

T.C
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ELEKTRİK MAKİNALARI DENEY FÖYÜ

(Balıkesir-2018)

İÇİNDEKİLER

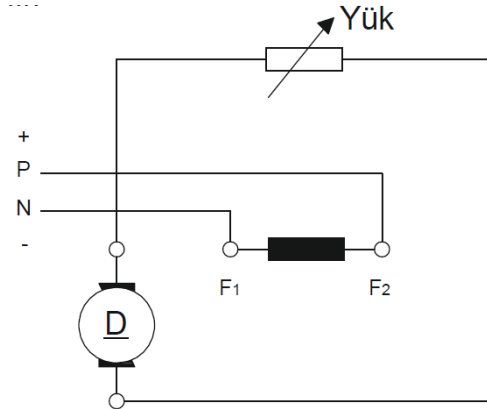
Deney No 1: YABANCI UYARTIMLI D.C ŞÖNT DİNAMONUN BOŞ ÇALIŞMASI	1
Deney No 2: ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN BOŞTA ÇALIŞMASI.....	6
Deney No 3: BİR FAZLI TRANSFORMATÖRÜN BOŞTA ÇALIŞMASI VE DÖNÜŞTÜRME ORANININ BULUNMASI	9
Deney No 4: ÜÇ FAZ SENKRON MOTORUN YÜKTE ÇALIŞMASIYLA SENKRON MOTORUN “V” EĞRİSİNİN ÇIKARILMASI	13
Deney No 5: BİR FAZLI YARDIMCI SARGILI ASENKRON MOTORUN HIZ-MOMENT KARAKTERİSTİĞİNİN ÇIKARILMASI VE DEVİR YÖNÜNÜN DEĞİŞTİRİLMESİ	20
Deney No 6: D.C SERİ MOTORA YOL VERİLMESİ VE YÜKTE ÇALIŞMASI	28
Deney No 7: ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN KISA DEVRE (KİLİTLİ ROTOR) DENEYİ.	31
Deney No 8: BİR FAZLI TRANSFORMATÖRÜN KISA DEVRE DENEYİ VE BAKIR KAYIPLARININ İNCELENMESİ.	38
Deney No 9: ÜÇ FAZLI TRANSFORMATÖRÜN BAĞLANTI GRUPLARININ BULUNMASI. ..	42
ELEKTRİK MAKİNALARI LABORATUVARI DENEY RAPORU	53

1.2 Dinamo olarak çalışma karakteristiği:

Alan sargılarına D.C gerilim uygulandığında ve endüviye bir dönme hareketi verildiğinde, şönt D.C makinabir D.C gerilim üreterek D.C şönt dinamo olarak çalışır. Bu makinalar yabancı uyartımlı ve kendinden uyartımlı dinamo olarak çalışır.

1.2.1 Yabancı uyartımlı D.C şönt dinamo:

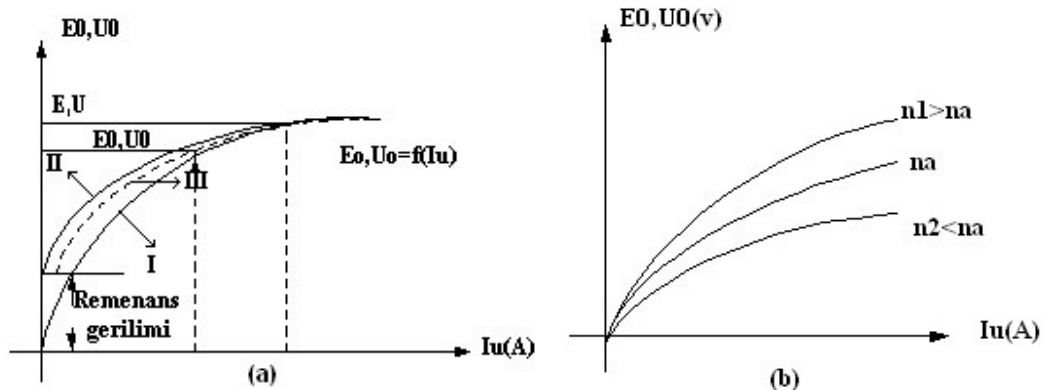
Uyartım devresi akımı $I(u)$ başka bir güç kaynağından sağlanan makinalara, yabancı uyartımlı dinamo denir. D.C şönt dinamonun alan sargısı (F_1 - F_2) harici D.C gerilim tarafından uyartılır. Uyartım akımının yüksekliği endüvi üzerinden uyartılan gerilim ile kumanda edilir. Endüvi yüklenirse endüvide üretilen gerilim düşer. Endüvi gerilimi öngörülen yükleme değerinde, uyartım akımının artırılması ile istenilen değere yeniden ulaşılır.



Şekil 1.3: Yabancı uyartımlı D.C şönt dinamo

Bu yabancı güç kaynağı, doğru akım dinamosu veya bir doğrultmaç ünitesi olabilir. Yabancı uyartımlı dinamo sabit devir sayısı ve yüksüz olarak dönmekte iken, uyartım akımı ile dinamo uç gerilimi arasındaki ilişkiyi veren eğriye "yabancı uyartımlı dinamonun boş çalışma karakteristiği" denir. Buna göre yük akımı $I_y = 0$ ve devir anma değerinde sabit durumda iken $E = f(I_u)$ yazılabilir. Bu eğri gerçekte $E = k \cdot \Phi \cdot n$ veya (n)'nin sabit olmasından dolayı bir ölçek farkı $E \cdot \Phi = f(I_u)$ eğrisine benzer. Bu nedenle eğriye mıknatıslanma eğrisi de denir.

Bilindiği gibi mıknatıslanma eğrisi ($+I_u$) ve ($-I_u$) akımları ile çıkartılırsa "histeresiz" eğrisi elde edilir. Şekil 1.4a'da yabancı uyartımlı dinamonun boş çalışma eğrisi görülmektedir. Eğride görüldüğü gibi uyartım akımları aynı yönde olmak şartı ile artırılan 1 no'lu eğri daha sonra ters yönde azaltılırsa 2 no'lu eğri elde edilir. Çıkış ve iniş eğrilerinin ortalaması ise 3 no'lu eğriyi verir. Görüldüğü gibi 2 nolu eğri sıfırda son bulmaktadır. Çünkü nüvenin doyması ile bir artık (Remenans) gerilimi oluşmaktadır. Bu gerilim dinamo anma geriliminin %4-5 i kadardır. Dinamo daha önce hiç çalışmamışsa 1 no'lu eğri sıfırdan başlar. Ancak daha önce çalıştırılmış makinada bu eğri sıfırdan farklı bir yerden başlamaktadır. Şekil 1.4b'de çeşitli devir sayılarındaki $U = f(I_u)$ eğrileri görülmektedir. Bu eğriler kendinden uyartımlı dinamolar içinde aynı şekilde çıkartılır.



Şekil 1.4: Yabancı uyartımlı dinamonun boş çalışma eğrisi

1.2.2 Kendinden uyarımlı D.C şönt dinamo:

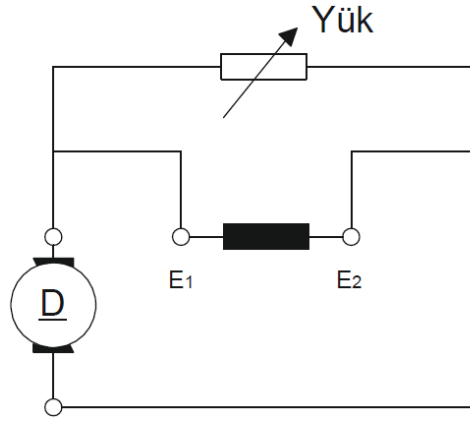
Kendinden uyarımlı D.C şönt dinamlarda alan sargıları endüviye paralel olarak bağlıdır. Endüviye durma konumundan kalkınmaya başladığında, makinanın demir nüvesinde bulunan artık mıknatısıyet nedeniyle küçük bir gerilim üretimi olur. Bu gerilim saye- sinde Manyetizmayı kuvvetlendirecek şekilde (dönme nedeniyle) artan gerilim üretimi ve sargılardan akım geçmeye başlar. Bu artan akımda uyarım değerinde bir yükselme meydana gelir ve D.C şönt dinamo kendiliğinden uyarılmış olur kendinden uyarımın koşulu:

*artık mıknatısıyet

*uyarım sargılarının doğru kutuplanması

*D.C şönt dinamonun devir yönünün doğru olmasıdır.

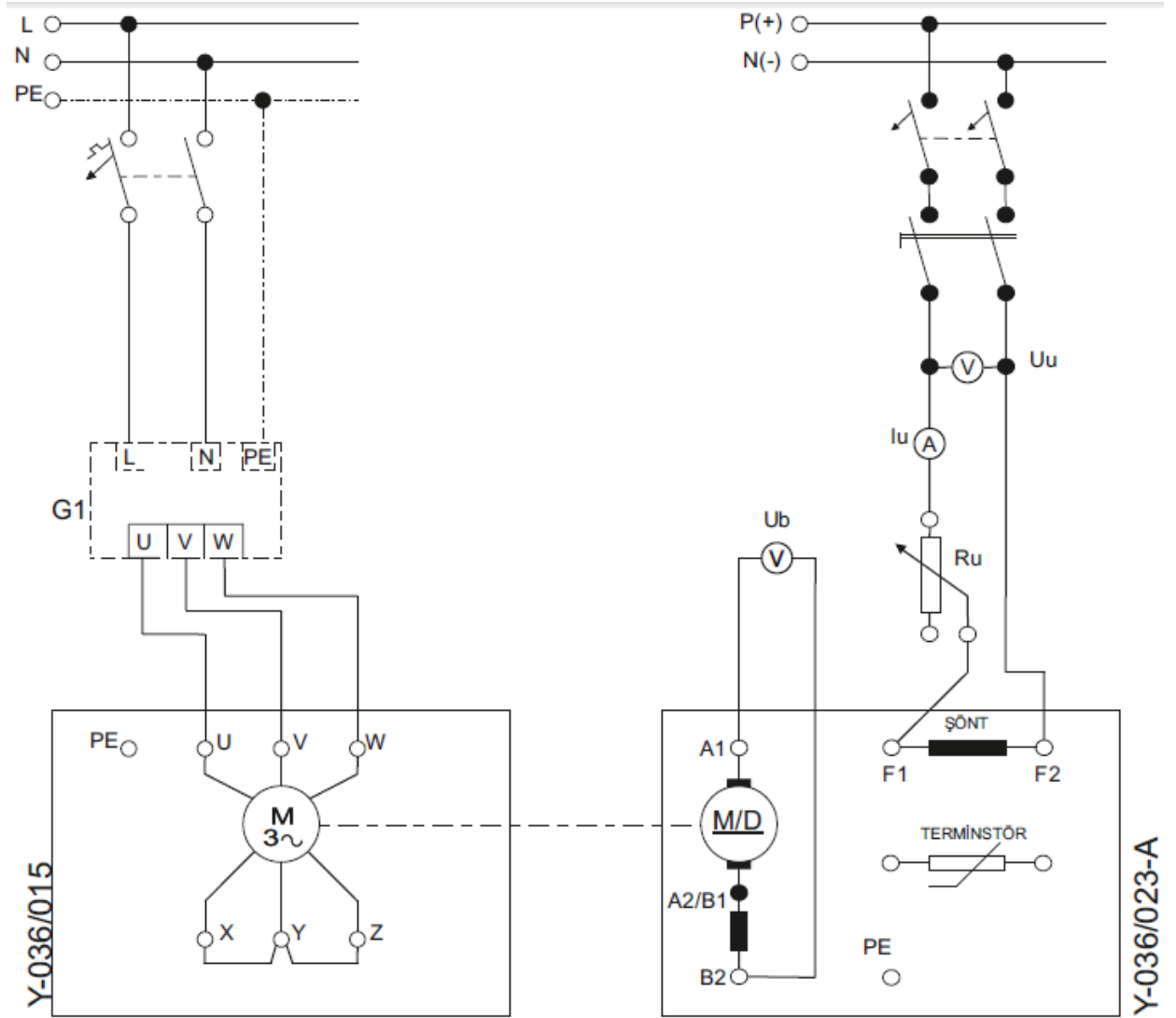
Kutupların yanlış olması, artık mıknatısıyeti ortadan kaldırır. Makinakendiliğinden uyarılamaz. Kendinden uyarımlı dinamlarda yüklenme ile üretilen gerilim daha fazla düşer, yüklenmeye bağlı olarak gerilim düşmesini önlemek için uyarım devresinde alan ayarlayıcısı (ayarlı direnç) kullanılır.



Şekil 1.5: Kendinden uyarımlı D.C şönt dinamo

Araç Gereçler:

- Enerji üniteli deney masası
- Raylı motor sehpası
- D.C şönt makina
- Üç faz asenkron motor
- Üç faz asenkron motor kontrolcüsü
- D.C ölçüm ünitesi
- 50Ω 1000W ayarlı reosta
- Takometre (devir ölçer)

Deneyin bağlantı şeması:

Şekil 1.6: Yabancı uyarımlı D.C şönt dinamonun boş çalışma devre şeması.

Deney işlem basamakları:

Not:*A.C asenkron motor kontrolcüsü dokümanlarını inceleyiniz. A.C sürücü ile motor devrini nominal değerlerinin üzerinde olacak şekilde ayarlayınız.
*D.C şönt makina etiket değerlerini inceleyiniz.
*Uyartım devresini ayarlı D.C kaynakla besleyip uyartım reostası kullanmayabilirsiniz.

1. Şekil 1.6'daki deney bağlantı devresiniz kurunuz.
2. DC enerji kısmında D.C enerjiyi 220v ayarlayınız.
3. Uyartım devresi açıkken dinamoyu nominal devrinde (1500 d/dak) döndürünüz ve U_b
4. (dinamo remonans) gerilimini kaydediniz.
5. Uyartım devresindeki direnç maximum değerinde iken uyartım devresine D.C enerji uygulayınız U_b-U_u-I değerlerini kaydediniz.
6. Uyartım devresi R_y ayarlı direncini kademe kademe küçülterek dinamo gerilimini nominal gerilim U_b-200v getiriniz her kademede U_b-U_u-I değerlerini kaydediniz.
7. Uyartım reostası ile şayet yeterli olmuyorsa uyartım gerilimini arttırarak dinamo nominal gerilimini 1.1 katına kadar arttırınız ve U_b-U_u-I değerlerini kaydediniz.
8. Uyartım reostası direncini artırarak uyartım akımını kademe kademe azaltınız her kademede U_b-U_u-I değerlerini kaydediniz.
9. Uyartım akımı 0 (sıfır) oluncaya kadar uyartım reostası ile şayet yeterli olmuyorsa uyartım gerilimini azaltarak uyartım akımını $I_u=0$ yapınız.
10. $I_u=0$ olunca uyartım devresi enerjisini kesiniz U_b (dinamo gerilimini) ölçüp kaydediniz.
11. Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

Deneyde alınan değerler:

Devir	U_b	U_u	I_u	Konum
n=1486 d/dak sabit	10v	0v	0 A	
	144v	220v	0.2A	R_y max 500 Ω
	157v	220v	0.3A	R_y 500 Ω küçülüyor
	180v	220v	0.4A	R_y " "
	200v	220v	0.5A	R_y 0 Ω minumum
	210v	271v	0.6A	Güç kaynağı gerilimi artıyor
	220v	333v	0.7A	" "
	209v	270v	0.5A	Güç kaynağı " küçülüyor
	190v	192v	0.4A	" " "
	180v	193v	0.3A	R_y değeri büyüyor
	165v	193v	0.2A	" " "
	136v	193v	0.1A	R_y " 500 Ω max
	80v	97v	0A	Güç kaynağı gerilimi küçülüyor
	10v	0v	0A	Uyartım devresi enerjisi kesik

Değerlendirme:

- Soru 1: Uyartım devresine enerji uygulanmadığındaki ölçülen U_b (dinamo gerilimi) nedir?
Soru 2: Uyartım devresi akımı I_u artışı ile dinamo gerilimi U_b artış oranı doğrusal mıdır? ve ya değilse sebebi nedir açıklayınız?
Soru 3: Uyartım akımı çok yükselince gerilim U_b yüksekliği çok oluyor mu açıklayınız?
Soru 4: Dinamo nominal değere 200v ulaştığındaki I_u uyartım akımı dinamo nominal akımının (etiketten) % kaçıdır?
Soru 5: Uyartım devresi R_y olmadan hangi usulle uyartılır açıklayınız?
Soru 6: Bu deneydeki gözlemlerinizi yazınız?

Deney No 2: ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN BOŞTA ÇALIŞMASI

Deneyin amacı: Asenkron motorun sabit kayıpları (P_{fe}) demir, (P_s) sürtünme kayıpları bulmak λ ve Δ bağlantılarında boş çalışmada kalkış akımını inceleyip analiz etmektir.

TEORİK BİLGİ

Asenkron motorla boş (yüksüz) çalışmada şebekeden çok küçük akım–güç çekerler. Çekilen bu küçük güç asenkron motorun sabit kayıplarını karşılar.

Bu kayıplar:

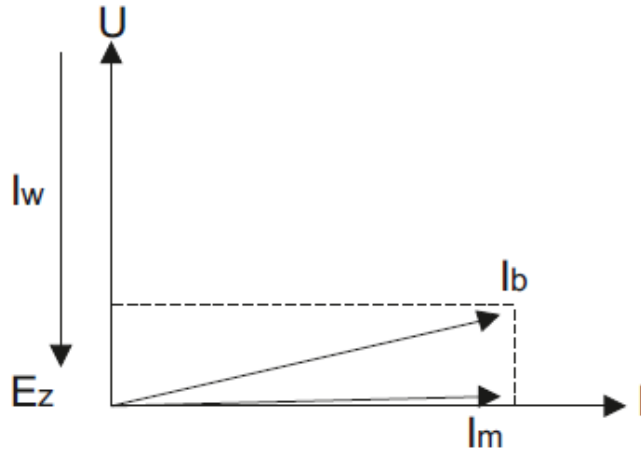
Demir kayıpları P_{fe}

Sürtünme kayıpları P_s

Motorların boş çalışmalarında nominal gerilim uygulanır. Asenkron motorlarda boş çalışmada kayma çok küçüktür. Asenkron motorlar boş çalışmada motor yapısına göre şebekeden nominal akımın % 15-% 50 'si kadar akım çeker. Bu akımın bileşenleri; I_m (stator manyetik alanı) manyetik alan akımı ve kayıpları karşılamak için I_w akımıdır. Motorun boştaki güç katsayısı 0,1–0,3 gibi değerlerdir.

Boş çalışmadaki güç: $P_b = \sqrt{3}U_h I_b \cos \phi_b$

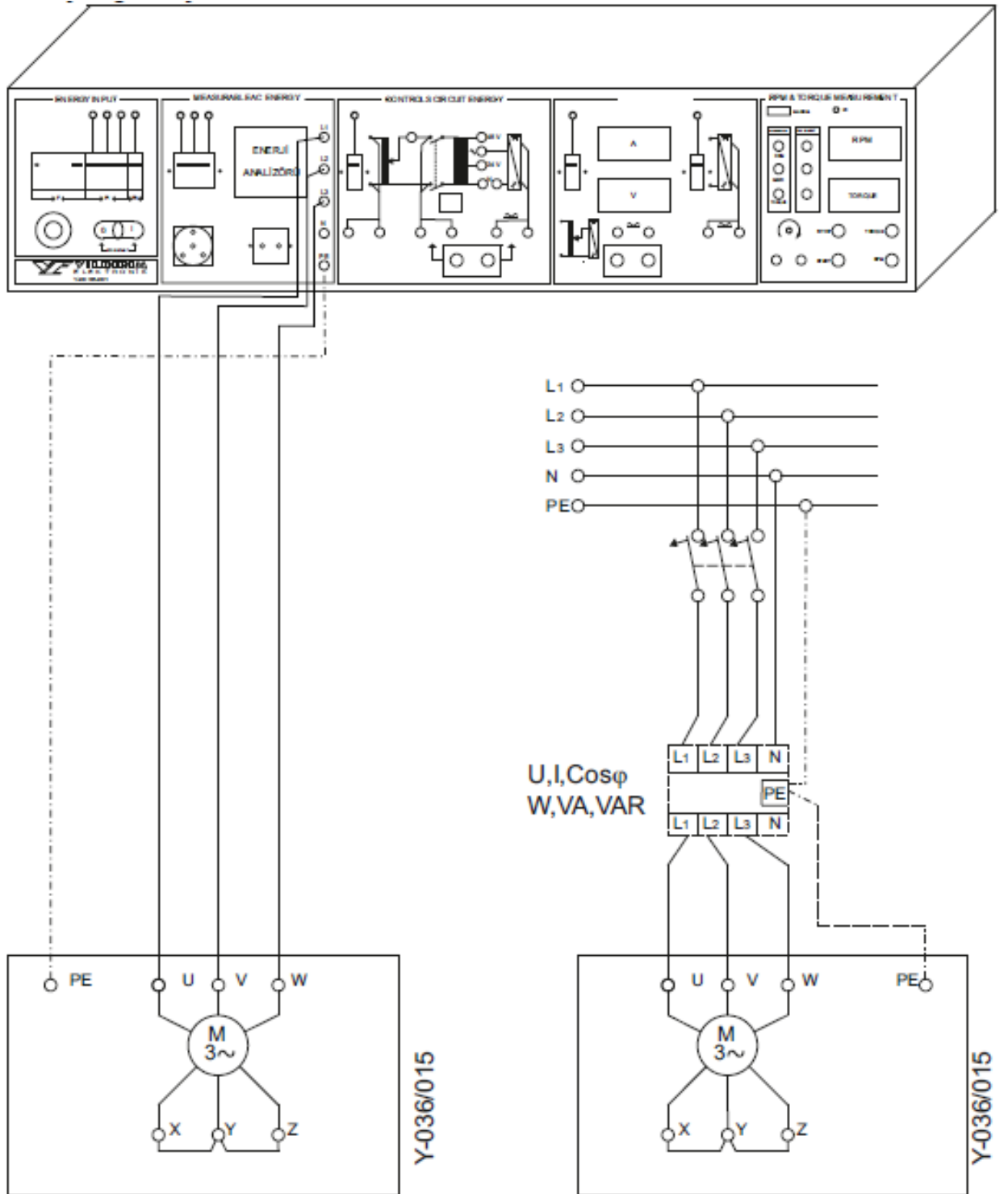
Boştaki kayıplar ise $P_b = P_{cub} + P_{fe} + P_{sü}$ şeklindedir.



Şekil 2.1: Asenkron motorun boş çalışma akım bileşeni

Asenkron motorun döner alanı boşta–yükte değişmez. Devir sayısı ise boşta–yükte çok az bir değişim gösterir. Boş çalışmada bakır kayıpları vardır. Bu kaybın çok az olması gerekir. Çekilen akımda olduğu gibi.

Araç Gereçler:	
-Deney masası -Raylı motor sehpa -Seyyar 3 fazlı enerji ünitesi -Üç faz asenkron motor -Takometre (el tipi)	



Şekil 2.2 Üç faz asenkron motorun boş çalışması deney bağlantı şeması

Deneyin yapılışı:

Not: Deneyde 4kw asenkron motor vb. kullanılması, ölçüm değerlerinin büyük olması nedeni ile ölçüm ünitesinde daha rahat görülmesi içindir.

- Şekil 2.2'deki deney devresini kurunuz.
- Motor klemensi λ bağlı olarak nominal gerilimini uygulayınız.
- Motor kalkış parametrelerini gözlemleyip kaydediniz (I)
- Motor normal çalışmasında enerji analizöründen U,I,Cos ϕ ,W,VA,VAR değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- Takometre ile motor milinden (n_r) rotor devrini ölçüp kaydediniz.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

- Motor klemensini Δ bağlayıp nominal gerilimi uygulayarak yukardaki deney işlem sırasını uygulayınız.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

Deneyde alınan değerler:

(λ bağı) Enerji analizörü														AÇIKLAMA
U	I	Cosφ	W	VA	VAR	Kalkış Akımı								
50														
100														Kalkış akımı=
150														
220														

Değerlendirme :

Soru 1: Asenkron motor boş çalışma deneyi hangi amaçla yapılmıştır? açıklayınız.

Soru 2: Boş çalışmada Cosφ neden küçüktür? açıklayınız.

Soru 3: 220 V ile boşta çalışan motorun (Pcu) bakır,(Pfe) demir,(Psü) sürtünme kayıpları toplamını bulunuz. Buradan Cosφ değerini hesaplayınız.

Soru 4: Bir önceki soruda bulunan Cosφ ile ölçülen Cosφ aynı mı? değilse sebebini açıklayınız.

Soru 5: Kalkış akımları λ yerine Δ bağlantı yapılsaydı farklı olur muydu ve sebebi nedir? açıklayınız.

Deney No 3: BİR FAZLI TRANSFORMATÖRÜN BOŞTA ÇALIŞMASI VE DÖNÜŞTÜRME ORANININ BULUNMASI

Deneyin amacı: Transformatörün boş çalışmasını analiz edip, boş çalışmadaki kayıpları kavramak ve trafo dönüştürme oranını hesaplamak konuyla ilgili bilgi-beceri kazanmak.

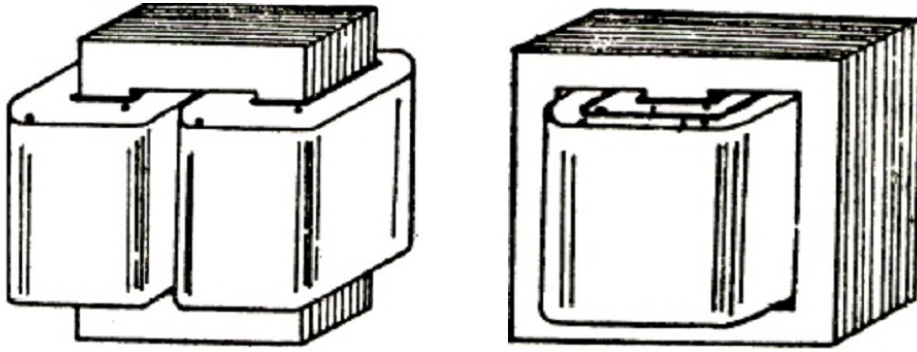
TEORİK BİLGİ

3 BİR FAZLI TRANSFORMATÖRLER:

A.C. devrelerinde, frekansı değiştirmeden gerilimi değiştirerek bir A.C. devreden başka bir A.C. devreye enerjiyi ileten statik elektrik makinaları, transformatörler bir fazlı olarak imal edilir. Geniş bir alanda çok amaçlı olarak kullanılırlar.

3.1. Bir fazlı transformatörün çalışması, yapısı:

Bir fazlı trafolar basit elektrik makinaları olup farklı alanlarda çok amaçlı kullanılır. Bu elektrik makinaları (trafo), manyetik nüve denilen ince silisyumlu saçların preslenmesi veya aynı saçlardan spiral şeklinde sarılarak yapılıp, bu nüve üzerine değişik şekil ve yapıda primer-Sekonder sargılarından oluşmaktadır.



Şekil 3.1: Basit bir fazlı trafo

Gerilim uygulanan sargılar birinci devre primer sargı, yüke bağlanan akım çekilen kısım ikinci devre Sekonder sargıdır. Sekonder devreden alınan gerilim, primer devreye uygulanan gerilimden küçük ise düşürücü trafo; Sekonder devreden alınan gerilim primer devreye uygulanan gerilimden büyükse yükseltici trafo denir. Primer sargıya A.C. gerilim uygulandığında sargıdan geçen A.C. akım değişken bir akı yaratır. Bu manyetik akı hem nüve ve primer Sekonder sargılarını keser, değişken bir manyetik alan içinde bulunan sargılarında değişken bir alan indüklenir. Bu sargılarda indüklenen E.M.K. değeri; manyetik akı, uygulanan A.C. gerilimin frekansı ve sargıların sarım sayısı ile doğru orantılıdır.

Yukarıda açıklamaya çalıştığımız gibi trafonun çalışması; elektromanyetik indüksiyon yoluyla elektrik enerjisini bir veya birden fazla devreye aynı frekansta aktarılmasıdır.

3.2. Trafoda indüklenen EMK ve dönüştürme oranı:

Trafoda indüklenen EMK, primer sargısının meydana getirdiği manyetik akıya, uygulanan A.C. gerilimin frekansına, manyetik nüvenin özelliğine ve bobinin sarım sayısına bağlıdır.

Buna göre;

$$E_1 = 4,44.f.\Phi_m.N_1.10^{-8} \text{ Volt.}$$

Trafoların dönen parçaları olmadığından dolayı verimleri çok yüksekmekinalardır. Oluşan bakır–demir kayıpları çok küçük değerlerdir. Kayıplar göz önüne alınmadığı zaman primer–sekonder devre güçleri eşit kabul edilir.

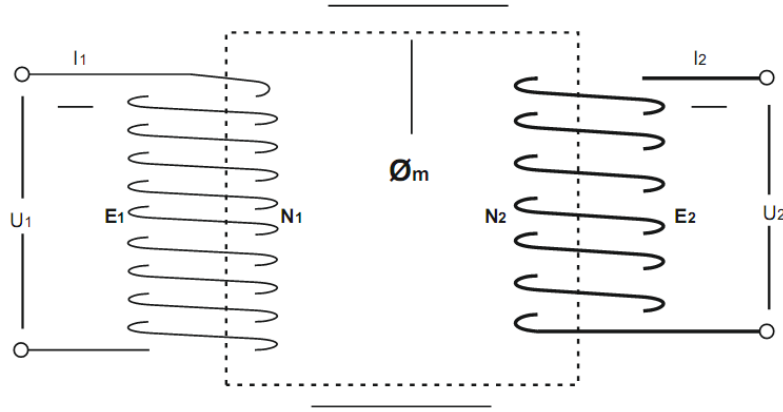
$$P_p = P_s ;$$

$$E_1 \cdot I_1 \cdot \cos\phi = E_2 \cdot I_2 \cdot \cos\phi$$

Bu eşitlik yardımı ile

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} = a$$

Denklemden anlaşılacağı gibi, gerilimler sarım sayıları ile doğru, akımlar ile ters orantılıdır. Bu orana trafoların dönüştürme oranı denir veya K harfi ile gösterir.



Şekil 3.2 Bir fazlı transformatör prensip şeması

3.3. Bir fazlı transformatörün bağlantısı:

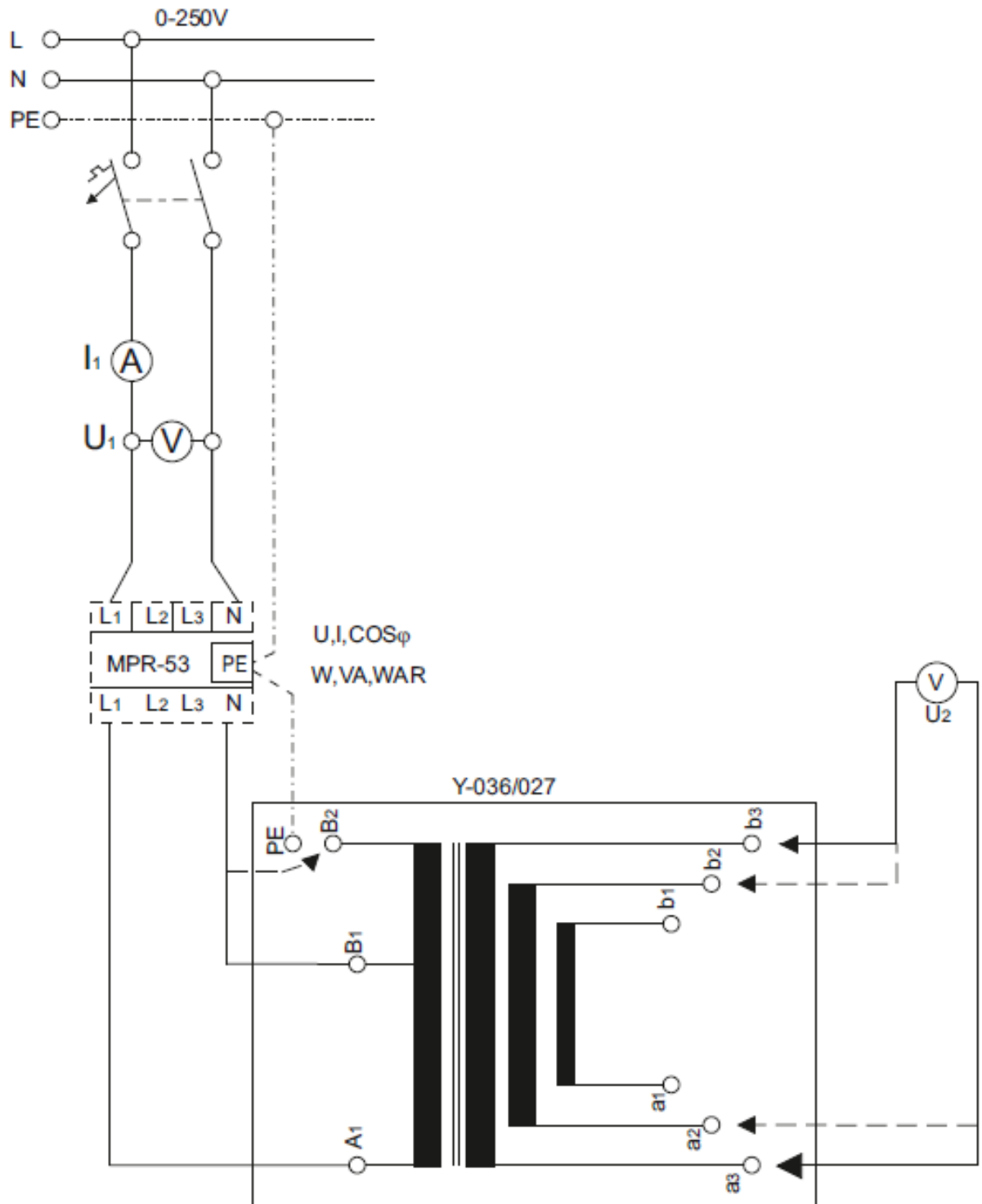
Bir fazlı trafoların sargı uçları harf ve rakamlarla ifade edilmekle beraber trafo etiketi incelenmelidir.

Primer sargı uçlarında A–B veya bölünmüş sargılı ise A –B₁, A₂–B₂ gibi büyük harflerle ortak uçlu ise ortak uç N harfi ile gösterilir. Sekonder sargı uçları; a–b veya birden fazla sargılı ise a₁–b₁, a₂–b₂ gibi ortak uçlu ise ortak uç N harfi ile gösterilir.

Trafo etiketindeki belirtilen değerler doğrultusunda kullanılmalıdır.

Araç Gereçler:	
-Deney masası -A.C ölçüm ünitesi -Enerji analizörü -Bir faz transformatör -1 fazlı varyak -Multimetre	

Deney bağlantı şeması :



Şekil 3.3 Bir fazlı transformatörün boş çalışması devre şeması.

Deneyin yapılışı:

Not:*Transformatör etiket değerlerini dikkate alınız. İki primer gerilimi belirtilen transformatörde sekonder gerilim değeri, büyük primer değeri uygulandığındaki değerlerdir Primere uyguladığınız gerilime göre sekonder sargılarındaki gerilim değerleri değişecektir.

**Ölçüm ünitelerinde, boş çalışma deneyinde I,Cosφ güç değerlerini akım değeri küçük olduğundan görülemeyebilir bu konumda mA ölçüm özellikli multimetre kullanınız.

-Şekil 3.3'deki deney bağlantısını kurunuz.

Deney No 4: ÜÇ FAZ SENKRON MOTORUN YÜKTE ÇALIŞMASIYLA SENKRON MOTORUN “V” EĞRİSİNİN ÇIKARILMASI

Deneyin Amacı: Senkron motorun uyarım akımı (I_u) ile yük akımı I arasındaki ve $\cos\phi$ değişimini incelemektir.

TEORİK BİLGİ

4. SENKRON MAKİNA

Senkron makinalar hem A.A genaratör hem de motor olarak kullanılır. Senkron makinalarda rotor hızı ile döner alan hızı birbirine eşittir. Bu makinalarda kayma sıfırdır. Senkron makinalar hem boşta hem de yükte senkron hızla dönerler. Senkron makinada generatör olarak çalışmada döner alan, dönme hareketi sağlayan doğal mıknatıs veya elektro mıknatısla sağlanır. Motor olarak çalışan senkron makinada yük belirli bir değerden fazla olursa makina senkron devirden düşer ve durur. Bu durumda sincap kafes yoksa kısa devre durumu meydana gelir.

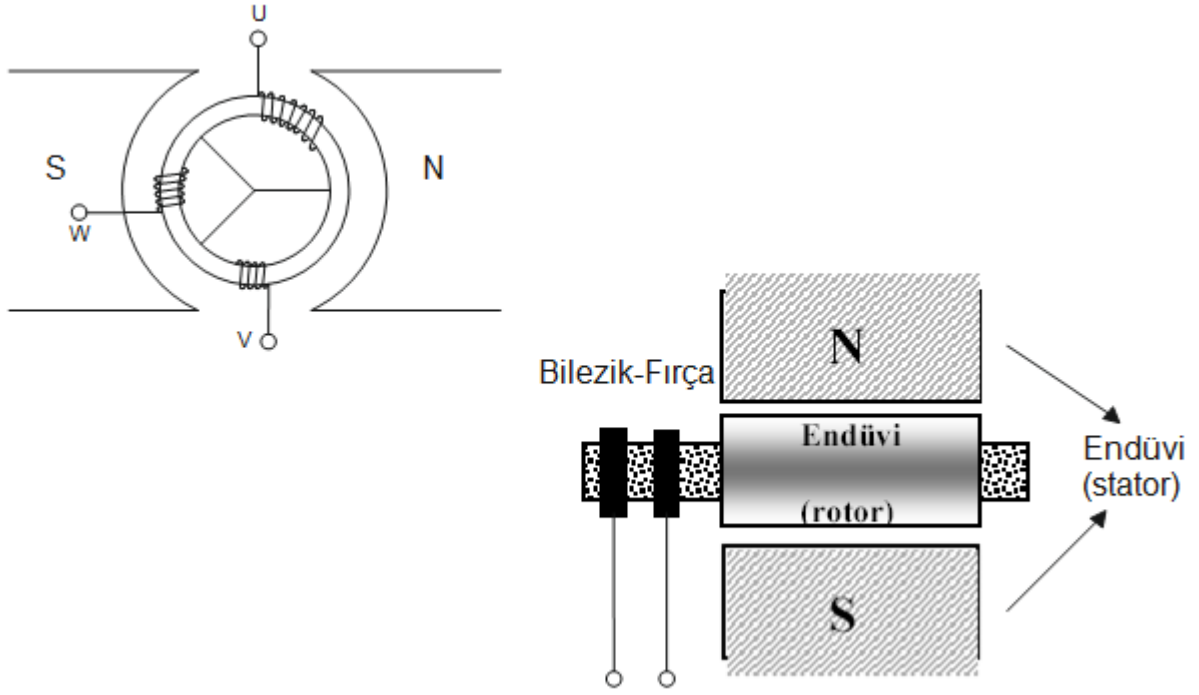
Senkron makinaların kullanım alanları hem motor hem de generatör özelliği kullanılarak oldukça yaygın kullanımı vardır.

4.1. MAKİNA YAPISI

Senkron makinalar döner alan hızı ile dönen makinalar olup kayma sıfırdır. Senkron makina generatör ve motor olarak kullanılır. Senkron makinadan A.C elektrik enerjisi alınıp mekanik enerji verilirse generatör; A.C elektrik enerjisi verilip mekanik enerji alınırsa senkron motor olur.

Senkron makinanın rotoruna, endüktör veya uyarım devresi denir. Uyarım sargıları D.C gerilim uygulanır. Stator ise endüvi adını taşır, bu sargılar A.A devresini oluşturur. Bu nedenler senkron makinalarda hem D.C hem de A.C devresi bulunur. Senkron makinaların devir sayısı yükte değişmez. Sabit devirli sayılırlar. Alternatör olarak kullanımda elektrik A.C enerji elde edilir. Senkron motor olarak kullanımda mekanik enerji elde etmek ve şebekelerin güç katsayısı düzeltmek amacıyla kullanılır. Senkron makinalar yapacakları ve kullanım alanına göre farklı imalat ve özelliklere göre yapılırlar. Senkron makinaların çeşitleri genel olarak şöyle sıralanır:

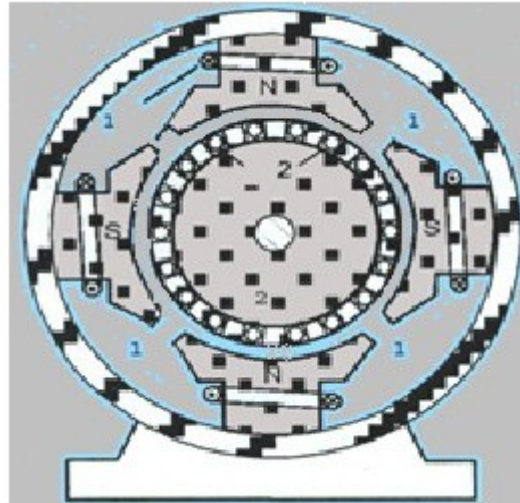
- *Stator yapılarına göre
- *Rotor yapılarına göre
- *Kullanış durumuna göre
- *Kullanış şekline göre



Şekil- 4.1: Senkron makina şematik gösterimi

4.2. HARİCİ KUTUPLU SENKRON MAKİNA

Bu tip makinalarda uyarım sargısı kutupların üzerine monte edilmiştir. Düşük uyarım gücü stator sargısı üzerinden iletilip, yüksek döndürme gücü rotor bileziklerinden iletilir. Bu durum yüksek güçlü makinalarda bilezik-fırça ve yalıtımda sorunlar yaratır. Bu nedenle genellikle 50 kW güce kadar kullanımı vardır.

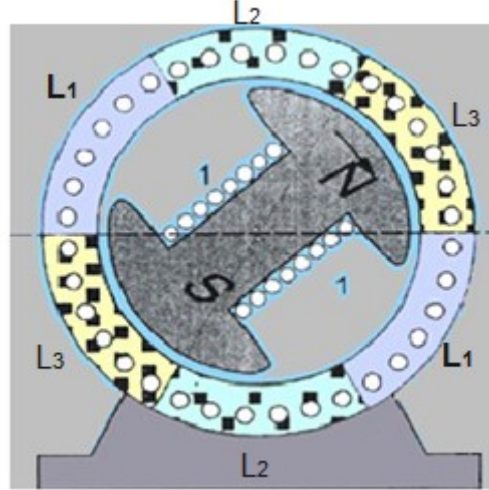


- 1- Uyarım sargısı
- 2- Üç fazlı sargı
- a. uyarım sargı (devresi)
- b. üç fazlı sargı

Şekil- 4.2: Harici kutuplu senkron makinaprensibi şeması

4.3. DAHİLİ KUTUPLU SENKRON MAKİNA

Dahili kutuplu senkron makinada üç faz sargıları stator üzerinden bulunur. Bu makinalar düşük uyartım gücü rotora bilezik halkaları-fırçalar yardımıyla iletilir, bunlar (rotoru) tek kutuplu ve tam kutuplu olarak da yapılırlar. Dahili kutuplu makinalar yüksek güç ve gerilim değerinde yapıp kullanılır. Tek kutuplu makinalar (tek kutuplu rotor) uyartım sargısı kutup kolu üzerine monte edilmiştir. Bu makina düşük devir sayısı için idealdir. Tam kutuplu makinada uyartım sargısı rotorun oyuklarına yerleştirilmiştir. Bu makinalar da yüksek devir sayısı için uygundur.



- 1: Uyartım sargısı
- L1:1. Faz sargısı
- L2:2. Faz sargısı
- L3:3. Faz sargısı
- L4:4. Faz sargısı

Şekil- 4.3: Tam kutup rotorlu dahili kutuplu makina prensip şeması

4.4. AMORTİSMAN SARGILARI:

Senkron makinalarda bazı tip ve yapılarda rotora ilave olarak bir kısa devre kafesi oluşturulmuştur. Buna amortisman sargısı denilir. Bu sargının görevi simetrik olmayan yükleme ve yüklemekten dolayı doğan darbelere karşı ve bu anlarda meydana gelen salınımları yol eden bir etki oluşturmaktır. Amortisman sargıları şu fonksiyonları yerine getirir.

- *Senkron alternatörlerin paralel olarak bağlanmasında şebeke kararlılığını sağlar.
- *Alternatörlerde ilave kayıpların oluşmasını engellemek amacıyla ani yük değişimlerde meydana gelecek salınımları yok etmek
- *Senkron makinalarda asenkron kalkınma özelliği sağlamak

4.5. SENKRON MAKİNALARDA UYARTIM

Alternatörlerde enerji üretiminin oluşması için uyartım sargılarına uygulanan D.C akım ve onun sayesinde oluşan manyetik alana ihtiyaç vardır. Genel olarak bu uyartım gücü makinenin %0,2-%5 gücü kadardır. Senkron makinalarda çeşitli uyartım yöntemleri vardır.

4.5.1 Kendinden uyartım: Alternatör tarafından üretilen enerji kullanılır. Aynı D.C dinamolarda olduğu gibi.

4.5.2 Uyarım dinamosu (özel kendinden) uyarım: Bu uyarım sisteminde alternatörle aynı milde akuple dönen, uyarım dinamosu vardır. Genellikle şönt dinamo kullanılır. Kendinden uyarım sistemi emniyet açısından tercih edilen sistemdir.

Yabancı uyarım (serbest uyarım): Uyarım için gerekli D.C enerji tamamen ayrı bir kaynaktan sağlanır ve uyarım sargılarına uygulanır.

Alternatörlerde gerilim ayarı, uyarım akımının ayarlanması ile yapılır. Ayrıca alternatör yükü değiştiğinde uyarım akımında ayarlanması gerekir. Alternatörün beslediği yük özelliği omik-endüktif olunca alternatör gerilimi düşümüne sebep olacağından uyarım akımının artırılması, kapasitif olunca uyarım akımının azaltılması gerekir. Alternatörün uyarımı otomatik usullerle yapılır.

4.6. SENKRON MOTORUN ASENKRON MOTORLA MUKAYESESİ

Senkron motorun statoru A.A, rotoru D.A beslenir; asenkron motorda tek besleme statorlarda A.A kullanılır.

Asenkron motorlar endüktif yüküdür. Dolayısıyla $\cos\phi$ endüktiftir. Senkron motorda ise uyarım ayarlanarak omik-endüktif kapasitif özellik gösterir.

Asenkron motorda devir sayısı yük ile değişir. Senkron motorda ise değişmez. Yük momenti motor momentinden büyük olursa motor durur.

Asenkron motorda stator-rotor meydana gelen manyetik etkisiyle rotorda dönme momenti oluşur. Senkron motorda ise endüvi-endüktör de meydana gelen alan kilitlenerek senkron hızda döner.

4.7. SENKRON MOTORDA İLK HAREKET VE YOL VERME METODLARI

Senkron motorun çalışması yani rotorun dönmesi için rotor kutupları ile stator dönen alan kutupları birbirini çekerek kilitlenmeyi sağlayan zıt isimli kutupların karşılıklı bulunması gerekir. Bu nedenle senkron motoru çalıştırmak için rotorun devir sayısını senkron devire veya ona yakın devire kadar yükseltmek gerekir. Bu şekilde rotorun sabit kutupları döner alan kutuplarıyla kolayca kilitlenir. Kilitlenme ile zıt kutuplar birbirine çekerek döner alan yönünde ve döner alan hızında döner.

Senkron motor kutuplarına, düzgün bir moment elde etmek ve motorun kendi kendine yol almasını sağlamak amacıyla sincap kafes çubukları yerleştirilir. Sincap kafes kısa devre çubukları alternatör olarak çalışmasında gerilim değişmelerini motor olarak çalışmasında moment değişimlerini önler.

Yol verme yöntemleri:

- Yardımcı döndürme makinası ile
- Şebeke ile senkronize ederek
- Senkron motora akuple uyarım dinamosu ile
- Senkron motoru asenkron motor olarak çalıştırıp yol vermek
- Senkron motoru bilezikli asenkron motor olarak çalıştırıp yol verme

- Enerji üniteli deney masası
- 3 fazlı varyak
- Raylı motor sehpa
- Üç fazlı senkron makina
- Fuko freni
- Enerji analizörü
- Takometre (devir ölçer)

17

Yük akımının uyartım akımına göre değişimi “V” harfine benzediği için $I_y=f(I_u)$ eğrilene “V” eğrisi denir. Aynı deneyde $\cos\phi=f(I_u)$ uyartım akımına göre $\cos\phi$ değişimi eğrisinde elde edilir, bu eğride ters “^” dir. Bu eğriler yardımıyla hangi yükte ne kadar uyartım akımı gerektirdiği ve aynı zamanda motorun hangi uyartım değerinde hangi özellikte çalıştığı anlaşılır.

Deneyin yapılışı:

- Şekil- 4.4'teki deney devresini kurunuz.
- Deneyde kullanılan senkron motor küçük güçlü olduğundan asenkron motor gibi boşta çalıştırınız.
- Senkron motor boşta çalışırken (lu) uyartım akımını ayarlayarak $\cos\phi=1$ olmasını sağlayınız. Bu konumda enerji analizörü parametreleri U, I, $\cos\phi$, W, VA, VAR ile lu, Uu, n, Nm değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- Uyartım akımı (lu) $\cos\phi=1$ yapan değerden daha küçük değere düşürüp (endüktif) ölçüm aletlerini gözlemleyip değerleri kaydediniz.
- Uyartım akımını (lu) $\cos\phi=1$ değerden daha büyük değere yükseltip (kapasitif) ölçüm aletlerini gözlemleyip değerleri kaydediniz.
- Senkron motorun manyetik toz fren yardımıyla önce $\frac{1}{2}$ yükte sonra tam yükte yükleyip uyartım akımı (lu) ayarlayarak senkron motoru omik (rezistif) ,endüktif, kapastif özellikte çalışmasını sağlayınız.
- Yukarıda belirtilen bütün konumlarda enerji analizörü parametreleri U, I, $\cos\phi$, W, VA, VAR ile lu, Uu, n, Nm değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- Senkron motoru boş konuma getiriniz.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

Deneyde alınan değerler:

[illegible]

Değerlendirme:

Soru 1: Senkron motorun farklı elektriksel yük özelliğinde çalışmasını sağlayan etkeni açıklayınız.

Soru 2: Deneyde alınan değerlerle (I_y) yük akımı ile (I_u) uyarım akımı arasındaki değişimi veren "V" eğrisini ; aynı değerlerde $\cos\phi$ ile I_u arasındaki değişimi veren ters V eğrisini de çizin ve açıklayınız.

Soru 3: Senkron motoru asenkron motordan ayıran özelliklerden 3 tanesini yazınız.

Soru 4: Senkron motor deneyinde ölçtüğümüz $\cos\phi$ değerinin ileri veya geri olarak ayarlanabiliyor olması özelliği sanayide nasıl işimize yarar?

Deney No 5: BİR FAZLI YARDIMCI SARGILI ASENKRON MOTORUN HIZ-MOMENT KARAKTERİSTİĞİNİN ÇIKARILMASI VE DEVİR YÖNÜNÜN DEĞİŞTİRİLMESİ

Deneyin Amacı: Bir fazlı yardımcı sargılı-kapasitörlü motorları tanımak, çalışma özelliklerini çıkarmak, dönüş yönü işlemini yapmak ve hız-moment karakteristiğini çıkarmaktır.

TEORİK BİLGİ

5. BİR FAZLI MOTORLAR

Bir fazlı yardımcı sargılı kondansatörlü motorlar prensip olarak üç fazlı asenkron motorların aynıdır. Bu motorla üç faz şebekenin olmadığı veya kullanımı düşünülmeyen yerlerde genellikle 2HP (1,5 KW) güce gerek duyulan yerlerde çeşit amaçlı makina-cihaz-ev aletlerinde kullanılır. Bu motorlar bir fazlı asenkron motor, yardımcı sargılı (yol verme) bir fazlı motor veya kondansatörlü tek fazlı alternatif akımlı motorlar olarak adlandırılır. Bu tür motorlar, elektrikli ev aletleri-büro makineler-elektrikli araçlar ve küçük güçlü iş makinelerinde sıkça kullanılır.

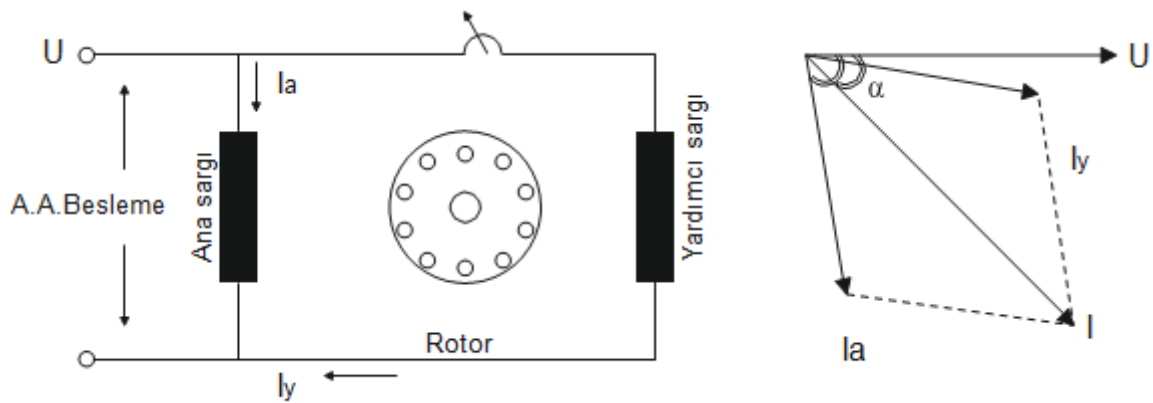
5.1 MAKİNANIN YAPISI – ÇALIŞMASI

Bir fazlı yardımcı sargılı motorların genel yapısı üç fazlı asenkron motorlar gibidir. İki ana kısımdan oluşur.

***Stator**

***Rotor, yatak-kapak-gövde v.s**

Birbirlerine 90° elektrikli açı ile yerleştirilmiş iki farklı özellikteki stator sargısından oluşan motorlara yardımcı sargılı motorlar denir. Motor nominal devrin %70–80 ulaştığında santrifüj anahtarı (yol verme) yardımcı sargıyı devreden çıkarır, bu anahtar merkez kaç kuvveti ile çalışır. Bu motorların rotorları sincap kafeslidir. Yol alma sürecinde ana sargı ve yardımcı sargı birbirlerine besleme kaynağına paralel bağlıdır.

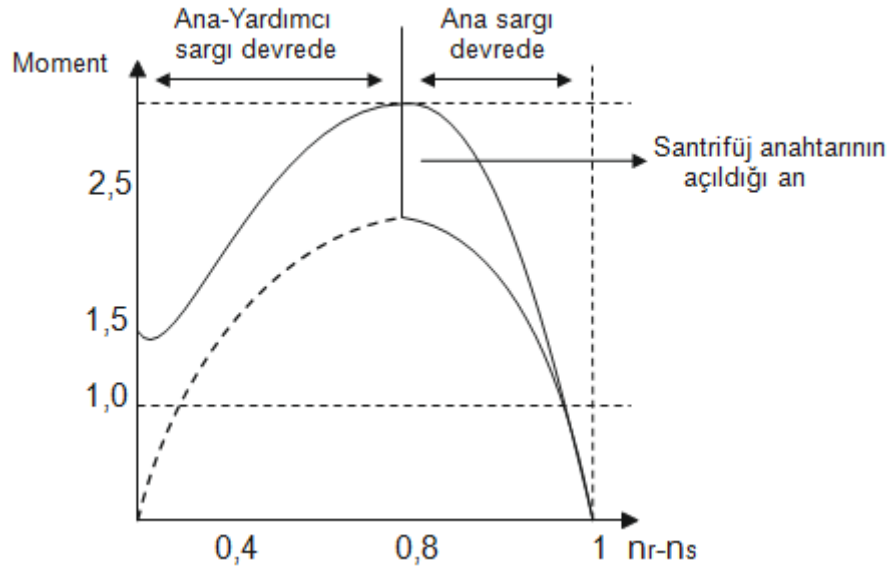


Şekil- 5.1: Yol verme kondansatörlü motor ve vektör diyagramı

Ana sargı: Kalın kesitli bakır iletkenlerden çok sipirlidir. Statorun 2/3 nü kaplar, bu sargının reaktansı büyük direnci küçüktür. Bu nedenle ana sargıdan geçen I_a akımı uygulanan U gerilimine göre oldukça geridedir.

Yardımcı sargı: İnce kesitli bakır iletkenlerden az sipirlidir. Statorun 1/3 nü kaplar sargı ana sargıya göre reaktansı küçük, direnci büyüktür. Bu nedenle yardımcı sargıdan geçen I_y akımı ile uygulanan U gerilimi arasındaki faz farkı küçüktür. Bu motorların sargılardan

geçen la-ly akımları arasında oluşan faz farkı nedeniyle stator de döner manyetik alan ve motorun dönme momenti oluşur. Bu motorlarda kalkınma akımı nominal akımın 6-7 katına kadar çıkar. Yardımcı sargı yapısı itibariyle akım yoğunluğu yüksektir. Bu nedenle aşırı ısınır. Şayet yol alma anı uzun sürer ise veya devreden çıkartılmaz ise sargı yanar, yaklaşık olarak yol alma süresi beş saniyeyi geçmez, yardımcı sargıda bu sürede devrede kalır. Yardımcı sargılı motorlarda moment başlangıçta (yol alma anında) nominal momentin (tam yük) %150 sine kadar olup motor hızı arttıkça moment de artarak %250 sine ulaşır. Yardımcı sargı devreden çıktıktan sonra motorun momentinin dengelendiği an hız nominal değere ulaşır.



Şekil- 5.2: Yardımcı sargılı asenkron motorun hız-moment eğrisi

Bu tip motorlar güçleri küçük ve momentleri düşük yüklerde kullanılır.

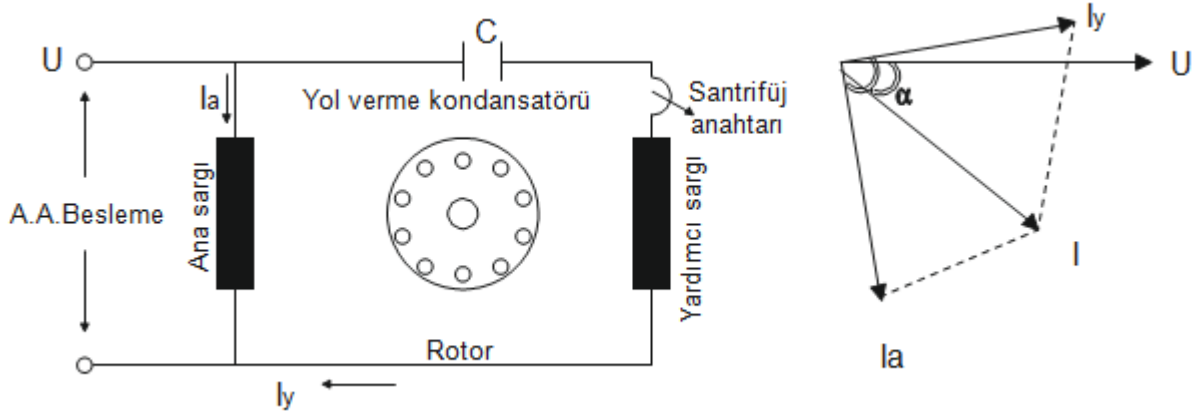
5.2. ÇEŞİTLERİ VE ÇALIŞMASI

Yardımcı sargılı asenkron motorlarda tek fazda stator sargılarından geçen la-ly akımları arasındaki faz farkı 90° 'ye ulaştırılmalı dolayısıyla düzgün döner alan meydana gelmesi sağlanmalıdır. Bunun için ana-yardımcı sargı özellikleri ile birlikte yardımcı sargının devresine seri kondansatör bağlanır. Ayrıca motorda yüksek değerlerde kalkınma-dönme momenti içinde yardımcı sargı devresine paralel olarak kalkınma kondansatör bağlanır bu özelliklere göre motor çeşitleri ve çalışma karakteristikleri şöyle olur:

- *Yardımcı sargılı motor
- *Yol verme kondansatörlü motor
- *Sürekli kondansatörlü motor
- *Çift kondansatörlü motor olarak çeşitleri vardır.

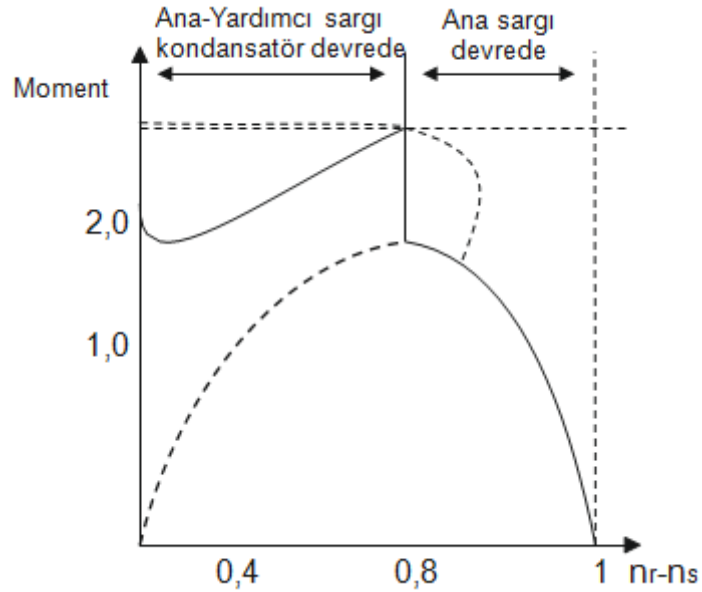
5.2.1 Yol vermeli kondansatörlü motor:

Bu tip motorun yardımcı sargısına seri bağlı kondansatörlü ise kondansatör yol vermeli olarak tanımlanır. Kondansatör, yardımcı sargı ile birlikte sadece yol alma anında devrededir. Motor daha yüksek momente sahiptir. Bu motorlar iki gerilime göre de yapılırlar. Ana sargı iki sargıdan oluşur. 220 v için seri bağlanır. 110v gerilimde paralel bağlı çalışırlar.



Şekil- 5.3: Yol verme kondansatörlü motor ve vektör diyagramı

Kondansatör yol vermeli motorda yardımcı sargı siper sayısı daha fazla olabilir. Kondansatör seçiminde I_a - I_y arasındaki faz farkı 90°'ye göre yaklaşmalıdır. Bu tip motorda yardımcı sargı akımı azalır. Kalkınma akımı da nominal akımın 4-5 katı olur. Kondansatör yol vermeli motorda kalkınma momenti yüksektir. Kalkınma anından sonra normal yardımcı sargılı motor özelliği gösterir.

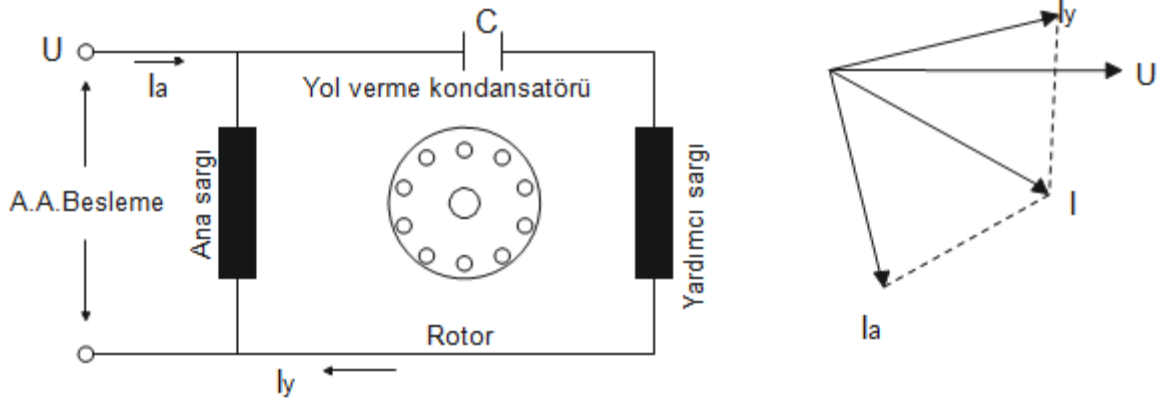


Şekil- 5.4: Kondansatörlü yol verme motorun hız moment eğrisi

Bu tip motorlar yüksek kalkınma momenti gerektiren yerlerde kullanılır. Kalkınma süresince ana-yardımcı sargı ve kondansatör devrede olur ve kalkınma momenti yüksek olur. Motor nominal hızın %75-80 ulaştığında yardımcı sargı ve kondansatör devreden santrifüj anahtarla devreden çıkar, şayet anahtar devreyi geç açar veya açmazsa kondansatör bozulur. Bu tip motorlar büyük güçlü olarak ta yapılır.

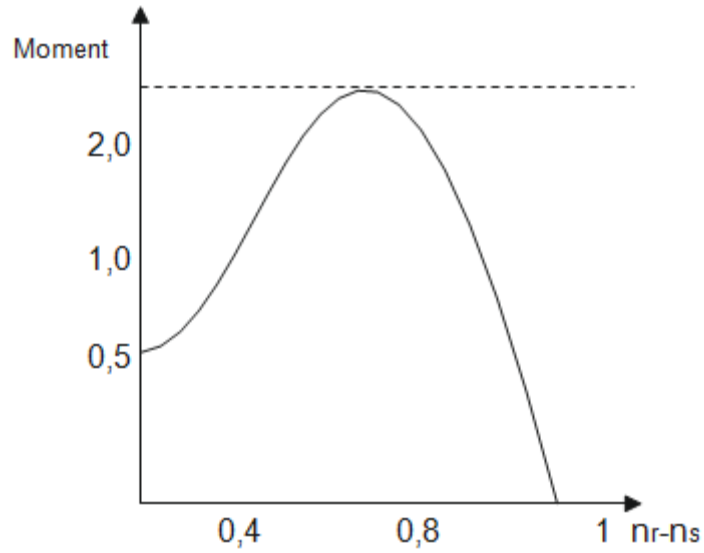
5.2.2 Sürekli kondansatörlü motor:

Bu tip motorlar yardımcı sargılı kondansatörlü motorların bir çeşididir. Yardımcı sargıya seri bağlı kondansatör çalışma süresince hep devrede kalır. Yüksek moment özelliğine sahiptirler. Bu motorların kalkınma momentleri düşüktür, çünkü kondansatör değeri sürekli devrede olacak şekilde tespit edilmiştir. Bu motorda ana sargı direkt şebekeye bağlanır. Yardımcı sargı ise seri bağlanan kondansatörle şebekeye bağlanır. Bu motorlarda da santrifüj anahtarı kullanılmaz.



Şekil- 5.5: Sürekli kondansatörlü motor ve vektör diyagramı

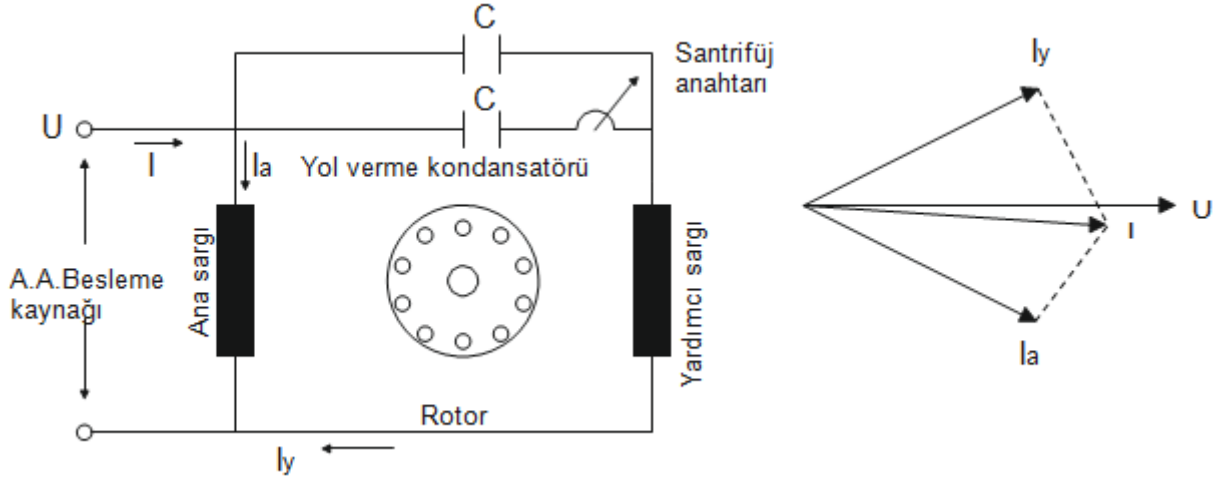
Bu tip motorlar sessiz çalışırlar. Bundan dolayı bu özellikle sabit yüklü yerlerde çoğunlukla kullanılır. Bu motorlar iki fazlı motor gibi özellik gösterip, sargılı ürettiği manyetik alan ϕ_a - ϕ_y birbirine eşittir ve aralarındaki faz farkı 90° 'dir. Bu tip motorlar 0,5 Kw altındaki güçlerde oldukça fazlaca üretilip kullanılırlar.



Şekil- 5.6: Sürekli kondansatör motorun hız-moment eğrisi

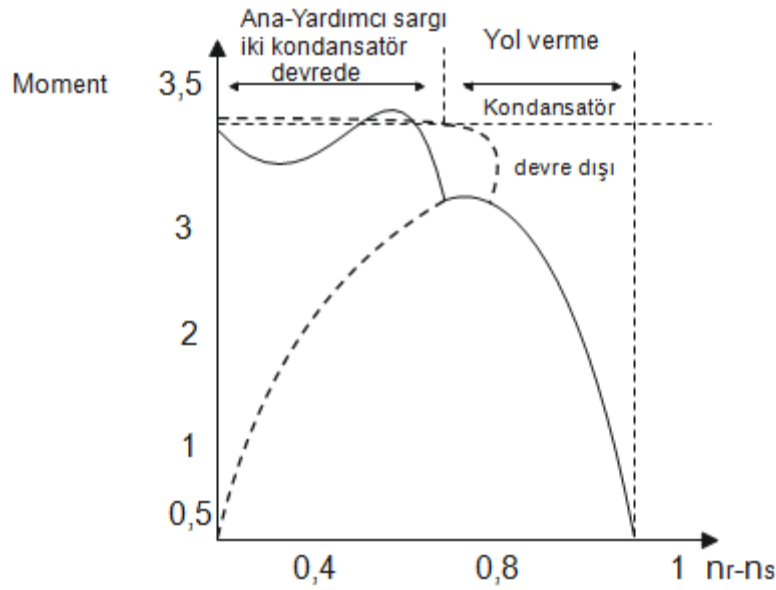
5.2.3 Çift kondansatörlü motorlar:

Bu motor tipide sürekli kondansatörlü motordaki sakıncayı kalkınma momenti düşüklüğünü ortadan kaldıran yapıda tasarlanmıştır. Bu motorda yardımcı sargıya bağlı farklı değer özellikle iki kondansatör kullanılır. Bu motorlar kalkınma anında kapasitesi yüksek, normal çalışmada kapasitesi düşüktür. Bu motorlar en iyi kalkınma momenti ve normal çalışma şartları vardır.



Şekil- 5.7: Çift kondansatörlü motor ve vektör diyagramı

Bu motorlarda kapasitesi büyük kondansatör elektrolit yol verme kondansatörü olarak, kapasitesi küçük olan kondansatör kağıt kondansatör sürekli çalışma amaçlı kullanılır. motor nominal devrinin %75 ine geldiğinde merkez kaç anahtar (santrifüj) yol verme kondansatörünün devreden çıkarır. Bu motorlarda çok iyi kalkınma momenti, iyi hız regülasyonu bire yakın güç katsayısı vardır. Bu özellikleri istenilen yerlerde kullanılır.



Şekil- 5.8: Çift kondansatör motorun hız-moment eğrisi

Bu motorlar, kompresörlerde soğutma cihazlarında, kuvvetli yol alma ve iyi hız regülasyonu istenen yerlerde kullanılır.

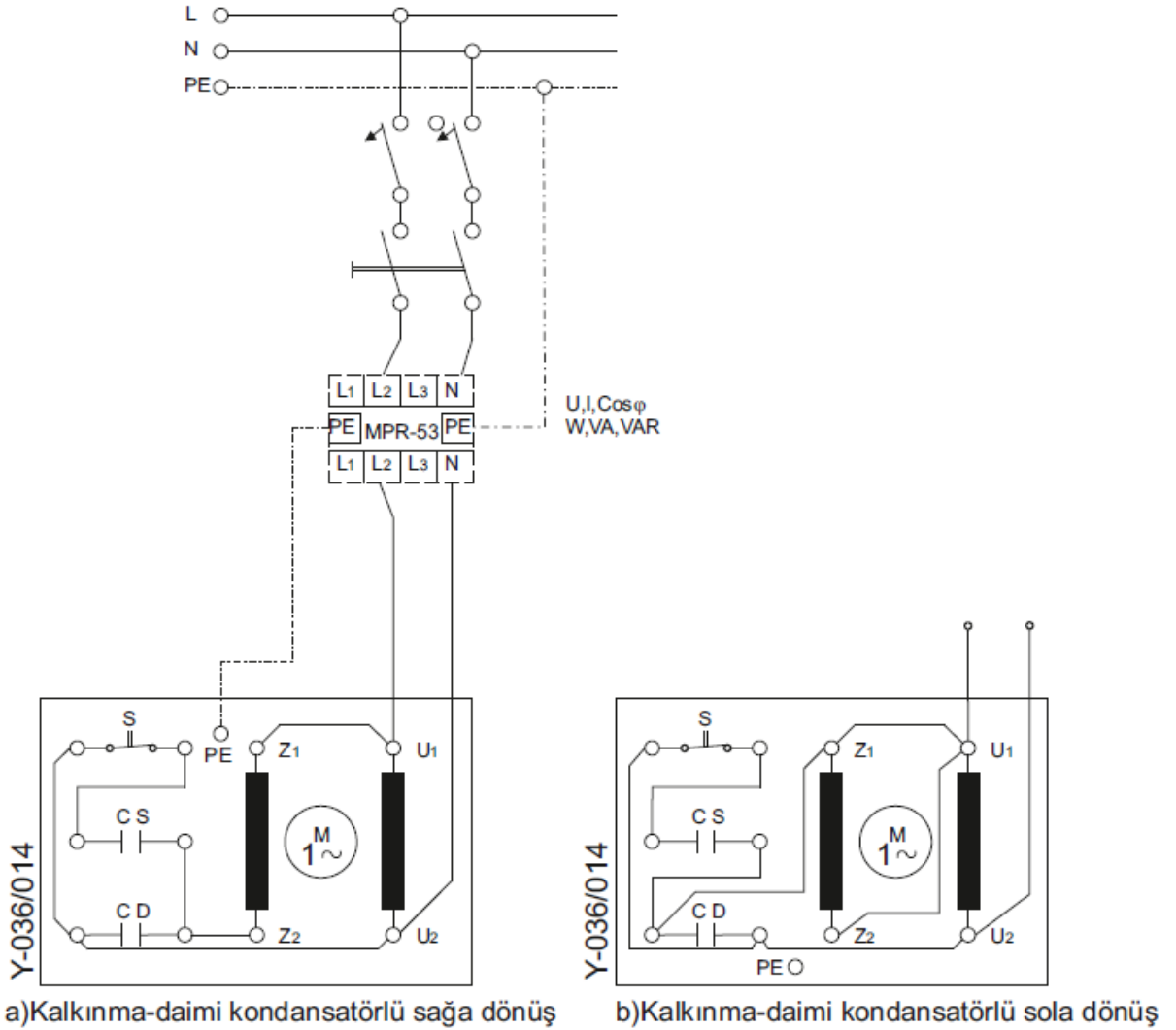
5.3. DEVİR AYARI – DEVİR YÖNÜ DEĞİŞİMİ:

Üç fazlı asenkron motorlarda olduğu gibi yardımcı sargılı motorlarda devir sayısı kutup sayısı ve şebeke frekansına bağlıdır. Bu motorlarda boşta ve yükteki devir sayıları arasında %5 e kadar değişim gösterir, bu nedenle de devir sayıları sabit kalır. Kademeli devir sayısı için kademeli ana-yardımcı sargı kullanılabilir. Yardımcı sargılı motora uygulanan gerilim düşürülerek de (ayarlanarak) motor devri ayarlanır, kaymanın büyümesi ve kayıpları düşünülmediğinde bu yapı uygulanır. Yardımcı sargılı motorların devir yönü değişimi ana sargı veya yardımcı sargı uçları değiştirilerek yapılır. Bunun için enversör şalter v.b. gibi usuller kullanılır.

Araç Gereçler:

- Enerji üniteli deney masası
- Raylı motor sehpası
- 1 fazlı asenkron motor
- Enkoder
- Tork ölçüm modülü
- Cosφ metre, frekansmetre modülü
- Pens wattmetre

Deneyin bağlantı şeması:



Şekil 5.9: Bir fazlı asenkron motorun boş çalışması dönüş yönü değiştirilmesi devre şeması.

Bilgi:

Ev, büro, küçük iş yerlerinde genellikle bir fazlı şebekeyle beslenen yerlerde bir fazlı asenkron motora gereksinim vardır. Sanayinin küçük güçlü tariklerinde de bu motorlar kullanılır. Genellikle küçük güçte yapırlılar maximum güç değeri 2KW'a kadardır. Bir fazlı asenkron motorlar yapı itibariyle üç fazlı asenkron motorlara benzerler statorda ana-yardımcı sargı olmak üzeri iki tür ve özellikte sargı bulunmakla beraber, sargı yerleşimleri 90° (derece)'dir. Bir fazlı asenkron motorun kalkış momentini oluşması için ana-yardımcı sargıdan geçen akımlar arasında faz farkı (90°) oluşturulması gerekir. Bunun için sargı kesit-sipir sayısı yanında yardımcı sargı devresine seri kondansatör bağlanır ayrıca kalkış

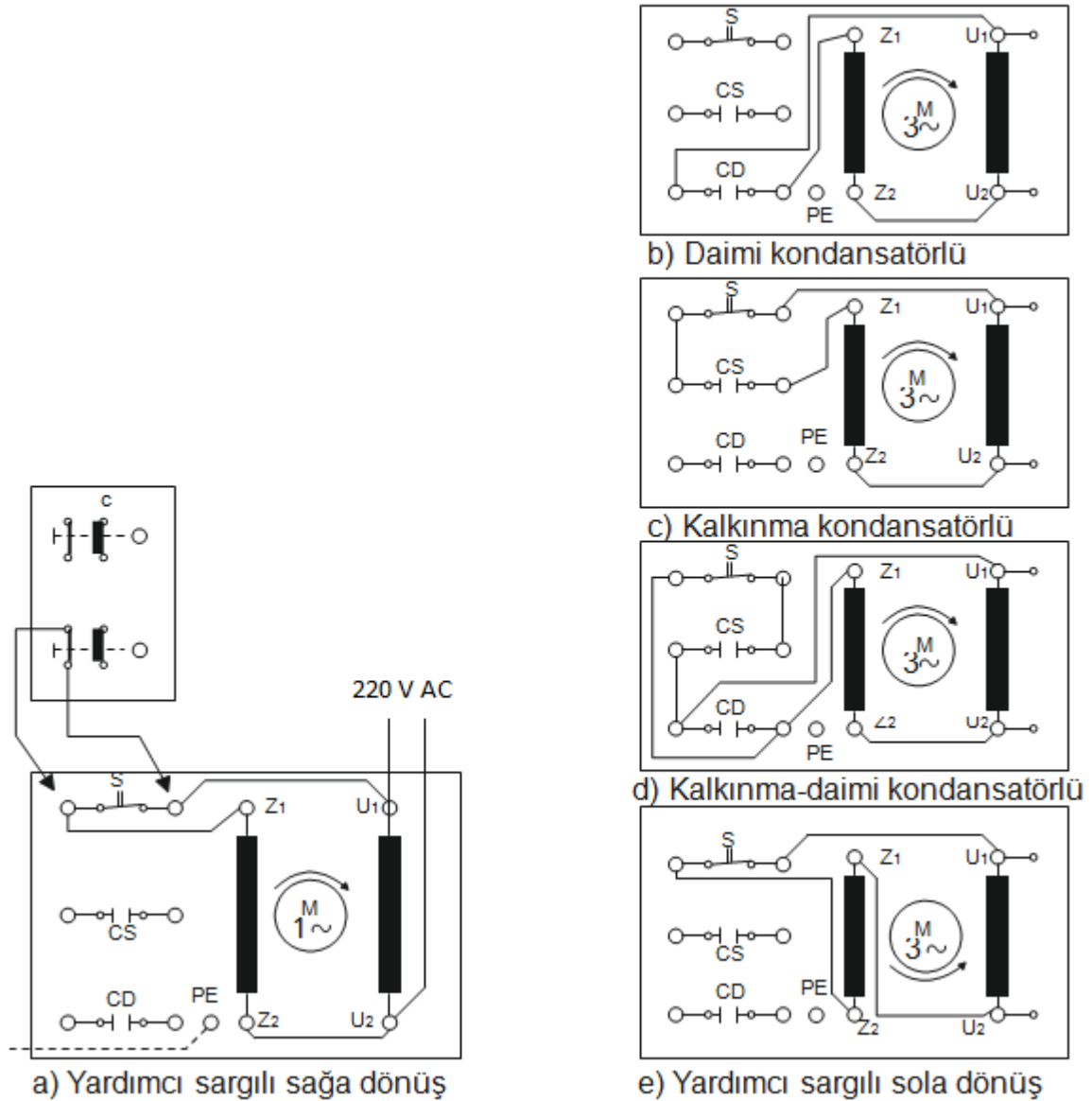
amaçlı (yol vermede) ikinci kondansatör paralel bağlanır. Bir fazlı motorlarda ana sargı doğrudan şebekeye yardımcı sargı ile seri kondansatörle birlikte ana sargıya paralel bağlanarak aynı şebekeden beslenir. Kalkıştan sonra motor senkron hızın %75-80 ulaşınca yardima sargı devresi veya kalkış kondansatörü ayrı bir düzeneyle devreden çıkartılır. Bu motorlar tasarlanırken yardımcı sargı daimi devrede veya kalkış devrede olacak şekilde tasarlanır, kullanımda da bunlara uyulması gerekir. Yardımcı sargı veya kalkış kondansatörünü devreden çıkarmak için, santrifüj (merkez kaç) anahtar manyetik akım rölesi, start röle, termostörlü elektronik röle v.b. gibi çeşitli düzeneklerle yapılır. Bir fazlı asenkron motorlara yol verme yöntemlerine göre

- 1)Yol verme kondansatörlü motor
- 2)Daimi kondansatörlü motor
- 3)Çift kondansatörlü motor olmak üzere üçe ayrılır.

Deneyin yapılışı:

Not:Deneyde kullanılan bir fazlı yardımcı sargılı çift kondansatörlü motor belirtilen özelliğin dışında uzun süreli çalışması sakıncalıdır.

-Şekil 5.9'daki deney devresini kurunuz.



Şekil- 5.10: Bir fazlı asenkron motorun boş çalışması-dönüş yönü değişimi deney bağlantı şeması.

-Sırayla a, b, c, d, e şıklarında belirtilen özellikte bağlantıları gerçekleştiriniz, motor etiket değerinde belirtilen nominal çalışma gerilimini uygulayınız. Motor tasarlanış özelliğinin dışındaki çalışmalarda randımanlı çalışmayacaktır hatta kalkışta zorlandığı zaman elle ilk hareketi kalkış momentini sağlamanız gerekecektir.

-Yukarıda belirtilen konumların her birinin çalışmasında enerji analizörü parametreleri U, I, Cosφ, W, VA, VAR, n (devir) ve M (moment) değerlerini gözlemleyip ayrı ayrı kaydediniz.

-Motor kalkınma-daimi (çift kondansatörlü) kondansatörlü konumda kalkış-normal çalışma konumundaki enerji analizörü parametreleri U, I, Cosφ, W, VA, VAR ve n (devir), M (moment) değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

-Motorun dönüş yönünü değiştiren Şekil- 5.9'da a-b şıkkındaki bağlantıları yapıp dönüş yönü değişimini gözlemleyin.

Farkı usulde dönüş yönü değişim bağlantısını da uygulayıp çalıştırın.

-Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

Deneyde alınan değerler:

Yüksüz kalkınma						n	Dönüş Yönü
U	I		W				

Değerlendirme:

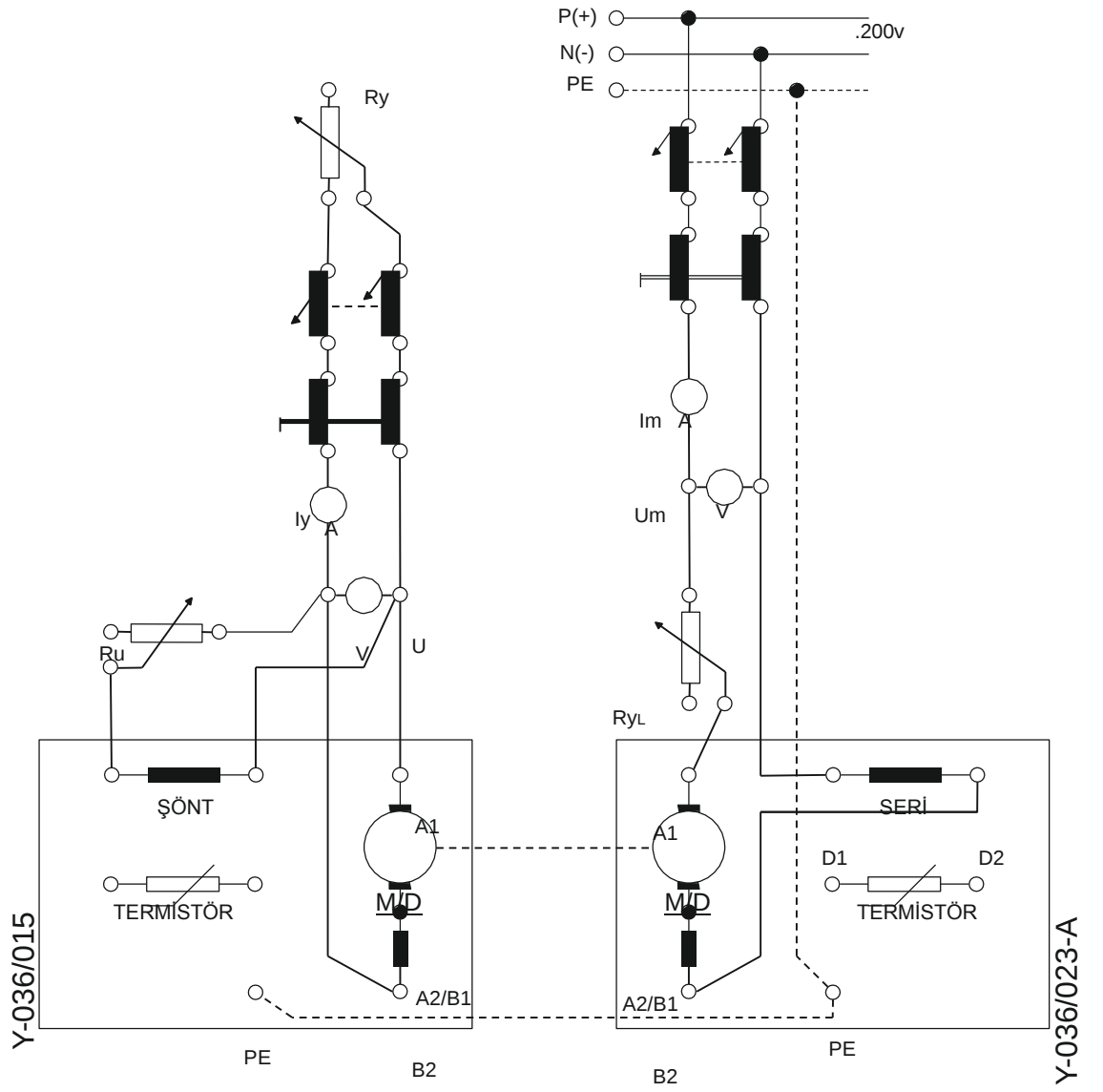
Soru 1: Bir fazlı motorların yapı ve çalışma prensibini açıklayınız.

Soru 2: Ana ve yardımcı sargı aynı faza bağlandığı halde iki sargıdan geçen (I_a) ana sargı akımı (I_y) yardımcı sargı akımı arasında faz farkı nasıl oluşur? açıklayınız.

Soru 3: Bir fazlı yardımcı sargılı motorların üretim çeşitleri ve kullanım yerlerini kısaca açıklayınız.

Soru 4: Deneyde kullandığınız motor devir yönü değişimini elektromekanik kumanda elemanlarıyla çalıştırılmasının güç ve kumanda devresini çiziniz.

Soru 5: Bir fazlı asenkron motorda devir yönü değiştirme yöntemlerini anlatınız.



Şekil 13.2: D.C seri motora yol verilmesi ve yükte çalışması devre şeması.

Deney işlem basamakları:

Not:*D.C şönt, seri makine nominal değerlerini dikkate alınız.

*D.C seri motoru yüksüz çalıştırmayınız, direk yol vermeyiniz.

*D.C şönt dinamoyu yüklemeye gerektiğinde lamba gurubu kullanınız.

**D.C seri motorunun yüklenmesinde Y-0036/24-A manyetik toz fren ünitesi de kullanarak ikinci bir deney yapabilirsiniz.

-Şekil 13.1,13.2 deki deney bağlantısını kurunuz

-Dinamoyu nominal gerilimini üretecek duruma getirip, sigorta şalter kapalı ve %50 oranında yük alacak konuma getiriniz.

-Yol verme reostası (RyL) maximum değerde iken, D.C seri motora nominal gerilimini ayarlı kaynaktan ayarlayıp (200v) sigorta şalterleri kapatarak uygulayınız.

-Yol verme reostası (RyL) ile motora yol veriniz. Bu konumda dinamo gerilim üretip üretmediğini kontrol ediniz, şayet gerilim üretmiyorsa motor dönüş yönünü değiştirerek gerilim üretmesini sağlayınız.

-D.C seri motoru, dinamoyu yükleyerek nominal değerinin 1.2 katına kadar kademe kademe yükleyip her konuda I_y , U , I_m , U_m , n değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

-Motorun yükünü, motorun nominal devir sayısını (n)'nın iki katına çıkıncaya kadar azaltıp I_y , U , I_m , U_m , n değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

-Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

Deneyde alınan değerler:

U	I _y	I _m	U _m	n	Açıklama

Değerlendirme:

- Soru 1: Deneyde aldığınız değerlerle (I_m) akımı,(n) devir ile D.C seri motorun yüklü çalışma eğrisini çıkarınız.
- Soru 2: Yık deęiřtikçe devir neden deęiřiyor?
- Soru 3: Yık devir ilişkisi orantılı mı, hangi yük konumunda devir artısı farklı oluyor? se-
bebini açıklayınız.
- Soru 4: D.C seri motor boşta neden çalıştırılmaz, çalıştırılırsa ne olur? açıklayınız.
- Soru 5: Yol verme reostası olmadan çalıştırılırsa ne olur açıklayıp; yol verme reostası
yerine başka ne kullanılır ve D.C seri motorda devir ayarı nasıl yapılır? açıklayınız.
- Soru 6: Deney sonundaki gözlemlerinizi açıklayınız.

Deney No 7: ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN KISA DEVRE (KİLİTLİ ROTOR) DENEYİ

Deneyin Amacı: Asenkron motorların (Pcu) bakır kayıplarını ve eşdeğer direnci (Re)'nin bulunması.

TEORİK BİLGİ

7. ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORLAR

Üç fazlı asenkron motorlar; magnetik alan içinde bulunan ve içinden akım geçen bir iletkende meydana gelen kuvvet prensibine göre çalışır. Yapılarının basit, maliyetinin ucuz bakım-onarımlarına az gereksinim duyulan, endüstride en çok kullanılan endüstriyel tahrik elamanıdır. Bu motorlar rotorunun yapısına göre;

*Kısa devre çubuklu rotorlu

*Sincap kafesli rotorlu motorlar olarak adlandırılır.

7.1 Motorun Yapısı

Asenkron motorlar genellikle iki kısımdan oluşur; Sabit duran kısım STATOR, stator içinde dönen kısma da ROTOR denir. Bunların dışında kapak, yataklar ve havalandırma parçalarından oluşur.

Stator: Asenkron motorlarda stator döner manyetik alanın oluştuğu yerdir. Oluklu silisli saçların preslenerek yapılıp dış kısmına saç, demir veya dökümden yapılmış gövdeden oluşur. Üç faz sargıları şalter olukları içerisine 120°'lik elektrikî açı ile yerleştirilmiştir. Her faza ait grup sargı uçları gövde üzerine monte edilen klemens kutusuna çıkartılmıştır.



Şekil- 7.1: Asenkron motorun statoru ve sargı yerleşimi.

Stator olukları motor güç ve yapılarına göre çeşitli şekillerde yapılır. Bazı durumlarda stator manyetik nüvesi gövde olarak da kullanılır.



Açık tip stator sargıları
Büyük güçlü motorlarda kullanılır.



Yarı açık tip stator olukları Kapalı tip stator olukları
Küçük güçlü motorlarda kullanılır.

Şekil- 7.2: Stator oluk tipleri

Rotor: Asenkron motorlarda rotorun (manyetik nüvesi) yapılışı stator gibi oluklu saç paketin mil üzerine preslenerek meydana gelir. Bu oluklar içinde alüminyum–bakır iletken çubuktan olup alınları kısa devre halkaları ile birbirine bağlı olup alüminyum dökümdendir. Oluklardaki çubuklar ve kısa devre halkaları birbiriyle kafes oluşturacak şekilde rotor sargılarını meydana getirir. Rotor oluklarındaki çubukların eğimli olarak yapılması dönmenin eşit ölçüde olmasını sağlar. Kısa devre halkaları genellikle havalandırma kanatları ile birlikte motor soğutmada kullanılır. Değişik şekillerde yapılan rotor olukları ve rotor içindeki çubuklar motor momenti–kalkınma momenti ve motor özelliklerini direkt etkiler.

Rotorlar;

*Kısa devre (sincap kafesli) rotor,

*Sargılı (bilezikli) rotor olarak iki türdedir.

Rotor oluk yapıları ve özellikleri şunlardır.



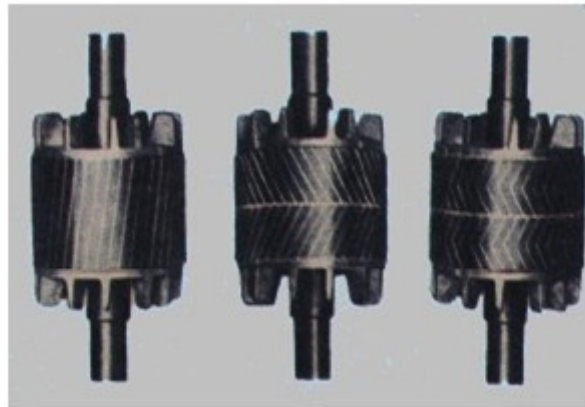
Şekil- 7.3: Rotor çubuk biçimi ve kesiti

Yuvarlak çubuklu rotor: Çekme momenti çok düşük nominal devrinde dönme momenti yüksektir.

Damla biçimli çubuklu rotor: Küçük güçlü motorlarda kullanılır. Çekme momenti normal kalkınma akımı düşüktür.

Düz biçimli çubuklu rotor: Büyük güçlü motorlarda kullanılır. Tam yük altında kalkınma özellikleri iyidir.

Duple çubuklu rotor: Çekme kuvveti çok yüksektir. Kalkınma ve nominal akım oranları iyidir. Ayrıca akı yoğunluğu etkisi neticesinde kalkınma momenti yüksek olup, kalkınma akımı düşüktür.



Şekil- 7.4: Kısa devre çubuklu rotor.

7.2 Döner alan – Devir sayısı

Asenkron motorların statorlarındaki sargılara iki–üç faz uygulanarak döner. Manyetik alan elde edilir. Bunun için her bir faza ait sargılar stator oyuklarına 120° ’lik açı ile yerleştirilir. Bu sargılara uygulanan akımlar arasında 120° faz farkı olur ise (Üç fazlı alternatif akım) statorun iç yüzünde hareket eden döner manyetik alan meydana gelir. Bu döner alanın

hızı, statorun kutup sayısına ve uygulanan akımın frekansına bağlıdır. Bu döner alan senkron devir sayısı n_s veya döner alan devir sayısı n_o olarak adlandırılır.

$$n_o = \frac{120f}{2P} \text{ veya } n_s = \frac{120f}{2P}$$

n_o, n_s : Senkron devir sayısı, döner alan devir sayısı,

f : Frekans,

$2P$: Tek kutup sayısı, veya;

$$n_o = \frac{60f}{P} \text{ veya } n_s = \frac{60f}{P}$$

P : Çift kutup sayısı

7.3. Dönme momenti–Kayma

Asenkron motorlarda stator döner alanının döndüğü hıza n_s (n_o) senkron hız denir. Rotor hiçbir zaman senkron hızla dönmez. Çünkü stator döner alanı ile rotor çubukları aynı doğrultuda olacağından rotor, iletken çubukları stator alanı tarafından kesilmeyecek rotor çubuklarında EMK indüklenmeyecek ve dolayısıyla moment meydana gelmeyecektir. Bu nedenle rotor hızı senkron hızdan geride kalacaktır. Rotor üzerinde hiçbir yük olmasa dahi rotorun yenmesi gereken elektriki–mekanik (sürtünme) dirençleri sıfır olmayacağından rotorda az da olsa bir yük vardır. Bundan dolayı rotor döner alanın hızından daha küçük hızda dönmek zorundadır.

Stator sargısında meydana gelen döner manyetik alan senkron hızla dönerken rotor iletkenlerini (Bakır–alüminyum çubuklar) keser ve sincap kafesli (kısa devre çubuklu) rotorda gerilim indüklenir. İndüklenen gerilim rotor çubuklarından geçirdiği akım rotor manyetik alanını meydana getirir. Stator–rotor alanlarının birbirine etkisi sonucu rotor stator alanı yönünde döner.

Motor miline yük uygulandığında rotor hızı düşer. Bu durumda stator alanı rotor çubuklarını (iletkenlerini) daha fazla keser, rotorda endüklenen gerilim–akım artar. Bu da dönme momentini artırır. Üç fazlı asenkron motorda senkron hızla rotor hızı arasında bir fark (kayma) olursa dönme momenti oluşur.

Kayma: Senkron hızla ($n_s - n_o$), rotor hızı (n) arasındaki farka kayma denir.

Devir cinsinden kayma: $S = n_s - n$ veya $S = n_o - n$

Yüzde cinsinden kayma: $\%S = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100$ veya $\%S = \frac{n_o - n}{n_o} \cdot 100$

Rotorda indüklenen gerilimin frekansı: $f_2 = S \cdot f_1$ dir.

f_2 : Rotorda indüklenen gerilimin frekansı

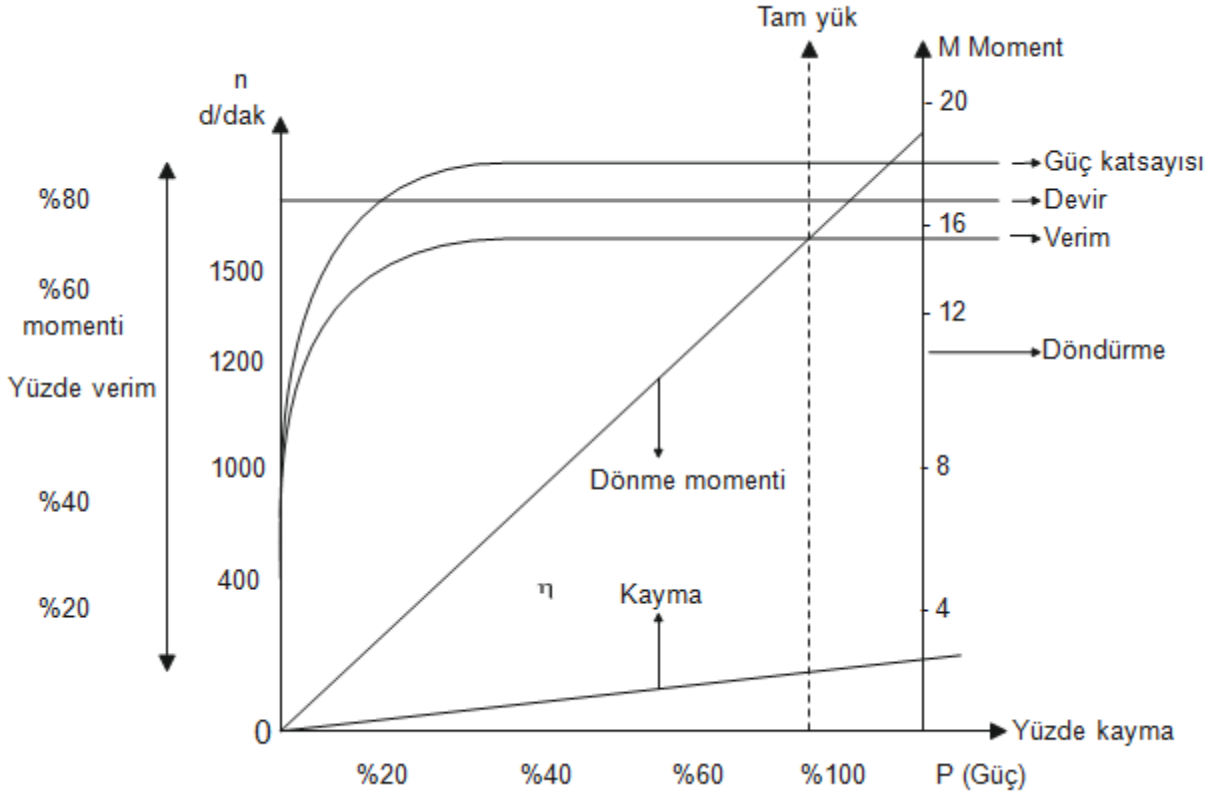
f_1 : Statora uygulanan gerilim frekansı

S : Kayma

7. 4 Asenkron motorun çalışma karakteristiği

Üç fazlı sincap kafesli asenkron motorlar boş çalışma ve tam yükte çalışmada yaklaşık olarak sabit hızla çalışırlar. Rotor empedansı çok küçük olduğundan (Bakır–alüminyum çubuk) küçük bir hız değişimi ile rotor akımı artar, gerekli dönme momenti elde edilerek yük karşılanır. Boş çalışmada kayma %1'den küçük, tam yükte ise %2-%5 arasında değişim gösterir. Bu nedenle asenkron motorlar sabit hızlı motorlar olarak adlandırılır. Asenkron

motorlarda verim, küçük güçlerde düşüktür. Yük arttıkça verim artar. Yükün %75 ile %100 arasında maksimum değerine ulaşır.



Şekil- 7.5: Sincap kafesli asenkron motorun çalışma karakteristiği eğrisi.

Asenkron motorlarda kayıplar; sabit kayıplar ve bakır kayıplarından meydana gelir. Sabit kayıplar: Sürtünme, hava ve demir kayıpları olup bütün yüklerde sabittirler. Bakır kayıpları ise motor sargılarındaki $I^2.R$ 'dir. Buda sargılardan geçen akım arttıkça bakır kayıpları da artar. Küçük yüklerde giriş gücünün büyük bir kısmını sabit kayıplar tuttuğundan verim düşer. Büyük yüklerde (tam yükte) ise sabit kayıplar küçük bir kısmını teşkil ettiğinden motor verimi artar. Yük motorun nominal değerini aşarsa bakır kayıpları hızla artarak verim düşer.

$$\eta = \frac{\text{Çıkış gücü}}{\text{Giriş gücü}} \cdot 100 \text{ veya } \eta = \frac{\text{Giriş gücü} - (\text{Sabit kyp.} + \text{bakır kyp.})}{\text{Giriş gücü}} \cdot 100$$

Asenkron motorlarda kayma küçük, hız regülasyonu mükemmeldir.

7.5 Asenkron Motorun Bağlantı Uçları:

Üç fazlı asenkron motorlarda stator sargıları motor klemensine her faz gurubu için ayrı ayrı çıkartılır. Faz gurupları içindeki bağlantılar içeride (stator sargılarında)yapılırlar.

Sargı uçları;

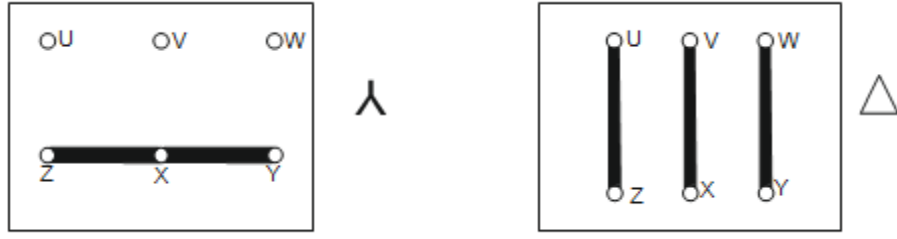
Birinci faz $\Rightarrow U_1 - U'_2$ veya $U - X$

İkinci faz $\Rightarrow V_1 - V'_2$ veya $V - Y$

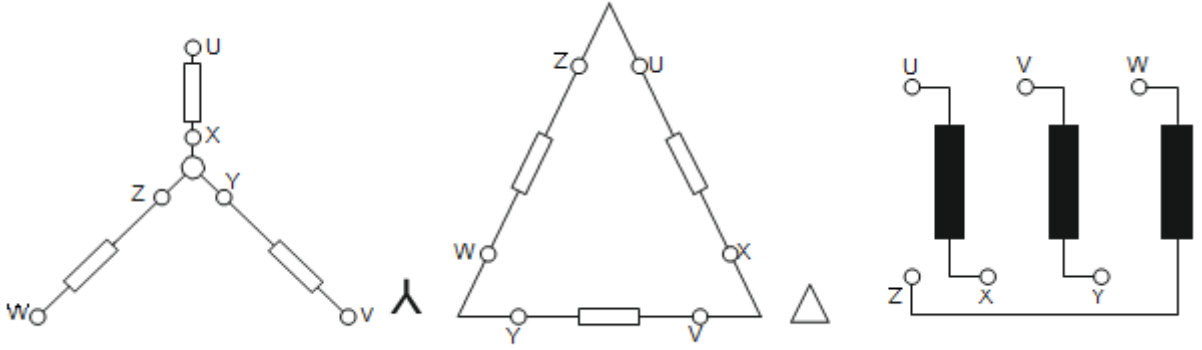
Üçüncü faz $\Rightarrow W_1 - W'_2$ veya $W - Z$

Tanımlamalar:

Üç fazlı asenkron motorun sargıları yıldız-üçgen (λ , Δ) devre olarak bağlanırlar.



Motor klemens bağlantısı



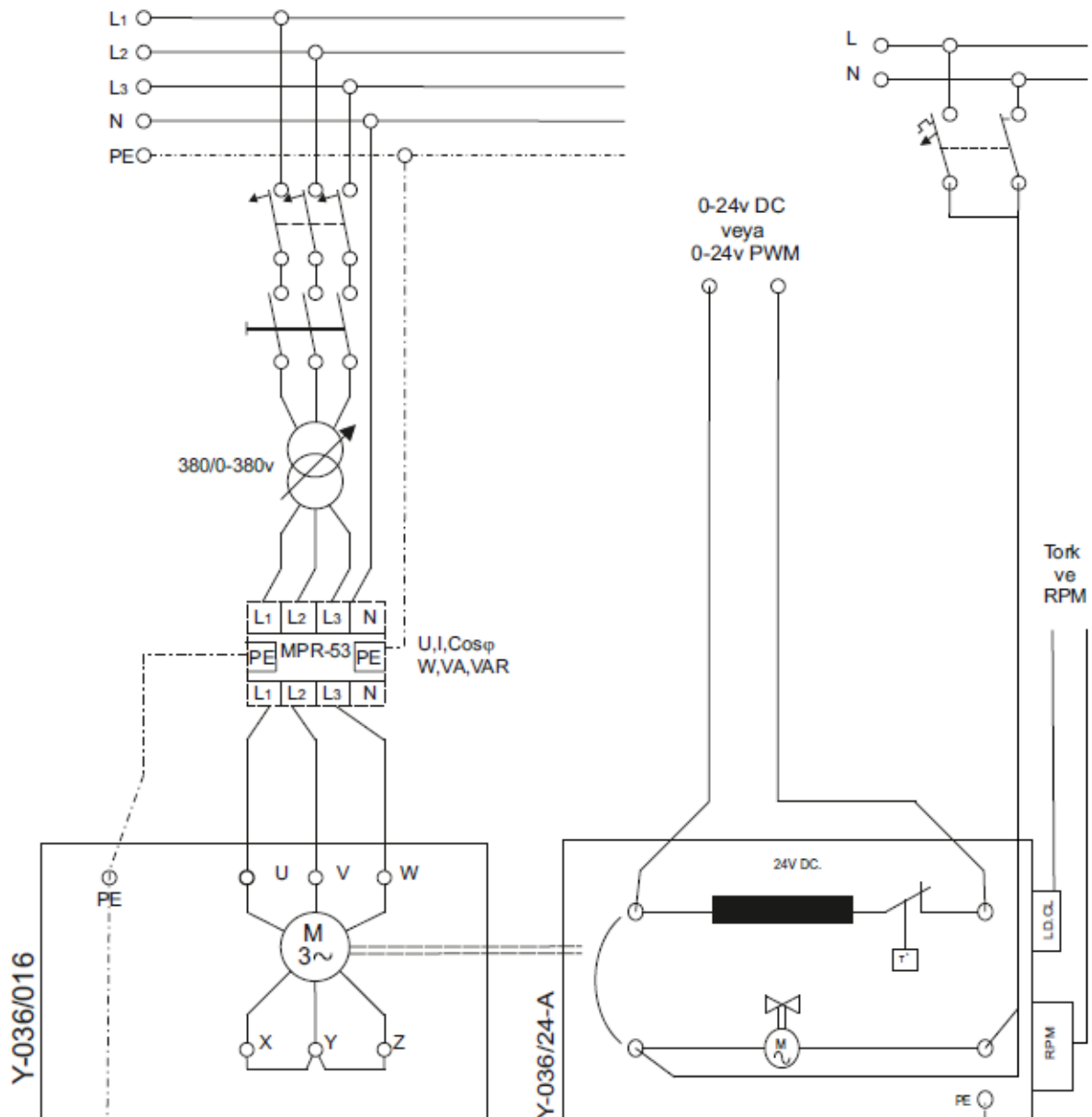
Motor klemensine uçların çıkarılması

Şekil- 7.6: Üç fazlı asenkron motorun bağlantıları

Asenkron motorlarda yıldız devrede dönme momenti–akım değerleri üçgen devrenin üçte biri kadardır. Motorların Δ bağlanma koşulu şebeke gerilimi ve motor etiketine göre belirlenir.

Araç Gereçler:	
-Enerji üniteli deney masası -Üç fazlı varyak -Raylı motor sehpası -Üç fazlı asenkron motor -Fuko freni -Enerji analizörü	

Deneyin bağlantı şeması:



Şekil- 7.7: Üç faz asenkron motorun kısa devre deneyi devre şeması.

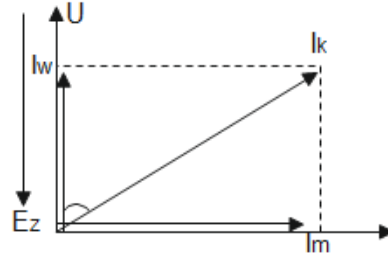
Bilgi:

Gerilim kaynağından motor sıfırdan başlayarak gerilimi kademe, kademe artırılarak uygulanır. Motorun çektiği akım önce nominal değerde daha sonra kısa bir süre için nominal değerın %150 sine kadar çıkarılır. Deney süresince rotorun dönmemesi sağlanır. Motora uygulanan gerilim nominal değerın %40 kadardır. Bu sırada motorun çektiği güç bakır kayıplarını verir. Rotor dönmediğinden sürtünme-rüzgar kayıpları sıfırdır. Demir kayıpları küçük değerdedir. Bu deney sonucunda Re bulunduğuna göre herhangi bir yük akımındaki bakır kaybı bulunur.

$$P_k = P_{CU} = 3I_1^2 R_e \dots \text{dir.}$$

$$R_e = \frac{P_{CU}}{3I_1^2} \dots \text{dir.}$$

Bu deneyde alınan ölçüm değerlerle; uygulanan gerilime göre akım-gücün değişimi; akımla güç katsayısı-empedans-güç değişimleri görülebilir.



Şekil- 7.8: Asenkron motor kısa devre deneyi akım bileşeni

I_k - Kısa devre akımı (statorun çektiği akım)

I_m - manyetik alan akımı

I_w - Kayıpları karşılamak için ($P_{cu}+P_{fe}$)akım rotoru kilitlenmiş asenkron motor sekonderi kısa devre edilmiş trafo gibidir.

Deneyin yapılışı:

-Şekil 7.7'deki deney devresini kurunuz.

-Motor milinin dönmesini önlemek için elektromanyetik fuko freninin beslemesi olan RPM ve tork kısmının PWM 0-24v kısmını maksimum değerde tutup starta basınız.

-Ayarlı A.C besleme (3 fazlı varyak) ünitesinden sıfırdan başlayarak gerilimi kademe kademe artırarak motora uygulayınız.

-Motor nominal akım değerine ulaşıncaya kadar gerilimi artırınız. Her konumda devredeki enerji analizöründeki parametreleri (U, I, Cos ϕ , W, VA, VAR) gözlemleyip kaydediniz.

- $P_k=3.I^2.R_e$ denklemindeki (P_k) kısa devre gücünü, (P_{cu}) bakır kaybını, (R_e) eşdeğer direnci ölçümdeki değerlerden ve denklemden bulunuz.

-Motor nominal akım değerinin 1.5 katına yaklaşıncaya kadar motora uygulanan gerilimi kademe kademe artırın, nominal değer üzerindeki akım değerini kısa süreli uygulayınız. Bu konumda enerji analizörünün parametrelerini gözlemleyip kaydediniz.

-Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

*isteme bağlı özellikle kısa süreli motor nominal gerilimi uygulayarak deneyi tekrar edebilirsiniz. Gözlemleri kaydedip analiz yapınız.

Deneyde alınan değerler:

Enerji analizörü						n	Re	AÇIKLAMA
U	I	Cos ϕ	W	VA	VAR			
10						n=0 sabit		
20								
30								
50								

Değerlendirme:

Soru 1: Asenkron motorda kısa devre deneyi hangi amaçla yapılır? açıklayınız.

Soru 2: Deneyde Cos ϕ değeri nedir? açıklayınız.

Soru 3: Deneyde motor nominal gerilimi neden uygulanmaz? açıklayınız.

Soru 4: Kısa devre deneyinde (P_{fe}) demir kaybı var mıdır? varsa neden göz ardı edilir? açıklayınız. ✓

Soru 5: Asenkron motorun kısa devre deneyin motorun kayma değeri nedir?

Deney No 8: BİR FAZLI TRANSFORMATÖRÜN KISA DEVRE DENEYİ VE BAKIR KAYIPLARININ İNCELENMESİ

Deneyin Amacı: Transformatörün primer-sekonder sargılarının bakır kayıplarının bulunup kısa devre geriliminin saptanması

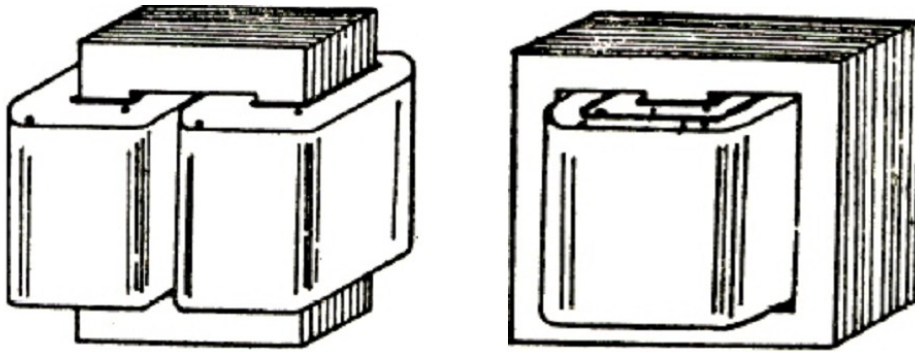
TEORİK BİLGİ

8 BİR FAZLI TRANSFORMATÖRLER:

A.C. devrelerinde, frekansı değiştirmeden gerilimi değiştirerek bir A.C. devreden başka bir A.C. devreye enerjiyi ileten statik elektrik makinaları, transformatörler bir fazlı olarak imal edilir. Geniş bir alanda çok amaçlı olarak kullanılırlar.

8.1. Bir fazlı transformatörün çalışması, yapısı:

Bir fazlı trafolar basit elektrik makinaları olup farklı alanlarda çok amaçlı kullanılır. Bu elektrik makinaları (trafo), manyetik nüve denilen ince silisyumlu saçların preslenmesi veya aynı saçlardan spiral şeklinde sarılarak yapılıp, bu nüve üzerine değişik şekil ve yapıda primer-Sekonder sargılarından oluşmaktadır.



Şekil 8.1: Basit bir fazlı trafo

Gerilim uygulanan sargılar birinci devre primer sargı, yüke bağlanan akım çekilen kısım ikinci devre Sekonder sargıdır. Sekonder devreden alınan gerilim, primer devreye uygulanan gerilimden küçük ise düşürücü trafo; Sekonder devreden alınan gerilim primer devreye uygulanan gerilimden büyükse yükseltici trafo denir. Primer sargıya A.C. gerilim uygulandığında sargıdan geçen A.C. akım değişken bir akı yaratır. Bu manyetik akı hem nüve ve primer Sekonder sargılarını keser, değişken bir manyetik alan içinde bulunan sargılarında değişken bir alan indüklenir. Bu sargılarda indüklenen E.M.K. değeri; manyetik akı, uygulanan A.C. gerilimin frekansı ve sargıların sarım sayısı ile doğru orantılıdır.

Yukarıda açıklamaya çalıştığımız gibi trafonun çalışması; elektromanyetik indüksiyon yoluyla elektrik enerjisini bir veya birden fazla devreye aynı frekansta aktarılmasıdır.

8.2. Trafoda indüklenen EMK ve dönüştürme oranı:

Trafoda indüklenen EMK, primer sargısının meydana getirdiği manyetik akıya, uygulanan A.C. gerilimin frekansına, manyetik nüvenin özelliğine ve bobinin sarım sayısına bağlıdır.

Buna göre ;

$$E_1 = 4,44.f.\Phi_m.N_1.10^{-8} \text{ Volt.}$$

Trafoların dönen parçaları olmadığından dolayı verimleri çok yüksekmekinalardır. Oluşan bakır–demir kayıpları çok küçük değerlerdir. Kayıplar göz önüne alınmadığı zaman primer–sekonder devre güçleri eşit kabul edilir.

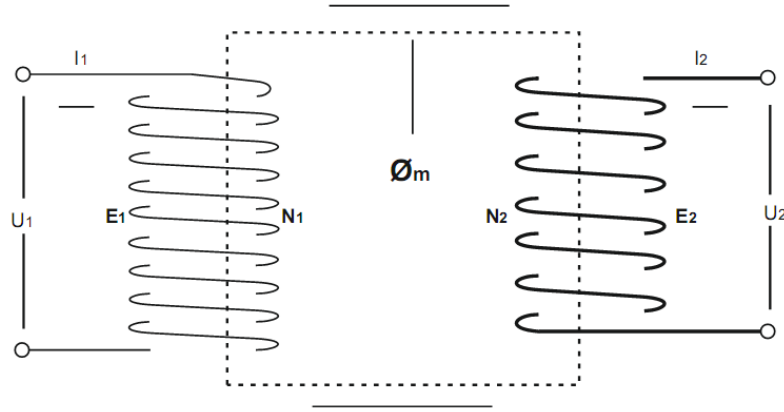
$$P_p = P_s ;$$

$$E_1 \cdot I_1 \cdot \cos\phi = E_2 \cdot I_2 \cdot \cos\phi$$

Bu eşitlik yardımı ile

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} = a$$

Denklemden anlaşılacağı gibi, gerilimler sarım sayıları ile doğru, akımlar ile ters orantılıdır. Bu orana trafoların dönüştürme oranı denir veya K harfi ile gösterir.



Şekil 8.2 Bir fazlı transformatör prensip şeması

8.3 Trafolarda kayıplar–verim:

Trafoların güç kayıpları nüve ve bakır kayıplarından ibarettir.

Nüve kaybı: Fuko–histeresiz kayıplarından oluşan nüve kayıpları bütün çalışma, yüklerde sabittir. Bu kayıplar trafonun boş çalışma deneyi ile bulunur. Fuko kayıpları nüveyi ince saçlardan yapmak suretiyle minimuma indirir. Histeresiz kayıpları da demire silisyum katarak azaltılır.

Bakır kayıpları: Primer–Sekonder sargılarında geçirilen akımların oluşturduğu kayıplardır. Sargı dirençlerinden dolayı meydana gelir. Sargılardan geçen akımın artmasıyla artarlar. Bu kayıplar kısa devre deneyi ile bulunur.

$$P_{CU} = P_{1CU} + P_{2CU}$$

$$P_{1CU} = I_1^2 \cdot R_1$$

$$P_{2CU} = I_2^2 \cdot R_2$$

Trafolarda oluşan bu bakır kayıpları Trafo gücünün yaklaşık %3 - %4 'dür.

Trafolarda verim alınan gücün verilen güce oranıdır. Veya çıkış gücün giriş gücüne oranına verim denir.

$$h = \frac{P_a}{P_v} \text{ veya } \frac{P_1}{P_2} \quad P_k = P_{fe} + P_{CU}$$

$$h = \frac{P_a}{P_v + P_k}$$

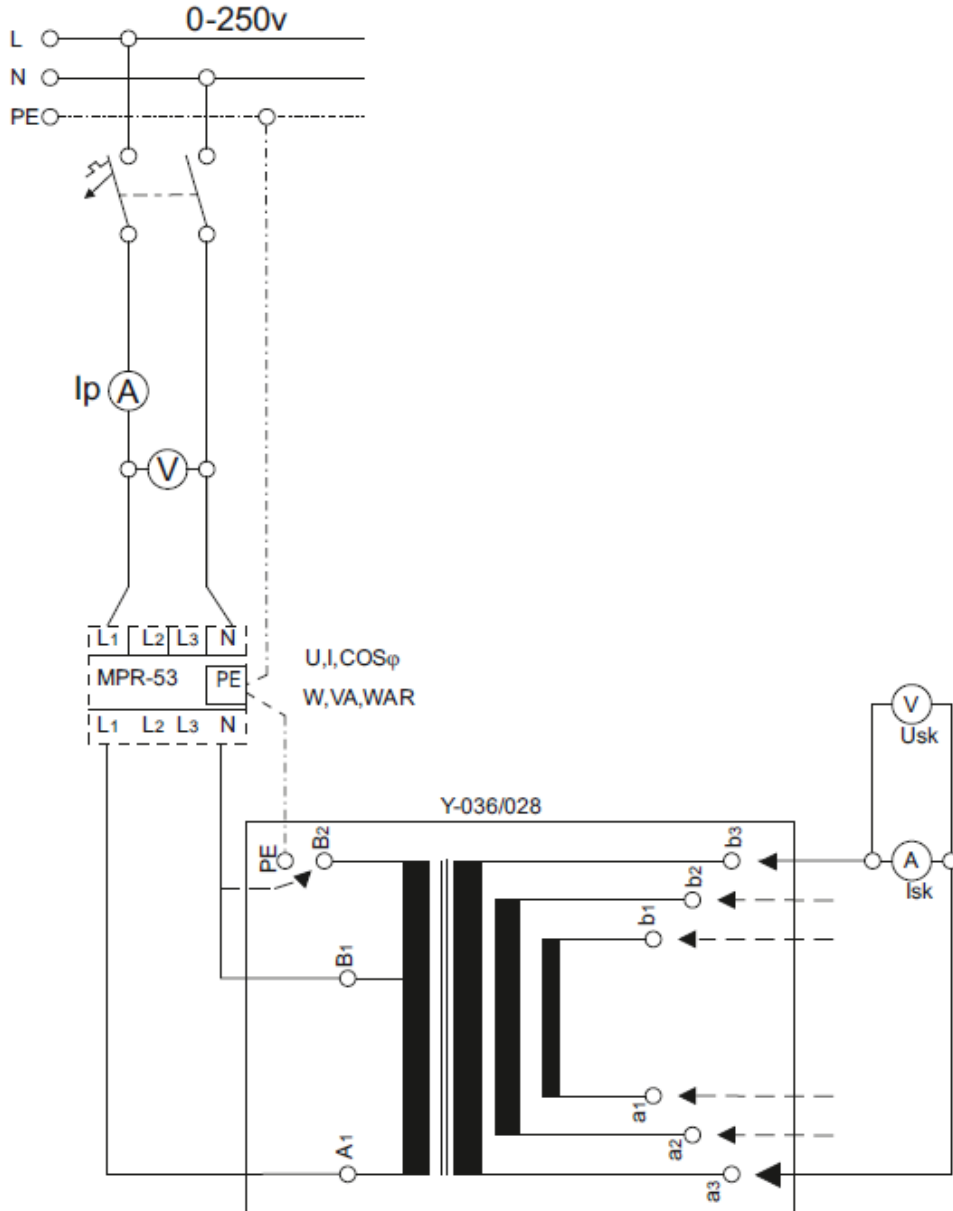
Güç trafolarında en yüksek verim bakır ve demir kayıplarının eşitliğinde sağlanır.

$$\%h = \frac{P_a}{P_v} \cdot 100 \text{ olur.}$$

Araç Gereçler:

- Deney masası
- A.C ölçüm ünitesi (multimetre 2 adet)
- Enerji analizörü
- 1 fazlı transformatör
- 1 fazlı varyak

Deney bağlantı şeması:



Şekil 8.3 Bir fazlı transformatörün kısa devre deneyi devre şeması.

Deneyin yapılışı:

Not:*Deneyde kullanılan transformatörün primer-sekonder devreleri nominal akım değerlerine dikkat ediniz.

- Şekil 8.3'teki deney bağlantısını kurunuz.
- Ayarlı A.C güç kaynağının gerilimini (0) sıfıra getirip transformatör primer devresine uygulayınız.
- Primer devresine uyguladığınız gerilimi kademe kademe artırarak nominal (I_p) akımının geçmesini sağlayınız. Her konumda I_p, U_p enerji analizörü parametrelerini ve U_{sk}, I_{sk} değerini gözlemleyip kaydediniz.
- Transformatör primerinden nominal akımın %150'si kadar akım gecinceye kadar uygulanan A.C gerilimi artırınız. Bu konumda I_p, U_p , enerji analizörü parametreleri ve U_{sk}, I_{sk} değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

Deneyde alınan değerler:

[illegible]

Değerlendirme:

- Soru 1: Kısa devre deneyi hangi amaçla yapılır açıklayınız.
- Soru 2: Ip nominal değerinde iken Up değeri nedir, bu değer nominal değere oranı nedir açıklayınız ve bu değere ne ad verilir?
- Soru 3: Kısa devre geriliminin küçük-büyük olması ne anlama gelir? açıklayınız.
- Soru 4: Ip ve Isk nominal değerlerinde iken enerji analizöründeki parametreleri (güç) değerleri neyi gösterir? analiz ediniz.
- Soru 5: Deneyde alınan değerler ile transformatörün kısa devre deneyi $P_k=f(I_k)$ veya $P_k=f(U_k)$ eğrisini çizin.
- Soru 6: Deney sunu edindiğiniz gözlemlerinizi açıklayınız.

Deney No 9: ÜÇ FAZLI TRANSFORMATÖRÜN BAĞLANTI GRUPLARININ BULUNMASI

Deneyin Amacı: Bağlantı yapısı (gurubu) belli olmayan üç fazlı trafoların bağlantı gurubu ve açısını ölçüp-çizim yoluyla bulmak.

TEORİK BİLGİ

9. ÜÇ FAZLI TRANSFORMATÖRLER

Üç fazlı sistemlerde değişik gerilimli üç fazlı transformatörlerle elde edilir. Bu trafoların üç bacağı vardır. Her faza ait yüksek–alçak gerilim sargıları aynı bacak üzerinde bulunur. Her faz sargılarından geçen akımlar arasında 120° faz farkı vardır. Üç fazlı trafolarda değişik amaçlı, değişik bağlantı grupları vardır. Bu bağlantı grupları incelenecektir.

9.1. Üç Fazlı Transformatörün Yapısı, Çalışması ve Özelliği

Üç fazlı trafoların çalışması aynen bir fazlı trafolardaki gibidir. Üç fazlı trafo, üç adet bir fazlı trafonun yıldız veya üçgen bağlanabilmeleri ile oluşmaktadır. Ayrıca üç bacaklı nüve üzerine her bacağa bir fazın primer–sekonder bobinleri yerleştirilerek de elde edilir. Üç fazlı trafonun akım-gerilim dönüştürme oranı ilişkileri bir fazlı trafonun aynısıdır.

Üç fazlı trafonun görünür gücü;

$$S_1 = \sqrt{3}U_1I_1 \dots \dots \dots VA(\text{Primer})$$

$$S_2 = \sqrt{3}U_2I_2 \dots \dots \dots VA(\text{Sekonder})$$

Üçgen bağlı sistemde;

$$U_h = U_f$$

$$I_h = \sqrt{3}I_f$$

Yıldız bağlı sistemde;

$$U_h = \sqrt{3}U_f$$

$$I_h = I_f$$

9.2. Üç Fazlı Trafoların Bağlantı Şekilleri Ve Özellikleri

Üç fazlı trafoların bağlantıları yıldız veya üçgen bağlantı olarak hem primer hem de sekonder devrede uygulanır. Üçüncü bir bağlantı olarak da zikzak bağlantı yalnız sekonder devrede her fazın sekonderinde eşit gerilimli iki sargı bulunmalıdır.

Üç fazlı trafolarda bağlantı uçları primer sargıda büyük harflerle, birinci fazın girişi **U** çıkışı **X**, ikinci fazın girişi **V** çıkışı **Y**, üçüncü fazın giriş **W** çıkışı **Z** olarak ifade edilir. Sekonder sargıda küçük harflerle; birinci fazın girişi **u** çıkışı **x**, ikinci fazın girişi **v** çıkışı **y**, üçüncü fazın girişi **w** çıkışı **z** olarak ifade edilir. Sargılarda her faza ait birden fazla grup varsa bunlarda 1.2.....olarak sırayla numaralandırılır.

Yıldız (λ) Bağlama:

Primer–sekonder sargılar için uygulanır. Primer sargıda her faz sargısının birer uçları birbiriyle bağlanır. (Yıldız köprüsü) Boşta kalan uçlara (R,S,T) L_1, L_2, L_3 üç faz uygulanır. Yıldız sargısına nötr bağlanır.

Sekonder sargıda da aynı yapıyla her fazın birer uçları birleştirilir. Boşta kalan uçlara yük uygulanır.



Şekil 9.1: Yıldız bağlantı

Üçgen (Δ) Bağlama:

Primer–sekonder sargı için uygulanır. Her faza ait sargının giriş ucu diğer faz sargısını çıkış ucu ile birleştirilir.

Primerde sargı giriş uçlarına (R, S, T) L_1, L_2, L_3 Üç faz uygulanır.

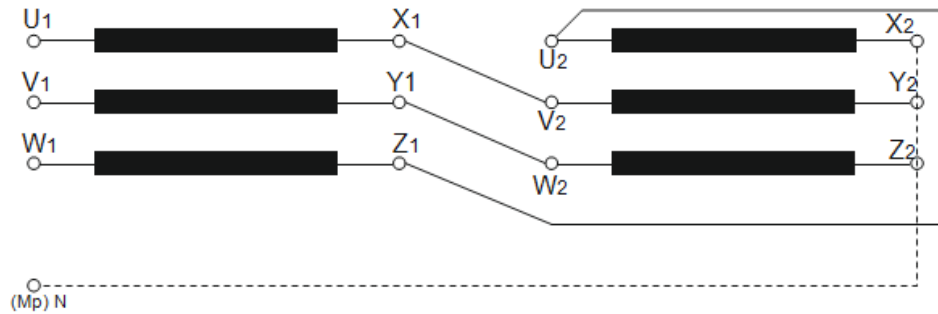
Sekonder sargıda da aynı işlem yapılır. Sargı giriş uçları üç faz olarak yüke bağlanır. Üçgen bağlamada nötr hattı yoktur.



Şekil 9.2: Üçgen bağlantı

Zigzag (λ) Bağlama:

Bu bağlantı trafoların sekonderinde aynı fazda eşit gerilimli sargı bulunursa yapılır. Zigzag bağlantıda her fazın bir sargısı öteki sargının diğer sargısı ile seri bağlanır, nötr ucu bulunur.



Şekil 9.3: Zigzag bağlantı

9.3. Üç Fazlı Trafoların Bağlantı Grupları ve Özellikleri:

Üç fazlı trafoların bağlantı grupları primer–sekonder sargılarının bağlantı şekillerini ve primer–sekonder gerilimlerinin birbirlerine olan faz farklarını gösterir. Her bağlantının ayrı özellikleri ve bağlantı amaçları vardır. Bunlar trafoların yapı, koruma ve özelliğinden, bazen de besledikleri sistemin yapı ve özelliğine göre yapılırlar.

GURUBU		VEKTÖR		BAĞLANTI		SEMBOL
		GERİLİM		GERİLİM		
		PRİMER	SEKONDER	PRİMER	SEKONDER	
A0	A1					D_{d0}
A0	A2					Y_{y0}
A0	A3					D_{z0}
B6	B1					D_{b0}
B6	B2					Y_{y6}
B6	B3					D_{z6}
C5	C1					D_{y5}
C5	C2					Y_{d5}
C5	C3					Y_{z5}
D11	D1					D_{y11}
D11	D2					Y_{d11}
D11	D2					Y_{z11}

Sekil 9.4: Üç fazlı trafoların bağlantı grupları ve özellikleri cetveli

A grubu : D_{d0} Üçgen – üçgen bağlı faz farkı 0° 'dır.
B grubu : Y_{y6} Yıldız – yıldız bağlı faz farkı $6 \times 30^\circ = 180^\circ$ dir.
C grubu : Y_{d5} Yıldız – üçgen bağlı faz farkı $5 \times 30^\circ = 150^\circ$ dir.
D grubu : Y_{z11} Yıldız – Zigzag bağlı faz farkı $11 \times 30 = 330^\circ$ dir.

- Deney masası
- 3 fazlı seyyar enerji ünitesi
- 3 fazlı transformatör
- A.C ölçüm ünitesi
- Multimetre

45

Deneyin yapılışı:

Not: Trafonun sekonder devre çıkışı birden fazladır, bu nedenle sekonder çıkışının bir grubu kullanılacaktır.

*Trafo bağlantı uçları U-Ua,V-Va,W-Wa küçük harfler u-u3,v-v3,w-w3 gibi yazılabilir.

-Şekil 9.5'teki deney devresini trafo yıldız-yıldız bağlı olarak kurunuz.

-Primere trafo nominal gerilimini uygulayıp, primer (giriş), sekonder (çıkış) gerilimlerini (L-L,L-N) ölçüp kaydediniz.

-Trafoya uyguladığınız enerjiyi kesip U-U3 uçlarını şöntleyip tekrar trafoya nominal gerilimini uygulayınız.

-Kutuplar arası gerilimi ölçmek için uygun voltmetre veya avometre V3-Va,V3-Wa,W3-Va W3-Wa kutupları belirtilen yapıda ölçüp değerleri kaydediniz.

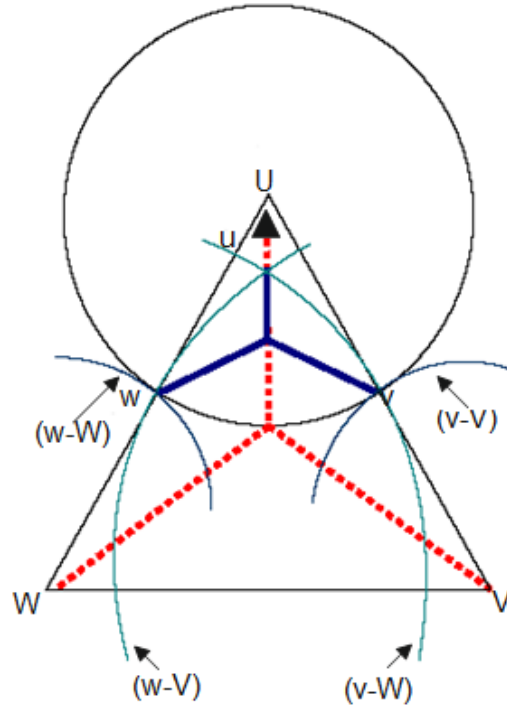
-Primer devresi için $100\text{V}=1\text{cm}$ ölçekli fazlar arası 120° olan "yıldız" vektörünü çiziniz.

-Sekonder devre için aynı ölçekli ($100\text{V}=1\text{cm}$) Ua merkez olmak üzere bir daire çiziniz Ua-U3 aynı noktada olacak V3-W3 daire üzerinde olacaktır.

-Kutuplar arası ölçüm yaptığınız değerlerle aynı ölçekli Va merkezli V3 -Va dairesini çizin Wa merkezli W3-Va dairesini çizin.

-Va merkezli aynı ölçekli W3-Va dairesini çizin,W3 merkezli V3-Wa dairesini çiziniz.

-Yukarıda belirtilen dairelerin kesişme noktalarını V3,W3 noktasını verir.



Yalnız harflerle belirtilen ifadeler

$U \rightarrow U_a$, $V \rightarrow V_a$, $W \rightarrow W_a$

küçük $u \rightarrow u_3$, $v \rightarrow v_3$, $w \rightarrow w_3$ olarak yazılabilir.

-Yukarıdaki işlemlerden Ua-U3, Va-V3, Wa-W3 aynı fazda bağlantı grup açısı 0 (sıfır) yani Yy0 bağlantı grubudur.

-Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

-İsteğe bağlı farklı grup ve bağlantılarda deneyebilirsiniz.

Deneyde alınan değerler:

Pirimer			Sekonder			V ₃ -V _a	V ₃ -W _a	W ₃ -V _a	W ₃ -W _a	AÇIKLAMA
U	V	W	U ₃	V ₃	W ₃					

Değerlendirme:

Soru 1: Bağlantı grupları ve çeşitleri nelerdir? açıklayınız.

Soru 2: Bağlantı gruplarını bilmenin ne faydası vardır? açıklayınız.

Soru 3: Farklı bağlantı grup ve açısı olan trafolar paralel bağlanır mı? açıklayınız.

Soru 4: Yd5 , Yy6 , Dy11 ne anlama gelir? açıklayınız.

Soru 5: Deney sonunda edindiğiniz gözlemlerinizi açıklayınız.