

Üç fazlı alternatif akım sisteminde şarj ve toprak kısa devre akımları

Ihsan TUNCAY
T. Müh.

Toprakla bir kutup arasında herhangi bir şekilde bir izolasyon bozulması vuku bulduğu takdirde toprak temasları meydana gelecektir. Bu izolasyon bozulması, hatlarda (havaî hatlarda veya kablolarda), makina klemenslerinde, makina sargılarında yahut **transformatör** sargılarında vuku bulabilir, mevzuabhis izolasyon bozulması yıldız noktasına ne kadar yakın husule gelirse, işletme üzerinde tesiri de o kadar cüzi olur.

Üç fazlı sistemlerde umumiyetle aşağıdaki toprak temas halleri ile karşılaşılır:

1 — İzole edilmiş yıldız noktalı şebekelerde veya, bir endüktif direnç üzerinden topraklanmış (söndürme bobinli) şebekelerde tek kutuplu toprak teması mevzuabhis olabilir. Yıldız noktası direk topraklanmış şebekelerde ise tek kutuplu bir toprak **temasına** toprak kısa devresi diyeceğiz.

2 — Diğer bir hal ise iki kutuplu toprak teması veya çift toprak temasıdır. Bu da bir kısa devre tipidir, yukardakinden farkı ise toprak temasının iki fazda ve ayrı yerlerde vuku bulmasıdır. Bu halde ikinci toprak teması şebekenin başka bir hattında da vuku bulabilir.

Bir, çift çok kademeli toprak irtibatının aynı yerde husule ge'mesi ile bu hpt sisteminde ve o yerde iki yahut çok fazlı tosa devre vuku bulmuş olur. Herhangi bir **faz** toprakla direk temas ettiği zaman, burada metalik kısa devre vuku bulmuştur denir. Buna mukabil arklı toprak teması da vuku bulabilir, bu halde bir geçiş direnci mevzuabhistir ve bu direnç te ark direncidir.

Tabiatıyla bütün toprak temasları elektrik tesislerinin işletmesinde tehlike arz etmektedirler. Toprak teması vuku bu'unca, teşekkül eden ark anza mahallinde tahribat yapar." Ayrıca sağlam fazların toprağa karşı gerilimlerinin yükselmesini intaç ettireceğinden **müteakip tahribata** sebebiyet verecektir. Hattâ hatlardan akan toprak temas akımları, yük durumu dolayısıyla, başka bir kısımda ar-

zu edilmeyen bir şalterin açmasına da sebep olabilirler.

Toprak kısa devresinin yarattığı tehlikelerin önüne geçmek için tamamen ortadan kaldırılması düşünülemezse de, zayıflatmak ve tahdit etmek çareleri vardır. Bunun için şebekenin uygun bir noktasına meselâ, trafo istasyonlarında ve kuvvet santrallerinde makina ve trafoların yıldız noktalarına endüktif bir direnç (söndürme bobinleri) **vaz** edilebilir. Topraklamalarda bu bobinler üzerinden yapılır. Söndürme bobinleri kısa devre halinde, kapasitif toprak temas akımlarını, endüktif akımları ile kompanse ederler. Bu suretle kısa devre noktasında kısa bir zaman için ancak artık bir akım akabilir. Artık akımların büyüklüğü tabiatıyla kompanzasyonun mükemmeliyetine bağlıdır.

Enerji nakil hatlarında her hattın toprağa karşı olan kapasitesine C_e diyelim. Hatların birbirlerine karşı olan kapasitelerine de C_{12} diyelim.

Toplam kapasiteye işletme kapasitesi diyelim ve C_b ile gösterelim. Bu halde :

$$C_b = C_e + 3 C_{12} \text{ olacaktır.}$$

Yüksek gerilim enerji nakil hatlarında ve takriben 30 kV a kadar,

$$C_b \cdot = 0,0085 \dots 0,01 p. F/km \text{ dir.}$$

Şarj akımı:

$$j_L = (U/\sqrt{3}) \cdot 314 \cdot C_b \cdot 10^{-6} \cdot L \text{ (A) dir.}$$

Şarj tåkati:

$$NL = U^2 \cdot 314 \cdot C_b \cdot 10^{-6} \cdot L \text{ (VA) dir.}$$

$$U = \text{Faz arası gerilimi (üçgen gerilimi)} \\ V \text{ olarak}$$

$$L = \text{Hat uzunluğu km olarak}$$

Toprak teması neticesinde bir fazdan geçecek toprak temas akımı ifadesi:

$j_e = 3 \cdot (U/\sqrt{3}) \cdot 314 \cdot C_e \cdot 10^{-6} \cdot L$ (A) dir.
 C_e = Bir fazın toprağa karşı kapasitesidir.

Yüksek gerilim tesisleri için 30 kV a kadar, hatların toprağa karşı kapasiteleri takriben aşağıdaki değerleri alırlar:

$C_e = 0,0045$ PF/km (toprak hatsız - koruma hatsız -)

$C_e = 0,005$ » (toprak hatlı havai hatlar)

Kablolarla benzer şekilde değerler alırlar. Zırhlı kablolarla C_e toprak kapasitesi, takriben işletme kapasiteleri, C_b nin % 50 sine eşittir. Üç zarflı yani üç mantolu kablolarla ve H - kablolarında ise işletme kapasitesi C_b , toprak kapasitesi C_e ye eşit olmaktadır.

Muhtelif haller için C_b ve C_e nin değerlerini ilerde verilen tablolardan bulabiliriz.

Kabloların şarj akımları, havai hatlara nazaran 20 ile 40 misli kadar büyük olmaktadır. Toprak temas akımları ise, zırhlı kablolarla havai hatlara nazaran 20 ile 40 misli, H - Kablolarında ve üç zarflı kablolarla 60 misline kadar çıkmaktadır.

Misâl: Bir kuvvet santralinde üçgen gerilim (fazarası) $U = 20.000$ V havai hatların toplam uzunluğu 400 km olsun ayrıca havai hatlarda koruma hattı da bulunmasın. H - Kabloların kesiti 70 mm^2 ve toplam uzunlukları 25 km olsun. Bu halde :

$$j_e F_t = 3 \cdot (20.000/1,73) \cdot 314 \cdot 0,0045 \cdot 10 \cdot 400 = 19,6 \text{ A}$$

$$j_e K = 3 \cdot (20.000/1,73) \cdot 314 \cdot 0,3 \cdot 10 \cdot 25 = 81,7 \text{ A}$$

$j_e F_t$ = Havai hattın toprak kısa devre akımı

$j_e K$ = Kabloların toprak kısa devre akımı

Toplam kısa devre akımı: 101,3 A balığ olacaktır.

Bu akım, kompanzasyon yapılmamış şebekelerde, arıza noktasında toprağa akar.

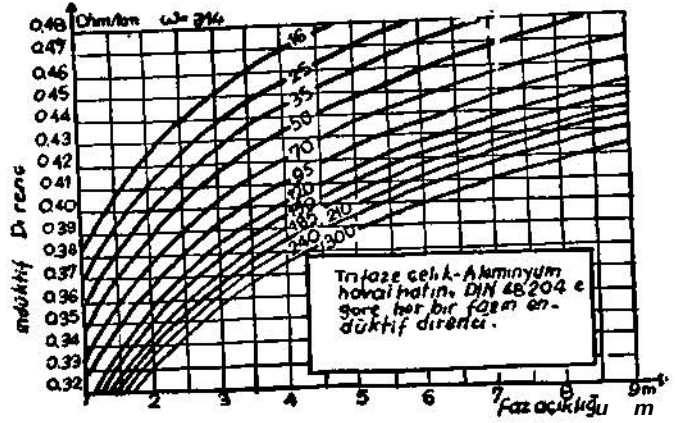
Bütün salt tesislerinde topraklama hatlarını muhakkak toprak temas akımlarına göre hesaplanmalıdır.

Toprak temas takati ise (gerilim kV cinsinden yerine konursa)

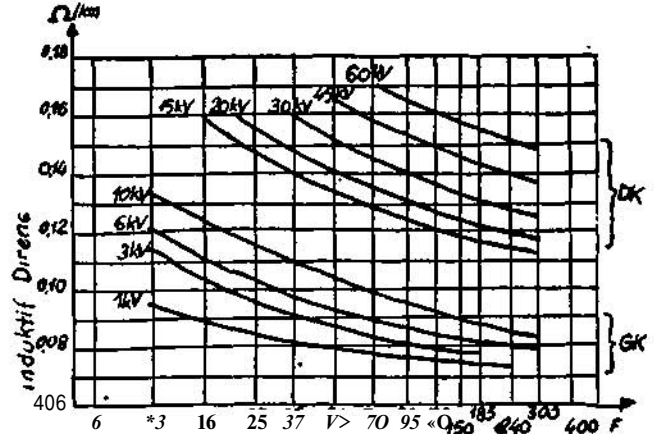
$$N_e = U/\sqrt{3} \cdot j_e = 20/\sqrt{3} \cdot 101,3 = 1170 \text{ kVA bulunur.}$$

Üç fazlı havai hatlarda tek bir hattın spesifik toprak temas akımı, her 10 kV ve 100 km için yuvarlak hesap 2,5 A kabul edilir. Bu değer havai hatlarda toprak hattı olmadığı zaman iyi neticeler verir. Eğer mevzu bahis havai hatta koruma hattı da varsa o zaman 3 A almak daha doğrudur.

Zırhlı kablolarla bu değer 50 mm^2 kesit te, her 10 kV ve 100 km. için takriben 60 A alınabilir. Eğer kablo H - Kablo ise 180 A/100 km almak lâzım gelir.



Yukardaki eğriler üç fazlı sistemde tek hat için muteberdir. Çift hatlı sistemlerde ise bulunan kıymetleri % 1... 3 kadar artırmak icap eder.



Üç fazlı Üçmantolu kabloların (DK) ve üç fazlı zırhlı kabloların (GK), 50 Hz deki Ohm/km olarak takribi dirençleri.

KURŞUNLU KABLolarIN KAPASİTELERİ:

a) Üç hatlı zırhlı kabloların F F/km cinsinden C_b işletme kapasiteleri:

Kesit mm*	750 V	3kV	Üçgen gerilimi			
			6kV	10 kV	15 kV	20 kV
6	0,252	0,200	—	—	—	—
10	0,287	0,233	0,183	0,153	—	—
16	0,350	0,283	0,221	0,178	—	—
25	0,393	0,318	0,252	0,207	0,176	0,158
35	0,436	0,352	0,292	0,239	0,197	0,180
50	0,476	0,388	0,321	0,264	0,217	0,196
70	0,520	0,422	0,354	0,291	0,238	0,212
05	0,561	0,455	0,383	0,315	0,260	0,230
120	0,602	0,490	0,420	0,353	0,287	0,263
150	0,670	0,521	0,449	0,379	0,306	0,279
185	0,710	0,545	0,472	0,402	0,326	0,299
240	0,760	0,700	0,535	0,460	0,372	0,341

Spesifik şarj akımı

$$JL = Cb \times \frac{2 \cdot TT \cdot f}{3} = Cb \cdot 181 \quad (A)$$

Spesifik Toprak temas akımı

$$je = Cb \times 1,5 \times 181 = Cb \cdot 272 \quad (A)$$

Cb yukarda da söylendiği gibi yukarda verilen tablodan alınacaktır.

Spesifik şarj yahut toprak temas akımı 50 Hz de her 10 kV ve 100 km için verilmiştir.

Her bir hattın toprak kapasitesi burada Ce takriben Cb nin % 50 sine eşit alınacaktır.

b) H - Kablolar da ve üç mantolu kablolar da H F/km cinsinden Cb işletme kapasite-leri :

Kesit mm>	15 kV	20 kV	Üçgen gerilimi			
			30 kV	50 kV	60 kV	
6	0,21	—	—	—	—	
25	0,25	0,22	Z	—	—	
35	0,28	0,24	0,20	—	—	
50	0,31	0,27	0,22	0,18	—	
70	0,35	0,30	0,25	0,20	0,16	
95	0,39	0,34	0,28	0,22	0,18	
120	0,43	0,37	0,30	0,23	0,20	
150	0,47	0,40	0,32	0,25	0,21	
185	0,50	0,43	0,34	0,27	0,23	
240	0,57	0,48	0,38	0,30	0,24	

Spesifik şarj akımı

$$IL = Cb \cdot 181 \quad (A) \quad 2 \cdot f = 314$$

Spesifik toprak temas akımı

$$Je = Cb \cdot 3 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{3} = Cb \cdot 544 \quad (A)$$

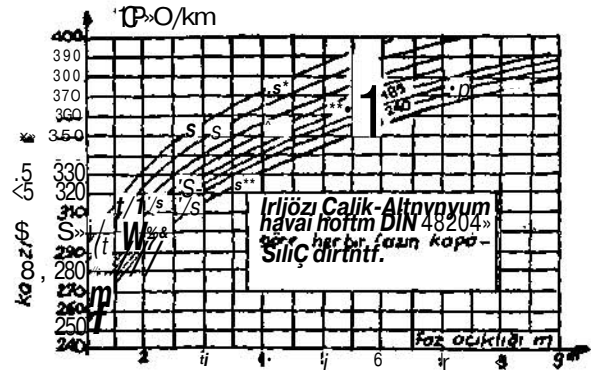
Spesifik şarj yahut toprak temas akımı her 10 kv ve 100 km için verilmiştir. Burada her bir hattın toprağa karşı kapasitesi Ce, işletme kapasitesi Cb ye eşit alınacaktır.

Kapasitif direnç (50 Frekansta).
(Kondensanz) :

70 mm' Kesitli çelik - alüminyum, faz açıklığı 3 m olan enerji nakil hattının, her on ve faz başına kapasitif direnci $358 \cdot 10^3$ Ohm dur (aşağıda verilen eğrilerden).

Bu hale göre, 30 kV işletme geriliminde bir hattın, 10 km uzunluğu için, şarj akımı,

$$JL = \frac{30 \text{ (kv)} \cdot 10 \text{ (km)}}{3.358 \cdot 10^3 \text{ (Ohm/km)}} = 0,485 \text{ A}$$



Bu eğriler trifaze alternatif akımda enerji nakil hattının tek fazı için muteberdir. Çift trifaze hat olması ha'inde, bulunan değerleri % 1...3 artırmak lâzım gelecektir. Bu tas-hih yapıldığı takdirde, verilen eğriler, yine kâfi doğruluk sınırında kalmaktadır.

Skol grubu transformatörleri

Yahya OGÜZ
Y. Müh. - D.D.Y.

Hususî surette imâl edilmiş iki transfor-matörden ibarettir.

Maksat trifaze akımı monofaze akım ha-line getirmektir. Bu halde trifaze akımın fre-

kansı ne ise monofaze akımında frekansı ay-ni olarak kalır.

(Şekil - 1) de skol grubunun bağlantı şe-ması görülmektedir.