

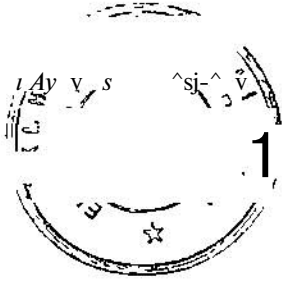
## NETİCE :

Gayesi, stator sargılarına tatbik edilen gerilimi düşürmekten ibaret olan, kısa devre rotorlu motorlara yol vermenin çeşitli usullerini kısaca gözden geçirdik. Ayrıca rotora tatbik edilen konstrüksiyon şekilleri fe vardır, örneğin, derin çubuklu rotor, ikili veya üçlü kafes v.s. gibi. Bunlar yol alma akımında göze çarpan bir değişim husule getirmeksizin, muhtelif moment - devir sayısı karakteristik-

leri verirler. Kullanılan usul hangisi olursa olsun yol alma akımının ehemmiyetli bir şekilde azalması, güç faktörünün ve randımanın düşmesine sebep olur.

Görülüyor ki, her durum ayrı bir etüde muhtaçtır. Bu etüde : Seçilen tertibi, işletme şartlarını, tesis masrafını, motorun ve tahrik edilen makinanın karakteristiklerini hesaba katmak lâzımdır.

(Bu yazı «Revue JEUMONT» dan çevrilmiştir )



# 1 Uç fazlı asenkron motorların çalışma şekilleri ve özellikleri

Hüseyin PEKİN  
Y. Müh - E.t.E.

## Döneralan ve dönme momenti :

Asenkron makinalar esas itibarıyla biri stator ve diğeri rotor olmak üzere iki kısımdan müteşekkildir. Her iki parça da alaşım dinamo saçlarının bir araya getirilerek pres altında sıkıştırılmasıyla meydana getirilir ve karşılıklı yüzeyleri üzerinde açılan oluklar içersine sargılar yerleştirilir. Motorun bu kısımlarındaki elektrik enerjisi mekanik güce çevrilir. Bundan dolayı bu kısımlara aktif kısımlar da denilir. Bunların yanında gövde, yataklar, fan v.s. gibi sırf mekanik konstrüksiyon elemanlarına aktif olmayan kısımlar denilir

Şebekeden çekilen N aktif gücü, kayıplar düşüldükten sonra, stator sargılarında meydana gelen döner alan yoluyla rotora nakledilir ve mekanik güce çevrilir. Statordan rotora nakledilen güce hava aralığı gücü veya N döneralan gücü denir. Döneralan rotor sargılarında bir İ akımı indükler ve bunun ne-

ticesinde rötör senkron devrine nazaran daha az bir devirde dönmek zorunda kalır. Yükte çalışan motor senkron olarak değil, asenkron olarak çalışır. Kayma (s), senkron devrin (n<sub>s</sub>)

yüzdesi olarak şu şekilde ifade olunur :

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100 \%$$

0 magnetik akısı t rotor akımıyla birlikte

M dönme momentini meydana getirir ve bu da takriben şöyledir:

$$M \approx k \cdot 0 \cdot \dot{I}_r \dots \text{kgm}$$

Döner alan gücü de :

$$N_d = \frac{M \cdot n_s}{0.974} \dots \text{W olur.}$$

Alınan güç :

$$N_r = \frac{M \cdot n}{0.974} \dots \text{W dır}$$

N<sub>dr</sub> — N farkı rotorda meydana gelen N elektrikî kaybına tekabül eder. Yani rotora nakledilen güç N<sub>r</sub> mekanik faydalı gücüne ve

ve N<sub>e</sub> elektriki kayıplarına ayrılır. Bunların

kaymaya (s) göre ifadesi şöyledir :

$$N_r = N_d (1 - s) \text{ ve } N_e = N_d \cdot s \text{ dir.}$$

Dönmé momenti:

$$M = \frac{N_r}{n} \cdot 0,974 \dots \text{kgm.}$$

$$M \approx \frac{N_r}{n_s} \dots \text{kgm olur.}$$

Burada :

$N =$  "Wat olarak RÜÇ  
 $r =$  d/dak. olarak devir sayısı  
 $n =$  d/dak. olarak senkron devir sayısı'dır.

VDE nizamnamesine göre motorlar devamlı işletmede iki dakika müddetle nominal akımın asgarî 1,5 katına dayanmalıdır. Devrilme momenti azamî moment olup nominal momentin asgarî 1,6 katı olmalıdır. Dönme momenti takriben magnetik akı ile rotor akımının çarpımıyla orantılıdır. Magnetik akının değeri şebeke gerilimiyle tâyin edildiğinden ve dolayısıyla sabit kabul edilebileceğinden, dönme momentindeki değişme rotor akımının da değişimine sebep olur. Şebeke geriliminin azalıp artmasıyla magnetik alan şiddeti de azalıp artar ve dönme momentinin sabit kalabilmesi için, karşılıklı olarak, rotor akımı bu değişmeyi takip eder. Böylece magnetik akı ile rotor akımının çarpımı başlangıçtaki değerinde tutulmuş olur. Meselâ, şebeke gerilimi % 20 nisbetinde düşmüş olsa, başlangıçtaki moment sabit kaldığı takdirde, rotor akımı %25 nisbetinde artar. Şu halde sabit momentte veya sabit güçte çalışmada, şebeke geriliminin düşmesi halinde sarğı kayıpları artar ve sarğı ısınır. Gerilim değişiminin emiyetli sınırları %  $\pm$  5 dir.

Frekans :

(U) Şebeke gerilimi, (f) şebeke frekansı, (0) magnetik akısı, (w) sarım sayısı arasında şu bağlantı mevcuttur:

$$U \approx k \cdot 0 \cdot w_1 \cdot f_1 \dots \text{ volt}$$

Bu bağıntıdan frekans ve gerilim değişmelerinin tesirleri kolayca tahlil edilebilir. Meselâ sarım sayısı ve gerilim sabit kalır, frekans  $f_1 : f_2$  nisbetinde değişirse, magnetik akı da  $f_1 : f_2$  nisbetinde değişir. Frekans yükselirse 0 magnetik akısı azalır, aksi halde, yükselir. Devir sayısı frekansla doğru orantılı olarak değişir. Meselâ, 380 v. 50 c : s lik bir gerilimle beslenen üç fazlı motor 380 v. 60 c : s lik bir gerilimle beslenirse magnetik alan 5 : 6 nisbetinde azalır. Nominal akımın yükselmesi istenmezse dönme momenti 5 : 6 nisbetinde azaltılmalıdır. Devir sayısı 6 : 5 nisbetinde yükseldiğinden güç sabit kalır,  $f_1 \cdot w_1$  çarpımı sabit kalacak şekilde sarım sayısı değiştirilirse dönme momenti sabit kalır ve güç 6 : 5 nisbetinde artar. Bu takdirde demir kayıpları da artar.

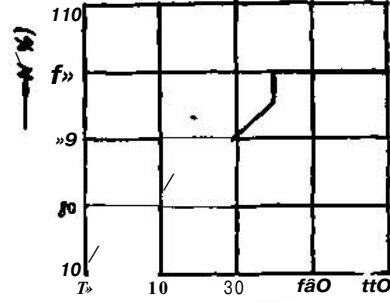
Gerilim :

Üç fazlı motorlar için VDE nizamnamesine göre şu gerilim kademeleri kullanılır. (Pa-

rantez içindeki değerler en çok kullanılanlardır.)

125	(380)	1000	5000	10000
(220)	500	3000	(6000)	15000

3000 volttan yukarı yüksek gerilimli motorlar büyük güçlerde imal olunurlar. 10 kv için ekonomik güç 800 ilâ 1000 KW. dir. Motor tâtakatı 380 voltta 100 KW. ı tecavüz etmemelidir.



Şek.1 Şebeke geriliminin değişimi.

Şebeke gerilimi  $\pm$  5 % nisbetinde tahavvül edebilir. Şekil :1 de bu değişmelerin güç üzerine tesirleri görülmektedir. Meselâ 380 volta göre sarğı yapılmış olan bir motor tereddütsüz 400 voltta çalışabilir. Şebeke geriliminin azamî emniyetli gerilim sınırını geçmesi halinde demir kayıpları çok artar. Umumiyetle emniyetli bir devamlı işletme temin olunamaz. Güç faktörünün bozulmasıyla boştaki akım artar. Sarğılar bağlantı değiştirilmesi yapılarak muhtelif gerilimlerde kullanılabilir. Bir sarğı için en basit iki muhtelif gerilim kul"anma imkânı üçgen veya yıldız bağlantı yapmaktır. Burada gerilimlerin nisbeti 1 :  $\sqrt{3}$  dür. Meselâ aşağıdaki gerilim kademeleri bu tarzda kullanılabilir:

110 : 190 127 : 220 220 : 380 380 : 660 3000 : 5000  
 6000 : 10000 v. 220 : 440 volt haMnde yıldız - çift yıldız bağlantı yapılır. Tabiatıyla sarğı yüksek gerilime göre izole edilmelidir. Ayrıca sarğılar faz başına paralel akım devrelerine bölünür. İki tabakalı sarğı faz başına 2p bobinden teşekkül eder. (p, çift kutup sayısıdır.). Böylece dört kutuplu bir sarğı için faz başına dört bobin elzemdir. Bu bobinler seri olarak bağlanabildiği gibi iki veya dördü paralel olarak ta bağlanabilir. Faz başına iki paralel akım devresi tertip edilirse gerilim nisbeti 1 : 2 olur. Umumiyetle sarğıdan on iki uç çıkarılır. Bağlantılar klemens veya bu uygun düşmezse lehimle yapılır. 12 klemensli bir motor dört gerilim kademesinde çalışabilir : 110 : 190 : 220 : 380 v. gibi.

110 :190 voltta faz başına iki paralel devre vardır ve sargı yıldız - üçgen bağlanabilir. 220 :380 voltta paralel akım devreleri çözümlür

Bir başka misal, yüksek gerilim motorları için 3000 : 5000 : 6000 volt halidir. Stator sargısı 3000 voltta faz başına iki paralel akım devresi yapılarak üçgen bağlanır. 5000 voltta faz başına iki paralel akım devresi yapılarak yıldız ve 6000 voltta da seri bağlantı yapılarak üçgen bağlanır. Bu bağlantı büyük güçte motorlar için yapılır.

Tek tabakalı sargılı motorlarda bobin sayısı çift kutup sayısı kadardır. Normal bir altı kutuplu tek tabakalı sargılı motorda meselâ 1 : 2 gerilim oranına göre değişik bağlantı yapılamaz.

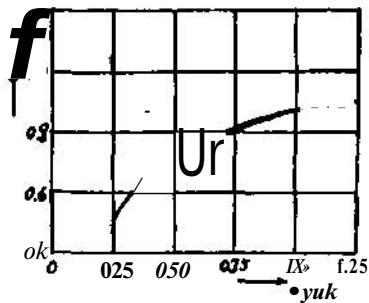
Güç faktörün (cos 0) :

Yüklü vaziyette çalışan bir üç fazlı asenkron motorun yükü boşaltılırsa motor boşta çalışır ve akım hiçbir halde sıfır olmaz. Boştaki akım  $I_n$  küçük motorlarda akımın % 40 - 50 si, orta ve büyük güçteki motorlarda ise % 25 - 30 u olur. Yavaş dönen motorların boştaki akımları aynı takat ve gerilimde ve fakat yüksek devirle dönen motorların boştaki akımlarından daha büyüktür.

Aktif gücün sabit kalması halinde, reaktif gücün büyümesi nisbetinde görünen güç artar. Aktif gücün görünen güce nisbetine güç faktörü veya cos 0 denilir.

$$\text{Cos}0 = \frac{\text{aktif güç}}{\text{görünen güç}} \text{ veya } \frac{\text{aktif akım}}{\text{Şebeke akımı}}$$

Cos 0 umumiyetle iki ilâ sekiz kutuplu motorlarda takriben 0.8 üâ 0.9 arasında değişir. Şek. 2 den görüldüğü gibi güç faktörü yük tâbidir ve yük azaldıkça fenalaşır. Bundan başka cos 0 kutup sayısına yani motorun de-



Şek.2 fompensct.Ijfo\*ym/v/ntamt) flitteki güç faktörü(1)  
Vi. ko—f><nt<xj\*H yapı/m/} febeie</e. güç faktörü(2)

vir sayısına da tâbidir. Yüksek devir sayılı bir motorun cos 0 1 aynı tâtattaki düşük devirli bir motorun cos 0 inden daha iyidir.

Devir sayısı ve kayma :

Üç fazlı asenkron motorlar (f) şebeke frekansla ve p çift kutup sayısı ile tesbit olunan belirli hızlarda imâl olunurlar. Bu büyüklükler ve senkron devir sayısı (boştaki devir sayısı) arasında şu basit bağıntı mevcuttur :

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p} \dots d/\text{dak.}$$

Tam yükteki devir sayısı motorun kayması nisbetinde azalır. Meselâ, 50 c : s de 2850, 1420, 720, v.s. olur. Devir sayısının yükselmesi mümkün değildir. Devir sayısının düşürülmesi ise muhtelif şekillerde yapılabilir.

Randıman:

Randıman denilince motordan alınan mekanik gücün şebekeden çekilen güce oranı anlaşılır.

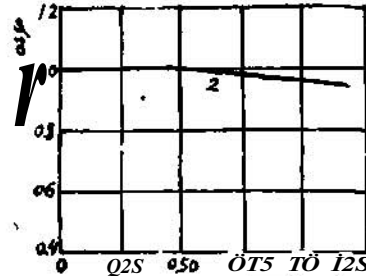
$$\text{Randıman} = \frac{\text{Alınan güç}}{\text{Verilen güç}} \cdot 100 \text{ \%}$$

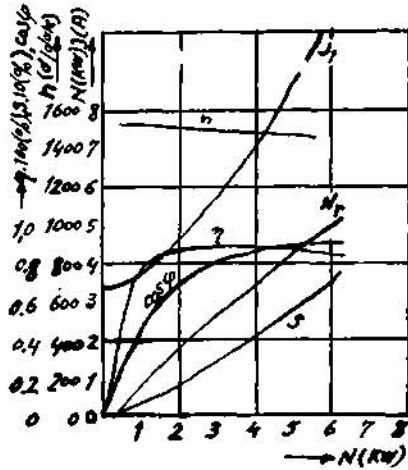
Şekil 3 de 4 K^, 380 v., 1500 d/dak. lik bir motorun randıman eğrisi verilmiştir. Buradan randıman eğrisinin büyük bir açıklıkta sabit kaldığı görülür.

Kayıpların ayrılması bakımından iki grup motor mevcuttur:

1. Akıma bağlı kayıpların nisbeti yüksek olan motorlar,
2. Akıma bağlı olmayan kayıpların (demir, sürtünme kayıpları) nisbeti yüksek olan motorlar.

Birinci gruba dahil motorlarda randıman nominal gücün altında da sabit kalır ve hat-



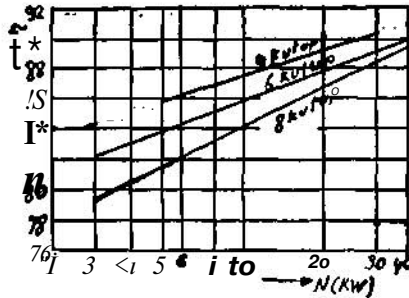


Şek.3 öör, üç fazlı Aışet o/evre, rotorlu motor\*/\*/t/t>'k eğrileri 1500'dlak, 390''

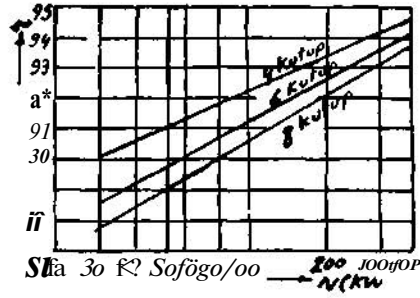
tâ 3 :4 nisbetindeki yükte biraz yükselir ve sonra düşer. Buna mukabil ikinci gruba giren motorlarda nominal gücün" altında randıman derhal düşer. Normal, 4, 6 ve 8 kutuplu küçük ve orta büyüklükteki motorlar birinci gruba girerler. İkinci gruba yüksek devirli iki kutuplu motorlar, büyük güçlü dört kutuplu motorlar dahildir. Yüksek devirli ve büyük güçlü motorlarda sürtünme kayıpları azaltılamaz. Randıman güce ve devir adedine bağlıdır. Büyük takatli motorların randımanları küçüklerle nisbetle daha iyidir. Aynı şekilde yüksek devirli motorların randımanının da düşük devirli motorların randımanından yüksektir. Şekil 4, ve Şekil. 5 de randımanın kutup sayısı ve tesmiye gücüne tâbi olarak değişimi görülmektedir.

Motor ve yük momentleri: •

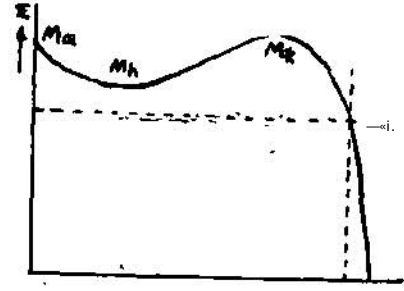
Kısa devre rotorlu motorların dönme momenti saç tabakalarının cinsi ve rotor iletenlerinin tertibine bağlıdır. Şekil 6 da dönme momentinin devir sayısına bağlı olarak çizilmiş eğrisi görü inektedir



Şek.4 3/d ift, Kk, /çin



Şek-S 30 //d 400 kw için



Şek.6 Motor n, o», e\*+kr;

Bu eğrideki değerlerin mânalan şunlardır :

- M : Nominal motor momenti
- r' : Devrilme momenti
- M : İlk hareket momenti
- M<sub>a</sub> : Azamî çalışma momenti
- M<sub>g</sub> : Yük momenti
- M<sub>b</sub> : İvmelendirme momenti

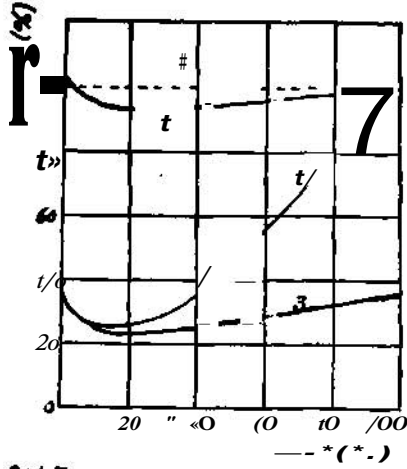
$$(M_b = M_h - M_g)$$

Yolvermenin iyiliğine bazan M<sub>a</sub> nın büyüklüğü ile hükmedilir. Bu sahadaki yeni bilgiler neticesinde birçok iş makinelerinde yüksek yolverme momentiyle yolvermenin maksada uygun olmadığı anlaşılmıştır. Hattâ doğrudan- doğruya yolverme arzaya sebep olabilir.

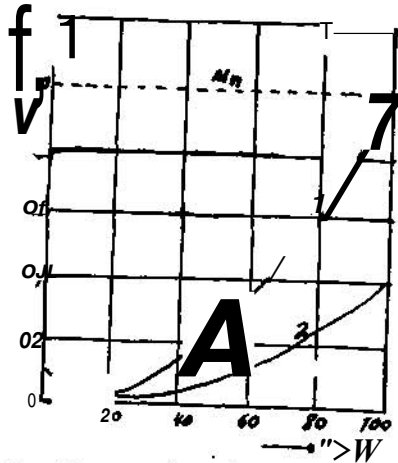
Tablo I. de muhtelif iş makinelerinin yolverme ve yük momentlerine dair çeşitli misaller verilmiştir. Momenti az tutmak için umumiyetle makinelere boşa yolverilir. Kömür değirmenleri, santrfüj pompalar (vana kapalıdır), aspiratörler, takım tezgâhlan, v.s. gibi makinelerde bu işi yapmak mümkündür.

TABLO : I

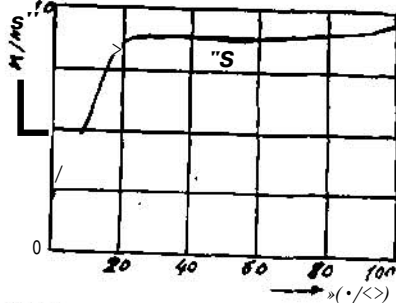
Yolverme cinsi	Yük momentleri	Misaller
Boşta,	Pratik olarak yük momentleri yok	Torna tezgâha, pistonlu pompa, presler
yükselen dönme momentiyle yükte yolverme	Yük momenti devir sayısı ile birlikte yükselir.	Santrfüj pompa ve körükler
Tam yükte yolverme	Pratik olarak yük momentleri tam yük momentleri kadardır.	Kaldırma makineleri, pistonlu pompa (yük-lü), elevatörler
Ağır yolverme	Yük momentleri büyük-tür.	Hadde makinaları, bilyalı değirmenler, santrfüj ler, kalenderler.



Şekil 7 -  
1 Taty, yükte y/r er t e  
2 Yükselen dönme momenti  
yükte yolverme  
3 Boşta yolverme



Şekil 8 Bir santrfüj pompanın  
karşıt moment eğrileri (1)  
vanna açık (2) vanna kapalı  
Atalet momentleri omumi-  
yetle motormomentinden  
küçüktür



Şekil 9 Bir ki/ym/, Sejirmisün  
karşıt moment eğrileri  
Bilyalı değirmen:  
 $GD^2 = 920 \text{ kgm}^2$   
 $n = 1000 \text{ d/d}$   
Motor  
 $GD^2 = 50 \text{ kgm}^2$   
 $n = 1000 \text{ d/d}$   
Tabak ihtiyacı = 110 P'v

Tam yükte veya ağır yolvermede motor momentleri yük momentlerinden büyük olmalıdır. Durustaki sürtünme kuvvetinin hareket halindeki sürtünme kuvvetinden büyük olduğu daima gözönünde tutulmalıdır

$M_b$  belirli ve  $GD^2$  motor miline irca edilmiş toplam atalet momentleri olduğuna göre yolverme zamanı:

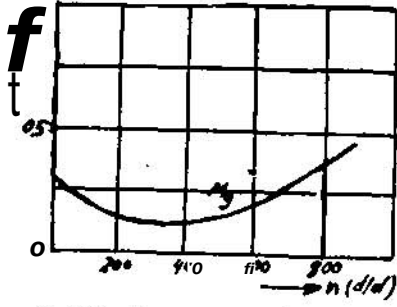
$$t_a = \frac{GD^2 \cdot n}{375 \cdot M_b} \dots \text{sn. dir.}$$

Bu formülde :

$GD^2$  : Atalet momentleri ... kg.m<sup>2</sup>

$n$  : Devir adedi ... d : dak.

$M_b$  : İvmelendirici moment ... ksm. dir.



Şekil 10 Bir şarpmalı değirmenin karşıt moment eğrileri

Değirmen:

$$GO^2 = 2650 \text{ kgm}^2$$

$$n = 750 \text{ d/d}$$

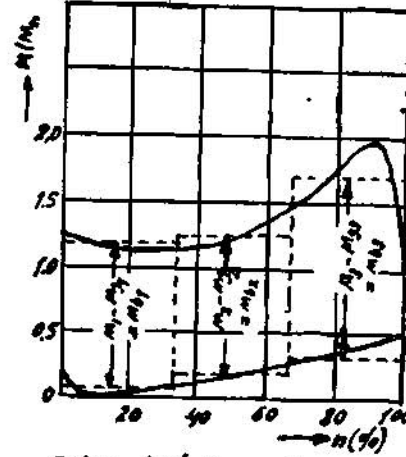
Motor

$$GO^2 = 60 \text{ kgm}^2$$

$$n = 750 \text{ d/d}$$

$$\text{Ttkmli shtigacı} = 110 \text{ kW}$$

Şekil H de yolverme zamanının bulunması gösterilmiştir. İvmelendirici momenti bulmak için motor ve yük moment eğrileri çizilir.



Şekil 9 Yolverme zamanının

Bu momentlerin muhtelif aralıklarda sabit olarak farzedilen farkları bulunur. Formüle göre kısmî yolverme zamanları hesaplanır ve bunlar toplanarak toplam yolverme zamanı bulunur.

## Güç katsayısının tesbiti ve düzeltilmesi

Korkut ÖNGÜN  
Y. Müh. - ESHOT

Endüstri işletmelerinde yüksek indüklemeleri ile alternatif akım motorları, transformatörler ve meselâ floresan lâmba balastları gibi makina ve aletler reaktif akım kullanıcılarıdır. Kullanıcıların sargılarında husule gelen magnetik alanın oluşunda reaktif güce ihtiyaç vardır.

Bir asenkron motorun stator sargısı tarafından devreden çekilen akım iki kısma bölünebilir. Bu akımlardan birisi magnetik alanın olması için çalışır. Bu mıknatıslama iş görmez (vatsız) reaktif akım denir, öteki akım ise başlıca mekanik gücün doğmasına yarar ve motor tarafından milinden mekanik güç olarak verilir. Bu iş gören (vattı) aktif akımdır. Reaktif akım, aktif akımdan  $90^\circ$  ve ya  $1/4$  periyot geriden gelir. Reaktif akımın geri kalmasından dolayı tellerin içinden geçen akım ile şebeke gerilimi arasında bir faz farkı olur. Bu faz farkının büyüklüğü reaktif ve aktif akımların oranına bağlıdır.

Şekil 1 bu bağlantıyı gösteriyor.

I aktif akımı U faz gerilimi ile beraberdir ve reaktif akım I ise bundan  $90^\circ$  kaymıştır.

R  
tır.

Her iki I ve I akımlarının geometrik toplamının I zahiri akımı teşkil ettiği görülmektedir.

I akım vektörünün durumu güç katsayısı Cos 0 verir. 0 (veya Cos 0) değerini bulmak için reaktif akım I aktif akım I ile geometrik olarak toplanır.

Reaktif akım, aktif akıma göre ne kadar fazlaşacak olursa faz açısı 0 de o kadar fazlaşır, Cos 0 değeri küçülür.

Şekil 1- deki gibi reaktif akımın değerinin düşük olması halinde bununla orantılı olarak güç katsayısının da değerinin çok iyi olması lazımdır.