



MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ELEKTRİK MAKİNALARI I LABORATUARI

Doğru Akım Makinaları ve Transformator Deneyleri

Öğrencinin:

Adı Soyadı :

Numarası :

Seans Başlama/Bitiş Saati :

Deneyin Yapıldığı Tarih :

DENEY NO : 1

DENEYİN ADI : Yabancı uyarımlı generatör (YUG) özelliklerinin elde edilmesi

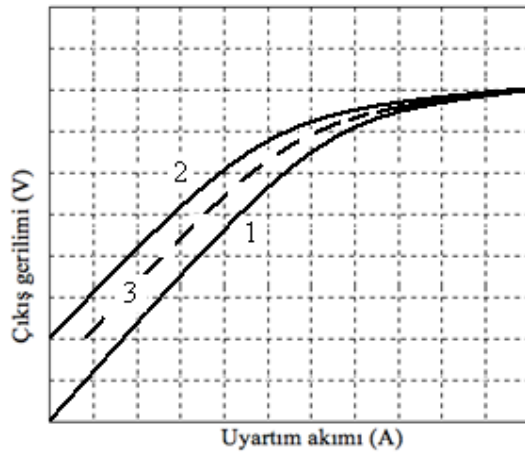
DENEYİN AMACI : Yabancı uyarımlı doğru akım generatörü boş ve yüklü çalışma karakteristiklerinin incelenmesi

TEORİK BİLGİ:

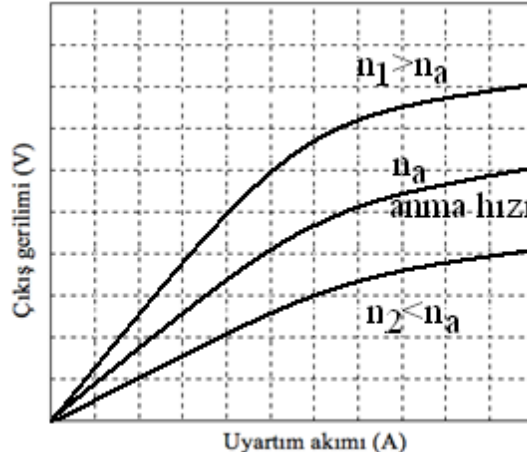
Uyarım devresi akımı, endüvi devresinden bağımsız bir güç kaynağından sağlanan generatöre yabancı uyarımlı generatör denir. Sözü edilen bağımsız yabancı kaynak, başka bir doğru akım generatörü veya bir doğrultmaç ünitesi olabilir.

Boş çalışma: Devir sayısı sabit ve yüksüz olarak çalışan bir yabancı uyarımlı generatörde, uyarım akımı ile generatör uç gerilimi arasındaki ilişkiyi veren eğriye **yabancı uyarımlı generatörün boş çalışma karakteristiği** denir ve endüklenen gerilim ile uyarım akımı arasındaki ilişki $E = f(I_f)$ olarak yazılabilir. Bu eğri gerçekte $E = K f \omega$ veya devir sayısının sabit olmasından dolayı bir ölçek farkı ile $f = f(I_f)$ eğrisine benzer. Bu nedenle eğriye **mıknatıslanma eğrisi** de denilir. Çekirdekte (endüvi ve endüktörde) kullanılan manyetik malzemelerin doğrusal olmayan davranışlarından dolayı uyarım akım ile endüklenen gerilim arasındaki ilişkinin doğrusal olmayacağını beklemek normaldir.

Bilindiği gibi mıknatıslanma eğrisi ($+I_f$) ve ($-I_f$) uyarım akımları ile çıkartılırsa **histeresiz** eğrisi elde edilir. Şekil 1'de yabancı uyarımlı generatörün boş çalışma eğrisi görülmektedir. Uyarım akımı aynı yönde olmak şartı ile artırılırsa 1 no'lu eğri, daha sonra azaltılırsa 2 no'lu eğri elde edilir. Çıkış ve iniş eğrilerinin ortalaması ise 3 no'lu eğriyi verir. Akım sıfıra azaltıldığında 2 nolu eğrinin sıfıra ulaşmamakta ve hala bir seviyesi bulunmaktadır.



Şekil 1: Mıknatıslanma eğrisi



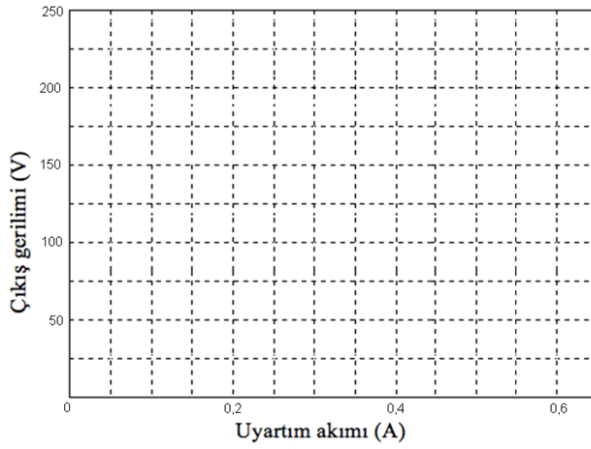
Şekil 2: Farklı devirler için mıknatıslanma eğrileri

Çizelge 1: Boş çalışma (mıknatıslanma) deneyi verileri

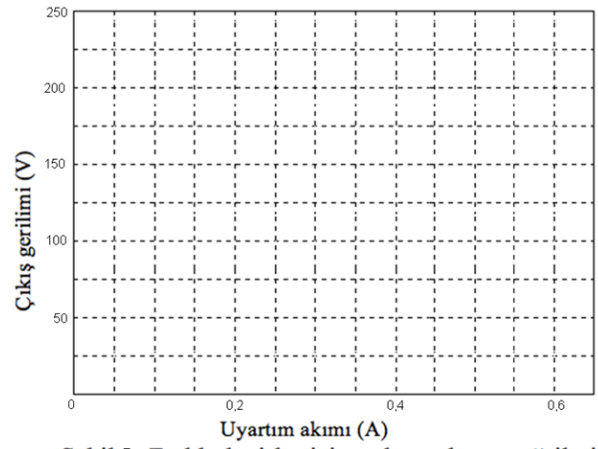
Artırma eğrisi	n(d/d)	Çıkış gerilimi (V)						
		Uyartım akımı (A)						
Azaltma eğrisi		Çıkış gerilimi (V)						
		Uyartım akımı (A)						

Çizelge 2: Farklı hızlar için boş çalışma (mıknatıslanma) deneyi verileri

Hız (d/d)	I_f (A)						
1500	V_T (V)						
2250	V_T (V)						
3000	V_T (V)						



Şekil 4: Mıknatıslanma eğrisi

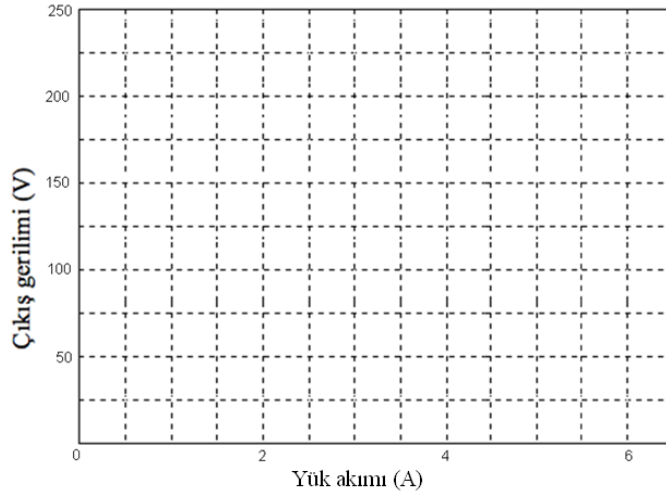


Şekil 5: Farklı devirler için mıknatıslanma eğrileri

Yabancı uyartımlı doğru akım generatörü anma hızında döndürülürken ve yüksüz çalışırken deney şemasındaki S anahtarını kapatınız ve generatör yük direncini kademeli olarak değiştirerek generatörü anma yüküne kadar yükleyiniz. Yük akımı ve çıkış gerilimi değerlerini Çizelge 3'te kaydediniz ve bu veriler ile Şekil 6 üzerinde eğriyi çiziniz.

Çizelge 3: Yüklü çalışma deneyi verileri

n(d/d)	Yük akımı (A)						
	Çıkış gerilimi (V)						



Şekil 6: Yüklü çalışma eğrisi

SORULAR:

1. Boş çalışma eğrileri niçin çıkartılır? Amacını açıklayınız.
2. Anma devrinin altında ve üstünde yapılan deneylerde elde edilen eğriler birbirinden niçin farklı çıkmaktadır?
3. Uyarım akımı anma değerinden daha fazla arttırılırsa, gerilim de aynı oranda artar mı? Uyarım akımının yönü değişirse, generatör gerilim üretir mi? Nedenleriyle açıklayınız.
4. Anma uyarım akımının % kaçında anma uç gerilimini elde ettiniz.
5. $I_f = 0$ iken ölçülen uç gerilimi anma uç geriliminin % kaçıdır?
6. Uyarım akımının belirli bir değerinde, artırma ve azaltma eğrileri birbirinden niçin farklı çıkmaktadır?
7. Generatör yüklendikçe çıkış gerilimi niçin azalmaktadır?
8. Generatörün gerilim regülasyonunu bulunuz.

SONUÇ:

DENEY NO : 2

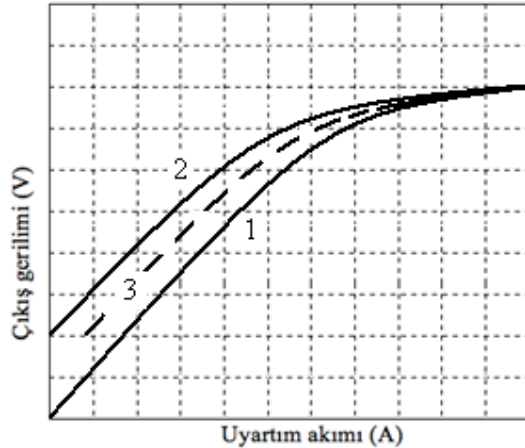
DENEYİN ADI : Şönt generatör özelliklerinin elde edilmesi

DENEYİN AMACI : Kendinden uyarımlı doğru akım şönt generatörün boş ve yüklü çalışma karakteristiklerinin incelenmesi

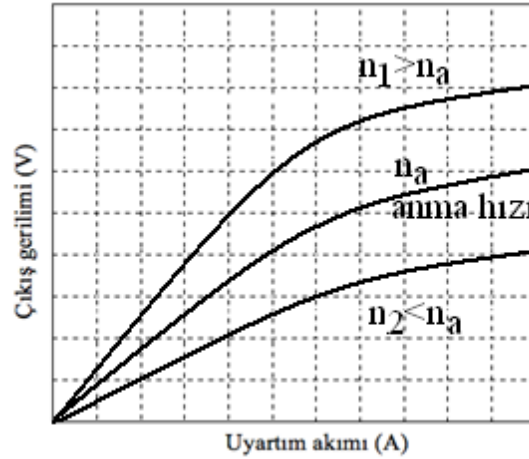
TEORİK BİLGİ:

Şönt generatör anma hızında döndürülürken uyarım akımı ile çıkış uçlarında ölçülen gerilim arasındaki bağıntıya şönt generatörün **boş çalışma karakteristiği** veya **mıknatıslanma karakteristiği** denir. Şönt generatörde endüvi ve uyarım sargıları paralel bağlıdır. Makine döndürülürse, kutuplardaki artık mıknatısiyetten dolayı endüvide küçük bir gerilim endüklenir. Bu gerilim uyarım sargısı uçlarına da aynen uygulanmış olduğundan bu sargıdan da bir akım geçer. Kutuplardaki alan, geçen bu uyarım akımı nedeni ile kuvvetlenecek olursa, endüklenen gerilimde artar. Bu olay çalışma süresince tekrarlanacağından makine kendi kendini uyarımış olur.

Yüklü çalışma: Şönt generatör anma hızında döndürülürken ve yüksüz çalışırken kademeli olarak yüklendiğinde yük akımı ile çıkış geriliminin değişim eğrisi yüklü çalışma veya çıkış karakteristiği olarak adlandırılır.



Şekil 1: Mıknatıslanma eğrisi



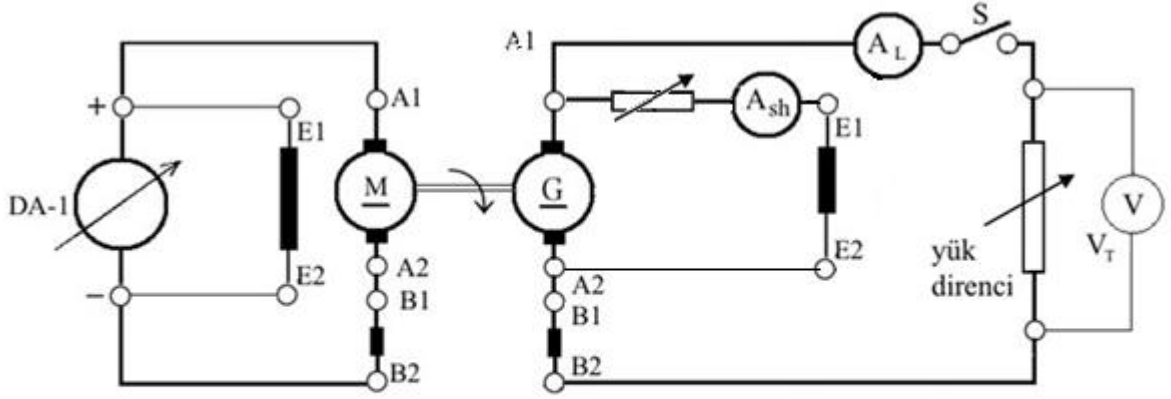
Şekil 2: Farklı devirler için mıknatıslanma eğrileri

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil 3'de verilen deney şemasına göre deney bağlantısını uygun araç ve gereçler ile birlikte yapınız.

Boş çalışma: Generatörü anma hızında döndürünüz ve hız değerini Çizelge 1'de yerine kaydediniz. S anahtarı açıkken uyarım akımını sıfırdan başlayarak anma uyarım akımının 1,2

katına kadar artırınız. Her durum için uyarım akımını ve çıkış gerilimini Çizelge 1’de yerine kaydediniz.



A1-A2 endüvi devresi DA-1 ayarlı DA kaynağı A_L yük akımı V_T çıkış gerilimi
 B1-B2 komitasyon sargısı DA-2 ayarlı DA kaynağı A_{sh} uyarım akımı
 E1-E2 şönt uyarım sargısı

Şekil 3: Deney bağlantı şeması

Uyarım akımını kademeli azaltarak sıfıra getiriniz. Her durum için uyarım akımı ve çıkış gerilimini Çizelge 1’de yerine kaydediniz ve bu veriler ile Şekil 4 üzerinde eğriyi çiziniz.

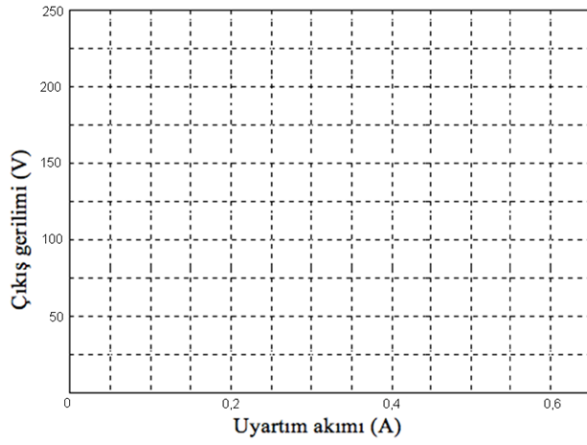
Deneyi, generatörün anma hızının 0.8 ve 1.2 katları için tekrarlayınız, verileri Çizelge 2’de yerine kaydediniz ve bu veriler ile Şekil 5 üzerinde eğriyi çiziniz.

Çizelge 1: Boş çalışma (mıknatıslanma) deneyi verileri

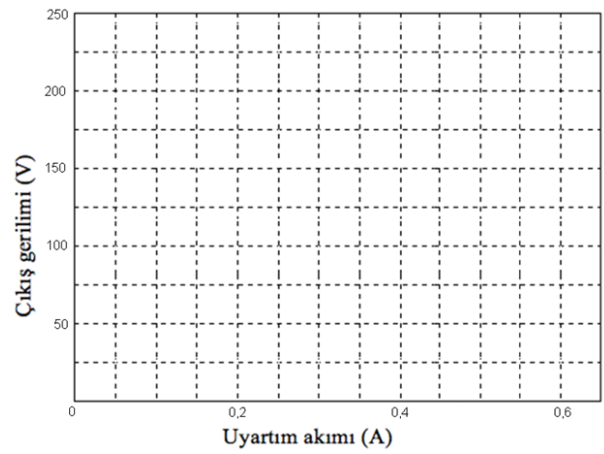
Artırma eğrisi	n(d/d)	Çıkış gerilimi (V)						
		Uyarım akımı (A)						
Azaltma eğrisi	n(d/d)	Çıkış gerilimi (V)						
		Uyarım akımı (A)						

Çizelge 2: Farklı hızlar için boş çalışma (mıknatıslanma) deneyi verileri

3600 d/d	V_T (V)						
	I_f (A)						
2400 d/d	V_T (V)						
	I_f (A)						



Şekil 4: Mıknatıslanma eğrisi

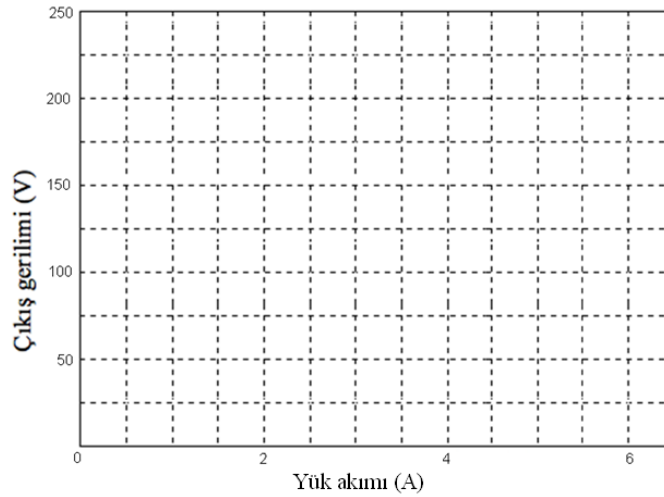


Şekil 5: Farklı devirler için mıknatıslanma eğrileri

Yüklü çalışma: Şönt generatör anma hızında döndürülürken ve yüksüz çalışırken deney şemasındaki S anahtarını kapatınız ve generatör yük direncini kademeli olarak değiştirerek generatörü anma yüküne kadar yükleyiniz. Yük akımı ve çıkış gerilimi değerlerini Çizelge 3'te kaydediniz ve bu veriler ile Şekil 6 üzerinde eğriyi çiziniz.

Çizelge 3: Yüklü çalışma deneyi verileri

n(d/d)	Yük akımı (A)						
	Çıkış gerilimi (V)						



Şekil 6: Yüklü çalışma eğrisi

SORULAR:

1. Boş çalışma eğrileri niçin çıkartılır? Amacını açıklayınız.
2. $I_f = 0$ iken ölçülen uç gerilimi anma uç geriliminin % kaçırır?
3. Boş çalışma deneyinden elde edilen eğrilerin başlangıç ve son kısımlarındaki değişimlerin nedenlerini açıklayınız.
4. Generatör yüklendikçe çıkış gerilimi niçin azalmaktadır?

SONUÇ:

DENEY NO : 3

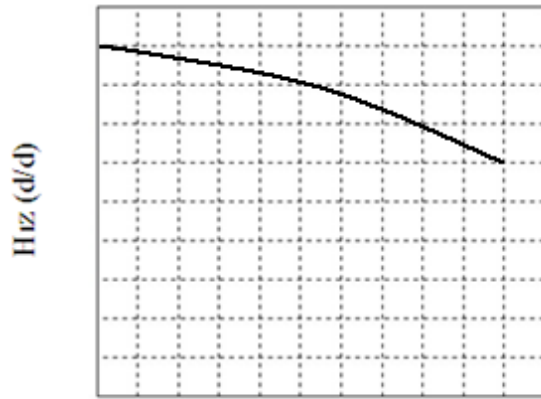
DENEYİN ADI : Şönt motorun özelliklerinin elde edilmesi

DENEYİN AMACI : Şönt motorun yük ve hız ayar karakteristiklerinin incelenmesi

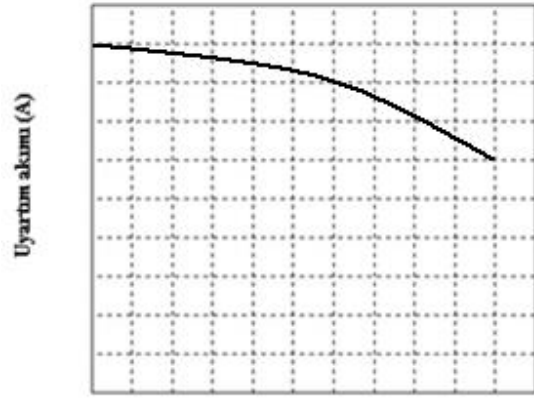
TEORİK BİLGİ:

Yüklü çalışma: Şönt motor yüksüz olarak anma hızında döndürülürken kademeli olarak yüklendiğinde yük akımı ile devir sayısının değişim eğrisi (Şekil 1-a) yüklü çalışma veya çıkış karakteristiği olarak adlandırılır.

Ayar Karakteristiği: Şönt motor açısal hızının tanımlandığı $\omega = V_T - I_L R_a / Kf$ eşitliğine göre, motor akımı arttıkça yani motor yüklendikçe hızı düşmektedir. Yükün arttığı durumlarda hızın sabit kalması istenirse, uyarım akımının ve dolayısıyla uyarım akısının azaltılması gerekir. Diğer bir ifadeyle yük akımı ile uyarım akımı arasındaki ilişkiye ayar karakteristiği denilir (Şekil 1-b).



Şekil 3: Yüklü çalışma eğrisi



Şekil 4: Ayar karakteristiği eğrisi

Şekil 1-a: Yük karakteristiği

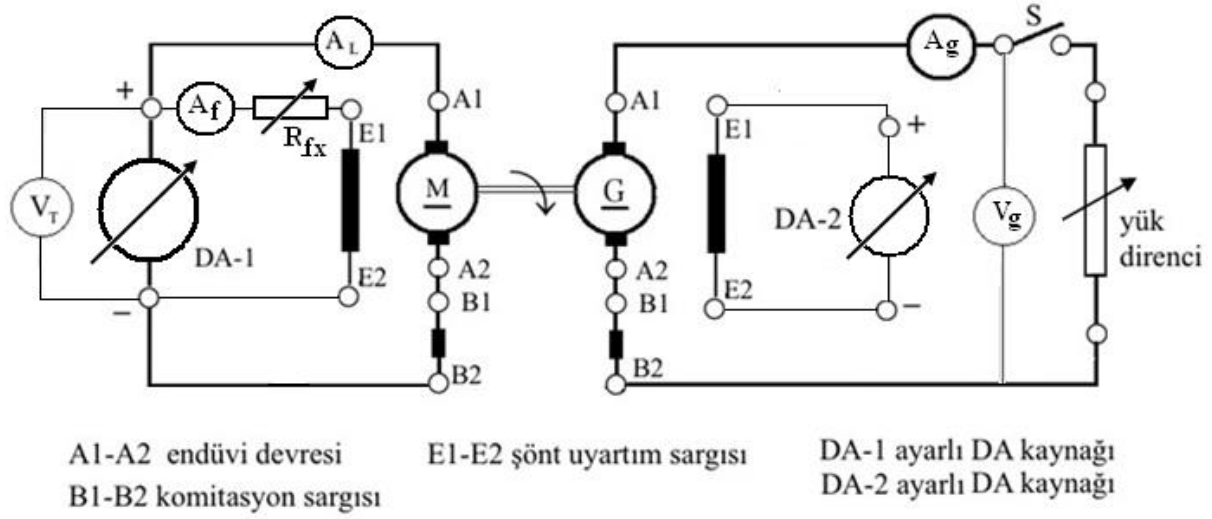
Şekil 1-b: Ayar karakteristiği

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil 2’de verilen deney şemasına göre deney bağlantısını uygun araç ve gereçler ile birlikte yapınız.

Yüklü çalışma: Motora yüksüz olarak yol veriniz ve anma hızında çalışmasını sağlayınız. S anahtarını kapatınız. Motoru kademeli olarak yükleyiniz. Kaynak geriliminin ve dolayısıyla

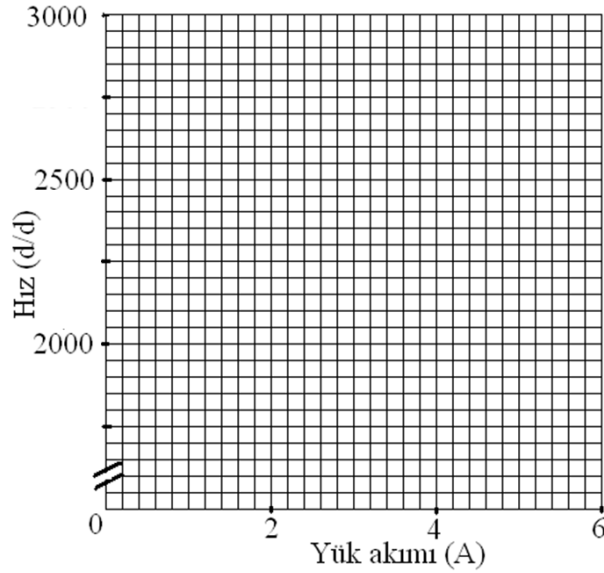
uyartım akımının sabit kalmasını sağlayınız. Her yük durumu için yük akımını ve devir sayısını Çizelge 1’de yerine kaydediniz ve bu veriler ile Şekil 3 üzerinde eğriyi çiziniz.



Şekil 2: Deney bağlantı şeması

Çizelge 1: Yüklü çalışma deneyi verileri

$V_T =$ (V)	I_L (A)							% Hız regülasyonu
$I_f =$ (A)	n (d/d)							



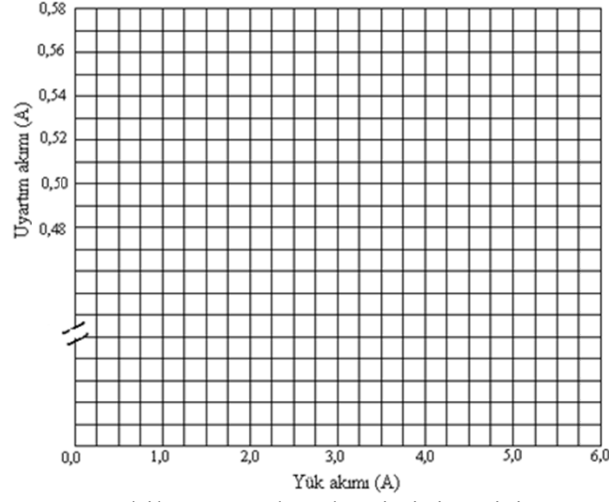
Şekil 3: Yüklü çalışma eğrisi

Ayar karakteristiği: Motora yüksüz olarak yol veriniz ve anma hızında çalışmasını sağlayınız. S anahtarını kapatınız. Motoru kademeli olarak yükleyiniz ve kaynak geriliminin sabit kalmasını sağlayınız. Şönt uyarım sargısına seri bağlı reosta ile uyarım akımını ayarlayarak motor hızının sabit kalmasını sağlayınız. Her yük durumu için yük akımını ve

uyartım akımını Çizelge 2’de yerine kaydediniz ve bu veriler ile Şekil 4 üzerinde eğriyi çiziniz.

Çizelge 2: Ayar karakteristiği deneyi verileri

$n =$	d/d	Uyartım akımı (A)							
$V_T =$	(V)	Yük akımı (A)							



Şekil 4: Ayar karakteristiği eğrisi

SORULAR:

1. Şönt motor yüklendikçe devir sayısı niçin azalır?
2. Hangi durumda yük arttıkça şönt motorun devir sayısı artabilir? Bu durumda devir sayısını sabit tutmak için ne gibi işlemler yapılır?
3. Ayar karakteristiği nedir, ne şekilde değişmektedir?

SONUÇ:

DENEY NO : 4

DENEYİN ADI : Seri motor özelliklerinin elde edilmesi

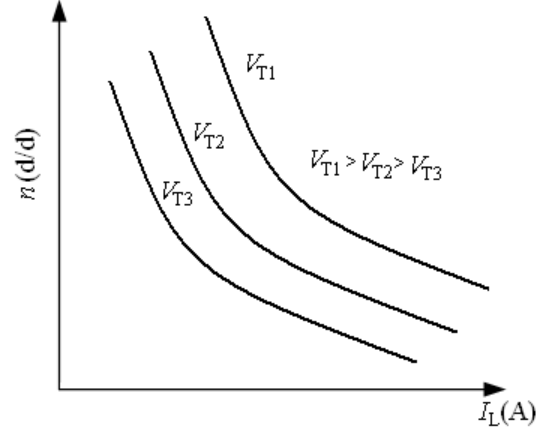
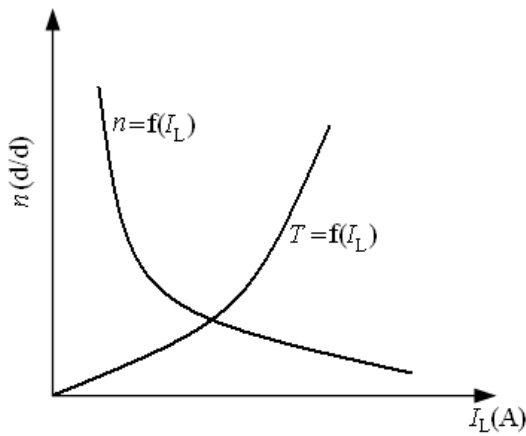
DENEYİN AMACI : Seri motorun sabit kaynak geriliminde yük akımı (veya döndürme momenti) ile devir sayısı arasındaki bağıntının incelenmesi

TEORİK BİLGİ:

Sabit kaynak geriliminde yük akımına bağlı olarak devir sayısının değişimini gösteren eğriye seri motorun **yük karakteristiği** denir. Seri motorun yük akımı, aynı zamanda uyarım akımıdır. Bu motorlara boşa yol verildiğinde, yük akımı (veya uyarım akımı) çok düşük olduğundan motor hızı tehlikeli seviyelere yükselir. Bu nedenle seri motora yol verme işlemi yük altında yapılmalıdır. Motorların devir sayısı $\omega = \frac{V_T - I_a R_a}{K\phi}$ eşitliği ile tanımlanır. Yük

akımının artması ile oluşan gerilim düşümleri dikkate alınmazsa, hız Şekil 1'deki gibi değişir. Bu eğriye göre motor yüklendiğinde devir sayısı çok hızlı azalırken yük azaldığında devir sayısı hızla artmaktadır. Seri motorlarda üretilen tork $T = KI_a^2$ yük akımının karesi ile

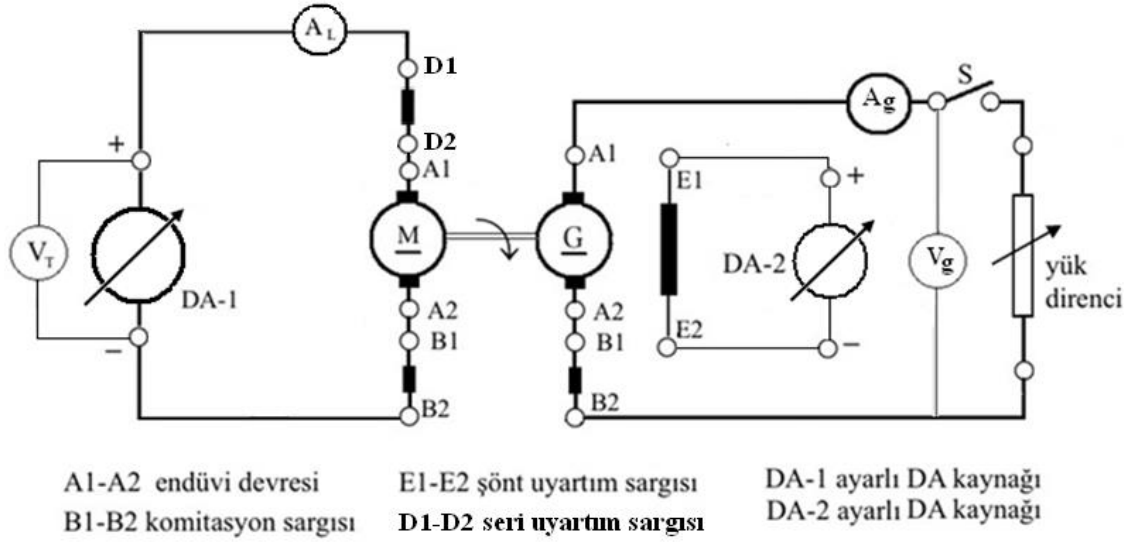
orantılıdır. Bu nedenle seri motorlar yük altında yol alan ağır işlerde özellikle vinç, asansör, elektrikli tren, trolleybüs, tramvay gibi işlerde çok kullanılır. Bu eğride endüvi reaksiyonu etkisi dikkate alınmamıştır. $T_a = f(I_L)$ değişimi pratik olarak frenlerle saptanır. Şekil 2'de uygulanan kaynak gerilim ile yük karakteristiğinin değişimi gösterilmiştir.



Şekil 1:Yük akımı ile hızın değişimi.

Şekil 2:Farklı gerilimlere göre yük karakteristiği

BAĞLANTI ŞEMASI



Şekil 3: Deneysel bağlantı şeması

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil 3'deki bağlantıyı yapınız. Motora düşük gerilim altında yol veriniz. Motor devir sayısını kontrol altında tutmak için yük frenini kullanınız. Motorun anma hızında dönmelerini sağlayınız. Motorun uç gerilimini sabit tutunuz ve motoru yükleyiniz. Her kademe yük için yük akımı ve devir sayısı değerlerini Çizelge 1'de yerine kaydediniz. Deneysel verileri ile Şekil 4 üzerinde hız-moment eğrisini çiziniz. Boş ve yüklü çalışmadaki hız değerlerini Çizelge 2'de yerine yazınız ve hız regülasyonunu hesaplayarak kaydediniz.

Çizelge 1: Deneysel verileri

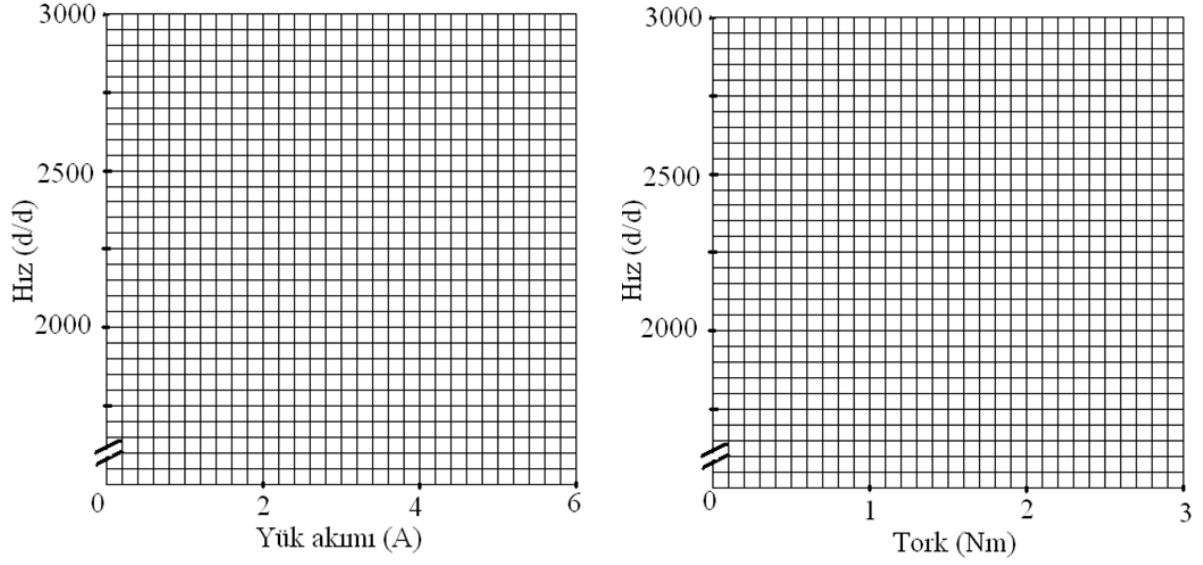
V_T (V)	n (d/d)	I_L (A)	T (Nm)	P (W)

Çizelge 2: Hız regülasyonu için deneysel verileri

Yüksüz hız (d/d)	Yüklü hız (d/d)	Hız regülasyonu (%)

Çizelge 1'deki verilere göre hızı yatay eksende gösteriniz ve hızın fonksiyonu olarak;

- Endüvi akımı eğrisini,
- Tork eğrisini çiziniz.



Şekil 4: Deney verilerine göre yük akımı ve tork ile hızın değişim eğrileri

SORULAR:

1. Seri motorun yük karakteristiğinin anlamını açıklayınız?
2. Seri motorlara boşta niçin yol verilmez? Açıklayınız.
3. Yük akımı ile devir sayısının ve momentin değişimleri nasıl olmaktadır?
4. Seri motorun dönüş yönü nasıl değiştirilebilir?
5. Seri motorun momentine etki eden faktörler nelerdir?
6. Uygulanan terminal geriliminin azalması, aynı yük değeri için devir sayısını ne şekilde etkilemektedir?

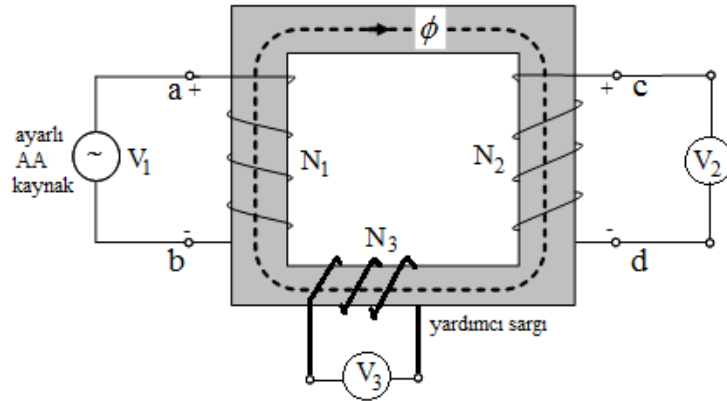
SONUÇ:

DENEY NO: 5

DENEYİN ADI: Transformatorlarda sarım sayılarının bulunması ve polaritelerinin belirlenmesi

DENEYİN AMACI: Transformator sargılarının sarım sayılarını bulmak, polaritelerini belirlemek

Sarım sayısını bulma: Primer ve sekonder sargıların sarım sayılarının bulunması deneyi, sekonder devre açık iken yapılır. Sarım sayıları bilinmeyen bir transformatorunda, sarım sayılarının bulunması için transformator sargılarından biri üzerine veya çekirdek üzerinde uygun bir yere bir iletken ile bilinen sarım sayısında (turda) bir yardımcı sargı sarılır. Şekil 1'deki şemaya göre bağlantı yapılır. Primer sargısına anma gerilimi veya daha düşük bir gerilim uygulanır. Primer, sekonder ve yardımcı sargıların gerilimleri ölçülür. Bilinen gerilimler ve sarım sayısı kullanılarak bilinmeyen sarım sayıları bulunabilir.

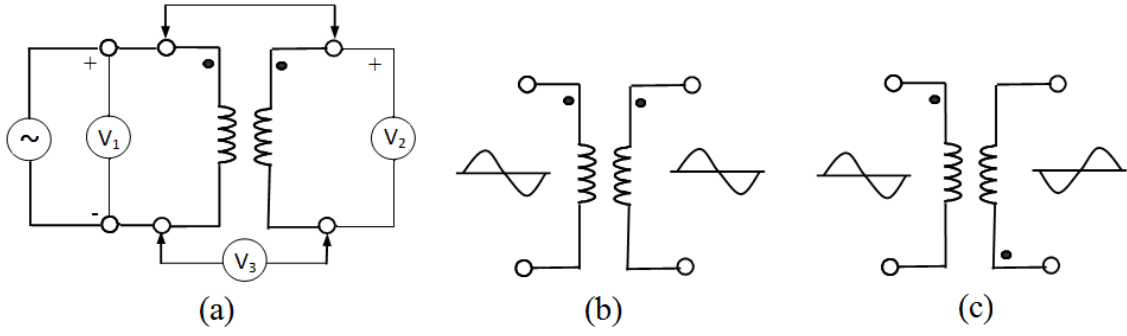


Şekil 1. Sarım sayısı belirleme deneyi bağlantı şeması

Yardımcı sargı		Primer gerilimi		Sekonder	
gerilimi, V_3	sarım sayısı, N_3	gerilimi, V_1	sarım sayısı, N_1	gerilimi, V_2	sarım sayısı, N_2

Transformator polaritesini bulma: Bir transformatorun polaritesinin bilinmesi, transformatorların birbirlerine bağlanmalarında veya bir transformatorun çeşitli sargılarının kendi aralarında bağlanmalarında çok önemlidir. Bir transformatorun ikiden fazla sargısı olabilir ve gerilim seviyesini yükseltmek için bu sargıların kendi aralarında seri bağlantılarına, akım seviyelerini yükseltmek için ise paralel bağlantılarına gerek olabilir. Gerekli bağlantı yapılmadan önce her bir sargının polaritesi bilinmelidir.

Bir sargıda endüklenen gerilimin polaritesi dot (•) veya pozitif (+) ve negatif (-) işaretleri ile gösterilir. Dotlu terminalin (ucun) potansiyeli dotsuz terminalden daha yüksektir. Polarite ile her bir sargıda endüklenen gerilimin diğer sargılara göre bağıl yönü de ifade edilmektedir.



Şekil 2 (a) Polarite belirleme deney şeması, (b) çıkarmalı polarite, (c) toplamalı polarite

Bir transformatorun polariteleri basit bir deney ile belirlenebilir. Bunun için Şekil 2(a)'daki transformatorun yüksek ve düşük gerilim sargılarının üstteki yakın terminalleri birbiriyle birleştirilir ve boşta kalan alttaki uçlar arasında bir voltmetre (V_3) bağlanır. Yüksek gerilimli sargı uçlarına düşük bir gerilim uygulanır ve bir voltmetreyle (V_1) ve sekonder sargı gerilimi ise V_2 ile ölçülür. V_3 voltmetresi; uygulanan gerilimden daha düşük bir değer gösterirse (yani $V_3=V_1-V_2$) olursa transformatorun “çıkarmalı polariteli” olduğu (Şekil 2(b)), yüksek bir değer gösterirse “toplamalı polariteli” olduğu (Şekil 2(c)) söylenir.

SONUÇLAR:

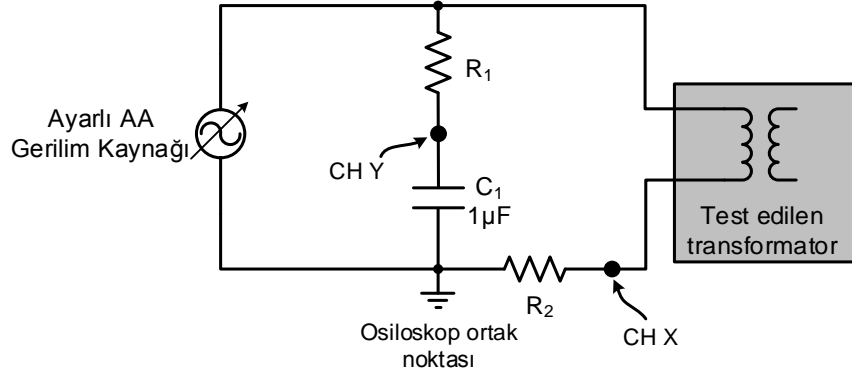
DENEY NO: 6

DENEYİN ADI: Transformatorun histerezis (B–H) eğrisinin çıkartılması ile açık-devre ve kısa-devre deneyleri

DENEYİN AMACI: Bir transformator nüvesinin histerezis eğrisinin çıkartılarak manyetik özelliklerinin incelenmesi ve transformatorun eşdeğer devre parametreleri olarak bilinen her bir sargının direncini ve kaçak reaktansını, çekirdek kayıpları direncini ve mıknatıslama reaktansını bulmaktır. Bu parametreleri bulmak için açık-devre ve kısa-devre deneyleri yapılır.

Histerezis eğrisinin çıkartılması:

Transformatorun B–H eğrisini çıkarmak için öncelikle Şekil 1’deki düzenek oluşturulur. Düzenekteki R_1 ve C_1 elemanlarından oluşan seri RC devresi, primer geriliminin integralini almakta ve bunun sonucunda transformatorun akısını temsil eden sinyal elde edilmektedir. R_2 direnci ile primer sargısının çektiği akımın dalga şekli elde edilmektedir. Akım ile manyetik alan şiddeti H doğrusal bir ilişkiye sahip olduğundan algılanan akım manyetik alan şiddetini temsil etmektedir. 2 kanallı osiloskopa ölçülen bu iki değer X-Y konumunda görüntülenirse transformatorun B–H eğrisi elde edilmiş olur. Kondansatör terminallerinden ölçülen gerilimin uygulanan kaynak geriliminin integralini büyük ölçüde yansıtabilmesi için çalışma frekansındaki kapasitif reaktansın R_1 değerine göre çok küçük seçilmesi gerekir. Test edilen transformatora seri bağlanan R_2 direnci değerinin ise transformator akımını değiştirmemesi için küçük seçilmesi gerekir.



Şekil 1. Transformatorun B-H eğrisi ölçüm düzeneği

Şekil 1’deki bağlantıda osiloskobun 1. kanalına (X) akım, 2. kanalına (Y) ise akı probu bağlanmıştır. Osiloskop X-Y konumuna alındığında görülen histerezis eğrisini Şekil 2’deki yerine çiziniz.

Transformator sargı direnci ve kaçak reaktansında düşen gerilim ihmal edilirse kaynak gerilimi ile endüklenen gerilim eşit olur. Bu durumda kaynak geriliminin integrali alınırsa,

$$\lambda(t) = \int V_i(t) dt$$

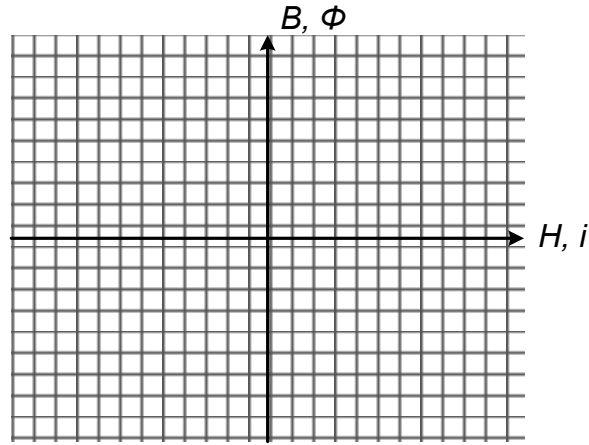
sargı akısı elde edilir. Alçak geçiren filtre devresinde, f kaynak frekansı olmak üzere, $2\pi f R_1 C_1 \gg 1$ için

$$V_o(t) = \frac{1}{R_1 C_1} \int V_i(t) dt$$

eşitliği geçerlidir. Osiloskobun Y kanalındaki işaretin akıyı temsil edebilmesi için bu işaret $R_1 C_1$ değeri ile çarpılmalıdır. Transformatordan geçen akım ise R_2 değeri ile çarpılarak osiloskopta görüntülenebilecek hale getirilmiştir. X kanalından alınan işaretin R_2 değerine bölünmesiyle akımın gerçek değeri de elde edilir. Transformatora ait boşa çalışma anındaki akım ve gerilimler çeşitli gerilimler için osiloskopta kaydedilerek, alınan veriler MATLAB ya da benzer bir programda işlenerek Akım-Akı grafiğine ulaşılabilir.

$$L = \frac{\lambda}{i}$$

olduğundan akım-akı grafiğinin eğimi herhangi bir akımdaki endüktans değerini verecektir. Akım-Akı (B-H) eğrisi elde edilen değerlere göre çizdirilecektir.



Şekil 2. Histerezis eğrisi

Sargıların dirençlerini ölçme:

Primer ve sekonder sargıların dirençlerini bir multimetre veya DA deneyi ile ölçünüz.

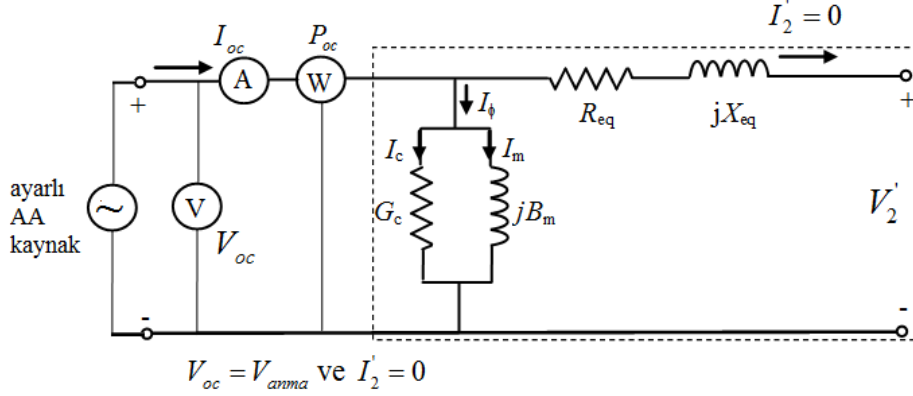
	Primer sargısı	Sekonder sargısı
Direnç		

Açık-devre deneyi (open-circuit test): Bu deney anma gerilim şartlarında nüve kayıpları direncini ve mıknatıslama reaktansını belirlemek için yapılır. R_c ve X_m değerlerini tespit etmek için Şekil 3'deki bağlantı yapılır ve hesaplama için şekildeki yaklaşık eşdeğer devre kullanılır. Bu devrede primer sargı empedansı mıknatıslama empedansından çok küçük olduğundan primer sargı empedansında düşen gerilim çok küçük olmaktadır. Bundan dolayı mıknatıslama empedansı öne alınarak kaynağa paralel duruma getirilmiş ve böylece hesaplama işlemi basitleştirilmiştir. Bu deney genellikle transformatorun düşük gerilimli tarafından yapılır. Bu deneyde, primer sargısına anma frekansında anma gerilimi uygulanır ve sekonder sargı uçları açık (yüksüz) bırakılır. Primer tarafından V_{oc} , I_{oc} ve P_{oc} değerleri ölçülür. Bu deney $V_{oc} = V_{anma}$ ve $I_2' = 0$ şartında yapılır.

$$P_{oc} = V_{oc}^2 G_c \quad G_c = \frac{P_{oc}}{V_{oc}^2} \quad Y_{oc} = \frac{I_{oc}}{V_{oc}} = \sqrt{G_c^2 + B_m^2} \quad B_m = \sqrt{Y_{oc}^2 - G_c^2}$$

Yukarıdaki eşitlikler kullanılarak G_c , Y_{oc} ve B_m değerleri hesaplanır.

Burada $G_c = 1/R_c$, $B_m = 1/X_m$ ve $Y_{oc} = 1/Z_{oc}$



Şekil 3 Açık-devre deneyi devresi

Deneyin yapılışı:

Şekildeki bağlantı şemasını uygun ölçü aletleri ile birlikte gerçekleştiriniz.

Primer anma gerilimini uygulayarak Çizelgedeki değerleri elde ediniz. Yükseltici bir transformatorun primer tarafından deney yapılıyorsa sekonder sargı uçlarında yüksek gerilim oluşacağından deneyi gerçekleştiren kişilerin çarpılmasını engelleyecek gerekli tedbir alınmalıdır.

Ölçülecek ve hesaplanacak değerler çizelgesi (açık-devre deneyi)

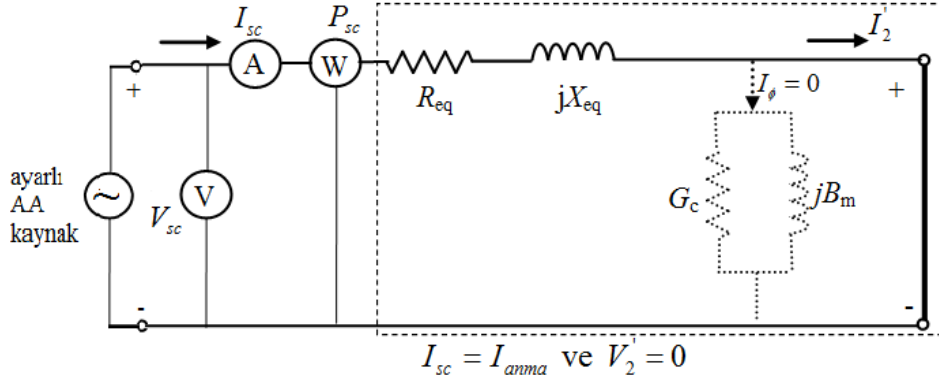
Ölçülecek değerler			Hesaplanacak değerler	
$V_{oc} =$	$I_{oc} =$	$P_{oc} =$	$R_c =$	$X_m =$

Kısa-Devre Deneyi (short-circuit test):

Kısa-devre deneyi empedans veya bakır kayıpları deneyi olarak da adlandırılır. Bu deneyin amacı transformatorun sargılarındaki güç kayıplarını (bakır kayıplarını) ve sargıların empedanslarını belirlemektir. Deney bağlantısı Şekil 4'de gösterilmiştir ve hesaplamalar için şekildeki yaklaşık eşdeğer devre kullanılacaktır.

Deneyin yapılışı:

Kaynak geriliminin başlangıçta sıfır olduğundan emin olunuz. Kısa-devre deneyinde sekonder sargı uçları kısa devre iken primer sargıya anma geriliminin çok küçük bir değeri primerden anma akımı geçinceye kadar uygulanır. V_{sc} , I_{sc} , ve P_{sc} değerleri ölçülür.



Şekil 4. Kısa-devre deneyi devresi

$$P_{sc} = I_{sc}^2 R_{eq}$$

$$Z_{sc} = \frac{V_{sc}}{I_{sc}} = \sqrt{(R_{eq}^2 + X_{eq}^2)}$$

Yukarıdaki eşitliklerden R_{eq} ve X_{eq} değerleri hesaplanır.

Ölçülecek ve hesaplanacak değerler çizelgesi (kısa-devre deneyi)

Ölçülecek değerler			Hesaplanacak değerler	
$V_{sc} =$	$I_{sc} =$	$P_{sc} =$	$R_{eq} =$	$X_{eq} =$

SORULAR:

1. Transformatorun boş çalışmadaki vektör diyagramını çiziniz.
2. Boştaki güç kayıplarının nasıl ayrılabilceğini kısaca açıklayınız.
3. R_c ve X_m ile R_{eq} ve X_{eq} parametrelerinin transformator performansı üzerindeki etkilerini açıklayınız.
4. Gerçek eşdeğer devreyi çiziniz ve üzerinde parametrelerin bulduğunuz değerlerini gösteriniz.

SONUÇLAR:

Boş çalışmada sekonderi açık bırakılan bir transformatorun primerinden çekilen akım boş çalışma akımını verir. I_{oc} iki bileşene ayrılır:

1. E_1 gerilimi ile aynı fazda olan enerji (aktif) bileşeni (I_e),
2. E_1 geriliminden 90° geride olan mıknatıslama bileşeni (I_m).

Mıknatıslama akımı tam endüktif akım olup manyetik akıyı oluşturur. Enerji bileşeni ise aktif bileşen olup çekirdek (demir) kayıplarını karşılar.