

Vermogenselektronica in hoogspanningssystemen

Power Components
Testing & EMC
Power Applications
Power Research

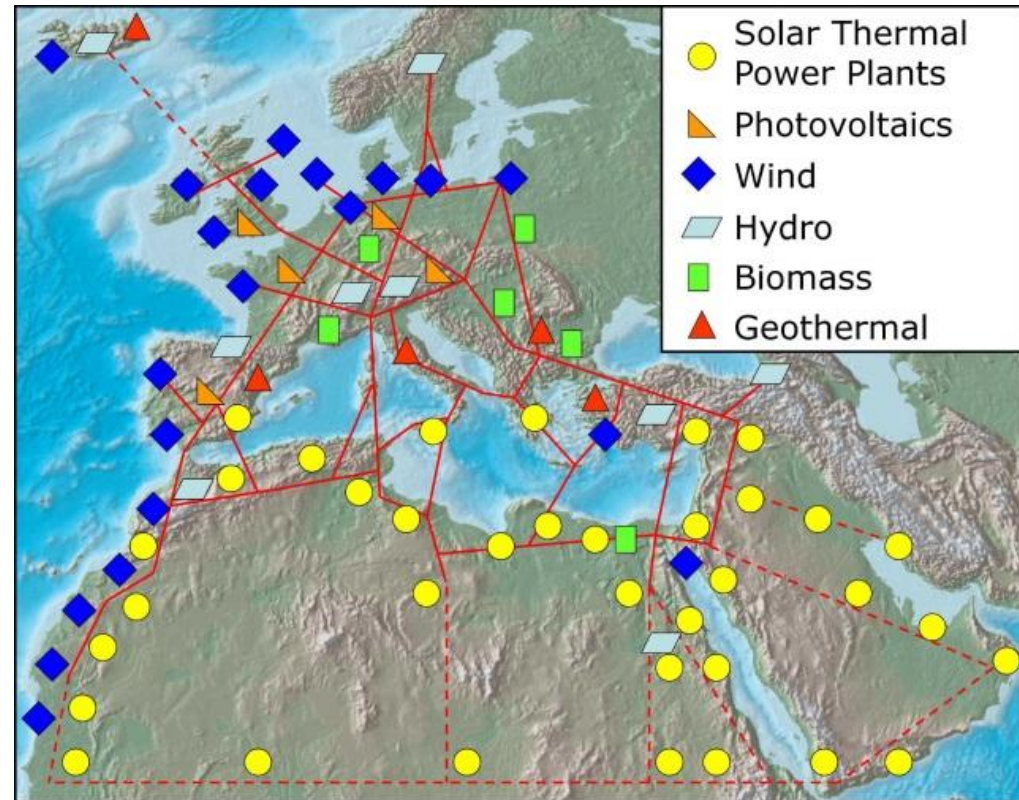
**POWER
ELECTRONICS**

2017

20-06-17 - 1931 Congressentrum Den Bosch

Inhoud

- De energietransitie
- Setting the scene
- War of currents: AC – DC
- Converter technologie
- Voltage Source Converters
- De wind power hub
- Toekomstige ontwikkelingen
- Conclusies





De Europese energie transitie

6 Juni 2016: Politieke aankondiging over energie samenwerking tussen de Noordzeelanden (EU)



Noordzeelanden werken samen voor meer en goedkopere windparken

Nieuwsbericht | 06-06-2016 | 09:15

Aannames EU:

- Regionale samenwerking
- Kostenverlaging offshore wind
- Optimaliseren aansluitingen



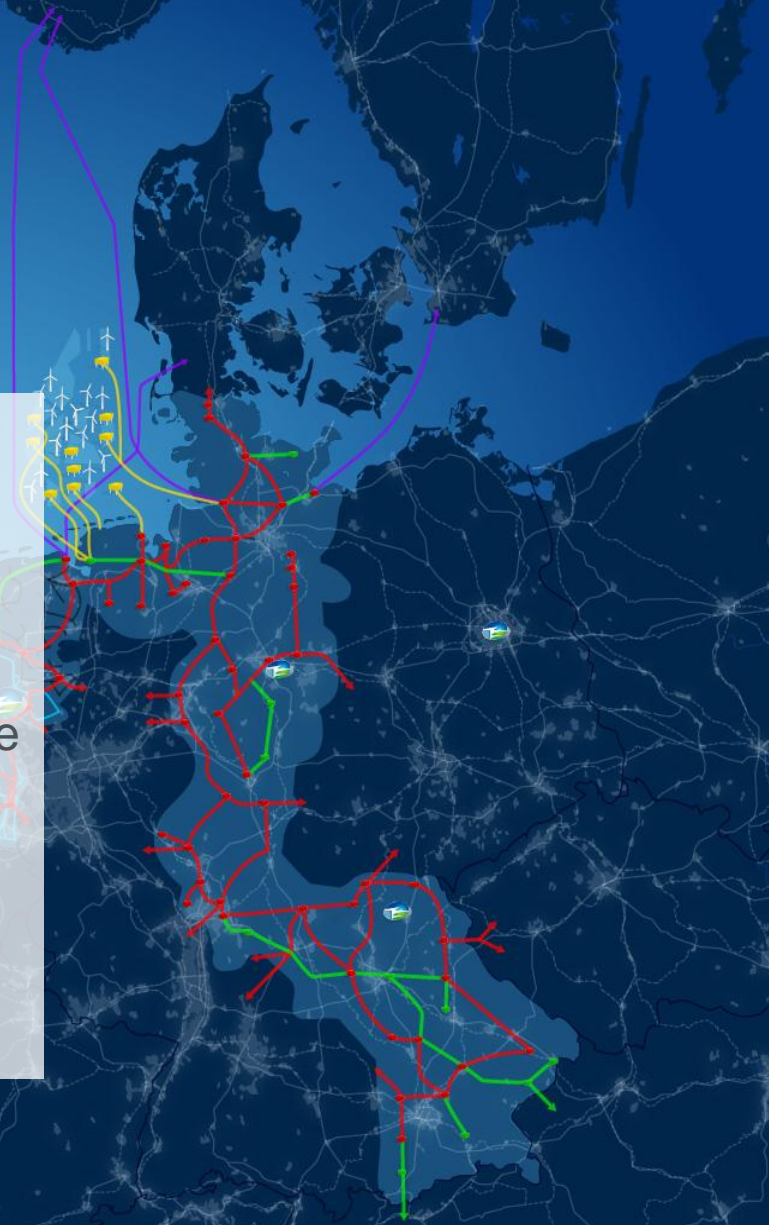
Rijksoverheid



De Europese energie transitie

Ambitieuze doelen

- EU ambitie: 80-95% CO₂ reductie in 2050 in relatie tot niveau 1990
- Grote volumes herbruikbare energie:
 - 2000 GW zon PV noorzakelijk om 50% van de consumptie te dekken (TU Delft)
 - 600 GW offshore & onshore wind energie om 50% te dekken (EWEA)
- Co-operatie lidstaten is essentieel om deze Europese energie doelen te bereiken
- Lidstaten moeten gemeenschappelijk besluiten over deze doelen





Setting the scene

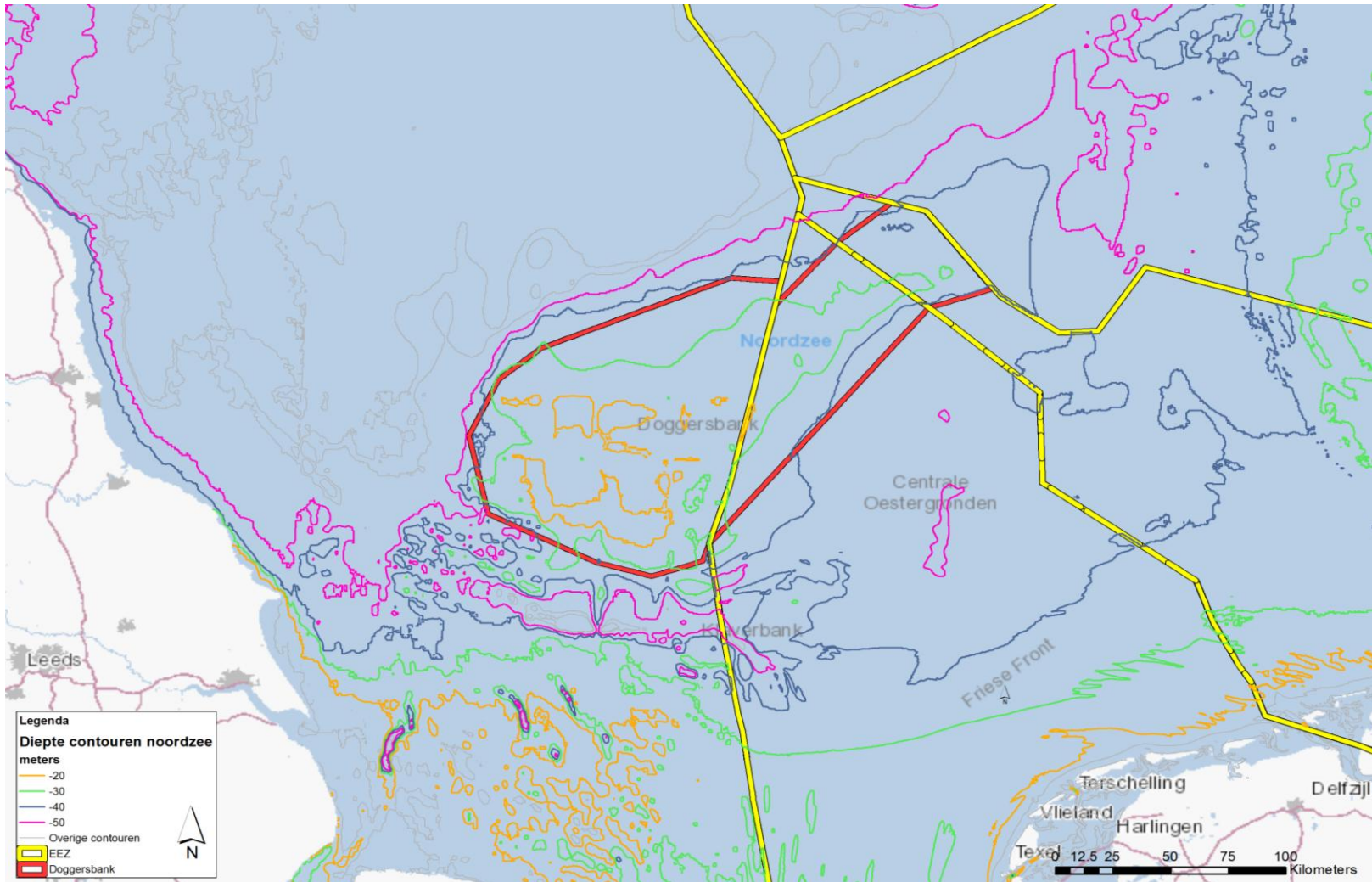
The collage features several key documents and graphics:

- STUDY OF THE BENEFITS OF A MESHED OFFSHORE GRID IN NORTHERN SEAS REGION**: A report from the European Commission, dated July 2014, written by Steijn COLE, Pierre MARTINOT, Stéphane RAPOPORT (TE), Georgios PAPAETHYMIIOU (ECOFYS), and Valerio SORLI (PwC).
- HVDC Grid Feasibility Study**: A document from Working Group B4.52, dated April 2013, published by CIGRE. It includes a box with the number "533".
- Europe's future secure and sustainable electricity infrastructure**: A report from the Highway2050 project, dated 2015, published by the European Union.
- Interconnecting Electricity for Europe's Sustainable Future**: A graphic showing a map of Europe with a network of power lines connecting various regions.
- Welcome to Friends of the Supergrid**: A text box stating, "We're a dedicated team of energy advocates serving our members through EU policy." with a "Learn more" button.
- Members Corner**: A section with social media icons for Twitter, LinkedIn, YouTube, Google+, and a plus sign for more options.



Oplossing

Als ver op zee noodzakelijk is om de vereiste schaal te realiseren



War of currents: AC - DC



Nicola Tesla

Angus Young

Thomas A. Edison

War of currents: AC - DC



Ontwikkeling rond 1880

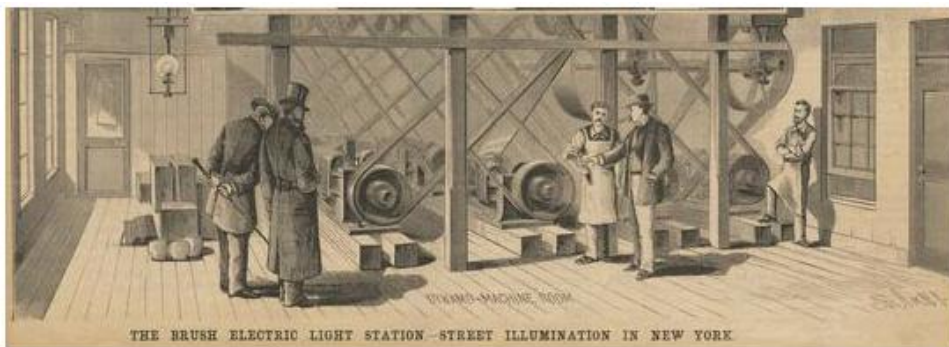
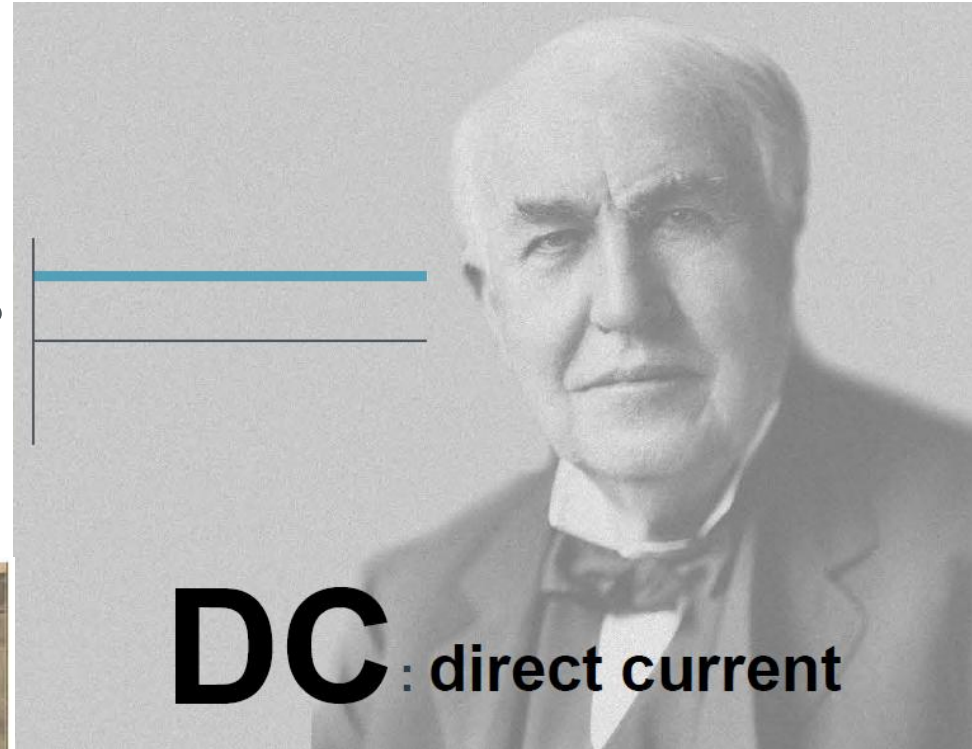
DC transmissie 1882

- 1,5 kW bij 2000 V

Een enkel spanningsniveau

Conversie naar andere spanning?

Stroom onderbreking



War of currents: AC - DC

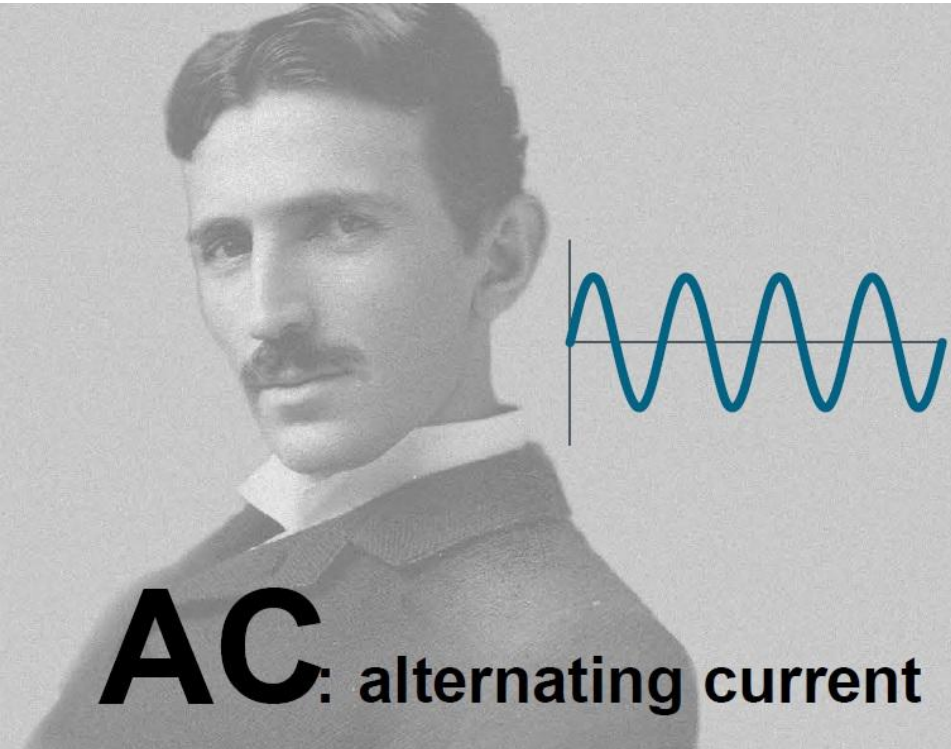


Transformeren is makkelijk

Stroom onderbreking

Korte afstanden

Gevaarlijk (Edison)



AC: alternating current



War of currents: AC - DC



Tegenwoordig:

- Wisselspanning wordt overal toegepast
- Grote transportcapaciteit bij Ultra Hoogspanning boven 1000 kV
- Lijnen en kabels
- Proven track record

Eerste fase offshore Nederland



Voorbeeld TenneT NL



Energie Afspraak in 2013:

- 16% renewables in 2023

Offshore Wind

- 4450 MW offshore wind (950MW existing)
- 40% kosten reductie offshore wind (LCOE)
- Offshore System Operator

Goals Energy Agreement Offshore Wind

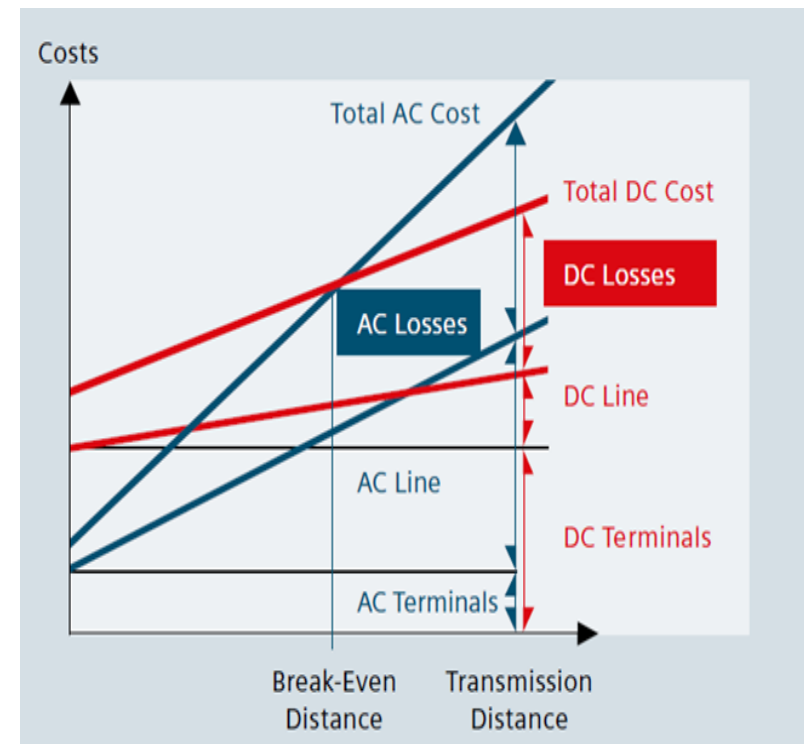
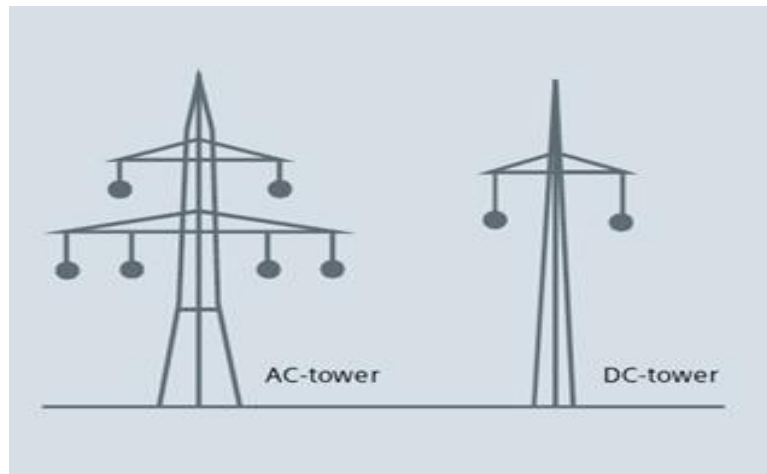
| Tender | MW | Area | Operational |
|--------|----------------|---------------------------|-------------|
| 2015 | 450 MW | Borssele Alpha | 2019 |
| 2016 | 600 MW | Borssele Beta | 2020 |
| 2017 | 700 MW | Hollandse Kust Zuid Alpha | 2021 |
| 2018 | 800 MW | Hollandse Kust Zuid Beta | 2022 |
| 2019 | 900 MW | Hollandse Kust Noord | 2023 |
| | 3450 MW | | |





Waarom dan toch DC??

- Alleen bij langere afstanden
- Minder geleiders
- Geen skin effect
- Geen blindstroom nodig
- Asynchrone koppelingen
- Kosten



Converter technologie



Kwikdamp gelijkrichters

- Eerste ontwikkelingen in de jaren 30
- Laatste in bedrijf genomen in 1975
- Sinds 2012 geen enkele meer in bedrijf
- Line Commutated Converter (LCC)

Thyristor valves

- State of the art sinds de jaren 70
- Grote capaciteit
- Line Commutated Converter (LCC)

IGBT valves

- Toegepast in HVDC sinds 2000
- Voltage Source Converters (VSC)



Line commutated converters



Current Source Converter

- Stroom altijd in dezelfde richting
- Vermogensrichting omkeren door spanning

Extern AC netwerk noodzakelijk

Spanning tot + en – 1000 kV; Stroom tot 5000 A

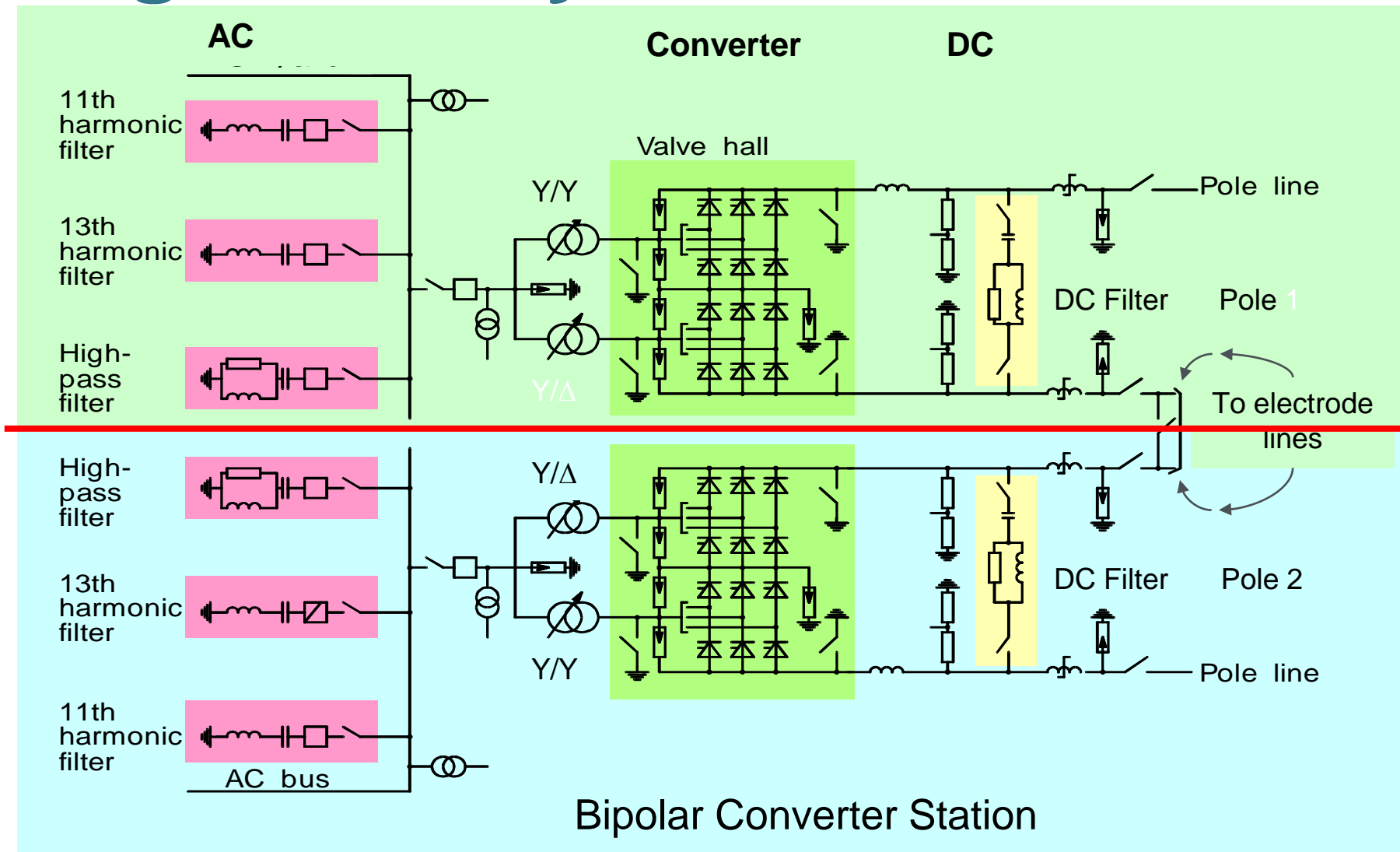
Commutation failures (lijndansen in 2016)

Bij TenneT:

- NorNed sinds 2008
- BritNed sinds 2011



Algemene layout



Voltage Source Converters



Voltage Source Converter

- Spanning vast polariteit
- Vermogensrichting omkeren door stroom

Black start mogelijkheden

P and Q control volledig onafhankelijk

Spanningen tot + en – 525 kV; Stroom tot 2500 A

Bij TenneT:

- Offshore aansluitingen Duitsland
- COBRACable en NordLink

TenneT Offshore Duitsland



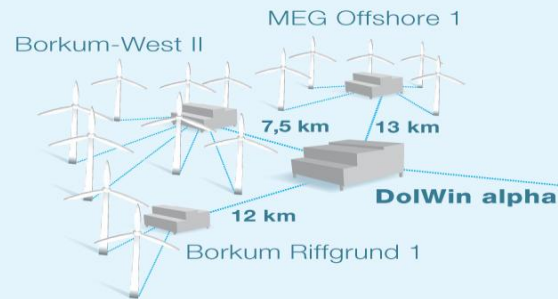
| Project | Capacity (MW) | Year of operation |
|---|---------------|-------------------|
| In operation | | |
| alpha ventus | 60 | 2009 |
| BorWin 1 | 400 | 2014 |
| Riffgat | 108 | 2014 |
| Under construction/ awarded | | |
| BorWin2 | 800 | 2015 |
| BorWin3 | 900 | 2019 |
| DolWin1 | 800 | 2014 |
| DolWin2 | 900 | 2015 |
| HelWin1 | 576 | 2014 |
| HelWin2 | 690 | 2015 |
| SylWin1 | 864 | 2015 |
| Nordergründe | 111 | 2016 |
| DolWin3 | 900 | 2017 |
| Σ built / awarded | 7.109 | |
| In tender phase | | |
| BorWin4 | 900 | |
| To be tendered until 2024 according to O-NEP2014 | | |
| 3 DC-connections | 2.700 | |



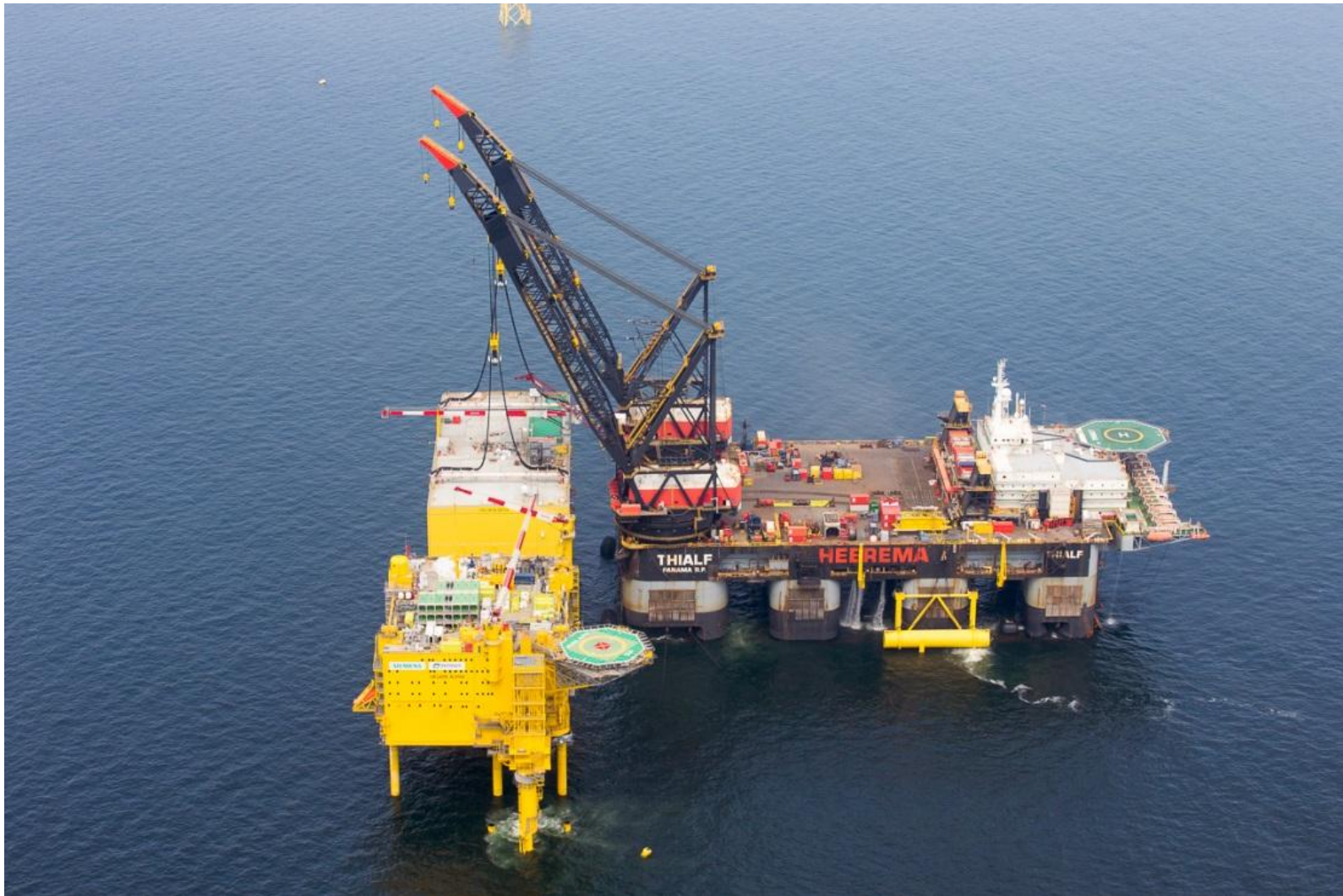
TenneT Offshore Duitsland



DoIWin1



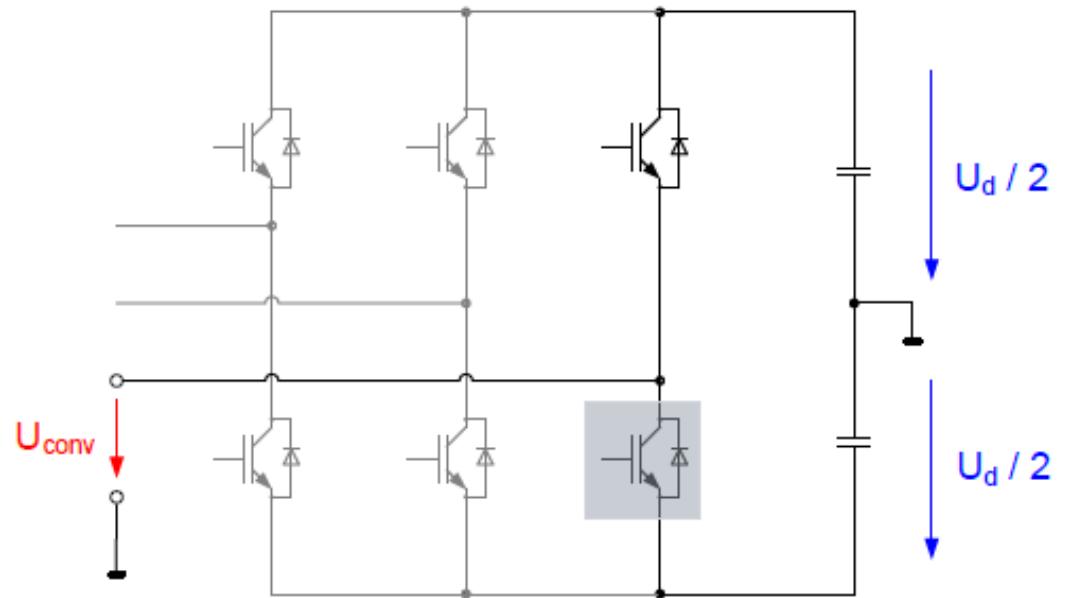
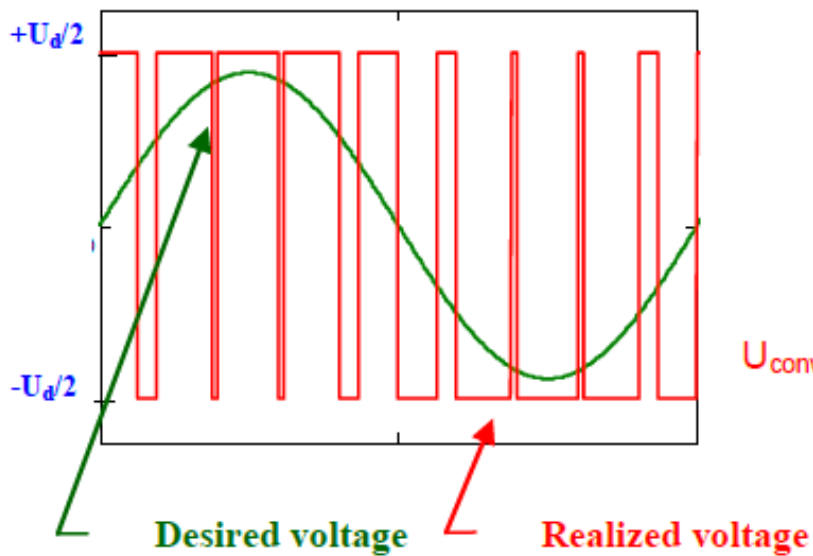
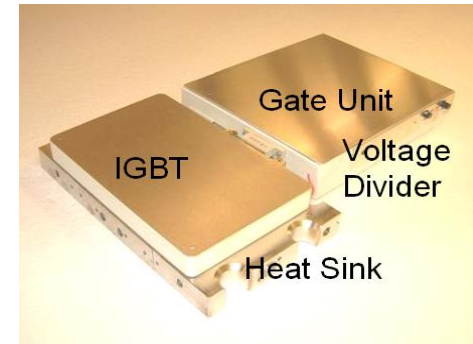
Offshore platform installatie



Voltage Source Converters



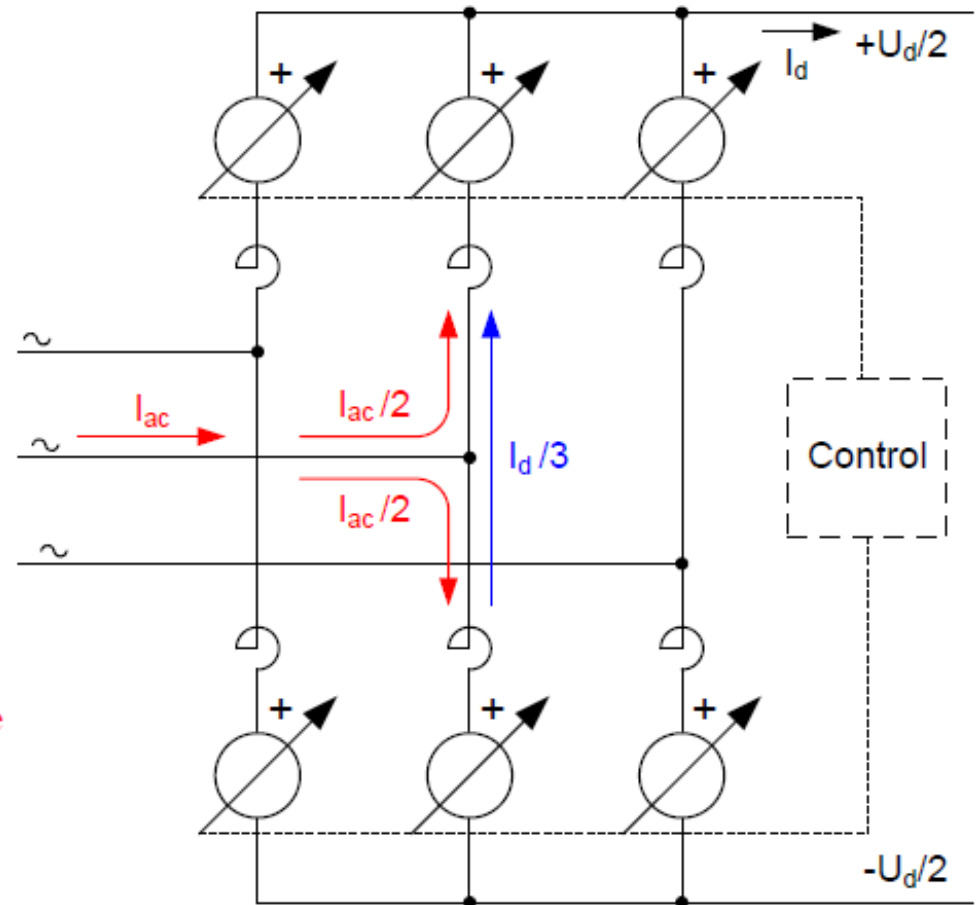
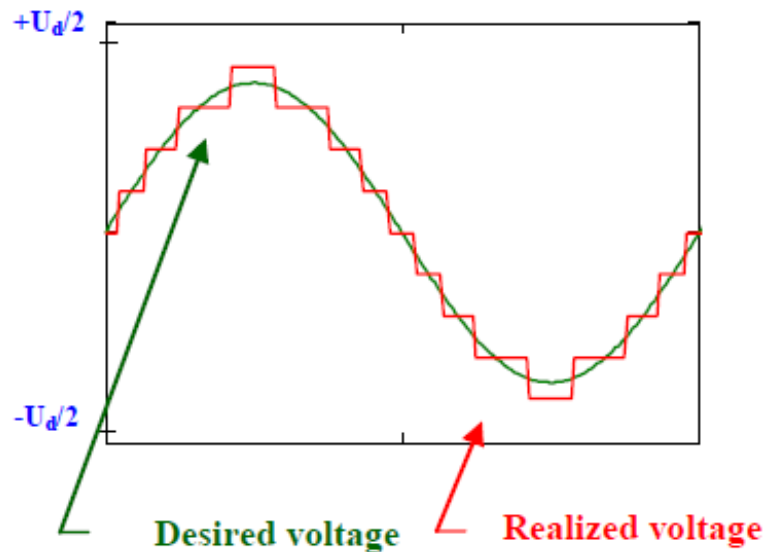
- Puls breedte modulatie



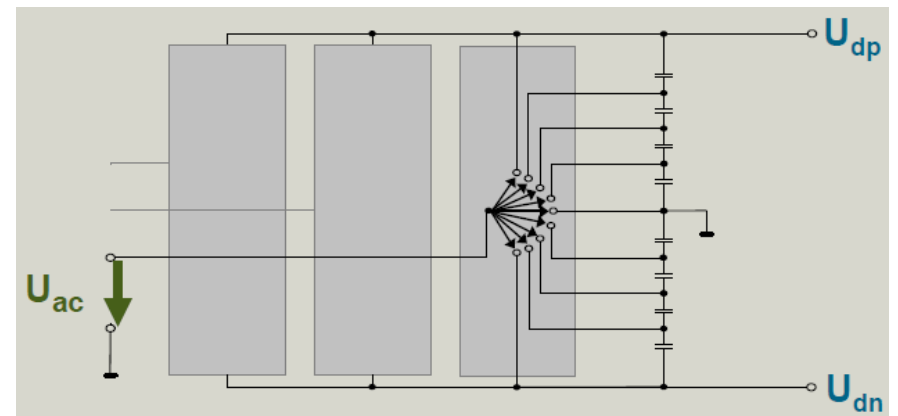
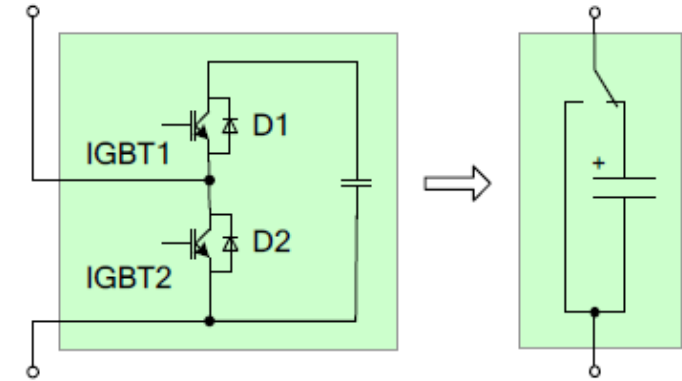
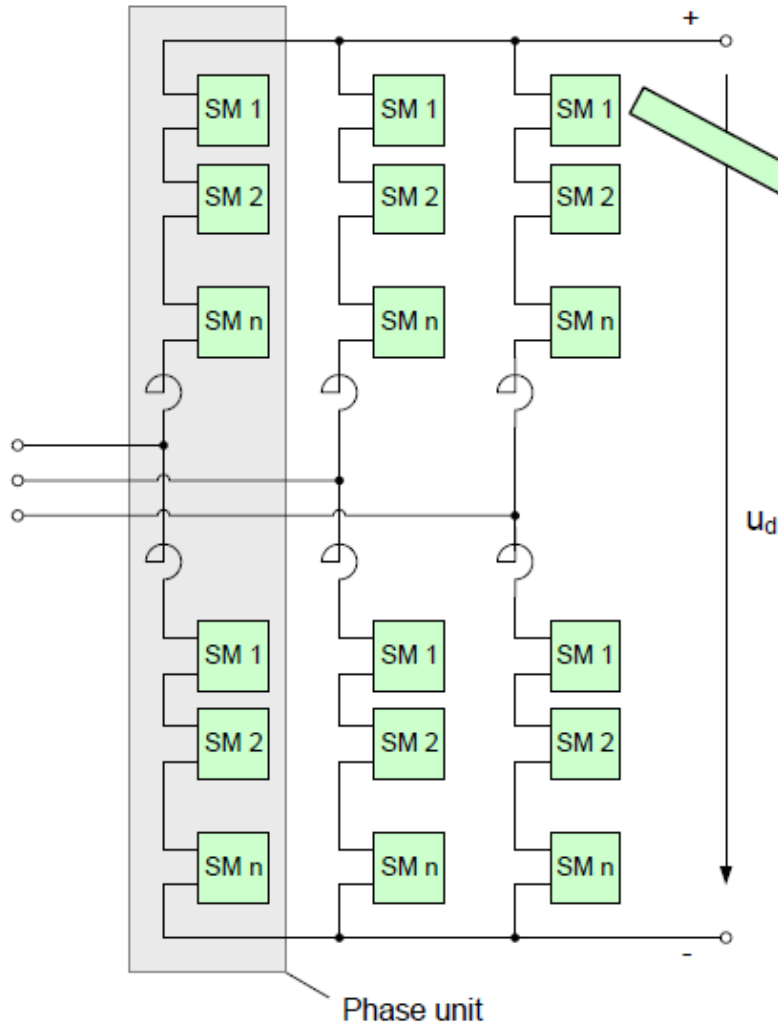
Voltage Source Converters



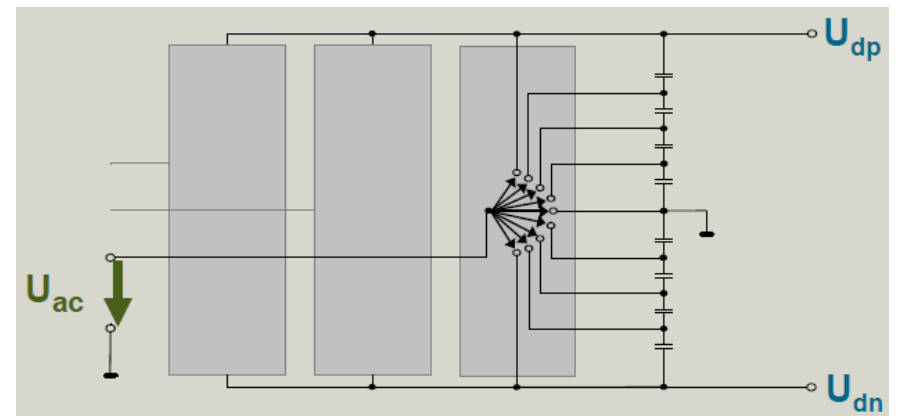
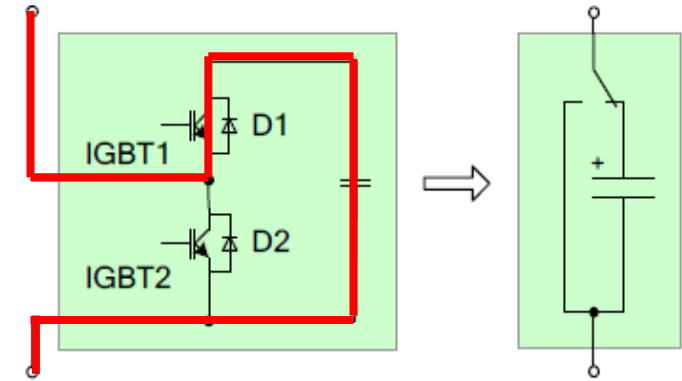
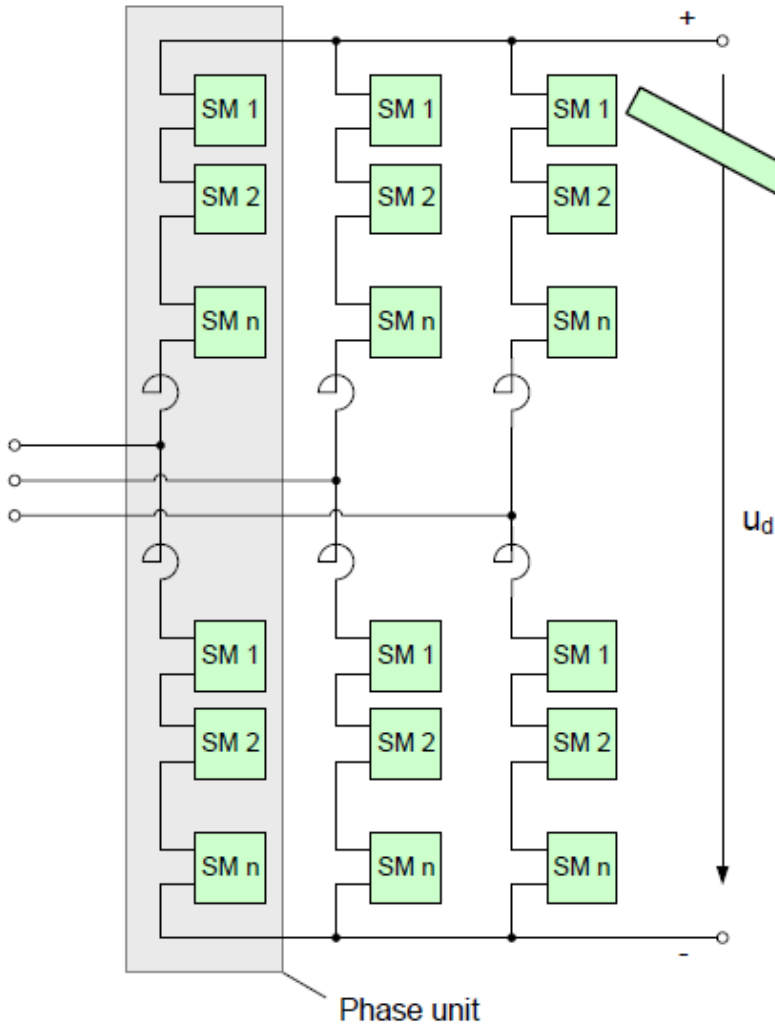
- Multilevel technologie



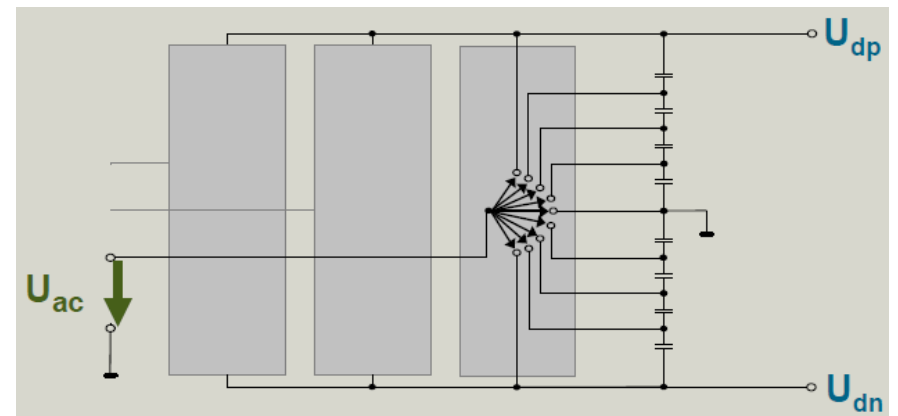
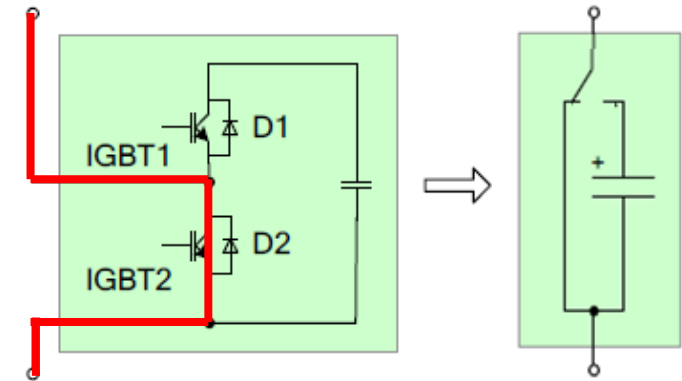
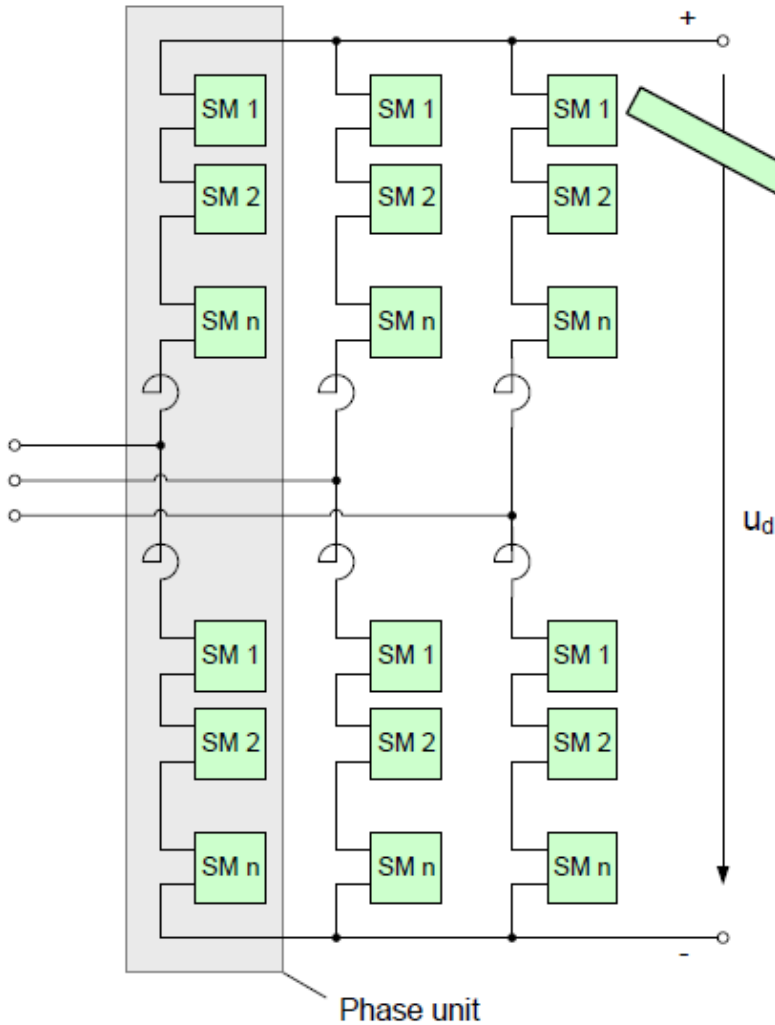
Multi level technologie in detail



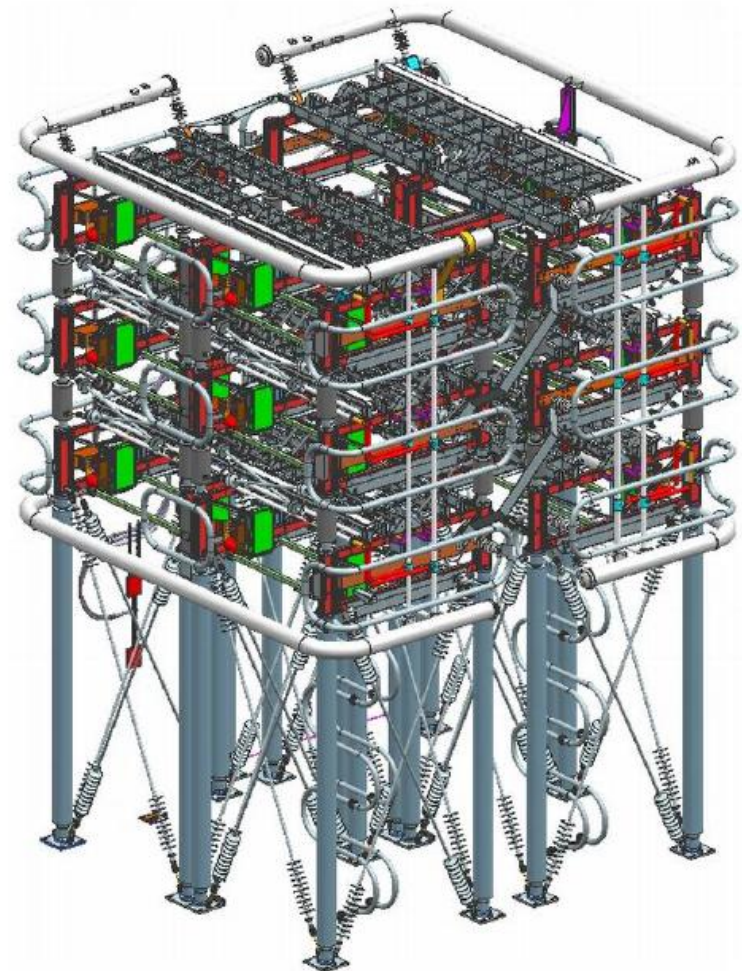
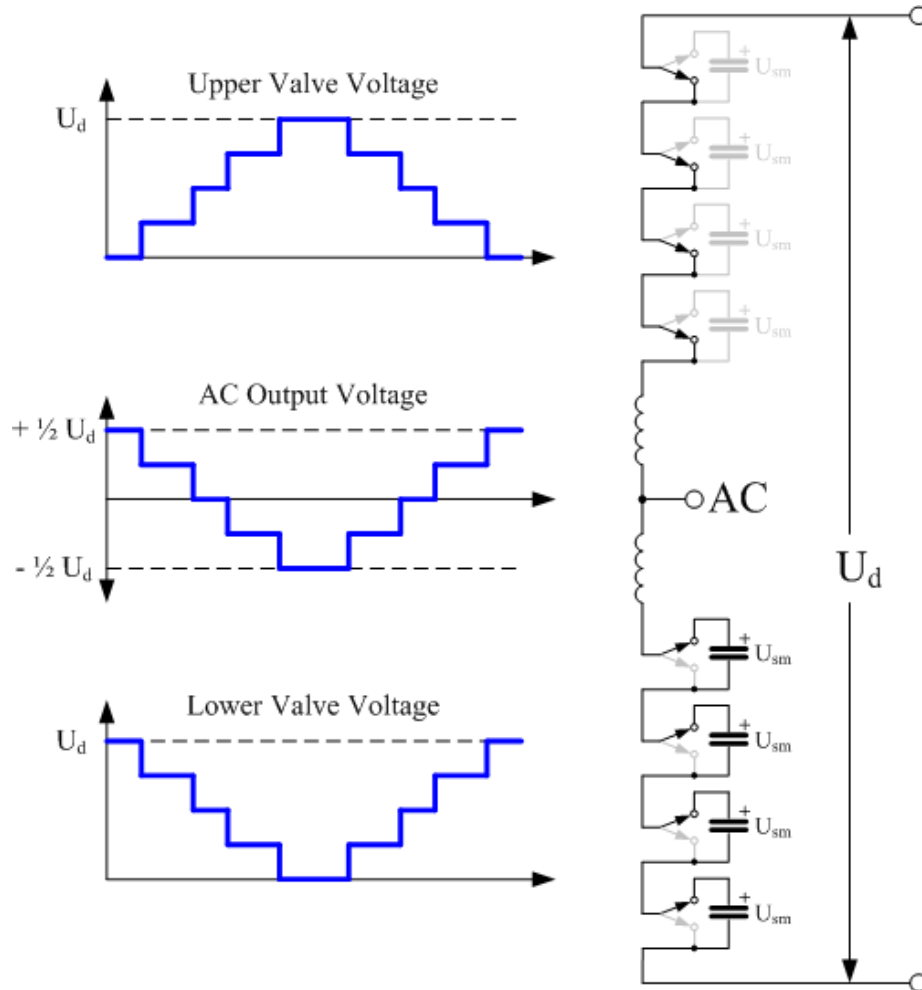
Multi level technologie in detail



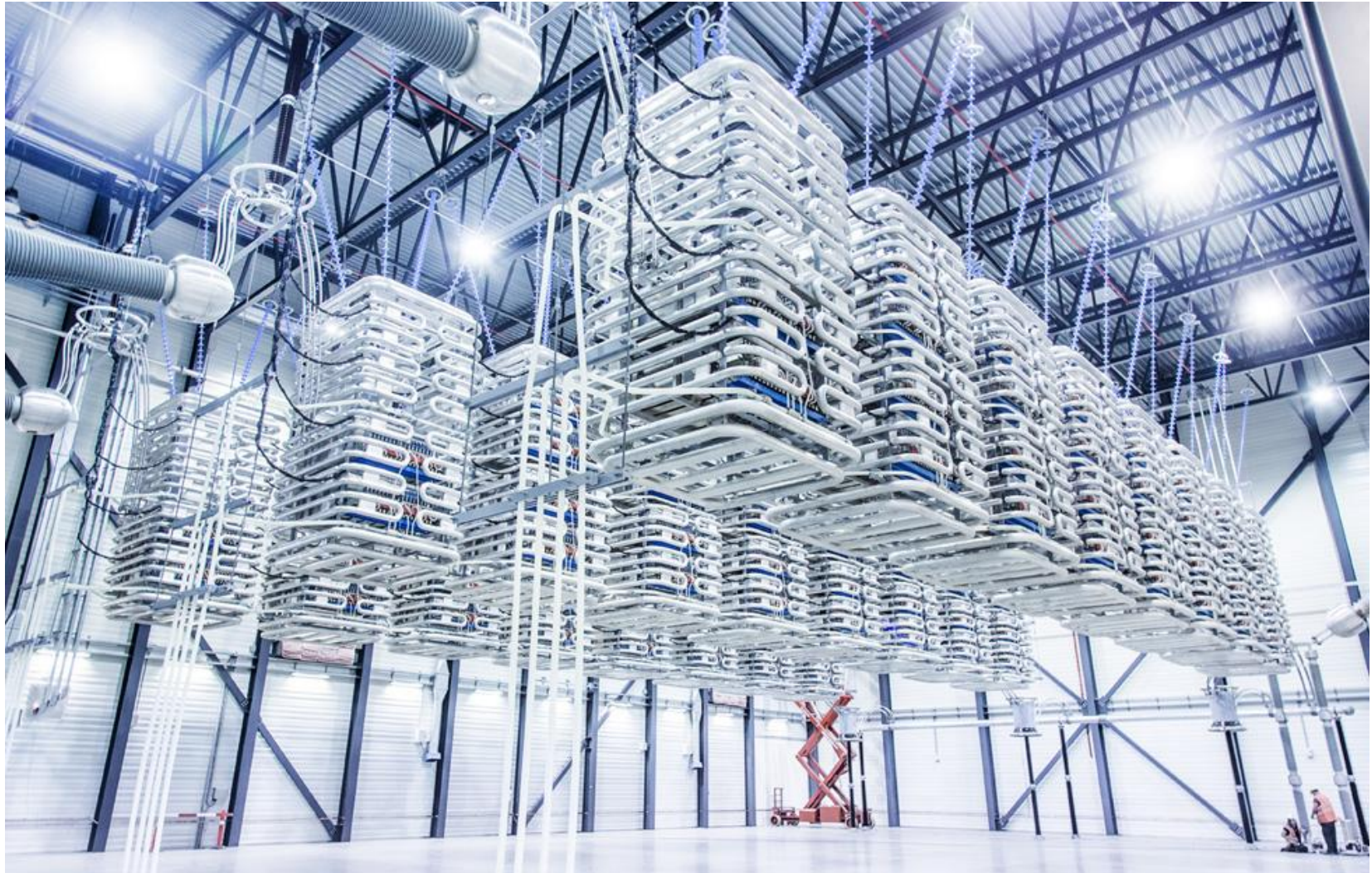
Multi level technologie in detail



Multi level technologie in detail



VSC Converter Hall





Oplossing: wind power hub

Hub and spoke delivers

Schaal

Grootschalige Europese roll-out van offshore wind levert een significante bijdrage aan kostenreductie.

Locatie

Bij verre offshore locatie bepalen de waterdiepte en de windcondities de mogelijke kostenreductie.

Wind connector

The wind connector combineert grootschalige wind farms met interconnectors om een hogere systeem efficiency te krijgen.

Hub functie/ eiland

Door interconnectors op het eiland te verbinden, ontstaat een hub die optimaal energie transport en Europese marktintegratie faciliteert.





Het modulaire eiland

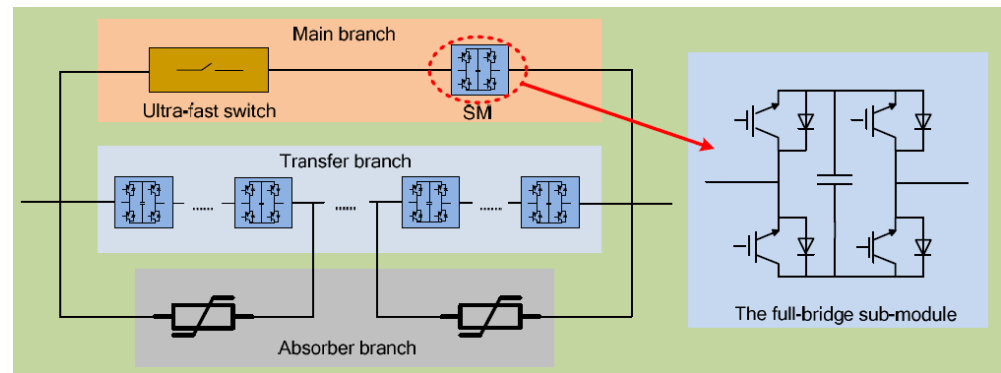
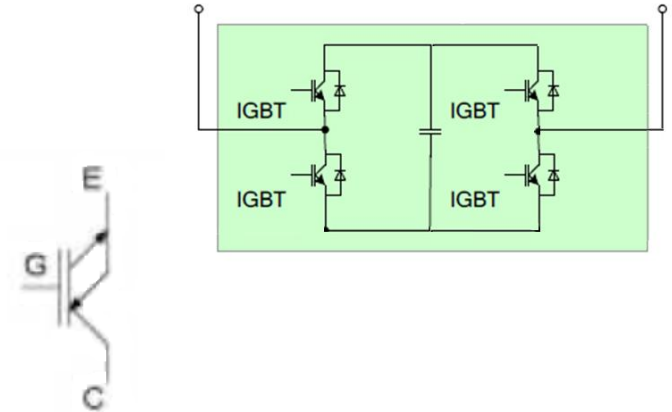
- Mogelijk drie eilanden: ieder 6 km², 200 mln m³ zand
- €1.5 miljard (no infra/facilities)
- Mogelijke verbinding met bestaande leidingen infrastructuur
- Aansluitcapaciteit 30 GW per eiland
- 15 Converter stations (2 GW each) op ieder eiland
- Total: 70 GW, 7,000 turbines (10 MW)
- Dogger Bank: 11,400 km²
- Hard substraat: 4.4 km² (0.02% van het totale oppervlak)



Toekomstige ontwikkelingen



- Andere converter configuraties
- Nieuwe schakelende elementen
- DC stroom onderbreking
- Grootschalige opslag



Conclusies



- Vele nieuwe toepassingen in energieverzorging door vermogenselektronica
- Toekomstige ontwikkelingen zullen dit verder stimuleren



Disclaimer

Aansprakelijkheid en auteursrecht TenneT

Deze powerpoint wordt u aangeboden door TenneT TSO B.V. ("TenneT"). De inhoud ervan - alle teksten, beelden en geluiden - is beschermd op grond van de auteurswet. Van de inhoud van deze powerpoint mag niets worden gekopieerd, tenzij daartoe expliciet door TenneT mogelijkheden worden geboden en aan de inhoud mag niets worden veranderd. TenneT zet zich in voor een juiste en actuele informatieverstrekking, maar geeft ter zake geen garanties voor juistheid, nauwkeurigheid en volledigheid.

TenneT aanvaardt geen aansprakelijkheid voor (vermeende) schade, voortvloeiend uit deze powerpoint, noch voor de gevolgen van activiteiten die worden ondernomen op basis van gegevens en informatie op deze powerpoint.



www.tennet.eu

TenneT is een toonaangevende Europese netbeheerder (Transmission System Operator, TSO) met haar belangrijkste activiteiten in Nederland en Duitsland. Met circa 22.000 kilometer aan hoogspanningsverbindingen zorgen we voor een betrouwbare en zekere elektriciteitsvoorziening aan 41 miljoen eindgebruikers in de markten die we bedienen.

Taking power further