

Kuvvetli Akım Yeraltı Kablolarında Arıza Veri Tesbiti

Yazan :

ŞAHİN TOSUNEB

Elk. MUh.

İ. E. T. T.

ÖZET

Büyük şehirlerimizde Y.G. besleme ve A.G. dağıtım yeraltı şebekeleri hızla gelişmektedir. Meselâ 1967 Yılı başında İstanbul'da 35 ve 10 JdV yeraltı şebekesi uzunluğu 1295363 (m), Alçak genlim yeraltı dağıtım sistemi 1926350 (m), yeraltı şubeleri uzunluğu da 811576 (m) ye erişmiştir.

Büyük yeraltı şebekelerinin, işletme sırasında doğacak arızalarında, en kısa zamanda, az masrafla tesbit ve onarılması gerekir. Bu iş için bir çok metod geliştirilmiştir. Yazıda işletmede kullanılan en önemli usuller, teoriden ziyade pratiğe uygulanış şekliyle incelenmiştir.

1 — GENEL

Yüksek vo alçak genlim altında enerji dağıtım besleme kablolarında, tesis ve işletme esnasında çeşitli arızalara rastlanır. Bu arıza çeşitleri büyük bir şehirde yapılan istatistik sonunda aşağıda tablo (1) de görüldüğü şekilde tesbit edilmiştir.

T A B L O (1)

ARIZA ÇEŞİTLERİ	% ARIZA MİKTARI
İletgen - İletgen arasında kısa devre	25
İletgen - Kılıf arasında kısa devre	46
İletgen kopması	23
Diğer hata çeşitleri	6
	100.0

Arızaları meydana getiren sebepler de tablo (2) de gösterilmiştir.

T A B L O (2)

ARIZA SEBEBİ	% ARIZA SAYISI
Yoldan gelen mekaniki darbeler	45.0
Montaj hatası	11.0
Kimyasal veya elektrikli korozyon.	1.5
Çok yüksek gerilim darbesi	11.0
Fabrikasyon hataları	1.5
Bilinmeyen ve diğer sebepler	30.0
	100.0

Tablo (2) de görüldüğü üzere, bir çok anıza çeşidi vardır, bu arızaları tesbit içinde yine muhtelif ölçme metodları mevcuttur. Arızaya en uygun metodu tesbit etmek gerekir. Ayrıca, ölçüde aranan hassasiyet de, metod seçiminde rol

oynar. Bir diğer husus da, elektrik Kurumunun mali gücüdür, kurum lüzum olan her ölçü cihazını satın alamayabilir. Ölçü mühendisine düşen görev, mevcut imkânlar içinde, en süratli ve hassas metodu seçip uygulamaktır.

2 — GİRİŞ

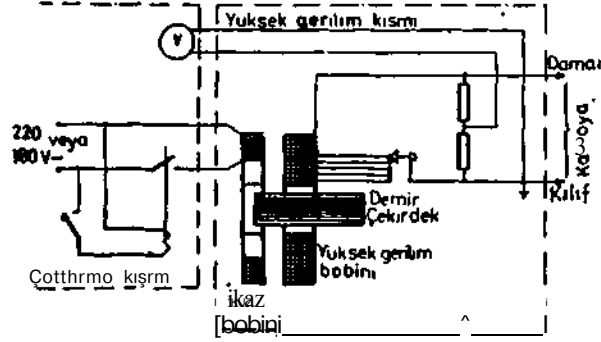
Arıza yapan kabloda emniyet tedbirleri alındıktan sonra izolasyon ölçmeleri yapılır. Faz toprak, faz arası izolasyon ölçüleri dışında başka, kablo sonu kısa devre edilerek kopuk muayenesine tabi tutulur. İzolasyon ölçüleri sonunda arızalı kabloda : faz toprak, faz arası İzolasyon hataları veya faz iletgenleri kopma arızaları tesbit edilir. Arızanın cinsinin tesbitini izolasyon ölçüleri ile anlamak mümkündür, fakat hata nerededir? Hata yerinin tesbiti için aşağıda bir çok metod açıklanacaktır. Bu usullerin tatbik edilebilmesi için de, hata yerindeki izolasyon direncinin küçük olması icap eder. Fakat bilhassa yüksek gerilim kablolarında genellikle yüksek geçiş dirençli (50 — 100 M çt) arızalara rastlanır. Mevcut ölçü cihazlarıyla hata yerinin tesbit edilebilmesi için, arıza yapan kablodaki yüksek hata direncinin düşürülmesi gerekir.

3 — YAKMA CİHAZI

Bu cihaz yüksek hata dirençli kâğıt izoleli kabloların, arıza yerindeki hata direncinin, yakılarak düşürülmesini temin eder. Başlangıçta, yakma cihazı vasıtasıyla kabloya yüksek gerilimi tatbik edilir. Umumiyetle kademeli ayarla gerilim artırılarak, arıza yerinde bir akım atlaması meydana getirilir. Hasıl olan ark kâğıt izolasyonu yakarak deler. Hata yerindeki direncin düşmesiyle, aynı yerdeki akım şiddeti artmağa başlar, yakma cihazı zorlanmaktadır, bir mik-

tar karbonlaşma meydana gelmiştir. Cihazda gerilim düşürülerek yüksek akım şiddetinde yakmağa devam edilir. 800° C civarında karbonlaşma olur. Daha yüksek sıcaklıkta buharlaşma meydana gelir. Daha küçük sıcaklıklarda ise, karbonlaşma meydana getirilemez. Yüksek gerilimde küçük akım şiddetinden, düşük gerilimde yüksek akım şiddetine el kumandasıyla geçilir. Bazı cihazlarda bu işlem otomatik olarak yapılır.

Yakma problemi KIELER HOWALDTSWERKE tarafından aşağıdaki (1) numaralı şekilde gösterildiği şekilde çözülmüştür.



Şekil-1

Yakma cihazı bir primer İkaz bobinine, bir de yüksek gerilim kademeli bobinine sahiptir. Yüksek gerilim bobini kablo ve kılıfı arasında bağlanır. Bobinin kademesi değiştirilerek, devre 50 Hertz'de rezonans haline getirilir. Bu durumda bir kaç yüz kVA reaktif güç üretilir. Alçak gerilim devresinde giriş gücü 6 — 12 kW mertebindedir. Kablo kapasitesi tatbik edilen 50 Hertz'lik akımla dolar ve hata direnci Üzerinden deşarj olur.

Rezonans devresi devamlı doldurularak, arıza yerinde yüksek ısı meydana getirilir. Hatalı izolasyon yanmağa bağlayınca yüksek gerilim bobininde kademe ayarı yapılarak rezonans hali devam ettirilir. Daima

$$L = \frac{C}{m} \text{ olmalıdır.}$$

C toplam kapasite olup, kabaca kablo kapasitesinden İbarettir. L yüksek gerilim bobininin ayarlanması ile elde edilen endüktivitedir. N_k reaktif güç, N_o aktif güç ve G iyilik derecesi olduğuna göre :

$$G = \frac{N_k}{N_o} \text{ olur.}$$

G ortalama 20 civarındadır. Yakmanın sonlarında, cihaz çıkışında alçak gerilim, yüksek akım şiddetine sahiptir. Bu durumda alet bir akım transformatörüdür, yakma akımı" 10 A e kadar çıkar.

Yakma sonunda arıza yerindeki direncin çok küçük olması istenir. İzolasyon ölçmesi yapılarak, meselâ impuls ölçmesi yapılacaksa, yakma sonunda 500 Q altına inildiği mutlaka tahkik edilmelidir.

4 — KLÂSİK ARIZA YERİ TESBİT METODU

Burada HEİNZELMANİST usulü verilecektir. Kablonun giden iletgenleri arasına paralel olarak galvanometre konur. Bağlantı iletgenleri büyük kesitli, rabıtlardaki geçiş dirençleri ise ihmal edilecek kadar küçük olmalıdır. Verilen metod kuvvetli akım kablolarına çok iyi uyar. Hatalı kablo damarına galvanometrij iletgeni direkt irtibatlıdır.

R_a ve R_b kâfi derecede büyütülür. $U_1 = 0$ durumunda $r_x = \frac{TJ_2}{U_3} - r_3$ olur. Şalter 2 konumunda iken $U_2 = \frac{Ra_2}{Ra_2 + Rb_2}$ ve 3 konumunda $U_3 = \frac{Ra_3}{Ra_3 + Rb_3}$ olur.



Şekil . 2

Şekli (2) de metodun şeması da verilmiştir. Yukarıdaki eşitliklerden de faydalanarak, arıza yeri tesbit edilir. Bu metotta görüldüğü üzere, yardımcı kablolarla ihtiyaç vardır. Yardımcı kablolar da umumiyetle yüksek dirence sahiptir. Bu metotla kısa zamanda ölçme yapılamaz, halbuki kuvvetli akım kablo ölçmelerinde, çok 'küçük bir zaman söz konusudur.

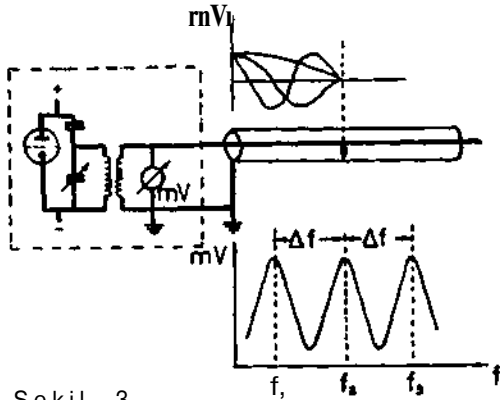
ÖRNEK : Bir iletgenli 500 mm² bakır, D = 2765 m boyunda bir kablo izolasyon hatası gösteriyor, ölçü neticesinde $U_2 = 0,423$ ve $U_3 = 0,553$ bulunmuştur, tletgen homogen kabul edilmektedir.

$$r_x = r_o \frac{U_2}{U_3} \quad r_x = 2765 \frac{0,423}{0,553} = 2115 \text{ m}$$

Hata direnci yüksek ise yüksek gerilimli doğru akımla ölçme yapılır. Bu durumda ölçü kutusu iyice izole edilir, veya topraklanmış bir kutu içine raptedilir, ölçü personeli yüksek gerilimden mutlaka tecrit edilmiş olmalıdır. Galvanometrede aşırı akım ve gerilime karşı özel tertiplerle korunur.

5 - REZONANS METODU

Usulün şeması ve ölçü prensibi aşağıdaki (3) numaralı şekilde verilmiştir.



Şekil- 3

Arızalı kablunun giriş empedansı ile tüplü çevre arasında frekansa bağlı olarak meydana gelen gerilim değişimi gözlenir. Eğer kabloda faz toprak kısa devresi veya faz kopukluğu varsa, gerilimin maksimum veya minimum değerleri okunur.

ölçüde fazdaki intikal hızı $v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}}$ eşitliğine bağlıdır. C: Işık hızı, ϵ : iletgen yalıtımının dielektrik katsayısı olduğuna göre, arıza yeri uzaklığı $x = \frac{v}{2 \cdot \Delta f}$ bulunur. Af iki komşu

maksimum arasındaki mesafedir. X (km), v (km/s), Af (Hertz) olarak alınır. Yüksek frekanslarda v hızı iletgen formuna bağlı değildir, sabit alınabilir. Aşağıdaki (3) numaralı tabloda v 'nin çeşitli değerleri verilmiştir. x kıymeti çeşitli kablo türlerinde değişiktir. Kablo izolasyonunun ihtiyarlaması ile dielektrik sabitesi de küçülür.

T A B L O (S)

Kablo Cinsi	Uzunluğu (m)	Yapısı	v [m/∧s]
1 KV	1708,7	Eiski kablo	171,8
1 KV	1800		162,00
1 KV	1841,5		167,50
5 KV	2054	4x95 Cu veya 4X150 Al	169,0
5 KV	588	4x95 Al ile 4x25 Cu	163,0
30 KV	TO37.6		158,0
1 KV		67 çeşit 1,5 ve 2,5 Sinyal kablosu	160,0

Çeşitli zamanlarda imal edilmiş ve çeşitli tip-te kablolar birbirine eklenirken dikkat edilmelidir. Ek'kutuları dahi v 'ye tesir eder. Mümkün olduğu kadar hassas ölçme yapmak için, Af kıy-

meti bir kaç ölçü sonunda bulunan değerlerin ortalaması, olarak alınır, ölçünün emin olması için irtibatların çok iyi olması gerekir. Normal olarak kablo baş ve sonundan ölçülür. Bağtald ölçmede Af₁ ve kablo sonundaki ölçmeden ise Af₂ bulunur.

$$\text{Bu durumda : } X = \frac{\Delta f_1}{\Delta f_1 + \Delta f_2} \cdot l \text{ olur. i hata}$$

yeri faz hızına bağlı olmadan hesaplanmaktadır. Bu eşitlik, sadece tek hata yeri olduğunda doğrudur. Ayrıca bulunan X değeri $x = \sqrt{2} \cdot l$ kıymeti Ue tahkik edilir.

Hata yerinin tesbit için, yapılan ölçü sırasında, ölçü iletgenlerinin boyunu da gözönüne almak lâzımdır, ölçü rabit iletgenleri mümkün olduğu kadar kısa olmalıdır.

ÖRNEK :

Aşağıda açıklandığı şekilde 348,4 m boyundaki ard arda eklenmiş kabloda arıza yeri tesbit edilecektir.

Başlangıç ucu	1 Ek	3x50 mm ² Al	220.7
1 Ek	2 Ek	3x95 mm ² Al	19.5
2 Ek	3 Ek	3x95 mm ² Al	32.5
3 Ek	4 Ek	3x95 mm ² Al	15.2
4 Ek	Nihayet ucu	3x150 mm ² Al	60.5
			848.4 (m)

ölçü Hartmann - Braun marka cihazla yapıldığına göre, frekansı 32 - 10000 kHz arasında değiştirme imkanı vardır. Kablo başında ve sonunda yapılan ölçülerde aşağıdaki değerler tesbit edilmiştir.

Giriş Uca		Nihayet T Jcu	
Γ (Kfaz)	Afs (Khz)	t (Khz)	A fs (Khz)
4100	315	9200	1090
3785	350	8110	1110
3435	315	7000	1130
3120	310	5870	1070
2810	280	5000	1050
2530	280	3750	1070
2250	288	2680	1090
1962	332	1590	
1630	315		
1315	295		
1020	290		

$$730 \text{ Afb ortalama} = 303,8 \text{ Khz}$$

$$\text{Afs : ortalama} = 1093 \text{ Khz}$$

$$1093$$

$$x = 318,4 \text{ --- } x = . 273 (m)$$

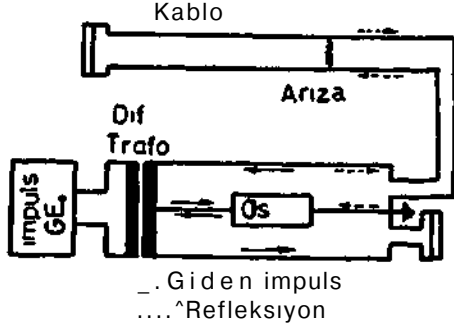
$$303,8 + 1093$$

Arıza yeri başlangıç noktasından 273 m ilerdedir. Bu durumda $v = 166000$ Km/s olurki, normal hız değeridir.

6 – İMPULS İLE ÖLÇME METODU

Bu metotta radar prensibinden faydalanılmışlar. Arızalı kabloya gönderilen İmpuls'un arıza yerinden yansıması ve yansıyan impuls'un arıza yerine gidip dönüş zamanının tesbiti, dolayısıyla İmpuls hızı bilindiğine göre, hata yerinin tesbiti usulüdür.

Pratikteki cihazların karakteri icabı hata direnci 500 Ω den küçük olmalıdır. 500 Ω dan büyük hata dirençlerinde, yakma cihazı vasıtasıyla ölçü için uygun durum sağlanır.



Şekil -u

Şekil (4) de impuls metodunun prensip şeması verilmiştir. Differansiyel bağlantı vasıtasıyla, oslografta geri yansıyan impuls tesbit edilir, bunun için osilograf köprüünün çaprazına yerleştirilmiştir. Sadece giriş, görünen empedansı, kablo karakteristik empedansına eşit olduğu takdirde yansıma alınmaz.

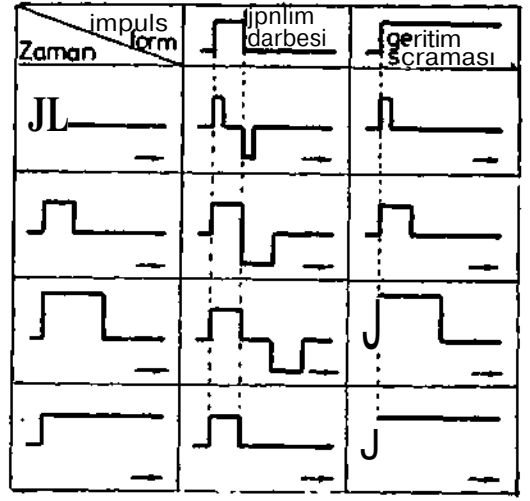
Katot ışınli tüpün düşey plâklarına dönen İşaret, yatay plâklarına da testere dişi zaman gerilimi tatbik edilir. Katot ışınli tüpün ekranında kablo boydan boya İncelenebilir. Şekil (5) de çeşitli impuls formları şematik açıklanmıştır.

Şekil (6) da cihazın blok şeması verilmiştir. Ekrandaki hatanın orijinden itibaren mesafesi zaman olarak ölçülerek, hata yeri zaman biriminde tesbit edilir. Gidiş ve dönüş hızı eşit olduğuna göre, arıza yeri :

$$x = \frac{v \cdot t_x}{2} \quad x = \frac{l \cdot t_x}{t_1} \quad \text{olur.}$$

Burada $t : \hat{,} v : m/\text{sn}$ biriminden olarak t arıza yerine gidip dönme zamanını, l : kab'o boyunu, t_1 : l boyunda impulsun gidiş dönüş zamanını ifade etmektedir.

Kablo cinsine göre impuls formu değiştirilebilir. Uzun, sönümü kuvvetli kablolarda geniş ve

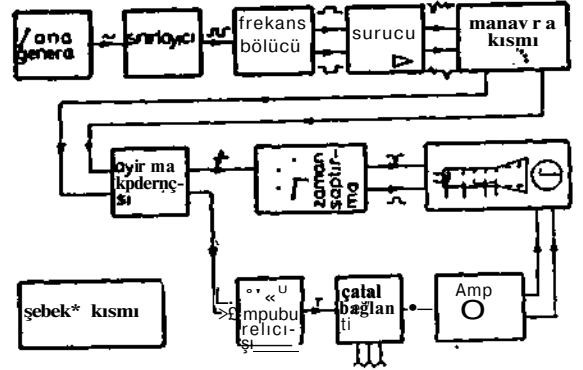


Şekil -5

yüksek darbeler, kısa iletgenlerde dar impulslar kullanılır, ölçü mühendisi, aletini iyi tanımalıdır, ölçü için en uygun durumu tesbit edebilmelidir.

Kablodaki impuls hızı v olduğuna göre :

$$v = \frac{C}{\sqrt{\epsilon}}$$
 olur. C : ışık hızı ($300 \text{ m}/\mu\text{s}$),
 ϵ : İzolasyonun dielektrik katsayısı, aşağıdaki (4) numaralı tabloda muhtelif malzemeler için verilmiştir.



SeUll-6

TABLO 4

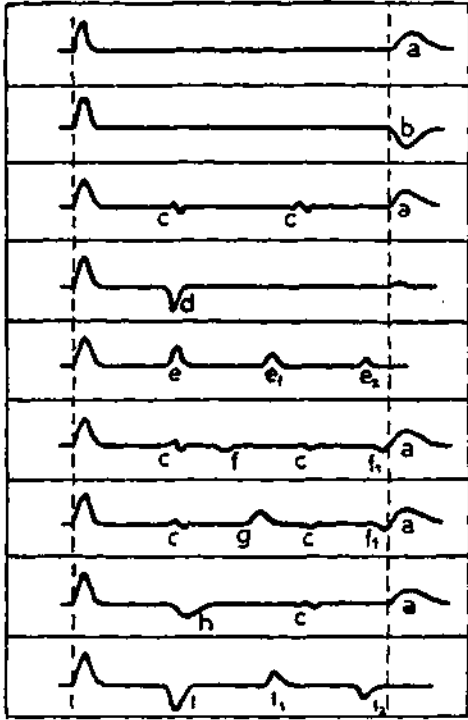
İZOLASYON	ϵ : 10' HEBTZ'DE ODA SICAKLIĞINDA
Kâğıt	1,8
Emprenye kâğıt	3,6
Polietilen	2,3
Polivinilklorid (PVC)	3,0-4,0
Polistiroil	2,5

İyi netlik için kablo baş ve sonundan iki defa ölçülür. Ölçü neticeleri t_x ve t_y olduğuna göre,

$$\text{arıza : } x = 1 \frac{t_x}{t_x + t_y} \cdot \text{mesafesinde bulunur.}$$

Bu durumda „ = $\frac{t_x + t_y}{2}$ eşitliğinden impuls hızı kontrol edilmelidir. Impulü hızı sabit kabul edilebilir, fakat bilhassa yağlı kablolarda, ısınma ve izolasyon malzemesinin yaşlılığı sebebiyle, ufak değişiklikler meydana gelebilir.

Yansıma cihazlarında 320 j'e (25 km uzunluk) kadar olan kabloları ölçme imkânı vardır. Genellikle bu cihazlarda 6 seçilebilecek impuls basamağı vardır. En kısa impuls 0,05[^] mertebindedir, çok kısa mesafelerde dahi ölçüye imkân verir. Yine cihazda geri gelen darbeyi enine boyuna büyültüp küçültün, bütün eğriyi aşağıya yukarıya ve sağa sola kaydıran tertipler de alınmıştır. Aşağıda şekil (7) de cihazda ekran üzerinde görülen ışıklı eğrilerin karakteristik numuneleri gösterilmiştir.



Şekil-7

Burada

- a : Açık kablo sonunu (Pozitif - yansıma)
- b : Kısa devre kablo sonunu (negatif - yansıma)
- c : Normal ek kutusunu (Buat)

d : Alçak empedanslı kablo arızası¹

e : Kopuk ucu (veya açık ucu)

e_x ve e_y : Kopuğun diğer yansımalarını (e - e_x - e_y mesafeleri eşittir)

f : Kablo eğriliğini

fj : Kısa kablo irtibat* önündeki kablo eğriliğini

g : Diğer bir kabloyu veya boru hattının dikine kesme noktasını

h : Hata yerinde kurşun kılıfdaki su tahribatını

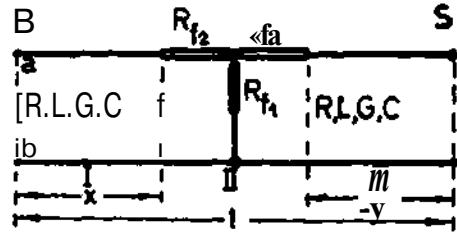
i : Açık empedanslı kablo arızasını

ij i_2 : Kısa devrenin fazla yansımalarını (i - ij - i_2 arasındaki eşit mesafelerden tanınır. Yansıma arttıkça genlikler küçülür, işareti değişir.

ÖRNEK : L = 1520 m üç fazla kabloda bir damar toprağa kısa devredir, $t_x = t_x + t_y = 18,75$ bulunmuştur. Arızalı damarda $t_x = 12,5$ olduğuna göre $X = 1520 \times 12,5 / 18,75 = 1014$ m de arıza vardır. Bu durumda „ = $2 \times 1520 / 18,75 = 162$ m/ ^ olup, normal bir değerdir.

7 - ENDÜKTİF VE KAPASİTİF ÖLÇÜ METODU:

Kuvvetli akım yer altı kablolarının ölçülmesinde, çok pahalı olan impuls cihazının bulunmadığı hallerde, endüktif veya kapasitif köprü vasıtasıyla, arıza yeri tesbit edilebilir. Bu durumda şekil (8) de görüleceği üzere kablo bir dört uçlu olarak mütalâa edilir. Burada L : (Henry/Km), C : (Farad/Km), R (ohm/Km) biriminde alınır. Bu değerler sağlam kabloda teBbit edilir, (ölçü iletgen - iletgen veya iletgen kılıf arasında yapılabilir.)



Şekil-8

Aşağıdaki açıklanan üç durumda, doğru akım ölçmesi yapılır.

- a) Kablo sonu açık, kablo başından : R'
- b) Kablo başı açık, kablo sonundan : R''
- c) Kablo sonu kısa devre, kablo başından: R'''
R' f R'' şarüyle

Birinci donun: dalga direnci $Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$

ve $\frac{R''}{R'''} < 1$ İse Z_k : ölçülen kabloda hat

sonu kısa devre olduğu zamanki görünen empedana ve $R' \leq R''$ olduğuna göre :

$$X = 1 - \frac{\frac{R_2 L_n}{R_1 L_1} K}{1 - K}$$

$$K = \frac{R'}{R''} \left(1 - \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R'''}{R'} \right)$$

kablo üzerindeki hata yeri hesaplanır. Köprüde endüktif ölçü gekü (9) da verilmiştir.

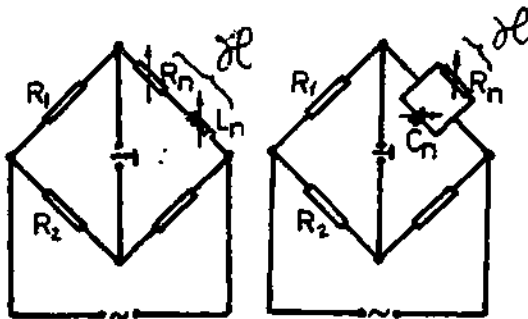
ikinci donun:

$$\frac{Z_0^2}{R'' \circ R'''} < 1 \text{ de } R'' \leq R'$$

Şekil (10) da ölçü şeması verilmiştir. Kablo-nun sonu asık vaziyette \hat{e} görünen kablo iletgenliği olduğuna göre:

$$X = 1 - \frac{\frac{C_n}{R_2} K}{1 - K}$$

$$K = \frac{R''}{R'} \left(1 - \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R'''}{R''} \right)$$



Şekil-9

Şekil-10

R_n İn yüksek değerlerinde daha İyi netice alınır. Eğer bu dirençler C_n kondansatörüne seri bağ-

lanırsa: $X = \frac{R_1}{R_2} \times \frac{C_n}{C}$ eşitliğinden hata yeri hesaplanır.

$R' = R'' = 30$ Dolumırsa, doğru netice hesaplanamaz. Bu durumda her İM İletgen birbirinden İzolelidir, fakat hata yerine sahiptir. Dolayısıyla yakınlıkla netice alınır.

$R' = R''$ halinde $R_f = \infty$ arıza sonra iletgen tam İzole kopuktur veya her İM iletgen birbirine İrtibatlıdır. $R_f = 0$

a) $R'/Z_0 = 1$ Bu durumda arıza yeri tesbit edilemez.

$$b) \frac{R'}{Z_0} < 1$$

$$X = \frac{\frac{R_1}{R_2} \frac{L_n}{L}}{1 - \left(\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{R_f}{Z_0} \right)}$$

$$c) \frac{R'}{Z_0} > 1$$

$$X = \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{C_n}{C} \cdot \frac{1}{K} \quad K = 1 - \left[\frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{Z_0}{R_n} \right]^2$$

Yaklaşık $R'/Z_0 = 1$ durumda iyi netice alınmaz. Paralel R_n dirençlerinin yüksek değerlerinin kullanılmasa İyidir. Bu dirençler C_n 'e seri bağlanırsa:

$$X = \frac{R'}{R_2} \cdot \frac{C_n}{C} \text{ olur.}$$

ÖKNEK : $3 \times 16 \text{ mm}^2$, 15 kV, 687 m yeraltı kablosu arızalıdır. Doğru akım ölçmesinde

$R' = 36,93 \text{ } \Omega$ $R'' = 41,27 \text{ } \Omega$, $R''' = 12,50 \text{ } \Omega$ bulunmuştur. Endüktivite ve kapasite değerleri evvelki ölçülerden bilinmektedir.

$L = 0,816 \text{ mH/Km}$ iletgen/iletgen

$C = 0,071 \text{ pF/Km}$ iletgen/iletgen

Karakteristik empedans:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{0,816 \times 10^{-6}}{0,071 \times 10^{-12}}} = 107,2 \text{ } \Omega$$

$$\frac{R'' \times R'''}{Z_0^2} = \frac{12,50 \times 41,27}{107,2^2} = 0,345 < 1 \text{ Olur.}$$

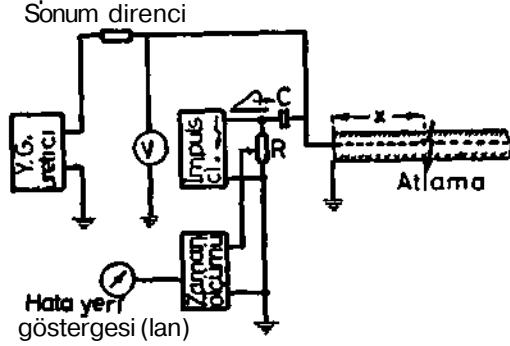
Alternatif akım köprü ölçüsünde iletgen/iletgen kablo sonu kısa devre durumunda : $f = 800$ Hertz de $R_j = 1000 \text{ } \Omega$, $R_2 = 187,5 \text{ } \Omega$, $R_n = 75,7 \text{ } \Omega$ (endüktivite normal durumda) $L_n = \text{mH}$ (Endüktivite normal) bulunur.

$$\frac{R_2}{R_1} \times \frac{L_n}{L_1} = 0,721 \quad K = 0,526$$

ve $X = \frac{0,721 - 0,526}{1 - 0,526} x_1$, $X = 0,262$ km bulunur.

8 – YÜKSEK GERİLİM DALGASI YARDIMIYLA ARIZA YERİ TESBİT USULÜ

Kablo eklerinde ve nadiren kablo üzerindeki izolasyon hataları, bazen yakılma suretiyle küçük empedanslara düşürülemez. Kağıt hava ve yağ veya plastik malzemeden ibaret izolasyon, yakma sırasında meydana gelen ark söndükten sonra kendi kendine tamir edilebilir.

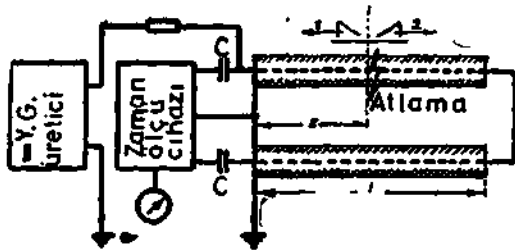


Şekil-11

Bu durumda şeması şekil (11) de verilen metotla anza yeri tesbit edilir. Hatalı kablo, yerinde atlanmanın temin edileceği değere yakın doldurulur. Sonra yürüyen dalga şalteri kapatılır, atlama gerilimi toplanır. Yürüyen dalga şalterinin kapanması ile zaman ölçü aleti çalışmaya başlar, yürüyen dalga arızaya erişince, hata üzerinden bir atlama meydana gelir. Geri dönen yürüyen dalga zaman ölçü aletinin şalterini kapatır.

Zaman ölçü aletine bağlanan bir gösterge yardımıyla hata yeri direkt okunur.

Şekil (12) de aynı sistemin kendi kendine bağlanan tipi gösterilmiştir. Yürüyen dalga IX mesafesine t zamanında erişince, zaman şalteri devreye girer, dalga 2l - X mesafesini kat ettikten sonra şalter devreden çıkar. Hata yeri girişteki diğer uçtan itibaren ölçülmüş OIUT.



Şekil-12

Hata yerinin noktası noktasına teabiti İçin arıza yerindeki ark'ın meydana getirdiği manyetik dalgalar, saplı bir bobin, bir amplifikatör ve kulaklık yardımıyla tesbit edilebilir.

9 – ÇEŞİTLİ ARIZA TESBİT ÖRNEKLERİ

ölçü hassasiyeti için, ölçü düzlemindeki irtibatlar iyi olmalıdır. KUsik metotlarda galvanometre iletgenleri 2,5 mm², diğer iletgenler esnek (fleksbü) 50 mm² kesiminde, kablo ucundaki suni kısa devreler ise 120 mm* bakır halatlar vasıtasıyla yapılmalıdır. Impuls medoduyla ölçmede rabit iletgenleri mümkün olduğu kadar homogen ve kısa olmalıdır. Her durumda klemens bağlantılarının iyiliğine dikkat edilmelidir. Aşağıda çeşitli arıza durumlarının çözüm şekli verilmiştir.

A — 10 kV, 3092 m, 3x95 mm' bakır kabloda iki Uetgen arasında yüksek dirençli arıza vardır.

Anza yakılmış hata 3 Q civanna indirilmiştir. Murray metodu tatbit edilirse, kablo girişinde $U_b = 0,294$ ve ölçü kontrolundan $U'_b = 0,7061$ bulunmuştur. Teorik olarak $U_b + XT_b = 1$ olmalıdır. Hata uzaklığı $X = 2x3092x294 = 1818$ m bulunur. Kablo sonundaki ölçmede : $U' = 0,2063$ kontrolde : $U'_s = 0,7939$, $U + U'_s = 1$, $y = 2x3092x0,2063 = 1275,8$ m

$$A = (1818 + 1275,8) - 3092 = 1,8 \text{ m}$$

$X = 1818$ m muhtemelen 1818 metre civarındaki eski bir buattadır.

B — 10 kV, 780 m, 3x50 mm' bakır yeraltı kablusunda bütün damarlar birbirine ve toprağa kısa devredir.

Klasik hata yeri tesbit metotları bu komplike fakat fitabil hatada kullanılamaz. Impuls metodu tatbik edilirse : Kablo başlangıcında, ölçü iletgeninde impuls müddeti 9,55 μ s, hataya kadar olan kabloda 5,34 μ s dolayısıyla $t_x = 5,34 - 0,55 = 4,79$ μ s bulunmuştur. Kablo sonundaki ölçmede $t_t = 4,96 - 0,55 = 4,41$ μ s ölçülmüştür. Neticede $t_t = t_x + t_y = 9,2$ μ s buradan

$$X = \frac{t_t \cdot v}{2} = \frac{9,2 \cdot 780}{2} = 406 \text{ m}$$

hesanlanır. impuls hızı kontrol edilirse $v = 2,78/0,2 = 168,5$ m/ μ s olur.

O — 10 kV, 481 m, 3x150 mm' Alüminyum kabloda iki Uetgeninin kopuk olduğu tesbit edilmiştir.

İki Uetgen Ue 'kılıf arasındaki kapasite ölçülerek arıza yeri bulunur.

Kopuk iletkenler, R ve S olduğuna göre, kablo başlangıcında yapılan ölçüde $R_x : C = 80,2 \text{ nF}$, $S : C'_x = 80,6 \text{ nF}$, kablo sonunda ise $R : C = 100 \text{ nF}$, $S : C'_y = 100 \text{ nF}$ tesbit edilmiştir. Sağlam -T fazında ise $C_x = 182 \text{ nF}$, $(C_x + C_y) < C_s, C_s$; doğru değer olduğuna göre,

$$X = l_x \frac{C_x}{C_s} = 481 \times \frac{80,2}{182} = 182 \text{ m,}$$

$$X' = 481 \times \frac{80 \times 6}{182} = 213 \text{ OTL ort,alama } 212,5 \text{ m}$$

olur.

$$y = y'' = 481 \frac{100}{182} = 264 \text{ m, } X + Y = 476,5 \text{ m,}$$

$A = (x + y) - l = 4,5 \text{ m}$ neticede $X_{or} = 212,5$

$$\left(1 + \frac{4,5}{481}\right) = 214 \text{ m arıza başlangıç ucundan}$$

yaklaşık 214 m uzaklıktadır.

D — 35 kV, 3219 m $3 \times 120 \text{ mm}^2$ üç kurşun (münferit) kılıflı balar kabloda bir iletgeh toprağa kabaklıdır.

Başlangıç ucundaki impuls metodu ölçüsünde $t_x = 19,85 \text{ } \mu\text{s}$, sağlam fazda $t_j = 41,16 \text{ } \mu\text{s}$ bulunmuştur.

$$X = 3219 \times \frac{19,85}{41,16} = 1552,4 \text{ m'de bulunur. Bu}$$

lunan neticenin kontrolü için hız tesbiti yapılır.

$$v = 2 \times \frac{3219}{41,16} = 156,4 \text{ m/}\mu\text{s}$$
 bulunur ki normal bir değerdir.

mal bir değerdir.

E — 1 kV, 53 m, $3 \times 95/50 \text{ mm}^2$ bakır kabloda bir damarla kılıf arasında İzolasyon hatası tesbit edilmiştir.

önce yakma cihazı ile izolasyon 20 kV'dan 2 fi'a düşürülmüştür. Murray usulü tatbik edilmesine göre, kablo başında $U_b = 0,3745$, $U'_b = 0,6274$, $U_b \cdot 4 \cdot T_j \cdot b = 1,0019$ arıza yeri $X = 2 \times 53 \times 0,3745 = 39,7 \text{ m}$ bulunmuştur.

Kablo sonunda $U_s = 0,1363$, $U'_s = 0,8643$, $U_s \cdot 4 \cdot T_j \cdot b = 1,0006$, $y = 2 \times 53 \times 0,1363 = 14,45 \text{ m}$ $4 = (99,7 + 14,45) - 53 = +1,15 \text{ m}$, $X_{or} = 39,7 (1 - 1,15/53) = 38,9 \text{ m}$ $y_{or} = 53 - 38,9 = 14,1 \text{ m}$. Arıza yaklaşık kablo sonundan 15 m uzaklıktadır.

F — 10 kV, $3 \times 35 \text{ mm}^2$, $l = 17 \text{ m}$, $3 \times 90 \text{ mm}^2$, $l = 66 \text{ m}$ bakır kablo bir damar toprağa kısa devre. Murray metodu tatbik edilecektir. Yal-

nız daha önce iki farklı kesitte kablo kullanıldığından, bir kesiti diğerine irca etmelidir. 17 m,

$$3 \times 35 \text{ mm}^2 \text{ iletgen } 17 \times \frac{95}{35} = 46,1 \text{ m, } 3 \times 95 \text{ mm}^2$$

iletgene uyar. Uzunluk $l = 46,1 + 66 = 112,1 \text{ m}$ olur. Kablo başında $U_b = 0,2343$,

$X = 2 \times 112,1 \times 0,2343 = 52,5 \text{ m}$, kablo sonunda $U_s = 0,2733$, $y = 2 \times 112,1 \times 0,2733 = 61,3 \text{ m}$

$$A = (52,5 + 61,3) - 112,1 = 1,7 \text{ m,}$$

$$X_{or} = 52,5 (1 - 1,7/112,1) = 51,7 \text{ m}$$

$y_{or} = 112,1 - 51,7 = 60,4 \text{ m}$ kablo sonundan $66 - 60,4 = 5,6 \text{ m}$ veya kablo başından $17 + 5,6 = 22,6 \text{ m}$ uzakta arıza bulunur

Kontrol için impuls metodu tatbik edilirse $t_x = 0,26 \text{ } \mu\text{s}$, $T = 0,97 \text{ } \mu\text{s}$, $X = (66 + 17)$

$$\frac{0,26}{0,97} = 22,2 \text{ m. arıza başlangıç ucundan } 22,2$$

m ilerdedir. Bu metotta kesit değişimi hesaba katılmadan doğru sonuç alınabilir.

G — 10 kV, 4015 m, $3 \times 95 \text{ mm}^2$, bakır kabloda bir damar toprağa kısa devre Murray usulü tatbik edilince, kablo başında $U_b = 0,026$,

$X = 2 \times 4015 \times 0,026 = 208,8 \text{ m}$, kablo sonunda $U_s = 0,4742$, $y = 2 \times 4015 \times 0,4742 = 3807,8 \text{ m}$ hesaplar mıştır. $A = (208,8 + 3807,8) - 4015 = 1,6 \text{ m}$. $X_{or} = 208,8 \text{ m}$ İmpuls metodu tatbik edildiğinde kablo başlangıcında : $t_x = 2,42 \text{ } \mu\text{s}$, $t_j = 49,14 \text{ } \mu\text{s}$,

$$X = 4015 \times \frac{2,42}{49,14} = 197,7 \text{ m, kontrol için hız he-}$$

hesap edilirse,

$$v = \frac{2 \times 4015}{49,14} = 163,4 \text{ m/}\mu\text{s}$$
 normal bir değerdir.

Arıza başlangıç ucundan 210 m uzaktadır.

H — Bir damarlı $1 \times 300 \text{ mm}^2$ 110 m, bakır tramvay besleme kablosunda toprağa kısa devre vardır.

Aynı kabloda impuls hızı $164 \text{ m/}\mu\text{s}$ civarında olduğuna göre, $t_x = 0,58 \text{ } \mu\text{s}$ ölçüldüğünden,

$$X = \frac{164}{2} \times 0,58 = 47,6 \text{ m}$$
 de anza tesbit edilir.

I — 10 kV, 1517 m, $3 \times 95 \text{ mm}^2$, bakır kablunun bütün damarları kopuktur. Kapasitif metod uygulanırsa, kablo başında : R fazında $C_x = 258 \text{ nF}$ fazında $C'_x = 262 \text{ nF}$, T fazından $C''_x = 258 \text{ nF}$, kablo başında R fazında $C_y = 39,8 \text{ nF}$, S fazında $C'_y = 39,8 \text{ nF}$, T fazında $C''_y = 39,2 \text{ nF}$ ölçülmüştür.

$$X = 1 \frac{C_x}{C_x + C_y} = 1517 x \frac{258}{258 + 39,8} = 1314,3 \text{ m}$$

$$X' = 1 \frac{C'_x}{C'_x + C'_y} = 1517 x \frac{262}{262 + 39,8} = 1316,9 \text{ m}$$

$$X'' = 1 \frac{C''_x}{C''_x + C_y} = 1517 x \frac{258}{258 + 39,2} = 1316,9 \text{ m}$$

Aynı kabloya impuls metodu tatbik edilirse, kablo başında $t^{\wedge} = 15,03 \wedge,3$ kablo sonunda $t_v = 2,11 \wedge s$, $t_x = t_x + t_y = 17,14 \mu s$, $15,03$
 $X = 1517 x \frac{15,03}{17,14} = 1330,3 \text{ m}$ „ = $2l/t_x + t_y$

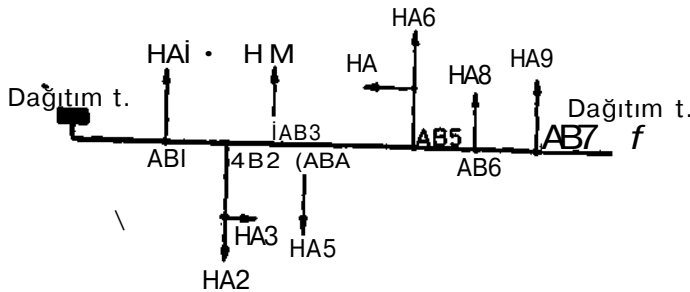
$u = 177 \text{ m}/\mu s$ hesap edilmiştir. Anza kablo başından 1337 m uzakta bulunmuştur.

1 (kV) şehir şebekeleri yeraltı kablolarında anza aranması)

Alçak gerilim tesisleri dalı şebekeler olduklarından arıza aranması çok güçleşir. En uygun olarak İmpuls cihazından faydalanılabilir. Şekil (13) de bir misal şebeke verilmiştir.

Arıza AB 4 ve AB 5 arasında olduğu bilindiğine göre, impuls cihazıyla bu neticenin tahkiki için ölçü iki üetgen veya bir iletgen U_e kablo kılıfı arasında yapılır, ölçüye A ucundan bağlandığına göre HA1, HA2, HA3 vs. ev İrtibatlarının devre kesenleri açılır. Sonra sırasıyla devre kesenler tasa devre edilir.

Ekran üzerinde kısa devrenin yeri ölçü çubuğu vasıtasıyla işaretlenir. Kısa devre edilen devre kesen tekrar açılır. Sırayla devam edilir. Hatanın arkasındaki ev İrtibatının kısa devresinde (HA 6, HA 7, HA 8 gllbi) Ekran üzerinde impuls kalıncı çok az fark edilir veya edilmez.



Şekil -13

Hata yeri ayrılma mufu AB 4 de veya ondan ileridedir.

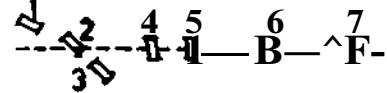
Dağıtım şebekesinin sonunda yapılan ölçüde HA 9, HA 8, HA 6, ve HA 7 devre kerelerinin kısa devresinde ekranda fark edilen İmpulalar görülür. HA 5, HA 4, vs.de ekranda işaret değir sikliğı görülmez. Arıza AB 5 buatında veya ondan ileridedir. Hatanın yeri AB 4 ile AB 6 arasında olduğu tesbit edilmiştir. İmpuls cihazı ekranda hata yeri değir buat ve ev İrtibatları refleksiyonlarından dolayı muhtemelen ayırt edilemez. Bu durumda AB 4 ile AB 5 arasında olduğu tesbit edilmiştir. İmpuls cihazı ekranda hata yeri değir buat ve ev irtibatları refleksiyonlarından dolayı muhtemelen ayırt edilemez. Bu durumda AB 4 İle AB 5 arasındaki kablo uzun İse, demonte edilerek, bahsi geçen iki buat arasında impuls cihazıyla net ölçü yapılabilir.

Çeşitli metotlarla hesap edilen anza yerinin arazi. üzerinde tesbit edilebilmesi için, kablo güzergâhı gösteren föylerin, kablo ferş edilirken hazırlanması gerekir. Genellikle föylerde kablounun ek yerleri arasındaki mesafe ve yolun karakteristik noktalarına olan uzaklıkları işaret edilir.

Yeraltı şebeke tesisi sırasında kablo güzergâh plâm hazırlanmamışsa ölçü neticesinden faydalanmağa imkân yoktur. Bu durumda kablo yeri arama cihazından istifa edilir.

Bu aparat girişine bir arama bobini irtibatlandırılmış selektif bir alçak frekans amplifikatörü, kulaklığı, ayrıca kablo girişine 50 veya 800 Hertzlik bir işaret tatbik eden vericiden İbarettir. Kabloya gönderilen elektrikli işaretin meydana getirdiğı magnetik alana arama bobini sokulursa, alçak frekans amplifikatörüne bağlı kulaklık vasıtasıyla bir ses duyulabilir. Ses şiddetinin yükselip alçalmasından kabloya yaklaşıldığı veya uzaklaşıldığı anlaşılır. Bobin kablo üzerinde ufki olarak hareket ettiği zaman maksimum ton alınır.

Şekil (14) de kablo arama vaziyeti gösterilmiştir. 5-6-7 konumunda kablo boyunca Uerlenmektedir.



Şekil -14

Pratikte bir baston ucuna tesbit edilen bobin Ue de arama yapan aistem geliştirilmiştir. Bu durumda kablo İki maksimum ton arasındaki minimumda yatar. Durum geldi (15) de gösterilmiştir.

Aranılan kablo yanında, diğer kablolar da bulunduğu takdirde, güzergah tesbiti çok zorlaşır. Aranılan kabloda kısa devre olan damarlar hat sonunda birbirine bağlanır. Mağneük akı ölçgüeri, artık daire değildir. Şekil (16) Mağneük alan



Şekil-15

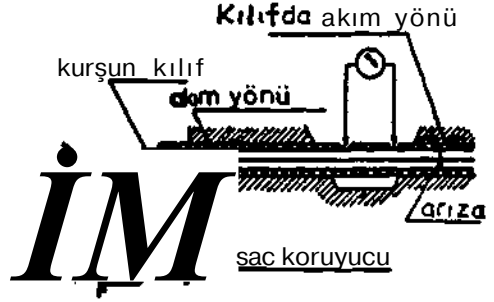


Şekil-16

ekseni kablo eksenine üe çıkarılır. Hat güzergahını çıkartacak olan teknisyen eline arama bastonunu, boynuna bir kayışla asılan amplifikatörünü ve kulaklarına kulaklığı yerleştirir. Ayrıca amp- İtlikatör üstünde alınan sesin şiddetiyle doğru orantılı sapan bir miliampermetre bulunur.

Bahsedilen ölçü metotlarıyla yapılan ölçü neticeleri noktası noktasına hata yerine vermez. Misâl olarak impuls metodunu verelim. Hatası ihmal edilebilecek kadar küçük bir cihazla, ölçme yapsak dahi, ölçülen kablonun zamanla dielektrik sabitesi değişmiş, dolayısıyla İmpuls hızı bilinen değerden kaymış olabilir. Cihazı kullanan personel ekran üzerinde okuma hatası yapabilir. Kaldı ki cihaz da gerilim değişmelerinde çok akar. Ayrıca ölçü tam doğru olsa dahi, kablo ferit sırasında tanzim edilen föyler hatalı olabilir. Neticede arıza mahallinde bazen 50 - 60 m kanal kazmak gibi zaman ve işçi emeği yönünden hiç de iyi obniyan yollara baş vurmamak zarureti hasıl olur. ölçü mühendisi için İdeal, arızanın noktası noktasına tesbitidir. 5-10 Km uzunluktaki arızalı bir kabloyu önce açıklanan metotlarla ölçtükten sonra, kablo güzergâhı tesbit cihazı vasıtasıyla mahalli bir arama yapılarak, arıza yerinde maksimum veya ses şiddeti ohndığı noktada mahallen arıza yeri tesbit edilebilir ama bu duiamda arıza direnci maksimum 1 Q mertebesinde olmalıdır. Buda pratikte yakma dhazıyla dahi olsa çok nadir sağlanabilir.

Şekil (17) de noktası noktasına hata tesbit için başka bir usul verilmiştir. Hata civarında açılan çukurda yapılan akım yönü ölçülerinde, ölçü cdhazı ibresi sapmadığı vaziyette hata cihazın iki ucu arasında bulunur. Hatanın sağında galvanometre bir yöne, solunda diğer yöne sapar.



Şekil -17

Bu durumda akım şiddeti 0,1 ile 15 A civarında olabilir. Bu metot arıza direnci en çok 100 ohm civarında olan arızalara tatbik edilebilir. Hata yeri civarında bir çok çukur açmak icap eder, bu da pahalıya mal olur.

Yeraltı besleme ve dağıtım kablolarında pratikte bol kullanılan usul ve cihazlardan bahsedilebilmiştir. Daha pek çok usul ve gerektirdiği aletler planlanabilir, imal edilebilir. Bu hususta ölçü mühendisliği daha son sözünü söylememiştir.

REFERANSLAR

- 1 — Envin Widl - Fehlerortungen, Ihre Messverfahren in Fernmelde - und Starkstromkabeln, 1962 By Dr. Alfred Hüthlg Verlag GmbH, Heidelberg.
- 2 — Hütte des Ingenieurs Taschenbuch, IV A Elektrotechnik teli A. Berlin 1957.
- 3 — Kleler Howaldtswerke anonim şirketi cihaz İmalâtı bölümü.
- T 01/1 arıza yeri tayin cihazının İzahı ve kullanma talimatı.
- Nurgök matbaası 1958 tstanbul.
- 4 — BBC, Kieler Howaldtswerke, Balteau Detektör Dac 6 Katalogları.