

GAIA

LV Network design

PERIODIEK
JANUARI 2010

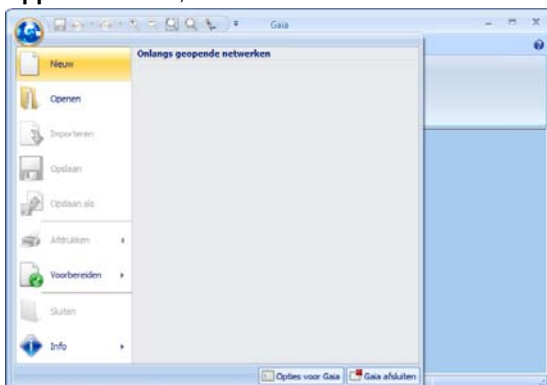
KIRCHHOFF



Wat is er nieuw in Gaia 6.0?

Ribbon

Het hoofdmenu van Gaia is vervangen door een 'lint' ('ribbon' in het Engels), een set van toolbalen op verschillende tabbladen. Microsoft heeft de Ribbons geïntroduceerd in Office 2007 en vervolgens ook toegepast in Windows 7 en Office 2010. Veel programma's stappen af van het traditionele menu en gaan over op de ribbon. De opdrachten zijn ingedeeld in logische groepen op tabbladen. Elk tabblad heeft betrekking op een bepaalde soort activiteit, zoals het invoegen van objecten of het bewerken ervan. De functies die zich in eerdere versies van Gaia achter het menu-item *Bestand* bevonden, zijn nu te vinden in het **Applicatiemenu**, in de linkerbovenhoek.



Het Applicatiemenu

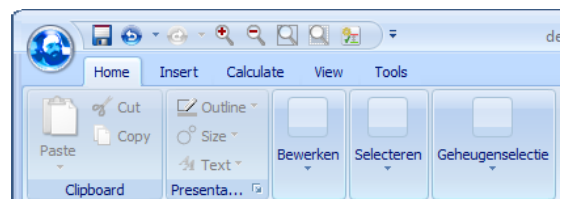
De belangrijkste nieuwe menu-items zijn:

- Applicatiemenu: bestandsbewerkingen
- Start: klembord, presentatie, bewerken, selecteren en geheugenselectie
- Invoegen: toevoegen van objecten

- Berekenen: uitvoeren van berekeningen en bekijken van resultaten
- Beeld: zoomen, weergave van het netwerk en de berekeningsresultaten
- Extra: vergelijken, geografie, view- en rapportdefinities, optiesbestand, overige applicaties en macro's.

De belangrijkste wijzigingen in het menu zijn:

- De items voor **Plaatsen**, **Bewerken** en **Selecteren** zijn verplaatst naar het tabblad **Start**.
- Het item **Resultaten** is verplaatst naar het tabblad **Berekenen**.
- Het item **Venster** is verplaatst naar het tabblad **Beeld**.



De ribbon-tabbladen

Belastingsgroei

De belastingsgroei is toegevoegd als een apart object in het netwerk. Belastingsgroei bevat het groeipercentage en de groeisort. Een belastingsgroei moet toegekend worden aan kabelbelastingen, belastingen en aansluitingen. Bij het uitvoeren van een berekening kan worden aangegeven over welke periode de groei moet worden bepaald. Deze groei kan lineair of exponentieel worden berekend. Een belastingsgroei wordt gedefinieerd in % per jaar. Hiermee kan de belasting over een aantal jaren berekend worden, afhankelijk van de groeisort. Onderstaande formules geven de

berekening van het vermogen $P(n)$ in jaar n , bij een procentuele groei g en schalingsfactor f .
Lineair:

$$P(n) = P(0) \cdot [1 + n \cdot g / 100] \cdot f$$

Exponentieel:

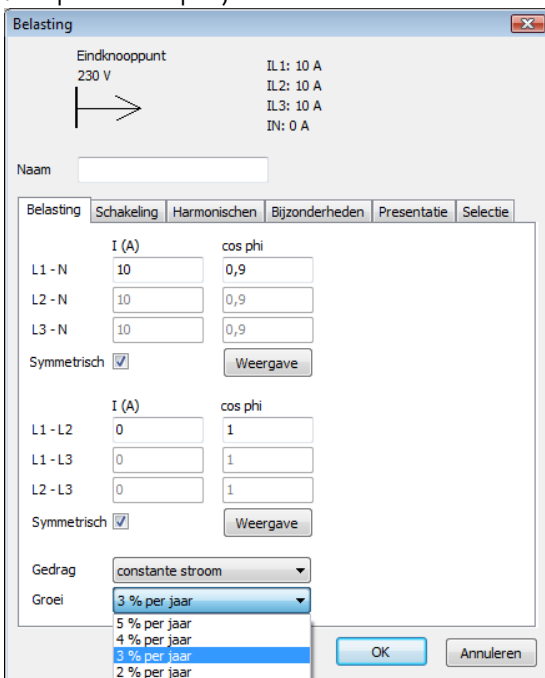
$$P(n) = P(0) \cdot [1 + g / 100]^n \cdot f$$

De gebruiker kan zelf een belastinggroei-object definiëren via **Invoegen | Groei | Belastinggroei**.



Definitie van een belastinggroei-object

Zes vaste belastinggroei-scenario's zijn in Gaia ingebouwd: geen groei, 1 %, 2 %, 3 %, 4 % en 5 % exponentieel per jaar.



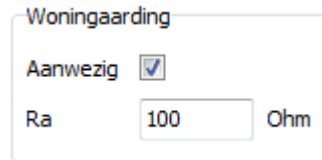
Keuze van een gedefinieerde Belastinggroei

Het belastinggroeipercentage is uit de opties verdwenen. Bij het openen van een oud netwerk wordt de groei zo goed mogelijk aan de belastingen toegekend. Het is echter raadzaam om de toegekende groei te verifiëren.

De groei van een aantal belastingen kan collectief aangepast worden met collectief bewerken.

Verdeelde aarding

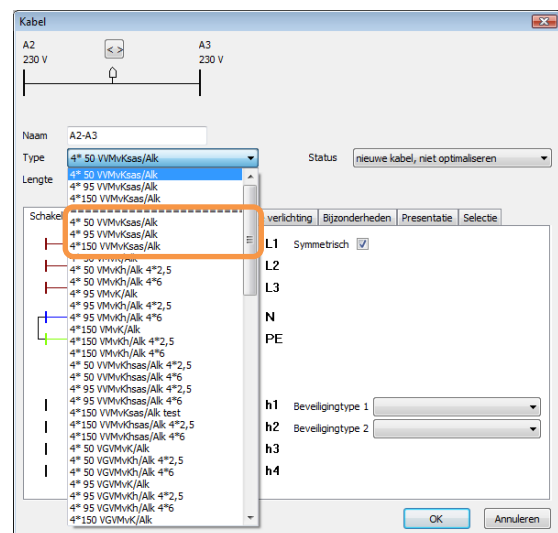
Er is in praktijk altijd een hoogohmig contact met aarde aanwezig, verdeeld in het net. Dit heeft een gunstige invloed op de aanrakingsveiligheid. Het is mogelijk om bij de Strand-Axelssonbelasting in kabels hiervoor een verdeelde woningaarding op te nemen.



Voorkeurstypen

Aan alle componenttypen in *Types.xls* is de kolom **Prefer** toegevoegd. Per type kan met 'true' of 'false' aangegeven worden of dit type een voorkeurstype is.

Voorkeurstypen verschijnen in Gaia bovenaan het selectielijstje van componenttype in de componentformulieren, maar na de bruikbare typen.



Voorkeurstypen XLPE vóór overige typen

Harmonische loadflow

In alle elektriciteitsnetten komen hogere harmonischen voor als gevolg van niet-lineaire bronnen, zoals gelijkrichters en converters. Analyse van het netwerk bij hogere frequenties maakt het mogelijk de vervorming van de wisselstroom en -spanning als gevolg van deze bronnen te bestuderen. Doel is om uitspraken te kunnen doen over de spanningskwaliteit, de stroom door de nulgeleiders en het opsporen van harmonische bronnen.

De harmonischenmodule is gebaseerd op een driefasensysteem met harmonische bronnen. In

een symmetrisch net met gebalanceerde harmonische bronnen komen alleen oneven harmonischen voor. De harmonische veelvouden van 3 manifesteren zich alleen in het homopolaire systeem en zijn derhalve zichtbaar in de nulgeleider en de afscherming van de kabels.

Alle netcomponenten, zoals kabels, belastingen, motoren en condensatoren, zijn voor hogere frequenties gemodelleerd. De modellering van netcomponenten voor afwijkende frequenties heeft met name gevolgen voor de kabels, transformatoren en elementen.

Belasting en harmonische stroominjectie

De harmonische stroominjectie vindt plaats via de belastingen. De stroom van de fundamentele component is:

$$I_{inj,50Hz} = \sqrt{\frac{P_L^2 + Q_L^2}{3 \cdot U_{nom}^2}} \cdot 1000 \quad [A]$$

De injectie van harmonische stroom wordt daarvan afgeleid:

$$I_{inj,h} = I_{inj,50Hz} \cdot \frac{\text{percentage}_h}{100\%} \cdot e^{j \cdot \text{hoek}_h \cdot \pi / 180} \quad [A]$$

met: h: harmonische nummer.

Een harmonische bron wordt opgegeven bij een belasting door middel van een harmonischentype uit het typenbestand.

Kabel

De kabel wordt gemodelleerd met het vereenvoudigde model voor korte afstanden:

$$Z_{kabel}(h) = R_{kabel} + j h X_{kabel}$$

Transformator

De impedantie wordt als volgt bepaald:

$$Z_T(h) = \sqrt{h} \cdot R_T + j h X_T$$

Netvoeding

De netvoeding wordt gemodelleerd met een vaste spanningsbron achter de kortsluitimpedantie. De reactantie wordt bepaald door de inductie en de frequentie:

$$Z_v(h) = R_v + j h X_v$$

Condensator

De condensator is een shuntelement. De admittantie wordt vanuit de capaciteit bepaald. De geleiding wordt nul verondersteld.

$$Y_C(h) = j h Q_C / U_{nom}^2$$

Synchrone generator

De synchrone machine is voor de harmonischen een belasting. Het model is:

$$Z_{gen}(h) = \sqrt{h} \cdot R_{gen} + j h X_{gen}$$

Hierin is R_{gen} gelijk aan de fictieve generatorweerstand, zoals ingevoerd ten behoeve van de kortsluitstroomberekeningen. De reactantie X_{gen} is niet gelijk aan de verzadigde subtransiënte reactantie $X_d''_{sat}$, maar gelijk aan de gewone subtransiënte reactantie X_d'' .

Asynchrone generator en motor

Van de asynchrone machine is de hoofveldimpedantie verwaarloosd. Dan geldt voor de machine-impedantie voor harmonischen:

$$Z_{asyn}(h) = \sqrt{h} \cdot R_{asyn} + j h X_{asyn}$$

Berekenen

De berekening van de harmonische loadflow vindt globaal in twee stappen plaats:

- eerst wordt een initiële loadflow uitgevoerd voor het vaststellen van de hoeken in het 50 Hz-systeem,
- vervolgens worden de berekeningen uitgevoerd aan het gelineariseerde model voor harmonische frequenties.

Een aantal harmonische bronnen is in *Types.xls* gedefinieerd. Er zijn typen gedefinieerd voor gelijkrichters, converter, fluorescerende lamp en een natriumlamp.

Per hogere harmonische is het percentage ten opzichte van de nominale belastingstroom gegeven en de hoek ten opzichte van de bedrijfspanning. Alle injectiestromen worden geïnjecteerd met referentie tot de hoek in de basisloadflow (in het 50/60 Hz-systeem). De harmonische loadflow wordt berekend voor alle gedefinieerde stroominjecties.

Resultaat

Het resultaat van de harmonische loadflow kan op drie manieren worden bekeken:

- in het one-line diagram
- in de details forms
- in een grafiek

Door de harmonische stroominjecties treden harmonische spanningen op in het netwerk. Deze harmonische spanningen en de stromen worden voor elke frequentie uitgerekend. De harmonischen hebben invloed op de RMS-waarde van de spanningen en de stromen. De RMS-waarden worden als volgt berekend:

$$U_{rms} = \sqrt{\sum_{m=1}^{\infty} |V_m|^2} \quad I_{rms} = \sqrt{\sum_{m=1}^{\infty} |I_m|^2}$$

Met: V_m de effectieve waarde van de harmonische gekoppelde spanning en: I_m de effectieve waarde van de harmonische stroom.

