



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00685

(22) Data de depozit: 15/11/2021

(41) Data publicării cererii:
30/03/2022 BOPI nr. 3/2022

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE
CONSTRUCȚII DIN BUCUREȘTI,
BD.LACUL TEI NR.122-124, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• DOGEANU ANGEL MĂDĂLIN,
ȘOS.ALEXANDRIA, NR.8, BL.L3, ET.7,
AP.26, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;

• NASTASE ILINCA, STR.VALEA LUI MIHAI
NR.4, BL.A4, AP.69, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• TEODOSIU CĂTĂLIN,
DRUMUL BISERICII, NR.50, VOLUNTARI,
IF, RO;
• NICOLAE ALIN MARIUS, STR.SIPCA,
NR.12, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;
• IATAN ALEXANDRU MIRCEA,
BD.EROILOR, NR.23, BL.C1, SC.B, ET.2,
AP.8, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO

(54) **SISTEM AVANSAT DE CONTROL ACTIV A TEMPERATURII
OPTIME DE FUNCȚIONARE A PANOURILOR SOLARE
FOTOVOLTAICE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem avansat de control activ a temperaturii optime de funcționare a panourilor solare fotovoltaice. Sistemul, conform invenției, pentru reducerea temperaturii suprafețelor panourilor solare fotovoltaice constă în realizarea a două module, respectiv, un modul (1) de refulare și un sistem (2) de comandă și control, dispozitivul de refulare fiind realizat dintr-un tub prevăzut cu fante de 50 mm lungime și 3 mm lățime, dispuse la o distanță de 25 mm între ele, circulația aerului utilizat ca și mediu de răcire fiind realizată prin intermediul unui ventilator alimentat în curent continuu cuplat la dispozitivul de refulare prin intermediul unei flanșe demontabile pentru mentenanță și curățare, iar aerul este preluat din exterior prin intermediul unui modul de priza de aer, demontabil, iar sistemul de comandă este compus dintr-un micro-controller amplasat într-o doză etanșă, montată pe fața interioară a panoului solar, fiind necesar câte un sistem de control pentru fiecare șir de panouri, controlul realizându-se utilizând doi senzori digitali de temperatură amplasați după cum urmează: un senzor de temperatură amplasat la 10 cm de partea superioară a panourilor solare având ca scop citirea temperaturii suprafeței, iar cel de al doilea senzor se amplasează pe priza de aer a ventilatorului pentru a citi temperatura aerului utilizat pentru convecție forțată, controllerul urmând să comande

alimentarea ventilatorului și variația turației acestuia în concordanță cu funcția de control implementată în acesta, alimentarea ventilatoarelor făcându-se în curent continuu pentru a beneficia de energia produsă de panourile solare, iar micro-controllerul va ajusta turația ventilatorului și implicit consumul acestuia în funcție de temperaturile citite de cei doi senzori păstrând consumul de energie electrică al ventilatorului sub valoarea producției suplimentare obținute.

Revendicări: 1

Figuri: 3

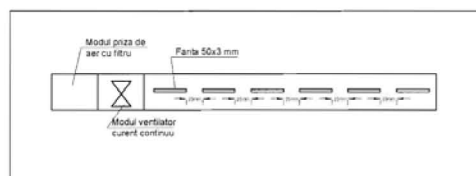


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MARCI	
Cerere de brevete de invenție	
Nr. a 21 00 685	
Data depozit 15-11-2021	

DESCRIERE

a. Titlul invenției:

Sistem avansat de control activ a temperaturii optime de funcționare a panourilor solare fotovoltaice

b. precizarea domeniului de aplicare a invenției

Invenția propune o soluție pentru menținerea parametrilor optimi de funcționare a panourilor solare fotovoltaice cu menținerea consumurilor active reduse pentru îmbunătățirea performanțelor acestora, creșterea eficienței și reducerea efectului de îmbătrânire generat de temperatura ridicată.

c. precizarea stadiului cunoscut al tehnicii în domeniul obiectului invenției, cu menționarea dezavantajelor soluțiilor tehnice cunoscute

Tehnologia de producere a energiei electrice utilizând panouri fotovoltaice, deși matură pe piață, este influențată negativ de parametrii mediului ambiant, factorul cu cea mai mare influență fiind temperatura. Momentan, nu s-a reușit eliminarea influenței temperaturii asupra eficienței sistemelor comerciale instalate. Astfel, există o corelare directă între temperatura superficială a panoului și randamentul acestuia, producătorii furnizând valorile nominale ale parametrilor din fișele tehnice pentru o temperatură a suprafeței de 25°C și o radiație solară incidentă de 1000W/m². Aceste valori, departe de a fi reprezentative pentru funcționarea sistemelor conduc la un randament variabil în funcție de temperatura, gradul de murdărire precum și randamente scăzute aferente fiecărui echipament component al sistemului. Una dintre principalele cauze care contribuie la scăderea capacității de producție a modului PV este îmbătrânirea/degradarea acestuia [1]. Temperatura panoului este principalul factor ce stă la baza deteriorării panourilor. În Fig.1 este prezentat un grafic de variație a producției unui panou în funcție de temperatura suprafeței acestuia. S-a observat faptul că din punct de vedere structural, datorită temperaturilor ridicate, folia EVA (Etilen-Vinil-Acetat) folosită pentru încapsularea celulelor fotovoltaice se descompune producând acid acetic ce corodează conexiunile electrice ale celulelor PV [2]. De asemenea pentru a păstra un randament ridicat folia EVA trebuie să își păstreze transparența la trecerea luminii, dar s-a observat în [3] colorarea în galben a foliei datorită temperaturilor ridicate și implicit reducerea factorului de transparență afectând randamentul global al panoului. O influență importantă ce duce la o reducere a randamentului global de până la 24% cum este menționat în [4] este nivelul de poluare cu praf [5], acest parametru reduce transparența suprafeței fiind necesare lucrări de curățare periodice. Numeroase studii au avut ca scop reducerea temperaturii panourilor având ca scop principal reducerea temperaturii acestora utilizând diferite metode printre care menționăm: montarea de sisteme de aripioare pentru disiparea pasivă a căldurii [6], răcirea activă utilizând aerul viciat din clădire [7], sisteme de răcire cuplate cu schimbător de căldură cu solul [8], convecție forțată și răcire evaporativă naturală și forțată [9], etc. Toate aceste studii scot în evidență performanțele superioare ale

sistemelor fotovoltaice, asigurarea unor parametri funcționali optimizați precum și o cantitate suplimentară de energie electrică produsă la nivel de stand realizat în laborator.

Cu toate acestea niciunul dintre aceste studii nu a urmărit corelarea resurselor consumate pentru obținerea randamentului îmbunătățit, aceasta tematică nefiind abordată în literatura, ducând într-un final la o lipsă a adopției soluțiilor propuse în mediul comercial.

Menționez faptul că la momentul depunerii cererii de brevet, nu este cunoscut niciun sistem de ameliorare a performanței în variantă comercială prezent pe piață.

Deși unele dintre soluțiile propuse de cercetători la nivel de laborator [4, 6, 8, 9] ar putea avea succes prin implementare la scară comercială pentru sistemele fotovoltaice amplasate pe clădiri civile și rezidențiale prin valorificare energiei termice recuperate și reutilizarea pentru producerea sau pre-încălzirea apei calde de consum trebuie să evidențiem faptul că scara și ponderea acestor sisteme izolate raportat la procentul de implementare a tehnologiei sistemelor fotovoltaice este extrem de mică, problematica rămânând de actualitate pentru sistemele solare amplasate pe clădiri industriale și/sau în zone îndepărtate (parcuri fotovoltaice în afara localităților). Pentru acest tip de implementare nefiind fezabilă (nu poate fi utilizată) recuperarea energiei termice,

Astfel, lipsa unor surse de apă, dificultatea de a implementa instalațiilor conexe (bazine de apă, dedurizatoare, instalații de osmoza inversă, etc) precum și costurile suplimentare asociate cu adăugarea de accesorii pe panou (ventilatoare pentru convecție forțată, pulverizatoare, aripioare pentru intensificarea transferului de căldură prin convecție, etc.) precum și costurile asociate cu mentenanță și întreținerea acestora conduc la eliminarea majorității soluțiilor propuse în literatura.

O altă problematică identificată în soluțiile propuse în literatura este lipsa sistemelor de control al elementelor active de disipare a căldurii și implicit a consumurilor de energie asociate funcționării acestora (consum cu pompele de ridicare a presiunii, consum electric la ventilatoare și consum de apă).

d. problema tehnică pe care o rezolvă invenția

Prezenta invenție are ca scop ameliorarea parametrilor de funcționare a instalațiilor de producere a energiei utilizând panouri fotovoltaice. Este vizată disiparea căldurii de la suprafața panoului solar precum și a celorlalte componente ale sistemului de producție fotovoltaic (ex. invertor montat pe panou) utilizând un sistem de convecție forțată.

Se adresează atât instalațiilor de producere având putere mică cât și parcurilor fotovoltaice de dimensiuni mari amplasate pe acoperișul clădirilor (ex. terțiare, logistice, depozitare, etc.) sau amplasate în zone izolate.

Costurile de investiție sunt reduse iar sistemul a fost conceput pentru a permite o flexibilitate și o scalabilitate bună indiferent de dimensiunea și configurația proiectului.

Flexibilitatea este asigurată prin conceperea unui sistem modular ce asigură o întreținere ușoară, cu costuri reduse în exploatare, cu posibilitatea înlocuirii facile a diferitelor elemente

componente. Singurul element in mișcare fiind ventilatorul de circulație. Senzorii utilizați sunt de tip digital, prezenți la scara largă pe piață și astfel se menține un cost redus de investiție.

Sistemul de control monitorizează continuu temperatura ambiantă și temperatura suprafeței panoului și ajustează continuu turația ventilatorului pentru a limita consumul de energie electrică aferent acestuia. Pentru asigurarea unui control facil al turației ventilatorului și pentru a utiliza energia electrică produsă de panoul fotovoltaic fără a mai realiza conversia din curent continuu în curent alternativ, se utilizează un ventilator cu alimentare în curent continuu.

Materialul din care este realizat dispozitivul de refulare are o rezistență ridicată la acțiunea radiației ultraviolete (aproximativ 50ani), așadar putem estima durata de viață a dispozitivului de refulare ca fiind cel puțin egală cu cea a panourilor fotovoltaice (25ani).

e. prezentarea soluției tehnice a invenției, cu evidențierea elementelor de creație științifică sau tehnică originale care rezolvă problema tehnică menționată

Soluția propusă pentru reducerea temperaturii suprafeței panourilor solar fotovoltaice constau în realizarea a două module respectiv: 1) modulul de refulare și 2) sistemul de comandă și control.

Dispozitivul de refulare este realizat dintr-un tub prevăzut cu fante de 50mm lungime și 3mm lățime dispuse la o distanță de 25mm între acestea. Circulația aerului utilizat ca și mediu de răcire este realizată prin intermediul unui ventilator alimentat în curent continuu cuplată dispozitivul de refulare prin intermediul unei flanșe demontabile pentru mentenanță și curățare. Aerul este preluat din exterior prin intermediul unui modul de priză de aer demontabil.

Sistemul de comandă este compus dintr-un micro-controller amplasat într-o doza etanșă montată pe fața interioară a panoului solar. Este necesar câte un sistem de control pentru fiecare sir de panouri. Controlul se realizează utilizând doi senzori digitali de temperatură amplasați după cum urmează: un senzor de temperatură se amplasează la 10 cm de partea superioară a panourilor solare având ca scop citirea temperaturii suprafeței iar cel de-al doilea se amplasează pe priză de aer a ventilatorului pentru a citi temperatura aerului utilizat pentru convecție forțată. Controllerul va comanda alimentarea ventilatorului și variația turației acestuia în concordanță cu funcția de control implementată în acesta. Alimentarea ventilatoarelor se face în curent continuu pentru a putea beneficia de energia produsă de panourile solare.

Micro-controllerul va ajusta turația ventilatorului și implicit consumul acestuia în funcție de temperaturile citite de cei doi senzori păstrând consumul de energie electrică al ventilatorului sub valoarea producției suplimentare obținute.

Ventilatoarele au fost alese pentru un nivel de zgomot redus ceea ce permite montarea atât în zone locuite cât și în afara localităților.

f. prezentarea unuia sau mai multor exemple concrete de realizare a invenției, cu referire la figurile din desenele explicative ale invenției, în cazul în care sunt și desene.

Implementarea acestui nou tip de sistem de răcire este facil și poate fi realizat cu intervenții minime fiind poziționat la partea inferioară a structurii metalice de susținere a panoului solar. Diametrul, debitul și numărul fantelor putând fi modificate în funcție de lungimea și numărul panourilor. Un exemplul este prezentat în **Error! Reference source not found.** a) și b).

g. prezentarea avantajelor rezultate din aplicarea invenției

Principalul avantaj al Sistem avansat de control activ a temperaturii optime de funcționare a panourilor solare fotovoltaice este dat de obținerea unor eficiențe crescute (de până la 30% per sistem) prin reducerea temperaturii suprafeței panoului precum și intensificarea convecției la nivelul echipamentului de conversie DC-AC și creșterea randamentului acestuia de conversie. În același timp sistemul de control menține consumul electric asociat în parametrii optimi pentru a beneficia de îmbunătățirea randamentului de funcționare. Astfel, invenția propusă, vine să răspundă problematicii existente în mediul industrial, respectiv reducerea temperaturii suprafeței panoului fotovoltaic cu costuri de operare și mentenanță reduse, în medii de producție în care recuperarea energiei termice nu se poate valorifica într-o manieră fezabilă.

Sistemul inovativ putând fi implementat pornind de la scara locală (număr redus de panouri) putând fi extins pentru a se plia pe scara proiectului.

Referințe:

1. Ndiaye, A., et al., *Degradations of silicon photovoltaic modules: A literature review*. Solar Energy, 2013. **96**: p. 140-151.
2. Ogbomo, O.O., et al., *Effect of operating temperature on degradation of solder joints in crystalline silicon photovoltaic modules for improved reliability in hot climates*. Solar Energy, 2018. **170**: p. 682-693.
3. Bouraiou, A., et al., *Experimental investigation of observed defects in crystalline silicon PV modules under outdoor hot dry climatic conditions in Algeria*. Solar Energy, 2018. **159**: p. 475-487.
4. Jaiganesh, K., et al., *Enhancing the efficiency of rooftop solar photovoltaic panel with simple cleaning mechanism*. Materials Today: Proceedings, 2021.
5. Chbihi, A., et al., *Outdoor investigation of the performance of three PV panels technologies in Morocco*. Solar Energy, 2021. **220**: p. 8-17.
6. Hernandez-Perez, J.G., et al., *Thermal performance of a discontinuous finned heatsink profile for PV passive cooling*. Applied Thermal Engineering, 2021. **184**: p. 116238.
7. Ahmad, F.F., et al., *Performance enhancement and infra-red (IR) thermography of solar photovoltaic panel using back cooling from the waste air of building centralized air conditioning system*. Case Studies in Thermal Engineering, 2021. **24**: p. 100840.
8. Reda, M.N., et al., *Assessment of condensation and thermal control in a photovoltaic panel by PV/T and ground heat exchanger*. Solar Energy, 2021. **221**: p. 502-511.
9. Almuwailhi, A. and O. Zeitoun, *Investigating the cooling of solar photovoltaic modules under the conditions of Riyadh*. Journal of King Saud University - Engineering Sciences, 2021.

REVENDICĂRI

Noul concept propune o solutie transdisciplinara de racire a panourilor fotovoltaice compus dintr-un element terminal de intensificare a convecției pe suprafata posterioara a panoului avand diametrul de 100mm, prevazut cu fante dreptunghiulare de lungime de 50mm, latime 3mm si spatiere de 2.5cm pe toata lungimea panoului.

Circulatia aerului este realizata activ cu ajutorul unui ventilator cu alimentare in curent continuu iar controlul se realizeaza prin intermediul unui dispozitiv ce monitorizeaza temperatura aerului ambiant si temperatura suprafetei panoului. Variatia turatiei tinand cont de cele doua temperaturi fiind realizata pentru a pastra nivelul de productie si eficienta îmbunătățită a sistemului fotovoltaic peste nivelul de consum generat de ventilator.



DESENE EXPLICATIVE

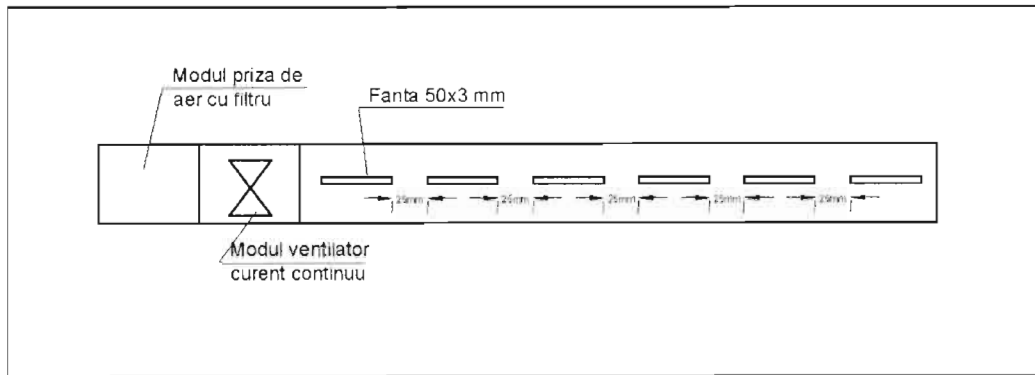


Fig. 1 – Configuratie dispozitiv de refluxare (ventilator si fante de refluxare)

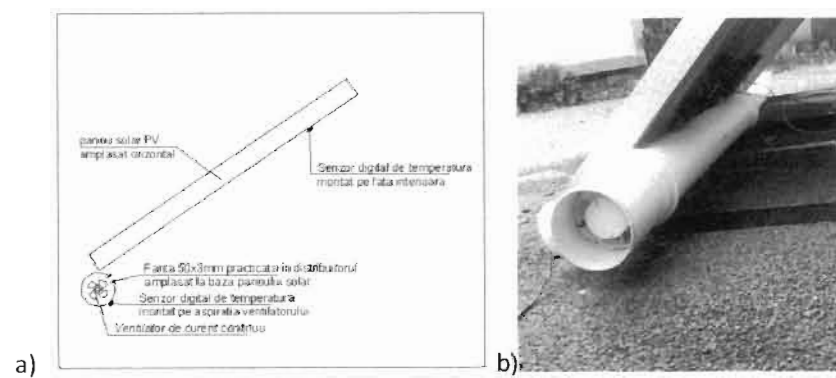


Fig. 2 a) Detaliu de amplasare senzori si dispozitiv de refluxare ; b) Figura cu exemplu de implementare

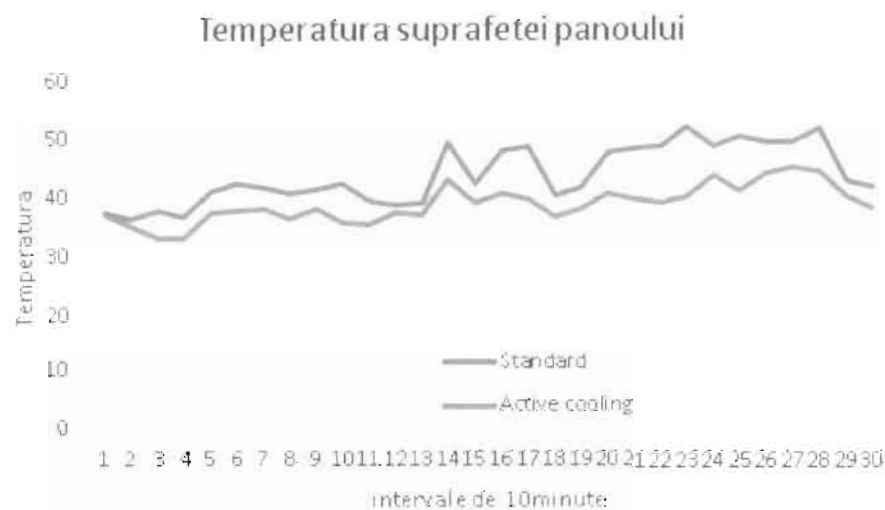


Fig.3 Grafic de variație a temperaturii panoului solar in configuratia standard fara racire si echipat cu sistemul avansat de control al temperaturii optime a panourilor fotovoltaice.