



**UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI**

**Școala doctorală de Inginerie**

---

# **TEZĂ DE ABILITARE**

**Contribuții și direcții de cercetare în domeniul  
sistemelor de conversie a energiei**

**Contributions and Research Directions in the Field of  
the Energy Conversion Power Systems**

**Profesor dr. ing. Marian GĂICEANU**

**Domeniul de doctorat,  
ȘTIINȚE INGINEREȘTI**

---

**Seria AI 3. Inginerie electrică Nr. 1**

**GALAȚI 2016**

**UNIVERSITATEA „DUNĂREA DE JOS” DIN GALAȚI**

**Școala doctorală de Inginerie**



# **TEZĂ DE ABILITARE**

**Contribuții și direcții de cercetare în domeniul  
sistemelor de conversie a energiei**

**Contributions and Research Directions in the Field of  
the Energy Conversion Power Systems**

**Profesor dr. ing. Marian GĂICEANU**

**Universitatea Dunărea de Jos din Galați**

**Comisia de abilitare:**

**Domeniul de doctorat,**

**ȘTIINȚE INGINEREȘTI**

**Seria AI 3. Inginerie electrică Nr.1**

**GALAȚI**

**2016**

Seriile tezelor de abilitare susținute public în UDJG începând cu 2015 sunt:

**Domeniul ȘTIINȚE INGINEREȘTI**

- Seria AI 1. **Biotehnologii**
- Seria AI 2. **Calculatoare și tehnologia informației**
- Seria AI 3. **Inginerie electrică**
- Seria AI 4. **Inginerie industrială**
- Seria AI 5. **Ingineria materialelor**
- Seria AI 6. **Inginerie mecanică**
- Seria AI 7. **Ingineria produselor alimentare**
- Seria AI 8. **Ingineria sistemelor**

**Domeniul ȘTIINȚE ECONOMICE**

- Seria AE 1. **Economie**
- Seria AE 2. **Management**

**Domeniul ȘTIINȚE UMANISTE**

- Seria AU 1. **Filologie - Engleză**
- Seria AU 2. **Filologie - Română**
- Seria AU 3. **Istorie**
- Seria AU 4. **Filologie - Franceză**

**Domeniul MATEMATICĂ ȘI ȘTIINȚE ALE NATURII**

- Seria AC. **Chimie**

## A. REZUMAT

În această lucrare, teza de abilitare, sunt prezentate realizările științifice și profesionale ale autorului după obținerea titlului de doctor în Inginerie electrică (aprilie 2002, cu distincția *Magna Cum Laude*), realizări care au contribuit la dezvoltarea direcțiilor de cercetare în domeniul sistemelor de conversie a energiei, de calitate și de eficiență energetică. În prezent, autorul este profesor universitar (din septembrie 2015) în cadrul Departamentului de Automatică și Inginerie Electrică al Facultății de Automatică, Calculatoare, Inginerie Electrică și Electronică, Universitatea Dunărea de Jos din Galați. Din martie 2016, este director al centrului de cercetare *Sisteme Integrate de Conversie a Energiei și Conducere Avansată a Proceselor Complexe – SICECAPC* din cadrul aceleiași universități.

Autorul integrează realizările științifice și profesionale obținute în peste 14 ani de activitate, atât în Universitatea Dunărea de Jos din Galați, cât și în alte instituții academice sau de cercetare naționale și internaționale cu care a colaborat prin intermediul unor burse de cercetare post-doctorală, proiecte de cercetare naționale și internaționale (în calitate de membru sau director) sau prin activitatea de cercetător/profesor invitat. Se poate afirma că disciplinele *Acționări electrice, Comanda numerică a convertoarelor statice, Sisteme de acționări electrice, Optimizarea acționărilor electrice* au constituit coloana vertebrală a dezvoltării carierei didactice a candidatului.

Activitățile de cercetare s-au înscris în cadrul general actual al politicii energetice comunitare, prin impunerea obiectivelor globale de creștere a eficienței energetice, de reducere a impactului asupra mediului prin promovarea surselor de energie regenerabilă și de reducere a impactului deopotrivă asupra rețelei electrice și a altor consumatori. Astfel, contribuțiile aduse conduc la îmbunătățirea securității alimentării cu energie electrică. De asemenea, cercetarea efectuată a fost în acord cu cerințele prioritare din programele naționale și europene: implementarea pe scară largă a resurselor de energie distribuită și a tipurilor de sisteme conectate la rețea.

Contribuțiile autorului se înscriu în cinci direcții de cercetare din domeniul Inginerie electrică, fiecare fiind descrisă într-o secțiune dedicată în această teză.

Astfel, prima direcție de cercetare menționată este *Controlul avansat al convertoarelor statice de putere pentru calitatea energiei electrice*. Autorul prezintă principalele teme de cercetare abordate și rezultatele obținute, relevantă fiind activitatea în cadrul bursei post-doctorale Marie Curie, efectuată la compania internațională de fabricare a convertoarelor statice de putere SIEI Spa și în cadrul Politehnicii din Torino, finalizată cu două prototipuri industriale: filtru activ de putere și sistem convertor c.a.-c.a. cu circuit intermediar de curent continuu.

A doua direcție de cercetare la care autorul a adus contribuții este *Sisteme statice de putere pentru integrarea surselor de energie regenerabilă*. Experiența acumulată în calitate de cercetător atât la Politehnica din Torino, cât și în cadrul firmelor italiene Turbocare-Siemens (Departamentul de energii regenerabile), Environmental Park, Arcotronics, Azimut Benetti s-a concretizat în proiectarea unui sistem autonom de conversie bazat pe pile de combustie cu membrană schimbatoare de protoni pentru aplicații rezidențiale și pentru un iaht de lux, respectiv modelarea și controlul unui sistem de conversie conectat la rețea bazat pe pile de combustie cu

oxizi solizi 100 CHP Siemens Power Plant. Pentru toate sistemele cu pile de combustie s-au realizat simulatoare (validate numeric sau experimental), instrumente de proiectare și dimensionare software. Experiența în domeniul conversiei energiei provenite de la biogaz, motoare Stirling și centrale eoliene a fost acumulată prin intermediul proiectelor de cercetare naționale, precum și printr-un schimb de experiență cu un colectiv internațional de cercetare în cadrul Universității Le Havre, Franța.

*Metode avansate de control pentru optimizarea conversiei energiei electromecanice* este a treia direcție de cercetare dezvoltată. În calitate de cercetător cu experiență în cadrul colectivului de cercetare al unui proiect național, autorul a contribuit la realizarea unui stand de cercetare, fiind responsabil cu partea de implementare a controlului optimal al sistemelor de acționare electrică cu motoare asincrone trifazate. De asemenea, au fost validate numeric propunerile soluțiilor optimale cu mașini sincrone trifazate cu magneți permanenți.

Tot în calitate de cercetător, dar și de director de proiect, prin activitățile din cadrul proiectului „Sistem regenerativ integrat de acționări electrice”, autorul a dezvoltat direcția de cercetare *Sisteme avansate de control pentru îmbunătățirea performanțelor statice și dinamice ale sistemelor de acționare electrică reglabile*. Au fost propuse și implementate numeric estimatoare de putere și de turație pentru convertoare c.a.-c.a. dedicate acționărilor electrice de înaltă performanță. Autorul a determinat o soluție de control al acționărilor electrice cu recuperarea energiei în rețea: control optimal la factor de putere unitar. În vederea creșterii eficienței convertoarelor statice de putere, au fost implementate în timp real patru strategii de modulație atât cu ajutorul platformei dSpace, cât și cu o platformă de dezvoltare cu procesor de semnal. Drept rezultat important se poate menționa finalizarea unui prototip de laborator pentru un ascensor cu acționare atât electrică, cât și hidraulică. Soluția a fost prezentată în cadrul conferinței internaționale ModTech 2016, obținându-se premiul III. Implementarea numerică a unei metode de control optimal inteligent al unei acționări cu mașină asincronă trifazată, prezentată la Salonul UGAL INVENT 2015, a atras atenția juriului, obținând mențiune.

Ca urmare a activităților didactice și de cercetare desfășurate, a coordonării proiectelor de licență/disertațiilor, respectiv de îndrumare a doctoranzilor, autorul a adus contribuții și la direcția de cercetare *Sisteme de conversie a energiei în cadrul vehiculelor electrice*. A fost implementat numeric un sistem de conversie compus atât din pile de combustie cu membrană schimbătoare de protoni, cât și din supercondensatoare.

Rezultatele activității prezentate se regăsesc în cele peste 200 de articole științifice susținute la conferințe naționale și internaționale din domeniu sau publicate în reviste, în rapoartele de cercetare întocmite, manualele didactice, capitolele și cărțile scrise, precum și în implicarea, ca director/responsabil la șase proiecte naționale și internaționale sau membru în peste 10 proiecte de cercetare.

În finalul acestei lucrări, sunt evidențiate planuri de evoluție a carierei, de deschidere spre noi domenii de cercetare, și activități concrete pentru realizarea acestora.

## ABSTRACT

In this work, the habilitation thesis, the author presents his scientific and professional achievements (he has hold the PhD degree in Electrical Engineering since April 2002 with Magna Cum Laude distinction) that have developed the research directions in the field of energy conversion systems, power quality and energy efficiency. At present, he is with the Department of Automation and Electrical Engineering, "Dunarea de Jos" of Galati University, as Full Professor. Since March 2016, he has been elected as Head of the Integrated Energy Conversion Systems and Advanced Control of the Complex Processes Research Center.

The scientific and professional achievements are the results of over 14 years of the author's didactic and research activities, performed either in Dunărea de Jos University of Galati or in other equivalent academic/ research European institutions the author has joined as experienced researcher in national and international research projects, by participating to the international/national competitions or as invited researcher/professor. It could be noted that the Electric Drives, Digital Control of Power Converters, Optimization of the Electric Drives are the main didactic development lines.

The research activities has taken into account the integration into the general Community energy policy frame by imposing global objectives of increasing energy efficiency and reducing environmental impact, by promoting renewable energy sources, reducing the impact on both sides: the grid and the consumers. Thus, the above mentioned contributions lead to an increased power supply security. At the same time, the research has been carried out in accordance with the priority requirement of the national and European programmes: widespread implementation of the distributed energy resources and of the grid power systems.

The author's original contributions could be classified into five research directions in the field of Electrical Engineering, each of them being described in a particular unit of this work.

Thus, the first mentioned research direction is *Advanced Control of Static Power Converters for Power Quality*. The author presents his main research issues, underlining the impact of his Marie Curie post-doctoral fellowship that took place in the Control Department of SIEI Spa, an international company manufacturing static power converters, and the Polytechnics of Turin. The outcomes of this activity are two industrial prototypes: Active Power Filter and AC-AC Quasi-Sinusoidal Power Converter.

The second research direction is *Static Power Converters for Integrating Renewable Energy Sources*. The author's professional experience as researcher at the Polytechnics of Turin as well as at the Italian companies Turbocare-Siemens (Renewable Energy Department), Environmental Park, Arcotronics, Azimut Benetti has been materialized into designing a proton exchange membrane fuel cells stand alone power system for residential and maritime transport implementations and modeling and control of a grid connected solid oxide fuel cells power system 100 CHP Siemens Power Plant. For all these stand alone cogeneration power systems, there have been performed numerically or experimentally validated simulators, designing and sizing software tools. The professional experience and its specific results in the field of energy conversion from biogas, Stirling engines and wind has been gained not only by author's

involvement into national research projects, or scientific supervision of graduation works and dissertations, but also by exchanging scientific research experience with an international research group of the University of Le Havre, France.

*Advanced Control Methods to Optimize the Electromechanical Energy Conversion* is the third research direction developed by author. As an experienced researcher into a national research project team, he contributed to realise a research test-bench, also performing the implementation of the optimal control of the electric drive systems with three-phase machines. At the same time, optimal solution proposals for permanent magnet synchronous motor have been numerically validated.

As both project manager and experienced researcher, in the *Integrated Regenerative Electric Drive System*, national scientific research project frame, the author has developed the research direction of *Advanced Control Systems for Static and Dynamic Performances Improvement of the Adjustable Electric Drive Systems*, also presented in this work. Power and speed estimators for a.c.-a.c. power converters dedicated to high performance electric drives have been proposed and numerically implemented. At the same time, the author has realized a control solution of the regenerative electric drives: the optimal control with unity power factor. In order to increase the efficiency of the static power converters, four modulations strategies have been implemented in real time by using a dSpace platform and a signal processor based developing platform, too. The main output of this research activity was a laboratory prototype of an elevator using an electric or a hydraulic drive. This research work was presented at ModTech 2016 international conference and was awarded the 3<sup>rd</sup> Prize. Moreover, the numerical implementation of an intelligent optimal control that drives a three phase induction machine was presented to UGAL INVENT 2015 and was awarded 1<sup>st</sup> mention.

By scientifically supervising the students' Bachelor of Science and Master of Science works, but also by teaching or mentoring doctoral students, the author has contributed to the research direction *Energy Conversion Systems for Electric Vehicles*. A power conversion system based on both proton exchange membrane fuel cell and ultracapacitors have been numerically implemented.

The scientific results have been disseminated through over 200 scientific papers either presented at the national and international conferences, or published in journal papers, through technical scientific reports, handbooks, chapters and books authored in the field of Electrical Engineering. Additionally, the author has been manager/responsible of the six national and international research projects, and member of other 10 research projects team.

In the last section of this paper, a career development plan, i.e. academic teaching development directions, openness to new researching areas, and concrete actions to achieve them, is highlighted.