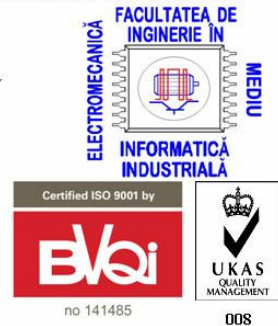


ROMÂNIA
MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII ȘI TINERETULUI



Universitatea din Craiova

Facultatea de Inginerie în
Electromecanică, Mediu și
Informatică Industrială



Ing. Alboteanu Ionel Laurențiu

Rezumatul Tezei de doctorat

**Cercetări privind utilizarea energiei solare pentru alimentarea
consumatorilor electrici din stațiile antigrindină izolate**

Conducători științifici

Prof. dr. ing. Manolea Gheorghe

Conf. dr. ing. Sobor Ion

Craiova, 2009

1. Actualitatea și necesitatea temei

Utilizarea surselor de energie alternative este una dintre preocupările actuale mondiale având în vedere estimările Consiliul Mondial al Energiei prevede ca până în anul 2020 consumul primar de energie va crește cu cca. 40%. În mare măsură această creștere va fi asigurată de energiile alternative, având în vedere că rezervele mondiale de petrol și gaze naturale vor fi epuizate într-un interval de timp de ordinul zecilor de ani, iar rezervele de cărbune vor fi epuizate în cca 200 de ani. Totodată, energia nucleară a necesitat aproape 30 de ani de cercetări și 20 de ani de implementare ca să asigure astăzi mai puțin de 10% din energia primară produsă la nivel mondial, iar în momentul de față utilizarea ei este vehement combătută de opinia publică din țările civilizate.

Din analiza stadiului actual privind utilizarea energiei solare în scopuri electrice, rezultă că în România sunt foarte puține proiecte de anvergură funcționale și aplicate în practică, ceea ce justifică abordarea temei analizate și generalizarea rezultatelor pentru sistemul național antigrindină, ținând seama că se estimează ca ponderea de energie electrică produsă de sursele regenerabile de energie, față de consumul național brut de energie electrică, să ajungă la 8,3% până în anul 2010.

Importanța temei este legată atât de utilizarea energiei solare cât și de destinația echipamentelor care utilizează această energie, respectiv stațiile antigrindină izolate. Puterea instalată a acestor echipamente este redusă, durata de utilizare anuală este de cca 6 luni, în schimb cheltuielile pentru construcția rețelei de alimentare cu energie electrică sunt foarte mari. În plus, unele dintre stațiile izolate își schimbă amplasamentul de la an la an. Ținând cont de faptul că perioada de exploatare activă a posturilor antigrindină este aprilie-septembrie, perioada ce coincide cu perioada de radiație maximă pe teritoriul României, utilizarea acestei forme de energie reprezintă o soluție de succes în condițiile extinderii Sistemului Național Antigridină atât în Moldova cât și în Oltenia. Importanța temei din punct de vedere al destinației este justificată prin faptul că cca. 60% din furtunile care se produc în România în perioada martie-septembrie a anului sunt însoțite de căderi de grindină, iar 40% din aceste căderi determină pierderi însemnate ale recoltelor, ajungând până la distrugerea totală a acestora.

În acest domeniu de actualitate ce se încadrează în preocupările de cercetare științifică, se înscrie și lucrarea de față ce are ca obiectiv efectuarea unui studiu asupra soluțiilor tehnice actuale și propunerea unor modalități de rezolvare a problemelor identificate.

În urma cercetărilor efectuate asupra sistemelor de combatere a căderilor de grindină care funcționează în mai multe țări, se constată că din punct de vedere al raportului preț/eficiență, metoda cea mai folosită utilizează rachetele ca vector purtător al germenilor de condensare.

Pentru lansarea acestor rachete este nevoie de o sursă de energie electrică pentru alimentarea focoarelor rachetelor.

Din considerente de securitate stațiile de lansare a rachetelor sunt dispuse teritorial la o distanță considerabilă față de localități, fără acces la rețeaua publică locală de alimentare cu energie.

În prezent alimentarea focoarelor se face de la baterii de acumuloare, care periodic sunt încărcate fie de la un grup generator diesel situat în stația antigrindină, fie sunt transportate la centrele de comandă.

Astfel a apărut necesitatea temei, prin utilizarea modulelor fotovoltaice pentru încărcarea directă a acumuloarelor, se va reduce considerabil cheltuielile de combustibil lichid, numărul și capacitatea acumuloarelor.

2. Obiectivele tezei

Scopul principal al tezei constă în realizarea unui sistem fotovoltaic autonom performant, destinat alimentării stațiilor locale de lansare a rachetelor antigrindină. Pentru atingerea scopului propus s-au stabilit următoarele obiective:

- elaborarea unui model matematic pentru sistemul de conversie a energiei solare.
- realizarea unui sistem automat de orientare a panourilor fotovoltaice.
- crearea unui sistem de monitorizare a circulației energiei de la panourile fotovoltaice la consumatori cu priorități ierarhizate.

3. Suportul metodologic și teoretico-științific

Pentru efectuarea cercetării au fost consultate cărți, brevete de invenție, teze de doctorat, reviste, lucrările științifice model din acest domeniu.

4. Noutatea științifică a rezultatelor obținute

Modelul matematic, precum și modelul fizic realizat pentru sistemul de monitorizare a circulației energiei de la panourile fotovoltaice la consumatori cu priorități ierarhizate, au un caracter de noutate în domeniul sistemelor fotovoltaice.

5. Valoarea aplicativă a lucrării

Principalul producător de rachete și echipamente pentru sistemele antigrindină, din România, S.C. Electromecanica S.A. Ploiești, s-a arătat interesată de realizarea unor astfel de echipamente pentru alimentarea cu energie a punctelor locale de lansare.

Sistemul fotovoltaic autonom realizat poate fi utilizat cu succes și pentru alte aplicații izolate, acesta permite alimentarea cu energie pentru ambele categorii de consumatori (de curent continuu, și de curent alternativ)

6. Diseminarea rezultatelor

Rezultatele de bază obținute în teză au făcut obiectul a 25 de lucrări științifice care au fost expuse și discutate la diverse conferințe și seminarii științifice naționale și internaționale, și publicate în reviste de specialitate sau în volumele conferințelor.

De asemenea, rezultatele cercetării au fost valorificate prin două contracte de cercetare CNCSIS de tip TD - Tineri Doctoranzi și MD – Mobilități Doctoranzi și prin depunerea unei Cereri de Brevet de Invenție legate direct de tema tezei.

7. Volumul și structura lucrării

Prezenta lucrare, conține un număr de 202 pagini cuprinzând o introducere, 5 capitole în care sunt expuse rezultatele cercetării însoțite de 150 relații, 159 figuri, 11 tabele, un capitol de concluzii finale, contribuții și propuneri, 8 anexe și o listă bibliografică, însumând 125 poziții bibliografice dintre care în 19 poziții sunt autor principal, iar în alte 11 coautor.

Lucrarea începe cu o analiză privind arhitectura stațiilor antigrindină (*capitolul 1*). Sunt prezentate astfel soluțiile utilizate pe plan internațional, soluțiile utilizate în România, respectiv în Republica Moldova. Din analiza efectuată rezultă că majoritatea sistemelor de combatere a căderilor de grindină la nivel mondial utilizează rachetele ca vector purtător al germenilor de condensare. Eficiența acestor sisteme depășește pragul de 90%.

Capitolul al doilea prezintă contribuțiile teoretice privind utilizarea energiei solare pentru alimentarea consumatorilor electrici din stațiile antigrindină. În prima parte se face o sinteză privind stadiul actual și perspectivele utilizării energiei solare, în scopuri electrice, la nivel național și internațional. Se prezintă apoi structura sistemului propus, continuând cu elaborarea modelelor matematice pentru fiecare componentă individuală a sistemului fotovoltaic, pornind de la modelele radiației solare și încheind cu modelele consumatorilor.

În continuare, pentru creșterea eficienței sistemului fotovoltaic se propune utilizarea unui sistem de orientare pentru panoul fotovoltaic. Astfel, în *capitolul al treilea* se prezintă modelarea și simularea atât a sistemului de conversie a energiei, cât și a sistemului de orientare pentru panoul fotovoltaic. Se prezintă, de asemenea, modelul sistemului de monitorizare a circulației energiei pentru consumatori cu priorități ierarhizate și validarea acestuia prin simulare.

Capitolul patru este dedicat în întregime realizării modelului fizic al sistemului fotovoltaic autonom, precum și al automatului de orientare și de monitorizare a circulației energiei. Sunt prezentate aici, structura hardware, pe componente, precum și structura software a sistemului realizat.

Rezultatele experimentale privind funcționarea sistemului propus și realizat sunt prezentate în *capitolul cinci*. Aceste rezultate demonstrează punct cu punct corectitudinea și

eficiența soluțiilor propuse. S-a verificat astfel, corectitudinea semnalelor vehiculate între PC și sistemul de dezvoltare și dintre acesta și sistemul de senzori. De asemenea, s-a verificat calitatea energiei furnizate de sistemul fotovoltaic prin oscilografiera formelor de undă a tensiunii și curentului la ieșirea din invertor în diferite situații.

Verificarea funcționalității sistemului de dezvoltare pentru orientarea panoului fotovoltaic și pentru monitorizarea circulației energiei, s-a efectuat prin achiziția on-line a mărimilor din proces și afișarea acestora atât sub formă numerică, cât și sub formă grafică.

8. Contribuții personale

8.1 Contribuții teoretice

La elaborare acestei lucrări s-au adus următoarele contribuții teoretice:

- S-a realizat o analiză privind metodele și tehnologiile de combatere a căderilor de grindină, utilizate la nivel mondial, stabilindu-se metoda cea mai eficientă. Pentru metoda stabilită s-a prezentat arhitectura sistemului bazat pe metoda respectivă, evidențiind particularitățile de alimentare cu energie electrică.
 - S-a realizat o sinteză privind stadiul actual și perspectivele utilizării energiei solare în scopuri electrice, la nivel național și internațional, pentru aplicații autonome sau izolate.
 - S-a stabilit structura sistemului fotovoltaic autonom și s-a realizat dimensionarea acestuia pornind de la necesarul de energie electrică și ținând cont de natura consumatorilor.
 - S-au particularizat diferite modele pentru determinarea radiației solare corespunzătoare locației stabilite plecând de la radiația extraterestră și ajungând la radiația captată de panoul fotovoltaic în diferite condiții atmosferice (cer senin, cer noros) și în diferite condiții de montare a panoului fotovoltaic.
 - S-a stabilit metoda adecvată pentru determinarea radiației solare corespunzătoare locației Craiova, prin compararea rezultatelor simulărilor pentru diferitele modele ale radiației solare.
 - S-au particularizat modelele matematice pentru elementele componente ale sistemului fotovoltaic începând cu modelul celulei și sfârșind cu modelul sarcinii. Validarea modelelor prezentate s-a realizat prin simularea în Matlab Simulink.
 - S-au realizat blocuri distincte în Simulink pentru fiecare element component al sistemului. Accesarea fiecărui bloc în parte conduce la apariția unei ferestre de dialog în care se pot introduce parametrii de intrare, permițându-se astfel utilizarea blocurilor pentru alte aplicații.
 - S-a realizat simularea procesului de producție-consum de energie din cadrul sistemului PV autonom, utilizând programul specializat HOMER.
 - S-a propus utilizarea unui sistem de orientare pentru panoul fotovoltaic, în scopul

creșterii eficienței sistemului. Astfel, s-a făcut o sinteză privind sistemele de orientare specifice panourilor fotovoltaice și s-a ales soluția utilizării sistemului de orientare pseudo-ecuatorial.

- S-a realizat și simulat modelul părții electrice pentru sistemul de orientare, iar pentru optimizarea sistemului de orientare s-a realizat modelul sistemului cu timp impus.
- S-a elaborat modelul matematic pentru monitorizarea circulației energiei, iar validarea a fost efectuată atât prin simulare numerică cât și experimental.
- S-a conceput sistemul de monitorizare a circulației energiei astfel încât să se asigure performanța ridicată a sistemului fotovoltaic. Astfel s-a contribuit la sporirea confortului personalului de deservire a stației de lansare a rachetelor antigrindină în condițiile îndeplinirii obiectivului principal: energia necesară consumatorilor din categoria zero.
- Principalele rezultate teoretice, au fost folosite pentru elaborarea a 25 de lucrări științifice ce au fost publicate în reviste de specialitate sau în volumele unor conferințe naționale și internaționale și pentru formularea unei Cereri de Brevet de Invenție.

8.2 Contribuții software

Contribuțiile software se referă la:

- Realizarea unui program pentru microcontrolerul Atmega 128 capabil să asigure orientarea automată a panoului fotovoltaic și să permită conectarea și deconectarea consumatorilor în funcție de energia disponibilă a acumulatorilor;
- Realizarea unui program pentru PC care permite achiziționarea informațiilor de la microcontrolerul Atmega 128 și prezentarea acestora sub formă grafică în timp real.
- S-au elaborat programele pentru PC, acordându-se o atenție deosebită interconectării sistem de dezvoltare – PC, atât în ceea ce privește calitatea legăturii seriale cât și ratele de transfer ridicate. Astfel, se asigură o legătură serială la viteza de 47600biți/sec. în condițiile în care toate pachetele vehiculate sunt recepționate corect.
- S-au elaborat proceduri seriale implementate pe microcontroler, proceduri seriale la nivelul PC-ului, precum și la nivelul obiectelor grafice pentru vizualizarea on-line a mărimilor din proces. La conceperea lor s-a utilizat o soluție eficientă de dezvoltare și depanare a programelor realizate, indiferent de natura lor.
- S-a proiectat și simulat schema electronică, apoi s-a realizat cablajul pentru modulele componente ale automatului, utilizând programului ORCAD.
- Utilizând modulele Iocomp ale programului Visual Basic s-a realizat afișarea *on-line*, sub formă grafică a mărimilor achiziționate din cadrul sistemului PV realizat.

8.3 Contribuții hardware

Contribuțiile practice, în ceea ce privește realizarea sistemului fotovoltaic autonom, se referă la:

- realizarea instalației electrice a sistemului PV și a interconexiunilor dintre elementele componente;
- realizarea structurii mecanice pentru sistemul de orientare pseudo-ecuatorial;
- realizarea circuitelor imprimate și asamblarea componentelor electronice pentru cele trei module din componența automatului pentru orientarea panoului PV și pentru monitorizarea circulației energiei;
- realizarea modelelor fizice pentru traductoarele de curent, tensiune și temperatură.

8.4 Contribuții experimentale și aplicative

Rezultatele experimentale obținute, cu privire la funcționalitatea sistemului fotovoltaic autonom și a sistemului de dezvoltare proiectat și realizat demonstrează corectitudinea soluțiilor propuse pentru rezolvarea problemelor identificate.

Unele dintre contribuțiile practice au fost utilizate și în alte aplicații, cum ar fi sistemul de monitorizare din cadrul proiectului de cercetare de excelență, grant nr.21/2004, *"Biotehnologii inovative pentru obținerea de alimente funcționale din ciupercile genului Pleurotus și pregătirea exploatării industriale"*, în care am fost membru în colectivul de cercetare.

Rezultatele obținute vor fi aplicate pentru alimentarea echipamentelor stațiilor antigrindină produse industrial de către SC Electromecanica SA, Ploiești care și-a manifestat interesul pentru soluțiile propuse.

Sistemul fotovoltaic realizat prezintă, de asemenea, o aplicabilitate generală și poate fi utilizat pentru alimentarea consumatorilor electrici de mică putere izolați, dar și pentru activități de cercetare sau de educare din învățământ.