

REZUMATUL TEZEI

CERCETĂRI PRIVIND CREȘTEREA RANDAMENTULUI INSTALAȚIILOR ELECTRICE FOTOVOLTAICE

Ing. Ioan Sorin Rancov

Obiectivul principal al acestei lucrări constă în conceperea unor sisteme moderne destinate automatizării, monitorizării și dispecerizării activităților de conversie a energiei fotovoltaice, care să conducă la o mai bună funcționare a ansamblului, la o cunoaștere corectă a cantităților de energie vehiculate și nu în ultimul rând, la asigurarea unui randament sporit al întregii centrale fotovoltaice.

Se are în vedere creșterea fiabilității întregului ansamblu care concură la buna desfășurare a activității de producere a energiei electrice, nu numai contorizarea puterilor și energiilor vehiculate. Începând de la măsurarea radiației solare, dispunerea și alegerea panourilor, a invertoarelor și terminând cu conceperea unei instalații electrice performantă și a unui sistem SCADA eficient, lucrarea demonstrează că există numeroase oportunități de eficientizare a funcționării centralelor fotovoltaice.

Aplicarea acestor sisteme trebuie să conducă la rezultate imediate concretizate în creșterea randamentului centralei fotovoltaice și identificarea rapidă și eficientă a defecțiunilor sau a pierderilor. Aspectul economic este cel esențial, chiar dacă la început o astfel de investiție înseamnă niște costuri importante, ea se amortizează în timp scurt datorită creșterii randamentului activității în ansamblu. Sistemul SCADA realizat poate aduce chiar economii de peste 100.000 Euro pe ansamblul investiției.

Întrebarea centrală la care se încearcă a se găsi un răspuns în paginile acestei teze este: "Ce trebuie făcut pentru a eficientiza activitatea de producere a energiei din surse fotovoltaice, în contextul menținerii tehnologiei actuale?".

Întregul demers teoretic și aplicativ este subordonat acestui imperativ și este realizat din perspectiva celui care concepe sistemul de automatizare, dar în directă legătură cu beneficiarul acestuia.

S-a încercat a se evita o separare clară între conținutul teoretic și cel aplicativ, în scopul de a evidenția interdependența dintre cele două. Fiecare capitol al tezei a fost gândit ca să ofere, alături de un breviar teoretic și rezultatele cercetării aplicative în domeniu.

Problematica abordată, atât prin aspectele teoretice cât și prin cele aplicative, este subordonată următoarelor obiective majore:

- Formularea problemelor care intervin în funcționarea centralelor fotovoltaice;
- Determinarea principalilor parametri externi care intervin în funcționarea unei centrale fotovoltaice;
- Analiza modului în care se măsoară acești parametri;
- Sinteza bibliografică a principalelor tipuri de echipamente întâlnite în centralele fotovoltaice;
- Alegerea metodelor și mijloacelor de conversie a energiei;
- Exemplificarea unor soluții tehnice originale destinate alegerii și amplasării panourilor fotovoltaice;
- Caracterizarea performanțelor unor soluții de construcție;
- Identificarea funcțiilor și a structurii unui dispecerat pentru centrala fotovoltaică;
- Implementarea unui sistem integrat de automatizare, măsură și control a funcționării centralei fotovoltaice;
- Descrierea structurii și a configurației hardware a unui dispecerat automatizat;
- Conceperea bazelor de date cu care operează software-ul implementat într-un sistem complex de automatizare măsură și control a funcționării centralei fotovoltaice;
- Filtrarea informațiilor obținute din proces, prin utilizarea unor algoritmi performanți;
- Elaborarea unui software performant care să opereze cu acești algoritmi, în scopul creării unui dialog eficient și simplu între operatorul uman și sistemul propriu-zis;
- Optimizarea informațiilor culese din proces și a sistemului în ansamblu;
- Creșterea eficienței prelucrării informației;
- Prezentarea unei aplicații concrete, care vizează astfel de sisteme de automatizare, măsură și control, concepută de către autor și implementată în cazul centralei fotovoltaice din Comuna Giroc, județul Timiș;
- Propunerea unor soluții tehnice originale vizând domeniul instalațiilor electrice din centralele fotovoltaice;
- Evidențierea aspectelor economice care decurg din implementarea acestor rezultate ale cercetării aplicative;
- Expunerea unor rezultate obținute în urma implementării acestor sisteme în cazul centralei fotovoltaice Giroc;

- Stabilirea unui algoritm de proiectare a unor echipamente de protecție împotriva supratensiunilor, bazate pe varistoare cu oxizi metalici, destinate exclusiv rețelei de joasă tensiune din centrala fotovoltaică;
- Determinarea unor posibile direcții de continuare a cercetării aplicative în domeniu, direcții justificate în primul rând de considerente economice.

În structurarea lucrării s-a urmărit expunerea clară a fiecărei probleme, înșiruirea logică, și, nu în ultimul rând trecerea gradată de la simplu la complex, respectiv divergența și convergența ideilor.

Fiecare capitol se încheie cu un subcapitol destinat concluziilor specifice precum și cu un subcapitol care evidențiază contribuțiile personale și, după caz originale, ale autorului.

Capitolul I detaliază structura generală a tezei de doctorat, obiectivele generale, obiectivele specifice, precum și oportunitatea acestora. Acestea sunt prezentate pe scurt, pentru fiecare capitol în parte.

Capitolul II descrie stadiul actual al preocupărilor pe plan mondial și național din domeniul conversiei energiei solare în energie electrică, insistându-se asupra cadrului legislativ, uneori nestimulativ, a dificultăților legate de infrastructură, sau a unor aspecte tehnice care aduc limitări dezvoltării acestui sector. Se remarcă analiza obiectivă și concluziile pertinente ale autorului.

Capitolul III este rezervat unei cercetări esențiale, anume pornind de la datele climatice disponibile din diferite surse, se verifică, prin măsurători directe, fezabilitatea amplasării unei stații de panouri fotovoltaice (centrală) în perimetrul Comunei Giroc. Trebuie evidențiate măsurătorile efectuate, precum și prelucrarea statistică și interpretarea datelor, care corespund în mare parte cu informațiile obținute în prealabil, demonstrând posibilitatea amplasării acestei stații în locația stabilită.

Capitolul IV detaliază principiile conversiei fotovoltaice, structura panourilor solare care urmează a fi integrate, precum și modul de orientare/înclinare și dispunere a acestora (care au o poziționare și o orientare fixă, fără reglaje și ajustări ulterioare), calculul fiind făcut pe baza unor algoritmi proprii.

În Capitolul V se face o prezentare a stației (centralei) de panouri fotovoltaice din comuna Giroc, pornind de la amplasarea fizică, terminând cu elementele de proiectare electrică utilizate în construcție. Se menționează originalitatea soluției de montare a invertoarelor, care reduce costurile întregului echipament, precum și preocuparea pentru siguranța în exploatare a întregii instalații. Este surprinsă modalitatea originală de dimensionare a rețelei electrice și de alegere a aparatajului de comutație, comandă și protecție, în special utilizarea unor module de protecție împotriva supratensiunilor la nivelul întregii centrale, într-o arhitectură originală. Foarte puține centrale de panouri fotovoltaice dispun de echipamente de protecție împotriva supratensiunilor, dată fiind complexitatea acestor echipamente, prețul și dificultatea alegerii unor soluții eficiente.

Capitolul VI începe cu unele noțiuni legate de urmărirea și conducerea proceselor tehnologice, cu aplicabilitate la domeniul centralelor fotovoltaice, dar, în primul rând, prezintă arhitectura hardware a sistemului SCADA care urmează a fi implementat la beneficiar. Se insistă asupra componentelor hardware, a protocoalelor de comunicare, a interfețelor și, nu în ultimul rând, asupra mărimilor și traductorilor aferenți. Se pune accentul și pe legăturile dintre partea electrică a instalației și partea de sistem SCADA care urmează a fi implementată.

Capitolul VII este dedicat studiului în detaliu al sistemelor SCADA și expert care urmează să opereze în această centrală. Chiar dacă este vorba de o aplicație dedicată, rezultatele, concluziile și soluțiile pot fi aplicate și în exploatarea unor alte centrale electrice sau termoelectrice. Este importantă detalierea arhitecturii hardware care este în totalitate originală, la fel ca și componenta software și de interfațare cu utilizatorul. Conceperea unui mod eficient de interfațare om - mașină este unul din obiectivele declarate ale întregului demers. Acest capitol conține și o parte din secvențele de program utilizate pentru conceperea acestei interfețe, din punct de vedere al aplicației software care rulează în sistem.

În Capitolul VIII este elaborat un set amplu de concluzii cu privire la oportunitatea dezvoltării acestui proiect, sunt scoase în evidență, încă o dată, contribuțiile originale ale autorului, precum și perspectivele continuării studiului și valorificării acestuia în situația unor alte stații similare.

Această teză este rezultatul preocupărilor autorului, vizând domeniul îmbunătățirii performanțelor centralelor solare, realizând, ca subcontractor, numeroase proiecte de centrale fotovoltaice, atât în județul Timiș, cât și în județul Arad. Autorul s-a implicat direct și în alegerea aparaturii, echipamentelor de măsură, protecție și control pentru numeroase astfel de sisteme pe tot parcursul acestor ani.

Centrala fotovoltaică din comuna Giroc, care este unul dintre cele mai noi asemenea investiții, este un exemplu de astfel de obiectiv în materializarea căruia autorul a adus o contribuție determinantă, încă de la etapa de studiu de fezabilitate, măsurători, terminând cu supravegherea lucrărilor, testarea și punerea în funcțiune. Gradul de implicare este major, reflectat în toate etapele materializării centralei.

Prezenta teză reflectă și unele preocupări actuale ale dezvoltatorilor de parcuri fotovoltaice (privați, publici sau public-privați) privind implementarea unor sisteme eficiente de producere și gestiune a energiei, cererea de asemenea sisteme automatizate fiind în continuă creștere. Beneficiarii acestor sisteme contribuie activ la materializarea soluțiilor tehnice propuse, atât prin definirea problemelor cât și prin sprijinul acordat în asimilarea acestora și nu în ultimul rând prin observațiile și sugestiile privind comportamentul în exploatare al ansamblului. Finalitatea practică și

justificarea economică este scopul fundamental al oricărei cercetări aplicative, deci și a întregului demers al acestei lucrări.

Lucrarea de față se înscrie și în rândul preocupărilor actuale ale specialiștilor de la Departamentul de ELectroenergetică al Facultății de Electrotehnică și Electroenergetică din cadrul Universității POLITEHNICA Timișoara, vizând îmbunătățirea randamentelor proceselor de conversie a energiei, în general, măsurarea cât mai exactă a energiei electrice produsă și vehiculată și nu în ultimul rând automatizarea proceselor energetice în ansamblul lor.

Fiecare capitol are în încheiere un subcapitol care detaliază principalele concluzii și contribuții specifice capitolului respectiv. Cele mai importante dintre ele se voi enumera mai jos:

- Legislația în domeniul centralelor fotovoltaice este, pentru moment, ușor nestimulativă, ca urmare a reducerii numărului de certificate verzi și a necesității scoaterii din circuitul agricol a suprafețelor aferente centralelor solare;
- Necesitatea efectuării unor măsurători privind radiația solară, înainte de a demara investiția propriu-zisă, pentru a putea calcula realist indicatorii economici și de amortizare ai investiției;
- Chiar dacă astăzi costul instalațiilor fotovoltaice pentru obținerea energiei electrice este ridicat, datorită faptului că sursa lor energetică este permanentă, necostisitoare și nepoluantă, obținerea energiei electrice cu ajutorul celulelor fotovoltaice are, în continuare, o șansă în viitor;
- Alegerea unor panouri fotovoltaice se va face exclusiv pe criterii preț-calitate, randamentul acestora putând fi corectat prin creșterea suprafeței totale sau îmbunătățirea randamentului general al centralei;
- Tehnologia panourilor fotovoltaice, deși a ajuns la un nivel de saturație, mai poate fi îmbunătățită, dar, din punct de vedere al utilizatorului, numai gestiunea eficientă a energiei produse poate aduce avantaje reale;
- Fiabilitatea instalațiilor nu este, în general, luată în calcul în realizarea unor astfel de investiții;
- Existența unor soluții tehnice destinate instalațiilor de măsură și control având grad mare de complexitate, care rezultă și din numărul mare de variante constructive posibile pentru traductorii de curent, tensiune, putere, energie, impedanță, etc.;
- Lipsa unui "algorithm" general valabil, pentru alegerea soluției tehnice pentru instalațiile de măsură și control, alegerea acestora fiind uneori empirică și bazându-se de cele mai multe ori pe criterii pur economice, nu întotdeauna justificate tehnic;
- Cunoașterea și mai ales utilizarea celor mai noi modele de invertoare și de aparate de măsură și control, produse atât în străinătate, cât și în România, integrate în aplicații specifice, conduce la creșterea

randamentului în exploatare a centralelor fotovoltaice, dar și la scăderea costurilor de fabricație și reducerea pierderilor;

- Instalațiile electrice ale centralei trebuie proiectate cât mai simplu și eficient;
- Alegerea unui traductor (integrat într-un sistem de măsură oarecare) necesită, pe lângă stabilirea tipului și dimensiunilor acestuia, o analiză a performanțelor acestuia, atât în regim static, cât și în regim dinamic. Fiabilitatea traductoarelor este un alt parametru care trebuie luat în considerare;
- Conceperea unui sistem informatic de proces cât mai performant presupune gruparea tuturor elementelor pe trei nivele ierarhice, anume **Nivelul "0"** sau nivelul de bază (format din totalitatea traductorilor și elementelor de execuție conectate la procesul urmărit și condus), **Nivelul "1"** (destinat cuplurului de proces) și **Nivelul "2"** care ca suport fizic echipamentele de calcul (calculator, imprimantă, MODEM, UPS) de la punctul dispecer și de la nivelul de conducere sau supervizare;
- Bazele de date relaționale (tabelare) reprezintă soluția cea mai adecvată pentru stocarea, afișarea și manipularea valorilor diverselor mărimi întâlnite în cadrul ansamblului, iar pentru a asigura funcția de manipulare a bazei de date este necesară existența unui SGBD care să facă apel la funcții și proceduri generate prin intermediul unor limbaje de nivel mai înalt, ca de exemplu limbajele din familia C (Visual C, C++, Borland C etc.);
- Folosirea unor ferestre dedicate pentru dialogul om – mașină (om – bază de date) este extrem de necesară pentru prelucrarea și valorificarea informației, informație care este vitală atât pentru buna funcționare a automatizării în ansamblu dar și pentru gestiunea energiei vehiculate;
- Interfața OM - MAȘINĂ, care este localizată la nivelul calculatoarelor cu funcție de dispecer sub forma unor aplicații software, , în situația automatizărilor din domeniul centralelor solare trebuie concepută într-un mod cât mai simplu (conceptul "user - friendly"), dar fără a diminua din eficiența procesului de automatizare în ansamblu.
- Modernizarea și îmbunătățirea randamentului centralelor fotovoltaice este o necesitate dictată de strategia energetică a României, dar și de cerințele dezvoltatorilor de asemenea obiective.
- Aplicația din Comuna Giroc demonstrează posibilitatea conceperii unui sistem unic de monitorizare și dispecerizare a unei centrale fotovoltaice, conceput în acest caz pe trei nivele ierarhice, având un subsistem de automatizare, unul de măsurare și monitorizare precum și un subsistem de comunicație și dispecerizare. Eficiența și fiabilitatea ansamblului sunt garantate prin introducerea, alături de cele mai moderne sisteme de măsurare (cu traductori de ultimă generație) a echipamentelor de comandă cu logică programată (controller-ele logice programabile -PLC) precum și a calculatoarelor industriale de proces;

- În cazul unei aplicații complexe, cum este și cazul de față, sistemul SCADA cu structura ierarhizată specifică este conceput să opereze în directă colaborare cu invertoarele, într-un sistem unitar și complet. Această soluție tehnică este avantajoasă și din punct de vedere al exploatarei, dovedind eficiență și fiabilitate în condițiile unei mentenanțe mai puțin pretențioase.

Procesul de modernizare a infrastructurii din domeniul conversiei fotovoltaice va continua și în următorii ani, atât la nivel local conform programelor de dezvoltare ale operatorilor de asemenea utilități, cât și la nivel național, în cadrul strategiei energetice naționale, chiar dacă există un moment de ușoară întârziere. Modernizarea infrastructurii impune și introducerea unor sisteme moderne de automatizare, măsurare și control al întregului ansamblu.

Autorul își propune ca și pe viitor să conceapă astfel de aplicații, implementate la diverși alți beneficiari, numeroase proiecte de acest fel fiind deja în desfășurare. Toate aceste aplicații trebuie să țină cont de particularitățile aplicației beneficiarului, soluția finală fiind oferită "la cheie".

Odată cu progresele apărute în domeniul tehnicii de calcul și al IT – ului în general (știut fiind faptul că acest domeniu înregistrează o dinamică extrem de importantă), autorul, împreună cu alți specialiști, își propun implementarea celor mai noi și mai moderne soluții tehnice din domeniu, în scopul asigurării unei funcționări cât mai fiabile a întregului ansamblu.