

DC Power Systems bij Lelystad Airport

Presentatie KIVI Elektrotechniek

ir. W.A.G. (Will) de Jager / ir. P.J. (Peter) Bos – 30 november 2017

Programma



- 15:45 - 16:00 uur Verzamelen bij receptie Aviodrome
- 16:00 - 16:45 uur Bezoek DC-station
- 16:45 - 17:00 uur Naar Aviodrome + Ontvangst
- 17:00 - 17:30 uur Lezing Alliander, Teunis Brand
- 17:30 - 18:00 uur Lezing 1 Dynniq, Will de Jager
- 18:00 - 18:30 uur Pauze, met soep en broodjes
- 18:30 - 19:00 uur Lezing 2 Dynniq, Peter Bos
- 19:00 - 20:00 uur Borrel en afsluiting

Programma



- 15:45 - 16:00 uur** Verzamelen bij receptie Aviodrome
- 16:00 - 16:45 uur** Bezoek DC-station
- 16:45 - 17:00 uur** Naar Aviodrome + Ontvangst
- 17:00 - 17:30 uur Lezing Alliander, Teunis Brand
- 17:30 - 18:00 uur Lezing 1 Dynniq, Will de Jager
- 18:00 - 18:30 uur Pauze, met soep en broodjes
- 18:30 - 19:00 uur Lezing 2 Dynniq, Peter Bos
- 19:00 - 20:00 uur Borrel en afsluiting

Locatiebezoek



Locatiebezoek

Anthony Fokkerweg

Verkeerslichten @ ca. hm.-paaltje 87.5, linksaf

Let op !:

- Parkeren, Looppaden
- Station onder spanning

PBM's:

- Veiligheidshes
- Werkschoenen



Programma



- 15:45 - 16:00 uur Verzamelen bij receptie Aviodrome
- 16:00 - 16:45 uur Bezoek DC-station
- 16:45 - 17:00 uur Naar Aviodrome + Ontvangst
- 17:00 - 17:30 uur Lezing Alliander, Teunis Brand**
- 17:30 - 18:00 uur Lezing 1 Dynniq, Will de Jager
- 18:00 - 18:30 uur Pauze
- 18:30 - 19:00 uur Lezing 2 Dynniq, Peter Bos
- 19:00 - 20:00 uur Borrel en afsluiting



Eerste publieke gelijkstroomnet
ter wereld komt in Lelystad Airport
Businesspark

Programma



- 15:45 - 16:00 uur Verzamelen bij receptie Aviodrome
- 16:00 - 16:45 uur Bezoek DC-station
- 16:45 - 17:00 uur Naar Aviodrome + Ontvangst
- 17:00 - 17:30 uur Lezing Alliander, Teunis Brand
- 17:30 - 18:00 uur Lezing 1 Dynniq, Will de Jager**
- 18:00 - 18:30 uur Pauze
- 18:30 - 19:00 uur Lezing 2 Dynniq, Peter Bos
- 19:00 - 20:00 uur Borrel en afsluiting

Aanleg DC-net nabij vliegveld Lelystad

(deel 1)



Even voorstellen ...



ir. W.A.G. (Will) de Jager

- TU Delft, Elektrotechniek
- afgestudeerd in de Meet- en regeltechniek, 1986
- voorheen Holec Machines & Apparaten en BAM Rail
- Dynniq, sinds 2007; Powerways, sinds 2017



ir. P.J. (Peter) Bos

- TU Eindhoven, Elektrotechniek
- afgestudeerd in de Elektrische energietechniek, 1995
- voorheen Holec (Hengelo, Ridderkerk) en Movares
- Dynniq, sinds 2007

Inhoud deel 1

- Intro Dynniq
- Inleiding DC-net
- Overall systeemopzet
- De AC-installatie
- De AC/DC Active Front End
- De DC-verdeler
- De meterkast

dynniq

energising
mobility



Inhoud deel 1

- Intro Dynniq
- Inleiding DC-net
- Overall systeemopzet
- De AC-installatie
- De AC/DC Active Front End
- De DC-verdeler
- De meterkast

dynniq

energising
mobility



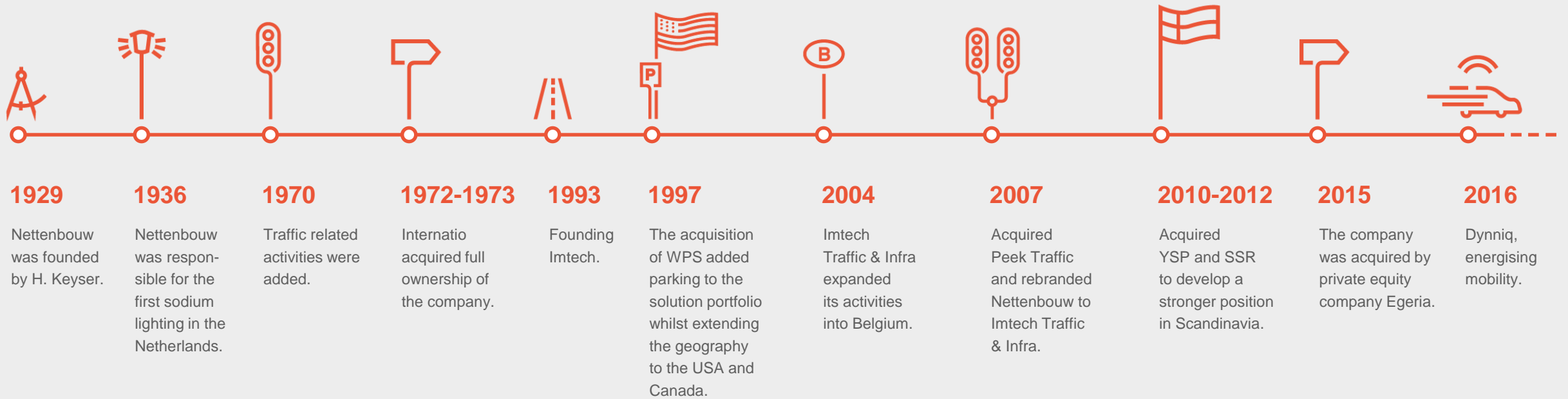
Company profile

dynniq

energising
mobility



Track record



NETTENBOUW

Internatio
Müller (IM)

Imtech

WPS

PEEK

yssp

dynniq

Markets

Mobility



We provide technology solutions that support safe and efficient mobility.

Parking



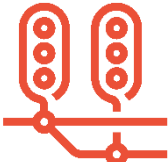
Our innovative parking solutions help your business run smoothly with reliable systems and equipment that ensure optimal security and flexibility.

Energy



We have specialized knowledge in energy technology, smart metering and medium and high voltage systems.

Mobility



Public Lighting
Smart Lighting
Illumination

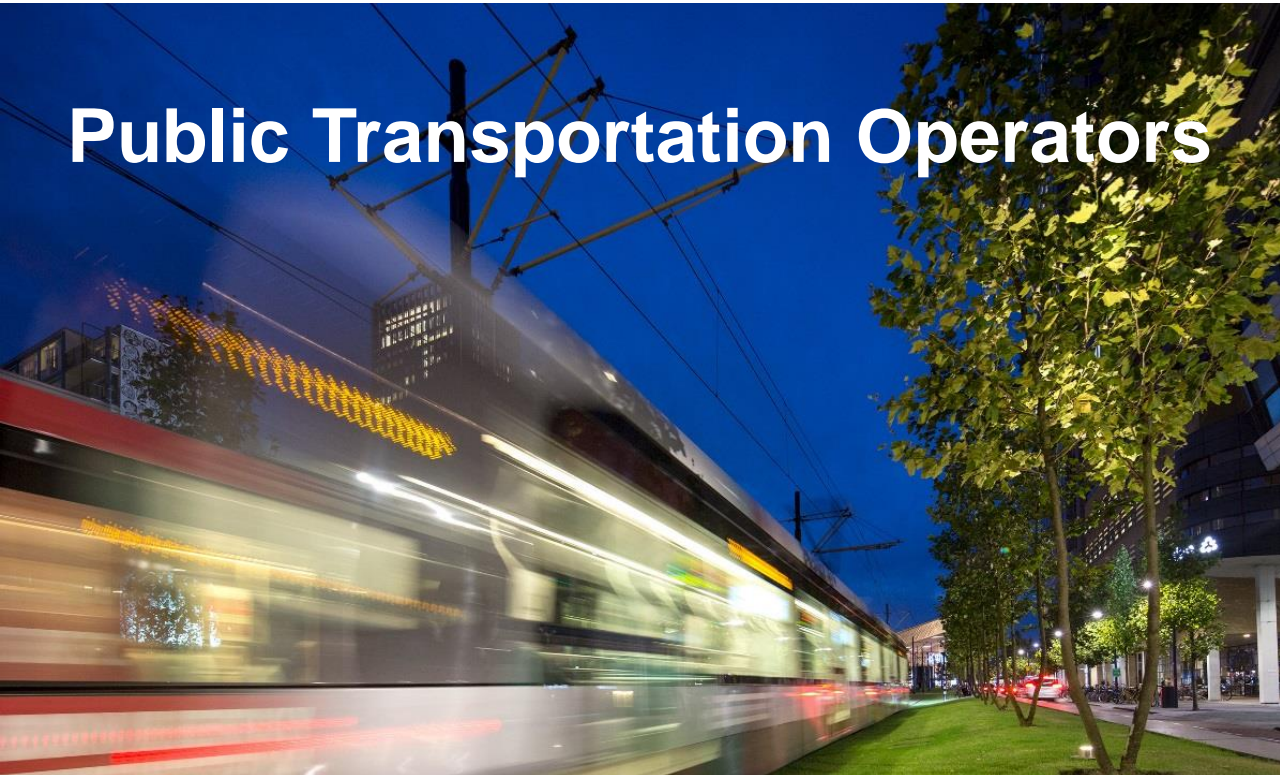
Smart Mobility
Traffic Control
Priority solutions

Control Systems for
Bridges, Tunnels,
Locks and
Control Stations

Energy



Public Transportation Operators



Network Operators



Competences

Our professionals are skilled and experienced.



Design



Systems
Engineering



Project
Management



Asset
Management



Maintenance



Commissioning

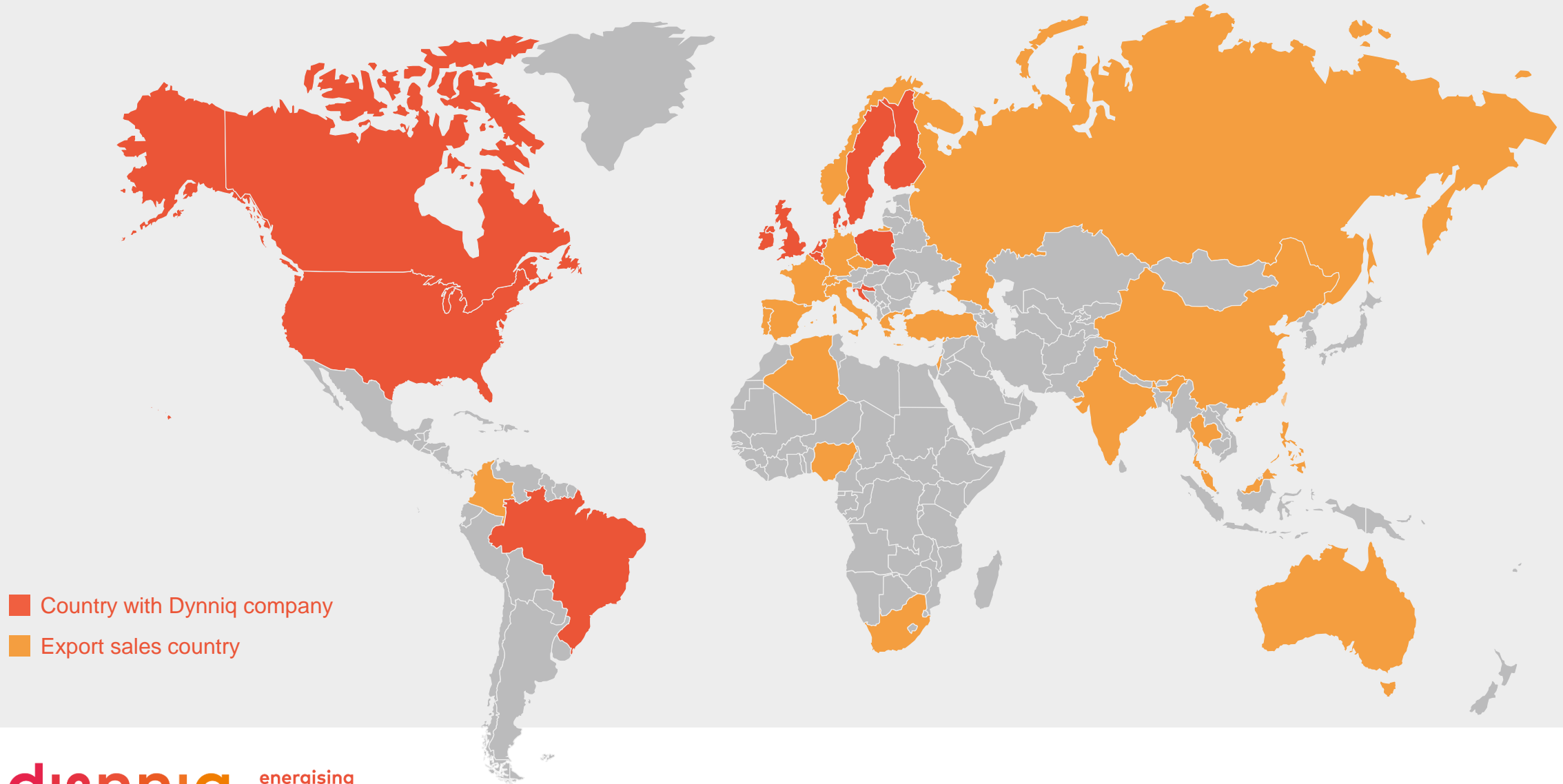


Installation



Operations

Worldwide



Inhoud deel 1

- Intro Dynniq
- **Inleiding DC-net**
- Overall systeemopzet
- De AC-installatie
- De AC/DC Active Front End
- De DC-verdeler
- De meterkast

dynniq

energising
mobility



Doel van het DC-net

Aanbesteding via 'Best Value Procurement' (2015)

Aanbestedingsleidraad:

- Ontwerpen, bouwen, testen, in bedrijf stellen, onderhouden en beheren van een publiek DC-net nabij vliegveld Lelystad.

Eisen aan het DC-net

Aanbestedingsleidraad:

- Goed werkend vanaf station tot aan de klantinstallatie
- Functioneel, met oog voor klanttevredenheid
- Veilig voor mens en dier
- Betrouwbaar en beschikbaar: gelijkwaardig aan AC-net
- Kennisopbouw en -overdracht
- Eenvoudig uitbreidbaar en betaalbaar

Waarom DC i.p.v. AC ?

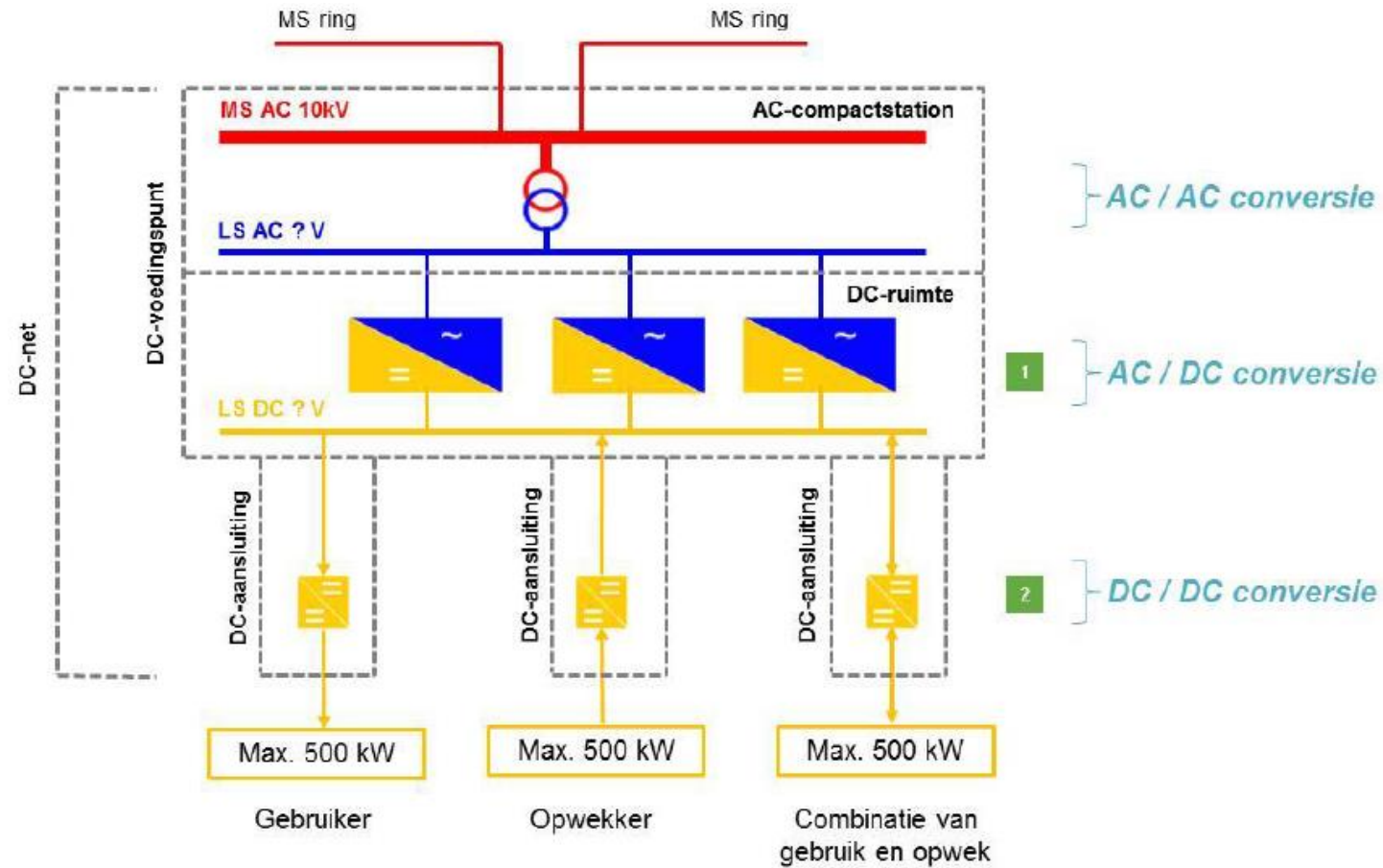
- Minder verliezen
- AC: $U_{\text{eff.}} = \hat{U}_{\text{AC}}/\sqrt{2}$; DC: $U_{\text{eff.}} = U_{\text{DC}}$
- Alleen transport van reëel vermogen
- Koppelen zonder synchronisatie (f , φ)
- 90% van alle apparaten werkt op DC
- Zonnepanelen, accu's, brandstofcellen werken op DC



Ontwerpfilosofie

- Zo min mogelijk componenten
- Standaard componenten
- Redundantie
- Autonoom
- Overzichtelijk
- Aanrakingsveilig
- Onderhoudbaar
- Op afstand te monitoren
- Flexibel richting klant

Principeschema



1 AC / DC modulair opgebouwd / uitbreidbaar

2 DC / DC conversie (indien noodzakelijk)

Inhoud deel 1

- Intro Dynniq
- Inleiding DC-net
- **Overall systeemopzet**
- De AC-installatie
- De AC/DC Active Front End
- De DC-verdeler
- De meterkast

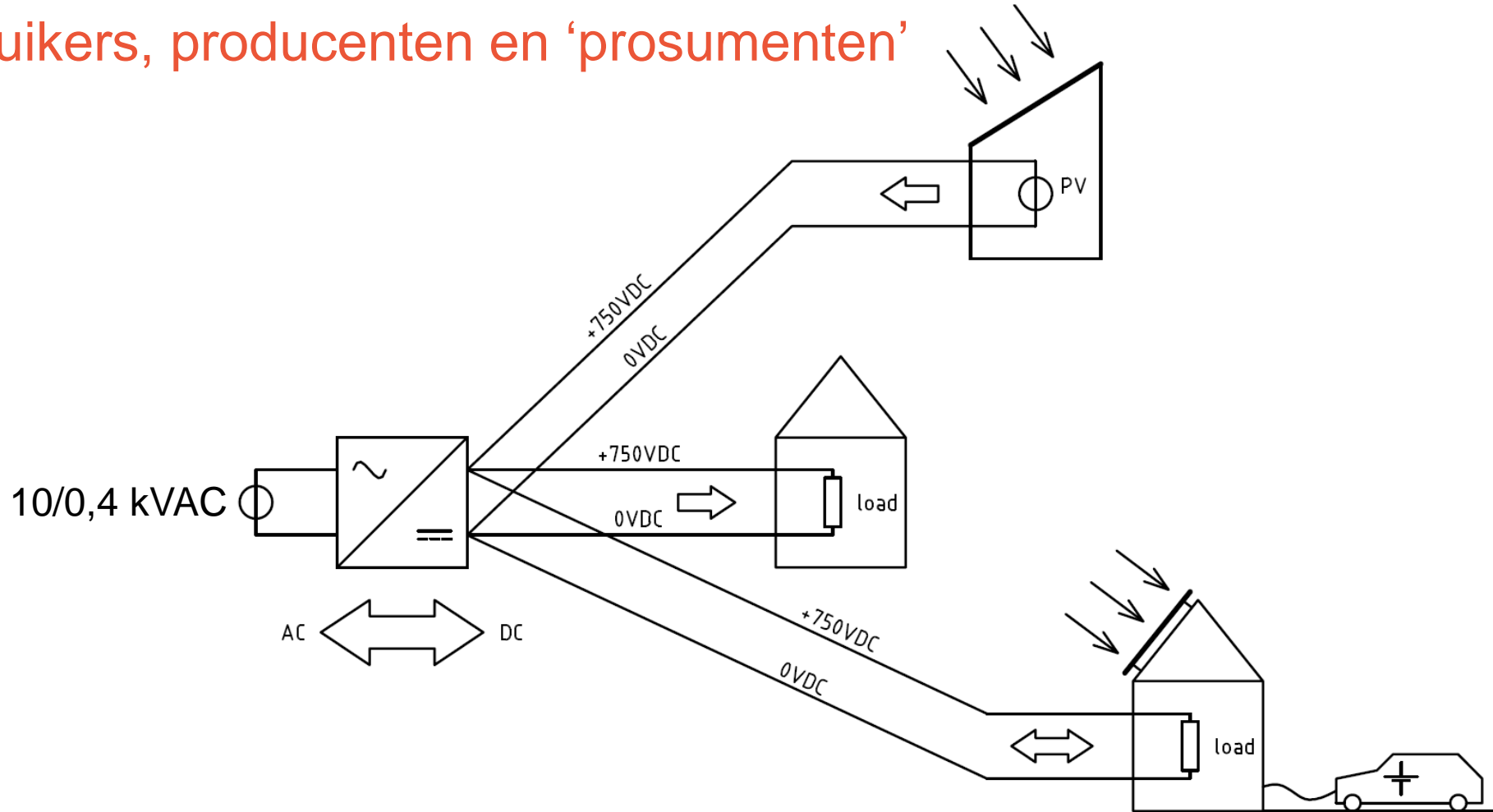
dynniq

energising
mobility

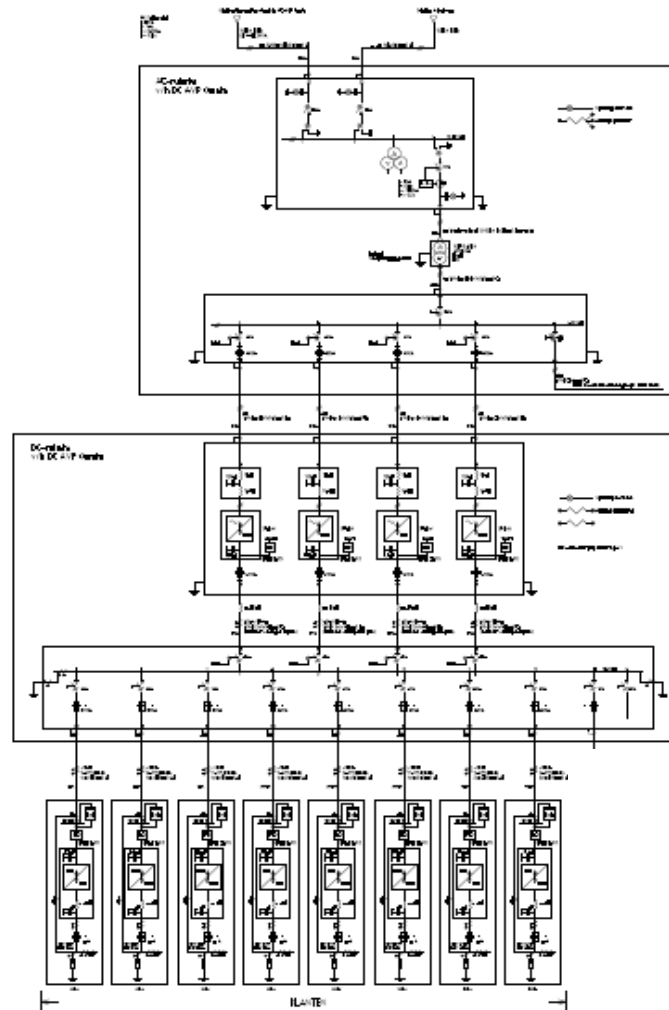


DC sternet – Unipolair en Bidirectioneel

Verbruikers, producenten en 'prosumenten'

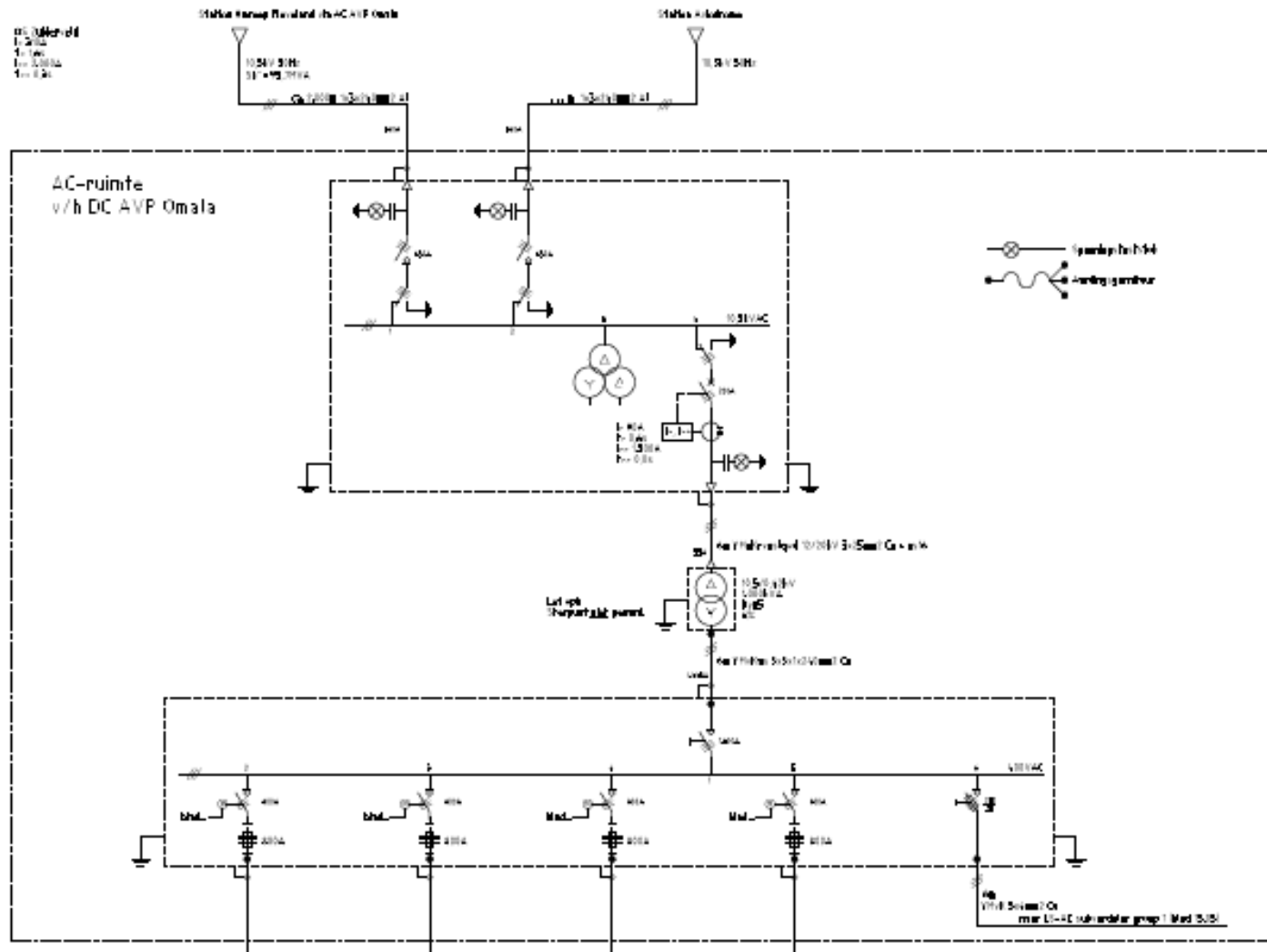


Architectuurschema – Totaal (AC + DC)



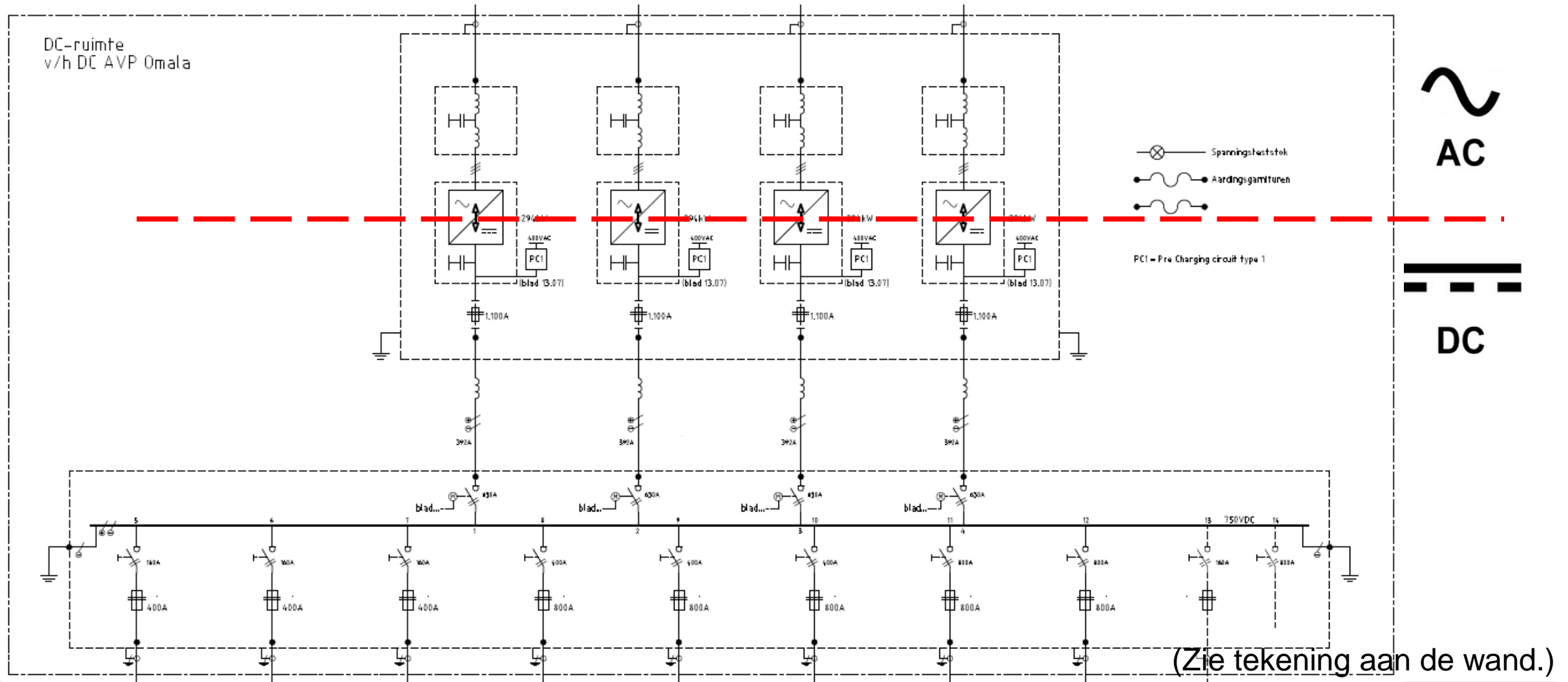
(Zie tekening aan de wand.)

Architectuurschema – AC-ruimte

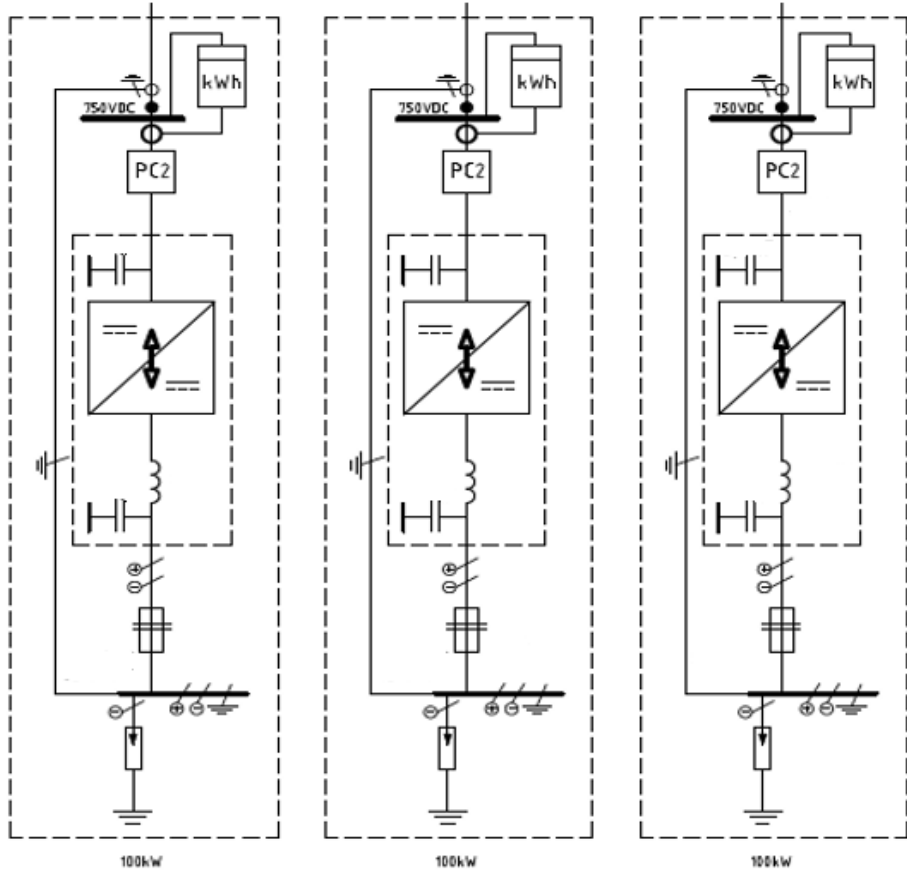


(Zie tekening aan de wand.)

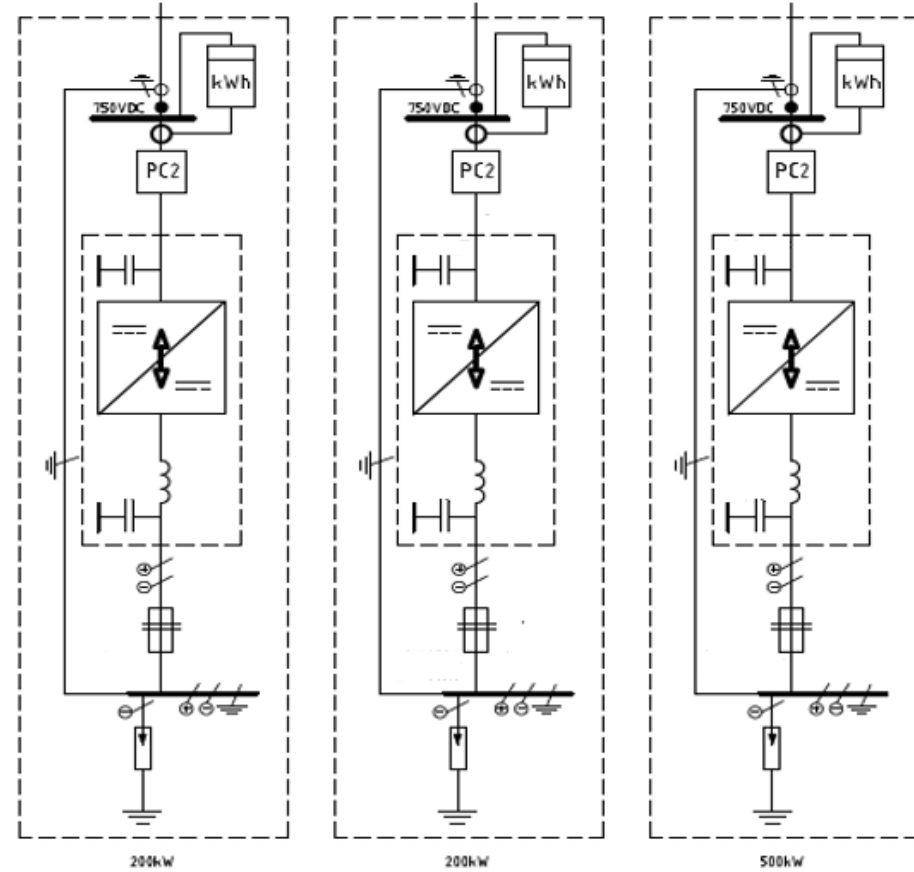
Architectuurschema – DC-ruimte



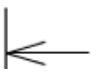
Architectuurschema – DC-klanten ('meterkast')



■ ■ ■



— — —
DC



ANTEN

(Zie tekening aan de wand.)

Inhoud deel 1

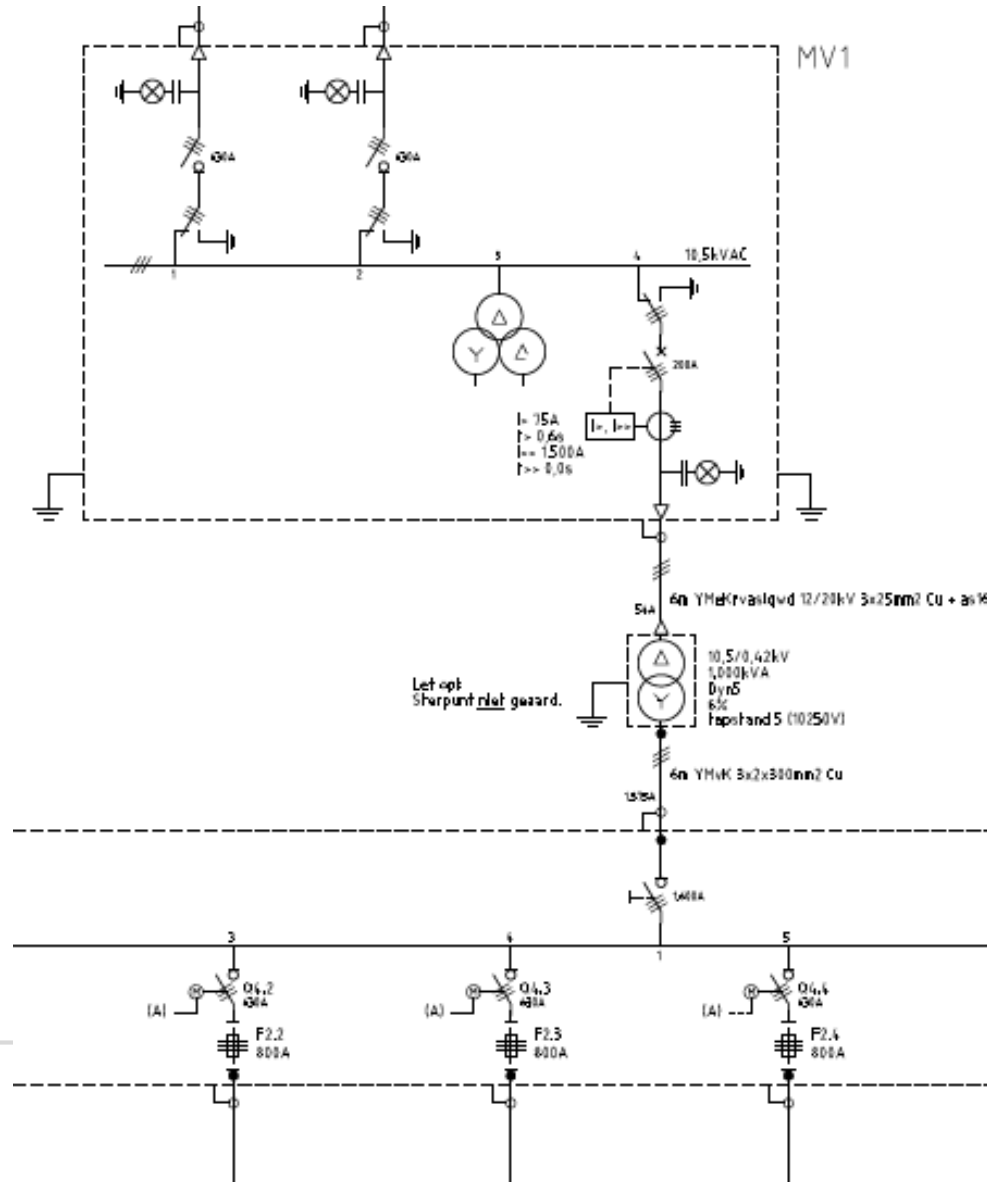
- Intro Dynniq
- Inleiding DC-net
- Overall systeemopzet
- **De AC-installatie**
- De AC/DC Active Front End
- De DC-verdeler
- De meterkast

dynniq

energising
mobility



De AC-installatie (1)



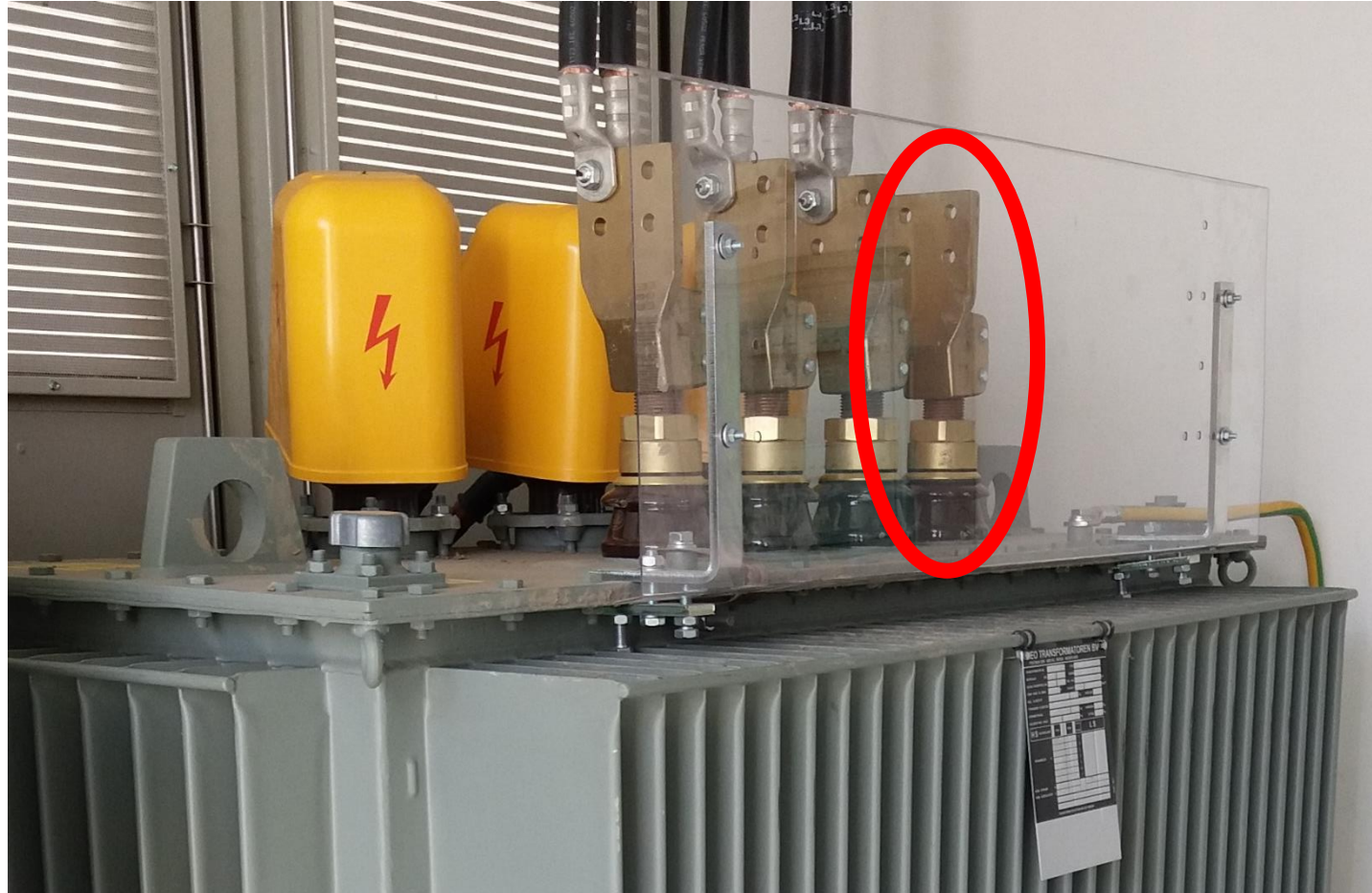
(Zie tekening aan de wand.)

De AC-installatie (2)

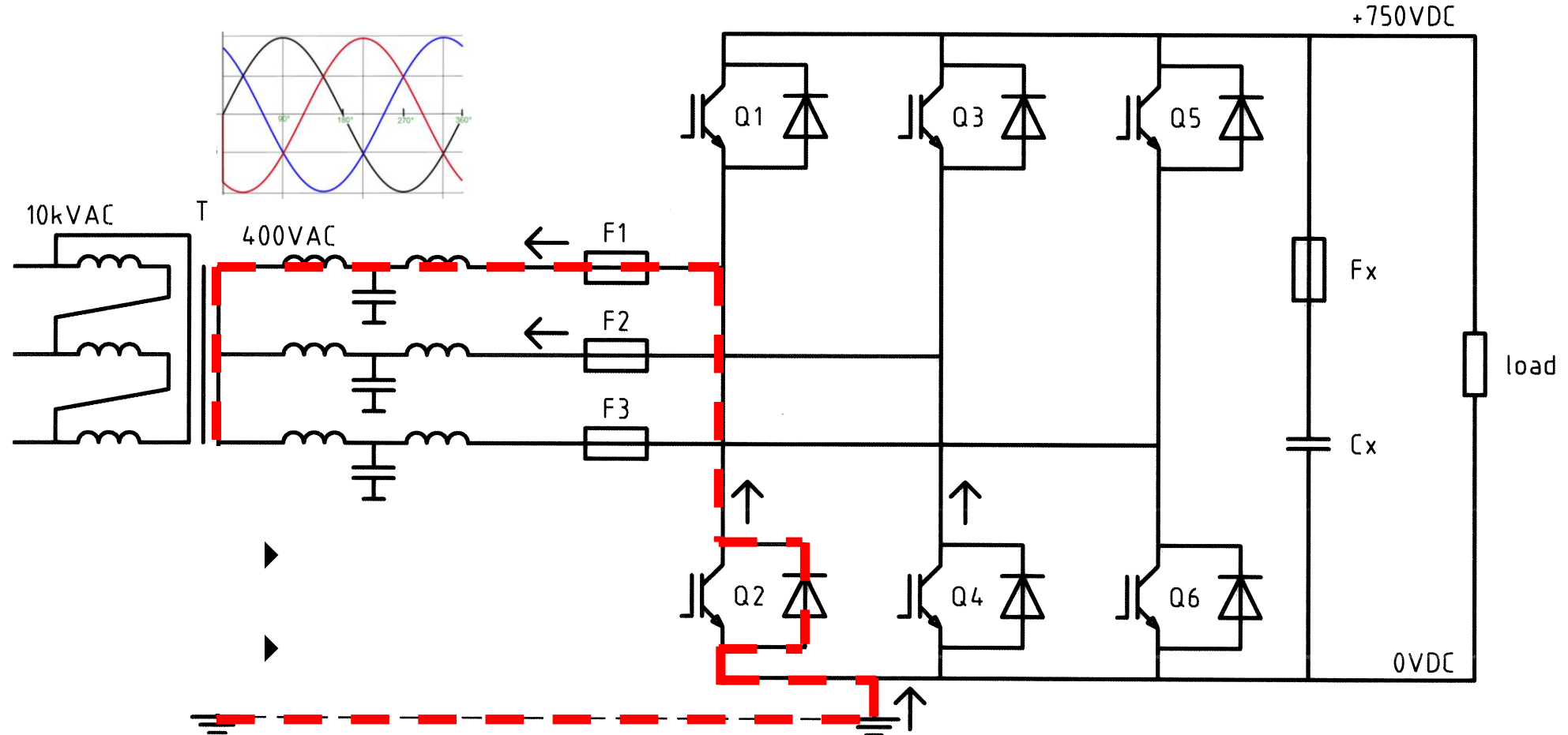
- 10 kVAC:
 - op 10 kV-ringnet
 - verdeler Eaton Xiria – KKT + VT
- Distributietransformator 1 MVA, **10.250/420 VAC** (op tap 5)
 - sterpunt **niet geaard** !
- **435 VAC**:
 - verdeler met **motorbediende** stroken

De AC-installatie (3)

Sterpunt
niet geaard



De AC-installatie (4)



De AC-installatie (5)

Motorbediende
stroken



Inhoud deel 1

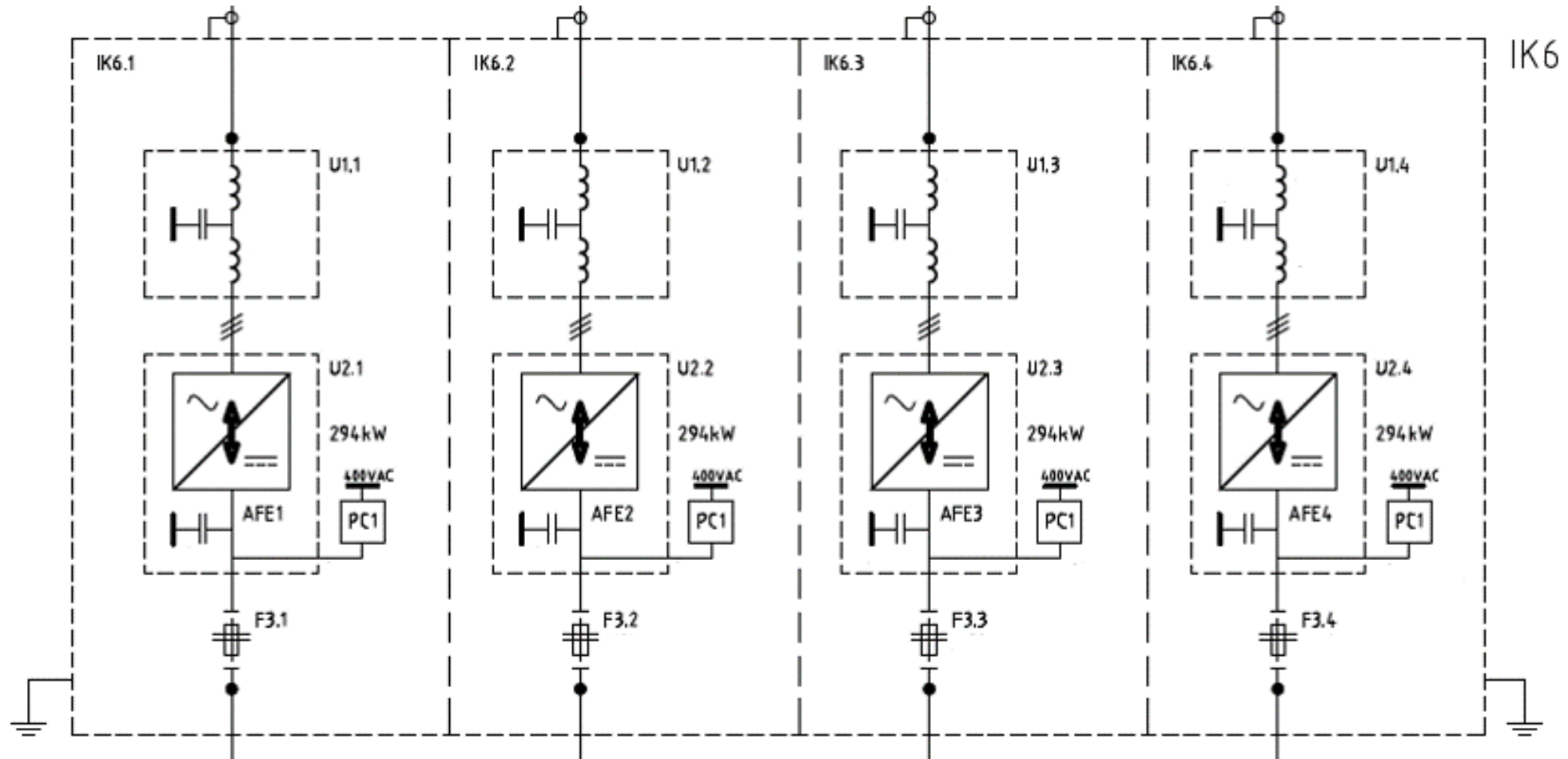
- Intro Dynniq
- Inleiding DC-net
- Overall systeemopzet
- De AC-installatie
- **De AC/DC Active Front End**
- De DC-verdeler
- De meterkast

dynniq

energising
mobility

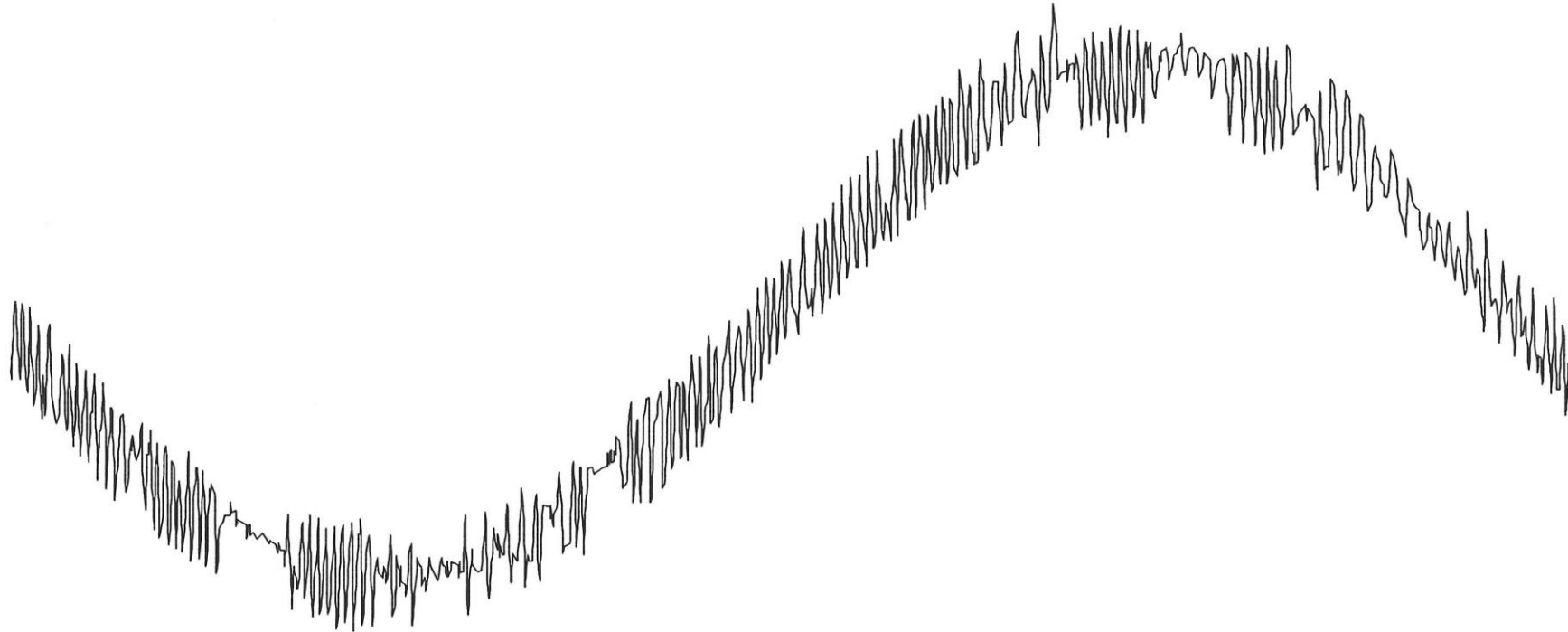


De Active Front End (AC/DC-omzetter)

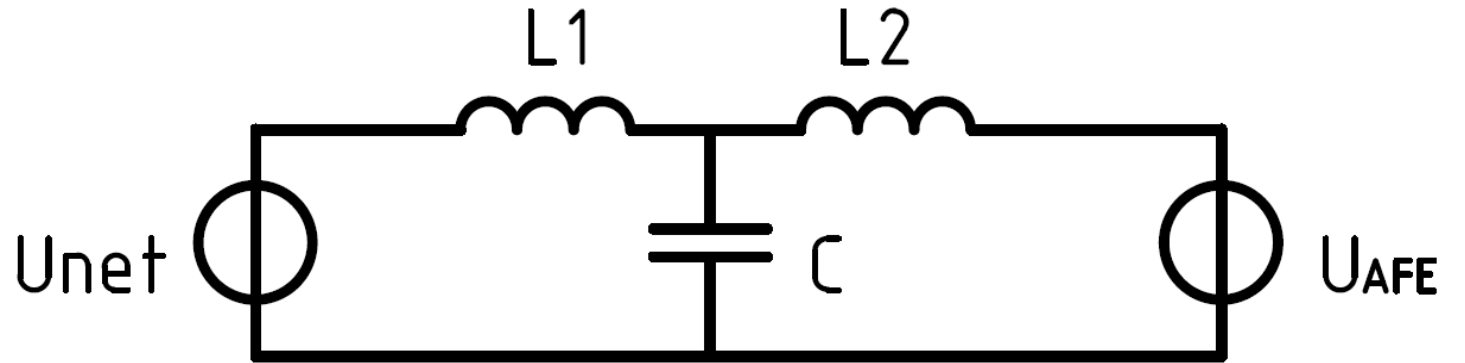


Lijnstroom

Ongefilterd

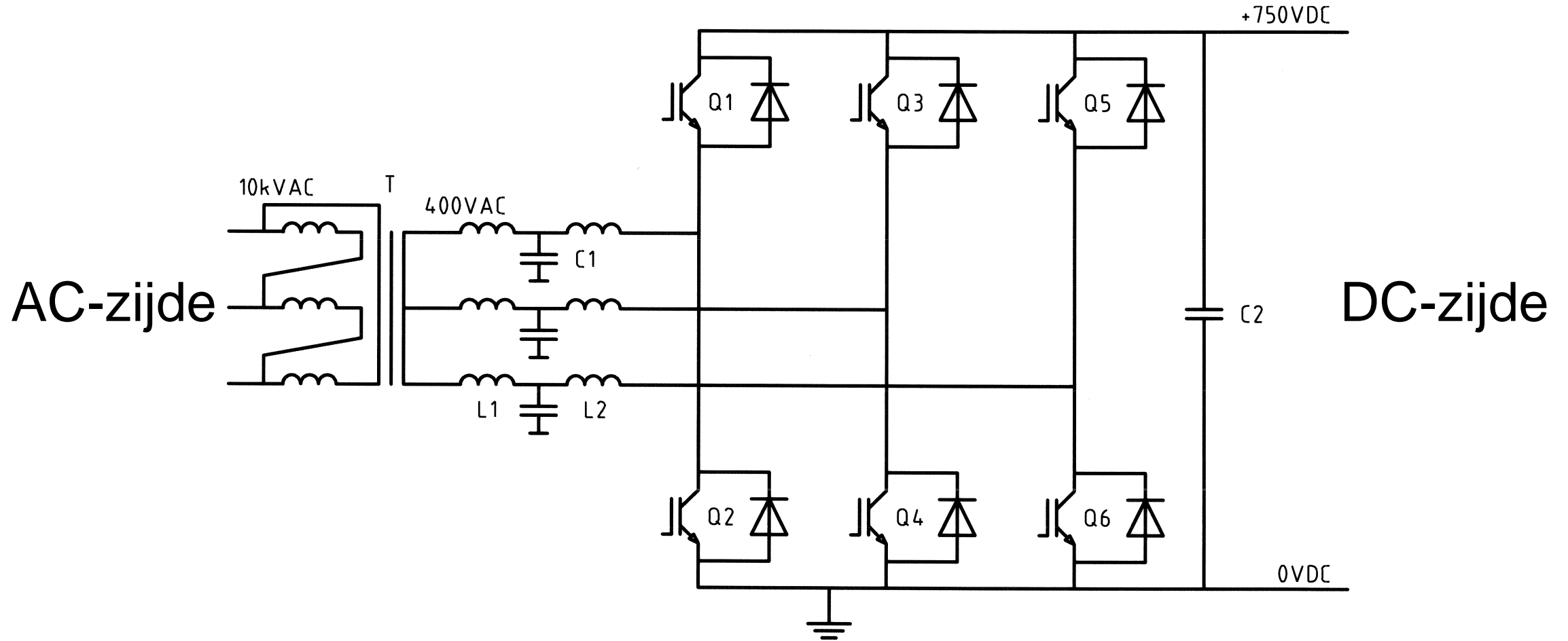


Ingangscircuit AC-zijde: LCL-filter

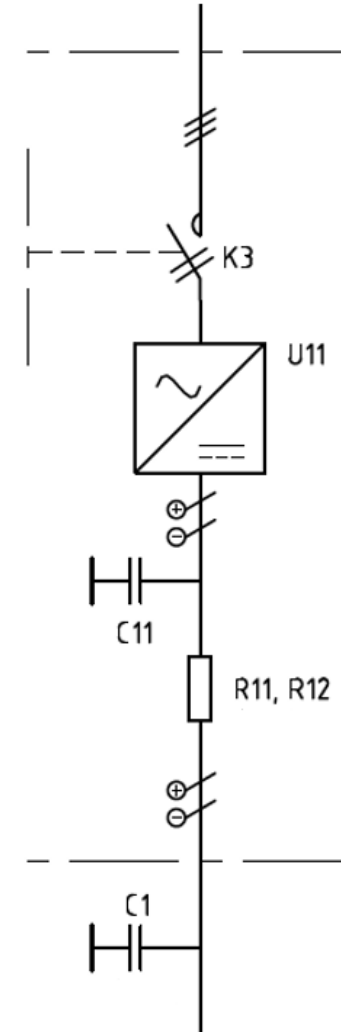
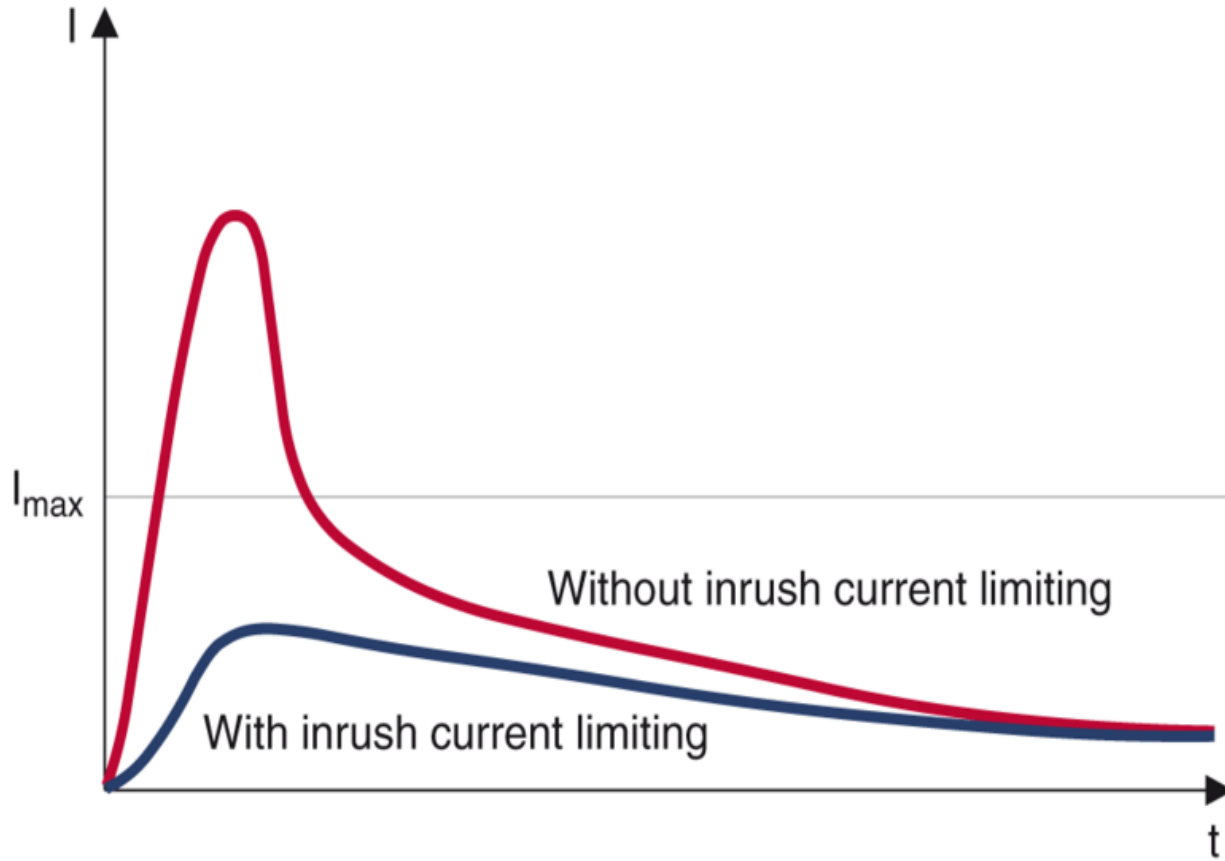


- L_1 en C zorgen er voor dat de rimpelstroom niet het net in gaat.
- L_2 zorgt voor het 'boosten' van de spanning.

Hoofdstroomschema Active Front End



Uitgangscircuit DC-zijde: C-voorladen



AFE-paneel IK6 – Aanzicht



AFE-paneel IK6 – Details



Inhoud deel 1

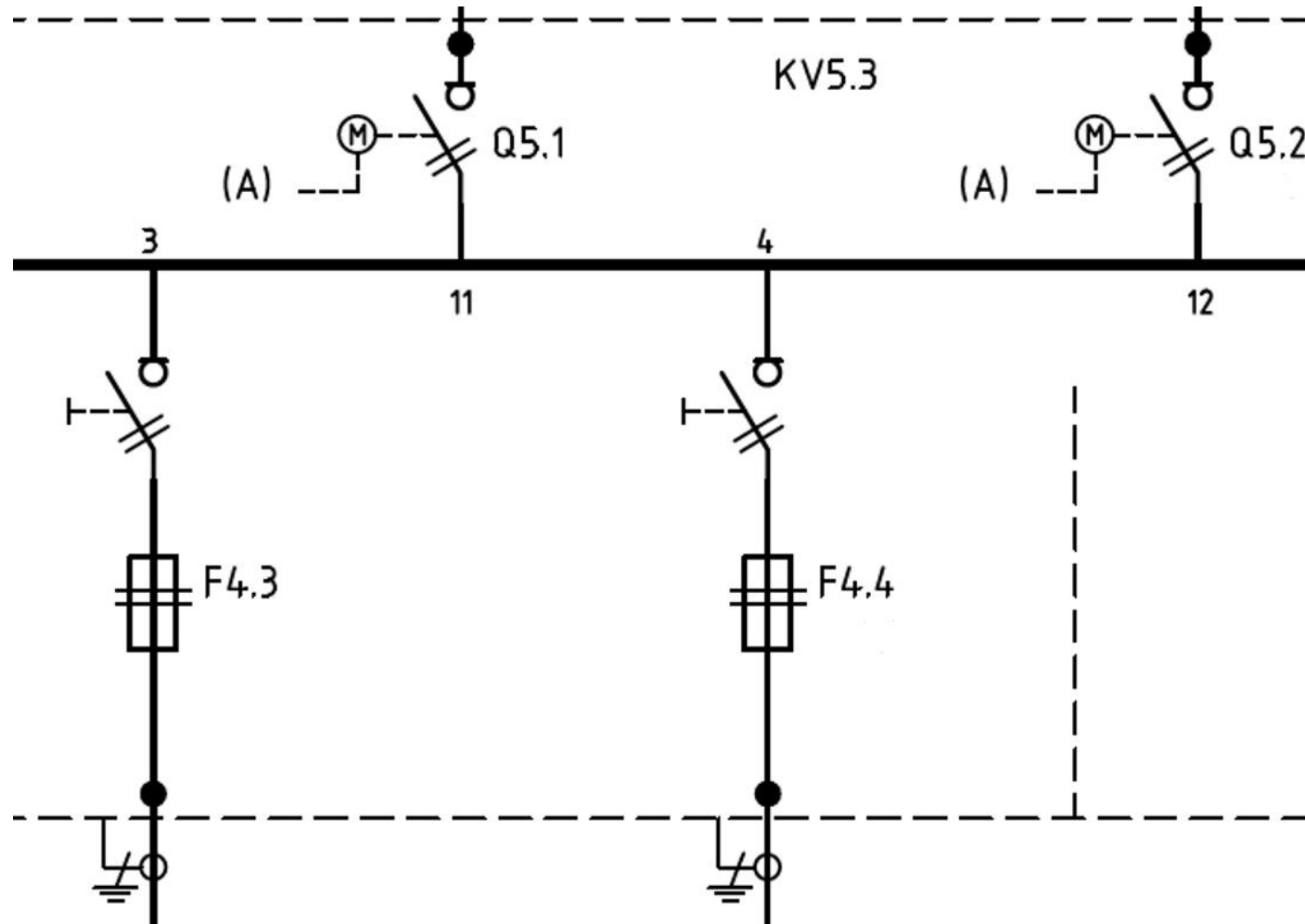
- Intro Dynniq
- Inleiding DC-net
- Overall systeemopzet
- De AC-installatie
- De AC/DC Active Front End
- **De DC-verdeler**
- De meterkast

dynniq

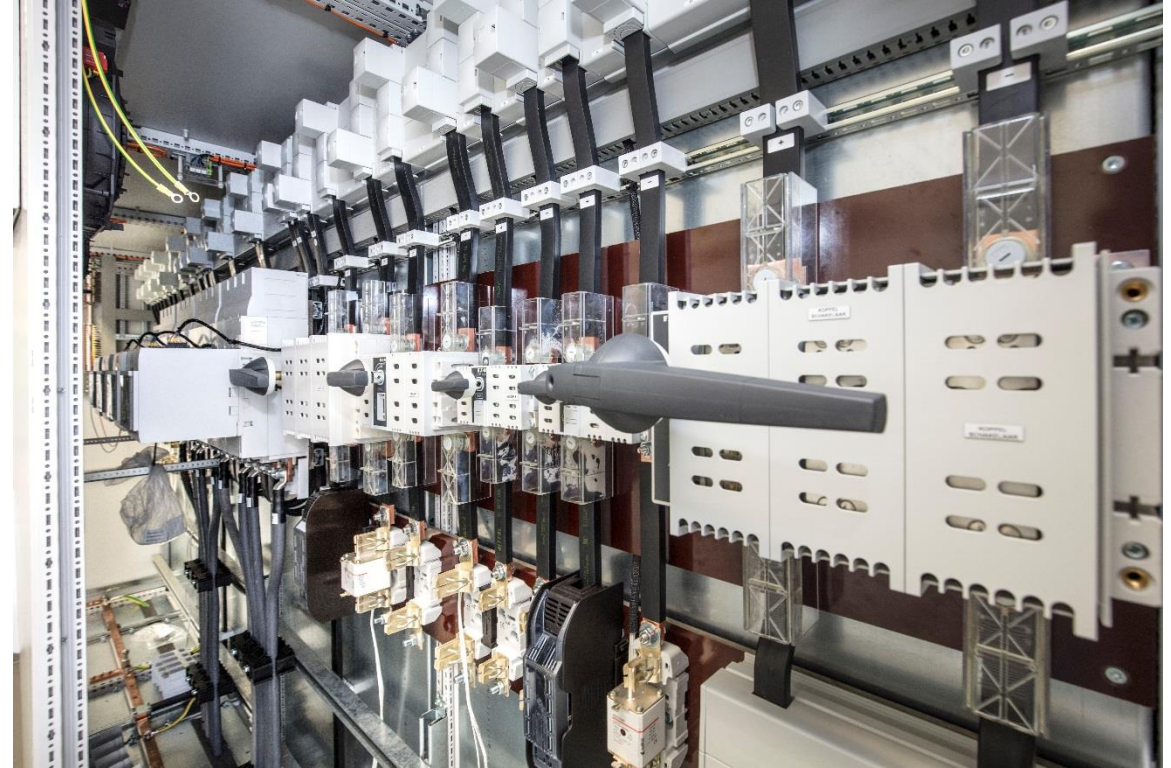
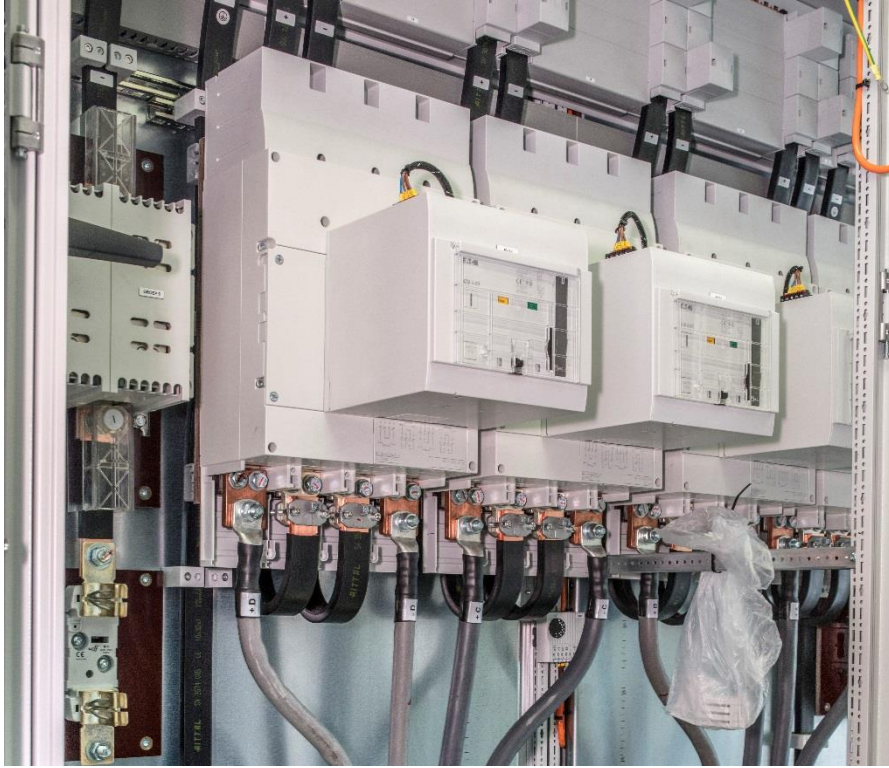
energising
mobility



DC-verdeler KV5 (1)



DC-verdeler KV5 (2)



Inhoud deel 1

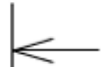
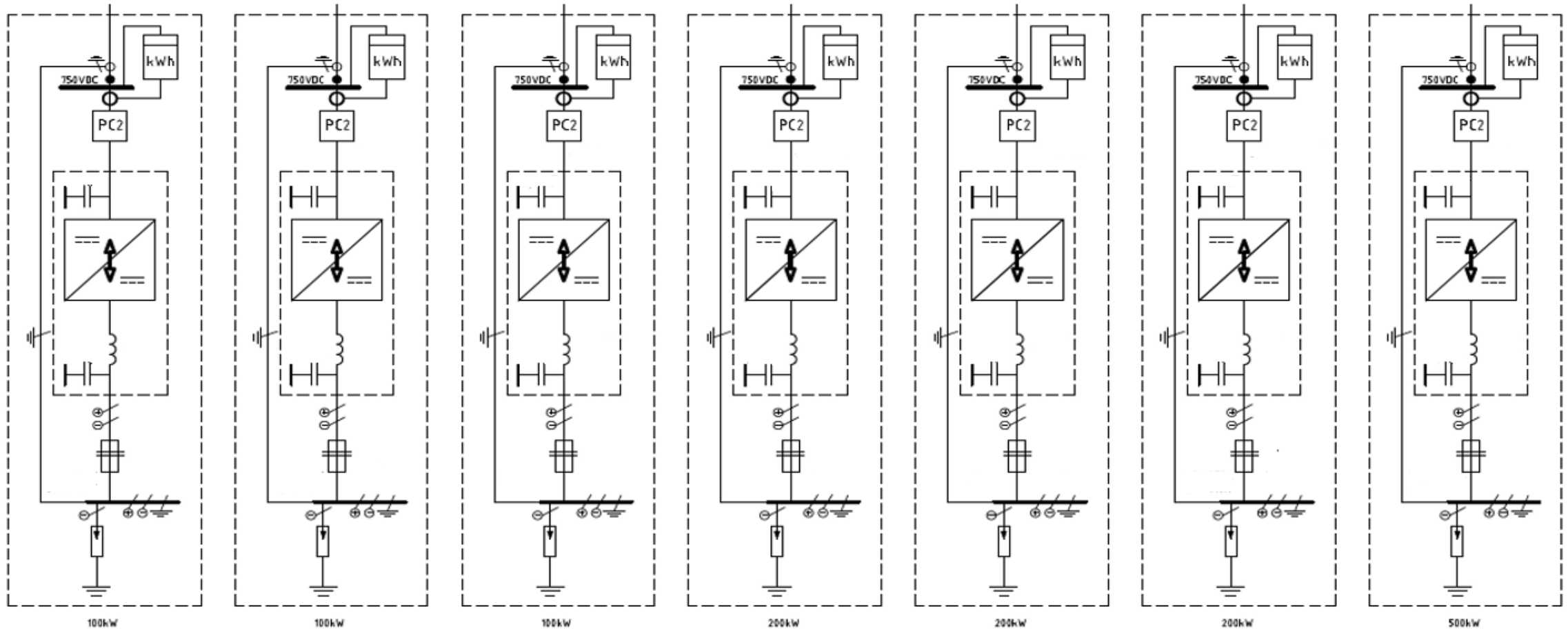
- Intro Dynniq
- Inleiding DC-net
- Overall systeemopzet
- De AC-installatie
- De AC/DC Active Front End
- De DC-verdeler
- De meterkast

dynniq

energising
mobility



De 'meterkast' met DC/DC-omvormer



KLANTEN

Kenter-compartiment: Meetapparatuur

Spanningssensor, stroomsensor, kWh-meter, modem en hulpvoeding



U-sensor



kWh-meter



I-sensor

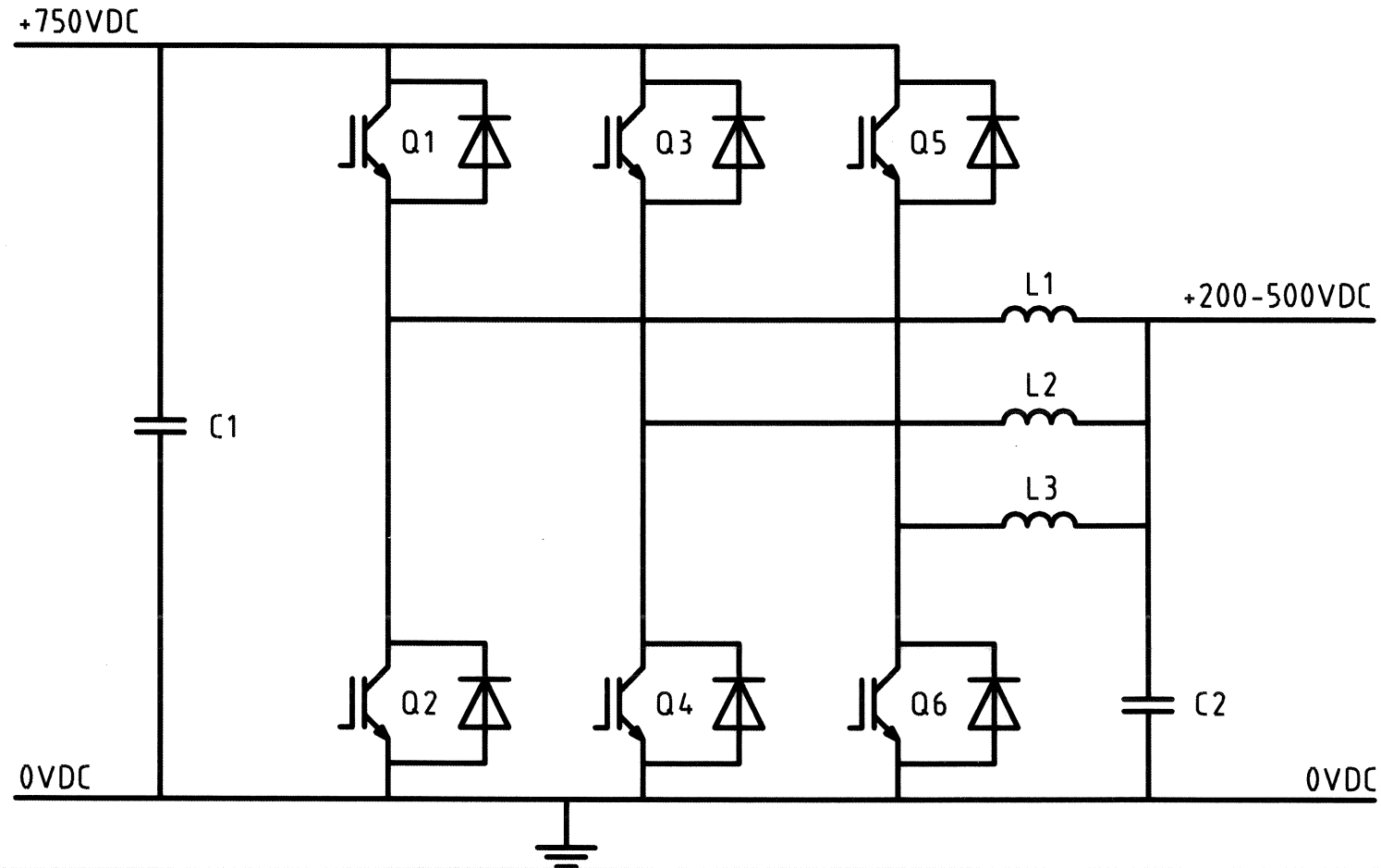
Alliander-compartment: DC/DC-omzetter

Voorlaadcircuit, DC/DC-inverter, LC-filter en hulpvoeding

- 50 kW
- 100 kW
- 200 kW
- 500 kW

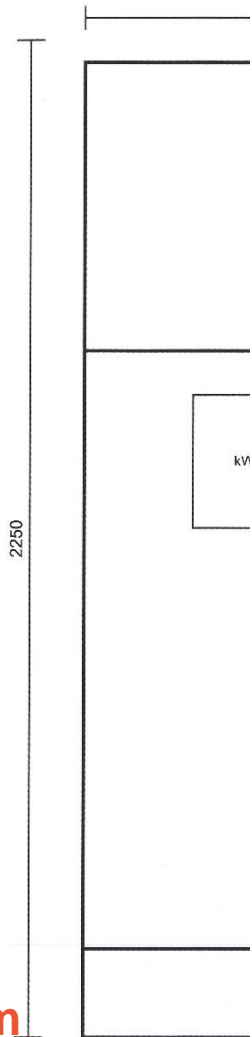


Hoofdstroomschema DC/DC-omzetter

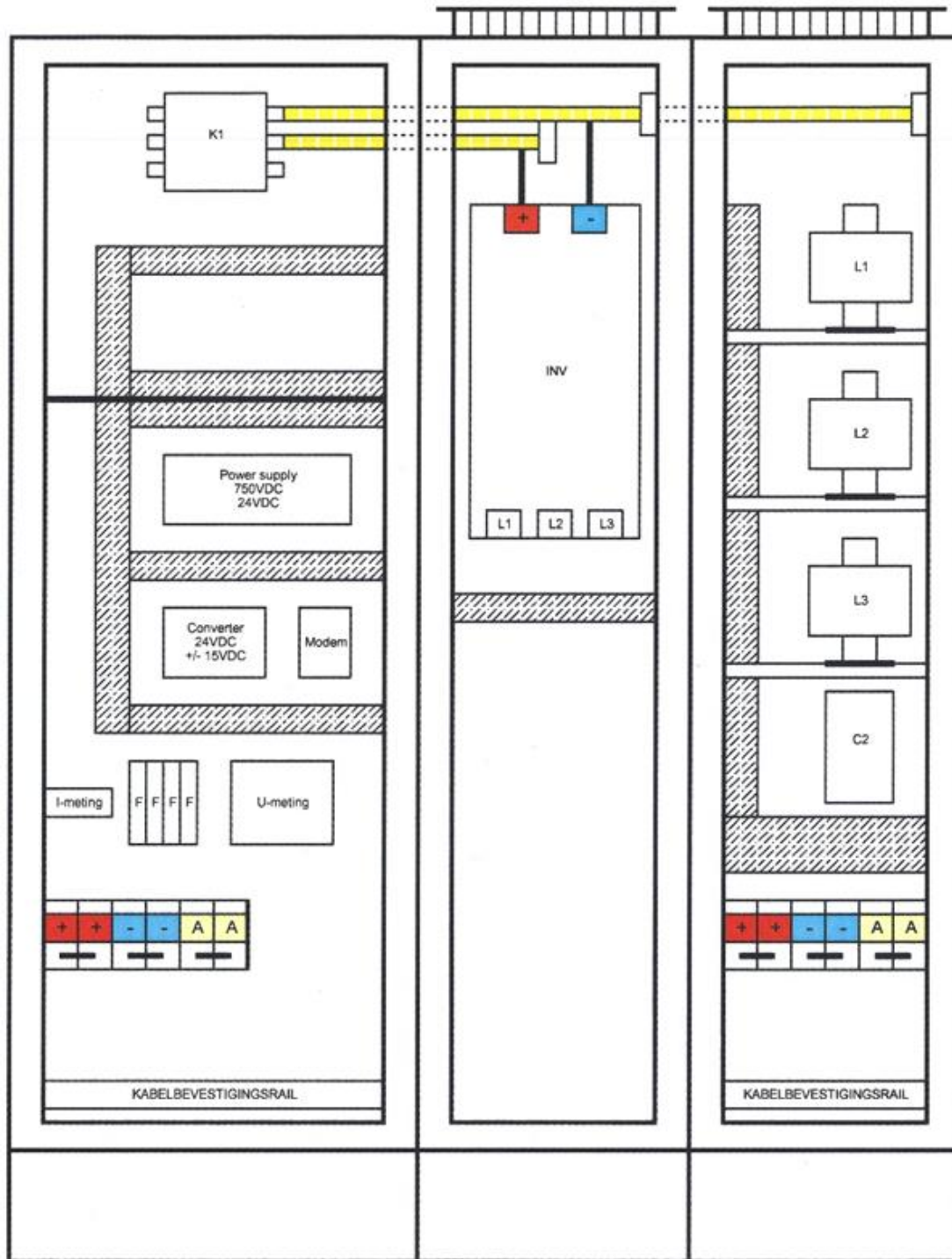


Aanzicht

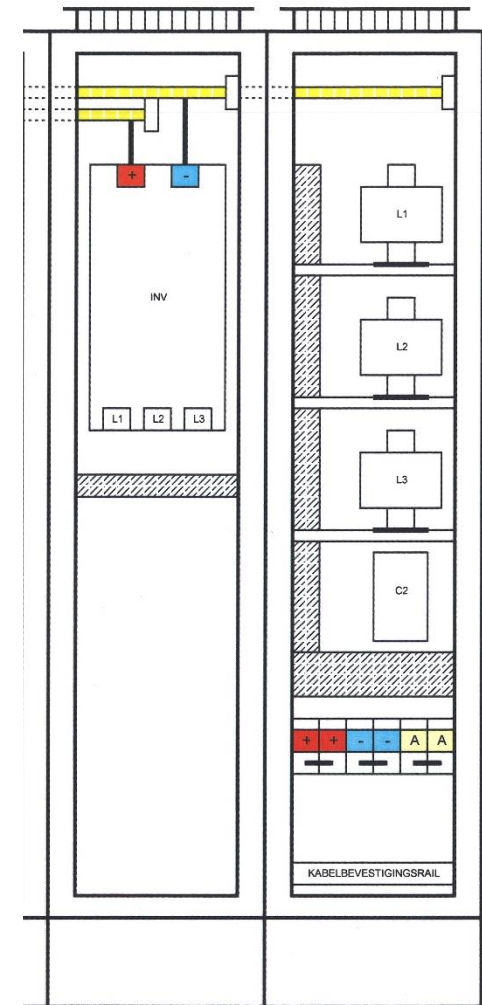
50 kW
(100 kW)
(200 kW)



500 kW:
b = 2.000 mm



kast (1)



DC AVP Lelystad



Vragen ?



Programma



15:45 - 16:00 uur Verzamelen bij receptie Aviodrome

16:00 - 16:45 uur Bezoek DC-station

16:45 - 17:00 uur Naar Aviodrome + Ontvangst

17:00 - 17:30 uur Lezing Alliander, Teunis Brand

17:30 - 18:00 uur Lezing 1 Dynniq, Will de Jager

18:00 - 18:30 uur Pauze

18:30 - 19:00 uur Lezing 2 Dynniq, Peter Bos

19:00 - 20:00 uur Borrel en afsluiting



alliander


KIVI
Engineering Society
Afdeling Elektrotechniek

dyniq
energising mobility

Programma



- 15:45 - 16:00 uur Verzamelen bij receptie Aviodrome
- 16:00 - 16:45 uur Bezoek DC-station
- 16:45 - 17:00 uur Naar Aviodrome + Ontvangst
- 17:00 - 17:30 uur Lezing Alliander, Teunis Brand
- 17:30 - 18:00 uur Lezing 1 Dynniq, Will de Jager
- 18:00 - 18:30 uur Pauze
- 18:30 - 19:00 uur Lezing 2 Dynniq, Peter Bos**
- 19:00 - 20:00 uur Borrel en afsluiting

Aanleg DC-net nabij vliegveld Lelystad

(deel 2)

Inhoud deel 2

- Inleiding
- Kortsluiting + beveiliging AC
- Aardsluiting + beveiliging AC
- Kortsluiting + beveiliging DC
- Besturing en foutsignalering

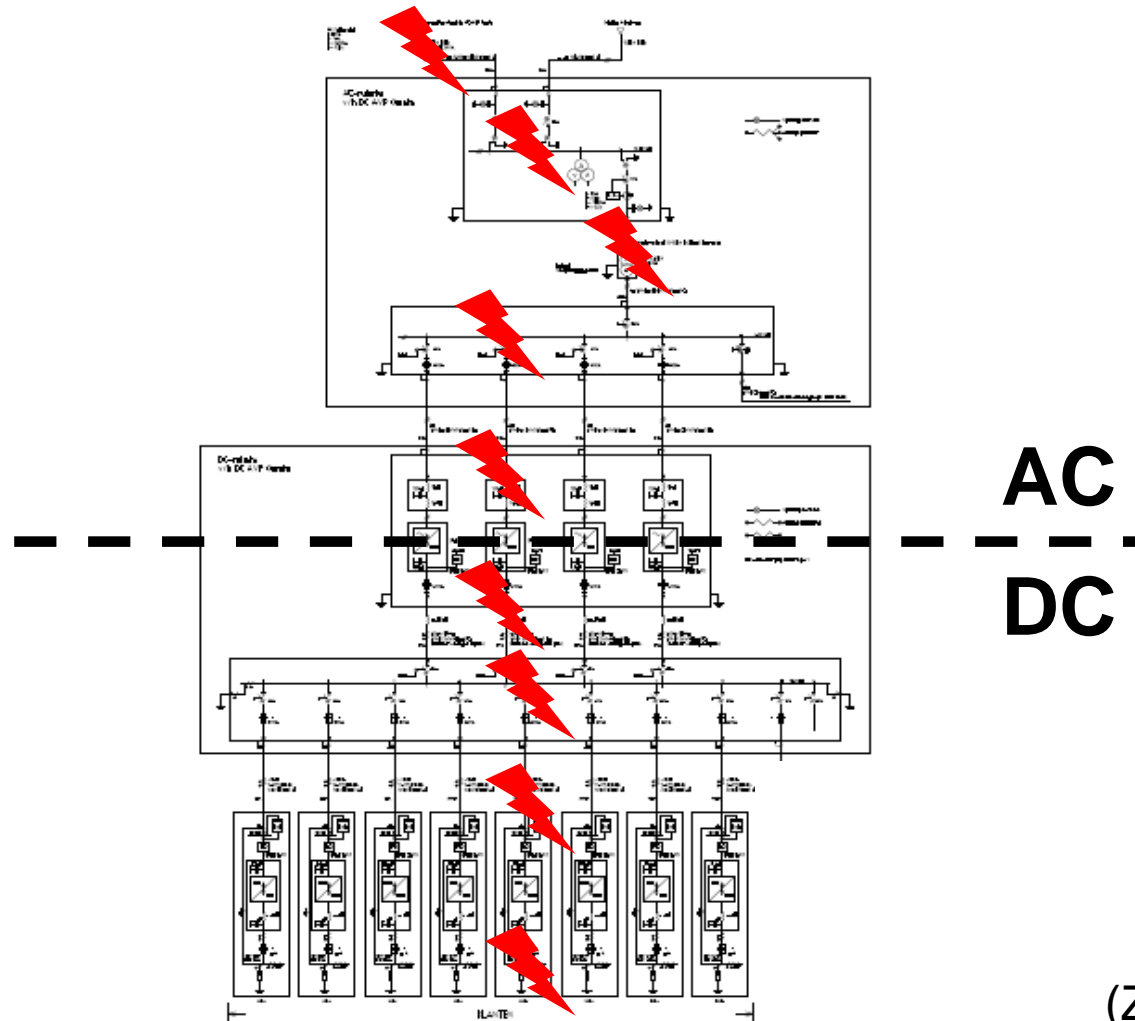


Inhoud deel 2

- Inleiding
- Kortsluiting + beveiliging AC
- Aardsluiting + beveiliging AC
- Kortsluiting + beveiliging DC
- Besturing en foutsignalering



Kortsluiting en beveiliging

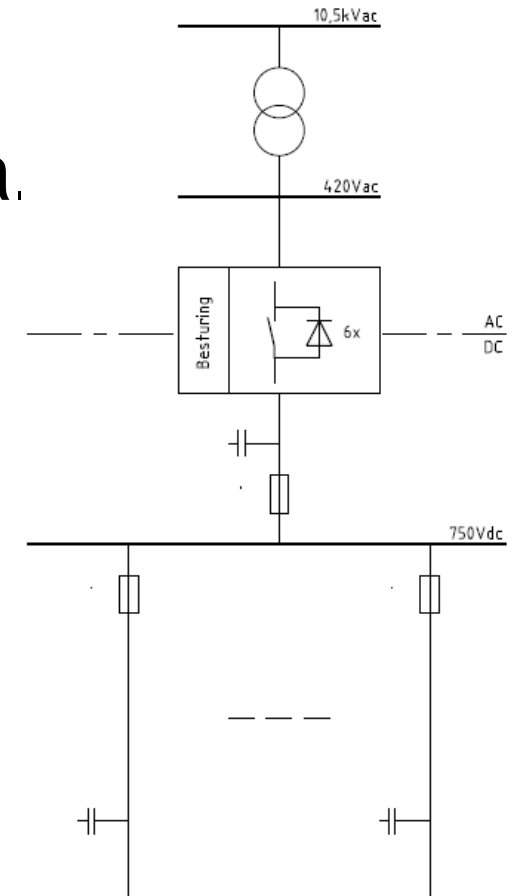


(Zie tekening aan de wand.)

Beveiligingsconcept

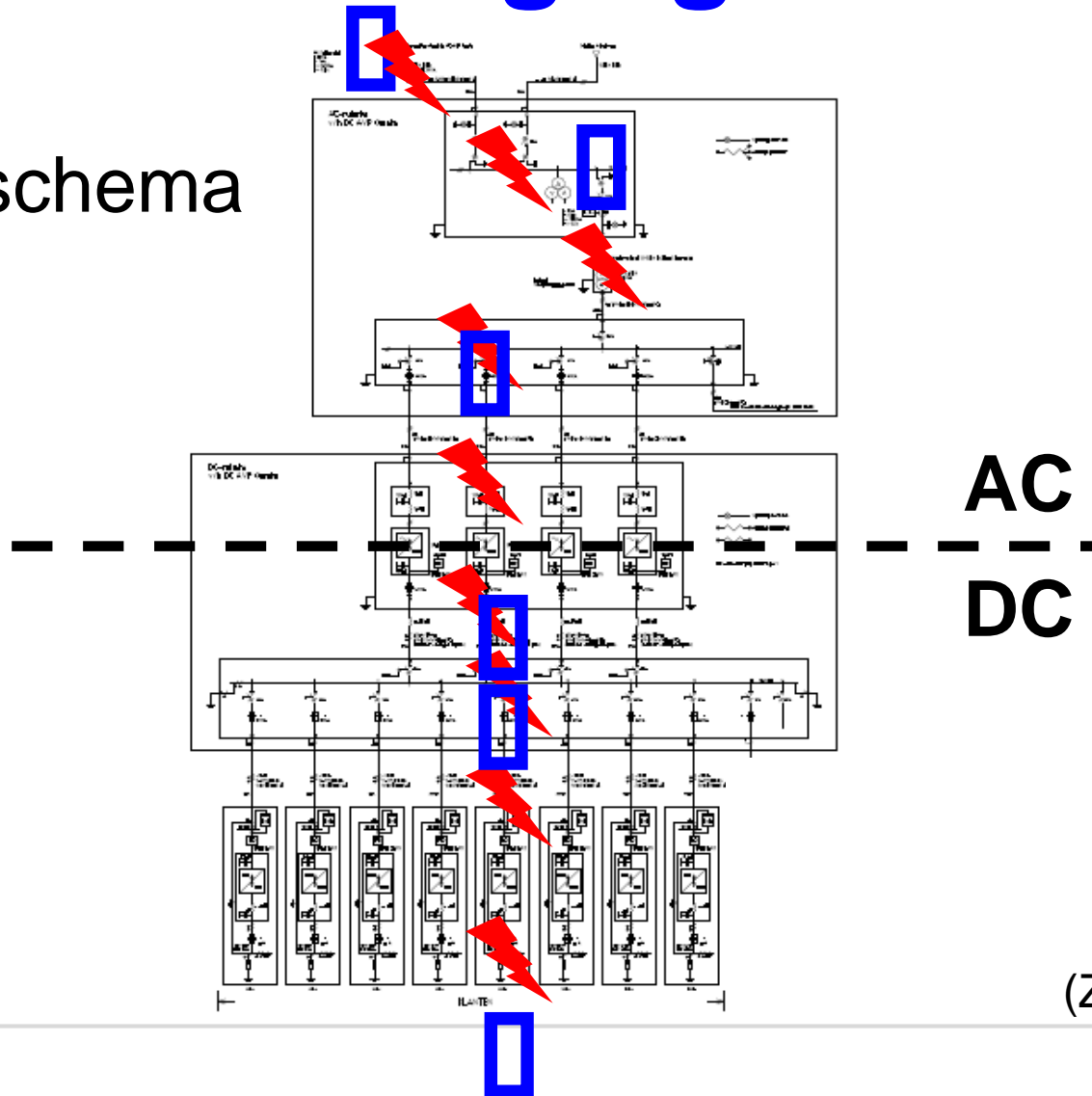
Uitgangspunt: Architectuurschema – Eenlijnschema.

- Onderscheid:
 - AC-deel: 10,5 kVAC en 430 VAC.
 - DC-deel: 750 VDC.
- Stromen in normale en kortsluittoestand.
- Selectiviteitsstudie.



Kortsluiting en beveiliging

Architectuur-eenlijnschema



(Zie tekening aan de wand.)

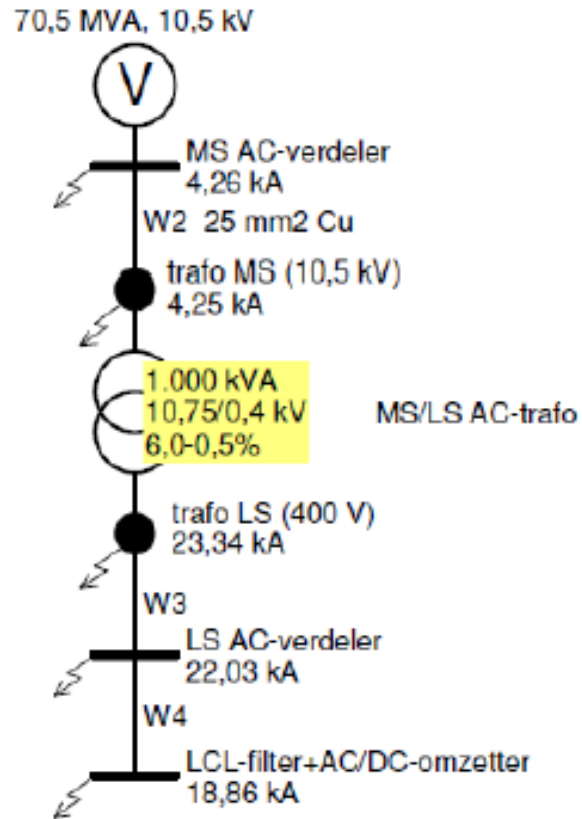
Inhoud deel 2

- Inleiding
- **Kortsluiting + beveiliging AC**
- Aardsluiting + beveiliging AC
- Kortsluiting + beveiliging DC
- Besturing en foutsignalering



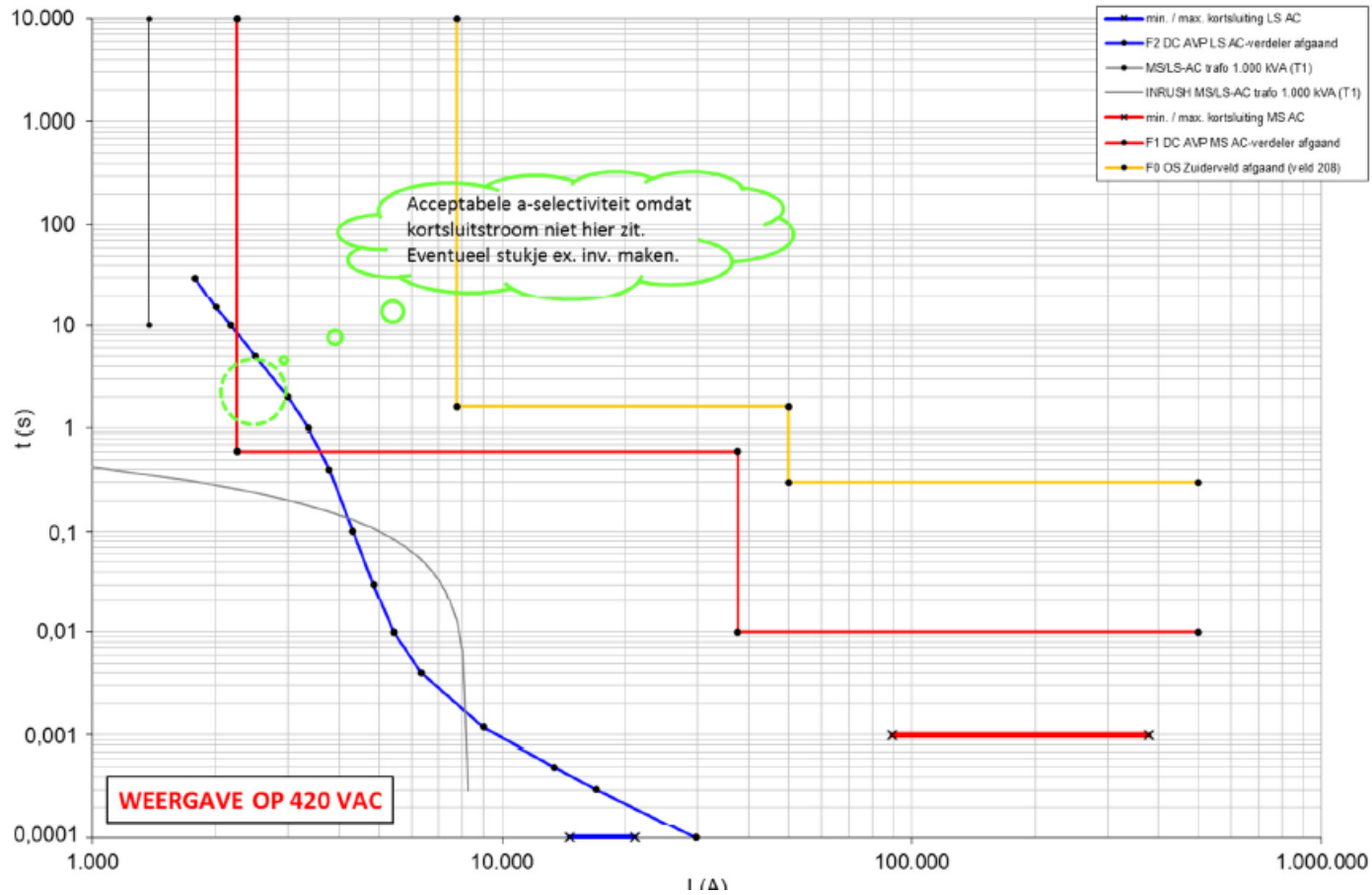
Kortsluiting AC

Simulatie in Vision.



	Min. @ $S_k = 70$ MVA (kA)		Max. @ $S_k = 250$ MVA (kA)	
	@ 10 kV	@ 400 V	@ 10 kV	@ 400 V
$I_{k,2}''$	3,6	14,6	13,0	18,2
$I_{k,3}''$	4,1	16,9	15,1	21,1

Selectiviteit AC



Selectiviteitsdiagram

Inhoud deel 2

- Inleiding
- Kortsluiting + beveiliging AC
- **Aardsluiting + beveiliging AC**
- Kortsluiting + beveiliging DC
- Besturing en foutsignalering



Aardingsconcept

AC-zijde

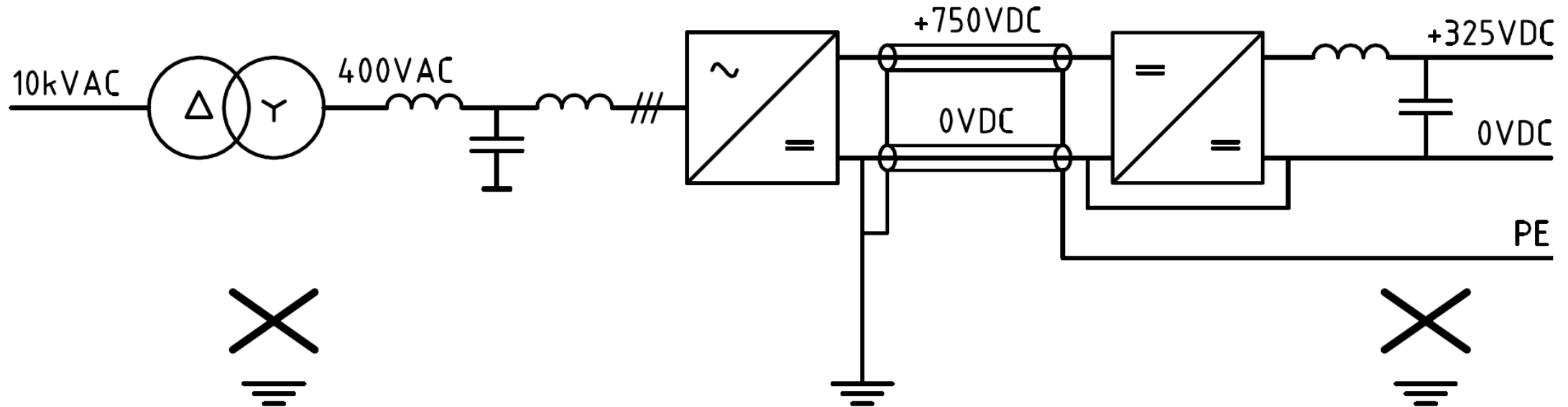
IT-stelsel:

- Sterpunt trafo niet geaard !
- Aardringleiding

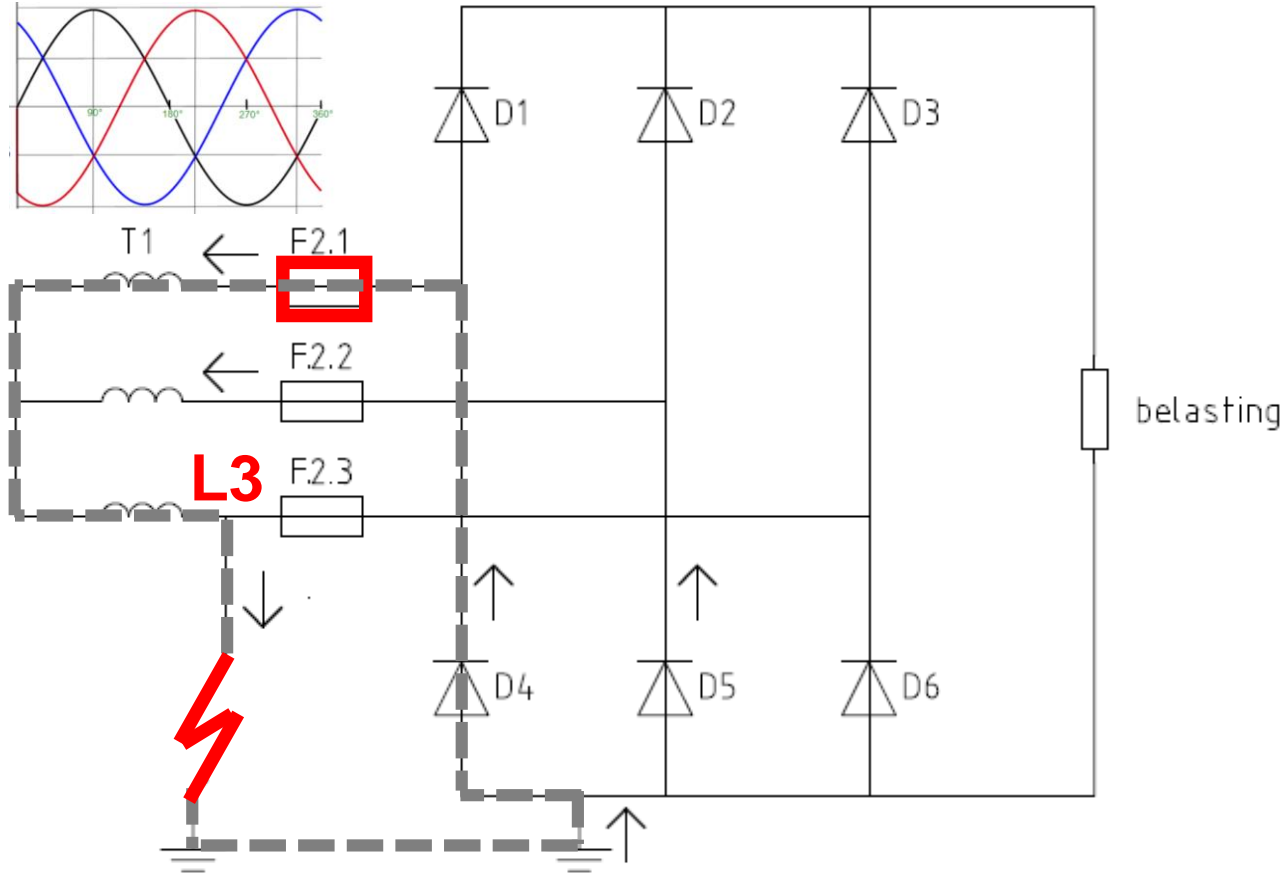
DC-zijde

TN-S-stelsel:

- Minus wel geaard !
- Separate PE



Aardsluiting AC



Inhoud deel 2

- Inleiding
- Kortsluiting + beveiliging AC
- Aardsluiting + beveiliging AC
- **Kortsluiting + beveiliging DC**
- Besturing en foutsignalering



Kortsluiting DC (1)

Condensatoren leveren grote pulsvormige kortsluitstroom.

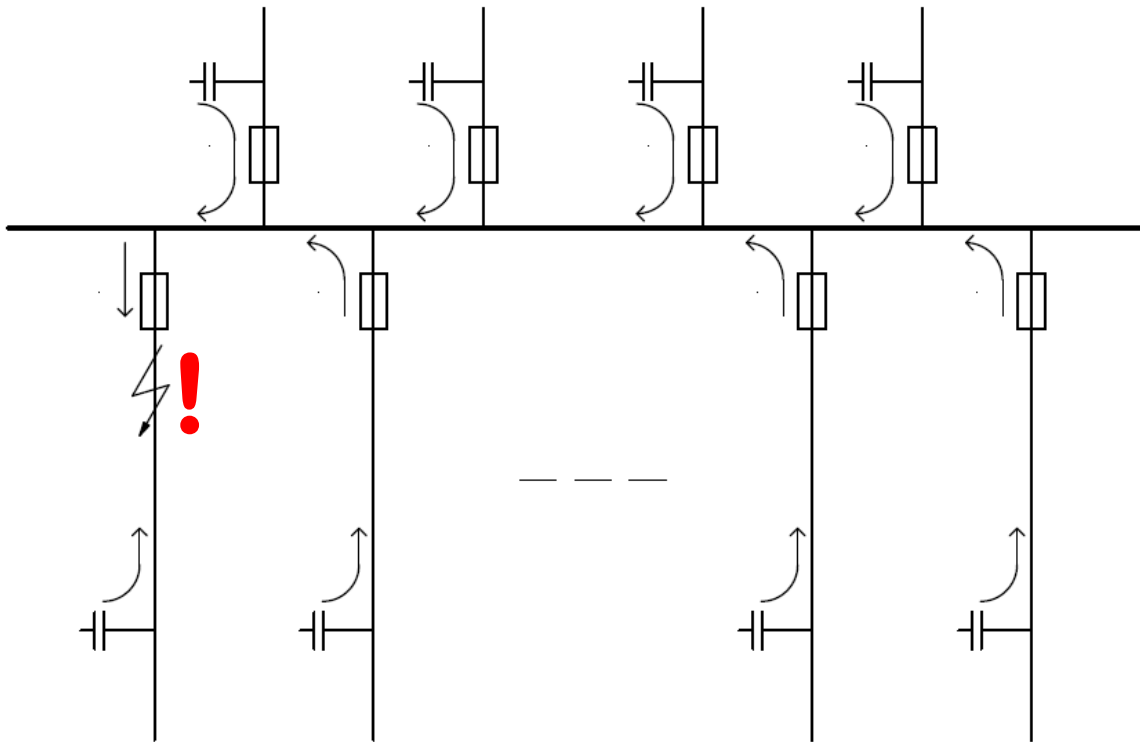
Onderzochte situaties:

- 3 en 4 AFE LS-AC/DC omzetters.
- 1, 2 en meer aangesloten klanten.
- kleine (100 kW) t/m grote (500 kW) klanten.
- korte (100 m) t/m lange (750 m) kabels.
- sluiting aan begin en einde van de kabel.



Kortsluiting DC (2)

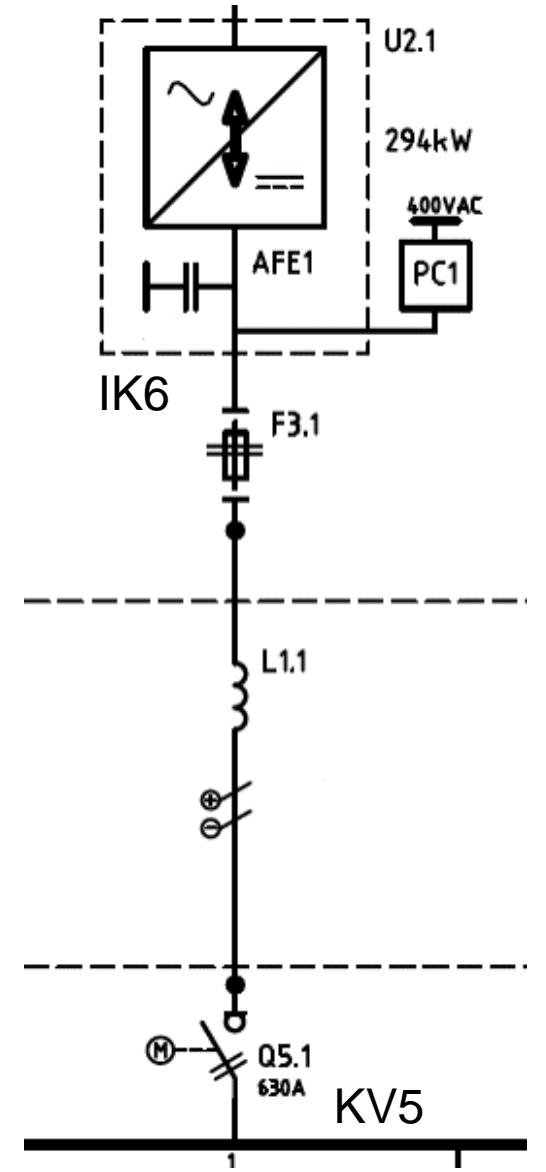
Alle C-'buren' dragen bij aan de kortsluitstroom.



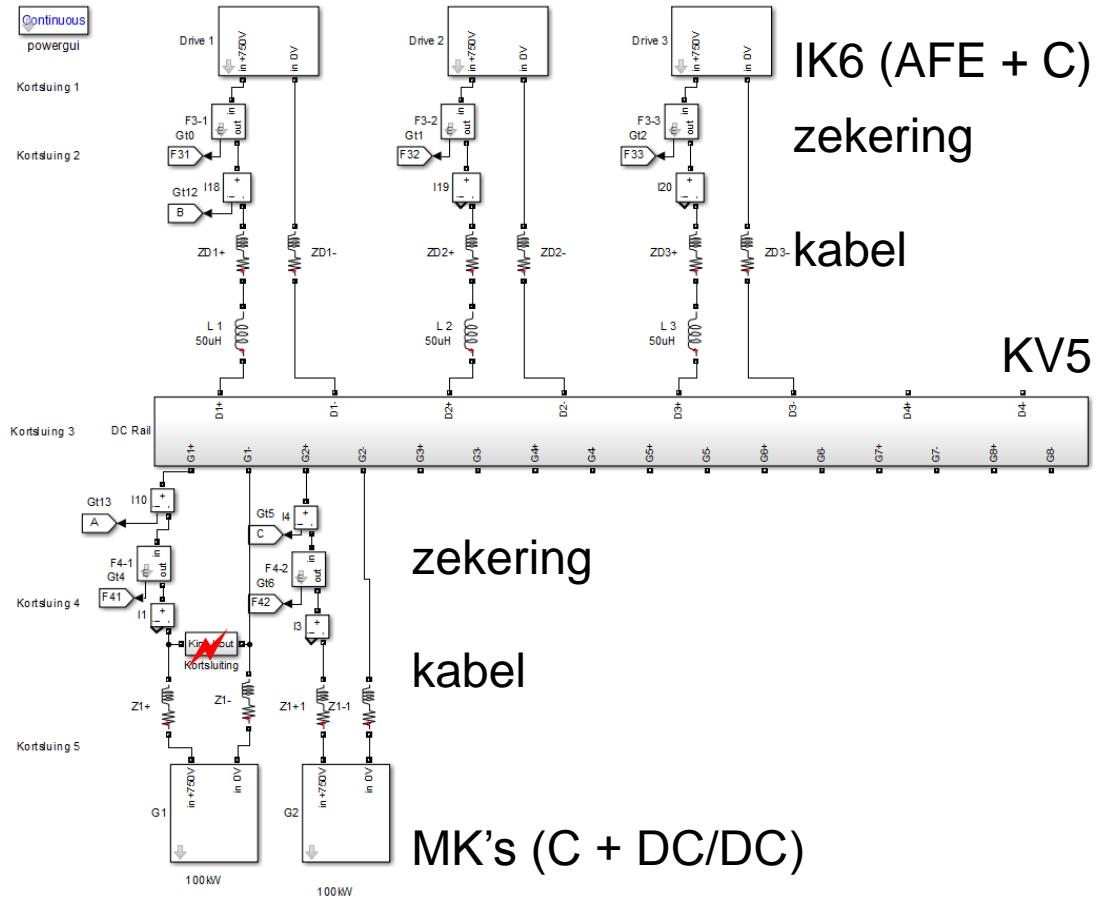
Kortsluiting DC (3)

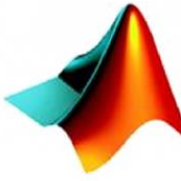
Ontlading van een 750 VDC geladen condensator over een kortsluitweerstand van 1 mΩ: 750 kA !

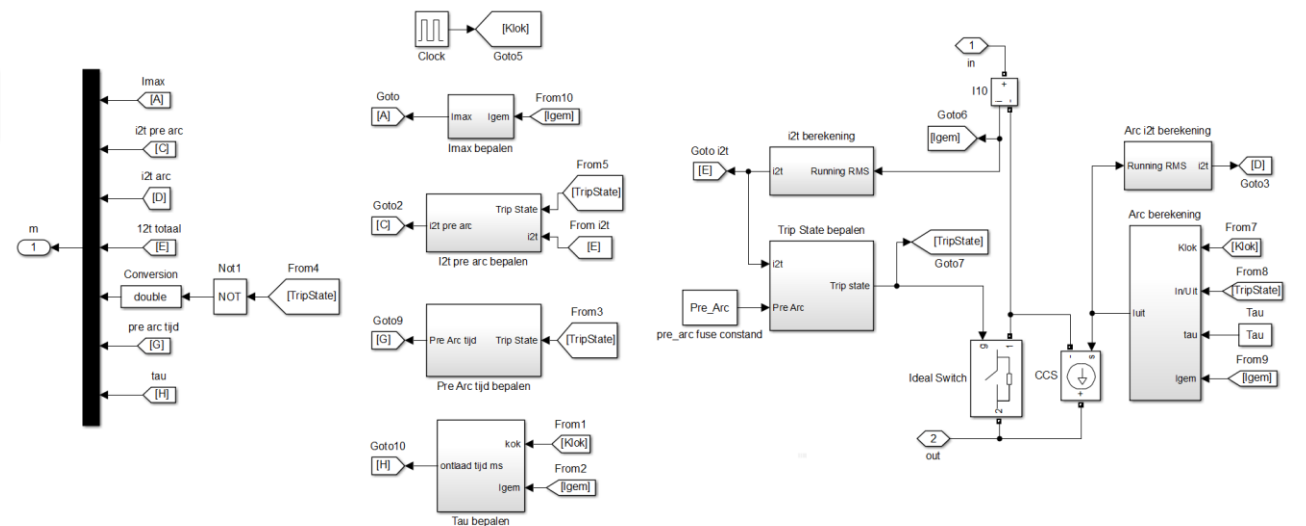
Stroombegrenzing d.m.v. zelfinductie.
Tot ca. 40 kA.



Kortsluiting DC (4)

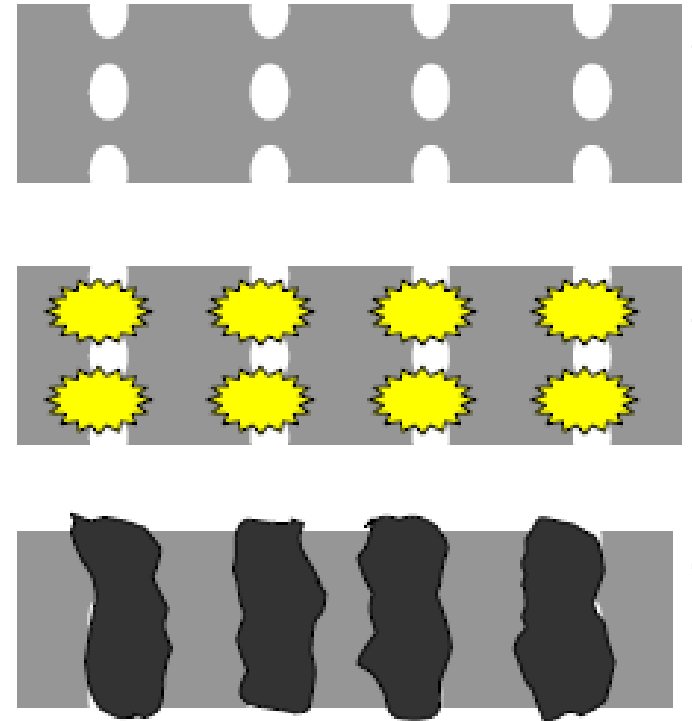
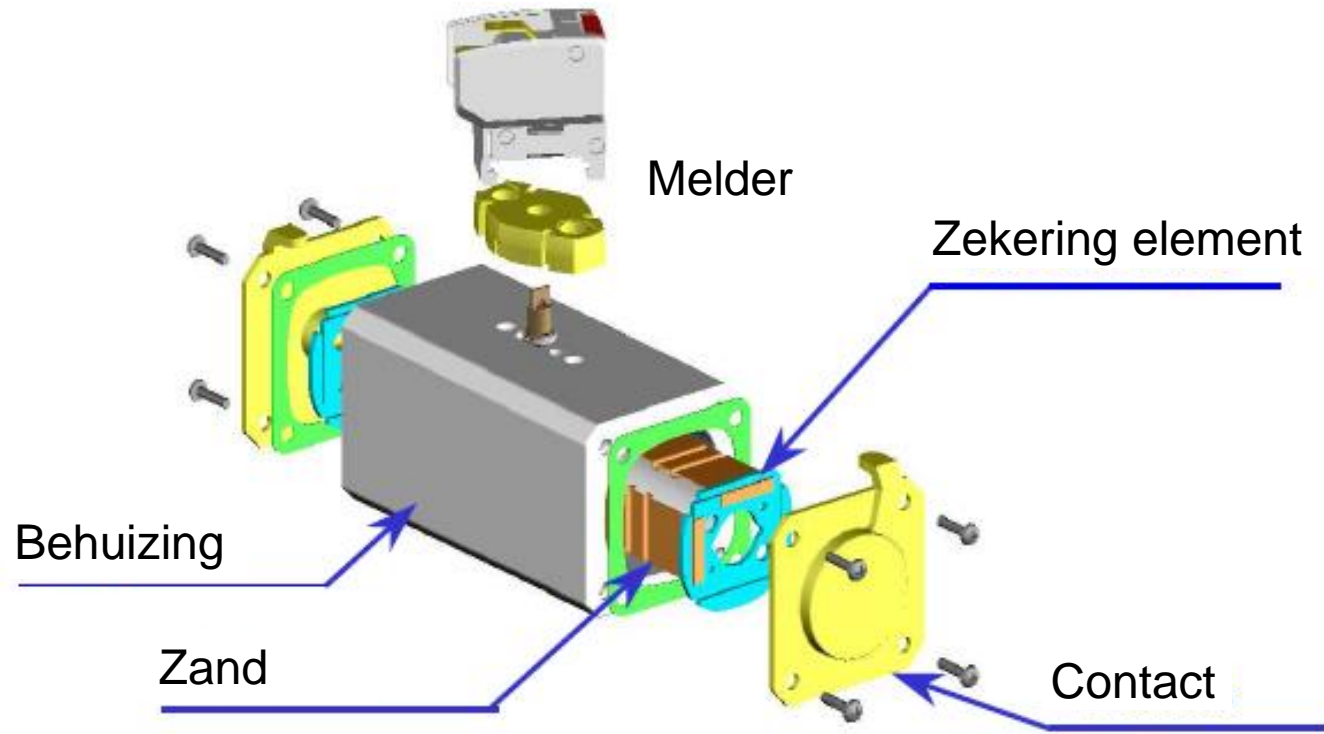


Simulatie in  **MATLAB[®] SIMULINK[®]**

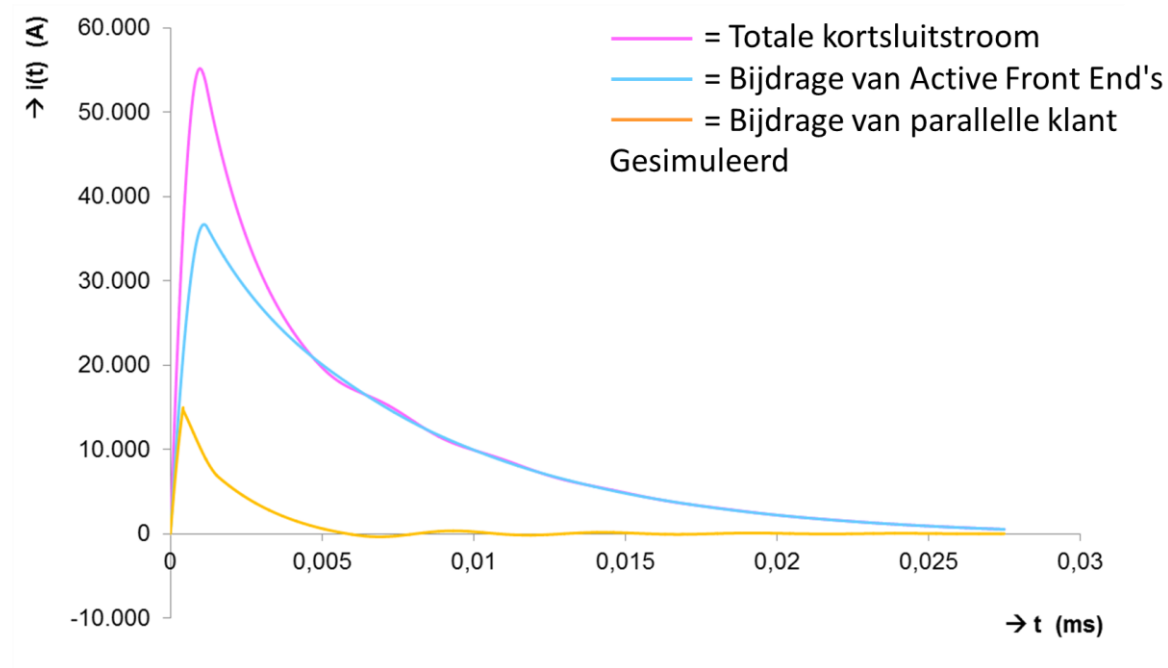


Kortsluiting DC (5)

Opbouw van een zekering



Kortsluiting DC (6)

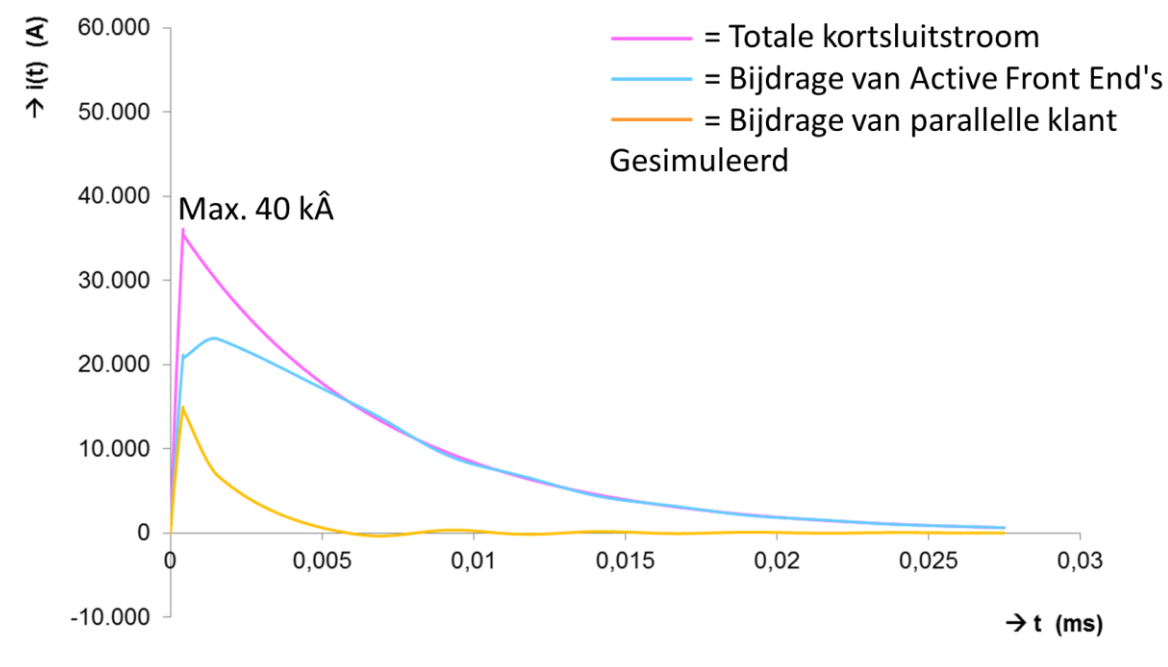


Simulatie in Matlab Simulink.

Onbeveiligd ('ideële' I_k).

Ordegrootte enkele $k\hat{A}$ tot tientallen $k\hat{A}$'s, < ca. 2 ms.

Kortsluiting DC (7)



Simulatie in Matlab Simulink.

Beveiligd d.m.v. smeltveiligheden (gekapte I_k).

Beschouwing I^2t :
boog + afschakeling, max. 40 kA.



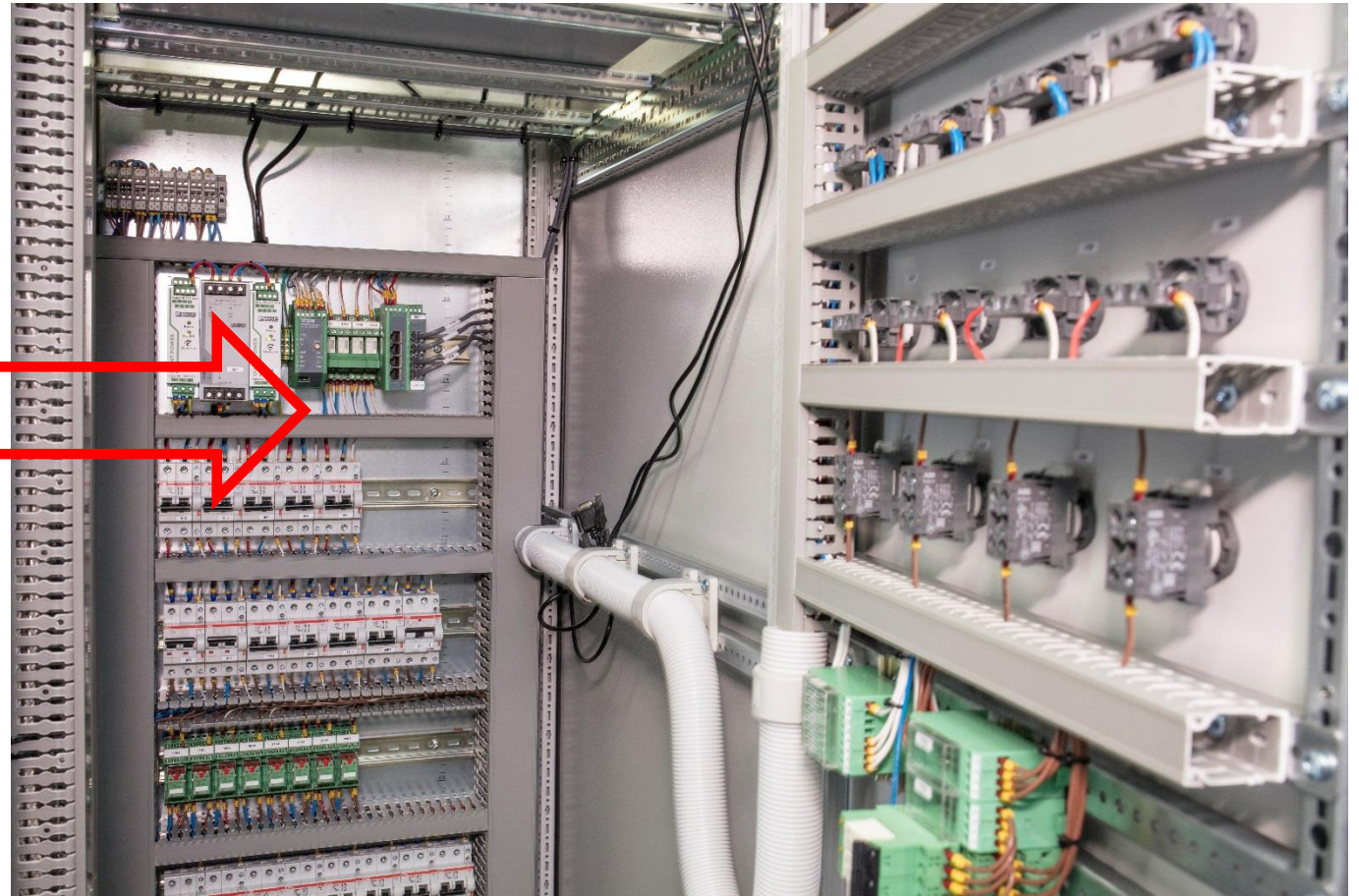
Inhoud deel 2

- Inleiding
- Kortsluiting + beveiliging AC
- Aardsluiting + beveiliging AC
- Kortsluiting + beveiliging DC
- Besturing en foutsignalering

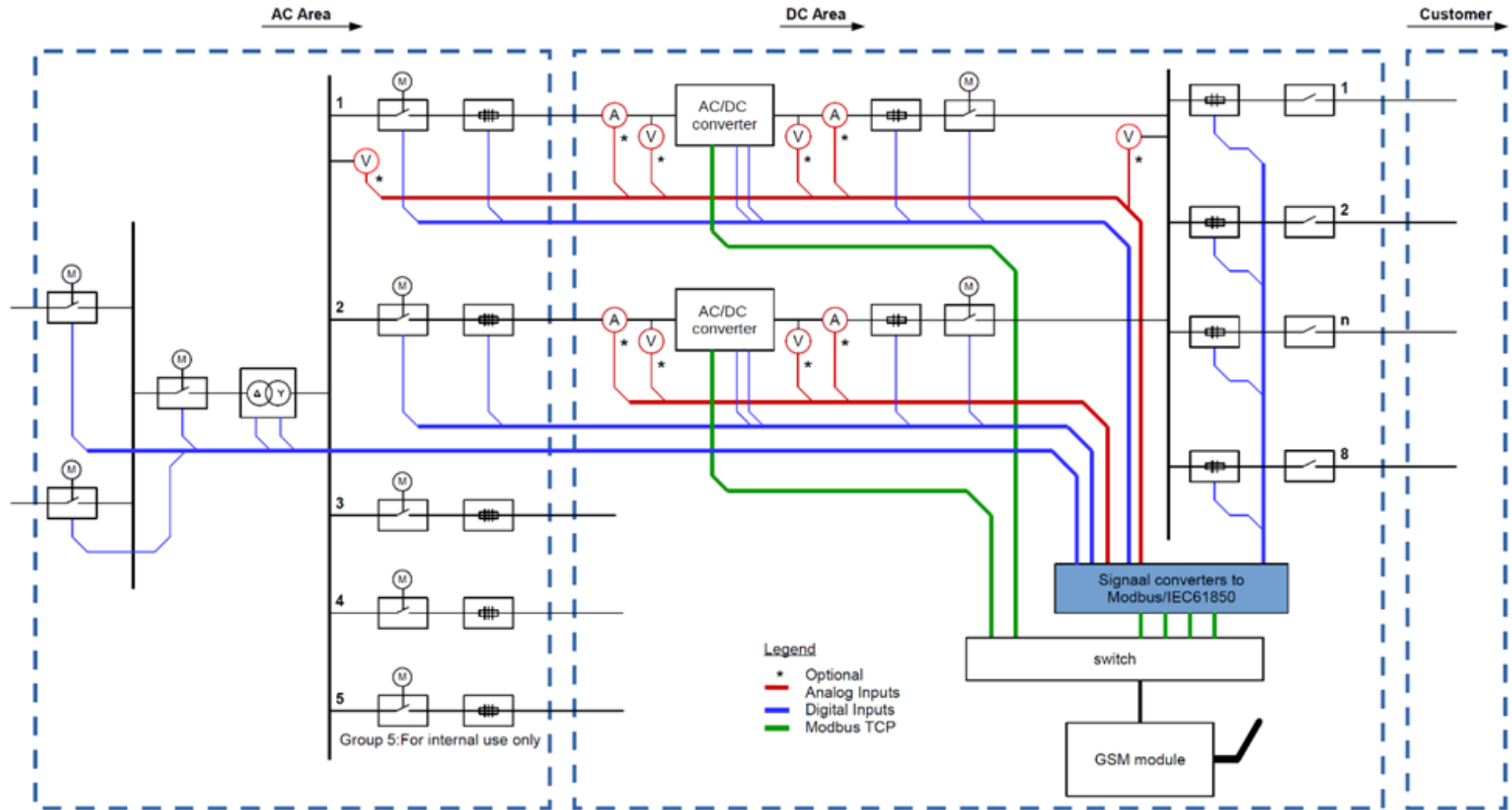


Besturingskast

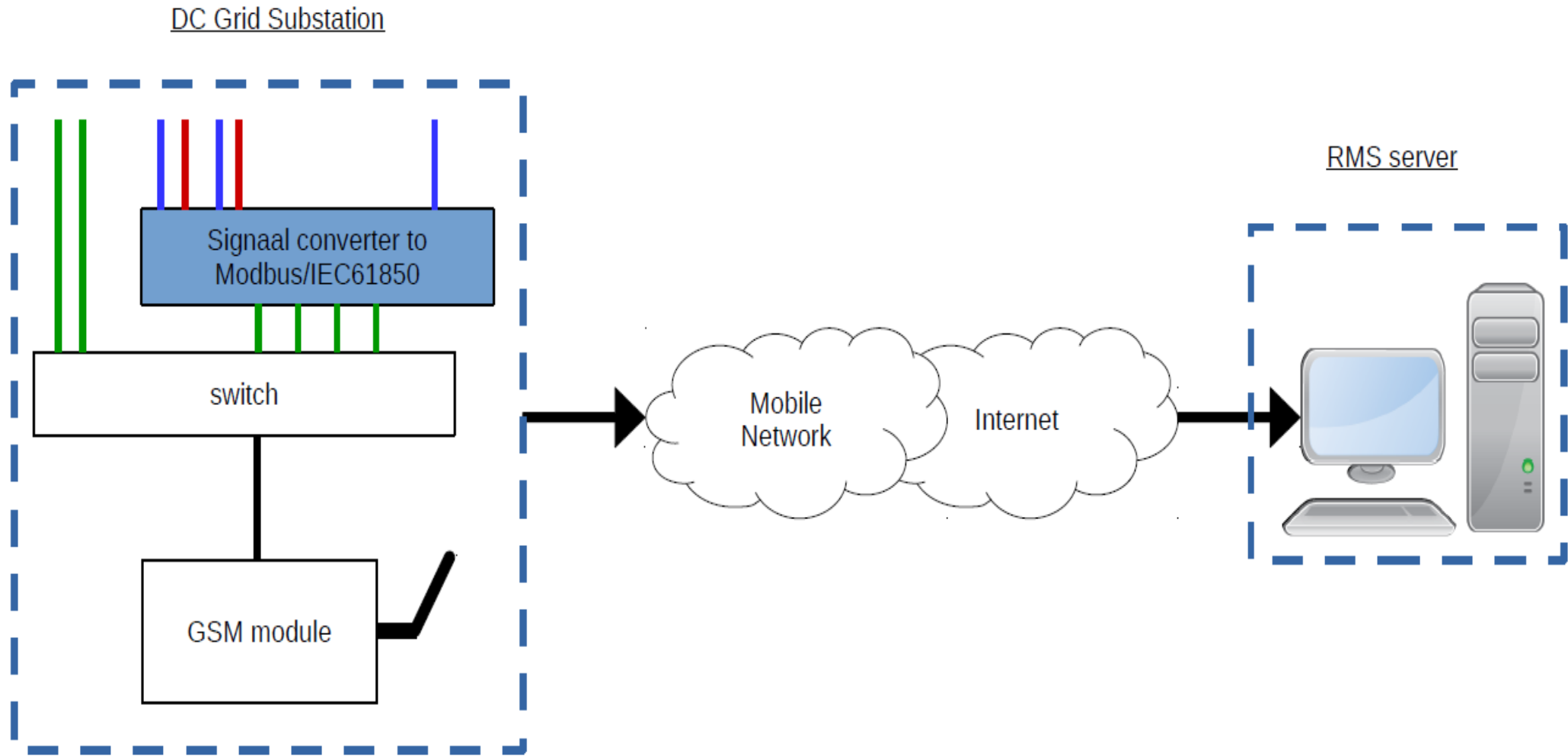
- Autonom functioneren
- Statusmeting
- Storingsdetectie



Remote Monitoring



Communicatie tussen DC-station en RMS



Vragen ?



Dank voor jullie aandacht !



dynniq

energising
mobility



Dynniq Energy

Bijdorps-West 19

2992 LC Barendrecht

ir. W.A.G. (Will) de Jager

will.dejager@dynniq.com

06 - 4631 8466

ir. P.J. (Peter) Bos

peter.bos@dynniq.com

06 - 1152 4084

dynniq

energising
mobility



Programma



- 15:45 - 16:00 uur Verzamelen bij receptie Aviodrome
- 16:00 - 16:45 uur Bezoek DC-station
- 16:45 - 17:00 uur Naar Aviodrome + Ontvangst
- 17:00 - 17:30 uur Lezing Alliander, Teunis Brand
- 17:30 - 18:00 uur Lezing 1 Dynniq, Will de Jager
- 18:00 - 18:30 uur Pauze
- 18:30 - 19:00 uur Lezing 2 Dynniq, Peter Bos
- 19:00 - 20:00 uur Borrel en afsluiting**



alliander



KIVI
Engineering Society
Afdeling Elektrotechniek

dynniq
energising mobility