

Gaia LV network design

Bedrijfsaarde

06-164 pmo

10 november 2006

© Phase to Phase BV, Arnhem, Nederland. Alle rechten voorbehouden.

Dit document bevat vertrouwelijke informatie. Overdracht van de informatie aan derden zonder schriftelijke toestemming van of namens Phase to Phase BV is verboden. Hetzelfde geldt voor het kopiëren van het document of een gedeelte daarvan.

Phase to Phase BV is niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte, bijkomstige of gevolgschade ontstaan door of bij het gebruik van de informatie of gegevens uit dit document, of door de onmogelijkheid die informatie of gegevens te gebruiken.

INHOUD

1	Inleiding	4
2	Simulatie Wouda-methode met Gaia.....	6
3	Conclusie.....	8

1 INLEIDING

De bedrijfsaarde heeft betrekking op de veiligheid. Het is mogelijk om met Gaia de bedrijfsaarde van een net te berekenen. Dit rapport licht de methode toe.

- **Functie**
 - Goede werking beveiligingstoestellen bij klanten met veiligheidsaarding
 - Verlaging fouts spanning bij fase-aardfout
- **Bedrijfsaarde op een knooppunt**
 - Meten: Wouda-methode
 - Berekenen: Gaia-methode

De bedrijfsaarde op een bepaald punt in het net is de impedantie van de nul en/of de afscherming naar de “verre aarde”. De bedrijfsaarde bestaat uit de parallelschakeling van de sterpuntsaarding in het transformatorstation, de kastaarding en eventuele eindmofaarding.

De functie van de bedrijfsaarde heeft betrekking op de veiligheid:

- Bevorderen van de goede werking van de beveiligingstoestellen bij klanten met een veiligheidsaarding (TT-aansluitingen met een aansluitwaarde van 3x35 A tot en met 3x80 A).
- Bevorderen van verlaging van de fouts spanning bij een fase-aardfout in het MS-net.

Volgens een richtlijn van NEN 1010 moet de bedrijfsaarde in een MS-ruimte kleiner zijn dan 0,5 Ohm.

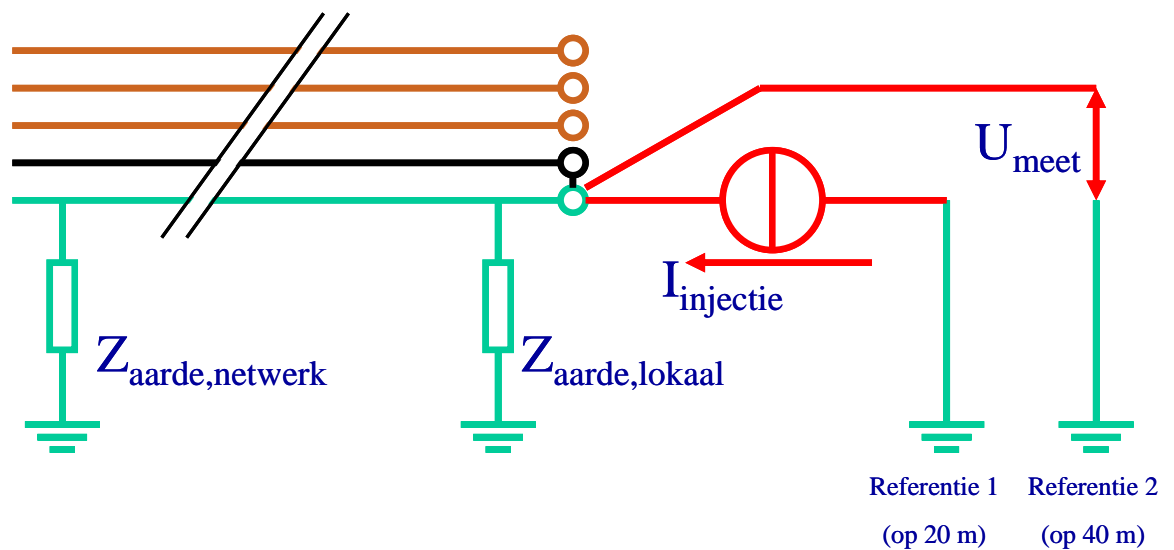
De bedrijfsaarde op een knooppunt kan gemeten worden met behulp van de Wouda-methode. De bedrijfsaarde kan ook met Gaia berekend worden. Daartoe moet de Wouda-methode gesimuleerd worden.

Wouda-methode

- Injecteer een stroom op de PE van het te meten knooppunt
- Meet de spanning ten opzichte van een ver verwijderde aardelektrode
- Bedrijfsaarde is het quotiënt van gemeten spanning en geïnjecteerde stroom

De Wouda-methode voor het meten van de bedrijfsaarde berust gewoon op de Wet van Ohm. Op het te meten aardpunt in het net wordt een kleine stroom geïnjecteerd. De stroombron is verbonden tussen het aardpunt en een geslagen aardelektrode. Deze aardelektrode bevindt zich op 20 m afstand van het te meten aardpunt. Op hetzelfde aardpunt wordt de spanning gemeten ten opzichte van een andere aardelektrode, die zich bevindt op 40 m afstand van het te meten aardpunt. De bedrijfsaarde is het quotiënt van de gemeten spanning en de geïnjecteerde stroom.

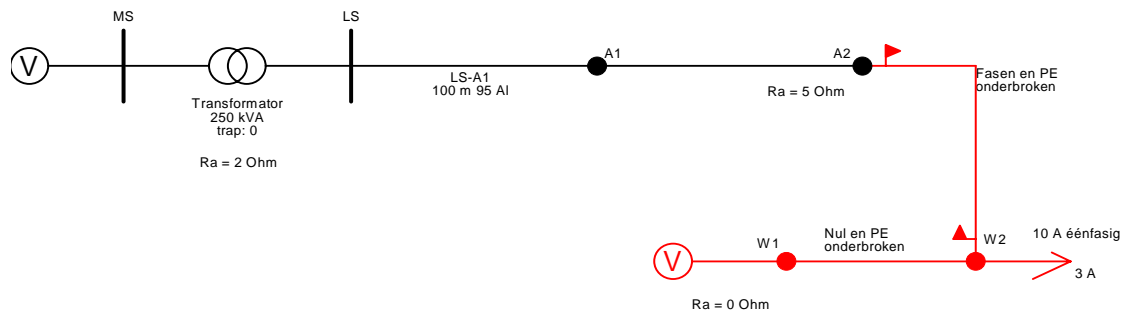
Wouda methode, schematisch



$$Z_{bedrijfsaarde} = U_{meet} / I_{injectie}$$

In het schema is een gedeelte van een net weergegeven (drie fasen, een nul en een afscherming). De nul en de afscherming zijn doorverbonden. In het schema wordt de bedrijfsaarde bepaald door de twee impedanties $Z_{aarde,netwerk}$ en $Z_{aarde,lokaal}$ en het stuk netwerk ertussen. De stroominjectie is aangesloten op het aardpunt en de aardelektrode "Referentie 1". De spanning wordt gemeten tussen het aardpunt en de aardelektrode "Referentie 2". De bedrijfsaarde is het quotiënt van de gemeten spanning en de geïnjecteerde stroom.

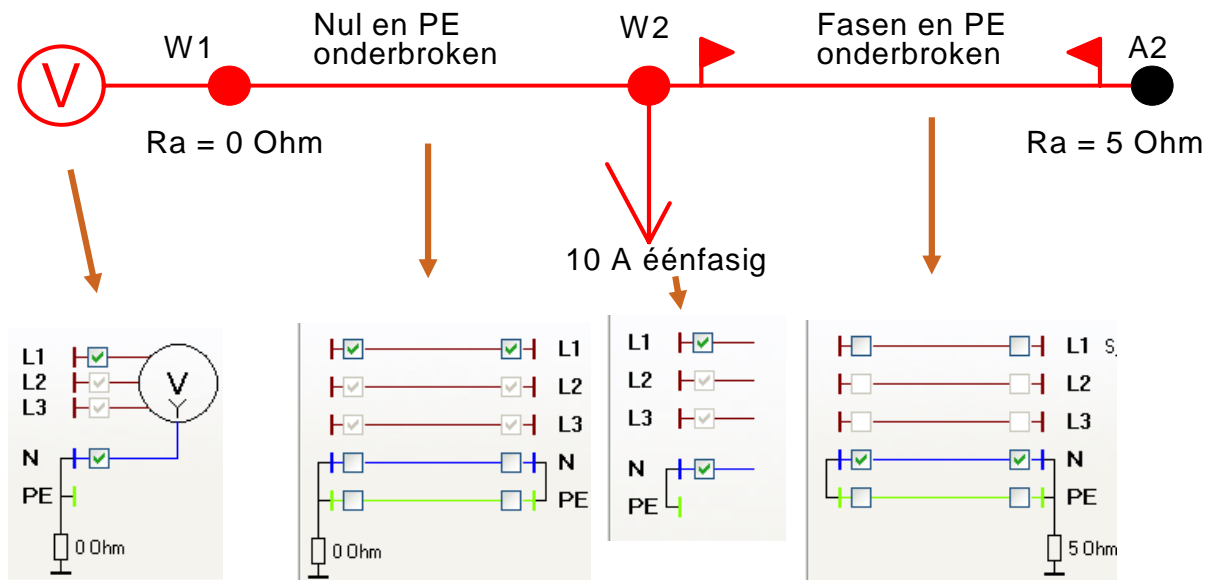
2 SIMULATIE WOUDA-METHODE MET GAIA



- Distributienet:
 - knooppunten MS, LS, A1 en A2
- Meetnet:
 - Knooppunten W1, W2
 - Verbinding met alleen fasen
 - Belasting zorgt voor een stroom van 10 A van fase naar nul
 - Verbinding met alleen nul naar knooppunt A2
 - Verbonden met de verre aarde

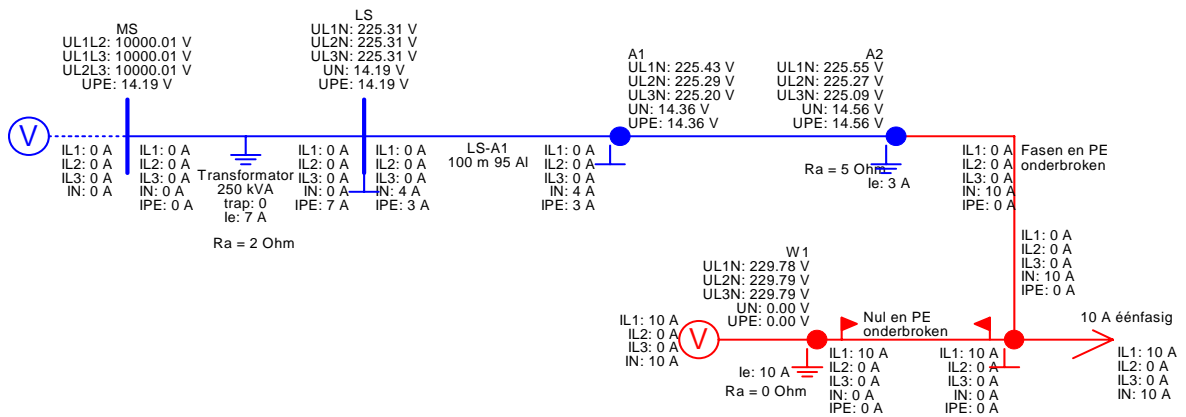
In het bovenstaande net wordt de bedrijfsaarde gemeten op het knooppunt A2. Dit knooppunt is voorzien van een aardelektrode met een weerstand van 5 Ohm. De kabels tussen LS en A1 en tussen A1 en A2 zijn ieder 100 m lang. Het sterpunt van de transformator in het MS/LS-station is geaard met een weerstand van 2 Ohm. De nul en afscherming zijn op de knooppunten doorverbonden. De stroominjectie wordt verkregen door de combinatie van de spanningsbron op knooppunt W1, een éénfasige belasting van 10 A en een paar koppelverbindingen. Van de koppelverbinding tussen de voeding en de belasting zijn alleen de fasen gesloten. De nul en de PE zijn geopend. De stroom door de éénfasebelasting loopt op knooppunt W2 via de fase naar de nul. De nul van knooppunt W2 is verbonden met de nul/PE van het te meten knooppunt A2. De injectie vloeit aldus van de bron via de belasting naar de nul/PE op knooppunt A2. Het retourpad wordt gevormd door de bedrijfsaarde en de aarding van het voedingsknooppunt W1.

Modellering Wouda-opstelling



Bovenstaand diagram geeft de schakelstanden aan van de voeding, belasting en de twee links. De stroom vloeit van de voeding, via de fase naar de belasting en dan via de nul naar het te bemeten knooppunt.

Resultaten simulatie



- $I_{\text{injectie}} : 10 \text{ A}$
- $U_{\text{meet}} : 14.56 \text{ V}$
- $Z_{\text{bedrijfsaarde}} = 1.456 \text{ Ohm}$
- **Controle:** $Z_{\text{transformator}} // Z_{\text{lokaal}} = 2 // 5 = 1.429 \text{ Ohm}$

In dit voorbeeld is een stroominjectie van 10 A gebruikt. In praktijk is de meetstroom veel kleiner, maar deze waarde is gekozen om het resultaat beter zichtbaar te maken. De berekende impedantie van de bedrijfsaarde is groter dan verwacht op grond van de parallelschakeling van de twee aardweerstand van 2 en 5 Ohm. Het verschil wordt verklaard door de impedantie van het stuk distributienet van 200 m. In praktijk wordt de bedrijfsaarde bepaald door de parallelschakeling van alle aardweerstand in het net en de kabelimpedanties ertussen.

3 CONCLUSIE

- Berekening bedrijfsaarde mogelijk met Gaia
- Simulatie met behulp van extra netvoeding, éénfasebelasting en twee links
- Berekening impedantie uit nulspanning en nulstroom