



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2014 00232**

(22) Data de depozit: **25.03.2014**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29.01.2016** BOPI nr. 1/2016

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

(73) Titular:
• **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

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**US 2010308738 A1; RO 129203 A2;
US 2010308739 A1**

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



RO 130596 B1

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

3 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,
5 condensatoare, transformatoare de tensiune și de impulsuri), cu consecințe asupra eficienței,
fiabilității, dimensiunilor fizice și randamentului acestor dispozitive.

7 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,
9 matrice etc.), fiind conectate la rețeaua de curent alternativ prin intermediul unor punți
redresoare, și controlate în funcționare prin diferite scheme electrice realizate cu
11 componente discrete sau cu circuite integrate specializate (de exemplu, Seoul
Semiconductor - ACRICH 2, Supertex - CL 8800, CL8802; Texas Instruments - TPS92411).

13 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
15 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)
17 se străduiesc să le aducă în limite admisibile.

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

 Soluția tehnică dezvăluită în brevetul **US 8410717** constă într-o multitudine de șiruri
21 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
23 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
25 șirurilor de LED-uri.

 Soluția tehnică din brevetul **RO 129203** evidențiază mai multe șiruri de LED-uri
27 înserate, controlate 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
29 tensiunii la bornele sursei de alimentare, prin utilizarea mai multor metode de modulare a
curentului (în amplitudine, în impulsuri sau prin modulare aleatoare).

31 Soluția tehnică evidențiată de documentul de brevet **US 2013 187551** constă într-un
circuit integrat specializat (CL8802), utilizat pentru controlul și comanda unor grupuri de LED-
33 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
35 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.

37 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
39 alternativ, însă unele utilizează circuite integrate complexe, altele - componente discrete în
combinație cu diferite circuite electronice, astfel încât nu se încadrează cerințelor cumulate:
41 simplitate, eficiență, preț redus.

 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în scăderea tensiunii pe
43 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.

45 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
47 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
49 curentului prin sarcină, astfel încât să se obțină randamentul maxim.

RO 130596 B1

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 modulului în lampa de iluminat.	1 3
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.	5 7
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.	9 11 13
Modulul conform invenției asigură o protecție eficientă și la supratensiuni, prin introducerea unei protecții cu întoarcerea curentului în 0 la depășirea pragului de tensiune.	15
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, acestea pot fi foarte utile în regim de avarie a rețelei.	17 19
Modulele conform invenției sunt eficiente în domeniul de putere 25 W...100 W, putând fi utilizate pentru iluminatul general (casnic, birouri, spații comerciale etc.), pentru iluminatul public, dar și în spații unde nivelul perturbațiilor electromagnetice este critic (laboratoare, sălile pentru RMN ș.a.).	21 23
Invenția prezintă următoarele avantaje:	25
- schemă electrică simplă, cu componente discrete ieftine, permițând o integrare ușoară a modulului într-o lampă de iluminat;	27
- dispune de protecție la supratensiune și creșterea temperaturii;	
- asigură un randament ridicat și o durată de viață mai mare a lămpilor de iluminat;	29
- modulele sunt eficiente în domeniul de puteri 25 W...100 W;	
- micșorează efectul de pâlpâire.	31
Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1, 2, 3, 4 și 5.	33
- fig. 1 - schema de principiu simplificată a invenției;	
- fig. 2 - bloc de comandă (comutator de rangul 1);	35
- fig. 3 - bloc de comandă (comutator de rangul 2);	
- fig. 4 - bloc de comandă (comutator de rangul 4);	37
- 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 (R2 , R6 , R12) pentru controlul blocurilor de comandă BC_n (BC1 , BC2 , BC3) ale comutatoarelor SW_n (SW1 , SW2 , SW3) realizate cu tranzistoarele MOSEET de putere Q_n (Q1 , Q2 , Q3), fiecare segment fiind dispus în paralel pe comutatorul corespunzător.	39 41 43
Diodele zener DZ_n (D7 , D9 , D14) au rolul de a proteja poarta tranzistorilor cu efect de câmp (Q1 , Q2 , Q3) care lucrează în comutație.	45

RO 130596 B1

1 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
3 comandate, randamentul poate fi mai bun de 0,92.

Primul segment realizat cu diodele **D1** și **D2** este legat la borna + a punții redresoare,
5 și are rolul de a asigura tensiunea de polarizare pentru comutatoarele celorlalte segmente.

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

Cel mai simplu bloc de comandă **BC1**, conform fig. 2, este format din tranzistorul **Q6**
9 și rezistorul **R18**. Blocul de comandă **BC1** este conectat în paralel pe rezistorul serie **R2** din
fig. 1, și comandă tranzistorul cu efect de câmp **Q1**, conectat în paralel pe segmentul de
11 LED-uri format din diodele **D3**, **D4**, **D5** și **D6**.

Tranzistorul **Q1** va permite trecerea curentului prin segmentul de LED-uri menționat
13 mai sus numai după creșterea curentului prin rezistorul **R2** peste pragul de deschidere al
tranzistorului **Q6**. Acest bloc de comandă cu un singur prag este de rangul 1. Pentru
15 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
17 cu numărul de comutatoare.

Din rațiuni practice, pentru o mai bună utilizare a comutatoarelor, a apărut
19 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).

21 Un bloc de comandă cu două niveluri de comutare, de rangul 2, este prezentat în
fig. 3, fiind format din tranzistorii **Q7** și **Q8** și rezistoarele **R19**, **R20**, **R21** și **R22**. Acest bloc
23 de comandă poate trece prin 4 stări, în funcție de nivelul curentului prin șirul de LED-uri,
astfel:

- 25 - sub primul nivel: (**Q7** blocat, **Q8** blocat);
- primul nivel este dat de valoarea curentului: $I=0,6 V/R_A$: (**Q7** saturat, **Q8** blocat);
- 27 - al doilea nivel este calculat la valoarea 1,8 I: (**Q7** blocat, **Q8** saturat);
- al treilea nivel este calculat la valoarea 2 I: (**Q7** saturat, **Q8** saturat).

29 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
31 cu 2, este prezentat în fig. 4.

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

- se vor folosi blocuri de comandă de ranguri diferite (1, 2, 3...);
- 35 - pragurile blocurilor de comandă se vor alege astfel:
 - o I pentru blocul de comandă de rang 1;
 - 37 o $I/2$ pentru blocuri de comandă de rangul 2;
 - o $I/4$ pentru blocuri de comandă de rangul 3;
- 39 - 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
41 minimă de vârf a rețelei.

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

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

RO 130596 B1

Creșterea temperaturii este sesizată prin intermediul unui termistor RV1 , fig. 1, conectat la intrarea noninversare a amplificatorului operațional AO , în serie cu rezistorul R16 .	1
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.	3 5
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.	7 9 11 13 15
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 $R15 < R_p$.	17 19
Pentru micșorarea efectului de pâlpare se poate monta, în paralel pe rezistorul R15 , un stabilizator de tensiune paralel (nefigurat în schema electrică fig. 1), ce are drept efect trecerea sursei de curent (în configurație oglindă de curent) OC în regim de curent constant pe durata limitării tensiunii de referință.	21 23
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.	25 27 29 31

RO 130596 B1

Revendicări

1
3
5
7
9
11
13
15
17
19
21
23
25
27
29
31
33
35
37
39
41
43

1. Modul de alimentare a 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 a 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 a 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 a 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 având un randament maxim pentru $R15 > R_p$, cu sacrificarea factorului de putere, sau pot obține un factor de putere maxim și perturbație minimă 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 a 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. Metodă 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, alimentarea șirurilor de LED-uri (n), organizate în segmente, legate în serie cu segmentul alăturat, se conectează în paralel câte 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 rezistoare (**R2, R6, R12**), plasate în serie cu fiecare segment de LED-uri, și se monitorizează evoluția curentului în circuit de către o sursă de curent, în configurație oglindă de curent (**OC**), care asigură și protecția la creșterea temperaturii și la supratensiuni.

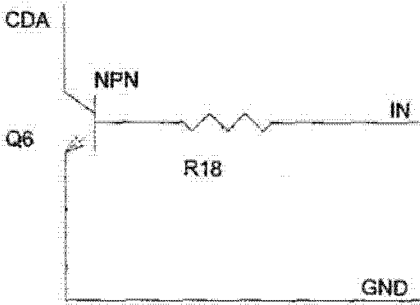


Fig. 2

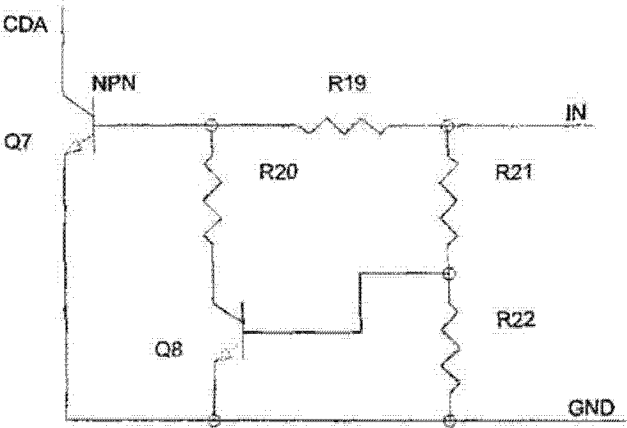


Fig. 3

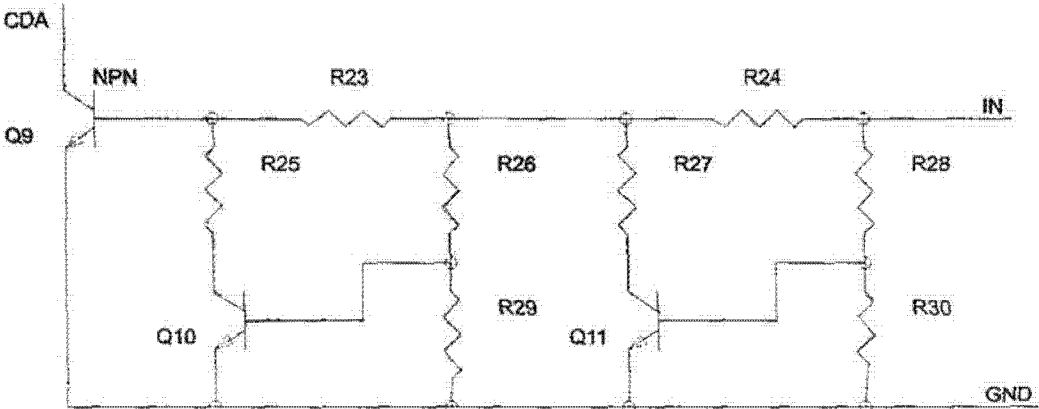


Fig. 4

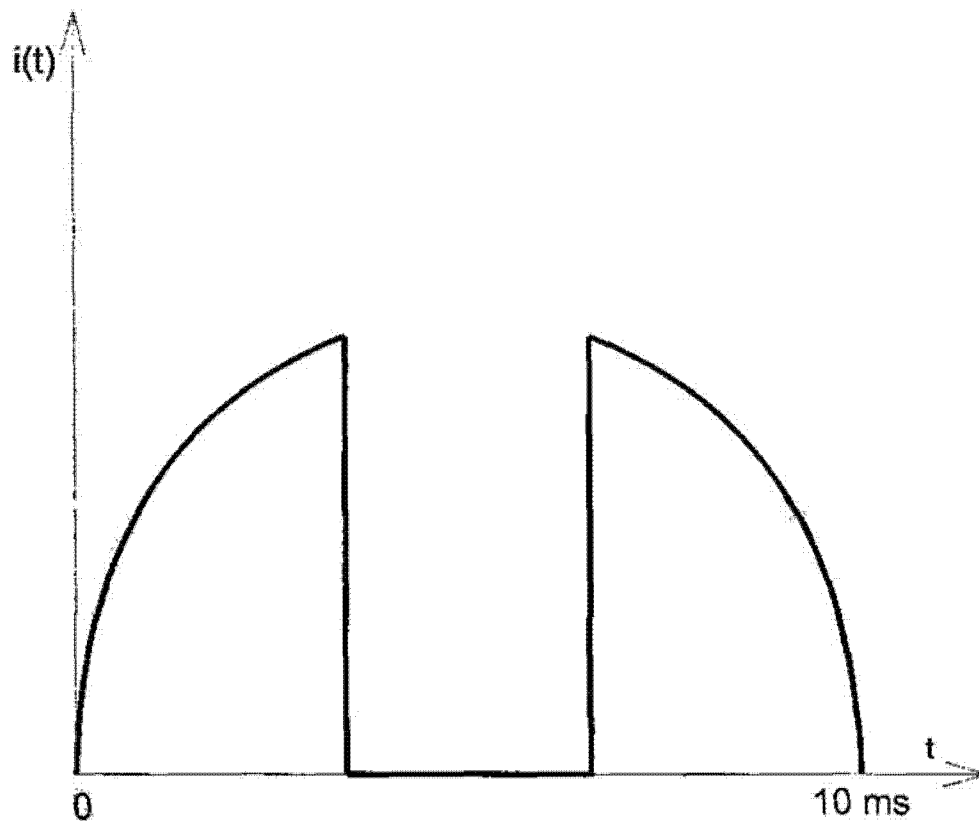


Fig. 5

