

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00745

(22) Data de depozit: 20/10/2015

(41) Data publicării cererii:
28/04/2017 BOPI nr. 4/2017

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
DEZVOLTARE PENTRU TEHNOLOGII
IZOTOPICE ȘI MOLECULARE,
STR. DONAT NR. 67-103, CLUJ-NAPOCA,
CJ, RO

(72) Inventatori:
• MORARI IOAN CRISTIAN,
STR. CONSTANTIN BRÎNCUȘI NR. 31,
AP. 4, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• STREZA MIHAELA, ALEEA MICUS NR. 3,
BL. D12, AP. 27, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• CRISTIAN TUDORAN,
STR. ARON DENSUȘIANU NR. 16, AP. 1,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(54) DISPOZITIV ȘI PROCEDEU PENTRU DETERMINAREA
DISTRIBUȚIEI DE CURENT ÎN GRILELE ELECTROD
ALE SURSELOR ELECTROCHIMICE DE PUTERE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv și la un procedeu pentru determinarea distribuției de curent în grilele electrod ale surselor electrochimice de putere. Dispozitivul conform invenției cuprinde o incintă (IT) cu pereți izolați termic, în interiorul căreia este montat un suport format din două piese (1, 2) din material plastic transparent, ce realizează presarea în plan a unei celule (6) de acumulator, conectate la un circuit exterior de sarcină, compus dintr-un rezistor (R) de putere, un contactor (C) și un clește ampermetric de curent continuu, pentru măsurarea intensității curentului, în care suportul este montat în poziție verticală, cu suprafața grilei electrod pozitive orientată către o cameră de termoviziune (CIR) cuplată la incinta (IT) izolată termic, capturarea datelor fiind sincronizată cu închiderea contactorului (C).

Revendicări: 4
Figuri: 5

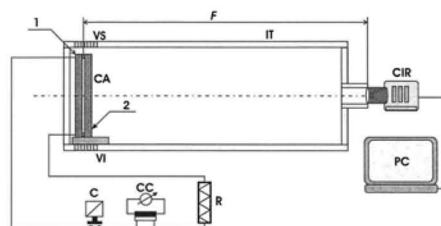


Fig. 2



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2015 00745
Data depozit 20-10-2015

a) Titlu:

DISPOZITIV ȘI PROCEDEU PENTRU DETERMINAREA DISTRIBUȚIEI DE CURENT ÎN GRILELE ELECTROD ALE SURSELOR ELECTROCHIMICE DE PUTERE

b) **Precizarea domeniului tehnic în care poate fi folosită invenția.**

Invenția se referă la un dispozitiv și procedeu utilizat pentru determinarea distribuției densității de curent în grilele electrod ale surselor electrochimice de putere (acumulatoare electrice plumb-acid). În structura electrozilor bateriilor plumb-acid intră masa activă care permite stocarea curentului prin procese electrochimice respectiv o grilă metalică utilizată ca suport al masei active. Distribuția densității de curent în grila metalică pe parcursul funcționării bateriei este obținută prin analiza numerică a variației de temperatura a suprafeței plăcii de acumulator aflată în regim de descărcare în sarcina care este măsurată cu ajutorul unei camere performante de termoviziune. Efectul intensității curentului asupra grilei metalice a electrodului se obține prin deconvoluția căldurii totale generate, prin procesarea numerică a distribuției temperaturii pe suprafața exterioară a acestuia. Datorită simplității și eficienței ridicate a metodei, invenția poate fi folosită pentru studii de optimizarea geometriei grilelor metalice cu efect asupra performanțelor electrice, reducerea costului global de producție și protecția mediului înconjurător.

c) **Indicarea stadiului anterior al tehnicii și indicarea documentelor care stau la baza acestuia.**

Acumulatoarele electrice sunt utilizate pe scara largă în aproape toate domeniile științei și tehnicii, cu o răspândire deosebită în industria mijloacelor de transport și a surselor auxiliare de alimentare. În special acumulatoarele de tip plumb-acid prezintă o răspândire largă datorită caracteristicilor specifice: energie specifică mare, capacitate de descărcare ridicată, cost redus de producție, ușurință în reciclare și densitate mare de energie. În general, procesul de optimizare al acumulatoarelor electrice este bazat pe metode semi-empirice și încercări experimentale (construcția fizică a unui acumulator prototip urmată de măsurători electrice în sarcina). Acest tip de proces de optimizare este costisitor și necesită o durată lungă de timp pentru obținerea unor rezultate îmbunătățite [6]. În ultimii ani au fost dezvoltate o serie de modele matematice care descriu comportamentul dinamic al acumulatoarelor de tip plumb-acid [2]. Optimizarea structurii metalice a grilelor-electrod ale acumulatoarelor este una din strategiile utilizate în procesul

de obținere al acumuloarelor cu performanțe electrice ridicate, rezistență la vibrații mecanice și durată de serviciu îmbunătățite [7,8].

Recent, s-au derulat experimente de evaluare nedistructivă a electrozilor acumuloarelor de tip Li-ion, dar până în prezent nu s-a raportat nici un studiu privind optimizarea grilelor în vederea îmbunătățirii proceselor de colectare a curentului în acumuloarele pe baza de Pb prin metode termografice de analiză. În cazul acumuloarelor pe baza de litium-ion s-a măsurat grosimea catodilor și a anozilor, prezența defectelor de structură și a neomogenităților prin metode de scanare cu laser și termografie în IR [9]. Pentru evaluarea siguranței în funcționare a acumuloarelor de tip litium-ion, s-au efectuat teste de descărcare în sarcină, iar căldura generată în urma acestui proces s-a analizat în mod nedistructiv cu ajutorul metodelor IR [10]. Termografia de detecție sincronă ("lock-in thermography") s-a folosit de asemenea pentru detectarea "acumularilor" de gaze care apar în timp în celulele pe baza de Li [11], datorită uzurii și îmbătrânirii acestora. Analiza difuzivității termice prin metoda "flash thermography" a fost folosită în scopul monitorizării proceselor de îmbătrânire ale electrozilor în bateriile pe baza de Pb [12]. A fost demonstrat faptul că difuzivitatea termică a electrozilor crește odată cu creșterea gradului de uzură a plăcilor.

Dispozitivul și procedeul de analiză numerică descrise în prezenta invenție permit studiul detaliat al distribuției de curent în grilele-suport ale electrozilor din bateriile plumb-acid cu potențiale aplicații în proiectarea și obținerea grilelor-electrod cu rezistență electrică redusă și eficiență îmbunătățită, prin optimizarea procesului de colectare al curentului electric generat în masa activă a plăcii.

d) Expunerea invenției în termeni care să permită înțelegerea problemei tehnice și a soluției așa cum este revendicată precum și avantajele invenției în raport cu stadiul actual al tehnicii

Construcția în diferite variante a unui acumulator complet funcțional, în scop de cercetare și optimizare este o problemă costisitoare și complicată. Astfel, este utilă dezvoltarea unor metode experimentale simple care să ofere informații legate de proprietățile de conducție ale grilelor-electrod utilizate în acumuloarele electrice.

Geometria grilei metalice pozitive a unui acumulator are un impact major asupra performanțelor electrice și duratei sale de viață. Plăcile pozitive în cazul acumuloarelor de tip plumb-acid sunt supuse coroziunii puternice din cauza faptului că acestea joacă simultan rolul de suport al materialului masei active și de colector de curent. Viteza de coroziune a plăcilor pozitive devine factorul limitativ al duratei de viață a acumulatorului.

Placile pozitive sunt proiectate astfel încât structura de fascicule metalice să ofere rigiditate optimă și suport pentru stocarea masei active, să colecteze curentul electric generat în urma reacțiilor chimice și să conducă curentul electric spre terminalele colectoare cu o cădere minimă de tensiune (rezistență electrică minimă). Structura metalică a unei placipozitive (configurația fasciculelor metalice de suport și conducție) este determinată de compoziția aliajului utilizat, de geometria acestuia, de tehnologia de prelucrare mecanică a grilei, și în special de regimul de funcționare dorit al acumulatorului și de cerințele energetice: densitate de putere, intensitatea curentului de sarcină, număr de cicluri de funcționare, etc.

În referințele [1,3,4,5] sunt prezentate diverse geometrii de grile-electrod pozitive, proiectate cu ideea de a îmbunătăți fluxul de curent electric spre bornele acumulatorului, a susține un volum majorat de masă activă în vederea creșterii capacității [1], îmbunătățirea rezistenței grilei la defecte structurale provocate de vibrații [5], scăderea rezistenței electrice totale, reducerea masei de metal și implicit a costului de producție a întregului acumulator. Deși s-a depus un efort considerabil pentru găsirea și proiectarea unor soluții îmbunătățite pentru obținerea grilelor-electrod, utilizându-se metode semi-empirice bazate pe experiențele trecute, încă există nevoia de a optimiza geometria grilelor cu scopul satisfacerii condițiilor actuale de funcționare ale acumulatorilor electrice utilizate în cele mai diverse aplicații. Optimizarea eficientă a grilelor-electrod moderne poate fi făcută prin utilizarea unor metode bazate pe măsurători experimentale cuplate cu modelarea și prelucrarea numerică.

Dispozitivul și procedeul descrise de prezenta invenție se bazează pe utilizarea termografiei în IR cuplată cu procesarea numerică a informațiilor obținute permițând măsurarea distribuției de curent în grila și deschizând drumul spre proiectarea și obținerea de grile-electrod cu rezistență electrică redusă și eficiență îmbunătățită prin optimizarea proceselor de colectare ale curentului electric generat în masa activă. Avantajul principal este posibilitatea obținerii în timp real a unei imagini care reprezintă distribuția densității de curent pe suprafața grilei-electrod. Informațiile obținute din aceasta imagine putând fi utilizate pentru proiectarea unui nou model de grilă metalică având proprietăți de colectare ale curentului electric mult îmbunătățite (proiectarea modelului îmbunătățit de grilă-electrod se bazează pe utilizarea unui model numeric). În acest mod se elimină nevoia construcției și retestării în mod empiric a unui număr mare de grile-electrod, fiind suficient un număr redus de studii pentru obținerea informațiilor necesare în procesul de optimizare.

Dispozitivul descris de prezenta invenție se compune dintr-o incintă izolată termic în interiorul căreia este poziționat un suport special ce conține celula de acumulator studiată.

Celula de acumulator, compusă din placapozitivă, negativă și membrana separatoare este conectată într-un circuit de sarcină compus dintr-un rezistor de putere, contactor și clește ampermetric de curent continuu pentru măsurarea intensității curentului. Camera de termoviziune IR este cuplată la incintă prin intermediul unei aperturi practicate pe peretele vertical opus suportului cu celula de acumulator. Pornirea înregistrării este sincronizată cu conectarea în sarcină a celulei de acumulator (camera are ca și funcționalitate un DC trigger)

Noutatea adusă de prezenta invenție constă în:

- Posibilitatea obținerii în timp real a distribuției densității de curent pe suprafața unei grile-electrod de acumulator. Acest lucru va permite optimizarea geometriei fasciculelor colectoare din structura metalică a acesteia în vederea îmbunătățirii procesului de colectare și conducție a curentului generat în reacțiile chimice din masa activă.
- Posibilitatea determinării densității de curent în sisteme complexe de tip grilă metalică fără a interfera cu procesul de conducție electrică (fără a insera rezistențe de contact suplimentare în sistem).

e) Prezentarea pe scurt a desenelor explicative

Figura 1A. Această figură prezintă detaliile constructive ale suportului care poartă celula de acumulator supusă testării, în vedere frontală (din partea camerei de termoviziune). Notațiile din această figură se referă la:

- 1 - piesa frontală a suportului celulei de acumulator;
- 2 - piesa posterioară a suportului;
- 3 - șuruburile de asamblare a pieselor 1 și 2;
- 4 - piesa inferioară de sprijin a suportului celulei de acumulator;
- 5 - șuruburi de asamblare a pieselor 4 de corpul suportului format din piesele 1 și 2;
- 6 - celula de acumulator formată prin presarea ansamblului electrod negativ - membrană de separare/izolator - electrod pozitiv;
- 7A, 7B - ferestrele decupate ale piesei frontale 1;
- 8A, 8B, 8C - ferestrele decupate ale piesei posterioare 2;

Figura 1B. Această figură prezintă detaliile constructive ale suportului care poartă celula de acumulator supusă testării, în vedere de sus.

Figura 2. Această figură prezintă schema bloc a dispozitivului descris de prezenta invenție împreună cu circuitul electric de sarcină al celulei de acumulator. Notațiile din această figură se referă la:

CIR - cameră de termoviziune în infra-roșu (IR);
IT - incintă izolată termic;
PC - sistemul de calcul pentru achiziția datelor;
F - distanța focală a camerei de termoviziune **CIR**;
CA - celula de acumulator;
C - contactor;
CC - clește ampermetric de curent continuu
R - rezistența de putere pentru descărcarea celulei de acumulator **CA**;
VI - orificii inferioare pentru ventilație naturală;
VS - orificii superioare pentru ventilație naturală;

Figura 3. Această figură prezintă dimensiunile constructive ale incintei izolate termic **IT** ce intră în componența dispozitivului pentru determinarea distribuției de curent în grilele-electrod.

Figura 4. Această figură prezintă laplacianul imaginii termice primare, utilizând procedeul descris de prezenta invenție.

Figura 5. Această figură prezintă harta distribuției densității de curent pentru o grilă-electrod pozitivă de acumulator Pb-acid, obținută cu ajutorul dispozitivului și procedeului descris de prezenta invenție.

f) Expunerea detaliată a invenției pentru care se solicită protecția

Dispozitivul pentru determinarea distribuției de curent în grilele-electrod

Dispozitivul pentru determinarea distribuției de curent în grilele-electrod ale surselor electrochimice de putere descris de prezenta invenție, se compune dintr-o incintă cu pereți izolați termic (**IT**, **Figura 2**) având formă de prismă dreptunghiulară, în interiorul căreia este montat un suport format din două piese (**1**, **2**) construit din material plastic transparent optic, ce conține o celulă de acumulator (**6**, **Figura 1**). Suportul celulei este montat în poziție verticală cu suprafața grilei-electrod pozitive orientată spre camera de termoviziune (**CIR**, **Figura 2**). Suportul celulei de acumulator este format din două piese (**1** și **2**) de formă dreptunghiulară, asamblate cu ajutorul a patru șuruburi (**3**, **Figura 1**) astfel încât se realizează presarea în plan a celulei de acumulator **6**. Șuruburile **3** sunt confecționate din material dielectric rezistent la coroziune (PTFE, poliamidă, etc.). Suportul posedă la partea inferioară, două piese de sprijin (**4**, **Figura 1**) asamblate cu ajutorul șuruburilor **5**.

Pentru înregistrarea distribuției temperaturii pe suprafața electrozilor celulei de acumulator **6**, în piesele **1** și **2** s-au executat decupaje (ferestre) de formă dreptunghiulară (**7A**, **7B** pentru piesa **1** și **8A**, **8B**, **8C** pentru piesa **2**). Camera de termoviziune (**CIR**, **Figura 2**) se cuplează la incinta izolată termic **IT** prin intermediul unei aperturi prevăzute pe peretele opus suportului ce conține celula de acumulator. Distanța dintre suprafața grilei-electrod pozitive **6** și camera **CIR** este egală cu distanța focală a acesteia, notată cu

F. Pentru ventilarea căldurii generate de celula de acumulator **CA**, pe pereții orizontali ai incintei **IT** în vecinătatea suportului (1, 2) s-au executat o serie de orificii de ventilare (**VI**, **VS**).

Circuitul exterior de sarcina al celulei de acumulator **CA** (**Figura 2**) conține un contactor **C**, rezistorul de putere **R** și un clește ampermetric **CC** de curent continuu pentru măsurarea intensității curentului. Pornirea captării datelor este sincronizată cu închiderea contactorului **C**.

Procedeeul de analiză numerică utilizat pentru determinarea distribuției de curent în grilele-electrod

Modelul matematic utilizat

Propagarea unei unde termice într-un mediu omogen, în prezența unei surse de caldură q generată pe unitatea de volum în unitatea de timp este dată de ecuația (1) :

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \Delta T + \frac{1}{c_p \rho} q \quad (1)$$

unde: $T = T(x, y, z, t)$ este temperatura; $\frac{\partial T}{\partial t}$ este viteza de variație a temperaturii pentru un punct dat definit de coordonatele (x, y, z) ; α este difuzivitatea termica; Δ este operatorul

Laplace,

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \quad (2)$$

Difuzivitatea termica α este definită prin: $\alpha = \frac{K}{c_p \rho}$ (3)

unde: K este conductivitatea termică, c_p este căldura specifică la presiune constantă, ρ este densitatea materialului.

Utilizând ecuația (1) laplacianul temperaturii T devine:

$$\Delta T = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} - \frac{1}{K} q \quad (4)$$

În cazul în care prin material circula curent electric, căldura raportată la volum și timp este proporțională cu puterea disipată de traversarea curentului electric pe unitatea de volum,

$P = P/V$ și este definită de ecuația: $P = \frac{j^2}{\sigma}$ (5)

unde: j este densitatea de curent, σ este conductivitatea materialului, $j = -\sigma \varepsilon$ (6)

Laplacianul distribuției temperaturii devine: $\Delta T = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} - \frac{j^2}{\sigma K}$ (7)

Densitatea curentului j este definită de ecuația: $j^2 = \sigma K \left(\frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} - \Delta T \right)$ (8)

Dacă considerăm cazul unei grile-electrod pentru un acumulator de tip plumb-acid, curentul electric este generat de masa activă și este colectat de către structura grilei metalice. Ca urmare, valorile parametrilor din membrul drept al ecuației (7) vor fi diferite pentru cele două zone distincte (masa activă și structura metalică a grilei). Termenul $\frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$ are valori ce sunt cu un ordin de mărime mai mici decât valorile distribuției temperaturii ΔT pentru grila metalică. Astfel, primul termen din membrul drept al ecuației (8) se poate neglija. Densitatea curentului se obține din valorile Laplacianului distribuției temperaturii conform ec(8).

Harta termică a suprafeței plăcii, care reflectă distribuția de curent în grilă, se obține după următorul algoritm:

- achiziția datelor de la camera de termoviziune pornește în momentul cuplării circuitului de sarcină al celulei de acumulator **CA** (**Figura 2**) (închiderea contactorului **C**).
- Imaginile înregistrate de camera de termoviziune, se exportă ca și matrici 2D de valori numerice (ce reprezintă combinația de culoare RGB a fiecărui pixel).
- Din fiecare imagine înregistrată se extrage zgomotul (fundalul) termic
- Pentru diminuarea fluctuațiilor termice se efectuează o "netezire" a matricii, utilizând tehnica medierii locale a valorilor $T(i, j)$, unde i și j sunt coordonatele-ecran ale fiecărui pixel din matrice. Imaginea termică astfel obținută , este descrisă de

$$\text{ecuația: } \tau(\mu, \nu) = \frac{1}{9} \sum_{i=\mu-1}^{\mu+1} \sum_{j=\nu-1}^{\nu+1} T(i, j) \quad (9)$$

unde, valoarea 9 de la numitor reprezintă numărul de pixeli ai matricii 3 x 3 utilizată pentru mediere.

- pornind de la matricea mediată , pentru fiecare punct se calculeaza laplacianul temperaturii (ecuațiile (2) și (4)), pe suprafața grilei (derivata a doua se aproximează folosind aproximatia mediată central a metodei diferenței finite [13]).
- valoarea densității curentului electric pentru fiecare punct al matricii, se obține din ecuația (8).

Exemplu de realizare

În dispozitivul pentru determinarea distribuției de curent în grilele metalice ale placilor de acumulatori descrise de prezenta invenție, am folosit o celulă de acumulator de tip plumb-acid având dimensiunea plăcii de 140 mm x 140 mm, cotele de gabarit ale suportului fiind cele prezentate pe **Figura 1**. Membrana separatoare a fost saturată cu o soluție de acid sulfuric de concentrație 37%. Camera de termoviziune utilizată este de tip FLIR 7200, având o matrice de 256x320 detectori cuantici de InSb sensibili în intervalul 1.5μm-5.1μm, o sensibilitate în temperatura de 25mK și distanță focală a obiectivului standard de 500 mm. Frecvența de achiziție a camerei a fost de 100 Hz. Pentru determinarea evoluției temperaturii pe suprafața grilei-electrod, s-au înregistrat o serie de 500 de cadre. Circuitul exterior de sarcină, rezistorul de putere **R (Figura 2)** s-au dimensionat astfel încât să se obțină o rezistență totală de 50 mΩ, intensitatea curentului fiind de 45 A pentru un regim de 5 secunde.

Dimensiunile incintei izolate termic utilizate în aceste condiții, sunt date în **Figura 3**.

Figura 4 prezintă laplacianul temperaturii obținut din imaginea termică primară, iar **Figura 5** prezintă harta distribuției densității de curent în grila metalică a unei plăci pozitive de acumulator Pb-acid, obținută cu ajutorul dispozitivului și procedeeului de analiza descris de prezenta invenție.

Bibliografie

- [1] D. Pavlov , Lead-acid Batteries Science and Technology , Elsevier, Oxford , 2011. (ISBN 9780444528827)
- [2] K. Yamada, K. Maeda, K. Sasaki, T. Hirasawa, A Transient, Non-Isothermal, Fully Coupled Model for Predicting the Potential Drop, Temperature Distribution and Corrosion Rate in Lead-Acid Battery Grids, J. Power Sources 144 (2005) 352357.
- [3] E. Kadlecova, I. Behunek, P. Fiala, Numerical Model of Optimization of the Lead-acid Accumulator, PIERS ONLINE, 2 (2006) 648-652.
- [4] D. Nakhaie, P. Hosseini Benhangi, A. Alfantazi, A. Davoodi, The efect of grid configurations on potential and current density distributions in positive plate of leadacid battery via numerical modeling, Electrochim. Acta 115 (2014) 189196.
- [5] A. Oury, A. Kirchev, Y. Bultel, Cycling of soluble lead flow cells comprising a honeycomb-shaped positive electrode, J. Power Sources 246 (2014) 22-29.
- [6] H. Warlimont, T. Hofmann, Simultaneous optimisation of the properties of engineered composite grids for lead-acid batteries, J. Power Sources 158 (2006) 891896.

- [7] G.J. May, N. Maleschitz, H. Diermaier, T. Haeupl, The optimisation of grid designs for valve-regulated lead/acid batteries for hybrid electric vehicle applications, J. Power Sources 195 (2010) 45204524.
- [8] Z. Mao R. E. White, B. Jay, Current Distribution in a HORIZON LeadAcid Battery during Discharge, J. Electrochem. Soc., 138,6 (1991) 1615-1620.
- [9] D. Mohanty , J. Li , R. Born, L.C.Maxey,R.B.Dinwiddie,C.Daniel, D.L.Wood, Non-destructive evaluation of slot-die-coated lithium secondary battery electrodes by in-line laser caliper and IR thermography methods, Anal. Method 6 (2014) 674-683.
- [10] Z.J. Wang, Z.Q. Li, Q. Liu, Infrared Thermography Non-destructive Evaluation of Lithium-ion Battery, INFRARED IMAGING AND APPLICATIONS, Proceedings of SPIE 8193, 2011, 81934I.
- [11] J.B. Robinson , E. Engebretsen , D.P. Finegan , J. Darr , G. Hinds , P.R. Shearing , D.J.L. Brett, Detection of Internal Defects in Lithium-Ion Batteries Using Lock-in Thermography, ECS Electrochem. Lett. 4 (2015) A106-109.
- [12] S.C. Nagpure , R. Dinwiddie , S.S. Babu , G. Rizzoni , B. Bhushan , T. Frech , Thermal diffusivity study of aged Li-ion batteries using flash method, J. Power Sources, 195 (2010), 872-876.
- [13] A. R. Mitchell and D. F. Griffiths. The Finite Difference Method in Partial Differential Equations. Wiley, 1980.

Revendicări

- 1) Dispozitiv și procedeu de analiza numerică pentru determinarea distribuției de curent în grilele metalice ale placilor de acumulatori pe baza de Pb-acid **caracterizat prin aceea că** se bazează pe utilizarea termografiei în IR pentru obținerea hărții termice a suprafeței plăcii supusă unui regim de descărcare la curent de șoc pe un rezistor de putere, cuplată cu procesarea numerică a informației în vederea determinării distribuției densității curentului electric în structura fasciculelor metalice ale grilei, cu aplicații în proiectarea și obținerea unor grile cu rezistență electrică redusă și eficiență îmbunătățită, prin optimizarea proceselor de colectare ale curentului electric generat în masa activă.
- 2) Dispozitiv și procedeu pentru determinarea distribuției de curent în grilele electrod ale surselor electrochimice de putere conform revendicării **1)**, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit **dintr-o incintă izolată termic IT** în interiorul căreia este poziționat un suport special **1** ce conține celula de acumulator **6** conectată la un circuit exterior de sarcină compus dintr-un rezistor de putere **R**, contactorul **C** și clește ampermetric de curent continuu **CC** pentru măsurarea intensității curentului, camera de termoviziune **CIR** este cuplată la incinta **IT** prin intermediul unei aperturi practicate pe peretele vertical opus suportului cu celula de acumulator, pornirea înregistrării fiind sincronizată cu conectarea în sarcină a celulei de acumulator.
- 3) Dispozitiv și procedeu pentru determinarea distribuției de curent în grilele electrod ale surselor electrochimice de putere conform revendicărilor **1)** și **2)**, **caracterizat prin aceea că** suportul celulei de acumulator **6** de forma dreptunghiulară așezat în interiorul incintei izolate termic **IT**, este format din două piese **1** și **2** asamblate prin intermediul a patru șuruburi **3**, piesa **1** având practicate două decupaje dreptunghiulare verticale sau orizontale **7A, 7B**, piesa **2** având trei decupaje dreptunghiulare verticale sau orizontale **8A, 8B** și **8C**, necesare pentru observarea efectului de încălzire a structurii grilelor-electrod din celula de acumulator **6**, piesele **1, 2** și șuruburile de asamblare **3** fiind confecționate din material dielectric rezistent la coroziune.
- 4) Dispozitiv și procedeu pentru determinarea distribuției de curent în grilele electrod ale surselor electrochimice de putere conform revendicărilor **1)**, **2)** și **3)**, **caracterizat prin aceea că** incinta izolată termic **IT** are formă de prismă dreptunghiulară așezată în

poziție orizontală, pereții incintei fiind construiți din material dielectric izolat termic în partea exterioară, camera de termoviziune **CIR** fiind poziționată în axul longitudinal al incintei **IT**.

Desene explicative

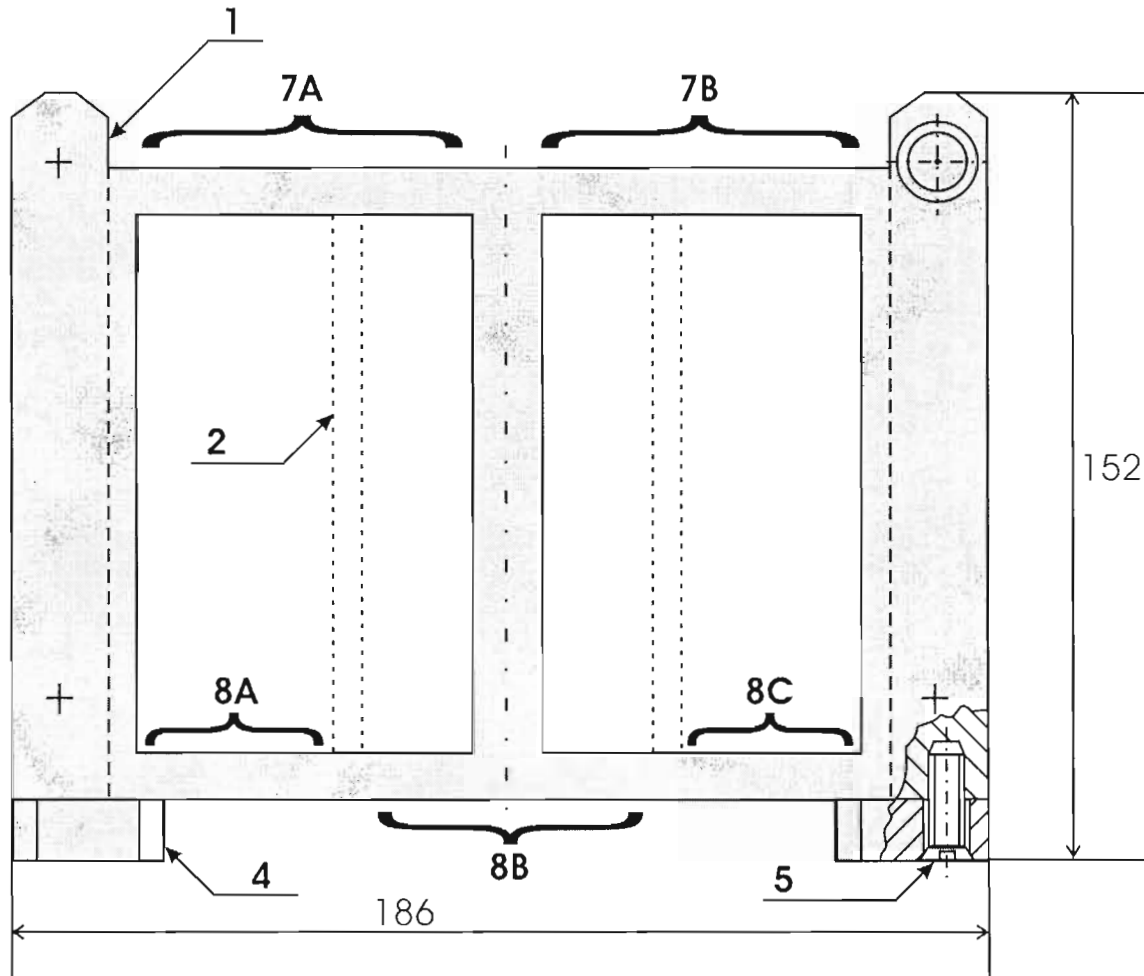


Figura 1A

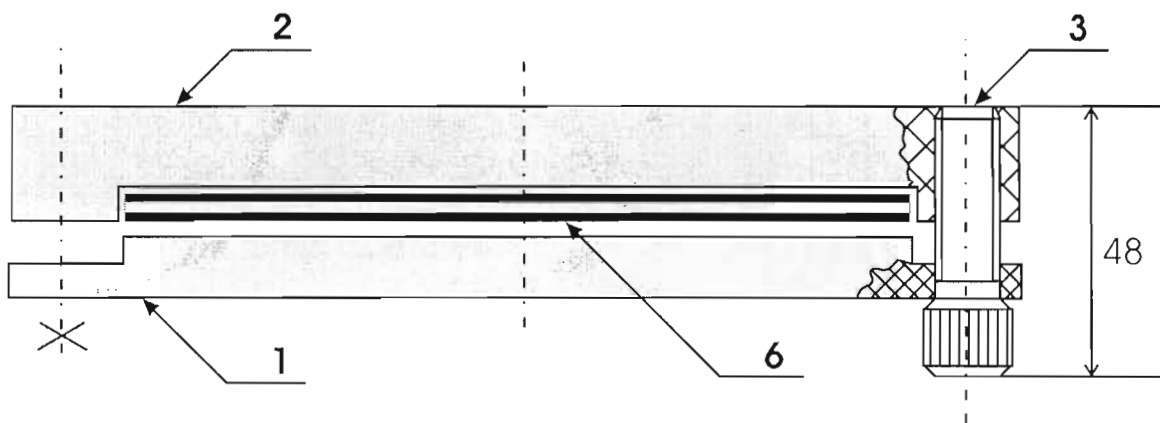


Figura 1B

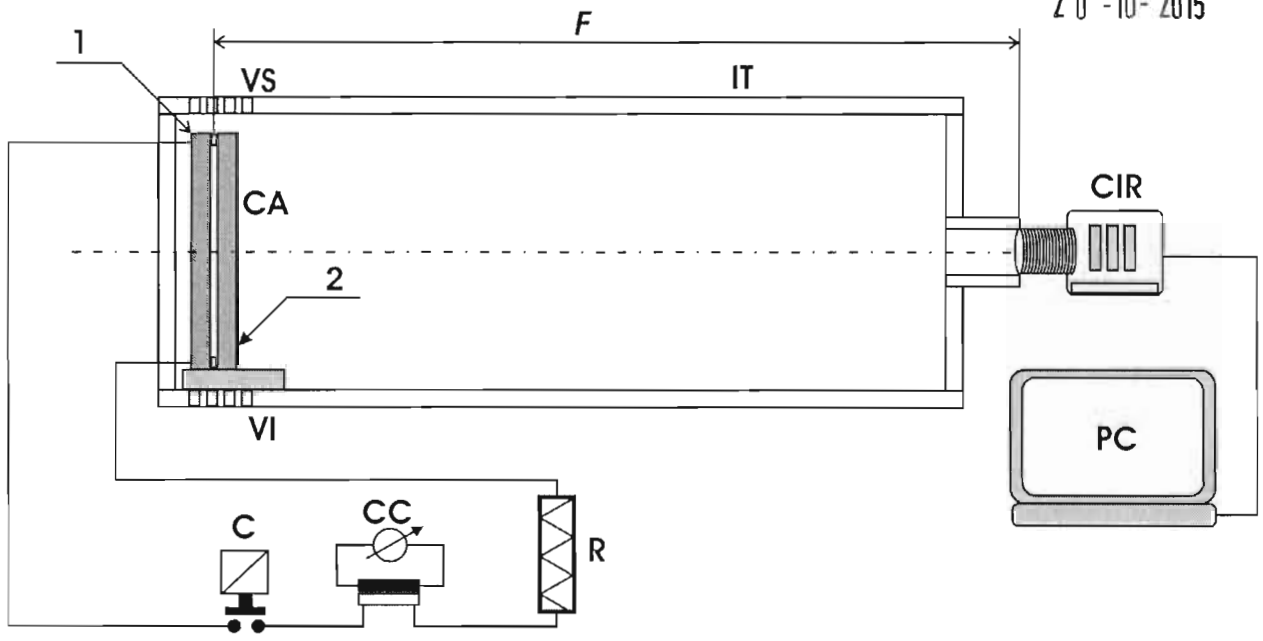


Figura 2

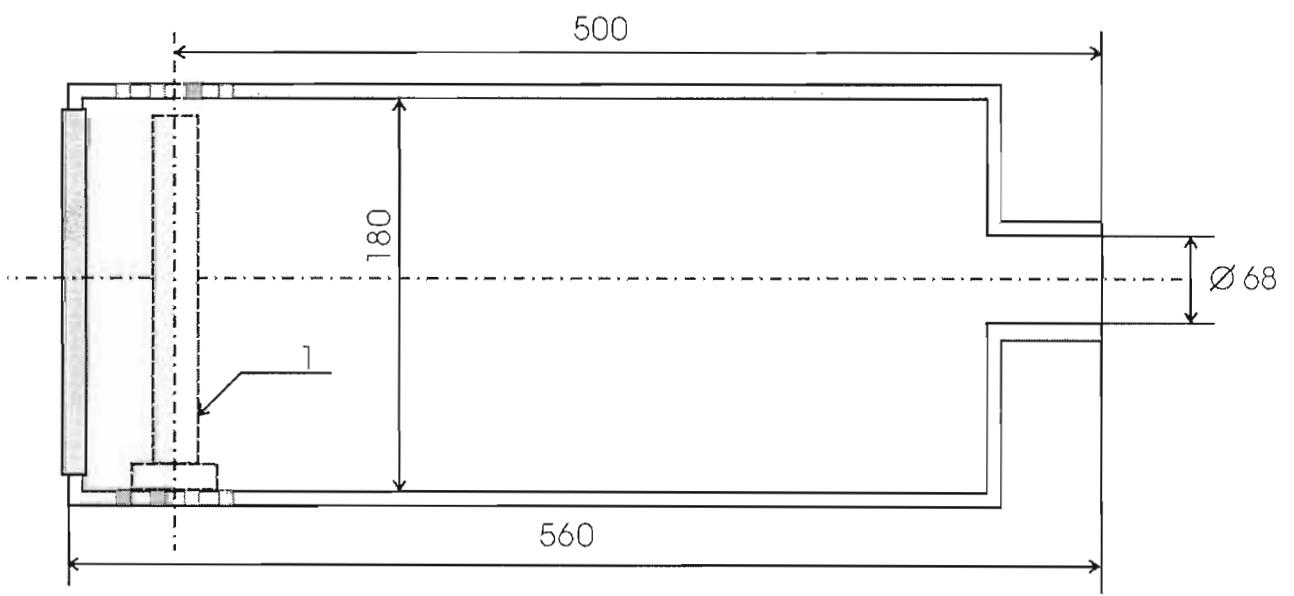


Figura 3

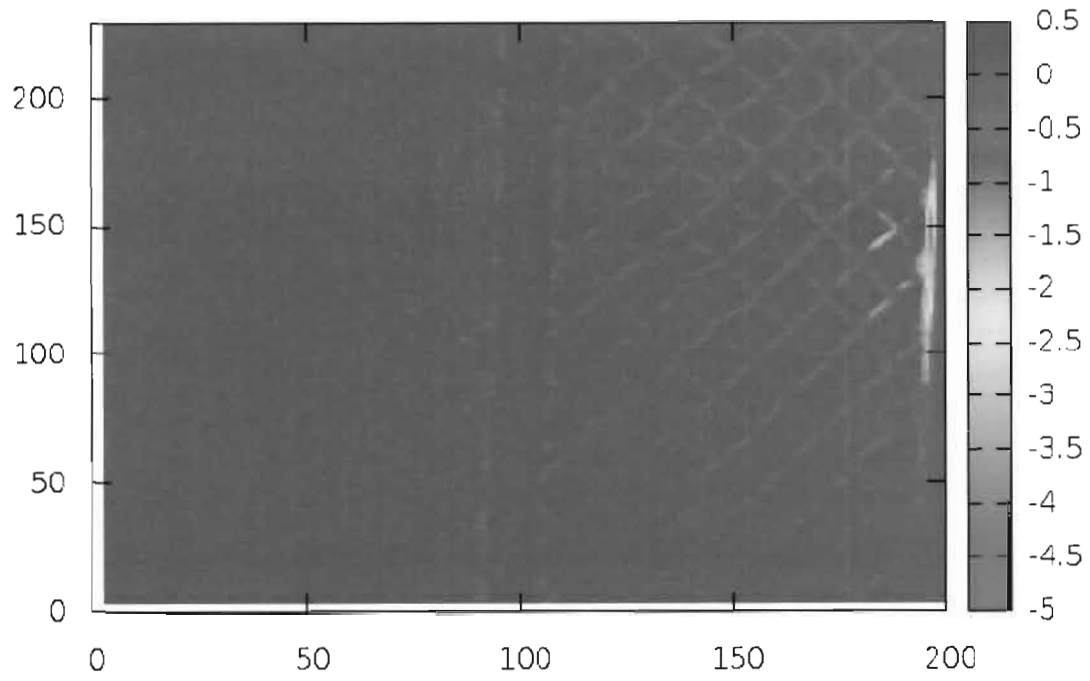


Figura 4

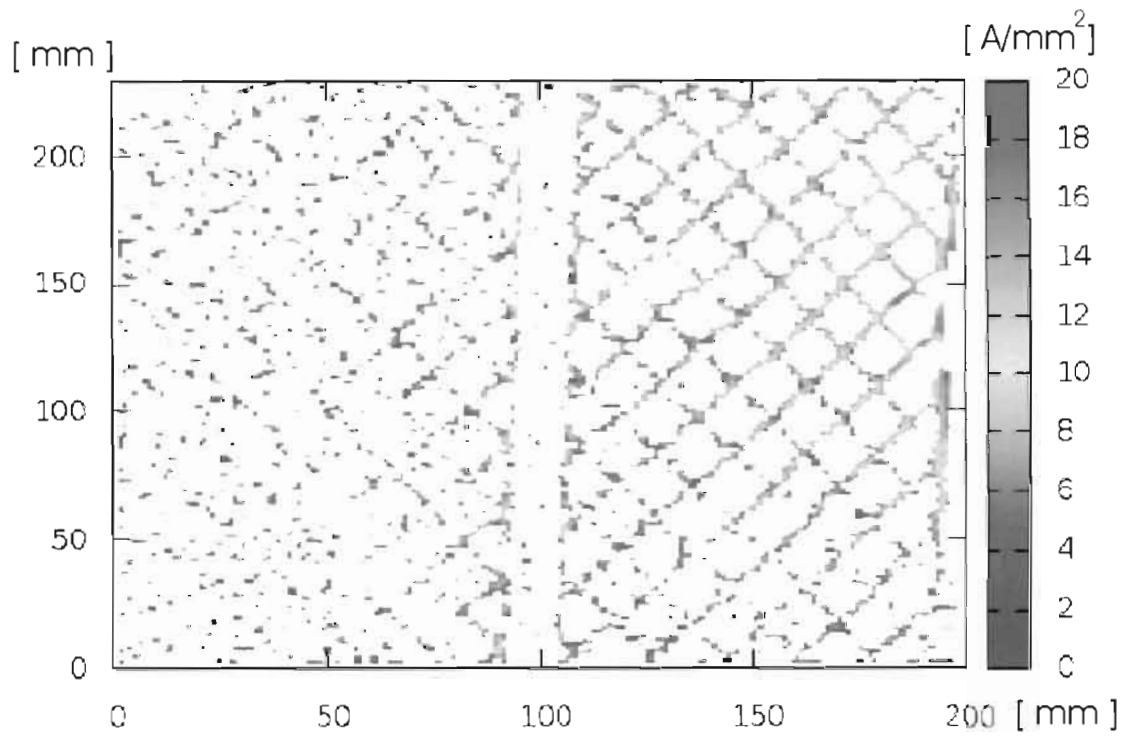


Figura 5