

Dle»el — Alternatörün durdurulması :

43 komutatörünü O pozisyonuna getirmeyle 52S kontaktörünün açılması ve alternatövün şebekeden ayrılması sağlanır. Diesel çalışmakta ise, motor e' ile durdurulur.

Korunma :

51N ve 51S termomagnetik röleleri şebeke-

nin ve altematörün korunmasını sağlar Aynı zamanda RW2 rölesiyle birlikte, 27 rölesinin Anzah olup çalışmaması halinde, alternatörü ters akıma karşı korurlar. Volânın tahrik motörü de bir termomagnetik röle ile korunmuştur.

Bu yazı : "Revue d'Électricité et de Mécanique" sayı 102 den tercüme edilmiştir

Şebekelerde Aşırı Gerilimler ve. Aşırı Gerilimi Korunması

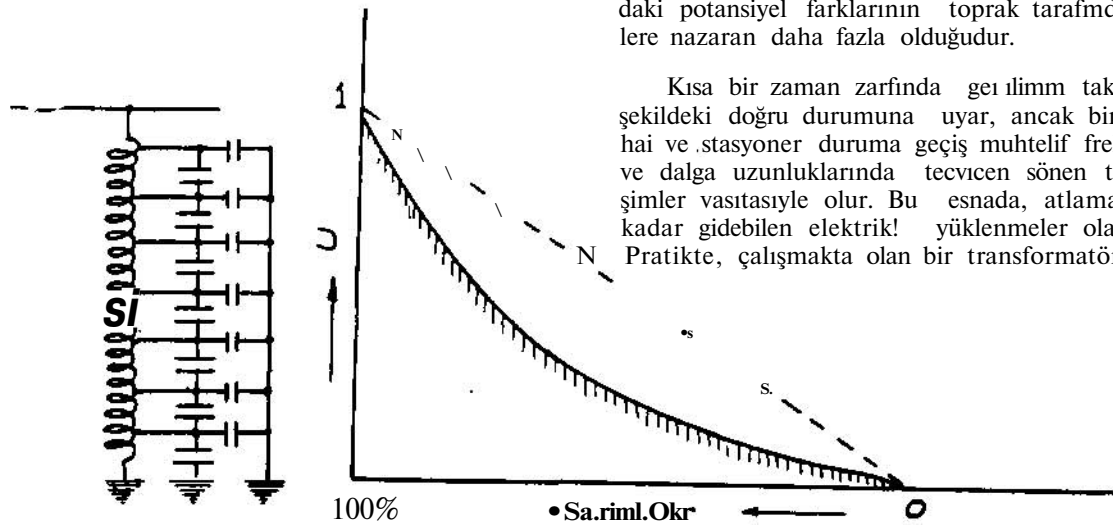
Çeviren : Sazi ÖRNEKOL
Y. Müh-E. I. E.

Elektrik şebekelerinde menşei muhtelif olan aşırı gerilimlere rastlanır. Bir hattın devreye girmesi veya devreden çıkması hallerinde de aşırı gerilimler doğabilir Meselâ bir hava hattı devreye sokulduğu anda gerilim hat üzerinde ışık süratıyla yürüyen bir dalga halinde intişar eder ve hattın açık ucundan iki misli değerde yansır. Salt hâdiselerinden aşırı gerilim doğmasına ait bir çok haller gösterilebilir ; meselâ, bu kablo üzerinden geçip hava hattına giren veya hut yolu üzerinde endüktif bir dirence (bir akım trafosunun sargısı veya bir ayar trafosunun sen sargısı gibi) rastlıyan bir dalgadan aşırı gerilimler doğabilir. Devrelerin açılmasında da arzu edilmeyen aşırı gerilimler doğabilir. Meselâ boşta çalışan bir transformatörün primeri açılırsa magnetik akının süratle düşmesiyle $-d\phi/dt$ artacak ve bu akı değişimi ile orantılı olarak bir aşırı gerilim endüklenebilecektir. Toprak kısa devrelerinde teşekkül eden akı, geri ateşlemelerden dolayı kesik kesik yanacağı için, aynı şekilde, aşırı gerilimlere sebep olur.

Şebekenin, salt tesislerinin ve transformatörlerin özel izolasyonu öyle seçilir ki, salt hâdiselerinden dolayı hâsıl olan aşırı gerilimler

umumiyetle hiç bil arızaya sebep olmazlar.

Yürüyen dalga, trafonun sınımları arasında elektrik yüklenmeyi ettireceği için bunlar daha kuvvetli izole edilir. Buradaki hâdiseleri incelemek için, bir demir çekirdek etrafına sarılmış tek katlı silindirik bir sargıyı ele alalım. Sargının bir ucu topiğa bağlı olsun ve diğer ucuna anî olarak sabit bir gerilim tatbik edilsin. Bobin endüktansının sınımlara eşit olarak bölündüğünü ve her sarımın toprakla ve birbiriyle kondansatörlerle bağlı olduğunu gözönünde bulunduralım. Bobin Şekil : 1 a daki gibi olacaktır. Bobinle gerilim vetilmce bunun sınımlara taksimi Şekil 1 b deki 0-1 çizgisine göre olacaktır. Yani sınımlar arasındaki potansiyel farkı aynı olacaktır. Fakat hakikatte ise ilk anda vaziyet bir az başkadır. İlk anda kondansatörlerin yükü sonsuz küçük bir zaman içinde endüktanslar üzerinden boşalmak imkânını bulamaz, bu suretle sanki endüktanslar birer sonsuz dirençmiş gibi gerilimin taksimi sadece bu kapasitelere göre olur. Şu halde, izolatör zincirinde olduğu gibi, gerilimin taksimi Şekil 1 b deki eğriye göre olur. Bu eğrinin eğimi, sargının giriş -kısmına yaklaştıkça artmaktadır, bunun mânası da girişe yakın sınımlar arasındaki potansiyel farklarının toprak tarafındaki nazaran daha fazla olduğudur.



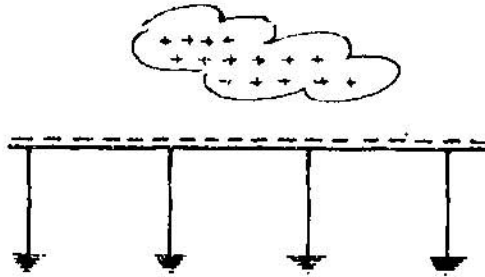
Şekil : 1

ruyen dalgaya mâruz kaldığında, bunlara benzer fakat daha komplike haller mevzuubahis olur. Bu esnada transformator titreşime girer ve kontrol edlennyen sargı yüklenmeleri ortaya çıkabilir.

Salgılarda hususi bn teatıp düşünerek, genilim taksimini 0-1 doğrusuna göre yapmak müm Jcündüt. Bu takdnde, gerilimin sargıya bağlandığı anda genilim taksimi stasyonere doğru durumunda olacağı için titreşim ve yüksek zorlanmalar artık mevzuubahis olmayacaktır. Bu tarz titreşimsiz sağıh ti ansformatörle de yüksek gerilim nargısı, seri bağlı bir sıra silindir sargıdan müteşekkildir. Silindir sargılar eşit gerilimle için yapılı, yüksek gerilim salgısına gerilim verildiği anda net sargı sun' bir kondansatör geçidini temsil eder. Bu suüetle silindir sargıların birbirini arasında aynı potansiyel farkının bulunması temin edilebilir.

Şuasıım tebarüz ettünelim ki Utreşimsiz olmayan bir ti af o da — eğer ıyı izole edilmişse aynı genilim emniyetini haiz olabilir. Bir transformatorün izolâsyonunda nazan dikkate alınacak bir husus da şudur ; sargının sıfı noktası normal zamanlarda sıfı gerilimde olmakla beraber bazı hallerde, meselâ üç fazlı sistemin üç nâkilinde aynı fuzda bir yürüyen dalga transformatöre girdiği zaman yüksek bir gerilime ulaşmış olur.

Salt hâdiselerinin tevhit ettiği aşın genilimlerden ziyade atmosferik tesirlerle »âkilerde hâsil olan aşırı genilimJer daha tehlikelidirler. Bir hat, + yüklü bir bulutun yakınında ise, hat üzerinde tesü yoluyla zıt yükler hâsil olur (Şekil : 2)



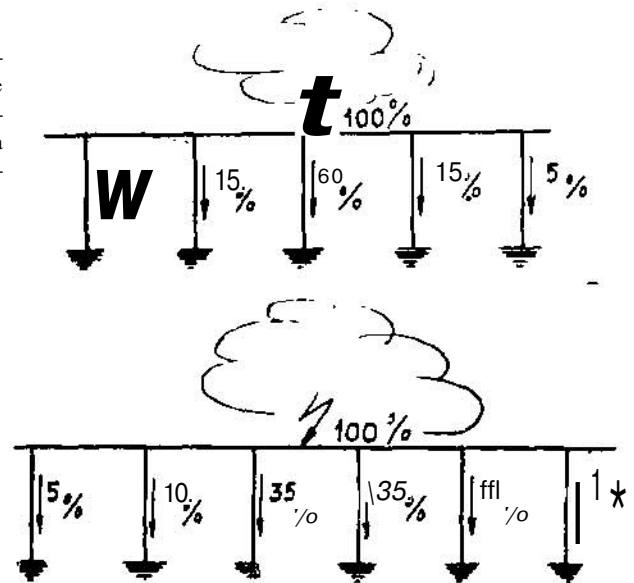
Şekil : 2

Hu esnada hiç bn aşırı genilim hâsil olmaz, çünkü bulut hatta yavaş yavaş yaklaşmaktadır ve hat üzerinde birbirini iten aynı isimli elektrik yüklen topraklanmış gerilim trafoları veya toprak sargıları üzerinden akabilirler. Bulutun yükü zıt yüklü başka bir hultuta veya toprağa bir yıldırım vasıtasıyla boşahrsa, artık buluttaki yüklerle müntsebeti kalmıyan hat üzerindeki zıt yükler serbest kalular Bu suretle yükler orantılı olarak aşm gerilimler hâsil olur Yükle ve aşın gerilimler hattın iki ucuna doğru, yürüyen dalga halinde ışık süratiyle yayılırlar Bu aşırı gerilimler orta gerilim şebekelerinde ve (daha iyi izolâsyon dolayısıyla) daha nâdir o-

larak da yüksek gerilim şebekelerinde atlama-lara sebep olurlar. Tesir ile indüklenen bu gerilimler, toprak telleri vaatısıyla azaltılabilirler.

En tehlikeli hal, sık vukubulan, yıldırım doğrudan doğruya hatta isabet etmesi halidir Bu halde nâkil anı olarak çok yüksek bn genilim alır ve direk veya toprak teli gün toprağa bağlı kısımlar üzerine atlamalar vuku hulabilir Eğer toprak teli nâkillerin üstünde kâfi yükseklikte teatıp edilmiş ise, son yıllarda tecrübeyle tesbit edildiği gibi, nâkillere düşecek olan yıldırımlar ekseriya toprak teli tarafından yakalanır. Toprak teline isabet eden bn yıldırım darbesi hu; bir arıza doğulmaz, elverir ki yıldırım akımı mümkün mertefee dirençsiz mı voklan toprağa akabilsin.

Tecrübeyle tesbit edilmiştir ki yıldırım dnçe veya toprak telinin direğe çok yakın kısmına isabet ederse, akımın takiben <> 60 ı da ek üzerinden akar, kalanı da mütaakıp direkler üzerinden toprağa akar. Binaenaleyh toprak telinin dalga direnci, bu akımı gUçleştirecektü Şekil : 3 a, yıldırımın direğe isabet etmen halinde ve 3. b ise, iki direk arasında toprak teline isabet etmesi halinde yıldırım akımının dağılışım göstermektedir. Şekil : 3 a dnki halde direk ,1-



Şekil : a

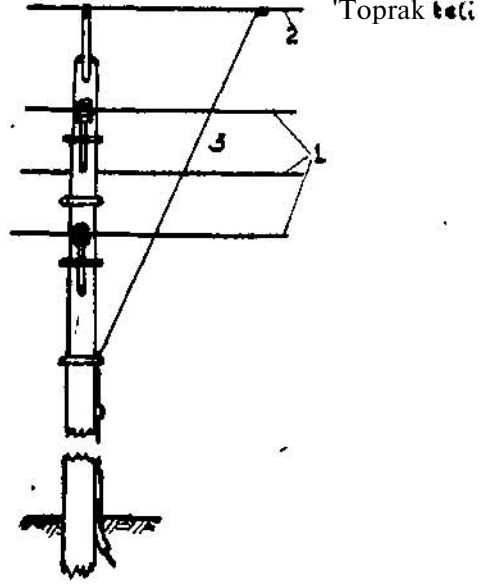
kımlarının 40 000 A ve hattâ tepe değeri olarak 60 000 Amperi bulunduğu tesbit edilmiştir. Direğin toprağa geçiş direnci 20 ohm ise, 60 000 Amp lik bir akım geçtiği zaman direk, 60 000X20 = 1.200.000 voltluk bir genilime yükselir Bu yüksek gerilim neticesinde direkten veya toprak telinden diğer nâkillere doğru geri atlamalar olabilir. Böyle geri atlamaların önüne geçmek için, direğin toprağa geçiş direnci mümkün olduğu kadar küçük tutulmalıdır, öyle ki daima yıldırım, akımı ve geçiş direnci çarpımı, izolâtöierin darbe g-eriliminden daha küçük kalsın Normal

İzolator tipleri kullanıldığı zaman, meselâ 110' kv 'life İMUda toprak geçiş direnci 15 ohm. dan ve 50 KV. luk hatlarda ise 8 ohm dan daha küçük olmalıdır. Bu âzami hudutlar bugün bir çok hatlarda tecavüz edilmiştir. Fakat, vukubulan atlamaların büyük kısmının bu tarzda geri atlamalar olduğu tecrübeyle sabit bulunduğundan, pahalıya mal olmasına bakılmaksızın direk topraklamalarını daha iyi yapmak kuvvetle tavsiye edilir. Kötü şartlarda, direğin tabanında aralıklı müteaddit borular çakılır, eğer yer üstü ayyu çok derinde ise bu borular 30"40 in. derine çakılmalıdır. İyi toprak şartlarında (rutufoetli zemin)" ise demir şeritler kâfidir. Bu demir şeritler takriben 70 cm. derinlikte ve direktten etrafa çıkan şualar şeklinde döşenirler. Başka da direk ayakları toprak içinde döşenen bir kablo ile "birbirine raptedilir. Mamafih böyle bir şeritlerin da bir dalga direnci vardır ve direğin kablosuz halde toprak direnci 100 ohm. dan az değil toyle bir kablo ile ayakları birbirine bağlanırsak, sadece biraz daha iyi toprak direnci elde olmeye yanyatılır.

Çok geniş olmyan hatlarda kâfi yükseklikte yerleştirilmiş bir toprak teli, direk topraklamaları da iyi yapılmışsa, yıldırım darbelerine karşı iyi bir koruma temin eder. Bir düzlem üzerinde tertiplenmiş olan çift devre hatlarda ise hat çok geniş inşa edilmiş olduğu için, yıldırım mıntikalarda iki ve hattâ 3 toprak teli çekilmelidir.

Orta gerilim hatlarında ekseriyetle toprak teli olmyan ağaç direkler kullanılır. Ağaç direkler toprağa karşı gayet iyi izole edilmiş oldukları için (Ağaç 300 - 400 KV/m. lık darbe gerilimlerine dayanabilir), yıldırımın doğrudan doğruya direğe isabet etmesi halindeki direk parçalanması müstesna, buldukları hatta atmosferik aşırı gerilimlerden dolayı daha az arızatır. Aşırı gerilimler hat boyunca 1-10 şer ve bijhassa zayıf, noktaları seçerler. Yol üzerinde yerlerinde ağaç direkler yerine — mukavemti nokta nazarından — demir direkler ikame ederler, bunlarda ise izolator mesnetleri toprak potansiyelinde olduğundan buralarda, izolator üzerinden atlamalar olur. baha fazla ilerliyen aşırı gerilimler de trafo istasyonlarındaki izolator noktaları bulurlar. Ağaç direklerde de toprak teli kullanılabilir, bu takdirde toprak teli direkte toprağa bağlanmış olmalı ve yıldırım fırtınaları kolayca toprağa akıtılabilmelidir. Bununla beraber ağaç izolasyonundan gene de faydalanabilmek için toprak telini toprağa bağlayacak bir irtibat nakili hemen direğin tepesinden itibaren aşağıya götürülmez, zira böyle yapırsa şif tesbit yeri toprağa bağlı olacağı için ağaç izolasyonundan istifade edilmemiş olur. Toprak irtibat nakili bir az açıktan alınarak direğin nâsiillerden oldukça uzak bir noktasına bağlanır ve toprağa kadar direk boyunca götürülür (şekil:

Bu yapısal yapı sayesinde bir çok yıldırım darbesi yakalanır ve demir direklerde veya trafo postalarında vukubulacak atlamalar önlenmiş olur. Eğer hat toprak telsiz olsaydı zikredilen atlamalar vukubulurdu.

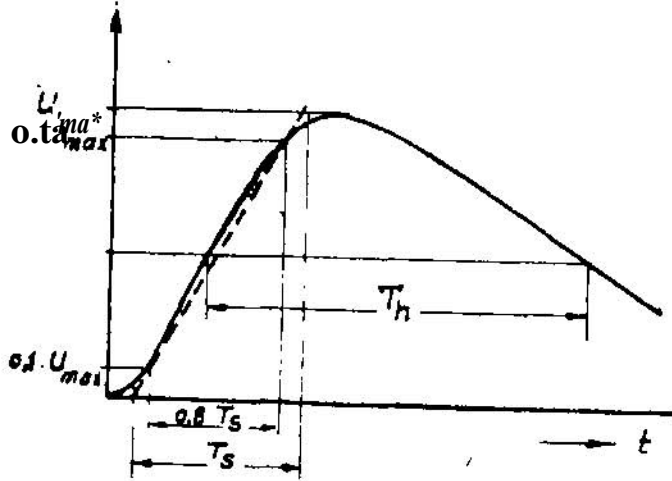


Şekil: 4

Bütün tedbirlere rağmen tesadüfi atlamalar hesaba katılmalıdır. Bunların içinde, trafolarda husule gelenlere nazaran şebekedekiler daha iyidir. Bu yüzden istasyonun izolasyon derecesini hattınkine nazaran daima daha yüksek seçmek lâzımdır, fakat bugüne kadar, yüksek fiyat yüzünden hattın izolasyonu hiç bir zaman geçilememiştir. Şurasına dikkat edilmelidir ki, kısa süreli aşırı gerilimlerde yalnız atlama gerilimlerinin tesiri olmaz, bilâkis izolatorlerin boşalma gecikmesinin de rolü vardır. Bir izolator üzerine kâfi yükseklikte bir darbe gerilimi gelse, atlama için küçük fakat ölçülebilir bir müddetin geçmesine ihtiyaç vardır* 50 frekansta aynı atlama gerilimini haiz iki tip izolator, bir darbeye mâruz kalsalar, atlama, boşalma gecikmesi daha küçük olan izolatorde vukubulur ve neticede ikinci izolatorün yükü azalmış olur.

Bir darbe gerilimini karakterize etmek için (meselâ aşırı gerilim alıcıları — parafudr — nm tecrübelerinde), yalnız gerilimin maksimum değerini vermek kâfi değildir, dalganın şeklini de vermek lâzımdır. Şekil : 5 bir darbe dalgasının gerilim eğrisini zamana tabi olarak göstermektedir.

*• 0,1. U max. ve 0,9 Umax. noktalarını birleştirilen doğrunun âbhis eksenini ve gerilimin maksimum değer doğrusunu kestiği noktalar arasındaki yatay mesafe Ts 'Vhn süresi" ni verir. Th, yarı değer süresidir. Umumiyetle Ts alm süresi 0,5 mik. sec. ile 5 mik, sec. arasında ve Th yarı değer süresi ise 5 mikro sec ile 500 mik. »ac. arasında olabilir.



Şekil : 5

Tesadüfi atlamalar hesaba katıldığına göre kV hatlarda aşırı gerilim için koruyucu cihaz konulup konulmaması suali ortaya çıkar. Bu cihazlar prensip olarak bir şerare aralığından ibarettirler ve hattın atlama geriliminden daha aşağı bir gerilimde çalışırlar. Böyle bir cihazda çok küçük bir boşalma gecikmesine müsaade edilir. Aşırı gerilimden doğan yükleri süratle akıtabilmek ve aynı zamanda gerilimi düşülmek için böyle bir şerare aralığı pek cüz'î bir direnç vasıtasıyla toprağa bağlanmış olmalıdır. Fakat bu, aşırı gerilimin sönmüşten sonra da işletme geriliminin tesiriyle sabit direnç üzerinden gene bir akımın aksamına mâni olamaz, bu takdirde ark söndürülemez. Bu gibi güçlükler son senelerde piyasaya çıkarılmış olan parafudrlarla hal edilmiştir. SAW —alıcısı (AEG), Rozorbit alıcısı (BBC), Katod alıcısı (SSW).

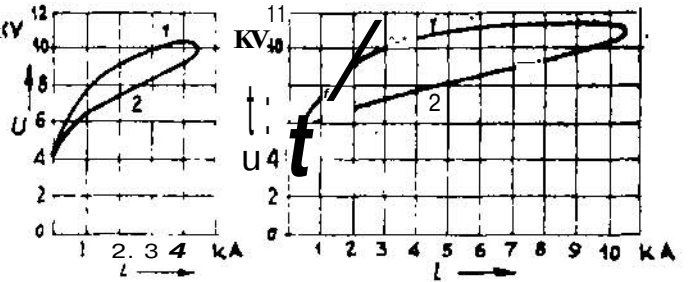
Rezorbit alıcısı (BBC), birbirtme serisi bağlı dirençlerden müteşekkil olup ayrıca bir de söndürme şerare mesafesini ihtiva eder. Seramik kütlelerden imal edilmiş olan bu dirençler değişken olup, gerilim yükseldiği zaman azalan bir karaktere istişe sahiptir. Böyle bir dirençle birlikte söndürme şerare mesafesinin akımı gerilim karakteristiği Şekil : 6 da gösterilmiştir. Şerare mesafesinin konulmasıyla, aşırı gerilimin akıtılmasını mütaakip söndürme devresi hattan ayrılmış olur.

Aşırı gerilim parafudrları bugün geniş ölçüde trafo istasyonlarının ve tevzi şebekelerinin korunmasında kullanılmaktadır. Ayar transformatörlerinin hat tarafındaki sargılan da tehlikeye mâruz olduklarından bunlar da parafudrlar vasıtasıyla korunurlar. Bundan başka parafudrlar ekseriya transformatörün sıfır noktasına da bağlanır, zira aşırı gerilimler vukuunda sıfır noktası da toprağa nazaran yüksek gerilimlere ulaşabilir.

Daha ucuz, fakat daha az kabiliyetli bir aşırı gerilim koruması da söndürme borulu parafudrlar ile olur. Bu, üstte bir sıvı uç ve altta kon-

kav bir elektrodu ihtiva eden bir izole borudan ibarettir. Alttaki elektrod toplanmıştır.

Bir aşırı gerilim hâsıl olduğu zaman, dış ve iç şerare mesafesi üzerinden atlat- Farafudrlar ile toprak arasında direnç olmadığı içim, iki veya üç parafudrlardan çalıştığı zaman bunlar uzunluktan hat iki veya üç fazlı kışlı devre olmuş olur. Şu halde derhal açılması lâzımda. İç kısımdaki arkın tesiriyle İzole boru tarafından gaz neşredilir ve bu suretle hâsıl olan tazyikle ark a-şağıya doğru itilir ve bir kaç yan periyoda söndürülür. Böyle bir parafudrların kullanılması, yukarıda bahsedilen kısa devre takati ile tâym ve tahdit edilir. Filvaki bu takat ne çok büyük ne de çok küçük olamaz, küçük olduğu takdirde arkın söndürülmesine yetecek miktar-



Şekil : 6

da gaz hâsıl olmaz. Kompanse edilmemiş bir şebekede tek fazlı olarak çalışması halinde kesilen akım parafudrların alt sını akımından da aşağıda olur. Mafatih gerilim bakımından parafudrlar uygun çalışır, zira akımın sıfırdan geçmesi esnasında söndürme vukubulur ve bundan sonra gerilim aniden değil, tedneen yükselir. Şu halde parafudrların akımı uygun bir şekilde keser. Aynı şeyler kompanse edilmiş şebekeler için de vâridir. Böyle şebekelerde tek fazlı atlamalar toprak bobinleri tarafından söndürülür, iki veya çok kutuplu atlamaların yakalanma ve söndürülmesi için de söndürme borulu parafudrlar uygundur. Esas olarak bu tip parafudrlar, kısa devre takati büyük olmayan nihai istasyonların korunmasında kullanılırlar. Böyle istasyonlarda, yıldırımlı zamanlarda trafonun yüksek gerilim tarafındaki sigortalanan sık sık erimeye mâruz kalırlar, buna sebep geçit izolâtörlerindeki atlamalardır. Burada söndürme borulu parafudrların hâdisenin daha hafif geçmesini temin eder. Bundan başta bu tüp parafudrlar hatlarda, en tehlikeli direklerle yerleştirilir (meselâ ağaç direkli hatlarda uçlardaki demir direklerle).

Söndürme borulu parafudrların yapısında, söndürme esnasında çıkacak gazların etrafa zarar vermeyecek şekilde olmasına ve gerilim altındaki kısımlara rastlamamasına dikkat edilmelidir. Bundan başka meskûn mahaller için, parafudrlar çalışırken çıkacak olan patlama şeklindeki çok şiddetli gürültüler nazarı dikkate alınmalıdır.

dır. Ancak, söndürme borulu parafudrun gecikme zamanı aynı şekilde, gerilime tabi bir direnci haiz olan bir parafudra nazaran çok büyüktür. Bu sebeple, parafudr çalışıncaya kadar, korunması gereken tesisler çok yüksek aşırı gerilimlere mâruz kalırlar. O halde, korunması istenen tesisler çok kıymetli ise pahalı olmakla beraber gene de gerilime tabi direnci haib parafudrlann kullanılması şarttır.

Mümkün olduğu kadar arızasız bir işletmeye ulaşmak için bir tesis dahilindeki muhtelif izolasyonları birbirine ayarlamak lâzımdır, öyle istenir ki parafudr, meselâ izolatörlerde bir atlama vukubulmadan evvel çalışsın. İzolatörlerin atlama geriliminin de transformatörlerin iç kısmının atlama geriliminden daha küçük olması tabii. Çünkü bir atlama hâdisesi trafo dahilinde olursa zarar büyük olur, halbuki izolatörde olursa kolaylıkla değiştirilmesi mümkündür.

Yeraltı kablolarının, toprak vasıtasıyla atmosferik tesirlerden korunduğu kabul edilmekle beraber, gene de tesadüfi yıldırım darbeleriyle hâsil olan hasarlar tesbit edilmiştir. Mamafih bu gibi hâdiselere ancak iletkenliği kötü olan zemin-

lerde tesadüf edilmiştir. Yıldırım kabloya isabet ettiğinde çelik zırh ve kurşun kılıf boyunca, toprağın iyi bir iletkenliğe sahip noktalarına nüfuz etmeye çalışır

Yüksek genlim tesislerinde şahıslar tarafından dokunulabilen salt teçhizatı, transformatör kazanı v. s. gibi gerilimsiz kısımlar vardır. Bu gibi kısımlar bir hata neticesinde genlim alırsa, kaza tehlikesi mevcuttur. Bu yüzden bu kısımlar mümkün mertebe dirençsiz olacak topraklanmalıdır. Bir faz böyle bir kısma temas ettiği anda, toprak kısa devre akımını alacaktır. Nizamnamelere göre topraklama direnci öyle küçük olmalı ki, «topraklama direnci ve toprak akımı» çarpımı 125 volttan küçük olsun. Bu miktar yüksek gözükmemektedir. İnsanlar için tehlikesiz olarak kabul edilen gerilimler 65 volttan küçük olanlardır. Mamafih burada 125 voltun hepsi dokunan şahsa isabet etmez, zira şahsın toprağa geçiş direnci de bu gerilimin çoğunu alır. Hususi hallerde (ıy iletkenliği haiz zeminler v. s.) pek tabiidir ki 125 V. dan daha aşağı değerlerde kalmak mecburiyeti vardır.

ELEKTRİK FAKÜLTESİ 1956 - 1957 Ders Yılı Konferansları

Konferansı veren öğretim üyesi	Konforunun mevzuu	Gttnü
Doç. Dr. T. ÖZKER	Modern Elektrik Devreleri Teorisi I: Devre Analizinin Temelleri II : Devre Sentezinin Temelleri	17 Nisan 1957 24 Nisan 1957
Prof. S. ELBİ	Hail Generatörleri ve Tatbikatı	8 Mayıs 1957
Prof. H. GÜRME	Elektriğin Tarihçesi	15 Mayıs 1957
Doç. H. ÖNAX,	Ferromagnetik Malzeme imajinde	
Dos. M- DİLEGE	Teorinin Gösterdiği Yollar	22 Mayıs 1957
Doç. I. GÖNENÇ	Demet İletkenler	27 Mayıs 1957
	Yıldırımın Teşekkülü ve Tesirleri	29 Mayıs 1957

Konferanslar saat 17.30 da, İsta bul Teknik Üniversitesi, Gümüşsüyü binasındaki konferans salonunda verilecektir. Bu konferanslara herkes gelebilir.