

Enerji Nakil ve PTT Hatlarının Çatışm ası

Zekâi T. TİMURTAŞ
Y. Müh. - Dler Bankası

7 — G i r 1 } :

Memleketimizde yüksek gerilimli enerji nakil hatlarının inşası ve bilâhare 'de NATO telefon hatlarının yapılması bizleri bir mesele ile karşılaştırmıştır. Buda enerji nakil hatları ile PTT hatlarının çatışması problemidir. Bu gibi hatların birbirlerini kesmesi veya paralel gitmeleri halinde enerji nakil hatlarının tesiri ile PTT hatlarında endüklenecek gerilimin insan hayatı için tehlikeli olmaması gereklidir.

Bu hususta 15/8/1956 târih ve 9382 sayılı resmî gazetede yayımlanmış «Kuvvetli akım elektrik dağıtım tesisatının bakım, işletme ve tesisine dair talimatname» de bir hüküm bulunmaması tereddüdü mucip olmaktadır. Ancak, yukarıda bahis konusu talimatnamenin tanzimine esas olarak alınmış İsviçre talimatnamesinde bazı hükümler mevcuttur. Bunlardan aşağıda yazılı olanların tatbik edilmesi Sanayi Bakanlığınca uygun görülmüştür:

1. Az tesirli (çok fazlı alternatif gerilimli hatlar gibi) yüksek gerilimli kuvvetli akımlı hava hatları ile zayıf akımlı hava hatlarının ayrı mesnetler üzerinde paralel olarak geçmeleri halinde, umumî kaide olarak iki nevi hattın iletkenlerinin arasındaki ufki mesafe en az 20 metre olacak tarzda tesis edilmelidir.

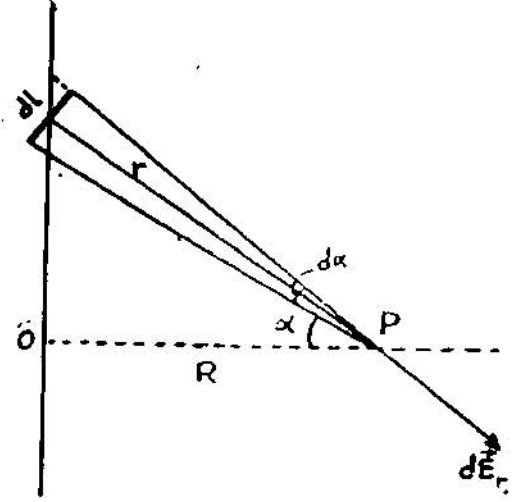
2. Kısa paralel olma hallerinde (meselâ müstakil evler veya ağaç gibi maniaların yanından geçişlerde) bu mesafe zayıf akımlı hattın bir tehlikeye maruz kalmaması veya işletmesinde karışıklığı mucip olmamak şartıyla kısaltılabilir.

3. Paralel kısımlar arasındaki ufki mesafe 10 metreden az olduğu takdirde bu kısımların uzunluğu mümkün mertebe 50 metreden fazla olmamalıdır.

Görülüyor ki, üç madde altında toplanmış olan bu esaslar bize mümkün mertebe rehber olacak evsiftadır. Ancak, bu konunun daha iyi anlaşılması için hatların elektrik etüdünü yapmak ve bu husustaki pratik sonuçlardan bahsetmek istiyoruz.

2 — Elektriksel tetkik :

2.1. Yüklü ve sonsuz uzunlukta doğrusal bir ipleğin meydana getirdiği alan :



(Şekil: 1)

İpliğin birim uzunluğundaki yük yoğunluğunu ρ ile gösterelim. Bu iletken üzerinde dl uzunluğundaki bir elemanda bulunan yük:

$$dq = \rho dl \quad \text{olup}$$

iletkene nazaran R mesafedeki P noktasında:

$$dE_r = \frac{\rho \cdot dl}{R^2} \quad \text{alanını meydana getirecektir.}$$

Burada ϵ dielektrik sabitesidir. Ancak OP - doğrusuna nazaran yüklerin simetrik olması dolayısıyla dE_r alanının OP ye dik doğrultudaki bileşenleri biri birini ifna edeceğinden dE_r in yalnız OP doğrultusundaki $dF_r = \frac{\rho \cdot dl}{R^2} \cdot \cos \alpha$ bileşenini almak kâfi gelecektir

$$di. \cos \alpha = r \cdot da \quad \text{ve} \quad r = \frac{R}{\cos \alpha} \quad \text{olduğundan}$$

$$dE_r = \frac{\rho \cdot dl}{R^2} \cdot \cos \alpha \quad \text{da ve buradan da}$$

$$E_r = \frac{\rho \cdot R}{\epsilon \cdot R^2} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \frac{R^2}{\cos^2 \alpha} \cdot \cos \alpha \cdot da = \frac{2 \cdot \rho}{\epsilon \cdot R} \cdot \text{bulunur.}$$

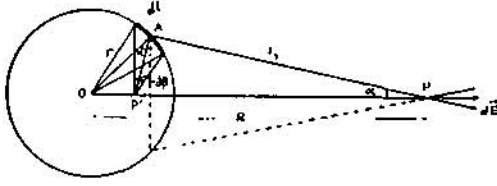
2.2. r yarı çaplı, üniform yükü iletken ve

sonsuz uzunlukta silindirin meydana getirdiği alan :

Silindirin dışında P noktasındaki alanı hesaplayalım.

Şekil: 2 de silindirin eksenine paralel ve di genişliğinde bir şerit, birim uzunluğunda a di yük yoğunluğunu haiz doğrusal bir iletkene benzetilebilir. Bu halde di şeridinin P noktasında

meydana getireceği elektrik alanı $dE = \frac{2adl}{r_1^2}$ olacaktır.



(Şekil: 2)

Burada, simetriden dolayı dE_{r_1} in OP ye dik bileşenleri biri birini ifna edeceklerdir. Netice de yalnız OP doğrultusunda

$$dE = \frac{2adl}{r_1^2} \cos \alpha$$

bileşeni kalır. OP üzerinde $OP' \times OP = R^2$ bağıntısını sağlayacak bir P' noktası alınırsa OPA ve OAP üçgenlerinden:

$$\frac{r_1}{AP'} = \frac{R}{r}$$

$APd/3 = di \cos \alpha$ bağıntılarını göz önünde tutarak:

$$E = \frac{2ar}{\epsilon R} \int_0^{2\pi} \int_0^R \frac{1}{r^3} dp = \frac{47Tcrr}{\epsilon R} \quad (1)$$

buluruz.

Ancak $Q = 2\pi r \rho$ silindirin (iletkenin) birim uzunluğu üzerinde birikmiş yük olduğu bilindiğinden (1) sonucundan istifade ile :

$$20.$$

$$E = \frac{Q}{\epsilon R} \text{ buluruz.}$$

Şimdi bulduğumuz bu sonuç 2.1. de bulunanla mukayese edilirse görülür ki, iletkenin meydana getirdiği alanın, iletkenin ekseninde alınacak Q yük yoğunluğunu haiz ipliğin meydana getireceği alanın aynıdır.

2. 3. İki hattın biri birine tesiri :

Üzerinden I alternatif akımı geçen bir enerji nakil hattının kendine paralel bir iletken üzerinde indükliyeceği gerilim :

$E = M \cdot I$ (Paralel 1 metre iletken için) olup biri birine paralel giden kısım / boyunda ise:

$E = M \cdot I$ volt almak gerekir. Bu formülde M : İki iletken arasındaki karşit indüklenme katsayısı

/ : Paralel olan iletgen boyları

$w = 2\pi f$ değerini haizdir.

Bu formüle ait pratik bir hesap örnek olarak ileride verilecektir.

3 — Pratik sonuçlar:

Biri birine paralel ve birbirini kesen enerji nakil ve PTT hatları:

Yukarıda anlatıldığı üzere enerji nakil hatları kendilerine paralel olan PTT hatları üzerinde bir gerilim endüklerler. Endüklenen bu gerilimin asgarî seviyede kalabilmesi için şu tedbirler alınır:

1. Enerji nakil hatlarında kısa devrelere karşı tedbir alınır ve olması muhtemel kısa devrelerin süresi tahdit edilir.

2. Hatların 65° den daha küçük açı altında tiri birini kesmesine müsaade edilmez. Hatların biri birini kesmesi mecburiyeti varsa bu takdirde mümkünse hatlar dik yapılır.

3. Hatların herhangi bir sebep altında paralel gitmek mecburiyeti varsa iki hat arasındaki mesafe, hesap edilecek bir emniyet mesafesinden büyük olmalıdır.

4. Enerji nakil hatları koruma nakilini ihtiva etmelidir, veya hatlar arasında ekranlama yapılmalıdır.

5. Tesislerde kaçak akımlarını tahdit etmek üzere Petersen bobinleri kullanılmalıdır.

3.1. Hesap tarzı:

Enerji nakil hatlarında vukua gelecek faztoprak kısa devresi esnasında PTT hattında endüklenecek gerilimin azamî sınırı 430 volt olarak kabul edilmektedir Bu azamî sınır göz önünde tutularak evvelce 2.3. de yazılı formülle;

$E = M \cdot I$ $w = k \cdot I < 430$ volt şartı vaz edilebilir. Bu formülde:

M : İki hat arasındaki karşit indüklenme (Henry/Km)

l : İki hattın paralel olduğu mesafe (Km)

$TJO = 2\pi f$

k : Ekranlama faktörü (0,65 -1 arasında bir değer)

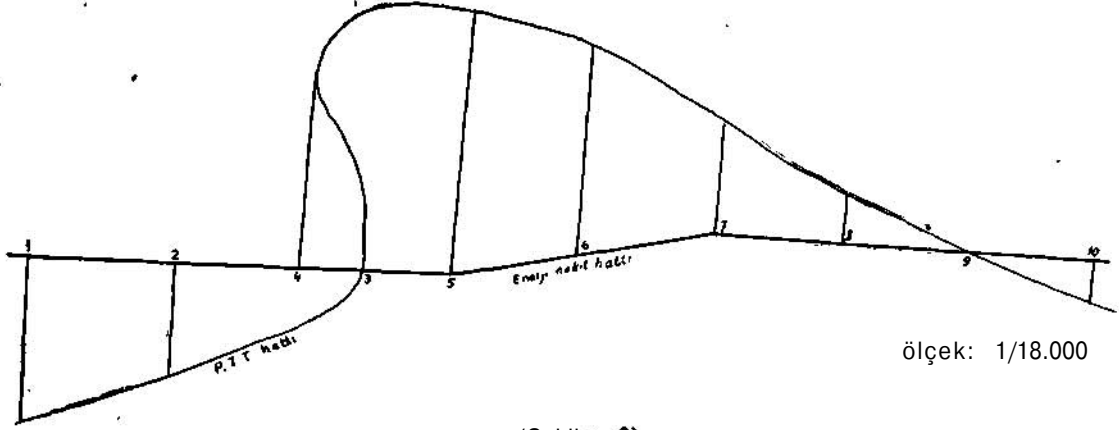
I : Enerji nakil hattında ani kısa devre akımı (Amper)

birimini haiz olarak yerlerine konmalıdır

3.2. Bir misâl:

Biri birini kesen bir enerji nakil hattı ve bir PTT hattı (Şekil: 3) deki gibi verilsin. Şekilde her iki hat da ölçekli olarak çizilmiştir. Hesabı kolayca yapabilmek üzere, enerji nakil hattı

uzunluğu hemen hemen eşit olan kısımlara ayrılır. Bu esnada PTT hattının özel noktaları da göz önüne alınarak bu bölüm noktalarından PTT hattını kesecek şekilde ordinatlar çizilir. Bu ordinatlar ölçülerek aşağıdaki cetvelin 2 ve



(Şekil : 3)

3. cü sütunlarına doldurulur. Sonra her bölüm için ortalama $\frac{l_1 + l_2}{2}$ yaklaşma mesafesi 4. cü sütuna yazılır. Her bölümün apsis boyu Km. cin-

sinden 5. ci sütuna doldurulur. (Şekil: 4 ve 5) den her ortalama yaklaşma mesafesine bağlı olarak tesbit edilen endüktans değerleri 6. cı ve nihayet M.L. değerleri de 7 ve 8. ci sütuna doldurularak aşağıdaki cetvel ikmal edilir:

Ordinat No.	Ordinatların baş nzunluğu l_1 (m)	Ordinatların son uzunluğu l_2 (m)	$\frac{l_1 + l_2}{2}$ (m)	Apsis L (m)	İndüktans M (mH/Km)	M. L.	
						\hat{r}	—
1—2	400	270	335	0,35	0,38	0,13	0,06
2—3	270	0	135	0,45	0,55	0,15	
3—4	0	470	235	0,15	0,45	—	
4—5	470	650	560	0,37	0,27	0,10	
5—6	650	520	585	0,30	0,26	0,08	
6—7	520	270	395	0,34	0,32	0,11	
7—8	270	120	195	0,31	0,48	0,15	
8—9	120	0	60	0,30	0,70	0,21	
9—10	0	110	55	0,30	0,71	0,21	
						1,24	

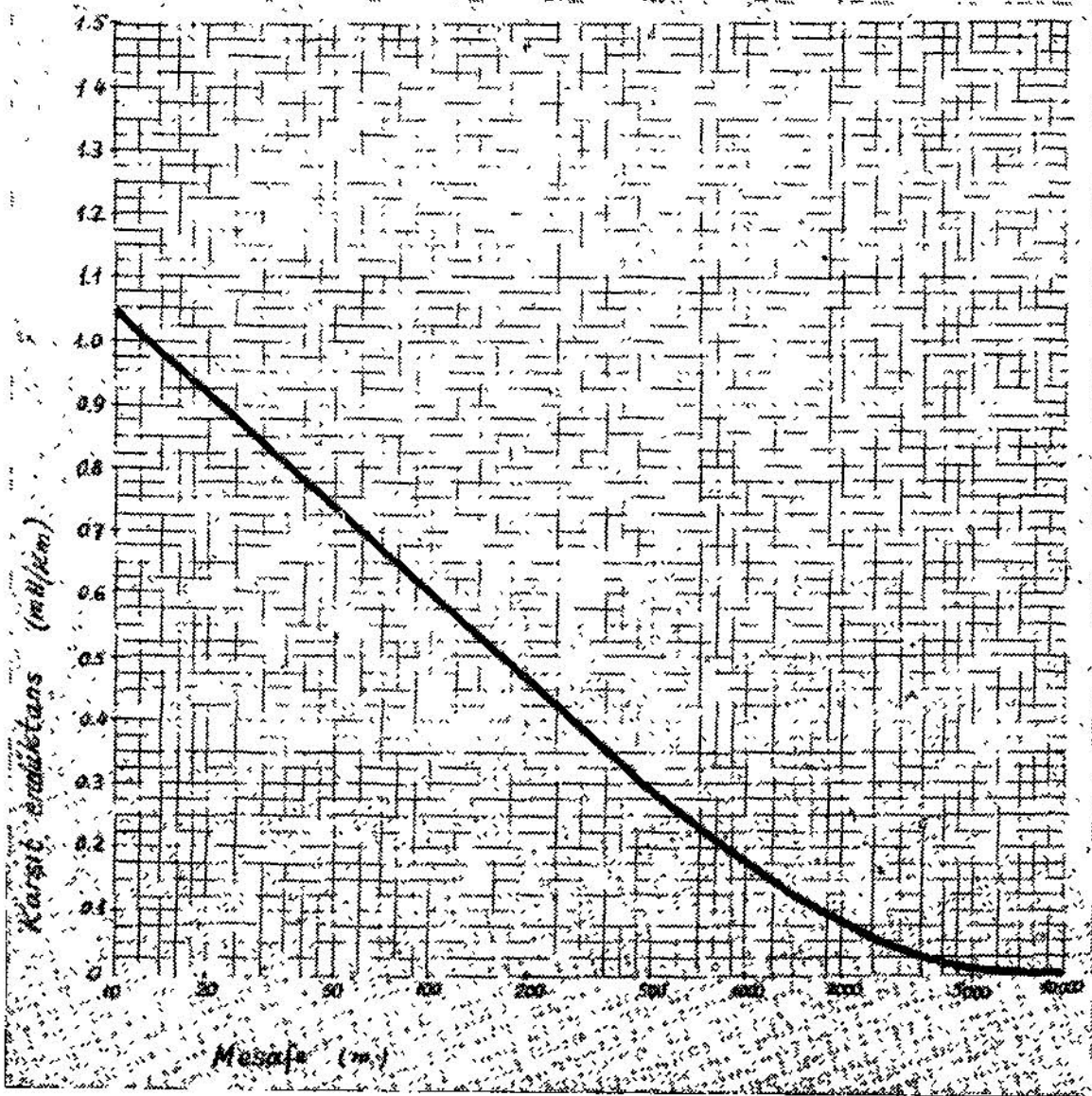
Sonuç : 1,24 — 0,06 = 1,18

Bütün hat için $M_i = 1,18 \cdot 10^{-3}$ H/Km olduğu bulunmuştur. 3. 1. deki $E = M. L. \cdot k. 1$ formülünde $\hat{r} = 10000$, A ve $k = 1$ ise $\hat{r} = 1,18 \cdot 10^{-3} \cdot 2. TT. 50. 1000 = 370 < 430$ volt bulunur.

Netice itibariyle alınan bu örnekte iki hattın kesişmesinde ve biri birine yaklaşmasında bir mahzur bulunmamaktadır.

(Şekil: 4 ve 5) deki grafikler enerji nakil hattı ile PTT hattı arasındaki yaklaşma mesafesi belli olduğuna göre, buna tâbi olarak endüktansı veren eğrilerdir. Bu eğriler en çok

rastlanılan ve toprak direnci 3.000-30.000 ohm/cm³ olduğu haller içindir. Toprak direncinin bu değerler dışında bulunması halinde grafikler kendine paralel olarak yer değiştirecektir. Grafikte okunan endüktans değerlerinin mH/Km biriminde olduğuna dikkat etmek gerektir. Ayrıca bu grafiklerden (Şekil: 4) deki 100 metreye kadar olan yaklaşma mesafeleri için, (Şekil: 5) deki ise 100-10.000 metreye kadar olan mesafelerde kullanılmak üzere ter-tiplenmiştir.



(Şekil: 4)

3. 3. Bu örneğin kritiği :

Yukardaki örnekte enerji nakil hattında ani kısa devre akımı olarak $i = 1000$ A. alınmıştır. Malûm olduğu üzere 33 Kv. dan yukarı gerilimi haiz olan yüksek gerilim hava hatlarında meydana gelecek faz-toprak kısa devrelerinde akacak akımın anı değeri 10000 A. merteye değerini haizdir. Bu bakımdan 3.2. de hesabı verilmiş olan misâlde bu defa $E = 3700$ volt bulunacaktır ki, insan için tehlikeli olduğu aşikârdır.

Ancak, bu gibi yüksek gerilim hava hatlarının santrale ait salt sahasından çıkışlarında bir Petersen bobini konulmaktadır. Bilindiği gibi bu bobinin vazifesi, hava hattının boyuyla

mütenasip olarak artan bir kapasitif akımı, hattâ vukuu muhtemel toprakla kısa devre halinde çok kısa bir zaman zarfında aynı büyüklükte bir endüktif akım vererek kompanse etmektir. Bunun neticesi kısa devre yerinden bakiye akım tâbir edilen küçük bir akım akar. Bu halde tabii olarak PTT hattında endüklenecek gerilimin değeri de küçük yani insan hayatı için tehlikesiz olacaktır. Petersen bobini, daimi çalışma prensibine göre inşa edilmiş olduğundan, işletme için lüzum görüldüğü müddetçe endüktif akımı geçirmeğe müsaittir.

4. Sonuçlar:

Sanayi Bakanlığınca İsviçre nizamnamesinden alınarak kabul edilmiş olan ve azamî biri birine

50 metre paralel giden iki hattan enerji nakil hattının PTT hattında indükleyeceği gerilim: $\hat{i} = 10.000$ A. değeri için yine $E = M.l.tuJcI.$ formülünü kullanılırsa,

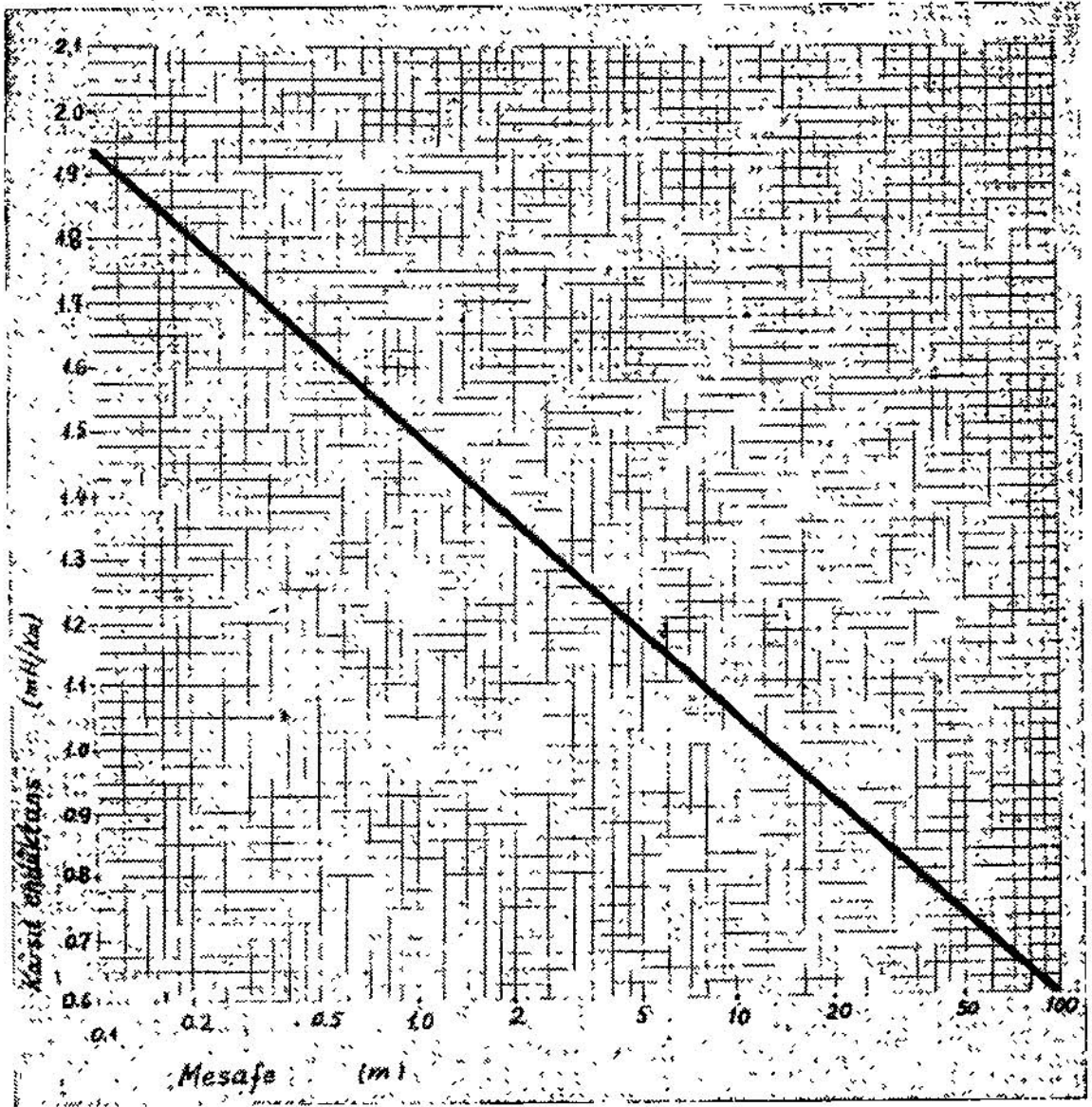
$E = 1.05.10^{-3} .0,05.2.^{.50.10000} = 165 <; 430$ volt sonucu elde edilir.

Sonuç itibariyle:

1. Biri birini bilmecburiye kesen enerji nakil hatları ile PTT hatlarının kesişme açısının 65 dereceden büyük olmasına dikkat edilir.

2. Bu gibi hatların 50 metreden daha fazla paralel gitmesine müsaade edilmez.

3. Bir tarafı sahil ve diğer tarafı da dağlık olan mıntakalarda sahili veya yolu takip gibi mecburî hallerden ötürü hatların 50-60 metreden daha fazla paralel olmaları halinde hatlara ekranlama yapılır veya bu gibi enerji nakil hatlarına Petersen bobini koymak suretiyle kısa devre akımları tahdit edilir.



(Şekil: 5)