



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

Domeniul fundamental: Științe Inginerești
Domeniul de specialitate: Inginerie Electrică

TEZĂ DE ABILITARE

- REZUMAT -

**Contribuții la eficientizarea energetică a sistemelor electrice și
electromagnetice: de la bioinginerie la clădiri inteligente**

Conf. dr. ing. ec. Mihaela CREȚU
Facultatea de Inginerie Electrică
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

- Cluj-Napoca -
2026

Introducere. Traseu profesional și activitate de cercetare

Teza sintetizează rezultatele a peste 22 de ani de activitate didactică și de cercetare ale autoarei, absolventă a Facultății de Inginerie Electrică a Universității Tehnice din Cluj-Napoca (UTCN), cu o dublă specializare (Electrotehnică Generală și, respectiv, Contabilitate și Informatică de Gestione, Universitatea Babeș-Bolyai) și cu un doctorat finalizat în 2012 pe tema stimulării magnetice funcționale a măduvei spinării.

Parcursul didactic, derulat în cadrul Departamentului de Electrotehnică și Măsurări, a evoluat constant - asistent (2008–2013), șef de lucrări (2013–2018), conferențiar (din 2018) - acoperind discipline precum Teoria Circuitelor Electrice, Teoria Câmpului Electromagnetic, Electrotehnică și Modelarea Numerică a Circuitelor Electrice.

Activitatea de cercetare s-a derulat în cadrul Centrului de Cercetare în Tranziție Energetică (ENTREC) – UTCN. Autoarea este director a 5 contracte de cercetare naționale și internaționale (printre care RENplusHOMES – Horizon Europe, grant 101103450, buget total 5,99 mil. EUR, 463.187 EUR pentru UTCN) și membră în 11 contracte internaționale de amploare, între care proiectele Horizon 2020/Europe RE-COGNITION (grant 815301), DR-BoB (grant 696114), EVELIXIA (grant 101123238), OLGA (grant 101036871) și SMePower Efficiency (grant 847132), la care se adaugă participarea în alte 13 proiecte naționale. Portofoliul s-a extins recent spre planificarea urbană inteligentă (COREspaces, Mobility Justice for All) și mobilitatea electrică (Ro-Green).

Rezultatele științifice cuprind peste 120 de lucrări publicate (37 indexate ISI, 22 în baze BDI), printre care articole în IET Renewable Power Generation (Q1), COMPEL, IEEE Transactions on Magnetics, Artificial Organs și Ceramics International (Q1, 2026), precum și șase cărți didactice/de cercetare, dintre care două în calitate de prim autor, inclusiv volume recente dedicate comunităților de energie.

Contribuțiile în proiectele de cercetare au fost recunoscute prin distincții europene (Best European Energy Service Project – Comisia Europeană, 2019; AEE Regional Award, 2018; Romanian Energy Award, 2015) și prin calitatea de membră IEEE, recenzor pentru reviste ISI (IET RPG, Energies, COMPEL, Sustainability ș.a.) și profesor invitat la University of Florida (2022).

Teza este structurată în șase capitole: Capitolul 1 prezintă parcursul profesional; Capitolele 2–5 detaliază contribuțiile științifice originale, de la modelarea electromagnetică fundamentală (Cap. 2), la flexibilitatea energetică și răspunsul la cerere (Cap. 3), la automatizarea cognitivă a acestei flexibilități prin surse regenerabile integrate (Cap. 4), până la proiectarea și renovarea integrată a clădirii spre statutul de clădire cu energie pozitivă (Cap. 5); Capitolul 6 prezintă planurile de evoluție a carierei.

Proiectarea și optimizarea energetică a bobinelor pentru stimularea magnetică a măduvei spinării

Cercetarea, realizată în perioada stagiului post-doctoral (Programul POSDRU/159/1.5/S/137516) și publicată în Artificial Organs (2015) și COMPEL (2015), a pornit de la constatarea experimentală că stimulatorul magnetic comercial Magstim Rapid² (bobină „figură de opt”) nu reușește să activeze direct tracturile neuronale din măduva spinării, ci doar nervii spinali adiacenți. Autoarea a modelat circuitul electric al stimulatorului (regim RLC serie, regimuri oscilant și aperiodic), a proiectat și calculat parametrii bobinei (geometrie, inductivitate, rezistență) și a analizat mai multe configurații alternative de distribuție a spirelor (disc și solenoidal, cu straturi axiale uniforme sau gradate), evaluând comparativ energia disipată, energia magnetică, încălzirea bobinei și tensiunea inițială necesară.

Rezultatele au arătat că distribuirea spirelor pe mai multe straturi axiale reduce cu 25–30% tensiunea inițială necesară activării măduvei spinării și cu peste 22%, respectiv 24%, energia consumată și încălzirea bobinei per puls, comparativ cu bobina comercială de tip disc, deschizând calea către un stimulator capabil de regim repetitiv, necesar reabilitării motorii. Metodologia dezvoltată aici (modelare numerică riguroasă, validare experimentală, optimizare cu constrângeri energetice multiple) constituie fundamentul metodologic transferat în capitolele următoare, dedicate managementului energetic al clădirilor.

Demand Response în ansambluri de clădiri — proiectul DR-BoB

În cadrul proiectului european DR-BoB (Horizon 2020, grant 696114), UTCN a fost pilotul demonstrativ pentru România, alături de piloți din Marea Britanie, Franța și Italia. Proiectul a urmărit reducerea cu până la 35% a cererii de energie electrică, reducerea cu până la 30% a vârfului de consum și implicarea a cel puțin 25% dintre ocupanți în reducerea consumului de energie. Autoarea a fost responsabil tehnic pentru implementarea celor trei scenarii de Demand Response la pilotul UTCN, pentru metodologia de calcul a indicatorilor-cheie de performanță (KPI, conform livrabilului D5.1) și pentru strategia de comunicare și implicare a utilizatorului.

Metodologia proprie de stabilire a nivelului de referință (baseline) a combinat modele ARIMA și metode de tip Local Energy Market, precum și tehnici de clustering (hărți Kohonen SOM) și day-matching, valorificate ulterior în articolul publicat în IET Renewable Power Generation (Q1). Evaluarea cantitativă la pilotul UTCN (comparație între Facultatea de Inginerie Electrică și Complexul de Natație) a arătat o economie de energie primară de 1,257 GWh/an, cea mai ridicată dintre cele patru site-uri pilot ale consorțiului, o Rată Internă de Rentabilitate de peste 20% și o perioadă de recuperare a investiției de 4,5 ani, demonstrând fezabilitatea tehnică și economică a soluției chiar în absența unei piețe naționale de servicii de flexibilitate. Experiența privind comunicarea și implicarea ocupanților a rămas un reper metodologic pentru proiectele ulterioare, RE-COGNITION, RENplusHOMES și EVELIXIA.

Algoritmi de optimizare și prognoză pentru managementul energetic-proiectul RE-COGNITION

În cadrul proiectului Horizon 2020 RE-COGNITION (grant 815301), autoarea a contribuit pe trei direcții: fundamentarea matematică și validarea experimentală a algoritmilor de prognoză și optimizare; dezvoltarea a două tehnologii-cheie ale platformei: ACEME (Automated Cognitive Energy Management Engine), arhitectură multi-agent bazată pe un model de optimizare de tip MILP pentru dispecerizarea energetică (Optimal Dispatch

Agent), și BE-PLATO (Building Energy-Planning Tool for Optimal Solutions), instrument de planificare pentru dimensionarea optimă a instalațiilor cu surse regenerabile, cu model economic (NPV, PBP, LCC) și algoritm de optimizare COBYLA; și coordonarea validării experimentale și a strategiei de comunicare cu utilizatorii.

Algoritmii de prognoză a consumului și a producției fotovoltaice au fost selectați și validați comparativ dintr-un set ce a inclus ARIMA, MILP, XGBoost, LightGBM, CatBoost și LSTM. Soluția a fost implementată la pilotul demonstrativ UTCN, Complexul de Natație, prin instalarea unui sistem fotovoltaic integrat în clădire (BIPV) și a unei stații de încărcare pentru vehicule electrice (EV), și validată atât pe o platformă test-bed de laborator (scalare temporală 1:6), cât și în condiții reale de exploatare, pe o perioadă de două luni, incluzând un scenariu de adaptabilitate la evenimente neprevăzute și un scenariu de management al încărcării vehiculului electric.

Rezultatele confirmă fezabilitatea tehnică a soluției și constituie o bază pentru extinderea abordării la nivelul unor ansambluri de clădiri și pentru integrarea cu piețele de flexibilitate energetică.

Tranziția spre clădiri pozitive energetic - proiectul RENplusHOMES

În proiectul Horizon Europe RENplusHOMES (grant 101103450), autoarea este director de proiect din partea UTCN, responsabilă de unul dintre cele patru site-uri demonstrative ale consorțiului. Pilotul UTCN este un cămin studentesc din campusul Măraști, cu o suprafață de 8.054 m² și 240 de camere. Capitolul descrie clădirea de referință (încălzire pe gaz natural, apă caldă menajeră), scenariul de renovare propus, soluția de Perete Geotermal (Geothermal Wall) și un sistem fotovoltaic integrat în clădire (BIPV) cu celule reciclate, și rezultatele simulărilor energetice dinamice.

Scenariul de renovare, la scara demonstrată, generează o reducere de 7,06% a consumului de energie primară pe întregul ciclu de viață, o diminuare de 6,28% a emisiilor de gaze cu efect de seră și o scădere de 6,57% a costurilor totale pe ciclul de viață. Capitolul include, de asemenea, evaluarea amprentei pentru statutul de clădire cu „energie pozitivă”, traiectoria de extindere a capacității din surse regenerabile la nivelul întregii clădiri și un scenariu tehnic de dimensionare NetZero/Positive Energy pentru campusul Măraști, alături de măsurile prioritare recomandate.

Ca director de proiect, autoarea a coordonat achiziția și validarea datelor, calibrarea modelelor de simulare, reprezentarea instituțională în consorțiu și fundamentarea strategiei de extindere înaintate conducerii UTCN.

Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei

Planul de dezvoltare profesională este structurat pe trei orizonturi de timp: termen scurt (1–3 ani): finalizarea și valorificarea proiectelor Horizon Europe în derulare și actualizarea materialelor didactice; termen mediu (3–5 ani): obținerea calității de conducător de doctorat, coordonarea de noi proiecte de cercetare și consolidarea colaborărilor internaționale; termen lung (5–10 ani): dezvoltarea unei direcții de cercetare proprii, recunoscută național și internațional, la interfața dintre eficiența energetică a clădirilor, integrarea surselor regenerabile și comunitățile energetice inteligente.

Direcțiile viitoare de cercetare vizează: modelarea energetică avansată a clădirilor cu tehnici de inteligență artificială; mobilitatea electrică și integrarea Vehicle-to-Grid (V2G); stocarea termică a energiei prin materiale cu schimbare de fază (PCM); monitorizarea IoT și platformele de tip digital twin pentru clădiri; comunitățile de energie și cadrul de

reglementare; planificarea urbană inteligentă și mobilitatea sustenabilă și dezvoltarea de instrumente software proprii.

Planurile complementare privesc: modernizarea materialelor didactice și internaționalizarea ofertei de curs; atragerea de finanțare prin proiecte de cercetare și formarea tinerilor cercetători, în paralel cu obținerea calității de conducător de doctorat; diseminarea rezultatelor și extinderea colaborărilor internaționale; și implicarea instituțională prin Centrul de Cercetare ENTREC, structurile de conducere academică și transferul tehnologic către mediul socio-economic.

Concluzii

Teza de abilitare conturează un parcurs coerent și cumulativ, de la fundamentele electrotehnice ale modelării numerice aplicate bioingineriei, la managementul flexibilității energetice a clădirilor prin proiecte europene de amploare (DR-BoB, RE-COGNITION, RENplusHOMES), evidențiind atât contribuțiile științifice originale, algoritmi de prognoză și optimizare, metodologii de calcul al indicatorilor de performanță, modele de renovare energetică, validate experimental, cât și capacitatea autoarei de a coordona echipe și proiecte internaționale de cercetare, cu rezultate aplicate direct la site-urile pilot ale Universității Tehnice din Cluj-Napoca.