

ERCIYES ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ  
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ LABORATUARI



**DENEY FÖYÜ**

**DENEY ADI**

**KONTROL KUMANDA ELEMANLARI DENEYİ**

**DERSİN ÖĞRETİM ÜYESİ**

**DENEYİ YAPTIRAN ÖĞRETİM ELEMANI**

DENEY GRUBU:

DENEY TARİHİ:

TESLİM TARİHİ:

## DENEY-3

### KONTROL KUMANDA ELEMANLARI DENEYİ

**DENEYİN AMACI:** Kontrol ve Kumanda elemanlarının çalışma prensibini ve özelliklerinin tanınması.

#### Kullanılan Malzemeler:

Start Butonu

Stop Butonu

Elektrik Motoru ( AC Asenkron)

Zaman Rölesi

#### DENEYİN TEORİSİ:

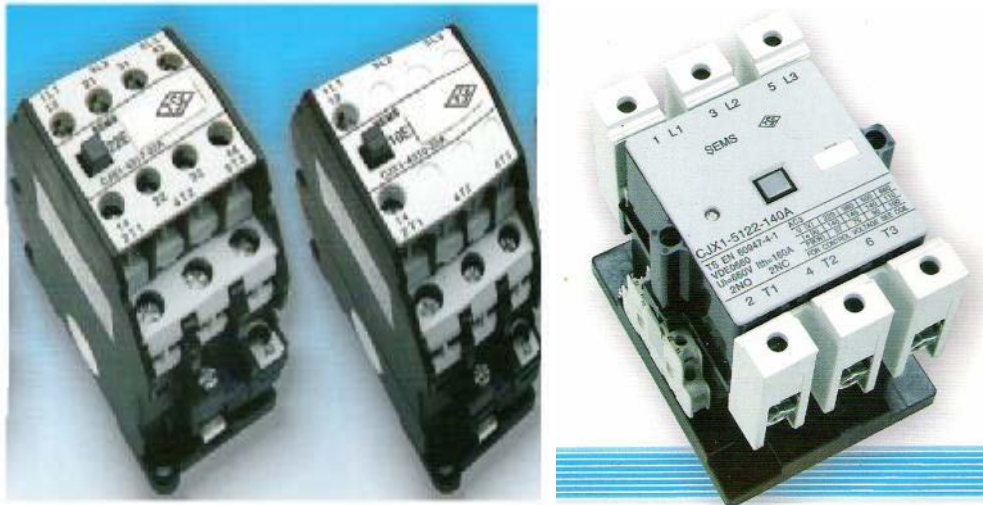
Elektrik makinalarının ve elektrikli aygıtların çalıştırılmalarında kullanılan elemanlara kumanda elemanları denilir. Kumanda elemanları, sıklıkla kumanda devrelerinde kullanılırlar. Bu elemanları tanımak ve işlevlerini bilmek, devrelerin öğrenilmesi için bir ön adım olarak düşünülmelidir. Bu sayede karmaşık devrelerin işleyişlerinin çözümünün daha kolay anlaşılabilmesine olanak sağlanır.

Temel anlamda kullanılan kumanda elemanları şunlardır:

#### **1. Kontaktörler:**

Elektrik devrelerini açıp kapamaya yarayan ve uzaktan kumanda edilebilen büyük güçteki elektromanyetik anahtarlara kontaktör denir. Şekil-1 'de Siemens firmasına ait bir kontaktör verilmiştir.

Kontaktörler, başta elektrik motorları olmak üzere; kompanzasyon ısıtma gibi elektrik tesislerinin kablo ile uzaktan kumanda edilmelerine imkân sağlarlar. Termik röleler ile kullanıldığında ise cihazları ve tesisleri aşırı yük akımlarına karşı korurlar. Kontaktörler, genellikle alçak gerilimde kullanılır, kumanda ettiği devreyi nominal akım altında açıp kapayabildiği gibi belirli orandaki aşırı akımları da kesebilir.



Şekil 1. Kontaktörler



**Kontaktör çeşitleri:** Akım cinsine ve imalat durumuna göre ikiye ayrılırlar:

- ✓ Akım cinsine göre:
  - Doğru akım kontaktörleri
  - Alternatif akım kontaktörleri
- ✓ İmalat durumuna göre:
  - Elektromanyetik kontaktörler
  - Basınçlı havalı kontaktörler
  - Elektro-pnömatik kontaktörler

## 2. Kumanda Butonları:

Bir devrenin çalıştırılmasını başlatmak veya durdurmak amacıyla kullanılan elemanlardır.

- **Tek Yollu Butonlar:**

Butona basıldığında kontakları konum değiştirir, üzerinden basınç kaldırıldığında yay aracılığı ile eski konumuna dönerler. Tek yollu butonlar, çalıştırma ( start ) ve durdurma ( stop ) butonları olmak üzere ikiye ayrılır.

- ✓ **Çalıştırma (Start) Butonu:**

Kontağı normalde açıktır. Butona basınca kapanır ve üzerindeki basınç kaldırılınca kontağı eski konumuna geri gelir. Bunlara ani temaslı buton da denir.

- ✓ **Durdurma (Stop) Butonu:**

Kontağı normalde kapalıdır. Butona basılınca açılır ve üzerindeki basınç kaldırılınca kontağı eski konumuna gelir.

- **Çift Yollu Butonlar:**

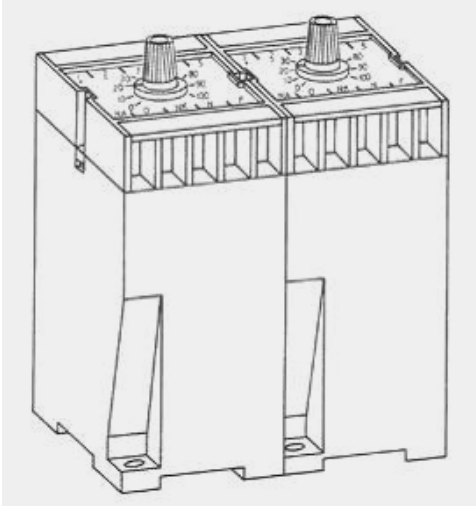
Normalde açık ve kapalı iki kontağı bulunur. Kapalı kontak, stop butonu olarak; açık kontak ise start butonu olarak kullanılır. Butona basıldığında normalde kapalı kontağı açılır, normalde açık kontağı kapanır. Üzerindeki basınç kaldırıldığında kontaklar eski konumunu alır.

- **Kalıcı Tip Butonlar:**

Butona basıldığında bırakıldıkları konumda kalırlar. Bir yollu tipte kontak açıksa kapanır, kapalı ise açılır. İki yollu tiplerinde butona basıldığı zaman kontaklardan biri açılır, diğeri kapanır. Kontakların eski haline dönmesi için aynı butona tekrar basılır veya yanındakine tekrar basılır.

## 3. Zaman Röleleri:

Otomatik kumanda devrelerinde alıcıların belli süre çalışmalarını veya durmalarını sağlayan elemana **zaman rölesi** denir. Zaman rölesinin yapısında gecikme ile konum değiştiren kontaklar, ani konum değiştiren kontak guruplarından ve bobin bulunur. Şekil 4-a ve 4-b'de bir zaman rölesinin yandan ve önden görünüşü verilmektedir.



Şekil 4-a. Zaman rölesi yandan görünüş



Şekil 4-b. Zaman rölesi önden görünüş

Zaman röleleri çeşitleri ve fonksiyonlarına göre 7'ye ayrılır:

#### 1) Çekmede Gecikmeli Tip (Düz) Zaman Rölesi

Besleme uçlarına enerji uygulandığında ayarlanan süre sonunda normalde kapalı kontağı açılan, açık kontağı kapanan zaman röleleridir. Enerjisi kesildiğinde ani ve gecikmeli açılıp-kapanan kontakları ani olarak normal konumlarına döner.

#### 2) Düşmede Gecikmeli Tip (Ters) Zaman Rölesi

Besleme uçlarına gerilim uygulandığında ani olarak kontakları konum değiştirir. Enerjisi kesildiğinde ani açılıp kapanan kontakları hemen, gecikmeli açılıp kapanan kontakları ayarlanan süre sonunda konum değiştirir.

#### 3) Bırakmada Gecikmeli Tip (Impuls) Zaman Rölesi

Besleme uçlarına gerilim uygulandığında ani ve gecikmeli kontakları konum değiştiren, ayarlanan süre sonunda kontakları normal konumuna dönen rölelerdir.

#### 4) Çekmede ve Bırakmada Gecikmeli Tip Zaman Rölesi

Besleme uçlarına gerilim uygulandığında ayarlanan süre sonunda kontakları konum değiştiren ve enerjisi kesildikten belli bir süre sonra kontakları konum değiştiren zaman rölesidir.

#### 5) Flaşör Zaman Rölesi

Besleme uçlarına enerji uygulandığında kontakları konum değiştiren, ayarlanan süre sonunda normal konumlarına dönen, röle enerjili kaldığı sürece kontakları tekrar tekrar ayarlanan süre kadar konum değiştiren rölelerdir.

#### 6) Yıldız-Üçgen Zaman Rölesi

Büyük güçlü motorlarda kalkış akımını düşürmek için yıldız/üçgen yol verme yöntemi kullanılır. Kalkış akımını düşürmek için motor, önce yıldız bağlanır. 2-4 saniye geçtikten sonra yıldız kontaktörünü devreden çıkartıp üçgen bağlantıyı sağlayan kontaktörü devreye girmesini sağlamak için kullanılan rölelerdir.

#### 7) Çift Zaman Ayarlı Zaman Rölesi

İki ayrı zamanlama yapılabilen rölelerdir. Zaman rölesi enerjilendiğinde kontakları konum değiştirir. Ayarlanan birinci sürenin sonuna kadar kontakların konumu aynı kalır. Süre dolunca kontakları normal konumuna döner. Daha sonra ikinci ayarlanan süre başlar. İkinci süre dolduğunda kontaklar tekrar konum değiştirir.

Zaman röleleri günümüzde daha etkin ve hızlı işlem yeteneğine sahip PLC sistemlerinin hızla gelişmesiyle yerini bu elemanlara bırakmıştır. PLC sistemlerinin yardımıyla zaman rölesi bu sistemler içinde gömülü olarak kullanıcıya sunulmuştur.

#### 4. Programlanabilir Lojik Kontrolörler(PLC)

Programlanabilir Lojik Kontrolörler(Programmable Logic Controller), otomasyon devrelerinde yardımcı röleler, zaman röleleri, sayıcılar gibi kumanda elemanlarının yerine kullanılan mikroişlemci temelli cihazlardır. Bu cihazlarda zamanlama, sayma, sıralama ve her türlü kombinasyonel ve ardışık lojik işlemler yazılımla gerçekleştirilir. PLC'ler endüstri alanında kullanılmak üzere tasarlanmış, sayısal prensiplere göre yazılan fonksiyonu gerçekleyen, bir sistemi ya da sistem gruplarını giriş çıkış kartları ile denetleyen, içinde barındırdığı zamanlama, sayma, saklama ve aritmetik işlem fonksiyonları ile genel kontrol sağlayan elektronik bir cihazdır. Aritmetik işlem yetenekleri PLC'lere daha sonradan eklenmiş bu cihazların, geri beslemeli kontrol sistemlerinde de kullanılabilmesi sağlanmıştır.

PLC Programlama temel olarak iki şekilde yapılabilmektedir.

##### 4.1. Merdiven Diyagram ile Programlama

Merdiven (ladder) diyagramı ile programlamada semboller kullanılır. Röleli kontrole alışık olanlar için merdiven diyagramı ile program yapmak daha kolaydır. Fakat komutların kullanımını da mutlaka öğrenmek gerekir.

Sembol adı	Fonksiyon	Devre, Eleman
<b>LD</b> Load	İşlemi başlat (a kontak)	
<b>LDI</b> Load inverse	İşlemi başlat (b kontak)	
<b>AND</b> And	Seri bağlantı (a kontak)	
<b>ANI</b> And Inverse	Seri bağlantı (b kontak)	
<b>OR</b> Or	Paralel bağlantı (a kontak)	
<b>ORI</b> Or Inverse	Paralel bağlantı (b kontak)	
<b>ANB</b> And Block	Bloklar arasında seri bağlantı	
<b>ORB</b> Or Block	Bloklar arasında paralel bağlantı	
<b>OUT</b> Out	Bobine enerji verili	
<b>NOP</b> Nop	İşlem yok	Boşluk
<b>SET</b> Set	Bobine enerji verili (Mühürlemeli)	
<b>RST</b> Reset	Bobin enerjisi kesik	
<b>PLS</b> Pulse	Enerji verildiği anda bir seferlik yükselen sinyal	
<b>PLF</b> Pulf	Enerji kesildiği anda bir seferlik yükselen sinyal	

Şekil 5. Temel ardışık komutlar (öğretici dil komutları) (MITSUBISHI)

## 5. Tek Fazlı Asenkron Motorlar

Asenkron motorlar, endüstride en fazla kullanılan elektrik makineleridir. Çalışma ilkesi bakımından asenkron motorlara endüksiyon motorları da denir. Asenkron motorların çalışmaları sırasında elektrik arkı meydana gelmez. Ayrıca diğer elektrik makinelerine göre daha ucuzlardır ve bakıma daha az ihtiyaç gösterirler. Bu özellikler, asenkron motorların endüstride en çok kullanılan motorlar olmalarına sebep olmuştur. Asenkron makineler endüstride genellikle motor olarak çalıştırılırlar, fakat belirli koşulların sağlanması durumunda generatör olarak da çalıştırılabilirler. Asenkron makineleri senkron makinelerden ayıran en büyük özellik, dönme hızının sabit olmayışıdır. Bu hız motor olarak çalışmada senkron hızdan küçüktür. Makinenin asenkron olması bu özelliğinden ileri gelmektedir.

Asenkron motorlar genel olarak stator ve rotor olmak üzere iki kısımdan yapılmışlardır. Stator, asenkron motorun duran kısmıdır. Rotor ise dönen kısmıdır. Asenkron motorun rotoru, kısa devreli rotor (sincap kafesli rotor) ve sargılı rotor (bilezikli rotor) olmak üzere iki çeşittir. Asenkron motor, rotorun yapım biçimine göre bilezikli ve kafesli asenkron motor olarak tanımlanır.

### Asenkron Motorlara Yol Verme

Asenkron motorlar üç fazlı sistemden beslenir ve sargılan 220 V veya 380 V değerindeki gerilime göre sarılırlar. Özel durumlarda sargılara uygulanacak gerilim farklı değerlerde olabilir. Eğer motor tam yük altında üçgen çalışacak şekilde imal edildiye, motorun stator sargıları direkt olarak 380 V gerilime göre sarılırlar. Tam yük altında yıldız çalışacak şekilde imal edilen motorların stator sargıları ise 220 V gerilime göre sarılırlar. Sargılara uygulanan bu gerilim, sargı empedanslarının küçük olması nedeniyle kalkınma anında çok fazla akım çekilmesine neden olur. Motor ilk kalkınma anında rotor dönmediği için sekonderi kısadevre edilmiş bir trafo gibi çalışır. Dolayısıyla rotor devresinden ve buna bağlı olarak stator devresinden kalkınma, anında yaklaşık olarak tam yük akımının 4-8 katı kadar bir akım çekilir. Kalkınma torkları ise tam yük torkunun 2-3.5 katı kadardır. Bundan dolayı asenkron motorlar genellikle boşa çalıştırılıp, anma hız değerlerine ulaşıldıktan sonra yüklenirler. Asenkron motorların kalkınma anında fazla akım çekmesi kumanda devresinde kullanılacak elemanlar ve iletkenlerin maliyetini artıracığından, bazı yöntemler yardımıyla kalkınma akımı belirli değerlerde tutulur. Bu yöntemlerin ana prensibi, stator sargılarına düşük gerilim uygulamaktır. Bu maksatla aşağıdaki metodlar kullanılır:

1. Motora yıldız-üçgen yol verilir.
2. Stator sargılarına ön direnç bağlanır.
3. Stator sargıları ayarlı üç fazlı bir güç kaynağından beslenir.
4. Rotoru sargılı asenkron motorlarda, rotor sargılarına harici dirençler bağlanır. Sincap kafesli asenkron motorlarda ise rotor yapıları uygun şekilde imal edilerek kalkınma anında rotor etkin direncinin büyük olması sağlanır.

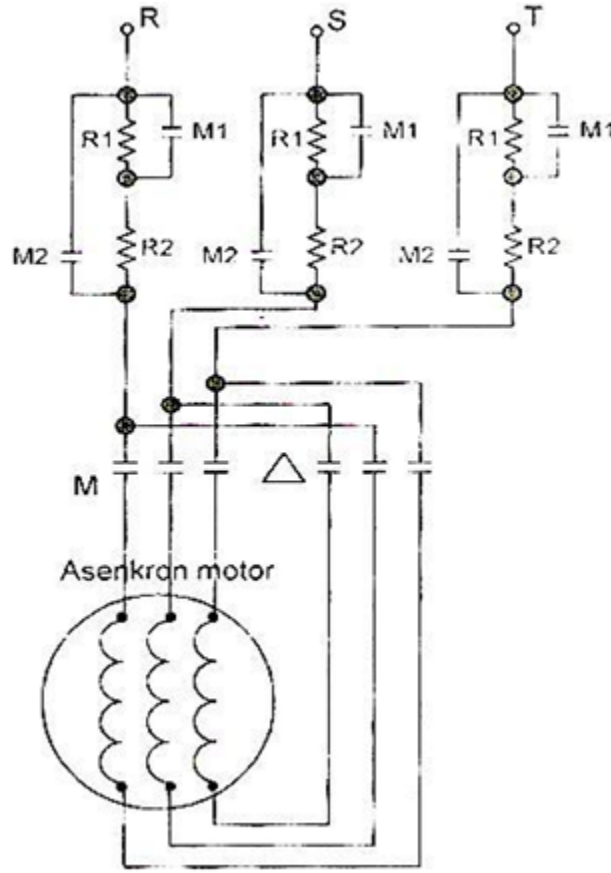
### Motora Yıldız-Üçgen Yol verme

Yıldız-üçgen yol verilen motorlarda, motorun stator sargıları üçgen bağlantıdaki maruz kalacağı gerilim değerinin etkisinden ve aşırı akım ve güç çekmesinden ilk kalkınma anında kurtulmaktadır. Bu, motor önce yıldız, sonra da üçgen çalışmaya geçer. Yıldız çalışmada M ve Y kontaktörleri, üçgen çalışmada ise M ve  $\Delta$  kontaktörleri kapalı durumdadır. Yıldız-üçgen bağlantıyı gerçekleştirecek, kumanda devresi burada gösterilmemiştir. Ancak kumanda devresinin tasarlanmasında, yıldız kontaktörü çalışırken üçgen kontaktörü çalışmamaktadır.



## Stator Sargılarına Ön Direnç Bağlamak

Stator sargılarının kalkınma anında yüksek gerilime maruz kalmasını önlemek için, ayarlı veya kademeli ön dirençler kullanılır. Şekil 6 asenkron motorun ön dirençlerle yol verilmesine ilişkin güç devresini göstermektedir. Kullanılacak olan dirençler sadece gerilim bölücü görevi görürler. Ayarlı olanlar reosta veya statik direnç (yarı iletken kontrollü direnç) olabilir. Kademeli olanlarda ise, kademe sayısı istenilen sayıda olabilmektedir. Motor önce R1 ve R2 dirençleri devrede iken yol almaya başlar. Motor hızlandıkça, belirli zaman aralıklarında gruplar halinde önce R1 dirençleri, belirli bir zaman sonra da R2 dirençleri M1 ve M2 kontakları ile kısa devre edilirler. Daha sonra motor üçgen çalışmaya geçer. Böylece motorun düşük gerilim ve akımla kalkınması sağlanmış olur.



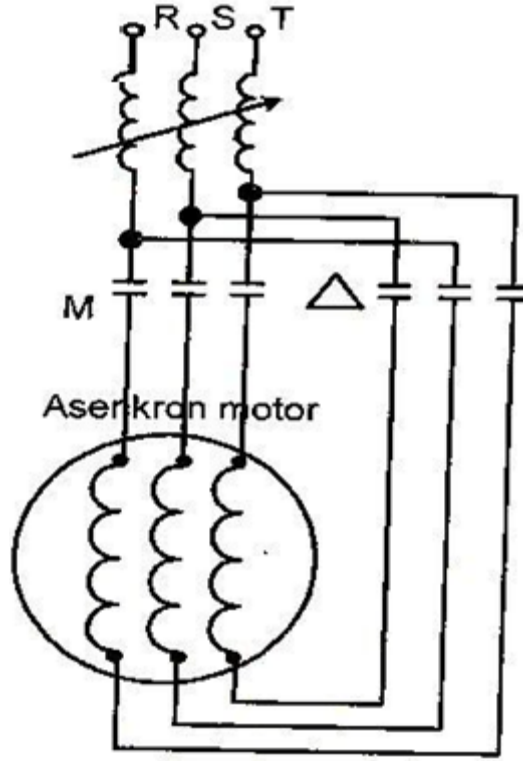
Şekil 6. Asenkron motorun ön dirençlerle yol verilmesine ilişkin güç devresi

## Stator Sargılarını Ayarlı Üç Fazlı Bir Kaynaktan Beslemek

Asenkron motorun stator sargılarına düşük gerilim uygulamanın bir diğer yöntemi de, sargıları üç fazlı ayarlı güç kaynağından beslemektir. Ayarlı güç kaynağı yardımıyla istenilen değerde kademesiz gerilim ayarı yapmak mümkündür. Ancak, uygulanacak gerilim değeri belirli değerlerin altına düşerse, motorun üreteceği tork yük torkunu yenemeyeceğinden, motor kalkınamaz. Motorun stator sargılarına, uygulanan düşük gerilim nedeniyle, asenkron motor kalkınma anında düşük akım çeker, ancak hızına çıktığında motora uygulanan gerilim yavaş yavaş artırılır. Böylece motorun normal gerilim altında kalkınması durumunda aşırı akımın sebep olacağı zararlar giderilmiş olur. Asenkron motorun ürettiği tork, stator sargılarına uygulanan gerilimin karesiyle orantılı olduğundan, düşük gerilimlerde, motorda endüklenen tork da azalacaktır. Bu



durum göz önünde bulundurularak gerilim ayarı yapılmalıdır. Şekil 7 bir asenkron motorun ayarlı üç fazlı güç kaynağından yol verilmesine ilişkin güç devresini göstermektedir. Asenkron motor üçgen olarak yol almakta, ancak güç kaynağı ayarlanarak motora düşük gerilim uygulanması sağlanmaktadır.



Şekil 7. Asenkron motorlarda ayarlı güç kaynağı ile yol verilmesi ile ilişkin güç devresi

### Rotor Sargı Dirençlerinin Artırılması

Asenkron motorların kalkınma anında aşırı akım çekmesinin nedeni; hız sıfır iken rotorda endüklenen gerilimin yüksek olması ve bu gerilim değerinin çok küçük bir rotor empedansı üzerinden kısa devre edilmesidir. Rotor devresine bağlanacak dış dirençler yardımıyla rotorun toplam empedansı artırılacağından, rotor devresinden geçen akım azalacak ve rotor geriliminin kısa devre olması ortadan kalkacaktır. Harici direnç değeri arttıkça motorun ürettiği kalkınma torku artmakta, ancak anma hızında çalışırken kayması da artmaktadır. İşte bundan dolayı motorun kalkınma anında rotor direnci büyük, anma hızında çalışırken rotor direnci küçük yapılarak kayma en aza indirilir. Rotor devresine çok büyük değerli bir direnç bağlanırsa veya rotor sargı uçları açık devre yapılırsa motorun kalkınması mümkün olmayabilir. Çünkü açık devre yapılan rotor devresinden akım geçmez. Rotor akımının sıfır olması durumunda ise motor tork üretmez. Dolayısıyla, rotor devresine bağlanacak harici direnç motoru kalkındırarak kadar tork üretebilen bir değerde olmalıdır.

Sincap kafesli asenkron motorlarda ise rotor direnç değerleri rotor yapılarının uygun şekillerde imal edilmesiyle elde edilir. Rotor yapısının uygun biçimde imal edilmesiyle, kalkınma anında rotor direnci büyük olmakta, hız arttıkça kaymaya bağlı olarak direnç azalmaktadır. Böylece motorun kalkınma anında düşük akım çekmesi sağlanmıştır.

### **SONUÇLAR-DEĞERLENDİRME:**

- ✓ Kontaktörlerin bağlantısını çizerek, çalışma prensibini anlatınız.
- ✓ Kumanda Butonlarının kumanda devrelerindeki işlevini anlatarak, çalışma prensibini açıklayınız.
- ✓ Zaman rölesi şemasını çizerek, kullanılma alanlarını belirtiniz.
- ✓ Asenkron motorun çalışma prensibini açıklayarak, statora indirgenmiş eşdeğer devresini çizerek anlatınız.
- ✓ Asenkron motorun kontaktörler ile kontrolünün nasıl yapıldığını anlatınız.