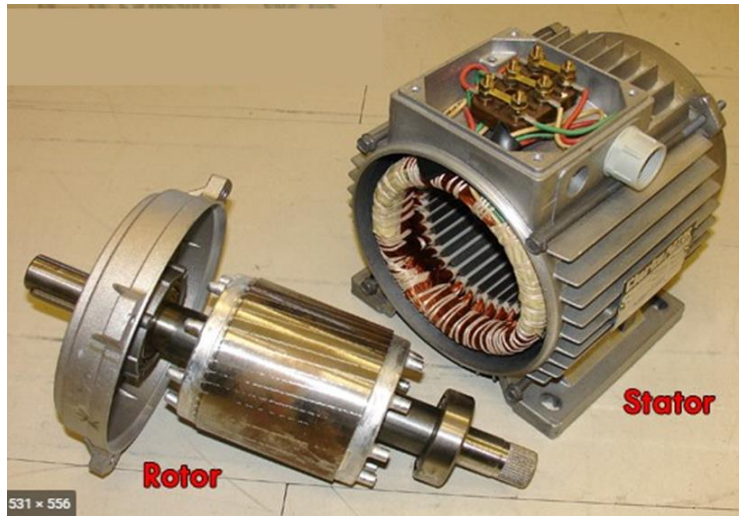


ASENKRON (AC) MOTORLAR

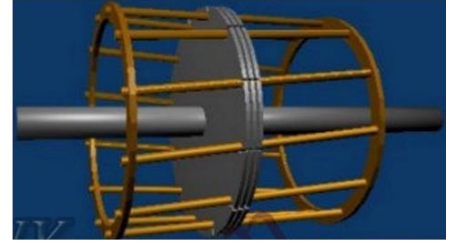
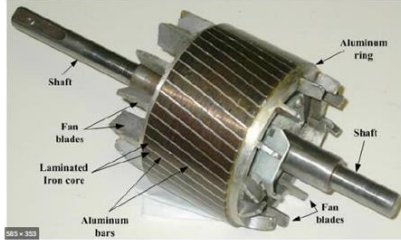
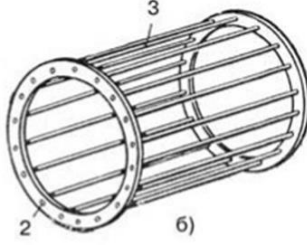
Asenkron motorların dönen kısmı rotor, duran kısmı ise stator olarak adlandırılır. Asenkron motorun sargıları statorun iç yüzeyinde açılan oluklara yerleştirilir. Stator sargıları doğrudan şebekeye bağlanır. Asenkron motorlarda iki çeşit rotor kullanılır: **Sincap kafesli rotorda** rotor yüzeyine açılan oluklara dökme alüminyumdan oluşan kısa devre çubukları yerleştirilir. Kısa devre çubukları rotorun her iki tarafından kısa devre edilmiştir. Her iki tarafından kısa devre olan rotor çubukları sincap kafesine benzediği için bu tür motorlar sincap kafesli veya kısa devre rotorlu asenkron motorlar olarak anılmaktadırlar. Bazen de asenkron motorun rotor oluklarına sargı sarılır. Bu tür asenkron motorlara da **rotoru sargılı** asenkron motor denir. Rotor sargıları motor milinin üzerine yerleştirilmiş bileziklere bağlanır. Bu tür asenkron motorlara **bilezikli asenkron motorlar** da denir.



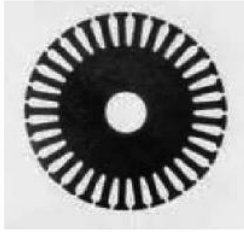
°		TİP : GM 132526 °	
3 ~	AA MOTOR	Nr : 1065179	
Δ	380 V	14,8 A	
10 HP	7,5 kW	Cos φ: 0,9	
2880	D/D	50 Hz	
2-985	Iz K1 B	B 3	IP 44 °



a. Sincap kafesi rotorlu AC Motorlar



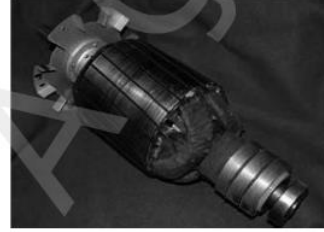
<https://medium.com/@cagincevik/%C3%BC%C3%A7-fazlı%C4%B1-asen-kron-motorlar-95b853ce05b6>



(a) Rotor sacı



(b) Sincap kafesli (kısa-devre) rotor



(c) Sargılı (bilezikli) rotor

Sincap kafesli rotorda rotor yüzeyine açılan oluklara dökme alüminyumdan oluşan kısa devre çubukları yerleştirilir. Kısa devre çubukları rotorun her iki tarafından kısa devre edilmiştir. Her iki tarafından kısa devre olan rotor çubukları sincap kafesine benzediği için bu tür motorlar sincap kafesli veya kısa devre rotorlu asenkron motorlar olarak anılmaktadırlar.

Bağlantı Şekilleri



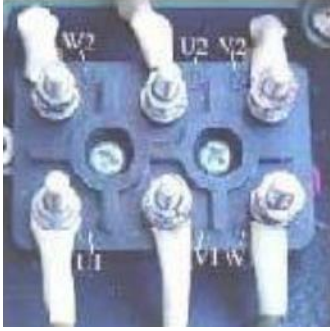
Boş



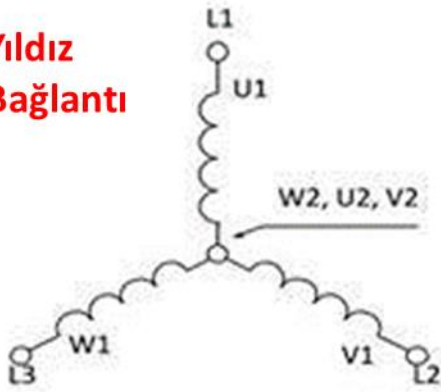
Yıldız



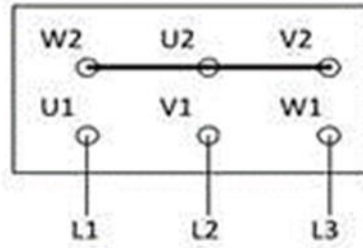
Üçgen



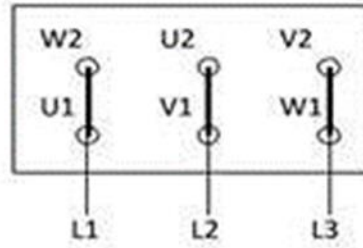
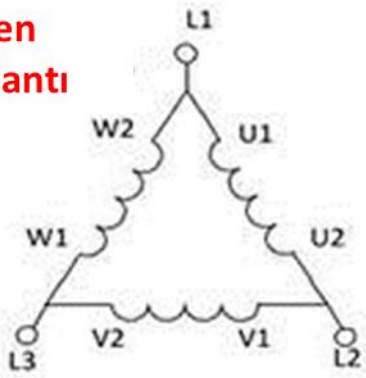
Yıldız Bağlantı



Uç Bağlantıları



Üçgen Bağlantı



b. Rotoru sargılı (bilezikli) Motorlar



<http://ewh.ieee.org/soc/es/Nov1997/09/INDEX.HTM>



<http://www.ecplaza.net/ecmarket/imageview.asp?imageUri=http://image.ecplaza.com/offer/d/durk417/4644575.jpg>

Bilezikli AC motor, çok düşük akım gerektiren yüksek momentli yükler için yüksek başlangıç torku sağlamak üzere tasarlanmış üç fazlı asenkron motorun bir çeşididir.

Bilezikli AC motor statoru, tipik bir AC motoruyla aynıdır, ancak rotor üç fazlı bir sargıya sahiptir ve her bir sargı terminali ayrı bileziklere bağlıdır. Bilezikli AC motor rotorundaki kolektör halkaları (bilezikler), içine empedansın (direnç) eklenebileceği harici, ikincil bir devre oluşturan fırçalar içerir.

Bilezikli AC motorlar, statorun ana sarımlarının dışında bir de başlangıç sarımı adı verilen bir sarıma sahiptirler. Bu başlangıç sarımı, motorun çalışma prensibi gereği ana sarımlardan farklı bir konumda ve yapıda bulunur.



**AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**



Başlangıç sarımı, rotorun başlangıçta yüksek bir tork üretebilmesi için düşük dirençli bir sarımdır. Rotor, stator tarafından üretilen manyetik alanla etkileşime girer ve bu manyetik alan, rotor üzerinde bir tork oluşturur. Başlangıç sarımı, bu torkun artmasına yardımcı olur.

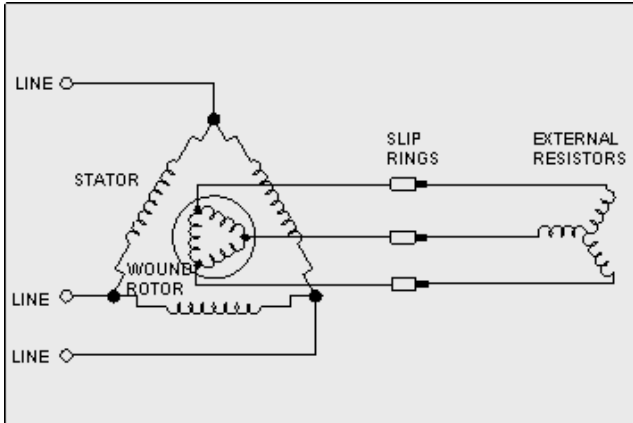
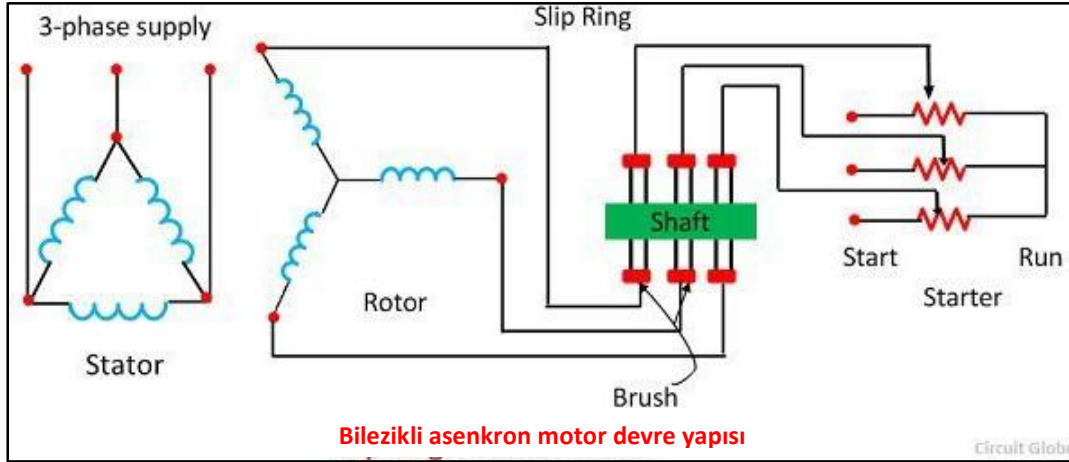
Başlangıç sarımı, motorun başlangıçta yüksek bir akım çekebilmesini sağlar. Bu akım, rotor üzerinde daha yüksek bir manyetik alan oluşturur ve böylece başlangıç torku artar. Başlangıç torku, motorun kalkış sırasında büyük yükleri hareket ettirebilmesi için önemlidir. Bu da özellikle yüksek başlangıç torku gerektiren uygulamalarda kullanılmalarını sağlar, örneğin kompresörler, pompalar ve taşıma sistemleri gibi uygulamalarda sıkça tercih edilirler. Düzgün çalıştırma ve ayarlanabilir hız gerektiren uygulamalarda Bilezikli AC motor kullanılır. Bu motorun bazı uygulamaları arasında vinçler, değirmenler, vinçler ve konveyörler bulunur. Bu motorlar ayrıca fanlar, üfleyiciler ve karıştırıcılarda da kullanılır.

Bilezikli AC motorlar, başlangıçta yüksek tork üretmelerine rağmen, normal çalışma koşullarında daha düşük bir tork üretirler. Bu nedenle, motorun başlangıçta yüksek tork üretmesi ve ardından normal çalışma torkuna geçmesi için bazı önlemler alınması gerekmektedir.

Bir bilezikli AC motorun normal çalışma torkuna geçmesi için kullanılan yöntemlerden biri, başlangıç sarımının devreden çıkarılmasıdır. Başlangıç sarımı, motor çalıştırıldığında geçici olarak devreden çıkarılır. Bu, başlangıçta yüksek tork üreten sarımın etkinliğini azaltır ve motor normal çalışma torkuna geçer. Başlangıç sarımının devreden çıkarılması genellikle bir otomatik anahtar (kontaktör) veya başlangıç akım sınırlayıcı (starter) gibi kontrol cihazları kullanılarak gerçekleştirilir.

Bir başka yöntem ise fırçalara bağlı ek empedansın direncinin arttırılmasıdır. Böylece akım düşer, manyetik alan azalır ve normal tork üretilmeye başlanır.

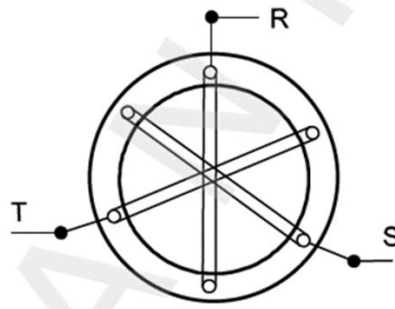
Bağlantı Şekilleri



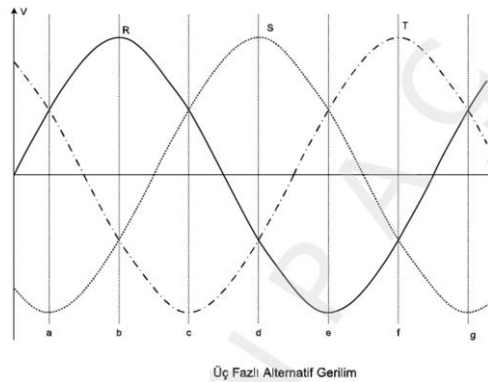
<https://www.motioncontroltips.com/what-is-a-wound-rotor-motor/>

ASENKRON MOTORLARIN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ-1

Üç fazlı bir asenkron motorun stator sargılar üç fazlı bir gerilim kaynağına bağlandığında stator sargılarında bir döner alan meydana gelir. Bu üç fazlı döner alan rotor çubuklarında veya sargılarında bir gerilim endükler. Rotor çubukları her iki taraftan kısa devre edildikleri için endüklenen gerilimden dolayı rotor çubuklarında bir kısa devre akımı akmaya başlar. Rotor çubuklarında dolaşan bu kısa devre akımından dolayı rotorda da bir manyetik alan meydana gelir. Rotorda meydana gelen manyetik alan ile statorda meydana gelen döner manyetik alanın birbirini etkilemesi sonucu rotor dönmeye başlar. Motor çalışması sırasında rotorun dönme hızı döner alanın dönme hızından daha düşük değerdedir. Bundan dolayı bu makinalar asenkron makinalar olarak adlandırılır.



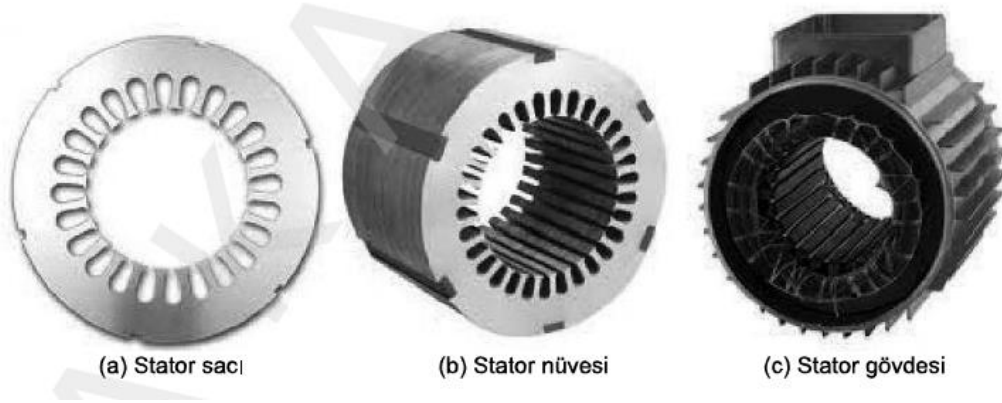
Şekil 1. İki Kutuplu Altı Oluklu Üç Fazlı Bir Stator



Asenkron motorlar diğer elektrik makinalarıyla karşılaştırıldığında en yaygın olarak kullanılan elektrik motorlardır. Doğru akım makinaları gibi fırça ve kolektör olmadığı için (sincap kafesi rotorlular için) kıvılcım üretme olasılığı azdır. Asenkron motorlar doğru akım motorlarına göre

aynı güç değeri için daha küçük, daha hafif ve daha ucuzdurlar. Asenkron motorların en büyük dezavantajı hızlarının çok sınırlı olarak değiştirilebilmesi veya kontrol edilebilmesidir. Asenkron motorların hızı şebeke frekansına ve kutup sayısına bağlıdır.

Güç elektroniği teknolojilerinin hızla gelişmesi ve ucuzlaması sonucu inverterler asenkron motorları sürmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. İnverterler asenkron motorun besleme frekansını değiştirerek hızlarının da çok geniş sınırlar arasında kontrol edilmesine imkân sağlamaktadır. İnverterlerin kullanılmasıyla birlikte asenkron motorların hızlarının geniş sınırlar arasında kontrol edilmesiyle doğru akım motorlarının yerlerini asenkron motorlar almaktadır.



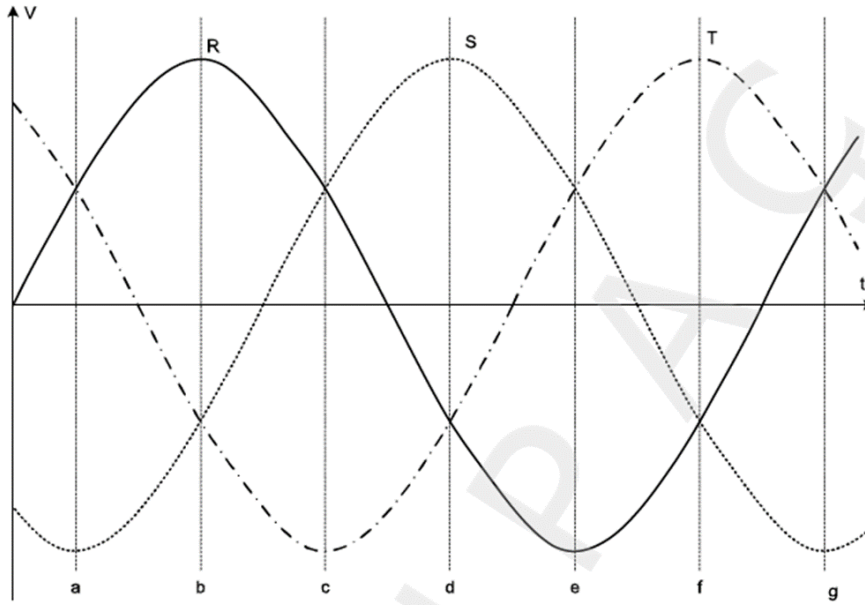
Inverter (Evirici):

İnverter bir dönüştürme sistemidir. Alternatif akımı doğru akıma, doğru akımı da alternatif akıma çeviren ve 3 fazlı çalışma sistemine sahip olan, gerilim ve frekansları düzgün bir şekilde ayarlayan tüm cihazlar inverterdir. Sinüs ve kare dalga üreten çeşitleri vardır. Genel olarak inverterler 0,5 ile 2000Hz arasında frekans ayarı yapabilmektedir. Yani inverterler önce şebekelerdeki gerilimleri doğrultur, şebekede meydana gelen tüm gerilim dalgalanmaları, pikleri ve bozucu elektrik dalgalanmalarını ara devre elemanı olan kondansatör ve bobinlerde filtreleyip temizler. Sonrasında 0,5 Hz ile 2000Hz arası frekanslarda alternatif akım üretebilirler.



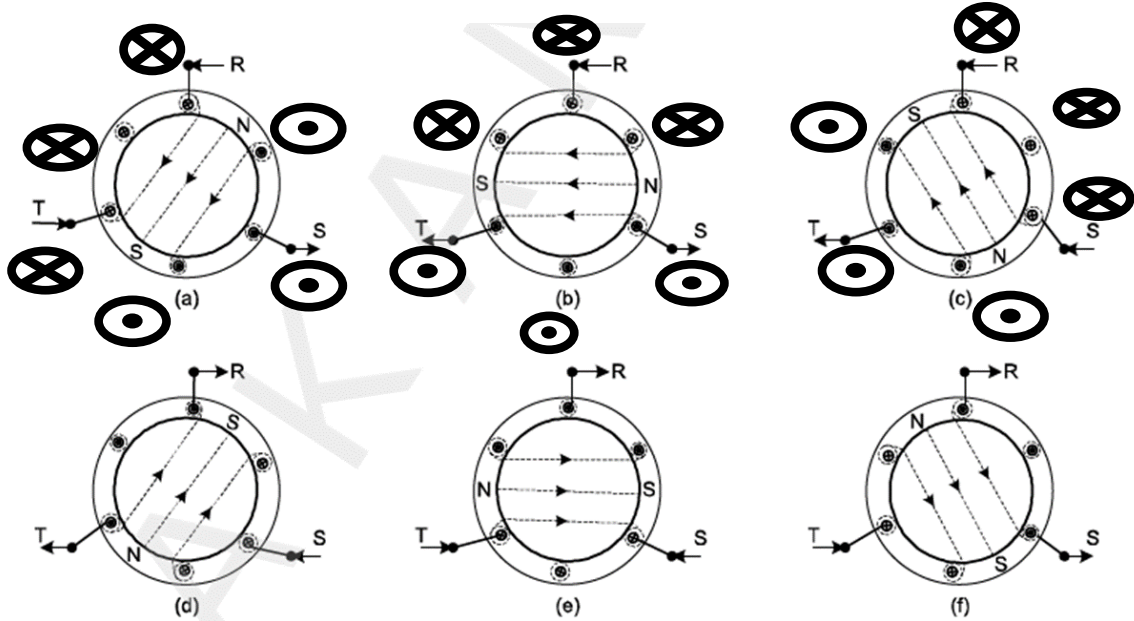
ASENKRON MOTORLARIN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ-2

Asenkron motorların çalışması transformatörlerin çalışma prensibine benzer. Motorun stator sargısı transformatörün primer sargısı gibi, rotor sargısı veya kısa devre çubukları da transformatörün sekonder sargısı gibi davranır. Motorun stator sargılarına birbirinden 120° faz farklı üç fazlı bir gerilim uygulandığında sargılarda üç fazlı bir döner alan meydana gelir. Statorunda faz başına birer bobin olmak üzere toplam üç bobini bulunan iki kutuplu bir statoru göz önüne alalım. Her bir bobinin bir kenarı N kutbunun altında diğer kenarı da S kutbunun altında bulunur (Şekil 1). Bu statora Şekil 2'de gösterilen, birbirinden 120° faz farklı üç fazlı (R-S-T) bir gerilim uygulanmış olsun. Şekilde zaman (t) eksenindeki a-b-c-d-e-f-g anlarındaki faz gerilimlerini inceleyelim. R ve T fazına ait gerilim değeri "a" anında pozitif, S fazına gerilimin anlık değeri ise negatiftir. Anlık değeri pozitif olan gerilim, uygulandığı bobindeki akımın sayfa yüzeyine doğru, anlık değeri negatif olan gerilimin uygulandığı bobinin akımının da sayfa yüzeyinden dışarı doğru olduğu varsayalım. Buna göre Şekil 2'te gösterilen "a" anındaki akım yönleri ve meydana gelen manyetik alan kutupları Şekil 3 (a)'da gösterilmiştir. Stator bobinlerinden geçen akımların meydana getirdiği manyetik alanın yönü sağ el kuralına göre bulunur. Buna göre "a" anındaki gerilim değerlerine göre meydana gelen kutup yönleri Şekil 3 (a)'da gösterilmiştir. Şekil 2'deki "b" anında ise R fazına ait gerilim pozitif, S ve T fazlarına ait gerilim negatif değerlidir. Bu andaki manyetik alan yönü de sağ el kuralına göre Şekil 3 (b)'de gösterilmiştir. Şekil 2 (a) Şekil 2 (b) ile karşılaştırdığımızda manyetik kutupların 60° döndüğü görülmektedir. Benzer şekilde c-d-e-f-g anlarındaki manyetik alan yönleri de Şekil 3 (c), (d), (e), (f)'de gösterilmektedir. Şekil 2 "g" anındaki manyetik alanın yönü de "a" anındaki manyetik alanın yönü ile aynıdır. Buna göre statora uygulanan şebeke geriliminin bir periyodunda manyetik kutupları bir tur dönerler. Şebeke frekansı 50 Hz olduğu için manyetik alan kutupları saniyede 50 defa, dakikada 3000 defa döner. Meydana gelen bu döner alan aynı zamanda rotor sargılarını veya rotor çubuklarını da keser.



Üç Fazlı Alternatif Gerilim

Şekil-2



Döner Alanın Meydana Gelişi

Şekil-3

Stator döner alanı tarafından kesilen rotor sargılarında veya rotor çubuklarında bir gerilim endüklenir. Endüklenen gerilimden dolayı rotor çubuklarında bir akım dolaşır. Rotor çubuklarında dolaşan akımdan dolayı rotorda, statora benzer kutuplar meydana gelir. Aynı olan manyetik kutuplar (N-N veya S-S) birbirini iter, farklı olan manyetik kutuplar ise birbirini



**AKÜ TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**



çeker. Bu prensibe göre stator kutupları dönerken rotor kutupları da dolayısıyla rotor da stator döner alanıyla birlikte döner.

Stator ve Rotorda meydana gelen süreç akışı:

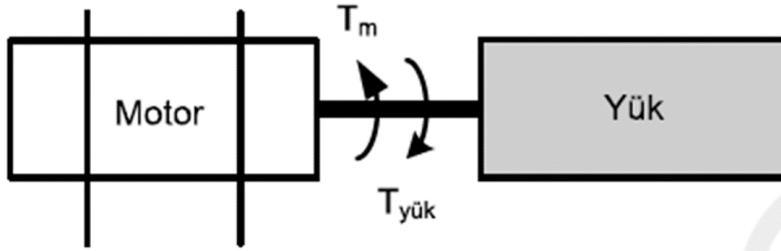
- 1.) Bir asenkron motorun stator sargılarının alternatif bir gerilim uygulandığında stator sargılarında döner bir manyetik alan meydana gelir.
- 2.) Rotor ilk anda durgun durumda olduğundan dolayı rotor, transformatörlerin kısa-devre edilmiş sekonder sargısı gibi davranır. Manyetik alan tarafından kesilen rotor çubuklarında bir gerilim endüklenir. Endüklenen gerilim sonucu rotor çubuklarından akım geçer ve rotorda da stator kutup sayısına eşit sayıda manyetik kutuplar meydana gelir.
- 3.) **Rotor manyetik kutupları stator döner manyetik kutuplarına kilitlenerek dönmeye başlar.**
- 4.) **Rotor da stator döner alanıyla birlikte dönmeye başlar. Rotor hızlandıkça stator döner alanının rotor çubuklarını kesme hızı düşer. Bunun sonucu olarak rotor sargılarında endüklenen gerilim de azalır. Rotor senkron hızda döndüğü zaman döner manyetik alan rotor çubuklarını kesmez ve rotorda gerilim endüklenmez. Rotorda gerilim endüklenmeyince rotor hızı düşer. Rotor hızı düşünce, rotor çubuklarında tekrar gerilim endüklenir ve rotor döner alanla birlikte dönmeye başlar. Ancak rotorun dönüş hızı döner alanın dönüş hızından daha düşüktür.**

Motorun çalışmasını devam ettirebilmesi için rotor statordan daha düşük bir devir sayısında döner. Döner alanın devir sayısına senkron devir sayısı veya senkron hız denir. Rotor devir sayısı ile senkron devir sayısı arasındaki farka **kayma** devir sayısı denir.

ASENKRON MOTORLARDA HIZ KONTROLÜ

Normal çalışma koşullarında bir asenkron motorun hızı senkron hızdan biraz daha düşüktür. Yani rotor devir sayısı senkron hızın devir sayısından kayma hızı kadar daha düşüktür. Motorun hızı birkaç şekilde ayarlanabilir. Motor hızı, stator gerilimi değiştirilerek, kutup sayısı değiştirilerek, rotor sargılarına seri direnç bağlayarak (sadece bilezikli asenkron motorlarda) ve besleme gerilimi frekansı değiştirilerek ayarlanır. Kutup sayısı ve besleme gerilimi frekansı değiştirilerek yapılan hız kontrolünde motorun senkron hızı değişir. Diğer metotlarda ise sadece motorun hız-moment karakteristiği değiştirilerek rotor hızı değiştirilir.

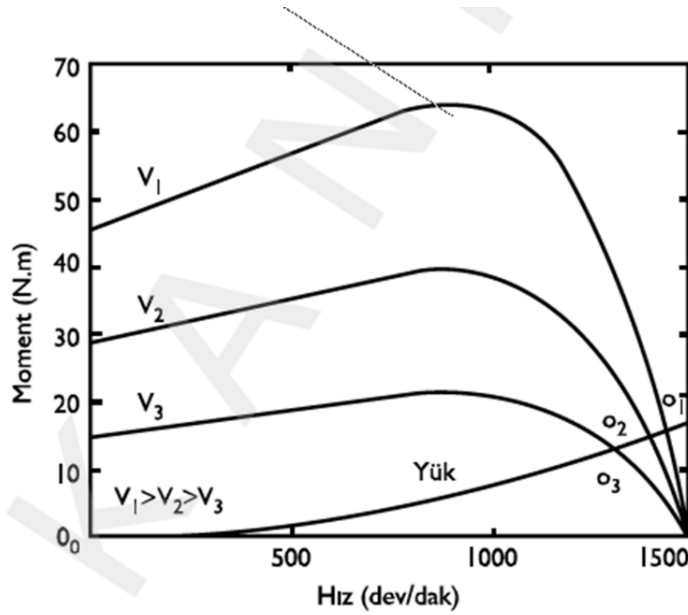
Şekil 4’de bir elektrik motorunun yük ile bağlantısı görülmektedir. Motorun ürettiği moment (T_m) yük momentinden ($T_{yük}$) yüksek ise ($T_m > T_{yük}$) motor hızlanır. Motorun ürettiği moment yük momentinden düşük ise ($T_m < T_{yük}$) motor yavaşlar. Motorun ürettiği moment yük momentine eşit ise motor sabit hızda çalışır.



Şekil-4 Bir elektrik motorunun yük ile bağlantısı

Motorun besleme gerilimi (stator gerilimi) değiştirildiği zaman motorun ürettiği moment değişir. Belli bir yük (pompa ve fan gibi yükler) altında çalışan bir motorda besleme gerilim artırılırsa motorun ürettiği moment yük momentinden yüksek olacağından dolayı motor hızı artar. Besleme gerilimi düşürülürse moment azalır. Motor momenti yük momentinden az olduğu zaman motor yavaşlar. **Besleme gerilimi değiştirilerek hız kontrolü çok dar bir aralıkta gerçekleştirilir.** Besleme geriliminin değiştirilmesi seri dirençle (seri dirençlerde güç kaybı meydana geldiği için verimli bir yöntem değildir), oto trafosu ile veya güç elektroniği tabanlı ayarlı bir alternatif akım kaynağı yardımıyla gerçekleştirilir. Şekil 5’de değişik değerdeki besleme gerilimleri için dört kutuplu bir asenkron motorun hız-moment değişimi görülmektedir.

Hız-moment karakteristiğinin besleme gerilimi ile değişimi



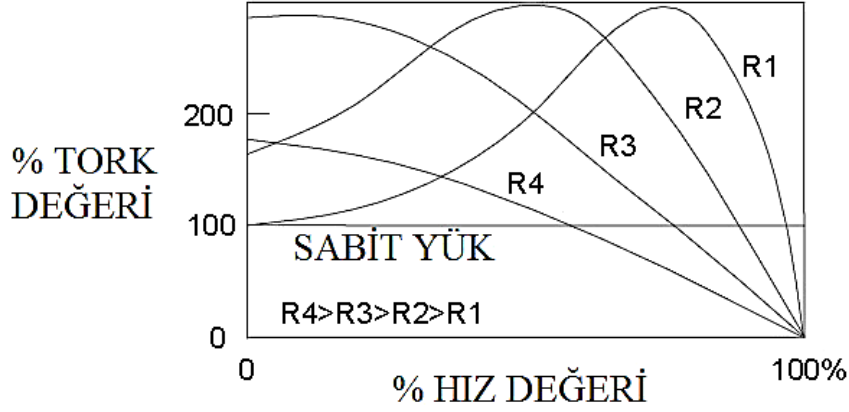
V_1 , V_2 ve V_3 stator gerilimleridir.

AC motor sincap kafesi rotorludur.

Şekil-5 Hız-moment karakteristiğinin besleme gerilimi ile değişimi

Rotor direnci değiştirilerek asenkron motorların hızı yine belli sınırlar arasında değiştirilebilir. Bu yöntem sincap kafesli asenkron motorlarda kullanılmaz, sadece bilezikli (sargılı rotorlu) asenkron motorlarda kullanılır. Rotor direnci, rotor sargılarına fırça-bilezikler üzerinden dışarıdan ekstra dirençler bağlanarak değiştirilir. Rotor direnci değiştirildiği zaman motorun momenti ve kayması değişir. Bunun sonucunda da motor hızı değişir. Bu yöntem kullanıldığı zaman, rotor devresine bağlanan dirençlerde bir güç kaybının meydana geldiği unutulmamalıdır. Rotor sargılarına bağlanan dirençlerin güç tüketebilen direnç çeşitlerinden olması gerekir. Şekil 6'da bir asenkron motorun rotor direnciyle hız-moment karakteristiğinin değişimi görülmektedir. **Belli bir yük momenti için rotor direnci artırılırsa motor hızı azalır, rotor direnci düşürülürse motor hızı artar.**

Hız-moment karakteristiğinin rotor direnci ile değişimi (Bilezikli asenkron motor)



Şekil 6. Hız-moment karakteristiğinin rotor direnci ile değişimi

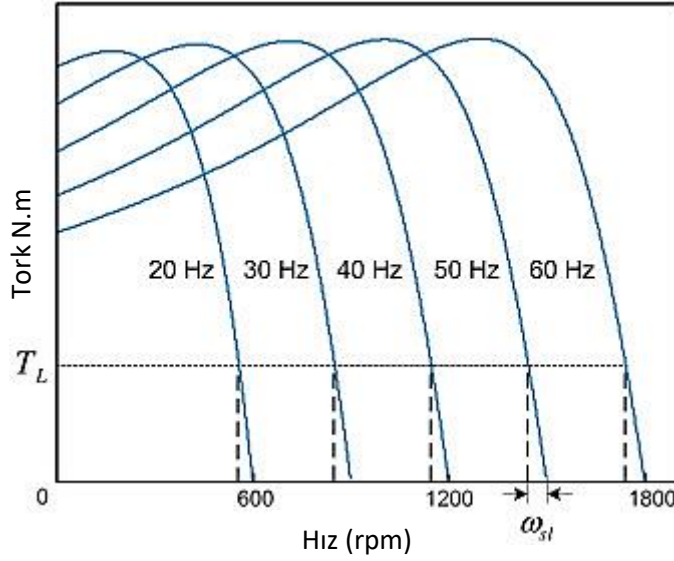
Şebeke frekansı değiştirilerek motorun senkron hızı dolayısıyla rotor hızı değiştirilir. Şebeke geriliminin frekansı yarı iletken teknolojisine sahip inverterler kullanılarak geniş aralıklarda ayarlanabilir. Inverterler (Eviriciler), asenkron motorların besleme frekansını ve gerilimini değiştiren güç elektroniği tabanlı devrelerdir.

Özellik	Düşük Rotor Direnci (r_1)	Yüksek Rotor Direnci (r_3)
Kalkış Momenti	Düşük	Yüksek
Maksimum Momentteki Hız	Yüksek (senkrona yakın)	Düşük
Verim	Yüksek	Düşük
Uygulama	Pompa, fan	Vinç, yük taşıyıcılar

R3 eğrisi optimum rotor direncini temsil ediyor ve bu yüzden en yüksek kalkış momentini o veriyor. R4, rotor direncinin gereğinden fazla artırıldığı durumu temsil eder → bu nedenle kalkış momentini düşer. Örnek endüstriyel uygulama:

Diyeelim ki vinç çalıştıracaksınız. Ağır yükü başlangıç anından itibaren kaldırabilmesi gerekli. Bunun için ilk anda çok büyük torka ihtiyaç vardır. Motorun yüksek kalkış torku üretmesi istenir. O zaman rotor direncini artırırsınız. Ama yükü kaldırdıktan sonra, daha verimli çalışması için direnci azaltmanız gerekir.

Hız-moment karakteristiğinin frekans ile değişimi (V/f oranı sabit)



Şekil 7. Hız-moment karakteristiğinin frekans ile değişimi

Eğrilerin bu yatay çizgiyi kestiği nokta, motorun o frekansta yükte denge hızında çalıştığı noktadır.

Asenkron motorun hızının inverterle kontrolünde dikkat etmek gerekir. Şebeke frekansı değiştirildiği için motorun stator ve rotor reaktansları da değişir. Motor reaktansı değiştiği zaman empedansı ve dolayısıyla aynı besleme gerilimi için şebekeden çektiği akım değişir. **Bundan dolayı motorun aşırı akım çekerek zarar görmemesi için şebeke gerilimin frekansa oranı (V/f) sabit tutulur.** Bir asenkron motorun besleme frekansı değiştirilerek hız kontrolü sıfırdan anma senkron hızının iki katına kadar geniş bir aralıkta gerçekleştirilebilir. Sıfırla anma hızına kadarki aralıklarda şebeke gerilimi de frekansa bağlı (V/f sabit tutularak) değiştirilir. Frekans azaltılıp şebeke gerilimi sabit tutulursa motor aşırı akım çekerek zarar görebilir.

Frekans (Hz)	Senkron Hız (rpm)	Tork (Nm)	Uygulama Yorumu
20	Düşük	Sabit	Yavaş ama güçlü çalışma
60	Yüksek	Sabit	Hızlı çalışma



Örneğin:

- Motorun anma gerilimi: 380 V
- Anma frekansı: 50 Hz
⇒ V/f oranı = $380 / 50 = 7.6 \text{ V/Hz}$

Eğer frekans 25 Hz'e düşürülürse:

- Gerilim de $25 \times 7.6 = 190 \text{ V}$ yapılır.

Bu sayede motor:

- 25 Hz'de çalışır
- Ama yine aynı manyetik akıyla, **kararlı bir momentle çalışmayı sürdürür.**

Durum	Akı (Φ)	Tork (T)	Sonuç
V/f sabit	Sabit	Sabit tork	Kararlı ve verimli çalışma
V artar, f sabit kalır	Akı artar	Tork artar	Ama doygunluk oluşabilir
V sabit, f artar	Akı azalır	Tork azalır	Zayıf motor performansı
Doygunluk (Φ çok büyük)	Artış sınırlı	Tork sabit	Isınma ve kayıplar artar

Endüstriyel bir örnek:

Bir konveyör bandınız var ve motoru 30 Hz ile çalıştırıyorsunuz. Bant yavaş hareket ediyor ama motor güçlü. Sonra 60 Hz'e çıkarıyorsunuz: Bant hızlandı ancak motorun gücü değişmedi. V/f oranı sabit olmadığında motorun torku düşecektir.

ASENKRON MOTORLARA YOL VERME

"Asenkron motorlara yol verme", motorun durgun (sıfır hızda) halden nominal çalışma hızına güvenli ve kontrollü bir şekilde ulaştırılması sürecidir. Bu süreç, yüksek kalkış akımlarını ve mekanik zorlanmaları minimize edecek şekilde tasarlanmalıdır. Asenkron motorlar doğrudan şebekeye bağlandıklarında:

- Kalkış anında nominal akımın 5-8 katı kadar büyük akım çekebilirler.
- Bu yüksek akım:
 - Şebekeyi zorlar.
 - Sigortaların atmasına neden olabilir.



- Sargıların ısınmasına ve motor ömrünün kısılmasına yol açar.
- Ayrıca kalkış momenti yetersizse, motor yükü döndüremez ve durur.

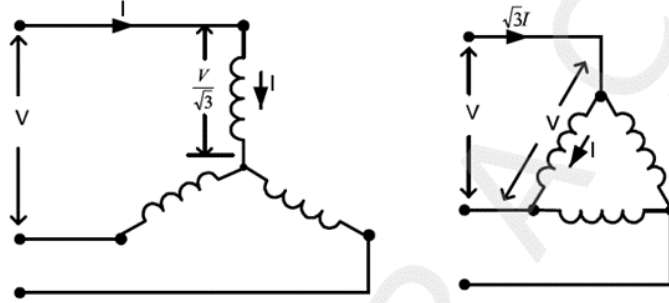
İşte bu nedenlerle motorun kontrollü şekilde yol alması (soft start) gerekir. Bundan dolayı asenkron motorların ilk kalkınma anında şebekeden çok aşırı derecede akım çekmemesi için genelde düşük gerilimle başlatılırlar. **Ancak asenkron motorlarda üretilen moment motora uygulanan gerilimin karesiyle orantılı olarak değiştiği için motor düşük gerilimle çalışmaya başladığı zaman ilk kalkınma momenti de oldukça düşük olur.** Küçük güçlü asenkron motorlar doğrudan şebekeye bağlanarak başlatılabilirler. Bir asenkron motora ilk anda enerji uygulandığında rotoru durgun konumdadır. Rotorda çubuklarında veya sargılarında maksimum gerilim endüklenir ve maksimum kısa devre akımların meydana gelmesine sebep olur. Rotor dönmeye başladıkça stator manyetik alanının rotor çubuklarını veya sargılarını kesme hızı azaldığından dolayı rotorda endüklenen gerilim ve kısa devre akımları düşer. Motorun şebekeden çektiği akım da çok kısa bir süre içinde normal değerine düşer. **İlk kalkınma anındaki bir asenkron motorun davranışı sekonder sargısı kısa devre edilmiş bir transformatör gibi davranır.** Sekonder sargısı kısa devre edilmiş bir transformatöre anma gerilimi uygulandığı zaman çok aşırı değerlerde yüksek akımlar çekebilir. Asenkron motorlara aşağıdaki şekillerde yol verilir:

- Doğrudan yol verme
- Düşük gerilimle yol verme
- Seri reaktans ile yol verme
- Seri direnç ile yol verme
- Oto trafosu ile yol verme
- Yıldız-üçgen bağlantı yöntemi ile yol verme
- Soft starter ile (yumuşak) yol verme
- İnverter ile yol verme

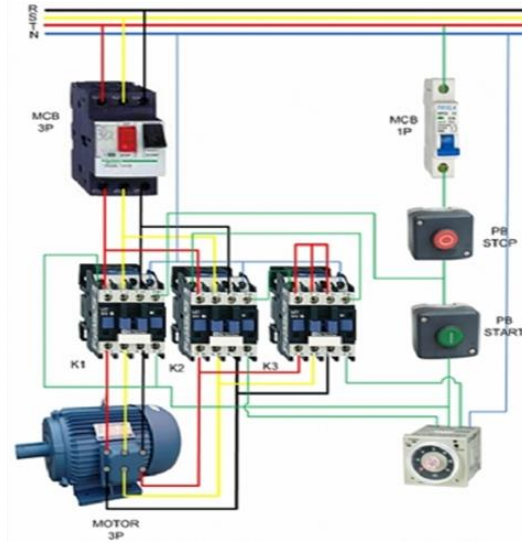
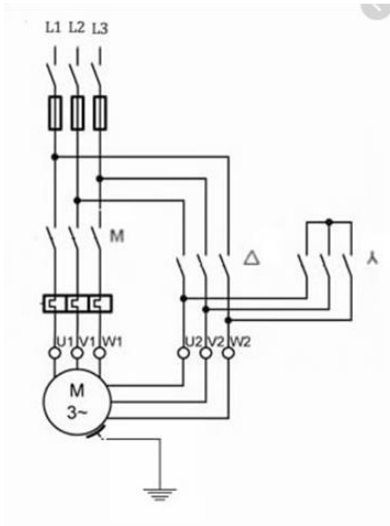
Yıldız-Üçgen (Y-A) Yol Verme

Yıldız üçgen yol verme metodunda motor stator sargıları ilk olarak yıldız bağlanarak çalıştırılır. Motor belli bir hız değerine ulaştıktan sonra sargı stator sargı bağlantıları üçgen bağlanarak

motor çalışmasına devam eder. Yıldız üçgen yol verme metodu en ekonomik düşük gerilimle yol verme metodudur.



Şekil-8 Motor Sargılarının Y-Δ Bağlantısı

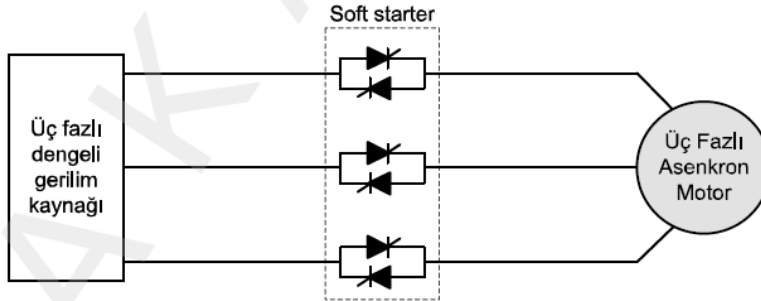


<http://www.teknoelektrik.com/galeri-15/yildiz-ucgen-yol-verme.html>

Soft-Starter ile Yol Verme (Yumuşak Yol Verme)

Soft starter veya yumuşak yol vericiler güç elektroniği (tristör) tabanlı devrelerdir. Bu devreler yardımıyla bir asenkron motorun ilk kalkınma anında şebekeden çektiği akım motora ilk kalkınmada uygulanan gerilim kontrol edilerek belli sınırlar asarında tutulur. Soft starter motora uygulanan gerilim ve motor akımı izlenerek ayarlanır. Soft starter ile çalıştırılan bir asenkron motora uygulanan gerilimin istenilen değerde ayarlanması, motorun kalkış ve duruş süresinin ayarlanması mümkündür. Bu cihazlar motor güçlerine göre kullanılırlar. Motor gerilimi ve akımı tristörlerin tetikleme açılan kontrol edilerek ayarlanır. Soft starter ile

başlatılan motorlarda ilk kalkınmada hız ve moment kontrolü yapmak da mümkündür. Şekil 9'da üç fazlı bir asenkron motorun soft starter bağlantısı görülmektedir.



Şekil-9 : Soft starter ile bir asenkron motora yol verme

KAYNAKLAR:

1. ÇANAKOĞLU A.İ., ÜNSAL A., TUNABOYLU N.S. (2012). Elektrik Makinaları, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Yayın No:2619, ISBN: 978-975-06-2568-8

2. <https://medium.com/@cagincevik/%C3%BC%C3%A7-azl%C4%B1-asenkron-motorlar-95b853ce05b6>