

ERCIYES ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ LABORATUARI



DENEY FÖYÜ

DENEY ADI

KOMPAZASYON DENEYİ

DERSİN ÖĞRETİM ÜYESİ

DENEYİ YAPTIRAN ÖĞRETİM ELEMANI

DENEY GRUBU:

DENEY TARİHİ:

TESLİM TARİHİ:

DENEY-9

KOMPANZASYON DENEYİ

DENEYİN AMACI: Güç katsayısının düzeltilmesi işleminin genel hatları ile incelenmesi

Kullanılan Malzemeler:

- Kompanzasyon panosu
- Direnç yük bankası
- İndüktans yük bankası

DENEYİN TEORİSİ:

Reaktif Güç ve Güç Katsayısı:

Normalde tüketiciler, şebekeden sadece I gibi bir zahiri akım çekerler. Fakat hem fiziksel hem de matematiksel kolaylık sağlamak için tüketicilerin çektikleri alternatif akımın, teorik olarak biri aktif diğeri reaktif iki bileşenden oluştuğu kabul edilir. Aktif akımın meydana getirdiği aktif güç, tüketici tarafından faydalı hale getirilir. Aktif güç, motorlarda mekanik güce, ısıtıcılarda termik güce ve aydınlatma cihazlarında aydınlatma gücüne dönüşür. Reaktif akımın meydana getirdiği reaktif güç ise faydalı güce çevrilemez. Reaktif güç yalnız alternatif akıma bağlı bir özellik olup, elektrik tesislerinde istenmeyen etkiler oluşturur. Generatörleri, transformatörleri, hatları, bobinleri meşgul eder ve gereksiz yere yükler. Ayrıca bunların üzerinde ilave ısı kayıplarına ve gerilim düşümlerine yol açar. Aktif güç enerjisi normal sayaçlarda tespit edildiği halde, reaktif enerji aktif sayaç ile kontrol edilemez. Reaktif enerjiyi ölçmek için reaktif güç sayacına ihtiyaç vardır. Her ne kadar reaktif güç faydalı güce çevrilemez ise de bundan tamamen vazgeçilemez. Elektrodinamik prensibe göre çalışan generatör, transformatör, bobin ve motor gibi bütün işletme araçlarının normal çalışmaları için gerekli olan manyetik alan reaktif akım tarafından meydana getirilir. Onun için faydalı aktif gücün yanı sıra reaktif güce de ihtiyaç vardır. Şebekeden çekilen akım ile gerilim arasındaki açının kosinüsüne **güç faktörü** denir ve ϕ ile gösterilir.

Bir tüketicinin şebekeden çektiği görünür güç:

$$S = P + j \cdot Q = 3 \cdot U_f \cdot I = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I \quad (1)$$

dır. Burada U_f faz-nötr gerilimi, U_h hat gerilimi (fazlar arası gerilim) ve I hat akımıdır.

Hat akımı

$$I = I_p + I_q = I \cdot \cos\varphi + I \cdot \sin\varphi \quad (2)$$

şeklinde yazılır. I_p aktif akım I_q reaktif akımdır. Buradan aktif güç ifadesi,

$$P = S \cdot \cos\varphi = 3 \cdot U_f \cdot I \cdot \cos\varphi \quad (3)$$

$$P = 3 \cdot U_f \cdot I_p \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I_p \cdot \cos\varphi \quad (4)$$

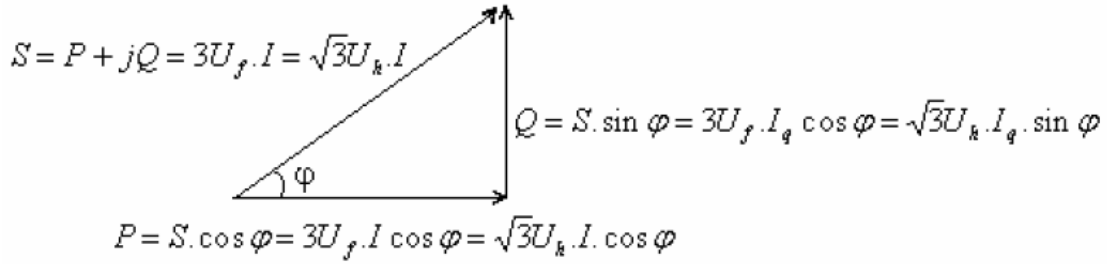
Denklem 1 ve 2'den reaktif güç yazılacak olursa

$$Q = S \cdot \sin\varphi = 3 \cdot U_f \cdot I_q \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I_q \cdot \sin\varphi \text{ olur.}$$

Kompleks ifadelerde olduğu gibi bu denklemlerde de şu bağıntılar olabilir.

$$I = \sqrt{I_p^2 + I_q^2} \quad (5)$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (6)$$



Şekil 1. Güç üçgeni

Reaktif Güç Üretimi ve Kompanzasyon

Reaktif güç ihtiyacını karşılamak için reaktif gücün bir yerde üretilmesi gerekir. Bunu için en eski ve en klasik yol aktif güç gibi reaktif gücün de senkron generatör tarafından üretilmesidir. Reaktif güç üretimi aktif güç gibi santrallerde su kuvveti, akaryakıt, kömür vb. ham madde kullanımını gerektirmez, sadece generatör uyarıtımı artırılarak reaktif güç üretimi sağlanır. Dolayısıyla bu şekilde üretilen reaktif gücün tüm enerji sistemini meşgul etmesi söz konusu olur.

Tüketicilerin normal olarak şebekeden çektikleri endüktif gücün, kapasitif yük çekmek sureti ile özel bir reaktif güç üreticisi tarafından dengelenmesine kompanzasyon denir. Böylece tüketicinin şebekeden çektiği reaktif güç çok azalır.

Reaktif güç üretimi için iki işletme aracından yararlanılır: dinamik faz kaydırıcılar ve kondansatörler. Dinamik faz kaydırıcılar bugün ancak özel hallerde ve ekonomik şartların elvermesi durumunda kullanıldıkları için reaktif güç üretiminde statik kaydırıcılar yani kondansatörlerin avantajı daha fazladır.

Kondansatörlerin hesabı

Kondansatörler alternatif akım şebekesinde bir reaktans gibi tesir ederler. Ohm cinsinden kapasitif reaktans,

$$X_c = \frac{1}{\omega_c} \quad (7)$$

dir. Ohm kanununa göre U gerilimine göre bağlanan bir kondansatörün çektiği kapasitif akım,

$$I_c = \frac{U}{x_c} = U \cdot \omega \cdot C \quad (8)$$

dir. Bu akım U gerilimine göre 90° önde gider. O halde şebekeye bağlı bir kondansatörün şebekeden kapasitif bir akım çekmesi, şebekeye endüktif akım vermesine eşdeğerdir. Kondansatörün gücü,

$$Q = U^2 \cdot \omega \cdot C = \frac{I_c}{\omega \cdot C} \quad (9)$$

şeklinde elde edilir.

Üç fazlı alternatif akım tesislerinde kondansatörler şebekeye veya tüketici uçlarına üçgen yada yıldız olarak bağlanabilirler. Üçgen bağlamada her iki hat arasındaki kondansatörün kapasitesi ile ve yıldız bağlamada her faza bağlanan kondansatörün kapasitesi ile C_Y gösterilirse, üçgen bağlama için,

$$Q_{C\Delta} = 3 \cdot U_h^2 \cdot \omega \cdot C_{\Delta} = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I_c = \frac{I_c}{\omega \cdot C_{\Delta}} \quad (10)$$

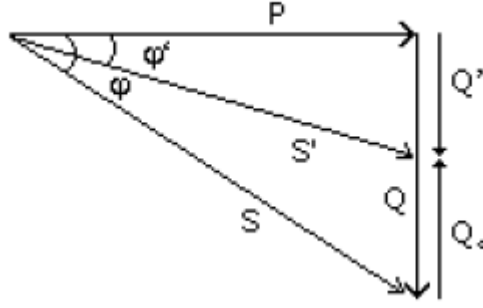
yıldız bağlama için ise,

$$Q_{C_Y} = U_h^2 \cdot \omega \cdot C_Y = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I_c = \frac{3 \cdot I_c}{\omega \cdot C_Y} \quad (11)$$

yazılabilir. Yıldız ve üçgen durumu için QC gücünün eşit olduğu kabul edilirse kapasiteler arasında,

$$C_Y = 3 \cdot C_{\Delta} \quad (12)$$

eşitliği bulunur.



Şekil 2. Kompanzasyonda güç bileşenleri

$$C = \frac{P \cdot (\tan \varphi - \tan \varphi')}{6 \cdot \pi \cdot U_C^2} \quad (13)$$

Yıldız veya üçgen bağlandıklarında kullanılacak kondansatör değerleri aşağıdaki gibi belirlenir:

Üçgen bağlamada:

$$C_{\Delta} = \frac{P \cdot (\tan \varphi - \tan \varphi')}{6 \cdot \pi \cdot U_C^2} \quad (14)$$

U=U_C: Fazlar arası gerilim

$$C_Y = \frac{P \cdot (\tan \varphi - \tan \varphi')}{2 \cdot \pi \cdot U_C^2} \quad (15)$$

Eğer kondansatörün işletme gerilimi küçükse yeteri sayıda kondansatör seri bağlanır. Seri bağlanacak kondansatör sayısı;

Üçgen bağlamada:

$$n_{\Delta} = \frac{U}{U_C} \quad n_y = \frac{U}{U_C}$$

Yıldız bağlamada:

$$n_{\Delta} = \frac{U}{U_C}$$

Kompanzasyonun Yararları

1. Şebekedeki Yararları

Güç katsayısının düzeltilmesi ile şebekede hissedilir derecede rahatlama olur.

Bunu da üç madde halinde özetlemek mümkündür.

- a) Şebekenin güç taşıma yeteneğinin artırılması
- b) Şebekede ısı kaybının azalması
- c) Gerilim düşümü azalması

2. Tüketicideki Yararları

Kompanzasyon yolu ile güç katsayısının düzeltilmesi halinde, reaktif güç sarfiyatı için enerji dağıtım şirketine verilecek ücret tüketicide kalacaktır. Bu da tüketici için çok önemlidir.

DENEYİN YAPILISI:

Deneyde Yıldırım Elektronik Kompanzasyon Deney Seti kullanılacaktır.



Resim 1.Yıldırım Elektronik Y-0054 Kompanzasyon Eğitim Seti

Öncelikle deney setinde kullanılacak yük ünitesi tipi (resistif, kapasitif veya indüktif) ayarlanacaktır.

- Resistif yük tipi devreye alınarak tek faz ve üç faz bağlantı yapıldığı durumda sistemdeki gerçek güç(P), reaktif güç(Q) ve güç faktörü (cosfi) değerleri kompanzasyon sisteminde bulunan ekrandan okunur.
- İndüktif yük için tek faz ve üç faz system bağlantısı yapıldığında gerçek güç(P), reaktif güç(Q) ve güç faktörü (cosfi) değerleri kompanzasyon sisteminde bulunan ekrandan okunur.
- Kapasitif yük tipi devreye alındığında tek ve üç fazlı bağlantı durumları için sistemdeki gerçek güç(P), reaktif güç(Q) ve güç faktörü (cosfi) değerleri kompanzasyon sisteminde bulunan ekrandan okunur.

Kompanzasyon Sisteminde Olabilecek Arızalar

- Şebekedeki harmonikler dolayısıyla kondansatör ünitelerinde aşırı akımlar meydana gelebilir.
- Rölenin sık sık devreye girip çıkması ile salınımlar meydana gelebilir.
- Seçilen kontaktörler, kondansatörleri devreye alırken geçen akım şiddetine uygun seçilmemiş olabilir.
- Röle çalışmaz.
- Düşük yükte büyük grupların devreye alınması.
- Kompanzasyonun yavaş çalışması.
- Kontaktörlerin kontaklarının yanması.

SONUCLAR-DEĞERLENDİRME

Deney sonucunda elde edilen tüm değerleri tek faz ve üç faz sistem için yorumlayarak detaylı şekilde anlatınız.

Raporda İstenenler:

- 1-** Reaktif gücün önemini belirtiniz.
- 2-** Reaktif gücün şebekede oluşturduğu olumsuzluklar nelerdir?
- 3-** Reaktif güç üreten ve tüketen kaynakları belirtiniz.
- 4-** Düşük güç faktörünün meydana getirdiği sorunlar nelerdir?