

ELEKTRİK TESİSLERİNDE DOLAYLI DOKUNMAYA KARŞI KORUMA ve TOPRAKLAMA

Emre METİN

Elektrik Mühendisi

09.01.2026

ETMD-KTEMB-KTEMO Semineri

Seminer İçeriği:

- 1 - Topraklama hakkında bilgiler,**
- 2 - Elektrik Çarpması - Direk temas, dolaylı temas,
- 3 - Dağıtım şebeke tipleri
- 4 - Dağıtım şebekesinde topraklama tipleri
- 5 - Elektriksel güvenlikte dağıtım şebekesinin önemi,
- 6 – Elektrik İç Tesisat Kontrolü ve Güvenlik
- 7 - Biraz hukuk..
- 8 - YG Tesislerinde topraklama hesabı örnekleri
- 9 - TN-S sistemi tesisi nasıl yapılır?
- 10 - Sonuç ve öneriler.**

1 – Topraklama Hakkında Bilgiler,

KKTC’de bu alan BS 7430+A1-2015 tarihinde yayınlanan direktifle düzenlenmiş bulunmaktadır. Düzenlemenin Bölüm 54 olarak tanımlanan içeriği "Topraklama Düzenlemeleri ve Koruma İletkenleri " başlığı ile 54 ana kodu altında detaylandırılmıştır.

1.1 Topraklamanın tanımı

Elektrikli işletme araçlarının (generatör, transformatör, motor, kesici, ayırıcı, direk, aydınlatma armatürü, buz dolabı, çamaşır makinesi v.b.) aktif olmayan (normal işletmede gerilim altında olmayan) metal kısımlarının bir iletken üzerinden toprakla birleştirilmesidir.

Toprakla bağlantı çeşitli şekillerdeki topraklayıcılarla (toprak elektrotları) yapılır.

GİRİŞ.

Elektrik tesisleri hayatımıza geniş ölçüde girmiştir.Bugün artık elektrik enerjisinden yararlanmadan yaşamamızın kolay olmadığını söyleyebiliriz. Elektrik enerjisi sayılamayacak kadar çok yerde işimizi,normal şartlarda kolaylaştırırken,yalıtım bozuklukları insanlar ve diğer canlılar için tehlike doğurabilir.

Bu tehlike“**Elektrik Çarpması**”olarak adlandırılır. Yalıtım bozuklukları yangınlara da yol açabilir.

İnsanların ve diğer canlıların elektrik çarpması olayı etkisinde kalmaları için vücutlarının iki ayrı noktasının farklı elektriksel potansiyellerde olması ve bu sebeple üzerlerinden akım geçmesi gerekir.

Bir kişinin gerilim altındaki tesis bölümlerine dokunması doğrudan veya dolaylı yollardan olabilir.Bu çalışmada dolaylı yoldan dokunma sonuçları ve koruma yöntemleri ele alınacaktır.

●***Doğrudan dokunmaya karşı alınan önlemler yapısal ve mekanik önlemler ile yalıtma olarak özetlenebilir.***

ELEKTRİK ÇARPMASI SONUÇLARI.

Elektrik çarpması ile meydana gelen kazalar,etki bakımından **üç grupta toplanabilir.**

1-Elektrik akımının sinirler,adaleler ve kalp çalışması üzerindeki etkileri.

2-Elektrik akımından doğan ısınmanın ve arkların yaptığı zararlar, yanmalar.

3-Korku sebebi ile düşme,çarpma gibi mekanik zararlar.

● İnsanlar ve hayvanlar üzerinde elektrik çarpması olayı aynı şekilde oluşur.

● ● Özellikle dört ayaklı hayvanlar adım gerilimi etkisinde kalırlar.

● İnsan vücudunndan geçecek akımın büyüklüğü, kişinin vücut direncine, temas noktasının özelliklerine ve alternatif akımda frekansa bağlıdır.

● İnsan vücut direnci, vücut iç direnci temas noktasındaki geçiş dirençleri ve genel olarak akım yolu üzerindeki diğer dirençlerden oluşur. Bu değerler kişilere göre çok farklı değerler olabilir.

● İnsan vücudu toplam direnci 2500Ω alınıp, insan için tehlikesiz akım 20 mA alınırsa 50 volt'luk bir temas gerilimi sınır değeri olarak kabul edilebilir

● ***Yüksek frekanslı akımlarda vücut direncinin artması sebebi ile tehlikenin azaldığı söylenebilir.***

ELEKTRİK AKIMININ VÜCUTTAKİ ETKİLERİ.

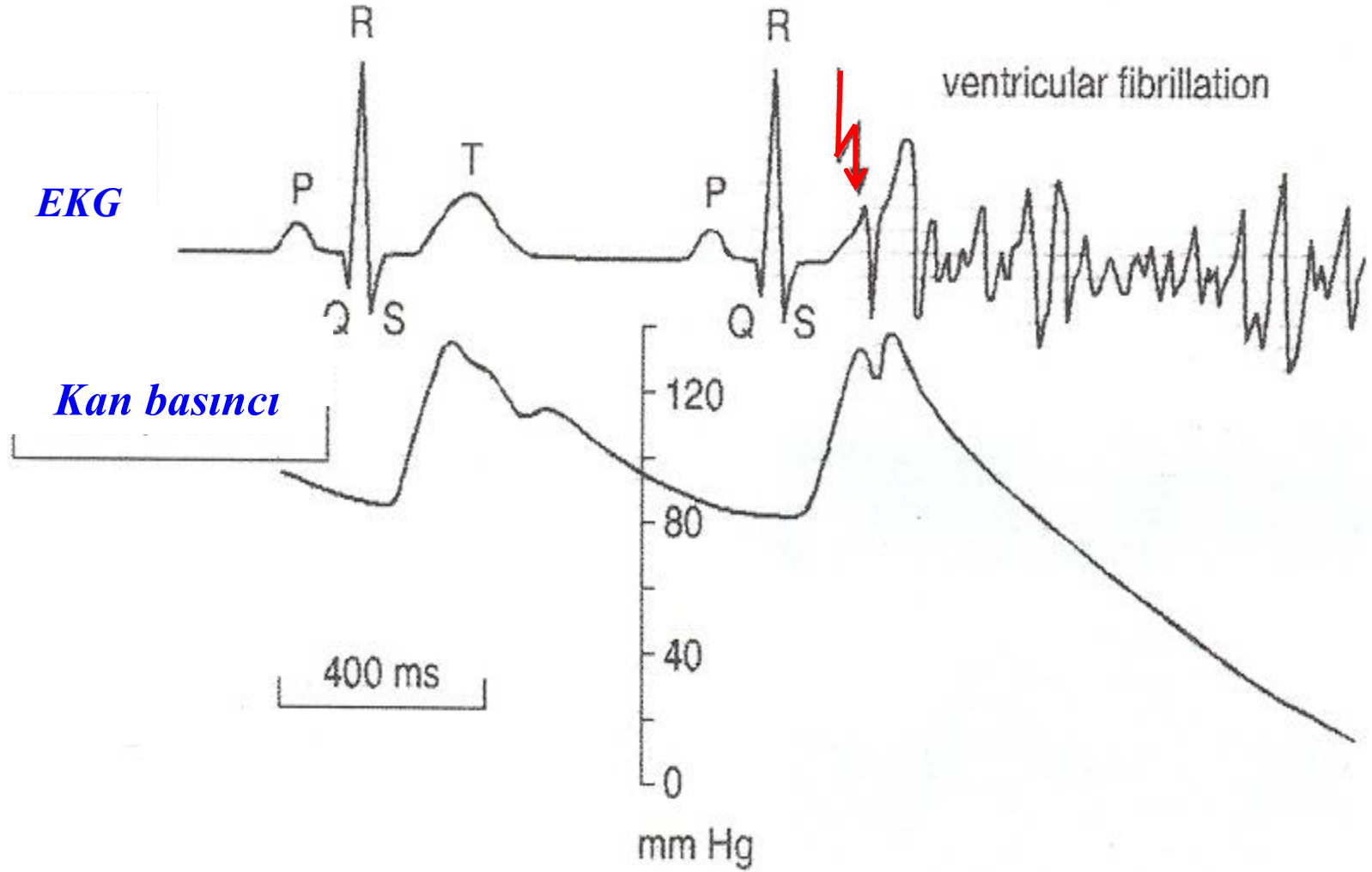
Vücudun iki noktası arasında farklı elektrik potansiyeli varsa, bu potansiyel farkına (gerilime) ve vücudun direncine bağlı olarak canlı üzerinden bir akım geçer. Akımın büyüklüğüne ve uygulama süresine göre çeşitli fizyolojik etkiler doğar.

● Vücut direnci bir taraftan uygulanan gerilimin değerine, frekansına bağlı iken diğer taraftan kişinin özelliklerine ve gerilimin uygulanma noktalarına bağlıdır.

Vücuttan geçen akım kaslarda kasılmalara yol açar. Kalp adelesinin çalışma ritmini bozar. Bu olaya **ventriküler fibrilasyon** denir. Kalbin bozuk ritmi beyin kanla beslenmesini önlediği için beyin ölümü meydana gelir.

● ***Yapılan deneyler sonucunda akımın büyüklüğü ve uygulanma süresine bağlı olarak elde edilen fizyolojik sonuçları gösteren ve uluslararası standartların kabul ettiği grafik ekte verilmiştir.***

Ventriküler fibrilasyon

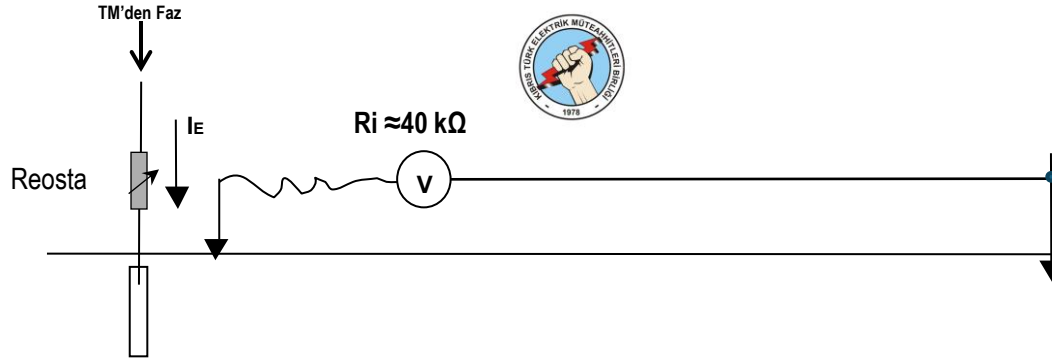


1.2 Topraklayıcıdan Akım Akması;

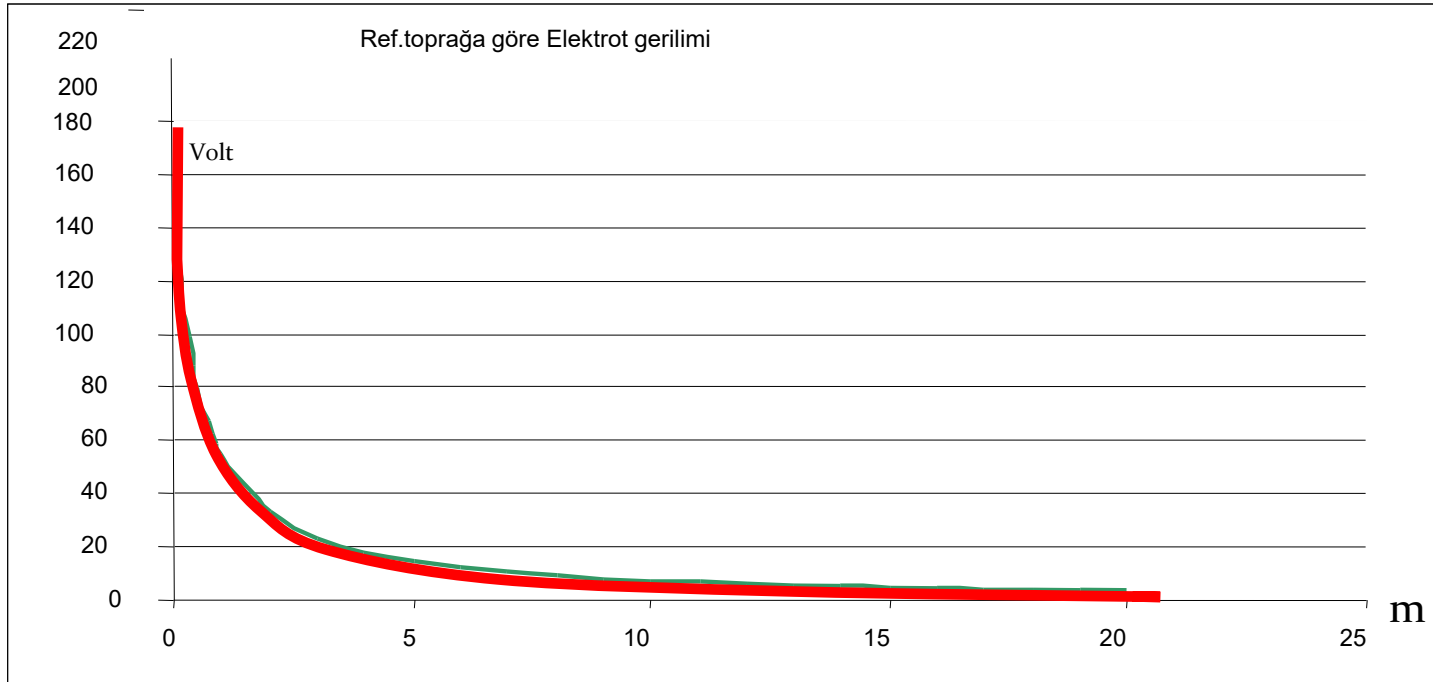
- Bir topraklama elektrodundan toprağa akım akması halinde (!) topraklayıcıdan itibaren çevreye doğru akım yayılması meydana gelir.
- Bu yayılma topraklayıcı çevresindeki potansiyelin yükselmesine yol açar. Toprak içinde eşpotansiyel noktaları birleştiren eğrilerin bir potansiyel çadırı veya konisi meydana getirdiği düşünülür.
- Topraklayıcı çevresindeki potansiyel değişimi, referans toprak ile topraklayıcıya doğru değişik noktalar arasındaki gerilim ölçülerek bulunur.
- Elektrota yakın noktalarda potansiyel, hızla değişmektedir.

1.2 Topraklayıcıdan Akım Akması;

- Topraklama elektrodunun yükselen potansiyeli, bu elektrodun etki alanında bulunan ikinci bir elektroda bağlı metal kısımlara taşınarak, bu kısımlarda referans toprağa karşı gerilim yükselebilir.
- Bu olaya Potansiyel sürüklenmesi adı verilmektedir.
- Adım gerilimi elektrot çevresinde yüksek olacaktır.
- Potansiyel değişiminin yumuşatılması maksadı ile elektrot çevresine potansiyel düzenleme elektrotları yerleştirilir.
- Adım gerilimleri, şekillerden de görüldüğü gibi, elektrot çevresinde yüksek olacaktır.



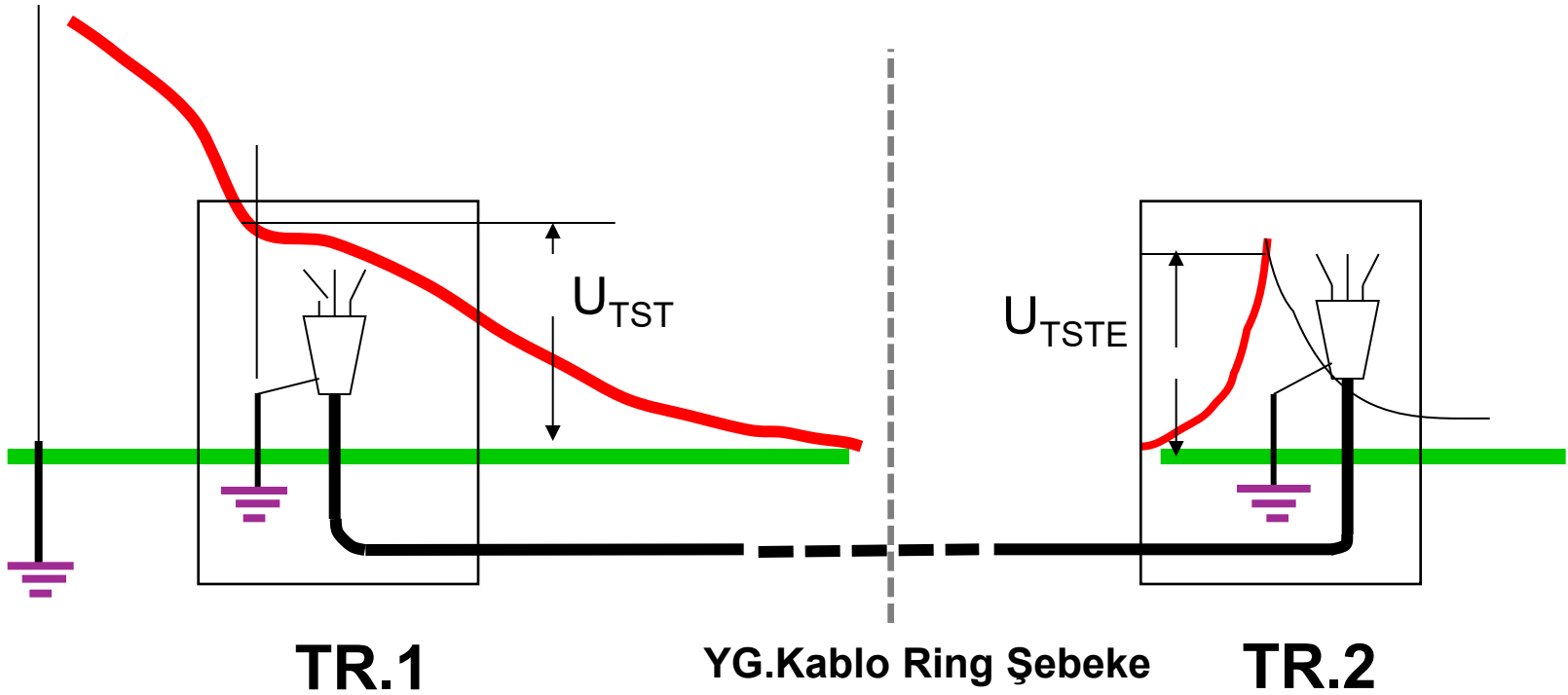
Potansiyel çadırı



$L = 2 \text{ m. } D = 2.5 \text{ cm. } \rho_E = 10 \text{ } \Omega \cdot \text{m} \quad I_E = 96 \text{ A. } r = \text{Elektrotdan uzaklık}$

$$\phi = U - \left(\frac{I_E \cdot \rho_E}{2\pi \cdot L} \right) \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot L \cdot r}{D(L + (r^2 + L^2)^{1/2})} \right)$$

Kablo şebekede Potansiyel Sürüklenmesi



1.3 Topraklamanın amaca göre sınıflandırılması

Topraklama başlıca üç amaçla yapılmaktadır.

a. Koruma topraklaması

İnsanları tehlikeli dokunma gerilimlerine karşı korumak için işletme araçlarının aktif olmayan metal kısımlarının topraklanması. (Normal şartlarda gerilim altında olmayan kısımlar)

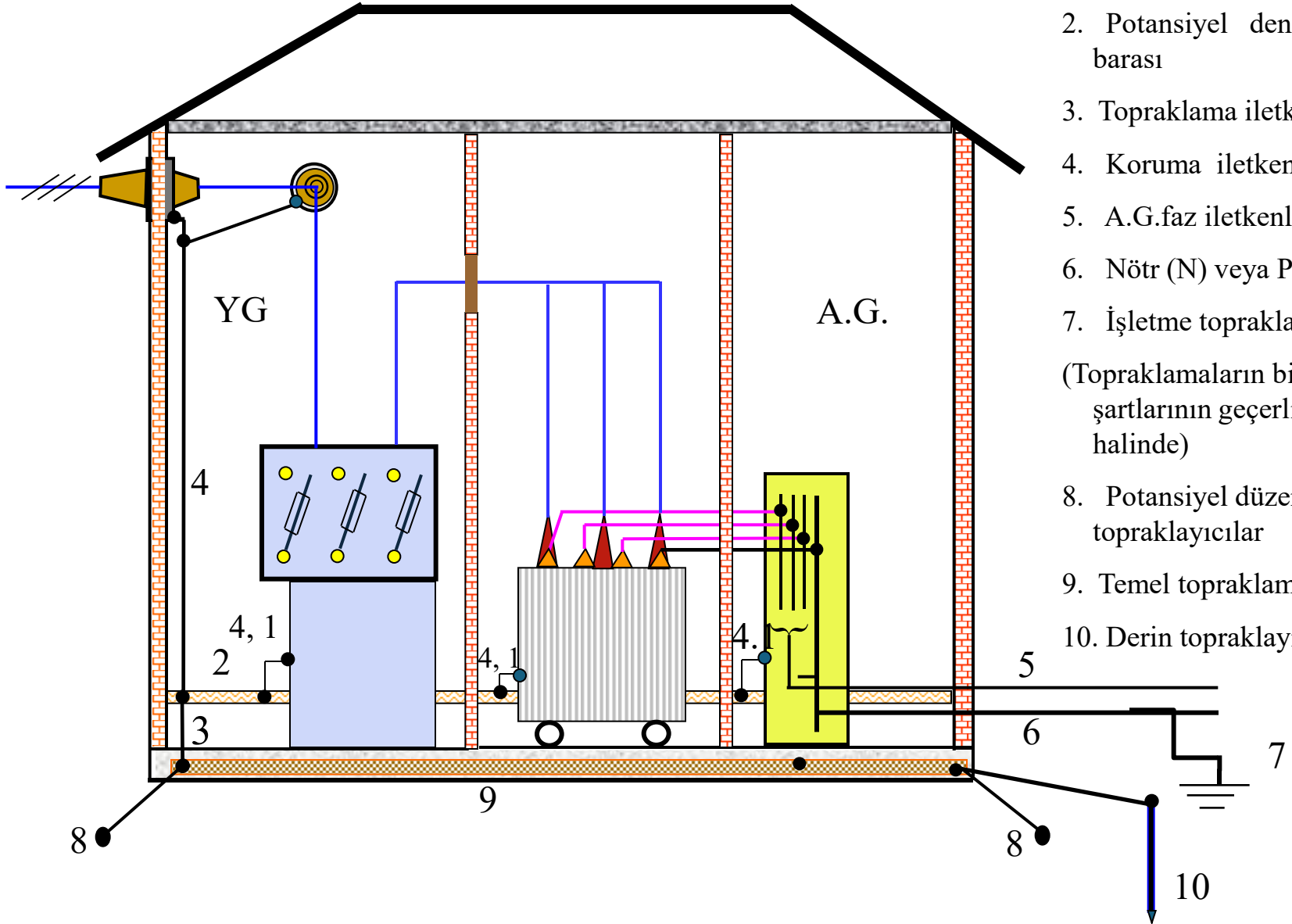
b. İşletme topraklaması

İşletme akım devresinin, tesisin normal işletilmesi için topraklanması. (Aktif kısımların topraklanması. Normal şartlarda gerilim altında olabilen kısımlar)

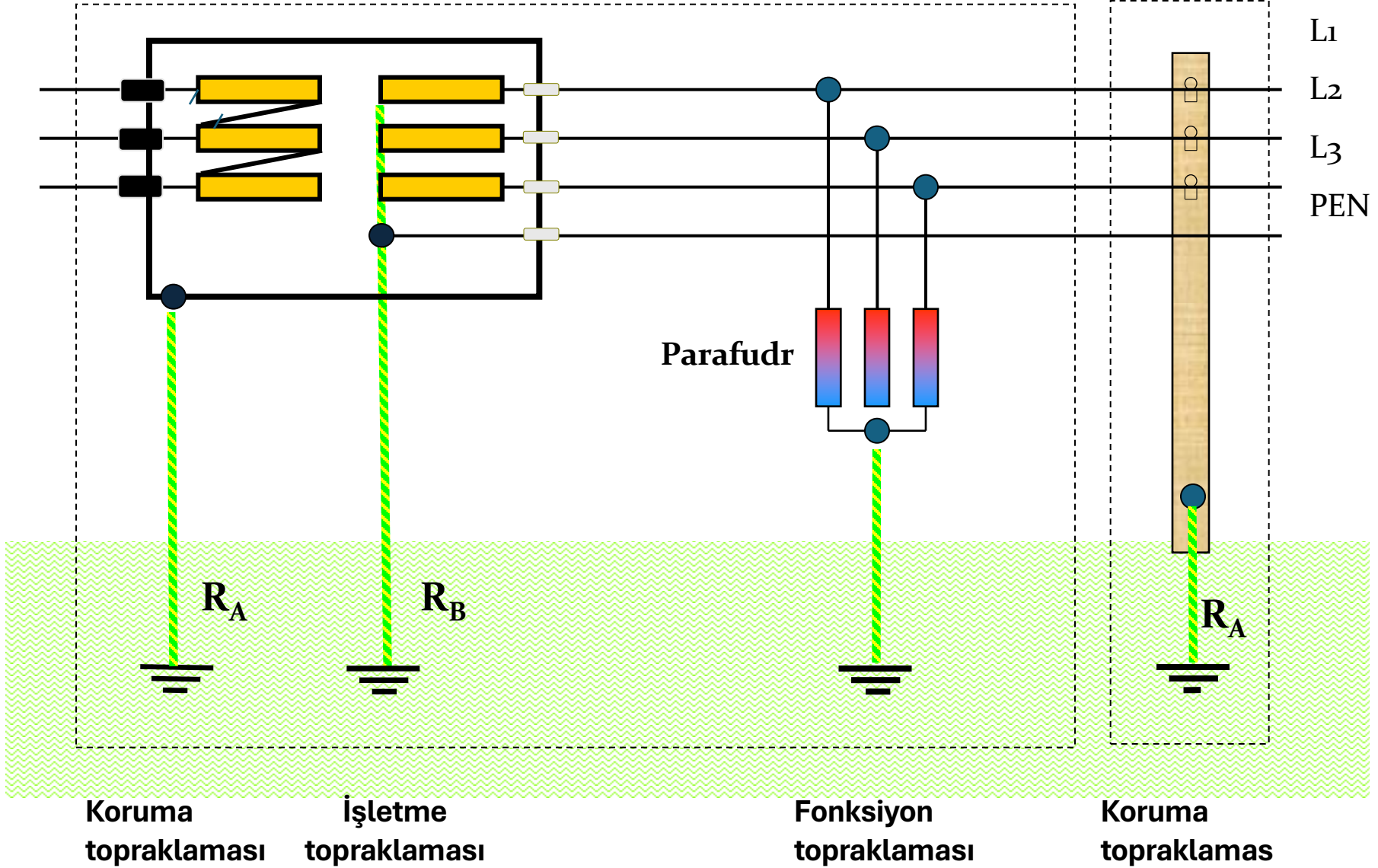
c. Fonksiyon topraklaması

Bir iletişim tesisinin veya bir işletme elemanının istenen fonksiyonu yerine getirmesi için yapılan topraklama. Yıldırım etkilerine karşı koruma, raylı sistem topraklaması, İletişim tesisleri işletme topraklaması.

Topraklamada kullanılan önemli tanımlar.



1. Koruma topraklaması
2. Potansiyel dengeleme barası
3. Topraklama iletkeni
4. Koruma iletkeni
5. A.G.faz iletkenleri
6. Nötr (N) veya PEN
7. İşletme topraklaması
(Topraklamaların birleşmesi şartlarının geçerli olması halinde)
8. Potansiyel düzenleyici topraklayıcılar
9. Temel topraklama
10. Derin topraklayıcı

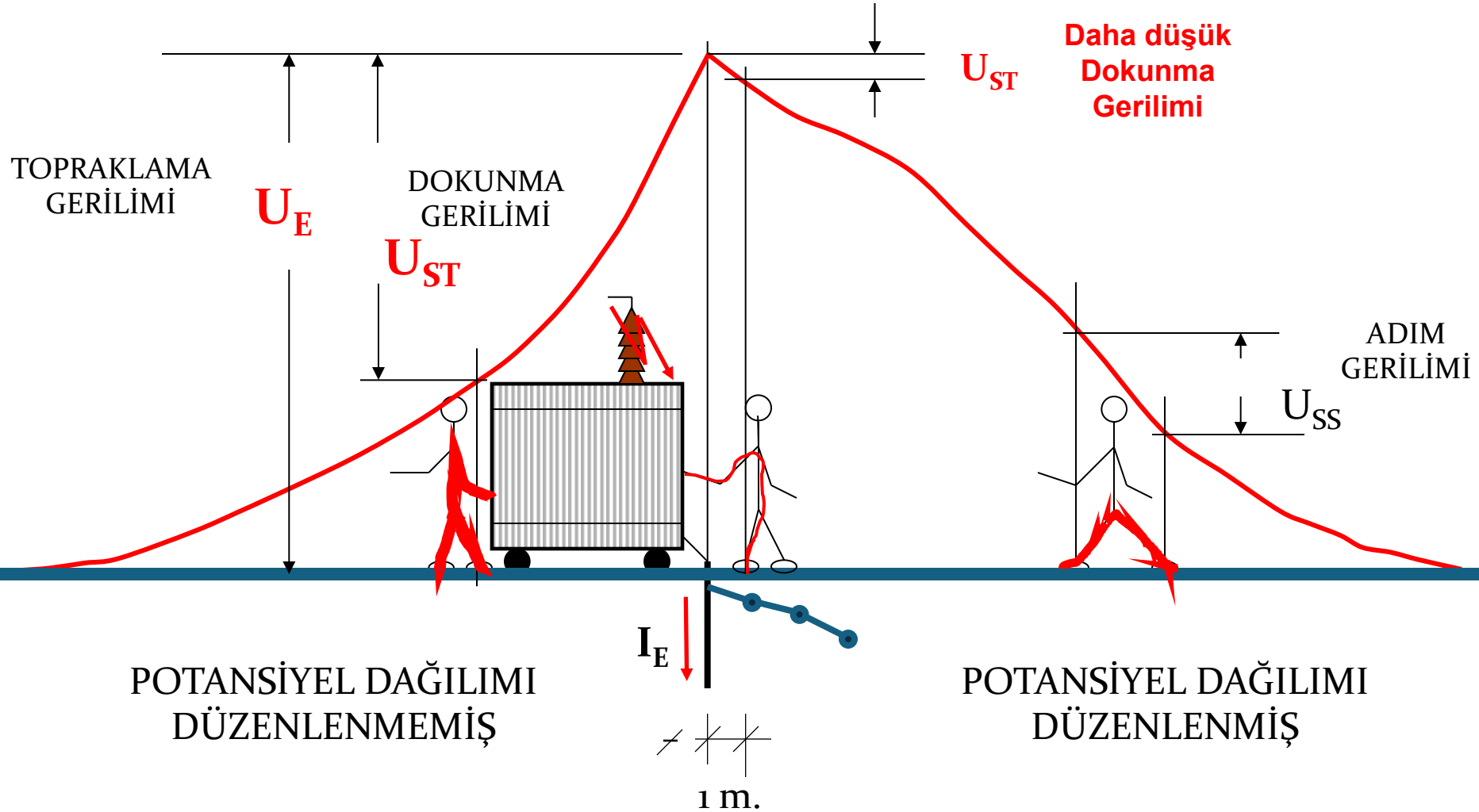


1.4 Topraklama tesisinin işlevi

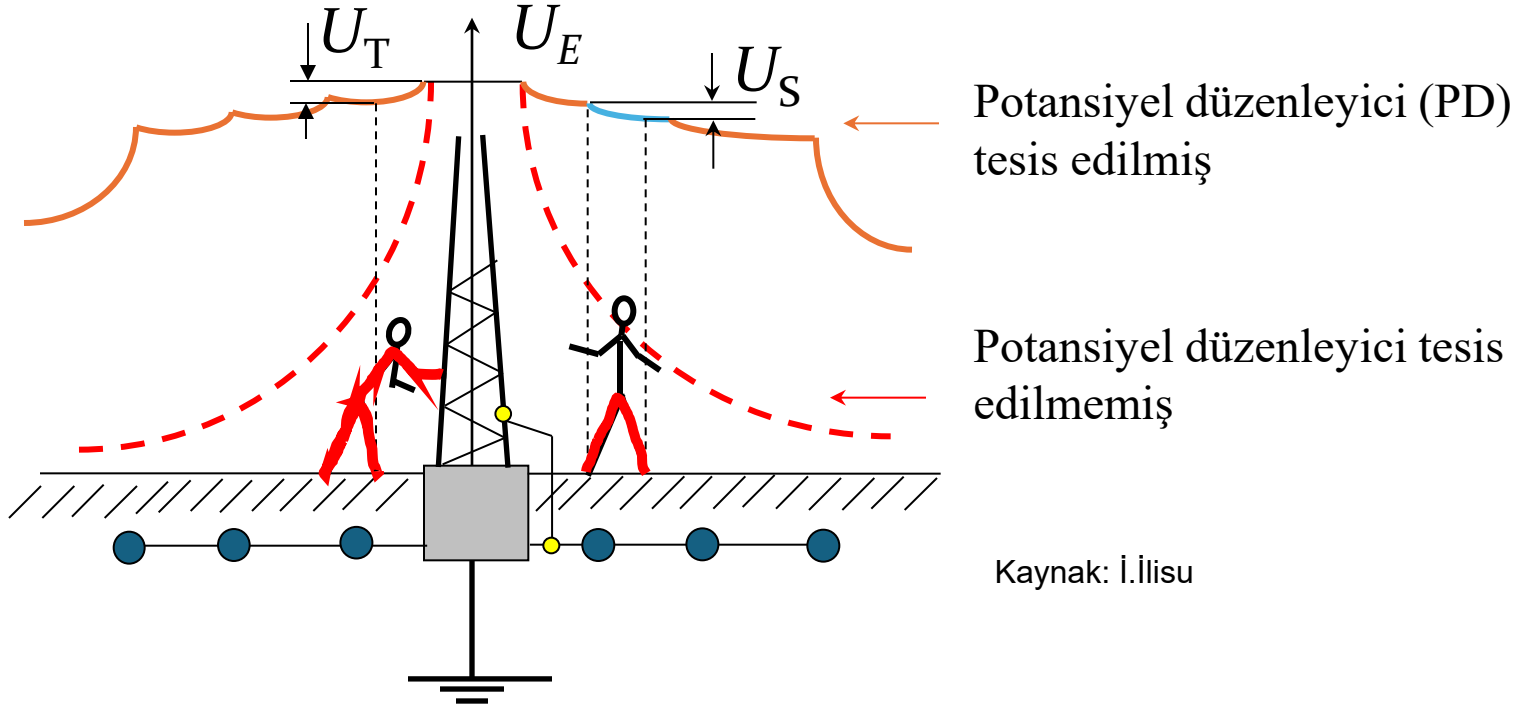
Koruma Topraklaması **PE** (**P**rotection **E**arth) bağlantısı;

- Herhangi bir elektrikselsel cihaz veya ekipmanda yalıtım hatası oluştuğunda insan ve diğer canlıların yüzeye temas yoluyla maruz kalacağı potansiyel farkı nedenli elektrik çarpması riskine karşı önlem amacı taşır.
- Yapılan koruma topraklaması, temas edilen yüzeyde hata akımını kaynaklı potansiyel farkını Dünya'nın yüzeyi (toprak) ile aynı elektrik potansiyelinde olmasını sağlar .
- Bir yalıtım arızası durumunda topraklama tesisi, hata akımını besleyen kaynağa doğru yüksek arıza akımını akmasını sağlayarak, aşırı akım koruma cihazı (sigorta, MCB) tetikleyerek elektrik güç kaynağını keser.

1.5 Potansiyel dağılımı



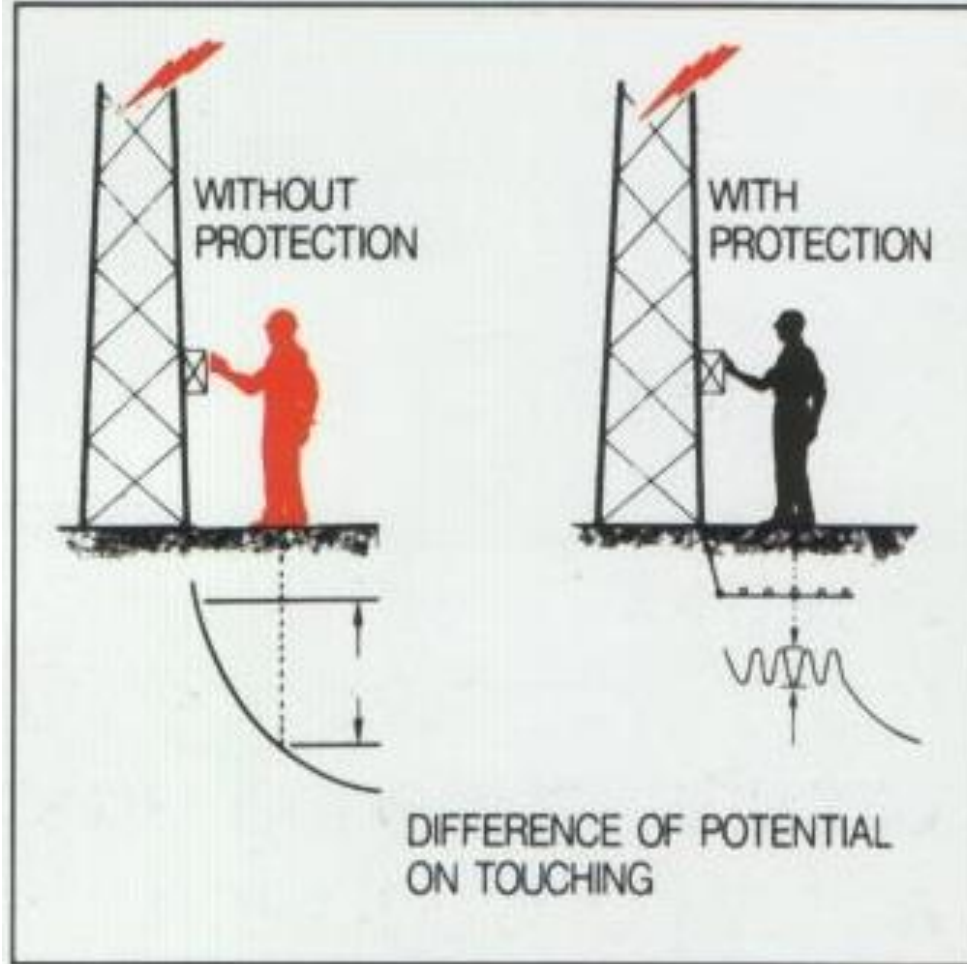
1.6 Potansiyel düzenleme



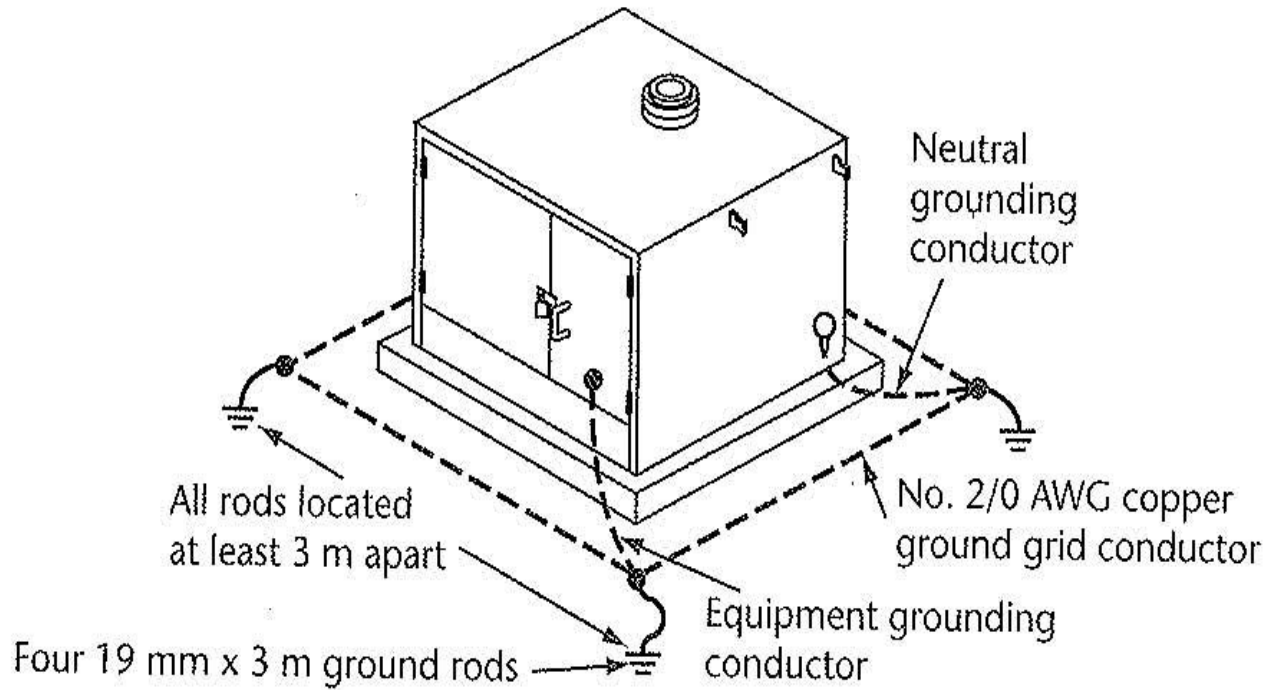
Eşit derinliklere tesis edilmiş potansiyel düzenleyici elektrotlar.

Potansiyel dağılımında dik bölümler oluşabilir.

DİREKTE DOLAYLI DOKUNMA GERİLİMİ

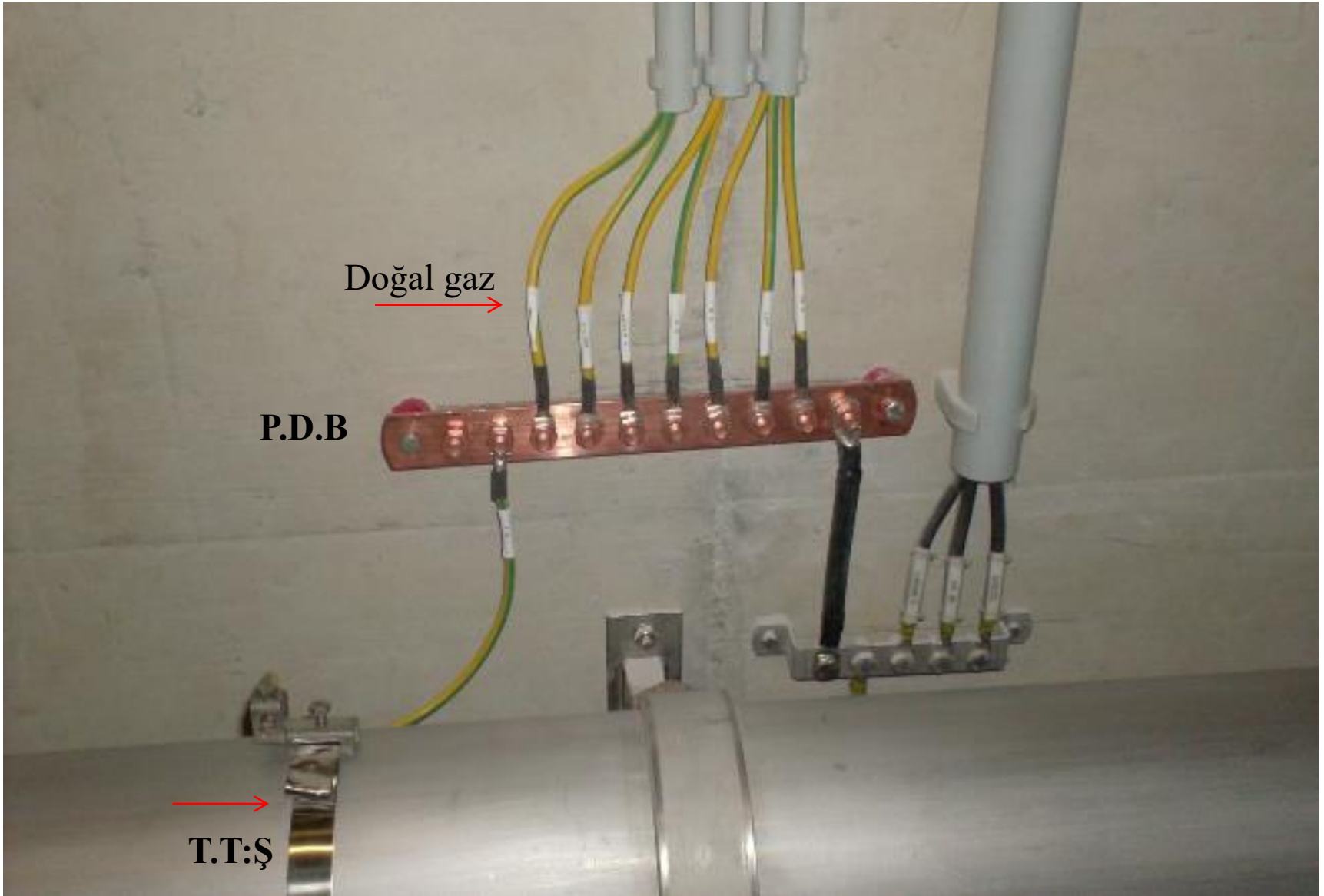


1.6 Potansiyel düzenleme

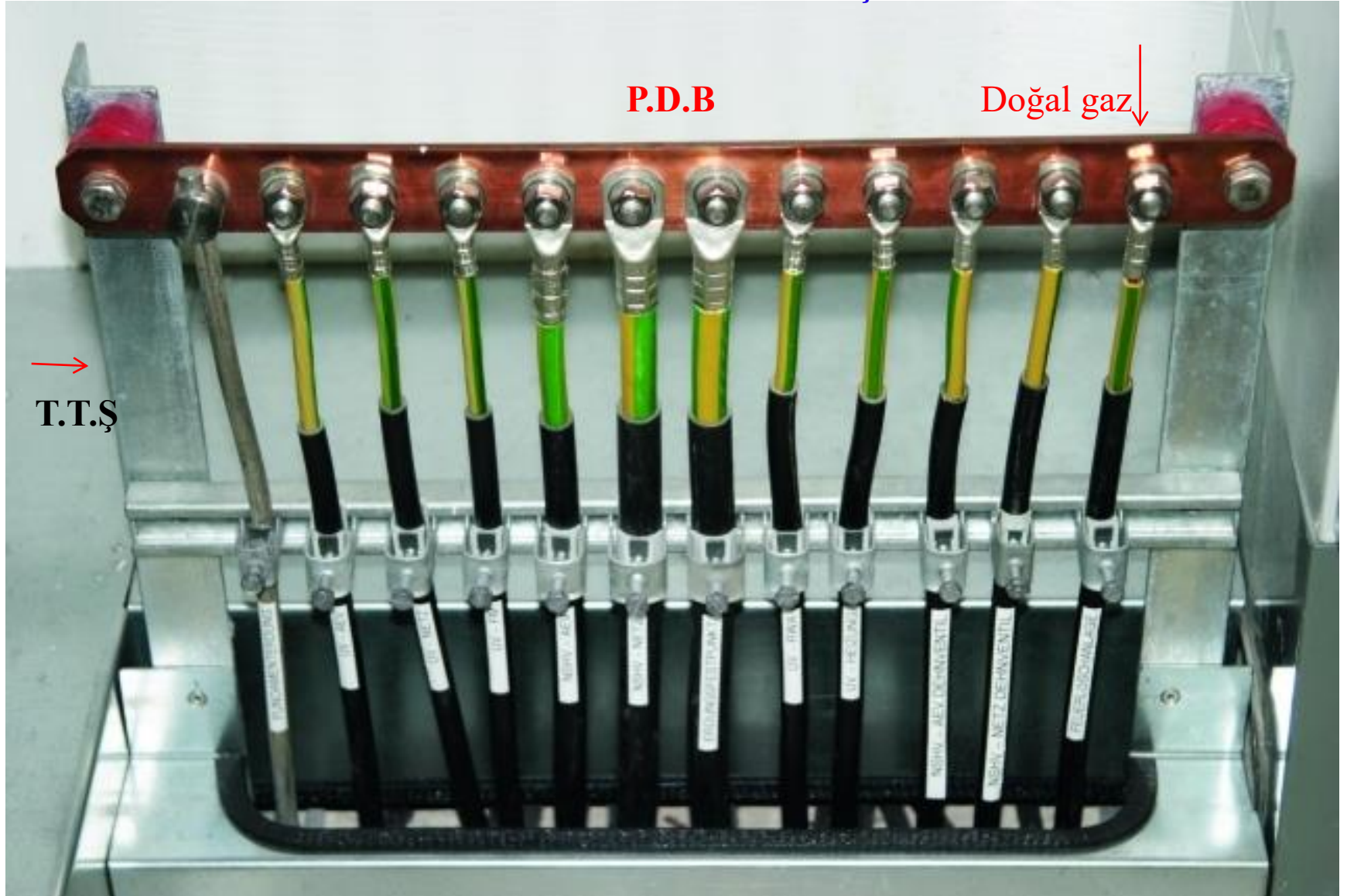


Note: Although the rods may be located adjacent to the equipment, spacing them so that a loop is formed around the equipment satisfies the requirement of Rule 36-302(1)(c) for looping the station ground grid conductors.

ANA POTANSİYEL Dengeleme Şeması:

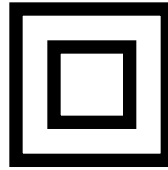


ANA POTANSİYEL Dengeleme Şeması:



1.7 Alçak gerilim tesislerinde dolaylı dokunmaya karşı koruma yöntemleri:

- Beslemenin otomatik olarak ayrılması ile koruma,
- Koruma sınıfı II olan donanım veya eşdeğeri yalıtım ile koruma,



- İletken olmayan mahallerde koruma,
 - Topraklamasız tamamlayıcı yerel eşpotansiyel kuşaklama ile koruma,
- Elektriksel ayırma ile koruma,
 - Küçük gerilim kullanma,

olarak gruplandırılabilir.

1.8 Tanımlar:

Önemli bazı tanımlar aşağıda verilmiştir. Diğer tanımlar için Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği madde 4'e bakınız.

Koruma iletkeni (PE) : İşletme elemanlarının aktif olmayan bölümlerini:

- Potansiyel dengeleme barasına,
 - Topraklayıcılara ,
 - Elektrik enerji kaynağının topraklanmış noktasına,
- bağlayan iletkenidir.

Koruma iletkeni + nötr iletkeni (PEN) : Koruma iletkeni ve nötr iletkeni fonksiyonlarını bir iletkende birleştiren topraklanmış iletkenidir.

Temel topraklayıcı : Beton içine gömülü, toprakla beton vasıtası ile geniş yüzeyli olarak temasta bulunan iletkenidir. Yönetmelik Madde 9b7'ye göre yeni binalarda yapılması zorunludur.

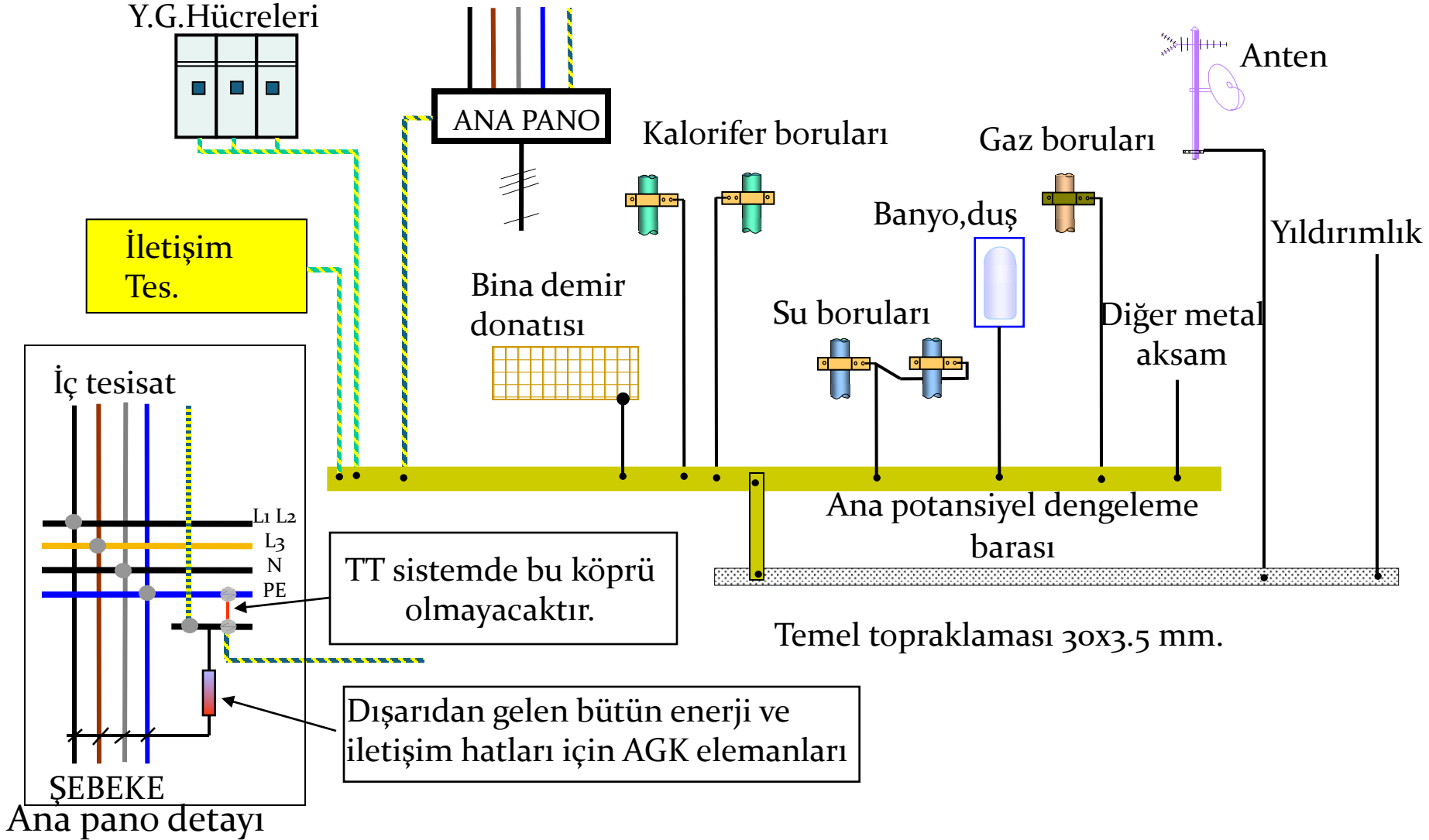
1.9 Topraklama ve Eşpotansiyel dengeleme elemanları;

Dolaylı dokunmaya karşı koruma maksadı ile alçak gerilim tesislerinde topraklama ve eşpotansiyel dengeleme aşağıdaki elemanlardan oluşmaktadır.

- **Temel topraklayıcı**
- **Topraklama iletkeni**
- **Ana eşpotansiyel dengeleme barası**
- **Koruma iletkenleri**
- **Potansiyel dengeleme iletkenleri**
- **Ek potansiyel dengeleme iletkenleri**

Bu elemanlar uygulama yerleri ile birlikte aşağıdaki şemada gösterilmiştir.

Ana potansiyel dengeleme şeması

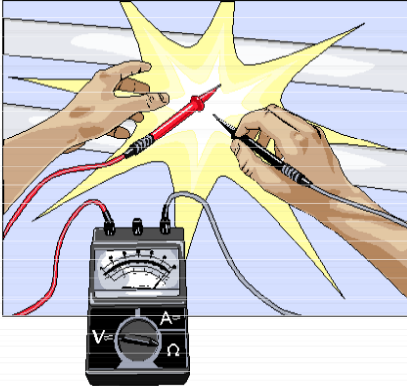


Seminer İçeriği:

- 1 - Topraklama hakkında bilgi,
- 2 - Elektrik Çarpması - Direk temas, dolaylı temas,**
- 3 - Dağıtım şebeke tipleri
- 4 - Dağıtım şebekesinde topraklama tipleri
- 5 - Elektriksel güvenlikte dağıtım şebekesinin önemi,
- 6 – Elektrik İç Tesisat Kontrolü ve Güvenlik
- 7 - Biraz hukuk..
- 8 - YG Tesislerinde topraklama hesabı örnekleri
- 9 - TN-S sistemi tesisi nasıl yapılır?
- 10 - Sonuç ve öneriler.

Elektrik çarpması hata akımı nedeniyle oluşur!.

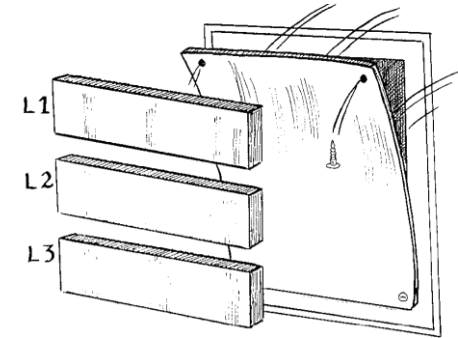
İnsan hataları



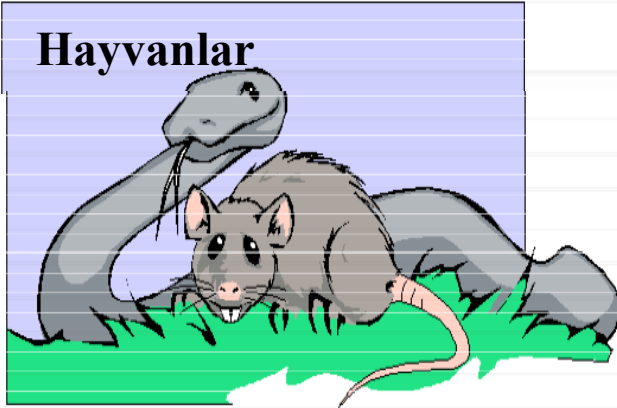
Kirlenme/ Atmosferik Şartlar



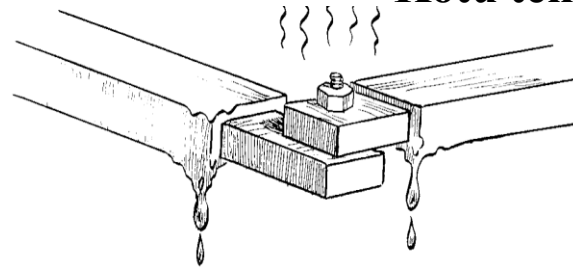
Mechanical faults



Hayvanlar



Kötü temas



2. Elektrik çarpması olayı

Elektrik çarpması ile meydana gelen kazalar, etki bakımından üç grupta toplanabilir.

- a. Elektrik akımının sinirler, adaleler ve kalp çalışması üzerindeki etkileri.
- b. Elektrik akımından doğan ısınmanın ve arkaların yaptığı zararlar, yanmalar.
- c. Korku sebebi ile düşme, çarpma gibi mekanik zararlar.

İnsanlar ve hayvanlar üzerinde elektrik çarpması olayı aynı şekilde oluşur.

Elektrik çarpması olayı, canlı üzerinden tehlikeli değerde akım geçmesi sonucunda oluşur.

İnsan iç direnci dokunma gerilimine olduğu kadar, kişiden kişiye; dokunma noktalarının yeri ve durumuna göre değişiklikler gösterdiği için akım büyüklükleri ile hesap yapmak olanaksızdır. Bu sebeple dokunma gerilimi ve etki süresi büyüklüklerine bağlı olarak tehlike sınırları tarif edilmiştir.

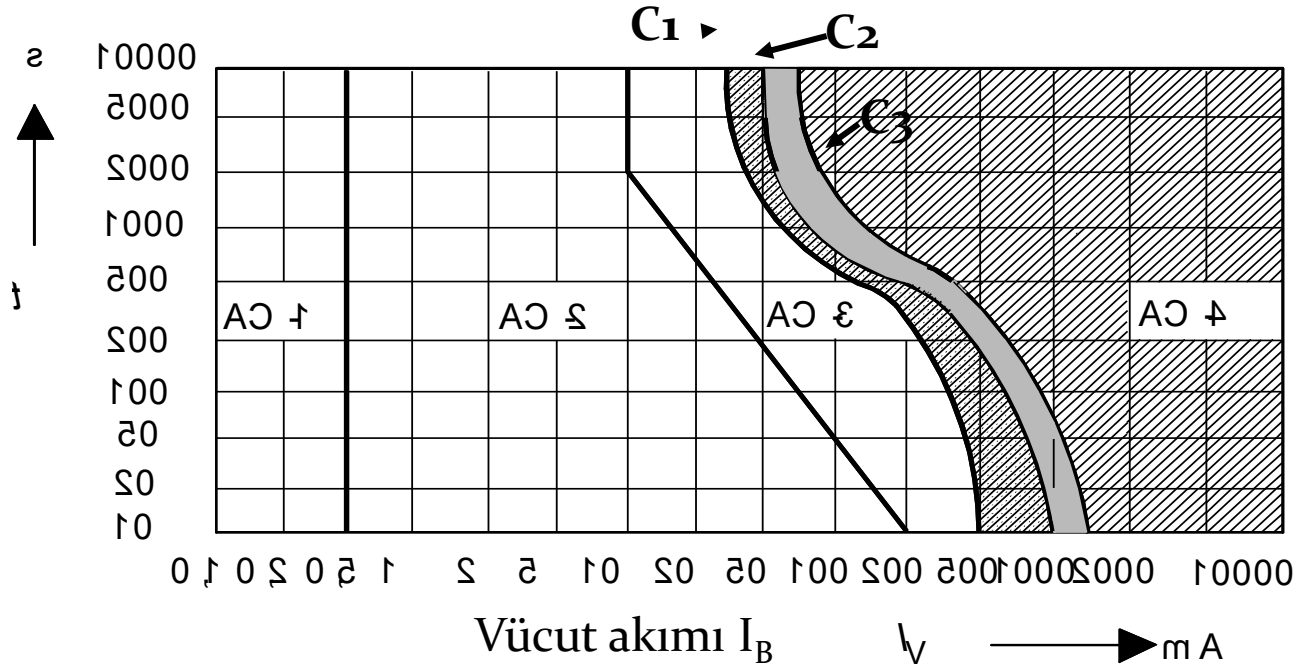
Dokunma gerilimi ve vücut akımı ile ilgili diğer bilgiler Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği Ek-C de verilmiştir.

- Alçak gerilim için izin verilen dokunma gerilimi $U_L = 50 \text{ V}$ 'u aşmamalıdır.
- 230/400 V alçak gerilim şebekelerinde hatalı devre genel olarak:

5 s ve **(IEC 'de 1 sn indirildi)**

TN sistemde el aletleri ve portatif cihazlar için 0,4 sn içinde kesilmelidir.

Yüksek gerilim tesislerinde ise **“YG’de Sınırlı akım süreleri için izin verilen en yüksek dokunma gerilimleri”** eğrisinde verilmiştir.



AC-1 : Genellikle tepki yoktur.

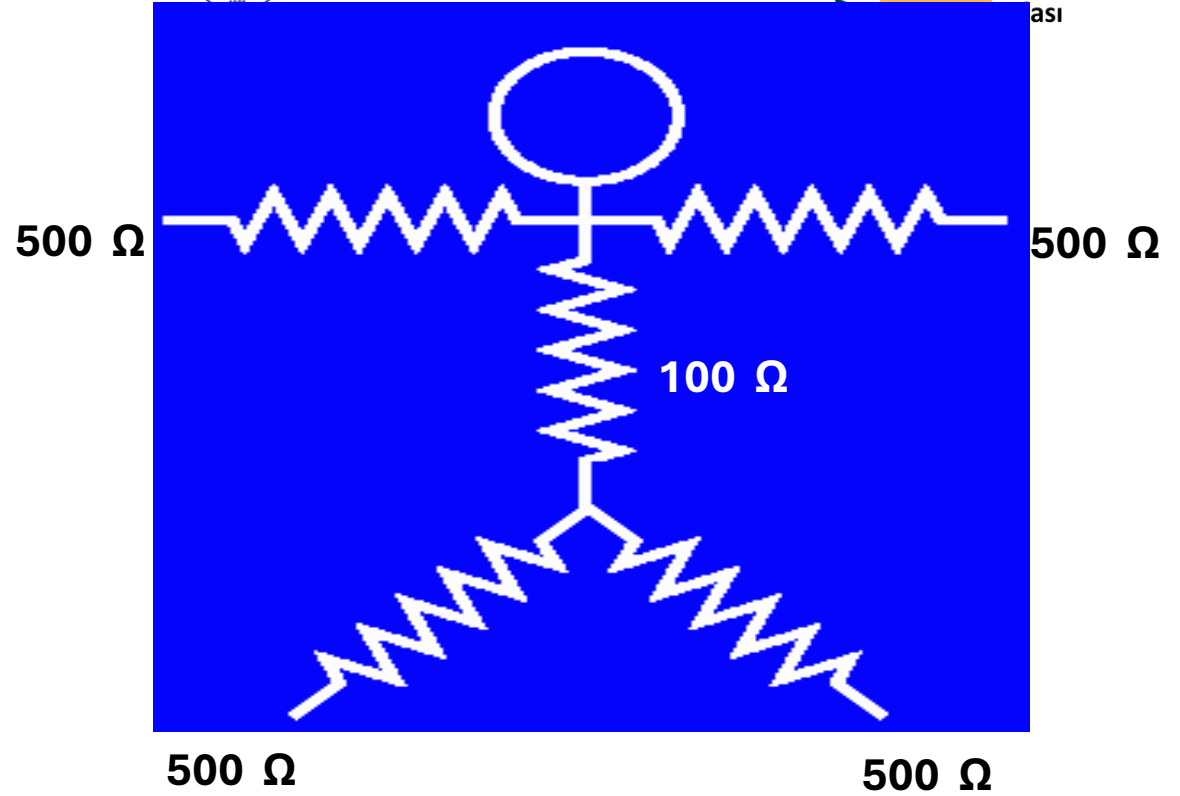
AC-2 : Zararlı bir fizyolojik etki yoktur.

AC-3 : Kalp atışlarında aksaklıklar görülür.

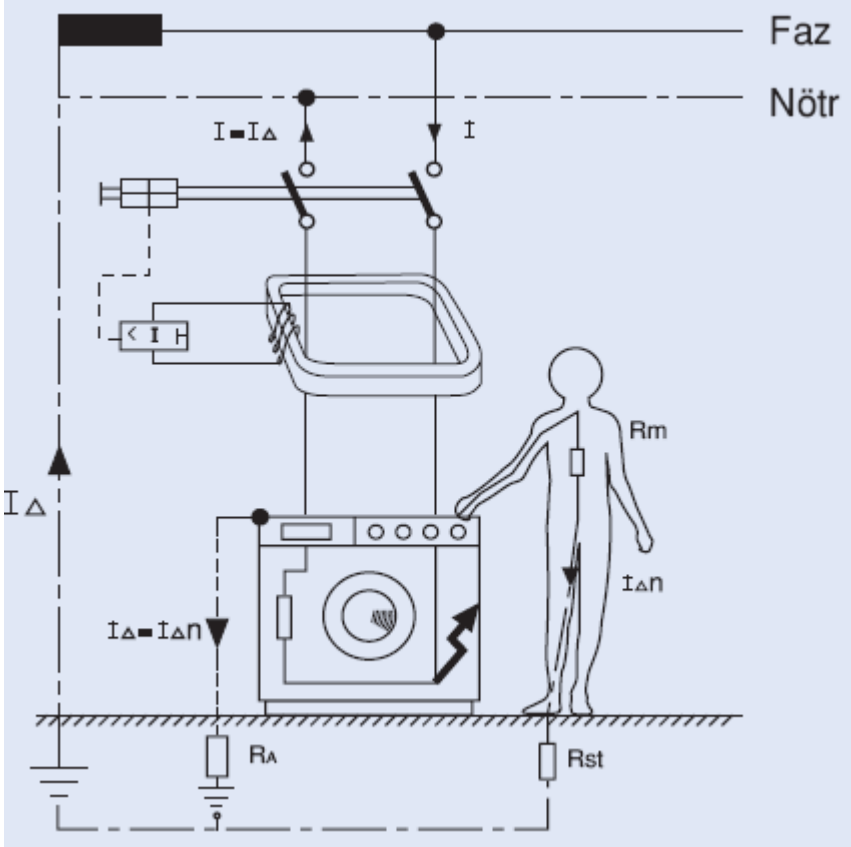
C1-C2 Vent. Fibr. olasılığı %5

AC-4 : Tehlikeli fizyolojik etkiler, ağır yanıklar.

C2-C3 “ “ “ %50



- Elden ele: 1000Ω
- 230 V.
- $I = U/R$
- $230 \text{ V.} / 1000 \Omega = 0,230 \text{ A.} = 230 \text{ mA}$



Dolaylı dokunma (temas)



Direk dokunma (temas)

DİREK TEMAS!



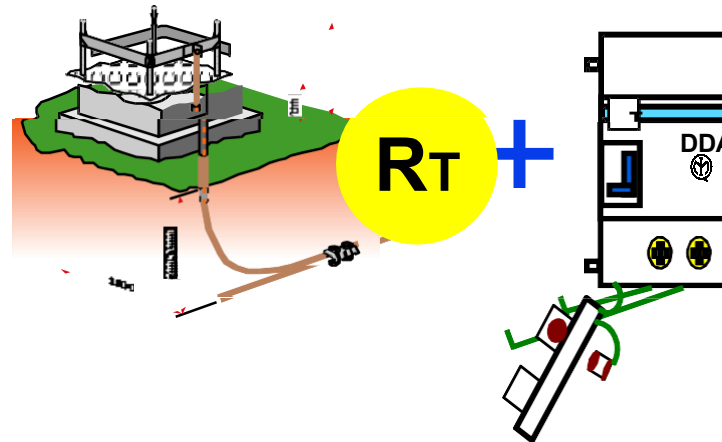
$$I_a \times R_a < 50 \text{ V}$$

Dolaylı koruma,
normalde RCD +
topraklama ile birlikte
yapılır

Güvenlik

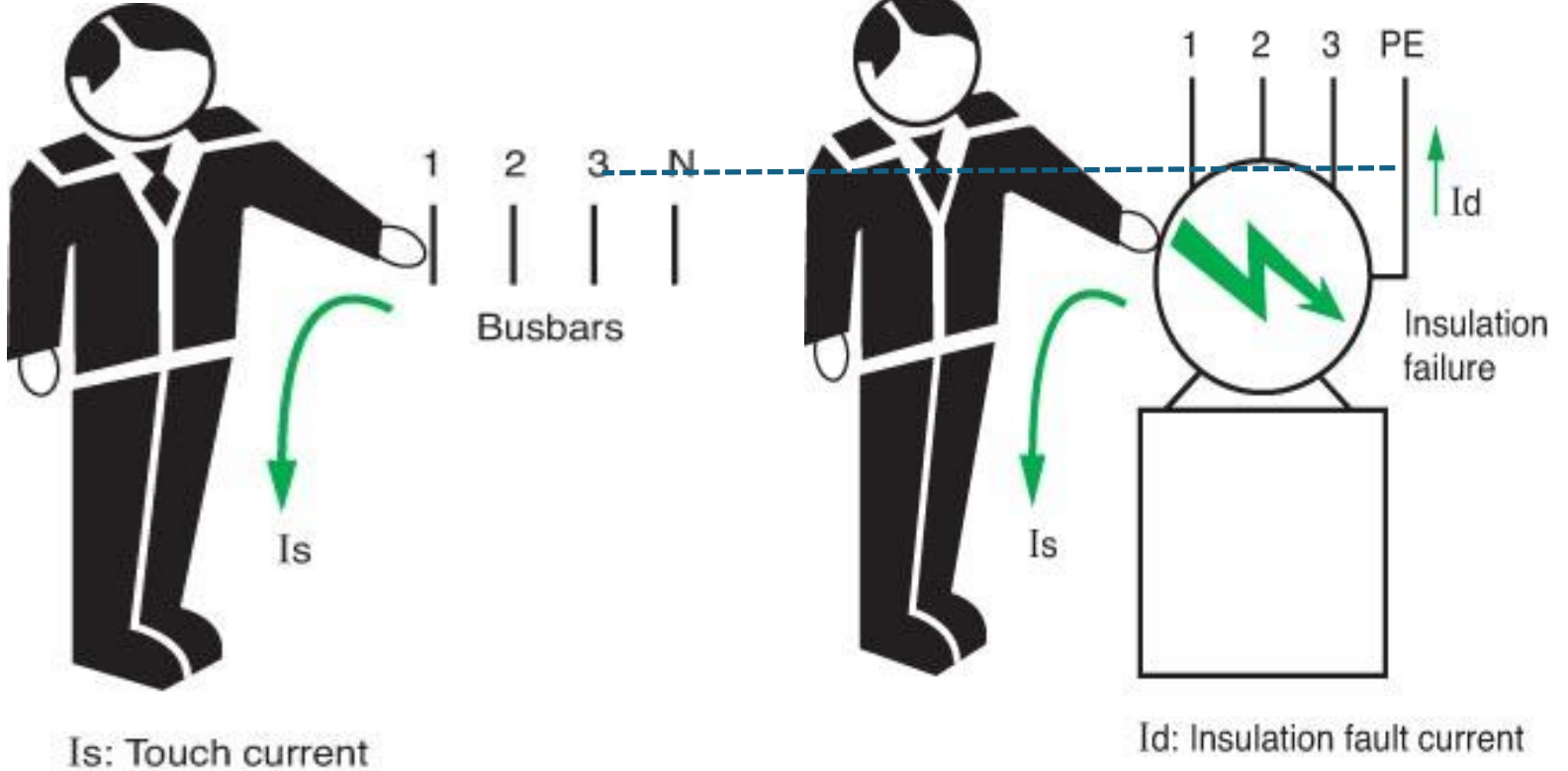
30 mA

Nominal Akım $I_{\Delta n}$		Topraklama Direnci R_t	
500	mA	100	Ω
1	A	50	Ω
3	A	16,6	Ω
5	A	10	Ω
10	A	5	Ω
20	A	2,5	Ω



MCB

30 mA / 200 ms



Doğrudan dokunma
Normal Durumda

Dolaylı dokunma
Hata Durumunda

Doğrudan ve dolaylı dokunmaya karşı birlikte korunma
SELV devre (**S**afety **E**lectric **L**ow **V**oltage)

Seminer İçeriği:

- 1 - Topraklama hakkında bilgi,
- 2 - Elektrik Çarpması - Direk temas, dolaylı temas,
- 3 - Dağıtım şebeke tipleri**
- 4 - Dağıtım şebekesinde topraklama tipleri
- 5 - Elektriksel güvenlikte dağıtım şebekesinin önemi,
- 6 – Elektrik İç Tesisat Kontrolü ve Güvenlik
- 7 - Biraz hukuk..
- 8 - YG Tesislerinde topraklama hesabı örnekleri
- 9 - TN-S sistemi tesisi nasıl yapılır?
- 10 - Sonuç ve öneriler.

Yüksek gerilim şebekeleri:

Yüksek gerilim şebekelerinin nötr noktasının topraklama durumu üç şekilde olabilir.

Yıldız Noktası (Nötrü);

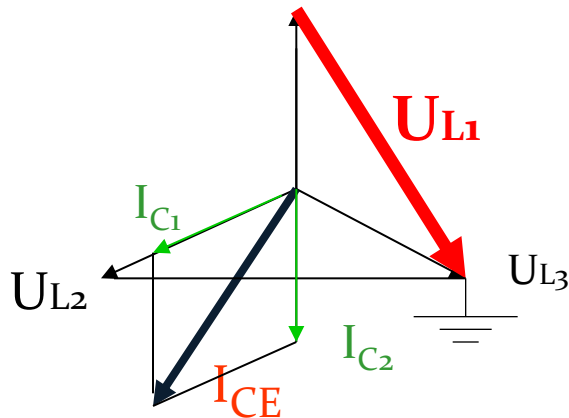
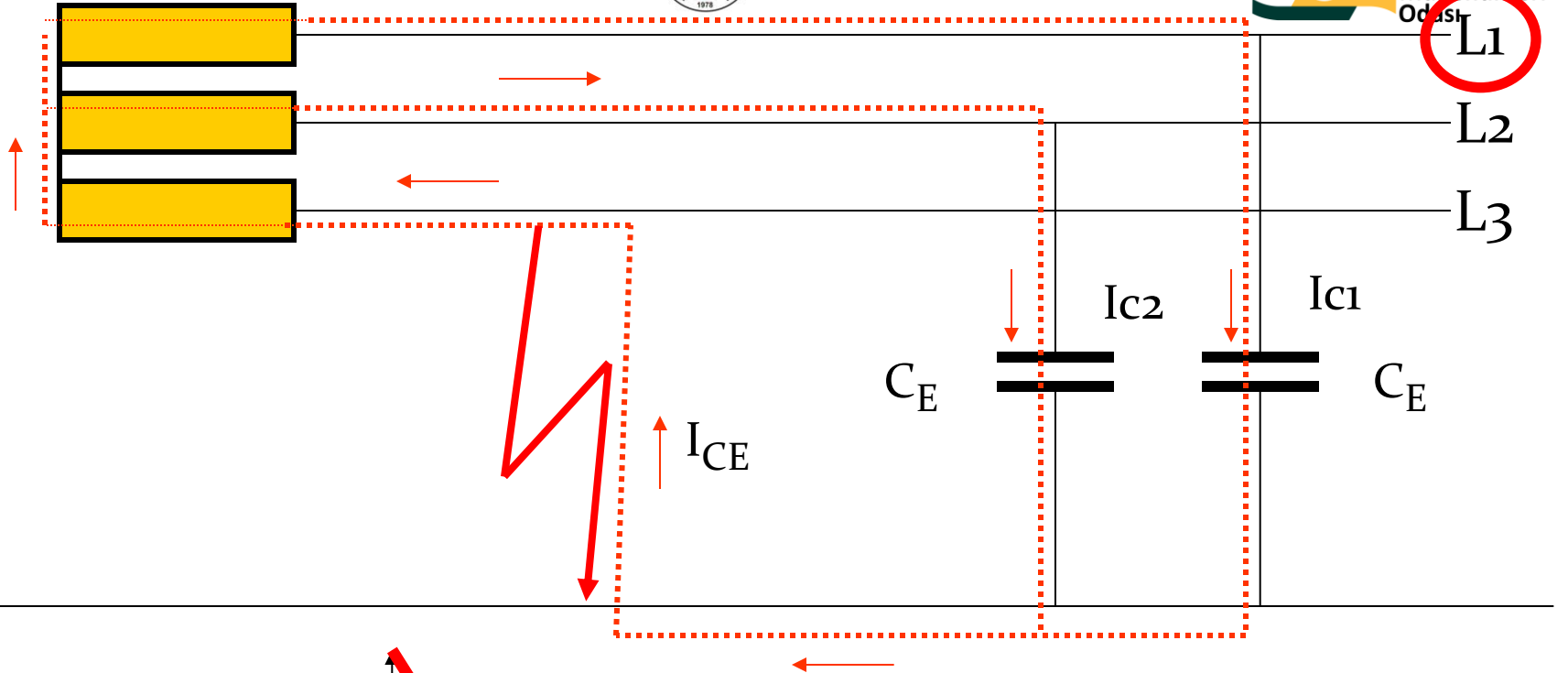
1. Yalıtılmış
2. Empedans üzerinden topraklanmış
3. Direkt topraklanmış

Nötr noktasının topraklanma durumu, Faz-Toprak kısa devrelerinde geçecek akıma etki ettiğinden, kısa devre akımının küçültülmesi (sınırlama) için, nötr noktasının empedans üzerinden topraklanması tercih edilmektedir.

Orta gerilim şebekeleri toprak kısa devresi akımları 1000 A'ı aşmayacak şekilde sınırlandırılmaktadır. Yurdumuzda 34,5 kV'luk orta gerilim şebekelerinin 20 ohm'luk bir direnç ile topraklandığı bilinmektedir.

Diğer taraftan hata akımının röleler tarafından doğru bir şekilde değerlendirilebilmesi ve toprak kısa devresi halinde sağlam fazlarda ortaya çıkan aşırı gerilimleri sınırlayabilmek için hata akımının, büyük ölçüde sınırlandırılmaması gerekir.

Nötrü yalıtılmış şebeke

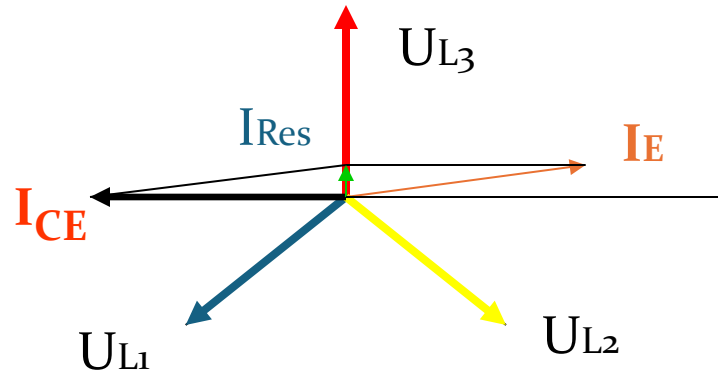
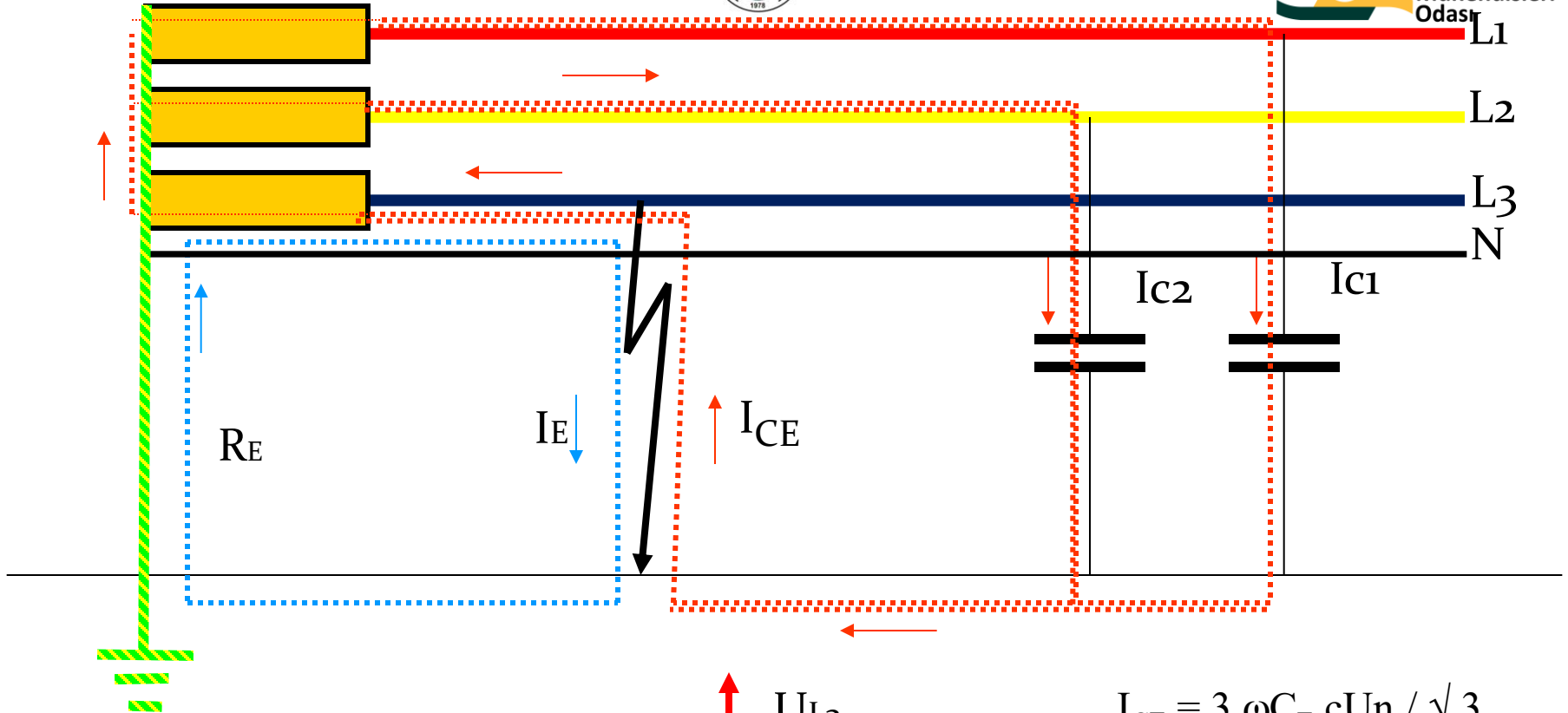


U_n : Faz arası gerilim olmak üzere

c : Gerilim faktörü

$$I_{CE} = 3 \cdot \omega C_E \cdot c U_n / \sqrt{3}$$

Yıldız Noktası direnç üzerinden topraklı şebeke



$$I_{CE} = 3 \cdot \omega C_E \cdot c U_n / \sqrt{3}$$

$$I_L = c \cdot U_n / \sqrt{3} \cdot \omega \cdot L$$

$$I_{CE} = I_L$$

$$3 \omega C_E = 1 / \omega L$$

Seminer İçeriği:

- 1 - Topraklama hakkında bilgi,
- 2 - Elektrik Çarpması - Direk temas, dolaylı temas,
- 3 - Dağıtım şebeke tipleri
- 4 - Dağıtım şebekesinde topraklama tipleri**
- 5 - Elektriksel güvenlikte dağıtım şebekesinin önemi,
- 6 – Elektrik İç Tesisat Kontrolü ve Güvenlik
- 7 - Biraz hukuk..
- 8 - YG Tesislerinde topraklama hesabı örnekleri
- 9 - TN-S sistemi tesisi nasıl yapılır?
- 10 - Sonuç ve öneriler.

Alçak gerilim şebekeleri:

Tesisat yönetmelikleri, alçak gerilim şebekelerinde kullanılmak üzere, temel olarak üç çeşit topraklama bağlantısı bildirmektedir. Bağlantı şekillerini belirleyen isimlerde ilk harf trafonun sıfır noktasının toprakla bağlantı durumuna işaret etmektedir.

T - Toprağa bağlı,

I - Topraktan yalıtılmış.

İkinci harf ise cihazların toprağa bağlantı durumunu göstermektedir.

T - Toprağa bağlı

N - Sıfır (nötr) hattına bağlı

Bu duruma göre üç ana sistem TN, TT, IT şeklinde oluşmakta TN sistemin ise yine üç adet alt grubu meydana gelmektedir.

TN-C, TN-S, TN-C-S

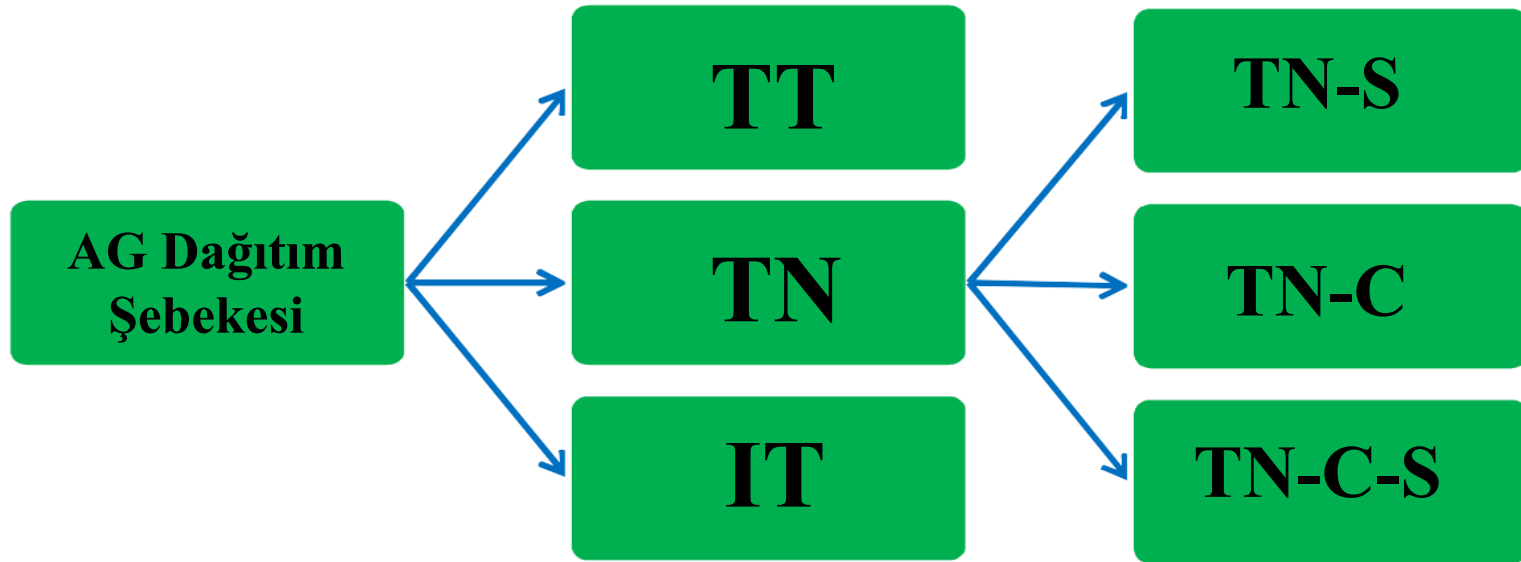
S: Ayrık (separated)

C: birleştirilmiş (combined)

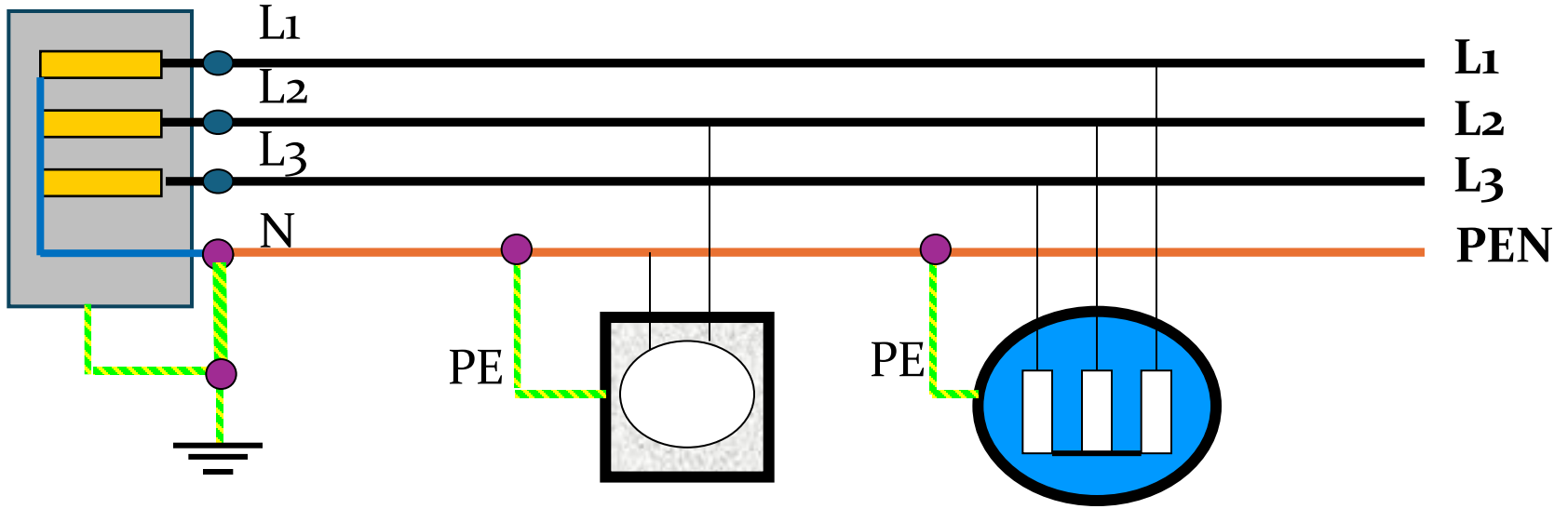
Aşağıda alçak gerilim topraklama sistemleri sıra ile verilmiştir.

Dağıtım Şebekelerinin Topraklama Tiplerine Göre Sınıflandırılması:

7.11.2000 tarihinde yayınlanan TS-3994, Elektrik iç tesisler yönetmeliği ve Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliğine göre AG şebekeleri üç grupta (TN, TT, IT) sınıflandırılır.



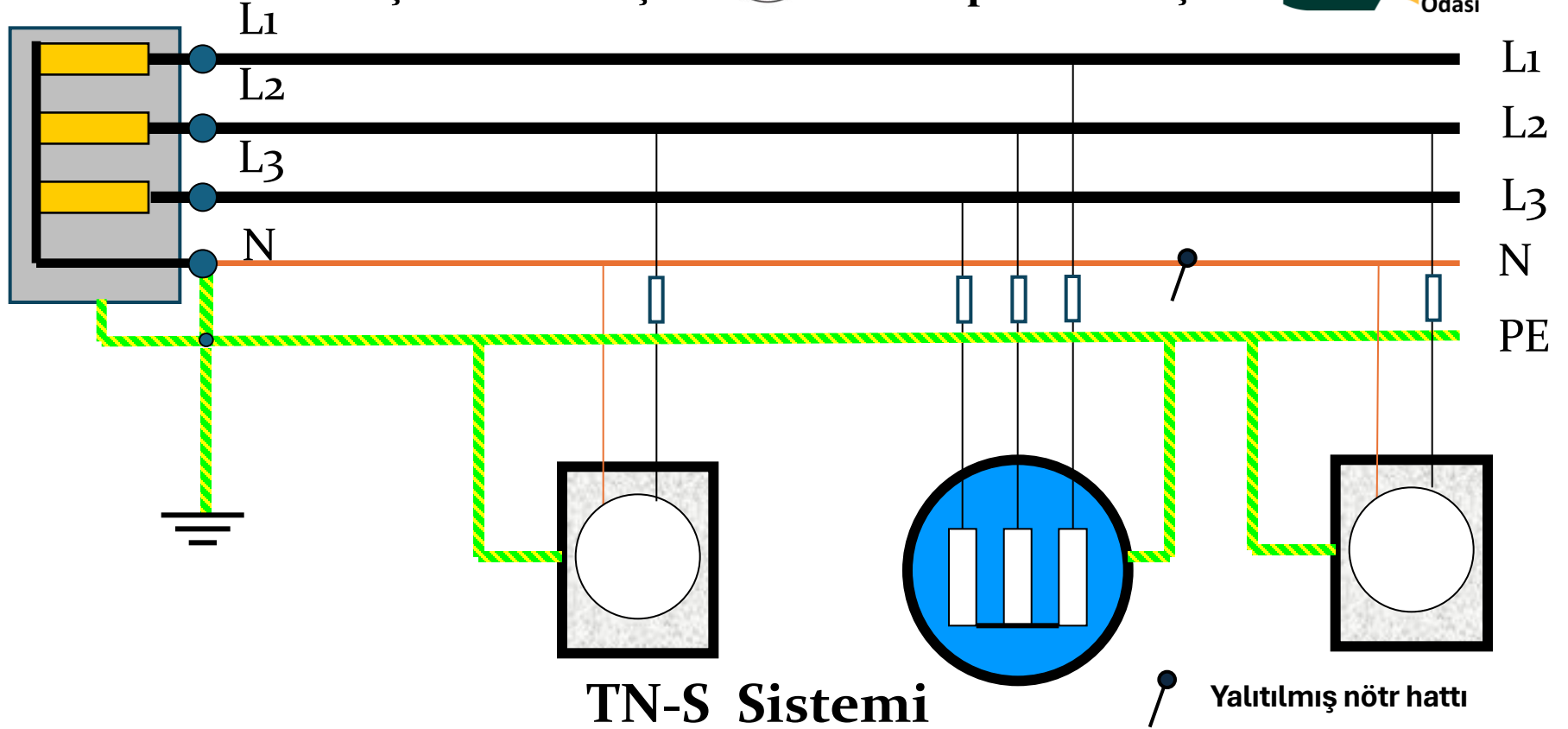
Alçak Gerilim Şebekelerinde Topraklama Şekilleri



TN-C Sistemi

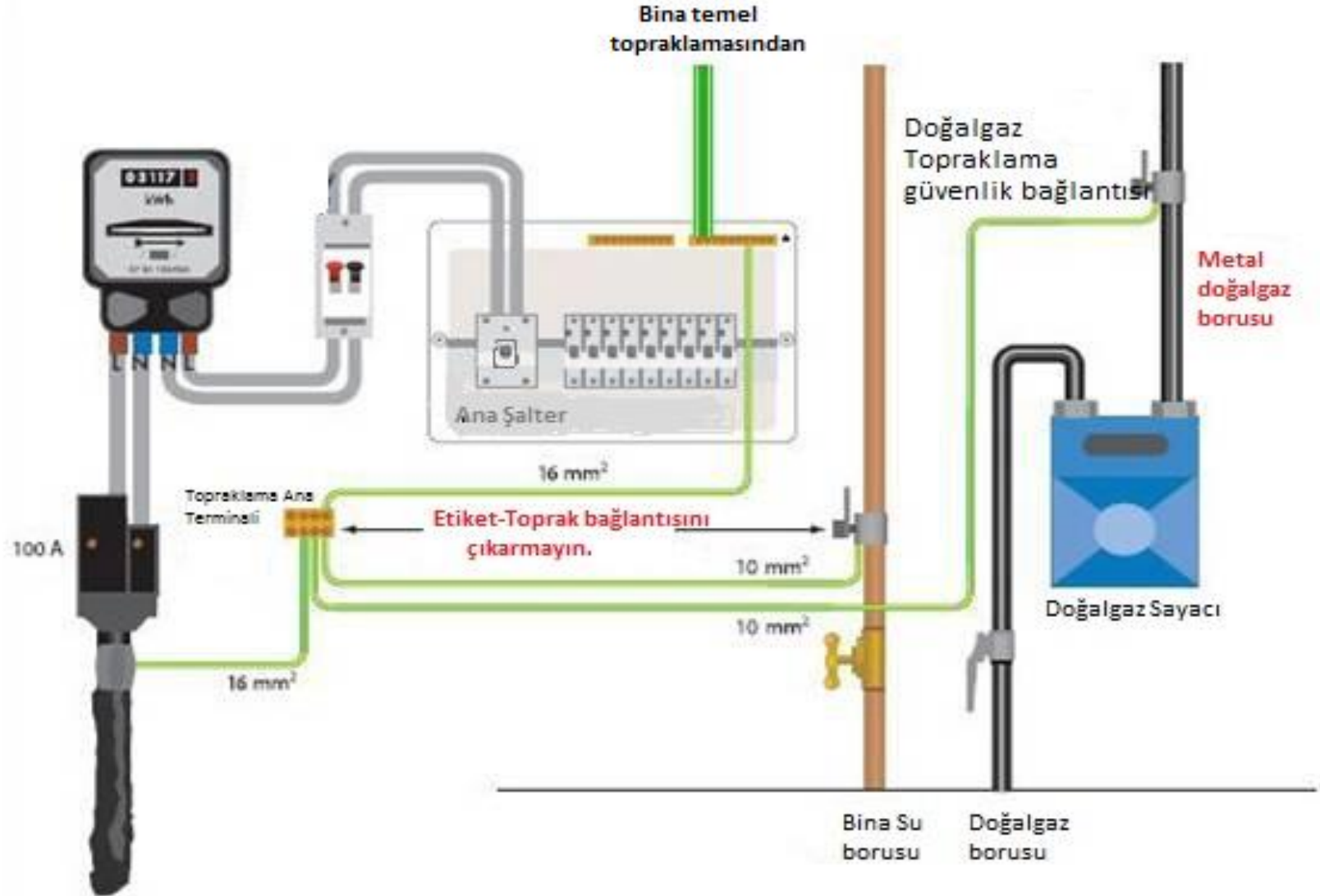
Koruma ve nötr fonksiyonları nötr (sıfır) hattı ile birleştirilmiş.

Alçak Gerilim Şebekelerinde Topraklama Şekilleri



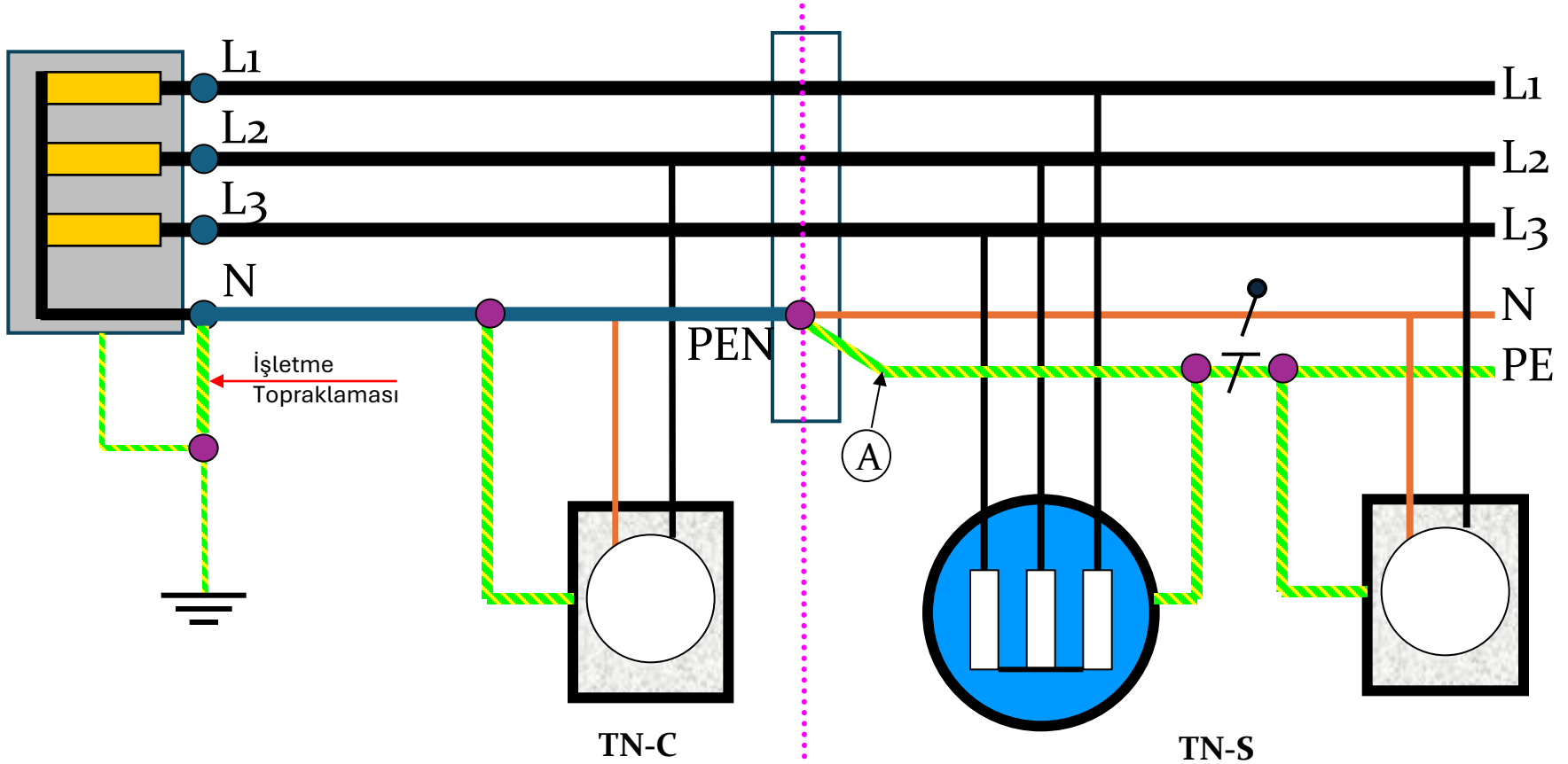
Koruma ve nötr fonksiyonları ayrı iletkenlerle sağlanmış.

**TN-S sisteminde TÜKETİCİLER NÖTR KOPMASINDAN
ETKİLENMEZ, EMC sorunu oluşmaz..**



Alçak Gerilim Şebekelerinde Topraklama Şekilleri

AG Panosu



TN-C-S Sistemi

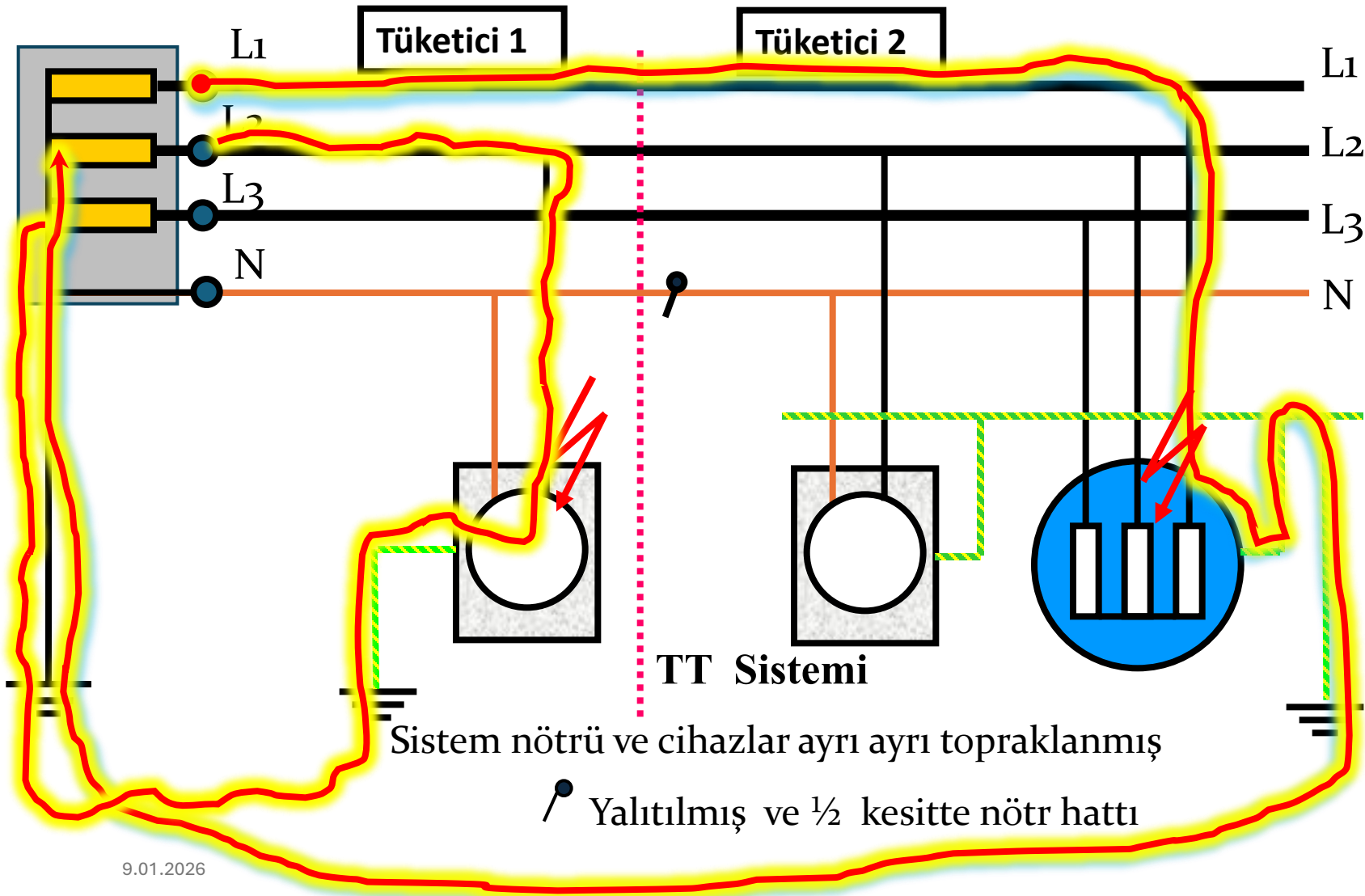
Koruma ve nötr fonksiyonları şebekenin bir bölümünde birleştirilmiş, bir bölümde ayrılmış



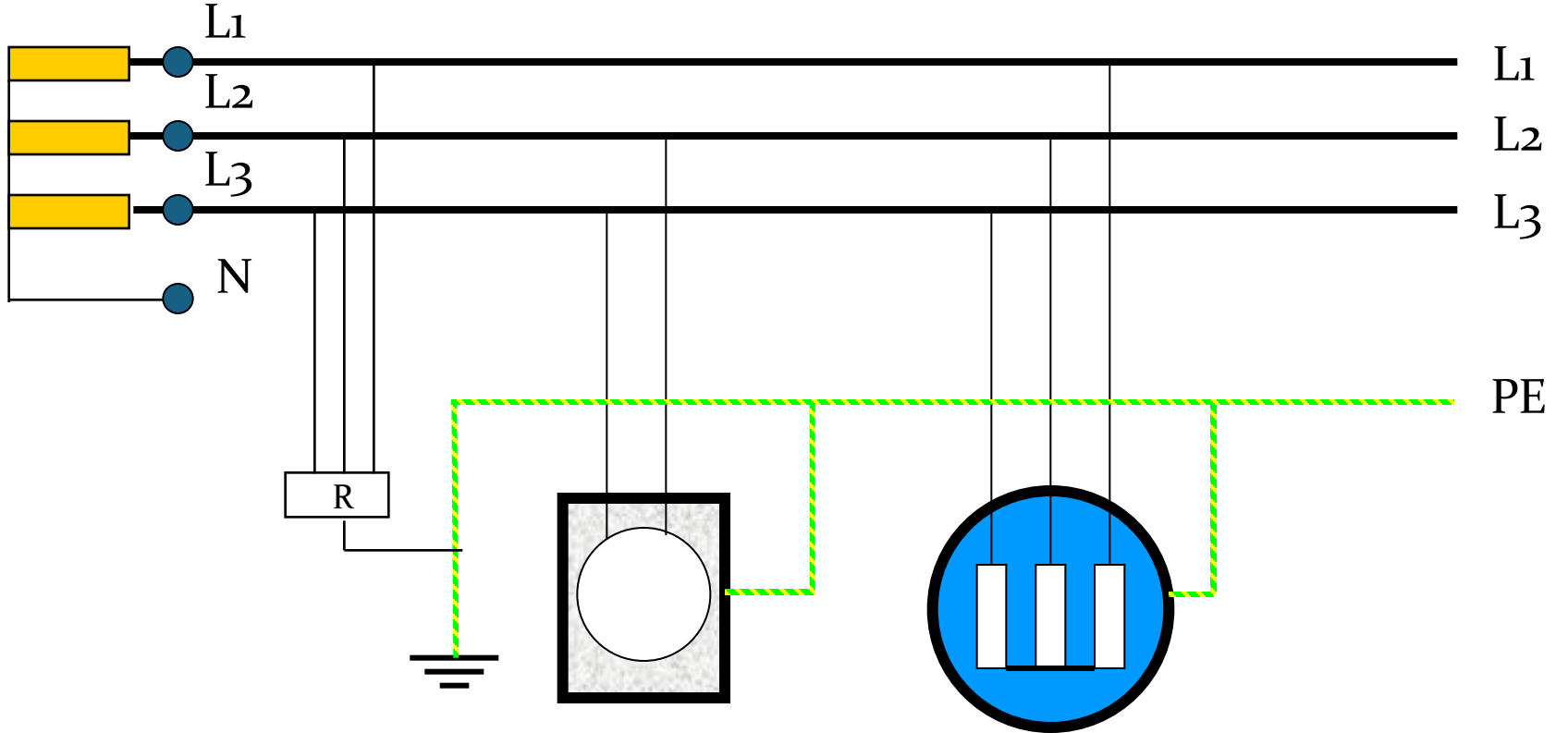
Yalıtılmış 1/2 kesitte nötr hattı

A noktası topraklanmalıdır.

Alçak Gerilim Şebekelerinde Topraklama Şekilleri



Alçak Gerilim Şebekelerinde Topraklama Şekilleri

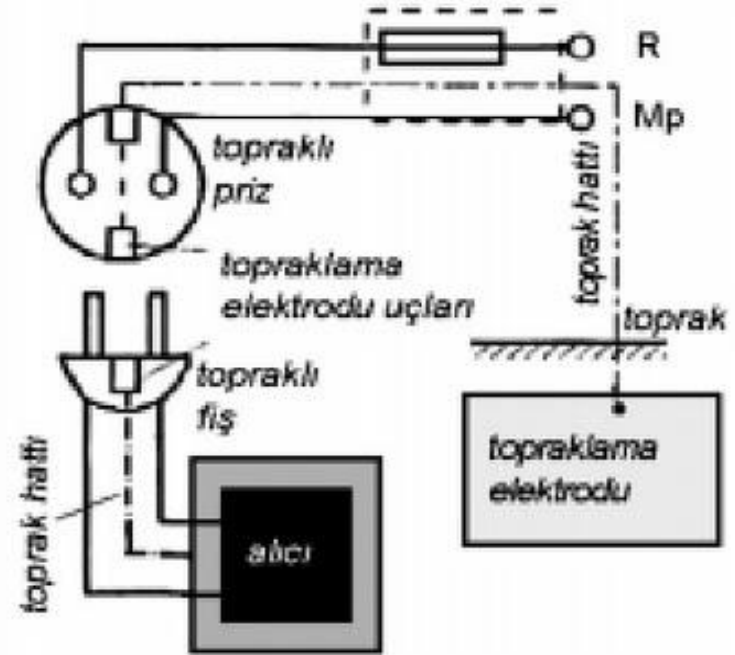
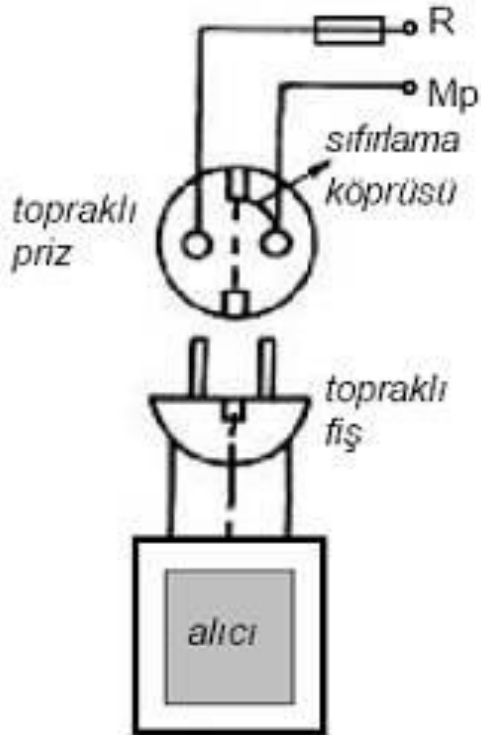


IT Sistemi

Sistem nötrü yalıtılmış ve cihazlar topraklanmış

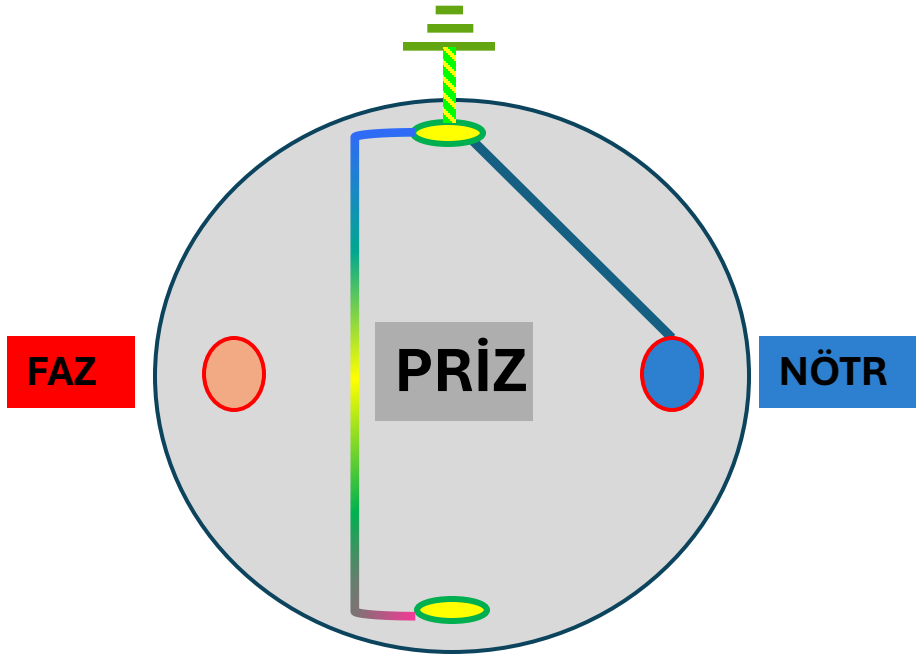
SIFIRLAMA (!)

- Elektrikli aygıtların metal bölümleriyle nötr iletkeninin birbirine bağlanmasına sıfırlama denir.
- Topraklamaya göre daha kolay ve ucuz olan sıfırlama yönteminde, elektrikli aygıtta herhangi bir kaçak olduğunda kısa devre oluşur ve sigorta atarak cihazın enerjisini keser.



Sıfırlamanın Sakıncaları;

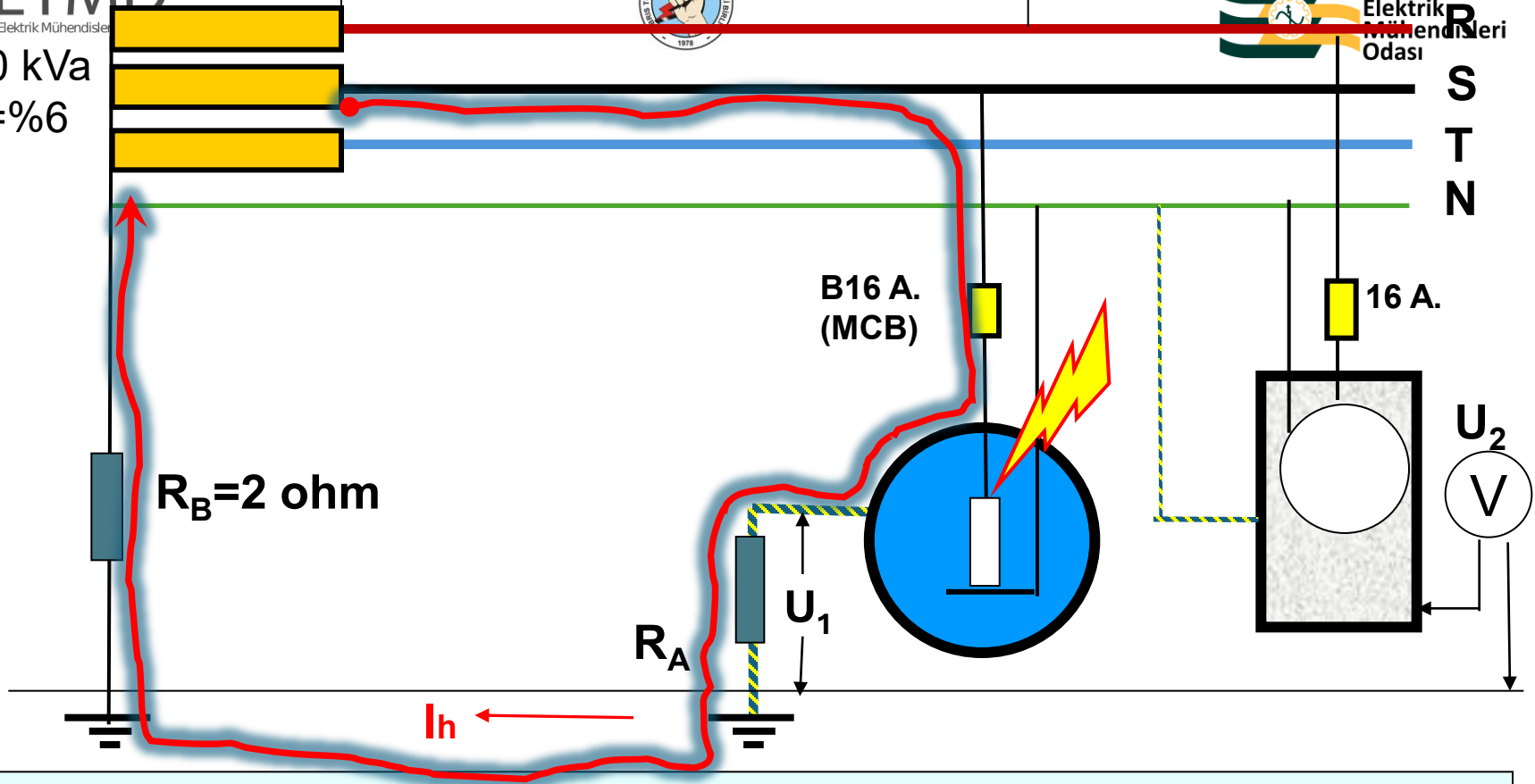
- Binayı besleyen ana kolon hattının kopması sonucu yeniden bağlantı yapılırken nötr ve faz uçları yer değiştirebilir. bu durumda sıfırlamayla korunan aygıtın gövdesine faz gider, sigorta atmaz.
- Sıfırlamayla korunan aygıtın besleme kablosunda nötr hattı koptuğunda faz alıcının gövdesine gider, sigorta atmaz!.



Ölümcül Risk!.

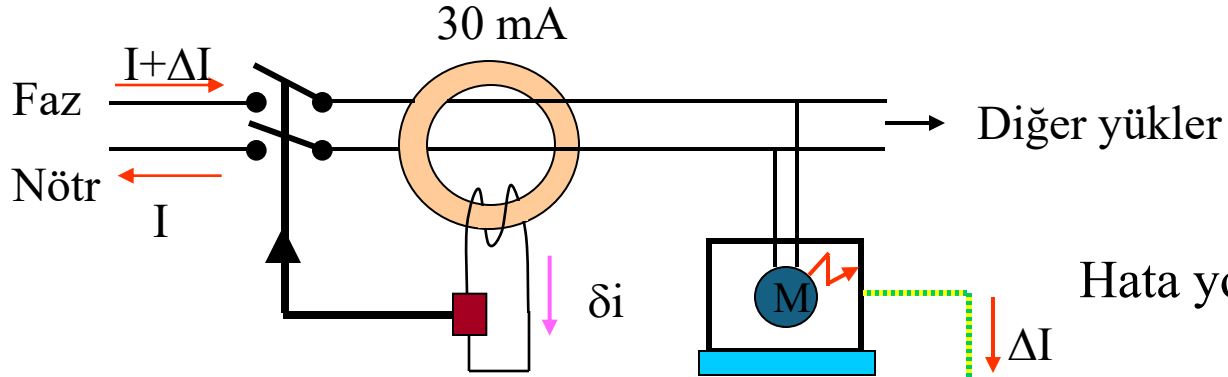
1000 kVa
uk=%6

400 m.



Ri _{şl.}	R_A	IE	U_1	U_2
2 Ω	2 Ω	57,5 A.	115 V.	115 V.
2 Ω	1 Ω	77 A.	77 V.	154 V.
2 Ω	0,5 Ω	92 A.	46 V.	184 V.

Artık akımı anahtarı çalışma prensibi.



Hata yok $\Delta I = 0$
 $\delta i = 0$

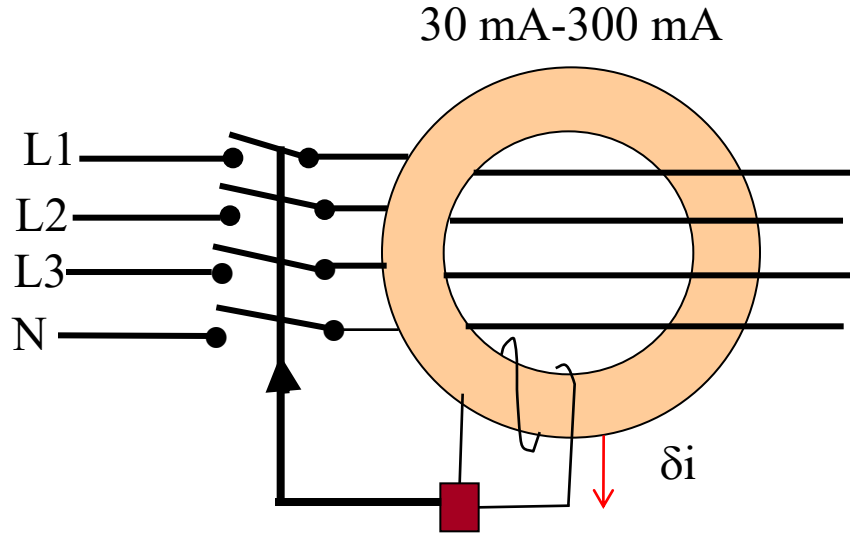
Hata hali $\Delta I > 0$
 $\delta i > 0$

Artık akım anahtarı etiketinde

I_n :Kontakların akım taşıma kapasitesi.

$I_{\Delta max}$:Açma eşik değerini gösterir.

Üç fazlı artın akım anahtarı



Artık akım anahtarı etiketinde

In: Kontaktların akım taşıma kapasitesi.

$I_{\Delta max}$: Açma eşik değerini gösterir.

Artık akımı anahtarı için topraklama direnci.

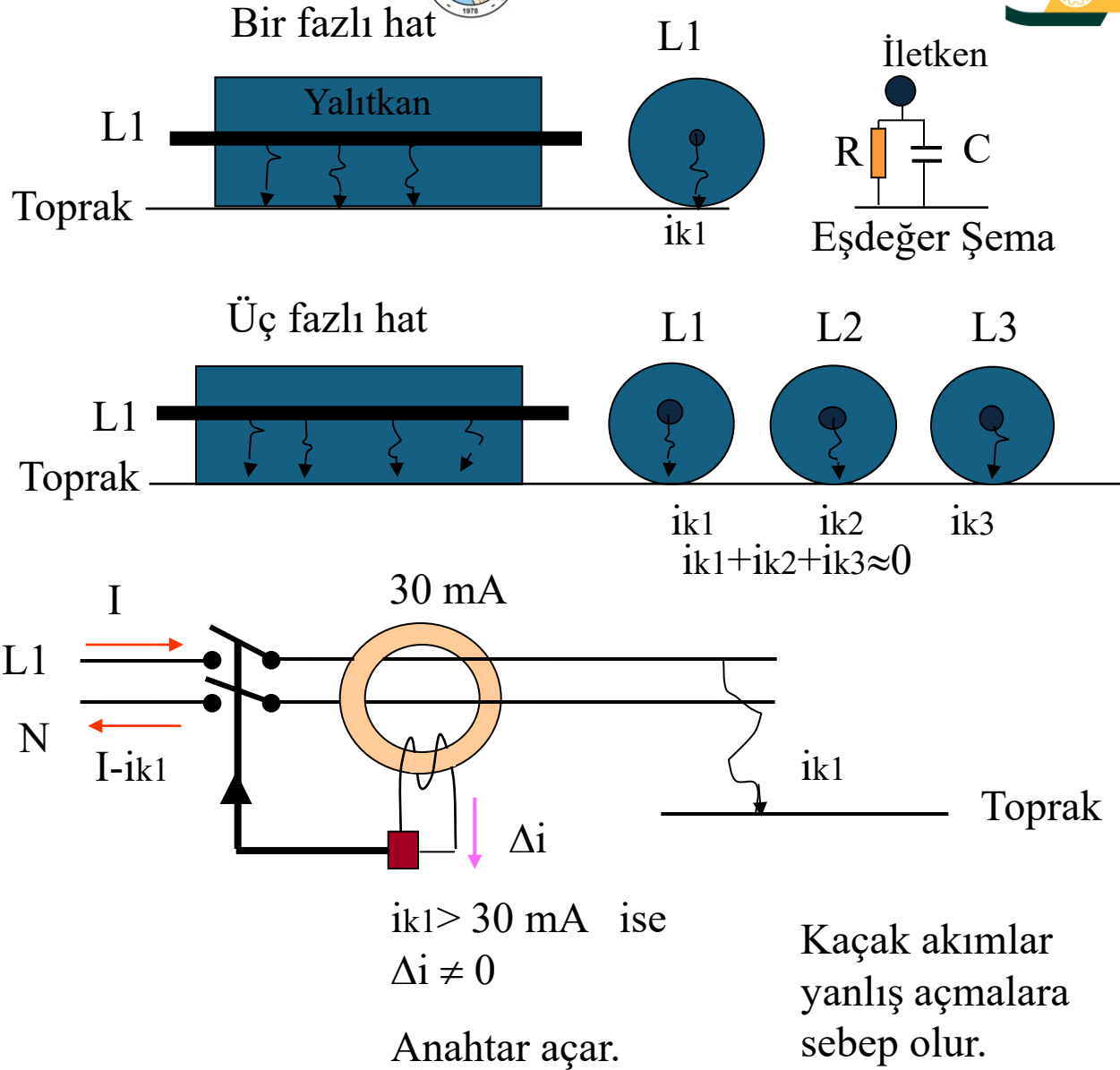
- Normal şartlarda topraklama gerilimi $U_E < 50 \text{ V}$
- Tehlikenin yüksek olduğu yerlerde $U_E < 25 \text{ V}$ alınmaktadır.
- 30 mA'lık anahtar için $R_{Amax} = 50 / 0.03 = 1666 \Omega$
- Islak mahalleri olan yerler için $R_{Amax} = 25 / 0.03 = 833 \Omega$

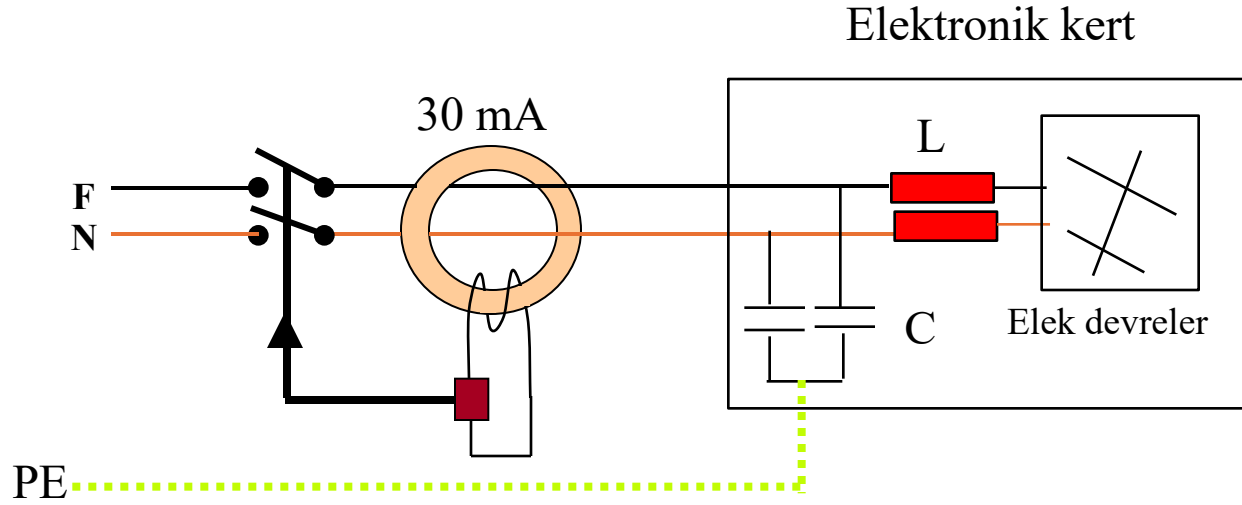
değerleri yeterli gözükmeyle birlikte Elektrik İç Tesisler Yönetmeliklerinde

I_{Dmax} : Binadaki Artık Akım Anahtarları için en büyük eşik değeri akımı olmak üzere

- $R_A < 200 \Omega$
- $R_A < 25 / I_{\Delta max} \Omega \quad 25 / 0.3 = 83 \Omega$

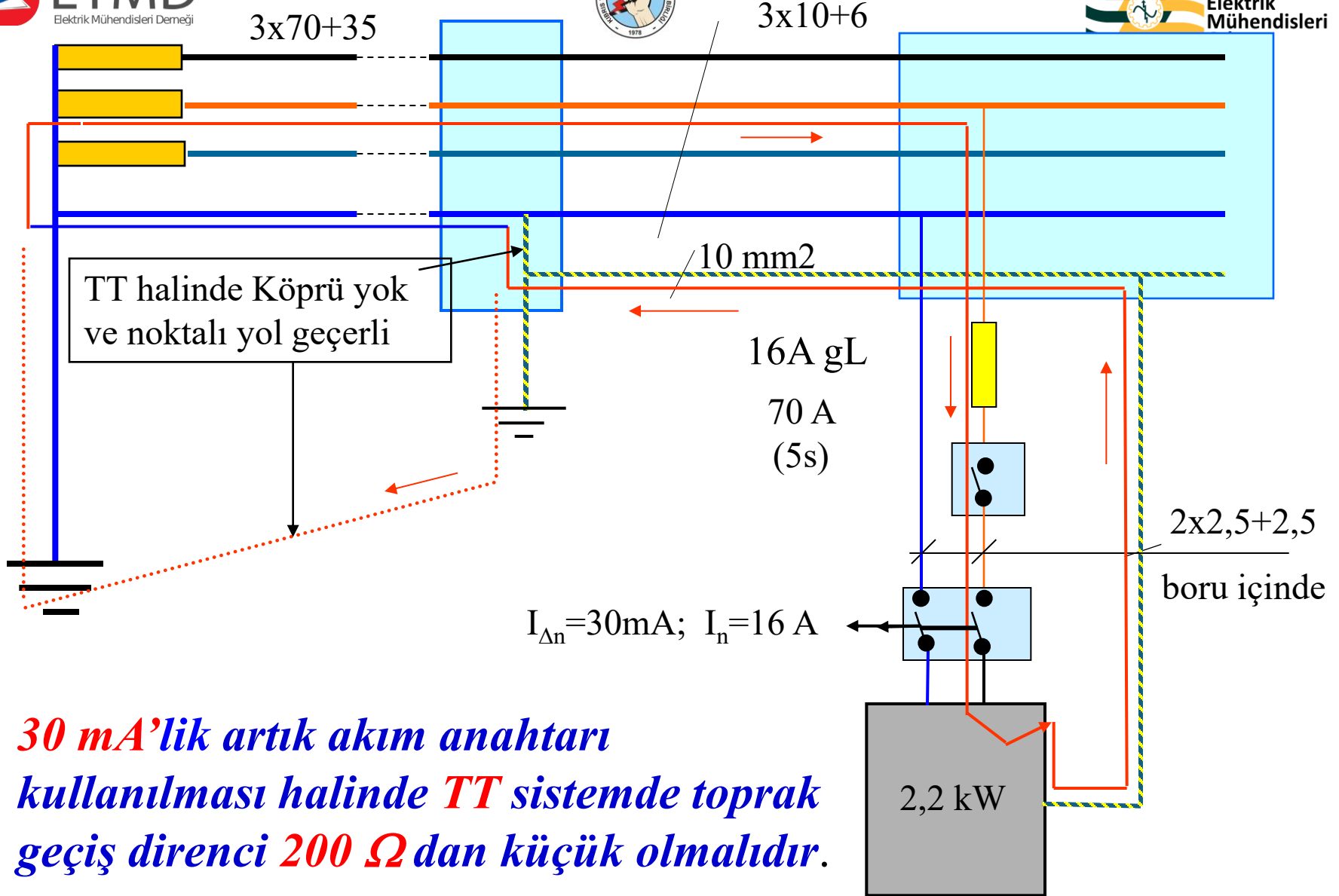
şartlarının her ikisinde sağlanması istenmektedir.





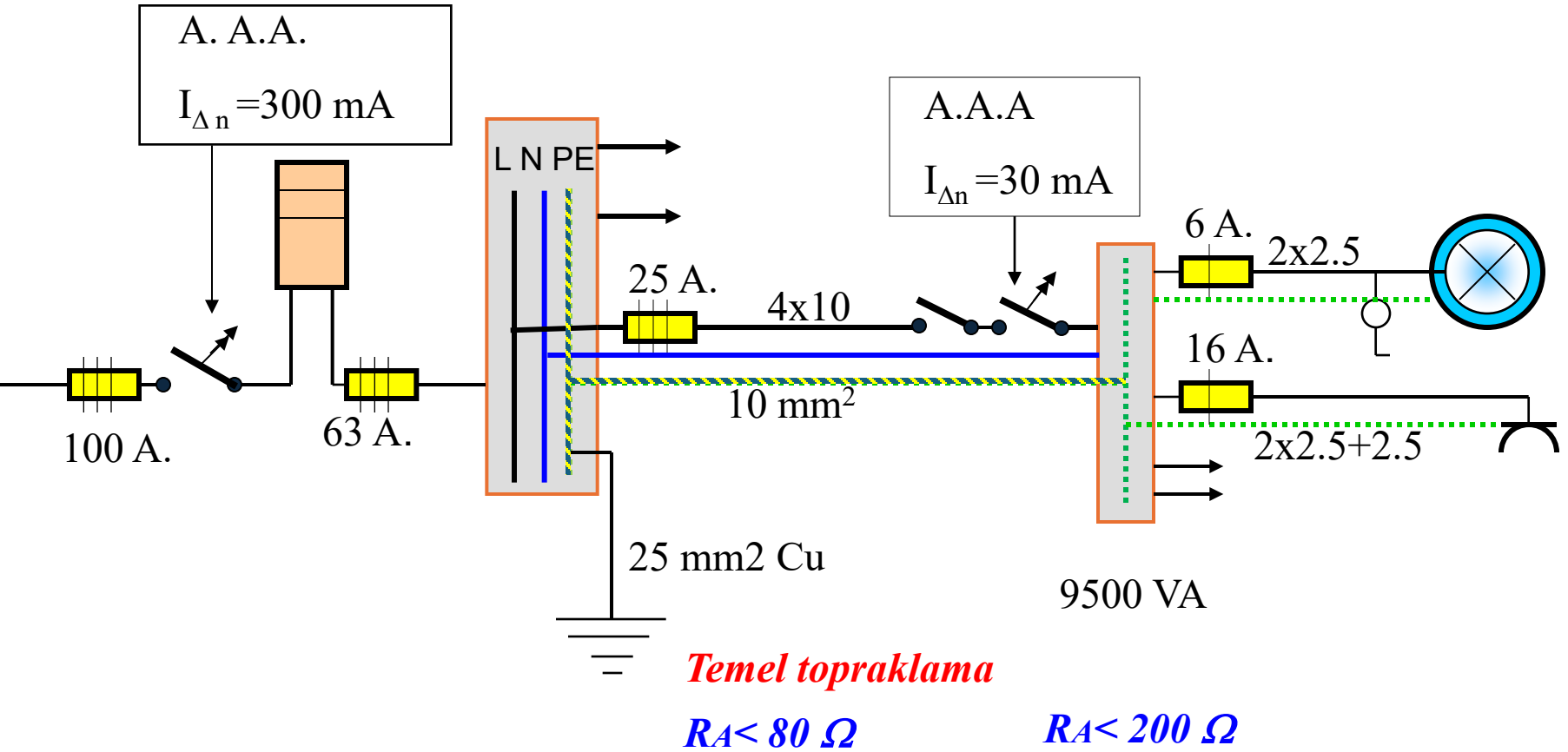
Bazı cihazlarda bulunan elektronik devreleri besleyen güç katlarının girişinde filtreler bulunmaktadır. Bu devrelerin artık akım anahtarlarının devreyi sürekli kesmesine yol açtığı görülmektedir. Böyle durumlarda bu gibi cihazları besleyen hat başlarında, eşik değeri kat filtre akımlarına uygun artık akım anahtarı kullanılması zorunlu olmaktadır.

Artık Akım anahtarını kullanılması hali.



30 mA'lık artık akım anahtarı kullanılması halinde TT sistemde toprak geçiş direnci 200 Ω dan küçük olmalıdır.

Koruma hatları ve A. A. A için örnek tesisat şeması.



30 mA'lik artık akım anahtarı kullanılması halinde **TT** sistemde toprak geçiş direnci **200 Ω** dan küçük olmalıdır

TT-tipli sistem için şema.

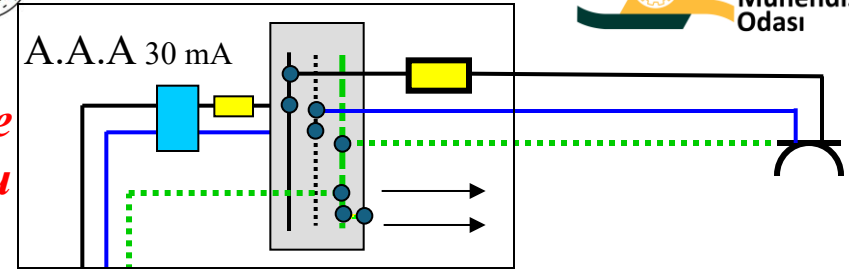


Toprak yayılma direnci:

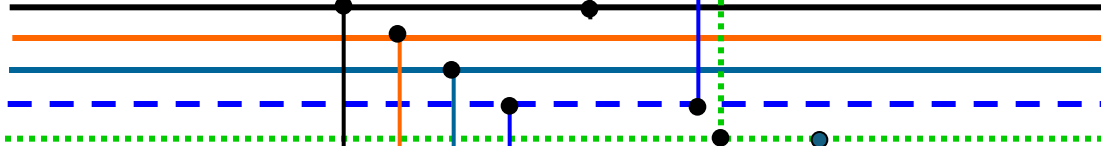
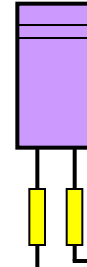
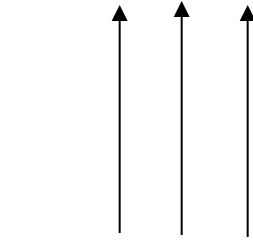
$$RA=50/0.03=1666 \Omega$$

Max. 200 Ω

**Daire
tablosu**



Diğer dairelere



L1
L2
L3
N
PE

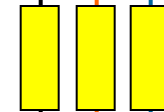
Ana tablo

Toprak yayılma

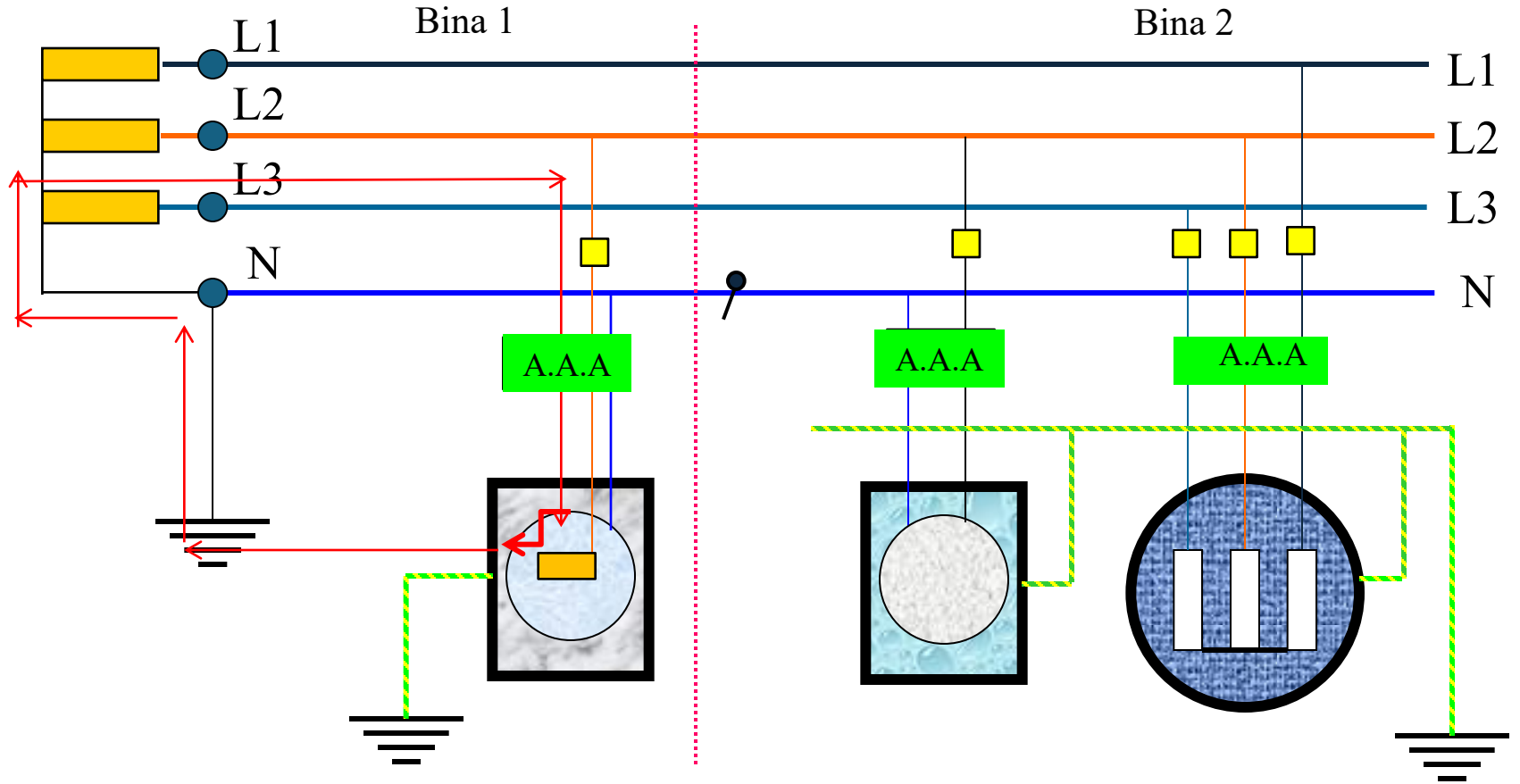
direnci: $RA=25/0.3=83.33 \Omega$

Max. 80 Ω

A.A.A 300 mA



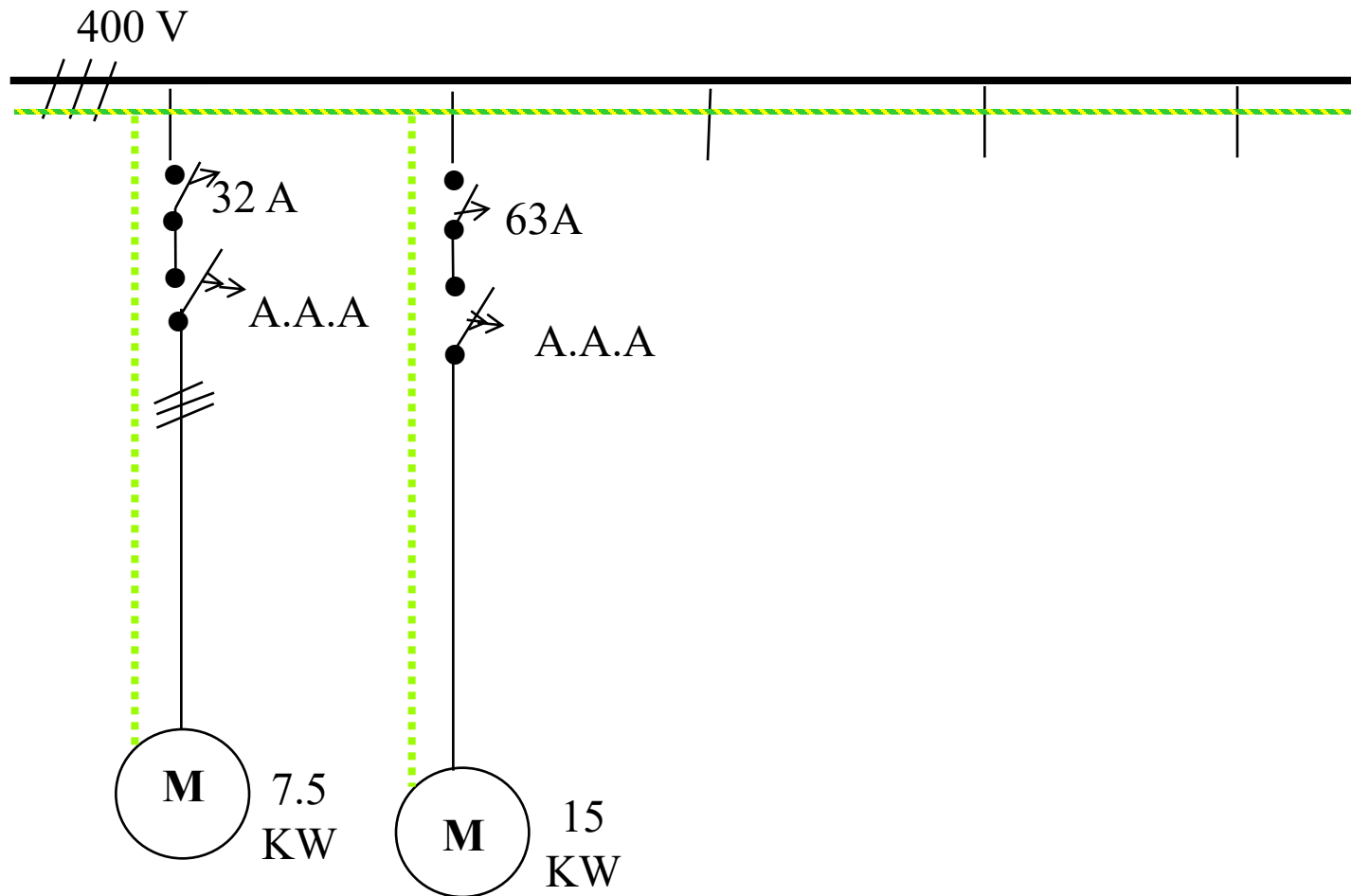
TT ALÇAK GERİLİM ŞEBEKELERİNDE KORUMA:



TT Sistemi

Sistem nötrü ve cihazlar ayrı ayrı topraklanmış

Yalıtılmış nötr hattı



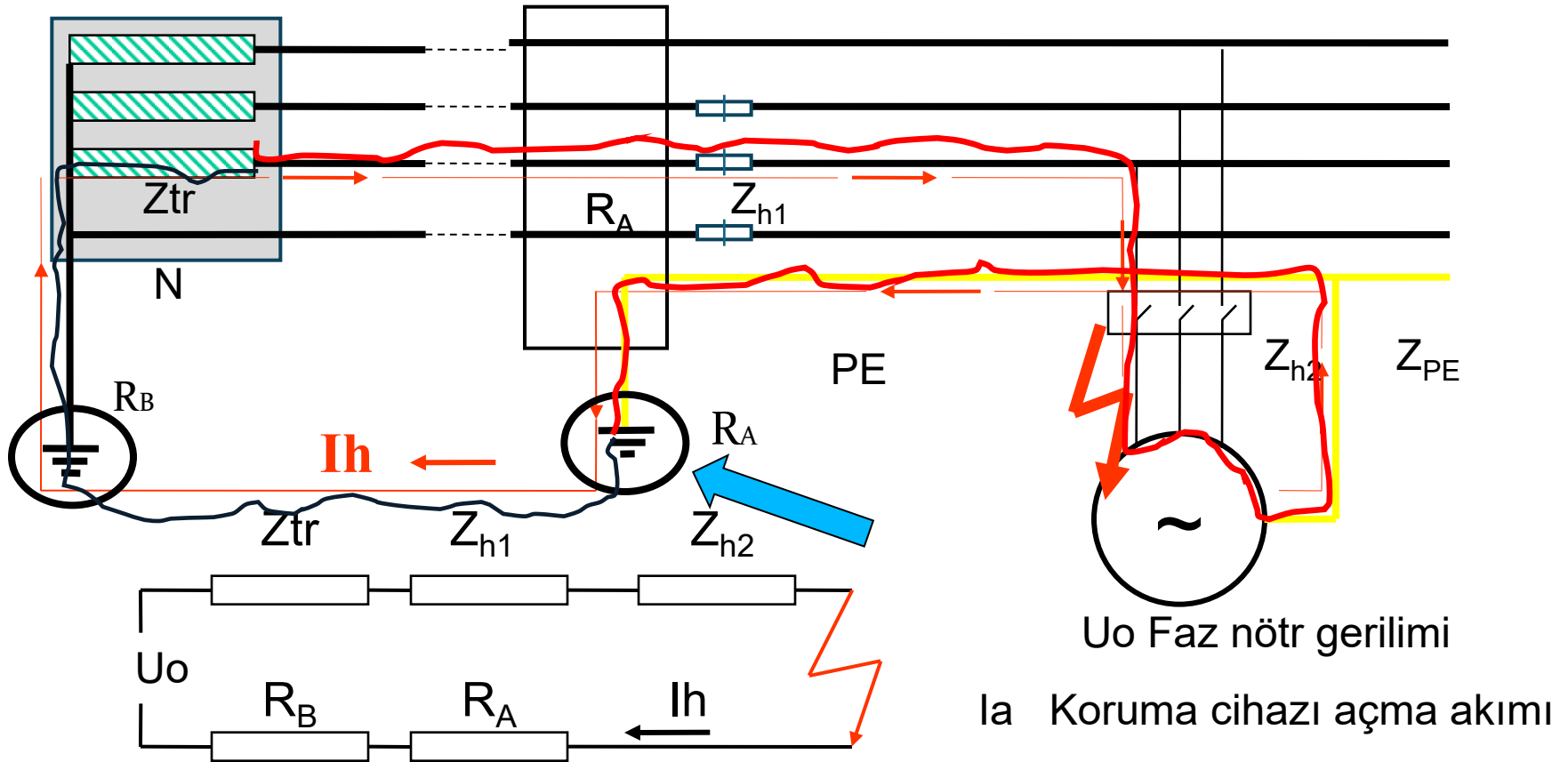
Görüleceği üzere bir tesiste sistemlerin karışık kullanılması tehlikeli durum yaratacağından, Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği Madde 36 a.4i ile yasaklanmıştır.

Seminer İçeriği:

- 1 - Topraklama hakkında bilgi,
- 2 - Elektrik Çarpması - Direk temas, dolaylı temas,
- 3 - Dağıtım şebeke tipleri
- 4 - Dağıtım şebekesinde topraklama tipleri
- 5 - Elektriksel güvenlikte dağıtım şebekesinin önemi,**
- 6 – Elektrik İç Tesisat Kontrolü ve Güvenlik
- 7 - Biraz hukuk..
- 8 - YG Tesislerinde topraklama hesabı örnekleri
- 9 - TN-S sistemi tesisi nasıl yapılır?
- 10 - Sonuç ve öneriler.

TT sistemde güvenliğin sağlanması

Temas gerilimine karşı güvenliğin sağlanması, hata halinde geçecek akımın korunması ve cihazlarını yeterli süre içinde çalıştıracak boyutta olması ile sağlanır.



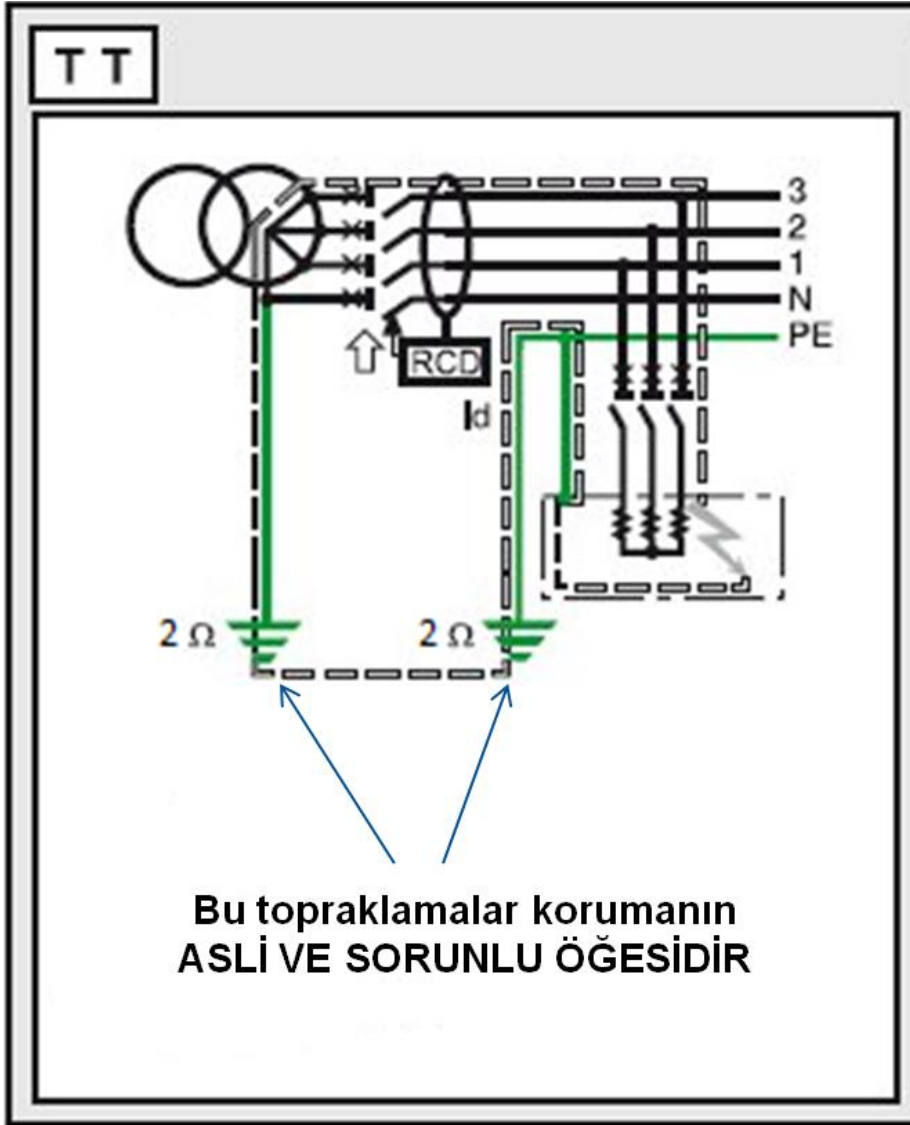
Çevrim empedansı $Z_s \cong Z_{tr} + Z_{h1} + Z_{h2} + R_A + R_B$

R_A ve R_B topraklaması korumanın asli öğesidir!.

$$Z_s < U_o/I_a$$

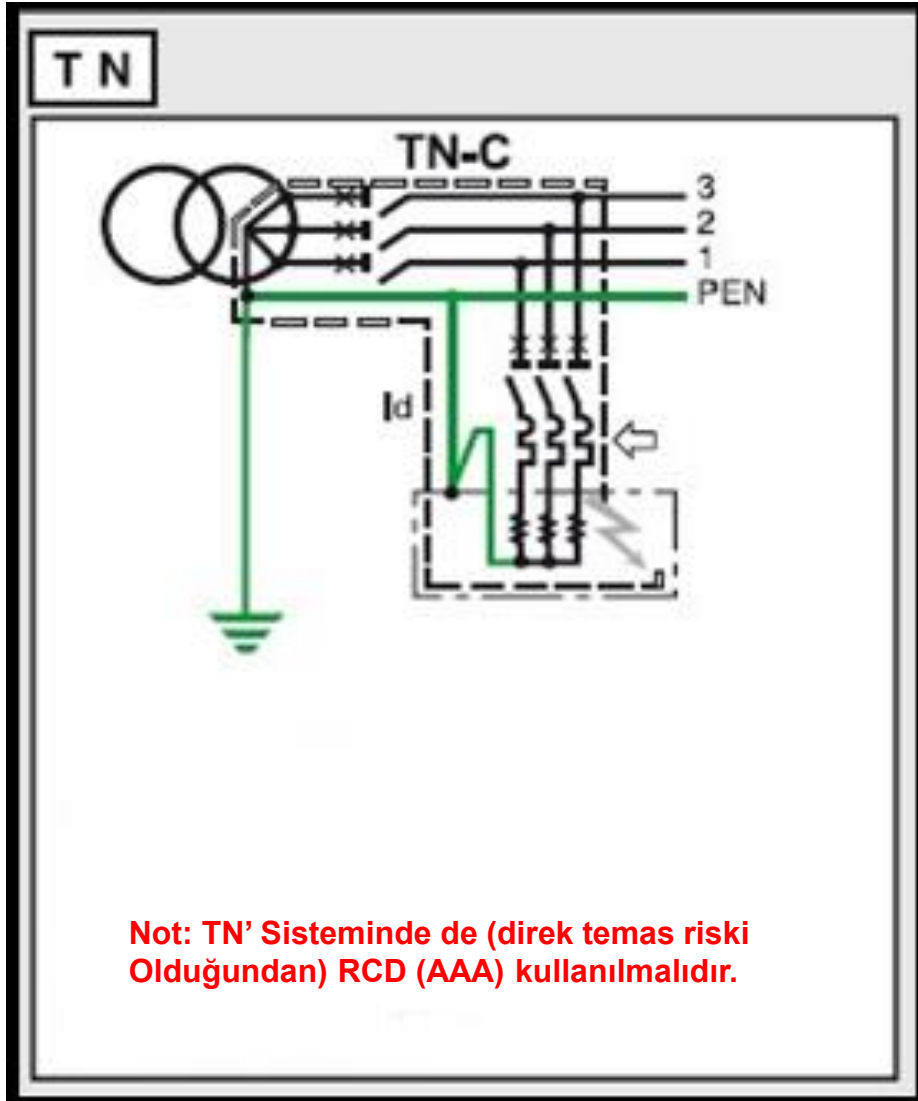
$R_A \cdot I_h < 50 \text{ V}$ olmalıdır.

TT sistemi



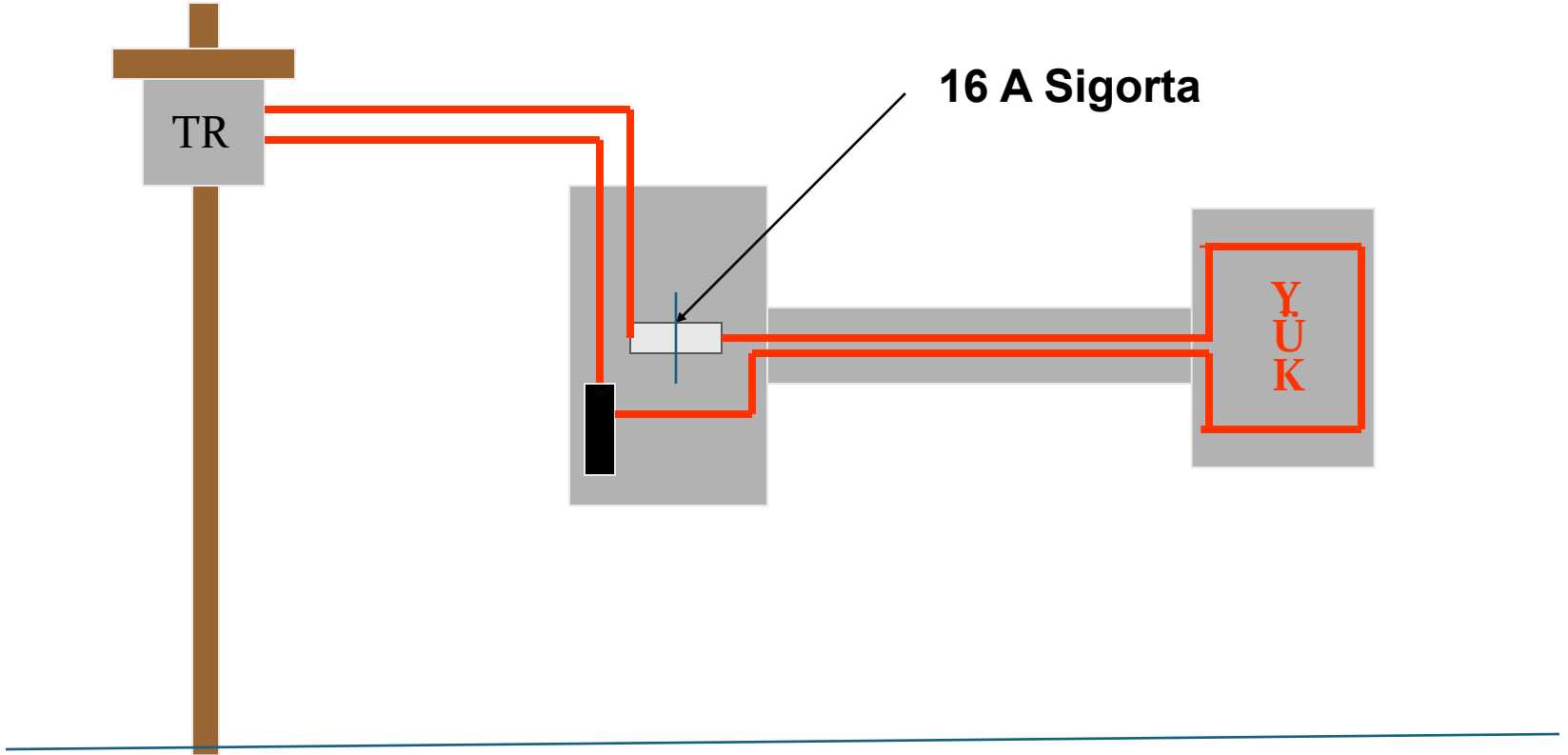
- TM'de ve tüketici tarafında 2 Ohm'luk topraklama değeri yeterli kabul ediliyor!.
- Konutlarda kullandığımız priz sigortaları B tipi $I_n = 16 \text{ A}$. Olduğuna göre,
- Bu sigortanın Açma Anma Değeri (5 sn.) $I_a = 80 \text{ A}$ 'dır.
- Ancak hata halinde akacak akım
- $I_h = 230 \text{ Volt} / 2 + 2 \Omega = 57,5 \text{ A}$.
 $57,5 \text{ A} < 80 \text{ A}$
- Sigorta açmayacak ve hata akımı çarpılma riski yaratacaktır!.
- Bu nedenle konutlarda AAA yani (RCD) kullanılması zorunluluktur.

TN Sistemi



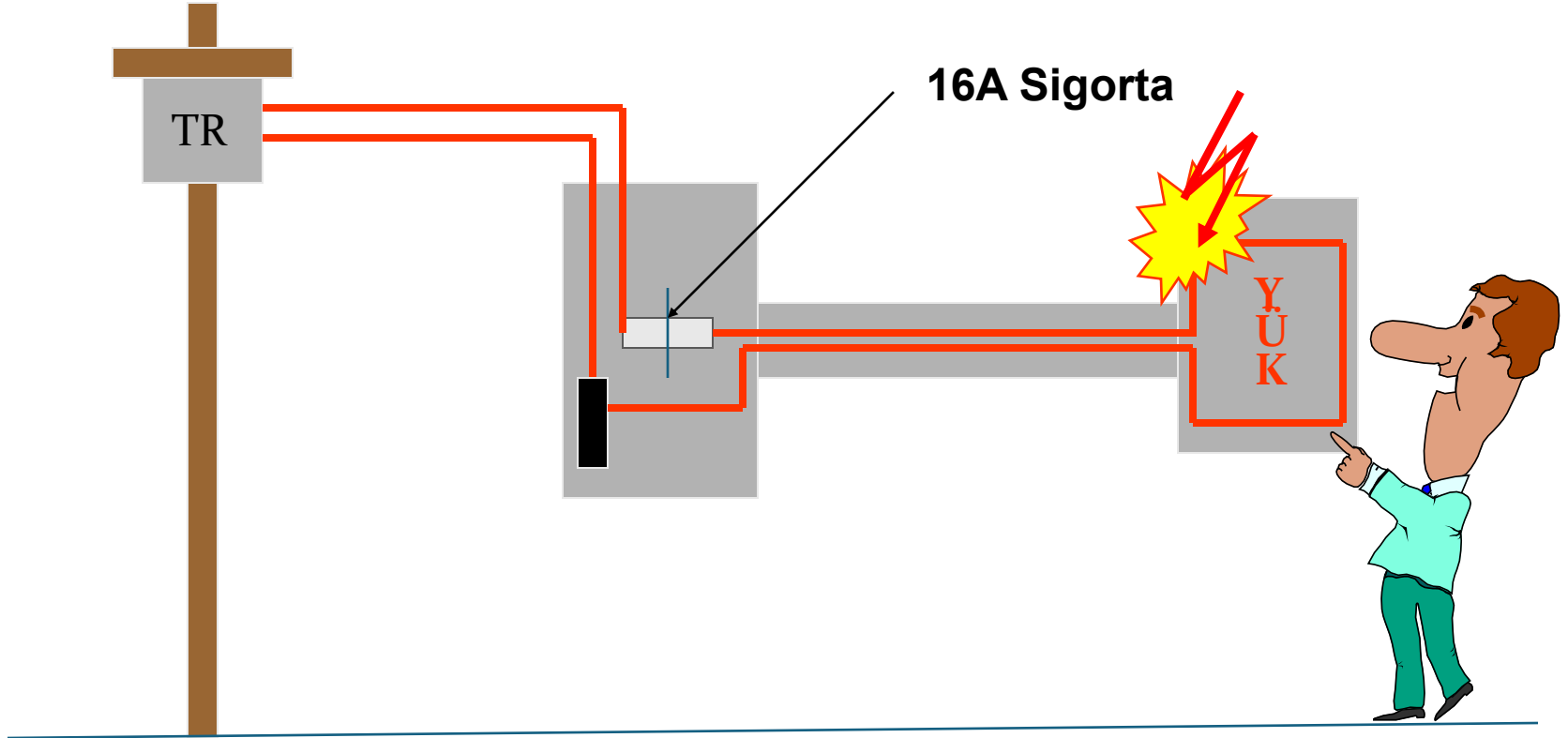
- TM'de Topraklamalar birleşik ve AG şebekesi ile tüketici tarafında nötr PEN olarak faz kesitinde çekilmiştir.
- Konutlarda kullandığımız priz sigortaları B16 A. Olduğuna göre,
- Bu sigortanın Açma Anma Değeri $I_a = 80 \text{ A}$ 'dir.
- Ancak hata halinde akacak akım
- $I_h = 230 \text{ Volt} / 0,3 \Omega = 767 \text{ A}.$
- $767 \text{ A.} > 80 \text{ A}$
- Yani sigorta ani olarak açacak ve hata akımı 0,4 sn. altında kesilecektir.
- En yüksek düzeyde can güvenliği sağlanmaktadır.

AG Şebekesinde aşırı yük ve kısa devre;



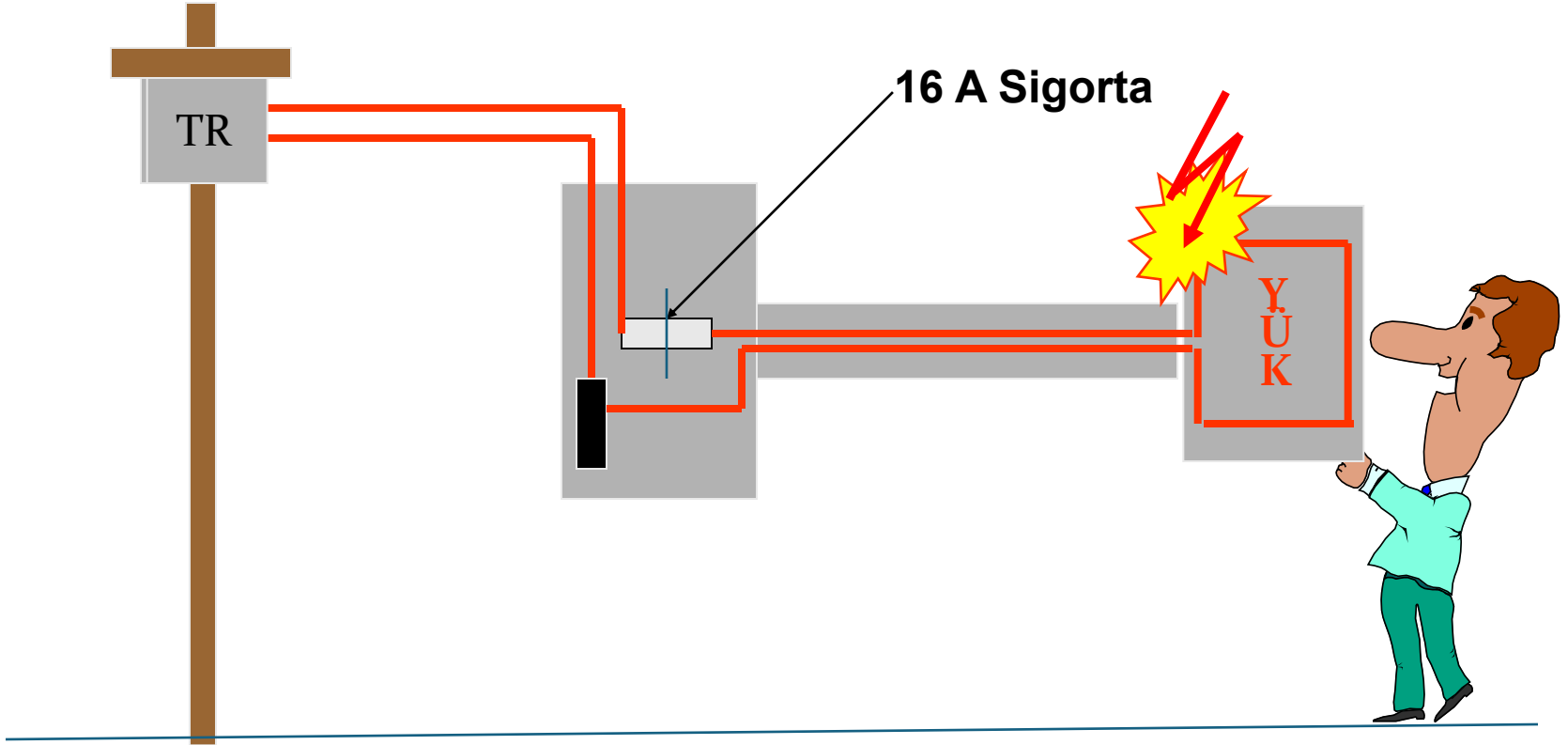
Sigortanın aşırı akım ve kısa devreye karşı devreyi koruması beklenir.

İzole Şebekede Topraklama Hatası Durumu



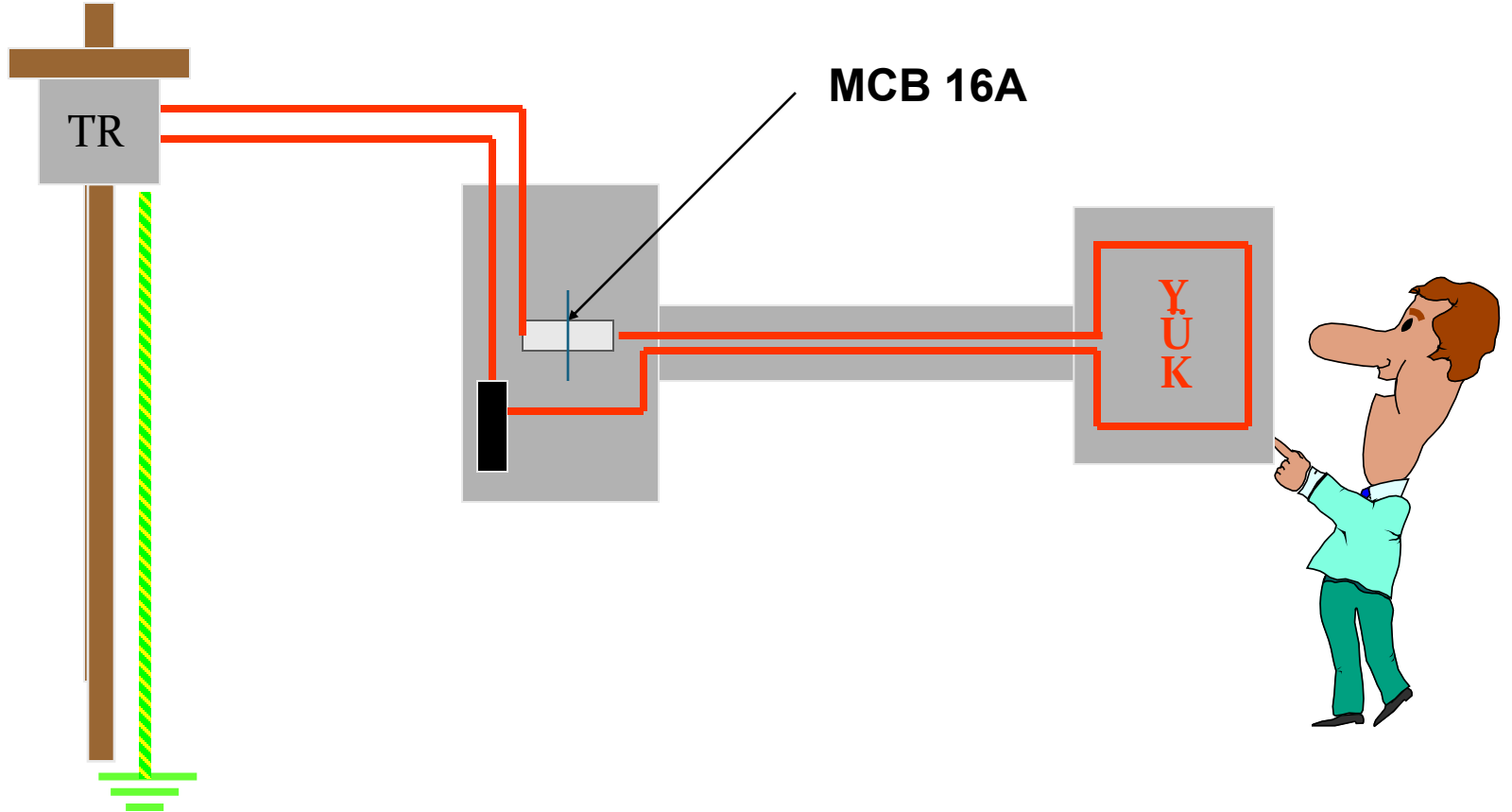
Sistem IT (izole) olduğundan kişi tamamen güvendedir ...

Topraklama Hatası Durumu



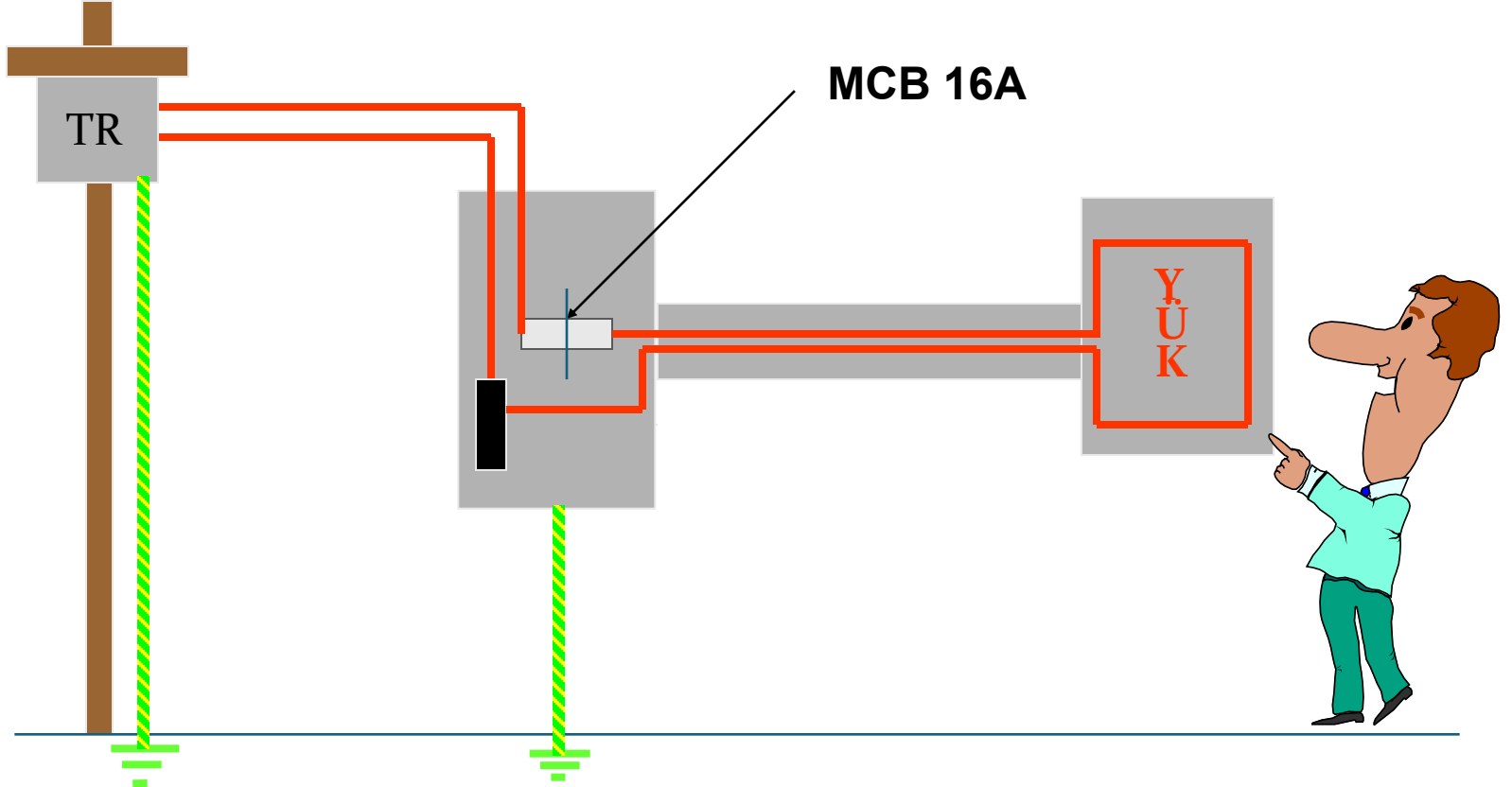
Peki EDAŞ transformatör merkezi topraklama sistemi hakkında ne biliyoruz?

DİKKAT: Ülkemizde tüm EDAŞ'lar TT tipi topraklama kullanıyor!



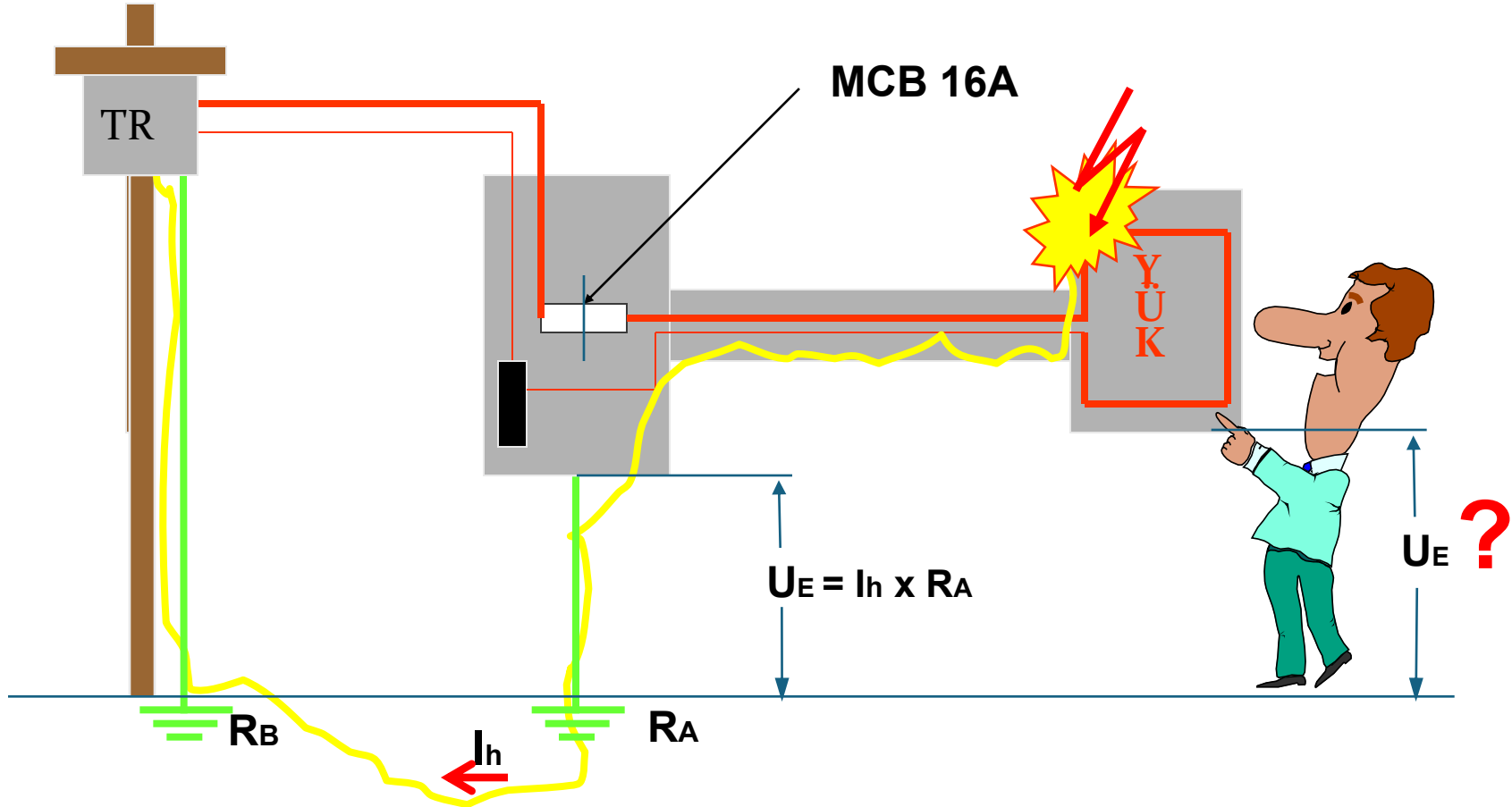
Transformatör nötrü direk topraklı . Hata akımı kaynaklı akım dostumuzun üzerinden akacaktır.

Topraklama Hatası Durumu



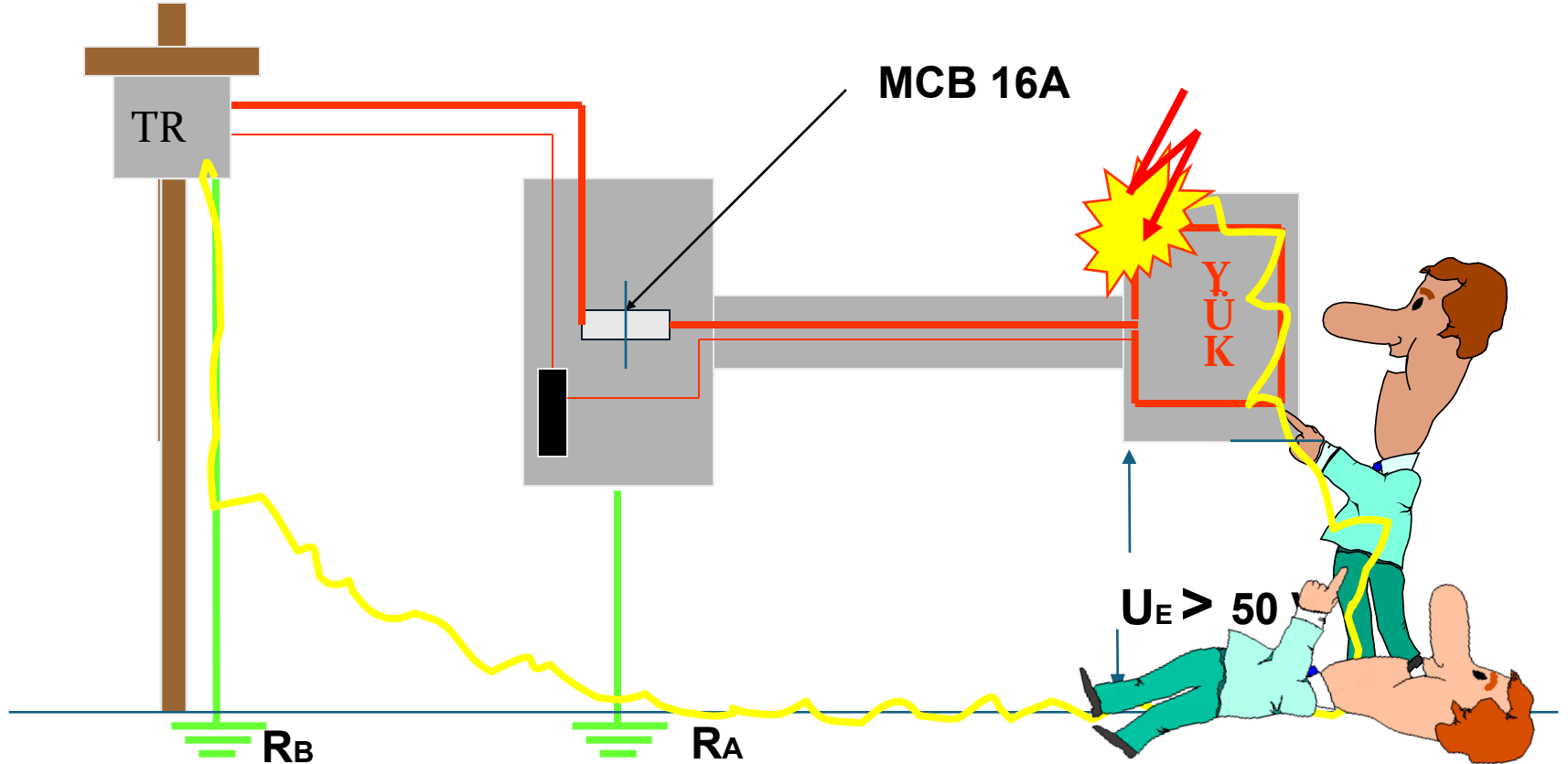
Peki.. Tüketici panosunu da topraklarsak dostumuzu koruyabilir miyiz?

Topraklama Hatası Durumu



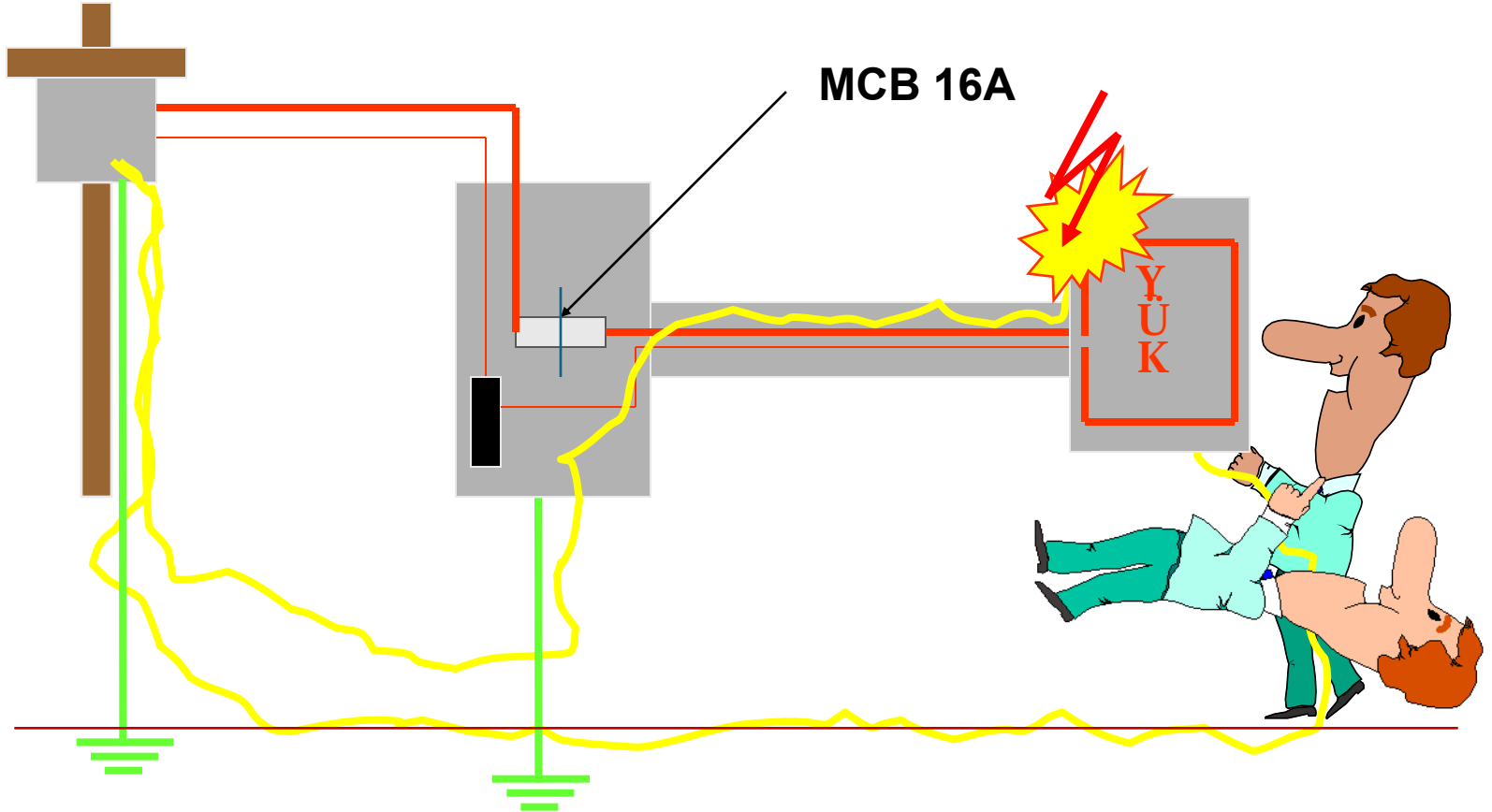
**Hata akımı pano topraklaması üzerinden trafo yıldız noktasına doğru akacaktır.
RA'nın direncine bağlı cihaz gövdesinde gerilim oluşacaktır.**

Topraklama Hatası Durumu



RA üzerinde oluşan ($U_E = I_h \times R_A$) gerilimi kişi üzerinden akacaktır!.

Tüketici panosu ve ekipmanı da topraklarsak..



Kişi üzerinden köprülenen akımın büyüklüğüne ve süresine bağlı olarak ölümcül olabilir!.

Hata akım yoluna bakalım!.

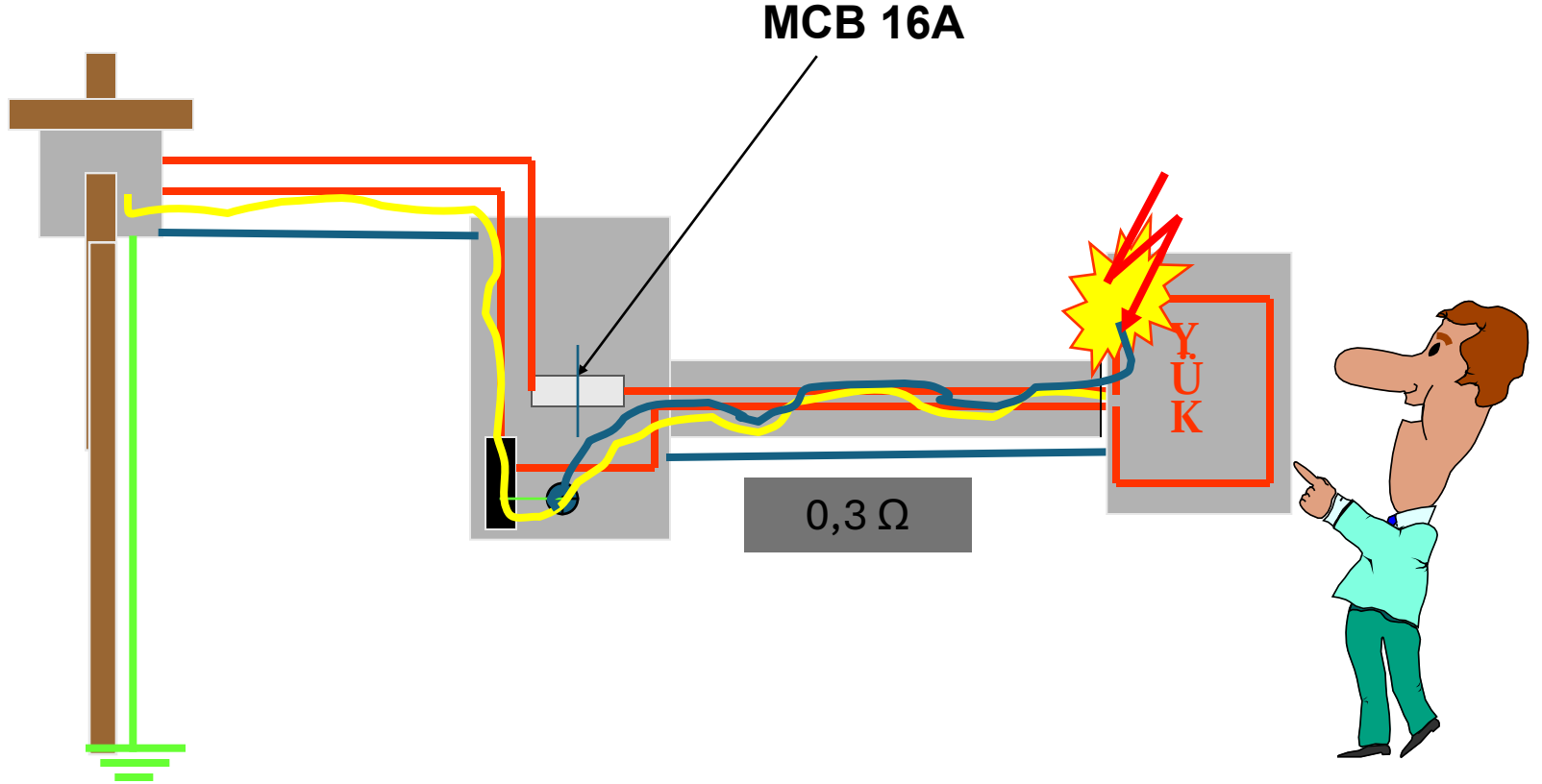
- Beklentimiz; mümkün olduğu kadar kısa bir süre içinde (0,4 sn.) 16 A devre kesicinin açması ve hata akımını kesmesidir.
- B16 A (MCB) Otm. Sigortanın 0,4 sn'de açması için devreden en az 80 A. arıza akımı geçmesi gerekir!.
- Bu durumda devreden akan hata akımı büyüklüğüne bağlı olarak, sigortanın devreyi kesip kesmeyeceğini öğrenmek için Ohm Kanununu kullanalım..



TN sistem de hata akımı yolu

- Bu sayede yükü besleyen B16 A. Sigortanın 0,4 sn.'de açması için geçmesi gereken akım miktarı;
80 Amper'dir.
- 16 A. Otm. Sigorta (MCB) devreyi mutlaka kesecektir.

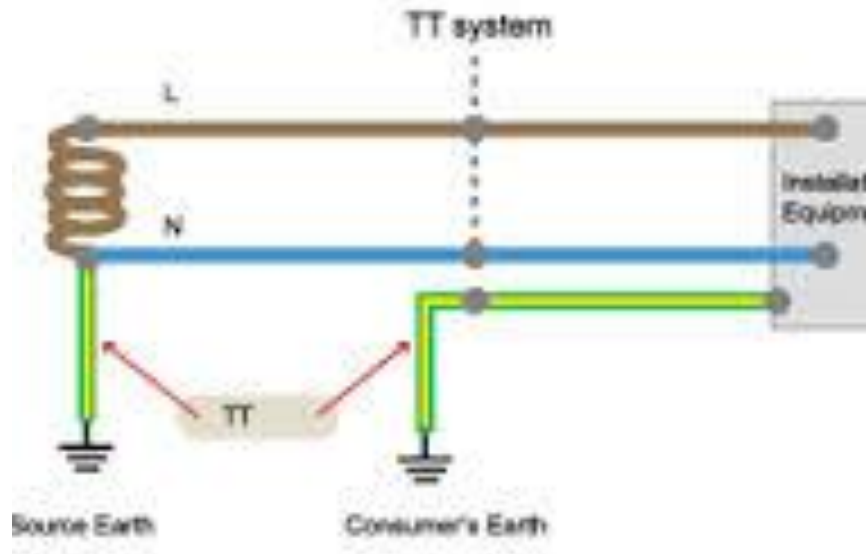
TN Sistemde güvenlik



TN sistemde PEN iletkeni toplam direnci $\approx 0,3 \Omega$ (en yüksek) bile olsa bu durumda 16 A. Sigorta üzerinden $I = 230 / 0,3 = 766,6$ A. akım akacak ve sigorta 0,4 sn altında devreyi kesecektir.

Sonuç..

- TT tipi topraklama yapmakla **kesinlikle** güvenlik sağlanamaz!. Bu nedenle uygun (RCD) AAA kullanılması zorunludur.
- 30 mA $\longrightarrow$ Direk temas riski (Konut+Ofis vb.)
- 0,3- 1-3 A. $\longrightarrow$ Etkin topraklanmış makine /ekipmanda.



Çözüm..

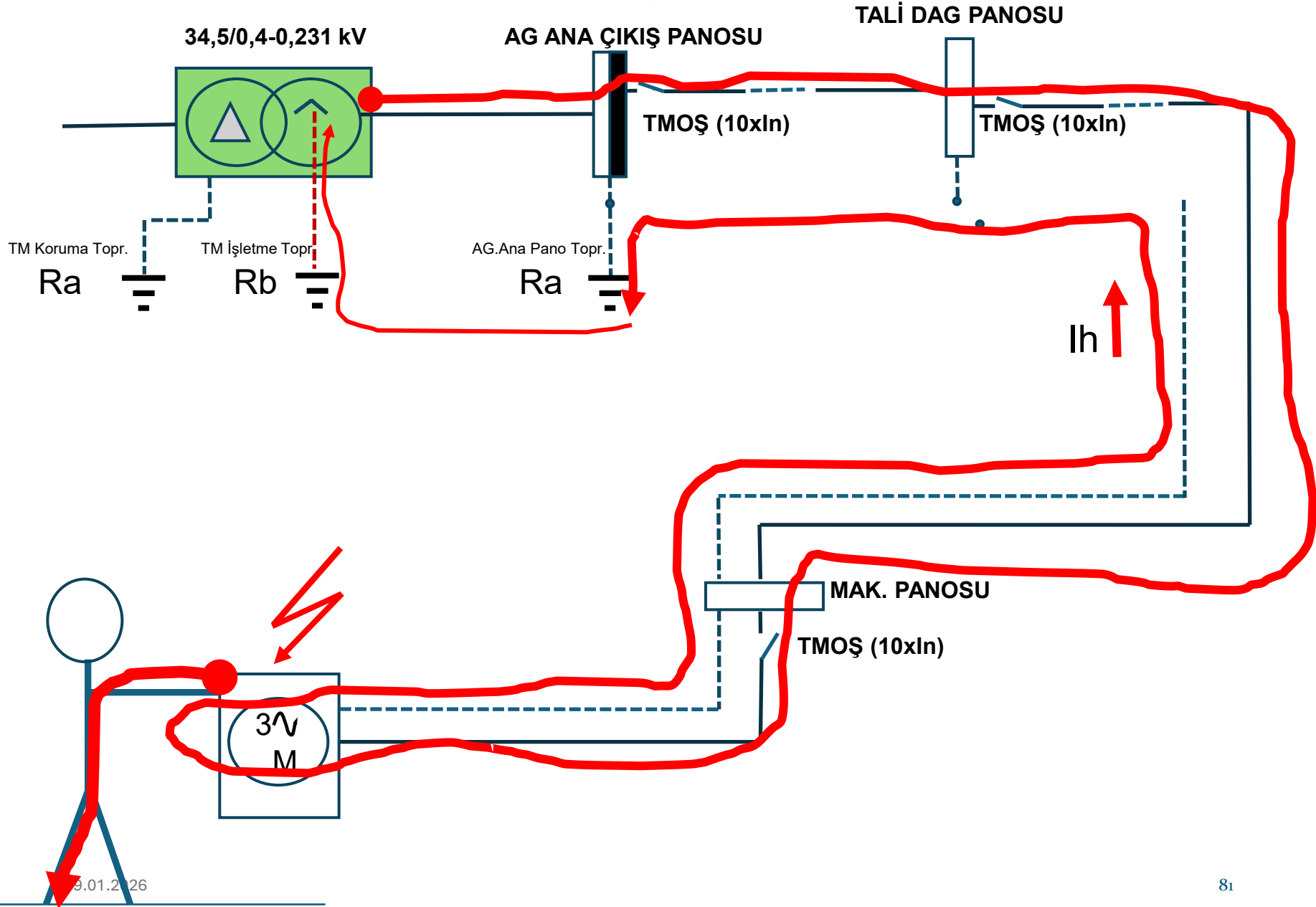
- Enerji sağlayan trafo ile son noktada bulunan yük noktasına kadar sistemimizin her yerinden elektriksel sürekliliği sağlayan, düşük dirençli akım yolu oluşturmaktan geçer.

Bu TN sistemi kullanılarak PEN iletkeni ile oluşturulan :
“Düşük empedanslı toprak arıza akım yoludur!.”

- Dağıtım şebekemiz bu aşamaya getirilinceye kadar;
- Bütün AG dağıtım panoları İZOLE olmalıdır,
- Bütün kanal vb metal koruyucular İZOLE edilmelidir!.

Seminer İçeriği:

- 1 - Topraklama hakkında ısınma turu,
- 2 - Elektrik Çarpması - Direk temas, dolaylı temas,
- 3 - Dağıtım şebeke tipleri
- 4 - Dağıtım şebekesinde topraklama tipleri
- 5 - Elektriksel güvenlikte dağıtım şebekesinin önemi,
- 6 – Elektrik İç Tesisat Kontrolü ve Güvenlik**
- 7 - Biraz hukuk..
- 8 - YG Tesislerinde topraklama hesabı örnekleri
- 9 - TN-S sistemi tesisi nasıl yapılır?
- 10 - Sonuç ve öneriler.



AG İÇ TESİSAT KONTROLÜ?

Is.Ekip.Kul.Sag.ve.Guv.Sart.Yon.doc

**Kontrol için kullanılacak olan
Standart**

**→ TS HD 60364-6
(IEC 60364-6)**

Seminer İçeriği:

- 1 - Topraklama hakkında ısınma turu,
- 2 - Elektrik Çarpması - Direk temas, dolaylı temas,
- 3 - Dağıtım şebeke tipleri
- 4 - Dağıtım şebekesinde topraklama tipleri
- 5 - Elektriksel güvenlikte dağıtım şebekesinin önemi,
- 6 – Elektrik İç Tesisat Kontrolü ve Güvenlik
- 7 - Biraz hukuk..
- 8 - YG Tesislerinde topraklama hesabı örnekleri**
- 9 - TN-S sistemi tesisi nasıl yapılır?
- 10 - Sonuç ve öneriler.

Ulusal ağ şebekemizde 25 MVA'nın üzerindeki 154 / 34,5 kV trafoların yıldız noktaları;

- Havai hat çıkışlı merkezlerde 60 Ω ,**
- Kablo çıkışlı merkezlerde 20 Ω dirençle topraklanmıştır.**

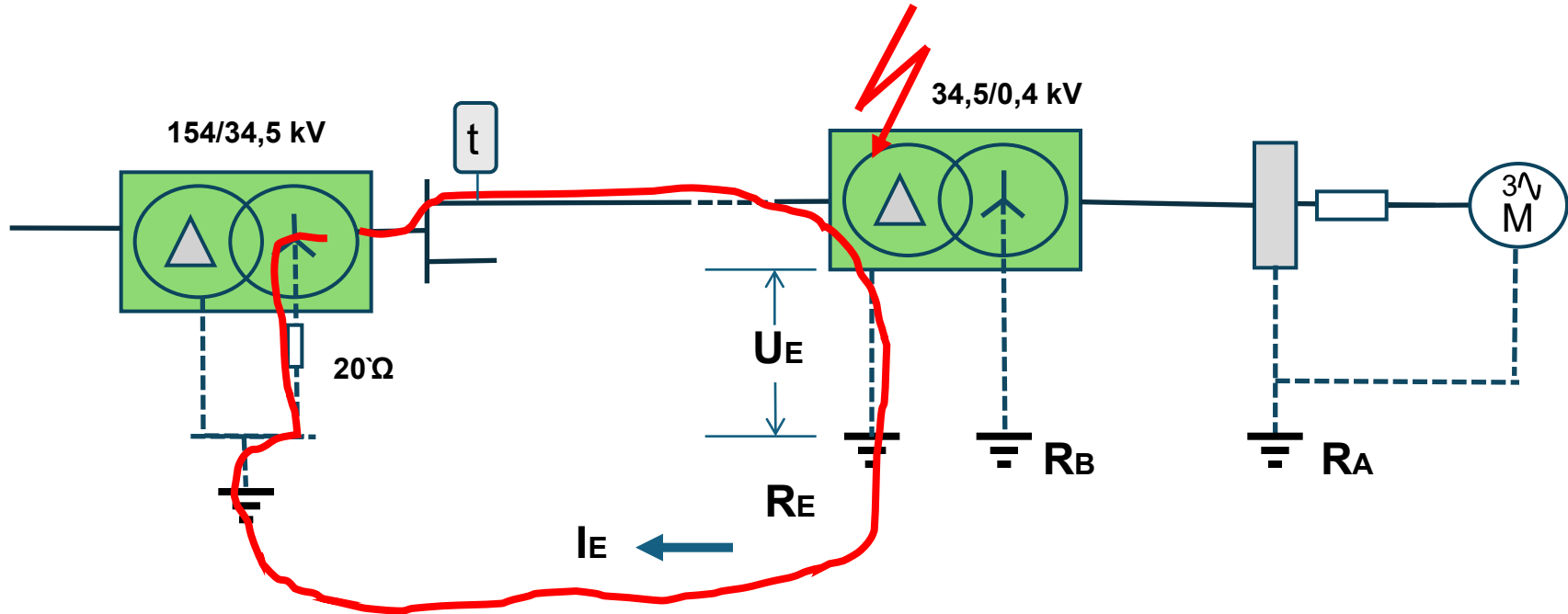
Bu durumda havai hatla beslenen 34,5 kV YG şebekelerde faz toprak kısa devre akımı;

$$I''_{k1} = \frac{34500 / \sqrt{3}}{60} \cong 330 \text{ A ile}$$

Kablo çıkışlı 34,5 kV şebekelerdeki faz toprak kısa devre akımı ise;

$$I''_{k1} = \frac{34500 / \sqrt{3}}{20} \cong 1000 \text{ A ile sınırlıdır.}$$

YG TARAFINDA FAZ+TOPRAK ARIZASI



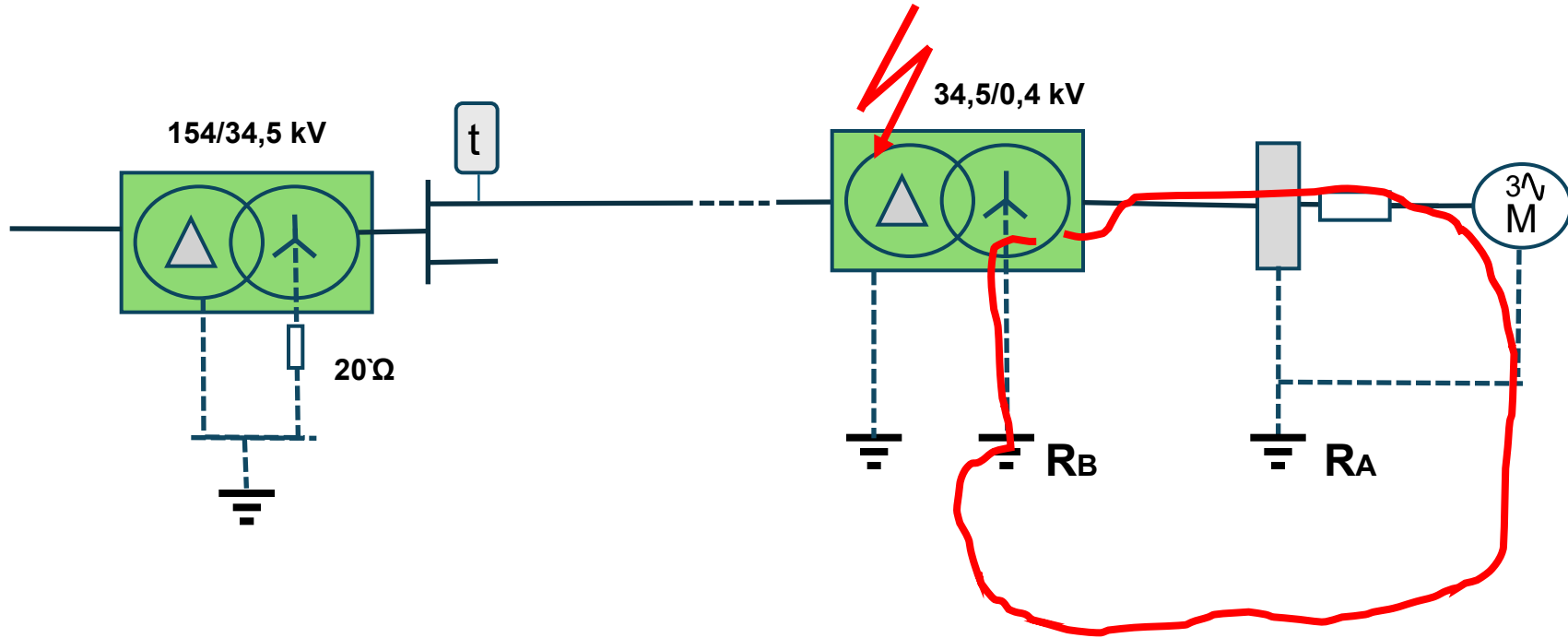
34,5/0,4 kV TM'de Koruma topraklamasına bağlı olan her yerde;

$$U_E = I_E \times R_E$$

Topraklama tesisinin yeterliliği; Fider Röle açma zamanına bağlı olarak UTP değerine göre Kontrol edilir.

Faz+Toprak Kısa Devre Akımı Toprağa mı Akar? AG TARAFINDA FAZ+TOPRAK ARIZASI

TT Tipi Topraklama

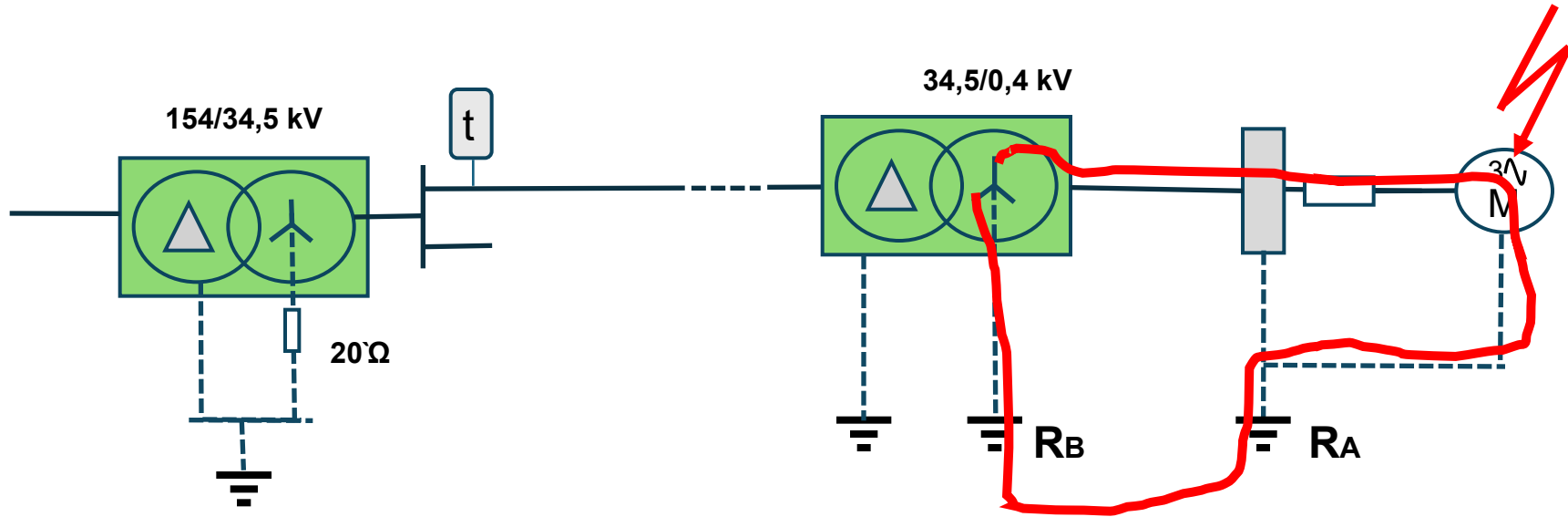


34,5/0,4 kV TM'de Koruma topraklamasına bağlı olan her yerde;

$$U_E = I_E \times R_E$$

Topraklama tesisinin yeterliliği; Fider Röle açma zamanına bağlı olarak UTP değerine göre Kontrol edilir.

TT Tipi Topraklama



34,5/0,4 kV TM'de Koruma topraklamasına bağlı olan her yerde;

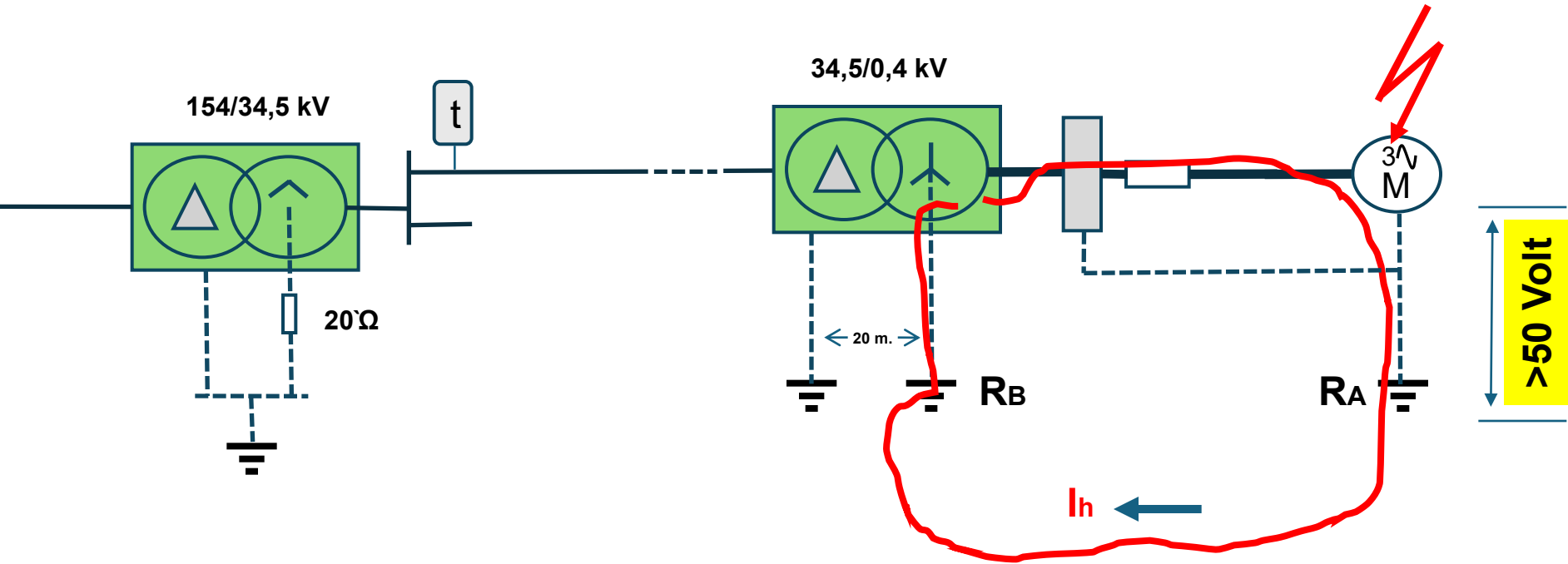
$$U_E = I_E \times R_E$$

Topraklama tesisinin yeterliliği; Fider Röle açma zamanına bağlı olarak UTP değerine göre Kontrol edilir.



AG TARAFINDA FAZ+TOPRAK ARIZASI

TT Tipi Topraklama

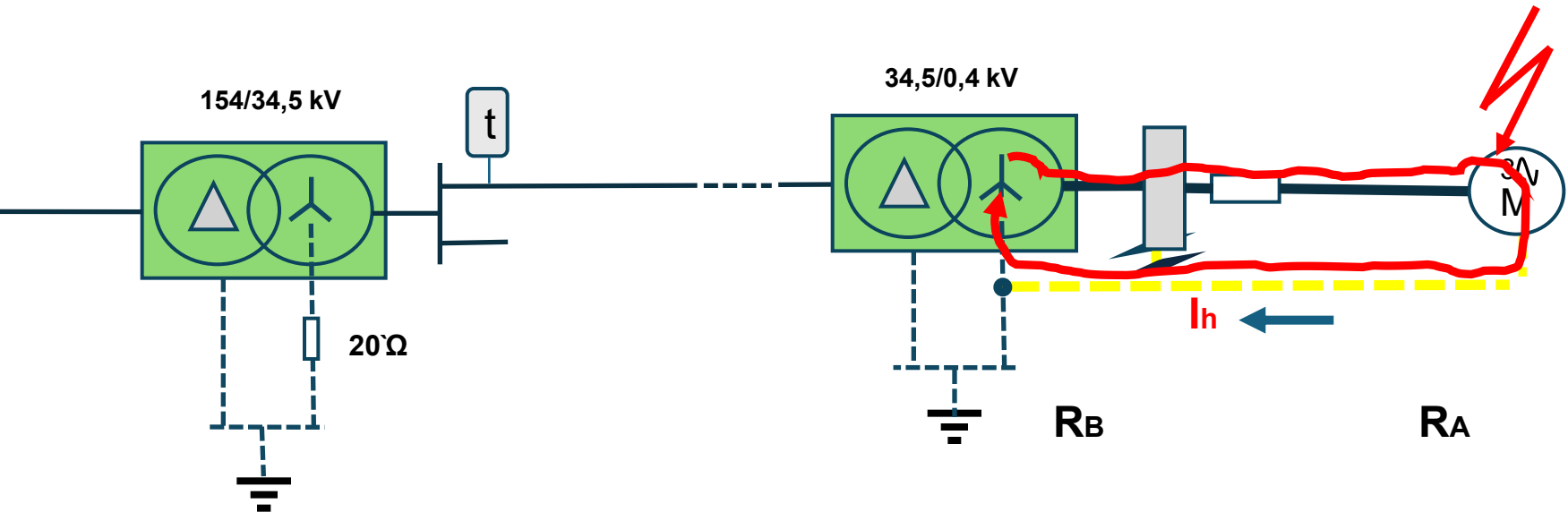


Elk. Motoru gövdesinde Dolaylı Gerilim

Topraklama tesisinin yeterliliği; Çevrim empedansına göre sigortanın I_a (IEC 1 sn) 5 sn açma değerine göre Kontrol edilir.

AG TARAFINDA FAZLA TOPRAK ARIZASI

TN-S Tipi Topraklama



Elk. Motorunu besleyen hattın sigortası 0,4 sn.'de devreyi keser!.

Tüketici cihaz (Elk. Motoru) topraklaması üzerinden akım akmadığı için dolaylı gerilim oluşmaz!.

Görüldüğü üzere ETT Yönetmeliği uyarınca;

YG ve AG tarafında topraklama tesisinin yeterliliği açısından;

**YAYILMA DİRENÇ DEĞERİ ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRME
YAPILAMAZ!..**

~~2 Ω~~

~~0,5 Ω~~

~~4 Ω~~

~~20 Ω~~

~~5 Ω~~

~~1 Ω~~

~~10 Ω~~

www.kontrolkalemi.com/forum/konu/trafo-koruma-ve-isletme-topraklamasi-5-ohm-mu-2-ohm-mu.20899/

Gmail EMO Akbank çeviri WeTransfer Twitter EMOPORTAL mp3 Classical NREL YEGM YouTube mp3 TEİAŞ Знэбрыска: Радио

Ödül Puanları: 3
Meslek: elektrik-elektronik müh.

kagakadim, 1 Temmuz 2009

5 ohmdan küçük olması... yazılı bl kaynak sunamıyorum size ancak devamlı TEDAŞ yetkilileri ile projelerimizin geçici kabullerine gidiyorum ve her defasında kurulan tesisin topraklamasını megger ile ölçümünü alıyorum ve her defasında TEDAŞ yetkilileri 5 ohm dan küçük çıkmalı diye hatırlatıyor...

mrd0646
Üye
Kayıt: 22 Haziran 2009
Mesajlar: 65
Beğenilen Mesajlar: 5
Ödül Puanları: 3
Cinsiyet: Bay
Meslek: Elektrik (Elektronik) Mühendisi (öğrenci)

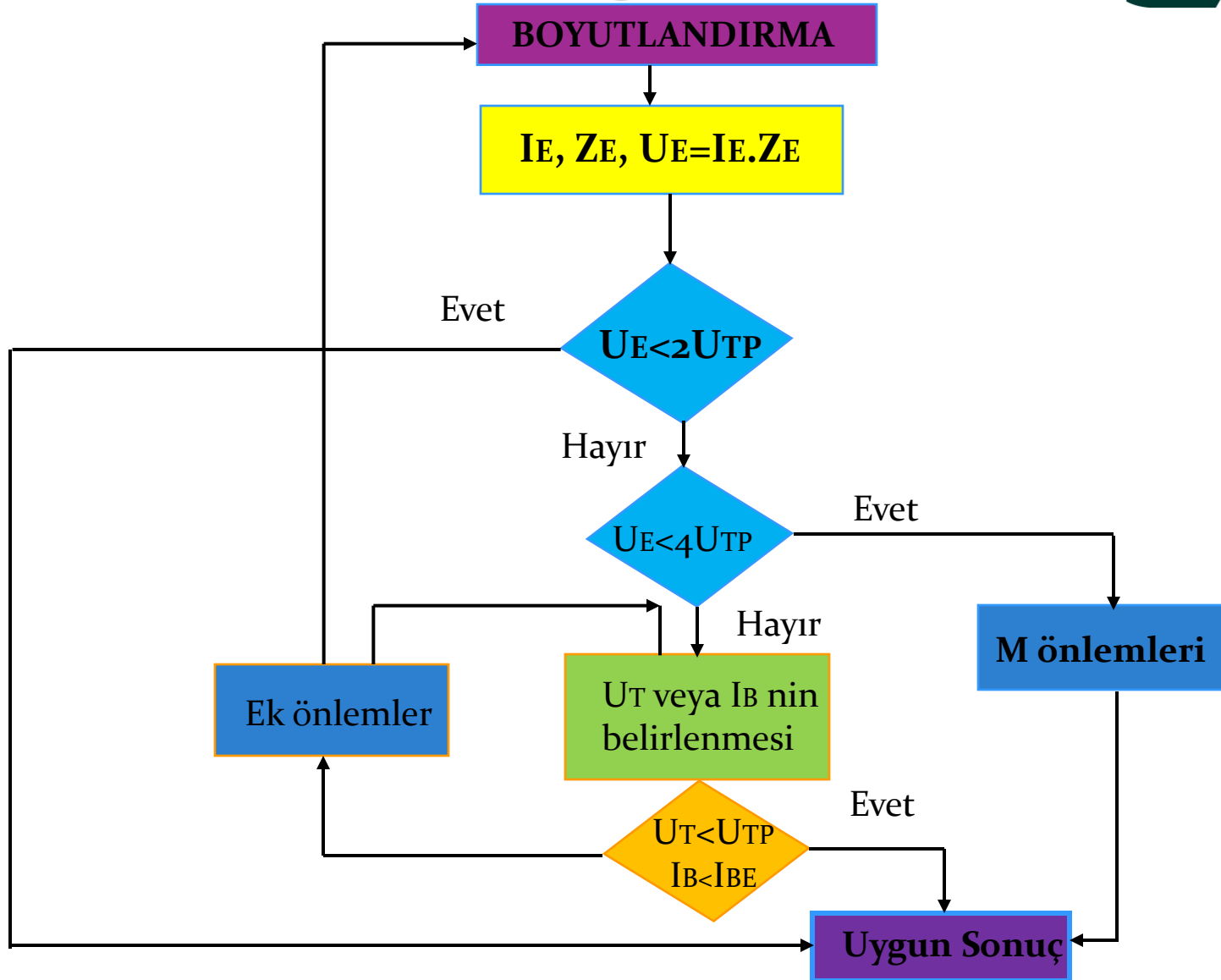
mrd0646, 1 Temmuz 2009

mbayram bunu beğendi.

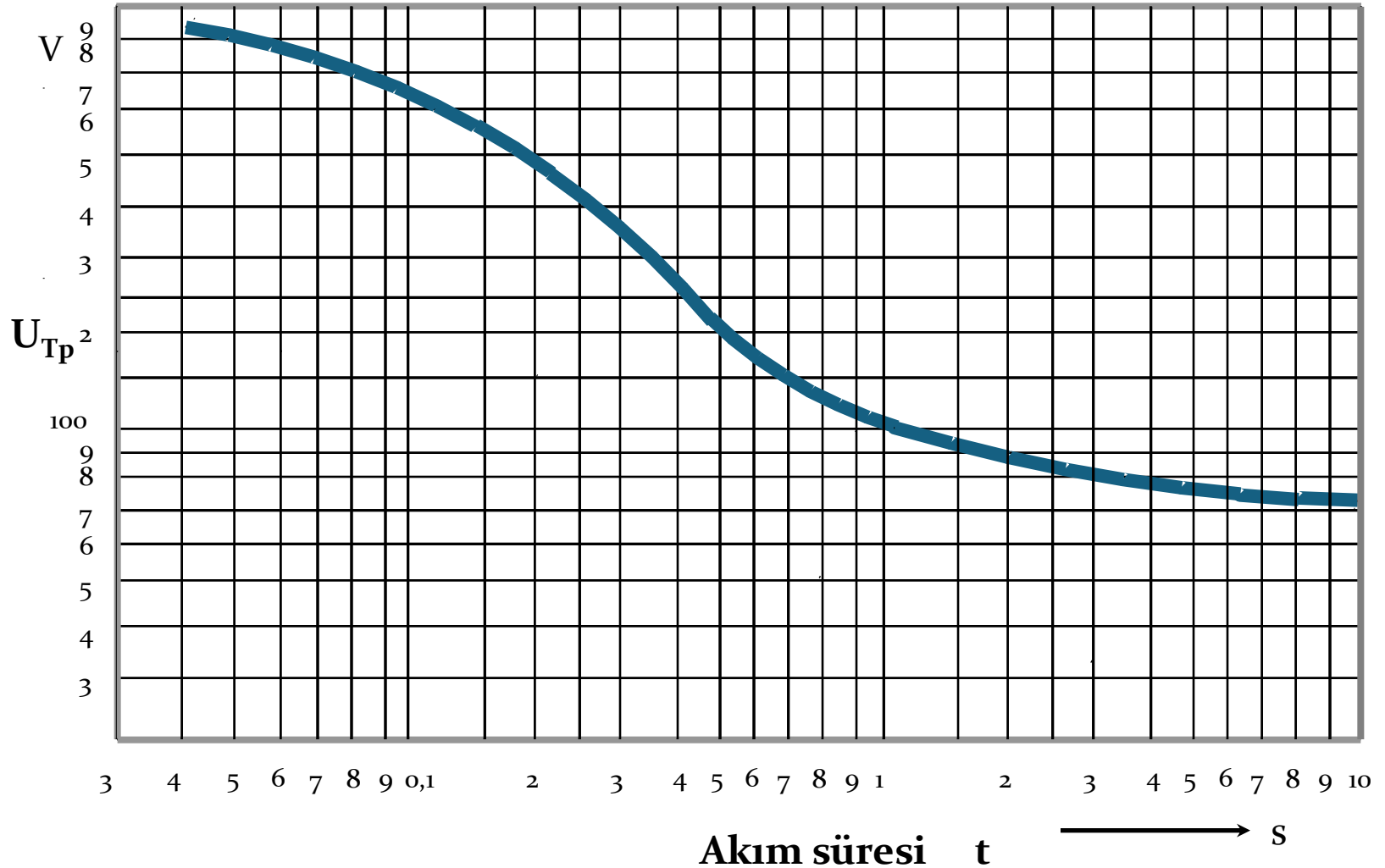
Bizim Medaş İşletmesi 5 ohmdan küçük olmasını yeterli görmekte İşletme topraklamasını. Komşu şehirdeki Medaş İşletmesi 2 ohmdan küçük istemekte. Olay ilden ile değişiklik gösterebiliyor. Ama her ikisinde de koruma topraklaması sınırı 5 ohm.

Son Başlıklar

- Fiber optik kablo ekimbasak98 konu açtı 31 dakika önce
- Arzum Soprano Max ugur1418 konu açtı 57 dakika önce
- (plc) ile düzeyinde sorun ercanerkeç konu açtı Bugün 20:52
- anabada invertör kullanımı zafra000 konu açtı Bugün 20:35
- ACİL fettah savran konu açtı Bugün 20:15
- elektrik proje okuma ve malzeme... haçmurtu konu açtı Bugün 19:39
- arçelik 5000e çamaşır makinası... 5bn ayd konu açtı Bugün 17:57
- LinkedInde aynı meslekteki... Erenay Gökçe konu açtı Bugün 17:45

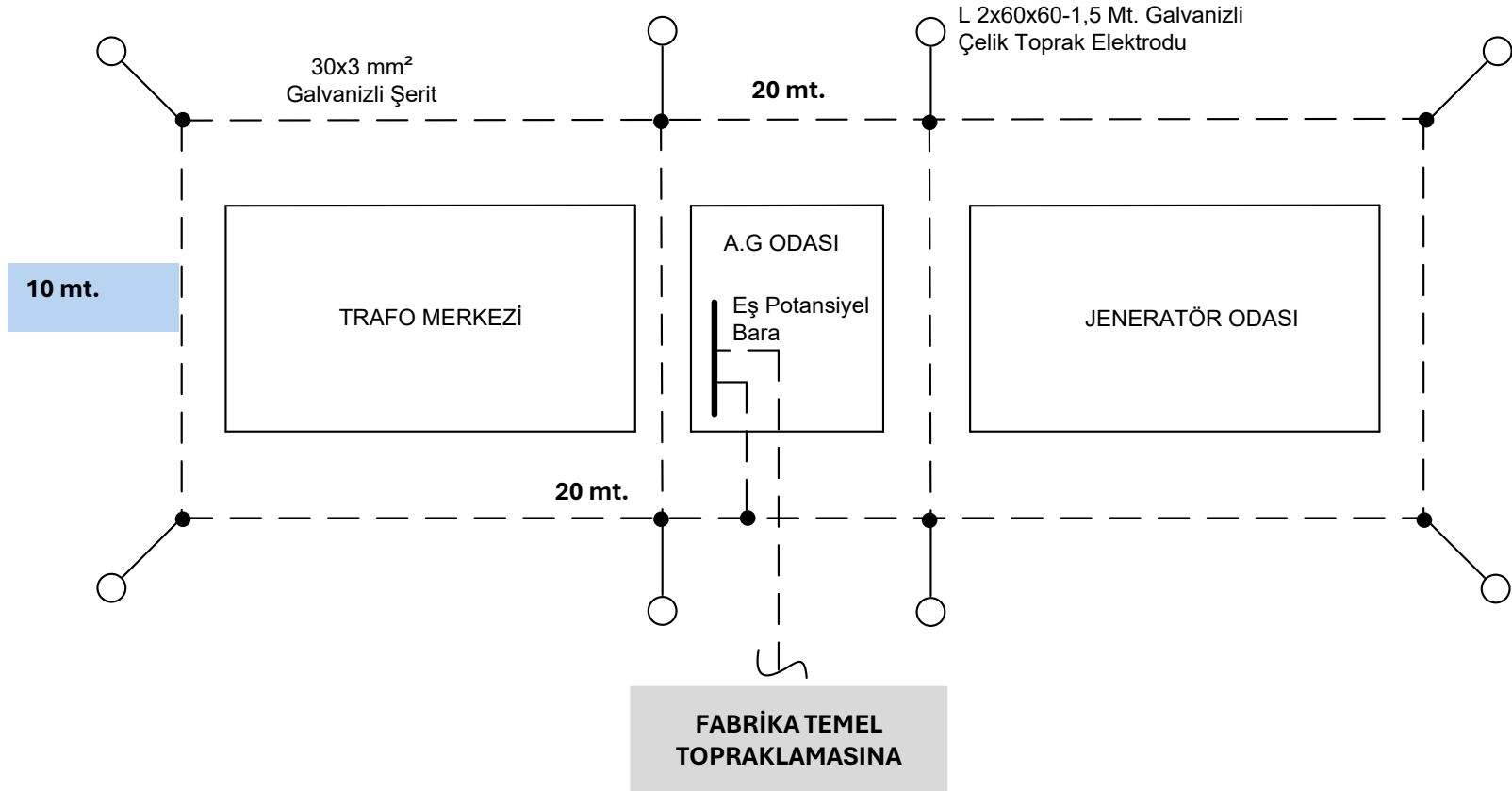


YG'de Sınırlı akım süreleri için izin verilen en yüksek dokunma gerilimleri

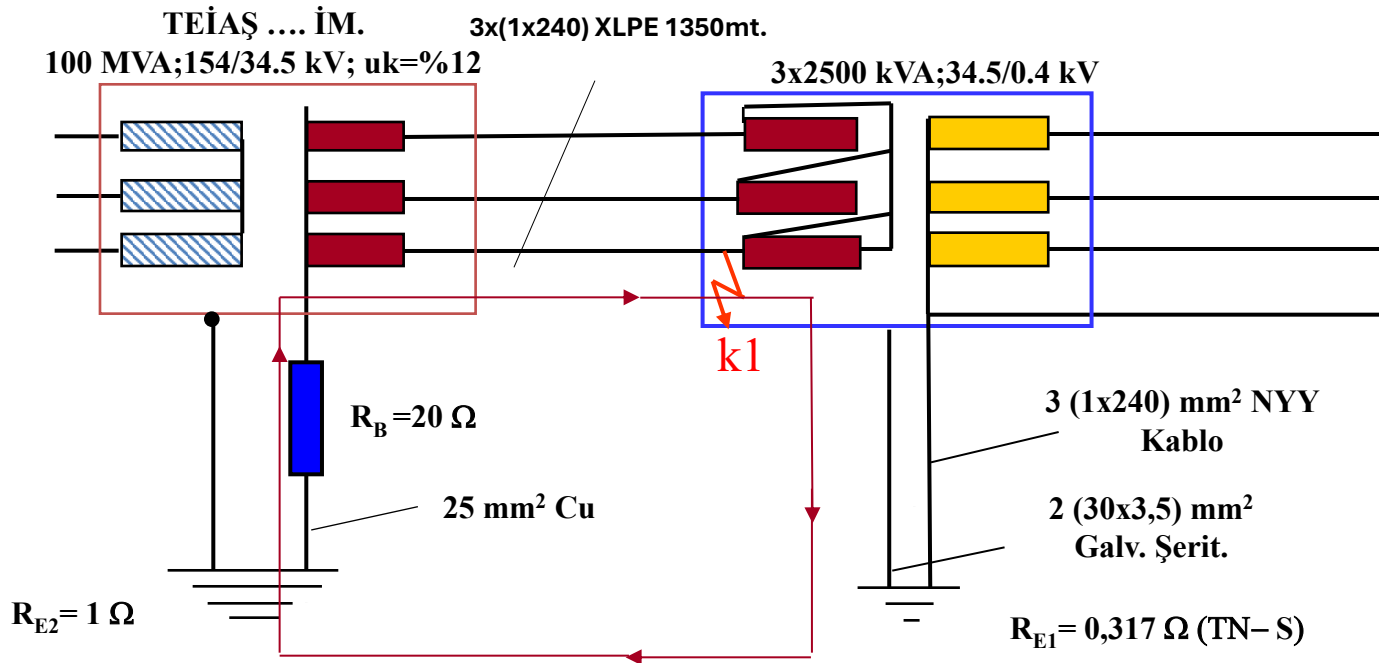


Bu eğri sadece Y.G. şebekeleri için kullanılacaktır.

....Ş A.Ş. TM. TOPRAKLAMA HESABI



YG. Topraklama hesap örneği - 2; FAZ TOPRAK KISA DEVRE HESABI;



TM 'de Topraklama Ağı;

Eni: 10 mt. (4 Göz = 40 m) Çubuk Topraklayıcı: 8 Ad. 60x60 Galv. 1,5 m.

Boyu: 20 mt. (2 Göz = 40 m)

Yayılma Direnci: $R_E \cong 2 \cdot \rho_E / 3D$ $D = (4 \cdot a \cdot b / \pi)^{1/2}$ $R_{AG} = (R_E / 2 D) + R_E / L$

R_E : Toprak Özgül Direnci ($\Omega \cdot m$)

L : Topraklayıcının Boyutu (m)

D : Topraklayıcı eşdeğer daire çapı (m.)

• Ağ Yayılma Direnci;

$R_E = 45 \Omega \cdot m$ $L = 80 m.$ İse $\rightarrow D = (4 \times 10 \times 20 / 3,14)^{1/2} = 13,8 m.$

$R_{AG} = (45 / 2 \times 13,8) + 45/80 = 2,26 \Omega$

2. Çubukların (Kazık Topr.) Yayılma Direnci;

1 Çubuğun Yayılma direnci: $R_{\text{ç}} = (R_E / 2 \cdot \pi \cdot L) \ln (4 \cdot L / d) \rightarrow L$: Çubuk boyu d :

Çubuk çapı

$R_{\text{ç}} = (45 / 2 \times 3,14 \times 1,5) \ln (4 \times 1,5 / 0.0338) = 24,7 \Omega$

• Adet Çubuk Topraklayıcı Eşdeğer Yayılma Direnci: $R_{\text{çt}} = 24,7 / 8 = 3,08 \Omega$

- **TM. Temel Topraklama Eşdeğer Topraklama Yayılma Direnci:**

$$R_t = 2,26 \times 3,08 / 2,26 + 3,08 = 1,303 \, \Omega$$

- **FABRİKA TESİSİNDE TN-S TİPİ TOPRAKLAMA YAPILACAKTIR;**

Fabrika Bina Temel Topraklaması ile birleştirileceğinden;

Fabrika Temel Topr. yayılma Direnci
(İç Tes. Projesinde Belirtilen); **0,42 Ω** alındı

- **TOPRAKLAMALAR BİRLEŞTİRİLDİĞİNDE;**

$$R_{top} = 1,303 \times 0,42 / 1,303 + 0,42 = 0,317 \, \Omega \text{ _Olarak hesaplanır.}$$

•..... A.Ş. TM'DE 1 FAZ+TOPRAK ARIZA AKIMI:

Gerilim: 34,5 kV $Z_E = 0,317 \text{ Ohm}$ ise Faz+Topr. kısa devresi halinde;

$$I_E = 1,1 \times 34,5 / \sqrt{3 \times (20 + 0,317)} = 1,079 \text{ kA. akım akar.}$$

$$U_E = 0,317 \times 1,079 = 0,342 \text{ kV Olur..}$$

•SONUÇ:

... Fabrikasını enerjilemek üzere kurulan 34,5/0,4 kV 3x2500 kVA Transformatör Merkezi tesislerinde 1 Faz+ Toprak kısa devresi halinde topraklama tesisine bağlı her (metal) noktada meydana gelecek olan dokunma gerilimi değeri;

... OSB ADM de bulunan AA Rölesi Açma sınır değeri 0,5 sn olduğundan;

$$UTP = 220 \text{ Volt olur . } 2 \times UTP = 440 \text{ Volt olacaktır.}$$

$$U_E < 2 \times UTP \text{ değeri} \quad \rightarrow \quad 342 \text{ Volt} < 440 \text{ Volt} \quad \text{olduğundan;}$$

“Trafo merkezinde tasarlanan topraklama tesisi Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliğinde belirtilen güvenlik şartını sağlamaktadır.”

- **TRANSFORMATÖR GÖVDE KORUMA TOPRAK İLETKENİ;**

2500 kVA 34.5/0,4 kV'luk transformatörlerin gövde topraklama bağlantı hatları için yukarıda hesap yapmış ve bir faz+toprak kısa devre akımını $I''_{k1} = 1,079 \text{ kA}$ bulmuştuk. Buna göre;

$S = (I^2 t)^{1/2} / k$ bağıntısında $t = 5 \text{ sn (max)}$ ve k (ETTYÇizelge-7'den) bakır için: 159 (A.s)^{1/2}/mm² Galvanizli şerit iletken için: 58 (A.s)^{1/2}/mm² olarak,

Transformatör gövde Topraklamasında;

Bakır iletken için; $S = (1079^2 \cdot 5)^{1/2} / 159 = 15,17 \text{ mm}^2$ 25 mm² kesit,

Galvanizli şerit iletken için; $S = (1079^2 \cdot 5)^{1/2} / 58 = 41,59 \text{ mm}^2$ 30x3,5 mm² yeterlidir.

Not: 2 (30x3,5 mm) Sıc. Dald. Galvanizli şerit iletken kullanılmıştır.)

- **TRAFOLARDA İŞLETME TOPRAKLAMA İLETKENİ HESABI;**
2500 kVA olan her üç Trafo İşletme topraklaması için;
(Dikkat: TN Sistemde işletme topraklaması faz+nötr kısa devresinde aşırı akıma maruz kalacağından)

Önce Trafo Kısa Devre Reaktansını hesaplayalım;

$$X_{tr} = (U^2/N) * (u_k/100) \text{ ise } X_{tr} = (400^2/2.500.000) * (6/100) = 0,00384 \text{ Ohm}$$

Bu durumda TN-S Sistemde AG'de Faz+Nötr (Toprak) kısa devresi halinde Transformatörlerin işletme topraklama kablo devresinden akacak olan akım;

$$I_{k1} = 1,1 \times 230 / 0,00384 = 65,885 \text{ kA.} \text{ kısa devre akımı akacaktır.}$$

Bu yüzden seçilecek olan minimum kablo kesiti;

$$S = (65885^2 \cdot 2)^{1/2} / 159 = 586 \text{ mm}^2 \text{ bulunur.}$$

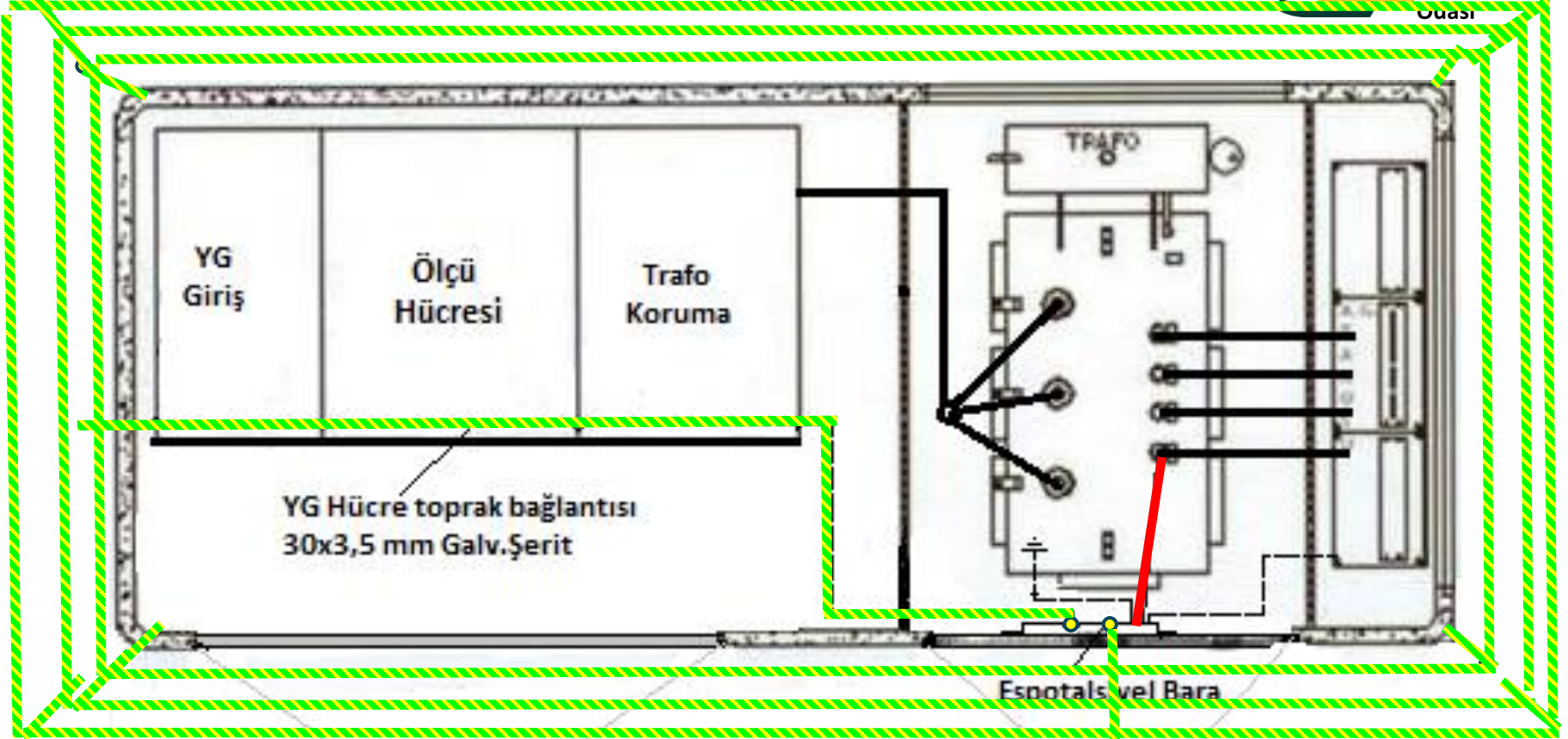
2500 kVA Trafo Nötr (işletme) topraklamaları için;

$$S_h = 3 \times 1(240) \text{ mm}^2 = 720 \text{ mm}^2 \text{ NYY Kablo kullanılmıştır.}$$

Seminer İçeriği:

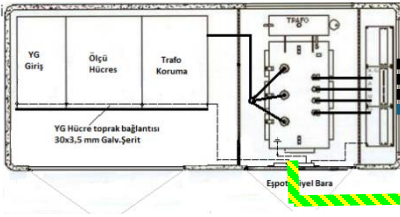
- 1 - Topraklama hakkında ısınma turu,
- 2 - Elektrik Çarpması - Direk temas, dolaylı temas,
- 3 - Dağıtım şebeke tipleri
- 4 - Dağıtım şebekesinde topraklama tipleri
- 5 - Elektriksel güvenlikte dağıtım şebekesinin önemi,
- 6 – Elektrik İç Tesisat Kontrolü ve Güvenlik
- 7 - Biraz hukuk..
- 8 - YG Tesislerinde topraklama hesabı örnekleri
- 9 - TN-S sistemi tesisi nasıl yapılır?**
- 10 - Sonuç ve öneriler.

TN-S Bir tesis nasıl yapılır?



Beton Köşk TM

**Fabrika Temel Topraklamasına
Galv. Şerit 30x3,5 mm**



**TR-AG Çıkış Panosu ile Fb. Ana Panosu
arası Nötr iletkeni faz kesitinde çekilecek.**

S (Separate) 30x3,5 mm

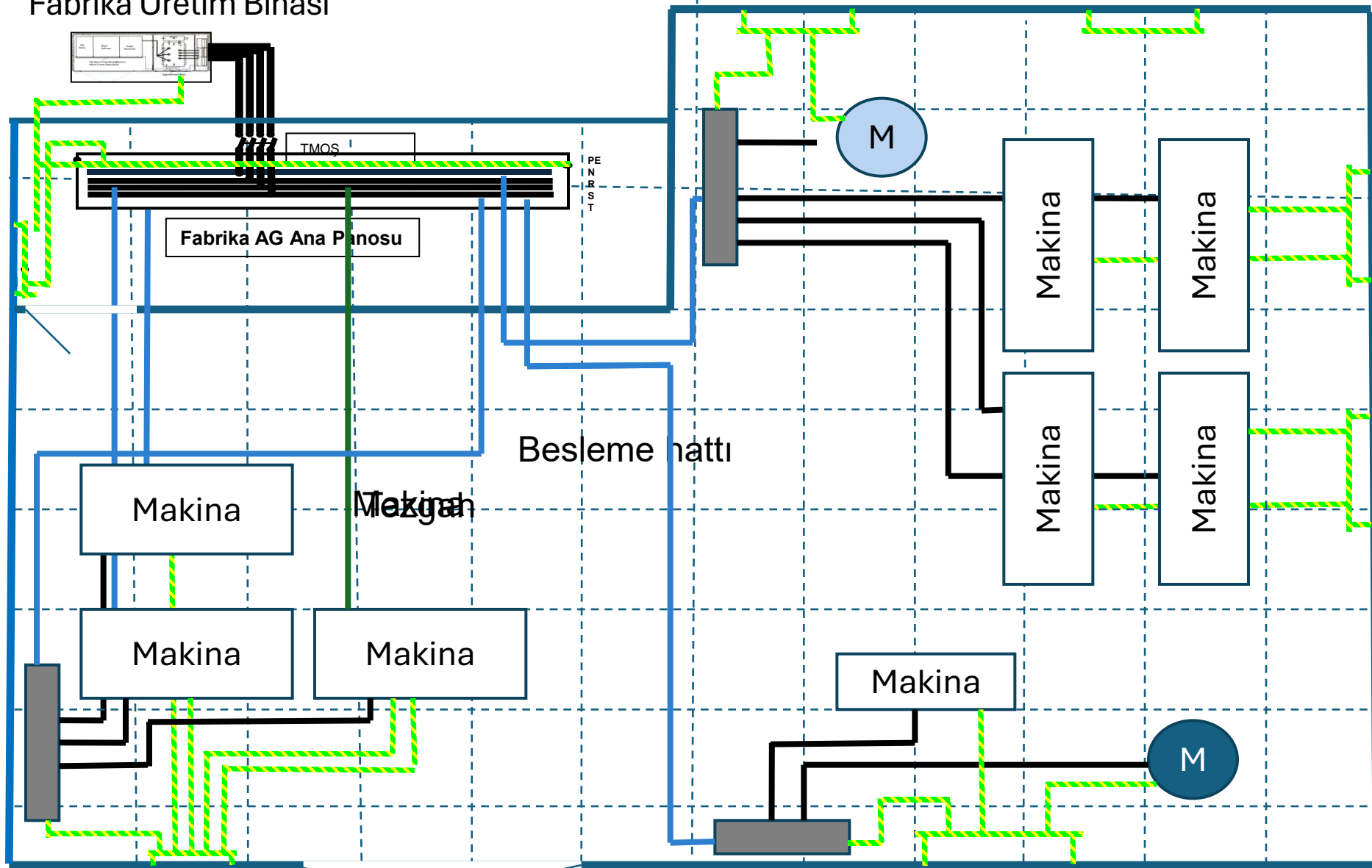
TMOŞ

**PE
N
R
S
T**

Fabrika AG Ana Çıkış Panosu

Makina Gövdesine

Fabrika Üretim Binası



Seminer İçeriği:

- 1 - Topraklama hakkında ısınma turu,
- 2 - Elektrik Çarpması - Direk temas, dolaylı temas,
- 3 - Dağıtım şebeke tipleri
- 4 - Dağıtım şebekesinde topraklama tipleri
- 5 - Elektriksel güvenlikte dağıtım şebekesinin önemi,
- 6 – Elektrik İç Tesisat Kontrolü ve Güvenlik
- 7 - Biraz hukuk..
- 8 - YG Tesislerinde topraklama hesabı örnekleri
- 9 - TN-S sistemi tesisi nasıl yapılır?
- 10 - Sonuç ve öneriler.**

SORULARINIZ..

Kaynakça;

- Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği ETKB-21.08.2001 gün ve 24500 RG
- Prof.Dr. M.Bayram- Elk. Y. Müh. İsa İlisu Elektrik Tesislerinde Topraklamalar.
- Elk. Y. Müh. İsa İlisu EMO MİSEM Topraklama Eğt. Notları.
- Elk. Y. Müh. Taner İriz Türkiye'deki Elektrik Tesislerinde Can Güvenliği Bakımından Alınması gereken Önlemler EMO Elektrik Mühendisliği Dergisi Ekim 2012 – Sayı 445
- ABB Power System Earth Protection Seminar 5 Temmuz 2011
- Hüseyin Kösoğlu – Dağıtım Şebekesi Tipleri
- Elk. Müh. Serdar Paker – Elk.Tesisat Denetimi Misem Eğitim notları
- Schneider Elektrik – Topraklama sunumu
- Musa Çeçen, KTEMÖ Sunumu, 2018