

$$n = \frac{R}{R_p} = \frac{4,5}{0,5} = 9$$

bulunur.

Topraklama nakilinin kesiti akım yoğunluğu seçilerek bulunabilir. VDE 0140.18 de 4000 A için 50 mm² ve 6000 A için 70 mm² asgarî kesit tavsiye edilmektedir. Burada, tahdid eden bir değer olmakla beraber emniyet bakımından 50 A/mm² alınması uygun olur. Buna göre kesit

$$S = \frac{4900}{50} = 100 \text{ mm}^2$$

bulunur.

Transformatörler topraklanmış yıldız sarı, gılı iseler, kazıklar yıldız noktasının topraklanmasında kullanılabilir.

İyi bir potansiyel dağılışı elde etmek üzere

re transfonnator altlarında toprak şebekesini sıklaştırmak şayanı tavsiyedir.

Çevrede potansiyel gradyanının ortalama değeri, D toprak şebekesinin diyagonalı olmak üzere

$$G_P = \frac{\% I}{\frac{D}{2}} \quad (5)$$

ile bulunur $S = 40 \text{ ohm.metre}$, $I = 4900 \text{ A}$, $D = 93 \text{ metre}$ değerleri (5) formülünde yerine konarak $G_P = 90 \text{ V}$ bulunur.

Toprak şebekesi, 20 x 2 ve 30 x 3 mm lik bakır çubuklar veya 50 mm² lik bakır nakil vasıtası ile cihazların toprak bağlantı uçlarına bağlanarak tamamlanır. Bu irtibatlar aynı zamanda yukarıda hesaplanan topraklama sistemini ıslâh ederler.

Pompa-Türbin

Yazan:
E. E. JASKİ

Çeviren:
Türkmen ATKAT
Y. Müh.

Pompa - Türbinler, ekonomik güç kaynağı olarak günden güne revaç bulmaktadırlar. Normal hidrolik türbinlerin kullanılmadığı çok yerlerde kullanılabilme hususiyetleri sayısız avantajları arasındadır.

Pompa - Türbin, mütenaviben santrifüj pompa yahut hidrolik türbin olarak kullanılabilen bir hidrolik makinedir. Hidroelektrik gücü pompalama ile depo etme metodunun geliştirildiği yerlerde kullanılır. Pompalama ile depo edilmiş güç yeni bir fikir değildir. Avrupada 75 senedenberi kullanılmaktadır. Bu, gücü muhafaza etmenin bir şeklidir ve hem *i* p*. ı-prar hem de ekonomik olduğu ispat edilmiştir.

Çok yerlerde gündüz ve gece yükleri daimi olarak değişir. Gündüz azami haddini bulan yük geceleyin aniden düşer. Hafta sonları ve tatillerde de yük oldukça azdır.

Dünya, elektrik gücünün mühim bir kısmı buhar türbinleri gibi termik tesislerden elde olunur. Buhar elde etmek için gereken ısı, kömür, akar yakıt, gaz gibi fosil yakıtlardan temin edilir. Ekonomik sebeplerle, çok çabuk tükenmemeleri için bu yakıtları biriktirmek çok mühimdir.

Buhar türbinlerinin hacimleri arttıkça

daha ekonomik oldukları bilinen bir hakikattir. Bu gün, 300000 ve 450000 kW İlk buhar türbinleri imal edilebiliyor. Bütün buhar türbinleri en ekonomik çalışmalarını, devamlı olarak, günde 24 saat, senede 365 gün yüksek güç faktörü ile çalıştıklarında yaparlar.

Yükün gece ve gündüz değişmesi, gündüzleri yüksek, gece, hafta sonları ve tatillerde düşük, testere dişli bir yük eğrisi meydana getirir. Her güç sistemi, meselâ buhar türbinleri, belli tepe yüklerini karşılamak için kâfi derecede ve herhangi bir inkıta veya arızada da yükü almak üzere yedek tesisi havi olmalıdır. Bunların daimi olarak yüksek güç faktöründe çalışmayacakları aşıkârdır. Bazıları çalışmayıp duracak, bazıları ise ani yük artması gibi değişiklikleri karşılamak için boşta çalışacaklardır.

Her yerde elektrik gücü ihtiyacı günden güne artmakta ve gittikçe daha büyük ünitelere lüzum hasil olmaktadır.

Mümkün olduğu kadar fazla üniteyi devamlı olarak yüklü tutabilmemiz için yük eğrisini ıslâh etmemiz lâzımdır. Gücün artması ile tepe noktalarının yükselmelerine karşılık minimum noktaları aynı derecede yükselmemektedirler. Binaenaleyh, bu ıslahı

yapabilmemiz için yuk eğrisini yaymalı ve sistemin bütün ünitelerinin yüklerini inkişaf ettirmeliyiz.

Gücün Biriktirilmesi

Yük eğrisini yaymanın bir metodu, tepe yüklerde kullanılmak üzere güç fazlalıklarını depo etmektir.

Büyük miktarda elektrik gücünü biriktirecek imkânlar henüz bulunamamıştır. Hidrolik gücü biriktirmek gibi çok basit bir hal çaresi mevcuttur. Buna pompalanarak depo edilmiş hidroelektrik güç denir. Pompalama ile depo etme tesisatı için elverişli bir yer olduğunda bu usulü tatbik edebiliriz.

Metot, fazla gücü kullanarak daha yüksek seviyedeki bir göle suyu pompalamaktır. Göl dolduğunda, tepe yüklerinde, bir hidrolik türbini çalıştırıp güç hasıl etmek üzere suyu tekrar aşağıya akıtabiliriz. Fazla gücün maliyeti, tepe yüklerinde satılan güçten **da-ha azdır. Bu,** pompa ile depolamayı ekonomik ve iyi bir para yatırımı şekli yapar.

Avrupada, aynı shaft üzerinde iki ayrı santrifüj pompa ve hidrolik türbin ve bunların arasına monte edilmiş bir generator - motor bulunan ünite şekli kullanılır. Generator-motor, türbin tarafından çalıştırıldığında güç verir, pompa tarafından çalıştırıldığında da su pompalar. Bunun için, hidrolik veya mekanik kavramalı iki hidrolik ünite gerektir. Böylece, pompa ile depolama ünitesi pahalı olur ve fazla yere ihtiyaç gösterir. Fakat buna rağmen bu ünitelerin çok ekonomik oldukları ispat edilmiştir.

Allis - Chalmers firması, daha basit ve ucuz bir pompa - türbinini inkişaf ettirmiştir. Bu, direkt olarak bir generator - motora bağlı tek bir hidrolik makineden ibarettir. Kullanılan hidrolik türbin' ere çok benzer. Pompalama için sistemden güç çeken motor, aşağı seviyeden yukarı seviyedeki göle su sevkeden pompayı çalıştırır. Güç vermek için de, su, depolanan gölden aşağı akarak türbin ve generatörü çalıştırıp sisteme gerisin geriye güç verir. Ünite, pompalama için bir yönde, güç verme için de aksi yönde çalışır.

Pompa - Türbinde bir spiral yuva, bir türbin, hareket ve kontrolü mümkün kapaklar, bir dirsekli boru ve bir de çelik çıkış ucu mevcuttur. Ekseri, en ekonomik Pompa-türbinler, en az 10000 kW çıkışlı büyük ünitelerdir. Muayyen düşü şartları altında 200000 kW lık üniteler de yapılabilir. Ekonomik olarak çalışabilmeleri için gerekli düşü 50 ile 1250 feet arasında olmalıdır.

Firma, Brezilyanın São Paulo Elektrik Şirketi için her biri, 89 feet düşüde 19000 hp güç sağlayan ve 78 feet düşüde de saniyede 1800 feet küp (cfs) su pompalayabilen 3 üni-

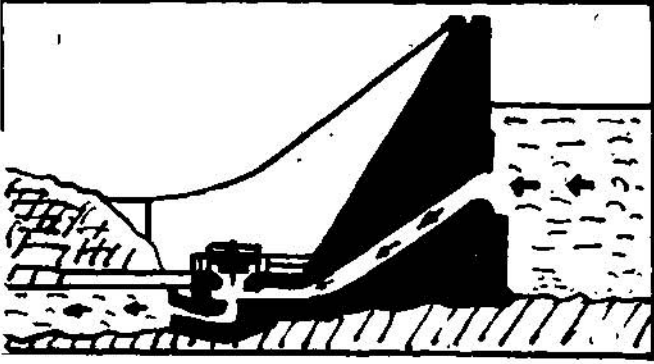
te imal etmiştir. Amerikada ilk kullanılan pompa - türbin Allis - Chalmers firması tarafından Colorado'daki Flatiron güç santrali için yapılmıştır. Bu ünite 290 feet düşüde 12000 hp istihsal eder ve 200 - 300 feet'e su pompalayabilir. Bu, pompalama ve güç verme için iki ayrı hızda çalışabilen ilk ünite-dir. 60 frekansla senkron makina olarak, pompalamada 300 rpm ve güç vermede de 257 rpm de çalışan bu makine için yeni çizim ve hesap tarzı gerekmiştir.

Dünyadaki en büyük pompa-türbin Carolina'da Hiwassee güç santrali için imal edilmiştir. Bu ünite, 233 feet düşüde 120000 hp, 190 feet düşüde de 80000 hp güç verir ve 205 feet'e 3900 cfs, 172 feet'e de 46000 cfs su pompalayabilir. Hız, her iki yönde de 105,9 rpm dir. Dünyanın en büyük motoru olan motor 102000 hp lıktır. Türbin de, 22 feet çapında dünyanın en büyük Francis türbinidir.

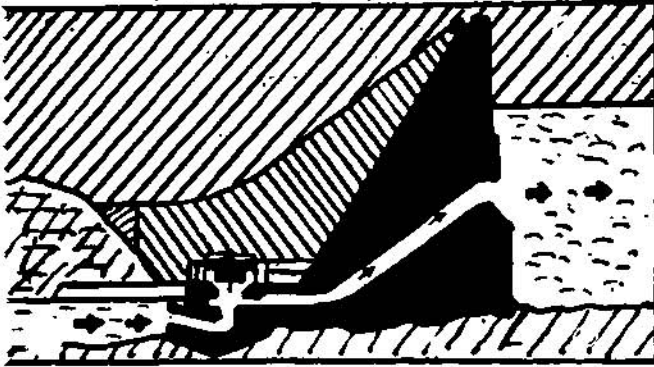
Pompayı Çalıştırma

Bukadar büyük bir pompayı harekete geçirebilmek için, kapaklar kapalı ve tam su dolu halde 27000 kW lâzımdır. Bu, sistemden fazla akım çekilmesine sebep olur. Türbindeki suyu boşaltıp hareketi havada başlatmakla ilk hareket gücü 2000 kW a kadar dür şürülebilmıştır. Su, türbinin dibinden itibaren, 15 feet kadar yüksektir. 5 feet'e kadar düşürülür. Operatör bir düğmeye basmakla içeriye 300 psi'lik basınçta hava sevkeder. 1 dakika kadar sonra 3700 feet küp su, 5 feet seviyesine indirilir. Bu seviyede, bir anahtar havayı keser ve kontrol odasına pompanın harekete hazır olduğunu haber verir.

Motor, yükün azalmasıyla yan voltajda harekete geçebilir ve çekilen akım da tam yüktekinen nazaran az olur. Operatör hareket şalterini kapar ve pompa - türbin çalışmaya başlar. Böyle büyük bir motorun normal hızı olan 1059 rpm'e çıkması 2 dakika kadar sürer. % 98 hızda, röleler, hareket şalterini açar, 1 saniye sonra da devamlı çalışma şalterlerini kaparlar. Motor 13800 voltluk tam voltaja bağlanmış olur. Zaman aralığı, motorun yan voltajdaki frekansının tam voltajdaki frekansına düşmesini sağlayacak şekilde ayarlanmıştır. Operatör kapakları açacak kumandayı yapar. Pompalamada her 15 feeflik düşü için ayrı kapak durumu mevcuttur. Kapaklar en alçak seviyede % 90 ve en yüksek seviyede % 50 açılır. Kapakların ayarlanması ile pompanın daimi olarak en iyi verimde çalışması sağlanır. Pompalamanın sonunda, operatör kapakları kapar, şalterler açılarak motor devreden çıkar. Motor yan hızına düşünce hava frenleri otomatik



Su gücünü elektriğe çevirme: Gündüz, ev ve fabrikalar en yüksek elektrik ihtiyacı anında, su aşağı akarak türbini gücü hasıl edecek yönde çevirir.



Elektriği tekrar depo edilmiş su gücüne çevirme: Gece, güç çekilişi az olduğunda, diğer santrallerden elektrik geri gelerek generatör - motoru, üniteyi, yukarıdaki göle su pompalayacak ters yönde döndürür.

olarak rotora tatbik edilip makine durdurulur.

Motor rotorunun kütlesi, 40 in'ın şaft, türbin ve onun hidrolik itmesi ile beraber aşağıya doğru yatağa 700 tonluk bir yük bindirir. Duruştan harekete geçerken, yatağın Batbit kaplı yüzeyinin harab olmaması için yüzeyler arasında bir yağ tabakasının bulunması şarttır. Harekete geçmeden hemen evvel yatakların merkezinden içeriye 1000 psi yüksek basınçlı, yağ sevk edilir. 0.002 in'ın daha az kalınlıkta olan yağ tabakası sürtünmeyi, bu muazzam yükü iki kişinin kolaylıkla döndürebileceği kadar azaltır. Yüksek basınçlı yağ, durdurulmada da, hız normalin yansına düşer düşmez gene sevk edilir.

Türbin çalışması için, operatör kapakları biraz açar. Su içeriye hücum ederek türbini döndürür. 2-3 dakikada hız 103 rpm'li bulur. Bundan sonra, operatör dikkatle kontrol ederek hızı 1059 rpm'e çıkarır. Ünitenin

frekansı sistemin frekansına eşit olduğunda, senkronoskopun göstergesi saatin 12 durumunu gösterir. Bu anda operatör ana şalteri kapayarak üniteyi hattâ bağlar. Sonra, kapakları yavaşça açarak generatörü yükler. En nihayet kapaklar tam açılarak generatör sisteme güç verir. Durdurma için de, kapaklar, yüksüz hızdaki duruma gelinceye kadar kapatılarak şalter açılır ve ünite hattan ayrılır. Kapaklar sıfır durumuna kadar kapatılır, hız normal hızın yansının altına düşüğünde otomatik hava frenlerinin tatbiki ile makine durdurulur.

Güç Kaybı

Pompalamada, üniteden motora güç kaybı olursa ne olur? Bir alçak - akım rölesi çıkış kapılarını kapatacak tesisi çalıştırır. Tam açıktan kapanma müddeti 25 saniyedir. Evvelâ, su akımı aniden durur. Bu takriben 4 saniyede olur. Sonra, su, hâlâ pompalama yönünde dönen türbine gerisin geriye akarak fren vazifesini görür. 7-8 saniye içinde dönen kütle durur. Kapaklar kısmen kapalıdır ve kapanmakta devam etmektedir. Dönen kütle, türbin yönünde dönmeğe başlar. Kapaklar sıfır durumuna geldiğinde, ünite, türbin yönünde sıfırdan % 25 normal hıza yükselir. Kapakların sıfır durumunda frenler otomatik olarak tatbik edilerek ünite durur.

Generatör çalışmasında güç düşerse, bir alçak - akım rölesi kapakları kapatacak kumandayı verir. Türbin normal hızına yükselir. Bu andaki düşüye tabii olarak, 10 saniyeden az bir zamanda azamî aşın hızını bulur. Kapaklar kapanmakta devam eder ve dönen kütle ağır ağır yavaşlar. Yan hızın altında otomatik frenler tatbik edilerek ünite durdurulur. Hiwassee'deki en yüksek düşüde azamî aşın yük, normal hızın % 46 sından fazla olmayan 155 rpm'e sebep olur. Bütün ünite bu hızda emniyetle çalışacak şekilde imal edilmiştir.

Pompa - Türbinlerin Avantajları

Pompa türbinler, malum türbinler gibi, güç sistemlerinde çok faydalıdır. 3-5 saniyelik çok kısa bir zamanda harekete geçebilirler. Bir Pompa - türbin, türbin çalışması için sistemde senkron kondenser olarak çalıştırılabilir ve 1 dakikadan az bir zamanda yüklenebilir,

Bir buhar türbininin, duruş halinden harekete geçmede, tam buhar basıncı tatbik edilmeden evvel çok yavaş olarak ısıtılması lâzımdır. Bu iş saatlerce sürebilir. Pompa - türbinin ömrü normal bir buhar türbininden % 25-30 daha uzundur.

Artık Nükleer güç kullanmanın eşiğine varmış bulunuyoruz. Nükleer santraller kullanıldığında bunların çok yüksek bir yük faktöründe, pratik olarak günün her saatinde, çalışmaları gerektir. Pompa - türbinler, geniş tepe yükleri temin etmekle nükleer güç santrallerin yük faktörlerini ıslah edecek-

ler, ilâve termik ünitelerin de tepe yüklerini besleyeceklerdir.

Pompa - türbinler, kullanılan hidrolik türbinlerin uygun olmadığı pek çok yere tatbik edilerek onların yerini doldurabilirler. Bir gün, pompa - türbinler, bugün inşa edilmiş umumî hidrolik türbinler kadar bize güç temin edebilir ve belki de onları geçebilirler.

Tek yan band ile muhabere tekniği

Abdurrahman DURÜTÜRK
Y. Müh

I. GENEL BİLGİ

Uzak mesafelerle muhabere için frekans sahasının en uygun kısmı, yüksek frekans sahasına düşen 2 ilâ 25 megasikl arasındır. Bildiğimiz genlik (amplitüd) modülasyonu ile bir frekansta neşriyat yapan bir istasyonun bu frekansın altında ve üstünde en az beşer kilosiklidan 10 kilosiklın bir frekans bandını işgal ettiği malumdur. Yanyana çalışan istasyonların, birbirini taciz etmemesi için birbirinden 10 kilosikl farklı bir taşıyıcı frekansla çalışmaları icabeder. Bunun neticesi olarak faydalı frekans sahasında bir megasikle ancak 100 ve $25 - 2 = 23$ megasikllık sahaya da sadece 2300 istasyon sığdırılabilir. Bugünün gerek sivil ve gerekse askerî sahada artan telsiz muhabere ve neşriyat ihtiyaçlarını bu kadar az bir adede sığdırmanın ne kadar güç olacağını herkes takdir edebilir. Şunu da hatırdan çıkarmayalım ki bu rakam sadece bir saha, bir memleket için değil, gök dalgalarıyla uzak mesafelere de neşriyat yapılabilmesi dolayısıyla dünya çapındadır. Bu sahada artan istasyon kalabalığı tacizleri artırdığından, buna bir çare olarak bir sahaya fazla istasyon yerleştirmeyi araştırılanlar" tek yan bandın kullanılmasını düşünmüşler ve bunu inkişaf ettirmişlerdir.

Modülasyon esasında taşıyıcı dalga frekansının modüle edildiği ses frekansı kadar azalıp çoğaldığı ve yan band denilen her bir tarafından modüle edici dalganın bütün evsafını taşıdığı malumdur. Mademki sadece bir taraf (tek yanband) modüle edici dalganın bütün evsafını taşımaktadır, o halde hem taşıyıcı dalga ve hem de bir tarafın frekansını süzüp yok etmek yani neşrettirmemek suretile tek bir yan bandla muhabere sağlamak imkânı mevcuttur. Süzülüp atılan yan

band ise başka bir muhabere için kullanılabilirliğinden, eskiden tek bir istasyonun işgal ettiği frekans bandına iki istasyon sığdırmak ve dolayısıyla birbirine karıştırma yapmadan muayyen bir frekans sahasından istifade edecek istasyon adedini iki misline çıkarmak mümkün olmaktadır.

Eğer genlik modülasyonu elde etmek için $e_c = E_c \cos(w_o t + 0_c)$ olan bir taşıyıcı dalga voltajı üzerine bir $e_s = E_s \cos(w_s t + 0_s)$ olan ses frekans voltajı eklenirse modülasyon neticesi bildiğimiz gibi:

$$e_2 = E_c \cos(w_o t + 0_c) \cos(w_s t + 0_s)$$

(Taşıyıcı Dalga)

$$K + \frac{1}{2} E_c E_s \cos[(w_o - w_s)t + 0_c - 0_s]$$

(Alçak Yan Band)

$$K + \frac{1}{2} E_c E_s \cos[(w_o + w_s)t + 0_c + 0_s]$$

(Yüksek Yan Band)

meydana gelir. Burada görüleceği gibi taşıyıcı dalga nasıl bir sinüs dalgası ise yan bandlardan her biri de frekansı taşıyıcı dalga ile modüle edici dalga frekanslarının toplamına (yüksek yan bandda) veya farkına (alçak yan bandda) eşit yine bir sinüs dalgasıdır, (Şekil 1 b ve c). Taşıyıcı dalga ile birlikte her iki yan band veya sadece bir yan band mevcut olursa modülasyon genlik şekli hemen hemen aynıdır. Sadece taşıyıcı dalganın frekans değişimleri farklı olur (Şekil 1 b ve f). Modüle edilmiş bir dalgadan sadece taşıyıcı dalga süzülür ve her iki yan band bırakılırsa modüle edici dalganın 180 derece faz farklı iki kısmından müteşekkil bir modülasyon zarfı içinde modülasyon kalır (Şekil 1 e).

KOT : £ ile toplamlar ifade edilmiştir.