



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2012 00042

(22) Data de depozit: 19.01.2012

(41) Data publicării cererii:
30.08.2013 BOPI nr. 8/2013

(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) ARHITECTURA UNUI APARAT DE ILUMINAT EFICIENT, CU
DIODE ELECTROLUMINESCENTE DE MARE PUTERE ȘI
DISTORSIUNI ARMONICE REDUSE, ALIMENTAT DIRECT
DIN REȚEAUA PUBLICĂ DE TENSIUNE ALTERNATIVĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un circuit și la o metodă de alimentare a aparatelor de iluminat cu leduri direct de la rețeaua publică de tensiune alternativă de 230 V. Circuitul conform invenției este format din N segmente a câte M leduri montate în serie, folosite ca elemente de reglare a curentului, prin scoaterea sau introducerea câte unui segment din/sau în circuit, un registru de deplasare, pentru uniformizarea duratei de viață a ledurilor din aparat, și o sursă de curent (sink) cu variația curentului sinusoidală și în fază cu tensiunea de alimentare, pentru netezirea deviațiilor curentului de la forma sinusoidală și încadrarea aparatului în normele impuse aparatelor de iluminat alimentate de la rețeaua publică. Metoda conform invenției constă în creșterea tensiunii de alimentare peste o serie de praguri calculate, când circuitul de reglare introduce succesiv în circuit câte un segment format din M leduri legate în serie, astfel încât căderea de tensiune pe segmentele introduse stabilește valoarea curentului prin circuit cât mai aproape de o anumită valoare antecalculată, în relație liniară cu tensiunea de alimentare; scăderea tensiunii de alimentare sub seria de praguri calculate, când circuitul de reglare scoate succesiv din circuit câte un segment format din M leduri legate în serie, astfel încât căderea de tensiune suplimentară pe segmentele rămase stabilește valoarea curentului prin circuit cât mai aproape de o anumită valoare antecalculată, în relație liniară cu tensiunea de alimentare; deplasarea introducerii și scoaterii succesive din circuit a segmen-

telor formate din câte M leduri, astfel încât, la creșterea tensiunii de alimentare, segmentele să lumineze succesiv de la dreapta la stânga, iar la scăderea tensiunii de alimentare, să se stingă succesiv, de la dreapta la stânga; netezirea curentului absorbit de aparat de la rețeaua publică de joasă tensiune, cu ajutorul sursei de curent (sink) cu variația curentului sinusoidală și în fază cu tensiunea de alimentare.

Revendicări: 1
Figuri: 4

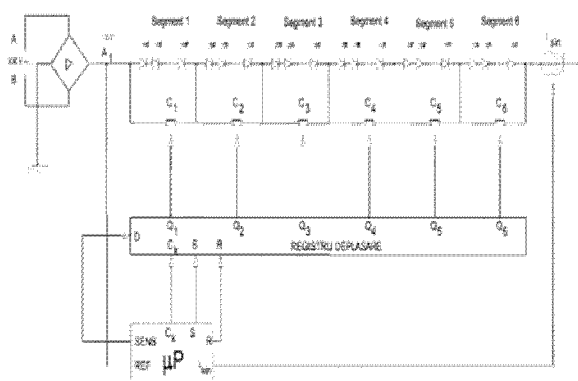


Fig. 2

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).



DESCRIEREA INVENTIEI: ARHITECTURA UNUI APARAT DE ILUMINAT EFICIENT CU DIODE ELECTROLUMINISCENTE DE MARE PUTERE SI DISTORSIUNI ARMONICE REDUSE ALIMENTAT DIRECT DIN RETEAUA PUBLICA DE TENSIUNE ALTERNATIVA

Domeniul inventiei

Invenția se referă la un circuit si 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 in seze ca elemente de reglaj si respectand cerintele EN 61000.

Stadiul tehnicii

Aparatele de iluminat cu diode electroluminiscente [LED] cunosc o dezvoltare accelerata generata de dezvoltarile tehnologice care au facut disponibile comercial incepand cu 2009 a LED-urilor de mare putere [HP: high power] si mare stralucire [HB: high brightness] care emit un flux luminos mai mare de 100 lumeni/watt. LED-urile sunt dispozitive semiconductoare cu o caracteristica curent/tensiune exponentiala si puternic dependenta de temperatura, care trebuie alimentate din surse de curent. Alimentarea lor direct din rețeaua publica de joasa tensiune presupune conformarea cu o serie de standarde aplicabile la locul de alimentare. Incepand cu anul 2006, in tarile Uniunii Europene a intrat in vigoare directiva EN 61000 care stabileste conditii extrem de dure pentru sarcinile constand din aparate de iluminat alimentate din rețeaua publica de joasa tensiune. Conformarea cu aceasta directiva presupune ca armonicile generate de aparatul de iluminat [si injectate inapoi in rețea] sa nu depaseasca o serie de limite prestabilite, sau cu alte cuvinte presupune ca rețeaua sa „vada” un consumator cvasi-rezistiv, respectiv curentul consumat sa fie foarte apropiat de forma sinusoidală a curentului printr-un consumator rezistiv.

Dat fiind interesul actual fata de iluminatul cu surse de lumina LED-urile, sunt cunoscute în domeniu foarte multe soluții tehnice pentru alimentarea lor si respectiv se inregistreaza un numar foarte mare de patente pentru solutii alternative. Solutiile de alimentare universal valabile sunt constituite din surse de alimentare dedicate, de sine statatoare si care inglobeaza circuite de corectie a factorului de putere [PFC: power factor corection]. In conditii speciale, pentru anumite arhitecturi si sacrificand o serie de parametri este posibil sa se alimenteze modulele cu LED-uri prin cuplarea lor direct la rețeaua publica de joasa tensiune. Aceste solutii exploateaza caracterul discret al sarcinii.

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, in serie cu sarcina. Aceasta solutie este simpla si robusta, in sa are o eficienta scazuta. Eficienta tipica a surselor de curent liniare este dependenta de coeficientul de stabilizare al curentului si este in general mica, in zona de 50% iar in cazul alimentarii cu tensiune pulsatorie obtinuta direct din redresarea tensiunii alternative a rețelei publice nivelul distorsiunilor armonice totale depaseste 100%. În scopul alimentarii modulelor cu LED-uri este sunt cunoscute solutiile de alimentare de la surse de curent care functioneaza in regim de comutatie, solutii care au o eficienta intre 80% si 96%.

Solutiile clasice de alimentare a aparatelor de iluminat cu LED-uri folosesc in procesul de conversie al parametrilor energiei electrice absorbite de la rețeaua publica elemente de circuit reactive si in principal inductante al caror miez dimensionat pentru energia care le tranziteaza impune sectiuni transversale semnificative care limiteaza inferior dimensiunea de gabarit transversala a sursei [sursele nu sunt ultra plate]. Nu in ultimul rand, solutiile de alimentare in comutatie si

care respecta normativele din zona de iluminat sunt scumpe, pretul lor fiind in zona a 0.25-0.3EUR/Watt.

Solutiile clasice folosite in prezent sunt descrise in foile de catalog ale producatorilor, de componente electronice 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 sau de surse ca de exemplu <http://www.meanwell.com/>. 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 [dipol].

Sunt cunoscute multe tehnici diferite de alimentare a aparatelor de iluminat cu LED-uri direct de la reseaua publica de joasa tensiune care exploateaza caracterul discret al aparatelor de iluminat cu LED-uri si care sunt descrise intr-o serie lunga si crescatoare de patente, serie in care includ cu titlu de exemplu patentele: US7791285, US6461019, US20100134018, US20100295458, US20110227489 si US20110227490, US20110273102, US20110273098.

Solutia dezvaluita in patentul US7791285 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. Solutia are avantajul ca este extrem de simpla dar are mai multe dezavantaje, incepand cu riscul asociat alimentarii unui consumator printr-o reactanta capacitiva care ofera cale de trecere de mica impedanta oricarei variatii tranzitorii a tensiunii de alimentare, trecand prin necesitatea folosirii unor condensatoare voluminoase si instabile pe termen lung si finalizand cu esuarea la testul legal ref. EN61000, solutia descrisa generand armonici semnificative [nivelul armonicii a III-a fiind de peste 80%].

Solutia dezvaluita in patentul US6461019 este o solutie cu o filosofie foarte apropiata de filosofia solutiei pe care o propun in sensul ca autorul a intuit gruparea unui numar mare de LED-uri montate in serie si alimentarea direct la reseaua publica, inasa nu a prevazut nici un element de reglare a intensitatii curentului, acesta [curentul prin sir] 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 la supratensiuni [este legal ca tensiunea retelei publice sa varieze cu +/-15%], nici la incalzire excesiva si nu respecta EN61000, nivelul distorsiunilor armonice totale [THD] generate de cuplarea directa a elementelor de circuit neliniare [caracteristica curent tensiune a LED-urilor este exponentiala] depasind 90%.

Reglarea intensitatii curentului prin sirul de LED-uri in functie de valoarea efectiva a tensiunii alternative de alimentare prezente la priza retelei publice de alimentare de joasa tensiune este rezolvata de solutia prezentata in patentul US20100134018, care face un pas inainte si introduce mecanismului de reglare prin scurtcircuitarea unor LED-uri din sir, respectiv adauga sursa liniara de curent constant in serie, cu dublu scop: de protectie la supracurentii accidentali respectiv de element de sesizare al conditiilor de lucru a sistemului de reglare prin scurtcircuitarea LED-urilor din sir. Chiar daca face pasii inainte descrisi mai sus, solutia nu trateaza deloc nivelul armoniilor injectate in retea, facand un reglaj exclusiv din perspectiva consumatorului [al sirului de LED-uri].

Solutia descrisa in patentul US20100295458 prezinta o rezolvare doar a problemei armonicilor introduse in reseaua publica de elementele neliniare de circuit prin „construirea” sau simularea unei sarcini rezistive. Insa solutia descrisa are doua dezavantaje majore: [1] este o solutie fixa, care nu rezolva constanta curentului la variatia tensiunii retelei publice cu +/- 10% respectiv [2] are o eficienta extrem de scazuta, constructia formei sinusoidale a curentului facandu-se cu rezistoare prin care circula curenti importanti si deci pe care se risipeste o buna parte din energia extrasa din retea. Fara a face o simulare precisa, estimez ca eficienta solutiei este sub 50%, fapt compensat de pretul scazut al ei.

Solutia descrisa in patentele US20110227489 si US20110227490 rezolva problema palpairii aparatelor de iluminat cu LED alimentate direct cu tensiune alternativa sau pulsatorie de la reseaua publica de joasa tensiune precum si construieste integral sinusoida curentului consumat prin comutarea succesiva [introducerea in circuit respectiv suntarea] unor siruri de LED-uri. Inca de la primele tentative de alimentare direct la reseaua publica a aparatelor de iluminat cu LED-uri s-a constatat ca datorita neliniaritatii pronuntate LED-urile HB-HP albe se deschid [incep sa conduca] respectiv incep sa lumineze numai dupa ce tensiunea care cade pe ele depaseste o valoare de prag situata in jurul a 2.5V. Aplicand aceasta conditie peste alimentarea cu tensiune sinusoidala sau pulsatorie rezulta un factor de umplere de cca 50% adica LED-urile lumineaza 50% din semiperioada tensiunii retelei si sunt stinse celelalte 50%. Acest fenomen da nastere la o palpaire cu dublul frecventei tensiunii retelei publice [100Hz in Europa si 120Hz in US, Canada, etc]. Fenomenul de palpaire cu un factor de umplere de 50% este deranjant chiar si la viteze mici de deplasare a observatorului in fluxul luminos, asa incat solutiile practice trebuie sa rezolve acest aspect. Solutia descrisa in patentele de mai sus rezolva atat palpairea cat si simularea unei sarcini pseudo-rezistive prin comutarea segmentelor sirului de LED-uri printr-o arhitectura, in excesiv de multe puncte. Solutia prezinta eficienta maxima care poate fi atinsa cu acest principiu de functionare dar construieste sinusoida digital, punct cu punct. Din acest motiv pretul componentelor este prohibitiv atunci cand ea este aplicata aparatelor de iluminat realizate cu LED-uri HB-HP, semnificativa fiind descrierea in cadrul patentelor amintite a unei surse de doar 5W. Solutia prezentata in patentele de mai sus are urmatoarele neajunsuri:

Foloseste un numar foarte mare de segmente comutate si implicit de elemente de comutare. Fara a fi indicat explicit, numarand comutările prezente pe graficele din Fig 10 estimez ca toate cele 38 LED-uri din sir [si alimentate la reseaua de 110Vac] sunt comutate

Autorul a sesizat ca in economia puterii armonicilor generate conteaza forma ne-sinusoidala a curentului mai mult in zona curentilor mari, pe varful sinusoidei si mai putin in jurul punctelor de inflexiune, la trecerile prin zero. Pentru a asigura o apropiere cat mai buna de forma sinusoidala a ales sa o re-construiasca din maximul de puncte disponibile [toate LED-urile din sir sunt comutabile/comutate]. Insa reversul medaliei este ca in apropierea punctelor de inflexiune variatia functiei sinus cu timpul [dV/dt] are o panta foarte mare, panta care nu poate fi urmarita de sistemul de comutare coroborat cu tensiunea redusa care cade pe un singur LED, efect care se observa tot in graficele figurii 10 prin abaterea semnificativa de la forma sinus a curentului prin aparat.

Departarea de forma sinusoidala indicata mai sus este accentuata de metoda suplimentara de reducere a palpairii care introduce deliberat o pauza

de iluminare exact pe varful sinusoidei, efect care cumulat genereaza mai multe armonici decat este in stare principiul sa corecteze.

Solutia tehnica dezvaluata in patentul US20110273098 [si referintele asociate, anterioare lui, de acelasi inventator] si inglobata in productia de serie a modului LMC11C produs de serie de Citizen este brilianta. Autorul a intuit si exploatat caracterul discret al modulelor de iluminat echipate cu LED-uri precum si ofera o solutie de imbunatatire a factorului de putere prin diversiunea selectiva a curentului. Insași schema electrica a circuitului de divertare selectiva a curentului este brilianta prin simplitate. Neajunsurile solutiei descrise in patentul US20110273098 sunt urmatoarele:

Eficienta solutiei este scazuta. Nici in documentatia patentului si nici in documentatia produsului care-l incorporeaza nu este trecuta eficienta lui, dar in urma modelarii am obtinut ca solutia cu o ramura de reglare are o eficienta de doar 83.2%, iar introducerea de ramuri superioare fiind de natura sa o inrautateasca.

Desi micsoreaza semnificativ stroboscopia, LED-urile luminand 75% din timp fata de 50% din timp la solutiile necomutate, solutia prezinta in continuare efect stroboscopic 25%.

Nu respecta standardul de securitate in munca la tensiuni continue [SELV], tensiunile continue din interiorul sau atingand valoarea de 400Vcc, motiv pentru care modulele trebuiesc incapsulate in asa fel incat sa nu permita atingerea accidentala a elementelor de circuit aflate sub tensiune.

Aparatul de iluminat nu este separat galvanic de rețeaua de joasa tensiune, existand riscul de electrocutare la lucrul sub tensiune. Pentru aceasta este interzis a se lucra in aparat in timp ce este alimentat.

Pentru o valoare a tensiunii rețelei publice data [110V/230V/277V] numarul de LED-uri este fix

Numarul de LED-uri pentru o putere data este cu 30% mai mare decat in cazul folosirii unei surse clasice

Cel mai mare neajuns al solutiei este acela ca LED-urile din diversele segmente disipa diferit energie; astfel, LED-urile din segmentul necomutat disipa cea mai multa energie si respectiv LED-urile din segmentele superioare disipa mai putina energie, pe masura ce creste rangul segmentului. Coroborat cu durata de viata a LED-urilor care este direct proportionala cu temperatura jonctiunii lui, adica a timpului cat functioneaza pentru un curent dat, aceasta duce la defectarea lor neuniforma, in functie de segmentul in care se afla.

Solutia tehnica dezvaluata in patentul US20110273102 rezolva elegant conformarea cu EN61000 prin plasarea in serie cu segmentele de LED-uri comutate a unei surse de curent comandate in tensiune, sinusoidale insa pastreaza ca solutie comutarea rigida descrisa in US20110273098 si anume incarcarea nesimetrica a LED-urilor din sirurile comutate in functie de rangul sirului, ceea ce are ca rezultat ca LED-urile din diversele segmente disipa diferit energie si subsecvent au o durata de viata neuniforma, in functie de segmentul in care se afla.

Problema tehnica

pe care o rezolvă invenția este alimentarea modulelor cu LED-uri la direct rețeaua publica de 230Vca, cu o eficienta calculata de 96.4% printr-un circuit care capitalizeaza caracterul discret al modulelor cu LED-uri, respecta standardul EN61000-3-2, diminueaza semnificativ efectul stroboscopic, LED-urile fiind stinse doar 12% din timp [1.2 milisecunde la o perioada de 10 milisecunde], respectiv solicita uniform LED-urile anuland dependenta duratei de viata de pozitia lor in aparat.

Circuitul conform invenției:

Înlătură dezavantajele prezentate mai sus prin aceea că permite alimentarea modulelor echipate cu LED-uri direct de la rețeaua publică exploatarea caracterul discret al sursei de lumină, generează armonici inferioare nivelului maxim impus de EN61000 pentru aparatele de iluminat cu puteri peste 25W și recomandat tuturor aparatelor de iluminat indiferent de putere, are o eficiență de peste 90% nedegradând astfel eficiența intrinsecă a LED-urilor, reduce efectul stroboscopic asociat alimentării surselor de lumină cu inerție mică direct de la rețeaua publică de joasă tensiune la jumătate față de soluțiile anterioare EN61000 conforme și egalizează durata de viață a LED-urilor pe întinderea întregului aparat de iluminat.

Metoda conform invenției înlătură dezavantajele prezentate în stadiul tehnicii prin aceea că este adaptată caracterului discret al sarcinii obținând o eficiență generală de peste 90%, are dimensiuni transversale minimale [sub 3mm grosime] pretându-se astfel la realizarea aparatelor de iluminat de mare putere ultra subțiri și/sau integrate în modulul cu LED-uri, generează un nivel al armonicilor inferior limitelor stabilite prin EN61000-3-2 pentru aparatele de iluminat cu puteri mai mari de 25W alimentate din rețelele publice de joasă tensiune, diminuează la 12% efectul stroboscopic asociat surselor de lumină cu inerție mică alimentate în curent alternativ de la rețeaua publică de joasă tensiune și respectiv uniformizează durata de viață a LED-urilor pe întinderea întregului aparat de iluminat.

Astfel invenția prezintă următoarele avantaje:

Permite alimentarea modulelor cu LED-uri direct de la rețeaua publică de 230Vca
Permite alimentarea lor cu eficiență mai mare de 90%;

Generează armonici sub nivelul impus de EN61000-3-2 pentru aparatele de iluminat alimentate direct din rețelele publice de joasă tensiune, respectiv recomandat tuturor aparatelor de iluminat alimentate din rețelele publice de joasă tensiune, prezentând o sarcină cvasi-pur rezistivă indiferent de puterea absorbită din rețea

Nu conține elemente inductive de circuit [bobine sau transformatoare] ci exclusiv elemente de circuit miniatură/miniaturizabile și permite astfel realizarea unor aparate de iluminat ultra subțiri astfel încât este integrabilă pe placa de circuit imprimat pe care sunt plantate LED-urile, permitând realizarea unei construcții ultra-subțiri, cu doar două terminale de alimentare direct de la rețeaua publică de tensiune alternativă.

Diminuează efectul stroboscopic la jumătate față de soluțiile similare [și descrise în patentul US20110273098, care și el la rândul lui prezintă o reducere a efectului stroboscopic la jumătate față de simpla cuplare a modulelor echipate cu LED-uri la rețeaua electrică de tensiune alternativă.

Numărul de LED-uri pentru o putere dată este în continuare mai mare decât în cazul folosirii unei surse clasice însă numai cu 20%

Uniformizează durata de viață a LED-urilor pe suprafața întregului aparat de iluminat.

Nivelul poluării cu radiații electromagnetice de înaltă frecvență este virtual zero, schema comutând în joasă frecvență

Metoda pastrează următoarele dezavantaje prezente la toate soluțiile alimentate direct de la rețeaua publică de joasă tensiune:

Nu respectă standardul de siguranță în muncă la tensiuni continue [SELV], tensiunile continue din interiorul sau atingând valoarea de 400Vcc, motiv pentru care modulele trebuie încapsulate în așa fel încât să nu permită atingerea accidentală a elementelor de circuit aflate sub tensiune.

Nu este separat galvanic de rețeaua de joasă tensiune, existând riscul de electrocutare la lucrul sub tensiune. Pentru aceasta este interzis a se lucra în aparat în timp ce este alimentat.

Pentru o valoare a tensiunii rețelei publice dată [110V/230V/277V] numărul de LED-uri este fix

Descrierea detaliată a invenției

Se da în continuare un exemplu de realizare a unui circuit cu puterea de 150W conform invenției și metodei utilizând circuitul în legătură cu figurile care reprezintă:

Fig 1 Caracteristica curent tensiune a unui LED alb

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

Fig. 3 Formele curentilor prin aparat. 3A fara sursa „sin” respectiv 3B cu sursa „sin”

Fig 4 Diagramele de timp ale semnalelor ce descriu funcționarea aparatului

La cuplarea unei tensiuni alternative de 230V_{eff} între bornele A și B ale circuitului prezentat în Fig 2, tensiunea alternativă este redresată de puntea redresoare și aplicată sirului de N diode luminescente [LED] montate în serie. Valoarea maximă [U_{max}] a tensiunii pulsatorii aplicată sirului LED-uri montate în serie este de cca 324V [230V x 1.41] și ea determină numărul N_{min} de LED-uri necesar pentru funcționarea schemei.

Ținând cont că tensiunea U_{LED} care cade pe un LED HB-HP de culoare albă la un curent de 1A este în jur de 3.6-3.7V, și păstrând cca 15V rezerva de cadere de tensiune pe sursa de curent sinusoidală, rezultă N= 84. Din considerente practice legate de comutarea în jurul trecerii prin zero a tensiunii pulsatorii cu care este alimentat sirul de LED-uri, împart aceste 84 LED-uri în 6 segmente a câte 14 LED-uri fiecare.

Pentru detalierea funcționării stabilesc următoarele convenții:

Iesirea Q=1 → comutatorul C=închis → cele 14 LED-uri din segment sunt scurtcircuitate

Iesirea Q=0 → comutatorul C=deschis → cele 14 LED-uri din segment sunt inseriate în circuit

Durata tuturor impulsurilor scurte generate de schema este nesemnificativă față de 1ms; pentru descrierea funcționării o să le consider 1 microsecundă.

„1” = unu logic respectiv „0”= zero logic.

Descriu în continuare funcționarea circuitului prezent în Fig. 2 considerând că schema „microprocesor” este realizată soft cu un microprocesor iar nu cu elemente logice discrete. Funcționarea este următoarea:

La cuplarea tensiunii de alimentare, schema cu microprocesor generează un impuls scurt de R [reset] care initializează registrul de deplasare prin forțarea la zero a tuturor ieșirilor Q_i, i=1,2,..6 respectiv setează „In” în 1. În acest fel, toate ieșirile Q_i, i=1,2,..,6 au valoare 0 și conform convențiilor stabilite mai sus, toate comutatoarele C_i, i=1,2,..,6 sunt deschise respectiv toate cele 84 de LED-uri sunt inseriate în circuit.

La prima trecere prin zero a tensiunii pulsatorii A1, circuitul generează un impuls scurt S [set]. Acest impuls încarcă în registrul de deplasare configurația inițială: Q₁=0 și Q_i=1, i=2,3,..,6. Cu alte cuvinte, imediat după trecerea prin zero în circuitul de forță e prezent doar segmentul 1 de 14 LED-uri, celelalte segmente fiind suntate de comutatoarele C_i, i=2,3,..6.

În momentul în care tensiunea pulsatorie din punctul A1 trece prin primul nivel de prag de la 80V circuitul generează un impuls scurt C_k [ceas] care deplasează către dreapta nivelul logic 0 prezent la intrarea de date D a

registrului [semnalul microprocesor In], adica Q_2 trece in 0. Trecerea in 0 a Q_2 are ca efect deschiderea comutatorului C_2 si introducerea in circuitul de forta si a segmentului 2 de 14 LED-uri.

Mai departe, in momentul in care tensiunea pulsatorie din punctul A1 trece prin a doua valoare de prag egala cu 120V circuitul genereaza un impuls scurt C_k care deplaseaza catre dreapta nivelul logic 0 prezent la intrarea de date D a registrului adica Q_1 ramane in 0, Q_2 ramane in 0 si Q_3 trece din 1 in 0 ceea ce are ca efect desfacerea suntului de pe segmentul 3 si introducerea tuturor celor 14 LED-uri din segmentul 3 in circuit, in serie cu segmentele 1 si 2.

Procesul se repeta pana la trecerea tensiunii pulsatorii prin al saselea si ultimul prag de la 280V cand pe langa trecerea ultimei iesiri Q_6 in zero, iesirea In trece in 1. Prin trecerea Q_6 in 0 se deschide comutatorul C_6 si astfel toate cele 84 LED-uri sunt in circuit.

Urmatoarele 6 impulsuri C_k la trecerile tensiunii pulsatorii din A1 prin pragurile prestabilite au efect inchiderea succesiva a comutatoarelor de la C_1 la C_6 si scoaterea din circuit in sens invers a segmentelor de cate 14 LED-uri pentru ca deplaseaza prin registru nivelul 1 prezent la intrarea de date D, astfel:

In momentul in care tensiunea pulsatorie din punctul A1 trece prin nivelul de prag de la 280 in coborare de la valoarea maxima a tensiunii circuitul genereaza un impuls scurt de ceas C_k care deplaseaza spre stanga nivelul logic 1 prezent la intrarea de date D a registrului inchizand C_1 si suntand astfel primul segment de 14 LED-uri

In momentul in care tensiunea pulsatorie din punctul A1 trece prin urmatoarele niveluri de prag, in coborare, la fiecare semnal de ceas C_k nivelul 1 prezent in intrarea de date D a registrului de deplasare se propaga spre dreapta scurtcircuitand succesiv comutatoarele C_i , $i=2,3,\dots,6$.

La trecere prin zero a tensiunii pulsatorii din A1 circuitul genereaza un impuls scurt S [set] si intreg procesul se reia.

Singura functie pe care o indeplineste circuitul alcatuit din registrul de deplasare si schema cu microprocesor a carei functionare am descris-o mai sus este sa corecteze defectul prezent in circuitele cunoscute si anume sa egalizeze timpii de conductie ai segmentelor cu LED-uri.

Asa cum se observa din Fig 2 in circuit este prezent elementul sursa de curent sinusoidala. Acesta indeplineste doua roluri:

Sa asigure ca forma curentului in portiunea de curenti mari este sinusoidala si astfel ca energia armonicilor generate este minima, prezumabil sub limitele impuse de EN 61000 respectiv

Sa preia eventualele diferente de tensiune dintre suma tensiunilor pe LED-uri si tensiunea pulsatorie din A1 in proximitatea comutarilor.

In literatura de specialitate si in spatiul public [Google] sunt cunoscute mai multe modalitati de realizare practica a acestei surse de curent [sink] a carei variatie a curentului este sinusoidala si in faza cu tensiunea pulsatorie din A1, astfel incat nu insist asupra realizarii ei practice.

In lipsa sursei de curent cu variatie sinusoidala in faza cu variatia tensiunii pulsatorii din A1 curentul prin aparatul de iluminat ar avea forma din Fig 3A iar cu ea in circuit forma de unda devine cea prezentata in Fig 3B.

REVEDICARI

Circuit eficient si digital de reglare a curentului de alimentare a unui modul format din N segmente a cate M LED-uri montate in serie caracterizat prin aceea ca foloseste in sesi elementele modulului [segmentele cu M LED-uri] ca elemente de reglare a curentului prin scoaterea sau introducerea a cate unui segment din sau in circuit si prin aceea ca foloseste un registru de deplasare pentru uniformizarea duratei de viata a LED-urilor din aparat precum si prin aceea ca foloseste o sursa de curent [sink] cu variatia curentului sinusoidala si in faza cu tensiunea de alimentare pentru netezirea deviatiilor curentului de la forma sinusoidala si incadrarea aparatului in normele impuse aparatelor de iluminat alimentate de la rețeaua publica .

Metodă de alimentare eficienta si digitala a modulelor cu LED direct din rețeaua publica de 230V caracterizată prin aceea că utilizează circuitul conform revendicărilor și se realizează prin:

La cresterea tensiunii de alimentare peste o serie de praguri calculate circuitul de reglare introduce succesiv in circuit cate un segment format din M LED-uri legate in serie astfel incat caderea de tensiune pe segmentele introduse stabileste valoarea curentului prin circuit cat mai aproape de o anumita valoare antecalculata, in relatie liniara cu tensiunea de alimentare. Legea de introducere succesiva in circuit a segmentelor influenteaza direct si exclusiv eficienta energetica a aparatului de iluminat.

La scaderea tensiunii de alimentare sub seria de praguri calculate circuitul de reglare scoate succesiv din circuit cate un segment format din M LED-uri legate in serie astfel incat caderea de tensiune suplimentara pe segmentele ramase stabileste valoarea curentului prin circuit cat mai aproape de o anumita valoare antecalculata, in relatie liniara cu tensiunea de alimentare. Legea de scoatere succesiva din circuit a segmentelor influenteaza direct si exclusiv eficienta energetica a aparatului de iluminat.

Deplasarea introducerii si scoaterii succesive din circuit a segmentelor formate din cate M LED-uri in asa fel incat la cresterea tensiunii de alimentare segmentele sa lumineze succesiv de la dreapta la stanga iar la scaderea tensiunii de alimentare sa se „stinga” succesiv de la dreapta la stanga. Deplasarea segmentelor influenteaza direct si exclusiv durata de viata a LED-urilor uniformizand-o prin egalizarea caldurii pe care acestea trebuie sa o evacueze.

Netezirea curentului absorbit de aparat de la rețeaua publica de joasa tensiune cu ajutorul unei surse de curent [sink] cu variatia curentului sinusoidala si in faza cu tensiunea de alimentare. Netezirea curentului in scopul simulării unei sarcini cat mai apropiate de o sarcina pur rezistiva influenteaza direct si exclusiv nivelul de distorsiuni armonice generate de aparatul de iluminat. Prin reconstruirea in modulul microprocesor a legii de variatie a curentului sursei de curent in functie de variatia tensiunii rețelei se poate obtine fie o constanta a curentului efectiv prin aparatul de iluminat in conditii de variatie a tensiunii de alimentare, fie o constanta a puterii absorbite din rețea in conditii de variatie a tensiunii rețelei, fie o alta relatie intre tensiunea rețelei, curentului sau puterii absorbite.

DESENE EXPLICATIVE

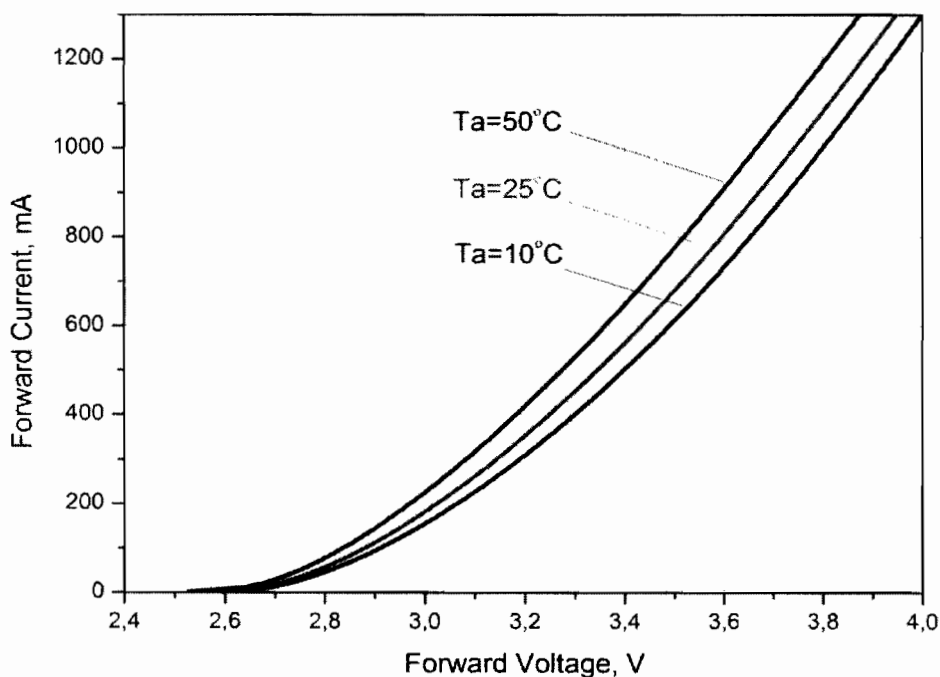


Fig 1. Caracteristica curent/tensiune a unui LED alb in functie de temperatura Ta

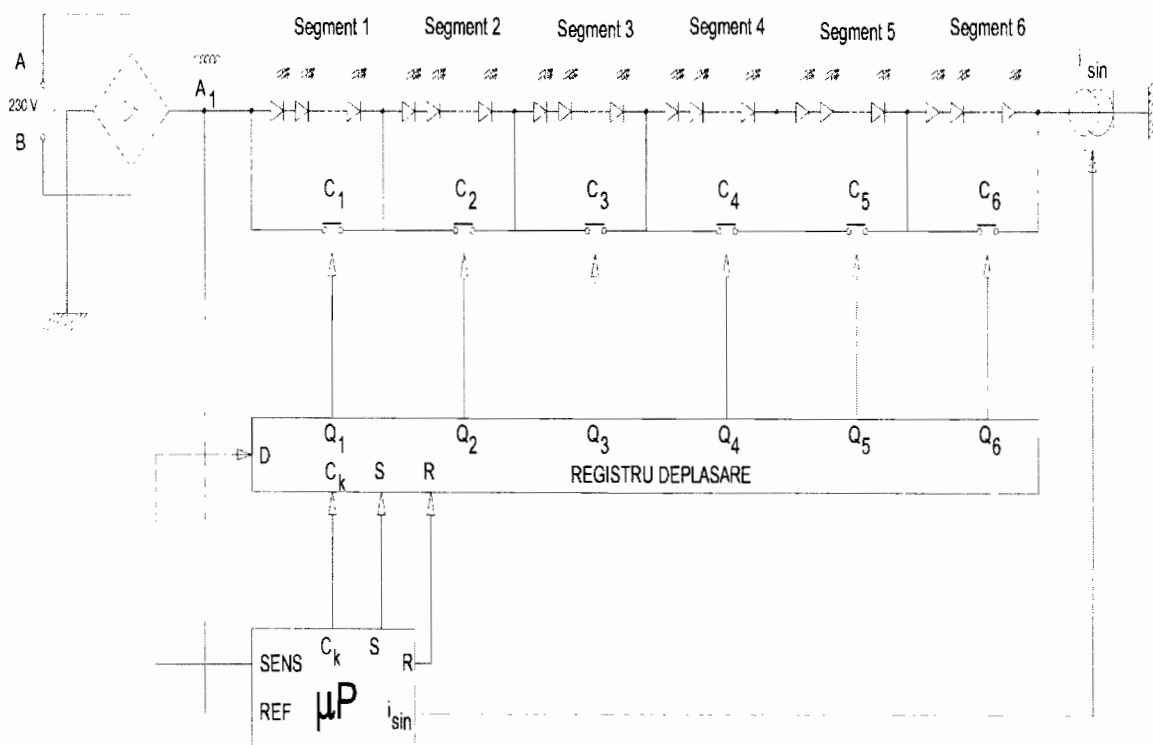


Fig.2 Schema electrica de principiu a circuitului de reglare a curentului prin sursele de lumina realizate cu LED-uri

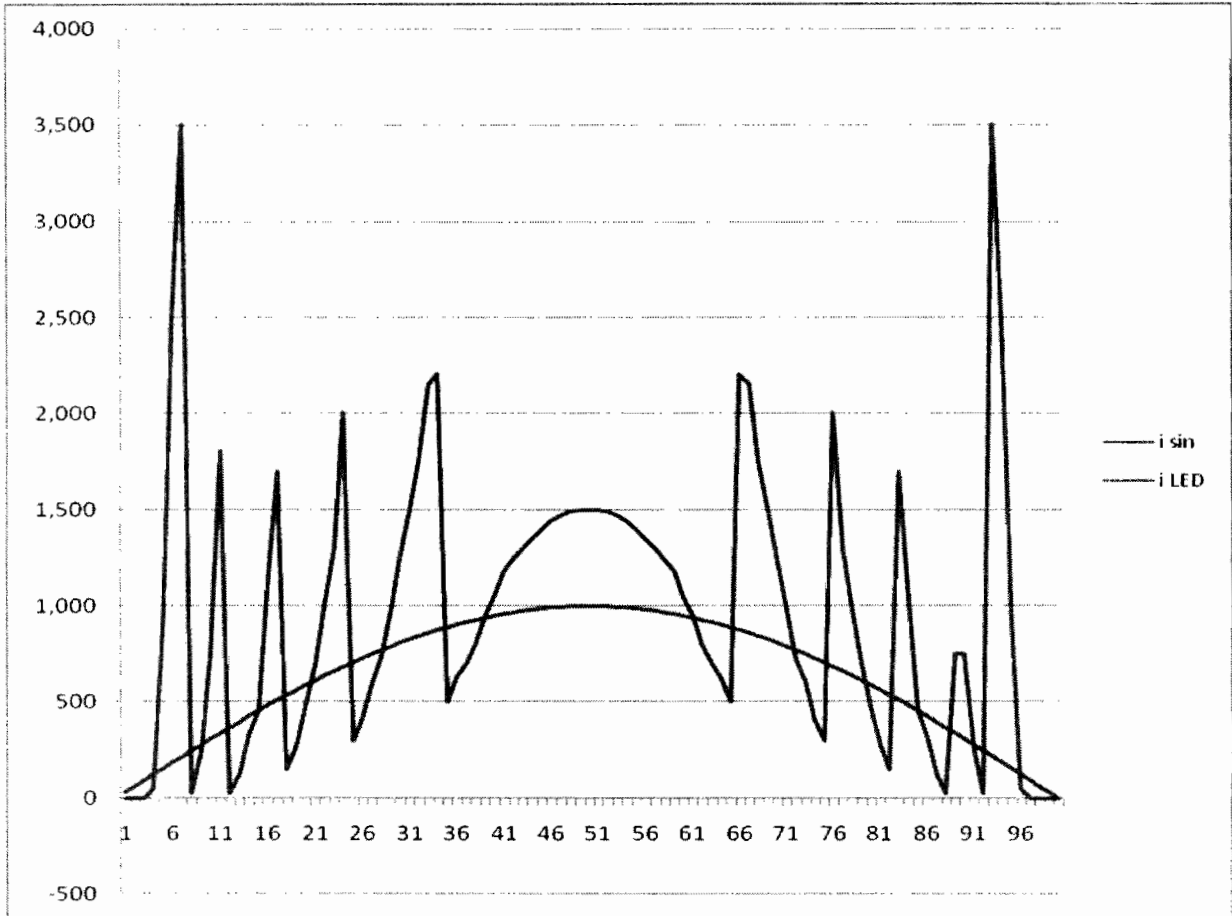


Fig. 3A Formele relative ale curentilor prin aparat fara sursa de curent "sin"

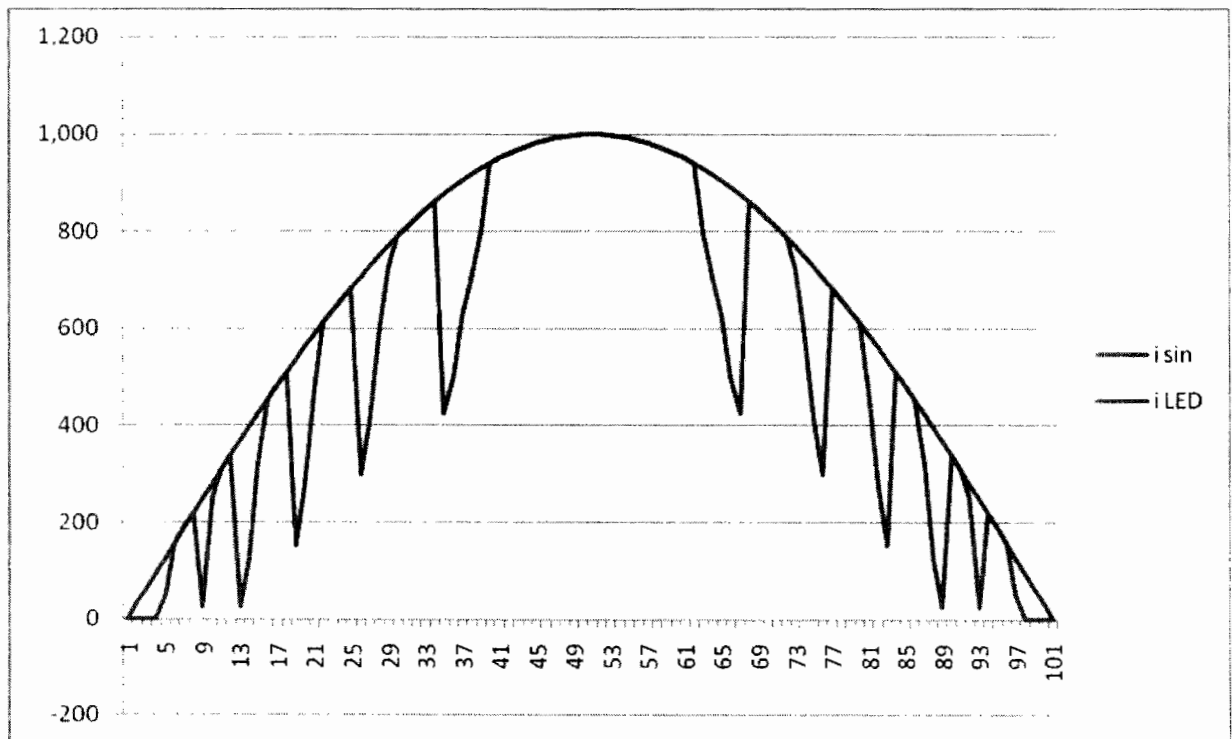


Fig. 3B Formele relative ale curentilor prin aparat cu sursa de curent "sin"

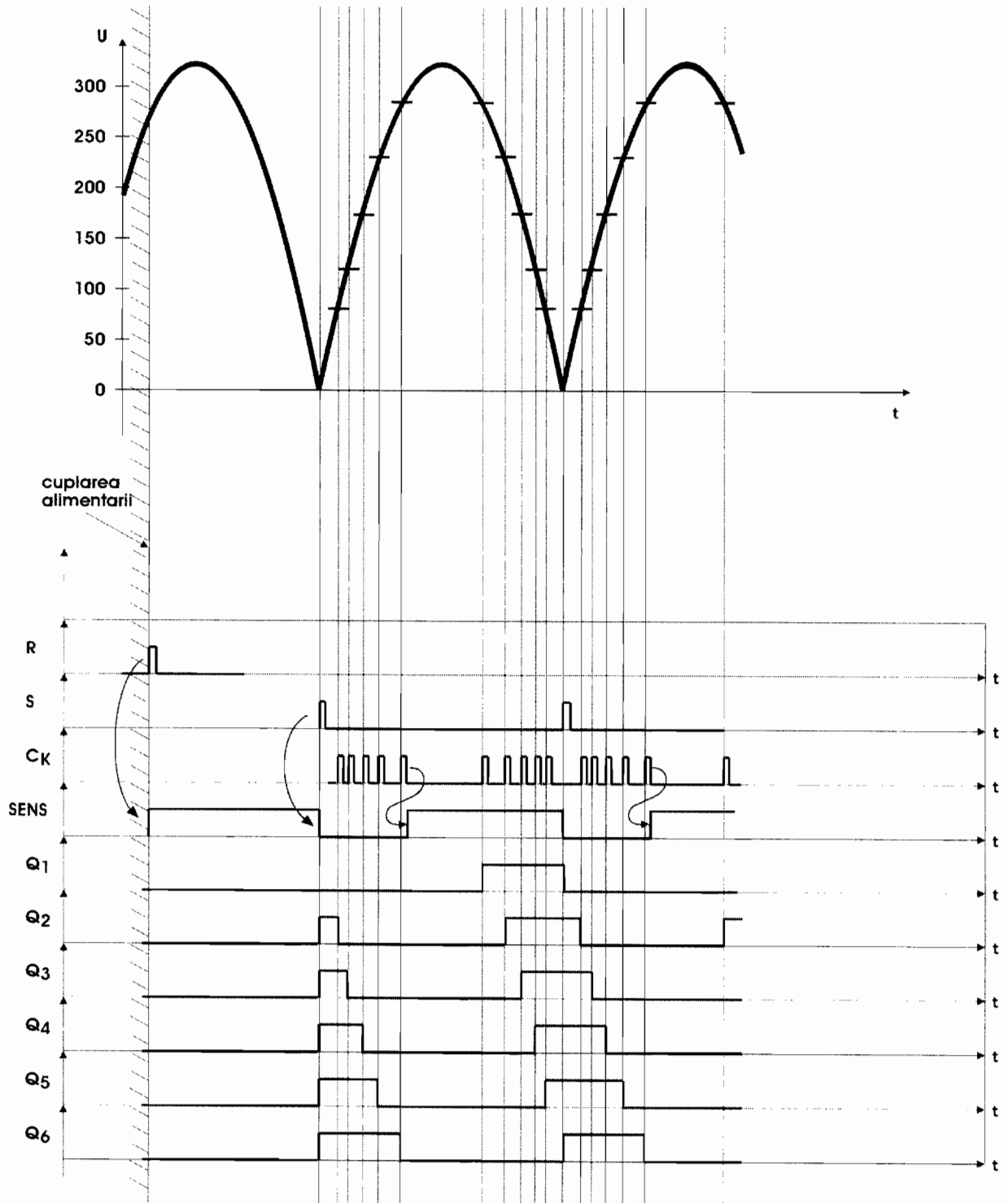


Fig 4. Diagramele de timp ale semnalelor ce descriu functionarea aparatului.