

TOPRAKLAMA TESTLERİNİN İLERİ İRDELENMESİ BÖLÜM-7



Nebi MUTLU
Elektrik Mühendisi
nebi.mutlu@emo.org.tr

Süreklilik :

Önce Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliğinde belirtilen ilgili tanım ve limitlerden, kullanacağım bölümleri burada not olarak vereceğim.

Not 1: Madde 4 bölüm b'kısım 14'te tanım şöyledir: " Toplam topraklama direnci: Bir yerde ölçülebilen ve ölçüye giren bütün topraklamaların toplam direncidir."

Not 2: Madde 10-a) Genel: Her topraklama tesisi, kullanıcı tarafından işletmeye alınmadan önce, montaj ve tesis aşamasında, gözle muayene edilmeli ve deneyden geçirilmelidir. Gerek tesis etme aşamasında, gerekse işletme dönemindeki muayene, ölçme ve denetleme periyotları için Ek-P'ye bakınız.

Not 3: Madde 10-c 2) Koruma iletkenlerinin, ana ve tamamlayıcı potansiyel dengeleme iletkenleri bağlantılarının sürekliliğinin ölçülmesi ve denetlenmesi: Koruma iletkenlerinin, ana ve tamamlayıcı potansiyel dengeleme iletkenleri bağlantılarının sürekliliğini bir deneyle ölçmek ve denetlemek zorunludur. Bu deneyin, en az 0,2 A'lık akım verecek ve boşta çalışma gerilimi 4 V ile 24 V arasındaki d.a. veya a.a. olan bir besleme kaynağı ile yapılması tavsiye edilir (Şekil-8a'ya bakınız). Tavsiye edilen en büyük direnç değeri, koruma iletkenleri için $< 1\Omega$, potansiyel dengeleme iletkenleri için $< 0,1 \Omega$ 'dur

Not 4: Madde 10-c 6.2) Çevrim empedansının kontrolü:

i) Dolaylı dokunmada koruma için ana iletken ile koruma iletkeni arasındaki ve ana iletken ile PEN iletkeni arasındaki çevrim empedansı tespit edilmelidir. Bu değer; ölçme cihazları ile yapılacak ölçmeyle, hesaplama veya şebekenin, şebeke modeli üzerinde modellenmesiyle elde edilir. Öndeki dağıtım şebekesinin empedansları, bu şebekenin işletmecisinden öğrenilebilir.

Not 5: Ölçme sırasında şebekede gerilim salınımları ortaya çıkabileceğinden, çok sayıda ölçme yapılmalı ve bu değerlerden bir ortalama değer elde edilmelidir. Ölçme değerleri değerlendirilirken, çevrim empedansının ölçülmesi sırasında ortaya çıkan hataların sadece ölçme cihazından kaynaklanmadığı, ölçme sırasında ortaya çıkabilecek gerilim salınımlarının ve ölçme çevrimi içindeki güçlü reaktif akım tüketicilerinin de ölçme sonucunu oldukça yanıltabileceği göz önünde tutulmalıdır.

Bu ölçme hataları Çizelge-10'da dikkate alınmamıştır. Genelde çevrim empedansı ölçmeleri oda sıcaklıklarında veya mevsimlere bağlı ortam sıcaklıklarında, örneğin 20 °C'de yapılır. Bundan dolayı, Çizelge-10'da verilen değerlerle bir karşılaştırma yapabilmek için ölçme sonucunun uygun bir düzeltme faktörüyle 80 °C'ye dönüştürül-

mesi gerekir. Örneğin 20 °C'de yapılan ölçmeler için düzeltme faktörü 1,24'dür. Diğer ortam sıcaklıkları θx için düzeltme faktörü şöyle hesaplanabilir:

$$1 + \alpha \cdot (80^\circ\text{C} - \theta x)$$

$$\alpha_{Cu} = 0,00393 \text{ K}^{-1}$$

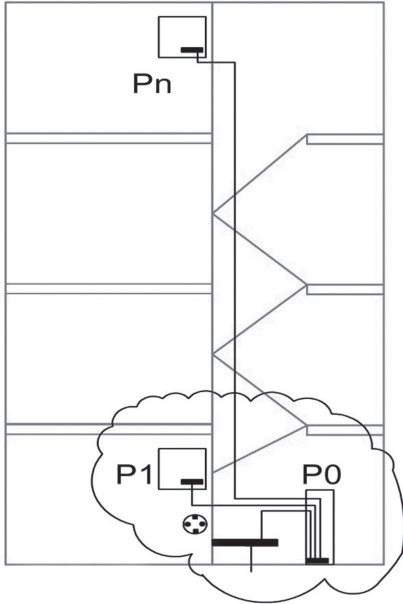
Ölçme değerleri sınır bölgesinde ise, tesisin işletme durumuna göre daha yüksek bir sıcaklığın olabileceği, dolayısıyla daha geç bir açmanın yapılabileceği göz önünde tutulmalıdır.

7.1 Süreklilik ölçümleri:

Resim 27'de n katlı bir apartman binasında P0, Ana dağıtım panosunu ve pano en altında olan siyah renkli dörtgende toprak barasını göstermektedir. P1, 1 nolu Pn , n nolu kat panosunu göstermektedir. Bu panoların alt kısmında olan siyah dörtgen ise bu panoların toprak barasını göstermektedir. APDB, ana Potansiyel Dengeleme Barasını göstermektedir. Ölçmenin daha kolay anlatılması için 1. Katta test yapacağımız priz ve APDB kısmını kapsayan bölümü kesip alıp Resim 28 olarak verdim.

Test bağlantısı; Resim 28'de Cihazımızın S(N) ucunu yakın olan prizin topraklama tırnağına, H(L) ucunda mevcut cihaz kablosuna ek kablo ilave ederek APDB barasına irtibatlayalım. Bu durumda cihaz APDB barasından priz topraklama tırnağına doğru akım akıtır. Bu iki nokta arasında oluşan voltajı ölçer ve

akıma bölerek iki nokta arasındaki direnci bulur. Bu direnç değeri süreklilik durumu hakkında fikrimizi oluşturmamıza temel oluşturur. Bu ölçme şeklinde uzatılmış kablo ucu APDB'de ve S(N) ucu P0 toprak barasında ise ölçülen direnç R1 olsun. Eğer $R1 < 0,1\Omega$ ise APDB ile P0 arasındaki potansiyel dengeleme iletkeni sürekliliği uygun olur. $R1 \geq 0,1\Omega$ ise ya iletken kesiti uygun değil ya bağlantı noktaları problemlidir.



Resim 27

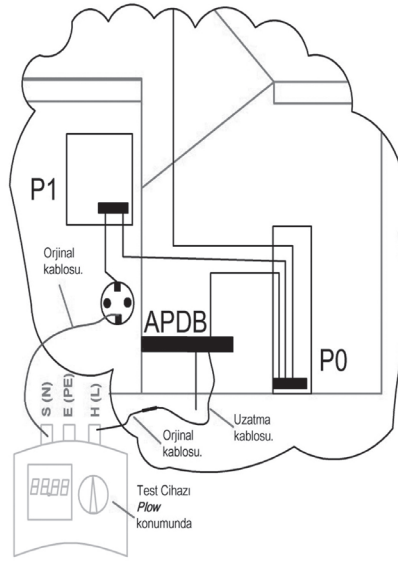
7.1 Süreklilik ölçümleri devam:

Değişik model üzerinde örnek yapalım.

Resim 29'da çatısı olan tek katlı bir ev var. APDB, Ana Potansiyel dengeleme barasıdır. PDB-1, PDB-2 ve PDB-3 baraları tali potansiyel dengeleme baralarıdır.

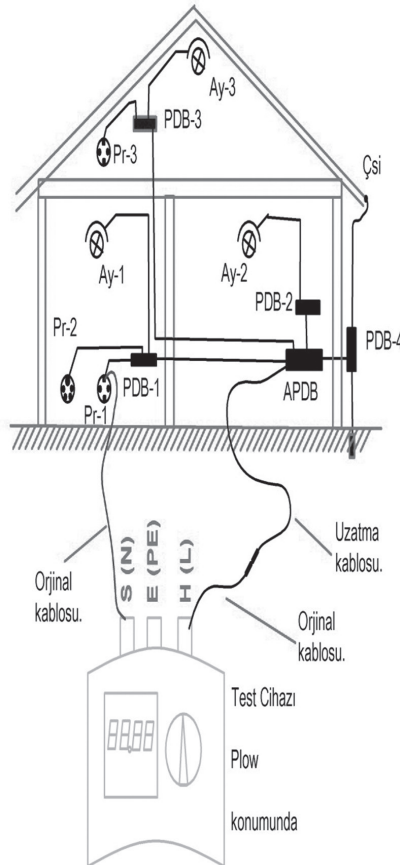
Bu tesiste Pr-1, Pr-2, Pr-3, Ay-1, Ay-2, Ay-3'ü PDB'lerine irtibatlayan iletken koruma iletkenidir. APDB ile PDB ler arası bağlantı iletkenleri ve PDB-4 ile çatı sacı arası bağlantısı potansiyel dengeleme iletkenidir

Bu tesiste Pr-1 prizi çentiğine



Resim 28

S(N) cihaz orijinal kablolarını ve APDB barasına H(L) orijinal iletkenine irtibatlı uzatma kablolarını irtibatlayıp ölçersek. Bu durumda Pr-1 priz toprak ucu ile APDB barası arası süreklilik direncinin tamamını ölçmüş oluruz. Burada Pr-1 ve PDB-1 arası 1Ω 'dan küçük olmalıdır. PDB ile APDB arasında $0,1\Omega$ 'dan küçük olmalıdır. Parça parça

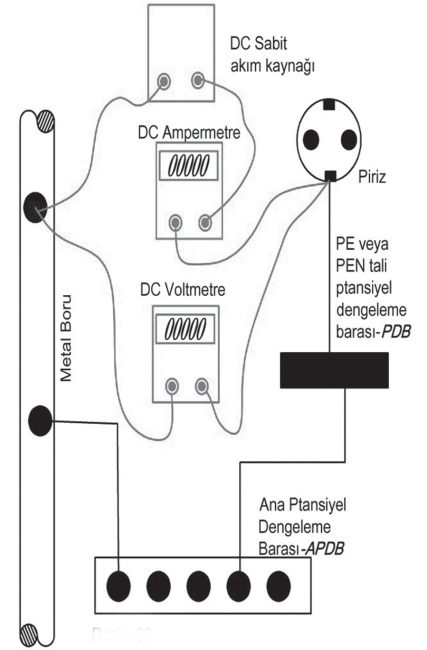


Resim 29

ölçersek böyledir. Ancak toplam ölçersek değer $1,1\Omega$ 'den küçük olmalıdır.

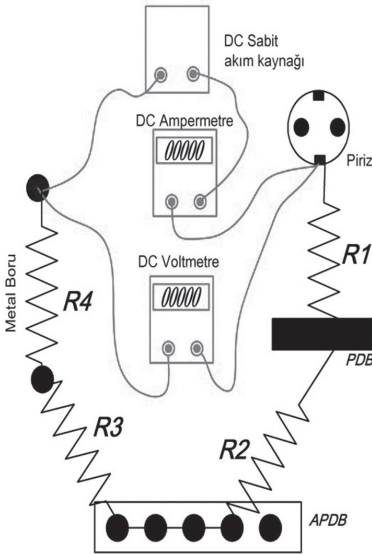
7.1 Süreklilik ölçümleri devam

Varsayalım elimizde süreklilik ölçümü yapan profesyonel bir cihaz yok. Bu durumda kullanacağımız test yöntemi, süreklilik cihazlarının ölçümünü Resim 30'daki gibi modellemektir. Burada DC sabit akım kaynağı ile devreden akım akıtacağız. Kaynağın özelliği nedeniyle beslediği devrenin direnci değişse bile akan akım sabit kalacaktır. Bu örnekte kaynağımız 1 Amperlik olsun ki yönetmelik en az 0,2 Amper öngörmektedir. Devrede APDB (Ana Potansiyel Dengeleme Barası) vardır. PDB (potansiyel dengeleme barası) ve metal aksam olan metal boru APDB'ye irtibatlanarak topraklanmıştır. Priz ise PDB ye irtibatlanarak



Resim 30

topraklanmıştır. Bu devreyi Resim 31'de ki gibi dirençlerle modelleyelim. Priz toprak hattı R1, PDB toprak hattı R2, Metal borunun APDB sine bağlantı hattı R3, Metal borunun APDB

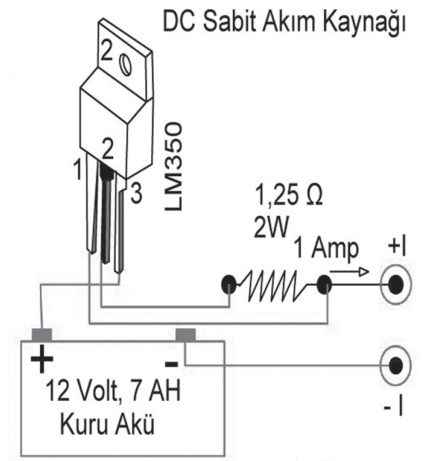
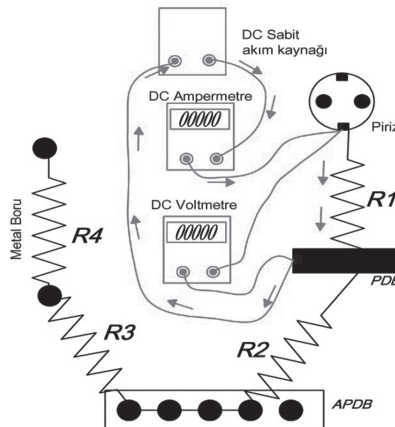


sına bağlantı noktasından Ölçü cihazlarının bağlandığı noktaya kadar borunun direncini R4 dirençleri ile temsil ettik. Bu devrede, 1 Amperlik sabit akım DC sabit akım kaynağından çıkıp DC Ampermetreden, R1, R2, R3, R4'ten sıra ile geçerek DC Sabit akım kaynağına döner. DC voltmetrede ise bu akımdan dolayı R1,R2,R3,R4 dirençleri üzerinde oluşan gerilimlerin toplamını ölçer. Dolayısıyla Ohm kanununa göre okunan voltajı akan akıma bölersek toplam direnci ölçmüş oluruz. Bu dirençlerden sadece birisi ölçeceksek akımın giriş ve çıkış noktası bu direnç uçlarında olacak şekilde bağlanmalıdır. Bu iyi anlaşılсын diye prizin PDB sına bağlantı iletken direncini yani R1 direncini ölçmek üzere buna uygun bağlantıyı Resim 32'de gösterdim. Ayrıca size bir fikir olsun diye basit bir sabit akım kaynağı devresini Resim 33'te verdim.

Sabit akım kaynağında uyguladığımız direnç $1\ \Omega$ olsa da $5\ \Omega$ olsa da devreden $1\ \text{Amper}$ geçecektir. Bu devre ile yapacağımız testle, profesyonel cihazlarla yapacağımız test sonuç olarak fark etmeyecektir. Sadece profesyonel cihazlarla hem

çalışmak kolay hem de hızlı olacaktır. O yüzden profesyonel bir cihazla çalışmanız daha uygundur.

Resim 33'teki DC Sabit Akım Kaynağında LM350 entegresi fiyatı yaklaşık 1,25\$'dır. Akü fiyatıda 5\$ civarındadır Diğer parçaların bedeli çok önem arzetmez. Bu entegrenin garantili özelliklerinde yazdığına göre 1 ile 2 nolu bacağı arasın-da sabit 1,25 volt DC gerilim olacaktır . +I ucundan 2 nolu uçtaki direnç değerine uygun akım akar. Bu örnekte direnç değeri 1,25 Ω olduğuna göre ve uçlarında sabit 1,25 volt DC gerilim olduğuna göre akacak akım $I = 1,25V/R = 1,25V/1,25\Omega = 1$ A olur. Bu direncin dayanım gücü $P=I^2 \times R = 1A^2 \times 1,25\Omega = 1,25$ W olur. Bir üst değer olan 2W gücü seçeriz. Eğer yönetme-likteki alt limit olan 0,2 Am-per değerini seçersek $R= V/I = 1,25V/0,2A = 6,25\Omega$ 'luk direnç koymamız gerekir. Bu yeni di-rencin dayanım gücünde $P=I^2 \times R = 0,2A^2 \times 6,25\Omega = 0,25W$ olmalıdır. Bunun için bir üst güç olan 0,5 Watt seçeriz. Burada en kötü durum olan I+, I- uçları kısa devre yani direnci sıfır olan bir bağlantı test ediyor olsak devreden her şekilde 1 Amper akım akacak ve 12 Volt akü gerilimi direnç ve LM350 nin



2 ve 3 nolu bacakları arasında bölüşülecektir. Direnç üzerinde 1,25 Volt olduğuna göre geriye kalan $V_{2-3}=12-1,25=10,75$ Volt olacaktır. Entegrede kaybolan güç $R=1,25\Omega$ durumunda $P=V_{xI}=10,75*1=10,75W$ olacaktır. O zaman entegre en azından bir üst güç olan $15W$ 'a göre soğutulacaktır. $R=6,25\Omega$ durumunda $P=10,75V \times 0,2A = 2,15 W$ olup bir üst güç olan $3W$ 'a göre soğutulacaktır. $0,2A$ mpere sabit akım kaynağı seçmemiz durumda soğutma işi daha kolay olacaktır.

7.2 TEST DEĞERLERİNİN SICAKLIĞA GÖRE DÜZELTİLMESİ:

Not:5’de verdiğim metindeki düzeltme formülü;

$$1 + \alpha \cdot (80^\circ\text{C} - \theta_x)$$

$$\alpha_{Cu} = 0,00393 \text{ K}^{-1}$$

şeklinde idi. Bu formülde $\alpha_{Cu} = 0,00393 \text{ K}^{-1}$ bakırın ısıl katsayısıdır. Testimiz bakır kablolarda ve 20°C da yapılmış olsun. Düzeltme faktörünü 80°C sıcaklık için hesaplayalım.

$(R_{80C} = R_{20} \times [1 + 0,00393$
 $K \cdot (80^\circ C - 20^\circ C)]) = R_{20} \cdot$
 $C_{x1,2358} = R_{20} \cdot C_{x1,24}$ dür. Ör-
 neğin $R_{20} = 0,70 \Omega$ ise

$$R_{80^{\circ}\text{C}} = 0,70\Omega \cdot 1,24 = 0,87\Omega \text{ olur.}$$

Kablonun en fazla ortam sıcaklığı 80°C olacaksa ve ölçümü 20°C da yapmışsak biz 80°C da ki direnç değerine göre değerlendirme yapmalıyız.

Sayısal bir örnek verelim:

Bir prizlin koruma toprak tırnağı ile beslendiği pano arasında 20°C'da süreklilik ölçüm $0,95\Omega$ olsun 80°C daki değeri $0,95 \times 1,24 = 1,18\Omega$ olur. Test edildiği ortam sıcaklığındaki değer yönetmelikteki limiti sağladığı yani $0,95\Omega < 1\Omega$ olduğu halde 80°C'a düzeltildiğinde kurtarmamaktadır. Eğer test yaptığımız irtibatın kablosunun bu yüksek sıcaklıkta görev yapma ihtimali varsa o zaman test ettiğimiz sıcaklıktaki değeri yerine yüksek sıcaklıktaki değeri dikkate alınmalıdır. Sayısal örneğimizi 20°C ve 80°C göre yaptık ki yönetmelikteki düzeltme katsayısı 1,24'ün nasıl elde edildiğini görün diye. Değişik sayısal bir örnek daha verelim.

Örnek 2: Testimizi Suudi Arabistan'da yapmış olalım. Test anında ortam sıcaklığı 42°C ve 80°C'a revize edelim. $R_{80^\circ C} = 1 + 0,00393 \times (80 - 42) = 1,15'$ dir.

Ortam sıcaklığında ölçtüğümüz süreklilik direnci $R_{42^\circ C} = 0,94\Omega$ olsun 80°C daki değer $R_{80^\circ C}$ 'i bulalım. $R_{80^\circ C} = 1,15 \times 0,94\Omega = 1,1\Omega$ olur. 1Ω'dan büyük olduğu için uygun değildir.

Düzeltilme katsayısını süreklilik direncinde kullandığımız gibi çevrim empedansı değerinde de kullanmamız gerekir. Ortam sıcaklığında test sonucu bulduğumuz çevrim empedansı 80°C farklı olacaktır. Bu kez de çevrim empedansının yüksek sıcaklık davranışını örneklerle irdeleyelim.

Örnek 3:

26°C ortam sıcaklığında bir prizde çevrim empedansı testi yapıyoruz. L-PE (Faz iletkeni-Koruma İletkeni) arası çevrim empedansı testi yapalım. Çevrim empedansı ölçüm cihazı (installation tester) ile bulduğumuz $R_{pe26^\circ C} = 1,1\Omega$ olsun. Bu prizlin arıza anında enerjisini kesen sigorta C20 olsun. C20, W otomat dediğimiz kesiciler olup ani açma akımları nominal akımın 10 katıdır. Dolayısıyla bu sigorta arıza akımı $20A \times 10 = 200A$ ereştiğinde ani açabilir. TN-S devrede bu ölçtüğümüz devrede akacak arıza akımı $230V / 1,1 = 209,1A$ Amper olduğundan ölçtüğümüz sıcaklıkta kısa devre olursa prizlin enerjisi sigorta tarafından kesilir ve daha kötü olayların olması önlenmiş olur. Ancak aynı arıza 80°C sıcaklıkta olursa ne olur?

$R_{80^\circ C} = R_{26^\circ C} \times 1,22 = 1,1\Omega \times 1,22 = 1,34\Omega$ olur. Kısa devre akımı $230V / 1,34\Omega = 172A$ olur ve sigorta 200 Ampere erişmediği için devreyi ani olarak kesmez bu ise tehlikelidir. Yangın güvenliği sağlanmamıştır.

Öncelikle katkılarından dolayı Nejat Cahit Gencer dostuma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu sayıya kadar yazılanlarda anlaşılmayan ya da farklı bir cihaz deneyimin de gördüğünüz sorunlar vs ne olursa mail adresime yazarsanız, diğer okuyucuların da faydasına sunulmak üzere ileriki bültenlerde yazmaya çalışacağım..

Saygılarımla.

MESLEKTE 40., 50. VE 60. YILINI DOLDURAN ÜYELERİMİZE PLAKETLERİ VERİLDİ

- Meslekte 40., 50. ve 60. yılını dolduran üyelerimize plaketleri 5 Ocak 2018 Cuma günü EMO Konferans Salonu'nda düzenlenen törenle verildi.
- Törenin ardından üyelerimize yönelik kokteyl düzenlendi.



- Etkinliğin açılışını EMO Ankara Şubesi Yönetim Kurulu Başkanı Fatih Kaymakçioğlu yaptı. Kaymakçioğlu üyelerimize hoş geldiniz dedikten "Meslekte 40., 50. ve 60. yıla ulaşmak büyük bir onur. Mesleki birikim ve yaşanmışlık var. Bu birikimlerden yararlanmak Odamızın görevi. Her bir mühendis arkadaşımızı yürekten kutluyor, her birinin önünde saygıyla eğiliyorum." Kaymakçioğlu konuşmasında ayrıca 20-21 Ocak tarihlerinde yapılacak EMO Ankara Şubesi 24. Olağan Genel Kurulu ve Seçimleri'ne katılım çağrısında bulundu. Kaymakçioğlu'nun konuşmasının ardından meslekte 40., 50. ve 60. Yılını dolduran üyelerimize plaketleri taktim edildi ve ardından klasik müzik dinletisi eşliğinde mini kokteyl düzenlendi.