

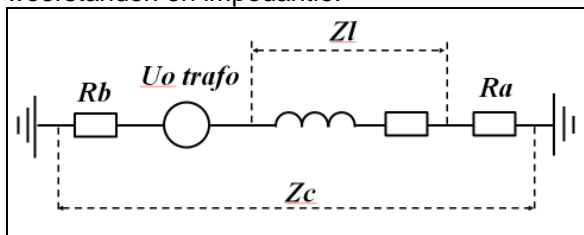
# Aardingsvoorziening in een TT-stelsel

Bij een TT stelsel heeft elke installatie een eigen aardingsvoorziening. Er is geen aardgeleider aanwezig welke rechtstreeks verbonden is met het sterpunt van de trafo en de installatie.

Bij een aardfout zal de foutstroom via de grond terug lopen naar de trafo (voedingsbron). De grootte van deze stroom is afhankelijk van de:

- $R_a$ : de verspreidingsweerstand van de elektrode + aardleiding + beschermleiding van de installatie gebruiker
- $R_b$ : de verspreidingsweerstand van de bedrijfsaarde van de trafo
- $Z_l$ : de impedantie van de fasegeleiders

De totale circuitweerstand  $Z_c$  is de som van deze weerstanden en impedantie.



In de NEN 1010 staat dat bij TT-stelsel met een eindgroep van ten hoogste 32 A, binnen 0,2 sec uitgeschakeld moet worden.

In formule:  $Z_c * I_a < U_a$

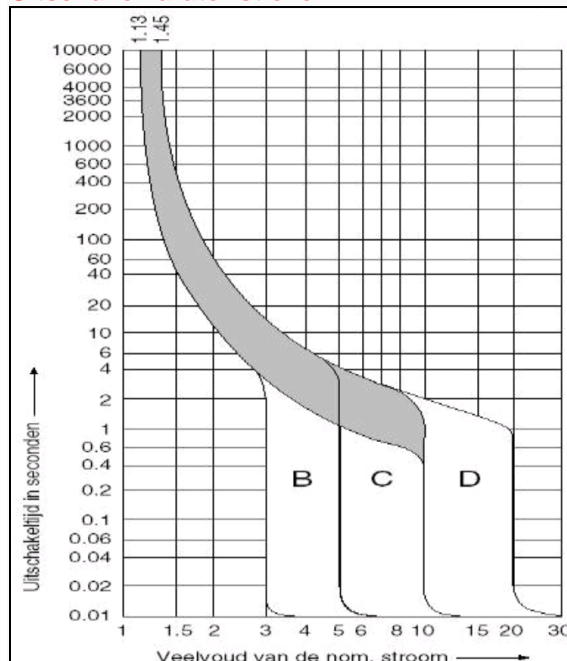
$Z_c$  is de impedantie, in  $\Omega$ , van de stroomketen met een fout die bestaat uit:

- de bron,
- de faseleiding tot aan het punt van de fout,
- de beschermingsleiding van de metalen gestellen,
- de aardleiding,
- de aardelektrode van de installatie en
- de aardelektrode van de bron;

$I_a$  is de stroom die het beveiligingstoestel automatisch doet aanspreken

$U_a$  is de nominale spanning tov aarde

## Uitschakelkarakteristieken



In de **uitschakelkarakteristieken** van automaten (volgens NEN-EN 60898), kan men zien bij welke stroom  $I_a$  de automaat binnen 0,2 sec uitschakelt. Daarbij is in de karakteristiek een bandbreedte te zien, welke afhankelijk is van merk en uitvoering van een automaat.

In de karakteristiek zien we 3 type automaten (B, C en D).

- Uitschakelkarakteristiek B  
voor licht- en leidingbeveiliging, gegarandeerd afschakeling bij 5 keer de nominale stroom  $I_n$
- Uitschakel karakteristiek C  
voor waar hogere stroompieken voor (kunnen) komen, gegarandeerd afschakeling bij 10 keer de nominale stroom  $I_n$
- Uitschakelkarakteristiek D  
voor waar hoge aanloopstromen voorkomen (bijv. motoren), gegarandeerd afschakeling bij 20 keer de nominale stroom  $I_n$

Een automaat met een B-karakteristiek lijkt de beste kaarten te hebben, echter in de praktijk komt het voor dat deze automaten onnodig uitschakelen t.g.v. inschakelverschijnselen van een motor of toestel.

De bandbreedte van uitschakelen bij deze automaten ligt tussen 3 keer en 5 keer de nominale stroom.

In de praktijk wordt deze automaat dan omgewisseld door een automaat met een C-karakteristiek, waarbij de bandbreedte ligt tussen 5 keer en 10 keer de nominale stroom. Echter moet de aardingsvoorziening aangepast worden.

### Bijvoorbeeld:

16A B-automaat schakelt af bij  $5 \times 16 \text{ A} = 80 \text{ A}$ . Dus mag de weerstand in het gehele circuit niet meer zijn dat  $(230\text{V} / 80\text{A} =) 2,875 \Omega$ , om deze stroom te kunnen laten lopen. Afgerond  $2,9 \Omega$ .

16A C-automaat schakelt af bij  $10 \times 16 \text{ A} = 160 \text{ A}$ . De weerstand van het gehele circuit mag dan niet meer zijn dan  $1,4 \Omega$ .

Om **Ra** (weerstand naar aarde bij de gebruiker) te kunnen bepalen is **Rb** (weerstand trafo aarde) en **ZI** (impedantie van fase en beschermleidingen) van belang.

Vroeger was de vuistregel voor **Rb + ZI** ca  $0,5 \Omega$ . Nu hanteert men  $0,9$  tot  $1 \Omega$ .

In het voorbeeld zou de weerstand waarde van de aardelektrode van de gebruiker **Ra** bij een 16 A B-automaat  $(2,9 - 1 =) 1,9 \Omega$  maximaal moeten zijn en bij een 16 A C-automaat  $(1,4 - 0,9 =) 0,5 \Omega$ .

Smeltpatronen hebben natuurlijk ook uitschakelkarakteristieken. Deze karakteristieken zijn zeer afhankelijk van merk en uitvoering.

### NPR 5310

In de NPR 5310 is een tabel opgenomen waarin de meest voorkomende smeltpatronen en installatieautomaten staan vermeld, met de daarbij behorende maximale weerstand waarden die in een TT-stelsel aanwezig dienen te zijn.

	gG-smeltpatronen (gewoon)			Installatieautomaten				
	16 A	20 A	25 A	B 16 A	B 20 A	B 25 A	C 16 A	C 20 A
<b>Ra</b> weerstand naar aarde	1,0 $\Omega$	0,6 $\Omega$	0,3 $\Omega$	1,9 $\Omega$	1,3 $\Omega$	0,9 $\Omega$	0,5 $\Omega$	*
<b>Zc</b> circuitimpedantie	2,0 $\Omega$	1,5 $\Omega$	1,3 $\Omega$	2,9 $\Omega$	2,3 $\Omega$	1,8 $\Omega$	1,4 $\Omega$	*

\* praktisch niet haalbaar, waardoor men aanvullend aardlekschakelaars toe moet passen.

Voor de tabel gelden de volgende uitgangspunten:

- aansluiting alleen in bebouw gebied (max 300 m van trafo)
- **Rb** (weerstand trafo aarde) niet meer dan  $0,4 \Omega$
- lengte van fase- en PE-leiding van de installatie niet meer dan 20m
- weerstand fase- en PE-leidingen ( $2,5 \text{ mm}^2$ )  $0,0093 \Omega/\text{m}$
- geen veiligheidsmarges (uitdroging grond, corrosie, seizoeninvloeden ed)

### Niet in tabel

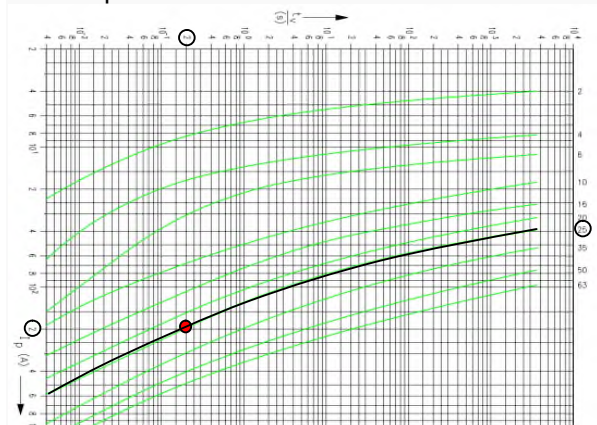
Staat de gewenste smeltpatroon of automaat niet in de tabel of men kan niet aan bovenstaande uitgangspunten voldoen, dient e.e.a. uitgerekend te worden.

Voor het bepalen van **Zc** dient men de juiste uitschakelkarakteristieken van de toe te passen smeltpatronen of automaten te gebruiken om de maximale stroom te bepalen waarbij het beveiligingstoestel binnen de  $0,2 \text{ sec}$  uitschakelt.

Voor het bepalen van **Ra** (weerstand naar aarde) dient men de juiste **Rb** (weerstand trafo aarde) en de juiste **ZI** (impedantie van fase en beschermleidingen) bij de netwerkbeheerder te achterhalen.

### Voorbeeld:

Bij een TT-stelsel, met 25 A D-Traag gG zekeringen; welke weerstand naar aarde moet men toepassen?



In grafiek van gG smeltpatroon zien we dat een 25 A zekering bij  $0,2 \text{ sec}$  dan bij ca.  $190 \text{ A}$  uitschakelt.

$$Z_c < U_a / I_a = 230 / 190 = 1,21 \Omega$$

Dus mag de weerstand in het gehele circuit niet meer zijn dat  $1,21 \Omega$ , om deze stroom te kunnen laten lopen.

Weerstand van trafo aarde + impedantie van fase en beschermleidingen is ca  $1 \Omega$  (vuistregel).

Dus de weerstand waarde naar aarde moet onder de  $0,21 \Omega$  blijven.

Kan men deze waarde niet halen, zal men het volgende na moeten gaan:

- de **Rb** (weerstand trafo aarde) is (op te vragen bij de netwerkbeheerder)
- de weerstandwaarde van de fase- en pe-leidingen.

Weerstand berekening van draad:

$$R \text{ draad} = 0,017 \times L / D$$

waarbij: L = lengte van de draad (in m)  
D = draaddoorsnede (in  $\text{mm}^2$ )