WISSELSPANNING VERSUS GELIJKSPANNING

Er wordt steeds meer elektrische energie gebruikt. Geen wonder, want steeds meer gebruiksvoorwerpen en arbeidsmiddelen draaien op die energie. Of, zoals Harry Stokman van Direct Current stelt: 'Als we de voordeur van ons huis binnenkomen, stappen we een elektrische installatie binnen.' Alles in gebouwen en huizen wordt gevoed met 230 of 400 V-wisselspanning, maar het is de vraag of dat in de toekomst ook zal blijven voldoen.

TEKST: MICHIEL DEN DULK FOTOGRAFIE: INDUSTRIE

De Hollandse Transformator Fabrieken (Holtraf) is een gemeenschappelijke brancheorganisatie van de Vereniging FME-CWM en Metaalunie. Zij organiseerden vorige maand de lezing 'AC versus DC', of duidelijker gesteld: houden wij in de toekomst vast aan wisselspanning voor apparaten en verlichting, of stappen we – gedeeltelijk – over op gelijkspanning? Harry Stokman van Direct Current, een bedrijf dat met een team specialisten DC-innoverende oplossingen ontwikkelt voor de duurzame energiemarkt, was gevraagd deze lezing te houden. Zo'n twintig belanghebbenden bezochten deze zeer informatieve middag, die werd afgesloten met een levendige discussie over de voor- en nadelen van gelijkspanning.

Waarom nu een middag organiseren over – voornamelijk – DC? Omdat het een oplossing kan bieden voor problemen met de levering van elektrische energie in de nabije toekomst.

Momenteel is het nog vanzelfsprekend dat de levering van elektriciteit normaal en vlekkeloos verloopt. Burgers en bedrijven houden zich vooral bezig met de kWh-prijs die de energieleverancier hen berekent. De vraag is echter of die leveringzekerheid in de nabije toekomst vanzelfsprekend blijft. Schaarste van fossiele brandstoffen en toenemende milieuproblemen kunnen immers roet in het eten gooien. Daarnaast is het Nederlandse elektriciteitsnet deels verouderd en niet geheel berekend op veel decentrale energieleveranciers, zoals pv-systemen en windmolens.

Tesla versus Edison

De keuze voor AC of DC voor de stroomvoorziening is ruim honderd jaar geleden gemaakt, tijdens een strijd tussen de titanen Edison en Tesla. De eerste was eind negentiende eeuw een groot voorstander van gelijkstroomdistributie. In die tijd was er nog geen vermogenelektronica om spanningniveaus om te zetten, dat was toentertijd alleen mogelijk via motorgeneratorkoppelingen. Het was daarom niet mogelijk een hoge spanning naar een lagere spanning om te zetten als het ging over gelijkspanning. Als er voor gelijkstroom zou worden gekozen, moest vanaf de centrale een spanning op het net worden gezet gelijk aan de gebruikerspanning. Probleem hierbij was dat hiermee geen grote afstanden konden worden overbrugd zonder grote verliezen.

Nikola Tesla was erg vóór wisselstroom, omdat deze – ook toen al – door de toepassing van een transformator wel zonder grote verliezen over grote afstanden kon worden getransporteerd. Dat hierbij minder verliezen optreden, komt omdat de energiestroom op een veel hogere spanning wordt getransporteerd. Met een

transformator wordt deze hoge spanning vervolgens bij de eindgebruiker tot een lagere spanning teruggebracht. Tesla werd hierin gesteund door het bedrijf Westinghouse en hij won deze 'battle of the currents'. Een terechte winnaar met de kennis die toen aanwezig was, aldus Harry Stokman van Direct Current.
Honderd jaar later is de wereld echter sterk veranderd en worden er niet meer alleen ohmse weerstanden, zoals gloeilampen en straalkachels, op het AC-net aangesloten. Daarnaast heeft wisselstroom ook last van andere verliezen: onder andere door de diëlektricumcapaciteit tussen de twee lijnen, evenals skin- en proximity-effecten. Dit geldt vooral voor de harmonischen.

Huidige problematiek van het elektriciteitnetwerk.

Verelektronisering

Stokman's stelling dat we 'in' een elektrische installatie leven, snijdt hout. In feite zijn er nog nauwelijks ohmse weerstanden in huis. De gloeilamp is vervangen door de spaarlamp en nu is de ledlamp in opkomst. De beeldbuis is inmiddels een lc-scherm geworden. Nagenoeg elk apparaat is inmiddels voorzien van een elektronische schakeling. Ofwel: 'we zijn verelektroniseerd'.
Ook het toenemend energiegebruik vanuit de IT-sector is van belang. Door de geografische positie, de hoogwaardige internetinfrastructuur en het stabiele politieke klimaat is Nederland bij uitstek een interessante locatie voor datacenters. De verwachting is dan ook dat het aantal datacenters de komende jaren explosief zal toenemen, waardoor het elektriciteitsverbruik de komende jaren zal blijven stijgen.
Elektriciteit opgewekt uit duurzame energiebronnen wordt als oplossing gezien voor het toenemende tekort aan fossiele brandstoffen. Met deze verschuiving van energiebronnen wordt nog maar mondjesmaat rekening gehouden. Als iedereen massaal overstapt op elektrisch rijden en duurzame energieopwekking, dan zal in de visie van Stokman de elektriciteitinfrastructuur moeten worden aangepast aan de maatstaven van het huidige hightech-tijdperk. En dat vraagt om 'slimmere' netten.

300 V DC

Er zijn veel redenen om te kiezen voor DC. Zo produceren duurzame energiebronnen hoofdzakelijk gelijkspanning en die hoeft niet te worden omgezet naar AC. De kosten om de netkwaliteit van het wisselspanningnet te handhaven, omdat de sinusvorm moet worden behouden en het blindvermogen gecompenseerd, zullen door de toename van elektronische verbruikers en generatoren op het net steeds verder toenemen. Hierdoor worden in de toekomst de transportkosten steeds hoger en gaan die een groter deel van de energierekening uitmaken. Dit is op DC niet van toepassing. Piekbelasting bestaat ook nauwelijks bij gelijkspanning. Omdat er bij een AC-net wordt uitgegaan van een balanssituatie, wordt onbalans beboet. Met een DC-net wordt overgegaan naar een 'vlakverbruik', omdat lokaal opgewekte energie eenvoudig kan worden gebufferd.
Bij een volledig duurzame decentrale energieproductie zal de infrastructuur bestaan uit het vereffenen van bronnen en gebruikers. Hierdoor is een veel kleiner hoogspanningnet noodzakelijk en dan hoofdzakelijk voor nationale vereffening.
Het transport voor DC kan eenvoudig ondergronds geschieden (HVDC), waardoor hoogspanningmasten overbodig worden. Hierdoor komt er (veel) grond vrij, die kan worden gebruikt voor recreatieve doeleinden of bebouwing.
Het grondstoffengebruik is bij DC aanzienlijk lager, omdat de levensduur van componenten langer is en de afmetingen kleiner zijn. Momenteel wordt de levensduur van apparaten hoofdzakelijk bepaald door de AC-DC-omzetter. Op dit moment bevat bijna elk apparaat een dergelijke omzetter, van spaarlamp tot led-lamp en van pc tot frequentieregelaar.
Stokman geeft duidelijk aan dat bij DC moet worden gedacht aan een minimale spanning van 300 V DC. Extra lage spanning, zoals 12 V DC, ziet hij als niet-realiseerbaar in een net. Om apparaten te kunnen voeden zouden hiervoor te veel en te zwaar uitgevoerde kabels nodig zijn.

Rendement

AC-DC-omzetters zorgen voor veel verliezen. In heel Europa zijn nu zeven energiecentrales in bedrijf om continu de nullastverliezen van de distributietransformatoren te compenseren. Voeg daarbij dat het verlies >

VERGELIJKING AC – DC

Voordelen AC

Mechanisch schakelbaar	**Bij DC moeten elektronica en schakelaar worden gecombineerd.**
Zekeringen	**Bij DC is dit lastig en duur (moet elektronisch worden gedaan).**
Kennis	**DC is een totaal andere richting in de techniek: vermogenelektronica versus transformatoren.**
Corrosie door lekstromen	**Bij DC moet hier aandacht aan worden gegeven.**
Normen	**Moet bij overschakeling naar DC opnieuw worden bekeken.**
Wandcontactdoos	**Er is nog geen standaard DC-stopcontact.**

Voordelen DC

Netwerk	**Er moet veel worden geïnvesteerd om klaar te zijn voor de toekomst. Het toekomstig verbruik zal drastisch toenemen. Transport zal een groot deel van de energiekosten worden. Voor terugleveren zal moeten worden betaald. Duurzame energie is daardoor bij AC minder economisch.**
Betrouwbaarheid	**AC is alleen betrouwbaar met DC-tussenoplossingen (UPS) of vliegwielen.**
Verbruikers	**Met de tijd zullen er geen directe AC-gebruikers meer zijn, omdat alles via elektronica gaat.**
Grondstoffen	**Bij AC is onder andere veel meer koper nodig.**
Terugverdientijd	**Door alle DC-AC en AC-DC-conversies neemt het elektrisch rendement en het economisch rendement af.**
Elektrisch rijden	**Een groot deel van het verbruik gaat in de mobiliteit zitten. Hiervoor wordt DC gebruikt.**
Power quality	**Dit probleem zal in de toekomst alleen maar groter worden en zal steeds meer kosten. DC kent dit fenomeen niet.**
Slimme meters	**Gebruikers gaan meer betalen, omdat power-factorkosten in rekening zullen worden gebracht. Door het vlakgebruik van DC is de privacy gewaarborgd.**
Piekbelasting	**Er moeten smart grids worden aangelegd om het gebruik te spreiden.**
Opslag duurzame energie	**Is inefficiënt bij AC door comprimeerde lucht of verandering van het waterniveau.**

in oude transformatoren in de loop van de jaren toeneemt door spanningverhoging.
Transformatoren 'achter de elektriciteitsmeter', zoals die in apparaten te vinden zijn, hebben over het algemeen een hoger verlies. Deze transformatoren zijn slachtoffer van de economie, want ze worden uitgerust met goedkoop transformatorblik, waardoor er sprake is van een verlies van 3 – 7 W/kg transformatorblik.
Bij kleine transformatoren, zoals die te vinden zijn in apparaten of adapters, loopt het rendement terug naar minder dan 50 procent. Dit percentage is bovendien zonder de verliezen in de AC-DC-omzetting. Als er een DC-DC-omzetter wordt gebruikt, kan het rendement gemakkelijk 95 procent zijn. Opgewekte DC kan eenvoudig worden opgeslagen in accu's of voor korte tijd in supercondensatoren.
In de overgang naar een duurzame energiehuishouding spelen lokale, kleinschalige initiatieven een cruciale rol. Vooral de bouw van zogeheten energieneutrale wijken, nieuwbouwwijken waarin bewoners zelf energie opwekken en gebruiken, ziet Stokman als de toekomst van de energievoorziening. Door zon- en windenergie is het mogelijk een kleinschalig energiebedrijf op wijkniveau te starten. Deze lokale initiatieven zijn succesvol, energie-efficiënt en milieutechnisch verantwoord. Ze maken de huidige megainvesteringen in netkwaliteit overbodig en heffen de huidige energieverliezen op. Energieopwekkers en -gebruikers vormen zo samen een lokaal energienet en een Gemeenschappelijk energiebedrijf (Geb 2.0). Een Geb 2.0 is een collectief en in handen van energieopwekkers. Het verzamelt de opgewekte energie, verdeelt die en – indien nodig – verhandelt die. Dit gebeurt op het meest gunstige tijdstip en voor de beste prijs.

DC Center

Stokman gaf tijdens zijn lezing aan dat het onzinnig is om te denken dat bij een overgang naar DC onmiddellijk alle apparatuur zou moeten worden vervangen. Er zal een overgangsfase ontstaan, waarbij eerst de vaste apparatuur, zoals verlichting en ventilatie, direct op DC wordt aangesloten en waarbij de bestaande wandcontactdozen gewoon 230 V AC blijven leveren. Dit wordt opgelost met een 'DC Center' in de meterkast. Dit biedt een aantal belangrijke functies, zodat er een scheiding ontstaat tussen het huisnet en het energienetwerk. Door het DC Center wordt het mogelijk om op straatniveau het huidige wisselspanningnet te veranderen in een gelijkspanningnet. Verder zorgt het DC Center er voor dat, zolang deze is aangesloten op de het wisselspanningnet, het blindvermogen zal afnemen. Hierdoor wordt de noodzakelijke investering in netkwaliteit niet in het oude net gestopt, maar direct – nuttig – in het DC Center besteed. <