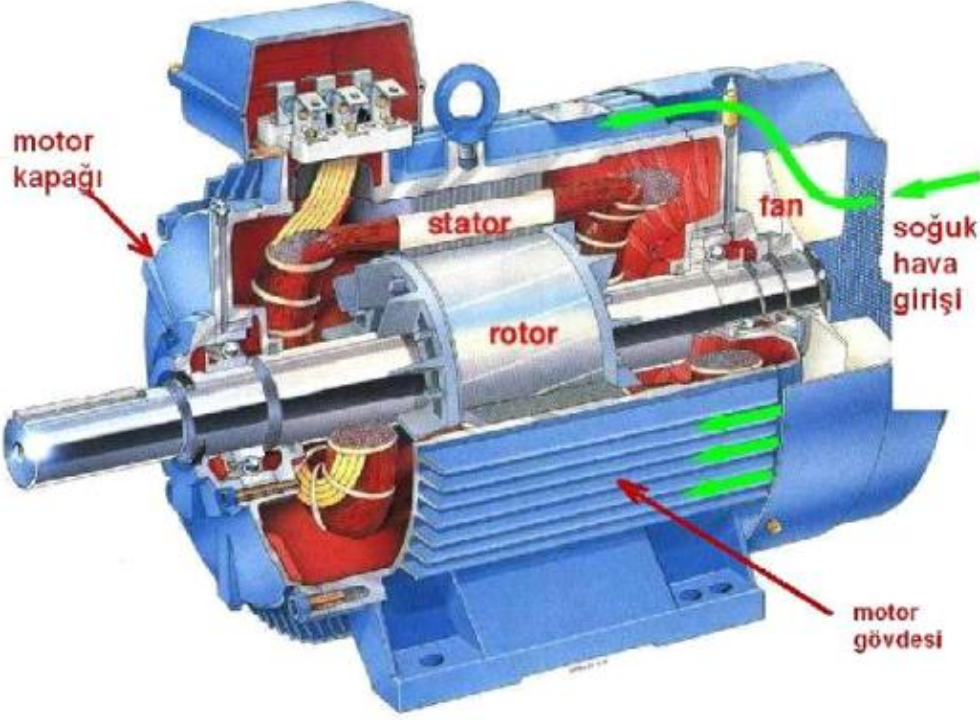


KUMANDA DEVRE ELEMANLARI

1. ASENKRON MOTORLAR

1.1. Asenkron Motorun Yapısı ve Parçaları



Resim 1.1: Asenkron motor ve iç yapısı

Asenkron motorlar ucuz olmaları az bakım gerektirmeleri ve çalışma sırasında ark oluşturmamaları nedeniyle en çok tercih edilen motorlardır. Verimleri yüksektir, motor devri yük ile çok az değişir. Bu motorlara asenkron denmesinin sebebi stator sargılarında oluşan manyetik alanın dönüş hızı ile rotorun dönüş hızının aynı olmamasıdır.

1.1.1. Stator

Alternatif gerilimle çalışan motorlarda döner manyetik alan oluşturmak için sargıların bulunduğu kısımdır. Stator, 0,35–0,8 mm^m lik silisyum katkılı birer tarafları yalıtılmış ve iç yüzeyine oluklar açılmış sacların pres edilerek paketlenmesiyle elde edilir.



Resim 1.2: Stator

1.1.2. Rotor

Alternatif gerilimle çalışan motorlarda statorun meydana getirdiği döner manyetik alanın içinde dönen ve mekanik enerjinin alındığı kısımdır. İki şekilde üretilirler.

☑ Sincap Kafesine Benzeyen Kısa Devre Çubuklu Rotor

Rotorun dış yüzeyine açılmış oluklara alüminyum veya bakır çubuklar yerleştirilerek çubukların her iki tarafı kısa devre edilir. Ayrıca soğutucu görevi için her iki tarafa kanatçıklar konmuştur.



Sincap kafesli (kısa devre çubuklu) rotorun yapısı

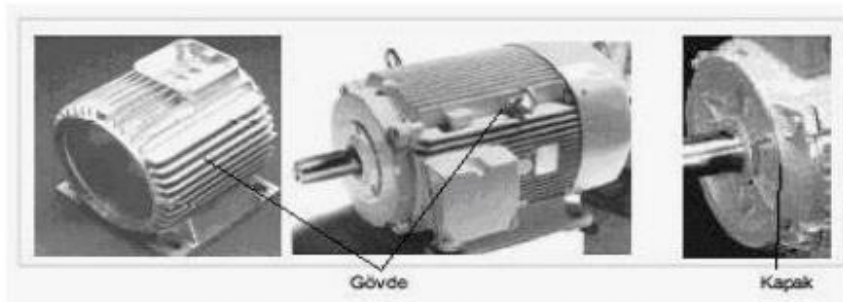
Resim 1.3: Sincap kafesli rotorun yapısı

☑ Sargılı (Bilezikli) Rotor

Rotor dış yüzeyine açılan oluklara 120 derece faz farklı üç fazlı alternatif akım sargısı yerleştirilen rotorlardır. Sargı uçları, yıldız ve üçgen bağlandıktan sonra üç uç rotor mili üzerinde bulunan milden yalıtılmış üç adet piriç bronzdan yapılmış bileziklere bağlanır. Sargılara akım, bu bileziklere basan fırçalar ile sağlanır.

1.1.3. Gövde ve Kapaklar

Dış etkilere karşı alüminyum, demir ya da demir alaşımından üretilir. Rotorun stator içinde merkezi olarak yataklanması görevini kapaklar yapar.



Resim 1.4: Asenkron motor gövde ve kapak

1.1.4. Yatak ve Rulmanlar

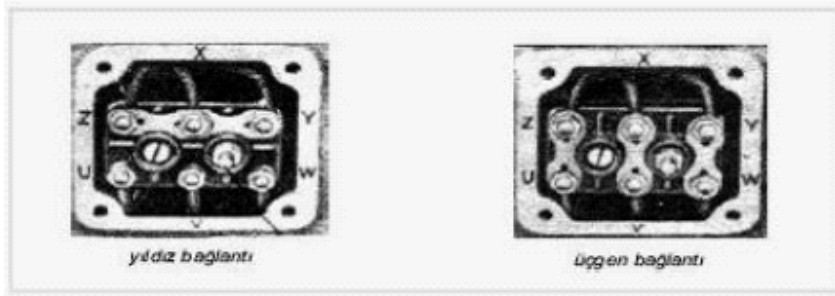
Rotorun kolayca dönmesini sağlayan mekanik yapıları parçalarıdır. Küçük güçlü motorlarda pirinç vb. madenler kullanılarak yapılmış bilezik biçimli, yağlanmış yataklar (burç) kullanılır. Büyük güçlü motor yatakları ise rulman kullanılır.

1.1.5. Soğutma Pervanesi

0–20 kW güce sahip motorlarda hava ile soğutulur. Motorun dönen miline bağlanan plastik ya da metal pervane gövdenin sıcaklığını kolayca atmasını sağlar.

1.1.6. Klemens Tablosu

Statora yerleştirilen sargıların bağlantı uçları, klemens tablosuna çıkarılır. Üç fazlı motorların klemens altı adet bağlantı noktası vardır. Giriş uçları U-V-W, çıkış uçları X-Y-Z ' dir.



Şekil 1.1: Yıldız ve üçgen bağlı klemens tablosu

1.1.7. Motor Etiketi

Motorların özelliklerini belirtmek amacıyla alüminyum etiketler, motorun üzerine monte edilir.



Resim 1.5: Bir asenkron motorun etiketi görüntüsü

1.2. Asenkron Motor Çeşitleri

1.2.1. Faz Sayısına Göre

- ☐ Bir fazlı asenkron motorlar

☒ İki fazlı asenkron motorlar

☒ Üç fazlı asenkron motorlar

1.2.2. Yapılarına Göre

☒ Kısa devre rotorlu (sincap kafesli) asenkron motorlar

☒ Rotoru sargılı (bilezikli) asenkron motorlar

1.2.3. Yapılış Tiplerine Göre

☒ Açık tip asenkron motorlar

☒ Kapalı tip asenkron motorlar

☒ Flanşlı tip asenkron motorlar

1.2.4. Çalışma şartlarına Göre

☒ Yatık çalışan asenkron motorlar

☒ Dik çalışan asenkron motorlar

1.2.5. Rotor Yapılışına Göre

☒ Yüksek rezistanslı asenkron motorlar (rotor omik direnci büyük)

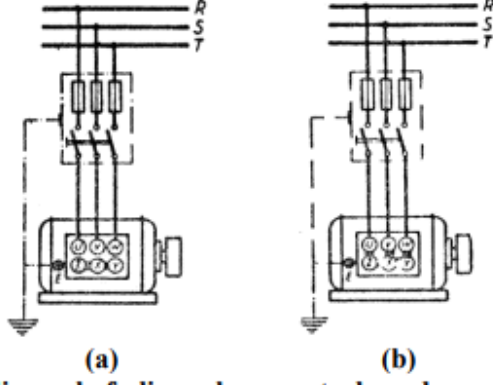
☒ Alçak rezistanslı asenkron motorlar (rotor omik direnci küçük)

☒ Yüksek rezistanslı asenkron motorlar (rotor endüktif direnci büyük)

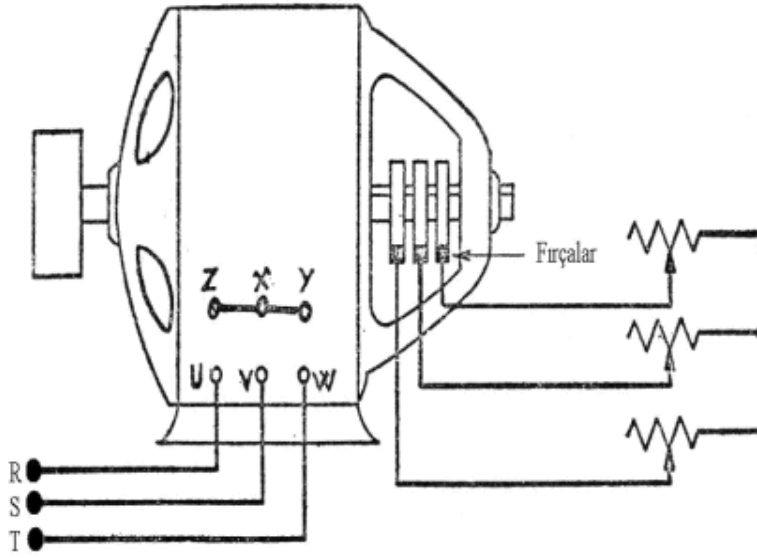
☒ Rotoru çift sincap kafesli motorlar

1.3. Asenkron Motorun Çalışma Prensibi

Asenkron motorlar, transformatörler gibi indükleme esasına göre çalıştığından asenkron motorlara **endüksiyon motorları** da denir. Transformatörler statik (duran), motorlar ise (hareketli) dinamiktir. Sincap kafesli asenkron motorlar ile bilezikli asenkron motorların çalışma prensipleri aynıdır. Sadece rotorda indüklenen gerilimin kısa devre edilerek rotordan akım geçimi farklıdır. Sincap kafesli asenkron motorların rotorunda indüklenen gerilim, kısa devre çubuklarının bakır halkaları yardımıyla kısa devre edilmekte ve rotordan akım geçimi sağlanmaktadır. Sincap kafesli asenkron motorların stator sargıları şekil 1.2''de görüldüğü gibi yıldız veya üçgen bağlanabilir.



Şekil 1.2: Sincap kafesli asenkron motorların devreye bağlantısı
a) Yıldız bağı b) Üçgen bağı



Şekil 1.3: Bilezikli asenkron motorun devreye bağlantısı

Bilezikli asenkron motorların rotorunda ise indüklenen gerilim, bilezikler ve fırça yardımıyla kısa devre edilmekte ve rotordan akım geçişi sağlanmaktadır. Bilezikli asenkron motorların devreye bağlantısı şekil 1.3'te görüldüğü gibidir. Burada asenkron motorların genel çalışma prensibi anlatılacaktır.

1.3.1. İndüksiyon Prensiplerinin Hatırlatılması

“Dönen bir manyetik alan içerisinde bulunan iletkenlerde gerilim indüklenir.”

Bir rotorun dönebilmesi için gerekli şartlar:

1. Rotor iletkenlerinden bir akımın geçmesi
2. Rotor iletkenlerinin dönen bir manyetik alan içerisinde bulunması gerekir.

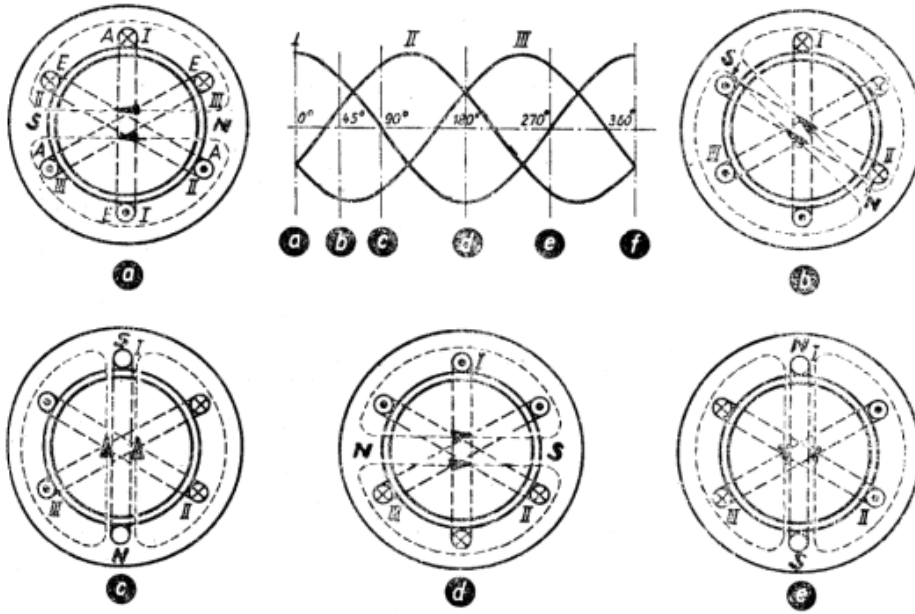
Normal olarak asenkron motorlarda stator ile rotor arasında herhangi bir elektriksel bağ yoktur. Rotor, dışarıdan bir kaynak tarafından beslenmez. Stator da dışardan döndürülmez.

Statorlar, daimi mıknatıslı yapılmaz. Asenkron motorlarda dönen daimi mıknatısın görevini, stator sargılarına uygulanan üç fazlı akımın meydana getirdiği “döner alan” yapar.

1.3.2. Manyetik Döner Alanın Oluşması

Döner alan: Asenkron motorlarda stator sargılarına uygulanan üç fazlı akımın meydana getirdiğini alana **döner alan** denir.

Statordaki 6 oluğa, aralarında faz farkı bulunan üç bobin yerleştirilmiş ve üç fazlı şebeke bağlı bir asenkron motorda üç fazlı döner alanın oluşumunu, şekil 1.4’te görüldüğü gibi inceleyebiliriz.



Şekil 1.4: Üç fazlı döner alanın oluşumu

a durumunda: (0 derecede) Üç fazlı akımın sinüs eğrilerinin I. faz (+) maksimum değerinde, II. ve III. fazlar (-) değerdedir. I. faz için akımın girişi A’dan E’ye doğru, II. Faz için E’dan A’ya doğru ve III. faz için de yine E” den A”ya doğrudur. Bu durumda üst bölgede akımlarının girişleri, alt bölgede de akımların çıkışları, dolayısıyla alan yönü sağdan sola doğru olacak ve sağda N kutbu, solda da S kutbu meydana gelecektir.

b durumunda: (45 derecede) I. ve II. fazlar (+) değerinde, III. faz (-) değerdedir. Akım girişleri a durumuna göre sağa doğru kaydığından, alan da buna uyarak, a durumuna göre biraz yukarıya doğru dönmüştür.

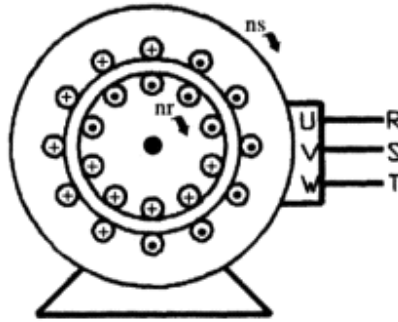
c durumunda: (90 derecede) I. faz sıfır, II. faz (+) ve III. Faz (-) değerdedir. I. fazdan hiç akım geçmediğinden II. ve III. fazın girişleri sağda, çıkışları da solda olup alan yönü aşağıdan yukarıya doğrudur.

d durumunda: (180 derecede) II. ve III. fazlar (+) I. faz (-) değerdedir. Bu durumda akım çıkışları üst oluklarda, girişleri de alt oluklarda olması nedeni ile alan yönü, a durumunun tamamen aksi olup soldan sağa doğrudur.

e durumunda: (270 derecede) I. faz yine sıfır, II. faz (-) III. faz (+) değerinde olup alan yönü yukarıdan aşağıya doğrudur.

Sonuç olarak statorda R,S,T fazlarının akımlarının dolaşması için birbirinden bağımsız üç sarım vardır. R, S, T uygulandığı zaman sargılara değişken ve sürekli olarak dönen bir manyetik alan oluşur. Bu alanın kuvvet çizgileri, sincap kafesli rotorun içinden yüksek akımların geçmesine neden olur. Rotorun içinde başlayan elektron akışı (akım), ikinci bir manyetik alanın oluşmasına neden olur. Bu durum, stator ve rotor manyetik alanlarının birbirini itip çekmesini sağlayarak dönüşü başlatır.

1.3.3. Döner Alan İçerisindeki Rotorun Dönüşü



Şekil 1.5: Döner alan içerisindeki rotorun dönüşü

Şekil 1.5'te stator sargılarından geçen üç fazlı alternatif akım, stator sargılarında döner bir manyetik alan oluşturduğunu ve dönen manyetik alan içerisinde bulunan iletkenlerde bir gerilim indüklendiğini, böylece kısa devre edilmiş rotordan bir akım geçeceğini biliyoruz.

Rotordan geçen bu akımlar, rotor üzerinde N ve S kutuplarını meydana getirirler. Döner stator kutupları, rotor kutuplarını etkileyecek ve " aynı kutuplar birbirini iter, zıt kutuplar birbirini çeker" prensibiyle rotoru saat ibresi yönünde döndüreceklerdir.

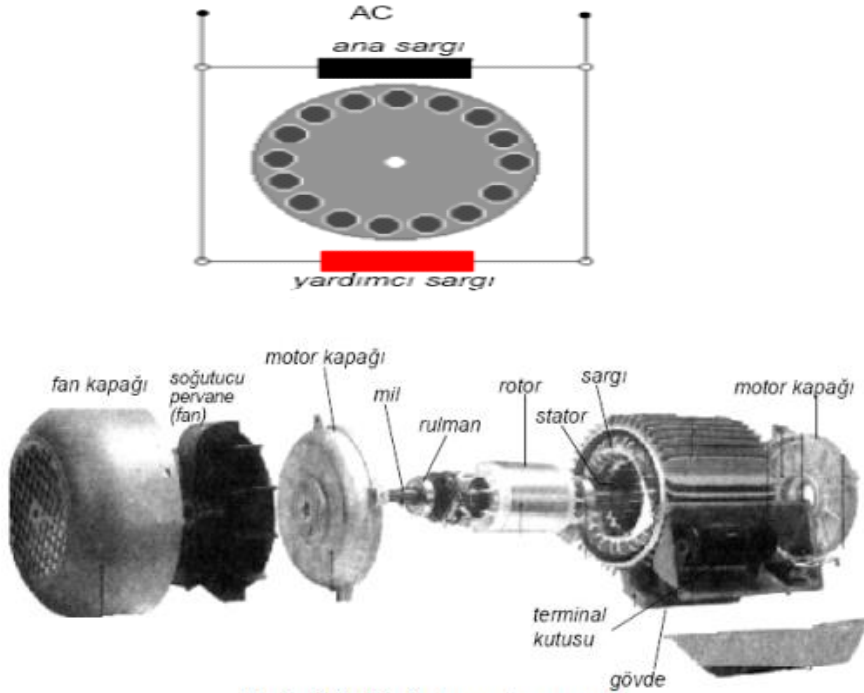
1.4. Bir Fazlı Asenkron Motorun Yapısı ve Çalışması

AC 220 voltluk elektrik enerjisiyle çalışabilen motorlardır. Bunlar çamaşır makinesi, su pompası, buzdolabı, mini torna tezgâhlarında vb. kullanılır. Güçleri yaygın olarak 1/2–1–1,5–2 HP şeklindedir.

(Not: 1 HP, 736 W'tır). Yardımcı sargılı motorların statorunda ana (AS) ve yardımcı sargı (YS) olmak üzere iki ayrı sargı vardır. Ana sargı U-X ile yardımcı sargı W-Z ile gösterilir. Statora yerleştirilmiş iki sargı öyle yerleştirilir ki bunların oluşturduğu manyetik alanlar arasında 90° lik elektriksel açı meydana gelir.

Bu tip motorların ana sargısı, kalın kesitli telden az sipirli; yardımcı sargısı ise ince telden çok sipirli olarak sarılmıştır. Ana sargı, kalın kesitli az sarımlı olduğundan omik direnci (RAS) küçük, reaktif direnci (XAS) büyüktür. Yardımcı sargı, ince kesitli ve çok sarımlı olduğundan omik direnci (RSY) büyük,

reaktif direnci (X_{ys}) küçüktür. Bu sebeple ana sargıdan geçen akım gerilimden 90°'ye yakın geri kalır. Ana sargı, motorun esas görev yapan kısmıdır. Yardımcı sargı ise sadece yol almayı kolaylaştırır. Yani 2–4 saniye çalıştıktan sonra devreden çıkar. Bazı modellerde ise yardımcı sargı, sürekli devrede kalmaktadır.



Resim 1.6: Bir fazlı asenkron motor

1.5. Motor Etiketini İnceleme

Motorun etiketinde şu bilgiler bulunur.

- ☐ Motoru yapan firmanın adı (GAMA, SIEMENS... vb.)
- ☐ Motorun model tipi (GM 9052...vb.)
- ☐ Motorun kullanıldığı akım (DC, AC)
- ☐ Motorun sargılarının bağlanış şekli (Δ , λ)
- ☐ Motorun normal çalışma akımı (3,5 / 6 A)
- ☐ Motorun güç kat sayısı ($\cos\phi:0,89$)
- ☐ Motorun çalışma gerilimi (220/380 V)
- ☐ Motorun çalışma gücü (2 HP 1,5 kW)
- ☐ Motorun frekansı (50 Hz)
- ☐ Motorun devir sayısı (2840 d/d)
- ☐ Motorun imal tarihi (2003)
- ☐ Motorun dayanabileceği sıcaklık (40-500)
- ☐ Motorun ağırlığı (30 kg-185kg)

☐ Motor koruma tipi (IP 39)

GAMAK		TİP: GM 9052
3 FAZLI AC MOTOR		NR:9000752148
YILDIZ/ÜÇGEN (λ / Δ)		220/380V 3,5/6 A
2 HP 1,5 KW		Cos ϕ :0,89
2840 d / d		50 Hz
3-981	iz K1 B	IP 39

Tablo 1.1: Motor etiketi

1.6. Motor Teknik Özellikleri

Elektrik motorlarının standartlarını belirleyen ve bunları yayınlayan iki temel kurum **IEC** ve **NEMA**' dır.

IEC (International Electrotechnical Commission) Avrupa tabanlı bir kuruluş iken **NEMA (National Electrical Manufacturers Association)**, Amerikan standartları için çalışmaktadır.

Türkiye'de ise konu ile ilgili düzenleme Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından IEC' ye dayanarak yapılmıştır.

1.6.1. Çalışma şartları

IEC bunu 8 kısımda derecelendirmiştir. Bunlar:

- ☐ S1–Sürekli çalışma: Motor, sabit yükte ısı dengesine ulaşmaya yetecek zaman kadar çalışır.
- ☐ S2 – Kısa süreli çalışma. Motor, sabit yükte ısı dengesine ulaşmaya yetecek zaman bulamadan çalışır. Durma süreleri, motorun ortam ısısına dönmeye yetecek zaman kadardır.
- ☐ S3 – Aralıklı periyodik çalışma. Sabit yük ile ardışık (birbirini izleyen), özdeş çalışma ve durma dönemleri. Isı denge noktasına asla ulaşılmaz. Başlangıç akımının, ısı yükselmesine çok az etkisi vardır.
- ☐ S4 – Kalkışlı, aralıklı periyodik çalışma. Sabit yük ile ardışık, özdeş kalkma, çalışma ve durma dönemleri. Isı dengesine asla ulaşılmaz, fakat kalkış akımı, ısı yükselmesi üzerinde etkilidir.
- ☐ S5 – Elektrik frenleme ile aralıklı periyodik çalışma. Ardışık, özdeş kalkış dönemleri, sabit yükte çalışma, elektrik frenleme ve durma. Isı denge noktasına ulaşılmaz.
- ☐ S6 – Aralıklı yük ile sürekli çalışma. Sabit yükte ve yüksüz, ardışık, özdeş çalışma dönemleri. Durma periyodu yoktur.
- ☐ S7 – Elektrik frenleme ile sürekli çalışma. Ardışık, özdeş kalkış dönemleri, sabit yükte çalışma ve elektrik frenleme. Durma periyodu yoktur.
- ☐ S8 – Yük ve hızda periyodik değişimler ile sürekli çalışma. Ardışık, özdeş kalkış, sabit yükte ve belli bir hızda çalışma, diğer bir yük ve hızda çalışma dönemleri. Durma yoktur.

En sık kullanılanlar açısından kısaca özetlemek gerekirse: S2 türü çalışma rejimi için simgeden sonra rejim süresi belirtilir. Örnek S2 30 dakika. S3 ve S6 çalışma rejimi türleri için simgelerinden sonra çalışma kat sayısı verilir. Örnek S3 % 25, S6 % 40 gibi. Yukarıdaki paragrafta

belirtilen çalışma rejimlerinin genelde (standart değer değildir) motor çıkış gücüne kat sayısı olarak etkileri ise aşağıdaki tablo 1.2’de verildiği gibidir.

Çalışma rejimi	Açıklama		10 dk.	30 dk.	60 dk.	
		Motor çıkış gücü kat sayısı	1.6	1.3	1.05	
			Süre (toplam çalışma süresinin %'si)			
S2	Kısa süreli çalışma		%10	%20	%40	%60
S3	Aralıklı periyodik çalışma		1.6	1.4	1.25	1.1
S6	Aralıklı yük ile sürekli çalışma		1.6	1.5	1.4	1.25

Tablo 1.2: Asenkron motor çalışma rejimi

Standart motorlar, 40 ° C ortam ısısına ve 1000 m rakım yüksekliğine göre imal edilmişlerdir. Bu değerleri aşan çalışma şartları, motorun performansına etki edecektir.

Uzun yılların tecrübelerine ve gözlemlerine dayanarak ısınma ve izolasyon hakkında şu iki saptama yapılabilir:

1. Motor yükündeki % 4'lük bir artış, ısıda % 10'luk bir artışa neden olmaktadır.
2. İzolasyon sınıfının kızgın noktasının % 10 aşılması, izolasyon ömrünün % 50 kısılması ile sonuçlanmaktadır.

1.6.2. Motorun Faz Sayısı

Asenkron motorlar; bir fazlı, iki fazlı ve üç fazlı olmak üzere üç çeşittir.

Evlerde, bürolarda, küçük tamir atölyelerinde... vb. yerlerde bir fazlı şebekeler bulunduğundan küçük güçlü tahriklerde bir fazlı motorlar kullanılır.

Üç fazlı şebekelerin bulunduğu yerlerde üç fazlı asenkron motorlar kullanılır. Motorların faz sayısının üç fazlı olmasının üstünlüğü, kayıpların küçük ve bu sayede verimlerinin çok yüksek olmasıdır.

1.6.3. Motorun Normal Çalışma Akımı

Her asenkron motorun yapım standartlarına göre şebekeden çektiği bir akım vardır. Bu akım, boştaki çalışmasına ve yükte çalışmasına göre değişiklik gösterir. Motorun normal akımı dendiği zaman asenkron motorun tam yük altında çalışması sonucu çektiği akımdır. Asenkron motorun çalışma akımı, kataloglarında ve motor etiketlerinde bulunmaktadır.

1.6.4. Motorun Güç Kat sayısı

Güç kat sayısı, şebekeden çekilen akım ile şebeke gerilimi arasındaki açının kosinüsüdür. “Cosφ” olarak isimlendirilir. Asenkron motorların güç kat sayısı, motor yüküne bağlıdır. Boştaki çalışan motorun güç kat sayısı çok küçüktür. Motor etiketine yazılı olan güç kat sayısı, anma yükteki güç kat sayısıdır. Anma yükünün altında ve üstünde güç kat sayısı küçüktür. Bir motorun, anma yükünün çok altında yüklerde çalıştırılması veya gereğinden büyük güçte motor seçilmesi, motorun düşük güç kat sayılı çalışacağı sonucunu getirir.

Güç kat sayısı (Cosφ) değeri, motorun şebekeden çektiği görünür gücün hangi oranda enerji dönüşümüne katıldığını gösterir. Güç kat sayısının küçük olması, kayıpları artırır ve motor verimini düşürür.

Motorun yapımı, rotor ve stator arasındaki hava aralığı, güç kat sayısını etkiler. Hava aralığı, mekanik koşulların izin verdiği oranda küçük olmalıdır.

Motorlarda güç büyüdükçe güç kat sayısı büyür. 2 kutuplu motorların güç kat sayısı, 6–8 kutuplu motorların güç kat sayılarından büyüktür. Ayrıca sincap kafesli rotorlu motorların güç kat sayıları, sargılı rotorlu motorların güç kat sayılarından büyüktür.

1.6.5. Motorun Bağlantı Şekli

Elektrik makinelerinde uçların hatasız ve kısa sürede bağlanmasını kolaylaştırmak için uçlar, standart simgelerle işaretlenir. Tablo 1.4'te kullanılan belli başlı uç işaretlerinin eski ve yeni karşılıkları gösterilmiştir:

Sıra Nu	Anlamı	VDE DIN 42401 Eski simgeler	IEC 34-8 Yeni simgeler
1	Üç fazlı şebeke	R - S - T	L1 - L2 - L3
2	Bir ve üç fazlı şebeke nötr hattı	0	N
3	Bir fazlı şebeke	R - 0 T - 0	L1 - N L2 - N L3 - N
4	Üç fazlı tek hızlı stator sargısı (6 bağlantı uçlu)	U - X V - Y W - Z	U1 - U2 V1 - V2 W1 - W2
5	Üç fazlı tek hızlı stator sargısı (3 bağlantı uçlu)	U - V - W	U - V - W
6	Bir fazlı motor sargısı Ana sargı Yardımcı sargı	U - V Z1 - Z2	U - V Z1 - Z2
7	Üç fazlı iki hızlı Dahlander sargı Düşük hız Yüksek hız		1U - 1V - 1W 2U - 2V - 2W
8	Üç fazlı iki hızlı PAM sargı veya iki ayrı sargı Düşük hız Yüksek hız		8U - 8V - 8W 6U - 6V - 6W
9	Üç fazlı Rotor sargısı (3 bağlantı uçlu)	K - L - M	K - L - M

Tablo 1.4: Asenkron motor sargı uç işaretleri

1.6.6. Motorların Yapı Şekilleri

☒ Açık Tip

Motor gövde ve kapaklarında soğutma gereksiniminden dolayı açıklıklar vardır. Koruma bakımından zayıftırlar.



Resim 1.7: Açık tip asenkron motor

☐ Kapalı Tip

En çok kullanılan yapı tipidir. Koruma bakımından en güvenilir yapı tipidir.



Resim 1.8: Kapalı tip asenkron motor

☐ Flanşlı Tip

Motorun direk olarak makineye bağlanması gerekli yerler için en uygun yapı tipidir.



Resim 1.9: Flanşlı tip asenkron motor

1.6.7. Anma Gücü

Anma gerilim ve frekansta tam yükte çalışan motorun, milinden alınan mekanik güçtür. Birimi “watt”, “kilowatt” veya “beygir gücü (HP)”dür.

1.6.8. Aşırı Yüklenme

Asenkron motorlar, 1,2 katına kadar aşırı yükleme yapılabilmektedir. Bu aşırı yükleme her firmanın ürettiği asenkron motor kataloglarında bulunmaktadır. Fakat bu aşırı yüklemeye fazla süre çalıştırılmamalıdır. Özellikle bu verilen 1,2'lik aşırı yüklemeyi geçtiği an motor zarar görme sınırında olduğundan devreden çıkartılmalıdır.

1.6.9. Gürültü Düzeyi

Elektrik motorlarının (1 kW – 400 W arası güçler için geçerlidir.) 600 d/d ile 3750 d/d hız aralığında ve boşta çalışırken hava ortamına yaydıkları ses gücü düzeyinin maksimum sınırlarını ve yine hava ortamında yaydıkları ve motor yüzeyinden 1 metre mesafe uzaklıktaki gürültü için ortalama ses basıncının maksimum sınırları IEC' nin 34 – 9 bölümünde verilmiştir oradan bakınız. Ayrıca TS' nin 3213 kitapçığında da belirtilmiştir.

1.6.10. Kutup ve Devir Sayıları

Asenkron motorların kutup sayılarına göre devir sayıları değişmektedir. Kataloglarda ve motor etiketlerinde devir sayıları bulunmaktadır. Tablo 1.5'te kutup sayılarına göre devir sayıları verilmiştir.

Kutup sayısı (2P)	ŞEBEKE FREKANSI	
	50HZ	60HZ
	SENKRON DEVİR D/DAK	
2	3000	3600
4	1500	1800
6	1000	1200
8	750	900
10	600	720
12	500	600

Tablo 1.5: Değişik frekans ve kutup sayılarındaki devir sayıları

1.6.11. Montaj Boyutları

Asenkron motorlarda güçler, eksen yükseklikleri (gövde büyüklükleri) ve bazı dış boyutları standartlaştırılmıştır. Motor sipariş ederken motorun çalışma gerilimini, gücünü, devir hızını, gövde büyüklüğünü, koruma türünü, yapı biçimini belirtmek yeterli olmaktadır.

IEC 72-1'e göre asenkron motorun standartlaştırılan boyutları şunlardır:

- ☐ Eksen yüksekliği (H)
- ☐ Tespit deliklerinin enine ve boyuna mesafeleri (A,B)
- ☐ Mil faturasından en yakın ayaktaki tespit deliği eksenine olan uzaklık (C)
- ☐ Mil ucu çapı (D)
- ☐ Mil faturasından itibaren mil uzantısı uzunluğu (E)
- ☐ Tespit deliğinin çapı (K)

☐ Kama yuvası genişliği (F), kama kalınlığı (GD), kama yuvası derinliği (GE), kama tepesinden eksenin karşı tarafındaki mil yüzeyine olan uzaklık (GA)

1.6.12. İşletme Gerilimi ve Frekansı

Asenkron motorlar, kullanıldıkları yerlere göre 220 volt veya 380 volt gerilimlerde üretilirler. Dünyada Amerika ve Kanada'da frekans 60 Hz iken ülkemizde ve diğer devletlerde 50 Hz' dir.

1.6.13. Koruma Sınıfı (IEC 34–5)

Motorlar, koruma derecelerine göre I P__ koduyla sınıflandırılmışlardır. I P__ (Ingress Progress) diziminde ilk rakam, katı maddelere karşı korumayı tarif ederken; ikinci rakam sıvılara karşı korumayı belirtmektedir.

Tablo 1.6'da anlatılan standardın Türk Standartlarındaki (TS) karşılığı TSE'nin TS3209 / Nisan 1999 kitapçığında detaylı olarak anlatılmıştır.

İlk Rakam	İkinci Rakam
Katı Maddelere Karşı	Sıvı Maddelere Karşı
0 - Korumasız	0 - Korumasız
1 - 50 mm'den büyük cisimlere karşı koruma. El teması gibi.	1 - Dikey olarak gelen sulara karşı koruma. Su damlaması gibi.
2 - 12 mm'den büyük cisimlere karşı koruma. Parmak gibi.	2 - Dikeyden 15 ° 'ye kadar açıyla gelen sulara karşı koruma.
3 - 2.5 mm'den büyük cisimlere karşı koruma. El aletleri gibi.	3 - Dikeyden 60 ° 'ye kadar açıyla gelen sulara karşı koruma.
4 - 1 mm'den büyük cisimlere karşı koruma. İnce teller gibi.	4 - Tüm yönlerden gelen sıçrayan sulara karşı koruma.
5 - Toza karşı koruma	5 - Tüm yönlerden gelen fişkıran sulara karşı koruma.
6 - Toza karşı tam koruma	6 - Tüm yönlerden gelen güçlü su fişkirmalarına karşı koruma.
	7 - Geçici süre suya daldırmaya karşı koruma. 0.15 m ile 1 m arası.
	8 - Sürekli suya daldırmaya karşı koruma.

Tablo 1.6: Koruma sınıfı

1.6.14. İzolasyon (yalıtım) Sınıfı (IEC 34 – 1)

IEC standartlarının 34 – 1 bölümünün içerisinde izolasyon değerlerinin derecelendirilmesine de yer verilmiştir.

Motorların sargıları ve kullanılan izolasyon malzemeleri, dayandıkları ısıya göre sınıflandırılmış ve bu ayırım harflerle ifade edilmiştir.

	İzolasyon Sınıfı				
	A	E	B	F	H
Isı yüksekliği	105	120	130	155	180
Maksimum sargı ısı	100	115	120	140	165
Ortam ısı	40	40	40	40	40
Kızgın nokta için sınır	5	5	10	15	15

Tablo 1.7: İzolasyon sınıfı

Pek kullanım alanları bulunmasa da Y ve C sınıfı izolasyon sınıfları da mevcuttur. Bunlardan Y sınıfı (eski gösterimi O'dur) 90 °C sıcaklık sınırını belirtirken, C sınıfı 180 °C'den büyük sıcaklık sınırını belirtmektedir.

Tablo 1.7'de anlatılan standardın Türk Standartlarındaki (TS) karşılığı TSE'nin TS3336 / Mart 1979 kitapçığında detaylı olarak anlatılmıştır.

1.6.15. Siparişte Dikkat Edilecek Hususlar

Bir asenkron motor sipariş verileceği zaman kullanacağımız iş alanı (buna bağlı olarak gücü), inşa tipi göz önünde bulundurulur.

Aşağıda örnek sipariş bilgileri verilmiştir.

➤ Mutlaka verilmesi gereken bilgiler	Örnek
Güç (kw veya hp)	11 kw
Devir sayısı	1500 d/d
İnşa tipi	B3
➤ Verilmesi ihtiyari olan bilgiler	
Motor tipi	NM 132 M-6
Gerilim	380 volt
Frekans	50 Hz
Koruma tipi	IP 54
Yalıtım sınıfı	F
Çalışma rejimi	S 1
Ortam sıcaklığı	40 °C
Eksenel yük (varsa)	600 kg
Varsa diğer özellikler gibi	ters klemens kutusu, çift mil

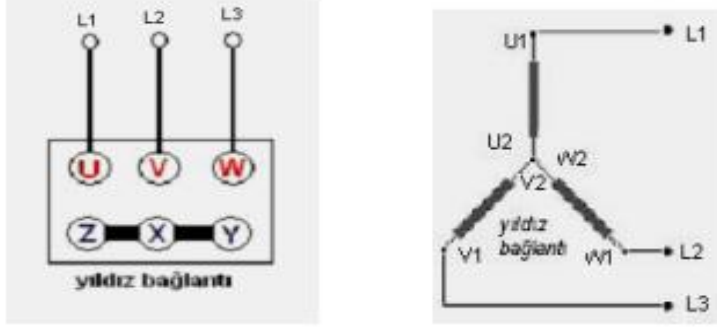
1.7. Asenkron Motor Bağlantı Şekli ve Özellikleri

Asenkron motorlar, yıldız ve üçgen bağlantı olmak üzere iki şekilde bağlanırlar.

1.7.1. Motorun Yıldız Bağlantısı ve Özelliği

Asenkron motorun stator sargı uçlarından X-Y-Z uçları birleştirilir ve U-V-W uçlarından R-S-T fazları verilerek yıldız bağlantı gerçekleştirilir. λ ile sembolize edilir. Bu şekilde bağlanmış motora fazlar arası 380 volt olan gerilim uygulandığında her faz sargısına şebeke geriliminin 1/3 veya % 58'i uygulanmış olur. Yani $380 \times 0.58 = 220$ volt, ayrıca yıldız bağlantıda faz akımı hat akımına eşittir.

Yıldız bağlantıda gerilim $U_{hat} = \sqrt{3} \times U_{faz}$ yani $U_{hat} = 1,73 \times U_{faz}$, akım ise $I_{hat} = I_{faz}$ dır.



Şekil 1.7: Asenkron motorun yıldız bağlanması

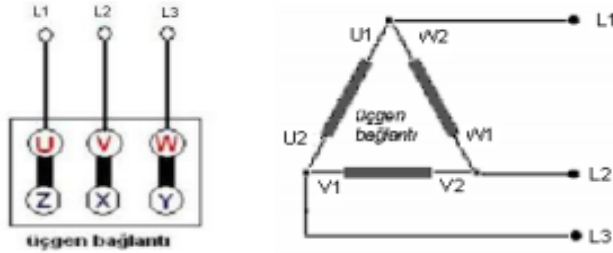
1.7.2. Motorun Üçgen Bağlantısı ve Özelliği

Asenkron motorun stator sargı uçları U ile Y, V ile Z, W ile X kısa devre edilip U-V-W uçlarından R-S-T fazları uygulanarak üçgen bağlantı gerçekleştirilir. Δ ile sembolize edilir.

Bu bağlantı şeklinde hat gerilimi, faz gerilimine eşittir. Ancak hat akımı, faz akımının 1,73 katına eşittir veya faz akımı, hat akımının % 58'i kadardır.

Üçgen bağlantıda gerilim $U_{hat}=U_{faz}$, akım ise $I_{hat}=\sqrt{3}\times I_{faz}$ yani $I_{hat}=1.73\times I_{faz}$ 'dir.

NOT: Üçgen çalıştırılacak motor, yıldız çalıştırılacak olursa 1/3'ü kadar akım çeker.



Şekil:1.8: Asenkron motorun üçgen bağlanması

NOT: Motor etiketinde bulunan güç ve gerilim değerlerine bakılarak sargıların yıldız mı yoksa üçgen mi bağlanacağı şöyle anlaşılır:

- Motor $g\sqrt{c}\sqrt{4\text{ kW}}$ '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.

1.8. Asenkron Motorun Kataloglarını Okuma ve Kullanma

Asenkron motorları, ülkemizde ve diğer ülkelerde farklı firmalar üretmektedir.

Dolayısıyla her firmanın üretimle ilgili kendi katalogları bulunmaktadır.

Bu kataloglarda kullanacağınız asenkron motor hakkında gücü, gerilimi, akımı, bağlantı şekli, inşaa şekli vb. özellikleri bulunmaktadır.

Tablo 1.8'de asenkron motorlar için sigorta, termik ve iletken seçimi cetveli katalog

inceleme açısından örnek olarak verilmiştir.

ANMA GÜCÜ		ANMA AKIMI	İLETKEN KESİTİ	TERMİK RÖLE ATARLAMA SINIRLARI	SİGORTA DEĞERLERİ (Normal buşonlu, geçikmeli buşonlu, bıçaklı)		
kW	HP	Amper	mm ²	Amper	AMPER	AMPER	AMPER
0,75	1	1,95	2,5	1,6-2,4	4-10	4-6	6
1,1	1,5	2,85	2,5	2,2-3,3	10	6	6
1,5	2	3,8	2,5	3-4,5	10-20	10	14
2,2	3	5,4	2,5	4-6	16-20	10-16	10-16
3	4	7,1	2,5	5,3-8	16-20	16	16
4	5,5	8,8	2,5	7,3-9	20	16	16
5,5	7,5	11,7	4	8-12	25-35	20-25	20-25
7,5	10	15,6	6	11-16	35	25	25
11	15	22	10	12-24	50-63	35-50	35-50
15	20	28	10	20-22	63	50	50
18,5	25	37,5	16	24-45	-	-	63-80
22	30	43,5	16	24-46	-	-	63-80
30	40	53	25	32-63	-	-	80-100

Tablo 1.8: Motor anma gücüne göre termik röle ve sigorta seçimi

Tablo 1.8'den verilen akım değerlerinden yararlanarak 7,5 kW'lık bir asenkron motorda kullanılacak elemanların değerlerini belirleyelim:

Motor gücü: 7,5 kW (10 HP)

Motorun çektiği anma akımı: 15,6 Amper

Motorun beslenmesinde kullanılması gereken iletken kesiti: 6 mm²

Termik aşırı akım rölesinin akım değerini ayarlama sınırı: 11-16 Amper

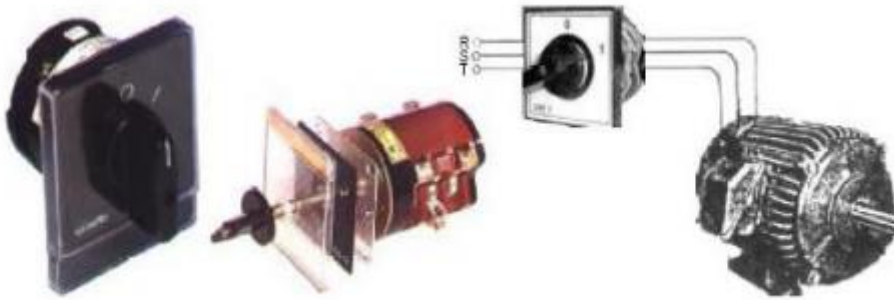
Motoru besleyen hatta bağlanacak gecikmeli tip sigortanın akım değeri: 25 Amper

2. KUMANDA DEVRE ELEMANLARI VE KORUMA RÖLELERİ

2.1. Kumanda Elemanları Yapısı ve Çeşitleri

2.1.1. Paket şalterler

Yapısı



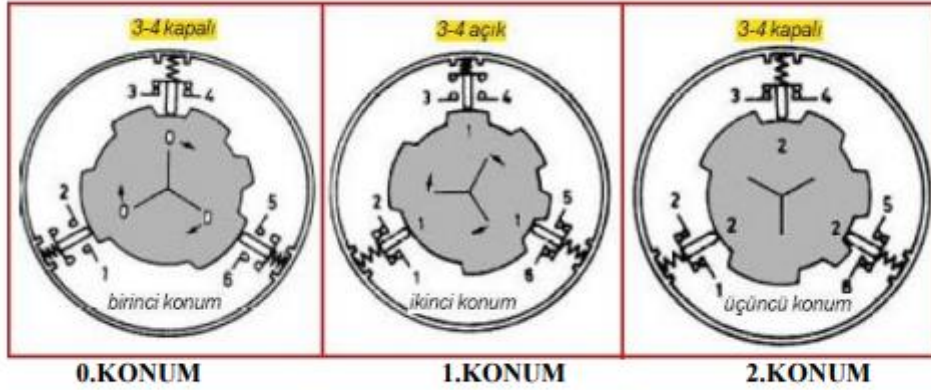
Resim 2.1: Paket şalterler

Bir eksen etrafında dönebilen bir mil üzerine art arda dizilmiş ve paketlenmiş birçok kontak yuvalarından oluşan çok konumlu şalterlere paket şalterler denir.

Paket şalterlerin her bir diliminde, iki, üç ya da dört kontak bulunur. İstenilen kontak sayısını elde etmek için, uygun sayıda art arda monte edilir. Kontaktların açılıp kapanması, dilimler üzerindeki çıkıntılar sayesinde olur. Bakalitten yapılmışlardır.

Paket şalterlerin ambalajının içerisinde, bağlantı şemaları ve çalışma diyagramları vardır. Bu diyagramlar sayesinde kontaktlarının konumları hakkında bilgi sahibi oluruz.

➤ Çalışması



Şekil 2.1: Paket şalterin disk ve kontaktlarının konum değişikliği

Şekil 2.1'de bir paket şalterin kam ve kontak konumları görülmektedir. Paket şalter, 0 konumunda iken 3-4 nu.lu kontaktları açıp kapatan pim diskin çukur yeri de olduğundan kontak kapalı konumdur. 1-2 ve 5-6 nu.lu kontaktları açıp kapatan pim diskin tümsek kısmında olduğundan kontaktlar açık konumdur. Paket şalter kolu sağa doğru çevrildiğinde yani 1. konuma getirildiğinde 3-4 nu.lu kontakçı açıp kapatan pim diskin tümsek kısmına gelir ve kontak açık konuma gelir. 1-2 ve 5-6 nu.lu kontaktları açıp kapatan pim, diskin çukur yerine geldiğinden kontaktları kapatır.

Paket şalter kolu, sağa doğru yani 2. konuma getirilirse kontaktları kumanda eden pimler diskin çukur yerinde olduğundan kontaktların hepsi kapalı durumdadır.

Kısaca 0 konumunda kontaktlar açık durumda, 1 konumunda kontaktlar kapalı durumdadır ve kapalı olması demek devreden akım geçtiği anlamına gelir.

☒ Çeşitleri

- ☒ Bir fazlı yardımcı sargılı motor şalteri
- ☒ Kutup değiştirici 0 pozisyonlu paket şalter
- ☒ Çift devir paket şalteri
- ☒ Ampermetre komütatörü
- ☒ Voltmetre komütatörü

2.1.2. Kumanda Butonları

Bir devrenin çalıştırılmasını başlatmak veya durdurmak amacıyla kullanılan elemanlardır.



Resim 2.2: Kumanda butonları ve sinyal lambaları

☒ 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 hâline dönmesi için aynı butona tekrar basılır veya yanındakine tekrar basılır.

2.1.3. Sinyal Lambaları

Bir kumanda elemanın veya devresinin çalışıp çalışmadığını ışıkla gösteren elemana sinyal lambası denir. Resim 2.3'te gösterilmektedir.

Bunlar vidalı ve geçmeli tip olarak yapılırlar. 6V ile 380 volt arası standart gerilimlere uygun neon lambalar vardır. Akkor flamanlı lambalarda 36 voltluk düşük gerilimli kumanda devrelerinde kullanılır.

Ana pano veya kumanda merkezlerinde işletmelerde makine takibi için sinyal lambaları kullanılır.

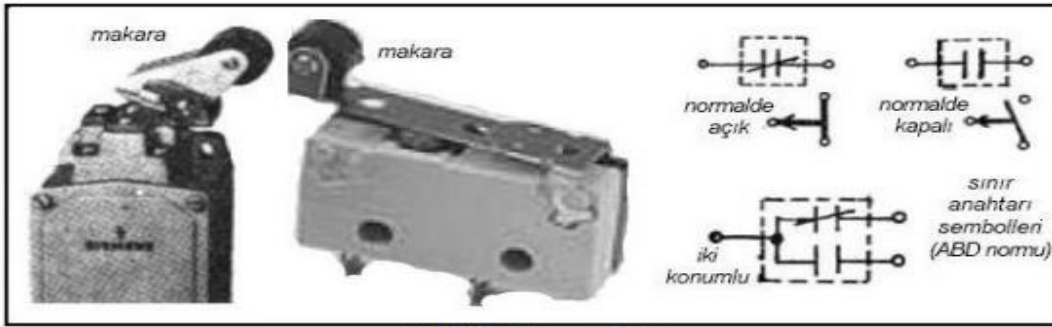


Resim 2.3: Sinyal lambaları

Genellikle yeşil sinyal lambası devrenin çalıştığını, sarı lamba durduğunu ve kırmızı lamba devrede bir arıza olduğunu veya koruma elemanlarının devreyi açtığını gösterir.

2.1.4. Sınır Anahtarları

Hareketli aygıtlarda bir hareketi durdurup başka bir hareketi başlatan ve aygıtın hareket eden parçası tarafından kumanda edilen elemanlara sınır anahtarı denir. Sınır anahtarının normalde biri kapalı, diğeri açık iki kontağı mevcuttur.



Şekil 2.2: Sınır anahtarı

Sınır anahtarları bant sistemlerinde, takım tezgahları gibi hareketli sistemlerde kullanılır.

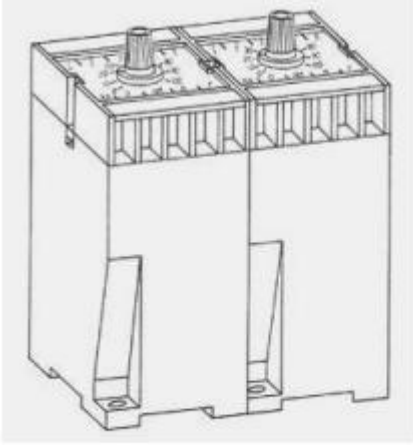
☒ Mekanik Tip Sınır Anahtarları

Bu tip sınır anahtarları aygıtın sabit kısmına monte edilir. Aygıtın hareketli kısmında bulunan çıkıntı, hareket esnasında makaraya veya pime çarptığında kontaklar konum değiştirir. Aygıtın hareket eden parçası durur veya hareket yönü değişir. Bu tip sınır anahtarlarına makaralı ve pimli sınır anahtarı da denir.

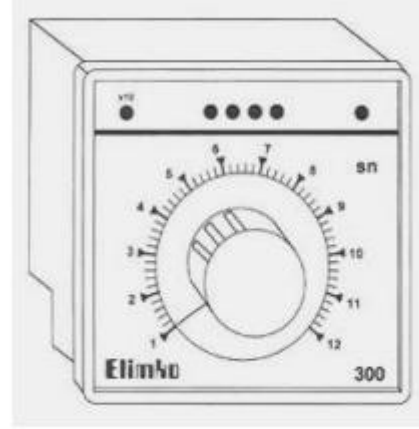
☒ Manyetik Tip Sınır Anahtarları

Dokunma ve çarpma olmadan açma ve kapama yapabilen sınır anahtarlarıdır. Sabit mıknatıs ve kontak olmak üzere iki kısımdan meydana gelir.

2.1.5. Zaman Röleleri



Şekil 2.3: Zaman rölesi yandan görünüş



Şekil 2.4: Zaman rölesi önden görünüş

☒ Tanımı ve Yapısı

Otomatik kumanda devrelerinde alıcıların belli süre çalışmalarını veya durmalarını sağlayan elemana zaman rölesi denir (şekil 2.3–4).

Zaman rölesinin yapısında gecikme ile konum değiştiren kontaklar, ani konum değiştiren kontak guruplarından ve bobin bulunur.

☒ Çeşitleri ve Fonksiyonları

☒ 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.

☒ 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.

☒ Bırakmada Gecikmeli Tip (Impuls) Zaman Rölesi

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

☒ 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.

☒ 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.

☒ 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.

☒ Çift Zaman Ayarlı Zaman Rölesi

İki ayrı zamanlama yapılabilen rölelerdir. Zaman rölesi enerji aldığı anda 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.

2.1.6. Kontaktörler

☒ Tanımı Yapısı ve Çeşitleri

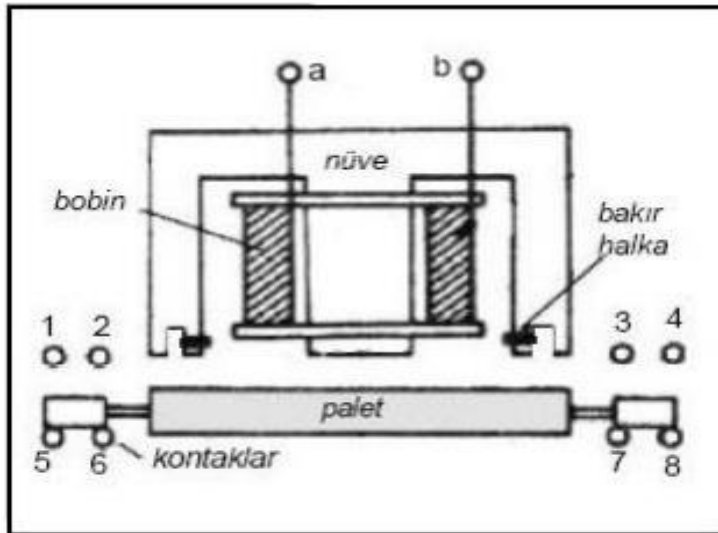
☒ Kontaktörün Tanımı

Elektrik devrelerini açıp kapamaya yarayan ve tahrik sistemiyle uzaktan kumanda edilebilen büyük güçlü elektromanyetik anahtarlara **kontaktör** denir.

☒ Kontaktörün Yapısı

Elektromıknatis, palet ve kontaklar olmak üzere üç kısımdan oluşur.

Elektromıknatis: Bir demir nüve ve üzerine sarılmış bobinden meydana gelir. Bobine gerilim uygulandığında geçen akım, manyetik alan oluşturarak mıknatısiyet meydana getirir. Alternatif akımla çalışan kontaktörün nüvesi silisli sacların paketlenmesiyle yapılır. Nüvenin ön yüzüne açılan oluklara bakır halkalar oluşur. Bakır halkalar; alternatif akımın yön ve değer değişimlerinden etkilenerek titreşim, yani gürültü yapmasını önlemek içindir. Doğru akımla çalışan kontaktörün nüvesi, yumuşak demirden tek parça olarak yapılır. Bobin akımı kesildiğinde demir nüvede kalan artık mıknatısiyetten dolayı paletin nüveye yapışık kalmasını önlemek için nüvenin palete bakan kısmına plastik pullar konur. Çalışma akımı ve kontak akımına bağlı olarak elektromıknatisler, değişik kesit ve sipirde sarılırlar (şekil 2.5).



Şekil 2.5: Kontaktörün iç yapısı

Palet: Kontaktör nüvesinin hareketli kısmına palet denir. Demir nüvenin mıknatıslanması ve yayların itmesi sonucu hareket eder. Palet üzerine kontaklar monte edilmiştir. Demir nüve mıknatıslandığında paleti çeker ve bazı kontaklar açılırken bazı kontaklar kapanır. Demir nüveye sarılı bobinin enerjisi kesildiğinde, yayların itmesi sonucunda palet eski konumuna döner.

Kontaklar: Gümüş, bakır-nikel, kadmiyum, demir, karbon, tungsten, ve molibdenden yapılmış alaşımlardan yapılır. Kontaklar; biri sabit diğeri, hareketli olmak üzere iki kontakta meydana gelir. Normalde açık ve normalde kapalı olmak üzere iki tip kontak vardır. Palet üzerine monte edilen hareketli kontakların bir kısmı kontaktör çalışmazken açık konumda, bir kısmı ise kapalı konumdadır. Kontaktör üzerinde istenenden fazla kontak vardır. Bu kontaklardan bazıları konum değiştirirken yıpranırken, bazıları kullanılmadığından yıpranmaz. Bu dengesizliği önlemek için devre akımı fazla ise boş kalan kontaklar diğer kontaklarla paralel bağlanır, devre gerilimi yüksekse boş kontaklar diğer kontaklara seri bağlanır.

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

1) Akım cinsine göre:

☒ Doğru akım kontaktörleri

☒ Alternatif akım kontaktörleri

2) İmalat durumuna göre:

☒ Elektromanyetik kontaktörler

☒ Basıncılı havalı kontaktörler

☒ Elektro-pnömatik kontaktörler

☒ Kontaktör Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

☒ Kullanma Sınıfı

Kontaktörler çalışma gerilimi, işletme ve kullanma şekillerine göre standart hâle getirilerek kullanıma sunulmaktadır.

IEC 947-4-1 numaralı standartlara göre kontaktörlerin üretim sınıfları ve kullanım alanları aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

☒ AC-1 sınıfı kontaktörler

İndüktif olmayan ya da çok az indüktif olan yüklerde kullanılır.

☒ AC-2 sınıfı kontaktörler

Bilezikli asenkron motorlara yol vermede kullanılır.

☒ AC-3, AC-4 sınıfı kontaktörler

Sincap kafesli asenkron motorların çalıştırılmasında kullanılır.

☒ AC-6a sınıfı kontaktörler

Transformatörlerin kumandasında kullanılır.

☒ AC-6b sınıfı kontaktörler

Akkor flamanlı lambaların kumandasında kullanılır.

☒ DC-1 sınıfı kontaktörler

İndüktif olmayan ya da çok az indüktif olan DC yüklerin beslenmesinde kullanılır.

☒ D-2 sınıfı kontaktörler

DC motorların çalıştırılması ve frenlenmesiyle ilgili devrelerde kullanılır.

☒ Anma gerilimi

Kontaktörün kumanda edeceği gerilim değeridir. Uygulamada 220-380-500-660 V'luk şebeke gerilimleri bulunmasına rağmen genellikle 220 V ve 380 V'luk gerilimler kullanılır.

☒ Bobin gerilimi

Bobinin çalışma gerilimidir. Bobinler 24-48-110-220-380 volt olabilmektedir.

☒ Anma akımı

Kontaktörün güç kontaklarının akım değeridir.

☒ Anma gücü

Kumanda edilecek alıcının gücüdür.

☒ Kontak yapısı ve sayısı

Kontaktörlerde iki tip kontak mevcuttur. Bunlar:

Güç kontakları , Kumanda kontaklarıdır.

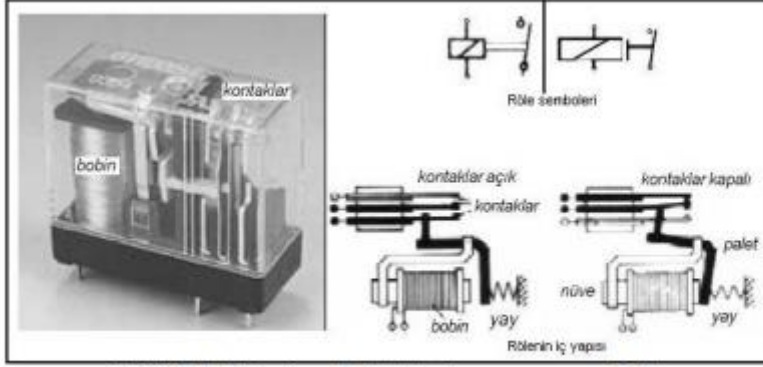
Güç kontakları, yüksek akıma dayanıklı olup motor vb. alıcıları çalıştırmak için kullanılır.

Kumanda kontakları ise termik aşırı akım rölesi, zaman rölesi, ısı kontrol rölesi, mühürleme vb. gibi düzeneklerin çalıştırılmasında görev yapar.

Otomatik kontrol sistemlerinde kullanılan kontaktörler, beslenecek olan alıcının tipine, gerilimine, akımına göre, üretici firma kataloglarına bakılarak seçilir. Şöyle ki, indüktif özellikli asenkron motorların çalıştırılması için üretilmiş olan bir kontaktör, reaktif güç kompanzasyonu ile ilgili bir devrede kullanılamaz. Kontaktörlerin kontakları aşırı akıma maruz kalma ya da uzun süreli kullanım sonucunda özelliklerini kaybederek arızalanabilir. Bu durumda, kontaktör küçük güçlüyse yenisiyle değiştirme yoluna gidilir. Ancak kontaktör büyük güçlü ve pahalı bir model ise elemanın tamamı değil, sadece kontaklar değiştirilerek onarım yapılır.

Otomatik kumanda devrelerinde çok kullanılan bir eleman olan kontaktörün içinde tabloda görüldüğü gibi normalde açık ve normalde kapalı olmak üzere değişik sayıda kontak bulunur. Kontakların açılıp kapanmasını sağlayan bobin enerjisizken bazı kontaklar açık konumda bekler. Bobin enerjilendiğinde açık kontaklar kapalı, kapalı kontaklar ise açık hâle geçer.

2.1.7. Röleler



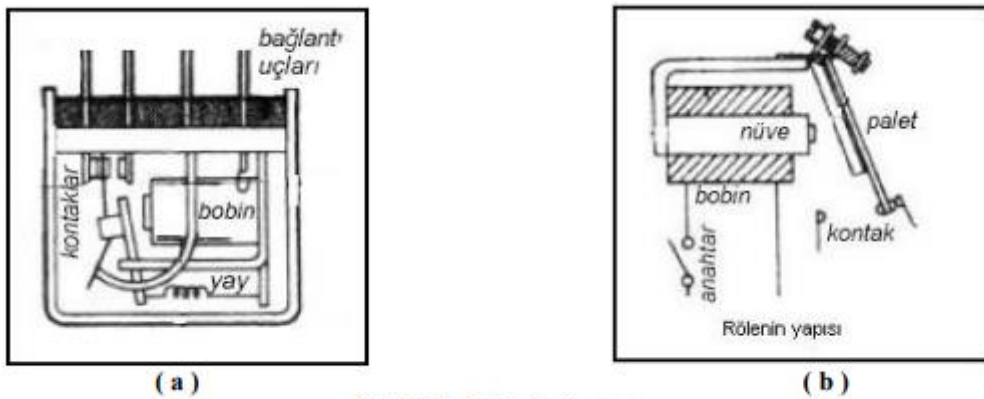
Şekil 2.7: Rölenin görünüşü, iç yapısı ve sembolü

Küçük değerli bir akım ile yüksek güçlü bir alıcıyı çalıştırabilmek (anahtarlama yapabilmek) için kullanılan elemanlara **röle** denir. Tamamen otomatik olarak işletmeye başlayan üretim araçlarında yüzlerce tip ve modelde röle kullanılmaktadır. Tek kontaklıdan tutun 5–10 kontaklına kadar geniş bir model yelpazesine sahip rölelerin çalışması her modelde de aynıdır. Uygulamada kullanılan röleler kontaklarının özelliğine göre şöyle sınıflandırılır:

- Tek kontaklı, tek konumlu röleler
- Tek kontaklı, çift konumlu röleler
- Çok kontaklı, tek konumlu röleler
- Çok kontaklı, çift (iki) konumlu röleler

☑ Rölenin Yapısı

Şekil 2.8'de görüldüğü gibi bobin, demir nüve, palet, yay ve kontaklardan oluşan rölelerin mıknatısiyet oluşturan bobinleri 5–9–12–24–36–48 volt gibi gerilimlerde çalışacak biçimde üretilir. Elektronik sistemlerde çoğunlukla DA ile çalışan mini röleler kullanılır.



Şekil 2.8: Rölenin iç yapısı

☑ Rölenin Çalışma İlkesi

Röle içinde bulunan demir nüve üzerine geçirilmiş makaraya ince telden çok spirilli olarak sarılmış bobine akım uygulandığında, N-S manyetik alanı oluşur. Bu alan ise bobinin içindeki nüveyi elektromıknatıs hâline getirip, paletin kontaklarının konumunu değiştirmesini sağlar. Akım kesilince elektromıknatıslık ortadan kalkar; esnek germe yayı, paleti geri çekerek kontakları ilk konumuna getirir.

Kontaklardan geçen akım nedeniyle birbirine temas eden yüzeyler zamanla oksitlenebilir. Kontaklardaki oksitlenmeyi en az düzeyde tutabilmek için platin ya da tungsten üzerine ince gümüş tabakasıyla kaplama yapılır. Düzgün çalışmayan bir elektronik devrede rölelerin kontaklarında oksitlenme oluşmuş ise bu istenmeyen durum su zımparasıyla giderilebilir. Düzleme olmazsa yeni röle kullanılır.

☑ Rölelerin Ayaklarının Tanımlanması

Rölelerin gövdesinde bulunan, a, b, harfleri bobin uçlarını; NC (normal close), normalde kapalı durumda olan kontakları; NO (normal open), normalde açık durumda olan kontakları belirtir.

Röle bobini enerjisizken bazı kontaklar açık, bazıları ise kapalı durumdadır. Anlatımlarda kolaylık olması için bobin enerjisizken açık olan kontaklara **normalde açık kontak** denir. Kapalı olan kontaklar ise **normalde kapalı kontak** olarak adlandırılır.

2.1.8. Sayıcılar



Resim 2.4: Sayıcı

Sayıçılar flip-floplardan oluşmaktadır. İki gruba ayrılırlar. Bunlar senkron ve asenkron sayıcılardır. Asenkron sayıcılar, senkron sayıcılara nazaran daha yavaş çalışırlar. Bunun sebebi ise flip flop 'ların birbirlerini tetiklemesidir. Bu da zaman kaybına yol açar. Senkron sayıcılarda ise tüm flip floplar aynı anda tetiklenirler. Bu yüzden senkron sayıcılar, asenkron sayıcılara göre daha fazla tercih edilirler. Sayıcılar, bir de yukarı ve aşağı sayıcılar diye ikiye ayrılırlar. Her clock palsinde çıkıştaki binary sayı artan sayıcılara **yukarı sayıcı**, azalan sayıcılara da **aşağı sayıcı** denir.

2.2. Koruma Rölelerinin Yapı ve Çeşitleri

2.2.1. Asenkron Motorların Çalışması Sırasında Görülen Başlıca Arızalar

Tabloda verilmiştir.

Arızanın Belirtisi	Arıza	Giderilmesi
1. Motor yol almıyor.	Sigortalar atıktır. Termik atıktır. Motor, iki faza kalmıştır. Kablolar kopukluk vardır. Motor yanmıştır.	Sigortalar, yenisiyle değiştirilir. Terminin yeniden kurma (reset) düğmesine basılır. Kablolar kontrol edilir. Motor sargıları ölçülür.
2. Motor aşırı ısınıyor.	Motora aşırı yük binmektedir. Gerilim düşüktür. Rulmanlar sıkışmıştır.	Motorun üzerine binen yük incelenir. Motorun çektiği akım ölçülerek etikette yazılan değerle karşılaştırılır. Şebeke gerilimi ölçülür. Rulmanlar değiştirilir.
3. Motorun sesi çok çıkıyor.	Motora aşırı yük binmektedir. Gerilim düşüktür. Rulmanlar sıkışmıştır. Rulmanlar yağsızdır.	Motorun üzerine binen yük incelenir. Motorun çektiği akım ölçülerek etikette yazılan değerle karşılaştırılır. Şebeke gerilimi ölçülür. Rulmanlar değiştirilir. Rulmanlar yağlanır.
4. Termik sık sık atıyor.	Motora aşırı yük binmesidir. Gerilim düşüktür. Rulmanlar sıkışmıştır.	Motorun üzerine binen yük incelenir. Motorun çektiği akım ölçülerek etikette yazılan değerle karşılaştırılır. Şebeke gerilimi ölçülür. Rulmanlar değiştirilir.

Tablo 2.1: Asenron motor arızaları ve giderilmesi

2.2.2. Sigortalar

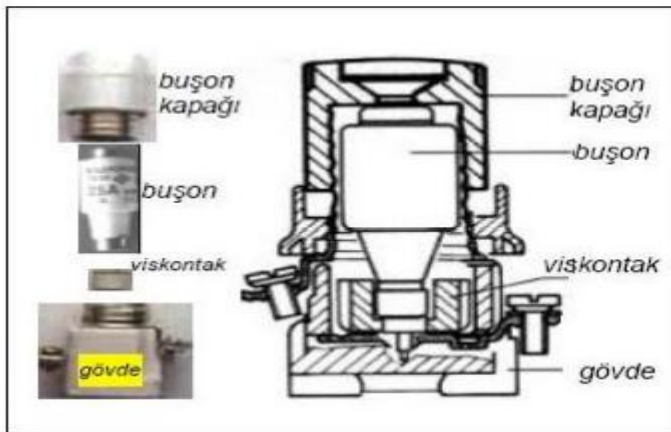
Elektrik besleme hatları ile devrede çalışan alıcıları aşırı yüklere, kısa devrelerin oluşturacağı yüksek akımlara ve bunları kullanan insanları gelebilecek muhtemel kazalara karşı korumak için kullanılan devre elemanıdır. Elektrik devrelerine seri bağlanırlar. Üzerinde yazılı değerden fazla akım geçtiğinde devreyi açarlar.

☒ Buşonlu Sigortalar

Buşon kapağı, buşon, viskontakt ve gövdenin (kofre) birleşmesinden oluşmuş koruma aracıdır.

☒ Gövde

Sigortayı muhafaza eden porselen kısımdır. Bunlar, 25–63–100–200 amperlik değerlerde üretilmektedir.



Şekil 2.10: Buşonlu sigortanın yapısı görülmektedir

☒ Buşon

Eriyen teli muhafaza eden kısımdır. Buşonlar, standart akım değerlerinde üretilirler. Buşon akımları, 6–10–16–20–25–35–50–63–80–100–200 amperdir. Buşonlu sigortalarda kullanılan porselen gövdenin içinde, aşırı akım geçmesi anında eriyip kopan bir tel mevcuttur. Buşon gövdesi içinde bulunan bu telin yaydığı ısıyı azaltmak için soğutma amaçlı olarak kuvars kumu kullanılır. Buşonların arka kısmında bulunan metal şapkanın ortasında renkli pulcuklar vardır. Bunlara bakılarak da buşonun kaç amperlik olduğu anlaşılabilir.

Sinyal pulcuklarının renklerinin akım değerleri: 6 A: Yeşil, 10 A: Kırmızı, 16 A:

Gri, 20 A: Mavi, 25 A: Sarı, 35 A: Siyah, 50 A: Beyaz, 63 A: Bakır rengi, 80 A: Gümüş rengidir.

☒ Buşon Kapağı

Buşonu muhafaza eden kısımdır. Bunlar 25–63–100–200 amperlik değerlerde üretilmektedir. Uygulamada kullanılan buşonlu sigortalar, L (B) ve G (C) tipi olmak üzere iki tipte üretilmektedir. L (B) tipi sigortalar, aydınlatma ve priz tesislerinde kullanılırken; G tipi sigortalar ise motor devrelerinde kullanılır. L tipi sigortalar, aşırı akım durumunda hemen atar. G tipi olanlar ise gecikmeli olarak devreyi açar.

☒ Otomatik Sigortalar

Bu tip sigortalar, termik ve manyetik koruma düzenekli olarak üretilmektedir. Termik koruma bimetal esaslıdır. Devreden aşırı akım geçince bimetal bükülerek akım geçişini sağlayan kontakları açar. Manyetik koruma ise aşırı akım geçmesi durumunda elektromıknatıs hâline gelen kalın kesitli bobinin nüveyi hareket ettirerek kontakları açtırması esasına dayanmaktadır.

Resim 2.7'de otomatik sigortaların iç yapısı verilmiştir.

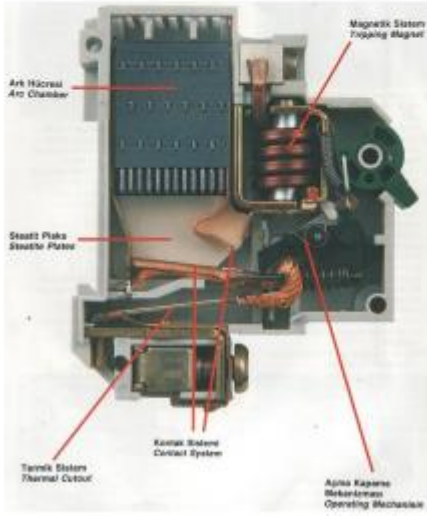
Uygulamada kullanılan otomatik sigortalar, L (B) ve G (C) tipi olmak üzere iki tipte üretilir. L tipi sigortalar, aydınlatma ve priz tesislerinde kullanılırken; G tipi sigortalar ise motor koruma devrelerinde kullanılır. L tipi sigortalar, aşırı akım durumunda hemen atar. G tipi modeller ise gecikmeli olarak devreyi açar. Motorlar kalkış anında normal akımlarından birkaç misli değerinde aşırı akım çekerek çalışmaya başladıklarından bu tip alıcılarda gecikmeli atan otomatik sigortalar tercih edilir.

Uygulamada kullanılan otomatik sigortalar 0,5–1–1,6–2,4–6–10–16–20–25–35–40–45–50 amperlik değerlerde üretilmektedir.

Üç fazlı motorların korunmasında kullanılan otomatik sigortaların mandalları birbirine akuple edilir. Bu sayede fazın birisinin bağlı olduğu sigorta attığında, üç fazın akımı da kesilir.



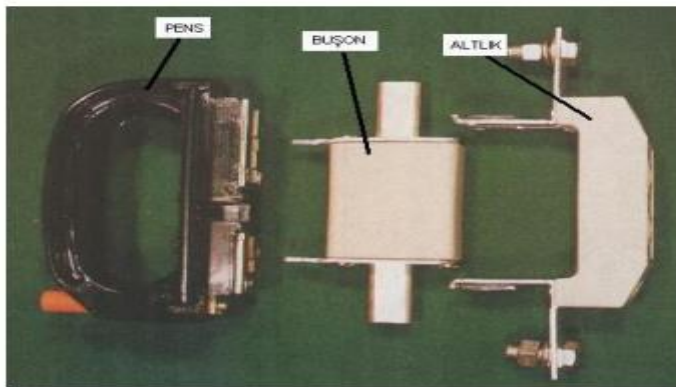
Resim 2.6: Bir firmaya ait otomatik sigortalar



Resim 2.7: Otomatik sigortanın iç yapısı

🔌 Bıçaklı Sigortalar

Sanayi tesislerindeki yüksek akımlı alıcıların korunmasında kullanılırlar. Bu sigortalar, altlık ve buşon olmak üzere iki parçadır. Bıçaklı sigortaları söküp takmak için **ellik** adı verilen pensler kullanılır.



Resim 2.8: Bıçaklı sigortanın kısımları

NH sigortalar, taşıdıkları akıma göre değişik boyutlarda üretilirler:

Boy	Buşon akımı	Altlık akımı
NH01 (bir boy)	35–160 A	160 A
NH00 (sıfır boy)	6–100 A	160 A
NH02 (iki boy)	80–250 A	250 A
NH03 (üç boy)	100–400 A	400 A
NH04 (dört boy) 3	15–630 A	630 A

2.2.3. Aşırı Akım Röleleri

DC ya da AC ile çalışan motorlar, herhangi bir nedenle normal değer üzerinde akım çektiğinde sargıların ve tesisatın zarar görmemesi için akımın en kısa sürede kesilmesi gerekir. Motorun akımını kesme işleminde kullanılan aşırı akım röleleri manyetik ve termik esaslı olmak üzere iki çeşittir. (Resim 2.9) Şimdi bunların yapısını ve özelliklerini inceleyelim.

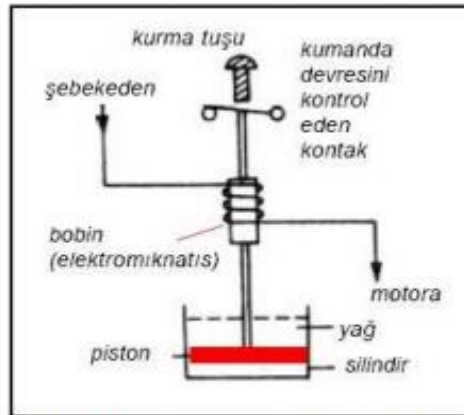


Resim 2.9: Aşırı akım rölesi

☑ Manyetik Aşırı Akım Rölesi

Elektrik akımının manyetik alan etkisiyle çalışan rölelerdir.

Bu elemanlar şekil 2.12’de görüldüğü gibi elektromıknatis, kontak ve geciktirici düzenek olmak üzere üç kısımdan oluşur.



Şekil 2.12: Manyetik aşırı akım rölesinin yapısı

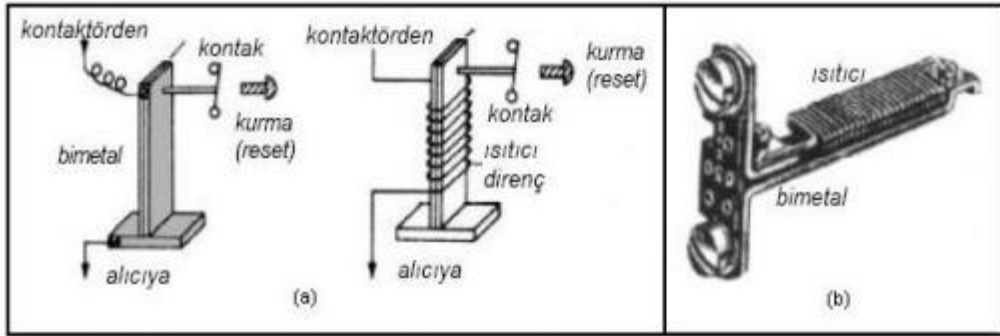
Röle devredeyken elektromıknatisin bobininden motorun akımı da geçer. Motor herhangi bir nedenle normalin üzerinde akım çekmeye başlarsa, bobinin oluşturduğu mıknatısiyet artar ve nüveyi yukarı

doğru çekmek ister. Nüve, içinde yağ bulunan pistondan oluşmuş yavaşlatıcı bir düzenek ile frenlendiğinden hemen yukarı doğru hareket edemez.

Alıcının çektiği aşırı akım, 1–2 dakika boyunca sürecek olursa piston düzeneği yukarı doğru kaymayı sürdürür. Sonuçta nüve yukarı çıktığından kumanda kontakları konum değiştirerek motoru çalıştıran kontaktörün akımının kesilmesine yol açar. Reset (yeniden kurma) butonuna basıldığı takdirde motor yeniden çalıştırılabilir.

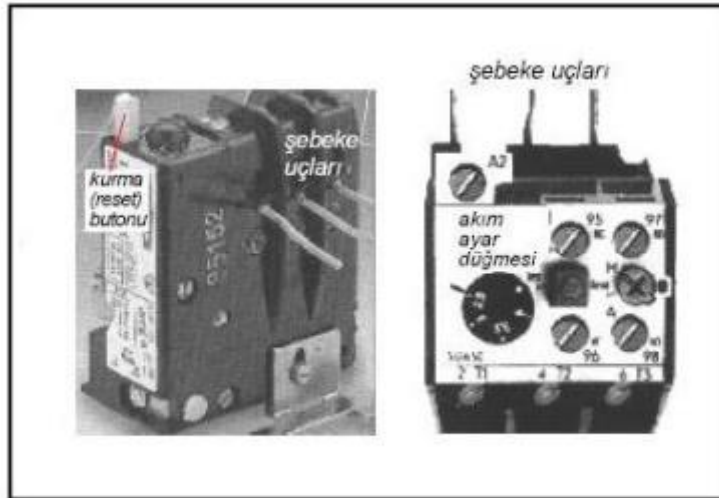
Termik Aşırı Akım Rölesi

Her metalin ısı karşısındaki davranışı farklıdır. Bazı metaller sıcakta çok genişlerken, bazıları da az genişler. Bu davranış farkından yararlanılarak bimetal adı verilen düzenekler geliştirilmiştir. Bimetal, ısındığında farklı uzunlukta genişleyen ayrı cins iki metal şeridin birleştirilmesiyle oluşmuştur.



Şekil 2.13: a) Direkt ve endirekt termik aşırı akım rölesinin yapısı

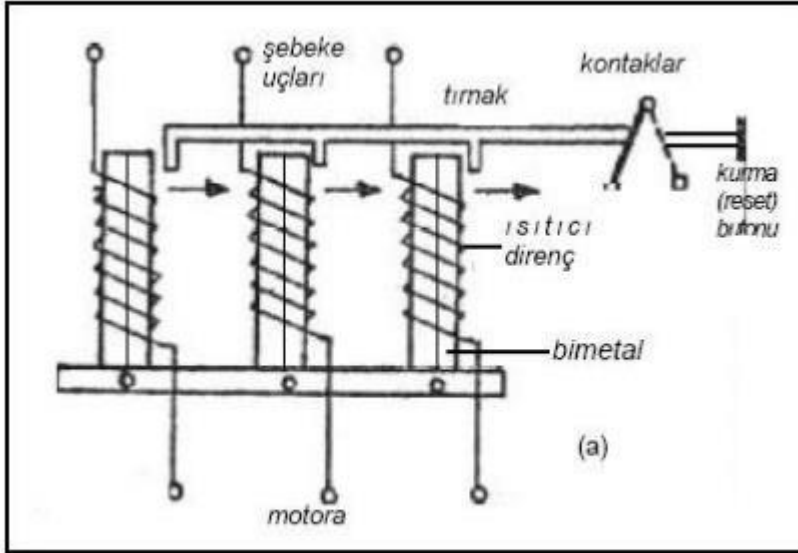
b) Bimetalin yapısı



Resim 2.10: Termik aşırı akım rölesi

Bir fazlı alıcılar için tasarlanan termik koruyucular, motor akımı aşırı derecede arttığında ısınarak konum değiştiren bimetal düzeneğinden oluşmaktadır.

Üç fazlı alıcılar için tasarlanan röleler, motorun akımı resimde görüldüğü gibi üç bimetal üzerine sarılmış krom-nikel direnç tellerinden geçmektedir (şekil 2.14).



Şekil 2.14: Termik aşırı akım rölesinin uç bağlantısı

☑ **Çalışması:** Termik aşırı akım rölelerinde motor akımı, normal düzeyde iken ısıtıcı teller fazla sıcaklık oluşturmadığından bimetaller bükülmez. Ancak alıcının çektiği akım istenilen seviyenin üzerine çıkacak olursa krom-nikel ısıtıcıların yaydığı sıcaklık artarak bimetallerin bükülmesine yol açar. Bükülen bimetaller, termik rölenin tırnağını iterek kontaklara konum değiştirir. Bunun sonucunda ise motoru çalıştıran kontaktörün enerjisi kesilir. Reset (kurma) butonuna basıldığında ise termik aşırı akım rölesi eski hâline döner.

2.2.4. Gerilim Koruma Rölesi

☑ Aşırı Gerilim Koruma

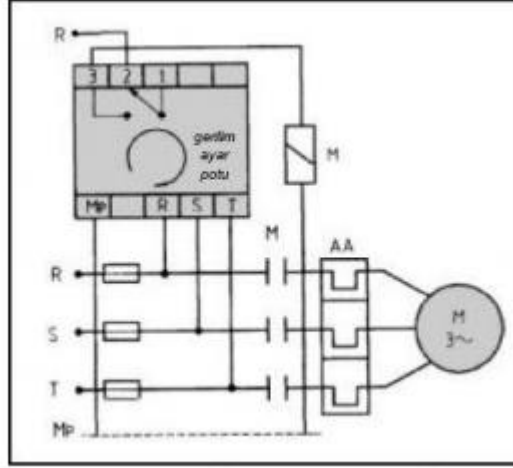
Asenkron motorlara uygulanan gerilim $+ \% 10$ ' u aştığında sargılarda oluşan ısı artar. Bu da istenmeyen durumdur ve motora zarar verir. Bunu önlemek için gerilimin $\% 10$ aştığı durumlarda aşırı gerilim koruma rölesi kullanılır.

☑ Düşük Gerilim Koruma

Asenkron motorlara uygulanan gerilim $\% 10$ ' nun altına düştüğü durumlarda motoru korumak için düşük gerilim koruma rölesi kullanılır.

☑ Aşırı-Düşük Gerilim Koruma

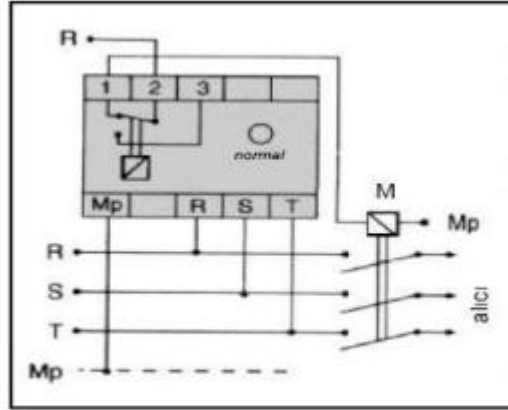
Asenkron motorlar, $\pm \% 10$ ' luk gerilim değişimlerinde normal çalışırlar. Gerilimin daha fazla yükselmesi ya da düşmesi hâlinde motor akımı artar. Bu durum, sargılarda oluşan ısıyı artırır. Düşük gerilim rölesi, gerilimin, anma değerinin $\% 10$ altına düşmesi hâlinde aşırı gerilim rölesi ise gerilimin $\% 10$ fazla artması hâlinde devreyi açar (şekil 2.15).



Şekil 2.15: Aşırı ve düşük gerilim koruma rölesinin bağlantı şeması

2.2.5. Faz Sırası Rölesi

Üç fazlı asenkron motorlar da fazların ikisi yer değiştirdiğinde rotorun dönüş yönü değişmektedir. Motorun dönüş yönünün istem dışı olarak değişmesinin istenmediği tesislerde (asansör, kompresör... vb.) elektronik yapıllı faz sırası rölesi kullanılır. Bu röleler, motoru iki faz yer değiştirdiğinde devreden çıkartır (şekil 2.16'da devre bağlantısı verilmiştir).



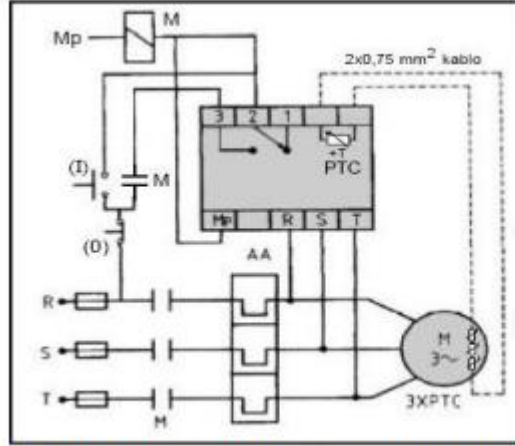
Şekil 2.16: Faz sırası rölesinin devreye bağlanması

2.2.6. Faz Koruma Rölesi

Üç faz ile çalışan motorlarda R-S-T fazlarından birisi kesildiğinde motor çalışmaya devam eder. Ancak bu çalışma şekli, son derece tehlikeli ve istenmeyen bir durumdur. Çünkü üç faz ile çalışacak şekilde üretilmiş motor, iki faza kaldığı zaman şebekeden yüksek akım çekmeye başlar. Yüksek akım ise sargıları ısıtır. Isınan sargılarının izolesi (vernük) eriyerek kısa devreye neden olur. Kısa devre ise motorun bozulmasına yol açar.

İşte bu durumu önlemek için sigorta, termik vb. gibi koruyuculara ilave olarak elektronik yapıllı faz koruma röleleri üretilmiştir (şekil 2.17).

Günümüzde üretilen faz koruma röleleri hem çok ucuzlaşmış hem de çok işlevli hâle gelmiştir. Şöyle ki, faz koruma röleleri motoru faz kesilmesine, fazların geriliminin $\pm\%10-20$ değişmesine ve sargıların aşırı ısınmasına karşı koruma yapabilmektedir.



Şekil 2.17: Faz koruma rölesinin devreye bağlantısı

2.2.7. Frekans Koruma Röleleri

Asenkron motorların stator sargılarında oluşan manyetik akının değeri, bütün yüklerde gerilimle doğru, frekansla ters orantılıdır. Anma gerilim ve anma frekansında çalışan motorun momenti anma değerindedir. Gerilimi sabit tutarak frekans azalır ise manyetik akı artar, frekans artırılırsa manyetik akı azalır. Bu sebeplerden dolayı frekans koruma röleleri kullanılmaktadır.

▣ Aşırı Frekans Koruma

Asenkron motor, artan frekanslarda anma hızının üzerindeki hızlarda motor, anma momenti ile yüklenmez. Artan frekanslarda demir kayıpları, hızın yükselmesinden sürtünme ve rüzgar kayıpları artar. Bunun sonucu kayıplar arttığından verim düşer. Bu gibi durumlar için aşırı frekans koruma röleleri kullanılır.

▣ Düşük Frekans Koruma

Asenkron motorun, düşük frekansta çalışmada hız azaldığından soğutma pervanesinin soğutması yetersiz kalır ve motor ısınır. Dolayısıyla bu durum motora zarar verebilir. Bu sakıncalı durumu önlemek için düşük frekans koruma rölesi kullanılır.

2.2.8. Termistörler

Termistörler, yarı iletken sıcaklık hissedici elemandır. Seri bağlı üç elemanlı ve rölesi ile birlikte takım hâlinde satılırlar. Belirli sıcaklık derecesinde elektrik dirençleri artar veya azalır.

Dirençlerinin çok ani arttığı sıcaklık derecesine “**nominal açma sıcaklığı**” (**NAT**) denir. Nominal açma sıcaklığı, korunmak istenen motorun yalıtım sınıfına uygun ve izin verilen sınır sıcaklık derecesine göre seçilir. Her güçteki motor için tek tip takım ve röle kullanılır. Büyük güçlü motorlar da ekonomik olur.

Takım hâlindeki PTC termistör elemanları, motorun faz sargıları arasına yerleştirilir. Röle, motor kumanda panosunda bulunur. Üretici firmalara göre bağlantısı farklı olabilir. Röle, motorun enerji kontaktörüne kumanda eder. Termistör elemanları, röleye izin verilen sınır sıcaklığına yakın ihbar sinyali, izin verilen sınır sıcaklıkta açma sinyali verir. Açma sinyalini alan röle çalışarak, enerji kontaktörünü açar.

Bir motor devresine termik röle ile birlikte termistör koruma yapılmışsa bu devrede tam koruma sağlanır.

Böyle bir korumanın fonksiyonlarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- ☐ Kesintisiz işletmelerde aşırı yükten meydana gelen aşırı akıma karşı tam koruma,
- ☐ Fazla sık durma ve kalkmalardan doğan ısınmaya karşı tam koruma,
- ☐ Uzun yol alma ve frenlemeden doğan tam koruma,
- ☐ Yüksek ortam sıcaklığı ve motor soğutmasının tam olmadığı durumlarda meydana gelecek ısınmaya karşı tam koruma,
- ☐ Stator ve rotor arasındaki ısınma ve soğuma farklılıklarında meydana gelecek ısı artışına karşı tam koruma sağlanır.

2.3. İletken Çeşit ve Özellikleri.

2.3.1. Kesit Hesabı

İletken kesitinin hesaplanmasında akım taşıma kapasitesi, gerilim düşümü, kısa devre akımı, iletken tipleri gibi bir çok kriter dikkate alınır. Düşük kesitli iletken kullanmanın tehlikesi ve olumsuz etkileri, yüksek kesitli iletken kullanmanın gereksiz maliyeti ve kaynak israfı gibi etkileri mevcuttur.

İletken kesiti hesaplanırken

π -Pi sayısı

R-İletken çapı

n=Kullanılan iletken sayısı

$(\pi.R^2.n)/4$ formülü ile hesaplanır.

2.3.2. Çalışılacak Ortama Göre İletken Seçimi

- ☐ Standart ve fiziksel şartlara dayanıklı kablolar, kumanda kabloları

Kumanda panolarında özel yapılı, çok damarlı kumanda kabloları kullanılmaktadır.

☐ NLSY ve NLSCY Tipi Ölçü-Kumanda-Kontrol Kabloları

Çok ince telli bakır iletkenli, PVC yalıtkanlı, renk kodlu damarlı, PVC dış kılıflı kablolardır. Kuru ve nemli yerlerde, güneş ışınlarından korunan harici sabit tesislerde, hafıza programlı otomasyon kumanda sistemlerinde ve mekanik zorlamaların olmadığı yerlerde kullanılırlar. Bu kablolar, 0,5–0,75–1 ve 1,5 mm² kesitlerinde üretilir.

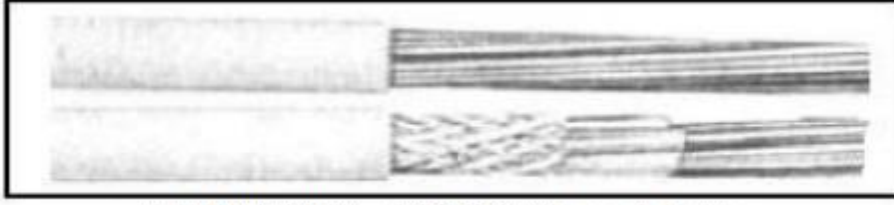


NLSY ve NLSCY tipi kumanda kablosu

Şekil 2.18: NLSY ve NLSCY tipi kumanda kablosu

☐ LSPYY ve LSPYCY Tipi Ölçü Kumanda- Kontrol Kabloları

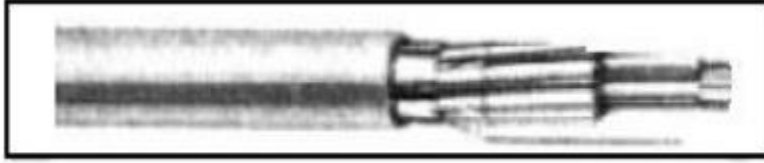
İnce çok telli bakır iletkenli, PVC yalıtkanlı, renk kodlu damarlı, her bir çift damarı borulu PVC dış kılıflı kablolardır. Bu kablolar, 0,14–0,25–0,5–0,75 ve 1 mm² kesitlerinde üretilir.



Şekil 2.19: LSPYY ve LSPYCY tipi kumanda kablosu

▣ PYCM Tipi Üstün İletişim Özellikli, Alüminyum Ekranlı Ölçü Kumanda Kontrol Kabloları

Tek telli bakır iletkenli, PVC yalıtkanlı, renk kodlu damarlı, alüminyum astarlı ve PVC dış kılıflı kablolardır. Kuru, nemli, ıslak yerlerde, bürolarda, imalathanelerde vb. kullanılır. Bu kablolar, 0,6 ve 0,8 mm² kesitlerinde üretilmektedir.



Şekil 2.20: PYCM tipi kumanda kablosu

▣ PYCYM-B Tipi Alüminyum Ekranlı Ölçü-Kumanda-Kontrol Kabloları

Tek telli bakır iletkenli, PVC yalıtkanlı, renk kodlu damarlı, alüminyum ekranlı, ekran boyunca özel çıplak damarlı, kırmızı renk kodlu, PVC dış kılıflı kablolardır. Bunlar yangın ihbar sistemlerinde sinyal taşıma amacıyla kullanılırlar.



Şekil 2.21: PYCYM-B tipi kumanda kablosu

▣ NYSLYÖ Tipi Ölçü-Kumanda-Kontrol Kabloları

İnce çok telli bakır iletkenli, PVC yalıtkanlı, kalay kaplı bakır örgü ekranlı; PVC dış kılıfları neme, yağa, kimyasal maddelere dayanıklıdır. Bu kablolar, 0,75–1–1,5 ve 2,5 mm² kesitlerinde üretilmektedir.



Şekil 2.22: NYSLYO tipi kumanda kablosu

▣ NYSLYCÖ Tipi Bakır Örgü Ekranlı Ölçü-Kumanda-Kontrol Kabloları

İnce çok telli bakır iletkenli, PVC yalıtkanlı, sık dokunmuş kalay kaplı, bakır örgü ekranlı, katı, sıvı yağlara ve kimyasal maddelere dayanıklı PVC dış kılıflı kablolardır. Bu kablolar, 0,75–1–1,5 ve 2,5 mm² kesitlerinde üretilmektedir.



Şekil 2.23: NYSLYCÖ tipi kumanda kablosu