



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2014 00056

(22) Data de depozit: 20/01/2014

(41) Data publicării cererii:
29/07/2016 BOPI nr. 7/2016

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" DIN
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• NENCIU FLORIN, STR. CUPOLEI NR. 2,
BL. 105, SC. B, ET. 2, AP. 34, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) METODĂ DE EVALUARE DE LA DISTANȚĂ A CAPACITĂȚII
REMANENTE A ACUMULATORULUI CU PLUMB

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de evaluare de la distanță a capacității remanente a acumulatorului cu plumb, destinată îmbunătățirii funcționării sistemelor de stocare. Metoda conform invenției utilizează o asociere între valoarea capacității și un predictor inovativ, obținut prin corelarea tensiunii electromotoare și a rezistenței interne, precum și o reprezentare procentuală a capacității în funcție de tensiunea electromotoare, și constă în parcurgerea următoarelor etape: etapa de măsurare a valorilor mărimilor electrice, etapa de calcul, etapa de achiziție și trimitere la distanță a datelor, și etapa de vizualizare, stocare și analiză.

Revendicări: 6
Figuri: 6

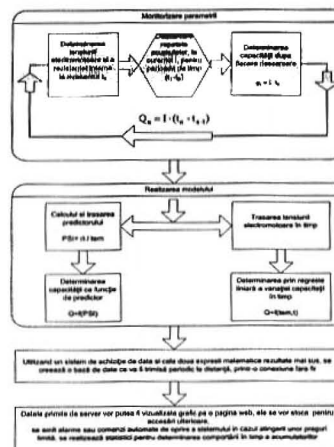


Fig. 1

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).



36

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2014 00056
Data depozit ... 20.01.2014.

Descrierea invenției

Invenția se referă la realizarea unei metode eficiente destinate determinării capacității acumulatorilor, metodă ce poate fi utilizată la îmbunătățirea funcționării sistemelor de stocare a energiei. Metoda conform invenției presupune monitorizarea caracteristicilor acumulatorilor cu plumb și controlul acestora de la distanță, optimizând astfel procesele de operare și mentenanță, asigurând funcționarea continuă a sistemelor neîntreruptibile, reducând condițiile necorespunzătoare de funcționare ce pot influența negativ durata de viață a acumulatorilor, se pot de asemenea genera alarme sau se pot impune limite la depășirea cărora alimentarea cu energie să se oprească. Metoda conform invenției se aplica în special sistemelor de stocare ce alimentează dispozitive autonome de monitorizare a poluării, unde costurile de operare sunt ridicate iar achiziția datelor se face în mod continuu, însă poate fi utilizată cu succes pentru orice tip de acumulator cu plumb.

Sunt cunoscute în literatură câteva metode ce realizează managementul operațional al sistemelor de stocare al energiei prin monitorizarea capacității acumulatorilor în timpul descărcării, utilizând o serie de procedee descrise mai jos.

Se cunoaște metoda folosită preponderent de către producătorii de acumulatori pentru determinarea capacității remanente, bazată pe realizarea unor grafice în funcție de variația tensiunii electromotoare la descărcare, metodă ce nu consideră dependența de condițiile climatice (temperatură), și nici de curentul de descărcare, elemente ce pot influența considerabil corectitudinea determinării.

Se mai cunoaște o metoda WO 2006083502 A1 [1] ce folosește pentru determinarea capacității acumulatorilor cu plumb corelații între concentrația electrolitului și tensiunea electromotoare. Metoda însă nu se mai poate aplica pentru acumulatorii din noua generație ce au electrolitul sub forma de gel, nemaivădând acces la electrolit, carcasa fiind sigilată.

Se cunoaște, de asemenea, metoda prezentată în brevetul numărul US 20110037475 A1 [2], unde determinarea capacității se face în funcție de variația rezistenței interne pentru un curent de descărcare constant, metoda însă prezintă dezavantajul că odată cu îmbătrânirea acumulatorilor, rezistența își schimbă alura. Acest lucru crește eroarea la măsurare și implicit reda o estimare eronată a capacității.

Se mai cunoaște metoda numărul EP 0714033 A2 [3], în care determinarea valorii capacității și a timpului de funcționare rămas se face folosind o formă derivată a ecuației Peukert: $t = aI^b$, unde t este timpul de descărcare, I curentul de descărcare iar a și b sunt parametrii obținuți experimental. Metoda este dificil de folosit în practică deoarece necesită pentru obținerea coeficienților ecuației foarte multe experimente.

Se mai cunoaște metoda de evaluare a capacității cu numărul EP 0818687 A1 [4], care se bazează pe monitorizarea temperaturii acumulatorilor la încărcare și descărcare în raport cu temperatura mediului ambiant și se analizează rata de creștere a temperaturii comparativ cu o rata de creștere medie de referință obținută experimental. Această metodă



însă nu este precisă pentru toate tipurile de acumulatori ci doar în anumite circumstanțe pentru acumulatorii nichel-metalhidruă. În cazul funcționării în condiții de temperaturi ridicate erorile pot fi foarte mari, iar valorile de referință se obțin experimental în timp îndelungat.

Se mai cunoaște metoda cu numărul EP 1482318 A2 [5] care ia în calcul istoricul variației parametrilor acumulatorului în timp, comparând procentual cu cât a scăzut capacitatea de înmagazinare a energiei și cât de rapid crește rezistența internă la descărcare, variabile raportate la valorile unui acumulator nou. Metoda are dezavantajul că nu este aplicabilă în sistemele unde încărcarea acumulatorilor se poate face parțial, cum este cazul alimentării din surse regenerabile.

Se cunoaște o metodă de determinare a capacității ce ia în calcul diferența dintre energia acumulată și energia consumată din acumulator, căderea de tensiune generată de creșterea bruscă a rezistenței interne precum și monitorizarea tensiunii electromotoare în vederea calculării rezistenței, în brevetul numărul EP1610139 A1 [6]. Folosind apoi un sistem computerizat datele sunt comparate cu un standard realizat pentru un acumulator nou, în acest fel determinându-se valoarea capacității în funcție de curent, tensiune și rezistență internă. Dezavantajul acestei metode este acela că nu poate fi folosită cu ușurință pentru tipuri variate de acumulatori, iar rezistența nu este calculată ci estimată, de aceea pot apărea erori mari în determinarea capacității remanente.

Procedeul conform invenției elimină dezavantajele menționate mai sus, respectiv:

- i) metoda ia în calcul dependența de condițiile climatice și de curentul de descărcare;
- ii) înlocuiește cu succes metodele ce nu mai sunt aplicabile, ce presupuneau măsurarea concentrației electrolitului;
- iii) determinarea capacității nu este influențată semnificativ de îmbătrânirea acumulatorului în timp;
- iiii) nu sunt necesare valori de referință obținute experimental, monitorizarea realizându-se în timp real
- iiiii) metoda este eficientă și în cazul în care încărcarea se face parțial

Problemele tehnice pe care le rezolvă invenția constau în acelea că permite identificarea capacității sistemului de stocare al energiei cunoscând doar rezistența internă și tensiunea electromotoare, fără a mai fi nevoie de a se apela la determinarea concentrației electrolitului din acumulator sau la calcule complexe de analiză matematică, iar monitorizarea se poate face la distanță folosind trei proceduri distincte.

Metoda conform invenției prezintă o serie de avantaje, prezentând o eficiență mai mare în determinarea capacității deoarece estompează contribuția dependenței de temperatură și dependența de curentul de descărcare. Acest lucru se realizează datorită predictorului introdus, care compensează această contribuție, (atat rezistența cât și tensiunea

electromotoare depind de curentul de descărcare însă fiind sub formă fracționară, efectul se potențează).

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legatură cu figurile care reprezintă:

Fig. 1. Reprezentarea schematica a metodei de determinare a capacității acumulatorului

Fig. 2. Dispozitiv pentru evaluarea capacității acumulatorului cu plumb

Fig. 3. Dependența în timp a tensiunii electromotoare și a rezistenței interne

Fig. 4. Capacitatea acumulatorului în funcție de PSI

Fig. 5. Capacitatea acumulatorului în funcție de tensiunea electromotoare

Fig. 6. Reprezentarea procentuală a capacității în funcție de tensiunea electromotoare

Metoda conform invenției caracterizată în figura 1 pentru determinarea capacității acumulatorului cu plumb se realizează în patru etape: etapa de măsurare a valorilor mărimilor electrice, etapa de calcul, etapa de achiziție și trimitere la distanța a datelor și etapa de vizualizare, stocare și analiză. În prima etapă se utilizează dispozitivul ilustrat în figura 2 alcătuit din: acumulatorul (1) care este conectat pe rând la voltmetrul (2) și la dispozitivul de măsurare a rezistenței interne (3), închiderea și deschiderea circuitului realizându-se cu întreruptoarele K1 și K2. Prin închiderea întreruptorului K3 începe consumul de energie din acumulator datorită rezistenței variabile (4), curentul de descărcare fiind monitorizat cu ampermetrul (5), iar capacitatea consumată, se calculează ca fiind produsul dintre curentul extras din acumulator și timp, așa cum reiese și din sistemul de ecuații 1.

$$\begin{aligned}
 q_1 &= I \cdot t_1 \\
 q_2 &= I \cdot (t_2 - t_1) \\
 q_3 &= I \cdot (t_3 - t_2) \\
 &\dots\dots\dots \\
 Q_n &= I \cdot (t_n - t_{n-1}) \\
 Q &= \sum_{i=1}^n q_i
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

După prima descărcare se permite stabilizarea acumulatorului timp de 5 minute, după care se reiau măsurătorile valorilor tensiunii electromotoare și a rezistenței. Procesul este repetitiv și are loc până la descărcarea completă a acumulatorului ce se evaluează.

Metoda descrisă folosește apoi un predictor inovativ ce corelează rezistența internă și tensiunea electromotoare într-un descriptor unic, asociat capacității.

Predictorul denumit Predictorul Stării de Încărcare (PSI), a fost definit ca raportul dintre rezistența internă și tensiunea electromotoare, (ecuația 2), semnificația fizică a acestui raport fiind aceea a unui curent virtual de scurtcircuit (CVSC), fiind practic curentul care ar rezulta dacă acumulatorul s-ar scurtcircuita în absența oricărei rezistențe externe, și având unitatea de măsură în amperi. Predictorul compensează contribuția negativă a factorilor care duc la erori în determinarea capacității, datorate în special procesului de îmbătrânire, a temperaturii sau a curentului extras, deoarece forma fracționară potențează acest efect, atât rezistența cât și tensiunea electromotoare variind în funcție de acești factori. În plus, sensibilitatea predictorului este mult mai ridicată comparativ cu alți indicatori folosiți, deoarece în cazul deteriorării acumulatorului rezistența crește concomitent cu scăderea tensiunii electromotoare, deci Predictorul Stării de Încărcare are viteza de răspuns dublată.

$$PSI = \frac{1}{CVSC} = \frac{r}{tem} \quad (2)$$

Trasând graficul capacității versus PSI (figura 4), s-au obținut caracteristicile ecuației predictorului. Variația predictorului în funcție de capacitate este data de ecuația (3):

$$Y = \frac{1}{(a + bx^c)} \quad (3)$$

Cu coeficientii :

$$a = -0.058$$

$$b = 0.044$$

$$c = 1.249 \cdot 10^7$$

Al doilea calcul matematic vine în completarea celui descris mai sus, sau poate fi utilizat ca mijloc de verificare și se bazează pe dependența liniară a capacității cu tensiunea electromotoare, la descărcarea unui acumulator. Prin regresie liniară se poate determina expresia capacității ca funcție de tensiunea electromotoare (ecuația 4), așa cum se poate observa și în figura 5.

$$y = 14.171x - 160.9 \quad (4)$$

Reprezentând capacitatea sub forma procentuală și utilizând ecuația 4, se obține o forma simplificată a dependenței capacității de tensiunea electromotoare, monitorizarea

putându-se realiza de catre personal necalificat, ce nu cunoaște tensiunea minima de funcționare în sigurața al fiecarui tip de acumulator. În plus, datele pot fi achizitionate și trimise pe un server, unde se pot genera grafice sugestive ce pot evidenția nivelul de încărcare al acumulatorului, capacitatea în procente, capacitatea în Ah, nivelul de alerta (când sistemul trimite un mesaj text de atenționare pe telefonul operatorului), sau nivelul critic al capacitații cand alimentarea este oprită pentru a proteja echipamentele (figura 7).

Stocând informațiile într-o bază de date, se determină starea de sănătate a acumulatorului, principalele indicii ale degradării acesteia fiind: încărcarea parțială, creșterea rapidă a rezistenței, neconcordanța între capacitatea evidențiată de tensiunea electromotoare și capacitatea reală.

25

Referințe bibliografice

- [1] Hector M Atehortua, Steven Hoenig, Thirumalai G Palanisman, Harmohan N Singh, Method for determining state of charge of lead-acid batteries of various specific gravities, US patent US7429436 B2, Sep 30, 2008
- [2] Chang-Yu Ho, Battery Capacity Estimation by DCIR, US 20110037475 A1, Feb 17, 2011
- [3] Trung V. Nguyen, Method and apparatus for predicting the remaining capacity and reserve time of a battery on discharge, EP 0714033 A2, May 29, 1996
- [4] Masaki Ito, Method and device for monitoring deterioration of battery, EP0818687 A1, Jan 14, 1998
- [5] Glynne Rees, Peter Stevenson, Battery life monitor and battery state of charge monitor, EP 1482318 A2, Dec 1, 2004
- [6] Youichi Yazaki Corporation Arai, Hiroshi Yazaki Corporation MIKAMI, Battery state monitoring device and its method, and dischargeable capacity detecting method, EP 1610139 A1, Dec 28, 2005

Rij

Revendicări

1. Metoda conform invenției introduce un descriptor inovativ pentru determinarea stării de încărcare a acumulatorilor cu plumb, folosind o corelație între capacitatea remanentă din timpul descărcării și valoarea raportului dintre rezistența internă (r) și tensiunea electromotoare (tem), permițând o evaluare precisă a capacității acumulatorului la orice moment dat. Semnificația fizică a raportului rezistenței interne (r) și a tensiunii electromotoare (tem) este aceea a unui curent virtual de scurtcircuit (CVSC), iar ecuația Predictorului

Stării de Încărcare (PSI) va fi următoarea: $PSI = \frac{1}{CVSC} = \frac{r}{tem}$

2. Metoda conform revendicării 1 caracterizată prin aceea că prezintă trei proceduri distincte de evaluare simultană a capacității acumulatorilor ce funcționează independent, și anume: variația capacității cu predictorul stării de încărcare, variația procentuală a capacității cu tensiunea electromotoare și prin evidențe statistice obținute prin stocarea datelor timp îndelungat.

3. Metoda conform revendicării 1 și 2 caracterizată prin aceea că estompează contribuția dependenței de temperatură și contribuția curentului de descarcare în analiza capacității acumulatorilor, predictorul având de asemenea o viteză de răspuns mai mare în comparație cu alți indicatori.

4. Metoda conform revendicării 1-3 se aplică sistemelor cu funcționare continuă unde scoaterea acumulatorului din sistem nu este posibilă și permite monitorizarea acumulatorilor de la distanță, micșorând astfel costurile de operare și eficientizând funcționarea sistemului alimentat.

5. Metoda conform revendicării 1 și 2 caracterizată prin aceea că permite crearea de baze de date, putându-se genera astfel interogări sau date statistice variate în funcție de obiectivul urmărit.

6. Metoda conform revendicării 1-3 caracterizată prin aceea că permite monitorizarea sistemului de stocare a energiei de către personal necalificat, metoda folosind echipamente simple și având o durată de viață foarte mare.

Figuri

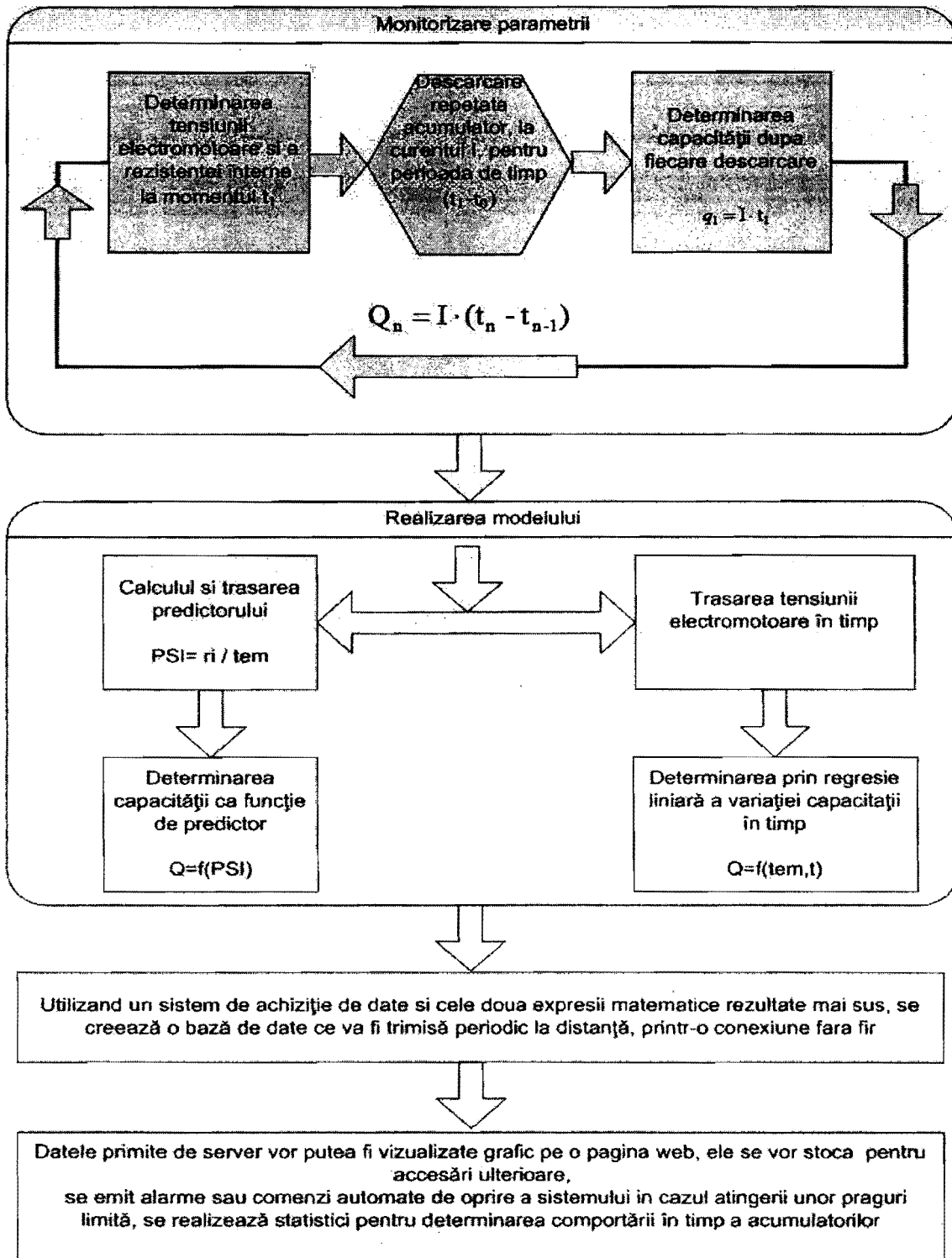


Fig. 1.

[Handwritten signature]

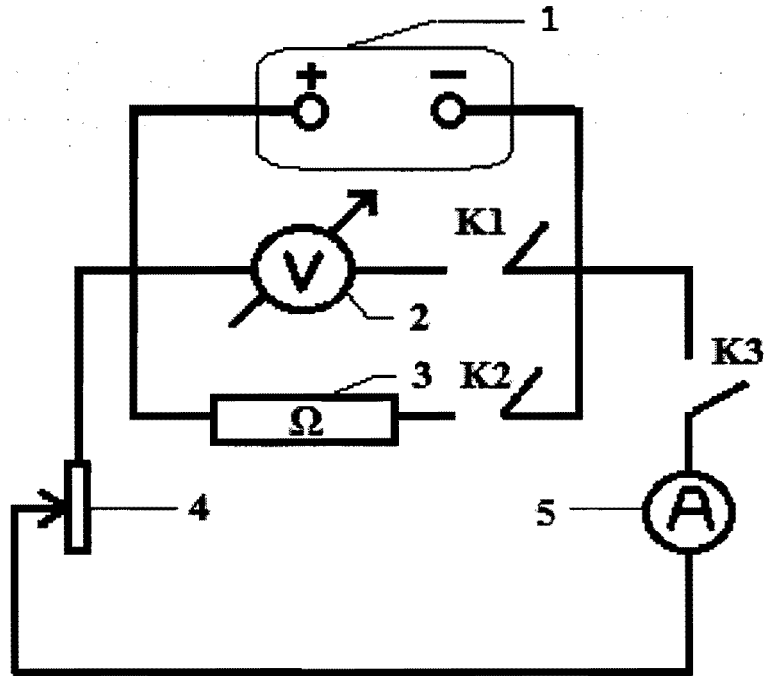


Fig. 2.

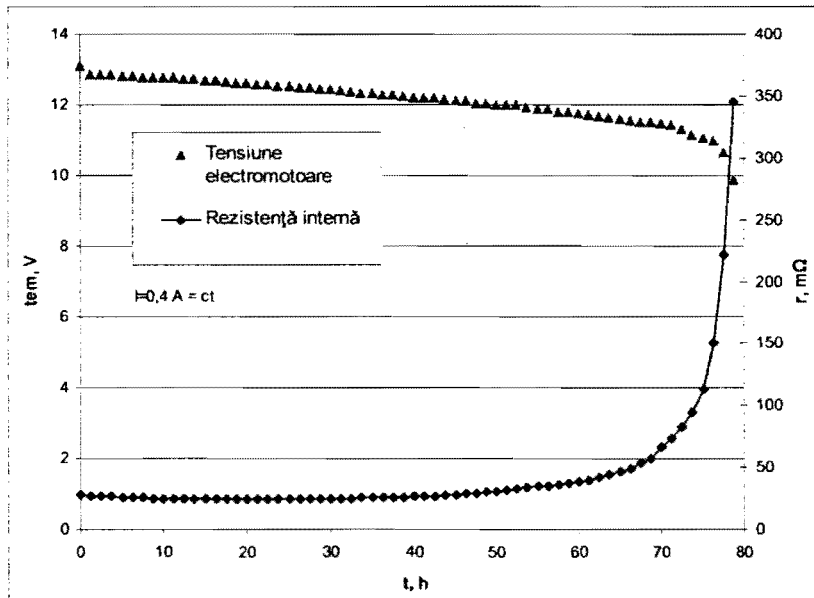


Fig. 3.

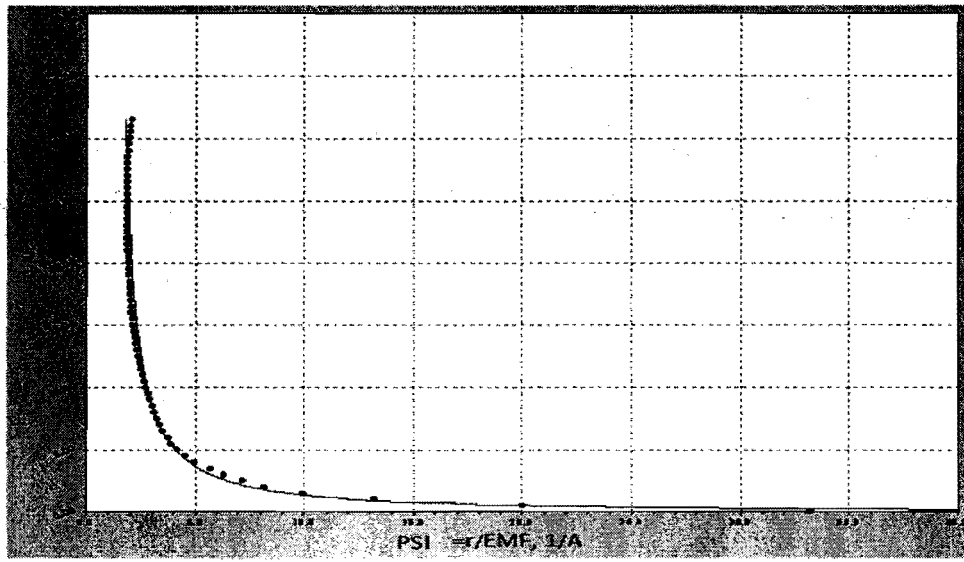


Fig. 4.

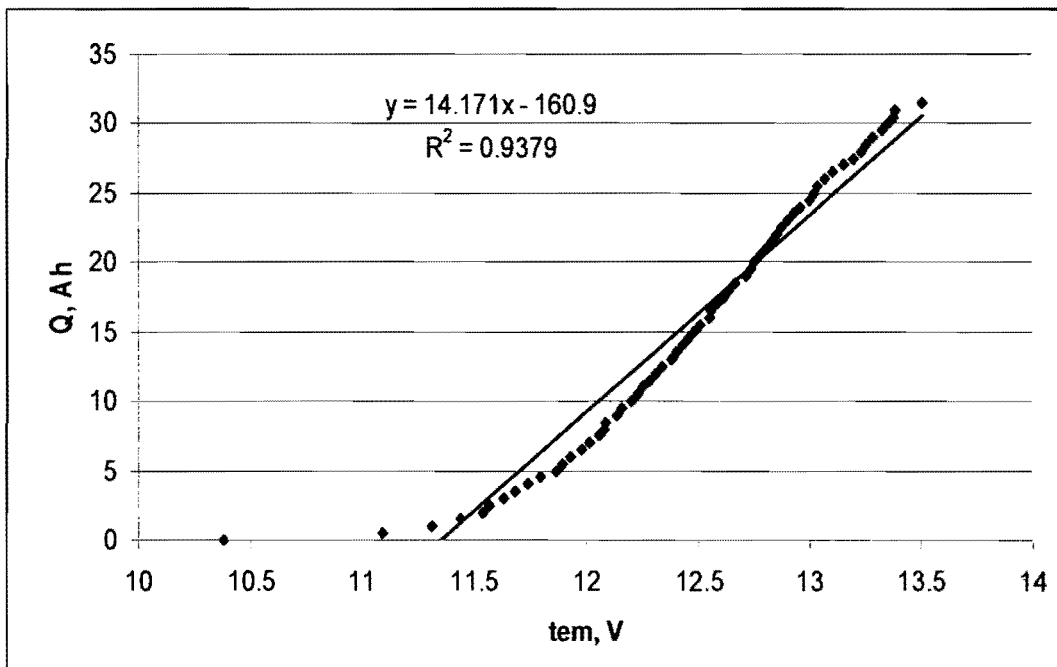


Fig. 5.

27

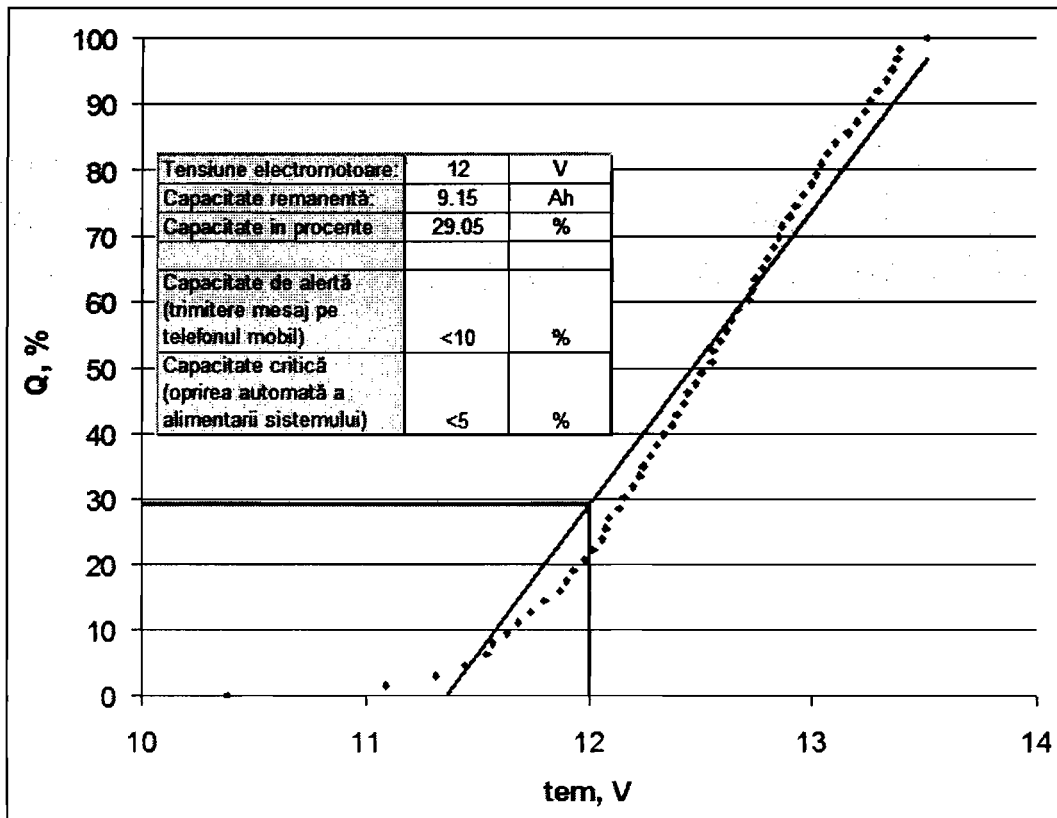


Fig. 6.

27