



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 01391**

(22) Data de depozit: **22.12.2010**

(41) Data publicării cererii:
30.07.2012 BOPI nr. **7/2012**

(71) Solicitant:
• **PĂCALĂ OVIDIU, STR. FIZICIENILOR**
NR. 13, AP. 8, MĂGURELE, IF, RO;
• **PĂCALĂ MIRELA, STR. FIZICIENILOR**
NR. 13, AP. 8, MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:
• **PĂCALĂ OVIDIU, STR. FIZICIENILOR**
NR. 13, AP. 8, MĂGURELE, IF, RO;
• **PĂCALĂ MIRELA, STR. FIZICIENILOR**
NR. 13, AP. 8, MĂGURELE, IF, RO

(54) SISTEM ȘI METODĂ DE COMANDĂ ȘI CONTROL

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem și la o metodă de comandă și control pentru rețele complexe, cum ar fi, de exemplu, rețelele de iluminat. Sistemul conform invenției este format dintr-un număr de $1...2^{32}$ unități de proces (1) atașate elementelor de comandat, o unitate de proces master (2) și un sistem (3) de comunicare radio din aproape în aproape, de mică putere, cu diverse canale de frecvență stabile, fiecare unitate de proces fiind formată, la rândul ei, dintr-o unitate centrală (11), un modul de transmisie/recepție (12), un circuit de analiză (13) a stării de funcționare a elementului de iluminat, un set de senzori (14) specifici și un alt set de senzori (15) nespecfici, o sursă de alimentare (16) a unității de proces și o altă sursă de alimentare (17) a unui element de iluminat (18). Metoda de comandă și control, conform invenției, constă din comunicarea între unitatea de proces master și unitățile de proces locale, prin transfer de pachete de date din aproape în aproape, din amonte în aval și din aval în amonte, de la o unitate de proces la alta, pe linie optimizată sau arbore, în funcție de tipul de comandă, de la unitatea master la oricare unitate de proces, unul sau mai multe grupuri individualizate, sau la toate unitățile de proces, fiecare transfer de pachet de date fiind dublat de un feedback local, pentru confirmarea recepției între unitățile vecine, și un feedback la unitatea de proces master, pentru semnalizarea erorilor de rețea sau de element comandat.

Revendicări: 23
Figuri: 5

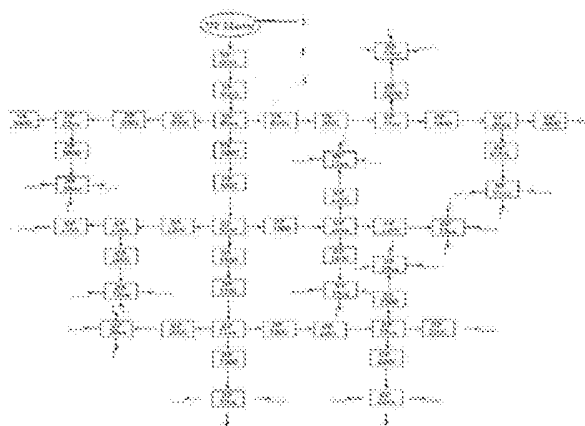
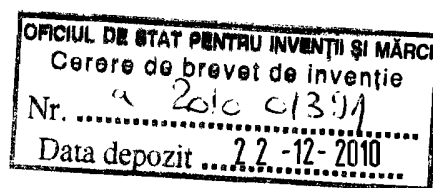


Fig. 1





SISTEM SI METODA DE COMANDA SI CONTROL

Incadrare

Metode si sisteme de comanda si control pentru retele complexe, cu multe puncte de comandat, de exemplu rețelele de iluminat.

Se stie ca reducerea consumului global de energie a impus, in fiecare segment al pietei consumatoare masuri caracteristice pentru economisirea fiecarui kW. Se folosesc trei clase de masuri deja uzuale in privinta iluminatului:

- introducerea unor elemente de iluminat din ce in ce mai performante din punct de vedere al eficientei luminoase si concomitent eliminarea celor cu eficienta scazuta, vezi legea contra lampii Eddison. Functie de tipul elementului de iluminat care va fi in continuare denumit simplu lampa, s-au implementat solutii de corectie a fazei, cu elemente capacitive precum si module electronice care inlocuiesc balastul inductiv clasic. S-au implementat de asemenea elemente de control local al intensitatii atat cat permite tehnologia lampii in discutie. Unitatile de comanda si control cu procesor pentru lampile cu sodiu, de exemplu, permit aprinderea/ stingerea/ reducerea intensitatii luminoase la ore presetate sau/ si la semnalul primit de la senzorul de lumina ambientala, dimarea facandu-se in doua, maxim trei trepte, cresterea curentului pe lampa pentru contracararea pierderii luminozitatii ca efect direct al imbatranirii, taierea alimentarii atunci cand un numar de tentative de aprindere au esuat sau cand cicleaza (sta o perioada aprins si apoi se stinge pentru ca presiunea creste din cauza temperaturii si potentialul de mentinere a descarcarii creste peste tensiunea de alimentare) transmiterea mesajului de „eroare in functionare” catre unitatea de comanda si control de care apartine (HUB).
- optimizarea exploatarei rețelei, in sensul eliminarii oricarei risipe – senzori optici, senzori de miscare/ prezenta, reglare de intensitate, atat cat permite tipul de lampa. Senzorii de prezenta exista deja pentru lampi individuale sau grupuri de lampi, asigurand in general comutarea stins/ aprins, fara control de intensitate.
- eficientizarea consumului prin masuri organizatorice, de exemplu reevaluarea inaltimii si distantei dintre lampi, luarea in considerare a orelor de circulatie nocturna pietonala si/ sau auto si introducerea de orare specifice de iluminare functie de caracteristica de trafic nocturn zonala.

Retelele de iluminat sunt partitionate, in primul rand din ratiuni de incarcare a rețelei dar si datorita dezvoltarii istorice a localitatilor, in zone sau puncte de aprindere. Partitionarea nu este facuta in functie de gradul de ocupare pietonala si/sau rutiera in orar nocturn, acest lucru

conducand la imposibilitatea atat a controlului centralizat al intregii retele cat si a comenzii pe grupuri de lampi sau pe lampi individuale.

Sistemele actuale de control si comanda sunt de mai multe tipuri, cu comanda:

- zonala manuala
- zonala electronica
- GPRS
- Mixte (RF, GPRS si Internet)

Metodele actuale de control si comanda sunt specifice fiecarui tip de sistem.

Sistemele cu comanda zonala manuala sunt inca cele mai raspandite, acestea nepermitand controlul retelei zonale ci doar comanda de aprindere/ stingere cu heblu.

Metoda de aprindere/ stingere manuala, prin heblu, exclude posibilitatea unui control al intensitatii pe simplul motiv ca infrastructura nu este creata, mai precis decizia pentru modificarea intensitatii pe o zona, luata de primarie, nu are suport sa ajunga la punctul de aprindere, exceptand schema off-line respectiv telefon sau operator PA.

Sistemele cu comanda manuala electronica sunt pe locul al doilea ca raspandire si constau intr-un automat programabil manual care are atasat optional un senzor de lumina ambientala de referinta. Automatul este localizat fizic in punctul de aprindere in care initial se afla heblul, fiind setabil manual si raspunde la orele presetate de aprindere respectiv stingere sau raspunde la intensitatea luminii ambientale, daca are senzor de lumina atasat.

Metoda comenzii manuale electronice permite aprindere/ stingere si eventual dimare intr-un mod automat, prin cuplare / taiere retea, dupa setarile existente. Schimbarea setarilor presupune deplasarea operatorului la punctul de aprindere si operarea manuala a acestora.

Sistemele cu comanda prin GPRS folosesc ca suport o retea de telefonie publica fiind astfel tributare conditiilor tehnice si administrative impuse de o alta retea si sunt construite in sistem piramidal, ele constituindu-se, in general, dintr-un numar de automate localizate fizic in punctele de aprindere zonale. Aceste automate rapund la comanda de aprindere si stingere primita prin GPRS si, in plus, acolo unde elementele de iluminat o permit, la comanda de reducere a intensitatii luminoase in zona respectiva. Reglarea intensitatii se face in 2, maxim 3 trepte.

Metoda comenzii prin GPRS a punctelor de aprindere este piramidala, in varf se afla serverul de comanda, treapta urmatoare o constituie modulele anexate punctelor de aprindere iar ultima treapta o constituie totalitatea elementelor de iluminat zonale partitionate pe puncte de aprinde.

Sistemele de comanda si control mixte constau dintr-un numar de HUB-uri care sunt setate de catre un operator, din proximitate, prin intermediul unui modul de comanda, la montare. Comunicarea intre modulul de comanda si HUB se face printr-u conector RS45 sau RF. Fiecare HUB poate comanda si controla o retea de 256 sau chiar 512 elemente de iluminat pe o raza de maxim 300 de metri. HUB-ul comunica radio cu reteaua proprie si este accesat prin Internet via GPRS de catre un Server agreeat. Internet Service Provider –ul trebuie sa ofere sistemului o conexiune de tip backhaul, respectiv maximul de viteza si trafic disponibil. Functia de dimare ofera in general posibilitatea de reglare a intensitatii luminoase in 2-3 trepte, in primul rand pentru ca majoritatea tipurilor de lampi folosite nu permit controlul larg al intensitatii fara alterarea altor parametri, cum ar fi eficacitatea.

Metoda de comanda si control mixta este tot piramidala, cu server ca punct de comanda in varf, HUB-uri pe treapta a doua si cate 256 elemente de comandat per HUB, pe o raza de maxim 300 m pe ultima treapta, elementele de pe treapta a doua fiind setate din proximitate

la montare. Comanda se face de sus in jos, respectiv de la varf la baza iar controlul de jos in sus, prin intrerupere automata a alimentarii elementului de iluminat si generare de mesaj de instiintare spre varf prin intermediul HUB-ului de care apartine.

Dezavantajele sistemelor actuale de comanda si control ale retelelor de iluminat sunt:

- Sunt dependente de o alta retea de date suportand implicit servitutile acesteia.
- Incarca semnificativ canalele GPRS
- Incarca semnificativ Internetul solicitand conditia de backhaul.
- Timpii de comunicare sunt impredictibili din motive de concurenta cu traficul de date al retelei gazda.
- Necesita setari initiale din proximitate
- Dimarea se face in trepte, uzual 1 treapta, maxim 3.

Dezavantajele metodelor actuale de comanda si control ale retelelor de iluminat sunt:

- Gruparea piramidala prin puncte de aprindere sau HUB-uri limiteaza flexibilitatea retelei.
- Comanda si controlul sunt fara feed-back.

Sistemul de comanda si control propus inlatura dezavantajele de mai sus prin aceea ca, este format dintr-un numar de $n = 1...2^{32}$ de unitati de proces, o unitate de proces master si un sistem de comunicare radio din aproape in aproape, de mica putere, cu diverse canale de frecventa stabile. O aplicatie imediata o constituie retelele mari de iluminat.

Fiecare din cele n unitati de proces este formata dintr-o unitate centrala cu procesor RISC, surse de alimentare, modul radio de transmisie/ receptie, un circuit de analiza a parametrilor electrici ai elementului de iluminat, un set de senzori specifici si un canal de comunicare cu un set de senzori nespecifici. Sensorii specifici sunt senzori auxiliari care imbunatatesc performantele de exploatare ale elementului comandat, un element de iluminat acestia pot fi: un senzor de temperatura pentru exterior, un senzor de temperatura pentru interior, un senzor de lumina ambientala, un senzor de miscare/ prezenta si un senzor directiona de lumina faruri. Setul de senzori nespecifici constau in senzori care se pot atasa pe langa elementul comandat din varii ratiuni dar nu au legatura cu acesta, de exemplu de culegere date zonale si de centralizare a acestora folosind reseaua de receptie date proprie, deja instalata. Sensorii nespecifici pot fi senzori de monitorizare ambientala, de exemplu senzori de CO, CO₂, NO_x, SO₂, γ , etc. Sensorii nespecifici sunt optionali, intrand in echiparea unui numar restrans de unitati de proces, functie de localizarea fizica a acestora, a specificului si necesitatilor particulare ale zonei respective, optiunea fiind de ordin administrativ si nu tehnic. Fiecare unitate de proces are in memorie cel putin cinci adrese: adresa proprie cu ajutorul careia care poate fi setata sau interogata, adresele vecinilor imediati din amonte si aval, adresele vecinului de ordinul II din amonte si aval, adresele vecinilor fiind setate de la calculatorul master la configurarea retelei. In cazul in care unitatea de proces are functie de nod in retea, numarul adreselor din memorie este mai mare, fiind egal cu dublul numarului ramurilor care intra si pleaca din nod plus adresa proprie. Fiecare unitate de proces este programata sa indeplineasca un set de functii care se impart in functii de retea si functii conexe comenzilor elementului comandat. In memoria procesorului este stocat un tabel de date continand parametrii presetati, parametrii masurati si flagurile aferente.

Unitatea de proces master poate fi un calculator tip PC echipat cu un modul radio de transmisie/ receptie si un program dedicat. Modulul RxTx se conecteaza la calculator prin intermediul unei conexiuni USB. Unitatea de proces master poate fi si una din cele n unitati

de proces, caz in care comenzile sunt limitate la un set generabil pe baza functiilor locale. Desi irelevanta in acest ultim caz, monitorizarea erorilor nu este complet exclusa, acestea fiind salvate in memoria nevolatila a unitatii master, prezenta acestora fiind semnalizata prin flashuri al lampii sau ai unui LED montat pe uitatea comadata, o perioada aleasa din zi, pana cand eroile sunt citite de la un calculator si bitul corespunzator desetat.

Legatura intre toate unitatile de proces este asigurata pe un suport radio de 2,4 GHz, cu raza maxima de actiune 400 m, prin intermediul modulelor proprii de transmisie-receptie de mica putere, capabile sa transmita de la o unitate de proces la alta un pachet de date. Prin simple comenzi de la calculatorul master se poate realiza configurarea si reconfigurarea zonelor prin definirea de grupuri in acord necesitatilor - de exemplu, in functie de traficul nocturn in cazul retelelor de iluminat. Grupul se defineste in lungul unui traseu prin setarea logica a lampilor de start si de stop grup. Definirea se face de la unitatea de proces master prin pachete de date. Lampile cuprinse intre lampa de start grup si lampa de stop grup sunt membre ale grupului. Gruparea logica permite optimizarea comenzilor.

Metoda de comanda si control conform inventiei inlatura dezavantajele metodelor actuale prin aceea ca, faciliteaza comunicarea de la master spre unitatile locale si invers printr-un protocol de pachete transferabile din aproape in aproape, de la o unitate de proces la alta, fara trepte intermediare. In functie de tipul de comanda, transferul de date se face pe linie optimizata sau arbore, de la master la oricare unitate de proces, unul sau mai multe grupuri individualizate sau la toate unitatile de proces. Fiecare transfer de pachet este dublat de un feedback local pentru confirmarea receptiei intre unitatile vecine. Este deasemenea implementat un algoritm de feedback pana la unitatea de proces master pentru semnalizarea erorilor de retea sau de unitate comandata.

In acest scop, procesorul fiecarei unitati de proces este programat sa indeplineasca un set de functii conexe comenzilor elementului comandat si un set de functii specifice retelei. Reteaua de date implementata conform metodei permite urmatoarele comenzi de la calculatorul master catre toate unitatile de proces, un grup de unitati de proces, una sau mai multe unitati de proces din puncte diferite ale retelei:

1. setare: ceas intern, praguri, ore de pornire/ oprire iar in cazul retelelor de iluminat aprindere/ dimare/ stingere;
2. stabilirea nivelului de dependenta de retea a fiecarei unitati de proces: utilizeaza sau ignora anumiti senzori specifici, de exemplu senzorul de lumina, de prezenta, si/ sau utilizeaza sau ignora alti senzori nespecifici.
3. executie imediata (pornire/ oprire sau aprins/ stins/ modificare a intensitatii).

Din oricare punct al retelei, respectiv de la oricare unitate de proces spre calculatorul master se tranfera:

1. raportare stare la cerere
2. semnalizare automata de erori de retea si/sau de element comandat.

Pachetul de date conform protocolului de comunicare are urmatoarea structura:

1. header
2. adresa emitent pachet (ae)
3. adresa destinatar pachet (ad)
4. adresa destinatar/ destinatari comanda (descriptorii de grup)
5. continut comanda
6. instructiuni pentru noduri

Propagarea pachetului este asigurata prin transmisia catre vecinul imediat, din amonte sau aval, utilizand adresa emitent pachet si adresa destinatar pachet. Confirmarea pentru fiecare tranzactie este urmarita timp de 100 ms. In caz de neconfirmare de primire, pachetul se retransmite pe adresa vecinului de ordin secund, inregistrandu-se concomitent un string de eroare care va fi transmis ulterior catre dispecer, cu o intarziere calculata pentru evitarea coliziunilor. Pentru deplina flexibilitate a sistemului, a fost introdus un algoritm de arborescenta prin implementarea conceptului de nod. Calculatorul master are imaginea completa si detaliata a retelei, programul permitand lucrul cu liste, baze de date sau harta, generand astfel atat comanda cat si traseul ce va fi urmat de pachetul de date in retea. Schema de retea se incarca plecand de la inregistrarea intr-un tabel a adreselor fizice proprii ale elementelor comandate, de exemplu ale lampilor montate in corelare cu pozitiile stalpilor in localitate. Traseele de transfer date sunt optimizate prin instructiuni de nod generate de server. Raspunsul la interogare si pachetele de eroare urmeaza o schema identica dar merg in sens invers pana la calculatorul master.

S-a specificat ca setul de functii programate ale fiecarei unitati de proces se imparte in functii specifice retelei si functii conexe comenzilor elementului comandat. Functiile de retea ale unei unitatii de proces sunt:

- receptie si retransmisie a pachetelor, cu recunoasterea pachetului propriu prin compararea adresei destinatarului cu adresa proprie; transferul datelor se efectueaza prin transmisia de mesaje catre vecinul imediat in directia potrivita (amonte sau aval) si asteptarea confirmarii timp de 0,1 sec. Lipsa confirmarii duce la reluarea tentativei pentru adresa vecinului de ordinul II si, totodata, generarea unui mesaj de eroare in directia din care a venit mesajul.
- procesarea comenzilor primite si setarea parametrilor de comanda a elementului comandat in acord cu acestea, in cazul in care pachetul i se adreseaza;
- confirmarea receptiei atat in amonte, spre calculatorul master cat si in aval pentru pachetele primite din amonte respectiv, pentru pachetele primite din aval si, in cazul neprimirii confirmarii, reluarea apelului spre vecinul de ordinul doi de pe ramura vecinului care nu a confirmat;
- semnalizarea spre calculatorul master a eventualelor defectiuni locale sau lipsa de confirmare la una din unitati.

Functiile conexe comenzilor elementului comandat sunt:

- ceas de timp real; este o functie implementata pe unul din oscilatoarele micro- controlerului si genereaza o intrerupere la 2 s convertita software in ora/ minut/ secunda. Daca ceasul a fost setat, ora exacta reala va fi mentinuta la dispozitia celorlalte functii. In lipsa unei setari, ceasul de timp real permite evaluari relative ale orelor de pornire/ oprire respectiv, pentru elementele de iluminat, ale orelor de stingere si aprindere cu posibilitatea acordarii diagramelor de intensitate la momentul aprinderii/ dimarii/ stingerii.
- pornire/ oprire sau aprindere/ dimare/ stingere la ore fixe – functie activabila printr-un flag. Aceasta functie presupune setarea orelor de pornire/ oprire respectiv, pentru elementele de iluminat, ale orelor de stingere si aprindere si, optional, a orei de reducere a intensitatii la un procent prestabilit. Structura parametrilor in tabela este urmatoarea:
1 bit de activare, 2 bytes ora aprindere, 2 bytes ora stingere, 2 bytes ora dimare, 1 bytes procent de dimare.
- functia de aprindere la prag de lumina ambientala pentru elementele de iluminat. Atunci cand este activata, aceasta functie permite aprinderea lampii atunci cand lumina ambientala masurata de un senzor optic, asezat de asa maniera incat sa nu perceapa lumina proprie,

scade sub pragul setat pentru aprindere. Stingerea se produce cand lumina depaseste pragul de stingere. Alegerea celor doua praguri presupune un histrezis rezonabil, astfel incat sa se evite oscilatiile. Dimarea este asigurata prin setarea unui interval temporar fata de momentul aprinderii.

Sistemul de comanda si control conform inventiei are urmatoarele **avantaje**:

- Nu este dependent de o alta retea de date
- Este simplu
- Timpul de propagare a datelor este predictibil si optimizabil
- Se seteaza de la dispeceratul in care se afla fizic unitatea de proces master
- Nu necesita setari din proximitate
- Nu necesita module speciale intermediare
- Dimarea se poate realiza continuu, practic 256 de trepte in domeniul permis tehnic de tipul elementului de iluminat utilizat.

Metoda de comanda si control conform inventiei are urmatoarele **avantaje**:

- Flexibilitate
- Transfer full duplex
- Comunicarea se aseaza intr-o grila temporara determinata de un set de intarzieri predefinite
- Timpul de propagare a datelor este optimizabil prin selectarea traseelor
- Timpul de propagare a datelor este optimizabil prin setarea intarzierilor la limita evitarii coliziunilor

În continuare, sistemul si metoda de comanda si control conform invenției sunt prezentate pe larg, în legătură cu figurile care reprezintă:

FIG. 1 reprezenare schematica a sistemului de comanda si control

FIG. 2 schema bloc a unei unitatii de proces

FIG. 3 schema de principiu sursa de alimentare

FIG. 4 organigrama de procesare pachet receptionat

FIG. 5 organigrama de manipulare functii locale

In FIG.1 se da un exemplu de structurare a sistemului de comanda si control conform inventiei care este format dintr-un numar $n = 1...2^{32}$ de unitati de proces **1**, indexate cu adresele lor logice 0001, 0002, ..., o unitate de proces master **2** si un sistem de comunicare radio **3** din aproape in aproape, de mica putere, cu diverse canale de frecventa stabile. Adresele au fost scrise in zecimal pentru a usura urmarirea expunerii. Codul real al acestora este in hexazecimal pe 16 sau 32 de biti, numarul maxim al adreselor fiind 2^{16} si, respectiv, 2^{32} .

Unitatea de proces **1** din FIG.2 este atasata fiecărei element de iluminat si este formata dintr-o unitate centrala **11**, un modul de transmisie/ receptie **12**, un circuit de analiza **13** a starii de functionare a elementului de iluminat, un set de senzori specifici **14** si un set de senzori nespecifici **15**, o sursa de alimentare **16** pentru unitatea de proces si o sursa de alimentare **17** a unui element de iluminat **18**. Unitatea centrala **11** este construita in jurul unui procesor RISC, de exemplu un microcontroller Microchip de 16 biti si include periferia necesara

pentru comanda si controlul celorlalte module, inclusiv partea analogica de amplificare a semnalelor de la senzori. Deasemenea, procesorul calculeaza si stocheaza puterea consumata de elementul comandat precum si timpul de lucru efectiv al acestuia. Modulul de transmisie/receptie 12 este comandat direct de procesor si poate fi un transceiver cu antena microstrip sau externa. Circuitul de analiza 13 a starii de functionare a elementului de iluminat utilizeaza doua canale de achizitie din sursa unui tranzistor de comanda, fiecare canal fiind amplificat separat. Un canal este integrator, este asincron, achizitionand curentul integral iar celalalt este fidel dinamicii, este sincron cu comanda, urmarind valorile de varf ale puterii injectate in lampa. Canalele sunt aplicate fiecare cate unei intrari analogice a procesorului. Intrarea dinamica este citita perfect sincron cu comanda de injectie de energie/ putere, analizand curentul de varf absorbit de elementul de iluminat. Comparatia dintre curentul de varf si cel mediu, corelata cu volumul de energie injectat furnizeaza informatii despre starea de functionare a lampii. Setul de senzori specifici 14 este format dintr-un senzor de temperatura externa S_{T1} , un senzor de temperatura interna S_{T2} , un senzor de lumina ambientala S_L si, optional, un senzor de prezenta/ miscare S_p si un senzor directionaal de lumina S_D . Senzorii specifici sunt prevazuti cu canale de amplificare si analizati direct cu intrarile analogice ale procesorului. Pentru setul de senzori nespecifici 15 se foloseste o interfata RS485 sau o intrare analogica. Sunt disponibile 16 adrese externe pe canalul RS485 de pe care se citesc pachete de date care, dupa includerea intr-un format specific, sunt transmise catre calculatorul master. Se creeaza astfel posibilitatea unei monitorizari necaracteristice iluminatului dar importante pentru utilizator ori sunt de interes public. Pe langa un tabel de date continand parametrii presetati, parametrii masurati si flagurile aferente, in memoria procesorului a fost prevazuta o partitie suplimentara pentru pachetele de date de la senzorii nespecifici.

In cazul in care modulul comandat este o lampa cu LED-uri, sursa de alimentare 17 reprezentata printr-o schema de principiu in FIG. 3 este un montaj in comutatie injectand pulsuri de lungime controlata, direct de o iesire PWM a procesorului. Pulsurile se aplica pe poarta unui JFET T si printr-o bobina L si transfera un puls de putere catre elementul de iluminat. In pauza dintre pulsuri, dioda D recupereaza energia acumulata in bobina L si o injecteaza tot in elementul de iluminat. Dimarea se realizeaza in trepte de $1/256$, fiind practic continua in domeniul permis tehnic de tipul de lampa existent. Stingerea si aprinderea se fac in trepte pentru a evita socurile in retea.

In sistem, unitatea de proces 1 functioneaza ca element adresat, element translator sau nod.

In FIG.1 se poate urmari un exemplu de implementare a metodei direct pe o structura de sistem. Colectia de sageti 3 reprezinta canalele radio prin care pachetele de date sunt transferate pe linie optimizata sau arbore, de la master la oricare unitate de proces, unul sau mai multe grupuri individualizate sau la toate unitatile de proces. Grupul se defineste la nivel de unitate de proces master, in lungul unui traseu cu caracteristici zonale asemanatoare, prin marcarea logica, in pachetul de date, a unitatilor de proces de start grup si stop grup. Unitatile de proces atasate lampilor cuprinse intre cele doua devin membre ale grupului. Acest lucru permite optimizarea comenzilor. Fiecare transfer de pachet este dublat de un feedback local pentru confirmarea receptiei intre unitatile vecine. Este deasemenea implementat logic un algoritm de feedback pana la unitatea de proces master pentru semnalizarea erorilor de retea sau de unitate comandata. Confirmarile si semnalizarile de eroare se transmit cu intarzieri presetate pentru evitarea coliziunilor.

Programul unitatii de proces 1, in acord cu metoda, a fost structurat pe doua sectiuni:

2) Procesarea locala - functii conexe comenzilor elementului comandat

In acord cu organigrama de procesare pachet receptionat din FIG. 4, comunicarea se efectueaza cu ajutorul modului de transmisie/ receptie 13 pentru care s-au creat proceduri specifice de transfer stringuri. La nivel imediat urmator se afla setul de proceduri de codare/ decodare a pachetului, proceduri care urmeaza un cod de protectie destinat apararii sistemului de eventuale tentative de intrare neautorizata. Deasupra acestora s-au implementat algoritmi de manipulare a pachetelor incluzand receptia, confirmarea receptiei, retransmisia si/ sau analiza locala a pachetului primit, in acord cu tabela de adrese stocata de fiecare unitate de proces. Deciziile sunt luate verificand corespondenta adreselor stocate cu adresele continute in stringul receptionat. Daca unitatea de proces receptoare nu este destinatarul pachetului, acesta este ignorat. La acest nivel s-a implementat si mecanismul de salt peste un interlocutor care nu raspunde catre vecinul de ordinul II pe directia mesajului si generarea mesajului de eroare aferent cu un delay de 0,1s. Ultimul nivel cuprinde analiza logica a pachetului si, daca este cazul, lansarea procedurilor conexe tipului de pachet. Primul octet dupa header indica lungimea pachetului iar urmatorul semnalizeaza tipul stringului. Astfel un bit din acest string indica modul de adresare respectiv 16 sau 32 biti, iar ultimii 4 biti contin tipul comenzii dupa cum urmeaza:

Cod comanda	Descriere comanda	Actiune
0	Confirmare	sterge flagul "astept confirmare"
1	Mesaj spre dispecer	se retransmite se executa daca adresa locala este tinta sau apartine grupului de tinte
2	Comanda imediata	se retransmite daca este adresata unitatii de proces locale sau unitatea locala nu este sfarsit de grup
3	Comenzi pentru schimbarea parametrilor si flagurilor	se executa daca adresa locala este tinta sau apartine grupului de tinte se retransmite daca este adresata unitatii locale sau unitatea locala nu este sfarsit de grup
4	Comanda de interogare	declanseaza transmisia spre unitatea de proces master a unui pachet care cuprinde tabela de parametri si, daca exista, tabela cu datele senzorilor nespecifici
5, 6... 15	rezerva	rezerva

Procesarea locala se realizeaza la nivelul unitatii de proces care este atasata elementului comandat si cuprinde functiile neconexe comunicatiei. La nivelul fiecarei unitati de proces 1, conform organigramei de manipulare functii locale din FIG.5, procesorul este programat sa citeasca si sa stocheze in tabela de date semnalele provenite de la senzori si sa ruleze un numar de proceduri corespunzatoare cate unei functii din cele enumerate mai jos:

- Mentinerea unui ceas de timp real, este asigurata prin generarea unei intreruperi la fiecare 2 sec. Secventa de intrerupere cuprinde segmentul de incrementare caracteristic pentru ceas, adica minute, ore, zile si segmentul de urmarire a diagramei orare, segment care seteaza diverse flag-uri in functie de atingerea momentelor prescrise in diagrama.
- Comanda elementului de iluminat se face in raport cu una din cele doua conditii activabile prin flag – uri

- diagrama orara, conform careia se seteaza nivelul de iluminare prescris pentru fiecare interval temporar, daca flag – ul aferent este setat
- senzorul de lumina ambientala, prin compararea nivelului de lumina masurat cu pragurile de aprindere si stingere prescrise, daca flag – ul aferent este setat; pragul de aprindere este totdeauna inferior celui de stingere, creand astfel un histerezis care elimina starile nedecise.
- Controlul intensitatii conform valorilor generate de functia anterioara in domeniul permis tehnic de lampa
- Variatiile de intensitate, inclusiv aprinderea/ stingerea/ dimarea sunt lente, neproducand socuri de sarcina in retea.
- Cresterea temperaturii peste pragul prevazut duce la limitarea automata a injectiei de putere in elementul de iluminat indiferent de comenzi, prevenind astfel distrugerea acesteia. Aceasta este o functie nedeactivabila contribuind in mod direct la schema de mentenanta a lampii. La o comanda care impune cresterea puterii, unitatea de proces genereaza si transmite mesaj de „eroare temperatura interioara”.
- Generarea mesajelor de eroare poate avea doua cauze:
 1. Interna, daca se detecteaza din analiza senzorilor proasta functionare a elementului de iluminat, inclusiv supraincalzire
 2. Externa, tipica retelei, daca un vecin nu confirma.
- Reactia la senzorul de miscare: aprindere / stingere sau crestere intensitate/ revenire la intensitatea anterioara dupa un timp presetat.
- Raspunsul la senzorul de lumina directionala reprezinta o functie colectiva destinata in principal iluminatului autostrazilor si consta in cresterea intensitatii si generarea unei comenzi de crestere a intensitatii pentru urmatoarele lampi, in directia de miscare a vehiculului. Numarul de lampi este setabil, intre 0 si 8.
- Capabilitatea de lucru in regim master: in lipsa unui calculator master, pentru un grup restrans sau izolat de elemente de iluminat, una dintre ele poate fi setata ca master, regim in care, fiecare decizie proprie, generata de analiza propriilor senzori este codata sub forma de comanda, cu bit-ul de grup setat si transmisa intregului grup. Daca setarile sunt coerente, grupul va functiona perfect sincron.
- Functia de nod constituie elementul prin care se implemeteaza arborescenta, ducand la o maxima flexibilitate a sistemului. Implementarea consta in setarea flag – ului de nod si atasarea unei tabele cu seturile de vecini de ord I si II din aval. Transferul informatiei se va efectua in acest caz:
 - in amonte spre vecinul de ord I si apoi II conform procedurii deja descrise
 - in aval, vecinul se va selecta conform instructiunilor din pachetul de date sau, daca flag – ul ‘all’ este setat, se vor baleia toate ramurile existente in tabela cu vecini.

Daca exista senzori nespecifici, datele acestora sunt deasemenea stocate. Comenzile de executie sunt prioritare fata de orice decizie locala cu exceptia cazului in care valoarea unui parametru critic de functionare a elementului comandat este in afara domeniului normal, exemplu temperatura interioara a depasit pragul critic de functionare a lampii cu LED-uri.

În continuare, se prezintă doua exemple de aplicare a sistemului si metodei specifice de comanda si control conform invenției.

EXEMPLUL 1

Implementarea metodei într-un sistem real cu calculator Master.

Fie o localitate cu 2200 de lampi stradale raspandite in trei cartiere rezidentiale, o zona centrala, zona garii, o zona de agrement, trei zone industriale, centura orasului si sase artere de intrare in oras, 29 de strazi si 42 de intersectii.

Se constituie urmatoarea secventa de pasi:

1. realizare retea fizica (montare) de lampi cu unitate de proces atasata si ID propriu
2. incarcare tabela de ID-uri montate corelate cu adresele fizice respectiv locatia precizata in harta retelei localitatii.
3. Se stabileste locatia dispeceratului unde este instalat programul monitor pe un calculator care devine din acest moment unitate de proces master. Calculatorului i se ataseaza un modul de transmisie/ receptie radio pe o conexiune USB.
4. Se definesc 49 de grupuri de lampi in acord cu impartirea logica a localitatii
5. Se definesc 10 trasee pentru optimizarea comenzilor
6. Se valideaza pentru fiecare grup sau lampa individuala setul de functii utilizabile in regim de lucru intern
7. Se introduce de catre un operator tabela cu adresele logice corelate cu adresele fizice ale celor 2200 de lampi. In acelasi timp si in aceeași tabela, in corelatie cu harta, se completeaza caracteristicile specifice – lampa individuala, apartinătoare de grup, nod, start sau end grup, ore de aprindere/ stingere/ dimare, praguri de dimare, una sau mai multe trepte de dimare, senzori specifici si nespecifici.

Valoarea pragului de dimare al lampilor este setat in functie de localizarea lor fizica, de exemplu:

60% reducere a intensitatii luminoase pentru toate lampile de iluminare arhitecturala, zona de agrement si zona centrala la ora 1,00.

50% reducere a intensitatii luminoase pentru toate lampile din zona garii ora 24,10.

35% reducere a intensitatii luminoase pentru lampile de iluminat cai de acces in oras si zona industrială la ora 23,10.

75% reducere a intensitatii luminoase pentru toate lampile de pe strazile din interiorul cartierelor rezidentiale, între orele 22,00 – 5,00.

20% reducere a intensitatii luminoase pentru toate lampile de pe centura localitatii.

Evident, procentele de dimare se hotarasc in functie de gradul de ocupare pietonal si de traficul nocturn auto statistic din fiecare zona vizata.

8. Se ruleaza programul de configurare retea pe calculatorul master. Din acest moment, interventia operatorului uman se opreste, configurarea facandu-se automat, cu ajutorul unui program dedicat care incarca adresele vecinilor de ordinul I si II si functia de nod, seteaza parametrii si invalideaza anumite functii in memoria fiecarei lampi prin transmiterea de stringuri specifice.

Primul pachet de date este trimis cu adresa destinatar fizic si adresa destinatar logic pe adresa lampii cea mai apropiata de locatia dispeceratului definita ca prima unitate de proces dupa unitatea de proces master, in care i se transmite ca este vecina de ordinul I in aval de calculatorul master. Lampa observa ca este atat destinatar logic cat si destinatar fizic, genereaza mesajul de confirmare, il transmite in amonte apoi isi proceseaza pachetul – il decodifica si-si salveaza in registri datele primite. Prin intermediul aceluiasi pachet i se

seteaza parametrii si senzorii specifici, ceasul de timp real, tabela de ore/ momente si praguri de dimare, precum si adresele vecinilor de ordinul I si II din aval.

9. Dupa ce confirmarea de receptie pachet a venit, calculatorul master seteaza, prin intermediul acestei prime lampi, urmatoarea lampa. Transmite pachetul de configurare cu adresa de destinatar fizic prima lampa si adresa destinatar logic a doua lampa. Sapte lampi receptioneaza mesajul dar, intrucat sase din ele nu se regasesc ca destinatar fizic, ignora pachetul. Prima lampa descopera ca este destinatar fizic dar nu si destinatarul logic asa ca transmite in amonte confirmarea de primire, reface pachetul dupa ce a inlocuit adresa destinatarului fizic cu adresa vecinului ei de ordinul I si-l retransmite. Asteapta confirmarea de primire. Dupa ce aceasta a venit, isi deseteaza bitul de asteptare confirmare. Noua lampi receptioneaza mesajul dar, intrucat opt din ele nu se regasesc ca destinatar fizic, ignora pachetul. Vecinul de ordinul I al primei lampi descopera ca este atat destinatar fizic cat si destinatar logic. Transmite in amonte confirmarea de primire apoi isi proceseaza pachetul primit. Acum are setate adresele vecinilor de ordinul I si II din aval si din amonte, setul de parametri, un numar de functii locale valide, un alt numar de functii locale invalide, etc, in functie de specificatiile introduse de operator in pasul 4. Se asteapta 100 ms si, daca nu a sosit mesaj de eroare, calculatorul transmite pachetul de setare a celei de-a treia lampi, cu adresa fizica a primei lampi si adresa logica a celei de-a treia lampa. Pe rand, se seteaza la fel restul lampilor, ciclul de setare a unei lampi fiind de maxim 10 ms. Presupunand ca la prima configurare nu exista unitati de proces sau corpuri de iluminat defecte, timpul total de setare a retelei va fi de maxim 6 minute.

10. Totusi, in cazul in care una dintre unitatile de proces nu primeste confirmarea de receptie pachet, genereaza un mesaj de lipsa confirmare si-l salveaza. Schimba adresa destinatarului fizic al vecinului de ordinul I cu adresa vecinului de ordinul II, marcheaza adresa vecinului de ordinul I ca defect in tabela proprie si retransmite pachetul. Dupa primirea confirmarii, asteapta 100 ms, verifica daca e liniste in retea apoi transmite in amonte mesajul de eroare confirmare, cu adresa destinatar fizic vecinul ei de ordinul I din amonte si destinatar logic unitatea de proces master. Validarea adresei vecinului defect se face numai la comanda unitatii de proces master.

Dupa configurarea retelei, sistemul de iluminat este complet functional. Sistemul se aprinde/ se dimeaza si se stinge la orele setate, procente setate. Din acest moment, fiecare lampa functioneaza in regimul de lucru setat dar toate au capabilitatea de:

1. scanare a functiilor validate si selectarea celor care pot genera decizii proprii
2. generare a deciziei cu privire la schimbarea starii de iluminat in acord cu parametrii setati, senzorii validati sau ceasul de timp real
3. verificare a prezentei / absentei unei comenzi externe (de la dispecer/ calculator Master) si substituirea deciziei anterioare cu cea exterioara, daca aceasta exista.
4. determinare a PWM-ului in acord cu comanda de la pasul 3.
5. aplicare a factorului PWM-ului determinat la pasul 4 pe driverele lampii (comanda corpului de iluminat cu analiza complexa a parametrilor functionali, in urma deciziei proprii sau la comanda externa)
6. analiza a curenților absorbiti de modulele corpului de iluminat prin citire si comparare cu tabela interna in scopul determinarii starii de functionare a corpului/ elementului de iluminat
7. generare a unui mesaj de eroare catre dispecer daca valorile curenților per modul sunt in afara zonei asteptate de buna functionare.
8. retransmisie a mesajelor de eroare din aval spre amonte

9. transmisie a mesajelor din amonte in aval, iar daca este nod, retransmisia se face pe directia indicata de master.

De la dispecerat se monitorizeaza continuu mesajele de eroare tip retea sau tip corp de iluminat si se pot genera periodic – setare ceas, comunicare momente de aprindere/ dimare/ singere si/ sau la cererea operatorului comenzi, pentru unul sau mai multe grupuri grupuri sau pentru o lampa individuala. De exemplu, daca un segment stradal sau mai multe intra in lucru pe perioada noptii, se deseteaza dimarea pentru lampile de pe segmentele de strada vizate, setandu-le in grupuri logice. Comenzile pot fi de executie, de setare, de interogare stare corp de iluminat si de preluare date de la senzorii nespecifici.

EXEMPLUL 2

Implementarea metodei intr-un sistem real fara PC Master, o parcare de magazin care are o retea de iluminat de 50 de corpuri.

Se configureaza reseaua cu ajutorul unui Laptop, mimand calculatorul master.

Se introduce tabela cu adresele logice corelate cu pozitia fizica ale celor 50 de lampi. Se defineste una dintre lampi ca unitate de proces master. Se definesc nodurile, daca exista ramificatii si se seteaza bitul All pentru toate ramificatiile. Se seteaza o ora orele de dimare sau o perioada/ perioadele dupa ora de aprindere ca moment/ momente de dimare si o treapta sau mai multe trepte de dimare. Se ruleaza programul de configurare retea pe laptopul care are atasat un modul de transmisie/ receptie radio pe o conexiune USB. Din acest moment, interventia operatorului uman se opreste, configurarea facandu-se automat.

Primul pachet de date este trimis lampii definita ca unitate de proces master, in care i se transmite ca este vecina de ordinul I in aval de calculatorul master. Prin intermediul aceluiasi pachet i se seteaza parametrii si senzorii specifici, ceasul de timp real, tabela de ore/ momente si praguri de dimare, precum si adresele vecinilor de ordinul I si II din aval. Prin intermediul acestei prime lampi, se seteaza urmatoarea lampa careia i se comunica adresele vecinilor de ordinul I si II din aval si cea a vecinului proxim din amonte, setul de parametri de buna functionare si se invalideaza celelalte functii locale.

Pe rand, se seteaza la fel restul lampilor, invalidandu-se functiile locale, lampile terminale de pe fiecare ramificatie avand bitul de end ramura setat.

Odata configurata reseaua, intregul grup va lucra in regim slave, lampa master luand toate deciziile pe baza functiilor locale proprii. In acest regim, fiecare decizie proprie, generata de analiza propriilor senzori este codata sub forma de comanda, cu bit-ul de grup setat si transmisa intregului grup. Reteaua astfel configurata, lucreaza sincronizat, la comanda lampii master.

Schema de semnalizare erori nu mai este relevanta, in acest caz mesajele de eroare generate din interiorul grupului fiind stocate in memoria nevolatila a lampii - unitate de proces master. Prezenta erorilor este semnalizata prin variatii ale intensitatii luminoase ale lampii master la o anumita ora din zi, o perioada de timp predefinita, o ora de exemplu, intre orele 7,30 si 8,30 dimineata. Preluarea mesajelor de eroare de la unitatea de proces a lampii master se face cu ajutorul unui calculator sau laptop de la o distanta de maxim 400 de metri de aceasta.

REVENDICARI

1. Sistemul de comanda si control caracterizat prin aceea ca, este format dintr-un numar maxim de 2^{32} de unitati de proces atasate fiecare cate unui element comandat, o unitate de proces master si un sistem de comunicare radio din aproape in aproape, de mica putere, cu diverse canale de frecventa stabile.
2. Sistemul de comanda si control conform revendicarii 1 caracterizat prin aceea ca, elementul comandat este un element de iluminat.
3. Sistemul de comanda si control conform revendicarii 2 caracterizat prin aceea ca, fiecare unitate de proces este formata dintr-o unitate centrala (11), un modul de transmisie/receptie (12), un circuit de analiza (13) a starii de functionare a elementului de iluminat, un set de senzori specifici (14) si un set de senzori nespecifici (15), o sursa de alimentare (16) pentru unitatea de proces si o sursa de alimentare (17) a unui element de iluminat (18).
4. Sistemul de comanda si control conform revendicarii 3 caracterizat prin aceea ca, circuitul de analiza a starii de functionare a elementului de iluminat utilizeaza doua canale de achizitie din sursa unui tranzistor de comanda, fiecare canal fiind amplificat separat, un canal este integrator si asincron, achizitionand curentul integral iar celalalt este fidel dinamicii, sincron cu comanda, urmarind valorile de varf ale puterii injectate in lampa, canalele sunt aplicate fiecare cate unei intrari analogice a pocesorului astfel incat intrarea dinamica este citita perfect sincron cu comanda de injectie de energie, comparatia dintre curentul de varf absorbit de elementul de iluminat si cel mediu, corelata cu volumul de energie injectat furnizand informatii despre starea de functionare a lampii.
5. Sistemul de comanda si control conform revendicarii 1 caracterizat prin aceea ca, fiecare unitate de proces are in memorie adresa proprie, adresele vecinilor imediati din amonte si aval, adresele vecinului de ordinul II din amonte si aval si un tabel de date continand parametrii presetati, parametrii masurati si flagurile aferente.
6. Sistemul de comanda si control conform revendicarii 1 caracterizat prin aceea ca, fiecare unitate de proces este configurata de calculatorul master, de la dispecerat.
7. Sistemul de comanda si control conform revendicarii 1 caracterizat prin aceea ca, fiecare unitate de proces este programata sa indeplineasca un set de functii de retea si un set de functii conexe comenzilor elementului comandat.
8. Sistemul de comanda si control conform revendicarii 1 caracterizat prin aceea ca, fiecare unitate de proces trece implicit in regim de lucru independent utilizand functiile conexe comenzilor elementului comandat, in lipsa comenzilor de la calculatorul master.
9. Sistemul de comanda si control conform revendicarii 1 caracterizat prin aceea ca, unitatile de proces au implementata functia de nod.
10. Sistemul de comanda si control conform revendicarii 1 caracterizat prin aceea ca, unitatile de proces calculeaza si stocheaza puterea consumata de elementul comandat precum si timpul de lucru efectiv al acestuia.
11. Sistemul de comanda si control conform revendicarii 2 caracterizat prin aceea ca, unitatile de proces calculeaza si stocheaza puterea consumata de elementul comandat precum si timpul de lucru efectiv al acestuia.

12. Sistemul de comanda si control conform revendicarii 1 caracterizat prin aceea ca, unitatile de proces pastreaza ora exacta si permit functii orare presetate.
13. Sistemul de comanda si control conform revendicarii 1 caracterizat prin aceea ca, fiecare unitate de proces poate achizitiona si transfera date de la senzori nespecifici la cererea calculatorului master.
14. Sistemul de comanda si control conform revendicarii 1 caracterizat prin aceea ca, unitatea de proces master poate fi una din unitatile de proces atasate unui element comandat.
15. Sistemul de comanda si control conform revendicarii 2 caracterizat prin aceea ca, fiecare unitate de proces poate comanda dimarea elementului de iluminat in 256 de trepte, in domeniul pe care-l permite tehnic tipul elementului de iluminat.
16. Sistemul de comanda si control conform revendicarii 2 caracterizat prin aceea ca, fiecare unitate de proces poate comanda aprinderea si stingerea in trepte pentru evitarea socurilor de putere in retea.
17. Sistemul de comanda si control conform revendicarii 1 caracterizat prin aceea ca, oricare unitate de proces poate functiona ca element adresat, element translator si nod.
18. Metoda de comanda si control a sistemului de la revendicarea 1 caracterizata prin aceea ca, legatura intre calculatorul master si unitatile de proces locale se realizeaza prin transfer de pachete de date din aproape in aproape, din amonte in aval si din aval in amonte, de la o unitate de proces la alta, pe linie optimizata sau arbore in functie de tipul de comanda, de la master la oricare unitate de proces, unul sau mai multe grupuri individualizate sau la toate unitatile de proces, fiecare transfer de pachet fiind dublat de un feedback local pentru confirmarea receptiei intre unitatile vecine si un feedback pana la unitatea de proces master pentru semnalizarea erorilor de retea sau de unitate comandata.
19. Metoda de comanda si control conform revendicarii 18 caracterizata prin aceea ca, transferul de date se face din aproape in aproape, fara trepte intermediare, cu posibilitatea de salt peste o adresa proxima, atat din amonte in aval cat si invers.
20. Metoda de comanda si control conform revendicarii 19 caracterizata prin aceea ca, adresa proxima peste care s-a executat salt este indexata ca defecta si revalidata numai la comanda de resetare a calculatorului master.
21. Metoda de comanda si control conform revendicarii 18 caracterizata prin aceea ca, optimizarea traselor se realizeaza prin instructiuni de nod generate de calculatorul master.
22. Metoda de comanda si control conform revendicarii 18 caracterizata prin aceea ca, permite reconfigurarea zonelor prin definirea de grupuri in acord necesitatilor in lungul unui traseu prin setarea logica a lampilor de start si de stop grup, prin pachete de date de la unitatea de proces master, lampile cuprinse intre lampa de start grup si lampa de stop grup devenind membre ale grupului.
23. Metoda de comanda si control conform revendicarii 22 caracterizata prin aceea ca, permite optimizarea comenzilor prin gruparea logica.

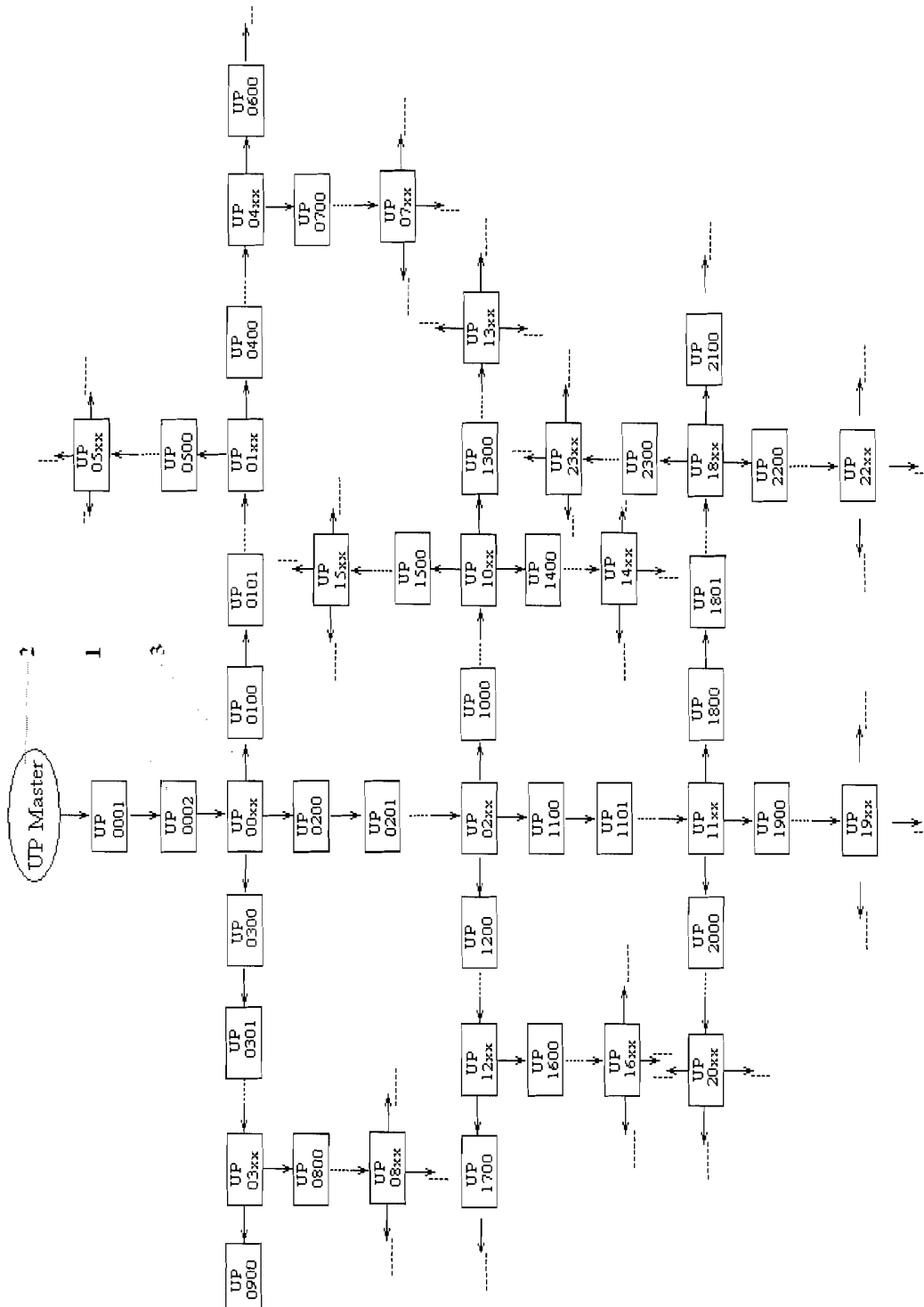


FIGURA 1

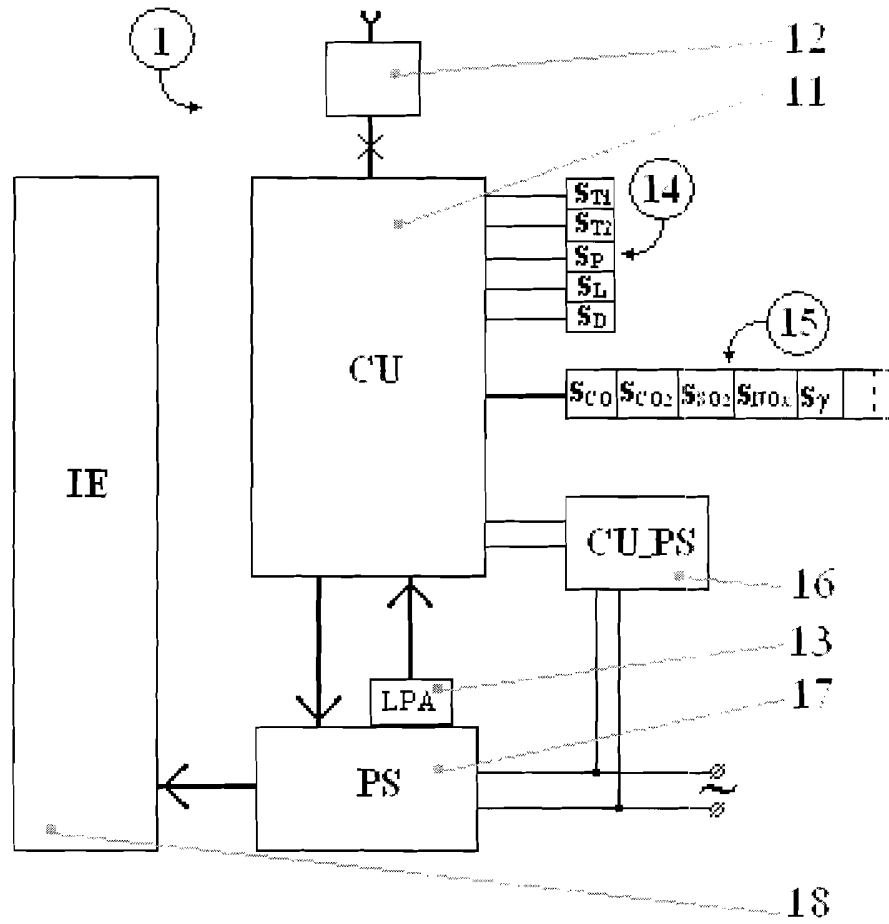


FIGURA 2

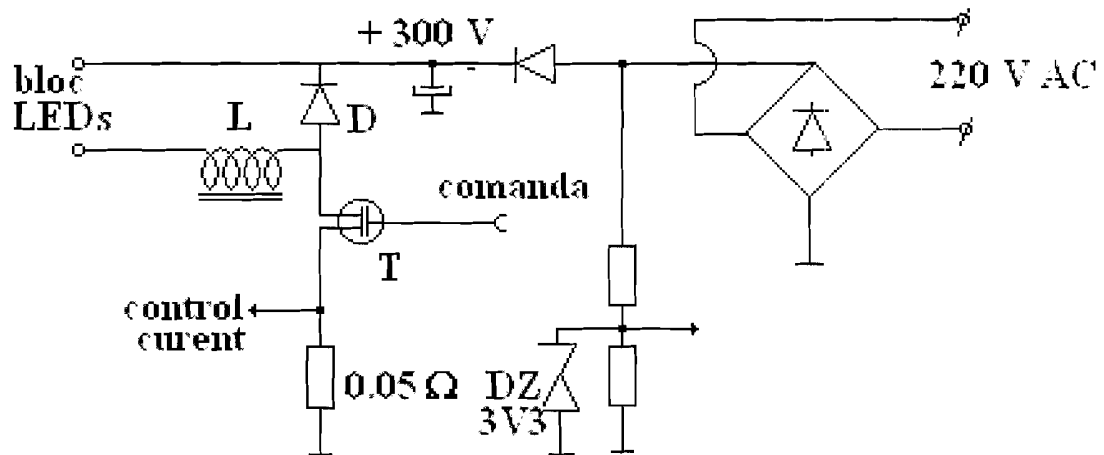


FIGURA 3

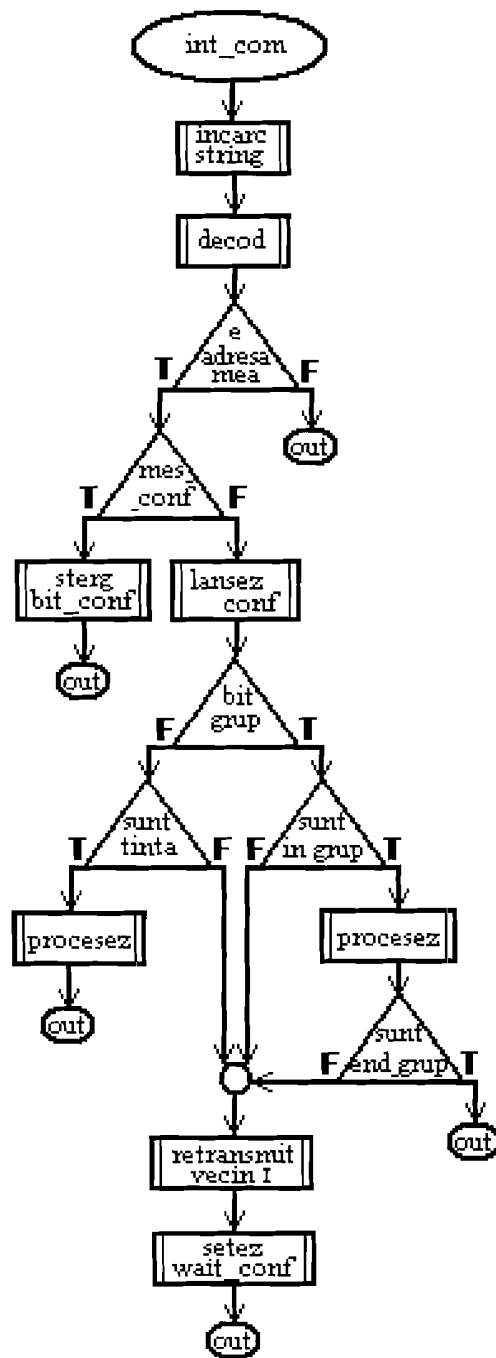


FIGURA 4

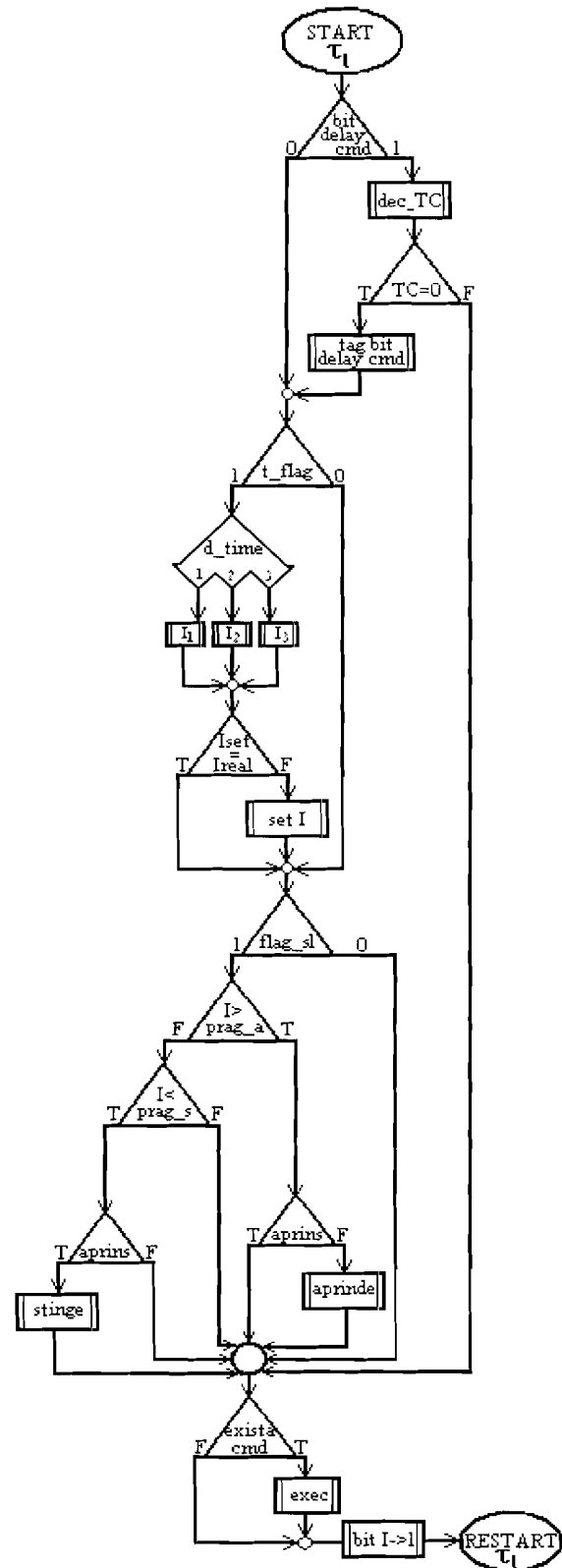


FIGURA 5