

smart grids & e-mobility

lesmodule 3

overzicht

- 1 schakel- en verdeelinstallaties
- 2 schakelmateriaal
- 3 oefening: busbartransfer
- 4 opdracht 2: kaartleesoefening

overzicht

- 1 schakel- en verdeelinstallaties
- 2 schakelmateriaal
- 3 oefening: busbartransfer
- 4 opdracht 2: kaartleesoefening

schakel- en verdeelinstallaties

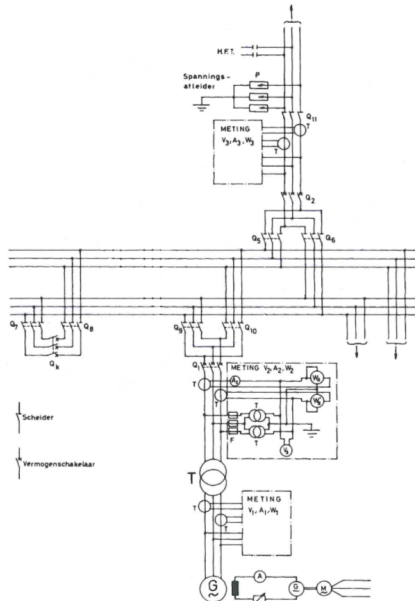
Voorbeeld: schakelpost van een elektriciteitscentrale

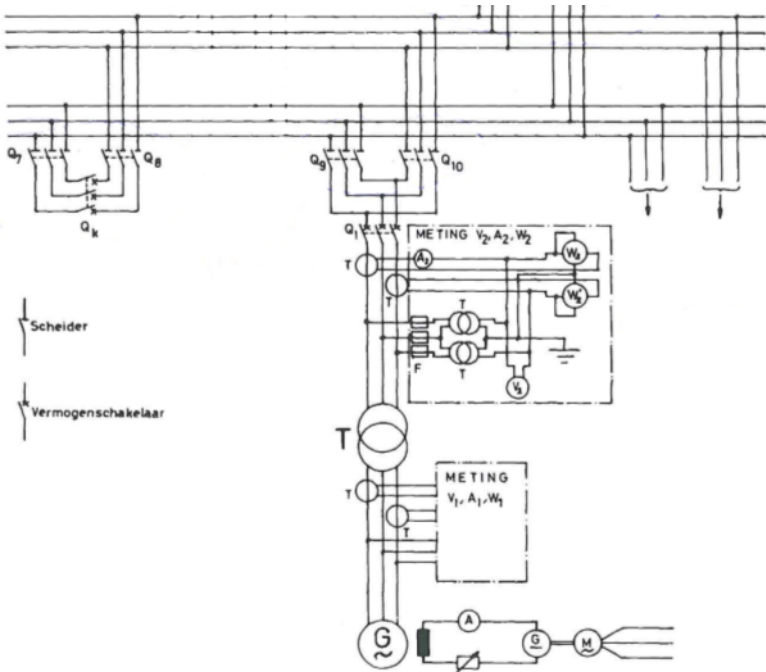


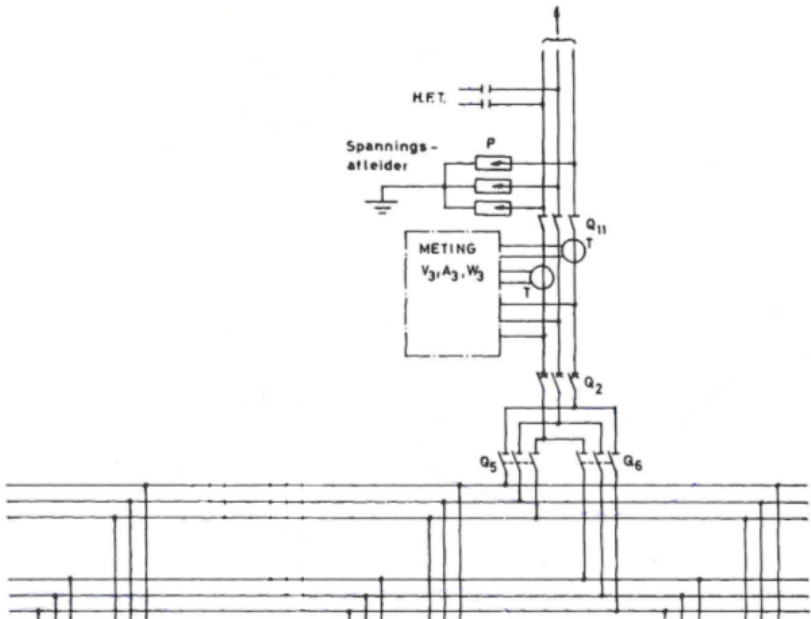
Battersea Power Station

<https://www.youtube.com/watch?v=VuRNzf9CR4M>

schakel- en verdeelinstallaties







schakel- en verdeelinstallaties

Voorbeeld: schakelpost van een elektriciteitscentrale

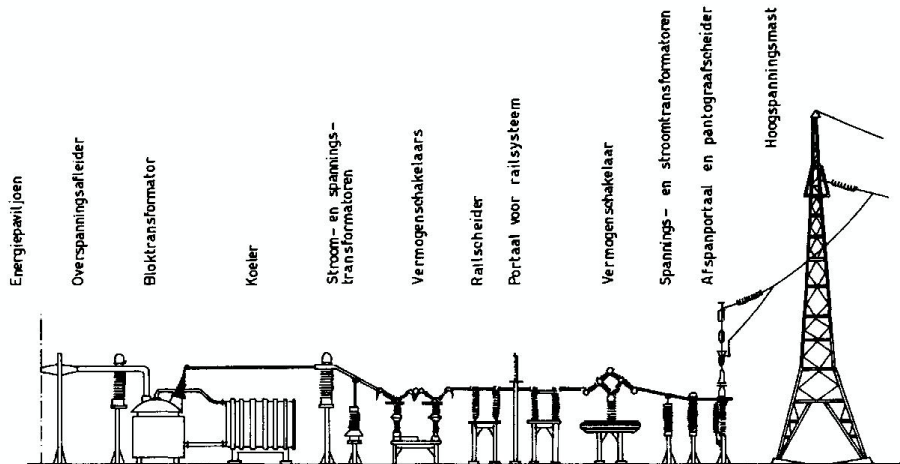
- onderaan: generator met zijn bekrachtiging
- men meet spanning, stroom en vermogen van de generator (V_1, A_1, W_1)
- transformator T
- opnieuw meting van spanning, stroom en vermogen na de transformator (V_2, A_2, W_2)
- Q_1 is de vermogensschakelaar, Q_9 en Q_{10} zijn scheiders waardoor de transformator op één van de barenstellen (busbars, verzamelrails) kan geschakeld worden
- Q_k is de koppel(vermogen)schakelaar

schakel- en verdeelinstallaties

Voorbeeld: schakelpost van een elektriciteitscentrale

- uitgaande feeder: opnieuw twee scheiders (Q_5 en Q_6) en één vermogensschakelaar (Q_2)
- opnieuw meting van spanning, stroom en vermogen (V_3, A_3, W_3)
- scheider Q_{11}
- overspanningsbeveiliging P
- H.F.T. : HF-telefonie, onder andere voor aansturen dag/nachttellers

schakel- en verdeelinstallaties



schakel- en verdeelinstallaties

velden in een schakelpost

onderverdeling in **velden**:

- transformatorveld
- velden voor uitgaande leidingen (kabels of luchtlijnen)
- koppelveld
- meetveld

schakel- en verdeelinstallaties

configuratie van een schakelpost

Hoe uitgebreid de installatie is, is afhankelijk van:

- de eisen van het net: de belangrijkheid van het knooppunt, de prioriteiten van de eigenaar, mogelijke splitsing, verschillende feeders, onderhoud, ...
- het aantal en de vermogens van de generatoren, transfo's, aftakkingen, ...
- de grootte van de kortsluitstromen
- ...

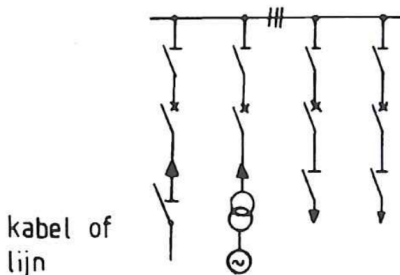
De barenstellen zijn cruciaal: zij moeten alle vermogenstromen voeren en verdelen over alle uitgaande feeders.

⚠ Het uitvallen van een barenstel leidt tot het (al dan niet tijdelijk) uitvallen van de feeders die ermee verbonden zijn.

schakel- en verdeelinstallaties

configuratie van een schakelpost

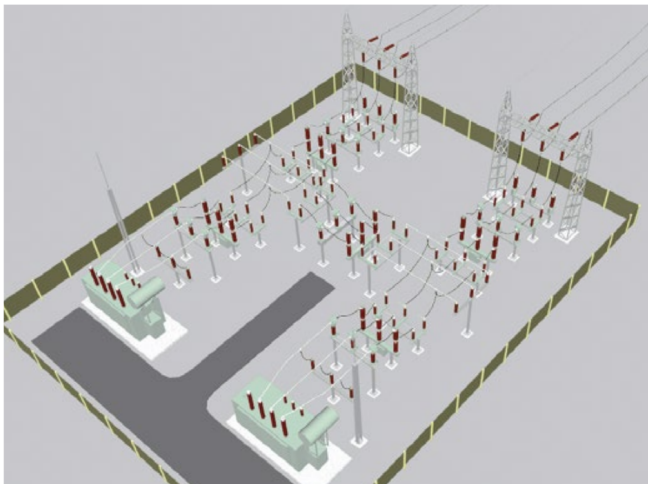
ENKEL BARENSTEL



- enkel barenstel, monorail, enkele busbar, ...
- eenvoudigste manier
- aan beide zijden van vermogensschakelaar een scheider, behalve voor generator-transformatorgroep
- geen redundantie
- indien meerdere feeders, beter barenstel opsplitsen

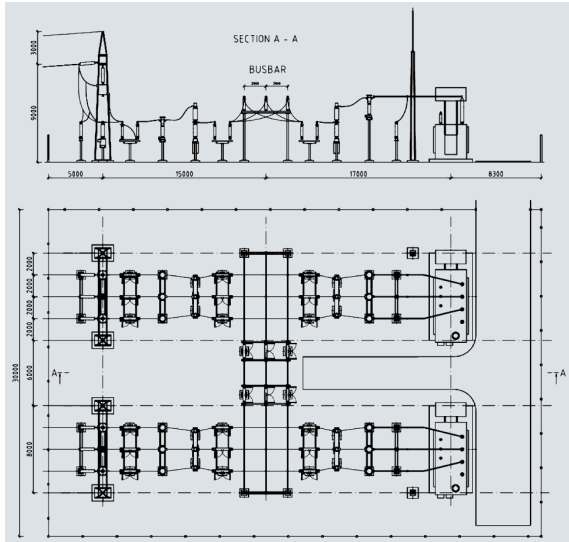
schakel- en verdeelinstallaties

enkel barenstel



schakel- en verdeelinstallaties

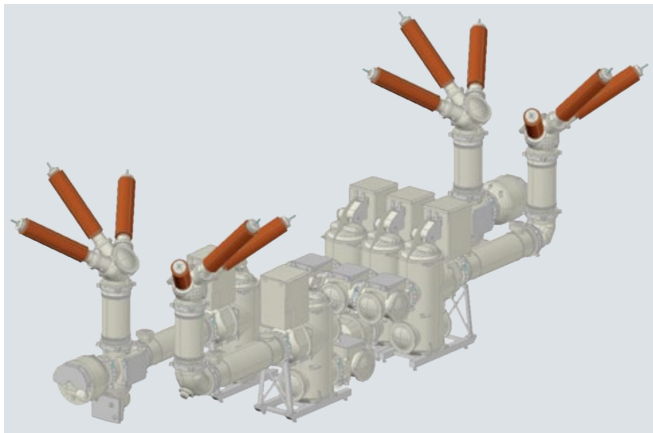
enkel barenstel



schakel- en verdeelinstallaties

enkel barenstel

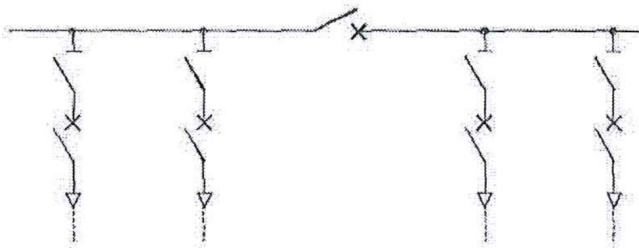
zelfde configuratie als op vorige slide, maar GIS i.p.v. AIS



schakel- en verdeelinstallaties

configuratie van een schakelpost

ENKEL BARENSTEL, OPGESPLITST

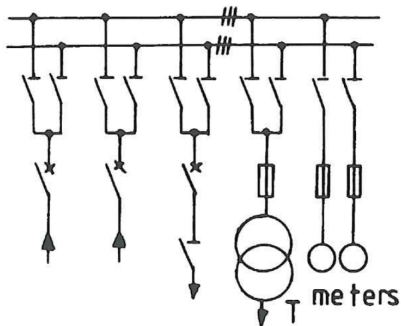


- indien enkel sporadisch schakelen (bijvoorbeeld onderhoud)
→ scheider of lastscheider
- indien automatisch en snel schakelen nodig
→ vermogenschakelaar

schakel- en verdeelinstallaties

configuratie van een schakelpost

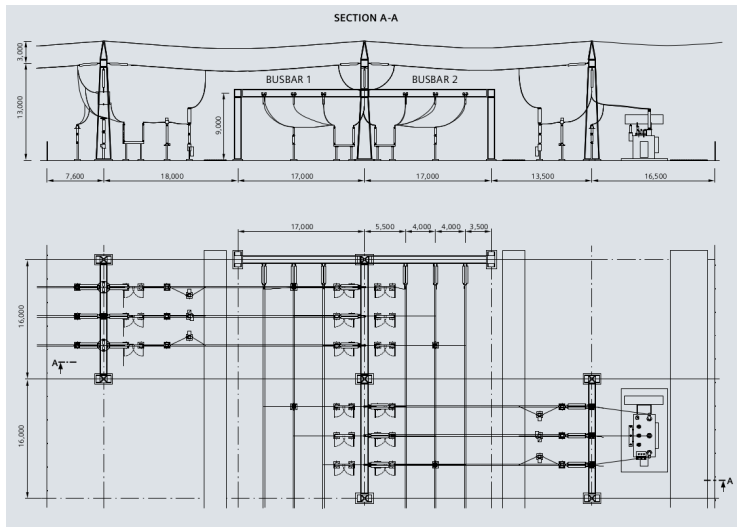
DUBBEL BARENSTEL



- vaak bij centrales
- onderhoud van de barenstellen is eenvoudig
- installatie kan in twee delen gesplitst worden
- groot aantal combinaties generatoren/feeders mogelijk
- door splitsing vermindering van de kortsluitstromen
- bedrijf: eigen elektrische energieproductie volledig scheidbaar van de DNB

schakel- en verdeelinstallaties

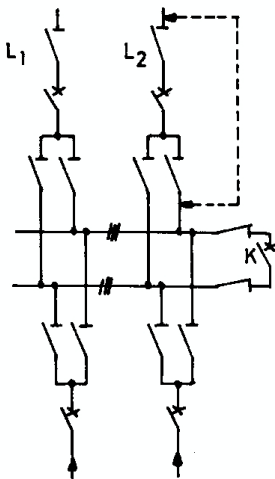
dubbel barenstel



schakel- en verdeelinstallaties

configuratie van een schakelpost

DUBBEL BARENSTEL MET KOPPELSCHAKELAAR

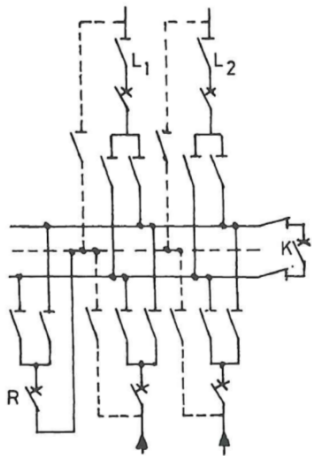


- flexibiliteit nog verhogen door koppelschakelaar K (=vermogenschakelaar)
- in geval van defect van een vermogenschakelaar kan de koppelschakelaar tijdelijk diens plaats innemen

schakel- en verdeelinstallaties

configuratie van een schakelpost

DUBBEL BARENSTEL MET KOPPELSCHAKELAAR EN HULPRAIL

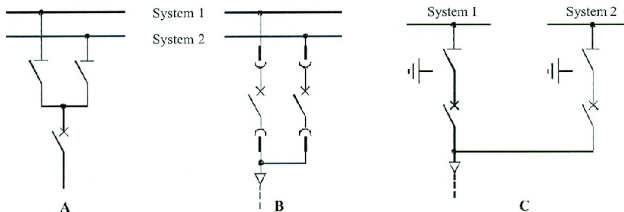


- elke feeder kan op de hulprail geschakeld worden
- de hulprail zelf wordt via vermogenschakelaar R op één van de rails geschakeld
- R kan om het even welke vermogenschakelaar vervangen
- R is dus eigenlijk een reserveschakelaar

schakel- en verdeelinstallaties

configuratie van een schakelpost

VERBINDING TUSSEN FEEDER EN DUBBEL BARENSTEL



- **A** klassiek systeem: één vermogenschakelaar en twee scheiders
→ soms zeer veel schakelacties nodig
- **B en C:** extra vermogenschakelaar per feeder
→ makkelijker maar veel duurder

schakel- en verdeelinstallaties

configuratie van een schakelpost

BEPERKINGEN SCHEIDER

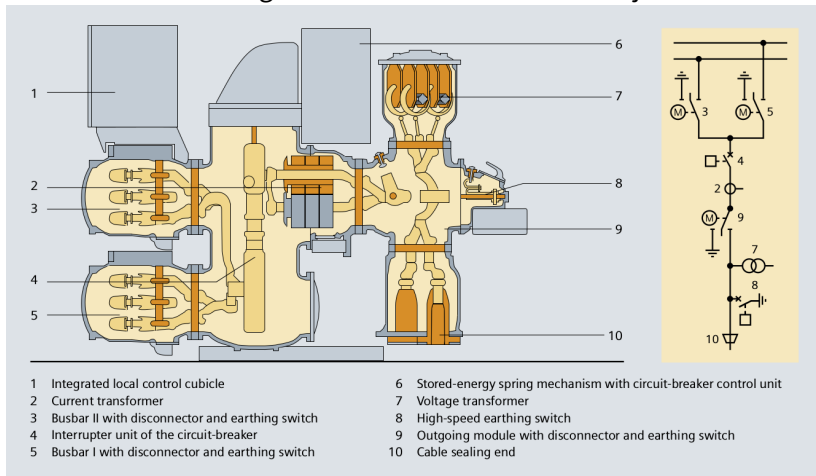
⚠ Scheiders mogen **nooit** rechtstreeks een belasting in- of uitschakelen!

- Slechts *uitschakelen* als er geen stroom door de scheider loopt, tenzij een parallelle verbinding het ontstaan van een boog voorkomt.
- Slechts *inschakelen* als er geen spanning over de scheider staat.

schakel- en verdeelinstallaties

configuratie van een schakelpost

verbinding feeder en dubbel barenstel bij GIS



schakel- en verdeelinstallaties

configuratie van een schakelpost

verbinding feeder en dubbel barenstel bij GIS



overzicht

- 1 schakel- en verdeelinstallaties
- 2 schakelmateriaal**
- 3 oefening: busbartransfer
- 4 opdracht 2: kaartleesoefening

“schakelaars”

onderdelen van elektrische installaties die

- stromen kunnen onderbreken
- spanningen kunnen isoleren
- energie kunnen verdelen

Er bestaan schakelaars die in één bluskamer meer dan het totale geïnstalleerde vermogen in België (ca. 20 GW) weten uit te schakelen.

schakelmateriaal

classificatie

→ **indeling naar functie**

drie mogelijke basistaken:

- stroomvrij schakelen
- nominale stromen onderbreken
- kortsluitstromen onderbreken

- 1 SCHEIDER
- 2 LASTSCHEIDER of LASTSCHAKELAAR
- 3 CONTACTOR
- 4 VERMOGENSCHAKELAAR
- 5 AARDSCHAKELAAR
- 6 SMELTVEILIGHEID

schakelmateriaal

classificatie: indeling naar functie

1. SCHEIDER

- uitsluitend bedoeld om een veilige opening in een net aan te brengen
- opening biedt isolatie tegen elke mogelijke overspanning
- in gesloten toestand in staat om kortsluitstroom een bepaalde tijd te voeren
- openen en sluiten kan enkel in een onbelast net

2. LASTSCHEIDER of LASTSCHAKELAAR

- dezelfde functie als een scheider
- maar met de mogelijkheid om in of uit te schakelen in een net onder normale bedrijfscondities

schakelmateriaal

classificatie: indeling naar functie

3. CONTACTOR

- dezelfde functie als een lastscheider
- maar geconstrueerd voor veelvuldig schakelen
- ook schakelen onder geringe overbelasting

4. VERMOGENSCHAKELAAR

- combinatie van alle voorgaande eisen
- plus mogelijkheid om alle voorkomende stromen (inclusief foutstromen) te onderbreken of daar op in te schakelen
- maar zonder de eis veelvuldig te moeten schakelen

5. AARDSCHAKELAAR

- aarden van installaties die reeds onderbroken waren

6. SMELTVEILIGHEID

- kan slechts één keer de kortsluitstroom onderbreken en een veilige isolatieafstand creëren

schakelmateriaal

classificatie

→ **indeling naar blusmedium**

blusmedium

Het blusmedium is de middenstof waarin de boog ontstaat onmiddellijk na opening van de contacten.

gewenste eigenschappen:

- groot elektrisch isolatievermogen in koude toestand
- uitstekende afvoer van ladingdragers en thermische energie

meest voorkomend:

- 1 LUCHT
- 2 OLIE
- 3 SF₆
- 4 VACUÛM

schakelmateriaal

classificatie: indeling naar blusmedium

1. LUCHT

- reeds langst toegepast
- zowel onder atmosferische als hogere druk
- luide knal
- sterke luchtverplaatsingen

2. OLIE

- begin van de twintigste eeuw
- eerst olie-bad
- later reductie van de hoeveelheid olie in zogenaamde olie-arme schakelaar
- stilaan van de markt verdwenen

3. SF₆ (zwavelhexafluoride)

- onontvlambaar
- zeer stabiel
- niet giftig
- dichtheid 5 maal hoger dan lucht
- veel grotere diëlektrische doorslagvastheid
- warmte wordt vlot afgevoerd
- vooral hoogspanning
- zeer sterk broeikasgas ...

schakelmateriaal

classificatie: indeling naar blusmedium

4. VACUÛM

- boog dooft automatisch bij nuldoorgang
- wel plasma van goed geleidende metaaldampen
- stil, geen gasontsnapping
- schakelaars zijn onderhoudsarm, compact en licht
- groot gedeelte nieuwe schakelaars tot 36 kV

→ indeling naar bedieningssysteem

① Manueel schakelen

- voor kleine MS-schakelaars
- met behulp van gespannen veersysteem
⇒ openingssnelheid onafhankelijk van bediening

② Elektromotorisch schakelsysteem

- veersysteem wordt gespannen door een elektrische motor

③ Hydraulisch schakelsysteem

- enkel bij de hoogste spanningen, waar benodigde krachten groot zijn

schakelmateriaal

werking van vermogenschakelaars

vanaf hogere nominale stromen (~ 400 A) of op MS en HS:

- uitschakelbevel wordt gegeven door beveiligingsrelais
- bij LS meestal ingebouwd in vermogenschakelaar
- bij MS en HS extern
- mechanisch of elektronisch

⇒ afschakelgedrag van de vermogenschakelaar is programmeerbaar

(+ aardfoutdetectie, monitoring, storingsmeldingen, datacommunicatie, testfaciliteiten, ...)

schakelmateriaal

werking van vermogensschakelaars

voorbeeld digitaal beveiligingsrelais



Indeling van beveiligingsrelais

- verbinding van het relais met het net
 - *primair relais*: netstroom loopt rechtstreeks door relais
 - *secundair relais*: aansluiting via spannings- en/of stroomtransformatoren
- verbinding van het relais met de schakelaar
 - *direct relais*: stroom geleverd door relais zelf doorloopt uitschakelspoel van de schakelaar
 - *indirect relais*: relais sluit contacten, hulprelais levert stroom voor uitschakelspoel

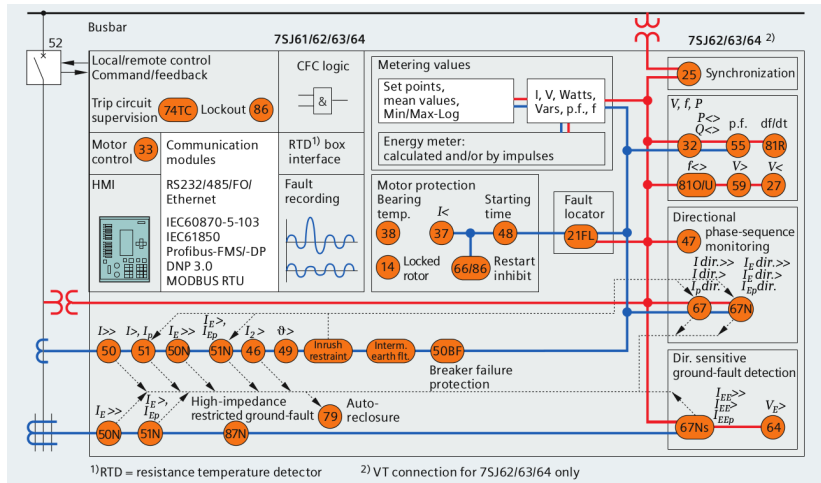
Indeling van beveiligingsrelais

- werkingsprincipe van het relais
 - *elektromechanisch relais* (verouderd)
 - *analoge (elektronische) relais* (verouderd)
 - *digitale of numerieke relais*
- meetprincipe van het relais
 - overstroomrelais: stromen ingelezen op één plaats
 - afstandsrelais: stromen én spanningen ingelezen zodat de afstand tot de fout kan geschat worden
 - differentieelrelais: meetwaarden op verschillende plaatsen en deze onderling vergelijken

schakelmateriaal

werking van vermogenschakelaars

voorbeeld functionaliteiten van een digitaal relais



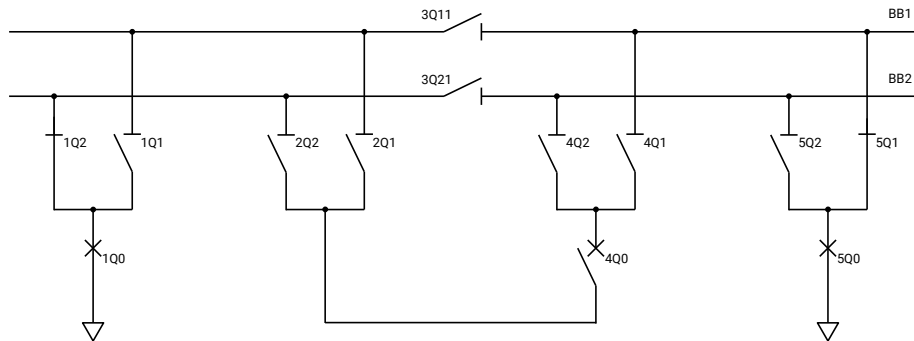
overzicht

- 1 schakel- en verdeelinstallaties
- 2 schakelmateriaal
- 3 oefening: busbartransfer**
- 4 opdracht 2: kaartleesoefening

oefening: busbartransfer

Elk van de vier delen busbar staat onder spanning. Welke schakelacties onderneem je om de meest rechtse feeder op busbar 2 (BB2) te schakelen i.p.v. op busbar 1 (BB1) en voor het overige terug de begintoestand te bekomen?

Beschrijf je strategie en geef een genummerde lijst met schakelacties.

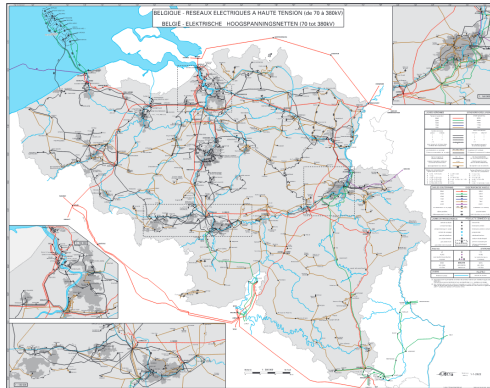


overzicht

- 1 schakel- en verdeelinstallaties
- 2 schakelmateriaal
- 3 oefening: busbartransfer
- 4 opdracht 2: kaartleesoefening

opdracht 2: kaartleesoefening [1/2]

- 1 Raadpleeg de kaart van het Belgische hoogspanningsnet (beschikbaar op Toledo) om de vragen op de volgende slide te beantwoorden.
- 2 Dien een pdf-bestand met je antwoorden (“opdracht 2 - voornaam naam.pdf”) in via Toledo.
Deadline = maandag 14/10 23:59.



opdracht 2: kaartleesoefening [2/2]

- 1 Ga na waar het Belgisch net gekoppeld is met de buurlanden. Noteer land, HS-postnamen, gebruikte spanning.
(bijvoorbeeld: (B) Van Eyck – (NL) Maasbracht, 380kV AC)
- 2 Wat is het hoogste spanningsniveau op Belgisch grondgebied?
- 3 Op welke spanningsniveaus vind je lussen terug? Verklaar.
- 4 Op welke spanningsniveaus vind je elektriciteitscentrales? Deel op volgens centraletypes en verklaar.
- 5 Noteer drie grote transformatiestations (spanningsniveaus, naam, ligging)?