

T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



# MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN  
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

**ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ**

**ALTERNATİF AKIM ESASLARI**

ANKARA 2007

**Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;**

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. ALTERNATİF AKIM.....	3
1.1. Alternatif Akımın Elde Edilmesi .....	3
1.1.1. Saykıl.....	5
1.1.2. Frekans .....	5
1.1.3. Periyot .....	5
1.1.4. Alternans .....	5
1.1.5. Sinüs Eğrisi.....	5
1.2. Alternatif Akım Değerleri .....	5
1.2.1. Ani Değer .....	6
1.2.2. Maksimum (Tepe) Değer.....	6
1.2.3. Tepeden Tepeye Değer.....	6
1.2.4. Ortalama Değer.....	7
1.2.5. Etkin Değer.....	7
1.3. Alternatif Akımın Vektörler ile Gösterilmesi .....	8
1.3.1. Sıfır Faz .....	8
1.3.2. İleri Faz .....	9
1.3.3. Geri Faz .....	9
1.3.4. Faz Farkı.....	10
1.4. Alternatif Akımın Etkileri .....	10
1.4.1. Isı Etkisi.....	10
1.4.2. Kimyasal Etkisi.....	11
1.4.3. Manyetik Etkisi.....	11
UYGULAMA FAALİYETİ.....	12
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	14
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	15
2. ALTERNATİF AKIM DEVRELERİ.....	15
2.1. Sadece Dirençli Devre (R).....	15
2.2. Sadece Bobinli Devre (L) .....	16
2.3. Sadece Kondansatörlü Devre (C).....	18
2.4. Dirençli ve Bobinli Devre (R-L) .....	19
2.5. Direnç ve Kondansatörlü Devre (R-C).....	20
2.6. Direnç Bobin ve Kondansatörlü Devre (R-L-C).....	22
UYGULAMA FAALİYETİ.....	24
PERFORMANS DEĞERLENDİRME .....	28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	29
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	30
3. ALTERNATİF AKIMDA GÜÇ .....	30
3.1. Aktif Güç .....	30
3.2. Reaktif Güç .....	31
3.3. Görünür Güç .....	31
3.4. Üç Fazlı Sistemler .....	33
3.5. Faz Farkları.....	34

3.6. Dengeli ve Dengesiz Üç Fazlı Sistemler .....	34
3.7. Üç Fazlı Sistemlerde Güç .....	35
UYGULAMA FAALİYETİ.....	37
PERFORMANS DEĞERLENDİRME .....	40
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	41
ÖĞRENME FAALİYETİ-4 .....	42
4. TRANSFORMATÖRLER .....	42
4.1. Transformatörlerin Yapısı .....	42
4.2. Çalışma Prensibi .....	42
4.3. Verim.....	43
4.4. Dönüştürme Oranı.....	44
4.5. Kullanım Alanları .....	45
UYGULAMA FAALİYETİ.....	46
PERFORMANS DEĞERLENDİRME .....	47
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	48
ÖĞRENME FAALİYETİ-5 .....	49
5. AC MOTORLARI .....	49
5.1. DC Motorlarla Karşılaştırılması.....	49
5.2. AC Motor Çeşitleri.....	49
5.2.1. Bir Fazlı Motor .....	49
5.2.2. Üç Fazlı Motor.....	50
UYGULAMA FAALİYETİ.....	52
PERFORMANS DEĞERLENDİRME .....	53
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	54
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	55
CEVAP ANAHTARLARI .....	57
KAYNAKLAR .....	60

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>522EE0014</b>
<b>ALAN</b>	<b>Elektrik Elektronik Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Alan Ortak</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Alternatif Akım Esasları</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Alternatif akım devre çözümlerine yönelik bilgi ve becerilerin verildiği bir öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	Ön koşul yoktur.
<b>YETERLİK</b>	Alternatif akımda devre çözümlerini yapmak.
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<p><b>Genel Amaç</b> Gerekli araç gereçle donatılmış laboratuvar ortamı sağlandığında; alternatif akımın elde edilmesini, alternatif akımda bobinin ve kondansatörün davranışlarını kavrayacak, devre çözümlerini yapabilecek, transformatörlerin ve AC motorlarının bağlantılarını yapabileceksiniz.</p> <p><b>Amaçlar</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Alternatif akımın elde edilmesini ve değerlerini kavrayabileceksiniz.</li><li>2. Alternatif akımda bobinli ve kondansatörlü devre kurabileceksiniz.</li><li>3. Alternatif akımda güç hesaplamalarını yapabileceksiniz.</li><li>4. Transformatörlerin, çalışma prensiplerini kavrayacak ve devreye bağlantısını yapabileceksiniz.</li><li>5. Alternatif akım motorlarının bağlantılarını yapabileceksiniz.</li></ol>

<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<p>Elektrik makineleri laboratuvarı, görsel eğitim araçları, internet ortamında inceleme ve araştırma yapma.</p> <p>Analog ölçü aletleri, dijital ölçü aletleri, analog-dijital ohmmetre, değişik endüktansa sahip bobinler, analog dijital LCRmetre, değişik kapasitelerde kondansatörler, ampermetreler, pens ampermetre, voltmetreler, multimetre (avometre), osilaskop, ayarlı güç kaynağı, elektronik deney seti, çeşitli tipte transformatör ve alternatif akım motoru.</p>
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	<p>Ø Modülün içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra, verilen ölçme araçlarıyla, kendinizi değerlendireceksiniz.</p> <p>Ø Öğretmen, modül sonunda size ölçme teknikleri uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirebilecektir.</p>

# GİRİŞ

**Sevgili Öğrenci,**

Alternatif Akım Esasları modülü ile Elektrik Elektronik Teknolojileri alanında çok geniş bir kullanım alanı bulunan alternatif akım ile ilgili temel yeterlikleri kazanacaksınız.

Günlük hayatta sıkça kullandığımız alternatif akımı doğru ve güvenli bir şekilde kullanabileceksiniz. Ayrıca televizyon, radyo, bilgisayar gibi elektronik cihazlar ve alternatif akım motorları, transformatörler gibi elektrik makineleri ile ilgili temel düzeydeki elektrik kanunlarını öğrenecek ve devre çözüm yöntemlerini kavrayacaksınız. Ayrıca yine bu cihazlarda kullanılan bobin ve kondansatörlerin alternatif akım karakteristiklerini bilerek bu cihazların çalışmaları ile ilgili temel düzeyde bilgi sahibi olacaksınız.

Bu modülü başarılı bir şekilde tamamladığınızda Elektrik Elektronik Teknolojisi alanında, alternatif akım devre çözümlerini yapabilecek, bobin ve kondansatör devrelerini kurarak sonuçlarını değerlendirebileceksiniz.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Alternatif akımın elde edilmesini ve değerlerini kavrayabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

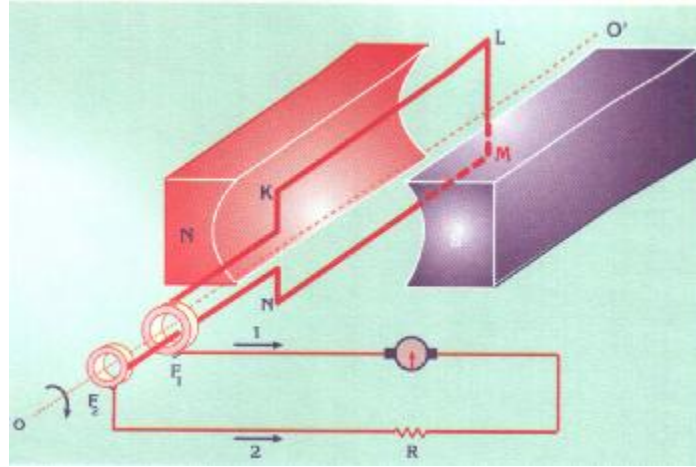
- Ø Alternatif akımın etkilerini araştırınız. Elde ettiğiniz sonuçları bir rapor halinde sınıfta öğretmeninize ve arkadaşlarınıza sununuz.

## 1. ALTERNATİF AKIM

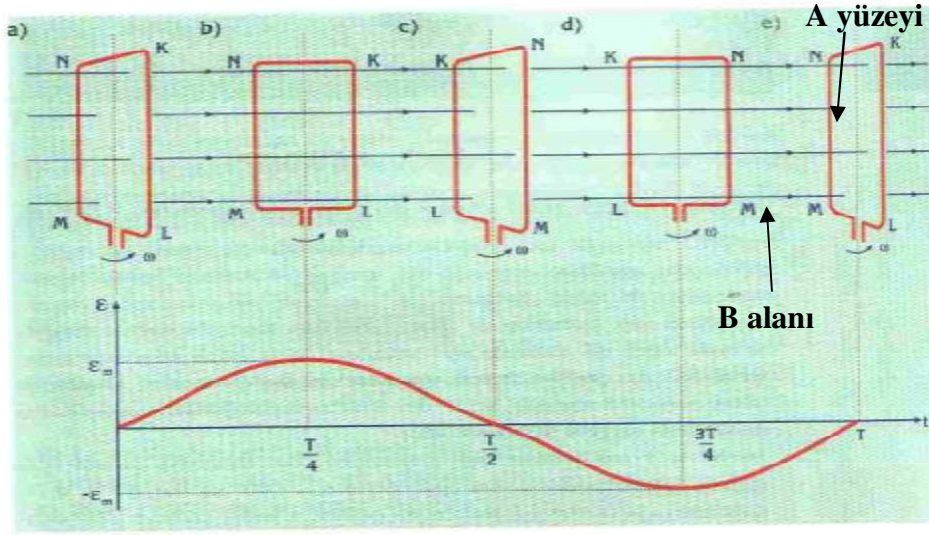
Zamana bağlı olarak periyodik bir şekilde yön ve şiddet değiştiren akıma “alternatif akım (AC)” denir. Alternatif akımın şiddeti kaynağın gücüne bağlıdır.

### 1.1. Alternatif Akımın Elde Edilmesi

Şekil 1.1’deki gibi O O’ ekseninde dönen bir KLMN iletkenini (sarı) sabit bir hızla döndürelim.

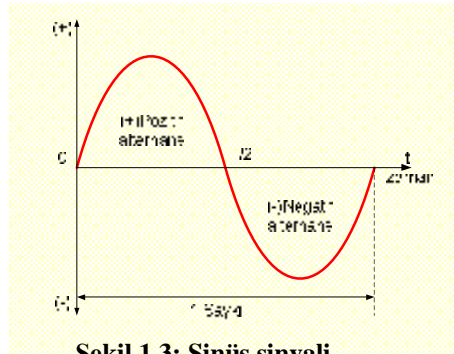


Şekil 1.1: AC'nin elde edilmesi



Şekil 1.2: Manyetik alan içinde hareket eden iletken

Çerçevenin uçları, eksen etrafında dönen birer metal bileziğe bağlanmıştır. Bileziklerden her biri  $F_1$  ve  $F_2$  fırçalarından birine sürekli olarak dokunur. Bu basit üreticinin çıkış uçları olan fırçalar, elde edilecek olan akımın değişimini incelemek için bir ölçü aletine bağlanmaktadır. İletken çerçeve N-S kutupları arasında dairesel bir hareketle döndürülürken, çerçevenin açısal pozisyon değişimine bağlı olarak KL ve MN iletkenlerini kesen manyetik akı sürekli değişir. Böylece, "değişken bir manyetik akı tarafından kesilen iletkende gerilim indüklenir" prensibine göre iletken çerçevede bir indüksiyon EMK'si meydana gelir. İlk ve ikinci  $90^\circ$  lik dönmelerde NMLK yönünde indüksiyon akımları meydana gelir (Doğru akım esasları Elektromanyetizma konusuna bakınız). Bu akımlar dış devreye  $F_1$  fırçasından çıkar. Üçüncü ve dördüncü  $90^\circ$  lik dönmelerde ise çerçevede ters yönde indüksiyon akımları meydana gelir. Bu sefer akımlar dış devreye  $F_2$  fırçasından çıkarlar. Böylece zamanla yönü ve şiddeti değişen bir akım elde edilmiş olur. Şekil 1.2'deki tel çerçevenin manyetik alan değişiminden kaynaklanan emk'ni bulalım. Faraday yasasına göre, manyetik alan içerisinde bulunan herhangi bir iletkende elektromotor kuvvet (EMK) endükleyebilmek için; ya manyetik alan sabit iletken hareketli olmalı, ya manyetik alan hareketli iletken sabit olmalı, ya da hem manyetik alan hem de iletken hareketli olmalı fakat farklı hızlarda dönmelidirler. Şekil 1.1 ve dolayısıyla şekil 1.2'de manyetik alan sabit iletken hareketlidir. Herhangi bir zamandaki yüzeyden geçen manyetik akı,  $\Phi = B \cdot A \cdot \cos \alpha$  dır. A açısı, B alanı ile A yüzeyinin normali arasındaki açıdır. Çerçeve döndükçe  $\alpha$  açısı da değişir. Eğer çerçeve sabit açısal hız ile döndürülürse t zamanında  $\alpha = \omega t$  kadar açı dönmüş olur. Açısal hız; birim zamanda kat edilen açı olarak tanımlanır,  $\omega$  harfi ile gösterilir. İletkende endüklenen  $emk = d\Phi/dt$  ile tanımlanır. Dolayısıyla  $e = dBA \cos \omega t / dt = BA \omega \sin \omega t$  olur.



Şekil 1.3: Sinüs sinyali

### 1.1.1. Saykıl

Şekil 1.3'teki emk'nın sıfırdan başlayarak pozitif maksimum değere yükselmesi, tekrar düşerek sıfıra ve negatif maksimum değere inmesi, buradan da tekrar sıfıra ulaşmasına **saykıl** denir. Şekildeki eğri sinüs eğrisidir. Dolayısıyla elde edilen emk da sinüsel bir emk'dır.

### 1.1.2. Frekans

Frekans, tel çerçevenin saniyedeki 360°'lik dönme sayısıdır . Alternatif akım ve emk'nın frekansı olarak bilinir.

### 1.1.3. Periyot

Bir saykılın tamamlanması için geçen zamana **periyot** denir.  $T$  harfi ile gösterilir. Birimi saniyedir.

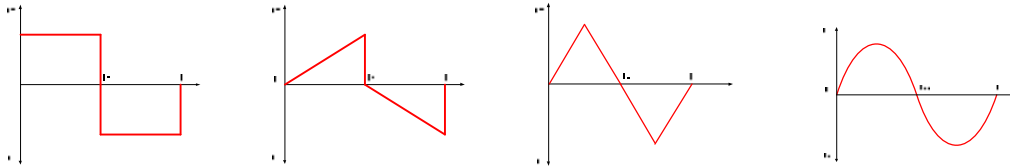
$$T = \frac{1}{f}$$

### 1.1.4. Alternans

Bir saykıl pozitif ve negatif alternanslardan oluşur (Şekil:1.3).

### 1.1.5. Sinüs Eğrisi

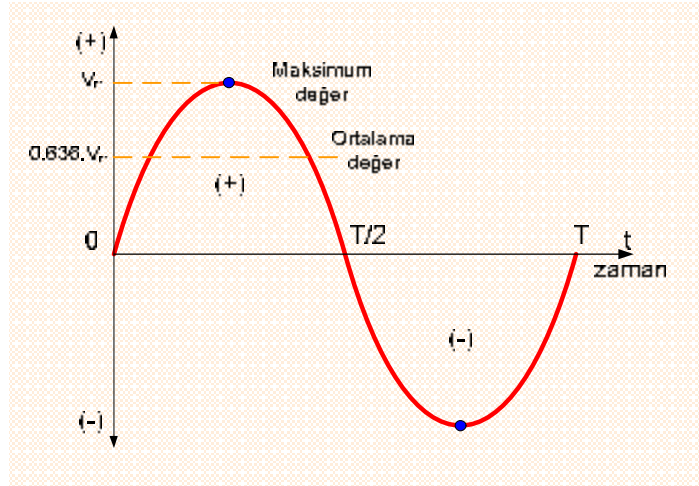
Şekil:1.4 (a, b, c, d)'de zamanla değişimleri farklı alternatif akımlar verilmiştir. Bu akımların pozitif ve negatif periyotlarının aynı olduğu görülmektedir. Bu alternatif akımlardan sadece sinüs eğrisi şeklindeki alternatif akım idealdir (Şekil:1.4.d).



Şekil 1.4: Çeşitli AC dalga şekilleri

## 1.2. Alternatif Akım Değerleri

Bilindiği gibi DC akım/gerilim değeri sabittir. Örneğin 1 V DC dediğimizde DC gerilimin 1 V olduğu anlaşılmaktadır. Fakat AC'de akım/ve gerilim değerleri sürekli değişmektedir. Bu yüzden AC'yi ifade etmek için çeşitli değerler kullanılmaktadır. Bunlar ani değer, maksimum (tepe) değer, tepeden tepeye değer, ortalama değer ve etkin değerdir.



Şekil 1.5: Sinüs dalga

### 1.2.1. Ani Değer

Alternatif akımın zamanla değerinin değiştiğini biliyoruz. İşte alternatif akım ve gerilimin herhangi bir andaki değerine **ani değer** denir. Bir saykılta sonsuz sayıda ani değer vardır.

$$i = i_m \sin \omega t \quad V = V_m \sin \omega t \quad \text{formülü ile hesaplanır.}$$

**Örnek:** Frekansı 50 Hz, maksimum değeri 60 V olan alternatif gerilimin 1/100 sn sonraki anlık değerini bulunuz.

**Çözüm:**  $V = V_m \sin \omega t$  formülünde  $\omega = 2\pi \cdot f$  olduğundan  $V_m$ ,  $\omega$  ve  $t$  değerleri formülde yerine yazılırsa,  $V = 60 \sin \left( 2\pi \cdot 50 \cdot \frac{1}{100} \right) = 60 \sin \pi = 0 \text{ V}$

### 1.2.2. Maksimum (Tepe) Değer

Maksimum (tepe) değer, ani değerlerin en büyüğüdür. Manyetik alan içerisinde dönen bir bobinde indüklenen emk'ya dikkat edilirse  $90^\circ$  ve  $270^\circ$  lik açılarda elde edilen değerler iletkenlerin kuvvet çizgilerini tam dik olarak kestiği anlardır.

### 1.2.3. Tepeden Tepeye Değer

Alternatif akımın en üst noktası ile en alt noktası arasındaki değer tepeden tepeye değer olarak ifade edilmektedir. Tepeden tepeye değer maksimum değerın 2 (iki) katıdır.

#### 1.2.4. Ortalama Değer

Ortalama değer, bir saykıldaki ani değerlerin ortalamasıdır. Ortalama değer aynı zamanda sinyalin doğru akım değeridir. Alternatif akımın bir saykıldaki pozitif ani değerlerin sayısı, negatif ani değerlerin sayısına eşit ve aynı büyüklükte olduğundan alternatif akımda ortalama değer sıfırdır. Bu yüzden saf AC'nin DC değeri de sıfırdır. Fakat AC, diyotlar yardımıyla doğrultulur ise ve maksimum değer de belli ise ortalama değer yarım dalga doğrultmada  $V_{ort} = 0,318.V_m$ , tam dalga doğrultmada ise  $V_{ort} = 0,636.V_m$  formülü ile hesaplanır.

**Örnek:** Maksimum değeri 24 V olan tam dalga doğrultulmuş gerilimin ortalama değerini bulunuz.

**Çözüm:**  $V_{ort} = 0,636.V_m = 0,636.24 = 16,26$  V olarak bulunur.

#### 1.2.5. Etkin Değer

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



*AC devrelerde Ampermetre ve voltmetre Etkin akım ve gerilimi ölçer.*

**Resim 1.1: Digital AVO metre**

Alternatif akım ile aynı bir dirençte, aynı zamanda, eşit miktarda ısı açığa çıkaran doğru akımın değerine **alternatif akımın etkin veya efektif değeri** denir.

$$V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707.V_m$$

$$i_e = \frac{i_m}{\sqrt{2}} = 0.707.i_m$$

**Örnek 1:** Bir direncin uçları arasındaki alternatif gerilimin maksimum değeri  $40\sqrt{2}$  Volt'tur. Gerilimin etkin değerini bulunuz.

**Çözüm 1:**  $V_e = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{40\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 40$  Volt

**Örnek 2:** Şehir şebeke gerilimi 220 V olduğuna göre maksimum ve ortalama değerini hesaplayınız.

**Çözüm 2:**  $V_e = 0,707.V_m$  ise,  $V_m = \frac{V}{0,707} = \frac{220}{0,707} = 311,17$  Volt

Şehir şebekesi saf AC olduğundan ortalama değeri sıfırdır.

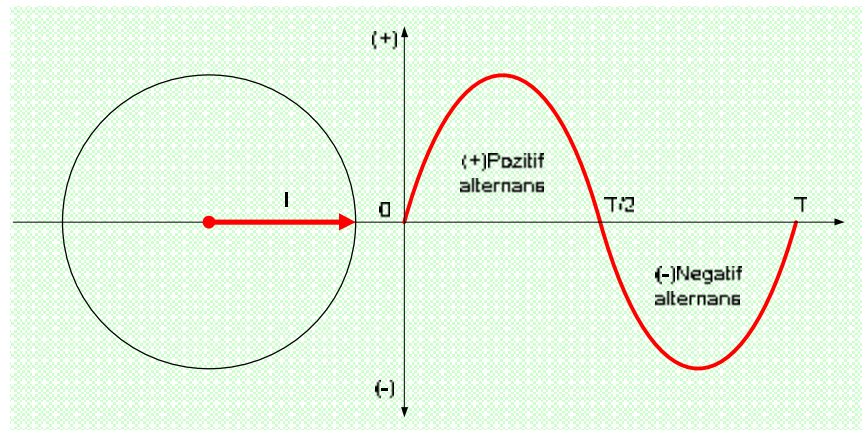
$V_{ort} = 0$  Volt

### 1.3. Alternatif Akımın Vektörler ile Gösterilmesi

Sinüsel şekilde değişen akım veya gerilimin herhangi bir andaki değeri, yarı çapı uzunluğunda dönen bir vektörün düşey (dik) eksen izdüşümü ile bulunabilir.

Bu dönen vektörün dönüş yönü, saat ibresinin dönüş yönünün ters istikametindedir.

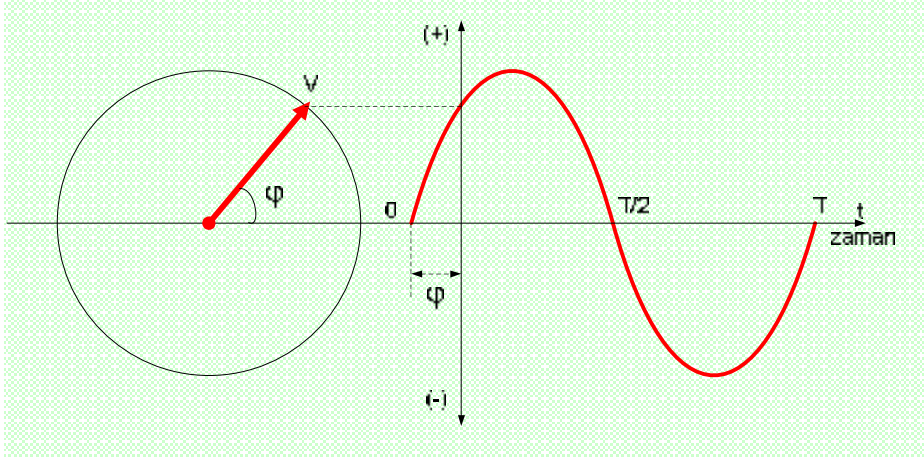
#### 1.3.1. Sıfır Faz



**Şekil 1.6: Sinüs dalgasının zaman ve açıya bağlı gösterimi**

Eğer bir sinüsel eğri Şekil 1.6'daki gibi  $t=0$  anında sıfır başlangıç noktasından başlayıp maksimum değerine gidiyorsa sıfır fazlıdır.

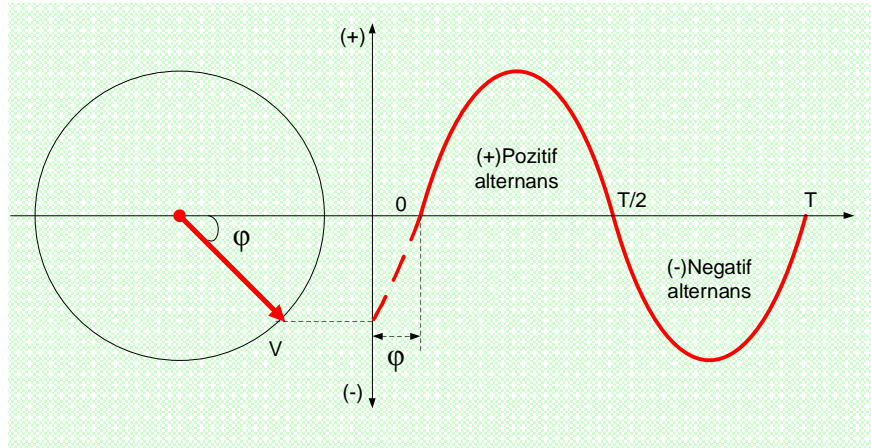
### 1.3.2. İleri Faz



Şekil 1.7: İleri faz sinüs sinyal

Eğer bir sinüsel eğri Şekil 1.7'deki gibi  $t=0$  anında sıfır başlangıç noktasından bir  $\varphi$  açısı kadar önce başlayıp pozitif maksimum değere doğru artıyorsa eğri ileri fazlıdır.

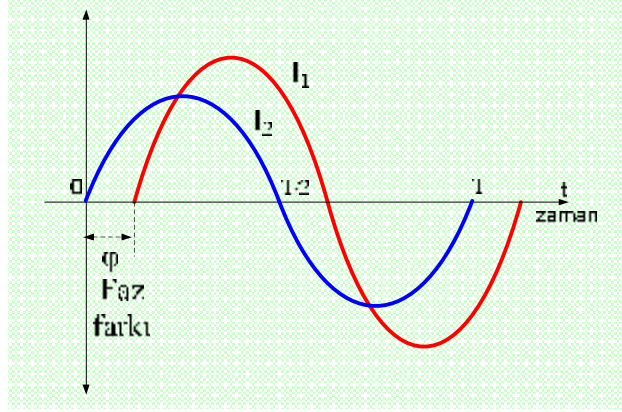
### 1.3.3. Geri Faz



Şekil 1.8: Geri faz sinüs sinyal

Eğer bir sinüsel eğri Şekil 1.8'deki gibi  $t=0$  anında sıfır başlangıç noktasından başlamayıp bir  $\theta$  açısı kadar sonra başlıyorsa bu eğri geri fazlıdır.

### 1.3.4. Faz Farkı



Şekil 1.9: Sinüs sinyalleri arasındaki faz farkı

Şekil 1.9'daki gibi iki sinüsel eğrinin arasında bulunan açı veya zaman farkına faz farkı denir. Genellikle aradaki açı ile değerlendirilir. Şekil 1.9'da  $I_1$  akımı  $I_2$  akımından  $\phi$  açısı kadar geri fazlıdır.

## 1.4. Alternatif Akımın Etkileri

### 1.4.1. Isı Etkisi

Alternatif akımın ısıtma ve aydınlatma alanlarında doğru akım yerine kullanılmasında hiçbir sakınca yoktur. Alternatif akım geçen R dirençli bir tel ısınır. Alternatif akımın şiddeti durmadan değiştiği için ısınmada değişmesi gerekir. Alternatif akımın şebeke frekansı 50 Hertz olduğu için 1 saniyelik zaman içerisinde akımın geçtiği iletkenin yayılan ısı 100 defa maksimum, 100 defa sıfır olur. Isının bu kadar çabuk değişmesi kullanma alanlarının hiç birisinde bir sakınca oluşturmaz. Resim 1.2'deki gibi elektrikli ısıtıcılar elektrik enerjisini ısı enerjisine dönüştürürler.



Resim 1.2: Elektrikli ısıtıcı

*Elektrik sobalar, ocaklar ve ütüler,  
“alternatif akım” ile çalışan cihazlardır.*



### 1.4.2. Kimyasal Etkisi

Alternatif akım devresine bağlanmış olan elektrotlar nöbetleşerek anot ve katot olur. Resim 1.3'deki elektroliz kaplarında bulunan sudaki eriyik 1 yarım periyotta bir elektrotta toplanırsa, diğer yarım periyotta öteki elektrot üzerinde birikir. Bu yüzden elektroliz sonunda elektrotlardan herhangi biri eriyik bakımından zenginleşemez. Sonuç olarak alternatif akım ile elektroliz yapılamaz ve aküler doldurulamaz.



**Resim 1.3: Elektroliz kapları**

*Alternatif akım ile elektroliz yapılamaz ve aküler doldurulamaz..*

### 1.4.3. Manyetik Etkisi

Alternatif akımın etrafında değişken manyetik alanlar meydana gelir. Resim 1.4'de görüldüğü gibi sabit bir manyetik alan içinde bulunan bir telden, alternatif akım geçirildiğinde tele etki eden elektromanyetik kuvvetler de alternatif olur. Yönü ve şiddeti değişen bu kuvvetin etkisi ile tel titreşim yapar.

Bu sebeple alternatif akımlar, dönen mıknatıslı veya dönen makaralı ölçü aletlerine etki yapmaz ve bu aletler ile ölçülemez.

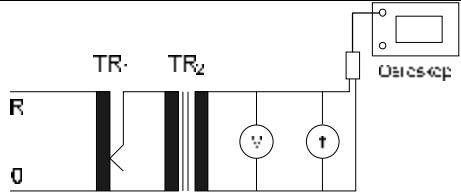
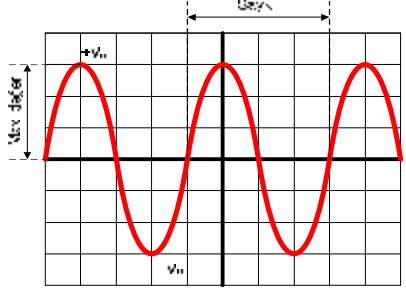


**Resim 1.4: Hopörlör**

*Alternatif akım, dönen mıknatıslı veya makaralı ölçü aletlerine etki yapmaz.*

## UYGULAMA FAALİYETİ

Osiloskop ile alternatif gerilimin maksimum, etkin ve ortalama değerlerini ve frekansını ölçmek.

İşlem Basamakları	Öneriler
	
<p>Ø Şekildeki bağlantıyı uygun ölçü aletleri ile kurunuz.</p>	
<p>Ø Devreye enerji uygulayınız.</p> <p>Ø Osiloskop üzerinde gerekli ayarları yapınız.</p>	<p>Ø Osiloskop ayarları için elektriksel büyüklüklerin ölçülmesi modülü içindeki osiloskop konusunu tekrar inceleyiniz.</p> <p>Ø Osiloskopun İnten, focus, volts/cm, time/cm düğmelerinin görevlerini tekrar ediniz.</p>
<p>Ø Çıkış gerilimini ayarlayarak;</p> <p>Ø Volts/cm, time/cm düğmelerini ayarlayarak sinüs eğrisini ekranda görünüz.</p> <p>Ø Alternansın yüksekliğinin kaç kare olduğunu ölçünüz.</p> <p>Ø Volt/cm, Time/cm ve prob kademe değerlerini kaydediniz.</p>	
<p>Ø Gerekli hesaplamaları yapınız.</p>	<p><b>Örnek:</b></p> <p>Ø Şekilde eğrisi verilen alternatif gerilimin osiloskop değerleri;</p> <p>Volt/cm – 5 V                      Time/cm – 2msn          Prob-x 10 olarak verilmiştir.  <math>U_{max} = \text{Max. Değer yüksekliği} \times \text{Volt/cm kademe değeri} \times \text{Prob çarpanı}</math>  <math>U_{max} = 3.5 \cdot 10 = 150 \text{ V}</math>  <math>U_{etkin} = \frac{1}{\sqrt{2}} U_{max}</math>    <math>U_{etkin} = 0.707 \cdot 150 = 106.05 \text{ V}</math>  <math>T = \text{Time/cm kademe değeri} \times \text{periyod}</math></p>

	$T = 2.4 \cdot 8 \text{ ms} = 0.008 \text{ sn}$ $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,008} = 125 \text{ Hz.}$
Ø Giriş geriliminin değerini değiştirerek işlemleri tekrarlayınız.	

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1. Zamana bağlı olarak periyodik bir şekilde yön ve şiddet değiştiren akıma ne denir?  
A) Doğru akım B) Eğri akım  
C) Alternatif akım D) Düzgün akım
2. Bir saykılın tamamlanması için geçen zamana ne denir?  
A) Periyod B) Alternans  
C) Frekans D) Sinüs eğrisi
3. I. Bir saykılta sonsuz sayıda ani değer vardır.  
II. Maksimum değer ani değerlerin en büyüğüdür.  
III. Ortalama değer bir saykılta ki ani değerlerin toplamıdır.  
  
Yukarıdaki yargılardan hangisi ya da hangileri doğrudur?  
A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) I, II ve III
4. Etkin değeri  $24 / \sqrt{2}$  V olan alternatif gerilimin maksimum değerini bulunuz?  
A) 12 V B) 16 V C) 20 V D) 24 V
5. Maksimum gerilimi 100 V olan tam dalga doğrultulmuş sinyalin ortalama değerini hesaplayınız.  
A) 100 V B) 70,7 V C) 63,6 V D) 50 V
6. Maksimum değeri 20 V, frekansı 50Hz olan alternatif gerilimin sıfırdan geçtikten (1/200) sn sonraki anlık değerini hesaplayınız.  
A) 12 B) 16 C) 20 D) 24
7. Aşağıdakilerden hangisi alternatif akımın etkilerinden değildir?  
A) Isı B) Işık C) Manyetik D) Açısal
8. Alternatif akım devresine bağlı ampermetre ve voltmetre ile aşağıdaki hangi değer ölçülür?  
A) Ortalama B) Maksimum C) Ani D) Etkin

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Alternatif akımda bobinli ve kondansatörlü devre kurabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Ø Alternatif akımda çalışan bobin ve kondansatörlü devreleri araştırınız. Elde ettiğiniz sonuçları bir rapor halinde sınıfta öğretmeninize ve arkadaşlarınıza sununuz.

## 2. ALTERNATİF AKIM DEVRELERİ

Değişik devrelerde alternatif akımın akım şiddeti, potansiyel farkı ve direnç değerleri arasındaki bağıntılarını inceleyelim.



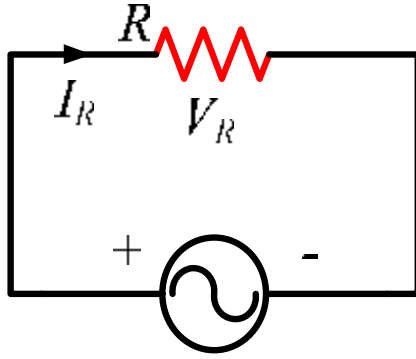
Resim 2.1: Elektronik devre



Resim 2.2: Direnç

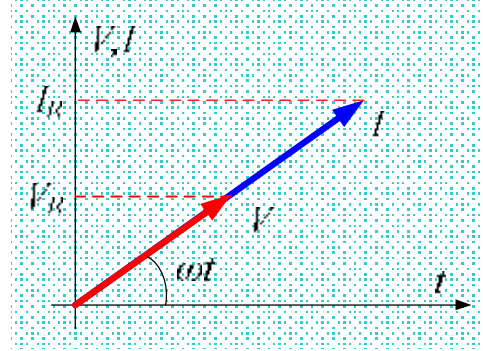
### 2.1. Sadece Dirençli Devre (R)

Sadece R direnci bulunan bir devreye şekil 2.1'deki gibi bir alternatif akım uygulayalım. Bu durumda direncin iki ucu arasındaki potansiyel farkı  $V = V_m \sin \omega t$  ve dirençten geçen alternatif akım şiddeti  $i = i_m \sin \omega t$  olur. Bu durumda akım ile gerilimin zamana bağlı grafikleri çizildiğinde, her ikisinin de aynı anda maksimum değerleri aldıkları ve aynı anda sıfır oldukları görülür. Şekil 2.2'deki grafik yorumlanacak olursa akım ve gerilimin aynı fazda oldukları sonucuna varılır.

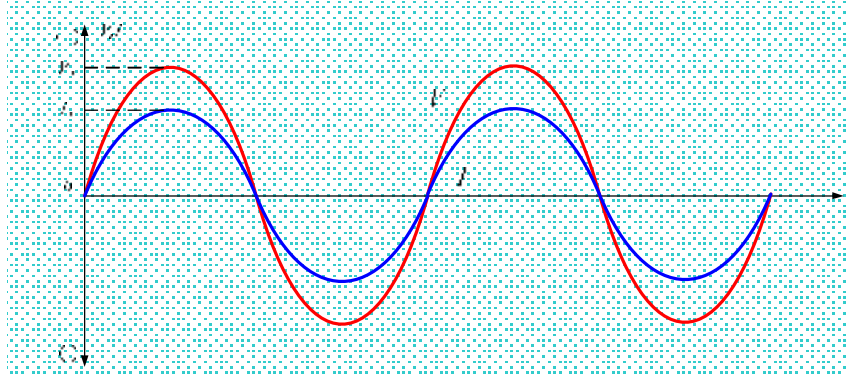


$$V = V_m \sin \omega t$$

Şekil 2.1: AC devre



Şekil 2.2: Direnç bağı AC devrede akım ve gerilimin zamana göre değişimi



Şekil 2.3: Direnç bağı AC devrede akım ve gerilim dalga şekilleri

## 2.2. Sadece Bobinli Devre (L)

Direnci ihmal edilebilen bir bobine Şekil 2.4'teki gibi bir alternatif akım uygulanacak olursa bobinde, akımın değişmesinden dolayı bir özindüksiyon emk'sı meydana gelir. Akım gerilimden  $90^\circ$  veya  $\frac{P}{2}$  kadar geridedir. Akım ve gerilimin zamana bağı değişimi şekil 2.6'da görülmektedir. Bobinden geçen akımın zamana bağı olarak değiştiği ve maksimum akım şiddeti  $i_m = \frac{V_m}{\omega L}$  olduğu görülmektedir. Bobinden geçen akımın şiddeti

$i = i_m \sin(\omega t - \frac{P}{2})$  olarak yazılabilir. Bobinden geçen akımın etkin değeri ise  $i_e = \frac{V_e}{\omega L}$  dir.

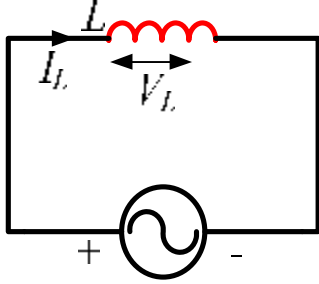
$\omega L = \frac{V_e}{i_e}$  yazılırsa  $\omega L$  nin biriminin Volt/Amper veya Ohm olduğu görülür.  $\omega L$  bobinin

alternatif akıma karşı göstermiş olduğu dirençtir. Buna bobinin endüktif reaktansı denir.  $X_L$  ile ifade edilir.

$$X_L = \omega.L$$

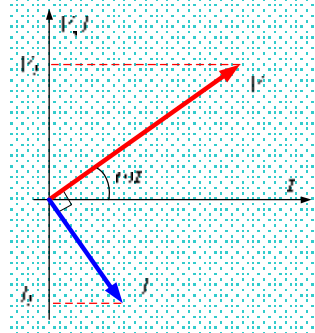
veya

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

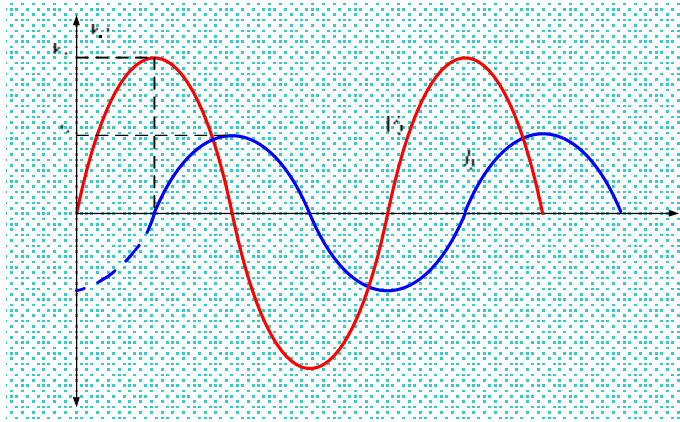


$$V = V_m \sin \omega t$$

Şekil 2.4: Bobinli AC devre



Şekil 2.5: Bobinli AC devre zamana göre akım/gerilim değişimi



Şekil 2.6: Bobinli AC devre akım/gerilim dalga şekilleri

**Örnek:** İndüktansı 0,5 H olan bir bobinin, frekansı 50 Hz olan 157 V bir alternatif akıma karşı göstereceği endüktif reaktansı ve devreden geçen akımı bulunuz.

**Çözüm:**  $X_L = 2\pi.f.L = 2\pi.50.0,5 = 157\Omega$

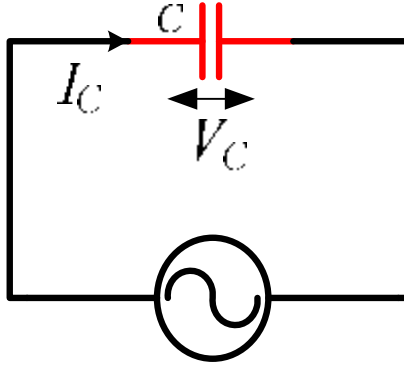
$$I = \frac{V}{X_L} = \frac{157}{157} = 1 \text{ Amper}$$

## 2.3. Sadece Kondansatörlü Devre (C)

Bir kondansatörlü devreye doğru akım kaynağı bağlandığında belli bir süreden sonra akım geçmezken, alternatif akım uygulandığında devreden yönü ve şiddeti değişen bir akım geçtiği görülür. Şekil 2.7'deki gibi, bir kondansatöre alternatif akım uygulandığında gerilim artarken akım azalmakta ve gerilim maksimum değerini aldığı anda akım sıfır değerine inmektedir. Bu durumda kondansatör yüklenmesini tamamlamıştır. Gerilim azaldıkça kondansatör devreye akım vererek boşalmaya başlar. Devreye uygulanan gerilim sıfır olduğunda akım en büyük değerini alır. O halde akım ile gerilim arasında  $90^\circ$  veya  $\pi/2$  radyanlık faz farkının olduğu Şekil 2.8'de verilmiştir. Bu faz farkı kadar akım gerilimden öndedir.  $I_m = V_m \cdot \omega C$  ise  $i = i_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$  olur.  $I_m = \frac{V_m}{1/\omega C}$  olduğunu görürüz. Burada direnç gibi davranan ( $1/\omega C$ ) ye **kapasitif reaktans** denir ve  $X_C$  ile gösterilir.

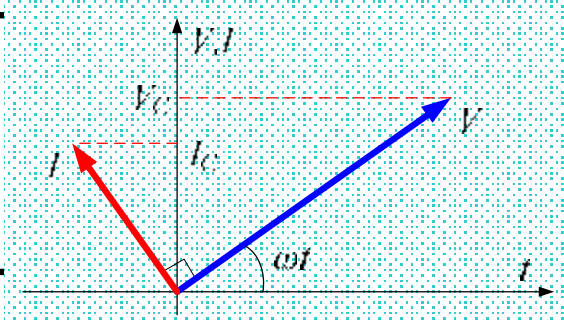
$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$$

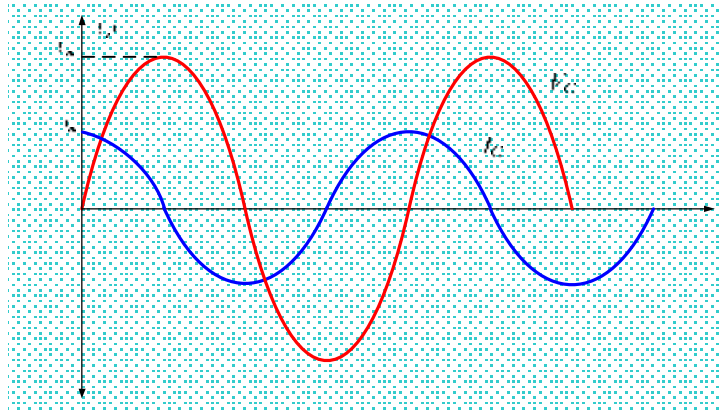


$$V = V_m \sin \omega t$$

Şekil 2.7: Kondansatörlü AC Devre



Şekil 2.8: Kondansatörlü AC devre zamana göre akım/gerilim değişimi



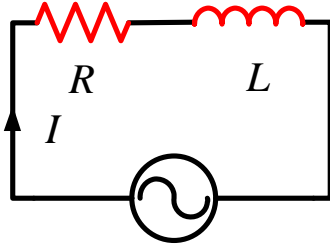
Şekil 2.9: Kondansatörlü AC devre akım/gerilim dalga şekilleri



**Örnek:** Kapasitesi  $50\mu\text{F}$  olan bir kondansatöre 50 Hz frekanslı 220 V alternatif gerilim uygulanmıştır. Devreden geçecek akımı bulunuz.

$$\text{Çözüm: } X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 50 \cdot 10^{-6}} = 63,7\Omega \quad I_C = \frac{V}{X_C} = \frac{220}{63,7} = 3,45 \text{ Amper}$$

## 2.4. Dirençli ve Bobinli Devre (R-L)



$$V = V_m \sin \omega t$$

Şekil 2.10: RL devresi

Şekil 2.10'daki bir direnç ve bobinden oluşan devreye  $V_1$  geriliminde doğru akım uygulandığında geçen akım şiddeti  $I_1$  olsun. Bu devreye aynı  $V_1$  gerilimini sağlayan alternatif akım uygulandığında devreden geçen akım şiddetinin daha küçük olduğu görülür. Devreye alternatif gerilim uygulandığında akımın küçülmesi, devrenin direncinin artması ile açıklanabilir.

Devrede akım ile gerilim arasında bir faz farkı vardır. Akım gerilimden geridedir. Akım ile gerilim arasındaki faz farkına  $\phi$  dersek akım şiddetini

$$i = i_m \sin(\omega t - j) \text{ şeklinde yazabiliriz.}$$

Alternatif gerilim ile akım arasındaki ilişkiden,

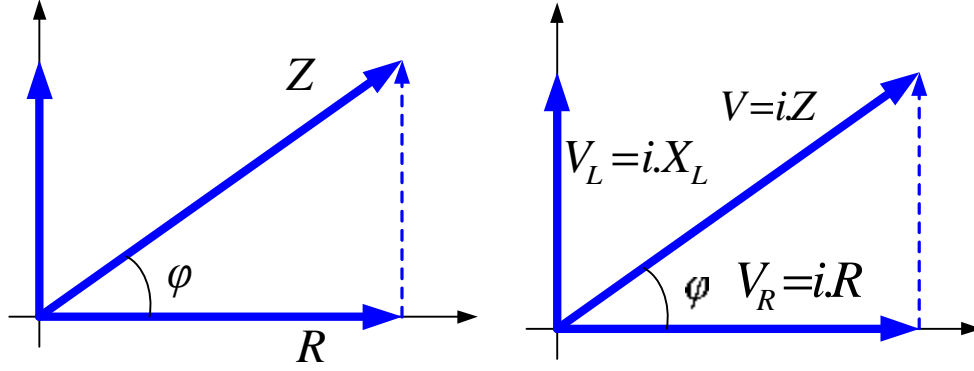
$V = i \cdot \sqrt{R^2 + X_L^2}$  bağıntısı elde edilir. Bu bağıntıdaki  $\sqrt{R^2 + X_L^2}$  büyüklüğü RL devresinin alternatif akıma karşı göstermiş olduğu dirençtir. Bu dirence R-L devresinin **empedansı** denir ve Z ile gösterilir.

Şekil 2.11'de  $X_L$  ve R yi birbirine dik vektörlere benzetirsek, Z bunların bileşkesi olur. Akım ile gerilim arasındaki faz farkı  $\phi$ , Z ile R arasındaki açıdır.

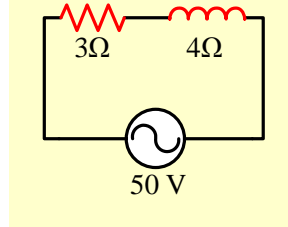
$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$V = i \cdot Z$$

$$\cos j = \frac{R}{Z}$$



Şekil 2.11: RL devrede direnç, endüktif reaktans, empedans ve gerilim bağıntısı



Şekil 2.12: RL devre

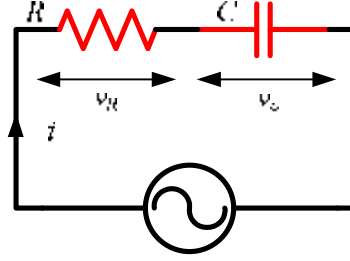
**Örnek:** Şekil 2.12'deki devrenin; empedansını, devre akımını ve faz açısını bulunuz?

**Çözüm:**  $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \Omega$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{50}{5} = 10 \text{ Amper} \quad \cos \phi = \frac{3}{5} = 0,6$$

## 2.5. Direnç ve Kondansatörlü Devre (R-C)

Şekil 2.13'teki gibi seri bağlı direnç ve kondansatörlü bir devrede etkin akım ile etkin gerilim arasında  $V = i \cdot \sqrt{R^2 + X_C^2}$  bağıntısı vardır. Buradaki  $X_C$  kondansatörün alternatif akıma karşı gösterdiği dirençtir. RC devresinin alternatif akıma karşı gösterdiği direnç empedanstır.  $Z$  ile gösterilir.



Şekil 2.13: RC devre

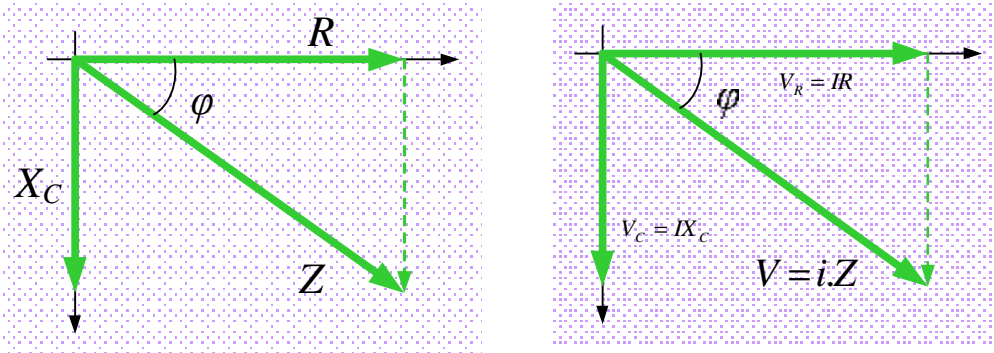
$$V = V_m \sin \omega t$$

Şekil 2.14'deki  $X_C$  ile  $R$  yi birbirine dik vektörlere benzetirsek  $Z$  bunların bileşkesi olur. Akım ile gerilim arasındaki faz açısı  $\phi$ ,  $Z$  ile  $R$  arasındaki açıdır.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$V = i.Z$$

$$\cos \phi = \frac{R}{Z}$$



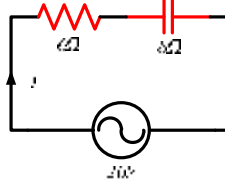
Şekil 2.14: RC devrede direnç, endüktif reaktans, empedans ve gerilim bağıntısı

$$v = i \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

**Örnek:** Şekil 2.15'deki devrenin empedansını, devre akımını ve faz açısını bulunuz?

**Çözüm:**  $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \Omega$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{20}{10} = 2 \text{ Amper} \quad \cos \phi = \frac{12}{20} = 0,6$$

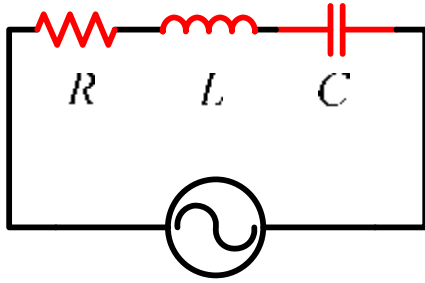


Şekil 2.15: RC devresi

## 2.6. Direnç Bobin ve Kondansatörlü Devre (R-L-C)

Şekil 2.16'da verilen birbirine seri bağlanmış RLC elemanlarından oluşan devreye alternatif gerilim uygulanmış olsun. Bu devrenin etkin akım ve gerilimi arasında aşağıdaki bağıntı bulunur.

Buradaki  $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$  büyüklüğü devrenin empedansıdır ve Z ile



$$V = V_m \sin \omega t$$

Şekil 2.16: RLC devre

gösterilir. Bir RLC devresinin empedansı, devre elemanlarının dirençlerinin şekil 2.17'de görüldüğü gibi vektörel toplamı düşünülerek hesaplanır. Devredeki bobin ve kondansatörden meydana gelen faz farkları birbirine zıt yöndedir. Akım ile gerilim arasındaki  $\phi$  faz farkı  $\cos \phi = \frac{R}{Z}$  veya

$$\tan \phi = \frac{X_L - X_C}{R} \text{ olur.}$$

Akım ile gerilim arasındaki faz farkı  $X_L$  ile  $X_C$  nin birbirine göre büyüklüklerine bağlıdır.

**$X_L > X_C$  ise  $\phi$  pozitif ve akım gerilimden geridedir.**

**$X_L < X_C$  ise  $\phi$  negatif ve akım gerilimden ileridedir.**

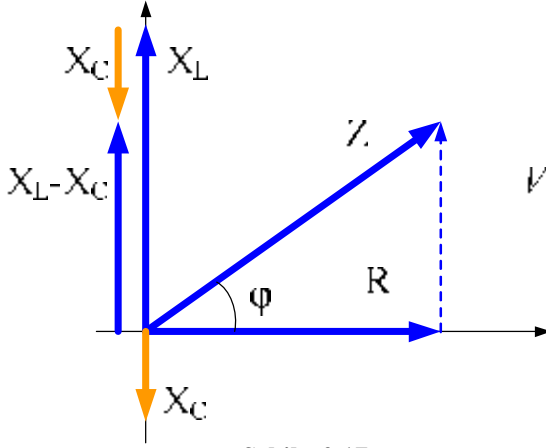
**$X_L = X_C$  ise  $\phi=0$  olup akım ile gerilim aynı fazdadır.**

Bir RLC devresinde  $X_L = X_C$  olduğunda  $Z=R$  olur. Bu duruma devrenin rezonans hali denir.

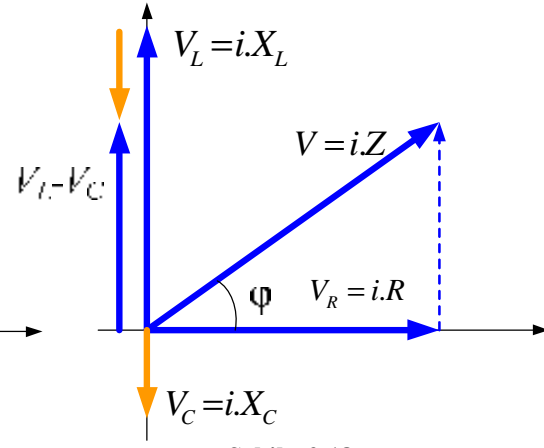
Devrenin rezonans frekansı aşağıdaki formülle bulunur.

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

Bir RLC devresinde rezonans halinde empedans en küçük değerini, devre akımı en büyük değerini alır. Bir RLC devresinde akımın en büyük değerini alabilmesi için ya kaynak frekansı değiştirilerek  $X_L = X_C$  yapılır ya da frekans sabit tutulup L veya C ya da her ikisi birden değiştirilerek devre rezonansa getirilebilir.

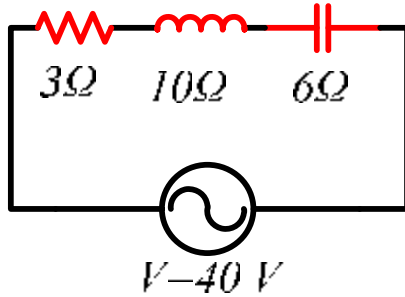


Şekil : 2.17



Şekil : 2.18

**Örnek:** Şekil 2.19'daki devrenin empedansını, devre akımını ve faz açısını bulunuz.



Şekil 2.19: RLC devre

**Çözüm:**

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$Z = \sqrt{3^2 + (10 - 6)^2} = 5 \Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{40}{5} = 8 \text{ Amper}$$

$$\cos \phi = \frac{R}{Z} = \frac{3}{5} = 0,6$$

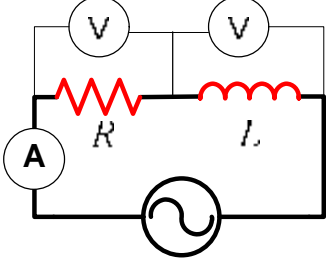
**Örnek:**  $R=15\Omega$   $L=0,2$  H ve  $C=30\mu\text{F}$  olan seri devrenin rezonans frekansını bulunuz.

$$\text{Çözüm: } f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0,2 \cdot 30 \cdot 10^{-6}}} = 65 \text{ Hz}$$

## UYGULAMA FAALİYETİ

### UYGULAMA FAALİYETİ-1

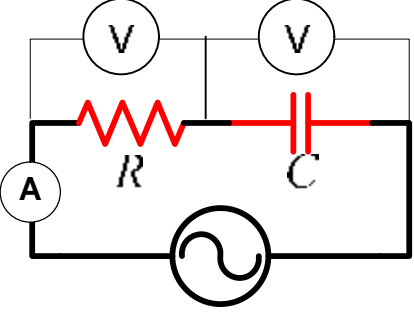
RL devrelerde akım gerilim empedans değerlerinin hesaplanması ve deney sonuçları ile karşılaştırılması.

İşlem Basamakları	Öneriler												
	<p>Ø Gerilim, direnç, endüktans (L) değerlerini öğretmeninize sorarak seçiniz.</p>												
<p>Ø Şekildeki devre ile ilgili bilgileri tekrar ediniz.</p>	<p>Ø Dirençli ve bobinli devre konusuna bakınız.</p>												
<p>Ø Aşağıda verilen değerleri hesaplayınız</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bobinin endüktif reaktansı (<math>X_L</math>)</li> <li>• Devrenin empedansı (<math>Z</math>)</li> <li>• Devrenin akımı (<math>I</math>)</li> <li>• Her bir eleman üzerinde düşen gerilimin değeri (<math>V_R, V_L</math>)</li> </ul>	$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$ $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ $I = \frac{V}{Z}$ $V_R = I \cdot R \quad V_L = I \cdot X_L$												
<p>Ø Yukarıda verilen devreyi deney seti üzerinde kurunuz ve devreye enerji veriniz.</p>	<p>Ø Bağlantıları kontrol ediniz. Doğru olduğundan emin olduktan sonra devreye enerji veriniz.</p>												
<p>Ø Aşağıda verilen değerleri ölçü aletleri ile ölçünüz;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Devre akımı (<math>I</math>)</li> <li>• R direnci üzerinde düşen gerilim</li> <li>• Bobin üzerinde düşen gerilim</li> </ul>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ölçülen değer</th> <th>Hesaplanan değer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>( I )</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>( <math>V_R</math> )</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>( <math>V_L</math> )</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Ölçülen değer	Hesaplanan değer	( I )			( $V_R$ )			( $V_L$ )		
	Ölçülen değer	Hesaplanan değer											
( I )													
( $V_R$ )													
( $V_L$ )													
<p>Ø Ölçü aletleri ile ölçtüğünüz değerleri yaptığınız hesaplamalar ile karşılaştırınız.</p>	<p>Ø Karşılaştırma sırasında ortaya çıkabilecek küçük farklar ölçme hatalarından kaynaklanabilir.</p>												

Ø	Çıkan sonuçları öğretmeniniz ile birlikte değerlendiriniz.
---	--

## UYGULAMA FAALİYETİ-2

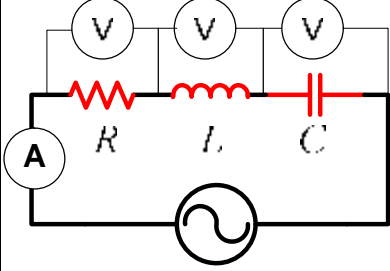
RC devrelerde akım gerilim empedans değerlerinin hesaplanması ve deney sonuçları ile karşılaştırılması.

İşlem Basamakları	Öneriler												
	<p>Ø Gerilim, direnç, kapasite (C) değerlerini öğretmeninize sorarak seçiniz.</p>												
<p>Ø Şekildeki devre ile ilgili bilgileri tekrar ediniz.</p>	<p>Ø Dirençli ve kondansatörlü devre konusuna bakınız.</p>												
<p>Ø Aşağıda verilen değerleri hesaplayınız.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kondansatörün kapasitif reaktansı (<math>X_C</math>)</li> <li>• Devrenin empedansı (<math>Z</math>)</li> <li>• Devrenin akımı (<math>I</math>)</li> <li>• Her bir eleman üzerinde düşen gerilimin değeri (<math>V_R, V_C</math>)</li> </ul>	$X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$ $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ $I = \frac{V}{Z}$ $V_R = I \cdot R \quad V_C = I \cdot X_C$												
<p>Ø Yukarıda verilen devreyi deney seti üzerinde kurunuz ve devreye enerji veriniz.</p>	<p>Ø Bağlantıları kontrol ediniz. Doğru olduğundan emin olduktan sonra devreye enerji veriniz.</p>												
<p>Ø Aşağıda verilen değerleri ölçü aletleri ile ölçünüz;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Devre akımı (<math>I</math>)</li> <li>• R direnci üzerinde düşen gerilim</li> <li>• Kondansatör üzerinde düşen gerilim</li> </ul>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ölçülen değer</th> <th>Hesaplanan değer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(I)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(<math>V_R</math>)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(<math>V_C</math>)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Ölçülen değer	Hesaplanan değer	(I)			( $V_R$ )			( $V_C$ )		
	Ölçülen değer	Hesaplanan değer											
(I)													
( $V_R$ )													
( $V_C$ )													

Ø Ölçü aletleri ile ölçtüğünüz değerleri yaptığınız hesaplamalar ile karşılaştırınız.	Ø Karşılaştırma sırasında ortaya çıkabilecek farklar ölçme hatalarından kaynaklanabilir.
Ø Çıkan sonuçları öğretmeniniz ile birlikte değerlendiriniz.	

### UYGULAMA FAALİYETİ-3

RLC devrelerde akım gerilim empedans değerlerinin hesaplanması ve deney sonuçları ile karşılaştırılması.

İşlem Basamakları	Öneriler
	<p>Ø Gerilim, direnç, endüktans (L), Kapasite (C) değerlerini öğretmeninize sorarak seçiniz.</p>
<p>Ø Şekildeki devre ile ilgili bilgileri tekrar ediniz.</p>	<p>Ø Dirençli bobinli ve kondansatörlü devre konusuna bakınız.</p>
<p>Ø Aşağıda verilen değerleri hesaplayınız.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kondansatörün kapasitif reaktansı (<math>X_C</math>)</li> <li>• Bobinin endüktif reaktansı (<math>X_L</math>)</li> <li>• Devrenin empedansı (Z)</li> <li>• Devrenin akımı (I)</li> <li>• Her bir eleman üzerinde düşen gerilimin değeri (<math>V_R, V_L, V_C</math>)</li> </ul>	$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$ $X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$ $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ $I = \frac{V}{Z}$ $V_R = I \cdot R \quad V_L = I \cdot X_L \quad V_C = I \cdot X_C$
<p>Ø Yukarıda verilen devreyi deney seti üzerinde kurunuz ve devreye enerji veriniz.</p>	<p>Ø Bağlantıları kontrol ediniz. Doğru olduğundan emin olduktan sonra devreye enerji veriniz.</p>



<p>Ø Aşağıda verilen değerleri ölçü aletleri ile ölçünüz.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Devre akımı (I)</li> <li>• R direnci üzerinde düşen gerilim</li> <li>• Bobin üzerinde düşen gerilim</li> <li>• Kondansatör üzerinde düşen gerilim</li> </ul>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ölçülen değer</th> <th>Hesaplanan değer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>( I )</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>( V<sub>R</sub> )</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>( V<sub>L</sub> )</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>( V<sub>C</sub> )</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Ölçülen değer	Hesaplanan değer	( I )			( V <sub>R</sub> )			( V <sub>L</sub> )			( V <sub>C</sub> )		
	Ölçülen değer	Hesaplanan değer														
( I )																
( V <sub>R</sub> )																
( V <sub>L</sub> )																
( V <sub>C</sub> )																
<p>Ø Ölçü aletleri ile ölçtüğünüz değerleri yaptığınız hesaplamalar ile karşılaştırınız.</p>	<p>Ø Karşılaştırma sırasında ortaya çıkabilecek küçük farklar ölçme hatalarından kaynaklanabilir.</p>															
<p>Ø Çıkan sonuçları öğretmeniniz ile birlikte değerlendiriniz.</p>																

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

<b>Öğrencinin</b> Adı – Soyadı : .....	Başlama saati : .....	
Numarası : .....	Bitirme saati : .....	
	Süre : ..... dk	
<b>AÇIKLAMA:</b> Aşağıda listelenen işlem basamaklarındaki davranışları gerçekleştirmişseniz EVET sütununa, gerçekleştirmediyseniz HAYIR kısmına X işareti koyunuz.		
<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
Devre akımını ölçebiliyor musunuz?		
Direnç üzerindeki gerilim değerini ölçebiliyor musunuz?		
Bobin üzerindeki gerilim değerini ölçebiliyor musunuz?		
Kondansatör üzerindeki gerilim değerini ölçebiliyor musunuz?		
Bobinin endüktif reaktansını hesaplayabiliyor musunuz?		
Kondansatörün kapasitif reaktansını hesaplayabiliyor musunuz?		
Devrenin empedansını hesaplayabiliyor musunuz?		

### DEĞERLENDİRME

Performans değerlendirme sonucu “Evet”, “Hayır” cevaplarınızı değerlendiriniz. Eksiklerinizi faaliyete dönerek tekrarlayınız. Tamamı “Evet” ise diğer öğrenme faaliyetine geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1. Maksimum değeri 311 V olan bir devreye bağlanan omik yük devreden 22 Amper akım çekmektedir. Devrenin direncini hesaplayınız.

- A) 5Ω                      B) 10Ω                      C) 15Ω                      D) 20Ω

2. İndüktansı 0,5 H olan bir bobinin frekansı 50 Hz olan bir alternatif akıma karşı göstereceği endüktif reaktansı ( $X_L$ ) hesaplayınız.

- A) 149Ω                      B) 153Ω                      C) 157Ω                      D) 161Ω

3. Kapasitesi 50μF olan bir kondansatöre 50 Hz frekanslı bir alternatif gerilim uygulandığında ( $X_c$ ) değerini hesaplayınız.

- A) 53,3Ω                      B) 63,3Ω                      C) 53,6Ω                      D) 63,6Ω

4.  $R=3 \Omega$  ve  $X_L=4 \Omega$  olan seri bir R-L devresinde Empedans ( $Z$ ) değerini hesaplayınız.

- A) 2Ω                      B) 3Ω                      C) 4Ω                      D) 5Ω

5.  $R=6 \Omega$  ve  $X_L=8 \Omega$  olan seri bir R-L devresinde  $\cos \phi$  değerini hesaplayınız.

- A) 0,6                      B) 0,7                      C) 0,8                      D) 0,9

6.  $R=15 \Omega$  ve  $X_L=45 \Omega$   $X_c=25 \Omega$  olan seri bir R-L-C devresinde Empedans ( $Z$ ) değerini hesaplayınız.

- A) 20 Ω                      B) 25 Ω                      C) 30 Ω                      D) 35 Ω

7. Aşağıdaki devrelerin hangisinde akım ve gerilim aynı fazdadır.

- A) Bobinli (L) devre                      B) R-C seri devre  
C) Dirençli (R) devre                      D) R-L seri devre

8. Aşağıdaki devrelerin hangisinde akım gerilimden geri fazdadır.

- A) Omik devre                      B) Kapasitif devre  
C) Endüktif devre                      D) Kısa devre

9.  $R=30\Omega$   $L=0,4$  H ve  $C=15\mu F$  olan seri devrenin rezonans frekansını bulunuz.

- A) 64,9Hz                      B) 29,9 Hz                      C) 31,9Hz                      D) 41,9 Hz

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Alternatif akımda güç hesaplamalarını yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Ø Düşük güç katsayısının sakıncalarını ve güç katsayısının yükseltilmesini araştırınız. Elde ettiğiniz sonuçları bir rapor halinde sınıfınızda öğretmeninize ve arkadaşlarınıza sununuz.

## 3. ALTERNATİF AKIMDA GÜÇ

Bir doğru akım devresinde kullanılan güç, bu devreye uygulanan gerilim ile devreden geçen akımın çarpımıdır. Alternatif akımda ise gerek devreye uygulanan gerilim gerekse devreden geçen akım zamana bağlı olarak değişir. Akım ve gerilimin çarpımı olan güç de zamana bağlı olarak değişik değerler alır. Doğru akım devrelerinde olduğu gibi alternatif akım devrelerinde güç her zaman  $V.I$  değildir.

Bir alternatif akım devresinde gerilim ve akım;  
 $v = V_m \sin \omega t$  ve  $i = i_m \sin(\omega t - j)$  dir.

Alternatif akım devrelerinde herhangi bir andaki güç  
 $P = V_m i_m \sin \omega t \cdot \sin(\omega t - j)$  dir.  $P$  değerine gücün ani değeri veya ani güç denir.



Resim 3.1

### 3.1. Aktif Güç

Devrenin ortalama gücü ise  $P=VI\cos\phi$  olarak bulunur. Ortalama güce aktif güç de denir. Buradaki kullanılan  $\cos\phi$  cihazın güç faktörü veya güç katsayısıdır. Bir devre elemanının gücünü arttırmak için  $\cos\phi$  yi büyütme yani  $\phi$  yi küçültmek gerekir. Elektrik enerjisi üretiminde güç faktörünün 1'e yakın olması istenir.

### 3.2. Reaktif Güç

Saf bobinli bir devrede (sadece L) gücün ortalama değeri sıfırdır. Gücün ortalama değerinin sıfır olması yani aktif gücün sıfır olması bobinin kaynaktan bir enerji çekmediğini gösterir. Ani gücün pozitif ve negatif değerleri birbirine eşittir. Pozitif alternansta kaynaktan çekilen güç, negatif alternansta kaynağa geri verilmektedir. Bobinler enerji harcayan değil; enerji depo eden elemanlardır.

Aynı şekilde kondansatörlü bir devrede de (Sadece C) gücün ortalama değeri sıfırdır. Çünkü güç eğrisinin ortalama pozitif ve negatif alternansları birbirine eşittir. Kondansatörün dolması anında kaynaktan çekilen güç, kondansatörün boşalması anında kaynağa geri verilmektedir. Kondansatörler de bobinler gibi güç çekmeyip, enerji depo eden elemanlardır.

Saf bobin ve kondansatör devrelerinde  $\phi = 90^\circ$  olduğu için güç katsayısı sıfırdır ( $\cos 90^\circ = 0$ ). formülüne  $P = V.I.\cos\phi$  göre  $P=0$  olur. Görüldüğü gibi bobinde yada kondansatörde her hangi bir güç kaybı olmamaktadır. Ancak şaşırtıcı bir şekilde bir alternatif akım devresinde, direnç olmadığı durumda, bobin ve kondansatörün iç dirençlerinden dolayı bir güç harcanır ve bu harcanan güç tıpkı bir doğru akım devresinde olduğu gibi ısı şeklinde açığa çıkar.

Saf bobinde ve saf kondansatörde gerilim ve akımın etkin değerinin çarpımına **reaktif güç** denir.

$$Q_C = V_C I_C \sin\phi$$

Burada  $Q$  devrenin Reaktif gücüdür. Eğer  $\sin\phi=1.0$  alınırsa, endüktif ve kapasitif devreler için reaktif güç aşağıdaki gibi hesaplanır.

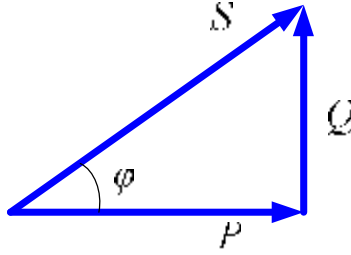
$$V_C = I_C X_C \quad Q_C = V_C I_C = I_C^2 X_C = \frac{V^2}{X_C}$$

$$V = I_L X_L \quad Q_L = V_L I_L = I_L^2 X_L = \frac{V^2}{X_L}$$

### 3.3. Görünür Güç

Aktif gücü dirençler, reaktif gücü ise endüktif ve kapasitif reaktanslar çeker. Eğer bir devrede hem direnç hem de reaktans bulunuyorsa, bu devrede aktif ve reaktif güçler bir arada bulunur. Bu devre hem aktif hem de reaktif güç çekecektir. Böyle bir devrede  $VI$  değeri ne aktif gücü, ne de reaktif gücü verir. Direnç ve reaktanstan oluşan bir devrede  $VI$  çarpımına, **görünür güç** denir. S harfi ile gösterilir.

$$S = VI = I^2 \cdot Z = \frac{V^2}{Z}$$

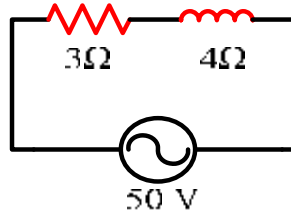


Şekil 3.1

Aktif Güç	Reaktif Güç	Görünür Güç
P	Q	S
Watt	VAR	VA

Tablo 3.1

**Örnek:** Şekil 3.2'deki devrenin aktif,reaktif ve görünür güçlerini bulunuz.



Şekil 3.2

**Çözüm:**  $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \Omega$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{50}{5} = 10 \text{ Amper} \quad \cos j = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$P = V.I.\cos j = 50.10.0,6 = 300W$$

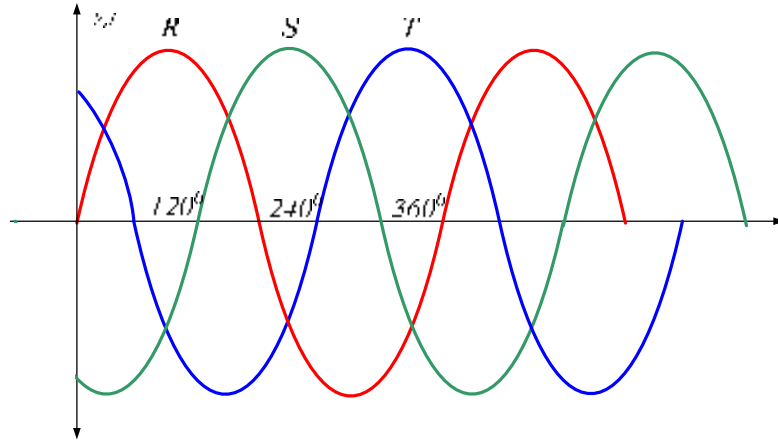
$$Q = V.I.\sin j = 50.10.0,8 = 400VAR$$

$$S = V.I = 50.10 = 500VA$$

### 3.4. Üç Fazlı Sistemler

Çok fazlı sistem, gerilimlerinin arasında faz farkı bulunan iki veya daha fazla tek fazlı sistemin birleştirilmiş halidir. Çok fazlı sistemlerin bazı özelliklerinden dolayı elektrik enerjisinin üretimi, iletimi ve dağıtımı çok fazlı olarak yapılır. Çok fazlı sistemlerin en çok kullanılanı üç fazlı sistemlerdir.

Tek fazlı sistemlerde güç dalgalı olduğu halde, çok fazlı sistemlerde oldukça düzgündür. Böylece çok fazlı motorların momenti, tek fazlılara göre düzgün olmaktadır. Üç fazlı motorlar, tek fazlılara göre daha basit yapılı olup daha az bakım gerektirir ve verimleri de yüksektir. Üç fazlı enerji iletiminde gerekli olan iletken miktarı, aynı uzaklık aynı kayıplar ve aynı gerilim için bir fazlı sisteme göre azalma gösterir. Bir fazlı yükler, üç fazlı sistemin bir fazını kullanarak çalışabilir. Üç fazlı sistemlerin tek fazlı sistemde doğrudan çalışması mümkün değildir.

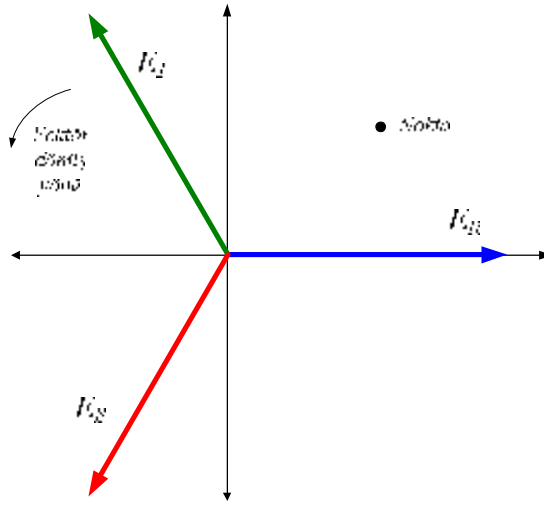


Şekil 3.3

### 3.5. Faz Farkları

Üç fazlı emk'nın üretimi, bir fazlı emk'nın üretimine benzer. Yalnız burada manyetik alan içerisinde dönen bir iletken yada bobin yerine üç adet bobin vardır. Bu bobinler birbirleri ile  $120^0$ lik açı ile yerleştirilmiştir.

Şekil 3.4'teki vektörlere dikkat edilirse  $E_T$  emk'nın fazının  $120^0$ ,  $E_S$  emk'nın  $-120^0$ ,  $E_R$  emk'nın  $0^0$  olduğu görülmektedir. Şekil 3.4'te görüldüğü gibi bir nokta alınrsa, vektörler bu noktanın önünden  $E_R$   $E_S$   $E_T$  sırasıyla geçeceklerdir. Bu sıraya faz sırası veya faz dönüş yönü denir. Şu halde faz sırasının RST olması, R fazının sıfır fazlı, S fazının  $120^0$  geri fazlı ve T fazının  $120^0$  ileri fazlı olması demektir.



Şekil 3.4

### 3.6. Dengeli ve Dengesiz Üç Fazlı Sistemler

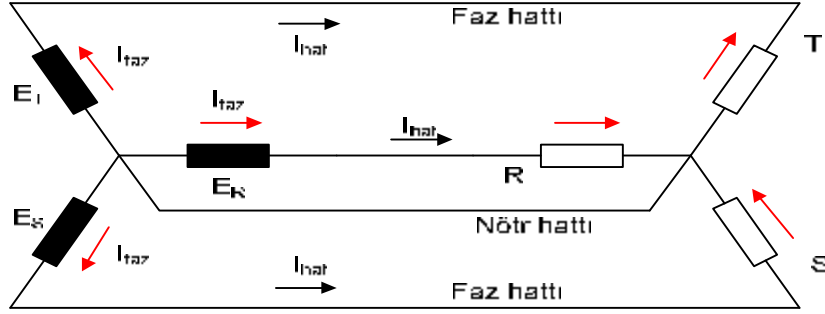
Üç fazlı bir sistemin her üç faz hattındaki akımların büyüklükleri birbirine eşit ve aralarında da  $120^0$  faz farkı varsa üç fazlı sistem dengelidir denir. Dengeli sistemi dengeli yükler oluşturur. Dengeli yüklerin her bir fazının empedansı büyüklük ve faz yönünden birbirine eşittir. Üç fazlı dengeli yüklerle örnek olarak, üç fazlı motorları verebiliriz.

Dengesiz sistemlerin faz empedansları birbirine eşit değildir. Bunun sonucu olarak her bir fazın veya hattın akımları da farklı değerdedir. Dengesiz devrelerde faz sırası önemlidir. Faz sırasının değişmesi ile yükün akımları da değişebilir. Dengesiz sistemlere örnek olarak üç fazlı ve bir fazlı alıcıların birlikte bulunduğu apartmanları, iş yerlerini ve fabrikaları verebiliriz.

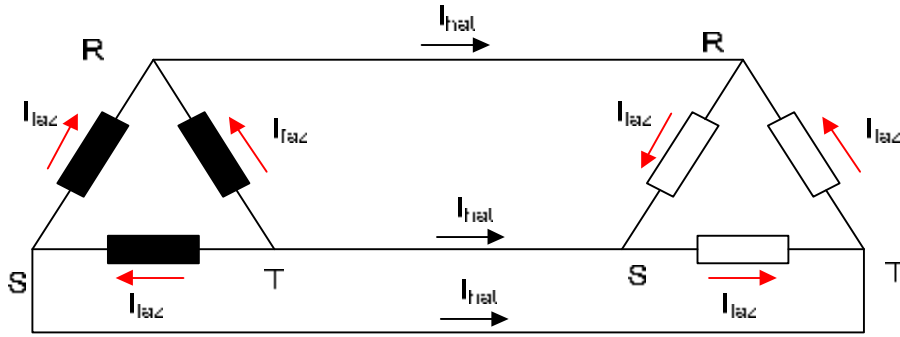
Üç fazlı sistemler yıldız ve üçgen olarak bağlanır.



Bağlantı üçgen ise;  $V_{Hat} = V_{Faz}$   $I_{Hat} = \sqrt{3} \cdot I_{Faz}$   
 Bağlantı yıldız ise;  $V_{Hat} = \sqrt{3} \cdot V_{Faz}$   $I_{Hat} = I_{Faz}$  olur.



Şekil 3.5: Dengeli yıldız devre



Şekil 3.6: Dengeli üçgen devre

### 3.7. Üç Fazlı Sistemlerde Güç

Üç fazlı sistem ister dengeli ister dengesiz olsun, her bir fazın güçlerinin toplamı, devrenin gücünü verir.

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

Dengeli devrelerde faz güçleri birbirine eşittir. Bir fazın gücü  $P_{faz}$  ile gösterilirse, üç fazlı devrenin gücü  $P = 3 \cdot P_{faz}$  olur.

Dengeli devrede bir fazın gücü  $P_{faz} = V_{faz} \cdot I_{faz} \cdot \cos j$  olur. Üç fazlı devrenin gücü için  $P_{faz} = 3 \cdot V_{faz} \cdot I_{faz} \cdot \cos j$  bulunur.

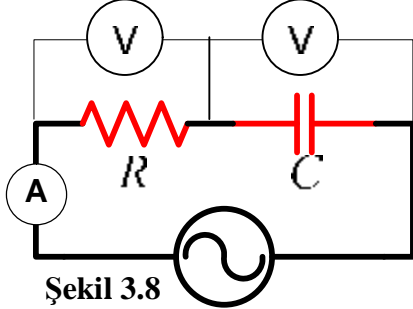
Dengeli yıldız devrelerde  $V_{faz} = \frac{V_{hat}}{\sqrt{3}}$  ve  $I_{faz} = I_{hat}$  olduğundan

$P = \sqrt{3} \cdot V_{hat} \cdot I_{hat} \cdot \cos j$  formülü bulunur.

## UYGULAMA FAALİYETİ

### UYGULAMA FAALİYETİ-1

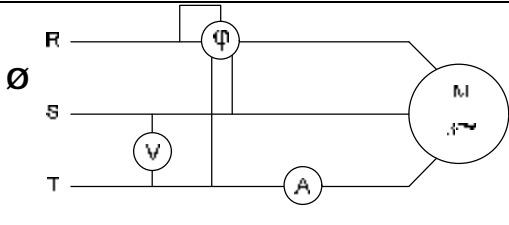

R-C devresinde güç üçgeninin oluşturulması

İşlem Basamakları	Öneriler
 <p>Şekil 3.8</p>	<p>Ø Gerilim, direnç, kapasite (C) değerlerini öğretmeninize sorarak seçiniz.</p>
<p>Ø Güç ile ilgili bilgileri tekrar ediniz.</p>	
<p>Ø Yukarıda verilen devreyi deney seti üzerinde kurunuz ve devreye enerji veriniz.</p>	<p>Ø Bağlantıları kontrol ediniz. Doğru olduğundan emin olduktan sonra devreye enerji veriniz.</p>
<p>Ø Aşağıda verilen değerleri ölçü aletleri ile ölçünüz;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Devre akımı (I)</li><li>• R direnci üzerinde düşen gerilim (<math>V_R</math>)</li><li>• Bobin üzerinde düşen gerilim (<math>V_L</math>)</li></ul>	
<p>Ø Aşağıda verilen değerleri hesaplayınız</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aktif güç (P)</li><li>• Reaktif güç (Q)</li><li>• Görünür güç (S)</li></ul>	<p>Ø <math>P = V_R \cdot I</math> veya <math>P = \frac{V^2}{R}</math></p> <p>Ø <math>Q = V_C \cdot I</math> veya <math>Q = \frac{V^2}{X_C}</math></p> <p>Ø <math>S = V \cdot I</math> formülleri ile hesaplanabilir.</p>

Ø Güç üçgenini çiziniz ve faz açısını hesaplayınız.	Ø $\text{Cos}j = \frac{P}{S}$ veya $\text{Tanj} = \frac{Q}{P}$
Ø Sonuçları öğretmeniniz ile birlikte değerlendiriniz.	Ø Gerilim ve direnç değerlerini değiştirerek deneyi tekrarlayabilirsiniz.

## UYGULAMA FAALİYETİ-2

Üç fazlı devrelerde güç hesaplamalarının yapılması.

İşlem Basamakları	Öneriler
	Ø Asenkron motoru öğretmeninize sorarak seçiniz.
Ø Yukarıda verilen devreyi deney seti üzerinde kurunuz Ø Asenkron motoru yıldız bağlayınız.	Ø Yıldız motor klemens bağlantısının nasıl olduğunu öğretmeninizden öğreniniz.
Ø Devreye bağladığımız üç fazlı asenkron motorun bağlantı çeşidinin etiketine uygun olup olmadığını kontrol ediniz (Yıldız veya Üçgen).	Ø Bağlantı çeşidinin etiketine uygun olup olmadığı konusunda öğretmeninizden yardım alınız.
Ø Devreye enerji veriniz.  Üç faz AC ile çalışırken çok dikkatli olunuz.	Ø Bağlantıları kontrol ediniz. Doğru olduğundan emin olduktan sonra devreye enerji veriniz.
Ø Aşağıda verilen değerleri ölçü aletleri ile ölçünüz; • Devre hat akımı ( $I_{Hat}$ ) • Hat gerilimi ( $V_{Hat}$ ) • Devre faz açısı ( $\text{Cos}\phi$ )	Ø Faz açısının (Güç faktörü) ölçümü ile ilgili detaylı bilgi için öğretmeninizden yardım isteyiniz.
Ø Aşağıda verilen değerleri hesaplayınız • Aktif güç	Ø Yıldız bağlantıda; $V_{Hat} = \sqrt{3} \cdot V_{Faz} \quad I_{Hat} = I_{Faz}$

$( P = \sqrt{3} \cdot V_{Hat} \cdot I_{Hat} \cdot \text{Cos} j )$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktif güç</li> <li><math display="block">( Q = \sqrt{3} \cdot V_{Hat} \cdot I_{Hat} \cdot \text{Sin} j )</math></li> <li>• Görünür güç <math>( S = \sqrt{3} \cdot V_{Hat} \cdot I_{Hat} )</math></li> </ul>	
<p>Ø Hesapladığınız değerleri motor etiketindeki güç değerleri ile karşılaştırınız.</p>	

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

<b>Öğrencinin</b> Adı – Soyadı : ..... Numarası : .....	Başlama saati : ..... Bitirme saati : ..... Süre : ..... dk	
<b>AÇIKLAMA:</b> Aşağıda listelenen işlem basamaklarındaki davranışları gerçekleştirmişseniz EVET sütununa, gerçekleştirmemişseniz HAYIR kısmına X işareti koyunuz.		
<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
Ø Devre akımını hesaplayabildiniz mi?		
Ø Direnç, Bobin ve Kondansatör üzerindeki gerilim değerlerini hesaplayabildiniz mi?		
Ø Aktif gücü hesaplayabildiniz mi?		
Ø Reaktif gücü hesaplayabildiniz mi?		
Ø Görünür gücü hesaplayabildiniz mi?		
Ø Güç üçgenini çizebildiniz mi?		
Ø Güç katsayısını hesaplayabildiniz mi?		
Ø Asenkron motoru yıldız veya üçgen bağlayabildiniz mi?		
Ø Devre hat akımını ölçebildiniz mi?		
Ø Hat gerilimini ölçebildiniz mi?		
Ø Devre faz açısını ölçebildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Performans testi sonucu “Evet”, “Hayır” cevaplarınızı değerlendiriniz. Eksiklerinizi faaliyete dönerek tekrarlayınız. Tamamı “evet” ise diğer öğrenme faaliyetine geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1. AC devresinde dirençler aşağıdaki güçlerden hangisini çeker?  
A) Aktif güç  
B) Reaktif güç  
C) Görünür güç  
D) Gizli güç
2. AC devresinde reaktif gücü hangi eleman çekmez?  
A) Direnç  
B) Endüktif reaktans  
C) Kapasitif reaktans  
D) Endüktif ve kapasitif reaktans
3. Bir AC devresinde  $P=30$  W  $Q=40$  VAR ise görünür gücü nedir?  
A) 50VA  
B) 60VA  
C) 70VA  
D) 80VA
4. Güç katsayısı 0,6 olan bir AC devresinde  $P=600$  watt ise görünür gücü nedir?  
A) 500VA  
B) 600VA  
C) 800VA  
D) 1000VA
5. Üç fazlı AC sisteminde üreteç bobinleri birbirleri ile kaç derecelik açı ile yerleştirilmiştir?  
A) 60  
B) 90  
C) 120  
D) 150
6. Üç fazlı sistemlerde, her üç faz hattındaki akımların büyüklüklerin birbirine eşit olduğu sistem hangisidir?  
A) Dengeli sistem  
B) Düzenli sistem  
C) Eşit sistem  
D) Ani sistem
7. Aktif gücü  $100\sqrt{3}$  W, hat akımı 1 A ve faz açısı 1 olan 3 fazlı AC devrenin hat gerilimi nedir?  
A) 50V  
B) 100V  
C) 150V  
D) 173V
8. Aktif gücün birimi aşağıdakilerden hangisidir?  
A) VA  
B) VAR  
C) Watt  
D) Farad

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-4

## AMAÇ

Transformatörlerin, çalışma prensibini kavrayacak ve devreye bağlantısını yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

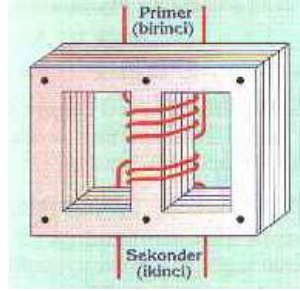
Ø Transformatör çeşitlerini araştırınız.

## 4. TRANSFORMATÖRLER

### 4.1. Transformatörlerin Yapısı

Şekil 4.1’de verildiği gibi, bir transformatör, bir çekirdek ve bunun üzerine sarılmış iki makaradan oluşur. Çekirdek fuko akımlarını azaltmak için yapraklar halinde silisyumlu saclardan kesilmiş ve üst üste konmuş levhalardan meydana gelmiştir.

Sargılardan birinin uçlarına, değiştirilmesi istenen alternatif gerilim uygulanır. Bu makaraya veya sargıya primer (birinci) sargı denir. Uçlarından değiştirilen gerilim alınan diğer makaraya da sekonder (ikinci) sargı denir.



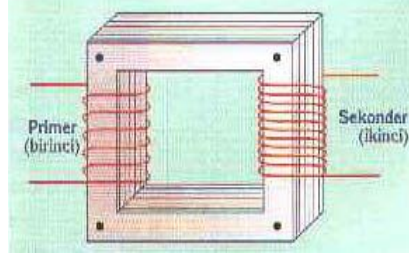
Şekil 4.1

### 4.2. Çalışma Prensibi

Birinci sargıdan geçen alternatif akım, Şekil 4.2’de verildiği gibi, demir nüve de değişken bir manyetik akı meydana getirir. Bu akının büyük bir kısmı ikinci makaranın içinden geçer ve değişken manyetik akı tarafından kesilen sekonder sargıda elektro-manyetik endüksiyon yoluyla aynı frekanslı bir alternatif emk oluşturur. Böylece, primer ve sekonder sargı arasında elektriksel olarak bir bağlantı olmadığı halde birinci sargıya verilen güç endüksiyon yoluyla ikinci sargıya iletilmiş olur.



Bu yolla güç ve frekans sabit kalmak şartıyla alternatif gerilimi değiştirerek azalmasını veya çoğalmasını sağlayan araçlara **transformatör** denir.

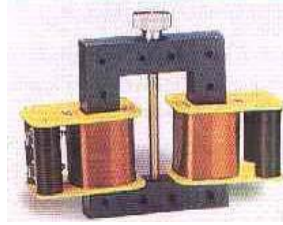


Şekil 4.2

### 4.3. Verim

Transformatörde birinci sargıya verilen gücün bir kısmı, ikinci sargıya iletimi sırasında bazı sebeplerden dolayı kaybolur. Bu kaybın azaltılması için transformatörün nüvesi (Çekirdek) plakalar halinde yapılmıştır. Bir transformatörün verimi alınan gücün verilen güce oranıdır. Şekil 4.3’de farklı yapıda bir trafo gösterilmiştir.

$$\text{Verim} = \frac{P_2}{P_1} \quad h = \frac{P_2}{P_1}$$



Şekil 4.3

**Örnek:** Giriş gücü 100 VA, çıkış gücü 95 VA olan bir transformatörün verimini bulunuz?

**Çözüm:**  $h = \frac{P_2}{P_1} = \frac{95}{100} = 0,95$

**Örnek:** Çıkış gücü 180 VA, verimi 0,90 olan bir transformatörün giriş gücünü bulunuz?

**Çözüm:**  $h = \frac{P_2}{P_1} \quad P_1 = \frac{P_2}{h} = \frac{180}{0,90} = 200 \text{ VA}$

#### 4.4. Dönüştürme Oranı

Sarımlar aynı manyetik akı içerisinde bulduklarına göre emk'lar ve sarım sayıları arasında  $\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$  bağıntısı yazılabilir. Buradaki  $\frac{N_1}{N_2}$  oranına transformatörün dönüştürme oranı (a) denir.



Şekil: 4.4

Eğer bir transformatörün verimi %100 alınırsa birinci ve ikinci sargılardaki indüksiyon emk'ları bunların uçlarındaki potansiyel farklarına eşittir. Bu durumda  $P_1 = P_2$  ise  $I_1 \cdot V_1 = I_2 \cdot V_2$  dir.

**Örnek:** Primer gerilimi 24 volt, sekonder gerilimi 12 volt olan transformatörün dönüştürme oranını bulunuz.

**Çözüm:** Dönüştürme oranı (a) =  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{24}{12} = 2$

**Örnek:** Primer gerilimi 48 volt, sekonder gerilimi 16 volt ve primer akımı 1 amper olan transformatörün dönüştürme oranını ve sekonder akımını bulunuz.

**Çözüm:** Dönüştürme oranı (a) =  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{48}{16} = 3$   $\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$

$$I_2 = \frac{48 \cdot 1}{16} = 3 \text{ Amper}$$

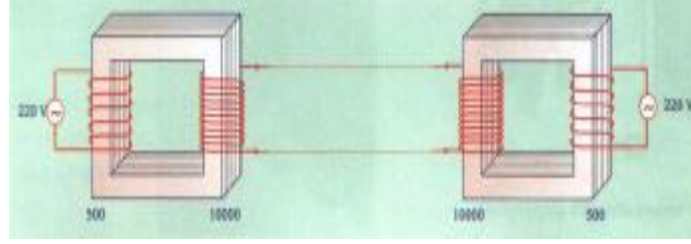
**Örnek:** Primer sarım sayısı 200, sekonder sarım sayısı 50 olan transformatörün primer akımı 1 A ise sekonder akımını bulunuz.

**Çözüm:** Dönüştürme oranı =  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{200}{50} = 4$   $a = \frac{I_2}{I_1}$

$$I_2 = a \cdot I_1 = 4 \cdot 1 = 4 \text{ Amper}$$

## 4.5. Kullanım Alanları

Transformatörlerin çok geniş bir kullanım alanı vardır. Evlerdeki kapı zillerinin, radyo ve teyp gibi araçların çalıştırılması için 220 V'luk gerilimi 8-10-12 V'a düşüren alçaltıcı transformatöre ihtiyaç vardır. Kaynak makinelerin de kullanılan transformatörlerin sekonder sargısı primer sargıya göre çok az sarımlıdır. Sekonder sargıdan elde edilen akım şiddeti çok yüksek olduğundan ısı enerjisi ile kaynak yapmak mümkündür. Eğer ikinci sargı tek sarımdan oluşmuş bir sargı ise ikinci sargıda çok yüksek akım şiddeti elde edilebilir ve metal parçaları ergitilebilir. Bu uygulama induksiyon fırınlarının temelini oluşturur.



Şekil 4.5

Alternatörlerden alınan elektrik enerjisinin çok uzak yerlere ulaştırılması sırasında nakil hatlarında ısı şeklindeki kayıpları azaltmak için hatlardaki akım şiddetinin çok küçük dolayısıyla gerilimin çok büyük olması gerekmektedir. Böyle bir düzen ile alternatörden alınan 220 V gerilim 20 kat artırılır tekrar 220 V düşürülerek kullanma kolaylığı sağlanmış olur.

Şehirlerde kullanılan akımın alternatif olmasının en önemli sebebi, az kayıp ile dağıtılabilesidir. Elektrik enerjisinin doğru akım ile uzaklara iletilmesi ve bir şehre dağıtması, her yerde aynı potansiyel farkı sağlanmadığından dolayı yapılamaz. Bunlardan başka transformatörler fabrikalarda, hastanelerde, laboratuvarlarda olmak üzere çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Büyük güçlü trafo fotoğrafı Şekil 4.6'da verilmiştir.

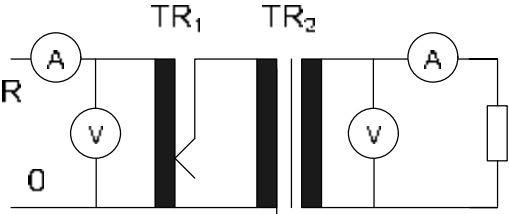


Şekil 4.6

## UYGULAMA FAALİYETİ

### UYGULAMA FAALİYETİ-1

Transformatör dönüştürme oranının bulunması.

İşlem Basamakları	Öneriler																																				
	Ø Transformatörü öğretmenimize sorarak seçiniz.																																				
Ø Yukarıda verilen devreyi deney seti üzerinde kurunuz ve devreye enerji veriniz.	Ø Bağlantıları kontrol ediniz. Doğru olduğundan emin olduktan sonra devreye enerji veriniz.																																				
Ø Primer gerilimini kademe kademe arttırınız.	Ø Giriş geriliminin primer gerilimini geçmemesine dikkat ediniz.																																				
Ø Ölçü aletlerindeki değerleri her kademe ölçerek kaydediniz.	<table border="1" data-bbox="829 1164 1268 1411"><thead><tr><th></th><th>U<sub>1</sub></th><th>U<sub>2</sub></th><th>I<sub>1</sub></th><th>I<sub>2</sub></th><th>k</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>		U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	k	1						2						3						4						5					
	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	k																																
1																																					
2																																					
3																																					
4																																					
5																																					
Ø Dönüştürme oranını hesaplayınız.	Ø Dönüştürme oranının her kademe aynı kaldığına dikkat ediniz.																																				

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

<b>Öğrencinin</b> Adı – Soyadı : ..... Numarası : .....	Başlama saati : ..... Bitirme saati : ..... Süre : ..... dk	
<b>AÇIKLAMA:</b> Aşağıda listelenen işlem basamaklarındaki davranışları gerçekleştirmişseniz EVET sütununa, gerçekleştirmemişseniz HAYIR kısmına X işareti koyun.		
<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
Transformatörün primer sargı uçlarını devreye bağlayabildiniz mi?		
Transformatörün sekonder sargı uçlarını devreye bağlayabildiniz mi?		
Transformatörün verimini hesaplayabildiniz mi?		
Transformatör dönüştürme oranlarını hesaplayabildiniz mi?		

### DEĞERLENDİRME

Performans testi sonucu “Evet”, “Hayır” cevaplarınızı değerlendiriniz. Eksiklerinizi faaliyete dönerek tekrarlayınız. Tamamı “Evet” ise diğer öğrenme faaliyetine geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### ÖLÇME SORULARI

1. Transformatörlerde değiştirilmesi istenen gerilimin uygulandığı sargı hangisidir?  
A) Sekonder sargı                      B) Çıkış sargı  
C) Primer sargı                         D) Dönüş sargı
2. Transformatörlerde giriş ve çıkış değerleri arasında aşağıdakilerden hangisi her zaman sabit kalır?  
A) Frekans      B) Akım                      C) Gerilim                      D) Güç
3. Giriş gücü 50 VA çıkış gücü 40 VA olan bir transformatörün verimi hangisidir?  
A) 0,60              B) 0,70                      C) 0,80                      D) 0,90
4. Çıkış gücü 85 VA olan bir transformatörün toplam kayıpları 15 VA olduğuna göre verimi hangisidir?  
A) 0,65              B) 0,75                      C) 0,85                      D) 0,95
5. Transformatörlerde aşağıdakilerden hangisi dönüştürme oranını vermez?  
A) Giriş gücü/Çıkış gücü              B) Giriş gerilimi/Çıkış gerilimi  
C) Çıkış akımı/Giriş akımı              D) Giriş sarım sayısı/Çıkış sarım sayısı
6. Sekonder akımı 12 Amper ve dönüştürme oranı 4 olan transformatörün primer akımı hangisidir?  
A) 2A                      B) 3A                      C) 4A                      D) 5A
7. Primer sarım sayısı 220 sipir, sekonder sarım sayısı 110 sipir olan transformatörün dönüştürme oranı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 8                      b) 4                      C) 2                      D) 0,5
8. Transformatörler ile ilgili cümlelerden hangisi yanlıştır?  
A) Transformatör gerilim yükseltmek için kullanılır.  
B) Transformatör akım yükseltmek için kullanılır.  
C) Transformatör frekans değiştirmek için kullanılır.  
D) Transformatörler ile güç yükseltilemez.

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-5

## AMAÇ

Alternatif akım motorlarının bağlantılarını yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

Ø Bir ve üç fazlı motor çeşitlerini araştırınız.

## 5. AC MOTORLARI

### 5.1. DC Motorlarla Karşılaştırılması

Elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makineye elektrik motoru denir. Elektrik motorları doğru ve alternatif akım motorları olarak ikiye ayrılır.

Alternatif akım motorları içerisinde en çok kullanılan asenkron motorlardır. Motor sargılarına verilen alternatif akımın meydana getirdiği döner manyetik alanın dönme hızı ile rotor dönme hızı aynı olmayan motorlara asenkron motor denir. Şekil 5.1'de bir asenkron motor resmi verilmiştir.



Resim 5.1

Alternatif akım motorları, ucuz olmaları, az bakım gerektirmeleri ve çalışma sırasında ark oluşturmamaları, momentlerinin yüksek olması, frekansı değiştirilerek devir sayılarının büyük sınırlar içerisinde değiştirilebilmesi nedeniyle doğru akım motorlarına göre daha çok tercih edilir.

### 5.2. AC Motor Çeşitleri

#### 5.2.1. Bir Fazlı Motor

Ac motorlar bir fazlı olarak da imal edilir. Bir fazlı AC motorların bir çok çeşidi vardır. Genellikle elektrikli ev aletlerinde çok kullanılır.

## 5.2.2. Üç Fazlı Motor

Üç fazlı sistemlerde en çok kullanılan motor asenkron motorlardır. Bir fazlı olarak da imal edilir. Asenkron motorlar stator, rotor, gövde ve yan kapaklardan oluşur. Alternatif akımın uygulanarak döner manyetik alanın olduğu sabit kısma stator denir. Motorda mekanik enerjinin elde edildiği kısma rotor denir.



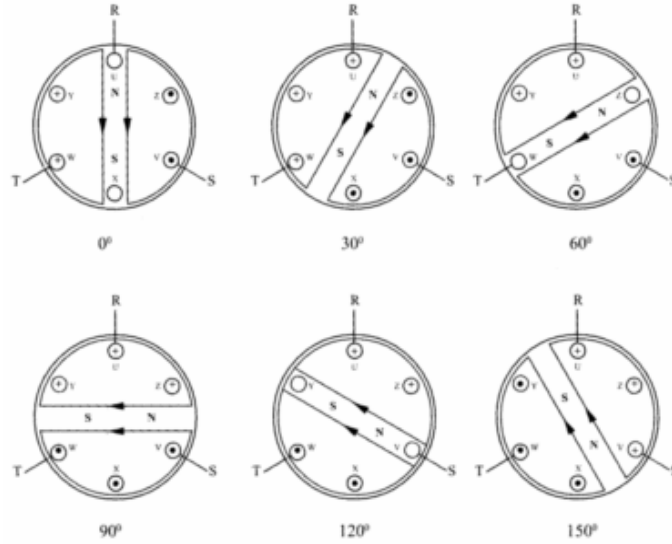
Asenkron motorlar; manyetik alan içerisinde bulunan ve içerisinde akım geçen iletkeni etkileyen kuvvet prensibine göre çalışır. Asenkron motorlarda rotor iletkenlerinden akım geçişi endüksiyon yolu ile gerçekleşir. Bu nedenle bu motorlara endüksiyon motorları da denir. Çalışma prensibi transformatörler ile hemen hemen aynıdır.

Şekil 5.1’de eğrisi verilen üç fazlı alternatif gerilim, stator oluklarına 120 derece faz farklı yerleştirilmiş üç adet bobine uygulanırsa üç fazlı döner alan meydana gelir. Stator sabit olmasına rağmen manyetik alan dönmektedir.

Resim 5.2

Asenkron motorlarda döner alan hızına **senkron hız** denir. “ $n_s$ ” ile gösterilir.

$n_s = 120f/p$  formülü ile bulunur.



Resim 5.3

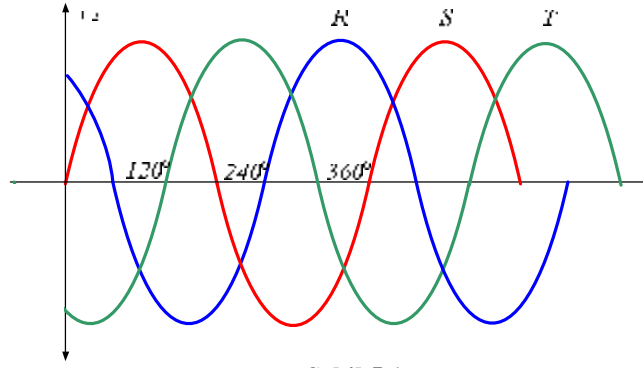
Döner manyetik alanın etkisi ile hareket eden rotorun hızına asenkron hız denir. ( $n_r$ ) ile gösterilir.



Senkron hız ile asenkron hız arasındaki farka kayma denir. Devir cinsinden kayma (n), yüzde cinsinden kayma (s) ile gösterilir.

$$n = n_s - n_r$$

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \cdot 100$$



Şekil 5.1

**Örnek:** 2 kutuplu 50 Hz frekanslı asenkron motorun senkron devrini hesaplayınız.

**Çözüm:**  $n_s = \frac{120 \cdot f}{p} = \frac{120 \cdot 50}{2} = 3000$  devir/dk.

**Örnek:** 6 kutuplu 60 Hz frekanslı asenkron motorun rotor devri 1140 d/dk. olduğuna göre devir ve yüzde cinsinden kaymayı bulunuz.

**Çözüm:**  $n_s = \frac{120 \cdot f}{p} = \frac{120 \cdot 60}{6} = 1200$  devir/dk.

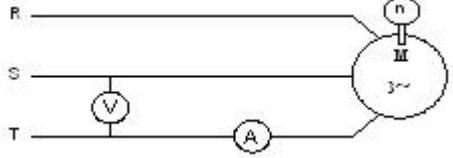

$$n = n_s - n_r = 1200 - 1140 = 60$$

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \cdot 100 = \frac{1200 - 1140}{1200} \cdot 100 = \%5$$

## UYGULAMA FAALİYETİ

### UYGULAMA FAALİYETİ-1

Üç fazlı asenkron motorun çalıştırılması ve kaymanın bulunması

İşlem Basamakları	Öneriler
 <p>Şekil 5.2</p>	
Ø Yukarıda verilen devreyi deney seti üzerinde kurunuz.	
Ø Devreye enerji veriniz.  Üç faz AC ile çalışırken çok dikkatli olunuz.	Ø Bağlantıları kontrol ediniz. Doğru olduğundan emin olduktan sonra devreye enerji veriniz.
Ø Turmetre ile rotorun devrini ölçünüz.	Ø Turmetre kullanımı ile ilgili bilgi için “Fiziksel büyüklüklerin ölçülmesi” modülüne bakınız.
Ø Asenkron motorun senkron hızını hesaplayınız.	Ø Motorun kutup sayısını öğrenmek için etiketine bakınız.
Ø Asenkron motorun devir ve yüzde cinsinden kayma değerini hesaplayınız.	

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

<b>Öğrencinin</b> Adı – Soyadı : ..... Numarası : .....	Başlama saati : ..... Bitirme saati : ..... Süre : ..... dk	
<b>AÇIKLAMA:</b> Aşağıda listelenen işlem basamaklarındaki davranışları gerçekleştirmişseniz EVET sütununa, gerçekleştirmemişseniz HAYIR kısmına X işareti koyun.		
<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
Turmetre ile rotor devrini ölçebildiniz mi?		
Asenkron motorun senkron hızını hesaplayabildiniz mi?		
Asenkron motorun yüzde cinsinden kayma değerini hesaplayabildiniz mi?		
Asenkron motorun devir cinsinden kayma değerini hesaplayabildiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Performans testi sonucu “Evet”, “Hayır” cevaplarınızı değerlendiriniz. Eksiklerinizi faaliyete dönerek tekrarlayınız. Tamamı “Evet” ise diğer öğrenme faaliyetine geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

### ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

- Elektrik motorları hangi enerjiyi hangi tür enerjiye dönüştürür?  
A) Mekanik enerjiyi elektrik enerjisine      B) Elektrik enerjisini mekanik enerjiye  
C) Mekanik enerjiyi ısı enerjisine      D) Isı enerjisini mekanik enerjiye
- Asenkron motorlar;  
I. Çalışma sırasında ark oluşturmazlar  
II.Frekans değiştirilerek devir sayısı değiştirilmez  
III.Momentleri yüksektir.  
Yukarıda verilen cümlelerden hangisi ya da hangileri doğrudur?  
A) Yalnız I      B) I ve II      C) I ve III      D) I, II ve III
- Asenkron motorlarda alternatif akımın uygulandığı sabit kısma ne denir?  
A) Rotor      B) Stator      C) Motor      D) Gövde
- Döner alanın meydana gelmesi için bobinlerin ne kadar açı farkı ile yerleştirilmesi gerekir?  
A) 180      B) 150      C) 120      D) 90
- Asenkron motorda döner alan hızına ne denir?  
A) Asenkron hız      B) Döner hız      C) Motor hız      D) Senkron hız
- 4 kutuplu 60 Hz frekanslı motorun senkron hızını bulunuz.  
A) 1200d/d      B) 1500d/d      C) 1800d/d      D) 2000d/d
- Senkron hızı 1500 d/d olan asenkron motor 1455 d/d dönmektedir. Yüzde cinsinden kayma nedir?  
A) %3      B) %4      C) %5      D) %6
- 4 kutuplu 50 Hz asenkron motor 1485 d/d dönmektedir. Devir cinsinden kaymayı bulunuz.  
A) 10 d/d      B) 15 d/d      C) 20 d/d      D) 25 d/d

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Uygulama faaliyetinde yaptığımız işlemlere göre aşağıdaki tabloyu doldurarak kendimizi değerlendirebiliriz.

<b>Öğrencinin</b> Adı – Soyadı : ..... Numarası : .....	Başlama saati : ..... Bitirme saati : ..... Süre : ..... dk	
<b>AÇIKLAMA:</b> Aşağıda listelenen işlem basamaklarındaki davranışları gerçekleştirmişseniz EVET sütununa, gerçekleştirilmemişseniz HAYIR kısmına X işareti koyun.		
<b>Değerlendirme Ölçütleri</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>
AC gerilimin maksimum değerini hesaplayabildiniz mi?		
AC gerilimin etkin değerini hesaplayabildiniz mi?		
Periyod değerini hesaplayabildiniz mi?		
Frekans değerini hesaplayabildiniz mi?		
Devre akımını ölçebildiniz mi?		
Direnç üzerindeki gerilim değerini ölçebildiniz mi?		
Bobin üzerindeki gerilim değerini ölçebildiniz mi?		
Kondansatör üzerindeki gerilim değerini ölçebildiniz mi?		
Bobinin endüktif reaktansını hesaplayabildiniz mi?		
Kondansatörün kapasitif reaktansını hesaplayabildiniz mi?		
Devrenin empedansını hesaplayabildiniz mi?		
Devre akımını hesaplayabildiniz mi?		
Direnç, bobin ve kondansatör üzerindeki gerilim değerlerini hesaplayabildiniz mi?		
Aktif gücü hesaplayabildiniz mi?		
Reaktif gücü hesaplayabildiniz mi?		
Görünür gücü hesaplayabildiniz mi?		
Güç üçgenini çizebildiniz mi?		
Güç katsayısını hesaplayabildiniz mi?		

Asenkron motoru yıldız veya üçgen bağlayabildiniz mi?		
Devre hat akımını ölçebildiniz mi?		
Hat gerilimini ölçebildiniz mi?		
Devre faz açısını ölçebildiniz mi?		
Transformatör dönüştürme oranlarını hesaplayabildiniz mi?		
Turmetre ile rotor devrini ölçebildiniz mi?		
Asenkron motorun senkron hızını hesaplayabildiniz mi?		
Asenkron motorun yüzde cinsinden kayma değerini hesaplayabildiniz mi?		
Asenkron motorun devir cinsinden kayma değerini hesaplayabildiniz mi?		

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	B
4	D
5	C
6	C
7	D
8	D

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	D
4	D
5	A
6	B
7	C
8	C
9	A

### ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

1	A
2	A
3	A
4	D
5	C
6	A
7	B
8	C

### ÖĞRENME FAALİYETİ-4 CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	C
4	C
5	A
6	B
7	D
8	C



## ÖĞRENME FAALİYETİ-5 CEVAP ANAHTARI

<b>1</b>	<b>B</b>
<b>2</b>	<b>C</b>
<b>3</b>	<b>B</b>
<b>4</b>	<b>C</b>
<b>5</b>	<b>D</b>
<b>6</b>	<b>C</b>
<b>7</b>	<b>A</b>
<b>8</b>	<b>B</b>

## KAYNAKLAR

- Ø YAZ Mehmet Ali, **Fizik 2 Elektrik**, Sürat Yayınları
- Ø OKUMUŞ Tuncer, **Elektroteknik 2**, Maki Yayın
- Ø GÜVEN M. Emin, **Elektroteknik Cilt 2**, MEB Yayınları
- Ø ÜNAL Harun, Atölye ve Laboratuvar II Bilgi İşlem Yaprakları, Tibyan Yayıncılık