



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2014 00232

(22) Data de depozit: 25.03.2014

(41) Data publicării cererii:
30.09.2015 BOPI nr. 9/2015

(71) Solicitant:
• POPESCU ANDREI-IOAN,
STR. DASCĂLULUI NR. 100, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• POPESCU ANDREI-IOAN,
STR. DASCĂLULUI NR. 100, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO

(74) Mandatar:
CABINET DE PROPRIETATE
INDUSTRIALĂ RALUCA ARDELEANU,
STR.BAIA DE ARAMĂ NR.1, BL.B, SC.3,
ET.6, AP.117, SECTOR 2, BUCUREȘTI

(54) MODUL ȘI METODĂ DE ALIMENTARE A LĂMPILOR DE
ILUMINAT CU LEDURI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un modul și la o metodă de alimentare a lămpilor de iluminat cu leduri direct de la rețeaua de curent alternativ. Modulul conform invenției este format dintr-o sursă de curent, în configurație oglindă de curent, comandată de tensiunea rețelei, care monitorizează curentul prin circuit, și un șir de leduri organizate pe segmente, care pot fi introduse sau scoase din circuit, prin intermediul unor comutatoare (Q1, Q2, Q3) acționate de niște blocuri de comandă (BC1, BC2, BC3), în funcție de valoarea curentului ce străbate niște rezistoare (R2, R6, R12) montate în serie cu fiecare segment de leduri, oglinda de curent asigurând și protecția la creșterea temperaturii și supra-tensiunii. Metoda conform invenției constă în transformarea unei sarcini neliniare într-una cu caracter linier, și în urmărirea obținerii unui randament maxim în funcționare al lămpii de iluminat cu leduri, prin utilizarea unui șir cu leduri organizate în segmente și dispuse în serie, fiecare segment având conectat în paralel un comutator acționat de către un bloc de comandă-independent, cu rol de a introduce sau scoate din circuit segmente de leduri corespunzătoare, în funcție de valoarea curentului ce trece prin rezistoarele montate în serie cu fiecare segment de leduri.

Revendicări: 7
Figuri: 5

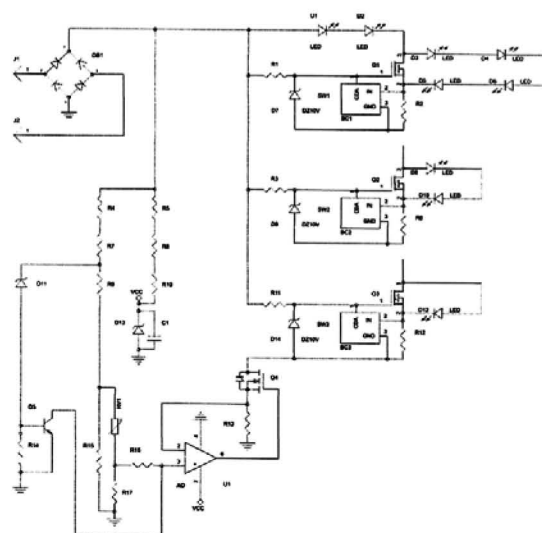


Fig. 1

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).



Modul și metoda de alimentare a lămpilor de iluminat cu LED-uri

Invenția se referă la un modul și o metodă de alimentare a lămpilor de iluminat cu LED-uri direct de la rețeaua de curent alternativ (220V).

În variantele clasice lămpile de iluminat cu LED-uri sunt asociate cu sursele de alimentare în comutație, care, sub aspect constructiv conțin multe componente (filtre, condensatoare, transformatoare de tensiune și de impulsuri), cu consecințe asupra eficienței, fiabilității, dimensiunilor fizice și randamentului acestor dispozitive.

În ultimii ani au fost dezvoltate soluții tehnice prin care LED-urile din noile generații (putere și strălucire mare) pot fi grupate în anumite configurații (segmente, șiruri, rețele, matrici, etc.) fiind conectate la rețeaua de curent alternativ prin intermediul unor punți redresoare și controlate în funcționare prin diferite scheme electrice realizate cu componente discrete sau cu circuite integrate specializate (ex. Seoul Semiconductor – ACRICH 2 - , Supertex – CL 8800, CL8802; Texas Instruments – TPS92411).

Când sunt alimentate direct de la rețeaua de curent alternativ, LED-urile prezintă în funcționarea lor o serie de fenomene cum ar fi: pâlpâirea, strălucirea variabilă, distorsiuni armonice injectate în rețea relativ mari, randamente relativ mici ș.a, pe care constructorii lămpilor de iluminat (care integrează aceste LED-uri și schemele lor de comandă și control) se străduiesc să le aducă în limite admisibile.

Sunt cunoscute șiruri de LED-uri comutate, alimentate direct la rețeaua de curent alternativ (220V), controlate de surse de curent în diferite configurații.

Soluția tehnică dezvăluită în brevetul **US8410717** constă într-o multitudine de șiruri de LED-uri, alimentate prin intermediul unei punți redresoare de la rețeaua de curent alternativ, fiecare șir fiind dispus, într-o variantă constructivă, în paralel pe câte un comutator, care în funcție de evoluția curentului printr-un senzor de curent (legat în serie cu șirurile de LED-uri), selectează și introduce sau scoate din circuitul căii de curent câte un segment al șirurilor de LED-uri.

Soluția tehnică din brevetul **RO129203** evidențiază mai multe șiruri de LED-uri înseriate, contolate prin intermediul unor comutatoare (MOSFET-uri), care introduc sau scot succesiv, în și din interiorul șirurilor de LED-uri, anumite segmente, în funcție de evoluția tensiunii la bornele sursei de alimentare, prin utilizarea mai multor metode de modulare a curentului (în amplitudine, în impulsuri sau prin modulare aleatoare).

Soluția tehnică evidențiată de documentul de brevet **US2013 187551** constă într-un circuit intergat specializat (CL8802) utilizat pentru controlul și comanda unor grupuri de LED-uri, fiecare grup fiind conectat în serie cu cel alăturat. Unitatea de control care îndeplinește și funcția de regulator de curent și tensiune, acționează ca un by-pass scoțând sau introducând în circuit un anumit segment din grupurile de LED-uri. Se utilizează atâtea circuite integrate câte grupuri de LED-uri urmează să echipeze dispozitivul de iluminat.

Fiecare dintre soluțiile tehnice prezentate mai sus rezolvă în mod diferit, cu îmbunătățiri, problema tehnică a alimentării unor șiruri de LED-uri de la rețeaua de curent alternativ, însă unele utilizează circuite integrate compexe, altele componente discrete în combinație cu diferite circuite electronice, astfel încât nu se încadrează cerințelor cumulate: simplitate, eficiență, preț redus.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în scăderea tensiunii pe comutatorul segmentului din șirul de LED-uri la valori care permit integrarea simplă și scăderea prețului pentru puteri comandate mai mari de 25 w ale lămpii de iluminat.

Metoda, conform invenției, constă în aceea că transformă o sarcină neliniară într-una cu caracter liniar. Astfel, prin intermediul comutatoarelor de putere (prevăzut fiecare cu câte un bloc de comandă independent), dispuse în paralel cu șirurile de LED-uri, pot fi introduse sau scoase din circuit segmente din șirurile de LED-uri dispuse în serie în funcție de evoluția curentului prin sarcină, astfel încât să se obțină randamentul maxim.

Modulul, conform invenției, înlătură dezavantajele prezentate în stadiul tehnicii prin aceea că nu utilizează scheme electrice complicate și nici circuite

integrate scumpe, în componente discrete fapt care permite o integrare ușoară, ieftină și simplă a modului în lampa de iluminat.

Modulul conform invenției, evidențiază o sursă de curent (în configurație oglindă de curent) comandată de tensiunea rețelei. Oglinda de curent asigură o evoluție „sinusoidală” a curentului prin șirurile de LED-uri, în fază cu tensiunea de alimentare și asigură protecțiile la supratensiune și la creșterea temperaturii.

Sursele de alimentare ale LED-urilor au inclusă o protecție termică. Durata de viață a LED-urilor este determinată de regimul de lucru al acestora la temperaturi ridicate. Modulul, conform invenției, asigură o protecție eficientă la creșterea temperaturii prin modularea în amplitudine a curentului ce trece prin LED-uri, astfel încât să nu fie depășită temperatura maximă de lucru a acestora. Se intră într-un regim de termostatare sub temperatura critică a LED-ului, având ca efect micșorarea luminii.

Modului, conform invenției, asigură o protecție eficientă și la supratensiuni, prin introducerea unei protecții cu întoarcerea curentului în 0 la depășirea pragului de tensiune.

Aceste protecții cresc fiabilitatea lămpilor de iluminat și le fac mai rezistente la variații ale temperaturii și tensiunii de alimentare, fără a le scoate din funcțiune. Având în vedere că lămpile încep să lumineze la tensiuni mici, ele pot fi foarte utile în regim de avarie al rețelei.

Modulele, conform invenției, sunt eficiente în domeniul de putere 25 W – 100W, putând fi utilizate pentru iluminatul general (casnic, birouri, spații comerciale, etc.), pentru iluminatul public dar și în spații unde nivelul perturbațiilor electro magnetice este critic (laboratoare, sălile pentru RMN ș.a)

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- a) schemă electrică simplă, cu componente discrete ieftine, permițând o integrare ușoară a modului într-o lampă de iluminat;
- b) dispune de protecție la supratensiune și creșterea temperaturii;
- c) asigură un randament ridicat și o durată de viață mai mare a lămpilor de iluminat;
- d) modulele sunt eficiente în domeniul de puteri 25W-100W;

e) micșorarea efectului de pâlpare.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile 1, 2, 3, 4 și 5.

- fig. 1 – schema de principiu simplificată a invenției;
- fig. 2 – bloc de comandă (comutator de rangul 1);
- fig. 3 – bloc de comandă (comutator de rangul 2);
- fig. 4 – bloc de comandă (comutator de rangul 4);
- fig. 5 – evoluția curentului prin LED-uri sub acțiunea protecției la supratensiune.

Modulul, conform invenției, având schema electrică de principiu din fig. 1, este format dintr-o punte redresare DB1, care alimentează de la rețeaua de curent alternativ, după redresare, n șiruri având N_i LED-uri, organizate în segmente, având fiecare, în serie, un rezistor R_n (R_2, R_6, R_{12}) pentru controlul blocurilor de comandă BC_n (BC_1, BC_2, BC_3) ale comutatoarelor SW_n (SW_1, SW_2, SW_3) realizate cu tranzistoarele MOSEET de putere Q_n (Q_1, Q_2, Q_3), fiecare segment dispus în paralel pe comutatorul corespunzător.

Diodele zener DZ_n (D_7, D_9, D_{14}) au rolul de a proteja poarta tranzistorilor cu efect de câmp (Q_1, Q_2, Q_3) care lucrează în comutație.

Alegerea numărului segmentelor de LED-uri, cât și a numărului de LED-uri pe fiecare segment condiționează randamentul dorit, astfel pentru patru segmente, dintre care trei comandate, randamentul poate fi mai bun de 0,92.

Primul segment realizat cu diodele D_1 și D_2 , este legat la borna + a punții redresoare și are rolul de a asigura tensiunea de polarizare pentru comutatoarele celorlalte segmente.

Blocurile de comandă ale comutatoarelor, realizate cu componente discrete (rezistori, diode, tranzistori) sunt prezentate în figurile 2, 3 și 4.

Cel mai simplu bloc de comandă BC_1 , conform fig. 2, este format din tranzistorul Q_6 și rezistorul R_{18} . Blocul de comandă BC_1 este conectat în paralel

pe rezistorul serie R_2 din fig. 1 și comandă tranzistorul cu efect de câmp Q_1 , conectat în paralel pe segmentul de LED-uri format din diodele D_3 , D_4 , D_5 și D_6 .

Tranzistorul Q_1 va permite trecerea curentului prin segmentul de LED-uri, menționat mai sus, numai după creșterea curentului prin rezistorul R_2 peste pragul de deschidere al tranzistorului Q_6 . Acest bloc de comandă cu un singur prag este de rangul 1. Pentru realizarea lămpii de iluminat, pe baza modulului, în configurația schemei electrice din fig. 1, se poate utiliza numai acest tip de bloc de comandă, dar numărul de trepte trebuie să fie egal cu numărul de comutatoare.

Din rațiuni practice, pentru o mai bună utilizare a comutatoarelor, a apărut necesitatea realizării următoarelor tipuri de blocuri de comandă, prin folosirea cărora numărul de trepte este de 2 la puterea n (n reprezintă numărul de blocuri de comandă).

Un bloc de comandă, cu două nivele de comutare, de rangul 2, este prezentat în fig. 3, fiind format din tranzistorii Q_7 și Q_8 și rezistoarele R_{19} , R_{20} , R_{21} și R_{22} . Acest bloc de comandă poate trece prin 4 stări, funcție de nivelul curentului prin șirul de LED-uri, astfel:

- sub primul nivel: (Q_7 blocat, Q_8 blocat);
- primul nivel este dat de valoarea curentului: $I=0,6V/R_A$: (Q_7 saturat, Q_8 blocat);
- al 2-lea nivel este calculat la valoarea $1,8I$: (Q_7 blocat, Q_8 saturat);
- al 3-lea nivel este calculat la valoarea $2I$: (Q_7 saturat, Q_8 saturat).

Un bloc de comandă general, cu n trepte – care depind de numărul de celule adăugate, astfel că la fiecare celulă suplimentară numărul pragurilor anterioare se înmulțește cu 2, este prezentat în fig 4.

Pentru asamblarea unui șir de blocuri de comandă de ranguri diferite se va ține cont de următoarele condiții:

- se vor folosi blocuri de comandă de ranguri diferite (1, 2, 3...);
- pragurile blocurilor de comandă se vor alege astfel:
 - o I pentru blocul de comandă de rang 1;
 - o $I/2$ pentru blocuri de comandă de rangul 2;

- I/4 pentru blocuri de comandă de rangul 3;
- numărul de LED-uri pe segment este proporțional cu primul nivel de comutare;
- suma căderilor tensiunilor pe toate segmentele trebuie să fie egală cu tensiunea minimă de vârf a rețelei.

Modulul, conform invenției și a schemei electrice din fig. 1, evidențiază o sursă de current (în configurație oglindă de current) OC formată din tranzistorul Q₄, rezistorul R₁₃ prin care trece curentul ce alimentează șirurile de LED-uri, amplificatorul operațional AO și divizorul rezistiv care asigură referința de current.

Oglinda de current asigură totodată protecția la creșterea temperaturii și la supertensiune prin componente distincte.

Creșterea temperaturii este sesizată prin intermediul unui termistor RV₁, fig. 1, conectat la intrarea noninversare a amplificatorului operațional AO, în serie cu rezistorul R₁₆. Până în apropierea pragului de protecție rezistența termistorului rămâne constantă și nu va influența forma curentului de referință, dar în apropierea temperaturii de prag valoarea rezistenței termistorului crește și determină scăderea curentului până la obținerea unui echilibru termic sub nivelul maxim acceptat de către LED.

Protecția la supratensiune se realizează cu dioda zener D11 și tranzistorul Q5 conectat la intrarea noninversoare a amplificatorului operațional AO. Rezistorul R14 asigură blocarea tranzistorului Q5 până la tensiunea de prag asigurată de dioda D11, moment în care Q5 se deschide și reduce la 0 curentul prin LED-uri, fig. 5. La scăderea tensiunii sub pragul de protecție Q5 se blochează și permite sursei de curent OC să alimenteze LED-urile. Fenomenul descris mai sus se petrece pe fiecare semialternanță a tensiunii de alimentare. Prin alegerea valorii rezistorului R15, peste valoarea de prag (R_p), sursa de curent OC iese din zona liniară, Q4 intră în saturație, iar lampa de iluminare funcționează la randament maxim, sacrificând factorul de putere (PF), fără să fie oprite protecțiile de supratensiune și creșterea temperaturii.

Se pot obține astfel două moduri de funcționare, prin simpla modificare a rezistenței R15, respectiv fie randament maxim pentru $R15 > R_p$, cu sacrificarea factorului de putere, fie factorul de putere maxim și perturbații minime pentru $R15 < R_p$.

Pentru micșorarea efectului de pâlpâire se poate monta, în paralel pe rezistorul R15, un stabilizator de tensiune paralel (nefigurat în schema electrică fig. 1), care are drept efect trecerea sursei de curent (în configurație oglindă de curent) OC în regim de curent constant pe durata limitării tensiunii de referință.

Metoda de alimentare a lămpilor de iluminat cu LED-uri, direct de la rețeaua de curent alternativ constă în aceea că, pentru a obține un randament maxim al lămpii, șirurile de LED-uri sunt organizate în segmente, fiecare dintre acestea fiind legat în serie cu segmentul alăturat, având fiecare conectat în paralel un comutator (prevăzut fiecare cu câte un bloc de comandă independent), care introduce sau scoate din circuit segmentul respectiv în funcție de valoarea curentului prin niște senzori de curent (rezistoare) plasați în serie cu fiecare segment de LED-uri, această evoluție a curentului fiind monitorizată de către o sursă de curent (în configurație oglindă de curent) OC, care asigură și protecția la creșterea temperaturii și la supratensiuni.

Revendicări

- 1) Modul de alimentare al lămpilor de iluminat cu LED-uri, alimentat de la rețeaua de curent alternativ, **caracterizat prin aceea că** șirurile de LED-uri (n) sunt organizate în segmente, care pot fi introduse sau scoase din circuit cu ajutorul unor comutatoare (Q1, Q2, Q3), cuplate în paralel pe fiecare segment, acționate de niște blocuri de comandă (BC1, BC2, BC3), în funcție de valoarea curentului ce trece prin șirurile de LED-uri și prin niște rezistoare (R2, R6, R12) montate în serie cu fiecare segment de LED-uri, evoluția curentului prin circuit fiind monitorizată de o sursă de curent (în configurație oglindă de curent) OC.
- 2) Modul de alimentare al lămpilor de iluminat cu LED-uri, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** fiecare comutator (Q1, Q2, Q3) este acționat de câte un bloc de comandă independent (BC1, BC2, BC3) cu unul sau mai multe praguri de comutare.
- 3) Modul de alimentare al lămpilor de iluminat cu LED-uri, conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** blocurile de comandă (BC1, BC2, BC3) sunt comandate în curent și pot avea ranguri diferite, ceea ce determină un număr de trepte de comutare egal cu 2 la puterea numărului de comutatoare.
- 4) Modul de alimentare al lămpilor de iluminat cu LED-uri, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** se pot obține două moduri de funcționare prin modificarea valorii rezistorului R15, astfel că se poate lucra cu un randament maxim pentru $R15 > R_p$, cu sacrificarea factorului de putere, sau pot obține un factor de putere maxim și perturbanță minime în rețea pentru $R15 < R_p$.

- 5) Modul de alimentare a lămpilor de iluminat cu LED-uri, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** protecția la supratensiune se realizează prin intermediul unei diode zener (D11) și a unui tranzistor (Q5) conectat pe intrarea noninversoare a amplificatorului operațional AO ce aparține oglinzii de curent OC și are ca efect întoarcerea curentului în zero pe porțiunea care depășește tensiunea de prag (V_p), fără a opri complet funcționarea lămpii.
- 6) Modul de alimentare al lămpilor de iluminat cu LED-uri, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** protecția la creșterea temperaturii se realizează cu ajutorul unui termistor RV1, conectat la intrarea noninversoare a amplificatorului operațional AO ce aparține oglinzii de curent OC și are ca efect scăderea curentului în circuit până la obținerea unui echilibru termic, menținând temperatura sub valoarea critică, fără a opri din funcțiune lampa de iluminat.
- 7) Metoda de alimentare a lămpilor de iluminat cu LED-uri, direct de la rețeaua de curent alternativ, **caracterizată prin aceea că**, pentru a obține un randament maxim în funcționarea lămpii, utilizează niște șiruri de LED-uri (n), organizate în segmente, fiecare dintre acestea fiind legat în serie cu segmentul alăturat, având fiecare conectat în paralel un comutator (Q1, Q2, Q3), prevăzut fiecare cu câte un bloc de comandă independent (BC1, BC2, BC3), comutatorul având rolul de a introduce sau de a scoate din circuit segmentul pe care este conectat, în funcție de valoarea curentului prin niște senzori de curent (rezistoarele R2, R6, R12), plasați în serie cu fiecare segment de LED-uri, această evoluție a curentului în circuit fiind monitorizată de către o sursă de curent (în configurație oglindă de curent) OC, care asigură și protecția la creșterea temperaturii și la supratensiuni.

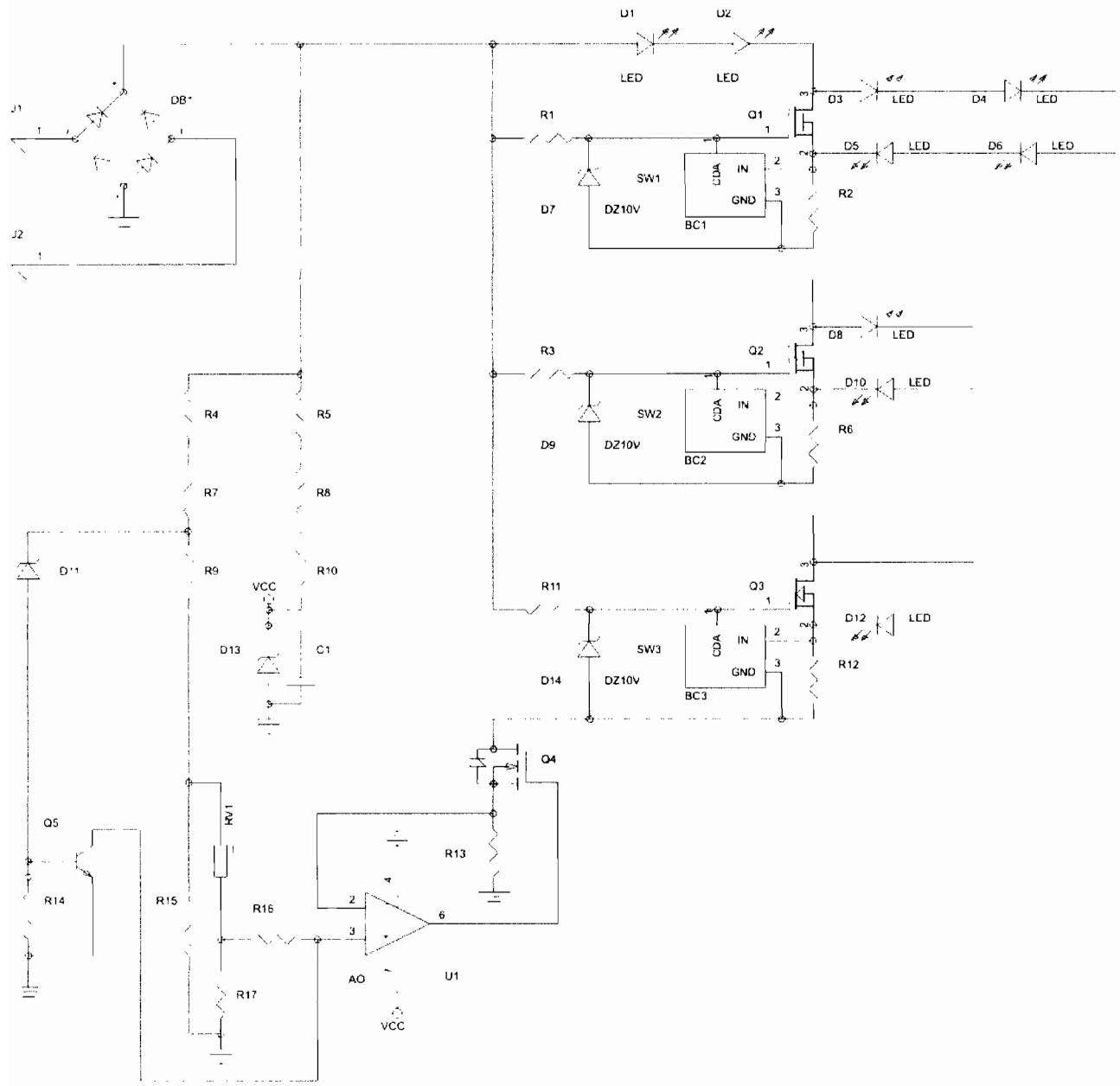


fig.1

SCHEMA DE PRINCIPIU SIMPLIFICATA

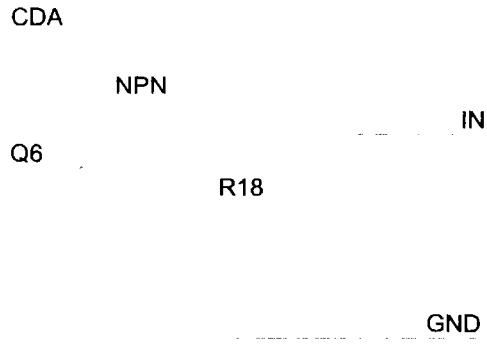


fig.2

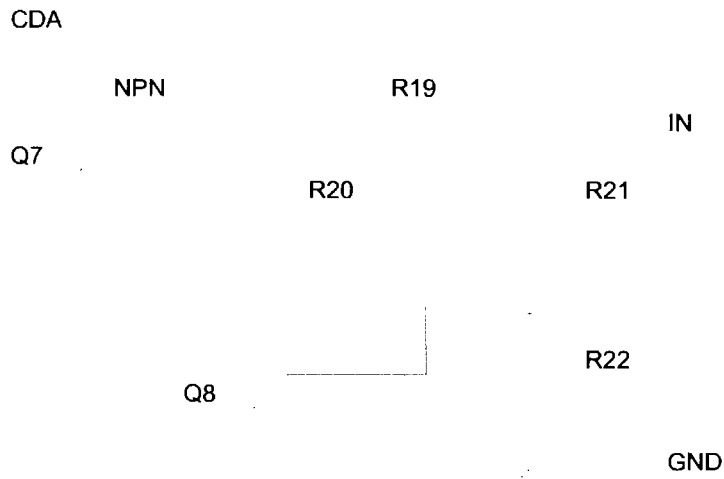


fig.3

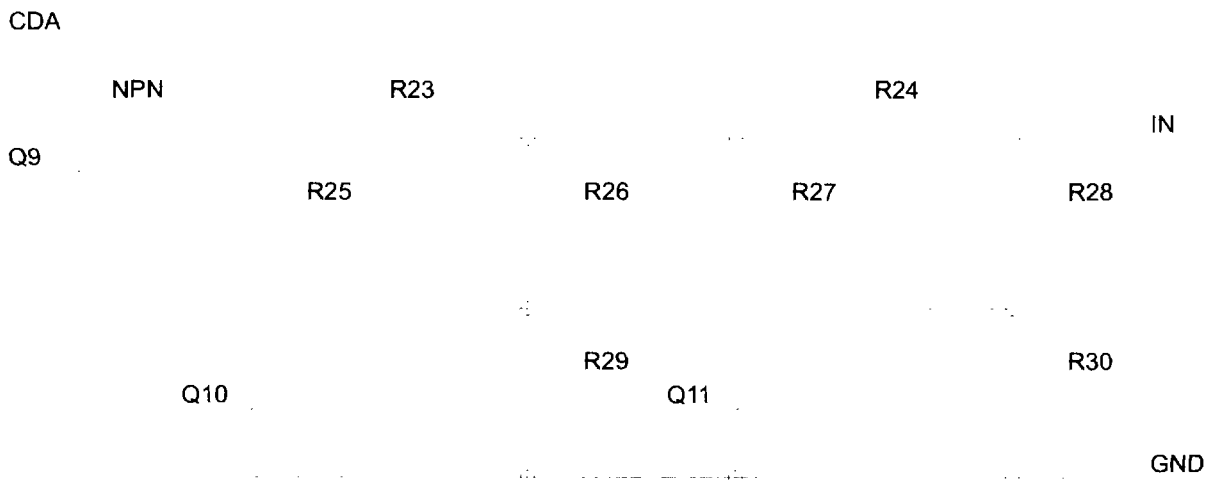


fig.4

$i(t)$

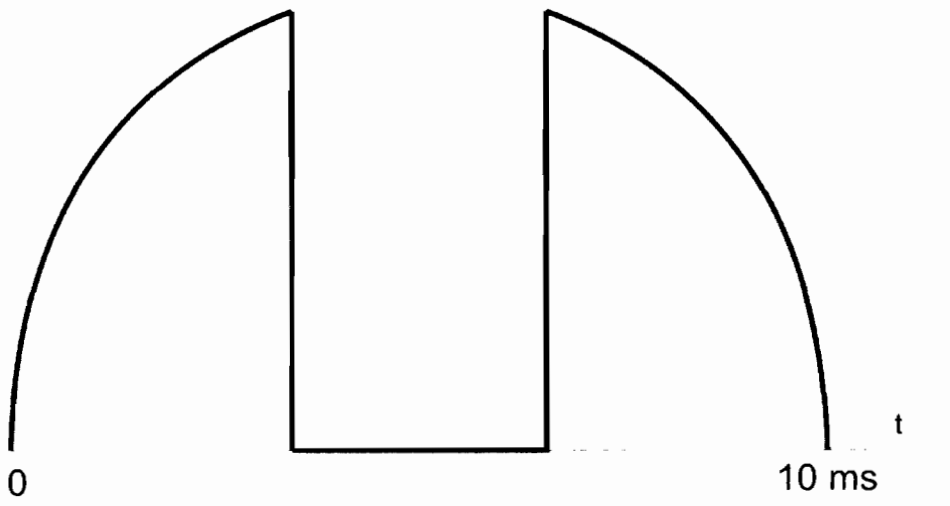


fig.5