

# **HABILITATION THESIS**

## **Contributions to the Optimal Structures of the Electromechanical Systems and the Electric Power Quality**

**Assoc. Prof. Sorin MUȘUROI, PhD**

**– July 2014–**

## 1.2. Rezumat

În cadrul tezei de abilitare sunt prezentate cele mai importante rezultate profesionale și științifice pe care autorul le-a obținut în perioada 2001 – 2014. Această perioadă urmează prezentării publice a tezei de doctorat, care a avut loc în anul 2000.

În această perioadă au fost abordate trei domenii de cercetare principale: *Proiectarea optimală a mașinilor de curent alternativ*, *Controlul optimal al acționărilor electrice cu mașini de curent alternativ* și *Convertoare corectoare de factor de putere monofazate*.

Activitatea în domeniul *Proiectării optimale a mașinilor de curent alternativ* a fost direcționată către: (i) studiul efectului pelicular din barele dreptunghiulare înalte ale rotoarelor mașinilor de inducție trifazate alimentate prin invertoare de tensiune; (ii) studiul utilizării magneților permanenți din ferită la proiectarea mașinilor sincrone, ca o alternativă la varianta cu magneți din pământuri rare; (iii) educație.

Studiul efectului pelicular din barele rotorice ale mașinilor de inducție trifazate alimentate prin invertoare PWM reprezintă o continuare a activității doctorale. Rezultatele obținute la finalul cercetării oferă oportunitatea calculării factorilor globali echivalenți de modificare a rezistenței respectiv a reactanței, ce caracterizează barele rotorice dreptunghiulare înalte ale mașinilor asincrone, în condițiile regimului neinusoidal datorat alimentării prin invertor. În această temă autorul a publicat 14 articole după cum urmează: 4 articole în reviste indexate BDI, 3 articole în volume ale unor conferințe indexate ISI, 3 articole în volume ale unor conferințe indexate BDI, 1 articol la o conferință din străinătate fără indexare și 4 articole în conferințe naționale. Ca o recunoaștere a rezultatelor obținute, autorul a fost invitat să scrie un capitol în cartea intitulată *Induction motor. Modelling and control*, apărută în anul 2012 în Editura InTech Europe, sub coordonarea Prof. Rui Estevez Araujo. Capitolul este intitulat *The Behavior in Stationary Regime of an Induction Motor Powered by Static Frequency Converters*.

În cadrul cercetărilor întreprinse în domeniul proiectării mașinilor sincrone folosind magneți din ferită, ca o alternativă economică la soluția ce utilizează magneți din pământuri rare, s-au conceput, proiectat, modelat și simulat 8 variante noi de rotor. Dintre acestea, 7 variante de rotor sunt cu reluctanță variabilă având barierele de flux umplute cu magneți din ferită iar o variantă de rotor este cu concentrare de flux, prevăzută de asemenea a fi realizată cu magneți ceramici. Toate aceste soluții studiate se doresc a fi o alternativă, mult mai ieftină, la mașinile sincrone cu magneți permanenți din pământuri rare. Echipa de cercetare a abordat această direcție în anul 2010, în cadrul unui proiect internațional încheiat cu firma Diehl din Germania, avându-l pe autor ca director. În teză sunt prezentate rezultatele obținute pentru 3 topologii de rotor, considerate de autor ca fiind reprezentative: varianta de rotor cu un rând de bariere de flux 1V respectiv cu două rânduri de bariere de flux 2V și varianta de rotor cu concentrare de flux, soluție care a fost executată ca prototip, în două variante constructive. Prototipurile au fost realizate la Electromotor Timișoara, sub directă îndrumare a autorului iar testele de stand, ale căror rezultate sunt prezentate în teză, au fost efectuate la firma parteneră din Germania. A fost publicată o lucrare apărută în Volumul Conferinței IECON 2013-Vienna, sub egida IEEE Industrial Electronics Society, lucrare indexată ISI. Prezentarea a primit Certificatul de apreciere pentru cea mai bună lucrare din secțiune. Alte trei lucrări elaborate se află sub recenzie. Este de subliniat faptul că au fost publicate 3 cărți de specialitate pe această temă și 1 articol în colaborare, pe teme educaționale. Totodată este important de precizat faptul că autorul a valorificat rezultatele cercetării în activitatea didactică, în cadrul orelor de Proiect de la disciplina Mașini electrice, predată studenților de la programul de studiu Inginerie Electroenergetică.

În domeniul Controlul optimal al acționărilor electrice cu mașini de curent alternativ, activitatea de cercetare poate fi grupată în două subdomenii: (i) Sisteme de acționare electrică cu control vectorial pentru motoarele de inducție implementate la mecanismele navale; (ii) Dezvoltarea unor noi algoritmi de conducere optimală a mașinilor de curent alternativ.

În cadrul primului subdomeniu, activitatea autorului a fost desfășurată în cadrul unui colectiv mixt, format din cercetători de la Facultatea de Electrotehnică și Electroenergetică, Universitatea Politehnică Timișoara respectiv de la Facultatea de Marină Militară, Academia Mircea cel Batrân Constanța. Colectivul de cercetare al parteneriatului a abordat problema implementării controlului vectorial direct în cuplu și flux a mașinii de inducție, pentru sistemele de acționare electrică a mecanismelor navale. Studiul teoretic și experimental a fost realizat în cadrul unui grant național la care autorul a participat în calitate de Responsabil al Universității Politehnică Timișoara. Rezultatele obținute au fost publicate în 14 articole: 2 în volume indexate ISI, 1 în volum indexat BDI, 3 la conferințe din străinătate și 8 la conferințe naționale. Autorul a participat la elaborarea a 3 cărți de specialitate în domeniu.

Cel de-al doilea subdomeniu prezintă rezultatele obținute de autor în urma participării la o cercetare realizată în perioada 2004-2013 de o echipă mixtă, formată din specialiști de la firma Diehl din Germania și cadre didactice de la UPT. În cadrul studiului teoretic și experimental s-au dezvoltat noi algoritmi de conducere a mașinilor de curent alternativ. Pentru lucrarea realizată au fost prezentați 3 algoritmi care au îmbunătățit semnificativ strategiile de control existente, cu păstrarea nivelului de complexitate al acestora. Rezultatele activității s-au materializat în publicarea a 12 articole din care 1 articol într-o revistă indexată ISI, 1 articol în revistă cotate BDI, 8 articole în volume ale unor conferințe indexate ISI și 2 articole în volumele unor conferințe cotate BDI. Pe plan educațional, autorul a utilizat rezultatele cercetărilor în predarea a două discipline, ambele nou introduse în planul de învățământ al studiilor de licență din domeniu.

Domeniul Convertoarelor corectoare de factor de putere a fost abordat relativ recent, în anul 2013. Cercetările întreprinse s-au concretizat în două proiecte internaționale la care autorul a participat în calitate de director. Primul proiect a vizat segmentul convertoarelor monofazate cu puteri de până la 4 [kW] iar al doilea proiect cel al convertoarelor trifazate cu puteri de până la 10 [kW]. Până în prezent, pe această temă, au fost elaborate 3 articole, toate aflate în recenzie.

În scopul prezentării cercetărilor actuale și viitoare, așa cum sunt prezentate anterior, teza este structurată în cinci secțiuni.

Prima secțiune prezintă realizările și rezultatelor activității anterioare.

A doua secțiune este dedicată Proiectării optimale a mașinilor de curent alternativ. În prima parte a acestei secțiuni, se prezintă o selecție a rezultatelor obținute de autor în studiul efectului pelicular ce se manifestă în barele rotorice dreprunghiulare înalte ale mașinilor de inducție alimentate prin invertoare de tensiune. Acest studiu a realizat dezvoltarea unei teorii a mașinii asincrone, în condițiile regimului nesinusoidal de alimentare, care va conduce la optimizarea metodicii de proiectare constructivă / tehnologică a acesteia, în condiții economice avantajoase. A doua parte a acestei secțiuni este dedicată dezvoltării și proiectării economice avantajoase a mașinilor sincrone. Sunt prezentate trei topologii noi de rotoare care utilizează magneți din ferită ca alternativă la soluția cu magneți din pământuri rare.

Secțiunea a treia este dedicată Controlului optimal al acționărilor cu mașini de curent alternativ. În prima parte a acestei a treia secțiuni, se prezintă rezultatele obținute în urma implementării controlului vectorial pentru sistemele de acționare electrică a mecanismelor navale. Partea a doua a secțiunii prezintă rezultatele obținute în urma implementării practice ale unor algoritmi de conducere a mașinilor de curent alternativ ce echipează sistemele de acționări reversibile, caracterizate printr-o gamă largă de viteze.

În secțiunea a patra, este prezentată o sinteză a rezultatelor obținute în cercetările întreprinse în domeniul Convertoarelor monofazate corectoare de factor de putere. În cadrul studiului au fost analizate următoarele convertoare corectoare pentru factorul de putere: convertorul boost, convertorul interleaved boost, convertorul bridgeless și convertorul bridgeless interleaved.

Ultima secțiune, cea de a cincea a tezei de abilitare, prezintă perspective ale dezvoltării viitoare. Sunt prezentate noi posibile direcții de cercetare în domeniile specificate anterior.