

YÜKSEK GERİLİM ŞALT SAHALARININ TOPRAKLAMA EMPEDANSLARININ SEL-VAZ YÖNTEMİ İLE ÖLÇÜLMESİ

Ali Çelik

Elektrik Yüksek Mühendisi

TEİAŞ 14. İletim Tesis ve İşletme Grup Müdürlüğü/Trabzon
alichelik29@gmail.com

1. Giriş

Yüksek gerilim tesislerinde açma-kapama olayları, yıldırım, elektrostatik deşarjlar, kısa devreler ve toprak temasları gibi nedenlerle meydana gelen darbe akımlarının direkt olarak toprağa akıtılması gerekmekte ve bu nedenle topraklama ağı tasarımının standartlara uygun olması istenmektedir. Yüksek Gerilim tesisi olan santral ve şalt sahalarının topraklama empedanslarının ölçülmesinde bugün geliştirilmiş özel yöntemler uygulanmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı SEL-VAZ yöntemidir.

SEL-VAZ (SElected-Voltage-Amper-Z, empedans) seçilmiş bir frekansta (50 Hz) Volt, Amper, Empedans (Z) ölçümüdür. SEL-VAZ yöntemi kullanılarak tasarlanan topraklama ağlarında, adım ve temas (dokunma) gerilimlerinin topraklama projesinde hesaplanan müsaade edilebilir maksimum adım ve temas gerilimlerinden küçük olması, topraklama direnç değerlerinin standartlarda öngörülen sınır değerlerin içinde kalması, topraklama ağı gömülme derinliğinin en uygun değerlerde olması ile mümkündür.

Yüksek Gerilim şalt sahası büyüklüğü ne olursa olsun toprakta dolaşan akımlarla birlikte, bu akımların toprakta oluşturduğu gerilim farkları da büyümektedir. Bu gerilim farklarının toprak megerine etkisi nedeniyle toprak megeri ile yapılan ölçümler doğru sonuçlar vermemektedir. Bu nedenle yüksek gerilim şalt sahalarında SEL-VAZ yöntemi ile ölçüm yapılması gerekmektedir.

Bu yöntemde kullanılan cihaz, ilave teçhizat ve bağlantı devresi aşağıda Şekil 1'de gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi istasyon toprağı ile akım elektrotu arasından 5-10 A arasında akım (kullanılan ana besleme trafosu vasıtasıyla) akıtılarak akım elektrotunun aksi istikametinde çit telinden (çit teli istasyon toprağına bağlanmamış ise) başlayarak belirli aralıklarla gerilim elektrodu vasıtasıyla gerilim ölçülmektedir. Ölçülen bu gerilim ve akımlarla istasyonun topraklama empedansı hesaplanmaktadır. Burada dikkat edilecek husus gerilim elektrodunun arka arkaya yaklaşık (%10 toleransla) üç değer okununcaya kadar aynı doğrultuda ve belirli aralıklarla kaydırılmasıdır.

Bu cihazın önemli özelliklerinden biriside cihaz içine yerleştirilmiş olan dengeleme devresi ile gerilim elektrodunda oluşturulan kaçak voltajların test akımı devreden akıtılmadan önce yok edilmesi veya minimuma indirilmesidir. Bu dengeleme devresi faz açısı değişebilen 15 Volta kadar gerilim üretebilmektedir. Hataları minimuma indirebilmek için ayrıca besleme trafosunun girişine polarite değiştirici anahtar konulmak suretiyle ölçmeler her iki polaritede yapılmakta ve ortalaması alınmaktadır.

2. Standart SEL-VAZ Yöntemi Ölçüm Kuralları

- Şalt sahasının tüm enerjisi kesilecektir. Şalt sahası giriş ve çıkış fiderleri hem trafo merkezinden hem de karşı taraftan açılır ve topraklanır. İç ihtiyaç trafosu açılır, ters-ten beslemeye karşı önlem alınarak müşteriler uyarılır ve hatları topraklanır. Tüm ayırıcılar emniyet tedbiri olarak açılır. Trafo merkezi yakınından direk geçen enerji iletim hatlarının koruma teli iletkenleri şalt sahasına irtibathal ise, bu iletim hatlarının enerjisi kesilir ve topraklanır. Eğer şalt sahasına 100 metreden daha yakın mesafede dağıtım hatları var ise tehlike arz edeceğinden söz konusu dağıtım hatları açılır ve topraklanır.

- Trafo merkezi toprağı ile akım elektrodu arasında en az 5 A, en fazla 10 A akım akıtılacaktır. İdeal test akımı 8-10 Amperdir.

- Akım elektrotlarının ters istikametinde gerilim elektrodu ile ölçüme başlanacak ve ters istikamette testlere devam edilecektir. Gerilim elektroduna potansiyel elektrodu da denmektedir.

- İlk ölçüme çit(fens) telinden başlanacaktır. Çit teli trafo merkezi toprağına bağlanmamış olacaktır.(yeni trafo merkezleri için)

- Akım elektrotları mutlaka 5a(şalt sahasının köşegen uzunluğunun 4-5 katı) uzaklığında şalt sahasının topraklama sisteminden uzağa yerleştirilecektir.

- Test elektrotları mutlaka 90 derecelik bir açıyla yere çakılacaktır.

- Akım elektrotlarının direnci küçük olacaktır.(Direnci düşürmek için 2-5 adet kazık elektrot çakılır ve kazıklar paralel bağlanır. Kazıklar arasındaki mesafe en az kazık boyu kadar olacaktır.)

- Devreden 10 A geçirmek amacıyla 720 volttan yukarı tehlikeli gerilim değerlerine çıkılmayacaktır.

- Canlıların ölçüm esnasında akım elektrotlarına yaklaşması önlenmektedir.

- Gerilim elektrodu direnç ölçümünü etkilemeyecek şekilde olacak ve mukavemet bakımından ise dayanıklı olacaktır.

- Akım ve gerilim elektrotları diğer topraklama alanlarının mutlaka en az 10 metre açığına yerleştirilecektir (yüksek gerilim direkleri de dahil).

- Ölçmeler en az 50 metre aralıklarla gerilim elektrodu yer değiştirmek suretiyle yapılacaktır.

- Gerilim elektrodunun derinliği en az 80 cm olacaktır.

- Trafo merkezinin etrafında çit teli tesis edilmemiş ise, ilk ölçme gerilim elektrodu çit telinin tesis edileceği yere çakılarak yapılacaktır. Trafo merkezine çit teli tesis edilmiş ancak trafo merkezi toprağı ile irtibathal değil ise, çit teli ilk gerilim elektrodu olarak kabul edilecektir.

- Ölçme işlemi arka arkaya %10 toleransla üç eşit değer alınmaya kadar devam edecektir.
- Akım ve gerilim elektrotlarının yeri, birbirine arasında en az 90 derece en fazla 180 derece olacak şekilde seçilecektir.
- SEL-VAZ bağlantısındaki trafo merkezi-toprak irtibatı mümkün olan en kısa kablolarla iki ayrı yerden bağlanacaktır.
- Maksimum gerilim verildiği halde sistem düzeneğinde akıtılan akım 5A'den düşük ise, akım elektrotuna ilave elektrotlar bağlanacaktır.
- Son gerilim elektrotunun bulunduğu yerde çit telinin topraklama direnci mutlaka ölçülecektir.
- Arka arkaya alınan üç değer birbirlerine %10 toleransla eşit olur ise (Genellikle 5a değerinin %62'si mesafesinde ölçülen değer alınmaktadır.) bu üç değerın ortalaması topraklama direncinin değeri olarak alınacaktır.

3. Test Elektrotlarının Yerleri

Test elektrotları (akım ve gerilim elektrotları) minimum 90 derecelik bir açı yapacak şekilde ve en uygun 180 dereceye yakın olarak yerleştirilmelidir. Akım elektrodu istasyon toprağından 500-2500 metre uzağına (istasyonun büyüklüğüne göre) yerleştirilmelidir. Akım elektrodunun direnci tehlikeli gerilim seviyesine çıkılmaksızın 10 A' i geçirecek kadar küçük olmalıdır. Bunun empedansı akım elektrodunu derine çakmak veya başka elektrotlar çakarak paralel bağlamak suretiyle düşürülebilir. Ayrıca akım elektrotlarının diplerine tuz ve su dökülerek de düşürülebilir. Eğer hala istenen akım akıtılabilmek için yüksekçe bir gerilime ihtiyaç duyulursa bu durumda çevredeki canlıların buraya yaklaşmasına engel

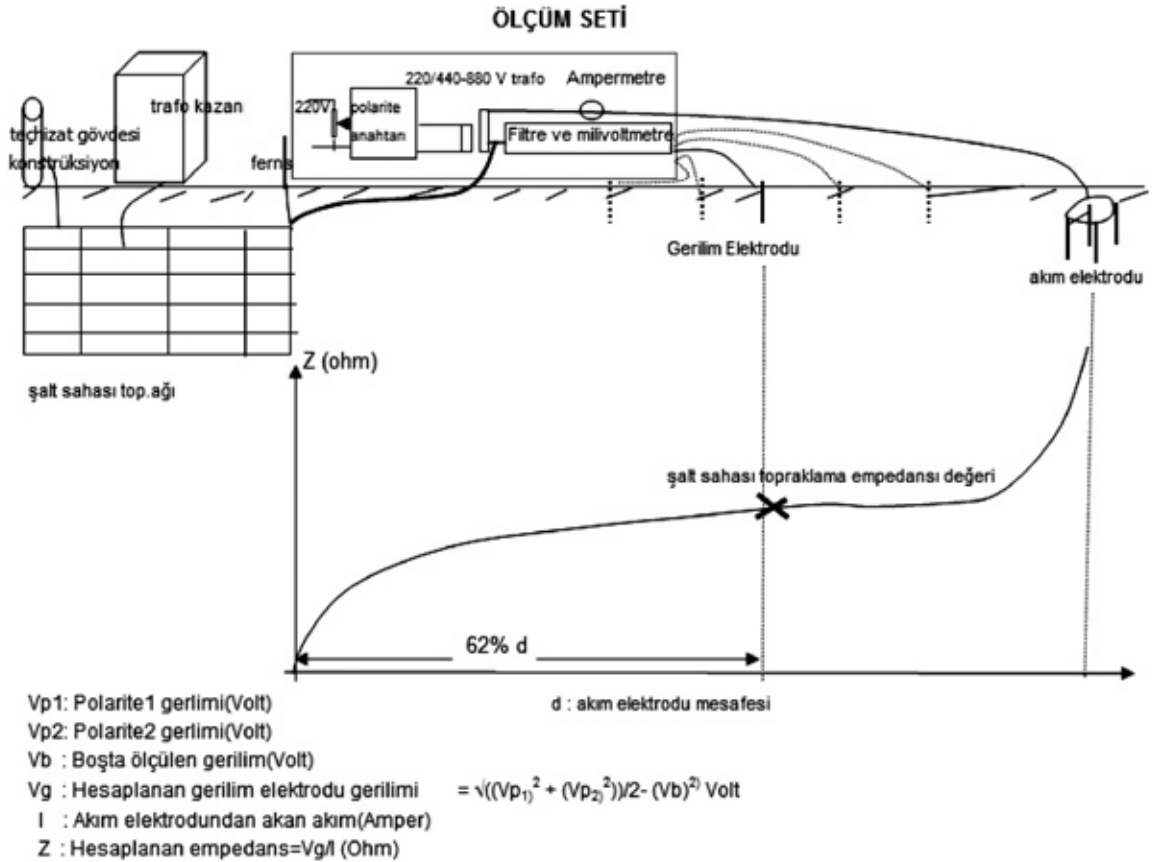
olmak için gerekli tedbirler alınmalıdır. Gerilim elektrodunun empedansı önemli değildir. Bununla beraber gerilim elektrodunun yerinin değiştirilmesinde gerekli okumaları yapmadan önce kaçak voltajları yok etmek gerekir. Akım elektrodu ve gerilim elektrodu diğer topraklama alanlarına yakın olmamalıdır. Böyle bir alan varsa onun en az 5-10 metre uzağına yerleştirilmelidir.

4. Ölçü Değerlerinin Alınması

Eğer çit teli (koruma teli) tesis edilmemiş ise ilk ölçme gerilim elektrodunu çit telinin tesis edileceği yere çakarak yapılmalı yok eğer tesis edilmiş ve istasyon toprağı ile irtibatlı değilse çit teli ilk gerilim elektrodu kabul edilmelidir. Diğer ölçmeler çit telinden itibaren 50 şer metre aralıklarla gerilim elektrodu çakılarak yapılmalıdır. Bu işleme arka arkaya üç değerın yaklaşık olarak (% 10 toleransla) birbirine eşit oluncaya kadar devam edilmelidir. Üçüncü ve sonuncu aynı değerden sonra bağlantılar çit telinin topraklama empedansını ölçecek şekilde değiştirilmelidir.

5. Test İşlemi

- Akım ve gerilim elektrotlarının yerini aralarında 90-180 derece açı olacak şekilde seçiniz. Çevrındaki diğer topraklama alanlarından en az 5 metre uzaklıkta olmasını sağlayınız. Küçük istasyonlar için akım elektrotunu 500 metre, büyük istasyonlar için 1000 metre ve daha fazla (2500 metre) uzağına çakınız. Eğer çit teli istasyon toprağı ile irtibatlı değilse gerilim elektrodunun ilk yeri çit teli yoksa 50 metre ötesindeki yer olmalıdır.
- Akım elektrodunu çakınız.



Şekil 1: SEL-VAZ Yöntemi Ölçüm Sistem Şeması

c) Besleme trafosunu şekildeki gibi bağlayınız. SEL-VAZ cihazının iki toprak yeri istasyon toprağına mümkün olduğu kadar en kısa kablolarla iki ayrı yerden bağlanmalıdır. Bunlar bir güç trafosunun toprağı olmalıdır. Akım elektrodunun empedansına göre besleme trafosunun gerilimi 5-10 A arasında akım akıtılabilecek gerilim kademesine getirilmeli. Eğer akım 5 A den küçük ise (maksimum gerilim kademesinde bile) akım elektrodu ilave elektrotlarla veya kimyasal metotla beslenmelidir. Bu akım için ayrı bir ampermetre cihaz üzerine yerleştirilmiştir.

d) Test akımını kesiniz.

e) Gerilim elektrodunu çakınız ve bir iletkenle SEL-VAZ cihazına bağlayınız. Gerilim elektrodunu çakınız ve bir iletkenle istasyon toprağı ile gerilim elektrodu arasındaki gerilimi boşta ölçünüz (Vk kaçak voltajı). Bu gerilim toprakta dolaşan akımların oluşturduğu gerilimdir.

f) SEL-VAZ cihazını enerjileyiniz.

Devreden test akımını geçiriniz. Aynı gerilim elektrodunda her iki polaritede oluşan gerilimleri (V1,V2) ölçünüz.

V1: Polarite anahtarı 1 konumunda iken okunan gerilim değeri(mV)

V2: Polarite anahtarı 2 konumunda iken okunan gerilim değeri(mV)

Vk: V kayıp, Polarite anahtarı 0 konumunda enerji kesik iken okunan gerilim değeri, V0, (mV)

$$V = (V1^2 + V2^2) / 2 - V_k^2$$

Z = V/I formülünden topraklama empedansını hesaplayınız.

g) SEL-VAZ cihazının VA metresinden kaçak voltajı okuyunuz. Soldaki faz ayarlayıcı ve sağdaki genlik ayarlayıcı düğmelerle bunu dengeleyiniz.

h) Voltmetre değeri sıfır veya minimum olduğu anda test akımını veriniz.

i) VA metreden gerilim ve akımı okuyunuz. Gerilimin ve akımın büyüklüğüne göre seçici anahtarı kullanınız. Okunan değerlerden empedansı hesaplayınız. SEL-VAZ cihazı üzerindeki diğer ampermetrelerin okuduğu değeri ölçmelerde dikkate almayınız.

j) Test akımını kesiniz. SEL-VAZ cihazını enerjili vaziyette bırakınız.

k) Gerilim elektrodunu 50 metre öteye taşıyınız ve testi tekrarlayınız. Her defasında kaçak voltajı dengeliyiniz. (Vk yi ölçünüz.)

l) Potansiyel elektrodunu tekrar 50 metre öteye taşıyınız. Bu işleme arka arkaya üç değer birbirine % 10 toleransla eşit oluncaya kadar devam ediniz. Bu üç değerinin ortalaması topraklama empedansı değeri olarak alınır. Son gerilim elektrodunun bulunduğu yerde çit telinin topraklama empedansı ölçülmelidir.

6. Test Devresinde Kullanılan Ölçü Aletleri, Elemanları ve Teçhizat:

a) AC Mikro Voltmetre: Bu voltmetre ile V,V1,V2 sistem kayıpları okunur. İstenmeyen ölçüm dışı gerilimlerden etkilenmemesi için transistörlü bir yapıya sahiptir.

(iç empedansı yüksek 2000 Ω/V) olan transistörlü mikro voltmetre level tip Ölçü sahası 300 mikroVolt -300 Volt arası. Bu voltmetre potansiyel elektrodundaki gerilimleri ölçmede kullanılır.

b) Ampermetre: Ölçü sahası uygun olan (0-20 A) hassas bir ampermetre. Bu ampermetre test devresinden akıtılacak akımı ölçmede kullanılacaktır.

c) Üniversal Voltmetre: Tek fazlı transformatörün çıkışına paralel olarak bağlanır. Analog olanlar, dijital olanlara göre daha az sahnım yaptığından dolayı tercih edilir. Üniversal avometre bu iş için uygundur. Bununla test devresinden istenilen akımı akıtmak için uygulanan gerilimi ölçmede kullanılacaktır.

d) Filtre elemanları: 10 k Ω luk direnç ve 33 nF 600 V luk kapasitör. Direnç mili voltmetreye seri, kondansatör ise mili voltmetreye ve dirence paralel olarak bağlanarak filtre grubunu oluşturur. Bu filtre devresi voltmetre girişinde kullanılmak suretiyle yalnız test frekansındaki gerilimi ölçmek için kullanılmaktadır. 50 Hz frekans dışında oluşacak gerilim değerlerinin ölçülmesini önlemek amacıyla kullanılır.

e) Jeneratör (220 V, 2,5 kVA): Ölçümlerin yapılması için gerekli olan enerjiyi sağlamak için kullanılır.

f) Polarite değiştirici anahtar: Polariteyi değiştirmekte kullanılacaktır.

g) Tek fazlı transformatör (6.6 kVA , 220/110-220-330-440-550-660-770 V): Bu trafonun kullanılmasının sebebi gerilim düşmesini önlemektir. Ölçme sırasında 220 V kullanılır ise gerilimde elde edilen değerler çok küçük seviyelerde kalır. Mili volt seviyelerinde elde edilecek olan değerler mikrovolt seviyesine düşeceğinden esas değerlere ulaşamaz.

h) Tek fazlı ayarlanabilir oto transformatör (Varyak): Tek fazlı ayarlanabilir oto transformatörün görevi jeneratörden gelen 220 V AC gerilimin düzenli bir şekilde verilmesini sağlamaktır. Ölçüm yapılırken I giriş akımı sabit değerde tutularak hesaplamalarda kolaylık sağlanır. 25 A, 220 V

i) Elektrotlar: 120 cm uzunluğunda 20 mm çapında 7 adet çelik kazık. Bunlar biri gerilim elektrodu, diğerleri ise akım elektrodu olarak kullanılacaktır.

j) Kablo: Akım elektroduna bağlanacak kablo 10 A taşıyabilecek kesitleri (2x4 mm²), izoleli ve yeterli uzunlukta olacaktır. Gerilim elektroduna bağlanacak olan kablunun kesiti önemli değil, yeterli uzunlukta ve izoleli olması yeterlidir. (4 mm²'lik kablo olabilir.)

En az 2000 metre uzunluğunda çok telli-iyi izoleli 2x4 mm² lik kablo kullanılır.

7. Sonuç ve Değerlendirme

TEİAŞ şartnamelerinde; yapılan ölçümler sonucu 154 kV Trafo Merkezinde ölçülen sistem toprak direnci 1 Ohmun altında, 380 kV Trafo Merkezinde ise sistem toprak direncinin 0,5 Ohmun altında olması istenir. Adım ve temas gerilimi saha ölçüm değerlerinin topraklama hesabı raporunda belirtilen sınır değerlerin altında olması gerekir. Adım ve dokunma gerilimlerinin hesabında topraklama ağında dolaşan akım 154 kV merkezlerde 20 kA, 380 kV merkezlerde 35 kA olarak alınmaktadır.

Kaynaklar

1- Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği, Sayı 24500, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 21 Ağustos 2001

2- IEEE Std 80-2000, AC Şalt Tesisinde Topraklama Güvenliği Rehberi, IEEE Güç Mühendisliği Topluluğu Şalt Sahaları Komisyonu, 30 Ocak 2000

3- Yüksek Gerilim Şalt Sahası Topraklama Ağının Elektriksel Bazda Projelendirilmesi, Nihat PAMUK, TEİAŞ 5.İTİGM Sakaarya Test Grup Başmühendisliği, İğdır Üniversitesi FBED, Cilt 3,Sayı:2,Sayfa 33-42, 2013