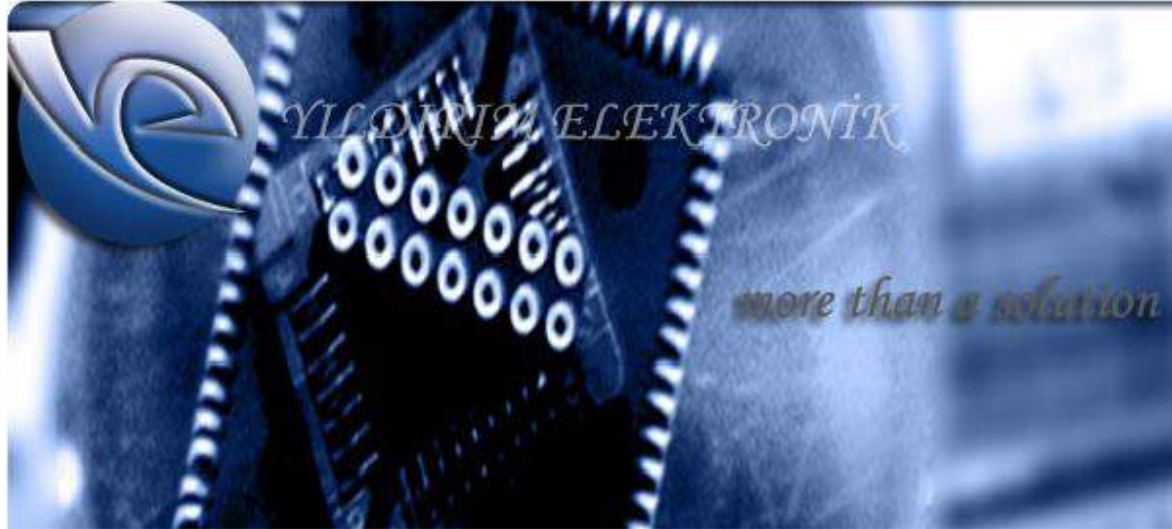


ELEKTRİK MAKİNELERİ



Yıldırım Elektronik

Y-0036

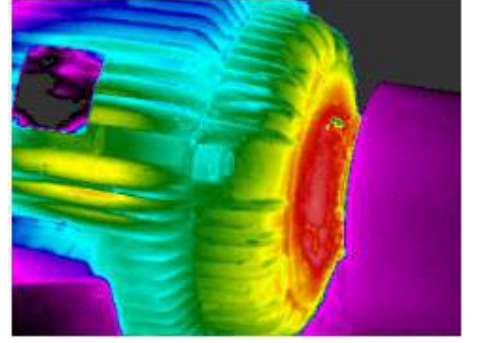
İÇİNDEKİLER

BÖLÜM NO	İÇİNDEKİLER	SAYFA NO
Bölüm : 1	Elektrik makineleri eğitim seti sunum, modülleri ve kullanımı	2 - 15
Bölüm : 2	Elektrik makineleri hakkında genel bilgi ve standartlar	16 - 23
Bölüm : 3	D.C makine yapı , çalışması ve temel deneyler	24 - 39
Bölüm : 4	D.C Şönt makine ve deneyleri	40 - 66
Bölüm : 5	D.C Seri makine ve deneyleri	67 - 74
Bölüm : 6	D.C Kompunt makine ve deneyleri	75 - 89
Bölüm : 7	Dinamoların paralel bağlanmaları ve deneyi	90 - 94
Bölüm : 8	D.C Motorlarda moment ve güç	95 - 96
Bölüm : 9	Transformatörler genel bilgi	97 - 101
Bölüm : 10	Bir fazlı transformatörler ve deneyleri	102 - 123
Bölüm : 11	Üç fazlı transformatörler ve deneyleri	124 - 133
Bölüm : 12	Transformatörlerin paralel bağlanması	134
Bölüm : 13	Oto transformatörleri ve deneyleri	135 - 138
Bölüm : 14	Ölçü transformatörleri ve deneyleri	139 - 143
Bölüm : 15	Üç fazlı asenkron motor deneyleri	144 - 244
	D-LAB Bilgisayar arabirimi ve kullanılması	171 - 196
Bölüm : 16	Bir fazlı asenkron motor, EASY röle deneyleri ve step motor	245 - 276
Bölüm : 17	Senkron makine ve deneyleri	277 - 305



ELEKTRİK MAKİNELERİ EĞİTİM SETİ

Y-0036 YILDIRIM ELEKTRONİK ELEKTRİK MAKİNELERİ EĞİTİM SETİ, elektrik makinelerinin temellerini öğrenmek ve uygulamalı eğitime yardımcı olması amacıyla tasarlanmıştır. Deney seti 60 dan fazla elektrik makineleri deneyi içermektedir. Deney seti ergonomik deney masası ve deney panelleriyle modüler bir yapı sunmaktadır.



Eğitim setinde kullanılan motorlar endüstriyel ve günlük hayatta kullanılan motor modelleriyle birebir aynıdır. Bu nedenle eğitim seti eğitim amacı ile okullar ve üniversitelerde kullanılabileceği gibi endüstriyel sektörde de kullanılabilir. Setteki tüm motorlar çalışma performansı deneylerinin yanı sıra kumanda devreleri ve kapalı çevrim kontrol deneylerinde de kullanılabilir.

Elektrik makineleri deney sistemi; temel olarak çok fonksiyonlu deney masası, saklama dolabı, elektrik motorları, kontrol ve kumanda deney panelleri, yük gurupları, ölçüm modülleri ve gerekli aksesuarlardan oluşmaktadır.



YILDIRIM ELEKTRONİK Elektrik Makineleri Eğitim seti eğitim kurumları için bütün müfredatı kapsayan ve modüler yapısıyla ekonomik ve yüksek verimlilikte bir yapı sunmaktadır.



Sistem modüler ve kolay kullanılabilirlik yapısıyla istenilen deneyin hızlıca kurulmasını, sağladığı içerik bakımından ise kullanıcı için çok faydalı bir yapıdadır.





Y-0036-001 Enerji Ünitesi Deney Masası

-Deney masası enerji ünitesi beş bölümden oluşmuştur. Enerji girişi kısmıyla enerjilenmesi koruma ve kontrolü yapıldıktan sonra her bölüm birbirinden bağımsız ayrı ayrı kullanılır.

-Deney masası enerji ünitesinde gerekli güç kaynakları, ölçüm ve kontrol üniteleri bulunan çok fonksiyonludur.

-Masa üzerine modül veya motor sehpa-sı konularak kullanılabilir.

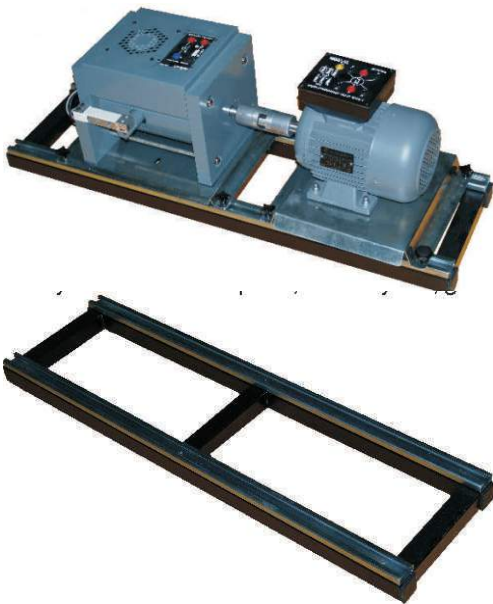


Y-0036-002 3 Faz Seyyar Enerji Ünitesi

-Enerji ünitesi sigorta korumalı ayarlı AC/DC enerji çıkışıdır.

-3 faz ayarlı AC 0-435v ölçümlü çıkış

-Ayarlı DC 0-520v ölçümlü çıkış

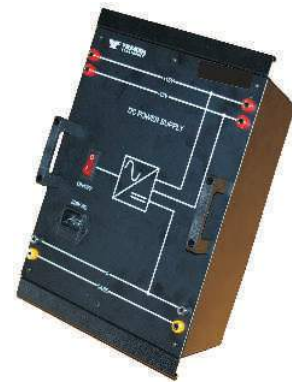
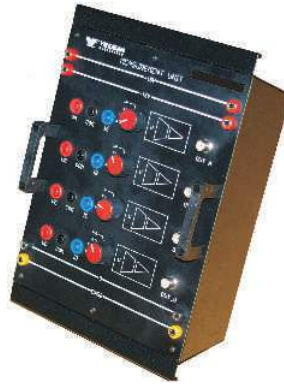


Y-0036-003 Raylı Motor Sehpa

-Deney masası üzerinde kullanıma uygun raylı motor sehpa

-Eğitim setindeki tüm uygun kızaklı motorların kullanımına uygun

-İki adet motor veya dinamometrinin akuplenli kullanımına uygun



DLAB: Elektrik makineleri eğitim setindeki modül ve motorlar kullanılarak yapılan deneylerin bilgisayar ortamında kontrol ve kumanda edilmesi, ölçüm ve grafiklerinin çıkartılmasında kullanılır. Üç modülden oluşur. DLAB arabirim modülü, İzalasyon ölçüm modülü, Güç kaynağı modülü. Ayrıca sistem özel yazılımdan oluşmaktadır.



Y-0036-004 Enerji Analizatörü

-220-240v 50/60Hz
AC beslemeli 40/5A
akım trafolu AC devresindeki tüm parametrelerin ölçümü



Y-0036-005 AC Ölçüm

-220-240v 50/60Hz
AC beslemeli
-0-15A AC ölçüm
-0-750v AC ölçüm



Y-0036-006 DC Ölçüm

-220-240v 50/60Hz
AC beslemeli
-0-15A DC ölçüm
-0-750v DC ölçüm



Y-0036-007 Analog AC/DC Voltmetre

-0-750v AC/DC ölçüm



Y-0036-008 Analog AC/DC Ampermetre

-0-15A AC/DC ölçüm



Y-0036-009/010 Voltmetre Komitatörlü Ölçüm

-Dijital 220-240v 50/60 Hz AC beslemeli 0-750 v ölçümlü
-Analog 0-500v ölçümlü
-0-6 pozlu voltmetre komitatörlü



Y-0036-011 Cosφ metre - Frekansmetre

- 220-240v 50/60Hz AC beslemeli
- 0.00/0.99 indüktif, kapasitif ölçüm
- 20-400Hz frekans ölçüm



Y-0036-012/012A Senkronoskop

- *Dijital 220-240v 50/60Hz AC beslemeli
- Şebeke L-N jeneratör L-N girişli
- Faz farkları açısal gösterimli
- Senkron anı SYNC yazı göstergeli
- Senkron anı röle enversör kontak çıkışlı
- *Analog şebeke L-N, jeneratör L-N girişli
- Faz farkları paneldeki 10° aralıklarla dizili kırmızı ledle belirlenen
- Senkron anı yeşil ledle gösterilen ve röle enversör kontak çıkışlı



Y-0036-12B Senkronizm (anı tespiti) Lambaları

- 2şer seri lambadan oluşan 3 lamba gurubu
- Karanlık (sönen) lamba senkronizasyonu
- Yanan sönen lamba senkronizasyonu



Y-0036-012C 3 Faz, Faz Sırası Kontrolü

- 3 faz varlığı kırmızı ledli sinyalle kontrol edilir.
- Faz sırası L1,L2,L3 doğru girildiğinde saat ibresi yönünde dairesel oklu yeşil ledli sinyalle kontrol edilir.
- Faz sırası L1,L2,L3 ters girildiğinde saat ibresi tersi yönünde dairesel oklu yeşil ledli sinyalle kontrol edilir.



Y-0036-013 Çift Kadranlı Analog Frekansmetre

- Şebeke L-N, jeneratör L-N girişli
- 0-300v AC çalışma gerilimli
- İki ayrı dilli 2x45/55 Hz frekans ölçümlü



Y-0036-014 Monofaze Asenkron Motor

- P=1,1kW U=220-240v f=50/60Hz n=1400rpm I=7.3A
- $\cos\phi=0.93$ C=30 μ F/450v C=189-227 μ F/250v
- 4 pals devir sensör tutuculu
- Kızaklı motor altlıklı ve raylı motor sehpasında kullanıma uygun



Y-0036-015/016 Trifaze Asenkron Motor

- P=1,1kW U=220-380v f=50Hz n=1380 rpm I=4.6/2.7A $\cos\phi=0.8$
- P=4kW U=380v f=50Hz n=1425rpm I=8.6A $\cos\phi=0.85$
- 4 pals devir sensör tutuculu
- Kızaklı motor altlıklı ve raylı motor sehpasında kullanıma uygun



Y-0036-017 Dahlander Motor

- P=1-1.3kW U=380v f=50Hz n=1360-2770rpm I=2.9-3.5A
- $\cos\phi=0.75-0.78$
- 4 pals devir sensör tutuculu
- Kızaklı motor altlıklı ve raylı motor sehpasında kullanıma uygun



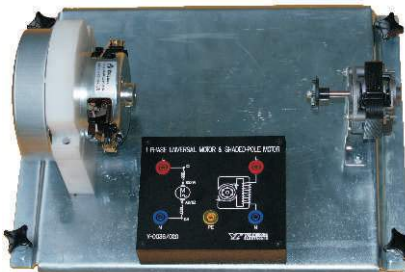
Y-0036-018 Rotoru Sargılı Asenkron Motor

- P=1,5kW U=220-380v f=50Hz n=1400rpm I=2.9-5A
- $\cos\phi=0.8$
- 4 pals devir sensör tutuculu
- Kızaklı motor altlıklı ve raylı motor sehpasında kullanıma uygun



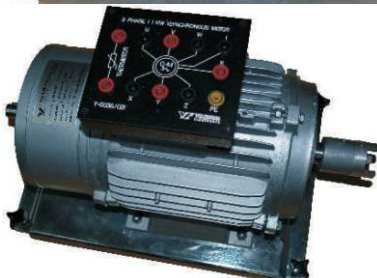
Y-0036-019 Manyetik Frenli Trifaze Asenkron Motor

- P=1,1kW U=220-380v f=50Hz n=1380rpm I=4.6-2.7A
- $\cos\phi=0.8$ Φ Fren 24-200v DC 33-40W 10-20Nm
- Kızaklı motor altlıklı ve raylı motor sehpasında kullanıma uygun



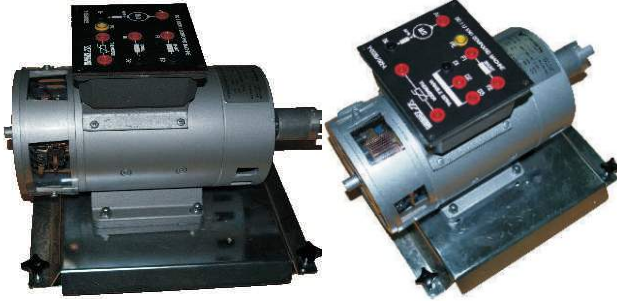
Y-0036-020 Monofaze Universal ve Gölge Kutup Motor

- Gölge kutup: P=8-10W U=220v I=0.18A f=50/60Hz n=2400-3000rpm
- Universal: P=1200W U=0-200v DC I=0.18A f=50/60Hz n=10000rpm çalışabilir
- Kızaklı motor altlıklı ve raylı motor sehpasında kullanıma uygun



Y-0036-021 Trifaze Senkron Makine

- P=1kW U=380v f=50/60Hz I=2.3A n=1500rpm uyartım U=72v DC I=2.1A
- Kızaklı motor altlıklı ve raylı motor sehpasında kullanıma uygun



Y-0036-022/022A Kompunt, Kademeli Kompunt Makine

- P=1kW U=200v DC I=6.3A n=1500rpm uyartım U=200v DC I=0.3A
- Kademeli kompunt seri sargı 2 kademeli
- 4 pals devir sensör tutuculu
- Kızaklı motor altlıklı ve raylı motor sehpa-sında kullanıma uygun



Y-0036-023A Şönt

- P=1kW U=200v DC I=6.3A n=1500rpm uyartım 200v DC I=0.3A
- 4 pals devir sensör tutuculu
- Kızaklı motor altlıklı ve raylı motor sehpasında kullanıma uygun



Y-0036-023B Seri

- P=1kW U=200v DC I=6.3A



Y-0036-023C DC Step Motor Sürücü

- 12v step motor-hız kontrol podlu,sağ-sol devir yönü kontrollü
- Step motor enerjili bobini led göstergeli



Y-0036-024/024A

- Elektromanyetik fucolt fren: U=0-78v DC I=2.2A 20Nm n=4000rpm fan 220v 50/60Hz
- Manyetik toz fren: U=0-24v DC I=1.2A 30Nm n=4000rpm fan 220v 50/60Hz
- 4 pals devir sensör tutuculu
- Kızaklı motor altlıklı ve raylı motor sehpa-sında kullanıma uygun



Y-0036-025 DC Motor Sürücü

- Besleme: 220-240v AC 50/60Hz
- P=1.8kW U=0-200v DC I=10A uyartım U=90-180v DC I=2A
- Faz açısını kontrol ederek hız ve tork kontrolü, filtreli ve dijital kumanda panelli



Y-0036-026/026A AC Motor Sürücü

- Besleme: L-N U=220-240v 50/60Hz AC
- Çıkış: L-L U=200-240v AC 3 faz
- Sürücü üzerinden parametre girişi
- LCD ekrandan parametre ve kontrol konumları izleme
- Hız(frekans), tork, hareket ve fren kontrolü
- PC ile haberleşme
- D-LAB ara birimle PC den sürücü kontrolü



Y-0036-027 Monofaze Transformatör

- P=300vA
- Giriş : 220-380v 50/60Hz
- Çıkış : 12 - 24 - 36v 50/60Hz



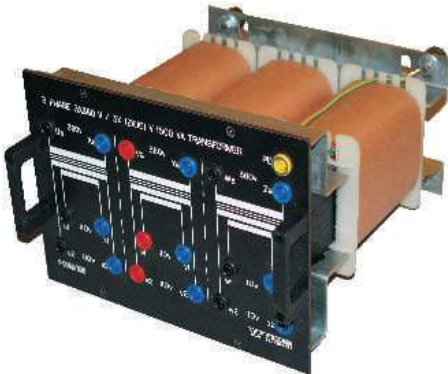
Y-0036-028 Monofaze Transformatör

- P=1500vA
- Giriş : 380v 50/60Hz
- Çıkış : 55 - 110 - 220v 50/60Hz



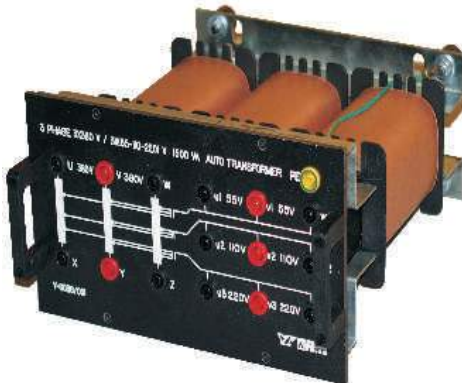
Y-0036-029 Trifaze Transformatör

- P=1500vA
- Giriş : 3x380v 50/60Hz
- Çıkış : 3x(55 - 110 - 220v) 50/60Hz



Y-0036-030 Trifaze Transformatör

- P=1500vA
- Giriş : 3x380v 50/60Hz
- Çıkış : 3x(2x110v) 50/60Hz



Y-0036-031 Trifaze Oto Transformatör

- P=1500vA
- Giriş : Δ (yıldız) 3x380v 50/60Hz
- Çıkış : Δ (yıldız) 3x(55 - 110 - 220)v 50/60Hz



Y-0036-032 Kontaktör

- Besleme :230v 50Hz AC
- Çalışma :3x380v 50Hz 4kW
- Güç kontağı :3NA
- Yardımcı kontak :3NA+2NC



Y-0036-033/034 Röle

- Y-0036-033 Besleme :220-240v 50/60Hz
- Y-0036-034 Besleme :24v DC
- Çalışma :250v 16A
- Kontak :2 enversör



Y-0036-035 Zaman Röle

- Besleme :220-240v AC
- 24v AC/DC
- Çalışma :250v 5A
- Kontak :1 enversör
- Özellik :çekme-bırakma, flaşör fonksiyonlu



Y-0036-036 Termik Röle

- 3 faz bimetal kontak
- Termik ayarı 2.4-4A
- Reset butonlu
- Kontak :1NA+1NC



Y-0036-037 Motor Koruma

- L1,L2,L3,N bağlantılı
- PTC girişi
- LED göstergeli
- Zaman ayar potlu
- Kontak :1 enversör
- Özellik :faz yokluğu, faz sırası,gerilim denge-
sizliği



Y-0036-038 Fotosel Röle

- Besleme :220-240v 50/60 Hz
- Çalışma :250v 5A
- Kontak : 1 enversör
- Özellik :1-3 lüks ışık ayarlı, led göstergeli



Y-0036-039 Sıvı Seviye Röle

- Besleme :220-240v 50/60Hz
- Çalışma :250v 5A
- Kontak :1 enversör
- Özellik :5-50kohm elekt-
rod arası direnç ayarlı,led
göstergeli,3 adet yağlı kab-
lolu elektrodlu



Y-0036-040 Hareket Sensörü

- Besleme :220-240v 50/60Hz
- Çalışma :250v 5A
- Kontak :1 NA
- Özellik :0.6sn-6dk zaman
ayarı,algılama alanı 180
derece h-2.5m uzaklık 12m



Y-0036-041 Lojik Röle

- Besleme :100-240v 50/60Hz
- 8 giriş 4 röle çıkışı
- Lcd ekran,zaman saati
- Hafıza yükleme,şifre koruma
- Tuş takımı ve PC ile programlama
- Pc bağlantı



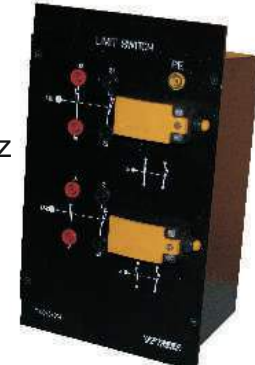
Y-0036-042 Jog Buton

- Çalışma :250v 5A
- Kontak :1NA+1NC
- Sarı, yeşil, kırmızı jog buton



Y-0036-043 Sinyal Lamba

- Çalışma :250v 50/60Hz
- 2şer adet sarı, yeşil, kırmızı
- Seri paralel bağlantıya uygun



Y-0036-044 Sınır Anahtarı

- Çalışma :250v 5A
- Kontak :1NA+1NC
- Özellik :Doğrusal hareket yönlü, pimli



Y-0036-045 Şalter Gurubu

- 0-1 paket şalter 1NA 10A
- 1-0-2 paket şalter 1NA+1NC 10A
- Acil stop buton 1NA+1NC 10A



Y-0036-046 Monofaze Asenkron Motora Yol Verme Şalteri

- 0-1-start konumlu
- Kontak akımı :20A



Y-0036-047 Trifaze Şalter

- 0-1 paket trifaze şalter
- Kontak akımı :20A



Y-0036-048 Enversör Şalter

- Trifaze 1-0-2 paket şalter
- Kontak akımı :20A



Y-0036-049 Dahlender Şalter

- Trifaze 0-1-2 paket dahlender şalter
- λ yüksek hız Δ düşük hız
- Kontak akımı :20A



Y-0036-050 Yıldız Üçgen Şalter

- Yıldız üçgen paket şalter
- Kontak akımı :20A



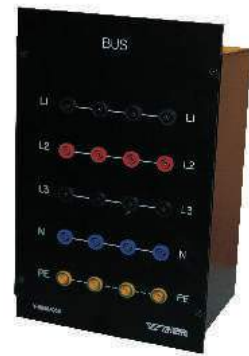
Y-0036-051 Trifaze Sigorta Korumalı Şalter

- Trifaze 0-1 paket şalter
- Kontak akımı :20A
- Trifaze Sigorta 3x16A



Y-0036-052 Dufaze (iki faz) Sigorta Korumalı Şalter

- Dufaze (ikifaze) 0-1 paket şalter
- Kontak akımı :20A
- Dufaze Sigorta 2x16A



Y-0036-053 Bus Bara

- L1,L2,L3,N,Pe 4'er adet banana soketli
- Maksimum akım :20A



Y-0036-054 Proje Uygulama Modülü

- Elektromekanik kumanda elemanlarıyla kumanda ve güç devreleri oluşturma
- İçeriği : 4kW kontaktör, zaman rölesi, motor koruma rölesi, termik röle, motor koruma şalteri, monofaze trifaze sigorta, ray klemens



Y-0036-055 Lamba Gurubu

- 6 adet E-27 duylu lamba gurubu
- Seri paralel bağlantıya uygun



Y-0036-056 Trifaze
Kademeli Rezistif
Yük

- Besleme L-N 220-240v 50/60Hz
- Trifaze 5x100W rezistif yük
- Her faz 0-5 kademe-
li paket şalter 20A
- Her kademe 484ohm
100W
- Her faz monofaze
sigorta korumalı
- Fan soğutmalı



Y-0036-059 Trifaze
Rezistif Yük

- Besleme L-N 220-240v 50/60Hz
- Her faz 530ohm
100W
- Yükler seri paralel
bağlantıya uygun



Y-0036-057 Trifaze
Kademeli Kapasitif
Yük

- Besleme L-N 220-240v 50/60Hz
- Trifaze 5x100VAR
kapasitif yük
- Her faz 0-5 kademe-
li paket şalter 20A
- Her kademe 8µF 450v
100VAR
- Her faz monofaze
sigorta korumalı



Y-0036-060 Trifaze
Rezistif Yük

- Besleme L-N 220-240v 50/60Hz
- Her faz 800ohm
75W
- Yükler seri paralel
bağlantıya uygun



Y-0036-058 Trifaze
Ayarlı Endüktif Yük

- Besleme L-N 220-240v 50/60Hz
- Her faz 0-1000 VAR
endüktif yük
- Yük ayarı +,- butonlu
- Her faz monofaze
sigorta korumalı
- Fan soğutmalı



Y-0036-061 Trifaze
Kapasitif Yük

- Besleme L-N 220-240v 50/60Hz
- Her faz 15µF 400v
AC
- Yükler seri paralel
bağlantıya uygun



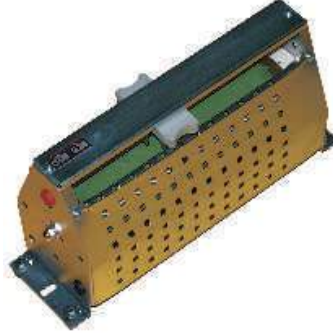
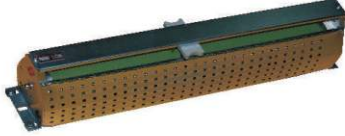
Y-0036-062 Trifaze
Kapasitif Yük

- Besleme L-N 220-240v 50/60Hz
- Her faz 30µF 400v
AC
- Yükler seri paralel
bağlantıya uygun



Y-0036-063/064 Trifaze Endüktif Yük

- Besleme :220-240v 50/60Hz AC
- Y-0036-063 :1650mA 400mA
220-240v 50/60Hz AC
- Y-0036-064 :2550mA 300mA
220-240v 50/60Hz AC
- Yükler seri paralel bağlantıya uygun



Y-0036-065 Reosta

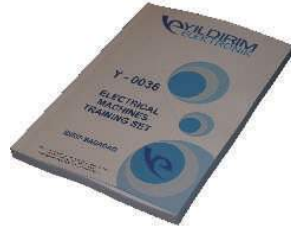
- 50ohm 1000w sürgülü resosta
- Üç uçlu

Y-0036-066 Reosta

- 100ohm 500w sürüğü reosta
- Üç uçlu

Y-0036-067 Ayarlı Rezistif Yük

- 500ohm 100w ayarlı (pot) rezistif yük
- Üç uçlu



Y-0036-068 Jaglı Bağlantı Kablosu

- Kırmızı, siyah, mavi, sarı renk
- 50,100,150cm boyutlarında
- Korumalı ve banana sokete uygun

Y-0036-069 IEC fişli kablo

- 3x075 TTR kablolu, 30-60cm boyutunda
- Bir tarafı erkek diğer tarafı dişi IEC fişli



Y-008 Modül Saklama Dolabı

- Metal elektro statik boyalı
- Tek kapılı kilitli
- 4 adet raylı modül taşıma rafı
- 48 raya takılan modül taşıma kapasiteli
- 2 adet sabit rafı
- kablo v.s askılıklı

Y-0036/001 Enerji üniteli deney masası :

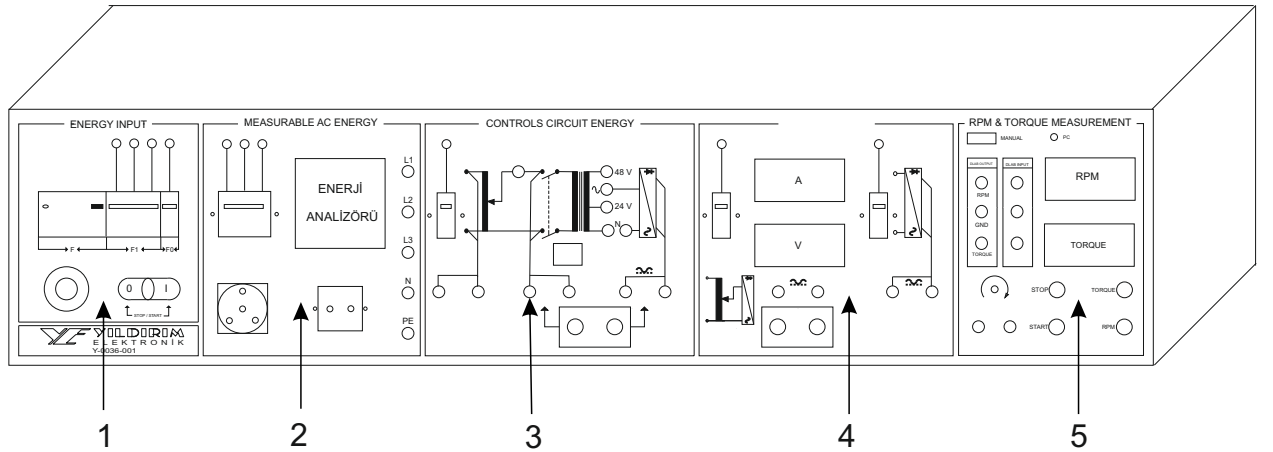


Elektrik makineleri-kumanda eğitim setinin ana ünitesi olup 380-415v 50-60Hz üç faz AC enerji ile beslenmektedir. Eğitim setindeki yapılması mümkün tüm deneylerde gerekli olan AC/DC enerjiler çeşitli değerlerde,sabit ayarlı,korumalı ve ölçümlü olarak banana soketli bir, üç faz ve IEC prizli olarak kullanılmaktadır. Ayrıca ünitemizde RPM ve TORK ölçümü yapılmaktadır.

Ünitemiz iki kısımda incelenecektir.

- A) Enerji ünitesi bölümleri
- B) Enerji ünitesi ve masası kullanımı

A) Enerji ünitesi bölümleri :Enerji ünitesi aşağıda görüldüğü gibi beş bölümden oluşmaktadır.Bu bölümlerin kullanım ve özellikleri şöyledir.



1- Enerji Girişi :Kaçak akım koruma röle, trifaze ana sigorta, kumanda devre sigorta korumalı. Acil stop butonlu, kumanda ikiz start-stop butonlu, enerji var ve çalıştı sinyal lambalı. Sistemin çalışması için üç faz enerji fişi uygun prize takılıp, sigorta ve kumanda elemanları ON(çalışır) konuma getirilerek ünitenin tamamına enerji verilir.

2- Ölçümlü AC Enerji :Trifaze sigorta korumalı,sinyal lambalı,akım trafosuyla enerji analizatörlü (U,I,cosfi,W,VA,VAR,THD v.s.)ölçümlü,banana soket,trifaze ve monofaze priz çıkışlı. Diğer bölümlere ilişkisi olmadan sisteme enerji verildiğinde sigortası ON konuma getirilerek kullanılır.

3- Kumanda Devre Enerjisi :Monofaze sigorta korumalı,sinyal lambalı,banana soketli çıkış. 0-250v AC ayarlı banana soketli çıkış,ayarlı AC girişli 0-24-48v AC banana soketli çıkış. Ayrıca 0-24-48v DC seçilebilir ayarlı banana soketli çıkış. Diğer bölümlerle ilişkisi olmadan sisteme enerji verildiğinde sigortası ON konumuna getirilerek sabit ve ayarlı herhangi bir enerji kısmı aynı anda kullanılır.

4- DC Enerji :Sigorta korumalı,sinyal lambalı, 0-250v DC ayarlı banana soket çıkışlı,sigorta korumalı,sinyal lambalı 250v DC sabit banana soket çıkışlı. Diğer bölümlerle ilişkisi olmadan sisteme enerji verildiğinde sigortaları ON konuma getirildiğinde birbirinden bağımsız veya aynı anda kullanılabilir.

5- RPM ve Tork Ölçümü :ON/OFF ışıklı anahtarlı, PC-manuel seçme anahtarlı manyetik fren kontrol,tork ve devir ölçümü çıkışlar sinyal girişleri banana soketli ve konnektörlü. Diğer bölümlere ilişkisi olmadan sisteme enerji verildiğinde eğitim setindeki tüm makinelerdeki devir sensörü yapısıyla direk devir ölçümü yapılır. Ayrıca manyetik toz fren (dinamik yük) kontrolü ve üzerindeki loadcell yardımıyla tork ölçümü yapılır.PC seçiminde D-LAB kullanılarak uygun motor sürücü (Y-0036/026A) kullanımı ile kumanda kontrol PC üzerinden yapılır ölçümler izlenir, kaydedilir, gerektiğinde grafikleri çizilir.

B) Enerji ünitesi ve masa kullanımı :

1-Enerji ünitesindeki tüm bölümler enerji girişi yapıp enerji giriş kısmı ON(çalışır) konumunda kullanılır.

2-Her bölümün kendine ait sigorta koruması, anahtar buton v.s. kumandası ile kontrol edilir.

3-Bölümlerdeki ölçüm kısımları yalnız kendi kısımlarını ilgilendirir, başka bölümün ölçüm ünitesi olarak kullanılmaz.

4-Enerji ünitesindeki bölümlerin hiçbirine hiçbir suretle aynı veya farklı değer ve yapıda enerji verilemez. Ciddi kaza ve hasara sebebiyet verir.

5-Yapılacak deneye göre gerekli modüller modül taşıyıcılara yerleştirilir. Bu yerleştirmede kabloların karışmadan bağlantısı düşünülerek modüller yerleştirilmelidir.

6-Enerji ünitesinin alt kısmındaki IEC prizler genellikle dijital ölçü aletleri beslemesi için kullanılmalı, gerektiğinde küçük güçlü cihazlarda beslenebilir.

7-Enerji ünitesindeki masa tablası üzerine motorları direk koymayınız, mutlaka kızaklı sehpa(Y-0036/003)üzerine motorları bağlayıp ve koruma kısmını takarak kullanınız. Ayrıca uygun modülleri de masa üstünde kullanabilirsiniz.

8-Enjerji ünitesindeki kablo askılığıını istediğiniz tarafa monte edip kullanabilirsiniz.

ELEKTRİK MAKİNELERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

2.1 - ELEKTRİK MAKİNELERİ :

Bu gün elektrik enerjisi endüstrinin bütün dallarında çokça kullanılmakta, kullanım şekli hızla değişmektedir. Elektrik enerjisinin endüstride kullanımı ELEKTRİK MAKİNELERİ ile olmaktadır.

Elektrik makinelerinin kavramak için manyetizma, manyetik alan içinde üzerinden akım geçen, hareket eden – etmeyen iletkenler hakkında geniş kapsamlı fiziksel bilgiler gereklidir. Bu bilgiler Elektrik Makineleri – Devre Analizi (Elektroteknik) derslerinde geniş kapsamlı verilmektedir.”Elektrik makineleri ” bir üst kavram olarak kabul edilmiştir.

ELEKTRİK MAKİNELERİNİN kapsamı şunlardır.

A- Dinamik Elektrik Makineleri

1: D.C. makineler.

- a) D.C Genaratörler
- b) D.C. Motorlar.

2: A.C makinalar

I- Asenkron motorlar

- a) 3 fazlı motorlar
- b) 1 fazlı motorlar

II- Senkron makinalar

- a) Senkron jeneratör
- b) Senkron motor

3: Servo Motor

4: Step Motor

B- Statik Elektrik Makineleri

1- Transformatörler

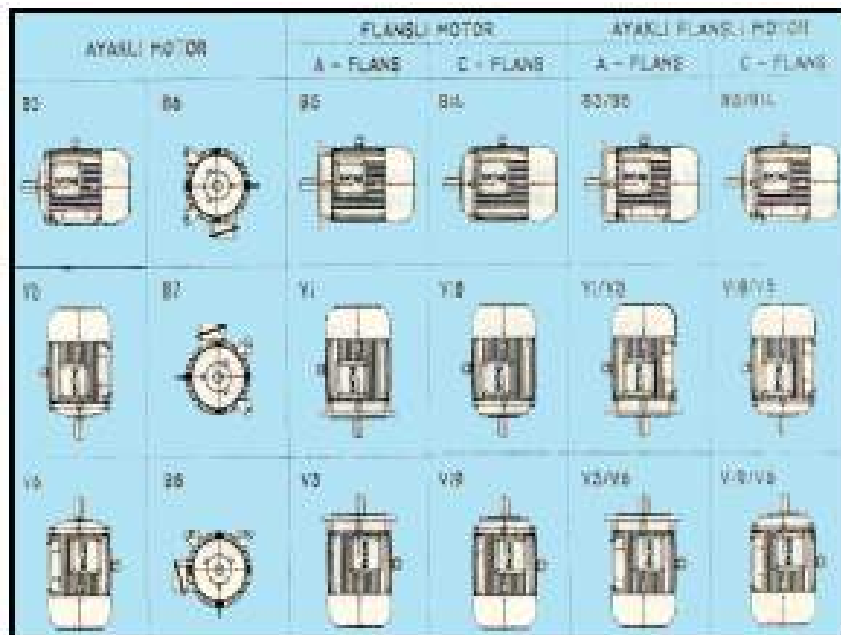
- a) 1 fazlı transformatör
- b) 3 fazlı transformatör
- c) Oto transformatörü

2- Doğrultmaçlar

- a) Bir fazlı doğrultmaç
- b) Üç fazlı doğrultmaç

Elektrik makineleri öncelikle kullanım durumuna göre motor- jeneratör-transformatör gerilim düşürücü veya yükseltici olarak karşımıza çıkarlar.

1.2 STANDART İMALAT TİPİ



ŞEKİL - 2.1 İmalat tipi örnekleri

Elektrik makineleri imalat tipleri standarttır.Sembol olarak bir harf ve bu harfi takip eden rakam vardır. (Şekil: 2.1)

Belirtilen sembol ; Depolama ,sabitleme montaj işlemleri , mil (tahrik hakkında v.b. gibi bilgiler vermektedir. İmalat tipleri hakkında daha detaylı güncel bilgiler TSE-DIN-IEC v.b gibi norm talimatlarında bulunur.

2.2 - YAPISI

Dönme hareketi yapan elektrik makinelerinin (Motor-Jeneratör) sabit duran bölümüne STATOR dönme hareketi yapan kısmına ROTOR adı verilir.Statik elektrik makinesinde (transformatör) ise sisli çelik saç NÜVE, (gövde) bunun üzerine sarılı PRIMER-SEKONDER sargıdan oluşur.

Elektrik makinelerinin yapısı üzerinden elektrik akımı manyetik akımı ileten bölümler ve konstrüksiyon bölümler olmak üzere ikiye ayrılır.

2.3-SOĞUTMA VE HAVALANDIRMA :

Dinamik elektrik makinelerinde ısı şeklinde kayıplar meydana gelir. Bu etkinin sınırlandırılması veya termik sınırı aşınca kadar dışarıya verilmesi gerekir.Yüksek ısı sarımların izolasyonuna hasar verir.Bunun sonucunda makine kullanılamaz.

Elektrik makinelerinde genellikle soğutma düzenekleri vardır.Bunun yanı sıra rotora bağlı bulunan bir havalandırma fanı üzerinden soğuk hava makinenin soğutulması gereken bölümlerine iletilir.Makine gövdesinin üst düzeyi de aynı şekilde ısıyı dışarıya verir.

Transformatörlerde ise ; güç trafolarında genellikle yağ ile, ayrıca bir fan mototoruyla soğutma ve havalandırma yapılır.

2.4-İZALASYON SINIFLARI :

Standart elektrik makinelerinin sargıları verniklenmiş iletkenlerden yapılır.Bu makinelerin yüksek ısılar altında çalışmaları söz konusu olabilir.Bu nedenle sürekli izin verilen maximum ısı değerinin belirtildiği değişik izolasyon sınıfları vardır.

İzolasyon sınıfı	İzin verilen max. Isı değeri
Y	90 ⁰
E	120 ⁰
F	155 ⁰
H	180 ⁰

Şekil - 2.2

2.5 : MOTORLARIN ÇALIŞMA KAREKTERİSTİĞİ

Bir motorun çalışma karakteristiği; dönme momenti – devir sayısı karakteristiği üzerinden değerlendirilir.Motor türüne devir sayısı, boşta çalışmada yüklü çalışmadan daha yüksektir.Devir sayısındaki değişim nominal devir sayısının %5'i olarak verilir.Dinamik elektrik makinelerinin çalışma karakteristiği dört grupta değerlendirilebilir.

1 Senkron çalışma özelliği :

Devir sayısı değişimi sıfırdır.(senkron motor) yani yüklemeye devir sayısı düşmez.

2. Şönt çalışma özelliği:

Devir sayısı değişimi %10'dan küçük;
D.C. şönt motor,
Tek fazlı ve üç fazlı Asenkron motor
Üç fazlı şönt motor.

3. Kompunt çalışma özelliği :

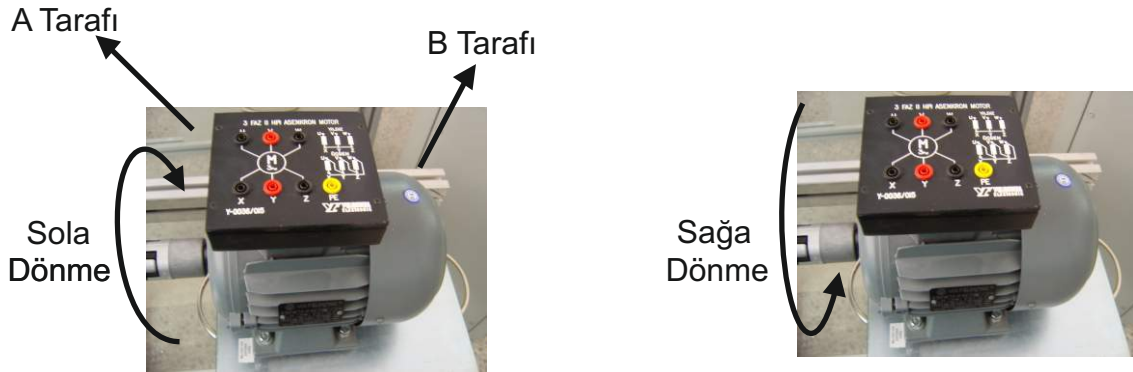
Devir sayısı değişimi %10 - %25' dir.
Sincap kafesli üç fazlı motor
D.C. Kompunt motor.

4. Seri çalışma özelliği :

Devir sayısı değişimi %25 ' den büyük ;
D.C. seri motor,
Tek fazlı seri motor.

2.6 : DEVİR YÖNÜ :

Dinamik elektrik makinelerinin devir yönü daima tahrik bölümündeki motor mili ucuna bakılarak belirlenir. Sağa dönmede rotor saat ibresi yönünde hareket eder. Sola dönmede rotor saat ibresi yönünün tersi olarak hareket eder. (Şekil 2.3) motorun iki tarafı vardır. Bir tarafı A, diğer tarafı B ' dir.



Sekil 2.3 Motor devir yönü

A- Tarafı

- a) Tahrik mili
- b) İki mil ucu değişik ise mil çapı büyük olan taraf
- c) İki mil ucu eşit ise; bilezik veya kolektörün karşısı

B- Tarafı

- a) Fan olan kısım (Özel makinelerde fan A-tarafında da olabilir.)
- b) Mil çapı daha küçük olan taraf
- c) Bilezik veya kolektör tarafı.

2.7 MOTOR SEÇİLME KRİTERİ ÇALIŞMA TÜRÜ

Bir elektrik motorunun seçiminde çalışma türü önceliklidir. Örneğin; Bir motor kısa süreli yüklemeye, sürekli yüklemeye olduğundan daha az ısınır. Bu nedenle daha küçük güçlü motor seçilebilir.

S1.....S9'a kadar değişik çalışma türlerinin özellikleri şunlardır.

S1 sürekli çalışma (DB)

Normal yük altında çalışma süresi atalet ısısına erişinceye kadar uzar. Bu tür motorlar sürekli çalışmaya uygundur. Yani nominal yük altında sürekli çalışabilirler. (Şekil: 2.4)

S2 kısa süreli çalışma (KB)

Çalışma süresi bir sonraki durma süresine bakıldığında atalet ısısına erişilmeyecek kadar kısadır.Çalışma süresinden sonra gelen uzun durma zamanında motor kendiliğinden durma ısısına gelerek soğuyacak. (Şekil: 2.5)

S3-S4-S5-Düzensiz çalışma (AB)

Durma araları kısadır.Bu aralar motorun oda sıcaklığına kadar soğuması için yeterli değildir. (Şekil: 2.6)

S3 :Kalkınma akımının neden olduğu ısının motor için dayanılmaz olduğunu gösterir.

S4 : Kalkınma akımının neden olduğu ısının motor için dayanılabilir olduğunu gösterir.

S5 : Motorun frenleme akımı tarafından ilave olarak ısınmasına neden olduğunu gösterir.

S6 Düzensiz yüklemeli sürekli çalışma (DAB) :

Boşta çalışma süreleri motorun soğumasına yeterli değildir. (Şekil: 2.7)

S7 Kalkınma ve frenlemeli kesik çalışma :

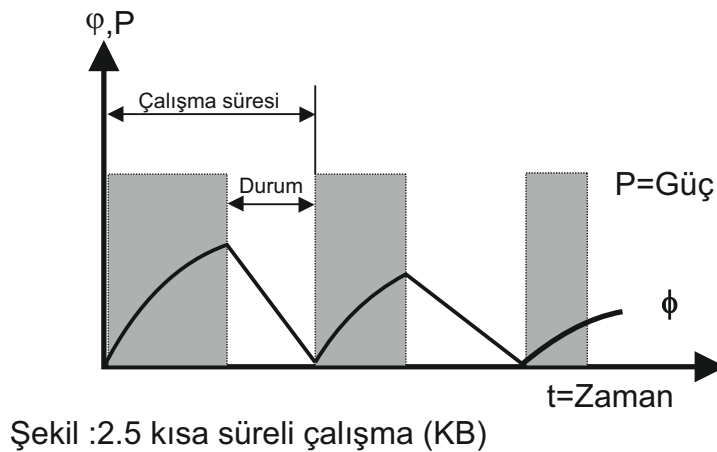
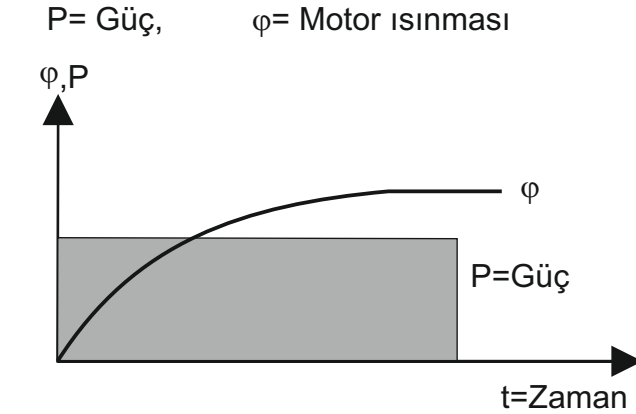
Pratik olarak durdurma yoktur.Motor sürekli olarak gerilim altındadır.Saat başına uygulanan darbenin belirli bir sayıyı geçmesi gerekir.

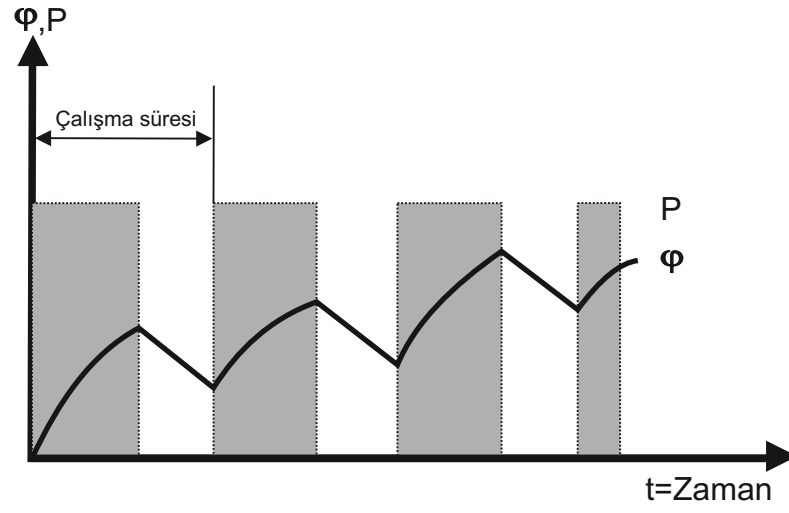
S8 Kutup anahtarlama kesintili çalışma :

Motor genellikle değişen devir sayılarında sürekli yük altında çalışır.

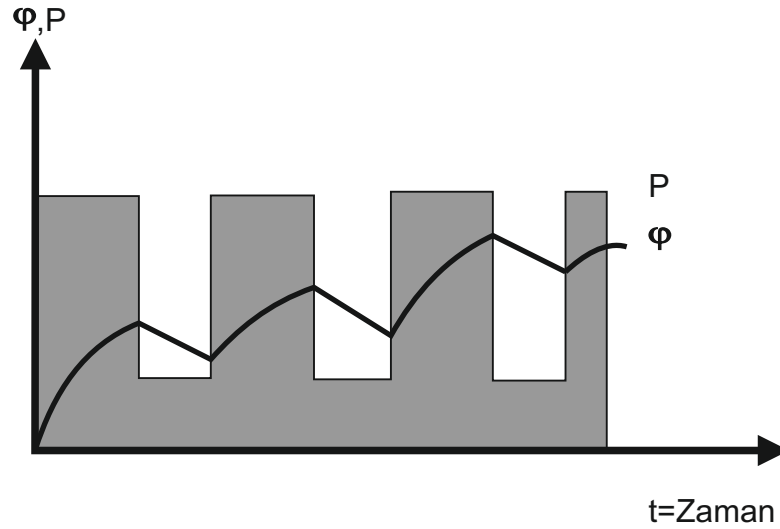
Periyodik olmayan yük ve değişik devir sayılı kesintisiz çalışma :

Nominal güç değeri üzerinde darbe şeklinde yükleme yapılabilir.





Şekil :2.6 Düzensiz çalışma (AB)



Şekil :2.7 Düzensiz yüklemeli sürekli çalışma (DAB)

2.8 EMNİYET GÖSTERGESİ OLARAK KORUMA TÜRLERİ

Koruma türü ile önemli imalat yönetmelik ve standartlara uyulduğu, insanların (çalışanların) gerilim uygulanan (aktif parçalara) bölümlere temas etmesinden ve motora yabancı maddelerin ve su kaçmasından korunduğu görülmektedir. IP (International protection) uluslar arası koruma kısaltmasının yanına iki rakamla koruma türü verilir.

Birinci rakam temas ve yabancı maddelere karşı, ikinci rakamda suya karşı korumayı göstermektedir.

Aşağıda EN 60259'a göre çeşitli koruma türleri, bunlara ait VDE sembolleri görülmektedir.

Temas ve yabancı maddelere karşı koruma:

IPOX, Temas koruması

IP1X, Yabancı maddelere karşı koruma > 50 mm Ø

IP2X, Yabancı maddelere karşı koruma > 12 mm Ø

IP3X, Yabancı maddelere karşı koruma > 2,5 mm Ø

IP4X, Yabancı maddelere karşı koruma > 1 mm Ø

IP5X, Dahili toz birikimlerine karşı koruma

IP6X, Toz geçirmez

Suya karşı koruma

IPX0 , Suya karşı koruma yok

IPX1 , Dikey damla düşümlerine karşı koruma

IPX2 , 15° 'ye kadar eğimli düşen damlalara karşı koruma

IPX3 , 30° üzerinde . yatay gelen su sıçramalarına karşı koruma

IPX4 , Her yönden su sıçramalarına karşı koruma

IPX5 , $\Delta\Delta$ Su püskürtmelerine karşı koruma

IPX6 , Su baskınına karşı koruma

IPX7 , $\Delta\Delta$ Su daldırmaya karşı koruma

IPX8 , $\Delta\Delta$ Derin suya daldırmaya karşı koruma

Ip20 , Yabancı maddelere karşı koruma > 12 mm ö, su koruması yok

Ip54 , Dahili toz birikimlerine karşı koruma, her yönden su sıçramasına karşı koruma

2.9 KULLANICI BİLGİSİ OLARAK GÜÇ ETİKETİ:

Bir elektrik makinesinin önemli bütün karakteristik değerleri güç etiketi üzerinde belirtilir. Bu bilgiler makinenin kimliğidir. Makine seçiminde karar vermek için gereklidir. Dinamik ve statik (trafo) makineler için güç etiketi şekil-2.8/a-b de bunlarla ilgili standart açıklamalar Şekil-2.9/a-b dir.

Şekil 2.8/a, dinamik elektrik makinesi için güç etiketi şablonudur. Etiket, 23 numaralı alanlar ve 'Nr', 'Cosφ', 'A', 't' gibi birimler içerir. Alanlar aşağıdaki gibidir:

- 1: Makine adı
- 2: Makine tipi
- 3: Model no
- 4: Nr
- 5: 6
- 6: 7
- 7: 8
- 8: 9
- 9: 10
- 10: Cosφ
- 11: 12
- 12: 13
- 13: 14
- 14: 15
- 15: 16
- 16: 17
- 17: 19
- 18: A
- 19: Isol. Kl.
- 20: 21
- 21: 22
- 22: t
- 23: Makine no

Şekil 2.8/b, statik elektrik makinesi (trafo) için güç etiketi şablonudur. Etiket, 16 numaralı alanlar ve '//' gibi birimler içerir. Alanlar aşağıdaki gibidir:

- 1: Makine adı
- 2: Makine tipi
- 3: Model no
- 4: 16
- 5: 15
- 6: 14
- 7: 13
- 8: 12
- 9: 10
- 10: 8
- 11: 7
- 12: 6
- 13: 5
- 14: 4
- 15: 3
- 16: 2
- 17: 1
- 18: //
- 19: 10
- 20: 8
- 21: 7
- 22: 6
- 23: 5
- 24: 4
- 25: 3
- 26: 2
- 27: 1

Şekil :2.8/a Dinamik elektrik makinesi güç etiketi Şekil :2.8/b Statik elektrik makinesi (trafo) güç etiketi.

Alan No	Açıklaması (Karakteristik değer)
1	Üretici firma adı
2	Tip sembolü
3	Akım türü
4	Çalışma türü
5	İmalat seri numarası
6	Stator sargıları sarım tipi
7	Nominal gerilim
8	Nominal akım
9	Nominal güç
10	Güç birimi (W veya KW)
11	Çalışma modu
12	Nominal güç faktörü
13	Devir yönü
14	Nominal devir sayısı
15	Nominal frekans
16	Uyartım bilgisi
17	Endüvi sargıları sarım tipi
18	Uyartım gerilimi nominal değeri
19	Uyartım akımı nominal değeri
20	İzasyon sınıfı
21	Koruma türü
22	Ağırlık (büyük makinelerde)
23	İlave açıklamalar

Şekil 2.9/a
Dinamik makine güç etiketi açıklaması

Alan No	Açıklaması (Karakteristik değer)
1	Üretici firma adı
2	Pirimer nominal akımı
3	Sekonder nominal akımı
4	Nominal gücü
5	Bağlantı şekli
6	Dönüştürme oranı
7	Nüve şekli
8	İzasyon sınıfı
9	Koruma türü
10	Nominal frekans
11	Bağlantı
12	Pirimer teknik kısa devre akımı
13	Sekonder termik kısa devre akımı
14	Deney gerilimi
15	Tipi
16	İmalat yılı

Şekil 2.9/b
Statik makine güç etiketi açıklaması

2.10 BAĞLANTI İŞARETLERİ :

Bağlantı işaretleri standarttır. Bu işaretler büyük harfler ve rakamlardan oluşur. Rakamlardan bir (1) sarımın başlangıcını iki (2) sarımın sonunu gösterir. Uç almalar ise 3-4 rakamı ile ifade edilir. D.C. ve A.C. makinalarına ait işaretler (kitapta kullanılan) aşağıdaki tablodadır.

Alternatif Akım Makinaları	
Stator yıldız devre (Λ)	U1-U2 (U-X) V1-V2 (V-Y) W1-W2 (W-Z)
Stator üçgen devre (Δ)	U1-V2 (U-Y) V1-W2 (V-Z) W1-U2 (W-X)
Yıldız nokta Rotor sargıları Topraklama	N K,L,M PE

Şekil 2.10 A.C. Makineleri bağlantı işaret listesi

Doğru akım makinaları	
Endüvi	A1 – A2
Yardımcı kutup sargısı	B1 – B2
Kompanzasyon sargı	C1 – C2
Seri uyartım	D1 – D2
Sönt uyartım	E1 - E2
Yabancı uyartım	F1 – F2

Şekil 2.11 D.C. Makineleri bağlantı işaret listesi

2.11 VERİM VE KAYIPLAR :

Verim (η) makineye verilen ve alınan güç arasındaki orandır.

$$\eta = P_a / P_v$$

Bütün elektrik makineleri çalıştığı zaman kayıplar meydana gelir. Bu nedenle alınan güç P_a daima verilen P_v 'den daha küçük olur. Dinamik elektrik makinelerinin yataklarında sürtünme, sargılarında ısı, stator-rotorda fuko akımlarından dolayı manyetik kayıplar meydana gelir. Bu kayıplar P_k , genel olarak, P_{kfe} =demir kayıpları, P_{kcu} =bakır kayıpları olarak adlandırılır.

Statik elektrik makinelerinde (trafo) sürtünme kayıpları yoktur. Dolayısıyla verim %90'ların üzerinde olur. Dinamik makinelerde alınan güç dönme momenti ve devir sayısı değeri üzerinden belirlenir.

$$P_a = 2\pi \cdot M \cdot n$$

M: Dönme momenti (Nmt)

n: Devir sayısı (d/dak)

Statik elektrik makinelerinin (trafo) gücü ise çıkış yani Sekonder gücüdür.

$$P_s = U_s \cdot I_s \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\phi$$

U_s : Sekonder gerilimi (V)

I_s : Sekonder akımı (A)

Üç fazlı motora verilen güç

$$P_s = U_s \cdot I_s \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\phi$$

U : Gerilimi (V)

I : Akımı (A)

$\cos\phi$: Güç faktörü

P_v ve P_a değerinin aynı anda aynı şartta ölçülmesi gerekir. Ancak bu durumda gerçek verim değeri tespit edilir. Verim değeri nominal çalışmada kendinin en yüksek değerine sahip olur.

3. DOĞRU AKIM MAKİNELERİ

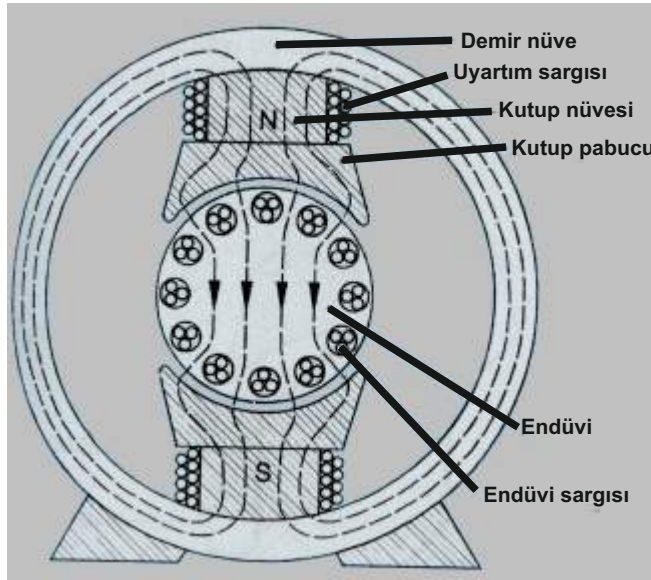
MAKİNEİN YAPISI

Sabit bir manyetik alan içerisinde hareket eden iletkenlerde elde edilen indüksiyon akımının kolektör - fırçalar yardımı ile doğrultulup dış devreye alınması prensibiyle çalışan makinelerdir.

*Dış devreden D.C. gerilim uygulandığında D.C. Motor olarak

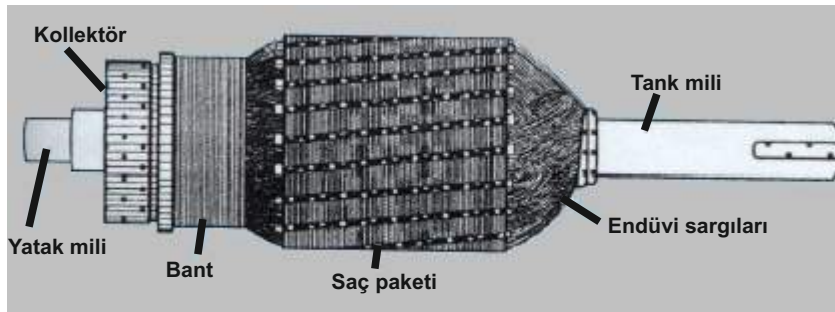
*Dış devreden Mekanik enerji verildiğinde D.C. Dinamo olarak çalışır.

Şekil 1 ' de Doğru akım makinesinin yapısı görülmektedir. Manyetik alan gövdesi olarak da adlandırılan STATOR (Endüktör) çelik bir gövde, saç paketten ana kutup, kutup papucu ve uyarım sargılarından meydana gelir. Uyarım sargılarının görevi manyetik alan gövdesi içinde sabit bir manyetik alan oluşturmaktadır. Güçlü makinelerde genellikle ilave olarak yön değiştirme kutupları ve Konpanzasyon sargıları bulunur.



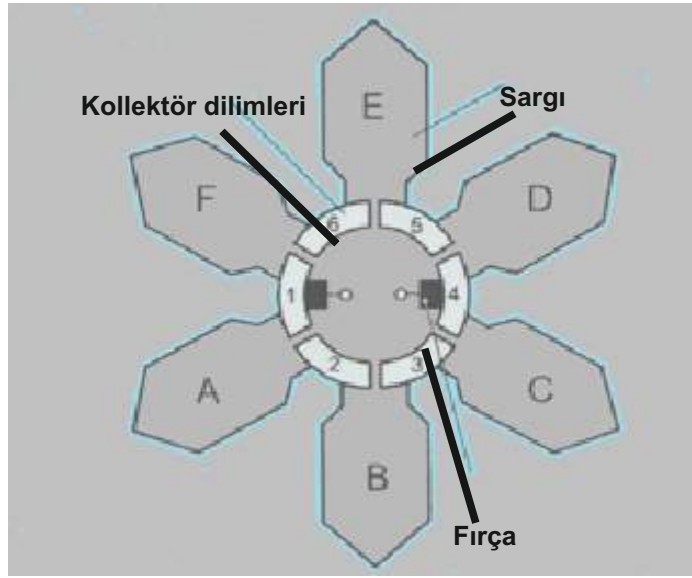
Sekil 1 : Doğru akım makinesinin yapısı

Rotor olarak da adlandırılan Endüvi milinin üzerine preslenmiş saç paketi, oyuklarına yerleştirilmiş olan Endüvi sargıları ve mil üzerine yerleştirilmiş olan kolektör olarak adlandırılan akım çeviriciden meydana gelir (Sekil 2). Endüviye akım iletimi kolektör üzerinden yapılır.



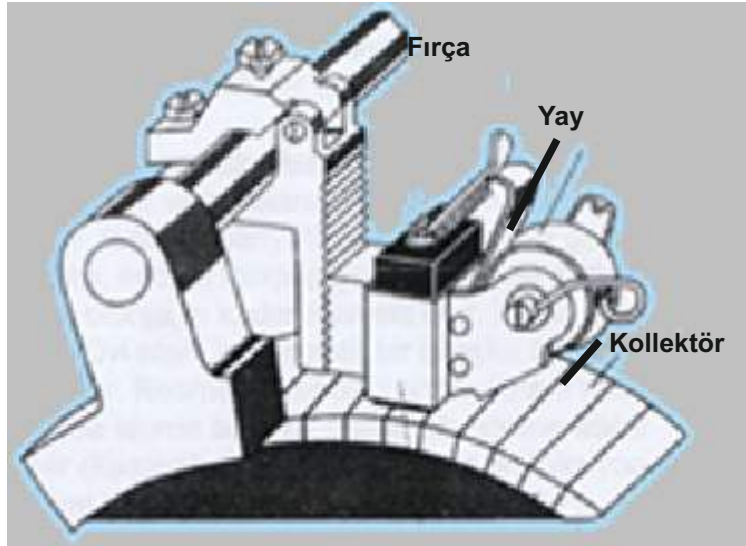
Sekil 2 : Doğru akım makinesinin endüvisi .

Endüvinin her bir sargısı kolektör dilimleri ile bağlantılıdır (sekil 3). A....F Bir tur sargıların her biri bir sargıyı sembolize etmektedir.



Sekil 3 : kollektör ve sargılar

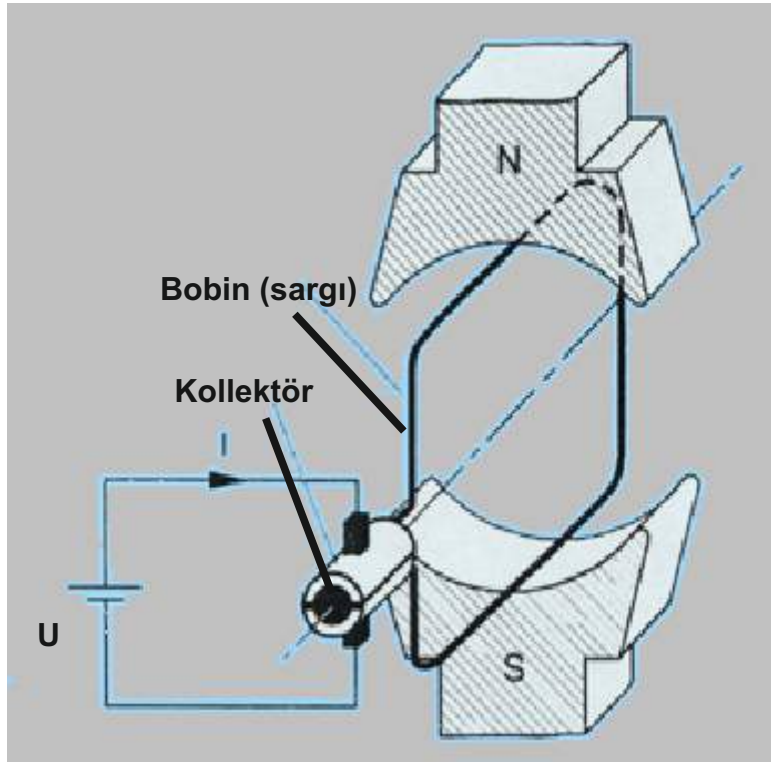
Kollektör aralarında mika yalıtkan yerleştirilmiş olan haddeden geçirilmiş sert bakır dilimleri preslenerek meydana gelmiştir. Karbon fırçalar üzerinden elektrik akımı endüviye iletilir (Sekil 4).



Sekil 4 : karbon fırça ve kollektörün bir bölümü

Kollektörün çalışması:

Şekil 5'te görülen basit bir düzeneğin (motorun sargısı) sargı uçlarına doğru gerilim uygulanacak olursa, sargı (Bobin) üzerinde bir kuvvet meydana gelir. Bunun yanı sıra dönme momenti meydana gelir. Bu hareket sayesinde sargı bobin bir miktar yatay doğrultuda döner (nötr alan oluşumu) içinden akım geçen iletkenin stator (endüktör) alanı içinde sürekli olarak bir dönme momenti meydana getirebilmesi için yarım tur dönmeden sonra endüvide akımın yönünün değiştirilmesi gerekir. Bu olay kollektör yardımı ile gerçekleşir. Şekildeki örnekler kollektör sargı (Bobin) iletkeni ile birbirine bağlanan, izole edilerek birbirinden ayrılmış iki adet silindirik dilimden meydana gelir. Bobin dönme hareketi yaptığı zaman kollektör ve bobin içindeki akım yönü değişir.

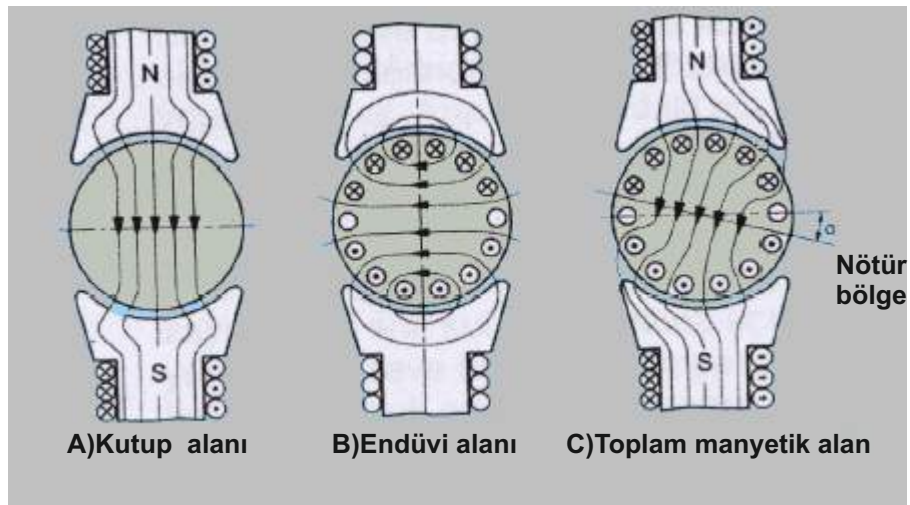


Sekil 5 : Kollektörün çalışması

3.3 DC Makinenin Çalışması:

Doğru akım makinelerinin çalışma özelliği temel olarak değişik yüklerde devir sayısı dönme momenti arasındaki ilişkiden anlaşılmaktadır. D.C. makinelerde büyük çekme kuvveti oluştururlar. Devir sayıları ise kademesiz olarak kumanda edilirler. Çalışma yapıları makine tipine bağlıdır. Sonraki ünitelerde detaylı açıklanacaktır.

3.4 Doğru akım miktarlarında alanlar:



Sekil 6 : Doğru akım makinesinde alanlar.

a- Kutup alanı :

Günümüzde en çok kullanılan doğru akım makinelerinde kutup alanı elektromıknatıslar tarafından meydana gelir. Stator (Endüktör) içindeki sargılar kutup alanı sargılarıdır. Bu alan endüvi saç paketi üzerinden devresini tamamlar.

b- Endüvi alanı :

Endüvide içinden akım geçen her iletkeninde bir manyetik alan meydana getirir. Birbirlerine paralel olarak duran iletkenlerden aynı yönde akım geçirilirse, bu iletkenlerin hepsinde aynı yönde manyetik alan oluşur. Bu manyetik alan, kutup alanını kesecek özelliğindedir.

c- Toplam manyetik alan :

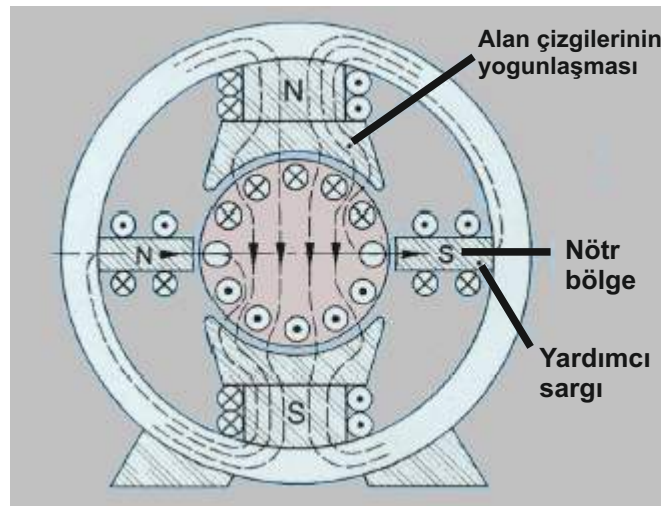
Kutup alanı ve Endüvi alanı toplam manyetik alanı meydana getirir. Bu alanın kuvveti Endüvi içinden geçen akımın değerine bağlıdır. Kutup alanı Endüvi alanı toplanarak toplam bileşke alanını oluşturur. Kesme yönündeki Endüvi alanı nötr bölgede akıma bağlı olarak bir dönme etkisi yapar. (nötr bölgede Endüvide indüklenen gerilim olmaz) Endüviden geçen akım büyüdükçe nötr ekseninde o oranda fazla kayar.

ENDÜVİ REAKSİYONU :

Endüvi alanının kutup alanı üzerinde yaptığı etkiye endüvi reaksiyonu denir. Bu etki nötr bölgeyi döndürür ve kutup alanında zayıflama meydana getirir. Yüksüz olarak çalışan motorlarda kutup alanı, kutup pabuçları üzerinden simetrik olarak dağılır. Makine ne kadar yüklenirse ana kutup alanı zayıflaması ve nötr bölgenin kayması o oranda artar. Manyetik endüksiyon kutupların altında yoğunlaşırken, kutuplar arasında sıfır olur. Endüksiyonun meydana gelmediği bölge nötr bölgedir. Fırçaların bu bölgede olması gerekir. Nötr bölgedeki kayma, endüvi besleme akımının endüksiyonsuz alanın dışına çıktığından dolayı fırçalarda kuvvetli “ark” meydana gelir. Bu ark kollektör ve karbon fırçalarda aşınmaya neden olur. Bu durumda arkın artmasına, ısınmaya ve endüvi sargılarının zarar görmesine neden olur. Bu durumu önlemek için fırçaların nötr bölgede tutulması gerekir ve yüke bağımlı olarak ayarlanması gerekir. Değişken yüklerde mümkün değildir. Bu nedenle de nötr bölgenin kayması “Yardımcı Kutup” kullanılarak engellenir.

Yardımcı Kutuplu D.C Makineleri :

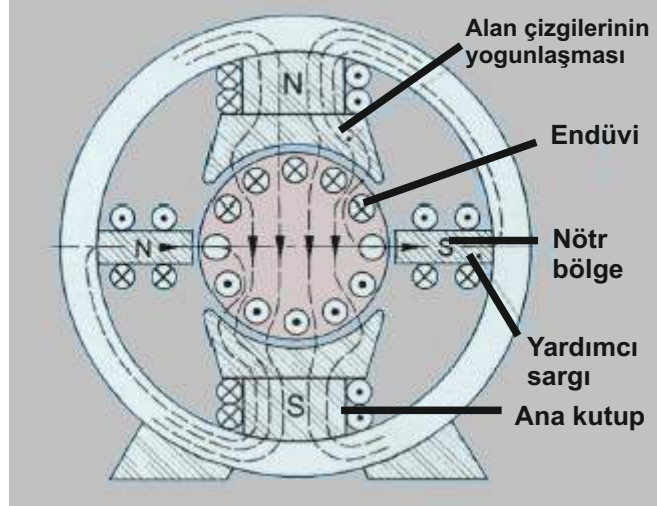
Yardımcı kutuplar, ana kutupların arasına gelecek şekilde yerleştirilir. Yardımcı kutuplar endüvi ile seri olarak bağlanıp endüvi alanına ters yönde aynı değerde alan meydana getirirler, bu sayede değişken yüklemelerde dahi nötr bölgenin aynı yerde kalması sağlanır ve endüvi alanı nötr bölge içinde ortadan kalkarlar.



Sekil 4 : Yardımcı kutuplu D.C. makinesi

Konpanzasyon Sargılı D.C Makineleri :

Büyük güçlü ve büyük yüklerde, kullanılan D.C makinelerinde yardımcı kutbun etkisi yeterli olmaz. Ana kutuplardaki alan zayıflaması, kutup pabuçlarının köselerinde tek taraflı doyma meydana gelir, bu da endüvi sargılarında problemler oluşturur. Meydana gelen alan zayıflaması ana kutupların altına açılan oluklara yerleştirilen konpanzasyon sargısı kullanılarak yok edilir. Bu sargılarda endüvi sargılarının akım yönüne zıt olması gerekir.



Şekil.8. Yardımcı Kutuplu ve Konpanzasyon Sargılı D.C Makinesi

Endüvi Reaksiyonunu Önleyecek Diğer Tedbirler :

Kutupun ayaklarını tarak şeklinde yapmak,
Kutup ayaklarına oluklar açmak.

Komitasyon :

Endüvi bobinlerinden geçen akımın yön değiştirmesi esnasında meydana gelen etkilere denir. Fırça ve kollektör yardımıyla endüvi bobinlerinin, akım yönünün değişmesini kolaylaştırmak gerekir, aksi takdirde fırçalarda ark meydana gelir. Bu da endüvi sargılarında kollektör ve fırçalarda sorunlar yaratır

Bu sorunların olmaması için; komitasyon olayını kolaylaştırmak gerekir.

Komitasyonu Bozan Etkenler :

Kollektörün yuvarlak olması,
Kollektör dilimleri bakırın aşınıp omik yalıtkanların yüksek kalması,
Fırçaların fırça tutucuları içerisinde sıkışması,
Fırçaların kollektör üzerine yeterli basınçta ($150-250 \text{ gr/cm}^2$) basmaması,
Fırçaların oksitlenmesi,
Endüvi balansının iyi olmaması
Fırçalar arasındaki mesafenin eşit olmaması,
Endüvi arasındaki mesafenin her kutupta eşit olmaması
Fırçaların karbon oranının yüksek direncinin büyük olmaması

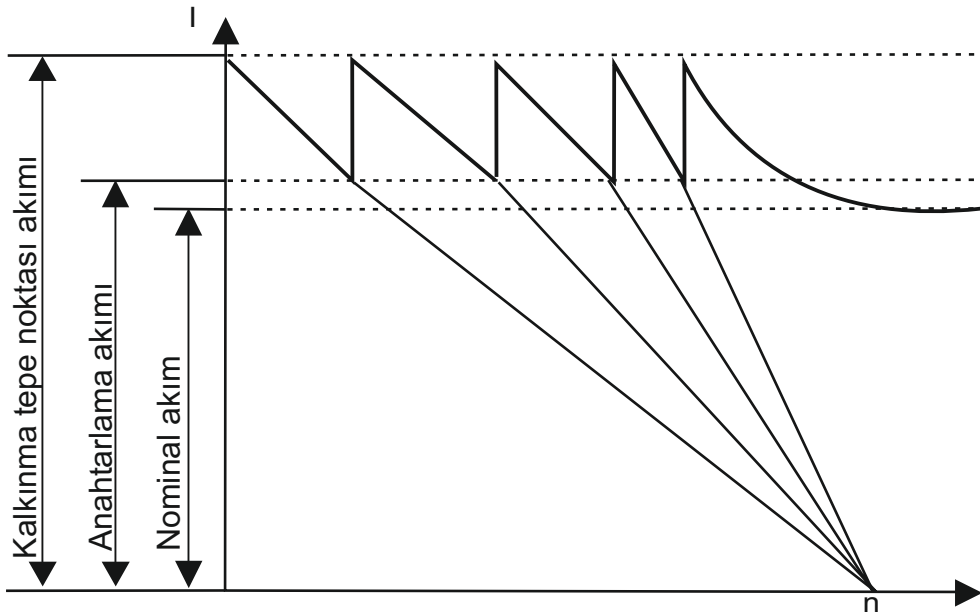
Komitasyonu Kolaylaştıran Önlemler :

Karbon oranı yüksek ve büyük dirençli fırçalar kullanmak,
Fırçaları kaydırmak,
Yardımcı kutup kullanmak (endüviye seri bağlı)

3.5 : DC Makinelerinin Kalkınma (yol verme) Yöntemleri :

D.C akım makineleri direkt olarak şebeke gerilimine bağlanırsa; ilk anda bir ivme momentine gerek duyulduğu, durma konumundaki endüvide sadece, çok küçük bir omik direnç olduğundan, kalkınma akımı, nominal akımdan 10..20 kat daha fazla olur.Bu durum sargılar için tehlikelidir.Ancak endüvinin dönmeye başlaması ile, endüvi sargılarında alan sargılarının kesilmesiyle zıt yönde bir gerilim meydana gelir.Bu gerilim değeri devir sayısının artmasıyla yükselir ve çekilen akım azalır.

Yüksek kalkınma akımının değeri endüvi sargıları önüne bir yol verme (reostası) direnci bağlamak suretiyle önlenir.Bu yol verme dirençleri kademeli olup devir sayısı arttıkça kademeli olarak devre dışı kalır. Nominal devir sayısına erişilince yol verme direnci kısa devre edilir.Bu yol verme usulü bazı koşullarda yol verme direncinde harcanan enerji ısı olarak kaybolduğu için ekonomik sayılmaz.Bu nedenle;ayarlanabilir (değişken) gerilim kaynağından makinelere yol vermek ekonomik bir yöntem olup enerji kaybı yok kabul edilir.Ayrıca hassas ayar yapabilme olanağı vardır.



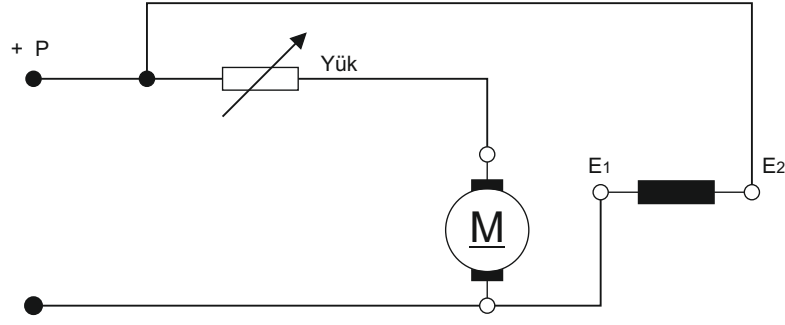
Şekil.9.Dört Kademeli Yol Verme Direnci ile Kalkınma Akımının Sınırlandırılması.

3.6 : D.C Makineler Devir Sayısının Kumandası

D.C makinesinin devir sayısı iki sistemde değiştirilebilir. Devir sayısının değişimi için iki yöntem kullanılır.

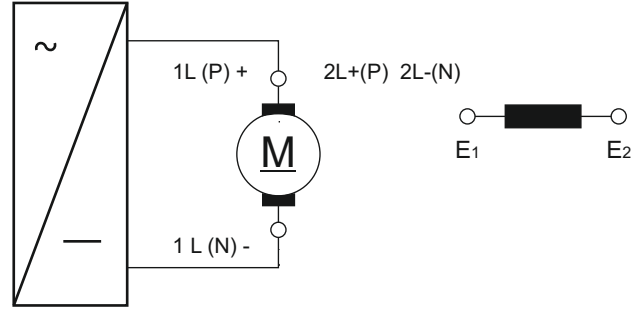
Gerilim kumandası ile devir sayısının değiştirilmesi:

Devir sayısının kumandası durma (sıfır) konumundan anılan değere kadar her değerde istenilmesi durumunda, devir sayısı kumandası endüvi gerilimi üzerinden yapılır. Bu uygulamada alanın tamamen uyarılmış olması gerekir. Endüvi geriliminin küçültülmesi ve yükün artmasıyla devir sayısı düşmüş olur. Bu sistemde bağlanan ön dirençteki ısı kaybından dolayı verim düşer. Yol verme direncinin ince ayar kademeli olması gerekir.



Şekil. 10. Endüvi Gerilimi Kumandası Üzerinden Devir Sayısının Değiştirilmesi.

Devir sayısı değiştirmede tristör kumandalı doğrultmaçların kullanılması daha ekonomik bir yöntemdir. Böyle bir devre ile kolay, kayıpsız olarak şebeke geriliminden kademesiz ayarlanabilen D.C gerilim elde edilir. Bu sistemde uyarım sargıları sabit bir D.C gerilim kaynağına bağlanmalıdır

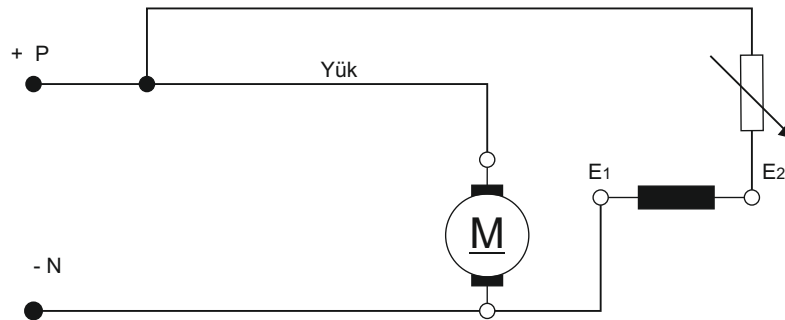


Şekil.11 .Tristör Kumandalı Doğrultma Devresi ile Devir Sayısı Değişimi.

Alan Kumandası :

D.C makinelerde uyarım devresine bağlanan bir ön direnç (kademeli) üzerinden uyarım akım değeri azaltılarak, D.C makinenin devir sayısı kontrol edilir. Bu koşulda alan zayıflama etkisinin santrifüj etki meydana getirerek endüvi ve Kollektörün bozulması söz konusu olur, bu nedenle sadece belirli sınırlar içerisinde yapılması gerekir.

Uyarım akımının tamamen hiçbir koşulda devre dışı kalmaması gerekir. Çünkü makinenin devir sayısı sonsuza kadar çıkmaya çalışarak dağılır. Alan kumandası, ile devir sayısının kumandasında dönme momenti biraz düşer.



Şekil.12. Alan Kumandası ile Devir Sayısının Değiştirilmesi.

3.7 D.C Makinelerde Devir Yönünün Değiştirilmesi :

Bütün D.C makinelerin devir yönü değiştirilmesi endüvi veya uyarım sargılarında akım yönünün değiştirilmesi ile sağlanır.Genellikle endüvi akım yönünü değişimi ile sağlanır.

3.8 D.C Makineleri Çeşitleri :

D.C Şönt Makineler :

D.C.şönt makineler kendinden ve yabancı uyarımlı olarak iki tipte imal edilir. Kendinden uyarımlı şönt makinelerde uyarım ve endüvi sargıları aynı D.C gerilim kaynağından beslenir.Yabancı uyarımlı makinelerde ise endüvi ve uyarım sargıları birbirinden bağımsız iki ayrı D.C gerilim kaynağından beslenir.

Şönt makinelerin diğer tipide; tek sargı endüvi sargısı olup uyarım manyetik alanı makine gövdesine yerleştirilmiş sabit kuvvetli mıknatıslardan yapılmıştır.Şönt makineler, kumanda-kontrol tekniği ve kalıp imalatında kullanılır. D.C şönt makine D.C şönt dinamo ve D.C şönt motor olarak kullanılır.

D.C Seri Makineler :

D.C.seri makinelerde endüvi ve uyarım sargıları birbirleri ile seri bağlanmıştır. Bu makinelerde toplam çalışma akımının uyarım sargılarından geçmesinden dolayı endüvi ve uyarım sargılarının direnci küçük değerde olması gerekir.D.C seri makinenin özellikle kalkınma anında çektiği akım değeri çok yüksektir. Bu nedenle bir yol verme düzeneğiyle sınırlandırılmalıdır.

D.C seri makineler çok yüksek kalkınma momenti özelliğine sahiptirler.Bu nedenle elektrikli taşıtlarda ve otomotivde ateşleyici olarak kullanılır.

D.C seri makineler de devir sayısı yükü ters orantılıdır.Yük arttıkça devir sayısı düşer yük azaldıkça devir sayısı artar.

D.C seri makinelerin en büyük dezavantajı makinenin boşta çalıştırılmaması gerekir. Yüksüz koşulda devir sayısının sonsuza kadar çıkmaya çalışacağından makine dağılır, büyük hasar görür.

Kesinlikle boşta çalıştırılmaması gerekir. D.C seri dinamo ve D.C seri motor olarak kullanılır.

D.C Kompunt Makineler :

D.C kompunt makinelerde seri ve şönt sargılar birlikte bulunur.Bu nedenle kompunt makineler seri ve şönt makine özelliklerini taşırlar.

Kompunt makinelerin devir sayısı şönt makinelerde olduğu gibi kararlı değildir. Seri makinelerdeki gibi de kuvvetli bir şekilde düşmez. Şönt sargı tam uyarılırsa boş çalışmada bir dağılma durumu olmaz.

D.C kompunt makineler yüklemenin darbe şekilde olduğu yerlerde pres-zimba gibi makinelerde tercih edilir. D.C kompunt dinamo ve D.C kompunt motor olarak kullanılır.

3.9 D.C Makinelerin Bağlantı İşaretleri :

D.C makinelerde bağlantı işaretleri bir büyük harf ve bir rakamdan meydana gelmiştir. Bu işaretler ve anlamları aşağıdaki gibidir.

- A- Endüvi sargısı
- B- Yardımcı kutup sargısı
- C- Konpanzasyon sargısı
- D- Seri uyartım sargısı
- E- Şönt uyartım sargısı
- F- Yabancı uyartım sargısı

- 1- Sargı başlangıcı
- 2- Sargı sonu
- 3- Saplama
- 4- Saplama

3.10 D.C Makinelerinde Frenleme Yöntemleri :

Şönt-seri ve yabancı uyartımlı makinelerde şu frenleme yöntemleri kullanılmaktadır.

Dirençle Frenleme :

Bu sistemde yabancı uyartımlı şönt makinenin endüvi sargıları besleme kaynağından ayrılır aynı zamanda bir direnç üzerinden kısa devre edilir,direncin değeri ne kadar küçük olursa frenleme etkisi de o kadar büyük olur. Bu sistem vinç sisteminde kullanılır.

Servo Frenleme :

Servo frenleme yönteminde devir yönü sabit olarak kalır. Makine artık mıknatizmadan dolayı kendiliğinden uyarılır, endüvi sargılarından bir akım geçirilir. Bu akım indüklenen gerilime zıt yöndedir, makine bu anda jeneratör olarak çalışır ve frenlenir. Bu sistemde devir sayısı nominal devir sayısının altında kalır. Seri makinelerde uygulanacak olursa, uyartımın yok olmaması için, uyartım sargısının kutuplarının (akım yönünün) değiştirilmesi gerekir. Servo frenleme genellikle elektrikli taşıtlarda kullanılır.

Yük Azaltarak Frenleme :

Yük azaltarak frenlemede yükün azaltılması ile devir sayısı değişir. Bu esnada meydana gelen enerji dirençleri ısıtır veya yeni bir enerji olarak şebeke beslenir. Şönt makine kullanıldığında uyartımın kendiliğinden yok olmaması için uyartım sargısı kutuplarının değiştirilmesi gerekir. Bu sistem genellikle seri makinelerde kullanılmaktadır.

Zıt Yönlü Akımla Frenleme :

Bu frenleme yönteminde endüvi akımı yönü ters çevrilmek, suretiyle yapılır. Bu esnada iletilen güç değeri frenleme nedeniyle açığa çıkan gücün değerinden çok fazla olabilir. Bu sebepten dolayı makinenin termik değeri büyük olmalıdır.

Bütün frenleme sisteminde nominal akım değerlerin üzerine çıkabilir. Ancak frenleme süresindeki çalışma çok kısa olmak zorundadır.

Deney no 4: YABANCI UYARTIMLI D.C ŞÖNT DİNAMONUN BOŞ ÇALIŞMASI

Deneyin amacı : Dinamoyu çalıştırıp remenans gerilimini gözlemleyip, uyartım lu ile dinamo gerilimi U arasındaki ilişkiyi analiz edip boş çalışma karekteristliği (eğrisini) çıkartmaktır.

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

-50 Ω 1000w ayarlı reosta

-Takometre (devir ölçer)

-Jağlı kablo IEC fişli kablo

Y-036/001

Y-036/003

Y-036/023-A

Y-036/015

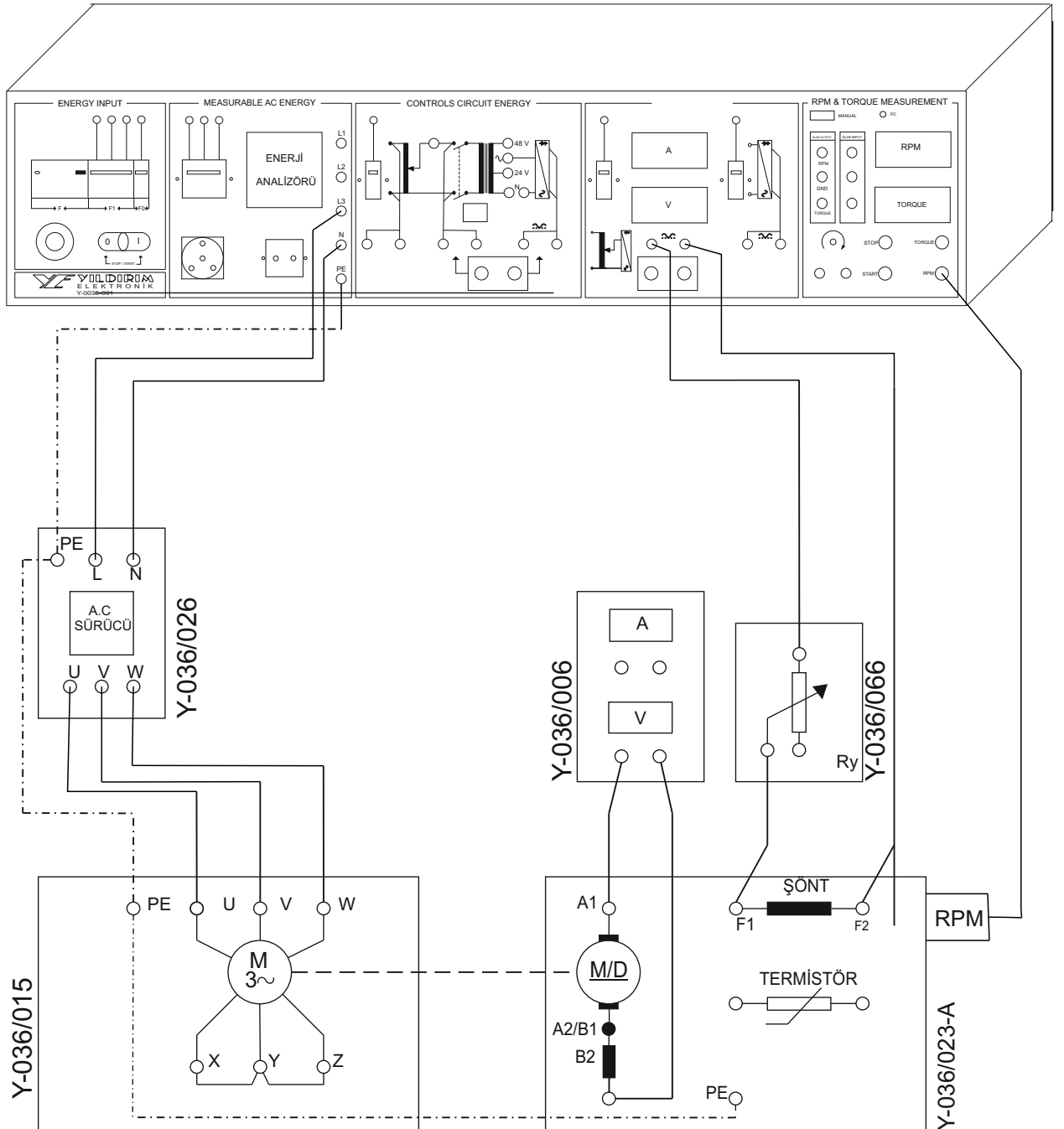
Y-036/026

Y-036/006

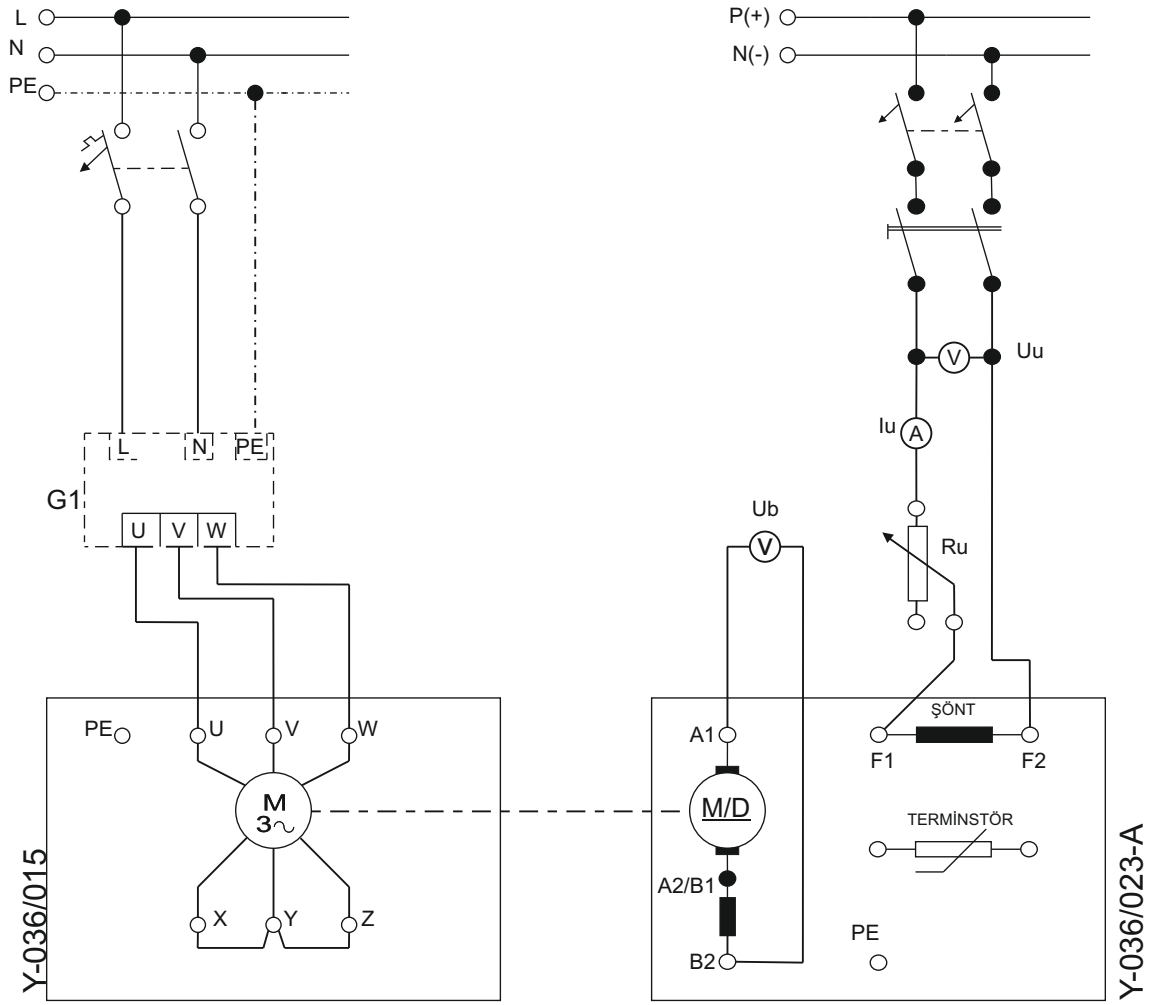
Y-036/066

Deney bağlantı şeması :

Y-036/001



Şekil 4.1: Yabancı uyartımlı D.C şönt dinamonun boş çalışma deney bağlantı şeması.



Şekil 4.2 Yabancı uyartımlı D.C şönt dinamonun boş çalışma devre şeması.

Deney işlem basamakları:

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

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

Deneyde alınan değerler:

Devir	Ub	Uu	Iu	Konum
 n=1486 d/dak sabit 	10v	0v	0 A	
	144v	220v	0.2A	Ry max 500 Ω
	157v	220v	0.3A	Ry 500 Ω küçülüyor
	180v	220v	0.4A	RY “ “
	200v	220v	0.5A	RY 0 Ω minimum
	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	RY değeri büyüyor
	165v	193v	0.2A	“ “
	136v	193v	0.1A	Ry “ 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 Ub (dinamo gerilimi) nedir?
- Soru 2: Uyartım devresi akımı Iu artışı ile dinamo gerilimi Ub artış oranı doğrusal mıdır ve ya değilse sebebi nedir açıklayınız?
- Soru 3: Uyartım akımı çok yükselince gerilim Ub yüksekliği çok oluyor mu açıklayınız?
- Soru 4: Dinamo nominal değere 200v ulaştığındaki Iu uyartım akımı dinamo nominal akımının (etiketten) % kaçıdır?
- Soru 5: Uyartım devresi Ry olmadan hangi usulle uyartılır açıklayınız?
- Soru 6: Bu deneydeki gözlemlerinizi yazınız?

Deney no 5: YABANCI UYARTIMLI D.C ŞÖNT DİNAMONUN YÜKTE ÇALIŞMASI

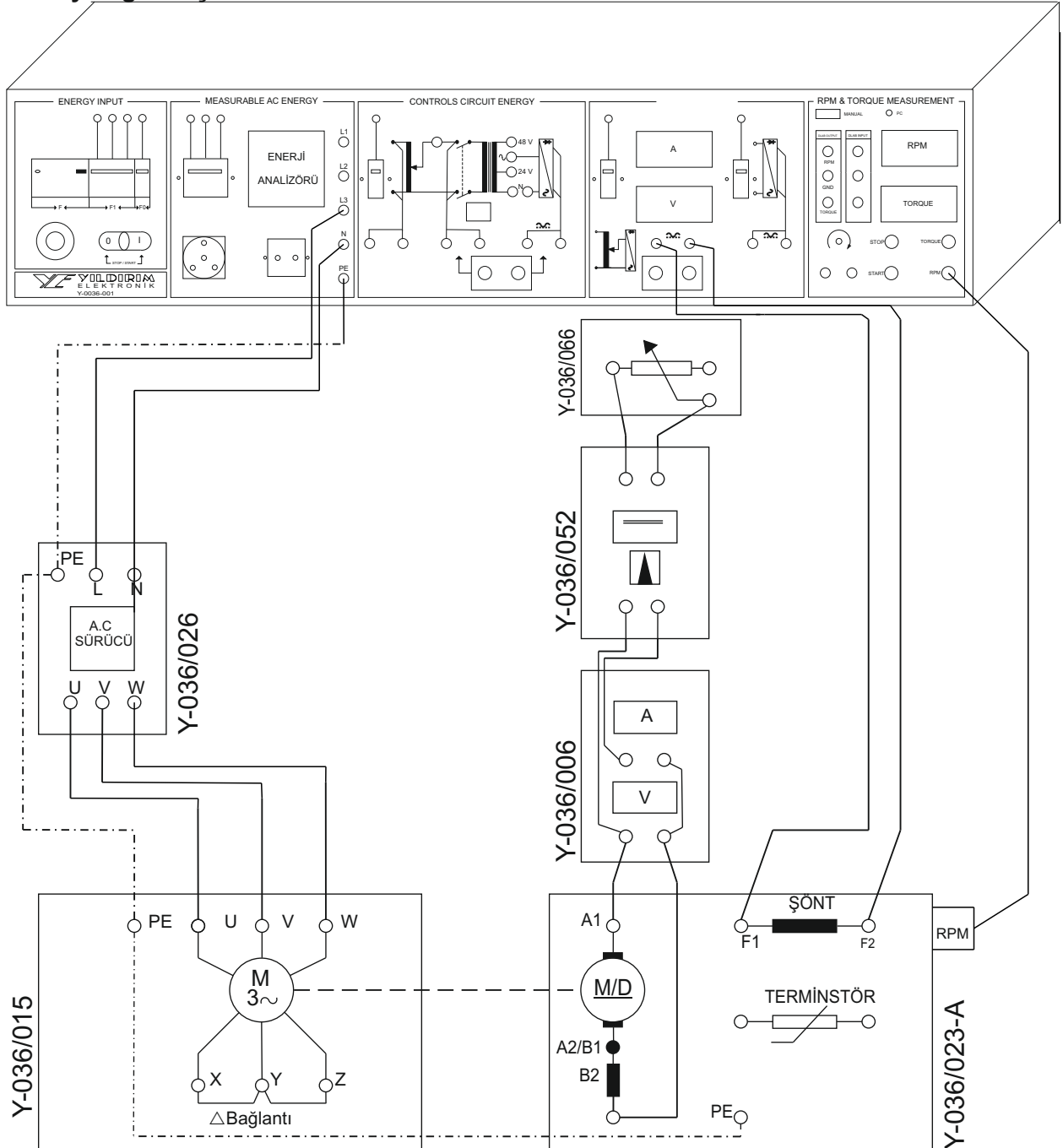
Deneyin amacı: D.C şönt dinamoyu yükte çalıştırarak; devir sayısı, yük akımı dinamo gerilimi ve uyartım devresi akım ve gerilim arasındaki bağlantıyı analiz etmektir.

Araç Gereçler:

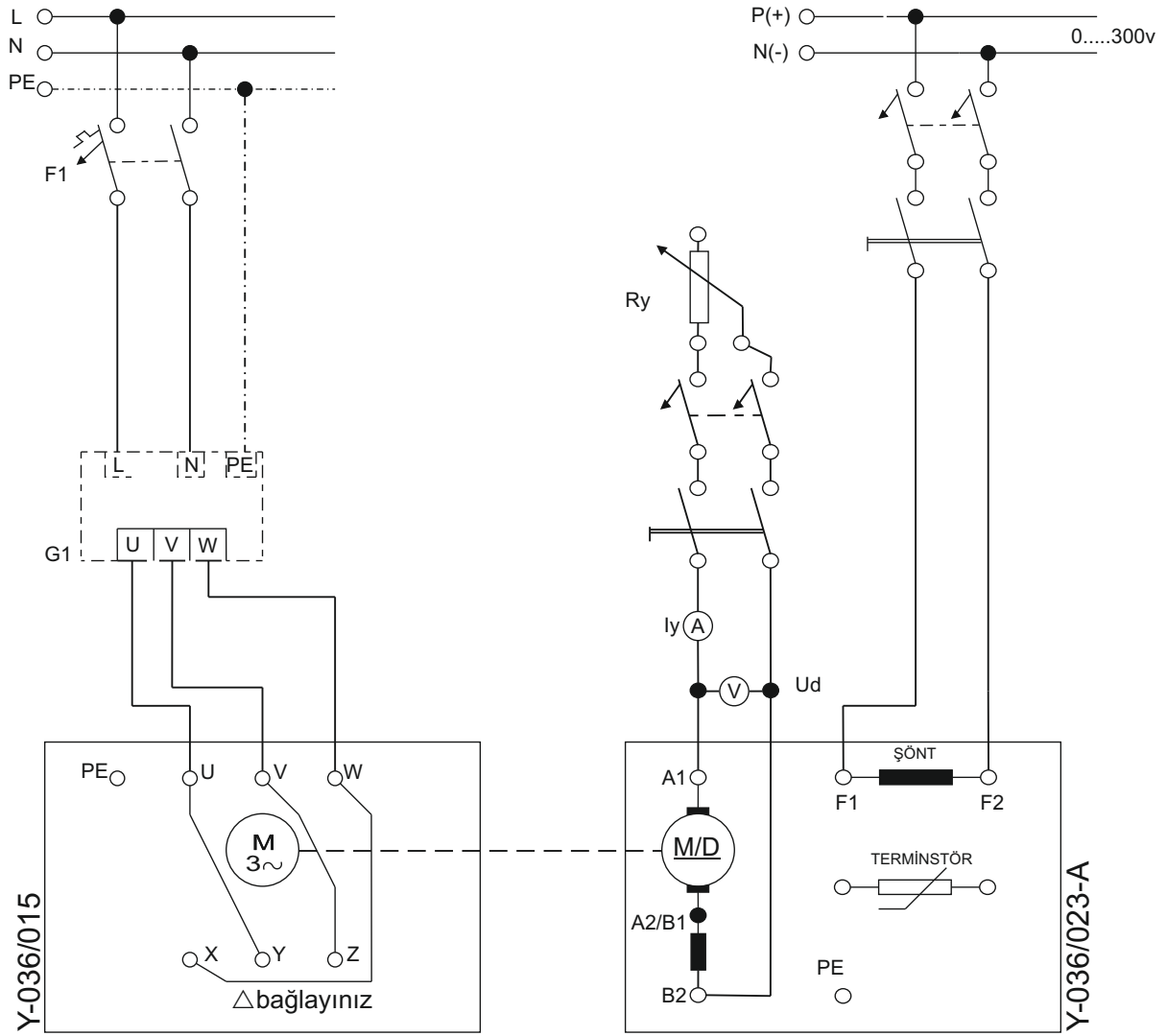
-Enerji üniteli deney masası	Y-036/001
-Raylı motor sehpası	Y-036/003
-D.C şönt makine	Y-036/023-A
-Üç faz asenkron motor	Y-036/015
-Üç faz asenkron motor kontrolcüsü	Y-036/026
-D.C ölçüm ünitesi	Y-036/006
-100 Ω 500w ayarlı reosta	Y-036/066
-2 kutuplu sigortalı şalter	Y-036/052
-Takometre (devir ölçer)	Y-036/052
-Jaglı kablo IEC fişli kablo	Y-036/052

Y-036/001

Deney bağlantı şeması :



Şekil 5.1:Yabancı uyartımlı D.C şönt dinamonun yükte çalışması deney bağlantı şeması.



Şekil 5.2:Yabancı uyartımlı D.C şönt dinamonun yükte çalışması devre şeması.

Deney işlem basamakları:

- Not:*A.C asenkron motor kontrolcüsünün frekans ayarını (100Hz) dökümanlardan ayarlayınız 3 faz asenkron motorun devrini nominal değerin üzerine çıkartmak için.
 *Y-036/001 DC kısmını kullanınız.
 *D.C makine ve üç faz asenkron motor etiketini inceleyiniz.

- Şekildeki bağlantı devresini kurunuz.
- A.C sürücü asenkron motor ile dinamoyu nominal devrinde çalıştırınız. (dinamonun devrini deney süresince nominal değerinde tutunuz.)
- Uyartım devresi gerilimi ayarlayarak dinamoyu (boşta) nominal gerilimine ayarlayınız Ud-Uu-lu-n değerini kaydediniz.
- Şalter ,sigorta kapatıp dinamoyu ayarlı yük reostası ile nominal değerinin yarısında, tamamında ve 1.2 katına yükleyin her yüklemde dinamo devrini ölçüp nominal değerine getiriniz. Her konumda Ud,Iy,Uu,Iu değerlerini kaydediniz.
- Yukardaki yüklemeyi ikinci kez baştan yapıp düşen dinamo devrini sabitlemeye çalışmadan dinamo nominal gerilimindeki düşümü uyartım , devresi gerilimini artırarak karşılamaya çalışın.(uyartım devresi gerilim ve akımını nominal değerinin 1.2-1.3 katını aşmayın) her konumda Ud,Iy,Uu,Iu,n değerini kaydediniz.
- Yukardaki yüklemeyi üçüncü kez baştan yapıp, dinamodaki gerilim düşümünü hem devri sabit tutarak , hemde uyartım devresi gerilimini artırarak dinamo gerilimini mümkün olduğu kadar nominal değerinde tutmaya çalışın her konumda Ud,Iy,Uu,Iu,n değerlerini kaydediniz.

- Yukardaki yükleme dördüncü kez yapın nominal değerin 1.2 katına kadar yükleyin dinamo devrini sabit tutun kısa süre yük uçlarını kısa devre edin U_d - I_y - U_u - I_u - n değerlerini kaydediniz.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

Deneyde alınan değerler:

n	U_d	I_y	U_u	I_u	Açıklama

Değerlendirme:

- Soru 1: Dinamo yüklendikçe dinamo geriliminin düşmesini açıklayın?
- Soru 2: Yük arttıkça dinamo devri neden düşer, dinamoyu döndüren asenkron motor akımı neden artar açıklayınız?
- Soru 3: Deneyde alınan değerlerle D.C şönt dinamonun yükle çalışma ve dış karakteristik eğrisini çıkartınız?
- Soru 4: Dinamo devrini göz önünde tutarak, alınan değerlerle endüvi direncinden dolayı düşen gerilimleri bulup sonucunu analiz ediniz?
- Soru 5: D.C şönt dinamonun özelliklerini ve nerelerde kullanıldığını açıklayınız?
- Soru 6: Bu deneyle ilgili gözlemlerinizi yazınız?

Deney no 6: KENDİNDEN UYARTIMLI D.C ŞÖNT DİNAMONUN BOŞ ÇALIŞMASI

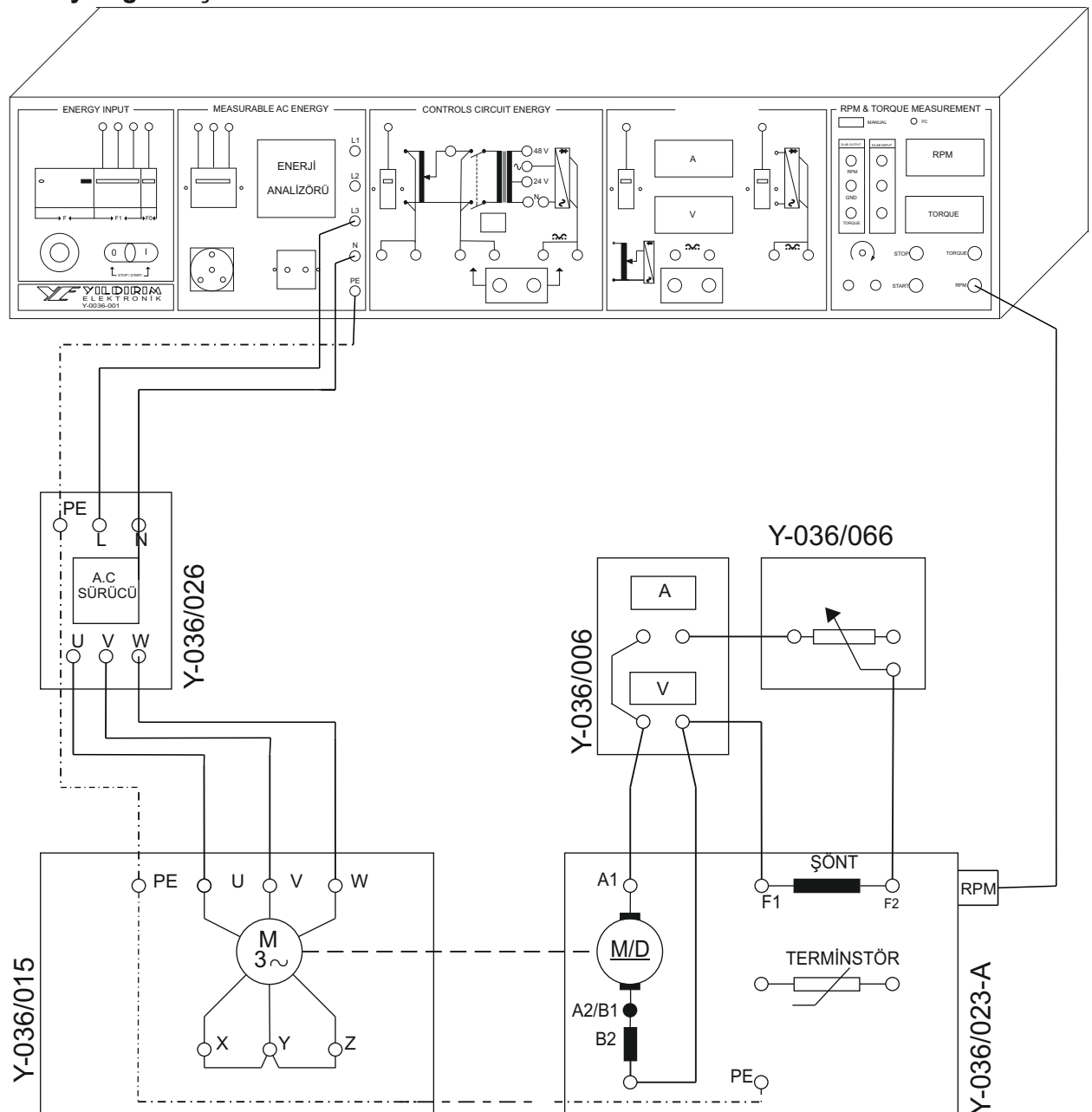
Deneyin amacı: Dinamoyu boş çalıştırıp remenans gerilimini gözleyip,uyartım (lu) akımı ile (Ub) dinamo gerilimi arasındaki bağlantıyı analiz edip kendinden uyarımlı dinamonun boş çalışma karekteristliğini (eğrisini) çıkartmak.

Araç Gereçler :

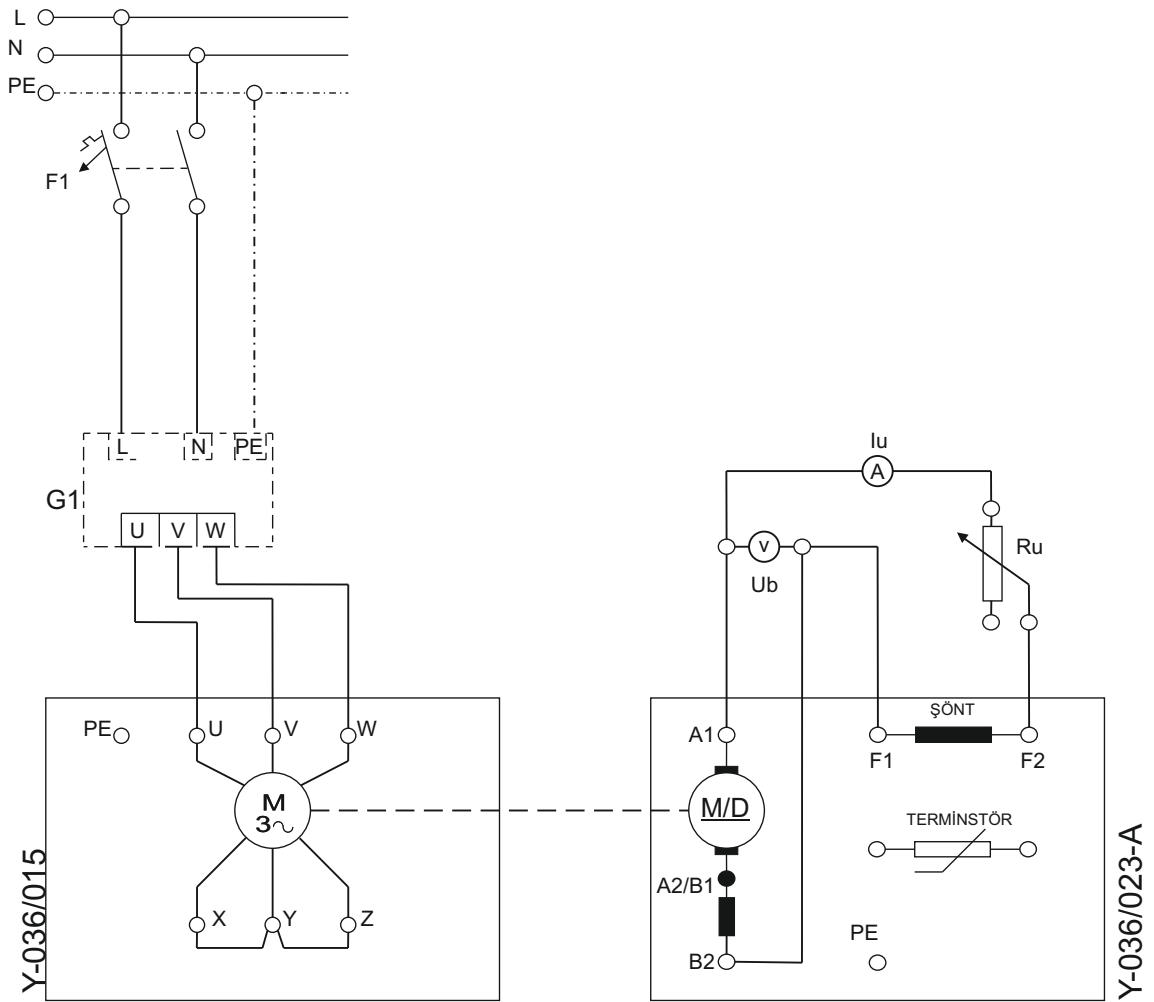
- Enerji üniteli deney masası Y-036/001
- Raylı motor sehpa Y-036/003
- D.C şönt makine Y-036/023-A
- Üç faz asenkron motor Y-036/015
- Üç faz asenkron motor kontrolcü Y-036/026
- D.C ölçüm ünitesi Y-036/006
- 50 Ω 1000w ayarlı reosta Y-036/065
(endüktör direncine yakın olmalı)
- Takometre (devir ölçer)
- Jaglı kablo ,IEC fişli kablo

Deney bağlantı şeması :

Y-036/001



Şekil 6.1: Kendinden uyarımlı D.C şönt dinamonun boş çalışma deney bağlantı şeması.



Şekil 6.2- kendinden uyarımlı D.C şönt dinamonun boş çalışma devre şeması.

Deney işlem basamakları:

Not: Uyarım reostası endüktör direncine yakın değerde olmalı.

- Şekil 6.1, şekil 6.2 deki deney bağlantı şemasını kurun.
- Uyarım reostası maximum değerde olmalı ve deneye başlarken uyarım devresi açık (reostaya bağlanan ucun biri çıkarılmış) olmalı.
- Üç faz asenkron motoru, asenkron motor kontrolcüsüyle çalıştırılıp kontrolcünün frekans ayarı ile asenkron motorun devrini, dolayısıyla D.C şönt dinamonun devrini nominal (1500 d/dak) değerine ayarlayınız. Takometre ile devri ölçüp (n), U_b , ($I_u=0$) değerini kaydediniz.
- Uyarım reostası en yüksek değerde iken reostadan çıkarılan boştaki ucu takın U_b , I_u , n değerlerini kaydediniz.
- Şayet U_b (dinamo gerilimi) artmamış hatta düşüyorsa endüvü dönüş yönü terstir, enerjiyi kesip motor dönüş yönünü değiştirip yukarıdaki işlemleri tekrarlayınız.
- Uyarım reostasının direncini kademe kademe küçültünüz (aynı yönde) her kademe U_b , I_u , n değerlerini ölçüp kaydediniz.
- Uyarım reostası devreden çıkıncaya kadar devam edip U_b , I_u , n değerlerini ölçüp kaydediniz.
- Uyarım reostası uçlarını kısa devre ediniz U_b , I_u , n değerlerini ölçüp kaydediniz.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

Deneyde alınan değerler:

n d/dak	Ud	Iu (Amp)	Açıklama

Değerlendirme:

Soru 1: Uyartım devresi açıkken (U_b) voltmetrede ölçülen değer nedir?

Soru 2: Uyartım deversi kapatıldığında direnç (uyartım reostası) değeri değişmediği halde bir süre gerilimde (U_b) hızlı bir artış oldu sebebi nedir açıklayınız?

Soru 3: (I_u) uyartım akımı artış ile (U_b) gerilim artışı aynı orandamıdır sebebini açıklayınız?

Soru 4: Dinamo nominal gerilim için uyartım akımı nedir ve dinamo nominal akımının % kaçtır?

Soru 5: Alınan değerlerle U_b - I_u ile kendinden uyartımlı D.C şönt dinamoun boşta çalışma karakteristiği eğrisini çiziniz?

Soru 6: Deney sonunda edindiğiniz gözlemlerinizi açıklayınız?

Deney no 7: KENDİNDEN UYARTIMLI D.C ŞÖNT DİNAMONUN YÜKTE ÇALIŞMASI

Deneyin amacı: D.C şönt dinamoyu yükte çalıştırarak ; devir sayısı (n), yük akımı (Iy) dinamo gerilimi (U) ve uyartım akımı Iu arasındaki bağlantıyı analiz etmektir.

Araç Gereçler :-Enerji üniteli deney masası

-Raylı motor sehpası

-D.C şönt makine

-Üç faz asenkron motor

-Üç faz asenkron motor kontrolcü

-D.C ölçüm ünitesi

-50 Ω 1000w ayarlı reosta (Ry)

-100 Ω 500w ayarlı reosta (Ru)

(endüktör direncine yakın olmalı)

-2 kutuplu sigortalı şalter

-Takametre (devir ölçer) Jaglı kablo ,IEC fişli kablo

Y-036/001

Y-036/003

Y-036/023-A

Y-036/015

Y-036/026

Y-036/006

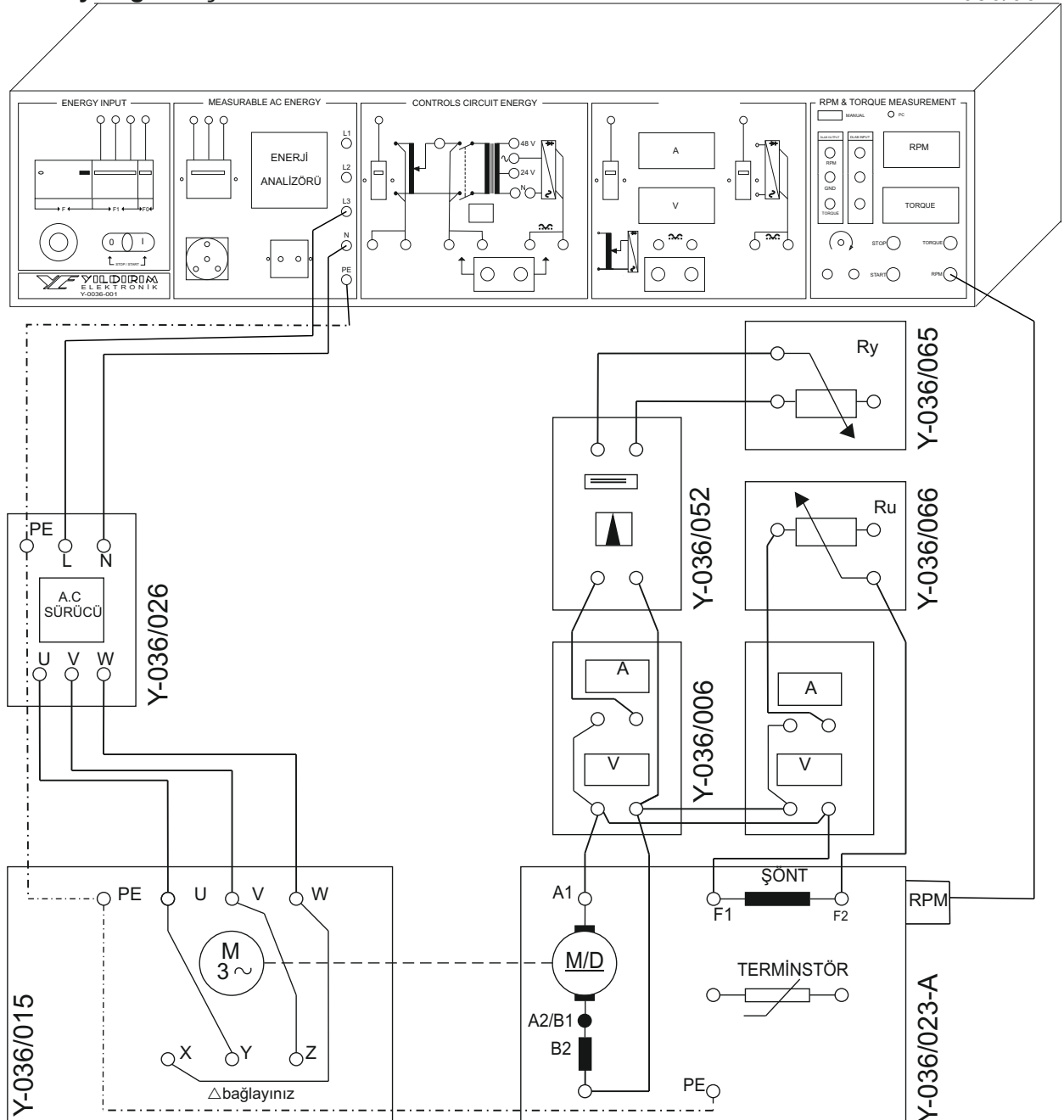
Y-036/065

Y-036/066

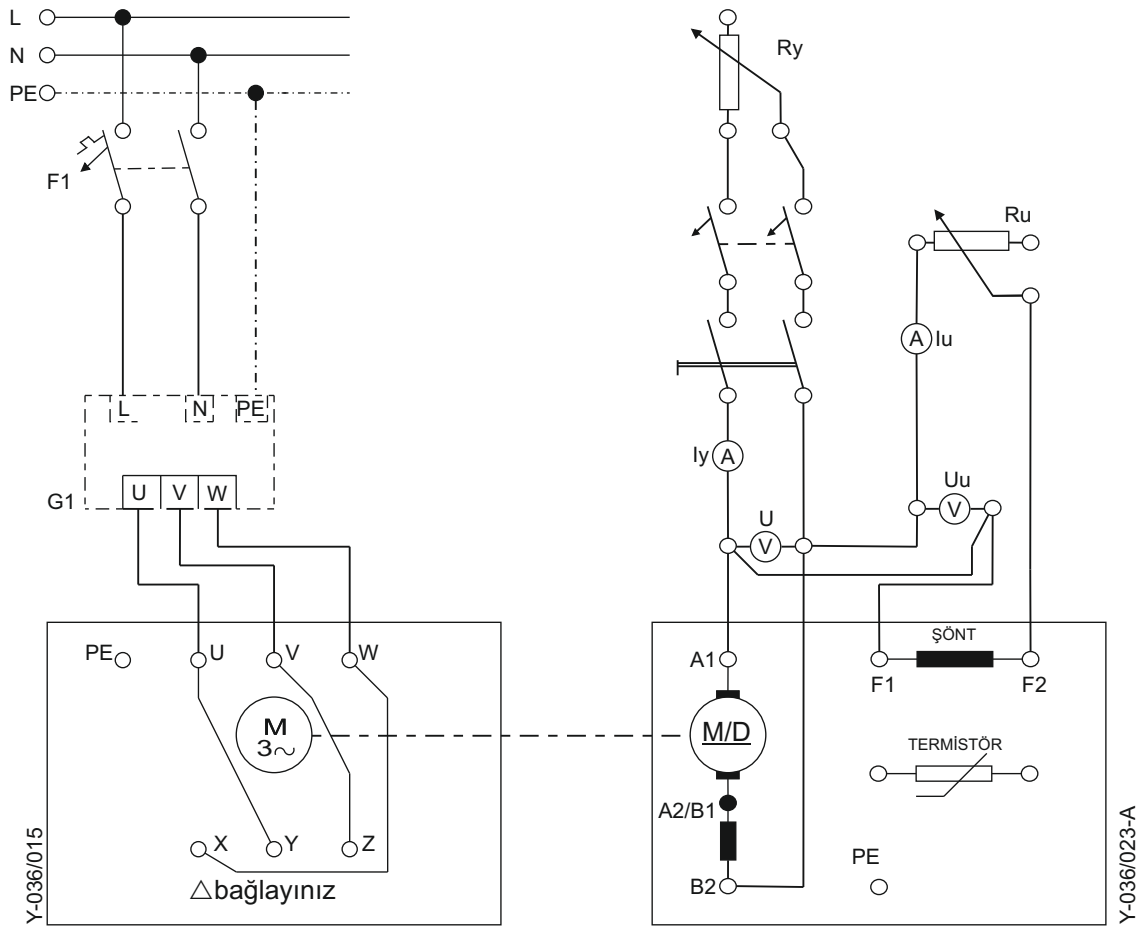
Y-036/052

Deney bağlantı şeması :

Y-036/001



Şekil7.1 Kendinden uyartımlı DC şönt dinamonun yükte çalışması deney bağlantı şeması



Şekil 7.2: Kendinden uyarımlı D.C şönt dinamonun yükte çalışması devre şeması

Deney İşlem Basamakları:

Not: *Üç faz asenkron motor ve D.C şönt dinamonun etiket değerlerini inceleyiniz makineleri nominal güçlerinin 1.2 katının üzerinde uzun süre yüklemeyiniz.

*Üç faz asenkron motorun nominal gücü 1.2 üzerinde yükteki devri 1500 d/dak olacak şekilde, asenkron motor kontrolcüsünün frekans üst sınırı (100Hz) ayarlayınız.

-Şekil 7.1 deki deney bağlantı şemasını kurunuz.

-Uyarım reostasını maximum değerde ve dinamo yük devresi şalter-sigorta açık iken dinamoyu nominal devirde (1500d/dak) döndürüp, deney boyunca sabit tutmaya çalışınız.

*(U) dinamo gerilimi yükselmiyorsa dinamonun dönüş yönü terstir enerjiyi kesip deneyi durdurup asenkron motorun besleme fazının ikisinin yerini değiştirerek motor dinamo dönüş yönünü değiştirin veya sürücü panelinden değiştiriniz.

-Uyarım reostasını (direncini küçülterek) ayarlayarak aynı yönde I_u uyarım akımını kademe kademe artırın her kademedede dinamo gerilimi artış değerini gözlemleyin U, U_u, I_u, n değerlerini kaydediniz.

-Uyarım reostası ayarını dinamo nominal gerilimini alıncaya kadar devam edip U, U_u, I_u, n ve asenkron motorun çektiği akımı gözlemleyip kaydedin.

-Yük devresindeki şalter sigortayı kapatıp dinamoyu nominal gücün %50 R_y ayarlı reosta ile yükleyiniz. U, I_y, U_u, I_u, n ve asenkron motorun akımını gözleyip kaydediniz.

-Dinamo devrini nominal değere (1500d/dak) getirip U, I_y, U_u, I_u, n ve asenkron motor akımını gözlemleyip kaydediniz.

-Dinamoyu nominal gücün %100, yükleyip U, I_y, U_u, I_u, n ve asenkron motorun çektiği akımı gözlemleyip kaydediniz.

-Dinamo devrini nominal değere (1500d/dak) getirip U, I_y, U_u, I_u, n ve asenkron motorun çektiği akımı gözlemleyip kaydediniz.

- Dinamoyu nominal gücün 1,2 katına kadar yükleyip U, I_y, U_u, I_u, n ve asenkron motorun çektiği akımı gözlemleyip kaydediniz.
- Dinamoyu nominal devrine (1500d/dak) getirip U, I_y, U_u, I_u, n ve asenkron motorun çektiği akımı gözlemleyip kaydediniz.
- Kısa bir süre yük uçlarını kısa devre edip U, I_y, U_u, I_u, n ve asenkron motorun çektiği akımı gözlemleyip kaydediniz.
- *Kısa devre anının başlangıcında I_y akımını kısa süre yüksek olup daha sonra küçük değer görülecek U, U_u, I_u , sıfır görülebilir. Bu konumda mutlaka n ve asenkron motor akımını gözlemleyip kaydediniz.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

Deneyde alınan değerler:

Motor		Uyartım		Dinamo		Açıklama
n d/dak	I (Amp)	U_u	I_u	U	I_y	

Değerlendirme:

- Soru 1: Dinamo yüklendikçe U gerilim düşümü nedenlerini açıklayınız?
- Soru 2: Dinamoyu döndüren asenkron motorun çektiği akımı (I) ve devrindeki (n) değişim nedenlerini açıklayınız?
- Soru 3: Dinamo yüklendikçe uyartım devresindeki U_u, I_u değerlerindeki değişimin nedenlerini açıklayınız?
- Soru 4: Şönt dinamo kısa devre edilince ne oldu? alınan değerleri göz önünde tutarak bu konumu analiz ediniz.
- Soru 5: D.C şönt dinamomun yükte çalışma (dış karakteristiği) eğrisini alınan değerlere göre çiziniz.
- Soru 6: Bu deneyle ilgili gözlemlerinizi açıklayınız?

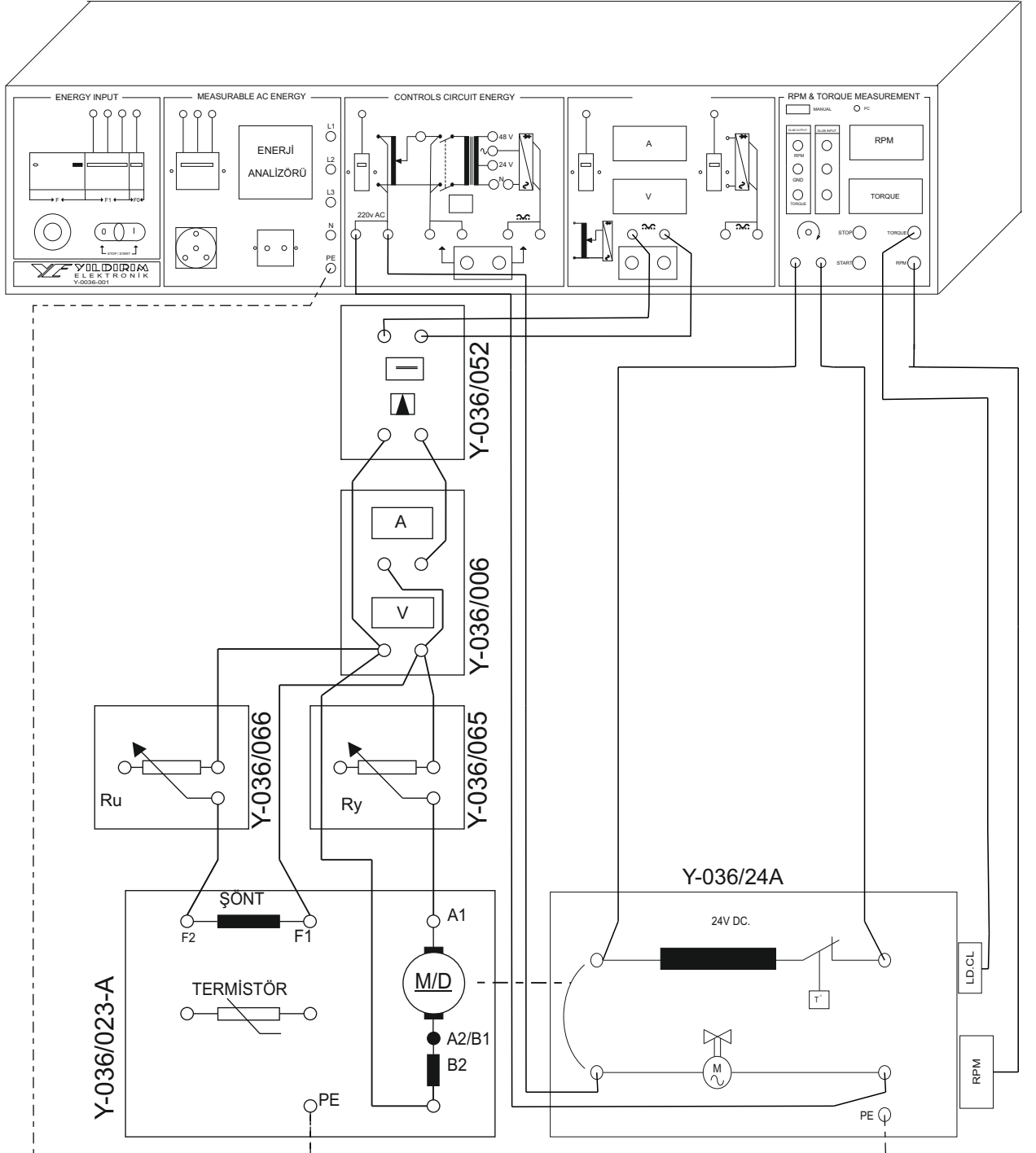
Deney no 10:D.C ŞÖNT MOTORUN YÜKTE ÇALIŞMA,DIŞ KARAKTERİSTİĞİ.

Deneyin amacı: D.C şönt motorun yükte çalışması ile motor akımı (I_m) ile (n) devir sayısı arasındaki bağlantıyı gözlemleyip,motor akımı (I_m) arttıkça, (n) devir sayısının düşümünü analiz yapmaktır.

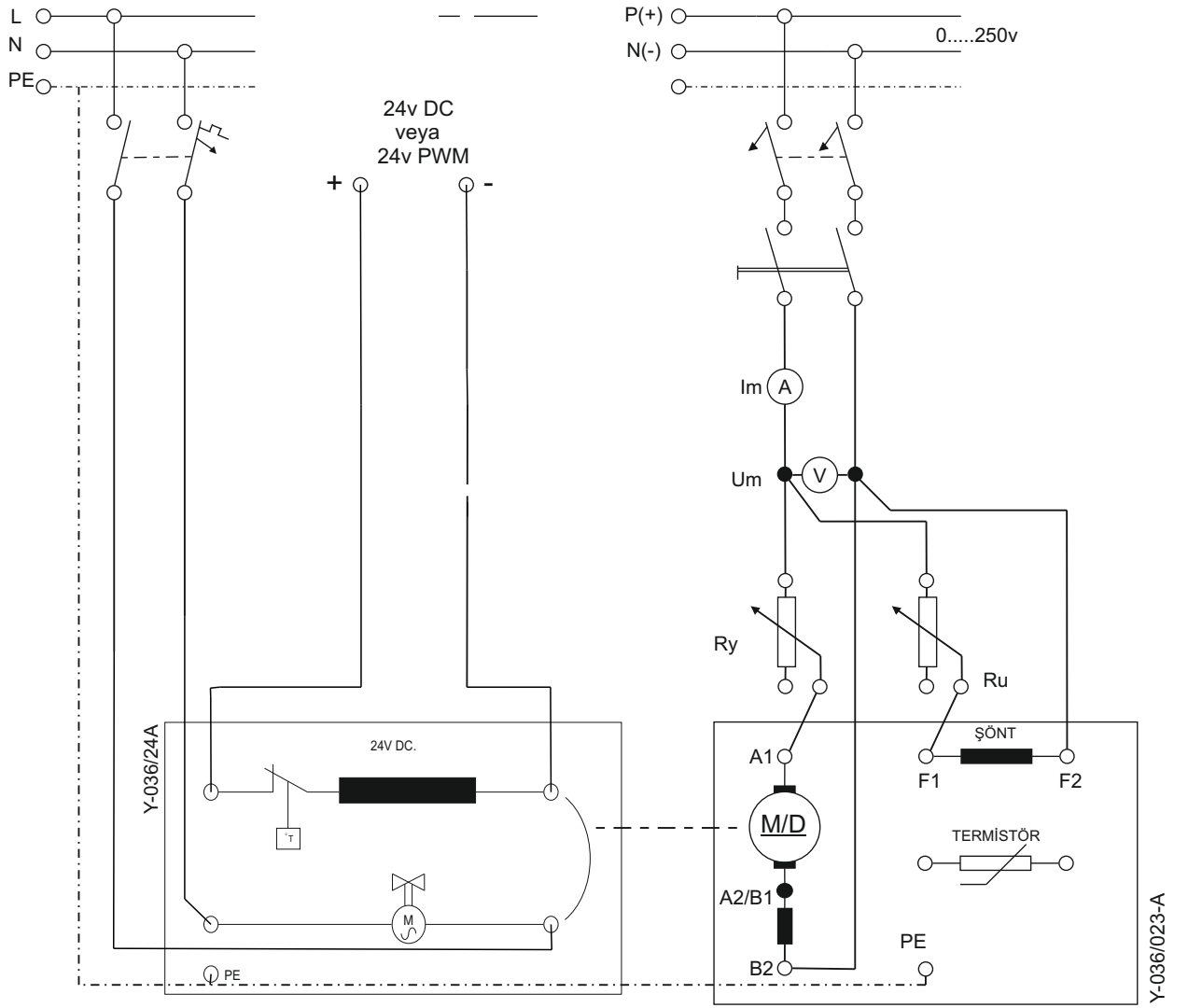
Araç Gereçler :

-Enerji üniteli deney masası	Y-036/001	-Manyetik toz fren	Y-036/024-A
-Raylı motor sehpası	Y-036/003	-(Ry) ayarlı reosta 50 Ω 1000w	Y-036/065
-D.C şönt makine	Y-036/023-A	-(Ru) ayarlı reosta 100 Ω 500w	Y-036/066
-İki kutuplu sigortalı şalter	Y-036/052	-Takometre (devir ölçer)	
-D.C ölçüm ünitesi	Y-036/006	-Jaglı kablo ,IEC fişli kablo	

Deney bağlantı şeması :



Şekil 10.1:D.C şönt motor yükte çalışma deney bağlantı şeması.



Şekil 10.2: D.C şönt motorun yükte çalışması devre şeması.

Deney işlem basamakları :

Not:*Manyetik toz fren etiketini inceleyiniz, uzun süre nominal değerin üzerinde çalıştığı-
nda termik koruma devreye girer.

*D.C şönt makine etiket değerini inceleyiniz.

*D.C şönt motora enerji vermeden (R_y) yol verme reostası maximum değerde
(R_u) uyarım reostası minumum veya sıfır dirençte (R_u kısa devre) olmalıdır.

-Şekil 10.1,10.2 deki deney bağlantısını kurunuz

-Y-036/001 D.C kaynak veya ayarlı kaynağı 200v getiriniz.

-D.C şönt motora enerji verip (R_y) yol verme reostası ile yol veriniz.

-(R_u) uyarım reostası ile D.C şönt motoru nominal devrine ayarlayıp U_m , I_m , n değerle-
rini kaydediniz.

-Manyetik toz fren ile(dinamik yükte) D.C enerjiyi 0-24v veya PWM sürücü uygulayıp D.C
şönt motoruyükleyiniz.D.C şönt motora uygulanan (U_m) nominal değerine getiriniz I_m , n
ve tork değerlerini kaydediniz.

-D.C şönt motoru,manyetik toz frenine (dinamik yük) uyguladığınız D.C gerilimi artırarak
kademe kademe nominal gücüne kadar yükleyiniz,her kademedede motora uyguladığınız
(U_m)gerilimi nominal değerine getirip I_m , n ve tork değerlerini kaydediniz.

-D.C şönt motoru nominal gücünün 1,2 katına kadar manyetik toz freni ile yükleyiniz,mo-
tora uygulanan gerilimi nominal değerinde tutup I_m , n ,manyetik toz fren ve tork değerleri-
ni kaydediniz.

-Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

Deneyde alınan değerler:

Um	Im	Iu	n	Nm	Açıklama
200 v	0.5	0.4	1500	-----	Boşta
200 v	1.3	0.4	1460	-----	%20 yükte
200 v	2.3	0.4	1389	-----	%50 yükte
200 v	3.9	0.4	1267	-----	Tam yükte
200 v	5.2	0.4	1170	-----	1.3 katı
243 v	0.5	0.4	1776	-----	Yük kaldırılmış sıfır

Not: Yukarıdaki değerler deney koşullarına göre farklılık gösterebilir!

Değerlendirme:

Soru 1: Motor yüklendikçe devir değişiyor mu? sebebi nedir? açıklayınız.

Soru 2 :(Im) motor akımı değiştikçe uyartım devresi akımı değişir mi? nedenlerini açıklayınız.

Soru 3 :Yük arttıkça motor gerilimini sabitlemesek ne olur? açıklayınız.

Soru 4 :Yük arttıkça motor akımı neden artar endüvi iç direncinden dolayı düşen gerilim ne olur?

Soru 5 :Motor nominal yükünde yol vermeden çalıştırırsak ne olur? gözlemleyip nedenlerini açıklayınız.

Soru 6: Deneyde alınan Im,n değerleri ile motorun yük eğrisini çizip deney sonundaki gözlemlerinizi açıklayın ve deneyde alınan moment (Nm) değerleriyle karşılaştırıp analiz ediniz.

8. D.C MOTORLARDA MOMENT GÜÇ VE VERİM

D.C. motorlarında, genel elektrik motorlarında olduğu gibi elektrik enerjisinin mekanik enerjiye dönüşümü temel unsuruyla verilmesi amaçlanmıştır. Manyetik alan içinde bir iletken akım geçince iletken motor kuvvetinin etkisindedir. Bir iletken etki eden motor kuvveti ;

$$F = \frac{B.L.I}{9800} \text{ gram'dır.}$$

F: Kuvvetgram
B: Cm² akı yoğunluğu
L: İletkenin uzunluğuCm.
I: İletkenden geçen akım ..Amper.

İletkene gelen (dönme) motor kuvvetinden daha çok motorda meydana gelen dönme momenti kullanılır.Dönme momenti döndürme etkisidir.
Bu da ; Moment = kuvvet x yarı çap olarak hesaplanır. Kg.m ile ölçülür. Bir motorun dönme momenti ;

$$M = \frac{P.\Phi.Z.I_a}{61,5.10^8.M}$$

Φ = Bir kutbun yapısı (Maxwel)
P = Kutup sayısı
Z = İletken sayısı (endüvideki)
I_a = Endüvi akımı
m = Paralel kol sayısı (Endüvi)
M = Moment (Kg.m)

Dönme momenti tek başına motor gücünü ifade etmez, çünkü; Motor milinden alınan güçte devir sayısı da dikkate alınmalıdır

Bir saniyede 75 Kgm 'lık iş yapan güce bir beygir (1 Hp) güç denir.Bütün makineler için beygir gücü, dönme momenti ve devir sayısından hesaplanır.

$$P = \frac{M.n}{716} \text{ Hp'dir.}$$

P_a =Motor milinden alınan güç..... (Hp)
M = Dönme momenti(Kgm)
n = Devir sayısı (d / dak)

Motora verilen güç (P_v) ise motora uygulanan gerilim U, ve motorun şebekeden çektiği akımlardır.

$$P_v = U.I_a \text{ watt.}$$
$$P_v = \text{Verilen güç(Watt)}$$

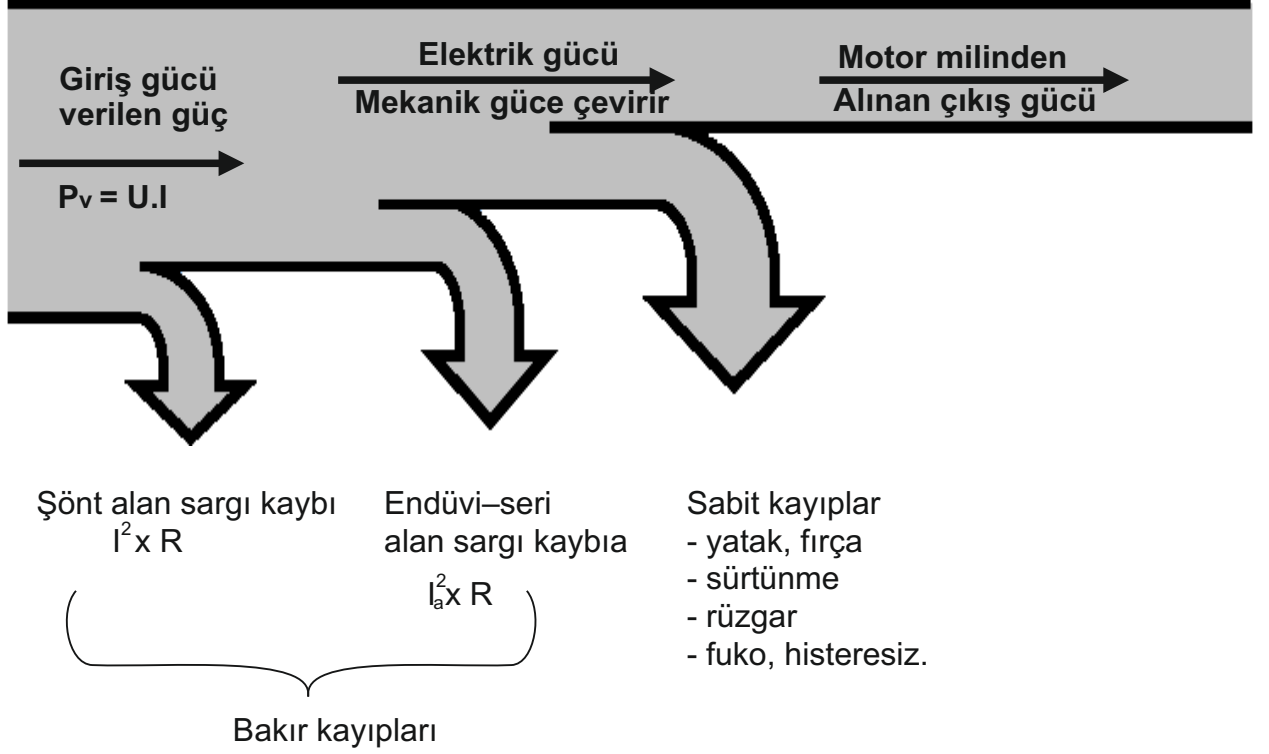
U = Motora uygulanan gerilim.....(Volt)

I_a = Motorun sebekeden çektiği akım ...(Amper)

Elektrik makinelerinde (dönen) olduğu gibi D.C. motorlarda da kayıplar iki grupta incelenir.

Endüvi – endüktör (Kutup) sargılarındaki ($I^2.R$) bakır kayıpları.

Sabit demir ve sürtünme kayıpları



Giris gücü = Faydalı çıkış gücü + Kayıp güç

Kayıp güç = Bakır kaybı + Sabit (Demir) kaybı

Verim (η) =Alınan gücün (Motor milinden) verilen güce oranına denir.

$$P = \frac{M.n}{716} \text{ Hp Motor milinden alınan güç.}$$

$$1 \text{ Hp (BB) } = 736 \text{ watt.}$$

$$P_v = U.I \dots \dots \dots \text{Watt veya}$$

$$P_v = P_a + P_k$$

$$P_k = \text{Kayıp güç}$$

$$P_k = P_{cu} + P_{fe}$$

$$\text{Bakır + demir}$$

$$\eta = \frac{P_a}{P_v} \rightarrow \eta = \frac{P_a}{P_a + P_k} \text{ dır.}$$

Motorun dönme momenti proni freni veya diğer sistemlerle bulunur.Motorun sabit kayıpları deneyle bulunur.Önceki deneylerde bunlar incelenmiştir.

9.TRANSFORMATÖRLER :

Transformatörler yalnız A.C. frekansında değişiklik yapmadan akım – gerilim değerini değiştiren sabit konumlu, elektromanyetik indüksiyon yolu ile çalışan elektrik makineleridir. Transformatörler genellikle kısaltılmış “ trafo ” adıyla adlandırılırlar.

9.1 Trafonun yapısı ve çalışması:

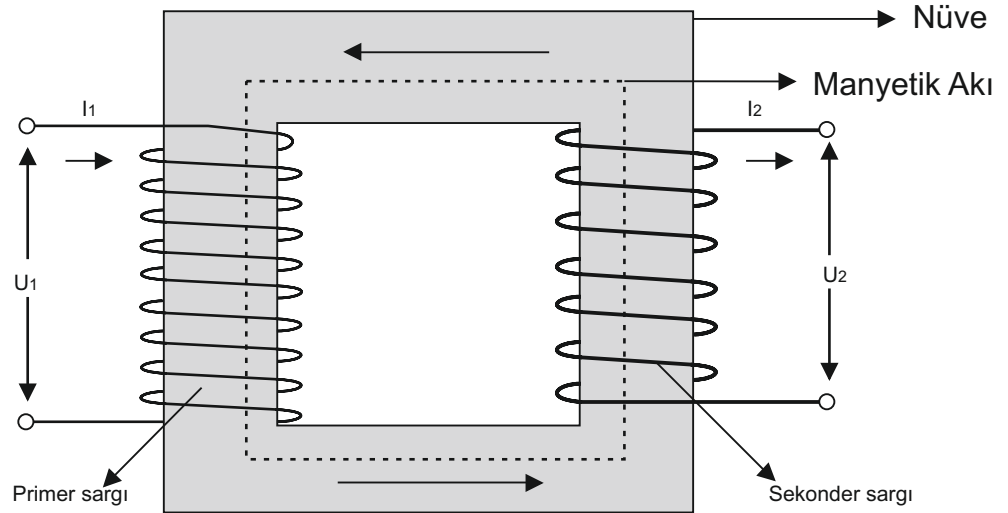
Yapısı: Trafo iki kısımdan meydana gelir.

1- Nüve (Manyetik) kısım.

2- Sargılar; primer (Giriş), Sekonder (Çıkış) sargılarıdır.

Nüve: Trafonun manyetik (gövde) kısmını oluşturan, fuko-histerisiz kayıplarını önlemek (azaltmak) için silisli saçlardan, birer yüzleri yalıtılarak 0,30 - 0,50 mm kalınlığındaki saçlardan preslenerek yapılmıştır. Bu nüvenin yapımından manyetik direncin az olması için gerekli tedbirler alınır. Trafolarla kullanılan nüve çeşitleri ;

1. Çekirdek tipi
2. Mantel tipi
3. Dağıtılmış tiptir.



Şekil- 9.1: Trafo prensip şeması

Sargılar: Trafoda iki sargı vardır. Bunlar ; Primer ve Sekonder sargıdır.

Primer; Trafoda gerilim uygulanan sargıdır. Giriş sargı olarak da adlandırılır. Düşürücü trafoda ince kesitli çok sarımlı, yükseltici trafoda kalın kesitli az sarımlı olarak yapılırlar.

Sekonder; Trafoda gerilim alınan yükün bağlandığı sargıdır. Düşürücü trafoda kalın kesitli az sarımlı, yükseltici trafoda ince kesitli çok sarımlı yapılırlar.

ÇALIŞMA :

Transformatörün primer sargısı bir A.C gerilim uygulandığında, sekondere bir yük bağlanmasa dahi primer sargıdan bir alternatif akım geçer. Bu akım değişken bir manyetik alan meydana getirir. Bu manyetik alan nüve ve Sekonder sarımları üzerinden devresini tamamlar. Bu manyetik alanın etkisiyle aynı frekansta bir gerilim indüklenmiş olur.

İndüklenen gerilim sarım sayısı ile doğru orantılıdır. Sonuç olarak primer sargıya uygulanan A.C gerilim, Sekonder sargıda elektromanyetik indüksiyon yoluyla aynı frekanslı bir gerilim indükletmiş olmaktadır.

9.2: Trafonun gerilimlere göre sınıflandırılması.

Trafolar uygulanan gerilimi düşürüyorsa düşürücü, yükseltiyorsa yükseltici trafo olarak adlandırılır. Gerilim değeri olarak da şöyle sınıflandırılır.

- 0-1 kv alçak gerilim trafosu
- 1-35 kv orta gerilim trafosu
- 35-110 kv yüksek gerilim trafosu
- 110-400 kv çok yüksek gerilim trafosu.

9.3 Trafoların sınıflandırılması :

Trafolar kullanım amaçları ve yapılış gibi etkenlere göre sınıflandırılır. Bunlar ;

1. Nüve tipine,
2. Kuruluş yerine,
3. Soğutma şekline—cinsine,
4. Kullanış şekline,
5. Faz sayısına,
6. Çalışma prensibine,
7. sargı şekil—tipine göre sınıflandırılır.

9.4 Trafoda indüklenen EMK—dönüştürme oranı:

Değişken bir manyetik alan içerisinde bulunan bobinde (sarımda) indükleme gerilimi elde edilmektedir. Bu indüklenen EMK'nın (gerilimin) değeri; uygulanan gerilimin (f) frekansına, manyetik akıya (Φ_m) ve bobin sargı sayısı (N)'na bağlıdır. Bu eşitlik

$$\begin{aligned} E &= 4,44.f.\Phi_m.N.10^{-8} \text{ Volt} \\ U &= E_1 = E_p \text{ Primer giriş gerilimi} \\ E_1 &= 4,44.f.\Phi_m.N_1.10^{-8} \text{ Volt} \\ U_2 &= E_2 = E_s \text{ Sekonder çıkış gerilimi} \\ E_2 &= 4,44.f.\Phi_m.N_2.10^{-8} \text{ Volt} \end{aligned}$$

Her sarım başına indüklenen gerilim ise

$$U_s = \frac{U_1}{N_1} \text{ veya } U_s = \frac{U_2}{N_2} \text{ dir}$$

Trafo; verimi en yüksek olan elektrik makineleridir. Bakır ve demir kayıplarını göz önüne almazsak.

$$\eta = \frac{P_1}{P_2}$$

Primer gücü (P_1) Sekonder gücü (P_2)

$$P_1 = U_1.I_1.\cos\phi$$

$$P_2 = U_2.I_2.\cos\phi$$

$$\eta = \frac{U_1.I_1.\cos\phi}{U_2.I_2.\cos\phi} = \frac{U_1.I_1}{U_2.I_2} \text{ olur}$$

Primer ve Sekonder de indüklenen gerilim sarım sayısı ile doğru orantılıdır.

$$U_s = \frac{U_1}{N_1} = \frac{U_2}{N_2} \rightarrow U_1.N_2 = U_2.N_1 \rightarrow U_1 = \frac{N_1.U_2}{N_2}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \text{ dir}$$

Trafoda gerilim-akım ve sarım arasındaki bu ilişkiyi dönüştürme oranı veya transfor-masyon faktörü denir.Dönüştürme oranı a veya k harfi ile gösterilir.

$$a(k) = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad \text{dir}$$

$I_1.N_1=I_2.N_2$ olur.Bu eşitliğe amper sarılım denir.

9.5 Trafolarla 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 kayıplar-dır.Sargı dirençlerinden dolayı meydana gelir.Sargılardan geçen akımın artmasıyla artar lar.Bu kayıplar kısa devre deneyi ile bulunur.

$$\begin{aligned} P_{cu} &= P_{1cu} + P_{2cu} \\ P_{1cu} &= I_1^2 \cdot R_1 \\ P_{2cu} &= I_2^2 \cdot R_2 \end{aligned}$$

Trafolarla oluşan bu bakır kayıpları Trafo gücünün yaklaşık %3 - %4 'dür. Trafolarla verim alınan gücün verilen güce oranıdır.Veya çıkış gücün giriş gücüne oranı-na verim denir.

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

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

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

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

9.6 Trafonun etiketi ve bağlantı işaretleri :

Trafo etiketi ve bağlantı işaretleri standarttır.Genellikle uluslar arası standart sembol-lerde harfler ve rakamlar kullanılır.

Türk standartlarında :

Monofaze trafolarla trafo girişı A-B veya A_1-B_1 ikinci grup sargı ise A_2-B_2 olarak adlandırılır.Sargı orta ucu ise N harfi ile adlandırılır.

Trafo çıkışında ise küçük harf ve rakamlar kullanılır. a-b veya a_1-b_1 , ikinci grup sargı a_2-b_2 olarak adlandırılır.Sargı ortak ucu n harfi ile adlandırılır.

Trifaze trafolarla primer sargı girişı U-V-W, sargı çıkışı X-Y-Z Sekonder çıkışı ise aynı küçük harflerle adlandırılır.

Amerikan standartlarında :

Trafo primer sargılar H_1-H_2 ikinci grup H_3-H_4 gibi, Sekonder sargılar X_1-X_2 ikinci grup X_3-X_4 Olarak adlandırılır.

Alman standartlarında :

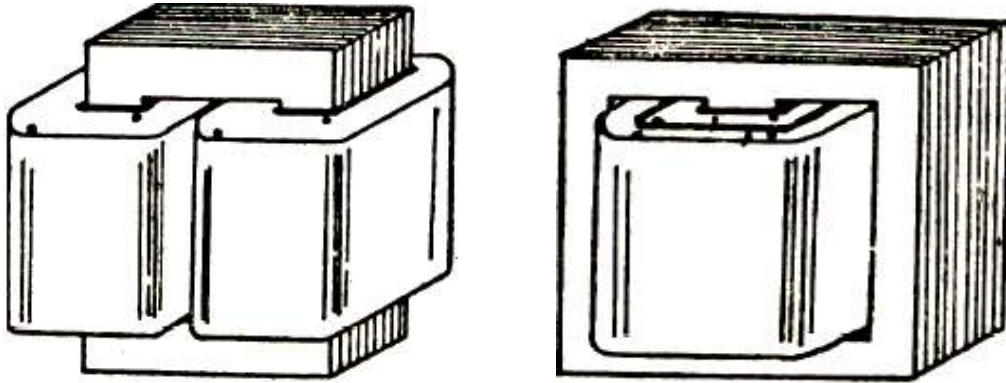
Trafo primer sargıları P_1-P_2 ikinci grup sargı P_3-P_4 Sekonder sargılar S_1-S_2 ikinci grup S_3-S_4 olarak adlandırılmıştır.

10. BİR FAZLI TRANSFORMATÖRLER :

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

10.1 . Bir fazlı transformatörün çalışması, yapısı :

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



Şekil 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.

10.2. 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 ;

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

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

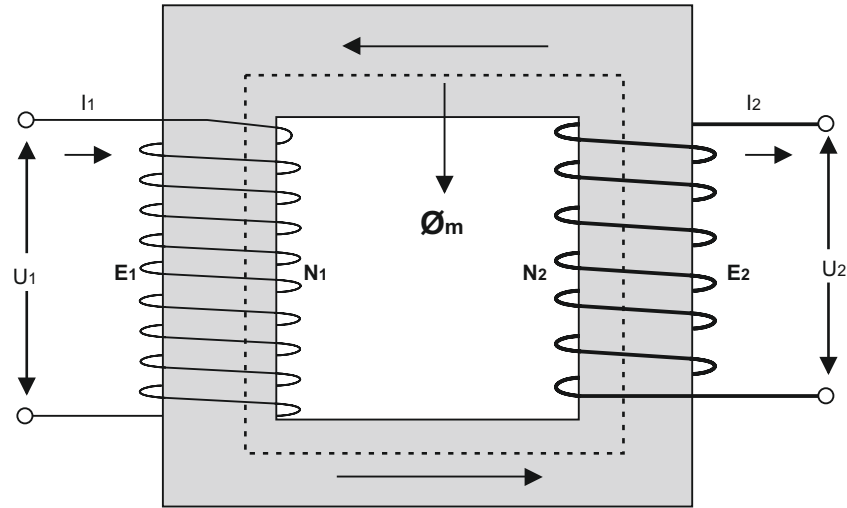
$$P_p = P_s ;$$

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

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. A veya K harfi ile gösterir.



Şekil- 10.2 Bir fazlı transformatör prensip şeması

10.3. 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.

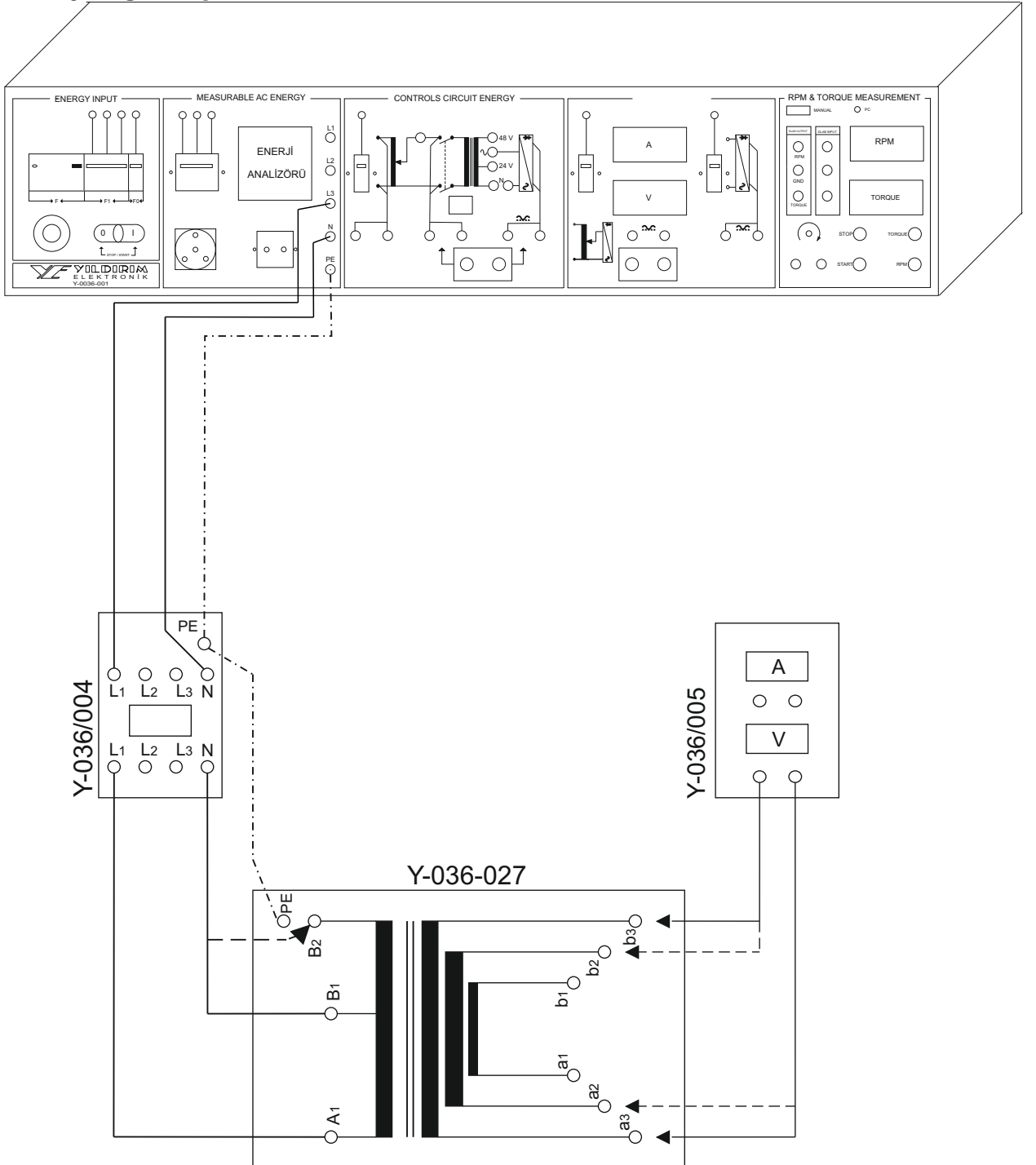
Deney no 19: BİR FAZLI TRANSFORMATÖRÜN BOŞ ÇALIŞMASI VE DÖNÜŞTÜRME ORANININ BULUNMASI

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

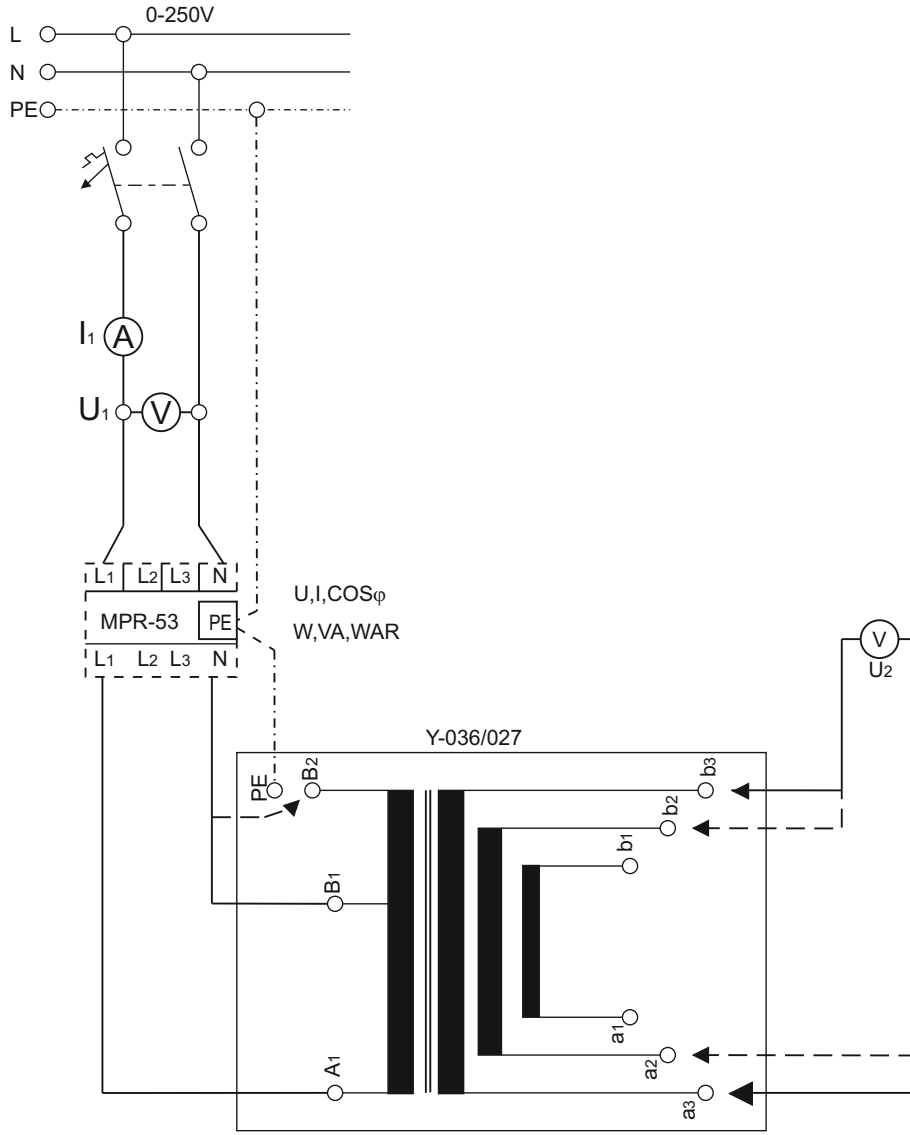
Araç Gereçler: -Enerji üniteli deney masası Y-036/001
-A.C ölçüm ünitesi Y-036/005
-Enerji analizatörü Y-036/004
-Bir faz transformatör Y-036/027
-Jaglı kablo , IEC fişli kablo

Deney bağlantı şeması :

Y-036/001



Şekil 19.1 Bir faz transformatörünün boş çalışması deney bağlantı şeması.



Şekil 19.2 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 $I, \cos\phi$ güç değerlerini akım değeri küçük olduğundan görülemeyebilir bu konumda mA ölçüm özellikli multimetre kullanınız.

-Şekil 19.1-19.2 deki deney bağlantısını kurunuz.

-Primer devresindeki şalter-sigortayı kapatıp trafo primer devresine sıfır (0v) dan başlayarak kademe kademe trafo primer nominal gerilimini uygulayınız.

-Her kademe de U, I, U_2 değerini ve enerji analizatörlerindeki $U, I, \cos\phi, W, VA, VAR$ değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

-*Transformatör primer devresine uygulanan ayarlı A.C gerilim Y-036/001 ünitesinde yeterli değil ise Y-036/002 ünitesinden yararlanılabilir.

-Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

Deneyde alınan değerler :

U ₁	I ₁	U ₂	Enerji Analizatörü						Açıklama
			U	I	COS ϕ	W	VA	VAR	

Değerlendirme :

Soru 1: Transformatörün primer devresine nominal gerilim (U₁) uygulandığında ve sekonder devresi yüksüz iken, enerji analizatöründe gözlemlediğiniz güç nedir? tanımlayınız.

Soru 2: Deneyde aldığınız U₁, U₂ değerlerine göre transformatörün dönüştürme oranını bulunuz?

Soru 3: Deneyde aldığınız U, I₁ değerleri ve enerji analizatörü değerlerini gözlemleyerek transformatörün boş çalışma grafiğini çizin?

Soru 4: Transformatörün sarım sayısını nasıl buluruz açıklayın.

Soru 5: Transformatörün çalışma prensibini açıklayınız.

Soru 6: Deney sonu gözlemlerinizi açıklayınız.

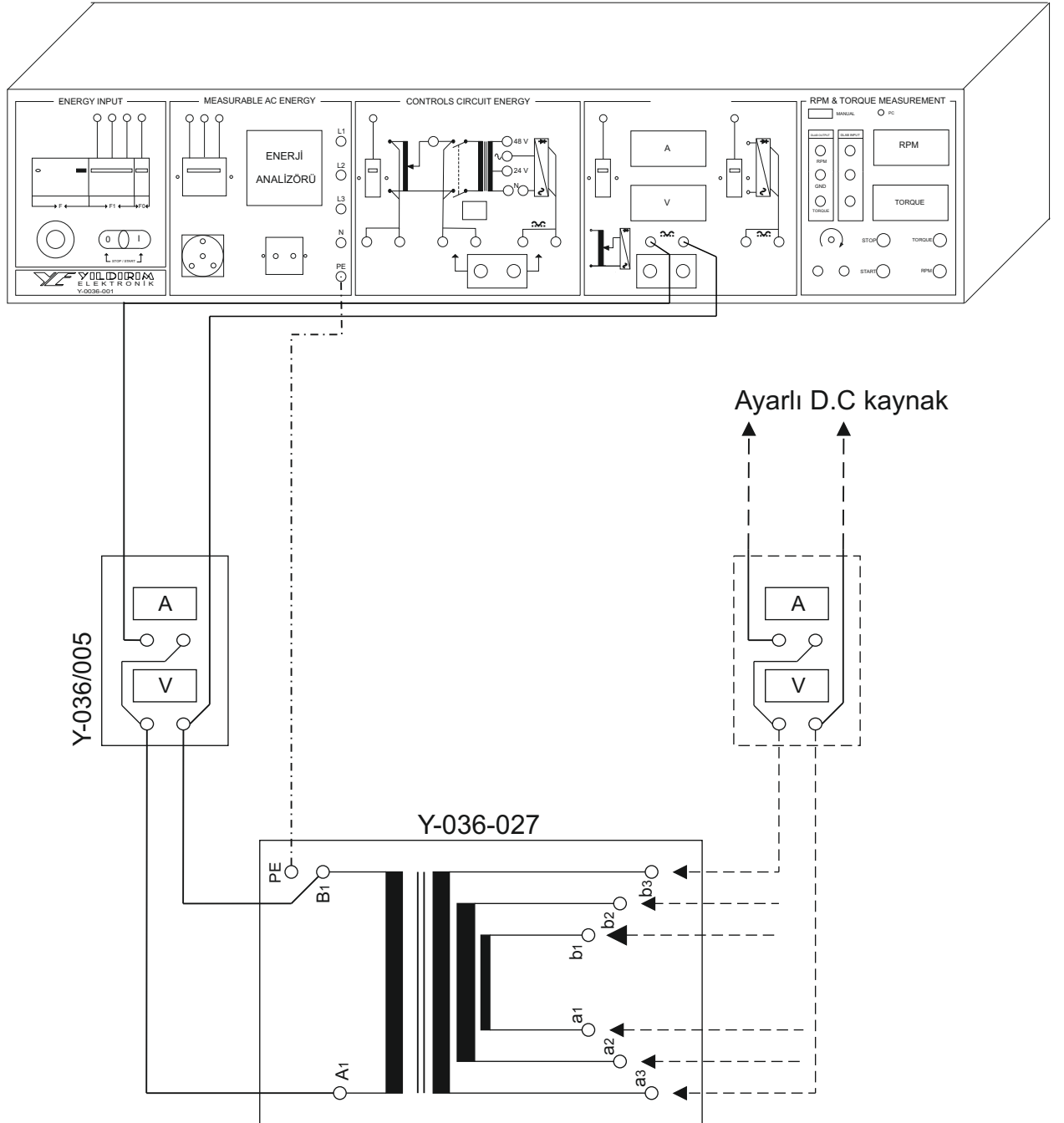
Deney no 20: BİR FAZLI TRANSFORMATÖRÜN PRİMER-SEKONDER DEVRE DİRENÇLERİNİN ÖÇÜLMESİ

Deneyin amacı: Transformatörün primer-sekonder devre (sargı) dirençlerinin D.C ile ölçülmesiyle ilgili bilgi-beceri kazanmak.

Araç Gereçler:-Enerji üniteli deney masası Y-036/001
-D.C ölçüm ünitesi Y-036/006
-Bir faz transformatör Y-036/027 veya Y-036/028
-Jaglı kablo , IEC fişli kablo
-Avometre

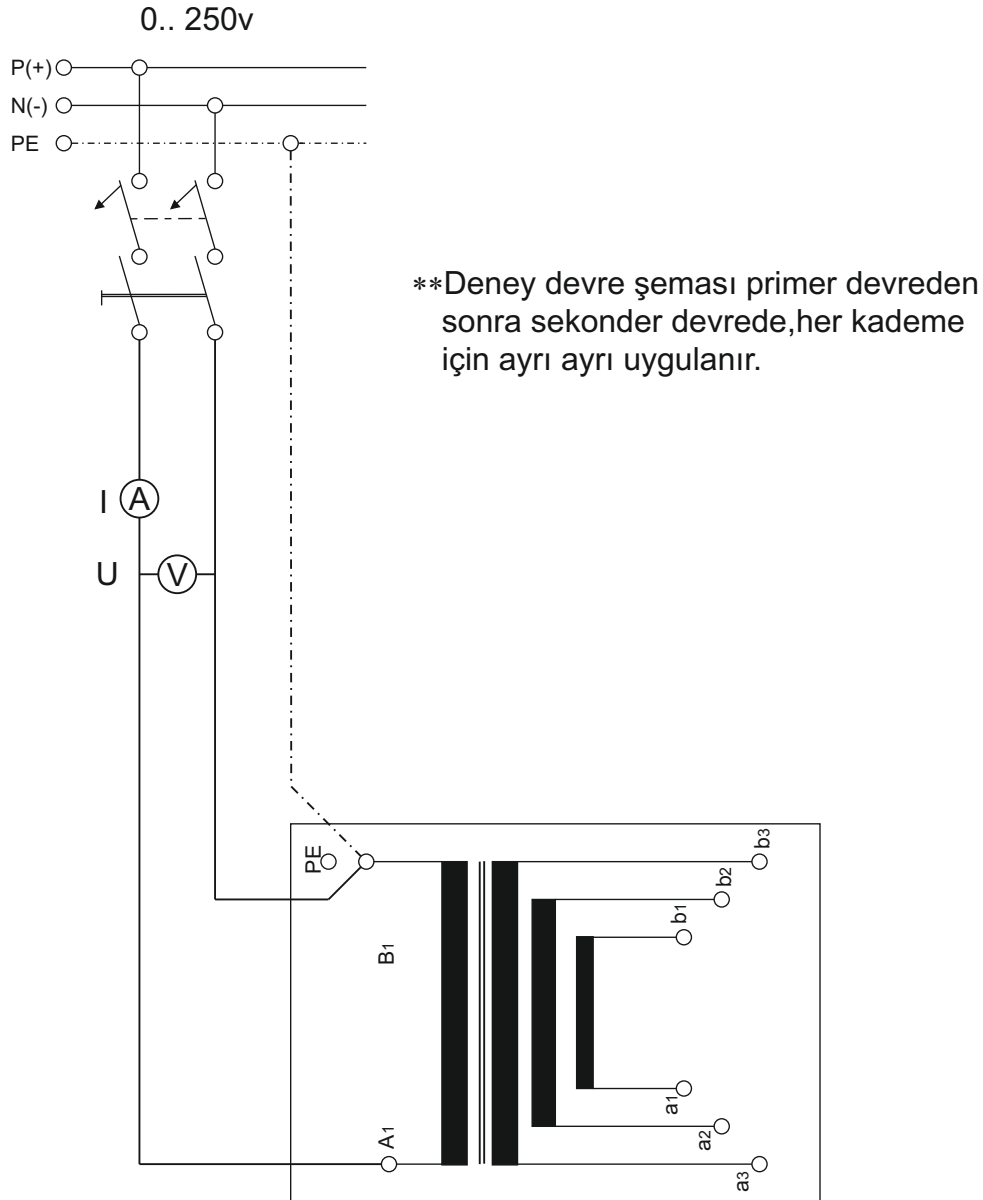
Deney bağlantı şeması :

Y-036/001



Şekil 20.1 Bir faz transformatörün primer-sekonder devre (sargı) dirençlerinin ölçülmesi deney bağlantı şeması.

*Deney bağlantı primer-sekondere sıra ile uygulanacak.



Şekil 20.2 Bir fazlı transformatörün primer-sekonder devre (sargı) dirençlerinin ölçülmesi devre şeması

Deneyin yapılışı:

Not:*Deneyde primer-sekonder devrelerden (sargı) nominal akım değerlerinin üzerinde akım geçirmeyiniz.Uzun süre nominal (D.C) akımda çalıştırmayınız.

- Şekil 20.1-20.2 deki deney bağlantısını kurunuz.
- Ayarlı D.C enerji kaynağı (U=0v iken) transfarmatöre uygulayınız.(0v) sıfırdan başlayarak kademe kademe gerilimi artırınız,transfarmatör primer sargılarından nominal akım değeri geçmesini gerilimi artırarak sağlayınız.
- Her konuda U,I değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.
- Yukarda bahsedilen tüm işlemleri sırası ile sekonder devrinin her kademesi için ayrı ayrı yapınız.
- Her konum ve kademedede U,I ölçüm değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.
- Ohm metre ile transfarmatörün primer-sekonder devrenin her kademesinin dirençlerini ayrı ayrı ölçüp kaydediniz.

Deneyde alınan değerler :

[illegible]

Değerlendirme :

Soru 1: Sargı dirençleri ölçme deneyinde neden D.C kaynak kullanıldı;A.C kaynak kullandıysak ne olur açıklayınız.

Soru 2: Sargıların A.C kullanımındaki nominal akımın değerleri dikkate alınarak D.c uygulanıp akım sınırlaması neden yapıldı veya sargılara nominal çalışma geriliminin değerini D.C uygulanırsa ne olur? açıklayınız.

Soru 3: Deneyde aldığınız U,I değerleri ile transformatörün sargı dirençlerini $R=U/I$ dan bulunuz.

Soru 4: Transformatöre A.C uyguladığımızda sargı dirençleri ne olur bu direnç değişiminin sebebi nedir? açıklayınız.

Soru 5: Ohm metre ile ölçülen sargı direnç değerleri ile $R=U/I$ dan deneyde bulunan değerler arasındaki fark nedir? nedenlerini açıklayınız.

Soru 6: Deney sunu gözlemlerinizi açıklayınız?

Deney no 22: BİR FAZLI TRANSFORMATÖRÜN KISA DEVRE DENEYİ VE BAKIR KAYIPLARININ İNCELENMESİ

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

Araç Gereçler: -Enerji üniteli deney masası

Y-036/001

-A.C ölçüm ünitesi

Y-036/005

-Enerji analizatörü

Y-036/004

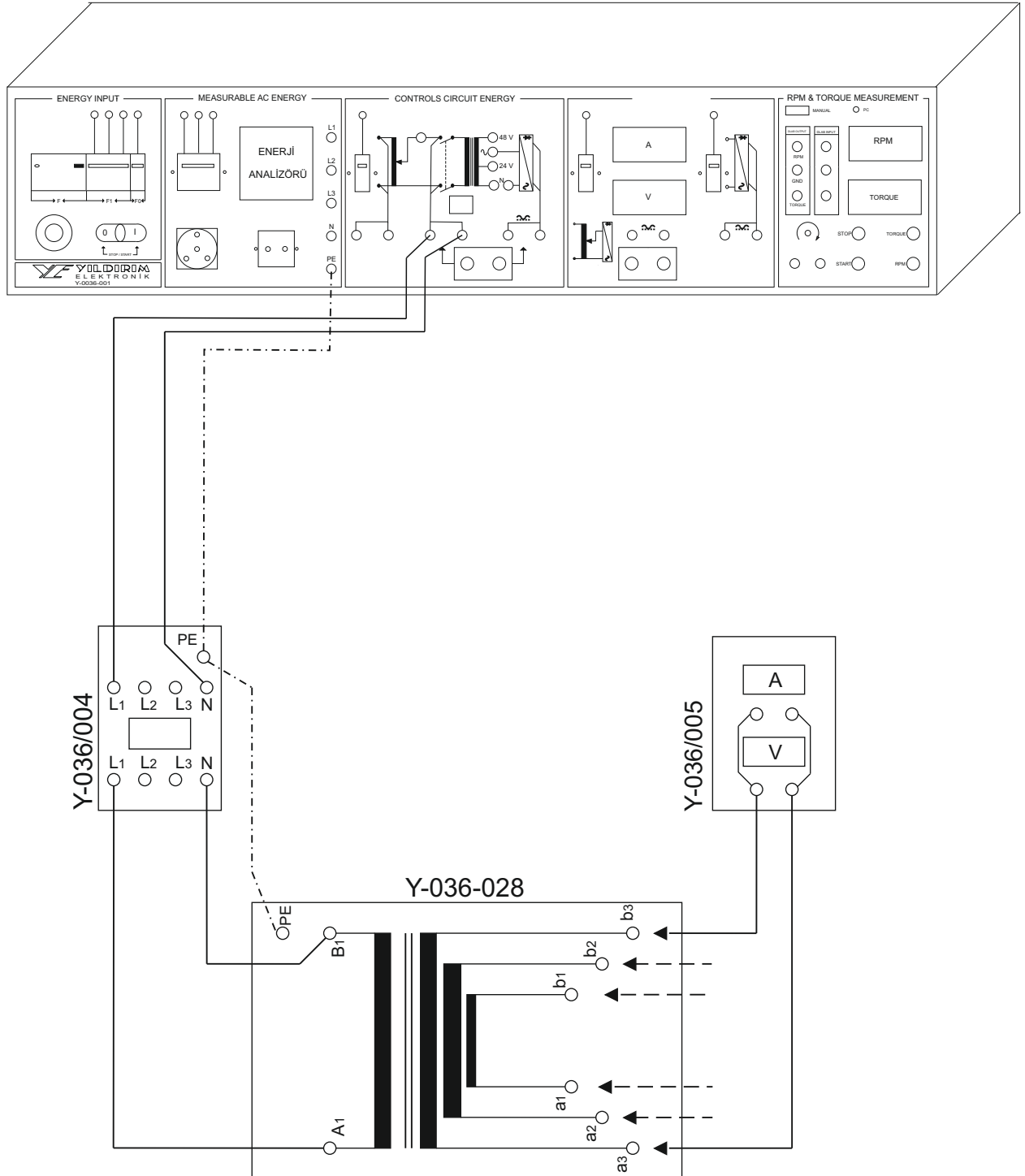
-Bir faz transformatör

Y-036/028

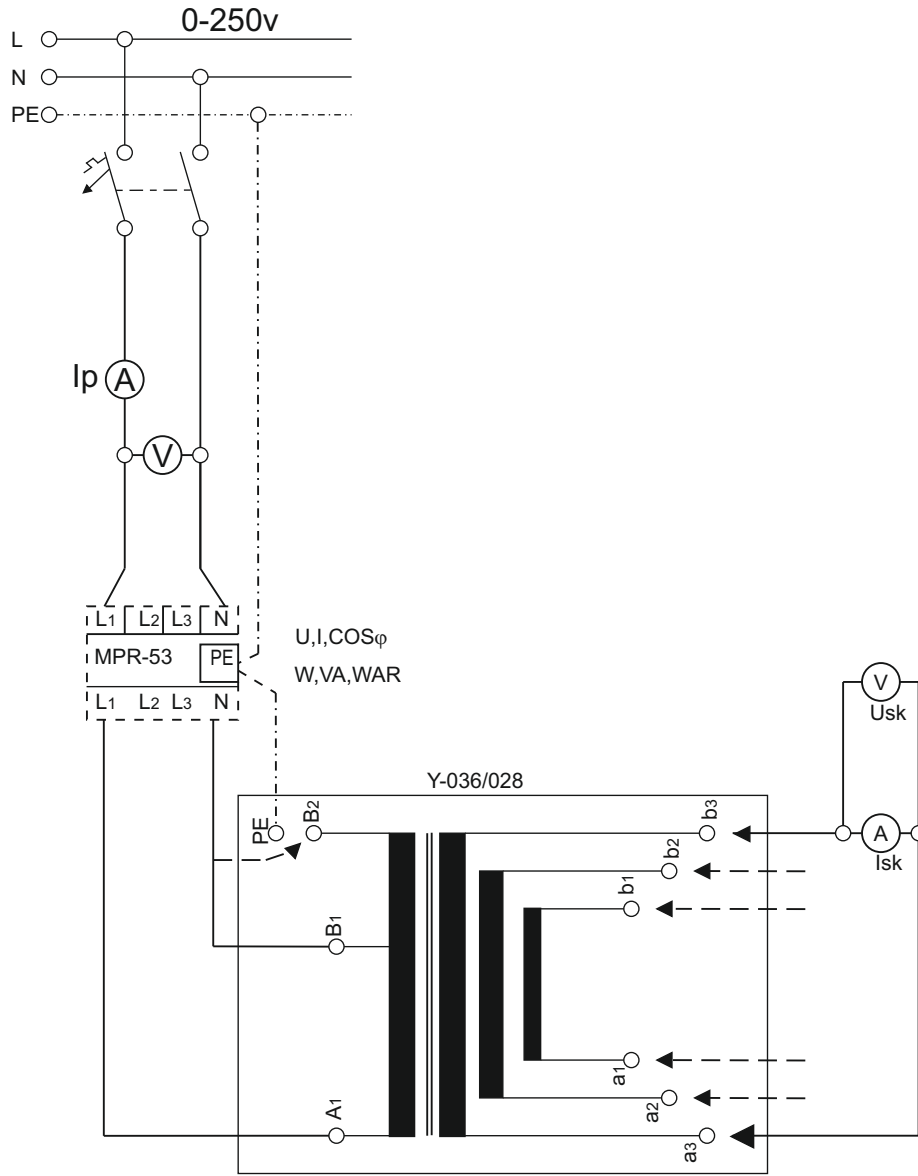
-Jaglı kablo , IEC fişli kablo

Deney bağlantı şeması :

Y-036/001



Şekil 22.1 Bir faz transformatörün kısa devre deney bağlantı şeması.



Şekil 22.2 Bir fazlı transformatörün kısa devre deneyi devre şeması.

Deneyin yapılışı :

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

-Şekil 22.1-22.2 deki 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 analizatörü 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 analizatörü parametreleri ve U_{sk} , I_{sk} değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

-Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

Deneyde alınan değerler :

Up	Ip	Enerji analizatörü parametreleri						Usk	Isk	Açıklama
		U	I	$\cos\varphi$	W	VA	VAR			

Değerlendirme :

Soru 1: Kısa devre deneyi hangi amaçla yapılır açıklayınız.

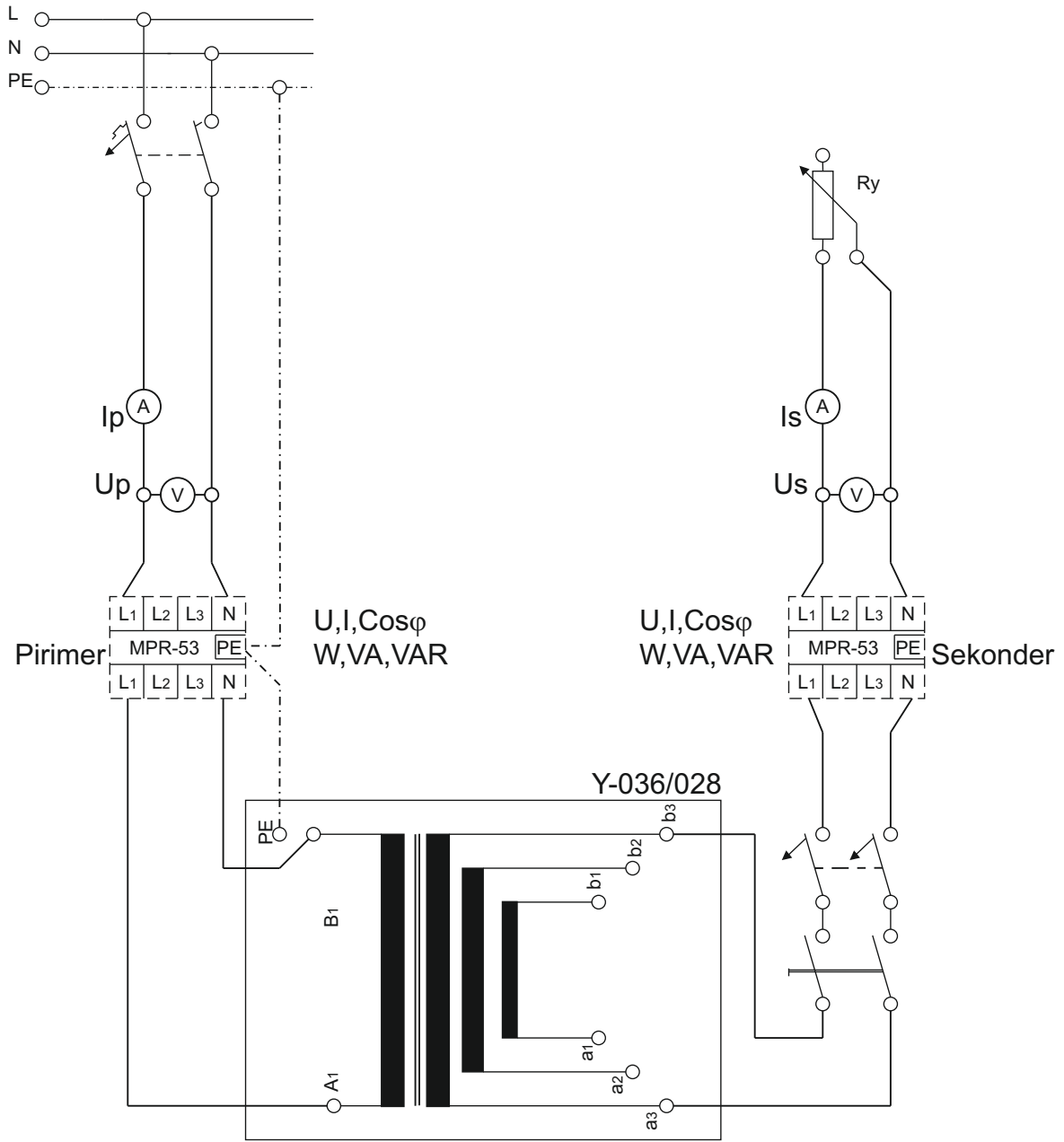
Soru 2: Ip nominal değerinde iken Up değeri nedir,bu değer nominal değere oranı nedir açıklayınız ve bu değere ne ad verilir?

Soru 3: Kısa devre geriliminin küçük-büyük olması ne anlama gelir? açıklayınız.

Soru 4: Ip ve Isk nominal değerlerinde iken enerji analizatöründeki parametreleri (güç) değerleri neyi gösterir? analiz ediniz.

Soru 5: Deneyde alınan değerler ile transformatörün kısa devre deneyi $P_k=f(I_k)$ ve ya $P_k=f(U_k)$ eğrisini çizin.

Soru 6: Deney sunu edindiğiniz gözlemlerinizi açıklayınız .



Şekil 23.2 Bir fazlı transformatörün yüklü çalışması devre şeması.

Deneyin yapılışı :

- Not: *Transformatör primer nominal gerilimine göre L-N ve ya L-L besleme olanaklıdır.
 *Primer devre enerji ölçümü enerji ünitesi (Y-036/001) üzerindeki enerji analizatörü ile yapılabilir.
 *Sekonder çıkışlarının birinde veya istenilen tüm çıkışlarda ayrı ayrı deney yapılabilir (ayrı ayrı yapılması önerilir).
 *Ayarlı reosta yeterli olmadığında lamba gurubu ve ya ikinci ayarlı reosta kullanılır.

-Şekil 23.1-23.2 deki deney bağlantısını kurunuz.

*Transformatör yüksüz çalışırken (I-W) akım ve gücün ölçümünde daha küçük değerleri ölçen ölçü aletleri seçilmesi gerekir.

-Sekonder devrede yük yok iken transformatörün primer devresine nominal gerilimini uygulayınız. Bu konumda I_p , U_p , primer devre enerji analizatörü parametreleri ile U_s değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

-Ayarlı (R_y) yük reostası ile kademe kademe transformatörü nominal gücüne, daha sonra 1,25 katına kadar yükleyiniz her konumda U_p , I_p , primer devre enerji analizatörü U_s , I_s sekonder devre enerji analizatörü parametre değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

11. 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.

11.1. Üç Fazlı Transformatörün Yapı – Çalışma Ve Özelliği :

Üç fazlı trafoların çalışması aynen bir fazlı trafolardaki gibidir.Üç fazlı trafo, üç adet bir fazlı trafonun yıldız veya üçgen bağlanabilmeleri ile oluşmaktadırlar.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 ;

$$S_1 = \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_1 \dots\dots\dots VA \text{ (Primer)}$$

$$S_2 = \sqrt{3} \cdot U_2 \cdot I_2 \dots\dots\dots VA \text{ (Sekonder)}$$

Üçgen bağlı sistemde ;

$$U_h = U_f$$

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

Yıldız bağlı sistemde ;

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

$$I_h = I_f$$

11.2. Üç Fazlı Trafoların Bağlantı Şekilleri Ve Özellikleri :

Üç fazlı trafoların bağlantıları yıldız (λ) veya üçgen (Δ) bağlantı olarak hem primer hem de sekonder devrede uygulanır.Üçüncü bir bağlantı olarak ta zikzak ($\wedge$) 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.

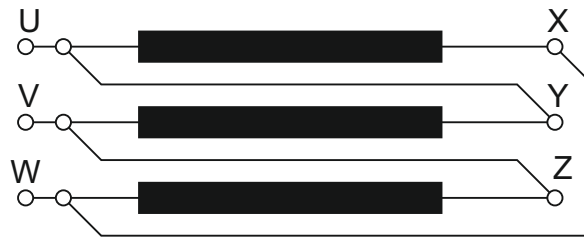


Sekil 1 : Yıldız (λ) bağlantı

Üçgen (Δ) Bağlama :

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

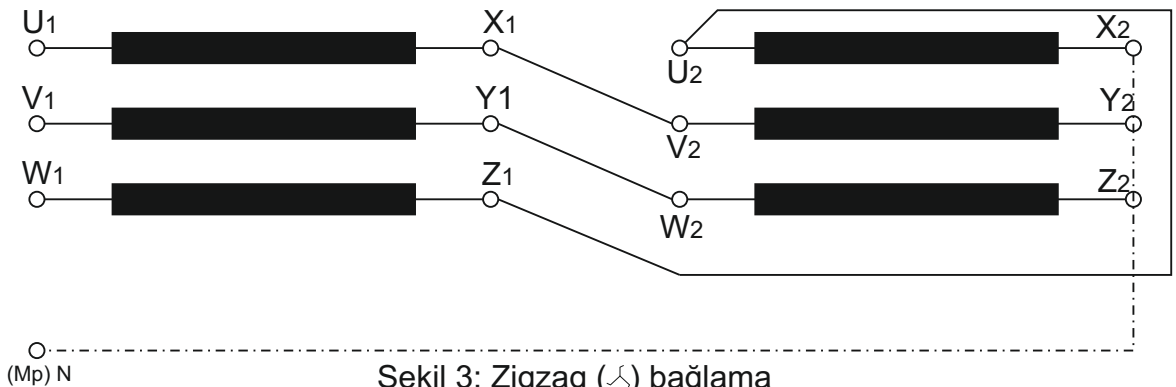
Primerde sargı giriş uçlarına (R, S, T) L_1 , L_2 , L_3 Üç faz uygulanır. Sekonder sargıda da aynı işlem yapılır. Sargı giriş uçları üç faz olarak yüke bağlanır. Üçgen bağlamada nötr hattı yoktur.



Şekil 2: Üçgen (Δ) bağlama

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.



Sekil 3: Zigzag (λ) bağlama

11.3. 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 _{do}
A0	A2					Y _{yo}
A0	A3					D _{zo}
B6	B1					D _{bo}
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 1.4 : Üç fazlı trafoların bağlantı grupları ve özellikleri cetveli

- A grubu : D_{do} Üçgen – üçgen bağlı faz farkı 0° 'dir.
B grubu : Y_{y6} Yıldız – yıldız bağlı faz farkı 6x30° = 180° dir.
C grubu : Y_{d5} Yıldız – üçgen bağlı faz farkı 5x30° = 150° dir.
D grubu : Y_{z11} Yıldız – Zigzag bağlı faz farkı 11x30 = 330° dir.

Deney no 26: ÜÇ FAZLI TRANSFORMATÖRÜN YÜKLÜ ÇALIŞMASI

Deneyin amacı: Üç fazlı trafonun çeşitli yüklerde (ohmik, endüktif, kapasitif) çalıştırıp regülasyon, verimin bulunup incelenmesiyle ilgili bilgi-beceri kazanmaktır.

Araç Gereçler:	
-Enerji üniteli deney masası	Y-036/001
-Enerji analizatörü	Y-036/004
-A.C ölçüm ünitesi	Y-036/005
-Üç faz transformatör	Y-036/029
-Üç faz sigortalı-şalkter	Y-036/051
-Bara	Y-036/053
-Üç faz ayarlı ohmik yük	Y-036/056
-Üç faz ayarlı endüktif yük	Y-036/058
-Jaglı kablo, IEC fişli kablo, Avometre	

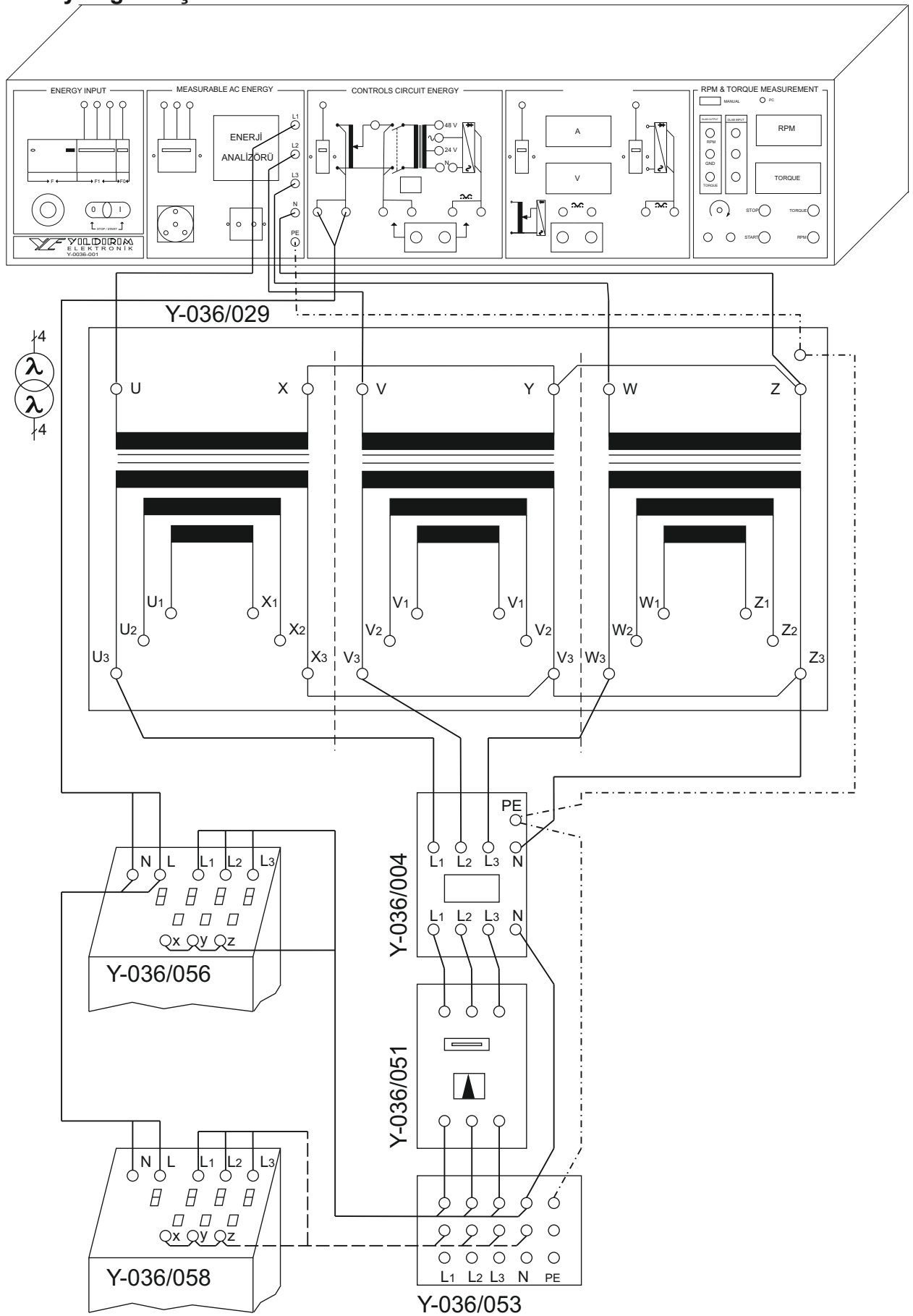
*Deney bağlantı şemaları sonraki sayfalarda !

Deneyin yapılışı :

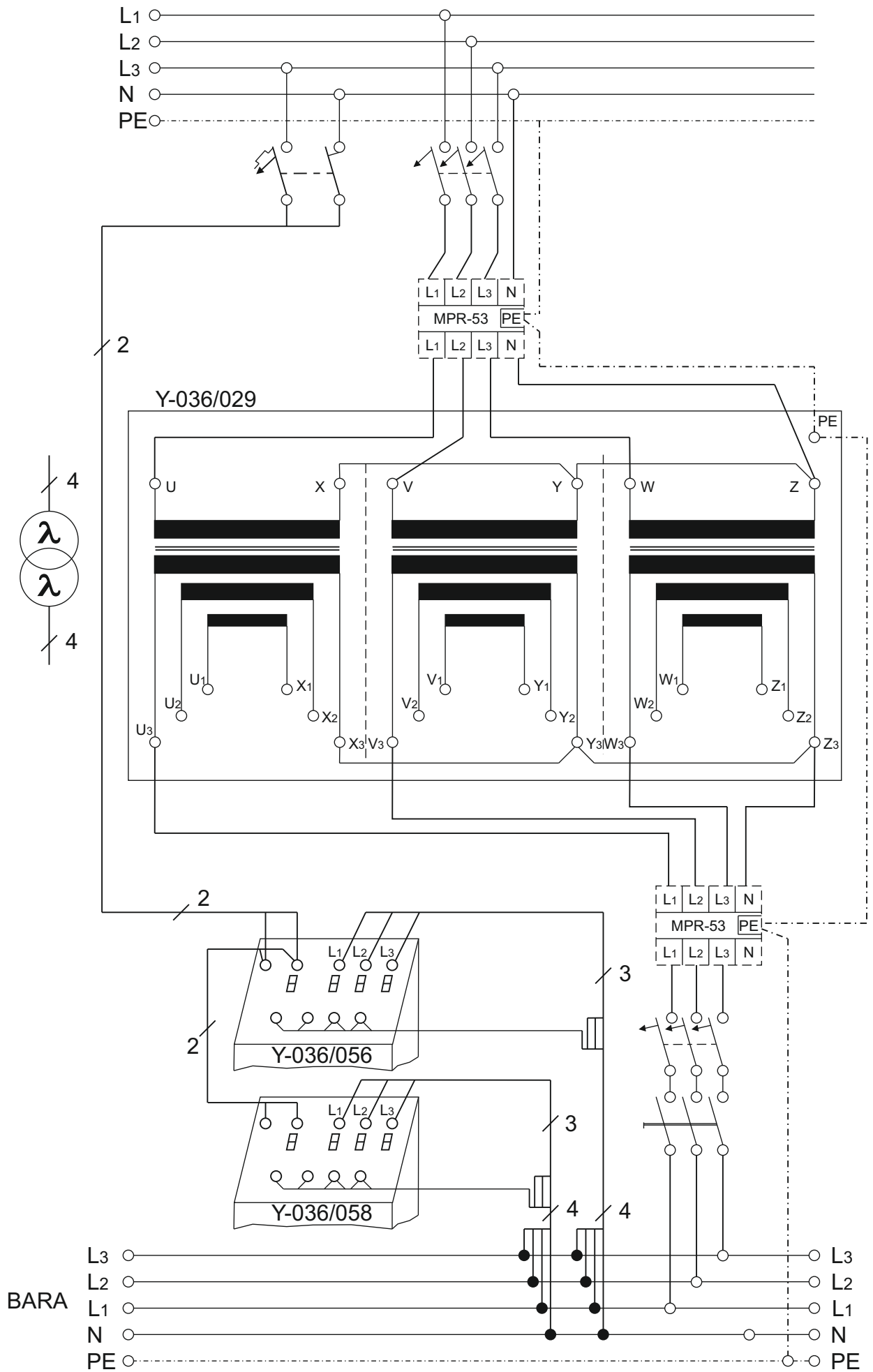
Not:*Deney labaratuvar olanaklarınız doğrultusunda farklılaştırılır?

Transformatörünüzün sekonder çıkışı birden fazla ise en yüksek kademesi kullanılmalıdır.

- Şekil 26.1, 26.2 deki deney bağlantısını kurunuz.
- Üç faz trafo bağlantısı Δ/Δ ve sekonder çıkışı en yüksek kademede.
- Sekonder devre yük şalter-sigorta açık iken (trafo yüksüz) trafo primer devresine nominal gerilimi uygulayınız.
- Primer-sekonder devredeki enerji analizatöründen tüm gözlemlediğiniz parametreleri (U, I, $\cos\phi$, W, VA, VAR v.s) değerlendirip kaydediniz.
- Sekonder devre yük şalter-sigortasını kapatıp kademe kademe omik yüklerle yükleyiniz yüklemeyi trf. nominal gücünün 1,2 katına kadar yapınız. Bu konumda her kademede primer-sekonder devredeki enerji analizatöründeki parametreleri gözlemleyip kaydediniz.
- Sekonder devredeki omik yükü, endüktif yüklerle değiştirip yukarıdaki işlemi sırasıyla yapınız. Primer-sekonder devredeki enerji analizatöründeki parametreleri gözlemleyip kaydediniz.
- Transformatörün farklı yük ve kademelerde her konumda (η) verimi ve (%Reg) regülasyonu hesaplayınız.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.
- İsteğe bağlı olarak trf. bağlantısını Δ/Δ , Δ/Δ , Δ/Δ olarak bağlantılarını ayrı ayrı yapıp her bağlantı konumunda yukardaki deney işlemlerini sıra ile yapınız.
- Değişik bağlantılardaki verim-regülasyon değerlerini analiz ediniz.
- Transformatör bağlantılarının farklılık nedenlerini deneyde elde ettiğiniz değerlerle analiz ediniz.
- Değişik yük konumlarındaki trf. verim-regülasyon ve bağlantı yapılarına göre analiz ediniz.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.



Şekil 26.1 Üç fazlı transformatörün yüklü çalışması deney bağlantı şeması.



Şekil 26.2 Üç fazlı transformatörün yüklü çalışması devre bağlantı şeması.

Deneyde alınan değerler :

													Açıklama
	U	I	$\cos\phi$	W	VA	VAR	U	I	$\cos\phi$	W	VA	VAR	
R(omik)													
L (endüktif)													
R-L													

Değerlendirme :

- Soru 1: Üç fazlı trafo bağlantılarının seçiminde dikkate alınması gereken unsurlar nelerdir? açıklayınız.
- Soru 2: Deneyde uyguladığınız bağlantı gurupları arasında verim ve regülasyon göz önüne alınarak analiz ediniz.
- Soru 3: Trafo yüklerine göre, verim-regülasyon açısından ne gibi gözlemlerinizi oldu? açıklayınız.
- Soru 4: Deney sonucu aldığınız değerlere göre (verim) $\eta = (P_2/P_1)$ ve $U_2 = f(P_1)$ grafiklerini çıkarınız.
- Soru 5: Transformatörde verimin maximum değeri hangi yükte oluşuyor? nedenlerini açıklayınız.
- Soru 6: Deney sonu edindiğiniz gözlemlerinizi açıklayınız.