

## 5. ÜNİTE

# SANTRALLERDE YÜK DAĞILIMI

### KONULAR

1. Puvant Santraller
2. Santrallerde Gerilim ve Yük Ayarı

## 5.1. PUVANT SANTRALLER

Santrallerden çekilen elektrik enerjisi günün her saatinde değişiklik gösterdiği gibi mevsimlere görede değişiklik gösterir.

Günün değişik saatlerinde ve yaz kış aylarında değişik değerlerdedir. 24 saatlik yük değişim eğrilerinde en büyük yüke PUVANT yük adı verilir. Şekilde puvant yük  $P_{max}$  olarak işaretlenmiştir. Bu santraldan çekilen en az yük ise  $P_{min}$  olarak gösterilmiştir. Bu yük santraldan devamlı olarak çekildiği için temel yük olarak da adlandırılır. Santralin ortalama yükü aynı şekilde  $P_{QY}$  olarak gösterilmiştir.

Bölgeyi besleyecek santral gücü, Puvant yükü karşılayacak kadar olmalıdır. Ancak,  $P_{max}$  dikkate alınarak bir santralda yalnız bir altematör bulundurulması da ekonomik olamaz. Çünkü  $P_{max}$  a göre kumlan ve bir altematörü bulunan bir santralin verimi, santral ancak  $P_{max}$  ile yüklendiğinde büyük olmaktadır. Bunun için santrallarda bir altematör yerine birkaç altematör bulundurmak verimin artırılması bakımından gereklidir.

Küçük bölgelerin beslenmelerinde de küçük güçlü santrallar yerine, büyük bir santral kurulmasının daha ekonomik olacağını daha önce belirtmiştik. Küçük bölgeler bu santraldan, trafo postalan ile beslenerek enerji ihtiyaçlarını sağlarlar. Bölgelerin beslenmelerinde de durum buna benzer. Bölgelerin puvant yüklerini karşılamak için de Puvant yük santralları kurulmaktadır. Temel yükü karşılamakta kullanılan üniteler devamlı çalıştığı halde, puvant yük üniteleri, yalnız puvant saatlerinde çalışırlar. Bir santral içinde hem temel yük, hem  $v^*$ e puvant yük üniteleri varsa, puvant saatlerinde dış devre yükü, bu iki ünite tarafından verimi yükseltecek şekilde karşılanır.

Büyük şebekelerin beslenmelerinde de durum yukarıda anlatılanlara benzer. Genel olarak ucuz kömür yakan (örneğin, linyit kömürü) termik santrallar ile, su santralları temel yük santralları olarak çalışırken, dizel veya gaz türbinli santrallarla küçük güçlü buhar santralları da puvant yük santralları olarak çalışırlar.

Yurdumuz elektrik şebekesini oluşturan sistemde, Hirfanlı, Çatalağzı, Tunçbilek, İstanbul vb. santrallar temel yük santralları olarak çalışırken, İzmit, Karabük, Ankara, Kınkkale, Bursa, Eskişehir vb. santrallar puvant yük santralları olarak çalışırlar.

Bir elektrik şebekesinde bir yıl içinde görülen en yüksek enerji yüküne YIL PUVANTI denir. Santrallarda günlük, aylık ve yıllık puvantlar hazırlanarak, gelecekte yapılması gereken işler için hazırlıklar yapılır.

Reaktif yük ayarlamaları ise uyartım akımlarının değiştirilmesi ile yapılmaktadır. Bu çeşit ayarlama ile, altematörlerin güç katsayıları da değiştirilebilir. Santrallar arasında zaman zaman reaktif yük aktarmaları da yapılmaktadır.

Şebekelerin yükleri çoğu zaman endüktiftir. Yüklerin kapasitif olduğu durumlarda çok az karşılaşıldığından açıklamalar daha çok endüktif yükler dikkate alınarak yapılmıştır.

### 5.2. SANTRALLERDE GERİLİM VE YÜK AYARI

Elektrik santrallerinde bulunan altematörler üç fazlı olarak yapılırlar. Bunlar mekanik enerji veren sistemin durumuna göre çıkıntılı kutuplu veya yuvarlak rotorlu olabilirler, özelliklerine göre düşey milli veya yatay milli olarak gruplandırılabilir. Su türbinleri ile alçak devirde döndürülen çıkıntılı kutuplu altematörlerin çapları büyük, boyları kısadır. Buhar türbinleri ile döndürülen altematörler yuvarlak rotorlu olup türboaltematör diye adlandırılır. Türboaltematörler yüksek devirlerde döndürüldüklerinden 2 veya 4 kutuplu olarak yapılırlar. Türboaltematörlerin rotor çapları küçük olup, boyları uzun yapılırlar.

Altematörlerin uyarımları ya altematör miline bağlı bir dinamo ile veya daha başka şekilde sağlanır. Uyarım gerilimleri 125 »- 400 V. kadar olup, uyarım akımı, rotora bükükler üzerinden fırçalar yolu ile verilir. Santrallerin yükü azalınca çoğaldıkça gerilimleri değişir. Gerilimlerin her yük durumunda sabit olması gerektiğinden, değişen yük durumuna göre uyarım akımları otomatik olarak ayarlanarak gerilimin sabit olması sağlanır. Gerilimlerin ayarlanmasında iki yol vardır. Bunlardan biri altematör uyarım devresindeki direncin ayarlanması, ikincisi de uyarım dinamosunun şönt sargısına seri olarak bağlanan direncin ayarlanması şeklindedir. Bunlardan uyarım dinamosunun şönt sargısına bağlanan direnç ile yapılan ayarlamalar daha etkili ve daha az güç kaybı oluşturur. Bu nedenle altematörlerin uyarımları, uyarım dinamosunun uyarımları ayarlanarak gerçekleştirilir. Santrallerde bu amaçla çeşitli tipte regülatörler yapılmıştır. Bunlardan en çok kullanılan regülatör tipi Tiril regülatörüdür. Son zamanlarda bu amaç için çabuk ve etkili ayarlamalar yapan elektronik regülatörler yapılmıştır, özellikle gerilim ayarlamalarında amplidin, selsin vb. ler ile manyetik amplifikatörler çok kullanılmaktadır.

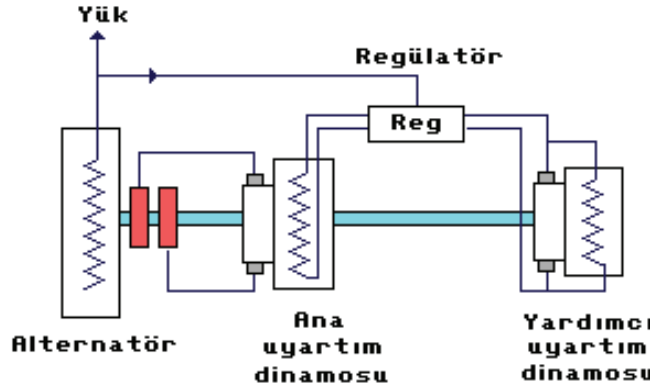
Altematörlerin üzerine alabilecekleri yükün miktarı, frekans-yük veya devir-yük karakteristiklerine uygun olarak bulunur. Yük değiştikçe altematör geriliminin değiştiğini, ancak gerilim regülatörleri yardımı ile gerilimin hemen ayarlanarak sabitleştirildiğini söylemiştik. Dış devri? yükü değiştikçe, altematör devri ve frekansı da değişir. Ancak bu amaçla kullanılan regülatörler devrin veya frekansın sabit ve ayarlanan değere gelmesini sağlarlar. Ayarlamalar çok çabuk yapıldığı için aboneler, gerilim ve frekansın değişmesini hissetmezler. Çünkü elektrik işletmelerinin en önemli görevlerinden biri de abonelere sabit frekans ve sabit gerilimli enerji vermektir.

Sabit frekanslı regülatörlere "astatik" devir regülatörleri, değişik frekanslı regülatörlere de "statik" devir regülatörleri denir.

Santrallarda yük ayan aktif (vatlı güç veya gerçek güç) ve reaktif (vatsız veya kör güç) yük ayarlan olarak iki şekilde yapılır. Aktif yük ayarlamaları alternatörlerle verilen mekanik enerjinin ayarlanması ile, reaktif yük ayarlamaları ise alternatör uyarımının ayarlanması ile gerçekleştirilir. Santrallarda değişen yük durumuna göre türbinlere verilecek enerjinin miktarı, otomatik regülatörler tarafından ayarlanır. Dizel jeneratörlü santrallarda devir ayarı, dizel motoru üzerine bağlanmış merkez kaç anahtar yardımı ile yapılır. Regülatör hareketini ana motordan alır. Değişen yük durumlarına göre yakıt girişi bu merkezkaç anahtar yardımı ile ayarlanır.

### 5.2.1. Gerilim (Voltaj) Regülatörü

Alternatör gerilimini yük durumuna göre ayarlayan (azaltan veya çoğaltan) düzeneklere gerilim regülatörleri denir. Regülatörün çalışma prensibi alternatörün uyarımını sağlayan uyarım dinamosunun kutup sargılarına seri olarak bir direncin girip çıkması şeklindedir. Şekil 5.1'deki prensip şemada regülatör, alternatör çıkış gerilimine göre yardımcı uyarım dinamosunun gerilimini, yardımcı uyarım dinamosu ise ana uyarım dinamosunun gerilimini, ana uyarım dinamosu ise alternatör gerilimini düzenleyecektir.



Şekil 5.1 Gerilim regülatörü prensip şeması

Uyarım akımının her yük durumunda ayarlanması, el ile istenilen çabuklukta ve doğrulukta yapılamaz. Bunun yerine otomatik gerilim regülatörleri kullanılır. Regülatörler yardımcı ile gerilimotomatik olarak çabuk ve istenilen doğrulukta ayarlanabilmektedir.

### 5.2.2. Uyarım Makinesiz Alternatörler (Sabit Gerilim Jeneratörleri)

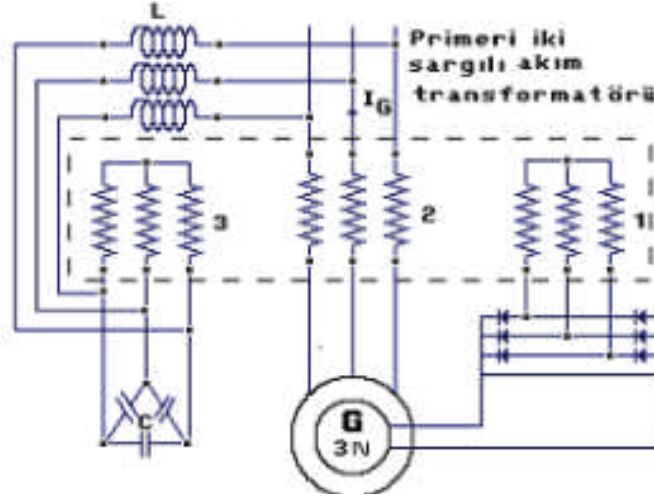
Yük durumuna göre alternatör geriliminin değişmesini önlemek için alterna-

tör uyarım akımının ayar edilmesi gerekir. Uyarı akımını değiştirme hızı (gerilim değişimine müdahale hızı) sınırlı olduğu için uyarım dinamosu kullanılmadan alternatörlerde gerekli manyetizmayı oluşturma fikri doğmuştur.

Jeneratör gerilimini sabit tutmak için kullanılan yöntemler şunlardır:

- Kompunt bağlantı
- Tristörlü regülatörler
- Kompunt bağlantı

Şekil 5.2'deki jeneratöre uygulanan gerilimi sabit tutan bağlantıya kompunt bağlantı ve bu bağlantının uygulandığı jeneratöre de sabit gerilim jeneratörü denir. Kompunt bağlantı uygulaması senkron makineler kadar eskidir.



Şekil 5.2 Uyarım makinesiz senkron jeneratörün kompunt bağlantısı

Bu tip uyarda alternatör kutuplarındaki artık mıknatisiyet ve alternatör çıkışındaki doğrultulan gerilimden faydalanır. Şekildeki L bobinlerine paralel bağlanan kondansatörlerin görevi, alternatörün kendi kendine uyarmasını sağlamak içindir.

Alternatörün normal hızındaki remenans gerilimi, bobin ve kondansatörler  $XL=XC$  rezonansı oluşturacak biçimde düzenlenmişlerdir. Jeneratör harekete geçirildikten sonra devir sayısının artması ile rezonansa yakın hızda remenans gerilimi o kadar büyür ki redresörün iletme başlama değeri aşılır ve böylece kendi kendine uyarıma başlar. Sabit gerilim jeneratörleri, regülatörsüz olarak 600 MVA' e kadar kullanılmaktadır.

### 5.2.2.1. Tristörlü regülatörler

Kompunt bağlantısına ilave iyi bir regülatör kullanarak jeneratör gerilimini sabit tutmak mümkündür. Senkron jeneratörün gerilim regülasyonu tamamen mik-

rokontrolör denetiminde dijital teknolojisi ile milisaniyeler mertebesinde gerçekleştirilir.

Bisikletlerinizin dinamları da bir jeneratördür, DC elektrik üretir. Bisikletinizin hızına göre, ışık parlaklığının artıp azaldığını fark ettiniz mi?

Alternatörlerin ürettiği elektriğin sabit olması için regülatörler kullanılır.

### 5.2.3. Senkron Makinelerde Frekans ve Hız

Statorda meydana gelen kutupların dönüş hızına senkron hız denir. Senkron hız, motorun kutup sayısı ile ters orantılı, frekans ile doğru orantılı değişen bir büyüklüktür.

$$N_s = \frac{120f}{p}$$

$N_s$  : Senkron hız (döner manyetik alanın hızı), d/dk

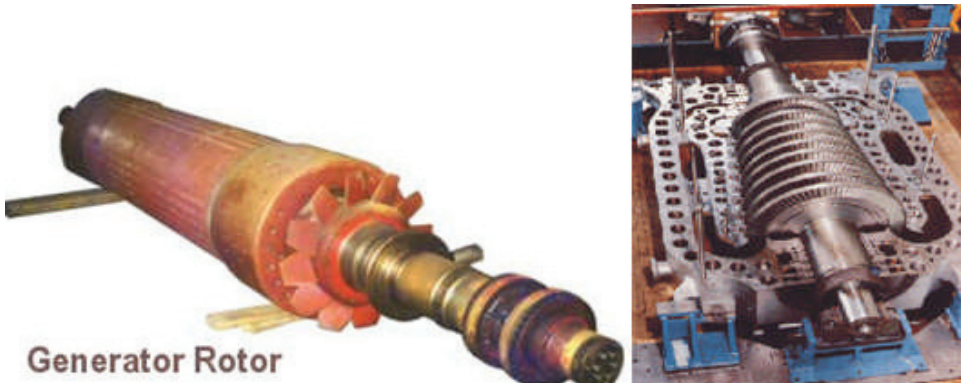
f : Frekans (stator akımlarındaki),Hz

p : Kutup sayısı

Senkron makineler çok büyük güçlü olarak yapılmaktadır. Bu makinelerin güçlerini sınırlayan iki büyük faktör vardır:

- Isınma
- Rotor çevresel hızı

Makineyi oluşturan her bir gerecin, belli bir ısı dayanım sınırı ve hıza bağlı olarak kritik fırlama değeri vardır. Bu sınırları geçemeyiz. Yuvarlak kutuplu alternatörlerde büyük güçler için rotor çapı büyütülememesine göre rotor uzunluğu arttırılır.



Resim 5.1 Büyük güçler için rotor uzunluğu arttırılmış jeneratör türbinleri

## 1. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI ENERJİ ÜRETİMİ, İLETİMİ ve DAĞITIMI

Rotorun yapıldığı gereç, devir sayısını sınırlayan faktörlerin başında gelir. Bu nedenle uygulamada 1 çift (2 tek) kutup sayısından daha az kutup sayısı elde edilemeyeceğinden silindirik kutuplu bir turbo alternatörün, şebeke frekansı 50 Hz (ülkemizde hâlen 50 Hz.)sabit bir gerilim için; (1.denklem )

$$N_s = \frac{120f}{p} = \frac{120 * 50}{2} = 3000d/d \text{ ile döndürülmesi gerekecektir.}$$

Senkron makine jeneratör olarak çalışırsa senkron jeneratörün rotoru,(ns) senkron devir sayısı ile tahrik edilmesi sonucunda endüvi (stator) çevresinde bu senkron hız ile döner.



Resim 5.2 Dicle hidroelektrik santrali (HES) rotor montajı

Dışardan tahrik sureti ile döndürülen bu döner alan stator sargısında çeşitli fazlarda gerilim endükleyecektir. Bu gerilimin frekansına f diyecek olursak makinenin kutup sayısına ve dakikadaki devir sayısı cinsinden değeri; (2.denklem)

$$f = \frac{pN_s}{120}$$

Senkron makinenin motor olarak çalışma halinde ise; makinenin kutup sayısı ve uygulanan gerilimin frekansından bu makine sargısının meydana getireceği döner alanının dakikadaki devir sayısı yukarıdaki bağıntıdan (1.denklem ) elde edilir.

# 1. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

## ENERJİ ÜRETİMİ, İLETİMİ ve DAĞITIMI

f (Hz)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	60	600	400
P kutup	2	4	6	8	10	12	20	40	60	2	4	4
N <sub>s</sub> (d/d)	3000	1500	1000	750	600	500	300	150	100	36000	18000	12000

Tablo 5.1 Değişik kutup sayıları ve frekanslar için senkron hızlar (Ns)

### ÖRNEK:

Senkron makinenin stator akımlarındaki frekansı  $f = 50$  Hz. ve makinenin kutup sayısı  $p = 8$  ise makinenin senkron hızını bulunuz ( $n_s = ?$ )

### ÇÖZÜM:

$f = 50$  Hz. ve  $p = 8$  ise.

$$N_s = \frac{120f}{p} = \frac{120 * 50}{4} = 1500 \text{ d/d olarak bulunur}$$



## DEĞERLENDİRME SORULARI

*Aşağıdaki soruları doğru yada yanlış olarak cevaplayınız.*

1. ( ) Aktif yük değişimleri alternatörün devir sayısının değişmesine neden olur.
2. ( ) Elektriğin kalitesi frekansının düzgün olmasıdır.
3. ( ) Alternatörün gerilimini yük durumuna göre ayarlayan düzeneklere gerilim regülatörü denir.
4. ( ) Uyarımın her yük durumuna göre ayarlanması el ile istenilen çabuklukta ve doğrulukta yapılır.
5. ( ) Jeneratörün gerilimini sabit tutmak için kullanılan yöntemlerden biriside triyaklı regülatörlerdir.