

13. HAFTA: Koruma Röleleri ve Topraklama

KORUMA RÖLELERİ

Elektrik enerji sistemlerinde koruma, direkt ya da endirekt olarak sisteme müdahale eden koruma elemanları ile gerçekleştirilir. Bu elemanların sigorta gibi basit yapıda olanları mevcut olduğu gibi, şalter vb. tarz yapıda karmaşık olanları da mevcuttur. Basit olanları (özel adı dışında) koruma elemanı olarak adlandırılırken, karmaşık yapıda olanları «*röle*» olarak adlandırılır ve «*koruma röleleri*» olarak anılır. Elektrik enerjisi iletim ve dağıtım sistemlerinde, oluşan hatalarda devreye girerek, şebekeyi, alıcı yükleri ve canlıları koruyan, koruma elemanlarından daha kompozit yapıdaki sistemlere «*koruma röleleri*» denir.

Koruma röleleri:

- Benzer hatalarda aynı tepkiyi verecek şekilde güvenilir olmalıdır,
- Hatayı algılama ve karar vermede mümkün olduğunca hızlı olmalıdır,
- Seçici olarak, kendi sadece kendi sorumluluğundaki hatalarda devreye girmelidir,
- Açma ve kapama işlemleri sırasında, yangına sebep olabilecek ark oluşturmamalıdır.

Primer ve Sekonder Koruma

Koruma röleleri korunan elektrik enerjisi iletim ve dağıtım sistemlerine, ya doğrudan doğruya (primer röle) veya endirekt olarak bir akım trafosu, gerilim trafosu v.b. ekipman yardımıyla (sekonder röle) bağlanırlar.

Koruma elemanları, elektrik enerjisi iletim ve dağıtımında primer olarak görev yaparken, koruma röleleri primer ya da sekonder olarak görev yapabilir. Alçak gerilimli ve düşük akımlı elektrik enerjisi sistemlerinde primer röle kullanılabilirken, yüksek gerilimli ve büyük güçlü devrelerde elektrik enerjisi sistemlerinde sekonder röle kullanılması zorunludur. Bu zorunluluk, arıza veya arızasızlık durumlarında koruma sistemi üzerinden açma ya da kapama işlemi gerçekleştirilirken ark, elektriksel deşarjlar, çarpılma gibi daha büyük sayılabilecek elektriksel hataların önlenmesinden kaynaklandığı gibi, açma kapama elemanlarının devasa büyüklükte olmasından da kaynaklanmaktadır.

Primer koruma sisteminde, hata akımı ya da gerilimi direkt olarak koruma elemanını etkiler ve elektrik enerji sisteminde aynı eleman üzerinde açma gerçekleştirir. (Örnek: Eriyen telli sigorta, termik manyetik şalter, vb.) Sekonder korum sisteminde ise korunan sistemden alınan veri değerlendirilerek açıcı devre elemanına açma bilgisi gönderilir. (Kontaktörlerin, otomatik ana şalterlerin, disjonktörler veyadiğer adıyla kesicilerin açması gibi.)

Röleler, yaptıkları göreve ve korudukları cihazlara göre de sınıflandırılabilir. Korudukları cihaza göre;

- Alternatör koruma röleleri,
 - Bara korumu röleleri,
 - Trafo koruma röleleri,
 - Şebeke koruma röleleri vb.
- gibi sınıflandırılabilirler.

Yaptıkları göreve göre ise;

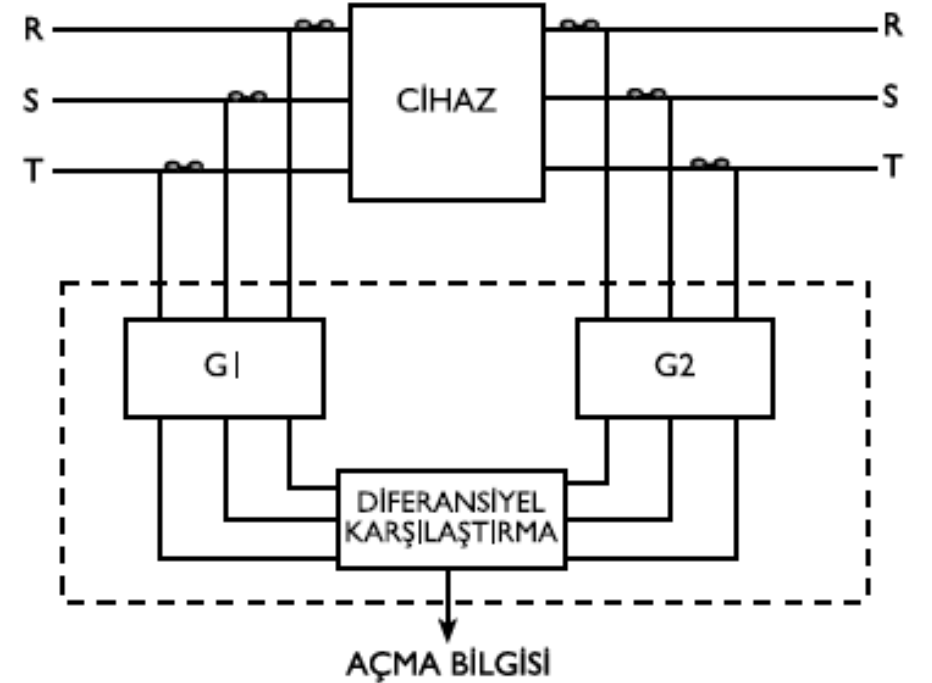
- Aşırı akım rölesi,
- Hatalı gerilim rölesi,
- Kısa devre rölesi,
- Stator-gövde koruma rölesi,
- Toprak kısa devre rölesi,
- Faz kısa devre rölesi,
- Güç rölesi vb.

biçiminde gruplandırılabilirler. Röleler çalışma prensiplerine göre de aşırı akım zaman röleleri, diferansiyel röle, mesafe rölesi, empedans rölesi vb. gibi sınıflandırılabilir.

Diferansiyel Koruma Sistemleri

Koruma sistemleri için ele alınacak prensip şema şekil 7.15’de görülmektedir. İdeal olan arızasız durumda korunması üstlenilen bir ortama giren ve çıkan akımların diferansiyel karşılıklarının eşit olduğu kabul edilmektedir. Bu ortama giren ve çıkan akımların, birbirleri ile aynı çıkış karakteristiğine sahip olmaları G1 ve G2 dönüştürücülerinde sağlanmaktadır. Akım transformatörlerinin primerlerinden hat akımları geçmektedir.

Arızasızlık durumu olan ideal durumda, bu akım transformatörlerinin primer akımları farklı olsa bile, G1 ve G2 dönüştürücülerinde ile oluşturulan sekonder çalışma şartları dengelenmiş durumdadır. Diferansiyel röle, bu akım transformatörlerinin aralarındaki bağlantıya şönt olarak bağlanmıştır. İdeal olarak kabul edilen arızasızlık durumunda veya dengeli çalışma şartları için röle çalışmamaktadır.



Şekil 7.15: Diferansiyel koruma prensip şeması.

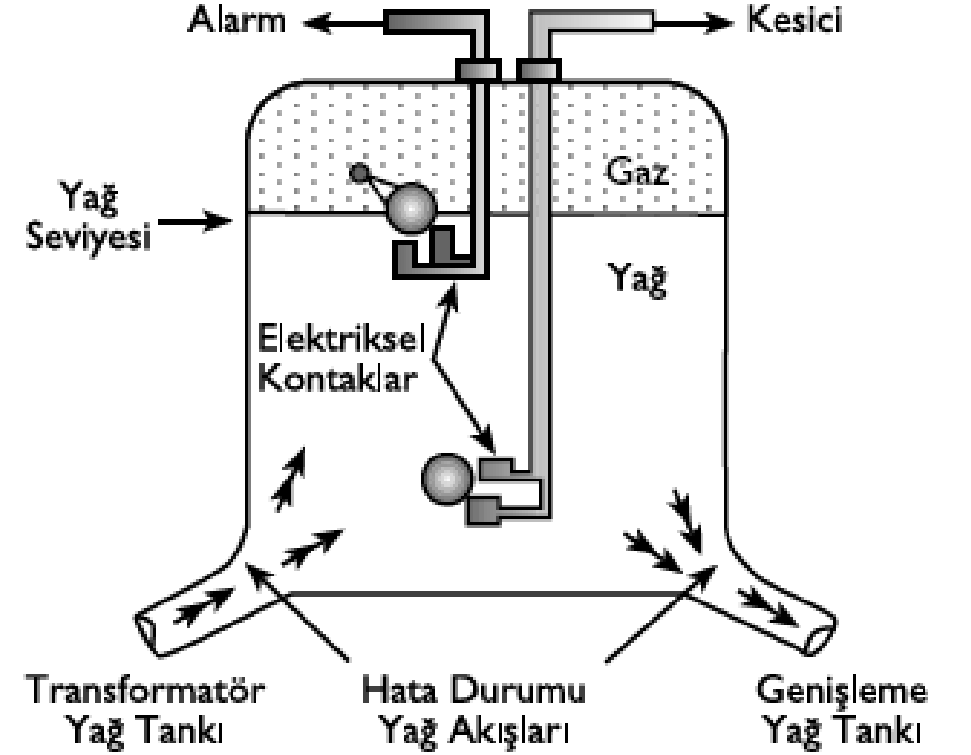
İdeal durumdan farklı olan her durum için röle uçlarında bir gerilim mevcut olacak ve bu gerilime bağlı olarak röle üzerinden bir akım geçecektir. Bu akım geçişinin asıl sebebi, AC akımlarının karşılıkları arasındaki dengesizliktir. Bu dengesizliğin sebeplerinden biri korunan sistemde herhangi bir yerde meydana gelen faz-toprak kısa devresi olabilir. Nötr hattı diferansiyel korumada etkin iken, koruma hattı etkin olmayıp kullanılmaz.

Diferansiyel koruma sistemleri alternatör korumasında, transformatör korumasında ve hat korumasında uygun değişiklikler ve ayarlamalar yapılarak kullanılabilir. Örneğin, şekil 7.15'te görülen diferansiyel koruma sistemi ile korunan ortamın sağ taraf çıkış bölgesinde toprak arızası bulunduğunu kabul edelim. Bu arıza durumunda sağ taraf akımları azalacağından diferansiyel denge durumu ortadan kalkacak, sol taraf akımları ise röleyi tetikleyecektir. Yani bu durumda sağ taraf pasif iken sol taraf aktif olacaktır.

Bucholz Rölesi

Bucholz rölesi, arıza durumunda, transformatör soğutma yağında biriken gaz ile çalışır. Önemli arızalarda 100 ms kadar hızda tepki verebilir. Arıza çok önemli değilse, biriken gaz miktarı az olacağından üst şamandırayı kapatacak ve sadece alarm devreye girecektir. Gaz miktarı fazla olduğunda ise, her iki şamandıra da kapanacağından hem alarm, hem de kesici devreye girecektir. Şekil 7.17'yi inceleyiniz.

Bucholz rölesinde biriken gazın rengi ise oluşan arızanın nedeni açısından önem taşır. Gazın renginin siyah veya gri renkli olması durumunda yağ veya plastik aksamın yandığını, beyaz olması durumunda kağıt izolasyonun yandığını, sarı renkli olması durumunda ahşap kısımların yandığını, renksiz olması durumunda ise yağın eksik, havanın fazla olduğunu belirtir. Eğer gaz yanıcı ise transformatörde iç arıza olduğu kesindir.



Şekil 7.17: Diferansiyel koruma ile bir transformatörün korunması.

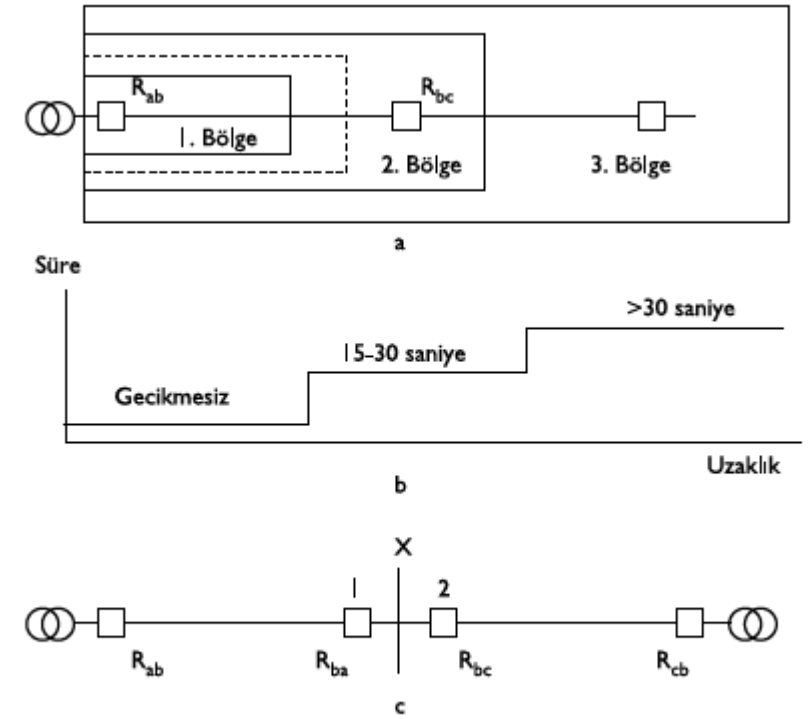
Mesafe Koruma R6lesi

Elektrik enerji iletim ve dağıtım sistemlerinde meydana gelen kısa devre hata akımları, enterkonnekte sistemde birçok b6lgeden beslenme nedeniyle aşırı yüksek değerlere çıkma eğilimindedir. Bu sebeple, kısa devre hatalarında arızalı bölgenin en kısa sürede sistemden çıkarılması gerekir. Bu yapılmaz ise, elektrik enerji sisteminde çok kısa zamanda, transformat6r ve alternat6r gibi elemanların arızalanmasına, hatta ve enterkonnekte sistemin tümünün enerjisiz kalmasına yol açabilir.

Arızalı hat parçasının belirlenerek en kısa sürede, servis dışı bırakılmasına yönelik uygulanan koruma sistemine *seçici koruma (selektif koruma)* adı verilir. Elektrik enerji iletim ve dağıtım sistemlerinde bu seçicilik, mesafe koruma röle sistemi ile sağlanmaktadır. Mesafe koruma röle sistemi tek bir yapıdan oluşmayıp, birçok elemanın uyumlu çalışmasını gerektiren bir sistemdir.

Mesafe koruma röleleri çalışma prensibi, hata verisinin alındığı noktadaki akım ve gerilim değerlerinin karşılaştırılması esasına dayanır. Bu karşılaştırmada, gerilim değerinin akım değerine oranı yani empedans esas alınır. Bu sebeple bu rölelere *empedans röleleri* de denir. Kısa devre arızasında gerilim değeri azalırken, akım değeri artacaktır. Yani, kısa devre empedansı, normal işletme koşullarındaki yük empedansından daha küçük olacaktır. Mesafe rölesinin ölçtüğü empedans değeri, hata noktası ile röle arasındaki mesafeye bağlıdır.

Mesafe koruma rölesine yakın noktalarda meydana gelen bir arıza durumunda, ölçtüğü empedans, rölenin ayarlandığı değerin altında olacağından başlatma zincirini çalıştırır. Başlatma zincirinin çalışması ile rölenin çalışması arasındaki aşamada; arıza akımının yönüne ve uzaklığına göre açma kumandasının oluşturulup oluşturulmayacağı, açma kumandası oluşturulacaksa hangi süre sonunda oluşturulacağına, mesafe röle sisteminde yapılan ölçmeler sonucu karar verilir. Bu şekilden de anlaşılacağı gibi, mesafe koruma rölesi, en çabuk açmayı kendisine en yakın olan 1. bölgede yapmaktadır. Böylece, mesafe koruma rölesi yardımıyla, açmada seçicilik sağlandığı gibi, hata diğer rölelerle giderilemediğinde açmanın sonradan yine sağlanması, koruma sisteminin güvenilirliğini arttırmaktadır. Şekil 7.18 a'da mesafe koruma rölesinin 1. bölgede tesisi, Şekil 7.18b'de açma süre diyagramı, Şekil 7.18c'de ise yönlü tip mesafe rölesi görülmektedir.



Şekil 7.18: a) Mesafe koruma rölesinin tesisi b) Açma süre diyagramı c) Yönlü tip mesafe rölesi

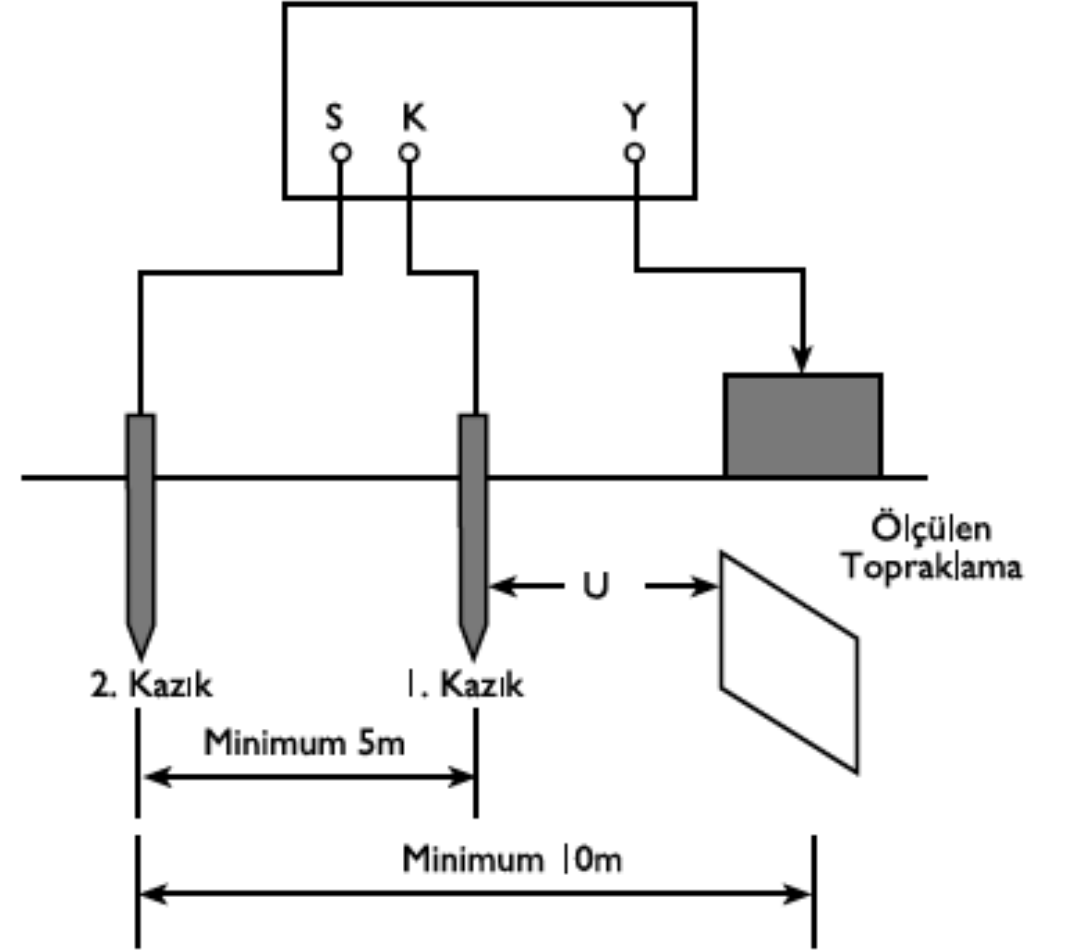
Mesafe koruma rölelerinin yönlü tiplerinde, röleye gelen hata bilgisinin, geldiği yön dikkate alınarak, elektronik veya manyetik olarak açma bilgisi üretilir ya da üretilmez. Bu sayede, mesafe rölelerinin açma bilgisini, hatanın geldiği yöne göre dikkate alıp almamaları sağlanır. Bu özellik, özellikle ring veya çift taraftan beslenen şebekelerde, özellikle hatanın olduğu tarafın enerjisiz kalmasını sağlayarak tüm sistemin enerjisiz kalmasını önler. Örneğin X noktasının sağında meydana gelen bir arıza için, Rbc ve Rcb röleleri açma yaparak, X noktasının solunda kalan bölgenin enerjisiz kalması engellenir.

TOPRAKLAMA

Elektrik enerji sistemlerinde, toprak potansiyelini topraklama iletkeni vasıtasıyla sisteme entegre etme işlemine *topraklama* denir. Topraklama:

- Koruma topraklaması.
- İşletme topraklaması
- Yıldırım topraklaması

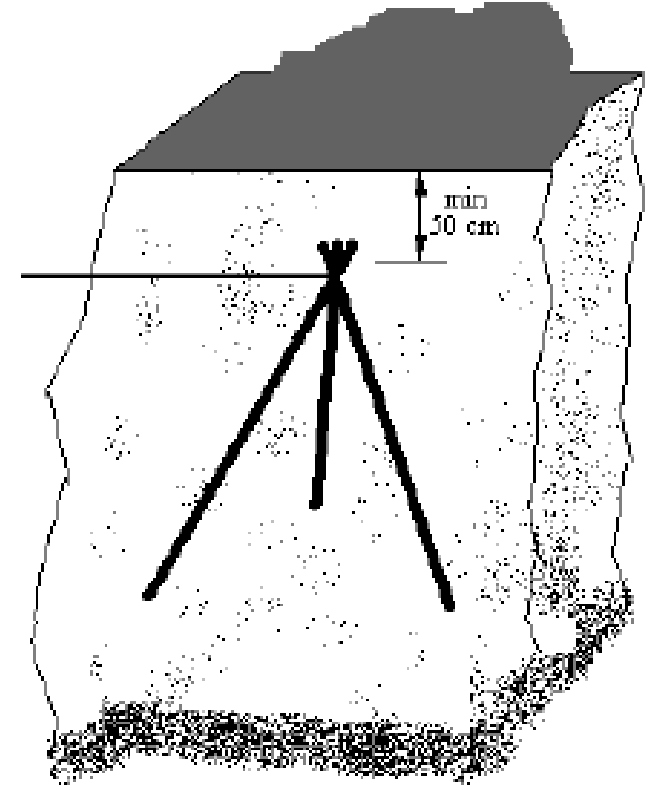
olarak 3 ana grupta incelenebilir. Topraklama türlerinin düşük direnç değerine sahip olmaları gerekir. Bu sebeple topraklama direnç değerlerinin, topraklama megeri ile ölçülerek kontrol edilmesi gerekir. Şekil 7.19'da topraklama megeri bağlantısı görülmektedir. Bu bağlantıda bağlantı uçları olarak, "S" sarı, "K" kırmızı, "Y" ise yeşil rengi temsil etmektedir.



Şekil 7.19: Topraklama megeri bağlantısı.

Koruma ve işletme topraklama direncini 1 ohm(Ω)'un altında tutmak ideal olmakla beraber çoğukez 2 Ω altı değerler uygun kabul edilmektedir. Yıldırım topraklamasında ise, uygun kabul edilme sınırı10 Ω değerine ulaşabilmektedir. Topraklamanın düşük direnç değerli olarak iyi bir şekilde yapılabilmesi için uygun toprak şartlarının mevcut olması gerekir. Kumlu, kayalık ve dağlık bölgelerde uygun toprakbulma sorunu mevcut olduğundan, topraklama için uygun bölge, istenilen noktadan uzak olabilmekte ve topraklama iletkeni uzun olmak zorunda kalmaktadır.

Topraklama iletkenlerinin direnci, toplam topraklama direnci içerisinde önemli bir direnç değeri oluşturmaz. Toprak içinde gömülü bulunan topraklama elektrotlarından, toprağa geçiş direnci asıl topraklama direncini oluşturur. Toprağa geçiş direncini az olması amacıyla, topraklama elektrotları, iletkenliği uygun toprak içerisine (tercihen biraz nemli olması uygundur) toprakla temas yüzeyini fazla tutacak şekilde derine gömülür. Yerküreye ait toprak iletim direnci yaklaşık 0 (sıfır) Ω kabul edildiğinden, dünyanın kendisi bir iletken görevi görür ve elektrik devrelerinin bir parçası gibi görev yapar. Şekil 7.20’de üçlü topraklama kazık bağlantısı görülmektedir. Bu çubuklar, minimum 1,5 m uzunluğunda ve 1,5cm çapında bakır ya da pirinç malzemedен olmalıdır. Topraklama çubuğunun en üst ucu toprak yüzeyinden minimum yarım metre aşağıda olmalıdır.



Şekil 7.20: Üçlü topraklama kazık bağlantısı.

Koruma Topraklaması

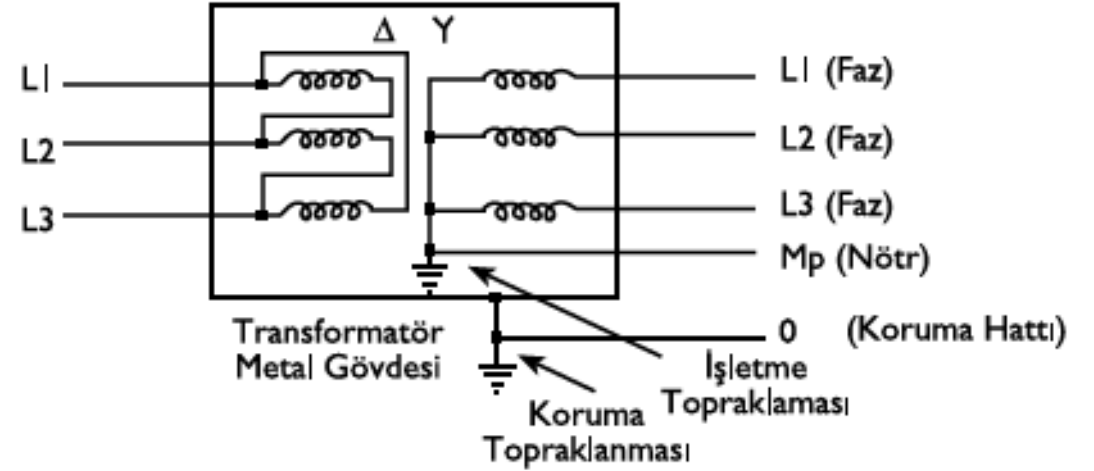
Normalde gerilim altında bulunmayan iletken yapıdaki kısımların, gerilim temasına karşı korunması amacıyla topraklama iletkeni ile toprağa bağlanmasına *koruma topraklaması* denir. Koruma topraklaması ile canlıların ve hassas cihazların elektrik akımının tahrip edici etkisinden korunması temel amaçtır. Koruma topraklamasına ait hatlara kesinlikle sigorta konulmayıp, bu hatlar diferansiyel veya kaçak akım rölesi içerisinde geçirilmemelidir.

İşletme Topraklaması

Elektrik tesislerinde akım taşıyan bir noktanın topraklanmasına *işletme topraklaması* denir. Üç fazlı sistemlerde yıldız noktasının orta ucundan yapılır. İşletme topraklamasındaki amaçlar,

- Faz-faz gerilimi dışında, özellikle konutlar için gerekli faz-nötr geriliminin elde edilmesi,
- 3. harmonik başta olmak üzere, harmonik etkilerinin azaltılması

olarak sıralanabilir. İşletme topraklamasından elde edilen nötr ucu diferansiyel veya kaçak akım rölesi içerisinden geçirilmelidir. İşletme topraklaması yapılmadığında mevcut olmayan faz ile toprak arası gerilim farkı işletme topraklaması yapıldığında oluşur. Şekil 7.21'de işletme ve koruma topraklamaları birlikte görülmektedir.



Şekil 7.21: İşletme ve koruma topraklamaları.

Sıfırlama

Sıfırlama, koruma hattının mevcut olmadığı bir elektrik enerji sisteminde, nötr hattının koruma hattı olarak da kullanılmasıdır. Riskli bir koruma yöntemi olup, zorunlu olmadıkça kullanılması önerilmez. İşletme çıkış noktasında, tekrar topraklanması, güvenilirliğini arttırmakla beraber, ekstra maliyet oluşturur.

Yıldırım Topraklaması

Yıldırım topraklaması, prensipte koruma topraklamasına benzemekle birlikte bir takım farklılıklar arz eder. Paratoner, Faraday kafesi ya da koruma hatlarına uygulanan yıldırım topraklamasında esas alınacak topraklama direnci 10Ω ve altı olmalıdır. Ayrıca kullanılan iniş iletkenleri aşırı ısınmaya dayanıklı malzemedен seçilmelidir.

KAYNAKLAR

[1] Doç. Dr. Süleyman Demir (ed.), *Elektrik Enerjisi İletimi ve Dağıtımı* (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, 2013)