



TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

BİLGİ BELGE MERKEZİ(BBM)

Döküman Bilgileri

EMO BBM Yayın Kodu	: 4
Tanıtım Yazısının Adı	: Harmonikler İçin Neden Kaygı Duyulmalı?
Tanıtım Yazısının Tarihi	: 01/01/2004
Yayın Dili	: Türkçe
Tanıtım Yazısının Konusu	: harmonikler
Tanıtım Yazısının Kaynağı	: 3E Electrotech Dergisi, Sayı 116, Ocak 2004
Anahtar Kelimeler	: harmonikler
Yazar 1	: A. Edip Hasırcı
Yazar 2	: Özcan Çalışkan

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=4) verilmelidir.

Harmonikler İçin Neden Kaygı Duyulmalı?

A. Edip Hasırcı, Özcan Çalışkan
İnter Elektrik

1. GİRİŞ

1990 yılında Endüstriyel Otomasyon, Elektronik Koruma ve Ölçüm Cihazları üretimine başlayan INTER Elektrik & Elektronik Sanayii ve Ticaret Ltd Şirketi, yapmış olduğu tamamen yerli ve ileri teknoloji yeni ürünlerle faaliyet göstermektedir.

Hızla gelişen ve büyüyen dijital yüksek teknoloji kullanımı genelde her sektörde etkili ve sürekli bir şekilde kendisini hissettirmekte olup, bir üretici olarak hizmet verdiğimiz elektronik sektöründe ise vazgeçilemez bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır. İleri teknoloji kullanımı; bir işi veya görevi en mükemmel şekilde, en kısa sürede ve en etkili biçimde yapabilme ve yaptırabilme olanaklarını sağlaması yanı sıra, manuel çalışmada ortaya çıkabilen gerek insana ve gerekse mekanik ürüne bağlı oluşabilen risk ve hataları minimum düzeye indirmektedir.

2. Harmonikler

Elektrik Mühendisliği ile ilgili geniş bir bilgi dağarcığına sahip olmayanlar için harmonikler hakkında neyin önemli olduğunu anlamak zorlayıcı olabilir. Bu yazı ile neden harmonikler için endişe duymaya gerek olduğunu, nasıl ve nerede bulunabileceğini ve ne zaman bir sorun olarak ortaya çıktığını bilgimiz dahilinde kısaca açıklamaya çalışacağız.

2.1. Harmonikler İçin Neden Kaygı Duyulmalı?

Harmoniklerin varlığı, elektrik sistemlerinin çalışmayacağı anlamına gelmez. Diğer güç kalitesi olayları gibi, harmoniklerin varlığında da çalışmanın sürekliliği, güç iletim sisteminin sağlamlığına ve donanımın hassasiyetine bağlıdır. Bir fabrika yüksek harmoniklerin kaynağı olurken, diğer bir taraftan ise normal çalışmasına devam edebilir. Bu harmonik kirlenme çoğu kez şebeke elektrik dağıtım sistemi üzerinden taşınabilir ve aynı sistemde ondan daha duyarlı komşu tesisleri de etkileyebilir.

Yüksek gerilim harmonik düzeylerinden dolayı yanlış çalışan ya da bozulan çok çeşit donanım vardır.

- Aşırı nötr akımı, ısınmaya neden olur. Üçlü harmoniklerin akımı, özellikle tek harmonikler (3., 9., 15.), üç fazlı yıldız bağlı (wye) devrelerde nötr hattına ilave durumdadırlar. Bunun sebebi, üç faz arası



faz farkının, 360° 'nin tam katları olan 120° olmasıdır. Bu durum her üç fazın harmoniklerinin nötr üzerinde bir araya gelmesine neden olur.

Harmoniklerin neden olduğu bazı bozulmalar şöyledir;

- Hatalı ölçen voltmetre ve ampermetreler,
- Düşük gerçek güç çarpanı (GÇ) okuması,
- Aşırı ısınan transformatörler: Özellikle yıldız-üçgen transformatörler. Burada, yükün bağlı olduğu sekonder sarımında tek harmonikler oluşur ve primer sargısını da etkiler.
- Motorlar ve jeneratörlerdeki pozitif, negatif ve sıfır sıralama gerilimleri. Bu gerilimler belirli frekans değerlerindedirler ve motorun iletir, geri dönmesini sağladıkları gibi sadece ısınmasına da neden olabilirler. Tabloda görüldüğü gibi, dengeli bir sistemde yer alan harmonikler, pozitif (temel, 4., 7., ...), negatif (2., 5., 8., ...), ve sıfır (3., 6., 9., ...) sıralama değerine sahip olabilirler.

2.2. Harmoniklerin Kaynağı Nedir?

Gerilim harmoniklerinin miktarı, yük tarafından çekilmekte olan harmonik akımların miktarına ve kaynağın empedansına bağlıdır. OHM kanunun temel formülü; "gerilim, akımın empedans ile çarpılmasına eşittir", esas aynı zamanda harmonik değerleri için de geçerlidir. Şayet kaynak harmonik empedansı çok düşük ise o zaman harmonik akımlar yüksek seviyedeki kaynak empedansından daha düşük düzeyde harmonik gerilimi ile sonuç-

Harmonik	Temel	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
Sıralama	+	-	0	+	-	0	+	

Tablo

lanacaktır. Bir endüktif cihazın empedansı frekans düzeyi arttıkça yükselir, kaldı ki daha yüksek harmoniklerdeki kapasitif cihazlarda empedans düzeyi düşer.

Nasıl oluyor da farklı tipteki yüklerce kullanılan bu elektrik, saf gerilim dalgası üzerine etki edebilmektedir? Bazı yükler akım ve gerilim dalgalarını etkileyerek saf sinüs dalgası görünümünü bozar. Yük tipine ve sistem empedansına dayanarak, dalga şekli baskın olan harmonikler tarafından oluşturulur. Harmonik akımın ana kaynağı, başlangıç olarak faz kontrollü doğrultucu ve evirici devrelerdir. Bu cihazlara genelde "Statik Güç Çeviricileri" denir. Çeviriciler AC gücü DC güce dönüştürür bazen de aynı veya farklı frekansta tekrar AC'ye dönüştürür. Buradaki temel değişken akımın iletiminin başlayıp bittiği faz açısıdır.

2.3. Harmonikleri Nerede Arayacağız?

Bahsettiğimiz ekipmanların kullanıldığı yerlerde harmonik mevcudiyetinden şüphe duyabiliriz. Herhangi bir güç kalitesi araştırmasında olduğu gibi, araştırma sorunlarla etkilenen ekipmanlardan ya da dağıtım servisinin yapı elektrik dağıtım şebekesi ile bulunduğu OIN "Ortak İkili Noktası" dan başlanabilir. Eğer sadece bir cihaz harmoniklerden etkilenmişse (ya da bu cihazın harmonik üretici olduğundan şüphe ediliyorsa) o zaman pro-

sesi gözden geçirmeye bu noktadan başlamak daha uygundur. Eğer, harmonik kaynağının dağıtım şebekesi olabileceği şüphesi var ise (aynen komşu bir fabrikanın harmonik üreten bir kaynak olmasından şüphe duyulacağı gibi) o zaman sistemi izleme şebekeden başlar.

2.4. Harmonikleri Nasıl Bulacağız?

Elle kumanda edilebilen Harmonik Analizörler bilinen harmonik problemleri tespitinde faydalı olabilir. Bunun yanı sıra, işletmenin faaliyeti esnasında veya komşu ya da aynı şebekeden beslenen işletmeler içerisinde ortaya çıkan farklı güçler açılıp kapatılacağı için harmonik değerler gün içinde sıkça değişebilmektedir. İşte bu durum bir harmonik monitörün ya da harmonik ölçme ve kaydetme kabiliyetine sahip güç kalite analizörünün kullanılması gerektirir.

Mümkün olduğu yerde, faz gerilimi ve akımlarının yanı sıra nötr-toprak gerilimi ve nötr akımı da izlenmelidir. Bu işlem, problemler için ipucu verebilecek olup marjinal sistemleri de yakın takibe alabilecektir. Nötraleiteyi izleme sıkça yüksek 3.harmonik değerini gösterecektir ki bu da işletmede lineer olmayan bir yüke işaret etmektedir.

Mevcut farklı frekanstaki kompleks sinyalleri analiz etmek için pek çok sayıda matematiksel

metot geliştirilmiştir. Bunlardan en önemlisi "Fourier Transform" dur. Ancak yöntemin mikroişlemci temelli sistemlere adaptasyonunu sağlamak için "Fast Fourier Transform" ve "Discrete Fourier Transform" geliştirilmiştir. Bu metot, sinyalin belli bir frekans aralığı içerisinde yalnızca temel frekans ve harmonik frekanslarından oluşması durumunda işleyecektir. Frekans değerlerinin ölçüm periyodu süresince değişmemesi gerekir.

2.5. Harmonik Ne Zaman Bir Problem Olarak Ortaya Çıkar?

Normal veya kabul edilebilir harmonik seviyesini tespit etmek için çeşitli uluslararası organizasyonlar tarafından geliştirilmiş pek çok sayıda standart (ANSI/IEEE) mevcuttur. IEEE519-1992 sayılı standart Elektrik Güç Sistemleri içerisinde harmonik kontrol için tavsiye edilen uygulamalar ve gereksinimlere ait rehber olacaktır ve bu size kabul edilebilir limitler hakkında yeterli bilgi verecektir. Akım için harmonik limiti şebekedeki kısa devre akımının kullanılan yük akımı ortalamasına oranı ile belirlenir.

Gerilim harmonikleri için sistemin gerilim seviyesi, limitleri tespit etmede kullanılır. Daha yüksek gerilimlerde söz konusu etki daha yüksek olacağı için limitler daha aşağıda olacaktır. Avrupa Birliği de, harmonikler için öngörülen hassasiyet ve emisyon limitlerini geliştirdi. Önceden 555-2 standardı olarak bilinen ve 16A'den küçük aygıtları kapsa-

yan uygulama, IEC 1000-4-7 sayılı standardı ile daha etkili ve tamamlayıcı uygulama alanı bulduğu için günümüzde geçerliliğini sürdürmektedir.

Çoğu elektrik yükü (yarım dalga doğrultucular hariç) simetrik akım dalgaları üretir ki bu, dalganın pozitif yarısı negatif yarısının bir aynadaki benzeri gibi olduğu anlamına gelir. Bu durum, yalnızca tek (odd) harmoniklerin ortaya çıkmasına neden olur. Çift (even) harmonikler ihmal edilecek düzeydedir. Ancak çift harmoniklerin varlığı yarım dalga doğrultucuların devrede olup olmadığının araştırılmasını gerektirir. Bu durum ayrıca, eğer tam dalga doğrultucunun bir kısmı yandıysa veya hasarlı komponente sahipse ortaya çıkar.

3. Harmoniklerden Korunmada "Akıllı Reaktif Kontrol Cihazı" Sizlere Nasıl Yardımcı Olur?

Etkin ve sürekli harmonik korumayı da içine alarak reaktif güç kompanzasyonu işlemini gerçekleştirebilen Reaktif Güç Kontrol Cihazları kullanımının günümüzde en ön plana çıkacağı ve bilinçli tüketici nazarında vazgeçilemez bir zorunluluk teşkil edeceği gerçeğinden yola çıkarak; şu anda pazarda yer alan tamamen INTER firmasının kendi öz kaynak ve sermayesi ile finanse edilerek tasarlanmış ve yeni olarak üretilmekte olan dünyanın en gelişmiş reaktif güç kontrol cihazlarından biri "RKR-1T12C Hi-TECH" Akıllı Reaktif Güç Kontrol Cihazı Türk ve

Uluslararası pazarlarda satışa sunulmuştur. Cihaz, kullanıcının isteyebileceği ve işini kolaylaştıran pek çok özelliğe sahiptir. Cihaz kondansatör değerlerini kendi belirlediği gibi kullanıcının ayarladığı hedef, $\cos\phi$ değerine de en hızlı ulaşabilecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca sistemde, kullanıcının belirleyip cihaza girdiği harmonik koruma seviye değerleri üzerinde oluşabilecek harmonik seviyesine karşı etkin koruma sağlayan gelişmiş bir algoritma mevcuttur. Cihaz, etkin ve sürekli harmonik koruma fonksiyonuna sahip olması yanı sıra V3' ten V13' e kadar programlanabilen harmonik seviyelerinin LCD ekranında izlenebilir özellikte olması, ürünün emsallerinden teknik olarak daha üst seviyede farklı kılmıştır. Cihaz üzerinde harmonik koruma ayarı yapabilmek imkanının sağlandığı bir başka önemli yarar ise; sisteme bağlı kondansatörlerin ömrünü uzatmasıdır. Cihaz "Aşırı Harmonik Seviyesi Alarmı" dahil diğer pek çok istenmeyen arıza ve hatalara karşı kullanıcıyı uyarak güvenlik fonksiyonlarına sahiptir. Cihaz tasarlanırken dikkat edilen en önemli nokta, hem kullanımda hem de cihazın sistem içerisinde çalışmasında ortaya koyduğu maksimum verimliliğe ulaşabilmesidir.

INTER TIME olarak bugüne kadar olduğu gibi gelecekte de Araştırma ve Geliştirmeye (AR-GE) yönelik yatırımlara devam ederek Türk elektronik sanayiinde kalıcı lider üreticilerden biri olmayı amaçlamaktayız.