

# Inspelen op de nieuwe energiewereld

In de laatste decennia is in de elektrische energiewereld veel veranderd, wat logischerwijze de structuur en werking van het elektriciteitsnet beïnvloedt maar ook het onderwijs. Belangrijke ontwikkelingen zijn: de vrije energiemarkt, (offshore) windturbineparken en de verhoogde integratie van lokale (duurzame) energiebronnen in het net. Op de Haagse Hogeschool is elektrotechniek één van de technische opleidingen van de academie Techniek, Innovatie en Society in Delft (TISD). Elektrotechniek heeft twee belangrijke leerlijnen: embedded systems en energietechniek. De vraag naar energie-technisch opgeleide ingenieurs is groot.

J. (Johan) Woudstra, hogeschoolhoofddocent elektrische energietechniek, Haagse Hogeschool

De liberalisering dwingt de energiebedrijven concurrerender te werken. Dit levert nieuwe uitdagingen op voor deze bedrijven. Zij moeten veel flexibeler worden in de wijze van opwekken. Zo moeten zij zich meer richten op het duurzaam opwekken van energie. Kolenenergie wordt op dit moment voor dumprijzen in de markt weggezet. De vraag is echter of de consument op kolenenergie zit te wachten.

De opkomst van (offshore) windturbineparken biedt nieuwe uitdagingen. Windenergie moet getransporteerd worden naar de meestal ver weg zittende consument, waardoor High Voltage Direct Current (HVDC) steeds belangrijker zal worden.

Een andere belangrijke ontwikkeling is de verhoogde integratie van lokale energiebronnen in het net. Veel van dergelijke bronnen worden, in tegenstelling tot de traditionele centrales, aangesloten op het distributienet en hebben een primaire energiebron van hernieuwbare aard: wind, zon, water, biomassa, etc. Een groot deel van de lokale bronnen produceert ofwel DC-energie ofwel AC-energie met een variabele frequentie, zodat deze niet

rechtstreeks op het AC-net geschakeld kunnen worden. Dit gebeurt via een vermogensomzetter die er eerst gelijkspanning van maakt en vervolgens wisselspanning met een frequentie van 50 Hz. Bij lokale energiebronnen spreken we van een horizontale energiestroom, omdat de meeste energie via het distributienet naar de consument gaat. Bij traditionele centrales is juist sprake van een verticale energiestroom. De energiestroom gaat via het hoogspanningsnet (transportnet) naar het distributienet en vervolgens naar de consument.

Dit soort ontwikkelingen kunnen een grote invloed hebben op de netfrequentie en de stabiliteit van het net. Duitsland is daarvan een goed voorbeeld. Hier staat heel veel wind- en zonne-energie opgesteld. Op een zonnige, winderige dag wordt vrijwel alle benodigde energie duurzaam opgewekt, hetgeen grote gevolgen heeft voor de traditionele centrales. Zon en wind kunnen onbetrouwbaar zijn. Een wolkenband die over het land trekt kan zorgen voor een aanzienlijk afname van door de zonnecentrales opgewekte energie. Gevolg is dat traditionele centrales snel bijgeschakeld

moeten worden, en weer af na het passeren van de wolkenband. Het is voor de traditionele centrales zeer onvoordelig om op deze manier te functioneren en vaak worden ze gewoon stilgezet. Het wordt daarom tijd om op een nieuwe manier, met een andere bril op, naar de energiewereld te kijken.

### ■ ONDERZOEK

De Haagse Hogeschool heeft samen met vele bedrijven een project opgestart: 'Gelijkspanning breng(t) je verder'. Dit project voert nogmaals 'the war of currents' tussen Edison en Tesla.

Is een wereld met gelijkspanningsnetten in plaats van wisselspanningsnetten mogelijk? Elektrische energie die duurzaam wordt opgewekt, zoals wind en zon, is altijd gekoppeld aan gelijkspanning. Zonnepanelen leveren een gelijkspanning en een windturbine wordt bijna altijd via een vermogensomzetter gekoppeld aan het net. De vermogensomzetter bestaat uit een gelijkrichter die de uitgangsspanning (met variabele frequentie) van de turbine gelijkricht, waarna een inverter er wisselspan-

ning van maakt met een frequentie van 50 Hz. Zeker zonnepanelen zijn enorm in opmars in de gebouwde omgeving. Nu worden deze via een inverter gekoppeld aan het AC-net. Vervolgens gaat een belasting 10 meter verderop, zoals bijvoorbeeld een televisie, daar weer een gelijkspanning van maken. In figuur 1 is te zien hoe de AC-wereld er nu uitziet als er zonnepanelen op dak liggen. Figuur 2 laat zien dat heel wat conversiestappen kunnen worden overgeslagen door in huis een distributienet van gelijkspanning te gebruiken. Het gelijkspanningsproject is verdeeld in drie deelprojecten:

**-Microgrid.** Dit beslaat een huishouden met zonnepanelen op het dak. Er wordt onder meer gekeken naar de optimale hoeveelheid zonnepanelen. Andere vragen zijn: hoe kun je de energie zo goed mogelijk gebruiken, wat is het verbruik van huishoudelijke apparatuur bij wisselspanning en wat bij gelijkspanning en hoe kan deze apparatuur met op zijn minst dezelfde functionaliteiten op gelijkspanning werken? Ook wordt gekeken naar spanningsniveaus, beveiliging, economische en ecologische consequenties en mogelijkheden van energieopslag.

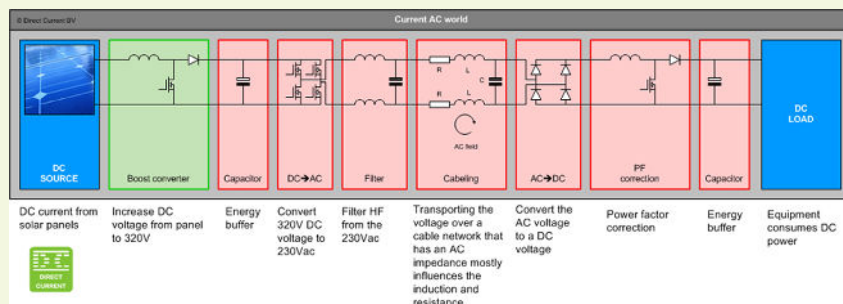
**-Minigrid.** Dit beslaat een kleine woonwijk, kantoorgebouw of supermarkt. Er wordt gekeken hoe op gelijkspanning kan worden gewerkt. Onderzoeksvragen zijn voor een deel gelijk aan die bij het microgrid: centrale duurzame energie opwekking versus decentrale, met eventuele opslag van energie.

**-Midigrid.** Dit beslaat een woonwijk met zo'n honderd huizen, een industrieterrein of een tuinbouwbedrijf. De voornoemde onderzoeksvragen zijn ook hier van toepassing.

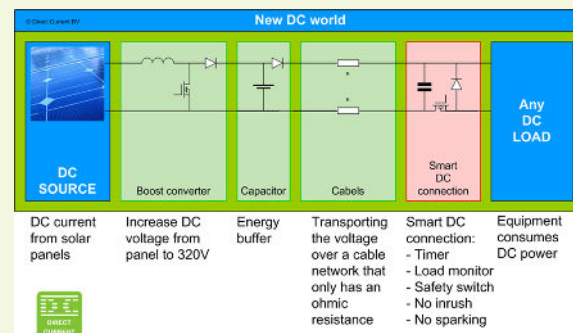
Aan het onderzoek nemen studenten deel van de KU Leuven, CPUT Kaapstad, hogeschool Amsterdam en HAN uit Arnhem. Bij het onderzoekconsortium zijn achttien bedrijven betrokken en drie universiteiten.

## ■ ONDERWIJS

Belangrijk is dat nieuwe ontwikkelingen terug te vinden zijn in het onderwijs. Een leerlijn van de opleiding Elektrotechniek is elektrische energietechniek. In het eerste studiejaar zijn er twee energie-technische vakken: Inleiding energietechniek en Energietechniek 1 (gelijkstroomaandrijving). In het tweede studiejaar zijn er twee energie-technische vakken: Vermogenslektronica (gelijkspanningstransformatoren, inverter en DC/DC-omzetters) en Energietechniek 2 (transformatoren) plus een energieproject (gelijkspanning als onderwerp). In het derde studiejaar wordt de frequentiege-regelde aandrijving en de synchrone machine behandeld. In het vierde studiejaar kunnen



-Figure 1- AC-wereld



-Figuur 2- DC-wereld

de studenten voor de powerminor kiezen. De powerminor is een samenwerkingsverband tussen de Hogeschool Arnhem en Nijmegen (HAN), de Haagse Hogeschool (HHS) en landelijk netbeheerder TenneT. Deze minor biedt de student een kijkje in de wereld van energieproductie, -transport en -distributie. Naast TenneT-medewerkers geven experts van Siemens, Cofely, en Kema gastlessen in de minor, die een heel semester beslaat. Het zwaartepunt van de colleges ligt in de eerste twaalf weken en van het project in de laatste acht weken. De lessen zijn tweemaal 3 weken in Delft en tweemaal 3 weken in Arnhem. Onderwerpen die behandeld worden zijn:

- productie van elektrische energie: klassiek versus renewable. Er is een excursie naar kolencentrale Electrabel op de Maasvlakte;
- synchrone generatoren en transformatoren. Deze cursus van drie dagen wordt verzorgd door Siemens. Er is een excursie naar Brush in Ridderkerk;
- hoogspanningskabels. Er is een excursie naar Prysmian in Delft;
- digitale beveiligingen. Deze cursus van 3 dagen wordt verzorgd door Siemens;
- hoogspanningstechniek. Deze cursus van 3 dagen wordt verzorgd door Kema;
- netstructuren, symmetrische componenten en kortsluitberekeningen. Er is een excursie naar station Kattenberg en Stedin in Rotterdam (smart grids);
- High Voltage Direct Current (HVDC) verbindingen. Deze cursus wordt onder meer verzorgd door TenneT; Er is een excursie naar TenneT Gelijkspanningsstation BritNed op de Maasvlakte.

De studenten werkten het afgelopen jaar aan

de volgende projecten:

- ontwerpen van een gelijkspanningsdistributienet voor een gastuindersgebied (opdrachtgever Direct Current uit Aalsmeer);
- modellering van een hoogspanningsverbinding (opdrachtgever TenneT).

In het onderwijsprogramma is gelijkspanning nu vanaf studiejaar 1 een onderdeel van het lesplan. Daarnaast kunnen de studenten meewerken aan de gelijkspanningsprojecten die uit het onderzoek voortkomen. Een voorbeeld van zo'n project is het onderzoeken of alle huishoudelijke apparatuur op gelijkspanning kan werken en de wijze waarop deze apparatuur eventueel aangepast moet worden zodat de functionaliteiten hetzelfde blijven. Daarnaast moeten de verbruiken gemeten worden zowel met wisselspanning als gelijkspanning als voeding. Deze gegevens gebruiken master studenten van de KU Leuven om de modellen te valideren die zij ontwikkelen. Het is hun opdracht om een computermodel te maken van het elektriciteitsnet van een huishouding. Met dit model is het mogelijk om een optimaal functionerende DC-huisinstallatie te ontwerpen. Aan dit project werken acht derdejaarsstudenten van de HHS en twee masterstudenten van KU Leuven.

Op de HHS is in het kader van het RAAK-MKB (subsidie)project 'Gelijkspanning breng(t) je verder' een gelijkspanningslaboratorium ingericht waarin voornoemde metingen verricht kunnen worden. De gelijkspanningsvoeding bestaat nu nog uit Delta-voedingen 0-330V, 3.200W. Uiteindelijk is het de bedoeling om de gelijkspanningsvoeding te realiseren met de zonnepanelen (20 kW) die op het dak van het schoolgebouw liggen.