



TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

BİLGİ BELGE MERKEZİ(BBM)

Döküman Bilgileri

EMO BBM Yayın Kodu	: 11
Makalenin Adı	: Kompanzasyonun Gerekliliği
Makalenin Yayın Tarihi	: 01/05/2003
Yayın Dili	: Türkçe
Makalenin Konusu	: kompanzasyon
Makalenin Kaynağı	: 3E Electrotech Dergisi, sayı 108, Mayıs 2003
Anahtar Kelimeler	: kompanzasyon
Yazar 1	: Mustafa Sezgin

Açıklama

Bu doküman Elektrik Mühendisleri Odası tarafından açık arşiv niteliğinde olarak bilginin paylaşımı ve aktarımı amacı ile eklenmiştir.

Odamız üyeleri kendilerine ait her türlü çalışmayı EMOP/Üye alanında bulunan veri giriş formu aracılığı ile bilgi belge merkezinde yer almasını sağlayabileceklerdir. Ayrıca diğer kişiler çalışmalarını e-posta (bbm@emo.org.tr) yolu ile göndererek de bu işlemin gerçekleşmesini sağlayabileceklerdir. Herhangi bir dergide yayınlanmış akademik çalışmaların dergideki formatı ile aynen yer almaması koşulu ile telif hakları ihlali söz konusu değildir.

Elektrik Mühendisleri Odası Bilgi Belge Merkezi'nde yer alan tüm bilgilerden kaynağı gösterilerek yararlanılabilir.

Bilgi Belge Merkezi'nde bulunan çalışmalardan yararlanıldığında, kullanan kişinin kaynak göstermesi etik açısından gerekli ve zorunludur. Kaynak gösterilmesinde kullanılan çalışmanın adı ve yazarıyla birlikte belgenin URL adresi (http://bbm.emo.org.tr/genel/katalog_detay.php?katalog=2&kayit=11) verilmelidir.

KOMPANZASYON

Kompanzasyonun Gerekliliği

Mustafa Sezgin (Elektrik Elektronik Teknik Öğretmeni)
Federal Elektrik

Alternatif akımın endüstride kullanılışının yaygınlaşması sonucunda aktif gücün yanı sıra reaktif güç kavramı da ortaya çıkmıştır.

Endüstride geniş bir kullanım alanına sahip olan transformatör, bobin ve motor gibi endüksiyon prensibi ile çalışan alıcılar, fonksiyonlarını yerine getirebilmek için manyetik alana ihtiyaç hissederler. Gerekli manyetik alan, reaktif akım ve dolayısıyla reaktif güç ile temin edilir.

Endüktif güçlerin çekmiş olduğu aktif güç, alıcılarda faydalı hale dönüşür. Örneğin motorlarda mekanik güce, ısıtıcılarda termik güce çevrilir. Fakat çekilen reaktif güç, faydalı güce dönüştürülemez.

Teknolojik gelişmeye paralel olarak elektrik enerjisine olan talep devamlı artmaktadır. Artan talebi karşılayabilmek için, yeni santraller kurma ihtiyacı doğar. Ancak büyük sıkıntılara düşülmeden bazı idari ve teknik tedbirler alınarak artan enerji talebinin bir kısmı karşılanabilir.

Söz konusu tedbirler:

a- Yaz saati, kış saati uygulaması

b- Tüketicinin yüksek olduğu puant zamanlarında yüksek tarife ücretinin uygulanması

c- Güç katsayısının düzenlenmesi olarak sıralanır.

Yaz saati, kış saati uygulamasında gün ışığından daha fazla yararlanılır. Uygulama sona erdiğinde yapılan enerji tasarrufu yayın organlarıncaya duyurulmaktadır.

Ülkemizde elektrik enerjisi tüketimi istatistiğine bakıldığında, saat 06.00/17.00 aralığında %30, 17.00/22.00 aralığında %49, 22.00/06.00 aralığında %21'lik bir oran göze çarpmaktadır. Elektrik abonelerinin belirtilen üç zaman dilimi içerisinde ne kadar enerji sarf ettiklerinin tespit edilebilmesi maksadı ile elektronik elektrik sayaçlarının kullanılması zorunlu hale getirilmiştir. Gün içerisinde eşit bir tüketimin sağlanabilmesi için, %49'luk bir tüketimin olduğu 17.00/22.00 saatleri arasında yüksek ücret tarifesini, %21'lik tüketimin yapıldığı 22.00/06.00 saatleri arasında düşük ücret tarifesine

si ile faturalar düzenlenmektedir. Bu uygulama ile homojen bir elektrik tüketimi sağlanması ve sonucunda enerji tasarrufu amaçlanmaktadır.

Tesislerde güç katsayısı düzenlenmesi yapıldığında;

a- Endüktif alıcılar için gerekli reaktif güç alıcılarının yanında üretileceği için jeneratör, trafo ve enerji nakil hatlarındaki yüklenmeler azalır.

b- Tesislerdeki toplam gerilim düşümü azalır.

c- Sistem içindeki toplam kayıplar azalır.

d- Mevcut tesislerde değişiklik yapmadan daha büyük aktif tüketici kitleleri beslenebilir.

Reaktif Güç ve Reaktif Güç Katsayısı

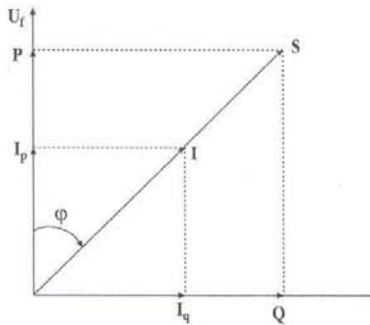
Omik alıcılar şebekeden faz gerilimi ile aynı fazda olan aktif akımı çekerler. Endüktif alıcılar ise, aktif akımla birlikte manyetik alanlarını oluşturabilmek için faz geriliminden 90° geri fazda reaktif akımı çekerler.

Aktif ve reaktif akım vektörel olarak toplanır ve görünür akım oluşur.

Endüktif karakterli olan mıknatıslanma akım manyetik alanının oluşumu sırasında şebekeden çekilir. Manyetik alan ortadan kalkarken şebekeye iade edilir. Bu nedenle reaktif güç, üretici ve tüketici arasında şebeke frekansının iki katı bir frekansla salınır.

Bobinlerde ani güç pozitif (+) ise, güç akışı kaynaktan yüke doğru, negatif (-) ise, yükten kaynağa doğrudur. Tam periyot akımda, bobin iki kere dolmakta ve iki kere boşalmaktadır.
 S = Görünür (zahiri) güç
 ϕ = Faz Açısı
 P = Aktif Güç
 Q = Reaktif Güç

I = Görünür Akım
 I_p = Aktif Akım
 I_q = Reaktif Akım ise, görünür güç,
 Faz değerler dikkate alınır
 $S = 3U_f I_f$ VA
 Hat değerler dikkate alınır
 $S = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I_h$ VA olarak bulunur.



Faz gerilimi (U_f) ile
 Aktif Akım (I_p)
 Aktif Güç (P) aynı fazdadır.

$$\begin{aligned} I_p &= I \cdot \cos \phi \quad (A) \\ I_q &= I \cdot \sin \phi \quad (A) \\ I^2 &= I_p^2 + I_q^2 \quad (A) \\ P &= S \cdot \cos \phi \quad \text{WATT} \\ Q &= S \cdot \sin \phi \quad \text{VA} \\ S^2 &= P^2 + Q^2 \quad \text{VAR} \end{aligned}$$

bağıntıları bulunur.

Reaktif Güç Üretimi

Reaktif gücü üretebilmek için iki yöntem mevcuttur.

- a- Dinamik faz kaydırıcısı
- b- Statik faz kaydırıcısı

Dinamik faz kaydırıcılarının başında, aşırı uyartılmış senkron makineler gelmektedir. Kompanzasyonu sağlayabilmek için bir senkron makine, enerji nakil hattının sonuna ve üretim merkezlerinin başına paralel bağlanır. Bu makinelerin ayrıca tahrik edilmelerine de gerek yoktur. Şebekeden boşta, çalışma kayıplarını karşılayacak kadar aktif güç çekerler.

Dinamik faz kaydırıcıları, senkron makineler olduklarından bakır, demir, sürtünme ve rüzgar kayıplarını içerirler. Bakıma ihtiyaçları fazladır. Büyük güçlerde inşa edilmeleri ekonomik değildir.

Statik faz kaydırıcıları, kondansatörlerdir. Kondansatörlerin kayıpları, nominal güçlerde bile %0,5'in altındadır. Bakımları yok denecek kadar azdır. Her güçte kolaylıkla temin edilebilir. Tüketicinin hemen ucuna bağlanırlar ve az yer kaplarlar. Örneğin, yeni ürünlerimizden Federal Kondansatörlerin kayıpları, % 0,25W /kVAR'dır. Benzerlerine göre da-

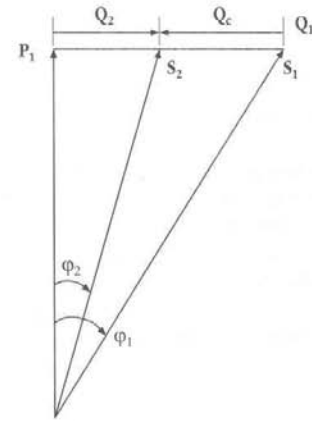
ha az yer kaplar. 100.000 saatten fazla istatistiksel ömre sahiptirler ve kondansatörler; 5, 10, 12.5, 15, 20, 25, 30, 40, 50 kVAR güçlerde temin edilebilirler.

Kompanzasyonun Tesisler Üzerindeki Etkisi

Reaktif güç ihtiyacını tespit edebilmek için, sistemden çekilen zahiri güç (S_1) ve buna ait olan güç kat sayısını ($\cos \phi_1$) ve çıkarılması istenen güç kat sayısını ($\cos \phi_2$) bilmek gerekir.

Güç kat sayısını $\cos \phi_2$ değerine ulaştıracak kondansatör gücünü (Q_c) tayin edebilmek için iki yol kullanılır.

- a- Aktif güç sabit tutulur. Görünür güç küçültülür.



$$P_1 = \text{Sabit}$$

$$S_1 > S_2$$

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$\tan \phi = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \phi}}{\cos \phi} \quad \text{veya}$$

$$\tan \phi = \frac{\sin \phi}{\cos \phi}$$

$$\begin{aligned} \cos 0,95 &= 18,19^\circ \\ \cos 0,7 &= 45,57^\circ \end{aligned}$$

Vektörde tesisteki ilk değerler aktif güç P_1 , görünür güç S_1 , görünür güce ait faz açısı ϕ_1 ve çekilen reaktif güç Q_1 'dir.

Kompanzasyon sonucunda, P_1 aktif güç sabit tutulurken, kompanzasyon için eklenen Q_c gücü sonucunda Q_1 reaktif gücü Q_2 seviyesine; S_1 görünür gücü S_2 seviyesine inmiş ve ϕ_1 açısı ϕ_2 'ye yükselmiştir. Reaktif güçler;

$$Q_1 = P_1 \cdot \tan \phi_1 \dots \dots \dots \text{kVAR}$$

$$Q_2 = P_1 \cdot \tan \phi_2 \dots \dots \dots \text{kVAR}$$

Gerekli kondansatör gücü;

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$Q_c = P_1 (\tan \phi_1 - \tan \phi_2) \dots \dots \dots \text{kVAR olarak bulunur.}$$

Örneğin; kurulu bir tesiste wattmetreden ölçülen aktif güç, 1000 kW'tır. Aynı tesiste cosinusmetre 0.7 güç kat sayısını göstermektedir. Kompanzasyon sonucunda, ulaşılmak istenen güç kat sayısı değeri 0,95'tir.

Bu değerler doğrultusunda sistemdeki çekilen görünür güç;

$$S_1 = \frac{P_1}{\cos \phi_1} \quad S_1 = \frac{1000}{0,7}$$

$$S_1 = 1428,5 \text{ kVA}$$

P_1 aktif gücü ve S_1 görünür gücü ile çekilen reaktif güç;

$$Q_1^2 = S_1^2 - P_1^2$$

$$Q_1^2 = 1428,5^2 - 1000^2$$

$$Q_1 = 1020,2 \text{ kVAR}$$

Aktif güç (P_1) sabit tutulup güç katsayısı $\cos \phi = 0.95$ yapılırsa, tesisin yeni güç katsayısı doğrultusunda çekilecek görünür gücü;

$$S_1 = \frac{P_1}{\cos \phi_2} \quad S_1 = \frac{1000}{0,95}$$

$$S_2 = 1052,6 \text{ kVAR}$$

Yeni reaktif gücü;

$$Q_2^2 = S_2^2 - P_1^2$$

$$Q_2^2 = 1052,6^2 - 1000^2$$

$$Q_2 = 328,5 \text{ kVAR'dır.}$$

Bu değerleri sağlayabilmek için gerekli kondansatör gücü;

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$Q_c = 1020,2 - 328,5 \text{ kVAR}$$

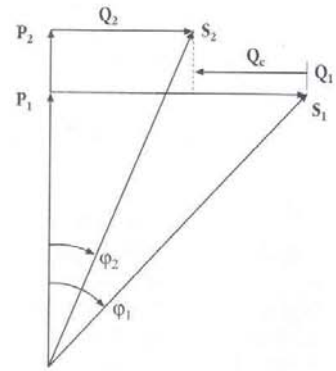
Tesisin 1000 kW aktif gücü sabit tutularak 328,5 kVAR'lık kondansatörle tesiste kompanzasyon yapılmış, güç katsayısı 0,7'den 0,95'e çıkartılmış ve görünür güçte %26,3'lük bir azalma temin edilmiş durumdadır.

b- Görünür güç sabit tutulup, aktif güç artırılabilir.

$$S_1 = S_2$$

$$P_2 > P_1$$

Tesisten alınan ilk güç bilgileri P_1 aktif güç, S_1 görünür güç ve bu güce ait ϕ_1 açısıdır. Kompanzasyonun sonucunda ϕ_1 açısı



ϕ_2 'ye çıkartılmış tesisin görünür gücü S_1 aynen korunmuş ancak P_1 aktif güç P_2 seviyesine yükselmiş bulunmaktadır.

Yukarıda verilen örnekte $\cos \phi_1 = 0,7$ ve $P_1 = 1000 \text{ kW}$ iken $S_1 = 1428,5 \text{ kVA}$ olarak bulunmuştu. $\cos = 0,95$ için yeni aktif güç;

$$P_2 = S_1 \cdot \cos \phi_2$$

$$P_2 = 1428,5 \cdot 0,95$$

$$P = 1357 \text{ kW}$$

Yeni reaktif güç;

$$Q_2^2 = S_2^2 - P_2^2$$

$$Q_2^2 = 1428,5^2 - 1357^2$$

$$Q_2 = 446,27 \text{ kVAR olarak bulunur.}$$

Gerekli kondansatör gücü;

$$Q_c = Q_1 - Q_2$$

$$Q_c = 1020,2 - 446,27 = 573,93 \text{ kVAR'dır.}$$

Kompanzasyondan önce çalıştırılabilen aktif alıcılar 1000 kW iken, kompanzasyon sonucunda ek bir yatırıma gidilmeden 357 kW'lık bir aktif güç artışı olmuş ve tesis daha fazla bir alıcıyı besleyebilir duruma gelmiş bulunmaktadır.