

Yüksek Yapılar'da Elektrik Mühendisliği-XII "Harmonik Sorunların Çözümü ve Kompanzasyon"

Elk. Müh. Ahmet Becerik
ahmet.becerik@emo.org.tr



26-Enerji Kalitesine İlişkin Yönetmelik (EKY):

Yüksek yapılar için elektrik enerjisi bir üründür ve diğer ürünler gibi belli kalite özelliklerine sahip olması gerekmektedir. Yüksek yapılarda elektrik tesisatına bağlı aygıtların doğru çalışabilmesi için, besleme gerilimi belli özelliklere sahip olmalıdır. Başta elektronik aygıtlar ve bilgisayarlar olmak üzere günümüzde kullanılmakta olan gereçlerin büyük bir kısmı yüksek kalitede enerjiye gereksinim gösteren aygıtlardır. Ancak bu aygıtlar kullanıldıkları tesisatlar da besleme gerilimini olumsuz etkilemekte, bozulan gerilimin doğrusal (lineer) olmayan özellikleri nedeniyle sinüs formundaki besleme gerilimi yanında sinüs dışı akımlar oluşmaktadır. Bu açıdan bakıldığında enerji kalitesi konusu, tedarikçi (enerji sağlayan) kuruluş ile birlikte kullanıcının sorumluluk alanına girmektedir.

Ülkemizde enerji kalitesinin izlenmesi, EN 50160 Standardının çevirisi olan ve EPDK tarafından 12 Eylül 2006 tarih ve 26287 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan "**Elektrik Piyasasında Dağıtım Sisteminde Sunulan Elektrik Enerjisinin Tedarik Sürekliliği, Ticari ve Teknik Kalitesi Hakkında Yönetmelik**"e (EKY) göre yapılmaktadır. Yüksek yapılar

içinde geçerli olan bu yönetmelik çerçevesinde, kullanıcı uygun kalitedeki enerjiyi, tedarikçi kuruluştan almak hakkına sahiptir ve enerji kalitesi, uygulamalarda kullanıcı ile tedarikçi arasında varılan uzlaşmaya göre tanımlanmaktadır. Enerji kalitesi kullanıcı gereksinimlerini, karşılamaması durumunda enerjinin iyileştirilmesi gereği ortaya çıkar ve konuya ilişkin fayda-maliyet analizinin yapılması gerekir. Sonuç olarak, kalitesiz enerjinin yol açtığı kayıpların maliyeti, genellikle enerji kalitesinin yükseltilmesi için yapılacak harcamaların maliyetinden daha fazladır.

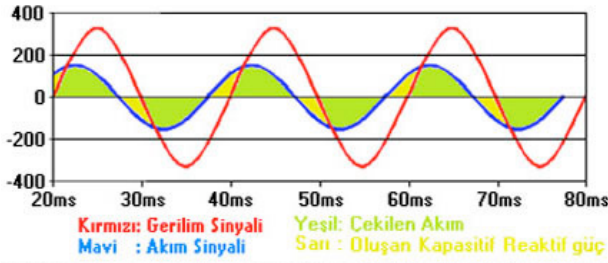
Elektrik enerjisi bilindiği gibi oldukça karakteristik bir üründür, depolama olanağı son derece sınırlı ve üretildiği anda tüketilmesi söz konusudur. Enerji kalitesini ölçme ve iyileştirme işleri enerjinin tüketildiği aşamada yapılmalıdır. Elektrik kalitesinin ölçülmesi oldukça karmaşıktır, gerek enerji sağlayan ve gerekse tüketicinin sorumluluğu altında bulunan hassas elektriksel aygıtların kendileri birer problem kaynağı olduğu için taraflarında yaklaşımları farklı olmaktadır.

EKY'nde, sadece dağıtım sisteminin teknik ve ekonomik açıdan hizmet vermeye devam etmesi için gerekli kimi genel sınırlar tanımlanmaktadır. **Yönetmelikte belirtilen**

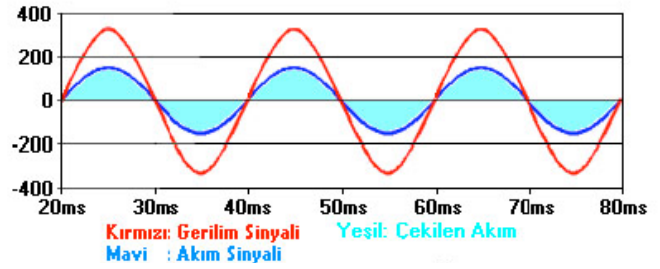
hususlar enerji sağlayan kuruluş açısından özellikle zorlayıcı nitelikte değildir. Uygulamalarda karşılaşılan enerji kesintileri ve gerilim bozulmalarının çoğu zaten yönetmelik hükümlerinin uygulanmadığı durumlardır. Bu nedenle EKY gerekleri birçok tedarikçi tarafından isteğe bağlı(ihtiyari) olarak yorumlanmakta ve sınırlar aşıldığında sorumluluk kabul edilmemektedir.

Diğer taraftan kullanıcı (abone) konuya çok daha farklı bir açıdan bakmakta, EKY'de yer alan sınırları, tedarikçi tarafından garanti edilmesi gereken sınırlar olarak algılamaktadır. EKY'ne göre tedarikçinin sağlayacağı enerjinin kalitesi, minimum olarak nadiren yeterli seviyededir. **Tedarikçilerin çoğu bu seviyenin çok daha üzerinde düzenli enerji sunmakla birlikte bunu garanti etmektен kaçınmaktadırlar.**

Kullanıcının daha kaliteli enerji istemi, tedarikçinin önlem almasını gerektirmektedir. Tedarikçi kuruluşlar ise, kaliteli elektriğin gerekli maliyetlere katlanarak kullanıcıların kendileri tarafından temin edilmesi gerektiğini savunmaktadırlar. Çok sayıda geniş bir kullanıcı kesimini besleyecek kaliteli elektriğin üretilmesi ve garanti edilmesi yüksek yatırım harcamaları gerektirir ve sınırlı sayıdaki müşteri-



Kompanzasyonu sağlanmamış bir sistemin örnek akım-gerilim grafiği



Kompanzasyonu sağlanmış bir sistemin örnek akım-gerilim grafiği

lerin gereksinimine yanıt verir, ekonomik olmayabilir. Bu nedenlerden dolayı elektriğin istenilen kalitede istenilen noktalara ulaştırılması için gerekli işlemlerin yapılması abonenin kendi sorumluluğunda olmalıdır. Ancak yukarıda da vurgulandığı gibi, kullanıcıların çoğu açısından EKY gerekleri yerine getirilse bile enerji kalitesi istenilen seviyede güvence altına alınmış olmamaktadır.

Öte yandan, örneğin **inşaat aşamasındaki yüksek bir yapının elektrik tesisatına ait nihai yük, cins ve miktar olarak bir şekilde bilinmediğinden potansiyel enerji kalite problemlerinin ve maliyetlerinin hesaplanması kolay değildir.** Dolayısıyla enerji kalite problemlerinin çözümü için gerekli yatırım projesinin hazırlanması başlı başına önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

27-Reaktif Güç Kompanzasyonu:

Yüksek yapıların elektrik tesislerinde, normal bir elektrik şebekesinde bulunan aynı anda çalışmakta olan çok sayıda yükler bulunur. Bunlardan kimileri akım eğrisinin önünde gitmeye çalışan kapasitif bir bileşene sahip ve kimileri de akımın, gerilimin gerisinde kaldığı endüktif bir bileşene sahip rezistif yükler olacaktır. Yüksek yapıların (konut, işyeri, karma) elektrik şebekelerinin çoğunda rezistif-endüktif yükler hakimdir ve genel olarak akım rezistif-endüktif karakterdedir. Bu biçimdeki enerji durumunun sürekliliği, kablo ve transformatörlerde ek bir akımın dolaşması demektir, ek rezistif kayıplara neden olmaktadır

ve kapasitenin önemli bir bölümünü işgal etmektedir. Bu nedenle yüksek yapılarda elektrik sistemlerinin ekonomik olarak çalışabilmesi için kaçınılmaz bir duruma gelen reaktif güç kompanzasyonunun temel amaçları:

- iletim kapasitesinin istenilmeyen demandın
- ortaya çıkan enerji kayıplarının
- dağıtım sisteminde ek akımların neden olduğu ek gerilim düşmelerinin önlenmesi olmaktadır.

Reaktif gücün kompanzasyonu normal bir elektrik şebekesinde tercih edilen bir işlemidir ve endüktif bileşeni dengelemek üzere rezistif-endüktif yükler ile paralel bağlı uygun bir kapasitif yük eklenerek kolaylıkla yapılabilir. Zamanın herhangi bir noktasında ileride ve geride olan akımlar ters yönde aktığından, kapasitif eleman depolanmış enerjisini şebekeye geri beslemekte ve endüktif bileşen enerji çekmektedir veya bunun tersi meydana gelmektedir. Bu şekilde, bir yük eklemek suretiyle akım azaltılmaktadır.

Yüksek yapıların elektrik tesislerinde işlemin doğru olarak yapılması için tesisatta ne kadar endüktif yük bulunduğunun bilinmesi gerekir, aksi takdirde aşırı kompanzasyon meydana gelebilir ve aşırı durumlarda hiç kompanzasyon yapılmamasından daha kötü olarak tesisat rezistif-kapasitif bir yüke dönüşür. Bu durumun önlenmesi için geleneksel yöntemlerle kurulan kompanzasyon sistemleri ile kondansatörler gruplandırılarak ve röleler üzerinden gruplar halinde anahtarlanarak işlem yapılır.

Öte yandan kompanzasyon tesislerinde harmoniklerin etkilediği başlıca elemanlar reaktif güç kondansatörleridir. Harmoniklerin meydana getirdiği olumsuzluklar, öncelikle kondansatörlerde görülür. **Başka bir deyişle, bir elektrik sisteminde harmonik bileşenlerin varlığını ilk haber veren elemanlar genelde kondansatörlerdir.**

Kondansatör harmonik üreten eleman olmamakla birlikte sistemde bulunan harmonik seviyelerinin etkin bir biçimde artmasına neden olur. Harmonikler ise kondansatörlerde hem aşırı gerilimlere hem de aşırı akımlara ve bunların sonucunda da aşırı reaktif yüklenmeye yol açarlar. Ayrıca harmonik bileşenler sistemdeki kondansatörlerle endüktanslar arasında rezonans meydana getirerek tesisin sürekliliğini etkilerler.

Günümüzde yüksek yapılarda kompanzasyon yaygın bir şekilde uygulanmakta ve kompanzasyon sistemlerinin çoğu ayarlanabilir harmonik filtre reaktörleri ile birlikte kullanılmaktadır. Bu nedenle belli başlı harmoniklerin azaltılması ve temel gücün kompanzasyonu kolaylıkla ve ucuz bir şekilde yapılabilmektedir.

Büro ve ticari nitelikteki işyerlerinin bulunduğu yüksek yapılarda elektrik kullanıcılarının kompanzasyonuna gereksinim duymalarının bir diğer nedeni de görevli elektrik dağıtım kuruluşlarının reaktif güç için-aktif güç kadar olmamakla birlikte- bir ücret almalarıdır. Yasal dayanağını EPDK tarafından 25.09.2002 tarih ve 24887

sayılı Resmi Gazetede yayımlanan **Elektrik Piyasası Müşteri Hizmetleri Yönetmeliği**nde belirtilen sayısal değerlerden alan reaktif enerji tüketim bedeli uygulaması ile karşılaşmamak için, kompanzasyon tesisinin uygun teknik koşullarda çalıştırılmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

28- Yüksek Yapılarda Harmonikleri Azaltıcı Kimi Önlemler:

Elektrik güç kalitesi, son yıllarda sadece uzmanların konusu olmaktan çıkarak genel bir ilgi alanına dönüşmüştür. İş dünyasının kritik yükleri besleyen elektrik gücüne bağımlılığı giderek artarken, elektronik sistemlerin yaygınlaşmasına koşut olarak alçak gerilim dağıtım sistemlerinde gerilim bozulmaları önemli boyutlara ulaşmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu, müşteri tarafında yaşanan problemlerin hemen hemen tamamının kendi tesisatlarından kaynaklandığı, nadiren besleme devresinden bulaştığı ortaya konulmuştur. Bu durumda müşterilerin kendi tesisatlarındaki harmonik akımları kontrol altına almak için harmonik filtreleme sistemleri kurmaları gerekmektedir.

Genel bir yaklaşım olarak, her birinin belli olumlu ve olumsuz yanları olan üç yöntem bulunmaktadır. İdeal

tek bir çözüm söz konusu değildir.

a-Pasif Filtreler:

Pasif filtreler genel olarak tercih edilen bir çözümdür ve tek tek yükler için kullanıldığı gibi tek bir merkezde de kullanılmaktadır. Harmonik kaynaklarına ne kadar yakın olurlarsa etkinlikleri de o kadar fazla olur. Pasif filtrelerin olumsuz yönü gereğinden fazla kapasitede kullanılmalarıdır (farklı yüklere etkin değildirlir) ve merkezi bir filtre yerine tek tek ayrı filtre kullanımının maliyeti yüksek olur. Olumlu yönü ise, harmoniklerin tesisatın yalnızca küçük ve belli bir bölgesinde kalarak yayılmasının önlenmesidir.

Diğer yönden, pasif filtreler tek bir merkezde toplanarak güç faktörü düzeltme aygıtları ile birlikte kullanılabilir. Bu işlevlerin bir araya getirilmesi harmonik frekanslarda rezonans önleme olanağı yaratır. Bu şekilde güç faktörü düzeltme ve filtre aygıtlarının bir merkezde toplanması sisteme ekonomi kazandırır, kontrol işlemlerini kolaylaştırır. Ancak, yüklerin harmonik kültürü değişikliğe uğradığından filtrenin sağlıklı çalışma sürdürmesine dikkat edilmelidir.

b-İzolasyon Transformatörleri:

Üçlü-N akımları transformatörlerin üçgen sargılarından dolanırlar ve transformatör üreticileri ve tasarımcıları açısından bir problem olan özellik, üçlü-N harmoniklerinin besleme devresine yayılmasını önlediği için sistem tasarımcıları açısından olumlu bir yön niteliğindedir. Üçlü-N harmoniklerin besleme devresinden

izole edilmesi için 'zik-zak' sargılı bir transformatörde kullanılabilir. Zik-zak transformatörler, sargılar arası özel faz ilişkisi olan yıldız bağlantılı oto transformatörler olup sargılar besleme sistemi ile şönt bağlantılıdır.

c-Aktif Filtreler :

Pahalı olmakla birlikte en iyi uygulanan çözümdür. Yukarıda açıklanan çözümler yalnızca belli harmoniklere uygulanır. İzolasyon Transformatörleri, yalnızca üçlü-N harmonikler için, pasif filtreler ise kendi tasarımındaki harmonik frekans için geçerlidir. Kimi tesisatların içerdiği harmonikler yeterli derecede belirgin değildir. Örneğin IT tesisatların çoğunda aygıtların nitelikleri ve buldukları yerler ve dolayısıyla harmonik kültürü sürekli değişmektedir. Uygun bir çözüm aktif filtre veya aktif şartlandırıcıdır. Son derece esnek, benimsenebilir ve özellikle değişebilen harmonik kültürler için etkindir.

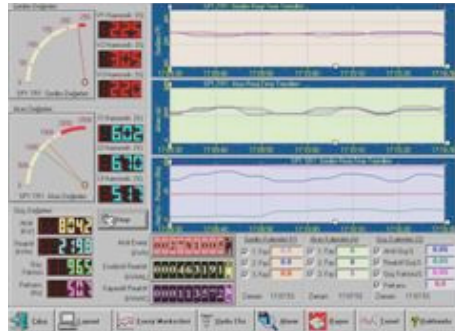
Aktif filtre bir şönt aygıtıdır. Bir akım transformatörü, yük akımındaki harmonik miktarı ölçer ve akım generatörünü kontrol ederek bir sonraki devirde sisteme geri beslenen akımın aynısının üretilmesini sağlar. Harmonik akım aktif şartlandırıcı tarafından üretildiği için besleme devresinden sadece temel akım geçmektedir. Uygulamada, harmonik akım şiddeti %90 oranında azaltılmakta ve harmonik frekanslardaki kaynak empedansı azaldığı için gerilim bozulması da azalmış olmaktadır.

Kaynakça :

- *Enerji Kalitesi ve Harmonikler-Prof. Dr.Celal Kocatepe ve Arkadaşları-EMO Yayını-2006*
- *Elektrik Enerjisinde Kalite-Giriş-David Chapman-IPQİ- Sarkuysan A.Ş.-ECI Yayını-2001*
- *Harmonikler Nedenler ve Etkiler -David Chapman-IPQİ- Sarkuysan A.Ş.-ECI Yayını-2001*
- *Harmonik Zengin Ortamda Kondansatör-Stefan Fassbinder- IPQİ- Sarkuysan A.Ş.-ECI. Yayını-2005*
- *Maliyetler-Kalitesiz Elektriğin Maliyeti-David Chapman - IPQİ- Sarkuysan A.Ş.- ECI Yayını-2002*



Harmonik Filtre Reaktörü Kompanzasyon Panosu



Enerji Kalitesi İzleme Yazılımı