

PHASE TO PHASE

Restcapaciteit

01-130 pmo

1-5-2001

1 INLEIDING

In sommige situaties moet de schakelsituatie in een MS-distributienet gewijzigd worden: in geval van te plegen onderhoud of bij het verschakelen in storingssituaties. De op een knooppunt maximaal bij te schakelen stroom wordt bepaald door de reeds bestaande belasting van alle voedende kabelverbindingen. In praktijk wordt deze stroom "Restcapaciteit" of "Uitvoeding" genoemd.

In Vision is een functionaliteit aangebracht, die de maximaal bij te schakelen stroom op knooppunten berekent.

2 MODELLERING

Voor de procedure is geen bijzondere invoer nodig. De routine volgt een numerieke benadering door de invloed van kleine verstoringen te extrapoleren. De werking is globaal als volgt.

1. Bereken stroombelasting verbindingen in de uitgangssituatie.
2. Breng een stroominjectie aan op het eerste knooppunt.
3. Bepaal de invloed van de stroominjectie op alle verbindingen in het net.
4. Bepaal de kleinste marge ten gevolge van de betreffende stroominjectie.
5. Restcapaciteit voor het knooppunt bepaald; ga verder met het volgende knooppunt.

De exacte werking is weergegeven in bijlage A.

Voor de bepaling van de restcapaciteit wordt met het gewone net en bijbehorende invoer gerekend. Bij de presentatie van de restcapaciteit wordt geen rekening gehouden met de gelijktijdigheid op de knooppunten. De bij de knooppunten afgedrukte berekende stroomwaarde is de "kale" stroomwaarde. Indien deze waarde ter controle achteraf (met een loadflow) wordt aangebracht, moet de berekende stroomwaarde eerst gedeeld worden door de gelijktijdigheid.

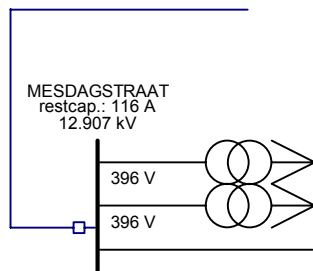
De arbeidsfactor van de stroominjectie moet gelijk zijn aan die van de bij te schakelen stroom. Dit is redelijk te schatten in doorsnee distributienetten. De nauwkeurigheid is dan goed. Indien er echter een grote diversiteit van industrie (machines en vermogenslektronica) en decentrale opwekking aanwezig is, is het moeilijk een enkel getal voor arbeidsfactor van de mogelijk bij te schakelen belasting te noemen. Met name bij netto opwekking is de nauwkeurigheid onvoldoende.

De methode gaat uit van extrapolatie van stroominjecties. De grootte van de stroominjectie is afhankelijk van het spanningsniveau van het betreffende knooppunt en het basisvermogen van het net. Let op dat het basisvermogen gelijk is aan de orde grootte van de opgewekte en getransporteerde vermogens. Als richtlijn kan voor transportnetten het basisvermogen gelijk aan 100 MVA gekozen worden en voor distributienetten gelijk aan 10 MVA.

3 PROCEDURE

De functionaliteit wordt opgestart via [**Berekenen** | **Loadflow** | **Restcapaciteit**]. Achter het tabblad **Restcapaciteit** kan de $\cos(\varphi)$ van de injectiestroom worden ingevuld. De default waarde is de gemiddelde waarde voor het netwerk.

De resultaten kunnen in het one-line diagram worden afgedrukt door via [**Extra** | **Views**] een view te definiëren, waar bij **knooppunten** en **resultaten** het hokje voor I_{rest} is aangevinkt. De resultaten verschijnen dan als volgt op het scherm:



Figuur 1 Voorbeeld van uitvoer van de restcapaciteit.

Een controleberekening wijst uit op welke plek de beperkende kabel in de richting van de voeding zit. Door het tracé van de voeding naar het beschouwde knooppunt te selecteren, kan met de grafische uitvoermogelijkheid de zwaarst belaste verbinding worden gevonden.

BIJLAGE A MODELLERING RESTCAPACITEIT

Marge in een verbinding:

Een kabel i heeft een marge, die gebruikt kan worden voor de restcapaciteit. Deze marge is gelijk aan:

$$\text{marge} = I_{\max,i} - |I_i|$$

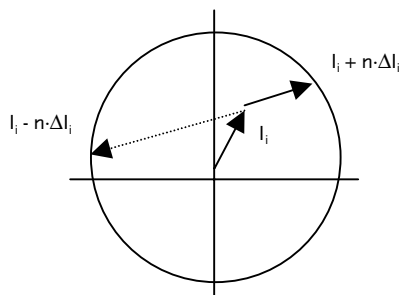
Vaststellen gevoeligheid:

Een stroominjectie ΔI_{inj} op een bepaald knooppunt heeft een verandering tot gevolg op de stroomsterkte door een verbinding. De mate van verandering is afhankelijk van de locatie van de betreffende verbinding in het pad van voedingsbron naar injectieknooppunt.

Indien een stroominjectie ter grootte van ΔI_{inj} een stroomverandering ter grootte van ΔI_i tot gevolg heeft in tak i, kan de bijdrage tot de restcapaciteit bepaald worden door de onderstaande vergelijking op te lossen voor n:

$$|I_i + n \cdot \Delta I_i| = I_{\max,i}$$

Ofwel: zoek een waarde voor n, zodat de somvector in het complexe vlak op de cirkel met omtrek $I_{\max,i}$ ligt.



De oplossing van bovenstaande vergelijking wordt gevonden een kwadratische vergelijking voor n:

$$(\text{Re}\{I_i\} + \text{Re}\{n \cdot \Delta I_i\})^2 + (\text{Im}\{I_i\} + \text{Im}\{n \cdot \Delta I_i\})^2 = I_{\max,i}^2 \rightarrow$$

$$|\Delta I_i|^2 \cdot n^2 + 2 (\text{Re}\{I_i\} \cdot \text{Re}\{\Delta I_i\} + \text{Im}\{I_i\} \cdot \text{Im}\{\Delta I_i\}) \cdot n + (|I_i|^2 - I_{\max,i}^2) = 0$$

Deze vergelijking in n is op te lossen met de wortelformule. Hierbij is alleen de positieve oplossing van belang, omdat de oplossingsvector $n \cdot \Delta I_i$ dezelfde richting moet hebben als ΔI_i .

Vaststellen maximale bij te schakelen stroom:

De maximaal bij te schakelen stroom is dan bepaald door n en de injectiestroom volgens:

$$\text{Restcapaciteit} = n \cdot \Delta I_{inj}$$