



Universitatea
Transilvania
din Braşov

TEZĂ DE ABILITARE

Rezumat

**CERCETĂRI PRIVIND CONTROLUL CONVERTOARELOR ELECTRONICE DE PUTERE
PENTRU INTEGRAREA SURSELOR REGENERABILE DE ENERGIE ŞI A SISTEMELOR
DE STOCARE A ENERGIEI ÎN MICROREŢELE ELECTRICE**

Domeniu: Inginerie Electrică

Autor: Conf. Dr. Ing. Şerban Ioan

Universitatea: *Transilvania* din Braşov

BRAŞOV, 2018

(A) Rezumat

Teza de abilitare prezintă principalele realizări științifice ale autorului, obținute după finalizarea studiilor de doctorat în Inginerie Electrică, punând accent pe rezultatele cu aspect inovativ, confirmate prin impactul articolelor publicate în jurnale de prestigiu la nivel internațional. În concordanță cu aria de expertiză a autorului, controlul convertoarelor electronice de putere pentru integrarea surselor regenerabile, a sistemelor de stocare a energiei și a sarcinilor active în microrețele reprezintă subiectul abordat în cadrul acestei lucrări.

Teza de abilitare este structurată în două secțiuni, în prima parte sunt prezentate, pe parcursul a patru capitole, principalele contribuții științifice ale autorului, iar în cea de-a doua secțiune este făcută o analiză asupra posibilităților de dezvoltare științifică și profesională a autorului și este prezentat planul de dezvoltare a carierei.

Capitolul 1. În acest capitol se prezintă o soluție de control pentru decuplarea puterii oscilante în invertoare monofazate cu principalul avantaj că nu necesită elemente semiconductoare suplimentare. Soluția propusă se bazează pe un circuit pasiv minimalist format din două condensatoare conectate între punctul median și un capăt (borna pozitivă sau negativă) al fiecărui braț al invertorului. Printr-o metodă originală de control a invertorului se asigură transferul puterii oscilante cu dublul frecvenței rețelei către cele două condensatoare de decuplare, în timp ce tensiunea de ieșire diferențială a invertorului rămâne neafectată de funcționarea circuitului de decuplare. Construcția simplă face ca soluția propusă să poată fi adaptată relativ ușor la invertoarele monofazate în punte H. Se prezintă metoda de validare experimentală a soluției propuse, bazată pe un inverter monofazat cu puterea de 1kW funcționând pe sarcină proprie și conectat la rețea. Este pus în evidență avantajul soluției de decuplare propuse în situația implementării invertorului cu tranzistoare bazate pe carbură de siliciu (SiC-MOSFET).

Capitolul 2. În acest capitol autorul descrie o soluție de control pentru reglajul frecvenței în microrețele prin intermediul convertoarelor electronice de putere, destinate interfațării sistemelor de stocare a energiei cu baterii. Se urmăresc două aspecte principale: îmbunătățirea calității energiei în microrețelele electrice și asigurarea securității alimentării unor consumatori locali situați în vecinătatea sistemului de stocare. Cercetarea efectuată în această direcție include și stabilirea de modalități prin care sistemele de stocare pot îmbunătăți reglajul primar de frecvență (pe termen scurt) în microrețele. Autorul propune o soluție de control care îmbină

un răspuns inerțial și o caracteristică adaptivă asociată sistemului de stocare ce ține cont de limitele stării de încărcare a bateriilor. Mecanismul de control propus este validat prin intermediul unei platforme de tip hardware-in-the-loop care are la bază un simulator digital în timp real.

Capitolul 3. În cadrul acestui capitol este descrisă o strategie de control integrat pentru microrețele funcționând autonom și conectate la rețea, asigurându-se și un transfer automat între cele două regimuri. Având un invertor coordonator cu o arhitectură de control specială, funcționarea microrețelei în cele două regimuri precum și procesul de tranziție dintre cele două stări necesită un număr redus de modificări în schema de control a microrețelei. În plus, soluția propusă de autor facilitează implementarea condițiilor de funcționare în paralel cu rețeaua, specificate în codurile de rețea pentru generatoarele cu surse regenerabile de energie. Microrețeaua propusă a fost validată experimental pe o platformă de laborator complexă, dezvoltată în cadrul laboratorului *Sisteme Electrice Avansate* de la Institutul de Cercetare-Dezvoltare al Universității *Transilvania* din Brașov.

Capitolul 4. În acest capitol autorul descrie o metodă inovativă de control pentru sarcini active în vederea îmbunătățirii calității energiei în microrețelele cu surse regenerabile. Schema de control propusă este dezvoltată pentru o anumită clasă de sarcini active și include două funcții, una principală de participare la reglajul frecvenței în microrețea și una secundară de compensare a armonicilor. Cea de-a doua funcție se bazează pe o schemă originală de control a sarcinii active, care asigură generarea de armonici de curent fără modificarea structurii fizice a sarcinii active. Soluția propusă este validată experimental pe un stand de laborator.

Activitățile de cercetare efectuate de autor și prezentate în teza de abilitare au fost realizate în cadrul proiectelor de cercetare, în care autorul a participat ca director de proiect sau ca membru. Rezultatele obținute sunt incluse în lucrările publicate în jurnale cotate ISI având un factor de impact cumulate de 49 (conform JCR2017), în prezentările la conferințe internaționale și în brevetele de invenție obținute (unul emis și alte trei în stadiul de evaluare).

Impactul cercetării efectuate de autor poate fi cuantificat prin numărul de citări ale articolelor sale. Conform [profilului Scopus al autorului](#), numărul total de citări, fără autocitări, este de peste 420, iar indicele Hirsch este 11. [Profilul GoogleScholar al autorului](#) înregistrează peste 700 de citări și un indice Hirsch egal cu 15. O altă componentă semnificativă a activității

de cercetare este numărul de peste 100 de recenzii de articole realizate de autor în jurnale cotate ISI de mare anvergură de la IEEE și Elsevier.

Dintre rezultatele obținute în ultimii ani, se pot evidenția principalele trei soluții propuse de autor și apreciate favorabil de comunitatea științifică internațională:

- “Power Decoupling Method for Single-Phase H-Bridge Inverters With No Additional Power Electronics” - Articol publicat ca autor unic în jurnalul IEEE Transactions on Industrial Electronics (FI=7.05), numărând până în prezent peste 60 citări;
- “Control Strategy of Three-Phase Battery Energy Storage Systems for Frequency Support in Microgrids and with Uninterrupted Supply of Local Loads” - Articol publicat în jurnalul IEEE Transactions on Power Electronics (FI=6.81), cumulând un număr de peste 120 citări;
- „Energy Storage Systems Impact on the Short-Term Frequency Stability of Distributed Autonomous Microgrids, an Analysis Using Aggregate Models” - Articol publicat în jurnalul IET Renewable and Power Generation (FI=3.48), ce a primit în anul 2015 premiul IET Award for Best Paper în IET Renewable Power Generation, acordat de *The Institute of Engineering and Technology (IET)*.

Ținând cont de experiența acumulată în domeniile de cercetare abordate până acum, planul de dezvoltare a carierei autorului se concentrează pe următoarele teme de cercetare:

- Controlul convertoarelor electronice de putere pentru integrarea eficientă a surselor regenerabile de energie în rețele și microrețele electrice;
- Implementarea de soluții de control integrat pentru îmbunătățirea calității energiei electrice în microrețele electrice autonome și conectate la rețea prin intermediul interfețelor electronice de putere;
- Dezvoltarea de noi topologii de convertoare electronice optimizate pentru aplicații specifice conversiei energiei provenite din surse regenerabile;
- Protecția în microrețele autonome care au un număr crescut de micro-generatoare conectate prin inverter.