



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00353

(22) Data de depozit: 11/06/2019

(41) Data publicării cererii:
30/04/2020 BOPI nr. 4/2020

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

(72) Inventatori:
• SURDUCAN VASILE, STR.NUCULUI
NR.8, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;

• SURDUCAN EMANOIL,
STR.GHEORGHE DIMA NR. 10, AP.19,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• BRUJ OLIVIA RAMONA, STR.ANINA
NR.9, BL.AA5, SC.1, AP.1, CLUJ-NAPOCA,
CJ, RO;
• MIHAILESCU GHEORGHE,
STR.FÂNTÂNELE NR.5, SC.7, AP.99,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(54) **DISPOZITIV DE ÎNCĂRCARE, MĂSURĂ ȘI ECHILIBRARE
PRIN COMUTARE SECVENȚIALĂ A ACUMULATOARELOR
CONECTATE ÎN BANC**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv de încărcare, măsură și echilibrare prin comutare secvențială a n acumulatori conectați într-un banc ce are un număr par de ramuri (r). Dispozitivul conform invenției este alcătuit dintr-un număr de comutatoare (K_{ij}) statice sau electromecanice de putere, care depinde de numărul (n) de acumulatori (B_n , $n \geq 4$, $n = \text{par}$) din banc, dintr-un număr de comutatoare (K_r) statice sau electromecanice de putere, care depinde de numărul par de ramuri (r) ale bancului în care sunt grupate cele n acumulatori (B_n) în serie sau în paralel, comutatoarele fiind comandate de un sistem (Si) integrat care conține un circuit integrat programabil, un ecran LCD și taste de comandă, și care configurează în timp real, prin intermediul unor circuite ($C_{K_{ij}}$, C_{K_r}) de comandă, conexiunile dintre acumulatori (B_n), pentru încărcare, echilibrare sau utilizare, măsoară curentul (I_n) de încărcare, tensiunea (U_n) la bornele acumulatorului (B_n) sau a grupului de acumulatori (kB_n) care se încarcă, schimbă configurația conexiunilor serie-paralel dintre acumulatori (B_n), modifică algoritmul de încărcare/echilibrare în funcție de valoarea tensiunii (U_n), estimează capacitatea fiecărui acumulator la finalul procesului de încărcare sau de echilibrare a acestuia, afișează datele măsurate pe LCD și transmite datele, la cerere, unui PC, printr-o interfață serială USB.

Revendicări: 5
Figuri: 6

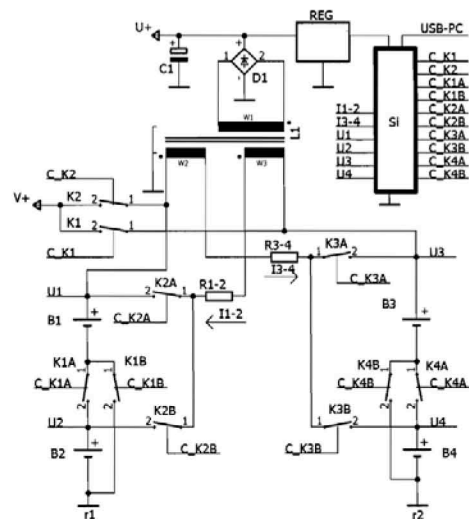


Fig. 1

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).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2019 0353
Data depozit 11-06-2019

Dispozitiv de încărcare, măsură și echilibrare prin comutare secvențială a acumulatorilor conectați în banc

Sequential switching device for charging, measure and equilibration of a bank of accumulators

Invenția, "Dispozitiv de încărcare, măsură și echilibrare prin comutare secvențială a acumulatorilor conectați în banc" poate fi folosită pentru alimentarea eficientă a unui dispozitiv electronic, electric sau electromecanic de mică sau mare putere dintr-un banc de acumulatori având fiecare aceeași capacitate și tehnologie de fabricație, indiferent care este aceasta, conectați în serie sau grupuri paralel-serie. Poate fi utilizat de exemplu în: industria autovehiculelor electrice, industria producătoare de echipamente IT (laptopuri, UPC-uri), rețele grid independente, generatoare sau convertoare de energie electrică cu acumulare în bancuri de acumulatori, etc.

Se cunoaște că procesul de încărcare cu energie al acumulatorilor respectiv cel de echilibrare a tensiunilor într-un banc de acumulatori este unul disipativ, se pierde o cantitate de energie care se transformă în căldură pe dispozitivul regulator (generator de curent constant sau pulsatoriu) sau pe elementul de echilibrare (comutator static, inductor, rezistență). Datorită imperfecțiunilor din procesul tehnologic, toate acumulatorii prezintă o variație a valorii capacității de stocare față de cea precizată de producător. Această dispersie crește în timp în funcție de capacitatea inițială a acumulatorului în discuție și de regimul său de lucru (temperatura ambiantă, putere debitată, număr de cicluri de funcționare) la care este solicitat. Capacitatea de stocare a unui acumulator scade în timp. Acumulatorul cu capacitatea cea mai mică dintr-un banc se va descărca cel mai repede, tensiunea la borne scăzând la o valoare minimă comparativ cu ceilalți acumulatori ai bancului. Scăderea tensiunii unui acumulator din bancul de acumulatori configurat în serie sub limita minimă impusă duce la nefuncționarea corespunzătoare a întregului banc și în final la defectarea ireversibilă a acumulatorului respectiv. Descărcarea sub tensiunea minimă specificată a unui singur acumulator din bancul de acumulatori periclitează funcționarea întregului banc. Pe de altă parte, creșterea tensiunii la borne peste limita superioară acceptată duce la degradarea prematură a acumulatorului. De aceea este necesară echilibrarea valorii

tensiunilor la bornele tuturor acumuloarelor din banc, proces ce se desfășoară de regulă în timpul funcționării bancului.

La ora actuală există foarte multe configurații de circuit și metode cunoscute destinate managementului bancurilor de acumulatori, unele realizează încărcarea-descărcarea și măsurarea parametrilor intrinseci ai acumulatorilor (prin spectrometrie de impedanță sau metode volt-ampermetrice combinate cu măsurarea temperaturii acumuloarelor), altele realizează echilibrarea tensiunii grupurilor de acumulatori conectați în serie prin metode rezistive (EP0855780B1, US20110140650A1, US 20120161710A1, RU2411618C1, RU2479894C2), capacitive (EP0772785B1, RU2516297C2), inductive (EP1861910B1, US20080272735A1, US20130009601A1, ES2521040T3), comutație statică sau electromecanică (US20140349146A1, US20120326671A1), comutație statică combinată cu metode inductive (US9423450, EP1861910B1, US5821729), comutație statică combinată cu metode inductiv-rezistive (US20120235627A1), fiecare metodă având avantaje și dezavantaje proprii. Metodele rezistive sunt simple dar au randament scăzut datorită disipației termice, metodele de comutație inductive respectiv comutația statică au eficiența crescută dar ajung să fie constructiv foarte complexe, metodele de echilibrare capacitivă necesită fie existența unor surse de alimentare în curent alternativ conectate prin condensatoare cu fiecare acumulator de echilibrat, fie un algoritm de comutare al capacităților utilizate pentru stocarea temporară a energiei, comutația statică implică o complexitate ridicată a circuitului în cazul unui număr mare de acumuloare în banc și controlul curenților de echilibrare.

Invenția de față „Dispozitiv de încărcare, măsură și echilibrare prin comutare secvențială a acumuloarelor conectate în banc” corectează cel puțin două probleme ale stadiului anterior al tehnicii: echilibrează tensiunea la bornele fiecărui acumulator dintr-un banc printr-un proces în care o parte din energia de încărcare care s-ar disipa altfel este recuperată pentru utilizare. În exemplul de realizare din fig.6, energia recuperată este utilizată la alimentarea circuitului de comandă Si al dispozitivului fie prin stocare într-un condensator (supercap) fie prin încărcarea unui acumulator auxiliar (la +U). Dispozitivul din invenție analizează deasemenea starea tuturor acumuloarelor din banc prin măsurarea tensiunii la borne, a curentului de încărcare și estimarea capacității

reale a acumulatorului după o secvență de încărcare sau de echilibrare. Bancului de acumuloare deservit de acest dispozitivul i se poate modifica tensiunea și capacitatea nominală prin reconfigurarea serie/paralel a acumuloarelor din banc înainte de utilizare sau dinamic în timpul utilizării.

Metoda de comutație din brevetul **US20140349146A1** este cea mai apropiată soluție de echilibrare a acumuloarelor comparativ cu secvența de echilibrare a dispozitivului realizat de noi. Autorul brevetului **US20140349146A1** comută două grupuri separate de acumuloare serie în perechi de câte două acumuloare paralel astfel încât după fiecare comutare, poziția acumuloarelor adiacente se schimbă în cadrul perechii; apoi toate perechile de două acumuloare paralel sunt conectate în serie. Nu se limitează curentul de echilibrare dintre acumulatori. Se utilizează două ramuri de acumulatori, una fixă în care poziția acumulatorilor nu se schimbă niciodată și una variabilă cu rol de echilibrare în care poziția acumulatorilor se schimbă. Spre deosebire de brevetul **US20140349146A1**, în invenția de față (fig.1) bancul de acumuloare deservit conține un număr par de ramuri (r). În aceste ramuri, acumuloarele pot fi reconfigurate în serie sau în paralel prin niște comutatoare statice comandate de un sistem integrat (S_i). Astfel, în procesul de echilibrare acumuloarele dintr-o ramură (r_i) conectate în serie devin generator și încarcă o perioadă de timp acumuloarele dintr-o altă ramură (r_j) care au devenit sarcină (fig.3), acestea fiind fie conectate în paralel, fie menținute individual la încărcare. Apoi configurația circuitului și rolul acumuloarelor din ramuri se schimbă (fig.4), acumuloarele de pe ramura (r_j) sunt conectate în serie și devin generator iar cele de pe ramura (r_i) devin sarcină pentru o altă perioadă de timp. Este evident că acumulatorii generator se descarcă iar acumulatorii sarcină se încarcă. Curentul de încărcare dinspre acumulatorii generator înspre acumulatorii sarcină este limitat printr-una din înfășurările primare ale unui transformator. Transformatorul are câte o înfășurare primară în fiecare ramură (r) a bancului. Pe durata secvenței de echilibrare, în secundarul transformatorului se obține o energie recuperată care altfel s-ar pierde prin disipație termică fie pe o rezistență serie de balast fie pe un tranzistor regulator necesar limitării curentului de încărcare. Frecvența tensiunii din secundar depinde de perioada de echilibrare și transformatorul este dimensionat conform acesteia. Astfel, după o perioadă de comutări se echilibrează tensiunea tuturor acumuloarelor din banc

în limitele stabilite de programul ce rulează în sistemul integrat **Si**. Sistemul integrat de comandă măsoară curentul de încărcare, tensiunea la bornele fiecărui acumulator din banc și gestionează comanda comutatoarelor statice ce modifică configurația circuitului acumulatorilor. Spre deosebire de metodele cunoscute la acest moment prezenta invenție realizează: fie un ciclul de încărcare al acumulatorilor de la o sursă externă de alimentare prin comandă PWM a sistemului de comandă (fig.2), fie ciclul de echilibrare al acumulatorilor prezentat anterior (fig.3 și fig.4), fie o operațiune de măsură a parametrilor acumulatorilor din banc (fig.6 și tabel 1), fie o configurare a bancului pentru utilizarea energiei stocate la diverse tensiuni și capacități de ieșire (fig.5).

În concluzie, soluția tehnică așa cum este revendicată, se referă la :

- (1) Un dispozitiv conținând n acumulatori grupați serie sau paralel prin comutatoare statice în mai multe ramuri ale unui banc, comandat de un sistem integrat care controlează comutatoarele statice ce reconfigurează circuitul acumulatorilor pentru trei situații: (i) încărcare de la o sursă externă, (ii) echilibrarea tensiunii fiecărui acumulator din banc fără a utiliza energie externă și (iii) utilizarea controlată a energiei stocate din banc pentru un consumator; dispozitiv ce măsoară și afișează tensiunea la bornele acumulatorilor, curentul de încărcare și estimează capacitatea reală a fiecărui acumulator în fiecare din modurile de echilibrare sau de încărcare.
- (2) Un mod de echilibrare secvențială a acumulatorilor din banc în care minim doi acumulatori conectați în serie, ce aparțin unei ramuri din banc, încarcă printr-un transformator de recuperare, prin algoritm PWM bazat pe tensiunea măsurată la bornele acumulatorului, câte un acumulator sau un grup de acumulatori în paralel din ramura adiacentă a bancului, după care conexiunea și rolul acumulatorilor (respectiv a ramurilor) se schimbă între ele astfel încât toți acumulatorii din banc ajung să fie echilibrați fie individual, fie în grupuri conectate în paralel.
- (3) Un mod de încărcare individuală, secvențială, de la o sursă externă, realizată prin algoritm PWM pe baza tensiunii măsurate la bornele acumulatorului, prin conectare în serie sau în paralel a acumulatorilor din ramurile bancului, cu limitarea curentului de încărcare printr-un transformator de recuperare.

- (4) Un mod de utilizare a energiei stocate în care acumulatorii din banc pot fi conectați în serie sau în paralel sub comanda sistemului integrat, astfel încât se pot obține în mod dinamic diverse tensiuni de ieșire și diverse capacități ale bancului.
- (5) Faptul că întotdeauna încărcarea sau echilibrarea unui acumulator sau a unui grup de acumuloare din banc conectate în paralel se face cu recuperarea unei părți din energia de încărcare, energia recuperată fiind utilizată fie la alimentarea sistemului integrat fie pentru alți consumatori.

Fig.1 reprezintă schema de principiu a dispozitivului

Fig.2 reprezintă în detaliu configurațiile circuitului pentru încărcarea a patru acumulatori

Fig.3 reprezintă configurațiile circuitului pentru echilibrare: r1 încarcă r2

Fig.4 reprezintă configurațiile circuitului pentru echilibrare: r2 încarcă r1

Fig.5 reprezintă configurațiile circuitului pentru utilizarea bancului cu patru acumulatori

Fig.6 reprezintă schema electronică a dispozitivului într-un exemplu de realizare cu patru acumulatori

Dispozitivul de încărcare, măsură și echilibrare prin comutare secvențială a acumuloarelor dintr-un banc permite încărcarea, analiza parametrilor de încărcare și echilibrarea tensiunilor la bornele acumulatorilor conectați într-un banc cu acumulatori de același tip constructiv, indiferent de tehnologia de realizare sau capacitatea acestora. Incărcarea unui acumulator are loc dintr-o sursă de tensiune externă sub curent constant sau combinații de curent constant-tensiune constantă. Parametrii mășurați sunt curentul de încărcare și tensiunea la bornele acumulatorului pe parcursul încărcării sau echilibrării. În cazul bancurilor cu acumuloare conectate în serie apare inevitabil în timp o dispersie a valorii tensiunii electrice la bornele acumuloarelor, dispersie care trebuie echilibrată. Echilibrarea unui banc de acumuloare constă în uniformizarea tensiunilor la bornele fiecărui acumulator din banc în limitele de variație a tensiunii sale nominale, valori ce diferă în funcție de tipul de acumulator. Constructiv, dispozitivul (fig.1) descris în invenția de față este alcătuit dintr-un circuit de comandă (**Si**) bazat pe sistem integrat (microcontroler), un circuit de comutare pentru n acumuloare alcătuit din K_{ij} , comutatoare statice, $i = 1 \dots n$, $j = A, Z$ respectiv K_r , comutatoare statice, r reprezintă numărul de ramuri din banc în care sunt grupați cei n acumulatori, $r \geq 2$, $r =$

n/q , $q=2,4,6...$ și un număr de circuite de măsură ce depinde de numărul și modul de grupare al acumulatorilor în banc. Invenția se aplică unui banc de minim $n=4$ acumulatori, numărul maxim de acumulatori este limitat doar de complexitatea tehnologică la care poate ajunge dispozitivul. Pentru simplificarea înțelegerii funcționării dispozitivului, schema de principiu (fig.1) se referă la un banc cu patru acumulatori B1, B2, B3 și B4. Cei patru acumulatori sunt grupați în două ramuri, **r1** conținând acumulatorii B1 și B2 respectiv **r2** conținând acumulatorii B3 și B4. În fiecare ramură acumulatorii pot fi conectați în serie sau în paralel în funcție de starea comutatoarelor care configurează circuitul la un moment dat. Schema de principiu din fig.1 are cel puțin patru tipuri distincte de funcționare descrise detaliat în fig.2, fig.3, fig.4, și fig.5, starea comutatoarelor statice corespunzătoare fiind descrisă în tabelul 1 după cum urmează:

- i) încărcarea individuală a fiecăruia din cei patru acumulatori (B_n , $n=1...4$) sau încărcarea acumulatorilor conectați în serie sau paralel în fiecare ramură **r1**, **r2** de la o sursă de tensiune externă (fig.2) ;
- ii) echilibrarea permite ca o ramură **r1** (respectiv **r2**) având acumulatorii conectați în serie să încarce individual fiecare acumulator din ramura adiacentă **r2** (respectiv **r1**) sau să încarce ambii acumulatori din ramura adiacentă **r2** (respectiv **r1**) în paralel, la o tensiune prestabilită prin program în sistemul integrat (fig.3, fig.4);
- iii) utilizarea energiei stocate în acumulatorii în serie ai celor două ramuri, la capacitatea nominală C_n (ramurile **r1** și **r2** conectați în paralel) sau jumătate din capacitatea nominală $C_n/2$ (ramura **r1** sau ramura **r2** în mod alternativ) la diferite tensiuni (fig.5);
- iv) măsurarea tensiunii la borne U_n , a curentului de încărcare I_n și estimarea capacității C_n a oricărui acumulator în oricare din fazele de încărcare/echilibrare prezentate anterior.

Exemplul de realizare din fig.6 este alcătuit din $n=4$ acumulatori cu litiu-ion de tip 18650 având tensiunea nominală cuprinsă între 3.6V...4.2V, tensiunea minimă 2.5V și capacitatea nominală de 3000mAh. Acumulatorii sunt montați pe soclu. Circuitul de comutare conține opt comutatoare statice K_{ij} cu tranzistori MOS-FET comandați prin optocuplor pentru configurarea circuitelor de încărcare, echilibrare și măsură și două comutatoare statice K_r similare funcțional cu K_{ij} , pentru încărcare externă și utilizarea energiei stocate în banc. Comutatoarele statice comută între 20Hz și maxim

800Hz. Sistemul integrat Si este un microcontroler de 8 biți. Afișajul LCD este standardizat industrial (HD44780) și are patru rânduri de 20 caractere alfanumerice. Tastele funcționale utilizate pentru introducerea parametrilor de comutație și a meniului de funcționare sunt S1-S6. Circuitele de măsură a tensiunii acumuloarelor sunt Un_MAS iar circuitele de măsură a curentului sunt Ir_MAS realizate cu circuitele integrate IC1, IC2 și componentele aferente fiecăruia având funcția de convertoare curent-tensiune. IC4 și componentele aferente formează un generator de curent constant. U2 este un regulator de tensiune constantă. Constructiv dispozitivul este realizat pe o placă de circuit imprimat (PCB) simplu eurocard (100x160mm), dublu-placată cu cupru, conținând toate componentele din fig.6. Transformatorul L1 a fost montat separat în exteriorul plăcii, circuitele de alimentare prin recuperarea energiei a sistemului integrat nefiind prezentate. Energia stocată în banc este disponibilă la bornele TP6 respectiv TP7. În exemplul din fig.6, comutatoarele statice K1A, K4A, K1, K2 sunt acționate PWM (cu modulație cu lărgime de puls) cu un feedback obținut din tensiunea la bornele acumulatorului sau grupului de acumuloare de încărcat sau de echilibrat, cu măsurarea și controlul curentului de încărcare. Ordinea de acționare a cumutatoarelor statice este programată astfel: se închid întâi comutatoarele de configurare a circuitului de echilibrare sau de încărcare după care cumulatorul PWM de reglare a curentului de echilibrare sau încărcare.

Tabelul 1. Starea comutatoarelor (fig.1) pentru diferite secvențe de funcționare

Nr.	Secvență	K1A	K1B	K2A	K2B	K3A	K3B	K4A	K4B	K1	K2	Fig	U	I
1	Încărcare B1 B2	ND	NI	NI	NI	ND	ND	ND	ND	PWM	ND	2.c	U1_2	I1_2
2	încărcare B1	ND	NI	NI	ND	ND	ND	ND	ND	PWM	ND	2.a	U1	I1
3	încărcare B2	ND	ND	ND	NI	ND	ND	ND	ND	PWM	ND	2.b	U2	I2
4	Încărcare B3 B4	ND	ND	ND	ND	NI	NI	ND	NI	ND	PWM	2.c	U3_4	I3_4
5	Încărcare B3	ND	ND	ND	ND	NI	ND	ND	NI	ND	PWM	2.a	U3	I3
6	Încărcare B4	ND	ND	ND	ND	ND	NI	ND	ND	ND	PWM	2.b	U4	I4
7	B1+B2 echilibrează B3 B4	PWM	ND	ND	ND	NI	NI	ND	NI	ND	ND	3.c	U3_4	I3_4
8	B1+B2 echilibrează B3	PWM	ND	ND	ND	NI	ND	ND	NI	ND	ND	3.a	U3	I3
9	B1+B2 echilibrează B4	PWM	ND	ND	ND	ND	NI	ND	ND	ND	ND	3.b	U4	I4
10	B3+B4 echilibrează B1 B2	ND	NI	NI	NI	ND	ND	PWM	ND	ND	ND	4.c	U1_2	I1_2
11	B3+B4 echilibrează B1	ND	NI	NI	ND	ND	ND	PWM	ND	ND	ND	4.a	U1	I1
12	B3+B4 echilibrează B2	ND	ND	ND	NI	ND	ND	PWM	ND	ND	ND	4.b	U2	I2
13	Utilizare B1+B2	NI	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NI	5.a	U1_2	-
14	Utilizare B3+B4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NI	ND	NI	ND	5.b	U3_4	-
15	Utilizare (B1+B2) (B3+B4)	NI	ND	ND	ND	ND	ND	NI	ND	NI	NI	5.c	-	-
16	Utilizare B1 B2	ND	NI	NI	NI	ND	ND	ND	ND	ND	NI	5.d	U1_2	-
17	Utilizare B3 B4	ND	ND	ND	ND	NI	NI	ND	NI	NI	NI	5.e	U3_4	-
18	Utilizare B1 B2 B3 B4	ND	NI	NI	NI	NI	NI	ND	NI	NI	NI	5.f	-	-

Notă: NI = normal închis; ND = normal deschis; B1+B2 = B1 în serie cu B2; B1||B2 = B1 în paralel cu B2

Schema de principiu din fig.1 se poate reconfigura pentru orice număr n de acumulatori.

Revendicări

1. Dispozitiv de încărcare, măsură și echilibrare prin comutare secvențială a acumuloarelor dintr-un banc **caracterizat prin aceea că**: este alcătuit dintr-un număr de comutatoare statice sau electromecanice de putere (K_{ij} , $i = 1 \dots n$, $j = A, Z$) ce depinde de numărul n al acumuloarelor (B_n , $n \geq 4$, par) din banc, un număr de comutatoare statice sau electromecanice de putere (K_r , $r \geq 2$, $r = n/q$, $q=2,4,6\dots$) ce depinde de numărul par de ramuri (r) ale bancului în care sunt grupate cele n acumuloare în serie sau în paralel, comutatoare comandate de către un sistem integrat (**Si**) ce conține un circuit integrat programabil, un LCD și taste de comandă, sistem integrat (**Si**) ce configurează în timp real (prin circuitele de comandă $C_{K_{ij}}$ și C_{K_r}), conexiunile între acumuloarele B_n pentru încărcare, echilibrare sau utilizare, măsoară curentul de încărcare (I_n), tensiunea (U_n) la bornele acumulatorului B_n sau a grupurilor de acumuloare kB_n care se încarcă, schimbă configurația conexiunilor serie-paralel dintre acumuloarele B_n , modifică algoritmul de încărcare/echilibrare în funcție de valoarea tensiunii U_n , estimează capacitatea fiecărui acumulator (C_n) la finalul procesului de încărcare sau de echilibrare a acestuia, afișează datele măsurate pe LCD și transmite la cerere datele unui PC printr-o interfață serială-USB.

2. Dispozitiv de încărcare, măsură și echilibrare prin comutare secvențială a acumuloarelor dintr-un banc conform cu revendicarea 1 **caracterizat prin aceea că** în secvența de echilibrare, pentru $n=4$, doi acumulatori (**B1**, **B2**) din ramura $r1$, conectați în serie, încarcă în regim pulsatoriu cu modulație PWM controlată de tensiunea la bornele acumulatorului de încărcat (**B3** sau **B4** sau **B3||B4**), prin comutatorul **K1A** și printr-o înfășurare primară **w2** a unui transformator **L1**, fie un singur acumulator (**B3**) din ramura $r2$ conectat prin comutatoarele **K3A** și **K4B**, fie un singur acumulator (**B4**) din ramura $r2$ conectat printr-un alt comutator **K3B**, fie un grup de acumulatori din ramura $r2$ conectați în paralel (**B3||B4**) prin comutatoarele **K3A**, **K3B**, **K4B**, echilibrarea având loc o perioadă de timp variabilă și distinctă pentru fiecare acumulator în parte sau grup de acumuloare conectate în paralel; după care rolul acumuloarelor se schimbă, minim doi acumulatori (**B3**, **B4**) din ramura $r2$, conectați în serie, încarcă în regim pulsatoriu cu modulație PWM controlată de tensiunea la bornele acumulatorului de încărcat (**B1** sau

B2 sau **B2||B3**) prin comutatorul **K4A** și printr-o altă înfășurare primară **w3** a transformatorului **L1**, fie un singur acumulator (**B1**) din ramura **r1** conectat prin comutatoarele **K2A** și **K1B**, fie un singur acumulator (**B2**) din ramura **r1** conectat printr-un alt comutator (**K2B**), fie un grup de acumulatori din ramura **r1** conectați în paralel (**B1||B2**) prin comutatoarele **K2A**, **K2B**, **K1B**, echilibrarea având loc o perioadă de timp variabilă și distinctă pentru fiecare acumulator în parte sau grup de acumulatori conectate în paralel, secvența anterioară fiind validă pentru orice număr de acumulatori **n**.

3. Dispozitiv de încărcare, măsură și echilibrare prin comutare secvențială a acumulatorilor dintr-un banc conform cu revendicările 1 și 2 **caracterizat prin aceea că** în secvența de încărcare, oricare dintre acumulatorii (**B_n**) din banc sunt încărcate secvențial dintr-o sursă externă de tensiune (**V+**) cu limitarea curentului, în regim pulsatoriu cu modulație PWM controlată de tensiunea la bornele acumulatorului de încărcat (**B_n** sau **kB_n**), prin niște comutatoare (**K_r**) și prin înfășurările primare ale unui transformator **L1**, fiecare acumulator **B_n** este încărcat în mod independent sau conectat în grupuri de acumulatori **kB_n** în paralel prin comutarea prealabilă a unor comutatoare (**K_{ij}**), încărcarea având loc o perioadă de timp (**t_{in}** sau **t_{ir}**) variabilă și distinctă pentru fiecare acumulator **n** în parte sau pentru fiecare grup de acumulatori conectate în paralel pe ramurile **r** ale bancului.

4. Dispozitiv de încărcare, măsură și echilibrare prin comutare secvențială a acumulatorilor dintr-un banc conform cu revendicările 1, 2 și 3 **caracterizat prin aceea că** în secvența de utilizare a energiei pot fi conectați succesiv la sarcină prin comanda sistemului integrat **Si**, grupuri de acumulatori conectați în serie sau în paralel aparținând uneia sau altei ramuri **r** sau întregului banc de acumulatori, prin comutarea prealabilă a comutatoarelor de configurare a conexiunilor (**K_{ij}**, **K_r**), energia destinată utilizării fiind extrasă din banc între borna **V+** și masă.

5. Dispozitiv de încărcare, măsură și echilibrare prin comutare secvențială a acumulatorilor dintr-un banc conform cu revendicările 1, 2, 3 și 4 **caracterizat prin**

aceea că întotdeauna încărcarea prin comutație PWM a unui acumulator B_n sau a unui grup de acumulatori kB_n conectați în paralel se face cu recuperarea unei părți din energia de încărcare extrasă prin înfășurările primarului (w_r) unui transformator $L1$, tensiunea recuperată fiind obținută în secundar (w_1), redresată prin puntea redresoare $D1$, filtrată prin condensatorul $C1$, disponibilă la borna $U+$, stabilizată (REG) și utilizată pentru a alimenta parțial sistemul integrat de comandă (Si) sau pentru o altă sarcină electrică externă.

Desene explicative

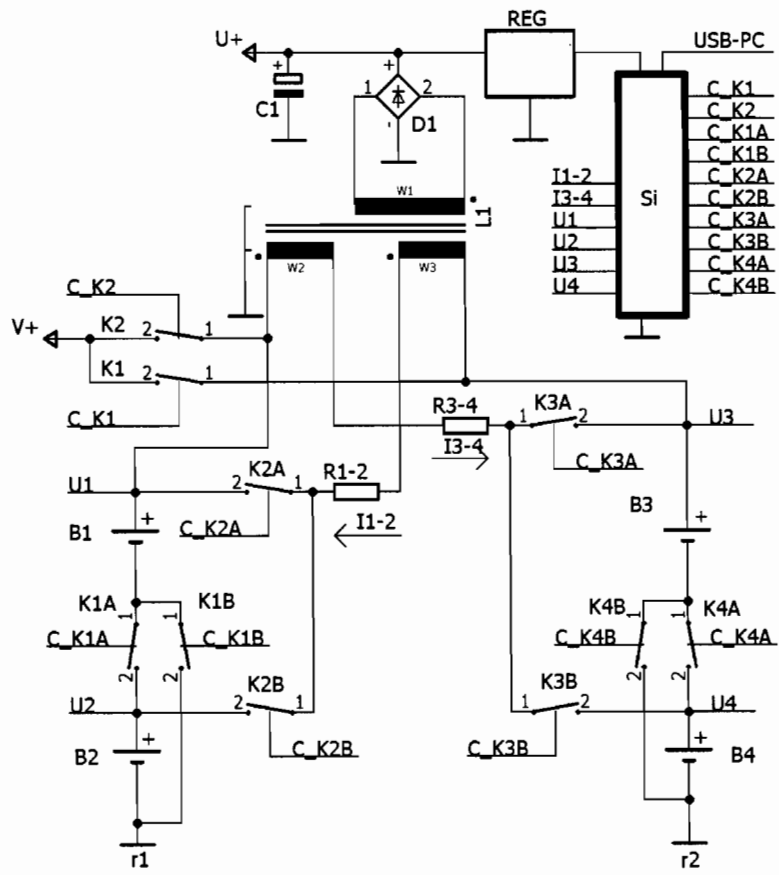


Fig.1 Schema de principiu a dispozitivului de încărcare, analiză și echilibrare

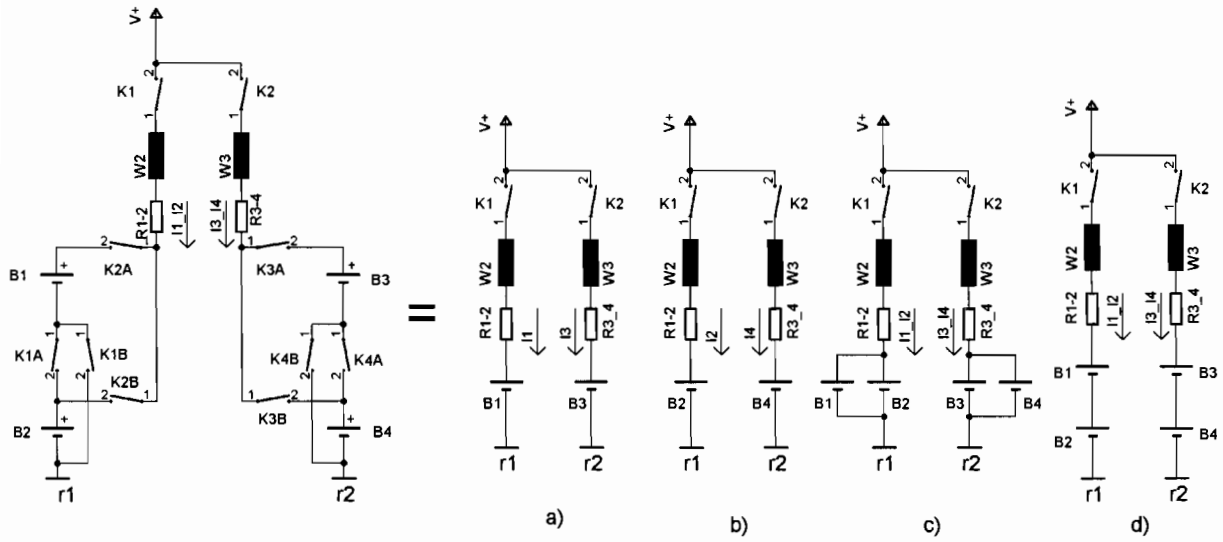


Fig.2 Configurațiile circuitului pentru încărcarea a patru acumulatori

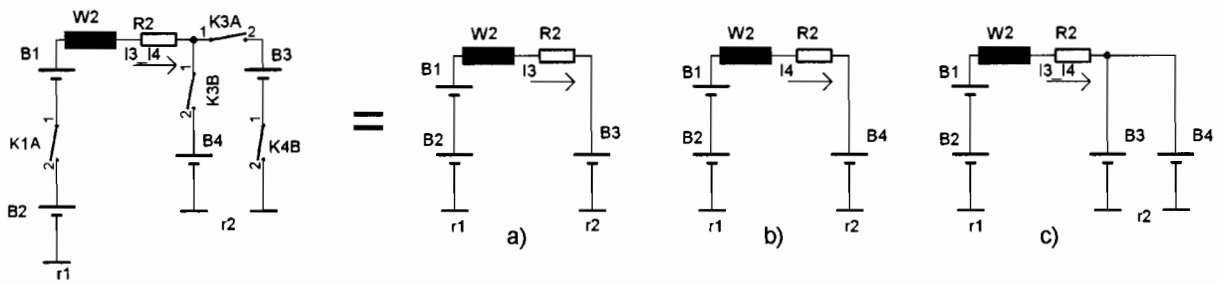


Fig.3 Configurațiile circuitului pentru faza de echilibrare: r1 încarcă r2

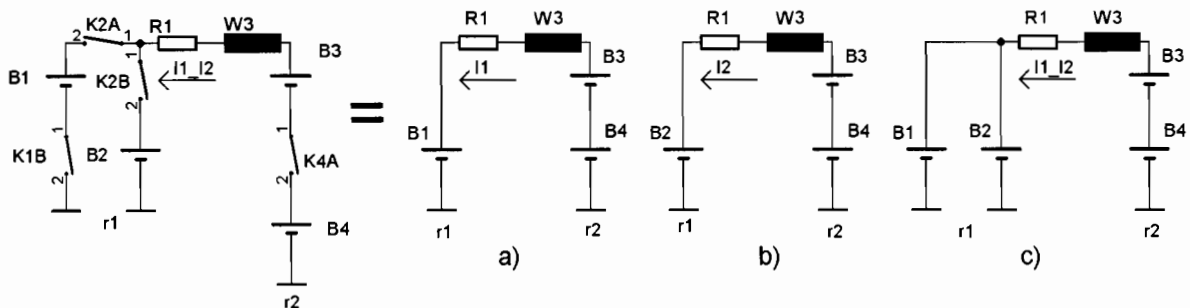


Fig.4 Configurațiile circuitului pentru faza de echilibrare: r2 încarcă r1

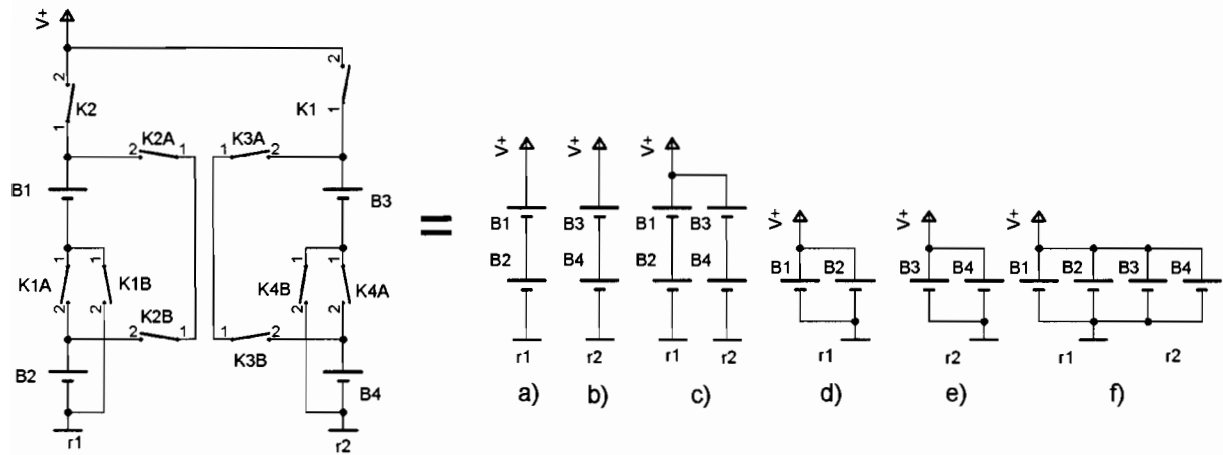


Fig.5 Configurațiile bancului de acumuloare pentru faza de utilizare

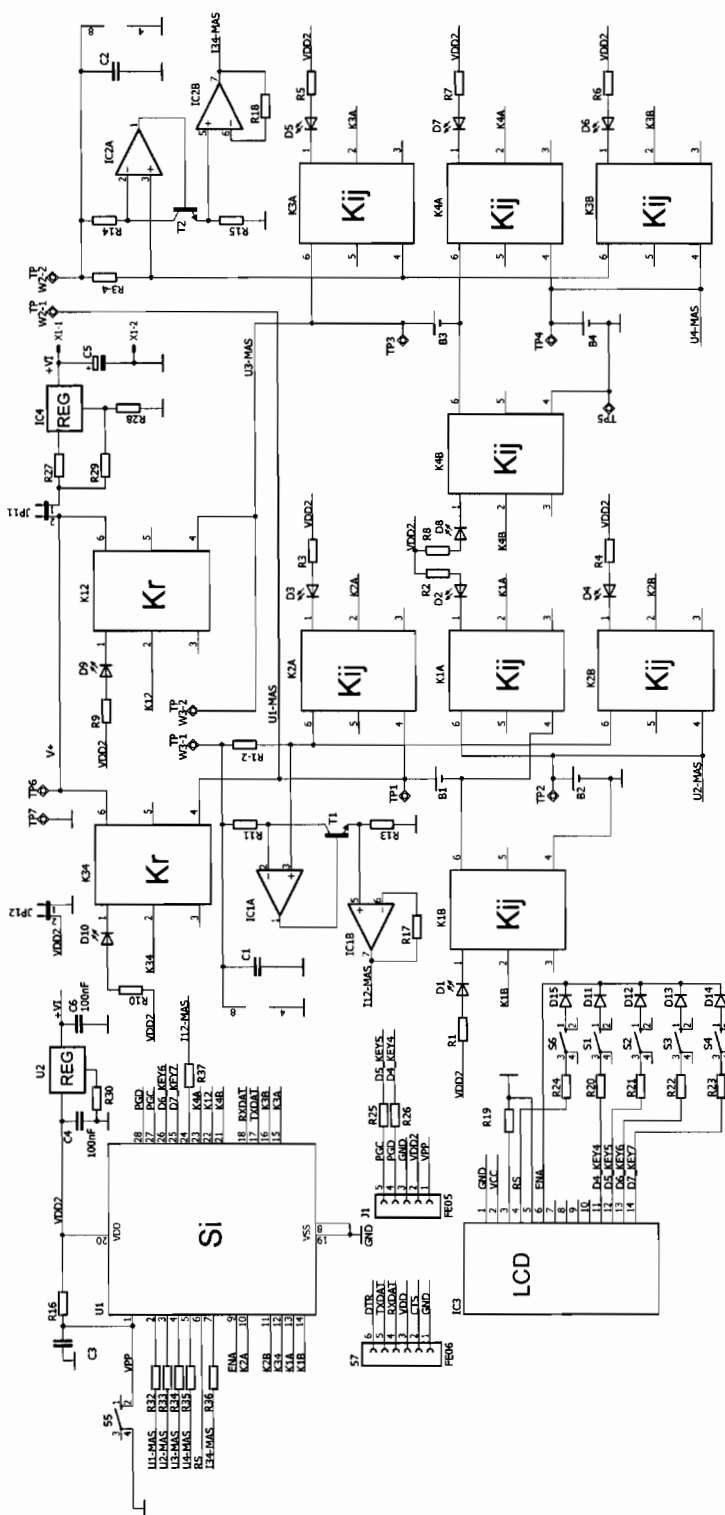


Fig.6 Schema electronică a dispozitivului într-un exemplu de realizare cu patru acumulatori