

Soluții pentru optimizarea performanțelor și creșterea duratei de viață a sistemelor fotovoltaice marca ICPE-CA

Creșterea eficienței aplicațiilor fotovoltaice, la nivel de prosumatori sau de parcuri fotovoltaice, impune ca, pe măsura instalării și exploatării acestora, să fie aplicate soluții care să permită detectarea cât mai rapidă a anomaliilor și defectelor specifice, ce apar atât în panourile fotovoltaice ca elemente de conversie a energiei solare în energie electrică, cât și în convertitoare sau invertoare, ca elemente de adaptare a energiei la cerințele rețelei electrice. Eșecul în detectarea din timp a semnalelor incipiente asociate apariției defectelor, produce, de cele mai multe ori, efecte în cascadă, ceea ce poate conduce la o degradare în lanț a componentelor care formează sistemul fotovoltaic în cauză, cu rezonanță atât în ceea ce privește eficiența sistemului în producerea de energie, cât și durata de viață. Prin urmare, procesul și soluțiile de detectare a defectelor reprezintă un subiect de interes pentru toți operatorii de sisteme fotovoltaice.

 **Dr. ing. Paula Angheliță,**
dr. ing. Alexandru-Ionel
Constantin – ICPE-CA

Ritmul accelerat în care se instalează noi capacități de producere a energiei prin punerea în funcțiune de parcuri fotovoltaice, cu performanțe din ce în ce mai ridicate datorită folosirii de tehnologii noi, cu eficiență crescută, impune adaptarea rapidă la noile cerințe. Un alt aspect, deosebit de important, îl reprezintă și nevoia menținerii în parametri optimi de performanță a sistemelor fotovoltaice deja instalate, care folosesc tehnologii mai vechi.

Energia solară este în curs de a deveni una dintre principalele surse în lume, ca urmare a creșterii performanțelor și a scăderii costurilor în producerea și utilizarea tehnologiei fotovol-

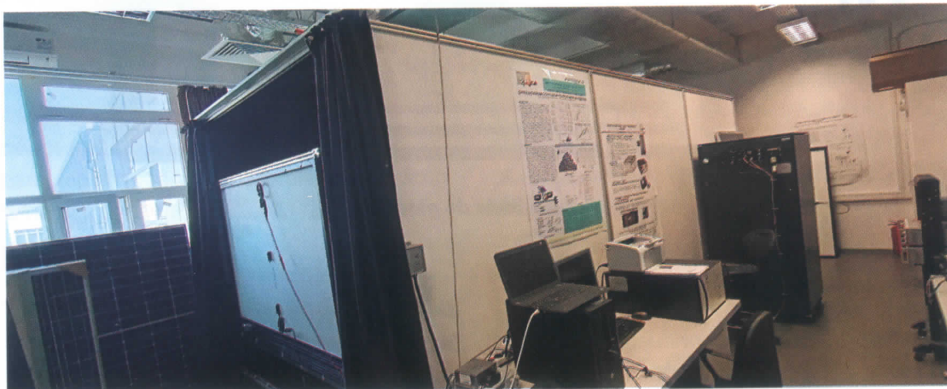


Fig. 1 Echipamentul Pasan pentru testarea a caracteristicilor panourilor fotovoltaice în condiții de laborator (STC)

taice. Domeniul fotovoltaic reprezintă în prezent unul dintre sectoarele economice cu cea mai rapidă creștere la nivel mondial. Acest lucru a condus la diversificarea utilizării sistemelor fotovoltaice, ca dispozitive fotovoltaice portabile, surse de energie electrică independente sau conectate la rețea pentru sectoarele casnic, comercial și industrial, în rețele inteligente care să integreze și alte resurse regenerabile.

Fiecare componentă a sistemului fotovoltaic contribuie la maximizarea energiei generate de radiația solară incidentă pe suprafața panourilor fotovoltaice prin: eficiența în conversia energiei solare în energie electrică, tehnicile de control funcțional folosite, adaptarea puterii sistemului fotovoltaic la sarcina de conectare la rețea, procesul de încărcare-descărcare a bateriilor.

Gradul de utilizare a energiei solare fotovoltaice a crescut semnificativ în ultimii ani, pe fondul scăderii prețurilor sistemelor fotovoltaice, al creșterii performanțelor dar și al eforturilor de încurajare a utilizării acestora prin finanțări nerambursabile sau parțial rambursabile, în cadrul unor programe naționale sau internaționale.

Contribuții ICPE-CA

Identificarea și diagnosticarea exactă a defectelor în sistemele fotovoltaice reprezintă o provocare în asigurarea funcționării fiabile și eficiente a acestora. În ciuda progreselor înregistrate în tehnologiile de monitorizare, detectarea cauzelor care pot conduce la apariția defectelor precum umbrirea parțială, degradarea

modulelor sau nepotrivirilor electrice rămâne o problemă complexă, în mare parte datorită comportamentului nelinier al sistemelor fotovoltaice și a variației factorilor de mediu. Metodele actuale de diagnosticare a defectelor nu au întotdeauna precizia și adaptabilitatea necesară pentru a le identifica și caracteriza eficient, în timp real, fapt care poate conduce la perioade de nefuncționare prelungite, randament energetic redus și costuri de întreținere crescute. În plus, natura dinamică a sistemelor fotovoltaice necesită dezvoltarea și aplicarea de algoritmi de diagnosticare robusti la condiții de funcționare imprevizibile, capabili să facă distincția între defectele reale și cele fals pozitive, date de fluctuații tranzitorii.

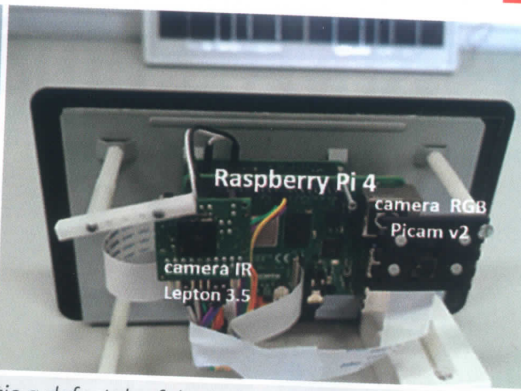
Principala provocare științifică este aceea de a dezvolta echipamente bazate pe soluții adecvate pentru detecția și diagnosticarea defectelor, adaptabile caracteristicilor și provocărilor particulare ale rețelelor fotovoltaice. Aceste soluții trebuie să fie capabile să ofere detectarea, localizarea și caracterizarea în timp util a defectelor, pentru diverse condiții de funcționare și influențe externe de mediu.

ICPE-CA și-a propus să participe activ la acest proces de optimizare a funcționării sistemelor fotovoltaice, în cadrul institutului existând atât specialiști cu expertiză în domeniu, cât și infrastructura necesară dezvoltării și validării de soluții, inclusiv un laborator de încercări acreditat RENAR (fig. 1), unic în țară, dedicat testării panourilor fotovoltaice.

Dintre realizările recente, putem menționa finalizarea cu succes a obiectivului O2 din



Fig. 2 Model experimental de detecție a defectelor folosind cameră termografică



asupra performanței energetice. Astfel, se poate evalua rata de degradare a puterii, aceasta fiind proporțională cu diferențele de temperatură indicată de imaginile termice. În funcție de tipul amprente termice, degradarea puterii poate varia de la câteva procente la zeci de procente per panou.

Perspective

Cu ajutorul echipamentelor portabile sau al dronelor, utilizând imagistica în infraroșu, se pot cartografia anomalii componentelor sistemului fotovoltaic, facilitând astfel prioritizarea și planificarea activităților de operare și întreținere.

Monitorizarea parametrilor electrici permite detectarea anomaliilor/defectelor și evoluția lor în timp, iar impactul acestora asupra eficienței sistemului în producerea de energie se poate evalua prin verificarea în laborator a caracteristicilor curent-tensiune și putere-tensiune ale panourilor, respectiv a eficienței invertorului.

Prin identificarea preventivă, proactivă a defectelor și remedierea lor în timp util, prin utilizarea de soluții inovative, sunt îmbunătățite atât siguranța cât și calitatea energiei electrice furnizate în rețea de sistemele fotovoltaice.

Echipamentele realizate în cadrul proiectului NUCLEU PN 23140101/2023 constituie baza pentru dezvoltarea de noi soluții inovative, adaptabile particularităților de construcție și de funcționare a sistemelor fotovoltaice. Integrarea celor două soluții complementare, în procesul de operare și mentenanță aferent sistemelor fotovoltaice, împreună cu validarea în laboratorul PVLAB a caracteristicilor electrice, vor contribui cu succes la optimizarea funcționării sistemelor fotovoltaice.



Imagine din dronă, în infraroșu, a sistemelor fotovoltaice instalate pe acoperișul ICPE-CA

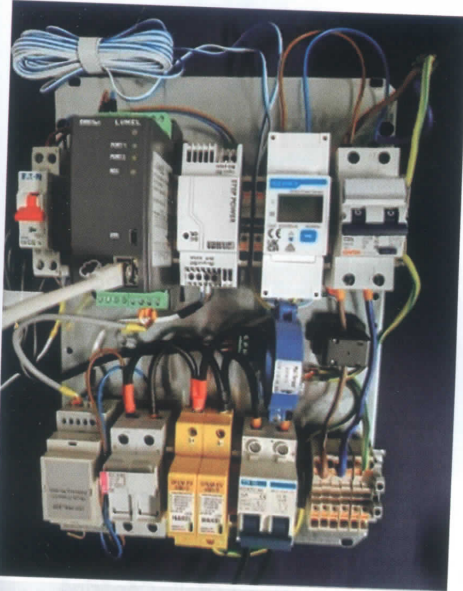


Fig. 3 Sistem de monitorizare a parametrilor electrici, în curent continuu și alternativ și ai celor de mediu

zate pe imagistica în domeniul infraroșu coroborat cu cel vizual, și o direcție legată de detecția și evaluarea defectelor pe baza monitorizării principalilor parametri electrici asociați sistemelor fotovoltaice, corelați cu cei de mediu.

Funcționarea la parametri optimi este împiedicată, nu de puține ori, de o serie de factori locali, cum ar fi: umbririle temporare sau permanente, praful, murdărirea, temperatura ridicată, zăpada și umiditatea, care reduc capacitatea de producere de energie a sistemelor fotovoltaice și pot provoca diferite defecțiuni în panourile fotovoltaice. Sistemele fotovoltaice se pot confrunta și cu defecte interne, cum sunt defectele electrice (scurtcircuit, circuit deschis), defecte în unitățile de procesare a energiei (PWM, MPPT), defecte sau degradarea electronicii invertorului. Toate aceste defecte, prin prezența și persistența lor în sistemele fotovoltaice afectează negativ energia produsă, formele de undă generate, putând conduce chiar și la întreruperea furnizării de energie în rețea.

Ca răspuns la aceste situații complexe, în cadrul proiectului au fost realizate două echipamente, primul capabil să identifice tipare termografice și optice ale defectelor specifice panourilor fotovoltaice (fig. 2), și cel de-al doilea capabil să monitorizeze parametrii electrici și de mediu pentru sisteme fotovoltaice, să stocheze și să transmită date pentru a fi analizate și interpretate pe bază de algoritmi (fig. 3).

Termografia în infraroșu este o tehnică care implică măsurarea temperaturii de suprafață a modulelor fotovoltaice. Prin utilizarea imagisticii în infraroșu, pot fi localizate anumite defecte și poate fi evaluat impactul acestora

cadrul proiectului PN 23140101/2023, „Valorificarea superioară a SRE prin dezvoltarea de echipamente cu eficiență energetică ridicată, destinate producției energiei electrice și pentru controlul inteligent al distribuției și utilizării acesteia”, finanțat în cadrul programului NUCLEU, care a vizat, pe parcursul a doi ani, dezvoltarea de soluții inovative dedicate optimizării performanțelor și a duratei de viață a sistemelor fotovoltaice pe baza diagnosticării și monitorizării parametrilor locali.

În cadrul acestui proiect au fost urmate două direcții de dezvoltare: o direcție legată de detecția și diagnoza defectelor aferente panourilor fotovoltaice prin metode neinvazive, ba-



Testarea în laborator echipamentului de monitorizare a parametrilor electrici și de mediu