



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 01004**

(22) Data de depozit: **06.10.2011**

(41) Data publicării cererii:
30.05.2013 BOPI nr. **5/2013**

(71) Solicitant:
• **RUS ADRIAN IOAN, STR.FERMEI NR.17,
SAT SĂFTICA, BALOTEȘTI, IF, RO**

(72) Inventatori:
• **RUS ADRIAN IOAN, STR. FERMEI NR.17,
SAT SĂFTICA, BALOTEȘTI, IF, RO**

(54) **CIRCUIT DIGITAL ȘI EFICIENT DE REGLARE A CURENTULUI UNUI MODUL CU LED**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un circuit și la o metodă de alimentare eficientă a aparatelor de iluminat cu leduri, direct de la rețeaua publică de tensiune alternativă de 230 V. Circuitul de reglare a curentului de alimentare a unui modul format din N leduri montate în serie, conform invenției, folosește ledurile ca elemente de reglare, prin scoaterea sau introducerea unui număr finit de leduri individuale, din sau în circuit, prin scurtcircuitarea sau desfacerea scurtcircuitelor corespunzătoare ledurilor individuale. Metoda conform invenției constă în măsurarea curentului electric I_{LED} care, dacă este mai mic decât un curent minim prestabilit, atunci circuitul de reglare comandă scurtcircuitarea primului led (LED_1), scoțându-l astfel din circuit și măbind tensiunea de la bornele șirului de leduri rămase, iar această etapă se repetă până când se realizează condiția ca I_{LED} să fie mai mare decât curentul minim prestabilit, iar I_{LED} poate fi mai mare decât un curent maxim prestabilit, dacă și numai, dacă un număr (T) de leduri sunt scoase din circuit prin scurtcircuitare; dacă I_{LED} este mai mare decât curentul maxim prestabilit, atunci circuitul de reglare comandă introducerea primului led (LED_1) în

circuit, prin desfacerea scurtcircuitului peste acest led (LED_1), astfel micșorându-se tensiunea la bornele șirului de leduri anterioare, iar această etapă se repetă până când se îndeplinește condiția ca I_{LED} să fie mai mic decât curentul maxim prestabilit.

Revendicări: 2

Figuri: 2

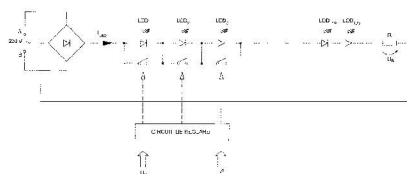


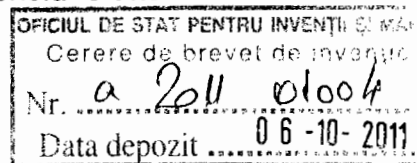
Fig. 2

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 de curent digitala de eficienta ridicata pentru alimentarea aparatelor de iluminat cu LED-uri direct de la rețeaua publica de tensiune alternativa de 230V

Domeniul Inventiei



Invenția se referă la un circuit și o metoda de alimentare eficienta a aparatelor de iluminat cu LED-uri direct de la rețeaua publica de tensiune alternativa de 230V folosind LED-urile inșele ca elemente de reglaj.

Stadiul tehnicii

Aparatele de iluminat cu LED cunosc o dezvoltare accelerata generata de dezvoltarile tehnologice care au facut disponibile comercial LED-uri cu eficienta mai mare de 100 lumeni/watt. LED-urile sunt semiconductoare cu o caracteristica curent/tensiune exponentiala și puternic dependenta de temperatura, care trebuie alimentate din surse de curent compensate cu driftul termic.

Pentru realizarea aparatelor de iluminat cu puteri mai mari se grupeaza mai multe LED-uri individuale în ansambluri serie/paralel numite module și care se alimenteaza din surse de curent corespunzatoare.

Sunt cunoscute în domeniu foarte multe soluții tehnice pentru alimentarea modulelor de LED-uri inșă **toate solutiile de alimentare cunoscute ignora caracterul discret al modulelor și le trateaza ca pe o sarcina unica, analogica.** De aceea sursele de curent folosite la alimentarea modulelor cu LED-uri sunt variatiuni ale surselor de curent clasice, proiectate pentru sarcini compacte.

Toate soluțiile cunoscute sunt solutii de joasa tensiune [$U_{typ} = 24-48V$] care realizează dezideratul de alimentare a modulelor cu LED la un curent constant prin actiunea unui element de reglare în serie cu sarcina sau în comutatie, de așa maniera încat curentul injectat în modulul cu LED-uri să fie mentinut constant, în limitele prestabilite.

În scopul alimentarii modulelor cu LED-uri este cunoscuta solutia de alimentare de la o sursa de tensiune constanta printr-un element liniar de limitare a curentului, în serie

cu sarcina. Aceasta solutie este simpla, robusta, insa are o eficienta scazuta. Eficienta tipica a surselor de curent liniare este de 50% iar eficienta maxima nu depaseste 75%. În scopul alimentarii modulelor cu LED-uri este sunt cunoscute solutiile de alimentare de la o sursa de curent in regim de comutatie. Eficienta tipica a surselor de curent in comutatie este de 80% iar eficienta maxima nu depaseste 90%.

Ambele solutii, cu element liniar de reglare serie sau in comutatie reclama prezenta in aval a unei surse de tensiune care sa faca adaptarea intre tensiunea alternativa a retelei publice de 230Vca si tensiunea continua de alimentare a sursei de curent si care este tipic intre 24 si 48Vcc. In plus, eficienta lor este mai mica 90% alterand astfel eficienta globala a aparatului echipat cu surse de lumina LED-uuri de inalta eficienta. Nu in ultimul rand, solutiile neliniare introduc armonici semnificative in retea din care se alimenteaza, reclamand solutii speciale pentru filtrarea lor.

Solutiile folosite in prezent sunt descrise in foile de catalog ale producatorilor, ca de exemplu **LED drivers considerations** <http://www.ti.com/lit/an/slyt084/slyt084.pdf> produs de Texas Instruments, **Synchronous Buck-Boost High Power White LED Driver** <http://cds.linear.com/docs/Datasheet/3453fa.pdf>, produs de Linear Technology sau **1.5 A LED Flash Driver** http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADP1650.pdf?ref=ASC-PR-472a produs de Analog Devices. Fara exceptie, solutiile utilizate ignora caracterul discret, distribuit, al sirului de LED-uri si ofera „solutii” ca pentru orice sarcina analogica, unica, cu doua terminale.

Solutia dezvaluita in patentul no **20110080109 HIGH EFFICIENCY LED DRIVER WITH CURRENT SOURCE REGULATIONS**

<http://www.fags.org/patents/app/20110080109#ixzz1Zt5j0bPJ>

extrage informatia despre curentul prin LED-uri comparand tensiunea care cade la bornele unui LED individual, dar finalmente o foloseste comandand tot un regulator serie, ca si cum modulul cu LED-uri sr fi un consumator unic. In acest fel pe langa ca necesita la intrare o tensiune continua mica, de valoare diferita de 234V, eficienta maxima a circuitului nu depaseste nici teoretic 90%.

Solutia dezvaluita in patentul **US7259525 High efficiency switching LED driver** <http://www.patents.com/us-7259525.html>

este o solutie interesanta care consta in reglajul individual al curentului prin fiecare LED. Dezavantajele solutiei sunt ca reglarea se face cu bobine [elemente de circuit voluminoase, care nu permit miniaturizarea la frecventele obisnuite de lucru ale elementelor de reglaj], genereaza armonici deoarece reglarea se face prin actionari in serii de impulsuri si nu in ultimul rand este scumpa, fiecare LED din aparatul de iluminat avand cicuitul propriu de reglaj.

Solutia dezvaluita de patentul **US7791285 High efficiency AC LED driver circuit** <http://www.patents.com/us-7791285.html>

este o solutie de alimentare in curent alternativ limitata la doua LED-uri [cate unul pentru fiecare semialternanta a tensiunii alternative in care limitarea de curent prin LED se face reactiv, cu un capacitor in serie. Dezavantajul este ca alimentand ansamblul la tensiunea retelei publice rezulta necesitatea folosirii unor condensatoare voluminoase si instabile pe termen lung.

Solutia dezvaluita in patentul **US6461019 Preferred embodiment to LED light string** <http://www.google.com/patents/about?id=rPQJAAAAEBAJ> este cea mai apropiata de solutia pe care o propun in sensul ca autorul a intuit gruparea unui numar mare de LED-uri montate in serie direct la reseaua publica, insa nu a prevazut nici un element de reglare al curentului, acesta rezultand pur si simplu din suma caracteristicilor curent/tensiune ale LED-urilor individuale, inseriate. Astfel, solutia prezentata in patentul US6461019 nu ofera absolut nici o protectie: nu protejeaza LED-urile nici la supratensiuni [este legal ca tensiunea retelei publice sa varieze cu +/-15%] si nici la incalzire excesiva, respectiv nu ofera o solutie de alterare a fluxului luminos prin dimare.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este alimentarea directa a modulelor cu LED-uri la reseaua publica de 230Vca, cu o eficienta de peste 99% printr-un circuit care capitalizeaza caracterul discret al modulelor cu LED-uri.

Circuitul conform invenției înlătură dezavantajele prezentate mai sus prin aceea că permite alimentarea modulelor echipate cu LED-uri direct de la reseaua publica exploatand caracterul discret al sursei de lumina, nu genereaza armonici si are o eficienta de peste 99% nedegradand astfel eficienta generala a aparatului de iluminat.

Metoda conform invenției înlătură dezavantajele prezentate în stadiul tehnicii prin aceea că este adaptata exact caracterului discret al sarcinii obtinand o eficienta imposibil de atins prin metodele cunoscute, pastreaza aceeasi eficienta la orice nivel de curent sau de iluminare fiind astfel adaptata in mod natural la economisirea energiei prin dimare, precum si nu genereaza armonici.

Astfel invenția prezintă următoarele **avantaje**:

- Permite alimentarea modulelor cu LED-uri direct de la reseaua publica de 230Vca

- Permite alimentarea cu eficienta mai mare de 99%;
- Pastreaza eficienta sporita indiferent de curentul reglat prin sarcina respectiv indiferent de nivelul de iluminare prestabilit
- Este adaptata natural la modul de lucru economic, prin dimare
- Nu genereaza armonici in retea
- Prezinta o sarcina pur rezistiva indiferent de puterea absorbita din retea
- Contine exclusiv elemente de circuit miniatura/miniaturizabile si permite astfel realizarea unor aparate de iluminat ultra subtiri.
- Este integrabila pe placa de circuit imprimat pe care sunt plantate LED-urile, permitand realizarea unei constructii ultra-compacte, cu doar doua terminale de alimentare direct de la reseaua publica de tensiune alternativa.

Descrierea detaliată a invenției

Se da in continuare un exemplu de realizare a unui circuit conform invenției și metodei utilizând circuitul în legătură cu figurile care reprezintă:

Fig 1 - Caracteristica curent tensiune a unui LED alb

Fig. 2 - Schema electrica de principiu a circuitului de reglare a curentului prin sursele de lumina realizate cu LED-uri.

La cuplarea unei tensiuni alternative de $230V_{eff}$ intre bornele A si B ale circuitului prezentat in Fig 2, tensiunea alternativa este redresata de puntea redresoare si aplicata sirului de N diode luminescente LED montate in serie. Valoarea maxima U_{max} a tensiunii pulsatorii aplicata sirului de diode LED montate in serie este de cca 324V si ea determina numarul N_{min} de LED-uri necesar pentru functionarea schemei.

Tinand cont ca tensiunea U_{LED} care cade pe un LED de culoare alba ia valori intre 2.8V si 3.5V, rezulta $N_{min} = U_{max}/U_{LEDmin} = 115$ bucati. Aleg $N=120$. Circuitul de reglare a curentului este un circuit cu microprocesor care ia informatia despre valoarea curentului I_{LED} monitorizand caderea de tensiune $U_R = I_{LED} \times R$ pe rezistenta R si in functie de incadrarea lui intre limitele prestabilite comanda introducerea sau scoaterea progresiva din serie cu LED-urile ramase a unui numar T de LED-uri. Scoaterea sau introducerea in circuit a celor T LED-uri de reglaj se face prin straparea [scurtcircuitarea] progresiva si secventiala a unui numar T de LED-uri din sir respectiv desfacerea scurtcircuitului de peste un numar T de LED-uri din circuit,

astfel:

- Fie I_{min} limita minima prestabilita a curentului prin LED-uri si I_{max} limita maxima prestabilita a curentului prin LED-uri. Notam I_{LED} curentul prin sirul de N LED-uri montate in serie, unde $N=120$
- La punerea sub tensiune, toate strapurile de peste LED-urile $1,2,\dots,T$ sunt desfacute, cele T LED-uri fiind prezente in circuit in serie cu LED-urile $T+1, T+2, \dots, 120$.
- Daca $I_{LED} < I_{min}$ circuitul de reglare comanda scoaterea din circuit a LED-ului no 1 prin inchiderea comutatorului montat in paralel peste LED-ul no 1 adica scurtcircuitandu-l. Daca in continuare $I_{LED} < I_{min}$ circuitul de reglare comanda scoaterea din circuit a LED-ului urmator, no 2, prin inchiderea comutatorului montat in paralel peste LED-ul no 2 adica scurtcircuitandu-l, s.a.m.d pana cand se realizeaza conditia ca $I_{min} < I_{LED}$.
- Observam ca prin alegerea lui $N=120$, daca toate strapurile de peste cele T LED-uri de reglare sunt desfacute, toate cele 120 de LED-uri sunt in serie si curentul prin ele este cu mult sub curentul nominal. De aici rezulta ca $I_{LED} > I_{max}$ daca si numai daca un numar T_1 de LED-uri sunt scoase din circuitul serie prin scurtcircuitare, adica daca un numar T_1 de strapuri sunt realizate peste cele T LED-uri de reglare. Functionarea in cazul $I_{LED} > I_{max}$ este similara si inversa functionarii in conditia $I_{LED} < I_{min}$ si anume circuitul de reglare comanda deschiderea comutatorului montat in paralel peste LED-ul no 1, adica desfacerea strapului de peste LED-ul no 1 si introducerea acestuia in circuit. Daca in continuare $I_{LED} > I_{max}$ circuitul de reglare comanda deschiderea comutatorului montat in paralel peste LED-ul no 2 adica desfacerea strapului de peste LED-ul no 2 si introducerea acestuia in circuit, s.a.m.d pana cand este indeplinita conditia $I_{LED} < I_{max}$.
- Chiar daca in figura 2 am prevazut elemente de strapare [scurtcircuitare] doar peste primele 3 LED-uri din sir, apreciez ca $T=10$ adica sunt necesare si suficiente 10 LED-uri de reglare, prevazute cu comutatoare de scurtcircuitare montate in paralel pe ele. $T=10$ ofera o gama de reglaj dinamic de 35V. Daca este necesara o gama de reglaj mai mare, fie se maresc T [numarul de comutatoare], fie se micsoreaza precizia de reglare prin montarea comutatoarelor de scurtcircuitare peste cate 2 sau 3 LED-uri, deodata.

Deoarece LED-urile sunt dispozitive cu caracteristica curent/tensiune puternic neliniara cu temperatura respectiv performantele lor se degradeaza abrupt odata cu cresterea temperaturii jonctiunii, este imperios necesar ca sursa de curent sa limiteze incalzirea lor. Acest lucru se realizeaza simplu, prin introducerea in logica de reglare a curentului descrisa mai sus functia „SI” cu conditia ca $T_{LED} < T_{max}$.

REVEDICĂRI

1. Circuit eficient și digital de reglare a curentului de alimentare a unui modul format din N LED-uri montate în serie **caracterizat prin aceea că** folosește în sine elementele modului [LED-urile] ca elemente de reglare prin scoaterea sau introducerea unui număr finit de LED-uri individuale din sau în circuit prin scurtcircuitarea sau desfacerea scurtcircuiturilor de peste LED-uri individuale.

2. Metodă de alimentare eficientă și digitală a modulelor cu LED direct din rețeaua publică de 230V **caracterizată** prin aceea că utilizează circuitul conform revendicării 1 și se realizează prin:

- Dacă I_{LED} este mai mic decât curentul minim prestabilit I_{min} , atunci circuitul de reglare comandă scurtcircuitarea LED-ului no.1, scoțându-l astfel din circuit și mărirea tensiunea la bornele sirului de LED-uri rămase cu cca 3.5V.
- Dacă în continuare I_{LED} este mai mic decât curentul minim prestabilit, atunci circuitul de reglare comandă scurtcircuitarea LED-ului următor, no 2 mărirea tensiunea la bornele sirului de LED-uri rămase cu încă 3.5V s.a.m.d până când se realizează condiția ca I_{LED} să fie mai mare decât curentul minim prestabilit I_{min} .
- Observăm că I_{LED} poate fi mai mare decât curentul maxim prestabilit dacă și numai dacă un număr T de LED-uri sunt scoase din circuit prin scurtcircuitare, adică un număr T de straturi sunt făcute peste LED-urile de reglaj.
- Dacă I_{LED} este mai mare decât curentul maxim prestabilit, atunci circuitul de reglare comandă introducerea LED-ului no 1 în circuit prin desfacerea scurtcircuitului peste LED-ul no 1, tensiunea la bornele sirului de LED-uri anterioare micșorându-se cu cca 3.5V
- Dacă în continuare I_{LED} este mai mare decât curentul maxim prestabilit, atunci circuitul de reglare comandă introducerea LED-ului următor, no 2 prin desfacerea scurtcircuitului de pe LED-ul no 2 s.a.m.d, până când se îndeplinește condiția ca I_{LED} să fie mai mic decât curentul maxim prestabilit I_{max}
- În logica de comandă a circuitului de reglare este implementată funcția SI cu condiția ca temperatura t a radiatorului LED-urilor să fie mai mică decât temperatura t_{max} prestabilită.

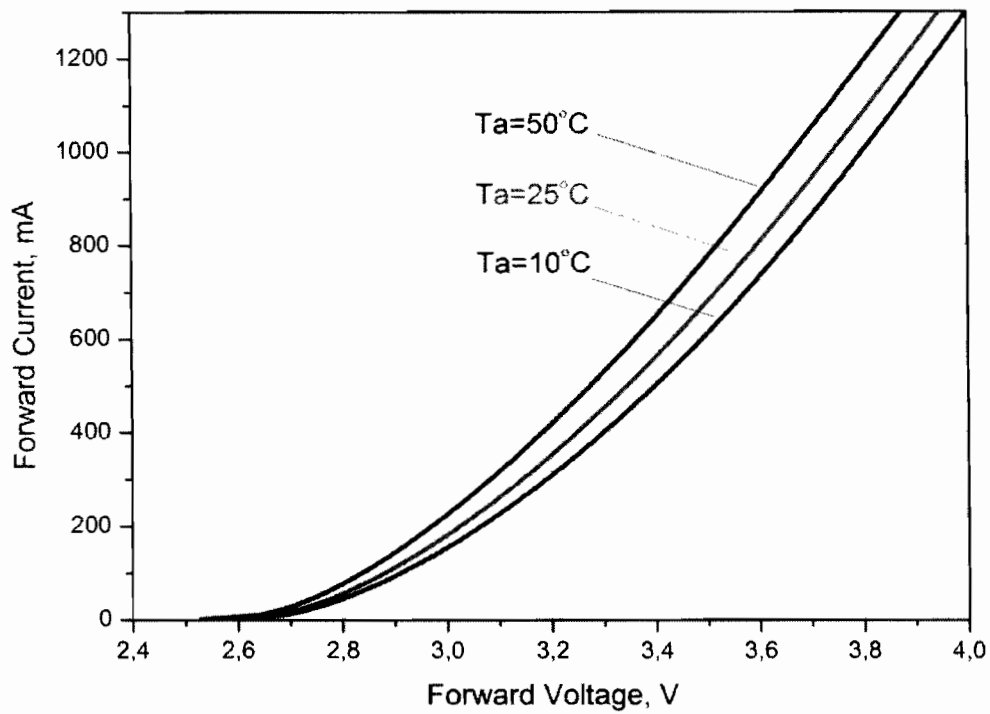


Fig 1. Caracteristica curent/tensiune a unui LED alb in functie de temperatura Ta

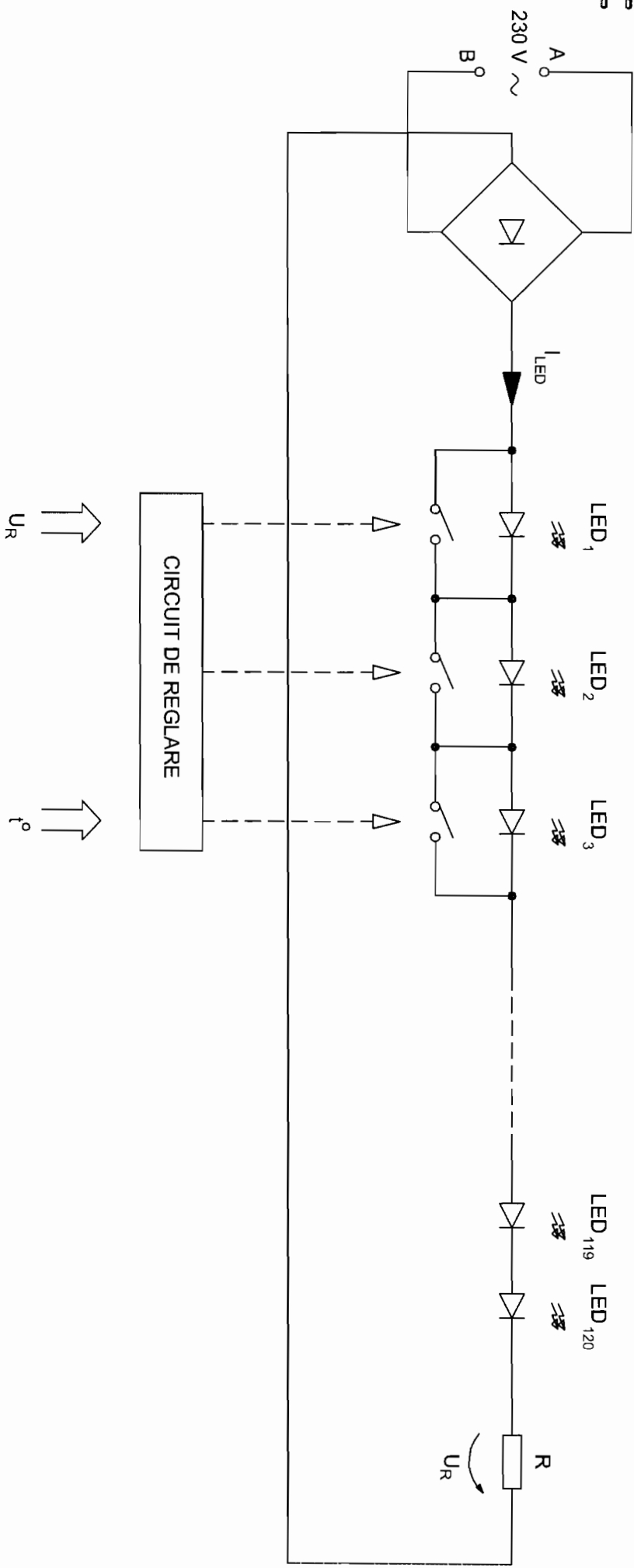


Fig. 2 Schema electrica de principiu a circuitului de reglare a curentului prin sursele de lumina realizate cu LED-uri.