



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00390

(22) Data de depozit: 27/06/2019

(41) Data publicării cererii:
29/01/2021 BOPI nr. 1/2021

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN
CLUJ-NAPOCA, STR.MEMORANDUMULUI
NR.28, CLUJ- NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• NEMEȘ RAUL OCTAVIAN, STR. CRIȘAN,
NR.28, BL. I 58, SC.B, AP.17, ZALĂU, SJ,
RO;
• RUBA MIRCEA, STR.FÂNTANELE,
NR.63-65, BL.B9, SC.1, AP.14,
CLUJ NAPOCA, CJ, RO

(54) SISTEM DE ECHILIBRARE ACTIV A CELULELOR
UNEI BATERII FĂRĂ PIERDERI, SINCRON CU PROCESUL
DE ÎNCĂRCARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de echilibrare activă a tensiunii celulelor unei baterii. Sistemul, conform invenției, cuprinde niște relee electromecanice (2) pentru conectarea individuală la fiecare celulă sau la grupuri de celule care necesită echilibrare sau la tot șirul de celule conectate serie (1), a magistralelor de putere (6) a căror polaritate este modificată funcție de conexiunea la celulele de echilibrat, prin intermediul unor relee bipoziționale (4) ale sursei de tensiune reglabile (3).

Revendicări: 4
Figuri: 4

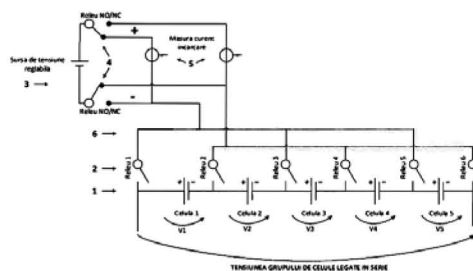


Fig. 1



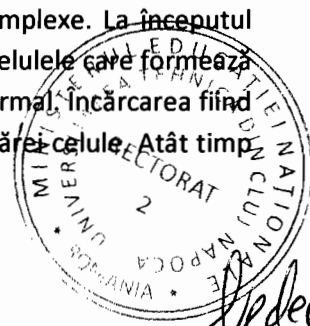
Sistem de echilibrare activ a celulelor unei baterii fără pierderi, sincron cu procesul de încărcare

Invenția se referă la un sistem de echilibrare activă a tensiunii celulelor unei baterii complexe, sincron cu procesul de încărcare, fără pierderi, flexibil și capabil să trateze individual fiecare celulă sau un anumit grup de celule, considerate dezechilibrate. Este cunoscut faptul că sistemele de echilibrare a celulelor componente ale bateriilor complexe în general funcționează ulterior procesului de încărcare în două modalități: fie descarcă celulele supraîncărcate pe rezistențe electrice, disipând aceasta energie sub formă de căldură, fie descarcă celulele supraîncărcate pe celulele sub-încărcate în vederea echilibrării tensiunilor lor. Prima metodă are un randament foarte scăzut, energia din celulele supraîncărcate fiind sacrificială, ceea ce crește pierderile de putere. Metoda a doua, necesită un sistem în general construit cu tranzistoare electronice, comandate din circuite specializate tip driver. Acestea au pierderi mai mici decât prima metodă însă costul echipării fiecărei celule cu tranzistoare și circuitele lor de comandă crește mult prețul global al sistemului de echilibrare. Însă este cunoscut faptul că și tranzistoarele atunci când sunt parcurse de curent, au o anumită pierdere manifestată pe joncțiunea lor sub formă de căldură. Dincolo de neajunsurile de mai sus, pierderi mari, costuri ridicate, un alt dezavantaj major al acestor arhitecturi este faptul că ele fac echilibrarea după finalizarea procesului de încărcare. Astfel, un proces de încărcare finalizat nu este întotdeauna capabil să încarce toate celulele la 100%.

Pentru evitarea neajunsurilor mai sus enumerate, se propune o arhitectură nouă de sistem de echilibrare activă dar care să gestioneze procesul de echilibrare în timpul procesului de încărcare. Astfel, la finalul acestui proces, se va putea considera că absolut fiecare celulă este încărcată la 100% și timpul total de încărcare și echilibrare este consistent redus comparativ cu soluțiile existente deja. Știind faptul că procesul de încărcare corectă care prelungeste viața unei baterii complexe este metoda prin pulsuri, soluția propusă profită de pauzele dintre pulsuri pentru a se reconfigura și a continua încărcarea succesivă a celulelor sub-încărcate, revenind la încărcarea întregului pachet când toate celulele au același nivel de tensiune. Executând o astfel de abordare, coroborată cu simplitatea și costul redus de construcție a sistemului, acesta devine net superior celor existente deja în variante comerciale.

Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție se referă la utilizarea unei arhitecturi de circuit de echilibrare a celulelor bateriilor complexe, construit cu ajutorul unui anumit număr de relee electromagnetice capabile să reconfigureze conexiunile din jurul celulelor în așa fel încât cele ajunse la un stadiu de încărcare superior să fie deconectate, cele rămase sub-încărcate să fie individual alimentate pentru a fi încărcate la nivelul dorit. Tot acest proces se face prin reconfigurarea conexiunilor releelor, fără descărcarea celulelor încărcate corect, fără disiparea energiei acestora sau a descărcării lor pe celulele slab încărcate și la un costuri mult reduse comparativ cu arhitecturile cu tranzistoare.

Ca atare, autorii propun implementarea unui sistem de echilibrare a celulelor unei baterii complexe prin intermediul unui sistem de relee electromagnetice, comandat pentru echilibrarea foarte eficientă, rapidă și fermă a fiecărei celule din componența bateriei complexe. La începutul procesului de încărcare, sistemul de relee este configurat în așa mod încât toate celulele care formează bateria complexă sunt conectate serie iar procesul de încărcare se derulează normal, încărcarea fiind realizată în pulsuri, între două pulsuri se realizează monitorizarea tensiunii fiecărei celule. Atât timp



cât diferența de tensiune între fiecare dintre celule este sub un prag prestabilit, procesul de încărcare își continuă demersul fără nicio modificare. Dacă la monitorizarea tensiunii sistemul de control observă că una sau mai multe celule rămân în urmă cu încărcarea, adică tensiunea lor este consistent mai mică decât tensiunea celorlalte celule, sistemul de rele este comandat pentru a decupla celulele care au avut o încărcare corectă și a menține cuplate la unitatea de încărcare doar acea sau acele celule care au tensiunea mai mică. Astfel, se va realiza încărcarea lor până când tensiunea acestora ajunge la nivelul tensiunii celulelor care s-au încărcat mai rapid. Când aceasta condiție este îndeplinită, relele se reconfigurează pentru a cupla tot șirul de celule, din nou, la unitatea de încărcare, continuând procesul de încărcare în pulsuri în regim normal. Astfel, energia din celulele care au ajuns la un nivel de tensiune mai mare, nu este nici disipată nici transportată în alte celule. Acestea vor sta deconectate o perioadă scurtă de timp cât celulele sub-încărcate vor atinge și ele nivelul de tensiune al celulelor deconectate. Aceasta atrage după sine automat o creștere a eficienței la încărcare, pe de o parte, iar pe de altă parte echilibrarea se face progresiv în timpul încărcării. După ce o fază a echilibrării s-a încheiat, și se revine la încărcarea întregului pachet de celule dar se constată după un timp un nou dezechilibru pe una sau mai multe celule, procesul se reia prin încărcarea doar a celulelor rămase sub-încărcate. Acest sistem, printr-o gestiune ca cea de mai sus detaliată asigură că la finalul procesului de încărcare, fiecare din celulele componente ale bateriei complexe ating pragul de 100%, ceea ce la alte sisteme de încărcare și echilibrare nu este posibil cât timp echilibrarea se face la final de încărcare prin manipularea energiei din celulele încărcate corect în cele sub-încărcate. Aceasta atrage după sine și reducerea timpului de încărcare, echilibrarea și încărcarea fiind procese sincrone și nu consecutive. Un alt element de noutate este utilizarea releelor pentru schimbarea polarității conexiunii la unitatea de încărcare. Astfel, în funcție de care dintre celule sunt declarate sub-încărcate, polaritatea trebuie schimbată pentru a facilita conexiunea corectă la bornele celulei. Sistemul de gestiune al releelor, cel de monitorizare a tensiunii pe celule și controlul general sunt foarte simple de implementat, foarte ieftine din punct de vedere al costurilor și foarte simple din punct de vedere al mentenanței.

În continuare este prezentată metodologia de funcționare sistemului activ de echilibrare a celulelor unei baterii complexe, bazat pe imaginile tip diagrame din figurile 1, 2 și 3.

Figura 1 – explicitează arhitectura generală a sistemului de echilibrare a celulelor fiind exemplificat prin conexiunea serie a 5 celule, a unui etaj de 6 rele pentru selecția celulelor de încărcat, un etaj de alimentare generală cu posibilitatea schimbării polarității și un nivel de măsura de curent bazat pe 2 senzori.

Figura 2 – detaliază funcționarea sistemului de echilibrare când operează la încărcarea întregului grup de celule conectate în serie.

Figura 3 – explicitează procesul de încărcare (echilibrare) a unei celule fără schimbarea polarității sistemului de alimentare.

Figura 4 – explicitează procesul de încărcare (echilibrare) a unei celule și motivează necesitatea schimbării polarității sistemului de alimentare.

Se dă în continuare un exemplu de implementare a acestei invenții, ca funcționare practică. Pe baza figurilor 1, 2, 3 și 4 se va explica mecanismul de funcționare și implementare a prezentei invenții.

Conform **figurii 1**, sistemul este compus din mai multe etaje, anume etajul cu seria de 5 celule de baterie **1**, al căror alimentare este gestionată de etajul de 6 rele electromecanice **2**.



-procesul de echilibrare se realizează fără disiparea energiei acumulate în surplus sau fără mutarea puterii din celulele supraîncărcate în cele subîncărcate, deci echilibrarea se realizează fără pierderi de energie;

-circuitul electric și electronic necesar sistemului este foarte simplu;

-circuitul electric și electronic necesar sistemului implică costuri de construcție foarte reduse;

-procesul de echilibrare și încărcare sunt sincrone;

-sistemul este dotat cu un etaj de schimbare a polarității magistralelor de putere, polaritate dictată de configurarea releelor de conexiune la celulele de echilibrat;

-echilibrarea se poate realiza fie individual pe o celulă, sau pe grupuri de celule conectate în serie.

În concluzie soluția tehnică oferită de noul concept de echilibrare a celulelor unei baterii complexe, mult mai eficient energetic, mult mai simplu și economic din punct de vedere constructiv și facilitând o încărcare sigură și de durată mai scurtă decât la alte soluții comerciale.



conectate la magistralele de putere **6**. Acestea din urmă primesc tensiunea de la etajul de sursă de tensiune reglabilă **3**, corect polarizată prin intermediul comenzii corecte a releelor cu două poziții **4**. Cele 2 conexiuni spre magistralele de putere **6** au fiecare câte un senzor de curent **5**.

Mențiune: în figura 1, poziția deschisă a releelor din etajul **2** descrie starea în care celulele nu sunt conectate nici la sistemul de încărcare nici la cel de echilibrare. Această stare descrie momentul când bateriile sunt conectate la consumatorul pe care îl alimentează cu putere electrică.

Conform **figurii 2** se prezintă operarea sistemului de echilibrare încarcă toate celulele conectate în serie **1**. Imediat după fiecare puls de alimentare, în perioada de repaus până la următorul, se verifică tensiunea pe fiecare celulă. Atât timp cât tensiunea individuală a celulelor este aproximativ egală, sistemul poate continua cu încărcarea întregii serii **1** de celule, nefiind necesară nicio echilibrare a acestora.

Pentru a înțelege funcționarea sistemului, se presupune că după o perioadă, nivelul de tensiune măsurat pe **celula 1** este comparabil mai mic decât a celorlalte celule. În această circumstanță, sistemul bazat pe etajul de rele **2** se va reconfigura în vederea echilibrării acestei celule. Conform **figurii 3**, în etajul de rele **2**, releul **1** și releul **2** vor fi pe poziția închis, iar releele **3,4,5 și 6** pe poziția deschis. Astfel, celulele **2, 3, 4 și 5** vor fi decuplate de la alimentare, încărcarea fiind continuată doar pe celula **1**. Pentru că polaritatea sursei de tensiune reglabilă **3** corespunde cu conexiunea magistralilor **6** la celula **1** prin intermediul releelor **1 și 2**, etajul de schimbare a polarității **4** rămâne neschimbat. Curentul cu care se echilibrează celula **1**, este măsurat de senzorul de curent rămas activ din etajul de măsură **5**. Echilibrarea se face până când nivelul de tensiune al celulei **1** devine aproximativ egală cu cel al celorlalte celule. În acest moment, arhitectura circuitului se reconfigurează prin intermediul etajului de rele **2** conform **figurii 2** și se reia încărcarea întregii serii de celule.

Dacă se constată la un moment dat că tensiunea celulei **2** este consistent inferioară celorlalte celule, circuitul este reconfigurat conform **figurii 4**. Etajul de rele **2** închide relele **2 și 3** în vederea alimentării doar a celulei **2**, iar releele **1, 4, 5 și 6** sunt deschise pentru a decupla alimentarea celulelor **1, 3, 4 și 5**. În această condiție, sursa de tensiune reglabilă **3** are polaritatea inversă cu celula **2**. Etajul de rele bipoziționale **4** este reconfigurat, prin mutarea ieșirii acestora în vederea polarizării corecte a magistralilor de putere **6** care alimentează prin intermediul releelor **2 și 3** celula **2**. Curentul de încărcare a celulei **2** de această dată este monitorizat prin intermediul celui de al doilea senzor de curent, rămas activ, din etajul de măsură **5**. După finalizarea procesului de echilibrare a celulei **2**, se revine prin intermediul etajului de rele **2** și prin intermediul etajului de stabilire a polarității corecte **4** a magistralilor de putere **6** la conexiunea detaliată în figura **2**.

Sistemul funcționează la fel și pentru celulele **3, 4, 5 și 6**, prin închiderea/deschiderea corectă a releelor din etajul **2** și stabilirea polarității corecte a magistralilor **6** prin intermediul etajului de rele bipoziționale **4**. Funcție de stabilirea polarității magistralilor **6** monitorizarea curentului de încărcare se va realiza fie cu unul fie cu al doilea din cei doi senzori din etajul de măsură curent încărcare **5**.

Sistemul de echilibrare a celulelor prezentat pentru încărcarea și echilibrarea corectă a celulelor unei baterii complexe, are următoarele avantaje:

-permite echilibrarea celulelor componente ale bateriei în timpul încărcării și nu la finalul acesteia;



REVENDICĂRI:

1. Sistemul de echilibrare a celulelor unei baterii complexe, **caracterizat prin aceea că** folosește un sistem de rele (2) pentru conectarea individuală la fiecare celulă sau la grupuri de celule care necesită echilibrare sau la tot șirul de celule conectate serie (1), a magistralelor de putere (6) a căror polaritate este modificată funcție de conexiunea la celulele de echilibrat, prin intermediul releelor bipoziționale (4) a sursei de tensiune reglabile (3).
2. Sistemul conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** folosind doar elemente pasive pentru echilibrarea și încărcarea celulelor este lipsit de pierderi electrice.
3. Sistemul conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** realizează echilibrarea în timpul procesului de încărcare reduce timpul total de încărcare a bateriei complexe.
4. Sistemul conform revendicărilor 1, 2 și 3, **caracterizat prin aceea că** folosește doar elemente pasive pentru construcția lui, devine este mult mai simplu și mai ieftin de implementat.



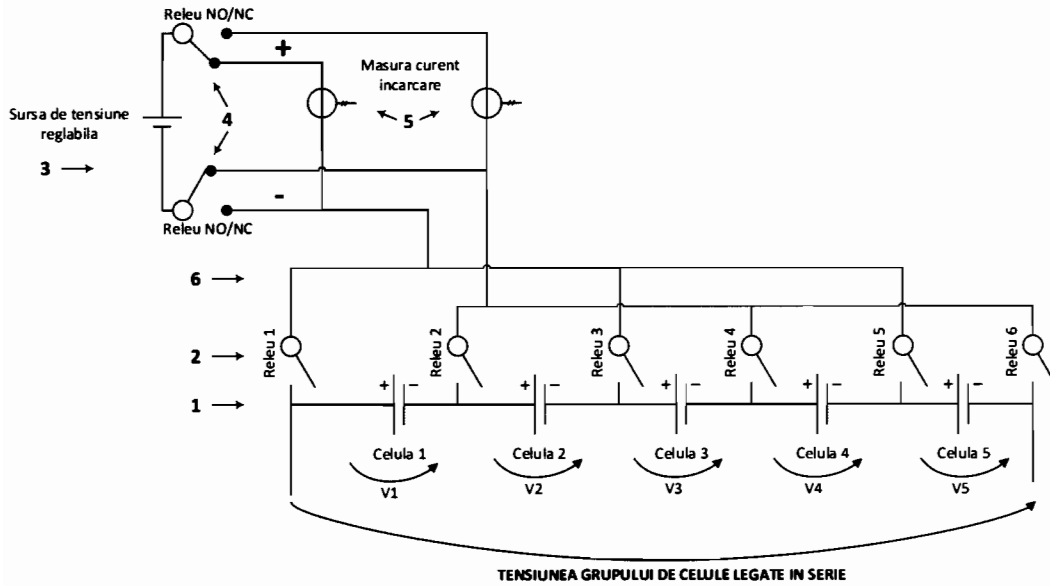


Fig.1 Explicativă privind arhitectura sistemului de echilibrare activ al celulelor

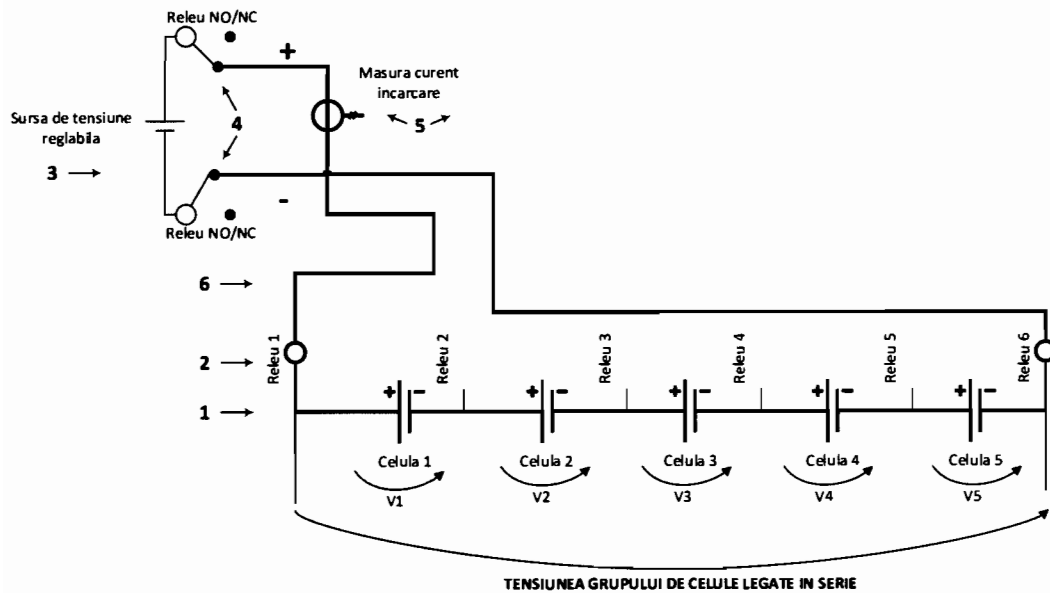


Fig.2 Explicativă privind funcționarea sistemului la încărcarea tuturor celulelor bateriei complexe



Redacted

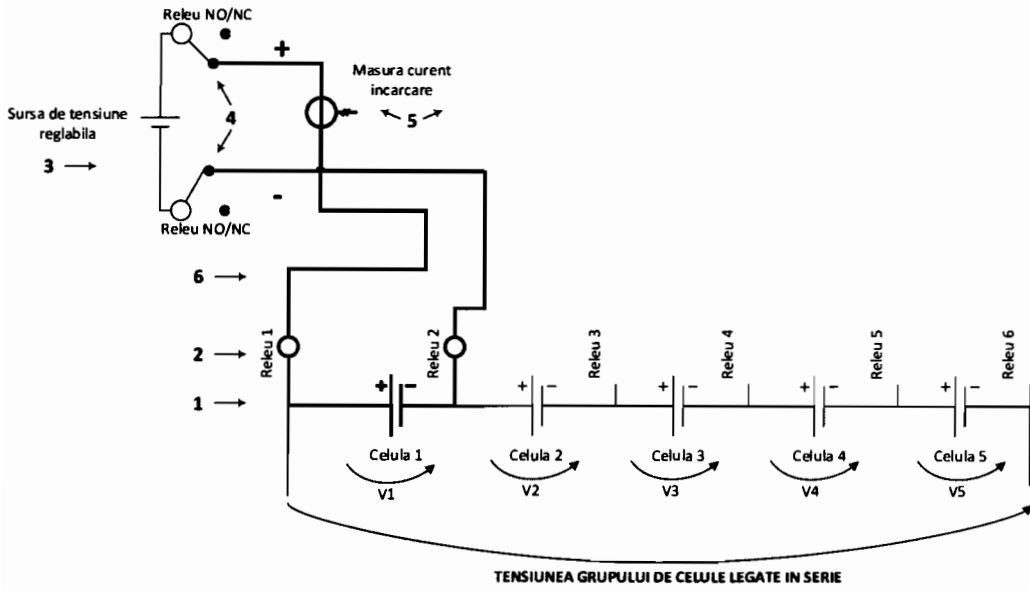


Fig.3 Explicativă privind funcționarea sistemului la echilibrarea unei celule a bateriei complexe fără schimbarea polarității de alimentare

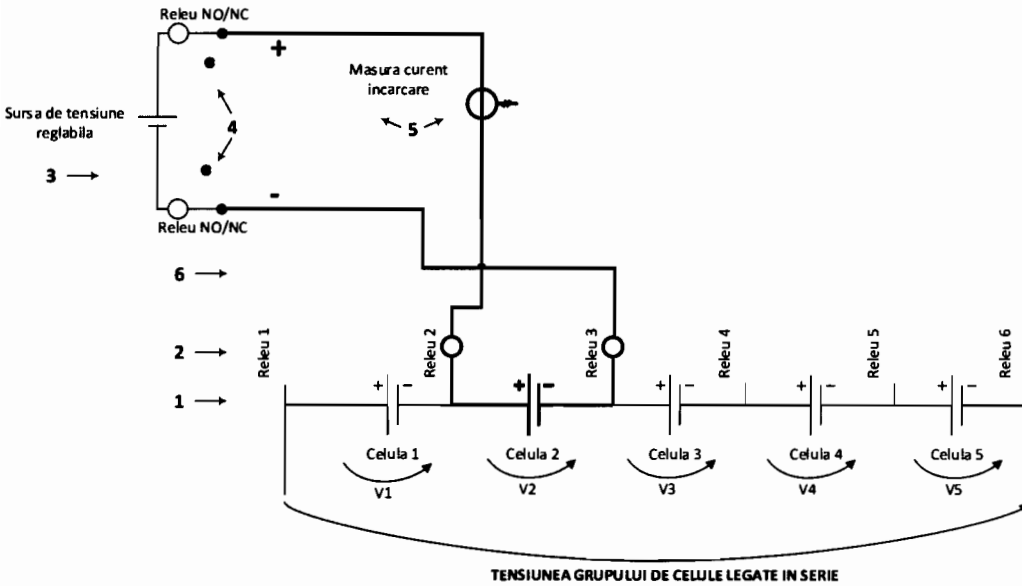


Fig.4 Explicativă privind funcționarea sistemului la echilibrarea unei celule a bateriei complexe cu schimbarea polarității de alimentare

