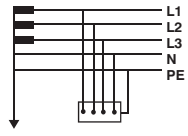
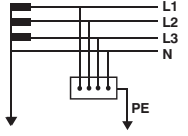
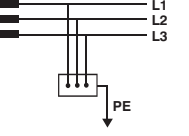
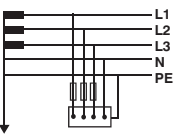
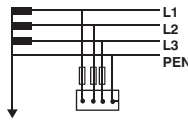
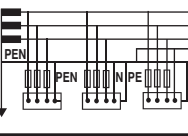
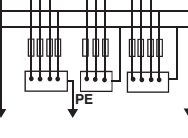
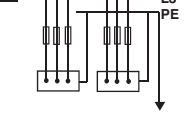
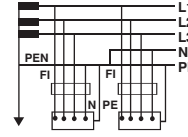
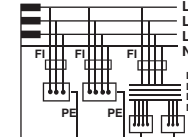
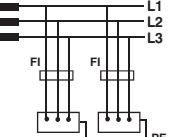
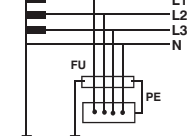
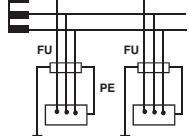
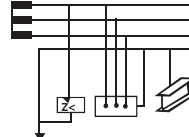


AŁÇAK GERİLİM DAĐITIM ŐEBEKE SİSTEMLERİ

Sistemin Őekli	<p style="text-align: center;">TN sistemi</p> 	<p style="text-align: center;">TT sistemi</p> 	<p style="text-align: center;">IT sistemi</p> 
AŐırı akım Őalterleri ile sistemleri koruma	<p style="text-align: center;">TN - S sistemi</p>  <p style="text-align: center;">TN - C sistemi</p>  <p style="text-align: center;">TN - C - S sistemi</p> 		
Hata akımı anahtarı			
Kaçak gerilim Őalteri ile koruma			
İzolasyon kontrolü			

TOPRAKLAMA DİRENCİ HESAPLARI

Şerit

$$R_E = \frac{\rho_E}{\pi l} \ln \frac{2l}{d}$$

ρ_E : Toprak öz direnci (ohm.m)

l : Topraklayıcının uzunluğu (m)

d : Yuvarlak kesitli topraklayıcı ise; iletken çapı (m)

dikdörtgen kesitli topraklayıcı ise; iletken (kalınlığının) kısa kenarının yarısı (m)

D : Topraklayıcının çevrelediği alana eşit alanlı dairenin çapı (m)

A : Topraklayıcının çevrelediği alan (m²)

$$D = 1.1 \sqrt[3]{A}$$

Çubuk

$$R_E = \frac{\rho_E}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$$

Halka(Ring)

$$R_E = \frac{\rho_E}{\pi^2 D} \ln \frac{2\pi D}{d}$$

Yeni tesislerde temel topraklaması zorunludur.

TT Şebekede kaçak akım rölesi kullanılması zorunludur

Potansiyel dengelemesi yapılacaktır.

Levha topraklayıcı tavsiye edilmez.

İşletme topraklaması < 2 ohm, yıldırım topraklaması < 5 ohm olacaktır.

Dokunma gerilimi AG' de 50 V , YG' de 75 V'dur.

Koruma ve potansiyel dengeleme iletkenlerinin kesitleri hesapla veya tablodan bulunacaktır

Temel Topraklaması

$$R_E = \frac{2\rho_E}{3D}$$

Gözlü Topraklayıcı

$$R_E = \frac{\rho_E}{2D} + \frac{\rho_E}{l}$$

Yukardaki formüller tek bir topraklayıcı için geçerlidir. Aynı tesiste birden fazla farklı topraklayıcı kullanıldığında (karma topraklama, örneğin temel topraklama+halka topraklayıcı) Sverak formülü ile topraklama direnci hesabı yapılmalıdır.

Sverak Formülü

$$R_E = \rho_E \left(\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right)$$

ρ_E : Toprağın özgül direnci (Ω .m)

A : Ağın kapladığı alan (m²)

L : Kullanılan toplam iletken boyu, çubuklar dahil (m)

h : Ağın gömülme derinliği (m)

ALTERNATİF AKIMDA TOPRAK ÖZDİRENÇLERİ

Toprak cinsi	Toprak Öz direnci ρ [ohm.m]
Bataklık	5 - 40
Çamur, Kil, Humus	20 - 200
Kum	200 - 2500
Çakıl	2000 - 3000
Havanın etkisi ile dağılmış taş	< 1.000
Kumtaşı	2000 - 3000
Granit	>50000
Morenin (Buzlulaş)	>30000

(Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği; Ek-K ; Çizelge K1,Toprak öz direnci, değişik yerlerdeki toprak cinsine, tane yapısına, yoğunluğuna ve nemine bağlı olarak değişir. Tasarımda yerinde ölçülen toprak öz direnci esas alınmalıdır.)

ÖZDİRENCİ $\rho_E=100$ ohm.m OLAN TOPRAKTAKİ TOPRAKLAYICILARIN YAYILMA DİRENÇLERİ

Topraklayıcı	Şerit: 30x3 mm , d= 1.5 mm				Çubuk: d= 20 mm			
	10 m	25 m	50 m	100 m	1 m	1.5 m	3.5 m	7 m
R_E	30,25	13,27	7,07	3,76	84,4	60,55	29,80	16,48

Topraklayıcı	Halka: 95mm ² örg. Bakır, d=12,7 mm				Temel: 30x3mm şerit+demir donatı+beton			
	20 m	50 m	100 m	150 m	20 m	50 m	100 m	150 m
R_E	4,67	2,05	1,10	0,76	3,33	1,33	0,67	0,44

TN sistemleri için, 5 s, 0,4 s ve 0,2 s'lik açma zamanlarına karşı düşen I_a açma akımları ve bu akımlar için izin verilen en büyük çevrim empedansları (Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği -ETTY- Çizelge 10'dan alınmıştır)

$U_0^{2)} =$ 230 V 50 Hz	Alçak gerilim gL, gG, gM sigortaları				Hat koruma anahtarları ¹⁾ (düzenleri) ve kesiciler ¹⁾ in ani açma kontrolü için I_a ve Z_s değerleri						
	I_n	I_a (5s)	Z_s (5s)	I_a (0,4s)	Z_s (0,4s)	$I_a=5 I_n$	Z_s ($\leq 0,2s$)	$I_a=10 I_n$	Z_s ($\leq 0,2s$)	$I_a=15 I_n$	Z_s ($\leq 0,2s$)
(A)	(A)	(Ohm)	(A)	(Ohm)	(A)	(Ohm)	(A)	(Ohm)	(A)	(Ohm)	
2	9,5	24,2	17	13,529	10	23,0	20	11	30	7,3	
4	19	12,1	32	7,187	20	11,5	40	5,5	60	3,7	
6	28	8,2	50	4,6	30	7,666	60	3,65	90	2,4	
10	48	4,791	80	2,875	50	4,6	100	2,2	150	1,5	
16	70	3,285	120	1,916	80	2,875	160	1,4	240	0,9	
20	86	2,674	150	1,533	100	2,3	200	1,1	300	0,7	
25	115	2,0	210	1,095	125	1,84	250	0,9	375	0,6	
32	150	1,533	250	0,920	160	1,437	320	0,7	480	0,5	
35	173	1,3	367	0,6	175	1,3	350	0,65	525	0,4	
40	200	1,150	300	0,766	200	1,15	400	0,55	600	0,37	
50	250	0,920	460	0,500	250	0,920	500	0,45	750	0,29	
63	330	0,696	610	0,377	315	0,730	630	0,35	945	0,23	
80	430	0,534	800	0,287	-	-	-	-	-	-	
100	580	0,396	1050	0,219	-	-	-	-	-	-	
125	715	0,321	1300	0,176	-	-	-	-	-	-	
160	950	0,242	1800	0,127	-	-	-	-	-	-	

1-) Hat koruma anahtarları ve kesiciler için I_a değerleri, I_n 'nin katı olarak ilgili standartlardan veya imalatçı

karakteristiklerinden alınır ve standartta belirtilen toleranslar göz önünde tutularak çevrim empedansı Z_s bulunur.

ÖRNEK :

Kesicilerde +%20 sınır toleransla çevrim direncinin bulunması :

- Gecikmesiz açma için gerekli kısadevre akımı : 100 A
- +%20 olarak alınan sınır toleransla kısadevre akımı : 120 A
- $Z_s = (230 V / 120 A) = 1,916$ Ohm

Ani açma kontrolü için yeterli yaklaşıklıkla aşağıdakiler kullanılabilir :

- $I_a = 5 I_n$ B karakteristikli (eski L karakteristikli), ilgili standartlara uygun hat koruma anahtarları için
- $I_a = 10 I_n$ C karakteristikli (eskiden G ve U karakteristikli), ilgili standartlara uygun hat koruma anahtarları için
Uygun ayarlanması durumunda ilgili standartlara (örn. DIN VDE 0660, Kısım 101 vb.) kesiciler
- $I_a = 15 I_n$ ilgili standartlara (örn. DIN VDE 0660, Kısım 102 ve Kısım 104 vb.) motor yolvericileri,
Uygun ayarlanması durumunda ilgili standartlara (örn. DIN VDE 0660, Kısım 101 vb.) kesiciler

2-) U_0 Topraklanmış iletkenlere göre anma gerilimi

TT sistemleri için, 5 s, 0,4 s ve 0,2 s'lik açma zamanlarına karşı düşen I_a açma akımları ve bu akımlar için izin verilen işletme elemanlarının gövdelerine ilişkin en büyük topraklama dirençleri R_A (Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği -ETTY- Çizelge 11'den alınmıştır)

Alçak gerilim gL sigortaları					Hat koruma anahtarları ¹⁾ (düzenleri) ve kesiciler ¹⁾ in ani açmanın kontrolü için I_a ve Z_s değerleri							
I_n	I_a	R_A $U_L=50$ V için	R_A $U_L=25$ V için	$I_a=5I_n$	R_A $U_L=50$ V için	R_A $U_L=25$ V için	$I_a=10I_n$	R_A $U_L=50$ V için	R_A $U_L=25$ V için	$I_a=15I_n$	R_A $U_L=50$ V için	R_A $U_L=25$ V için
(A)	(A)	(Ω)	(Ω)	(A)	(Ω)	(Ω)	(A)	(Ω)	(Ω)	(A)	(Ω)	(Ω)
2	9,5	5,26	2,63	10	5,0	2,5	20	2,5	1,25	30	1,7	0,83
4	19	2,63	1,32	20	2,5	1,25	40	1,25	0,63	60	0,83	0,41
6	28	1,8	0,893	30	1,7	0,83	60	0,83	0,41	90	0,56	0,28
10	48	1,04	0,521	50	1,0	0,50	100	0,50	0,25	150	0,33	0,16
16	70	0,174	0,357	80	0,63	0,32	160	0,31	0,16	240	0,21	0,10
20	86	0,581	0,291	100	0,50	0,25	200	0,25	0,13	300	0,17	--
25	115	0,435	0,217	125	0,40	0,20	250	0,20	0,10	375	0,13	--
32	150	0,333	0,167	160	0,31	0,16	320	0,16	--	480	0,10	--
35	173	0,289	0,145	175	0,29	0,14	350	0,14	--	525	0,09	--

1-) Hat koruma anahtarları ve kesiciler için I_a değerleri, I_n 'nin katı olarak ilgili standartlardan veya imalatçı karekteristiklerinden alınır ve standartta belirtilen toleranslar göz önünde tutularak işletme elemanlarının topraklama direnci bulunur.

ÖRNEK : Kesicilerde +%20 sınır toleransla ve $U_L=50$ V için işletme elemanlarının gövdesine ait topraklama direnci R_A 'nın bulunması :

- Gecikmesiz açma için gerekli kısa devre akımı : 100 A
- +%20 olarak alınan sınır toleransla kısa devre akımı : 120 A
- $R_A = (50 \text{ V} / 120 \text{ A}) = 0,417 \text{ Ohm}$

Ani açma kontrolü için yeterli yaklaşıklıkla a.a. 50Hz. için aşağıdakiler kullanılabilir :

- $I_a=5I_n$ B karekteristikli (eski L karekteristikli), ilgili standartlara uygun hat koruma anahtarları için
- $I_a=10I_n$ C karekteristikli (eski G ve U karekteristikli, koruma anahtarları), ilgili standartlara uygun hat koruma anahtarları için
Uygun ayarlanması durumunda ilgili standartlara (örn. DIN VDE 0660, Kısım 101 vb.) kesiciler
- $I_a=15I_n$ ilgili standartlara (örn. DIN VDE 0660, Kısım 102 ve Kısım 104 vb.) motor yolvericileri,
Uygun ayarlanması durumunda ilgili standartlara (örn. DIN VDE 0660, Kısım 101 vb.) kesiciler

Hata akımı koruma düzenlerinin anma hata akımı $I_{\Delta n}$ ve işletme elemanlarının gövdelerinde ölçülen izin verilen en büyük topraklama direnci R_A

Topraklama direnci	Anma hata akımı	$I_{\Delta n}$	mA	10	30	100	300	500
İşletme elemanlarının gövdelerinde ölçülen izin verilen en büyük topraklama direnci	R_A	$U_L=50$ V için	Ω	5000	1666	500	166	100
		$U_L=25$ V için	Ω	2500	833	250	83	50
[S] İşaretli ¹⁾ seçici hata akımı koruma düzenlerinin arkasındaki işletme elemanlarının gövdelerinde ölçülen izin verilen en büyük topraklama direnci	R_A	$U_L=50$ V için	Ω	--	--	250	83	50
		$U_L=25$ V için	Ω	--	--	125	41	25

¹⁾ Bu tip hata akımı koruma düzenlerinin üzerinde izin verilen en büyük direnç değerleri belirtilmiştir.

Bu değerler $R_A = (U_L / 2 I_{\Delta n})$ bağlantısıyla belirlenir