

FLUKE®

Topraklama Direnci



İlkeler, test yöntemleri ve uygulamalar

ARALIKLI

elektrik sorunlarını teşhis edin

GEREKSİZ

arıza süresini engelleyin

TOPRAKLAMA

güvenlik ilkelerini öğrenin



Neden topraklama, neden test?

Neden topraklama?

Topraklamanın zayıf olması sadece çalışılmayan süreleri artırmaz. Topraklamanın yetersiz olması tehlikelidir ve ekipmanların arızalanma riskini artırır.

Etkin bir topraklama sistemi olmadığında, elektrik çarpması tehlikesi ile karşı karşıya kalabiliriz. Aygıt hataları, harmonik bozulma sorunları, güç faktörü sorunları ve oluşabilecek çok sayıda zor durumu belirtmeye gerek bile yoktur. Hata akımlarının izleyebileceği düzgün biçimde tasarlanmış ve bakımı yapılan topraklama sistemi olmadığında, bu akımlar, insanları da içeren istenmeyen yollar izleyebilir. Güvenliğin sağlanması için aşağıdaki kuruluşların topraklama ile ilgili önerileri ve/veya standartları vardır:

- OSHA (İş Güvenliği Sağlık İdaresi)
- NFPA (Ulusal Yangın Koruması İdaresi)
- ANSI/ISA (Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü ve Instrument Society of America)
- TIA (Telekomünikasyon Endüstrisi Birliği)
- IEC (Uluslararası Elektroteknik Komisyonu)
- CENELEC (Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi)
- IEEE (Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü)

Bununla birlikte, iyi topraklama sadece güvenlik için değildir, aynı zamanda endüstriyel tesislerin ve ekipmanların hasar görmesini önlemek için kullanılır. İyi bir topraklama sistemi ekipmanların güvenilirliğini artırır ve yıldırım ya da hata akımları nedeniyle oluşabilecek hasarları azaltır. Elektrikten kaynaklanan yangınlar nedeniyle her yıl milyarlar kaybedilir. İlgili dava masrafları, personel kaybı ve şirket verimliliğindeki düşüş buna dahil değildir.

Topraklama sistemleri neden test edilmelidir?

Yüksek nem ve tuz içeriği olan ve yüksek sıcaklıktaki aşındırıcı topraklar zamanla topraklama çubuklarına ve bunların bağlantılarına zarar verebilir. Bu nedenle, ilk takıldığında düşük topraklama direncine sahip topraklama sistemlerinde, topraklama çubuklarının korozyona uğraması nedeniyle topraklama direnci artışı olabilir.

Fluke 1630-2 FC Topraklama Pensi gibi topraklama test cihazları, sistemi çalışır halde tutmanıza destek olan vazgeçilmez sorun giderme araçlarıdır. Aralıklarla tekrar eden can sıkıcı elektrik arızalarının kaynağı zayıf topraklama ya da güç kalitesi yetersizliği olabilir.

Bu nedenle tüm topraklama ve topraklama bağlantılarının en az yılda bir normal Öngörücü Bakım planınızın bir parçası olarak kontrol edilmesi önemle önerilir. Bu düzenli kontroller sırasında %20'den daha fazla direnç artışı ölçüldüğünde, teknisyen sorunun kaynağını araştırmalıdır ve topraklama sistemindeki topraklama çubuklarını değiştirerek veya ekleme yaparak sorunu gidermelidir.

Topraklama nedir ve ne işe yarar?

NEC, Ulusal Elektrik Kodu, Makale 100 topraklamayı şu şekilde tanımlar: "bir elektrik devresi ya da ekipmanı ile toprak ya da toprak görevi gören bir iletken gövde arasındaki, bilerek oluşturulmuş ya da kaza ile oluşmuş iletken bağlantı" Topraklamadan bahsedilirken, aslında iki farklı konu mevcuttur: zemin topraklaması ve ekipman topraklaması. Zemin topraklaması, genellikle nötr bir devre iletkeninden, toprağa yerleştirilmiş bir topraklama elektroduna giden kasıtlı bir bağlantıdır. Ekipman topraklaması bir yapı içerisindeki çalışan ekipmanın doğru biçimde topraklanmasını sağlar. Bu iki topraklama sistemi, sistemler arasında bir bağlantı olması istenmediği sürece ayrı tutulmalıdır. Bu, olası bir yıldırım düşmesi sonucu voltaj potansiyelindeki değişimleri önler. Topraklama; insanları, tesisleri ve ekipmanı korumanın yanında hata akımları, yıldırım düşmesi, statik yükler, EMI ve RFI sinyalleri ve parazitlerin boşalması için güvenli bir yol sağlanması için yapılır.

Uygun topraklama direnci değeri nedir?

Uygun bir topraklamayı nelerin oluşturduğu ve uygun topraklama direnci değerinin ne olması gerektiği konusunda karışıklık mevcuttur. İdeal topraklama direnci sıfır ohm değerinde olmalıdır.

Tüm kurumlar tarafından kabul edilen standart bir topraklama direnci mevcut değildir. Bununla birlikte, NFPA ve IEEE 5,0 ohm ya da daha düşük bir topraklama direnç değeri önermektedir.

NEC şunu belirtmiştir: "Toprağa giden sistem empedansının, NEC 250.56'da belirtilen 25 ohm değerinden düşük olduğundan emin olun. Hassas ekipman bulunan tesislerde bu 5,0 ohm ya da daha düşük bir değerde olmalıdır."

Telekomünikasyon endüstrisi topraklama ve bağlantılarda genellikle 5,0 ohm ya da daha düşük bir değer kullanmıştır.

Topraklama direncindeki hedef, ekonomik ve fiziksel olarak akla yatkın olan en düşük topraklama direnci değerini sağlamaktır.



Neden test? Aşındırıcı topraklar.



Neden topraklama? Yıldırım düşmesi.



Topraklama sistemlerinizin sağlığını belirlemek için Fluke 1625-2'yi kullanın.

İçindekiler

2

Neden topraklama?
Neden test?

4

Topraklama temel bilgileri

6

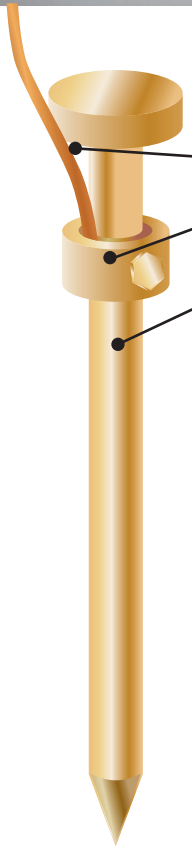
Topraklama testi yöntemleri

12

Topraklama direncinin ölçülmesi

Topraklama temel bilgileri

Bir topraklama elektrodunun Bileşenleri

- 
- Topraklama iletkeni
 - Topraklama iletkeni ile topraklama elektrodu arasındaki bağlantı
 - Topraklama elektrodu

Dirençlerin konumları

(a) Topraklama elektrodu ve bağlantısı

Topraklama elektrodu ve bağlantısının direnci genellikle çok düşüktür. Topraklama çubukları genellikle çelik veya bakır gibi yüksek iletkenliğe/düşük dirence sahip malzemelerden yapılır.

(b) Elektrot ile elektrodu çevreleyen toprağın bağlantı direnci

Ulusal Standartlar Enstitüsü (ABD Ticaret Bakanlığı bünyesindeki resmi bir kuruluş), topraklama elektrodunun boya, yağ vb. içermediği ve toprakla sıkı temas içinde olduğu kabul edildiğinde, topraklama direncinin neredeyse ihmal edilebilir bir değere sahip olması gerektiğini belirtmektedir.

(c) Çevreleyen toprak alanının direnci

Topraklama elektrodu aynı kalınlığa sahip eş merkezli kabuklardan oluşan bir toprak ile çevrelenir. Topraklama elektroduna en yakın olan kabuklar en düşük yüzey alanına ve bu nedenle en yüksek dirence sahip olur. Bir sonraki her kabuk daha geniş alana ve bu nedenle daha düşük dirence sahiptir. Belli bir noktaya gelindiğinde kabuklar, topraklama elektrodunu çevreleyen toprağa çok düşük seviyede direnç sağlar duruma gelir.

Bu bilgi temel alındığında, topraklama sistemleri kurulurken topraklama direncini azaltacak yollara odaklanılmalıdır.

Topraklama direnci nelerden etkilenir?

Öncelikle, NEC kodu (1987, 250-83-3) topraklama elektrodunun toprakla en az 2,5 metre (8,0 ft) temas etmesini gerektirir. Ancak bir topraklama sisteminin topraklama direncini etkileyen dört değişken mevcuttur.

1. Topraklama elektrodunun uzunluğu/derinliği
2. Topraklama elektrodunun çapı
3. Topraklama elektrodu sayısı
4. Topraklama sisteminin tasarımı

Topraklama elektrodunun uzunluğu/derinliği

Topraklama direncinin azaltılmasının etkin bir yolu topraklama elektrotlarını daha derine yerleştirmektir. Toprağın özgül direnci değişkendir ve direncin öngörülmesi zordur. Topraklama elektrodunun don seviyesinin ötesine yerleştirilmesi son derece önemlidir. Bu uygulama, topraklama direncinin, çevreleyen toprağın donmasından önemli derecede etkilenmemesi için yapılır.

Genellikle, topraklama elektrodunun uzunluğunu iki katına çıkararak direnç seviyesini %40 oranında azaltabilirsiniz. Zeminin kaya, granit gibi yapılardan oluştuğu durumlarda topraklama elektrodunun daha derine yerleştirilmesi fiziksel olarak mümkün olmayabilir. Bu durumlarda topraklama betonu gibi alternatif yöntemler uygulanabilir.

Topraklama elektrodunun çapı

Topraklama elektrodunun çapının artırılması, direncin azaltılmasını düşük derecede etkiler. Örneğin, topraklama elektrodunun çapı iki katına çıkarıldığında direnç sadece %10 oranında azalır.

Topraklama elektrodu sayısı

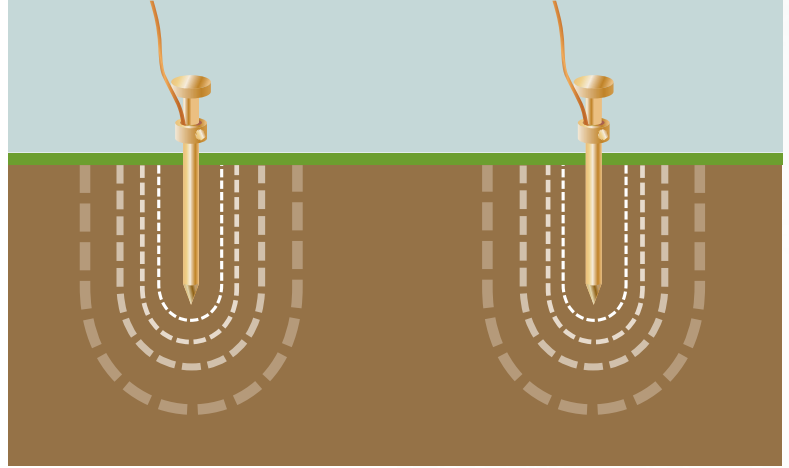
Topraklama direncini azaltmanın başka bir yolu birden çok topraklama elektrodu kullanmaktır. Bu tasarımda toprağa birden çok elektrot yerleştirilir ve direnci azaltmak için paralel biçimde bağlanır. Ek elektrotların etkin olabilmesi için ek çubukların arasındaki mesafenin en az çubuğun derinliği kadar olması gerekir. Topraklama elektrotlarının arasında yetersiz mesafe olduğunda, etki alanları kesişir ve direnç azalmaz.

Direnç gereksinimlerinizi karşılayacak bir topraklama çubuğunun yerleştirilmesinde, aşağıdaki topraklama dirençleri tablosundan destek alabilirsiniz. Bunun yalnızca kararlar yoluyla sağlanabileceğini unutmayın, çünkü toprak katmanlar halindedir ve nadiren homojendir. Direnç değerleri önemli derecede farklılık gösterir.

Topraklama sisteminin tasarımı

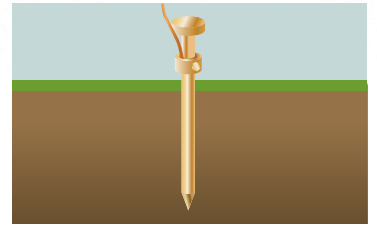
Basit topraklama sistemleri toprağa yerleştirilen bir topraklama elektrodundan oluşur. Tek topraklama elektrodu kullanımı en yaygın topraklama yoludur ve evinizin ya da iş yerinizin çevresinde yer alabilir. Karmaşık topraklama sistemleri birden çok topraklama çubuğu, file veya kafes ağı, topraklama plakaları ve topraklama devrelerinden oluşur. Bu sistemler tipik olarak güç santrali trafoları, santraller ve baz istasyonu alanlarına kurulur.

Karmaşık ağılar çevreleyen toprak ile olan teması önemli derecede artırır ve topraklama dirençlerini azaltır.

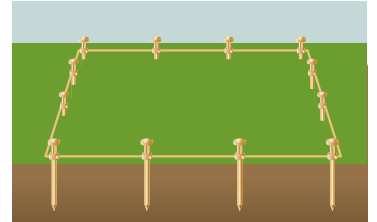


Her bir topraklama elektrodu kendi "etki çemberine" sahiptir.

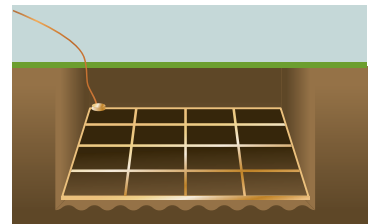
Topraklama sistemleri



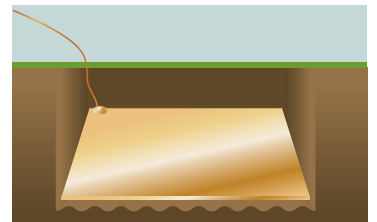
Tek topraklama elektrodu



Çoklu topraklama elektrotları bağlı



File ağı



Topraklama plakası

Toprak tipi	Toprak direnci R_e ΩM	Topraklama direnci					
		Topraklama elektrodu derinliği (metre)			Topraklama şeridi (metre)		
		3	6	10	5	10	20
Çok nemli toprak, bataklık benzeri	30	10	5	3	12	6	3
Çiftlik toprağı, tınlı ve killi topraklar	100	33	17	10	40	20	10
Kumlu killi toprak	150	50	25	15	60	30	15
Nemli kumlu toprak	300	66	33	20	80	40	20
Beton 1:5	400	-	-	-	160	80	40
Nemli çakıl	500	160	80	48	200	100	50
Kuru ve kumlu toprak	1.000	330	165	100	400	200	100
Kuru çakıl	1.000	330	165	100	400	200	100
Taşlı toprak	30.000	1.000	500	300	1200	600	300
Kaya	10^7	-	-	-	-	-	-

Topraklama testi yöntemleri nelerdir?

Dört çeşit topraklama testi yöntemi mevcuttur.

- **Toprak Özgül Direnci** (kazıklar kullanılarak)
- **Potansiyel Düşüşü** (kazıklar kullanılarak)
- **Seçmeli** (1 pens ve kazıklar kullanılarak)
- **Kazıksız** (sadece pensler kullanılarak)

Toprak özgül direnci ölçümü

Toprak özgül direnci neden belirlenmelidir?

Toprak Özgül Direnci yeni kurulumlarda (yeşil alan uygulamaları) topraklama direnci gereksinimlerinin karşılanması için topraklama sisteminin tasarımının belirlenmesinde yüksek öneme sahiptir. İdeal olarak, mümkün olan en düşük dirence sahip bir bölge bulunmalıdır. Ancak önceden belirtildiği gibi olumsuz toprak koşulları, daha ayrıntılı topraklama sistemleri kullanılarak giderilebilir.

Toprak bileşimi, nem içeriği ve sıcaklık toprak özgül direncini etkiler. Toprak nadiren homojendir ve toprağın özgül direnci coğrafi olarak ve farklı toprak derinliklerine göre değişir. Nem içeriği mevsim, zemin alt tabakalarının doğal yapısı ve sabit yeraltı su tablasının derinliğine göre farklılık gösterir. Toprak ve su derindeki katmanlarda daha kararlıdır. Topraklama çubuklarının zeminde mümkün olduğunca derine, mümkünse su tablasına yerleştirilmesi önerilir. Ayrıca, topraklama çubukları kararlı bir sıcaklığın bulunduğu konuma, örneğin don seviyesinin altı, yerleştirilmelidir.

Bir topraklama sisteminin etkin olabilmesi için sistem olası en kötü koşullara dayanacak biçimde tasarlanmalıdır.

Toprak özgül direncini nasıl hesaplarız?

Aşağıda açıklanan ölçme prosedürü, ABD Standartlar Bürosu'ndan Dr. Frank Wenner tarafından 1915 yılında geliştirilmiş ve evrensel olarak kabul gören Wenner yöntemini kullanır. (F. Wenner, A Method of Measuring Earth Resistivity; Bull, National Bureau of Standards, Bull 12(4) 258, s. 478-496; 1915/16.)

Formül aşağıdaki gibidir:

$$\rho = 2 \pi A R$$

(ρ = derinlik A için ohm-cm cinsinden ortalama toprak direnci)

$$\pi = 3,1416$$

A = cm cinsinden elektrotlar arasındaki mesafe

R = test cihazından ohm cinsinden ölçülen direnç değeri

Not: Ohm-santimetreleri ohm-metrelere dönüştürmek için 100'e bölün. Birimlere dikkat edin.

Örneğin: Topraklama sisteminizde üç metre uzunluğunda topraklama çubukları kullanmaya karar verdiniz. Üç metre derinlikteki toprak özgül direncini ölçmek için test elektrotları arasında dokuz metrelik mesafe belirledik.

Toprak özgül direncini ölçmek için Fluke 1625-2'yi çalıştırın ve ohm cinsinden direnç değerini okuyun. Direnç okumasının 100 ohm olduğunu varsayın. Bu durumda, aşağıdaki verileri biliyoruz:

$$A = 9 \text{ metre ve}$$

$$R = 100 \text{ ohm}$$

Sonuç olarak toprak özgül direnci:

$$\rho = 2 \times \pi \times A \times R$$

$$r = 2 \times 3,1416 \times 9 \text{ metre} \times 100 \text{ ohm}$$

$$\rho = 5655 \Omega\text{m}$$

Toprak direncini nasıl ölçerim?

Toprak özgül direncini test etmek için topraklama test cihazını aşağıda belirtilen biçimde bağlayın.

Görülüşü gibi, dört adet topraklama kazığı düz bir hat halinde, birbirine eş uzaklıkta olacak biçimde yerleştirilmiştir. Topraklama kazıkları arasındaki mesafe, kazık uzunluğunun en az üç katı kadar olmalıdır. Her bir topraklama kazığının uzunluğu bir ft (30 santimetre) olduğunda, kazıklar arasındaki mesafenin üç ft (91 santimetre) değerinden daha fazla olduğundan emin olun. Fluke 1625-2 dış taraftaki iki topraklama kazığından geçen belli bir akım üretir ve voltaj potansiyelindeki düşme iç taraftaki iki topraklama kazığı arasında ölçülür. Ohm Yasası'nı ($V=IR$) kullanarak Fluke test cihazı toprak direncini otomatik olarak hesaplar.

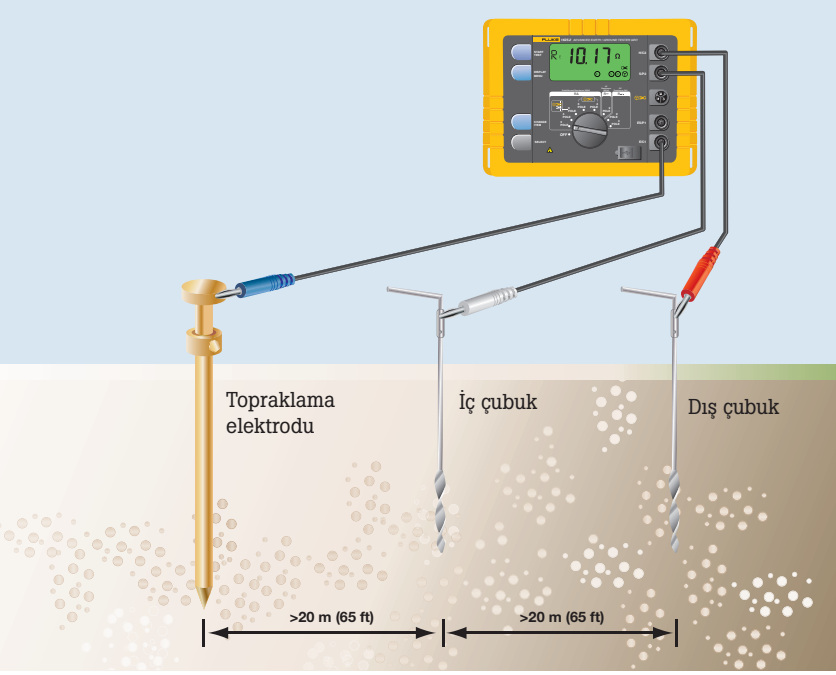
Ölçüm sonuçları yeraltı metal parçaları, yeraltı akiferleri vb. tarafından sıklıkla bozulduğu için kazıkların eksenleri 90 derece çevrilerek mutlaka ek ölçüm yapılması önerilir. Derinlik ve mesafe birkaç defa değiştirilerek, uygun bir topraklama direnci sistemini belirleyebilecek bir profil oluşturulur.

Toprak özgül direnç ölçümleri yer akımları ve onların harmonikleri tarafından sıklıkla bozulur. Bunun önlenmesi için, Fluke 1625-2 bir Otomatik Frekans Kontrol (AFC) Sistemi kullanır. Bu sistem, en düşük parazite sahip test frekansını otomatik olarak seçerek daha temiz bir okuma elde etmenizi sağlar.



Fluke 1623-2 veya 1625-2 kullanılarak topraklama direnci testi kurulumu.

Topraklama testi yöntemleri nelerdir?



Potansiyel Düşüşü ölçümü

Potansiyel Düşüşü test yöntemi, bir topraklama sisteminin veya bağımsız bir elektrodun bir sahadan enerji dağıtma kapasitesini ölçer.

Potansiyel Düşüşü testi nasıl çalışır?

Öncelikle, ilgili topraklama elektrodunun, sahaya olan bağlantısı kesilmelidir. İkinci olarak, test cihazı topraklama elektroduna bağlanır. Ardından, 3 kutuplu Potansiyel Düşüşü testi için, toprağa iki topraklama çubuğu direkt bir hat şeklinde (ve toprak elektrodundan uzak bir noktaya) yerleştirilir. Normalde, 20 metrelik bir mesafe (65 ayak) yeterlidir. Çubukların yerleştirilmesi hakkında daha fazla bilgi için sonraki bölüme bakın.

Fluke 1625-2 tarafından, dış çubuk (yardımcı topraklama çubuğu) ve topraklama elektrotu arasında bilinen bir akım oluşturulur ve iç topraklama çubuğu ve topraklama elektrodu arasındaki gerilim potansiyeli düşüşü ölçülür. Test cihazı, Ohm Yasası'nı ($V = IR$) kullanarak topraklama elektrodu direncini otomatik olarak hesaplar.

Topraklama test cihazını şekilde gösterilen biçimde bağlayın. BAŞLAT'a basın ve R_E (direnç) değerini okuyun. Bu, test edilmekte olan topraklama elektrodunun gerçek değeridir. Bu topraklama elektrodu diğer topraklama çubuklarıyla paralelse veya seri oluşturuyorsa, R_E değeri tüm dirençlerin toplam değeridir.

Çubuklar nasıl yerleştirilir?

3 kutuplu topraklama direnci testi gerçekleştirirken en yüksek doğruluğu elde etmek için, probun, test edilmekte olan topraklama elektrodunun ve yardımcı topraklamanın etki alanı dışına yerleştirilmesi önemlidir.

Etki çemberinin dışına çıkmazsanız etkili direnç alanları çakışır ve aldığınız tüm ölçümleri geçersiz kılar. Tablo, probu (iç çubuk) ve yardımcı topraklamayı (dış çubuk) uygun şekilde ayarlamak için bir kılavuz sağlar.

Sonuçların doğruluğunu test etmek ve topraklama çubuklarının etki çemberi dışında olduğundan emin olmak için, iç çubuğu (prob) her iki yönde 1 metre (3 fit) uzağa yerleştirerek yeni bir ölçüm yapın. Okumada önemli bir değişiklik varsa (%30), test edilen topraklama çubuğu, iç çubuk (prob) ve dış çubuk (yardımcı topraklama) arasındaki mesafeyi, iç çubuğu (prob) tekrar konumlandırırken ölçülen değerler yeterince sabit olana dek artırmanız gerekir.

Topraklama elektrodunun derinliği	İç çubuğa olan mesafe	Dış çubuğa olan mesafe
2 m	15 m	25 m
3 m	20 m	30 m
6 m	25 m	40 m
10 m	30 m	50 m

Seçmeli ölçüm

Seçmeli test Potansiyel Düşüşü testine çok benzer; tamamen aynı ölçümleri çok daha güvenli ve kolay şekilde sağlar. Bunun nedeni, Seçmeli testlerde ilgili topraklama elektrodunun sahadaki bağlantısının kesilmesinin gerekmemesidir. Teknisyen toprak bağlantısını kesmek zorunda kalarak kendisini, diğer personeli ve topraksız bir yapıdaki elektrikli ekipmanları tehlikeye atmaz.

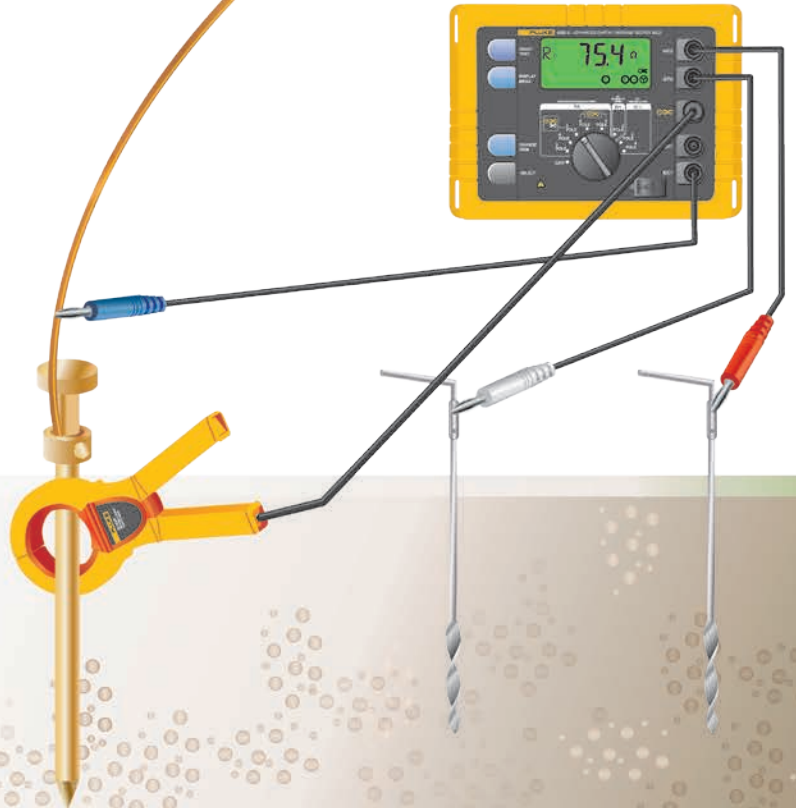
Potansiyel düşüşü testinde olduğu gibi, iki topraklama çubuğu toprağa, topraklama elektrotundan uzak bir yere direkt bir hatla yerleştirilir. Normalde, 20 metrelik bir mesafe (65 ayak) yeterlidir. Daha sonra test cihazı ilgili topraklama elektroduna bağlanır; bunun avantajı, sahaya olan bağlantının kesilmesi gerekmez. Onun yerine topraklama elektrodunun etrafına özel bir pens yerleştirilir; bu da topraklanan sistemde paralel dirençlerin etkilerini ortadan kaldırır. Böylece yalnız ilgili topraklama elektrodu ölçülür.

Önceki gibi, Fluke 1625-2 tarafından, dış çubuk (yardımcı topraklama çubuğu) ve topraklama elektrotu arasında bilinen bir akım oluşturulur ve iç topraklama çubuğu ve topraklama elektrodu arasındaki gerilim potansiyeli düşüşü ölçülür. Pens kullanılarak sadece ilgili topraklama elektrodundan geçen akım ölçülür. Oluşturulan akım diğer paralel dirençlerden de geçer, ancak direnci hesaplarken sadece pensten geçen akım (ilgili topraklama elektrodundan geçen akım) kullanılır.

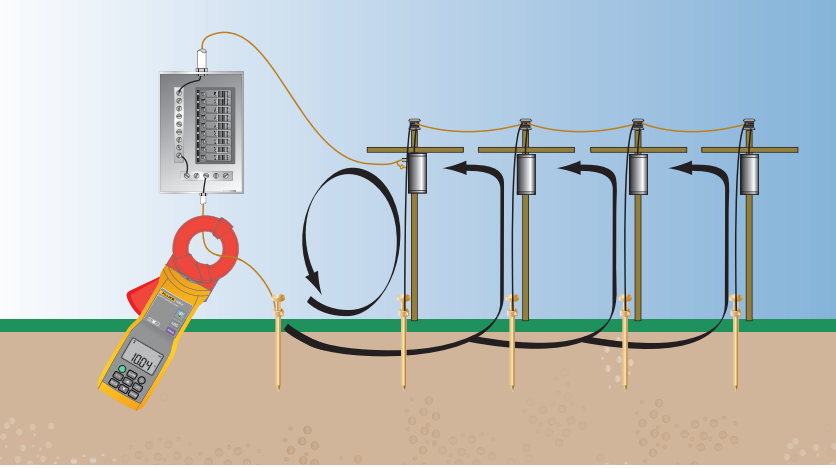
Topraklama sisteminin toplam direnci ölçülecekse, pens her bir topraklama elektrodunun çevresine yerleştirilerek her bir topraklama elektrodu direnci ayrı ayrı ölçülmelidir. Ardından topraklama sisteminin toplam direnci hesaplanarak belirlenebilir.

Üst topraklama teli veya statik tel içeren yüksek gerilim transmisyonu kulelerinin ayrı ayrı topraklama elektrodu dirençlerinin test edilmesi, tellerin çıkarılmasını gerektirir. Bir kulenin tabanında birden fazla topraklama varsa, bunlar da tek tek çıkarılıp test edilmelidir. Ancak Fluke 1625-2'de isteğe bağlı bir aksesuar bulunur: her bir ayağın ayrı ayrı direncini topraklama uçlarını veya üst statik/topraklama tellerini çıkarmadan ölçülebilen 320 mm (12,7 inç) çaplı pens.

Topraklama test cihazını gösterildiği gibi bağlayın. BAŞLAT'a basın ve R_E (direnç) değerini okuyun. Bu, test edilmekte olan topraklama elektrodunun gerçek direnç değeridir.



Topraklama testi yöntemleri nelerdir?



1630-2 FC Topraklama Pensi ile kazıksız yöntemde akım yollarını test etme.

Kazıksız ölçüm

Fluke 1630-2 FC Topraklama Pensi, çoklu topraklama içeren sistemlerde kazıksız test yöntemini kullanarak topraklama devresi direncini ölçebilir. Bu test tekniği, tehlikeli ve zaman alıcı paralel topraklama kesme faaliyetlerini ve yardımcı topraklama kazıkları için uygun yer bulma işlemi ortadan kaldırır. Ayrıca daha önce tahmin bile edemediğiniz yerlerde topraklama testleri gerçekleştirebilirsiniz: binaların içinde, elektrik direklerinin üzerinde veya toprağa ulaşamadığınız her yerde.

Bu test yönteminde, topraklama pensi topraklama çubuğunun veya bağlantı kablosunun çevresine yerleştirilir. Hiçbir topraklama kazığı kullanılmaz. Pens ağzının bir tarafına bilinen bir gerilim uygulanır ve akım, ağzın diğer tarafından ölçülür. Pens, bu topraklama çubuğundaki topraklama devresi direncini otomatik olarak belirler. Bu teknik, ticari tesislerde ya da endüstriyel mekanlarda bulunan çoklu topraklama içeren sistemlerde özellikle faydalıdır. Toprağa giden tek bir yol varsa birçok konut durumlarında olduğu gibi Kazıksız yöntem kabul edilebilir bir değer sağlamaz. Bu durumda Potansiyel Düşüşü testi yönteminin kullanılması gerekir.

Fluke 1630-2 FC, paralel/çoklu topraklamalı sistemlerde, tüm toprak yollarının net direncinin herhangi bir (test edilen) yolla karşılaştırıldığında aşırı derecede düşük olacağı prensibiyle çalışır. Böylece tüm paralel geri dönüş yolu dirençlerinin net direnci etkili bir şekilde sıfırdır. Kazıksız ölçüm, sadece topraklama sistemlerine paralel olan tek tek topraklama çubuğu dirençlerini ölçer. Topraklama sistemi toprağa paralel değilse, ya açık bir devreniz olur veya topraklama devresi direncini ölçersiniz.



1630-2 FC ile kazıksız yöntemin kurulumu.

Topraklama empedans ölçümleri

Elektrik santrallerinde veya diğer yüksek gerilim/akım ortamlarındaki olası kısa devre akımlarını hesaplamaya çalışırken, karmaşık topraklama empedansını belirlemek önemlidir. Çünkü empedans, indüktif ve kapasitif öğelerden oluşur. Endüktivite ve direnç çoğu durumda bilindiği için, gerçek empedans karmaşık bir hesaplama yoluyla belirlenebilir.

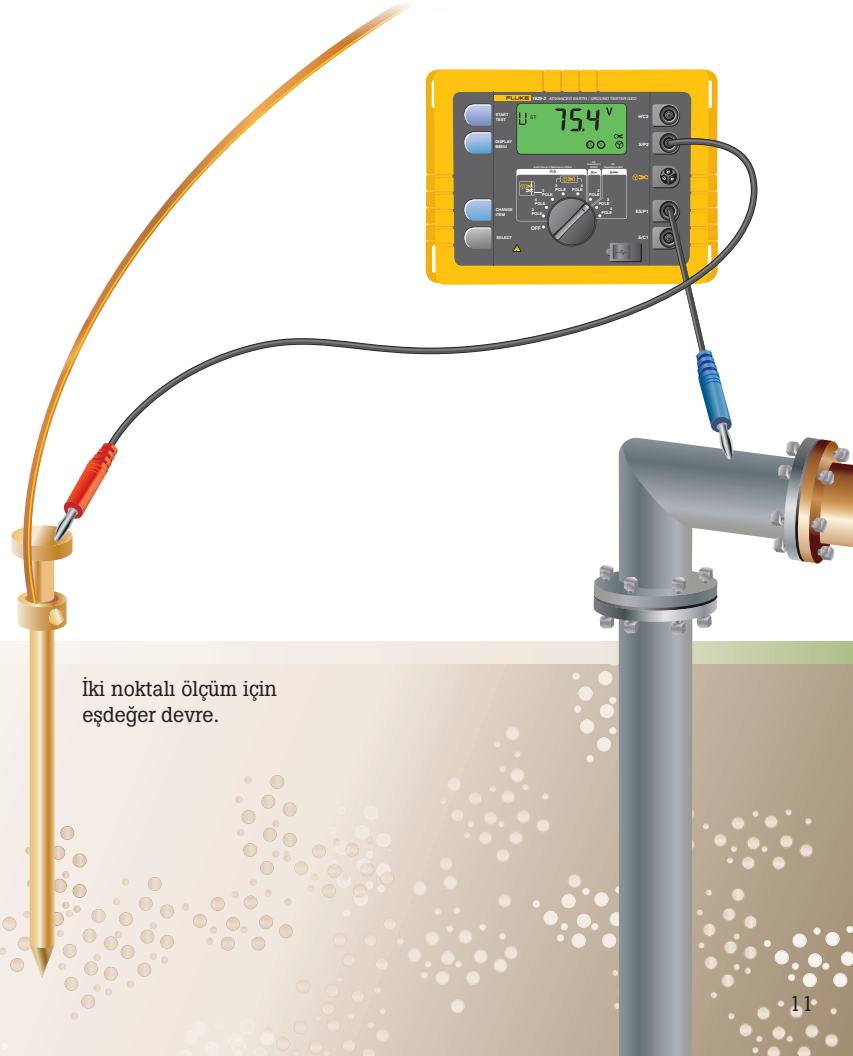
Empedans frekansa bağlı olduğundan, bu hesaplamanın mümkün olduğunca gerilim çalışma frekansına yakın olabilmesi için, Fluke 1625-2 cihazında 55 Hz'lik bir sinyal kullanılır. Bu da ölçümün gerçek çalışma frekansındaki değere yakın olmasını sağlar. Fluke 1625-2'nin bu özelliğini kullanarak, topraklama empedansının doğru ve direkt ölçümü mümkün olur.

Yüksek gerilim transmisyonu hatlarını test eden elektrik teknisyenleri iki şeyle ilgilenir: yıldırım çarpması halinde topraklama direnci ve hattaki belirli bir noktada kısadevre olması halinde tüm sistemin empedansı. Bu durumda kısadevre, aktif bir telin gevşeyerek bir kulenin metal ızgarasına temas etmesi demektir.

İki çubuklu topraklama direnci

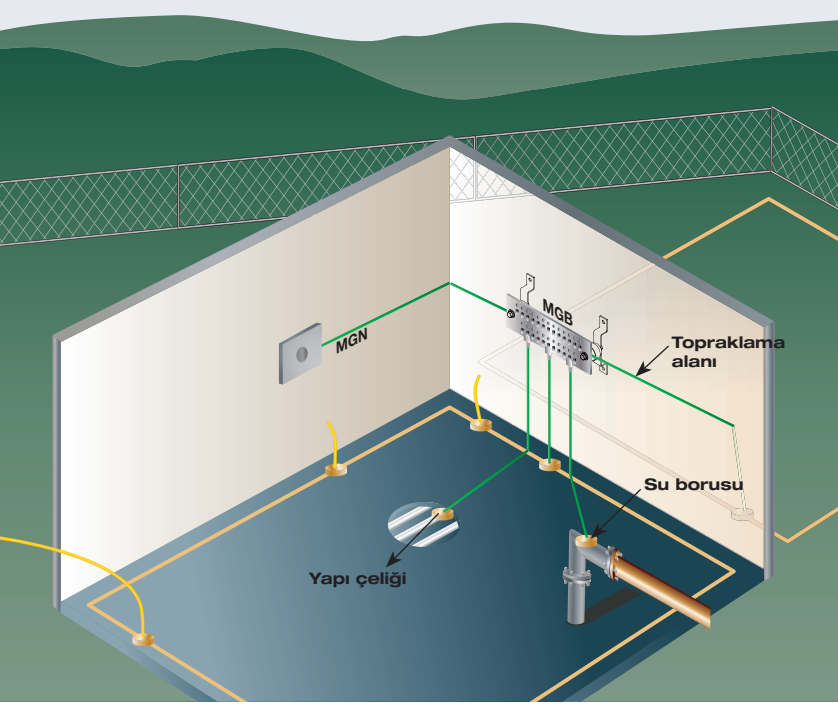
Topraklama çubuklarının hareketinin uygulanabilir veya mümkün olmadığı durumlarda, Fluke 1623-2 ve 1625-2 test cihazları size, aşağıda belirtildiği gibi iki kutuplu topraklama direnci/devamlılık ölçümleri yapabilme yeteneği kazandırır.

Bu testi gerçekleştirmek için, teknisyenin tamamı metal su borusu gibi bilinen, iyi bir toprağa erişimi olmalıdır. Su borusu yeterince uzun olmalı ve yalıtım kuplajları veya flanşları olmadan, tamamen metal olmalıdır. Çoğu test cihazının aksine, Fluke 1623-2 ve 1625-2 testi nispeten yüksek bir akımla (kısa devre akımı > 250 mA) gerçekleştirerek karalı sonuçlar sunar.



İki noktalı ölçüm için eşdeğer devre.

Topraklama direncinin ölçülmesi



Tipik bir santral düzeni.

Santrallerde

Bir santralin topraklama denetimi yapılırken üç farklı ölçüm gerekir.

Teste başlamadan önce mevcut topraklama sistemi tipini belirlemek için MGB'yi (Ana Topraklama Çubuğu) santral içinde yerleştirin. Bu sayfada gösterildiği gibi MGB'de şunlara bağlanan topraklama kabloları bulunur:

- MGN (Çoklu Topraklamalı Nötr) ya da gelen servis,
- topraklama alanı,
- su borusu ve
- yapı ya da inşaat çeliği

Öncelikle, MGB'den gelen her bir topraklama üzerinde Kazıksız test gerçekleştirin. Burada amaç tüm topraklamaların, özellikle MGN'nin bağlı olduğundan emin olmaktır. Tekil direncin değil, pensin takılı olduğu devre direncinin ölçüldüğünün bilinmesi önemlidir. Şekil 1'de gösterildiği gibi, MGN, topraklama alanı, su borusu ve inşaat çeliğinin devre direncini ölçmek için her bir bağlantının çevresinde yer alan Fluke 1625-2 ile 1623-2'yi ve hem endükleyci hem de algılayıcı pensleri bağlayın.

İkinci adımda, MGB'yi Şekil 2'de gösterilen biçimde bağlayarak tüm topraklama sisteminin 3 kutuplu Potansiyel düşüşü testini gerçekleştirin. Uzaktan topraklama sağlamak için çoğu telefon şirketi bir mil mesafeye kadar uzanan, kullanılmayan kablo çiftleri kullanır. Ölçümü kaydedin ve bu testi yılda bir tekrarlayın.

Üçüncü adımda, Fluke 1625-2 ya da 1623-2'nin Seçmeli testini kullanarak topraklama sisteminin tekil dirençlerini ölçün. Fluke test cihazını Şekil 3'te gösterilen biçimde bağlayın. MGN'nin direncini ölçün. Bu değer, MGB'nin bu ayağının direncidir. Daha sonra topraklama alanını ölçün. Bu okuma, santral topraklama alanının gerçek direnç değeridir. Şimdi su borusuna geçin ve inşaat çeliğinin direnci için işlemi tekrarlayın. Bu ölçümlerin hassaslığını Ohm Yasası'nı kullanarak kolaylıkla doğrulayabilirsiniz. Her bir ayağın direnci hesaplandığında, tüm sistemin direncine eşit olmalıdır (tüm topraklama elemanları ölçülmediği için makul derecedeki hatalar kabul edilebilir).

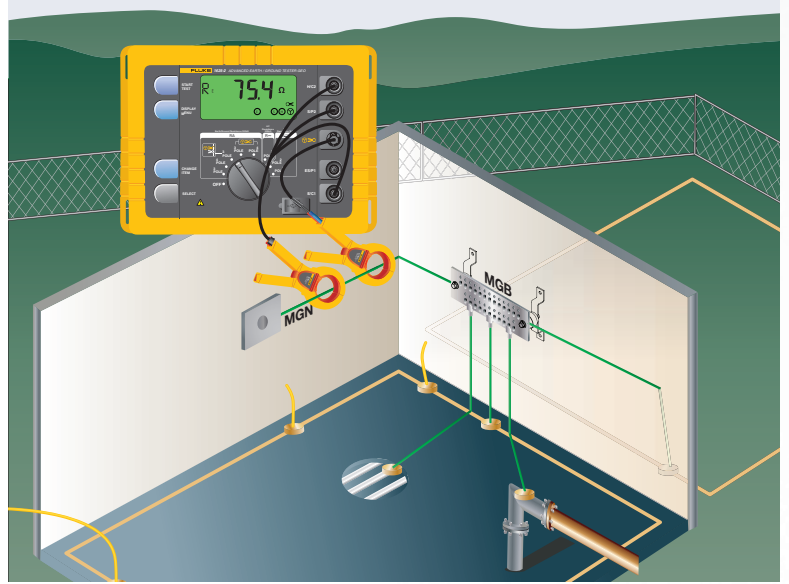
Bu test yöntemleri bir santral için en hassas ölçümleri sağlar çünkü tekil dirençler ve bunların topraklama sistemi içerisindeki davranışları verilmektedir. Bu ölçümler hassas olmasına rağmen sistemin bir ağ halinde nasıl çalıştığını gösteremeyebilir. Bunun nedeni bir yıldırım düşmesi durumunda ya da hata akımı olduğunda her şeyin birbirine bağlı olmasıdır.

Bunun kanıtlamak için tekil dirençler üzerindeki bazı ek testler yapmalısınız.

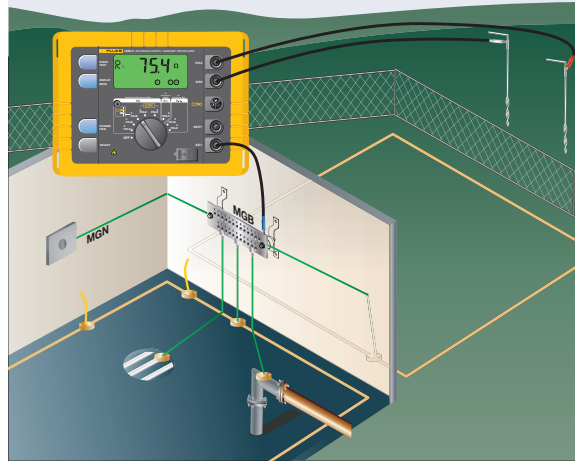
Öncelikle, MGB'nin her bir ayağı üzerinde 3 kutuplu Potansiyel düşüşü testi gerçekleştirin ve tüm ölçümleri kaydedin. Ohm Yasası'nı tekrar kullanarak, bu ölçüm sonuçlarının tüm sistemin direncine eşit olduğu kontrol edilmelidir. Hesaplamalar sonucunda, toplam R_E değerinden % 20 ila % 30 geride olduğunuzu göreceksiniz.

Son olarak, Seçmeli Çubuksuz yöntemi kullanarak MGB'nin çeşitli ayaklarının direncini ölçün. Bu yöntem Çubuksuz yöntem gibi çalışır, ancak iki ayrı pensin kullanımı farklıdır. Endükleyici voltaj pensi, MGB'ye giden kabloya takılır ve MGB, topraklama sistemine paralel olan gelen güce bağlı olduğu için bu gereksinim karşılanmış olur. Algılayıcı pensi alın ve topraklama alanına giden kabloya takın. Direnç ölçüldüğünde elde edilen değer, topraklama alanının mevcut direnci ile MGB'nin paralel yolunun toplamıdır. Bu değer ohm cinsinden çok düşük olacağı için ölçülen okuma üzerinde önemsiz bir etkiye sahip olur. Bu işlem topraklama çubuğunun su borusu ve inşaat çeliği gibi diğer ayakları için tekrarlanmalıdır.

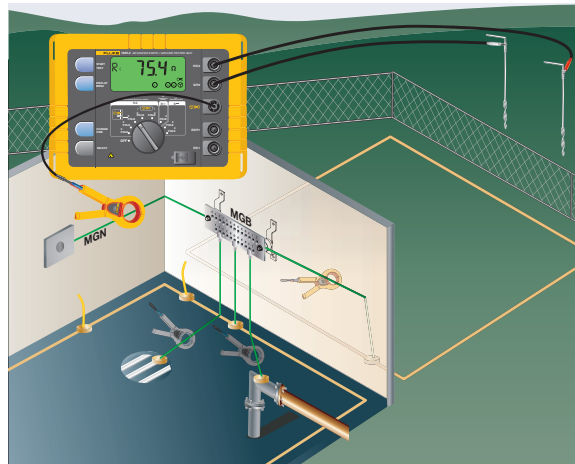
Kazıksız Çubuksuz Seçmeli yöntem yoluyla MGB'nin ölçülmesi için endükleyici voltaj pensini su borusuna giden hatta takın (bakır su borusu çok düşük bir dirence sahip olduğu için), okuma sadece MGN'nin direncini verecektir.



Şekil 1: Santralin kazıksız testi.

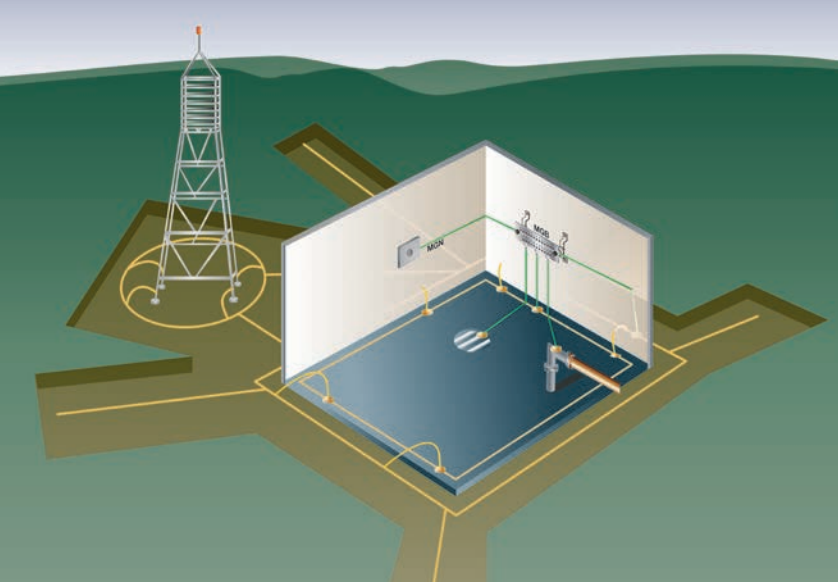


Şekil 2: Tüm topraklama sisteminde 3 Kutuplu Potansiyel Düşüş testi gerçekleştirme.



Şekil 3: Seçmeli testi kullanarak topraklama sisteminin tek tek dirençlerini ölçme.

Daha fazla topraklama direnci uygulamaları



Baz istasyonu kurulumdaki tipik bir düzenek.

Uygulama sahaları

Fluke 1625-2'yi topraklama sisteminin kapasitesini ölçmek için kullanabileceğiniz dört adet başka uygulama mevcuttur.

Baz istasyonu sahaları/mikrodalga ve radyo kuleleri

Çoğu konumda her bir ayağın bağımsız olarak topraklandığı 4 ayaklı kuleler mevcuttur. Bu topraklamalar daha sonra bakır bir kablo ile birbirine bağlanır. Kulenin yanında, tüm aktarım donanımının bulunduğu Baz istasyonu binası bulunur. Binanın içinde bir ağır topraklama ve bir MGB bulunur. Ağır topraklama MGB'ye bağlıdır. Baz istasyonu binası MGB'ye bağlı 4 köşede bir bakır kablo yoluyla topraklanır ve 4 köşe ayrıca bir bakır kablo ile birbirine bağlıdır. Ayrıca binanın topraklama halkası ile kule topraklama halkası arasında bir bağlantı vardır.

Elektrik trafoları

Bir trafo, aktarma ve dağıtım sisteminde yüksek voltajın düşük voltaja dönüştürüldüğü bir tamamlayıcı istasyondur. Tipi bir trafoda hat sonlandırma yapıları, yüksek voltaj ana şalteri, bir veya daha çok güç transformatörleri, düşük voltaj ana şalteri, dalgalanma koruması, kumandalar ve ölçme cihazları bulunur.

Uzaktan anahtarlama sahaları

Dijital hat toplayıcılarının ve diğer telekomünikasyon donanımının çalıştığı, düzleştirme sahaları olarak da bilinen uzaktan anahtarlama sahaları. Uzak saha tipik olarak kabinin uçlarından birinde topraklanır ve daha sonra kabinin etrafına bakır kablo ile bağlı topraklama kazıkları dizisi yerleştirilir.

Ticari/endüstriyel sahalarda yıldırım koruması

Çoğu yıldırım hata akımı koruma sisteminde binanın dört köşesinde topraklama yapılan bir tasarım kullanılır. Köşelerdeki topraklama genelde bakır bir kablo yoluyla birbirine bağlanır. Binanın boyutuna ve tasarlanan direnç değerine bağlı olarak topraklama çubuklarının sayısı değişir.

Önerilen testler

Son kullanıcıların her uygulamada aynı üç testi gerçekleştirmeleri gerekir. Çubuksuz ölçüm, 3 kutuplu Potansiyel-Düşüş ölçümü ve Seçici ölçüm.

Kazıksız ölçüm

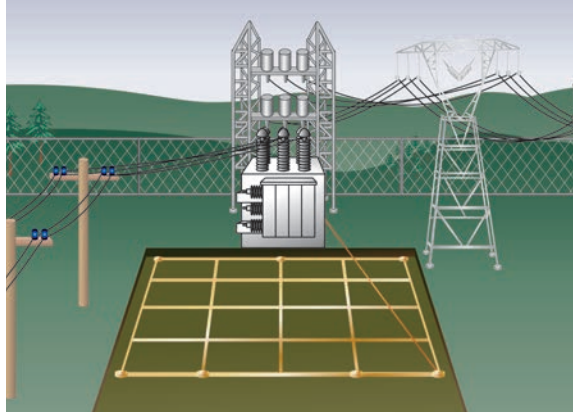
Öncelikle, şunlar üzerinde Kazıksız ölçüm gerçekleştirin:

- Kulenin ayakları ve binanın dört köşesi (**baz istasyonları/kuleler**)
- Tüm topraklama bağlantıları (**(elektrik trafoları)**)
- Uzak sahaya giden hatlar (**uzaktan anahtarlama**)
- Binanın topraklama kazıkları (**yıldırım koruması**)

Tüm uygulamalarda, ağ topraklaması nedeniyle bu doğru bir topraklama direnci ölçümü değildir. Bu, temel olarak sahanın topraklandığını, elektrik bağlantısının mevcut olduğunu ve sistemden akım geçtiğini doğrulayan bir süreklilik testidir.

3 kutuplu Potansiyel Düşüş ölçümü

İkinci adımda, 3 kutuplu Potansiyel Düşüşü yöntemiyle tüm sistemin direncini ölçeriz. Kazık ayarlaması ile ilgili kuralları aklınızda tutun. Bu ölçüm kaydedilmelidir ve ölçümler yılda en az iki defa yapılmalıdır. Bu ölçüm tüm sahanın direnç değeridir.

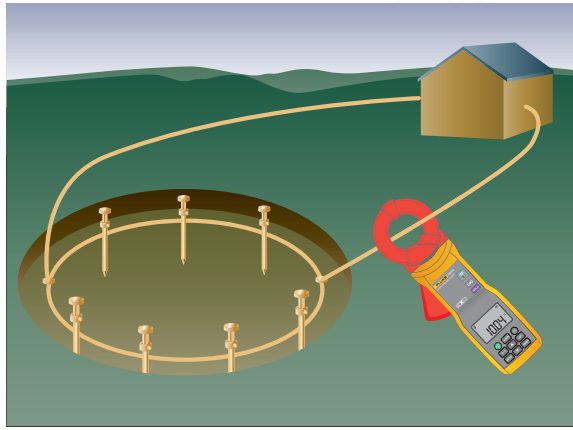


Bir elektrik alt santralindeki tipik düzenek.

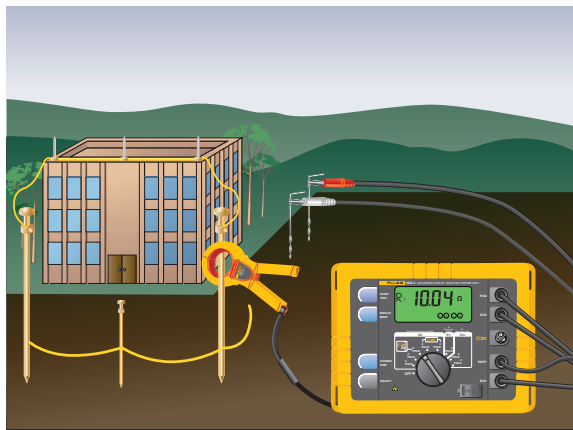
Seçmeli ölçüm

Son olarak, Seçmeli testi kullanarak her bir topraklamayı ölçeriz. Bu, tekil topraklamaların bütünlüğünü ve bunların bağlantılarını doğrular ve topraklama potansiyelinin eşit biçimde dağılıp dağılmadığını belirler. Bu ölçümlerden biri diğerlerinden daha fazla değişkenlik gösterdiğinde bunun nedeni araştırılmalıdır. Şu noktalardaki dirençler ölçülmelidir:

- Kulelerin her bir ayağı ve binanın dört köşesi (baz istasyonları/kuleler)
- Tekil topraklama çubukları ve bağlantıları (elektrik trafoları)
- Uzak sahanın her iki ucu (uzaktan anahtarlama)
- Bina dört köşesi (yıldırım koruması)



Uzak bir anahtarlama sahasında Kazıksız testi kullanma.



Yıldırım koruma sisteminde Seçmeli testi kullanma.

Topraklama ürünleri



Fluke 1625-2 Geleşmiş GEO Topraklama Test Cihazı



Fluke 1623-2 Temel GEO Topraklama Test Cihazı



Fluke 1630-2 FC Topraklama Pensi

Eksiksiz test cihazı ailesi

Fluke 1623-2 ve 1625-2, dört topraklama ölçümü tipini de gerçekleştirebilmesiyle fark yaratan topraklama test cihazlarıdır:

Fluke 1625/-2'nin gelişmiş özellikleri:

- Otomatik Frekans Kontrolü (AFC)—Mevcut paraziti belirler ve etkilerini minimum düzeye indirmek için bir ölçüm frekansı seçerek daha doğru bir topraklama değeri sağlar
- R* ölçümü—55 Hz'de topraklama empedansını hesaplayarak arızalı bir topraklamanın neden olacağı topraklama direncini daha doğru bir şekilde yansıtır
- Ayarlanabilir limitler—daha hızlı test için

Fluke 1630/-2 FC'nin gelişmiş özellikleri:

- Tek pensli kazıksız test
- Ölçümleri kaydetme—Ön ayarlı kayıt aralığı ile 32.760 ölçüme kadar kaydedin
- Hızlı ölçüm değerlendirme için kullanıcı tanımlı yüksek/düşük alarm limitleri.
- Seçilebilir bant geçiren filtre işlevi, ac kaçak akım ölçümündeki istenmeyen parazitleri ortadan kaldırır.
- 1630-2 FC Serisi, bağlı test araçları ve ekipman bakım yazılımının gelişen sisteminin bir parçasıdır. Fluke Connect sistemi hakkında daha fazla bilgi için flukeconnect.com web sitesini ziyaret edin.

İsteğe bağlı aksesuarlar

320 mm (12,7 inç) Split Çekirdek Transformatör—kulelerin tek tek ayaklarında seçici test gerçekleştirmek için.



1625-2 eksiksiz seti



Devre direnci standardı ve sert taşıma çantası ile birlikte Fluke 1630-2 FC

Topraklama test cihazlarının karşılaştırması

Ürün	Potansiyel Düşüşü		Seçimli	Kazıksız	2 Kutup yöntemi
	3 kutuplu	4 Kutuplu/Toprak			
Fluke 1621					
Fluke 1623-2					
Fluke 1625-2					
Fluke 1630-2 FC					

Fluke. Keeping your world up and running.®

Fluke TÜRKİYE
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands
Web: www.fluke.com.tr

For more information call:
In the U.S.A. (800) 443-5853
or Fax (425) 446-5116
In Europe/M-East/Africa +31 (0)40 267 5100
or Fax +31 (0)40 267 5222
In Canada (905) 890-7600
or Fax (905) 890-6866
From other countries +1 (425) 446-5500 or
Fax +1 (425) 446-5116

©2013, 2014, 2017 Fluke Corporation. All rights reserved. Data subject to alteration without notice. 2/2017 4346628c-tr

Modification of this document is not permitted without written permission from Fluke Corporation.