

# Invertere skaber det grønne elnet



*Fremtidens elnet vil placere batteri-backup og flere slags forsyninger tæt på forbrugerne, hvilket aflaster det overordnede energinet, mindsker risici for overbelastninger og brand, så investeringerne i infrastrukturen bliver mere lokale og åbenbare for forbrugerne.*

Af Ali Husain,  
seniorchef, marketing- og strategichef,  
power-divisionen, industri og cloud,  
On Semiconductor

Samtidig med at verden arbejder imod de ret betydelige klimaændringer, så er energisektoren ét af de steder, hvor man mest effektivt kan sætte ind for at eliminere CO<sub>2</sub>-udledning. Flere amerikanske stater er fortalere over for mere bæredygtig energiproduktion, på samme måde som Europa definerer kravene til overgang til vedvarende energiløsninger. Integrationen af den bæredygtige energigenerering er dog en stadigt større udfordring for forsyningsselskaberne primært på grund af den variable og uforudsigelige natur for vind- og solenergi.

Prisen pr. kWh for vind og sol er raslet ned over de seneste 10 år til et niveau, hvor de kan konkurrere med fossil energi – især hvis de bæredygtige systemer bruges i stor skala. Kommercielle og industrielle installationer kan sagtens svare sig økonomisk, hvad især det store antal solcelleparker, som Walmart og Amazon har placeret på deres varehuse og lagre, demonstrerer. Brugbare områder til bæredygtig

energi vokser også med offshore-vindparker og havbaserede solcellepaneler.

I takt med at flere private forbrugere investerer i især solceller opstår et nyt problem, nemlig distribuerede energiresourcer, der ikke er under forsyningsselskabernes kontrol. Visse amerikanske stater regulerer markedet med nettomålinger og variable tariffer for den private energiproduktion, men det øger elnettets kompleksitet og påvirker den mulige omsætning for den bæredygtige energi.

I USA påvirker klimaforandringer også forsyningens pålidelighed. Skovbrande og økonomiske forhold hos forsyningsselskaberne binder den energimæssige og økonomiske infrastruktur op mod de varierende klimaforhold. Visse amerikanske forsyningsselskaber spår om fremtidige blackouts for at beskytte den elektriske infrastruktur, men også kunder og skovområder.

## Problemerne omkring energilagring

En faktor i det store regnestykke er lagringen af bæredygtig energi. Energilagring findes i mange former som oppumpet vand bag dæmninger, massive svinghjul, undersøiske trykbeholdere eller sågar kraner, der kan løfte enorme betonblokke. Flere af disse løsninger skal udføres i stor skala, hvis

de skal være økonomiske – eller de kræver måske ret specifikke geografiske forhold.

Batterier er den nok hurtigst voksende energilagringsteknik. Batterier er lette at skalere fra husholdningsbrug til kraftværker. De kan også placeres overalt uden nævneværdig påvirkning af omgivelserne, der jo normalt kræver lokale krav og reguleringer, som man kender det fra kraftværkssektoren. Flere virksomheder har med stort held installeret store batteriparker på så kort tid som seks måneder, hvilket er småting sammenlignet med de ofte årtier lange planlægnings- og investeringsforløb, man kender fra den fossile energisektor.

Energilagring bringer mange fordele med sig, især parret med en periodisk forsyning af bæredygtig energi. Energiarbitrage er en effektiv udnyttelse af forsyningen. Når priserne er lave, lagres energien, som forsynes tilbage til nettet, når priserne omvendt er høje. Mest oplagt er batteri-backup på solcelleparkerne, der på solrige dage bliver fyldt maksimalt op, mens nettet efter solnedgang kan trække på den akkumulerede energi. Det giver derfor god mening at placere solceller og batterier side om side.

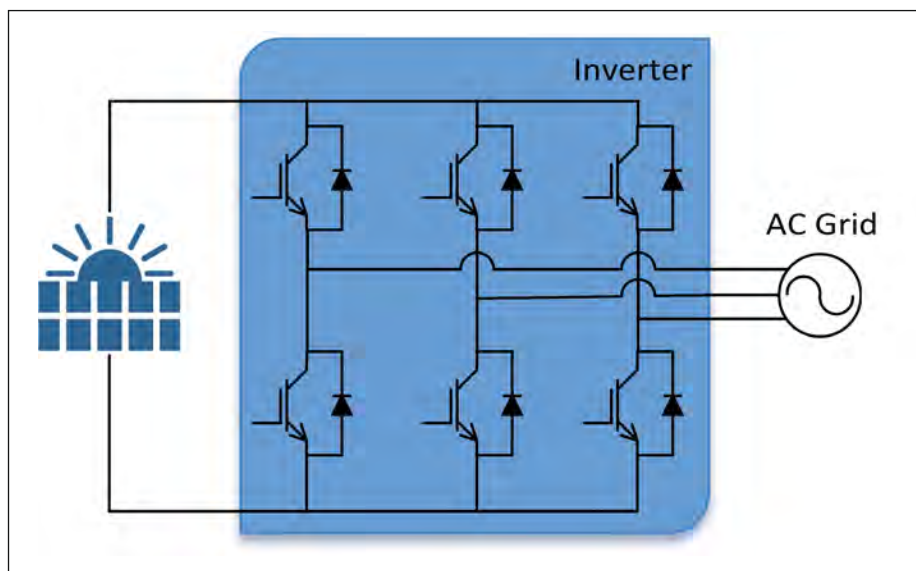
Californiske forsyningsselskaber bruger blandt andet metoden, hvis en høj risiko

for skovbrande forhindrer transmission af energi via højspændingsledninger gennem skovområderne. Batterier kan sammen med solceller gøre det muligt for lokale boliger og industrier at bruge energi til kritiske funktioner, selv om hovedforsyningen er midlertidigt afbrudt. Der opstår for tiden også et marked for "virtuelle kraftværker", som genererer, lagrer og frigiver energi i forhold til behovet. Det medfører i stigende omfang et reguleret forbrug, hvor større elektriske belastninger bliver flyttet til off-peak perioder, hvilket udjævner døgnkurven for energiforbruget.

### Inverteren som vital komponent på elnettet

En nøglekomponent, der interfacer vind, sol og batterier til hinanden og forsyningsnettet, er inverteren. Kort fortalt omformer inverteren DC til AC, synkroniseret til netfrekvensen. Figuren i artiklen viser et forenklet diagram over et solcellepanel forbundet til elnettet med fokus på inverteren. Invertere leveres i mange forskellige udformninger, envejs-, tovejs eller i multiple topologier som multilevel-invertere, og de har hver især deres fordele og ulemper i forhold til applikationen. En vigtig komponent i inverteren er effekt-switchen, der er vist som en IGBT (insulated-gate bipolar transistor).

Med en mikroprocessor, relevante sen-



Forenklet diagram over et solcellepanel forbundet til elnettet med fokus på inverteren.

sorer og feedback samt den rette algoritme kan inverteren give adskillige services til nettet ud over bare at lagre og afgive elektrisk energi. Blandt andet kan den opretholde forsyningskvaliteten gennem spændingsupport, frekvensregulering og reduktion af harmonisk forvrængning. Distribuerede energiresourcer kan reducere belastningen på transmissions- og distributi-

onsnetværkerne ved at levere den elektriske energi, hvor der er behov for den. Det mindsker trafik og belastning på forsyningsnettet og kan fjerne behovet for opgraderinger af forsyningslinjerne.

Da en stor mængde energi passerer gennem inverteren, skal den være yderst effektiv i konverteringen mellem AC og DC og omvendt. Men kommercielt tilgænge-



**Weidmüller**

**Halvautomatisk ledningsbearbejdning.**

**Enkelt - Flexibel - Effektiv.**

Let's connect.

**WORKPLACE  
SOLUTIONS**

I en verden, hvor kravene konstant øges med hensyn til kortere produktionstid og omkostningsreduktion, bliver det stadig vigtigere at optimere sin produktion og strømlinje produktionen for, at imødekomme kravene til markedet. Weidmüller's "Wire Processing Center" (WPC) er designet til netop dette formål. Dette softwarestyrede semi-automatiserede ledningsproduktionssystem reducerer tiden for både produktion og montering, samtidig med at det sikres, at resultatet er af højeste kvalitet. Læs mere om fordelene på [www.weidmueller.com/wpc](http://www.weidmueller.com/wpc).

lige invertere har faktisk peak-effektiviteter mellem 96 og 98 procent. Flere operatører kræver dog endnu højere effektivitet, da selv små forbedringer svarer til meget store mængder energi.

For at opnå den høje effektivitet skal de aktive dele af inverteren have meget små tab. Dagens IGBT'er er arbejdshesten i inverteren, og overraskende nok er IGBT'erne fremstillet af det samme silicium som mikroprocessorer, men IGBT'erne er i stand til at lede strømme på flere hundrede ampere og ved ganske høje spændinger.

### Stort potentiale i nye materialeteknologier

Silicium har efterhånden nået grænsen for yderligere forbedringer, men nye materialer lover en højere ydelse, øget effektivitet og bedre pålidelighed. Især SiC – siliciumcarbide – ligner fremtidens materiale. SiC-effekt-komponenter har lavere lede- og switch-tab end tilsvarende siliciumkomponenter. Første skridt i migrationen fra sil-

cium til SiC er den beskedne diode, som i diagrammet er vist i antiparallell med IGBT'erne. Erstatning af siliciumdioderne med SiC-ækvivalenter mindsker tab og overshoot i switchingen, så inverteren ikke bliver så hårdt belastet. Selv om SiC-dioder er dyrere komponenter, så vil mindre køleplader og deraf følgende formfaktorer reducere de samlede omkostninger, så SiC-komponenter kan i længden betale sig.

SiC MOSFETs er næste skridt i overgangen til SiC. SiC MOSFETs kan switche langt hurtigere end silicium-IGBT'er, så de giver endnu større fordele i retning af at booste ydelsen i solcellebaserede forsyningsystemer. Typisk booster man spændingen på output i solcellepanelerne med en DC/DC-konverter. Gennem hurtigere switching kan SiC MOSFET'erne reducere størrelsen af de passive komponenter i konstruktionen som spoler og kondensatorer, og det øger også effektiviteten.

On Semiconductor leverer en lang række IGBT'er, SiC-dioder og SiC MOSFETs til forskellige spændings- og strømbehov i et

inverterdesign. Det mest populære er dog effektmodulerne, hvor et antal forskellige effekt-switches og dioder er kapslet sammen, hvilket mindsker den fysiske outline, letter designer og sikrer en effektiv køling. Ud over de aktivt switchende komponenter leverer On Semiconductor komponenter på styringssystemniveau med gate-drivere, galvanisk isolation og højtydende operationsforstærkere.

Inverteringen af elnettet fortsætter med skud på hastigheden, og energilagringsteknikkerne bliver hele tiden bedre, mens priserne falder. Ud over at mindske vores carbon-footprint, så kan inverterløsningerne give mere robuste og pålidelige net, som også udviser grænsen mellem forbrugere og producenter. Med de rigtige invertere og styringsteknikker kan forsyningselskaberne løfte forsyningskvaliteten hos forbrugere med en reduktion af behovet for opgraderinger samt en bedre service til kunderne. Og effektelektronikken er kernen i denne forvandling, som den elektriske infrastruktur gennemgår for tiden.

## ODU-MAC med push-lock bryder med det traditionelle spindellåsdesign

Inden for industrielektronik, medicoudstyr og testopstillinger er det vanskeligt ikke at møde ODU's populære serier af frit konfigurerbare og hybride konnektorer, ODU-MAC Silver-Line, White-Line og Blue-Line. Konnektorerne i de mange formfaktorer og med mulighed for integration af effekt, signal, koax, væsker og luft i samme tilslutning bliver anvendt inden for såvel hospitalsudstyr som automatiske testløsninger og maskiner til industrielle procesanlæg.

Typisk er der tale om meget kraftige applikationer med mange poler og mange slags forbindelser, og latching sker ofte med spindellåse. Låsene giver en slags "servofunktion", der letter samling og adskillelse af især de større og kraftigere ODU-MAC-produkter. Men visse applikationer kan klare sig med mindre løsninger, og hér er det ofte nok med simple og hurtigere latching af konnektorerne.

Det er et behov, som har fået ODU til at låne den effektive push-pull samlings-/latching-teknologi fra de små cirkulære letvægtskonnektorer, så den nu er migreret over i ODU-MAC-familien. De mindste Blue-Line-produkter (size 0 med plads til op til syv moduler i huset) bliver nu sammenkoblet han-til-hun med push-pull-teknikken. Det betyder, at man fysisk skal tage fat i konnektorens hus for at adskille forbindelsen. Hvis man bare hiver i kablet til konnektoren, forbliver forbindelsen



samlet, hvilket selvfølgelig forhindrer utilsigtet afbrydelse af en applikation.

Ved at eliminere spindellåsen i de mindste ODU-MAC Blue-Line-produkter opnår man plads til flere moduler i huset – op til syv units. Isætnings- og udtrækningskræfterne bliver ikke specielt store på grund af den kompakte udformning, og der er heller intet negativt trade-off for sikkerheden af samlingen. Samlingen opfylder tæthedsklasse IP67, og konnektorerne holder til mere end 5.000 matings. Ud over det findes der op til seks muligheder for mekanisk kodning, som forhindrer fejlkonnektering.

Selv om løsningen må betragtes som kompakt, er kabelforskrningen til indgangskablet alligevel en solid M25-type, hvad der muliggør overføring af både effekt, væsker, luft med mere igennem ODU-MAC Push-Lock-konnektorerne. Et bredt program af beskyttelses-covers forhindrer indtrængning af snavs i – eller mekanisk påvirkning af – de adskilte konnektorer.

ODU Denmark  
Tlf.: 22 33 53 35