

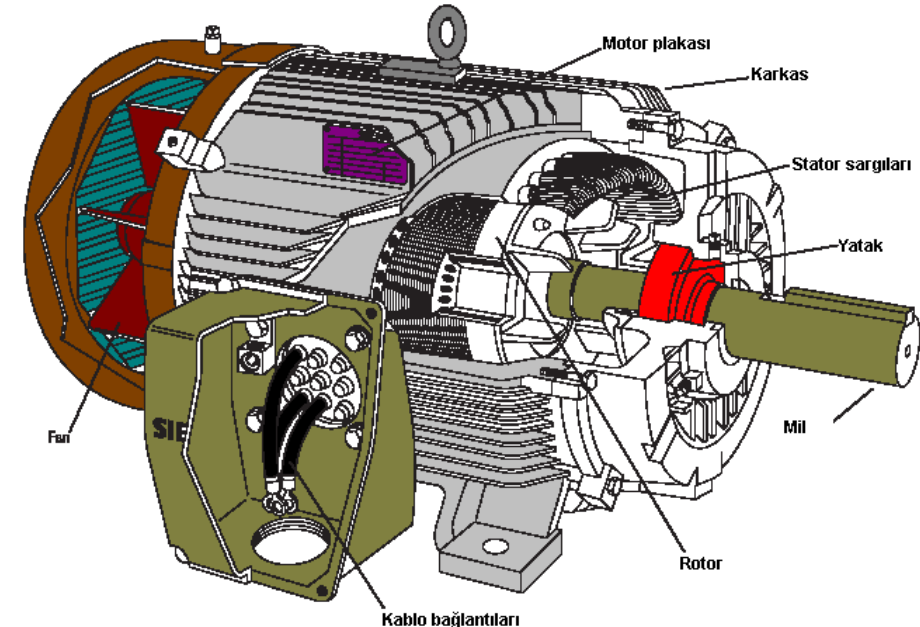
ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLAR

Üç Fazlı Asenkron Motorlar

- Üç fazlı asenkron motorlar, stator sargılarına uygulanan elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirerek milinden yüke aktarırlar.
- Rotor ise gerekli enerjiyi transformasyon (dönüşüm) yoluyla statordan alır. Dolayısıyla asenkron motorların çalışması için alternatif kaynağın olması yeterlidir.
- Senkron makinelerde olduğu gibi ikinci bir kaynağa (Doğru akım) ihtiyaç yoktur. Bundan dolayı asenkron motorlar tek uyarımlı motorlar sınıfına girerler.

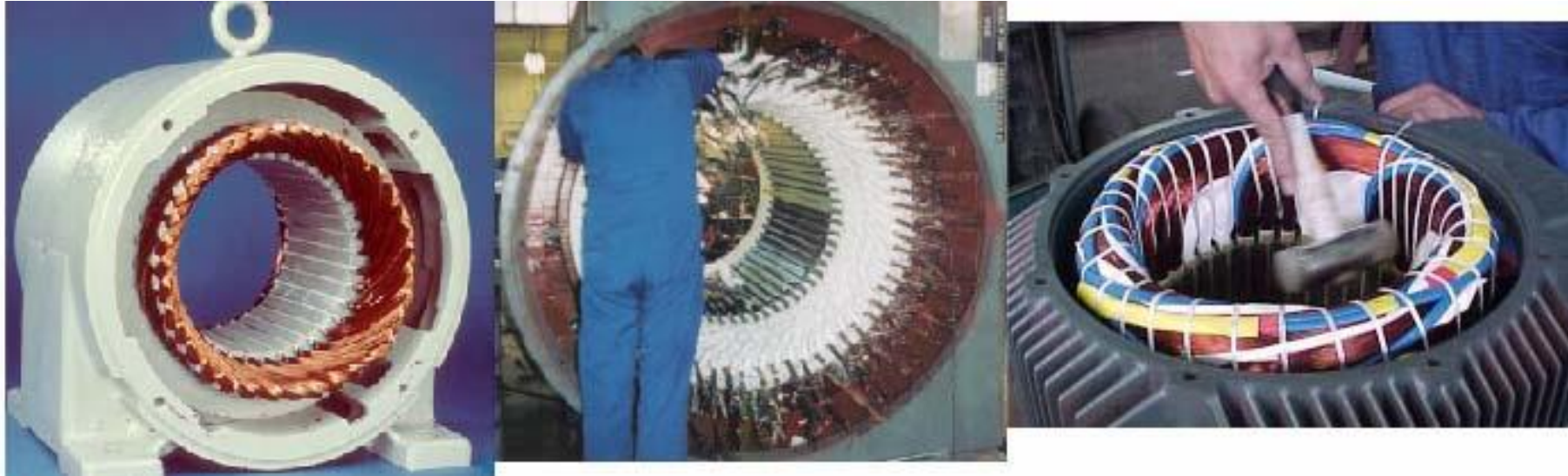
Üç Fazlı Asenkron Motorların Yapısı

Üç fazlı asenkron motor; *stator*, *rotor* ve *gövde*, *klemens kutusu*, *pervane* gibi diğer parçalardan meydana gelmiş enerji dönüşümü yapan makinedir.



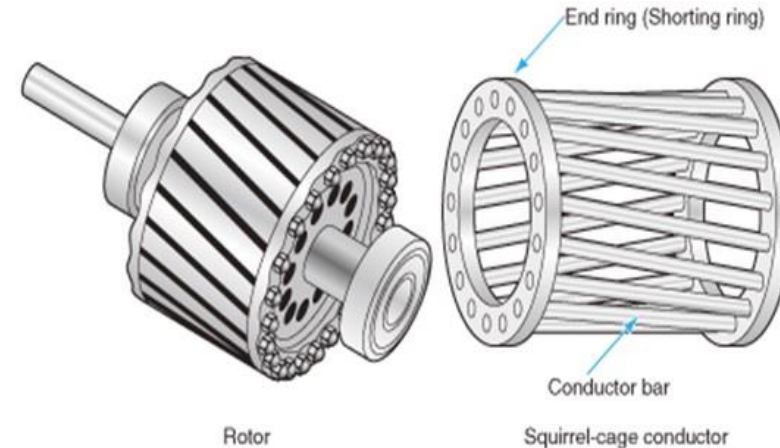
Stator

- Asenkron motorda döner manyetik alanın meydana geldiği duran kısmı olup ince, bir tarafı silisle yalıtılmış alüminyum yada demir sacların paketlenmesi ile imal edilir.
- Stator üzerinde üç fazlı alternatif akım sargıları bulunur. Bu sargılar uygun şekilde stator oyuklarına yerleştirilerek motorun istenilen kutup sayısında üretilmesi sağlanır.
- Her bir faza ait sargı uçları motor gövdesi üzerindeki bağlantı kutusuna toplam **altı uç** olarak bağlanır.
- Motorun **üçgen** yada **yıldız** çalışma şekline göre sargıların bağlantısı gerçekleştirilir.



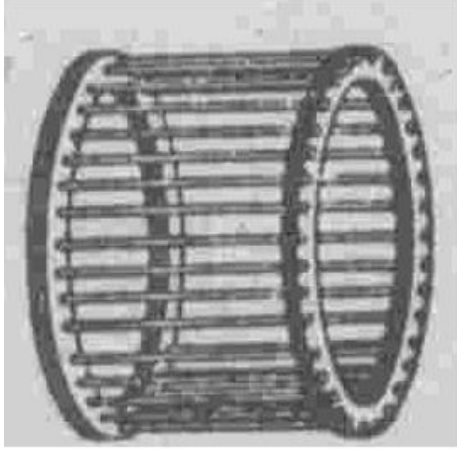
Rotor

- Üç fazlı asenkron motorların hareket eden (dönen) kısmı olup; kısa devre çubuklu (sincap kafesli) ve sargılı olmak üzere iki değişik yapıda yapılır.
- *Kısa devre çubuklu rotor*, gövdesine açılmış olukların içerisine eritilmiş alüminyum dökülerek yada büyük güçlü motorlarda bakır çubuklar çakılarak oluşturulur. Bu çubukların uçları birer alüminyum yada bakır halka ile kısa devre edilmiştir. Asenkron motorların bu tipi rotor sincap kafesi andırdığından *sincap kafesli asenkron motor* olarak da bilinir. Kısa devre çubuklu rotor basit ve sağlam bir yapıya sahip olmasından asenkron motorların %90'ı kısa devre çubuklu rotora sahiptir.
- Rotorda bulunan kısa devre çubuklar iki nedenden dolayı mile tam olarak paralel değildir.
 - Birinci nedeni, motor manyetik gürültüyü azaltarak sessiz çalışmayı sağlamak ve oyuk harmoniklerini azaltmak içindir.
 - İkinci neden, rotor kilitleme eğilimini azaltmaya yardımcı olmaktır. Stator dişlerin sayısı rotor dişlerin sayısına eşit olduğu zaman meydana gelir.

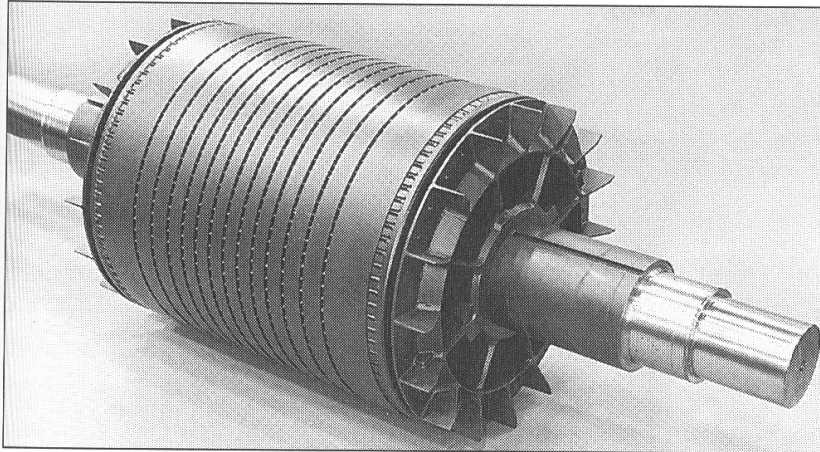


Üç Fazlı Asenkron Motorların Yapısı – Rotor

Sincap Kafesli (Kısa Devre Çubuklu) Rotor



Sincap kafesin içi boş hali



Sincap kafesli rotor

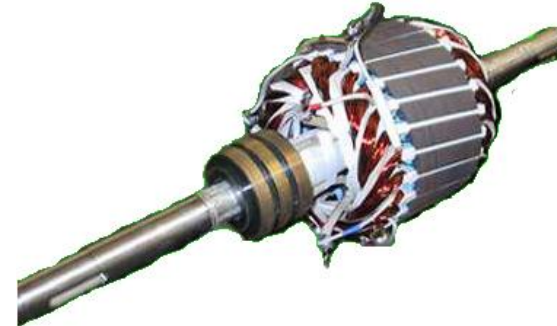
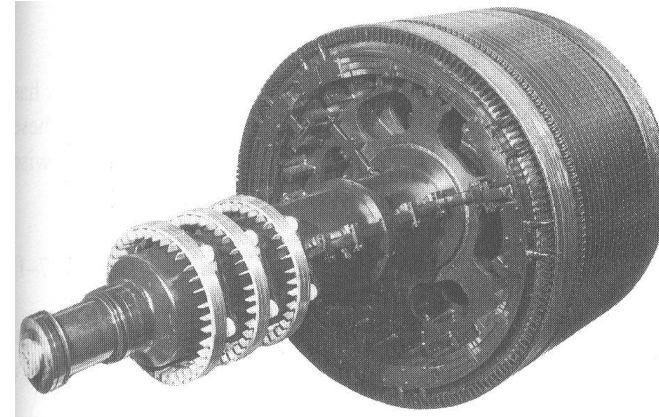


Üç Fazlı Asenkron Motorların Yapısı – Rotor

Sargılı (Bilezikli) Rotor



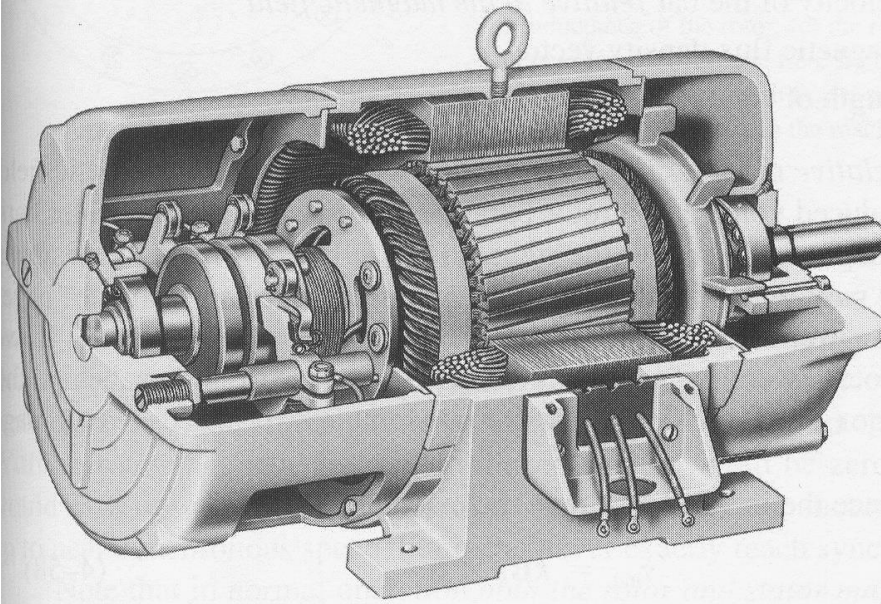
- *Rotoru sargılı olanlarda*, rotor üzerine açılmış oluklara aynen statorda olduğu gibi üç fazlı olarak sargılar sarılmıştır.
- Sargı uçları fırça ve bilezikler yardımıyla dışarı çıkarılarak motor gövdesi üzerindeki bağlantı kutusuna bağlanır.



Sargılı rotor bilezikleri ve rotor

Diğer parçalar

- İçerisinde stator sac paketi bulunan **gövde**, ayakları ile zemine veya kaide üzerine monte edilir.
- Mil üzerine monte edilmiş **pervane** ile gövdenin daha fazla hava ile temas etmesi sağlanarak motorun soğutulması sağlanır.
- **Klemens kutusu**, motorun elektrik bağlantılarının yapılmasını sağlayan terminalleri bulundundur. Terminal sayıları motorun üç fazlı sincap kafesli, üç fazlı rotoru sargılı yada bir fazlı asenkron motor çeşitlerine göre değişim gösterir.



Asenkron Motorlarda Etiket Değerleri



- Her motor üzerinde genellikle alüminyumdan yapılmış dikdörtgen şeklinde etiket bulunur.
- Etikette yazılı olan değerler motorun tam yük altında çalışırken elde edilen değerlerdir.**


°	GAMAK	TİP: GM 132526	°
3~AC MOTOR		Nr:1065179	
Δ	380 V	14,8 A.	
10 HP.	7,5 kW	Cos φ: 0,9	
2880	D/D	50 Hz	
o 2-985	Iz K1 B	B3	IP 44 o

B B C	WAT Motor Fab. 3~
Brown Boveri	λ 380/Δ 220 V
TM	Seri:1432 09/155 A
Made in Turkey	Tip: QU71 1380d/d
IEC 72 TS 731	0,25 kW 1/3 BG

ABB

ASEA BROWN BOVERI

ASYNCHRONMASCHINE
MACHINE ASYNCHRONE
ASYNCHRONOUS MACHINE

No. AW 818 174	1988	Typ	QW Gy 800 xa 4
P 5000 kW	Duty S1	cos φ	0,89
n 1480 1/min		f 50 Hz	m 15.800 kg
U ₁ 10000 V	I ₁ 335	A 3~ Y	IM B3
U ₂ V	I ₂	A 3~	IP 54
Mec.		El. VDE-0530	Cl. F
Micador  Compact			

Motor Etiketleri

EMTAS		ELSAN Elektrik San. ve Tic. A.Ş. ANKARA	
Tip	3~112-4	H02064	Nr
kW	8,2	3,5	11,1 PS
A	18,7	380	V
Idak	1445	Faz	3 50 Hz
0%	60	IP	54 F. Iz sin.
0,86	TS 3067 T.M.		

GAMAK		3 FAZ A.C. MOTOR		Nr
kW	8,2	D/d	650-1380	
kW		D/d		
V	380	A	2,3-2,7	
Hz	50	Cos φ	0,66-0,87	
Iz. Kl. B	IP 54	B3	12-988	

ABANA		Tip	AB90L8/4A	3~Mot
ELEKTROMEKANİK SANAYİ VE TİC. A.Ş.		Seri No	600022	
SIEMENS LİSANS LİDİR		0,68/0,95 BG	0,5/0,7 kW	S1
TS 731. TS 732. TS 3067		Δ 380 / 380V	1,75/1,59	
T.M.		50Hz Cos φ	650/1380 d/d	
Izol. Kl. B		IP 54	IC 41	14,8 Kg

Farklı Kutup Sayılı İki Sargısı Bulunanlar

Farklı Kutup Sayılı İki Sargısı Bulunanlar

Asenkron Motorlarda Etiket Değerleri



- Motoru yapan **fabrikanın adı** (Gamak, Siemens, BBC),
- Motorun kullanıldığı **akım çeşidi** (DA-AA),
- Motorun **model tipi** (A GM 100 L4a, Typ Gm 200L,),
- **Seri numarası** (No:22928, Nr:1065179),
- **Bağlantı şekli** (Y, Δ, Y/Δ), **çalışma akımı** (15A, 6,3A, 5,6/4,4A.),
- **Güç katsayısı** (0,8-0,76, vb.),
- **Normal çalışma gerilimi** (220V, 380V, 220/380V),
- **Motor gücü** (0,55kW - 5,5 HP),
- **Frekans** (50per/sn, 50Hz.),
- **Devir sayısı** (910d/d, 1380U/min, 2850rpm),
- Motorun dayanabileceği **maksimum sıcaklık** (40C°, 45C°),
- **Motor ağırlığı** (30kg, 267kg),
- **Motorun imalat yılı** (1987, 1993.)

ÜÇ FAZLI MOTOR ETİKETİNİN OKUNMASI

Volt elektrik motorları									
3 ~ MOTOR	TIP	VM	1828-2	CE	IE2-93,1				
U1	IM	BS	IP	00	LCLF	U1	IM	BS	IP
V	Hz	A	kW	cos φ	1/min	U1	IM	BS	IP
Δ 380	50	64	45	0,88	1470	% 70	0,85		
Δ 460	60	64	64	0,88	1770	% 80	0,7		
Seri No.	021975201302				IEC 60034 MADE IN TURKEY				

SEKİL 1: Üç fazlı motor etiketi

3-motor	3 fazlı motor
TIP VM 225M - 4 P.D	Volt Motor, gövde büyüklüğü 225 M 4 kutuplu, piki Döküm
CE	Türk standartları uygunluk işareti
CE	Avrupa Birliği normlarına uygunluk işareti
S1	İşletme türü: Sürekli çalışma
IMB3	Yapı biçimi: ayaklı tip normal kapaklı motor
IP55	Mekanik Koruma türü: Toz birikimine ve fışkıran suya karşı korumalı
LCLF	Yalıtım sınıfı: F
IE2 - 93,1	Verimlilik sınıfı IE2, 100% yükte verimi % 93,1, %75 yükte %89, %50 yükte %89,7
Δ 380 / 50 Hz	Motor; 380 V 50 Hz. Şebekede Δ bağlanır.
Δ 460 / 60 Hz	Motor; 460 V 60 Hz. Şebekede Δ bağlanır.
64 A	Anma akımı
45 kW - 54 kW	Anma güçleri
cosφ = 0,89 - 0,88	Anma güç katsayısı
1475 - 1770 1/min	Anma hızları
IEC60034	Asenkron motor standardı
Üretim Seri No	Volt elektrik motorları "Seri No" bölümünde 12 basamaklı Sayı bulunur. Buradaki ilk 6 basamaklı sayı motorun üretim seri numarasıdır. Sonraki 4 rakamlı sayı üretim yılıdır. Son iki rakam, üretim yılının haftasıdır.

TABLO 22: Üç fazlı motor tabelası tanımı

BİR FAZLI MOTOR ETİKETİNİN OKUNMASI

Volt elektrik motorları									
1 ~ MOTOR	TIP	VM	000-4	CE	IE2-93,1				
U1	IM	BS	IP	00	LCLF	U1	IM	BS	IP
V	Hz	A	kW	cos φ	1/min	U1	IM	BS	IP
220	50	4,5	0,55	0,85	1420				
KONDANSATÖRLER: 20 µF 450 V / 124-149 µF 250 V									
Seri No.	255993201246				IEC 60034 MADE IN TURKEY				

SEKİL 2: Bir fazlı motor etiketi

1-motor	1 Fazlı Motor
TIP VSPA90S4B83	Volt Motor, gövde büyüklüğü 90,4 kutuplu
CE	Türk standartları uygunluk işareti
CE	Avrupa Birliği normlarına uygunluk işareti
S1	İşletme türü: Sürekli çalışma
IMB3	Yapı biçimi: ayaklı tip normal kapaklı motor
IP55	Koruma Türü: Toz birikimine ve fışkıran suya karşı korumalı.
LCLF	Yalıtım sınıfı: F
220 V	Anma çalışma gerilimi 220 V
50 Hz	Anma frekansı: 50 Hz
4,5 A	Anma hat akımı: 4,5 A
0,55 kW	Anma gücü: 0,55 kW
cosφ = 0,85	Anma güç kat sayısı: 0,85
1/min 1420	Anma devir hızı: 1420 d/dk
Cap. 20µF, 450V	Daimi devre kondansatörü kapasitesi: 20µF, 450 V
124-149µF, 250V	Kalkış kondansatörü kapasitesi: 124-149µF, 250 V
TS EN 60034-1	Asenkron motorlar Standardı
Üretim Seri NO	Volt elektrik motorları "Seri No" bölümünde 12 basamaklı Sayı bulunur. Buradaki ilk 6 basamaklı sayı motorun üretim seri numarasıdır. Sonraki 4 rakamlı sayı üretim yılıdır. Son iki rakam, üretim yılının haftasıdır.

TABLO 23: Tek fazlı motor tabelası tanımı

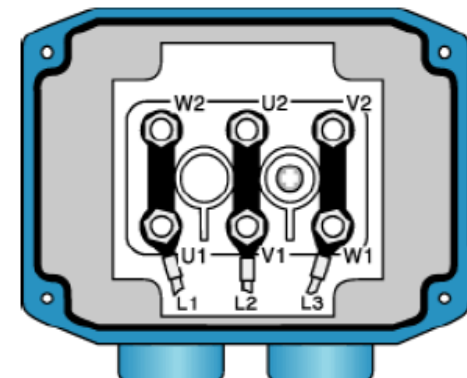
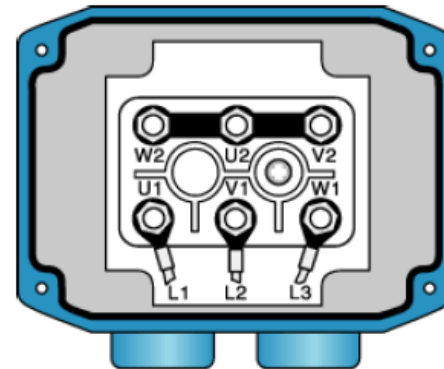
Motor tip kodlarının açıklanması:

Örnek: GM 200 L 2 b

- **GM:** GAMAK 3 fazlı kısa devre rotorlu asenkron motor
- **200:** Tabandan mil eksenine yükseklik (mm)
- **L:** Gövde uzunluğu (K: Kısa, M: Orta, L: Uzun)
- **2:** Kutup sayısı (Senkron dev/dak)
- **b:** Stator paket boyu (a: Kısa, b: Uzun)
- **Kimlik numarası:** Üretim seri numarasıdır. Örneğin No:22986 vb.
- **Gövde tipi:**
- **Motor tipi:** Motor model tipidir. Örneğin A GM L4a , Typ Gm 200L vb.
- **Fazı:** Motorun kaç fazla çalıştığını gösterir. Örneğin 1 faz , 3 faz vb.
- **Beygir gücü oranı (hp):** Motor KW gücünün beygir gücü cinsinden karşılığını verir. Örneğin 0.55KW/5.5Hp
- **Hızı (rpm):** Motorun devir sayısını gösterir. Örneğin 1350d/d, 1120rpm , 2850U/min vb.
- **Gerilim:** Motorun normal çalışma gerilimini gösterir. Örneğin 380V, 220V vb.
- **Akımı:** Motorun normal çalışma akımıdır. Örneğin 3A, 5.7A, 4.2A vb.
- **Frekans:** Motorun çalışma frekansıdır. Örneğin 50Per./sn, 50Hz vb.
- **Servis faktörü:**
- **Çalışma periyodu:** Motorun bağlantı şeklidir. Örneğin yıldız-üçgen
- **İzolasyon sınıfı:**
- **Ortam sıcaklığı:** Motorun çalışma ortam ısısıdır. Örneğin 1200C, 1800C vb.
- **Nema kodu**

Üç Fazlı Asenkron Motorların Devreye Bağlantısı

- Elektrik makinelerinde bağlantıların hatasız ve kısa sürede yapılabilmesi için bağlantı uçları standart simgelerle işaretlenir. *Standart: Döner elektrik makinaları – Bölüm 8: Bağlantı uçlarının işaretlenmesi ve dönme yönü – Tadil 1 (IEC 60034-8:2007/A1:2014)*
- Üç fazlı asenkron motorların devreye bağlantısı motorun kısa devre rotorlu ya da sargılı rotorlu oluşuna göre değişir.
- Kısa devre çubuklu rotora sahip olan asenkron motorda bağlantı klemensinde üç faz sargılarının giriş ve çıkış uçları bulunur.
- Sargılı rotora sahip olanlarda stator sargı uçlarının yanında rotor sargı uçları da klemens kutusunda bulunur. Rotor sargı uçları yük dirençleri üzerinden yıldız yada üçgen olarak bağlanır.
- Üç fazlı gerilimin uygulandığı stator sargı giriş uçlarına (**U-V-W** yada yeni normda **U₁-V₁-W₁**), **R-S-T** fazları (DIN VDE 0530 Teil 8) yada yeni normda **L₁-L₂-L₃** (IEC 34-8) uygulanırken çıkış uçları (**X-Y-Z** yada yeni normda **U₂-V₂-W₂**) makinenin çalışma şekline göre kısa devre edilir (**yıldız bağlantı**) ya da karşılıklı olarak köprülenir (**üçgen bağlantı**) bağlanır.



Üç Fazlı Asenkron Motorların Devreye Bağlantısı



Stator sargı uçlarına fazlara göre değişik isimler verilir. Bunlar:

R (L_1) Fazı için giriş ucu:

U yada **U_1**

Çıkış ucu: **X** yada **U_2**

S (L_2) Fazı için giriş ucu:

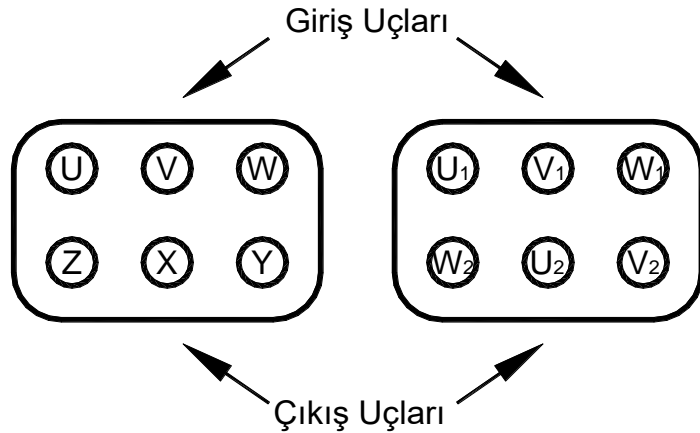
V yada **V_1**

Çıkış ucu: **Y** yada **V_2**

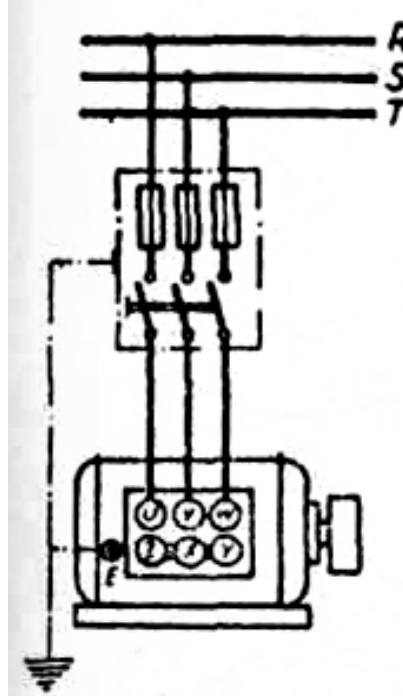
T (L_3) Fazı için giriş ucu:

W yada **W_1**

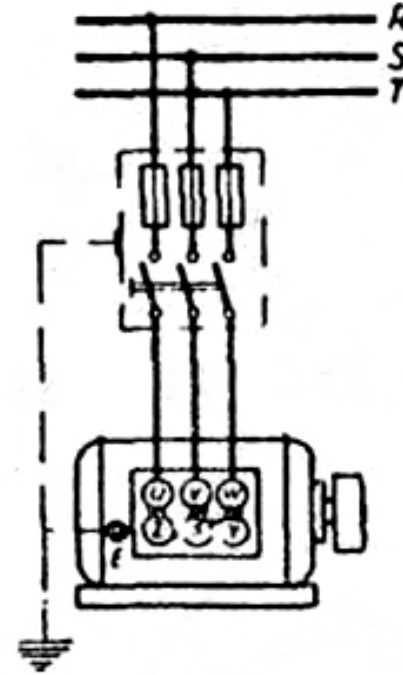
Çıkış ucu: **Z** yada **W_2**



a) Klemens kutusu



b) Yıldız bağlı




c) Üçgen baęlı

Üç Fazlı Asenkron Motorların Devreye Bağlantısı



Asenkron Motorların Bağlantı Uçları İşaretleri

Sıra No	Anlamı	IEC 60034-8'e göre Simgeler
1	Üç fazlı şebeke	L1 - L2 - L3
2	Üç fazlı ve bir fazlı şebeke nötr hattı	N
3	Bir fazlı şebeke	L - N
4	Üç fazlı, tek hızlı Stator sargısı (6 bağlantı uçlu)	Giriş  Çıkış
5	Üç fazlı, tek hızlı Stator sargısı (3 bağlantı uçlu)	U - V - W
6	Bir fazlı motor sargısı • Ana sargı • Yardımcı sargı	U1 - U2 Z1 - Z2
7	Üç fazlı, iki hızlı Dahlander sargı Düşük Hız Yüksek Hız	1U - 1V - 1W Düşük 2U - 2V - 2W Yüksek
8	Üç fazlı, iki hızlı PAM sargı Veya iki ayrı sargı (Örneğin. 8/8 kutup için) Düşük Hız Yüksek Hız	6/8 kutup için; 8U - 8V - 8W 8U - 8V - 8W
9	Üç fazlı motor sargısı (3 bağlantı uçlu)	K - L - M

Katalog bilgileri



Üç Fazlı Asenkron Motorların Devreye Bağlantısı

- Üç fazlı sistemlerde gerek yıldız gerekse üçgen bağlantılarda olsun hat akım ve gerilimi ile faz akımı ve geriliminden bahsedilir.
- **Hat Gerilimi** (U_h), Üç fazlı sistemlerde iki faz arasında kalan gerilimdir.
 - Ülkemizde fazlar arası gerilim $U_H = U_{RS} = U_{ST} = U_{TR} = 380V$ 'tur.
- **Hat Akımı** (I_h), İki faz arasından geçen akımdır.
- **Faz Gerilimi** (U_f), Faz ile nötr arası gerilimdir.
- **Faz Akımı** (I_f) Her bir sargıdan geçen akımdır.

Hat Gerilimi

$$U_h = U_{RS} = U_{ST} = U_{TR}$$

Hat Akımı

$$I_h = I_{RS} = I_{ST} = I_{TR}$$

Faz Gerilimi

$$U_f = U_R = U_S = U_T$$

Faz Akımı

$$I_f = I_R = I_S = I_T$$

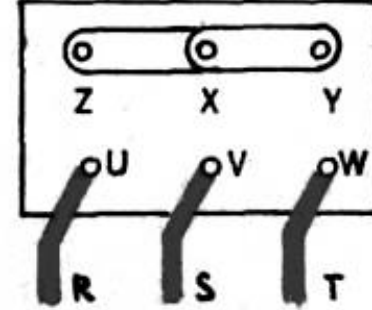
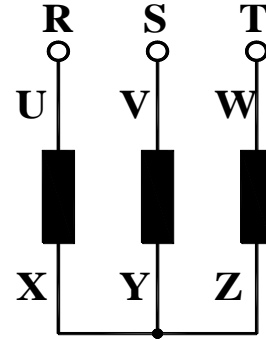
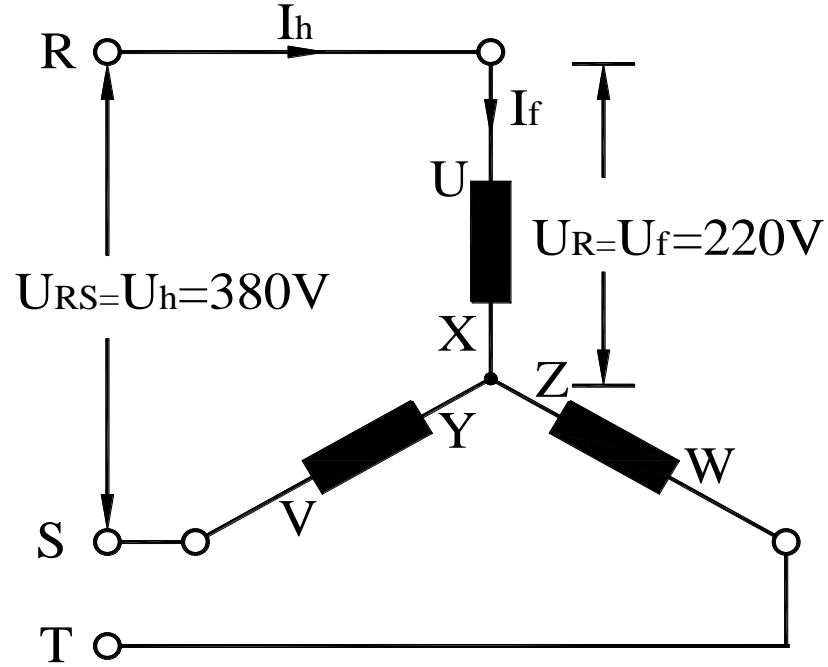
Üç Fazlı Asenkron Motorların Devreye Bağlantısı

Yıldız Bağlantı



Asenkron Motorların Yıldız Bağlantıları

- **Yıldız bağlantıda;** sargıların çıkış uçları (X-Y-Z) bakır lamalar ile kısa devre edilir.
- Sargıların giriş uçlarına (U-V-W) şebeke gerilimi uygulanır.



Asenkron motorun yıldız sargı ve klemens bağlantısı

Üç Fazlı Asenkron Motorların Devreye Bağlantısı

Yıldız Bağlantı



- Motora uygulanan hat gerilimi $U_h = 380V$ 'tur.
- Motorun statorundaki her bir sargıya uygulanan gerilim; hat geriliminin $\sqrt{3}$ 'te biri kadardır.

$$\text{Faz gerilimi} \quad U_f = \frac{U_h}{\sqrt{3}} = 220 V$$

$$\text{Hat gerilimi} \quad U_H = \sqrt{3} \cdot U_f$$

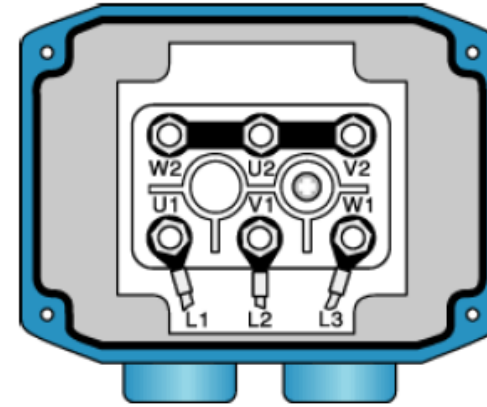
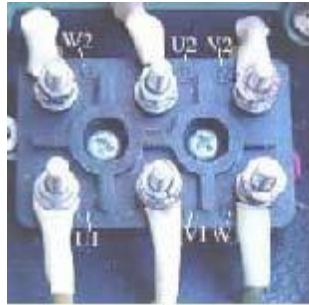
- Yıldız bağlantıda faz sargıları 220V'luk gerilimde çalışacak şekilde imal edilmiştir.

$$I_h = I_f \quad (\text{Hat akımları faz akımlarına eşittir})$$

$$U_H = U_{RS} = U_{ST} = U_{TR} = 380V$$

$$U_f = U_R = U_S = U_T = 220V$$

$$I_H = I_R = I_S = I_T$$



Üç fazlı AC motor klemens kutusu

Yıldız bağlantı şekli

Üç Fazlı Asenkron Motorların Devreye Bağlantısı

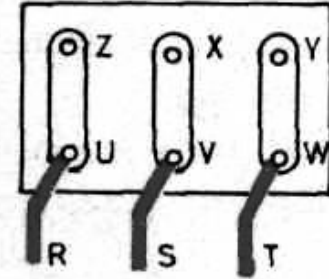
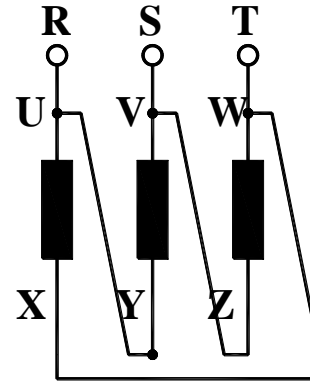
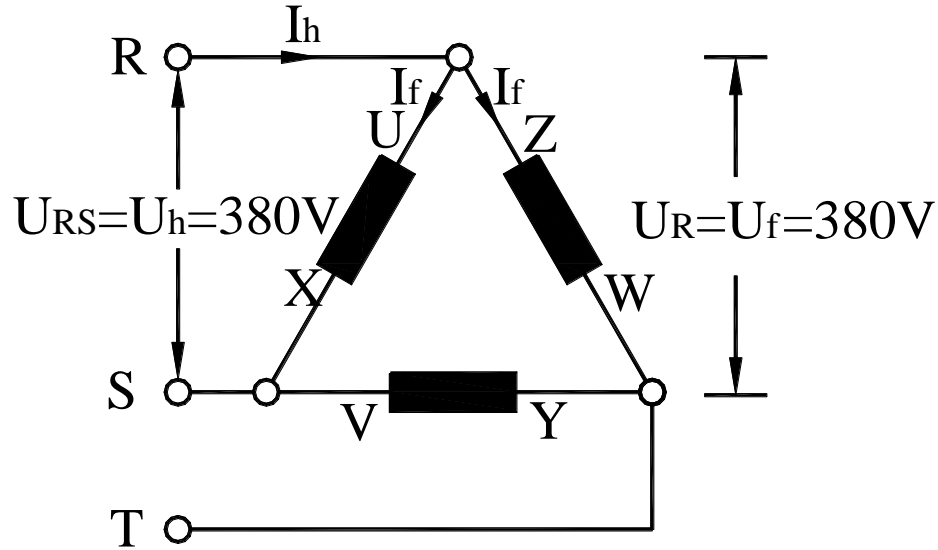
Üçgen Bağlantı



Asenkron Motorların Üçgen Bağlantıları

- **Üçgen bağlantıda**; her bir motor faz sargısı giriş ucu diğer faz sargısının çıkış ucuna bağlanır.
- Üçgen bağlantıda motorun statorundaki her bir sargıya 380V uygulanır. Bu gerilim, sargının normal çalışma gerilimidir.

$$U_h = U_f = 380V$$



Asenkron motorun üçgen sargı ve klemens bağlantısı

Üç Fazlı Asenkron Motorların Devreye Bağlantısı

Üçgen Bağlantı



- Motorun statorundaki her bir sargıdan geçen akım (I_f) hat akımının (I_h) $\sqrt{3}$ 'te biri kadardır.

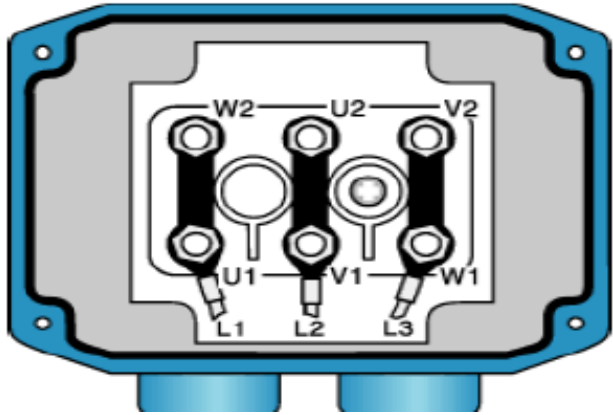
Faz akımı $I_f = \frac{I_h}{\sqrt{3}}$

Hat akımı $I_H = \sqrt{3} \cdot I_f$

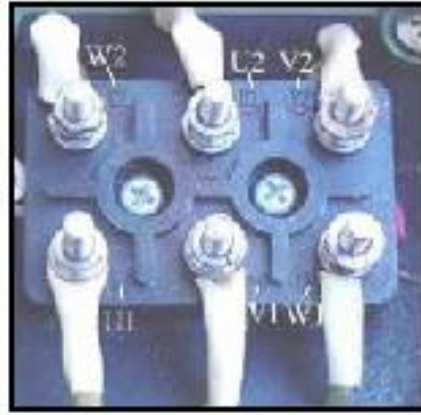
$$U_H = U_{RS} = U_{ST} = U_{TR} = 380V$$

$$U_f = U_R = U_S = U_T = 380V$$

$$I_H = I_{RS} = I_{ST} = I_{TR}$$



Üçgen bağlantı klemens kutusu



a



b



c

Üç Fazlı Asenkron Motorların Devreye Bağlantısı

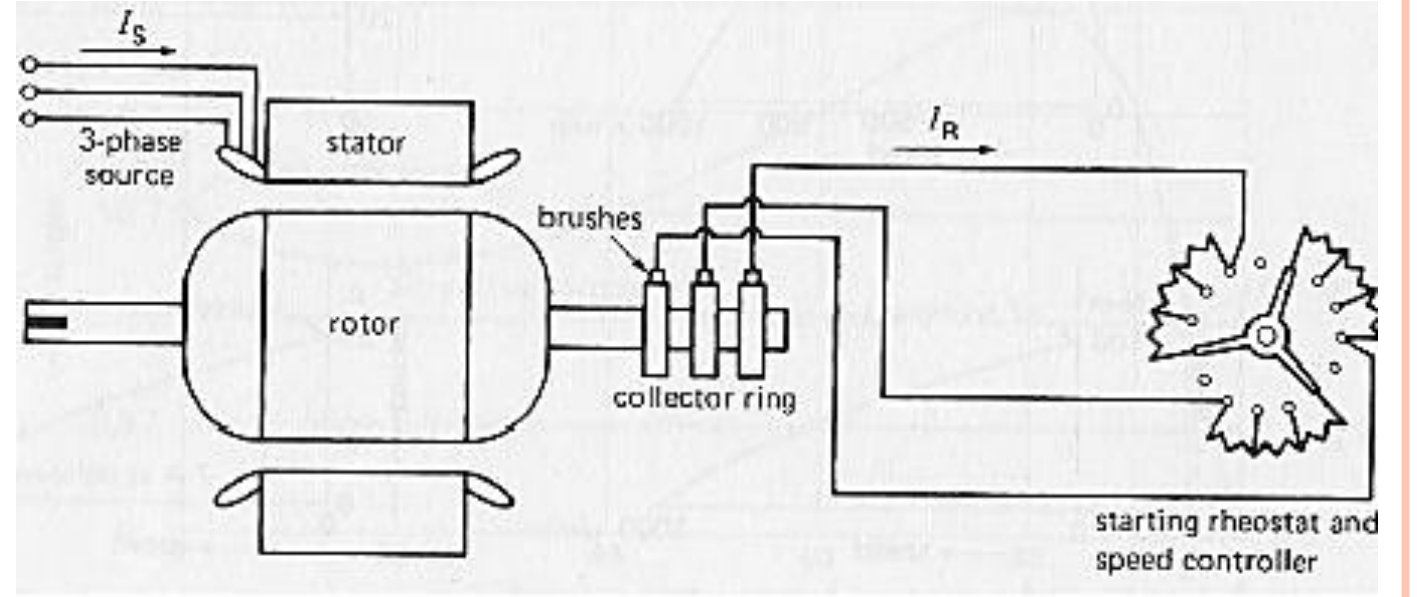
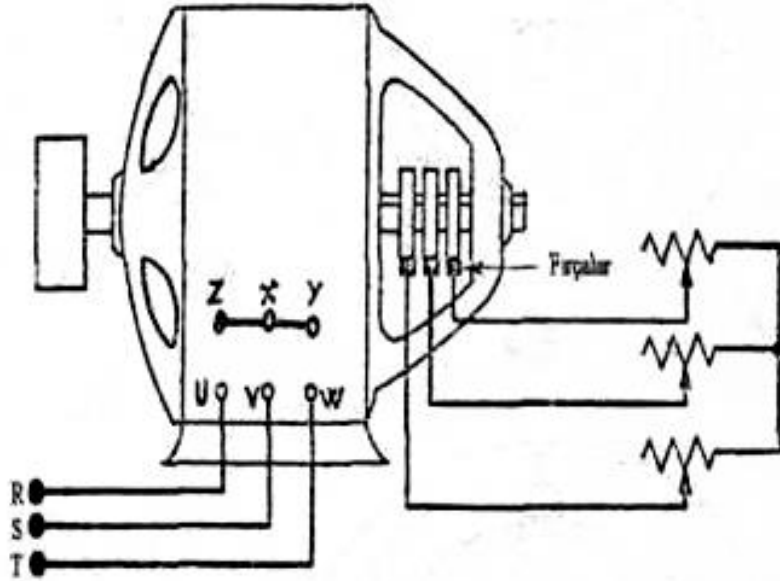
Yıldız - Üçgen Bağlantı Karşılaştırılması



- Asenkron motorun hangi bağlantı şeklinde çalıştırılacağına karar verilebilmesi için motor etiketine bakılmalıdır.
- Genelde üretici firmaların ürettiği motor etiketlerinde verilen etiket ifadelerine göre motor tiplerinin karşılaştırılması aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Etikette yazılı ifade	Hat gerilimi	Açıklama
Y380	380V	Motor faz sargıları 220V'luk gerilime uygun olarak imal edilmiştir. <u>Bu tip motorlara yıldız-üçgen yol verilemez.</u>
Δ 380	380V	Motor faz sargıları 380V'luk gerilime uygun olarak imal edilmiştir. <u>Bu tip motorlara yıldız-üçgen yol verilebilir.</u>
Y/ Δ 380/220	380V 220V	Bu tip motorların faz sargıları 220V'luk gerilime uygun olarak imal edilmiştir. <u>Bu nedenle motor üçgen çalıştırılacaksa fazlar arası gerilim oto trafosu ile 220V'a ayarlanarak uygulanmalıdır.</u>

Bilezikli Asenkron Motorun Devreye Bağlantısı



Bilezikli asenkron motorun devreye bağlantısı

ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTOR ÇALIŞMA PRENSİBİ

Üç Fazlı Asenkron Motor Çalışma Prensibi

İndükleme Prensibi



Bir iletkende gerilim indüklenebilmesi için;

- Bir manyetik alan olmalıdır. (Sabit mıknatıs yada elektromıknatıs ile elde edilir.)
- İletken manyetik alan içerisinde olmalıdır.
- Üçüncü madde kanunun olmazsa olmazıdır. Buna göre üç durumda gerilim indüklenebilir.
 - Manyetik alan sabit, iletken hareketli olmalı (Doğru akım generatörleri)
 - Manyetik alan değişken iletken sabit olmalı (Transformatörler ve Senkron Generatörler)
 - Hız farkı olmak şartıyla hem manyetik alan hem de iletken hareketli olabilir. (Asenkron Makineler)

Not: İndüksiyon kanunu 1831 yılında birbirinden habersiz olarak Michael Faraday ve Joseph Henry tarafından bulunmuştur. Bulgularını ilk yayınlayan Faraday olduğundan **Faraday Kanunu** olarak adlandırılır.

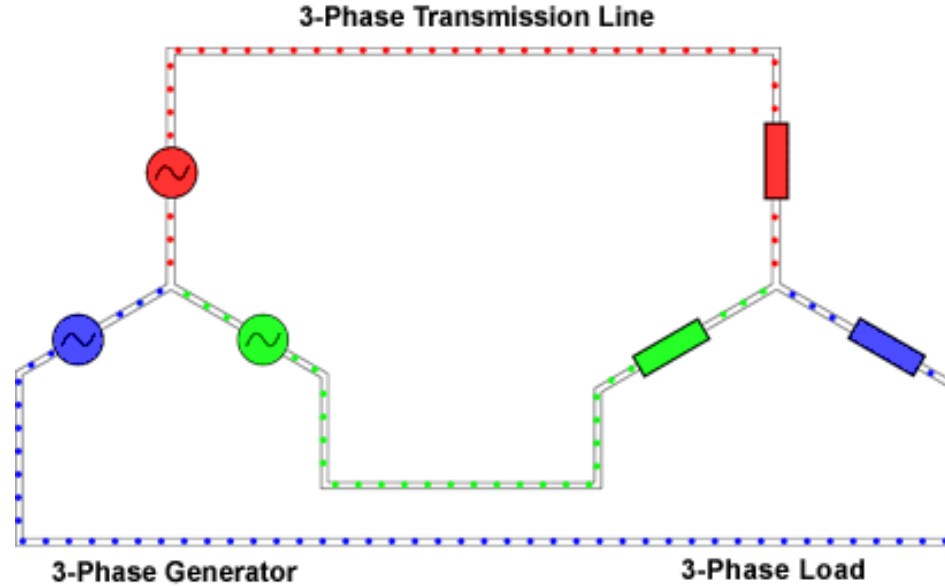
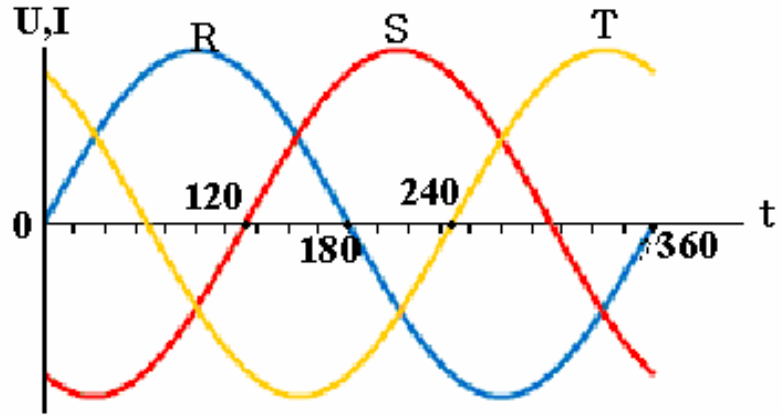
Üç Fazlı Asenkron Motor Çalışma Prensibi

Döner Manyetik Alanın Meydana Gelişi



Üç Fazlı Asenkron Motorlarda Döner Manyetik Alanın Meydana Gelişi

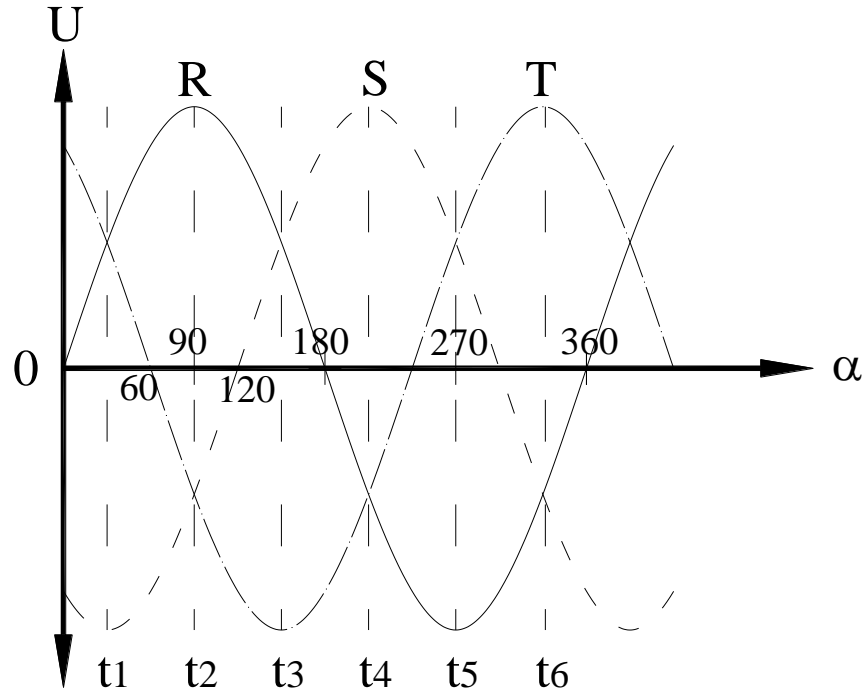
- Stator sargılarına üç fazlı alternatif gerilim uygulandığında uygulanan gerilimin frekansı ile orantılı olarak dönen bir manyetik alan meydana gelir.



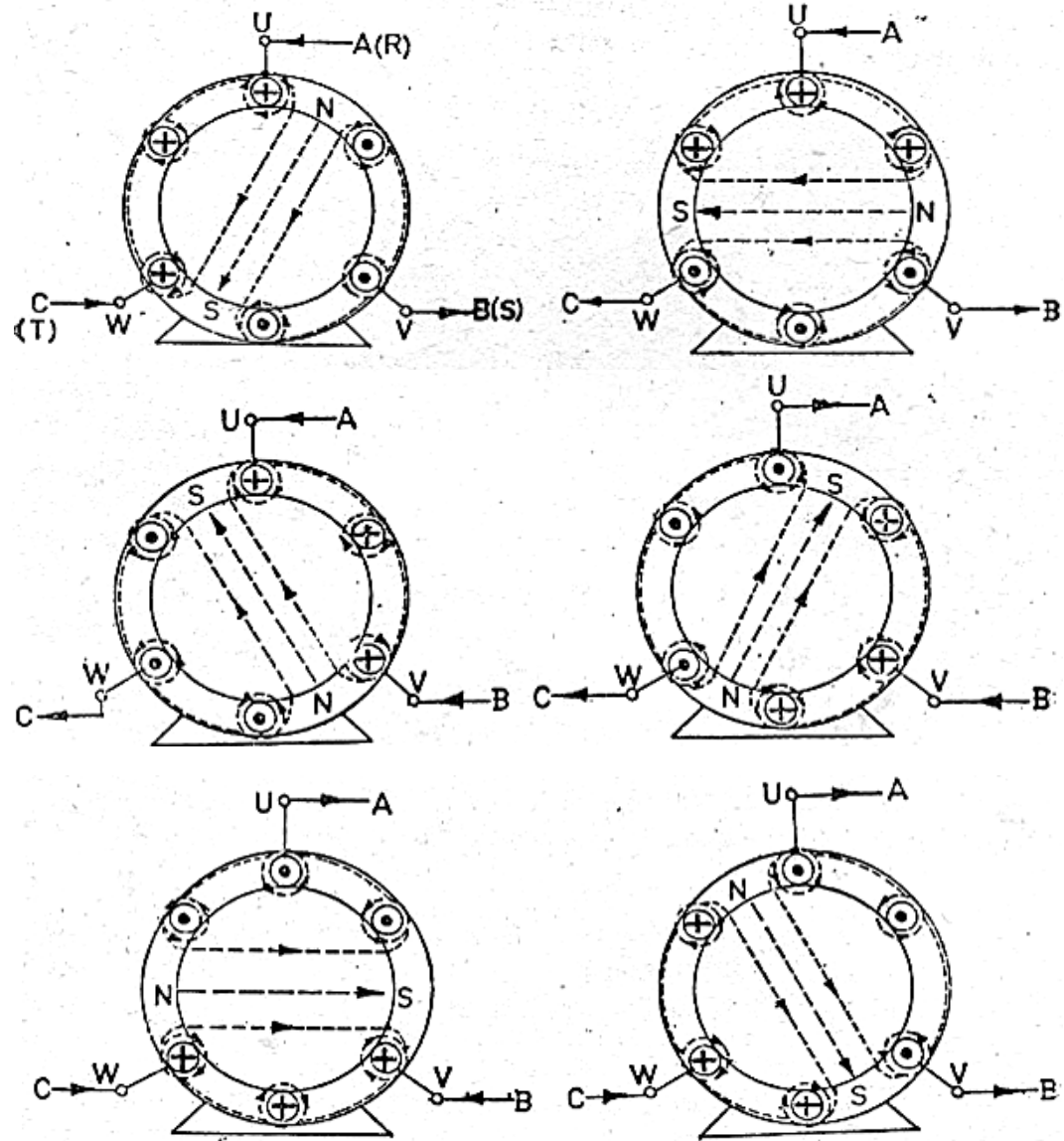
Üç fazlı alternatif gerilim sinyal şekilleri
Üç fazlı generatör ve üç fazlı yük arasında iletim hattı

Üç Fazlı Asenkron Motor Çalışma Prensibi

Döner Manyetik Alanın Meydana Gelişi

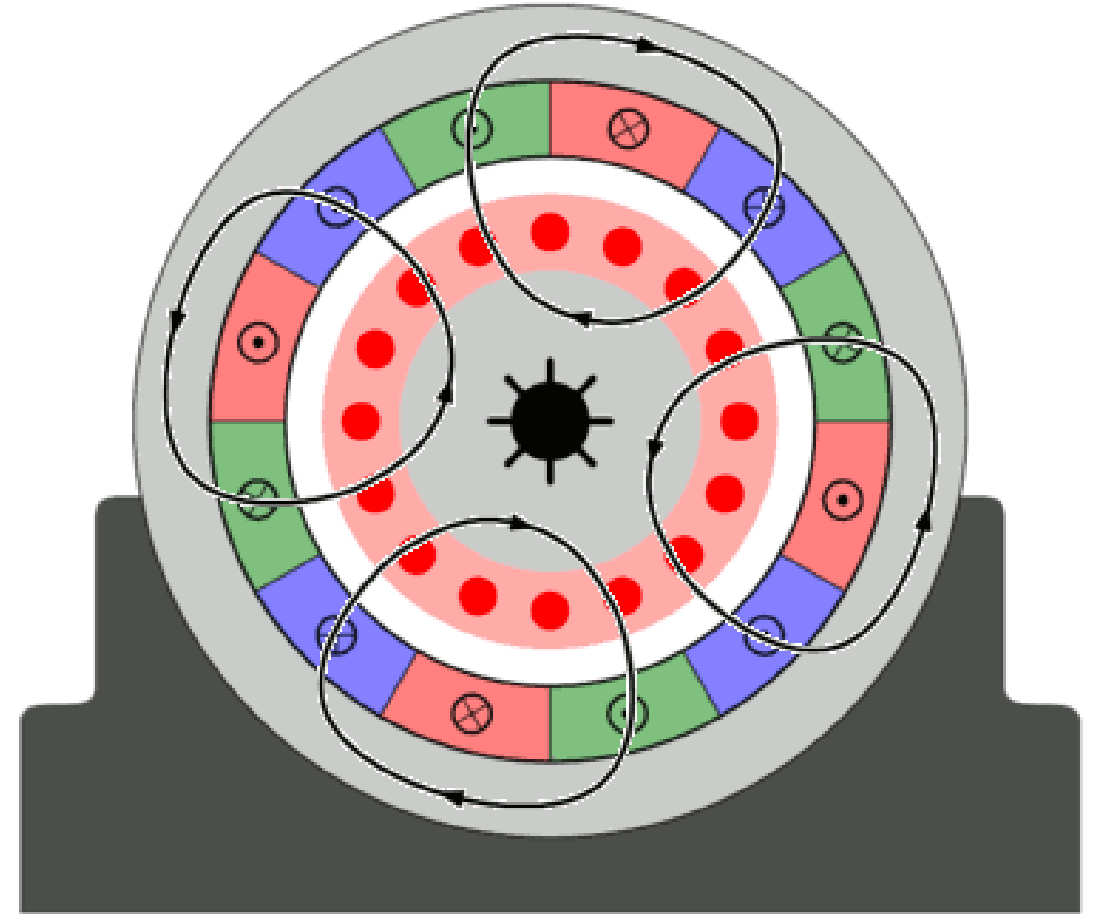
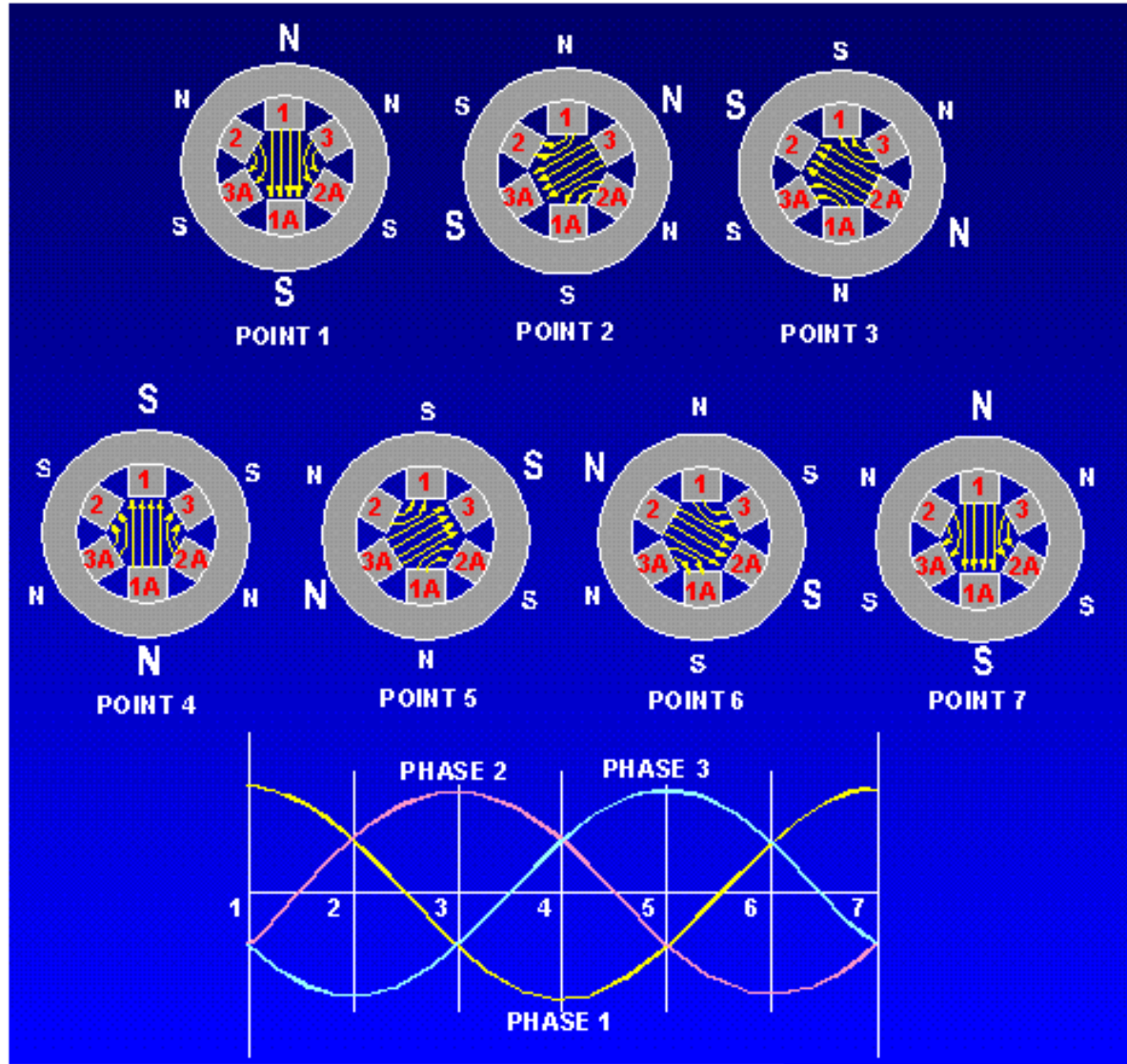


Üç fazlı döner alanın oluşumu



Üç Fazlı Asenkron Motor Çalışma Prensibi

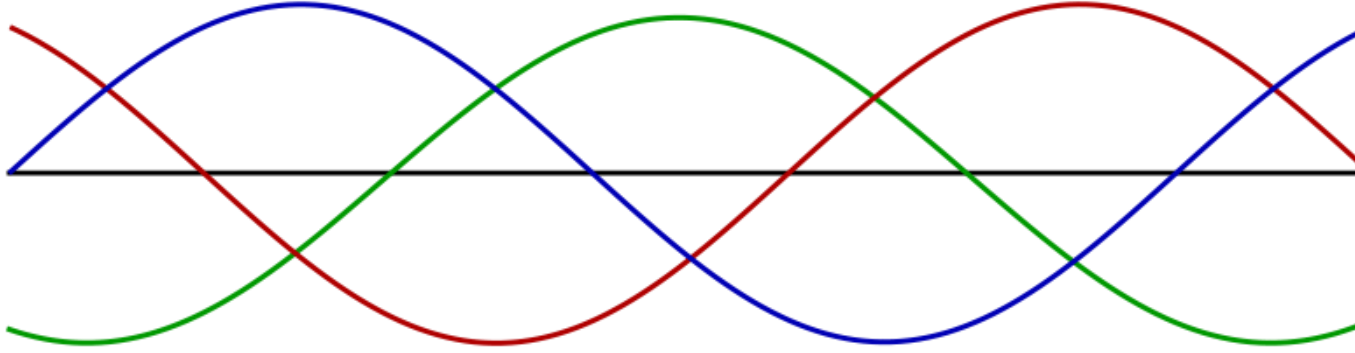
Döner Manyetik Alanın Meydana Gelişi



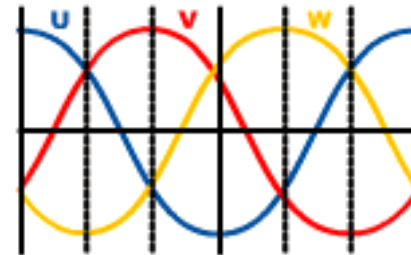
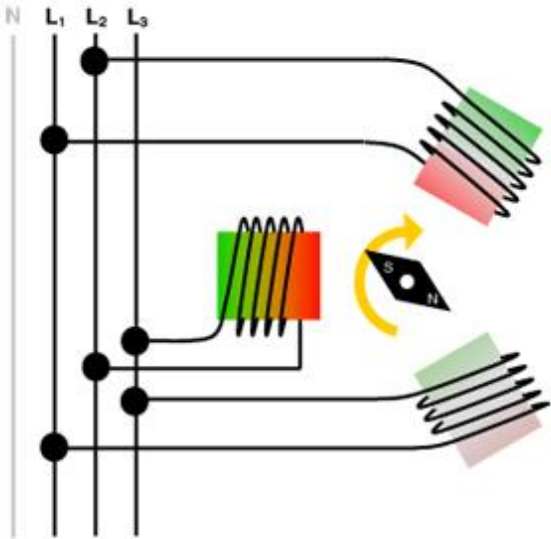
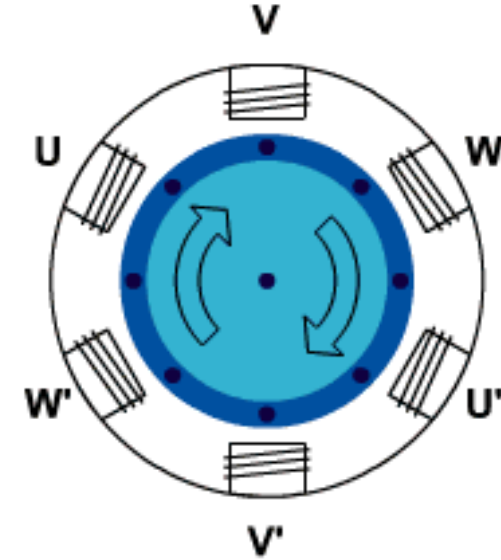
Asenkron motorda döner alan ile rotor devri

Üç Fazlı Asenkron Motor Çalışma Prensibi

Döner Manyetik Alanın Meydana Gelişi



Döner Manyetik Alan



Üç Fazlı Asenkron Motorların Çalışma Prensibi

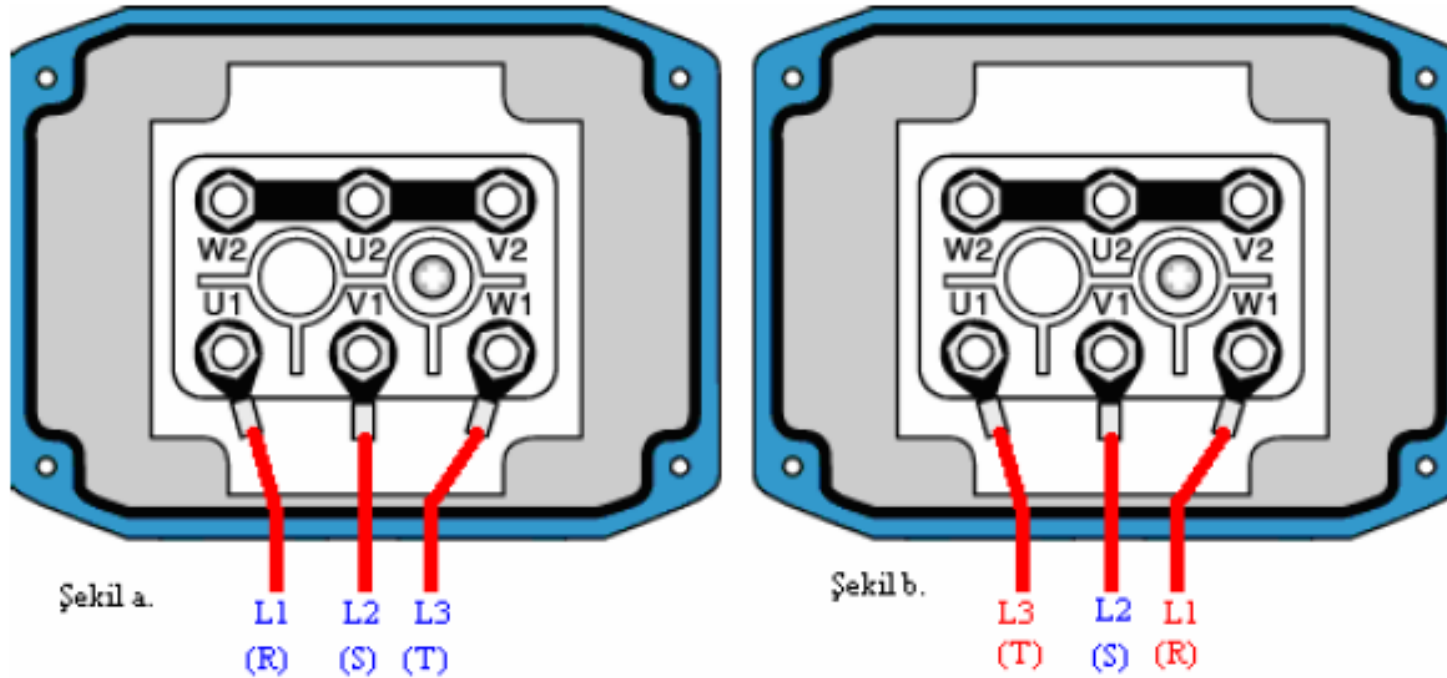
- Asenkron motorların stator sargılarına üç fazlı alternatif bir gerilim uygulandığında stator sargılarında döner bir manyetik alan meydana gelir. Bu manyetik alan manyetik alan içerisinde duran kısa devre çubuklarını keserek rotor üzerinde bir gerilim indükler. İndüklenen bu gerilimin oluşturduğu kısa devre akımları rotor üzerinde rotor manyetik alanını oluşturur. Rotor manyetik alanı ile stator manyetik alanının birbirini etkilemesi sonucunda bir döndürme momenti oluşur. Oluşan bu moment ile rotor, döner alan yönünde dönmeye başlar.
- Rotor, senkron devirle dönerse stator alanı rotor kısa devre çubukları ile aynı doğrultuda olacağından çubuklar alan tarafından kesilmeyecek ve rotor çubuklarında bir gerilim indüklenmeyecektir. Dolayısıyla herhangi bir döndürme momenti meydana gelmeyeceğinden rotor dönmeyecektir.

Asenkron motor çalışma prensibi

Motor tipi	60 Hz	50Hz	Senkron hız
2 kutuplu motor	3450	2850	3600
4 kutuplu motor	1725	1425	1800
6 kutuplu motor	1140	950	1200
8 kutuplu motor	850	700	900

Asenkron Motorlarda Devir Yönünün Değiştirilmesi

Üç fazlı asenkron motorların devir yönünü değiştirmek için döner manyetik alanın yönünü değiştirmek gerekir. Bu nedenle, *motor klemensine bağlanan şebeke uçlarının üç tanesinden herhangi ikisi yer değiştirilir.*



Üç fazlı asenkron motorlarda devir yönü değiştirme

Rotor dönüş hızı, her zaman stator döner alanının gerisinde ve döner alan devrinden az olur.

- **Senkron Devir (n_s)**, Stator döner alan devridir
- **Asenkron Devir (n_r)**, rotor devridir.
- **Kayma (s)**, Asenkron devir ile senkron arasındaki devir farkıdır.

Statorun toplam kutup sayısı **2P**, çift kutup sayısı **P** ve uygulanan gerilimin frekansı **f** ise bir

Asenkron motorun

Senkron devir sayısı; $n_s = \frac{120 \cdot f}{2P} \text{ d/d}$ veya $n_s = \frac{60 \cdot f}{P} \text{ d/d}$

Açısal hızı $\omega_s = \frac{120 \cdot f}{2P} \cdot \frac{2\pi}{60} \text{ rad/s}$

Kayma hızı $\text{Kayma Hızı} = s = n_s - n_r \text{ (d/d)} = \omega_s - \omega_r \text{ (rad/s)}$

Kayma ifadesi yüzde olarak $s = \frac{n_s - n_r}{n_s} 100 = \frac{\omega_s - \omega_r}{\omega_s} 100$

Rotor hızının kayma cinsinden ifadesi $n_r = (1 - s)n_s \text{ (d/d)}$
 $\omega_r = (1 - s)\omega_s \text{ (rad/s)}$



Örnek1: **380V, 50Hz, 2 kutuplu** üç fazlı asenkron motorun tam yüklü durumdaki hızı **2925d/d**' dir. Buna göre d/d ve rad/s cinsinden senkron hızını ve kaymayı bulunuz.

Verilenler

Hat gerilimi **$U=380V$**
Kutup sayısı **$2P=2$**

Gerilim frekansı **$f=50Hz$**
Asenkron (rotor) devir **$n_r=2925d/d$**

a) Asenkron motor senkron hızı

$$n_s = \frac{120.f}{2P} = \frac{120.50}{2} = 3000 \text{ d/d}$$

$$\omega_s = \frac{2\pi}{60} \frac{120.f}{2P} = \frac{2\pi}{60} \frac{120.50}{2} = 314,159 \text{ rad/s}$$

b) Asenkron motor kayması

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} = \frac{3000 - 2925}{3000} = 0,025$$

Asenkron motor %2,5'luk kayma ile çalışmaktadır.



Örnek2: **380V, 60Hz, 100HP, 4 kutuplu** üç fazlı bir asenkron motorun tam yüklü durumdaki kayması **%5**'tir. Buna göre senkron hızı, rotor hızını ve kayma hızını hesaplayınız.

Verilenler

Hat gerilimi **$U=380V$**
Kutup sayısı **$2P=4$**

Gerilim frekansı **$f=60Hz$**
Rotor kayması **$s=\%5$**

a) Asenkron motor senkron hızı $n_s = \frac{120.f}{2P} = \frac{120.60}{4} = 1800 d/d$

Rotor devri $n_r = (1 - s).n_s = (1 - 0,05).1800 = 1710 d/d$

Not: Kayma formülde yerine yazılırken yüzde olarak yazılmamalıdır.

b) Kayma Hızı

$$s = n_s - n_r = 1800 - 1710 = 90 d/d$$

$$\text{Kayma Hızı} = s.n_s = 0,05.1800 = 90 d/d$$



Örnek3: **380V, 50Hz, 6 kutuplu** bir asenkron motorun hızı **850d/d** dir. Buna göre d/d ve rad/s cinsinden d/d ve rad/s cinsinden senkron hızı ve kaymayı bulunuz.

Verilenler

Hat gerilimi **$U=380V$**

Gerilim frekansı **$f=50Hz$**

Kutup sayısı **$2P=6$**

Asenkron (rotor) devir **$n_r=985d/d$**

a) Senkron hız $n_s = \frac{120 \cdot f}{2P} = \frac{120 \cdot 50}{6} = 1000 \text{ d/d}$

Açısal hız cinsinden Senkron hız $\omega_s = \frac{120 \cdot f}{2P} \cdot \frac{2\pi}{60} = \frac{120 \cdot 50}{6} \cdot \frac{2\pi}{60} = 104,72 \text{ rad/s}$

b) Kayma $s = \frac{n_s - n_r}{n_s} = \frac{1000 - 985}{1000} = 0,015$

Asenkron motor %1,5'luk kayma ile çalışmaktadır.

Çalışma Soruları

1. **60Hz**'lik frekansa sahip üç fazlı alternatif gerilim **4 kutuplu** asenkron motora uygulandığında döner alan devri ne olur?
2. Üç fazlı şebeke geriliminde çalışan asenkron motorun senkron devri **750d/d** olduğuna göre motorun kutup sayısını hesaplayınız.
3. Üç fazlı **50Hz** ve **6 kutuplu** asenkron motor tam yük altında **%3,2 kayma** ile çalışmaktadır. Motorun senkron ve rotor devrini bulunuz.
4. Tam yük altında **%5 kayma** ile çalışan asenkron motor **50Hz**'lik şebekede **2850d/d** ile dönmektedir. Senkron devri ve motorun kutup sayısını bulunuz.

KAYNAKLAR

- SAÇKAN, A. Hamdi; Elektrik Makineleri III
- ALTUNSAÇLI, Adem; ALACALI, Mahmut; Elektrik Makineleri II
- ÇOLAK, İlhami; Asenkron Motorlar
- BAL, Güngör; Özel Elektrik Motorları
- ÇOLAK, İlhami; Senkron Motorlar
- CHAPMAN, Stephen J.; Electric Machinery Fundamentaly 4.Edition
- FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY, Charles Jr.; UMANS, Stephen D.; Electric Machinery Sixth Edition
- PAREKH, Rakesh; AC Induction Motor Fundamentals; Microchip Technology Inc., Microchip AN887
- Three-phase Asynchronous Motors, Generalities and ABB proposals for the coordination of protective devices
- www.wikipedia.org