

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE
İKLİMLENDİRME**

ELEKTRİK MOTOR BAĞLANTILARI

ANKARA 2014

- 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	iv
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. ELEKTRİK MOTORLARI.....	3
1.1 Tek Fazlı Asenkron Motorlar ve Çeşitleri.....	5
1.1.1 Üniversal Motorlar	5
1.1.2 Yardımcı Sargılı Motorlar	6
1.1.3 Gölge Kutuplu Motorlar	8
1.2. Tek Fazlı Asenkron Motorların Kullanım Alanları.....	9
1.3. Tek Fazlı Asenkron Motorların Yapısı	10
1.4. Tek Fazlı Asenkron Motorların Çalışma Prensibi.....	12
1.5. Elektrik Kumanda ve Kontrol Elemanları.....	13
1.5.1. Butonlar	13
1.5.2. Röleler	15
1.5.3. Kontaktörler	18
1.5.4. Anahtarlı Tip Otomatik Sigortalar	19
1.5.5. Zaman Röleleri	19
1.6. Elektrik Motorlarında Kullanılan Kondansatörler	20
1.7. Tek Fazlı Motorlara Yol Verme	23
1.8. Yardımcı Sargılı Motorlarda Devir Yönünün Değiştirilmesi	26
1.9. Tek Fazlı Motorlarda Hız Kontrolü	26
UYGULAMA FAALİYETİ.....	27
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	29
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	30
2. ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLAR.....	30
2.1. Üç Fazlı Asenkron Motorlar, Çeşitleri ve Teknik Özellikleri.....	30
2.2. Üç Fazlı Asenkron Motorların Yapısı	32
2.3. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Klemens Bağlantıları.....	33
2.3.1. Yıldız (λ) Bağlama	34
2.3.2. Üçgen (Δ) Bağlama	34
2.4. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Motor Etiketinin Okunması	35
2.5. Üç Fazlı Motorlara Yol Verme	36
2.5.1. Pako Şalterle Yol Verme	36
2.5.2. Yıldız-Üçgen Şalterle Yol Verme	37
2.5.3. Otomatik Şalterle Yol Verme.....	38
2.6. Üç Fazlı Motorlarda Yön Değiştirme.....	38
UYGULAMA FAALİYETİ.....	40
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	42
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	43
3. FAZLARIN SIRASINI BELİRLEME.....	43
3.1. Elektrik Enerjisi.....	43
3.2. Elektrikte “Faz” Kavramı.....	44

3.3. Faz Sırasının Önemi	44
3.3.1. Motor Faz Sırası Rölesi Tanımı	44
3.3.2. Cihazın kullanımı ve Çalışma Prensibi	45
UYGULAMA FAALİYETİ.....	47
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	49
MODÜL DEĞERLENDİRME	51
CEVAP ANAHTARLARI.....	52
KAYNAKÇA	53

AÇIKLAMALAR

ALAN	Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme
DAL/MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Elektrik Motor Bağlantıları
MODÜLÜN TANIMI	Elektrik motorlarının yapısını, çeşitlerini, çalışma prensibini ve kullanım tekniklerini kazandıracak öğretim materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Yoktur
YETERLİK	Elektrik Motor Bağlantılarını yapmak.
MODÜLÜN AMACI	Genel amaç: Bu modül ile ihtiyaca uygun elektrik motorunu seçebilecek, montajını yapabilecek ve gerekli bağlantılarını yaparak devre üzerinde kullanabileceksiniz. Amaçlar: <ol style="list-style-type: none">1. Tek fazlı motor bağlantılarını yaparak çalıştırabileceksiniz.2. Üç fazlı motor bağlantılarını yaparak çalıştırabileceksiniz.3. Fazların sırasını belirleyebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sınıf, atölye, laboratuvar, kütüphane, bilgisayar, internet ortamı, ev vb çalışma alanları, Donanım: çeşitli katalog ve teknik dokümanlar, açık ve kapalı devre vb. tesisat şemaları, anahtar, iletken, sigorta, lamba, duy, bobin, motor vb. devre elemanları, ampermetre, voltmetre, ohmmetre, avometre ve vatmetre vb. ölçme araçları, pil, akümülatör, dinamo vb. güç kaynakları, pense, kontrol kalemi, elektrik bantı vb. el takımlarıdır.
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

İnsanoğlu varolduğça vazgeçilmez ihtiyaçlarının karşılanmasında mesleğimiz; hem akışkanların şartlandırılmasına yönelik uygulamalarda (sıhhi tesisat, ısıtma, iklimlendirme vb.) hem de gıda ve tıbbi maddelerinin soğukta muhafazası vb. uygulamalarda gün geçtikçe önemini artırmaktadır.

Her geçen gün gelişen teknolojiye ayak uydurmak durumundayız. Özellikle teknik bir alanda çalışacak bireyin bu konuda daha hassas olması gerekmektedir. Sizler de; çağımızın gelişmeye açık ve insan hayatında önemli yeri olan bir mesleğe adım atmış bulunuyorsunuz.

Alanımızı ilgilendiren tüm uygulamalarda devrenin ana elemanının çoğu kez elektrik motoru olduğunu görürüz. En basit hidrofor düzeneğinden, kombi, buzdolabı, klima ve hatta takım olarak kullandığımız matkap, el taşlama, elektrikli tornavida, elektrikli pafta vb. cihazlarda elektrik motorlarının kullanıldığını görürüz. Elektrik motorları ile ilgili bu modülle; alternatif ve doğru akım motorları, tek fazlı ve üç fazlı motorların çalışma prensibi ve elektrik motor bağlantıları vb. konularda temel bilgi sahibi olacaksınız. Buradaki konular, mesleki gelişiminizin temelini sağlam atılmasını sağlayacak şekilde hazırlanmıştır. Ancak unutulmamalıdır ki, mesleğinizde ilerlemek, teknolojik gelişmeleri yakından takip ederek kavramak ve hatta uygulamalarınızla yeni ufuklar açmak ancak temeli sağlam atılmış birikimlerle olur.

Bu modülde yer alan faaliyetler sizlere; uygulama yaparak öğrenmenizi ve kullanılabilir bilginin sahibi olmanızı sağlayacaktır. Bu noktadan hareketle modülde yer alan konu ve uygulamaları sindirerek öğrenmeniz gerekmektedir. Öğrenme konusunda göstereceğiniz özen aynı zamanda uygulamaların daha zevkli hale gelmesini de sağlayacaktır. Bu tespitle; modülde yer alan faaliyetlerin dikkatlice, sindirilerek ve neden sonuç ilişkisine dayalı bir muhakeme yürütülerek öğrenilmesi; kullanılacak bilginin kalıcı ve kullanılabilir olması açısından çok önemlidir.

Mesleđinizde başarılı olmanız dileğiyle ...

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Tek fazlı elektrik motorlarının genel yapısını, teknik özelliklerini, çeşitlerini, kullanım alanlarını öğrenerek montajını yapıp çalıştırabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Ev, iş ve atölye ortamında elektrik enerjisinin mekanik enerjiye dönüştürülerek kullanıldığı makineleri tespit ederek etiket bilgilerini not ediniz.
- Çok çeşitli işlerde kullanılan elektrik motorlarının çeşitlerini piyasa ve internet ortamında araştırarak teknik özelliklerini not ediniz.
- Tek fazlı motorların güç değerlerini araştırınız.

1. ELEKTRİK MOTORLARI

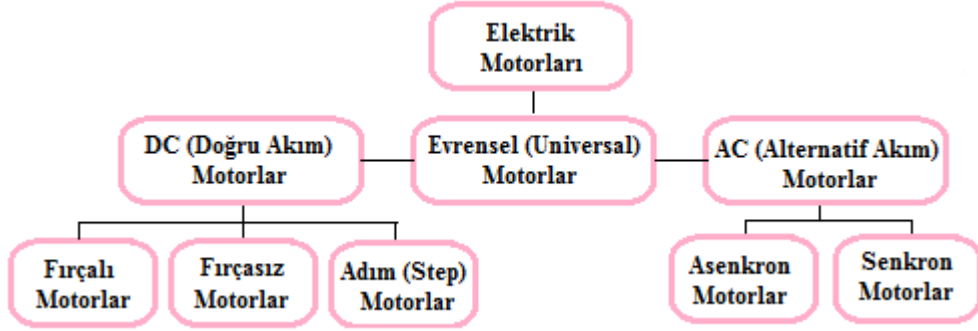
Elektrik motorları, elektrik enerjisini mekanik enerjiye çeviren makinelerdir.



Resim 1.1: Endüstrinin birçok alanında kullanılan elektrik motorlarından örnekler

Elektrik motorlarında elektrik enerjisinin mekanik enerjiye dönüştürülmesi sırasında, bir miktar enerji ısı olarak açığa çıkar. Bu, elektrik motorunun verimi açısından çok önemlidir ve motorda kullanılan malzemelerin özelliği ile ilgilidir.

Elektrik motorları için basit bir sınıflandırma aşağıdaki şekilde yapılabilir.



Tablo 1.1: Elektrik motorlarının basit şekilde sınıflandırılması

Elektrik motorları, diğer mekanik enerji veren makinelere (dizel ve benzinli motorlar gibi) oranla daha basit yapıda, daha ucuz ve pratik olması nedeni ile endüstrinin her dalında tercih edilerek kullanılırlar. Evlerimizde elektrikli mutfak araçları, buzdolapları, çamaşır makineleri vb. cihazlar elektrik motorları ile çalıştırılırlar. Fabrikalardaki iş tezgâhlarında ve diğer bütün sanayi kollarında hemen hemen hep elektrik motorlarından yararlanılır.



Resim 1.2: Elektrik motorlarının kullanım alanlarına örnekler

Motorlar çalıştırıldıkları akıma göre doğru akım ve alternatif akım motorları olmak üzere ikiye ayrılırlar. Biz, konumuz gereği alternatif akım motorlarını inceleyeceğiz. Alternatif akım motorları çalıştırıldıkları tesise göre;

- 1. Tek fazlı asenkron motorlar,
- 2. Üç fazlı asenkron motorlar olmak üzere ikiye ayrılır.

1.1 Tek Fazlı Asenkron Motorlar ve Çeşitleri

Bu motorlara asenkron motor denmesinin sebebi stator sargılarında oluşan manyetik alanın dönüş hızı ile rotor devir sayısının aynı olmamasıdır. Rotor hızı stator manyetik alanın hızından daima daha azdır. Onun için bu motorlara, uyumlu olmayan anlamına gelen **asenكرون motor denir.**

Tek fazlı alternatif akım motor çeşitleri kullanılma durumuna göre altı çeşittir. Endüstride en çok üniversal motorlar, yardımcı sargılı motorlar ve gölge kutuplu motorlar geniş kullanım alanı bulurlar.

1.1.1 Üniversal Motorlar

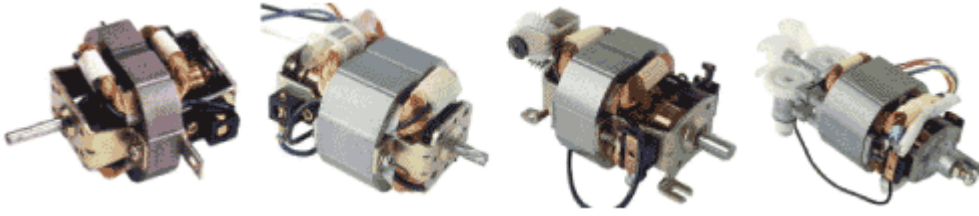
Üniversal motor doğru akım seri motoruna benzer. Statoru saç paketlerinden çıkıntılı - kutuplu olarak yapılmış kutuplara kutup bobinleri yerleştirilmiştir. Yapısı nedeniyle hem doğru akımda hem de alternatif akımda kullanılır. Her iki akımda da kullanıldığı için bu motorlara üniversal motor denilmektedir.

Üniversal motorun rotor ve statorunda sargılar bulunur ve bunlar birbirlerine, fırçaların kollektöre temas durumuna göre seri bağlanırlar. Bu motorlara uygulanan alternatif gerilimin rotor ve stator sargılarından geçirdiği akım aynı anda değiştiğinden motorun devir yönü değişmez. Bu yapıları itibarıyla üniversal motorların kalkınma ve döndürme momentleri yüksektir. Şekil 1.3'de tipik üniversal motor yapısı görülmektedir. N ve S ana manyetik alanı, elektromıknatıstan yararlanılarak gerçekleştirilir.



Resim 1.3: Üniversal motorun yapısı

Üniversal motorların geniş bir kullanım alanı vardır. Çamaşır makineleri, elektrik süpürgeleri, kahve değirmenleri, santrifüjlü meyve sıkma makineleri, breyizler, seyyar zımpara makineleri ve dikiş makinelerinde üniversal motorlar kullanılır.



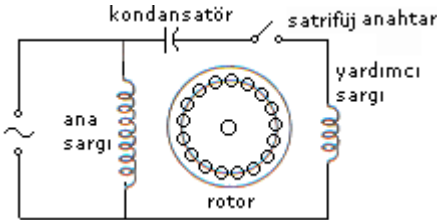
Resim 1.4: El aletleri ve ev gereçlerinde kullanılan üniversal motorlara örnekler

1.1.2 Yardımcı Sargılı Motorlar

Tek fazlı endüksiyon motorları içinde en büyük güçte yapılan motorlardır. Bu motorların da kullanım alanları çok geniştir. Stator oluklarına birbirine göre 90° faz farkı bulunan iki sargı yerleştirilir. Sargılardan birine **ana sargı**, diğerine **yardımcı sargı** denir. Ana sargı kalın iletkenlerden çok sarımlı, yardımcı sargı ise ince iletkenlerden az sarımlı olarak yapılmıştır. Ana sargı stator oluklarının yaklaşık $2/3$ 'ünü, yardımcı sargı ise $1/3$ 'ünü kaplar. Statorun ortasında kısa devreli (sincap kafesli) rotor bulunur.

Yardımcı sargılı motorlar kullanım yerlerine göre;

- Yardımcı sargılı kondansatörsüz,
- Yardımcı sargılı kalkış kondansatörlü,
- Yardımcı sargılı daimi kondansatörlü,
- Yardımcı sargılı kalkış + daimi kondansatörlü seçilebilirler.



Şekil 1.1: Yardımcı sargılı kalkış kondansatörlü motor şeması

Yardımcı sargılı motorlarda ana sargı ile yardımcı sargının meydana getirdiği manyetik alanlar arasında 90° faz farkı sağlamak için aşağıdaki işlemler yapılır:

- Ana sargı kalın iletkenlerden fazla sarımlı, yardımcı sargı ise ince iletkenlerden az sarımlı olarak sarılır.
- Yardımcı sargıya Şekil 1,1'de görüldüğü gibi bir kondansatör seri olarak bağlanır. Böylece yardımcı sargıdan, ana sargıya göre ileride akım geçmesi sağlanır.

Tek fazlı yardımcı sargılı asenkron motorlar, yalnız ana sargı ile çalışmaz. Üzerinde sadece ana sargı bulunan bir motora gerilim uygulandığında rotor kalkınmaz (dönmez). Rotora elle bir hareket verilirse rotor hareket verilen yönde dönmeye başlar.

Yardımcı sargılı motorlarda yardımcı sargının görevi motorun ilk hareketini sağlamaktır. Motor normal devrinin % 75' ine ulaşınca ana sargının tek başına meydana getirdiği döndürme momenti, yardımcı sargı ile birlikte meydana getirdikleri döndürme momentinden büyük olur. Motor yol aldıktan sonra yardımcı sargı santrifüj (merkezkaç) anahtarlar veya elektromanyetik röle ile devreden çıkarılır.

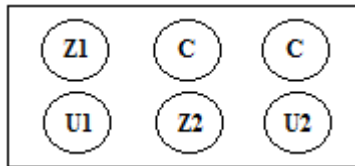
Motorun ilk kalkınmasında yardımcı sargı devreye girmezse ana sargı yanabilir. Motor kalkındıktan sonra yardımcı sargı devreden çıkmazsa yardımcı sargı yanabilir. Bu her iki olumsuz durumda motor sargılarının bir şekilde korunması gerekir. Bu amaçla uygulamalarda, aşırı akıma, ısıya veya her ikisine birden duyarlı, sigorta görevi yapan aşırı akım röleleri ve bi-metal yapıli termikler kullanılır.

Yardımcı sargılı motorlar, buzdolabı soğutma kompresörü, vantilatörler, aspiratörler, küçük zımpara taşı gibi ev aletleri ve küçük yapıli makinelerde kullanılır.









Resim 1.5: Buzdolabı kompresörlerinde yardımcı sargılı elektrik motorları kullanılmaktadır.

Bir fazlı motorların çalıştırılmasında klemens tablosu bağlantısı aşağıdaki şekiller dikkate alınarak yapılmalıdır.

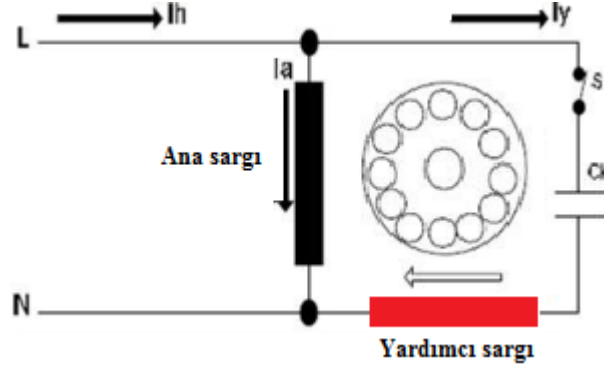


Şekil.1.2: Bir fazlı kondansatörlü motorların standart klemens tablosu

Tablo 1.2: Motora ait özellikler

Stator sargı	Standart uç işareti	Uçların kablo rengi
Ana sargı 	U1 - U2	Siyah - Mavi  
Yardımcı sargı 	Z1 - Z2	Beyaz - Kırmızı  

Ana sargının (Siyah – Mavi) uçları, klemens tablosunda U1 ve U2 klemenslerine; Yardımcı sargının (Beyaz – Kırmızı) uçları, Z1 ve Z2 klemenslerine bağlanır.



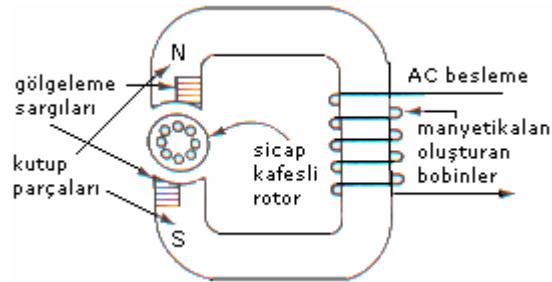
Şekil 1.3: Yardımcı sargılı kalkış kondansatörlü bir fazlı motorun prensip şeması

1.1.3 Gölge Kutuplu Motorlar

Yapımı kolay ve ucuz olan bu motorlar çok küçük güçlü olarak yapılır. Gölge kutuplu motorların rotorları, kısa devreli rotorlardır. Bu motorların devir yönü sabittir ve değiştirilemez. Bu motorların verimleri düşük olduğundan küçük güçlü yapılırlar. Sessiz çalışmaları için masa vantilâtörü ve aspiratör motoru olarak kullanılırlar.



Resim 1.6: Gölge kutuplu motora ait stator, rotor ve kapakları



Şekil 1.4: Gölge kutuplu motor şeması

Tek fazlı, asenkron, kısa devre rotorlu motorlardır. Bu motorlara yardımcı kutuplu motorlarda denir. En önemli özellikleri uzun ömürlü olmaları ve çok sessiz çalışmalarıdır. Genel olarak düşük güçlü fan (Kondenser fanları) ve aspiratör motorlarında ve çamaşır makinasının su tahliye pompası gibi uygulamalarda kullanılmaktadır.



Resim 1.7: Fanlarda kullanılan gölge kutuplu motorlar

1.2. Tek Fazlı Asenkron Motorların Kullanım Alanları

Tek fazlı motorlar küçük güçlerin yeterli olduğu makinelerde kullanılırlar. Sanayide küçük torna, taşlama, matkap tezgâhlarında, pnömatik, hidrolik basınç devrelerinde, konveyörlerde, havalandırma vb. uygulamalarda, evlerde ise buzdolaplarında, çamaşır, bulaşık makinelerinde, klima, vantilatör ve aspiratörlerde kullanılırlar. Güçleri en fazla 1,5 veya 2 hp kadardır.

Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme alanında en çok karşımıza çıkan elektrik motor uygulama örneklerinden birkaçını sıralayacak olursak;

- Sıhhi tesisat uygulamalarında – Hidroforlarda,
- Yangın tesisatlarında – Yüksek basınçlı pompalarda
- Isıtma tesisatlarında – Sirkülasyon pompalarında,
- Kombi, kat kaloriferi kazanlarında - Sirkülasyon pompalarında,
- Buzdolabı vb. soğutucularda– Ekovatlarda (Kompresörlerde)
- Klimalarda – Kompresörlerde, evaporatör ve kondenser fanlarında
- Şerbetlik tipi soğutucularda – Kondenser fanı ve pompalarda
- Merkezi havalandırma sistemlerinde – Fanlarda elektrik motorları kullanılmaktadır.



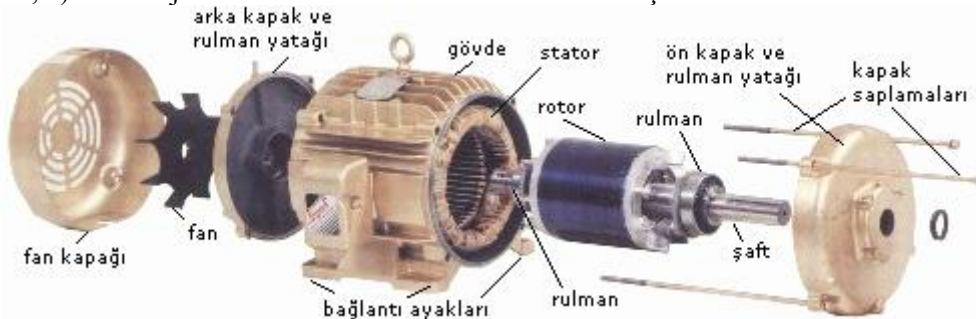
Resim 1.8: 1,1 hp gücünde paket hidroforda kullanılan elektrik motoru

Görülmektedir ki her fonksiyonel yapının arkasında bir elektrik motoru yer almaktadır. Bundan dolayıdır ki, alanımızda eğitim alan bir öğrencinin öncelikle kendi can güvenliğini ön planda tutabilecek elektriksel ölçme teknikleriyle, elektrik devreleri ve elektrik motorlarıyla ilgili temel düzeydeki bilgilere sahip olması gerekmektedir. Diğer taraftan bu bilgilerin kalıcı ve kullanılabilir olmasının da yeterince uygulama yapılmasıyla ile mümkün olacağı unutulmamalıdır.

1.3. Tek Fazlı Asenkron Motorların Yapısı

Bu motorlara asenkron motor denmesinin sebebi stator sargılarında oluşan manyetik alanın dönüş hızı ile rotor devir sayısının aynı olmamasıdır. Rotor hızı stator manyetik alanın hızından daima daha azdır. Onun için bu motorlara, uyumlu olmayan anlamına gelen **asenكرون motor** denir.

Tek fazlı yardımcı sargılı asenkron motorlar; a) Stator, b) Rotor, c) Gövde ve Kapaklar, d) Santrifüj Anahtar olmak üzere dört kısımdan oluşur.



Resim 1.9: Kısa devre rotorlu tek fazlı asenkron motor montaj açılımı

Stator: Üç fazlı asenkron motorlarda olduğu gibi bir fazlı motorlarda da stator, ince silisli sacların iç yüzlerine presle oyuklar açılıp paketlenmesiyle meydana gelmiştir. Oyuklar içerisine, hem birbirine karşı hem de statora karşı yalıtılmış Ana Sargı ve Yardımcı Sargı sarılır. Motorun çalışmaya başladığı ilk anda ana ve yardımcı sargı devreye sokulur. Motor normal devrinin % 75'ine ulaştığında yardımcı sargı, santrifüj anahtar aracılığı ile devreden çıkartılır. Daha sonra motor ana sargı ile çalışmasına devam eder.

Rotor: Silisli sacların dış yüzüne presle oyuklar açılmış ve birleştirilerek sac paket oluşturulmuştur. Rotor oyuklarına, iki ucundan kısa devre edilmiş alüminyum rotor çubukları, enjeksiyon yöntemi ile yerleştirilip daha sonra bu sac paket, gövde üzerine sıkıca takılarak rotor meydana getirilmiştir.

Gövde ve Kapaklar: Küçük ev aletlerinde kullanılan motorlarda gövde düz yüzeyle olarak, orta güçlü motorlarda ise gövde çıkıntılı yüzeyle olarak yapılır. Genellikle gövdeye saplamalarla tespit edilen kapakların içerisine açılan yataklara rotor mili üzerine geçirilmiş rulmanlar yerleştirilir.

Santrifüj Anahtar: Motorun ilk kalkınma anında normal devrinin % 75'ine ulaşınca yardımcı sargıyı devreden çıkartan santrifüj (Merkezkaç) anahtar, motorun içerisine yerleştirilir. İki kısımdan meydana gelen santrifüj anahtarın duran kısmı kapak içerisine, hareketli kısmı ise rotor miline monte edilir. Duran kısımda bulunan iki kontak, motor çalışmazken kapalı durumdadır ve yardımcı sargıyı devreye sokar. Motor normal devrinin %75'ine ulaştığında ise hareketli kısım, merkezkaç kuvvetin etkisi ile dışarı doğru çekilerek kontak üzerindeki basıncı kaldırır. Bu ise bir yay vasıtası ile tekrar eski konumuna gelerek kontağı kapatır. Bu sırada kontak açılarak yardımcı sargı devreden çıkar. Motor durduğunda ise bir yay vasıtası ile tekrar eski konumuna gelerek kontağı kapatır.



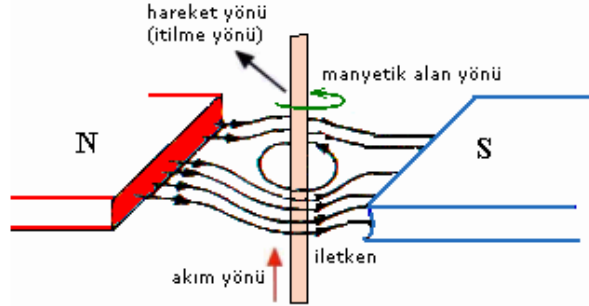
Resim 1.10: Elektrik motorlarına ait stator ve rotorlardan örnekler

Tek fazlı motorların statorunda ana sargı ve yardımcı sargı olmak üzere ayrı iki bağımsız sargı grubu bulunur. Motor momentini meydana getiren döner alan da bu sargılar yardımıyla oluşturulur. Motor normal devire ulaştınca yardımcı sargı, röle veya santrifüj (merkezkaç) anahtar aracılığı ile devreden çıkarılır.

Bu tip motorlar kullanılacakları uygulamaya bağlı olarak daimi kondansatörlü veya kalkış + daimi devre kondansatörlü olarak seçilebilir. Yardımcı sargıya seri olarak bağlanan kondansatörün görevi ise motorun rahat bir şekilde yük altında kalkmasını, yani ilk yol almasını sağlamaktır.

1.4. Tek Fazlı Asenkron Motorların Çalışma Prensibi

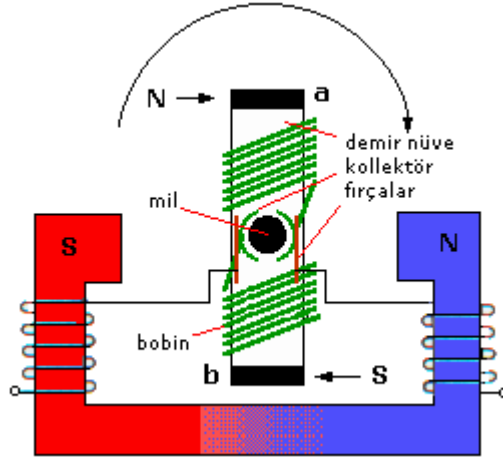
Elektrik motorlarının çalışması genel olarak, manyetik alanların birbirini etkilemesi ilkesine dayanır. Şekil 1.5'te görüldüğü gibi herhangi bir yolla elde edilmiş bir manyetik alan ve bu alanın içerisine sokulmuş bir iletken, örneğin, bir bakır çubuk düşünelim. Bakır manyetik bir madde olmadığından, manyetik alanın bakır çubuk üzerine bir etkisi olmayacaktır. Ancak bu bakır çubuktan bir elektrik akımı geçirirsek bunun etrafında bir manyetik alan meydana gelecektir. N ve S ana alanı ile bakır çubuğun manyetik alanı birbirlerini etkileyecek ve Şekil 1.5'te olduğu gibi çubuğun bir tarafında mıknatıs çizgileri aynı yönde oldukları için birbirlerini kavrayacaklardır. Çubuğun diğer tarafında, mıknatıs kuvvet çizgileri birbirlerine ters yönde olduklarından birbirlerini zayıflatacaklardır. Böylece çubuğun bir yanında şiddetli bir manyetik alan, öbür yanında zayıf bir manyetik alan meydana gelecek ve bunun sonucu olarak bakır çubuk okla gösterilen yönde itilecektir. Bu olay bize manyetik alandan yararlanarak bir hareket sağlanabileceğini göstermektedir.



Şekil 1.5: Manyetik alan içerisinde bulunan ve içerisinden akım geçen bir iletken manyetik alan kuvvet çizgileri tarafından itilir.

Şekil 1.5'deki iletkenin hareketi bir doğru yönünde harekettir ve iletken manyetik alanın dışına çıkınca bu hareket sona erer. Oysa, sağlanan bir hareketten yararlanabilmek için genellikle bunun sürekli olması istenir. Bunun için tek bir çubuk yerine, uygun biçimde yerleştirilmiş çok sayıda çubuklar veya tellerden meydana getirilmiş bobinlerden yararlanılır.

Şekil 1.6'da bir motorun hareket eden parçasının, halka biçiminde birleştirilmiş tellerden oluşan bobini görülmektedir. Bir motorda genellikle bu bobinler, bir mil etrafında dönebilen, sactan yapılmış, silindirik biçimli ve rotor adı verilen bir gövdenin oyuklarına yerleştirilirler. Bobin uçları, akım yönünü dönme hareketiyle değiştiren kollektöre bağlıdır.



Şekil 1.6: Döner alan için sargılanmış bir üniversal motor gövde şeması

Bu bobinlerden bir çiftini çizelim ve manyetik alan içinde bulunan bu bobinlerden ok yönünde bir akım geçirildiğinde neler olduğunu inceleyelim. Şekil 1.6’da açıkça görüleceği gibi manyetik alanların karşılıklı etkileri ile bobinin **a** kolu sağa, **b** kolu sola doğru itilir. Böylece bobin kendi eksenini etrafında döner. Bu durumda dönme hareketinin sürekliliği için fırçalar yardımıyla kolektör üzerinden bobinlere verilen akımın yönü, dönme hareketi sonucu değişir. Böylece bobinlerin iki kolundan geçen akımların yönü değişmiş olmaktadır. Manyetik alan yönü ile bobin kolundaki akımların yönü aynı olduğundan bobinin dönme yönü de aynı olacak ve böylece dönme hareketi sürdürülmüş olacaktır.

1.5. Elektrik Kumanda ve Kontrol Elemanları

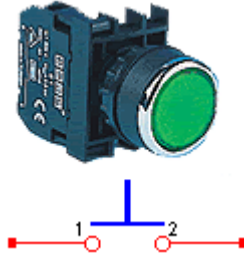
Elektrik makinalarının ve elektrikli aygıtların çalıştırılmalarında kullanılan elemanlara kumanda elemanları denilir. Kumanda elemanları, sıklıkla kumanda devrelerinde kullanılırlar. Bu elemanları tanımak ve işlevlerini bilmek, devrelerin öğrenilmesi için bir ön adım olarak düşünülmelidir. Bu sayede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

1.5.1. Butonlar

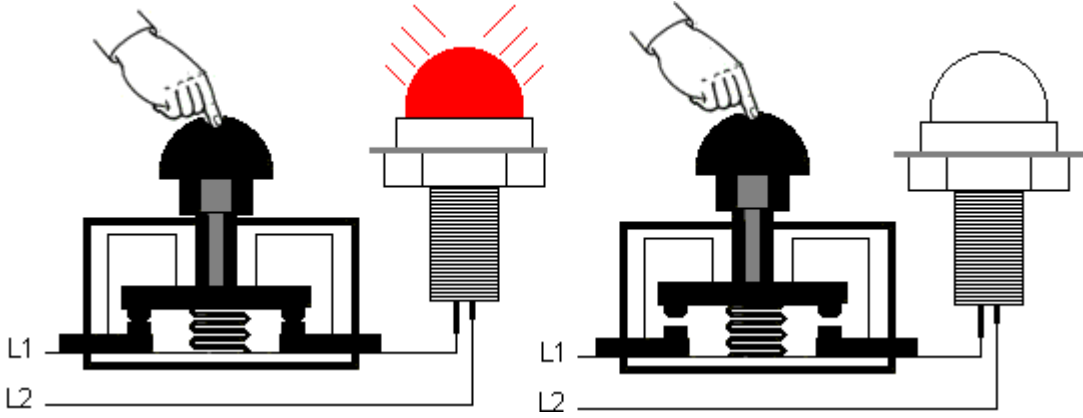
Elektrik akımının geçip geçmemesini, yön değiştirmesini sağlayan elemanlardır. Bu elemanların kontaklarından akım geçer. Normalde açık kontaklı bir anahtardan akım geçmez. Butona basarak kontak kapandığında akım geçebilir. Normalde kapalı kontaklı bir elemandan akım geçer. Butona basarak kontak açıldığında akım geçişi durur.

1.5.1.1. Normalde Açık Kontaklı Buton (Start Butonu)

Bu elemana kısaca başlatma (Start) butonu adı verilebilir. Butona basıldığında kontak kapanarak devre tamamlanır. Buton serbest bırakıldığında ise kontak tekrar eski konumuna döner.



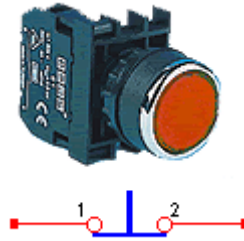
Resim 1.11: Start (Başlatma) butonu



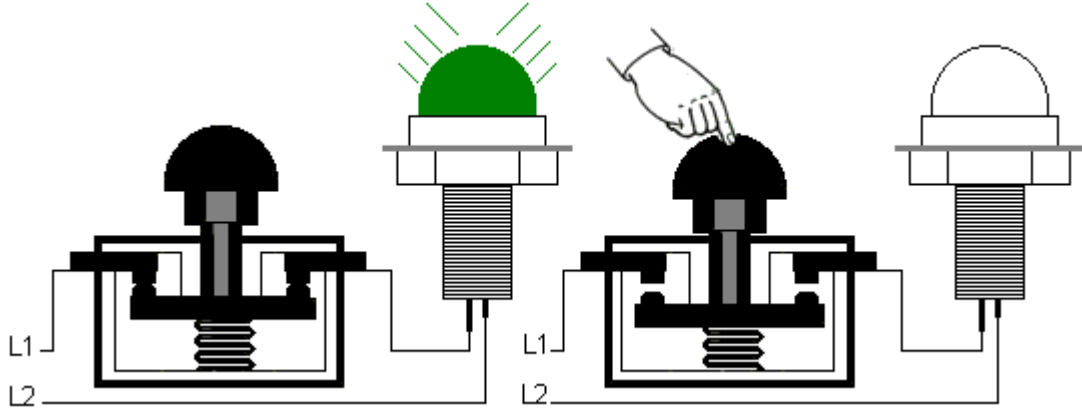
Şekil 1.7: Start butonunun çalışma prensibi

1.5.1.2. Normalde Kapalı Kontaklı Buton (Stop Butonu)

Bu elemana kısaca durdurma (Stop) butonu adı verilebilir. Butona basıldığında kontak açılarak devre akımı kesilir. Buton serbest bırakıldığında tekrar eski konumuna döner.



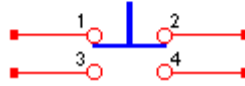
Resim 1.12: Stop (Durdurma) butonu



Şekil 1.8: Stop butonunun çalışma prensibi

1.5.1.3. Çift Yollu Buton

Biri normalde kapalı, diğeri normalde açık iki adet kontağa sahip olan butondur. Butona kuvvet uygulandığında kontaklar yer değiştirir. Bir işleme son verirken diğeri bir işlemi başlatmak istenilen yerlerde kullanılır.



Resim 1.12: Çift yollu buton

1.5.2. Röleler

Ufak güçteki elektromanyetik anahtarlara röle adı verilir. Röleler elektromıknatıs, palet ve kontaklar olmak üzere üç kısımdan oluşur. Elektromıknatıs, demir nüve ve üzerine sarılmış bobinden meydana gelir. Röle bobinleri hem doğru ve hem de alternatif akımda çalışır. Bobin doğru akıma bağlanacak ise demir nüve bir parçadan yapılır.



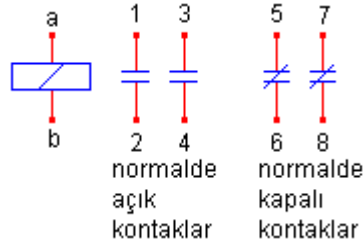
Resim 1.13: Röle

Demir nüvenin ön yüzüne plastikten yapılmış bir pul konur. Bu pul, bobin akımı kesildikten sonra artık mıknatısiyet nedeniyle paletin demir nüveye yapışık kalmasını önler. Bobini alternatif akıma bağlayacak rölelerin demir nüveleri sac paketinden yapılıır.

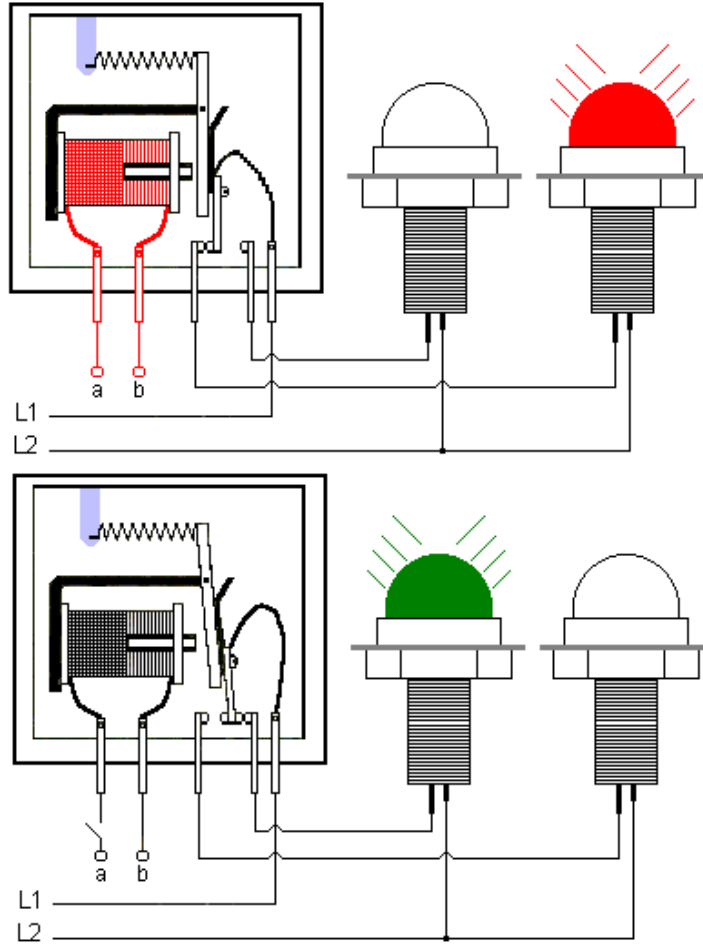
Demir nüvenin ön yüzünde açılan oyuğa bakırdan yapılmış bir halka geçirilir. Bu bakır halka konmazsa alternatif alan nedeniyle palet titreşim yapar. Kontaklar açılıp kapanır ve röle gürültülü çalışır. Rölelerde bir veya daha fazla sayıda normalde açık ve normalde kapalı kontak bulunur. Kontakların açılıp kapanmalarını, rölenin paleti sağlar. Bobin enerjilendiğinde, palet çekilir. Normalde kapalı kontaklar açılır, normalde açık kontaklar kapanır. Rölenin paletine bağlanmış olan bir yay kontakların normal konumda kalmalarını sağlar.

Kontakların yapımlarında gümüş, tungsten metalleri ve bunların alaşımları kullanılır.

Röleler aşağıdaki şekilde sembolize edilir.



Şekil 1.9: Röle sembolü



Şekil 1.10: Rölenin çalışma prensibi

Şekil 1.10'da rölenin bobinine bir gerilim uygulandığında röle enerjilenir ve paletini çeker. Palet üzerinde bulunan (1-3) nolu kontak açılır ve (1-2) nolu kontak kapanır. Bobinin akımı kesildiğinde, röle üzerinde bulunan yay, paletin demir nüveden uzaklaşmasını sağlar. Bu durumda kapanmış olan (1-2) nolu kontak açılır, açılmış olan (1-3) nolu kontak kapanır.



Resim 1.14: Rölelerin kullanılacakları yere göre kontak sayıları değişebilir

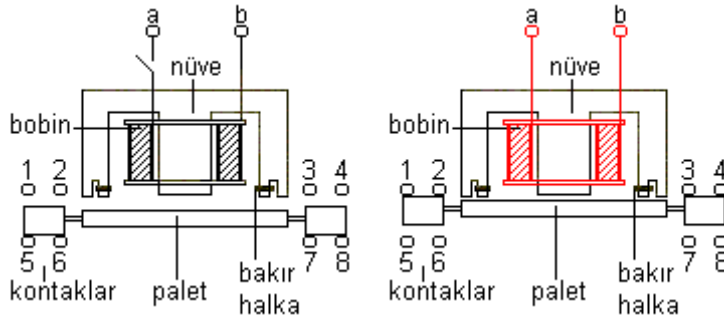
1.5.3. Kontaktörler

Büyük güçteki elektromanyetik anahtarlara **kontaktör** adı verilir.



Resim 1.15: Kontaktör

Rölelerde olduğu gibi kontaktörler de elektromıknatıs, palet ve kontaklar olmak üzere üç kısımdan oluşur. Kontaktörler, bir ve üç fazlı motor, ısıtıcı, kaynak makinesi, trafo vb. alıcıların otomatik olarak kumanda edilmesinde kullanılır. Bu elemanların bobinlerinin gerilimleri DC ya da AC olarak 24 - 48 - 220 - 380 volt olabilmektedir.



Şekil 1.11: Kontaktörün yapısı

Şekil 1.11’de verilen kontaktörün bobinine bir gerilim uygulandığında kontaktör enerjilenir ve paletini çeker. Palet üzerinde bulunan (5-6) nolu kontak ve (7-8) nolu kontak açılır. (1-2) nolu kontak ve (3-4) nolu kontak kapanır. Bobinin akımı kesildiğinde, kontaktör üzerinde bulunan yay, paletin demir nüveden uzaklaşmasını sağlar. Bu durumda kapanmış olan (1-2) nolu kontak ve (3-4) nolu kontak açılır. Açılmış olan (5-6) nolu kontak ve (7-8) nolu kontak kapanır.

Manyetik alan maksimum olduğunda palet çekilir, sıfır olduğunda da palet bırakılır. Bu nedenle palet titreşir, kontaklar açılır ve kapanır, kontaktör çok gürültülü olarak çalışır. Bu sakıncayı gidermek için demir nüvenin dış bacalarının ön yüzlerinde açılan oyuklara kalın bakır halkalar takılır. Bakır halkalar kullanılmazsa bir titreme oluşur.

Bir transformatörün sekonder sargısı gibi çalışan bu bakır halkaların her birinde gerilim indüklenir. Halkalar kısa devre edilmiş olduklarından, indüksiyon gerilimi halkalardan akım dolaştırır ve halkalar ek bir manyetik alan yaratır. Bu manyetik alan esas manyetik alandan 90 derece geride olduğundan, demir nüvedeki toplam manyetik alan hiçbir zaman sıfır olmaz. Bu nedenle palet devamlı çekik kalır.

1.5.4. Anahtarlı Tip Otomatik Sigortalar

Hem sigorta hem de şalter görevi yapabilen anahtarlı tip otomatik sigortalar kullanım kolaylığı ve yüksek koruma özelliğinden dolayı çok yaygın olarak kullanılırlar. K, L, W otomat olarak adlandırılan bu sigortalar çalışma karakteristiği bakımından iki kısımda üretilir

L tip otomatik sigorta: Manyetik sistemli kısa devre koruyucusu, nominal akımın 3,5-5 katına kadar olan değerlerde gecikmesiz olarak devreyi açar. 6-10-16-25-32-40 A nominal akım değerlerinde yapılırlar. Gecikmesiz olduklarından kumanda, aydınlatma ve priz devrelerinde kullanılırlar.

G tipi otomatik sigorta: Manyetik sistemli kısa devre koruyucusu, nominal akımın 7-10 katına kadar olan değerlerde gecikmeli olarak devreyi açar. 0,5-1-1,6-2,4-6-10-16-25-32-40-45-50 A nominal akım değerlerinde yapılırlar. Gecikmeli olduklarından motor devrelerinde, flüoresan, cıva ve sodyum buharlı lamba devrelerinde kullanılırlar.



Resim 1.16: Tek faz ve üç fazda kullanılan anahtarlı tip otomatik sigortalar

Üç fazlı motorlarda motorun iki faza kalması için otomatik sigortalar birbirine mekaniksel olarak bağlanmışlardır. Dolayısıyla fazlardan birisinden gelen bir arıza sonucu sigortaların üçünün de atması sağlanır. Bu tür otomatik sigortalara K-Otomat denir. Sigortayı tekrar kurmak için sigorta anahtarı iyice aşağıya indirilip sonra yukarıya kaldırılmalıdır.

1.5.5. Zaman Röleleri

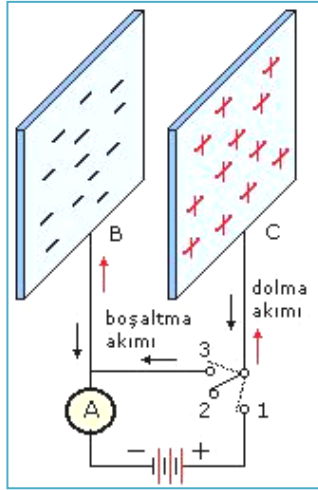
Bir kumanda devresini ayarlanan süre sonunda çalıştıran veya durduran kumanda elemanlarıdır. Genellikle kumanda devresindeki güç kontaktörlerini kontrol ederler. Normalde kapalı ve normalde açık olmak üzere iki kontağı vardır. Kontak sayısı üretici firmaya göre değişir. Zaman röleleri 24 – 500 volt gerilimde çalışırlar ve küçük akım çekerler. Bu nedenle yalnızca kumanda devrelerine bağlanırlar.



Resim 1.17: Zaman rölesi

1.6. Elektrik Motorlarında Kullanılan Kondansatörler

Kondansatör, araları yalıtılmış iki metal levhadan yapılmış elektrikî bir ayardır. Şekil 1.12 de görüldüğü gibi iki metal levha arasında hava olabileceği gibi, kâğıt, parafin vb. yalıtkan maddeler de olabilir. İki levha arasındaki yalıtkanı **dielektrik** adı verilir. Dielektriğin cinsine göre de kondansatörler ayrı adlar alırlar; kâğıtlı kondansatörler, havalı kondansatörler, elektrolitik kondansatörler gibi.



Şekil 1.12: Bir kondansatörün dolması ve boşalması ile devreden kapasitif bir akım geçer.

Şekil 1.12 deki kondansatörün metal levhalarına bir doğru gerilim uygulandığında, o anda devrede bulunan duyarlı bir ampermetrenin göstergesinin bir sapma gösterdiğini ve hemen yine sıfır noktasına döndüğünü görürüz. Bu bize devreden kısa süreli bir akım geçtiğini gösterir. Gerçekten, şekil 1.12’de 2. durumda boşta duran anahtar, 1 durumuna getirilince B ve C levhaları (+) ve (-) olarak elektrik yüklenirler. Bu yüklenme sırasında iletkenlerden akım geçeceğinden ampermetre bir sapma gösterir. Ancak, B ve C levhaları tam yüklenip iki levha arasındaki potansiyel farkı, üretcin gerilimine eşit değere erişince elektron akışı durur ve ampermetre göstergesi sıfır noktasına geri döner.

B ve C levhaları tam yüklendikten sonra anahtar 3 konumuna getirilirse, C den B ye doğru bir akım geçer ve levhalar boşalır. Ancak, bu akımın yönü dolma (şarj) akımının ters yönündedir. B ve C levhaları arasındaki elektron alışverişi sona erince devreden hiçbir akım geçmez

B ve C levhaları, büyük yüzeyli, levhalar arasındaki uzaklığı az ve aralarındaki yalıtkan madde, dielektrik özelliği iyi olan bir maddeden ise bu iki levha üzerinde oldukça çok miktarda elektrik yükü toplanabilir. Bir kondansatörün yük toplama yeteneğine o kondansatörün **sığası** veya **kapasitesi** denir ve C harfi ile gösterilir.

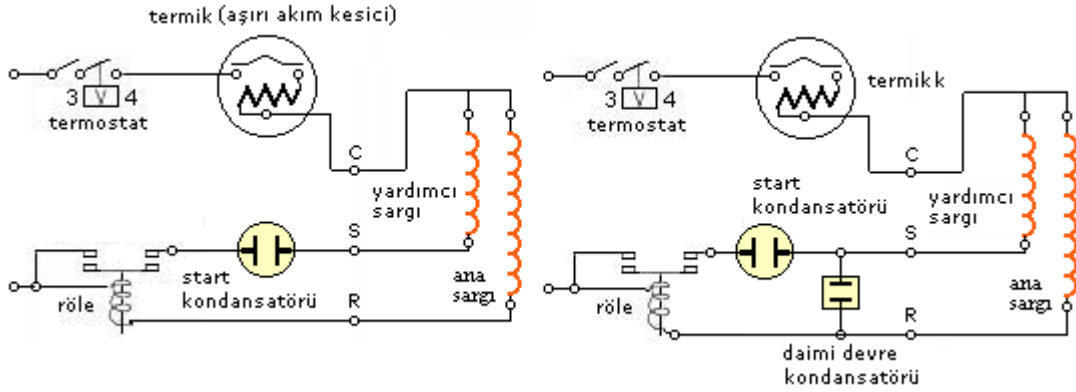


Resim 1.17: Daimi devre kondansatörleri

Kondansatör, soğutma sistemlerinde başlıca iki amaca yönelik kullanılır.

İlk hareket kondansatörü: İlk hareket kondansatörünün soğutma sistemindeki fonksiyonu çok önemlidir. Kompresör elektrik motoru, ilk harekete bu kondansatörle geçecektir. Bilindiği üzere soğutma sistemlerinde (kompresör tahrikinde) kullanılan elektrik motorları, ana sargı ve yardımcı sargı olmak üzere iki ayrı bobin devresi taşırlar. Bunlardan yardımcı sargı, elektrik motorunun yük altında kalkışını (ilk hareketini) kolaylaştırmak üzere tasarlanmış ve ana sargı ile 90°lik faz farkı oluşturacak şekilde konumlandırılmıştır. Sargılar arasındaki faz farkı, ilk hareket için gerekli olan kalkış momentini (torku) sağlar.

Bu şekilde, yani faz farkı yaratacak şekilde tasarlanmış bobin devresinde alternatif akımda kullanılan kondansatör (kapasitör), tek fazlı olan devre akımını iki fazlı duruma çevirir. Kondansatör her iki sargıda birden kullanılabilir. Eğer yalnız yardımcı sargı, yani ilk hareket sargısında kullanılıyorsa, **ilk hareket kondansatörü** adını alır. İlk hareket kondansatörü motor devre kalkışında birkaç saniye devrede kalır ve kalkışı takiben röle veya merkezkaç anahtarla devreden çıkarılır. Soğutmadan kaynaklanan bir başka problem de, motor yük altında sık sık devre kalkıyorsa veya ilk hareket sargısı uzun zaman devrede kalıyorsa, kondansatör izolasyonu aşırı ısınarak patlar.



Şekil 1.13: Ekovatlarda kullanılan kondansatörün devre üzerindeki konumları

2.Daimî devre kondansatörü: Eğer kondansatör sadece ana sargıda, yani daimî devrede görev yapan sargı üzerinde görev yapıyorsa, **daimî devre kondansatörü** adını alır. Devredeki fonksiyonu, ilk hareket kondansatörü ile birlikte ilk anda motorun kalkışına yardım etmesidir. Motor normal dönme momentine ulaştınca motorun güç faktörünü en iyi şekilde ayarlayarak aşırı akım geçmesine mâni olur. Daimî devre kondansatörü olmadan da motor çalışabilir, ancak motor çok fazla akım çeker.

Devre üzerinde kullanılan kondansatörler, devre gerilimine uygun gerilimde ve doğru kapasitede (sığada) kullanılmalıdır. Hiçbir zaman ilk hareket kapasitörü, daimî devre kapasitörü yerine kullanılamaz.

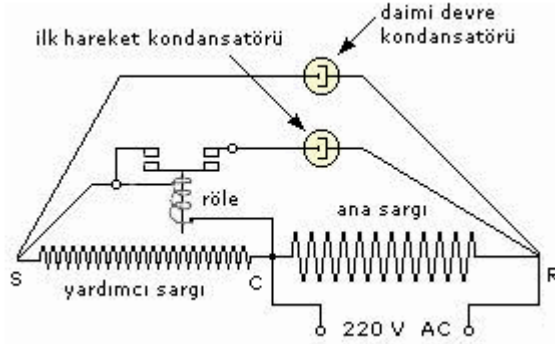
➤ Daimi Kondansatörlü Devre

Bu tip tek fazlı motorlarda çalışma boyunca devrede olan daimi devre kondansatörü, yardımcı sargıya seri olarak bağlanır.

Güç katsayısı yüksektir. Nominal momentin %50 – 80'i arasında bir kalkış momentine sahip olan daimi devre kondansatörlü motorlar; özellikle dairesel testereler, matkap makinaları, çim biçme makinaları, pompa ve fanlar gibi yüksek kalkış momenti ihtiyacı olmayan uygulamalarda kullanılırlar.

➤ İlk Hareket (Kalkış) + Daimi Kondansatörlü Devre

Bu tip tek fazlı asenkron motorlarda kısa süre devrede kalan bir kalkış kondansatörü, devamlı devrede kalan daimi devre kondansatörü ve kalkış rölesi kullanılır. Bu tip motorların kalkış momentleri (ilk hareket dönme kuvvetleri) diğer motorlara göre yüksek olduğundan kompresörler, hidrolik pompalar vb. uygulamalarda kullanılırlar.



Şekil 1.14: Elektrik motoru uygulamalarına yönelik kondansatör kullanımı

1.7. Tek Fazlı Motorlara Yol Verme

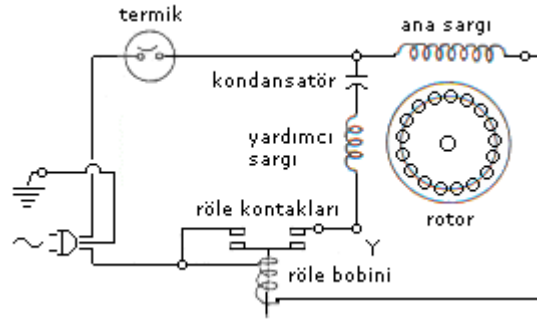
Tek fazlı asenkron motorlarda dönme hareketini, döner manyetik alan sağlar. Döner manyetik alanı da stator sargıları yaratır. Döner alan yalnız iki ve üç fazlı sistemlerde meydana gelir. Bir faza bağlı bir sargı ile motorda döner alan yaratılamaz, yani dönme momenti sıfırdır. Yalnız böyle bir motora yol verilirse motordaki bir sargı, dönüşü devam ettirecektir. Bu sargıya **ana sargı** adı verilir. Bir fazlı asenkron motorlarda ilk hareketi sağlamak için ana sargıya göre 90° açıyla yerleştirilmiş ikinci bir sargı daha kullanılır. Motordaki ikinci sargıya **yardımcı sargı** denir. Bu sargı, asenkron motorun iki fazlı bir motor gibi çalışmasını sağlar.

Motorlar yol alırken anma (yük altında çalışma) akımlarından daha fazla akım çekerler. Aşırı yol alma akımı şebekede, devrede ve motorda birçok sakınca yaratır. Yol alma akımının güvenli sınırlar içinde kalması, birtakım yöntemlerin geliştirilmesiyle sağlanmıştır.

1. Tek fazlı motorlara doğrudan yol verme: Küçük güçteki üniversal (statoru sargılı) motorların yol alma akımları düşük olduğundan bir anahtar yardımıyla doğrudan yol verilebilir.

2. Tek fazlı motorlara santrifüj anahtarla yol verme: Ana ve yardımcı sargıdan oluşan tek fazlı motorlarda yardımcı sargı, motorun yüksek dönme momenti ile yük altında kalkınmasını sağlamak üzere kullanılmıştır. Yardımcı sargının devreden çıkarılması, yardımcı sargıya seri bağlı santrifüj anahtarla sağlanır. Santrifüj anahtarın devreden çıkması, motor rotor hızının $\%75'$ ine ulaştığı anda, merkezkaç kuvvetle kontaklarını açmasıyla gerçekleşir. Bu andan itibaren motor sadece ana sargının oluşturduğu döner alanın etkisi ile dönmeye devam eder.

3. Manyetik röle ve kapasitörle (kondansatörle) yol verme: Endüstride yaygın olarak kullanılan röleler temel itibarıyla elektromanyetik anahtarlardır. Yani elektrik enerjisi ile çalışan anahtarlardır.



Şekil 1.15: Röle ve kondansatörle yol verme

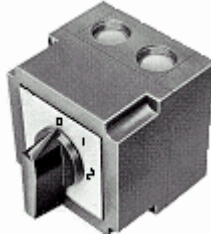
Hermetik tip kompresörlerin kullanıldığı ev tipi soğutucularda elektrik motorunun ilk hareketi, yaygın olarak kullanılan ve motor gövdesine yerleştirilmiş ilk hareket rölesi ile gerçekleştirilir. Elektrik motoru ana sargısı üzerinden geçen yüksek kalkış akımı, röle bobininde yüksek manyetik alan oluşmasına neden olur. Bunun sonucu rölenin hareketli kontakları, rölenin yay direncini yener ve sabit kontaklar üzerine yapışarak elektrik motorunun yardımcı sargısını devreye sokar. Yardımcı sargının devreye girmesiyle motorda yüksek kalkış momenti oluşur ve motor hızla kalkar. Yardımcı sargının devreye girmesi ve motorun hareketiyle ana sargı üzerinden çekilmekte olan akım %70 - 80 nispetinde düşer.

Bu düşüş, röle bobini üzerindeki manyetik alanın devamı için yeterli değildir ve röle kontakları yay kuvvetinin etkisiyle eski durumlarına geri döner. Bunun sonucu yardımcı sargı devreden çıkar ve elektrik motoru sadece ana sargı üzerinden geçen devre akımıyla beslenerek, termostatın izin verdiği sürece devrede kalır.

Bazı uygulamalarda kalkınma momentini daha da artırmak üzere yardımcı sargıya seri kondansatör ilâve edilir. Tek fazlı motorlarda kullanılan kondansatör bazen sadece motorun kalkındırılması için kullanılırken bazen de sürekli olarak kullanılır. 1. hâldeki kondansatöre **ilk hareket kondansatörü**, 2. hâldeki kondansatöre ise **daimî devre kondansatörü** denir. Burada, kullanılacak kondansatörler polaritesiz tipte olmalıdırlar. Kapasiteleri ise 80 μF 'dan 400 μF 'a kadardır.

Bu motorlarda, kondansatör, akımın önde gitmesine sebep olur ve böylece yol verme sargısı, çalışma sargısına göre faz kaymasına sahip olur. Yine bu tip motorlarda rotor yaklaşık %75 devir hızına eriştiğinde, manyetik röle veya santrifüj (Merkezkaç) anahtar yol verme sargısını ve kondansatörü devreden çıkaracaktır.

4.Pako şalterle yol verme: Bir eksen etrafında dönebilen, art arda dizilmiş, birkaç dilimden oluşan çok konumlu şalterlere **pako şalter** denir.

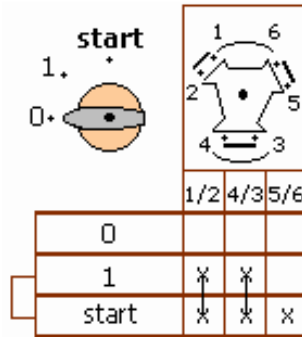


Resim 1.18: Pako şalter

Elektrikle çalışan cihazları kontaktörle veya rölelerle kumanda etmek her zaman ekonomik olmaz. Şekil 1.15’deki diyagramda, şalterin (0) konumunda, üç kontağının da açık olduğu, (1) konumunda 1-2 ve 3-4 nolu kontakların kapalı, 5-6 nolu kontağın açık olduğu; (start) konumunda ise üç kontağın da kapalı olduğu anlaşılır. Bu nedenle, küçük güçlü, basit motorların çalıştırılmaları genellikle pako şalterlerle yapılır.

Pako şalterler, kumanda devrelerinin butonları yerine de kullanılabilirler.

Pako şalterlerin her diliminde iki, üç veya dört kontak bulunur. Kontakların açılmaları ve kapanmaları, dilimler içerisindeki eksantrik parçalar sayesinde olur. Tek fazlı asenkron motora yol vermede kullanılan pako şalter üzerinde; (0), (1) ve start (başlatma) olmak üzere üç konum olduğu görülür.



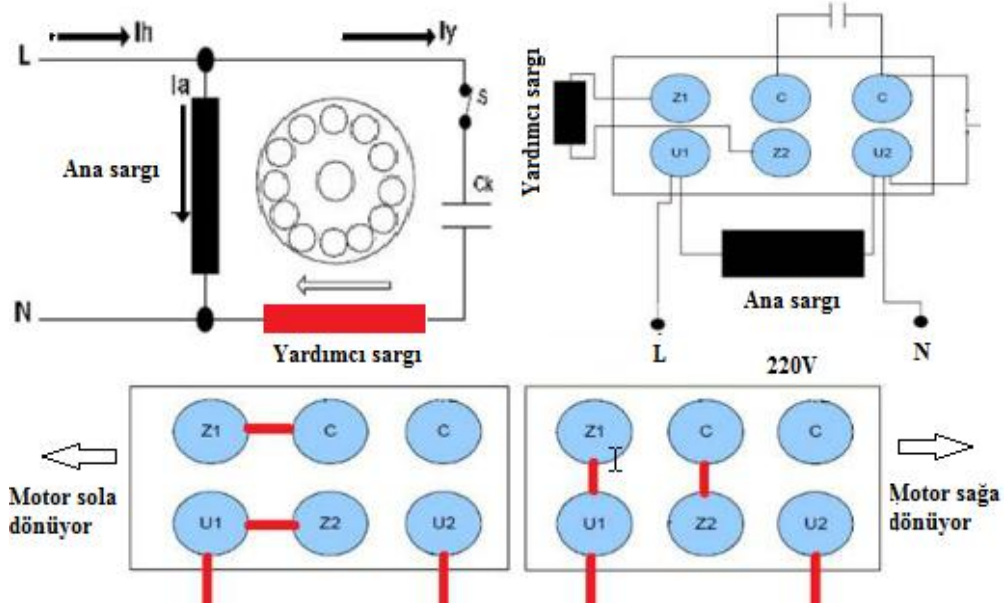
Şekil 1.15: Tek fazlı motor pako şalter çalışma diyagramı

Şalterin (start) konumunda üç kontak da kapanarak tek fazlı motorun ana ve yardımcı sargısı paralel enerjilenir. Yardımcı sargı devredeyken motor kalkınır ve yol alır. Elimizi yaylı mandaldan çektiğimizde mandal (1) konumuna gelerek yardımcı sargı kontaklarını açar ve yardımcı sargıyı devre dışı bırakır. Bu (1) konumunda sadece ana sargı enerjilenmektedir ve motor normal çalışmasını sürdürür.

Bu şalter kullanırken dikkat edilecek husus, mandal çevrilerek (start-çalışma) konumuna getirildiğinde, el mandaldan hemen çekilip şalterin (1) konumuna getirilmesi sağlanır.

1.8. Yardımcı Sargılı Motorlarda Devir Yönünün Değiştirilmesi

Motorun dönüş yönünü değiştirmek için klemens üzerinde ana veya yardımcı sargıdan herhangi birinin uçları yer değiştirilir. Bu sargıların herhangi birinin uçlarının yer değiştirmesiyle stator alanının dönüş yönü ters çevrilir. Sonuç olarak da rotorun dönüş yönü değiştirilir.



Şekil 1.16: Yardımcı sargılı motorlarda devir yönünün değiştirilmesine ait uygulamalar

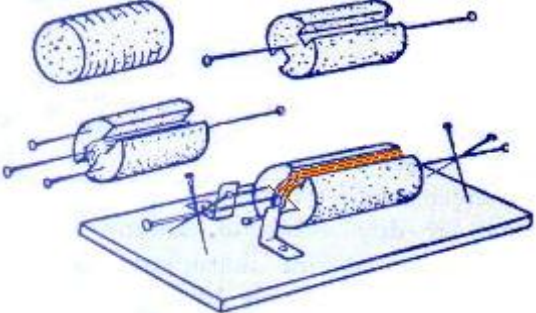
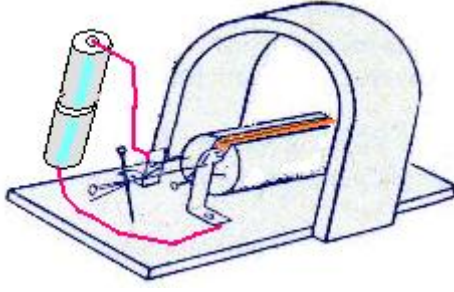
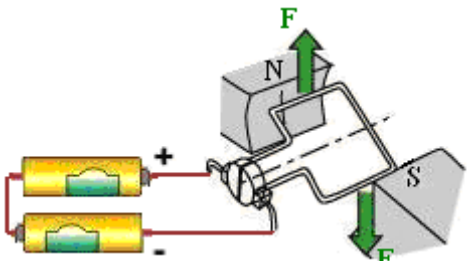
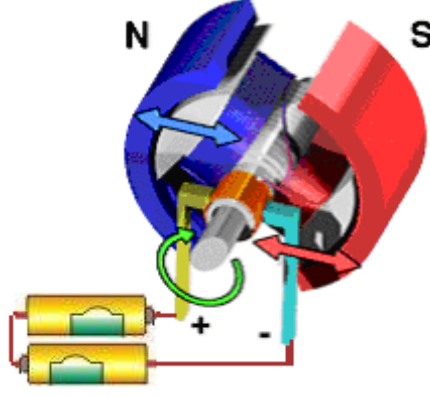
Yardımcı sargılı tek fazlı motorlar kullanım amacına göre tek yönlü veya çift yönlü olarak imal edilirler. Çift yönlü motorlarda klemens kutusuna 4 kablo çıkar. Bağlantıları değiştirerek yön değiştirmek mümkün olur. Fakat tek yönlü motorlarda bu mümkün değildir. Tek yönlü motorların yönü değiştirilmesi istenmez. Mesela sirkülasyon pompaları ve buzdolabı ekovatları (kompresörleri) vb.

1.9. Tek Fazlı Motorlarda Hız Kontrolü

Asenkron motorun devrini değiştirmek için ya motora uygulanan gerilimin frekansının ya da motor kutup sayısının değiştirilmesi gerekmektedir. Burada bizi daha çok ilgilendiren, uygulamalarda motor devrinin bir şekilde değiştirilmesidir. Örneğin; elektrikli el brezlerinde basit bir anahtara basmak suretiyle hem devir (hız) hem de dönüş yönü değişmektedir. Özellikle günümüzde üretilen İnverter teknolojiye sahip klimalarda kompresör elektrik motoru devri, kontrollü olarak değiştirilmek suretiyle istenilen kapasitede çalıştırılmakta ve ekonomik bir işletme sağlanmaktadır. Benzer uygulamalar merkezi iklimlendirme sistemlerindeki gerekli hava debilerinin sağlanmasında da kullanılmaktadır. Fan motorlarının devirleri değiştirilmek suretiyle gerekli hava miktarı kontrolü şekilde akıtılmaktadır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Basit Elektrik Motoru yapma işlemini gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Aşağıda listesi verilen malzemeleri ev, iş, okul ve piyasadan temin ediniz.</p> <p>Malzemeler</p> <p>➤ Devreyi kurabileceğiniz plançete (30x50cm) sunta, suntalam vb.</p> <p>➤ U mıknatıs 1 adet</p> <p>➤ Şişe mantarı 1 adet</p> <p>➤ Raptiye</p> <p>➤ Toplu iğne</p> <p>➤ İnce teneke şerit</p> <p>➤ İzoleli iletken 2 m</p> <p>➤ Pil 1,5V 2 adet</p>	<p>➤ Aşağıda verilen şekle uygun düzeneği kurabilirsiniz.</p> 
<p>➤ Olukları boşaltılmış mantarın iki ucuna batırılmış iki toplu iğne eksen görevi görür. İletkenin, mantarın kesilmeyen kısımlarına batırılmış, iki iğneye dolanarak bağlanan izolasyonu sıyrılmış iki ucu, akım makarasına akımın girdiği ve çıktığı iki kutup görevini görecektir. İnce teneke şeritler veya bakır yapraklar fırça olarak kullanılır ve bunlar raptiye ile altlığa tutturulur. Bu düzeneğin üstüne konan mıknatıs, iki pille çalışan motor modelini tamamlayacaktır.</p>	
<p>➤ Benzer şekilde bir elektrikli oyuncak motorunun iç devre elemanlarını kullanarak da bu motorun fonksiyonel çalışma prensibini kavrayabilirsiniz.</p> 	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Malzeme listesini eksiksiz bulabildiniz mi?		
2. Rotor görevini görecekt mantarı hazırlayabildiniz mi?		
3. Manyetik alanın yaratılmasında kullanılan iletkeni sarabildiniz mi?		
4. İletken uçlarının izolesini sıyrabildiniz mi?		
5. Yataklama görevini yapan iğnelerle düzeneği oluşturabildiniz mi?		
6. Fırça görevini yapan ince sac şeritleri sabitleyebildiniz mi?		
7. Kolektör görevi yapan iki adet iğneyi mantara bağlayabildiniz mi?		
8. Bobin iletken uçlarını kolektöre bağlayabildiniz mi?		
9. Fırçalara enerji beslemesi için iletken bağlayabildiniz mi?		
10. Motora enerji verip çalıştırabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi elektrik motorunun işidir?
A) Elektrik enerjisini kimyasal enerjiye çevirmek
B) Elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirmek
C) Isı üretmek
D) Gerilimi çevirmek
E) Hepsi
2. Aşağıdakilerden hangisi elektrik motorlarının çalışma prensibini açıklar?
A) Elektrik enerjisini kullanarak iş üretmek
B) Elektrik enerjisini manyetik alana çevirerek iş üretmek
C) Elektrik devresinde seri bağlı çalışmak
D) Mekanik enerjiyi ısı enerjisine çevirerek iş üretmek
E) Hepsi
3. Aşağıdakilerden hangisi elektrik motorunun parçalarından değildir?
A) Fırça B) Rotor C) Buat D) Stator E) Endüvi
4. Aşağıdakilerden hangisi üç fazlı elektrik motorunun yön değiştirilmesinde kullanılır?
A) Fazların yerlerini değiştirmek
B) Rotoru ters çevirmek
C) Statorun dönüş yönünü ayarlamak
D) Fazlardan ikisinin yerini değiştirmek
E) Fazların birini iptal etmek
5. Aşağıdakilerden hangisi tek fazlı motorlara yol vermede kullanılır?
A) Doğrudan anahtarla
B) Santrifüj anahtarla
C) Pako şalterle
D) Manyetik röle ile
E) Hepsi
6. Aşağıdakilerden hangisi gölge kutuplu motorun özelliklerindedir?
A) Rotorları kısa devredir
B) Statorlarında sargı yoktur
C) Pako şalterle dönme yönü değiştirilebilir
D) Anahtarla dönme yönü değiştirilebilir
E) Hiçbiri

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 elektrik motorlarının genel yapısını, teknik özelliklerini, çeşitlerini, kullanım alanlarını öğrenerek montajını yapıp çalıştırabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

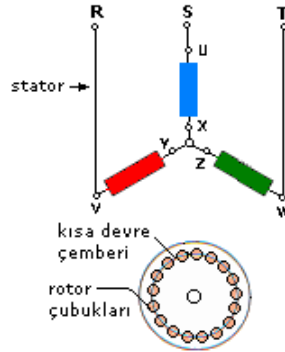
- Üç fazlı elektrik motorlarının etiket bilgilerini not ediniz.
- Çok çeşitli işlerde kullanılan elektrik motorlarının çeşitlerini piyasa ve internet ortamında araştırarak teknik özelliklerini not ediniz.
- Üç fazlı motorların güç değerlerini araştırınız.

2. ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLAR

Daha fazla güce ihtiyaç duyulduğu durumlarda üç fazlı asenkron motorlardan yararlanır. Genellikle iş tezgâhlarında, asansörlerde, büyük güçteki soğutma kompresörlerinde üç fazlı asenkron motorlar kullanılır. Özellikle devir yönünün sık sık değiştirilmesi gerektiği, asansör ve torna tezgâhları gibi araçlarda ideal bir kullanım düzeni sağlarlar. Bu motorların yapısı basit, işletilmesi ve tamirleri kolaydır.

2.1. Üç Fazlı Asenkron Motorlar, Çeşitleri ve Teknik Özellikleri

Üç fazlı asenkron motorlar, rotorlarının yapılışına göre kısa devre rotorlu ve rotoru sargılı (bilezikli) motor olmak üzere iki çeşittir.

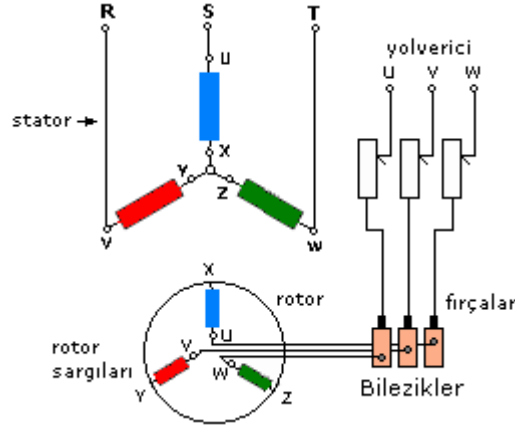


Şekil 2.1: Kısa devre rotorlu üç fazlı asenkron motor şeması

Kısa devre rotorlu asenkron motorların rotoru da ince silisyum saçlardan yapılmış ve çevresine açılan oluklara bakır veya alüminyum çubuklar sokulup iki taraftan kısa devre edilmiştir. Şekil 2.1’de kısa devre rotorlu üç fazlı asenkron motor görülmektedir.

Asenkron motorun kolay kalkınmasını sağlamak ve manyetik sesleri azaltmak için rotor olukları, stator oluklarına paralel olmayacak şekilde az meyilli olarak yapılır.

Silisyumlu saçlardan yapılan rotorun oluklarına 120° faz farkı olan üç ayrı sargı yerleştirilir. Bu sargılar üçgen veya yıldız olarak bağlandıktan sonra motor mili üzerindeki birbirinden yalıtılmış üç tane bileziğe bağlanır. Bileziğe basan fırçalardan alınan uçlar, motora yol vermek için kullanılan yol verme direncine bağlanır. Rotoru sargılı üç fazlı asenkron motorlar büyük güçlü olarak yapılır. Şekil 2.1’de kısa devre rotorlu ve Şekil 2.2’de rotoru sargılı üç fazlı motorun bağlantıları görülmektedir.



Şekil 2.2: Rotoru sargılı üç fazlı asenkron motor sargısı

Motor; dış gövde, stator sargıları, stator sac gövdesi, rotor, rotor kısa devre çubukları, rulman, rulman yatak kapakları (ön ve arka), soğutucu fan ve klemens grubundan meydana gelir.

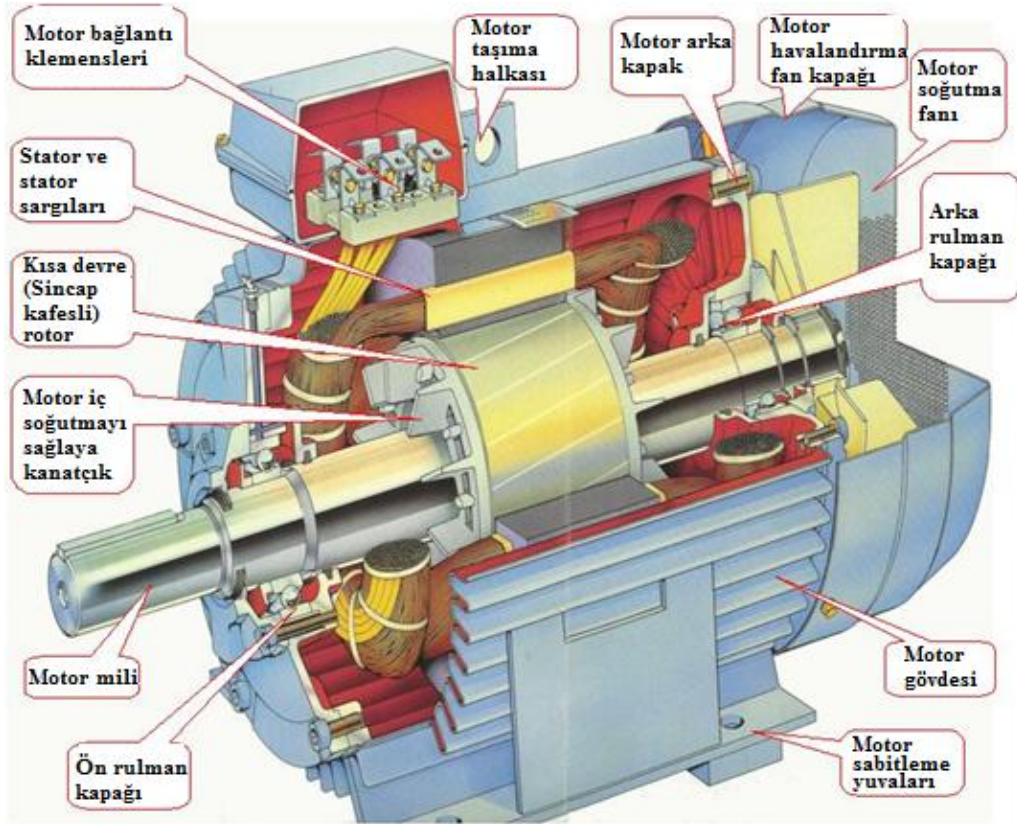
Üç fazlı stator sargılarına 120° ’lik faz, birbirinden farklı gerilimle uygulandığında bu sargılar etrafında bir manyetik alan oluşur. Bu manyetik alan döner bir alandır. Bu döner alan içinde bulunan rotor sargılarında bir elektro motor kuvvet indüklenir. Rotor sargılarının uçları kısa devre edildiğinden bu sargılardan kısa devre akımı geçer. Geçen bu akımdan dolayı rotorda da kutuplar oluşur. Rotorda oluşan kutupların, statorda oluşan döner alan kutupları ile etkileşmesi sonucunda aynı adlı kutuplar birbirini iterler. Stator kutupları döndüğü için, bu itme ile beraber rotor kutupları, döner alan kutuplarını geriden takip ederler. Zıt kutuplar ise birbirini çektiğinden döner alan kutupları, rotor kutuplarını çekerek peşlerinden sürüklerler. Dolayısıyla rotor, döner alan yönünde döner.

2.2. Üç Fazlı Asenkron Motorların Yapısı

Asenkron motorlar; stator, rotor, gövde ve kapaklar olmak üzere üç ana kısımdan oluşur.

Stator; asenkron motorun duran bölümüdür. 0,4-0,8 mm kalınlığında bir tarafı silisyumlu sacların özel kalıplarda preslenmesiyle imal edilir. Stator sac paketinin iç kısmına belirli sayıda oyuklar açılır ve bu oyuklara sargılar yerleştirilerek döner manyetik alan oluşturulur.

Rotor, asenkron motorun döner bölümüdür. Genel olarak sincap kafesli ve sargılı rotorlu olmak üzere iki tipte yapılır. Her iki rotor da üzerine oyuklar açılıp paketlenmiş silisli sacların bir mil üzerine sıkıca yerleştirilmesinden meydana gelmiştir.



Şekil 2.3: Üç Fazlı Asenkron Motorların Yapısı

Rotorun dış yüzeyine açılmış kanallara eritilmiş alüminyum dökülerek rotor çubukları oluşturulur. Bu çubukların her iki tarafı alüminyum halkalarla kısa devre edilir. Kısa devre çubukları rotor tipine göre değişim gösterir. Genellikle kısa devre çubukları eğik şekilde imal edilirler. Bunun sebebi, rotor dönerken meydana gelen uğuldama ve rahatsız edici sesleri azaltmak ve rotor ile stator arasında oluşan çekme kuvvetinin daha kuvvetli olmasını sağlamaktır. Ayrıca imalat aşamasında sincap kafesli rotolara, stator sargılarının soğuması için kanatçıklar yerleştirilir.

2.3. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Klemens Bağlantıları

Üç fazlı asenkron motorlarda stator sargıları motor içinde değişik şekillerde bağlandıktan sonra motor dışına genellikle altı adet uç çıkarılır. Sargı giriş ve çıkış uçlarının motor dışına çıkartıldığı bölüme klemens bağlantı kutusu denir.



Resim 2.1: Motor klemens kutusu ve klemensler

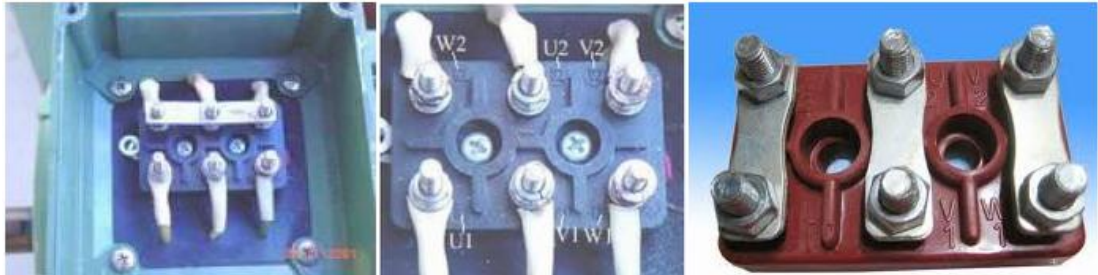
Üç fazlı asenkron motorların statoruna yapılan sarımların uçları klemens kutusuna (bağlantı terminali) çıkarılır. Klemens kutusu dışardan gelen besleme uçlarının kolayca bağlanabilmesini sağlayacak şekilde yapılır.

Klemens kutusunda bulunan harflerin anlamları şunlardır:

- R fazının bağlandığı giriş ucu U, çıkış ucu X
- S fazının bağlandığı giriş ucu V, çıkış ucu Y
- T fazının bağlandığı giriş ucu W, çıkış ucu Z harfleri ile gösterilir.

Üç fazlı asenkron motorların klemens kutusunda altı adet uç bulunur. Bu uçlar motorun gücü göz önüne alınarak yıldız ya da üçgen şeklinde bağlandıktan sonra R-S-T ile besleme yapılır. Yıldız ya da üçgen bağlantısı yapılmamış üç fazlı asenkron motor asla çalışmaz.

Klemens uçlarına, giriş uçları soldan sağa U-V-W sırası; çıkış uçları ise Z-X-Y sırası ile bağlanır.

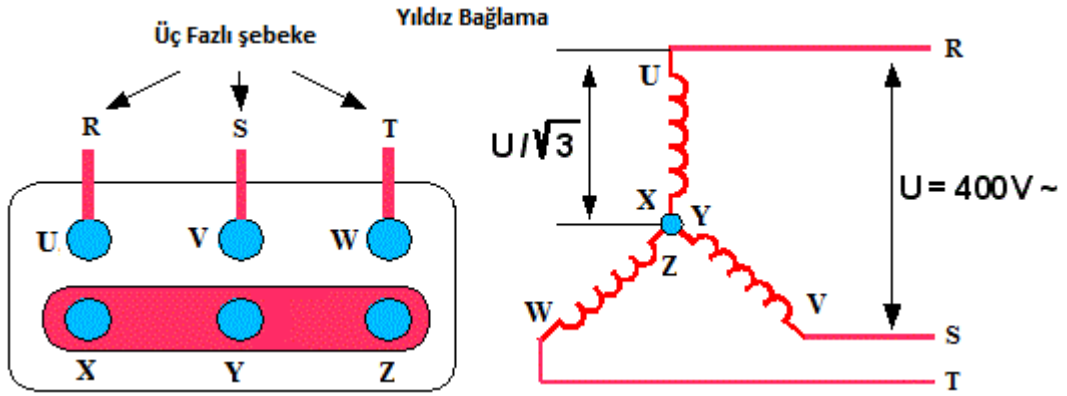


Resim 2.2: Klemens bağlantılarına örnekler

2.3.1. Yıldız (λ) Bağlama

U, V, W uçlarına R-S-T fazları verilir ve X, Y, Z uçları kısa devre edilirse bu bağlantıya yıldız bağlantı denir ve “ λ ” şeklinde sembolize edilir.

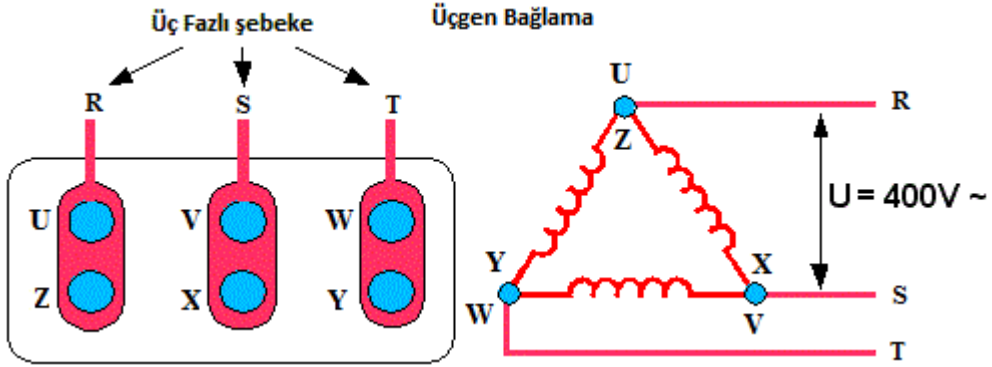
Yıldız bağlantı, sargıların Z, X, Y uçlarına şebeke gerilimi uygulanıp U, V, W uçları kısa devre edilerek de yapılabilir. Bu durum, motorun çalışmasında herhangi bir değişiklik meydana getirmez.



Şekil 2.4: Üç fazlı asenkron motorda klemeste yıldız bağlantı

2.3.2. Üçgen (Δ) Bağlama

U, V, W uçlarına R-S-T fazları verilir ve U ile Z, V ile X, W ile Y uçları kısa devre edilirse bu bağlantıya üçgen bağlantı denir ve “ Δ ” şeklinde sembolize edilir. 4 kW’dan büyük güce sahip üç fazlı asenkron motorlarda uygulanan üçgen bağlamada, stator sargıları birbirine seri bağlanır. Daha sonra üç sargının seri olarak bağlandığı noktalara R-S-T uygulanır. Üçgen bağlı olarak çalışacak şekilde üretilmiş motorların sarımları 380 volta dayanacak şekilde üretilmiştir. Üçgen bağlanması gereken motor yanlışlıkla yıldız bağlanarak çalıştırılırsa motor yanmaz. Ancak motor düşük verimde çalışır. Motor etiketinde bulunan güç ve gerilim değerlerine bakılarak sargıların yıldız mı yoksa üçgen mi bağlanacağı şöyle anlaşılır: Motor gücü 4 kW tan (5 HP) küçükse motor yıldız bağlanarak çalıştırılır. Etiketinde Δ/λ 220/380 volt değeri bulunan motor üçgen bağlı olarak çalıştırılmak istenirse fazlar arası 220 volt gerilim bulmak gerekir. Türkiye’de fazlar arası gerilim 380 V olduğundan motor yıldız bağlanarak çalıştırılır.

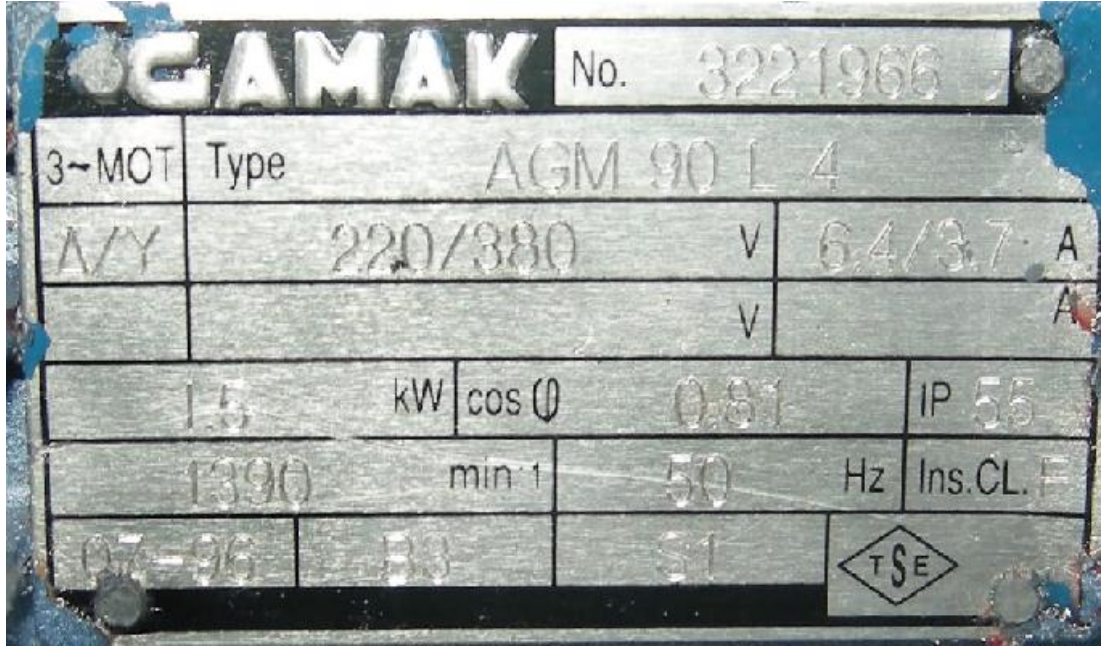


Şekil 2.5: Üç fazlı asenkron motorda klemensde üçgen bağlantı

2.4. Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Motor Etiketinin Okunması

Motor Markası		Motor Tipi: GM 132526	
3 ~ AC MOTOR		Nr: 1035119	
Δ	380 V	14,8 A	
10 HP	7,5 kW	Cos φ = 0,9	
2880 d/d		50 Hz	
2-985	İz K1 B	B 3	P 44

- Motoru yapan firmanın adı (.....)
- Motorun kullanıldığı akım çeşidi (3 ~ A.A.)
- Motorun model tipi (TİP: GM 132526)
- Motorun seri numarası (Nr: 1065179)
- Motorun bağlantı şekli (Δ Üçgen)
- Motorun normal çalışma gerilimi (380 V)
- Motorun normal çalışma akımı (14,8 A)
- Motorun gücü (10 HP, 7,5 KW)
- Motorun güç kat sayısı (Cos φ : 0,9)
- Motorun devir sayısı (2880 d/d)
- Motorun frekansı (50 Hz)
- Motorun üretildiği ay ve yıl 2-995
- Motorun koruma tipi (IP 44)
- Motorun inşaa tipi (B3)



Resim 2.3: Elektrik motor etiketine örnek

2.5. Üç Fazlı Motorlara Yol Verme

2.5.1. Pako Şalterle Yol Verme

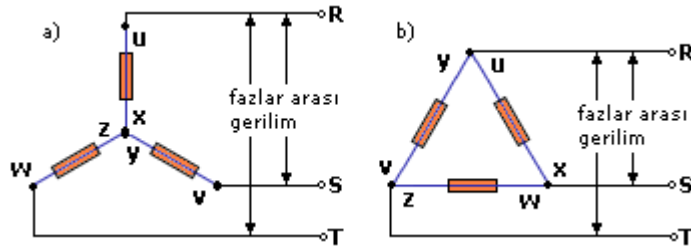
Ufak boyutlarına rağmen pako şalterler yüksek akım kesme kapasitesiyle mekanik ve elektriksel dayanıklılığa sahiptir. Pako şalterler, sık açma kapama gerektiren küçük güçlü, üç fazlı elektrik motorlarının, besleme devresini açıp kapayarak yol verme ve durdurma işlemlerinde kullanılır. Çok konumlu, bir eksen etrafında döndürülebilen, arka arkaya dizilmiş bakalitten yapılmış disk şeklindeki birçok dilimden oluşur. Dilimlerde kontaklar bulunur. İstenen kontak sayısını elde edebilmek için uygun sayıdaki dilim arka arkaya dizilir.



Resim 2.4: Pako şalterler

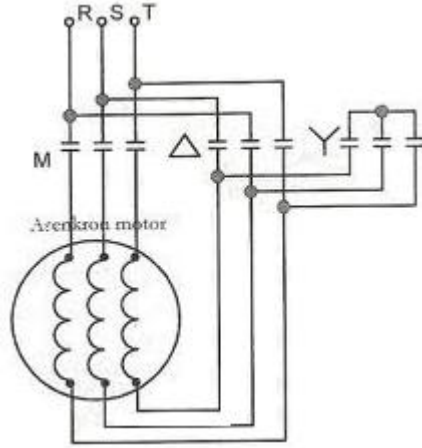
2.5.2. Yıldız-Üçgen Şalterle Yol Verme

Üç fazlı motorlarda kalkış akımını sınırlayıcı en ekonomik ve güvenilir yöntem yıldız-üçgen yol vermedir. Bu yöntemde amaç, motoru kalkış anında yıldız bağlamak, rotor devri % 93'e ulaştınca, üçgen bağlı çalıştırmaktır. Bunun için, bu amaca yönelik geliştirilmiş kollu yıldız-üçgen şalter kullanılır.



Şekil 2.6: Üç fazlı asenkron motorun a) Yıldız bağlantı b) Üçgen bağlantı

Yıldız-üçgen şalterin üç konumu vardır. Bunlar (0) sıfır, (Y) yıldız ve (Δ) üçgen işaretidir. Kol sıfır durumuna alınırsa motor çalışmaz. Şalter kolu yıldız konumuna alınacak olursa motor çalışır, devrini almaya başlar. Motor normal devrini alınca kol, üçgen konumuna alınır. Motorun bu konumda üçgen olarak çalıştırılması sağlanmış olur. Şekil 2.6'dan da anlaşılacağı gibi yıldız bağlamada fazlar arası gerilim, iki sargının seri olarak teşkil ettiği devreye uygulanırken üçgen bağlamada bu gerilim tek sargıya uygulanmaktadır.



Şekil 2.7: Üç fazlı motor asenkron motor yıldız – üçgen bağlantı şeması



Resim 2.5: Yıldız – Üçgen pako şalter

2.5.3. Otomatik Şalterle Yol Verme

Yıldız-üçgen şalter otomatik ise şalterin üzerinde **start** (Başlatma) ve **stop** (durdurma) yazılı iki buton bulunur. Motora yol vermek için start butonuna basılır. Motor yıldız olarak çalışmaya başlar, normal devrini alınca da şalter otomatik olarak motoru üçgen konuma sokar. Motoru durdurmak için stop butonuna basmak yeterlidir.

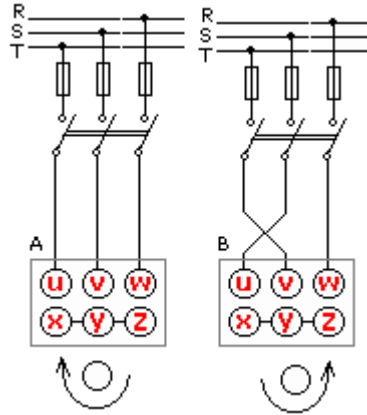
2.6. Üç Fazlı Motorlarda Yön Değiştirme

Bazı tezgâhlar vardır ki özellikleri gereği çalışma sırasında devir yönünün devamlı olarak değişmesi gerekir. Nitekim torna tezgâhlarında aynanın hem sağa hem de sola dönmesi istenir. Asansör kabinlerinin aşağı inmesi ve yukarı çıkarılması motorun devir yönünün değiştirilmesi ile sağlanır.



Resim 2.6: Üç fazlı 2,2 kW, 3000 d/d asenkron motor

Üç fazlı motorlarda devir yönünü değiştirmek için motora gelen üç fazdan ikisinin yerini değiştirmek (Şekil 2.5B’de görüldüğü gibi) yeterlidir. Üç fazın birden yönünün değişmesi motorun devir yönünü değiştirmeye imkân vermez.

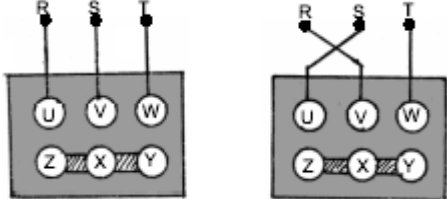
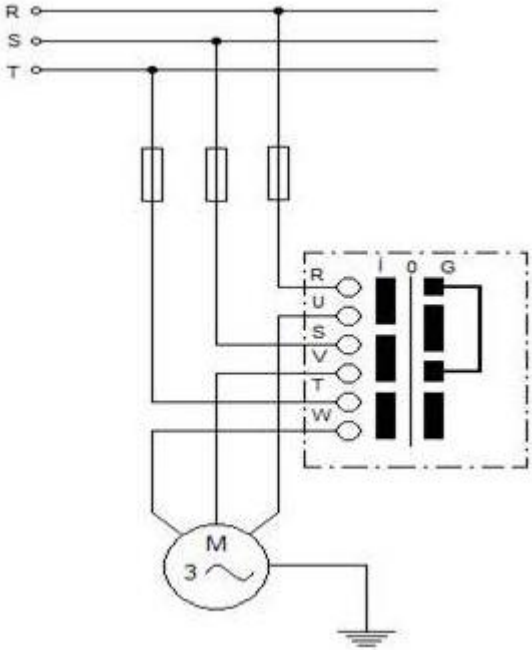


Şekil 2.7: Üç fazlı motorda devir yönünün değiştirilmesi

Üç fazlı asenkron motorlarda yön değiştirme için üç konumlu enversör şalterler kullanılır. Şalter kolu yukarı alınca motor bir yönde dönmeye başlar. Bu dönme yönünü değiştirebilmek için şalter kolu ortaya alınır, motor durdurulur. Ondan sonra şalter kolu aşağı konuma alınarak motorun dönme yönü değiştirilir. Enversör şalterde esas, iki fazın yerini değiştirmektir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Pako şalter kullanarak üç fazlı asenkron motorda dönüş yönünü değiştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Aşağıda listesi verilen malzemeleri atölye ve piyasadan temin ediniz.</p> <p>Malzemeler</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Üç fazlı asenkron motor ➤ Üç fazlı motor akımına uygun pako şalter ➤ Üç faz enerjisi <p>Not: Üç fazlı enerji kullanacağınızdan GÜVENLİK GEREĞİ öğretmeninizin rehberliğinde çalışınız.</p>	<p>➤ Üç fazlı asenkron motorların devir yönünü değiştirmek son derece kolaydır. Motora uygulanan R-S-T fazlarından herhangi ikisinin yeri şekilde görüldüğü gibi değiştirildiğinde stator sargılarının oluşturduğu manyetik alanın dönüş yönü değişir ve rotor önceki dönüş yönünün tersinde hareket etmeye başlar.</p> 
<p>➤ Üç fazlı asenkron motorların devir yönünü değiştirmek için iki fazının yerini değiştirmek yeterlidir. Bu işlem için özel olarak paket (Pako) şalterler üretilmiştir. Pako şalterin İLERİ – 0 – GERİ konumları bulunur. Şalter ileri konumuna alındığında, kontaklar direkt olarak motora yol verir. Motoru ters yönde çevirmek için, şalter önce “0” konumuna alınarak durdurulur. Şalter geri konumuna alındığında kontaklar iki fazın yerini değiştirecek şekilde kapanır ve motor ters yönde dönmeye başlar. Paket şalterlerin üzerinde, şalterin hangi ucunun motorun hangi klemensine bağlanacağı yazılıdır.</p> <p>Not: Motor yönü değiştirmeden önce motorun mutlaka durmasını bekleyiniz.</p>	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Malzeme listesini eksiksiz bulabildiniz mi?		
2. Rotor görevini görecek mantarı hazırlayabildiniz mi?		
3. Motor bağlantısını yapabildiniz mi?		
4. Pako şalter bağlantısını yapabildiniz mi?		
5. Enerji verip motoru çalıştırabildiniz mi?		
6. Pako şalterle dönüş yönünü değiştirebildiniz mi?		
7. Kolektör görevi yapan iki adet iğneyi mantara bağlayabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet sonunda kazandıklarınızı aşağıdaki soruları cevaplandırarak ölçünüz.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi elektrik motorunun işidir?
A) Elektrik enerjisini kimyasal enerjiye çevirmek
B) Elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirmek
C) Isı üretmek
D) Gerilimi çevirmek
E) Hepsi
2. Aşağıdakilerden hangisi elektrik motorlarının çalışma prensibini açıklar?
A) Elektrik enerjisini kullanarak iş üretmek
B) Elektrik enerjisini manyetik alana çevirerek iş üretmek
C) Elektrik devresinde seri bağlı çalışmak
D) Mekanik enerjiyi ısı enerjisine çevirerek iş üretmek
E) Hepsi
3. Aşağıdakilerden hangisi elektrik motorunun parçalarından değildir?
A) Fırça B) Rotor C) Buat D) Stator E) Endüvi
4. Aşağıdakilerden hangisi üç fazlı elektrik motorunun yön değiştirilmesinde kullanılır?
A) Fazların yerlerini değiştirmek
B) Rotoru ters çevirmek
C) Statorun dönüş yönünü ayarlamak
D) Fazlardan ikisinin yerini değiştirmek
E) Fazların birini iptal etmek
5. Aşağıdakilerden hangisi tek fazlı motorlara yol vermede kullanılır?
A) Doğrudan anahtarla
B) Santrifüj anahtarla
C) Pako şalterle
D) Manyetik röle ile
E) Hepsi
6. Aşağıdakilerden hangisi gölge kutuplu motorun özelliklerindedir?
A) Rotorları kısa devredir
B) Statorlarında sargı yoktur
C) Pako şalterle dönme yönü değiştirilebilir
D) Anahtarla dönme yönü değiştirilebilir
E) Hiçbiri

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Üç fazlı elektrik motorlarının enerjilenmesinde faz sırasının önemini kavrayıp kablo bağlantısını yaparak çalıştırabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Üç fazlı asenkron motorlarda faz sırasının önemini araştırınız.
- Faz sırasının belirlenmesinde kullanılan aletleri piyasa ve internet ortamında araştırarak teknik özelliklerini not ediniz.

3. FAZLARIN SIRASINI BELİRLEME

Şebekede ve kumanda devrelerinde meydana gelen değişimler ve arızalar, motorlara, motorların çalıştırdığı aygıtlara ve devrelere zarar verirler. Örneğin; üç fazlı dağıtımda bir fazın kesilmesi veya faz sırasının değişmesi, kumanda devrelerinde, güç devrelerinde ve hareket eden aygıtlarda birçok sakıncalar yaratır. Devrelerde meydana gelen değişim ve arızaların yaratacağı sakıncalar, koruyucu aygıtlarla önlenir.

3.1. Elektrik Enerjisi

Elektrik enerjisinin diğer enerji türlerine dönüştürülmesi kolaydır. Diğer enerji türlerine göre çok uzaklara taşınması ve kullanılması son derece rahattır. Verimi yüksektir. Bir enerji, istenen başka bir enerji türüne dönüştürülürken, ekseriyetle istenmeyen başka enerji türleri de ortaya çıkar. Bunların arasında özellikle ısı enerjisinin büyük olması dikkati çeker. İstenmeyen bu ısı enerjisi, yararlanılmadığı için yitilir ve verimi düşürür.

Neden 3 fazlı alternatif gerilim kullanılır?

Üç fazlı enerji iletimi tek fazlı enerji iletimine oranla daha ekonomiktir. Tek fazlı enerji iletim hatlarında kablo kesiti 3 fazlıya oranla 6 kat daha fazla olacaktır. Bu da iletken maliyetinde artış oluşturmaktadır. Ayrıca 3 fazlı sistemlerde fazlar arası gerilim ve faz nötr gerilimi gibi 2 farklı gerilim seviyesi de kullanılabilir. Örneğin; evlerde kullanılan gerilim, 220v faz-nötr gerilimidir. Ancak bu gerilim, dairelere dağıtılmadan önce apartmana 3 faz olarak girer ve fazlar arası gerilim 380v tur.

Diğer taraftan indüksiyon motorlarında döner alan prensibinden yararlanılır. Üç fazlı elektrik şebekesinde fazlar arasında $360/3=120$ derece faz farkı vardır. 120 derece mekanik açılı 3 bobine, 3 faz uygulandığında döner alan kendiliğinden oluşur. Bu da motorun yapısının son derece basit olmasına neden olur.

3.2. Elektrikte “Faz” Kavramı

Elektrikte faz denildiğinde kastedilen şey aslında “faz farkı”dır. Ancak bugün kullanılan üç fazlı elektrik sistemlerinde aralarında 120’şer derece faz farkı olan üç akım kullanıldığı için bu tellerin her biri, bir “faz” olarak anılır. Herhangi bir elektrik akımının fazından direkt olarak bahsetmek genel olarak yanlıştır. Ancak diğer bir akımdan ya da bir referanstan olan “faz farkından” bahsedilebilir.

3.3. Faz Sırasının Önemi

Üç fazlı alternatif akım motorlarıyla çalışan makina ve aygıtlarda, faz sırasının önemi çok büyüktür. Örneğin; asansörlerde bir kat butonuna basıldığında, kabin o kat yönünde hareket eder. Kabin o katta sınır anahtarının aracılığı ile durur. Bir asansör kuruluşunda motora gelen iki fazın yeri herhangi bir nedenle değişirse, aşağıya inmek için bir kumanda verildiğinde, kabin yukarı yönde hareket eder. Bu yöndeki hareketi durduran bir sınır anahtarı olmadığından, kabin asansör boşluğunun tavanına çarpar. Kabini hareket ettiren halatlar kopar veya motor aşın yüklenerek yanar.

Genellikle soğutma ve iklimlendirme uygulamalarında kullanılan üç fazlı scroll kompresörlerde de faz sırasının değişmesi kompresörün hasarlanmasına neden olmaktadır. Bu gibi sakıncaları önlemek için kullanılan kumanda elemanlarına faz sırası rölesi adı verilir. Asansörü besleyen fazların sırası değiştiğinde, bu röle enerjilenmez. Faz sırası rölesinin kontağı normal durumunda kalır. Normalde açık olan bu kontak, kumanda devresinin akımını keser. Bu durumda asansör hiç bir kumandayı almaz. Uygulamada biri gerilim düşümü, diğeri ise indüksiyon motor ilkesine göre çalışan iki çeşit faz sırası rölesi vardır.

3.3.1. Motor Faz Sırası Rölesi Tanımı

Motor koruma röleleri, faz sırası ile çalışan üç faz motorların şebekeden kaynaklanan arızalarını engellemek amacıyla tasarlanmıştır. Fazlardan biri ya da fazlası kesildiğinde sistemi koruma altına alarak enerjiyi (uygun kumanda devresi ile) keser.



- 1 – 2 Normalde kapalı
- 3 – 4 Normalde Açık

3.3.2. Cihazın kullanımı ve Çalışma Prensibi

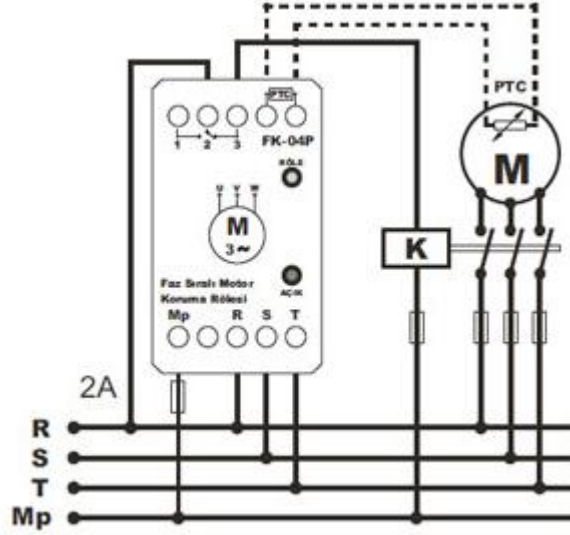
Cihaza enerji verildiğinde, fazlar normal değerlerde ve faz sırası doğru iken röle çeker ve röle ledi yanar. Bu konumda kontak çıkışı (NO) 3 no.lu kontaktaadır. Herhangi bir faz normal değerlerin dışına çıktığında veya faz sırası ters iken röle bırakır ve röle ledi söner. Bu konumda kontak çıkışı (NC) 1 nolu çıkıştaadır. PTC li modellerde motorun sıcaklık değeri nominal değerin üstüne çıktığında röle bırakır ve röle ledi söner. Sıcaklık değeri nominal değerlerde ise röle tekrar çeker ve röle ledi yanar.

PTC direnç değeri 1600R-2000R iken röle bırakır. 1000R-1400R iken röle çeker.

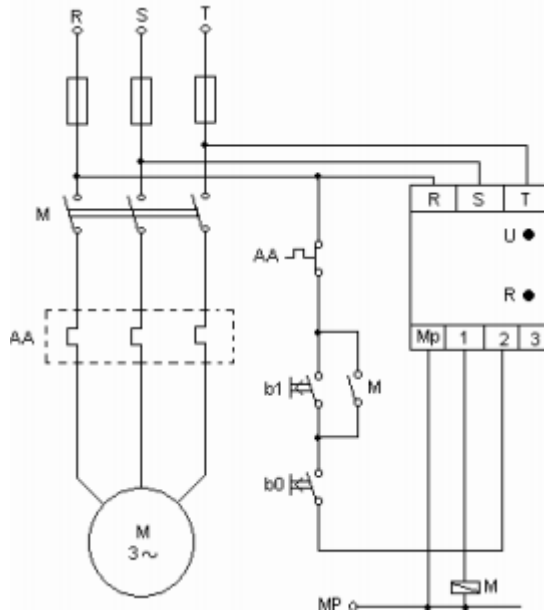


PTC li sistemlerde PTC, motorun yüzeyine bağlanır. PTC kullanılmıyacaksa PTC uçları kısa devre edilmelidir.

3.3.3. Faz Sırası Rölesi Bağlantısı

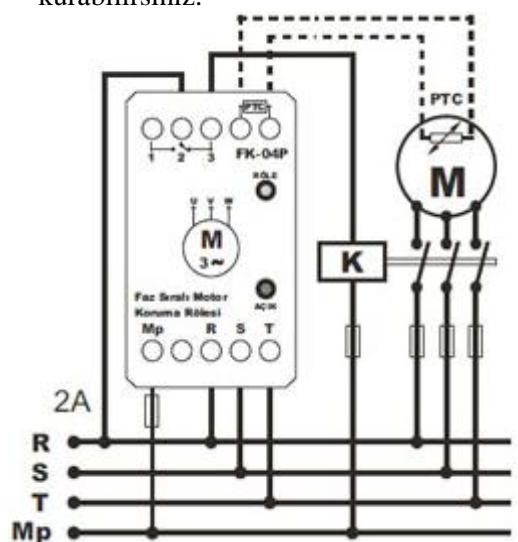


Röle girişine gelen R, S, T fazları sırasına göre sıralanınca R ledi yeşil yanar ve fazların doğru sıralandığı bildirir. Bu durumda çıkış rölesi sükûnet durumundadır. Herhangi bir nedenle sistem girişinde fazların sırası değişirse röle kontağı çeker, bu kontak üzerinden devrede olan motor devre dışı kalmış olur.



UYGULAMA FAALİYETİ

Alternatif akımda faz sırasını belirleme işlemini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Aşağıda listesi verilen malzemeleri atölye veya piyasadan temin ediniz.</p> <p>Malzemeler</p> <p>➤ Devreyi kurabileceğiniz plançete (30x50cm) sunta, suntalam vb.</p> <p>➤ 3 fazlı asenkron motor</p> <p>➤ Faz sırası rölesi</p> <p>➤ 3 faz için kontaktör</p> <p>➤ 3 fazlı enerji</p> <p>Not: Üç fazlı enerji kullanacağınızdan GÜVENLİK GEREĞİ öğretmeninizin rehberliğinde çalışınız.</p>	<p>➤ Aşağıda verilen şekilde uygun düzeneği kurabilirsiniz.</p> 
<p>➤ Malzemeleri kullanarak önerilerde gösterilen bağlantıyı yapınız.</p>	<p>➤ Cihaza enerji verildiğinde, fazlar normal değerlerde ve faz sırası doğru iken röle çeker ve röle ledi yanar. Bu konumda kontak çıkışı (NO) 3 no.lu kontaklıdır. Herhangi bir faz normal değerlerin dışına çıktığında veya faz sırası ters iken röle bırakır ve röle ledi söner. Bu konumda kontak çıkışı (NC) 1 nolu çıkışıdır. PTC li modellerde motorun sıcaklık değeri nominal değer üstüne çıktığında röle bırakır ve röle ledi söner. Sıcaklık değeri nominal değerlerde ise röle tekrar çeker ve röle ledi yanar.</p> <p>➤</p>
<p>➤ Enerji verilerek faz sırası bağlantısı, röle üzerindeki led ışığı ile kontrol edilir. Faz sırası doğru ise röle kontağı kapanır ve led yanar. Motor çalışır.</p>	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Malzeme listesini eksiksiz bulabildiniz mi?		
2. Üç fazlı motor bağlantısını yapabildiniz mi?		
3. Kontaktör bağlantısını yapabildiniz mi?		
4. Faz sırası rölesini devreye doğru şekilde bağlayabildiniz mi?		
5. Üç faz enerji beslemesini yapıp motoru çalıştırabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet sonunda kazandıklarınızı aşağıdaki soruları cevaplandırarak ölçünüz.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

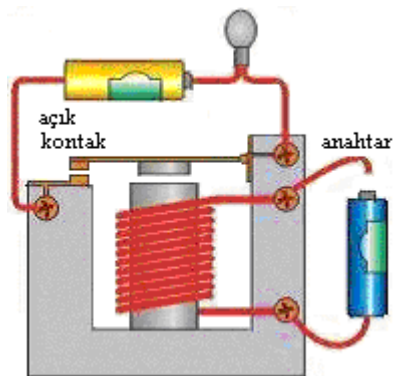
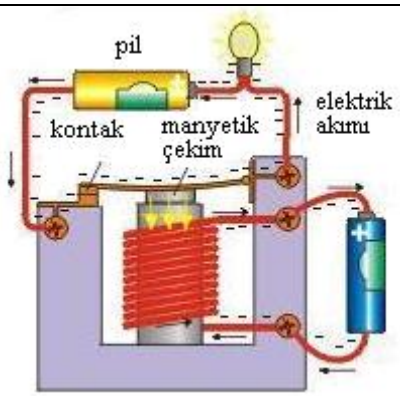
1. Aşağıdakilerden hangisi elektrik motorunun işidir?
A) Elektrik enerjisini kimyasal enerjiye çevirmek
B) Elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirmek
C) Isı üretmek
D) Gerilimi çevirmek
E) Hepsi
2. Aşağıdakilerden hangisi elektrik motorlarının çalışma prensibini açıklar?
A) Elektrik enerjisini kullanarak iş üretmek
B) Elektrik enerjisini manyetik alana çevirerek iş üretmek
C) Elektrik devresinde seri bağlı çalışmak
D) Mekanik enerjiyi ısı enerjisine çevirerek iş üretmek
E) Hepsi
3. Aşağıdakilerden hangisi elektrik motorunun parçalarından değildir?
A) Fırça B) Rotor C) Buat D) Stator E) Endüvi
4. Aşağıdakilerden hangisi üç fazlı elektrik motorunun yön değiştirilmesinde kullanılır?
A) Fazların yerlerini değiştirmek
B) Rotoru ters çevirmek
C) Statorun dönüş yönünü ayarlamak
D) Fazlardan ikisinin yerini değiştirmek
E) Fazların birini iptal etmek
5. Aşağıdakilerden hangisi tek fazlı motorlara yol vermede kullanılır?
A) Doğrudan anahtarla
B) Santrifüj anahtarla
C) Pako şalterle
D) Manyetik röle ile
E) Hepsi
6. Aşağıdakilerden hangisi gölge kutuplu motorun özelliklerindedir?
A) Rotorları kısa devredir
B) Statorlarında sargı yoktur
C) Pako şalterle dönme yönü değiştirilebilir
D) Anahtarla dönme yönü değiştirilebilir
E) Hiçbiri

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

Otomatik kumanda yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Aşağıda listesi verilen malzemeleri ev, iş, okul ve piyasadan temin ediniz. Malzemeler <ul style="list-style-type: none">➤ Devreyi kurabileceğiniz plançete (30x50 cm) sunta, suntalam vb.➤ Pil 1,5 V 2 adet➤ Zil trafosu göbeği veya 1 cm çaplı demir nüve➤ Lamba (fener ampülü 3 V)➤ Duy lambaya uygun➤ Kablo tek damarlı 1,5'lik 50 cm➤ İzoleli (bakır emaye kaplı) 3 m 0,50'lik tel➤ Kontak için dosya teli vb.	<ul style="list-style-type: none">➤ Aşağıda verilen elektrik devresini kullanabilirsiniz. 
<ul style="list-style-type: none">➤ Devrenin montajını yapmadan önce devre elemanlarının sağlamlık kontrolünü yapınız.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Devre elemanlarının montajını yandaki şekilde görüldüğü gibi yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Otomatik kumanda iki bağımsız elektrik devresinden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi manyetik alan çekim kuvveti yardımıyla ikinci devreye ait kontakın kapanmasını sağlar. Kapanan kontak ikinci devre üzerindeki lambanın yanmasını sağlar.➤ Kontak ayarlarını çekim kuvvetiyle çalışabilecek şekilde ayarlayabilirsiniz.➤ Eğer lamba yanmıyorsa lambayı soket üzerinde hafifçe döndürerek soket ve lamba kontaklarının temasını sağlayabilirsiniz.➤ İletken bağlantılarını gözden geçiriniz.

CEVAP ANAHTARLARI

F-1	F-2	F-3
1-B	1-B	1-B
2-B	2-B	2-B
3-C	3-C	3-C
4-D	4-D	4-D
5-E	5-E	5-E
6-A	6-A	6-A

KAYNAKÇA

- SAYAR, Engin Deniz, **Soğutma ve İklimlendirme I Meslek Bilgisi Temel Ders Kitabı**, M.E.B .
- SAYAR, Engin Deniz, **Soğutma ve İklimlendirme II Meslek Bilgisi Temel Ders Kitabı**, M.E.B .
- ŞENER Temel, Muhittin GÖKKAYA, Salim AVCI, **Elektrik Bilgisi Temel Ders Kitabı**, M.E.B.
- Science kit and Boreal Laboratories
- <http://people.clarkson.edu/~svoboda/ihp.html>
- http://ee.sharif.edu/~electric_circuits2/