

## INDEX NAAR GEBRUIKTE NETWERKBESTANDEN

In alle hoofdstukken van het boek “Netten voor distributie van elektriciteit” is voor het uitbeelden van netschema’s en het uitvoeren van berekeningen gebruik gemaakt van de rekenprogramma’s *Gaia LV Network design* (versie 7.14) en *Vision Network analysis* (versie 8.14) van Phase to Phase.

Gaia is een integraal programma voor de analyse en ontwerp van een LS-distributienet.

Met Gaia kunnen de spanningshuishouding, de belasting van netcomponenten en de veiligheid van mensen bij kortsluitingen in het net worden bepaald. Ook kan met Gaia op basis van technische en economische criteria automatisch een net worden gedimensioneerd.

De gebruikersinterface bestaat uit een one-line editor. De presentatie van het netwerk en bijbehorende informatie, zoals componentgegevens en berekeningsresultaten, kan door de gebruiker worden geconfigureerd.

Gaia kent de volgende rekenmodules:

- Netbelasting: belastbaarheid van het net
- Loadflow: volledige asymmetrische loadflow voor netten met drie fasen, hulpaders, nul en afscherming
- Aanrakingsveiligheid: evaluatie van aanrakingsveiligheid
- Kortsluiting: analyse van driefasen- en éénfasekortsluitingen en stroomverdeling in het net
- Spanningsvastheid: netimpedantie- en spanningsdipberekening
- Macro's: programmeertaal voor gevoeligheidsanalyses en andere herhaalde berekeningen.



Vision is een programma voor de analyse van elektriciteitsnetten. Met Vision kunnen loadflowberekeningen, kortsluitberekeningen, storingsanalyses en betrouwbaarheidsanalyses worden uitgevoerd. Daarnaast kan met Vision de werking van beveiligingen worden gesimuleerd. Vision wordt gebruikt voor planning, ontwerp en beheer van transport-, distributie- en industriële netten.

De gebruikersinterface bestaat uit een one-line editor. De interface kan grote netwerken aan waardoor het uitermate geschikt is voor bijvoorbeeld koppeling met bedrijfsmiddelen-informatiesystemen. De presentatie van het netwerk en bijbehorende informatie, zoals componentgegevens en berekeningsresultaten, kan door de gebruiker worden geconfigureerd.

Vision kent de volgende rekenmodules:

- Loadflow: load-flow berekening, motorstart, n-1 analyse en belastingspatronen
- IEC (60)909: symmetrische en asymmetrische kortsluitberekening
- Storing sequentieel: storingsanalyse voor (a)symmetrische kortsluitingen en onderbrekingen
- Kosten: berekening van het financiële aspect van energietransportverlies
- Betrouwbaarheid: betrouwbaarheidsanalyse voor transport- en distributienetten
- Beveiliging: coördinatie, simulatie en selectiviteit van beveiligingen
- Harmonischen: loadflow en impedantiespectrumanalyse
- Macro's: krachtige programmeertaal voor gevoeligheidsanalyses en andere herhaalde berekeningen.



De in het boek gebruikte netmodellen zijn beschikbaar op de website van Phase to Phase, zodat de lezer met behulp van de bijbehorende programma's de cases zelf kan bekijken en narekenen. De programma's kunnen op iedere PC worden geïnstalleerd. Zonder licentie werken zij in de demonstratiemodus, waarmee de gebruiker de cases kan openen, bekijken, bewerken en narekenen. De functies van de rekenprogramma's zijn in de demonstratiemodus beperkt: de maximale omvang van de netmodellen is 25 knooppunten en eventuele wijzigingen kunnen niet opgeslagen worden.

De netmodellen zijn beschikbaar via: [www.phasetophase.nl/download/cases.zip](http://www.phasetophase.nl/download/cases.zip)

De programma's *Gaia LV Network design* en *Vision Network analysis* zijn beide beschikbaar via de Vision Power Range op: [www.phasetophase.nl](http://www.phasetophase.nl).

## Hoofdstuk 2

Figuur	Gaia LV Network design	Vision Network analysis
2.2 Spanningsniveaus		Spanningsniveaus.vnf
2.3 Vermaasd 50-kV-transportnet		Vermaasd 50 kV-transportnet.vnf
2.4 Parallel voedende kabels in het 50-kV-transportnet		Transformatoren op steeltjes.vnf
2.5 Parallel voedende kabels in het 10-kV-transportnet		Stamvoedingen.vnf
2.6 Radiaal 10-kV-distributienet; voeding vanuit één onderstation; geen storingsreserve		Radiaal 10 kV-distributienet.vnf
2.7 Ringvormig 10-kV-distributienet; enkelvoudige storingsreserve		Ringvormig 10 kV-distributienet.vnf
2.8 Distributienet met hoofdring, subring en uitloper		Hoofdring - subring - uitloper.vnf
2.9 Vermaasd 10-kV-distributienet; enkelvoudige storingsreserve		Vermaasd 10 kV-distributienet.vnf
2.10 Gecombineerde 20/10 kV structuur		Gecombineerd 20kV-net.vnf
2.11 Radiaal LS-net; voeding vanuit één netstation; geen storingsreserve	Radiaal LS-distributienet.gnf	
2.12 Vermaasd LS-net; voeding vanuit meerdere netstations; geen storingsreserve	Vermaasd LS-distributienet.gnf	
2.17 Schema van een HS/MS-onderstation		HS-MS Onderstation.vnf
2.23 Schakelstation		Verdeelstation zonder en met regeltransformator.vnf
2.24 Regelstation met regeltransformator		Verdeelstation zonder en met regeltransformator.vnf
2.25 Netstation, met een beveiligde aftakking		Netstation.vnf
2.26 t/m 2.33	Aansluitcapaciteiten Tarievencode.gnf	

## Hoofdstuk 3

Figuur	Gaia LV Network design	Vision Network analysis
3.22 LS-hoofdkabel zonder en met warmtepompsystemen	LS-hoofdkabel zonder en met warmtepompen.gnf	

## Hoofdstuk 4

Figuur	Gaia LV Network design	Vision Network analysis
4.21 Toepassing van typen schakelinstallaties		Schakelinstallaties.vnf

## Hoofdstuk 5

Figuur	Gaia LV Network design	Vision Network analysis
5.19 Rekenvoorbeeld TT-stelsel	Spanning op PE als functie van de afstand.gnf	
5.23 Rekenvoorbeeld TN-stelsel	Spanning op PE als functie van de afstand.gnf	
5.24 Model van een HS/MS-onderstation met achterliggend MS-net	Aanrakingsspanning bij fout in zwevend MS-net.gnf	

## Hoofdstuk 6

Figuur	Gaia LV Network design	Vision Network analysis
6.13 Toepassing van richtingrelais		MSTs.vnf
6.29 Aansluiting kleinverbruiker 3x80 A		LS-aansluiting.vnf
6.31 Basisstructuur van een MS-transportnet		Basisontwerp MS-net.vnf
6.32 Basisstructuur van de meeste MS-distributienetten		Basisontwerp MS-net.vnf
6.33 Instelling van de beveiligingen in een MS- en LS-distributienet		Instellingen MS- en LS-distributienet.vnf
6.34 Beveiliging van MS-strengen		Voorbeeld toepassing OMT-relais.vnf
6.39 Kortsluitberekening in een streng zonder generator		Verblinding van beveiliging.vnf
6.40 Kortsluitberekening in een streng met een generator		Verblinding van beveiliging.vnf
6.42 Verblinding van de beveiliging voor overbelasting		Verblinding van beveiliging.vnf

## Hoofdstuk 8

<b>Figuur</b>	<b>Gaia LV Network design</b>	<b>Vision Network analysis</b>
8.25 Model van een vast toerental wind turbine met een asynchrone generator		Windturbines.vnf
8.28 Model van een variabel toerental windturbine met een converter		Windturbines.vnf
8.31 Model van een variabel toerental windturbine met een dubbelgevoede inductiegenerator		Windturbines.vnf

## Hoofdstuk 9

<b>Figuur</b>	<b>Gaia LV Network design</b>	<b>Vision Network analysis</b>
9.4 Spanningsdaling bij een circuit met drieadelige MS-kabel		RX verhouding 1ad en 3ad en spanningsdaling.vnf
9.5 Spanningsdaling bij een circuit met drie enkeladerige MS-kabels		RX verhouding 1ad en 3ad en spanningsdaling.vnf
9.8 Voorbeeldnet voor berekening spanningen, stroom en vermogens		MacroPQ - gevoeligheid U voor P en Q.vnf
9.12 MS-streng met een generator		MS-streng met generator.vnf
9.14 Typische MS-streng met netstations		MS-streng.vnf
9.19 Belasting en geïmporteerd vermogen		U2 met 5 MW en 2 Mvar (vanuit de voeding) met capaciteit.vnf
9.22 Negatieve belasting ter compensatie van de gelijktijdigheid		Compensatie voor gelijktijdigheid.vnf
9.23 Twee strengen in een LS-distributienet	Voorbeeld stochastische loadflow.gnf	
9.25 MS-distributiering met een netopening		MS-strengen netopeningenoptimalisatie.vnf
9.27 Koppelen van deelnetten		Koppelen van twee MS-strengen.vnf
9.28 Twee gelijk ingestelde parallelle transformatoren		Parallelle transformatoren.vnf
9.29 Twee ongelijk ingestelde parallelle transformatoren		Parallelle transformatoren.vnf

## Hoofdstuk 10

<b>Figuur</b>	<b>Gaia LV Network design</b>	<b>Vision Network analysis</b>
10.7 Netwerk met kortsluiting op knooppunt K2		IEC.vnf
10.11 Netwerk met kortsluiting op knooppunt K2		IEC.vnf
10.15 MS-net met een equivalente verbinding voor 200 km kabel		IEC.vnf
10.17 MS-net met blusspoel		IEC.vnf
10.20 MS-net met aardingstransformator		IEC.vnf
10.23 LS-netwerk met distributietransformator		IEC.vnf
10.26 Toepassing van een smoorspoel		IEC.vnf
10.27 MS-net tussen onderstation en schakelstation in de toestand voor de kortsluiting		Sequentie van kortsluiting in een stamvoeding.vnf
10.31 Simulatie van de tweefasenkortsluiting met aardcontact		Sequentie van kortsluiting in een stamvoeding.vnf
10.32 Tweefasenkortsluiting met aardcontact en afgeschakelde generator		Sequentie van kortsluiting in een stamvoeding.vnf
10.33 Kortsluiting met afgeschakelde generator en uitgeschakelde vermogenschakelaar bij SS		Sequentie van kortsluiting in een stamvoeding.vnf

## Hoofdstuk 11

<b>Figuur</b>	<b>Gaia LV Network design</b>	<b>Vision Network analysis</b>
11.5 MS-streng en twee LS-strengen		Spanningsdip.vnf
11.14 Twee LS-strengen en hun distributietransformator		Spanningsdip.vnf
11.19 Laagspanningskabel met belasting en voeding	Asymmetrie.gnf	
11.30 De drie fasestromen van de zespulsige gelijkrichter	Harmonischen 12-pulsige gelijkrichter.gnf	
11.32 De drie fasestromen van de zespulsige gelijkrichter bij een Yd5-transformator	Harmonischen 12-pulsige gelijkrichter.gnf	
11.34 De drie fasestromen van de twaalfpulsige gelijkrichter bij een Yyod5-transformator	Harmonischen 12-pulsige gelijkrichter.gnf	
11.36 Invloed van de derde harmonische op de stromen door de fasen en de nulgeleider	Harmonischen.gnf	

## Hoofdstuk 12

<b>Figuur</b>	<b>Gaia LV Network design</b>	<b>Vision Network analysis</b>
12.6 Keten van betrouwbaarheidsinvloeden		Keten van betrouwbaarheidsinvloeden.vnf
12.7 MS- en LS-distributienet met HS-voeding		MS-LS-strengen.vnf

## Hoofdstuk 13

<b>Figuur</b>	<b>Gaia LV Network design</b>	<b>Vision Network analysis</b>
13.2 Voeding van 100 woningen met één kabel	LS-net maximale lengte.gnf	
13.3 Voeding van 55 woningen met één kabel	LS-net maximale lengte.gnf	
13.5 Aanrakingsveiligheid bij een LS-streng van 675 m	LS-net maximale lengte.gnf	
13.6 Aanrakingsveiligheid bij een LS-streng van 525 m	LS-net maximale lengte.gnf	
13.7 Aanrakingsveiligheid bij een LS-streng van 525 m en 100 verborgen aarde per woning	LS-net maximale lengte.gnf	
13.8 Aansluiting van een industriële aangeslotene van 200 kVA, $\cos(\phi) = 0,9$	LS-net maximale lengte.gnf	
13.9 Aansluiting van een industriële aangeslotene van 300 kVA, $\cos(\phi) = 0,9$	LS-net maximale lengte.gnf	
13.11 Voorbeeld van een MS-net		MS-net ontwerp.vnf
13.14 Spanningen in een MS-streng met grotere geleiderdoorsneden, omgeschakelde bedrijfstoestand		MS-net ontwerp verbeterd.vnf
13.16 MS-transportverbinding met schakelstation		Regelstation.vnf
13.17 MS-transportverbinding met regelstation		Regelstation.vnf

## Hoofdstuk 14

<b>Figuur</b>	<b>Gaia LV Network design</b>	<b>Vision Network analysis</b>
14.1 Concentratie van de werkzaamheden van de bedrijfsvoerder		Werkterrein bedrijfsvoering.vnf