



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00072**

(22) Data de depozit: **28/01/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/06/2018** BOPI nr. **6/2018**

(41) Data publicării cererii:
30/07/2012 BOPI nr. **7/2012**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **TUDORACHE TIBERIU, STR.MOINEȘTI
NR.5, BL.130, SC.A, AP.33, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;**

• **BOSTAN VALERIU, STR. AVRIG NR. 41,
BL. 460, SC. 1, ET.4, AP. 29, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**CN 201123281 Y; CN 101929322 A;
JP 2007116809 A**

(54) **SISTEM HIBRID AUTONOM DE PRODUCERE A ENERGIEI
ELECTRICE**



1 Invenția se referă la un sistem hibrid autonom de producere a energiei electrice care
utilizează ca surse primare principale energia solară și eoliană.

3 Se cunoaște un dispozitiv ecologic de economisire a energiei utilizat într-o seră, con-
form documentului **CN 201123281 Y**, care cuprinde un sistem eolian, niște module fotovol-
5 taice, ambele fiind echipate cu regulatoare ce permit încărcarea unui sistem de baterii. Dis-
pozitivul cuprinde un încălzitor electric, un controler de temperatură și un motor de curent
7 continuu, motorul de curent continuu și încălzitorul electric fiind conectate pe circuitul de
curent continuu.

9 Se cunoaște o mașină de extragere a petrolului, conform documentului
CN101929322 A, care cuprinde un motor ce are rolul de a o pune în mișcare un dispozitiv
11 solar de generare a energiei, un dispozitiv eolian de generare a energiei, o baterie și un dis-
pozitiv de control și comandă care controlează cel puțin unul dintre dispozitivele de generare
13 a energiei cu scopul de a stoca energia în baterie. Un controler asigură funcționarea bateriei
care alimentează motorul în cazul în care energia este insuficientă.

15 Energia solară și cea eoliană sunt surse primare neconvenționale de energie regene-
rabile, nepoluante și gratuite. Având în vedere aceste avantaje specifice, diverse tipuri de
17 sisteme de captare și transformare a acestor energii în electricitate au fost dezvoltate în
ultimii zeci de ani.

19 Dezavantajul major aferent acestor surse primare de energie constă în faptul că
intensitatea radiației solare și viteza vântului nu sunt constante. Astfel, soarele strălucește
21 mai mult sau mai puțin intens în timpul zilei și deloc în timpul nopții. În mod similar, există
perioade de timp în care vântul bate cu intensitate mare (în special iarna) și altele în care nu
23 bate deloc (în special vara).

 În raport cu Sistemul Electroenergetic Național, sistemele energetice bazate pe
25 energii neconvenționale pot fi conectate la rețea, caz în care energia electrică produsă din
surse solare și/sau eoliene este injectată în rețeaua de alimentare sau neconectate la rețea
27 (sisteme izolate), caz în care energia electrică necesară consumatorilor locali trebuie
furnizată în totalitate de sistemul energetic neconvențional (acesta necesitând în mod uzual
29 sistem de stocare și grup electrogen de rezervă).

31 Sistemul energetic propus este de tip neconectat la rețea. Astfel, în această configu-
rație, energia electrică produsă în exces trebuie stocată și utilizată atunci când sursele pri-
33 mare de energii regenerabile (solară și eoliană) sunt insuficiente. Soluția cea mai răspândită
de stocare a energiei electrice constă în utilizarea bateriilor de acumulatori.

 În practică pot apărea situații în care necesarul local de energie electrică depășește
35 atât capacitatea de producție a sistemului energetic neconvențional (din surse
solară/eoliană), cât și cantitatea de energie existentă stocată în baterii (de pildă pe perioade
37 îndelungate cu cer înnoțat și fără vânt). În acest caz, continuitatea alimentării cu energie
electrică a consumatorilor locali necesită utilizarea unui grup electrogen folosit ca sursă auxi-
39 liară de energie (alcătuit în principal dintr-un generator electric antrenat de un motor termic
alimentat cu benzină sau motorină). Un asemenea sistem energetic se numește sistem ener-
41 getic hibrid autonom.

 Bateriile de acumulatori uzuale folosite pentru stocarea energiei electrice obținută din
43 surse regenerabile sunt de tip cu ciclu adânc de descărcare și se fabrică pentru tensiuni
continue nominale de 12 sau 24 V. Încărcarea și descărcarea repetată a bateriilor duce la
45 uzura acestora (la scăderea capacității lor de stocare). Acest fenomen ar fi mult accelerat
dacă s-ar realiza o conectare directă a bateriilor la panourile fotovoltaice sau la generațoa-
47 rele eoliene. Pentru a prelungi durata de viață a bateriilor, trebuie respectate anumite reguli
de încărcare specificate de producători. Astfel, pentru o bună gestionare a procesului de
49 încărcare, între panourile fotovoltaice și baterii, respectiv între generatoarele electrice ale
centralelor eoliene și baterii, trebuie utilizate regulatoare de încărcare specializate.

În cazul rafalelor puternice de vânt, centralele eoliene de mică putere, neechipate cu sisteme performante de reglaj, produc energie electrică în exces, de regulă pe durate scurte, dar care nu poate fi preluată de regulatorul de încărcare a bateriilor. Soluția uzuală constă în utilizarea unei sarcini de diversiune capabilă să consume local acest exces temporar de energie provenit din sursa eoliană. În general, această sarcină de diversiune este un rezistor electric pe care se disipă în mod controlat excesul de energie electrică provenită de la centrala eoliană.

În acord cu ce s-a menționat mai sus, o primă „zonă” a sistemului energetic autonom este reprezentată de circuitul de curent continuu (DC bus bar) ce funcționează uzual la tensiune de 12 V, 24 V sau 48 V. Aici se pot conecta consumatori de curent continuu. Totuși, majoritatea consumatorilor, atât cei casnici, cât și cei industriali, sunt alimentați de la rețele de curent alternativ. În România, conform standardelor, consumatorii monofazați sunt alimentați de la tensiune de 230 V și frecvența de 50 Hz. Prin urmare, apare în mod necesar problema conversiei energiei de curent continuu din acumulatori în energie de curent alternativ. Există deja multiple soluții practice de conversie din curent continuu (abreviat c.c.) în curent alternativ (abreviat c.a.) sau invers, din curent alternativ în curent continuu. Aceste conversii se fac cu randamente subunitare, deci cu consum energetic, dar sunt necesare.

Simplificat, principiul de funcționare al unui sistem energetic hibrid autonom este următorul: energia solară și cea eoliană sunt convertite în electricitate, care este stocată în mod controlat cu ajutorul unor regulatoare de încărcare în baterii de acumulatori. Bateriile permit alimentarea directă a consumatorilor în curent continuu. Tot din baterii, prin intermediul unor convertoare c.c./c.a., se alimentează restul de consumatori (majoritari) de curent alternativ.

Atunci când consumul de energie electrică devine mai mare decât energia produsă plus cea stocată în baterii, nivelul de încărcare al bateriilor scade. Dacă scăderea e prea accentuată, se pornește grupul electrogen pentru compensarea deficienței de energie. Acest proces de conectare/deconectare a grupului electrogen este supervizat de un bloc de automatizare specializat, ce monitorizează nivelul tensiunii electrice a bateriilor.

Grupul electrogen, utilizat în sistemele energetice autonome ca sursă de rezervă, poate fi utilizat în mai multe feluri:

1. Grupul electrogen este folosit doar pentru alimentarea consumatorilor majoritari de c.a. Nu se intervine deloc asupra circuitului de c.c. Această soluție este naturală din punct de vedere al grupurilor electrogene, având în vedere că cele mai multe dintre modelele existente pe piață produc energie de c.a. Această variantă de conectare este ieftină, dar nu asigură și încărcarea bateriilor. În plus pentru a se asigura continuitatea în alimentarea cu energie electrică a consumatorilor, grupul electrogen trebuie conectat la rețeaua locală existentă (formată în principal din baterii, inverter și consumatori), prin intermediul unui convertor special de tip c.a./c.c./c.a., echipat cu funcția de sincronizare cu rețeaua.

2. Grupul electrogen este folosit pentru încărcarea bateriilor, întocmai ca și în cazul stocării energiei electrice obținute prin conversia energiilor solară și eoliană. Deoarece grupul electrogen generează (de regulă) energie de c.a., sistemul trebuie echipat cu un convertor c.a./c.c. pentru încărcarea bateriilor de acumulatori. Această soluție se înscrie mai bine în logica de funcționare a sistemelor autonome prin care energia produsă, indiferent de sursă, este înmagazinată în baterii, fiind livrată către consumatori astfel: în mod direct către consumatorii de c.c., și prin intermediul unui convertor c.c./c.a. către consumatorii de c.a.

3. Grupul electrogen alimentează simultan consumatorii de c.a. și, în paralel, prin intermediul unui convertor c.a./c.c., asigură și încărcarea bateriilor. Această variantă este mai eficientă economic față de varianta a doua, deoarece convertorul c.a./c.c. este de putere mai mică (întrucât trebuie să asigure doar încărcarea bateriilor). Soluția este însă mai complexă, controlul tuturor conversiilor fiind o problemă ce trebuie tratată cu mai multă atenție.

1 În practică sunt folosite cu precădere soluțiile 2 și 3 de conectare a grupului electro-
2 gen. În ambele cazuri, prin pornirea grupului electrogen se realizează simultan alimentarea
3 consumatorilor locali în paralel cu încărcarea bateriilor, proces ce trebuie supervizat prin
4 intermediul unui sistem de control al încărcării bateriilor de la grupul electrogen (similar
5 reguletoarelor de încărcare a bateriilor de la panourile solare sau de la generatoarele
6 eoliene).

7 Prezenta cerere de brevet se referă la un sistem energetic hibrid autonom în care
8 grupul electrogen permite simultan alimentarea consumatorilor de c.a. și încărcarea
9 bateriilor. Soluția în discuție include:

10 - un convertor c.c./c.a. utilizat pentru conversia energiei stocate în baterii de energie
11 de c.a. necesară consumatorilor majoritari de c.a.;

12 - un convertor c.a./c.c. utilizat pentru încărcarea bateriilor de la grupul electrogen.

13 După cum s-a menționat deja, grupul electrogen include un generator de c.a. ce
14 poate fi privit ca un convertor de energie mecanică de rotație în energie electrică de c.a.

15 Invenția propune un mecanism mai simplu de realizare a conversiilor energetice din
16 sistem prin folosirea unei mașini electrice de curent continuu și eliminarea conversiilor
17 c.c./c.a., respectiv c.a./c.c. Mașina electrică de c.c. are avantajul că poate fi folosită foarte
18 ușor în două regimuri de funcționare:

19 - ca motor de c.c. ce transformă energia electrică de c.c. în energie mecanică de
20 rotație;

21 - ca generator de c.c. ce transformă energia mecanică de rotație în energie electrică
22 de c.c.

23 Fluxul conversiilor energetice din sistem este următorul:

24 Cazul 1: Bateriile sunt încărcate (peste programul de încărcare superior). În acest
25 caz, energia electrică de c.c. este convertită prin intermediul mașinii de c.c., ce funcționează
26 ca motor, în energie mecanică de rotație. Această energie mecanică este convertită în
27 energie electrică de c.a. de către generatorul de c.a. existent în grupul electrogen. Pentru ca
28 acest lucru să fie posibil, cele două mașini electrice implicate în conversie trebuie să fie
29 cuplate mecanic. Motorul termic al grupului electrogen este oprit.

30 Cazul 2: Bateriile sunt parțial descărcate (sub pragul de încărcare inferior). În acest
31 caz, blocul de automatizare specializat pornește motorul termic. Acesta va antrena în
32 mișcare de rotație, prin intermediul unui mecanism de antrenare tip ambreiaj, ansamblul
33 mecanic descris la cazul 1, cel format din mașina de c.c. și generatorul de c.a. Deci, similar
34 cazului anterior, energia mecanică de rotație este convertită de generatorul de c.a. în energie
35 de curent alternativ (care este folosită apoi pentru alimentarea consumatorilor de c.a.). De
36 data aceasta însă, mașina de c.c. va fi folosită în regim de generator de c.c. și va asigura
37 încărcarea bateriilor de c.c. și eventual alimentarea consumatorilor de c.c., dacă aceștia
38 există.

39 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în încărcarea bateriilor în cadrul
40 unui sistem de producere a energiei electrice.

41 Sistemul hibrid autonom de producere a energiei electrice, conform invenției, rezolvă
42 problema tehnică menționată și elimină dezavantajele enumerate anterior, prin aceea că
43 mașina de curent continuu se află în legătură pe același ax cu un motor termic și cu
44 generatorul sincron și antrenează numai generatorul sincron ce furnizează energie către
45 rețeaua locală de consumatori de curent alternativ atunci când bateriile sunt încărcate peste
46 un prag limită prestabilit, iar când bateriile sunt descărcate sub pragul limită prestabilit, un
47 bloc de automatizare dă comandă de pornire motorului termic care se cuplează la același

ax, prin intermediul unui mecanism, atât cu generatorul sincron, care debitează energie către rețeaua locală de consumatori de curent alternativ la parametrii impuși prin intermediul unui bloc de control, cât și cu mașina de curent continuu care funcționează în această situație în regim de generator, cu rolul de încărcare a bateriilor de acumulatori.	1
Sistemul hibrid autonom de producere a energiei electrice, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:	5
- se elimină din arhitectura sistemului cunoscut două transformatoare de putere și un inverter;	7
- se obține un sistem de arhitectură mai simplă;	9
- sistemul devine mai compact.	
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figura care reprezintă:	11
- figura, un sistem hibrid autonom de producere a energiei electrice de tip eolian-solar-diesel-baterii cu mașină de curent continuu interpusă între baterii și rețea.	13
Sistemul hibrid autonom de producere a energiei electrice, conform invenției, are la bază conversia în electricitate a energiei cinetice a vântului prin intermediul sistemului eolian 1 , și a energiei solare prin intermediul modulelor fotovoltaice 2 , ambele fiind conectate în paralel pe un circuit de curent continuu. Atât sistemul eolian 1 , cât și cel fotovoltaic 2 sunt echipate cu regulatoare specializate 3 și 5 destinate încărcării sistemului de baterii de acumulatori 6 conectat pe același circuit de curent continuu. Regulatorul 3 asigură în plus direcționarea excesului de energie electrică obținută prin conversie eoliană spre sarcina de diversivsiune 4 , protejând astfel turbina eoliană pe durata rafalelor puternice de vânt. Prin intermediul bateriilor de acumulatori se pot alimenta diferiți consumatori 7 ce funcționează în curent continuu. La bornele circuitului de curent continuu este conectată o mașină de curent continuu cu excitație separată 8 , alimentată prin intermediul unui sistem de comandă 9 montat pe circuitul de excitație, destinat controlului vitezei, tensiunii și curentului. Comanda mașinii de curent continuu 8 fiind efectuată pe circuitul de excitație și nu pe indus, sistemul de comandă 9 va avea eficiență energetică ridicată și cost redus, întrucât operează la curenți slabi. Mașina de curent continuu 8 funcționează în regim de motor sau în regim de generator, în funcție de nivelul de încărcare al bateriilor.	15
Când bateriile sunt încărcate peste un prag limită prestabilit, energia în exces furnizată de sistemele eolian și fotovoltaic pune în mișcare mașina de curent continuu 8 care lucrează în regim de motor și care antrenează, la rândul său, generatorul sincron 10 ce furnizează energie de c.a. la parametrii impuși (de pildă 230 V c.a. și 50 Hz) către rețeaua locală de consumatori 11 . Reglajul parametrilor energiei electrice furnizați în rețeaua locală de c.a. este asigurat prin controlul strict al turației mașinii de curent continuu 8 prin intermediul sistemului de comandă 9 .	17
Când bateriile sunt descărcate sub un prag limită prestabilit, blocul de automatizare 12 dă comandă de pornire motorului termic 13 care se cuplează prin intermediul mecanismului de antrenare tip ambreiaj 14 , la același ax cu generatorul sincron 10 care debitează energie către rețeaua de consumatori de curent alternativ 11 , cât și cu mașina de curent continuu 8 . De această dată, mașina de curent continuu 8 funcționează în regim de generator, având rolul de încărcare a bateriilor de acumulatori 6 , curentul și tensiunea de încărcare fiind controlate de sistemul de comandă 9 . Reglajul parametrilor energiei electrice de curent alternativ este asigurat în acest caz de către blocul de control 15 care acționează în consecință asupra parametrilor motorului termic 13 .	19
	21
	23
	25
	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45

3 Sistem hibrid autonom de producere a energiei electrice alcătuit dintr-un sistem
eolian (1), din niște module fotovoltaice (2), ambele conectate în paralel pe un circuit de
5 curent continuu și echipate cu niște regulatoare (3 și 5) ce permit încărcarea controlată a
unor acumulatori (6) situați pe același circuit de curent continuu unde sunt conectați niște
7 consumatori (7), precum și o mașină de curent continuu (8) controlată prin intermediul unui
sistem de comandă (9) ce antrenează, la rândul său, un generator sincron (10) care furni-
9 zează energie electrică către o rețea de consumatori de curent alternativ (11), **caracterizat**
prin aceea că mașina de curent continuu (8) se află în legătură pe același ax cu un motor
11 termic (13) și cu generatorul sincron (10) și antrenează numai generatorul sincron (10) ce
furnizează energie către rețeaua locală de consumatori de curent alternativ (11) atunci când
13 bateriile (6) sunt încărcate peste un prag limită prestabilit, iar când bateriile (6) sunt descăr-
cate sub pragul limită prestabilit, un bloc de automatizare (12) dă comanda de pornire
15 motorului termic (13) care se cuplează, la același ax, prin intermediul unui mecanism (14),
atât cu generatorul sincron (10) care debitează energie către rețeaua locală de consumatori
17 de curent alternativ (11) la parametrii impuși prin intermediul unui bloc de control (15), cât
și cu mașina de curent continuu (8) care funcționează în această situație în regim de gene-
19 rator, cu rolul de încărcare a bateriilor de acumulatori (6).

