



Domeniul fundamental Științe inginerești  
Domeniul de specialitate Ingineria Sistemelor

# **TEZĂ DE ABILITARE**

## **- REZUMAT -**

**Cross-domain research in systems engineering as innovation driver  
for the development of future technologies**

**Conf. Dr. Ing. Ionuț MUNTEAN**  
**Facultatea de Automatică și Calculatoare**  
**Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca**

**- Cluj-Napoca -**  
**2024**

Teza de abilitare începe cu o evidențiere a principalelor transformări ale peisajului cercetării academice și industriale, influențate în principal de progresul tehnologic, programele de finanțare și cooperarea dintre industrie și mediul academic, în ultimii ani. Acești factori au remodelat majoritatea domeniilor de cercetare, în special cele 3 domenii de cercetare în care am contribuit: Controlul proceselor; Mecatronică, electrificarea și monitorizarea mediului; Mobilitate automatizată, subliniind rolul esențial al inovării tehnologice în rezolvarea problemelor globale.

Teza de abilitare intitulată *Cross-domain research in systems engineering as innovation driver for the development of future technologies* prezintă rezultatele cercetării, în aceste trei domenii, obținute după acordarea titlului de doctor în 2011.

Capitolul 1 prezintă rezultatele științifice publicate în Process control, concentrându-se pe trei domenii: procesele de distilare, cuptorul cu vatră rotativă și instalațiile de tratare a apelor reziduale. Procesele chimice sunt încă reticente față de implementarea controlului avansat al proceselor, prin urmare comunitatea de cercetare trebuie să furnizeze instrumente și rezultate de succes care pot înclina balanța către un nou control avansat. Cercetările mele s-au axat pe controlul la nivelul întregii instalații, o schemă de control pe mai multe straturi, cu aplicații la două aplicații de distilare: Acetonă-cloroform-benzen-toluen și o coloană de îmbogățire izotopică cu  $^{13}\text{C}$ . De la modelarea de prim principiu la algoritmi de control MPC, rezultatele demonstrează avantajul acestei abordări. Un alt domeniu de interes este cuptorul cu vatră rotativă utilizat în producția de țevi fără sudură. Aici au fost dezvoltate un model intern de control pentru brațul robotic acționat hidraulic și controlul vitezei motorului cu curent continuu, iar eficiența lor a fost dovedită prin simulare. Pentru instalațiile de tratare a apelor reziduale, prezentăm faptul că, utilizând un model de prim principiu de fidelitate medie și efectuând o analiză RGA, se poate dezvolta cu ușurință o strategie de control descentralizată utilizând controlere PI și se poate testa înainte de implementare, strategia de control oferind rezultate bune în ceea ce privește respingerea perturbațiilor și urmărirea traiectoriei.

Capitolul 2 prezintă rezultatele științifice publicate în domeniul mecatronicii, electrificării și monitorizării mediului. Cercetările s-au axat pe telegestiunea sistemelor mecatronice, electrificarea și monitorizarea mediului și eficiența energetică. Este prezentată o arhitectură pentru gestionarea de la distanță a sistemelor mecatronice care va permite utilizatorilor să profite de potențialul cloud computing, precum și o analiză a soluțiilor Software as a Service disponibile pe piață, soluții care pot fi integrate în gestionarea de la distanță. O evoluție interesantă a fost crearea de laboratoare la distanță în cloud. Cursanții pot accesa astfel de laboratoare pentru a-și sprijini învățarea practică a mecatronicii fără a fi nevoie să înființeze laboratoare în propriile instituții. Infrastructura cloud permite reunirea virtuală a mai multor laboratoare pentru a crea un ecosistem pentru educatori și cursanți.

Electrificarea aduce multe provocări suplimentare, în special în ceea ce privește partea ecologică. Ne confruntăm cu această parte printr-o analiză aprofundată a principalelor părți ale unei mașini electrice/hibride și a procesului de reciclare a acestora, inclusiv, de asemenea, refabricarea deșeurilor de echipamente electrice și electronice (DEEE). Pentru monitorizarea mediului, cercetarea s-a axat pe o soluție completă care permite monitorizarea parametrilor de mediu, cum ar fi compușii organici volatili, temperatura, umiditatea relativă, presiunea și nivelurile de intensitate sonoră atât în spațiile interioare, cât și în cele exterioare. Soluția prezentată cuprinde senzori wireless cu costuri reduse, ușor de implementat și o aplicație cloud pentru gestionarea acestora și pentru stocarea și vizualizarea datelor înregistrate. Monitorizarea parametrilor mediului interior este o condiție prealabilă pentru sprijinirea creșterii eficienței energetice în clădirile de birouri prin intermediul sistemelor avansate de

automatizare a clădirilor (BAS). Acești parametri ambianți sunt obligatorii în sistemele de control de nivel superior care sporesc bunăstarea, reducând în același timp consumul de energie. Funcționarea și rezultatele soluției complete au fost dovedite în cadrul unui spațiu de birouri. Acest domeniu este acoperit de două contracte internaționale de cercetare (unul Chips JU privind electronica de putere și unul Horizon Europe privind sistemele de gestionare a bateriilor) care sunt în prezent în curs de implementare.

Capitolul 3 prezintă rezultatele științifice obținute în cadrul Smart Mobility. Cercetarea s-a axat pe controlul vehiculului, unde un proiect de control avansat încearcă să depășească dinamica neliniară și incertitudinile caracteristice ale sistemului antiblocare a frânelor (ABS) prin luarea lor în considerare în etapa de proiectare a controlerului. Eficacitatea soluției propuse este testată mai întâi pe un model matematic neliniar de sfert de mașină în mediul Matlab/Simulink și apoi pe o configurație de laborator care oferă rezultate bune de frânare, îmbunătățind siguranța activă a vehiculului în condiții de frânare grea. Pentru dezvoltarea competențelor tehnice, am dezvoltat Bosch Future Mobility Challenge, o platformă tehnică hardware și software sub forma unei provocări studențești internaționale care oferă absolvenților posibilitatea de a-și adapta sau dezvolta proprii algoritmi de vehicule automatizate la scara 1/10 și de a-și demonstra rezultatele în cadrul unor scenarii reale. Două contracte de cercetare în curs de implementare legate de domeniu sunt prezentate împreună cu obiectivul lor de cercetare [un proiect important de interes european comun în domeniul microelectronicii și tehnologiilor de comunicare (IPCEI ME/CT) privind soluțiile de mobilitate inteligentă și un proiect național de reziliență și recuperare (PNRR) privind soluții pentru orașe inteligente și neutre din punct de vedere climatic].

Pentru a sublinia legătura strânsă dintre partea didactică și cea de cercetare și necesitatea de a împărtăși studenților rezultatele cercetării, fiecare dintre capitolele 1-3 include și o secțiune dedicată inițiativelor academice și științifice, în care sunt prezentate cursurile pe care le predau, legate de domeniu. Conferințele științifice la care am făcut parte din comitetul științific sunt, de asemenea, prezentate în cadrul fiecărei secțiuni.

Capitolul 4 prezintă planurile de evoluție și dezvoltare a carierei, în timp ce teza se încheie cu capitolul 5, care prezintă concluziile finale.