3.BÖLÜM: SENKRON MAKİNALAR

İÇİNDEKİLER	Sayfa Numarası
3.1. Alternatörlerin boş çalışma karakteristikleri	
3.1.1. Teorik Bilgi	3
3.1.2. Bağlantı Şeması	5
3.1.3. Deneyin Yapılışı	6
3.1.4. Deneyde Kullanılan Aletler	6
3.1.5. Deneyde Alınan Değerler	6
3.1.6. Sorular ve Yanıtlar	7
3.2. Alternatörlerin dış karakteristiği	
3.2.1. Teorik Bilgi	9
3.2.2. Bağlantı Şeması	11
3.2.3. Deneyin Yapılışı	12
3.2.4. Deneyde Kullanılan Aletler	12
3.2.5. Deneyde Alınan Değerler	13
3.2.6. Sorular ve Yanıtlar	13
3.3. Alternatörlerin ayar karakteristiği	
3.3.1. Teorik Bilgi	16
3.3.2. Bağlantı Şeması	17
3.3.3. Deneyin Yapılışı	18
3.3.4. Deneyde Kullanılan Aletler	18
3.3.5. Deneyde Alınan Değerler	19
3.3.6. Sorular ve Yanıtlar	19
3.4. Alternatörün Kısa Devre Karakteristiği	
3.4.1. Teorik Bilgi	22
3.4.2. Bağlantı Şeması	23
3.4.3. Deneyin Yapılışı	24
3.4.4. Deneyde Kullanılan Aletler	24
3.4.5. Deneyde Alınan Değerler	25
3.4.6. Sorular ve Yanıtlar	25
3.5. Alternatörlerin yüklü doyma karakteristiği	
3.5.1. Teorik Bilgi	27
3.5.2. Bağlantı Şeması	28
3.5.3. Deneyin Yapılışı	29
3.5.4. Deneyde Kullanılan Aletler	29
3.5.5. Deneyde Alınan Değerler	30
3.5.6. Sorular ve Yanıtlar	30
3.6. Alternatörlerin senkron empedans metoduna göre gerilim regülasyonlarının bulunması	
3.6.1. Teorik Bilgi	32

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

3.6.2. Bağlantı Şeması	36
3.6.3. Deneyin Yapılışı	36
3.6.4. Deneyde Kullanılan Aletler	36
3.6.5. Deneyde Alınan Değerler	36
3.6.6. Sorular ve Yanıtlar	37
3.7. Alternatörlerin, gerilim regülasyonlarının potiyer üçgeni metodu ile bulunması	
3.7.1. Teorik Bilgi	39
3.7.2. Bağlantı Şeması	39
3.7.3. Deneyin Yapılışı	41
3.7.4. Deneyde Kullanılan Aletler	41
3.7.5. Deneyde Alınan Değerler	41
3.7.6. Sorular ve Yanıtlar	42
3.8. Senkron motorlara yol verme şekilleri	
3.8.1. Teorik Bilgi	43
3.8.2. Bağlantı Şeması	44
3.8.3. Deneyin Yapılışı	44
3.8.4. Deneyde Kullanılan Aletler	45
3.8.5. Deneyde Alınan Değerler	45
3.8.6. Sorular ve Yanıtlar	47
3.9. Senkron Motorun "V" Eğrilerinin Elde Edilmesi	
3.9.1. Teorik Bilgi	49
3.9.2. Bağlantı Şeması	53
3.9.3. Deneyin Yapılışı	54
3.9.4. Deneyde Kullanılan Aletler	54
3.9.5. Deneyde Alınan Değerler	55
3.9.6. Sorular ve Yanıtlar	56
3.10. Senkron motor ile güç katsayısının düzeltilmesi	
3.10.1. Teorik Bilgi	58
3.10.2. Bağlantı Şeması	59
3.10.3. Deneyin Yapılışı	60
3.10.4. Deneyde Kullanılan Aletler	61
3.10.5. Deneyde Alınan Değerler	61
3.10.6. Sorular ve Yanıtlar	62
3.11. Alternatör veriminin bulunması	
3.11.1. Teorik Bilgi	64
3.11.2. Bağlantı Şeması	67
3.11.3. Deneyin Yapılışı	67
3.11.4. Deneyde Kullanılan Aletler	68
3.11.5. Deneyde Alınan Değerler	68
3.11.6. Sorular ve Yanıtlar	70

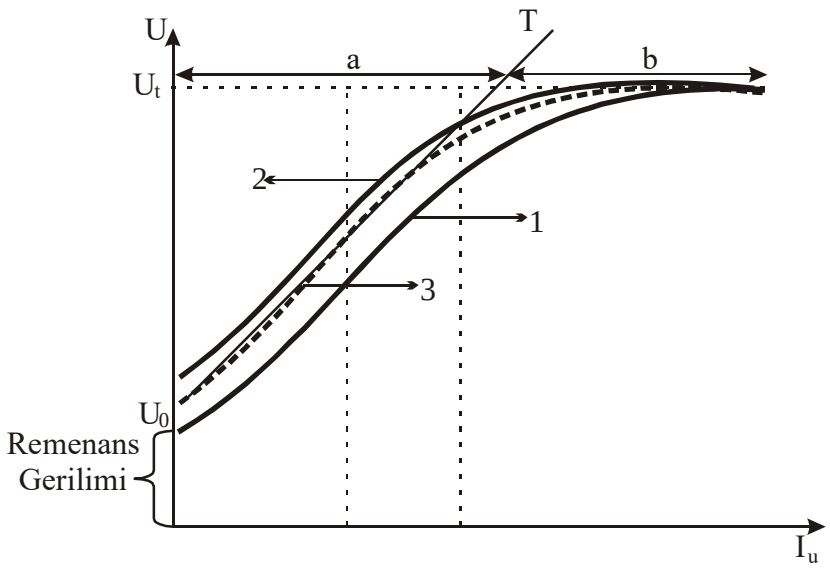
Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Deney No : 1

Deneyin Adı : Alternatörlerin boş çalışma karakteristikleri.

Teorik Bilgi

Anma devir sayısı ile döndürülmekte olan bir alternatörün yüksüz (uçları açık) durumda uyartım akımı ile uç gerilimi arasındaki bağıntıyı veren eğriye alternatörün boş (yüksüz) çalışma karakteristiği denir.



Şekil-1 Alternatörün Boş Çalışma Eğrisi

I_u : Alternatör uyartım akımı

U_t : Alternatör anma gerilimi

U_0 : Alternatör remenans gerilimi

Şekil-1 alternatörlerin boş çalışma eğrisini göstermektedir. Bu eğriye mıknatıslanma eğrisi, açık devre eğrisi ve boş doyma eğrisi gibi isimler de verilir.

Yatay eksen alternatörün uyartım akımını, dikey eksen ise çıkış gerilimini gösterir. Alternatör nominal gerilimle döndürülürken uyartım akımı sıfır olsa dahi çıkış uçlarında U_0 gerilimi oluşmaktadır. Bu gerilimin sebebi alternatör uçlarındaki kalıcı mıknatıslanma olup nominal gerilimin % 5-6'sı kadardır. Bu gerilime "remenans" gerilimi denir. Büyük güçlü alternatörlerde bu gerilim değeri tehlikeli olabilir. Örneğin; nominal gerilimi 10 KV olan bir alternatörde 500-600 Volt

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

değerinde bir gerilim .

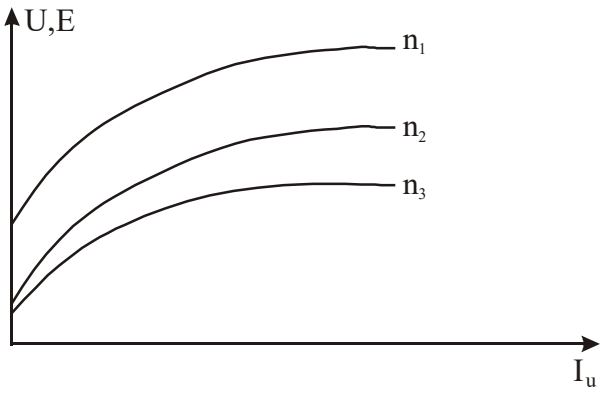
Şekil-1'deki 1 nolu eğri yükselme eğrisidir. Uyartım akımı arttırılırken alınan değerleri gösterir. Eğrinin giderek doğrusal olmasının sebebi ise kutuplarda oluşacak manyetik alanın maksimum değerine yaklaşmasıdır. Kutuplarda oluşacak manyetik alan maksimum değerine ulaştığı zaman, uyartım akımı ne kadar arttırılırsa arttırılsın kutuplardaki manyetik alan yoğunluğu artamayacağından çıkış geriliminde herhangi bir değişme olmaz.

Şekil-1'deki 2 nolu eğri ise iniş eğrisidir. Uyartım akımı azalırken alınan değerleri gösterir. Her iki eğri, histerisiz dolayısıyla birbirinden farklıdır. Bu sebeple hesaplamalarda kesik çizgilerle gösterilen ortalama eğri dikkate alınır.

Uyartım akımı azaltılarak iniş eğrisi elde edilirken, artık mıknatıslanmadan dolayı; aynı uyartım akımlarında, kutuplarda daha yoğun bir manyetik alan bulunacağından, alınan değerler çıkış eğrisi değerlerinden daha yüksektir.

Bu sebeple deney sırasında uyartım akımı, 1 nolu eğri için değerler alınırken sürekli arttırılmalı, 2 nolu eğri için ise sürekli azaltılmalıdır.

Şekil-1'de T doğrusu ortalama eğrinin başlangıç kısmına teğettir. T doğrusunun, anma gerilim değerinden yataya çizilen paralel doğruyu kestiği nokta ile gerilim ekseni arasında kalan a ile gösterilen kısım, manyetik alan çizgilerinin stator ile rotor arasındaki hava aralığını geçmesi için; b ile gösterilen kısım ise nüveyi mıknatıslamak için gerekli uyartım akımı değerini verir.



Şekil-2 Çeşitli devirlerde alternatör boş çalışma eğrileri

n_1 : Senkron devrin üstü

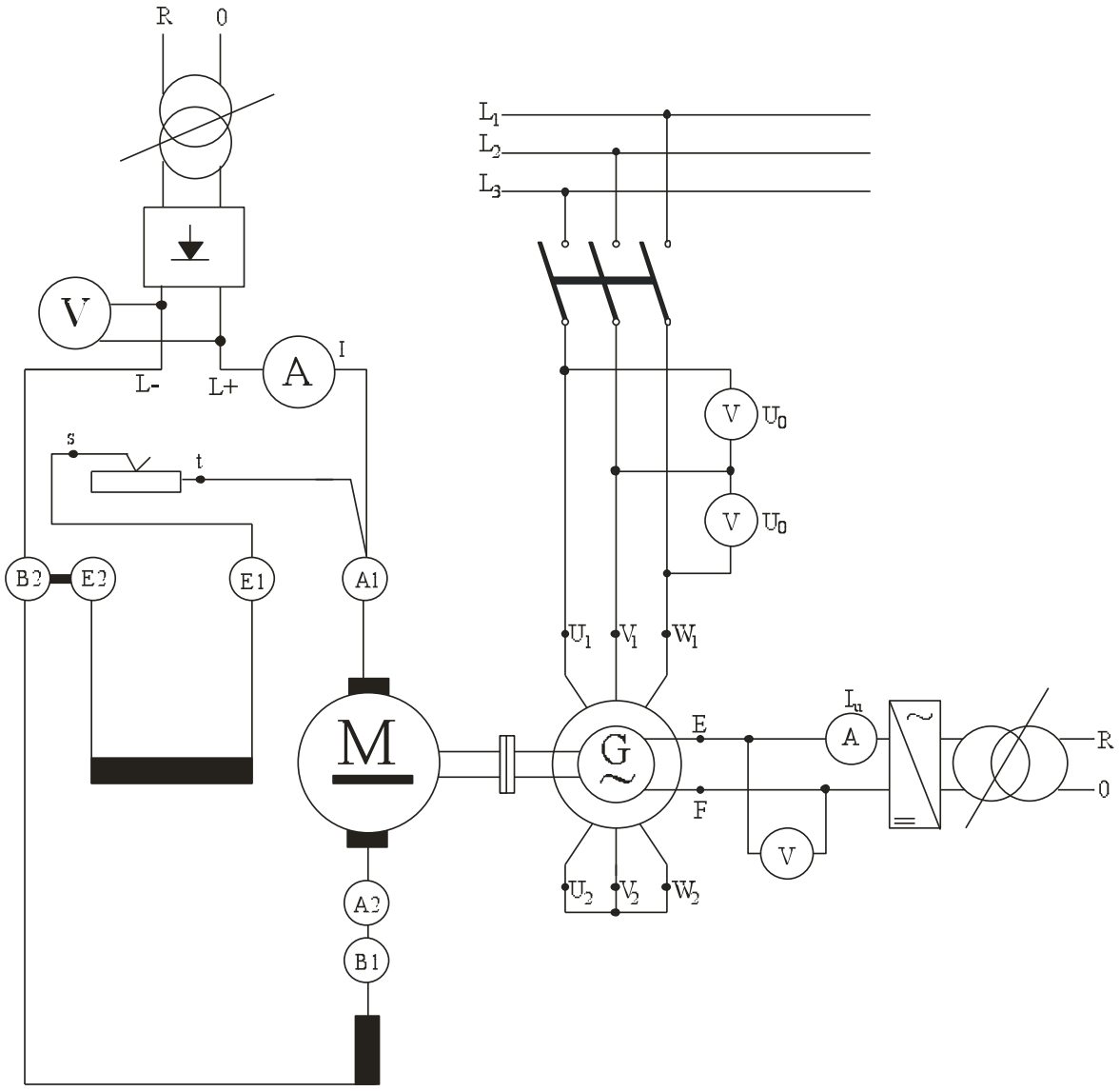
n_2 : Senkron devir

n_3 : Senkron devrin altı

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Şekil-2'deki eğrilerde görüldüğü gibi farklı devir sayılarında, farklı karakteristik eğrileri bulunmaktadır. Bundan dolayı deney boyunca devir sayısı sabit tutulmalıdır.

Bağlantı Şeması



Şekil-3 Alternatörde boş çalışma karakteristiğinin elde edilmesi için gerekli bağlantı şeması.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

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:

		Çıkış Eğrisi		İniş Eğrisi	
Gözlem No	**n (d/dk)**	**I_u (A.)**	**U_{h0} (V.)**	**I_u (A.)**	**U_{h0} (V.)**
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Sorular ve Yanıtlar

1. Uyartım akımı sıfırken alternatör uçlarında gerilim indüklenir mi, neden?

2. Boş çalışma eğrilerinin çıkış ve iniş kısımları niçin birbirinden farklıdır?

3. Uyartım akımının artışı ve azalışı niçin aynı yönde yapılmalıdır?

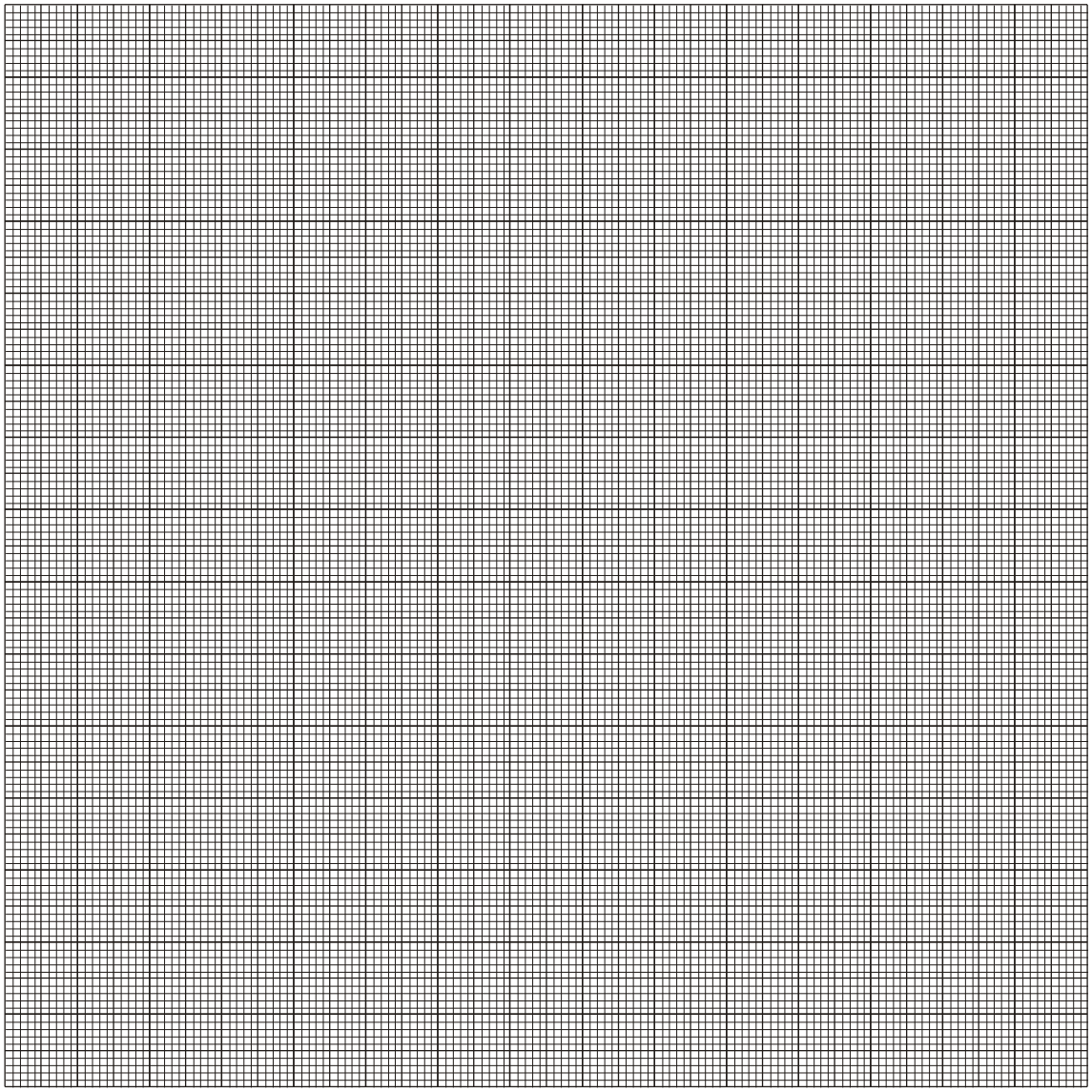
4. Uyartım akımı sürekli arttırılmasına rağmen gerilim belli bir noktadan sonra neden yükselmez?

5. Kendinden uyartımlı bir alternatörün ilk defa çalıştırılırken hangi işlemler yapılır? Açıklayınız.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

6. Farklı devir sayılarında boş çalışma karakteristik eğrisinde nasıl bir değişme olur? Açıklayınız.

7. Aldığınız değerlerle alternatörün boş çalışma grafiğini çiziniz.



Ölçek :

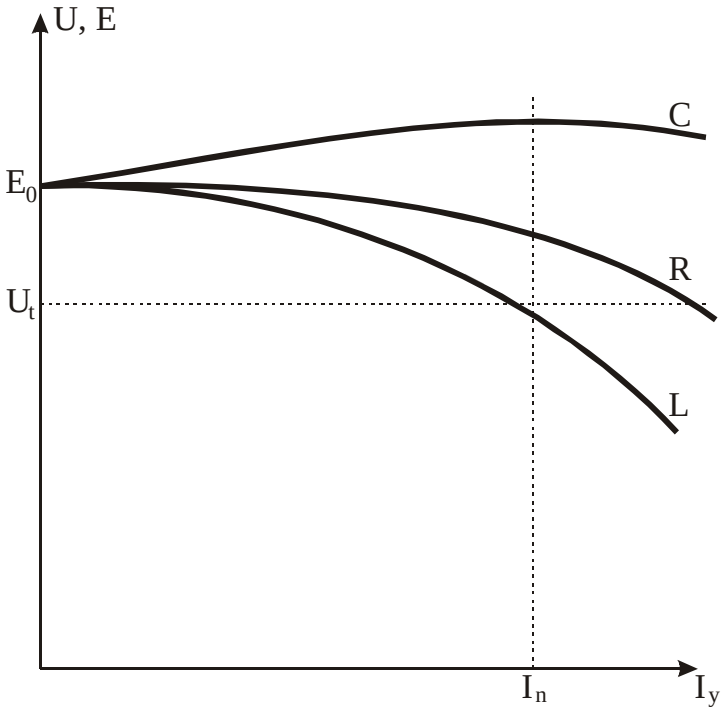
Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Deney No : 2

Deneyin Adı : Alternatörlerin dış karakteristiği

Teorik Bilgi

Alternatörlerde uyartım akımı, güç katsayısı, devir sayısı sabit durumdayken alternatörün yük akımıyla uç gerilimi arasındaki bağlantıyı veren eğrilere dış karakteristik eğrileri denir. Yani $E=f(I_y)$ fonksiyonunun grafiği dış karakteristik eğrilerini verir. Uç geriliminin değişimi yükün güç katsayısına göre değişiklik gösterir.



Şekil-1 Uç geriliminin güç katsayısına göre değişimini.

n : Alternatörün devir sayısı

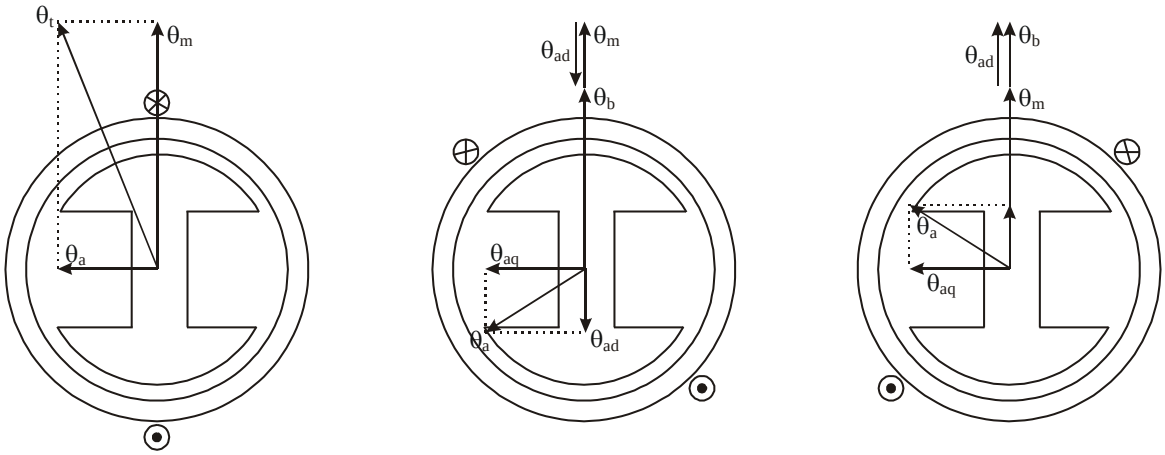
I_0 : Alternatörün nominal yük akımı

U_t : Alternatörün nominal uç gerilimi

Cosφ : Güç katsayısı

Şekil-1'de görüldüğü gibi, omik ve endüktif yüklerde alternatör yüklendikçe uç gerilimi azalmış, kapasitif yüklerde ise artmıştır. Bunun sebebi alternatörlerde oluşan endüvi reaksiyonudur. Stator döner alanının rotor uyartım devresi alanına etki ederek yeni bir bileşke alan meydana getirmesine endüvi reaksiyonu denir.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr



-a- -b- -c-

Şekil-2 Çeşitli yük durumlarında manyetik alan vektörleri.

a-Omik çalışma

b-Endüktif çalışma

c-Kapasitif çalışma

Omik çalışmada akım ve gerilim aynı fazdadır. (Cosφ=1) Gerilim maksimum değerini aldığı zaman akım da maksimum değerini almış olur. Şekil-2-a'da omik çalışma durumunda manyetik akının vektörel durumunu görülmektedir. θ_m kutup alanı, θ_a endüvi alanı θ_t ise iki alanın bileşkesidir. Endüvi alanı, kutup alanını bir tarafta desteklemekte, diğer tarafta ise zayıflatmaktadır. Bunun sonucu manyetik alan φ açısı kadar faz farklıdır. Burada ana akıyı zayıflatma desteklemeden daha kuvvetlidir. Çünkü kutuplar doyuma ulaştığı için manyetik alan daha fazla artamaz fakat zayıflatma devam eder. Bunun sonucu omik çalışmada %10 - %20 arası bir gerilim düşümü gözlenir.

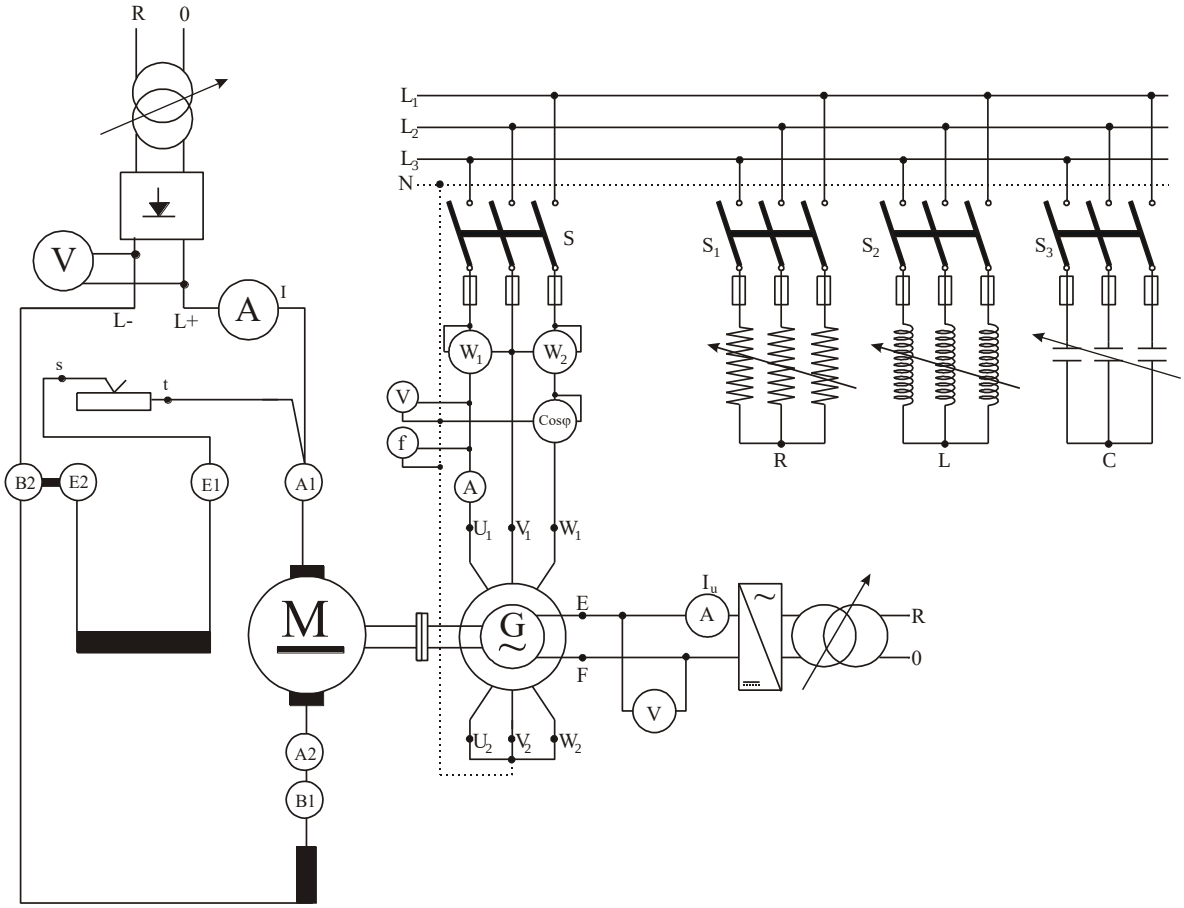
Endüktif çalışmada (Cosφ=0 geri) akım gerilimden geri fazdadır. Şekil-2-b 'de θ_a endüvi alanı iki bileşene ayrılmıştır. θ_{ad} boyuna, θ_{aq} enine bileşendir. $\theta_{ad}=\theta_a.Cos\varphi$, $\theta_{aq}=\theta_a.Sin\varphi$'dir. θ_{ad} boyuna bileşeni θ_m kutup alanı ile 180° faz farklıdır. Bu yüzden ana kutup alanını zayıflatır. Toplam boyuna alan $\theta_b=\theta_m-\theta_{ad}$ olur. Akımın wattlı bileşeni θ_{aq} enine bileşeni meydana getirir. Fakat Cosφ=0 geri durumda watt'lı bileşen yoktur. Bundan dolayı θ_{ad} boyuna bileşen ana akıyı bütün kutup boyunca zayıflatır. Fakat saf endüktif yük elde edilmesi zordur. Ancak çok yakın değerlerde yük elde edilebilir. Bunun için yükte küçük bir miktar θ_{aq} enine bileşen değeri vardır. Alternatör endüktif yüklüyken uç gerilimi omik yüke nazaran daha fazla zayıflar. bunun sonucunda uç geriliminde %20 ile %50 bir azalma gözlenir.

Kapasitif çalışmada ise akım gerilimden ileri fazdadır. Şekil-2-c'de yükün kapasitif olması

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

durumunda θ_{ad} boyuna bileşeni θ_m ana akısını destekler. Yani endüvi alanının etki yönü toplam manyetik alan yönündedir. Bu yüzden toplam boyuna gerilim $\theta_b=\theta_m+\theta_{ad}$ olur. Alternatörün uç geriliminde bir gerilim yükselmesi meydana gelir. Gerilim yükselmesi miktarı yükün kapasitiflik miktarına göre %10 - %20 arasında değişir.

Bağlantı Şeması



Şekil-3 Alternatörlerin dış karakteristik deneyi için gerekli bağlantı şeması

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

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:

Yük Tipi	Gözlem No	n (d/dk)	I_u (A.)	U (V.)	I_y (A.)
Omik Yük	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
Endüktif Yük	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
Kapasitif Yük	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

İşlem Basamakları

1. Şekil-3'teki bağlantıyı uygun ölçü aletleri ile düzenleyiniz.
2. Döndürücü doğru akım makinasını çalıştırınız ve alternatör devir sayısını anma devir sayısına ayarlayınız.
3. S şalterini kapatınız ve alternatör uyartımını tam yükte ve Cosφ=0.8 geri yük durumunda, alternatör uç gerilimini verilen değerlere ayarlayınız.
4. S_1 şalterini kapatıp R saf omik dirençlerini devreye alınız.
5. Ayarlı dirençler ile alternatörü % 125'lik yüke kadar yükleyiniz.
6. Her yük basamağında yük akımını ve uç gerilimini değerler tablosuna kaydediniz.
7. Alternatör yüklendikçe devir sayısının da sabit kalmasını sağlayınız. Bu arada uyartım akımını ve güç katsayısını da kontrol ediniz.
8. S_1 şalterini açıp önce S_2 şalterini; daha sonrada S_3 şalterini kapatarak saf endüktif, saf kapasitif yüklerde ve Cosφ=0.8 geri yük durumu için deneyi tekrarlayınız..

Not : Kapasitif yüklü durumda uç gerilimi yükselip kondansatör gerilimini aşmamasına dikkat ediniz.

Sorular ve Yanıtlar

1. Tam yükte $E>U_t$ ve $E<U_t$ hangi güç katsayısında elde edilir?

2. Deney boyunca devir sayısı ve uyartım akımları neden sabit tutulur? Uyartım akımının hangi değerde sabit tutulacağı nasıl belirlenir?

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

3. Alternatörlerde gerilim düşümüne neden olan faktörleri yazınız.

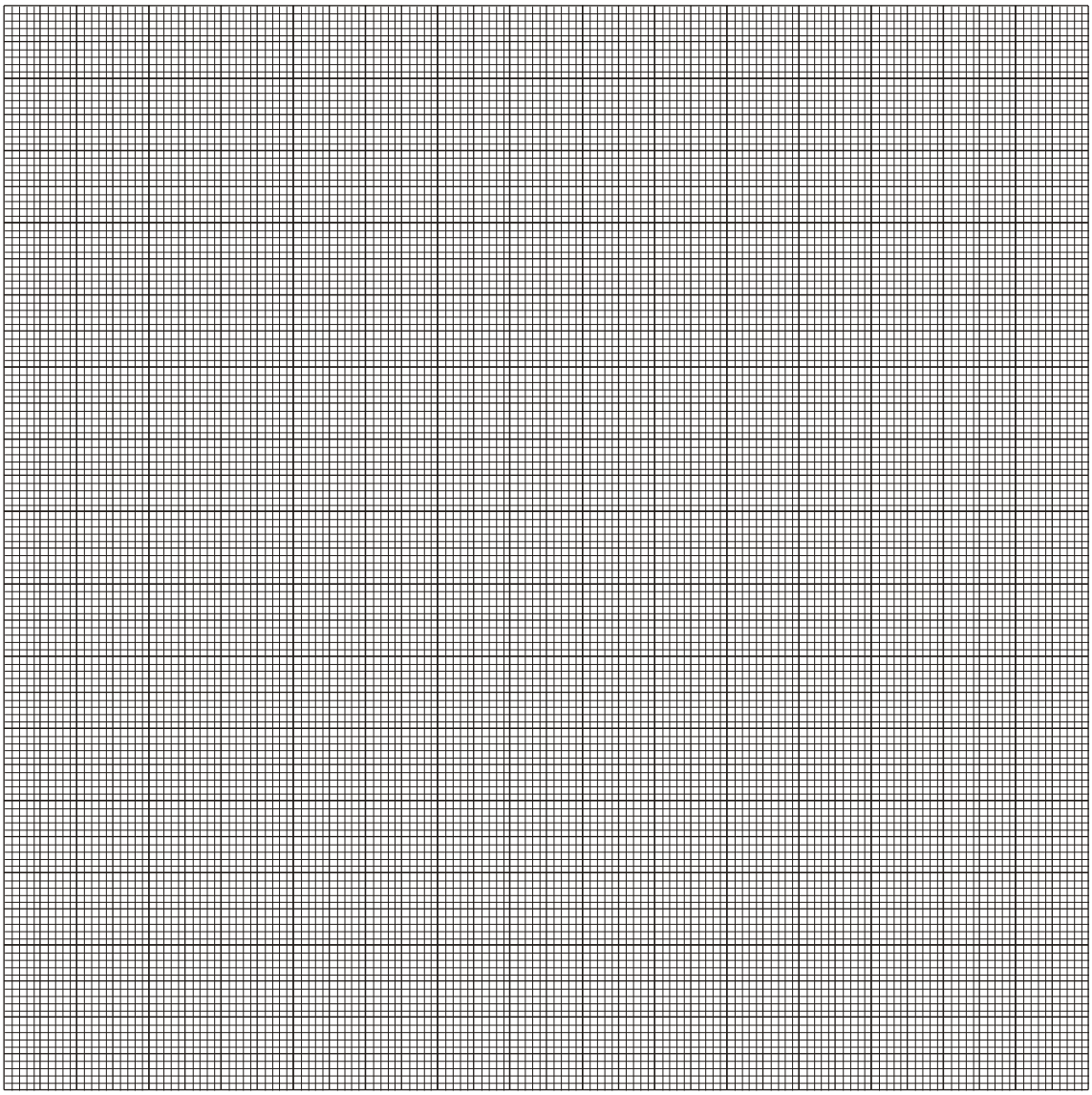
4. Endüvi reaksiyonu nedir? Omik, endüktif ve kapasitif yüklerde endüvi reaksiyonunun uç gerilimine etkilerini basit şekillerle açıklayınız.

5. Hava aralığının gerilim düşümüne etkisi olabilir mi?

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

6. Alternatörde yükün güç katsayısının yada yükün cinsinin değişmesi gibi durumlarda uç gerilimini sabit tutmak için ne gibi düzeneklerden faydalanılır?

7. Deney sırasında aldığınız değerleri kullanarak alternatörün dış karakteristik grafiğini çiziniz.



Ölçek :

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

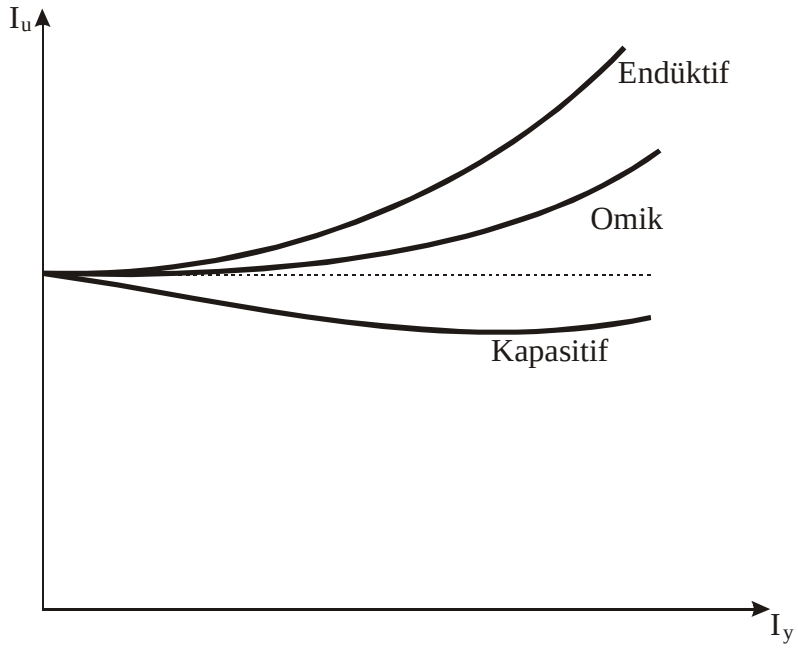
Deney No : 3

Deneyin Adı : Alternatörlerin ayar karakteristiği.

Teorik Bilgi

Sabit ve nominal devir sayısında ($n=n_n$) döndürülen alternatörün sabit güç katsayısında, değişken yük akımında; uyartım akımıyla yük akımı arasındaki bağıntıyı veren eğrilere alternatörün ayar karakteristiği denir. Yani $I_u = f(I_y)$ fonksiyonunun grafiği alternatörün ayar karakteristiğini verir. $n=n_n$=sabit Cosφ=sabit U=sabit $I_u = f(I_y)$

Alternatörün uç gerilimi yükün güç katsayısına göre değişiklik gösterir. Bu nedenle uç geriliminin sabit tutulması uyartım akımının ayarlanması ile sağlanır.



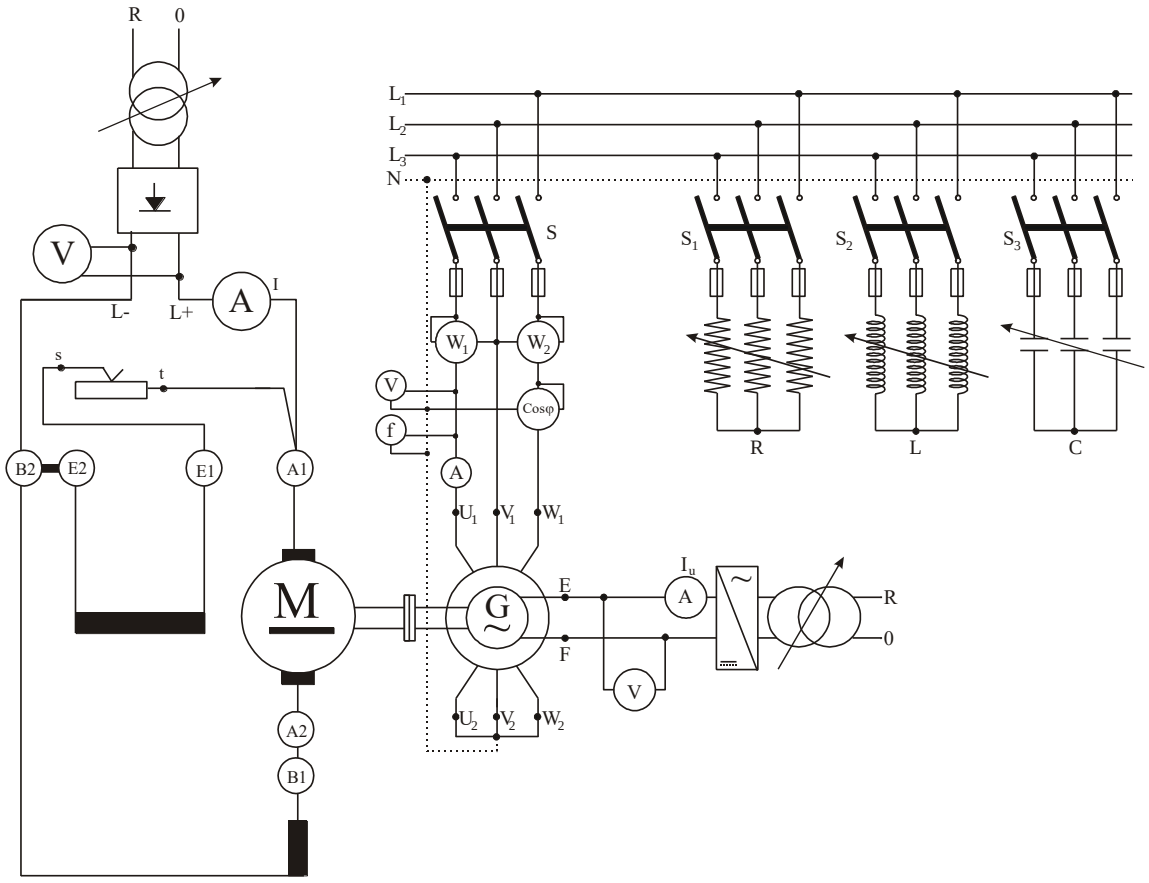
Şekil-1 Alternatörün ayar karakteristik eğrileri.

Şekil-1'de görüldüğü gibi uyartım akımının değişimi yük akımının cinsine göre değişiklik gösterir. Omik ve endüktif yüklerde daha fazla uyartım akımına ihtiyaç vardır. Kapasitif yüklerde ise çok daha az uyartım akımı yeterlidir. Bunun sebebi; alternatörün dış karakteristiğine bakıldığı zaman omik ve endüktif yüklerde uç geriliminde azalma; kapasitif yüklerde ise uç geriliminde artma gözlenir. Endüktif yüklerde azalma omik yüklerdeki azalmaya nazaran daha fazladır. Bu nedenle uç gerilimini sabit tutmak için endüktif yüklerde alternatöre, omik yüklerde uygulanandan daha fazla uyartım akımı uygulamak gerekir. Kapasitif yüklerde ise yük akımı arttıkça uç gerilimi de arttığı için alternatöre uygulanan uyartım akımı azaltılmalıdır.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Alternatörler anma devrinde dönerden uyartım akımı, boşta alternatör uç gerilimini verecek şekilde ayarlanır. Bu aşamadan sonra deney hangi güç katsayısında yapılacaksa; o güç katsayısına ayarlanır ve deney boyunca sabit tutulur. Ayar karakteristiği eğrileri alternatörlerde kullanılacak regülatörlerin özelliklerinin belirlenmesinde yararlıdır.

Bağlantı Şeması



Şekil-2 Alternatörlerin ayar karakteristik deneyi için gerekli bağlantı şeması

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

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:

Yük Tipi	Gözlem No	n (d/dk)	I_u (A.)	I_y (A.)
Omik Yük	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
Endüktif Yük	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
Kapasitif Yük	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

İşlem Basamakları

1. Şekil 3.2' deki bağlantıyı uygun ölçü aletleriyle birlikte düzenleyiniz.
2. Döndürücü doğru akım motorunu çalıştırınız ve devir sayısını alternatörün anma devir sayısına ayarlayınız.
3. S şalterini kapatarak uyartım akımını boşta anma gerilimini verecek şekilde ayarlayınız.
4. S_1 şalterini kapatarak ayarlı saf omik direnci devreye alınız.
5. Bu direnç yardımı ile alternatörü sıfırdan başlayarak % 125 yüke kadar yükleyiniz.
6. Her yük basamağında yük akımını ve uyartım akımını Tablo 3.2.'ye kaydediniz.
7. S_1 şalterini açıp önce S_2 şalterini daha sonra S_3 şalterini kapatarak aynı işlemleri endüktif ve kapasitif yükler için tekrarlayınız. Ayrıca Cosφ=0,8 geri yük durumu için deneyi tekrarlayınız.

Sorular ve Yanıtlar

1. Her yük durumu için neden farklı uyartım akımına gerek duyulur? Açıklayınız.

2. Tam yükte omik, endüktif ve kapasitif durumdaki uyartım akımlarını karşılaştırınız.

3. Tam yükte Cosφ=0,8 geri durumda gerekli uyartım, omik durumdaki uyartımdan fazla mıdır? Açıklayınız.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

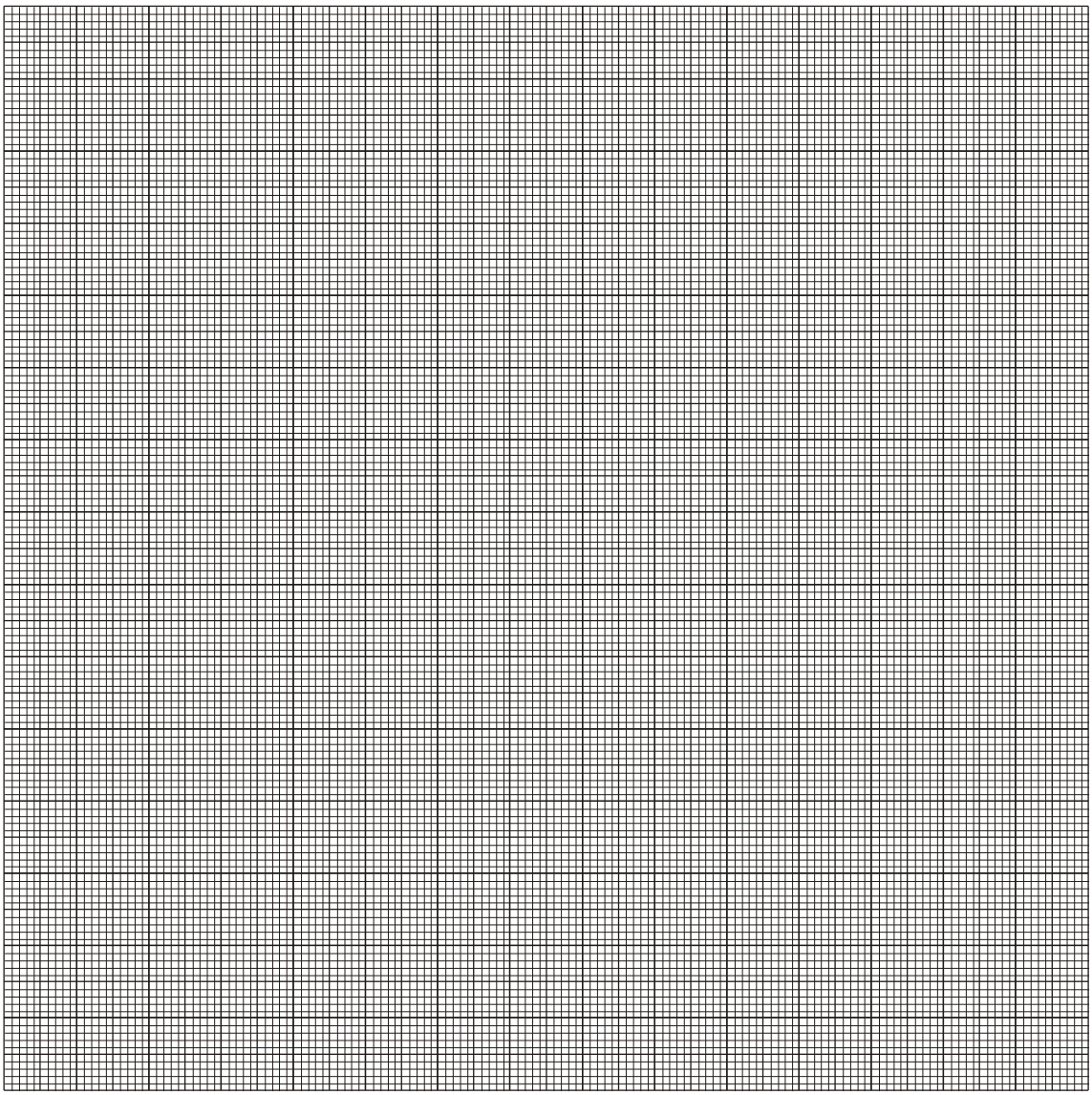
4. Dış karakteristik ve ayar karakteristiği eğrilerinin benzer ve farklı yönlerini açıklayınız.

5. Ayar eğrileri uyartım dinamosunun özellikleri hakkında ne gibi bilgiler kazandırır? Açıklayınız.

6. Yük akımı ve uyartım akımı sıfır iken alternatör uçlarında bir gerilim bulunur mu? Bu gerilim anma uç geriliminin yüzde olarak kaçına eşittir?

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

7. Deneyde aldığınız değerlerle alternatörün ayar karakteristik eğrilerini çiziniz.



Ölçek :

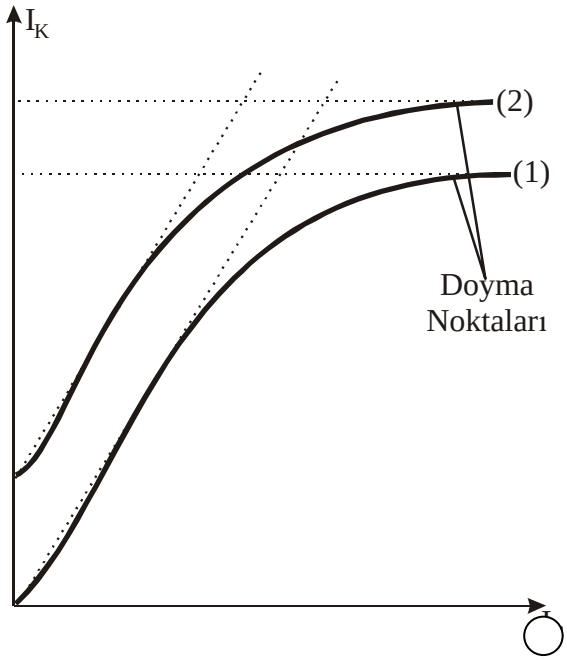
Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Deney No : 4

Deneyin Adı : Alternatörün Kısa Devre Karakteristiği

Teorik Bilgi

Anma devir sayısı ile döndürülmekte olan ve uçları kısa devre edilmiş bir alternatörde uyartım akımına bağlı olarak, kısa devre akımının değişimini veren eğriye kısa devre karakteristiği denir. $I_K = f(I_u)$.



Şekil-1 Alternatörün kısa devre karakteristik eğrisi

I_K : Alternatörün kısa devre akımı.

I_u : Alternatörün uyartım akımı.

Kutuplarında artık mıknatıslanma bulunmayan bir alternatörde, uyartım akımı sıfırken alternatörün çıkış gerilimi de sıfır olacağından, çıkış uçları arasında bir akım dolaşmaz. Böylece Şekil-1'deki 1 nolu karakteristik eğri elde edilir. Kutuplarında artık mıknatıslanma bulunan bir alternatörde ise uyartım akımı sıfır olsa dahi alternatörün çıkış uçlarında belli bir remenans gerilimi oluşacağından; bu gerilimin etkisiyle alternatörün çıkış uçları arasında bir akım akar ve Şekil-1'deki 2 nolu karakteristik eğri elde edilir.

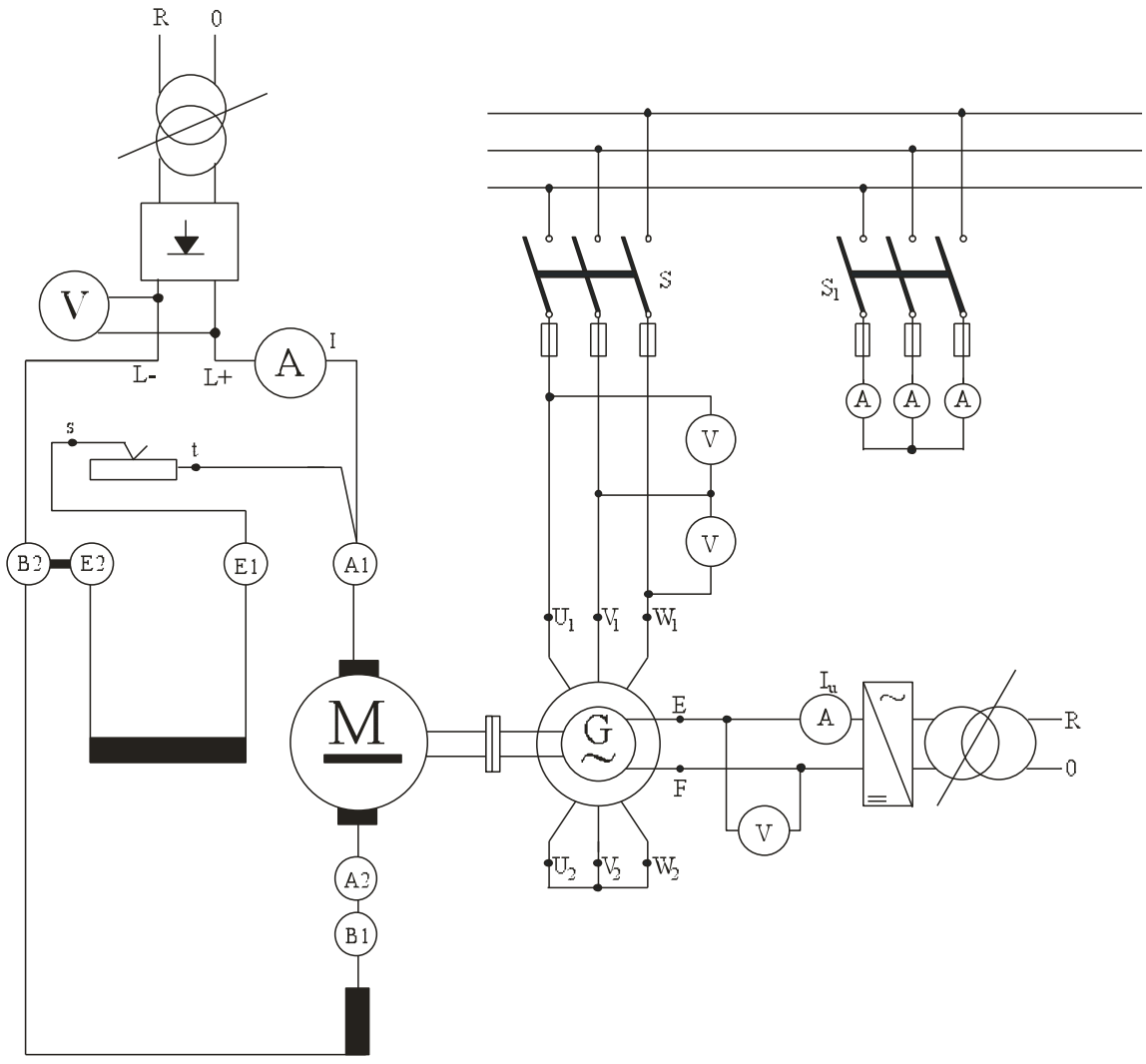
Kısa devre deneyi nominal uyartım akımının çok altında yapılır. Çünkü nominal uyartım akımında oluşan kısa devrede, kısa devre akımı, alternatör nominal yük akımının 3-4 katı kadar olup; alternatör sargılarının yanmasına neden olabilir.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Deney sırasında kısa devre akımı, nominal yük akımının %100-120' sine kadar yüklenebilir. Bu deneyde okunan değerler hızlıca not alınmalı, alternatörün uzun süre kısa devre durumunda kalmamasına dikkat edilmelidir.

Deneyde birkaç noktanın bulunması dahi kısa devre karakteristiğini çizmek için yeterli olacaktır. Çünkü bulunacak noktalar doğrusal olarak birleştirilecektir. Ancak yüksek uyartım akımlarında kutuplar doyuma oluşacağından kısa devre akımı daha fazla artmaz ve karakteristik eğrisi Şekil-1' deki gibi bir dönüm yapar.

Bağlantı Şeması



Şekil-2 Alternatörde kısa devre karakteristik eğrisini elde etmek için gerekli bağlantı şeması.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

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_K (A.)**	**I_u (A.)**
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

İşlem Basamakları

1. Şekil 4.2'deki devreyi uygun ölçü aletleri ile kurunuz.
2. Doğru akım motorunu çalıştırınız ve alternatörün nominal devir sayısına ayarlayınız.
3. S_1 ve S_2 şalterlerini kapatarak alternatör uçlarını kısa devre ediniz.
4. Uyartım akımını (oto trafosu ile) yavaş yavaş arttırarak her defasında uyartım ve kısa devre akımlarını kaydediniz.
5. Kısa devre akımını, nominal yük akımının en fazla % 150-200'üne kadar arttırınız.
6. Doğru akım motorunu durdurunuz. S_1 ve S_2 şalterlerini açarak deneyi bitiriniz.

Sorular ve Yanıtlar

1. Kısa devre deneyi niçin nominal yük akımında yapılmaz?

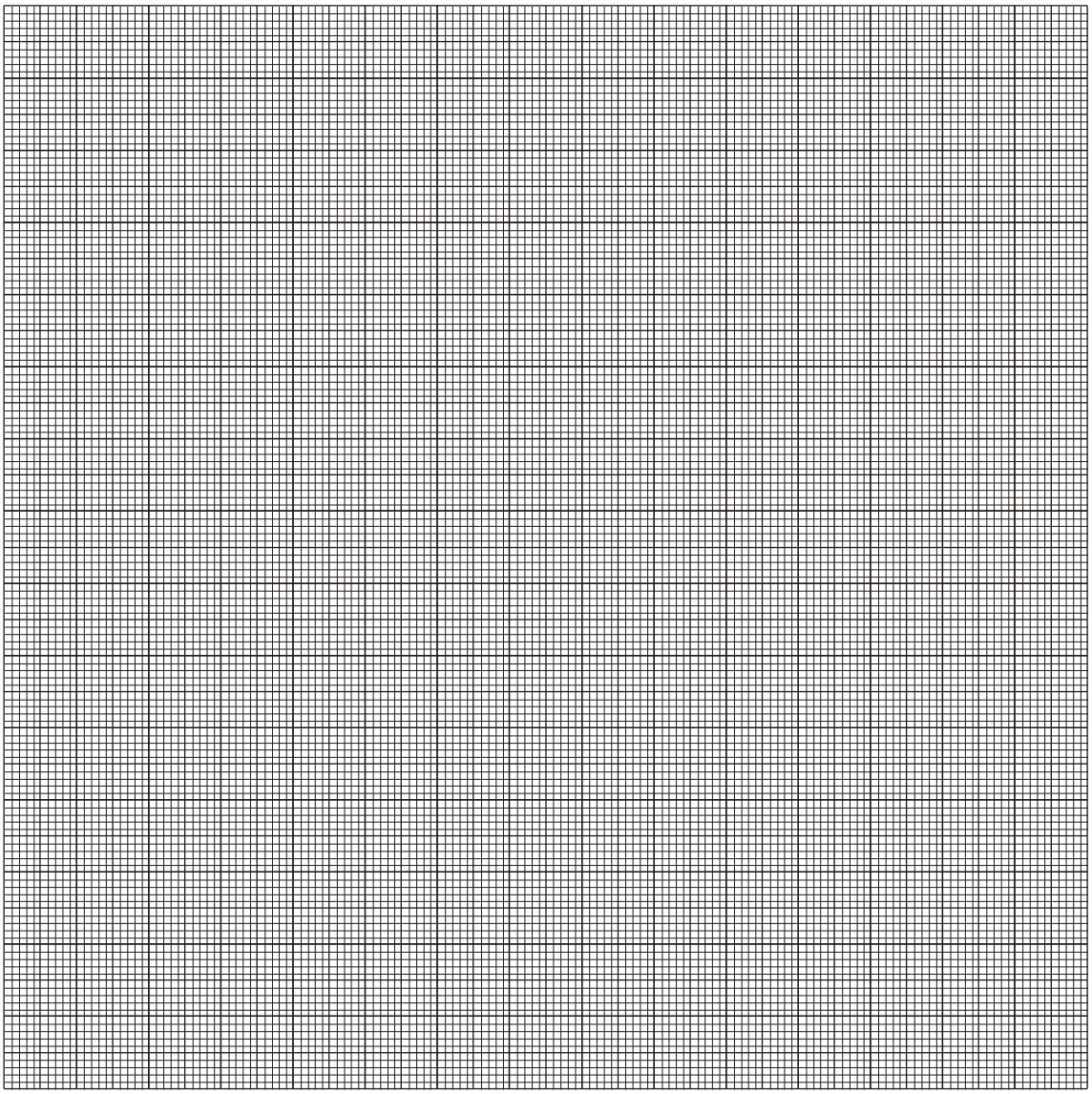
2. Artık mıknatıslığı olan ve olmayan alternatörlerde kısa devre karakteristik eğrileri nasıldır? Açıklayınız.

3. Kısa devre karakteristik eğrisinin dönüm yapmasının sebebi nedir?

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

4. Kısa devre akımı en çok ne kadar arttırılabilir?

5. Deneyde aldığınız değerlerle alternatörün kısa devre karakteristik eğrisini çiziniz.



Ölçek :

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Deney No : 5

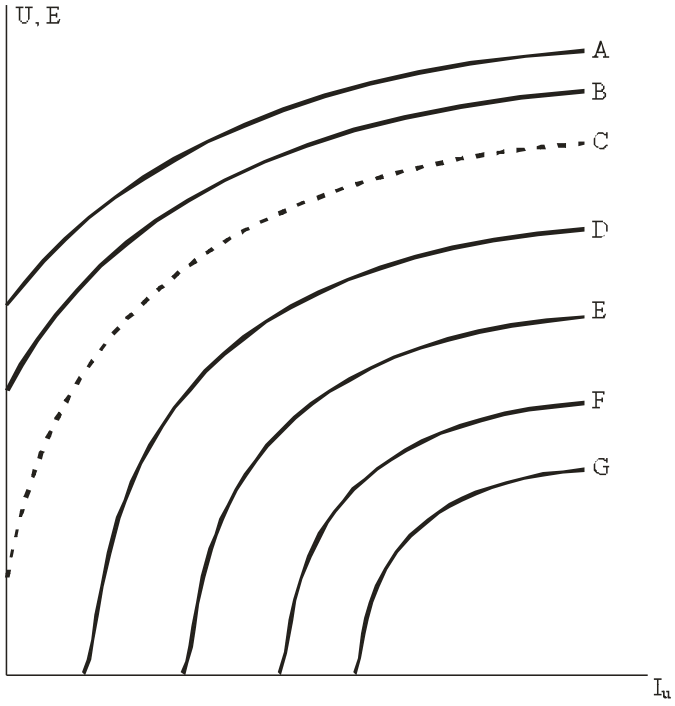
Deneyin Adı : Alternatörlerin yüklü doyma karakteristiği.

Teorik Bilgi

Alternatörlerde yük akımı ve güç katsayısı sabit iken, uç geriliminin uyartım akımına bağlı olan değişimi yük karakteristiği adını alır.

Bu deneyde yük akımları tam yük ve yarı yük için sabit tutularak omik, tam endüktif ve tam kapasitif durumlar için altı tane eğri elde edilir. Bu eğrilerden Cosφ=0 geri tam yük ve Cosφ=0 ileri tam yük eğrileri, boş çalışma deneyinde elde edilen boş çalışma eğrisi ile aynı eksende çizilerek potiyer üçgeni metodu ile alternatörün regülasyonunun bulunmasında kullanılır. Bu eğrilerden aynı zamanda alternatör dağılma geriliminin hesaplanmasında da faydalanılır.

Tam kapasitif yükle çalışırken alternatör gerilimi çok yükseleceğinden, alternatörün tam yük yerine yarı yükle çalıştırılması uygun olur. Çünkü yükselen alternatör gerilimi kondansatörlerin delinmesine neden olabilir. Bu nedenle her üç yük durumu için yarı yükle çalışmak daha uygun olur. Şekil-1'de çeşitli yük ve güç katsayıları için alternatör doyma eğrileri görülmektedir.



Şekil-1 Çeşitli yük durumlarında doyma eğrileri

A-eğrisi : I_y=Tam yük; Cosφ=0, ileri

B-eğrisi : I_y=½.I_n; Cosφ = 0, ileri

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

C-eğrisi : I_y= 0

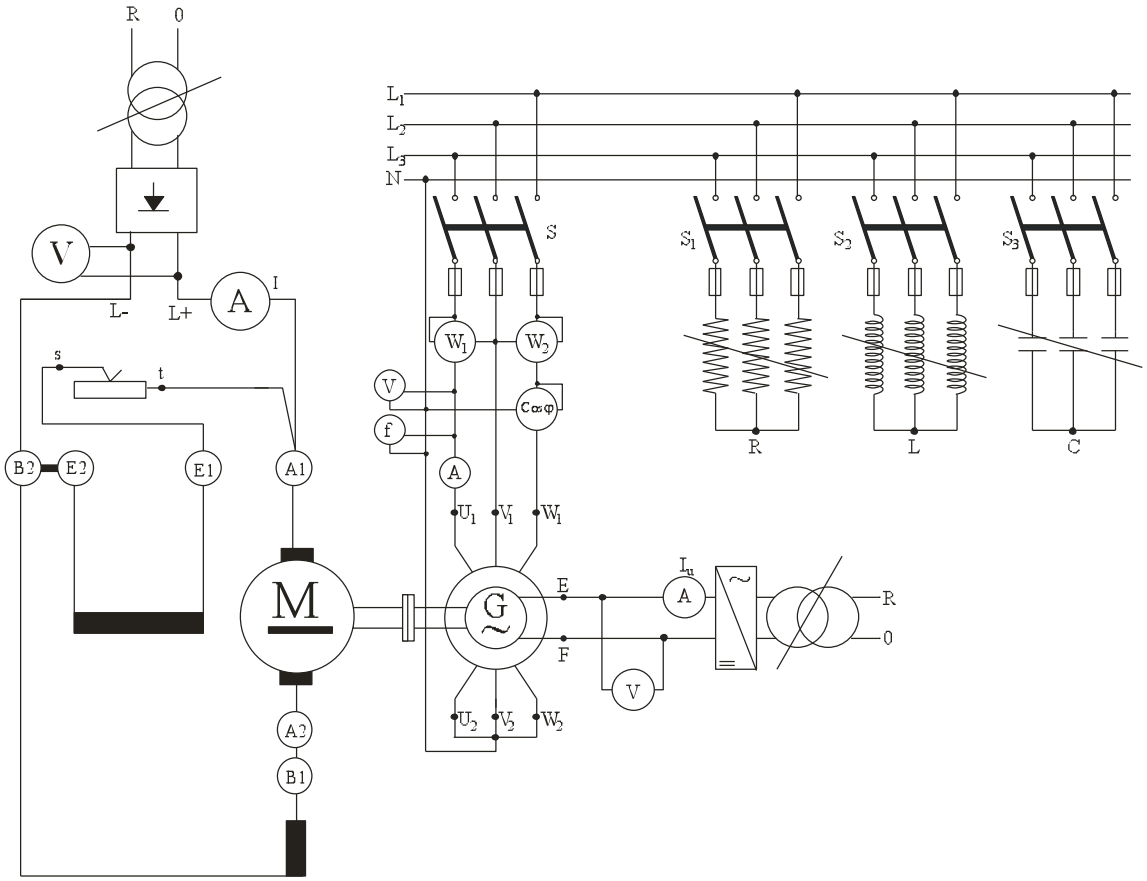
D-eğrisi : I_y=½.I_n; Cosφ=1

E-eğrisi : I_y=Tam yük; Cosφ = 1

F-eğrisi : I_y=½.I_n ; Cosφ = 0, geri

G-eğrisi : I_y=Tam yük; Cosφ = 0, geri

Bağlantı Şeması



Şekil-2 Alternatörlerin doyma karakteristik deneyi için gerekli bağlantı şeması

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

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:

Yük Tipi	Gözlem No	n (d/dk)	I_u (A.)	U (V.)
Omik Yük	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
Endüktif Yük	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
Kapasitif Yük	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

İşlem Basamakları

1. Şekil-2'deki bağlantı şemasını uygun ölçü aletleri ile birlikte düzenleyiniz.
2. Döndürücü doğru akım motoruna yol verip, devir sayısını alternatörün anma devir sayısına ayarlayınız.
3. S ve S_1 şalterlerini kapatıp R ayarlı omik yükünü, alternatör nominal yük akımının yarısını elde edinceye kadar ayarlayınız.
4. Alternatör uyartım akımını sıfırdan başlayarak anma uyartım değerinin %125'ine kadar yavaş yavaş arttırınız. Her kademede alternatör uç gerilimini tabloya kaydediniz.
5. S_1 şalterini açarak S_2 şalterini kapatınız ve Cosφ = 0 geri durumdaki L ayarlı endüktif yükünü, alternatör nominal yük akımının yarısını elde edinceye kadar ayarlayınız.
6. ½ Iy ve Cosφ=0 geri yük durumunu sabit tutarak uyartım akımını sıfırdan başlayıp anma uyartım değerinin % 125'ine kadar yavaş yavaş arttırınız. Her kademede alternatör uç gerilimini tabloya kaydediniz.
7. S_2 şalterini açarak S_3 şalterini kapatınız ve altıncı maddede yapılanları C ayarlı kapasitif yükü için tekrarlayınız. Bu durumda alternatör uç gerilimine dikkat ediniz.

Sorular ve Yanıtlar

1. Alternatörlerin yarı yükteki ve tam yükteki doyma eğrileri birbirlerinden niçin farklıdır?

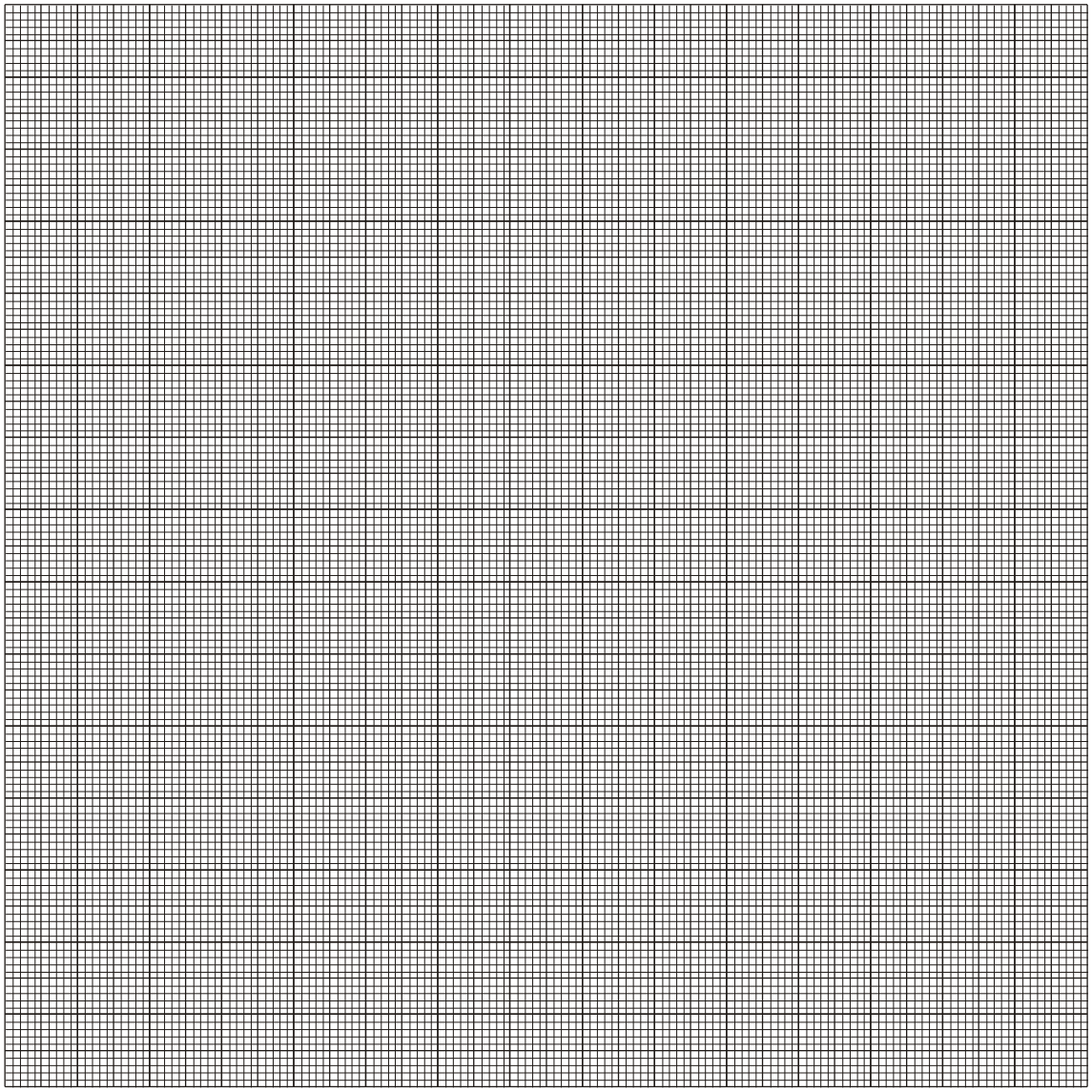
2. Belirli bir uyartım değerine kadar omik ve endüktif yüklerde gerilim okunamamasının nedenleri nelerdir ?

3. Yüklü doyma eğrilerinden nerelerde faydalanılır ?

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

4. Endüktif yükte, yük arttıkça uç gerilimi okuyabilmek için daha fazla uyartıma gerek duyulmasının nedenini açıklayınız.

5. Deneyde aldığınız değerlerle alternatörün doyma eğrilerini çiziniz.



Ölçek :

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Deney No : 6

Deneyin Adı : Alternatörlerin senkron empedans metoduna göre gerilim regülasyonlarının bulunması.

Teorik Bilgi

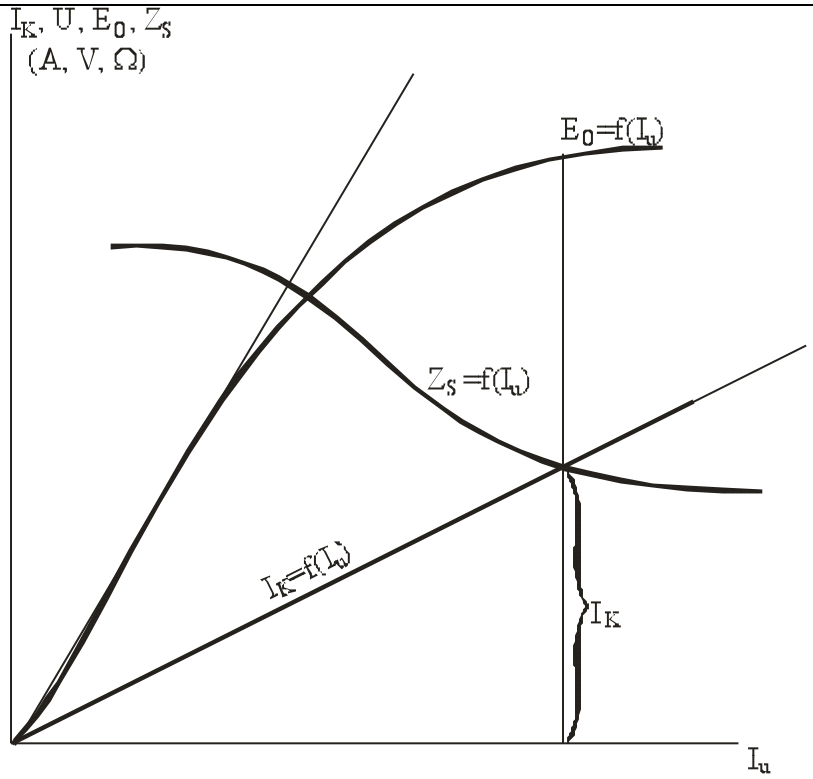
Alternatörlerde regülasyon; tam yükte , anma devrinde ve anma uç gerilimi ile çalışan bir alternatörün uyartım akımı sabit tutulup, yükü kaldırıldığı zaman uç gerilimindeki değişmenin tam yük gerilimine oranının yüzdesi olarak tanımlanır.

$\%Reg = \frac{E_m - U_t}{U_t}.100$ şeklinde yazılabilir.

Alternatörleri tam yüküne kadar yükleme zorluğu karşısında, gerilim regülasyonlarının bulunması için bazı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan biride senkron empedans metodudur. Senkron empedans metodu ile gerilim regülasyonun bulunmasında, alternatörün boş ve kısa devre karakteristiklerine gerek vardır. Ancak kısa devre çalışmada alternatör küçük uyartım akımında çalıştığından; bulunacak senkron empedans (Z_S) gerçek değerinden büyük olmaktadır. Bunu önlemek için kısa devre deneyi mümkün olduğu kadar büyük uyartım akımları ile yapılmalıdır. Böylece endüvi reaksiyonunun neden olduğu gerilim düşümünün, senkron empedansa etkisi azalmış olacağından regülasyon gerçeğe daha yakın çıkmış olur. Bulunan regülasyon gerçek değerinden büyük olduğu için, bu metoda kötümser metot da denilir.

Senkron empedansın bulunabilmesi için alternatörün boş çalışma $E_0=f(I_u)$ ve kısa devre $I_K=f(I_u)$ eğrileri Şekil-1'deki gibi aynı eksene çizilir. Çeşitli uyartım akımlarındaki senkron empedans değerleri, boştaki gerilimin aynı uyartımdaki kısa devre akımına bölünmesi ile bulunur. Bu işlem için $Z_S = \frac{E_0}{I_K}$ formülü kullanılır. Çıkan değerlerle $Z_S=f(I_u)$ şeklinde üçüncü bir eğri aynı eksene çizilir. Bu eğriler yardımı ile önce senkron empedans, daha sonra da senkron reaktans belirlenebilir.

En uygun empedans $Z_S=f(I_u)$ eğrisinin en düzgün (doğrusal) olduğu yerde elde edilendir. Ancak ulaşılabilen en büyük uyartım akımındaki boş çalışma gerilimin aynı uyartımda bulunan kısa devre akımına bölünmesi ile elde edilen senkron empedans, eğrinin doğrusal olabildiği yerdeki empedansa çok yakın olacağı için en büyük uyartımdaki Z_S'yi almakla gerçeğe yaklaşmış olabiliriz. Kısa devre çalışma durumunda, boş çalışmada ulaşılan uyartım akımına gelinememişse; kısa devre karakteristiği aynı doğrultuda uzatılır.



Şekil-1 Alternatörün senkron empedans değişim eğrisi.

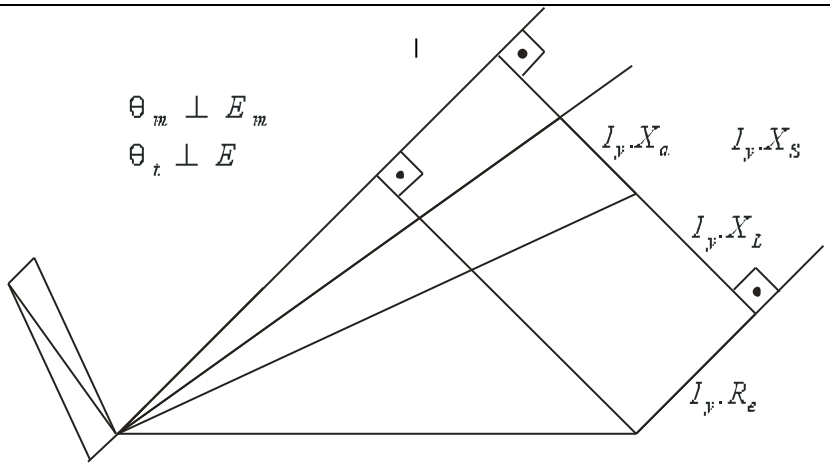
Deneyi yapılan alternatörün bir fazının etkin direnci R_e, daha önce kısa devre deneyinde ölçüldüğünden senkron empedans X_S,

$Z_S = \sqrt{X_S{}^2 + R_e{}^2}$ eşitliğinden faydalanarak,

$X_S = \sqrt{Z_S{}^2 - R_e{}^2}$ şeklinde bulunur.

Etkin direnç (A.C. akım direnci) omik direncin 1,1 - 1,5 katı arasında alınacaktır. Ancak büyük güçlü alternatörlerde R_e etkin direnci çok küçük olacağı için ihmal edilerek $Z_S \cong X_S$ olarak alınabilir.

Alternatör kapasitif yüklü iken vektör diyagramı Şekil-2'deki gibidir.



Şekil-2 Kapasitif yük vektör diyagramı.

U_t : Alternatör yüklü iken uç gerilimi

I_y : Yük akımı

E : Alternatör yüklü iken endüvide indüklenen gerilim

φ : Faz açısı

E_m : Boşta indüklenen gerilim

θ_m : Kutupların manyeto motor kuvveti

θ_a : Endüvi reaksiyonu manyeto motor kuvveti

θ_t : Bileşke manyeto motor kuvvet

$I_y.R_e$: Etkin dirençte düşen gerilim

$I_y.X_L$: Kaçak reaktans nedeniyle düşen gerilim

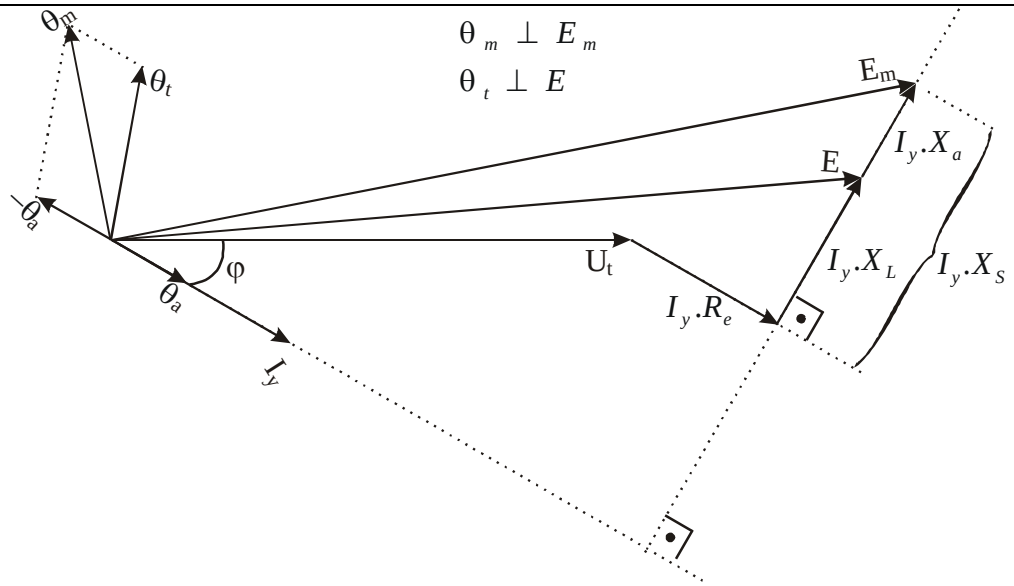
$I_y.X_a$: Endüvi reaksiyonu nedeni ile düşen gerilim

Bu durumda boş çalışma gerilimi;

$Em = \sqrt{\left(U_t.Cos\varphi + I_y.R_e\right)^2 + \left(U_t.Sin\varphi - I_y.X_S\right)^2}$ olarak bulunur. $X_S = X_L + X_a$ dır.

Alternatör endüktif yüklü iken vektör diyagramı Şekil-3'teki gibidir.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

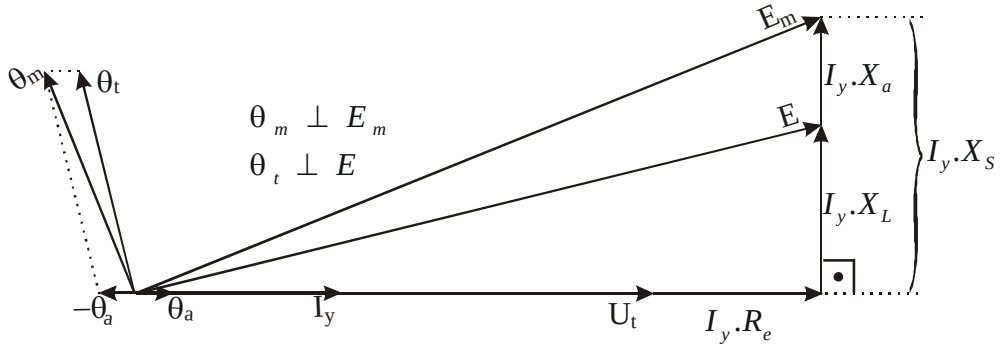


Şekil-3 Endüktif yük vektör diyagramı.

Bu durumda boş çalışma gerilimi;

$Em = \sqrt{\left(U_t.Cos\varphi + I_y.R_e\right)^2 + \left(U_t.Sin\varphi + I_y.X_S\right)^2}$ olarak bulunur. $X_S = X_L + X_a$ dır.

Alternatör omik yüklü iken vektör diyagramı Şekil-4'teki gibidir.



Şekil-4 Omik yük vektör diyagramı.

Bu durumda boş çalışma gerilimi;

$Em = \sqrt{\left(U_t.Cos\varphi + I_y.R_e\right)^2 + \left(I_y.X_S\right)^2}$ olarak bulunur. $X_S = X_L + X_a$ dır.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Deneyde Alınan Değerler:

Gözlem No	R_e (Ω)	n (d/dk)	I_K (A.)	E_0 (V.)	Z_S (Ω)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

İşlem Basamakları

1. Boş ve kısa devre karakteristiklerinin her ikisini de aynı eksene çiziniz.
2. $Z_S = \frac{E_0}{I_K}$ eşitliğinden yararlanarak her uyartım akımı için senkron empedansları hesaplayınız.
3. Uyartım akımlarını yatay, senkron empedans değerlerini düşey eksende gösterip $Z_S=f(I_u)$ grafiğini çiziniz.
4. X_S senkron reaktansını hesaplayınız.
5. Cosφ=0,8 geri durumda ve alternatör tam yüklü halde gerilim regülasyonunu bulunuz. Bunun için Cosφ=0,8 geri tam yük vektör diyagramını çiziniz.
6. Cosφ=1 durumunda ve alternatör tam yüklü halde gerilim regülasyonunu bulunuz. Bunun için Cosφ=1 tam yük vektör diyagramını çiziniz.
7. Alternatörü önce yıldız sonra üçgen bağlı varsayarak gerilim regülasyonunu Cosφ=1 için ayrı ayrı bulunuz.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Sorular ve Yanıtlar

1. Senkron empedans metodu ile bulunan gerilim regülasyonu gerçek değerinden niçin daha büyüktür?

2. Bir alternatörün gerilim regülasyonunun bilinmesinin ne gibi faydaları vardır?

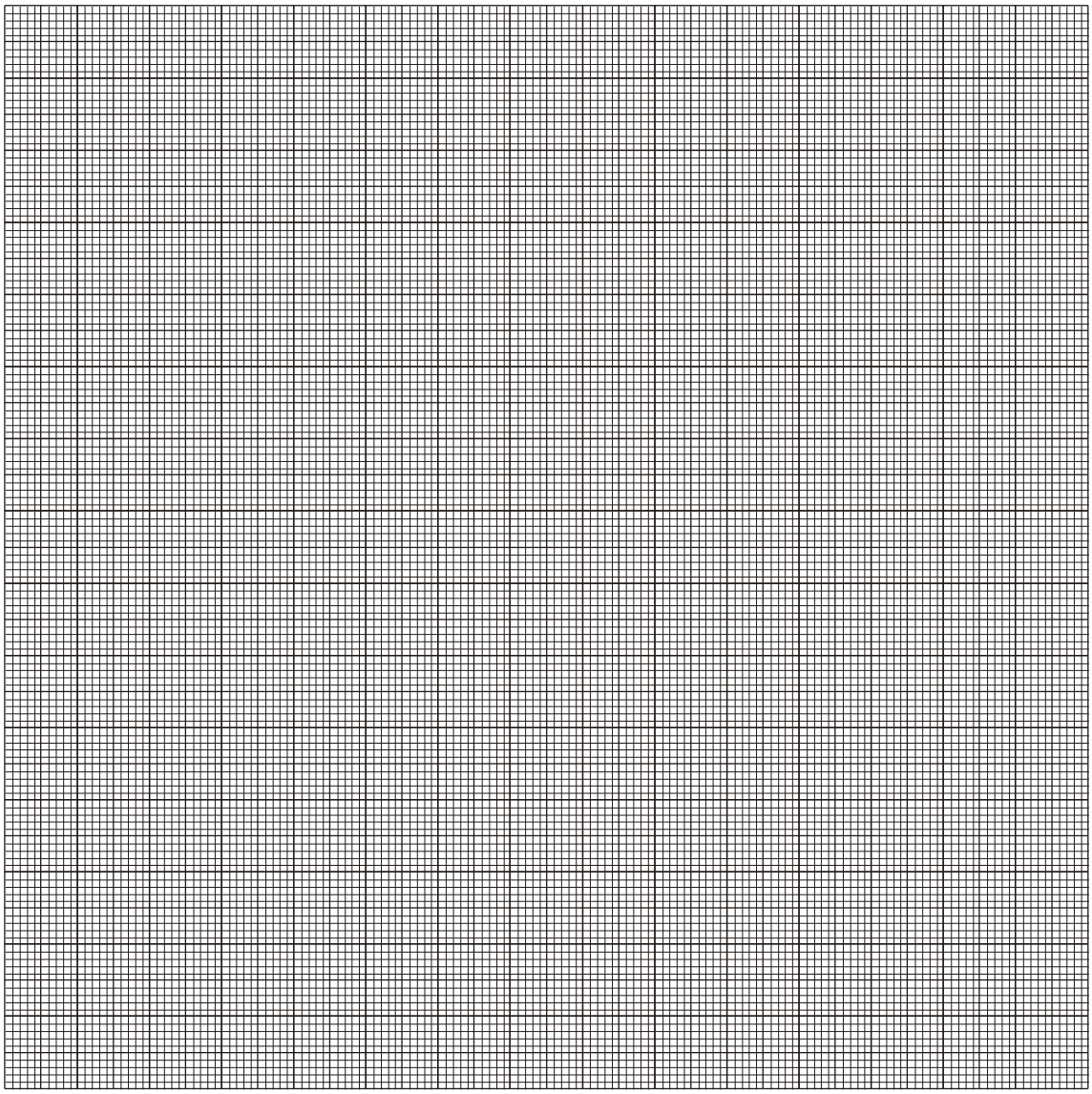
3. Regülasyonun küçük ya da büyük olması o alternatör için neyi belirler ?

4. Regülasyon % 100 veya % 0 alınabilir mi? Neden ?

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

5. Regülasyonun negatif yada pozitif işaretli olmasının anlamını açıklayınız.

6.Deneyde kullanacağınız eğrileri aldığınız değerlere göre çiziniz.



Ölçek :

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

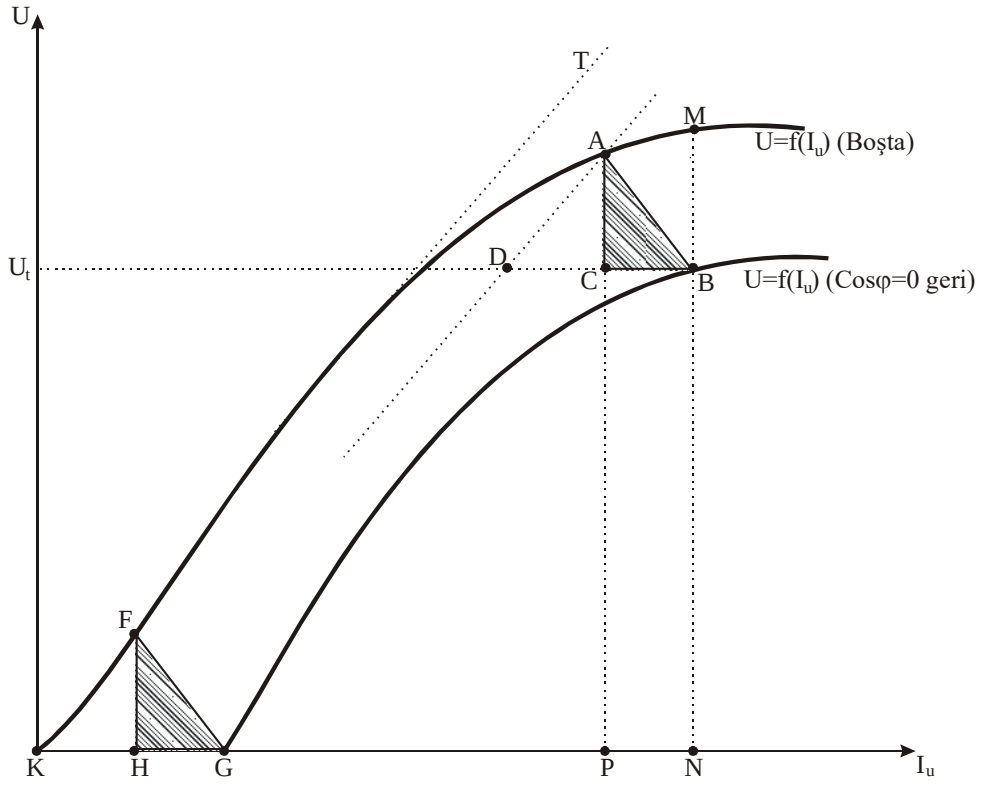
Deney No : 7

Deneyin Adı : Alternatörlerin, gerilim regülasyonlarının potiyer üçgeni metodu ile bulunması.

Teorik Bilgi

Bu metotla gerilim regülasyonunun bulunabilmesi için Cosφ=0 geri güç katsayılı yük akımındaki doyma karakteristik eğrisine gerek vardır. Boş çalışma karakteristik eğrisinin nasıl elde edildiğini alternatörlerin boş çalışma deneyinde incelemiştik. Diğer eğriyi çizmek için alternatör Cosφ=0 geri güç katsayılı yükle yüklenir. Yük akımı deney boyunca sabit tutulmalıdır. Uyartım akımı kademe kademe arttırılır. Her kademede alternatör uçlarından alınan gerilimler kaydedilir. Bu değerler ile $U=f(I_u)$ eğrisi çizilir. Çizilen bu eğriye Cosφ=0 geri yük akımındaki doyma eğrisi denir.

Cosφ=0 geri güç katsayısının elde edilebilmesi için alternatör düşük uyartımlı (eksik uyartımlı) bir senkron motorla yüklenir. Senkron motorun uyartım akımını ayarlayarak tam endüktif çalışma durumu sağlanabilir.



Şekil-1 Potiyer üçgeninin çizilmesi.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Şekil-1'de eğrilerin başlangıç kısımları doğruya çok yakındır. Bu nedenle birkaç noktanın bulunup birleştirilmesi yeterlidir. Eğriler yaklaşık olarak birbirinin benzeridir. Cosφ=0 geri durumunda, θ_a endüvi reaksiyonu manyeto motor kuvveti, θ_m kutupların oluşturduğu manyeto motor kuvvetine tamamen zıt olup; onu zayıflatır. Bu nedenle manyetik devre her ikisi için de aynıdır. Yalnız Cosφ=0 geri durumunda endüvi reaksiyonu manyeto motor kuvveti θa çok büyüktür. Bu nedenle eğri sağa doğru kaymıştır.

Potiyer Üçgeninin Çizilmesi

Şekil-1'deki $\overline{BN}$ uzunluğu Cosφ=0 geri güç katsayılı yük eğrisinde anma gerilimine eşit bir uzunluktur. Uyartım akımı $\overline{KN}$ uzunluğu kadar iken, Cosφ=0 geri yük eğrisindeki anma gerilimine eşit bir gerilim meydana getirir. Aynı uyartım akımı $\overline{KN}$, boş çalışma eğrisinde $\overline{MN}$ uzunluğu kadar bir gerilim meydana getirir. $\overline{MB}=\overline{MN}-\overline{BN}$ olup,

$X_S=\dfrac{\overline{MB}}{I_y}$ senkron reaktansı verir.

B noktasına $\overline{KG}$ uzunluğu kadar uzakta olan D noktasından T doğrusuna paralel çizilerek A noktası bulunur. A noktasından düşeye bir dikme çizilir. $\overline{BD}$ doğrusunu kestiği C noktası bulunur. A noktası için manyeto motor kuvvet $\overline{KP}$ uzunluğu, B noktası için ise $\overline{KN}$ uzunluğudur. A ve B noktalarının manyeto motor kuvvetleri aynı olduğundan, $\overline{PN}=\overline{KN}-\overline{KP}$ olur ve endüvi reaksiyonu manyeto motor kuvvetini verir.

Endüvi reaksiyonun giderilmesi, C noktasının B noktası üzerine gelmesi ile gerçekleşir. C noktasının manyeto motor kuvveti $\overline{KP}$ uzunluğu kadar olup, bu manyeto motor kuvveti boş çalışma eğrisinde $\overline{AP}$ uzunluğu kadar gerilim indükler. $\overline{AC}=\overline{AP}-\overline{CP}$ olup, gerilim düşümünü verir.

$X_L=\dfrac{\overline{AC}}{I_y}$ bulunur.

Eğride $\overset{\Delta}{ABC}$ ile belirtilen üçgene ''Potiyer üçgeni'' denir. Bu üçgen yardımı ile Şekil-1'deki 1 nolu eğrinin herhangi bir noktasındaki çalışma için endüvi reaksiyonu gerilim düşümü bulunabilir.

Potiyer üçgeni aşağı doğru kaydırılırsa C, B ve A noktaları sırasıyla H, G ve F noktaları ile

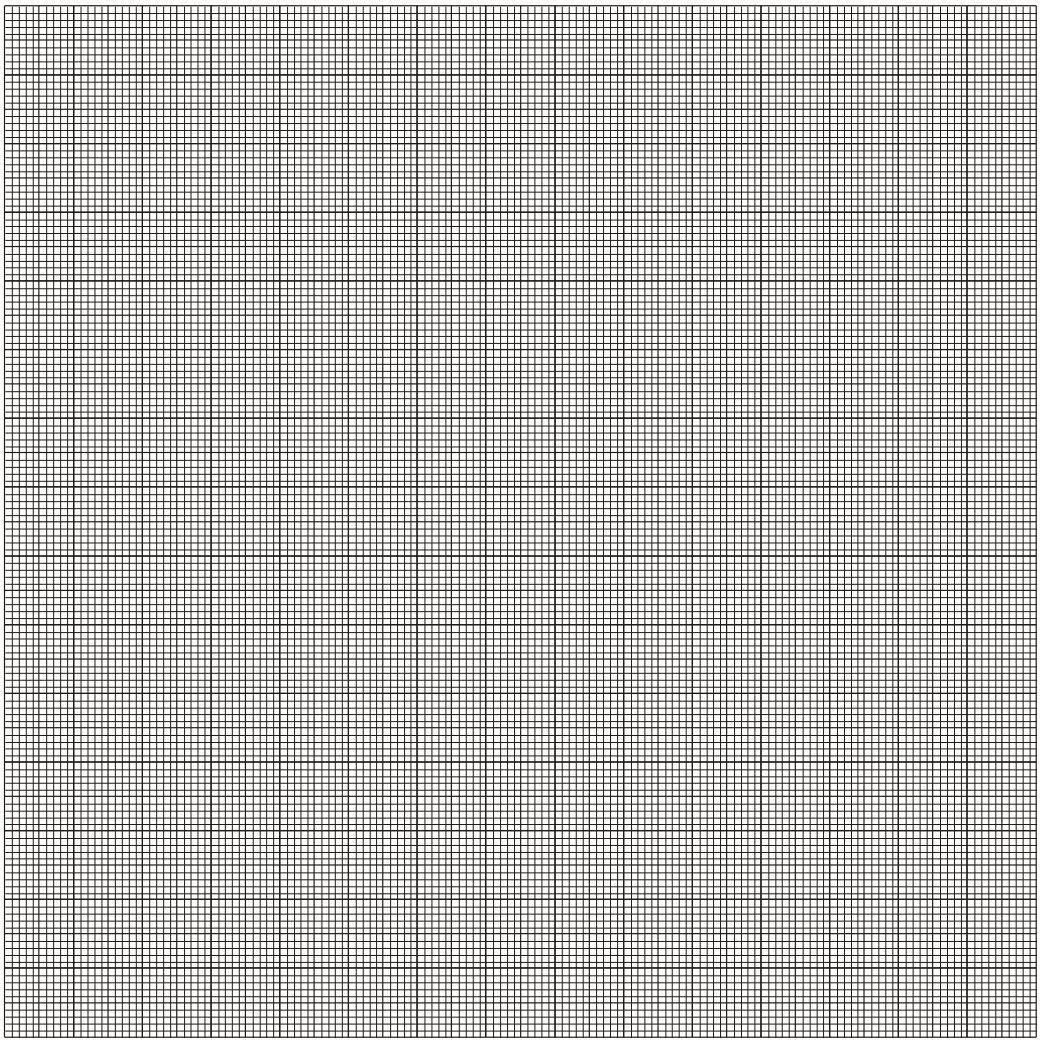
Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

çakışır.

Not: Potiyer üçgeni metodu ile gerilim regülasyonunun hesaplanması, çıkıntılı kutuplu alternatörlerde büyük hatalara neden olur. Bu sebeple bu tür alternatörlerin gerilim regülasyonu değişik metotlarla bulunur.

İşlem Basamakları

1. Alternatörün önceki deneylerde alınan değerler ile, boş ve Cosφ=0 geri tam yüklü çalışma karakteristik eğrilerini aynı koordinat ekseninde çiziniz.
2. Bu eğrileri kullanarak yukarıda anlatıldığı şekilde potiyer üçgenini çiziniz.



3. Eğriler ve potiyer üçgeni yardımıyla endüvi reaksiyonu manyeto motor kuvvetini belirleyiniz.
4. Cosφ=0 geri ve boş çalışma eğrilerinden faydalanarak potiyer üçgenini yatay eksen üzerinde

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

taşıyınız.

5. Cosφ=0.8 geri ve Cosφ=1 için alternatörün vektör diyagramlarını çizip, gerilim regülasyonlarını hesaplayınız.

Sorular ve Yanıtlar

1. Senkron empedans metodu ile potiyer üçgeni metodu arasında ne gibi farklar vardır? Açıklayınız.

2. Boş çalışma eğrisi ile Cosφ=0 geri güç katsayılı yük eğrisini karşılaştırınız.

3. Potiyer üçgeninde $\overline{AC}$ ve $\overline{CB}$ uzunlukları hangi değerlere karşılık gelmektedir?

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Deney No : 8

Deneyin Adı : Senkron motorlara yol verme şekilleri.

Teorik Bilgi

Bir asenkron motora gerilim uygulandığında direkt olarak yol alır. Bunun için yardımcı bir düzeneğe ihtiyaç yoktur. Senkron motorlar ise gerilim uygulandığında direkt olarak yol alamazlar. Atalet dolayısıyla rotor, döner alanın hızına ulaşamaz. Rotorun senkron hızda dönmesi için rotor ve stator döner alan kutuplarının daima birbirini çekerek, kilitlenmeyi sağlayan zıt isimli kutupların karşılıklı bulunması gerekir. Rotorun devamlı olarak dönmesi için kilitlenmeyi sağlayan bazı metotlar vardır. Bunlar:

1. Senkron motoru alternatör olarak çalıştırıp yol vermek.
2. Senkron motorla aynı milde bulunan uyartım dinamosunu motor olarak çalıştırarak yol vermek.
3. Senkron motora yardımcı bir döndürme makinası ile yol vermek.
4. Senkron motoru sincap kafesli asenkron motor olarak çalıştırarak yol vermek.
5. Senkron motoru rotoru sargılı asenkron motor olarak çalıştırarak yol vermek.

Yukarıda belirtilen yöntemlerden herhangi biri ile senkron motorlara yol verilebilir. Pratikte en çok kullanılan yöntem senkron motoru asenkron motor olarak çalıştırıp yol vermektir.

Bu metotta rotor sargılarına uyartım akımı verilmeden önce stator sargılarına alternatif akım uygulanır. Bu akımın stator iletkenlerinde meydana getirdiği döner alan, sincap kafesli rotorun kısa devre edilmiş çubuklarında endüksiyon yolu ile bir gerilim endükler. Kısa devre çubuklarından geçen akımın oluşturduğu alan ile stator döner alanı birleşerek döndürme momentini meydana getirirler. Bu momentin etkisiyle rotor dönmeye başlar. Rotorun hızı senkron hıza yaklaştığında, uyartım devresinden rotor sargılarına doğru akım verilip rotor kutupları uyartılır.

Bu sırada stator döner alan kutupları ile rotor kutupları kilitlenir. Böylece senkron motor yol alarak senkron hızda dönmeye devam eder. Rotorun senkron devir sayısına getirilebilmesi için yük momentinin küçük olması gerekmektedir.

Diğer yöntemleri de kısaca şu şekilde açıklayabiliriz:

Senkron Motoru Alternatör Olarak Çalıştırıp Yol Vermek

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Bu metot çok az kullanılır. Paralel bağlama şartları yerine getirilerek, şebeke ile paralel olarak çalışan alternatör, kendisine mekanik enerji veren makinanın enerjisi kesildikten sonra senkron motor olarak çalışır. (Bu yöntemin detayları alternatörlerin paralel bağlanması deneyinde anlatıldı.)

Senkron Motor İle Aynı Milde Bulunan Uyartım Dinamosunu Motor Olarak Çalıştırarak Yol Vermek

Bu metot için doğru akım kaynağına gerek vardır. Uyartım dinamosu bu kaynaktan beslenerek önce motor olarak çalıştırılır. Senkron motor senkron hıza yaklaştığında stator sargılarına alternatif gerilim uygulanarak, kutupları doğru akımla uyartılır. Stator döner alan kutupları ile rotor kutuplarının kilitlenmesi sağlanır. Daha sonra motor olarak çalışan uyartım dinamosunun akımı kesilir. Böylece senkron motor yol alarak çalışmasına devam eder.

Senkron Motora Yardımcı Bir Döndürme Makinası İle Yol Vermek

Bu metotta yardımcı döndürme makinası senkron motorun miline akuple edilerek bağlanır. Örneğin doğru akım motoru, dizel yada benzinli motor olabilir. Senkron motor ise bu makinalardan biri ile döndürülür. Bu döndürücü makinanın devir sayısı senkron devir sayısına ulaşabilecek bir değerde olmalıdır. Senkron motor, senkron devir sayısına yaklaştığında stator sargılarına alternatif gerilim uygulanır. Uygulanan bu gerilimin oluşturduğu döner alan, rotorun dönüş yönü ile aynı yönde olmalıdır. Bu aşamadan sonra rotor kutupları doğru akımla uyartılarak, stator kutupları ile kilitlenmesi sağlanır.

Senkron Motoru Rotoru Sargılı Asenkron Motor Olarak Çalıştırarak Yol Vermek

Yük altında kalkınması istenen yerlerde kullanılacak senkron motorun, rotorunda iki çeşit sargı bulunmalıdır. Bu sargılardan birincisi rotor sargısıdır. İkinci sargı ise ilk sargıdan yalıtılmış olup, rotoru sargılı asenkron motorun rotor sargısına benzemektedir. Başlangıçta rotorun üç fazlı bu sargılarına bir yol verme direnci seri bağlanır. Statora üç fazlı alternatif akım uygulandığında motor, bir asenkron motor gibi yol almaya başlar. Rotora seri bağlanan dirençler kademe kademe devre dışı bırakılarak senkron motorun yük altında kalkınması sağlanır. Daha sonra uyartım için rotor sargılarına doğru akım uygulanarak, rotor ve stator döner alan kutuplarının kilitlenmesi sağlanır.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

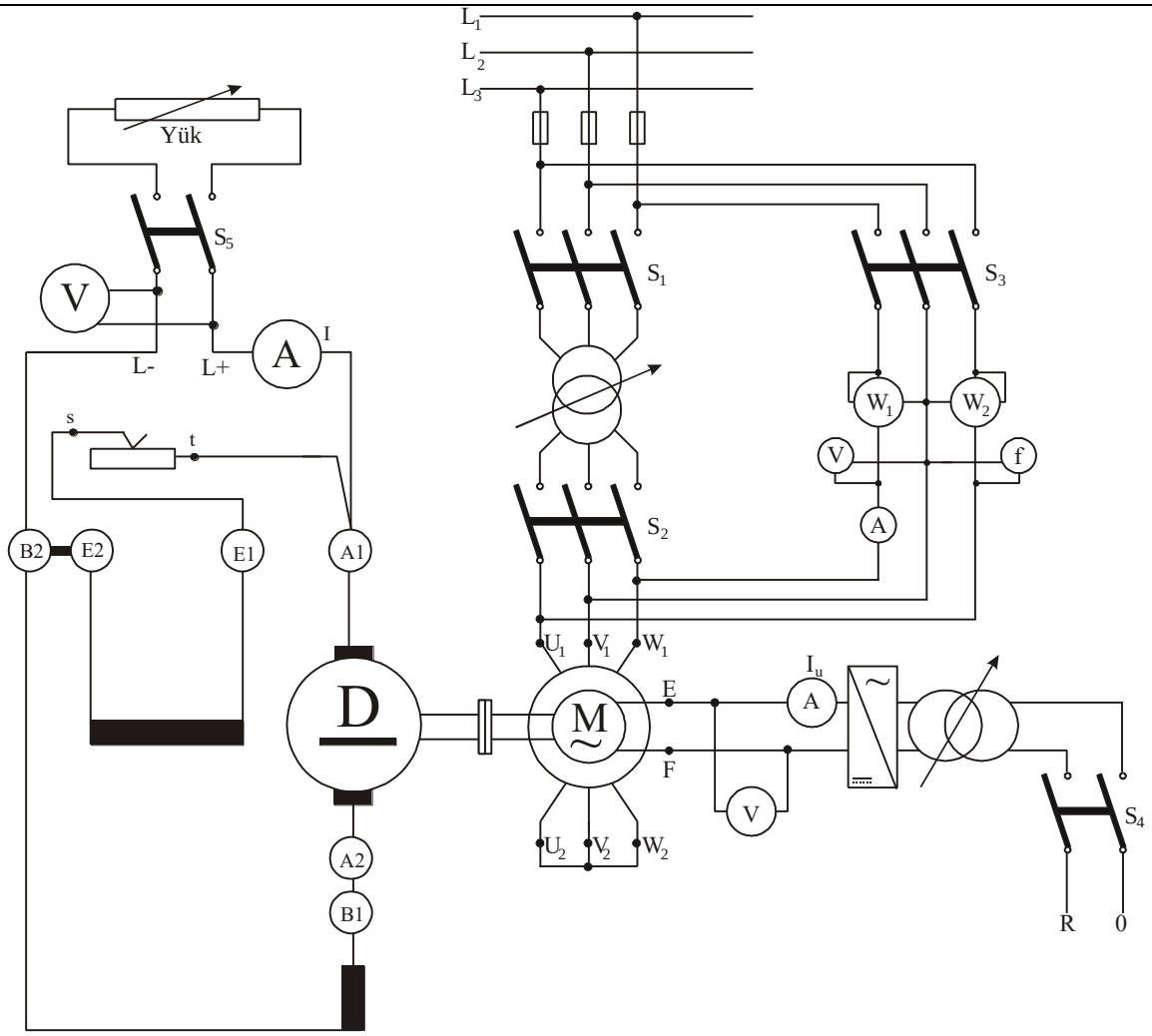
Deneyde Kullanılan Aletler

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_u (V.)	U (V.)	I (A.)	f (Hz.)	P_1 (W)	P_2 (W)	ΣP (W)
Yol Almada	1									
Boş Çalışmada	1									
Yüklü Çalışmada	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
	7									

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr



Şekil-1 Senkron motora yol vermek için gerekli bağlantı şeması.

İşlem Basamakları

1. Şekil-1'deki bağlantıyı uygun ölçü aletlerini kullanarak kurunuz.
2. S_1 ve S_2 şalterlerini kapatarak oto trafosu yardımıyla senkron motoru asenkron motor olarak çalıştırınız. (Motora önce yarı gerilim sonra tam gerilim uygulayınız.)
3. Motor senkron devir sayısına ulaştıktan sonra S_3 şalterini kapatıp S_1 ve S_2 şalterlerini açınız. Bu durumda ölçü aletlerinde okunan değerleri tabloya kaydediniz.
4. Daha sonra S_4 şalterini kapatıp rotor kutupları ile stator kutuplarının kilitlenmesini sağlayınız. Bu durumda ölçü aletlerinde okunan değerleri tabloya kaydediniz.
5. S_5 şalterini kapatıp dinamo aracılığıyla motoru yükleyiniz ve değerleri kaydediniz.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Sorular ve Yanıtlar

1. Senkron motorlar neden direkt olarak yol alamazlar ?

2. Sincap kafesli senkron motor, senkron hızda dönerken, sincap kafes sargılarında gerilim oluşur mu ? Neden ?

3. Senkron motorun dönüş yönü nasıl değiştirilir ?

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

4. Senkron motorlara hangi metotlarla yol verilir ?

5. Senkron motorun uyartımı kesilirse, rotoru sincap kafesli olan ve olmayan senkron motorlarda ne gibi durumlar oluşur ?

6. Yük altında kalkınması gereken senkron motorlarda hangi özellikler olmalıdır?.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Deney No : 9

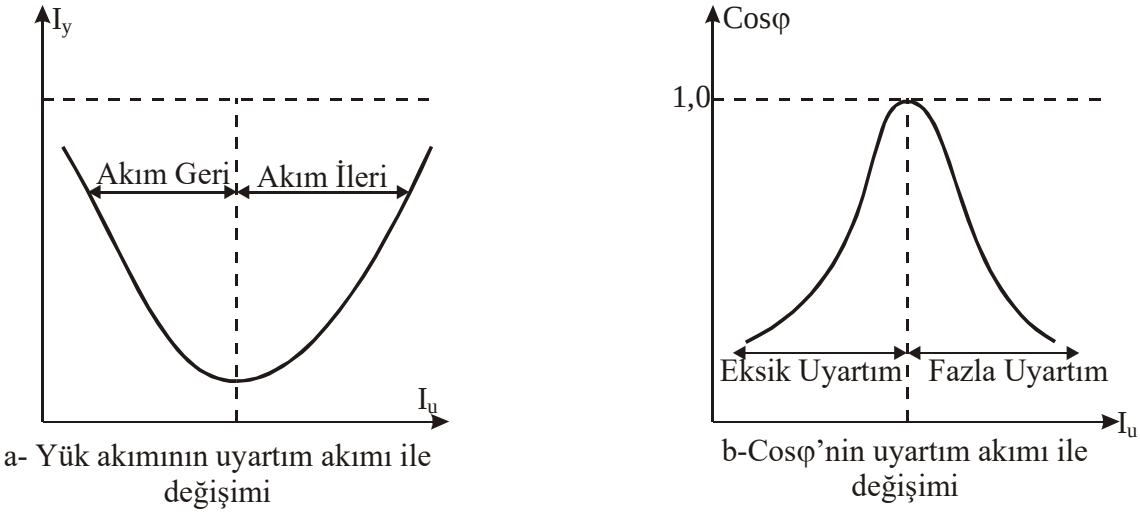
Deneyin Adı : Senkron Motorun "V" Eğrilerinin Elde Edilmesi.

Teorik Bilgi

Senkron motorların "V" eğrileri; motora uygulanan şebeke geriliminin ve miline bağlanan yükün sabit tutularak endüvi akımı I_y ile uyartım akımı I_u arasındaki ilişkiyi gösterir. Ayrıca uygulanan gerilimin frekansı da sabit olmalıdır. Bu durumda motorun milinden çekilen güç $P = \sqrt{3}.U_s.I_y.Cos\varphi$ 'dir. Diğer değerler sabit olduğuna göre, güç katsayısı Cosφ'nin değişmesi yük akımını değiştirir. Daha önce de belirtildiği gibi, güç katsayısı cosφ , uyartım akımına bağlı olarak değiştirilebilir. Güç katsayısının büyümesi ile yük akımı küçülür. Cosφ'nin en büyük değeri olan 1'de, yük akımı en küçüktür. Bu durumda senkron motor omik çalışmaktadır.Belli bir yükte çekilen en küçük yük akımına ait uyartım akımı değerinden daha küçük uyartım akımında senkron motor endüktif, daha büyük uyartım akımında ise kapasitif çalışır.

Uyartım akımı değiştikçe senkron motorun güç katsayısı ve yük akımı değişir. Bu sırada demir ve bakır kayıplarında meydana gelecek küçük dikkate alınmazsa; senkron motorun mil gücü sabit kalır. Bu deneyden elde edilecek eğriler V harfine benzediğinden bu eğrilere senkron motorun "V" eğrileri denir.

V eğrilerini elde etmek için.'deki bağlantı yapılır. Bu bağlantı yapıldıktan sonra senkron motor çalıştırılır. (Bu sırada motor boşta çalışmaktadır). Boştaki V eğrisini çizmek için motorun çektiği yük akımı, uyartım akımı ayarlanarak en küçük değerine indirilir. Bu andaki Cosφ değeri de saptanmalıdır. Uyartım akımının bu değeri senkron motorun omik olarak çalışması için gereken akımdır. Bu uyartım akımı yavaş yavaş artırılır.Her kademe yük akımı ve Cosφ değerleri alınır. Yük akımı anma akımının 1.5 ile 2 katı oluncaya kadar uyartım akımı artırılmağa devam edilir. Bu çalışma değerleri kapasitif çalışma durumunu verir. Bundan sonra tekrar en küçük yük akımını veren uyartım akımına gelinir. Bu uyartım akımından daha küçük uyartım değerlerinde senkron motor endüktif çalışmaktadır. Gene uyartım akımı yavaş yavaş azaltılır. Her kademe yük akımı ve Cosφ cetvel şeklinde yazılır. Bundan sonra senkron motor çeşitli yüklerde yüklenip aynı şekilde uyartım akımı ayarlanarak yük akımı ve Cosφ değerleri saptanır. Bundan sonra uyartım akımı yatay eksen, yük akımı veya Cosφ değerleri de düşey eksen üzerinden işaretlenerek senkron motorun V eğrileri çizilir.



a- Yük akımının uyartım akımı ile değişimi

b-Cosφ'nin uyartım akımı ile değişimi

Şekil-1 Yük akımı ve Cosφ'nin uyartımla değişimleri.

Senkron motorun istenen yük kademelerinde V eğrileri bir arada çizildiğinde, eğrilerin farklı oldukları görülür. Şekil-3'de boştaki eğrinin yükteki eğriden daha farklı olduğu görülüyor. 1 nolu eğri boşta, 2 nolu eğri yarı yükte, 3 nolu eğri tam yükte ve 4 nolu eğri de 1,5.P_{anma} yükündeki V eğrileridir. Görüldüğü gibi her yük kademesinde omik çalışma durumları için değişik uyartım akımına gerek vardır. Senkron motor boşta iken omik durum için I_{u1} uyartımı gerekirken, yarı yükte omik durum için daha büyük I_{u2} uyartımına gerek vardır. Tam yükte ise aynı durum için daha büyük uyartım akımı I_{u3} gerekir. Motorun yükü anma yükünden fazla olduğundan gerekli uyartım akımı daha artar ve I_{u4} olur. Bunun nedeni endüvi reaksiyonunun çeşitli yükler için farklı olması ve doymanın artmasıdır. Boştaki endüvi reaksiyonu ile yüklü durumdaki endüvi reaksiyonu farklı olduğundan, uç gerilimin sabit kalabilmesi için (örneğin omik durumda) yüklü durumda, boştakinden daha fazla uyartım akımına gerek vardır. $I_{u4} > I_{u3} > I_{u2} > I_{u1}$ dir.Yük altında çalışan bir senkron motorda, uyartım, anma değerinden fazla ise motor akımı I_y , uç gerilimi $U_ş$'den ileride olup, senkron motor kapasitif çalışır. Uyartım akımı, küçükse, akım I_y , gerilimden geride olup, motor bu defa endüktif çalışır.

Uyartım akımı çok geniş sınırlar içinde azaltılıp artırılamaz. Örneğin Şekil-3'de görüldüğü gibi tam yük için uyartım akımı I_u' den ve yarı yük için I_u'' den küçük olamaz. Aksi halde motor kararlılık sınırını geçip kilitlenme durumundan ayrılır. Bu anda motordaki yük momenti, motor momentinden fazladır. Senkron motorların çoğunda anma yükünün %40'ına kadar olan küçük yüklerde uyartım sıfır olduğu halde motor senkronizmden kopmayabilir.

Boşta ve çeşitli yük değerlerinde omik durum için gerekli yük akımları farklıdır. Boşta kayıpları karşılayacak kadar olan I_{y1} akımı, senkron motor yüklendikçe I_{y2}, I_{y3}, I_{y4} değerlerini

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

almaktadır. Bu durumda senkron motordaki bakır kayıpları ve çok az da olsa demir kayıpları artar.

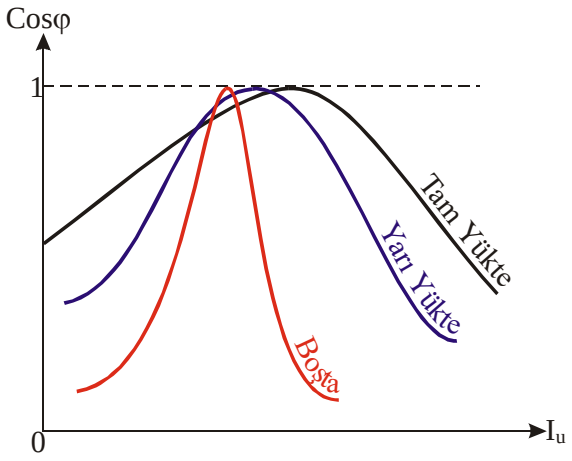
Şekil-2'de ise uyartım akımının değişmesi ile çeşitli yük kademelerindeki güç katsayısı değerleri görülmektedir. Eğrilerin tepe değerleri daima Cosφ=1 değerinden geçer. Cosφ değerlerini saptamak için cosφmetre yoksa devreye iki vatmetre bağlanarak (aron vatmetresi) cosφ değerleri aşağıdaki formüllerle bulunur.

$$tg\varphi = \frac{P_1 + P_2}{\sqrt{3}.U_ş.I_y} \text{ veya } tg\varphi = \sqrt{3}.\frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2}$$

Bu formülde; Cosφ = 0.5 için $P_2 = 0$

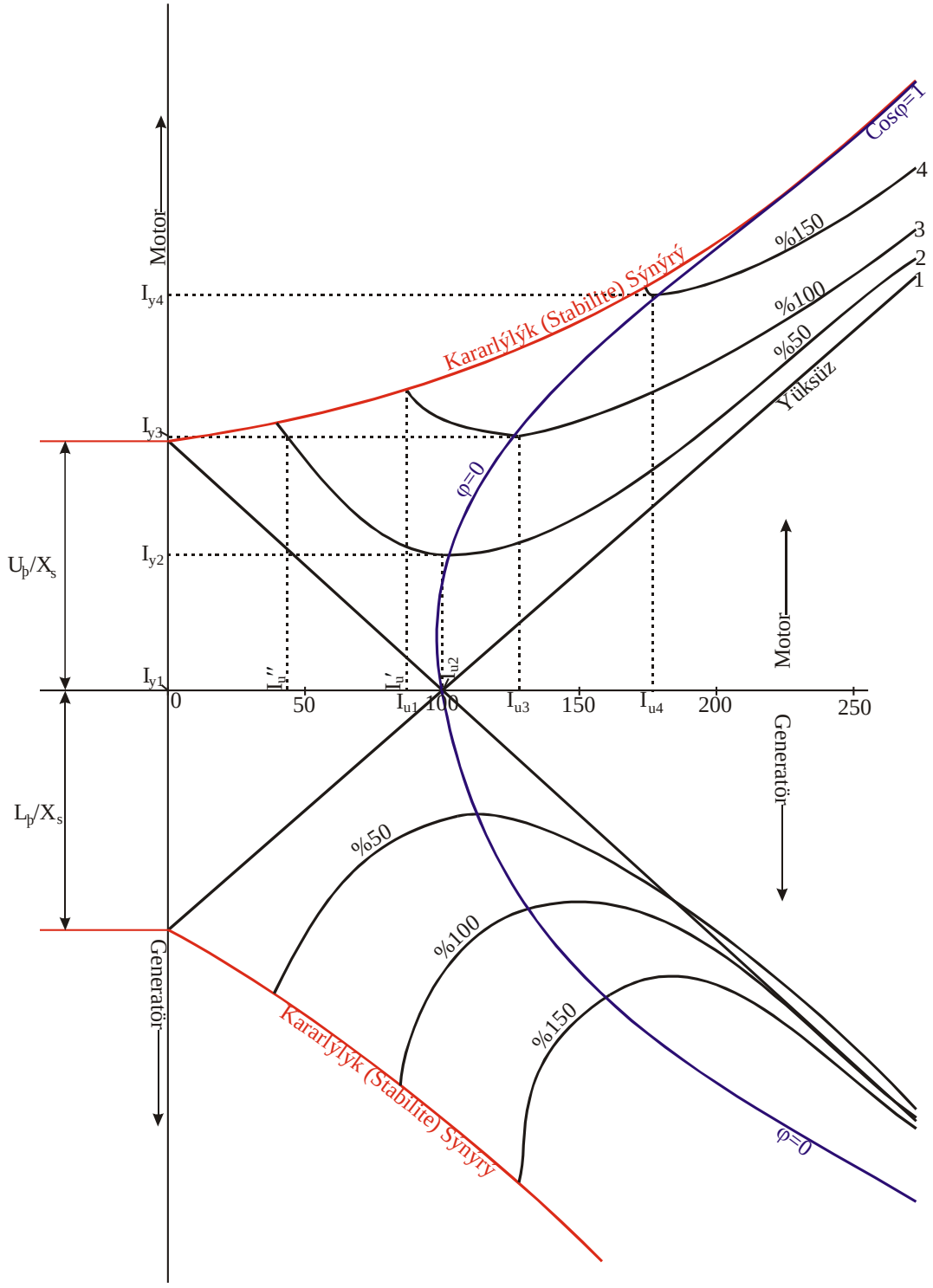
Cosφ > 0.5 için $P_2 > 0$

Cosφ < 0.5 için $P_2 < 0$ dır



Şekil-2 Çeşitli yük durumlarında uyartım akımı ile güç katsayısının değişimi.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

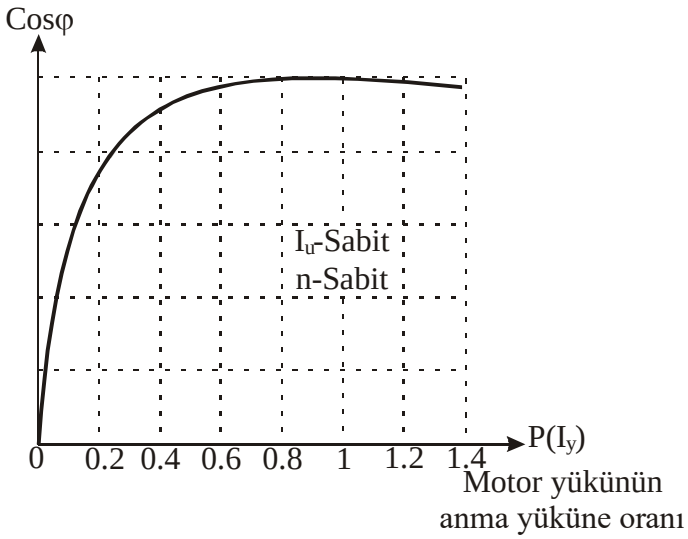


Şekil-3 Senkron makinanın "V" eğrileri.

V eğrileri Şekil-3'de görüldüğü gibi hem motor hem de alternatör olarak çalışırken çıkartılabilir. Senkron motorun sabit uyartım ve değişik yük durumunda güç katsayısının değişmesi

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

de Şekil-4'de görülmektedir. Eğride en iyi güç katsayısının tam yük ve tam yüke yakın yüklerde olduğu, motor anma yükünden daha fazla yüklendikçe Cosφ'nin azaldığı görülüyor. Küçük yüklerde de güç katsayısı bir hayli kötüdür.



Şekil-4 Güç katsayısının yükle değişimi

Deneyde Kullanılan Aletler

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

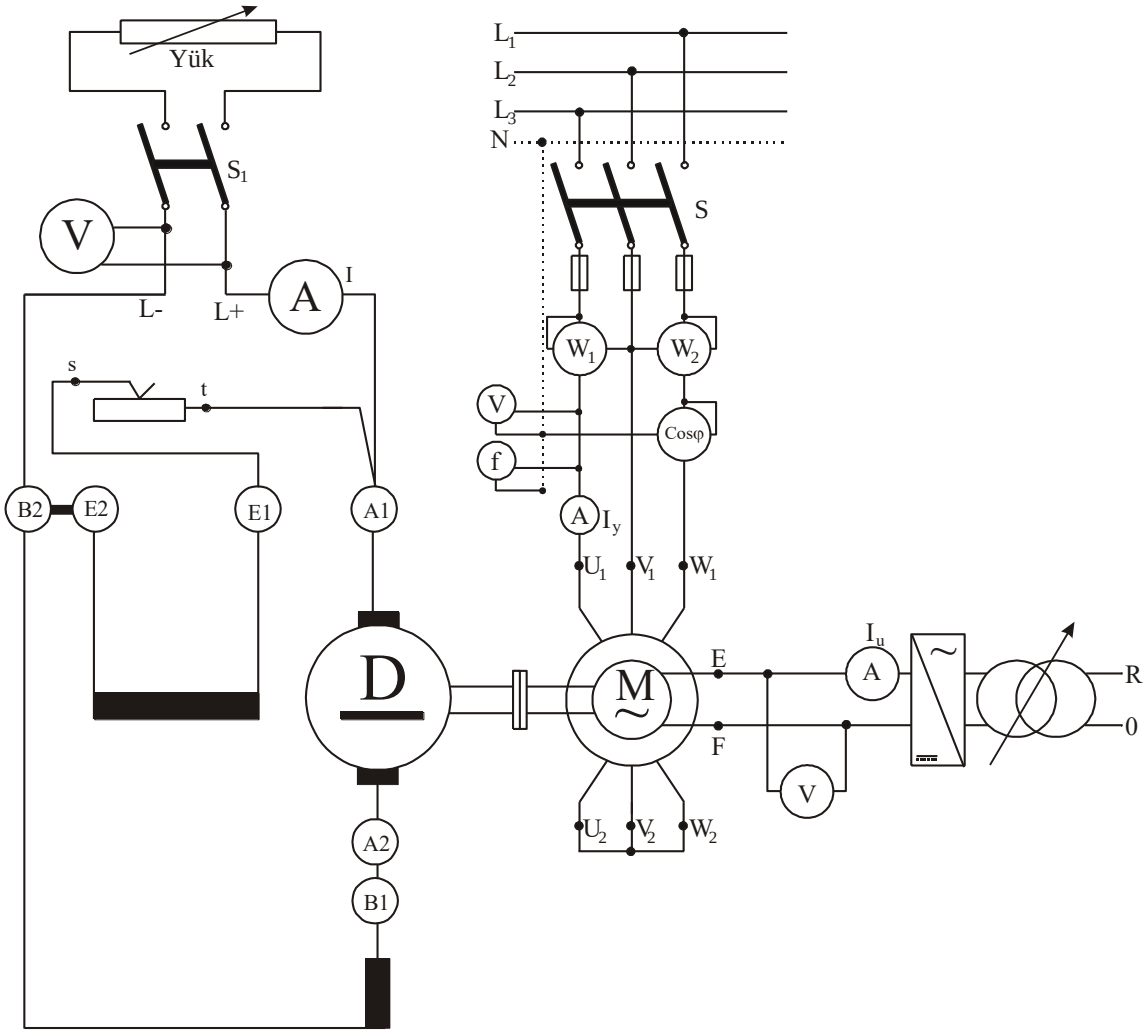
Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Deneyde Alınan Değerler

Gözlem No	Yük Durumu	n (d/dk)	U (V.)	ΣP (W.)	I_u (A.)	I_y (A.)	Cosφ	Açıklama
1	Boşta Çalışma							Kapasitif Çalışma
2								
3								
4								
5								Cosφ=1
6								Endüktif Çalışma
7								
8								
9								
1	Yarı Yükte Çalışma							Kapasitif Çalışma
2								
3								
4								
5								Cosφ=1
6								Endüktif Çalışma
7								
8								
9								
1	Tam Yükte Çalışma							Kapasitif Çalışma
2								
3								
4								
5								Cosφ=1
6								Endüktif Çalışma
7								
8								
9								

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Bağlantı Şeması



Şekil-5 "V" eğrilerini çıkartmak için gerekli bağlantı şeması.

İşlem Basamakları

1. Şekil-5'teki bağlantıyı kurunuz.
2. Motora yol veriniz ve senkron çalışmayı sağlayınız.
3. Boşta çalışmada uyartım akımını ayarlayarak güç katsayısının "1" olduğu değere getiriniz. Bu anda ölçü aletlerindeki değerleri kaydediniz.
4. Uyartım akımını kademe kademe arttırarak kapasitif çalışmaya geçiniz ve her kademedeki değerleri tabloya kaydediniz. Arttırma işlemine yük akımı nominal değerinin 1,25 katına

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

ulaşıncaya kadar devam ediniz.

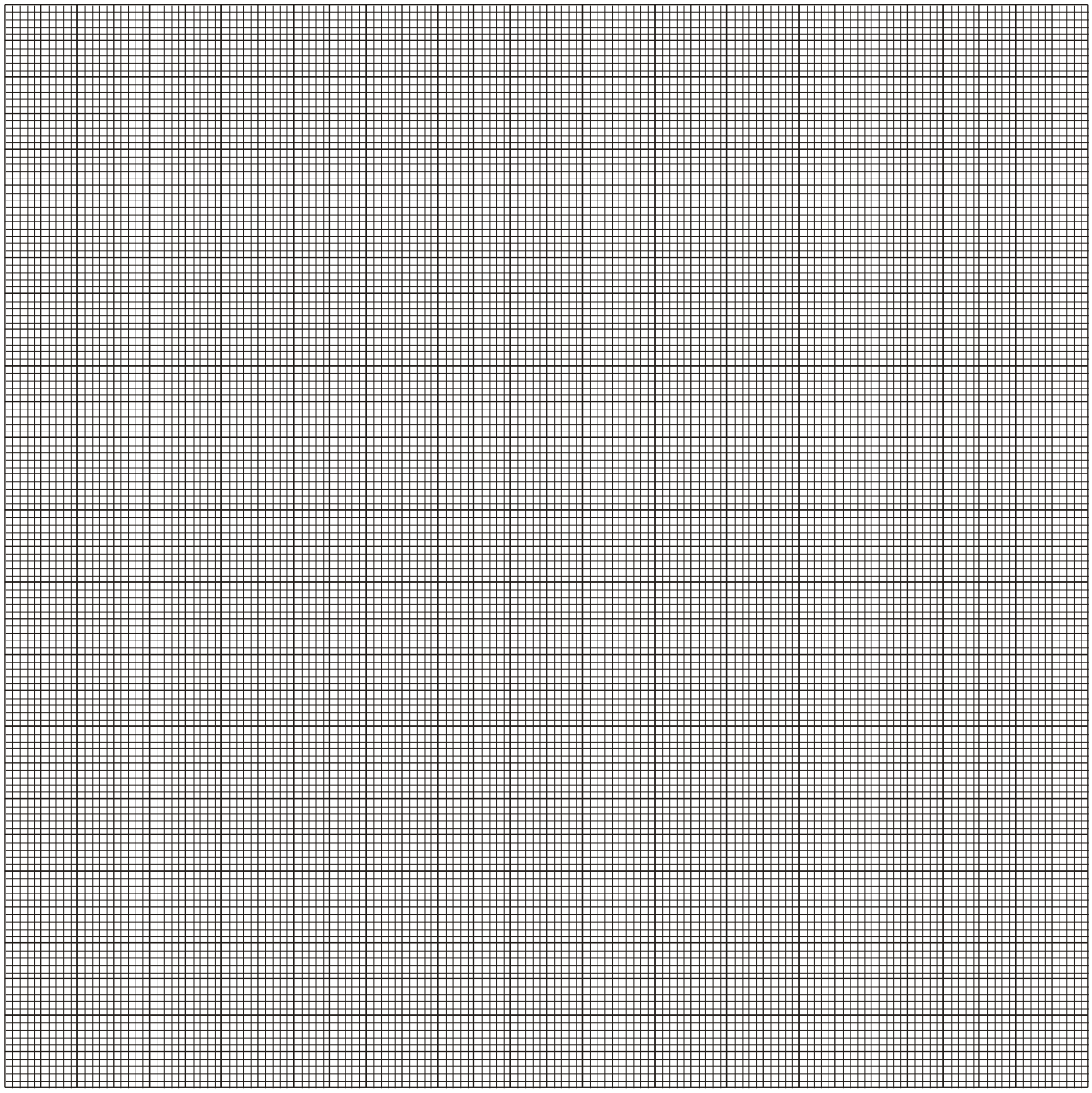
5. Uyartım akımını ayarlayarak tekrar Cosφ=1 değerine geliniz ve uyartımı kademeli olarak azaltarak endüktif çalışmaya geçiniz. Her kademedeki değerleri tabloya kaydediniz. Azaltma işlemine yük akımı nominal değerinin 1,25 katına ulaşıncaya kadar devam ediniz.
6. Motoru miline bağlı dinamo aracılığıyla önce yarı yükle sonra tam yükle yükleyerek yukarıdaki işlemleri tekrarlayınız.

Sorular ve Yanıtlar

1. Uyartım akımı değişiminin senkron motora etkilerini vektörel olarak açıklayınız.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

2. Deneyde aldığınız değerlerle $I_y=f(I_u)$ ve $Cos\varphi=f(I_u)$ eğrilerini her yük durumu için çiziniz.



Ölçek:

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

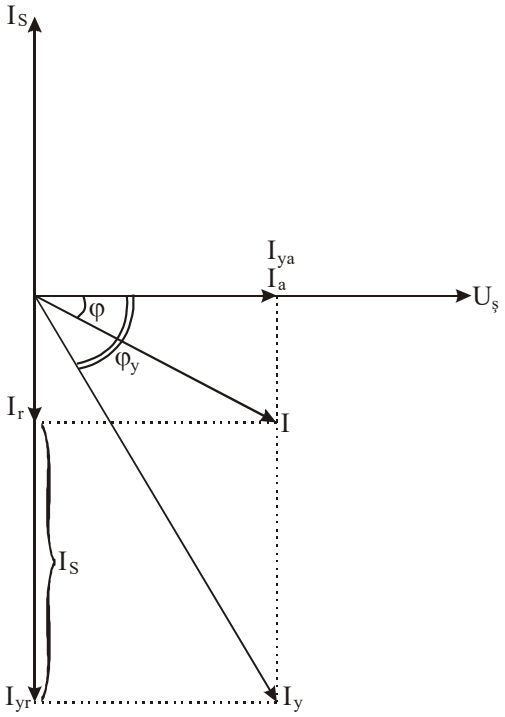
Deney No : 10

Deneyin Adı : Senkron motor ile güç katsayısının düzeltilmesi.

Teorik Bilgi

Büyük şebekelerde yük genellikle endüktiftir. Çünkü şebekeye bağlı indüksiyon motorları, indüksiyon fırınları, bir yükü besleyen transformatörler, balastlı lambalar, vs. hep endüktif akım çekerler. Bu akım, alternatörlerin gerçek güç kapasitesini küçülttüğünden iletim hatlarında büyük gerilim düşümlerine, dolayısıyla da verimin azalmasına neden olur. Güç katsayısının düzeltilmesinde kullanılan senkron motorlara senkron kompanzatör veya senkron kondansatör adı verilir.

Şekil-2 'de görülen asenkron motor endüktif, fazla uyartımlı senkron motor ise kapasitif akım çeker. Bu şekildeki çalışma sonucunda, şebekeden çekilen akımın reaktif bileşeni azalmıştır. Ancak yük sabit kalmış ve yükün güç katsayısı değişmemiştir. Şebekeden çekilen akımın reaktif bileşeni azaldığından çekilen akım küçülmüştür. Buradaki senkron motorun fazla uyartımlı olarak boşta çalıştırıldığı ve boş çalışma kayıplarının dikkate alınmadığı durumu Şekil-1' deki vektör diyagramı ile gösterebiliriz.



Şekil-1 Senkron kompanzatör vektör diyagramı.

Asenkron motorun çektiği I_y akımı, şebeke geriliminden $φ_y$ açısı kadar geridedir. Bu akımın

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

aktif bileşeni I_{ya} ve reaktif bileşeni ise I_{yr} ile gösterilmiştir. Bu şebekeye aşırı uyartımlı bir senkron motor bağlanarak boşta çalıştırıldığında, şebekeden I_S akımını çeker. Görüldüğü gibi senkron motorun çektiği akım, $U_ş$ şebeke geriliminden 90^0 ileride kapasitif bir akımdır. Asenkron motorun çektiği akımın reaktif bileşeni I_{yr} akımı ile I_S senkron motor akımı arasında 180^0 faz farkı bulunduğundan, şebekeden çekilen reaktif akım küçülmüş ve $I_r=I_{yr}-I_S$ olmuştur. Artık şebekeden 'I' akımı çekilmektedir. Önceki duruma göre, şebekeden çekilen akım küçülmüş ($I<I_y$), güç katsayısı büyümüş ($Cos\varphi>Cos\varphi_y$) ve aradaki açı küçülmüştür ($\varphi<\varphi_y$). Ama akımın yada gücün aktif bileşenlerinde herhangi bir değişiklik olmamıştır.

Senkron motorla sistemin güç katsayısı düzeltilirken aynı zamanda milinden mekanik enerji de alınabilir.

Deneyde Kullanılan Aletler

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

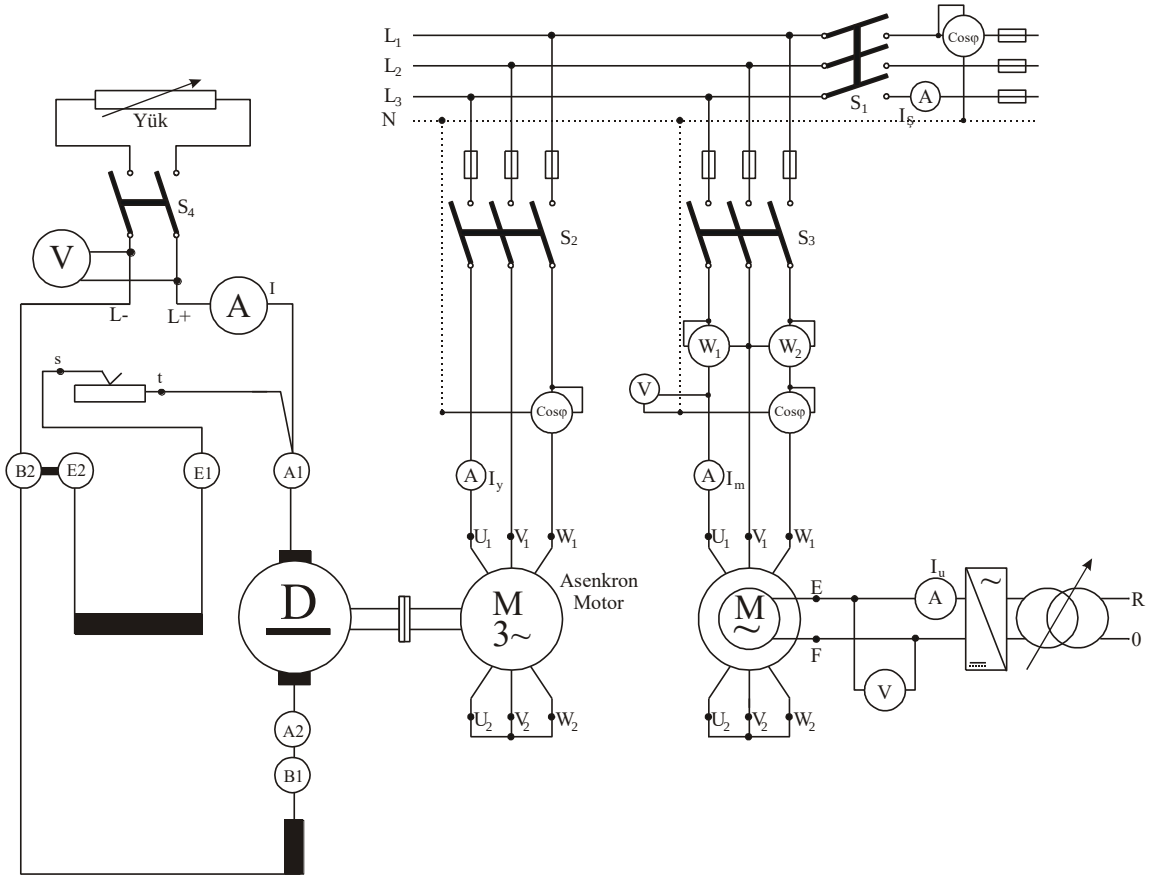
Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Deneyde Alınan Değerler

Gözlem No	Yük Durumu	ΣP_m (W.)	I_u (A.)	I_m (A.)	I_y (A.)	$I_Ş$ (A.)	$Cos\varphi_m$	$Cos\varphi_y$	$Cos\varphi_Ş$
1	Asenkron motor boşta								
2									
3									
4									
5									
6									
1	Asekron motor yüklü								
2									
3									
4									
5									
6									
1	Asenkron motor devre dışı								
2									
3									
4									
5									
6									
7									

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Bağlantı Şeması



Şekil-2 Senkron kompanzatör deneyi için gerekli bağlantı şeması.

İşlem Basamakları

1. Şekil-2'deki devreyi uygun ölçü aletleriyle birlikte kurunuz.
2. S_1 ve S_2 şalterlerini kapatınız ve asenkron motoru boşta çalıştırınız. Bu durumda ölçü aletlerinden okunan değerleri tabloya kaydediniz.
3. S_3 şalterini kapatıp senkron motoru, asenkron motor olarak çalıştırınız.
4. Senkron motor yol aldıktan sonra uyartım akımını uygulayınız ve motorun senkron durumda çalışmasını sağlayınız.
5. Senkron motorun uyartımını arttırarak kapasitif çalışmasını sağlayınız. Bu durumda ölçü

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

aletlerinden okunan değerleri tabloya kaydediniz.

6. Senkron motorun kapasitif çalışma esnasında uyartım akımını yavaş yavaş arttırarak her defasında ölçü aletlerinden okunan değerleri kaydediniz.
7. S_4 şalterini kapatıp asenkron motorun yükünü arttırarak deneyi tekrarlayınız.
8. Asekron motoru tamamen devre dışına alınız ve deneyi tekrarlayınız.

Sorular ve Yanıtlar

1. Güç katsayısının düzeltilmesinin şebeke ve abone yönünden ne gibi faydaları vardır?

2. Asenkron motorun boş ve yüklü durumunda sistemin vektör diyagramını akımlara göre çiziniz.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

3. Asenkron motor yüklü iken şebekenin güç katsayısı Cosφ=1 yapılabilir mi? Açıklayınız.

4. 10 Amper akımlı 0,5 geri güç katsayılı bir yük devresie fazla uyartımlı 0,5 ileri güç katsayılı bir senkron motor bağlanmıştır. Senkron motor şebekeden 4 Amper çekmektedir. Şebekeden çekilen toplam akım ve sistemin güç katsayısı ne olur?

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Deney No : 11

Deneyin Adı : Alternatör veriminin bulunması.

Teorik Bilgi

Alternatörlerin kayıpları çeşitli yöntemlerle bulunur. Bunlar:

1. Direkt metot.
2. Ters yükleme metodu.
3. Kayıpların hesaplanarak bulunması.

Direkt Metot

Bu metotta alternatör anma yüküne kadar yüklenir. Alternatöre verilen ve alternatörden alınan güçler ölçülerek verim;

$$\eta = \frac{Alınan \;\; Güç}{Verilen \;\; Güç}$$

Ancak büyük güçlü alternatörü anma yüküne kadar yüklemek zordur. Bu nedenle bu metot çok kullanılmaz.

Ters Yükleme Metodu

Bu metot için birbirlerine mekaniksel veya elektriksel olarak bağlı iki adet eş alternatöre ihtiyaç vardır. Bu nedenle kullanışlı değildir.

Kayıpların Hesaplanarak Bulunması

Verimin bulunması için en kullanışlı olan metottur. Bu metot ile kayıpların bazılarının tam olarak bulunamamasına rağmen yeterli bir doğruluk elde edilebilir. Ayrıca diğerler metotlardan daha pratik olduğundan deneyi bu metotla yapacağız.

Alternatörlerde kayıplar iki türlü incelenir. Bunlar:

- Boş çalışmadaki kayıplar.
- Yüklü çalışmadaki kayıplar.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Boş Çalışmadaki Kayıplar

Alternatörün uyartımı yapılmış olarak boş çalışırken meydana gelen kayıplarıdır. Bu kayıplara sabit kayıplar da denir. Mekanik kayıplar, demir kayıpları ve uyartım kayıplarından oluşmaktadır.

a.) Mekanik Kayıplar

Bunlar yatak ve fırçaların sürtünmesi ile vantilasyon ve hava sürtünmesi kayıplarıdır. Büyük çevresel hızlı alternatörlerde (örneğin turbo alternatörler) hava sürtünmesi kayıpları oldukça büyüktür. Sürtünme ve vantilasyon kayıpları devir sayısı ile değişmez. Yataklardaki yağlama durumu ile yatak sıcaklığı bu kayıplara etki eden faktörlerdir. Hava sürtünme kayıpları yaklaşık olarak;

$P_{HAVA} = K.\omega.S_r.10^{-3}$ formülü ile bulunabilir.

S_r : Rotorun yüzeyi (m)

ω : Çevresel hız (m/sn)

K : 3 ila 4,5 arası bir katsayı olup hava aralığının büyümesi ile artar.

b.) Demir Kayıpları

Bunlar endüvi oluk kaybı, oluk dişi yüzeyi kaybı ile kutup yüzeylerindeki histerizis ve fuko kayıplarından meydana gelir. Kutup yüzeylerindeki kayıplar çoğu zaman dikkate alınmaz.

Demir kayıpları yükle değişmez. Yalnızca uyartım akımları ile değişir.

$P_{histerezis} = \sigma_h.\left(\frac{f}{100}\right).\left(\frac{B}{1000}\right)^{1,6}.V$ formülü ile bulunur.

f : Frekans (Hz)

B: Alan şiddeti (Gaus)

σ_h: Histerizis kaybı katsayısı (1-2 arasında alınır.)

V: Endüvi saç paketleri hacmi (dm^3)

Fuko kayıpları ise;

$$P_{histerezis} = \sigma_f \cdot \left(\frac{f}{100}\right) \cdot \left(\frac{B}{1000}\right)^2 .d^2.V$$ formülü ile bulunur.

d : Endüvi saç paketleri uzunluğu (mm)

σ_f : Fuko kaybı katsayısı (4-8 arasında alınır.)

Her iki kayıp toplamı demir kaybını oluşturur.

c.) Uyartım Kayıpları

Alternatör kutuplarını uyartmak için verilen doğru akımın alternatör kutup sargılarında meydana getirdiği $I^2.R_u$ şeklindeki bakır kaybıdır. Fırçalarda meydana gelen kayıplarda bu kayıplara eklenir. Bu kayıplar güç ve güç katsayısı değişmedikçe değişmeyeceğinden sabit olarak alınır.

Yüklü Çalışmadaki Kayıplar

Alternatörün yüklü çalışmasında meydana gelen kayıplarıdır. Bu kayıplar endüvi bakır kaybı ve ek kayıplardan oluşmaktadır.

a.) Endüvi Bakır Kaybı

Alternatörün endüvi sargılarından geçen yük akımı bu sargıların R direncinden dolayı bir güç kaybına neden olur. Bu kayıp ısı, joule veya bakır kaybı olarak da adlandırılır.

$$P_{Cu} = I_y^2.\mathrm{R_e}$$

R_e : Sargıların 75°C'deki etkin direncidir.

b.) Ek Kayıplar

Bu kayıplar genellikle yaklaşık olarak hesaplanan kayıplardır. Endüvi sargılarında, endüvi dış gövdesinde ve endüvi oluklarında meydana gelen fuko ve histerizis kayıpları, ek kayıpları oluşturur. Bu kayıplar genellikle endüvi etkin direncine katıldığından ayrıca hesaplanmaz.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Deneyde Kullanılan Aletler

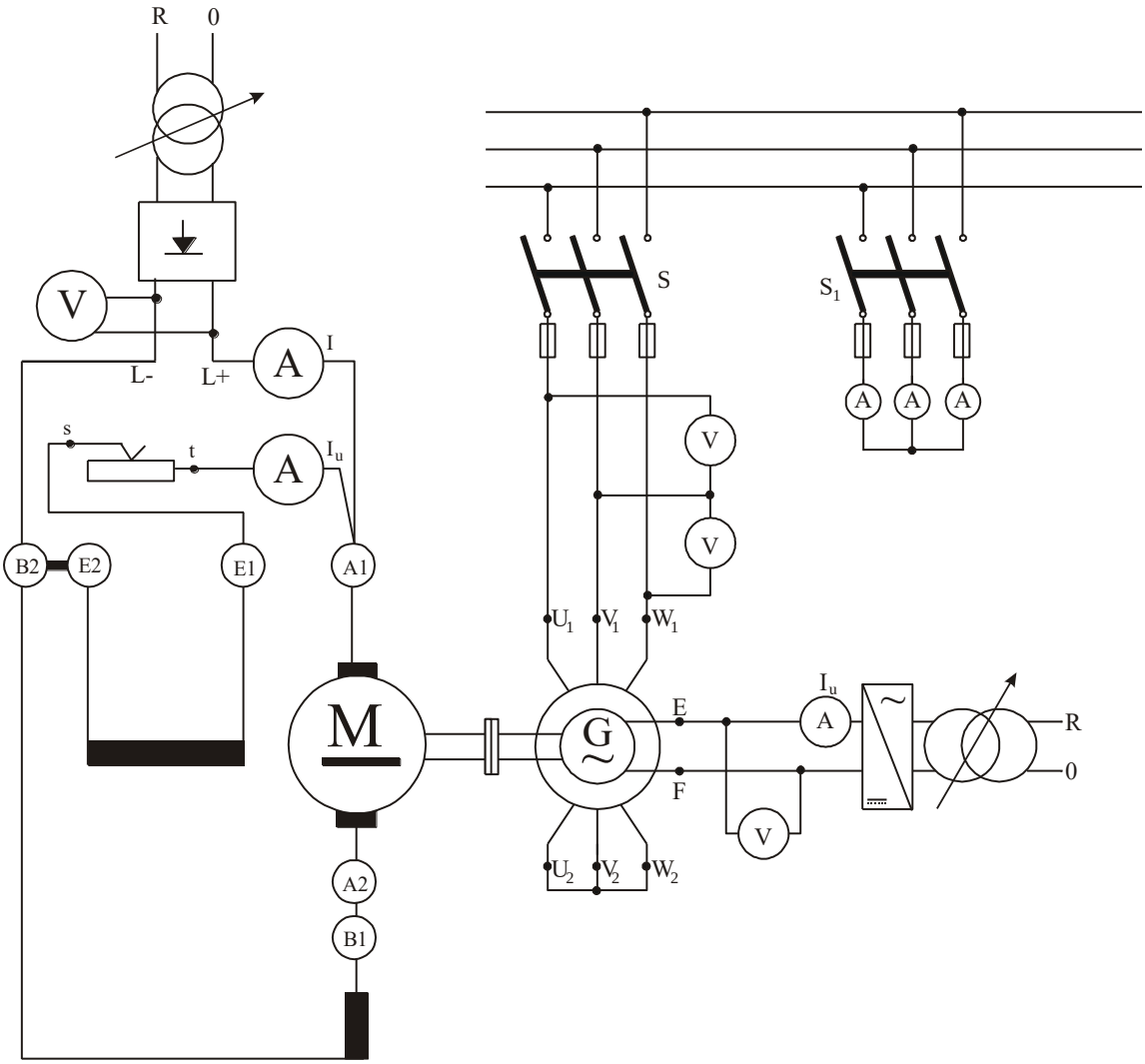
Sıra No	Lab.No	Aletin Cinsi	Özelliği	Ölçme Alanı
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Deneyde Alınan Değerler

Gözlem No	Çalışma Şekli	I_u (A.)	R_u (Ω)	P_u (W)	R_e (Ω)	I (A.)	P_{kd} (W)	$P_{giriş}$ (W)	$\Sigma P_{kayıp}$ (W)	Verim
1	Boşta Çalışma									
2										
3										
4										
5										
6										
1	Kısa Devre Çalışma									
2										
3										
4										
5										
6										

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Bağlantı Şeması



Şekil-1 Alternatör kayıplarının bulunmasını sağlayan deney bağlantı şeması.

İşlem Basamakları

Boş Çalışmadaki Kayıpların Bulunması

1. Şekil-1'deki bağlantıyı uygun ölçü aletleri ile birlikte düzenleyiniz.
2. Alternatörü, verimi veya kayıpları bilinen bir doğru akım motoru ile senkron hızında ve boşta döndürünüz. Devir sayısını deney boyunca sabit tutunuz.
3. Uyartım akımını sıfırdan başlayarak anma değerinin % 120'sine kadar arttırınız. Her kademede, doğru akım motorundan alternatöre verilen gücü okuyup tabloya kaydediniz.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

4. Uyartım akımını sıfır yapınız. Bu durumda doğru akım motorundan alternatöre verilen gücü okuyunuz.
5. Uyartım akımı değerlerini yatay, alternatöre verilen güç değerlerini düşey eksende göstererek $P_{boş} = f(I_u)$ eğrisini çiziniz.

$$P_{boş}=P_{demir}+P_{sürt.}$$

Not: Uyartım akımı kesildiğinde, alternatöre verilen güç mekanik kayıpların

değerini gösterir.

Yükteki Kayıpların Bulunması

1. Şekil-1'deki bağlantıyı uygun ölçü aletleri ile birlikte düzenleyiniz.
2. Alternatörü verimi veya kayıpları bilinen bir doğru akım motoru ile senkron hızında ve boşta döndürünüz. Devir sayısını deney boyunca sabit tutunuz.
3. S ve S1 şalterlerini kapatarak alternatör uçlarını kısa devre ediniz. Uyartım akımını yavaş yavaş arttırınız. Arttırma işlemine alternatörden nominal yük akımının % 150'si geçinceye kadar devam ediniz.
4. Her durumda doğru akım motorundan alternatöre verilen güçleri hesaplayıp tabloya kaydediniz.
5. Uyartım akımlarını yatay, kısa devre güçlerini düşey eksende göstererek $P_{kd}=f(I_u)$ eğrisini çiziniz. $P_{kd}=P_{cu}+P_{ek}$, $P_{cu} = I_y{}^2 . R_e$

R_e=Endüvi etkin direnci

Tam yükteki kayıplar; yüke ait uyartım akımı yatay eksende işaretlenerek bulunabilir.

6. $I_u=0$ iken alternatöre verilen gücü P_{kd} ekseninde gösteriniz. Bu noktadan yataya paralel çizerek mekanik kayıpları bulunuz.
7. Alternatörün uyartım kayıplarını $P_u=I_u^2.R_u$ formülü ile bulunuz.
8. Alternatörün verimini, $\eta = \dfrac{P_{verilen} - P_{kayıplar}}{P_{verilen}}$ ifadesine göre bulunuz.

$P_{kayıplar}=P_{cu} + P_{ek} + P_{demir} + P_{mek} + P_u$ şeklindedir

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

Sorular ve Yanıtlar

1. Alternatörlerin kayıpları nelerdir ? Hangileri deney yoluyla, hangileri hesap yoluyla bulunabilir ?

2. Alternatör kayıplarını hesaplamada kullanılan formülleri yazınız.

3. Alternatörün verimi ne zaman en büyüktür ?

4. Fuko ve histerizis kayıpları ne ile değişir ?

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr

5. Bir alternatörün soğutulması verimine nasıl etki eder ?

6. Sürtünme kayıplarının değişmesinin sebepleri nelerdir?

7. 545 kVA, 3150V, 50Hz, 3 fazlı, yıldız bağlı bir alternatörün etkin faz direnci R_e=0.5Ω ve güç katsayısı Cosφ=0.8 geridir. Bu alternatörün sürtünme ve vantilasyon (mekanik) kayıpları 5kW, demir kaybı 10kW'dır. Kutupları tam yükte 120V, 50A ile uyartılan bu alternatörün verimini bulunuz.

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Hasan Ferdi Turgutlu
Teknoloji Fakültesi, 45400, Turgutlu, Manisa, Türkiye
+90 236 314 10 10 +90 236 314 20 20
hfttf.mcbu.edu.tr