



T.C.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

ELEKTRİK

MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ELEKTRİK MAKİNALARI-I LABORATUVARI DENEY

FÖYÜ

Rapor Yazım Kılavuzu

Yapılan deneyler hakkında öğrenci tarafından hazırlanacak olan raporlar şu ana amaca yönelik olacaktır. Rapor, bir mühendisin yaptığı deneyde elde ettiği sonuçların belli bir disiplin ve düzen içinde diğer meslektaşlarına aktarmasını sağlayacak, tamamen anlaşılır ve belli kurallara bağlı olarak yazılmış bir metindir. Bu nedenle deney raporlarının öğrencilere yaptırılmasındaki amaç da bu bakış açısında ele alınmalıdır.

1. Bir deney raporu aşağıdaki ana bölümleri kapsar:

a. Deneyin amacı: Deneyin yapılması ve sonuçları sunulmasındaki ana amaç ve varsa bu amacı tamamlayıcı veya buna ek unsurlar raporun başında kısaca açıklanacaktır.

b. Deney düzeni ve kullanılan aletler: Ölçü düzeni blok şema halinde verilecek ve gerekli ise ölçme sırasında tutulacak yol kısaca açıklanacaktır. Bu işlemten sonra deney düzeninde mevcut ve deneyde kullanılan aletlerin gerekli özellikleri ile birlikte listesi verilecektir.

c. Ölçme sonuçları: İlgili ölçü düzenine ait çeşitli ölçme amaçları için elde edilen sonuçlar düzenli tablolar halinde ölçü Kartları ile birlikte verilecektir.

d. Raporda istenenler: Ölçü ve sonuçları ile ilgili hesaplar eğrilerin çizilerek sunulduğu, sonuçları değerlendirilmesi, ölçü sonuçlarından hesapların sunulduğu bu bölümde yapılacaktır.

e. Sonuç bölümü: Öğrencinin deney hakkındaki genel izlenimi deneyin aksayan hakkındaki fikirleri ve elde edilen sonuçların yorumu bu bölümde yapılacaktır.

2. Raporlar yukarıda açıklandığı gibi 5 ana bölüm altında düzenlenecektir. Raporlar beyaz A4 kağıtların tek yüzüne, mümkünse bilgisayar ile ya da okunaklı bir el yazısı ile yazılarak hazırlanacaktır.

3. Raporlardaki eğriler milimetrik kağıda, eksenler ve bu eksenlerdeki taksimatlarına ölçekleri açıkça belli olacak şekilde el ile çizilecek, bir eksen takımı üzerine birden fazla eğri çizildiğinde farklı çizgi şekilleri kullanılacaktır.

4. Raporun değerlendirilmesinde rapor düzeni de dikkate alınacaktır.

5. Deneyi yaptıran araştırma görevlisi deney föyündeki sorular ile kendi hazırladığı sorulardan bir kısmını veya tamamını raporu hazırlayacak öğrenciden bilgi düzeyini arttırmak için, yazılı olarak cevaplamasını isteyebilir.

6. Grup elemanları her deneyden sonra bireysel bir rapor hazırlayacaklardır.

7. Raporlar, deneyi yapan öğrencinin isminin, imzasının, tarih ve e-mail adresinin yer aldığı tek tip kapak sayfası ile başlayacaktır. Bunların dışında farklı yapılarda kapaklar kullanmayınız.

8. Raporlar deneyin yapıldığı tarihten bir hafta sonra deney saatinde teslim edilmelidir. Teslim zamanından geç getirilen raporlar kabul edilmeyecektir. Teslim edilmeyen raporların notu sıfır olarak belirlenecektir.

Deney raporu kapak sayfası aşağıda verilen formatta olmalıdır. (Renkli çıktı olmasına gerek yoktur.)

I. TRANSFORMATÖRLER

Giriş

Elektrik enerjisinin en önemli özelliklerinden biri de üretildiği yerden çok uzak bölgelere kolayca taşınabilmesidir. Bu taşınmanın verimli bir şekilde yapılabilmesi için gerilimin yeteri kadar yüksek olması gerekir.

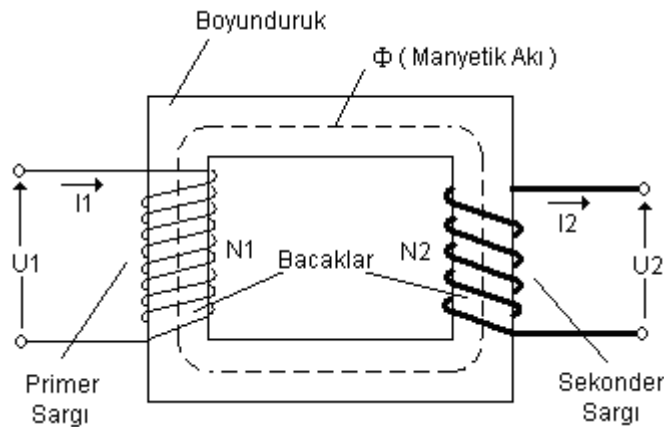
Elektrik enerjisi doğru veya alternatif akım şeklinde üretilir. Doğru akımda yüksek gerilimli enerji iletimi son zamanlarda büyük önem kazanmıştır. Ancak bu konuda istenilen düzeye gelinememiş olup çalışmalar sürdürülmektedir. Buna karşılık alternatif akımlı elektrik enerjisinin gerilimi transformatörler yardımı ile yükseltip düşürülebildiğinden, enerjinin alternatif akımla taşınması önemini korumaktadır.

Orta, yüksek, çok yüksek gerilimler transformatörler yardımıyla kolayca elde edilebilir. Elektrik enerjisinin iletilmesi, dağıtılması gibi alanlarda ve çeşitli aygıtların çalıştırılmasında kullanılan transformatörler en önemli elektrik makinelerinden biridir. Transformatörlerin hareket eden parçaları olmadığından sürtünme ve rüzgar kayıpları söz konusu değildir. Bundan dolayı verimi en yüksek elektrik makinesi olarak gösterilebilir. Transformatörlerin verimleri %99,6 'ya kadar yükseltilebilmiştir.

Transformatörlerin yapısı ve çalışma prensibi

Yapısı

Transformatörler ince, özel silisli saçlardan oluşan kapalı bir manyetik gövde (nüve) ile bunun üzerine, yalıtılmış iletkenlerle sarılan sargılardan oluşur. En basit şekilde transformatörde iki sargı bulunur. Bu sargılardan birine **primer** veya birinci devre ötekine ise **sekonder** veya ikinci devre adı verilir. Primer ve sekonder sargılarının birbirleri ile elektriksel bir bağlantısı yoktur. Ancak özel olarak yapılan oto transformatörlerinde her iki sargı elektriksel olarak birbirleri ile bağlantılıdır. Şekil-1 de bir transformatörün basit yapısı görülmektedir.



Şekil 1 Bir Fazlı Transformatörün yapısı

Transformatörlerin primer sargıları uygun gerilimdeki bir alternatif akım devresine bağlandığında sekonder sargılarından değişik değerlerde fakat **aynı frekansta** başka bir alternatif gerilim alınır. Transformatör; sargıların birisinden geçen bir alternatif akım sistemini, elektromanyetik endüksiyon etkisi ile diğer sargısında aynı frekanslı fakat farklı şiddet ve gerilimde başka bir akım sistemine dönüştüren statik bir elektrik makinasıdır.

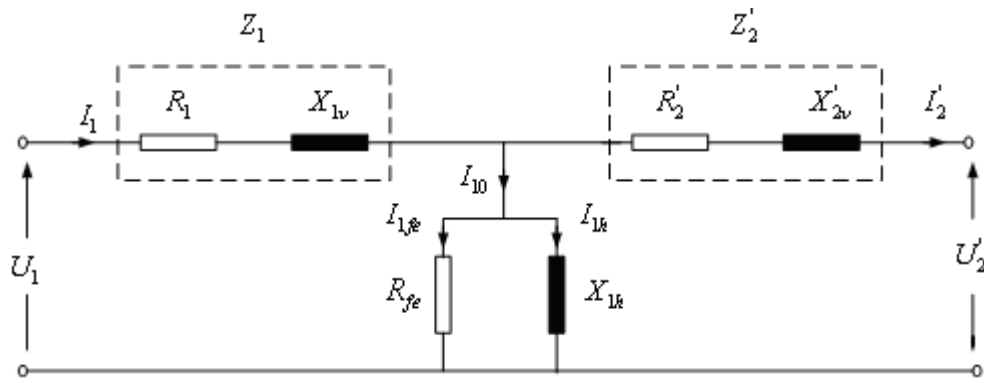
Çalışma prensibi:

Primer sargılarına alternatif bir gerilim uygulandığında, bu sargı değişken bir manyetik alan oluşturur. Bu alan, üstünde sekonder sargının da bulunduğu manyetik demir nüve üzerinden devresini tamamlar. Primere uygulanan alternatif gerilimin zamana bağlı olarak her an yön ve

şiddeti değiştiğinden, oluşturduğu manyetik alanın da her an yön ve şiddeti değişir. Bu alanın sekonder sargılarını kesmesi ile bu sargılarda alternatif bir gerilim endüklenir. Primer ve sekonder sargılarının birbirleri ile elektriksel hiç bir bağlantıları olmadığı halde 2.devrede manyetik endüksiyon yolu ile bir gerilim oluşabilmektedir. Transformatorün primer sargılarına doğru gerilim uygulandığında, demir nüve üzerinde yine bir manyetik alan oluşur. Ancak bu manyetik alan, sabit bir alandır. Bu alanın yön ve şiddeti değişmediğinden sekonder sargılarında bir elektro-motor-kuvvet (emk.) endüklenmesi söz konusu olamaz. Çünkü endüksiyon kurallarına göre, değeri değişen manyetik alanlar tarafından etkilenen sargılarda endüksiyon gerilimleri oluşabilir. Doğru akımın verilmesi ve kesilmesi sırasında sekonderde endüksiyon gerilimleri görülebilir. Ancak manyetik alanın değişimi sürekli olmadığından, transformator doğru akımda kullanılamaz.

Transformator Eşdeğer Devreleri

İdeal Transformator Eşdeğer Devresi

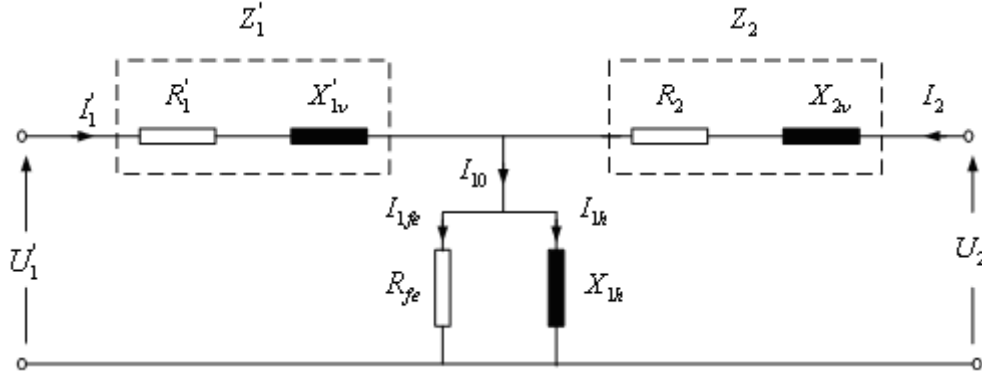


$$\begin{aligned}
 R_1 &\cong R_2' = R_2 \cdot \dot{u}^2 & Z_1 &\cong Z_2' = Z_2 \cdot \dot{u}^2 & I_1 &\cong I_2' = I_2 / \dot{u} \\
 X_{1v} &\cong X_{2v}' = X_{2v} \cdot \dot{u}^2 & & & U_1 &\cong U_2' = U_2 \cdot \dot{u}
 \end{aligned}$$

Trafonun genel eşdeğer devresi olan T eşdeğer devresi trafonun 1. ve 2. devre parametrelerine birbirine dönüştürülerek elde edilen eşdeğer devredir. Üsteki şekilde ikinci taraf birinci tarafa indirgenmiş eşdeğer devre görülmektedir. Burada görüleceği gibi trafonun her parametresi eşdeğer devrede temsil edilmiştir. Dolayısıyla bu eşdeğer devre incelemelerde hassas olarak kullanılan bir eşdeğer devredir.

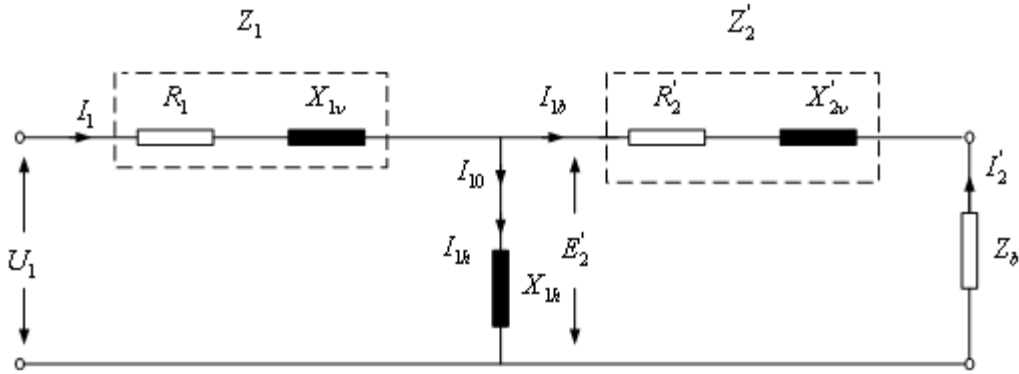
$$\begin{aligned}
 U_2 &\cong U_1' = U_1 / \dot{u} & I_2 &\cong I_1' = I_1 \cdot \dot{u} & R_2 &\cong R_1' = R_1 / \dot{u}^2 \\
 X_{2v} &\cong X_{1v}' = X_{1v} / \dot{u}^2 & Z_{2v} &\cong Z_{1v}' = Z_{1v} / \dot{u}^2 & Z_b' &= Z_b \cdot \dot{u}^2 & Z_b &= R_b + jX_b
 \end{aligned}$$

Başlıca indirgeme üç kuraldan oluşur;



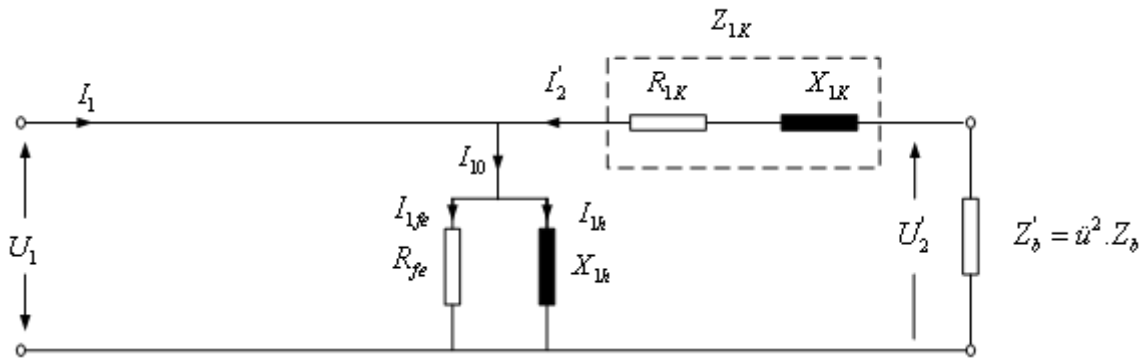
* Gerilim çevirme oranı ile çarpılarak indirgeme * Akım çevirme oranına bölünerek indirgeme * Direnç, reaktans ve empedans çevirme oranının karesiyle çarpılarak indirgeme yapılır.

Demir kayıpsız T eşdeğer devre



$$I_{10} = I_{1fe} + jI_{1h} \quad I_{10} \cong I_{1h} \quad R_{fe} \gg X_{1h} \quad I_{1fe} \ll I_{1h} \quad Z_{gir} = Z_1 + \frac{(Z_2' + Z_b) \cdot jX_{1h}}{(Z_2' + Z_b) + jX_{1h}}$$

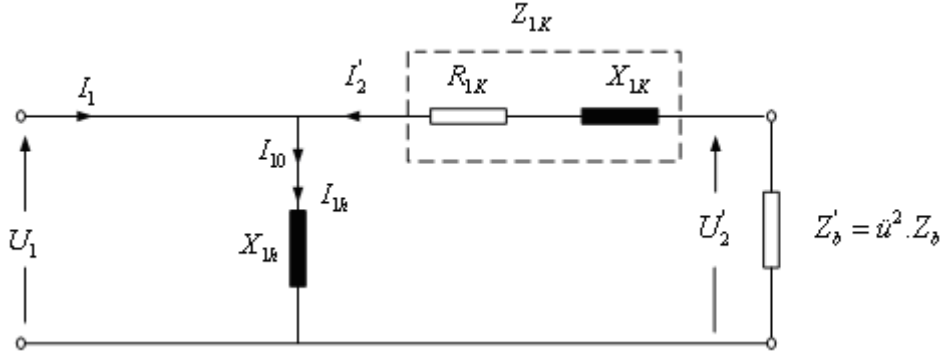
L eşdeğer devre



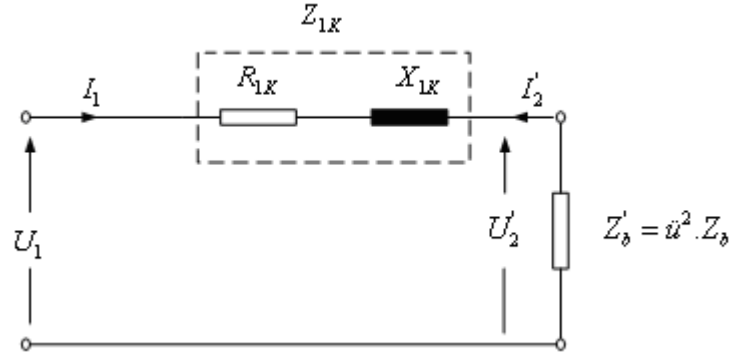
$$R_{1K} = R_1 + R_2' \quad X_{1K} = X_{1v} + X_{2v}' = X_{1v} + u^2 \cdot X_{2v}' \\ R_1 \cong R_2' = R_{1K} / 2 \quad X_{1v} \cong X_{2v}' \cong X_{1K} / 2 \quad R_2' = u^2 \cdot R_2 \quad X_{2v}' = u^2 \cdot X_v$$

T eşdeğer devrede orta akım kolu giriş veya çıkış uçlarına kaydırılarak seri direnç veya kaçak reaktanslar toplanabilir. Böylece eleman sayısı 4'e düşer.

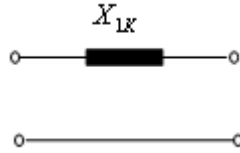
Demir kayıpsız L eşdeğer devre



En basit eşdeğer devre



Trafoyu direk temsil eder. Modellemelerde en basit eşdeğer devreden başlanarak işlem yapılır.

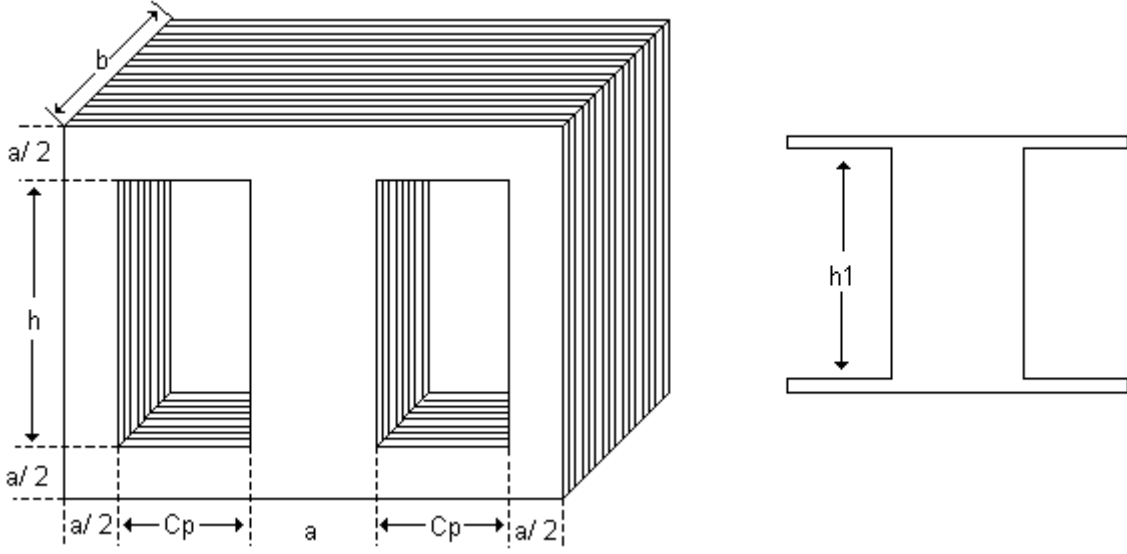


$$X_{1K} > R_{1K}$$

Kısa devre direnci ihmal edilmiş yalnız kısa devre reaktansı olan eşdeğer devre

Uygulamada küçük güçlü trafolarda L eşdeğer devre tercih edilir. Orta güçlü trafolarda kısa devre empedanslı eşdeğer devre, büyük güçlü trafolarda ise kısa devre reaktanslı eşdeğer devre tercih edilir.

Bir fazlı transformatör sarım hesabı:



S₁: Giriş (primer) gücü (VA)
S_n: Manyetik nüve kesiti (cm²)
U₁: Primer gerilim (V)
I₁: Primer akımı (A)
s₁: Primer iletken kesiti (mm²)
d₁: Primer iletken çapı (mm)
Φ: Manyetik akı (Weber)
η: Verim (%)
a: Nüve eni (cm)
h: Pencere yüksekliği (cm)
C_p: Pencere genişliği (cm)
c: Transformatör gücü ile nüve kesiti arasındaki ilişkiyi veren katsayı (0,7 -1,5)
j: Akım yoğunluğu (A/mm²) (Havalı trafo j =1,8-2,6) (Yağ soğutmalı j =2,5-4)

S₂: Çıkış (sekonder) gücü (VA)
f: Frekans (Hz)
U₂: Sekonder gerilimi (V)
I₂: Sekonder akımı (A)
s₂: Sekonder iletken kesiti (mm²)
d₂: Sekonder iletken çapı (mm)
B: Manyetik akı yoğunluğu (Tesla)
e: Gerilim Düşümü
b: Nüve genişliği (cm)
h₁: Makaranın içten içe yüksekliği (cm)

$$\text{Manyetik nüve kesiti: } S_n = a \cdot b \text{ (cm}^2\text{)} \quad S_n = c \cdot \sqrt{S_2} \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Primer gücü : } S_1 = S_2 / \eta \text{ (VA)}$$

$$\text{Manyetik akı } \Phi = B \cdot S_n \text{ (Wb)} \quad \Phi \text{ (Wb)} = B(T) \cdot S_n \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{Primer spir sayısı } N_1 = U_1 / (4,44 \cdot B \cdot S_n \cdot f) \quad \text{Sekonder spir sayısı } N_2 = U_2 / (4,44 \cdot B \cdot S_n \cdot f)$$

$$\text{Primer iletken akımı } I_1 = S_1 / U_1 \text{ (A)} \quad \text{Sekonder iletken akımı } I_2 = S_2 / U_2 \text{ (A)}$$

$$\text{Primer iletken kesiti } s_1 = I_1 / j \text{ (mm}^2\text{)} \quad \text{Sekonder iletken kesiti } s_2 = I_2 / j \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$\text{Primer iletken çapı } d_1 = \sqrt{(4 \cdot s_1) / \pi} \text{ (mm)} \quad \text{Sekonder iletken çapı } d_2 = \sqrt{(4 \cdot s_2) / \pi} \text{ (mm)}$$

$$\text{Makaranın içten içe yüksekliği } h_1 = h - 2 \cdot (\text{Pres bant kalınlığı} + \text{hava aralığı})$$

$$\text{Bir kattaki primer iletken sayısı} = h_1 / d_1 \text{ spir} \quad \text{sekonder iletken sayısı} = h_1 / d_2 \text{ spir}$$

$$\text{Primer sargı kalınlığı} = \text{Kat sayısı} \cdot d_1 + \text{presbant adeti} \cdot \text{presbant kalınlığı} + \text{kabarma payı}$$

$$\text{Sekonder sargı kalınlığı} : \text{Kat sayısı} \cdot d_2 + \text{presbant adeti} \cdot \text{presbant kalınlığı} + \text{kabarma payı}$$

$C_p > (\text{Primer sargı kalınlığı} + \text{Sekonder sargı kalınlığı}) \Rightarrow$ hesaplamalar uygundur.

Transformatör plakasında bulunması gereken bilgiler

Her transformatörün atmosferik koşullara dayanıklı bir maddeden yapılmış ve aşağıdaki bilgileri içeren bir etiketi, plakası vardır. Transformatörün plakası üzerinde bulunan bilgiler, birçok konunun aydınlanmasına yardımcı olur. Kuruluş, işletme, bakım ve laboratuvar deneyleri sırasında bu bilgilere başvurulur.

Ter-San	
Faz sayısı = 3	İmal Y : 1-04
Gücü = 3,5 kVA	f : 50 Hz
Giriş gerilimi : 3 x 220V	Giriş : 20 A
Çıkış gerilimi : 3 x 270V	Çıkış : 20 A

Transformatör plakası üzerinde bulunması gereken bilgiler neler olduğu, TÜRK STANDARTLARI' nın Mart-1978 tarihli 267. sayısında belirtmiştir. Buna göre etiket üzerinde bulunması gereken bilgiler şunlardır:

- Transformatörün tipi
- Standardın işaret ve numarası
- Yapımcının ticaret ünvanı veya kısa adı
- Yapımcının verdiği seri numarası
- Yapım yılı
- Faz sayısı
- Anma gücü
- Sargı izolasyon malzemesi
- Anma frekansı
- Anma akımları
- Bağlantı simgesi
- Anma akımının kısa devre gerilimi
- Soğutma türü
- Toplam ağırlık
- Yalıtkan yağın ağırlığı

Deney No : 1

Deneyin Adı : Transformatörlerde Sargı Direncinin Ölçülmesi

Teorik Bilgi

Yük kayıplarının hesaplanarak 75°C sıcaklığa uyarlanabilmesi için sargı direnç değerlerinin bilinmesi gerekir. Yük kayıplarının doğru akım bileşeni ancak ve ancak sargıdan geçen akımın karesinin, sargı direnci ile çarpılması sonucu hesaplanabilir.

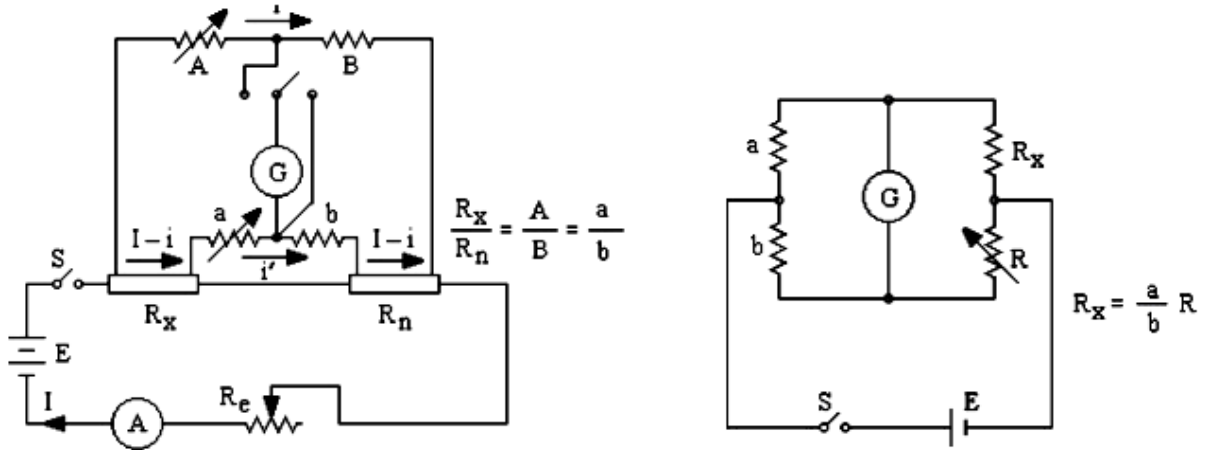
Diğer bir konu da örneğin sargılardaki iletken kopukluğu ya da sargı iletkenlerindeki kaynak ya da birleşme noktalarındaki hataların direnç ölçümü yöntemiyle tespit edilebilme olasılığıdır.

DC direnç ölçümünde kullanılan başlıca iki yöntem vardır. Bunlar sırasıyla:

- Wheatstone veya Thomson (Kelvin) direnç ölçme köprüleri
- Akım-gerilim yöntemi

Her iki yöntemde de besleme gerilimi bir doğru gerilim kaynağından sağlanır. (akümülatör ya da batarya).Burada dikkat edilmesi gereken nokta, ölçü sırasında sargıdan geçecek akımın, doğruluğu yüksek bir ölçmeye olanak tanıyacak kadar büyük ancak bu esnada sargı sıcaklığını artırmayacak kadar da küçük olması gerektiğidir. Uygulamada bu akım değeri trafonun boşta çalışma akımının 1,2 katından daha büyük, trafonun nominal akımının %10'undan ise daha küçük seçilmektedir. Ölçü devresinin zaman sabiti L/R oranına bağlıdır. Devre beslendiğinde ölçmenin sağlıklı yapılabilmesi için tam doyma sağlanana kadar beklenilmesi gerekir.

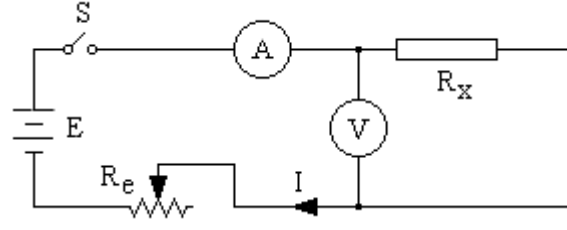
Direnç ölçmede kullanılan wheatstone ve thomson köprülerinin prensip şemaları aşağıda verilmiştir.



Şekil 1.1 Wheatstone veya Thomson (Kelvin) direnç ölçme köprüleri

Her iki şemada da R_x dirençleri ölçülen sargı dirençlerini simgelemektedir. Diğer A, B, a, b, R_n dirençleri değerleri kademeli olarak değiştirilebilen ön dirençlerdir. R_e simgesi ile gösterilen devre elemanı ise reosta olup geçen akımı sınırlamamıza yarar. Ölçüm yapılırken sargı direncinin mertebesinin az çok bilinmesinde yarar vardır. Buna göre ön direnç değerleri seçilirse daha çabuk sonuca ulaşmamız mümkün olur.

Akım gerilim yöntemiyle direnç ölçme prensip şeması da aşağıda verilmiştir.



Şekil 1.2 Akım- gerilim yöntemi ile direnç ölçme

Burada S anahtarı kapandıktan sonra reosta yardımı ile devreden uygun bir akım geçirilir. Ampermetreden geçen akım sabit bir değere ulaştığında akım ve gerilim ölçümü yapılır. Buna göre ölçülen gerilim U_x ve ölçülen akım I_x ise ölçülen direnç:

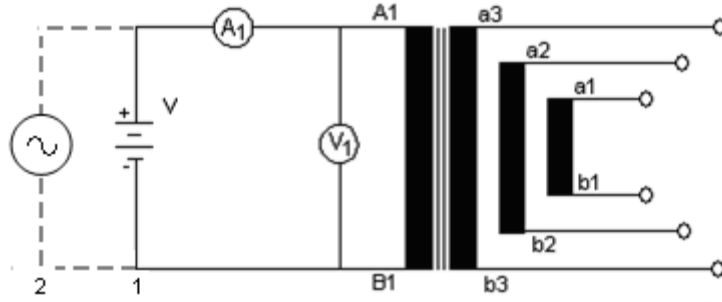
$$R_{x\text{dc}} = U_x / I_x$$

Bulunan bu değer doğru akım direncidir. Alternatif akımdaki omik direnç doğru akıma nazaran % 110-150 daha fazladır. Bunun nedeni alternatif akımdaki deri olayıdır. Bu durumda alternatif akım direnci

$$R_{x\text{ac}} = k.R_{x\text{dc}} \quad (k = 1,1 \dots 1,5)$$

Böylece sargının omik direnci ($R_{x\text{ac}}$) bulunmuş olur. Daha sonra devreye D.C yerine A.C gerilim uygulanır bu sefer $Z_x = U_x / I_x$ sargının empedansı ölçülmüş olur. Daha sonra $X_{Lx} = \sqrt{Z_x^2 - R_{x\text{ac}}^2}$ ile sargının endüktif reaktansı bulunur. Böylece transformatörün bir sargısının Z_x , R_x ve X_{Lx} bulunur.

Deney Bağlantı Şeması



İşlem Basamakları

- 1- Deneyde kullanılacak malzemeleri belirleyiniz.
- 2- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz.
- 3- Öğretim görevlisinin gözetiminde devreye önce DC sonra AC gerilim uygulayınız.
- 4- Her sargı için ayrı ayrı gerekli ölçümleri yapınız.
- 5- Ölçüm değerlerini tabloya giriniz.
- 6- Gerekli hesaplamaları yapınız.
- 7- Deney bağlantılarını söküp, malzemeleri yerlerine koyunuz.

Deneyde Ölçülen Değerler

Sargı	U_{dc} (V)	I_{dc} (A)	U_{ac} (V)	I_{ac} (A)	R_{dc} (Ω)	R_{ac} (Ω)	X_L (Ω)	Z (Ω)
A1-B1								
a1-b1								
a2-b2								
a3-b3								

Sorular ve Cevaplar

1- Deri olayı nedir şekil çizerek açıklayınız?

2- Elektromanyetik indüksiyon ne demektir, açıklayınız?

3- Bu deneyden elde edilen transformatör parametreleri nelerdir? Bu parametreler nerelerde kullanılır.

4- Büyük güçlü transformatörlerde sargı dirençleri neden çok küçük değerlerdedir?

5- Üç fazlı transformatörlerin yıldız bağlı veya üçgen bağlı olması durumunda bir faz sargı direnci nasıl hesaplanır.

6- Transformatör sargı dirençleri sıcaklıkla neden değişir? Değişim eğrisi nasıldır?



Sonuç

Deney No : 2

Deney Adı : Transformatörlerin Dönüştürme Oranlarının Bulunması

Teorik Bilgi

Bir iletkende emk. indüklenebilmesi için o iletkenin sabit bir manyetik alan içinde hareket ettirilmesi veya değişen bir manyetik alan içinde bulundurulması gerekir. Birinci durum doğru akım generatörlerinin çalışma prensibini, ikinci durum ise transformatörlerin çalışma prensibini oluşturur.

Transformatör boştaki akımının oluşturduğu manyetik akının sekonder sargılarını kestiği ve boştaki nüve kayıplarının sıfır olduğu varsayılırsa böyle bir transformatör ideal transformatör olarak tanımlanır. İdeal transformatörlerde sekonder sargıları kesen kuvvet çizgilerinin tamamı, birinci devre sargılarını da keser. Bu durumda transformatörün her iki sargısının her bir sarımında aynı değerde gerilim endüklenir. Buna, her iki sargının sipir başına endüklenen gerilimleri aynıdır diyebiliriz. Primer ve sekonder sargılarda endüklenen bu gerilimler aynı Φ akısı tarafından oluşturulduğundan aralarında bir faz farkı yoktur. Yani birinci ve ikinci devrede endüksiyon yolu ile oluşan gerilimler aynı fazdadır.

Transformatörün primerinde oluşan E_1 emk.'i Lenz kanununa göre kendisini oluşturan U_1 gerilimine ters yönde olup yaklaşık olarak eşit değerdedir. (Gerçekte E_1 emk. U_1 den % 1 ila % 2 kadar küçüktür.) Transformatörün her iki sargısında sipir başına endüklenen gerilimler aynı olduğundan 1. ve 2. devre emk'lerinin birbirine oranı, sipir sayılarının oranına eşit yazılabilir.

$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$ Bu eşitliği $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$ şeklinde de gösterebiliriz. Bu eşitliklerdeki harflerin anlamları şöyledir:

E_1 : Primerde indüklenen emk. (V)

U_1 : Primer gerilimi. (V)

N_1 : Primerin sipir sayısı.

E_2 : Sekonderde indüklenen emk. (V)

U_2 : Sekonder gerilimi. (V)

N_2 : Sekonder sipir sayısı.

Transformatörlerin verimleri çok yüksek olduğundan 1. ve 2. devre güçleri birbirine eşit yazılabilir. Buna göre volt-ampere (VA) olarak 1. ve 2. devre güçleri,

$S_1 = U_1 \cdot I_1$; $S_2 = U_2 \cdot I_2$ şeklinde belirtilir. Kayıpsız transformatörde $S_1 = S_2$ olduğundan $U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$ ve $\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$ yazılabilir. Bu eşitliği $\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$ ile birleştirip yazarsak,

transformatörlerin (\ddot{u}) ile belirtilen dönüştürme oranlarını bulmuş oluruz. Buna göre transformatörlerde dönüştürme oranı:

$$\ddot{u} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

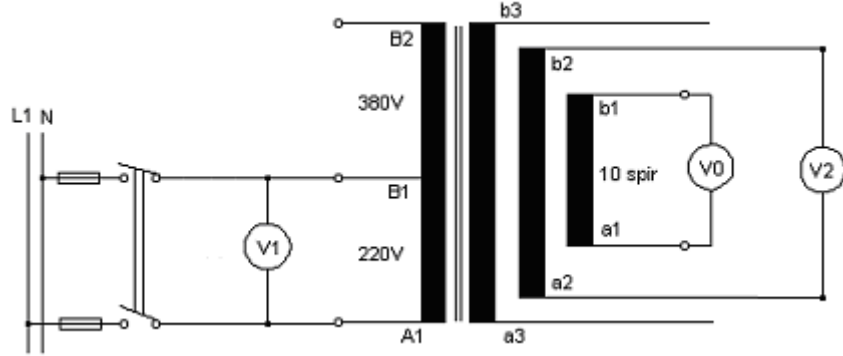
şeklinde yazılabilir:

Bir transformatörün dönüştürme oranı boş çalışma deneyi ile hesaplanır. Transformatörün primerine gerilim uygulanır sekonder tarafından gerilim ölçülür. Primere uygulanan gerilim sekonderden okunan gerilime oranlanırsa transformatörün dönüştürme oranı bulunur. Dönüştürme oranını kullanarak; primer ve sekonder gerilimleri, sipir sayıları ve akımları bulunabilir.

Sarım sayısı bilinmeyen bir transformatörün dönüştürme oranı kolaylıkla bulunabilir. Bunun için transformatörün nüvesine birkaç spirlik bobin sarılır. Daha sonra primere gerilim uygulanır ve sardığımız bobinde indüklenen gerilimler ölçülür.

$N_1 = (U_{10} / U_b) \cdot N_b$ formülüyle primer sargısının siper sayısı bulur daha sonra dönüştürme oranı yardımıyla sekonder siper sayısı, sekonder gerilimi kolaylıkla bulunabilir.

Deney Bağlantı Şeması



Deneyde Ölçülen Değerler

	V ₁	V ₂	ü
A1-B1 a3-b3			
A1-B1 a2-b2			
A1-B1 a1-b1			

İşlem Basamakları

- 1- Deneyde kullanılacak malzemeleri belirleyiniz.
- 2- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz.
- 3- Öğretim görevlisinin gözetiminde devreye enerji veriniz.
- 4- Ölçü aletlerinden değerleri okuyup, tabloya giriniz.
- 5- Her sargı için ayrı ayrı gerekli ölçümleri yapınız.
- 6- Gerekli hesaplamaları yapınız.
- 7- Deney bağlantılarını söküp, malzemeleri yerlerine koyunuz.

Sorular ve Cevaplar

1- Lenz kanununu kısaca açıklayınız?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2- Sarım sayısı bilinmeyen bir transformatörün sarım sayıları nasıl tespit edilebilir? Bunun için gerekli uygulamaları ayrıntılı biçimde anlatınız.

.....

.....

.....

.....

.....

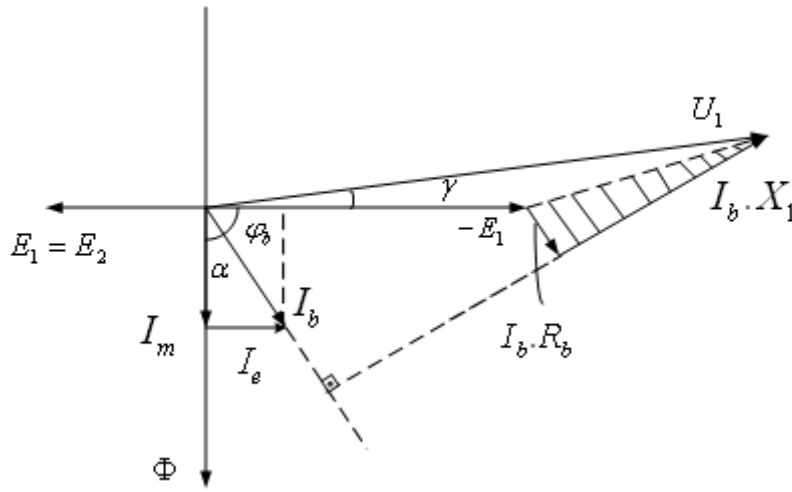
Deney No : 3

Deney Adı : Bir Fazlı Transformatörlerin Boş Çalışması (Demir kayıplarının bulunması)

Teorik Bilgi

Primer devresine alternatif bir gerilim uygulanan transformatörün ikinci devresine herhangi bir yük bağlanmazsa bu çalışma şekline transformatörün boştaki çalışması denir.

Sekonderi yüksüz olan bir transformatörün primerine U_1 gerilimi uygulandığında, primerden çok küçük bir akım geçer. Bu akıma boş çalışma akımı denir ve I_b ile gösterilir. Boş çalışma akımının iki bileşeni söz konusudur. Bileşenlerden I_e enerji bileşeni aktif bileşen olup demir kayıplarını karşılarken, I_m mıknatıs bileşeni ise tam endüktif bir akım olup, manyetik akıyı oluşturur. Transformatörün boş çalışma akımı I_b büyük güçlü transformatörlerde, anma akımının % 1 ila % 4'ü; normal orta güçlü transformatörlerde % 5 ila % 7 si; küçük güçlü transformatörlerde ise % 25 ila % 35'i kadar olabilmektedir.



Şekil 3.1 Transformatörün boştaki çalışma vektör diyagramı ve boştaki iç gerilim düşümleri

Transformatör boştaki çalışmada hemen hemen tam endüktif çalışmakta, güç katsayısı da çok küçük olmaktadır. (Pratikte boştaki çalışan transformatörlerin güç katsayıları yaklaşık olarak 0,05 ile 0,1 geri arasında değişmektedir. Buna göre boş çalışma açısı ϕ_b de yaklaşık olarak 84° il 87° arasındadır.)

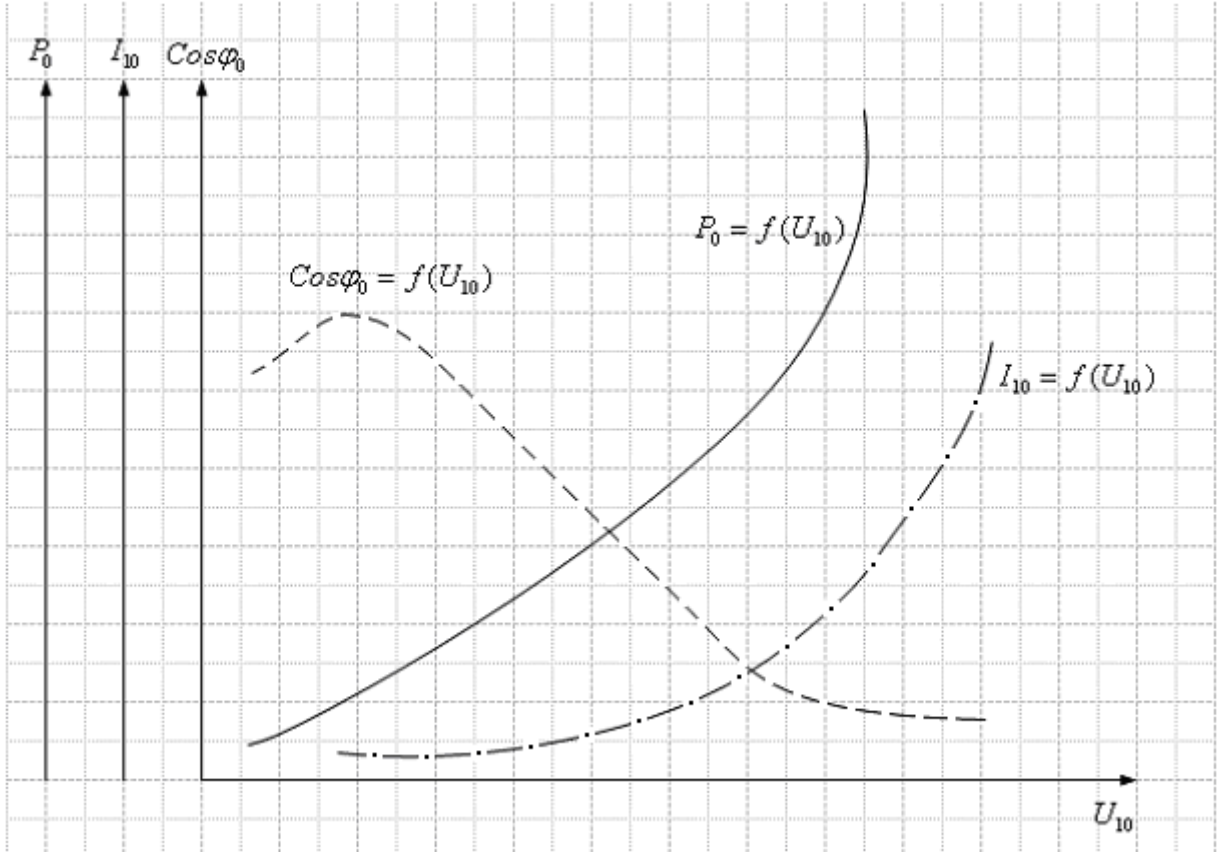
Şekil 3.1'de taranmış olan üçgen transformatörün boş çalışmadaki iç gerilim düşümü üçgenidir. Bu üçgen ne kadar küçükse, transformatör o kadar iyidir. Boş çalışma akımı I_b ile bunun mıknatıslama bileşeni arasındaki açının demir açısı denir. Bu açı α ile gösterilmiştir. Demir açısı ne kadar küçük olursa, transformatörün demir kaybı o kadar az olur.

Transformatörlerde boş çalışmada oluşan kayıplara, **demir kayıpları** adı verilir. Çok küçük olan boştaki akımın oluşturduğu bakır kayıpları dikkate alınmazsa, boş çalışmada yalnız demir kayıpları söz konusu olur. Demir kayıplarına nüve veya çekirdek kayıpları da denir. Demir kayıpları **histeresiz** ve **fuko** kayıpları olarak ikiye ayrılır. Histeresiz kaybı, nüve moleküllerinin frekansa bağlı olarak yön değiştirmesi sırasında sürtünmeleri sonucu ısı şeklinde ortaya çıkar. Fuko kaybı ise nüve üzerinde endüklenen akımların neden olduğu kayıplar olup gene nüvenin ısınması şeklinde görülür. Her iki kayıp frekans ve akı yoğunluğu B ye bağlı olarak değişir. Histeresiz kaybı frekansla doğru orantılıyken fuko kaybı frekansın karesiyle doğru orantılıdır. Transformatörlere uygulanan gerilim ve frekans değişmediği sürece demir kayıpları sabit kalır. Buna göre transformatör ister boştaki ister yüklü olarak çalışsın demir kayıpları aynı değerde kalır. Transformatörün boştaki kayıpları $P_b = P_{hi} + P_{fu}$ şeklinde toplanır. Yani her iki kayıp aynı fazda olduğundan doğrudan doğruya toplanabilir.

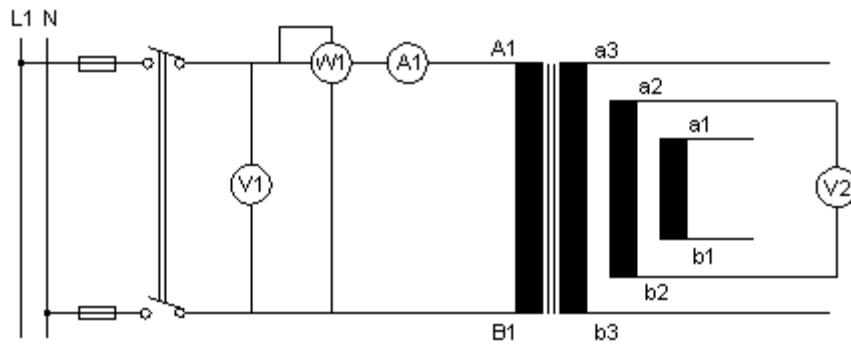
Boşta güç katsayısı : $\cos\varphi_0 = P_0 / (U_{10} \cdot I_{10}) \cong P_0 / (U_{20} \cdot I_{20})$

Bağıl boş çalışma akımı: $i_0 = \frac{I_{10}}{I_{1N}} = \frac{I_{20}}{I_{2N}}$, $I_{1Fe} = I_{10} \cdot \cos\varphi_0$, $I_{1h} = I_{10} \cdot \sin\varphi_0 = \sqrt{I_{10}^2 - I_{1Fe}^2} \cong I_{10}$

$$Z_{1h} = \frac{U_{10}}{I_{10}} = \frac{U_{10}^2}{i_0 \cdot S_N} , \quad R_{1Fe} = \frac{U_{10}}{I_{1Fe}} = \frac{P_0}{I_{1Fe}^2} = \frac{U_{10}^2}{P_0} , \quad X_{1h} = \frac{U_{10}}{I_{1h}}$$



Deney Bağlantı Şeması:



İşlem Basamakları

- 1- Deneyde kullanılacak malzemeleri belirleyiniz.
- 2- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz.
- 3- Öğretim görevlisinin gözetiminde devreye enerji veriniz.
- 4- Ölçü aletlerinden değerleri okuyup, tabloya giriniz.
- 5- Her kademe için ayrı ayrı gerekli ölçümleri yapınız.
- 6- Gerekli hesaplamaları yapınız.
- 7- Deney bağlantılarını söküp, malzemeleri yerlerine koyunuz.

Deneyde Ölçülen Değerler

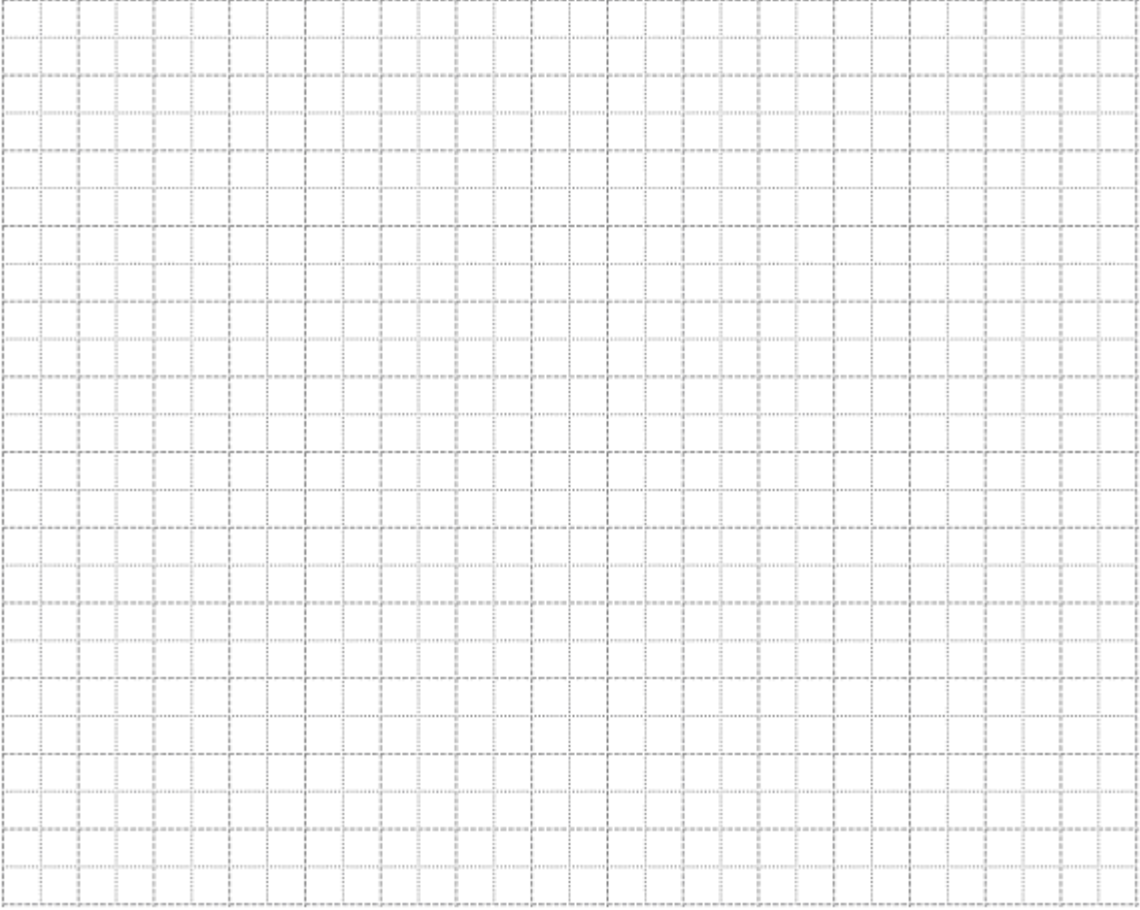
No	U_{10} (V)	I_{10} (A)	P_0 (W)	P_{Cu0} (W)	P_{Fe} (W)	\ddot{u}_n	R_1 (Ω)	i_0	I_{1Fe} (A)	I_{1h} (A)	R_{1Fe} (Ω)	X_{1h} (Ω)	Z_{1h} (Ω)	$\cos \varphi_0$
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Sorular ve Cevaplar

1- Boş çalışma karakteristik eğrileri transformatörün nesine bağlı olarak değişmektedir?
Kısaca açıklayınız.

2- Boş çalışma akımının küçük olması için neler yapılmalıdır.

3- Ölçüm değerlerine göre boş çalışma eğrilerini çizip yorumlayınız.



4- Boş çalışma deneyinde niçin bakır kayıpları dikkate alınmaz?

Deney No : 4

Deney Adı : Bir Fazlı Transformatörlerin Kısa Devre Çalışması

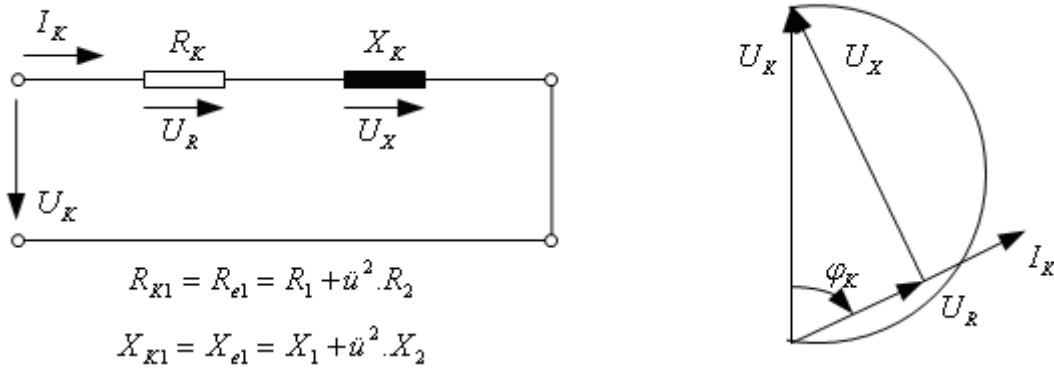
(Bakır kayıplarının bulunması)

Teorik Bilgi

Transformatörlerin bakır kayıpları, kısa devre deneyleri ile bulunur. İkinci devresi bir ampermetre üzerinden kapatılan transformatörün primerine wattmetre, voltmetre ve ampermetre bağlanır. Primere uygulanacak gerilim anma değerinden çok küçüktür. Çünkü kısa devre deneyinde primere uygulanacak anma gerilimi, sargıların yanmasına neden olacak kadar fazla akım dolaştırır. Bu nedenle primere uygulanacak gerilimin ayarlı bir transformatör üzerinden verilmesi uygun olur. Primere uygulanan gerilim, sıfırdan başlanarak yavaş yavaş artırılır. Sekonderden anma akımı geçtiğinde, gerilim artışına son verilir. Bu anda transformatörün primerine uygulanan gerilime **kısa devre gerilimi** denir. Kısa devre gerilimi U_K ile gösterilir. Transformatörün sekonderinden anma akımı geçtiği sırada wattmetrede okunan değer, transformatörün 'bakır kayıplarını verir alınan bu değer içinde boş akımın oluşturduğu çok küçük değerdeki demir kaybı da vardır. Ancak uygulanan gerilimin küçük olması, demir kaybını çok daha küçük değerlere düşürdüğünden, deneyde demir kayıpları dikkate alınmaz.

Transformatörlerin gücü arttıkça kısa devre gerilimi de artar. Transformatörün kısa devre gerilimi ile empedansı doğru orantılı olarak değişmektedir. Kısa devre gerilimi büyüdükçe, kısa devre akımı küçülür. Kısa devre gerilimi transformatör sargılarının direncine, sargıların sarılış şekline ve manyetik nüvenin özelliklerine bağlıdır. Kaçak akısı az olan, iyi kaliteli saçlardan yapılmış ve sargıları üst üste sarılmış transformatörler, kısa devre gerilimleri de küçük olur. Kısa devre geriliminin büyük olması için kaçak akıların fazla olması gerekir. Bazı kullanma alanlarında kaçak akıları ayarlayarak transformatörün akım ayarı yapılabilmektedir. Örneğin kaynak transformatörlerinde bu tür ayarlamalar görülür. Transformatörün nüvesindeki hava aralığı da kaçak akıların durumunu etkiler.

Kısa devre deneyi, transformatörün primerini kısa devre ederek de yapılabilir. Bu durumda sekondere uygulanan gerilim yine bir ayarlı transformatör (veya seri direnç) üzerinden verilmelidir. Transformatörünün kısa devre için eşdeğer şeması,



Şekil 4.1 Transformatörün kısa devre eşdeğer şeması

$$P_K = P_{Cu} + P_{Fe} \quad P_{Fe} = \frac{U_{1K}^2}{R_{fe}} \cong 0$$

Kısa devre deneyinden alınacak sonuçlar

Kısa devre güç katsayısı: $\cos\varphi_K = \frac{P_{KN}}{S_K} = \frac{P_{KN}}{U_{1K} \cdot I_{1K}} = \frac{P_{KN}}{U_{2K} \cdot I_{2K}}$

Kısa devre empedansı: $Z_{1K} = \frac{U_{1K}}{I_{1K}}$, $Z_{2K} = \frac{U_{2K}}{I_{2K}}$ Kısa devre direnci: $R_{1K} = \frac{P_K}{I_{1K}^2}$, $R_{2K} = \frac{P_K}{I_{2K}^2}$

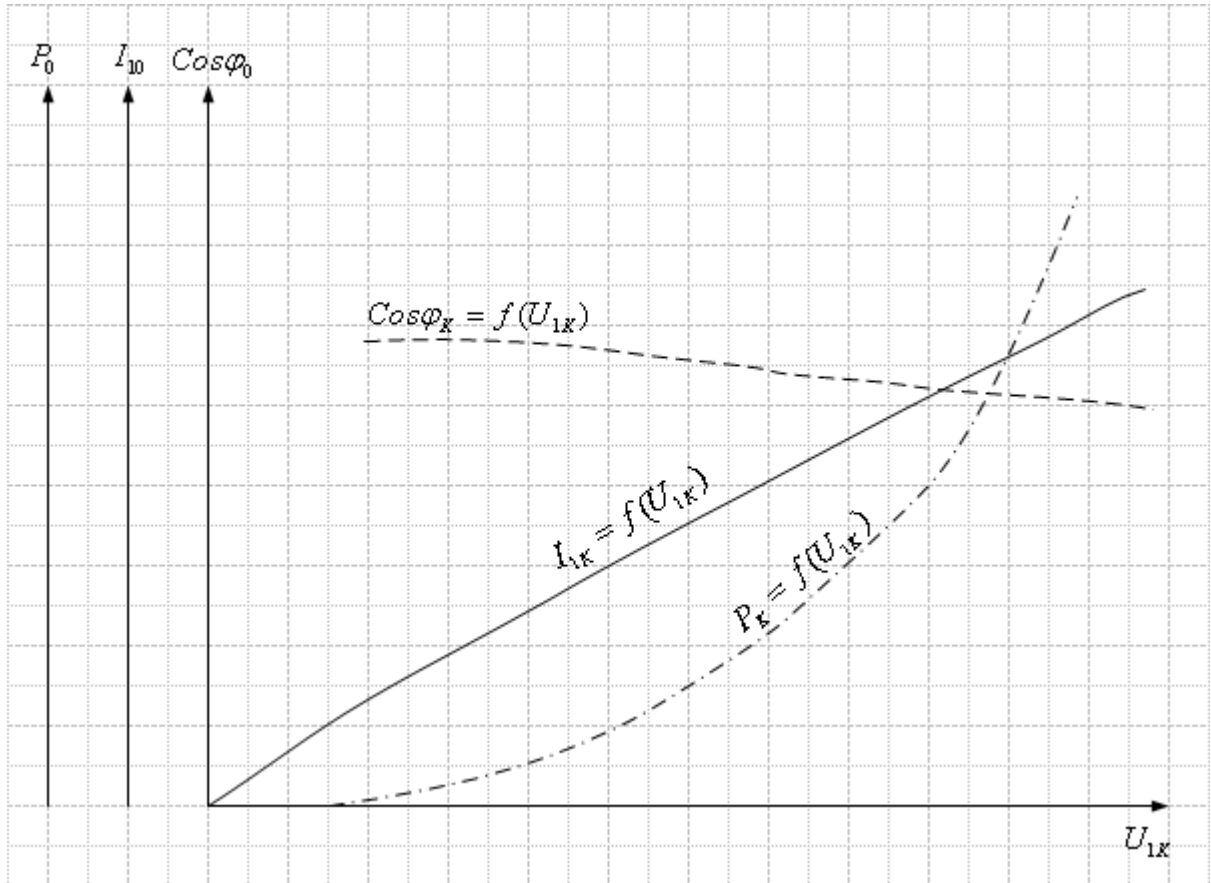
Kısa devre reaktansı: $X_{1K} = \sqrt{Z_{1K}^2 - R_{1K}^2}$, $X_{2K} = \sqrt{Z_{2K}^2 - R_{2K}^2}$

Anma kısa devre gerilimleri ve bileşenleri

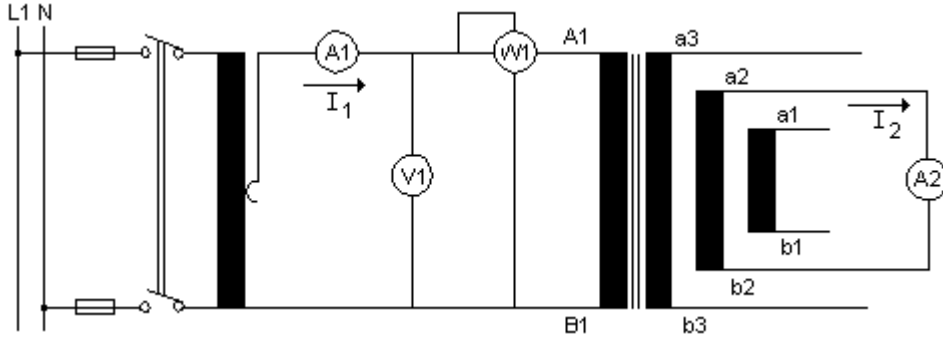
$U_{1RN} = R_{1K} \cdot I_{1N} = U_{1KN} \cdot \cos\varphi_K$. $U_{1XN} = X_{1K} \cdot I_{1N} = U_{1KN} \cdot \sin\varphi_K = \sqrt{U_{1KN}^2 - U_{1RN}^2}$

$u_{KN} = \frac{U_{1KN}}{U_{1N}} = \frac{U_{2KN}}{U_{2N}}$ $u_{RN} = \frac{U_{1RN}}{U_{1N}} = \frac{R_{1K} \cdot I_{1N}}{U_{1N}} = \frac{U_{2RN}}{U_{2N}} = \frac{R_{2K} \cdot I_{2N}}{U_{2N}} = \frac{P_{KN}}{S_N} = u_{KN} \cdot \cos\varphi_K$

$u_{XN} = \frac{U_{1XN}}{U_{1N}} = \frac{X_{1K} \cdot I_{1N}}{U_{1N}} = \frac{U_{2XN}}{U_{2N}} = \frac{X_{2K} \cdot I_{2N}}{U_{2N}} = \frac{Q_{KN}}{S_N} = u_{KN} \cdot \sin\varphi_K$



Deney Bağlantı Şeması:



İşlem Basamakları

- 1- Deneyde kullanılacak malzemeleri belirleyiniz.
- 2- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz.
- 3- Öğretim görevlisinin gözetiminde devreye enerji veriniz.
- 4- Ölçü aletlerinden değerleri okuyup, tabloya giriniz.
- 5- Her kademe için ayrı ayrı gerekli ölçümleri yapınız.
- 6- Gerekli hesaplamaları yapınız.
- 7- Deney bağlantılarını söküp, malzemeleri yerlerine koyunuz.

Deneyde Ölçülen Değerler

No	U_{1K} (V)	P_{KN} (W)	I_{1K} (A)	Z_{1K} (Ω)	R_{1K} (Ω)	X_{1K} (Ω)	$\cos \varphi_K$	U_{1RN} (V)	U_{1XN} (V)	u_{KN} (%)	u_{RN} (%)	u_{XN} (%)	I_{2K} (A)	\dot{u}_N
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Sorular ve Cevaplar

1-Transformatörlerde bakır kaybı yük akımı ile nasıl değişir, açıklayınız?

2- Kısa devre karakteristik eğrilerini çizerek yorumlayınız.

Deney No : 5

Deney Adı : Transformatörlerde Polarite Tayini

Teorik Bilgi

Polarite, transformatör sargılarında indüklenen gerilimlerin ani yönlerini veya sargı uçlarının işaretlerini belirtir. Sargıların polaritelerinin bilinmesi, transformatörlerin birbirleri ile paralel bağlanmalarında veya çeşitli sargıların kendi aralarında bağlanmalarında büyük kolaylık sağlar. Bir fazlı transformatörlerin paralel bağlanmalarında veya bir fazlı transformatörlerle çok fazlı sistemlerin oluşturulmasında, primer ve sekonder uçlarının belli bir andaki işaretlerinin bilinmesi zorunludur transformatör uçlarının polariteleri dikkate alınmadan yapılacak bağlantılar çok tehlikeli sonuçlara neden olabilir.

Transformatörlerde polaritenin belirlenmesi 3 yolla yapılmaktadır. Bunlar;

- 1- Alternatif akım polarite kontrol metodu
- 2- Osiloskop kullanarak
- 3- Darbe metodu

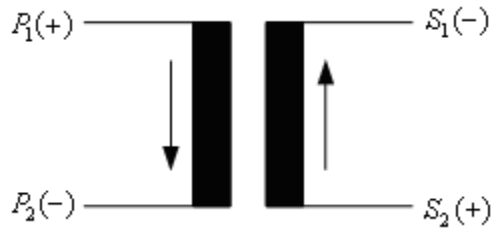
Bir fazlı transformatörlerin sargı uçlarının harflendirilmesi

Transformatörlerin sargı uçları, sargıların gerilimine göre farklı harflerle işaretlenir. Genellikle yüksek gerilimli sargılar büyük harflerle belirtilir. Harflerin birbirini izleme sırası, her iki sargının fazlarının birbirini izleme sırasının aynı olmasıdır. Alman normlarına göre sargı uçları için kullanılan harfler, primer için P_1 - P_2 sekonder için S_1 - S_2 şeklindedir.

Polaritelerine göre bir fazlı transformatör çeşitleri

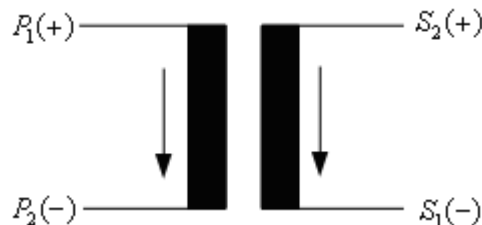
Transformatörlerde sarım yönü şekillerine göre uç işaretleri iki türlü olmaktadır. Buna göre bir fazlı transformatörler ikiye ayrılır. Bunlar:

- 1 — Çıkarmalı (veya eksik) polariteli transformatörler,
- 2 — Toplamalı (veya artı) polariteli transformatörler,



Şekil 5.1 Eksiltmeli(çıkartmalı) polarite

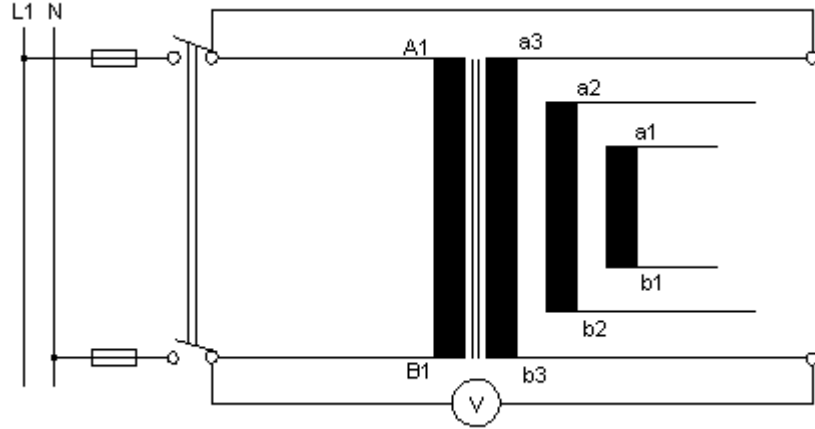
Transformatörün primerin herhangi bir andaki yönü, P_1 ucu (+), P_2 ucu (-) olacak şekilde kutuplaşmış ise, sekonderde indüklenen gerilimin yönü de S_2 'den S_1 'e doğrudur. Buna göre P_1 'in karşındaki ucun S_1 P_2 'nin karşısındaki ucun da S_2 olması gerekir. Böyle bir transformatöre, **eksi (çıkarmalı) polariteli transformatör** denir. Birçok transformatör bu şekilde harflendirilmiştir.



Şekil 5.2 Toplamalı (eklemeli) polarite

Transformatör eklemeli polaritede uçlar Şekil 5.2 'deki gibi bağlanır. Transformatörün eklemeli polaritesinde P_1 'in karşısında S_2 , P_2 'nin karşısında da S_1 bulunursa bu tip transformatörlere **artı (toplamalı) polariteli transformatör** denir. Transformatörlerin artı veya eksi polariteli olması çalışmasını etkilemez.

Bir sargılı transformatörün polaritesinin bulunması ve deney bağlantı şekli



Bir sargılı transformatörün polaritenin bulunması için şekildeki bağlantı yapılır. Transformatörün primer ve sekonder uçlarının yan yana bulunan iki ucu bir iletkenle birleştirilir. Bu durumda transformatörün primerine anma gerilimi uygulanır, primer ve sekonderin boşta kalan iki ucu arasına bağlanan voltmetrede ($U_1 - U_2$) kadar bir gerilim okunursa, bu transformatör eksi polaritelidir. Böyle bir transformatörün harflendirilmesi Şekil 5.1 'deki gibi yapılır. Bu bağlantıda voltmetre ($U_1 + U_2$) kadar bir gerilim gösterirse bu durumda transformatörün harflendirilmesi Şekil 5.2'deki gibi yapılır. Böyle bir transformatörde artı (toplamalı) polariteli transformatör adı verilir. Ölçmede kullanılan voltmetrenin ($U_1 + U_2$) yi ölçebilecek değerde olmasına dikkat etmek gerekir. Yüksek gerilimli transformatörlerde deney, alçak gerilim sargısına küçük bir gerilim uygulanarak yapılmalıdır.

İşlem Basamakları

- 1- Deneyde kullanılacak malzemeleri belirleyiniz.
- 2- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz
- 3- Öğretim görevlisinin gözetiminde devreye enerji veriniz.
- 4- Ölçü aletlerinden değerleri okuyup, tabloya giriniz.
- 5- Her sekonder kademesi için ayrı ayrı gerekli ölçümleri yapınız.
- 6- Hesaplamaları yapınız.
- 7- Deney bağlantılarını söküp, malzemeleri yerlerine koyunuz.

Deneyde Ölçülen Değerler

	U1 (V)	U2 (V)	U (V)	Polarite
A1-B1 a3-b3				
A1-B1 a2-b2				
A1-B1 a1-b1				

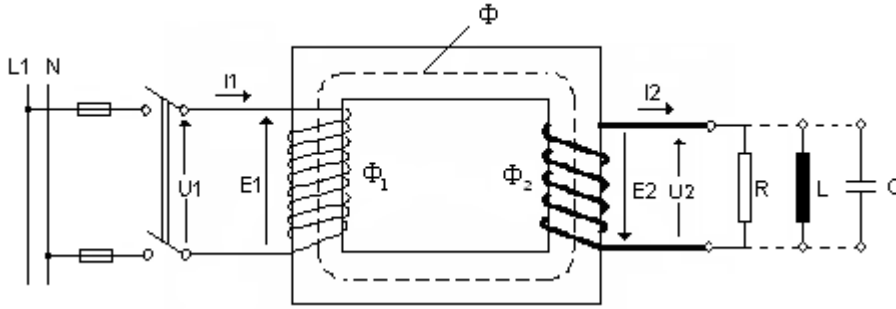
Sorular ve Cevaplar

- 1- Transformatörün polarite tayini için geliştirilen diğer yöntemlerin nasıl uygulandığını açıklayınız.

Deney No : 6

Deney Adı : Transformatörlerin Yüklü Çalışması

Teorik Bilgi



Şekil 6.1 Transformatörün yüklü çalışma bağlantı şekli

Yüklü çalışmayı açıklayabilmek için ideal bir transformatörü ele alalım. İdeal transformatörde kaçak akılar dikkate alınmazsa, yüklü çalışma durumu Şekil 6.1'deki gibi gösterilebilir. Şekilde görüldüğü gibi, ikinci devre uçlarına omik bir yük (endüktif, kapasitif veya karışık olabilir) bağlıdır. Transformatörün primeri alternatif bir gerilime bağlandığında bu sargıdan geçen akım bir Φ akısı oluşturur. Φ akısı primer sargılarında, uygulanan gerilime yakın ve ters yönde bir E_1 emk.'i indükler. Sekondere bağlanan yük nedeni ile de bu sargıda bir I_2 akımını dolaşmaya başlar. I_2 akımını sekonder sargılarda kendisini oluşturan Φ akısına ters yönde bir Φ_2 akısı oluşturarak Φ yi zayıflatır. Φ nin zayıflaması, primerde indüklenen E_1 emk.'ini de etkileyerek küçülmesine neden olur. Bunun sonucu U_1 ile E_1 arasındaki fark artacağı için 1. devreden daha fazla akım geçmeğe başlar. 1. devreden geçen bu fazla akım, ana akı Φ 'yi kuvvetlendirecek yönde yeni bir Φ_2 akısı oluşturur. Böylece I_2 akımının oluşturduğu, Φ_2 akısının ana akıya zıt olan etkisi Φ_1 akısı ile azalır. Bunun sonucu toplam manyetik akı olan Φ akısında bir değişiklik söz konusu olmaz. Yani toplam Φ akısı, I_1 ve I_2 akımlarının oluşturacağı alanlarla dengelendiğinden, her zaman sabit değerde kalır.

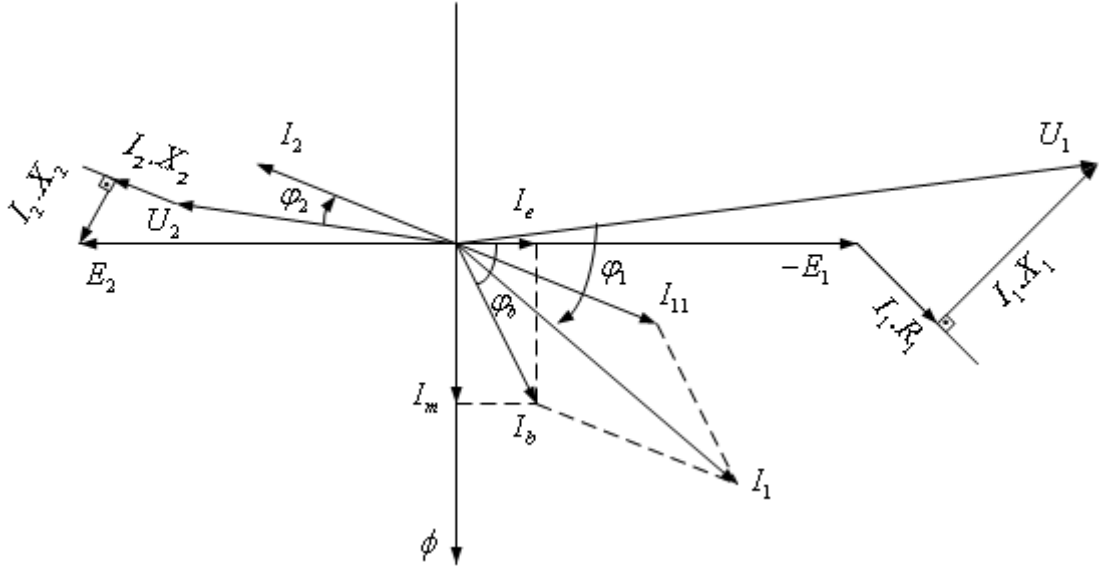
Primer devrede indüklenen E_1 emk.'inin, uygulanan U_1 gerilimine ters yönde olmasına karşılık, sekonder devrede endüklenen E_2 emk.'ti, sekonder uç gerilimi U_2 ile aynı yöndedir. I_1 ve I_2 akımları ise pratik olarak birbirinden 180° faz farklıdır. Primer ve sekonder güç katsayıları ise yaklaşık olarak birbirine eşittir.

Primer ve sekonder devrelerden geçen akımlar, 2. devreye bağlanan yüke göre değişir. Transformatörlerin sekonderi yüklendiği zaman, primer akımı boş çalışma değerinde kalmaz. Sekonder akımı arttıkça primer akımı da artar. Bu durum, kayıplar dikkate alınmadığı zaman 1. ve 2. devre güçlerinin birbirine eşit olması ile de açıklanabilir.

$$U_1 \cdot I_1 \cdot \cos\phi_1 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos\phi_2 \text{ veya } U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2$$

Vektör Diyagramının Çizilişi:

Transformatörün sekonderinde endüktif bir yük bulunduğunda bu sargıdan geçen akım I_2 ile sekonder gerilimi arasında belirli bir faz açısı (ϕ_2) oluşur. Akım geriliminden ϕ_2 kadar geridedir. Transformatörlerin primerle indüklenen E_1 emk ile sekonderinde indüklenen E_2 emk.'ları ise, aynı Φ akısı tarafından oluşturulduğundan aynı fazdadırlar. Ancak vektör diyagramının karışmaması için E_1 emk.'i ($-E_1$) şeklinde 180° faz farklı olarak çizilmiştir. Transformatörün boş çalışma akımı I_b ise uygulanan gerilimden ϕ_b kadar geridedir. Çünkü bu akım endüktif bir akımdır. Çizim kolaylığı bakımından $\dot{u} = 1$ ($E_1 = E_2$) olarak alınmıştır.

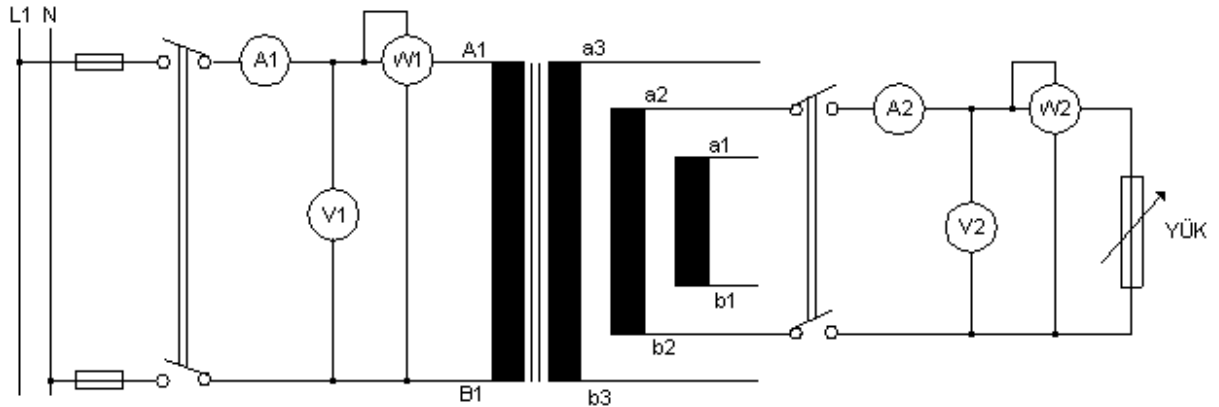


Şekil 6.2 Endüktif yüklü bir transformatörün vektör diyagramı.

Boş çalışma akımı I_b ve yük akımı nedeni ile primerden geçen I_{11} akımlarının vektörel toplamı, şekilde I_1 olarak gösterilmiştir. Primerin omik direncinden dolayı düşen gerilim ($I_1 \cdot R_1$), I_1 ile aynı fazda; kaçak akı reaktansından dolayı düşen ($I_1 \cdot X_1$) endüktif gerilim düşümü ise, 90° ileride çizilerek, uygulanan primer gerilimi U_1 bulunur. Daha sonra da U_1 ile I_1 arasındaki faz açısı işaretlenmelidir. Aynı şekilde sekonderde oluşan $I_2 \cdot R_2$ omik gerilim düşümü, I_2 ile aynı fazda; $I_2 \cdot X_2$ endüktif gerilim düşümü ise 90° ileride çizilerek E_2 ye ulaşılır.

Demek oluyor ki, primere uygulanan U_1 geriliminden $I_1 \cdot R_1$ omik gerilim düşümü ile $I_1 \cdot X_1$ endüktif gerilim düşümleri vektörel olarak çıkartırsak, primerde endüklenen emk. ini buluruz. Sekonderlerde endüklenen E_2 emk.'inden de $I_2 \cdot R_2$ omik gerilim düşümü ile $I_2 \cdot X_2$ endüktif gerilim dönüşümleri vektörel olarak çıkartılırsa, sekonder uç gerilimi olan U_2 gerilimi bulunabilir. Diyagramın iyi anlaşılabilmesi için gerilim düşümleri aslından daha büyük olarak çizilmiştir. Boş akım I_b , dikkate alınmazsa $I_{11} = I_2$ olur. Böylece $I_2 = I_1$ ve $\phi_1 = \phi_2$ yazılabilir.

Deney Bağlantı Şeması:



İşlem Basamakları

- 1- Deneyde kullanılacak malzemeleri belirleyiniz.
- 2- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz.
- 3- Öğretim görevlisinin gözetiminde devreye enerji veriniz.
- 4- Ölçü aletlerinden değerleri okuyup, tabloya giriniz.
- 5- Her kademe için ayrı ayrı gerekli ölçümleri yapınız.

6- Gerekli hesaplamaları yapınız.

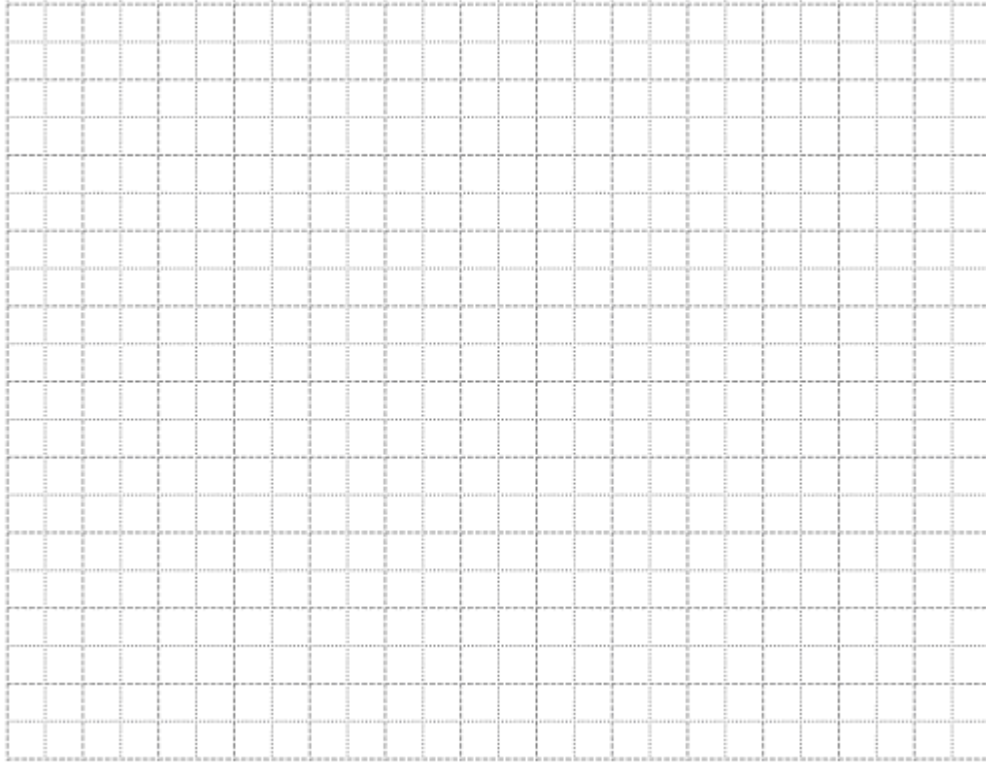
7- Deneý baęlantılarını söküp, malzemeleri yerlerine koyunuz.

Deneýde Ölçülen Deęerler

Yük	U1 (V)	I1 (A)	P1 (W)	Cos ϕ_1	U2 (V)	P2 (V)	ü	I2 (A)	Cos ϕ_2	R1 (Ω)	X_{1v} (Ω)	I_2' (A)	X_{2v}' (Ω)	R_2' (Ω)	I_{1Fe} (A)	I_{1h} (A)	$E_1 = E_2$ (V)	R_{1Fe} (Ω)	X_{1h} (Ω)	
Omik																				
Endüktif																				

Sorular ve Cevaplar

1- Ölçüm değerlerine göre omik ve endüktif yük vektör diyagramlarını çiziniz.



2- Transformatörün sekonderine yük bağlandığında, sekonderden geçen akımın, primer akımını ne şekilde etkilediğini açıklayınız.

Deney No : 7

Deney Adı : Transformatörlerde Regülasyon ve Verimin Bulunması

Teorik Bilgi

Regülasyon

Bir transformatörde primer gerilimi anma değerinde sabit tutulup, sekonderden anma yük akımı çekilirse, sekonder geriliminin boştaki değerine göre değiştiği görülür. Sekonderin boş ve tam yüklü durumdaki gerilimleri arasındaki farka, transformatörün **gerilim değişimi** veya **gerilim regülasyonu** denir. Bu farkın, tam yüklü durumdaki sekonder gerilimine oranına **gerilim regülasyon yüzdesi** denir. Bu yüzde Avrupa ve Amerikan Standartlarına göre değişik şekillerde değerlendirilmektedir. Amerikan standartlarına göre gerilim regülasyonu, yüzde olarak:

$$\text{Sekondere göre regülasyon : } \% \text{Reg} = \frac{U_{20} - U_2}{U_2} \cdot 100$$

$$\text{Primere göre regülasyon } \% \text{Reg} = \frac{U_1 - U_2}{U_{20}} \cdot 100$$

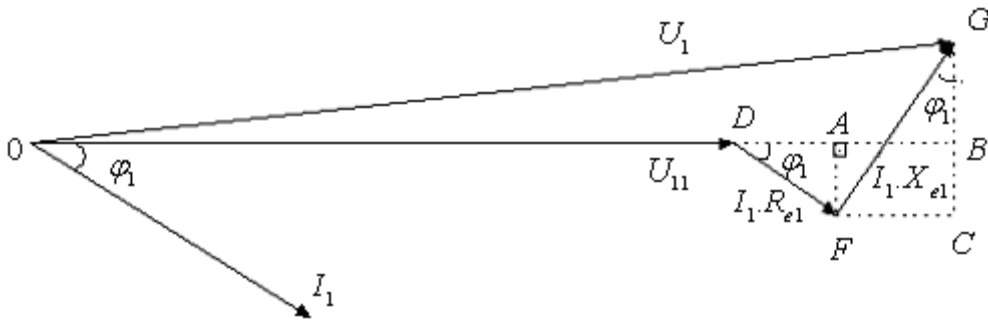
$$\text{Avrupa standartlarına göre regülasyon yüzdesi: } \% \text{Reg} = \frac{U_{20} - U_2}{U_2} \cdot 100$$

şeklinde belirtilir. Regülasyon yüzdesi bilinen bir transformatörün, yüklendiğinde sekonder geriliminin ne kadar değiştiği kolayca hesaplanabilir. Regülasyon yüzdesi, transformatör kaçak (dağılma) akısı için de bir fikir verir. Transformatörün % Reg ne kadar küçükse kaçak akısı da o kadar azdır. (Aşağıdaki hesaplamalar Amerikan standartlarına göredir.)

Transformatörlerin regülasyonları iki şekilde bulunur. Bunlar;

1 - Transformatörün regülasyonunu yüklemeksizin bulmak

Transformatörü yüklemeksizin R_e ve X_e değerlerinden faydalanarak regülasyonunu bulabilmek için, vektör diyagramından yararlanılır.. Bu diyagramda transformatörün boş çalışma akımı I_b dikkate alınmamıştır. ($I_b = 0$)



Şekil: 7.1 Transformatörün regülasyonunu yüklemeksizin bulabilmek için faydalanılan vektör diyagramı.

Boş çalışma akımı dikkate alınmadığı durumda $\phi_1 = \phi_2$ alınabilir. Buna göre regülasyon için,

$$\% \text{Re } g = \frac{U_1 - U_{11}}{U_{11}} \cdot 100 \text{ eşitliğinden çok az bir hata ile,}$$

$$\% \text{Re } g = \frac{\overline{DA} + \overline{AB}}{U_{11}} \cdot 100 \text{ eşitliği yazılabilir. Buna göre;}$$

$$\overline{DA} = I_1 \cdot R_{e1} \cdot \cos \phi_1 \quad \text{ve} \quad \overline{AB} = \overline{FC} = I_1 \cdot X_{e1} \cdot \sin \phi_1 \quad \text{den} \quad \% \text{Re } g = \frac{I_1 \cdot R_{e1} \cdot \cos \phi_1 + I_1 \cdot X_{e1} \cdot \sin \phi_1}{U_{11}} \cdot 100$$

Eşitliği elde edilir.

Omik yükte $\cos\varphi = 1$ olduğundan aynı formül $\% \text{ Reg} = \frac{I_1 \cdot R_{e1}}{U_{11}} \cdot 100$ şeklinde yazılır.

2 - Transformatörlerin Regülasyonlarının Yüklenecek Bulunması:

Bir transformatörün yüklenecek regülasyonunu bulmak büyük güçlü transformatörlerde çok zordur. Çünkü transformatörün anma yüküne eşit yük bulmak her zaman mümkün olmayabilir. Bu nedenle bu metot güçlü transformatörlerde uygulanır. Bunun için transformatörün primerine anma gerilimi uygulanır. Sekonderin boştaki gerilimi U_{20} ölçülür. Daha sonra transformatör anma yükü ile yüklenecek sekonder çıkış gerilimi U_2 ölçülür. Deney sırasında U_1 primer geriliminin sabit tutulmasına dikkat etmek gerekir. Ölçülen değerlere göre regülasyon,

$$\% \text{ Reg} = \frac{U_{20} - U_2}{U_2} \cdot 100 \text{ Şeklinde bulunur.}$$

Verim

Transformatörlerde verim bildiğimiz formülle alınan gücün verilen güce oranıyla bulunmaktadır. Buna göre verim $\eta = P_A / P_V$ bazı yerlerde $\eta = P_2 / P_1$ eşitliğiyle hesaplanır.

Transformatörde demir kayıpları ve bakır kayıpları olmak üzere temel iki kayıp söz konusudur. Hareket eden parçası olmadığından sürtünme ve rüzgar kayıpları söz konusu değildir. Kayıplar nedeniyle $P_V > P_A$ transformatöre verilen güç alınan güçten daha büyüktür. Verim en yüksek elektrik makinesidir. Transformatörlerin güçleri büyüdükçe verimleri de artar.

Transformatörlerin verimleri yükü ile değişir. Demir kayıpları boşta ve her çeşit yükte aynı kalmasına rağmen, bakır kayıpları yüke göre değiştiğinden transformatörün verimi de yüke göre değişmektedir. Bir transformatörün verimi, transformatör tam yük veya tam yüke yakın yüklerde çalıştığı zaman büyük olur. Güç transformatörlerinde en büyük verim, bakır kayıplarının demir kayıplarına eşit olduğu durumda görülür. Bu nedenle transformatör yapılırken bu özelliğin dikkate alınması büyük faydalar sağlar.

Transformatördeki toplam kayıplar $P_{tk} = P_b + P_{cu}$

$$\eta = \frac{P_A}{P_V} = \frac{P_A}{P_A + P_{tk}} \quad \text{veya} \quad \eta = \frac{P_V - P_{tk}}{P_V} ; \text{ olur. } (P_{cu} = P_K \text{ dir.})$$

$$\eta = \frac{U_2 \cdot I_2 \cdot \cos\varphi_2}{U_2 \cdot I_2 \cdot \cos\varphi_2 + P_b + I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2} \text{ şeklinde de belirtilir.}$$

$I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2 = I_1^2 \cdot R_{e1} = I_2^2 \cdot R_{e2}$ olduğundan verim;

$$\eta = \frac{U_2 \cdot I_2 \cdot \cos\varphi_2}{U_2 \cdot I_2 \cdot \cos\varphi_2 + P_b + I_2^2 \cdot R_{e2}} = \frac{P_A}{P_A + P_0 + I_2^2 \cdot R_{e2}} \text{ olur.}$$

Verim için çok değişik formüller vardır. Bunlar, verilen değerlere göre seçilerek kullanılmalıdır. Bazıları da kısaltılarak değerlendirilir. Alınan güç ve toplam kayıplar cinsinden verimi, aşağıdaki şekilde de belirtebiliriz.

$$\eta = P_A / P_V = (P_V - P_{tk}) / P_V = 1 - (P_{tk} / P_V) = 1 - P_{tk} / (P_A + P_{tk})$$

Herhangi bir yükteki transformatörün verimi x yükleme oranı olmak üzere

$$x = \frac{I_{1x}}{I_{1N}} = \frac{I_{2x}}{I_{2N}} = \frac{S_x}{S_N} \Rightarrow \eta = \frac{x \cdot S_{2N} \cdot \cos\varphi_2}{x \cdot S_{2N} \cdot \cos\varphi_2 + P_0 + x^2 \cdot P_{CuN}}$$

Transformatörlerin verimleri için şu özetlemeyi yapabiliriz.

- Demir kaybı transformatörün anma yükünde, bakır kaybına eşit olursa, transformatörün verimi anma yükünde en büyük olur.
- Demir kaybı, anma yükünde bakır kaybından daha küçük ise, transformatörün verimi, anma yükünün altındaki bir yükte en büyük değerindedir.
- Demir kaybı, anma yükünde bakır kaybından büyük ise, transformatörün verimi, anma yükünün üzerindeki 'bir yükte en büyük değerindedir.

Verimin bulunması:

Transformatörlerde verim iki şekilde bulunur. Bunlar:

- Direkt metotla verimin bulunması

Bu metot daha çok küçük güçlü transformatörlerde uygulanır. Sekonder yükü sıfırdan başlanarak nominal yüke kadar yavaş yavaş artırılır. Her yükte primer ve sekondere bağlı olan wattmetrelerden okunan değerler oranlanarak, $\eta = P_2 / P_1$ şeklinde verim bulunur. Direkt metotla verimin bulunması deneyinde kullanılan aletlerin duyarlılıkları yüksek olmalıdır. Çünkü kayıpların küçük olması, sonuçları etkileyebilir.

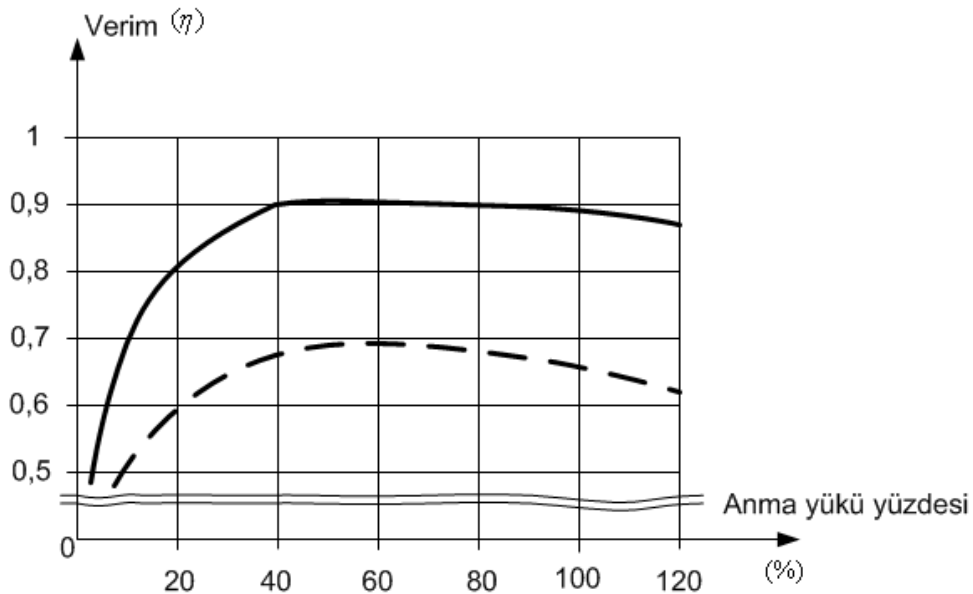
- Endirekt metotla verinin bulunması

Endirekt metotla verimin bulunması, büyük güçlü transformatörlerde uygulanır. Bunun için boş çalışma deneyi ile kısa devre deneyi yapılır. Bundan sonra

$$P_{tk} = P_o + P_{Cu} \Rightarrow \eta = P_A / (P_A + P_{tk})$$

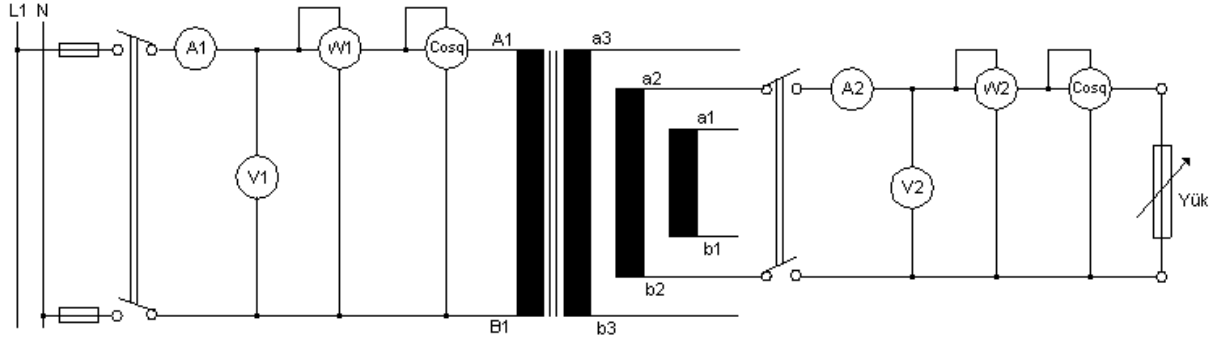
şeklinde verim bulunur.

Görüldüğü gibi güç katsayısı $\cos\phi$ küçüldükçe, transformatörün verimi de azalmaktadır.



Şekil 7.2 Bir Transformatörün çeşitli yük ve güç katsayısındaki verimin değişimi

Deneyin Bağlantı Şeması:



Deneyde Ölçülen Değerler

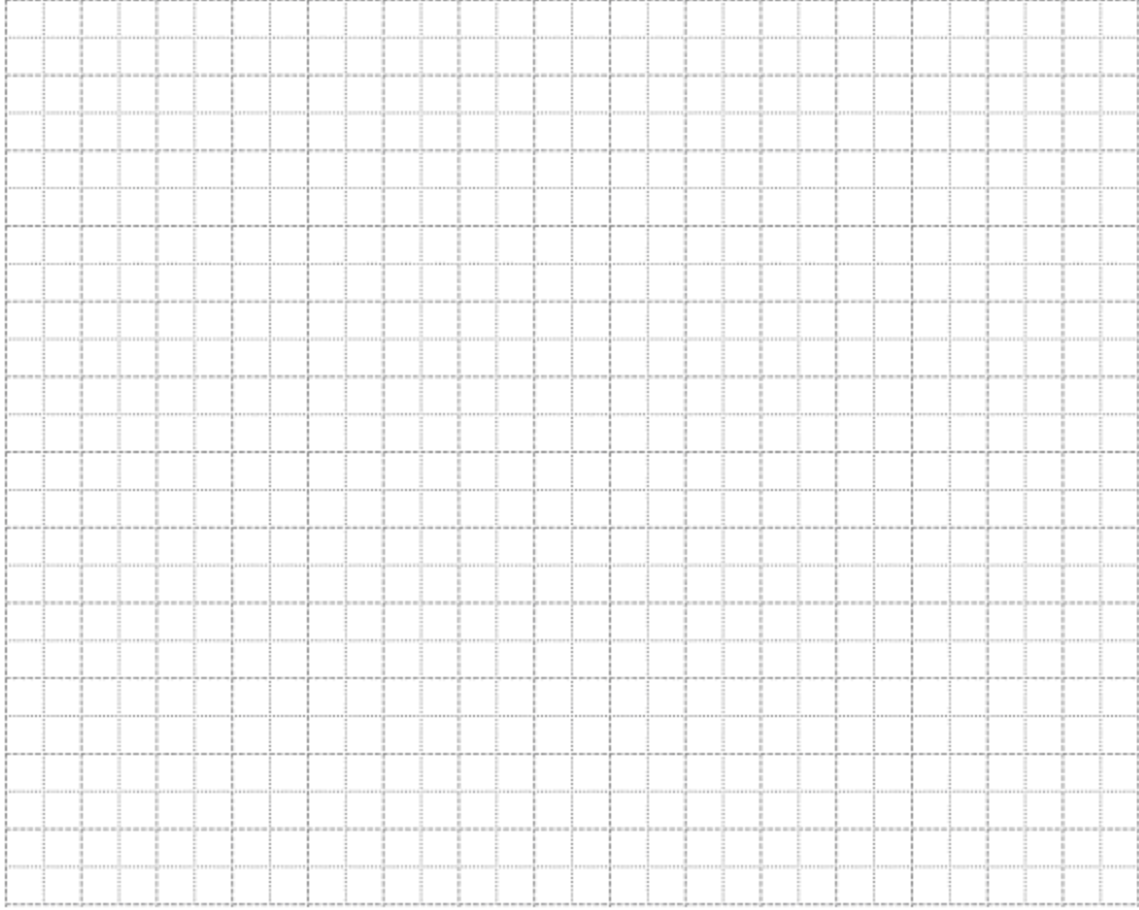
No	U_1 (V)	I_1 (A)	P_1 (W)	$\cos \phi_1$	U_2 (V)	P_2 (W)	I_2 (A)	$\cos \phi_2$	I_{2N} (A)	x	η (%)	P_K (W)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

İşlem Basamakları

- 1- Deneyde kullanılacak malzemeleri belirleyiniz.
- 2- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz.
- 3- Öğretim görevlisinin gözetiminde devreye enerji veriniz.
- 4- Ölçü aletlerinden değerleri okuyup, tabloya giriniz.
- 5- Gerekli hesaplamaları yapınız.
- 6- Deney bağlantılarını söküp, malzemeleri yerlerine koyunuz.

Sorular ve Cevaplar

- 1- Yaptığınız deneyden aldığınız sonuçlarla $\eta = f(P_1)$, $U_2 = f(P_1)$, $\cos \phi_1 = f(P_1)$, $I_1 = f(P_1)$ değişim eğrilerini çiziniz ve eğrilerin niçin bu şekilde çıktığını yorumlayınız.



2- Deneyini yaptığınız transformatörün regülasyonunu ve regülasyon yüzdesini hesaplayınız.

3- Omik, endüktif ve kapasitif yüklerde regülasyonun farklı olmasının sebepleri nelerdir.

Deney No: 8

Deneyin Adı : Bir Fazlı Transformatörlerin Paralel Bağlanması

Teorik Bilgi :

Elektrik santrallerinde, transformatör merkezlerinde ve postalarında genel olarak birden fazla transformatör bulundurulur. Bu transformatörlerin besledikleri yüklerde bir artma olursa, transformatörler paralel bağlanarak artan yükü karşılamaları sağlanır. Yük azaldığında paralel çalışan transformatörlerden bazıları devreden çıkartılarak en verimli çalışmaya doğru gidilir. Birden fazla olarak bulundurulan transformatörlerin ayrıca bir faydası daha vardır. İşletmedeki transformatör arıza yapar veya bakım gerektirirse yedekteki transformatörler beslemenin sürekliliğini sağlarlar. Böylece transformatörlerin arızalanma veya bakım sırasında enerji kesintisi büyük ölçüde azaltılmış olur. Şebeke yükü birkaç transformatör tarafından sağlandığından, yedek transformatör bulundurmak zorunluluğu da ortadan kaldırılmış olur.

Elektrik şebekelerinde transformatörlerin paralel çalıştırılması çok karşılaşılan bir uygulamadır. Aynı yerde bulunan transformatörler ortak bir bara sistemi ile, birbirinden uzakta bulunan transformatörler ise enterkonnekte bir sistem yardımı ile paralel bağlanırlar.

Transformatörlerin paralel çalışmasında istenen koşullar

- 1 - Paralel çalışan transformatörlerin boшта, sekonder sargılarından akım geçmemelidir.
- 2 - Paralel çalışan transformatörlerin üzerindeki yükleri, güçleri ile orantılı olmalıdır.
- 3 -Paralel çalışan transformatörlerin sekonder akımları, dolayısı ile toplam yük akımı aynı fazda olmalıdır.
- 4 - Paralel çalışan transformatörlerin kutuplaşmaları aynı olmalıdır.

Transformatörlerin Paralel Bağlanma Koşulları:

- 1- Paralel bağlanacak transformatörlerin primer ve sekonder gerilimleri boшта birbirine eşit olmalıdır. (Transformatörlerin dönüştürme oranları birbirine eşit olmalıdır.)
- 2- Paralel bağlanacak transformatörlerin anma yükündeki kısa devre gerilimleri (u_K) birbirine eşit veya çok yakın olmalıdır. (% 10 dan fazla farka izin verilmez.)
- 3- Paralel bağlanacak transformatörlerin güçleri birbirine eşit veya güçleri oranı 1/3 ten küçük olmamalıdır.
- 4-Paralel bağlantıyı gerçekleştirmek için, transformatörlerin sekonder sargıların aynı polaritedeki uçları birbirine bağlanmalıdır.

5-Paralel bağlanacak transformatörler eğer üç fazlı ise bağlantı grupları aynı olmalıdır.

Kısa devre gerilimlerinin eşit olması, paralel çalışan transformatörler arasında, yükün transformatörlerin güçleri oranında dağılmasını sağlar. Paralel çalışan transformatörlerin üzerlerine aralarındaki yük, kısa devre gerilimleri ile ters orantılıdır. Buna göre kısa devre gerilimi küçük olan transformatör daha fazla yüklenir. Bilindiği gibi kısa devre gerilimleri arasında %10 farka kadar izin verilebilmektedir.

Paralel çalışan transformatörlerde yük dağılımı

S_1, S_2, \dots Transformatörlerin görünür gücü (kVA)

S_y , Dış devre (veya bara) yükü (kVA)

u_k , Kısa devre gerilimi yüzdesi (%)

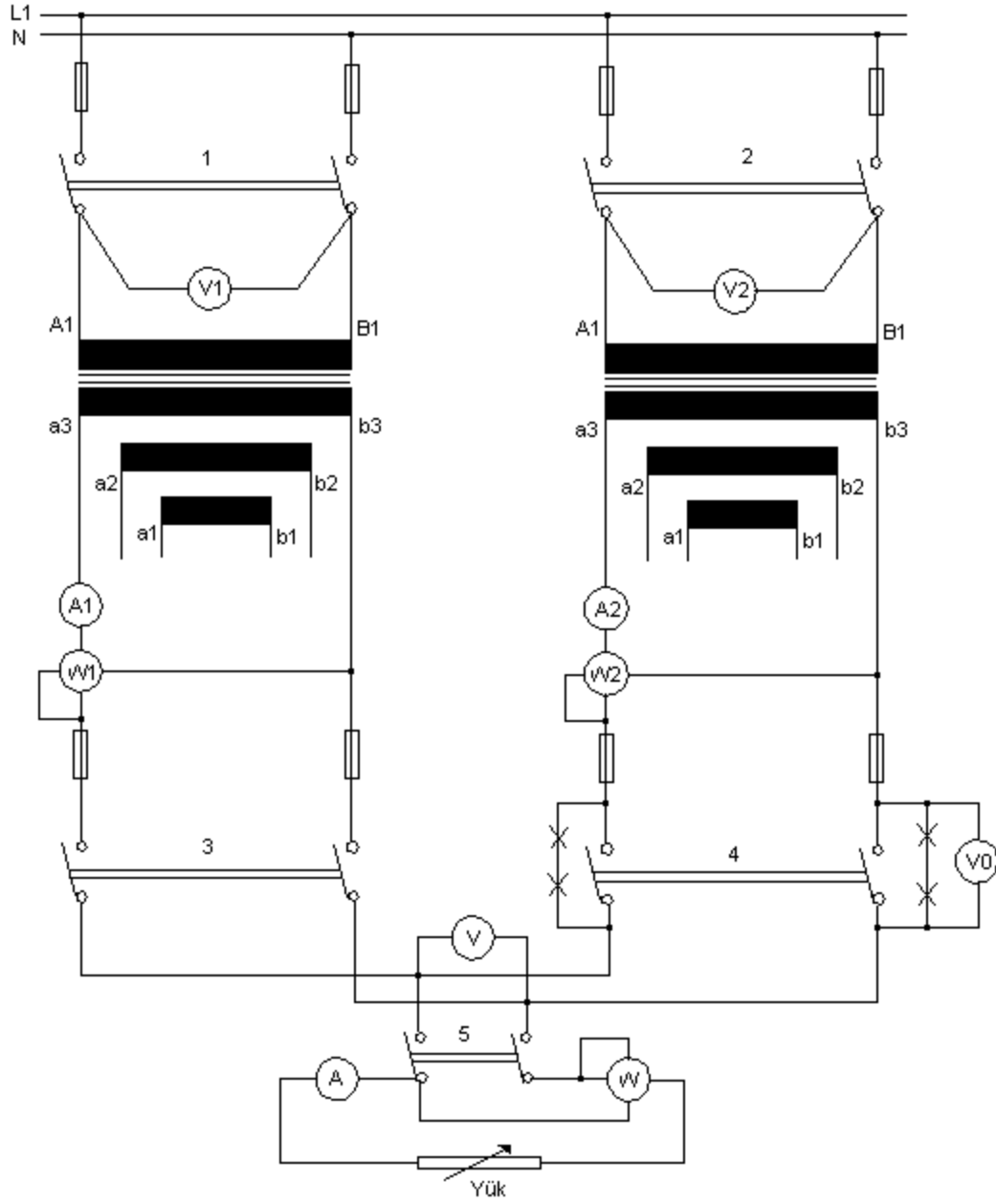
Transformatörün yük dağılımı
$$\frac{S_y}{u_k} = \frac{S_1}{u_{k1}} + \frac{S_2}{u_{k2}} + \dots + \frac{S_n}{u_{kn}} \Rightarrow u_k = \frac{S_y}{\frac{S_1}{u_{k1}} + \frac{S_2}{u_{k2}} + \dots + \frac{S_n}{u_{kn}}}$$

$$\frac{S_{1x}}{u_{k1}} = \frac{S_y}{u_k} \Rightarrow S_{1x} = \frac{u_{k1}}{u_k} \cdot S_y \quad S_{2x} = \frac{u_{k2}}{u_k} \cdot S_y \quad S_{nx} = \frac{u_{kn}}{u_k} \cdot S_y \quad S_y = S_{1x} + S_{2x} + \dots + S_{nx}$$

İşlem Basamakları

- 1- Deneyde kullanılacak malzemeleri belirleyiniz.
- 2- Deney bağlantı şemasına uygun olarak devreyi kurunuz.
- 3- Öğretim görevlisinin gözetiminde devreye enerji veriniz.
- 4- Ölçü aletlerinden değerleri okuyup, tabloya giriniz.
- 5- Deney bağlantılarını söküp, malzemeleri yerlerine koyunuz.

Deneyin Bağlantı Şekli:



Sorular ve Cevaplar

1- Transformatörler niçin paralel bağlanır?

2- Paralel bağlamada bağlı kısa devre gerilim oranı neden önemlidir?

3- Paralel çalışan transformatörler arasında I_s sirkülasyon akımı ne zaman dolaşır açıklayınız?

4- Paralel çalışan transformatörlerin ortak u_k 'sı büyük olan transformatörün ki seçilirse nasıl bir durum ortaya çıkar açıklayınız?

5- $S_1 = 240\text{kVA}$, $S_2 = 420 \text{ kVA}$, $S_3 = 340 \text{ kVA}$ olan üç transformatörün kısa devre gerilimleri sırasıyla $u_{K1} = \%4$, $u_{K2} = \%3,6$, $u_{K3} = \%4,2$ 'dir. Toplam bara yükü 900 kVA olduğuna göre transformatörlerin yüklerini ayrı ayrı bulunuz?

Sonuç

Deney No: 9

Deney Adı: Yabancı Uyarımlı Dinamonun Boş Çalışma Karakteristiği

Teorik Bilgi

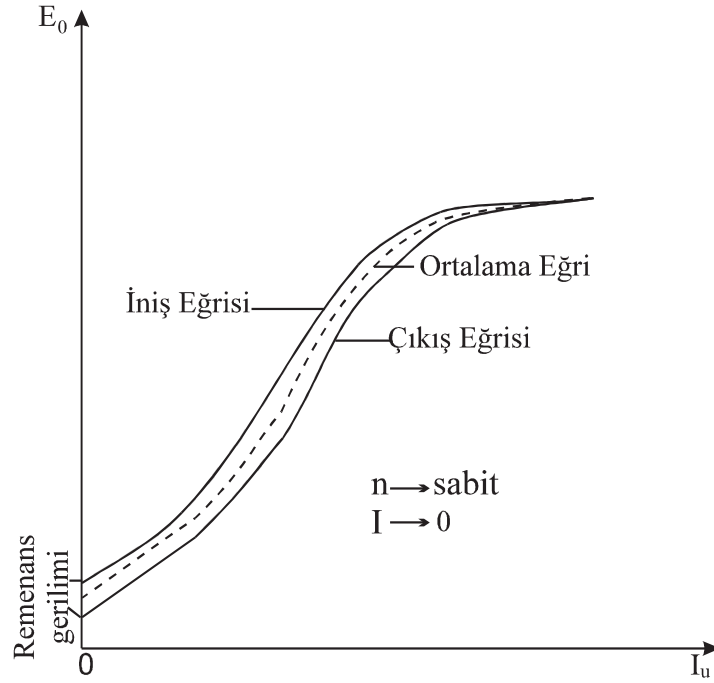
Yabancı uyarımlı dinamolarda kutup sargıları dış arıdan bir d.c. kaynağ ı ile beslenerek gerilim elde edilir. D.C. makinalarında yabancı uyarım uçları J-K harfleri ile belirtilir. Kutup beslemesi için ayrı bir d.c. kaynağ ına ihtiyaç göstermeleri kullanım alanlarını sınırlar.

Boş Çalışma Karakteristiği

Y.U.D.'nun boş çalış ma karakteristiğ i, devir sayısı (n) sabit ve dış devre akımı sıfırken ($I=0$); uyarım akımı (I_u) ile kutup gerilimi (E) arasındaki bağıntıdır.

Bilindiği gibi dinamonun endüvisinde endüklenen emk, $E=K.\Phi.n$ olarak ifade edilir. Deneyde Φ manyetik akısı ile E geriliminin değ iş imi incelenecektir. Formülden de görüldüğü gibi bu iki büyüklük birbiriyle doğ ru orantılıdır. Ancak bu tam bir doğ ru orantı değ ildir. Alınan değ erler bir grafik kağıdına aktarılsa Ş ekil-1'deki eğ ri elde edilir.

Dinamo daha önceden çalış tırıldıysa kutuplarında bu çalış madan dolayı kalıcı bir "artık mıknatısıyet" olur. Bu nedenle ilk anda uyarım devresi açıkken yani $I_u=0$ iken dinamo normal devri ile döndürülürse kutuplarda küçük bir gerilim okunur. Bu gerilime "remenans gerilimi" denir. Bu bütün d.c. makinalarında vardır. Ancak makina ilk imal edildiğinde olmayabilir. Fabrika çıkış ında kontrol için makinanın çalış tırılacağı düşünülürse bütün makinalarda olduğu söylenebilir. Deneyde çizilecek eğ rinin baş langıç noktasının bulunabilmesi için remenans geriliminin ölçülmesi gerekir.



Şekil-7.1: Yabancı Uyarımlı Dinamonun Boş Çalışma Karakteristik Eğrisi.

Şekil-1'e dikkat edilirse üç tane eğri olduğu görülür. Bunlardan 1 nolu eğri çıkış eğrisidir ve uyarım akımı artışıyla gerilimin değişimini gösterir. Uyarım akımının belli bir değerine kadar gerilimin artışı doğrusaldır. Ancak belli bir uyarım akımından sonra gerilim artışı yavaşlar ve nihayet durur. Akım arttığı halde gerilimin değişmemesinin nedeni kutuplardaki doyma olayıdır.

Manyetik nüve doyuma ulaştığından artık daha fazla akı geçiremez. Dolayısıyla Φ artmaz ve gerilim sabit kalır. Doyma noktasından sonra akım artışına devam edilmemelidir. Aksi halde sargılar aşırı ısınır ve motor zarar görebilir.

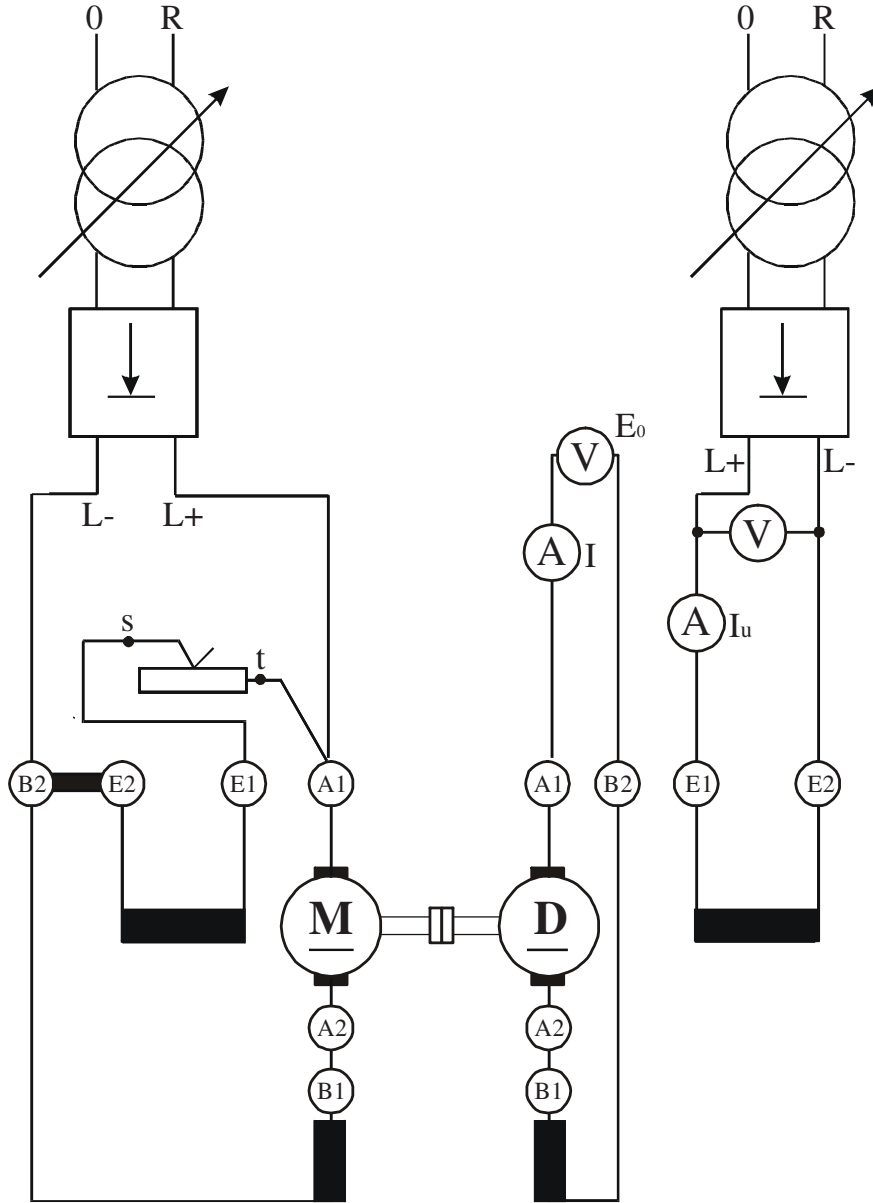
2 nolu eğride ise uyarım akımının azaltılarak gerilimin değişimi görülmektedir.

Buna iniş eğrisi adı verilir. Dikkat edilirse iniş ve çıkış eğrilerindeki gerilim değerleri aynı akım için eşit değerlidir. Dinamo çalıştığından kutuplardaki artık mıknatısiyet fazlaşmıştır. Bu da toplam Φ akısının artması demektir. Bu nedenle iniş ve çıkış eğrileri üst üste çıkmaz. Φ arttığından iniş eğrisindeki gerilim değerleri daha yüksektir. Pratikte ise bu iki eğrinin ortalaması olan 3 nolu eğri kullanılır.

Deney yapılırken dikkat edilecek en önemli nokta uyarım direncinin daima aynı yönde hareket ettirilmesidir. Yani çıkış eğrisi değerleri alınırken devreden çıkacak şekilde, iniş eğrisinde de ters yönde hareket etmelidir. Kesinlikle ileri-geri

oynatılmamalıdır. Bu durumda \emptyset sürekli değiştiğinden alınan değerler ve çizilen eğriler hatalı olur. Dinamo ilk defa çalıştırılmış olsa çıkış eğrisi sıfırdan başlar. Ancak kutuplarında bir artık mıknatısıyet varsa bu durumda eğriler remanans gerilimi kadar yukarıdan başlar.

Bağlantı şeması



Deneyin Yapılışı

1. Şekildeki bağ lantıyı kurunuz ve ilgili öğ retim elemanına kontrol ettirmeden devreye enerji vermeyiniz.
2. Uyarım devresi uçları açıkken dinamo motor aracılığı ile nominal devir sayısında döndürölür.
3. Devir sayısı deney boyunca sabit tutulur.
4. Uyarım devresine ayarlı güç kaynağı ile kademe kademe gerilim uygulanır, çıkış eğ risinin düzgün çıkması için bu aş amada gerilim azaltılmamalıdır.
5. Her uyarım gerilimi için uyarım akımı I_u ve dinamo EMK değeri E tabloya kaydedilir.
6. E Değeri nominalin 1,2 katına ulaşınca kadar işleme devam edilir.
7. Buradan sonra iniş eğ risi elde etmek için uyarım gerilimi kademe kademe azaltılır.
8. Her kademede alınan I_u ve E değ erleri kaydedilir.
9. Alınan değ erler yardımıyla dinamonun $E=f(I_u)$ boş çalışma karakteristiği çizilir.

Deneyde Kullanılan Aletler

Sıra No	Lab.No	Aletin Cinsi	Özelliği	Ölçme Alanı
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Deneyde Alınan Değerler

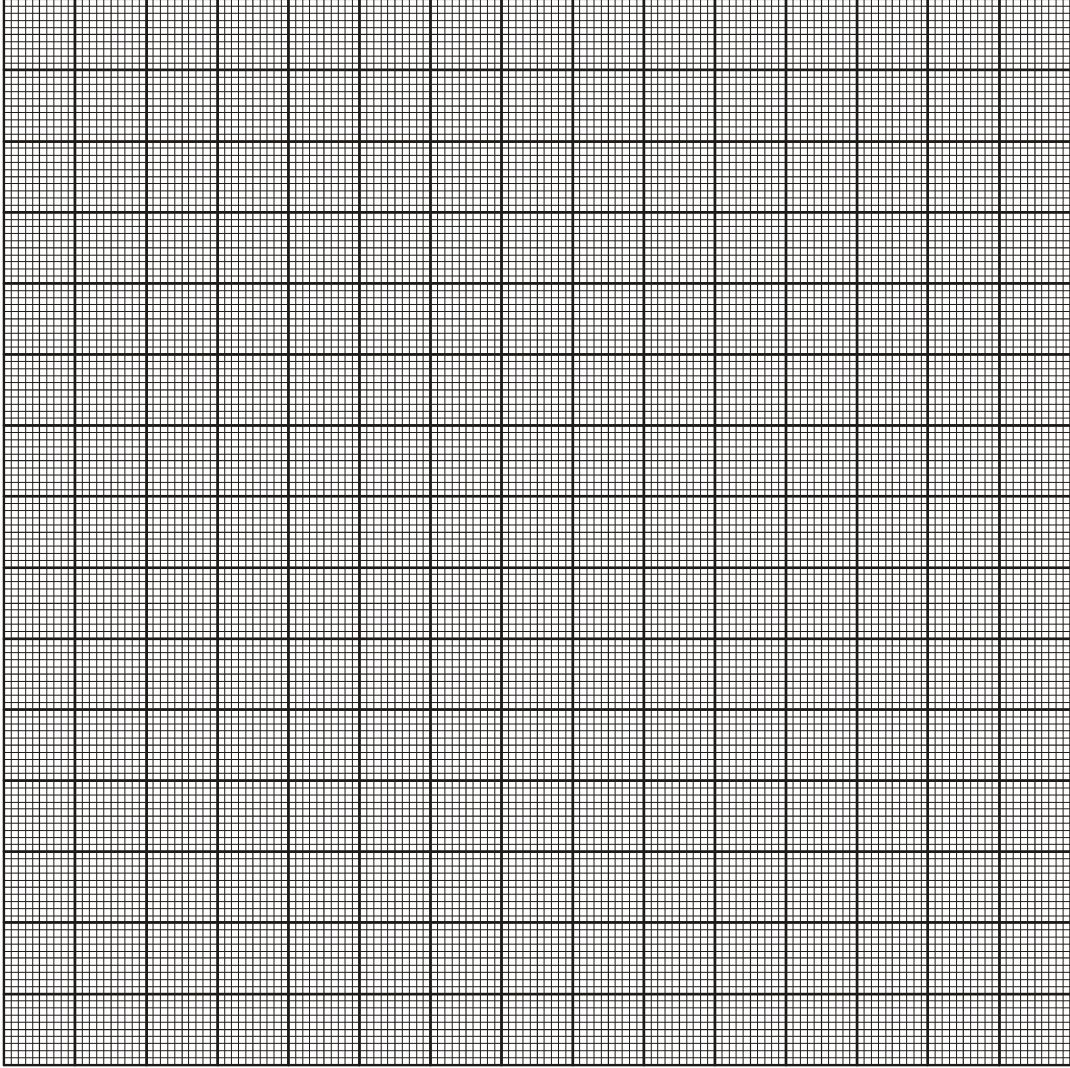
Gözlem No	n (d/dk)	Çıkış Eğrisi		İniş Eğrisi	
		E (Volt)	Iu (Amper)	E (Volt)	Iu (Amper)
1	SABİT				
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Sorular ve Yanıtlar

1-) Dinamoların boş çalışma karakteristiklerinde iniş ve çıkış eğrisi olarak iki eğri elde edilmesinin sebebi nedir?

2-) Aynı değerdeki akım artışı için başta ve sondaki gerilim artış oranları nasıldır?

3-) Deneyde aldığımız değerlere göre $E_0=f(I_u)$ boş çalışma eğrisini çiziniz.



Ölçek:

4-) Uyartım akımını çok fazla arttıracak olursak kutup gerilimi nasıl değişir?

5-) Dinamo boşta çalışırken okunan gerilim değeri neye eşittir?

6-) Nominal gerilimde kutup akımının değeri nedir? Endüvi akımıyla arasında nasıl bir oran vardır?

7-) Devir sayısıyla kutup gerilimini değiştirmek mümkün müdür?

Deney No: 10

Deney Adı: Yabancı Uyarımlı Dinamonun Dış Karakteristiği

Teorik Bilgi

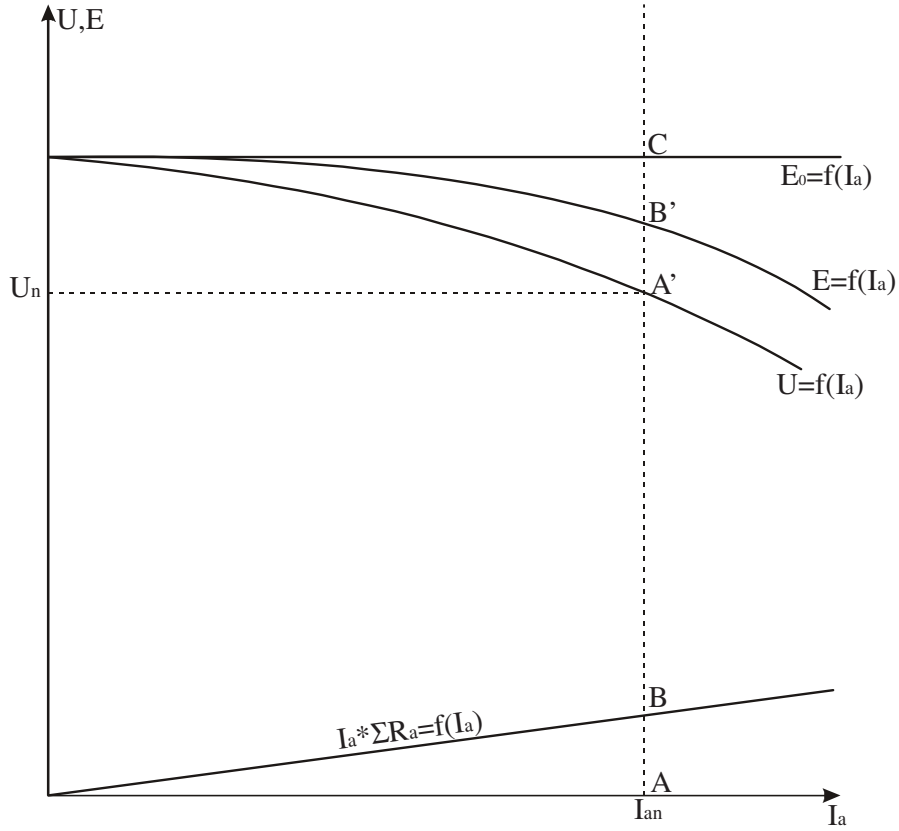
Yabancı uyarımlı dinamonun dış karakteristiği diye; uyarım akımı (I_u) ve devir sayısı (n) sabitken, yük akımı (I) ile kutup gerilimi (U) arasındaki bağıntıya denir.

Tanımdan da anlaşılacağı gibi deneyde dinamonun beslediği yükün ürettiği gerilime olan etkisi incelenecektir. Deneyde yapılacak olan bağlantının ş ekli aş ağı da verilmiştir. Yük olarak bir lamba grubu kullanılabilceği gibi, ayarlanabilir telli veya sıvılı dirençler de kullanılabilir.

Deneye başlarken dinamo nominal devir sayısında dışarıdan bir kuvvetle döndürölür ve devir sayısı deney süresince sabit tutulur. Dinamo yüklenmeden önce voltmetreya bakılırsa artık mıknatısyetten dolayı oluşan remenans gerilimi okunur. sonra uyarım akımı verilerek dinamonun gerilim vermesi sağlanır.

Bu ana kadar yük şalteri açıktır. Şalter kapatılarak yük direnci ile dinamo normal yüküne kadar yüklenir. Devir sabit tutularak uyarım ve yük dirençleri ayarlanmak suretiyle dinamonun normal gerilim altında normal akım vermesi sağlanır. Bu andaki uyarım akımına “nominal uyarım akımı (I_{un})” denir. Dinamo bu durumdayken şalter açılarak bütün yükü kaldırılır. Uyarım direnci ile kesinlikle oynanmaz ve dinamonun boşdaki kutup gerilimi ölçölür. Daha sonra dinamo kademe kademe yüklenerek her kademedeki akım ve gerilim değ erleri alınır. Her yük artış ında değ iş en devir sayısı ve I_{un} değ erleri reostalar yardımı ile eski değ erine ayarlanmalıdır. Alınan değ erler bir çizelgeye kaydedilir. Değ er alma iş lemine nominal yük akımının 1,2 katına kadar devam edilir.

Bu değ erler bir grafik olarak çizilirse Ş ekil-1'deki U eğ risi elde edilir. Göröl düğ ü gibi yük akımı arttıkça kutup gerilimi düş mektedir. Bu gerilim düş ümünün iki sebebi vardır.



Şekil-8.1 Yabancı Uyarımlı Dinamonun Dış Karakteristik Eğrisi.

1- Endüvi reaksiyonundan dolayı düşen gerilim.

2- Endüvi direncinden dolayı düşen gerilim.

Endüvi reaksiyonundan dolayı olan gerilim düşümünün nedenleri teori derslerinden bilinmektedir.

Dinamo boşta çalışırken endüvisinde hiç bir gerilim düşümü yoktur. Ancak yüklendikçe dış devreden bir akım çekilir ve bu akım endüvi sargılarından da geçer. Sargıların bir omik direnci (R_a) olduğuna göre $I \cdot R_a$ kadar bir gerilim düşümüne neden olur. Buna endüvi direncinden dolayı düşen gerilim denir. Yük akımı ile doğru orantılıdır. Fırçaların geçiş dirençleri de bu gerilim düşümü içindedir.

Bir yabancı uyarımlı dinamoda gerek endüvi direnci gerekse endüvi reaksiyonundan dolayı düşen gerilimler ayrı ayrı bulunabilir. Bunun için bir ohmmetre yardımı ile endüvi direnci (R_a) ölçülür ve I ile çarpılarak $U_a = I \cdot R_a$ değeri bulunur. Çizelgedeki her I değeri için bu hesaplama yapılırsa OB doğrusu elde edilir.

Bu gerilim düşümleri U eğrisi üzerine ilave edilirse E eğrisi elde edilir. Bu eğriye iç karakteristik eğrisi denir. Bu eğrinin üzerinde olan gerilim düşümleri endüvi reaksiyonundan dolayı düşen gerilimdir. Buna göre;

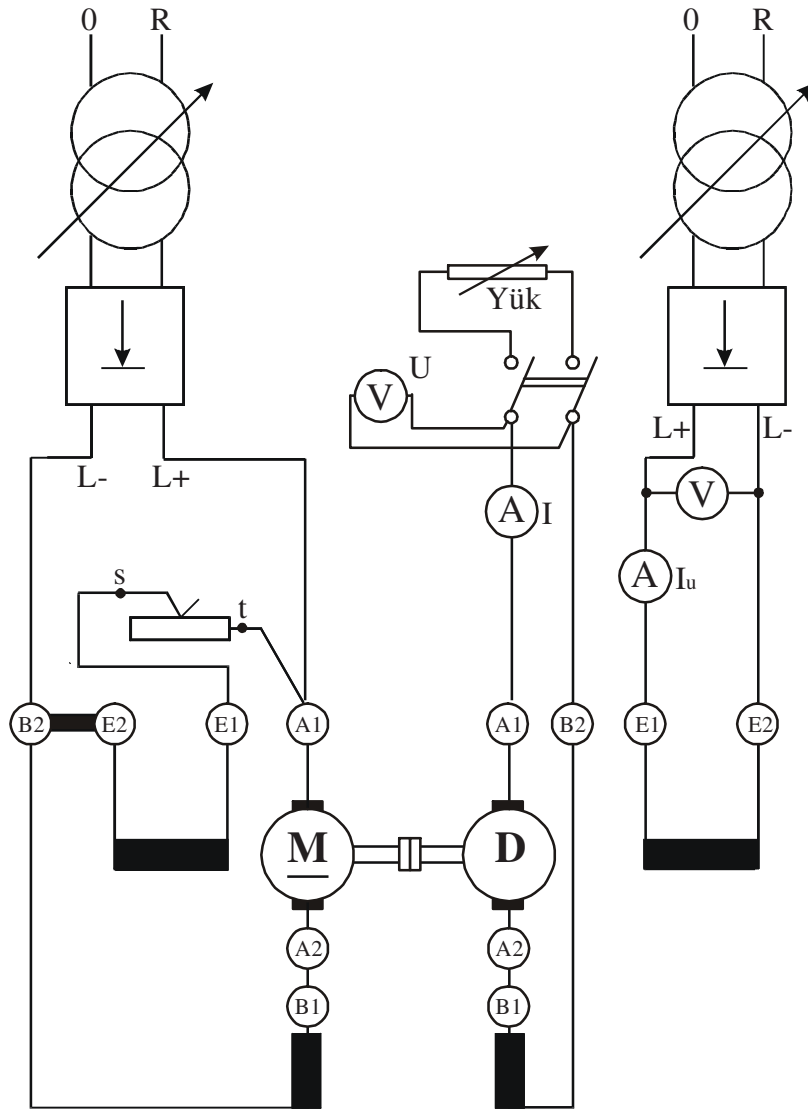
U: Dış karakteristik eğrisi.

E: İç karakteristik eğrisi.

CB': Endüvi reaksiyonundan dolayı oluşan gerilim düşümü.

B'A': Endüvi direncinin sebep olduğu gerilim düşümü olur.

Bağlantı Şeması



Deneyin Yapılışı

1. Şekildeki bağlantıyı kurunuz ve ilgili öğretim elemanına kontrol ettirmeden devreye enerji vermeyiniz.
2. Dinamo, nominal yük akımına kadar yüklenir.
3. Dinamonun devir sayısı sabit kalmak şartıyla, uyarım devresi ve yük direnci ayarlanarak dinamonun nominal gerilim altında nominal akımını vermesi sağlanır.
4. Uyarım devresinde nominal uyarım akımı geçerken dinamonun bütün yükü kaldırılır.
5. Uyarım akımı deney boyunca sabit tutulur.
6. Dinamo boşa çalışırken kutup gerilimi ölçülür.
7. Daha sonra dinamo kademe kademe yüklenir ve her kademe I_a ve U değerleri alınır.
8. Alınan değerler yardımıyla dinamonun $U=f(I_a)$ dış karakteristik eğrisi çizilir.

Deneyde Kullanılan Aletler

Sıra No	Lab.No	Aletin Cinsi	Özelliği	Ölçme Alanı
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

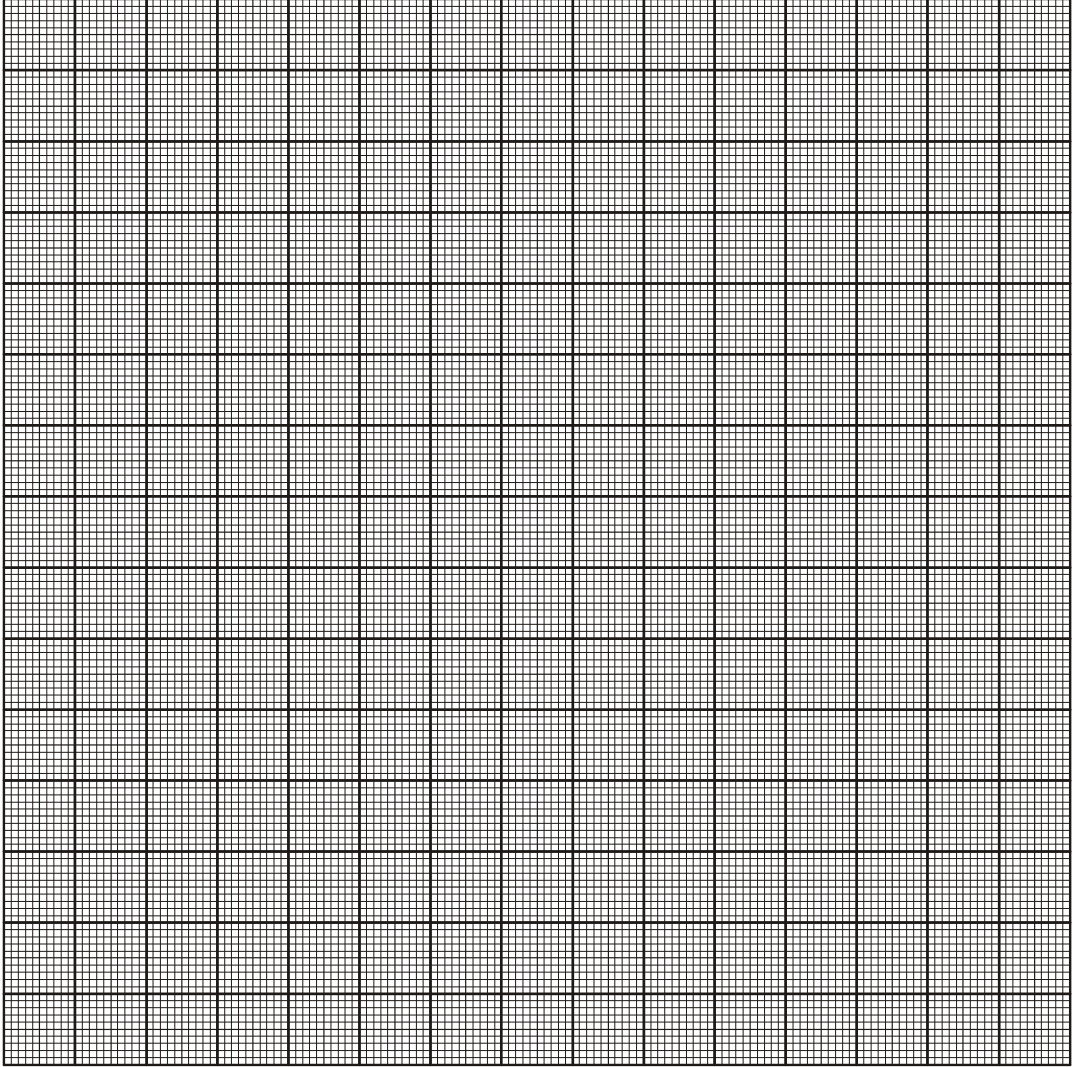
Deneyde Alınan Değerler

Gözlem No	n (d/dk.)	I_u (A.)	U (V.)	$I=I_a$ (A.)	ΣR_a (Ω)	$I_a*\Sigma R_a$ (V.)	$E=U+I_a*\Sigma R_a$ (V.)
1	S A B İ T	S A B İ T					
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

Sorular ve Yanıtlar

1-) Yük akımı arttıkça gerilim nasıl değişmektedir?

2-) Deneyde aldığınız değerlere göre dinamonun $U=f(I_a)$, $E=f(I_a)$ ve $I_a*\Sigma R_a=f(I_a)$ karakteristik eğrilerini çiziniz.



Ölçek:

3-) Yük akımı arttıkça kutup geriliminin düşme nedenleri nelerdir?

4-) $E=f(I_a)$ ile $U=f(I_a)$ arasındaki fark neyi ifade eder?

5-) E_0 neden yatay bir doğrudur? $E=f(I_a)$ ile arasında neden fark vardır?

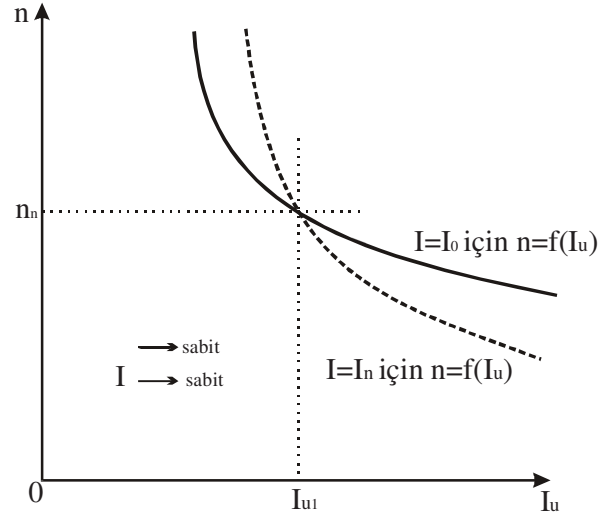
6-) Dinamoda gerilim değişimi ne zaman olur?

Deney No: 11

Deney Adı: Şönt Motorun Yük Karakteristiği

Teorik Bilgi

Sabit kutup gerilimi ve sabit yük akımında, uyarım akımı ile devir sayısı arasındaki bağıntıya şönt motorun yük karakteristiği denir.



Şekil-9.1 Şönt motorun boşa ve nominal yük altındaki yük karakteristiği.

Şönt motorun yük akımı sabit olduğundan, endüvi reaksiyonu ve motor omik gerilim düşümü, karakteristik boyunca sabit olacaktır. kutup gerilimi formülüne göre;

$$U = E + (I_a \cdot R_i + 2\Delta U_b)$$

olur. Buradan, $E = K \cdot \phi \cdot n$ olduğundan, devir sayısı formülü;

$$n = \frac{U - (I_a \cdot R_i + 2\Delta U_b)}{K \cdot \phi}$$

elde edilir.

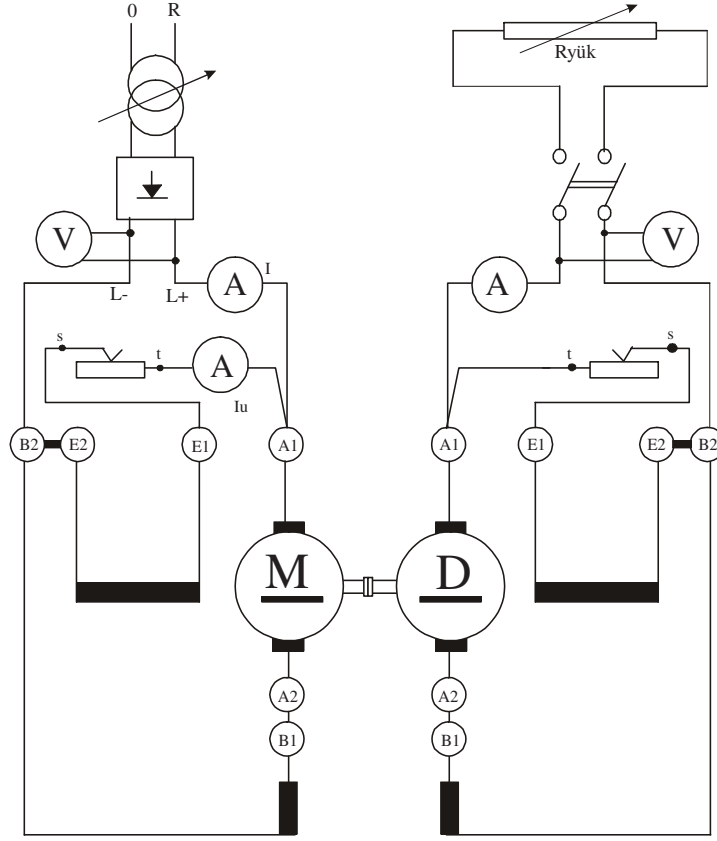
Yük akımına bağlı olarak I_a endüvi akımı sabit olacağından, devir sayısı formülünün payı değişmeyecektir. Uyarım akımına bağlı olarak Φ ana kutup alanı değişecektir.

Yani uyarım akımı azaldıkça, Φ azalacağından 'n' devir sayısı yükselecektir. Uyarım akımı arttıkça da devir sayısı azalacaktır.

Endüvi reaksiyonu ve omik gerilim düşümü sabit olduğundan, yük karakteristiği hiperbole yakın bir eğri olur. Eğer, kutuplardaki doyma olmasaydı, Φ ve I_m doğrusal orantılı olduklarından, yük karakteristiği, tam hiperbol şeklinde olacaktı. Kutuplardaki doyma, uyarım akımını artıracığından eğri, hiperbolden farklı olur.

Şekil-1' de görüldüğü gibi, boştaki ve yükteki eğriler birbirlerini kesmektedir. Bunun nedeni kesişme noktalarındaki uyarım akımında (I_{u1}), endüvi reaksiyonunun devir üzerindeki yükseltici etkisi ile endüvideki omik gerilim düşümünün devir sayısını düşürücü etkisinin eşit olmasıdır. Bu I_{u1} uyarım akımının altındaki değerlerde, endüvi reaksiyonu, omik gerilim düşümünden büyük olacağından yükte devir sayısı artar, i_{m1} akımının üstündeki değerlerde ise Φ uyarım alanının kuvvetli olmasından dolayı endüvi reaksiyonu, omik gerilim düşümünden daha küçük olur. Bu sebepten dolayı yükte devir sayısı, boştakine göre daha düşük olacaktır.

Bağlantı Şeması



Deneyin Yapılışı

1. Şekideki bağlantıyı kurunuz ve ilgili öğretim elemanına kontrol ettirmeden kesinlikle enerji vermeyiniz.
2. Deney hangi yük akımında yapılacaksa motor, o değere kadar dinamo ile yüklenir.
3. Sabit kutup geriliminde, dinamo kutuplarına bağlı yük dirençleri ayarlanarak, değişik uyarım akımlarında motorun yük akımı sabit bir değere ayarlanır.
4. Uyarım akımı, motorun dayanabileceği devir sayısına çıkıncaya kadar azaltılır.
5. Yük akımı sabit tutularak, uyarım akımı kademe kademe artırılır.
6. Uyarım akımının her değeri için devir sayısının aldığı 1 değer tabloya kaydedilir.

7. Uyarım akımının arttırılmasına, devir sayısında hiç bir değişme olmayıncaya kadar yada uyarım devresi ayar direnci sıfır olana kadar devam edilir.
8. Denede alınan değerlere göre $n = f (I_m)$ eğrisi çizilir.

Denede Kullanılan Aletler

Sıra No	Lab.No	Aletin Cinsi	Özelliği	Ölçme Alanı
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

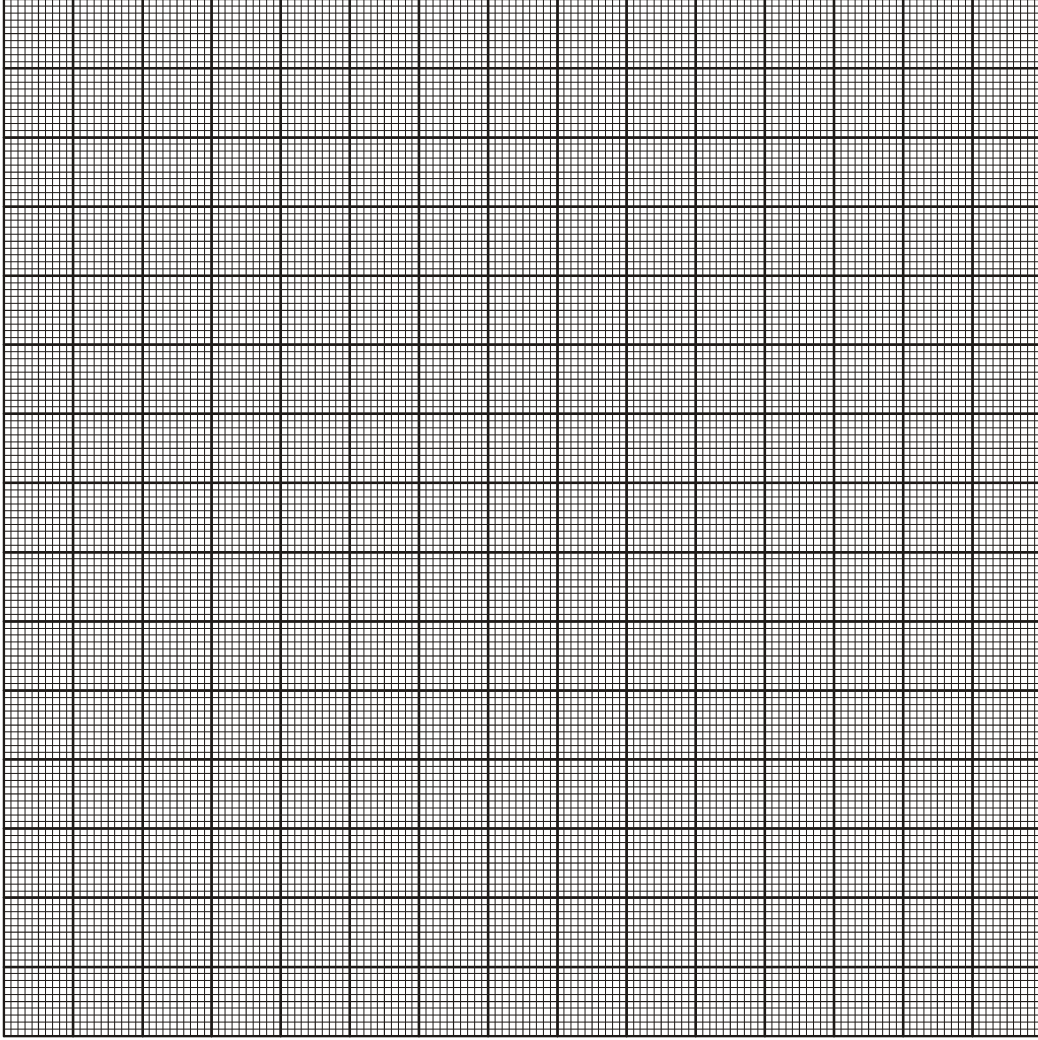
Denede Alınan Değerler

Gözlem	U (Volt)	I (Amper)	I_u (Amper)	n (d/dk)
1	SABİT	SABİT		
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

Sorular ve Yanıtlar

1-) Devir sayısı arttıkça, uyarım akımı nasıl değişir?

2-) Deneyde aldığınız değerlerle şönt motorun $n=f(I_u)$ yük karakteristik eğrisini çiziniz.



Ölçek :

3-) Devir sayısı arttıkça yük akımı değişir mi?

4-) Şönt motorun boştaki ve yükteki yük karakteristik eğrilerinin birbirini kesmesinin nedeni nedir?

5- Endüvi reaksiyonu ve endüvi omik direnci üzerindeki gerilim düşümünün devir sayısı üzerinde ne gibi bir etkisi vardır?

6- Şönt motorun devir sayısı ve devir yönü nasıl değiştirilir?

Deney No: 12

Deney Adı: Seri Motor Dış ve Moment Karakteristikleri

Teorik Bilgi

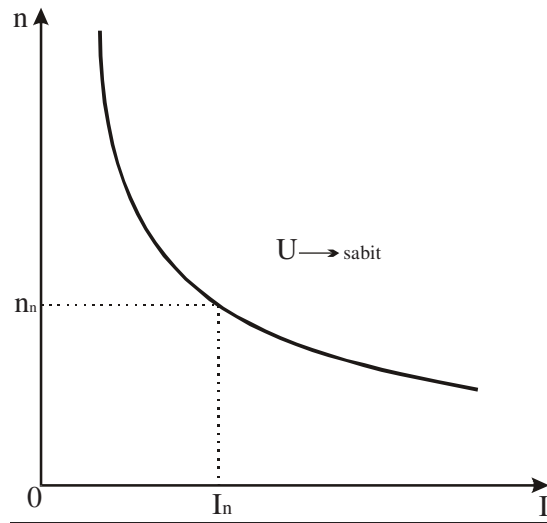
Sabit kutup geriliminde, yük akımı ile devir sayısının ne şekilde değiştiğini gösteren eğriye dış karakteristik eğrisi denir.

Seri motorlarda uyarım akımı, endüvi sargularından geçen yük akımına eşit olduğundan Φ manyetik alanı, yük akımıyla değişecektir. Seri motorların devir sayısı;

$$n = \frac{U - (I \cdot R_i + 2\Delta U_b)}{K \cdot \phi}$$

Bu formüle göre; yük akımı arttıkça, seri motorun iç direnci ve fırçaların geçiş direnci üzerindeki gerilim düşümleri artacak, aynı zamanda yük akımının artmasıyla Φ manyetik alanıda artacaktır ve buna bağlı olarak devir hızla düşecektir.

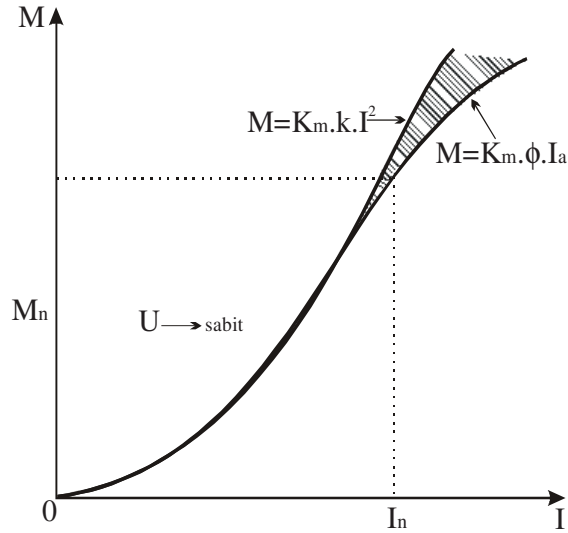
Eğer, motor üzerindeki yük kaldırılacak olursa, devir sayısı hızla sonsuza doğru yükselecektir. Bunun nedeni yükün kalkmasıyla yük akımının azalması, azalan yük akımının motor içindeki gerilim düşümlerini azaltması ve buna bağlı olarak Φ manyetik alanının sıfıra doğru yaklaşmasıdır ve bunun sonucu devir hızla artar. Devir sayısının artmasıyla yük akımını azalacağından devrede bulunan sigortalar bu durum için engelleyici olamazlar. Bu sebepten seri motorlar her zaman yüklü durumda kullanılırlar.



Şekil-10.1 Seri Motorun Dış Karakteristiği

Şekil-1’de görüldüğü gibi, yük akımı arttıkça devir sayısı düşmektedir. Yük akımının yüksek değerlerinde devir sayısı pek fazla değişme göstermez ve hemen hemen sabit kalır. Bunun nedeni artan akıma rağmen kutuplardaki doyma nedeniyle akımın aynı oranda artma gösterememesidir.

Seri motorlarda dış karakteristikle birlikte moment karakteristiği deneyi de yapılabilir. Moment karakteristiği; sabit kutup geriliminde yük akımı ile endüvide meydana gelen moment arasındaki bağıntıdır. Şekil-2’den de görüldüğü gibi yük akımının küçük değerleri için yatık olan moment eğrisi, artan yük akımı ile dikleşerek yüksek değerlere ulaşmaktadır. Seri motorun bu karakteristiği, ağır yükler için oldukça elverişlidir. Çünkü, motorun döndürme momenti yük akımının karesi ile doğru orantılıdır. Dolayısıyla küçük devir sayılarında, motorun döndürme momenti oldukça büyük olmaktadır.



Şekil-10.2 Seri Motor Moment Karakteristiği

Doğru akım motorlarında moment;

$$M = K_m \cdot \phi \cdot I_a$$

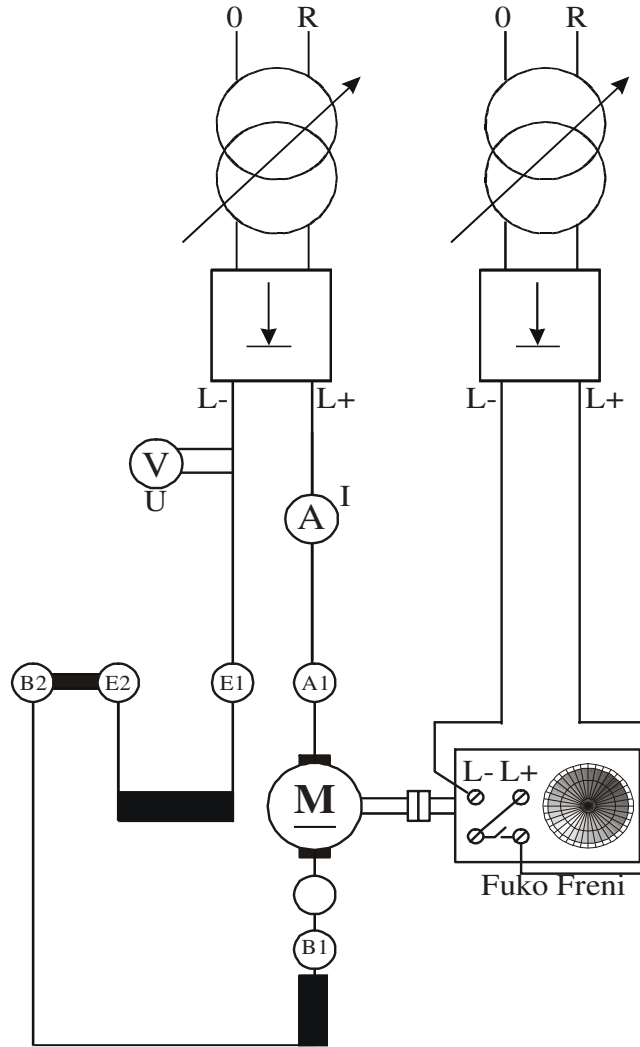
olarak ifade edilir. Ancak seri motorlarda endüvi akımı aynı zamanda uyartım akımı olduğundan formüldeki I akımı ile ϕ de artmaktadır. Ana manyetik alana etki eden diğer faktörleri de “k” katsayısı ile ifade edersek;

$\phi = k \cdot I$ olur. Bu eşitliği yukarıdaki moment ifadesinde yerine koyarsak;

$$M = K_m \cdot k \cdot I^2$$

eşitliği bulunur. Şu halde seri motorlarda moment yük akımının karesi ile artmaktadır. Eğer kutup geriliminin değerini azaltacak olursak devir sayısı daha küçük değerler alacak, eğri daha aşağıya kayacaktır. Yani, kutup gerilimi değiştirilerek seri motorun devir sayısı da ayar edilebilmektedir. Kutup gerilimi değiştirilebilir değilse sabit olursa ön dirençler bağlayarak devir sayısı ayarı yapılabilir. Fakat, bu durumda ön dirençlerde çok büyük joule kayıpları meydana gelecektir ve bu istenmeyen bir durumdur.

Bağlantı Şeması



Deneyin Yapılışı

1. Şekildeki bağlantıyı kurunuz ve ilgili öğretim elemanına kontrol ettirmeden kesinlikle enerji vermeyiniz.
2. Motor küçük bir yükte yüklenir.
3. Devir sayısı yüksek değilse devir biraz daha arttırılır.
4. Motor kademe kademe yüklenir.
5. Her yük için I ve n değerleri tabloya kaydedilir.
6. Yükleme nominal akımın 1.2 katına kadar devam edilir.
7. Alınan değerlere göre seri motorun $n = f(I)$ eğrisi çizilir.

Deneyde Kullanılan Aletler

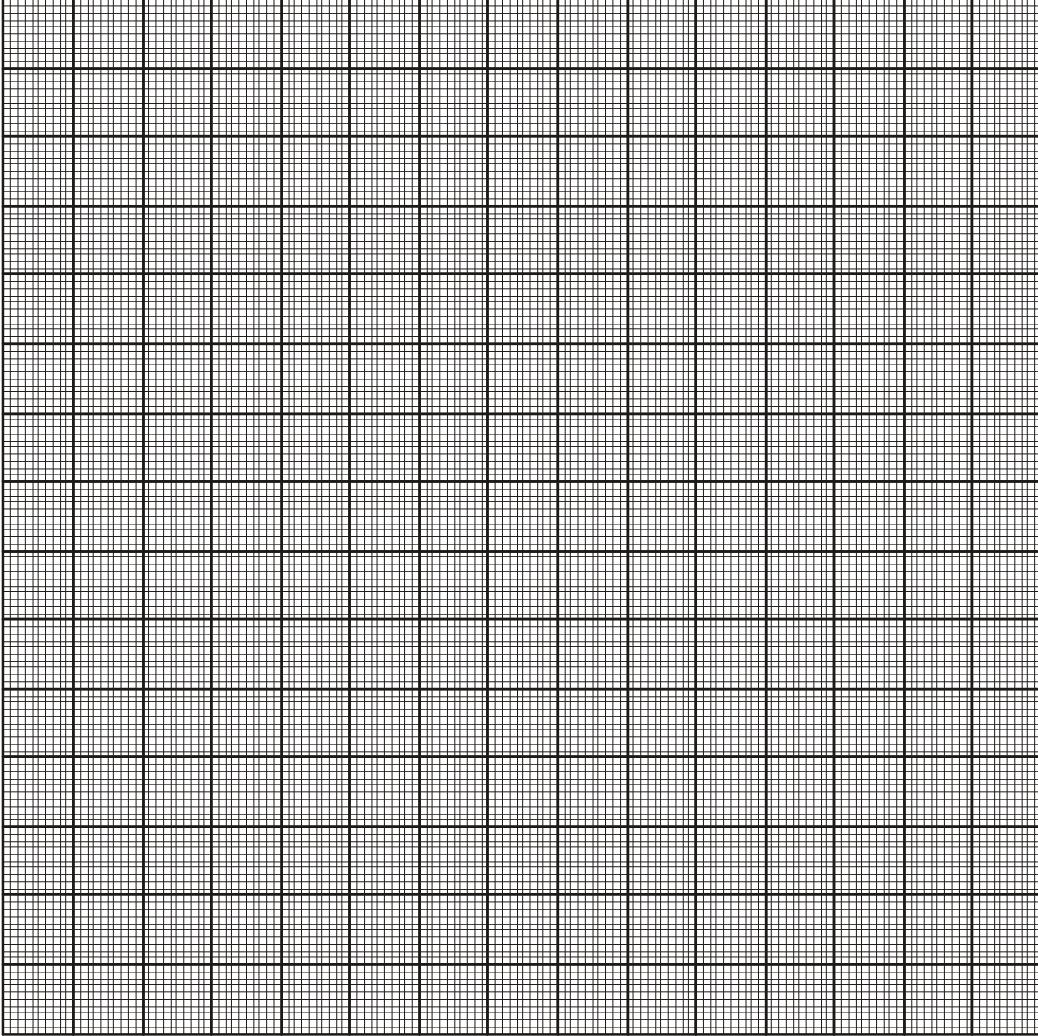
Sıra No	Lab.No	Aletin Cinsi	Özelliği	Ölçme Alanı
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Deneyde Alınan Değerler

Gözlem	U (Volt)	n (d/dk)	I (Amper)	M (Nm.)
1	SABİT			
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

Sorular ve Yanıtlar

1-) Deneyden aldığınız değerlerle seri motor dış ve moment karakteristiklerini çiziniz.



Ölçek :

2-) Seri motor yükü azaldıkça devir sayısı niçin yükselir?

3-) Seri motor momentinin yükle artmasının sebebi nedir?

4-) Seri motorlar nerelerde kullanılır?

Deney no : 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

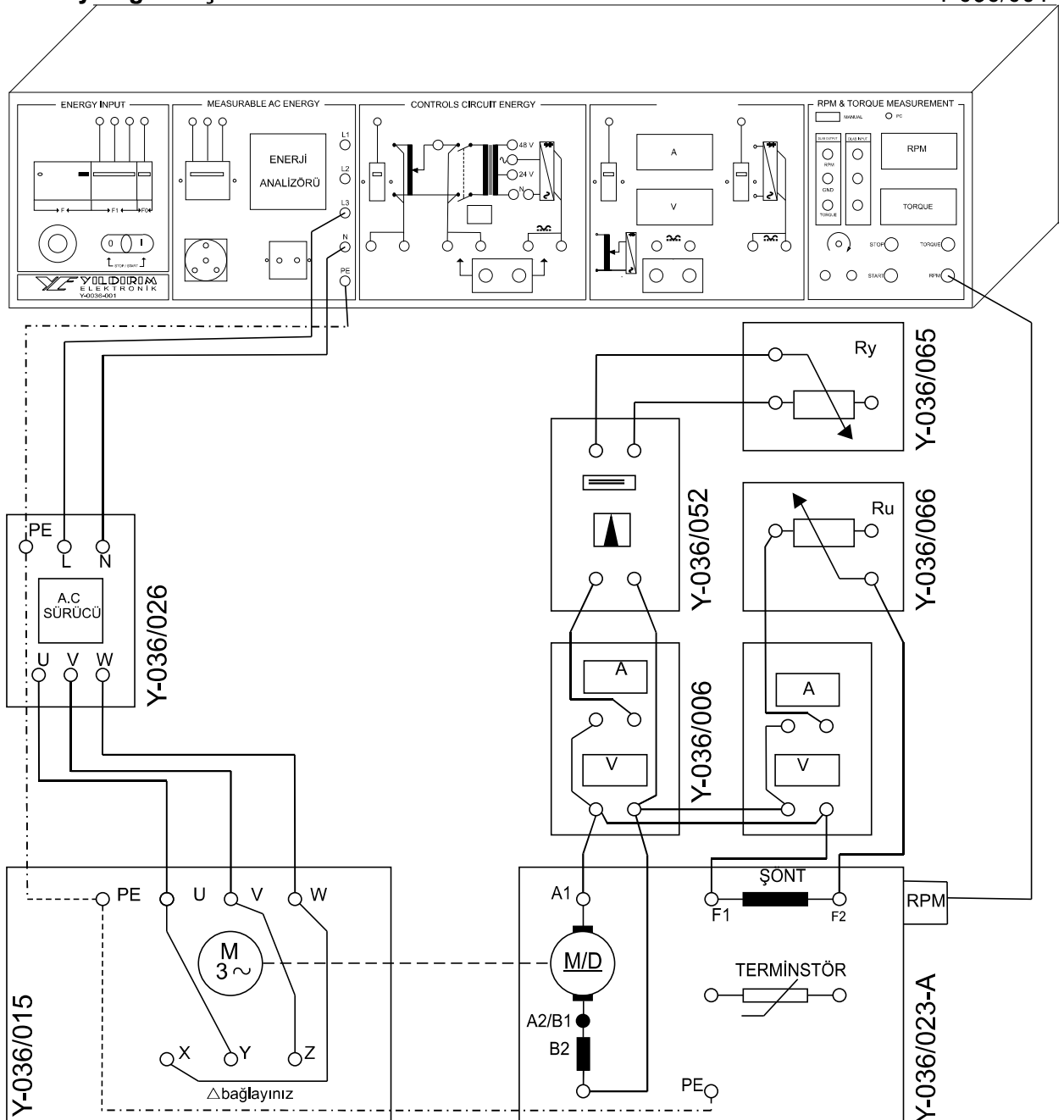
Y-036/065

Y-036/066

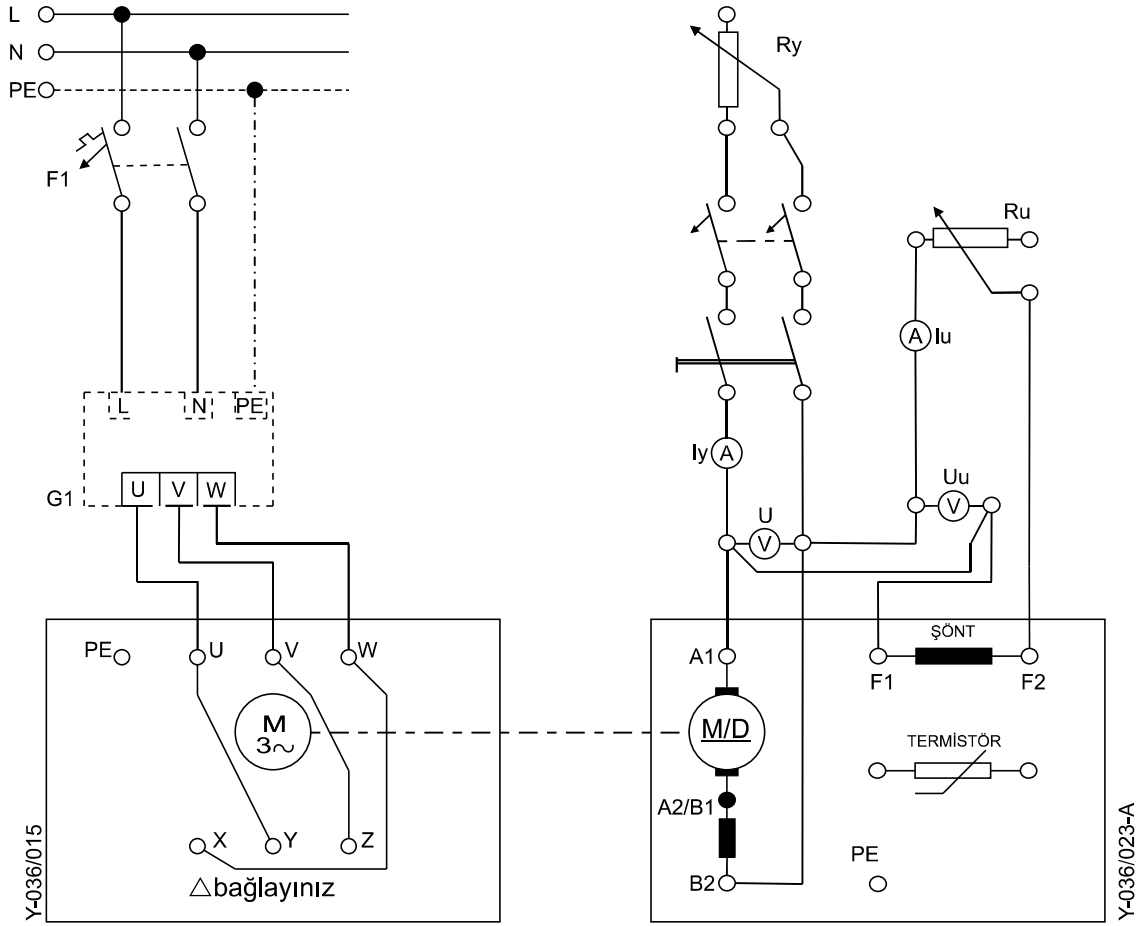
Y-036/052

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 makinaleri 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 yükselmüyorsa 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 yüklendiğinde U gerilim düşümü nedenlerini açıklayınız?
- Soru 2: Dinamoyu döndüren asenkron motorun çektiği akımı (I) ve devrindeki (n) değişim nedenlerini açıklayınız?
- Soru 3: Dinamo yüklendiğinde 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 : 14

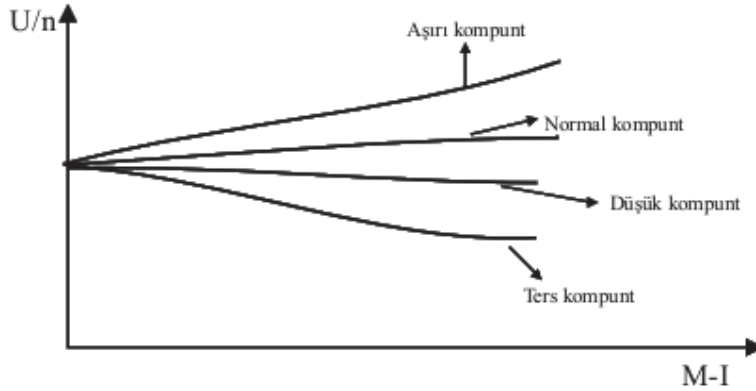
Deney Adı : Kompunt Dinamo Dış Karakteristiği

Teorik Bilgi

Kompunt dinamolar seri ve şönt sarguların bir arada kullanıldığı makinalardır. Bu dinamodaki seri ve şönt sarguların yapıları aynen seri ve şönt dinamolarda olduğu gibidir. Kompunt dinamolar kutup bağlantılarının durumuna göre ikiye ayrılırlar. Seri sargı manyetik alanı şönt sargı alanını destekleyecek şekilde bağlanırsa bu tip kompunt dinamolara “eklemeli (yukarı) kompunt dinamo” adı verilir. Seri sargı manyetik alanı şönt sargı alanını yok edecek şekilde bağlanırsa, bu tip kompunt dinamolara “ters (eksiltmeli) kompunt dinamo “ adı verilir, Kompunt dinamolarda seri sargı üzerinden yük akımı geçer. Boş çalışmada seri sargının hiç bir etkisi olmadığından boş çalışma eğrisi aynen şönt dinamodaki gibi çıkar. Bu nedenle sadece dış çalışma karakteristiği incelenecektir.

Kompunt Dinamonun Dış Karakteristiği

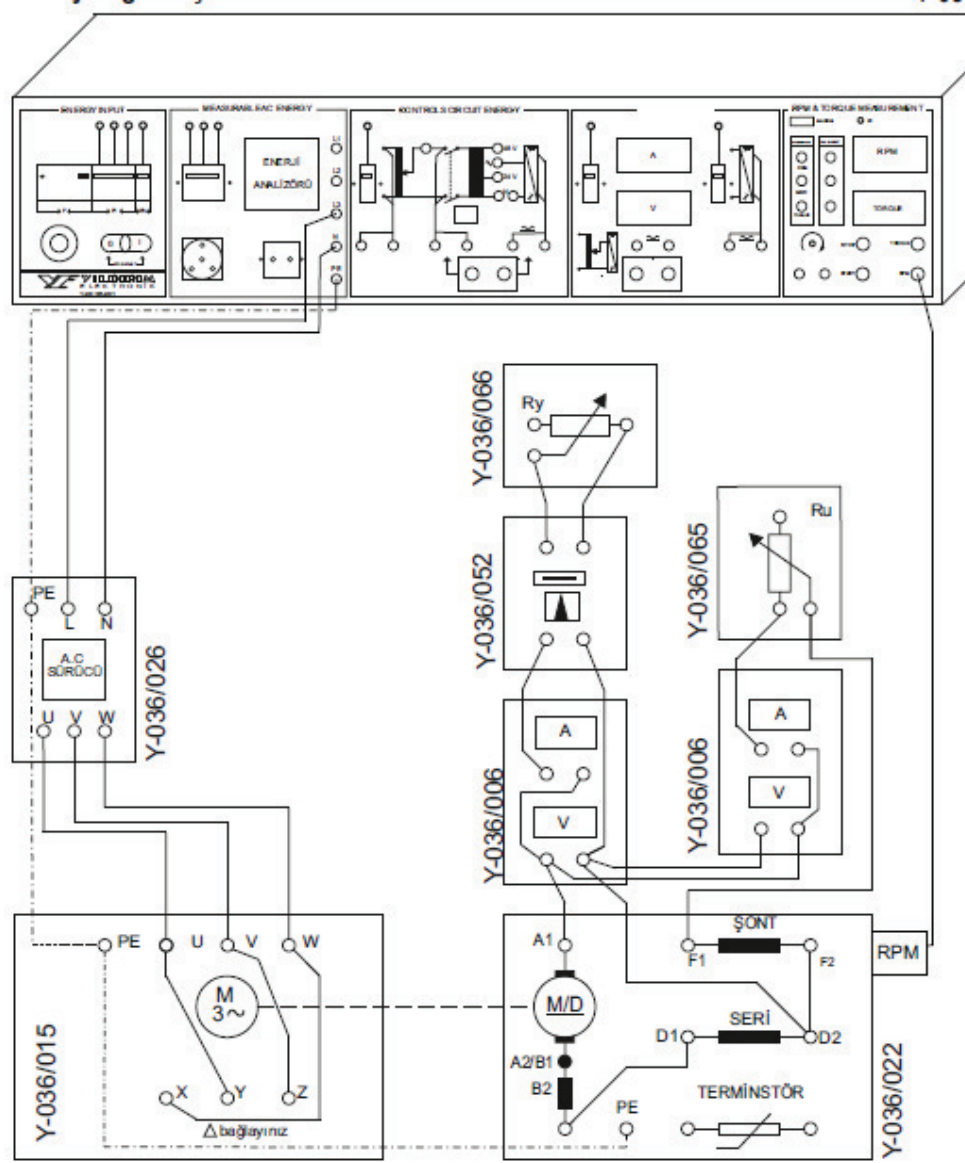
Devir sayısı ve şönt uyartım devresi direnci sabitken, yük akımı ile kutup gerilimi arasındaki bağıntıdır. $n = \text{sabit}$ ve $R_s + R_m$: sabit iken, $U = f(I_y)$ Yukarıda belirtilen iki tip bağlantı yapılarak yukarıdaki eğriler çizilirse Şekil-1 ‘deki eğriler elde edilir. Bu eğriler incelenirse eklemeli kompunt dinamolarda yük akımı arttıkça kutup geriliminin yükseldiği görülür. Seri sargıdan yük akımı geçtiğinden bu akım arttıkça seri sargı manyetik alanı (ϕ_s) artar. Toplam manyetik alan seri ve şönt alanların toplamı ($\phi = \phi_s + \phi_s$) olduğundan toplam alanda artar. $E = K \cdot \phi \cdot n$ olduğundan gerilimde bir artış olur. Ters kompunt dinamolarda ise toplam alan iki sargının oluşturduğu akının farkıdır ($\phi = \phi_s - \phi_s$) Bu nedenle yük akımı arttıkça toplam alan büyük miktarda azalır ve kutup geriliminde büyük düşmeler görülür.



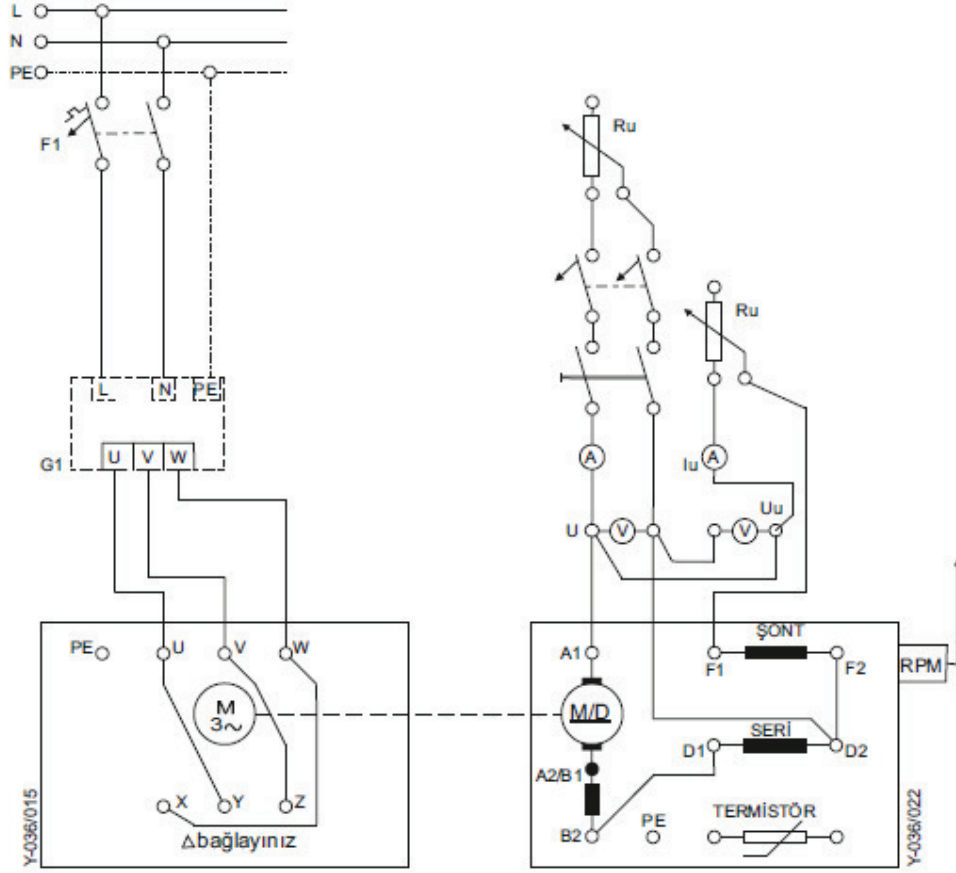
Şekil 11.1 Kompunt dinamonun çıkış karakteristik eğrileri

Eklemlı kompunt dinamolarda seri sargı sadece Őont dinamodaki gerilim dűŧűmlerini karŐılayacak Őekilde sarılırsa yűk akımı arttıka gerilim sabit kalır. Bu tip eklemlı kompunt dinamolara orta(normal) kompunt dinamo adı verilir.

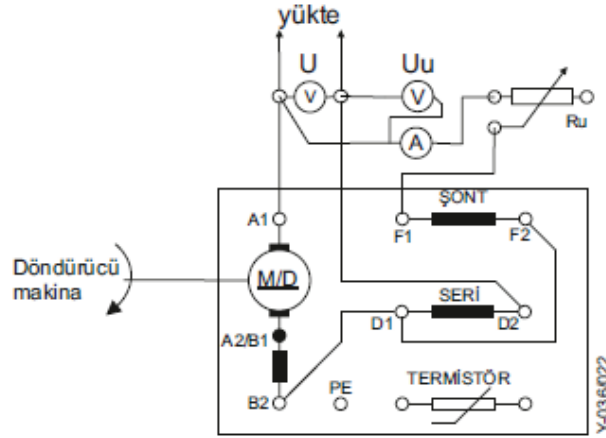
Bağlantı Şeması



Őekil 11.2 D.C Kompunt dinamonun yűkte çalıŐması deney bađlantı Őeması



Şekil 11.3 D.C Kompunt dinamonun (eklemeli) yükte çalışma deney bağlantı şeması



Şekil 11.4 D.C Kompunt dinamonun (eksiltmeli) bağlantı şeması

Denevin Yapılışı

- 1-Şekildeki bağlantıyı kurunuz ve ilgili öğretim elemanına kontrol ettirmeden kesinlikle enerji vermeyiniz.
- 2-Dinamo nominal devir sayısında döndürülür.
- 3-Uyartım direnci ayar edilerek gerilim nominal değerine ayarlanır.

4-Bu aşamadan sonra uyartım direnci değiştirilmez.

5-Yük direnci devreye kademe kademe girilerek, akımın kademe kademe artması sağlanır.

6-Her kademede U ve I değerleri tabloya kaydedilir. Yükleme, nominal yük akımının 1,2 katına kadar devam edilir.

7-Bu işlemler kompunt dinamonun her bağlantı şekli için yapılır.

8-Deneyde alınan değerlere göre $U=f(I)$ eğrisi çizilir.

Deneyde Kullanılan Aletler

Sıra No	Lab. No	Aletin Cinsi	Özelliği	Ölçme Alanı
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Deneyde Ölçülen Değerler

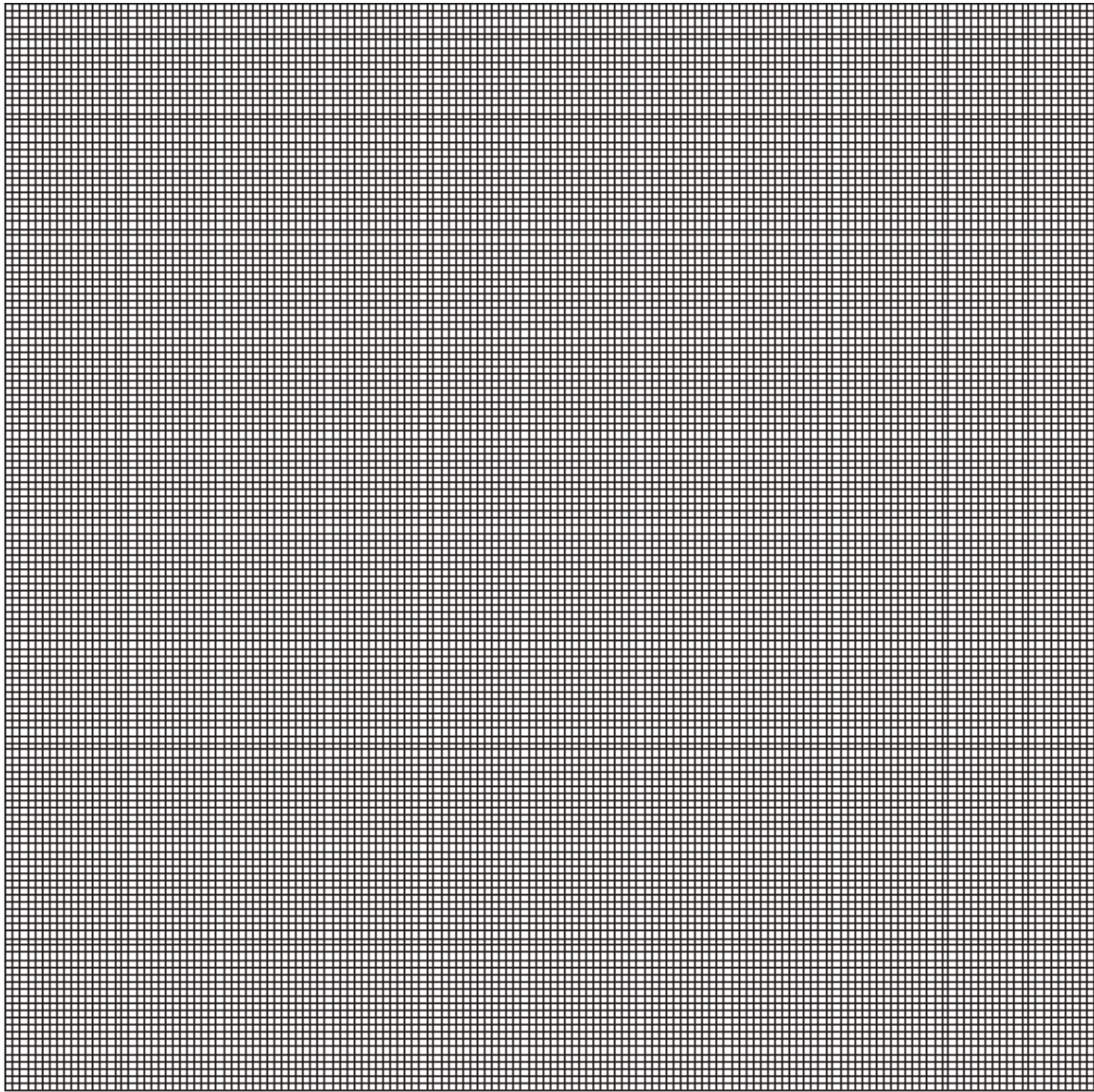
Gözlem No	Bağlantı Tipi	U (V)	Iu (A)	n(d/dk)	I(A)
1	EKLEMELİ KOMPUNT			SABİT	
2					
3					
4					
5					
6					
7	ORTA KOMPUNT				
8					
9					
10					
11					
12					
13	EKSİLTMEELİ KOMPUNT				
14					
15					
16					
17					
18					

Sorular ve Cevaplar

1-Kompunt dinamolarda seri sargının özellikleri nasıl belirlenir?

2-Kompunt çalışan bir dinamonun hangi tip kompunt bağlantıda olduğu nasıl anlaşılır?

3-Deneyde alınan değerlerden kompunt dinamonun dış karakteristik eğrilerini çiziniz.



Deney No : 15

Deney Adı : Kompunt Motor Dış Karakteristiği

Teorik Bilgi

Kompunt motor dış karakteristiği; motora uygulanan kutup gerilimi ve sabit şönt uyarım akımında, yük akımı ile devir sayısı arasındaki bağıntıya denir.

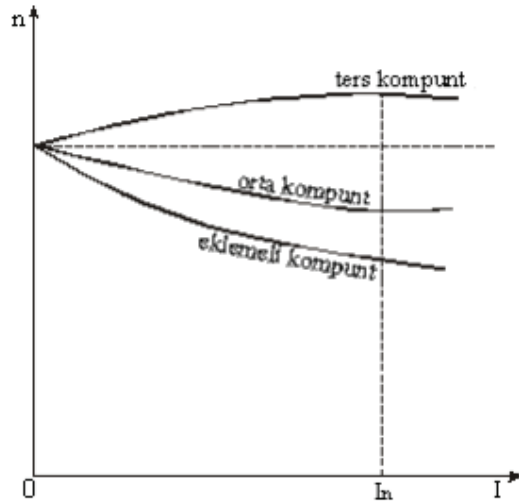
Kompunt motorlar eklemeli(üst), orta ve eksiltmeli(ters) kompunt olmak üzere üçe ayrılırlar.Yapıları aynen dinamolara benzer.

Eklemeli ve orta kompunt dinamolarda seri sargı alanı (ϕ_s) şönt sargı alanını (ϕ_δ) destekler.Toplam manyetik akı $\phi_t = \phi_s + \phi_\delta$ dir.Seri sargı alanı yük akımının bir fonksiyonudur. $\phi_s = f(I)$.Şönt sargı alanı ise uyarım akımı tarafından oluşturulur.Deneyde uyarım akımı sabit tutularak ϕ_δ alanı sabit tutulur. Yük akımı arttıkça ϕ_s alanı arttığından toplam akı sürekli artar.Devir sayısı ise,

$n = (U - I_a R_a) / (K \cdot \phi_t)$ formülüne göre akıyla ters orantılı olduğundan çok fazla miktarda azalır. Orta kompunt dinamolarda da devir sayısı yük akımıyla şönt dinamoya oranla daha fazla düşmektedir.

Ters kompunt dinamolarda ise toplam alan iki alanın farkı şeklinde oluşur. $\phi_t = \phi_\delta - \phi_s$ dir.Bu nedenle yük akımı arttıkça toplam akı azaldığından devir sayısı yükselir.

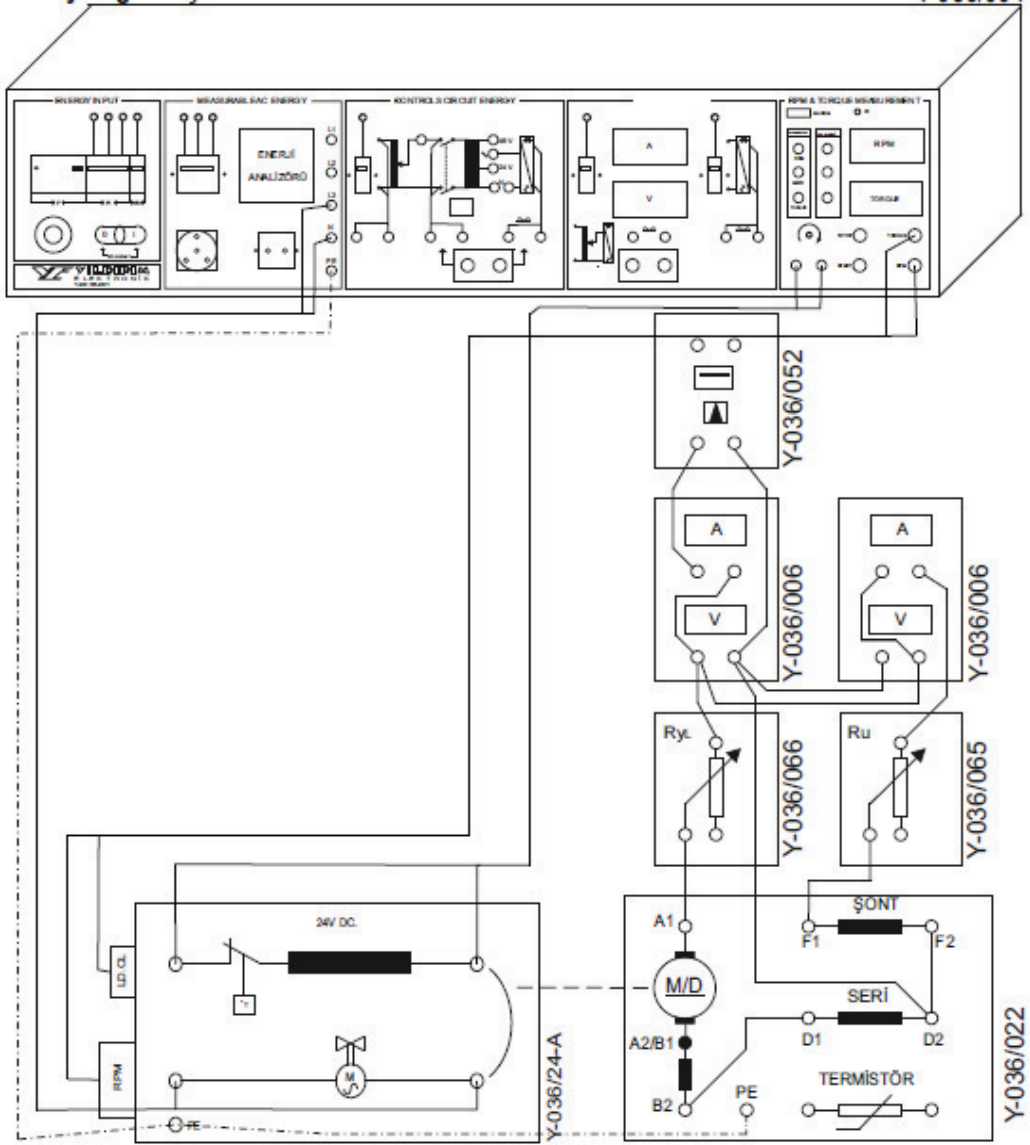
Kompunt motorların dış karakteristik eğrileri Şekil-12.1'de görülmektedir.



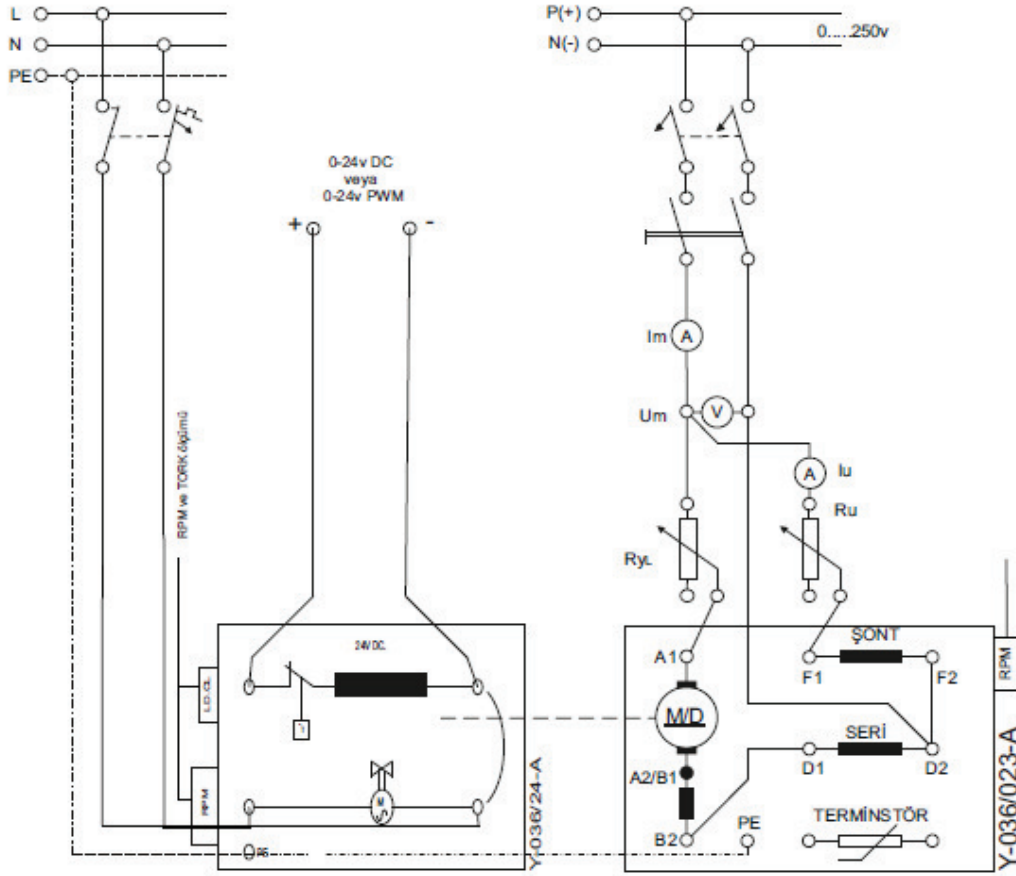
Şekil-12.1 Kompunt motor dış karakteristiği

Deney yapılırken öncelikle motor nominal devirde nominal akımı ile yüklenerek uyarım direnci sabitlenir. Daha sonra motorun tüm yükü kaldırılarak boştaki devir sayısı ölçülür. Motor kademe kademe yüklenerek her kademedeki yük akımı ve devir sayısı kaydedilir. Her üç motor içinde aynı işlemler tekrar edilerek $n=f(I)$ grafikleri elde edilir.

Bağlantı Şeması



Şekil 12.2 D.C Kompunt motorun yükte çalışması deney bağlantı şeması



Şekil 11.3 D.C Kompunt motor yükte çalışma deney bağlantı şeması

Denevin Yapılışı

- 1-Şekildeki bağlantıyı kurunuz ve ilgili öğretim elemanına kontrol ettirmeden kesinlikle enerji vermeyiniz.
- 2-D.C kompunt motora nominal gerilimini uygulayıp(R_{yL}) yol verme reostası ile yol veriniz.
- 3-D.C kompunt motoru, (R_u) uyarım reostası ile nominal devrine ayarlayıp U_m, I_m, I_u, n değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- 4-Manyetik toz freni D.C beslemesini kademe kademe arttırarak motoru dinamik yükte, motor nominal değerine kadar yükleyiniz. Her konumda U_m, I_m, I_u, n, N_m değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- 5-D.C kompunt motoru manyetik fren yardımıyla nominal yükün 1.2 katına kadar yükleyiniz. Bu konumda U_m, I_m, I_u, n, N_m değerlerini gözlemleyip kaydediniz.
- 6-D.C kompunt motor bağlantısını eksiltmeli kompunt yapınız.
- 7-Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.Reostaları ilk konumuna getiriniz.

Deneyde Kullanılan Aletler

Sıra No	Lab. No	Aletin Cinsi	Özelliği	Ölçme Alanı
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Deneyde Ölçülen Değerler

Gözlem No	Bağlantı Tipi	U (V)	I _u (A)	n(d/dk)	I(A)
1	EKLEMELİ KOMPUNT			SABİT	
2					
3					
4					
5					
6					
7	ORTA KOMPUNT				
8					
9					
10					
11					
12					
13	EKSİLTMELİ KOMPUNT				
14					
15					
16					
17					
18					

Sorular ve Cevaplar

- 1-Deneyden aldığınız değerlerle kompunt motorların dış karakteristik eğrisini çiziniz?
- 2-Kompunt motor boşta çalışırken devir sayısı nasıl değişir?
- 3-Yükle devir sayısının sabit kalması istenirse seri sargının sarım sayısı nasıl hesaplanabilir? Araştırınız.
- 4-Ters kompunt motorda ilk kalkınma anında yol verme direncinin hızlı bir şekilde devreden çıkarılmasının sakıncası nedir?
- 5-Kompunt olarak çalışan bir motorun hangi tip olduğu nasıl anlaşılabilir?

