



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00729

(22) Data de depozit: 12/11/2019

(41) Data publicării cererii:  
28/05/2021 BOPI nr. 5/2021

(72) Inventatori:  
• SAVU VALERIU, ALEEA CĂȚINEI NR. 13,  
BL. 37C, SC. C, ET. 2, AP. 51, PLOIEȘTI,  
PH, RO;  
• RUSU MĂDĂLIN ION,  
STR. PRELUNGIREA GHENCEA NR. 53,  
BL. F2, SC. C, ET. 3, AP. 126, BRAGADIRU,  
IF, RO;  
• SAVASTRU DAN, STR. IANI BUZOIANI  
NR. 3, BL. 16, SC. A, AP. 2, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE  
- DEZVOLTARE PENTRU  
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000,  
STR. ATOMIȘTILOR, NR. 409, CP-OP MG 05,  
MĂGURELE, IF, RO

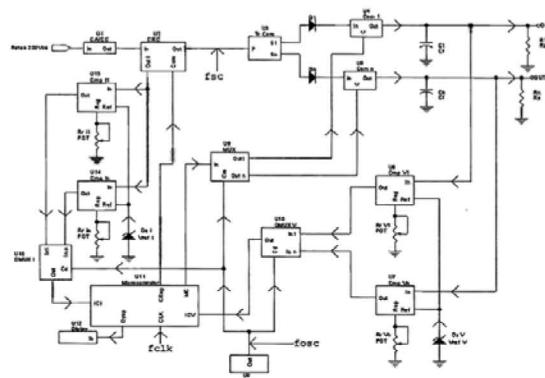
(54) SURSĂ ÎN COMUTAȚIE CU REGLAREA ȘI CONTROLUL  
TOTAL AL IEȘIRILOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o sursă în comutație cu reglarea și controlul total al ieșirilor, prin controlul elementului regulator al sursei de către un microcontroler programabil, care are în memoria internă nevolatilă un software dedicat cu care se extrage informația privind erorile de tensiune și curent, cu ajutorul căruia se acționează asupra elementului regulator în vederea menținerii tensiunii și curentului, pe fiecare ieșire în parte, în limitele unor variații minime identice pe fiecare ieșire. Sursa în comutație, conform invenției, este alcătuită dintr-un bloc (**Osc**) oscilator cu care se comandă sincron un bloc (**DMUX V**) demultiplexor de tensiune, un bloc (**DMUX I**) demultiplexor de curent și un multiplexor (**MUX**) pentru comanda unor comutatoare (**Com1**, ..., **Com n**) de tensiune cu ajutorul cărora se transmite eroarea de tensiune ce este preluată de la niște comparatoare (**Cmp V1**, ..., **Cmp Vn**) ce primesc pe o intrare informația privind eroarea de tensiune ce poate fi reglată cu ajutorul unor potențioetre (**RrV1**, ..., **RrVn**) și pe cealaltă intrare o tensiune (**Vref V**) de referință și ale căror ieșiri acționează asupra demultiplexorului (**DMUX V**) de tensiune, iar ieșirea acestuia acționează asupra unui bloc al microcontrolerului care închide bucla de corecție a tensiunii, acționând asupra elementului regulator al sursei de comutație și decizând asupra multiplexorului (**MUX**), iar pentru controlul, reglajul și limitarea curenților de ieșire, blocul (**DMUX I**) demultiplexor de curent primește la intrare informația privind eroarea de curent, de la niște comparatoare (**Cmp I1**, ..., **Cmp In**) de curent, care primesc pe una

dintre intrări eroarea de curent, reglabilă cu ajutorul unor potențioetre (**RrI1**, ..., **RrIn**), și pe cealaltă intrare, valoarea (**Vref I**) de referință a curentului și transmite informația privind eroarea de curent la microcontroler care închide bucla de corecție acționând asupra elementului regulator al sursei de comutație.

Revendicări: 4  
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).



## Sursa în comutație cu reglarea și controlul total al ieșirilor

Invenția se referă la o sursă în comutație cu reglarea și controlul total al ieșirilor care permite reglarea și controlul tensiunilor și curenților de ieșire pentru o sursă în comutație cu mai multe ieșiri prin controlul elementului regulator al sursei de către un microcontroler programabil ce are în memoria internă nevolatilă un soft dedicat cu care se extrage informația de eroare de tensiune și curent cu ajutorul căruia se acționează asupra elementului regulator în vederea menținerii tensiunii și curentului pe fiecare ieșire în parte, în variații minime identice pe fiecare ieșire obținând parametri de ieșire la fel ca o sursă în comutație cu controlul unei sigure ieșiri.

Sursele în comutație SMPS (Switch-Mode Power-Supply) de tip PWM (Pulse-Width Modulation) clasice cu o singură ieșire controlează tensiunea la ieșire prin bucla de feedback cu acționare asupra elementului regulator și curentul de ieșire prin limitare de curent [1, 2]. Aceste surse mențin parametrii de ieșire (tensiunea și curentul) cu variații de 1% până la maxim 5% [3]. Pentru sursele în comutație ce au mai multe ieșiri (controlul se face numai pentru o singură ieșire; ieșirea principală) parametrii de ieșire (tensiunea și curentul) sunt menținute cu variații de 10% până la maxim 20% [3]. Sursele în comutație cu una sau mai multe ieșiri pot fi controlate de microcontrolere [4] la aceiași parametri de ieșire cu variații de 1% până la maxim 5% pentru ieșirea principală și de 10% până la maxim 20% pentru ieșirile secundare [3]. Tensiunile la ieșire pentru sursele în comutație cu mai multe ieșiri sunt dependente între ele printr-o relație bine stabilită și curenții de ieșire nu pot fi controlați pentru fiecare ieșire în parte, controlul asupra curentului făcându-se pentru un curent general ce este dat de puterea maximă disipată [3]. Dezavantajul principal al acestor surse în comutație cu controlul mai multor ieșiri este că nu pot menține variațiile parametrilor de ieșire (tensiunea și curentul) la valorile ieșirii controlate (ieșirea cu feedback) existând o relație de interdependență între tensiunile de ieșire, interdependență ce afectează ieșirile ce au sarcinile în parametri proiectați din cauza ieșirii ce se află în limitare. Un al doilea dezavantaj este că nu pot controla limitarea curenților de ieșire pentru fiecare ieșire în parte (existând un control asupra limitării curentului total determinat de puterea totală de ieșire).

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în a comanda elementul de reglaj al unei surse în comutație cu ajutorul unui microcontroler ce are implementat în memoria nevolatilă un soft dedicat, care înlătură dezavantajele surselor în comutație cu mai multe ieșiri, prin aceea că controlează, menține și reglează toate tensiunile la ieșirile sursei și limitează

curentul pentru fiecare ieșire în parte, caracterizată prin aceea că menține în variații minime și identice pe fiecare ieșire în parte toate tensiunile de ieșire, eliminând interdependența între tensiunile de ieșire și controlează, menține și reglează limitarea curenților pentru fiecare ieșire în parte.

Sursa în comutație cu reglarea și controlul total al ieșirilor, **conform invenției**, constă în **preluarea erorii de tensiune** prin intermediul comparatorului de tensiune aferent ieșirii controlate ce are pe una din intrări semnalul de eroare de tensiune **ce poate fi reglat** și pe cealaltă o referință de tensiune și transmițând mai departe la intrarea aferentă ieșirii controlate a unui demultiplexor de tensiune ce este comandat de un oscilator pe frecvența  $f_{osc}$  și care transmite informația de eroare de tensiune, pentru ieșirea controlată, unui microcontroler programat cu un soft dedicat ce la rândul său decide dacă este necesar să transmită semnalul de deschidere al comutatorului de tensiune comandat, aferent ieșirii controlate prin intermediul unui multiplexor ce este comandat sincron cu demultiplexorul de tensiune pe aceeași frecvență  $f_{osc}$  și comandând mai departe elementul regulator al sursei în comutație cu mai multe ieșiri **pentru corecția erorii de tensiune** iar pentru eroarea de curent, microcontrolerul primește **informația de eroare de curent** prin intermediul unui demultiplexor de curent ce este comandat sincron cu demultiplexorul de tensiune și multiplexorul pe frecvența  $f_{osc}$ , ce primește pe intrarea aferentă ieșirii controlate de la un comparator de curent ce are pe una din intrări semnalul de curent **ce poate fi reglat** și pe cealaltă intrare referința de curent și microcontrolerul la rândul său comandă elementul regulator al sursei în comutație cu mai multe ieșiri **în vederea limitării curentului** pentru ieșirea controlată.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- controlează, menține și reglează tensiunile și curenții pentru toate ieșirile sursei în comutație;
- modificarea unei tensiuni de ieșire datorită reglării ei sau din cauza anihilării erorii de tensiune pentru ieșirea controlată nu afectează celelalte ieșiri;
- elimină interdependența între tensiunile de la ieșirile sursei în comutație;
- limitează curentul pentru oricare dintre ieșirile sursei în comutație;
- limitarea unei ieșiri în curent nu afectează celelalte ieșiri;
- reglarea curentului pentru ieșirea dorită nu afectează celelalte ieșiri;
- controlează și menține tensiunile pentru toate ieșirile sursei în comutație la performanțele obținute de o sursă în comutație cu o singură ieșire cu feedback.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figura 1 care prezintă schema bloc a unei surse în comutație cu reglarea și controlul total al ieșirilor:

- Fig.1 – Schema bloc funcțională a unei surse în comutație cu reglarea și controlul total al ieșirilor cu toate blocurile componente.

Realizarea unei surse în comutație cu reglarea și controlul total al ieșirilor, necesită realizarea a două elemente constitutive:

**Primul element** este reprezentat de realizarea unui soft dedicat capabil să determine microcontrolerul să preia informația de eroare de tensiune de la demultiplexorul de tensiune, astfel încât microcontrolerul să decidă dacă este necesar să acționeze asupra multiplexorului ce comandă comutatorul de tensiune comandat, să transmită mai departe elementului regulator al sursei în comutație cu reglarea și controlul total al ieșirilor, corecția de tensiune, să poată determina microcontrolerul să preia informația de eroare de curent (intrare în limitare) pentru ieșirea aferentă și să comande elementul regulator al sursei în comutație cu reglarea și controlul total al ieșirilor pentru intrarea în limitare de curent, specifică ieșirii aferente și să poată să fie implementat în memoria nevolatilă (EEPROM) a microcontrolerului.

**Al doilea element** este reprezentat de realizarea schemei bloc funcționale prezentată în figura 1. Funcționarea schemei bloc din figura 1 este următoarea:

Blocul U1 (convertor ca – cc) realizează redresarea tensiunii alternative de la rețeaua de 230Vca/50Hz și filtrarea ei, obținându-se tensiune continuă. Această tensiune alimentează blocul U2 (circuit de reglare în comutație pentru tensiune și curent) care este comandat de blocul U11 pe intrarea Com ce acționează asupra elementului regulator în vederea corecției tensiunii de pe ieșirea  $n$  (Out  $n$ ) și limitarea curentului de sarcină prin rezistența de sarcină  $n$  ( $R_n$ ). Pentru corecția curentului prin rezistența de sarcină  $n$  ( $R_n$ ) se transmite un semnal la ieșire Out I și mai departe prin blocurile U13 sau U14 ( $n$  bucăți) (comparatoarele pentru curent  $I_1 - I_n$ ) ce au o intrare de referință (Ref) dată de dioda de referință Dz I ( $V_{ref I}$ ), ajungând la blocul U15 cu  $n$  intrări și o ieșire (demultiplexor pentru curenți la ieșiri, DMUX I) ce este comandat de blocul U9 (oscilator, Osc) sincron cu blocul U8 cu o intrare și  $n$  ieșiri (multiplexor pentru comanda comutatoarelor de tensiune comandate U4, U5; MUX) și cu blocul U10 cu  $n$  intrări și o ieșire (demultiplexor pentru tensiunile de ieșire, DMUX V). Reglarea curenților prin rezistența de sarcină  $n$  ( $R_n$ ) se realizează cu ajutorul potențioanelor  $R_r I_1$  și  $R_r I_n$ . Ieșirea blocului U15 acționează asupra blocului U11 ce conține un microcontroler cu soft dedicat funcționării corecției variației tensiunii de ieșire și corecției curentului la aceste ieșiri. Informația de eroare de curent este injectată pe pinul ICI a blocului U11 și acesta acționează asupra elementului regulator al blocului U2 prin intrarea Com. Blocul U11 funcționează pe frecvența  $f_{clk}$  care este un multiplu întreg al frecvenței  $f_{osc}$  și informațiile referitoare la tensiunea pe ieșirea  $n$  și curentul din ieșirea  $n$  sunt transmise blocului afișor U12 (Display). Ieșirea blocului U2 comanda

blocul U3 (transformator în comutație cu o intrare, P și  $n$  ieșiri, S1 – Sn) ce funcționează pe frecvența  $f_{sc}$  și care are  $n$  ieșiri cu rezistențele de sarcină aferente R1 – Rn ce sunt redresate de diodele D1 – Dn și filtrate de condensatoarele C1 – Cn. Tensiunile de pe ieșirile Out 1 – Out  $n$  sunt transmise la intrarea In a blocurilor U6, U7 ( $n$  bucăți) (comparator de tensiune, Comp V1 – Comp Vn) care au o intrare de referință (Ref) ce primește tensiune de referință dată de Dz V (dioda de referință de tensiune, Vref V) și o a doua intrare pentru reglarea tensiunilor de ieșire cu ajutorul potențioetrelor Rr V1 – Rr Vn. Ieșirea comparatoarelor U6, U7 comandă intrările blocului U10 (demultiplexor pentru tensiunile de ieșire, DMUX V), a cărei ieșire comandă intrarea ICV a blocului U11 care transmite corecția de tensiune pe ieșire CReg comandând blocul U2 pe intrarea Com ce acționează asupra elementului regulator. Blocul U11 comandă, cu ajutorul softului ieșirea MC prin care decide dacă este necesar să comande comutatoarele U4, U5 (Com1 – Com  $n$ ) în funcție de consumul de curent de la ieșirile Out 1 – Out  $n$ , acționând asupra blocului U8 (multiplexor pentru comanda comutatoarelor de tensiune U4, U5) care la rândul sau acționează asupra blocurilor U4, U5 ( $n$  bucăți).

**Condițiile de funcționare** a sursei în comutație cu reglarea și controlul total al ieșirilor este ca frecvența de lucru a oscilatorului să respecte relația:  $f_{osc_{min}} \geq 2n \times f_{sc}$  [frecvența de comutare (U8, U10, U15) a MUX-ului, DEMUX-ului de tensiune și a DEMUX-ului de curent să fie mai mare sau egală cu dublul frecvenței de lucru a circuitului regulator în comutație (U2)] și frecvența de lucru a blocului U11 să respecte relația:  $f_{clk} = k f_{osc}$  unde  $k \in N^*$ .

**Prin caracteristicile sale** sursa în comutație cu reglarea și controlul total al ieșirilor monitorizează toate ieșirile sursei și dacă una din ieșiri necesită o corecție de tensiune aceasta intervine și realizează modificarea valorii tensiunii în vederea atingerii valorii reglate (prestabilite). Dacă una din ieșiri atinge valoarea limită de curent reglat, atunci sursa preia informația și face ca respectiva ieșire să intre în limitare de curent. Această sursă elimină interdependența tensiunilor de ieșire.

Blocurile componente din schema de mai sus sunt:

U1 = circuit de redresare și filtraj (convertor ca – cc),

U2 = circuit de reglare în comutație (tensiune, curent),

U3 = transformator în comutație cu o intrare (P) și  $n$  ieșiri (S1 – Sn),

U4, U5 = comutator de tensiune comandat,

U6, U7 = comparator pentru tensiune,

U8 = multiplexor pentru comanda comutatoarelor de tensiune,

U9 = oscilator de comandă ( $f_{osc}$ ),

U10 = demultiplexor pentru tensiunile de ieșire,

U11 = microcontroler programabil (frecvența de lucru  $f_{clk}$  este multiplu întreg al  $f_{oscmin}$ ),

U12 = display,

U13, U14 = comparator pentru curent,

U15 = demultiplexor pentru curenții la ieșire,

Dz V = referința de tensiune,

Dz I = referința de curent,

D1 – Dn = diodele de redresare pentru ieșirile Out1 – Out n,

C1 – Cn = condensatoarele de filtrare pentru ieșirile Out1 – Out n,

Out 1 – Out n = ieșirile sursei în comutație cu reglarea și controlul total,

R1 – Rn = sarcinile ieșirilor Out1 – Out n,

Rr V1 – Rr Vn = potențiometre de reglare a tensiunilor de ieșire,

Rr I1 – Rr In = potențiometre de reglare a curenților de ieșire.

## Bibliografie:

1. Viorel Popesu, "Stabilizatoare de tensiune in comutatie", Editura de Vest, Timisoara, 1992, ISBN 973-36-0101-2.
2. Soft-Skip\_ Mode Standby, PWM Controller with Adjustable Skip Level and External Latch, circuitul integrat NCP1271, Firma ON Semiconductor, <http://onsemi.com>.
3. "Power Management solutions STMicroelectronics AC-DC auxiliary, PFC, DC-DC, LLC", pag. 66, <https://empa.com/dokumanlar/st2016/ST-SMPS-2016.pdf>
4. Keith Curtis, "Levels of Microcontroller Integration in Power-Supply Design", Principal Applications Engineer, Microchip Technology Inc, [https://www.microchip.com/stellent/groups/designcenter\\_sg/documents/market\\_communication/en028080.pdf](https://www.microchip.com/stellent/groups/designcenter_sg/documents/market_communication/en028080.pdf)

## Revendicări:

1. Sursa în comutație cu reglarea și controlul total al ieșirilor prin utilizarea unui software dedicat, implementat în memoria nevolatilă a unui microcontroler, **caracterizat prin aceea că**, pentru controlul, menținerea și reglajul tensiunilor de ieșire este alcătuită dintr-un bloc oscilator (Osc) ce lucrează pe frecvența  $f_{osc}$  cu care comandă sincron un bloc demultiplexor de tensiune (DMUX V), un demultiplexor de curent (DMUX I) și un multiplexor (MUX) pentru comanda comutatoarelor de tensiune comandate (Com 1.....Com n), cu ajutorul cărora se transmite eroarea de tensiune ce este preluată de comparatoarele (Cmp V1.....Cmp Vn), ce primesc pe o intrare informația de eroare de tensiune ce poate fi reglată cu ajutorul potențioanelor (Rr V1.....Rr Vn) și pe cealaltă intrare tensiunea de referință ( $V_{ref V}$ ) a căror ieșiri acționează asupra demultiplexorului (DMUX V) iar ieșirea acestuia acționează asupra blocului Microcontroler care închide bucla de corecție a tensiunii acționând asupra elementului regulator al sursei în comutație și decidând să acționeze asupra MUX-ului.
2. Sursa în comutație cu reglarea și controlul total al ieșirilor prin utilizarea unui software dedicat, implementat în memoria nevolatilă a unui microcontroler, **caracterizat prin aceea că**, pentru controlul, reglajul și limitarea curenților la ieșire este alcătuită dintr-un bloc demultiplexor de curent (DMUX I) ce primește la intrare informația de eroare de curent de la comparatoarele de curent (Cmp I1....Cmp In), ce primesc pe una din intrări eroarea de curent reglabilă cu ajutorul potențioanelor (Rr I1....Rr In) și pe cealaltă intrare, referința de curent ( $V_{ref I}$ ) și transmițând informația de eroare de curent Microcontrolerului, care închide bucla de corecție de curent acționând asupra elementului regulator al sursei în comutație.
3. Sursa în comutație cu reglarea și controlul total al ieșirilor prin utilizarea unui software dedicat, implementat în memoria nevolatilă a unui microcontroler, **caracterizat prin aceea că**, pentru o funcționare corectă necesită îndeplinirea a următoarelor condiții:  $f_{osc_{min}} \geq 2n \times f_{sc}$  [frecvența de comutare (U8, U10, U15) a MUX-ului, DEMUX-ului de tensiune și a DEMUX-ului de curent să fie mai mare sau egală cu dublul frecvenței de lucru a elementului regulator în comutație (U2)] și frecvența de lucru a blocului U11 să respecte relația:  $f_{clk} = k f_{osc}$  unde  $k \in N^*$ .
4. Sursa în comutație conform revendicărilor 1, 2 și 3, **caracterizată prin aceea că, pe de o parte** elimină interdependența între tensiunile de ieșire, reglează tensiunea pe orice ieșire independent de celelalte ieșiri, controlează circular orice tensiune de pe ieșiri și modifică la nevoie orice tensiune, **pe de altă parte** aduce în limitare de curent orice



ieșire atunci când se cere acest lucru și reglează curentul de ieșire din orice ieșire independent de celelalte ieșiri.

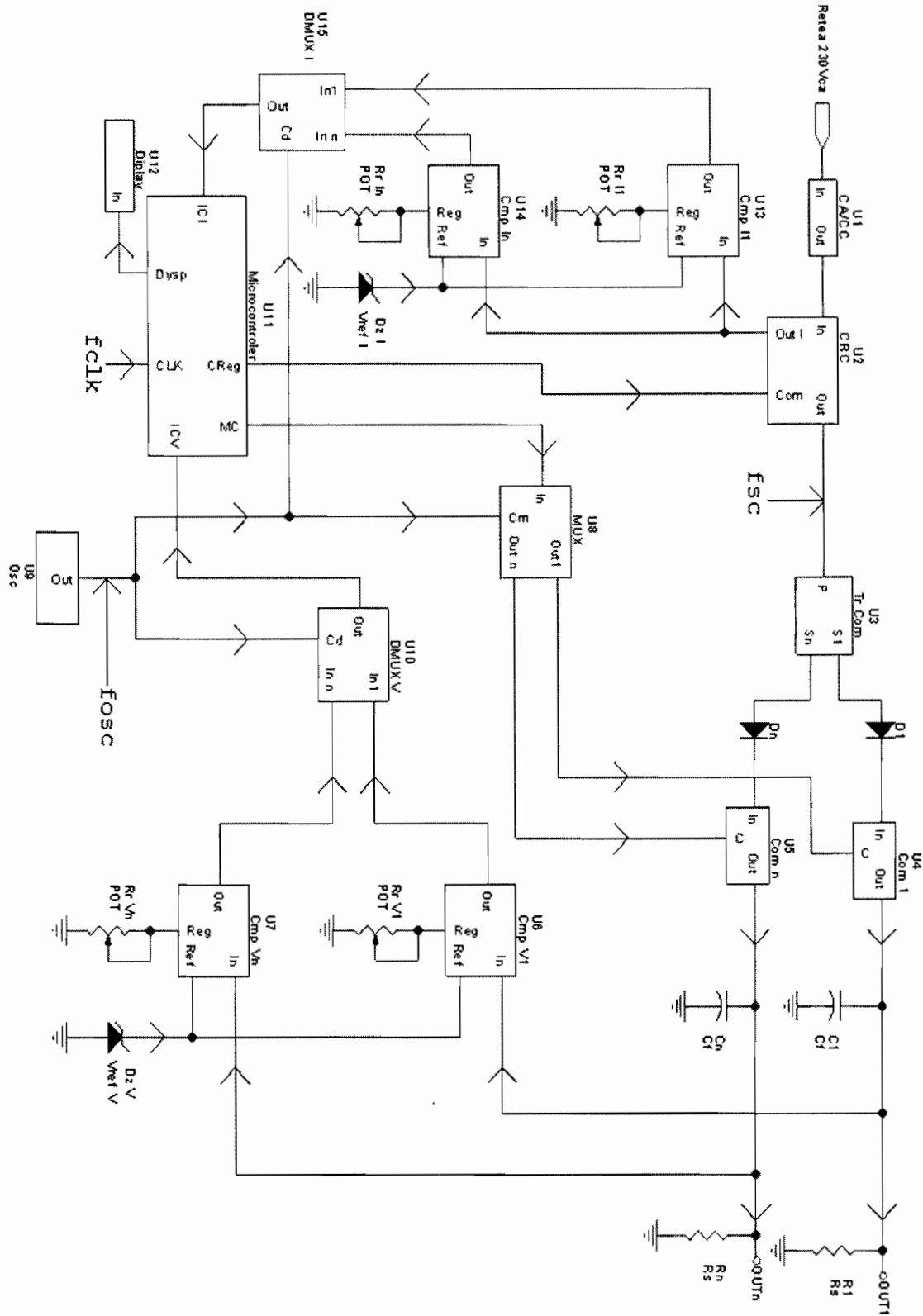


Fig.1 – Schema bloc funcțională a unei surse în comutație cu reglarea și controlul total al ieșirilor.