

Üçüncü Harmoniğin Getirdiği Problemler

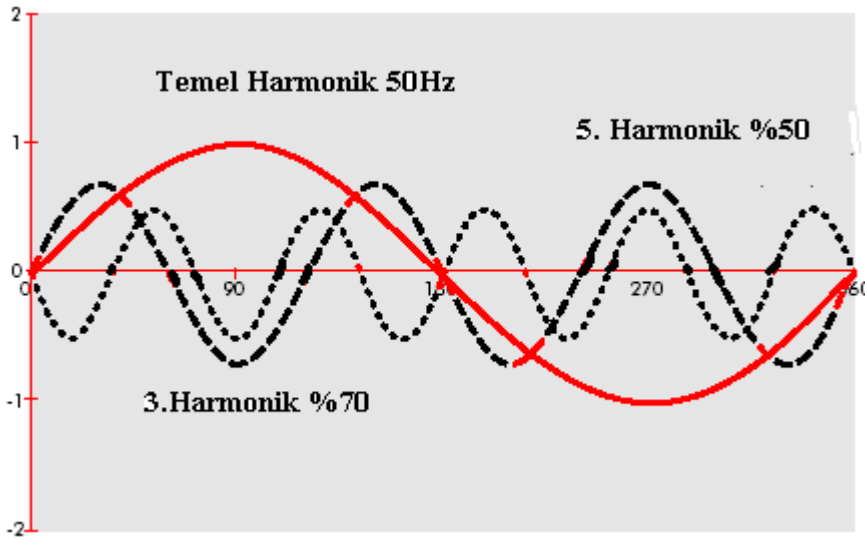
Harmonik Nedir?

Elektrikli cihazlar ve motorlar tarafından kullanılmayan, yararlı enerjiye dönüştürülemeyen ve tesislere büyük ölçüde zararları olan, şebeke frekanslarının katları(3,5,7,...) şeklinde oluşan periyodik salınımlardır.

Elektrik cihazlarının hemen hemen hepsi saf sinüs eğrili alternatif akım gerilim değerlerine göre dizayn ve imal edilirler. Ancak kullanılan şebekede saf sinüs eğrisine nadiren rastlanır. Harmonik frekanslar sinüs eğrisi üzerinde distorsiyonlar meydana getirerek elektrik ekipmanları üzerinde interferanslara sebep olurlar.

Harmonikler şebekeye bağlı lineer olmayan yükler tarafından üretilirler. Deşarj lambaları , yarı iletken elemanlar ve bilgisayarların yükleri değişik büyüklüklerde harmonik akım ve gerilim üretirler.

Şebekede en fazla etkisi görülen harmonikler 150 Hz frekanslı üçüncü harmonik, 250 Hz frekanslı beşinci harmonik ve 350 Hz frekanslı yedinci harmoniktir. Genellikle bir fazlı yükler üçüncü harmoniği ve üç fazlı yüklerde diğer harmonikleri üretirler.



Üçüncü Harmoniğin Üretilmesi

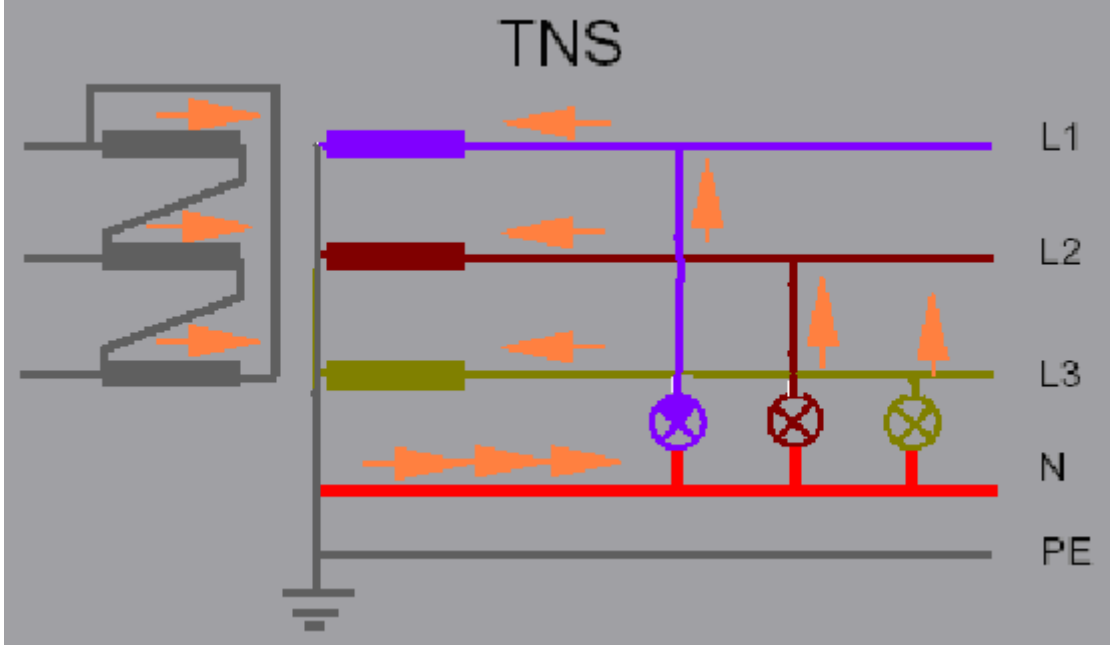
Deşarj lambalarının ve bilgisayarlarlar gibi lineer olmayan yüklerin şebekede kullanımlarının artması üçüncü harmoniğin bu yükler tarafından üretilmesi sebebiyle şebekede ve diğer ekipmanlar da problemler meydana getirir.

Üçüncü harmonik nötr iletkeni üzerinde faz iletkeni üzerindeki akımdan daha fazla değerinde akım üretir. Floresan , civa buharlı ,sodyum buharlı ,metal halide lambalar gibi deşarj lambaları üçüncü harmonik üretirler. Bir deşarj lambası şebekede 1A/kW değerinde 150 Hz frekansa haiz üçüncü harmonik akımı üretir.

Üçüncü Harmonikler Büyük Değerlerde Nötr Akımları Üretirler

Üç fazında eşit olarak yüklendiği simetrik şebekelerde nötr iletkeni üzerinde herhangi bir akım yoktur. Ancak eğer şebekede üçüncü harmonik varsa nötr iletkenler üzerinde akımlar görülür.

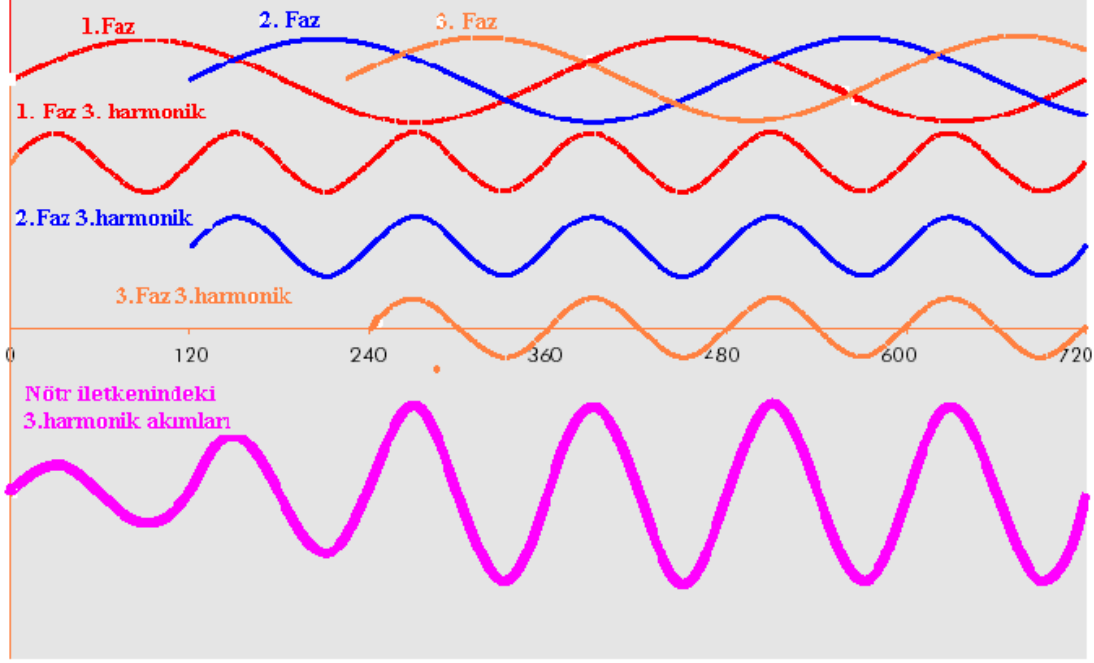
Deşarj lambalı sistemde , faz iletkenindeki harmonik miktarı faz akımlarının değerinin %30 değerine ulaşır. Böylece nötr iletkeninin yüklenmesi faz akımlarının $3 \times \%30 = 0.9$ u değerine ulaşır.



Şekil 1. 3. harmonik akımlarının nötr iletkeninde üretilmesi

Tecrübeler göstermiştir ki İş hanları , bankalar , ticari binalarda flüoresant lambaların bilgisayarların ve bilgisayarlara bağlı kesintisiz güç kaynaklarının artmasıyla nötr iletkenlerde görülen 3. Harmonik akımları herbir faz iletkeninden akan akım değerlerinin %150 ila %210 katına ulaşmıştır.

Faz akımlarının 120^0 faz farkından dolayı nötr iletkenindeki vektörel toplamı birbirini ifna ederken , faz iletkenlerindeki 3. harmonik akımları aralarında faz farkı olmadığından nötr iletkeni üzerinde birbirlerine ilave olarak yüksek değerlere ulaşırlar.



Şekil 2. 3.harmonik akımları

Nötr iletkeni 16mm^2 bakır ve 25mm^2 alimnyum kesitten sonra faz iletkeninin kesitinin yarı değerinde boyutlandırıldığı tesislerde nötr iletkeninin aşırı yüklenmesi durumu ortaya çıkar.Bu durum ortaya nötr iletkeni sigorta veye herhangi bir aşırı akım açıcısıyla korunmadığından yangın tehlikesi ortaya çıkarır.

Amerikan CBEMA (Computer-Business Equipment Manufacture Association) kuruluşu üçüncü harmonik tarafından ortaya çıkan yangın riskinden dolayı nötr iletkeninin kesitinin faz iletkeninin kesitinin 1.73 katı olması gerektiğini tavsiye etmiştir.

Uluslararası EMC direktiflerine uygun olarak yapılan yeni düzenlemelerde nötr iletkenin boyutlandırılmasında mutlaka üçüncü harmoniğin meydana getirdiği akımlar hesaba katılacaktır.Nötr iletkeninin kesiti bir fazlı sistemlerde kesit değerine bakılmaksızın ve üç fazlı sistemlerde faz iletkeni 16mm^2 bakır , 25mm^2 alimnyum kesite kadar faz iletkeni ile aynı kesitte olacaktır.

Üç fazlı 16mm^2 bakır , 25mm^2 alimnyum kesitten daha büyük faz iletkenine haiz sistemlerde aşağıdaki şartların hepsinin gerçekleşmesi durumunda nötr iletkeni faz iletkeninin kesitinden daha düşük değerde olabilir.

- En yüksek(harmoniğide ihtiva eden) normal kullanım esnasında nötr iletkeninde görülebilecek akım nötr iletkeninin akım taşıma kapasitesinden daha büyük olmayacak (Normal kullanımdan yükün fazlar arasında eşit bölünmesi kast edilmiştir)
- Nötr iletkeni şartnamelere uygun olarak aşırı akıma karşı korunmuş olacaktır
- Nötr iletkeninin kesiti en az 16mm^2 bakır ve 25mm^2 alimnyum olacaktır.

Tesisin planlama safhasında harmoniklerin üretilmesi ve miktarları önceden tahmin edilmesi mümkün olmadığından Nötr iletkenleri ya yüksek değerlerde boyutlandırılmalı ve nötr iletkeninin kesiti en az faz iletkeni kesitinde olmalıdır veya özellikle eski tesislerde harmonik üreten cihazların üreteceği harmonik miktarı nötr iletkenini zorlamayacak seviyede olmalıdır.

THF yani üçüncü harmonik filtresi kullanıldığında nötr iletkeninde üçüncü harmonik akımları meydana gelmesi engellenir ve üçüncü harmonik akımlarının engellenmesiyle nötr iletkeninin yüksek değerlerde boyutlandırılmasına gerek kalmaz.

Üçüncü Harmoniğin Etkileri

1. Şebekede

- Nötr iletkeninin aşırı ısınması ve yangın riskine sebep olması
- Güç kayıplarının artması
- Kuvvetli elektromagnetik alanlar
- Şebekeye enterferansların verilmesi

2. Elektrik tesislerinde harmoniklerin sebep olduğu enterferanslar

- Güç kayıplarının artması
- Rezonans riski
- Üçüncü harmonik akımının dönmesinden dolayı transformatorlarında sargılarında aşırı yüklenme
- Gürültü
- Sıcaklık yükselmesi

3. Kondansatörlerde

Kondansatörler özellikle harmoniklere karşı hassastır. Bu sebeple kondansatör bataryaları harmoniklere karşı mukavim olması için aşırı boyutlandırılır.

- Güç kayıplarının artması
- Rezonans riski
- İşletme ömrünün azalması

4. Kablolarda ve İletkenlerde

- Güç kayıplarının artması
- Nötr iletkeni üzerinde aşırı yüklenme (N ve PEN iletkeninde)
- Yangın riski

5. Bilgisayarlarda

- Yanlış çalışma riski .Harmonikler nedeni bilinmeyen enterferans etkilerine sebep olabilirler

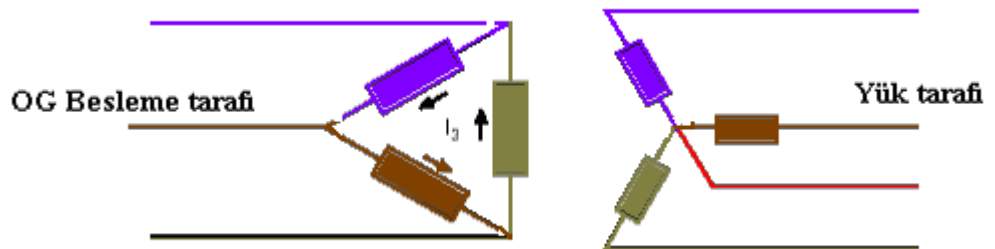
6. Diğer Enterferanslar

- Elektrik ekipmanlarının hatalı fonksiyonları
- Elektronik rölelerin hatalı fonksiyonları
- Toprak hata alarmlarının yanlış çalışması
- Cihazların uygun çalışmaması
- Kontrol cihazlarının hatalı fonksiyonları
- Kuvvetli elektromagnetik alanlar
- 4-hatlı sistemlerde potansiyel farkları. 3. Harmonik tarafından meydana getirilen 150 Hz hata akımlarının PEN iletkende sebep olduğu potansiyel farklarıdır. Potansiyel farkları bilgisayarlarda yanlış çalışmalara sebep olur

Transformatorlar üzerine etkisi

Transformatorlar harmoniklerden iki şekilde etkilenebilir.

1. Foucault veya Eddy akımları; Normal olarak tam yüklü transformatorlarda nominal kayıpların %10 u kadardır ,ancak harmonik miktarların karesi kadar bu kayıplar artar. Pratikte bilgisayar sistemlerini besleyen tam yüklü transformatorlarda ; toplam transformator kayıpları aynı eşdeğer lineer yüktekinin iki katı olur. Bunun sonucunda yüksek işletme sıcaklıkları ve transformator ömründe azalma meydana gelir. Öngörülen şartlar altında transformatorun 40 yıl olan işletme ömrü 40 güne düşebilir. Bu durum tam yüke göre dizayn edilmiş ve yüksek diversite faktörü kullanılmış transformatorlar içindir. Transformatorun gücü kullanım gücünün %30-40 fazlası için seçilen tesislerde aşırı ısınma gözlenmeyebilir. Ancak 3.harmanik akımlarının büyüklüğü ve etkisi yeni yapılacak tesislerde göz önüne alınmalıdır.
2. Nötr deki 3.harmonik akımları. Fazlarda olan bu durum transformatorun primer delta sargısına yansıdığına nötrdeki harmonik akımları dolaşır. 3.harmonik akımları sargılarda absorbe edilerek bu akımların orta gerilim şebekesine geçmesi önlenir. Ancak 3. harmonikten başka harmonik akımları orta gerilim şebekesine geçer.



Şekil 3. 3. harmonik akımlarının transformatorun üçgen sargılarında absorbe edilmesi

Devre koruma elemanları ve Kesicilerde yanlış Açtırma

Rezidüel akım cihaz faz akımları ile nötrden geçen akımların vektörel toplamına göre çalışır. Eğer Toplam nominal açtırma eşik değerinden fazla ise yükü besleyen güç kesilir.

Yanlış açtırma harmonik olan sistemde iki sebepten dolayı meydana gelir.

1. Elektromekanik yapıya sahip olan Rezidüel akım cihazı içinden geçen akımların vektörel toplamı yüksek harmoniğe sahip akımlardan dolayı toplamı sıfır olmayabilir ve sonuçta yanlış açma meydana gelir.
2. Harmonik üreten ekipmanlar açtırma parazitleri meydana getirebilir. Bu cihazlar mutlaka filtre edilmeli ve parazit akımlarının en fazla 3.5 mA olmasına müsaade edilmelidir.

Anahtarlı otomatik sigortalarda yanlış açtırma sık sık meydana gelir. Zira devreden akan akım hesaplanan veya basit ölçü cihazları ile ölçülen akımdan daha fazladır. Malesef taşınabilir birçok ölçü cihazı efektif akım değerlerini dahi doğru ölçemez.

Ülkemizde işletmelerde genellikle iş yerlerinde otomatik sigortanın neden attığı araştırılmadan, harmoniklerin varlığı düşünülmeden, daha önemlisi kablonun yüklenebilirliği ve yüklendiği akım tam olarak araştırılmadan sigortanın koruduğu kablonun ve cihazın akım taşıma kapasitesi göz önüne alınmadan sigorta akım değeri yükseltilerek enerji sürekliliğini sağlamak uğruna koruma zayıflatılmakta hatta iptal edilmekte ve TV ve gazetelerde dramatik elektrik kontağından çıkan yangın haberlerini izlemekteyiz.

Kompanzasyon Kondansatörleri Üzerinde Aşırı Zorlama

Kondansatörleri empedansları artan frekansla azalır, bu nedenle kondansatörler üzerinde yüksek değerlerde harmonik akımları geçer ve kondansatör aşırı ısınmaya maruz kalır.

Bundan daha ciddi tehlike kondansatörler besleme tarafındaki kaçak endüktanstan dolayı herhangi bir harmonik değeri yakınında rezonansa girebilir, sonuçta şebekede yüksek akım ve gerilim değerleri oluşabilir.

Ölçüde Yapılan Hatalar

Bir çok Ticari ve endüstriyel işletmeler sık sık olarak meydana gelen kesicilerin, otomatik sigortaların ve rezidüel akım koruma cihazlarının gereksiz açma ve açtırma yapmalarından muztarıdır. Genellikle bu açmalar rasgele ve nedeni anlaşılamaz şekilde gözlemlenmektedir. Tabiki bunların daima bir veya birçok sebebi vardır. Muhtemel sebeplerden birincisi bilgisayar ve diğer elektronik elemanların devreye girmesi esnasındaki darbe akımları, diğeri ise devreden akan akımın ölçü aletleriyle ölçülen akımdan çok yüksek olmasıdır.

Modern ve yüksek güce sahip tesislerde çok sıklıkla görülen bir durumdur. Sebep ise ölçü cihazının ne kadar doğru ve güvenilir olduğunun araştırılmamasıdır. Bu günlerde çoğunlukla kullanılan bir çok ölçü cihazı harmonikler tarafından distorsiyona uğratılmış akımları ve gerilimleri ölçmek için uygun değildir.

Günümüzde tesisat kontrollerinde kullanılan ölçü aletlerinin hemen hemen hepsi saf sinüs dalga formuna göre dizayn edilmiş aletler olup , aynı zamanda elektrik tesislerinin dizaynı yapılırken sistemin saf sinus dalgasına ait akım ve gerilim kullanıldığı kabul edilmekte ve herhangi bir harmonik etkisi göz önüne alınmamaktadır.

Uygulamada ise gerekli hassasiyette ve gerçekte uygulanan dalga şekline göre dizayn ve imal edilmemiş ölçü aletleriyle test yapıldığından gerçek tesbit edilememekte çare olarak kesici değerleri ve koruma elemanlarının açtırma değerleri yükseltilmektedir.

Bundan dolayıdırki güç sistemleride performans analizi yapılırken ve hata araştırılırken distorsiyona uğramış dalga şekline haiz akım ve gerilimleri ölçebilecek şekilde imal ve kalibre edilmiş ölçü cihazları kullanılmalıdır.

Distorsiyona uğramış dalga şekline göre imal edilmiş ölçü cihazları Doğru efektif değer ölçen(True RMS meter), Saf sinus dalgasına göre imal edilmiş ölçü cihazlarına ise ortalama efektif ölçen(Average RMS meter) denilmektedir. Mesela tek dalga doğrultucunun bağlandığı devrede ortalama RMS ölçü cihazında okunan akım değerini doğru RMS cihazındakine göre %40 daha az değerde okur.

Doğru RMS cihazları geçtiğimiz 30 sene boyunca imal edilmektedir. Ancak bu cihazlar özel ve pahalı cihazlardır. Elektronikte yapılan gelişmeler sonucu bu tür cihazların elle taşınabilir şekilde imal edilmesini mümkün kılmıştır. Malesef cihazın pahalı olması sebebiyle bazı firmaların üst seviye elemanlarında araştırma amacıyla bulunmaktadır.

Sonuç olarak diyebilirizki yukarda açıklanan sebeplerden dolayı gereksiz açma yapılan bir devrenin akımın %40 fazlasının devreden geçtiğini kabul ederek gerekli tedbirleri almak uygun bir yaklaşım olacaktır.

Üçüncü Harmonik İçin Alınması Gereken Tedbirler

1. Yeni Yapılacak tesisler

3.harmonik üretebilecek cihazların adedi belirlenerek bunların meydana getireceği devreden geçen toplam harmonik akımların miktarları belirlenerek tesisin boyutlandırılması yapılır.

Sistemde UPS (kesintisiz güç kaynağı) kullanılacaksa bunun 3 fazlı olması ve giriş transformatörlerinin primer sargılarının üçken bağlı olması şart koşulmalıdır.

Nötr iletkeni enaz faz iletkeni kesitinde olmalıdır.

Hesaplar sonucu nötr iletkeninin kesiti faz iletkeninin kesitinden daha büyük seçilmesi gerektiği durumlarda maliyet karşılaştırılması yapılarak eğer kullanımı genel tesis maliyeti açısından uygun ise dağıtım panolarına THF (Üçüncü harmonik filtresi) koyarak nötr iletkeni 16 mm² nin üzerindeki kesitlerde Faz iletkeninin yarı kesitinde seçilebilir.

Özellikle ticarethane ve iş merkezlerinde bilgi sayar kullanımının hızla artacağı göz önüne alarak nötr iletkeninin korunması düşünülmelidir.

2. Eski Tesisler

Bu tesislerin hemen hemen hepsinde nötr iletkeni faz iletkeninin yarı kesitinde seçilip tesis edildiğinden bunları değiştirmek çok zor ve pahalı olmasının yanında sistemde daha büyük hataların meydana gelmesine yol açar.

3.harmoniğin sakıncalarını ortadan kaldırmak için tesiste 3. harmonik üretmeyen ,harmonik bastırıcı sistemlere haiz elektronik cihazların kullanılmasına izin vermek ve ayrıca dağıtım panolarındaki ana nötr hattına THF yerleştirmektir.

3.Harmonik Filtresinin Yerleştirilmesi (THF)

Şebekelerde uygun yerlere 3. harmonik filtreleri yerleştirilerek etkileri ortadan kaldırılır.Aynı zamanda nötr iletkenindeki 3. harmonik akımları %95 oranında azaltılır ve bu sebeble nötr iletkeninin aşırı boyutlandırılmasına gerek kalmaz.

Ülkemizde özel sistemler hariç Alçak gerilim şebekelerinde TN-S VE TN-C-S sistemler uygulanmaktadır.

Bu sistemler için harf kodlarının anlamı:

T : Dağıtım sisteminin topraklama şeklini açıklar, ve sistemin bir noktadan topraklandığını ifade eder. 3-Fazlı sistemlerde transformatorun yıldız noktasının topraklı olduğunu belirtir.

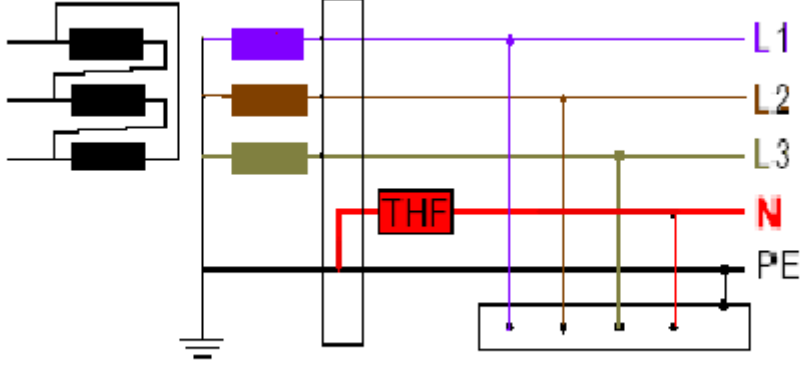
N : İzolasyon hatası durumunda gerilim altında kalabilecek ve insanlar tarafından temas edilebilecek şebeke bölümlerinin ve cihaz gövdelerinin bir iletken vasıtasıyla dağıtım sisteminin topraklanma noktasına bağlandığını ifade eder.

S : Nötr iletkeni ile topraklama iletkeninin ayrı çekildiğini belirtir.

C : Sistemde nötr iletkeni ile ekipman topraklama iletkeninin PEN iletkeni şeklinde birleştirildiğini açıklar.

TN-S Sistem

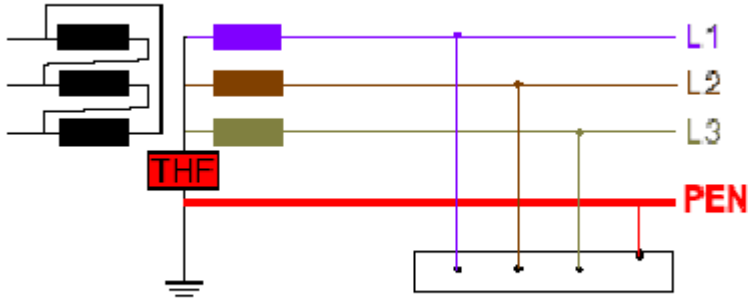
Sistemin tamamında nötr iletkeni ile topraklama yani koruma iletkeni ayrıdır . Bu sistemler OG/AG transformatoru üzerinden beslenen , AG şehir şebekesinden ayrı Fabrikalar ,işhanları, iş merkezlerinde uygulanan 5-iletkenli sistemlerdir.



Şekil 4. TN-S sisteme THF yerleştirilmesi

TN-C Sistem

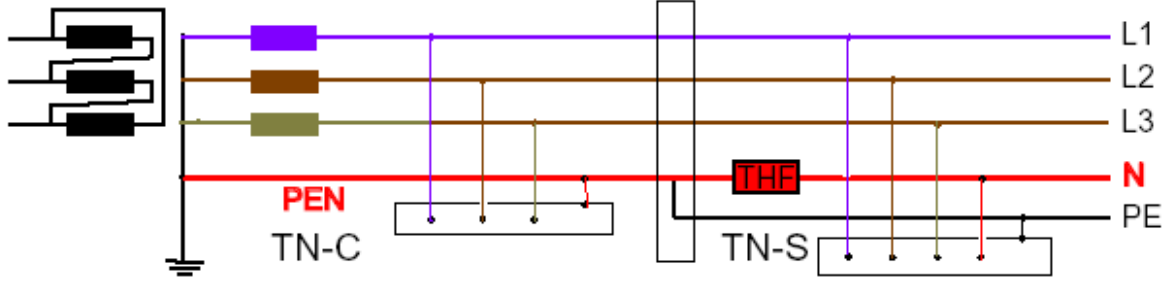
4-iletkenli sistem olup ülkemizde şehir kasaba ve köy alçak gerilim şebekeleri bu yapıdadır. Sistemde nötr iletkeni N ile toprak iletkeni PE , PEN iletkeni şeklinde birlikte kullanılmaktadır. 3-harmonik filtresi transformatorun yıldız noktasına yerleştirilir.



Şekil 5. TN-C sisteme THF yerleştirilmesi

TN-C-S

Ülkemizde sıklıkla AG şehir şebekesinden beslenen apartman ve diğer büyük yapılarda kullanılır. Binanın ana giriş panosundan sonra bina içine döşenen PE iletkeni şehir şebekesinden gelen N veya PEN iletkeni ile köprülenir.



Şekil 6. TN-C-S sisteme THF yerleştirilmesi

Burada dikkat edilmesi gereken husus şebekenin filtreden sonra topraklanmamasıdır. Filtreden sonra topraklanırsa 3. harmonik akımları topraktan devresini tamamlayacağından THF nin etkisi ortadan kalkar.

Turgut Odabaşı

