



TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

BİLGİ BELGE MERKEZİ(BBM)

Döküman Bilgileri

EMO BBM Yayın Kodu	: 3
Tanıtım Yazısının Adı	: Neden Harmonik Filtreli Kompanzasyon Tesisi Kullanmalıyız?
Tanıtım Yazısının Tarihi	: 01/01/2004
Yayın Dili	: Türkçe
Tanıtım Yazısının Konusu	: harmonik filtreli kompanzasyon tesisi
Tanıtım Yazısının Kaynağı	: 3E Electrotech Dergisi, Sayı 116, Ocak 2004
Anahtar Kelimeler	: harmonik filtreli kompanzasyon
Yazar 1	: Dilek Ergun

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=5&kayit=3) verilmelidir.

Neden Harmonik Filtreli Kompenzasyon 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 kompenzasyon 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.

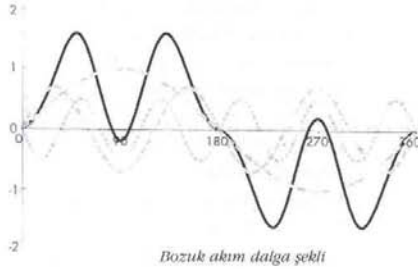
Doğrusal olmayan yükler:

- 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 kondenzatör 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 kompanzasyon 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.
 - Kondenzatörlerin 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 Kompenzasyon panosunun siste-

mimize ne faydası olacaktır?

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

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

Hayır. Ancak kompanzasyon 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

Kondenzatör gücü: 950kVar

Rezonans frekansı

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

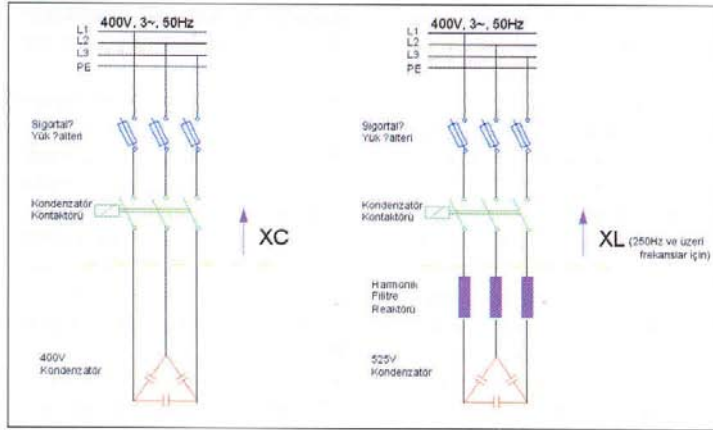
Rezonans frekansı

$$f_R = 50\text{Hz} \sqrt{(24 \cdot 10^6 / 950 \cdot 103)}$$

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

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

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



Şekil 1.

7. Neden 400V kondensatör kullanamıyoruz?

Reaktörlü bir tesisatta reaktör faktörüne , ayar frekansına oranlı 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 kompenzasyon panosu işletmemiz için gerekli midir?

Statik kompenzasyon 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.



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.

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 tıkaştır. 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 filtreli 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 filtreler EMI filtreleridir. Harmoniklere hiçbir etkileri yoktur.

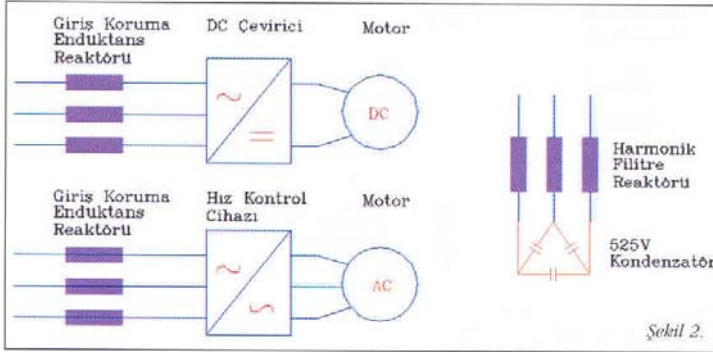




ÖNERİLERİMİZ

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 kondenzatörleriniz sık arızalanıyor ise, nedeni tespit edilemeyen arızalarınız varsa, sistem makinalarınızda ve kablo tavalarınızda aşırı sesler oluşuyor ise derhal harmonik ölçümü yapılarak kompenzasyon tesisatının filitreli hale getirilmesi, doğrusal olmayan yüklerin önüne giriş koruma reaktörleri monte edilmesi gereklidir. (Şekil 2)



Şekil 2.

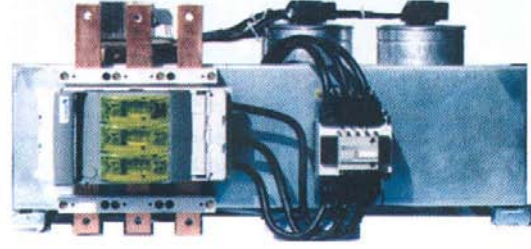
2. Bütün tesisler modernleştiği için yeni tesisatlarda çifte yatırımı engellemek için başlangıçta harmonik filitreli kompenzasyon olması gereklidir. Aksi halde ileriki tarihlerde kompenzasyon tesisatı harmonik filitreli kompenzasyon tesisatına dönüştürülmekte ve çifte masraf yapılmaktadır.

3. Elektrik reaktif enerji tarifesinin 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 filitreli kompenzasyon tesis edilmesini öneriyoruz.

4. Aynı trafodan beslenen bir sistemde filitreli ve filitresiz kompenzasyon kademelerinin beraber kullanılmaması gereklidir.

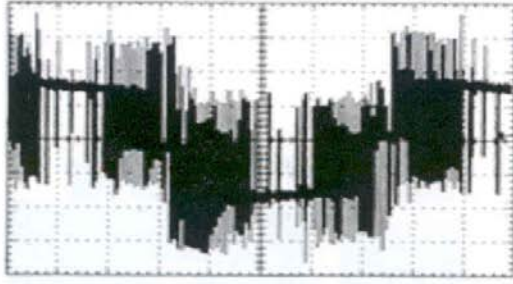
5. Kompenzasyon panosunda kondenzatör kontaktörü ve tam kapalı sigortalı yük kesici şalter

kullanılmalıdır. Kompenzasyon panosunun iyi havalandırılması çok önemlidir.

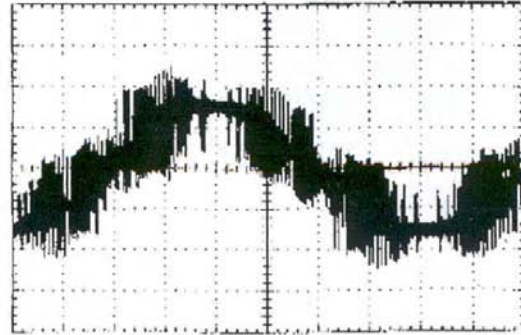


6. Kondenzatörlerin gerilim değerini arttırarak harmonik sorununun çözümleneceği ile ilgili yanlış bir kanı vardır. Harmonik problemi olan bir işletmede kondenzatörler akım artmasından dolayı ömür yitirmektedirler. Standartlar gereği bir kondenzatörün dayanması gereken akım değeri 1,3In dir. Harmonik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

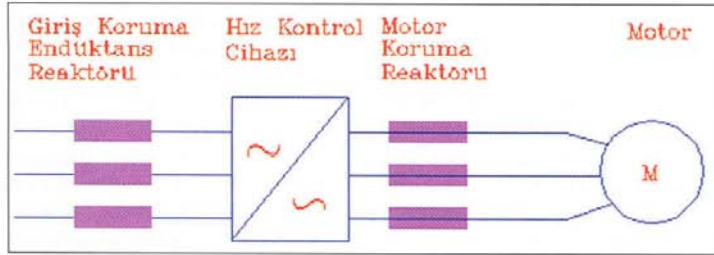
7. Harmonik filitreli kompenzasyon tesisatında kullanılacak reaktörler indüktivite mH değeri o kademede kullanılacak kondenzatörlerin değerine ve reaktör faktörüne göre hesap edilmelidir. Bunun yanı sıra harmonikler ile akım artmasında indüktivite değerlerini korumaları için 1,8In ila 2,0In akımlara 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 durumunda reaktörün orta fazındaki termostat sistemi devreden çıkartmalıdır.

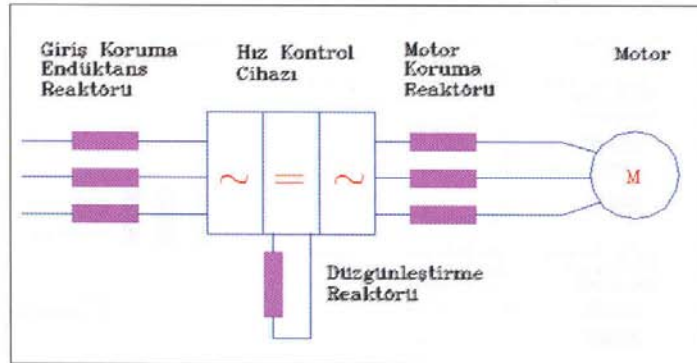
8. Reaktörler yönlendirilmiş silisli trafo saçından imal edilmiş ve manyetik kuvvetlerde ses üretmemesi ve izolasyonun dayanıklı olması için özel vakum poliester vernikli olması gereklidir.

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

törü 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 kablusunun 25m'yi geçtiği durumlarda önem kazanmaktadır. » Darbe genişlik modülasyonunun (PMW) motora etkisini azaltmak için hız kontrol cihazının çıkışına motor koruma reaktörü monte edilmelidir. (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
8. AG Modüler Filtreli
9. Kompensasyon Modülü
10. Kompensasyon Panoları

İthalatlarımız:

9. AG Kondenzatörler
Almanya'dan Electronicon ve Vishay - Roedenstein Marka
10. OG Kondenzatörler
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



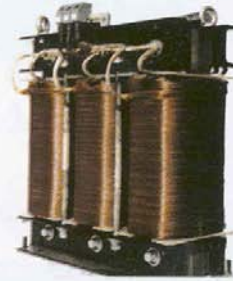
Motor Koruma Reaktörleri



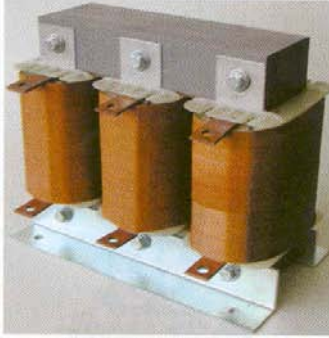
AG Filtreli Kompensasyon Modülü



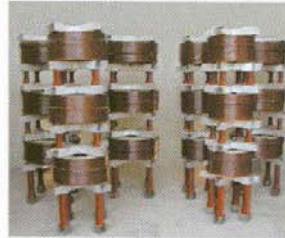
Düzgünleştirme Reaktörü



Transformatörler



AG Modüler Filtreli Kompensasyon Panoları



O.G. Harmonik Filtre Reaktörleri



AG Modüler Filtreli Kompensasyon Panoları