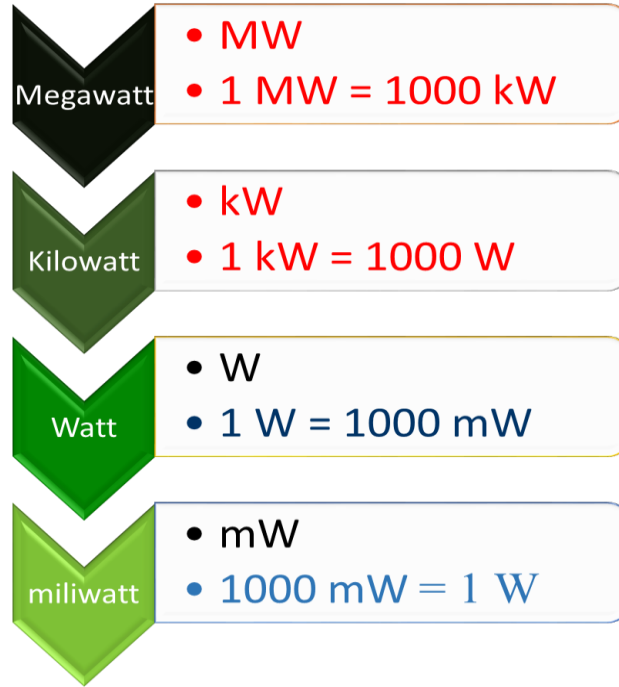
$$P = V \times I = 220 \times 4,8 = 1056 \text{ watt}$$

Alıcılar genellikle standart gerilimlerde çalıştıklarından aynı gerilimle çalışan alıcılardan fazla akım çeken daha fazla güç harcayacaktır.

8.2. Güç birimleri ve ast üst kat dönüşümleri

Güç birimi Watt (W) ın en çok kullanılan mertebeleri küçükten büyüğe; miliwatt (mW), watt (W), Kilowatt (kW), Megawatt (MW) şeklinde sıralanabilir.

$$\text{miliwatt (mW)} < \text{Watt (W)} < \text{Kilowatt (KW)} < \text{Megawatt (MW)}$$



Şekil 8.1: Watt ast ve üst katları

Örnekler:

200 mW	= 0,2 W
2200 W	= 2,2 kW
7 Kw	= 7000 W
250 kW	= 250000 W
1400 MW	= 1400000000 W

8.3. Güç ölçme yöntemleri

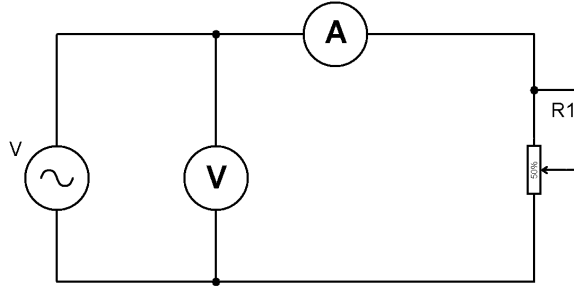
Güç ölçme işlemi;

Doğrudan güç ölçen bir wattmetre ile

Devreye bağlanacak devrenin çektiği akımın tamamını ve devreye uygulanan gerilimi ölçen bir voltmetreden akım ve gerilim değerleri alınır. Bu akım ve gerilim değerlerinin çarpımı ($P = V \times I$) yine devrede harcanan gücü vermektedir.

8.4. Akım gerilim değerlerine göre gücü hesaplama

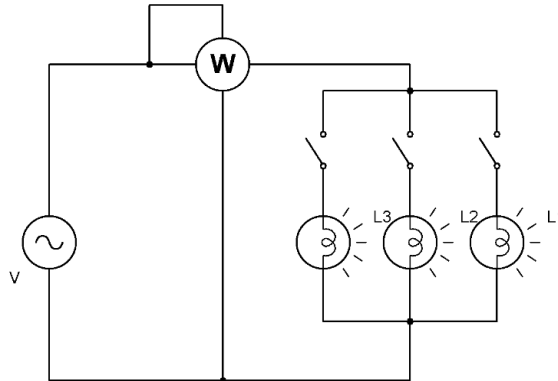
$P = V \times I$ formülünde görüldüğü gibi elektrik devrelerinde akım ve gerilimin çarpımı elektriksel gücü verir. Burada elektrik devresinin çektiği gücün bulunabilmesi için akım ve gerilim değerlerinin ölçülmesi gereklidir. Ancak, alternatif akımda omik dirençlerin çektiği güç aktif, bobin ve kondansatörlerin çektiği güç reaktiftir. (Bu konu ileriki modüllerde detaylı olarak işlenecektir). Bu yüzden $P = V \times I$ formülü ile gücün hesaplanması, yalnız DC devrelerde ve omik dirençli AC devrelerinde mümkündür.



Şekil 8.2: Ampermetre voltmetre ile güç ölçme

8.5. Wattmetrenin yapısı ve bağlantısı

Doğrudan doğruya güç ölçen aletlere **wattmetre** denir. Wattmetrelerin dijital ve analog tipleri bulunmakta olup seviye olarak genelde W ve KW seviyelerinde sınıflandırılırlar. Wattmetreler ile doğru ve alternatif akımda güç ölçülebilir. Ancak AC ve DC wattmetre seçimine, AC ve DC'de güç ölçebilen wattmetrede ise AC-DC kademe seçimine dikkat edilmelidir. Güç akım ve gerilimin çarpımına eşit olduğundan wattmetreye alıcının akım ve gerilim değerleri aynı anda girilmelidir. Bu gereksinim wattmetrenin akım bobini güç ölçümü yapılacak devreye seri, gerilim bobini paralel olacak şekilde bağlanarak karşılanır. Wattmetrelerde küçük güç ölçülecekse akım bobininin sonra, büyük güç ölçülecek ise akım bobininin önce bağlanması ölçme hatasını azaltacaktır.



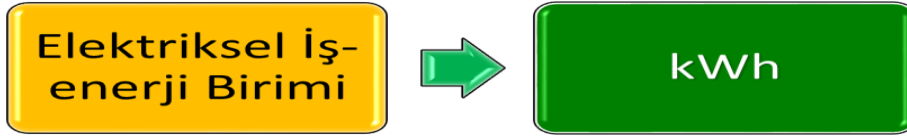
Şekil 8.3: Wattmetre ve devreye bağlanması

8.6. Wattmetre ile güç ölçümünde dikkat edilecek hususlar

Elektriksel güç ölçümünde ölçülecek güce uygun wattmetre kullanılmalıdır. Ölçülen değer uygun mertebedeki güç birimi ile okunmalıdır. Wattmetreler alıcıların çektiği aktif gücü ölçer. Aktif güç elektrik enerjisinin gözle görünür işe dönüşen güç çeşididir.

8.7. Elektriksel İş ve tanımını

Elektrik enerjisinin zaman içerisinde kullanımı işi oluşturur. $W = P.t$ formülü ile iş hesaplanır. Elektriksel işi ölçen aletlere elektrik sayaçları denir. Elektrik sayaçları abonenin harcadıkları elektrik enerjisini kilowatt saat (KWh) olarak ölçer.



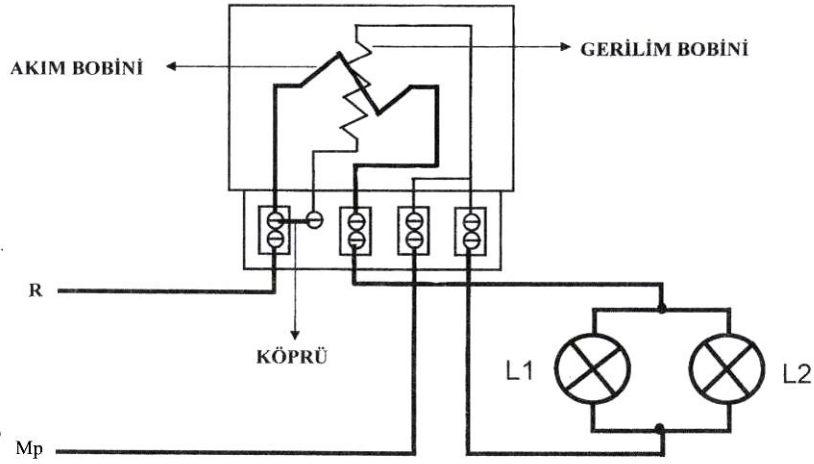
8.8. Sayaç bağlantısı

Elektrik sayaçları, harcanan elektrik enerjisini KWh cinsinden ölçen, bir ve üç fazlı alternatif akım devrelerinde kullanılan indüksiyon tipi ve elektronik tip olarak üretilen ölçü aletleridir.

Günümüzde elektronik elektrik sayaçları olarak isimlendirilen elektrik sayaçları, günün farklı saatlerinde ve hafta sonları farklı ücretlendirme yapabildiklerinden kullanımı zorunlu koşulmuştur. Analog sayaçlarda akım ve gerilim bobini mevcut olup sayaca bağlı devreden akım geçtiğinde oluşan manyetik alan sayaç içerisindeki alüminyum diskin dönmelerini sağlar. Diskteki hareket bağlı olduğu bir numaratöre aktarılır, böylece harcanan elektrik enerjisi miktarı numaratör ile ifade edilir. Elektronik sayaçlarda ölçülen iş dijital bir ekrandan okunur. Bu sayaçlarda ölçülen değer, tarih, gerçek zaman saati dönüşümlü olarak dijital ekranda ifade edilir. Elektronik sayaçlar farklı tarifeler üzerinden ücretlendirme yapmanın yanında optik port vasıtası ile okuma kolaylığı sağlamaktadır. Bu sayaçlar kalibrasyona analog sayaçlara göre daha az ihtiyaç duyar.



F 8.1: Bir ve üç fazlı elektronik elektrik sayaçları



Şekil 8.4: Sayaç bağlantı şeması

8.9. Sayaç ile iş ölçümünde dikkat edilecek hususlar

Sayaç bağlantı uçları akım ve gerilim bobini uçlarıdır. Akım bobini uçlarına faz girer ve çıkarak daire kat panosuna gider. Nötr hattı gerilim bobinine girer buradan çıkarak daire kat panosuna giderek buradan tesisata dağılır. Sayaç ile elektrik enerjisi ölçümü yapılırken tarife seçenekleri mevcuttur.

Sayaçta ya da faturada görebileceğiniz bu gösterim biçiminde T1 gündüz, T2 puant ve T3 gece zaman dilimlerine denk gelir. T0 ise tek zamanlı yani tarifesiz toplam tüketimi gösterir. Üç zamanlı tarife kullanıyorsanız, sayaç endeksini okumanız gerekirse bu ayrıma dikkat etmelisiniz.

EPDK tarafından Aralık 2016 itibariyle alınan ve 31 Aralık 2016'dan itibaren uygulamaya geçen karara göre sayaç okumaları, sayaç saatinin yaz saati uygulaması için güncellenme durumuna göre değişiklik gösterir. Eğer sayaç saati sürekli yaz saati uygulamasına göre **güncellendiye** tüketim ölçümleri **yıl boyunca** aşağıdaki zaman dilimlerine göre yapılacaktır.

Gündüz dönemi	:	saat 06:00 – 17:00
Puant dönemi	:	saat 17:00 – 22:00
Gece dönemi	:	saat 22:00 – 06:00

UYGULAMA FAALİYETİ

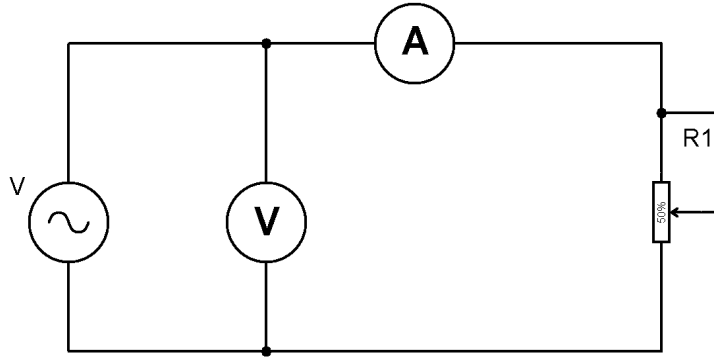
Aşağıdaki Uygulama Faaliyeti 1 – 3’ü tamamladığınızda güç ve enerji ölçme işlemlerini gerçekleştirebileceksiniz.

Uygulama Faaliyeti – 1	Ampermetre – Voltmetre ile Güç Ölçme
Uygulama Faaliyeti – 2	Wattmetre ile Güç Ölçme
Uygulama Faaliyeti – 3	Bir Fazlı Sayaç ile Enerji Ölçme

Uygulama Adı	Ampermetre – Voltmetre ile Güç Ölçme	Uygulama No	1
---------------------	--------------------------------------	--------------------	----------

İş sağlığı ve güvenliğini tedbirlerini alarak, işlem basamakları ve önerileri dikkatle uygulayınız. Aşağıdaki verilen malzemeleri temin ettikten ve şemaya göre devre bağlantısını kurduktan sonra reostanın direncini azaltarak her akım değeri için çekilen gücü hesaplayınız.

Devre Şeması:



Şekil 8.5: Ampermetre – Voltmetre kullanarak güç ölçme

Kullanılacak Araç Gereçler:

- Ampermetre (DC, 0 – 5A)
- Voltmetre (DC, 0 – 5A)
- 0 – 220 V 5 A DC Güç Kaynağı
- Reosta (100 Ω 2 A)
- Bağlantı Kabloları

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Tabloda verilen malzemeleri belirtilen özelliklerde temin ediniz.	➤ Ampermetre ve voltmetrenin ölçme sınırı yapılacak ölçüme uygun olmalıdır.
➤ Yukarıda verilen devre bağlantı şemasını kurunuz.	➤ Devrede alıcının çektiği akım yüksek ise ampermetre önce çekilen akım küçük ise voltmetre önce bağlanmalıdır.
➤ Devredeki ölçü aletleri ve alıcının bağlantısını kontrol ederek devreye enerji veriniz.	➤ Reostanın direnci başlangıçta en yüksek değerinde olmalıdır. ➤ Devreye mutlaka öğretmeninizin gözetiminde enerji vermelisiniz.
➤ Reostanın direncini belirli aralıklar ile azaltarak akım gerilim değerlerini not ediniz.	➤ Akım ve gerilim değerlerini Tablo 8.2'ye kaydetmelisiniz. ➤ Kaynaktan çekilen akım ampermetre ve reostanın sınır değerlerini geçmemelidir.
➤ Gerekli değerleri aldıktan sonra devrenin enerjisini keserek malzemeleri kaldırınız.	
➤ Aldığınız değerleri ve güç formülünü kullanarak reostanın hangi akım değerinde ne kadar güç çektiğini hesaplayınız.	➤ Hesaplama için $P = U \times I$ formülünü kullanınız.

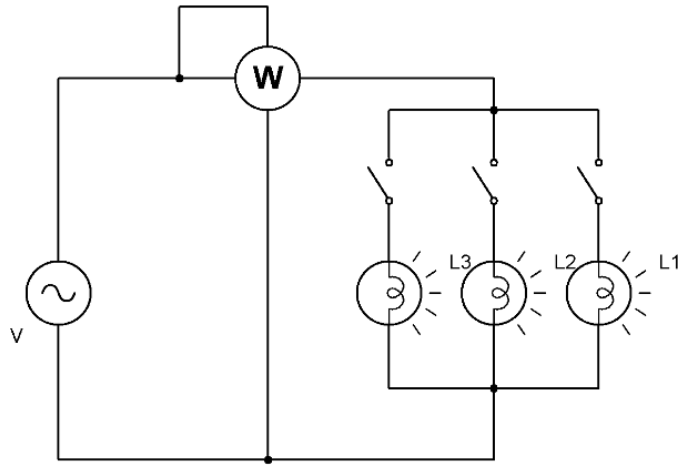
Alıcı	Gerilim (V)	Akım (A)	Harcanan Güç (W)
100 Ω 'lık reosta			

ÖĞRENCİNİN;	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:/.../20..	İmza	

Uygulama Adı	Wattmetre ile Güç Ölçme	Uygulama No	2
---------------------	--------------------------------	--------------------	----------

İş sağlığı ve güvenliğini tedbirlerini alarak, işlem basamakları ve önerileri dikkatle uygulayınız. Şekildeki bağlantı şemasına göre devrenin bağlantısını kurarak alıcıların harcadıkları gücü ölçünüz.

Devre Şeması:



Şekil 8.6: 1 fazlı Wattmetre kullanarak güç ölçme

Kullanılacak Araç Gereçler:

- 1000 W Wattmetre
- Reosta veya 100 W Lamba
- 0 – 220 V 5 A AC Güç Kaynağı
- Bağlantı Kablosu

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Ölçülecek güç değerine uygun ölçme sınırına sahip wattmetre ve güç kaynağını temin ediniz.	➤ Ölçülecek güç wattmetrenin ölçme sınırını aşıyorsa ölçüm aleti zarar görebilir. ➤ AC ve DC güç ölçümlerinde uygun wattmetre kullanmalısınız. ya da wattmetrenin kademe seçimini uygun yapmalısınız.
➤ Devrenin bağlantısını şemaya uygun olarak yapınız.	➤ Yapılan bağlantıyı enerji vermeden mutlaka kontrol etmelisiniz.
➤ Devreye enerji vererek lambaları sıra ile devreye alınız.	➤ Devreye enerjiyi mutlaka öğretmeninizin kontrolünde vermelisiniz.
➤ Okunan güç değerini verilen çizelgeye kaydediniz.	➤ Yaptığınız ölçümlerde alıcı (lamba) sayısı artıkça çekilen güç değerinin artışını yorumlamalısınız.

Alıcı	Alıcının gücü (W)	Wattmetre okunan değer (W)

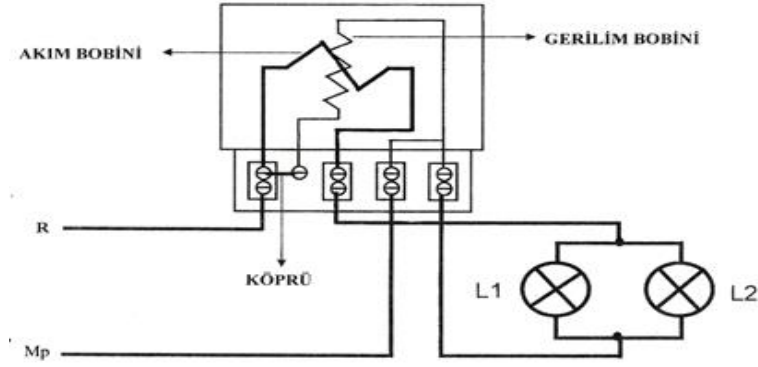
Tablo 8.2: Wattmetre ile güç ölçme, uygulamasından alınan değerler tablosu

ÖĞRENCİNİN;	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:/.../20..	İmza	

Uygulama Adı	Bir Fazlı Sayaç ile Enerji Ölçme	Uygulama No	3
---------------------	----------------------------------	--------------------	---

İş sağlığı ve güvenliğini tedbirlerini alarak, işlem basamakları ve önerileri dikkatle uygulayınız. Sayaç bağlantısını şekilde verilen şemaya göre yaparak alıcıların harcadığı elektrik enerjisini ölçünüz.

Devre Şeması:



Şekil 8.7: Bir fazlı sayaç bağlantısı

Kullanılacak Araç Gereçler:

- 1 Fazlı Elektrik Sayacı (Mekaniki veya Dijital)
- 100 W Lamba ve Duyu
- AC 220 V Gerilim ve Kablolar

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Önce Elektrik sayacının akım ve gerilim bobin bağlantısını yapınız.	➤ Bobin uçları faz giriş faz çıkış, nötr giriş nötr çıkış şeklinde yapılmalıdır.
➤ Bağlantıyı kontrol ederek devreye enerji veriniz.	➤ Devreye enerjiyi mutlaka öğretmeninizin kontrolünde vermelisiniz.
➤ Enerjiyi kesiniz ve devre bağlantısını sökünüz.	➤

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:/.../20..	İmza	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümlelerin doğru mu yanlış mı olduğunu belirtiniz.

1. Elektrik devrelerinde harcanan güç, akım ve gerilimle doğru orantılıdır.
2. Wattmetreler ölçüm yapabilmek için akım ve gerilim değerine ihtiyaç duyar.
3. Wattmetreler aktif güç ölçer.
4. Küçük güçler ölçülürken akım bobinin uçları sonra bağlanmalıdır.
5. Analog sayaçlar ile farklı tarifeler üzerinden ücretlendirme yapılabilir.
6. Analog sayaçlarda akım ve gerilim bobini olmak üzere iki bobin bulunur.
7. Analog sayaçlarda akım bobini uçlarının ters bağlanması herhangi bir sorun oluşturmaz.
8. Sayaçlar elektriksel işi ölçer.
9. Bir fazlı sayaçlar ile üç fazlı sayaçlar arasında bağlantı ve yapı farkı yoktur.
10. Sayaçlar her akım değeri için uzun süre iş ölçümü yapabilir.

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-9

ÖĞRENME KAZANIMI

Osiloskobu tekniğine uygun kullanarak hatasız sinyal ölçümü yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Osiloskop çeşitlerini ve özelliklerini, osiloskoplar ile yapılabilecek ölçümleri ve osiloskopun ölçü aletlerine göre kazandırdığı avantajları araştırarak rapor haline getiriniz.

9. OSİLOSKOP

9.1. Osiloskobun Tanıtılması

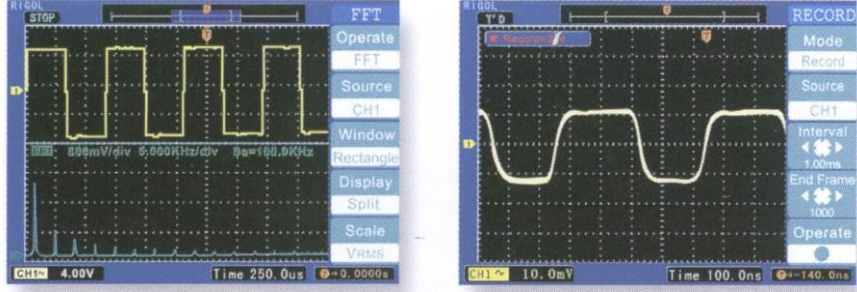
Osiloskop; elektriksel büyüklükleri ölçen aletleri, ölçtükleri büyüklükleri sayısal veya analog olarak ifade eder. Osiloskoplar ise ölçtüğü büyüklüğün dalga şeklini göstererek maksimum değerini ölçer. Örneğin, bir voltmetre ile ölçülen 12 V AC gerilim osiloskop ile ölçüldüğünde yaklaşık 16,97 V gibi bir değer okunur. Bu değerlerin farklı olmasının sebebi ölçü aletlerinin AC’de etkin değeri, osiloskobun ise AC’nin maksimum değerini ölçmesidir. Osiloskoplar, diğer ölçü aletlerine göre daha pahalı olmalarına karşılık bir sistemdeki arızanın tespiti osiloskoplar ile daha kolaydır. Çünkü televizyon veya daha karmaşık sistemlerin belirli nokta ve katlardaki çıkışları sabittir ve bu çıkışlar sisteme ait kataloglarda nokta nokta belirtilir. Osiloskop ile yapılan ölçümlerde katalogdan farklı çıkış veren katta arıza var demektir. Resim 9.1’de değişik osiloskoplar görünmektedir.



Fotoğraf 9.1: Osiloskoplar

Osiloskopların dijital ve analog çeşitleri mevcuttur. Standart olarak iki kanallı olan bu cihazların daha fazla kanala sahip olan modelleri de bulunmaktadır. Örneğin; 3 kanallı, 8 ışınlı, 200 Mhz lık bir osiloskop ile 3 kanaldan sinyal girilip, bu sinyaller ve tabi tutulduğu işlemler sonucunda oluşan 8 değer aynı anda görüntülenebilir ve 200 Mhz kadar olan

sinyaller ölçülebilir. Son üretilen dijital osiloskoplar ile ölçülen büyüklük renkli olarak izlenebilmekte, ölçülen değer hafızaya alınıp bilgisayara aktarılabilmektedir (fotoğraf 9.2) .



Fotoğraf 9.2: Osiloskopda yapılan bazı ölçümler ve bilgisayara ortamına aktarılmış hali

9.2. Osiloskop ile ölçülecek büyüklükler

- AC ve DC gerilim değerleri
- Değişen elektriksel büyüklüklerin dalga şekilleri
- Devreden geçen akım
- Faz farkı
- Frekans
- Diyot, transistör gibi yarı iletken elemanların karakteristikleri
- Kondansatörün şarj ve deşarj eğrileri

Test sinyali osiloskopun test sinyalinden alınır. Genellikle 1 KHz frekanslı ve 0,2-2 V gerilime sahip bir osilatör sinyalidir. Kondansatör, direnç, diyot ve transistör gibi elektronik elemanların sağlamlık kontrolünde kullanılacağı gibi harici sinyal jeneratörünün olmadığı durumlarda bu sinyal kullanılabilir.

Osiloskop ile doğru ve güvenli ölçüm yapabilmek için komütatör, anahtar ve prob bağlantı şekillerinin tam olarak bilinmesi gereklidir.

9.3. Osiloskop ile Ölçüm Yapmak

Osiloskop ile ölçüm yapmaya geçmeden önce, osiloskopu ölçmeye hazırlamak gerekir. Bunun için:

- Osiloskop besleme kablosu uygun gerilime bağlanır.
- POWER on/off düğmesine basılarak osiloskop açılır.
- INTEN düğmesi ile ekrandaki işaretin parlaklığı ayarlanır.
- FOCUS düğmesi ile ekrandaki işaretin netliği ayarlanır.
- Eğer ekrandaki işaret sağa veya sola kaymışsa X-POS düğmesi ile işaret ekranı ortalayacak şekilde ayarlanır.
- Eğer ekrandaki işaret aşağı veya yukarı kaymış ise Y-POS düğmesi ile işaret ekranı ortalayacak şekilde ayarlanır.

Bu ayarlar yapıldıktan sonra ölçümlere geçilmelidir.

9.4. Gerilim Ölçmek

9.4.1. Alternatif gerilim ölçmek

Osiloskop ile alternatif akım doğru akım ve yüksek frekanslı sinyaller maksimum 400 V'a kadar ölçülebilir. Osiloskop ile gerilim ölçme işleminde VOLTS/DIV anahtarı ölçülecek gerilime uygun konuma getirilir. Hangi girişten ölçüm yapılacaksa o giriş için AC-DC seçiminde AC seçimi yapılır. Osiloskop uçları AC gerilim ölçülecek uçlara bağlanır. Ekrandaki gerilimin genliği rahat okunabileceği değere kadar VOLTS/ DIV kademesi ayarlanır. Ekrandaki görüntü hareketli, yani kayıyor ise TIME/DIV anahtarı ile ekrandaki görüntü sabitlenir. Bu işlemler yapıldıktan sonra gerilimin osiloskopta meydana getirdiği sinyalin yüksekliği (H) tespit edilir. (H, sinyalin tepeden tepeye yüksekliğidir). Bu andaki VOLTS/ DIV anahtarının gösterdiği değer (D) V/cm veya mV/cm cinsinden okunur. Bu değerler yardımı ile ölçülen gerilimin değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$U_{tt} = H \text{ (cm)} \times D \text{ (V/cm)} \text{ Volt}$$

$$U_m = U_{tt} \text{ (V)} / 2 \text{ Volt}$$

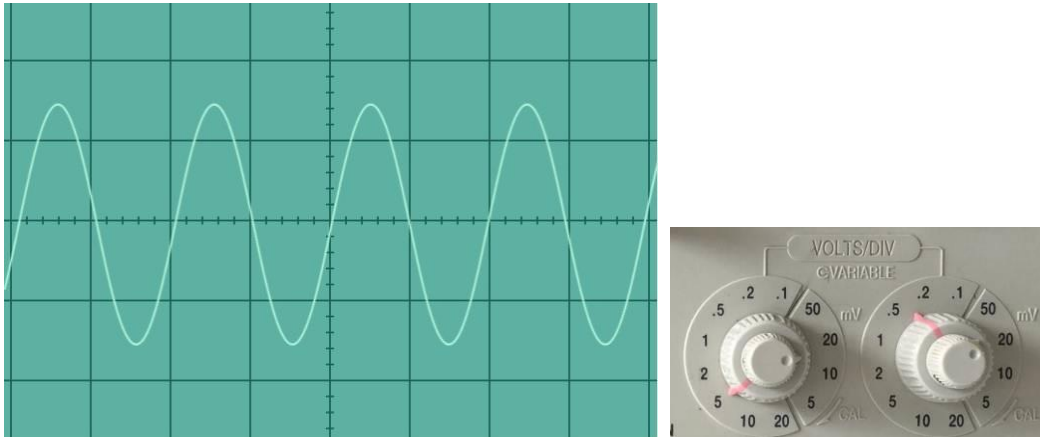
$$U = 0,707 \times U_m \text{ Volt}$$

Burada:

U_{tt}: Ölçülen gerilimin tepeden tepeye değeri. **U_m**: Ölçülen gerilimin maksimum değeri. **U** : Ölçülen gerilimin etkin değeridir.

AC gerilim ölçülmüş ise hesaplanan bu değer maksimum değer olduğu unutulmamalıdır.

Örnek:



Resim 9.3: Ölçülen AC gerilim değerinin ekrandaki görüntüsü ve volt/div anahtarının konumu

Resim 9.3'te görüldüğü gibi osiloskopta ölçülmek istenen gerilimin yüksekliği $H=2,8$ cm VOLT/DIV anahtarının konumu CH1 için $D=5$ Volttur.

$$U_{tt} = H \text{ (cm)} \times D \text{ (V/cm)} \text{ V} \quad U_{tt} = 2,8 \times 5 = 14 \text{ V tepeden tepeye gerilim değeri}$$

$$U_m = U_{tt} \text{ (V)} / 2 \text{ Volt} \quad U_m = 1,4 \times 5 = 7 \text{ V gerilimin maksimum değeri}$$

$$U = 0,707 \times U_m \text{ Volt} \quad U = 2,4 \times 5 \times 0,707 = 4,94 \text{ V gerilimin etkin değeri}$$

9.4.2. Doğru gerilim ölçmek

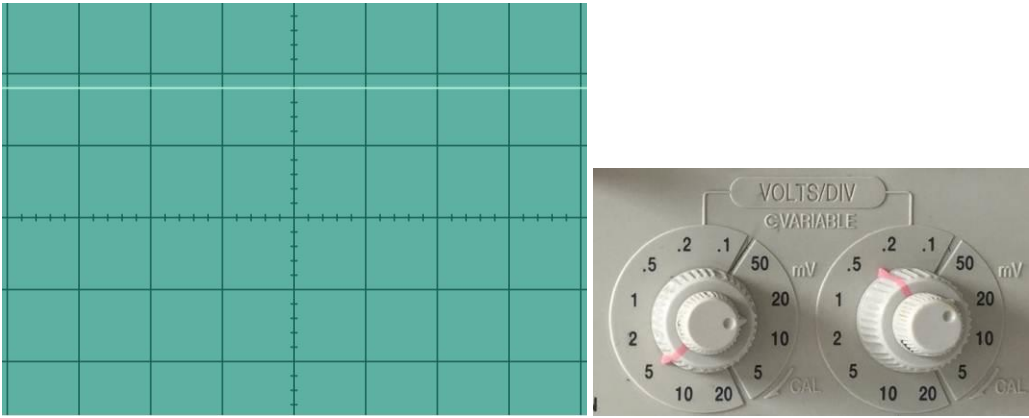
Osiloskop ile DC gerilim ölçme işleminde VOLTS/DIV anahtarı ölçülecek gerilime uygun konuma getirilir. Hangi girişten ölçüm yapılacaksa o giriş için AC-DC seçiminde DC seçimi yapılır. Osiloskop uçları DC gerilim ölçülecek uçlara bağlanır. Ekrandaki gerilimin genliği rahat okunabileceği değere kadar VOLTS/ DIV kademesi ayarlanır. Bu işlemler yapıldıktan sonra gerilimin osiloskopta meydana getirdiği sinyalin yüksekliği (H) tespit edilir. (H, sinyalin X ekseninden olan yüksekliğidir). Bu andaki VOLTS/ DIV anahtarının gösterdiği değer (D) V/cm veya mV/cm cinsinden okunur. Bu değerler yardımı ile ölçülen gerilimin değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$U = H \text{ (cm)} \times D \text{ (V/cm)} \text{ Volt}$$

Burada:

U: Ölçülen DC gerilimin değeri. **H**: Ölçülen gerilimin X ekseninden yüksekliğidir.

Örnek:



Resim 9.4: Ölçülen DC gerilim değerinin ekrandaki görüntüsü ve volt/div anahtarının konumu

Resim 9.4'te görüldüğü gibi osiloskopta ölçülmek istenen gerilimin yüksekliği $H=1,8$ cm VOLT/DIV anahtarının konumu CH1 için $D=5$ Volttur.

$$U = H \text{ (cm)} \times D \text{ (V/cm)} = 1,8 \times 5 = 9 \text{ Volt}$$

9.5. Frekans Ölçmek

Her osiloskopun bir frekans ölçme sınırı vardır. Yüksek frekanslar ölçülürken bu sınıra dikkat edilmelidir. Ölçülecek frekans değerine uygun osiloskop seçildikten sonra frekans ölçülecek noktaya osiloskop bağlantısı yapılır. Ekrandaki frekans genliği rahat okunana kadar VOLTS/DIV kademesi küçültülür veya büyütülür. Ekrandaki sinyal hareketli ise TIME/DIV anahtarı ile uygun kademe seçilerek sinyal sabitlenir. Bu anda ekrandaki bir periyodun boyu (L), ekrandaki karelerden faydalanılarak tespit edilir. Bu anda TIME/DIV anahtarının seçilmiş olan değeri (T_c) s/cm, ms/cm veya μ s/cm cinsinden tespit edilir. Bu değerler vasıtası ile ölçülen frekans değeri aşağıdaki gibi tespit edilir.

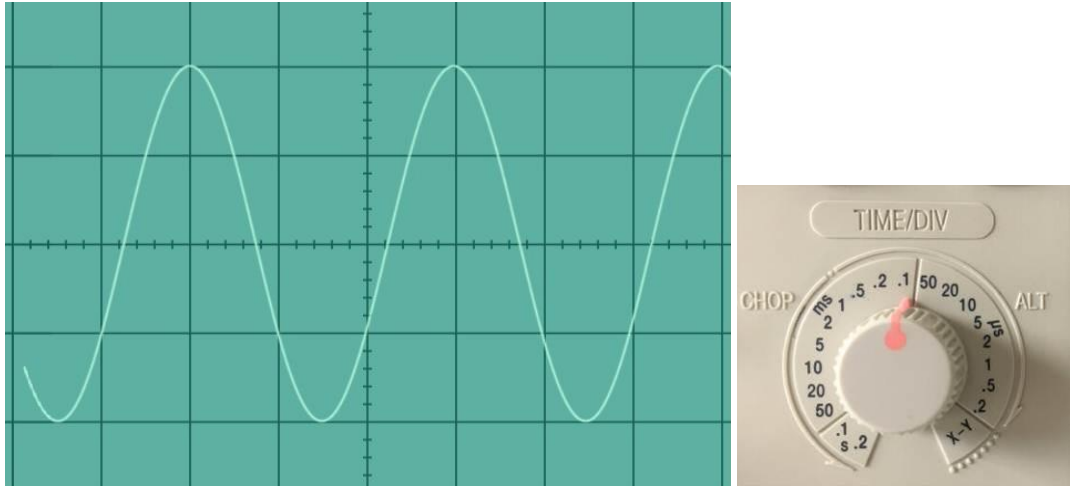
$$T = L \text{ (cm)} \times T_c \text{ (s/sn)} \quad \text{saniye}$$

$$F = 1 / T \quad \text{Hz}$$

Burada :

T: Ölçülen gerilimin periyodu, **F:** Ölçülen gerilimin frekansıdır.

Örnek:



Resim 9.5: Ölçülen frekans değerinin ekrandaki görüntüsü ve TIME/DIV anahtarının konumu

Resim 9.5'te görüldüğü gibi ölçülen frekansın ekrandaki bir periyodunun boyu $L = 3$ cm dir. TIME/DIV anahtarıda $T_c = 0,1$ ms/cm konumundadır.

Buna göre ölçülen frekans değeri:

$$T = L \text{ (cm)} \times T_c \text{ (s/cm)} = 3 \times 0,1 \text{ ms} = 0,3 \text{ ms} = 0,3 \times 10^{-3} \text{ saniye} \quad \text{(süre saniye olmalı)}$$
$$f = 1 / T = 1 / 0,3 \times 10^{-3} = 1000/0,3 = 3333,33 \text{ Hz} = 3,33 \text{ KHz} \quad \text{olarak bulunur.}$$

DEĞERLER ETKİNLİĞİ

Aşağıda dürüstlük üzerine verilen hikâyeyi okuyup arkadaşlarınızla paylaşınız.

Kişiler: Uzak Doğu İmparatoru, Ling ve Gençler

Yer: Uzak Doğuda Bir Krallık

Olay: DÜRÜSTLÜK ÜZERİNE BİR HİKÂYE

Bir zamanlar, Uzak Doğu'da, artık yaşlandığını ve yerine geçecek birini seçmesi gerektiğini düşünen bir imparator varmış. Yardımcılarından ya da çocuklarından birini seçmek yerine; kendi yerine geçecek kişiyi değişik bir yolla seçmeye karar vermiş. Bir gün, ülkesindeki tüm gençleri çağırmış ve: "Artık tahttan inip yeni bir imparator seçme vakti geldi. Sizlerden birini seçmeye karar verdim." demiş. Gençler şaşırılmışlar, ancak o sürdürmüş: "Bugün hepinize birer tohum vereceğim. Bir tek tohum... Ama bu çok özel bir tohum. Evlerinize gidip onu ekmenizi, sulayıp büyütmenizi istiyorum. Tam bir yıl sonra büyüttüğünüz o tohumla buraya geleceksiniz. Sizi, yetiştirdiğiniz o tohuma göre değerlendirip, birinizi imparator seçeceğim." Saraya çağırılan gençlerin arasında Ling adında biri de varmış. O da diğerleri gibi tohumunu almış. Evine gidip heyecanla olayı annesine anlatmış. Annesi bir saksı ve biraz toprak bulup, onun tohumu ekmesine yardım etmiş. Sonra birlikte dikkatlice sulamışlar. Her gün sulayıp büyümesini bekliyorlarmış.

Yeterince zaman geçtikten sonra diğer gençler tohumlarının ne kadar büyüdüğünü anlatırken, Ling hayal kırıklığı içinde, kendi tohumunda hiçbir değişiklik olmadığını görüyormuş. Üç hafta, dört hafta, beş hafta geçmiş. Hâlâ hiçbir gelişme yokmuş. Diğerleri yetişen bitkilerinden söz ederken Ling çok üzülüyormuş. İmparatorun onu beceriksiz sanmasından çok endişeleniyormuş. Arkadaşlarına da hiçbir şey diyemiyor, sabırla bekliyormuş.

Sonunda bir yıl bitmiş ve gençlerin yetiştirdikleri bitkileri imparatorun huzuruna götürecekleri gün gelip çatmış. Ling, annesine boş saksıyı götüremeyeceğini söyleyince, annesi ona cesaret verip saksısını götürüp dürüst bir şekilde olanları imparatora anlatmasını istemiş. Ling, pek istemese de annesinin sözünü tutmuş ve boş saksıyla saraya gitmiş. Saraya varınca arkadaşlarının yetiştirdiği bitkilerin güzellikleri karşısında şaşırmış. Sonra imparator gelmiş ve tüm gençleri selamlamış. Ling, arkalarda bir yerlere saklanmaya çalışıyormuş. "Ne büyük bitkiler, çiçekler ve ağaçlar yetiştirmişsiniz. Bugün biriniz imparator olacak." demiş imparator. Aniden arkada elinde boş saksısıyla Ling'i fark etmiş. Hemen muhafızlarına onu öne getirmelerini emretmiş. Ling çok korkmuş. "Sanırım beceriksizliğimden dolayı beni öldürecek." Ling öne geldiğinde imparator adını sormuş. "Adım Ling." demiş. Diğer gençler gülüşüp onunla alay etmeye başlamışlar. İmparator onları susturmuş. Ling'e ve elindeki saksıya dikkatle bakıp kalabalığa doğru dönmüş. "Yeni imparatorunuzu selamlayın. Adı Ling!" demiş. Ling inanmamış. Çünkü tohumunu yeşertememiş bile, nasıl imparator olurmuş?

İmparator devam etmiş: "Bir yıl önce burada herkese bir tohum verdim. Siz ekip, sulayıp bir yıl sonra getirecektiniz. Ama hepinize kaynamış tohum vermiştim. Asla büyüymeyecek olan... Ling'in dışında herkes ağaçlar, bitkiler ve çiçekler getirdi; çünkü tohumun büyümediğini fark edince hepiniz onu bir başka tohumla değiştirdiniz. Sadece Ling içinde benim verdiğim tohum olan boş saksıyı getirme cesaret ve dürüstlüğünü gösterdi.

Beklentisi gerçekleşmeyince umutsuzluğa kapılsa da dürüstlüğünden vazgeçmedi... Onun için yeni imparatorunuz o olacak!" demiş.

En sade doğrular mı? Rengârenk yalanlar mı?

DÜRÜSTLÜK HER ŞEYDİR

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki Uygulama Faaliyeti 1 – 2’yi tamamladığınızda osiloskop ile ölçme işlemlerini gerçekleştireceksiniz.

Uygulama Faaliyeti – 1	Osiloskop ile gerilim ölçme uygulaması
Uygulama Faaliyeti – 2	Osiloskop ile frekans ölçme uygulaması

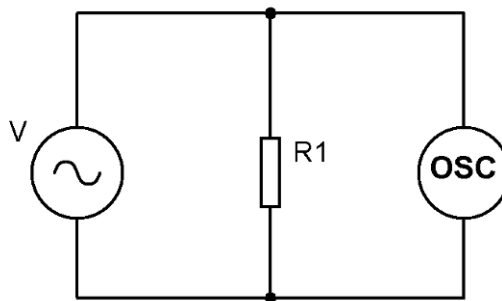
Uygulama Adı	Osiloskop ile gerilim ölçme uygulaması	Uygulama No	1
---------------------	--	--------------------	----------

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak, işlem basamaklarını ve önerileri dikkatle uygulayınız. Güç kaynağına osiloskobu bağlayınız, değişik gerilim değerleri için ölçümleri gerçekleştirerek verilen tabloya değerleri kaydediniz.

Devre Şeması:



Fotoğraf 9.6: Osiloskop ile gerilim ölçme uygulaması



Şekil 9.1: Osiloskop ile gerilim ölçmek

Kullanılacak Araç Gereçler:

- Osiloskop (20 MHz)
- Direnç veya Reosta
- AC 0 – 220 V 1 A Güç Kaynağı
- DC 0 – 220 V 1 A Güç Kaynağı

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ VOLT/ DIV anahtarını ölçülecek gerilim değerine uygun konuma getiriniz.	➤ Büyük gerilim değerleri ölçülürken prob üzerindeki anahtar, X1 konumundan X10 konumuna alınmalıdır.
➤ Ölçülecek gerilime göre ölçüm yapılacak girişe ait anahtar ile AC-DC seçimini yapınız.	➤ AC veya DC gerilim ölçülürken aradaki tek fark girişe ait AC-DC seçimini yapmaktır. ➤ İki farklı girişten iki ayrı gerilim değeri girilerek ayrı ayrı görüntülenmesi ve bu gerilimlerin osiloskop tarafından toplanması sağlanabilir.
➤ Osiloskop problemlerini gerilim ölçülecek noktalara bağlayınız.	➤ Bağlantıyı öğretmeninizin gözetiminde yapmalısınız. ➤ Bağlantı paralel olarak yapılmalıdır.
➤ Ekrandaki gerilimin genliğini rahat okuyana kadar VOLTS /DIV anahtarının kademesini küçült veya büyültünüz.	
➤ Görüntüde hareket var ise, TIME/DIV anahtarı ile ekrandaki görüntüyü sabitleyiniz.	
➤ Bu anda ekrandaki sinyalin tepe değerini (H) ve VOLTS/DIV anahtarının kademesini (D) tespit ediniz.	➤ Ölçülen gerilimin maksimum değeri $H/2$ ve D değerlerinin çarpımı ile bulunur. Etkin değer ise maksimum değer $0,707$ ile çarpımına eşittir.
➤ Kendi belirlediğin gerilim değerlerini aynı işlem sırasını takip ederek ölçünüz.	➤ Seçilen gerilim değeri ölçme sınırını aşmamalıdır. ➤ Ölçülen gerilim değerlerini aşağıda verilen tabloya yazmalısınız.

Gerilim Çeşidi	Ölçülen Gerilim Değeri (Volt)	Gerilimin ekrandaki (H) Tepe Değeri	VOLT/DIV Anahtarının Kademe Değeri	Ölçülen gerilimin Etkin değeri (V, Volt)
AC				
AC				
AC				
AC				
AC				
AC				
AC				
DC				DC gerilim
DC				
DC				
DC				
DC				
DC				
DC				
DC				
DC				
DC				

Tablo 9.1: Osiloskop ile gerilim ölçme uygulamasından alınan değerler tablosu

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:/.../20..	İmza	

Uygulama Adı	Osiloskop ile frekans ölçme uygulaması	Uygulama No	2
---------------------	--	--------------------	---

İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak, işlem basamaklarını ve önerileri dikkatle uygulayınız. Frekansmetreyi osiloskoba bağlayınız, değişik frekans değerleri için ölçümleri gerçekleştirerek verilen tabloya değerleri kaydediniz.

Devre Şeması:



Fotoğraf 9.7: Osiloskop ile frekans ölçme uygulaması

Kullanılacak Araç Gereçler:

- Osiloskop (20 MHz)
- Sinyal Jeneratörü
- Bağlantı Kablosu
- AC Gerilim Kaynağı

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Ekrandaki gerilimin genliğini rahat okuyana kadar VOLTS /DIV anahtarının kademesini küçült veya büyültünüz.	
➤ Osiloskop problemlerini frekans ölçülecek noktalara bağlayınız.	➤ Bağlantıyı öğretmeninizin gözetiminde yapmalısınız.. ➤ Osiloskop ile frekans ölçümü yapılırken uçlar paralel bağlanmalıdır.
➤ Görüntüde hareket var ise TIME/DIV anahtarı ile ekrandaki görüntüyü sabitleyiniz.	
➤ Ekrandaki sinyalin bir periyodunun boyunu (L) ekranın karelerinden faydalanarak tespit ediniz.	➤ Osiloskop ekranındaki her bir kar 1 cm olmalıdır.
➤ (L) değeri okunduğu andaki TIME /DIV anahtarının kademe değerini (Tc) s/cm, ms/cm veya µs/cm cinsinden tespit ediniz.	
➤ Alınan değerlere göre sinyalin frekansını hesaplayınız.	➤ $T = L \text{ (cm)} \times Tc \text{ (s/sn)}$ ➤ $f = 1 / T \text{ Hz}$, Formüllerini kullanınız.

Ölçülen Periyodun Boyu (cm)		Formüller	Frekans Değeri
1		$T = L \text{ (cm)} \times T_c \text{ (s/cm)}$ $f = 1 / T \text{ (Hz)}$	
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			

Tablo 9.2: Osiloskop ile frekans ölçme uygulamasından alınan değerler tablosu

ÖĞRENCİNİN;	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Aışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:/.../20. .	İmza	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümlelerin doğru mu yanlış mı olduğunu belirtiniz.

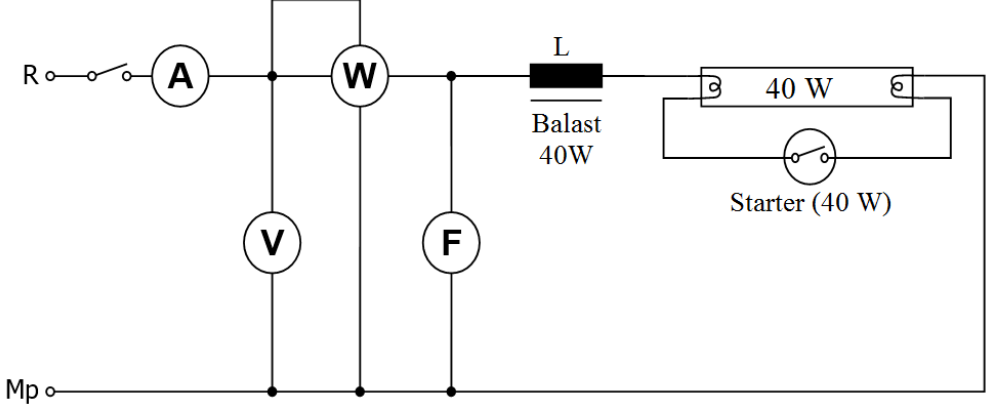
1. Osiloskopların analog ve dijital tipleri mevcuttur.
2. Osiloskoplar yalnız akım, gerilim ve frekans ölçmelerinde kullanılır.
3. Osiloskop ile gerilim ölçerken gerilim değeri attıkça sinyal dikeyde yükselir.
4. Osiloskop ile frekans ölçülürken frekans değeri arttıkça sinyal yatay ekseninde daralır.
5. Osiloskoplarda ölçülecek gerilim değerine uygun kademe, VOLTS/DIV anahtarı ile seçilir.
6. Osiloskoplarda frekans değerine uygun kademe, TIME /DIV anahtarı ile seçilir.
7. Osiloskoplar ile yarı iletken elemanların karakteristikleri incelenemez.
8. Osiloskoplar arıza analizinde ölçü aletlerine göre daha hızlı çözüm imkanı sunar.
9. Osiloskoplarda ışın sayısı arttıkça aynı anda görüntülenen sinyal sayısı artıyor, demektir.
10. Osiloskoplar ölçülen akım veya gerilimin etkin değerini ölçer.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen uygulama faaliyetini gerçekleştirdiğinizde iş sağlığı ve güvenliğini tedbirlerini alarak, aşağıda verilen şemayı, işlem basamaklarını takip ederek ve önerileri dikkate alarak kurup gerekli ölçümleri yaparak çizelgeye kaydedebilirsiniz.

Uygulama Adı	Bir yükte akım, gerilim, güç ve frekans değerlerini ölçme uygulaması
Amaç: Verilen bir devrenin üzerinden geçen akımı, uygulanan gerilimi ve frekansı, harcadığı güçü ölçü aletleri ile ölçmek ve verileri kaydetmek. Devre Şeması:  Modül için bağlantı şeması Kullanılacak Araç Gereçler: ➤ Ampermetre (AC, 0 – 5 A) ➤ Voltmetre (AC, 0 – 5 A) ➤ Wattmetre (AC 1000 W) ➤ Frekansmetre (10 – 90 Hz) ➤ LCRmetre ➤ Flüoresan Lamba (40 W) ➤ Güç Kaynağı (0 – 250 V 2 A) ➤ Bağlantı İletkenleri	

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Malzeme listesinde verilen ölçü aletlerini temin ediniz.	➤ Ölçü aletlerinin verilen özelliklerde seçilmesine dikkat etmelisiniz.
➤ Ölçü aletlerinin ve alıcının yerleşimini bağlantı şemasına uygun olarak yapınız.	➤ Ölçü aletlerini bağlantıyı rahat ve düzenli yapabileceğiniz şekilde yerleştirmelisiniz.
➤ Rlcmetre ile balansı endüktans değerini ölçünüz.	➤ Endüktans değerini ölçüp kaydetmelisiniz.
➤ Ölçü aletleri ve alıcı arasındaki bağlantıyı yapınız.	➤ Bağlantıyı yaparken önce seri, sonra paralel bağlantıları yapmanız size kolaylık sağlayabilir.
➤ Devrenin bağlantısını kontrol ediniz.	➤ Şemaya göre bağlantının kontrolünü yapmalısınız.
➤ Devreye enerji vererek ölçü aletlerinden okunan değerleri kaydediniz.	➤ Devreye öğretmeninizin gözetiminde enerji vermelişiniz. ➤ Ölçü aletlerinin gösterdiği değerleri hatasız okumak için gerekli önlemleri almalısınız.

Ampermetre ile ölçülen değer (Amper)	Voltmetre ile ölçülen değer (Volt)	Wattmetre ile ölçülen değer (Watt)	Frekansmetre ile ölçülen değer (Hz)	Lcrmetre ile ölçülen değer (Ohm)

Tablo 10.1: Verilerin Kaydedilmesi

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME				TOPLAM	
Adı:	Teknoloji	İşlem Bas.	İş Alışk.	Süre	Rakam	Yazı
Soyadı:	30	30	30	10		
Sınıf / No:						
Okul:	Öğretmen			Tarih:/.../20..	İmza	

KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Ölçüm aletlerinin ölçme sınırını uygun seçtiniz mi?		
2. Ölçüm aletlerini AC-DC özelliğine uygun seçtiniz mi?		
3. Ölçüm aletlerini, yapılacak ölçümün genel özelliğine uygun seçtiniz mi?		
4. Ölçüm aletlerini çalışma özelliğine uygun konumda yerleştirdiniz mi?		
5. Ölçüm aletlerini, bağlantı ve ölçme kolaylığı sağlayacak şekilde yerleşimini yaptınız mı?		
6. Rlcmetre kademe seçimini doğru yaptınız mı?		
7. Rlcmetre ile ölçümü gerçekleştirecek bağlantıyı yaptınız mı?		
8. Endüktans değerini hatasız ve doğru ölçtünüz mü?		
9. Ampermetre bağlantısını doğru yaptınız mı?		
10. Voltmetre bağlantısını doğru yaptınız mı?		
11. Wattmetre bağlantısını doğru yaptınız mı?		
12. Frekans metre bağlantısını doğru yaptınız mı?		
13. Alıcı bağlantısını doğru yaptınız mı?		
14. Kontrolleri tekniğine uygun yaptınız mı?		
15. Bağlantının gerektirdiği uzunlukta kablo kullandınız mı?		
16. Devre bağlantısının genel tertip ve düzenini sağladınız mı?		
17. Akım değerinin ölçümünü hatasız yaptınız mı?		
18. Gerilim değerinin ölçümünü hatasız yaptınız mı?		
19. Güç değerinin ölçümünü hatasız yaptınız mı?		
20. Frekans değerinin ölçümünü hatasız yaptınız mı?		
21. Gerekli kontrolleri yaparak devreye enerji verdiniz mi?		
22. Ölçümleri tamamladıktan sonra enerjiyi keserek bağlantıyı söktünüz mü?		
23. Devreyi öğretmen tarafından verilen sürede kurdunuz mu?		
24. Ölçümleri öğretmen tarafından verilen sürede ölçerek hatasız tamamladınız mı?		
25. Çalışma süresince gerekli tutum ve davranışları sergilediniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda **Hayır** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **Evet** ise bir sonraki bireysel öğrenme materyaline geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	D
4	D
5	D
6	D
7	Y
8	Y
9	Y
10	Y
11	Y
12	D
13	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	Y
4	Y
5	Y
6	D
7	D
8	Y
9	D
10	Y
11	Y

ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	Y
4	Y
5	Y
6	D
7	D
8	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-4 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	Y
4	Y
5	D
6	D
7	Y
8	D
9	Y
10	Y
11	Y
12	Y
13	D
14	Y
15	Y
16	Y
17	D
18	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-5 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	D
4	Y
5	Y
6	Y
7	D
8	D
9	Y

ÖĞRENME FAALİYETİ-6 CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	Y
3	D
4	Y
5	Y
6	Y
7	D
8	D
9	D
10	Y
11	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-7 CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	D
3	D
4	Y
5	D
6	D
7	Y
8	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-8 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	D
4	D
5	Y
6	D
7	Y
8	D
9	Y
10	Y

ÖĞRENME FAALİYETİ-9 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	D
4	D
5	D
6	D
7	Y
8	D
9	D
10	Y

KAYNAKLAR

- Soydal Osman. ,Ölçme tekniği ve laboratuvarı, Ankara: MEB, 2000.
- Özcan Necati, Sadık Cimbar, Elektrik-Elektronik laboratuvarı, Ankara, 1997.
- Nayman Muhsin, Laboratuvar 1, Ankara, 2000.
- Anasız Kadir, Elektrik Ölçü Aletleri ve Elektriksel Ölçmeler, Ankara, MEB 1992.
- Netes, Test ve ölçü aletleri kataloğu, 2005.
- Protel, Ürün kataloğu, 2005.
- Ermiş Oktay, Önder Durgun, Hasan Şanlıdağ. Elektrik makineleri deney kitabı, Ankara, 2002.
- <http://www.eokulegitim.com/edisonun-ampulu-bulus-hikayesi/04.10.2017/15:34>