



## Forskning: Ny konverterstyring kan afhjælpe elnettets stabilitetsudfordringer

Yang, Guangya

*Publication date:*  
2022

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Yang, G. (2022). Forskning: Ny konverterstyring kan afhjælpe elnettets stabilitetsudfordringer. Mediehuset Ingeniøren A/S. <https://ing.dk/artikel/forskning-ny-konverterstyring-kan-afhjaelpe-elnettets-stabilitetsudfordringer-254051>

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Annonce



**Hvilke ingeniør- og tech arbejdspladser synes du har det stærkeste image?**

ING/INGENIØRENS PROFILANALYSE

STEM HER

## Forskning: Ny konverterstyring kan afhjælpe elnettets stabilitetsudfordringer



(Illustration: Nabrus/BigStock)

Ph.d.-projekt på DTU har undersøgt, hvordan konverterstyring efter ”grid forming control”-princippet kan være med til at sikre stabiliteten i elnettet i takt med, at de tunge synkrongeneratorer bliver udfaset og fjerner inert i systemet.

Af [Guangya Yang, seniorforsker, DTU Elektro](#) 9. feb 2022 kl. 15:20 24

Satsningen på vedvarende energi medfører ikke kun fluktuerende energikilder i det moderne elnet, men kræver også en massiv anvendelse af en ny type komponenter, de såkaldte effektkonvertere.

Styringen af konvertere har historisk fulgt en designfilosofi, der resulterer i en fuldstændig anderledes dynamisk karakteristik sammenlignet med konventionelle synkrongeneratorer.

Globalt har man set adskillige hændelser, hvor vedvarende energianlæg utilsigtet er blevet frakoblet elnettet pga. eksterne hændelser. Et af de seneste tilfælde var blackoutet i Storbritannien i august 2019, hvor en af de store havvindmølleparker var part i et omfattende strømnedbrud [1].

Stabiliteten af et elnet med en stigende andel af vedvarende energi udgør derfor en stigende bekymring for TSO'erne (Transmission System Operator).

Et ph.d.-projekt på DTU har undersøgt stabilitetsaspekterne for forskellige styringsprincipper for effektkonverter, herunder konventionel designfilosofi og nye forslag samt validering af de forskellige design gennem simuleringer og eksperimenter. Effektkonverteres transiente egenskaber vurderes også med fokus på elnetstabilitet og metoder til at forbedre egenskaberne.

Synkrongeneratorer, traditionelt anvendt i konventionelle kraftværker, synkroniserer med elnettet gennem direkte elektro-mekanisk kobling mellem generatorens roterende aksel og elnettet. Denne konfiguration tilføjer inertie til systemet og medfører at forsyningsenheden har karakteristisk af en spændingskilde.

Almindeligt anvendte effektkonvertere synkroniserer med elnettet ved hjælp af konverterstyringen. Konverterstyringen er en kombination af målinger med høj tidsopløsning og en kobling via et kontrolloop til styringssystemet. I tilfælde af hændelser i nettet defineres den dynamiske respons af effektkonverterne således alene af konverterstyringen.

For at genoprette stabiliteten i elnettet og åbne for en massiv anvendelse af vedvarende energi i den grønne omstilling, er det nødvendigt med forskning og innovation på følgende områder:

1) Studier af aspekter og egenskaber for styring og stabilitet med hensyn til de nuværende styringsprincipper, samt udvikling af innovative løsninger for styring af effektkonvertere med henblik på at forbedre elnetstabiliteten [2];

2) Studier og design af innovative komponenter til levering stabilitetstjenester til elnettet. Et eksempel på dette er synkronkompensatoren, som har sammenlignelige karakteristika som en synkrongenerator og derfor kan være med til at genoprette stabiliteten i elnettet [3];

Ph.d.-projektet er en del af et større projekt kaldet Phoenix, finansieret af den britiske regering og koordineret af Scottish Power and Energy Networks, som er TSO i Skotland [4]. Phoenix-projektet har et overordnet formål at udvikle og demonstrere en innovativ løsning for

Annonce

**INGENIØREN SOM APP**  
Læs eller lyt til Ingeniørens avis i Ingeniørens App



Find Ingeniøren i App Store eller Google Play

## FAGLIGT TALT

Et nyt artikelformat i Ingeniøren og Teknologiens Mediehus' øvrige medier, hvor forskere og specialiserede fagfolk - nøgternt - formidler og forklarer en specifikt teknisk eller naturvidenskabelig problemstilling samt ny viden om tilhørende løsninger. Formålet er at give vores læsere mere viden om forskning og udvikling inden for deep tech eller deep science ved siden af den journalistiske behandling af tekniske problematikker. Faglig talt kan indeholde faglige vurderinger, men er fri af partipolitiske synspunkter.

synkronkompensatorer med henblik på at levere stabilitetstjenester, og samtidig studere styringsløsninger for konverteren.

Den aktuelle gængse konverterstyring er afhængig af et faselåst loop (PLL – phase-locked loop), der tjener til regulering af både fase og frekvens på konverterudgangen så konverteren kan synkronisere med elnettet. Oven i denne er der et effektstyringsloop, der sikrer de aktive og reaktive set-punkter i konverteren. Denne type styring kaldes også Grid Following.

### Relateret jobannonce: Offshore Pipeline Engineer

På denne måde kan konverteren ses som en strømkilde parallelt med en indre impedans, hvor impedanskarakteristikken bestemmes af styringsalgoritmen og dens parametre. Resonans og dermed tab af stabilitet opstår, hvis der er et sammenfald mellem konverterens impedans og elnettets impedans i et bestemt frekvensinterval.

Baseret på dette undersøgte ph.d.-projektet effekten af designet af filteret i konverterstyringen, PLL'en, og dennes vekselvirkning med elnetstabiliteten ved at variere dels filterets tidskonstanter og dels PLL'ens båndbredden. Det har vist sig, at en høj PLL båndbredde, hvilket betyder hurtigere respons fra PLL'en, fører til ustabilitet, og det samme gælder for større tidskonstanter i filteret. vekselvirkning mellem PLL'en og filteret fører også til ustabilitet, som opstår i et bestemt frekvensinterval for systemet.

Det aktive styringsloop i konverteren kan også påvirke stabiliteten. I projektet fandt man, at en hurtigere spændingskontrol og langsommere aktiv effektstyring kunne fremme stabiliteten.

Derudover har styringen en strømbegrænser-blok for at beskytte hardwaren. Denne blok aktiveres, når konverteren ikke kan nå setpunktet på grund af elnettets tilstand. Denne type begrænsning har en negativ indvirkning på elnetstabiliteten og ses ikke for synkronmaskiner.

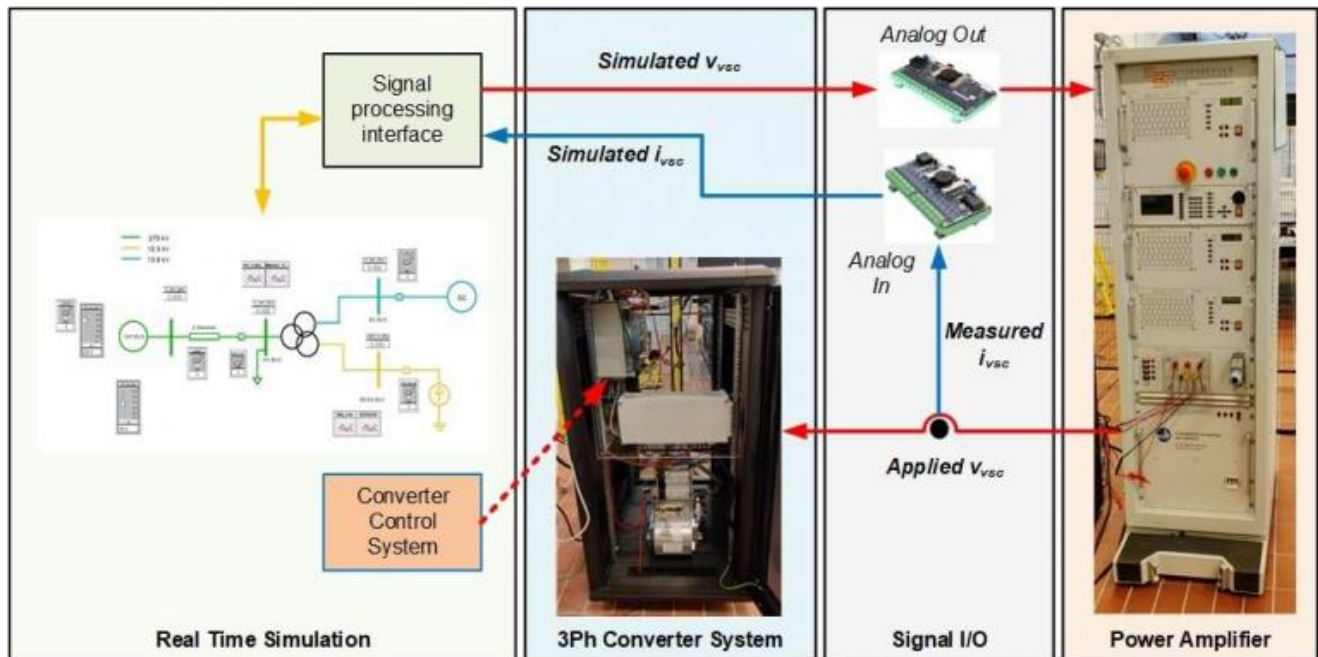
I de senere år er der blevet foreslået en ny type konverterstyring, der er baseret på en anden filosofi. Denne styring har ingen PLL, men bruger i stedet for udgangseffekten til synkroniseringen. Desuden regulerer den terminalspændingerne direkte. Denne type styring kaldes for "grid forming control" (GFC). Ved normal drift opfører den sig som en spændingskilde, altså svarende til synkronmaskiner.

Mange nye styringsmekanismer og lag foreslås løbende af forskere, men følges sjældent af en grundig vurdering baseret på elnettets stabilitet. Ph.d.-projektet undersøgte grundigt forskellige GFC-styringsprincipper og algoritmer eller arkitekturer og sammenlignede deres egenskaber. Det viste sig, at nogle af styringsalgoritmerne var bedre end andre med hensyn til at sikre stabiliteten i elnettet.

GFC efterligner inertien i en synkronmaskine, men er udsat i forhold til tab af synkronisering ved transiente hændelser (store overspændinger, red.). Dette skyldes den indbyggede strømbegrænser-blok, som aktiveres ved drastiske ændringer. Ph.d.-projektet afslørede, at transienter fra fejl på elnet er en udfordring for GFC's evne til at opretholde synkroniseringen.

Ph.d.-projektet nåede frem til en potentiel løsning af stabilitetsudfordringen ved at bruge en estimeret virtuel effekt til at sikre synkroniseringen ved drastiske transienter, dvs. når konverterens udgangsstrøm begrænses. Det blev også påvist, at denne synkroniseringsmetode kan sikre en meget bedre stabilitet end den originale løsning.

På DTU blev en eksperimentel platform udviklet i projektet, for at bekræfte simuleringerne og den foreslåede løsning. DTUs eksperimentelle platform binder en konverter sammen med en realtidssimulering af elnettet. Den foreslåede styring blev realiseret på en konverter og testet på platformen. Eksperimenterne bekræftede ovenstående konklusioner og øgede resultaternes pålidelighed.



Eksperimentel platform. Konverteren modtager forstærket spændingssignal ved hjælp af en effektforstærker, og den målte strøm sendes tilbage til simuleringen. Illustration: DTU Elektro. (Illustration: DTU)

## Henvisning:

- National Grid ESO, "Technical Report on the events of 9 August 2019," 2019.
- H2020 Migrate project, "The Massive Integration of Power Electronic Devices," 2016-2019.
- EUDP SCAPP, "Synchronous Condenser Applications in Low Inertia Systems," 2014-2018.
- Phoenix, "Phoenix – System Security and Synchronous Compensators," 2016-2021.

Har du lyst til at skrive et synspunkt til et af Ingeniørens PRO-Medier? Send dit udkast til redaktionen på [pro-sekretariat@ing.dk](mailto:pro-sekretariat@ing.dk).

Emner : [Fagligt talt](#)