

# Havai hatlarda geçici arızaların yerinin blokajlı ibreli cihazlarla leshiti

Yazan : M<sup>^</sup> Pierre DEVILAINE

Çeviren : Toğan ZEREN  
Müh. - Etlbank

Aşağıdaki yazıda prensibinin izahını bulacağınız metod ile imal edilen cihaz halen Fransada yüksek gerilim şebekesinin bütün hatlarında kullanılmakta olup çok tatminkâr neticeler vermektedir. Bu makale Mayıs 1952 de «Société française des Electriciens» bülteninin 17 inci sayısında neşredilmiştir.

Bu usulle, bilhassa geçici arızaların yerleri tesbit edilip, sık sık tekerrür eden arızaların bazılarının hat güzergâhının şeraiti ile bağlı olduğu anlaşılacak sabah arızalarının (güneşin doğuşundan iki saat evvel ve iki saat sonraki zaman arasında kalan müddet zarfında vuku bulan arızalar ki sebebi büyük bir ihtimalle sabah rutubetidir) ve bu gibi sebebi meçhul kalan açmaların tahlili mümkün olmaktadır.

Bu yazıda izah edilen metod, havai hatlarda toprak arızalarının yerini, hattın her iki ucunda, aynı anda akım ve gerilimin homopoler bileşenlerini ölçen cihazlarla tesbitini mümkün kılmaktadır. Bu cihazlar şebekede daimi işler şeklinde olduklarından geçici arızaların da yerini tesbit edebilmektedirler.

Bu metod, 1949 nisanından beri 220 kVluk Rueyres - Monistrol hattında tatbik edilmiş olup, elde edilen neticeler müteakkip yazımızda verilecektir.

## I..— METOD HAKKINDA GENEL MALUMAT:

**1. Metodun Prensibi.** - Nötrleri doğrudan doğruya topraklanmış bir şebekenin A B hattını misal alalım : Uzunluğu l km., kilometresinin homopoler empedansı z ohm olsun.

A ya x km. mesafede D noktasında tek veya iki fazlı toprak arızası olursa :

- Arıza noktasında VD homopoler gerilimi
- A ucunda VA homopoler gerilimi
- B ucunda VB homopoler gerilimi
- A ve D arasında IA homopoler akıma
- B ve D arasında IB homopoler akım meydana gelir.

Bu kıymetler arasında aşağıdaki iki denklem mevcuttur:

$$(1) VD = VA + XZ IA$$

$$(2) VA = VB + (1-x)z IB$$

VD nin (1) ve (2) arasında eliminasyonu:

$$VB - VA + iz IB$$

$$(3) X = \frac{z(VB - VA)}{z(IA + IB)}$$

Bu denklem vektörel bir denklemdir; buna rağmen A ve B de bağlı olan şebekelerin

İH

## Şekil: I

homopoler empedansları aynı argümana sahip iseler ki 220 kV ve 150 kVluk Fransız enterkonekte şebekesinde genel hal budur, o takdirde skaler değerler kullanılabilir, özel hallerde (3) eşitliğinin skaler olarak farzedilmesi ile hasıl olan hatanın ihmal sınırları içinde olduğu tahkik edilmiştir.

Bu eşitlik, hattın her iki ucunda homopoler akım ve gerilimler ölçülürse, l ile z bilindiğine göre arızanın x mesafesi tesbit edilebilir.

Bu metodun avantajı, arıza noktasındaki gerilimi elimine etmiş olmakla, arıza direnci, arızanın topraklama direnci ve arıza noktasından şebekenin terkibi görünüşüne bağlı kalınılmamasındadır.

Nitekim, Zo, Zi, Zd, arıza noktasından şebekenin beraber görünüşünün simetrik empedansları, Vo arıza noktasındaki homopoler gerilim, ve lo arızanın homopoler akımı olursa,

$$V_n$$

$$V_o Z_o l_o \text{ ve } l_o =$$

Z

o + Zi + Zd elde edilir ki burada Vn arızadan evvel arıza noktasındaki faz toprak arası gerilimdir. Bu sebepten,

$$Z_o V_o = V_n$$

$$- : - o l u r .$$

$$Z_d + Z_i + Z_o$$

Buradan da görülüyor ki Vo başlıca Zo, Zi, Zd itibari kıymetlerine bağlıdır. Vo 1 elimine etmekle, arıza anında şebekenin simetrik empedanslarının fonksiyonu olan bir bilinmeyen elimine edilmektedir. Bilhassa belirtelim

ki, an'ın ark direnci ve topraklama direnci Zo ibaresi içindedirler.

2. — Metodun Tatbiki, a) (3) denklemine homopolar akım ve gerilim olarak rezidüel kıymetler konursa denklem doğru kalır.

Dolayısıyla, akım transformatörlerinin nötr telindeki rezidüel akım ve yıldız -, açık üçgen bağlı üç gerilim transformatörü ile teşkil edilen bir filtrenin ucundaki rezidüel gerilim ölçülecektir.

Cihazlar devamlı olarak şebekeye bağlı kalacaktır.

b) (3) denklemini, iki uçtaki gerilim ve akımı aynı anda veya hiç olmazsa şebekele- rin terkihi görünüşü uygun olduğu iki ayrı zamanda ölçmek lazımdır.

Tatbikatta, ölçü iki üç kesicilerin açma- sından evvel yapılacaktır.

İki hal çaresi mümkündür:

1. — Osilograflar kullanmak. Bu halde değerler iki uçta, arıza başlangıcından itiba- ren eşit zamanlarda okunacaktır.

2. — Sapması çok kısa zamanda meydana gelen ampermetre ve voltmetreler kulla- narak, ibrelerini iki uçta aynı anda bloke (tesbit) etmek.

Basitlik ve ekonomik sebeplerden şimdi- ye kadar yapılan tesislerde bu çarelerden ikincisi kullanılmaktadır.

Cihazlar, Compagnie deş Compteurs tara- fından imal edilmiştir; bu cihazlar ölçü için

ibre ekipajlarından başka bir de blokağ bobini ihtiva ederler. Bobin ikaz edilince, ölçü ibresi sabit kalır ve ibre arıza giderildikten sonra da aynı değeri gösterir. Bu değer kay- dedildikten sonra cihaz blokağ bobininin ikazı kesilerek ibre sıfır durumuna getirilir ve yeni bir ölçüye hazırlanır. Cihazların mufasal tarifi ve imkânları Compagnie deş Com- pteurs Mühendisi M. KAPLAN'm izahatında an- latılacaktır. (Bu kısım müteakip yazılarda yer alacaktır)

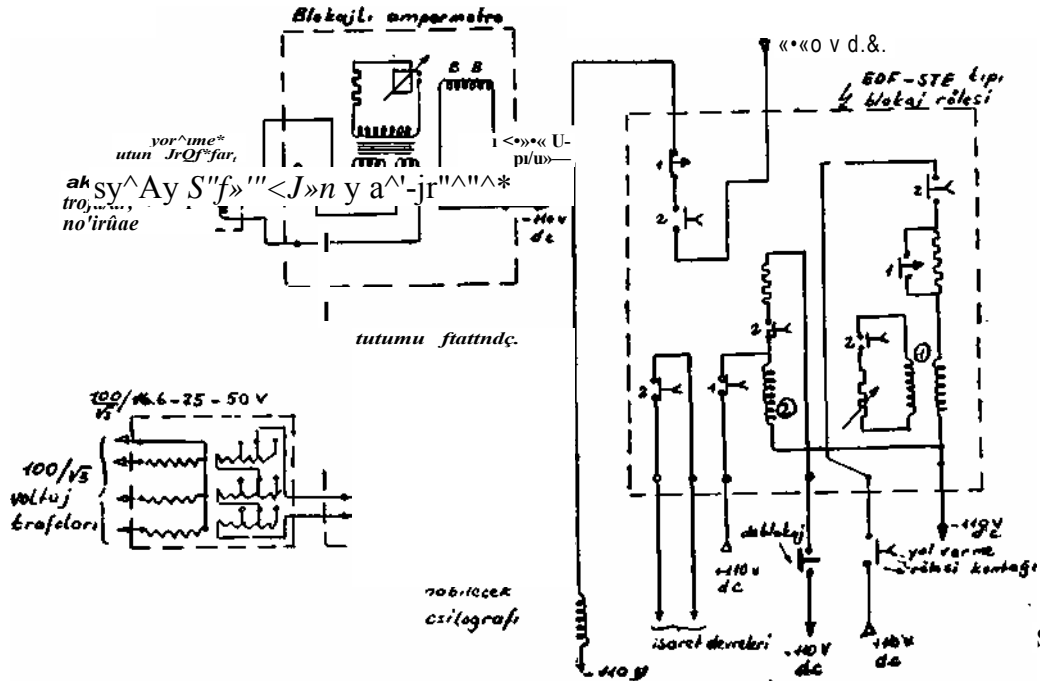
c) Cihazların, iki uçta aynı anda bloke edilebilmesi aşağıda izah edilen tarzda vuku bulur:

(o) anı olarak, arızanın belirdiği an alı- nır; bu an, gerilim veya akımın rezidüel bile- şenine hassas, sür'atli bir röle ile tesbit edil- lir. Bunun için de umumiyetle çıkışın selek- tif korunmasının yol verme rölesi kullanılır. (Mesafe koruma rölelerinin 3 ncü bölge ele- manı) Bu rölenin bir kontağının kapanması, 50 - 200 milisaniye arasında ayarlanabilir bir zaman rölesinin ikazına sebep olur. Bu röle ise, ayar zamanının sonunda, blokağ bobinle- rini ikaz eder.

Şekil 2 de bir uçtaki teçhizatın prensip şeması gösterilmiştir.

Zamanlı rölenin ayan aşağıdaki şartlar meydana gelecek şekliMe yapılır:

1) Blokağ her iki uçta, kesiciler açmadan yapılmalıdır.



Şekil: 2

2) Blokaj ölçü cihazlarının ibreleri en büyük sapmayı yaptığı anda meydana gelmelidir.

Bu şartlardan, metodun, arıza giderilme zamanı (koruma + kesici açma zamanı) ölçü cihazlarının ibrelerinin en büyük sapma için icab ettirdiği zamandan küçük olduğu hallerde kullanılma imkânı yoktur. Bu halde blokajlı ibreli ampermetre ve voltmetrelerin yerine osilograf veya daha sür'atli kayıt cihazları kullanmak icab eder.

Bir fikir vermek için, burada işaret edelim ki, Compagnie des Compteurs tarafından halen imal edilmekte olan cihazların en büyük sapmaları 0,1 saniyede meydana gelmekte olup, imalatçı firma bu zamanı 2 veya 3/100 saniye daha kısaltabilmektedir

d) Va, Ia, Vb, Ib, değerleri bilindiğinden, (3) formülü A ucundan arıza noktasına olan x mesafesini verir.

Mesafe çözümü için grafik usuller de kullanılabilir. En kolay usul de aynı diagram üzerine (1) ve (2) eşitliklerini gösteren doğrular çizilir. Kesiştikleri nokta arıza yerini verir; grafik mikyasını uygun seçmek kâfidir :

Ox üzerinde hattın uzunluğu alınır, Ox kilometre veya pylon numaralan ile taksonmatlanır.

Oy üzerinde gerilimler alınır; mesela 1 kV için 1 mm. şeklinde bir mikyas seçilir. Buradan akımların mikyası şu şekilde tâyin edilir:

Arıza B de ise, B ve A arasında 1 A için homopoler gerilim düşümü iz volt olacaktır; dolayısıyla 1A grafik olarak iz = 1000 mm. ile gösterilir. >

Not: Tatbikatta, ampermetre ve voltmetreler doğrudan doğruya, alçak gerilim değerlerini verirler. Dolayısıyla, (3) denkleminde, akım ve gerilim transformatörlerin oranlarını nazarı itibara alan bir emsalle çarparak alçak gerilim değerlerini yerleştirmek daha uygun olacaktır. Aynı kaide grafik metodun kullanılması halinde de caridir, seçilen birimler alçak gerilim volt ve amperine tekbül edeceklerdir.

3. — Metodun Hassasiyeti = Metod, dört ölçü yapmaktadır; ölçüde yapılan hatalar, ya akım ve gerilim transformatörlerinin veya ölçü" aletlerinin kendi hatalarından ileri gelmektedir. Kullanılan transformatörlerin hassasiyeti yüksek olup bilhassa akım transformatörleri, kısa devre akımlarında doymamalıdır (Akım trafolarının koruma devrelerini besleyen sargılar)

Aynı zamanda, rezidüel gerilim filtreleri dikkatle etalonne edilmelidir. (Müteakip ter-

cümümüzde kullanılan ölçü aletlerini imal eden firmanın servis şefi M. Kaplan'ın yazısı ile ampermetre ve voltmetrelerin hassasiyeti ele alınacaktır.) ölçü metodunda yapılan hatalardan başka ayrıca hattın uzunluğu ve dolayısıyla kilometrik homopoler empedansında yaklaşık değerleri alınmaktadır. Bu hataların neticeye tesir derecelerini etüd edelim :

a. — Hattın uzunluğunda yapılan hata. Hattın uzunluğu umumiyetle ufki bir plâna tatbik edilen hat profilinden ve pylonlar arası mesafelerle, yüksekliklerinden çıkarılır. Bu hesapta iki hata yapılabilir: birincisi, arazi irtifa farklarından, ikincisi ise, hat sehimlerinin nazarı itibara alınmamasından ileri gelir. İkinci 'hata ihmal edilebilir, zira sehim nazarı itibara alınmakla, hattın uzunluğunda meydana gelecek yüzde fark, arıza noktasıyla ikiye bölünen hat kısımlarında aynı olacak ve neticesi hattın yekûn uzunluğu ile x mesafesini aynı oranda uzatacaktır ki bu da neticeye tesir etmez, (hattın muayyen bir mikyasta gösterilmesi)

Arazı irtifa farklarının tesirleri ise, aynı şekilde ihmal edilebilir. Bilhassa arızalı bir güzergâhtan geçen bir hattın (220 kV luk Rueyres - Monistrol hattı) hesabı yapıldığında elde edilen neticeler :

— Hattın ufki bir plâna izdüşümü uzunluğu : 84,872 km.

— Pylon aralıklarının sehimsiz olarak toplamı ile elde edilen hat uzunluğu: 85,192 km.

Genel halde, 1 de yapılarT bir hatanın x üzerine tesirini hesaplayalım. 1 nin değişken olduğunu kabul ederek (3) ifadesinin logaritmik diferansiyelini alalım:

$$dx z Ib di$$

$$(3) \text{ ü nazarı itibara alarak} \quad \frac{x}{Ib} = \frac{Vb - Va + l z Ib}{Ib}$$

$$dx = \frac{di}{Ia + Ib}$$

1 üzerinde A l hata yapılmıca, x in hatası (AX)<sub>j</sub> olursa

$$(AX)_j = \frac{Ib}{Ia + Ib} \text{ olur.}$$

Buradan da görülür ki (AX)<sub>j</sub>, nihayet 1'e eşit olur ki bu azami hata ancak (Ia + Ib) arıza akımı B den beslenirse meydana gelir; diğer bütün hallerde hata A l den küçüktür.

Mesela 1 için 500 m. hata yapılmıca x in hatasının azami değeri 500 m. olur. Ia ve Ib nin dağılımına göre hata O ile 500 m. arasında değişir.

b. — z'in kıymetinde yapılan hata. - Homopoler empedans öyle bir faktördür ki, bu mevzuda iyi bir hassasiyet elde etmek çok müşküldür. Klasik ölçüler, ölçü için kullanılan topraklamalardan ötürü hatalı netice verirler; bu topraklamaların ölçülmesi ise çok zordur, bilhassa geniş topraklama şebekelerinde ki enterkonekte merkezlerde durum budur.

Ayrıca, toprağın nem şeraiti ki kondüktübüite değişiklikleri meydana getirir ve bu faktörün değişmesini intaç eder. Umumiyetle yapılan tecrübelerde kullanılan akımlar küçük değerde olup, toprakta dağılışları hiç şüphesiz ki binlerce amperi bulan anza akımlarının dağılışı ile bir değildir.

z'e göre çözülen (3) formülü :

$$(4) \quad z = \frac{V_b - V_a}{x(I_b + I_a) - I I_b}$$

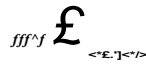
Demek ki A dan x km. mesafede bilinen bir noktada anza meydana getirerek, iki uçta homopoler akım ve gerilim ölçülürse Z tâyin edilebilir.

Bununla beraber  $V_a = V_b$  olursa, (1) ve (2) denklemleri dolayısıyla  $x(I_a + I_b) = I I_b$  dir.

Şu halde z in kıymeti namalum kalır. Dolayısıyla tecrübe esnasında  $V_a$  ve  $V_b$  kıymetlerinin tamamen değişik olması icab eder.

z değerini alçak gerilim ile tâyin halinde, hattın homopoler empedansının mütesaviyen dağılıp dağılmadığını kontrol etmek iyi olur. Bu kontrol şu şekilde yapılabilir :

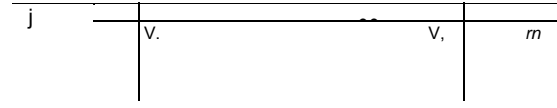
—<5>



Şekil: 3

Hat şekilde gösterildiği gibi I akımı ile beslenerek, voltmetre hat boyunca bir nakil ile toprak (pilon toprağı) arasında yer değiştirecektir. I ve V değerlerinden B ve M noktalan arasındaki devrenin empedansı tâyin edilir Her defasında B topraklamasının tesirini bertaraf etmek için bulunan değer düzeltilcektir. V yi ölçmek için, M deki topraklamanın meydana getireceği hatayı bertaraf etmek gayesile büyük iç dirençli bir voltmetre seçilmelidir.

Homopoler empedansıp mütesaviyen dağıldığı tesbit edilirse ki umumi hal budur, aşağıda izah edilen metodla, topraklama hataları bertaraf edilerek, homopoler empedans ölçülür.



Şekil: 4

A ya yakın  $A_1$  de ve B ye yakın  $B_n$  de  $V_1$  ve  $V_2$  gerilimleri ölçülür.  $A_1$  ve  $B_n$  noktalan A ve B den buradaki toprak prizlerinden müteessir olmayacak uzaklıkta seçilecektir; bir kilometrelik bir mesafe kâfi gelir. A, B, kısmi  $3(V_1 - V_2)$

minin homopoler empedansı ----- olur.

Buradan bütün hattın homopoler empedansı hesaplanır.

z üzerinde yapılan bir hatanın x üzerindeki tesirini hesaplı y alım :

$$dx = \frac{I I_b dz}{(I_a + I_b) dz}$$

$$x = \frac{V_a - V_b + I z I_b}{V_b - V_a} \frac{z(I_a + I_b) dz}{dz}$$

$$dx = \frac{I_a + I_b}{z^2}$$

hatalara gelince :

$$(AX)Z = \frac{AZ}{z^2} \frac{V_b - V_a}{I_a + I_b} \text{ olur.}$$

Herşeyden önce belirtelim ki, yukanda zikredilmiş olan bir neticeyle tekrar, karşılaşıyoruz : Eğer  $V_a = V_b$  ise, x in hatası z in hatasına bağlı değildir.

Daha iyi bir fikir verebilmek için, z in üzerinde  $\pm < \% 5$  hata yapıldığını kabul edelim:  $AZ = \pm 0,05 z$  olacaktır

z in değeri takriben 1/2 fi/km. civarıdadır.  $V_b - V_a = 100.000$  v. ve  $I_a + I_b = 3000$  A olsun. Bu takdirde

$$(AX) z = \pm \frac{0,05}{1,2} \frac{100}{3} = \pm 1,390 \text{ km,}$$

dir.

Bu hata arızadan arızaya, bir taraftan  $(V_b - V_a)$  (iki uçta ölçülen homopoler gerilimlerin farkı) ve anzanın  $(I_a + I_b)$  toplam akımının önemi ile değişir.

Bu yazıda çalışma prensib ve tatbikatından bahsedilen bu cihazlar hakkında, gelecek tercümümüzde, Fransada 85 km. uzunlukta ve 220 kVluk Rueyres Monistrol hattı üzerinde yapılan tecrübe neticeleri ile cihazı teşkil eden parçalan ve özel voltmetre ile ampermetrenin yapısı ve karakteristiklerinden bahsedilecektir.