

$$i : id + 2 i_L$$

$$u_d : R_d i_d = z i_L$$

denklemleri yazılabileceğinden, direkte meydana gelen aşırı gerilim :

$$u_d = \frac{R_d \cdot z}{2R_d + z} \cdot L$$

olur. Burada z. koruma hattının karakteristik empedansını gösterir, örneğin, eğer $z : 400 \Omega$, $I_m = 20 \text{ kA}$ ve $R_d = 10 \Omega$ alınır, direkte meydana gelen maksimum gerilim :

$$U_{d,m} = \frac{10.400}{20 + 400} \cdot 20 \text{ kA} = 100 \text{ kV}$$

olur. Oysa aynı koruma hattı ve maksimum yıldırım akımı için $R_j = 50 \Omega$ alınır, direkte meydana gelen maksimum gerilim :

$$U_{dm} = \frac{50.400}{100 + 400} \cdot 20 \text{ kA} = 800 \text{ kV}$$

değerine çıkar. Bu gerilimde direkten faz hattına doğru izolatör üzerinden bir atlama (geri atlama) meydana getirerek yüksek gerilim şebekesinin arızalanmasına sebep olabilir.

Demek ki, direklere veya koruma hatlarına düşen yıldırımların etkilerini gidermek için en iyi çare, direklerin iyi topraklanması, toprak dirençlerinin mümkün olduğu kadar küçük tutulması ve inişin dimdik olmasıdır. Peki ya direnci aynı tutmak suretiyle ($R_d = 10 \text{ ohm}$) bunun yerine yıldırım akımının değerini ilk önce 40 ve sonra da 50 kA alırsak, buna göre :

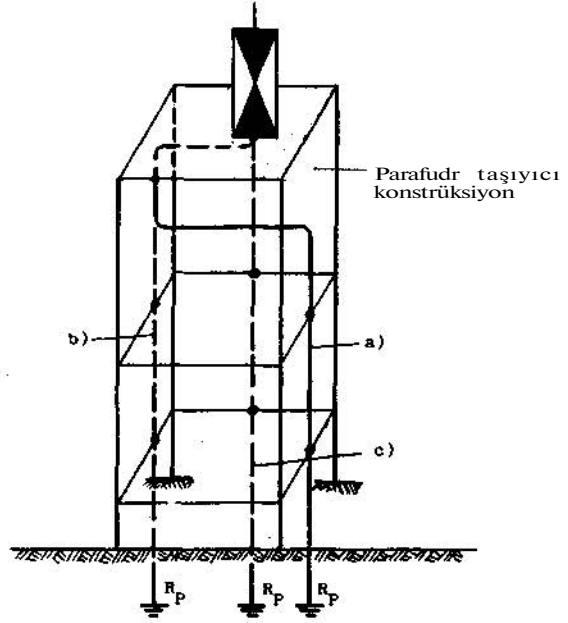
$$U_d = \frac{R_d \cdot Z}{2R_d + Z} \cdot I = \frac{10.400}{20 + 400} \cdot 40 \text{ kA} = 380 \text{ kV}$$

$$U_d = \frac{R_d \cdot Z}{2R_d + Z} \cdot I = \frac{10.400}{20 + 400} \cdot 50 \text{ kA} = 475 \text{ kV}$$

olmaktadır. Ama bu anılan kiloamperlerde 800 kV'ı asla bulmamaktadır, öyleyse toprak iletkenlerinin ve topraklayıcının dirençlerinin neden küçük tutulmasının gereği, böylece tam manasıyla anlaşılmalıdır.

Ancak ne var ki, sırf estetik kaygıdan (ve de bilgisizlikten) dolayı çoktan çekilmiş ama köşelerle dolu bir parafudr inişi mevcutsa (ki, mevcut) o zaman elips bir inişle bunu düzeltmemiz -karınca kadarınca- mümkündür.

Her ne kadar yazımızın "parafudrların başka bir açıdan incelenmesi" bölümünde çok daha kapsamlı izaha giriyorsak da, ben burada, Erdem irin 154 kV tesisinde 1986 Ekim başında yürüttüğüm eğitim sırasında, parafudrlar yönünden yaptığımız tetkikte karşılaştığımız korkunç manzarayı, size aynen aşağıdaki şekilde yansıtmak istiyorum .



ŞEKİL 2. 154 kV'lık bir tesiste parafudr toprak iletkeninin incelenmesi.

- Köşelerle dolu olan toprak iletkeninin % 100 yanlış oluşu*
- Her ne kadar iki köşe mevcutsa da yine de (a)'ya göre iyi ama gerçekte iyi olmayan bağlantı.
- % 100 doğru ve devreyi yıldırım akımına karşı korumayı teminat altına alan bağlantıdır.

PARAFUDRLARIN BAŞKA BİR AÇIDAN İNCELENMESİ

Yıllardır sürdürdüğüm "Elektrik Tesislerinde Koruma" isimli eğitimde, gittiğim her ilde yaptığım tetkikte, parafudr topraklama hattının (iletkeninin) eğri-büğrü, hatta çok sayıda gereksiz köşe(ler) verilerek toprağa indirilişi, yaptığımız korumayı hiçe indiriyor. Bu durumda söylenecek olan şudur ki: Ya hiç parafudr koymayalım ya da bu şekilde bir iniş yapmayalım. Ama bu sefer de: "Efendim" diyorlar, "Biz duvara estetik bir güzellik vermek istiyorduk da ..." insanın kendini özde değil de sözde uzman göstermesi, doğrusu hem ayıp, hem de garip kaçıyor.

Karacabey'de yaptığım bir diğer eğitimde ise şuna tanık oldum ki; (Eğitime katılanların hepsi de aynı olaya tanıklırlar), Bir konserve fabrikasının kazan dairesi paratoner toprak iletkeni, yere yakın bir yerde, betonda kavis yapmış ve betonda müthiş parçalanmalar olmuştur. Bu da gösteriyor ki, toprak iletkeninin küçük bir kavis, yıldırım deşarjında büyük bir rol oynamakta ve küçümsenmeyecek boyutlarda önem arz etmektedir.

Şimdi, meslektaşlarım arasında bir sorun haline gelen parafudrun toprak hattı yeni iletkeni, işletme veya koruma topraklamasına bağlanır mı, yani bunlarla birleştirilir

* (ERDEMİRİN 154 kV'luk tesisinde yapılan bağlantı)

mi, sorusunun cevabına gelelim: Lütfen dikkat!

Eğer bir fabrikada veya kuruluşta (paratoner için evlerimizde de), bir "potansiyel dengelemesi" mevcut ise, işte o zaman parafudr topraklamasını işletme (R_0) veya koruma (R|J topraklaması ile birleştirmek, herhangi bir sakınca yaratmaz. Paratonerler için de aynı şey söylenebilir.

Potansiyel dengelemesinin ne olduğunu ise az sonra arzedeceğim. Demek oluyor ki, mühendislik daima uygulama ve bunun yanı sıra kontrol isteyen bir meslektir. Bunun böyle olduğunu kanıtlamak için, burslu olarak gittiğim İsviçre'de gördüklerimi aynen aşağı alıyorum.

"Darbe generatörü"nden elde edilen yıldırıma eşdeğer enerjiyle beslenen bir paratoner önce (önlem alınıp) potansiyel dengelenmesine uyulmadığı için mutfakta çalışmakta olup da yıldırım düşmesi anında su musluğuna dokunan kişinin ölümüne neden olmuştur.

Deney, ikinci kez ama gerilim dengelemesi altında ve aynı verilerle tekrarlandığında ise, kişi bundan hiçbir şekilde etkilenmemiştir.

Bern'de semineri yürüten Dr. Ing. Wvyl'in deney öncesi söylediklerinin doğruluğu böylece kanıtlanmış oluyor ki, olayın tanığı bir kişi olarak gördüklerimi siz sayın meslektaşlarıma da açıklamayı üzerine düşen önemli bir görev saydım.

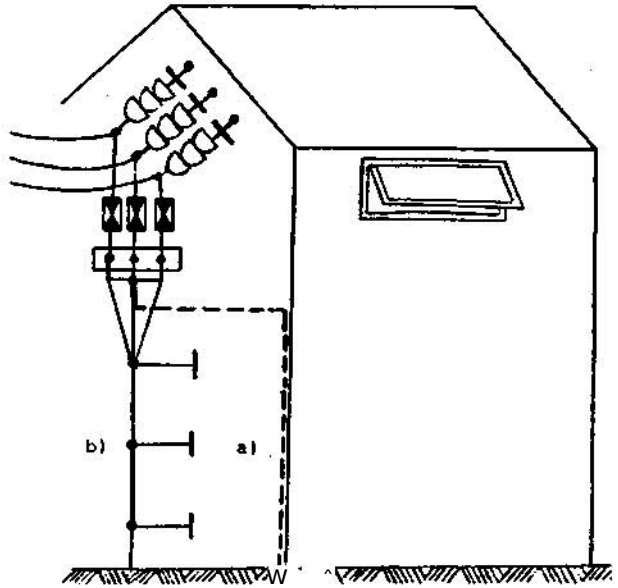
Peki, su musluğuna dokunan kişi neden, paratoner toprak iletkeni ile musluk arasında, bir gerilime maruz kaldı? Oysa ki, su musluğu dolayısıyla boruları toprak içinde bulduklarından bir nevi topraklanmış sayılırlar. Bir diğer ifadeyle potansiyel dengesi var kabul edilir. Söylenenler doğrudur ancak, burada önemli bir nokta unutulmaktadır ki, o da şudur: Günümüz koşullarında su boruları eskiden olduğu gibi sadece metalden olmayıp, boru eklerinde hepimizin bildiği gibi hem keten kullanılır hem de gerekli görüldüğünde lastik halka kullanılır. Ayrıca su sayaçları da artık metalden olmayıp iletken olmayan parçadan yapılmaktadır. Bunların dışında herhangi bir yerde suyun arıza yapması borunun değiştirilip arıza yerinin anında köprülenmesi de (ülkemizde) yapılmadığından, çok iyi anlaşılacağı gibi su borusuyla paratoner toprak iletkeni arasında, bir "potansiyel dengelemesi" oluşmamaktadır.

Bunun için de musluk ile paratoner inişi arasında gerilim farkı yani potansiyel vardır. Bu durumda potansiyel dengesi için, su borusunun da topraklanması gerekmektedir. Böylece hem denge sağlanmış olur hem de direnç minimuma indirilir. "Potansiyel dengelemesi" demek; "Konutlarımızda, işyerlerinde trafo istasyonlarında, açık hava salt bağlantı yerlerinde, hastanelerde, ameliyat odalarında, özellikle çocuk ve hanım kliniklerinde, şüphe yok ki bütün fabrikalarda velhasıl elektriğin kullanıldığı her yerde, akım evresine ait olmayan ama akım iletme

özelliği olan her madde (örneğin metal çerçeveye alınan aynanın, metal çerçevesi de) topraklanı"r" demek sayılmalıdır. Meseleye daha da açıklık getirelim ve saymaya devam edelim, örneğin, su olukları yani metal yağmur boruları, su boruları demir kapı, demir, alüminyum vs... pencere, demir veya başka bir metalden merdiven korkulukları, metalden mamul masa ve dolaplar, saç eviyeler, alüminyum perde tutacakları (yani raylar), kaloriferler velhasıl akım iletme özelliği olan ne varsa hepsinin müşterek veya ayrı ayrı topraklanması gerekir.

Potansiyel dengelemesi hakkında yeterli bilgiyi "Alçak Gerilim Elektrik Tesislerinde Koruma" isimli kitabımın 20.ci sayfasında bulacağınızdan konuya burada tekrar değinmek istemiyorum, yani fazla ayrıntıya şekillerle vs... girmiyorum.

Parafudrlara ait topraklama hattının yani iletkeninin, toprak içine yerleştirilen (levha, boru, kazık, halka, küre veya yarı küre, şerit ve emdirmen) topraklayıcıları yani elektroda nasıl bir iniş yapması gerektiğini aşağıdaki şekilde göstermiş bulunuyoruz. Bu şekle bağlı kalmanız içten dileğimizdir.



ŞEKİL S. Parafudr toprak hattının :
a) Yanlış,
b) Doğru,
yapılışı

Şeklin b) bölümünde görüldüğü gibi, duvara tutturulan demir çubuk uçlarına yerleştirilip yere dik indirilen örgülü tel veya şerit, artık o parafudrun vazifesini tam yapacağına dair bir kanıttır.

Zaten Türkiye'de yanan, patlayan parafudrlardaki tek sebep veya önde gelen sebep işte budur. Birkaç megavolt olan gerilimle ve bugün ölçülen 298 kA'le yıldırım enerjisi, senin bilmeyerek tayin ettiğin ve gösterdiğin yoldan gitmez! Direnci düşük ve de dik olan yolu izler.