



Frequentie-beveiliging in relatie tot energietransitie

Frequentie-beveiliging t.b.v. automatische belastingafschakeling als herstelactie bij vermogensonbalans.

Peter Kleijnen, Enexis

Roger Tummers, Enexis

- Normale bedrijfsvoering Popwek = $P_{\text{belasting}}$ (Europees koppelnet)
Frequentie = 50 Hz
- Popwek $> P_{\text{belasting}}$
Frequentie > 50 Hz \Rightarrow Herstelactie Popwek \downarrow
- Popwek $< P_{\text{belasting}}$
Frequentie < 50 Hz \Rightarrow Herstelactie (49 Hz $< f < 50$ Hz) Popwek \uparrow
Herstelactie, noodrem ($f < 49$ Hz) $P_{\text{belasting}}$ \downarrow

Stabiliteit van het net

- **Hernieuwbare bronnen (zon, wind) zijn grillig**
- **Minder grote elektriciteitscentrales (gas, kolen)**
 - Meer stabiliteitseisen aan decentrale productie-eenheden, zoals zonnepanelen en windturbines
 - **Nieuw frequentie afschakelplan (meer staffelfrequenties)**



Wat als de frequentie stijgt ?

- Frequentie > 50 Hz, waarbij Popwek ↓

Netcode – RfG (requirement for generators), april 2019

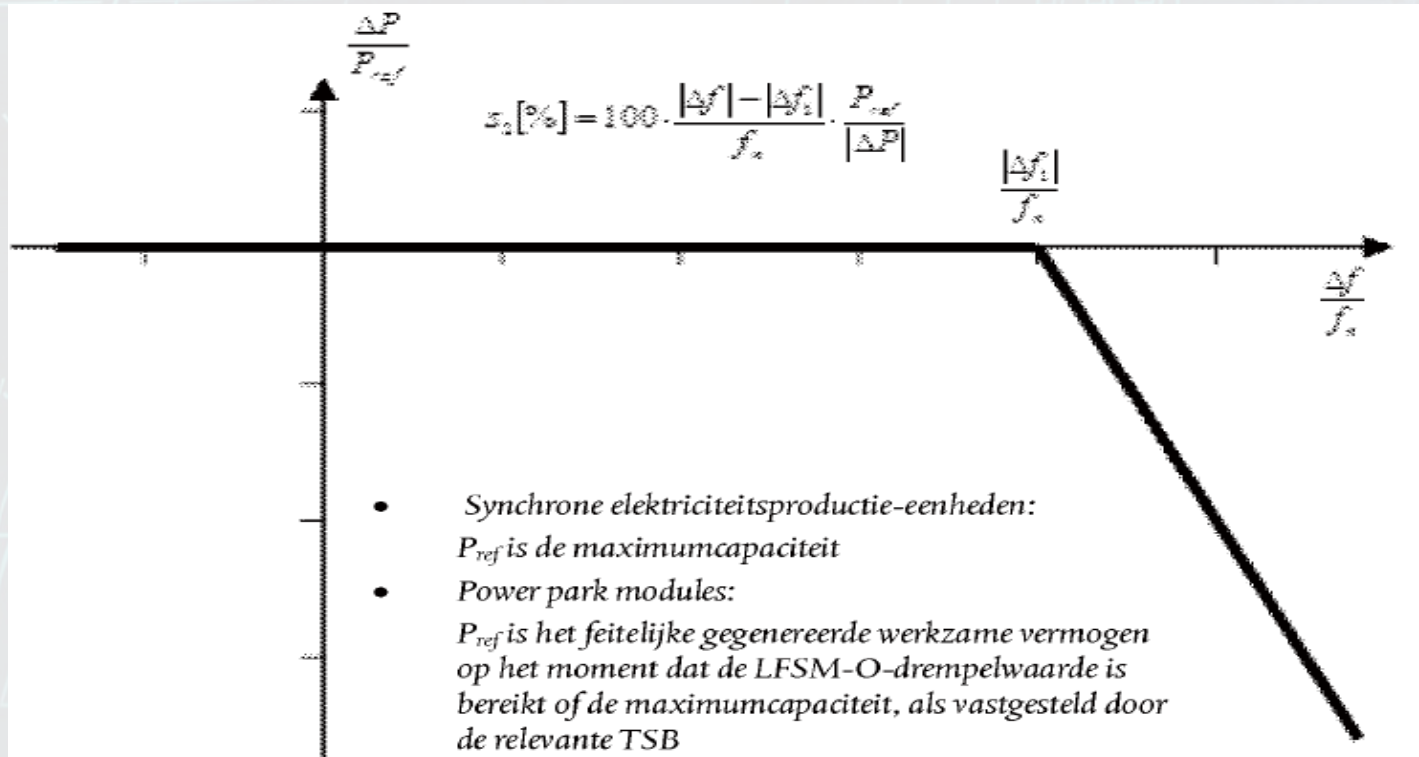
Productie-eenheden, type A t/m D (type B: $1 < P < 50$ MW)

Popwek ↓ op basis LFSM-O eis: $f > 50,2$ Hz statiek – 5 % regeling (limited frequency sensitive mode, netcode art. 3.13 sub 4)

Netbeheer Nederland: Compliance verification RfG

Wat als de frequentie stijgt ?

- Gelimiteerde frequentiegevoelig modus – reactie DCO bij overfrequentie





Wat als de frequentie daalt ?

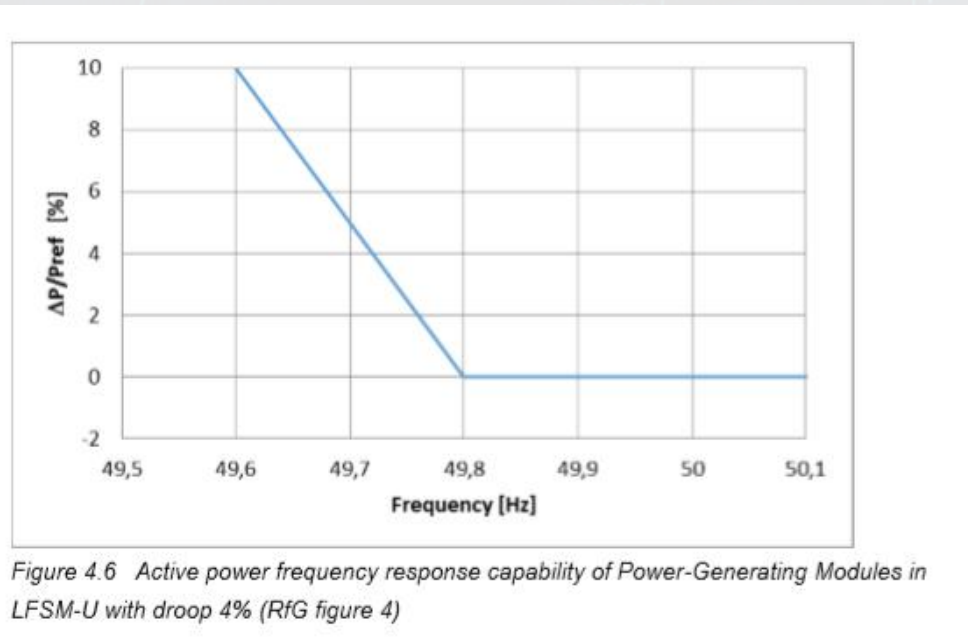
- Frequentie 49,0 – 50 Hz, waarbij Popwek ↑
- Netcode – RfG (requirements for generators)
- Productie-eenheden, **type C,D (type P > 50 MW)**

Popwek ↑ op basis LFSM-U eis: $f < 49,8$ Hz statiek + 5 % regeling
(limited frequency sensitive mode, netcode art. 3.24)

Netbeheer Nederland: Compliance verification RfG

Wat als de frequentie daalt ?

- Gelimiteerde frequentiegevoelig modus – onderfrequentie (LFSM-U) zoals van toepassing voor grote productie-eenheden ($P > 50 \text{ MW}$)





Huidig afschakelplan bij frequentiedaling

Tot op heden (“noodrem”, belasting afschakeling door freq. beveiliging):

Frequentie < 49,0 Hz volgens netcode art. 9.26 dienen netbeheerders middels frequentie afschakelplan op basis van gestaffeld schema belasting af te schakelen

49,0 Hz - 15 % belasting afschakeling

48,7 Hz - 15 % belasting afschakeling

48,4 Hz - 20 % belasting afschakeling

Totaal 50 % belasting afschakeling

Wat schakelen we wel/niet af ?

Gehanteerde uitgangspunten (prioriteiten):

- Stations waar grote opwekeenheden op aangesloten zijn niet afschakelen.
- Stations waar EB-transformator voor een centrale op aangesloten is niet afschakelen.
- Grote industrieën niet afschakelen
- Grote steden zoveel mogelijk sparen bij de af te schakelen gebieden.
- De af te schakelen gebieden per sessie zo goed mogelijk verdelen over de provincie.
- Stations waar veel decentrale opwek op aangesloten is zoveel mogelijk mijden.

Wat zegt de Europese regelgeving?

ENTSOE (2014) Onderzoek en aanbevelingen mbt
UFLS (under frequency load shedding):

Aanbevelingen m.b.t. **beveiligingsconcept**:

1. Binnen ENTSO – iedere TSO 50 % afschakelplan, minimaal 40 %
2. Per afschakeltrap 5 – 10 %
3. Minimaal 6 afschakeltrappen en max. 10 afschakeltrappen

Aanbevelingen mb.t. **frequentie-relais/uitschakeling**:

1. Nauwkeurigheid +/- 30 mHz
2. Maximale uitschakeltijd (inclusief de uitschakeltijd van de vermogensschakelaar 150 ms (uiterlijk 300 ms)

Wat zegt onze netcode straks ?

**Netbeheer Nederland (NC – ER) :
implementatie codewijzigingsvoorstel netcode art 9.26 (goedgekeurd ?)**

Frequentie afschakelplan:

1. $f < 49,0$ Hz - 7,5 % van de totale belasting v.d. aangeslotene

2. $f < 48,8$ Hz - 7,5 %

3. $f < 48,6$ Hz - 7,5 %

4. $f < 48,4$ Hz - 7,5 %

5. $f < 48,2$ Hz - 7,5 %

6. $f < 48,0$ Hz - 7,5 %

Totaal min. 45 % van de totale belasting (= +/-netto-uitwisseling op HS/MS aansluitingen + decentrale opwek in netdeel)

Hoe ziet de praktische implementatie eruit ?

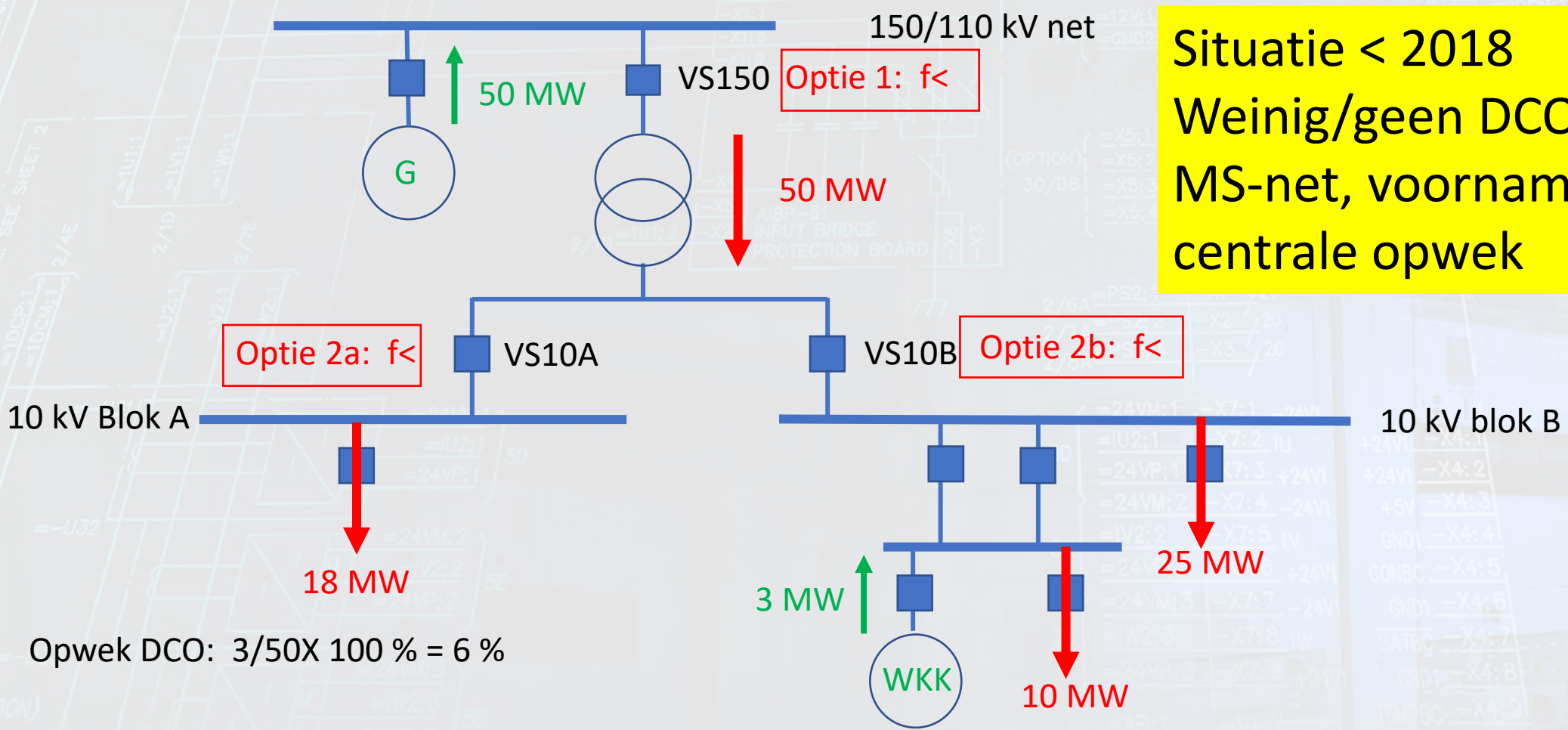
Tot dusver de theorie, echter nu de praktische implementatie:

- **Selectieve afschakeling van nettobelasting waarbij grootschalige DCO (> 3 MVA) aan het net houden (voorkomen dat Popwek ↓)**
Welke vermogensschakelaar(s) krijgen uitschakelcommando ?
- **Welke meetspanning is representatief voor frequentie van HS-net ?**
- **Hoe snel en betrouwbaar moet de frequentiebeveiliging zijn (eisen) ?**
- **Kun frequentie-functionaliteit integreren in andere beveiligingssystemen / relais (eisen) ?**

• Op welk netvlak passen de regionale netbeheerders de frequentiebeveiliging toe !

- HS/MS (10 MVA)
- MS-T (6 MVA)
- MS-D (1750 kVA)
- MS/LS

Waar bevindt zich de frequentie-beveiliging bij jullie ?



Situatie < 2018
 Weinig/geen DCO in
 MS-net, voornamelijk
 centrale opwek



Wat is ons knelpunt bij de implementatie ?

Knelpunt: gemengde belasting (verbruikers en DCO zijn vaak aangesloten op dezelfde MS-installaties)

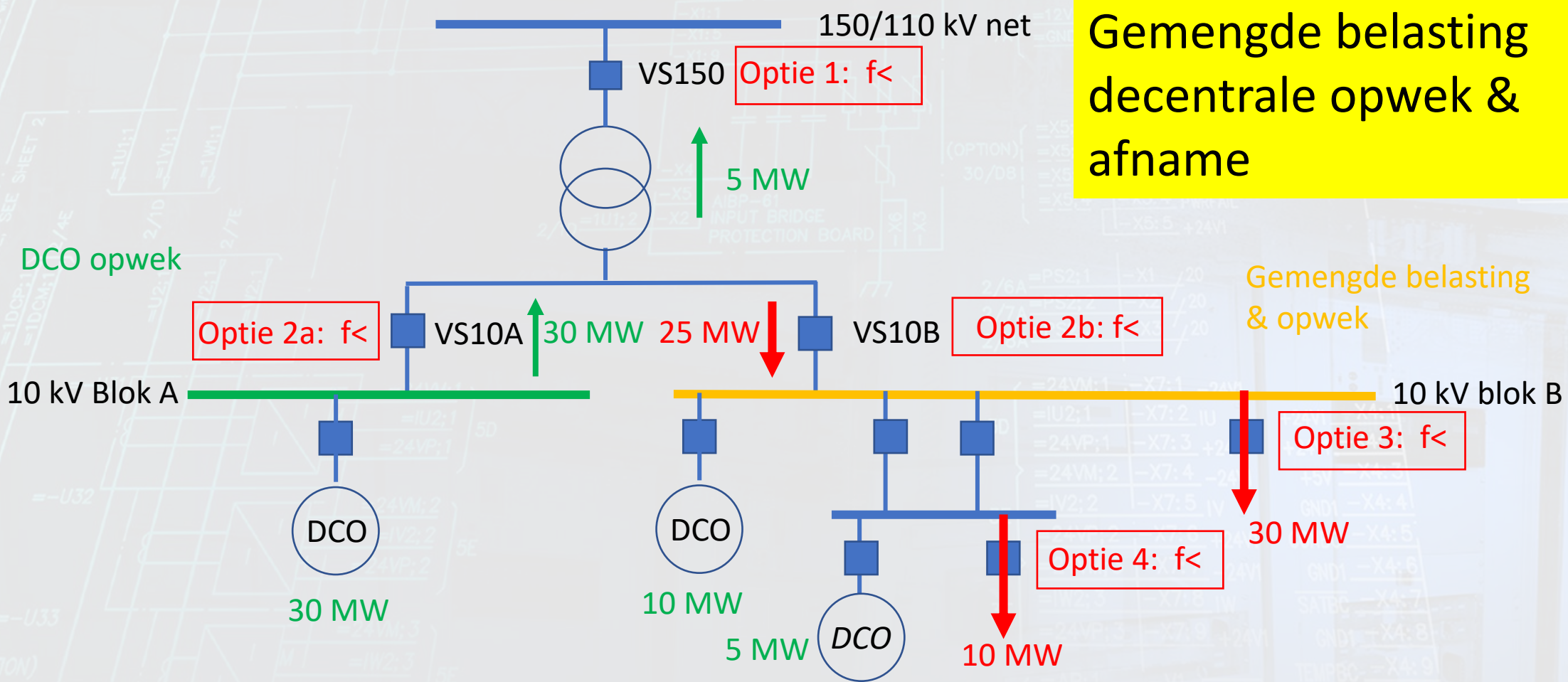
Hoe kunnen we ervoor zorgen dat de grootschalige decentrale opwekkers (> 3 MVA) niet worden afgeschakeld door de frequentie-beveiliging ?

Hoe implementeren jullie dit ?



Welke opties zijn er voor onze frequentiebeveiliging ?

Gemengde belasting
decentrale opwek &
afname



Waaraan moet een frequentie-beveiliging voldoen ?

- Voldoet functionaliteit van frequentiebeveiliging ook in distantiebeveiliging of veldcontrole units ?
 - Wordt hiervan al gebruik gemaakt bij de overige RNB's ?
- Welke beveiligingsapparatuur gebruiken jullie voor frequentiebeveiliging ?

Keuze Enexis (vooralsnog): separaat beveiligingsrelais

- Betrouwbaar: minstens 4 perioden meten (≥ 80 ms)
- Snelle blokkering bij onderspanning < 20 msec
- Aanspreek / afval verhouding < 10 mHz
- Snel afvallen bij frequentie-stijging
- Meetnauwkeurigheid beter dan 20 mHz

- Niet alle relais vallen snel af.
- Blokkering door te lage spanning niet altijd snel >25msec (huidige FC-95 en SFT-40 zitten op 66 resp 30msec).
- Grote aanspreek / afval verhouding, sommige relais ver boven de 25mHz.
- Niet echt duidelijk hoe ingesteld kan worden dat er minimaal een aantal perioden gemeten wordt.

- Voedende MS-veld
- Per MS-verdeler in de buurt van de betreffende verdeler
- Transformator beveiliging paneel
- Centraal in het station

- HS spanning. In TIK-kast wordt geen HS beveiligingsspanning aangeboden. Valt voor de toekomst af.
- MS voedend veld. Stabiele frequentie (identiek aan de HS frequentie)
- MS railspanning. Bij eiland-bedrijf ondefinieerbare frequentie. Kan leiden tot onverklaarbare alarmen en meldingen.

- HS vermogensschakelaar: Voor het geaarde net in Zuid Nederland (operationeel binnenkort???) niet geaccepteerd door TenneT i.v.m. af afschakelen van de aardpunten.
- MS voedend veld: Bij uitschakeling verhoogde spanning op de klemmen van de transformator.
- Afgaande velden: Veel bekabeling en daardoor grote kans op onterecht werken.



Mogelijkheden om opwek en afname gedifferentieerd af te schakelen

- Gesplitst rail bedrijf, frequentie beveiliging op het koppelveld. Bij duplex systemen moeilijk te bouwen
- Tweede criterium energie-richting opnemen

Tenslotte: hebben jullie nog oplossingsrichtingen die we niet genoemd hebben ?



We hopen jullie in de toekomst nog **frequent** te ontmoeten en spreken tijdens onze jaarlijkse themadag van NSC Cigré B5