

REZUMAT

al tezei de abilitare cu titlul

Cercetări privind analiza și optimizarea regimurilor de funcționare a rețelelor pentru transportul și distribuția energiei electrice

autor: conf.dr.ing Adrian Pană

Teza de abilitare relevă capacitățile și performanțele didactice și de cercetare ale candidatului dr.ing. **Adrian Pană**, care ocupă în prezent o funcție didactică de conferențiar universitar în statul de funcționari al Departamentului de Electroenergetică al Universității Politehnica Timișoara, dezvoltată după susținerea publică a tezei de doctorat, până în prezent.

Atât componenta didactică a activității candidatului cât și cea de cercetare s-au desfășurat în cadrul a două domenii strâns legate, mai precis cel al rețelelor pentru transportul și distribuția energiei electrice respectiv cel al calității energiei electrice, domenii de importanță majoră aparținând unui domeniu integrator, ce poartă denumirea generică de *electroenergetică*.

În aproape 30 de ani de **activitate didactică** neîntreruptă în cadrul aceluiași departament, candidatul și-a dezvoltat capacitățile și performanțele didactice, desfășurând toate tipurile de activități: seminar, laborator, proiect, curs, îndrumare la elaborarea de lucrări de diplomă și disertație etc., urcând scara ierarhică a funcțiilor didactice. A contribuit la dezvoltarea de lucrări didactice, fiind autor principal la două manuale universitare și două îndrumătoare pentru lucrări aplicative.

Prezentarea capacităților și performanțelor obținute în **activitatea de cercetare** a candidatului ocupă cea mai mare parte a conținutului tezei de abilitare. Astfel, în capitolul introductiv autorul expune pe scurt subiectele principale abordate și rezultatele obținute pe parcursul celor 30 de ani, cu trimitere la lista referințelor bibliografice. Așa cum se poate anticipa din titlul tezei de abilitare, aceste subiecte sunt dedicate analizei și optimizării regimurilor de funcționare a rețelelor pentru transportul și distribuția energiei electrice, cea mai mare parte a lor încadrându-se în același timp în aria tematică a domeniului calității energiei electrice.

Prezentarea generală introductivă este urmată de o expunere într-un format extins, a celor mai importante rezultate ale activității de cercetare a candidatului, obținute pe subiectele de cercetare definite ca fiind reprezentative. Acestea au fost grupate în **patru direcții tematice de importanță majoră**, după cum urmează:

- 1. Transfigurarea rețelelor electrice de distribuție.** Autorul prezintă câteva metode originale de echivalare a rețelelor de distribuție arborescente, pe care le propune ca instrumente eficiente destinate optimizării regimului normal de funcționare prin minimizarea pierderilor de putere și energie activă (consumului propriu tehnologic) respectiv prin optimizarea valorilor efective ale tensiunilor în nodurile consumatoare;
- 2. Echilibrarea sarcinilor rețelelor electrice de distribuție trifazate prin compensare reactivă transversală dezechilibrată.** Cea mai importantă realizare originală a autorului pe această direcție tematică este demonstrarea matematică a mecanismului energetic al echilibrării sarcinilor active dezechilibrate prin compensare reactivă dezechilibrată. Conform acesteia, un compensator trifazat conținând numai elemente reactive pasive de circuit, în conexiune delta, determină o redistribuire a puterilor active între faze, astfel că un astfel de compensator poate fi dimensionat pentru a realiza echilibrarea perfectă a unei sarcini dezechilibrate. De asemenea, o contribuție originală majoră a autorului o constituie elaborarea modelului matematic al dimensionării și funcționării unui compensator capacitiv dezechilibrat, care, pe lângă funcția de îmbunătățire a factorului de putere al sarcinii (prin compensarea componentelor reactive inductive ale curenților de secvență pozitivă), îndeplinește și funcția de echilibrare a sarcinii (prin compensarea, totală sau parțială, a componentelor de secvență negativă și zero). Autorul aduce argumente solide în favoarea implementării în rețelele electrice de distribuție a echipamentelor de tip ABCC (*Adaptive Balancing Capacitive Compensator*), ca variantă de compensator variabil automat de putere reactivă, construit cu echipamente de comutație statică (SVC – *Static VAR Compensator*). Se menționează de asemenea că autorul

a fost directorul unui grant de cercetare câștigat prin competiție națională, destinat finanțării de activități de cercetare industrială, având ca scop tocmai construirea unui model experimental pentru un compensator de tip ABCC. Rezultatele principale obținute prin derularea acestui proiect au fost: depunerea unei cereri de brevet de invenție, aflată în prezent în fază avansată de validare, respectiv construirea unui model experimental funcțional de ABCC, având la bază modelul matematic perfecționat de către echipa de cercetare coordonată de conf.dr.ing. Adrian Pană.

3. Evaluarea nesimetriilor de impedanță în rețelele electrice trifazate și a efectelor acestora. Această direcție tematică a fost inițiată ca urmare a solicitărilor venite din partea specialiștilor din domeniu, care au sesizat în mai multe rânduri, un fenomen în aparență paradoxal, care se manifestă vizibil la liniile electrice aeriene netranspuse, funcționând în regim de mers în gol. Acest fenomen, constând în refularea de către o astfel de linie, pe una sau două faze, a unor puteri active de valori relativ mari, a fost explicată de către autor într-o serie de lucrări, folosind o modelare matematică în componente de fază, prin nesimetria capacităților echivalente naturale ale liniei, rezultată din nesimetria geometrică, ce determină o redistribuire a puterilor active între fazele liniei. Corectitudinea modelului matematic a fost confirmată prin determinări experimentale iar rezultatele obținute se constituie într-o contribuție originală importantă a autorului la modelarea fenomenelor din instalațiile reale pentru transportul și distribuția energiei electrice.

4. Evaluarea impedanțelor armonice în rețelele electrice poluate armonic și a efectelor acestora:

4.1. *Utilizarea impedanței armonice a rețelei la studiul compensării capacitive transversale în prezența regimului nesinusoidal.* Una dintre cele mai importante aplicații ce implică o evaluare corectă a impedanței armonice echivalente văzută într-un nod consumator al unei rețele electrice funcționând în regim nesinusoidal, o constituie verificarea cu anticipație a producerii unei rezonanțe paralel, în cazul instalării unei baterii de condensatoare pentru compensare capacitivă transversală. Autorul prezintă într-o manieră originală, cu un pronunțat caracter didactic, modelul matematic și rezultatele numerice ale unor studii de caz aferente acestuia, pentru dimensionarea corectă a instalațiilor de compensare-filtrare.

4.2. *Determinarea analitică și numerică a impedanței armonice văzute în nodurile unei rețele electrice de distribuție.* Evaluarea impedanțelor armonice în rețelele electrice reale este o problemă pe cât de importantă pe atât de complexă și dificilă. O categorie importantă de metode se înscriu în categoria metodelor analitice. Autorul a desfășurat cercetări în acest domeniu, rezultatele cele mai importante constând în aplicarea în studii de caz a modelelor matematice pentru două dintre metodele analitice: metoda matricei admitanțelor armonice nodale respectiv metoda matricei variabilelor de stare. Dintre acestea, cea de a doua poate fi considerată ca fiind o metodă neconvențională, a cărei utilizare este cunoscută de obicei ca aparținând domeniilor de studiu al sistemelor automate. Aplicarea ei pentru determinarea frecvențelor de rezonanță serie și paralel dintr-o rețea electrică de curent alternativ este un demers original, iar corectitudinea rezultatelor obținute este validată prin compararea cu rezultatele obținute prin metoda clasică a matricei admitanțelor armonice nodale

4.3. *Determinarea analitică și numerică a impedanței armonice văzute în secțiunile unei linii electrice trifazate.* Corectitudinea rezultatelor obținute prin aplicarea metodelor analitice depinde de corectitudinea modelării armonice a sarcinilor și a elementelor componente ale rețelei. Una dintre problemele ce au avut o rezolvare originală de către autor, este cea a modelării liniilor electrice lungi, care au o caracteristică diferită de a celorlalte elemente, constând în distribuția uniformă de-a lungul liniei a impedanțelor echivalente longitudinale și transversale. Autorul prezintă într-o serie de articole, rezultatele aplicării unei metode originale de calcul a impedanței armonice văzute într-o secțiune oarecare a unei linii electrice lungi, bazată pe calculul impedanțelor de intrare ale cuadripolilor echivalenți formați de o parte și de alta a secțiunii respective.

4.4. *Determinarea experimentală a impedanței armonice văzute în nodurile unei rețele electrice de distribuție.* O altă dificultate majoră, pe lângă cea amintită anterior, ce face foarte dificilă aplicarea unei metode analitice de estimare a impedanței armonice a unei rețele, o constituie numărul foarte mare de elemente componente, respectiv de sarcini. De aceea eforturile cercetătorilor s-au orientat spre găsirea unor metode de determinare care să utilizeze datele măsurate în rețeaua reală. Autorul a abordat în cercetările sale și această temă, la care a adus contribuții originale prin propunerea unei metode rezultate ca o combinație între metoda variației și o procedură de selecție a datelor măsurate. Metoda a fost implementată într-un instrument virtual construit cu tehnologie National Instruments, care a fost aplicat în condiții reale și ale cărui rezultate sunt foarte promițătoare.

O altă componentă a activității de cercetare a autorului o constituie participarea la rezolvarea a peste 20 de granturi de cercetare câștigate în competiții naționale, contracte de cercetare sau consultanță cu companii de profil energetic sau granturi de formare profesională, la șase dintre acestea fiind director de proiect. Conform clasificării impuse în prezent, din totalul acestor lucrări, **7** sunt contracte de cercetare/consultanță cu valoare de minim 2000 € (din care la **3** autorul a fost director de proiect) și **6** sunt granturi/proiecte naționale câștigate prin competiție (din care la **două** autorul a fost director de proiect).

Rezultatele activității de cercetare a candidatului au fost aduse la cunoștința specialiștilor și comunității academice și științifice naționale și internaționale, prin articole publicate în reviste sau în volumele de lucrări ale conferințelor. Pentru perioada la care se referă teza de abilitare, candidatul a publicat un număr total de **81** de articole, din care, la **36** de articole este prim-autor sau autor principal. Distribuția pe categorii de publicații a acestor lucrări este după cum urmează:

- **4** în reviste indexate în baza de date ISI (*Institute for Scientific Information*);
- **2** în reviste indexate în alte baze de date internaționale (BDI);
- **16** în reviste neindexate în BDI;
- **19** la conferințe internaționale indexate în baza de date ISI;
- **5** la conferințe internaționale indexate în alte BDI;
- **21** la conferințe internaționale neindexate în BDI;
- **14** la conferințe naționale neindexate în BDI.

De asemenea, candidatul este autor principal la două tratate, două monografii și două capitole în cărți de specialitate, acestea din urmă fiind publicate la edituri din străinătate.

Teza de abilitare include un capitol final în care autorul stabilește direcțiile viitoare de acțiune și de dezvoltare a carierei academice, științifice și profesionale, în domeniul său de specialitate. În domeniul didactic candidatul intenționează să își continue modul de acțiune actual, în sensul actualizării permanente a conținutului cursurilor și a activităților aplicative, respectiv al unui mod de lucru interactiv cu studenții, în care locul principal îl are experimentul, care să fie efectuat, atât cât este posibil, în instalații reale. Activitatea științifică va avea la bază, ca și până acum, lucrul într-o echipă formată din seniori, din mediul academic și industrial, deținători de cunoaștere, dar și din tineri, deținători de energie creatoare. Vor fi continuate direcțiile de cercetare actuale și desigur vor fi inițiate direcții noi, în conformitate cu direcțiile și cerințele mediului economic, la care activitatea de cercetare trebuie să fie conectată în mod obligatoriu.