

INTEGRAREA SISTEMULUI DE ILUMINAT IN SISTEMUL TEHNIC COMPLEX AL CLADIRII INTELIGENTE

Cătălin Daniel GĂLĂȚANU
Universitatea Tehnică „Gh.Asachi” Iasi

Rezumat

Clădirea inteligentă se impune din ce în ce mai mult ca un standard de sine stătător, impus dispozitivelor și sistemelor automate care conlucrează pentru obținerea acestui atribut. Elementul caracteristic pentru noile generații de echipamente constă în automatul programabil. Pentru a putea fi integrat în mod real în structuri de management energetic care înglobează și sistemele de iluminat, aceste automate programabile trebuie să ajungă la performanțe care trebuie să le facă disponibile pe scară largă. Aceste performanțe se referă în primul rând la gabarit și preț de cost. După depășirea acestor bariere, integrarea acestor dispozitive poate schimba efectiv configurația schemelor electrice ale clădirilor.

1 Conceptul de clădire inteligentă

Atribuirea unei clădiri a calității de *inteligentă* încă nu este acceptată fără comentarii. Însă, în prezent, conceptul este din ce în ce mai utilizat, chiar dacă este descris prin definiții diverse. Una dintre cele mai cuprinzătoare definiții este cea a Institutului pentru Clădiri Inteligente (IBI) din Washington DC, SUA :

O clădire inteligentă este aceea care optimizează costurile de construire simultan cu impact minim asupra mediului, prin optimizarea celor patru elemente constitutive

- structură,
- sisteme,
- servicii,
- administrare,

precum și a interacțiunii dintre ele.

O clădire inteligentă ajută proprietarii, administratorii și ocupanții să-și realizeze obiectivele în privința costurilor, coabitării, siguranței, flexibilității pe termen lung, vandabilității.

Pentru a căpăta aceste valențe, pe lângă alte transformări de concepție, clădirea va fi echipată și cu instalații noi, în special din categoria sistemelor de comunicație. Aceste sisteme vor integra o familie nouă de dispozitive, care se bucură și ele de atributul de "INTELIGENTE". Aceste dispozitive fac parte din familia automatelor programabile. Costul acestora este în continuă și spectaculoasă scădere, astfel încât ele tind să devină, așa cum se încearcă să se demonstreze și în această lucrare, un nou ocupant al clădirii: DOMOTICA.

2 Arhitectura sistemelor automate pentru comanda iluminatului

Consecința principală a introducerii managementului energetic este integrarea sistemului de iluminat în sistemul complex al tuturor instalațiilor clădirilor. Implicațiile sunt atât de natură tehnică - în privința sistemului de automatizare - cât și informațională, complexitatea întregului sistem crescând spectaculos.

Arhitecturile utilizate pentru controlul iluminării includ:

- comenzi manuale;
- sisteme de control după program;
- sisteme de control centralizat;
- sisteme distribuite.

Comenzile manuale nu pot fi înlocuite de nici un sistem de automatizare, oricât de sofisticat ar fi. Ele trebuie menținute pentru a menține caracteristica "prietenoasă" a ambiantului, pentru că alfel apare sentimentul că omul este prizonierul mediului în care se află. Comanda manuală se realizează cu comutatoare și întreruptoare locale, de perete sau telecomenzi cu raze infraroșii.

Sistemele de control după program permit comanda simultan a mai multor

circuite de iluminat. Se pot folosi în spații multifuncționale (săli de conferință, amfiteatre).

Sistemele de control centralizat sunt mai performante, dispunând de un panou central de reglaj. Stațiile de control pot include procesoare și mai multe sisteme de control prestabilit sau manual. Aceste sisteme pot integra senzori de mișcare sau/și celule fotoelectrice putând fi conectate la un computer central. Unele sisteme permit controlul de la distanță (cu telecomandă) și pot fi conectate la sisteme audiovizuale.

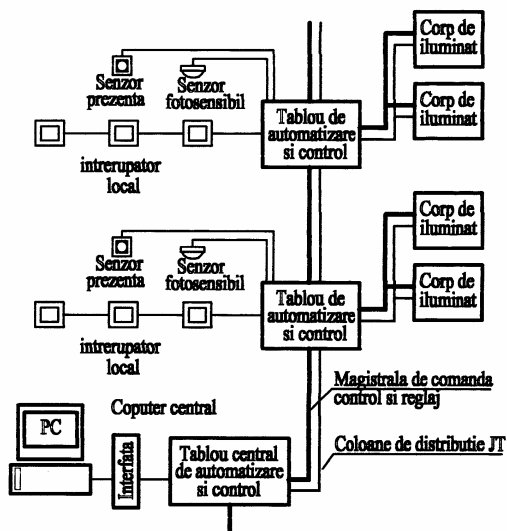


Figura 1 Schema unui sistem automat centralizat

În cazul spațiilor cu funcțiuni multiple (săli de conferință), pupitrul central permite corelarea controlului asupra unor multiple sisteme de iluminat.

Elementele componente ale unui sistem de control centralizat al luminii este prezentat în figura 1. Elementul principal este computerul central, conectat la un tablou central de distribuție și control prin intermediul unui modul de interfață. Computerul central procesează datele de intrare, determinând modificările cerute și inițiază acțiunea de executare a modificărilor. Computerul răspunde la un număr de condiții complexe de iluminat în spațiu, colectează date cu privire la putere și folosirea energiei, realizează rapoarte de administrare a energiei pe întreaga clădire, permite în orice moment monitorizarea stării sistemelor de iluminat ale tuturor încăperilor din clădire. Computerul primește date de la celulele fotoelectrice și senzorii de prezență conectați în sistem, procesează datele primite pe baza unui program

prestabilit și inițializează modificările necesare în sistem. Comenzile de comutare sau reglaj elaborate de computer sunt transmise la tablourile de automatizare și control secundare prin magistrala de date. Aceste tablouri comandă efectiv corpurile de iluminat din încăperi în funcție de posibilitățile lor reale de a răspunde. Astfel, corpurile de iluminat trebuie echipate cu lămpi cu descarcări care trebuie să dispună de balasturi electronice pentru a permite reglajul fin al fluxului luminos în funcție de comenzile primite.

Dezavantajele acestui sistem sunt generate de complexitatea lui deosebită, dată de tabloul de automatizare și control, care concentrează elementele de execuție (în sens general). Sistemul de automatizare rezultat are o topologie radială, cu circuite și conexiuni concentrate într-un singur punct. Rezultă că se ajunge la o rapidă saturare a computerului central în privința controlului în timp real al sistemului automatizat. Acest sistem nu mai este dezvoltat în prezent, implicațiile în privința fiabilității și mentenabilității determinând înlocuirea lui cu un alt tip de sistem, diferit conceptual, și anume sistemul distribuit.

Sistemele distribuite reprezintă cea mai evoluată concepție, permițând o reală implementare a principiilor managementului energetic. Elementul definitor este dispozitivul de automatizare inteligent, bazat pe microprocesor. Chiar dacă aceste tipuri de circuite electronice sunt cunoscute de multă vreme, evoluția lor este în continuare exponențială. Evoluează atât nivelul de integrare și deci al funcțiilor preluate pe un singur cip, dar și prețul lor scade în continuare. Acest aspect a permis utilizarea microcontrolerelor într-o proporție pe care o putem deja denumi "de masă". Datorită microcontrolerelor în jurul cărora se pot construi microsisteme autonome la prețuri foarte coborâte, cu mare imunitate la zgomote, configurația sistemelor automate se modifică (fig. 2). Elementul principal devine dispozitivul inteligent, integrat în construcția oricărui element al instalațiilor supuse managementului energetic. Pe lângă funcția de automat programabil (funcționând după strategii mai mult sau mai puțin complexe) orientat către obiectul automatizat, microcontrolerul preia și rolul informațional, el integrându-se prin intermediul unei magistrale de câmp într-un sistem complex,

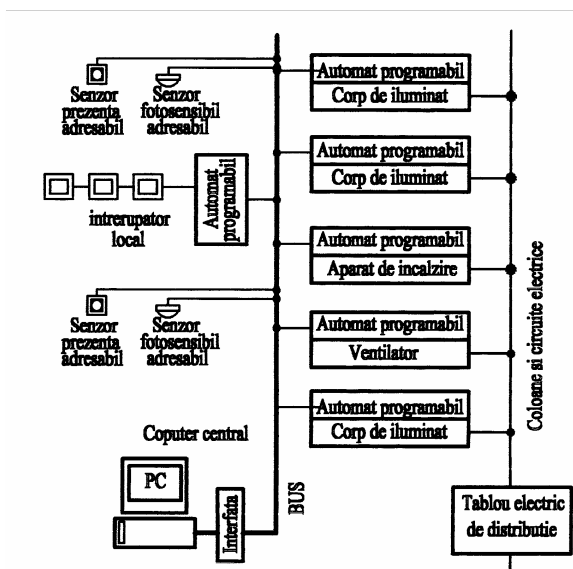


Figura 2 Schema unui sistem automat distribuit

în care computerul central este astfel degrevat de problemele de comandă și reglare locală.

O astfel de configurație a sistemului de automatizare integrează nu numai sistemul de iluminat, ci și celelalte sisteme ale clădirii: sistemul de control al accesului în clădire, sistemul de pază împotriva efracției, semnalizarea incendiilor, sistemele de încălzire, condiționare etc.

Creșterea complexității sistemului de automatizare atât din punct de vedere calitativ dar și cantitativ (prin interconectarea sistemului de iluminat cu celelalte sisteme) determină manifestarea unor proprietăți specifice sistemelor mari. Împlicațiile sunt importante, deoarece proprietăți esențiale, cum sunt *controlabilitatea sau observabilitatea* nu sunt garantate constructiv în aceste situații, rezultatul obținut pe ansamblu fiind incert.

3 Dispozitive automate inteligente

Domotizarea este un domeniu care se individualizează prin contradicția următoare: deși are un profil de specializare înaltă, rezervat pe partea de concepție automatiștilor și electroniștilor, implementarea se realizează prin intermediul inginerilor de instalații, al căror profil profesional este orientat însă predominant spre clădire. Această contradicție se rezolvă dacă se va îmbogăți specializarea inginerilor de instalații, transformându-i în posibili utilizatori ai tehnologiei specifice

domoticii. Prin activitatea didactică - universitară, autorul urmărește pregătirea viitorilor specialiști în instalații, aplicând metoda "cutiei negre" în lucrul cu dispozitivele domotice. Acest lucru se realizează numai dacă se pune la punct un sistem complet, bazat pe "butoane" și comenzi clare, care să poată face un specialist cu pregătire largă să poată stăpâni aceste dispozitive.

Atributul inteligenței îl aduce automatul programabil, care poate deservi cele mai diverse utilități, cu cele mai flexibile strategii de conducere. Baza automatului programabil este microprocesorul, cu subclasa orientată pe aplicații industriale - microcontrolerul.

Există disponibile în prezent automate programabile industriale, dar prețul lor, precum și faptul că nici un furnizor nu manifestă transparență totală pentru produsul său, a determinat autorul să procedeze la dezvoltarea unor astfel de automate programabile. Realizate în jurul unor microcontrolere al căror preț a ajuns comparabil cu cel al circuitelor integrate uzuale și având acces la toate resursele fizice, cu suportul software minim obligatoriu, aceste automate programabile constituie un instrument de lucru elegant, putând prelua sarcini specifice oricărei probleme de domotizare.

Pentru aplicații dedicate sistemelor de iluminat, dar cu mari resurse și pentru alte categorii de instalații, a fost utilizat microcontrolerul 80C32.

4 Microcontrolerul 80C32

80C32 este un microcontroler pe 8 biți ce face parte din familia MCS51. El conține:

- o unitate centrală de procesare pe 8 biți optimizată pentru controlul aplicațiilor;
- spațiu de adresare pentru memoria program de 64Ko;
- spațiu de adresare pentru memoria de date de 64Ko;
- 256 octeți de RAM;
- 32 de linii I/O adresabile bidirecțional și individual;
- trei timere / numărătoare pe 16 biți;
- UART full duplex;
- 8 surse/6 vectori de întrerupere cu două nivele de priorități
- oscilator încorporat.

Structura de bază pentru 80C32 este arătată în figura 3.

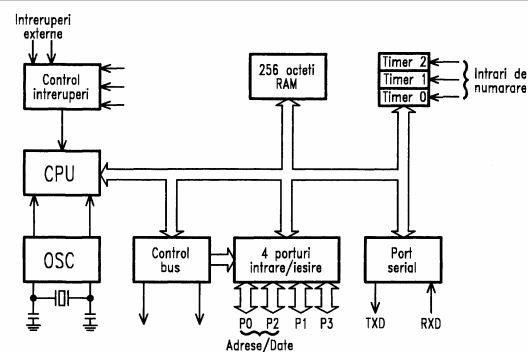


Figura 3 Schema bloc a microcontrolerului 80C32

Memoria program poate fi numai citită, CPU accesând-o cu ajutorul semnalului /PSEN. Aceasta conține codul binar al instrucțiunilor ce vor fi executate de către CPU. După resetarea microcontrolerului CPU începe execuția de la locația 0000H. Fiecare întrerupere are asignată o locație fixă în memoria program. Întreruperile determină CPU să execute un salt la locația care este asignată pentru execuția rutinii de tratare a întreruperii. Pentru execuția programului, portul P0 este utilizat ca bus de adrese și de date. Cu ajutorul semnalului ALE se reține partea low a adreselor emisă de P0 într-un latch. În același timp, portul P2 emite partea high a adreselor. Semnalul /PSEN strobează memoria program externă iar codul astfel obținut este citit și executat de către microcontroler.

Memoria de date poate fi internă sau externă. Memoria de date internă este mapată ca în figura 4. Acest spațiu de memorie este divizat în trei blocuri, care sunt referite ca partea low de 128, partea high de 128 și spațiul SFR. Partea low de 128 cuprinde 4 bancuri de câte 8 registre selectabile prin program, 16 octeți ce formează spațiul de memorie adresabil pe bit. Spațiul de memorie adresabil pe bit mai cuprinde încă 16 octeți aflați în zona SFR. Partea low de 128 poate fi accesată direct sau indirect. Partea high de 128 poate fi accesată numai indirect. Zona SFR este adresabilă numai direct și cuprinde porturile I/O, timerele, diverse registre de control a perifericelor etc. Memoria de date externă poate fi de maxim 64Ko. CPU generează semnalele /RD și /WR pentru a accesa memoria de date externă în citire sau scriere. Memoria de date externă poate fi accesată și ca memorie program dacă citirea memoriei se realizează cu ajutorul unui

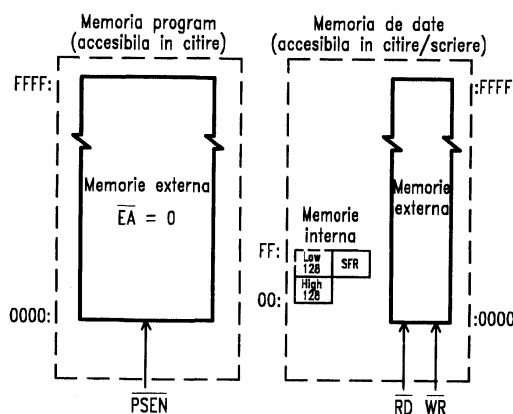


Figura 4 Schema accesării memoriei la 80C32

semnal obținut prin sumarea logică a semnalelor /PSEN și /RD.

Setul de instrucțiuni este optimizat pentru aplicații pe 8 biți. Este prevăzut cu diverse moduri de accesare a RAM-ului intern pentru a facilita operațiile cu zone de date mici. Setul de instrucțiuni mai cuprinde posibilitatea de a prelucra variabile pe un bit ca tip de date separat, permițând manipularea direct pe bit a sistemelor de logică și control ce necesită procesare booleană. Toate aceste resurse nu limitează dezvoltarea de aplicații orientate spre comanda sistemelor de iluminat, costurile menținându-se acceptabile.

5 Integrarea sistemului de comandă a iluminatului cu celelalte sisteme ale clădirii inteligente

Pentru ilustrarea implicațiilor care se manifestă datorită interacțiunii sistemului de iluminat cu celelalte sisteme ale clădirii inteligente, se prezintă în figura 5 situația tipică corespunzătoare domoticii hoteliere. În această situație se remarcă faptul că sistemul de iluminat este strâns dependent de celelalte funcțiuni automate, prioritate maximă fiind acordată sistemului de control al accesului și cele antiefracție.

Se poate observa rolul de concentrator local pe care îl preia automatul programabil, el trebuind să preia toate sarcinile tehnice corespunzătoare unui management energetic optim al încăperii.

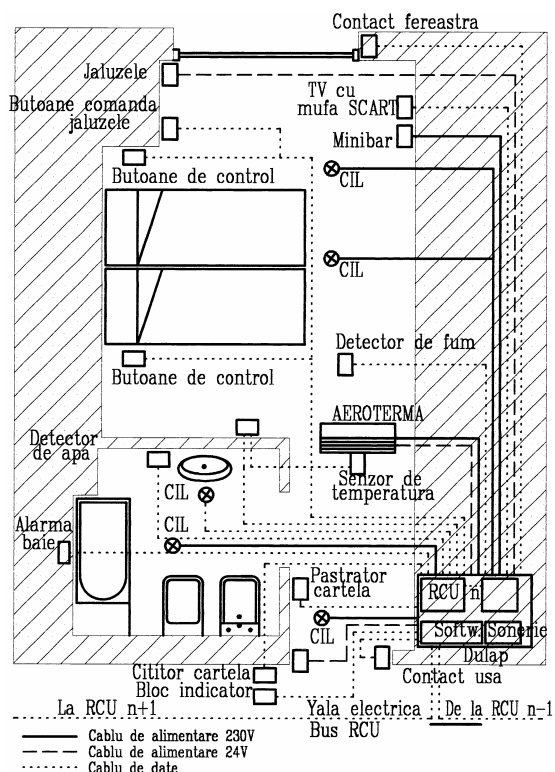


Figura 5 Schema tipică de domotică hotelieră

În funcție de sistemul de control al accesului, realizat prin intermediul cartelelor magnetice individualizate (personal de întreținere, administrație, client) se vor valida toate celelalte funcțiuni: încălzire și iluminat, consum apă, ventilație.

Schema care se impune în această situație este cea indicată în figura 2, în care automatul programabil este un nod al sistemului, toate ieșirile și intrările fiind ordonate în mod radial. Cerințele de ordin tehnic care decurg din această configurație se răsfrâng asupra automatului programabil în ceea ce privește ieșirile, care trebuie să poată comanda în mod individual un număr relativ mare de receptoare.

Intrările sunt digitale, fiind preluate de la butoane, traductori sau regulatoare de tip bipozițional

În figura 6 se prezintă schema electrică a automatului programabil dezvoltat de autor, cu detalierea blocului de ieșire tipic, care utilizează ca element de execuție triace de putere corespunzătoare, decuplate galvanic prin intermediul unor optocuploare.

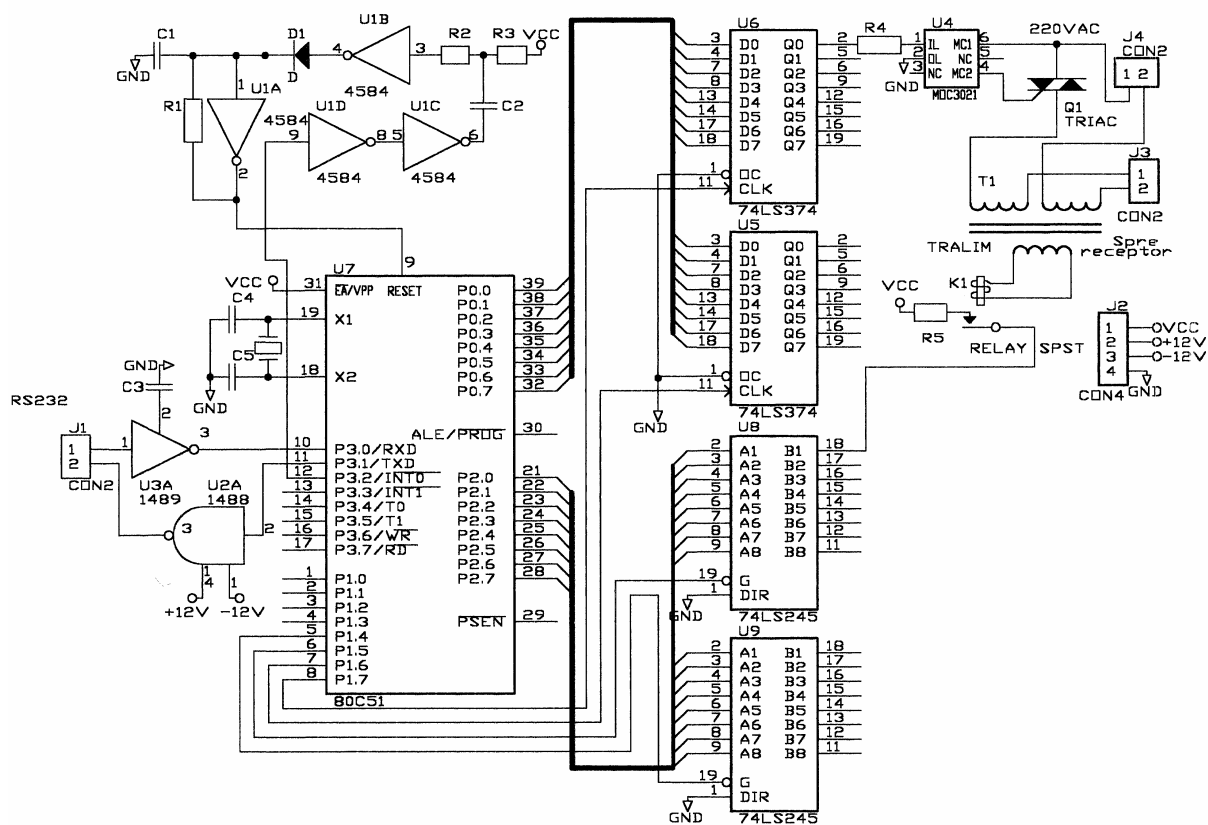


Figura 6 Schema automatului programabil

6 Probleme ale implementării automatului programabil

Schema adoptată se remarcă prin compactitate și simplitate, datorită faptului că microcontrolerul necesită puține circuite auxiliare. Se utilizează sistemul de watch-dog, obținut cu porțile circuitului U1. Acest sistem, este obligatoriu pentru astfel de aplicații, mai ales că măsurile de protecție și ecranare electrică sunt minime.

Pentru comunicația serială se utilizează standardul RS232, însă pentru utilizarea efectivă, și la distanțele reale din clădiri, este obligatoriu standardul industrial pentru comunicație serială RS485.

Pentru memoria program se utilizează EEPROM-ul intern de 4k octeți, suficient pentru aplicațiile de acest nivel de complexitate.

Circuitele de ieșire sunt realizate cu triace comandate prin optocuploare (MC3021, care conțin la rândul lor triace). S-a optat pentru această soluție datorită compactității ei, însă performanțele obținute sunt modeste, comutația introducând armonici peste nivelul acceptabil.

În schemă se indică utilizarea protecției diferențiale la curenți de defect, înglobarea acestei protecții completând utilitatea dispozitivului. Construcția transformatorului diferențial aferent este rezervată însă unui număr redus de furnizori.

6 Concluzii

Lucrarea prezintă realizarea unui automat programabil minimal, orientat pe domotica hotelieră, dar care permite demonstrarea modului în care comanda sistemului de iluminat se integrează în automatica clădirilor inteligente. Soluția propusă se supune unor exigențe economice deosebite, obiectivul final fiind automatul programabil al cărui preț să coboare sub 100 USD, pentru a putea asista apoi la implementarea pe scara largă a acestora.

8 Bibliografie

1. Marinescu B., Managementul sistemelor de iluminat integrate, Revista Ingineria Iluminatului 5-2000, p. 57-62
2. Bianchi C., Mira N. ș.a., Sisteme de iluminat interior și exterior, Editura MATRIX, București
3. *** DL137/D, Thyristor Device Data, Rev 7, Aug. 2000
4. *** Motorola, FAST and LS TTL Data, 1992
5. *** ATMEL – 8 bit Microcontroller with 4K Bytes Flash, Rev. 0265G-02/00

LIGHTING SYSTEMS INTEGRATION FOR INTELLIGENT BUILDINGS

Abstract

This paper present a programmable controller, developed with 80C32 and oriented for lighting systems. Connections and implication of this type of controller implementation are presented, in connection with the hotel domotics. The practical acceptable solution are finally analyzed from the economical point of view.

Cătălin Daniel GĂLĂȚANU

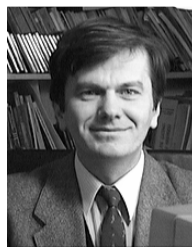
Dr. Conferențiar

Universitatea Tehnică "Gh. Asachi"

Str. Lascăr Catargi Nr.38, 6600-Iași

Fax: 032 214872

e-Mail: cgalatan@ce.tuiasi.ro



Absolvent (1987) al Facultatii de Electrotehnica. Titular al disciplinelor Automatizări în instalații, Măsurări în instalații și Proiectare asistată de calculator în cadrul Catedrei de Instalații pentru Construcții. A îmbunătățit formalismul reflexiei multiple, propunând renunțarea la factorii de formă. Este autorul a trei monografii și manuale, trei brevete de invenție, peste 50 lucrări științifice. Direcții de cercetare: Proiectare asistată de calculator, prin modelarea și simularea proceselor în MATLAB. Membru CNRI, Co-Director al CT8, Tehnologia Imaginii.

Intrat în redacție – 5.02.2001