

Rezumat

Teza de abilitare prezintă activitatea și rezultatele de cercetare obținute, după susținerea tezei de doctorat, din anul 1998 până în prezent. Titlul tezei de doctorat a fost "Generatorul electric reglabil fără perii" și a fost susținută la Universitatea Politehnica Timișoara în iunie 1998.

Teza de abilitare conține următoarele capitole: motivație, direcții de cercetare, realizări, planul de dezvoltare științifică, profesională și academică și în final capitolul de bibliografie.

Primul capitol, motivația, prezintă pe scurt activitatea didactică și de cercetare, rezultatele obținute, cooperarea cu alte universități și dorința exprimată de a continua cercetarea în domeniul ingineriei electrice la un nivel superior prin obținerea atestatului de abilitare.

În capitolul al doilea sunt prezentate principalele direcții de cercetare: aplicații industriale ale sistemelor de acționare electrică de curent alternativ cu turație variabilă, compensarea energiei reactive și a armonicelor superioare la consumatorii electrici puternic deformanți, sisteme de acționare electrică cu mașini axiale a vehiculelor electrice și hibride și conversia energiei pentru aplicații eoliene sau hidraulice reglabile. Pentru fiecare din direcțiile de cercetare enumerate sunt prezentate principalele realizări.

Capitolul realizări științifice, profesionale și academice prezintă mai detaliat activitățile desfășurate în cadrul fiecărei direcții de cercetare și principalele rezultate obținute.

Direcția de cercetare privind aplicații industriale ale sistemelor de acționare electrică de curent alternativ cu turație variabilă este divizată în patru subcapitole care prezintă preocupările legate de reducerea consumului de energie electrică activă prin utilizarea turației variabile, pornirea controlată a sistemelor de acționare electrică, producerea energiei electrice cu generatoare asincrone funcționând cu turație variabilă și încercarea în sarcină artificială a mașinilor electrice rotative. Printre marii consumatori energetici actuali regăsim sistemele de pompare și cele de ventilație. Automatizarea acestor sisteme și creșterea eficienței lor energetice poate fi făcută cu ajutorul unor automate programabile, convertizoare statice de frecvență, sisteme de comunicație și de transmitere a datelor. Aplicarea în practică a diferitelor soluții este o provocare pentru un inginer dar și pentru un cercetător din domeniul sistemelor de mașini și acționări electrice. Sunt prezentate aplicații propuse și realizate practic unele dintre ele fiind aplicate chiar după un timp mai îndelungat din cauza efortului investițional important necesar. Apariția softstarterelor a produs un salt calitativ în problema pornirii, opririi sau frânării motoarelor asincrone cu rotorul în scurtcircuit. Au fost prezentate câteva considerente teoretice și experimentale legate de optimizarea pornirii cu ajutorul softstarterelor. S-a dedus astfel că cea mai eficientă metodă de pornire este cea în care se face controlul cuplului la arbore. În acest caz, atât timpul de pornire setat este respectat cu o aproximație destul de bună cât și curentul maxim setat nu este depășit. La metoda de pornire cu rampă de tensiune și limitare de curent se ajunge la valori ale curentului mai mari decât valoarea setată. În cazul pornirii cu rampă de tensiune fără limitare de curent, valorile curentului maxim sunt mult mai mari și nu se respectă timpul de pornire setat. Ideea de la care s-a pornit în obținerea unui sistem de producere a energiei electrice cu generator asincron și convertor static de frecvență, ce funcționează cu turație variabilă, a

fost găsierea unei structuri de microhidrocentrală (MHC) care să permită o funcționare eficientă și complet automatizată cu investiții recuperabile într-un interval de 5 până la 8 ani. Temperatura la sarcină maximă într-o mașină electrică rotativă reprezintă un parametru esențial. Metodele convenționale de încărcare în sarcină necesită utilizarea unei alte mașini electrice cuplată la arborele mașinii electrice de încercat. Costul echipamentului de încercare și cuplarea mecanică efectivă a celor două mașini fac ca metoda convențională să fie prohibitiv de costisitoare, în special pentru mașinile mari, pentru mașinile cu rotor vertical (imposibil de realizat), sau pentru mașinile de mare viteză. Acesta a fost motivul pentru care am abordat tema de cercetare referitoare la încărcarea în sarcină artificială a mașinilor electrice rotative.

Direcția de cercetare în domeniul aplicațiilor industriale ale sistemelor de compensare a energiei reactive și a regimului deformant pentru reducerea până la anulare a costului cu energia reactivă, cuprinde două subcapitole care tratează problematica unui consumator industrial de tip special (un combinat siderurgic având în dotare cuptoare cu arc electric de curent alternativ trifazate). În timpul funcționării, cuptorul electric cu arc (de curent continuu sau de curent alternativ trifazat) are o variație în limite foarte largi a puterii absorbite, care determină variația puterii reactive necesare, curbele curentului și tensiunii sunt puternic distorsionate, generând apariția armonicelor superioare. Datorită inegalității reactanțelor pe cele trei faze, apare regimul nesimetric însoțit de efectul de flicker. Pentru eliminarea acestor fenomene se pot folosi compensatoare sincrone, baterii de condensatoare și bobine acordate pe anumite armonici și varianta cea mai bună dar și cea mai scumpă o reprezintă instalațiile complexe de filtre active (SVC) care sunt comandate de un sistem automat de urmărire în timp real.

O altă direcție de cercetare, detaliată în șase subcapitole, o reprezintă sistemele de acționare electrică cu mașini sincrone axiale (un stator, două rotoare cu magneți permanenți și un singur inverter pentru controlul vectorial al mișcării celor doi arbori) destinate pentru aplicații în domeniul vehiculelor electrice hibride sau pentru vehicule pur electrice. S-a prezentat topologia constructivă, modelul de circuit, proiectarea optimală, metodele de control, și analiza quasi 3D-FEM pentru validarea datelor obținute analitic cu privire la cuplul dezvoltat de mașină. Se propune o familie nouă de mașini, pentru îmbunătățirea dimensiunilor radiale și axiale, cu o densitate mare de cuplu și un randament ridicat. S-a demonstrat capabilitatea de producere a cuplului de către mașina cu înfășurări statorice fracționare concentrate și magneți permanenți montați pe suprafață.

Ultima direcție de cercetare abordată în cadrul tezei de abilitare are ca temă studiul teoretic și experimental al generatoarelor electrice reglabile pentru aplicații eoliene sau hidraulice. S-au prezentat în cincisprezece subcapitole generatorul sincron reactiv homopolar și homo-heteropolar cu excitație statorică și generatorul de inducție cu două înfășurări statorice și rotorul în colivie. Preocuparea pentru cercetarea mașinilor homopolare și homo-heteropolare cu excitație statorică este o continuare firească a temei abordate în cadrul tezei de doctorat. Creșterea în timp a puterii de calcul a calculatoarelor electronice și apariția unor programe de calcul cu elemente finite 2D și 3D, respectiv a unor programe de simulare dinamică din ce în ce mai performante, au permis abordarea la un nivel superior a analizelor efectuate. Am continuat efectuarea de încercări experimentale asupra unui model experimental de putere redusă. Sistemul de producere a energiei cu generatorul de inducție cu două înfășurări statorice propus utilizează un convertor static cu o putere aparentă mai mică decât a generatorul. Raportul obținut dintre

puterea convertorului și puterea generatorului este de 50% în acest caz, similar cu cel de la sistemele de generare cu mașini asincrone dublu alimentate. Avantajul acestei mașini este dat de lipsa periiilor și posibilitatea de utilizare a lui în aplicații de producere a energiei la turație variabilă. Este posibilă extragerea unei puteri chiar și la viteze reduse a turbinei, care nu poate fi obținută când generatorul este conectat direct la rețea sau când generatorul are înfășurarea de excitație înseriată cu inverterul și înfășurarea principală înseriată cu un redresor cu diode. De asemenea varianta de sistem aleasă este avantajoasă când sarcina alimentată nu este pretențioasă și atunci nici redresorul nu mai este necesar.

Se prezintă apoi succint direcțiile de cercetare (existente sau unele noi) pe care doresc să le abordez după obținerea atestatului de abilitare, împreună cu colectivele de cercetare din care fac parte și unde voi integra și viitorii doctoranzi.

La final este lista bibliografică care conține 185 titluri de articole, cărți sau brevete de invenție dintre care la 114 sunt coautor, (la 68 prim autor).