

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

“Studiul compatibilității electromagnetice a sistemelor electronice cu consum mic de putere”

Autor: ing. Ștefan-Dan STOICA

Email: dstoica@actm.ro, tel. +40752140234

Conducător de doctorat: Prof. univ. dr. ing. Ioan NICOLAESCU

Lucrarea “Studiul compatibilității electromagnetice a sistemelor electronice cu consum mic de putere” prezintă principiile, rezultatele și contribuțiile privind două problematice esențiale de cercetare din domeniul Compatibilității Electromagnetice (CEM), în primul rând din perspectiva evaluării riscurilor generate de interferențele electromagnetice (EMI) asupra echipamentelor electronice cu consum redus de putere și, în al doilea rând, al metodelor și soluțiilor tehnice propuse pentru reducerea acestor interferențe, asigurând funcționarea corectă și conformă a dispozitivelor în cadrul ecosistemelor electronice moderne, inclusiv în aplicațiile IoT și 5G.

Teza de doctorat abordează problematica compatibilității electromagnetice (CEM) în contextul dispozitivelor electronice cu consum redus de putere, cu accent pe analiza și evaluarea interferențelor electromagnetice la nivelul plăcilor de circuit imprimat (PCB). În cadrul lucrării de cercetare au fost acoperite atât aspecte teoretice, cât și aplicații practice și experimentale.

În cadrul studiului sunt prezentate noțiunile fundamentale privind CEM, incluzând definiții și concepte generale. Se analizează în detaliu mecanismele de cuplaj electromagnetic în circuitele electronice, precum perturbațiile de mod comun și diferențial, cuplajele capacitiv, inductiv, radiativ și conductiv. Sunt evidențiate bune practici în proiectarea PCB-urilor pentru reducerea interferențelor intra și inter-sistem, cum ar fi separarea circuitelor de putere și semnal, utilizarea planurilor de masă și evitarea buclelor de masă.

Teza include o analiză a tehnologiilor și interfețelor utilizate în dispozitivele cu consum redus de putere. Se realizează o clasificare a sistemelor electronice bazată pe aplicații, protocoale de comunicație și caracteristici de consum energetic, evaluându-le din perspectiva CEM. Sunt identificate semnalele și sursele de interferențe electromagnetice la nivelul PCB în astfel de dispozitive și se propun tehnici și metode de reducere a acestora. Un studiu de caz ilustrează alegerea unui nod de senzori pentru un ecosistem IoT, prezentând o metodologie de evaluare a riscurilor EMI în faza de concept a proiectului.

În cadrul lucrării se explorează utilizarea aplicațiilor software specializate pentru analiza și tratarea problemelor CEM la nivel de PCB. Sunt prezentate aspecte teoretice privind metodele numerice în electromagnetism, incluzând metoda elementelor finite (FEM), metoda momentelor (MoM), metoda diferențelor finite în domeniul timp (FDTD) și altele. Aplicațiile de modelare și simulare numerică, precum Ansys HFSS și Matlab, sunt utilizate pentru a studia fenomenele de cuplaj electromagnetic și pentru a propune soluții de reducere a interferențelor.

Analiza la nivel de sistem, concentrată pe utilizarea aplicațiilor software pentru analiza și tratarea problemelor CEM la nivel de sistem, încheie sesiunea investigațiilor utilizând aplicații software specializate pentru evaluare CEM a echipamentelor cu consum redus de putere. Aceasta include simulări în Matlab pentru a analiza spectrul semnalelor investigate, raportul semnal-zgomot (SNR), precum și rezistența la EMI a acestor sisteme.

În cadrul studiului sunt prezentate și tehnici și metode de măsurare în analiza și tratarea problemelor de compatibilitate electromagnetică. Sunt detaliate fazele de dezvoltare și instrumentele de evaluare CEM, metodele de măsurare a emisiilor și imunității electromagnetice, precum și procedurile de testare pentru evaluarea conformității CEM.

Activitățile experimentale desfășurate în cadrul programului de cercetare constau în măsurători experimentale pentru evaluarea problemelor CEM la nivelul sistemelor electronice cu consum redus de putere. Rezultatele măsurătorilor în câmp apropiat și îndepărtat ale echipamentelor supuse testării sunt au fost analizate și interpretate din punct de vedere ale conformității cu cerințele CEM specifice.

Lucrarea contribuie la aprofundarea cunoașterii fenomenelor de interferență electromagnetică în dispozitivele cu consum redus de putere și propune metode eficiente de analiză și reducere a acestora. Prin îmbinarea aspectelor teoretice cu simulări numerice și măsurători experimentale, studiul oferă soluții practice pentru îmbunătățirea compatibilității electromagnetice la nivel de PCB și sistem, având implicații semnificative pentru industria electronică și a telecomunicațiilor.