

Rezumat

Prezenta teză de abilitare, intitulată "Convertoare DC-DC - Arhitecturi, Comandă și Aplicații", oferă o analiză cuprinzătoare a contribuțiilor originale aduse în domeniul electronicii de putere, în special în domeniul convertoarelor DC-DC.

Începând cu un rezumat atât în limba română cât și în limba engleză, teza continuă cu o sinteză a cercetărilor efectuate în cadrul studiilor de doctorat. Aceasta prezintă principiile fundamentale ale convertoarelor DC-DC și clasificarea lor, acoperind arhitecturi clasice, bidirecționale și topologii hibride. Se oferă o analiză detaliată a tipurilor de celulele de comutație, subliniind rolul configurațiilor de comutație L și C în obținerea unei conversii de energie cu randament ridicat. Este realizată o analiză comparativă a topologiilor de convertoare DC-DC existente, identificându-se limitările și domeniile în care pot fi aduse îmbunătățiri în ceea ce privește randamentul, raportul static de conversie, solicitările și numărul de componente. Capitolul prezintă, de asemenea, motivația pentru dezvoltarea de noi familii de convertoare hibride, subliniind avantajele lor potențiale comparativ cu modelele convenționale. În plus, se introduce o metodă sistematică de sinteză a noilor convertoare hibride multifază.

Partea cu greutate a tezei de abilitare este prezentată în capitolul 2. Acest capitol este o trecere în revistă a realizărilor în domeniul științific, profesional și academic după susținerea tezei de doctorat. Lucrarea se concentrează pe cercetarea științifică realizată după doctorat, detaliind contribuțiile propuse în ceea ce privește topologiile convertoarelor DC-DC, metodele de control și aplicațiile acestora.

Tematica cercetării științifice a fost împărțită în patru subiecte de bază:

1. Dezvoltarea de noi familii de convertoare DC-DC, propunând topologii hibride inovatoare care cresc randamentul și performanțele. Sunt introduse mai multe structuri noi de convertoare, printre care convertoarele Buck- L , Boost- L , Buck-Boost- L și Ćuk- L , fiecare dintre acestea fiind conceput pentru a îmbunătăți conversia puterii în diferite aplicații.

Unele dintre aceste convertoare utilizează bobine cuplate, comutație întrețesută și tehnici avansate de comandă pentru a reduce pierderile și a îmbunătăți stabilizarea tensiunii. Strategia utilizată pentru generarea acestor noi topologii de convertoare este fundamentată prin intermediul unei modelări matematice riguroase, simulări de circuit și validări experimentale.

Analizele comparative cu topologiile tradiționale confirmă superioritatea noilor convertoare, constând în câștiguri de tensiune mai mari sau mai mici, solicitări de tensiuni și curenți mai mici și randament mai mare. Simulările au validat aspectele teoretice dezvoltate. În plus, toate prototipurile experimentale ale convertoarelor propuse au confirmat fezabilitatea acestora în practică, ceea ce corespunde îndeaproape prognozelor analitice și simulărilor.

2. Metodele de comandă pentru convertoarele DC-DC sunt orientate către stabilitate, fenomene de bifurcație și proiectarea controlerului. Se efectuează o analiză a stabilității unui convertor boost cu două faze, evidențiind parametrii cheie care afectează performanțele sistemului și răspunsul tranzitoriu. Studiile de bifurcație ale funcționării în modul de conducție discontinuu (DCM) evidențiază comportamentele neliniare și potențialele probleme de instabilitate în condiții de parametri variabili. În plus, este prezentat un proces sistematic de proiectare pentru un convertor buck-boost ideal de ordinul patru, optimizând strategiile de comandă pentru îmbunătățirea stabilizării tensiunii și creșterii randamentului. Este dezvoltat un controler pentru un

convertor cu pierderi pătratic de tip buck, care asigură robustețea împotriva perturbațiilor sistemului.

3. O aplicație a convertoarelor propuse este domeniul energiilor regenerabile, în special al sistemelor fotovoltaice (PV) și al pilelor de combustie. Utilizarea convertoarelor DC-DC în sistemele fotovoltaice se concentrează pe îmbunătățirea randamentului și pe valorificarea energetică sporită. A fost introdus un convertor hibrid de tip boost, conceput special pentru a optimiza conversia ridicătoare a tensiunii pentru aplicațiile fotovoltaice. În plus, este propus un convertor DC-DC SEPIC cu bobine cuplate pentru a obține un raport static de conversie ridicat, reducând în același timp solicitarea în curent și tensiune a componentelor și pierderile de putere. Simulările și experimentele efectuate au validat performanța superioară a acestor convertoare în ceea ce privește câștigul în tensiune și răspunsul dinamic îmbunătățit. Capitolul evidențiază rolul important al electronicii de putere avansate în maximizarea randamentului sistemelor de energie regenerabilă.

4. Optimizarea grupului propulsor al vehiculelor cu baterii și pile de combustie hibride. Este introdusă o nouă strategie de comandă pentru distribuția energiei în vehiculele hibride cu baterii și pile de combustie, asigurând gestionarea eficientă a energiei și prelungirea duratei de viață a bateriei. Se propune un convertor DC-DC multifază pentru a îmbunătăți performanța grupului propulsor, reducând pulsațiile curenților de intrare și de ieșire și îmbunătățind randamentul general. În plus, este dezvoltat un banc de testare dedicat pentru a optimiza configurațiile grupului propulsor, validând conceptele de convertoare propuse prin analize experimentale. Studiul explorează și convertoarele DC-DC bidirecționale pentru frânarea regenerativă, permițând recuperarea energiei și îmbunătățirea randamentului pilelor de combustie.

Teza de abilitare evidențiază contribuțiile academice și profesionale ale autorului, punându-se accentul pe predare, diseminarea cercetării și colaborare cu industria și mediul academic. Sunt detaliate meritele autorului în publicarea în reviste cu factor impact ridicat: 9 articole WoS (anterior ISI) și 44 de articole publicate în volumele conferințelor (32 de articole WoS și 12 BDI), demonstrând recunoașterea internațională și națională a activității sale în domeniul electronicii de putere. Candidata a condus 2 granturi naționale, câștigate prin competiție și a participat în calitate de membru la alte 3. Capitolul subliniază contribuțiile în îndrumarea și coordonarea a 85 de studenți la finalizarea lucrărilor de licență și disertație (63 de licență și 22 de disertație) și peste 20 de masteranzi îndrumați în activitatea de cercetare, promovând astfel următoarea generație de tineri cercetători în electronică aplicată. Au fost abordate proiecte de cercetare în colaborare, demonstrând astfel integrarea competențelor multidisciplinare în electronica de putere avansată. În plus, este subliniat rolul autorului în dezvoltarea curriculumului și îmbunătățirea programelor academice de studii, contribuind la creșterea calității educației ingineresti. Acest capitol subliniază aportul autorului atât în ceea ce privește inovarea în domeniul academic, cât și în cel științific.

Ultima parte este destinată unei prognoze a viitoarelor activități academice, profesionale și de cercetare, lucrarea încheindu-se cu o listă consistentă de referințe bibliografice.