



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 01360**

(22) Data de depozit: **17.12.2010**

(41) Data publicării cererii:  
**28.10.2011** BOPI nr. **10/2011**

(71) Solicitant:

- **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA, SPLAIUL UNIRII NR. 313, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **ROSEAL S.A., STR. NICOLAE BĂLGESCU NR. 5/A, ODORHEIU SECUIESC, HR, RO;**
- **CHIMCOMPLEX S.A. BORZEȘTI, STR. CAUCIUCULUI NR. 3, ONEȘTI, BC, RO**

(72) Inventatori:

- **RIMBU GIMI AURELIAN, BD. DECEBAL NR. 17, BL. S16, SC. 2, AP. 24, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **BORBATH ISTVAN, STR. ȘTRANDULUI NR. 8, ODORHEIU SECUIESC, HR, RO;**
- **BOROS TIBERIU FRANCISC, STR. PIETROASA NR. 11, AP. 15, ODORHEIU SECUIESC, HR, RO;**
- **IODACHE IULIAN, STR. BUJORILOR NR. 3, BL. 20, SC. 2, AP. 8, MĂGURELE, IF, RO;**

- **TEIȘANU ALEXANDRU ARISTOFAN, STR. PĂDUROIU NR. 3, BL. B25, SC. 1, AP. 1, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **VASILESCU MIREA RADU, STR. DORNEASCA NR. 14, BL. P59, SC. 1, AP. 7, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **IORDOC MIHAI, ALEEA TERASEI NR. 4, BL. E2, SC. 2, ET. 1, AP. 28, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **BARA ADELA, STR. PRELUNGIREA GHENCEA NR. 34, BL. M7, SC. A, AP. 19, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **BANCIU CRISTINA, STR. BALTAGULUI NR. 7E, ET. 1, AP. 3, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **COMAN DUMITRU, STR. V. BABEȘ 7B, AP. 28, ONEȘTI, BC, RO;**
- **PARASCHIV TUDORA, STR. FRUMUȘANI NR. 4, BL. 41, SC. A, AP. 12, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO**

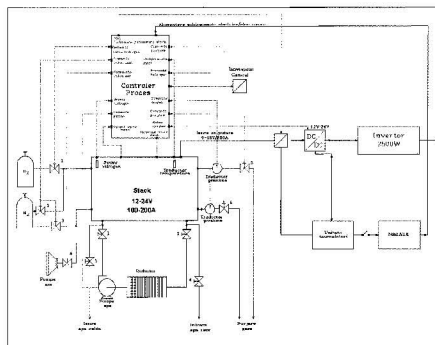
## (54) SISTEM DE COGENERARE DE 5 KW PE BAZĂ DE CELULE CU COMBUSTIBIL

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de cogenerare de 5kW a energiei electrice și termice pe bază de celule cu combustibil, destinată aplicațiilor staționare. Sistemul conform invenției este alcătuit din următoarele blocuri funcționale: dintr-un stack pile de combustie de tip PEM, cu puterea total de 5kW, dintr-o sursă de energie de 24V/100Ah, dintr-un convertor DC-DC, dintr-un invertor DC-AC care convertește tensiunea de curent continuu în curent alternativ, dintr-o sursă ATX pentru asigurarea secvenței de start-up a stack-ului de pile și a unui sistem de automatizare, și din câteva dispozitive auxiliare, cum ar fi un rack montant de tip DIN, un rezervor de hidrogen, o pompă de aer de tip turbo-suflantă și o pompă de recirculare a agentului termic.

Revendicări: 3

Figuri: 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).



## SISTEM DE COGENERARE DE 5kW PE BAZA DE CELULE CU COMBUSTIBIL

Prezenta invenție se referă la un sistem de cogenerare de 5kW pe baza de celule cu combustibil, a energiei electrice și termice, destinat aplicațiilor staționare – Centrala electrotermică pe baza de hidrogen.

Se cunosc soluții tehnice de realizare a sistemelor de cogenerare a energiei electrice și termice, care au diverse variante constructive, după cum urmează:

- Sisteme de turbine cu abur;
- Sisteme de turbine cu gaz;
- Sisteme cu motor cu ardere internă cu piston;
- Sisteme cu ciclu combinat;
- Sisteme cu cicluri Rankine cu fluide organice;
- Sisteme cu unități de cogenerare standardizate („pachete”);
- Sisteme cu motoare Stirling
- Sisteme cu celule de combustibil

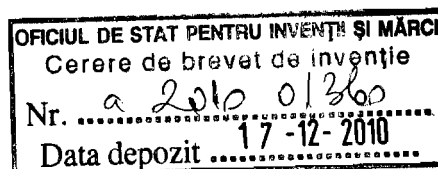
Dezavantajele acestor sisteme constau în faptul că utilizează combustibili fosili sau gaze naturale, care generează un grad mare de poluare pe care îl realizează prin eliberarea în atmosferă a unor cantități mari de gaze cu efect de seră.

Alte dezavantaje ale sistemelor cunoscute, cu celule de combustibil, constau în slabă recuperare a căldurii produse de stack-ul de celule cu combustibil, suprafața activă mică, numărul mare de celule cu combustibil din stack.

Mai sunt dezavantaje, determinate de temperaturile ridicate de funcționare ale sistemelor de cogenerare cu celule de combustibil cu oxid solid (SOFC), care funcționează la temperaturi de 700 – 900 °C, și de asemenea integrarea acestora este complexă și necesită condiții speciale de exploatare.

Scopul invenției este generarea energiei electrice „verde”, în mediul înconjurător, prin utilizarea hidrogenului pe post de combustibil și recuperarea căldurii produse de un stack de pile de combustie în timpul funcționării acestuia.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în generarea energiei electrice prin transformare directă a energiei chimice și preluarea căldurii debitată sub formă de energie termică de către stack-ul de pile de combustie, căldura preluată cu ajutorul unui schimbător de căldură.



Sistemul de cogenerare de 5kW pe baza de celule cu combustibil, conform inventiei inlatura dezavantajele mentionate, prin aceea ca este alcatuit din urmatoarele blocuri functionale: un stack pile de combustie de tip PEM, cu puterea totala de 5kW ( $1800W_e + 3200W_t$ ); o sursa de energie back-up de 24V/100Ah; un convertor DC-DC 9-24V / 27V, 65A; un invertor DC-AC 24V / 220V, 50Hz care converteste tensiunea din curent continuu in curent alternativ; o sursa ATX 6-30V DC/DC, 250W; un sistem de automatizare; un rack montant de tip DIN; un rezervor hidrogen 5.5 (99,999%); un sistem de transfer termic pe baza de schimbator de caldura in convecție naturala (tip radiator auto); o pompa de aer de tip turbosuflanta; o pompa de recirculare agent termic; are la baza un stack de pile de combustie cu membrana schimbatoare de protoni (PEM) cu puterea totala de 5kW, din care  $1,8kW_e$  putere electrica maxima si  $3,2kW_t$  putere termica maxima, iar caldura este preluata cu ajutorul unui schimbator de caldura; temperatura medie de lucru este  $60^\circ\text{C}$ , iar temperatura maxima admisibila de lucru este  $80^\circ\text{C}$ ; temperatura medie a stack-ului este controlata pe baza recircularii in sistem a unui agent termic apos (apa deionizara / etilen glicol); combustibilul utilizat este hidrogenul, iar oxidantul utilizat este aerul; tensiunea debitata de stack se situeaza in domeniul 24V – 12V, iar curentul maxim debitat este de 150A c.c.

Inventia prezinta urmatoarele avantaje:

- permite reducerea numarului de celule din stack, marind suprafata activa a placilor bipolare la  $400\text{cm}^2$  ;
- functioneaza la temperaturi scazute (maxim  $90^\circ\text{C}$ );
- permite recuperarea energiei termice;
- integrare simpla in sistemul de cogenerare;
- conditii de exploatare normale.

Se da in continuare un exemplu de realizare a inventiei in legatura cu Figura 1 care reprezinta schema de automatizare a sistemului de cogenerare, conform inventiei.

Sistemul de cogenerare conform inventiei are la baza un stack de pile de combustie cu puterea totala de 5kW, din care,  $1,8kW_e$  putere electrica maxima si  $3,2kW_t$  putere termica maxima. Temperatura medie de lucru este  $60^\circ\text{C}$ , iar temperatura maxima admisibila de lucru este  $80^\circ\text{C}$ . Temperatura medie a stack-ului este controlata pe baza recircularii in sistem a unui agent termic apos (apa deionizara / etilen glicol). Combustibilul utilizat este hidrogenul. Oxidantul utilizat este aerul. Tensiunea debitata de stack se situeaza in domeniul 24V – 12V. Curentul maxim debitat este de 150A c.c. Tensiunea electrica variabila in domeniul 12V - 24V debitata de stack-ul de pile de combustie in c.c. este stabilizata intr-un convertor DC/DC si

transformata printr-un inverter DC/AC in 220V/50Hz in c.a.

Sistemul de cogenerare de 5kW pe baza de celule cu combustibil conform inventiei, este compus din urmatoarele blocuri functionale: un stack pile de combustie de tip PEM, cu puterea totala de 5kW ( $1800W_e + 3200W_i$ ); o sursa de energie back-up de 24V/100Ah; un convertor DC-DC 9-24V / 27V, 65A; un inverter DC-AC 24V / 220V, 50Hz care converteste tensiunea din curent continuu in curent alternativ; o sursa ATX 6-30V DC/DC, 250W; un sistem de automatizare; un rack montant de tip DIN, avand cotele de gabarit :799 x 630 x 1440,5 mm; un rezervor hidrogen 5.5 (99,999%); un sistem de tranfer termic pe baza de schimbator de caldura in convecție naturala (tip radiator auto); o pompa de aer de tip turbosuflanta; o pompa de recirculare agent termic.

Descrierea blocurilor functionale:

**Stack-ul pile de combustie** este compus din 25 de elemente, pe baza de ansambluri membrana-electrod (MEA) cu membrana de tip NAFION, avand urmatoarea componenta: o placa de capat superioara din DURAL; o placa de capat inferioara din DURAL; o placa colectoare superioara din Cu; o placa colectoare inferioara din Cu; o placa bipolară superioara tip I din compozit grafitic; o placa bipolară inferioara tip I din compozit grafitic; un numar de 48 placi bipolare intermediare tip II din compozit grafitic; un numar de 50 garnituri de etansare fata din cauciuc EPDM; un numar de 50 garnituri de etansare spate din cauciuc EPDM; un numar 200 garnituri de etansare ovale din cauciuc EPDM; un numar de 25 ansambluri membrana-electrozi (MEA) cu suprafata activa de  $400\text{ cm}^2$ ; suprafata totala de  $900\text{ cm}^2$ ; un numar de 14 prezoane cu rol de strangere al pachetului; 28 de piulite de stangere; 28 saibe izolatoare din PTFE; 28 saibe metalice; 16 tuburi izolatoare din PTFE; 2 racorduri pentru alimentare gaze (Cu  $\phi 10$ ); 2 racorduri pentru evacuare gaze (Cu  $\phi 10$ ); 1 racord pentru alimentare agent de racire (Cu  $\phi 10$ ); 1 racord pentru evacuare agent de racire (Cu  $\phi 10$ ).

**Stack-ul de pile de combustie** cu membrana schimbatoare de protoni (PEM) are urmatoarele caracteristici tehnice :

- tensiunea de iesire a stack-ului de pile: 12-24V;
- tensiunea electrica in gol a unui element este cuprinsa intre 0,9-1V;
- curent debitat in sarcina: max 150 A;
- rezistenta electrica de volum maxima a placilor bipolare este de  $120\mu\Omega\text{m}$ ;
- puterea electrica maxima  $1800W_e$ ;
- timpul de intrare in regimul de functionare: max. 3 minute;

- temperatura medie de lucru este de 60°C;
- temperatura maxima admisibila de lucru este de 80°C;
- alimentare: H<sub>2</sub> tip 5.5, din butelie de 0,06 m<sup>3</sup>/200 at, standard, aer atmosferic;
- auxiliare: N<sub>2</sub> de tip 5.0, din din butelie de 0,05 m<sup>3</sup>/200 at;
- presiunea de intrare H<sub>2</sub> intre 0,5 – 2 at;
- presiunea de intrare aer intre 0,1 – 0,25 at;
- presiunea de intrare azot intre 0,5 – 2 at;
- debit H<sub>2</sub>: 2,5 m<sup>3</sup>/h
- debit aer: 6,5 m<sup>3</sup>/h;
- putere calorica maxima: 3200W<sub>t</sub>;
- sistem de transfer termic: racire cu apa dionizata + etilen-glicol 9:1;
- temperatura maxima de iesire agent termic 60-80°C;
- debit agent termic: pana la 22kg/h, pentru o temperatura de intrare de 20°C;
- dimensiuni de gabarit : 360 x 390 x 292 mm – pentru 25 celule

**Sursa de energie back-up** constand din unitate de acumulatori de tip Pb/acid de 2 x 12V/100Ah;

**Sistemul de conversie energetica** cuprinde trei blocuri functionale:

- Convertor DC-DC, cu tensiunea de intrare cuprinsa intre 9-24V, tensiunea de iesire stabilizata de 27V, curent maxim debitat 65A, cu management de putere pentru sursa de energie back-up (reglarea automata a curentului de incarcare a bateriei de acumulatori, sesizare prin alarma acustica a starilor de folt a bateriei - descarcare si supraincercare peste limitele admisa);
- Invertor DC-AC cu tensiunea de intrare de 24V DC, tensiunea de iesire 220V/50Hz, puterea maxima de iesire 2500W, curent maxim de iesire pe sarcina neinductiva de 12A;
- Sursa ATX 6-30V DC/DC, 250W, pentru asigurarea secventei de start-up a stackului de pile si a sistemului de automatizare.

**Sistemul de automatizare** cuprinde:

- Calculator de proces P II/100MHz, 64Mb SDRAM, 10GB HDD, interfata de iesire: 2xRS232, 1 iesire analogica 0-5V;
- Achizitor de date de tip I/O card converter A/D, 12Bit, 8 intrari diferentiale, cu tensiunea de intrare maxima de ±5V/100KΩ, 20Msamples, o iesire D/A cu tensiunea de iesire cuprinsa intre 0 si ±5V /1KΩ, model SUPER12BIT;

- Traductor de temperatura de tip PT100, subminiatura ( $\Phi = 2,2\text{mm}$ ,  $h = 26\text{mm}$ );
- Border preamplificator & sursa de curent constant 1mA, adaptor de masura pentru termorezistenta PT100;
- Senzor de hidrogen cu prag maxim reglabil (tip KH100) & amplificator border de tip AD 262;
- Traductor de presiune, cu domeniul de masura cuprins intre 0 si 100PSI (0 – 6,8 at), de tip PX309-100AV & border de conversie in domeniul 0- 5V;
- 2 bucati electrovalve de tip MK 10 antiex, filet 10 mm, presiune de lucru: 0 - 40 at, debit maxim: 2.5 m<sup>3</sup>/h (hidrogen);
- 2 bucati electrovalve de tip MK 10, filet 10 mm, presiune de lucru: 0 - 40 at, debit maxim: 10 m<sup>3</sup>/h (aer);
- Contactor de curent continuu, 24V/200A, excitatie 24V DC.

Sistemul de cogenerare conform inventiei mai cuprinde urmatoarele **dispozitive auxiliare**:

- Rack montant de tip DIN, avand cotele de gabarit :799 x 630 x 1440,5 mm
- Pompa de recirculare agent termic tip “ARDO”, (masina de spalat), cu debit maxim 0,2 dm<sup>3</sup>/sec;
- Pompa de aer de tip turbosuflanta, cu presiunea maxima de iesire 0,25 at;
- Butelie de hidrogen tip 5.5, din butelie de 0,06 m<sup>3</sup>/200 at, standard;
- Butelie de azot tip 5.0, din butelie de 0,05 m<sup>3</sup>/200 at, standard;
- Reductoare de presiune (2 bucati), prevazute cu manometre de mare si mica presiune, din care una bucata de tip antiex, hidrogen. (3/8”);
- Armaturi de tip “inchidere pe bila”, de 3/8” (4 bucati);
- Cabluri de interconectare de forta si de comunicare.

Sistemul de cogenerare conform inventiei functioneaza astfel:

In prima etapa se conecteaza furtunile de alimentare si evacuare a gazelor, se verifica conexiunile cablurilor electrice la instrumente de masura, se verifica etanseitatea circuitului de alimentare si evacuare a gazelor. Acest lucru se face in doua moduri: (i) presurizarea traseelor cu gaze inerte si verificarea cu spuma a tuturor imbinarilor (ii) verificarea cu detectorul de H<sub>2</sub>. Hidrogenul, oxigenul si aerul utilizati la anod trebuie sa nu contina nitrati, sulfati si monoxide de carbon si inainte ca stack-ul sa fie conectat la sistemul de alimentare cu gaze, se impune verificarea traseelor de alimentare cu gaze care nu trebuie sa aiba urme de particule de praf sau alte asemenea impuritati. Introducerea lor in ansamblul de pile de combustie poate duce la defectiuni iremediabile. Trebuie evitata utilizarea de grasimi in

prezenta oxigenului, iar diferenta de presiune dintre compartimente (anodic si catodic) nu trebuie sa depaseasca 200 mBari pentru a preveni spargerea membranei. Presiunea totala de alimentare cu gaze (hidrogen, oxigen si aer) a stack-ului trebuie sa fie max 5 bari, pentru a evita scurgerea de gaze si a preveni pericolul unor explozii creat prin acumularea lor.

In a doua etapa, stack-ul se incalzeste pana la o temperatura de cca 60% din temperatura de regim in conditii de curent continuu (~ 50°C). Pentru aceasta, stack-ul se mentine continuu sub o sarcina de 15 A timp de 1h. Variatia medie de temperatura la o incarcare de 15A este de 1°C/min

## REVEDICĂRI

1. Sistemul de cogenerare de 5kW pe baza de celule cu combustibil, **caracterizat prin aceea ca** este alcatuit din urmatoarele blocuri functionale: un stack pile de combustie de tip PEM, cu puterea totala de 5kW ( $1800W_e + 3200W_t$ ); o sursa de energie back-up de 24V/100Ah; un convertor DC-DC 9-24V / 27V, 65A; un invertor DC-AC 24V / 220V, 50Hz care converteste tensiunea din curent continuu in curent alternativ; o sursa ATX 6-30V DC/DC, 250W; un sistem de automatizare; un rack montant de tip DIN, avand cotele de gabarit :799 x 630 x 1440,5 mm; un rezervor hidrogen 5.5 (99,999%); un sistem de tranfer termic pe baza de schimbator de caldura in convecție naturala (tip radiator auto); o pompa de aer de tip turbosuflanta; o pompa de recirculare agent termic.

2. Sistemul de cogenerare conform revendicarii 1, **caracterizat prin aceea ca** are la baza un stack de pile de combustie cu membrana schimbatoare de protoni (PEM) cu puterea totala de 5kW, din care  $1,8kW_e$  putere electrica maxima si  $3,2kW_t$  putere termica maxima, iar caldura este preluata cu ajutorul unui schimbator de caldura; temperatura medie de lucru este  $60^\circ C$ , iar temperatura maxima admisibila de lucru este  $80^\circ C$ ; temperatura medie a stack-ului este controlata pe baza recircularii in sistem a unui agent termic apos (apa deionizara / etilen glicol); combustibilul utilizat este hidrogenul, iar oxidantul utilizat este aerul; tensiunea debitata de stack se situeaza in domeniul 24V – 12V, iar curentul maxim debitat este de 150A c.c.

3. Sistemul de cogenerare, conform revendicarii 1 si 2, **caracterizat prin aceea ca**, stack-ul de pile de combustie de tip PEM (proton exchange membrane), de 5kW, este alcatuit din 25 de elemente, pe baza de ansambluri cu membrana schimbatoare de protoni, de tip NAFION, avand urmatoarea componenta: doua placi de capat superioara, respectiv inferioara, din DURAL; doua placi colectoare din Cu, superioara si respectiv inferioara; doua placi bipolare, superioara si inferioara din compozit grafitic, de tip I; 48 placi bipolare intermediare din compozit grafitic, de tip II; 50 garnituri de etansare fata din cauciuc EPDM; 50 garnituri de etansare spate din cauciuc EPDM; 200 garnituri de etansare ovale din cauciuc EPDM; 25 ansambluri membrana-electrozi (MEA) cu suprafata activa de  $400\text{ cm}^2$ ; suprafata totala de  $900\text{ cm}^2$ ; 14 prezoane cu rol de strangere al pachetului; 28 de piulite de strangere; 28 saibe izolatoare din PTFE; 28 saibe metalice; 16 tuburi izolatoare din PTFE; 2 racorduri pentru alimentare gaze (Cu  $\phi 10$ ); 2 racorduri pentru evacuare gaze (Cu  $\phi 10$ ); 1 racord pentru alimentare agent de racire (Cu  $\phi 10$ ); 1 racord pentru evacuare agent de racire (Cu  $\phi 10$ ).



