

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**ENDÜSTRİYEL OTOMASYON
TEKNOLOJİLERİ**

**DEVRE ANALİZİ 2
523EO0354**

Ankara, 2011

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

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. BİR FAZLI DEVRELERDE GÜÇ	3
1.1. Omik Dirençli ve Endüktanslı Devrelerde Güç	3
1.1.1. Omik Dirençli Devrelerde Güç.....	3
1.1.2. Kondansatörlü (XC)Devrelerde Güç	5
1.1.3. Endüktanslı (X_L) Devrelerde Güç.....	8
1.2. R-L Devrelerde Güç ve Güç Katsayısı.....	10
1.2.1. Ani Güç (p).....	11
1.2.2. Aktif Güç (Efektif Güç).....	12
1.2.3. Görünür Güç	12
1.2.4. Reaktif Güç.....	12
1.2.5. Görünür, Aktif ve Reaktif Güç	13
UYGULAMA FAALİYETİ	16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	17
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	18
2. ÜÇ FAZLI DEVRELER	18
2.1. Üç Fazlı Alternatif Akım	18
2.2. Üç Fazlı Sistemde Güç.....	21
2.3. Döner Manyetik Alan ve Üç fazlı Elektrik Motoru	22
2.4. Üç Fazlı Döner Manyetik Alan.....	23
2.5. AC Motorlar.....	25
2.5.1. Üç Faz Gerilimin Karakteristikleri	25
2.5.2. Üç Faz Motor Parçaları.....	25
2.6. DC Motorlar.....	28
2.6.1. Avantajları	28
2.7. Diğer 3 Fazlı Motor Çeşitleri	28
UYGULAMA FAALİYETİ	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	30
MODÜL DEĞERLENDİRME	31
CEVAP ANAHTARLARI.....	32
KAYNAKÇA	33

AÇIKLAMALAR

KOD	523EO0354
ALAN	Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri
DAL/MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Devre Analizi - 2
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül elektrik makinalarını tanıma ve üç fazlı devrelerde akım, gerilim ve güç ölçme işlemlerini yapmaya yönelik bilgi ve becerilerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Devre Analizi - 1 modülünü tamamlamış olmak
YETERLİK	Üç fazlı sistemleri incelemek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında elektrik makinalarını doğru olarak tanıyabilecek ve üç fazlı devrelerde gerilim, akım ve güç ölçme işlemlerini hatasız olarak yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Elektrik makinalarını doğru olarak tanıyabileceksiniz. 2. Üç fazlı devrelerde gerilim, akım ve güç ölçme işlemlerini doğru olarak yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Elektronik laboratuvarı Donanım: Elektronik devre elemanları, deney bordu, güç kaynağı, multimetre, el takımları
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Devre Analizi – 2 modülü ile elektrik makinalarını tanıyıp üç fazlı devrelerde gerilim, akım ve güç ölçme işlemlerini yapabileceksiniz.

Bu modülü başarıyla tamamladığınızda elektrik ölçümleriyle ilgili işlemleri ileri düzeyde bitirmiş olacaksınız. Ayrıca faz kavramını anlayacak ve motor sürümlerinde bu modülden edindiğiniz bilgileri kullanacaksınız.

Devre Analizi - 2 modülü, üniversite öğreniminizde de yardımcı olacak bir modül olup iyi öğrenilmesinde ve anlaşılmayan konuların tekrar edilmesinde büyük yarar vardır. Ölçümlerin birçok kez tekrar edilerek yapılması ve hesaplamaların da öğretmeniniz tarafından kontrol edilmesi size kolaylık sağlayacak bir yöntemdir.

Bu modülden sonra devre analizi dersini tamamlamış olacaksınız. Öğreneceğiniz bilgiler ile üst sınıflarda yapacağınız uygulamalara hazırlık yapmış olacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Elektrik makinalarını doğru olarak tanıyabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Evimizde kullandığımız elektrikli aletlerin neler olduğunu, ne için kullanıldığını ve nasıl çalıştıklarını araştırınız

1. BİR FAZLI DEVRELERDE GÜÇ

1.1. Omik Dirençli ve Endüktanslı Devrelerde Güç

Herhangi bir elektrik devresinde güç, aynı zamandaki akım ile gerilimin çarpımından elde edilir.

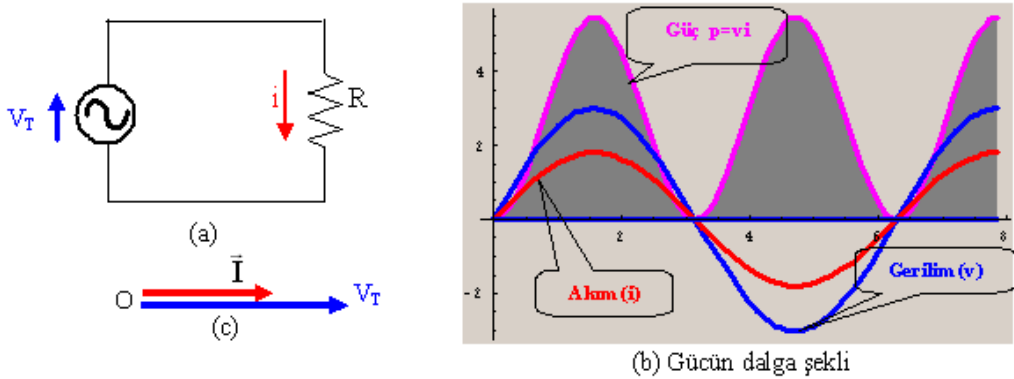
Doğru akım devrelerinde (DC), gerilim ve akım zaman ile değişmez ve herhangi bir andaki akım ve gerilimin ürettiği gücün ifadesi aşağıdaki formülle bulunur.

$$P = VI \text{ [W]}$$

Alternatif güç ise yine aynı zamanda akım ve gerilimin çarpımıdır ancak bu sürekli değişir çünkü akım ve gerilimin her ikisi de zamana bağlı olarak değişir. Gerilim ve akımın büyüklüklerine ek olarak ikisinin arasındaki faz farkı da güç üzerinde büyük etki yapar.

AC güç, bir saykıldaki ani gücün değeri olarak ifade edilir.

1.1.1. Omik Dirençli Devrelerde Güç



Şekil 1.1: Omik dirençli devre

Bir fazlı AC güç sistemleri için Şekil 1.1'deki devre göz önünde tutulur. Omik dirençli alternatif akım devrelerinde akım ile gerilim aynı fazda olduğundan doğru akım devrelerindeki gibi güç hesaplaması yapılır.

1.1.1.1. Ani Güç (p)

Akım ve gerilimin dalga şekilleri Şekil 1.1(b)'de gösterildiği gibi **aynı fazdadır**. Omik yükler için bu normaldir. Gölgelediği alan **güç** seviyesini temsil eder.

Gücün ani değeri ani akım ve gerilimin çarpımına eşittir.

$$p = vi$$

Burada:

p : Gücün ani değeri watt [W]
i : Akımın ani değeri amper [A]
v : Gerilimin ani değeri volt [V]

Burada dikkat edilmesi gereken nokta güç dalga şeklinin daima pozitif olmasıdır.

Gücün pozitif değeri, kaynağın yüke verdiği güç olarak ifade edilir.

Gücün negatif değeri, kaynağa geri dönen güç olarak ifade edilir (Dirençli devrelerde meydana gelmez.).

Dalga şekli daima pozitifdir, çünkü gerilim ve akım değerleri daima aynı pozitif veya negatif sinyale sahiptir. Bu, iki aynı işarete sahip değerlerin çarpımının daima pozitif olduğu anlamına gelir.

$$v = \sqrt{2} V \sin \omega t \text{ [V] olduğu zaman}$$

$$i = \sqrt{2} I \sin \omega t \text{ [A]}$$

Ani güç

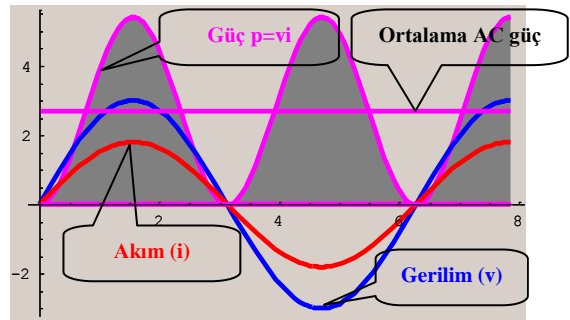
$$p = vi$$

$$= \sqrt{2} V \sin \omega t \sqrt{2} I \sin \omega t$$

$$= 2VI \sin^2 \omega t$$

$$= VI (1 - \cos 2\omega t)$$

$$= VI - VI \cos 2\omega t \text{ [W]}$$



Şekil 1.2: P Gücünün anlamı ve dalga şekli

$VI \cos 2\omega t$ sinüsoidal dalgadır ki onun açısal frekansla (ω) iki kez değişimi ve bu dalgaların maksimum değeri VI 'dir. $VI \cos 2\omega t$ 'nin ortalama değeri sıfırdır. Alternatif güç P aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$P = VI \text{ [W]}$$

Ortalama güç P bu devrede AC'nin etkin değeri, aynı büyüklükteki DC akımın etkisini gösterdiği zamanki gücün değeridir.

Ortalama Güç (P_{avg} veya P)

Akım ve gerilim dalga şekli aynı fazda oldukları zaman ortalama güç RMS gerilim ile RMS akım çarpımına eşittir:

$$P_{avg} = V_{RMS} \times I_{RMS} \text{ [W]}$$

Bu eşitliği daha basit şekilde yazarsak:

$$P = VI \text{ [W]}$$

Devrenin ortalama güç tüketimi akım ve gerilimin ortalama değerlerinin çarpımıdır.

AC güç eşitliği aşağıdaki değişimleri de kapsar:

$$I = P / V \text{ [A]}$$

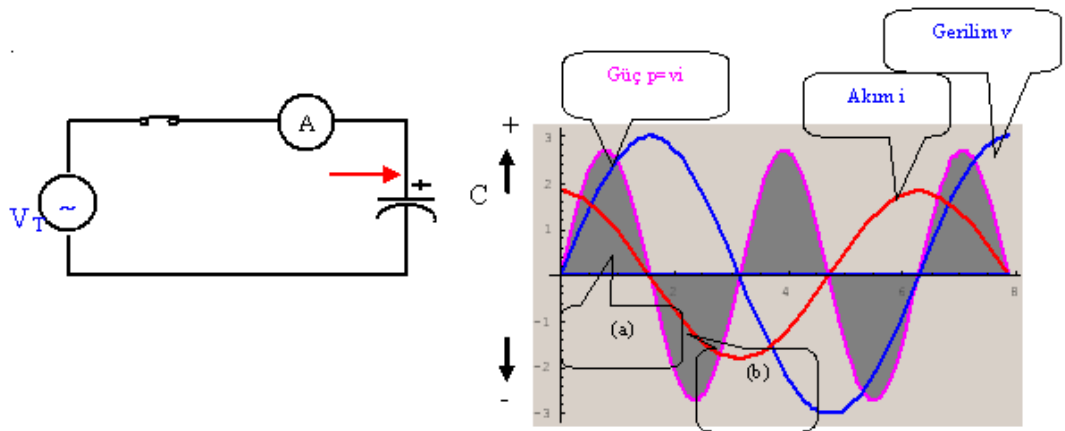
$$V = P / I \text{ [V]}$$

$$P = I^2R = V^2 / R \text{ [W]}$$

1.1.2. Kondansatörlü (XC)Devrelerde Güç

Mukayese için saf kapasitif yüklü basit AC devreyi göz önüne alalım:

Bir AC devrede, kondansatör gücü sıra ile bir üzerine alır, bir devreye geri gönderir. AC devrede güç dielektrik materyal içinde elektrostatik güç olarak depo edilir ve sonradan devreye geri döner.



Şekil 1.3: XC devreler

v veya i'nin sıfır olduğu noktalarda p de sıfırdır. i ve v pozitif olduğu zaman p de pozitifdir. İkisinden biri negatif olduğu zaman p negatif olmaktadır. v ve i'nin her ikisinin de negatif olması durumunda p pozitifdir.

Şekilde de görüldüğü gibi güç sinüsoidal olarak devam etmektedir. Şekildeki gri gölgeli alan gücün nasıl absorbe edildiğini ve devreye nasıl geri döndürüldüğünü göstermektedir. Şekil 1.3'te (+ seviye) yatay ekseninin üstünde kalan (a ile gösterilen) gri alan kondansatör tarafından absorbe edilen gücü, eksenin altında kalan (b ile gösterilen) gri alan ise kondansatörden kaynağa döndürülen gücü göstermektedir.

Enerji olarak güç sırasıyla absorbe edilmekte ve kaynağa geri döndürülmektedir yani akım veya gerilimin frekansına göre güç, iki kez yükselip alçalmaktadır (Artı veya eksi maksimum noktaya ulaşmaktadır.). Kondansatörler aldığı gücü tekrar devreye iade ettiğinden ortalama güç sıfırdır.

1.1.2.1. Ani Güç (p)

v ani geriliminin ve i ani akımının çarpımı p ani gücünü verir.

$$v = \sqrt{2} V \sin \omega t \text{ [V] olduğunda}$$

$$i = \sqrt{2} I \sin (\omega t + \phi / 2) \text{ [A]}$$

Ani güç

$$p = vi$$

$$= \sqrt{2} V \sin \omega t \sqrt{2} I \sin (\omega t + \phi / 2)$$

$$= 2VI \sin \omega t \sin (\omega t + \phi / 2)$$

$$= 2VI \sin \omega t \cos \omega t$$

$$= VI \sin 2\omega t \text{ [W]}$$

$\begin{aligned} \sin (\omega t + \phi / 2) &= \cos \omega t \\ \sin \omega t \cos \omega t &= 1/2 \{ \sin (\omega t + \omega t) + \sin (\omega t - \omega t) \} \\ &= 1/2 (\sin 2\omega t) \end{aligned}$
--

Sinüsoidal dalga ile gösterilen bu eşitlik, iki kez ω açısal hız ile değişir ve onun maksimum değeri VI 'dir. $VI \sin 2\omega t$ nin ortalaması sıfırdır ve alternatif güç P 'nin ifadesi aşağıdaki gibidir.

$$P = 0 \text{ [W]}$$

1.1.2.2. Aktif Güç (PA) (Ptrue)

Şekil 2-84 (c) gösterilen devre kapasitif (X_c) bir devre özelliğine sahiptir ve $1\phi/2$ faz farkı vardır. Bundan dolayı ani güç, akım veya gerilimin periyodunun $1/4$ 'ü aralıklarında pozitif ve negatif bölge arasında değişir. Pozitif ve negatif değerler büyüklük olarak birbirlerine eşittir. Kondansatör tarafından saykılının pozitif kısmı süresince depo edilen bütün enerji, negatif kısım süresince kaynağa geri döndürülür. Bu en idealidir. Saf kapasitif devrede güç dağılımı sıfırdır.

Akım ve gerilim Şekil 2-84 (c) de 90° faz farklıdır.

$$P = VI \cos \theta = VI \times 0 = 0 \text{ [W]}$$

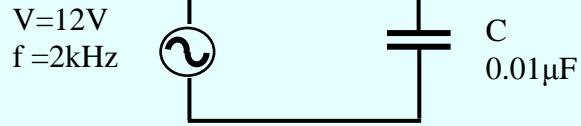
1.1.2.3. Reaktif Güç (Pr)

Bir kondansatörde depo edilen veya geri döndürülen enerji oranı “Var” (volt-amper-reaktif) birimi ile Pr reaktif güç olarak isimlendirilir. Reaktif güç miktarı sıfırdan farklıdır çünkü zamanın herhangi bir anında kondansatör, kaynaktan enerji alır veya enerji verir.

AC güç eşitliğinin değişimi:

$$\left. \begin{aligned} P_r &= V_{rms} I_{rms} \\ P_r &= \frac{V_{rms}^2}{X_C} \\ P_r &= I_{rms}^2 X_C \end{aligned} \right\} \quad (2-100)$$

Örnek 1: Aktif gücü ve reaktif gücü hesaplayınız.



Çözüm :

Aktif güç P_A daima ideal kondansatörler için sıfırdır.

$$P_{true} = 0 \text{ W}$$

Reaktif güç kapasitif reaktans ile belirlenir ve eşitlik (2-100) kullanılır.

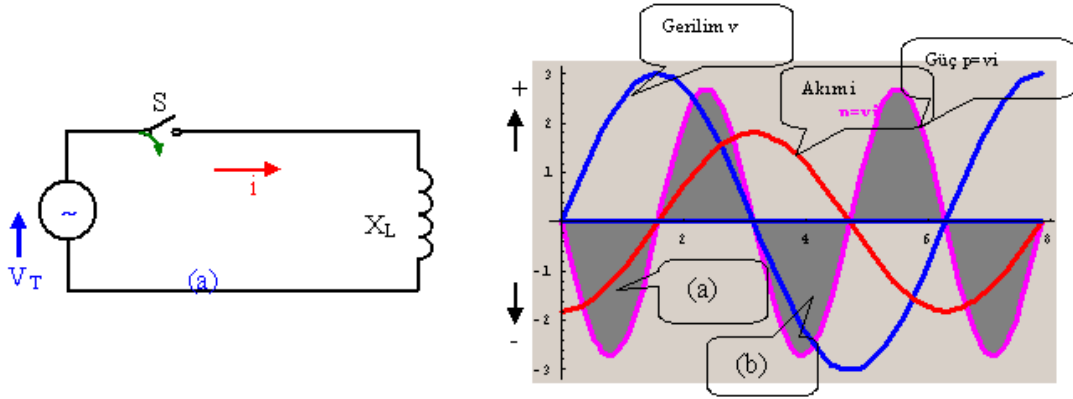
$$X_C = 1 / (2\pi fC) = \frac{1}{2\pi \times 2 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6}} = 7.96 \text{ k}\Omega$$

$$P_r = \frac{V_{rms}^2}{X_C} = \frac{12^2}{7.96 \text{ k}\Omega} = 18.1 \text{ mVar}$$

1.1.3. Endüktanslı (X_L) Devrelerde Güç

Karşılaştırma için saf endüktif yüklü bir AC devreyi göz önüne alalım:

Bir AC devrede bobin, gücü sırasıyla absorbe eder ve kaynağa geri döndürür. Manyetik kuvvet çizgileri oluşturmak için kullanılan AC güç sonradan manyetik alan hareketi olarak devreye geri döndürülür.



Şekil 1.4: X_L devreleri

Saf endüktif devrelerde güç dağılımı sıfırdır.

Bobin, uygulanan AC gerilimin bir saykılının bir çeyreğinde gücü absorbe eder ve onu tekrar sonraki çeyrekte devreye döndürür.

v ve i 'nin sıfır noktalarında p de sıfırdır. v veya i 'nin her ikisinin de pozitif olması durumunda p pozitifdir. v veya i 'den herhangi birisinin negatif veya pozitif olması durumunda p negatifdir.

Her ikisinin de negatif olması durumunda p pozitifdir. Güç sinüsoidal dalga olarak devam eder. Şekil 1.4'te (b) deki gri gölgeli alanlar gücün nasıl absorbe edildiğini ve devreye nasıl geri döndürüldüğünü göstermektedir. (+ seviye) yatay ekseninin üstünde kalan (a ile gösterilen) gri alan bobin tarafından absorbe edilen gücü, eksenin altında kalan (b ile gösterilen) gri alan ise bobinden kaynağa döndürülen gücü göstermektedir.

Saf endüktif devrelerde, bobinin manyetik alanı tarafından absorbe edilen güç miktarı, bobinden kaynağa döndürülen güç değerine eşittir. Dolayısıyla toplam güç sıfırdır. Yani bobin güç harcamaz.

Enerji olarak güç sırasıyla absorbe edilmekte ve kaynağa geri döndürülmektedir. Yani akım veya gerilimin frekansına göre güç iki kez yükselip alçalmaktadır (Artı veya eksi maksimum noktaya ulaşmaktadır.).

1.1.3.1. Ani Güç (p)

Ani gerilim (v) ve ani akımın (i) çarpımları ani gücü (p) verir.

$$v = \sqrt{2} V \sin \omega t \text{ [V] olduğunda}$$

$$i = \sqrt{2} I \sin (\omega t - \phi / 2) \text{ [A]}$$

Ani güç

$$p = vi$$

$$= \sqrt{2} V \sin \omega t \sqrt{2} I \sin (\omega t - \phi / 2)$$

$$= 2VI \sin \omega t \sin (\omega t - \phi / 2)$$

$$= -2VI \sin \omega t \cos \omega t$$

$$= -VI \sin 2\omega t \text{ [W]}$$

$$\begin{aligned} \sin (\omega t - \phi / 2) &= -\cos \omega t \\ \sin \omega t \cos \omega t & \\ &= 1/2 \{ \sin (\omega t + \omega t) + \sin (\omega t - \omega t) \} \\ &= 1/2 (\sin 2\omega t) \end{aligned}$$

Sinüsoidal dalga ile gösterilen bu eşitlik iki kez ω açısal hız ile değişir ve onun maksimum değeri VI 'dir. $VI \sin 2\omega t$ nin ortalaması sıfırdır ve alternatif güç P 'nin ifadesi aşağıdaki gibidir.

$$P = 0 \text{ [W]}$$

1.1.3.2. Aktif Güç (PA) (Ptrue)

Şekil 2-87 (c) de gösterilen devre endüktif (XL) bir devre özelliğine sahiptir ve $\phi/2$ faz farkı vardır. Bundan dolayı ani güç, akım veya gerilimin periyodunun $1/4$ 'ü aralıklarında pozitif ve negatif bölge arasında değişir. Pozitif ve negatif değerler büyüklük olarak birbirlerine eşittir. Bobin tarafından güç saykılıının pozitif kısmı süresince depo edilen bütün enerjinin negatif kısım süresince kaynağa geri döndürülmesi ideal olanıdır. Bobinde ısıya dönüşen enerji yoktur, bu nedenle aktif güç sıfırdır. Saf endüktif devrede güç dağılımı sıfırdır. Akım ve gerilim 90° faz farklıdır ve güç P ise;

$$P = VI \cos \theta = VI \times 0 = 0 \text{ [W] dır.}$$

1.1.3.3. Reaktif Güç (Pr)

Bir bobinde depo edilen veya geri döndürülen enerji oranı “Var” (volt-amper-reaktif) birimi ile P_r reaktif güç olarak isimlendirilir. Reaktif güç miktarı sıfırdan farklıdır çünkü zamanın herhangi bir anında bobin gerçekte kaynaktan enerji alır veya enerji verir.

AC güç eşitliğinin değişimi:

$$P_r = V_{rms} I_{rms}$$

$$P_r = \frac{V_{rms}^2}{X_C}$$

$$P_r = I_{rms}^2 X_L$$

(2-104)

Örnek 2: 20 kHz'lik ve 24 Vrms voltluk bir gerilim, sargı rezistansı 5 Ω ve endüktansı 1 mH olan devreye uygulanıyor. Reaktif (P_r) ve aktif (P_{true}) gücü bulunuz.

Çözüm:

Endüktif reaktans:

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 20 \times 10^3 \times 1 \times 10^{-3} \cong 126 \Omega$$

Akım:

$$I = \frac{V_s}{X_L} = \frac{24}{126} = 0.19A$$

Reaktif güç:

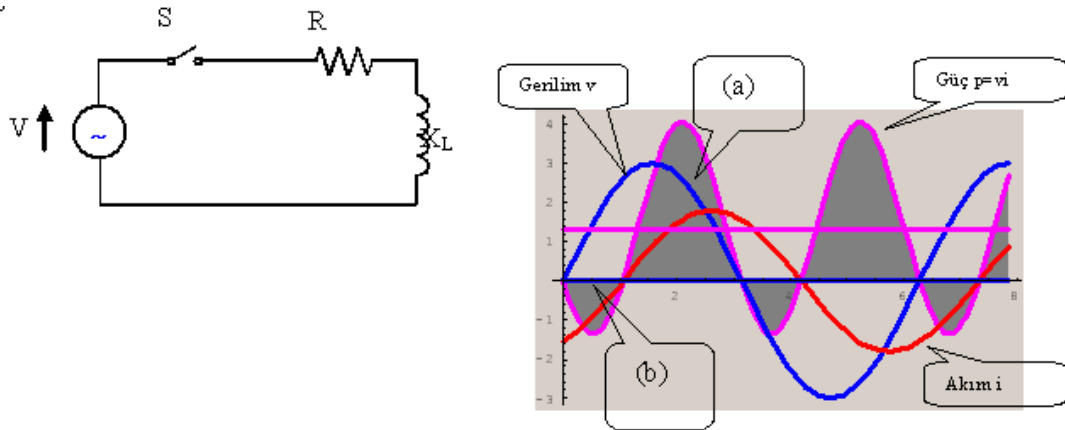
$$P_r = I^2 X_L = 0.19^2 \times 126 = 4.5 \text{ Var}$$

Aktif güç:

$$P_{tre} = I^2 R_w = 0.19^2 \times 5 = 0.18 \text{ W}$$

1.2. R-L Devrelerde Güç ve Güç Katsayısı

Endüktanslı ve dirençli yüklerden meydana gelen AC devreyi göz önüne alırsak Şekil 1.5'te gösterildiği gibi bir AC devrede akım (I) gerilimden (V) genel olarak θ kadar geridedir.



Şekil 1.5: R- X_L devreler

Bir R-L devrede, bobin sırasıyla gücü absorbe eder ve devreye geri döndürür fakat direnç için aynı şeyleri söyleyemeyiz. Direnç devreden gücü absorbe eder fakat kesinlikle geri döndürmez. Burada gösterilen dalga şekilleri toplam gücü, akımı ve gerilimi ifade eder.

Diyagramdaki gri gölgeli alan, gücün nasıl absorbe edildiğini ve devreye nasıl geri döndürüldüğünü göstermektedir.

Referans çizgisinin üstündeki (+ seviye) gri (a) alan, bobin tarafından absorbe edilen gücü, referans çizgisinin altındaki (- seviye) gri (b) alan, devreye geri döndürülen gücü gösterir.

Bu devrede devre akımı geriliminden θ açısı kadar geride ise böyle devrelere endüktif devre adı verilir. Akım ile gerilim arasındaki açının cosinüsü devrenin güç katsayısı olduğundan endüktif devreler geri güç katsayılı devrelerdir.

1.2.1. Ani Güç (p)

Ani gerilim (v) ve ani akımın (i) çarpımı ani güç p'yi verir.

$$v = \sqrt{2} V \sin \omega t \text{ [V] olduğunda}$$

$$i = \sqrt{2} I \sin (\omega t - \theta) \text{ [A]}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{\omega L}{R} \text{ dir.}$$

$$\begin{aligned} & \sin \omega t \sin (\omega t - \theta) \\ &= 1/2[\cos\{\omega t - (\omega t - \theta)\} \\ & \quad - \cos\{\omega t + (\omega t - \theta)\}] \\ &= 1/2[\cos\theta - \cos(2\omega t - \theta)] \end{aligned}$$

Ani güç:

$$p = vi$$

$$= \sqrt{2} V \sin \omega t \sqrt{2} I \sin (\omega t - \theta)$$

$$= 2VI \sin \omega t \sin (\omega t - \theta)$$

$$= VI \{\cos \theta - \cos (2\omega t - \theta)\}$$

$$= VI \cos \theta - VI \sin (2\omega t - \theta) \text{ [W]}$$

(2-105)

Bu eşitlikte, $VI \cos \theta$ sabittir.

$VI \sin (2\omega t - \theta)$ ile gösterilen sinüsoidal dalga, açısal frekans ω ile iki kez değişir ve maksimum değeri VI 'dir. $VI \sin (2\omega t - \theta)$ nin ortalaması sıfırdır. Alternatif güç P ise

$P = VI \cos \theta$ [W]şeklindedir.

Bu güç elde edilebilir bir güç yani aktif bir güçtür.

Eşitlik (2-106) daki **$\cos \theta$** güç katsayısıdır.

Güç katsayısı

$$\text{Güç katsayısı} = \cos \theta = \frac{P}{VI} = \frac{\text{Aktif Güç}}{\text{Görünür Güç}} \text{ veya } \frac{P}{VI} \times 100 \text{ [\%]}$$

Alternatif akım devrelerinde devre akımı ile gerilimi arasındaki açının kosinüsüne ($\cos\theta$) güç katsayısı ya da güç faktörü, sinüsüne ($\sin\theta$) reaktif güç katsayısı ya da reaktif güç faktörü denir.

Güç katsayısı saf omik devreler için 1'e eşittir. İleri güç katsayısı (akım gerilimden ileride) ve geri güç katsayısı (akım gerilimden geride) devrelerin karakteristiklerini ifade etmek için sıklıkla kullanılır.

1.2.2. Aktif Güç (Efektif Güç)

Aktif güçte direnç ve bobin tarafından absorbe edilen güç ve bir o kadar da bobinin devreye geri döndürdüğü güç göz önünde bulundurulur. R-L devrelerde iki yol vardır.

- Aktif güç dirençten geçen akım ile direnç üzerinde düşen gerilimin çarpımı sonucu bulunabilir.

$$\begin{aligned} P &= V_R I \text{ [W]} \\ P &= I^2 R \text{ [W]} \end{aligned}$$

}

P : aktif güç watt [W]
V_R : dirençte düşen gerilim volt [V]
I : dirençten geçen akım amper [A]
R : direnç ohm [Ω]

- Aktif güç aşağıdaki formülle de bulunabilir.

$$P = VI \cos \theta \text{ [W]}$$

1.2.3. Görünür Güç

Bir AC devrede faz farkı göz önüne alınmadan bulunan devrenin toplam gücü "görünür güç"ü verir. $P_a = V_T I_T \text{ [VA]}$

P_a : görünür güç volt-amper [VA]
V_T : devre gerilimi volt [V]
I_T : devre akımı ampere [A]

1.2.4. Reaktif Güç

Bir bobindeki reaktif güç aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$P_r = I_{\text{rms}}^2 X_L \text{ [Var]}$$

1.2.5. Görünür, Aktif ve Reaktif Güç

Şayet akım ve gerilim arasında faz farkı var ise gerçekte tüketilen güç, akım ve gerilimin aktif değerinin ürettiği güçten daha düşüktür. AC devrenin gücü I akımının ve V geriliminin güç katsayısı $\cos \theta$ ile çarpımıdır. Bu nedenle güç, faz farkına bağlıdır.

1.2.5.1. Görünür Güç

Akım ve gerilimin kendi etkin değerlerinin çarpımı **görünür güç** olarak isimlendirilir, P_a ile gösterilir.

$$P_a = VI \text{ [VA]}$$

Birimi ise volt-amper [VA], veya kilovolt-amper [kVA]dir.

1.2.5.2. Aktif Güç (Etkin veya Efektif Güç)

Aktif ve reaktif bileşenlerden gerilim ile aynı fazda olan $I \cos \theta$; efektif akım (veya akımın efektif bileşeni) bileşenidir ve gerilim ile efektif akımın çarpımı efektif güçtür. P ile gösterilir, birimi watt[W]tır.

$$P = VI \cos \theta \text{ [W]}$$

1.2.5.3. Reaktif Güç (P_r)

Akımın V gerilimine dik açılı bileşeni, $I \sin \theta$, reaktif akım (veya akımın reaktif bileşeni) olarak isimlendirilir. Reaktif akım ile gerilimin çarpımı reaktif güç olarak isimlendirilir, P_r ile gösterilir.

$$P_r = VI \sin \theta \text{ [Var]}$$

Onun birimi olarak “Var” veya kilovar [kvar] kullanılır. Aktif, reaktif ve görünür güç ile ilgili empedans, reaktans ve omik direnci de içine alan değişik güç eşitlikleri vardır.

$$\text{Görünür güç } P_a = VI = I^2 Z \text{ [VA]} \quad (2-113)$$

$$\text{Aktif güç } P = VI \cos \theta = I^2 Z \times \frac{R}{Z} = I^2 R \text{ [W]}$$

$$\text{Reaktif güç } P_r = VI \sin \theta = I^2 Z \frac{X}{Z} = I^2 X \text{ [Var]}$$

Z: Empedans [Ω]

R: Rezistans [Ω]

X: Reaktans [Ω]

$$\left. \begin{aligned} \cos \theta &= \frac{P}{P_a} = \frac{R}{Z} \\ \sin \theta &= \frac{P_r}{P_a} = \frac{X}{Z} \end{aligned} \right\}$$

Bu üç tip gücü (aktif, reaktif ve görünür) trigonometrik şekiller ile de açıklayabiliriz ki biz bunu güç üçgeni olarak isimlendirebiliriz.

Kullanılan trigonometrik kurallar ile herhangi bir gücün verilen iki kısmının uzunluğu yardımı ile veya bir kenar ve açı yardımı ile diğer kenarın uzunluğu bulunabilir. Üç tip güç trigonometrik olarak birbirleri ile ilişkilidir. Dik üçgende, P = bitişik dik kenar, P_r = karşı dikkenar ve P_a = hipotenüs uzunluğudur. Karşı açı devrenin empedansının (Z) faz açısına eşittir.

P_a , P ve P_r bağlı olarak aralarındaki ilişki

$$P_a = \sqrt{P^2 + P_r^2}$$

Burada

$$\left. \begin{aligned} \sin^2 \theta + \cos^2 \theta &= 1 \\ \sin \theta &= \sqrt{1 - \cos^2 \theta} \\ \cos \theta &= \sqrt{1 - \sin^2 \theta} \text{ dir.} \end{aligned} \right\} \quad (2-118)$$

Örnek 3: R-C seri devrede güç katsayısını ve aktif gücü bulunuz ve güç üçgenini çiziniz.



Çözüm :

Faz açısı ve kapasitif reaktans hesaplanır.

$$X_C = 1 / (2\pi fC) = \frac{1}{2\pi \times 20 \times 10^3 \times 0.047 \times 10^{-6}} = 1693 \Omega = 1.69 \text{ k}\Omega$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{X_C}{R} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{1.69}{2} \right) = 40.2^\circ$$

Güç katsayısı:

$$\text{PF} = \cos \theta = \cos 40.2^\circ = 0.764$$

Empedans:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{2^2 + 1.69^2} = 2.62 \text{ k}\Omega$$

Bu nedenle akım:

$$I = \frac{V_S}{Z} = \frac{24}{2.62 \times 10^3} = 9.16 \times 10^{-3} \text{ A} = 9.16 \text{ mA}$$

Aktif güç:

$$P = V_S I \cos \theta = 24 \times 9.16 \times 10^{-3} \times 0.764 \cong 168 \text{ mW}$$

Görünür güç:

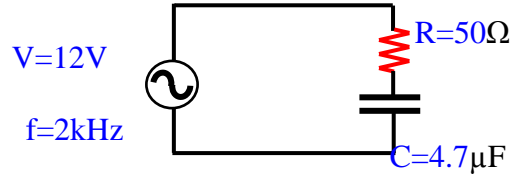
$$P_a = V_S I = 24 \times 9.16 \times 10^{-3} \cong 219.8 \text{ mVA}$$

Reaktif güç:

$$P_r = V_S I \sin \theta = 24 \times 9.16 \times 10^{-3} \times \sin 40.2^\circ \cong 141.9 \text{ mVar}$$

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem basamaklarında belirtilen adımları izleyerek uygulama faaliyetini yapınız. Bu uygulama faaliyeti ile RLC devreleri doğru olarak yapabileceksiniz.



İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Şekil 1.6'daki devreyi kurunuz.	➤ Bağlantı için zil teli kullanınız.
➤ AC güç kaynağı ile devreye gerilim uygulayınız.	
➤ Osilaskop bağlayınız.	
➤ Direncin ve kondansatörün uçlarındaki gerilimleri osilaskop ile ölçünüz. Aynı ölçümü multimetre ile de yapınız.	
➤ Sonuçları bir rapor hâlinde hazırlayınız.	➤ Sonuç raporunda devrenin kurulum aşamasını, çalışmasını ve devrede kullanılan malzemeleri açıklayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin sonunda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Ani güç ani akım ve ani gerilimin çarpımıyla bulunur.
2. () Saf kapasitif devrede güç dağılımı sonsuzdur.
3. () Saf endüktif devrelerde güç dağılımı sıfırdır.
4. () Saf endüktif devrelerde toplam güç sıfırdır.
5. () Güç katsayısı saf omik devreler için sonsuzdur.

DEĞERLENDİRME

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Üç fazlı devrelerde gerilim, akım ve güç ölçme işlemlerini doğru olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Üç fazlı devrelerin nerelerde kullanıldığını araştırınız.

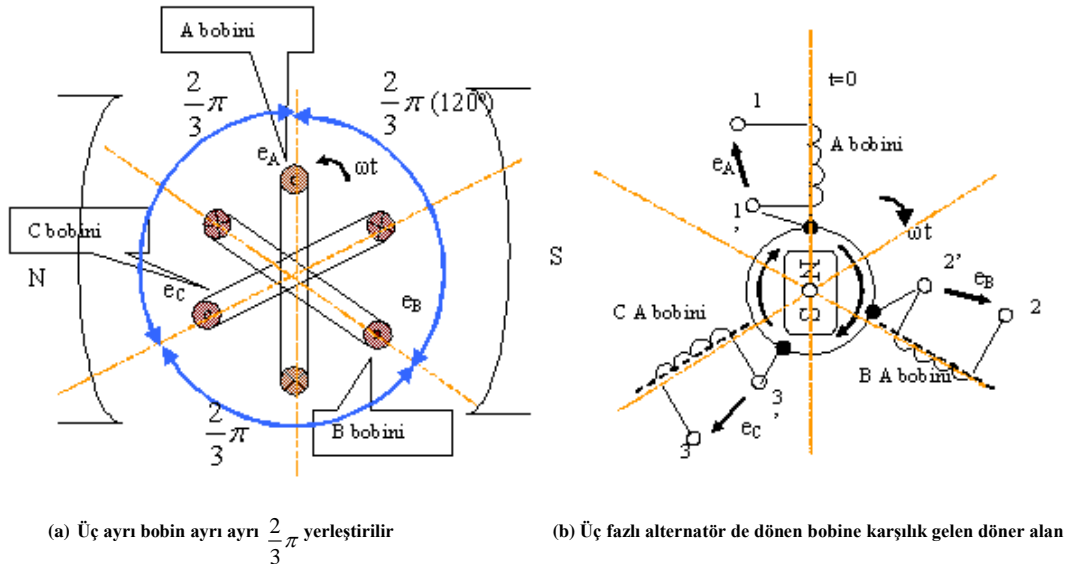
2. ÜÇ FAZLI DEVRELER

Üç faz, endüstrileşmiş ülkelerde elektrik güç iletim metodudur.

Santrallerde jeneratörler mekanik gücü elektromanyetik bobinler vasıtası ile alternatif elektrik akımına dönüştürür. Akım sinüsoydaldır ve frekansları sabittir fakat faz farklıdır. Üç fazlı sistemde fazlar birbirine eşit ve her biri diğerinden $2/3$ [rad] faz farklıdır (120°). Frekans genel olarak Avrupa'da 50Hz ve Amerika'da 60Hz'dir.

2.1. Üç Fazlı Alternatif Akım

Etrafında ayarlanmış bobinler bulunan jeneratör rotoru, sabit hızda (ω [rad/s]) döndürüldüğü zaman bobin içinde aynı frekansta fakat farklı fazda elektromotor kuvvet oluşur. Bu alternatif akım çok fazlı alternatif akım olarak isimlendirilir.



Şekil 2.1: Üç fazlı AC jeneratör elektromotor kuvveti ve prensipleri

Şekil 2.1'deki üç bobin A, B, ve C N ve S kutupları arasındaki alana her biri diğerinden 120° farkla yerleştirilir, açısal hız ω [rads] ile saat ibresi yönünde döndürülür. Bu bobinlerde sinüsoydal elektromotor kuvvet e_A , e_B , ve e_C üretilir. Onlar aynı etkiye, değere ve faz farkına (120°) sahiptir.

$$e_a = \sqrt{2} E \sin \omega t \text{ [V]}$$

$$e_b = \sqrt{2} E \sin (\omega t - 2\pi / 3) \text{ [V]}$$

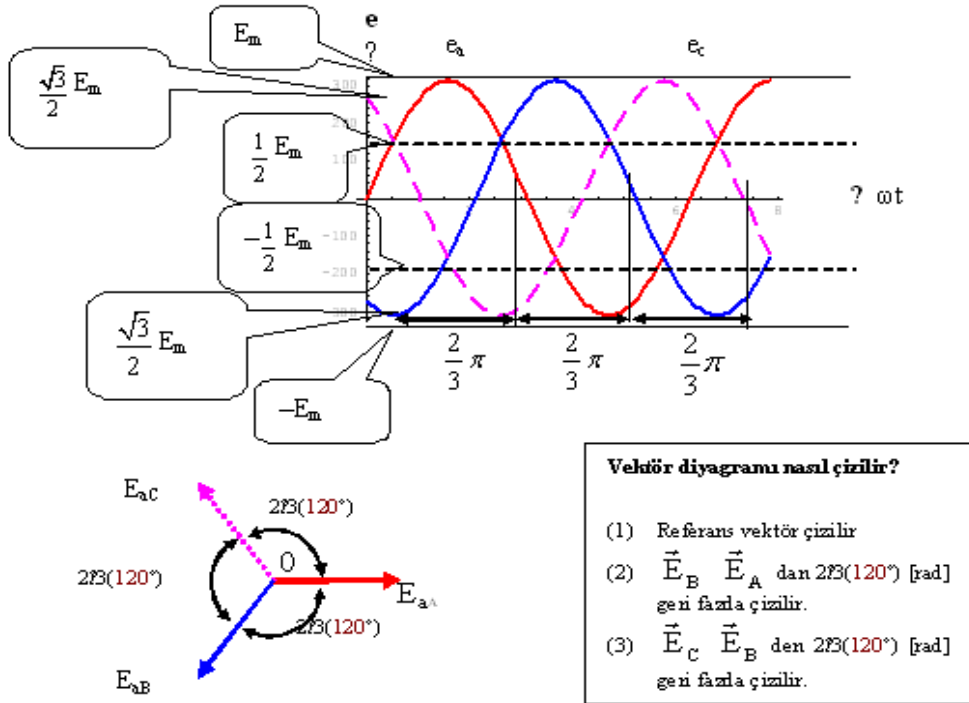
$$e_c = \sqrt{2} E \sin (\omega t - 4\pi / 3) \text{ [V]}$$

Şekil 2.2 (a) ve (b) e_A , e_B , ve e_C değerlerinin dalga şekillerini ve vektörlerini göstermektedir.

Bu nedenle üç elektromotor kuvvet büyüklükte birbirlerine eşit fakat her biri diğerinden 120° ($2\pi / 3$ [rad]) faz farklıdır ki bunlar **üç faz elektromotor kuvvet** veya kısaca **elektromotor kuvvet** olarak isimlendirilir. E_A , E_B ve E_C , R-fazı, S-fazı ve T-fazı elektromotor kuvveti olarak isimlendirilir.

Her fazın emk'si üç fazın arasında dengelenir. Şayet fazlardan (A, B, ve C) her biri diğerinden geride ise **faz sırası** veya **faz dönüşü** olarak isimlendirilir.

$$e_a + e_b + e_c = 0$$



$$\dot{E}_a = E \angle 0 \text{ [V]} \text{ (referans vektör)}$$

Şekil 2.2. Üç fazlı elektromotor kuvvet vektör diyagramı ve dalga şekli

$$\dot{E}_b = E \angle - (2/3) \square = E \left(-\frac{1}{2} - j \frac{\sqrt{3}}{2} \right) [\text{V}]$$

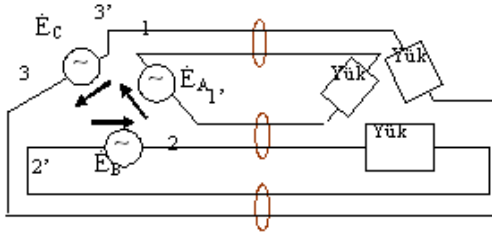
$$\dot{E}_c = E \angle - (4/3) \square = E \left(-\frac{1}{2} + j \frac{\sqrt{3}}{2} \right) [\text{V}]$$

$$\dot{E}_a + \dot{E}_b + \dot{E}_c = 0$$

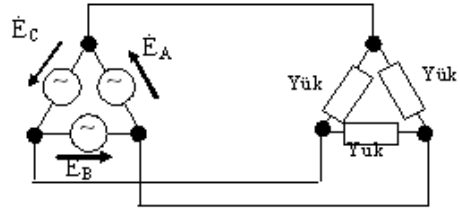
Şekil 2.1(b)'de, bobin ve alan kutupları her durumda yenilenir ve bir durumu gösteren her bobin sonu bir diğeriyle bağlanır.

Bu durum döner alan olarak isimlendirilir.

Üç fazlı alternatif, akım birbirinden bağımsız üç fazlı alternatif akımın birleştirilmiş hâli olarak düşünülür. Şayet bir fazlı yük, bobinin iki ucu arasında Şekil 2.3 (a)'daki gibi bağlanır ise her faz bir fazlı alternatif akım olarak kullanılabilir. Diğer bir anlayışla Şekil 2.3 (b)'deki gibi bir bağlantı gerçekleştirilir ise hem iletken sayısından tasarruf edilir hem de üç faz karakteristik özellikleri görülür. Bu durum üç fazlı AC devre olarak isimlendirilir.



(a) Düzensiz tek fazlı sistem



(b) Tipik üç fazlı sistem

Şekil 2.3: Üç faz güç kaynağının başlıca kullanımı

- İki kutuplu generatör

Rotor bir dönme (bir tur 2π) yaptığı zaman elektromotor kuvvetin bir saykılını üretir. Elektrik açısı geometrik açıya eşittir.

- Bobin kutup alanlarını geçtiği zaman üzerinde indüklenen EMK sıfırdır. Bu durumdaki bobin referans faz olarak seçilir.
- Öncelikle referans faz bobinine faz A diyelim. İndüklenen emk'nin dalga şekli sinüsoydal olur ve bu sinüsoydal dalga; Y ekseninde, gerilimin değeri X ekseninde ise gerilimin faz açısı olarak çizmeye başlanır. Çizilen bu dalga şekli referans fazın özelliklerini ifade eder.

Diğer iki faz dönme eksenini ile aynı daire, çevresinin üzerinde $3'$ e bölünerek ayarlanır.

B fazının bobini A fazından dönme yönüne göre $2\pi/3(120^\circ)$ mesafede bir pozisyonadadır. Emk dalga şeklinin bu dönemindeki B fazı A fazından $2\pi/3(120^\circ)$ kadar geridedir. Aynı durum C fazı için de geçerlidir ki C fazı B fazından $2\pi/3$ [rad] (120°) kadar geridedir.

- Üç faz alfabetik karakterler ile gösterilir. Bunlar A-B-C, R-S-T, U-V-W veya X-Y-Z'dir. Birinci karakter birinci, yani referans faza işaret eder. İkinci karakter ile ifade edilen faz; referans fazdan $2\pi/3$ [rad] (120°) geride, üçüncü karakter ile ifade edilen üçüncü faz da $4\pi/3$ [rad] (240°) kadar geridedir.

Faz sırası normal devirler için A-B-C ile ifade edilir. A-C-B ise ters dönüş yönünü gösterir. Bu nedenle geri dönüş yaptırmak istediğimizde B ve C fazının uçlarını yer değiştirmeliyiz. Bu sırada faz sırası rotor dönüşü için de kullanılabilir. B-C-A ve C-A-B şeklindeki bağlantılarda ise dönüş yönlerinde bir değişiklik olmayacaktır. Çünkü dönüş yönünü değiştirmek istediğimizde üç fazdan iki fazın yerini değiştirmeliyiz.

2.2. Üç Fazlı Sistemde Güç

Hat akımı ve faz gerilimi arasındaki faz farkı θ , her faz için yük empedansı tarafından belirlenir. Yük empedansı Z , $R + jX$ olduğu zaman faz farkı ifadesi aşağıdaki gibidir.

$$\theta = \tan^{-1} \frac{X}{R}$$

Dengeli üç fazlı devrede toplam güç tüketimi P [W] her faz için yük tarafından tüketilen güçler tüketiminin toplamıdır. Bu nedenle;

$$P = V_A I_A \cos \theta_A + V_B I_B \cos \theta_B + V_C I_C \cos \theta_C \text{ dir.}$$

Burada;

$$\begin{aligned} V_A &= V_B = V_C = V_p \\ I_A &= I_B = I_C = I_p \\ \cos \theta_A &= \cos \theta_B = \cos \theta_C = \cos \theta \text{ dir.} \end{aligned}$$

Eşitlik (5-15) bir fazın açısını gösterir ve gücün ifadesi ise;

$$P = 3V_p I_p \cos \theta \text{ [W] dir.}$$

Şayet üç fazlı güç P hat gerilimleri V_ℓ ve hat akımları I_ℓ ile ifade edilir ise;

$$P = 3V_p I_p \cos \theta = \frac{V_\ell}{\sqrt{3}} I_\ell \cos \theta \text{ [W]}$$

$$P = \sqrt{3} V_\ell I_\ell \cos \theta \text{ [W]}$$

Üç fazlı reaktif güç P_r ifadesi:

$$P_r = \sqrt{3} V_{\ell} I_{\ell} \sin \theta [Var]$$

Üç fazlı görünür güç:

$$P_a = \sqrt{3} V_{\ell} I_{\ell} [VA]$$

Kilo olarak birimi:

$$kW = \frac{\sqrt{3} V_{\ell} I_{\ell} \cos \theta}{1000}$$

$$kVA = \frac{\sqrt{3} V_{\ell} I_{\ell}}{1000}$$

Dengeli üç fazlı Y- bağlı sistemin güç katsayısı, aynı zamanda bobin güç katsayısının ifadesi ve eşitliği

$$PF = \cos \theta = \frac{P}{VA} \quad \text{şeklindedir.}$$

Burada θ faz akımı ve faz gerilimi arasındaki açıdır.

$$PF = \cos \theta = \frac{P}{\sqrt{3} V_{\ell} I_{\ell}}$$

2.3. Döner Manyetik Alan ve Üç fazlı Elektrik Motoru

Döner manyetik alan prensibi AC motorlar için temel prensiptir. Senkron ve indüksiyon tip motorlar, rotorlarının kendi statorları içinde döner manyetik alan ile dönmesi prensibine göre çalışır.

Rotordaki manyetik alan, stator manyetik alanının peşinden gider veya stator manyetik alanı tarafından itilir. Çünkü rotor dönüş için serbesttir. Şimdi yukarıda anlattıklarımızın nasıl yapıldığına bakalım.

İki veya üç fazlı makinelerde döner manyetik alan oluşturulur.

Bir statorda döner manyetik alanı oluşturmak için kutup çifti sayısı uygulanan gerilimdeki faz sayısı ile dengeli olmalıdır. Kutuplar, uygulanan gerilimin fazlar arasındaki faz açılara eşit bir açı ile diğer kutupların yerini alırlar.

2.4. Üç Fazlı Döner Manyetik Alan

Üç fazlı indüksiyon motorlar döner manyetik alan prensibine göre çalışır. Şimdi stator sargılarının üç faz girişine nasıl bağlandığına ve manyetik alan sonucu meydana gelen dönmeye bakalım.

Şekil 2.4 (a), üç fazın nasıl olup da Y-bağlı statorda diğerinin yerini aldığını gösterir. Her faz sargısı stator etrafında birbirine eşit mesafededir. Bu sargılar birbirinden $2\pi/3$ [rad] (120°) kadar ayırır. Statora üç faz akım girişi Şekil 2-3 (b)'deki grafikte gösterilmektedir.

Manyetik alandan kaynaklanan herhangi bir andaki durumu belirlemek için sol el kuralı kullanılır. Pozitif gerilim için uç numaralarına doğru akım akışını ve negatif gerilim için uç numaralarından uzağa akım akışını inceleyelim.

➤ Manyetik alanın çizimi

(a) noktasında, B sargısındaki maksimum negatif akım, B sargısında maksimum manyetik alanı oluşturur. Aynı zamanda pozitif akım A ve C sargılarında manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alan zayıftır ve genellikle h_1 e yardımcıdır.

(b) noktasında, A sargısındaki pozitif maksimum akım, manyetik alan meydana getirir. Aynı zamanda negatif akım B ve C sargılarında h_2 'ye yardımcı daha zayıf bir manyetik alan meydana getirir.

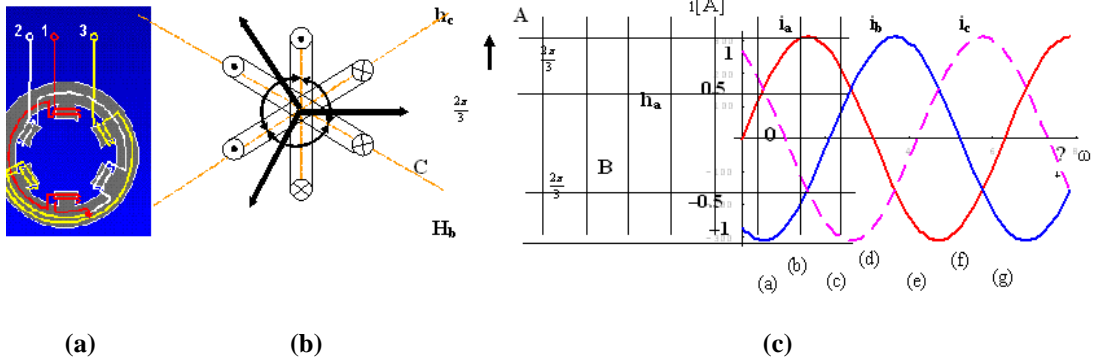
(c) noktasında, C sargısındaki maksimum negatif akım, manyetik alan meydana getirir. Aynı zamanda pozitif akım A ve B sargılarında daha zayıf bir manyetik alan meydana getirir ki bu alan h_3 e yardımcıdır.

(d) noktasında, B sargısındaki pozitif maksimum akım, maksimum manyetik alan meydana getirir. Aynı anda A ve C sargısındaki negatif akımlar, B sargısındakine göre daha zayıf bir manyetik alanı h_4 e yardımcı olarak oluşturur.

(e) noktasında, A sargısındaki negatif maksimum akım, manyetik alan oluşturur. Aynı anda B ve C iletkenlerindeki pozitif akımlar A'daki manyetik alana göre daha zayıf bir alanı h_5 e yardımcı olarak meydana getirir.

(f) noktasında, C sargısındaki pozitif maksimum akım, manyetik alan meydana getirir. Aynı anda A ve B sargılarındaki negatif akımlar, C'deki manyetik alana göre daha zayıf bir manyetik alanı h_6 ya yardımcı olarak meydana getirir.

Akım grafiği üzerindeki her nokta analiz edilir. Manyetik alandan dolayı meydana gelen dönme saat ibresi dönüş yönündedir. Üç fazlı akım bir saykılını tamamladığı zaman [(f) noktası)], manyetik alan 360° döner.



Şekil 2.4: Üç faz için döner manyetik alan

Verilen f [Hz] frekanslı alternatif akımın döner manyetik alanı, saniyedeki (f [rps]) f devir hızı veya dakikadaki $60f$ ($60f$ [rpm]) devir ile döner ki bu hıza **senkron hız** denir ve N_s ile ifade edilir. Örneğin üç faz sargısında p sayıda kutup kullanılır ise döner alan içinde N ve S kutupları meydana gelecek ve bu alan $120 \times (f / p)$ [rpm] hızda dönecektir. Bu nedenle döner alan devri aşağıdaki eşitlikler ile ifade edilir.

$$N_s = \frac{120f}{2P} \quad [\text{rpm}] \quad \underline{2P: \text{Tek kutup sayısı}}$$

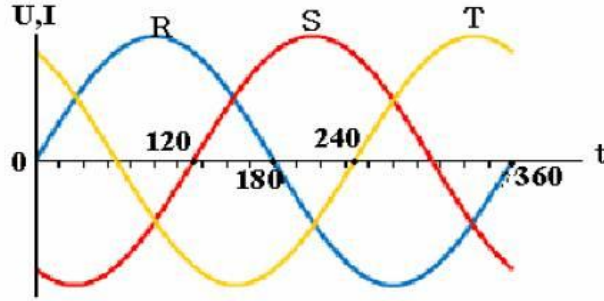
$$N_s = \frac{2f}{p} \quad [\text{rps}] \quad \underline{P: \text{Çift kutup sayısı}}$$

Genelde 1 kW'tan daha büyük güçlü alternatif akım motoru üç fazlı akım ile çalıştırılır.

2.5. AC Motorlar

2.5.1. Üç Faz Gerilimin Karakteristikleri

Üç fazlı AC makinelerde üretilen üç fazlı gerilim, endüstride R-S-T (L1-L2-L3) olarak bilinir. R-S-T gerilimleri, aralarında 120°'şer derece faz farkı bulunan gerilimlerdir. Şekil 2.5'te üç faz gerilim eğrisi görülmektedir.



Şekil 2.5: 3 fazlı AC eğrisi

Üç fazlı gerilim generatörlerde üretilir. Generatör bobinleri içeride yıldız bağlanırken dışarıya üç uç alınır. Yıldız noktasında gerilim sıfırdır. Bu noktadan nötr hattı alınır. Üç fazın da gerilimleri eşittir. Generatör fiziki yapısı gereği üç faz sinüs eğrisi şeklinde ortaya çıkar. Üç fazlı makinelerde nötr hattı kullanılmaz. Üç faz, kendi aralarında sıra ile nötr görevi görür. Zaman eğrisi akımın yön değişim noktasıdır. Zaman eğrisinin altında ve üstünde akım yönleri farklıdır. Üç faz gerilimde her fazın değeri ayrı ayrı olmak üzere zamanla artı ve eksi maksimum değerleri arasında değişim gösterir.

2.5.2. Üç Faz Motor Parçaları

2.5.2.1. Stator

Stator üç fazlı motorun hareket etmeyen kısmıdır. DC makinelerin indüktörüne benzer. Üç fazlı döner manyetik alan sargıları burada bulunur. Şekil 2.6'da değişik statorlar görülmektedir.



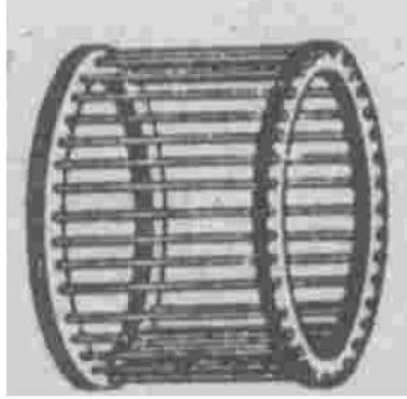
Şekil 2.6: Değişik statorlar

2.5.2.2. Rotor

Üç fazlı motorların dönen kısmına rotor denir. Sincap kafesli ve sargılı olmak üzere iki çeşidi vardır.

➤ Sincap kafesli rotor

Stator gibi silisli saclardan preslenerek paket edildikten sonra, üzerindeki kanallara eritilmiş alüminyum dökülüp dökülen alüminyum çubukların iki baştan kısa devre edilmesi ile elde edilir. Şekil 2.7’de görüldüğü gibi alüminyum çubuklar kafes şeklinde görülür.



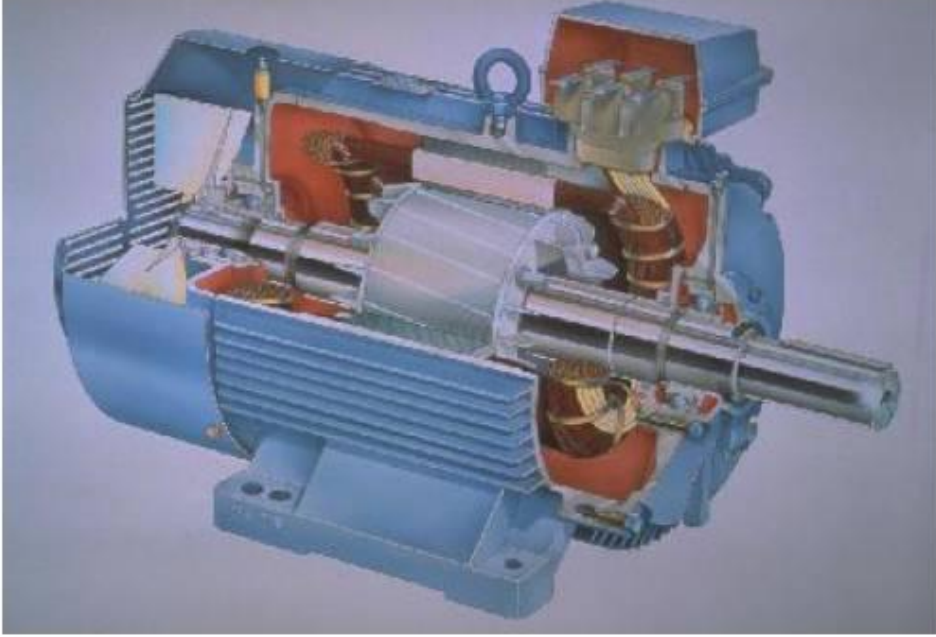
Şekil 2.7: Sincap kafesin içi boş hâli

Üç fazlı alternatif akımın oluşturduğu döner alan içinde hareket eden sincap kafesli rotor Şekil 2.8’de gösterilmiştir.



Şekil 2.8: Sincap kafesli rotor

Sincap kafesli rotorun stator içindeki pozisyonu Şekil 2.9’da görülmektedir.



Şekil 2.9: Sincap kafesli AC motor

➤ **Bilezikli (sargılı) rotor**

Rotor sacları da endüvileri gibi kanallı olarak preslenir. Kanallara 120’şer derece faz farklı, üç fazlı AA sargıları yerleştirilir. Sargılar yıldız veya üçgen bağlandıktan sonra çıkarılan üç uç, rotor miline sabitlenmiş olan bileziklere tutturulur. Her bilezik, milden ve diğer bileziklerden yalıtılmıştır. Bu bilezikler, rotor sargılarına üç faz enerji taşıyan fırçalar basar. Şekil 2.10’da sargılı rotor görülmektedir.



Rotor bilezikleri

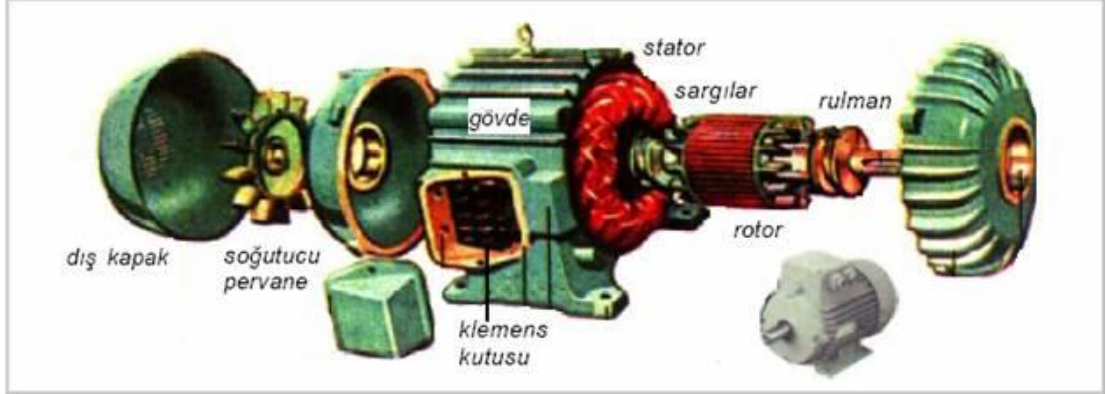


Sargılı rotor

Şekil 2.10: Sargılı rotor bizlikleri ve rotor

2.5.2.3. Motor Yan Kapakları

Motoru dış etkilere karşı koruma ve rotoru yataklama görevi yapar. Şekil 2.11’de AC motor ve aksamaları görülmektedir.



Şekil 2.11: Üç fazlı AC motor ve aksamaları

2.6. DC Motorlar

Fırçalı DC motorlar ilk dizayn edilen motor tiplerindedir. Bu motorlar günümüzde **tork kontrol uygulamaları ve değişik hız çalışmaları** için seçilmektedir.

- DC jeneratörler ile benzer yapıdadır.
- Bir DC jeneratör bir DC motor olarak çalışacak şekilde yapılır. Yani bir jeneratörü bir motor olarak kullanabiliriz.
- DC motorlar manyetik kuvvet çizgileri ile düşey yönde ve birbirine dik açı yerleştirilmiş, içinden akım geçen iletken temeline göre çalışır.

2.6.1. Avantajları

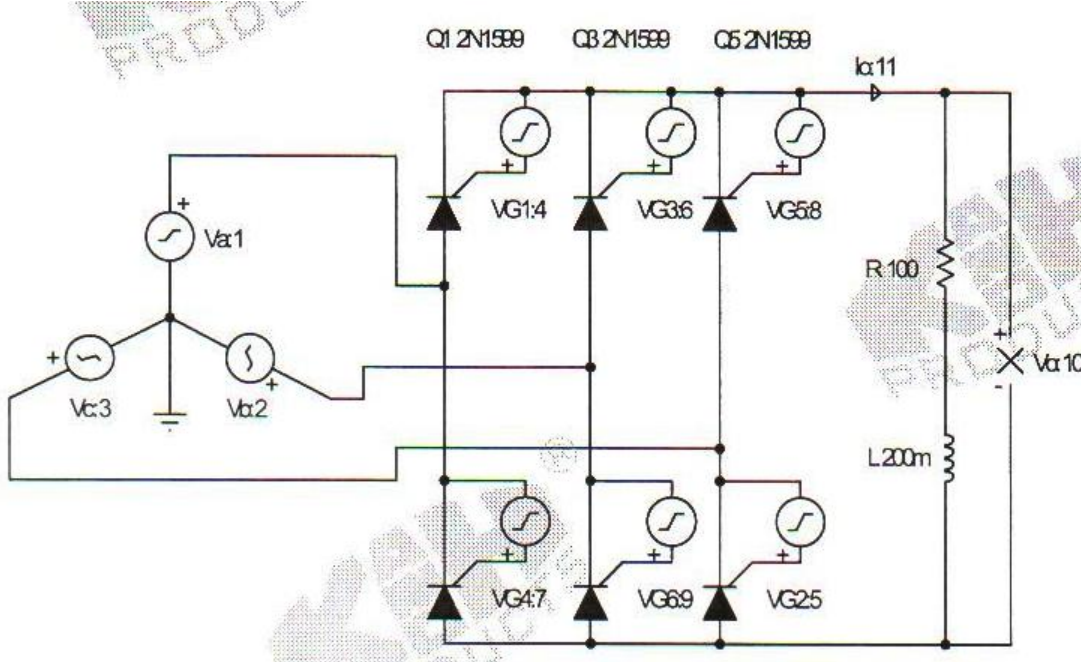
- Kurulumu anlamak basittir.
- Kolay hız kontrolü sağlar.
- Kolay tork kontrolü sağlar.
- Basit ucuz sürücü dizaynı vardır.

2.7. Diğer 3 Fazlı Motor Çeşitleri

- Daha küçük fırçalı DC motorlar
- Servo motorlar
- Fırçalı DC servo motorlar
- Daha küçük fırçalı AC servo motorlar
- Step motorlar
- Lineer motorlar
- Asenkron motorlar

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem basamaklarında belirtilen adımları izleyerek uygulama faaliyetini yapınız. Bu uygulama faaliyetiyle 3 fazlı devreyi doğru olarak yapabileceksiniz.



İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Şekil 2.12'deki devreyi şemaya uygun olarak kurunuz.	➤ Bağlantı için zil teli kullanınız.
➤ Güç kaynağı ile devreye gerilim uygulayınız.	
➤ Her tristörden geçen gerilim değerini kaydediniz.	
➤ Her transistörden geçen gerilimi osilaskopta gözlemleyiniz.	
➤ Sonuçları bir rapor hâlinde hazırlayınız.	➤ Sonuç raporunda devrenin kurulum aşamasını, çalışmasını ve devrede kullanılan malzemeleri açıklayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin sonunda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Üç fazlı motorların dönen kısmına rotor denir.
2. () Stator üç fazlı motorun hareket etmeyen kısmıdır.
3. () Üç fazlı indüksiyon motorlar döner manyetik alan prensibine göre çalışır.
4. () Üç fazlı devrede toplam güç tüketimi, her faz için yük tarafından tüketilen güçler tüketiminin toplamıdır.
5. () Üç fazlı devrelerde faz farkı 60 derecedir.

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 “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

PERFORMANS TESTİ (YETERLİK ÖLÇME)

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet** ve **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Modülün Adı		Öğrencinin	Adı : Soyadı: Sınıf : Nu. :	
Değerlendirme Ölçütleri			Evet	Hayır
1.	Omik dirençli devrelerde güç ölçümünü yapabildiniz mi?			
2.	Kondansatörlü devrelerde güç ölçümünü yapabildiniz mi?			
3.	Endüktanslı devrelerde güç ölçümünü yapabildiniz mi?			
4.	R-L devrelerde güç ölçümünü yapabildiniz mi?			
5.	R-C devrelerde güç ölçümünü yapabildiniz mi?			
6.	R-L-C devrelerde güç ölçümünü yapabildiniz mi?			
7.	Üç fazlı sistemde güç ölçümünü yapabildiniz mi?			
8.	Üç fazlı sistemlerde kullanılan motorları öğrenebildiniz mi?			

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninizle iletişim kurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1.	DOĞRU
2.	YANLIŞ
3.	DOĞRU
4.	DOĞRU
5.	DOĞRU
6.	YANLIŞ

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1.	DOĞRU
2.	DOĞRU
3.	DOĞRU
4.	DOĞRU
5.	YANLIŞ

KAYNAKÇA

- BEREKET Metin, Engin TEKİN, **Elektronik Atölye ve Laboratuvar 2**, İzmir, 2003.
- TERAMOTO Koshi, Turgay İŞBİLEN, Mustafa GÜNEŞ, **PIC 16F84 Mikrodenetleyici Temel Bilgileri, Programlanması ve Uygulamaları**, İzmir, 2004.
- YAMAUCHI T., Osman KÖSE, Selim GÜLÇEN, **Devre Analizi**, Konya, 2003.