

ENERJİ KALİTESİ

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte, yarı iletken ürünlerin (diyot, tristör, IGBT...) ve kondansatör, self gibi pasif devre elemanlarının, kullanılan cihazlara entegre edilmesi ile beraber akım dalga formunda ideal sinüsten sapmalar meydana gelmeye başlamıştır.



Elektrik Mühendisi Murat GÜL, Teknik Müdür SGE Mühendislik

Enerji kalitesi nedir?

Harmoniklerin zararlı etkilerinden korunmanın en etkili yolu, bu işin uzmanı bir kişi veya kuruluşa bir ölçüm yaptırıp tesisteki olası aksaklıklar hakkında bir rapor alınmasıdır. Eğer olumsuzluk yaratacak bir etki söz konusu ise bir harmonik filtrasyonu yaptırmak en akılcı yoldur.

Enerji kalitesi, limit değerleri uluslararası standart otoriteleri tarafından belirlenmiş, ölçülen veya hesaplanan parametre değerlerinin limitler dahilinde olup olmaması durumudur. Bu ölçülen veya hesaplanan parametreler şu şekilde özetlenebilir:

- Akım-gerilim harmonikleri,
- Sags & swells,
- Transient,

- Flicker,
- Nötr-toprak arası potansiyel farkı,
- Akım ve gerilim faz dengesizliği (3 fazlı yükler için),
- Frekans değişimi,
- K faktör.

Diğer bir deyişle, enerji kalitesi birçoklarının bildiği gibi sadece harmoniklerden ibaret değildir. Enerji kalitesinin limitler dahilinde olup olmadığını anlamak için konu hakkında uzmanlaşmış bir mühendis tarafından uygun ölçü alet/aletleri ile yukarıda adı geçen tüm parametrelerin ölçülüp kaydedilmesi ve ardından PC'ye aktarılarak analiz edilmesi gerekmektedir. Bu ölçüm için aşağıdaki benzer bir portatif (solda) veya pano tipi (sağda) enerji analizörü kullanılabilir.



Enerji kalitesi ile ilgili iki temel uluslararası standart bulunmaktadır.

1- EN 50160

OG ve AG dağıtım sistemlerinde müşteriye verilen gerilimin kalite karakteristiklerini belirler. Bu parametreler frekans, dalga formu, 3 faz gerilimin simetrisidir. Ayrıca bu parametrelerin limit değerleri de bu standart ile belirlenmiştir.

2- IEC 61000-4-30 (2003-02)

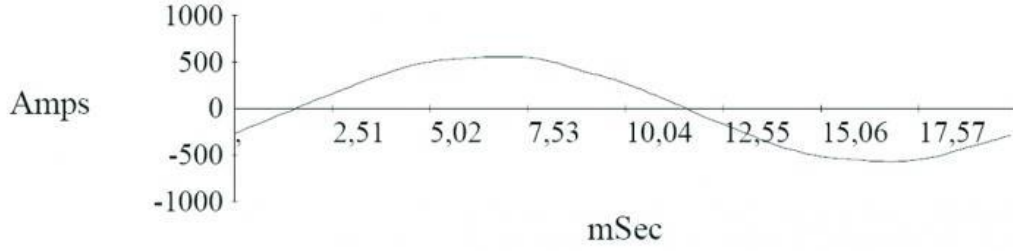
Elektromagnetik uyumluluk (EMC) - Part 4-30: Test ve ölçüm teknikleri – güç kalitesi ölçüm teknikleri.

Akım ve Gerilim Harmonikleri

İdeal şartlarda şebeke, jeneratörler veya UPS gibi kaynaklardan beslenen yüklerin bir direnç yükü gibi ya da diğer bir deyişle lineer bir yük olduğu, yani şebeke/jeneratörden Şekil 1'de de gösterildiği gibi sinüs dalga formunda akım çektikleri kabul edilir ve genelde tüm elektriksel hesaplamalar bu varsayımlarla yapılır.

Tanım 1

Lineer yük: Şebekeden bozunuma uğramamış aşağıdaki şekilde akım çeken yüklerdir.

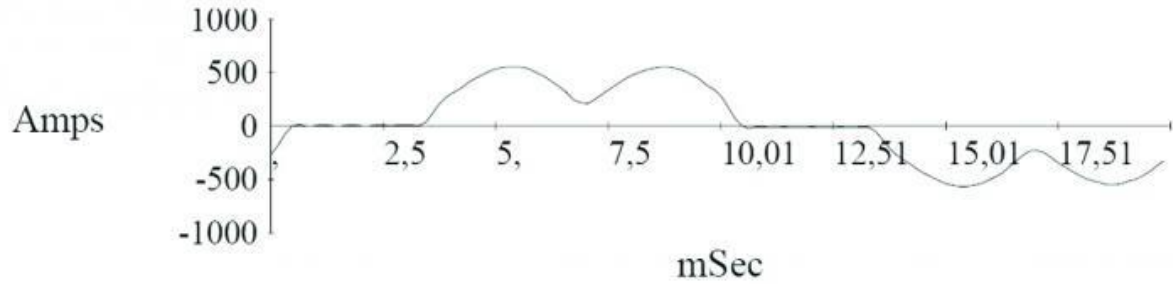


Şekil 1. Sinüs dalga formunda bir akım örneği.

Fakat teknolojinin gelişmesi ile birlikte, yarı iletken ürünlerin (diyot, tristör, IGBT...) ve kondansatör, self gibi pasif devre elemanlarının, kullanılan cihazlara entegre edilmesi ile beraber akım dalga formunda yukarıda gösterilen ideal sinüsten sapmalar meydana gelmeye başlamıştır. Şöyle ki; yarı iletken elemanlar ve bu mantıkla çalışan diğer devre elemanları şebeke gerilimini kırparak belirli aralıklarda kullanır. Dolayısıyla şebekeden çektikleri akım her fazda devamlı değildir. Yani, akım hiçbir zaman Şekil 1'de belirtilen şekilde sinüs olmaz. Aşağıdaki şekilde bir motor hız kontrol ünitesinin veya 6 pulse bir UPS giriş akımının şebekeden çektiği akım dalga formu görülmektedir.

Tanım 2

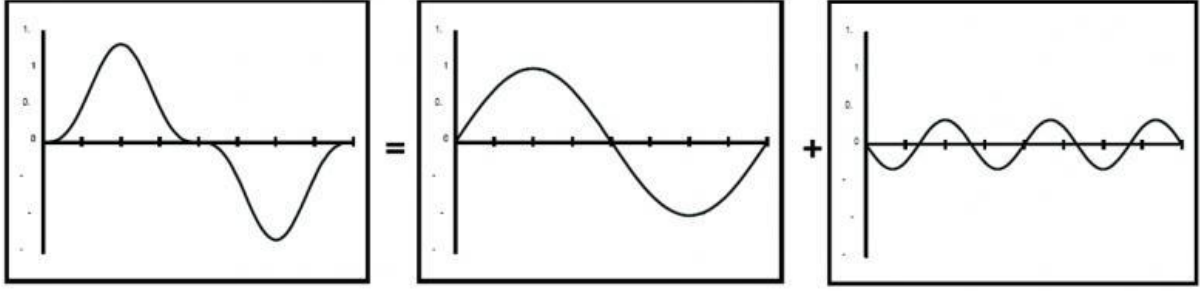
Non-lineer yük: Şebekeden bozunuma uğramış (distorsiyonlu) şekilde akım çeken yüklerdir.



Şekil 2. Bozulmuş (distorsiyona uğramış akım dalga formu)

Harmonik Akımları Nasıl Hesaplanır

Öncelikle distorsiyonlu bir dalga formu birçok dalga formunun bileşimi şeklinde oluşmaktadır. Buna basit bir örnek aşağıda verilmiştir.



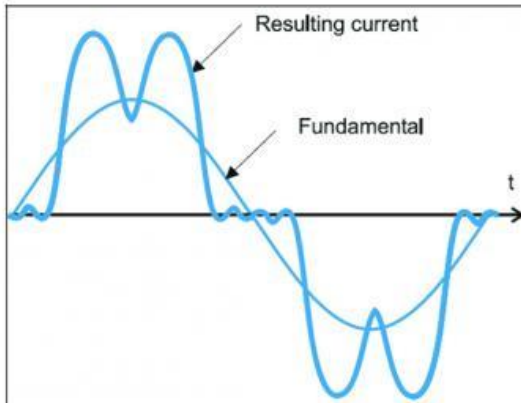
Şekil 3. Distorsiyonlu bir dalga formunu oluşturan etmenler.

Şeklin sol tarafında distorsiyona uğramış basit bir dalga formu görülmektedir. Bu dalga formu iki temel bileşenden meydana gelmektedir.

1. Temel bileşen (ortadaki şekil): Bu ideal dalga formudur ve sıfır distorsiyondadır ve bir saniyede 50 periyot yapar yani frekansı 50 Hz frekansındadır.
2. 3. harmonik bileşen (sağ taraftaki şekil): Bu dalga formunun distorsiyona uğramasına sebep olan bileşendir ve dikkat edilirse temel bileşen frekansına göre 3 kat frekansa sahiptir. Yani çalışma frekansı 150 Hz.

Not: Her bileşenin frekansı bileşen sayısı x 50 Hz'dir. Yani 3. bileşen için $3 \times 50 = 150$ Hz, 5. bileşen için $5 \times 50 = 250$ Hz gibi...

Genel olarak distorsiyonlu dalga formları, daha fazla bileşenden oluşmaktadırlar. 1, 3, 5, 7, 9, 11, 15 gibi. Dikkat edilirse bileşenler hep tek sayıda devam etmektedirler. Bunun sebebi, Fourier analizi sırasında çift bileşenlerin 0 değerine yakın bir değer almasıdır. Eğer bir dalga formu açımında çift bileşenler varsa bu dalga formunun + ve - alternanslara simetrisi kaybolmuş demektir ve bu çok tehlikeli bir durumdur. Diğer bir deyişle sistemde DC bileşenler bulunmaktadır.



Bozuk dalga formunu oluşturan tek tek harmonikler

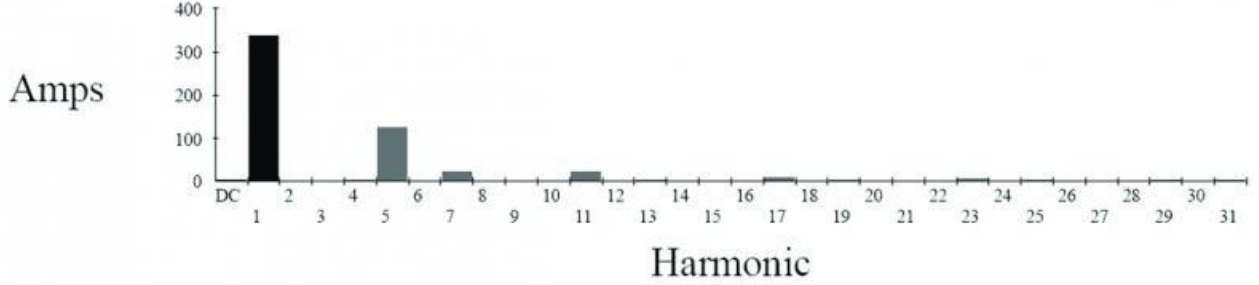
$$\begin{aligned}
 I_{h_5} &= 33\% \\
 I_{h_7} &= 2.7\% \\
 I_{h_{11}} &= 7.3\% \\
 I_{h_{13}} &= 1.6\% \\
 I_{h_{17}} &= 2.6\% \\
 I_{h_{19}} &= 1.1\% \\
 I_{h_{23}} &= 1.5\% \\
 I_{h_{25}} &= 1.3\%
 \end{aligned}$$

$$THDI = 35\%$$

(THDI : Akımdaki toplam harmonik bozunum)

Şekil 4: Tek tek harmonik açılımları.

Yine bu harmonik açılımları toplam ölçülen RMS akımın yüzdesi olarak XY ekseninde bar diyagram olarak da gösterilebilir buna bir örnek de aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 5. Harmonik bileşenlerin ve 1. temel bileşenin XY düzleminde bar diyagram olarak gösterimine bir örnek.

RMS (ölçülen) akım tüm bu bileşenlerin toplamı olarak karşımıza çıkar; RMS akımın hesaplanma yöntemi aşağıda verilmiştir.

$$RMS_Değer = \sqrt{H1^2 + H3^2 + \dots + Hn^2}$$

Buradan da görüleceği gibi, harmonik bileşenlerin bir şekilde filtre edilmesi RMS olarak çekilen akımın düşmesine sebep olacaktır (H3...Hn yok olacağı için). Fakat bu düşüş daha çok reaktif enerjilerin düşmesine sebep olur. Yani aktif güç olarak çok fazla bir güç kazancı sağlamaz.

Harmoniklerden bahsedilirken bir takım terimler de karşımıza çıkar. Bunlardan en önemlileri; **Toplam harmonik distorsiyonu akımda veya gerilimde**; bunun anlamı akım ve gerilim dalga formundaki sinüsten sapma değerinin yüzdesinin ne olduğudur. Şöyle hesaplanır;

$$THD \% = 100 \times \frac{\sqrt{H3^2 + H5^2 + \dots + Hn^2}}{H1}$$

Birimi % olarak ifade edilir.

Crest katörü: Dalga formunun tepe değer çarpanıdır. Yani, eğer dalga formu sinüs (ideal) ve ölçülen RMS akım veya gerilim 100 (amper veya volt) ise bu dalga formunun tepe değeri $100 \times 1,41 = 141$ 'dir. Fakat dalga formu sinüs değil de distorsiyona uğramış bir dalga formunda ise bu durumda çoğunlukla bu tepe değer çarpanı farklı bir değer olarak karşımıza çıkar. Bu bir PC için 2,5'tir. Yani 100 A çeken bir PC yükünün akım dalga formunda tepe değeri 250 A'dir. Fakat 100 A yük çeken ve lineer bir yük olan direkt yol alan bir motorun tepe değer çarpanı 1,41 olduğundan bu değer 141'dir. İşte şalterlerin gereksiz yere triplemesine kabloların ve trafoların ısınmasına sebep olan olumsuz etki de budur.

Harmonik Akım Çeken Yükler

Harmonik akım çeken yüklerle bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

- Motor hız kontrol ürünleri,
- 6 pulse 3 fazlı UPS,
- TV, bilgisayar gibi elektronik tek fazlı yükler,
- Endüksiyon ocakları,
- Floresan armatürler,
- Kaynak makineleri,
- Kompanzasyon panosu,
- Boşta çalışan trafolar vs

Harmonikler Ne Zaman Zararlı Olur

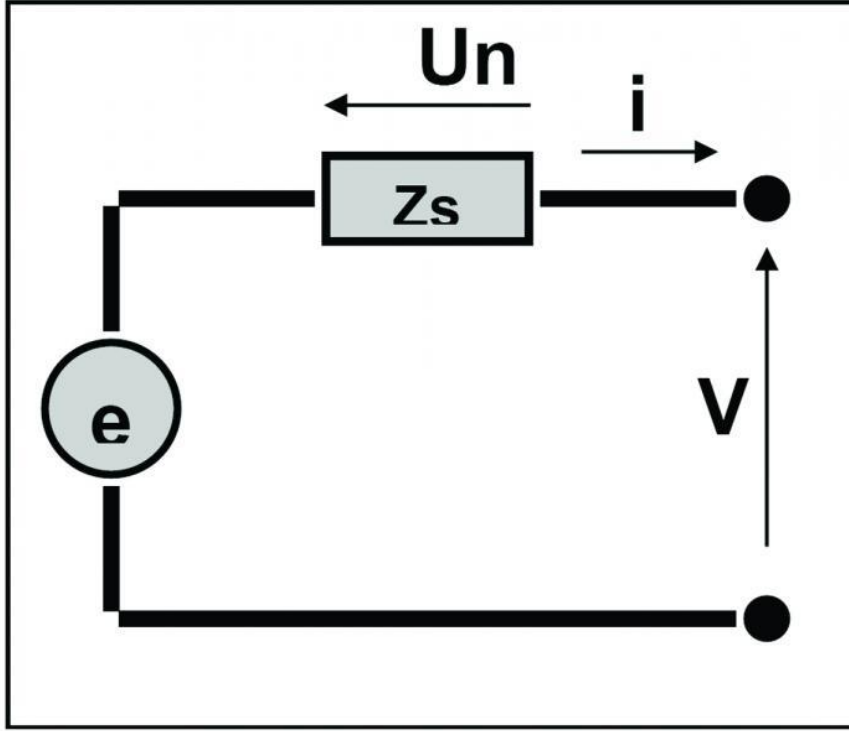
Trafo/jeneratör gücünün %20'sinden fazlası, bu tip harmonik akımların etkisi altında ise harmonik akımları zararlı olmaya başlayacaktır. Gerilimde ise uluslararası standartlar %5 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle gerilim harmoniği eğer bir tesiste %5'ten fazla ise o tesis tehlike altında demektir. Gerilim harmoniği tesiste hiç harmonik akım çeken yük olmasa bile çevre fabrikalarda yüklü miktarda harmonik akım çeken yüklerin bulunması durumunda bile OG veya AG hattı üzerinden sizi etkileyebilir.

Harmoniklerin Zararları

Şebeke/jeneratörden çekilen bu distorsiyonlu akımlar bir takım olumsuz etkilere sebep olur. Şöyle ki;

Jeneratör/Şebeke Geriliminin Bozulması

Aşağıdaki şekilde, bir jeneratör/şebekenin bir fazlı tek hat diyagramı görülmektedir. Bu tek hat diyagramından da izlenebileceği gibi, jeneratör/şebekenin sıfır iç direnç ile ideal olarak çıkış gerilimini yaratan bir emk'sı vardır. Fakat hiçbir kaynak ideal kaynak değildir ve bir iç kayıp söz konusudur. Bu iç kayıp aşağıdaki şekilde Z olarak gösterilmiştir ve bir direnç ile buna seri bağlı bir empedanstan oluşmaktadır.



Şekil 6. Kaynak tek hat şeması.

Dolayısı ile distorsiyonlu bir akım çeken ya da diğer bir deyişle uçlarına lineer olmayan yükler bağlanmış olan bu gerilim kaynağında iç direnç üzerinde elektrikteki en temel formül olan $V=IxR$ veya $V=IxZ$ formülünden iç direnç üzerinde bu bozuk akım dalga formuna benzer bir dalga formunda gerilim düşümü olacaktır. Dolayısı ile bu kaynaktan beslenen diğer tüm yükler, ideal kaynağın oluşturmuş olduğu ideal gerilim artı bozuk gerilim dalga formunun toplamı olan ve bir miktar distorsiyona uğramış bir gerilim ile beslenecektir. Bu bozuk gerilim ile beslenen yüklerde, gerilimdeki bozulmanın %5'in üzerine çıkması durumunda bir takım arızalar meydana gelecektir.

Bunlar;

- Elektronik kartlarda arızalar,
- Makina/teçhizatın hatalı çalışması,
- Power supply yanmalarıdır.

Gerilimden başka distorsiyonlu akımın yaratacağı bazı sorunlar da aşağıda verilmiştir.

1.Akımdaki harmonik, kurulu elektrik sistemi genelinde çok büyük değerlere ulaştığı takdirde gerilim bozulmasına neden olabilir (anlık dahi olsa).

2.Harmonikli akımlar sistemden fazladan akım çekilmesine neden olur. Bu da sistemin verimsizleşmesine neden olur.

3.Fazladan çekilen akım kabloların ısınmasına neden olur. Çünkü harmonikli akımlar tamamen reaktif güç çekerler. Ayrıca bu akımlar yüksek frekanslı bileşenler içerdiklerinden (3. bileşen 150 Hz, 5. bileşen 250 Hz.....) kablolarda deri etkisinin oluşmasına neden olur. Deri etkisinden dolayı kablunun dış yüzeyi kullanıldığından kablo kesiti düşer ve kablolar ısınır.

4.Harmonikli akımlar kullandıkları baradaki diğer cihazlar ile rezonansa girme riski oluştururlar. Bu durumda sistemden çok yüksek akımlar çekileceğinden kabloların ve şalt malzemelerinin

yanması veya devre kesicilerinin açması neticesinde sistemin arıza yapmasına ve iş kaybıyla beraber maddi kayıplara neden olabilir.

5.Harmonikli akımlar sistemden çekilen RMS akımından çok daha yüksek tepe değerler (crest faktör) içerdiklerinden (2-2,5 katı) şalterlerin gereksiz yere triplemelerine, buna bağlı olarak da para kaybına neden olur.

6.Motorlarda darbeli çalışmalar ve aşırı ısınma motor yatağı arızaları, aydınlatma sisteminde ve PC ekranında titreşim,

7.Harmonikli akımların çektikleri reaktif güçler kondansatörler tarafından kompanze edilemediklerinden CosQ (faz kayması) ile gerçek güç faktörü λ 'nın farklı değerlerde olmasına neden olur. Bu durum fazladan çekilen reaktif gücü ifade eder.

8.Fazladan çekilen reaktif güç, trafolarda histerisiz ve fuko kayıplarının atmasına neden olacağından, trafolardan ses gelmesine ve ısınmalara neden olacaktır.

9.Harmonikli akımların 3. bileşenleri ve katları nötrden akarak nötr iletkeni ile toprak iletkeni arasında bir gerilim farkı oluşmasına neden olacaktır. Bu da elektronik cihazlarda yanlış çalışma ve arızalara neden olacaktır.

10.UPS ve jeneratörlü çalışmalarda gerilim bozulmasına direkt etki ve tam yükte çalışmama problemleri.

Ne Yapmalı

Harmoniklerin zararlı etkilerinden korunmanın en etkili yolu, bu işin uzmanı bir kişi veya kuruluşa bir ölçüm yaptırılıp tesisteki olası aksaklıklar hakkında bir rapor alınmasıdır. Eğer olumsuzluk yaratacak bir etki söz konusu ise bir harmonik filtrasyonu yaptırmak en akılcı yoldur.

Özet

- **Meydana Gelmesi Muhtemel Arızalar (Etkileri)**

Senkronizasyon ve iletişim problemleri, gereksiz triplemeler, aydınlatma sisteminde aşırı ısınma, kapasiteler, döner makinalar (motor-jeneratör), güç trafoları ve nötr iletkeninde ömür kısaltmaları.

- **Harmoniğin Kaynağı**

Enerji kaynağına bağlı ürünlerde kullanılan güç elektroniği ekipmanları (varistör, inverter, statik konverter, PC'ler, dimmer sistemleri), kaynak makinaları, kompanzasyon sistemi.

- **Ölçülmesi Gereken Parametreler**

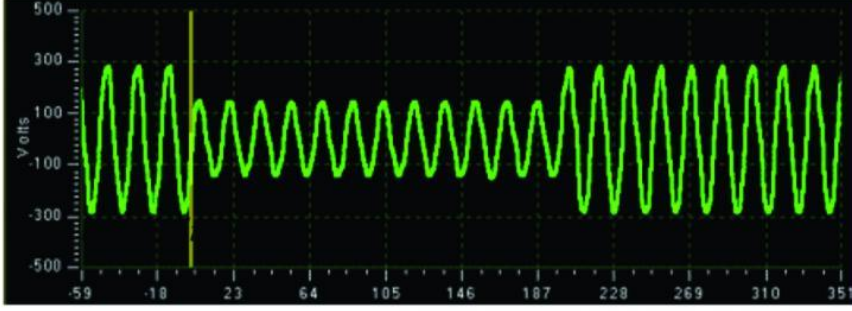
Toplam THD, tek tek harmoniklerin RMS değerleri.

Sag-Swell (Birkaç Periyotluk Gerilim Düşmesi veya Yükselmesi)

Gerilimdeki, 'sag' ve 'swells' olayları temel olarak aynı şeylerdir. 'Swell' veya Türkçe adı ile ani gerilim darbesi-yükselmesi, 'sag' ise ani gerilim düşüşüdür. Her iki olay da milisaniyeler içinde meydana gelmektedir. Temel olarak gerilimdeki değişimlerin 'sags' ve 'swells' olaylarından biri olarak kabul edilebilmesi için olayın 100 msn'den daha kısa sürmesi gerekir. Eğer gerilim

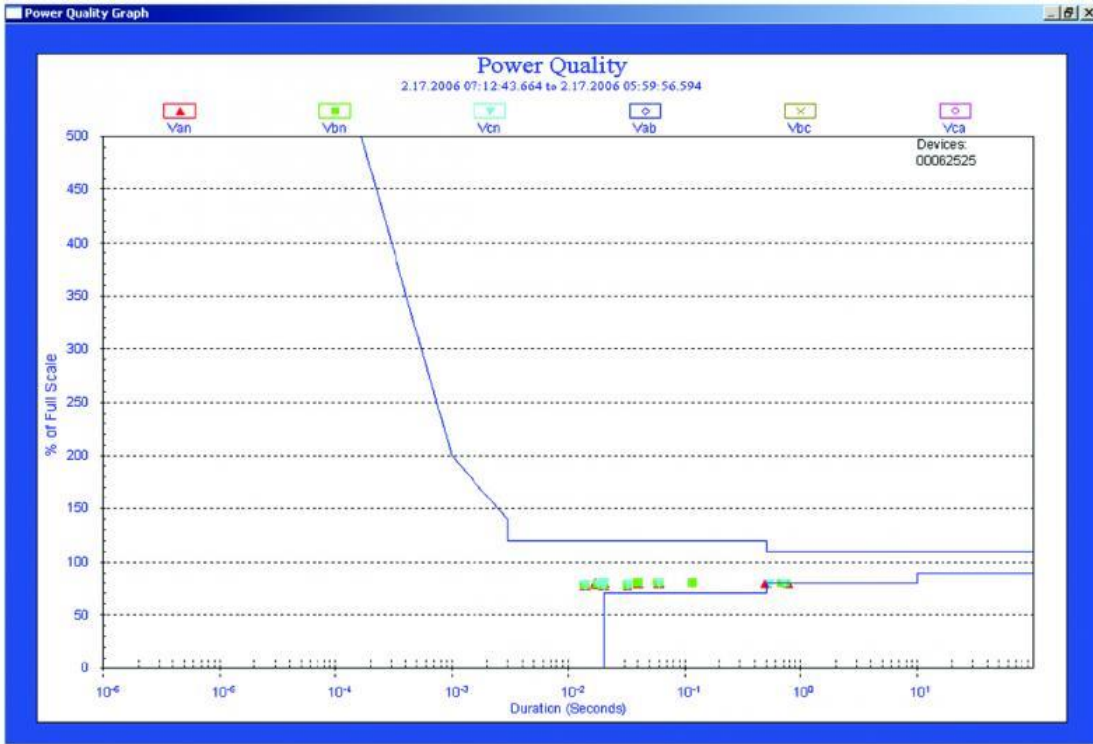
yükselmesi 100 msn'den daha uzun sürüyor ise aşırı gerilim veya gerilim düşüşü 100 msn'den daha uzun sürüyor ise düşük gerilim düşmesi olarak adlandırılır.

'Sag' olayları beklenmedik ani yük artışlarından örneğin; kısa devre, büyük güçlü motorların start alması, rezistanların devreye girmesi ve ani bir şekilde kaynak empedansının artışından kaynaklanır. Aynı şekilde 'swell' olayları ise sistemden beklenmedik ani yük azalması, gerilim regülatörlerinin bozulmasından veya nötr iletkenindeki bir problem veya kopmasından kaynaklanır.



Tipik bir gerilim 'sag' olayı

Gerilimdeki 'sag' olayları dağıtım sisteminde en çok karşılaşılan olayların başında gelir. Kaynağı daha çok enerji dağıtım şirkettir. Bununla birlikte, daha çok gerilim 'sag' olayları binanın içindeki olaylardan kaynaklanır. Örneğin, bina içi kablolamada meydana gelen gerilim 'sag' olaylarına en büyük etmenler, buzdolaplarının ve klimaların devreye girmesi gibi olaylardır. Gerilim 'sag' olayları genellikle akkor flamanlı lambalar, floresan lambalar, motorlar ve ısıtıcılarda bir sorun teşkil etmez. Elektronik ekipmanlarda, bir gerilim 'sag' olayında enerji depolama kabiliyeti olmamasından dolayı derin 'sag' olaylarını kompanze edemezler, bu da elektronik ekipmanın arıza yapmasına sebebiyet verir.



IT endüstri tolerans eğrisi (CBEMA). Dikey eksen nominal gerilime olan yüzde, yatay eksen de olayın süresini ifade etmektedir. İyi dizayn edilmiş bir elektronik ekipmanın eğrinin solunda kalan olaylarda zarar görmemesi gerekir.

Not: Eğri, sags, swells, ve transient olaylarını içermektedir.

Özet

- **Etkileri**

Elektronik ürünlerdeki yarı iletken arızaları.

- **Kaynağı**

Ani ve blok olarak devreye giren yükler, start alan büyük güçlü motorlar...

- **Ölçülmesi Gereken Parametreler**

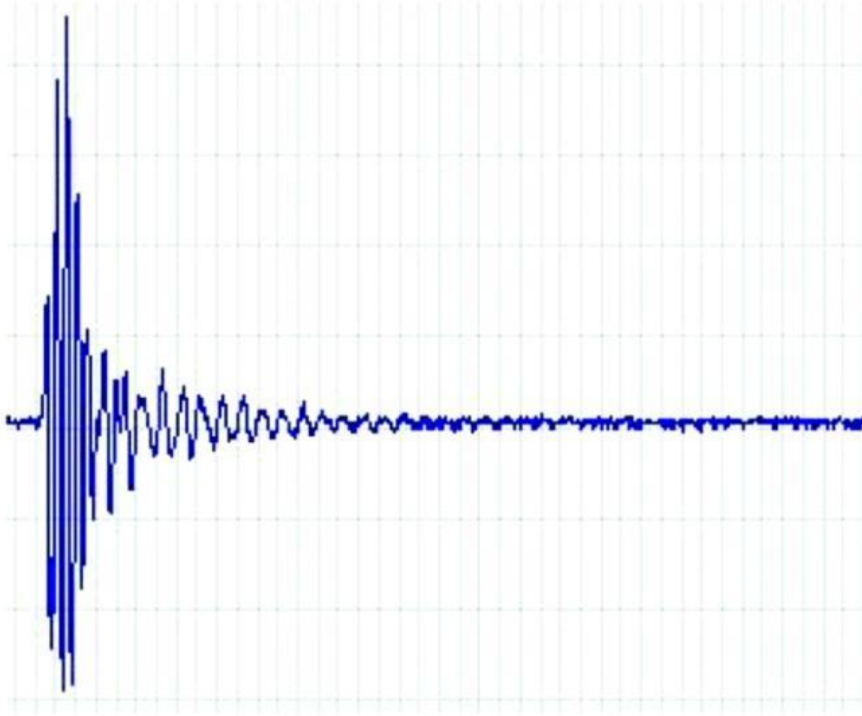
'Sag' ve 'Swell' olaylarının maksimum değerleri, süresi ve tekrar adedi (bunun için yüksek örnekleme frekansına sahip bir ölçü cihazına ihtiyaç vardır).

- **Önlem**

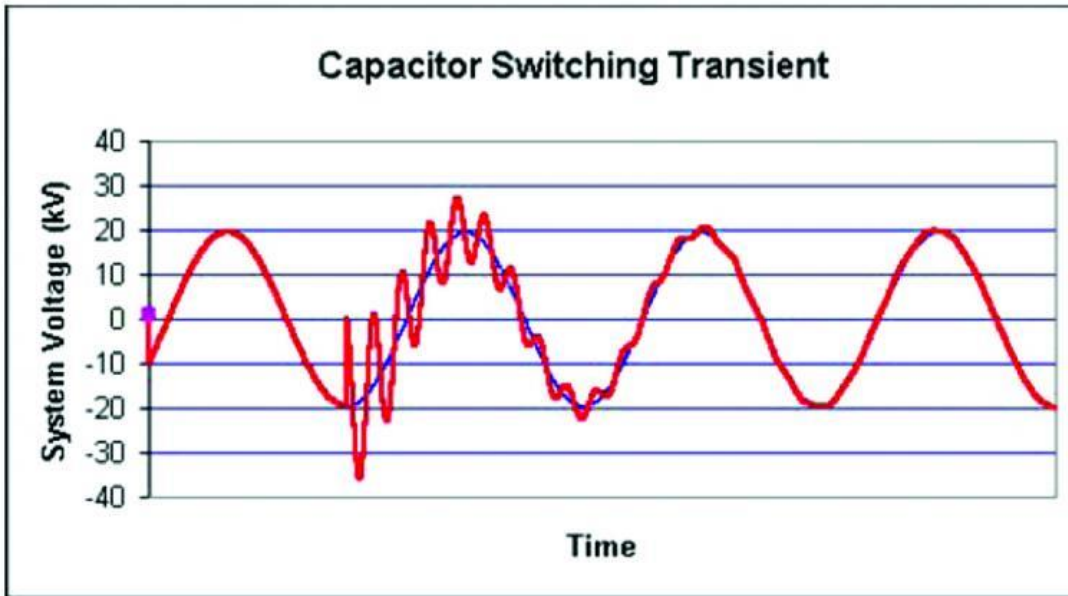
UPS, statik gerilim regülatörü.

Transient

Türkçe karşılığı geçici rejimler demektir. Adından da anlaşılacağı gibi akımın veya gerilimin normal seyrinden birkaç periyod boyunca sapması anlamına gelmektedir. Dolayısı ile burada adı geçen süreler nano saniye ile mili saniye aralığındaki sürelerdir. Akım transientleri genellikle start alan büyük bir motor ya da devreye giren yüksek güçteki endüktif yüklerden kaynaklanır. Aşağıda direkt yol olan bir motorun kalkış akım transienti ve normal rejimine ulaşması gözlemlenmektedir.



Gerilim transientleri ise, akım transientlerine göre çok daha hızlı olaylardır. Gerilim transientleri enterkonekte sistemde yapılan manevralar, kondansatörlerin devreye girip çıkması, kısa devreler-yıldırım gibi hata akımlarından dolayı meydana gelmektedirler.



Yukarıdaki şekilden de izlenebileceği gerilim transientleri çok daha kısa zamanlarda meydana gelirler. Gerilim transientlerinde 2 durum söz konusudur: Bunlar;

Düşük frekans transientleri: Birkaçyüz Hz'lik bileşenlerden meydana gelirler ve kapasitörlerin devreye girmesinden kaynaklanırlar. Kapasiteler devreye girdiğinde dağıtım sistemdeki endüktanslarla 400-600 Hz aralığında etkileşime girerek üstel olarak zamanla azalan bir dalga

formu oluştururlar. Kısa süreli olarak meydana gelen bu pik dalga formu teoride gerçek gerilim dalga formu pik değerinin 2 katını geçmez. Fakat pratikte genellikle gerçek gerilim dalga formun pik değerinin %120 - %140'ı arasındadır. Bazı özel durumlarda sistemdeki diğer kondansatörlerin rezonansa girmesi ile çok daha yüksek değerlere ulaşabilir. Bu nedendir ki düşük frekans transientlerine, 'kapasitör anahtarlama transientleri' de denir.

Yüksek frekans transientleri: Birkaç yüz kHz'lik bileşenlerden meydana gelirler ve yıldırım düşmesi veya endüktif yüklerin devreden çıkmasından kaynaklanırlar. Yüksek frekans transientlerine, surge, spike ve impulse gibi isimler verilir. Genellikle oluşum süreleri mikro saniyeler seviyelerinde iken sönümlenme süreleri 10 mikro saniyeden yüzlerce mikrosaniye seviyelerine kadar çıkabilmektedir. Genel olarak bu tür transientlerde pik gerilim uygulama geriliminin birkaç yüz volt ile binlerce volt üzerine çıkabilmektedir. Aynı şekilde akım da binlerce ampere kadar yükselebilmektedir.

Özet

- **Etkileri**

İletişim ve data sistemlerinde sorunlar, elektrik ile beslenen tüm cihazlarda aşırı gerilime bağlı arızalar.

- **Kaynağı:**

Endüktif karakteristikli yüklerin anahtarlama, kısa devre ve atmosferik olaylar (yıldırım).

- **Ölçülmesi Gereken Parametreler**

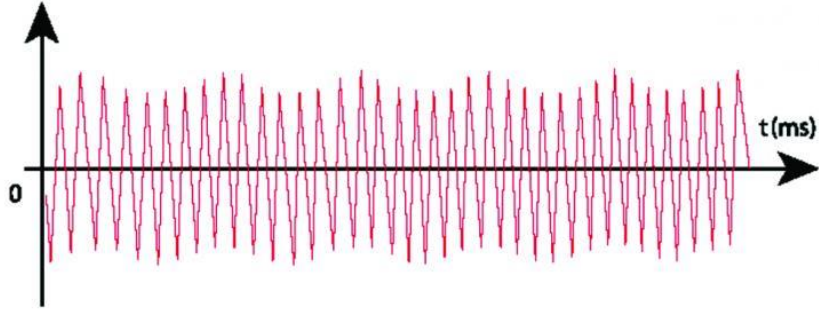
Transientin maksimum büyüklüğü ve süresi (bunun için yüksek örnekleme frekansına sahip bir ölçü cihazına ihtiyaç vardır).

Flicker

Flicker; insanlar ve akkor flamanlı lambaları etkileyen spesifik bir etkidir. Genellikle gerilim düşümü ve yükselişi ile karıştırılmakla birlikte ikisi birbirinden farklı olaylardır.

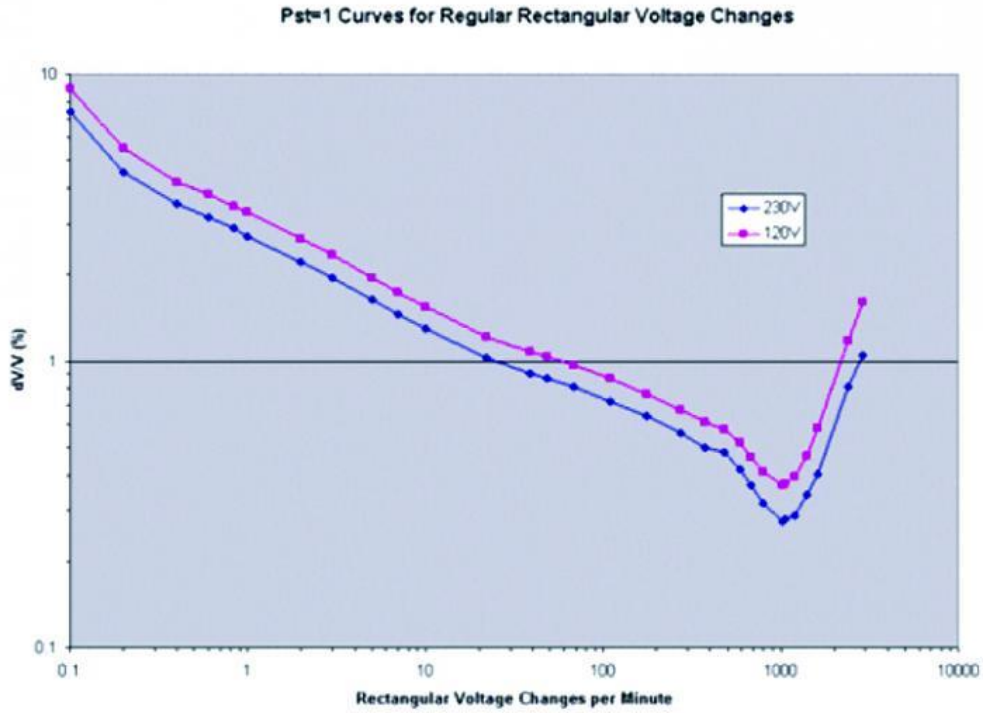
İnsanlar aydınlatma sistemlerinde meydana gelen flicker olaylarına karşı son derece hassastırlar. Bu olay gerilimin çok kısa süreler içinde devamlı olarak (periyodik) yükselip alçalması ile meydana gelir. Bu nedenle aydınlatma sistemlerinde meydana gelebilecek flicker olaylarına karşı sistemin daima kontrol altında tutulması gerekmektedir.

**Magnitude
of the Voltage**



Aşağıdaki şekil, 60 W'lık bir lambada meydana gelen flicker olayının değişim eğrisini göstermektedir. Burada algılama için iki parametre önemlidir;

- 1-Meydana gelen değişimin frekansı,
- 2-Düşen veya yükselen gerilimin seviyesi.



IEEE standartlarında, flicker ile ilgili bir limit değeri verilmemiştir. IEC standartlarında, flicker seviyesi 2 parametre ile nitelendirilmiştir:

- PST (kısa dönem flicker) değeri 10 dk. üzerinden ölçülür. Bu gerilim üzerinde oluşan kırışmasının aydınlatma flicker'ı olarak algılanabilirlik olasılığı nitelendirir. 1.0 değeri, insanların yarısının 60W'lık bir akkor flamanlı lambadaki flicker'ı algılamaları için eşik değer olarak kabul edilir.
- PLT (uzun dönem flicker) ise PST değerlerinin 2 saatlik değerlerinden elde edilir. (12 PST değerinin birleştirilip hesaplanması ile oluşur)

IEC 61000-2-2 flicker uyumluluk seviyesini aşağıdaki şekilde ifade eder:

- Kısa dđnem flicker için uyumluluk seviyesi (Pst) 1.0'dir.
- Uzun dđnem flicker için uyumluluk seviyesi (Pst) 0,8 dir.

Özet

- **İnsanlar Üzerindeki Etkileri**

Başağrısı, kızgınlık, sara nöbetleri vb...

- **Belirtileri**

Aydınlatma sistemlerinde ışık seviyesindeki sürekli değişiklik ve PC ekranlarında titreme.

- **Flicker'ı Oluşturan Sebepler**

Ark ocakları, lazer printerlar, klima sistemleri.

- **Ölçülmesi Gereken Parametreler**

Kısa dđnem flicker (PST) ve uzun dđnem flicker (PLT).

Nötr-Toprak Arası Potansiyel Farkı

Nötr-toprak arası gerilim en çok karşılaşılan enerji kalitesi problemidir. 2 sebebi bulunur.

1-Fazlar arasındaki dengesizlikten dolayı nötr iletkeni üzerinden akan yüksek akımlar,
2-Fazlar dengeli olsa bile 3. harmonik ve katlarından dolayı nötr üzerinden akan yüksek frekanslı harmonik akımları.

Burada mantık basittir. Eğer bir direnç üzerinden akım akıtılır ise bu direnç üzerinde $V=I.Z$ formülünden dolayı bir gerilim düşümü oluşur. Bu gerilim düşümü, sıfır volt olan koruma toprağı ile nötr iletkeni arasında bir ölçüm yapıldığında kolayca ölçülebilir.

Özellikle server sistemler ile hassas elektronik sistemlerde nötr-toprak arası volajın 1-2 V'dan fazla olmaması istenir. Eğer yüksek bir nötr-toprak arası voltaj var ise bu tip yükler sık sık arıza yaparlar veya normal çalışmaları sırasında sık sık kilitleme olayları ile karşılaşılır.

Belirtileri

Server ve elektronik sistemlerde kilitlemeler, PC ekranlarında kayma veya titreme, sık sık arızalanan elektronik kartlar.

Oluşturan Sebepler

Nötr üzerinden akan akımlar.

Ölçülmesi Gereken Parametreler

Fazlardaki 3. harmonik ve katları, faz akımı dengesizliği ile nötr üzerinden akan akım.

Önlemler

- Fazların dengeli yüklenmesi,
- Fazlardaki 3. harmonik ve katlarının filtrelenmesi.

Akım ve Gerilim Faz Dengesizliği (3 Fazlı Yükler İçin)

Enerji sistemlerinde en çok karşılaşılan sorunların başında gelir. Özellikle iş merkezleri gibi 1 fazlı yüklerin çok olduğu yerlerde faz akımları eşit dağıtılamadığı için nötr üzerinden fazla akım akmasına, dolayısı ile nötr üzerinde gerilim oluşmasına ve fazla yüklü faz geriliminin diğer fazlara oranla düşmesine sebep olur. Eğer faz gerilimleri arasında bir dengesizlik olur ise bu durumda 3 fazlı yüklerde sorunlar yaşanabilir. Bunun en bilinen örneği 3 fazlı motorların vurutulu çalışmasıdır.

Frekans Değişimi

Frekans değişimi de en bilinen sorunlardan biridir. Frekans değişimi genellikle şebekeden değil, yardımcı kaynak olan jeneratör-UPS'lerin çıkışında yaşanan bir olaydır. Aşırı yüklenen jeneratörler yükü kaldıramadıklarında motor devri ile birlikte alternatör çıkışında frekansın düşmesine de sebep olurlar. Düşük veya yüksek frekans ile beslenen yükler için arıza kaçınılmazdır.

KAYNAK. <https://www.voltimum.com.tr/haberler/enerji-kalitesi-nedir>