

Neden Harmonik Filtreli Kompensasyon Tesisi Kullanmalıyız?

**Didem Ergun
Ergun Elektrik**

Ergun Elektrik Ltd. Şti. 1980 yılında İzmir'de kurulmuştur. Teknolojik gelişmeler ile birlikte elektriğin kalitesi ile ilgili karşılaşılan problemlerin artması nedeniyle firmamız 1995 yılından beri harmonik konusunda uzman olarak hizmet vermeyi diğer faaliyetlerine eklemiştir. Kendi bünyesinde harmonik filtreli kompensasyon panolarını ve reaktörlerini 1200 m² kapalı alanda komple imal eden yegane yerli üretici firmayız. Şubat 2004 tari-

hi itibarıyla ürünlerimizin kalitesini ISO 9001:2000 kalite sistemi ile belgelendiriyoruz.

Harmonikler ile ilgili meslektaşlarımızı bilgilendirmek ve bilinçlendirmek amacıyla İzmir, Bursa, Adana ve Gaziantep illerinde seminerler düzenlemiş bulunmaktayız.

Hergün Türkiye'nin dört bir yanından harmoniklerle ilgili firmamıza danışılmaktadır.



En çok sorulan soruları aşağıda sizin için derledik.



1. Harmonik nedir ve neden oluşur?

Elektrik enerji sistemine doğrusal olmayan yüklerin bağlanmasıyla temel frekansın katları frekansında oluşan akım ve gerilimlerdir. Gerilim ve akım dalga şeklini ideal formundan uzaklaşmasıdır.

Doğrusal olmayan yükler:

- Kesintisiz güç kaynakları ve bilgi işlem yükleri
- Hız kontrol cihazları
- Doğrultucular
- Tristör kontrollü devreler
- Ark ocakları
- Kaynak makineleri
- Doyma bölgesinde çalışan

transformatörler

- Nominal gücünün üzerinde yüklenen transformatörler

Harmonikler sonucu bozulmuş akım dalga şekli:



100% temel bileşen akım +
100% harmonik akım
= %141 RMS akım

2. Sistemimizde harmonikler olduğunu nasıl anlarız?

En iyi metot arızalara ihtimal vermeden sistemde harmonik ölçümü yapılmasıdır. Eğer ki aşağıdaki sorunları yaşıyor iseniz sisteminizde harmonikler var demektir, derhal sisteminizin harmonik ölçümleri yaptırınız.

- Çok sık kondensatör ve ilgili ekipmanını değiştirmek zorunda kalıyorsanız.
- Besleme şalterleri rezonans olayları ile belirsiz zamanda açma yaparak işletmeyi durduruyor ise.
- Ölçüm cihazları hatalı ölçüm yapıyorlarsa.
- Nötr kablosu çok yükleniyor ve ısınıyorsa.

3. Harmonikler ne seviyede ise problem var demektir?

Ana dağıtım panosunda yapılan ölçümlerde gerilim harmoniği %3 ila %5 ve akım harmoniği

%10 ila %12 değerlerinin üzerinde ise önlem alınmalıdır. Dikkat edilmelidir ki, ana dağıtım panosu gücü yüksek olduğundan yüzdesel değer düşük olabilir. Ancak tali panoda harmonik değerleri yüksek olabilir. Örneğin, 200A akımı olan bir tali panoda akım harmoniği %50 ise ana dağıtım panosunda 1000A ana akımda %10 harmonik ölçülür. Dolayısıyla sadece ana dağıtım panosunda ölçüm yapmak yanıltıcı olacaktır zira tali panoda harmonik problemi vardır.

4. Harmoniklerin sistemimize zararları nelerdir?

- Rezonans oluşur ve kompensasyon tesisatı zarar görür.
- Besleme şalterleri rezonans olayları ile belirsiz zamanda açma yaparak işletmeyi durdurur.
- Elektronik cihazlar olumsuz etkilenir.
- Motorlar ve kablolarının kayıpları artar ve aşırı ısınmalara neden olur.
- Yalıtımı zayıflatarak tesis elemanlarının ömürlerini kısaltır.
- Nötr kablosu yüklenir ve ısınır.
- Kondensatörlerin ve ilgili teçhizatlarının ömürleri kısalır.
- Ölçüm cihazları hatalı ölçüm yaparlar.
- CNC tezgahlarının elektronik kartları arızalanır.
- Sıfır noktasına bağlı çalışan kumanda devreleri yanlış çalışır.
- Kayıplar artar.

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

D: Harmonik Bozulmama Gücü

5. Harmonik Filtreli Kompensasyon panosunun siste-

mimize ne faydası olacaktır?

- Rezonans ihtimali ortadan kalkar.
- Harmonik akımlarının artışı engeller.
- Kondensatörlerin ve kontaktörlerinin arızalanmasını önler. Bakım maliyeti azalır ve kondensatörlerin değer kaybetmesinden dolayı reaktif ücret ödeme riskini ortadan kaldırır.
- Kondensatörlerin ömrünü uzatır.
- Dağıtım sisteminin besleme şalterlerinin gereksiz açmaları ile istenmeyen üretim durmalarını engeller.

6. Harmonik Filtreli Kompensasyon panosu tesis edildiğinde harmonikler yok olacak mıdır?

Hayır. Ancak kompensasyon tesisatının devreye girmesi ile oluşan artışın önüne geçilecektir ve oranlarında azalma olacaktır. En önemlisi rezonanslar olamayacaktır.

Örneğin:

Trafo gücü: 1600kVA

Kısadevre gerilimi: %6

0,4kV baradaki kısadevre gücü: 24MVA

Kondensatör gücü: 950kVar

Rezonans frekansı

$$f_r = 50\text{Hz} \sqrt{(S_k / Q_c)}$$

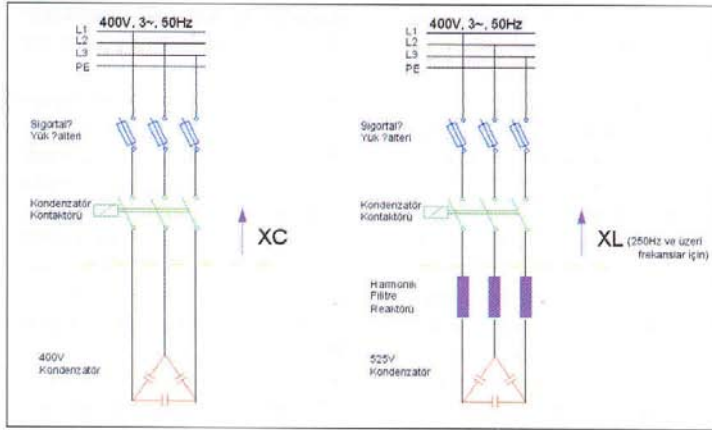
Rezonans frekansı

$$f_r = 50\text{Hz} \sqrt{(24 \cdot 10^6 / 950 \cdot 10^3)}$$

Rezonans frekansı $f_r = 251\text{Hz}$

Eğer Sistemde 5. Harmonik varsa, 250Hz bulunduğu için rezonans gerçekleşecektir

Bu sisteme harmonik filtreli kompensasyon tesis edildiğinde rezonans ihtimali ortadan kalkacaktır. (Şekil 1)



Şekil 1.

7. Neden 400V kondensatör kullanamıyoruz?

Reaktörlü bir tesisatta reaktör faktörüne, ayar frekansına orantılı olarak kondensatör klemensinde gerilim artarak 400V'un üzerine çıkmaktadır.

$$U_c = U_n / (1-p)$$

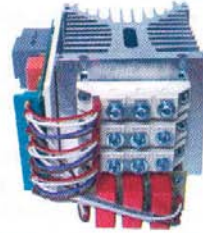
p: reaktör faktörü

U_c: kondensatör gerilimi

10kVar 525V kondensatör kullanıldığı takdirde p= 5,67% reaktör faktörü olan bir tesisatta 400V'ta elde edeceğimiz etken değer 6,15kVar olacaktır. Her zaman etken değer dikkate alınmalıdır.

8. Statik kompensasyon panosu işletmemiz için gerekli midir?

Statik kompensasyon panosunda kontaktör yerine tristör şalteri kullanılmaktadır. Böyle bir pano uygulaması eğer tesis yükünün büyük bir kısmı sık devreye girip çıkan cihazlardan mesela punta kaynak makinelerinden oluşuyor ise uygundur.



9. Giriş koruma reaktörü etkisi nedir?

Harmonik üreten bir cihazın girişine seri olarak bağlandığında cihazın ürettiği harmoniklerin şebekeye iletilmesini engeller çünkü endüktans yapısı gereği bir tıkaçtır. Harmonikleri azaltılmasının yanı sıra gerilim sivrilerini yumuşattığından dolayı cihazların korunması yönünden de kullanılır. En ekonomik uygulamadır, maliyetleri cihaz değerinin yaklaşık %5 tutarındadır. Avrupa firmaları genelde %4 empedans değerinde karar kılmışlardır.

Tablo 1'de hız kontrol cihazının önüne reaktör bağlanması durumunda harmonik değerlerindeki azalma verilmiştir.

10. Hız kontrol cihazının üzerinde filitreli olduğu yazılı idi. Giriş koruma reaktörüne ihtiyacımız var mı?

Evet vardır.

Harmonikler 100Hz(2. Harmonik) ile 2kHz (40. Harmonik) aralığındadır. EMI (Elektromanyetik Girişim) Genliği 100mV ile 100V, frekansı 10kHz ile 1GHz aralığında olan küçük enerjili bir bozucu dalgadır. Hız kontrol cihazlarının üzerlerindeki filitreler EMI filitreleridir. Harmoniklere hiçbir etkileri yoktur.

| Harmonik Sırası | Giriş Empedansı | | | |
|-----------------|-----------------|-------------|-------------|---------------------------|
| | 0.25% reaktans | 3% reaktans | 5% reaktans | 3% dc sok + 5% ac reaktör |
| 5. | 102% | 39% | 32% | 27% |
| 7. | 92% | 17% | 12% | 9% |
| 11. | 26% | 7% | 5,8% | 4,5% |
| 13. | 14% | 5% | 3,9% | 3,2% |
| 17. | 10% | 3% | 2,2% | 1,8% |
| 19. | 8,5% | 2,2% | 1,7% | 1,4% |
| 23. | 7% | 1,5% | 1% | 0,8% |
| 25. | 3% | 1% | 0,9% | 0,8% |
| %THD - I | 141% | 44% | 35% | 29% |

Tablo 1.

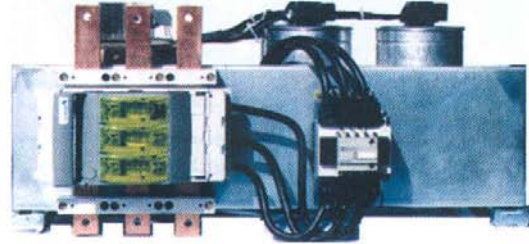
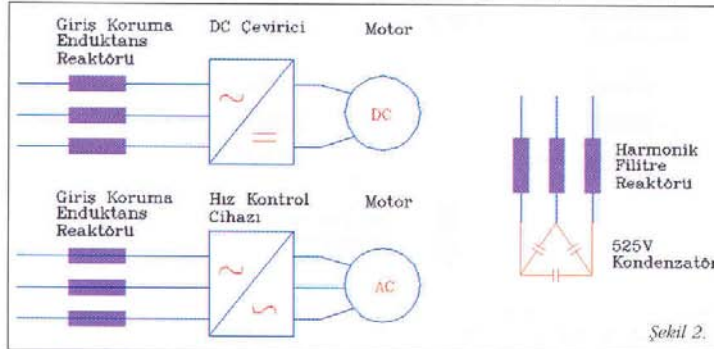




ÖNERİLERİMİZ

Harmoniklerle ilgili vermiş olduğumuz seminerlerde meslektaşlarımıza önerdiğimiz önemli konuları kısaca sizinle de paylaşmak istedik.

1. Sisteminizde doğrusal olmayan yükleriniz (hız kontrol cihazı, DC motor, vb) olması halinde kondensatörleriniz sık arızalanıyor ise, nedeni tespit edilemeyen arızalarınız varsa, sistem makinalarınızda ve kablo tavalanınızda aşırı sesler oluşuyor ise derhal harmonik ölçümü yapılarak kompensasyon tesisatının filtrelili hale getirilmesi, doğrusal olmayan yüklerin önüne giriş koruma reaktörleri monte edilmesi gereklidir. (Şekil 2)



2. Bütün tesisler modernleştiği için yeni tesisatlarda çifte yatırımı engellemek için başlangıçta harmonik filtreli kompensasyon olması gereklidir. Aksi halde ileriki tarihlerde kompensasyon tesisatı harmonik filtreli kompensasyon tesisatına dönüştürülmekte ve çifte masraf yapılmaktadır.

3. Elektrik reaktif enerji tarifesi-nin güç faktörünü 0,95 talebini gerçekleştirebilmek için 0,98 hedef alınmaktadır. Kademeli reglaj ile güç faktörü 1 değerine yaklaşmaktadır ve rezonans ihtimali artmaktadır. Bu nedenle harmonik filtreli kompensasyon tesis edilmesini öneriyoruz.

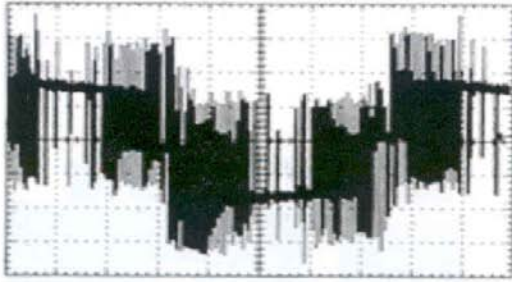
4. Aynı trafodan beslenen bir tesiste filtrelili ve filitesiz kompensasyon kademelerinin beraber kullanılmaması gereklidir.

5. Kompensasyon panosunda kondensatör kontaktörü ve tam kapalı sigortalı yük kesici şalter

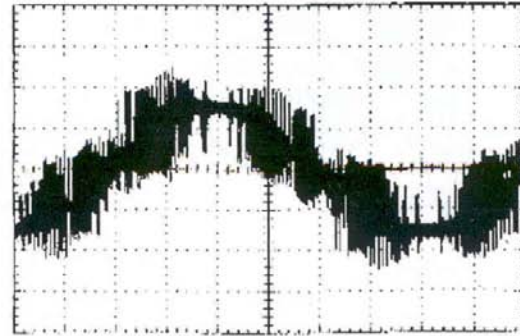
kullanılmalıdır. Kompensasyon panosunun iyi havalandırılması çok önemlidir.

6. Kondensatörlerin gerilim değerini arttırarak harmonik sorununun çözümleneceği ile ilgili yanlış bir kanı vardır. Harmonik problemi olan bir işletmede kondensatörler akım artmasından dolayı ömür yitirmektedirler. Standartlar gereği bir kondensatörün dayanması gereken akım değeri 1,3In dir. Harmonik olan bir tesisatta kondensatör akım değerleri 1,3In değerinin çok üzerine çıkar. Markası, kalitesi, gerilim seviyesi ne olursa olsun kondensatör kısa sürede ömür yitirecektir. Harmonik filtrelili kompensasyon panosu tesis edilmelidir.

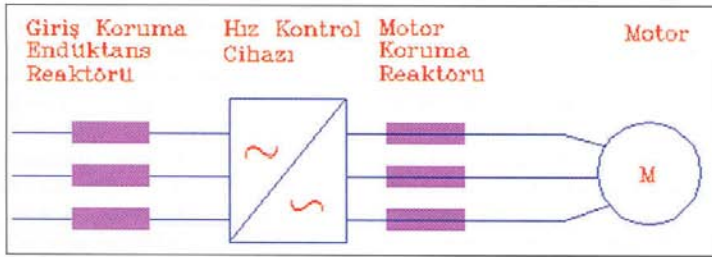
7. Harmonik filtrelili kompensasyon tesisatında kullanılacak reaktörler indüktivite mH değeri o kademede kullanılacak kondensatörlerin değerine ve reaktör faktörüne göre hesap edilmelidir. Bunun yanısıra harmonikler ile akım artmasında indüktivite değerlerini korumaları için 1,8In ila 2,0In akımlara kadar doğrusal olmalıdırlar. Bunun için demir çekirdeğin aynı oranda büyük seçilmesi gereklidir. Böylece



Reaktörsüz Motor Klemenslerindeki Gerilim Dalga Şekli.



%5 Reaktör ile Motor Klemenslerindeki Gerilim Dalga Şekli.



Şekil 3.

akımın artması halinde reaktör mH değerini kaybetmeyecek ve ayarlanmış olan frekansın dışındaki bir rezonans frekansına kaymayacaktır. Ayar her türlü koşulda bozulmamalıdır, herhangi bir aşın durumda reaktörün orta fazındaki termostat sistemi devreden çıkartmalıdır.

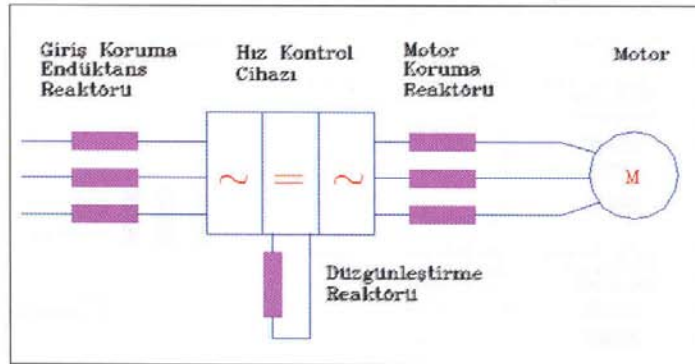
8. Reaktörler yönlendirilmiş silisli trafo saçından imal edilmiş ve manyetik kuvvetlerde ses üretmemesi ve izolasyonun dayanıklı olması için özel vakum poliester vernikli olması gereklidir.

9. Hız kontrol cihazının ürettiği harmonikleri şebekeye vermesi için girişine koruma reaktörü

bağlanması kesindir, bunun yanı sıra hız kontrol cihazının sürdüğü motorunda korunması gereklidir. Motorun izolasyonunun ve rulman yataklarının ko-

runması, kablo yükünün azaltılması gereklidir. Bu konu bilhassa motor besleme kablosunun 25m'yi geçtiği durumlarda önem kazanmaktadır. Darbe genişlik modülasyonunun (PWM) motora etkisini azaltmak için hız kontrol cihazının çıkışına motor koruma reaktörü monte edilmiştir. (Şekil 3)

10. Hız kontrol cihazının ürettiği harmonikleri azaltmak ve cihazın daha sağlıklı çalışmasını temin etmek için DC barasına düzeltme (smoothing) reaktörleri kullanılmalıdır. (Şekil 4)



Şekil 4. İdeal bağlantı şekli

Harmonik Çözümleri İçin Ürünlerimiz İmalatlarımız

1. Harmonik Filtre Reaktörleri
2. Giriş Koruma Endüktans Reaktörleri
3. Motor Koruma Reaktörleri
4. Düzgünleştirme Reaktörü
5. Transformatörler
6. O.G. Harmonik Filtre Reaktörleri
7. AG Filtreli Kompensasyon Modülü
8. AG Modüler Filtreli Kompensasyon Panoları

İthalatlarımız:

9. AG Kondensatörler
Almanya'dan Electronicon ve Vishay - Roedenstein Marka
10. OG Kondensatörler
Almanya'dan Vishay - Roedenstein Marka
11. Reaktif Güç Kontrol Röleleri
Almanya'dan Beluk Marka
12. Statik Kontaktörler
Almanya'dan Beluk Marka
13. Yük Kesici Şalterler
Avusturya'dan M.Schneider Marka



Giriş Koruma Endüktans Reaktörleri



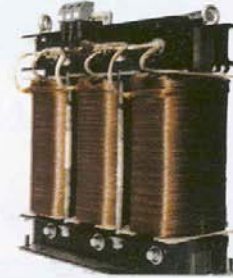
Motor Koruma Reaktörleri



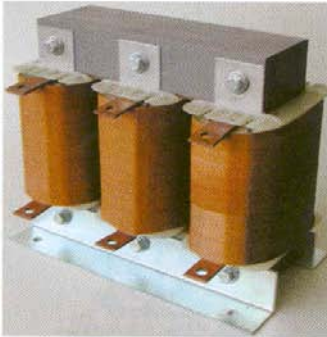
AG Filtreli Kompensasyon Modülü



Düzgünleştirme Reaktörü



Transformatörler



AG Modüler Filtreli Kompensasyon Panoları



O.G. Harmonik Filtre Reaktörleri



AG Modüler Filtreli Kompensasyon Panoları