

Topraklama Trafoları

Banu COŞKUNER

Teknik Proje Yöneticisi

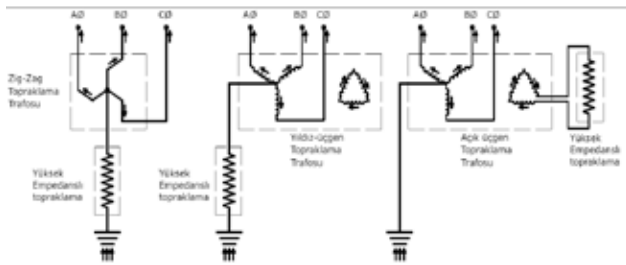
Siemens Enerji Yönetimi Enerji İletimi Bölümü



Topraklama Trafosunun Kullanım Amacı:

Sistem nötr bağlantısı özellikle eski sistemlerde bulunmamaktadır ve bu sistemleri yenilerken nötr bağlantısı eklemek istenildiğinde topraklama trafosu kullanmak uygun bir çözüm olmaktadır. Sistem nötr bağlantısı olmayan, üçgen veya yıldız noktası yalıtılmış sistemlerde arızanın hangi fiderden geldiğini tespit etmek de oldukça zordur. Faz-toprak arızasının olduğu bir sistemde eğer arıza temizlenmezse faz-faz arızaları meydana gelebilir ve ayrıca sistemde dolaşan arıza akımı sistemin izolasyonu üzerindeki stresi artırır. Aralıklı olarak oluşan arızalar ise sistemde geçici aşırı gerilimlerin oluşmasına sebep olabilir.

Yalıtılmış sistemleri topraklamak ve/veya bir nötr noktası elde etmek için topraklama trafosu kullanılır. Şekil-1'de de görüldüğü gibi en yaygın kullanılan topraklama trafosu tipleri zig-zag ve yıldız-üçgen bağlantılı olanlardır.

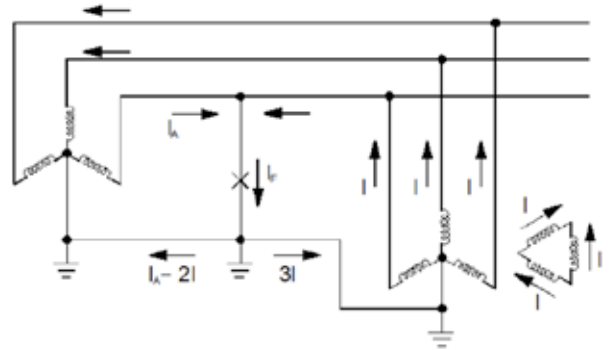


Şekil 1 Yalıtılmış şebekelerde nötr oluşturma

Dağıtım sistemlerinde kullanılan topraklama trafoları yıldız veya üçgen bağlı sistemlerde faz-toprak yolunda düşük empedans göstererek sistemin nötr geriliminin toprak gerilimi seviyesinde kalmasını sağlarlar ve sıfır bileşen akımı için kaynak oluştururlar.

Yalıtılmış sistemlerde ark hatalarından meydana gelen geçici aşırı gerilimler görülebilir. Sistem bu şekilde çalışmaya devam edecektir ancak arızasız fazlarda gerilim $\sqrt{3}$ katı kadar artacaktır ve bu gerilim de trafonun izolasyonu ve diğer ekipmanlarda %173 kadar bir zorlanmaya sebep olacaktır.

Şekil-2'deki devre şemasında topraklama trafosunun arıza akımını nasıl toprakladığı görülmektedir. Topraklama trafoları dağıtım şebekesinin tek toprak kaynağıdır ve dağıtım şebekesi devrede olduğu sürece sisteme bağlı kalmalıdır.



Şekil 2 Topraklama trafosu üzerinden topraklanmış sistemlerde arıza akımı geçişi

Topraklama trafoları genel olarak;

-Sistemin arıza akımının geçiş yolunda düşük empedans oluştururlar ve böylece sistemin nötr potansiyelinin toprak potansiyelinde ya da toprak potansiyeline çok yakın bir değerde kalmasını sağlarlar.

-Herhangi bir nedenle toprak ark arızası oluştuğunda

meydana gelen geçisi aşırı gerilimlerin büyüklüğünü sınırlarlar.

-Faz-toprak arızalarında arıza akımı için kaynak oluştururlar.

-Faz-nötr bağlantılı yüklerin bağlantısının yapılmasına izin verirler.

-Hata akımlarını ölçmek için ölçüm noktası oluştururlar.

-Bir topraklama trafosu aynı zamanda devre üzerindeki dengesiz yüklenme durumunda da görev yapar.

Topraklama Trafosunun Boyutlandırma Parametreleri:

1-Primer Gerilim:

Topraklama trafosunun bağlandığı sistemin gerilimidir.

2-Anma Gücü:

Topraklama trafoları sadece arıza durumunda kullanılan trafolar olduğu için sürekli devrede olan bir güç trafosuna göre maliyeti ve büyüklüğü daha düşüktür. Bu nedenle sürekli primer faz akımı ve kısa devre akım değerine göre boyutlandırılırlar. Sürekli primer faz akımı,trafonun çekirdeğinin mıknatıslanma akımını,kabloların kapasitif şarj akımlarını ve eğer varsa yük akımlarını içerir. Bu parametre arttıkça trafo daha büyük ve maliyetli olacaktır. Bu değer tipik olarak 5A ile 200A aralığında olmaktadır.

3-Sürekli Nötr akımı:

Topraklama trafolarının dizaynı için bir de sürekli nötr akım değeri olarak tanımlanan ve nötr üzerinden akması beklenen akım değeri vardır. Bu akım sistem dengede iken akmayan sıfır bileşen akımıdır. Bu akım değeri topraklama trafosunun termal kapasitesini hesaplamak için kullanılır. Topraklama trafosu üzerinden geçecek olan sürekli nötr akım değeri bilinmediğinde ANSI/IEEE Std.32 ye göre 10 saniye süreli kısa devre akımının %3'ü olarak kabul edilir.

4-Arıza akımı ve süresi:

Arıza süresi saniyelerle hatta çoğu durumda bir kaç peyriyot ile sınırlıdır. Topraklama trafoları sürekli taşıyacakları yüke göre dizayn edilip arıza akımlarını sistemin izin verdiği süre içinde kaldıracak şekilde dizayn edilmelidir. Bu nedenle trafonun dizayn kriterlerini belirlemek için sisteme ait toprak arıza akımının değeri ve süresi bilinmelidir. Bu değerler trafo sargılarındaki sıcaklık artışını hesaplamak ve trafoyu buna göre boyutlandırmak için kullanılacaktır. Örneğin 400A ve 10sn topraklama trafosu için tipik değerlerdir. Arıza akımının geçiş süresi topraklama trafosu boyutlandırması için kritik bir değerdir. Topraklama trafosunda oluşacak herhangi bir arıza durumu koruma sistemi tarafından tespit edilip sistemin ilgili kesicilerine açma gönderilir. Bu açma süresi arıza akımının geçiş süresinden (örn.10sn) daha az olmalıdır.Arıza durumunda arıza akımı topraklama trafosunun üç fazında da aynı anda oluştuğu için, toprakla-

ma trafosu arıza akımını sıfır bileşen olarak görür.Üç fazlı ve eşit empedanslı trafolarda arıza akımı bölünecek ve üç fazda da eşzamanlı olarak, faz başına hata akımının 1/3 değerinde olacak şekilde akacaktır.

5-Empedans:

Topraklama trafosu üzerinden akım geçtiği zaman trafonun oluşturduğu empedans üzerinde gerilim meydana gelir. Hata akımının büyüklüğüne bağlı olarak topraklama trafosunun empedans değeri çok büyük olursa hata sırasında oluşan gerilimler de çok büyük olacaktır.

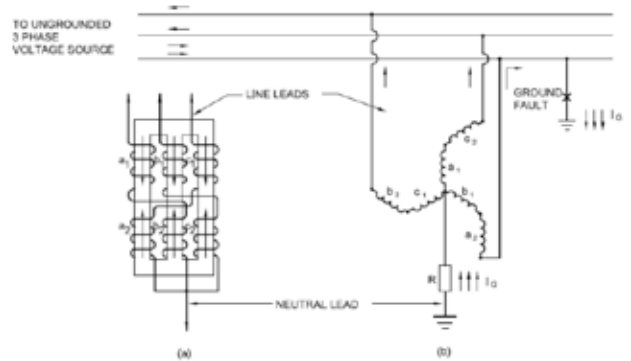
Topraklama trafosunun herhangi bir sebeple devreden çıkması durumunda ise, oluşabilecek faz-toprak arıza akımları yine yüksek gerilimlerin oluşmasına sebep olur ve bu gerilimler arıza olmayan fazlarda gerilim dengesizliğinin ve yüksek gerilimlerin görülmesine neden olur.

Topraklama trafosunun bir görevi de nötr gerilimini belli bir seviyede tutmak olduğu için topraklama trafosu empedans değeri de boyutlandırma için önemlidir. Bu değer arıza sırasında arıza olmayan fazlarda geçici aşırı gerilimlerin ortaya çıkmasını engelleyecek şekilde seçilmelidir.

6-Topraklama Trafosunun Bağlantı Tipleri:

Zig-Zag bağlantılı topraklama trafoları:

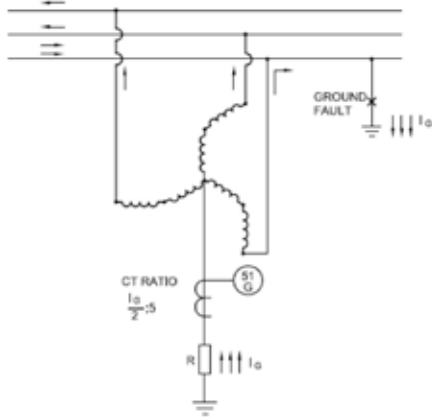
Topraklama trafosu olarak kullanılan zig-zag bağlantılı trafolarda genellikle sekonder sargı bulunmaz ve üç çekirdek üzerinde altı adet sargı barındırılırlar. Her çekirdek üzerindeki ilk sargı,bir sonraki çekirdek üzerindeki ikinci sargıya ters yönde bağlıdır ve tüm ikinci sargılar nötrü oluşturmak üzere birbirine bağlıdır. Her faz bir diğer faz ile bağlantılı olduğu için gerilimler sıfırlanır.



Şekil 3 Zig-zag bağlantılı topraklama trafosu

Trafonun empedans değeri, dengeli üç faz gerilime göre yüksektir bu sebeple,sistemde arıza olmadığında sargılardan sadece mıknatıslanma akımı kadar bir akım akar. Trafonun empedansı sıfır bileşen gerilimine göre ise düşüktür ve böylece yüksek değerdeki toprak arıza akımlarının geçmesine izin verir.

Trafonun nötr noktası ile toprak arasında bir empedans eklenerek yüksek ve düşük empedanslı topraklama sistemi sağlanabilir. Düşük empedanslı topraklama sisteminde nötr noktasına ilave edilen bir akım trafosu aşırı akım rölesine bağlanarak faz-toprak arıza (51G) akımı tespit edilebilir.



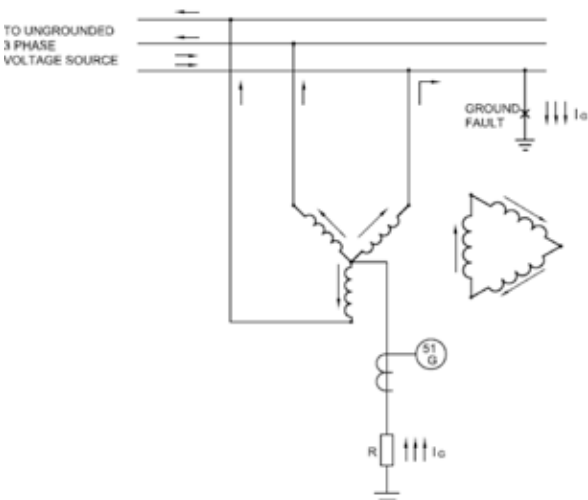
Şekil 4 Zig-zag bağlantılı topraklama trafosu üzerinden düşük empedanslı topraklama ve nötr aşırı akım röle bağlantısı

Zig-zag bağlantılı topraklama trafoları üç ve üçün katı harmoniklerin sınırlandırılmasını sağlar. Üçgen bağlantısı olmadan beş bacaklı yapı ile kullanılabilirler. Sekonder sargının kullanılmaması trafonun taban alanının küçülmesini sağlar ve bu da fiyat avantajı getirir.

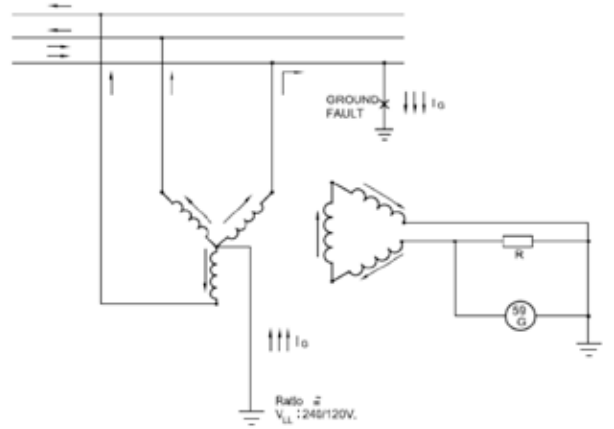
Yıldız-üçgen bağlantılı topraklama trafoları:

Yıldız-üçgen bağlantılı topraklama trafoları da direnç üzerinden sistemi topraklamak istenildiğinde kullanılabilir.

Üçgen bağlantı sıfır bileşen akımının geçişini sağlamak için kapalı olmalıdır. Primer sargının nötrü ile toprak arasında bir direnç bağlandığında ve bu direnç oluşabilecek arıza



Şekil 5 Yıldız-üçgen bağlantılı topraklama trafosu üzerinden düşük empedanslı topraklama ve nötr aşırı akım röle bağlantısı



Şekil 6 Yıldız-üçgen bağlantılı topraklama trafosu üzerinden yüksek dirençli topraklama ve açık üçgen sekonder sargı üzerinden aşırı gerilim koruma

akımlarını sınırlayacak değerde seçildiğinde direnç üzerinden topraklanmış sistem sağlanmış olur. Bu tür bağlantı yapıldığında yıldız sargının gerilim değeri faz-nötr sistem geriliminde yüksek olmaz. Primer sargının nötr noktası ile toprak arasında akım trafosu ilavesi yaparak aşırı akım rölesi üzerinde faz-toprak (51G) arıza tespiti de yapılabilir.

Yüksek direnç üzerinden topraklama yapmak için sekonder üçgen sargı primer toprak arıza akımlarını istenildiği düşük seviyeye getirebilecek değerde seçilen bir direnç üzerinden kapatılır. Bu tip bir uygulama için primer yıldız sargının gerilim değeri sistemin faz-faz geriliminden düşük olmamalıdır ve topraklama trafosu üç adet primer yıldız sargısı topraklanmış tek-faz trafodan oluşmalıdır.

Yıldız bağlı sekonder sargı kullanılması durumunda dört veya beş bacaklı olarak imal edilebilirler. Çok yönlü kullanım olanakları vardır; güç trafosu olarak da kullanılacağı zaman tercih edilirler.

KAYNAKLAR

- [1] IEEE Std.142TM-2007 Revision of IEEE Std 142-1991
- [2] IEEE Std.C62.92.4TM-2014 Revision of IEEE Std C62.92.4-1991
- [3] IEEE Std.C62.92.1-2000 Revision of IEEE Std C62.92.1-1987
- [4] Westinghouse Instruction Book (System Neutral Grounding and ground Fault Protection guide 1986 S: 5V8)