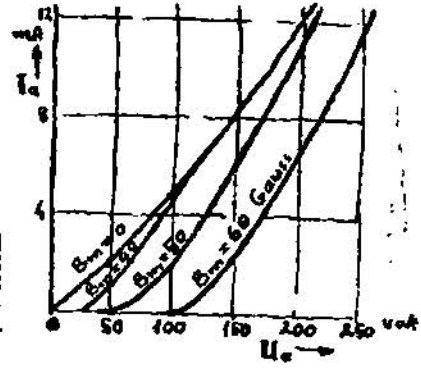


Şekil 3. Muhtelif anod gerilimlerinde magnetik alan şiddetine bağlı olarak bir magnetronun anod akımı



Şekil 4. Muhtelif alan şiddetinde anod gerilimine bağlı olarak anod akımı

Trifaze Şebekelerde Tehlikeler

Yayınlar AKSU

\. Käh. - K. İ. E.

Yüksek gerilimle alçak gerilim arasında kazı bir temas noktası alçak gerilim şebeke potansiyelinin artmasına mâni olmak için alçak gerilim nötr noktası topraklanır. Böylece topraklama direnci küçük olmak şartıyla her telin potansiyeli yıldız gerilimini aşmaz.

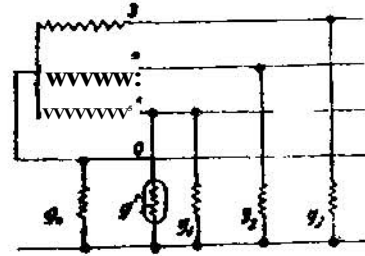
Fakat, elektrikle ölüm tehlikelerinden dolayı bu nötr topraklamalar mahzurludur. Zina toprağa ve bir nakile değen bir şahıs şebekenin yıldız geriliminin tesirinde bulunur ve vücuttan geçen akım doğru omntılı, rüençle ters omntılı tını akım ge^er.

Nötr noktası izole tesisi halinde, şebeke nakitlerinin izolman seviyeteine bağlı olarak vücuttan geçecek akım az olup, tehlike birinci dununa nazaran küçüktür.

Demek ölüyor ki nötrü topraklamak veya izole etmenin mahzurları vardır. Umumiyetle nötr noktası topraklı olmakla beraber fabrikalarda, maden ocaklarında nötrü izololü tesislere de rastlanmaktadır.

Nötr İzoleli Trifaze Alçak Gerilim Şebekelerinde Elektrik Kazaları ve Potansiyat Dağılışı :

Şekil : 1, nötr teli için perditans g_0 . Ve 1, 2 ve 3 faz telleri için g_1, g_2, g_3 olan dört telli bir üç fazlı şebekesini göstermektedir. Perditansları g' veya direnci $1/g'$ olan bir şahıs toprak ve 1 faz nakiline temas etmektedir. Bu şahsın



Şekil 1

şahsın potansiyelleri v_1, v_2, v_3 vücutta geçen akımını tayin edeceğiz.

e_1, e_2, e_3 üç fazın aynı yıldız gerilim değerleri, v_0, v_1, v_2, v_3 nötr teli ve diğer üç fazın potansiyelleri olsun.

Potansiyel ve yıldız gerilimleri arasındaki aşağıdaki münasebetler mevcuttur.

$$\begin{aligned} v_1 &= v_0 + 4 G_1 \\ v_2 &= v_0 + 4 G_2 \\ v_3 &= v_0 + 4 G_3 \end{aligned} \quad (1)$$

Ayrıca beş perditans'tan geçen akımların toplamının sıfır olduğunu yazalım.

$e_1, v_1 + (g_1 + 4 g_0) v_0 = 4 g_1 v_0 + g_1 v_1$ denkleminde yerine konursa aşağıdaki ifadeler bulunur.

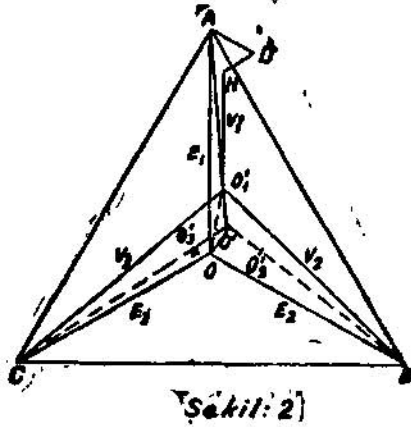
$$e_1 - v_1 = 4 g_1 (v_0 - v_1) + 4 g_0 v_0$$

$$i_1 = g_1 (v_1 - v_0) - 4 g_0 v_0 = 0$$

$$V_0 = \frac{-g_1 - g' + g_2 + g_3}{g_0 + (g_1 + g') + g_2 + g_3}$$

$$V_1 = \frac{(g_0 + g_2 + g_3) E_1 - g_2 E_2 - g_3 E_3}{g_0 + (g_1 + g') + g_2 + g_3} \quad (3)$$

V_1 potansiyelim kompleks değerler veya ftr diyagram' a tesbit etmek mümkündür. Potansiyel dağılım; tıym ftrmok diyagramın çizimmi yapalım



ABC üçgeni şebekenin faz arası, O A E_1 , OB - E_2 ve OC E_3 vektörleri g o ilimlerden goller- sin.

1 No lu çit aklmle göre V_1, V_2 ve V_3 gerilimleii V_0 nötr potansiyeli kadar yıldız gerilimlerinden farklıdır: O noktasından O_1, O_2, O_3 mesafede tıulunıf.ıc O^ noktasını A, B, C köşeli- T ine birleşimn «lc t-lik rllccuk vclfoilci potansiyelle]ı sröytercfvku!- Sımtlı by O, noktasını lâyin cdtır.

Bastıleştirme: if-n (1 $E_0, g, g_1 + g_2 + g_3$ k-yalan.

A'dan tıbd.;cn (Ü) (l^ntleimnc gc: O15 ye

paralel ve değeri $\frac{E_2}{g' + G}$ E eşit AD vektö-

rünü ve OC ye paralel ve değen $\frac{E_3}{g'' + G}$ E

tşlt HD vektörünü nihayet AO ya paralel vt de-

geri $\frac{G - g_1}{G + r}$ E eşit HO_1 eşit vektörü çizelim.

Böylece istenen O' noktası bulunacaktır. V_0, V_1, V_2 ve V_3 potansiyellenni $O_1, O_2, O_3, O_4, O_5, O_6, O_7, O_8, O_9, O_{10}$ değerleri gösterecektir.

Tele değen şahsın konduktansmdan tloleyı şebekedeki potansiyel dağılışı değişmektedir. $V_0,$

vektörünün yönü değişmemektir. ancak büyüklüğü değişmektedir. Diğer potansiyeller hem yön hem deger bakımından değişmektedir, g' arttıka O' noktası O,A doğrusu üzerimde yer tUgiştirir.

Vücuttan geçen akım $g'V$ ye eşittir. Kojnli leks değerler vasıtasıyla bu akımı hesaplamak mümkündür.

$$E_2 = \left(\frac{1}{2} - \frac{y\sqrt{3}}{2} \right) J B,$$

$$E_3 = \left(\frac{1}{2} + \frac{y\sqrt{3}}{2} \right) J J E,$$

Bu değerler (3) denkleminde yerine koyalım $v - g'$ ile çarpalım.

$$r = \frac{3(g_2 - g_3) + 1 \left(\frac{V^3}{2} (g_2 - g_3) \right)}{G + g'}$$

Şebekenin 1/olman I>t'gerine (f^ro Kl^lritrik Kazalannın Khemmiyeti :

a) - Şebekenin, nöti Lelinin bulunmadığını \eya çok iyi izole fdlmiş olduğunu kabul edelim. Diğer üç nakilin izolman dirençleride birbirine eşit olsun, ($r = 1/g$).

$$r = \frac{3 g g' \cdot E}{g + g' + \frac{r}{3}}$$

($r = r$ ise r İhına' edihı.^

Nötrü çok iyi izoleli ve her dç nakilin izol- Tin dir-ençleri aynı bir şebekede toprak ve bV nakile değen şahsın vücudundan geçecek akım, şebeke izolman direncinin vücut direnci ile sert bulunması dolayısıyla ası olup ölüm tehlikesi de azalmış olur.

Faz arası: gerilimi U olan böyle bir şebeker Ue bir temas neticesi bñ tehlike meydana gelmemesi için vücuttan geçecek akımın 25 mA nı geçmemesi lâzımdır. Böylece her nakilin izolman direncinin sağliyaçağı değer.

$$\frac{3 E}{r} = \frac{\sqrt{3} \cdot U}{r} < 0,025$$

$$r > 70 U \text{ olmalıdır.}$$

Böylece- 230-400 voltluk bir şebekede bir tehlikenin meydana gelmemesi için faz tellerinin izolman dirençleri 28000 ohm dan aşağı olmalıdır.

b) Nötr nakilinin diğer nakillerle aynı izolman direncine malik bulunması halinde.

$$I' = \frac{4 g' \cdot E}{g' + g''} = \frac{E}{r' + \frac{r}{1}}$$

Burada da bir nakile ve toprağa temas eden bir şahsın ölmemesi için nakillerin toplam dirençlerinin 93 U. dan büyük olması lâzımdır.

Bu, ölüm tehlikeleri bakımından nötrü izoleli şebekelerin nötrü topraklanmış şebekelere faikiyetidir. Ancak t «mas vuku bulmayan bir nakilin fena izole bulunması halinde bu avantaj ortadan kalkar.

Zira, 2 veya 3 nakillerinden birisinin toprağa teması halinde 1 nakili, $U = \sqrt{3} B$ faz arası gerilimini taşır. Böylece temas edilen telin izolmanı ne olursa olsun vücuttan geçecek akım nötrü topraklanmış haldeki nispetle $\sqrt{3}$ misli daha fazladır.

c) 2 ve 3 nakillerinin izolmanlarının aynı olması halinde $g_2 = g_3 = g^m$ izoleli nötrün topraklanmış şebekeye nazaran tehlikeli olduğu durum :

$$\begin{aligned} & (g_0^* + 9 g_m + 6 g_0 g) / 2 \\ & g' + g'' + g_x - i - 2 g_m \\ & g'' + 3 g > g' + g_x, 1 g, 2 g \\ & 2 S^{TM} > g_1 + g' \text{ veya} \\ & \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r'} \\ & \frac{1}{r_1} < \frac{1}{r_1 + r'} \end{aligned}$$

Bu demek ki temas edilen iletkenin izolman direnci H_u temas eden şahsın dirençlerinin paralel değeri diğer nakillerin direncinden büyük olduğu müddetçe tehlike büyüktür. Temas edilen iletkenin izolmanının iyi olması halinde bu şartın küçük r'' olur.

$r' = 5000$ olun değeri için diğer nakillerin izolman dirençleri bu değerin aşağısına düşerse şebekenin kötü çalıştığına hükmedilir.

Toprağa ve Nötr Teline Temas Kden Şahsın vücutundan Geçen Akımı :

Bu halde de (5) perditansız geçen akımın sıfır olduğunu yazmak kâfidir VQ böylece $(g_1 + g_2) v_0 + g_1 v_1 + 4 g_1 v_2 + g_1 v_3 = 0$ ifadesi elde edilir, t No. 10 denklemler yardımıyla

ve yukarıdaki gibi kompleks değerlere geçelim

$$V_u = \frac{(g_1 + g_2) \frac{V_s}{2} (g_1 - g_2)}{S' + G} \cdot E_1$$

Vücuttan geçen I' akımın efektif değeri

$$I' = \frac{S_c' + g_1' + S_c'' - g_1 g_2 - g f i j - S J S I}{g' + G} \cdot E$$

Her üç nakilin izolman dirençlerinin aynı olması halinde nötr telinin potansiyeli sıfır olur. Bir tehlike zahir etmez. Bir perditansız sonsuz olduğu halde dahi bölüm 1 den küçüktür. Ve akım I' küçük $g'' \cdot E$ dir.

Nötrü izoleli Şebekelerin Terk Kdibesinin Sebepleri :

İyi izolmanlı nötrü izoleli bir şebekeye nazaran ölüm tehlikesini attırmasına rağmen bu gün eksik testlerin nötrü topraklanmaktadır. Bu kanaat veya fikir şundan doğmaktadır.

1 — İzolmanı kötü olan abonelerden dolayı istenilen izolman sağlanamamaktadır. Şebeke oıla derecede bu izolmana teair etmektedir.

2 — Yüksek gerilimle alçak gerilim arasında bir temasta nötrü topraklanmış tesülct in daha emniyetli olması.

Nöü İZOLLI tesisin km aralıklarla [YA-I tnanının kontrol] edilmesi lâzımdır.

Elektrikle ölüm Tehlikelerinin Kontrolü :

Bu kontrol çok kolaylıkla yapılabilir. Bit insanın çok iyi bir temas halinde rezistansı $r_0 = 2000$ ohm. olduğuna göre nakil ile toprak arasına 2000 ohm. luk bir direnç bağlanır. Bu dirençten geçecek akımın 25 mA. rı aşmaması lâzımdır. Pratikte şebekeyi besleyen transformatör tablosunun arkasına 2000 ohm. luk bir Voltmetre her fazı ayrı ayrı bağlanır ve geçen akım okunur.

Kapasite ve Perditsansız Trifaze Şebeke :

Evvelki kısımlarda nakillerin toprağa nazaran kapasitelerini ihmal etmiştir. Bu demektir ki perditansız geçen akımın nazaran kapasite akımları küçüktür.

50 HZ'lik hava hatları için ortalama kilometrik kapasite 0,005 mikro F. olup 0,005 10 314'lık perditansa tekabül etmektedir ve izolman direnci

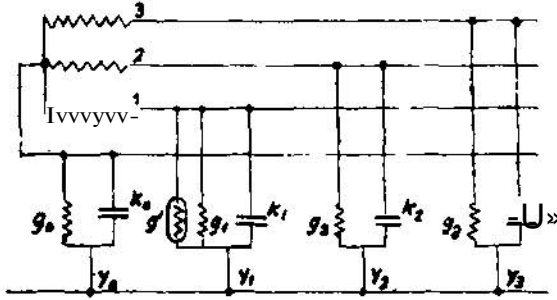
2 10

0,32 M ohm km dir.

3,14

100,000 ohm/km'lık dirençle izole edilen bir şb-
b<k/flr kapamtoleiden geçen akım perditanslat-
dan gvcen akımın 16 %'i dır \<e bu akımları bım-
bııııj dıkııı

Fakat kablo şebekleinde bal hoıylp deg' -
du Z.ra izolmun ıyı olup ET izolmaü perditam-
l.arıı" at-^ k\y kapasite susuptansı daha mühim-
dir. C'ık ıtutubotl: yerlerde makaralar üzerıını
ınşa tidilmiş izole kablolar halinde nomlı bir yt>-
de, kurşun kılıfın oynadığı ıoı gibi iletken b-ı
/ıtil meydana g^ıııı ve burada dn suseptan-
e temınıyetlı olu'.



Şekil 3

Xondukt;-ınsı g' olon bir şahsın l nakılın>
ttması es.l.sında vücudundan geçen akımı ht -
saplamak iç,n V potansiyellin ile E yıldım ger-
limleri alasında aşağıdaki mün'is ıırtırını r\--
onünde bulundurmak lâzımdır.

$$\begin{aligned} V_0 &= V_1 + E_1 \\ V_1 &= V_2 + E_2 \quad (f) \\ V_2 &= V_3 + E_3 \end{aligned}$$

ve ki/pasui' VP luic'-tansdan g' g'ıııı ij:ıııııı sıl .
ohlug-ıııı da yazalım

$$\begin{aligned} (g_1 + j K_1) V_1 &= (g_1 + 6_1 + j K_1) V_1 + E_1 \\ (g_2 + j K_2) V_2 &= (g_2 + j K_2) V_2 + E_2 \\ Y_0 V_0 &= e^0 + j K_0 W \text{ koyalım.} \end{aligned}$$

$$Y_0 V_0 + (g_1 + Y_1) V_1 + Y_2 V_2 + Y_3 V_3 = 0$$

5 No. lu denklem'lerden V₁, V₂ ve V₃ ye>:nı
fıoerlemlı koyalım, nötr noktasının potansiyeli

$$V_0 = \frac{(g_1 + Y_1) E_1 + Y_2 E_2 + Y_3 E_3}{Y_0 + (g_1 + Y_1) + Y_2 + Y_3} \quad (d)$$

V₀ bulunduktan aonra, V_x potansiyeli
V_x -- V₀ + E_j olarak bulunacaktır.
Ve vücuttan geçen akım :

$$I^1 = g' V_x \text{ dir.}$$

Ekseri hallerde basitleştirme için kapasite-
lerin eşit olduğu kabul edilir.

E. M. M. 9

$$K_0 = K_1 = K_2 = K_3 = K$$

vt vücuttan geçen akım kolaylıkla tavın edııı
E₁ + E₂ + E<sub>3} = 0 ve (5 No. lu ımııasebetler -
dbn,</sub>

$$(g_1 + S_1) V_1 + f(S_2 V_2) = S_1 V_1 + f(n_1, \dots, j.kw)$$

$$V_0 = 0$$

$$V = \frac{(g_1 + g_2 + g_3 + j.4 kw) \cdot E_1 - g_2 E_2 - g_3 E_3}{s' 4 G'] . 4 kw}$$

Kompleks değerler vafilasıyla vuruttau g' -
k<a>k akım :

$$\frac{3}{2} (g_1 + S_1) V_1 = 14 kvv ;$$

$$r = c^1 v_0 = s' \frac{1}{\sqrt{3} \cdot (g_1 + S_1) - 16 K - w^2}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} (g_2 - g_1) = jI/2$$

$$y = \frac{E}{(g_1 + G)^{-1} + 16 kw}$$

Yüksek gerilim şebekelerinde olduğu gibi
perditaneler hane; kapasitenin mühlrr. oUugu hal-
ile tehlike artar.

Kapasiteli ve Perditan«h Şebekede, ölünü
Tehlikelerinin Kontrolü :

2000 ohm dirençli bir Voltmetre yardımıyle
(ok iyi bir şekilde tehlike derecesini tesbit et-
mek mümkündür.

Voltajı 250 Volttan - 600 Volta K<«>r Olan
Ş>-t*r! ı :

ı . ı hı.k.-laıda ve tra.ıun otak'fu'rırla yıl-
(Z gci lıııı 230 velttan büyük genhnıleie ra*-
lanmaktadı. (150 V ilâ 600 Volt). Böyle şe-
ti'k.-İcid" kazala.li azaltmak maksadıjlıı nötri'
izole yapılır ve 2000 ohm luk bir Voltmetre veya
dovresine seri bağlı 2000 olun luk mılımpcrmet-
re ile file sı! kontroller yapılır.

Gsrılıılın Lüyüküğü ve şebekenin genişliğ:"
nispetinde toprak ve şebekenin bil nakiline deđ-
en bir şahsın vücudundan büyük akımlar geç-
erek ehemmiyetli tehlikeler meydana getirirler.

Evvelki formüller yardımıyla bu nkımları
hesaplamak mümkündür. Yüksek gerilim şebe-
kesinin iyi izolo. edihnesi dolayısıyla g perditan>-
lan ihmal edilebilir. Faz kapasiteleri de biribi-
rındsn az farklı olduğundan hepsi için aynı blı
deđer kabul edilebilir.

tyi İzole Simetrik Trifaze Şebeke :

Yaygın ve iyi izole bir şebekede kapasite
akımını hem toprağa hem tele dokunan bir şa-
hs için tehlikeli değtrler alabilir. Zira bu halde
(g' - t Jkw) V₁ + jkw (V₃ - V₀) = 0 ve i5)
denklemleri yardımıyla

21

$$V_1 = \frac{3 \text{ kw}}{g' \cdot 1 \text{ jkV}}$$

vücuttan ^eu,jii nki .uu cfik vs değeri

$$r = \frac{3 \text{ kw}}{(1 + 9k^2 \cdot w^2 \cdot l^2) 1/2 \sqrt{U}}$$

Bu formülü bir misale tatbik edatım.

25 km. uzunluğunda ve km ve fuz başın •. kapasitesi 0,006 mikro F. olan bir şebeke 50 HZ. de rıdencı r' 1/g' - 5000 ohm olan bir şahsın vü- cudundun 0,1 Amper göçmesi icra vnl't'ijt ne o'- makdın.

$$r = \frac{0,1413 \cdot 10}{(1 + (0,1413 \cdot 5)^2) 1/2} = 1,75$$

$$r = \frac{0,1413 \cdot 10}{(1 + (0,1413 \cdot 5)^2) 1/2} = 1,75$$

gılıut

$$1,73 \text{ İM } 1,2i$$

$$V = 1500 \text{ Volt}$$

$$0,1-113 \text{ II)}$$

O lvalde 1500 Voltluk faz arası gerilimi, 25 knı. Hk bir şebekede direnci 5000 ohm. olan bir şahsı Öldürmeye kâfidir. Şebekenin büyüklüğü nispe- tinde 3 Kw suseptansı artar ve kazazeden geçe-

cek akım değen — — olur ki, bu nötrü top- R'

rdfelanmış şebekedeknun aynıdır. Ba netice % 2 hata ile 3 kwr' 5 olduğu zaman elde edilir.

Un etudler gostennekttdı ki geril.mı 300u Voltun lustünde ol:m vo şebeke uzunluğu 15 km yi g 'en ştbekelerde notıun topraklanması V= 1/ole olması şahıslam enmiyt'ı bakımından bir sol cınni'imiiktadı. Bu balcından nızamn.iui--- ler 2 ve 3 kategori nötr noktalarının izole ve top- laktı: nınasını .-cı):st hır.ıknuşlaıdır.

Kasabalarda Elektrik şebekelerinin ük Etütleri

Şükrü ER
V. Müh.

Kasabalarda yapılan elektrik etüdləriadı; çorekli jüücün tayini için, kasabanın dununun» v« enerjinin temin *şeUlinebağlı* olmakla beralt'», kabul edilmiş 1«VJ ampirik kurallarımız vardır. **Bunlar** tecrübeyle birleştirilir ve yerinde gerekli takdirler yapılırsa umumiyetle bizi istenilene ulaştırırlar. Faltat, şebekeler için ampirik kaide- lerin olmayışı ve şebekelerinde buna imkân ver- niyecek kadar geniş sınırlar içinde değışmeleri, ilk keşiflerin ve maliyet hesabının yapılmasında fcizi, gerçekten hayH uzaklaştırmaktadır.

Sonradan yapılan projölenle ve ilk etüdlere tesbit edilen malzeme ınıktan ve **ciaatoi** ara- sında büyük farklar olmaması için aynı şartlar altında lcurubnuş kasaba A. O. şebekelerini* analizi yapılmak suretiyle, bazı kaidetertn çüta- ribnasına nğTaşılınıştır. Analiri yapılan şebeke- fer, aynı mütar.libido ve aynı şartlarla ihale edilmiştir. Şebelce malnezeNİ tek tek fiyatlandml- «nş ve işcBüder ayrıca hesaplanmıştır. **Bir kaç** kasaba hariç, şebekeler kasabaların **kam** ihtiya- tını karşılayacak şekilde yapıldığından multa- >estiye imkân verebileceg durumdadır.

Ayrıca, şebekelerin ihaleinde ve cetvellerin hazırlanmasında aşağıdaki hususlar gözöniine alınmıştır.

1 — Kasabalar seçilirken; farklı yerlerde ve farklı nüfusu olanlar gözönüne alınmıştır. Bu suretle direk başına ve nüfus başına isabet eden miktarların kasabanın büyüklüğü ile dağı- nıklığına bağlı olarak na-ıil değıştiklerini takip etmek mümkün olmaktadır.

2 — Şebekeler betonarme ve demir direkli- **ClAr** Mukayesede kolaylık sağlamak üzere beton • rme direkler demir direğe tahvil edll>ıış olarak 4lölşünU)lınış ve şebeke tamamen demir direğe icra edilmiştir. Ayrıca fiili olarak şebekede kul- lanılan demir miktarı da cetvelde gösteri İmiş* ir. Bu suretle, ağaç veya betonarme direkli şebe- kelerin ilk etiıdlerinde de cetvelterden faydalsi- nuik ıtıtünkün olabilmektedir.

3 — İliaüedeki rayıçler • Burada şetoekod? Uullanıun mahnezedenı yalnız demir ve bakır miktarları ile bedeUeri düşünölmüş diğcr malze- meler şebeke bedeli içinde gözönüne abnmıştır.