

**T.C.
MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI**

UÇAK BAKIM

**AC GENERATÖRLER
522EE0028**

Ankara, 2011

-
- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
 - Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
 - **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. AC TİP JENERATÖR.....	3
1.1. Döner Bir Manyetik Alan İçerisindeki Bobinden Gerilimin Üretilişi.....	3
1.2. Döner Rotor AC Tip Jeneratörün Yapısı Çalışması.....	5
1.2.1. Stator (Endüvi)	5
1.2.2. Rotor (Endüktör veya Kutuplar).....	7
UYGULAMA FAALİYETİ	10
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	11
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	13
2. FAZ SAYISINA GÖRE JENERATÖR TİPLERİ	13
2.1 Tek Faz ve Üç Faz Prensipleri	13
2.2. Bir Fazlı Jeneratörler.....	14
2.3. İki Fazlı Jeneratörler	16
UYGULAMA FAALİYETİ	19
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	20
3. YILDIZ VE ÜÇGEN BAĞLANTILARIN AVANTAJLARI VE KULLANIMI	22
3.1. Yıldız Bağlantı	22
3.2. Üçgen Bağlantı.....	23
UYGULAMA FAALİYETİ	24
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	25
4. HAT AKIMI HAT GERİLİMİ FAZ AKIMI FAZ GERİLİMİ DEĞERLERİNİN HESAPLANMASI	27
4.1. Yıldız Bağlantıda Akım Ve Gerilimin Faz ve Hat Değerleri.....	27
4.2. Üçgen Bağlantıda Akım ve Gerilimin Faz ve Hat Değerleri	28
UYGULAMA FAALİYETİ	29
ÖLÇME DEĞERLENDİRME.....	30
ÖĞRENME FAALİYETİ -5	31
5. ÜÇ FAZLI SİSTEMLERDE GÜÇ HESAPLAMALARI.....	31
UYGULAMA FAALİYETİ	35
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	37
ÖĞRENME FAALİYETİ-6	39
6. DAİMİ MIKNATISLI ALTERNATÖRLER.....	39
UYGULAMA FAALİYETİ	42
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	43
MODÜL DEĞERLENDİRME	45
CEVAP ANAHTARLARI.....	47
ÖNERİLEN KAYNAKLAR.....	49
KAYNAKÇA	50

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0028
ALAN	Uçak Bakım
DAL/MESLEK	Uçak Gövde Motor Teknisyenliği Uçak Elektronik Teknisyenliği
MODÜLÜN ADI	AC Generatörler
MODÜLÜN TANIMI	A.C. generatörlerin yapısı ve çalışma prensibi hakkında temel bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Transformatörler ve Filtreler modülünü başarmış olmak.
YETERLİK	A.C. generatör ile alternatif gerilim elde etmek.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç ➤ Gerekli ortam sağlandığında A.C. generatör ile tekniğe uygun olarak alternatif gerilim elde edebileceksiniz. Amaçlar 1. A.C. generatör bağlantılarını tekniğe uygun olarak yapabileceksiniz. 2. Tek ve üç fazlı A.C. generatörleri tekniğe uygun olarak çalıştırabileceksiniz. 3. Üç fazlı sistemlerde yıldız ve üçgen bağlantıları kurallarına göre yapabileceksiniz. 4. Üç fazlı sistemlerde hatasız olarak hat ve faz akımlarını hesaplayabileceksiniz. 5. Üç fazlı sistemlerde hatasız olarak güç hesaplamalarını yapabileceksiniz. 6. Daimi mıknatıslı alternatörleri tekniğe uygun olarak çalıştırabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Atölye ortamı; bir ve üç fazlı jeneratörler, D.C motorlar, A.C motorlar, voltmetreler, wattmetreler, bağlantı kabloları, reostalar.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	➤ Her faaliyet sonrasında o faaliyetle ilgili değerlendirme soruları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz. ➤ Öğretmen modül sonunda size ölçme aracı (uygulama, soru-cevap) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modül sonunda A.C. generatörlerin elektrik enerjisini nasıl ürettiği, A.C. generatörü oluşturan parçaları ve üretilen alternatif gerilimin kullanılmasına yönelik bağlantı gruplarını öğrenmek sizler için çok yararlı olacaktır.

Günümüzde teknolojinin getirdiği yeniliklerle hayatımızı kolaylaştıran makinelerin, elektrik elektronik cihazların büyük bir bölümü, A.C. generatörlerde üretilen elektrik enerjisiyle çalışmaktadır. Dünyadaki generatörler durdurulduğu takdirde hemen hemen bütün makine ve cihazların çalışamaz duruma geleceğini düşünecek olursanız ne kadar önemli ve hayati bir konu üzerinde bilgi ve beceri elde edeceğinizi takdir edersiniz.

Günümüzde birçok enerji kaynakları elektrik enerjisine çevrilmektedir. Çünkü elektrik enerjisi kontrolü ve kullanımı kolay olan atığı olmayan iletimi kolay olan bir enerji türüdür. Generatörler diğer enerji kaynaklarından elde edilen mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirirler. Elektrik enerjisiyle çalışmayan otomobillerde, uçaklarda, tren ve gemilerde bile ateşleme sistemlerinin ve elektronik aksamaların olması nedeniyle elektrik enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır. Elbetteki bu araçlarda aküler vardır. Fakat akülerin de enerjisi generatörler ile sağlanmaktadır.

Hayatımızın her safhasında görsek de görmesek de bize yaşantımızı kolaylaştıran makine ve cihazların ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisinin üretiminde kullanılan generatörlerin, yapıları ve çalışma prensipleri hakkında merak ettiğiniz bilgileri bu kitapçıkta bulabileceksiniz.



DeneySEL amaçlı yapılmış bir alternatör.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Manyetik alan içerisinde kalan bir iletken hareket ettiği takdirde elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini basit deneylerle gözlemledikten sonra edindiğiniz bu bilgi ile jeneratörlerde elektrik enerjisinin elde edilmesi için gerekli bağlantı gruplarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

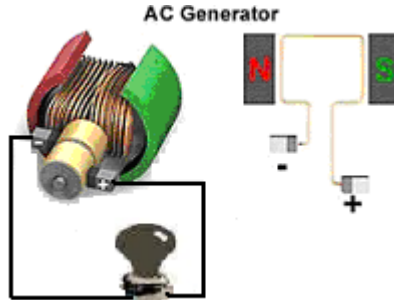
- Manyetik alanlar hakkında edinmiş olduğunuz bilgilerinizi gözden geçiriniz.
- Okulunuzdaki laboratuvarlarda bulunan jeneratörlerin çıkış uçlarını gözlemleyiniz.

Jeneratörlerde elektrik enerjisinin nasıl elde edildiğini anlayabilmeniz için manyetik alanlar hakkında elektroteknik ve fizik kitaplarından yararlanabilirsiniz. Basit bir jeneratörü okul laboratuvarında bulup gözlem yapabilirsiniz. Kazanmış olduğunuz bilgi ve deneyimleri arkadaş gurubunuz ile paylaşınız.

1. AC TİP JENERATÖR

1.1. Döner Bir Manyetik Alan İçerisindeki Bobinden Gerilimin Üretilişi

N-S kutupları arasında dairesel olarak hareket ettirilen bir bobinde alternatif gerilim indüklenir. İndüklenen bu gerilim bilezikler ve fırçalar yardımıyla dış devreye alınır.

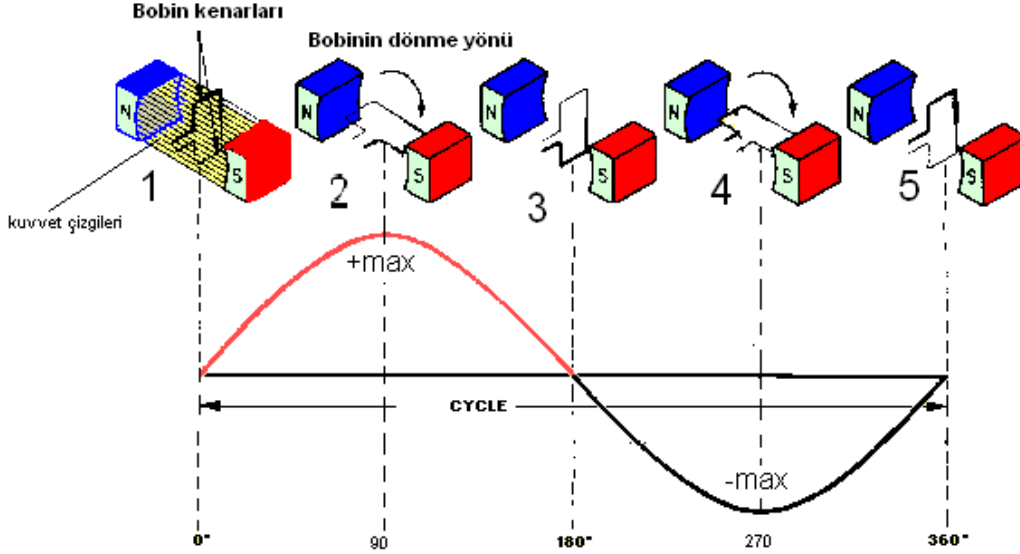


Resim 1.1:Basit bir generatör

Resim 1.1’de görüldüğü gibi birkaç sipirden oluşan bir bobin saat yönünde hareket ettirilerek N-S kutupları arasındaki kuvvet çizgilerini kesmektedir. Bobinin saat yönündeki dairesel hareketi sürdüğü müddetçe üzerinde gerilim indüklenecektir. İndüklenen gerilim alternatif gerilimdir. Bilezikler ve fırçalar yardımıyla dış devreye alınan gerilim bir lambaya

bağlandığı zaman lamba üzerinden akım geçirerek lambanın ışık vermesini sağlayacaktır. Bu sayede mekanik enerji elektriğe, elektrik de ışığa çevrilmiş olacaktır.

Şimdi Resim 1.1'deki bobinde üretilen alternatif gerilimi kademe kademe inceleyelim. Şekil 1.1'de bobinin dairesel hareketi sırasında almış olduğu beş konum görülmektedir.



Şekil 1.1: Bobin hareketine göre sinüsoidal A.C gerilimin oluşumu

Birinci konumda bobin, kuvvet çizgilerine paralel olduğu için kuvvet çizgilerini kesemeyecek dolayısıyla üzerinde bir gerilim indüklenemeyecektir. Başka bir deyişle birinci durumda kuvvet çizgileri ile bobin kenarları arasındaki açı sıfır derecedir. Bobinde üretilen gerilim $e = E_{max} \cdot \sin \alpha$ formülüne göre $\sin 0 = 0$ olduğundan dolayı indüklenen gerilim de sıfır volt olacaktır.

İkinci konumda bobin kenarları kuvvet çizgilerine diktir. $e = E_{max} \cdot \sin \alpha$ formülüne göre $\sin 90 = 1$ olduğu için bobinde indüklenen gerilim $e = E_{max}$ değerinde olacaktır. Yani üretilen maksimum pozitif gerilim bu konumda oluşacaktır.

Üçüncü konumda bobin kenarları kuvvet çizgilerine paralel duruma geldiği için üretilen gerilim sıfır volt olacaktır. Çünkü paralel konumda bobin kenarları kuvvet çizgilerini kesemeyecektir. Diğer bir deyişle α açısı 180° olduğundan ve $\sin 180 = 0$ olduğundan üretilen gerilim $e = E_{max} \cdot \sin 180 = 0$ volt olacaktır.

Dördüncü konumda yani bobinimiz 270° döndüğünde bobin kenarları kuvvet çizgilerine yine dik konuma gelecektir. Üretilen gerilim maksimum değerde olacaktır. Çünkü $\sin 270 = -1$ 'dir. $e = E_{max} \cdot \sin 270$ eşitliğine göre $e = -E_{max}$ 'dur. Yani 270 derecedeki bobin üzerinde üretilen gerilim maksimum değerdedir. Fakat negatif yönde maksimum değerdedir.

Beşinci konumda ise bobin kenarları kuvvet çizgilerine paralel konuma geleceği için kesişme olmayacaktır. Dolayısıyla üretilen gerilim yine sıfır volt olacaktır. Bobinin dairesel olarak yapmış olduğu açı 360° dir. $e = E_{\max} \cdot \sin 360$ olduğuna göre ve $\sin 360 = 0$ olduğu için $e = E_{\max} \cdot 0 = 0$ volt olacaktır.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı üzere manyetik kuvvet çizgileri arasında dairesel olarak hareket eden bir bobinde gerilim değişken değerlerde indüklenmektedir. Sıfırdan başlayarak artı maksimum değere, artı maksimum değerden yine sıfıra, sıfırdan eksi maksimum değere, eksi maksimum değerden de yine sıfır volta değişen bir seyir göstermektedir. Biz burada bobinin sadece 0-90-180-270-360 derecedeki konumlarını göz önüne aldık. 0'dan 360° kadar geçen süreye bir saykıl (periyot) denilir. Bir periyotluk zaman içerisinde bobinimiz sonsuz konum almaktadır. Her konumda üzerinde indüklenen gerilim değerine gerilimin ani değeri diyoruz. Biz de yukarıda 0'dan 360 dereceye kadar beş farklı konumdaki beş farklı ani değeri inceledik.

Jeneratörlerde üretilen gerilimin ani değerleri değil etkin (efektif) değerleri göz önüne alınır.

Manyetik alan içerisinde dairesel olarak hareket eden bir bobinde indüklenen gerilimin etkin değeri, $E = 4,44 \cdot \Phi \cdot f \cdot N \cdot 10^{-8}$ (Volt) formülü ile bulunur.

Eğer manyetik alan içerisindeki bir bobini hareket ettirmeden sabit tutup manyetik kuvvet çizgilerini hareket ettirirsek sabit bobin üzerinde yine gerilim indükleneyecektir. İndüklenen gerilimin etkin değerinde hiçbir değişiklik olmayacaktır. İlerleyen konularda daha ayrıntılı olarak inceleyeceğimiz gibi birçok jeneratörler sabit bobin döner manyetik alan prensibine göre çalışır.

1.2. Döner Rotor AC Tip Jeneratörün Yapısı Çalışması

Elektrik enerjisi genellikle alternatif gerilim olarak üretilmektedir. Doğru akım gereken yerlerde alternatif akım doğrultularak kullanılabilir. Alternatif akım üreten elektrik makinelerine senkron jeneratörler denilmektedir. Bazen A.C. jeneratör ve alternatör olarak da adlandırılmaktadır.

A.C jeneratörler bobin guruplarından oluşan temel iki ana parçadan oluşurlar.

- Stator (Endüvi)
- Rotor (Endüktör veya Kutuplar)

1.2.1. Stator (Endüvi)

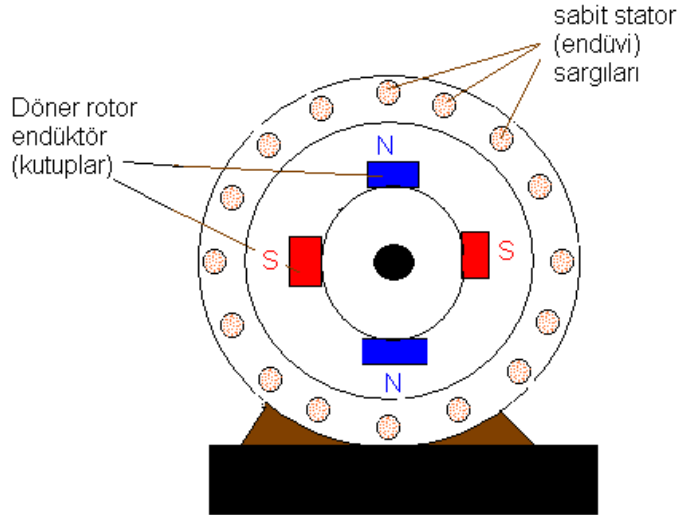
Üzerinde elektrik enerjisinin indüklendiği sargının bulunduğu bölüme stator denilir. Endüvi büyük güçlü jeneratörlerde duran kısımdır. Çünkü büyük güçlü jeneratörlerde fazla akım çekilir. Endüvi duran kısım olduğu zaman bilezik ve fırçaya gerek kalmaksızın akım dış devreye alınıp kullanılabilir.

Bilezik ve fırçaların oluşturacağı olumsuzluklar duran kısımda söz konusu olmaz. Endüvi duran kısımda olduğu zaman fırça ve bilezikler kutuplarda (rotorlarda) kullanılır. Resim 1.2’de kutupları rotorda olan bir jeneratör görülmektedir.



Resim 1.2: Sabit bir endüvi

Endüvi sargıları duran kısımda olduğu takdirde sargıların sarılması ve işlenmesi daha kolay yapılabilir. Büyük güçlü jeneratörlerde endüvi sargıları kalın lamalardan yapılır. Sargıların statorda olması soğutulmasını kolaylaştırır. Sargıların merkezkaç kuvvetinden etkilenerek yerlerinden fırlaması da endüvinin statorda yapılmasıyla engellenmiş olur. Şekil 1.2’de sabit endüvi ve döner kutuplar görülmektedir.

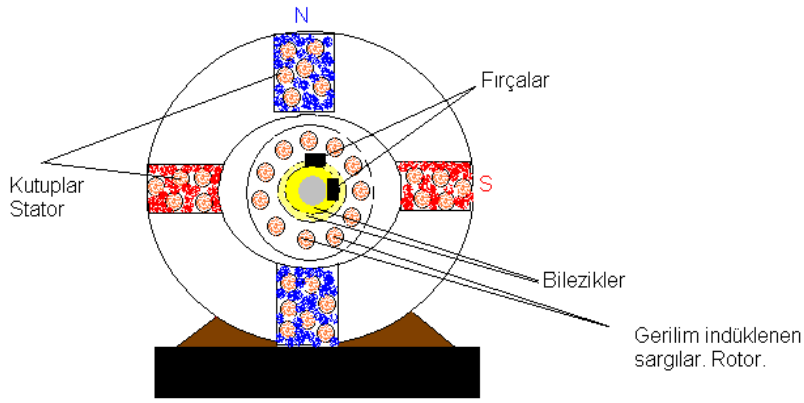


Şekil 1.2. Sabit endüvili jeneratör

Küçük güçlü jeneratörlerde kutup sargıları statora yerleştirilebilir. Dönen kısma yani rotora ise gerilimin üretildiği sargılar yerleştirilir. Rotorda üretilen alternatif gerilim dış devreye bilezik ve fırçalar yardımıyla alınabilmektedir. Kutup sargıları ise D.C. kaynaktan beslenmektedir.

Bu tip jeneratörler küçük güçlü imal edildikleri için dış devreye bilezikler ve fırçalar yardımıyla alınan alternatif gerilimin meydana getirdiği olumsuzluklar ihmal edilebilmektedir. Fırçalar ile bilezikler arasında oluşan temas direncinin meydana getirdiği ısı kaybı ve gerilim düşümü çekilen akımın az olmasından dolayı çok fazla olmamaktadır.

Rotor kısmında gerilimin üretildiği küçük güçlü jeneratörler dinamolara benzer. Tek farkları kolektör yerine bileziklerin kullanılmasıdır. Dinamoların endüvilerinde üretilen gerilim de aslında alternatif gerilimdir. Fakat kolektörler ve fırçalar vasıtasıyla dış devreye doğru gerilim olarak alınırlar. Şekil 1.3'te endüvisi rotorda olan bir jeneratör görülmektedir.



Şekil 1.3: Döner endüvili jeneratör

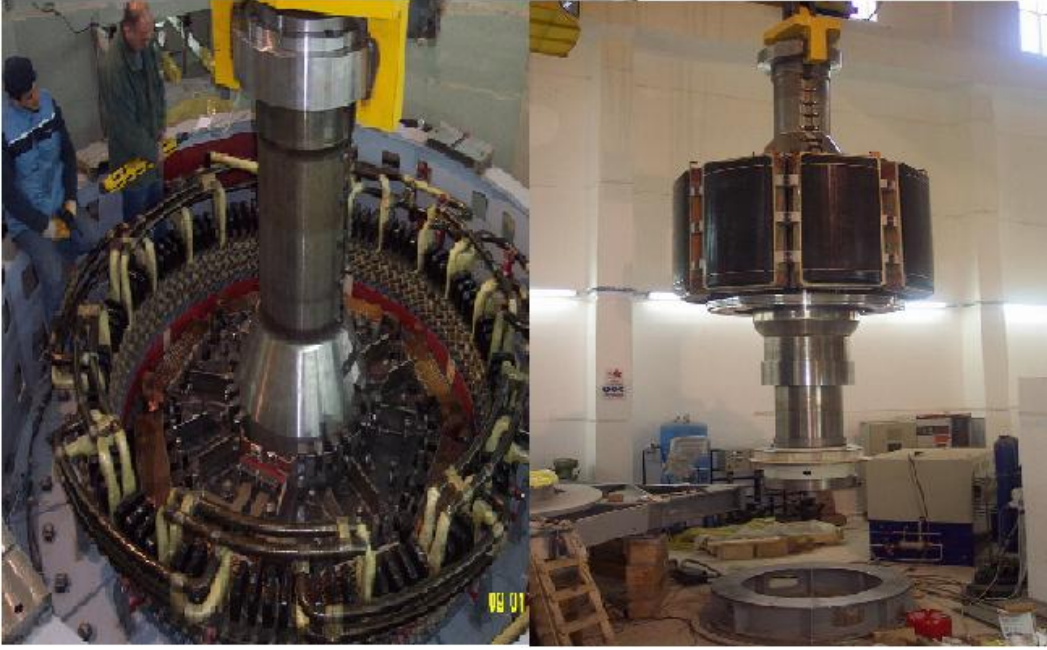
1.2.2. Rotor (Endüktör veya Kutuplar)

Uyartım sargılarını yani N-S kutuplarını meydana getiren sargıların bulunduğu bölümdür. Bir önceki konu başlığımız altında da bahsettiğimiz gibi büyük güçlü jeneratörlerde endüktör döner kısımda yapıldığı için bu kısma rotor da denmektedir. İki farklı şekilde imal edilen endüktörler vardır. Bunlar:

- Çıkıntılı kutuplu endüktörler
- Silindirik (düz) kutuplu endüktörler

1.2.2.1. Çıkıntılı Kutuplu Endüktörler

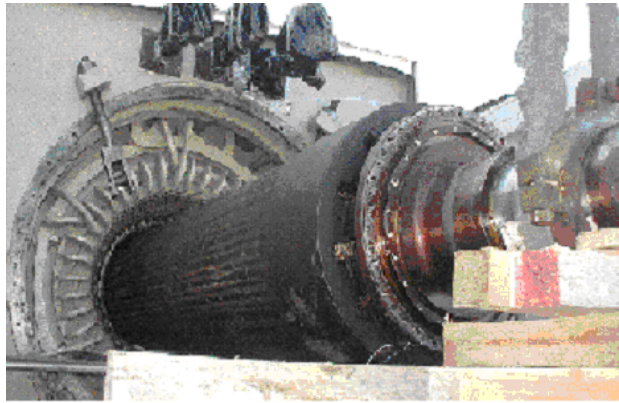
Devir sayıları 1800'den aşağı olan düşük devirli jeneratörlerin rotorları (kutupları) çıkıntılı kutuplu olarak yapılır. Kutuplarda meydana gelebilecek fuko kayıplarını önlemek için birer yüzleri yalıtılmış özel saç paketler kullanılır. Sargı çıkışları rotor üzerinde bulunan iki adet bileziğe bağlanır. Rotor sargısı bilezik ve fırçaların yardımıyla doğru akımla beslenir. Çok kutuplu olarak imal edilen bu tip jeneratörlerin rotor çapları büyük, rotor uzunlukları ise küçüktür. Gerilimde meydana gelebilecek salınımları önlemek amacı ile kutupların üst kısmına kısa devre çubukları konulur. Çıkıntılı kutuplu alternatörler düşey milli olarak çalıştırılır. Kutupların çıkıntılı olması nedeniyle rüzgâr kayıpları yüksektir. Bu nedenle yüksek devirlerde çalıştırılmazlar. Resim 1.3'te çıkıntılı kutuplu jeneratör görülmektedir.



Resim 1.3: Çıkıntılı kutuplu jeneratör

1.2.2.2. Silindirik (Düz) Kutuplu Jeneratör

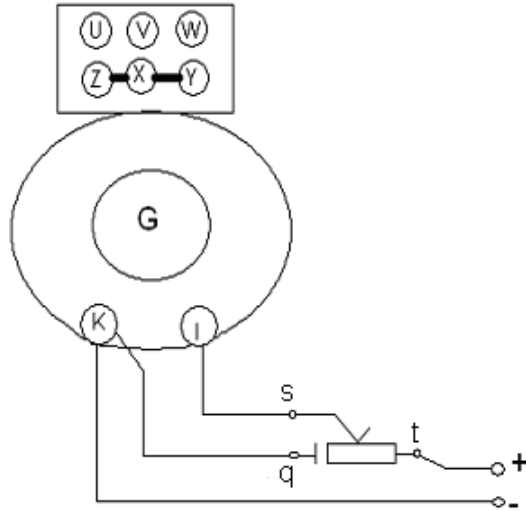
Silindirik kutuplu jeneratörlerde sargılar rotor üzerinde bulunan oyuklara yerleştirilmiştir. Sargı uçları rotor uçlarında bulunan bileziklere bağlanır. Sargılar bakır lamalardan yapılır ve yüksek devirlerde kullanılabilir. Silindirik kutuplu jeneratörler yatay milli olarak çalıştırılır.



Resim 1.4: Silindirik kutuplu jeneratör

Buraya kadar anlatılanlardan da anlaşılacağı üzere jeneratörlerde iki ana bölüm vardır. Bunlar endüvi ve endüktördür. Üç fazlı bir alternatörde U-V-W ve Z-X-Y uçları endüvi uçlarıdır. Bu uçlar Şekil 1.4'te görüldüğü gibi yıldız olarak bağlanabilir. Endüktör uçları ise

I-K veya +,- olarak gösterilir. Endüktör uçları q-s-t reostası üzerinden doğru akım kaynağına bağlanır. Jeneratör döndürülmeye başlandığı zaman U-V-W uçlarından alternatif gerilim alınır.



Şekil 1.4: Üç fazlı bir jeneratörün endüvi ve endüktör bağlantıları

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤➤ Laboratuvarınızda bulunan çeşitli tipteki jeneratörlerin etiket değerlerini yazınız.➤➤ Endüvi ve endüktör uçlarını tesbit ediniz.➤➤ Jeneratörün etiketinde yazılı olan devir sayısında döndürülebilmesi için uygun değerde motor seçiniz.➤➤ Endüktör uçlarını reosta üzerinden DC kaynağa bağlayınız.➤➤	<ul style="list-style-type: none">➤➤ Elektrik atölyesinde çalışırken gerekli güvenlik önlemlerini alınız.➤➤ Değerleri alırken jeneratörlerin devir sayılarına, kaç fazlı olduklarına dikkat ediniz.➤➤ Endüktör uçları I-K veya +,- olarak gösterilir.➤➤ DC motorla bu işlem daha kolay yapılabilir.➤➤ Reosta kademesi ilk anda yüksek değerde olmalıdır.➤➤

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TEST (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki soruların cevaplarını **Doğru** ve **Yanlış** olarak değerlendiriniz.

1. () Manyetik alan içerisinde kalan bir iletken manyetik kuvvet çizgilerine paralel olarak hareket ettirilirse üzerinde gerilim **indüklenmez**.
2. () Manyetik alan içerisinde kalan bir iletken manyetik kuvvet çizgilerini dik olarak keserse üzerinde maksimum gerilim indüklenir.
3. () Büyük güçlü alternatörlerde endüktör duran kısımdadır.
4. () Çıkıntılı kutuplu endüktörler yüksek devirli jeneratörlerde kullanılır.
5. () Silindirik kutuplu endüktörler düşük devirli jeneratörlerde kullanılır.
6. () Fırça ve bilezikler endüvide üretilen alternatif gerilimin dış devreye alınmasını sağlar.
7. () Kutup sargılarının uçları I-K veya +,- işaretleri ile gösterilir.
8. () Üç fazlı jeneratörlerde endüvi uçları üçgen veya yıldız olarak bağlanır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız.

UYGULAMALI TEST

Yaptığınız uygulamayı değerlendirme ölçeğine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evete	Hayır
İşlem Basamakları			
1	Laboratuvarınızda bulunan jeneratörlerin endüvi ve endüktör sargılarını tesbit edebildiniz mi?		
2	Jeneratöre mekanik enerji sağlayacak uygun motor tercihi yapabildiniz mi?		
3	Jeneratörün endüktör uçlarını reosta üzerinden D.C kaynağa bağlayabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı **Evete** ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Tek fazlı ve üç fazlı generatörleri uygun araç ve gereçleri kullanarak bağlantılarını yapacak ve çalıştırabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlar olmalıdır:

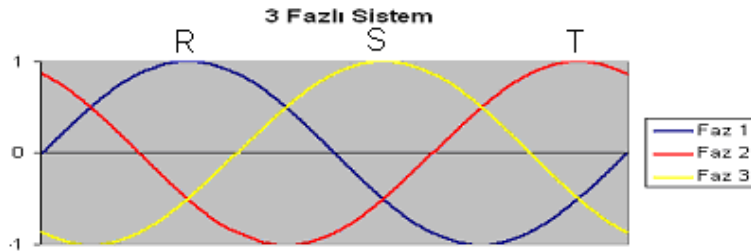
- Bir fazlı ve üç fazlı alternatörlerin klemenslerinde bulunan bağlantı uçlarını inceleyerek bir önceki öğrenme faaliyetlerinde anlatılanlarla karşılaştırınız.
- Laboratuvarlarınızda bulunan reosta, DC motor, AC motor vb. elemanlarının çalıştırılması hakkında bilgi edininiz.

Yapacağınız incelemeler için atölye laboratuvarında bulunan cihazlardan faydalanabileceğiniz gibi elektrik makineleri hakkında yazılmış kitaplardan da faydalanabilirsiniz. Kazanmış olduğunuz bilgi ve deneyimleri arkadaş grubunuz ile paylaşınız.

2. FAZ SAYISINA GÖRE JENERATÖR TİPLERİ

2.1 Tek Faz ve Üç Faz Prensipleri

Tek fazlı devrelerde yalnızca faz ve nötr uçları vardır. Üç fazlı devrelerde ise R-S-T fazları bulunur ve fazlar arasında 120° açı farkı vardır. Şekil 2.1'de üç fazlı sinüsoidal akım görülmektedir. Öğrenme Faaliyeti-1'de döner alan içerisinde kalan bir bobinde oluşan bir fazlı alternatif gerilimin bir sayıklık sürede oluşturduğu sinüs dalgasını incelemiştik. Üç fazlı alternatif gerilim de aynı prensipte oluşmaktadır. Tek farkı fazları oluşturan bobinlerin 120° 'lik açı farkları ile yerleştirilmesidir.

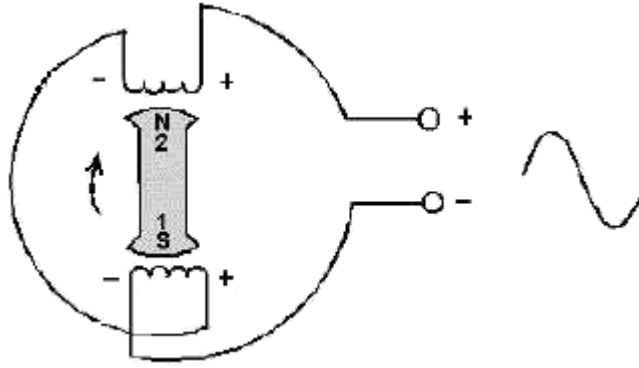


Şekil 2.1: Üç Fazlı sinüsoidal gerilim

Döner bir manyetik alan içerisinde kalan bir bobinde $e=E_{max}.\sin\alpha$ formülüne göre gerilim oluşuyordu. Bu formülle hesapladığımız gerilim değeri ani değerdir. Günlük hayatımızda gerek bir fazlı gerekse üç fazlı devrelerde kullandığımız gerilim değeri ise etkin değerdir. Etkin değer $E=E_{max}.0,707$ formülüyle hesaplanır. Ülkemizde abonelere ulaşan üç fazlı gerilim 380 voltuttur. Yani R-S-T fazları arası gerilim 380 voltuttur. Faz nötr arası gerilim ise 220 voltuttur.

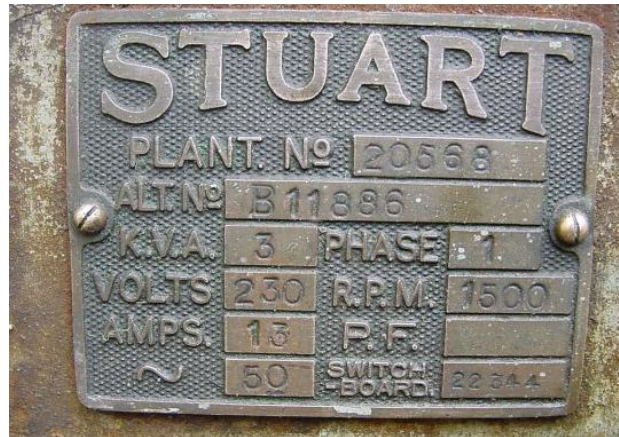
2.2. Bir Fazlı Jeneratörler

Gerek bir fazlı, gerek iki fazlı gerekse üç fazlı alternatörlerin çalışma prensipleri aynıdır. Tek farkı sarım şekilleridir.



Şekil 2.2: Bir Fazlı Jeneratör

Şekil 2.2’de sabit mıknatıslı bir fazlı jeneratörün şekli görülmektedir. Endüviden alınan gerilim sinüsoidal alternatif gerilimdir. Bir fazlı jeneratörler daha çok düşük frekanslı şebekelerde kullanılır. Örneğin demir yolu tren şebekelerinde rastlanmaktadır. Resim 2.1’de bir fazlı bir jeneratörün etiket değerleri verilmiştir. Jeneratör etiketlerinde jeneratörün gücü, devir sayısı, kaç faz olduğu gibi değerler yazılır.

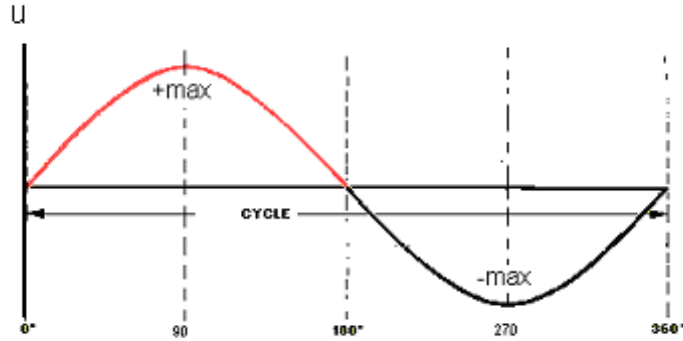


Resim 2.1: Bir fazlı jeneratör etiketi

Bir fazlı jeneratörlerin endüvi sargılarında endüvi oluklarının 1/3'ü boş bırakılarak 2/3'üne sargılar yerleştirilir. Bir fazlı sargıda bütün bobinler seri bağlıdır.

Jeneratörlerde üretilen alternatif gerilimin etkin değeri $E = 4.44 \cdot f \cdot N \cdot K_a \cdot K_d \cdot 10^{-8}$ formülüyle bulunur. Jeneratörlerde üretilen gerilimin tam bir sinüs eğrisi olması istenir. Jeneratörlerde Şekil 2.3'te görüldüğü gibi bir sinüsoidal gerilimin üretilmesi için bazı önlemler alınır. Bunlar:

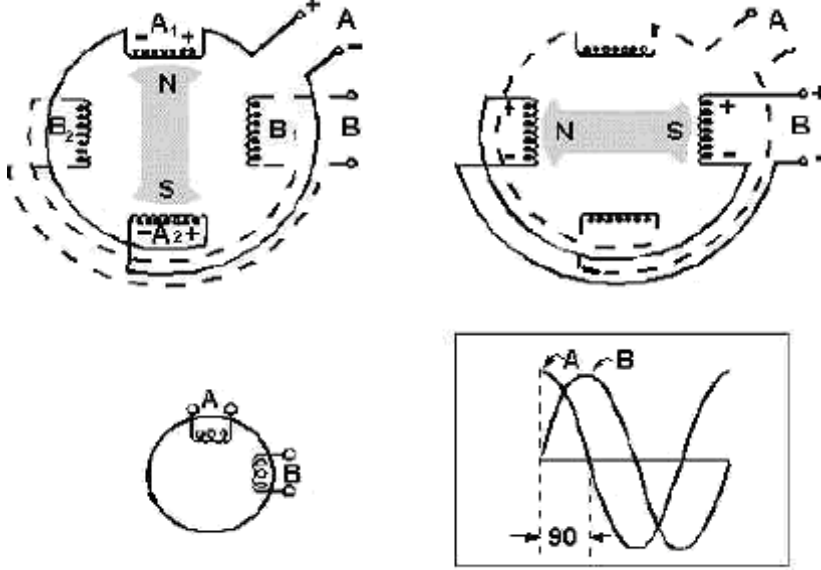
- Endüvi sargıları kısa adımlı olarak sarmak
- Jeneratör çıkış bağlantısını yıldız yapmak
- Rotor yüzeyinin 2/3 ünü kullanmak
- Hava aralığındaki manyetik akıyı sinüsoidal yapmak
- Yuvarlak rotorlu jeneratörlerde rotor sargılarını kademeli sarmak
- Endüvi sargılarını oluklara dağıtmak



Şekil 2.3: Bir Fazlı sinüsoidal gerilim

2.3. İki Fazlı Jeneratörler

İki fazlı jeneratörler pratikte pek fazla kullanılmaz. Fakat özel amaçlı olarak imal edilebilir. Çalışma prensibi olarak aynen üç fazlı jeneratörler gibidir. Tek farkı endüvisinde iki faz sargısının bulunmasıdır. Sargılar 90° açıyla yerleştirilir. Şekil 2.4'te görüldüğü gibi endüvide üretilen iki fazlı gerilimin fazları arasında 90° derece vardır.

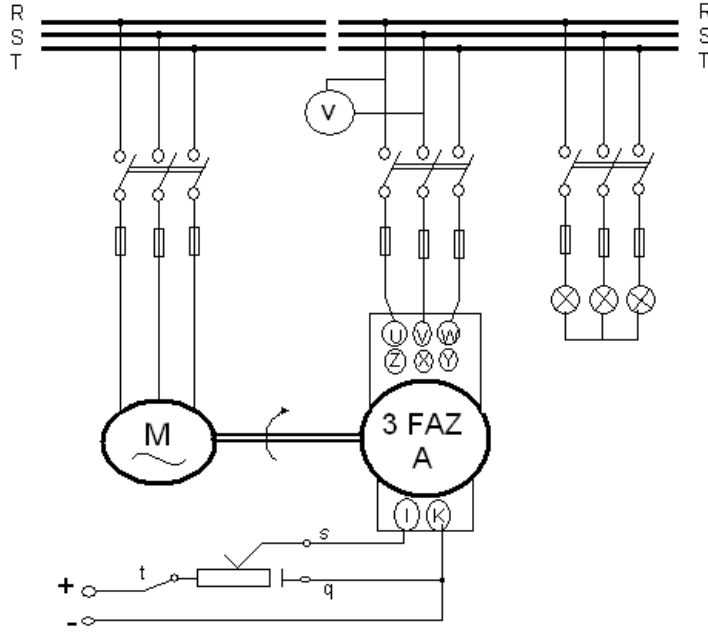


Şekil 2.4: İki fazlı jeneratör

2.4. Üç Fazlı Jeneratörler

Üç fazlı jeneratörlerin klemens uçlarına endüvi sargılarından altı adet uç çıkartılır. Bu uçlar U-V-W, Z-X-Y dir. Bu uçlar yıldız bağlantı olarak adlandırdığımız şekilde yani Z-X-Y uçları köprülenerek birbirine bağlanır. Uyarım uçları ise bir doğru akım kaynağına q-s-t reostası üzerinden bağlanır. Reostanın direnç değerinin maksimum seviyede olmasına dikkat edilir.

Jeneratörümüze mekanik enerjiyi üç fazlı asenkron motordan verebiliriz. Bu durumda asenkron motorun devir sayısının jeneratörün devir sayısından yüksek olmamasına dikkat edilmelidir.



Şekil 2.5: Üç Fazlı jeneratörün bağlantısı

Devre bağlantısı şekil 2.5'te görülmektedir. Resim 2.2'de ise birbirine akuple olarak bağlı jeneratör ve motor görülmektedir. Motor çalıştırıldıktan sonra ilk başta uyarım akımı sıfıra yakın olmasına rağmen jeneratör çıkışlarında az bir gerilim görülebilir. Bu gerilim artık mıknatısyetten kaynaklanan remenans gerilimidir. Uyarım akımı reosta üzerinden yavaş yavaş artırılır. Jeneratör çıkışlarındaki gerilim istediğimiz değere çıktığı zaman ise lambalarımızı devreye alabiliriz.



Resim 2.2: Birbirine akuple bağlı jeneratör ve motor

Uyartım akımı artırıldıkça jeneratör çıkış gerilimi yükselir. Jeneratör çıkışına bağlanan yük arttıkça da çıkış gerilimi azalır. Çıkış gerilimini sabit tutmak için uyartım akımı jeneratöre bağlı yük miktarı arttıkça ayarlanmalıdır. Bu işlemi otomatik olarak yapan regüle sistemleri vardır. Uyartım akımı bir noktaya kadar çıkış gerilimini yükseltebilir. O noktadan sonra artık jeneratör doyuma ulaşır. Doyum noktasından sonra uyartım akımını artırsak bile çıkış geriliminde yükselme olmaz.

Resim 2.3'te bir arabanın alternatörü görülmektedir. Jeneratör mekanik enerjiyi arabanın motorundan alır. Motor kasnağıyla jeneratör birbirine kayışla bağlıdır.



Resim 2.3: Otomobillerde kullanılan jeneratör

Otomobillerde akünün şarj edilmesinde kullanılan jeneratörlerde regüle işlemini yapan konjektörler bulunur. Konjektörler devir sayısı arttıkça jeneratör çıkış gerilimini ayarlar. Bu sayede hem akü hem de arabanın ihtiyacı olan gerilim sabit tutulmuş olur. Resim 2.4'te çeşitli tiplerde üretilmiş konjektörler görülmektedir. Bu konjektörler, jeneratör hangi hızla dönerse dönsün uyartım akımını ayarlayarak çıkış gerilimini 12V da sabitleyler.



Resim 2.4: Çeşitli tipte konjektörler

UYGULAMA FAALİYETİ

➤ İşlem Basamakları	➤ Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Yapacağınız uygulamanın devre şeması şekil 2.4'te gösterilmiştir. Deneysel bağlantısını yapmadan şemayı ayrıntılı olarak gözden geçirin.➤ Üç fazlı bir jeneratörle bir motoru akuple olarak bağlayınız.➤ Jeneratörün uyarım uçlarını q-s-t reostasına bağlayınız.➤ Jeneratör çıkışlarına jeneratörün etiketinde yazılı olan güç miktarını geçmeyecek yük bağlayınız.➤ Motoru çalıştırıp jeneratörün dönmesini sağlayınız.➤ Uyarım akımını q-s-t reostası üzerinden yavaş yavaş artırınız. Çıkış gerilimi istenilen değere geldiği noktada uyarım akımını sabit bırakınız.➤ Jeneratör çıkışlarına bağlanan yükleri (lambaları) devreye alınız.➤	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışmaya başlamadan önce gerekli emniyet tedbirlerini alınız.➤ Şemada jeneratör ve motor güçleri belirtilmemiştir. Sizin tercihinize bırakılmıştır.➤ Bu işlem sırasında jeneratörle motorun devir sayılarının eşit olmasına dikkat ediniz.➤ Reosta ilk başta en yüksek direnç değerinde olmalıdır.➤ Bağlayacağımız yük yıldız bağlı lamba grubu olabilir.➤ İlk aşamada jeneratörden remenans gerilimi alınır.➤ Çıkış gerilimi jeneratör çıkış geriliminden fazla olmamalıdır.➤ Lambalar devreye alındıktan sonra çıkış geriliminde bir miktar azalma olabilir. Bu durumda uyarım akımını biraz daha artırarak çıkış gerilimini istediğiniz değere ayarlayabilirsiniz.➤ Ölçtüğünüz ölçüm sonuçlarını arkadaşlarınızla karşılaştırınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TEST (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki soruların cevaplarını **Doğru** ve **Yanlış** olarak değerlendiriniz.

1. () Bir fazlı ve üç fazlı devrelerde etkin değer $E=E_{max}.0,707$ bağıntısıyla bulunur.
2. () Jeneratörler genellikle bir veya üç fazlı olarak imal edilir.
3. () Jeneratörlerin çıkış gerilimlerinin sinüsoidal olması **istenmez**.
4. () Üç fazlı jeneratörlerin çıkış gerilimi uyartım akımına bağlı olarak ayarlanabilir.
5. () Uyartım akımı sıfır iken jeneratör çıkış gerilimi her zaman sıfır voltur.
6. () Jeneratör bağlantısı yıldız ise çıkış gerilimi sinüsoidal eğriye daha yakın olur.
7. () Jeneratör sargıları kısa adımlı olarak sarılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

UYGULAMALI TEST

Yaptığınız uygulamayı değerlendirme ölçeğine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlayınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
İşlem Basamakları			
1	Deney şemasını incelediğinizde amacını anlamadığınız bir bağlantı görüyor musunuz?		
2	Jeneratöre mekanik enerji sağlayacak uygun motor ile jeneratörün mekanik bağlantısını oluşturabildiniz mi?		
3	Jeneratörün uyartım uçlarını q-s-t reostası üzerinden D.C kaynağa bağlayabildiniz mi?		
4	Jeneratör çıkışlarına bağlanacak yük için uygun seçim yapabildiniz mi?		
5	Motoru çalıştırıp q-s-t reostasının değerini küçülterek jeneratör çıkışlarından uygun gerilim değeri aldınız mı?		
6	Jeneratör çıkışlarına bağlanacak olan yükleri devreye alabildiniz mi?		
7	Yükler devrede iken çıkışlardaki gerilim düşümünü gözlemleyebildiniz mi?		
8	Uyartım akımını artırarak çıkış gerilimini tekrar istenilen değere yükseltebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı **Evet** ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Gerekli olan araç ve gereçler sağlandığı zaman üç fazlı sistemlerde yıldız ve üçgen bağlantıları kurallara uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Yıldız ve üçgen bağlantıların gerekli olduğu elektrik makineleri hakkında araştırma yapınız.
- Üç fazlı sistemlerin nerelerde kullanıldığı hakkında bilgiler toplayınız.

Yapacağınız araştırmalar için elektroteknik kitapları ve enerji iletimi hakkında yazılan kitaplar size yardımcı olacaktır. Kazanmış olduğunuz bilgi ve deneyimleri arkadaş grubunuz ile paylaşınız.

3. YILDIZ VE ÜÇGEN BAĞLANTILARIN AVANTAJLARI VE KULLANIMI

Elektrik enerjisi generatörlerde genellikle üç fazlı olarak üretilir. Üç fazlı alternatif gerilimin üretilmesin ve iletilmesin avantajları diğer sistemlerden daha çoktur. Üç fazlı sistemlerde gerek enerjinin üretilmesi ve tüketilmesinde gerekse enerjinin transformatörler yardımıyla iletilmesinde kullanılan bağlantı gurupları vardır. Yıldız bağlantı ve üçgen bağlantı bunlar arasında en çok kullanılanlarıdır.

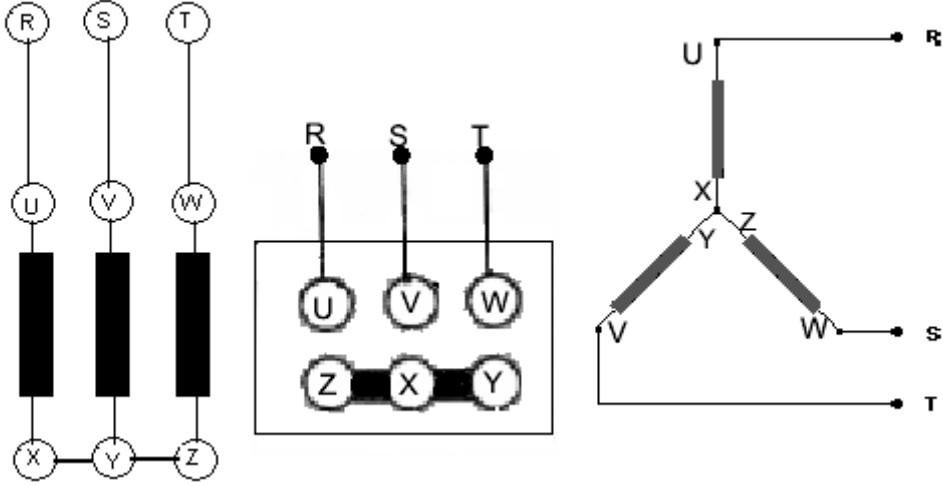
Generatörlerde genellikle yıldız veya üçgen bağlantı kullanılır. Yıldız bağlantının üçgen bağlantıya göre bazı üstünlükleri vardır. Bunları maddeler halinde sıralayacak olursak.

- Aynı uç gerilimi elde etmek için yıldız bağlantıda daha az sarım yeterli olmaktadır. Örneğin, 1000V. Gerilim elde etmek için üçgen bağlantıda 100 sarım gerekiyorsa, yıldız bağlantıda 58 sarım yeterli olmaktadır. Bu oran 1/1,73 kadardır.
- Yıldız bağlantıda nötr noktasından bir uç alınarak iki farklı gerilim elde edilebilmektedir.
- Yıldız bağlantıda çıkış gerilimi sinüsoidal eğriye daha yakındır.
- Yıldız bağlantıda topraklama işlemi daha kolay yapılabilmektedir.

3.1. Yıldız Bağlantı

Üç fazlı sistemlerde üç adet sargı gurubu bulunmaktadır. Bu sargılardan birinci faza ait sargının giriş ucu U, çıkış ucu X'dir. İkinci faza ait sargının giriş ucu V, çıkış ucu Y'dir. Üçüncü faza ait sargının giriş ucu W, çıkış ucu Z'dir.

Yıldız bağlantı yapılacağı zaman çıkış uçları X-Y-Z birbirine bağlanır. Şekil 3.1’de yıldız bağlantı görülmektedir. Yıldız bağlantıda X-Y-Z uçlarının birleştiği nokta sıfır noktasıdır.

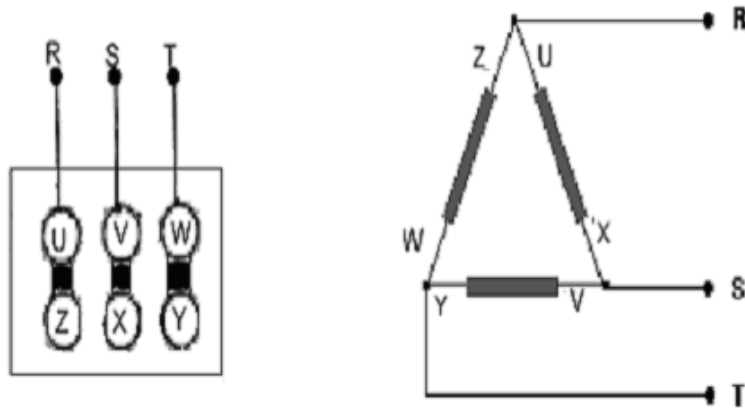


Şekil 3.1: Yıldız bağlantı

Yıldız ve üçgen bağlantılarda kilemens bağlantılarının kolay yapılabilmesi için sargı uçları klemenslere U-V-W, Z-X-Y sıralamasıyla bağlanır.

3.2. Üçgen Bağlantı

Üçgen bağlantı şekil 3.2’de görüldüğü gibi faz uçlar U-V-W ye bağlanır. U-Z, V-X, W-Y bağlantıları kilemens üzerinde yapılır. Bu bağlantının kolay olması için X-Y-Z uçları klemenslere Z-X-Y sıralaması ile çıkartılır. Üçgen bağlantıda sıfır noktası elde edilemez.



Şekil 3.2: Üçgen bağlantı

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤➤ Laboratuvarınızda bulunan çeşitli üç fazlı jeneratörlerin ve motorların etiketlerinde olan bağlantı şekillerini yazınız.➤ Etiket değerine göre motor veya jeneratör bağlantısını yapınız.➤ Bağlantı motor için yapılmış ise çalıştırmak için uygun gerilim değerini tesbit ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤➤ Etikette birden fazla bağlantı şekli olabilir. Bu durum sizi yanıltmasın.➤ Jeneratörlerde endüktör uçları I-K veya +,- olarak gösterilir. Ve bu uçlar doğru gerilim kaynağına bağlanır.➤ Bizim ülkemizde fazlar arası gerilim 380V'dur. Etiket üzerinde üçgen için 220V yazıyorsa bu motoru üçgen bağlantı ile çalıştırmayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TEST (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki soruların cevaplarını **Doğru** ve **Yanlış** olarak değerlendiriniz.

1. () Yıldız ve üçgen bağlantı üç fazlı sistemlerde kullanılır.
2. () Yıldız bağlantının üçgen bağlantıya göre avantajları vardır.
3. () Yıldız bağlantıda nötr noktası elde **edilemez.**
4. () Üçgen bağlı generatörlerde aynı uç gerilimini elde etmek için daha az sarıma ihtiyaç vardır.
5. () Üçgen bağlantıda topraklama işlemi daha kolay yapılır.
6. () Yıldız bağlantıda X-Y-Z uçları birbirine bağlanır.
7. () Üçgen bağlantıda U-Z, V-X, W-Y çıkışları birbirine bağlanır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

UYGULAMALI TEST

Yaptığınız uygulamayı değerlendirme ölçeğine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
İşlem Basamakları			
1	Laboratuvarınızda bulunan üç fazlı motorların etiketlerinde yazılı olan bağlantı şekillerini okuyabildiniz mi?		
2	Motorların etiketlerinde yazılı olan yıldız veya üçgen bağlantıyı yapabildiniz mi?		
3	Yıldız veya üçgen bağlantı ile çalıştırılacak olan motorla için uygulanacak gerilim değerini okuyabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı **Evet** ise bir sonraki faaliyete geçiniz

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Üç fazlı yıldız ve üçgen sistemlerde verilen değerler ile hatasız olarak hat ve faz akımlarını hesaplayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bugüne kadar günlük yaşantınızda duyduğunuz şehir şebekesi ile ilgili 220V – 380 V gibi değerleri arkadaşlarınızla değerlendirerek, bu farklı değerlerin neler olabileceğini, nerelerde bu değerlerin olduğunu tartışınız.

4. HAT AKIMI HAT GERİLİMİ FAZ AKIMI FAZ GERİLİMİ DEĞERLERİNİN HESAPLANMASI

Üç fazlı sistemlerde gerek yıldız gerekse üçgen bağlantılarda olsun hat akım ve gerilimi ile faz akımı ve geriliminden bahsedilir. Üç fazlı sistemlerde fazlar arası akım ve gerilime hat akımı ve hat gerilimi denilir. Faz nötr arası gerilime ve akıma da faz gerilimi ve faz akımı denilir.

4.1. Yıldız Bağlantıda Akım Ve Gerilimin Faz ve Hat Değerleri

Yıldız bağlantıda faz akımı ile hat akımı aynıdır. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi $I_{hat} = I_{faz}$ ’dır. Faz gerilimi ile hat gerilimi arasında ise $U_{hat} = \sqrt{3} \cdot U_{faz}$ bağıntısı vardır.

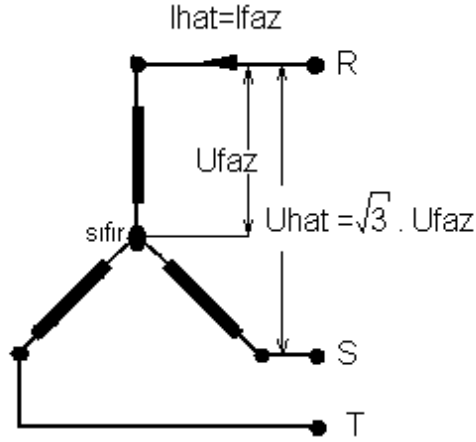
Örnek 1: Üç fazlı yıldız bağlı şebekenin hat gerilimi 380V ise faz gerilimi kaç voltur?

$$U_{hat} = \sqrt{3} \cdot U_{faz} \text{ ise } U_{faz} = \frac{U_{hat}}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220 \text{ V.}$$

Örnek 2 : Üç fazlı yıldız bağlı bir sistemin faz gerilimi 100V ise hat gerilimi kaç voltur?

$$U_{hat} = \sqrt{3} \cdot U_{faz} \text{ ise } U_{hat} = 1,73 \cdot 100 = 173 \text{ V}$$

Örnek 3: Üç fazlı yıldız bağlı bir devrede hat akımı 15A ise faz akımı kaç amperdir?
 $I_{hat} = I_{faz}$ olduğuna göre $I_{hat} = 15 \text{ A}$ ’dir.



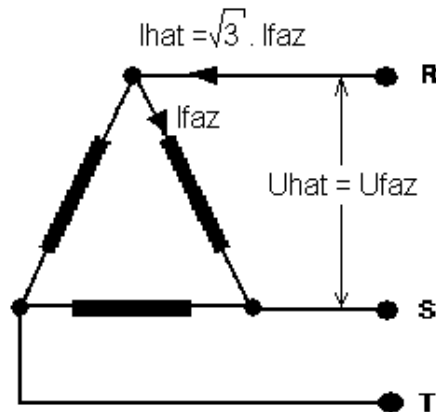
Şekil 4.1: Yıldız bağlantıda akım ve gerilimler

4.2. Üçgen Bağlantıda Akım ve Gerilimin Faz ve Hat Değerleri

Üçgen bağlantıda şekil 4.2’de görüldüğü gibi faz gerilimi ile hat gerilimi birbirine eşittir. Yani $U_{faz} = U_{hat}$. Faz akımı ile hat akımı arasında ise $I_{hat} = \sqrt{3} \cdot I_{faz}$ bağıntısı vardır.

Örnek 1: Üç fazlı üçgen bağlı bir sistemde faz akımı 10A ise hat akımı kaç amperdir?
 $I_{hat} = \sqrt{3} \cdot I_{faz}$ ise $I_{hat} = \sqrt{3} \cdot 10 = 1,73 \cdot 10 = 17,3 \text{ A}$ ’dir.

Örnek 2: Üç fazlı üçgen bağlı bir sistemde hat akımı 20A ise faz akımı kaç amperdir?
 $I_{hat} = \sqrt{3} \cdot I_{faz}$ ise $I_{faz} = \frac{I_{hat}}{\sqrt{3}} = \frac{20}{1,73} = 11,56 \text{ A}$ ’dir.



Şekil 4.2: Üçgen bağlantıda akım ve gerilimler

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları		Öneriler	
<p>➤ Aşağıdaki tabloda verilen yıldız bağlantı hat değerlerine göre faz değerlerini, faz değerlerine göre hat değerlerini bularak tabloyu doldurunuz.</p>		<p>➤ Öğrenme faaliyetinin yıldız bağlantıda akım ve gerilimin faz ve hat değerleri konusundan yararlanınız.</p>	
$I_H = 10 \text{ A}$	$I_F = 6 \text{ A}$	$U_F = 100 \text{ V}$	$U_H = 200 \text{ V}$
$I_F = ?$	$I_H = ?$	$U_H = ?$	$U_F = ?$
<p>➤ Aşağıdaki tabloda verilen üçgen bağlantı hat değerlerine göre faz değerlerini, faz değerlerine göre hat değerlerini bularak tabloyu doldurunuz.</p>		<p>➤ Öğrenme faaliyetinin üçgen bağlantıda akım ve gerilimin faz ve hat değerleri konusundan yararlanınız.</p>	
$I_H = 10 \text{ A}$	$I_F = 6 \text{ A}$	$U_F = 100 \text{ V}$	$U_H = 200 \text{ V}$
$I_F = ?$	$I_H = ?$	$U_H = ?$	$U_F = ?$

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TEST (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki soruları cevaplayarak faaliyette kazandığınız bilgi ve becerileri ölçünüz.

1. Üç fazlı yıldız bağlı bir sistemde faz akımı 10A ise hat akımı kaç amperdir?
A) 10A B) 49A C) 15A D) 20A
2. Üç fazlı yıldız bağlı bir sistemde hat gerilimi 380V ise faz gerilimi kaç voltur?
A) 380V B) 220V C) 270V D) 200V
3. Üç fazlı yıldız bağlı bir sistemde faz gerilimi 100V ise hat gerilimi kaç voltur?
A) 220V B) 380V C) 173V D) 200V
4. Üç fazlı üçgen bağlı bir sistemde faz gerilimi 380V ise hat gerilimi kaç voltur?
A) 150V B) 100V C) 220V D) 380V
5. Üç fazlı üçgen bağlı bir sistemde faz akımı 20A ise hat akımı kaç amperdir?
A) 34,6A B) 20A C) 15A D) 27A
6. Üç fazlı üçgen bağlı bir sistemde hat akımı 25A ise faz akımı kaç amperdir?
A) 16A B) 25A C) 14,45A D) 30A

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevapladığınız konularla ilgili öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız.

Cevaplarınızın hepsi doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçebilirsiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-5

AMAÇ

Üç fazlı sistemlerde hatasız olarak güç hesaplamaları yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Herhangi bir sistemde (örneğin otomobil) gücün neden gerekli olduğunu, az ya da çok olmasının sonuçlarını vs. arkadaşlarınızla tartışınız. Sistem örneklerini çoğaltınız.

5. ÜÇ FAZLI SİSTEMLERDE GÜÇ HESAPLAMALARI

Daha önceki öğrenme faaliyetlerinden de öğrendiğiniz gibi üç fazlı sistemlerde yıldız ve üçgen bağlantı ile oluşturulan devreler vardı. Üç fazlı devre dengeli ise her üç fazdan da geçen akım aynı değerdedir. Eğer üç fazlı devre dengeli ise devrede harcanan aktif güç ;

$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$ formülüyle hesaplanır. Bu formüle;

P : Devrede harcama gücü (W)

U : Fazlar arası gerilim (V)

I : Hat akımı (A)

$\cos\phi$: Devrenin güç katsayısıdır.

Örnek 1: Üç fazlı 380V faz gerilimi olan bir jeneratör dengeli yıldız bağlı yüke bağlandığı zaman 20A akım çekiyor. Devrenin güç katsayısı 0,8 ise çekilen güç kaç watttır?

$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$ ise

$P = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 20 \cdot 0,8 = 10518,4 \text{ W}$ 'dır.

Örnek 2: Dengeli üç fazlı devrede fazlar arası gerilim 220V, bir faz akımı 50 A, ve devrenin güç katsayısı 0,7 ise devrede harcanan güç kaç watttır.

$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$ ise

$P = \sqrt{3} \cdot 220 \cdot 50 \cdot 0,7 = 13321 \text{ W}$ dır.

Örnek 3: Üç fazlı bir jeneratör dengeli üçgen bağlı yüke bağlandığı zaman 30A akım çekiyor. Jeneratörün fazlar arası çıkış gerilimi 380 V'dur. Devrenin güç katsayısı 0,6 ise harcanan güç kaç watttır?

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi \text{ ise } P = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 30 \cdot 0,6 = 11833,2 \text{ Wattır.}$$

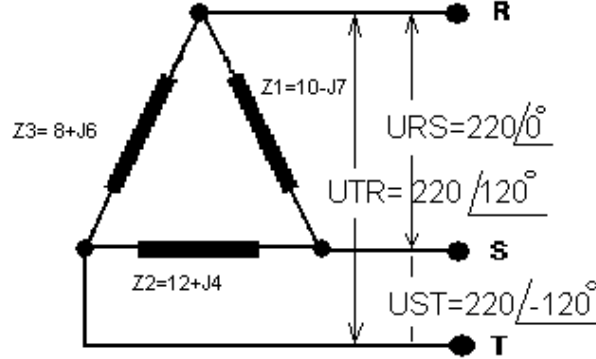
Üç fazlı dengeli sistemlerde devrenin görünür ve reaktif güçleri,

$$S = \sqrt{3} U_{\text{hat}} I_{\text{hat}}$$

$$Q = \sqrt{3} U_{\text{hat}} I_{\text{hat}} \sin\phi$$

Formülleriyle hesaplanır.

Eğer üç fazlı yük dengesiz ise her bir yükün harcadığı güç bulunmalıdır. Toplam harcanan güç ise bu üç gücün toplamına eşit olacaktır. Şekil 5.1’de dengesiz üçgen bağlı dirençlerin harcadığı gücü bulalım.



Şekil 5.1

Devrede harcanan toplam gücü bulabilmemiz için Z_1 , Z_2 , Z_3 yüklerinde harcanan güçleri ayrı ayrı bulmamız gerekecektir.

Devrede her bir yük üzerinden geçen akımlar hesaplandığı zaman

$$I_{RS} = 18A ,$$

$$I_{ST} = 17,4A \text{ ve}$$

$$I_{TR} = 22A \text{ olarak bulunur.}$$

Buradan;

$$P_1 = 18^2 \cdot 10 \text{ W}$$

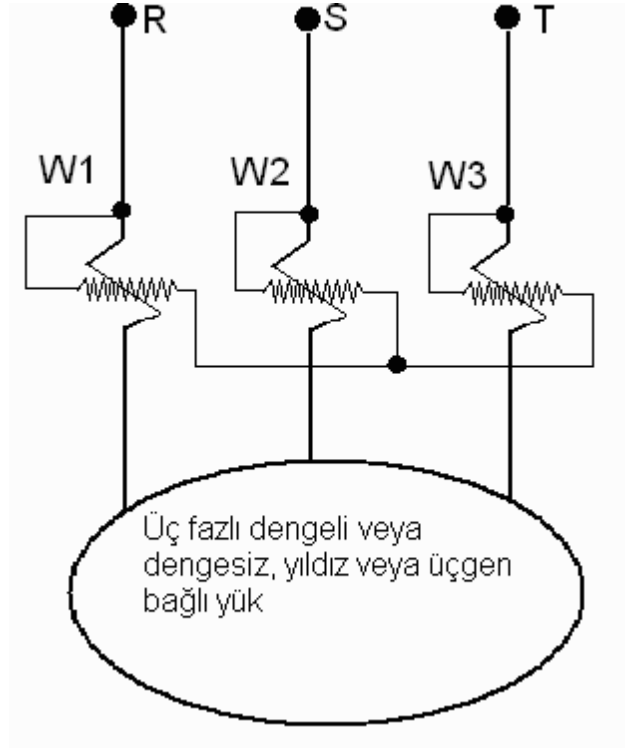
$$P_2 = 17,4^2 \cdot 12 \text{ W}$$

$$P_3 = 12^2 \cdot 8 \text{ W} \text{ bulunur.}$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 \text{ olduğu için}$$

$$P_T = 10745 \text{ W eder.}$$

Üç fazlı dengeli veya dengesiz yüklerde wattmetre kullanılarak harcanan aktif gücü bulabiliriz. Bunun için yapılan çeşitli wattmetre bağlantıları vardır. Şekil 5.2’deki bağlantıyı devremizin dengeli veya dengesiz, yıldız veya üçgen olması fark etmeksizin bağlayabiliriz. Devredeki üç wattmetreden okuduğumuz değerlerin toplamı devrenin toplam gücünü verecektir.



Şekil 5.2: Üç fazlı sistemde wattmetre bağlantısı

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları		Öneriler	
<p>➤ Aşağıdaki tabloda verilen üç fazlı dengeli bir devrenin hat değerlerine göre her bir satırdaki bilinmeyeni bulunuz.</p>		<p>➤ Öğrenme faaliyetinin üç fazlı devrelerde güç hesaplamaları konusunda yararlanınız.</p>	
$I_H = 10 \text{ A}$	$\cos\phi = 0,6$	$P = ?$	$U_H = 200 \text{ V}$
$I_H = 10 \text{ A}$	$\cos\phi = ?$	$P = 1500 \text{ W}$	$U_H = 200 \text{ V}$

UYGULAMALI TEST

Yaptığınız uygulamayı değerlendirme ölçeğine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
İşlem Basamakları			
1	Üç fazlı devrelerde güce etki eden unsurları kavradınız mı?		
2	Güç katsayısının önemini kavradınız mı?		
3	Üç fazlı devrede güç hesaplarını yapabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı **Evet** ise Ölçme ne Değerlendirme sorularına geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TEST (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki soruları cevaplayarak faaliyette kazandığınız bilgi ve becerileri ölçünüz.

1. Üç fazlı 380V faz gerilimi olan bir jeneratör dengeli yıldız bağlı yüke bağlandığı zaman 40 A akım çekiyor. Devrenin güç katsayısı 0,8 ise çekilen güç kaç watttır?
A) 21036,8W B) 22036,8W C) 23215,4W D) 21,352,5W
2. Dengeli üç fazlı devrede fazlar arası gerilim 220V, bir faz akımı 100A, ve devrenin güç katsayısı 0,7 ise devrede harcanan güç kaç watttır?
A) 21036W B) 22642W C) 33215,4W D) 2352,5W
3. Üç fazlı bir jeneratör dengeli üçgen bağlı yüke bağlandığı zaman 60A akım çekiyor. Jeneratörün fazlar arası çıkış gerilimi 380 V'dur. Devrenin güç katsayısı 0,6 ise harcanan güç kaç watttır?
A) 11036W B) 32642W C) 23666,4W D) 23352,5W
4. Üç fazlı devrelerde watmetrelerin göstermiş olduğu güç hangi güçtür?
A) Reaktif güç B) Aktif güç C) Görünür güç D) Hepsi
5. Üç fazlı dengesiz yüklü devrelerde toplam güç nedir?
A) $PT=P1+P2+P3$ B) $PT=3.P1$ C) $PT=3.P2$ D) Hepsi
6. Üç fazlı dengeli yüklerde görünür güç formülü aşağıdakilerden hangisidir?
A) $S=\sqrt{3} .I.U$ B) $S=3.P1$ C) $S=3.U.I.Sin\omega$ D) $S=U.I$
7. Üç fazlı dengeli yüklerde reaktif güç formülü aşağıdakilerden hangisidir?
A) $Q=\sqrt{3} .I.U$ B) $Q=3.P1$ C) $Q=\sqrt{3} .U.I.Sin\omega$ D) $Q=U.I$

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevapladığınız konularla ilgili öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız.

Cevaplarınızın hepsi doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçebilirsiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-6

AMAÇ

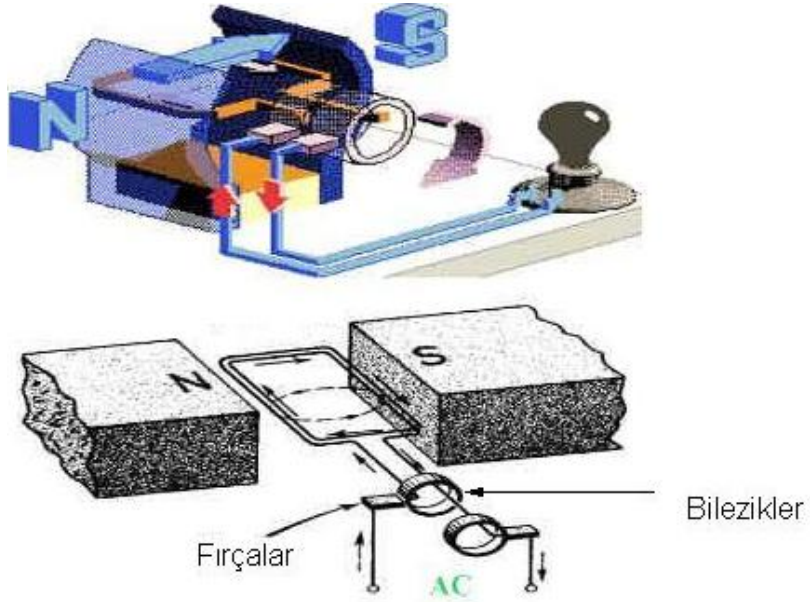
Bu öğrenme faaliyetinin sonunda daimi mıknatıslı alternatörleri tekniğe uygun olarak çalıştırabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Elektrik devre analizi dersinde gördüğünüz manyetizma ve dc makinalar konularını kısaca gözden geçirerek, bilgilerinizi tazeleyiniz.

6. DAİMİ MİKNATISLI ALTERNATÖRLER

Daimi mıknatıslı alternatörler daha çok özel amaçlı ve küçük güçlü olarak imal edilir. Bu tip jeneratörlerde uyartım sargısı yerine daimi mıknatıs kullanılır. Daimi mıknatıslı jeneratörlerin endüvileri döner kısımda yapılırsa, endüklenen gerilimin dış devreye alınması için fırça ve bileziklere ihtiyaç duyulmaktadır. Şekil 6.1’de daimi mıknatıslı bir fazlı jeneratör ve jeneratörü oluşturan parçalar görülmektedir.



Resim 6.1: Bir fazlı daimi mıknatıslı alternatör

Şekil 6.1’de saat yönünde hareket ettirilen daimi mıknatıslı jeneratör endüvisinde sinüsoidal alternatif gerilim indüklenmektedir. Sinüsoidal gerilimin oluşumu hakkında ayrıntılı bilgi öğrenme faaliyeti birde anlatıldığı için burada fazla değinilmeyecektir.

Sabit mıknatıslı alternatörlerde uyarım sargısının bulunmayışı çıkış gerilimlerinin regüle işlemini zorlaştırmaktadır. Bunun için sabit mıknatıslı alternatörlerin beslediği yüklerin de sabit yükler olması tercih edilir. Aksi durumda çıkış geriliminin regüle edilmesi gerekmektedir.

Resim 6.2’de sabit mıknatıslı basit bir alternatör görülmektedir. Hareket ettirilen kol sabit mıknatısı döndürerek döner manyetik alan üretmektedir. Döner manyetik alan statordaki sargılar üzerinde alternatif gerilim indükleyerek lambaların yanmasını sağlamaktadır. Mıknatısın manyetik alan şiddeti sabit olduğu için üretilen gerilimin değeri alternatörün dönüş hızına bağlıdır.



Resim 6.2: Daimi mıknatıslı rotorlu alternatör

Resim 6.2’de görülen deneysel amaçlı yapılmış olan alternatörde fırça ve bileziklere gerek duyulmamıştır. Çünkü endüvi sargıları sabittir. Hareketli olan ise mıknatıstır. Mıknatısın üzerinde herhangi bir sargı bulunmamaktadır.

Daimi mıknatıslı alternatörler senkron motor olarak kullanılabilir. Yani endüvi sargısına alternatif gerilim uyguladığımız zaman daimi mıknatıs dönmeye başlar. Bu konu senkron motorların anlatıldığı kitaplarda daha ayrıntılı olarak incelenmektedir.

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤➤ Sabit mıknatıslı bir jeneratör çıkışına bir voltmetre bağlayınız.➤ Jeneratöre mekanik enerji verecek bir D.C motor bağlayınız.➤ D.C motoru çalıştırarak devir sayısını yavaş yavaş yükseltiniz.➤ Voltmetreden okuduğunuz değerleri kaydediniz.➤ Çıkış gerilimi jeneratörün anma gerilimine yükseldikten sonra motor devir sayısını sabitleyiniz.➤	<ul style="list-style-type: none">➤➤ Çalışırken gerekli emniyet tedbirlerini almayı unutmayınız.➤ Jeneratör çıkışlarındaki gerilim alternatif gerilim olduğu için voltmetrenizin A.C voltmetre olmasına dikkat ediniz.➤ D.C motor devir ayarı kolay olduğu için tercih edilmiştir. Yapacağınız uygulamada devir ayarı yapan farklı tip bir motor da kullanabilirsiniz.➤➤➤

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TEST (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki soruların cevaplarını **Doğru** ve **Yanlış** olarak değerlendiriniz.

1. () Daimi mıknatıslı alternatörlerde endüktör sargısı **bulunmaz.**
2. () Daimi mıknatıslı alternatörlerde endüvi sargısı **bulunmaz.**
3. () Daimi mıknatıslı alternatörlerde çıkış gerilimi jeneratörün devir sayısına göre değişir.
4. () Daimi mıknatıs, statorda yani sabit kısımda ise bu tip alternatörlerde gerilimin dış devreye alınabilmesi için fırça ve bilezikler kullanılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

UYGULAMALI TEST

Yaptığınız uygulamayı değerlendirme ölçeğine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlama yoluna gidiniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
İşlem Basamakları			
1	Alternatör çıkışına bağlanacak uygun voltmetre tercihi yapabildiniz mi?		
2	Alternatöre mekanik enerji verecek motor seçimi yapabildiniz mi?		
3	Motorun devir sayısını yükselttiğimizde alternatör çıkışındaki gerilim değerinde oluşan yükselişi gözlemleyebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak yada öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Modül ile kazandığınız bilgi ve becerileri aşağıdaki soruları cevaplandırarak belirleyiniz.

OBJEKTİF TEST (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki soruların cevaplarını **Doğru** ve **Yanlış** olarak değerlendiriniz.

1. () Fırça ve bilezikler endüvide üretilen alternatif gerilimin dış devreye alınmasını sağlar.
2. () Manyetik alan içerisinde kalan bir iletken manyetik kuvvet çizgilerini dik olarak keserse üzerinde maksimum gerilim indüklenir.
3. () Üç fazlı jeneratörlerin çıkış gerilimi uyartım akımına bağlı olarak ayarlanabilir.
4. () Jeneratörlerde Kutup sargılarının uçları I-K veya +,- işaretleri ile gösterilir.
5. () Uyartım akımı sıfır amper iken jeneratör çıkış gerilimi her zaman sıfır voltur.
6. () Üçgen bağlantıda U-Z, V-X, W-Y çıkışları birbirine bağlanır.
7. () Jeneratör bağlantısı yıldız ise çıkış gerilimi sinüsoydal eğriye daha yakın olur.
8. () Jeneratörlerde yıldız bağlantısının üçgen bağlantıya göre avantajları vardır.
9. () Daimi mıknatıslı alternatörlerde çıkış gerilimi jeneratörün devir sayısına göre değişir.
10. () Daimi mıknatıslı alternatörlerde endüktör sargısı **bulunmaz**.

Aşağıdaki soruları cevaplayarak modülle kazandığınız bilgi ve becerileri ölçünüz.

11. Üç fazlı yıldız bağlı bir sistemde faz gerilimi 100V ise hat gerilimi kaç voltur?
A) 220V B) 380V C) 173V D) 200V
12. Üç fazlı üçgen bağlı bir sistemde faz akımı 20A ise hat akımı kaç amperdir?
A) 34,6A B) 20A C) 15A D) 27A
13. Üç fazlı bir jeneratör dengeli üçgen bağlı yüke bağlandığı zaman 60A akım çekiyor. Jeneratörün fazlar arası çıkış gerilimi 380 V'dur. Devrenin güç katsayısı 0,6 ise harcanan güç kaç wattır?
A) 11036W B) 32642W C) 23666,4W D) 23352,5W

14. Üç fazlı devrelerde wattmetrelerin göstermiş olduğu güç hangi güçtür?
A) Reaktif güç B) Aktif güç C) Görünür güç D) Hepsi

PERFORMANS TESTİ (YETERLİK ÖLÇME)

Modül ile kazandığınız yeterlikleri aşağıdaki kriterlere göre değerlendiriniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
1- Döner manyetik alan içerisindeki bobinde gerilimin nasıl indüklendiğini anladınız mı?		
2- A.C tip jeneratörün parçalarını ve çalışma prensibini kavradınız mı?		
3- Tek ve üç faz prensiplerini kavradınız mı?		
4- Bir fazlı ve üç fazlı jeneratörlerin bağlantılarını yapıp çalıştırabildiniz mi?		
5- Üç fazlı bir motoru yıldız ve üçgen bağlantı yaparak çalıştırabildiniz mi?		
6- Üç fazlı devrelerde hat akımı, hat gerilimi, faz akımı, faz gerilimini hesaplayabildiniz mi?		
7- Üç fazlı devrelerde güç hesaplamalarını yapabildiniz mi?		
8- Daimi mıknatıslı alternatörü uygun devir sayısında tekniğe uygun olarak çalıştırıp istenilen çıkış gerilimini alabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonucunda hayır cevaplarınız varsa öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız.

Modülü tamamladınız, tebrik ederiz. Öğretmeniniz size çeşitli ölçme araçları uygulayacaktır. Öğretmeninizle iletişime geçiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	Y
4	Y
5	Y
6	D
7	D
8	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	Y
4	D
5	Y
6	D
7	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	Y
4	Y
5	Y
6	D
7	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-4 CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	C
4	D
5	A
6	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-5 CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	C
4	B
5	A
6	A
7	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-6 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	D
4	D

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	DOĞRU
2	DOĞRU
3	DOĞRU
4	DOĞRU
5	YANLIŞ
6	DOĞRU
7	DOĞRU
8	DOĞRU
9	DOĞRU
10	DOĞRU
11	C
12	A
13	C
14	B

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- ATEŞ M. Hüsamettin, M. Adnan PEŞİNT, **Elektrik Makinelerinin Esasları**, Ankara, 1990.
- MARTI İ. Baha, M. Emin GÜVEN, **Elektroteknik Cilt II MEB**, İstanbul, 1996.
- PEŞİNT M. Adnan, **Elektrik Makineleri**, Ankara, 1975.
- SAÇKAN A. Hamdi, **Doğru ve Alternatif Akım Devreleri Problem Çözümleri**, İstanbul.
- www.tpub.com

KAYNAKÇA

- ATEŞ M. Hüsamettin, M. Adnan PEŞİNT, **Elektrik Makinelerinin Esasları**, Ankara, 1990.
- ERSÖZLÜ Ahmet, Ders notları, Kayseri.
- MARTI İ. Baha, M. Emin GÜVEN, **Elektroteknik Cilt II**, MEB, İstanbul, 1996.
- PEŞİNT M. Adnan, **Elektrik Makineleri**, Ankara, 1975.
- SAÇKAN A. Hamdi, **Doğru ve Alternatif Akım Devreleri Problem Çözümleri**, İstanbul.
- www.agtservices.com
- www.ecae.com
- www.eng.uct.ac.za/~victor/electric/ACDC.htm
- www.ere.com.tr
- www.oldengine.orgmembersdieselStuartStuart2.htm
- www.repro-works.com
- www.surioverseas.com
- www.tpub.com
- www.tkk.fi/Yksikot/Sahkomagnetiikka/kuvia/magn/VeiviKela.jpg
- www.tpub.com/content/neets/14177/css/14177_80.htm
- www.ttauto.co.uk