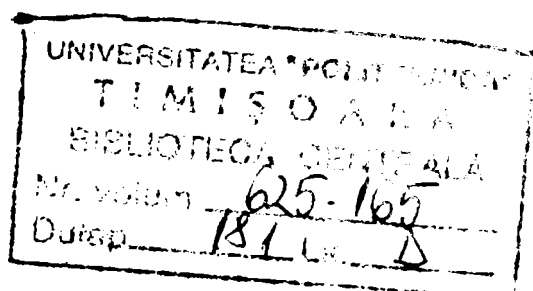


**UNIVERSITATEA POLITEHNICA TIMISOARA
FACULTATEA DE ELECTROTEHNICA**

Ing. SORINA HRISTEA

“Contribuții privind măsurarea puterii și energiei electrice folosind tehnica digitală. Realizarea unei instalații industriale de verificare metrologică a contoarelor de energie.”

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIȘOARA



**Conducător științific:
Prof. dr. doc. ing. CONSTANTIN SORA**

1999

CUPRINS

INTRODUCERE.....	1
1. CONSIDERATII GENERALE.....	4
1.1. Aparatura de măsură în sistemul energetic.....	4
1.2. Măsurarea și înregistrarea mărimilor electrice cu aparatură clasică.....	5
1.3. Măsurarea și înregistrarea mărimilor electrice cu aparatura digitală.....	6
1.3.1. Tehnica digitală de măsurare a mărimilor electrice cu variație lentă din sistemul energetic.....	6
1.3.2. Tehnica digitală de măsurare a mărimilor electrice cu variație rapidă din sistemul energetic.....	9
1.4. Condiții de verificare a contoarelor.....	11
1.4.1. Generalități.....	11
1.4.2. Schema bloc a unei instalații de testare folosind sistemul digital de măsură pentru verificarea metrologică a contoarelor de energie electrică SDMC.....	13
2. GENERATORUL OPTOELECTRONIC.....	15
2.1. Generalități.....	15
2.2. Descrierea comutatorului optoelectronic prin reflexie.....	20
2.3. Descrierea componentelor generatorului optoelectronic.....	23
2.4. Parametrii optimali ai COR-ului.....	23
2.5. Determinări experimentale.....	27
2.6. Concluzii.....	32
3. ELEMENTE DE CUANTIZARE A SEMNALELOR. CONVERTORUL ANALOG – NUMERIC.....	33

3.1. Generalități privind cuantizarea semnalelor.....	33
3.1.1. Cuantizarea neuniformă generalizată.....	37
3.1.2. Cuantizarea optimală.....	42
3.1.3. Cuantizarea uniformă a semnalelor neeșantionate.....	47
3.1.4. Cuantizorul real.....	57
3.2. Convertorul analog-numeric.....	65
3.2.1. Descrierea generală a convertorului analog-digital ADC-08-2 ca element de bază în construcția hardware a modulului de achiziții date analog-numerice MADAN-08.....	65
3.2.2. Caracteristica de transfer a convertorului analog-numeric bipolar.....	66
3.2.3. Relațiile de calcul între tensiunea de intrare și codurile de la ieșirea CAN.....	69
4. ALGORITMI DE CALCUL PENTRU MASURAREA PUTERII SI ENERGIEI ELECTRICE.....	71
4.1. Algoritmi de calcul pentru măsurarea puterii.....	71
4.2. Verificarea metrologică a contoarelor cu generator de impulsuri.....	73
4.2.1. Generalități.....	73
4.2.2. Stabilirea relațiilor de calcul pentru verificarea metrologică a caracteristicilor tehnice ale generatorului de impulsuri GICOR adaptat la contoare de inducție.....	75
4.3. Parametrii contoarelor echipate cu GICOR.....	79
4.4. Verificarea sistemului digital de măsură SDMC din punct de vedere metrologic.....	82
4.5. Schema logică de calcul a algoritmilor.....	85

5. SISTEMUL DIGITAL SDMC. PROGRAME CONCEPTE SI UTILIZATE IN SISTEMUL DE MASURA.....	90
5.1. Generalități privind sistemul digital de măsură SDMC-4.....	90
5.2. Prezentarea hardware a SDMC-4.....	90
5.3. Prezentarea software și a programelor pentru realizarea sistemului de măsură digital SDMC-4.....	95
5.3.1. Aspecte software generale.....	95
5.3.2. Prezentarea ordinogramelor și a variantelor de program implementate.....	97
5.4. Sistemul digital de măsură SDMC-10.....	100
5.5. Descrierea hardware a SDMC-10.....	102
5.6. Programele pentru experimentarea sistemului digital SDMC-10.....	104
5.7. Concluzii.....	116
6. VERIFICAREA EXPERIMENTALA A SISTEMULUI DE MASURA DIGITAL SDMC-10.....	117
6.1. Generalități.....	117
6.2. Verificarea experimentală a sistemului.....	119
7. CONCLUZII SI CONTRIBUTII.....	130
Bibliografie.....	132
Anexe.....	140

INTRODUCERE

Etapa actuală de dezvoltare a sistemului energetic se caracterizează printre altele prin evaluarea cât mai precisă a energiei electrice produse, transportate, distribuite și achiziționate în punctele de consum. Simultan se urmărește micșorarea pierderilor tehnologice în diferite instalații ale sistemului energetic și anume centrale, stații de transformare, linii de transport și de distribuție respectiv puncte de alimentare ale consumatorilor [55,74,84]. Drept consecință, se constată o preocupare tot mai mare pentru urmărirea permanentă a energiei electrice produse, transportate și achiziționate la diferite nivele precum și a mărimilor de bază (curent, tensiune) care influențează calitatea acestei energii [16].

Una dintre componentele importante ale activităților dintr-un sistem energetic privind folosirea rațională a energiei electromagnetice este cunoașterea și deci măsurarea cât mai exactă a energiei electrice furnizată diferiților consumatori.

Un rol important care trebuie menționat, în legătură cu măsurarea energiei electrice la consumator, îl are contorul de energie electrică, a cărui precizie trebuie verificată periodic conform buletinului INM descris în “Normele Tehnice de Metrologie NTM 4-33-83” [129], operație care se și realizează de fapt în laboratoarele de specialitate din cadrul Filialelor de Rețele Electrice ale RENEL. De asemenea, în acest sens atenția a fost îndreptată spre realizarea și dezvoltarea unui sistem de telemăsură și telegestiune a energiei electrice simbolizat STGEE, ca parte integrantă a teleconducerii din sistemul energetic, utilizând soluții cât mai ieftine pentru realizarea aparaturii simple și performante care poate fi încadrată în acest sistem.

Acest normativ precizează periodicitatea verificării contoarelor, iar dacă se are în vedere și numărul foarte mare de contoare existente în instalațiile energetice (cca. 8 milioane), rezultă importanța deosebită pe care o are creșterea productivității verificării acestora. În acest context se înscriu și problemele abordate în această teză.

Un obiectiv principal al tezei a fost elaborarea unei soluții tehnice pentru verificarea contoarelor electrice existente în instalațiile energetice, care în afară de simplitate respectiv fiabilitate să confere o productivitate mărită, eliminând practic erorile de verificare de natură subiectivă. Folosind corespunzător tehnica digitală și aparatura aferentă se asigură la cel mai înalt nivel caracteristicile tehnice impuse unei astfel de instalații. Preocupări pentru găsirea unor soluții noi sunt prezentate în literatura de specialitate din țară și din străinătate [5,53,60,66,67,68,69,79,85,86].

Contribuții importante în acest domeniu au fost aduse de specialiștii din ICEMENERG București, CIRE-Laborator Cercetare Deva, IAEM Timișoara, Filialele de Rețele Electrice Deva, Suceava, Iași, Timișoara precum și cadrele de specialitate din Universitatea "Politehnica" Timișoara, București și Iași. În vederea realizării și experimentării unei soluții noi de măsurare a puterii și energiei electrice, respectiv pentru verificarea contoarelor, autoarea a definitivat soluția tehnică prezentată în lucrare, în urma studiilor teoretice de cercetare și de laborator efectuate etapizat de-a lungul unei perioade de peste 10 ani.

În prezent se aplică practic cu succes soluția realizată la FRE Deva, Zalău, Bistrița, Oradea și Filiala de Centrale Electrice Mintia. Din punct de vedere tehnic, instalația realizată are performanțe asemănătoare cu instalațiile similare realizate în străinătate, dar din punct de vedere al prețului de cost, acesta este mult mai scăzut (de aprox. 2-3 ori).

O caracteristică importantă a instalației realizate, constă în faptul că se păstrează aparatura analogică din instalațiile existente (contoarele clasice de energie electrică), la care se atașează aparatura digitală impusă de noua metodă. Elementul component de bază în soluția propusă este adaptarea la contorul de energie electrică de inducție, a unui generator de impulsuri cu comutator optoelectronic prin reflexie simbolizat GICOR. Același generator de impulsuri a fost folosit de autoare atât pentru verificarea metrologică cu ajutorul unei instalații digitale a contoarelor de energie electrică, cât și pentru realizarea unor instalații de telemăsurare a puterii și energiei electrice care au fost amenajate în sectoarele experimentale ale sistemului energetic din CET Mintia și stația de transformare 110/20 KV "Decebal" Deva.

Pentru unitatea tematicii abordate în teză, autoarea s-a limitat numai la prezentarea soluției de verificare a contoarelor de energie electrică. În acest sens, s-a pus problema conceperii și realizării unui sistem care să permită verificarea tuturor tipurilor de contoare existente în exploatare, inclusiv a contoarelor numerice, cu intervenții minime de adaptare, eroarea introdusă de sistemul de măsură să fie neglijabilă comparativ cu clasa de precizie a instrumentelor verificate, și de asemenea elaborarea buletinelor de verificare conform normelor tehnice în vigoare să se realizeze operativ apelând la facilitățile oferite de perifericele sistemului de calcul.

Elaborarea tezei a necesitat consultarea bibliografiei de specialitate și optimizarea instalației concepute, având în vedere atât partea de construcție (hardware) cât și cea de programare (software). Contribuțiile importante care s-au finalizat practic în sistemul digital de verificare a

contoarelor de inducție, se găsesc prezentate detaliat în cuprinsul tezei, respectiv într-o formă sistematică în ultimul capitol.

Studiul efectuat presupune un regim normal de funcționare al sistemului energetic, care este un regim permanent sinusoidal. Pe toată durata acestui regim se poate considera că mărimile electrice variază lent de la o stare la alta, astfel încât într-un interval de timp relativ scurt, se poate considera că mărimile citite cu ajutorul aparatelor de măsură cu ac indicator de către personalul din exploatare, rămân practic constante. Abaterile și erorile față de acest regim influențează rezultatele obținute în instalație, în măsura în care contorul electric utilizat ca element primar în sistemul digital de verificare răspunde corect condițiilor impuse (se încadrează cel puțin în clasa de precizie a aparatelor de măsură cu ac indicator 1).

*
* *

Elaborarea lucrării de față s-a făcut sub îndrumarea permanentă și generoasă a conducătorului științific prof. dr. doc. ing. Constantin Sora, care prin intervențiile avute a contribuit în mare măsură la finalizarea acestei teze, motiv pentru care îi mulțumesc și cu această ocazie.

Materializarea concepției noi de realizare a contorului cu disc la care a fost adaptat generatorul de impulsuri cu comutator optoelectronic prin reflexie, nu ar fi fost posibilă fără colaborarea fructuoasă și îndelungată, în principal cu, colectivul Laboratorului de Cercetare Deva din cadrul CIRE București precum și înțelegerii manifestată de director ing. Cazan Cornel de la FRE Deva. La fel trebuie menționat sprijinul acordat de Institutul Național de Metrologie București și în vederea atestării metrologice a soluției realizate. Tuturor autoarea le adresează calde mulțumiri și rămâne profund îndatorată.

De asemenea, autoarea mulțumește membrilor Catedrei de Electrotehnică a Universității "Politehnica" din Timișoara și în mod cu totul special d-lui prof. dr. ing. Toader Dumitru, pentru sugestiile făcute și înțelegerea de care au dat dovadă pe durata elaborării tezei.

1. CONSIDERATII GENERALE

1.1. Aparatura de măsură în sistemul energetic

Se știe că, aparatura de măsură folosită în sistemul energetic, trebuie să țină seama de regimul de funcționare al acestuia. Astfel, dacă mărimile electrice variază lent (regim normal de funcționare), acestea pot fi citite și înregistrate de personalul din exploatare. Un astfel de regim se consideră atunci când trecerea de la o stare la alta a sistemului se produce atât de lent încât pentru un interval de scurtă durată, de aproximativ 60 secunde, mărimile electrice nu-și schimbă practic valoarea efectivă și evident, se păstrează variația sinusoidală cu frecvența de 50 Hz. Problema măsurării mărimilor electrice (curenți, tensiuni), se pune altfel în regim tranzitoriu, considerat ca un regim de avarie. Acest regim este de scurtă durată, de maxim câteva secunde, și în care variația mărimilor electrice este foarte rapidă, iar citirea acestora se poate face numai prin utilizarea unei aparaturi analogice speciale sau a unei aparaturi digitale, care permite înregistrarea mărimilor pe durata în care sistemul funcționează în acest regim [3,9,64,74,77].

Pornind de la aceste considerente, aparatele de măsură și control existente în primele etape de dezvoltare ale sistemului energetic au fost concepute și realizate astfel:

- aparate de măsură analogice cu ac indicator pentru urmărirea comportării în exploatare în regim normal de funcționare a agregatelor de producere a energiei electrice din centrale electrice, a echipamentelor din rețelele electrice de transport și distribuție precum și din punctele de alimentare ale consumatorilor;
- aparate analogice specializate pentru înregistrarea mărimilor electrice în regim tranzitoriu de funcționare, în vederea analizei comportărilor la solicitări termice și dinamice ale echipamentelor din structura sistemului energetic, precum și pentru analiza și studierea comportării protecției prin relele a echipamentului de automatizare în regim tranzitoriu periodic și aperiodic.

Se consideră obișnuit că, în regim normal de funcționare, mărimile electrice de bază (curent, tensiune, putere, frecvență) citite de personalul din exploatare sunt practic constante și deci eroarea de măsurare este dată de clasa de precizie a instrumentelor.

În regim tranzitoriu, datorită vitezei mari de variație ale mărimilor, nu se pot utiliza instrumentele clasice pentru citirea acestora, ceea ce impune înregistrarea fiecărei mărimi în parte cu ajutorul unei aparaturi specializate de tip osciloperturbograf. Unul din dezavantajele pe care îl prezintă instrumentele clasice de măsurare folosite în regim normal de funcționare, constă în faptul că memorarea datelor de interes se poate face numai prin intervenția personalului din exploatare care execută aceste operații la anumite intervale de timp (în general din oră în oră) [5,6,7,12,55,85].

Dezvoltarea și complexitatea sistemelor energetice au impus cunoașterea mai exactă a mărimilor specifice, ceea ce se poate realiza prin: achiziționarea, prelucrarea și stocarea datelor în regim normal de funcționare apelându-se la tehnica de calcul; controlul proceselor tehnologice complexe în regim normal și în regim de avarie; simularea diferitelor mărimi analogice în laboratoare dotate cu modele fizice ale sistemului energetic și studierea regimurilor de funcționare în condiții cât mai apropiate de cele reale.

Pentru executarea acestor activități se impune atât înregistrarea mărimilor electrice cu variație lentă de la o stare la alta în regim normal de funcționare, cât și înregistrarea mărimilor electrice cu variații rapide pe durata regimului tranzitoriu de funcționare al sistemului energetic.

În aceste condiții, tehnica de înregistrare a mărimilor electrice s-a deplasat în ultimul deceniu din domeniul analogic către domeniul digital.

1.2. Măsurarea și înregistrarea mărimilor electrice cu aparatură clasică

Pentru măsurarea individuală a mărimilor electrice (curent, tensiune, frecvență, putere, energie) în sistemul energetic se utilizează aparatura analogică care se poate clasifica în: aparate electromagnetice, magneoelectrice și electrodinamice cu ac indicator (voltmetre, ampermetre, watmetre, varmetre); aparate de inducție având sistem mecanic de înregistrare și afișare a mărimilor măsurate (contoare electrice de inducție).

Utilizarea acestor tipuri de instrumente este limitată la domenii de frecvență restrânse (50 Hz de cele mai multe ori), o precizie acceptabilă fiind obținută doar în regim sinusoidal.

Pentru măsurarea și înregistrarea centralizată a mărimilor electrice se utilizează aparatura analogică realizată sub forma unor oscilografe sau

perturbografe în cazul regimurilor tranzitorii, respectiv instrumente înregistratoare pentru regimurile permanente.

Aparatura analogică pentru măsurarea individuală a mărimilor electrice prezintă următoarele dezavantaje cunoscute: nu poate fi utilizată pentru realizarea unui sistem de măsură și înregistrarea analogică centralizată; precizia de citire și de măsurare este mică; nu permite memorarea informațiilor; timpul de răspuns mare nu permite măsurarea mărimilor electrice cu variații rapide.

Funcționarea optimală a unui sistem energetic impune realizarea unei instalații de măsură centralizată, la nivel de dispecer local, teritorial sau național. Utilizând aparatura clasică de măsură, realizarea unui astfel de sistem este dificilă deoarece cu aceste instrumente practic nu se pot determina mărimile decât în regim permanent de funcționare, iar pe de altă parte la aceste instrumente mărimea de ieșire este un cuplu, care pentru a putea fi transmis la distanță necesită convertirea acestuia într-o mărime electrică. Convertirea cuplului mecanic într-o mărime electrică impune utilizarea unui traductor specializat.

Metodele numerice de măsurare și analiză a semnalelor electrice prin tehnica digitală aferentă permit obținerea unei clase de precizie corespunzătoare din punct de vedere tehnic, permițând în același timp și transmiterea la distanță a mărimilor măsurate, respectiv memorarea acestora timp îndelungat. Dezvoltarea tehnicii digitale și a celei de calcul numeric din ultimele decenii a permis implementarea metodelor numerice de măsură și în sistemele energetice [82,84,85]. Se remarcă de asemenea faptul că metodele numerice, respectiv tehnica digitală permite măsurarea mărimilor electrice atât în regim permanent cât și în regim tranzitoriu. Un pas înainte a fost făcut prin trecerea la metodele de măsurare ce utilizează eșantionarea, cuantizarea și determinarea prin calcul numeric a puterii și energiei [6].

1.3. Măsurarea și înregistrarea mărimilor electrice cu aparatura digitală

1.3.1. Tehnica digitală de măsurare a mărimilor electrice cu variație lentă din sistemul energetic

Din punct de vedere al gradului de complexitate, aparatura digitală folosită în sistemul energetic se clasifică astfel [53,85]:

- aparatura de complexitate redusă care se limitează la măsurarea mărimilor electrice lente cu variație sinusoidală la frecvența industrială de 50 Hz în principal în regim de funcționare permanent;
- aparatura de complexitate medie la care se impune finețea prelucrării mărimilor analogice rapide la frecvența de 50 Hz cu conținut bogat în armonici în regim de funcționare de avarie;
- aparatura de complexitate mare la care prelucrările mărimilor analogice rapide sunt riguros realizate într-un domeniu larg de frecvență și în regim tranzitoriu [9,60,62,74].

Tehnica de măsurare digitală oferă câteva avantaje nete în comparație cu sistemul de măsurare analogic, cum sunt: datele numerice pot fi prelucrate, transmise și memorate cu erori extrem de mici; posibilitatea de memorare a datelor numerice permit determinarea mărimilor ce impun o prelucrare a semnalelor din sistemul energetic existente anterior.

În ultimul timp sistemul digital de măsură este folosit din ce în ce mai mult la informatizarea următoarelor activități: achiziționarea și prelucrarea datelor; controlul proceselor industriale complexe; în laboratoarele de cercetare-dezvoltare unde se cere o flexibilitate ridicată dictată de natura activității de cercetare și de caracteristicile temelor abordate.

În sistemul energetic, în cazul aplicațiilor pentru măsurarea mărimilor în regim permanent cu frecvența mai mică sau egală cu 50 Hz, se aplică aparatura digitală cu grad de complexitate redus structurată de regulă în jurul unui microcalculator de proces [11,44,52].

Sistemul de măsură cu microcalculator de proces oferă avantaje deosebite privind vizualizarea și analiza mărimilor electrice controlate. În principal, mărimile de interes sunt eșantionate și discretizate în amplitudine, adică cuantizate prin conversie analog-numerică, iar apoi odată prelucrate sunt memorate în cadrul sistemului. Elementul principal la intrare îl constituie un convertor analog-numeric, care realizează conversia fiecărui semnal de intrare într-o matrice $N \times 256$ (la sistemele de calcul cu lungimea cuvântului de 8 biți), respectiv într-o matrice $N \times 2^{16}$ (la sistemele de calcul pe 16 biți). Cele N poziții pe orizontală sunt determinate de frecvența de eșantionare, iar pozițiile de pe verticală de valoarea semnalului analogic supus eșantionării. Frecvența de eșantionare trebuie să fie suficient de ridicată pentru evitarea pierderii detaliilor din semnale [67,68,81,82].

Intrucât aria de aplicabilitate este foarte largă, pentru înregistrarea mărimilor electrice în sistemul energetic s-au efectuat studii și cercetări care s-au materializat prin realizarea unei aparaturi digitale de complexitate redusă, ce permite înregistrarea și prelucrarea mărimilor analogice în regim normal de funcționare (permanent) cu o frecvență de cel mult 50Hz. În lucrare se prezintă sistemul digital de măsurare a puterii și energiei electrice ca parte integrantă a sistemului de telemăsură și telegestiune (STGEE), dar cu aplicație directă privind verificarea contoarelor de inducție. Autoarea și-a propus ca în următoarea etapă să concretizeze și un sistem pentru măsurarea și înregistrarea mărimilor electrice rapide care apar în regim de funcționare tranzitoriu (de avarie) cu amplitudine și frecvență ridicată (perturbograf digital).

La baza cercetării și realizării unei aparaturi performante pentru înregistrarea mărimilor electrice din sistemul energetic într-un regim permanent a căror variație este sinusoidală și cu frecvența de până la 50 Hz, au stat în principal convertorul analog-numeric și microcalculatorul de proces construit în jurul unui sistem de calcul pe 8 biți (etapa 1986-1992) respectiv un sistem de calcul pe 16 biți (etapa 1993 și până în prezent).

Conform normelor metodologice privind verificarea contoarelor de energie electrică elaborate de Institutul Național de Metrologie, s-a impus realizarea unui sistem informatic de telemăsură și telegestiune a energiei electrice care a fost propus și realizat de către ICEMENERG în colaborare cu ISPE București și care a realizat următoarele funcții: măsurarea tensiunii, curentului și puterii cu traductoare de tensiune, curent, putere de fabricație indigenă sau din import; măsurarea energiei electrice cu, contoare din exploatare la care s-a adaptat un generator de impulsuri (fabricație indigenă) sau contoare electronice din import [19,60,62,67,86].

În cadrul prezentei lucrări s-a studiat și s-a realizat ca parte integrantă în sistemul de telemăsură și telegestiune a energiei electrice, un sistem digital care realizează următoarele funcții:

- măsurarea tensiunii și curentului cu traductoare de tensiune și curent din țară sau din import;
- măsurarea puterii la un moment dat și a puterii medii precum și măsurarea energiei electrice cu contoare de inducție având adaptat un generator de impulsuri cu comutator optoelectronic prin reflexie tip GICOR (CGICOR).

Soluția de măsurare a puterii la un moment dat și a puterii medii, precum și a energiei electrice utilizând contoare de inducție cu GICOR a fost fundamentată în cadrul studiilor și cercetărilor pe care le-am efectuat în colaborare cu specialiștii din cadrul CIRE București și Laborator SCP-

Cercetare Deva, lucrări care s-au finalizat practic prin realizarea aparaturii digitale (sisteme informatice) și structuri din cadrul STGEE și anume:

- generator de impulsuri cu comutator optoelectronic prin reflexie (GICOR) care poate fi adaptat la toate tipurile de contoare de inducție existente în exploatare în sistemul energetic național;
- structura sistemului STGEE concepută atât din punct de vedere hardware cât și software-ul de utilizare, în următoarele variante constructive: CGICOR - microcalculator MADAN-STAR; CGICOR – microcalculator PC-AT.
- realizarea și atestarea metrologică a modulului de achiziții date analog-numerice pe 4 canale tip MADAN-08;
- realizarea și atestarea metrologică a sistemului digital de măsură pentru verificarea metrologică a contoarelor de energie electrică cu generator de impulsuri în două variante constructive de utilizare: contor etalon (CE) - MADAN-08 – CUBZ (cu microcalculator pe 8 biți CUBZ) simbolizat SDMC-4 (etapa 1986-1992); contor etalon (CE) – modul achiziții date pe 32 canale – PC-AT 386 (cu microcalculator pe 16 biți AT INTEL 386) simbolizat SDMC – 10 (etapa 1993 și până în prezent).

1.3.2. Tehnica digitală de măsurare a mărimilor electrice cu variație rapidă din sistemul energetic

Regimul de avarie al sistemului energetic este un regim tranzitoriu, care poate să apară pe parcursul exploatării din cauza unor perturbații apărute în agregatele sau echipamentele din centrale și rețele electrice, precum și din cauza unor defecțiuni de izolație urmate de scurtcircuite mono sau polifazate [9,74,93].

Regimul de avarie al sistemului energetic are următoarele particularități: durata de funcționare în regim de avarie este limitată la câteva secunde datorită suprasolicitării agregatelor și a echipamentelor din structura sistemului; mărimile electrice pot avea amplitudini și frecvențe mult mai mari decât cele în regim normal de funcționare.

Inregistrarea mărimilor analogice și numerice pe durata avariei utilizând tehnica numerică de calcul reprezintă în prezent preocupările multor specialiști din țară și străinătate [57,64].

În aceste regimuri, mărimile electrice pot să varieze în amplitudine și frecvență de la valori caracteristice regimului normal de funcționare, până la valori care pot fi înscrise într-o bandă foarte largă, ca de exemplu

scăderea tensiunii la valori foarte mici și creșterea amplitudinii curentului la valori foarte mari. Valorile la care ajung aceste mărimi sunt aleatorii, depinzând de mulți parametri. În acest caz, aparatura digitală pentru prelucrarea mărimilor de intrare folosind microcalculator de proces (transformatoare de curent, tensiune, etc.), trebuie să îndeplinească o serie de condiții în funcție de opțiunile de înregistrare a acestor mărimi. De asemenea se pun o serie de condiții în funcție de necesități pentru convertoarele analog-numerice precum și pentru modulele de achiziție, prelucrare și memorare a datelor.

Condiția de asociere corectă a traductoarelor de curent și tensiune cu microcalculatorul de proces presupune rezolvarea următoarelor probleme: mărimile electrice să fie redată într-o plajă prestabilită cu o precizie cât mai mare, ca amplitudină, frecvență și formă de variație a semnalului; depășirea amplitudinii semnalului stabilită ca limită maximă prescrisă să nu producă defecțiuni hardware în circuitele electronice ale microcalculatorului.

În plus se pune și problema stabilirii algoritmilor de calcul software pentru determinarea valorilor momentane și medii ale mărimilor, în diferite intervale ale perioadei de înregistrare.

Rezultatele cercetărilor efectuate în domeniul tehnicii digitale de proces materializate în SDMC-4 respectiv SDMC-10 ca parte integrantă pentru măsurarea și înregistrarea mărimilor analogice cu sistemul STGEE încadrat în sistemul energetic, au fost utilizate de către autoare în prezent și la optimizarea parametrilor în structura aparaturii necesare realizării unui sistem digital pentru măsurarea mărimilor electrice rapide.

Sistemul digital realizat în prima fază ca model experimental de osciloperturbograf digital folosind software-ul de proces adecvat, a fost experimentat în colaborare cu Catedra de Electrotehnică de la Universitatea "Politehnica" Timișoara, la probe și încercări pentru măsurarea mărimilor electrice rapide în stațiile de transformare de 110/20 KV Salonta (FRE Oradea), IUM Tg. Jiu (FRE Tg. Jiu) și stația Unirea (FRE Bistrița).

Preocupările de viitor vor fi axate pe studierea configurației hardware și a relațiilor de calcul (implementare software) pentru testarea soluției de realizare a locatorului de defect pentru liniile electrice aeriene utilizând microcalculatoare de proces specializate.

1.4. Condiții de verificare a contoarelor

1.4.1. Generalități

Contorul de energie electrică este un aparat de măsură utilizat în permanență de un număr enorm de consumatori de energie electrică. Fabricarea contoarelor de energie electrică are din acest motiv, caracterul unei producții de serie. Pe de altă parte este un instrument în baza căruia se facturează energia electrică, motiv pentru care verificarea acestora este reglementată prin STAS NTM 4-33-83 [129]. Toate acestea au impus crearea de metode și instalații pentru etalonarea și verificarea contoarelor cu următoarele caracteristici [19,60,62,67,127]: precizie ridicată; productivitate foarte mare; un grad de automatizare ridicat.

Datorită operațiilor complexe pe care le implică etalonarea și verificarea, atât metodele cât și instalațiile s-au dezvoltat, astfel încât crearea unei instalații digitale de măsură care să permită aceste lucruri, a fost imperios necesară.

Principala caracteristică a determinării erorii de măsurare a unui contor, este faptul că indicația acestuia nu este o valoare determinată instantaneu, ci o înregistrare în timp, ceea ce conduce la un timp de testare mult mai lung decât în cazul celorlalte aparate de măsură. Din acest motiv productivitatea ridicată necesară se realizează prin testarea simultană a unui număr cât mai mare de contoare.

Sistemul digital de măsură realizat în cele două variante constructive permite verificarea a 4 canale de intrare (contoare de energie electrică) în varianta SDMC-4 și respectiv 32 de canale de intrare în varianta SDMC-10.

Clasa de precizie a contoarelor de energie se stabilește în funcție de erorile relative de măsurare, determinate pentru diverse regimuri de funcționare. În general, pentru orice mărime măsurată eroarea relativă este exprimată matematic prin relația [3,4,94]:

$$\varepsilon[\%] = \frac{W_{\text{masurat}} - W_{\text{etalon}}}{W_{\text{etalon}}} \times 100 \quad (1.1)$$

unde: $W_{\text{măsurat}}$ este energia înregistrată de contorul testat; W_{etalon} este energia măsurată de contorul considerat etalon (GANZ EHF-3).

Probele metrologice [129] la care este supus un contor includ variația curentului de sarcină în intervalul 5% - 100% din curentul

nominal (de bază) și variația factorului de putere în intervalul 0,8 capacitiv – 0,5 inductiv.

Contoarele trifazate sunt testate atât în regim de sarcină echilibrată cât și cu încărcare pe o singură fază. Pentru fiecare probă contorul trebuie să aibă o eroare de măsurare mai mică decât limitele stabilite în standardele Institutului Național de Metrologie [129]. Astfel procedura de verificare a contoarelor necesită mai multe probe pe lângă cea de determinare a clasei de precizie, care reclamă un timp de măsurare de ordinul minutelor.

Tot în cadrul verificării performanțelor metrologice, sunt incluse teste care nu necesită determinarea erorii de măsurare. Pragul de sensibilitate este dat de curentul minim la care începe să se rotească discul contorului și nu trebuie să depășească 0,5% din I_n în condiții nominale de tensiune și defazaj. Verificarea mersului în gol constă în absența rotației discului în condițiile alimentării contorului doar cu tensiune, în intervalul 80% - 110% din tensiunea nominală U_n [67,68,69].

De asemenea contoarele de energie electrică mai sunt verificate și din punct de vedere al performanțelor mecanice și al stabilității în funcționare, deci din punct de vedere al integrității.

Verificarea metrologică este o etapă legală care se efectuează de către Laboratoarele PRAM ale Filialelor de Rețele Electrice ale RENEL, asupra contorului fabricat și sigilat. Ea reprezintă totalitatea operațiilor metrologice ce se execută cu scopul constatării faptului dacă performanțele și caracteristicile aparatului se încadrează sau nu în limitele impuse de STAS [129]. Operația necesită determinarea erorii de măsurare a contorului la fiecare probă în parte și acordarea calificativului “admis” sau “respins”. Si în acest caz eficiența este dată de viteza de determinare a erorilor de măsurare.

Complexitatea acestor operații care totuși nu se execută în timp real, a condus la necesitatea realizării unei instalații digitale eficiente de testare industrială a contoarelor de energie electrică.

SDMC-4 presupune verificarea simultană a 4 contoare de energie electrică activă sau reactivă și este prezentat în continuare cu toate probele și verificările metrologice la care este supus. Buletinele de încercare elaborate cu acest sistem de măsură sunt aceleași ca și în cazul SDMC-10 cu mențiunea că folosind sistemul de verificare construit în jurul unui microcalculator de proces pe 16 biți se pot verifica simultan maxim 32 contoare.

1.4.2. Schema bloc a unei instalații de testare folosind sistemul digital de măsură pentru verificarea metrologică a contoarelor de energie electrică SDMC

Instalațiile de determinare a erorilor sunt destinate atât etalonării cât și verificării metrologice, metodele folosite în cele două operații fiind aceleași. Din motive de productivitate a muncii, aceste instalații sunt prevăzute cu un număr cât mai mare de posturi de testare simultană. Schema bloc a părții de putere care intră în componența oricărei instalații, realizată conform metodei de testare, și care utilizează sistemul digital de verificare a contoarelor de energie electrică simbolizat SDMC, este prezentată în fig. 1.1.

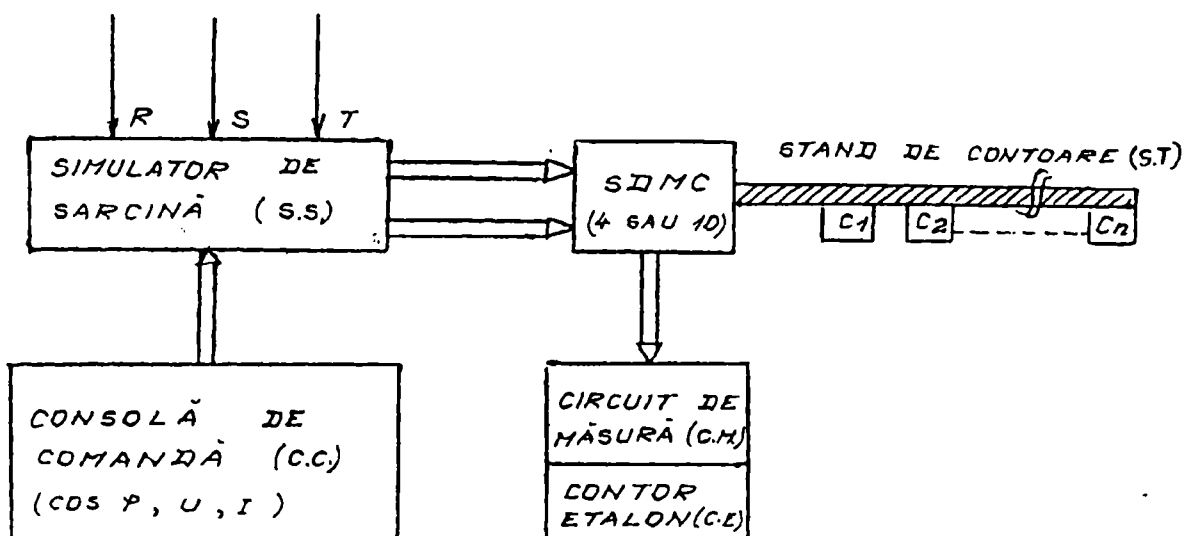


Fig. 1.1. Schema bloc a unei instalații de testare folosind sistemul digital de măsură pentru verificarea metrologică a contoarelor de energie electrică SDMC

unde:

$C_1 \dots C_n$, reprezintă contoarele supuse verificării; dacă $n=4$ se verifică 4 contoare de energie electrică, utilizând sistemul SDMC-4, iar dacă $n=32$ se verifică 32 contoare de energie electrică, utilizând sistemul SDMC-10.

Standul de contoare ST asigură conectarea rapidă a contoarelor de energie electrică $C_1 \dots C_n$ în circuit, acestea fiind parcurse de același

curent și conectate la aceeași tensiune, defazată față de curent cu un unghi identic reglabil.

Simulatorul de sarcină trifazat SS furnizează aceste mărimi reglabile (curent, tensiune și defazaj), permițând funcționarea contoarelor în toate regimurile prevăzute de normele INM [129]. Simulatorul de sarcină cuprinde pe lângă elementele de acționare și comutare și transformatoare de curent, de tensiune precum și un decalor de fază. Proba dorită se specifică la consola de comandă notată CC.

Un alt element necesar în toate instalațiile de testare este circuitul de măsură CM care poate avea destinații diferite. În principal acesta conține transformatoare de măsură care permit utilizarea aparatului etalon (contor etalon CE) pe același domeniu, independent de proba la care funcționează contoarele testate.

Verificarea contoarelor de energie electrică folosind sistemul SDMC folosește metoda contorului etalon de determinare a erorilor. Această metodă asigură o determinare directă a erorii pe baza indicațiilor contorului etalon și a contorului testat conform relației generale de definiție (1.1)

Ca și aparat etalon se folosește un contor etalon CE de tip GANZ EHF-3 care este un contor electronic cu clasa de precizie 0,2 și care se montează în circuit înseriind circuitele de curent cu cele ale contorului de verificat, modul de conectare depinde de tipul contorului și de felul energiei înregistrate. Durata impulsului emis de CE este 40 μ s, iar amplitudinea acestuia este de 15V.

Constanta contorului etalon este $k=1,8 \times 10^7$ imp./kWh pentru o tensiune nominală $U_n = 100V$ și un curent nominal $I_n = 1A$ sau aceeași constantă poate avea valoarea $k=3,6 \times 10^6$ imp./kWh pentru $U_n = 100V$ și $I_n = 5A$. Clasa de precizie 0,5 este o limită a contoarelor etalon de inducție [53,60,64,67,84,99,104,107,129].

Această metodă care folosește practic un contor “pilot” de aceeași structură și precizie cu cele testate, dar etalonat pentru o eroare nulă într-un punct de funcționare, este cunoscută în literatura de specialitate [67,68] sub denumirea de “*metoda sincronismului*” și este cel mai frecvent utilizată în verificarea contoarelor electrice, motiv pentru care este folosită și în sistemul digital realizat de autoare.

2. GENERATORUL OPTOELECTRONIC

2.1. Generalități

În vederea contorizării centralizate a energiei electrice în sistemul energetic, lucrările de cercetare au fost direcționate spre înlocuirea contoarelor cu disc existente cu contoare numerice, sau conceperea unui dispozitiv care să poată fi atașat contoarelor aflate în exploatare.

Soluția de înlocuire a contoarelor existente cu contoare numerice are dezavantajul unor costuri ridicate precum și a imposibilității realizării tehnice a acestei operații într-un timp limitat, motiv pentru care s-a optat pentru realizarea unor dispozitive atașabile contoarelor existente și care să nu implice operațiuni pretențioase din punct de vedere tehnologic. În literatura de specialitate [34,41,44,60,67] sunt prezentate mai multe soluții de realizare a unor asemenea dispozitive. În acest sens se remarcă două variante: dispozitiv mecanic adaptat al contorului; dispozitive electronice care să nu afecteze angrenajul mecanic al acestuia.

În instalația de măsurare a energiei electrice folosind metode numerice, generatorul optoelectronic reprezintă elementul cu ajutorul căruia rotațiile discului contorului clasic sunt transformate într-un tren de impulsuri electrice. La această transformare se utilizează fenomenul de reflexie optică. Acest tip de traductor (optoelectronic) este analizat în literatura de specialitate [84,85], stabilindu-se în principiu condițiile tehnice de realizare.

Cercetările au fost îndreptate spre găsirea unor soluții pentru preluarea mărimilor primare din procesul energetic. Ținând cont de posibilitățile oferite de familia optocuploarelor și în special de comutatoarele optoelectronice prin reflexie (COR), s-au imaginat o serie de soluții apte să rezolve problema preluării mărimilor analogice de prelucrat, fără intervenții și modificări mecanice la echipajele mobile (disc contor, etc.). În paralel, s-a avut în vedere și ca mărimea să fie preluată fidel, astfel încât să se păstreze clasa de precizie a instrumentului și să se realizeze timpi de răspuns satisfăcători.

Ca urmare a posibilităților de utilizare eficientă a sistemelor de calcul și în domeniul supravegherii și conducerii instalațiilor energetice, COR se constituie a fi o soluție ideală pentru trecerea de la măsurarea analogică la tratarea digitală a ei, în vederea memorării și prelucrării ei la un nivel superior. Deoarece s-a impus urmărirea consumurilor energetice la consumatorii industriali, a fost necesară găsirea rapidă a unor soluții de

preluare a indexului contor fără intervenții la sistemul mecanic disc contor și fără a influența funcțional contorul de energie electrică.

Soluția COR-ului s-a dovedit a fi ideală atât în ideea telegestiunii cât și pentru verificarea metrologică a contoarelor în cadrul unui sistem digital.

Astfel, prin vopsirea în negru mat a unor sectoare ale discului contor, COR-ul oferă posibilitatea citirii cu precizie a succesiunii sectoarelor vopsite și a celor nevopsite, realizându-se astfel preluarea în timp real a rotațiilor de la discul contor. Se realizează astfel conversia rotațiilor în impulsuri care se prelucrează în continuare atât în durată cât și în amplitudine, pentru a obține compatibilitate cu sistemul de calcul, problema fiind ușor de rezolvat în condițiile folosirii circuitelor integrate specializate.

Pentru a evita înlocuirea tuturor contoarelor de energie electrică existente în sistemul energetic național, cu contoare noi prevăzute cu generator de impulsuri în vederea măsurării energiei electrice, precum și pentru a reduce cheltuielile suplimentare destinate măsurării puterii și energiei, a fost studiat și realizat un generator de impulsuri cu comutator optoelectronic prin reflexie simbolizat generic GICOR. Schema de principiu a GICOR-ului este prezentată în fig. 2.1.

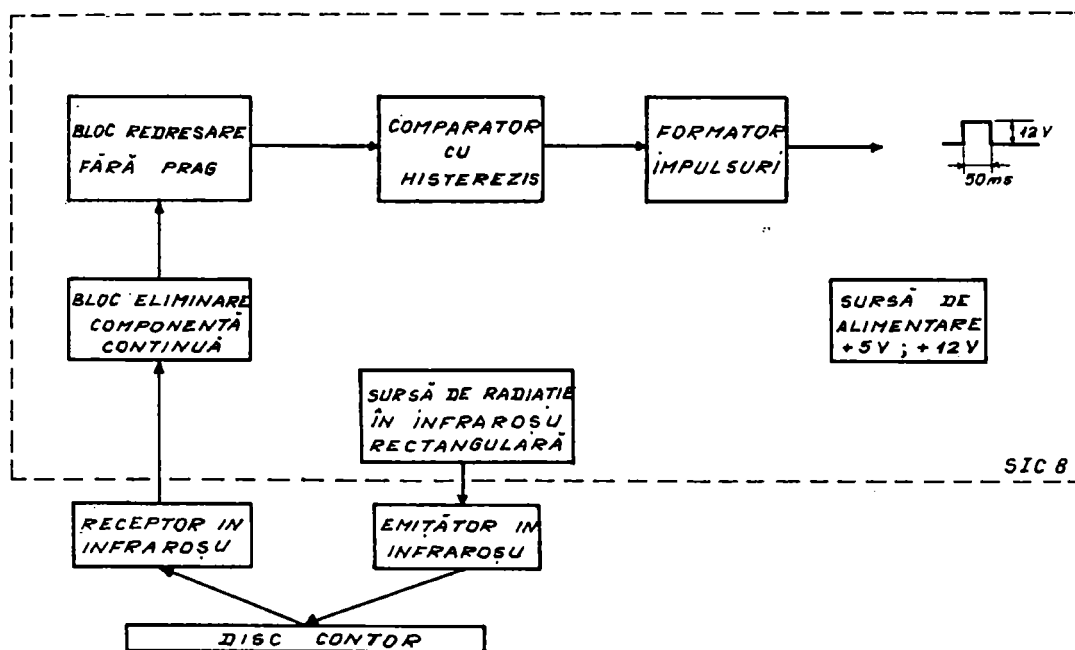


Fig. 2.1. Schema bloc a GICOR

În conceperea generatorului de impulsuri, s-a avut în vedere ca acesta să nu modifice caracteristicile contorului căruia i se atașează,

respectiv montarea acestuia la diversele tipuri de contoare existente în exploatare să fie cât mai simplă. Implementarea soluției adoptate în instalațiile existente a impus rezolvarea următoarelor probleme: tehnologia sectorizării discului de Al pentru toate tipurile de contoare existente în exploatare (Ganz, Schlumberger, AEM, Krizik, Siemens, etc.); tehnologia de montare a COR-ului pentru toate tipurile de contoare existente în exploatarea sistemului energetic; optimizarea distanței între planul de reflexie/absorbție a discului și sursa de radiație, respectiv recepția radiației în infraroșu pentru tipurile de contoare existente în exploatare; tehnologia reglării și verificării contoarelor la care s-a montat COR-ul.

Aplicarea soluției noi de conversie a diferitelor mărimi electrice în tren de impulsuri, având frecvență direct proporțională cu viteza de rotație a echipamentului electromecanic, cu ajutorul comutatorului optoelectronic prin reflexie, prezintă un mare avantaj întrucât nu necesită realizarea unor anexe speciale pentru adaptarea acestuia la echipajul mobil al contorului [14,65,67,81,82].

La stabilirea condițiilor tehnice privind parametrii de calcul ai generatorului de impulsuri, s-a adoptat soluția ca numărul de impulsuri al generatorului GICOR pentru o rotație a discului să fie $c=4$ imp./rot., având în vedere următoarele: pentru calculul puterii instantanee, numărul de impulsuri integrate într-un interval de timp $t_m=60s$, trebuie să fie suficient de mare pentru ca sistemul de telemăsură să aibă cel puțin clasa de precizie 1 pentru toate tipurile de contoare existente în exploatare atât la puterea nominală P_n cât și la puterea $0,1 P_n$; pentru adaptarea generatorului de impulsuri (GICOR) la toate tipurile de contoare existente, operația de segmentare a discului de Al în 8 sectoare este cel mai ușor de executat; eroarea relativă a perioadei de variație a impulsurilor la o rotație completă a discului contorului să nu depășească 2%; limitarea la minim a informației ce trebuie memorată în procesul de verificare a contoarelor.

Sesizarea fracțiunilor de rotație ale echipamentului mobil al contorului se face deci practicând pe discul de Al patru sectoare vopsite în negru mat [60,67,81,82].

În literatura de specialitate [67] sunt prezentate și variante la care pentru o rotație a discului contorului, numărul de impulsuri generate este 24, 48 sau 64. Numărul ridicat de impulsuri pentru o rotație a discului și numărul mare de contoare dintr-o stație de transformare necesită achiziția și prelucrarea unei cantități importante de informații. Acest lucru implică

o viteză sporită de prelucrare în timp real pe de o parte, respectiv posibilități mărite de înmagazinare a acestor informații pe de altă parte.

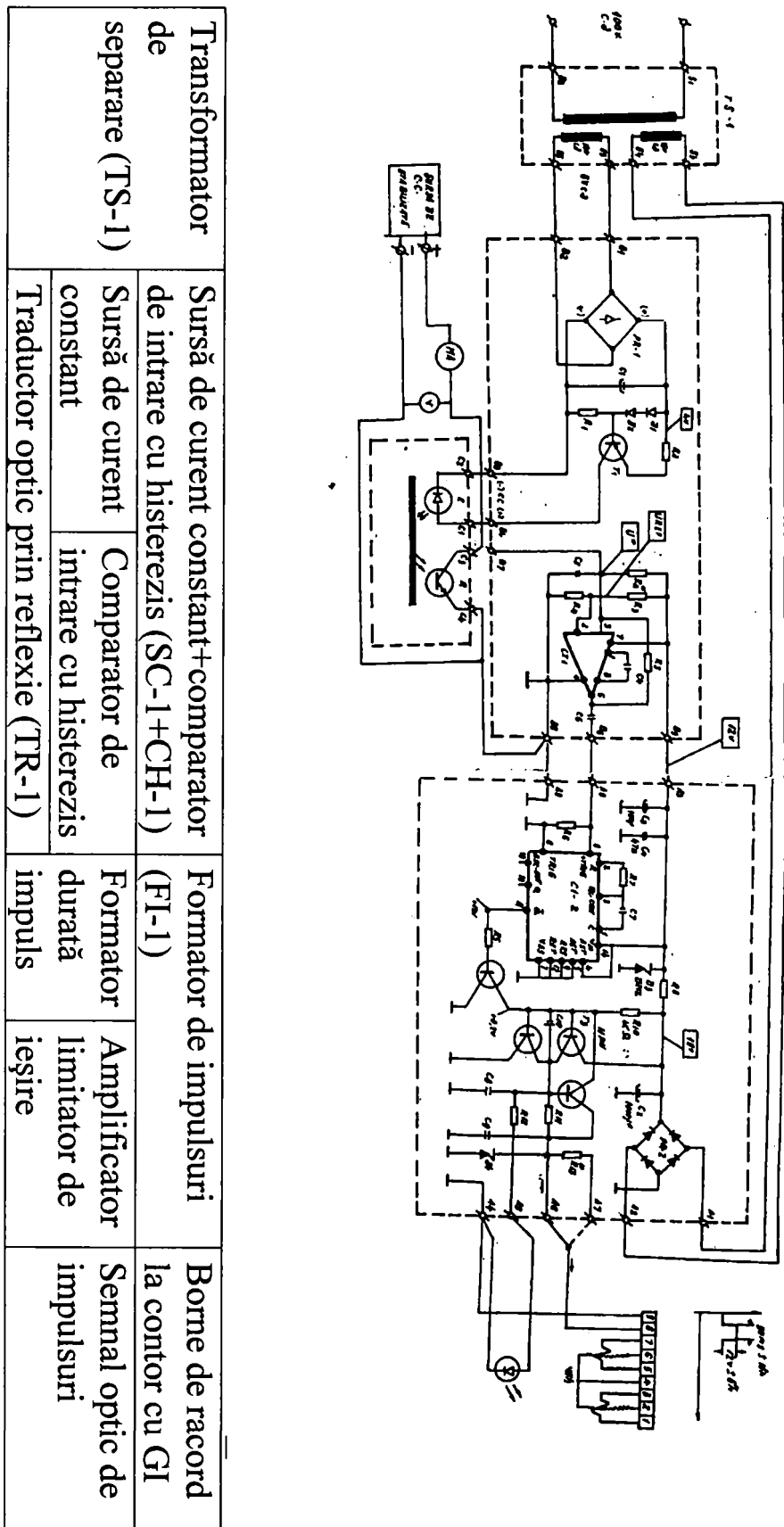
Radiația în infraroșu a LED-IR-ului (care constituie sursa de radiații în infraroșu) este reflectată de suprafața discului contorului neacoperită cu vopsea și este absorbită de către suprafața negru mat. În aceste condiții fototranzistorul (care constituie receptorul în infraroșu) recepționează radiația infraroșie numai când prin dreptul COR-ului trece suprafața discului neacoperită cu vopsea (fig. 2.2.).

În fig. 2.2. este prezentată schema generatorului de impulsuri tip GICOR și cuprinde următoarele elemente:

- redresorul PR-1 și sursa de curent constant pentru alimentarea LED-ului;
- amplificatorul realizat cu circuitul integrat CII care amplifică și formează semnalul dat de fototranzistorul R (receptor în infraroșu);
- circuitul monostabil realizat cu circuitul integrat CII-2 care formează impulsuri de 50 ms durată (formator de impulsuri);
- amplificatorul limitator de impulsuri de ieșire realizat cu tranzistoarele T3, T4.

Semnalul generat de fototranzistor este format cu amplificatorul trigger CII la un nivel care permite comanda circuitului monostabil CII-2. Durata de declanșare a acestuia este dată de circuitul format din rezistor-condensator R7-C7. Impulsul de ieșire este amplificat la nivelul dorit cu ajutorul amplificatorului format din tranzistoarele T2, T3 și T4.

Tranzistorul T3 și dioda generatoare de radiații în infraroșu LED sunt declanșate de impulsurile de la ieșirea circuitului monostabil. În lipsa impulsurilor de la circuitul monostabil, LED-ul este stins.



Transformator de separare (TS-1)	Sursă de curent constant+comparator de intrare cu histerezis (SC-1+CH-1)		Formator de impulsuri (FI-1)	Amplificator limitator de ieșire	Borne de record la contor cu GI
	Sursă de curent constant	Comparator de intrare cu histerezis	Formator durată impuls		Semnal optic de impulsuri
	Traductor optic prin reflexie (TR-1)				

Fig. 2.2. Schema electronică a generatorului de impulsuri (GICOR)

2.2. Descrierea comutatorului optoelectronic prin reflexie

Comutatoarele optoelectronice prin reflexie (COR) sunt în principiu realizate [113,115] dintr-un dispozitiv emisiv constituit dintr-o diodă cu emisie în infraroșu (LED-IR) cu lungimea de undă $\lambda=940$ nm și un dispozitiv fotoreceptor constituit dintr-un fototranzistor cu maximul de sensibilitate în infraroșu ($\lambda=940$ nm). Componentele sunt amplasate într-o capsulă de plastic negru sub un unghi de 35° , care asigură un unghi de incidență de 17° determinat astfel încât să se obțină o reflexie optimă pe un plan situat la 5 mm de partea frontală a comutatorului (fig. 2.2.).

Planul de reflexie ideal este o suprafață oglindă, în practică fiind posibilă utilizarea unor suprafețe cu indice mare de reflexie (Al, durAl, suprafețe nichelate, cromate, etc.). Un indice mare de reflexie al suprafeței asigură un curent de colector I_c ridicat (fototranzistorul este în conducție), iar un plan cu indice de reflexie scăzut, determină un curent de colector I_c de valoare mică (practic fototranzistorul este blocat).

La schimbarea suprafeței de reflexie de la un indice ridicat la unul scăzut (sau invers) se produce o variație a curentului de colector I_c de la aproximativ $2\mu\text{A}$ (nivel maxim când fototranzistorul este blocat) la cel puțin $50\mu\text{A}$ (când fototranzistorul este în conducție). Pentru aceasta este necesar ca valoarea curentului prin LED-IR să fie cuprinsă între 50-100 mA funcție de aplicație. Pe un plan de reflexie dat, curentul din colectorul fototranzistorului I_L este direct proporțional cu valoarea curentului ce parcurge fotodiada (LED-IR). Pentru o precizie mai mare a citirii variației curentului I_L între două suprafețe cu indici de reflexie apropiați, se impune folosirea unor comparatoare cu histerezis [14,96,98,126,130] (fig. 2.2.).

Pentru alimentarea GICOR se utilizează chiar tensiunea de măsură a contorului (100V sau 220V la joasă tensiune) preluată prin transformatorul de separare TS-1 (fig.2.2.) și redresată cu puntea redresoare PR-1 (fig.2.2.), puterea absorbită de circuitele de măsură fiind nesemnificativă ($< 1,5\text{VA}$).

Rezultatele cercetărilor s-au aplicat cu succes la contoare cu generator de impulsuri destinate prelucrării informațiilor primare alături de echipamentele de telemăsură a puterii și energiei electrice în configurație cu microcalculator de proces. Generatorul de impulsuri realizat cu comutator optoelectronic prin reflexie (GICOR) s-a putut

aplica la toate tipurile de contoare de inducție aflate în exploatare cu operații de adaptare foarte simple.

Pentru a analiza clasa de precizie a sistemului de măsură pentru calculul puterii la un moment dat cu contoare tip GICOR, se consideră pentru exemplificare un contor trifazat având următoarele caracteristici:

$$U_n = \sqrt{3} \times 100 [V]; \quad I_n = 5[A]; \quad f = 50\text{Hz}; \quad c = 4\text{imp/rot}; \quad k_2 = 2000\text{rot/kWh}$$

clasa de precizie 1%

Numărul de impulsuri I_m emise de GICOR, pe o perioadă de timp t_m egală cu 1 minut în care contorul înregistrează la puterea nominală P_n , se deduce din relația:

$$I_m = \frac{P_{m2} \times k_{i(2)}}{6 \times 10^4} = \frac{1500}{\sqrt{3}} \times \frac{4 \times 2000}{6 \times 10^4} = 115[\text{imp}]$$

În cazul în care după $t_m=60\text{s}$, sonda GICOR se află între cele două segmente negre ale discului, adică se pierde un impuls, eroarea de măsurare este:

$$\varepsilon[\%] = \frac{115 - 114}{115} \times 100\% = 0,86\% < 1\%$$

Deci, la puterea nominală, contorul de energie electrică prevăzut cu GICOR are clasa de precizie mai bună decât clasa de precizie prescrisă. În cazul în care prin contorul de verificat se transferă 10% din puterea nominală P_n (adică $0,1 P_n$), atunci numărul de impulsuri emise de contor are valoarea: $I_m=11,5 [\text{imp}] \cong 11 [\text{imp}]$

În acest caz, eroarea de măsurare la pierderea unui impuls devine:

$$\varepsilon[\%] = \frac{11 - 10}{11} \times 100\% = 9,09\%$$

deci nu mai satisface condițiile impuse.

Tinând seama de cele precizate anterior, pentru contoare electrice trifazate cu constanta de conversie $k_2=2000 \text{ rot./kWh}$, pentru a respecta clasa de precizie de 1%, se impune ca pentru sarcini mici (adică cu intervale mari între două impulsuri), să fie făcută o corecție a puterii dacă timpul de 60 secunde expiră între cele două sectoare negre. Aceasta se realizează măbind intervalul de timp astfel încât numărul de impulsuri să fie tot 115, păstrându-se parametrii reglați la masa de verificare.

Diagrama impulsului generat de GICOR care constituie mărime de intrare pentru sistemul de verificare metrologică a contoarelor de energie electrică simbolizat SDMC (în varianta SDMC-4 respectiv SDMC-10) este prezentată în fig. 2.3. Din această diagramă se constată că viteza de creștere a tensiunii pentru impulsuri este de 6×10^6 V/s, deci se poate considera o creștere practic instantanee.

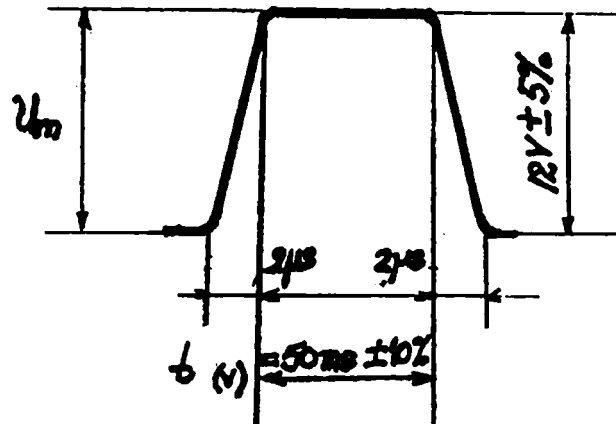


Fig. 2.3. Diagrama impulsului emis de GICOR

Trenul de impulsuri obținut cu GICOR-ul prezent pe fiecare canal de intrare din SDMC corespunzător duratei minime de conversie a mărimilor analogice este prezentat în fig. 2.4. Forma trenului de impulsuri este acceptabilă din punct de vedere tehnic dacă se are în vedere panta foarte ridicată a semnalului generat.

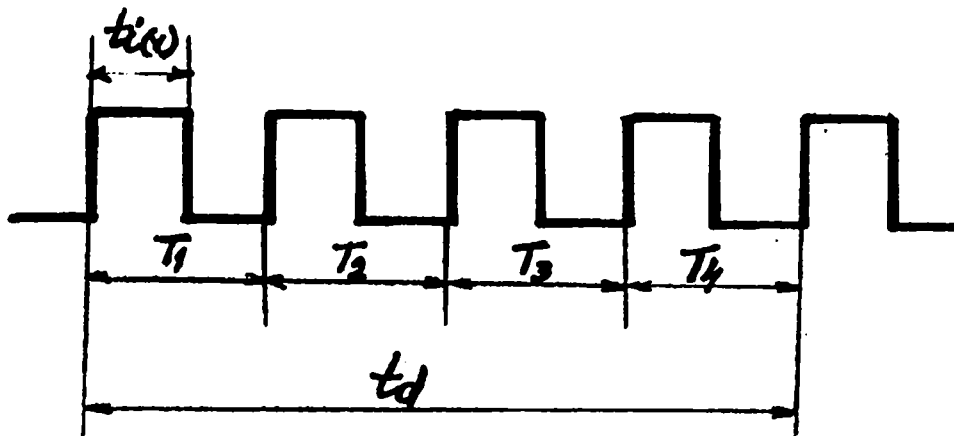


Fig. 2.4. Tren de impulsuri emise de GICOR

2.3. Descrierea componentelor generatorului optoelectronic

Familia dispozitivelor optoelectronice care se pretează la preluarea și prelucrarea informației din sistemul energetic este cea a optocuploarelor, din care cele mai indicate sunt optocuploarele cu transmisie indirectă [60,72,113].

În categoria optocuploarelor cu transmisie indirectă sunt incluse optoîntrerupătoarele cu fante și comutatoarele optoelectronice prin reflexie (recepția informației este culeasă de pe un plan de reflexie).

Principial optocuploarele combină un dispozitiv de emisie în infraroșu (LED-IR) și un fotoreceptor care poate fi o fotodiodă, un fototranzistor, un fototiristor sau chiar un fotocircuit integrat. Există și variante cu mai multe canale sau ieșiri ale fotoreceptorului sau variante în care fotoreceptoarele sunt urmate de amplificatoare operaționale integrate sau hibride în aceeași capsulă cu fotoreceptorul. Optocuploarele mai prezintă și avantajul versatilității constructive, componentele putând fi încapsulate în diferite carcase în funcție de aplicația dorită.

În cazul încadrării COR în schema generatorului de impulsuri, (fig. 2.2.) diferențierea celor două tensiuni pe plan de absorbție și de reflexie (V_{CEa} și V_{CEr}) se face printr-un circuit comparator cu histerezis [85,98,103].

Formarea în durată a impulsului se face la 50 ms cu ajutorul unui monostabil, iar amplitudinea de ieșire a impulsului se stabilește prin limitare pe o diodă Zener. Ieșirea generatorului de impulsuri debitează pe o sarcină rezistivă de 600Ω (pentru adaptare la linii telefonice) și conține un circuit de protecție prin limitarea de curent a ieșirii la valori de 40-60 mA. Interconectarea cu un calculator de proces se face prin intermediul unui optocuplor și a unei interfețe specializate pentru mai multe contoare.

2.4. Parametrii optimali ai COR-ului

Implementarea practică a acestor generatoare de impulsuri cu COR(GICOR-uri) respectă condițiile de neintervenție mecanică la sistemul disc contor și deci menținerea clasei de precizie a acestuia. COR-ul se amplasează în vecinătatea discului de Al al contorului de energie electrică, la o distanță de aproximativ 5 mm de suprafața acestuia, iar subansamblul electronic de prelucrare și formare a impulsurilor se

montează în spațiul liber din contor, astfel încât să nu influențeze buna funcționare a acestuia și de asemenea acesta să nu fie perturbat (fig. 2.5.).

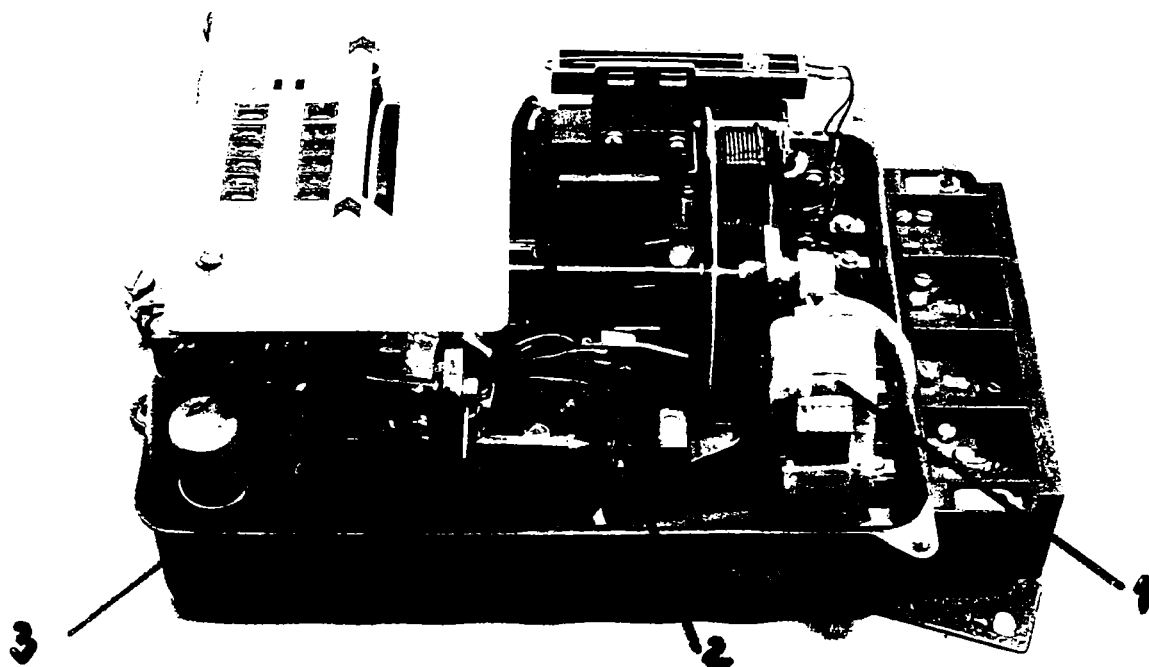


Fig. 2.5. Contor cu GICOR. 1- transformator de separare; 2- traductor optic prin reflexie; 3- placă formator de impulsuri

În vederea obținerii parametrilor optimali ai generatorului de impulsuri aferent contoarelor de energie electrică de inducție, se impune sortarea și verificarea comutatoarelor optoelectronice prin reflexie (COR) în următoarele condiții de funcționare:

- regimul de funcționare I: în care tensiunea colector-emitor a fototranzistorului este $V_{CE}=5V$; curentul prin LED, $I_F=100mA$; distanța față de discul contorului $d=5mm$; plan de reflexie: disc de Al de la contorul de energie electrică; plan de absorbție: hârtie neagră mat Kodak 90% absorbție. Se determină curentul prin fototranzistor când radiația în infraroșu cade pe discul de Al (I_L) și când radiația în infraroșu cade pe planul de absorbție (negru mat), caz în care curentul se notează cu I_{LX} .

- regim de funcționare II: tensiunea colector-emitor $V_{CE}=10V$; curentul prin LED, $I_F=0$; se determină curentul rezidual de colector I_D .

- regim de funcționare III: tensiunea de alimentare a grupului fototranzistor-rezistență adițională $V_a=12V$; rezistența adițională $R_a=1M\Omega$; plan de reflexie: disc de Al de la contorul de energie electrică; plan de absorbție: hârtie negru mat Kodak 90% absorbție. Se determină tensiunea colector-emitor a fototranzistorului V_{CEa} și V_{CEr} în cele două regimuri din punct de vedere al planului de reflexie, și variația tensiunii colector-emitor ΔV_{CE} când se schimbă planul de reflexie.

La construcția generatorului de impulsuri pentru contoarele de energie electrică pot fi acceptate COR-uri care au următoarele caracteristici tehnice determinate experimental în condițiile de referință prezentate anterior și anume:

- regim de funcționare I: $I_L \geq 50 \mu A$; $I_{LX} \leq 2 \mu A$.
- regim de funcționare II: $I_D \leq 0,5 \mu A$;
- regim de funcționare III: $V_{CEa}=V_{CEamin}=8,5V$;
 $V_{CEr}=V_{CErmax}=0,5V$; $\Delta V_{CE}=\Delta V_{CEmin}=8 V$.

În urma studiului realizat și a rezultatelor experimentale obținute, s-au stabilit parametrii optimați ai COR-ului astfel:

- în tabelul 2.1. sunt prezentați principalii parametrii COR;
- în tabelul 2.2. sunt prezentate valorile limită admise de funcționare a componentelor COR.

Tabel 2.1. Parametrii comutatorului optoelectronic

Nr. Crt.	Parametrul	Simbol	Condiții de măsură	Valoare	
				Min.	Max.
1.	Tensiune directă LED [V]	V_F	$I_F=100 \text{ mA}$	-	1,7
2.	Tensiune de străpungere a joncțiunii CE pentru fototranzistor [V]	$V_{BR(CE)}$	$I_C=100 \mu\text{A}$	>30	-
3.	Tensiune de străpungere a joncțiunii EB pentru fototranzistor [V]	$V_{BR(EB)}$	$I_L=100 \mu\text{A}$	>7	-
4.	Curent de colector: a). pe suprafața de reflexie [μA] b). pe suprafața de absorbție [μA]	I_L	$I_F=100 \text{ mA}; V_{CE}=5\text{V}; d=5 \text{ mm};$ disc Al contor	50	-
		I_{LX}	$I_F=100 \text{ mA}; V_{CE}=5\text{V}; d=5 \text{ mm};$ hârtie negru mat Kodak 90% abs.	-	2
5.	Curent rezid. de colector [μA]	I_D	$V_{CE}=10\text{V } I_F=0$	-	0,5
6.	Timp de creștere al curentului I_C al fototranzistorului [$\mu\text{sec.}$]	T_r	$R_A=1\text{k}\Omega$	-	2

Tabel 2.2. Valorile limită ale parametrilor componentelor COR

Nr. Crt.	Parametrii	Simbol	Valoare
1.	Curent continuu direct LED-IR [mA]	I_F	≤ 100
2.	Tensiune de străpungere LED-IR [V]	V_{BR}	≥ 5
3.	Tensiune colector-emitor la fototr. [V]	V_{CE}	≤ 30
4.	Tensiune emitor-colector la fototr. [V]	V_{CE}	≤ 5
5.	Curent continuu colector la fototr. [mA]	I_C	≤ 50
6.	Putere disipată [mW]	P_D	≥ 100
7.	Domeniul temperaturilor de lucru [$^{\circ}\text{C}$]		-40...+70
8.	Dom. temper.de transport și depozitare [$^{\circ}\text{C}$]		-40...+70
9.	Temperatura max. de lipire ptr. 3 sec. [$^{\circ}\text{C}$]		+260
10.	Umiditate relativă maximă [%]		90

2.5. Determinări experimentale

Ca urmare a studiilor teoretice și experimentale efectuate, au fost stabilite valori limită pentru parametrii de bază care trebuie respectați atât de producătorul de comutatoare și generatoare de impulsuri, cât și de întreprinderile în exploatarea cărora se află contoarele de energie electrică, parametrii ce au fost prezentați în paragraful 2.4. Ținând seama de rezultatele obținute, se poate afirma că pentru prelevarea informațiilor primare din procesul energetic necesare tehnicii de calcul, se pun în evidență noi aspecte privind utilizarea comutatorului optoelectronic prin reflexie la construcția echipamentelor moderne și în special la acele echipamente la care echipajele mobile impun condiții speciale în cazul adaptării unor subansamble mecanice suplimentare.

Plecând de la faptul că subansamblele mecanice sunt dezavantajoase, este justificată soluția de utilizare a comutatorului optoelectronic prin reflexie (COR), sortat conform condițiilor tehnice stabilite la construcția contoarelor dotate cu generatoare de impulsuri.

Contoarele echipate cu generator de impulsuri construit cu comutator optoelectronic prin reflexie (GICOR), au fost testate pe electromodel de rețea în laboratorul de specialitate al FRE Deva și în sectoarele experimentale ale sistemului energetic și anume în stații de transformare de medie tensiune, respectiv în posturi de transformare în contextul implementării în timp real a sistemului de telegestiune a puterii și energiei electrice la consumatorii industriali.

Sistemul CGICOR-MCAN-UC, a fost testat în laboratoarele de specialitate ale INM București pe parcursul a doi ani, iar pe baza rezultatelor obținute la probe și încercări, a fost emisă aprobarea de model nr. 163/87 și nr. 4551/89 pentru soluția de adaptare la contoarele de energie electrică aflate în exploatare, a generatorului de impulsuri cu comutator optoelectronic prin reflexie tip GICOR și folosirea acestor contoare în structura sistemului CGICOR-microcalculator de proces, pentru măsurarea energiei electrice și a puterii integrate într-un interval de 60 secunde precum și a puterii medii pentru diferite intervale de timp.

Atestarea metrologică a soluției de măsurare a energiei și puterii cu sistemul CGICOR-microcalculator de proces, a permis introducerea unei noi variante de realizare a sistemului de telegestiune și telemăsură a mărimilor de bază din sistemul energetic pentru măsurarea energiei și puterii integrate pe diferite intervale de timp.

S-a determinat experimental dependența curent de colector al fototranzistorului (I_C) funcție de tensiunea colector-emitor V_{CE} ,

considerându-se ca parametru distanța d față de disc. Rezultatele experimentale s-au prezentat în fig. 2.6. Pentru a constata modul în care se face trecerea de la planul de absorbție la cel de reflexie în fig. 2.7. s-a prezentat caracteristica $I_C(V_{CE})$ pentru tensiunea colector-emitor luând valori în intervalul $0 \dots 1,1V$. Din cele două figuri (2.6. și 2.7.) se constată o diferență semnificativă între curentul prin colector atunci când radiația în infraroșu cade pe discul din Al, respectiv pe planul de absorbție (petele negre ale discului).

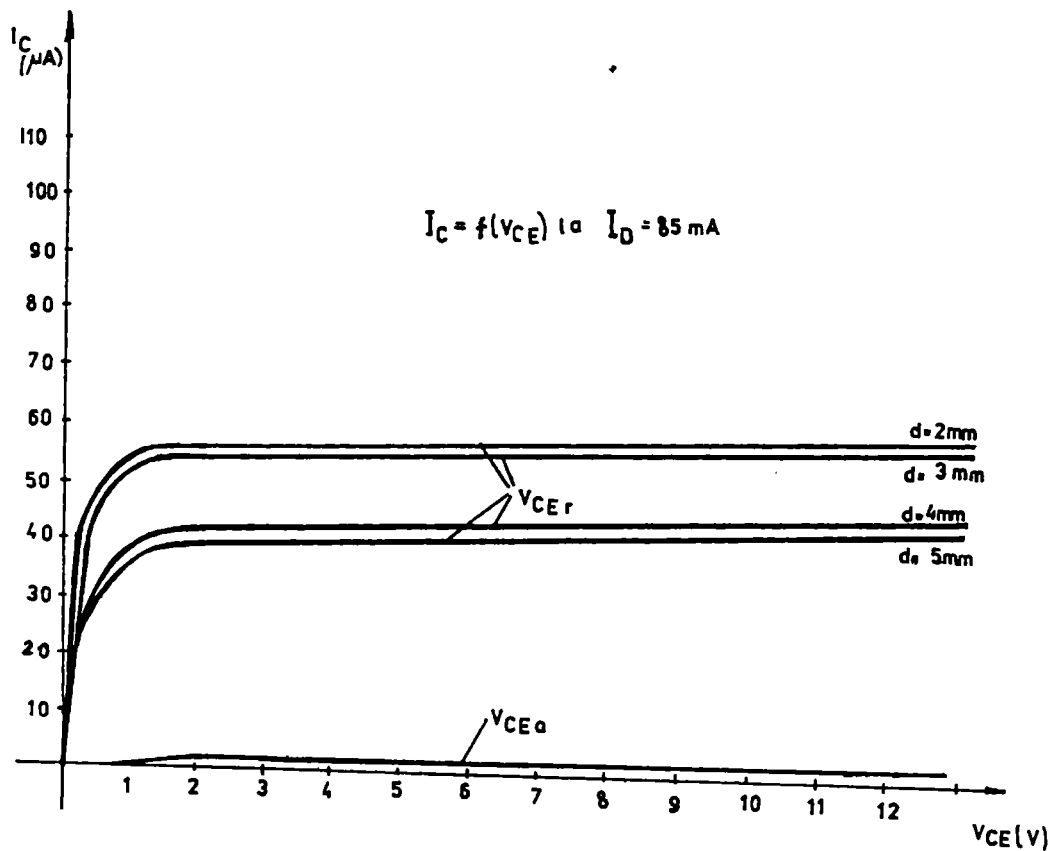


Fig. 2.6. Caracteristica curentului de ieșire a comutatorului optoelectronic prin reflexie cu plan de reflexie și absorbție la distanțe variabile

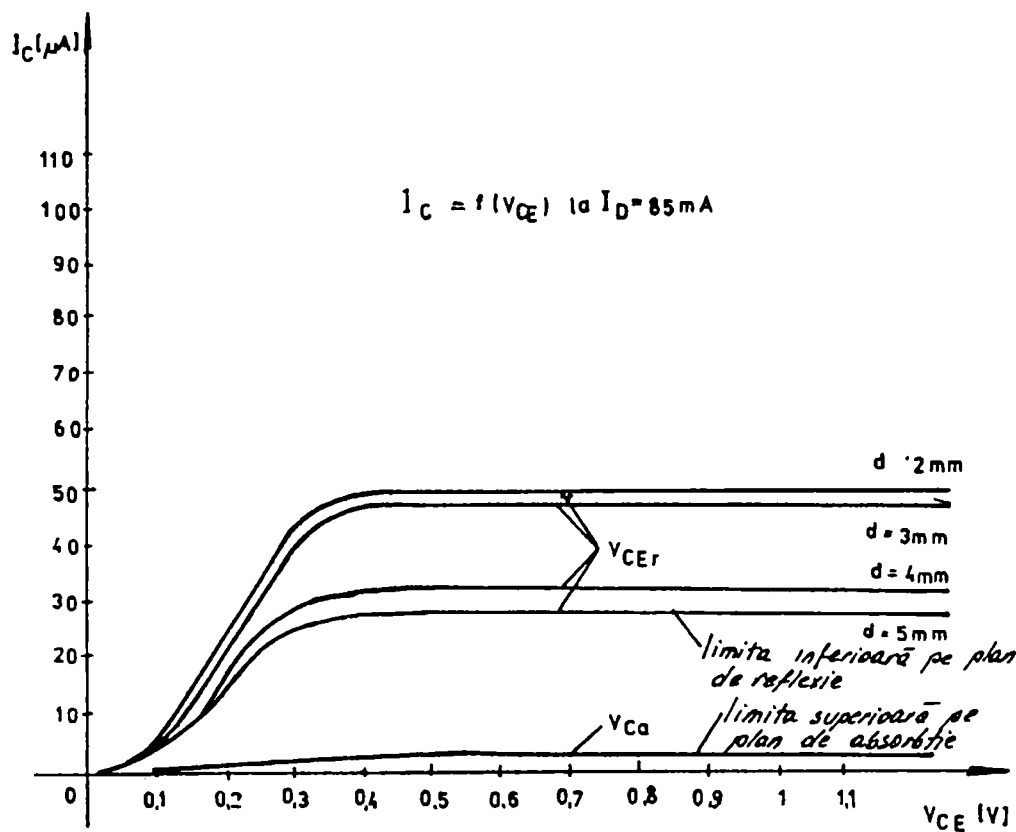


Fig. 2.7. Caracteristica curentului de colector a comutatorului optoelectronic prin reflexie cu plan de reflexie și absorbție la distanțe variabile (detaliu)

De asemenea s-a determinat experimental dependența tensiunii colector-emitor, când radiația în infraroșu cade pe planul absorbant V_{CEa} , funcție de rezistența de sarcină R_A din colector, respectiv aceeași dependență pentru cazul când fluxul radiant în infraroșu cade pe discul de Al V_{CEr} (R_A). Aceste caracteristici sunt prezentate în fig. 2.8. Din această figură se constată că la o rezistență de sarcină de $1000 \text{ k}\Omega$, variația tensiunii colector-emitor ΔV_{CE} atunci când fluxul radiant în infraroșu cade pe discul de Al, respectiv pe zonele înegrite ale acestuia este de 12 V . Dacă se micșorează rezistența de sarcină scade și această variație.

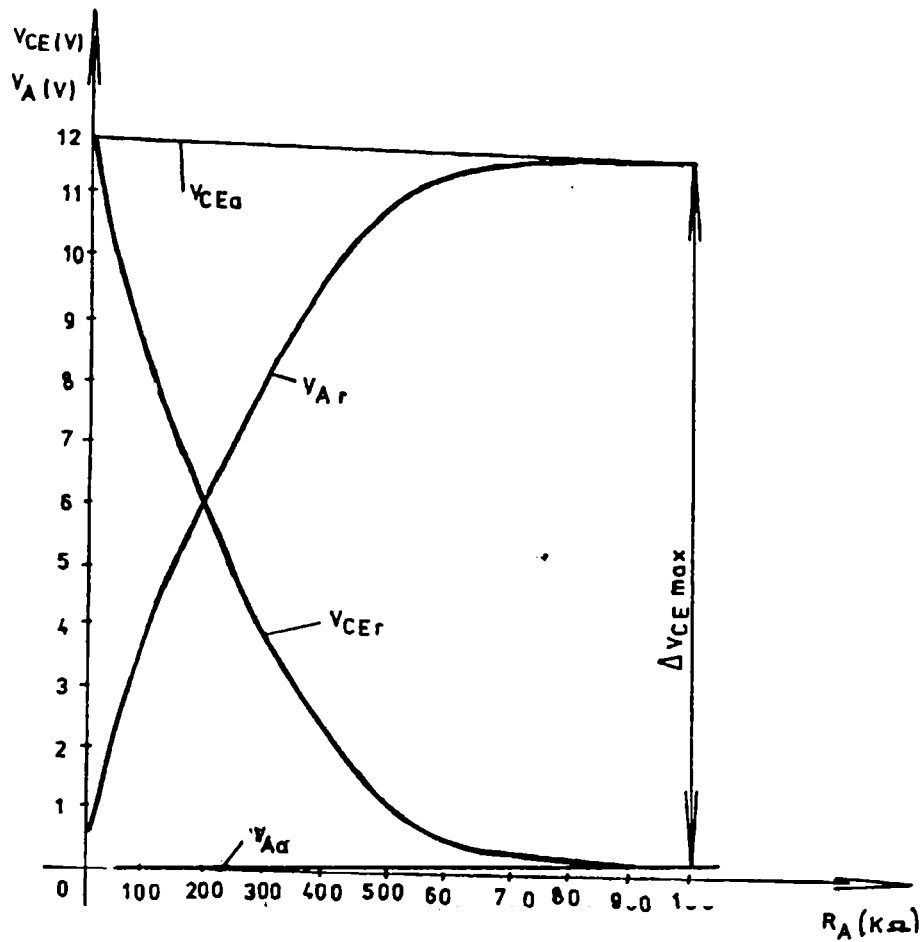


Fig. 2.8. Caracteristica tensiunii de ieșire a comutatorului optoelectronic prin reflexie la sarcină variabilă în colector și tensiune de alimentare constantă

Pentru a evidenția forma impulsurilor obținute cu ajutorul generatorului de impulsuri (GICOR), generatorul a fost pus în condiții reale de funcționare și s-au oscilografiat impulsurile. Pentru înregistrarea mărimilor analogice, s-a folosit oscilograful cu bucle galvanometrice tip N117, etalonat cu voltmetre etalon de clasă 0,5. În fig. 2.9. se prezintă oscilograma obținută.

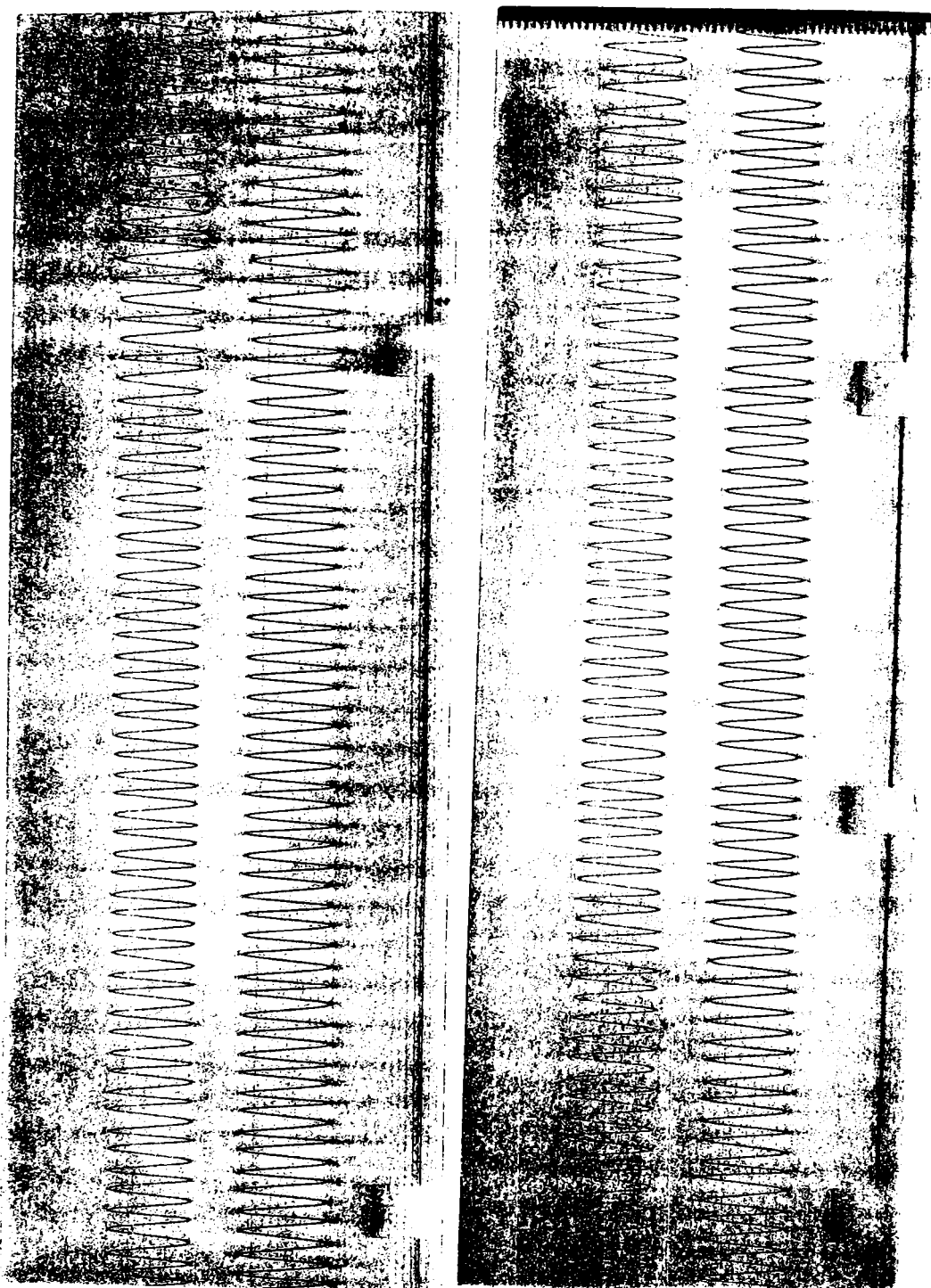


Fig. 2.9. Oscilograma trenului de impulsuri emis de GICOR

2.6. Concluzii

Din oscilograma care redă trenul de impulsuri (fig. 2.9.) generat de GICOR rezultă ca panta de creștere/descreștere este suficient de mare, ceea ce asigură o precizie bună comparativ cu forma semnalelor prezentate în fig. 2.3. Deci generatorul realizat satisface cerințele impuse.

În ceea ce privește amplitudinea semnalului determinat experimental se constată că eroarea este întru totul acceptabilă. Totodată se observă că impulsurile nu se modifică ca formă în condițiile în care nu s-a schimbat sarcina contorului. Pentru a elimina eventualele impulsuri parazite ce pot interveni din diverse cauze la ieșirea GICOR-ului, se controlează atât amplitudinea impulsurilor generate cât și durata acestora. Dacă intervin impulsuri de amplitudine mai mare sau mai mică, acestea se elimină automat printr-un filtru software. De asemenea, controlând durata impulsurilor generate se elimină eventualele impulsuri de amplitudine apropiată cu a semnalului generat, dar care au altă frecvență.

Verificările experimentale efectuate au confirmat valabilitatea condițiilor impuse la realizarea GICOR-ului. Din fig. 2.6. rezultă o sensibilitate neglijabilă a generatorului în cazul în care distanța dintre sursa în infraroșu și disc este de 2 respectiv 3 mm. În ceea ce privește valoarea curentului din colectorul fototranzistorului se constată de asemenea că aceasta se încadrează în condițiile impuse.

3. ELEMENTE DE CUANTIZARE A SEMNALELOR. CONVERTORUL ANALOG – NUMERIC

În schema instalației pentru verificarea contoarelor, un element important îl constituie convertorul analog-numeric cu ajutorul căruia impulsurile obținute de la generatorul cu comutator optoelectronic se transformă în semnale numerice necesare prelucrării acestora utilizând microcalculatorul de proces.

3.1. Generalități privind cuantizarea semnalelor

Prelucrarea numerică a semnalelor necesită în general, pe lângă eșantionare și o discretizare în amplitudine respectiv cuantizare [60,61,67,75,76,81,82,83].

În fig. 3.1. se prezintă modelul de principiu al unei instalații de prelucrare numerică a semnalelor. Semnalul cu variație continuă $x(t)$, supus eșantionării, este transformat într-o secvență de eșantioane $\{x[n]\}$ care la rândul ei prin cuantizare devine o secvență de eșantioane cuantizate $\{x_q[n]\}$. Deoarece prelucrarea numerică presupune operații asupra unor simboluri numerice, este necesar ca secvența de eșantioane cuantizate să fie codată și în acest fel să fie transformată într-o secvență de simboluri numerice, $\{c[n]\}$, care în funcție de destinația instalației se supune unor procese diferite.

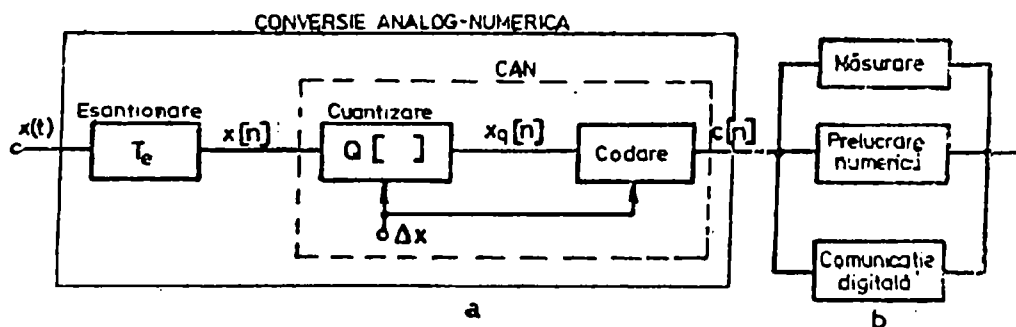


Fig. 3.1. Schema bloc a unei instalații generale de prelucrare numerică a semnalelor: a) conversia analog - numerică; b) prelucrarea numerică

Astfel, dacă instalația este destinată măsurării numerice, simbolurile numerice reprezintă mărimi fizice care se afișează direct, sau

pe baza lor se calculează alți parametri după algoritmi numerici specifici. În cazul în care instalația este destinată prelucrării propriu-zise a semnalelor, secvența de simboluri este memorată și apoi transmisă bazei de date. Dacă instalația este destinată comunicațiilor numerice, secvența de simboluri este transmisă pe canalele de telecomunicații numerice.

În toate aceste situații după prelucrare, secvența de simboluri se modifică datorită procesului însuși, fie datorită erorilor introduse de acesta. De aceea, secvența pe care o regăsim la sfârșitul prelucrării este de obicei modificată, $\{c[n]\}$ [81,82,83,86,91].

Tot în funcție de specificul instalației, la ieșirea sa, putem obține după caz, o secvență de simboluri $\{c[n]\}$, sau un semnal cu variație continuă $x_{qi}(t)$ rezultat în urma unui proces de reconstituire.

Conversia analog-numerică este realizată cu dispozitive fizice reale care înglobează procesele descrise în fig. 3.1. Astfel, circuitele de eșantionare și memorare realizează eșantionarea, iar convertoarele analog-numeric (CAN) cuantizarea și codarea, separarea acestor două procese fiind posibilă și necesară numai din punctul de vedere al analizei conceptuale.

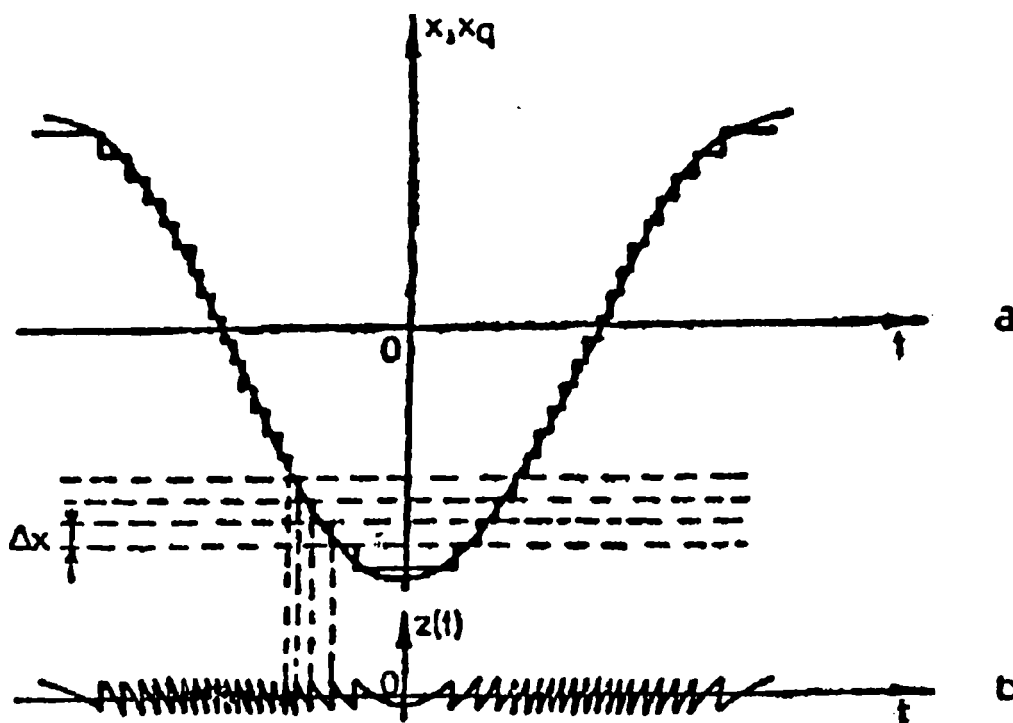


Fig. 3.2. Cuantizarea semnalului sinusoidal: a) semnalul cuantizat; b) zgomotul de cuantizare

Există două modalități de abordare a cuantizării în prelucrarea numerică a semnalelor [15,82,90,91,97,103,111].

Prima, este făcută din punctul de vedere al conversiei analog-numerică, în care cuantizarea se consideră ca două procese distincte. În acest caz cuantizorul este privit ca un dispozitiv abstract, care transformă un semnal, în semnalul cuantizat corespunzător. În fig. 3.2. a, se prezintă o parte dintr-o sinusoidă supusă cuantizării uniforme cu pasul de cuantizare Δx . Semnalul în trepte reprezintă semnalul cuantizat $x_q(t)$, iar diferența instantanee dintre cele două semnale este prin definiție eroarea de cuantizare $z(t)$ (fig. 3.2, b).

Simbolul și caracteristica de transfer a cuantizorului sunt ilustrate în fig. 3.3.

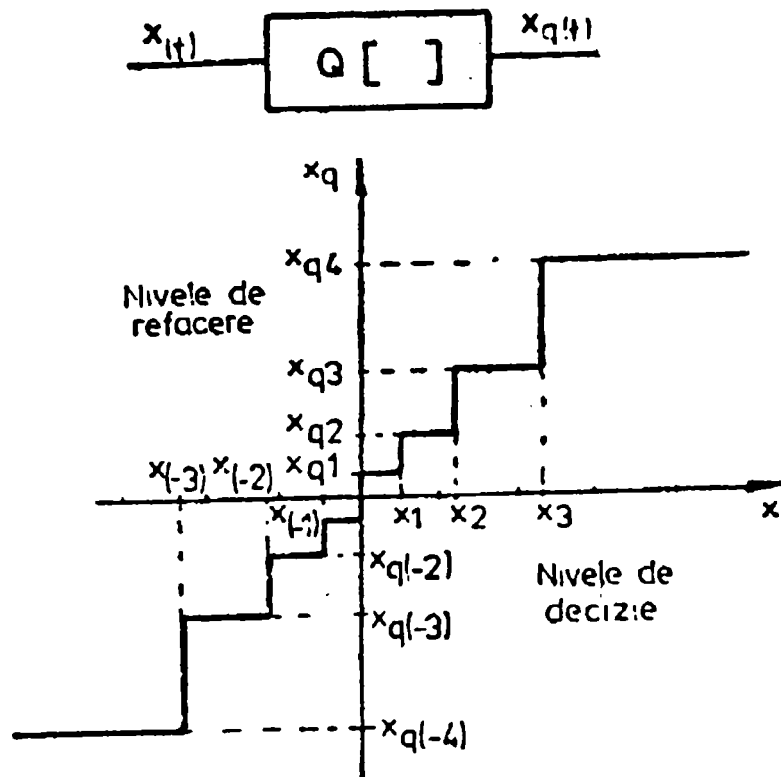


Fig. 3.3. Simbolul și caracteristica de transfer a cuantizorului neuniform generalizat

Modelarea matematică a acestui tip de cuantizor, se face în spațiul semnalelor aleatoare δ_a [97].

Fie $D \subseteq \mathbb{R}$ domeniul maxim de variație al amplitudinii semnalelor pe care cuantizorul îl admite la intrarea sa și fie $\{x_k\}_{k \in \mathbb{Z}}$ un șir de numere reale, numite niveluri de decizie ale cuantizorului care aparțin lui D și fac o partiție a sa într-o clasă de intervale $\{I_k\}_{k \in \mathbb{Z}}$, denumite intervale de cuantizare (de mărimi $\{\Delta x_k\}_{k \in \mathbb{Z}}$ unde Δx_k poartă numele de pas de cuantizare) astfel încât acestea să formeze o acoperire a lui D . Avem următoarele relații:

$$\dots < x_n < x_{(n-1)} < \dots < x_0 < \dots < x_{n-1} < x_n < \dots$$

$$I_k = [x_{k-1}, x_k) \quad k \in \mathbb{Z}$$

$$\Delta x_k = x_k - x_{k-1}$$

și

$$\bigcup_{k \in \mathbb{Z}} I_k = D$$

Fie în plus o mulțime continuă de timp \mathfrak{T} și mulțimile

$$\tau_k = \{t \in \mathfrak{T} / x(t) \in I_k, x_{k-1} \leq x(t) < x_k\} \quad k \in \mathbb{Z}$$

Pentru orice semnal cu variație continuă $x(t) : \mathfrak{T} \rightarrow \mathbb{R}$ se definește semnalul cuantizat cu relația

$$x_q(t) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} x_{qk}(t),$$

unde

$$x_{qk}(t) = \{0, \text{daca } t \notin \tau_k, \text{ si } x_{qk}, \text{daca } t \in \tau_k\},$$

x_{qk} se numesc niveluri de refacere ale cuantizorului.

Fie un semnal aleator $x(t)$, cu densitatea de repartiție a probabilității $w(x)$, care este supus cuantizării într-un cuantizor cu nivelurile de decizie $\{x_k\}_{k \in \mathbb{Z}}$ și cele de refacere $\{x_{qk}\}_{k \in \mathbb{Z}}$. Semnalul aleator cuantizat se obține astfel: pentru fiecare moment de timp $t \in \mathfrak{T}$, x_t este o variabilă aleatoare continuă, căreia îi facem să-i corespundă o variabilă aleatoare discretă, ale cărei valori posibile $\{x_{qt}\}_{k \in \mathbb{Z}}$ se obțin din relația

$$(x_{qt})_k = x_{qk} \text{ dac\u0103 } x_{qt} \in I_k,$$

și care are densitatea de probabilitate

$$w_q(x) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} p_k \delta(x - x_{qk}), \quad (3.1)$$

unde

$$p_k = \int_{x_{k-1}}^{x_k} w(x) dx \quad (3.2)$$

Se face notația

$$x_q(t) = Q[x(t)] \quad (3.3)$$

pentru a defini semnalul cuantizat obținut la ieșirea unui cuantizor desemnat de nivelurile de decizie și nivelurile de refacere, $Q[\{x_k\}_{k \in Z}; \{x_{qk}\}_{k \in Z}]$.

Aceste definiții se pot aplica și pentru cuantizarea semnalelor eșantionate, cu deosebire că mulțimea de timp \mathfrak{T} devine de această dată o mulțime discretă $\{kT_e\}_{k \in Z}$. În acest caz, dacă aplicăm la intrarea cuantizorului o secvență de eșantionare $\{x[n]\}$, la ieșirea sa se obține o secvență de eșantioane cuantizate $\{x_q[n]\} = \{Q[x[n]]\}$.

A doua abordare a cuantizării se face din punctul de vedere al prelucrării numerice a semnalelor [24,86,87]. În acest caz cuantizarea și codarea nu vor mai fi privite ca două procese distincte, ci împreună cu procesul de reconstrucție numerică vor forma un singur proces care va fi definit pe un spațiu scalar sau vectorial. În funcție de tipul variabilelor de intrare (scalare sau vectoriale) se definesc două tipuri de cuantizări, cuantizarea scalară și cuantizarea vectorială. În cuantizarea scalară ($Q_s[.]$) variabila scalară continuă x , care aparține unui spațiu real ($D \subseteq \mathbb{R}$) și care este reprezentată printr-un număr binar în virgulă fixă sau mobilă cu precizie infinită, este transformată la ieșirea cuantizorului scalar tot într-o variabilă scalară x_q , reprezentată printr-un număr binar cu virgulă fixă sau mobilă cu precizie finită. Acest lucru permite să se calculeze eroarea de cuantizare ca diferența dintre cele două variabile scalare x și x_q .

3.1.1. Cuantizarea neuniformă generalizată

Cea mai generală formă de cuantizare, are atât mărimea pasului de cuantizare, Δx_k , cât și valorile de refacere $\{x_{qk}\}$, absolut arbitrare (fig. 3.4, a). Aceasta se realizează cu un cuantizor neuniform generalizat. Prin specificarea intervalelor de cuantificare $\{I_k\}$ și a mulțimii valorilor de refacere $\{x_{qk}\}$, pe baza unor criterii cum ar fi de exemplu, criteriul unui raport maxim semnal-zgomot de cuantizare sau criteriul păstrării unui

RSZ constant indiferent de statistica semnalului de la intrare, se definesc două tipuri de cuantizoare neuniforme: cuantizorul optimal și cuantizorul logaritm.

Caracteristica de transfer a cuantizorului neuniform generalizat, numit și cuantizor neuniform, este prezentată în fig. 3.3.

Caracteristicile statistice ale semnalelor cuantizate neuniform. Impărțirea domeniului D al cuantizorului într-o clasă de intervale $\{I_k\}$, (fig. 3.4., a) poate fi extinsă și asupra domeniului de variație al amplitudinii semnalului și deci poate fi extinsă și asupra densității de repartiție a probabilității semnalului, $w(x)$ (fig. 3.4., b). De aici se poate deduce conform (3.1) densitatea de repartiție a semnalului cuantizat neuniform $w_q(x)$ (fig. 3.4., c). Cunoscând densitatea de probabilitate a semnalului cuantizat, se calculează funcția sa caracteristică:

$$\varphi_{xq}(v) = \int_{-\infty}^{\infty} w_q(x) e^{jvx} dx = \int_{-\infty}^{\infty} \sum_{k \in Z} p_k \delta(x - x_{qk}) e^{jvx} dx \quad (3.4)$$

respectiv

$$\varphi_{xq}(v) = \sum_{k \in Z} p_k \int_{-\infty}^{\infty} e^{jvx} \delta(x - x_{qk}) dx = \sum_{k \in Z} p_k e^{jvx_{qk}} \quad (3.5)$$

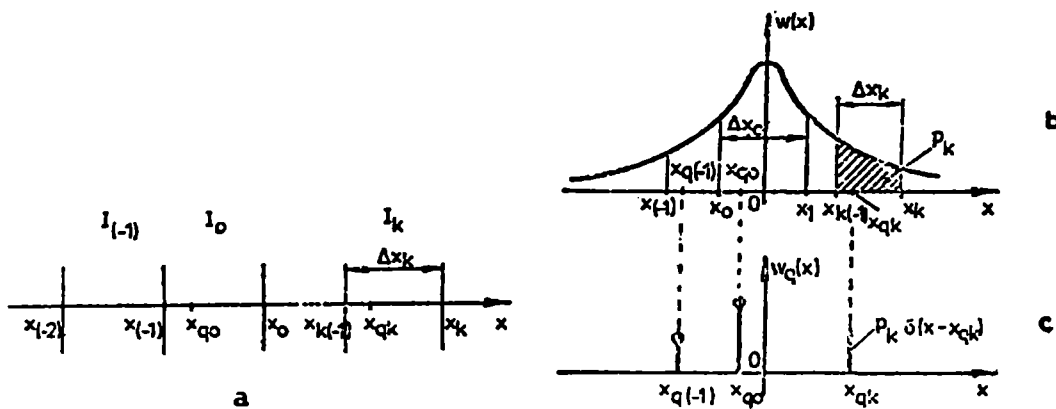


Fig. 3.4. Cuantizarea uniformă generalizată : a) definirea cuantizorului ; b) densitatea de repartiție a semnalului de la intrare; c) densitatea de repartiție a semnalului cuantizat

Dezvoltând în serie relațiile (3.4) și (3.5) și identificând coeficienții termenilor de același rang obținem momentele de ordinul întâi și doi ale semnalelor cuantizate neuniform,

$$\varphi_{x_q}(v) = \int_{-\infty}^{\infty} w_q(x) e^{jvx} dx = 1 + j \frac{v}{1!} M(x_q) - \frac{v^2}{2!} M(x_q^2) + \dots$$

respectiv

$$\varphi_{x_q}(v) = \sum_{k \in Z} p_k e^{jvx_{qk}} = 1 + j \frac{v}{1!} \sum_{k \in Z} p_k x_{qk} - \frac{v^2}{2!} \sum_{k \in Z} p_k x_{qk}^2 + \dots,$$

de unde rezultă

$$M(x_q) = \sum_{k \in Z} p_k x_{qk}, \quad (3.6)$$

și

$$M(x_q^2) = \sum_{k \in Z} p_k x_{qk}^2 \quad (3.7)$$

Momentele de ordinul întâi și doi ale semnalelor cuantizate neuniform sunt egale cu momentele de ordinul întâi și doi ale unei variabile aleatoare discrete, care are valorile identice cu valorile de refacere al cuantizorului neuniform generalizat, $\{x_{qk}\}$, iar probabilitățile corespunzătoare $\{p_k\}$ sunt egale cu probabilitățile ca semnalul de la intrarea cuantizorului să se afle în intervalele $\{I_k\}$.

Zgomotul de cuantizare al cuantizorului neuniform. Pentru calculul caracteristicilor statistice ale zgomotului de cuantizare, în cazul cuantizării neuniforme a unui semnal aleator $x(t)$ cu densitatea de probabilitate $w(x)$ și funcția caracteristică $\varphi_x(v)$, se presupune că valorile de refacere ale cuantizorului se află la jumătatea intervalului de cuantizare corespunzătoare $\{I_k\}_{k \in Z}$, și se notează cu :

$$\{\hat{x}_{qk}\}_{k \in Z}$$

Zgomotul de cuantizare al cuantizorului neuniform se definește prin relația [20]:

$$Z=X-X_{qk} \quad (3.8)$$

Dacă

$$u_k(z) = \sigma\left(z + \frac{\Delta x_k}{2}\right) - \sigma\left(z - \frac{\Delta x_k}{2}\right)$$

unde σ este funcția treaptă unitate, densitatea de probabilitate a zgomotului este:

$$w_q(z) = \sum_{k \in Z} w(z + \hat{x}_{qk}) u_k(z) \quad (3.9)$$

Cu relația (3.9) se determină funcția caracteristică a zgomotului de cuantizare în cazul cuantizorului neuniform

$$\varphi_z(v) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{jvz} w_q(z) dz = \sum_{k \in Z} \int_{-\infty}^{\infty} e^{jvz} w(z + \hat{x}_{qk}) u_k(z) dz \quad (3.10)$$

Tinând seama de egalitatea dintre transformata Fourier a produsului a doua funcții cu convoluția transformatelor Fourier a funcțiilor, rezultă :

$$\varphi_z(v) = \sum_{k \in Z} \mathfrak{F}\{w(z + \hat{x}_{qk}) u_k(z)\} = \frac{1}{2\pi} \sum_{k \in Z} \mathfrak{F}\{w(z + \hat{x}_{qk})\} * \mathfrak{F}\{u_k(z)\} =$$

$$= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_x^*(\lambda) \left[\sum_{k \in Z} x_k e^{j\lambda \hat{x}_{qk}} \frac{\sin(\lambda - v) \frac{\Delta x_k}{2}}{(\lambda - v) \frac{\Delta x_k}{2}} \right] d\lambda \quad (3.11)$$

unde

$$\varphi_x^*(v) = \varphi_x(-v)$$

Deoarece în cazurile reale, mărimea intervalelor de cuantizare $\{\Delta x_k\}_{k \in Z}$ este suficient de mică față de plaja de variație a amplitudinii semnalului, se poate accepta:

$$\frac{\sin(\lambda - \nu) \frac{\Delta x_k}{2}}{(\lambda - \nu) \frac{\Delta x_k}{2}} \cong 1 - \frac{(\lambda - \nu)^2 \left(\frac{\Delta x_k}{2}\right)^2}{3!} \quad (3.12)$$

astfel că relația (3.11) devine:

$$\varphi_z(\nu) = \frac{1}{2\pi} \left[\sum_{k \in \mathbb{Z}} \Delta x_k \int_{-\infty}^{\infty} e^{j\lambda \hat{x}_{qk}} \varphi_x^*(\lambda) d\lambda - \sum_{k \in \mathbb{Z}} \frac{\Delta x_k^3}{24} \int_{-\infty}^{\infty} e^{j\lambda \hat{x}_{qk}} (\lambda - \nu)^2 \varphi_x^*(\lambda) d\lambda \right]$$

Pentru momentul de ordinul doi al zgomotului de cuantizare se obține [91] :

$$M(z^2) = -\frac{\delta^2 \varphi_z(\nu)}{\delta \nu^2} \Big|_{\nu=0} = \operatorname{Re} \left[-\frac{1}{2\pi} \sum_{k \in \mathbb{Z}} \frac{\Delta x_k^3}{12} \int_{-\infty}^{\infty} e^{j\lambda \hat{x}_{qk}} \varphi_x^*(\lambda) d\lambda \right] = \sum_{k \in \mathbb{Z}} \frac{\Delta x_k^3}{12} w(\hat{x}_{qk}) \quad (3.13)$$

Cu ipoteza făcută asupra mărimii pașilor de cuantizare Δx_k , probabilitatea p_k ca semnalul să cadă în intervalul de cuantizare I_k devine:

$$p_k = \int_{\hat{x}_{qk} - \frac{\Delta x_k}{2}}^{\hat{x}_{qk} + \frac{\Delta x_k}{2}} w(x) dx \cong w(\hat{x}_{qk}) \Delta x_k \quad (3.14)$$

deci puterea zgomotului de cuantizare al cuantizorului neuniform generalizat este:

$$z_c^2 = M(z^2) = \frac{1}{12} \sum_{k \in \mathbb{Z}} \Delta x_k^2 p_k \quad (3.15)$$

Se observă că puterea zgomotului de cuantizare este suma puterilor erorii de cuantizare pe care o dă fiecare interval de cuantizare în parte și depinde atât de statistica semnalului cât și de parametrii cuantizorului $Q[\{x_k\}_{k \in \mathbb{Z}}, \{\hat{x}_{qk}\}_{k \in \mathbb{Z}}]$. Din relația (3.15) se obține ca un caz particular puterea zgomotului de cuantizare pentru cuantizarea uniformă, ($\Delta x_k = \Delta x$ pentru orice k)

$$z_e^2 = \frac{1}{12} \Delta x^2 \sum_{k \in Z} p_k = \frac{\Delta x^2}{12} \quad (3.16)$$

Raportul semnal zgomot în cuantizarea neuniformă. Puterea unui semnal aleator staționar, $x(t)$, cu densitatea de probabilitate $w(x)$ se obține din momentul său de ordinul doi, $M(x^2)$, și are expresia

$$s^2 = M(x^2) = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 w(x) dx \quad (3.17)$$

Pentru a da o formă potrivită relației de mai sus, dar pierzând din exactitate se dezvoltă în serie Taylor $x^2 w(x)$ obținându-se:

$$s^2 = \sum_{k \in Z} \int_{\hat{x}_{qk} - \frac{\Delta x_k}{2}}^{\hat{x}_{qk} + \frac{\Delta x_k}{2}} x^2 w(x) dx \cong \sum_{k \in Z} \left[\Delta x_k (\hat{x}_{qk})^2 w(\hat{x}_{qk}) + \frac{\Delta x_k^2}{12} w(\hat{x}_{qk}) \right] \quad (3.18)$$

Din (3.13) și (3.18) se determină raportul semnal- zgomot în cazul cuantizării neuniforme

$$(RSZ)_{CN} = \frac{s^2}{z_c^2} = 1 + 12 \frac{\sum_{k \in Z} (\hat{x}_{qk})^2 p_k}{\sum_{k \in Z} \Delta x_k^2 p_k} \quad (3.19)$$

3.1.2. Cuantizarea optimală

Cuantizarea optimală impune alegerea parametrilor cuantizorului în așa fel încât distorsiunea pe care o suferă semnalul în urma cuantizării să fie minimă. S-a definit distorsiunea ca fiind valoarea medie a unei funcții care are ca variabilă eroarea de cuantizare

$$d = M[f(z)] = \sum_{k \in Z} \int_{x_{k-1}}^{x_k} f(x - x_{qk}) w(x) dx \quad (3.20)$$

Pentru minimizarea distorsiunii definite de relația (3.20) se pune condiția ca derivatele parțiale ale distorsiunii în raport cu x_k și x_{qk} să fie nule:

$$\frac{\delta d}{\delta x} = f(x_k - x_{qk})w(x) - f(x_k - x_{qk+1})w(x_k) = 0 \quad (3.21)$$

și

$$\frac{\delta d}{\delta x_{qk}} = - \int_{x_{k-1}}^{x_k} f'(x - x_{qk})w(x)dx = 0 \quad (3.22)$$

Dacă $f(x)=x^2$, atunci distorsiunea definită de relația (3.20) devine chiar puterea zgomotului de cuantizare și deci soluțiile relațiilor (3.21) și (3.22) vor determina un cuantizor $Q[\{x_k\}_{k \in Z}, \{x_{qk}\}_{k \in Z}]$, care va da un raport semnal-zgomot maxim, pentru un semnal cu densitatea de probabilitate $w(x)$.

Soluțiile sistemului de mai sus în cazul unui cuantizor cu N niveluri de cuantizare definite de punctele :

$$x_1 = -\infty, x_2, \dots, x_{N+1} = +\infty$$

sunt date de relația

$$x_k = \frac{x_{qk} + x_{qk+1}}{2}, k = 2, \dots, N \quad (3.23)$$

respectiv, relația

$$x_{qk} = \frac{\int_{x_{k-1}}^{x_k} xw(x)dx}{\int_{x_{k-1}}^{x_k} w(x)dx}, k = 1, 2, \dots, N \quad (3.24)$$

Adică, valoarea optimă, x_{qk} , a semnalului cuantizat o reprezintă abscisa centrului de greutate al porțiunii din aria densității de probabilitate $w(x)$, corespunzătoare intervalului de cuantizare I_k , iar valorile optime $\{x_k\}$, care determină intervalele optime de cuantizare,

sunt date de punctul median dintre valorile x_{qk} și x_{qk+1} ale semnalului cuantizat (fig. 3.5.).

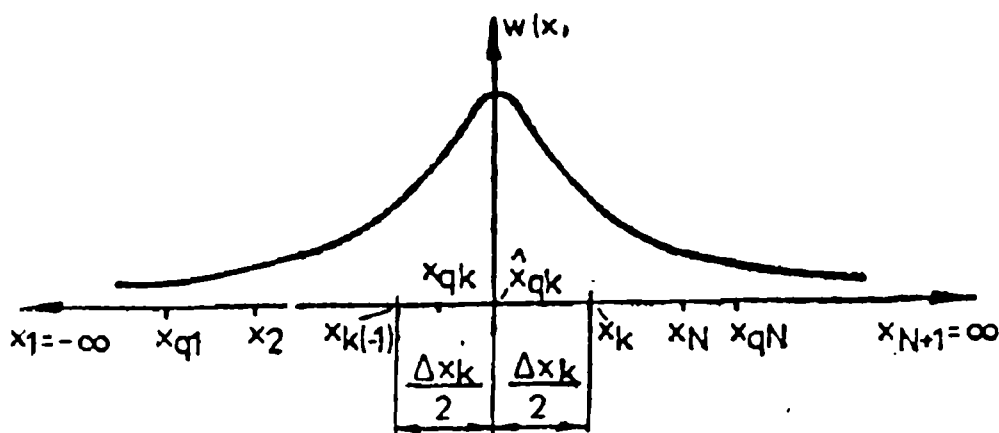


Fig. 3.5. Cuantizarea optimală

Dacă se presupune cuantizorul ca având un număr fixat $N=2M$ de niveluri de cuantizare și densitatea de probabilitate simetrică, $w(x)=w(-x)$, se poate afla mărimea pasului de cuantizare optim, Δx , pentru un cuantizor uniform care să aibă un raport semnal-zgomot maxim. În acest caz,

$$x_k = k\Delta x;$$

$$x_{qk} = \frac{(2k-1)\Delta x}{2}$$

și Δx satisface ecuația:

$$\sum_{k=1}^{M-1} (2x-1) \int_{(k-1)\Delta x}^{k\Delta x} \left(\frac{2k-1}{2} \Delta x - x \right) w(x) dx + (M-1) \int_{(M-1)\Delta x}^{\infty} \left(\frac{2M-1}{2} \Delta x - x \right) w(x) dx = 0 \quad (3.25)$$

Calculul unui cuantizor optimal cu N niveluri de cuantizare pe baza relațiilor (3.23) și (3.24) se poate face iterativ dacă $w(x)$ are o expresie analitică. Se alege pentru început x_{q1} și apoi se determină succesiv $x_2, x_{q2}, \dots, x_k, x_{qk}, \dots, x_{qN}$, iar dacă x_{qN} corespunde centrului de greutate al ariei din $w(x)$ cuprinsă între x_N și $+\infty$, atunci cuantizorul este bine determinat.

Caracteristicile statistice ale semnalelor cuantizate optimal. Cuantizorul optimal se poate obține prin particularizarea cuantizorului neuniform.

Astfel, funcția caracteristică a semnalelor cuantizate optimal se obține din (3.5):

$$\varphi_{x_q}(v) = \sum_{k=1}^N p_k e^{jvx_{qk}},$$

unde

$$p_k = \int_{\hat{x}_{qk} - \frac{\Delta x_k}{2}}^{\hat{x}_{qk} + \frac{\Delta x_k}{2}} w(x) dx$$

și

$$x_{qk} = \frac{\int_{\hat{x}_{qk} - \frac{\Delta x_k}{2}}^{\hat{x}_{qk} + \frac{\Delta x_k}{2}} xw(x) dx}{p_k} \quad (3.26)$$

Valoarea medie a semnalelor cuantizate optimal rezultă din (3.6) ținându-se cont de (3.26) și este egală chiar cu media semnalului necuantizat

$$M(x_q) = \sum_{k=1}^N p_k x_{qk} = \sum_{k=1}^N \int_{\hat{x}_{qk} - \frac{\Delta x_k}{2}}^{\hat{x}_{qk} + \frac{\Delta x_k}{2}} xw(x) dx = M(x) \quad (3.27)$$

Media de ordinul doi a unui semnal supus cuantizării optimale, este:

$$M(x^2) = \sum_{k=1}^N \int_{\hat{x}_{qk} - \frac{\Delta x_k}{2}}^{\hat{x}_{qk} + \frac{\Delta x_k}{2}} (x - x_{qk})^2 w(x) dx + \sum_{k=1}^N x_{qk}^2 p_k + 2 \sum_{k=1}^N x_{qk} \int_{\hat{x}_{qk} - \frac{\Delta x_k}{2}}^{\hat{x}_{qk} + \frac{\Delta x_k}{2}} (x - x_{qk}) w(x) dx \quad (3.28)$$

Mărimea ultimului termen al relației de mai sus dezvoltând în serie Taylor pe $xw(x)$ și $w(x)$ în jurul lui

\hat{x}_{qk}
devine:

$$E = 2 \sum_{k=1}^N \Delta x_k x_{qk} \left[w(\hat{x}_{qk})(\hat{x}_{qk} - x_{qk}) + \frac{\Delta x_k^2}{24} (\hat{x}_{qk} - x_{qk}) w''(\hat{x}_{qk}) + \frac{\Delta x_k^2}{12} w'(\hat{x}_{qk}) \right]$$

Făcând aceleași operații și asupra relației (3.26) se obține:

$$x_{qk} = \hat{x}_{qk} + \frac{\Delta x_k^2}{12} \frac{w'(\hat{x}_{qk})}{w(\hat{x}_{qk})} \quad (3.29)$$

Inlocuind expresia lui x_{qk} din relația (3.29) rezultă:

$$\begin{aligned} E &= -\frac{1}{144} \sum_{k=1}^N \hat{x}_{qk} \Delta x_k^2 w(\hat{x}_{qk}) \left(\frac{\Delta x_k w'(\hat{x}_{qk})}{w(\hat{x}_{qk})} \right)^2 \frac{\Delta x_k^2 w''(\hat{x}_{qk})}{\Delta x_k w'(\hat{x}_{qk})} = \\ &= -\frac{1}{144} \varepsilon^3 \sum_{k=1}^N \hat{x}_{qk} \Delta x_k^2 w(\hat{x}_{qk}) = -O(\varepsilon^3), \text{ deoarece, } \varepsilon \leq 1 \end{aligned}$$

Din relația (3.28) se observă că primul termen reprezintă puterea zgomotului de cuantizare, iar al doilea momentul de ordinul doi al semnalului cuantizat optimal căutat:

$$M(x_q^2) \cong M(x^2) - (z_c^2)_{co}$$

Se remarcă deci că puterea semnalului cuantizat optimal este mai mică decât puterea semnalului de la intrarea cuantizatorului, diferența fiind chiar puterea zgomotului de cuantizare.

Zgomotul de cuantizare al cuantizatorului optimal. Folosind aceleași ipoteze și aceeași tehnică de calcul se determină puterea zgomotului de cuantizare a cuantizatorului optimal:

$$\begin{aligned} (z_c^2)_{co} &= \sum_{k=1}^N \int_{\hat{x}_{qk} - \frac{\Delta x_k}{2}}^{\hat{x}_{qk} + \frac{\Delta x_k}{2}} (x - x_{qk})^2 w(x) dx \cong \\ &\cong \sum_{k=1}^N \left\{ \Delta x_k (\hat{x}_{qk})^2 w(\hat{x}_{qk}) + \frac{\Delta x_k^3}{24} [(\hat{x}_{qk})^2 w''(\hat{x}_{qk}) + 4\hat{x}_{qk} w'(\hat{x}_{qk}) + 2w(\hat{x}_{qk})] - \right. \\ &\quad \left. - 2x_{qk} \Delta x_k \left[\hat{x}_{qk} w(\hat{x}_{qk}) + \frac{\Delta x_k^2}{24} \hat{x}_{qk} w'(\hat{x}_{qk}) + 2 \frac{\Delta x_k^2}{24} w'(\hat{x}_{qk}) \right] + x_{qk}^2 \Delta x_k \left[w(\hat{x}_{qk}) + \frac{\Delta x_k^2}{24} w''(\hat{x}_{qk}) \right] \right\}, \end{aligned}$$

și în final ținând seama de relația (3.2) se obține:

$$(z_c^2)_{co} = \left(1 - \frac{\varepsilon^2}{12} + \frac{\varepsilon^3}{288}\right) \sum_{k=1}^N \frac{\Delta x_k^3}{12} w(\hat{x}_{qk}) \cong \frac{1}{12} \sum_{k=1}^N \Delta x_k^3 w(\hat{x}_{qk}) \quad (3.30)$$

Relația (3.30) exprimă faptul că puterea zgomotului de cuantizare a cuantizorului optimal este practic egală cu cea a unui cuantizor care păstrează intervalele de cuantizare $\{I_k\}$, dar pentru care valorile de refacere, $\{x_{qk}\}$, se află la mijlocul intervalelor corespunzătoare.

Raportul semnal-zgomot în cuantizarea optimală. Pentru a determina raportul semnal-zgomot de cuantizare în cazul cuantizării optimale, se utilizează relația (3.18) pentru expresia aproximativă a puterii semnalului și relația (3.30) pentru puterea zgomotului de cuantizare, obținându-se o relație care coincide cu (3.19):

$$(RSZ)_{co} = \frac{s^2}{(z_c^2)_{co}} = 1 + 12 \frac{\sum_{k=1}^N (\hat{x}_{qk})^2 p_k}{\sum_{k=1}^N \Delta x_k^2 p_k}$$

Cuantizorul optimal a fost definit punându-se condiția ca puterea zgomotului de cuantizare să fie minimă pentru un anumit semnal cu densitatea de probabilitate $w(x)$. Deci, expresia (3.30) reprezintă puterea minimă a erorii care afectează semnalul în urma cuantizării. Pentru oricare alt tip de cuantizare eroarea care afectează semnalul cuantizat este mai mare și în consecință raportul semnal-zgomot este mai mic. Deci, sunt adevărate expresiile:

$$\min(z_c^2)_{CN} = (z_c^2)_{co}; \max(RSZ)_{CN} = (RSZ)_{co}$$

Adică, pentru un semnal cu o statistică dată cuantizorul optimal corespunzător asigură cel mai mare raport semnal-zgomot față de oricare alt tip de cuantizor.

3.1.3. Cuantizarea uniformă a semnalelor neșantionate

În literatura de specialitate, cuantizarea uniformă a semnalelor s-a bucurat de o atenție deosebită existând numeroase lucrări care tratează această problemă [24,92,111].

Cuantizorul uniform are intervalele de cuantizare egale cu lungimea pasului de cuantizare Δx , iar valorile sale de refacere se definesc la mijlocul intervalelor de cuantizare corespunzătoare. Avem următoarele relații pentru cuantizorul uniform în cazul cel mai general:

$$I_k = [(k-1)\Delta x, k\Delta x)$$

$$\hat{x}_{qk} = k\Delta x + \theta\Delta x,$$

unde,

$$\left(k - \frac{1}{2}\right)\Delta x + \theta\Delta x \leq x < \left(k + \frac{1}{2}\right)\Delta x + \theta\Delta x, \text{ si } \theta \in [-1, 1]$$

În figura 3.6.a, sunt ilustrate relațiile de mai sus și caracteristica de transfer a cuantizorului uniform în cazul general.

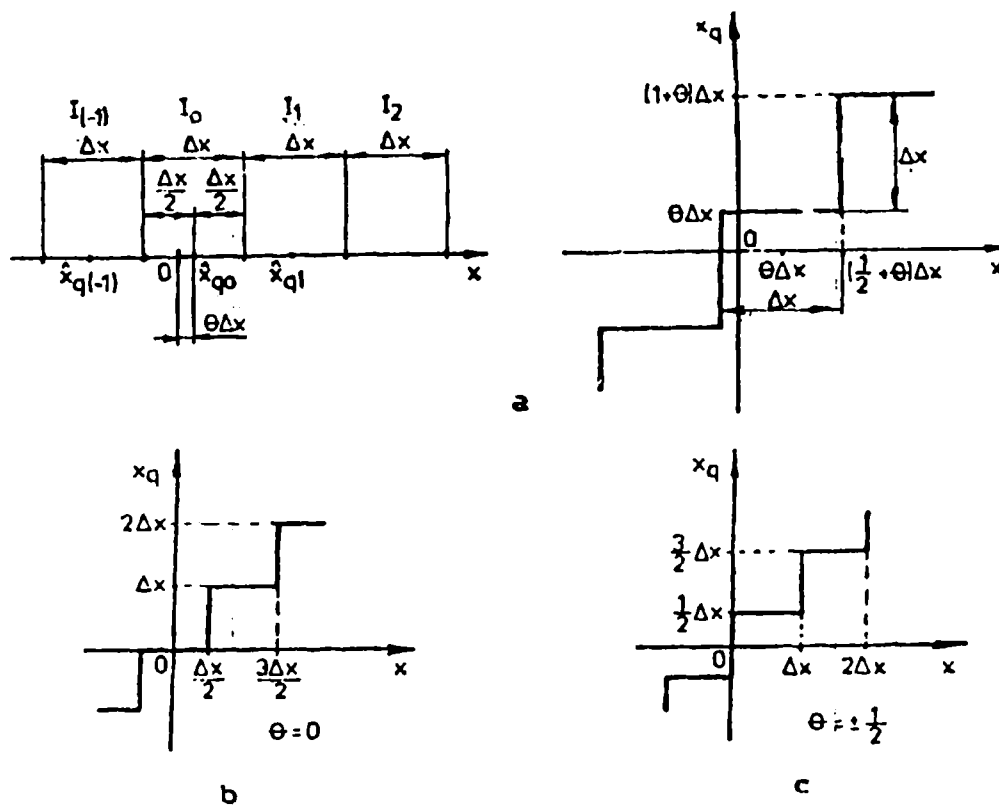


Fig. 3.6. Cuantizarea uniformă: a) caracteristica de transfer a cuantizorului uniform generalizat; b) pentru $\theta=0$; c) pentru $\theta=\pm 1/2$

În practică cele mai întâlnite cazuri de cuantizare sunt cele pentru care $\theta=0$ și $\theta=\pm 1/2$; caracteristicile lor de transfer sunt prezentate în figura 3.6.,b și respectiv 3.6.,c.

În continuare se va studia efectul cuantizării uniforme asupra unor semnale aleatoare staționare neșantionate, cu spectrul de putere uniform și identic nul în afara unei benzi de frecvență $|w| \leq w_M$ și care au densitatea de probabilitate unidimensională, $w(x)$, iar cea bidimensională, $w(x_1, x_2, \tau)$.

Caracteristicile statistice ale semnalelor neșantionate cuantizate uniform. Funcția caracteristică a unui semnal aleator neșantionat, supus cuantizării uniforme generalizate a fost calculată în [83] și are expresia:

$$\varphi_{xq}(v) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} e^{-j2\pi k \theta \varphi_x} \left(v + k \frac{2\pi}{\Delta x} \right) \frac{\sin\left(v \frac{\Delta x}{2} + k\pi \right)}{v \frac{\Delta x}{2} + k\pi}$$

Din expresia funcției caracteristice rezultă imediat mediile de ordinul întâi și doi ale semnalului cuantizat:

$$M(x_q) = -\left. \frac{\partial \varphi_{xq}(v)}{\partial v} \right|_{v=0} = M(x) + \frac{4x}{\pi} \sum_{k \in \mathbb{Z}} \frac{1}{k} \operatorname{Im} \left\{ e^{j2\pi k \left(\frac{1}{2} - \theta \right)} \varphi_x \left(k \frac{2\pi}{\Delta x} \right) \right\}$$

și

$$M(x_q^2) = -\left. \frac{\partial^2 \varphi_{xq}(v)}{\partial v^2} \right|_{v=0} = M(x^2) + \frac{(\Delta x)^2}{12} - \frac{\Delta x}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \operatorname{Re} \left\{ \frac{1}{k} e^{j2\pi k \left(\frac{1}{2} - \theta \right)} \frac{\partial \varphi_x \left(v + \frac{2\pi}{\Delta x} \right)}{\partial v} \right\} +$$

$$+ \left(\frac{\Delta x}{\pi} \right)^2 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} \operatorname{Re} \left\{ e^{-j2\pi k \left(\theta - \frac{1}{2} \right)} \varphi_x \left(k \frac{2\pi}{\Delta x} \right) \right\}$$

Dacă $\varphi_x(v_1, v_2, \tau)$ este funcția caracteristică bidimensională a semnalului aleator, atunci funcția de autocorelație a semnalului cuantizat are expresia:

$$\begin{aligned}
R_{x_q x_q}(\tau) = & R_{xx}(\tau) - \frac{\Delta x}{2\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \operatorname{Re} \left\{ e^{j2\pi\left(\frac{1-\theta}{2}\right)k} \left[\frac{\partial \varphi_x}{\partial v_1} \left(0, \frac{2\pi}{\Delta x} k, \tau \right) + \right. \right. \\
& \left. \left. + \frac{\partial \varphi_x}{\partial v_2} \left(\frac{2\pi}{\Delta x} k, 0, \tau \right) \right] \right\} - \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta x}{\pi} \right)^2 \sum_{k_1=1}^{\infty} \sum_{k_2=1}^{\infty} \operatorname{Re} \left\{ e^{j2\pi\left(\frac{1-\theta}{2}\right)(k_1+k_2)} \times \right. \\
& \left. \times \left[\varphi_x \left(\frac{2\pi}{\Delta x} k_1, \frac{2\pi}{\Delta x} k_2, \tau \right) - \varphi_x \left(\frac{2\pi}{\Delta x} k_1, -\frac{2\pi}{\Delta x} k_2, \tau \right) \right] \right\} \quad (3.31)
\end{aligned}$$

Din analiza relației de mai sus rezultă că semnalul cuantizat $x_q(t)$ este tot un semnal staționar, dar a cărui funcție de autocorelație este diferită de cea a semnalului necuantizat.

Dacă semnalul supus cuantizării este un semnal gaussian de ordinul doi centrat, atunci funcția de autocorelație devine:

$$\begin{aligned}
R_{x_q x_q}(\tau) = & R_{xx}(\tau) \left\{ 1 - 4 \sum_{k=1}^{\infty} \cos \left[2\pi \left(\frac{1-\theta}{2} \right) k \right] e^{-2\pi^2 \lambda^2 k^2} \right\} + \\
& + \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta x}{2} \right)^2 \sum_{k_1=1}^{\infty} \sum_{k_2=1}^{\infty} \frac{1}{k_1} \frac{1}{k_2} \cos \left[2\pi \left(\frac{1-\theta}{2} \right) (k_1 - k_2) \right] e^{-2\pi^2 \lambda^2 (k_1^2 - 2k_1 k_2 + k_2^2)},
\end{aligned}$$

unde s-a notat cu $r=r(\tau)$ coeficientul de autocorelație al semnalului gaussian, iar prin λ am desemnat raportul

$$\lambda = \frac{\sigma_x}{\Delta x},$$

în care σ_x^2 reprezintă dispersia semnalului gaussian. Dacă presupunem că pasul de cuantizare este mult mai mic decât valoarea efectivă a semnalului gaussian centrat, adică $\Delta x \leq \sigma_x$, ceea ce corespunde în general situațiilor practice, rezultă că $\lambda \geq 1$ și în consecință neglijând sumele duble în raport cu prima sumă deducem în final:

$$R_{x_q x_q}(\tau) = R_{xx}(\tau) \left\{ 1 + 4 \sum_{k=1}^{\infty} \cos \left[2\pi \left(\frac{1-\theta}{2} \right) k \right] e^{-2\pi^2 \lambda^2 k^2} \right\} \quad (3.32)$$

Spectrul de putere al semnalelor neșantionate cuantizate uniform. Conform teoremei Wiener-Hincic [15,83,97] spectrul de putere și funcția de autocorelație, ale unui semnal aleator staționar sunt perechi Fourier și deci putem determina spectrul de putere al unui semnal aleator

cuantizat, aplicând transformata Fourier funcției sale de autocorelație, obținându-se:

$$S_{x_q}(\omega) = 4 \int_0^{\infty} R_{x_q x_q}(\tau) \cos \omega \tau d\tau$$

Presupunând că spectrul de putere este un semnal gaussian de ordinul doi centrat, rezultă din relația (3.4):

$$S_{x_q}(\omega) = \left\{ 1 + 4 \sum_{k=1}^{\infty} \cos \left[2\pi \left(\frac{1}{2} - \theta \right) k \right] e^{-2\pi^2 \lambda^2 k^2} \right\} S_x(\omega) \quad (3.33)$$

Analizând relația (3.33) reiese că în acest caz particular al semnalelor gaussiene de ordinul doi, centrate, banda spectrului de putere al acestora coincide cu banda spectrului de putere a semnalului cuantizat. Se observă de asemenea că puterea totală a semnalului cuantizat, diferă de puterea totală a semnalului fiind înmulțită cu un factor constant, a cărui valoare depinde de parametrii semnalului gaussian: mărimea pasului de cuantizare și valoarea parametrului θ al cuantizorului.

Zgomotul de cuantizare al cuantizorului uniform în cazul semnalelor neșantionate. Eroarea de cuantizare are în cazul cuantizorului uniform forma de variație din fig. 3.7. În cazul cel mai general, expresia erorii de cuantizare este:

$$z = x - \hat{x}_{qk} = x - (k + \theta)\Delta x \quad (3.34)$$

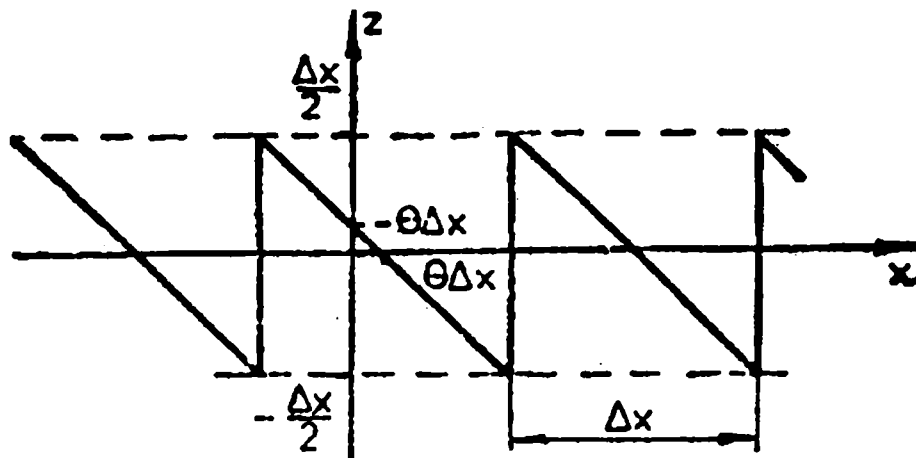


Fig. 3.7. Caracteristica zgomotului de cuantizare în cazul cuantizării uniforme

Densitatea de probabilitate a zgomotului de cuantizare rezultă în acest caz:

$$u(z) = \sum_{k \in \mathbb{Z}} w(z + \hat{x}_{qk}) u(z),$$

unde

$$u(z) = \sigma\left(z + \frac{\Delta x}{2}\right) - \sigma\left(z - \frac{\Delta x}{2}\right)$$

Ca urmare, putem calcula funcția caracteristică a zgomotului de cuantizare:

$$\varphi_z(v) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{jvz} w_q(z) dz = \sum_{k \in \mathbb{Z}} \varphi_x\left(k \frac{2\pi}{\Delta x}\right) \frac{\sin\left(v \frac{\Delta x}{2} - k\pi\right)}{v \frac{\Delta x}{2} - k\pi} e^{-j2\pi k\theta}$$

Cu ajutorul funcției caracteristice determinăm momentele de ordinul întâi și doi ale zgomotului de cuantizare. Media zgomotului este:

$$M(z) = -j \frac{\partial \varphi_z(v)}{\partial v} \Big|_{v=0} = \frac{\Delta x}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{2} \operatorname{Im} \left\{ \varphi_x\left(k \frac{2\pi}{\Delta x}\right) e^{j2\pi k \left(\frac{1}{2} - \theta\right)} \right\},$$

iar puterea sa

$$(z_c^2)_{CU} = M(z^2) = -\frac{\partial^2 \varphi_z(v)}{\partial v^2} \Big|_{v=0} = \frac{(\Delta x)^2}{12} + \frac{(\Delta x)^2}{\pi^2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} \operatorname{Re} \left\{ \varphi_x\left(k \frac{2\pi}{\Delta x}\right) e^{j2\pi k \left(\frac{1}{2} - \theta\right)} \right\}$$

Cu $w(x_1, x_2, \tau)$, densitatea de repartiție bidimensională a semnalului aleator și $\varphi_x(v_1, v_2, \tau)$, funcția sa caracteristică bidimensională date în [83], se calculează funcția de autocorelație a zgomotului de cuantizare:

$$R_{zz}(\tau) = \frac{(\Delta x)^2}{2\pi^2} \sum_{k_1=1}^{\infty} \sum_{k_2=1}^{\infty} \operatorname{Re} \left\{ \frac{1}{k_1 k_2} \varphi_x\left(k_1 \frac{2\pi}{\Delta x}, k_2 \frac{2\pi}{\Delta x}, \tau\right) e^{j2\pi(k_1+k_2)\left(\frac{1}{2}-\theta\right)} - \frac{1}{k_1 k_2} \varphi_x\left(k_1 \frac{2\pi}{\Delta x}, -k_2 \frac{2\pi}{\Delta x}, \tau\right) e^{j2\pi(k_1-k_2)\left(\frac{1}{2}-\theta\right)} \right\}$$

Pentru semnalele aleatoare gaussiene centrate, presupunând $\lambda \geq 1$, rezultă o expresie mai simplă a funcției de autocorelație:

$$R_{zz}(\tau) = \frac{(\Delta x)^2}{2\pi^2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} e^{-4\pi^2 \lambda^2 k^2 (1-r(\tau))} \quad (3.35)$$

Dacă $\tau=0$ obținem puterea totală a zgomotului de cuantizare:

$$(z_c)_{CU}^2 = R_{zz}(0) = \frac{(\Delta x)^2}{2\pi^2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} = \frac{(\Delta x)^2}{2\pi^2} \frac{\pi^2}{6} = \frac{(\Delta x)^2}{12} \quad (3.36)$$

Observăm că este exact valoarea dată de relația (3.15), obținută de fapt în aceeași condiție simplificatoare, și anume considerând pasul de cuantizare mult mai mic în raport cu domeniul de variație al amplitudinii semnalului.

Spectrul de putere al zgomotului de cuantizare în cazul cuantizării uniforme a semnalelor neșantionate. Se calculează spectrul de putere al zgomotului de cuantizare în cazul cuantizării uniforme a unor semnale gaussiene centrate de ordinul doi care au spectrul de putere uniform și nul în afara unei benzi $|w| \leq w_M$.

Coeficientul de corelație al unui asemenea semnal [49], este $r(\tau) = \sin \tau w_M / \tau w_M$. Deci, aplicând transformata Fourier funcției de autocorelație dată de (3.35) obținem:

$$S_z(\omega) = \frac{4(\Delta x)^2}{2\pi^2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} \int_0^{\infty} e^{-4\pi^2 \lambda^2 k^2 \left(1 - \frac{\sin \tau w_M}{\tau w_M}\right)} \cos \omega \tau d\tau$$

Dezvoltând $r(\tau)$ în serie Taylor și reținând doar primii doi termeni se obține în continuare:

$$S_z(\omega) = \frac{2(\Delta x)^2}{\pi^2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} \int_0^{\infty} e^{-\frac{2}{3}\pi^2 \lambda^2 k^2 \tau^2 w_M^2} \cos \omega \tau d\tau = \frac{2(\Delta x)^2}{\pi^{3/2} w_q} \sum_{k=1}^{\infty} k^{-3} e^{-\left(\frac{\omega}{k w_q}\right)^2}, \quad (3.37)$$

unde prin ω_q s-a desemnat o mărime care are dimensiune de pulsație și are expresia dată de relația:

$$\omega_q = 2\pi\lambda\sqrt{\frac{2}{3}}\omega_M \quad (3.38)$$

Puterea totală a zgomotului de cuantizare este, (ținând seama de relația 3.36)

$$(z_c)_{CU}^2 = R_{zz}(0) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} S_z(\omega) d\omega,$$

făcând schimbarea de variabilă ω/ω_q se obține:

$$\int_0^{\infty} S_z\left(\frac{\omega}{\omega_q}\right) d\left(\frac{\omega}{\omega_q}\right) = \frac{2\pi(z_c)_{CU}^2}{\omega_q}$$

Cu relația de mai sus se exprimă spectrul de putere normalizat al zgomotului de cuantizare astfel:

$$S_{zn}\left(\frac{\omega}{\omega_q}\right) = \frac{\omega_z S_q\left(\frac{\omega}{\omega_q}\right)}{2(z_c)_{CU}^2} = \frac{12}{\pi^{5/2}} \sum_{k=1}^{\infty} k^{-3} e^{-\frac{1}{k^2}(\omega/\omega_q)^2}, \quad (3.39)$$

rezultat care coincide cu cel existent în [15], și a cărui diagramă este indicată în fig. 3.8.

Spectrul de putere normalizat $S_{zn}(\omega/\omega_q)$ este o funcție de tip trece jos în domeniul de frecvență, care are o asimptotă cu o pantă de 6dB/octavă pentru $\omega < \omega_q$. Deci banda zgomotului de cuantizare poate fi considerată cu o bună aproximație, $|\omega| \leq \omega_q$; iar din (3.38) rezultă că banda zgomotului de cuantizare este mult mai mare decât banda semnalului gaussian deoarece $\lambda \geq 1$.

O altă observație interesantă care se poate face analizând figura 3.8., este aceea că spectrul de putere al zgomotului de cuantizare este aproape uniform distribuit în banda $|\omega| \leq \omega_q$ și în consecință în orice bandă de frecvență mai mică, $|\omega| \leq \omega_f$ cu $\omega_f < \omega_q$, vom avea doar o fracțiune proporțională cu ω_f/ω_q , din puterea totală a zgomotului.

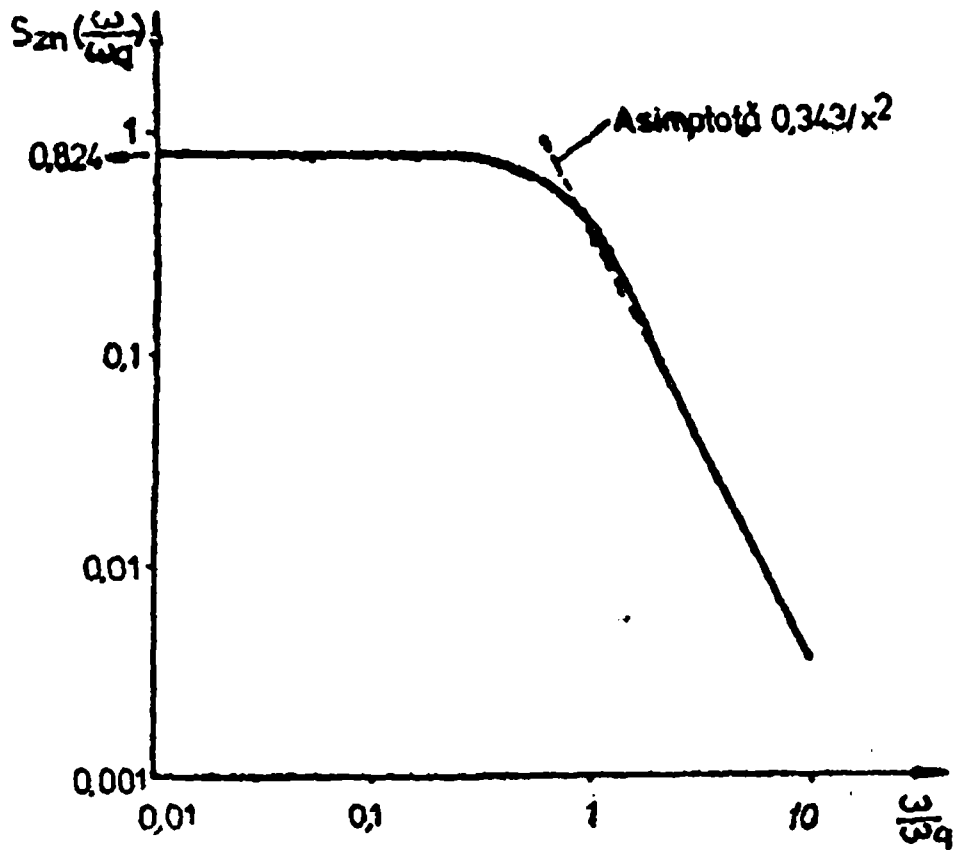


Fig. 3.8. Funcția normalizată a spectrului de putere a zgomotului de cuantizare în cuantizarea uniformă a semnalelor gaussiene centrate

Puterea zgomotului de cuantizare ce rămâne în urma filtrării cu un filtru ideal, cu banda de trecere $|\omega| \leq \omega_f$ și $\omega_f \leq \omega_q$, a unui semnal gaussian de ordinul doi centrat supus cuantizării uniforme este:

$$z_f^2 = \frac{1}{4\pi} \int_{-\omega_f}^{\omega_f} S_z(\omega) d\omega = S_{zn}(0) (z_c)_{CU}^2 \frac{\omega_f}{\omega_q} \quad (3.40)$$

În fig. 3.9. se ilustrează dependența lărgimii benzii de frecvență a zgomotului de cuantizare în funcție de λ .

Se observă că pentru un raport 16 între valoarea efectivă a semnalului gaussian centrat și pasul de cuantizare, caz care corespunde unui cuantizor finit cu 128 niveluri de cuantizare și o plajă a amplitudinii $8\tau_x$, banda zgomotului de cuantizare este de 82 de ori mai mare decât banda semnalului.

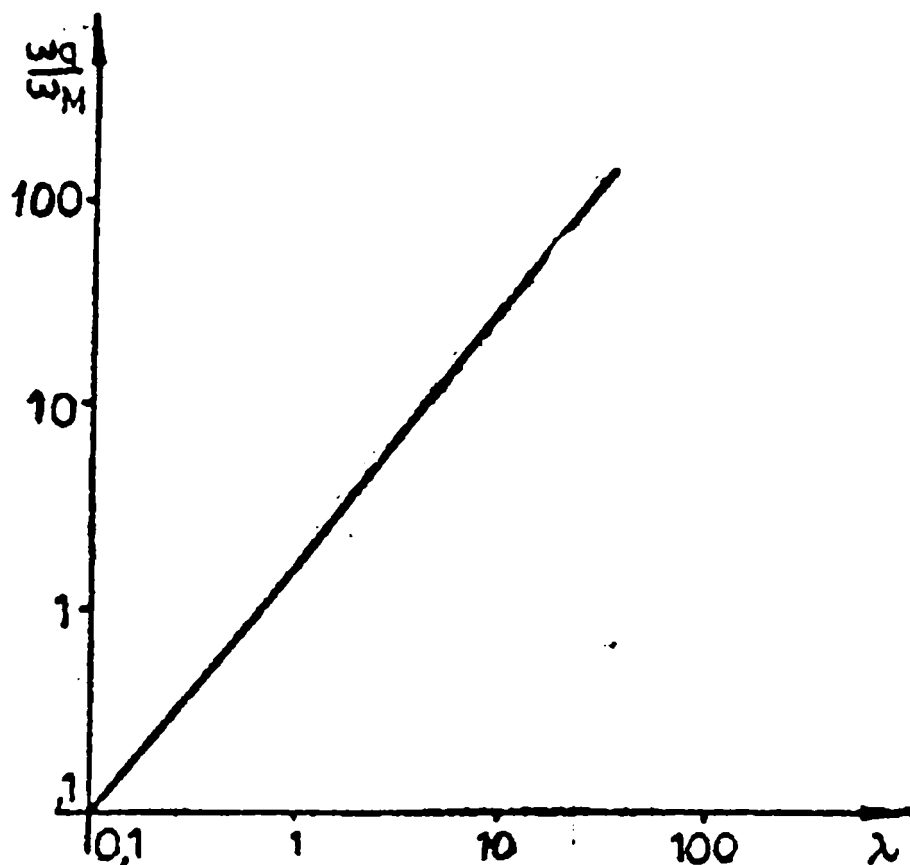


Fig. 3.9. Variația lărgimii benzii spectrului de putere al zgomotului în funcție de λ

În aceste condiții relația (3.40) este îndeplinită și pe baza ei rezultă că în banda de bază a semnalului se află doar 10% din puterea totală a zgomotului de cuantizare.

Raportul semnal-zgomot al cuantizorului uniform în cazul semnalelor neșantionate. Expresia cea mai generală a raportului semnal-zgomot în cuantizarea uniformă a semnalelor neșantionate este:

$$(RSZ)_{CU} = \frac{s^2}{(z_c^2)_{CU}} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} x^2 w(x) dx}{\frac{(\Delta x)^2}{12} + \frac{(\Delta x)^2}{\pi^2} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2} \operatorname{Re} \left\{ \varphi_x \left[k \frac{2\pi}{\Delta x} e^{j2\pi k \left(\frac{1}{2} - \theta \right)} \right] \right\}}$$

În cazul semnalelor gaussiene de ordinul doi centrate, raportul semnal-zgomot total de cuantizare ținând seama de relația (3.36) și de faptul că puterea semnalului este σ_x^2 , devine:

$$(RSZ)_{UG} = \frac{\sigma_x^2}{(\Delta x)^2} = 12\lambda^2 \quad (3.41)$$

respectiv în dB

$$(RSZ)_{UG}^{dB} = 10,79 + 20 \log_{10} \lambda [dB] \quad (3.41')$$

Dacă semnalul gaussian cuantizat este trecut printr-un filtru ideal cu bandă de trecere egală cu banda de bază a semnalului, ω_M , raportul semnal-zgomot se îmbunătățește substanțial așa cum rezultă din relația:

$$(RSZ)_{UGF} = \frac{s^2}{z_f^2} = \frac{\sigma_x^2}{S_{zn}(0) \frac{\omega_M}{\omega_q} (z_c^2)_{CU}} = 61\lambda^3 \quad (3.42)$$

3.1.4. Cuantizorul real

Convertoarele analog-numerice, care sunt componente de bază ale unor asemenea instalații, realizează cele două procese prezentate în fig. 3.1., a și anume cuantizarea și codarea. De aceea se poate sublinia că prin cuantizor real nu se înțelege un dispozitiv fizic cu funcția caracteristică ideală din fig. 3.3., ci tot un model dar care prezintă o caracteristică de transfer reală, care înglobează din erorile constructive ale convertorului analog-numeric pe care îl modelează, cele care revin în mod principal procesului de cuantizare.

În afară de eroarea de cuantizare prezentată în mod detaliat anterior, cuantizoarele reale mai prezintă două tipuri importante de erori. O primă eroare se datorește domeniului finit al cuantizorului, $D \subset \mathbb{R}$, ceea ce face ca în cazul unor semnale care au domeniul de variație al amplitudinii mai mare decât D , să apară așa numitele erori de saturare ale cuantizorului.

Al doilea tip de erori se datorează deviației caracteristicii de transfer reale a cuantizoarelor de la caracteristica ideală, cauzată de abaterile de la valorile teoretice ale parametrilor dispozitivelor

electronice ce compun convertoarele analog-numerice. Aceste erori poartă numele generic de erori de neliniaritate.

În continuare se prezintă cele două tipuri de erori, pe care le particularizăm pentru cuantizorul uniform; o altă problemă care este specifică numai acestuia este alinierea. Alinierea este un proces specific de fabricație al convertoarelor analog-numerice, prin care se ajustează caracteristica de transfer a cuantizorului în așa fel încât eroarea de neliniaritate diferențială să nu depășească un pas de cuantizare Δx .

Eroarea de saturație a cuantizorului finit. Domeniul de variație al amplitudinii semnalelor fizice reale este finit. Chiar dacă densitățile de distribuție a probabilității, ale unor semnale au domeniu infinit, cum este cazul semnalelor gaussiene, în majoritatea distribuțiilor de semnale întâlnite în practică, considerarea unui domeniu vârf la vârf al semnalului de $8\sigma_x$, este suficient. În cazul distribuției Laplace, de exemplu, probabilitatea ca valoarea absolută a semnalului să depășească $4\sigma_x$ este 0,35%.

În alegerea domeniului cuantizoarelor trebuie să se țină seama de considerațiile de mai sus, astfel încât să cuprindă domeniul de variație al amplitudinii semnalului de la intrarea sa. În caz contrar apar așa numitele erori de saturație ale cuantizorului care constau în faptul că valori ale semnalului mai mici decât limita inferioară a domeniului cuantizorului x_0 , sau pentru valori mai mari decât limita superioară x_N , cuantizorul va indica aceeași minimă x_{q1} și respectiv maximă x_{qN} la ieșirea sa (fig. 3.10.).

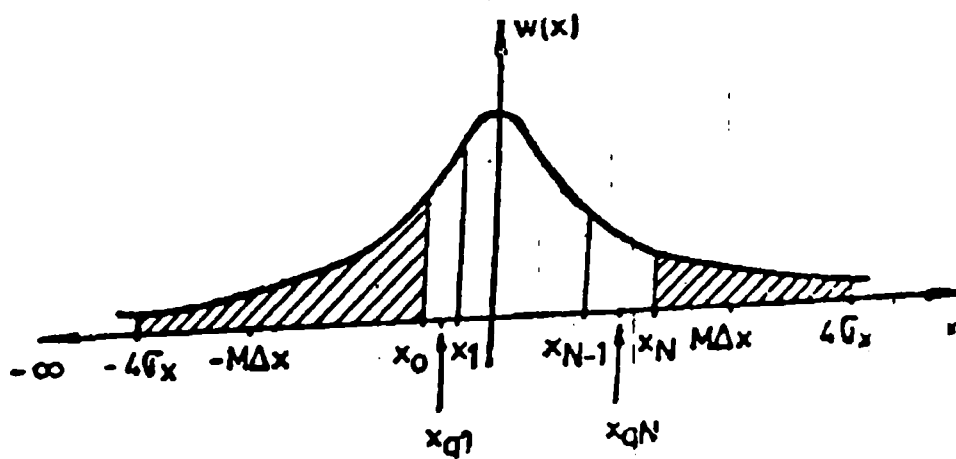


Fig. 3.10. Eroarea de saturație a cuantizoarelor finite

Puterea erorii de saturație a cuantizoarelor în cazul unui cuantizor generalizat care are domeniul $D=[x_0, x_N]$ și la intrarea căruia se aplică semnalele aleatoare cu densitatea de probabilitate de ordinul întâi $w(x)$ și domeniul de amplitudine infinit este [82]:

$$z_s^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - x_0)^2 w(x) dx + \int_{x_N}^{\infty} (x - x_N)^2 w(x) dx \quad (3.43)$$

Considerând un domeniu semnificativ de $8\sigma_x$ pentru amplitudinea semnalului și densitatea de probabilitate simetrică $w(x)=w(-x)$ relația (3.43) devine:

$$z_s^2 = \int_{-4\sigma_x}^{x_0} (x - x_0)^2 \sigma[-4\sigma_x] w(x) dx + \int_{x_N}^{4\sigma_x} (x - x_N)^2 \sigma[4\sigma_x] w(x) dx$$

Puterea erorii de saturație, în cazul unui semnal gaussian centrat supus cuantizării uniforme, pentru un cuantizor bipolar cu $2M$ niveluri de cuantizare (fig. 3.10.) este [82]:

$$\begin{aligned} z_s^2 &= \int_{-\infty}^{-M\Delta x} (x + M\Delta x) w(x) dx + \int_{M\Delta x}^{\infty} (x - M\Delta x)^2 w(x) dx = \\ &= \frac{2}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \int_{M\Delta x}^{\infty} (x - M\Delta x)^2 e^{-\frac{x^2}{2\sigma_x^2}} dx = 4i^2 \operatorname{erfc} \left(\frac{M\Delta x}{\sigma_x \sqrt{2}} \right), \end{aligned}$$

unde:

$$i^2 \operatorname{erfc} x = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} \frac{(t-x)^2}{2 \times 1} e^{-t^2} dt$$

și este tabelată [1].

În fig. 3.11. este prezentat graficul puterii erorii de saturație normalizat cu puterea semnalului gaussian σ_x^2 . Se remarcă faptul că pentru un domeniu al cuantizorului de $2M\Delta x=2\sigma_x$, puterea erorii de saturație reprezintă 15,4% din puterea semnalului, iar pentru un domeniu mai mare decât $2,5\sigma_x$ puterea erorii de saturație este practic nulă.

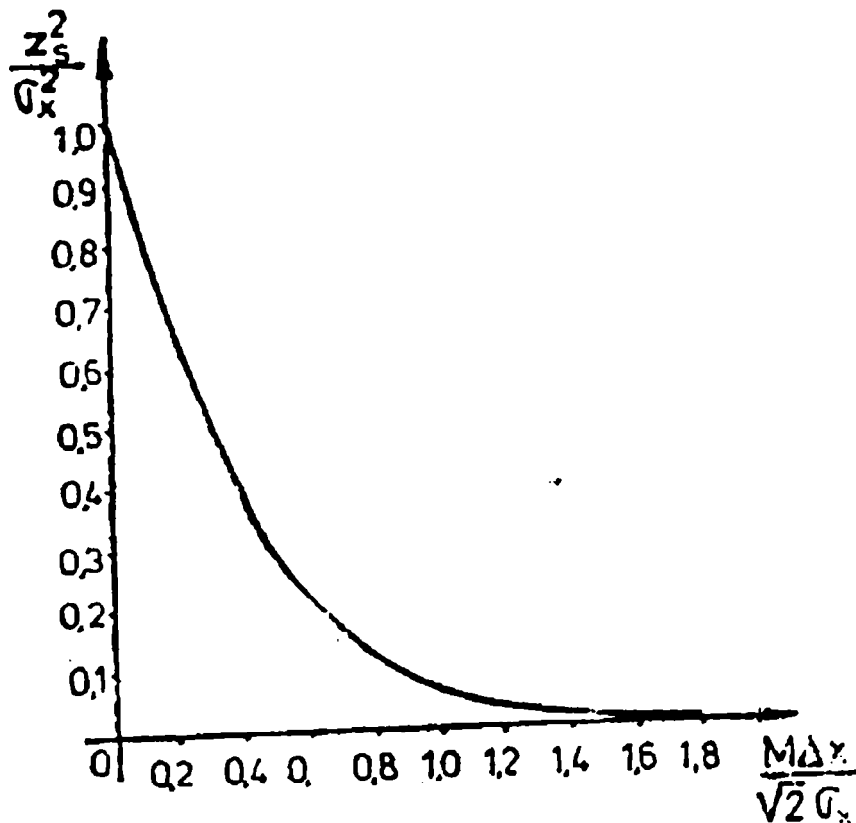


Fig. 3.11. Puterea normalizată a erorii de saturație a cuantizorului uniform finit

Erorile de neliniaritate ale cuantizoarelor reale. Anterior s-a prezentat teoria cuantizării semnalelor, făcând presupunerea că atât intervalele de cuantizare $\{I_k\}$, cât și valorile de refacere $\{x_{qk}\}$ sunt precis determinate, ceea ce înseamnă o caracteristică de transfer a cuantizorului bine precizată. Perturbațiile care duc la modificarea caracteristicii de transfer de la cea teoretică, generează în general neliniaritate, și de aceea erorile rezultate le vom numi erori de neliniaritate, deși unele dintre ele după cum vom vedea au un caracter cuasiliniar.

Erorile de acest tip care apar în cazul convertoarelor analog-numeric, adică cele care corespund cuantizoarelor uniforme finite au două cauze mai importante [83]. O primă cauză se datorează decalajului nulului convertorului (fig. 3.12.), care dă erori aditive și se manifestă printr-o deplasare pe axa x cu tensiunea de decalaj, U_d , a caracteristicii

de transfer a cuantizorului, ceea ce conduce la modificarea mediei zgomotului de cuantizare cu aceeași valoare.

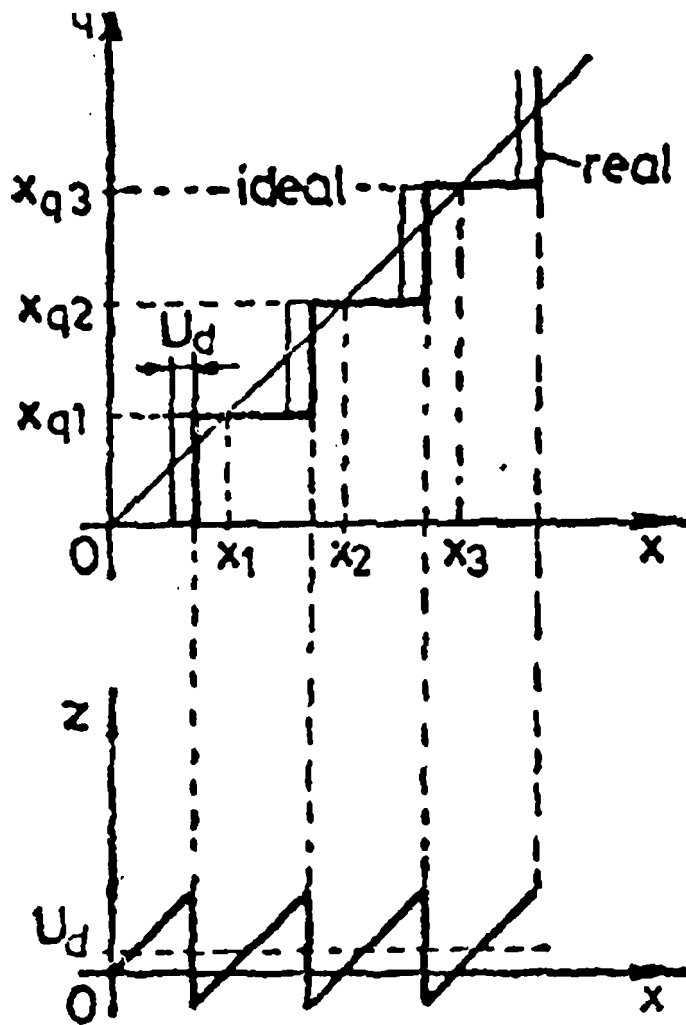


Fig. 3.12. Caracteristica reală de transfer a cuantizoarelor în cazul erorilor de nul

Eliminarea tensiunii de decalaj deci și a erorilor de acest tip se face prin reglaje periodice cu ajutorul unor scheme de compensare.

O a doua cauză constă în modificarea în timp a factorului total de amplificare (câștigului) din schema convertorului analog-numeric. Dacă câștigul are o abatere constantă, atunci avem de-a face cu așa numitele erori de câștig care se manifestă printr-o rotație în jurul originii a caracteristicii de transfer a cuantizorului.

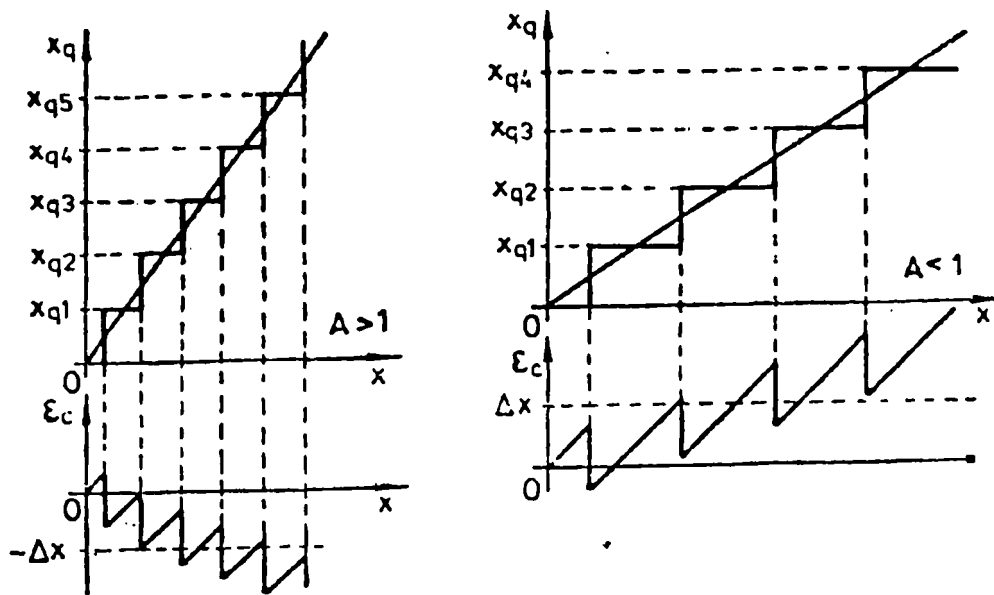


Fig. 3.13. Eroarea de câștig a cuantizoarelor reale

Erorile de câștig sunt erori multiplicative, deoarece sunt proporționale cu valoarea semnalului de la intrarea cuantizorului.

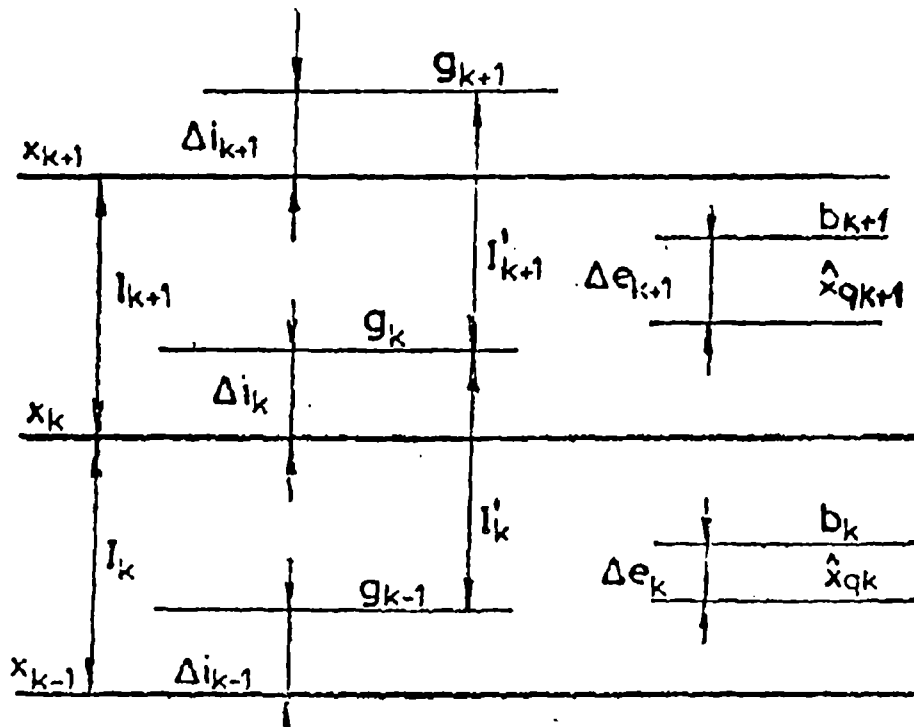


Fig. 3.14. Erori de neliniaritate ale cuantizoarelor reale

Dacă câștigul convertorului analog-numeric variază neliniar, depinzând de amplitudinea semnalului de la intrarea cuantizorului, atunci eroarea are o variație neuniformă și poartă numele de eroare de neliniaritate.

În fig. 3.14. se prezintă modelul după care se calculează puterea erorilor de neliniaritate în cazul unor semnale aleatoare cu densitatea de probabilitate $w(x)$.

Semnificațiile notațiilor sunt următoarele: Δi_k este eroarea cu care este afectat nivelul de decizie x_k al cuantizorului; Δe_k este eroarea cu care este afectată valoarea de refacere

corespunzătoare intervalului I_k , iar:

$$\hat{x}_{qk}$$

$$I'_k = (g_{k-1}, g_k)$$

și b_k definesc cuantizorul deformat.

Presupunând că erorile de neliniaritate sunt funcții de parametrii cuantizorului ideal, avem următoarele relații:

$$\begin{aligned} g_k &= g(x_k); \Delta i_k = g_k - x_k; \\ b_k &= b(\hat{x}_{qk}); \Delta e_k = b_k - \hat{x}_{qk} \end{aligned} \quad (3.44)$$

Puterea zgomotului de cuantizare pentru cuantizorul deformat, presupunând că intervalele de cuantizare rămân în continuare suficient de mici, astfel ca într-un interval, I'_k , densitatea de probabilitate, $w(x)$, să rămână aproximativ egală cu

$$w(\hat{x}_{qk})$$

se exprimă prin relația [81,82]:

$$\begin{aligned} M(z_t^2) &= \frac{1}{12} \sum_{k \in Z} w(\hat{x}_{qk}) \Delta x_k^3 + \sum_{k \in Z} w(\hat{x}_{qk}) \left[\frac{\Delta x_k^2}{4} (\Delta i_k - \Delta i_{k-1}) + \frac{1}{2} \Delta x_k (\Delta i_k^2 + \Delta i_{k-1}^2) + \Delta i_k^3 - \Delta i_{k-1}^3 \right] + \\ &+ \sum_{k \in Z} w(\hat{x}_{qk}) \Delta e_k^2 \Delta x_k + \sum_{k \in Z} w(\hat{x}_{qk}) \Delta e_k^2 (\Delta i_k - \Delta i_{k-1}) + \\ &+ \sum_{k \in Z} w(\hat{x}_{qk}) \Delta e_k (\Delta i_{k-1}^2 - \Delta i_k^2 - \Delta x_k \Delta i_k - \Delta x_k \Delta i_{k-1}) \end{aligned} \quad (3.45)$$

Puterea zgomotului de cuantizare al cuantizorului deformat cuprinde cinci termeni, fiecare dintre ei având o semnificație distinctă.

Astfel, primul termen reprezintă puterea zgomotului de cuantizare a cuantizorului nedeformat; al doilea puterea erorii multiplicative datorată modificării intervalelor de cuantizare; al treilea eroarea multiplicativă datorată modificării valorilor de refacere a cuantizorului, iar ultimii doi termeni, puterea zgomotului datorat intercorelației dintre cele trei tipuri de erori.

Evident că ultimii doi termeni sunt foarte mici și pot fi neglijați întrucât cauzele care generează erorile sunt independente.

După cum s-a văzut, în cazul convertoarelor analog-numerice, erorile mai des întâlnite sunt cele care provoacă modificarea intervalelor de cuantizare; rezultă că o bună aproximație a puterii erorilor de neliniaritate o reprezintă relația:

$$z_{nel}^2 = \sum_{k \in Z} w(\hat{x}_{qk}) \left[\frac{\Delta x_k^2}{4} (\Delta i_k - \Delta i_{k-1}) + \frac{1}{2} \Delta x_k (\Delta i_k^2 + \Delta i_{k-1}^2) + \Delta i_k^3 - \Delta i_{k-1}^3 \right]$$

În cazul unui cuantizor uniform, unipolar, cu N niveluri de cuantizare, și semnalul de la intrarea sa este un semnal uniform distribuit, cu densitatea de probabilitate uniformă, egală cu $1/N\Delta x$, rezultă următoarea expresie a puterii erorii de neliniaritate:

$$z_{nel}^2 = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \Delta i_k^2 \quad (3.46)$$

Dacă cuantizorul este bipolar cu 2M niveluri de cuantizare în aceleași condiții se deduce expresia:

$$z_{nel}^2 = \frac{1}{2M} \sum_{k=-M}^M \Delta i_k^2 \quad (3.47)$$

3.2. Convertorul analog-numeric

3.2.1. Descrierea generală a convertorului analog-numeric ADC-08-2 ca element de bază în construcția hardware a modului de achiziții date analog-numerice MADAN-08

Sistemul digital de măsură pentru verificarea metrologică a 4 contoare de energie electrică simbolizat SDMC-4, prelucrează informațiile despre energia vehiculată prin contoarele de verificat prin intermediul generatorului de impulsuri cu comutator optoelectronic prin reflexie (GICOR), a contorului etalon (CE), și a microcalculatorului bazat pe microprocesorul Z80 (CUBZ). Cu ajutorul acestui sistem se verifică atât compartimentul analogic cât și cel digital.

Pentru verificarea parametrilor analogici ai generatorului de impulsuri (simbolizat GI), cu care sunt echipate contoarele de energie electrică de verificat, conversia semnalului este realizată de către modulul de achiziții date analog-numerice (MADAN-08) prin intermediul unui convertor analog-numeric pe 8 biți bazat pe aproximații succesive (ADC-08-2).

Microsistemul preia și depune în memorie datele valide de la contorul de verificat cu GI (simbolizat CVGI), efectuează calculele și afișează rezultatele corespunzătoare fiecărui canal de intrare pe monitorul microcalculatorului CUBZ.

Elementul principal din modulul de achiziții date analog-numerice din cadrul SDMC-4, îl constituie convertorul ADC-08-2, care este un convertor pe 8 biți ce realizează atât o discretizare în timp (numită eșantionare) cât și o discretizare în amplitudine (numită cuantizare) [67,68,75].

ADC-08-2 este un convertor A/D de viteză, bazat pe aproximații succesive, destinat aplicațiilor care necesită rate de eșantionare de max. 40 MHz. (timp de conversie de max. 20 μ s). Ceea ce este suficient în cazul nostru deoarece durata impulsurilor generate de către generatorul de impulsuri este 50 ms, deci un impuls este divizat în 2500 de eșantioane. Acest convertor are o rezoluție de 8 biți, conține o referință internă și un clock (ceas). Datele sunt disponibile la ieșire în cod binar. Toate semnalele de intrare și de ieșire sunt compatibile TTL. Configurația internă permite gama de semnale analogice de intrare programabile de (0-10)V, ± 5 V și ± 10 V. ADC-08-2 se alimentează la $\pm V_{cc}$, $+5V_{cc}$ și este încapsulat într-un modul de 15/50/80 mm, cu marcarea

funcțională pe carcasa pinilor. Caracteristicile electrice ale convertorului ADC-08-2 sunt prezentate în tabelul următor: (tabel 3.1.)

Nr crt	Parametrul	Valoarea (UM)
1.	Rezoluție	8(biți)
2.	Intrări analogice: - Unipolar - Bipolar - Impedanța de intrare	(0 ÷ 10)V ±5(V), ±10(V) 0,5(KΩ/V)
3.	Intrări digitale: Comandă conversie	Impuls negativ de 100(ns); frontul negativ influențează conversia
4.	Caracteristici de transfer: - Eroarea de cuantizare - Viteză de conversie	±1/2 LSB >20(μs)
5.	Ieșiri digitale: - 8 ieșiri paralele de date - status	Coduri binare TTL Nivelul "1" în timpul conversiei; tranziție "1→0" pe EOC
6.	Referință internă de tensiune	(10,2 ÷ 10,4) (V)
7.	Alimentări: - domeniu de variație al tensiunilor	V _{cc} =±15(V), +5(V) ±14,5(V) ÷ ±15,5(V) +4,85(V) ÷ +5,15(V)

3.2.2. Caracteristica de transfer a convertorului analog-numeric bipolar

Caracteristica de transfer a unui CAN bipolar reprezintă variația codului digital în funcție de tensiunea aplicată la intrarea în CAN. Întrucât codul digital exprimă de fapt valoarea tensiunii de ieșire din CAN se poate stabili caracteristica de transfer a unui CAN bipolar, care reprezintă variația în trepte a tensiunii de ieșire în funcție de tensiunea de intrare.

Pentru studiu se alege un convertor analog-numeric pe 3 biți, la care caracteristica de transfer este prezentată în fig. 3.15.

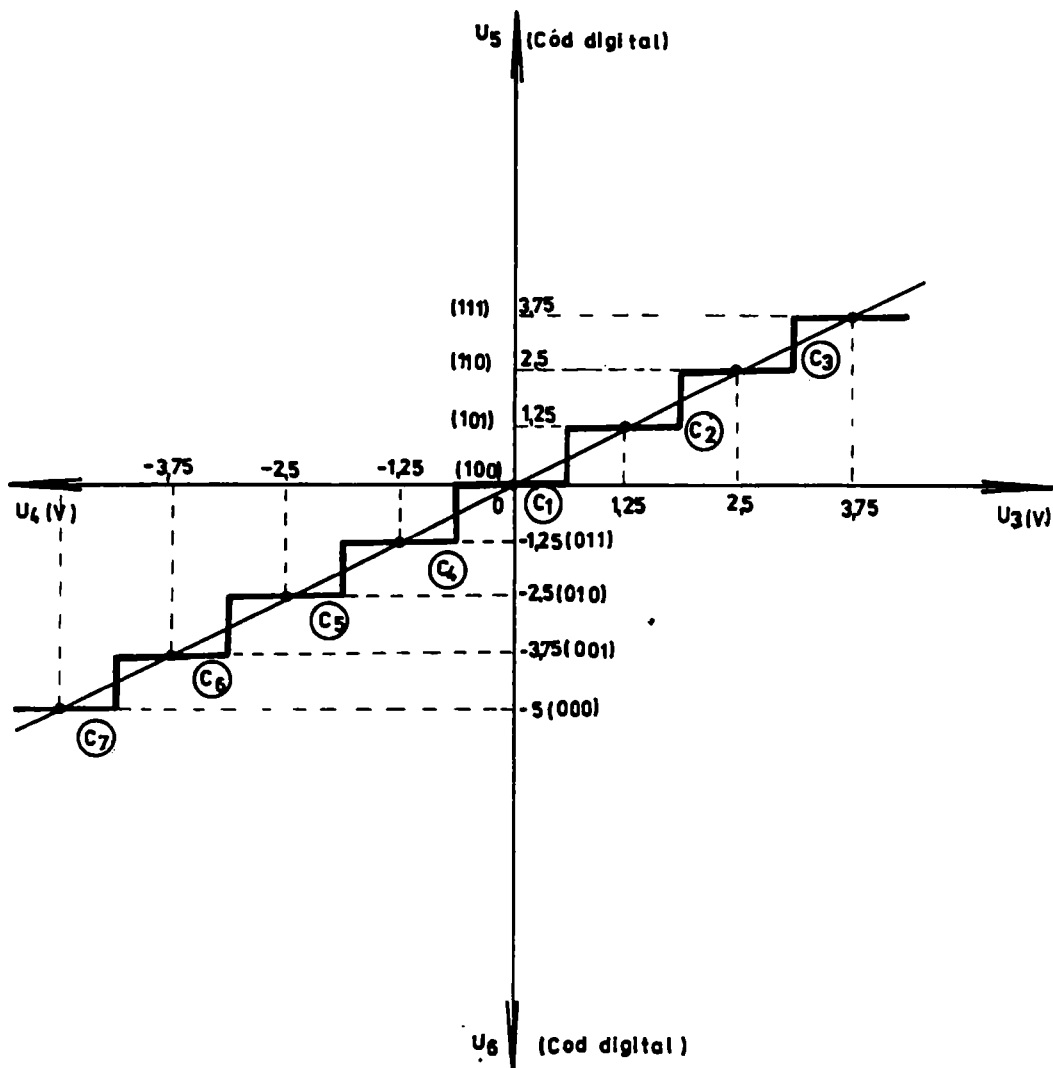


Fig. 3.15. Caracteristica de transfer a unui CAN bipolar pe 3 biți

Domeniul maxim de măsurare este :

$$DM=[U_2 \div U_1]=[-5V \div +5V]=\pm 5V$$

Cuanta obținută cu acest CAN este dată de relația:

$$q = \frac{\text{plaja}(PL)}{\text{rezolutie}} = \frac{10}{2^3} = 1,25$$

Caracteristica este astfel concepută încât prima comutare C_1 se produce la jumătatea cuantei adică la $1,25/2=0,625V$. Deci atunci când tensiunea de intrare atinge valoarea $0,625V$ se produce prima comutare a CAN în domeniul superior, iar tensiunea de ieșire corespunzătoare codului 101 este $U_e=1,25V$ (comutarea C_1).

Reprezentarea caracteristicii de transfer se face în baza tabelului 3.2. stabilit pentru tensiunile de intrare la care se face comutarea CAN-ului.

Tabel 3.2. Reprezentarea caracteristicii de transfer pentru tensiunile de intrare la care se face comutarea CAN bipolar pe 3 biți

		$U_{intrare}(V)$	Cod digital	$U_e(V)$
Nivel"High"	0	$< 0,625 (V)$ $< -0,625 (V)$	100	0(V)
Nivel"High"	C_1	0,625 (V)	101	1,25 (V)
Nivel"High"	C_2	1,875 (V)	110	2,5 (V)
Nivel"High"	C_3	3,125 (V)	111	3,75 (V)
Nivel"Low"	C_4	0,625 (V)	011	1,25 (V)
Nivel"Low"	C_5	1,875 (V)	010	2,5 (V)
Nivel"Low"	C_6	3,125 (V)	001	3,75 (V)
Nivel"Low"	C_7	4,375 (V)	000	5 (V)

La fel când tensiunea de intrare atinge valoarea $-0,625V$ din domeniul inferior se produce prima comutare în acest domeniu, iar tensiunea corespunzătoare codului 011 este $U_e=1,25V$ (comutare C_4). De remarcat că reprezentarea tensiunii de ieșire egale cu 0 se face printr-un cod digital 100 numai în domeniul superior. Din acest motiv deși numărul de coduri digitale este același atât pentru domeniul superior, cât și pentru domeniul inferior, totuși întotdeauna în domeniul inferior apare o comutare în plus față de numărul de comutări din domeniul superior. Drept consecință, tensiunea de ieșire pe ultima treaptă de comutare este întotdeauna mai mare cu o cantă față de tensiunea de ieșire de pe ultima treaptă de comutare din domeniul superior ($U_e=3,75V$ pentru domeniul superior și $U_e=5V$ pentru domeniul inferior).

3.2.3. Relațiile de calcul între tensiunea de intrare și codurile de la ieșirea CAN

Relațiile ce exprimă legătura dintre tensiunea de la intrarea convertorului analog-numeric și codul de la ieșirea acestuia depind de tipul convertorului care poate fi unipolar sau bipolar. Din acest motiv cele două tipuri de convertoare sunt analizate separat.

a) Considerând un CAN unipolar cu domeniul maxim de măsură $DM = \pm U_{\max}$ și plaja $PL = (0 \div U_{\max})$ numărul de ieșire la o rezoluție de n biți este: $N_0 = B_1 B_2 B_3 \dots B_n$ (la capăt de scală CS). Pentru un CAN unipolar cuanta q este dată de relația:

$$q = \frac{U_{\max}}{2^n}$$

și $CS = PL$

Legătura dintre tensiunea de intrare și valoarea acestui număr este dată de următoarea relație:

$$\frac{B_1 2^{n-1} + B_2 2^{n-2} + \dots + B_n 2^0}{2^n} = \frac{U_{in}}{PL}$$

deci valoarea tensiunii de la intrare este:

$$U_{in} = PL \left(\frac{B_1}{2} + \frac{B_2}{2^2} + \dots + \frac{B_n}{2^n} \right)$$

unde: $B_1 = \text{MSB}$ (bitul cel mai semnificativ)

$B_2 = \text{LSB}$ (bitul cel mai puțin semnificativ)

În cazul capătului de scală când $N_0 = 111 \dots 1$ (adică $B_1 = B_2 = \dots = B_n = 1$) se poate scrie relația:

$$\frac{2^{n-1}}{2^n} = \frac{U_{in \max}}{PL}$$

de unde:

$$U_{in \max} = PL \left(1 - \frac{1}{2^n} \right) = U_{\max} - \frac{U_{\max}}{2^n}$$

$$U_{5 \max} = U_{\max} - \frac{U_{\max}}{2^n}$$

iar,

$$U_{3 \max} = U_{5 \max} - \frac{1}{2} \times \frac{U_{\max}}{2^n} = U_{\max} - \frac{U_{\max}}{2^n} - \frac{U_{\max}}{2 \times 2^n} = U_{\max} \left(1 - \frac{3}{2} \times \frac{1}{2^n} \right)$$

reprezintă valoarea tensiunii la care apare ultima comutare.

b) In cazul unui CAN bipolar cu $DM=\pm U_{\max}$ și rezoluție n biți, pentru care $CS=PL/2$ cuanta este:

$$q = \frac{PL}{2^n} = \frac{U_{\max} \times 2}{2^n}$$

relațiile de calcul sunt aceleași ca și pentru un CAN unipolar, doar că la tensiunea de intrare (care este bipolară) se însumează o tensiune de decalaj $PL/2$, astfel încât la intrarea CAN rezultă tot o tensiune unipolară. Convertorul ADC-08-2 face parte din această categorie.

Legătura dintre tensiunea de la intrare și numărul de la ieșire se exprimă prin:

$$\frac{B_1 2^{n-1} + B_2 2^{n-2} + \dots + B_n 2^0}{2^n} = \frac{U_{in} + \frac{PL}{2}}{PL}$$

deci valoarea tensiunii de intrare este:

$$U_{in} = PL \left(\frac{B_1}{2} + \frac{B_2}{2^2} + \dots + \frac{B_n}{2^n} \right) - \frac{PL}{2}$$

Atunci când $B_1 = B_2 = \dots = B_n = 1$ se obține:

$$U_{5\max} = PL \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \dots + \frac{1}{2^n} \right) - \frac{PL}{2}$$

$$U_{5\max} = \frac{PL}{2} - \frac{PL}{2^n} = U_{\max} - q$$

iar,

$$U_{3\max} = U_{5\max} - \frac{1}{2} \times q = U_{\max} - q - \frac{1}{2} \times q = U_{\max} - \frac{3}{2} \times q = U_{\max} \left(1 - \frac{3}{2^n} \right)$$

Atunci când $B_1 = B_2 = \dots = B_n = 0$ se obține:

$$U_{6\max} = \left| -\frac{PL}{2} \right| = |-U_{\max}| = U_{\max}$$

iar,

$$U_{4\max} = U_{6\max} - \frac{1}{2} \times q = U_{\max} - \frac{U_{\max}}{2^n} = U_{\max} \left(1 - \frac{1}{2^n} \right)$$

4. ALGORITMI DE CALCUL PENTRU MASURAREA PUTERII SI ENERGIEI ELECTRICE

4.1. Relații de calcul pentru măsurarea puterii

Deoarece trecerea de la o stare la alta în regim normal de funcționare (regim permanent sinusoidal) se produce lent, în intervalul de timp în care se face citirea succesivă a indicațiilor aparatelor de măsură de către personalul aflat în exploatare, valoarea efectivă a acestora nu se modifică esențial în timp [55,56,60,67,83,84,85].

Pentru stabilirea relației de calcul a puterii în procesul energetic din structura contor cu generator de impulsuri (CGICOR) – microcalculator de proces, se poate admite că în intervalul de timp de cca. 60 secunde (1 minut), puterea activă în acest interval poate fi considerată constantă.

Fundamentarea acestui interval de timp de 60 sec. s-a bazat în principal pe următoarele rezultate obținute din exploatarea stațiilor de transformare și anume: puterea activă citită la un moment dat este urmărită de către personalul din exploatare în regim normal de funcționare; valoarea puterii citite la un moment dat de către personalul din exploatare la aparatele de măsură cu ac indicator (wattmetre) se ia în considerare numai într-un regim permanent și nu în regim tranzitoriu.

Considerând că pe durata unei înregistrări a energiei cu sistemul digital STGEE în structura CGICOR-microcalculator de proces, puterea rămâne constantă într-un interval de timp $t_m=60\text{sec.}$, atunci energia activă exprimată în funcție de puterea indicată de aparatul de măsură (wattmetru), pentru această perioadă de timp, poate fi scrisă astfel:

$$W_h[Ws] = P_m[W] \times t_m[s] \quad (4.1)$$

sau,

$$W_h[kWh] = \frac{n[rot]}{k_2[rot/kWh]} \quad (4.2)$$

unde: n-numărul de rotații al discului contorului;

k_2 -constanta de conversie a contorului raportată la bornele de intrare ale contorului și exprimată în rotație/energie [rot./kWh].

Tinând cont că numărul de rotații n al discului contorului de energie electrică poate fi exprimat în funcție de numărul de impulsuri I_m la bornele CGI înregistrat în intervalul de integrare stabilit pentru măsurarea puterii P_{m2} la un moment dat, din relația (4.1) se obține:

$$P_{m2}[kW] = \frac{I_m[imp]}{k_{i(2)}[imp/kWh] \times t_m[h]} \quad (4.3)$$

unde:

I_m – numărul de impulsuri produse de către un generator de impulsuri în intervalul în care puterea integrată se consideră constantă [imp]; $k_{i(2)}$ – constanta de conversie a contorului cu GI la bornele de intrare ale acestuia exprimată în impuls/energie [rot./kWh]; $t_m = 60\text{sec.}$, sau exprimând energia activă în Ws , expresia puterii raportată la secundarul transformatoarelor de curent (T_C) și al transformatoarelor de tensiune (T_T) se poate scrie astfel:

$$P_{m2}[W] = \frac{3,6 \times 10^6 \times I_m[imp]}{k_{i(2)}[imp/Ws] \times t_m[s]} \quad (4.4)$$

În cazul contoarelor de energie electrică la care constanta de conversie este exprimată prin impuls/energie, calculul puterii indicată de wattmetru raportată la primarul T_C și T_T se face prin relația:

$$P_{m1}[W] = \frac{3,6 \times 10^6 \times I_m[imp] \times n_c \times n_t}{k_{i(2)}[imp/Ws] \times t_m[s]} \quad (4.5)$$

în care:

n_c – raportul de transformare al transformatorului de curent T_C ; n_t – raportul de transformare al transformatorului de tensiune T_T .

Impunând ca intervalul de timp în care se măsoară energia să fie $t_m = 60\text{sec.}$, atunci pentru calculul puterii cu sistemul digital STGEE în

structura CGICOR-microcalculator de proces, se va utiliza următoarea expresie a puterii active monofazate P_{m1} :

$$P_{m1}[W] = \frac{6 \times 10^4 \times I_m[imp] \times n_c \times n_t}{k_{i(2)}[imp/Wh]} \quad (4.6)$$

Relația (4.6) este valabilă și pentru calculul puterii active trifazate P_{m3} , dacă prelevarea se face în aceleași condiții adică pentru un interval de integrare $t_m=60\text{sec.}$, dar utilizând un contor electric trifazat. Se poate scrie valoarea puterii active instantanee trifazate astfel:

$$P_{m3}[W] = \frac{6 \times 10^4 \times I_m[imp] \times n_c \times n_t}{k_{i(2)}[imp/Wh]} \quad (4.7)$$

Pentru măsurarea puterii active trifazate utilizând în sistemul digital STGEE contoare de energie electrică trifazată de inducție, având adaptat un generator de impulsuri tip GICOR, se explicitează în relația (4.5) următoarele:

$k_{i(2)} = k_2 \times c$ în care: $c=4$ imp./rot. și reprezintă constanta de conversie a contorului de verificat iar, k_2 - constanta de conversie a contorului măsurată la bornele de intrare ale acestuia și exprimată în rotație/energie [rot./kWh]; k_1 – constanta de conversie a contorului raportată la primarul T_C și T_T exprimată în rotație/energie [rot./kWh]; n_c și n_t sunt rapoartele de transformare ale T_C și T_T ale instalației electrice la care este racordat STGEE.

Puterea activă trifazată secundară are următoarea expresie:

$$P_{m2(3)}[W] = \frac{6 \times 10^4 \times I_m[imp]}{k_{i(2)}[imp/Wh]} \quad (4.8)$$

4.2. Verificarea metrologică a contoarelor cu generator de impulsuri

4.2.1. Generalități

Pentru implementarea soluției de măsurare a puterii și energiei electrice, se impune ca pe lângă verificările metrologice ce se aplică contoarelor mono și trifazate de inducție, să fie adăugate și condițiile

tehnice specifice generatorului de impulsuri cu care este echipat contorul, astfel încât să existe posibilitatea încadrării acestor tipuri de contoare în clasa de precizie prescrisă pentru întregul sistem digital de telemăsură.

Sistemul de verificare metrologică a contoarelor de energie electrică echipate cu generator de impulsuri, atestă clasa de precizie la bornele generatorului de impulsuri.

Intrucât aria de aplicabilitate este foarte largă pentru toată gama de contoare tip GICOR aflate în exploatare, cât și pentru contoare noi electronice, iar înregistrarea mărimilor analogice cu sistemul digital de măsură prezintă câteva particularități, se impune aplicarea unei soluții noi de verificare metrologică a contoarelor de energie electrică cu generator de impulsuri tip GICOR sau a contoarelor digitale respectiv electronice încadrate în sistemul de telemăsură [19,44,60,62,93].

După aprobarea soluției de adaptare a generatorului de impulsuri tip GICOR la contoare de energie electrică cu disc, Institutul Național de Metrologie București a stabilit următoarele verificări pentru atestarea clasei de precizie la nivelul bornelor de ieșire ale generatorului de impulsuri: verificarea caracteristicilor de bază ale generatorului de impulsuri GICOR (analogice și digitale); verificarea clasei de precizie la nivel de GICOR.

Caracteristicile tehnice ale generatorului de impulsuri care trebuie supus verificării sunt prezentate în tabelul 4.1.

Tabel 4.1. Caracteristicile tehnice ale contorului de energie electrică tip GICOR

Nr. Crt.	Parametrul	Valoarea	Abaterea
1.	Număr de impulsuri [imp./rot.]	4	0
2.	Amplitudine impuls [V]	12	±5%
3.	Durata impulsului [ms]	50	±10%
4.	Timpul de creștere/descreștere al impulsului [μs]	2	±10%
5.	Eroarea relativă a perioadei de variație a impulsului la o rotație a discului(%)	≤2	0

Forma impulsului rezultat din GICOR care trebuie verificată și care constituie mărime de intrare analogică în cadrul sistemului digital de

verificare metrologică a contoarelor simbolizat SDMC este prezentată în fig. 2.3.

Verificarea clasei de precizie trebuie efectuată conform normativelor metrologice existente [129], care cuprind următoarele regimuri de funcționare ale contorului, pentru contoare de energie electrică de clasa 0,5 sau 1: încărcare echilibrată la $\cos\varphi=1$; încărcare echilibrată la $\cos\varphi=0,5$ inductiv; încărcare echilibrată la $\cos\varphi=0,8$ capacitiv; încărcare pe o singură fază la $\cos\varphi=1$; încărcare pe o singură fază la $\cos\varphi=0,5$ inductiv; încărcare pe o singură fază la $\cos\varphi=0,8$ capacitiv.

4.2.2. Stabilirea relațiilor de calcul pentru verificarea metrologică a caracteristicilor tehnice ale generatorului de impulsuri GICOR adaptat la contoare de inducție

Pentru GICOR se determină următoarele tipuri de erori:

- a) Eroarea relativă a nivelului de tensiune al impulsului obținut la ieșirea GICOR este:

$$\varepsilon_u[\%] = \frac{U_m - U_E}{U_E} \times 100\% \leq 5\% \quad (4.9)$$

în care:

- U_E este amplitudinea semnalului etalon (pentru GICOR $U_E=12$ V c.c.); U_m este media aritmetică calculată din eșantioanele în amplitudine prelevate pe durata unui impuls (50 ms).

- b) Eroarea relativă a duratei impulsului este:

$$\varepsilon_t[\%] = \frac{t_{i(V)} - t_E}{t_E} \times 100\% \leq 10\% \quad (4.10)$$

în care:

- t_E este durata impulsului (pentru GICOR $t_E=50$ ms); $t_{i(V)}$ este media aritmetică calculată din eșantioanele prelevate pe durata unui impuls (50 ms).

c) Eroarea relativă a perioadei de variație a impulsurilor la o rotație a discului contor este:

$$\varepsilon_s [\%] = \frac{T_i - \frac{t_d}{n}}{\frac{t_d}{n}} \times 100\% \leq 2\% \quad (4.11)$$

în care:

- t_d este durata unei rotații a discului contorului adică pentru $n=4$ imp./rot.; $T_i=T_1, T_2, T_3, T_4$ reprezintă respectiv durata între două impulsuri succesive și este reprezentată în fig. 2.4.
- d) La stabilirea relațiilor de calcul și a condițiilor tehnice impuse la verificarea clasei de precizie a contoarelor de energie electrică, trebuie luate în considerare următoarele: se determină clasa de precizie la bornele generatorului de impulsuri; se determină precizia la nivel de disc.

Intrucât contoarele de energie electrică echipate cu generator de impulsuri sunt destinate atât încadrării în sistemul de telemăsură și telegestiune digital STGEE, cât și verificării metrologice a acestora în structura CGICOR-microcalculator de proces folosind sistemul digital SDMC, în cele ce urmează se prezintă relațiile de calcul pentru verificarea clasei de precizie la bornele generatorului de impulsuri. La baza soluției de determinare a clasei de precizie cu sistemul digital de măsură în structura CGICOR-contor etalon(CE)-microcalculator, au stat următoarele considerente: contoarele CGI și CE sunt alimentate de la aceeași sursă de alimentare pe toată durata verificărilor; timpul de înregistrare este același atât pentru CE cât și pentru CGI, deci pornirea și oprirea operației de înregistrare trebuie făcută simultan la ambele contoare.

După terminarea operației de înregistrare a impulsurilor generate de contoarele CGI și CE, eroarea relativă a contorului de verificat este prelucrată și afișată de microcalculator.

La stabilirea relațiilor de calcul și a condițiilor tehnice impuse la aplicarea acestei metode, trebuie avut în vedere următoarele:

- fixând pe microcalculator numărul de impulsuri pe care trebuie să le emită generatorul de impulsuri al contorului de energie electrică de verificat (I_{CV}) rezultă implicit și timpul de funcționare al instalației de verificat;

- comanda de pornire a operației de înregistrare a informațiilor emise de contorul de verificat și contorul etalon este transmisă prin semnalele generate de contorul de verificat și deci timpul de funcționare maxim al contorului CV și al contorului CE este limitat de numărul de impulsuri prescrise la instalația de verificat.

Prin urmare această instalație de verificat trebuie să calculeze și să afișeze eroarea relativă a contorului de energie electrică prin compararea numărului de impulsuri emise de CE și de CV.

Energia înregistrată de contorul etalon CE într-un anumit interval de timp t_{CE} este:

$$W_{CE} [Ws] = \frac{3,6 \times 10^6 \times I_{CE}^* [imp]}{k_{CE} [imp/kWh]} = P_{W2} \times t_{CE} \quad (4.12)$$

Energia înregistrată de contorul de verificat CV într-un interval de timp t_{CV} este:

$$W_{CV} [Ws] = \frac{3,6 \times 10^6 \times I_{CV} [imp]}{k_{CV} [imp/kWh]} = P_{W2} \times t_{CV} \quad (4.13)$$

Considerând că pe durata verificării puterea debitată de sursa de alimentare este aceeași și egală cu P_{W2} , iar intervalul de timp pentru înregistrarea energiei este identic pentru ambele contoare de energie electrică, adică $t_{CE} = t_{CV}$, se poate admite că energiile înregistrate de ambele contoare sunt egale și anume:

$$W_{CE} = W_{CV} \quad (4.14)$$

Inlocuind în relația anterioară expresiile celor două energii din relațiile (4.12) și (4.13), se obține:

$$\frac{3,6 \times 10^6 \times I_{CE}}{k_{CE}} = \frac{3,6 \times 10^6 \times I_{CV}}{k_{CV}}$$

sau, simplificand

$$\frac{k_{CE}}{k_{CV}} = \frac{I_{CV}}{I_{CE}} \quad (4.15)$$

Eroarea relativă exprimată în % a contorului de verificat CV se calculează cu relația:

$$\varepsilon[\%] = \frac{W_{CV} - W_{CE}}{W_{CE}} \times 100\%$$

Inlocuind expresiile celor două energii din relațiile (4.12), (4.13) și respectiv (4.15), se obține următoarea expresie pentru calculul erorii relative a CV:

$$\varepsilon[\%] = \left(\frac{k_{CE}}{k_{CV}} \times \frac{I_{CV}}{I_{CE}} - 1 \right) \times 100\% \quad (4.16)$$

Pentru stabilirea numărului de impulsuri generate de CV care se va fixa pe microcalculator în cadrul sistemului digital de verificare metrologică a contoarelor de energie electrică SDMC, trebuie respectate următoarele:

- numărul de impulsuri fixate trebuie să fie suficient de mare pentru ca în intervalul de înregistrare corespunzător t_{CV} , pierderea unui impuls de către contorul etalon CE să nu influențeze eroarea de măsurare;
- se recomandă ca în intervalul de înregistrare t_{CV} , contorul etalon CE să înregistreze cel puțin următorul număr de impulsuri:
 - dacă se verifică un contor CV având clasa de precizie 0,5 atunci :
 $I_{CE} = 5 \times 10^3$ [imp]
 - dacă se verifică un contor CV având clasa de precizie 1 atunci:
 $I_{CE} = 2 \times 10^3$ [imp]
- calculul numărului de impulsuri emise de CE se face cu relația:

$$I_{CE} = I_{CV} \times \frac{k_{CE}}{k_{CV}} \quad (4.17)$$

- pentru contoare de verificat având constanta de conversie impuls/rotație $c=4$ imp./rot., numărul de impulsuri fixat pe microcalculator și împărțit la 4 trebuie să fie un număr întreg și deci:

$$\frac{I_{CV}}{4} = nr. \text{int reg}$$

- se recomandă ca și pentru contoarele cu generator de impulsuri având $c=4$ imp./rot., pe calculator trebuie să fie fixate un număr de $I_{CV}=(20-200)$ imp., ținând seama de durata de înregistrare la diferite regimuri de funcționare ale instalației de verificat.

4.3. Parametrii contoarelor echipate cu GICOR

La bornele generatorului de impulsuri cu care este echipat contorul de energie electrică din exploatare, se urmăresc câteva mărimi de bază pentru care se prezintă relația de calcul și anume:

a) Relația pentru calculul amplitudinii impulsului

Prelucrarea numerică a semnalelor necesită cuantizarea acestora. Sistemul digital de măsură pentru verificarea metrologică a contoarelor de energie electrică denumit simbolizat SDMC, are la bază un convertor analog-numeric CAN care este un ansamblu de circuite ce realizează operația de cuantizare. Mărimea de intrare este o tensiune, iar la ieșire se obține în paralel codul numeric binar sau zecimal codat binar (BCD) al tensiunii aplicate la intrare [67].

Amplitudinea impulsului rezultat din generatorul de impulsuri GI reprezintă valoarea absolută obținută prin medierea eșantioanelor nivelului de tensiune pe perioada duratei impulsului. Matematic se exprimă prin relația:

$$A_M[V] = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{n} \quad (4.18)$$

unde: n -este numărul de eșantioane;
 U_i -reprezintă cuante de amplitudine.

b) Relația pentru calculul erorii relative a nivelului de tensiune

Eroarea relativă a nivelului de tensiune se exprimă matematic cu relația:

$$\varepsilon_A[\%] = \frac{A_M - U_E}{U_E} \times 100\% \leq 5\% \quad (4.19)$$

unde: $U_E=12V$ reprezintă tensiunea etalon;
 A_M - reprezintă media aritmetică calculată din eșantioanele prelevate pe durata unui impuls (50ms).

c) Relația pentru calculul duratei impulsului

În timpul prelucrării (a conversiei analog-numeric) este necesar ca semnalele ce se prelucrează să fie menținute constante. De aceea se impune necesitatea eșantionării și memorării semnalelor. Circuitele de eșantionare și memorare din cadrul CAN realizează operația de eșantionare și de menținere a semnalului pe toată durata prelucrării prin memorare [67].

Durata impulsului reprezintă produsul dintre cuanta de eșantionare q și numărul de eșantioane n obținute pe durata unui impuls. Matematic se exprimă prin relația:

$$D[ms] = \frac{n \times q}{1000}, \quad (4.20)$$

unde: n - reprezintă numărul de eșantioane pe durata unui impuls;

q -reprezintă rata de eșantionare care în cazul unui CAN bipolar pe 8 biți cu domeniul analogic de măsurare (plaja) de [13V] se exprimă astfel:

$$q = \frac{[plaja]}{rezolutie} = \frac{[+13V]}{2^8} = \frac{13,10}{256} = 51,2\mu s \quad (4.20)$$

Această relație poate fi scrisă și astfel:

$$D[ms] = \frac{n \times 51,2\mu s}{1000} \quad (4.20)$$

d) Relația pentru calculul erorii relative a duratei impulsului

Eroarea relativă a duratei impulsului se exprimă prin relația:

$$\varepsilon_D[\%] = \frac{D - t_E}{t_E} \times 100\% \leq 10\% \quad (4.21)$$

unde: $t_E = 50ms$ este durata etalon a impulsului;

D -este durata impulsului calculată din procesul energetic conform relației (4.20).

e) Relația pentru calculul erorii relative a energiei electrice înregistrate la bornele GI ale contorului de verificat

Sistemul digital de măsură pentru verificarea metrologică a contoarelor de energie electrică din exploatare, simbolizat SDMC a fost

implementat și realizat practic în instalațiile energetice în două variante constructive:

- în jurul unui calculator pe 8 biți (CUBZ) în structura contor cu GICOR-modul de achiziții date pe 8 biți (MADAN-08)-calculator cu unitate centrală construită hardware folosind microprocesorul Z80(CUBZ), denumit SDMC-4;
- în jurul unui calculator pe 16 biți (configurație minimă PCAT 386) în structura contor cu GICOR-modul de achiziții date analog-digitale pe 16 biți (MADPC-32)-calculator cu unitate centrală echipată hardware folosind microprocesorul AT INTEL 80386, denumit SDMC-10.

În ambele variante constructive se permite afișarea erorilor relative a contorului de energie electrică de verificat prin compararea numărului de impulsuri emise de contorul etalon (CE) și al contorului de verificat (CV).

Contorul etalon CE folosit în exploatarea sistemului SDMC este un contor electronic de tip GANZ EHF-3 a cărui constantă este $k_{CE}=3,6 \times 10^6$ imp./kWh (pentru $I_n=5A$) sau $k_{CE}=1,8 \times 10^7$ imp./kWh (pentru $I_n=1A$), constante care se prescriu ca date inițiale în software.

Dacă se notează cu “m” raportul dintre constantele de conversie ale contorului etalon CE și respectiv ale contorului de verificat CV, adică:

$$m = \frac{k_{CE}}{k_{CV}}$$

se poate scrie în continuare eroarea relativă a energiei electrice înregistrate la bornele GI cu care este echipat contorul de energie electrică de verificat, sub forma:

$$\varepsilon[\%] = \frac{W_{CV} - W_{CE}}{W_{CE}} \times 100 = \left(\frac{I_{CV} \times k_{CE} - I_{CE} \times k_{CV}}{k_{CE} \times k_{CV} \times I_{CE}} \times k_{CE} \right) \times 100$$

Deci,

$$\varepsilon[\%] = \left(\frac{k_{CE}}{k_{CV}} \times \frac{I_{CV}}{I_{CE}} - 1 \right) \times 100$$

și ținând cont de raportul “m” rezultă expresia matematică a erorii relative a energiei electrice:

$$\varepsilon[\%] = \left(\frac{I_{CV}}{I_{CE}} \times m - 1 \right) \times 100 \leq 1\% \quad (4.22)$$

4.4. Verificarea sistemului digital de măsură SDMC din punct de vedere metrologic

Verificarea metrologică a sistemului digital se realizează pentru cele două compartimente principale și anume: compartimentul analogic și a celui digital.

a) Verificarea compartimentului analogic

SDMC-4 prezintă următoarea structură funcțională:

- CE-contor etalon GANZ tip EHF-3;
- MADAN-08-modul de achiziții date analog-numerice pe 8 biți pentru calculator cu Z80;
- CUBZ-microcalculator pe 8 biți în configurație completă adică echipat cu:
 - ◆ UCC –unitate centrală de proces;
 - ◆ FDD –floppy disc drive de 8”;
 - ◆ CRT –consolă (monitor sau display) cu afișare alfanumerică și grafică;
 - ◆ PRT –imprimantă serială pentru tipărirea rezultatelor.

Canalele de intrare sunt:

- ◆ 4 canale analog-numerice ($C_1 \rightarrow C_4$) ale contoarelor de verificat echipate cu GICOR;
- ◆ 1 canal numeric (C_5) pentru contorul etalon.

La verificarea compartimentului analogic trebuie să se verifice individual cele 4 canale analogice de intrare pentru a stabili eroarea cu care se măsoară cei doi parametri ai CGI și anume amplitudinea și durata impulsului emis de GICOR. Verificarea se realizează prin două metode:

- Metoda de comparare a mărimilor analogice a 3 contoare de verificat CV_1, CV_2, CV_3 , cu mărimile analogice emise de “contorul etalon CE” care este de fapt un contor electric cu GICOR pentru care se reglează durata și amplitudinea la valorile teoretice. Aplicarea acestei metode se face astfel:
 - se reglează mărimile analogice ale unui contor “etalon” prin măsurarea duratei impulsului (50ms) și a amplitudinii acestuia (12V) cu un osciloscop cu memorie;
 - se conectează trei contoare de verificat la canalele 1, 2 și 3 respectiv, CV_1, CV_2, CV_3 ;
 - se conectează contorul “etalon” CV_4 pe canalul 4;

- se determină cu sistemul SDMC-4 eroarea de amplitudine ε_{Cu} și eroarea de durată ε_{Ct} prin compararea mărimilor emise de cele trei contoare de verificat (CV_1, CV_2, CV_3) cu mărimile contorului “etalon”.

$$\varepsilon_{Cui} = \frac{U_{Vi} - U_{Ei}}{U_{Ei}} \times 100[\%]$$

pentru : $i = 1, 2, 3$

și

$$\varepsilon_{Cti} = \frac{t_{Vi} - t_{Ei}}{t_{Ei}} \times 100[\%]$$

pentru : $i = 1, 2, 3$

- Metoda verificării individuale a celor 4 canale de intrare prin conectarea succesivă a contorului cu GI considerat “etalon” la cele 4 canale de intrare ale sistemului digital SDMC-4 și compararea mărimilor analogice ale CE cu GI cu mărimile analogice prescrise prin software.

b) Verificarea compartimentului digital și a condițiilor tehnice impuse la elaborarea software-ului pentru verificarea metrologică a contoarelor cu GI în structura SDMC-4

Verificarea compartimentului digital presupune verificarea clasei de precizie a CGI prin comparație cu valoarea obținută de la un contor etalon.

1) Verificarea contoarelor de energie active

Condițiile de verificare trebuie să respecte “Normele Tehnice de Metrologie NTM 4-33-83” [129], care impun:

- se verifică la $\cos\varphi=1$ și 5% I_b ; 10% I_b ; 20% I_b ; 50% I_b ; 100% I_b
- se verifică la $\cos\varphi=0,5$ inductiv și 10% I_b ; 20% I_b ; 50% I_b ; 100% I_b
- se verifică la $\cos\varphi=0,8$ capacitiv și 10% I_b ; 20% I_b ; 50% I_b ; 100% I_b

Probele care nu se execută nu sunt trecute în buletinele de încercare obținute la imprimanta sistemului SDMC-4.

2) Verificarea contoarelor de energie reactive

Condițiile de verificare impun următoarele tipuri de încercări:

- se verifică la $\sin\varphi=1$ și 10% I_b ; 20% I_b ; 50% I_b ; 100% I_b
- se verifică la $\sin\varphi=0,5$ inductiv și 20% I_b ; 50% I_b ; 100% I_b

3) Verificarea la mers în gol

Contoarele de verificat se alimentează cu tensiunea 80% U_n , circuitul de curent fiind întrerupt. Prin executarea operației de mers în gol trebuie să se obțină unul din rezultatele [129]:

ADMIS – dacă timp de 7 minute la CV nealimentat în curent nu s-a înregistrat nici un impuls;

RESPINS – dacă în timp de 7 minute la CV nealimentat în curent s-a înregistrat un impuls.

4) Verificarea sensibilității

Pentru verificarea metrologică se vor alimenta contoarele cu tensiune și frecvența de referință și $\cos\varphi=1$, iar curentul conform tabelului 4 din [129]. Se execută verificarea sensibilității având următorul rezultat:

RESPINS – dacă nu s-au înregistrat în timp de 7 minute la CGI considerat “etalon” (CE) 4 impulsuri cel puțin, iar la CV 1 impuls cel puțin;

ADMIS – dacă s-au înregistrat în timp de 7 minute la CGI considerat “etalon” (CE) 4 impulsuri cel puțin, iar la CV 1 impuls cel puțin.

5) Verificarea funcționării integratorului

Operația de verificare a integratorului se poate executa simultan la cele 4 contoare astfel:

- se citește indexul inițial al contorului (W_1) și se introduce în calculator;
- se conectează sursa de alimentare a contorului începând operația de înregistrare a energiei electrice pe o anumită perioadă de timp;
- după un timp opțional ales de operator se deconectează sursa de alimentare a contorului (de ex. 10 minute);
- se citește indexul final (W_2) al contorului și se introduce în calculator;
- calculatorul afișează rezultatul astfel [129]:

ADMIS – dacă valoarea indexului citit corespunde energiei înregistrate în limitele clasei de precizie a contorului de verificat;

RESPINS – dacă valoarea indexului citit este în afara limitelor admise.

6) Verificarea elaborării buletinului de încercare

Buletinul de încercare se elaborează pentru 1, 2, 3 sau 4 contoare de energie electrică și trebuie să conțină pentru fiecare contor cel puțin următoarele:

- data elaborării buletinului;
- contorul m ($m=1..4$); seria contorului;
- constanta contorului k_2 (rot./kWh);
- raportul traductorului de tensiune k_U ;
- raportul traductorului de curent k_I ;
- constanta de conversie (kWh/imp.);
- durata impulsului (sec);
- eroarea duratei impulsului (%);
- amplitudinea impulsului (V);
- eroarea amplitudinii impulsului (%);
- clasa de precizie (%);
- proba de mers în gol (ADMIS sau RESPINS);
- proba de sensibilitate (ADMIS sau RESPINS);
- proba de verificare a integratorului (ADMIS sau RESPINS);
- rezistența de izolație R_{iz} (M Ω);
- starea integrității constructive a contorului (ADMIS sau RESPINS);
- concluzii (ADMIS sau RESPINS);
- operator și verificator metrologic.

4.5. Schema logică de calcul a algoritmilor

În vederea implementării software a algoritmilor de calcul a puterii și energiei electrice, s-a conceput schema logică (ordinograma) prezentată în fig. 4.1.

Ordinograma operațiilor logice după care funcționează algoritmul pentru calculul mărimilor electrice din procesul energetic care se urmărește, s-a conceput optimizat ținând cont de faptul că blocurile de instrucțiuni care execută achiziția impulsurilor trebuie să se încadreze în timp, iar calculul și afișarea pe display sau tipărirea la imprimantă să nu influențeze măsurile care se achiziționează permanent. Schema logică urmărește afișarea și listarea mărimilor de interes din sistemul energetic.

Pentru a mări viteza de execuție, toate procedurile care realizează achiziția impulsurilor de la contorul de energie electrică sunt executate în limbaj de asamblare.

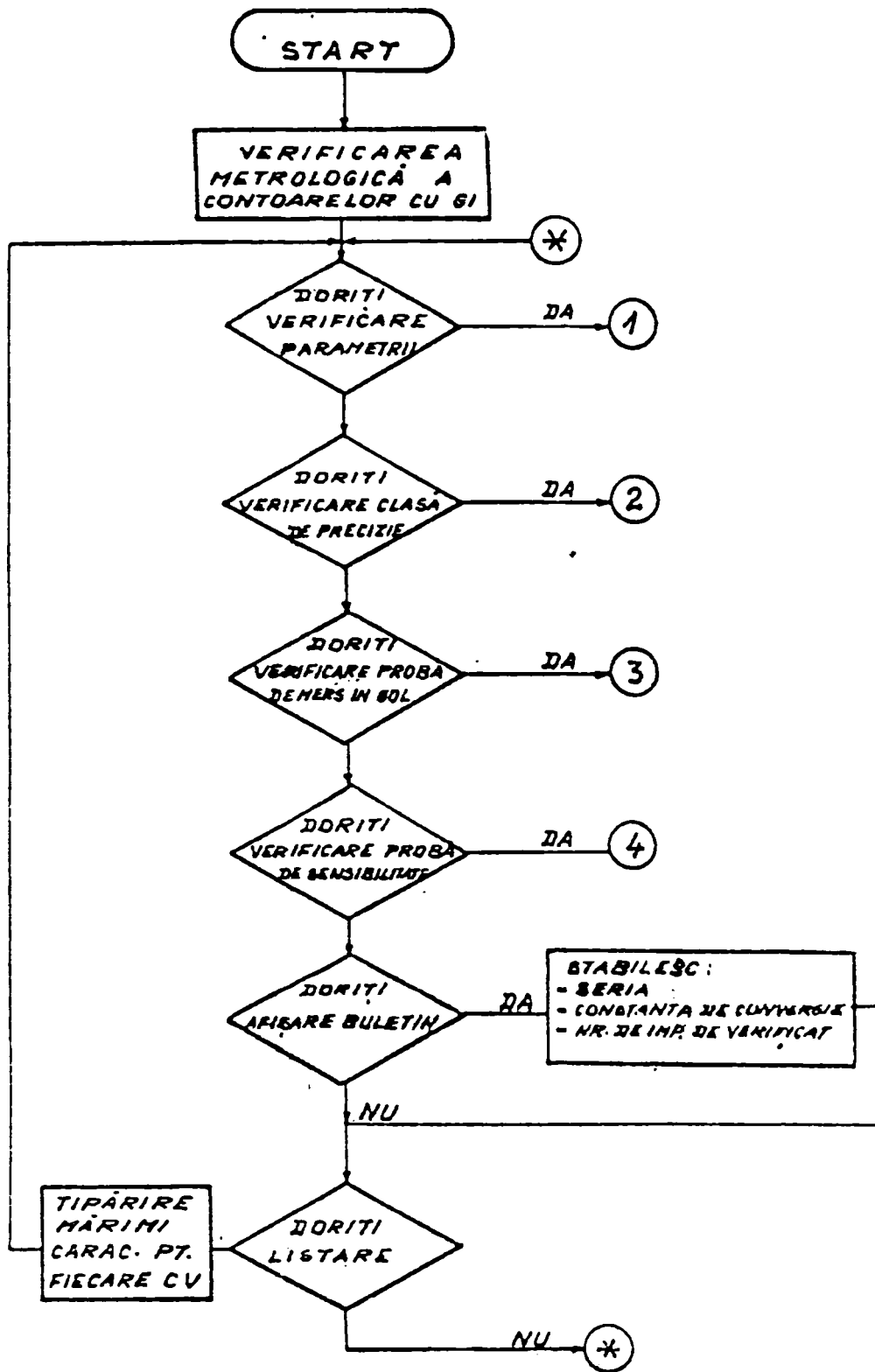
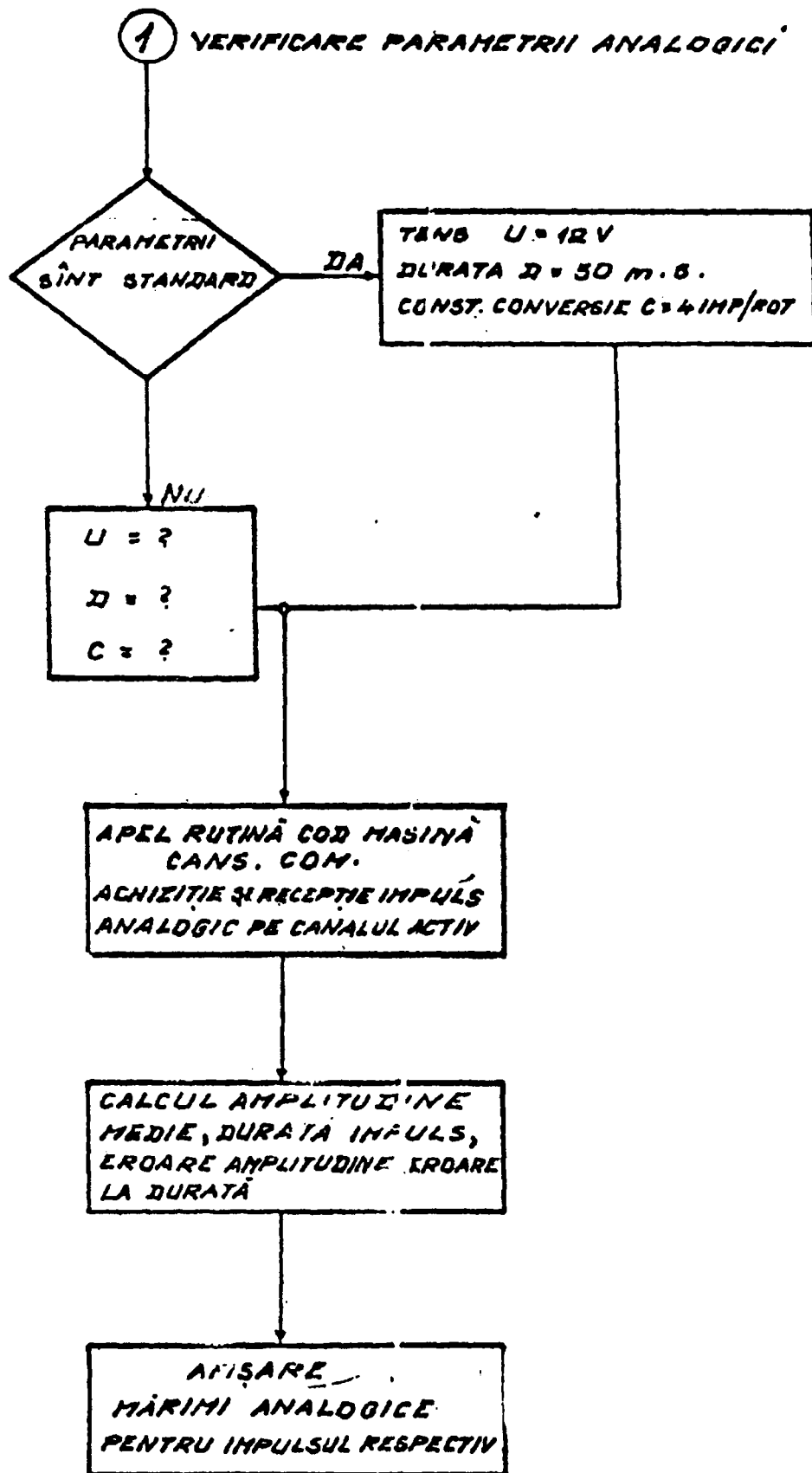


Fig. 4.1. Schema logică a algoritmilor de calcul



② VERIFICARE CLASA DE PRECIZIE

SELECȚIE TIMPUL ȘI
CARACTERISTICILE PENTRU
TOȚI CONTORII DE VERIFICAT

C - CONTUR CU COD CUNOSCUT
D - CONTUR DIRECT
I - CONTUR INDIRECT

INTRODUCERE NR. DE
IMPULSURI PT. C.V.

SELECȚIE TIP DE
VERIFICARE PENTRU TOȚI
CONTORII ȘI DETERMINARE
CLASA DE PRECIZIE

APEL PROCEDURĂ COD
MAȘINĂ PENTRU ACHIZIȚIE
NR. DE IMPULSURI C.E.

CLASA PR. COM.

REGLAJ PENTRU FIECARE
TIP DE VERIFICARE:
TRECERE AUTOMATĂ: TASTA Q
TRECERE MANUALĂ: TASTA B

3 VERIFICARE PROBĂ DE MERS IN GOL

APEL RUTINĂ COD MAȘINĂ
CARE ACȚIONEAZĂ ÎN TIMP
DE 7 MINUTE IMPULSURILE
DE LA TOTI CONTORII

SEN. COM

AFISARE PENTRU FIECARE
CONTOR
"ADMIS" DACA NU S-A ÎNREGISTRAT
UN IMPULS
"RESPINS" DACA S-A ÎNREGISTRAT UN IMPULS

4 VERIFICARE PROBĂ DE SENSIBILITATE

APEL RUTINĂ COD MAȘINĂ
CARE ACȚIONEAZĂ TIMP DE
7 MIN. IMPULSURILE DE LA
TOTI CONTORII.

SEN. COM.

AFISARE PENTRU FIECARE
CONTOR
"ADMIS" DACA S-AU ÎNREGISTRAT 5 IMP
"RESPINS" DACA NU S-AU ÎNREGISTRAT
5 IMP.

5. SISTEMUL DIGITAL SDMC. PROGRAME CONCEPTE SI UTILIZATE IN SISTEMUL DE MASURA.

5.1. Generalități privind sistemul digital de măsură SDMC-4

Sistemul digital de măsură. SDMC-4 permite verificarea contoarelor cu generator de impulsuri aflate în exploatarea sistemului energetic național și este alcătuit din următoarele părți componente:

- contorul de energie electrică de inducție echipat cu generator de impulsuri cu comutator optoelectronic prin reflexie (GICOR), care constituie mărimea primară de intrare;
- modulul de achiziții date analogice și numerice pe 8 biți (MADAN-08) echipat cu convertor analog-digital ADC-08-2;
- microcalculator CUBZ în configurație completă construit în jurul microprocesorului pe 8 biți Z80 elaborat de firma Zilog, care este echipat cu monitor alfanumeric și grafic, unitate de memorie externă de tip FDD de 8" și imprimantă serială Robotron.

Prin realizarea acestui sistem digital de măsură s-a creat posibilitatea efectuării următoarelor operații:

- verificarea mărimilor analogice ale GI;
- verificarea clasei de precizie a contoarelor de energie electrică cu și fără GI;
- măsurarea și înregistrarea tensiunilor și curenților de frecvență industrială ($f=50\text{Hz}$) cu sistem digital de măsură pentru verificarea aparatajului de complexitate redusă.

5.2. Prezentarea hardware a SDMC-4

Pentru preluarea informației primare emise de contorul cu generator de impulsuri s-a realizat modulul de achiziții date analog-numeric simbolizat MADAN-08, ca parte integrantă esențială în construcția hardware a sistemului de măsură digital SDMC-4 [58,115,131,132].

Modulul de achiziții date analogice și numerice MADAN-08 este destinat pentru verificări metrologice (clasă de precizie a contoarelor de energie electrică și verificarea parametrilor GI cu 4 imp./rot. cu care sunt dotate aceste contoare). Modulul prelevează informația despre energia

vehiculată prin contoare cu ajutorul generatorului de impulsuri GI și a contorului etalon CE.

Conversia semnalului analogic de la generatorul de impulsuri este realizată de către un convertor analog-digital pe 8 biți ADC-08-2 bazat pe aproximații succesive.

Schema modului bloc de achiziții date analog-numerice este prezentată în fig. 5.1. și se compune din:

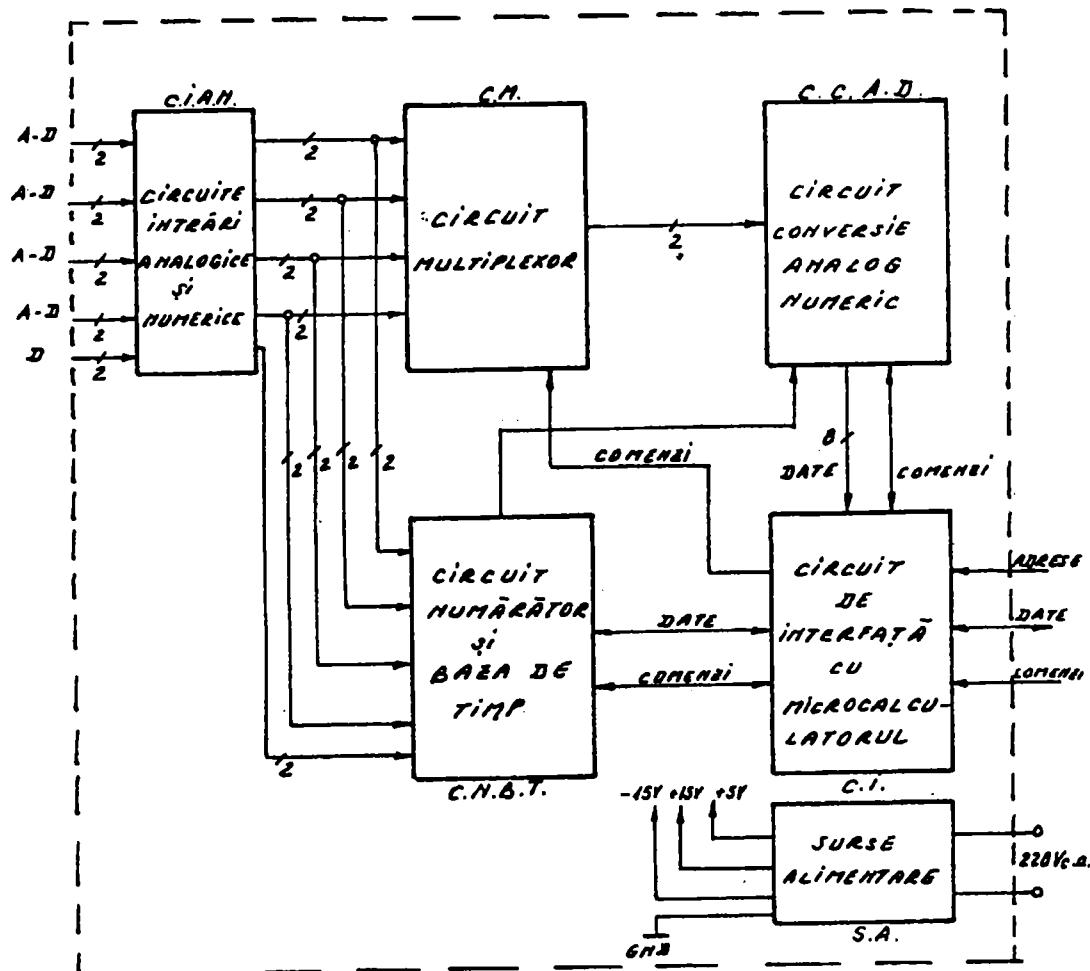


Fig. 5.1. Schema bloc MADAN-08

- circuit de intrări analog-numerice (CIAN);
- circuit numărător și baza de timp (CNBT);
- circuit conversie analog-digital (CCAD);
- circuit multiplexor (CM);
- circuit de interfață cu microcalculatorul (CI);
- sursa de alimentare (SA);
- cutia modului;

- anexe (placă racord CUBZ, cablu racord MADAN-08-CUBZ, cablu racord MADAN-08-contor de verificat cu generator de impulsuri, cablu racord MADAN-08-contor etalon).

- Circuit de intrări analogice și numerice (CIAN)

Circuitele de intrare și de protecție au rolul de a proteja canalele analog-numerice la supratensiuni în afara plajei admise și de a adapta semnalul de intrare analogic de $\pm 12,6V$ admisă pe intrarea ADC-08-2, adică la $\pm 10V$.

- Circuit numărător și baza de timp (CNBT)

Circuitul numărător și baza de timp cuprinde două circuite integrate CTC-Z80 și sunt destinate implementării funcțiilor de numărare și măsurare a timpului. Aceste funcții sunt realizate pe două canale independente de 8 biți, interfațându-se direct cu magistralele de date și de comenzi ale microcalculatorului. CTC-urile sunt programate astfel încât fiecare canal lucrează independent într-unul din cele două moduri: ca numărător sau ca temporizator. În modul de lucru numărător, CTC-Z80 numără impulsurile din exteriorul sistemului, iar la un număr prestabilit de impulsuri generează un semnal care dă comanda de întrerupere a unității centrale (UC). În modul de lucru temporizator, UC numără impulsurile ceasului de sistem ϕ (clock), generând o întrerupere după un număr prestabilit de impulsuri, astfel că se asigură măsurarea precisă a unor intervale de timp definite. (de ex. 7 minute pentru probele de sensibilitate și de mers în gol).

- Circuit de conversie analog-numeric (CCAD)

Circuitul cuprinde convertorul ADC-08-2, circuitul integrat 74121 și circuitul integrat 7474.

Schema electrică de funcționare a circuitelor logice și analogice de pe placa MADAN-08 este prezentată în fig. 5.2.

Durata conversiei este dată de monostabilul 74121A prin intermediul rezistenței R_5 și a condensatorului C_1 și anume:

$$T_{\text{conv.}} = RC \ln 2$$

Semnalul obținut la pinul 6 al integratului 74121A este transmis convertorului ADC-08-2 la pinul 28 (ST_CON). Pe pinul 24 al convertorului ADC-08-2 nu trebuie să apară semnal digital detectabil cu osciloscopul. Semnalul de stare inversă va intra în bistabilul 7474 și prin

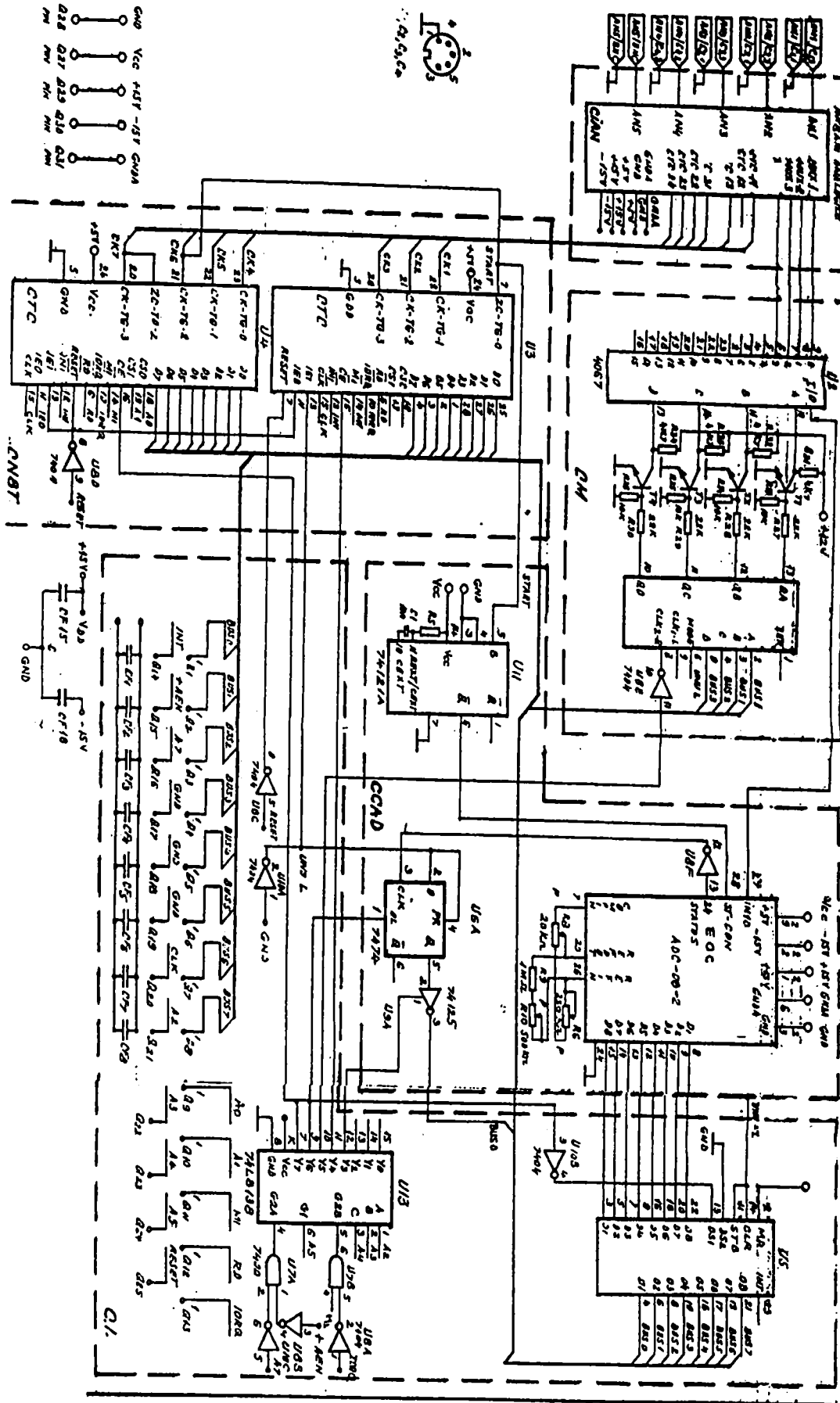


Fig. 5.2. Schema electrică a circuitelor logice și analogice MADAN-08

circuitul 74125 va ajunge în magistrala de date a microcalculatorului (bus-ul intern).

După generarea semnalului START CONVERSIE (ST_CON), microsistemul urmărește prin program starea semnalului EOC atunci când este activ, moment în care microsistemul preia și depune în memorie datele valide. Acest ciclu se reia până când se completează toată zona de date prescrisă prin software. Cu aceste date microsistemul execută diferite prelucrări (calculează și afișează rezultatele).

- Circuitul multiplexor (CM)

Multiplică semnalele de la intrare pentru conversia analog-numerică (ADC-08-2). Din punct de vedere funcțional, se înscrie prin software o constantă care reprezintă numărul canalului analogic. La ieșirea din multiplexorul 4067 va apare semnalul dorit.

- Circuitul de interfață cu microcalculatorul (CI)

Circuitul de interfață realizează corespondența dintre CUBZ și modulul de achiziții MADAN-08 prin intermediul semnalelor:

- $A_0 \div A_7$ – reprezintă magistrala de adrese; fiind unidirecțională, adresele “ies” din microprocesor pentru a fi transmise la circuitele de intrare/ieșire (I/O). Magistrala este de tip “tri-state”.
- $D_0 \div D_7$ - reprezintă magistrala de date a microprocesorului Z80 și este bidirecțională. Magistrala este de tip “tri-state”, adică pe lângă cele două nivele active (“low” și “high”), fiecare linie de date poate avea o stare inhibată de înaltă impedanță. Această stare este utilă atunci când magistrala de date trebuie cedată unei alte componente.
- ϕ - este semnalul de tact TTL și constituie elementul motor al microcalculatorului. Fiecare instrucțiune executată de microprocesor adresează un număr întreg de tați.
- M_1 – este un semnal de comandă activ în starea “low”. El apare ori de câte ori Z80 citește din memorie codul unei instrucțiuni.
- RD – este un semnal activ în starea “high”. El este acționat când Z80 execută citirea unui octet de la dispozitivele periferice de intrare (tastatura).
- IORQ – reprezintă cererea de acces la dispozitivul de intrare/ieșire (I/O) și este un semnal activ în starea “low”.

- INT – activitatea semnalului activ în starea “low” va declanșa abandonarea programului în curs de execuție și microprocesorul va efectua un salt la o rutină în care se tratează cererea de întrerupere.
- RESET – este un semnal de tip “tri-state”, care permite repornirea microprocesorului; pe durata aplicării semnalului RESET, magistrala de adrese și cea de date trece în starea de înaltă impedanță.

5.3. Prezentarea software și a programelor pentru realizarea sistemului de măsură digital SDMC-4

5.3.1. Aspecte software generale

Programul de aplicație pentru realizarea sistemului de măsură digital SDMC-4 în structura CE GANZ-MADAN-08-CUBZ, folosit pentru verificarea metrologică a contoarelor cu GI, își propune atingerea următoarelor obiective:

- achiziția corectă și eficientă a tensiunilor de ieșire rezultate în urma conversiei analog-numerice, realizată cu ajutorul interfeței MADAN-08 care se bazează pe funcționarea convertorului ADC-08-2, care prelevează cele 4 canale care se urmăresc simultan;
- asigurarea unui dialog operator-calculator accesibil personalului de serviciu atât la preluarea comenzilor cât și la afișarea informațiilor.

Nucleul programului de aplicație este scris în limbaj structurat de nivel înalt Turbo Pascal versiunea 4.0 elaborat de firma Borland, care se constituie sub forma unui compilator puternic.

Programele de verificare metrologică a contoarelor de energie electrică echipate cu GICOR pentru sistemul digital de măsură SDMC-4 se compun din:

- un set de rutine scrise în limbaj de asamblare al microprocesorului Z80;
 - fișierul CANS.COM pentru achiziția parametrilor analogici pentru cele 4 contoare de verificat;
 - fișierul CLASAPR.COM pentru achiziția impulsurilor digitale de la cele 4 CV și de la CE, care intervine în verificarea clasei de precizie a contoarelor;

- fișierul SEN.COM pentru achiziția impulsurilor de la cele 4 contoare de verificat pentru proba de sensibilitate și proba de mers în gol;
- nucleul central al programelor îl constituie un fișier executabil de forma:
 - CONTORI1.COM pentru verificarea unui singur contor CV cu CE;
 - CONTORI2.COM pentru verificarea a două contoare CV cu CE;

Tabel 5.1. Tabel tipuri contoare existente în instalații

Cod	Fabricație	k(rot./kWh)	k _U	k _I
1	AEM	2400	1	1
2	AEM	1920	1	1
3	AEM	960	1	1
4	AEM	9600	1	1
5	AEM	4800	1	1
6	GANZ	2000	1	1
7	KRIZIK	0,08	350	60
8	KRIZIK	0,96	60	30
9	KRIZIK	0,48	60	60
10	KRIZIK	1800	1	1
11	GANZ	0,03	1100	60
12	GANZ	0,625	150	20
13	GANZ	0,0072	1100	250
14	KRIZIK	0,3	150	40
15	AEM	12000	1	1
16	ELVETIA FFit	0,075	220	600
17	FRANTA P1V20U	1/270	2200	600
18	GANZ	0,006	2200	800
19	GANZ	10000	1	1
20	KRIZIK	9000	1	1
21	GANZ	0,14	350	40
22	ELVETIA FFit	0,005625	2200	800
23	FRANTA P1V20U	1/90	1100	80
24	FRANTA C3YAT	1/67,5	1100	60

- CONTORI3.COM pentru verificarea a trei contoare CV cu CE;
- CONTORI4.COM pentru verificarea a patru contoare CV cu CE;

Aceste programe permit vizualizarea informațiilor de interes preluate pe opțiuni și realizarea legăturilor cu rutinele cod mașină care permit conversia și achiziția mărimilor analog-numerice care se urmăresc.

Datorită numărului mare de tipuri de contoare care se verifică (tabel 5.1.), se crează o bază de date cu informații specifice fiecărui contor în parte: seria de fabricație; constanta contorului k (rot./kWh); raportul traductorului de tensiune k_U ; raportul traductorului de curent k_I .

Sistemul de operare CP/M este utilizat în varianta extinsă de 58k octeți de memorie.

Imbinând flexibilitatea și ușurința programării în limbaj Turbo Pascal cu viteza ridicată a limbajului de asamblare, aceste programe cooperează la realizarea obiectivelor specificate anterior.

5.3.2. Prezentarea ordinogramei și a variantelor de program implementate

Schema logică de funcționare software a SDMC-4 este prezentată în fig. 4.1.

Programele de aplicație realizate pentru verificări metrologice a sistemului de măsură SDMC-4 s-au conceput în două limbaje de programare [17,71,133]:

- limbajul de asamblare al microprocesorului Z80 care reprezintă limbajul cod mașină al acestuia;
- limbajul de nivel înalt Turbo Pascal versiunea 4.0.

S-au implementat 4 variante de programe și anume:

- CONTORI1.COM pentru verificarea unui contor;
- CONTORI2.COM pentru verificarea a două contoare;
- CONTORI3.COM pentru verificarea a trei contoare;
- CONTORI4.COM pentru verificarea a patru contoare.

Aceste variante se lansează în execuție din sistemul de operare și sunt concepute ca module, fiecare modul îndeplinind un anumit tip de obiective.

Programele în limbaj de asamblare sunt linkeditate astfel:

- procedura cod mașină 1 (fișier CANS.COM) utilizează zona de memorie cu adresa de început A101H;
- procedura cod mașină 2 (fișier CLASAPR.COM) utilizează zona de memorie începând cu adresa A100H;
- procedura cod mașină 3 (fișier SEN.COM) utilizează aceeași zonă de memorie începând cu A100H;
- procedura cod mașină 4 (fișier SEN.COM) utilizează aceeași zonă de memorie de la A100H.

Datorită restricțiilor de memorie impuse, s-a recurs la tehnica “suprapunerii” (“overlay”) a aceleiași zone de memorie cu acțiuni diferite [17].

Legătura dintre rutinele de asamblare și nucleul Turbo Pascal se realizează prin modificarea corespunzătoare a flag-urilor de memorie diferite definite în acest scop. Rutina de citire a tastaturii este activată în momentul în care se dorește obținerea unei legături între caracterul tastat la nivelul superior și achiziția impulsurilor digitale de la CE pentru nivelul inferior. Această rutină este linkeditată începând cu adresa de memorie A202H.

Principalele module de program sunt:

- programul principal (fișier PP);
- rutina pentru verificarea parametrilor (fișier VP);
- procedura pentru verificarea clasei de precizie (fișier VC1, VC2, VC3, VERIFIC);
- rutina pentru verificarea sensibilității (fișier VS);
- procedura pentru verificarea mersului în gol (fișier VG).

Toate aceste module se încarcă de pe FDD prin directive de compilare {\$I}.

Procedurile care lucrează în modulul principal (implementat în Turbo Pascal) sunt:

- procedura de inițializare (fișier SURSIN);
- procedurile CITIRE, CITIRE1, CITIRE2 care realizează în zona de memorie operativă a celor trei fișiere scrise în asamblare (CANS.COM, CLASAPR.COM, SEN.COM);
- procedura care realizează conversia numerelor hexa pe 2 octeți în zecimal (fișier CONVER);
- procedura care înscrie în baza de date mărimile caracteristice celor 24 tipuri de contoare (fișier SELECTIE);
- procedura care preia numărul de impulsuri în zecimal de la CE și calculează clasa de precizie pentru fiecare din cele 4 contoare de

verificat indiferent de tipul acestora și pentru fiecare tip de verificare (fișier CLASA);

- procedura de tipărire la imprimantă a tuturor informațiilor ce aparțin unui contor (fișier TIPARIRE);
- procedura care înscrie implicit constanta CE și permite modificarea acesteia la dorința utilizatorului (fișier SALUT1).

Cele cinci proceduri externe scrise în limbaj de asamblare al microprocesorului Z80 sunt:

- cod mașină 1 (pentru parametri analogici);
- cod mașină 2 (pentru clasa de precizie);
- cod mașină 3 (pentru proba de sensibilitate);
- cod mașină 4 (pentru proba de mers în gol).

Fișierul executabil CONTOR14.COM reprezintă varianta cea mai complexă pentru verificarea simultană a patru contoare de energie electrică activă sau reactivă cu CE și se constituie sub forma unui fișier cu dimensiunea de 42 kocteți. Celelalte versiuni pentru verificarea unui număr mai mic de contoare se constituie fiecare sub forma unui fișier executabil de 32 kocteți.

Pentru verificarea parametrilor analogici, s-a conceput procedura CANS.COM în limbaj de asamblare care este apelabilă din nucleul principal al programului, rutină ce realizează programarea CTC-ului care furnizează rata de eșantionare și așteaptă în buclă terminarea conversiei analog-numeric, moment de timp în care se înscrie rezultatul în memorie la o adresă absolută prestabilită.

Modulele Turbo Pascal accesează această bază de date pentru fiecare canal în parte și determină amplitudinea respectiv durata impulsului funcție de clock-ul sistemului (care în cazul procesorului Z80 este $\phi=400$ ms).

Pentru verificarea clasei de precizie s-a conceput rutina în limbaj de asamblare CLASAPR.COM care realizează următoarele:

- programează în întreruperi CTC-urile corespunzătoare pentru CV și CE;
- tratează întreruperile într-o zonă de memorie corespunzătoare cu dimensiunea de 3 octeți care este apoi accesată de nucleul principal pentru calcularea clasei de precizie.

Pentru verificarea sensibilității s-a conceput o rutină în limbaj de asamblare SEN.COM cu următoarele funcții:

- programează în întreruperi CTC-urile corespunzătoare celor patru canale;

- tratează rutinele de întreruperi și furnizează nucleului principal rezultatele achiziției.

Proba de mers în gol este identică din punct de vedere al concepției și al implementării cu proba de sensibilitate.

5.4. Sistemul digital de măsură SDMC-10

Sistemul digital de măsură SDMC-10 pentru verificarea metrologică a contoarelor de energie electrică de inducție, s-a configurat în condițiile în care fiecare laborator metrologic din cadrul FRE-urilor nu a necesitat achiziționarea unor echipamente necesare suplimentare, astfel încât s-a realizat o adaptare a sistemului la caracteristicile specifice, funcție de solicitările fiecărui beneficiar [50,69].

Datorită flexibilității ridicate, SDMC-10 permite dezvoltări ulterioare (“up-grade”) pornind de la o variantă standard a cărei caracteristici sunt următoarele:

- se verifică un număr minim de 32 contoare monofazate sau trifazate cu sau fără generator de impulsuri;
- configurarea simplă a sistemului permite utilizarea acestuia de către personalul din exploatare care nu întotdeauna este familiarizat cu tehnica de calcul;
- se efectuează toate probele impuse de INM (clasa de precizie, sensibilitate, mers în gol, integrator) și se afișează buletinul general (pentru toate contoarele simultan) și individual (pentru fiecare contor în parte);
- se efectuează “on-line” reglajul contoarelor;
- mărimile se afișează pe un monitor general de control, simultan pentru toate contoarele și cu posibilități de afișare suplimentară pe două monitoare secundare de control a câte 16 canale la alegere;
- se permite afișarea mărită pentru facilitatea reglajului “on-line”;
- se asigură o protecție împotriva pierderii datelor în cazul întreruperii alimentării;
- se verifică parametrii impulsului la contoarele echipate cu GI.

SDMC-10 este realizat flexibil atât din punct de vedere hardware cât și la nivelul implementării software permițând:

- mărirea numărului de contoare;
- modificarea parametrilor de intrare în funcție de cerințele contoarelor verificate;

- atașarea ca post de lucru secundar a oricărui alt terminal grafic (de ex. DAF 2020) care are facilități privind generarea caracterelor;
- afișarea locală la nivel de contor a valorilor clasei de precizie calculate;
- gestionarea la nivel de bază de date a contoarelor verificate;
- verificarea parametrilor impulsului generat de contoarele cu generator de impulsuri.

Configurația sistem standard pentru sistemul digital SDMC-10 este structurată pe două nivele:

- post central de lucru în următoarea configurație minimală:
 - calculator compatibil IBM PC-AT (unitate centrală 386, minim 1 Mocteți de memorie RAM, HDD, FDD 3,5”, monitor, interfață serială, interfață paralelă);
 - placă adaptare și condiționare semnal digital;
 - placă interfață digitală pentru culegerea datelor;
 - imprimantă matriceală (80 caractere pe rând în mod draft);
- post secundar de lucru (terminal de tip DAF 2020 sau ALFAGRAF 200).

Variantele de configurare pot fi:

- cu un singur post central de lucru;
- cu un post central de lucru și max. două posturi secundare de lucru.

Tabel 5.2. Parametrii canalului de verificat și contorul etalon

-amplitudinea nominală a impulsului	+12V
-amplitudinea maximă a impulsului	+15V
-amplitudinea minimă a impulsului	+10V
-durata nominală a impulsului	50ms
-durata minimă a impulsului	10μs
-frecvența maximă a trenului de impulsuri	20kHz
-constanta conversie impuls/rotație minimă	1imp./rot.
-constanta conversie impuls/rotație maximă	99imp./rot.
-impedanța de intrare	2kΩ
-eroarea maximă la citirea impulsurilor de la contorul verificat	0imp.
-eroarea maximă la citirea impulsurilor de la contorul etalon	1imp.

Numărul maxim de contoare care pot fi racordate simultan în configurația standard sunt 32 și respectiv 1 canal pentru CE.

Parametrii hardware pentru contorul de verificat și pentru contorul etalon sunt prezentați în tabelul 5.2.

Parametrii software acceptați în cadrul SDMC-10 sunt prezentați în tabelul 5.3.

Tabel 5.3. Parametrii software

-numărul maxim de impulsuri primite de la contorul ce se verifică, pentru un calcul	125
-constanta maximă de conversie imp./rot.	125
-constanta maximă a contorului etalon	18000000
-eroarea acceptată la verificarea MERS IN GOL	Fixată de utilizator
-eroarea acceptată la verificarea SENSIBILITATE	Fixată de utilizator
-eroarea acceptată la verificarea INTEGRATOR	Fixată de utilizator
-eroarea acceptată la verificarea CLASA DE PRECIZIE	Fixată de utilizator

În general parametrii de configurare se fixează de la postul central de lucru (constanta de conversie a CE, numărul de impulsuri pentru care se face verificarea, tipul contoarelor verificate). Verificarea se efectuează simultan pe toate cele 32 canale și se poate relua ori de câte ori este necesar. În caz de întrerupere a tensiunii de alimentare a sistemului se asigură păstrarea tuturor datelor referitoare la testele efectuate până în momentul întreruperii alimentării.

5.5. Descrierea hardware a SDMC-10

Sistemul digital de măsură SDMC-10 pentru verificarea metrologică a 32 canale de intrare cu o intrare numerică pentru contorul etalon, este construit în jurul oricărui tip de microcalculator pe 16 biți care are prevăzut în configurația sa minimală următoarele [122,123]:

- o UC cu microprocesor AT386 sau mai performant;
- cel puțin 1 Mocteți de memorie RAM;
- o unitate FDD 3,5”;

- o unitate HDD (disc Winchester) cu o capacitate ≥ 40 Mocteți;
- interfață paralelă și imprimantă matriceală cu 80 caractere pe linie și programată în mod draft;
- interfață serială (COM1 sau COM2) prin care se face legătura cu postul secundar de lucru (DAF 2020);
- o placă de adaptare și condiționare a semnalului numeric;
- o placă de interfață digitală pentru culegerea datelor.

Legătura între cele două plăci de achiziție se realizează prin două cable panglică cu conector 2x20 pentru interconectarea lor. Cele două plăci de achiziție constituie interfața de proces din cadrul sistemului și a fost simbolizată generic MADPC-32.

Placa de adaptare și condiționare a semnalului numeric

Această placă face parte din modulul de achiziții date pe 32 canale MADPC-32 și permite conectarea celor 32 intrări digitale pe care se recepționează impulsurile de la contoarele verificate, fiind prevăzută cu un canal separat pentru impulsurile primite de la contorul etalon. Interfața este protejată de proces prin intermediul optocuploarelor (32 optocuploare câte unul pentru fiecare canal în parte), prin care se realizează separarea galvanică între semnalul provenit din energoproses și sistemul de calcul.

Pentru a preveni apariția semnalelor parazite, canalul pentru CE este prevăzut în mod suplimentar cu un circuit monostabil CDB4121 care realizează filtrarea acestora. Această placă de achiziție și de adaptare respectiv condiționare a semnalului numeric este clasică fiind echipată cu integratele pentru interfața de timp specializată (8253) respectiv interfața pentru comunicația asincronă pentru preluarea simultană a 4x8 canale digitale (8255). Potențiometrul semireglabil permite ajustarea duratei impulsului generat de către monostabil, astfel încât aceasta să fie mai mică decât durata impulsului generat de contorul etalon.

Placa de interfață digitală pentru culegerea datelor

Este o placă suplimentară care face parte din modulul de achiziții date pe 32 canale denumit MADPC-32, a cărei rol este de a primi semnalul condiționat de către placa de adaptare și condiționare a semnalului din proces. Toate prelucrările semnalelor recepționate de către placa de interfață digitală pentru culegerea datelor se fac prin software.

Legătura cu terminalul DAF 2020 ca post secundar de lucru se realizează prin cablu serial care respectă standardul RS232C. Acesta se poate conecta atât pe portul serial COM1 cât și pe portul COM2.

5.6. Programele în sistemul digital SDMC-10

Software-ul de aplicație a fost conceput în limbaj structurat de nivel înalt Turbo Pascal versiunea 6.0 cu facilități de programare Turbo Vision la nivel de obiect.

Programele implementate s-au ierarhizat pe două nivele:

- nivelul "low" (inferior) care realizează achiziția simultană pe cele 32 canale numerice în limbajul de asamblare al microprocesorului 386 cu care este echipată placa UC a sistemului de calcul și este înglobat datorită facilităților mediului de compilare Turbo Pascal vers. 6.0 în nivelul ierarhic superior care gestionează informația primară achiziționată. Procedura de achiziție preia impulsurile de la cele 32 canale ale MADPC-32 și pe un canal numeric separat impulsurile de la contorul etalon;
- nivelul "high" (superior) prelucrează impulsurile memorate pe toate cele 32 intrări echipate cu contoare (active sau reactive, monofazice sau trifazice, cu generator de impulsuri GICOR sau fără respectiv cu sesizoare SIC8 fără demontarea capacului), realizând interfața prin meniuri derulante conversaționale între operator și sistemul de calcul.

Datorită facilităților extinse ale Turbo Vision-ului, a programării dinamice și la nivel de obiect, toate modulele de afișare, tipărire, grafică extinsă se realizează prin funcții extinse și chei de control care permit operatorului întreruperea programului la orice moment de timp și cu acces rapid în orice meniu de comenzi.

Pachetele software pentru achiziția simultană a impulsurilor de la toate contoarele inclusiv de la contorul etalon, sunt concepute ținând cont de circuitele integrate 8255 care realizează achiziția pe 4x8 canale numerice și circuitul integrat specializat de timp 8253 care programat la nivel de timer eșantionează impulsurile de la contorul etalon. Rutinele de achiziție se bazează pe o funcție care detectează impulsurile provenite de la un grup de 8 contoare pe care le multiplexează la adresele corespunzătoare pentru cele 32 canale.

La nivel ierarhic superior, operatorul poate să-și gestioneze complet baza de date pentru toate tipurile de contoare care se verifică, pentru numărul de impulsuri fixate pentru perioada de desfășurare a probei (la proba de sensibilitate, de mers în gol, clasa de precizie), respectiv timpul de desfășurare al probei (integrator); informațiile calculate pentru toate regimurile de reglare sunt afișate pe monitorul

calculatorului central pentru toate contoarele sau pentru un grup de contoare la cererea operatorului atât pe monitorul central de lucru cât și la postul secundar de lucru. Rezultatele verificărilor pot fi tipărite sub forma a două buletine:

- Buletinul restrâns care conține rezultatul final al verificărilor pentru fiecare contor în parte sub forma “admis” sau “respins”;
- Buletinul extins care conține rezultatul verificărilor pentru un anumit contor, prezentând rezultatele obținute de acesta la fiecare probă la care a fost testat.

Probele neefectuate sunt menționate pe buletin, ca și condițiile în care s-au desfășurat probele. Instalarea programului se face de pe o dischetă de 3,5” care conține următoarele pachete software de administrare a sistemului SDMC-10:

INSTALL.BAT, VCONTOR.EXE, CONTOARE.CNT, PROBE.CNT, PROBEGOL.CNT, R_PROBE.CNT, DIALO.DIA

Prin instalare de pe FDD pe partiția principală C:> a discului Winchester, se crează automat directorul VCONTOR și se copiază fișierele existente de pe discul flexibil pe HDD cu care este dotat sistemul de calcul. Pornirea în execuție a programelor se face prin comanda VCONTOR, moment în care după lansarea ei în execuție se afișează denumirea sistemului de achiziție. Dacă din această fază se vizualizează pe monitor “Eroare în faza de inițializare”, sistemul SDMC-10 conține o incompatibilitate hardware.

Descrierea comenzilor

Prin această denumire se înțelege imaginea oferită de monitorul central (atașat în configurația sistemului de calcul) după lansarea în execuție a programului.

Denumirea meniurilor disponibile este afișată pe primul rând al ecranului:

INITIALIZARE, OPTIUNI, VERIFICARI, BULETIN

Pe același rând în partea dreaptă a ecranului este afișată denumirea fișierului de date curent. Acesta conține datele introduse de operator și datele achiziționate de sistem pe parcursul efectuării unei verificări.

Tastele cu acțiune imediată asupra sistemului sunt afișate pe ultimul rând al ecranului:

- F10 –Menu permite selectarea opțiunilor din meniul principal;
- F2 –StopV produce o oprire imediată a verificării curente și predă controlul în ecranul principal;
- F3 –NextV produce trecerea la verificarea următoare; tasta nu este disponibilă decât în cadrul verificării clasei de precizie;

- F4 –DisplayOpt este tasta care are acțiune asupra afișării rezultatelor. Acționarea ei duce la apariția unui meniu care permite afișarea selectivă a contoarelor verificate, după cum urmează:
 - a) contoarele 01-16
 - b) contoarele 17-32
 - c) contoarele 01-32

Se selectează opțiunea dorită [opțiunea curentă este marcată prin (.)]. Rezultatul va fi o afișare în conformitate cu ceea ce s-a selectat. O nouă tastare de F4 permite revenirea și modificarea formei de afișare a datelor.

- F5 –SelectCh permite în cadrul opțiunii **VERIFICARE CLASA DE PRECIZIE**, afișarea pentru un singur canal și cu caractere mărite a numărului canalului, a clasei de precizie impuse și a clasei de precizie calculate;
- F6 –Print permite în cadrul opțiunii **BULETIN**, tipărirea la imprimantă a buletinului **GENERAL** și **INDIVIDUAL**.
- F7 –NrImp afișează numărul de impulsuri achiziționate de la contorul etalon (pentru verificarea clasei de precizie) sau a numărului de impulsuri primite de la contoarele verificate (pentru integrator).

Meniul *INITIALIZARE* este prezentat sub forma:

PROBA NOUA
INCARCARE PROBA
ARHIVARE
CONSTANTE PROBA
SETUP
EXIT

Pentru începerea verificărilor este necesar a se explicita încărcarea unui fișier de date prin una din comenzile **PROBA NOUA** sau **INCARCARE PROBA**.

PROBA NOUA

Selectarea acestei opțiuni permite începerea unei verificări la un set nou de contoare. Acestei verificări i se asociază un fișier în care se păstrează toate datele aferente verificării. Denumirea fișierului este compusă din data curentă, litera B (de la Buletin) și o literă care individualizează fișierul curent față de fișierele create în aceeași zi. Toate fișierele furnizate de sistemul de verificare digital SDMC-10 au extensia **.REZ**

Exemplu: 020695BC.REZ explicitat înseamnă că fișierul a fost creat în 02 iunie 1995 și are codul de identificare C.

La lansarea opțiunii **PROBA NOUA** se solicită numele operatorului și al verficatorului care efectuează verificarea.

Dacă spațiul disponibil pentru memorarea unei verificări este mai mic decât 300 Kocteți, atunci calculatorul va afișa un mesaj și nu va accepta începerea unei noi probe.

INCARCARE PROBA.

În cazul în care din anumite motive verificarea unui set de contoare a fost întreruptă, activitatea poate fi reluată de la ultima probă complet efectuată. Sistemul permite revenirea asupra oricăreia dintre probele efectuate. Întreg setul de date introdus ca și rezultatele fiecărei probe complet efectuate, se memorează în fișierul asociat verificării. Pentru listarea unui buletin al unei probe anterior efectuate este necesară încărcarea fișierului aferent acelei probe. Procedura de încărcare a unui fișier este următoarea:

- Se selectează opțiunea **INCARCARE PROBA**
 - (1) –pe ecran apare o fereastră care conține câmpul *Name* în care se poate introduce denumirea unui fișier și o listă cu fișierele disponibile. Ultimele două rânduri conțin denumirea directorului curent, denumirea fișierului curent în curs de selecție, mărimea acestuia, data și ora creării.
 - (2) se tastează ENTER și se parcurge cu tastele de control (“săgeți”) lista afișată după care se poziționează cursorul pe denumirea fișierului care se dorește a fi selectat; în continuare tasta ENTER realizează selecția revenind automat în ecranul principal.

Schimbând extensia implicită .REZ în .FIN se poate selecta un fișier arhivat. Fișierele arhivate nu permit decât vizualizarea și editarea buletinului de verificare.

ARHIVARE

La terminarea verificărilor pentru un set de contoare, fișierul care conține datele aferente verificărilor poate fi arhivat. Prin arhivare se înțelege blocarea accesului la modificarea ulterioară a datelor prin efectuarea unor noi probe. Extensia unui fișier arhivat este .FIN. Se lansează în execuție opțiunea și se selectează fișierul .REZ dorit așa cum s-a descris anterior. Apăsarea tastei ENTER transformă fișierul .REZ în

fișier .FIN. Ca rezultat al acestei comenzi fișierul arhivat dispare din lista afișată.

CONSTANTE PROBA

Opțiunea permite introducerea constantelor aferente fiecărui contor, constante necesare la editarea buletinului. Acestea sunt:

- Centru, Subunitate –locul de proveniență al contorului;
- Tip contor/an fabr. –tipul contorului și anul de fabricație;
- Seria contorului;
- Indexul contorului;
- Starea contorului;
- Rezistența de izolație;
- Clasa exact. impusă.

Constantele se pot introduce la începutul, pe parcursul verificării sau la sfârșitul acesteia, dar întotdeauna înainte de editarea buletinului probei respective.

Modalitatea de lucru este următoarea:

- se selectează opțiunea;
- se alege canalul pentru care se dorește introducerea datelor;
- se introduc datele dorite.

Parcurgerea canalelor se face circular, apăsarea tastei ENTER (OK) duce la afișarea datelor canalului următor.

SETUP

Opțiunea SetUp permite configurarea generală a parametrilor verificării:

- MERS IN GOL –timp efectuare probă și numărul de impulsuri verificate;
- SENSIBILITATE –timp efectuare probă și număr de impulsuri verificate;
- INTEGRATOR –timp efectuare probă și eroare admisă (%);
- CANAL SERIAL –canalul serial pe care se face comunicația cu terminalul;
- MONITOR 1 –distribuția canalelor afișate pe monitorul 1;
- MONITOR 2 –distribuția canalelor afișate pe monitorul 2;
- CALE SALVARE –directorul în care se face salvarea datelor verificării.

Datele introduse se păstrează și fiecare probă nouă preia ca date inițiale datele din SetUp. Datele din verificările anterioare nu sunt înflențate de datele din SetUp-ul curent.

EXIT

Selectarea acestei opțiuni permite abandonarea lucrului cu sistemul de verificare SDMC-10 și se predă controlul sistemului de operare sau programului rezident în memorie (de ex. Norton Commander).

Meniul *OPTIUNI* are următoarea configurație:

CONFIGURARE PROCES
CONTOARE CUNOSCUTE
PROBE CLASA PRECIZIE
PROBE MERS IN GOL

CONFIGURARE PROCES

Opțiunea permite configurarea sistemului de verificare astfel:

- GENERALA
- PE CANALE
- UNICA

Configurare **GENERALA**

Configurarea **GENERALA** permite introducerea constantei contorului etalon k_E , a constantei de conversie [imp./rot.], a numărului de impulsuri primite de la contorul verificat pentru care se calculează clasa de precizie (exactitate) și a tipului contoarelor verificate (active sau reactive). Funcție de tipul contorului verificat este configurată lista care se obține selectând opțiunea **PROBE CLASA PRECIZIE**.

Configurare **PÈ CANALE**

Opțiunea permite configurarea fiecărui canal în conformitate cu datele caracteristice contorului atașat la canal. Selectarea opțiunii duce la afișarea unei liste în care se pot face următoarele selecții:

- Nr.Canale =se selectează canalul care se configurează;
- Cod cunoscut =datele contorului atașat canalului se preiau din lista afișată la selectarea acestei opțiuni;
- Direct =se introduce constanta contorului, parametrii k_U și k_I sunt egali cu 1;
- Indirect =datele contorului se introduc de către operator. Datele afișate corespund ultimei actualizări a datelor la canalul selectat.

Configurare **UNICA**

În cazul în care toate sau cea mai mare parte a contoarelor atașate pentru verificare au aceleași caracteristici, prin selectarea acestei opțiuni și configurarea unui singur canal, datele aferente acestuia vor fi alocate tuturor canalelor. Pentru cazul în care majoritatea canalelor trebuie configurate identic se selectează opțiunea **UNICA** și apoi cu ajutorul opțiunilor **DIRECT** sau **INDIRECT** se modifică datele canalelor care constituie excepția de la regula generală.

CONTOARE CUNOSCUTE

Opțiunea permite actualizarea datelor din lista cu contoare cunoscute. Sunt disponibile următoarele comenzi:

- Add –introducerea unei noi înregistrări;
- Del –ștergerea din listă a unei noi înregistrări;
- Edit –actualizarea (corectarea) unei înregistrări existente;
- Save –salvarea modificărilor efectuate.

Opțiunile **EDIT** și **DEL** afectează rândul curent selectat, evidențiat prin culoare și devin efective după selectarea opțiunii **SAVE** și/sau confirmarea intenției de modificare a bazei de date.

Datele care trebuie introduse sunt:

- U/u-
- I/i-
- k-
- k_U-
- k_I-

ultimele trei valori sunt obligatorii pentru o verificare corectă a contorului atașat.

PROBE CLASA PRECIZIE

Opțiunea permite afișarea listei probelor care se efectuează la verificarea clasei de precizie. Lista se poate modifica, comenzile disponibile fiind identice cu cele descrise la opțiunea **CONTOARE CUNOSCUTE**. Lista afișată corespunde tipului de contor (activ sau reactiv) indicat în opțiunea de configurare **GENERALA**.

PROBE CLASA PRECIZIE

Opțiunea permite afișarea listei probelor care se efectuează la verificarea clasei de precizie. Lista se poate modifica, comenzile disponibile fiind identice cu cele descrise la opțiunea **CONTOARE**

CUNOSCUTE. Lista afișată corespunde tipului de contor (activ sau reactiv) indicat în opțiunea de configurare **GENERALA**.

PROBE MERS IN GOL

Opțiunea permite afișarea listei probelor care se efectuează la mers în gol. Lista se poate modifica, comenzile disponibile fiind identice cu cele descrise la opțiunea **CONTOARE CUNOSCUTE**.

Meniul *VERIFICARI* conține următoarea structură:

CLASA DE PRECIZIE
MERS IN GOL
SENSIBILITATE
INTEGRATOR
TEST CONTOR ETALON

Probele se pot parcurge în ordinea dorită de către operator și se poate reveni asupra unei probe ori de câte ori este necesar.

CLASA DE PRECIZIE

Dacă se selectează această probă, atunci există posibilitatea ca parcurgerea probelor prevăzute în buletinul INM să se facă automat (selecția probei următoare se face automat, probele efectuându-se în ordinea înscrisă în tabel) sau manual (alegând din tabel proba care se dorește a fi executată). Alegerea opțiunilor **AUTOMAT** sau **MANUAL** se face simplu și nu ridică nici o problemă. În momentul selectării probei care trebuie efectuată, sistemul începe verificarea. Pentru fiecare canal se indică clasa de precizie a contorului atașat, corespunzătoare probei efectuate și valorilor introduse în etapa de configurare a sistemului. Afișarea clasei de precizie calculate se face în două culori: culoarea neagră indică o clasă de precizie care se încadrează în limitele impuse, iar culoarea roșie indică o clasă de precizie care nu se încadrează în limitele impuse.

Pentru a efectua reglajul “on-line” al contorului atașat canalului se tastează F5 și pe ecran se obține imaginea mărită a clasei de precizie calculate, a clasei de precizie impuse și a numărului canalului afișat. Apăsarea tastei F3 permite trecerea la o nouă probă, selecția acesteia se poate face automat sau manual. Tasta F2 întrerupe complet sesiunea de lucru și predă controlul meniului principal.

La lansarea probei pe ecran se va afișa semnul *, care va fi înlocuit după primul ciclu de verificare cu valoarea calculată a clasei de precizie.

În cazul existenței unor dubii privitoare la valoarea calculată a clasei de precizie, se tastează F7 și pe ecran se va afișa numărul de impulsuri primite de la contorul etalon în timpul ultimului ciclu de impulsuri pentru care s-a efectuat calculul.

MERS IN GOL

Se lansează proba de mers în gol și se fixează numărul de minute și numărul de impulsuri pentru care se dorește verificarea. Se selectează proba de mers în gol care se efectuează. După scurgerea intervalului de timp fixat se obține rezultatul probei sub forma “admis” sau “respins”. Toate probele de mers în gol se efectuează pentru același interval de timp și pentru același număr de impulsuri. Modificarea acestor parametrii în timpul verificării unui set de contoare impune refacerea tuturor probelor de mers în gol.

SENSIBILITATE

Se lansează proba de sensibilitate și se fixează numărul de minute și numărul de impulsuri pentru care se dorește efectuarea verificării. După scurgerea intervalului de timp fixat se obține rezultatul probei sub forma “admis” sau “respins”.

INTEGRATOR

Se lansează în execuție proba și se introduce indexul inițial al fiecărui contor, apoi se introduce timpul în care se dorește să se efectueze proba. Se tastează ENTER și se așteaptă scurgerea timpului fixat. La epuizarea timpului sistemul va solicita indexul final. Se tastează ENTER după introducerea indexului final la toate contoarele și pe ecran se va afișa valoarea calculată a erorii. În cazul în care aceasta depășește valoarea admisă, rezultatul calculului va fi afișat în roșu. Apăsarea tastei F7 permite afișarea numărului de impulsuri primite de la fiecare contor în timpul desfășurării probei.

TEST CONTOR ETALON

Pentru a verifica dacă se primesc impulsuri de la contorul etalon se apelează la această opțiune. Sistemul va verifica dacă se primesc impulsuri și va afișa mesajul “Lipsă impulsuri de la contorul etalon” în cazul în care nu se primesc impulsuri, sau mesajul “Se primesc impulsuri de la contorul etalon” în cazul în care acestea se primesc.

Meniul *BULETIN* are forma:

GENERAL

INDIVIDUAL

Se tastează F10 din meniul principal, apoi se selectează opțiunea **BULETIN** și în continuare una din opțiunile **GENERAL** sau **INDIVIDUAL**. În funcție de ultima opțiune selectată se obține buletinul general (situația cu toate contoarele verificate în cadrul probei în forma “admis” sau “respins”) sau buletinul individual (rezultatele obținute la verificare de către contorul cu numărul specificat) și condițiile de efectuare a verificării. Este important de menționat că buletinul **GENERAL** nu va afișa nici un contor care nu are introdusă ca și constantă seria contorului. Pentru a tipări buletinul **GENERAL** sau **INDIVIDUAL** se tastează F6. În cazul în care imprimanta nu este pregătită pentru listare, se obține un mesaj de eroare. Revenirea se face tastând ESC și se reia operația. Abandonarea buletinului se face prin apăsarea tastei F10.

Sistemul digital de verificare metrologică a contoarelor SDMC-10 permite conectarea la două din porturile seriale, a unui terminal secundar de lucru de tip DAF 2020. Operatorul de la terminal are posibilitatea de a vizualiza desfășurarea verificărilor pe oricare din canalele 1-32, dar nu are nici o posibilitate de a prelua comanda sistemului. Singura comandă disponibilă la terminalul DAF 2020 permite afișarea cu caractere mărite a valorilor indicate de unul dintre canale.

Procedura de solicitare a afișării unui singur canal este lansată în execuție prin tastarea numărului canalului dorit. Ca răspuns acesta va fi afișat cu caractere mărite. În cazul apariției unui mesaj de eroare (“Eroare în formatul comenzii”) se tastează ESC și se reia procedura.

Procedura de revenire la afișarea tuturor canalelor disponibile la terminal este lansată la apăsarea tastei ESC. Ca răspuns vor apare afișate toate canalele disponibile. Pentru a vizualiza corect informațiile furnizate de sistem pe display-ul terminalului și pentru o comunicare corectă a acestuia cu sistemul de calcul, se programează software DAF 2020 după următoarea secvență:

- alimentare terminal;
- verificare parametrii terminal prin tastare secvențială:
CTRL+PF1
1
CTRL+SCROLL

Pe ecran apar următoarele grupe de cifre, a căror configurație corectă este:

1101 0111 0000 1001

În cazul în care configurația nu este respectată, se deplasează cursorul cu ajutorul săgeților deasupra cifrei care nu corespunde și apoi se tastează cifra 6. Cifra afișată se va schimba din 0 în 1 și invers.

Secvența de programare odată afișată corect, se părăsește prin tastarea simultană CTRL+SCROLL [23,51].

Desfășurarea verificării contoarelor cu sistemul digital SDMC-10

1. Se alimentează calculatorul și terminalul. (dacă este cazul);
2. Se tastează VCONTOR pentru lansare în execuție a programului;
3. Dacă este cazul se selectează SetUp și se verifică configurarea generală a sistemului;
4. Se tastează F10 și se selectează opțiunea **PROBA NOUA**;
5. Se introduce numele operatorului și al verficatorului, după care se tastează ALT+K;
6. Se tastează F10, apoi *INITIALIZARE* și **CONSTANTE PROBA**;
7. Se introduce pentru fiecare canal:
 - Centrul sau Subunitatea
 - Tip contor/an fabricație
 - Seria contorului
 - Indexul contorului
 - Starea de integritate a contorului
 - Rezistența de izolație
 - Clasa de precizie (exactitate) impusă
8. Se tastează F10, apoi *OPTIUNI* și **CONFIGURARE PROCES**;
9. Se selectează opțiunea **GENERALA** și se introduce:
 - Constanta contorului etalon CE
 - Constanta de conversie a contoarelor (impuls/rotație)
 - Numărul de impulsuri pentru care se face verificarea
 - Tipul contorului (activ sau reactiv)
10. Se selectează opțiunea **PE CANALE**;
11. Se alege numărul canalului, opțiunea prin care se introduc caracteristicile contorului atașat canalului: cod cunoscut, direct sau indirect. Prin COD CUNOScut se introduc parametrii efectuând o selecție în tabel, prin DIRECT parametrii k_U , k_I sunt fixați la 1 și se introduce constanta k , iar prin INDIRECT se introduc manual parametrii aferenți canalului (opțiunea **UNICA** permite atribuirea acelorași parametrii tuturor canalelor);
12. Se tastează F10 și se selectează opțiunea *VERIFICARI*;

13. Se alege opțiunea **TEST CONTOR ETALON** și se continuă după ce se comunică primirea impulsurilor de la contorul etalon;
 14. Se selectează **CLASA DE PRECIZIE** și modul de lucru **MANUAL**, după care se alege verificarea care se dorește, și se validează cu **ENTER**. Pe ecran se afișează cele 32 canale cu valorile aferente clasei de precizie (exactitate) calculate. Valoarea * a clasei de precizie indică faptul că la canalul respectiv nu s-a primit numărul de impulsuri necesare efectuării unui calcul al clasei de exactitate. Se efectuează reglajele necesare și în momentul în care se acceptă corectitudinea informației afișate pe ecran, se tastează **F3** și se trece la verificarea următoare;
 15. Se tastează **F2** când se consideră terminată verificarea clasei de precizie;
 16. Se tastează **F10**, se selectează **VERIFICARI** și apoi **MERS IN GOL**. Verificarea se desfășoară pe parcursul intervalului de timp indicat de operator și pentru numărul de verificări introduse la opțiunea **PROBE MERS IN GOL**, urmând ca apoi să se afișeze rezultatele. Se tastează **F2** pentru o nouă verificare;
 17. Se efectuează verificarea de **SENSIBILITATE** procedând similar ca și la punctul 15;
 18. Se tastează **F10** și se selectează **INTEGRATOR**;
 19. Se introduce indexul inițial al fiecărui contor și timpul de desfășurare al probei. Se tastează **ALT+K** pentru a declanșa verificarea și se așteaptă scurgerea timpului fixat;
 20. Se introduce indexul final al fiecărui contor și se tastează **ALT+K**. Rezultatul verificării va fi afișat pe ecran;
 21. În momentul în care se consideră toate verificările terminate se poate edita buletinul la imprimantă;
 22. Se tastează **F10** și se selectează opțiunea **BULETIN** și apoi **GENERAL**;
 23. Pentru a obține buletinul pe un anumit contor se alege opțiunea **BULETIN** și apoi **INDIVIDUAL**. Se introduce numărul canalului la care a fost atașat contorul pentru care se dorește editarea buletinului de verificare;
 24. Pentru a abandona lucrul se tastează **F10**, **INITIALIZARE** și apoi **EXIT**.
- Obs.: Se poate verifica existența impulsurilor de la CE cu opțiunea **TEST CONTOR ETALON**. De asemenea se poate verifica existența impulsurilor de la oricare din contoarele verificate utilizând proba **INTEGRATOR**. Se efectuează proba pentru un minut și la încheierea ei

se tastează F7. Aceasta permite afișarea numărului de impulsuri la fiecare canal.

5.7. Concluzii

În ambele versiuni de software implementate pentru cele două modele constructive realizate industrial, s-a ținut cont de o interfață utilizator cât mai simplă și ușor de mânuit, astfel încât operatorul să execute un număr minim de comenzi în vederea obținerii rezultatelor. Varianta SDMC-10 este mult mai amplă din punct de vedere al meniurilor și posibilităților de afișare a canalelor urmărite, ceea ce necesită o familiarizare a personalului de serviciu cu tehnica de calcul. În anexă s-au prezentat câteva proceduri implementate în limbaj de asamblare și interfața acestora cu programul principal conceput în Turbo-Pascal.

În ambele variante, algoritmele de calcul pentru măsurarea puterii și energiei electrice înregistrate de contorul de energie electrică sunt aceleași și respectă aceeași schemă logică; deosebiri constau în modul de implementare al procedurilor și funcțiilor care realizează achiziția respectiv modulele de afișare și de construire a meniurilor pentru interfața utilizator, având în vedere evoluția compilatorului și mediului de dezvoltare Turbo-Pascal (inclusiv posibilitatea programării OOP).

6. VERIFICAREA EXPERIMENTALA A SISTEMULUI DE MASURA DIGITAL SDMC-10

6.1. Generalități

Până la introducerea pe scară industrială a sistemului de măsură digital SDMC-10, activitatea de reglare și verificare a contoarelor de energie electrică în atelierele și laboratoarele PRAM ale FRE-urilor, s-a bazat pe folosirea în mare măsură a unei tehnologii vechi și cu o productivitate scăzută. Acest lucru s-a datorat faptului că în laboratoarele de specialitate în care se desfășoară activitatea de reglare și verificare, aparatura existentă este depășită tehnic și nu permite îmbunătățirea activității lucrărilor. În perioada anilor 1983, la unele FRE-uri s-au introdus instalațiile SETAC, dar datorită deficiențelor constructive ale acestora, s-a folosit pe scară largă operația de reglare și verificare metrologică a contoarelor electrice de inducție prin metoda putere-timp [55,64,67,68,84,85]. Majoritatea instalațiilor SETAC introduse la nivelul FRE-urilor nu pot fi folosite la capacitatea lor. Motiv pentru care s-a impus necesitatea îmbunătățirii tehnologiei în activitatea de reglare și verificare metrologică a contoarelor de energie electrică în laboratoarele PRAM ale FRE-urilor.



Fig. 6.1. Vedere de ansamblu a sistemului SDMC-10

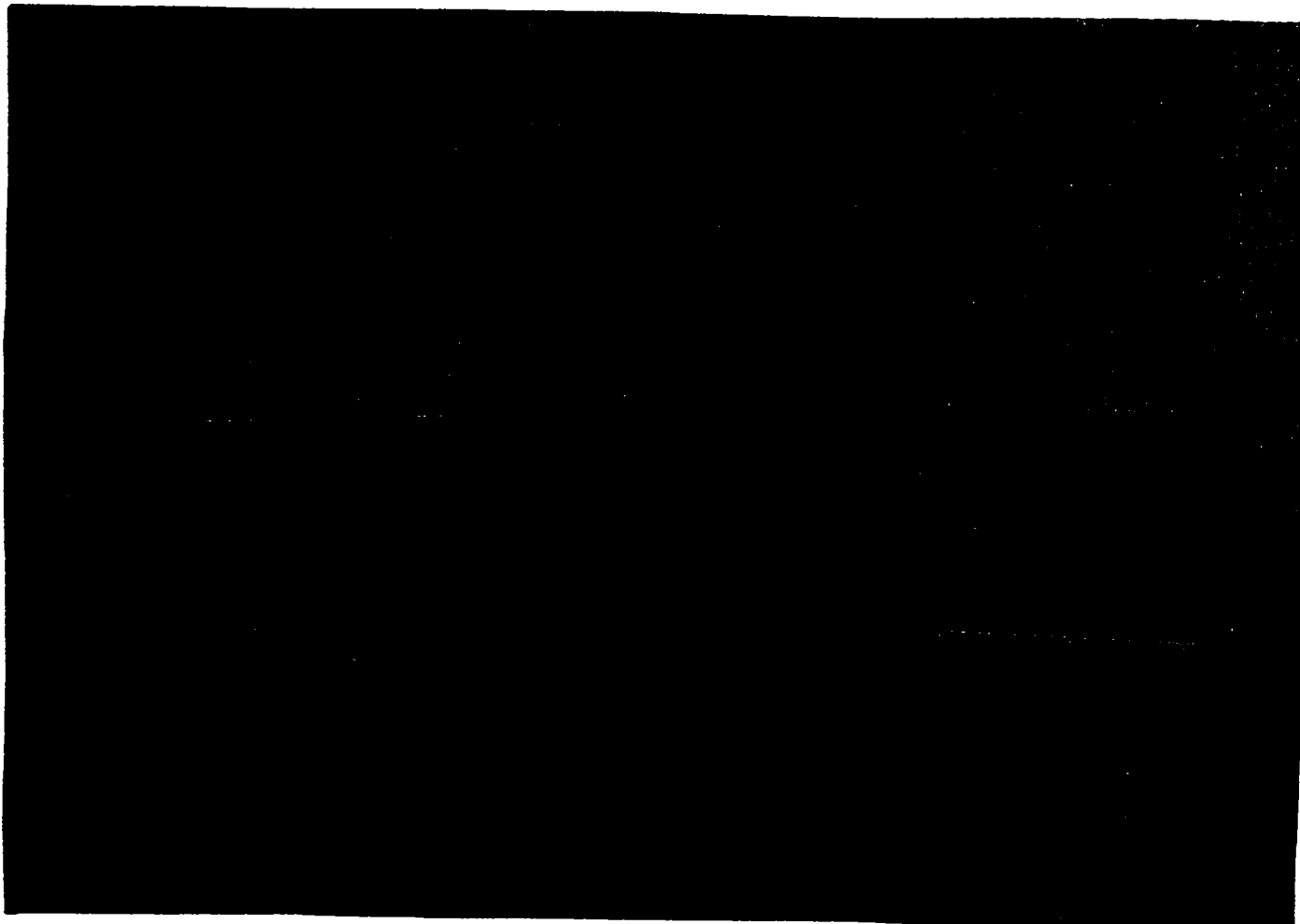


Fig. 6.2. Vedere de ansamblu a unui punct central de lucru pentru verificarea contoarelor cu SDMC-10

Sistemul digital de măsură SDMC-10 a fost conceput și realizat pe baza unei analize detaliate, astfel încât să se elimine neajunsurile metodelor de verificare utilizate anterior.

Au fost realizate modele experimentale în două variante constructive care diferă între ele prin faptul că sursa de alimentare a modului de achiziții date analog-numerice este separată respectiv introdusă în interiorul microcalculatorului PC [32,36,37,119].

Condițiile impuse în vederea realizării sistemului SDMC-10 inclusiv a subansamblelor componente în diverse variante constructive sunt prezentate în [31,32,36,37,129]. Câteva din elementele avute în vedere au fost: limitarea distanței dintre contor și modulul de achiziții date (max. 3 m); concentrarea activității de reglare și verificare a contoarelor în punctul central (PCL) și punctul secundar de lucru (PSL); posibilitatea controlului din PCL a punctelor secundare de lucru PSL, care pot fi maxim două; creșterea productivității muncii. În fig. 6.3. este

prezentată o schemă de principiu a repartiției contoarelor și subansamblelor sistemului SDMC-10.

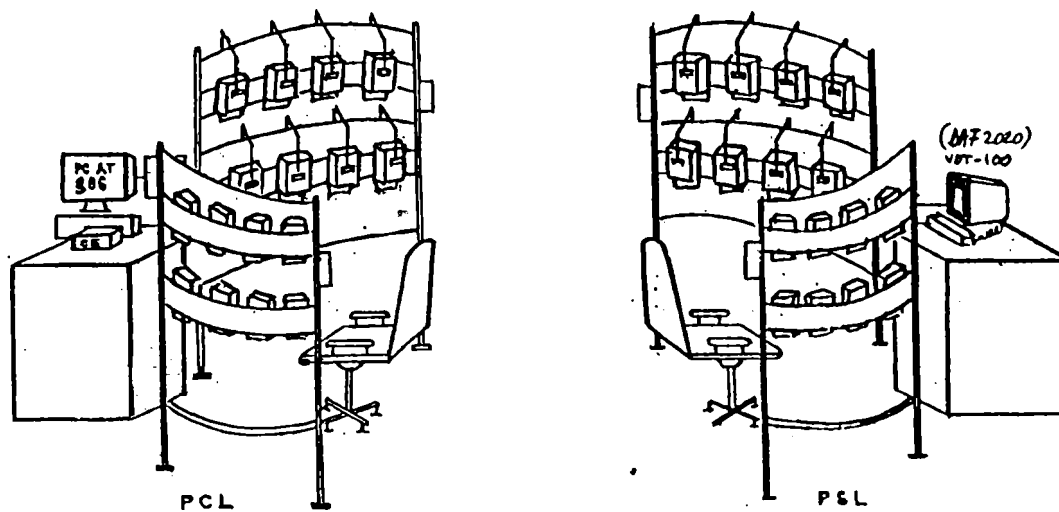


Fig. 6.3. Repartiția echipamentului sistemului SDMC-10 într-un laborator de reglat și verificat contoare de energie electrică

6.2. Verificarea experimentală a sistemului

Având în vedere complexitatea sistemului, s-a impus efectuarea unor verificări a subansamblelor sistemului SDMC-10 respectiv a întregului sistem.

S-a verificat funcționarea generatorului de impulsuri conform celor prezentate în capitolul 2.

O altă probă realizată a constat în verificarea căilor de transmisie de la generatorul de impulsuri la UC în două variante constructive și anume o singură linie de transmisie pentru cele 32 canale respectiv două linii de transmisie pe grupuri de câte 16 canale.

Verificarea ansamblului sistemului s-a realizat în condiții reale de funcționare.

Pentru verificarea căilor de transmisie se folosește un cititor optic în infraroșu (CIC-1) atașat contorului conform schemei prezentate în fig. 6.4.

Principalele elemente componente care intervin în schema anterioară sunt: sursă trifazată pentru alimentarea contorului (masă de reglaj destinată verificării contoarelor); contor de energie electrică trifazat prevăzut cu cititor în infraroșu CIC-1; sursă de tensiune continuă; osciloscop OS.

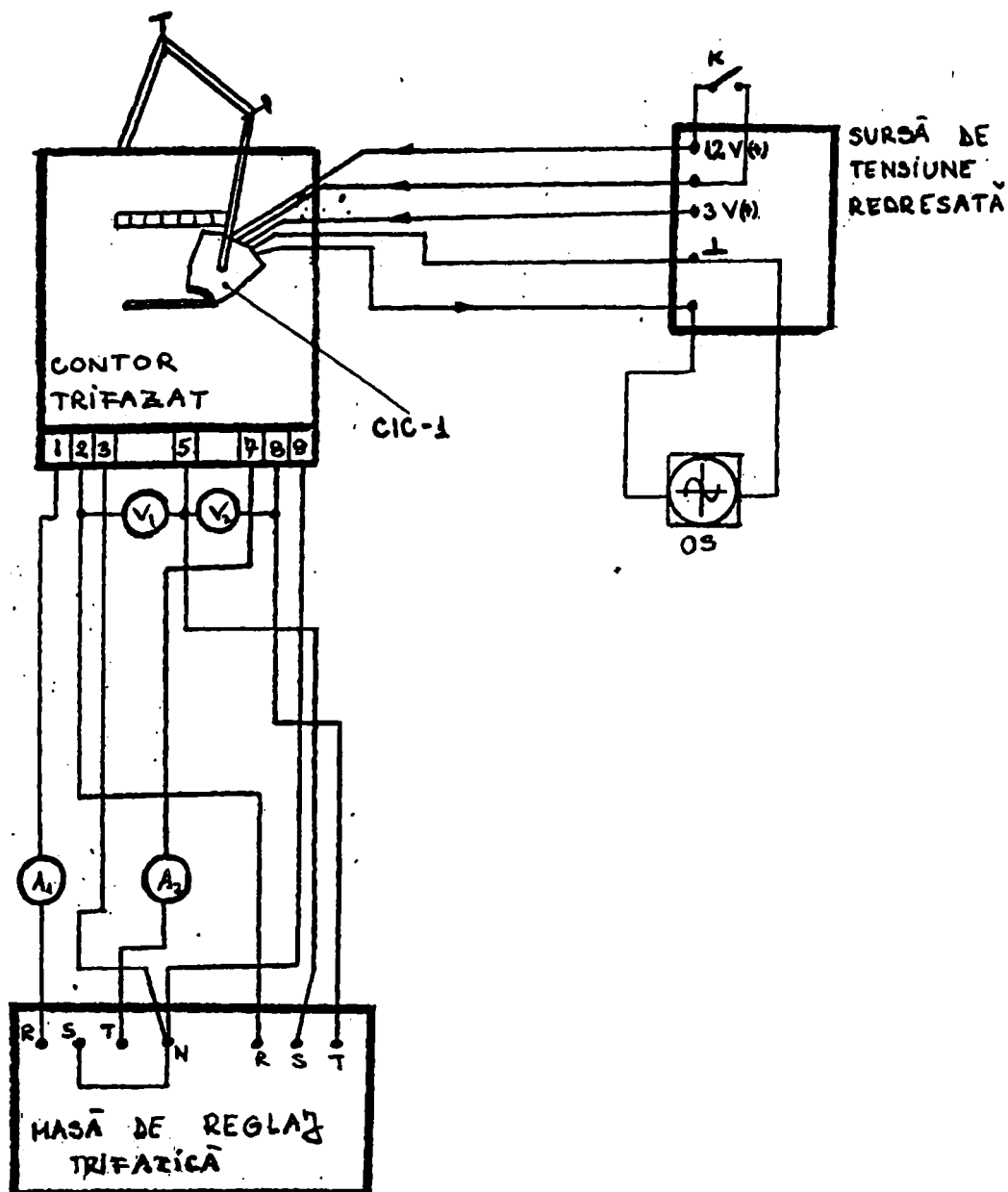


Fig. 6.4. Schema de verificare a transmiterii impulsurilor de rotație de la cititorul de rotație CIC-1

Cu ajutorul sursei trifazate se asigură o sarcină contorului de energie electrică trifazat și se verifică dacă CIC-1 generează un tren de impulsuri. Cu ajutorul osciloscopului se pune în evidență generarea unui semnal dreptunghiular de o anumită amplitudine, conform caracteristicilor de ieșire ale CIC-1 de către cititorul de impulsuri. Se urmărește ca semnalul obținut pe ecranul OS să corespundă trecerii petei de culoare neagră de pe discul contorului prin fața fascicului emis de

CIC-1. Verificarea transmiterii impulsurilor generate de CIC-1 este prezentată în fig. 6.5. în care intervine suplimentar față de schema din fig. 6.4., senzorul de impulsuri SR-8.

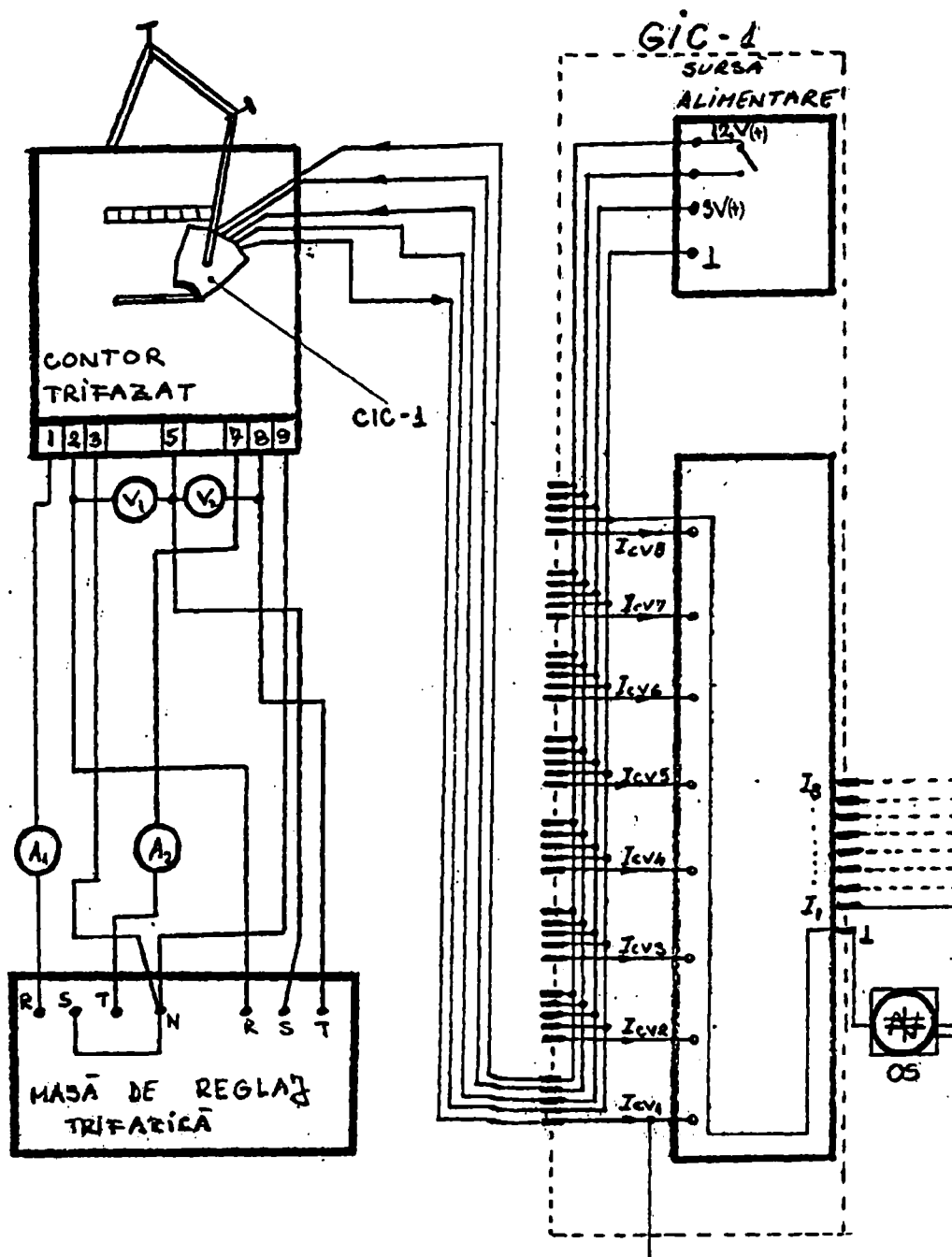


Fig. 6.5. Schema de verificare a transmiterii impulsurilor de rotație la ieșirea senzorului de rotație SR-8

Cu ajutorul unui osciloscop prevăzut cu două intrări, se compară semnalul de la intrarea senzorului de rotație SR-8 cu cel obținut la ieșirea senzorului. Aplicând succesiv celor 8 intrări ale senzorului semnalul

generat de cititorul în infraroșu CIC-1 și comparându-l cu ieșirile aferente se verifică cele 8 căi de transmisie cu care este prevăzut sistemul.

Verificarea clasei de precizie a sistemului SDMC-10

Verificarea clasei de precizie a sistemului SDMC-10, în varianta extinsă, presupune determinarea experimentală a preciziei fiecărui canal. Aceasta se poate efectua utilizând un contor etalon și 32 contoare de verificat, respectiv conectând în paralel cele 32 canale de intrare și alimentându-le de la generatorul de impulsuri al unui contor. Varianta în care se utilizează un singur contor este prezentată în fig. 6.6. și necesită un amplificator de putere.

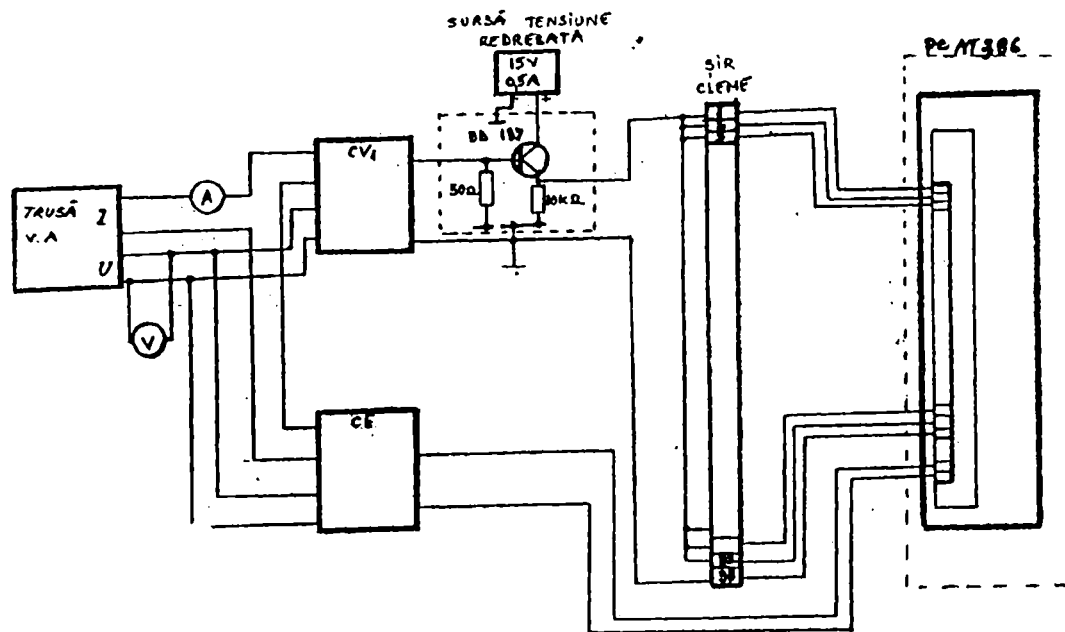


Fig. 6.6. Schema de verificare a clasei de precizie a SDMC-10 cu transmiterea simultană a impulsurilor de la un singur contor

Acest amplificator trebuie să asigure la ieșire puterea necesară celor 32 canale.

În cazul în care sunt mai multe PSL, pentru fiecare grup se realizează o schemă similară celei din fig. 6.6.

O astfel de schemă este prezentată în fig. 6.7., schemă în care s-au luat în considerare două puncte secundare de lucru (PSL) fiecare cu câte 24 canale. Asigurând condițiile de verificare impuse prin norme, se compară erorile obținute pentru fiecare canal în parte.

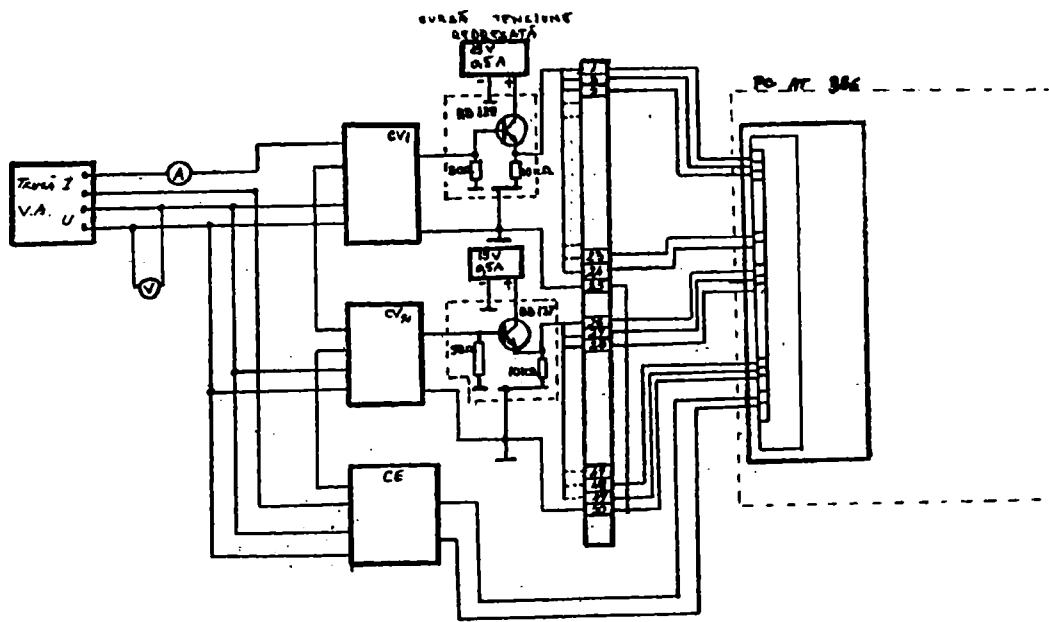


Fig. 6.7. Schema de verificare a clasei de precizie a SDMC-10 cu transmiterea simultană a două grupuri de impulsuri de la două contoare

În cazul în care erorile diferă de la un canal la altul se vor lua măsurile necesare remedierii neconcordanțelor.

Verificarea sistemului în condiții reale de funcționare

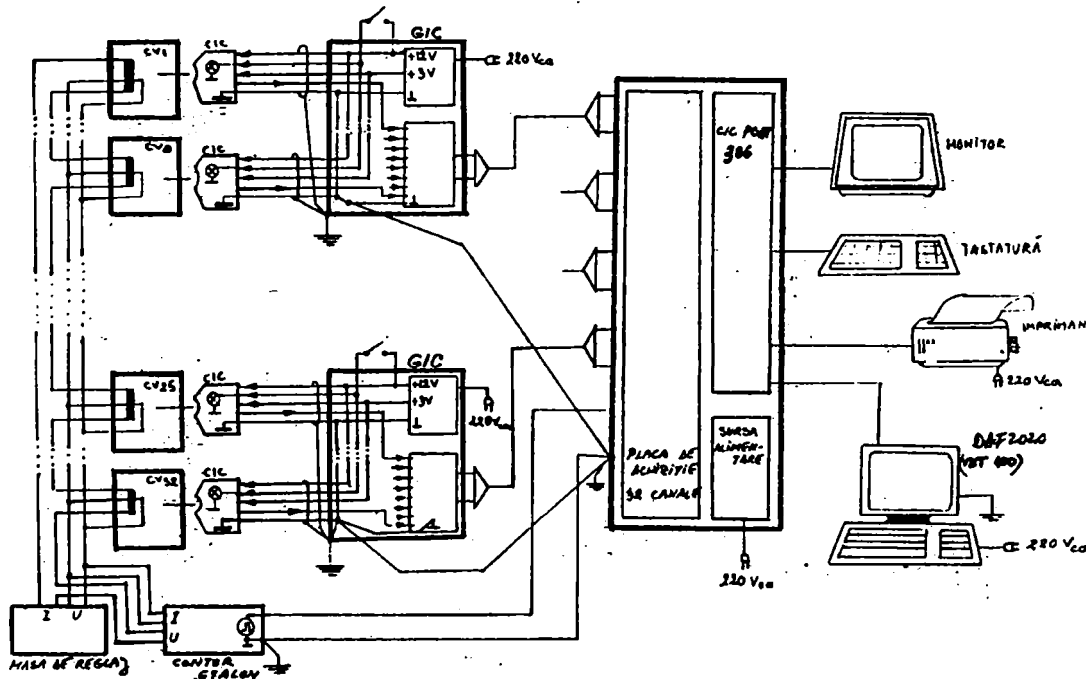


Fig. 6.8. Schema de verificare a contoarelor cu ajutorul sistemului SDMC-10

Din punct de vedere al verificărilor ce se impun, proba cea mai complexă și elocventă este cea în care sistemul SDMC-10 este utilizat într-o schemă reală de funcționare. Schema utilizată pentru a efectua această probă este prezentată în fig. 6.8.

În această schemă sunt incluse câte un contor de verificat pentru fiecare canal și CE. Această probă s-a efectuat atât în laboratorul colectivului de cercetare de la FRE Devă, cât și la INM București.

În urma verificărilor efectuate la Institutul Național de Metrologie București, s-a eliberat un buletin de încercări în baza căruia a fost omologat prototipul realizat. Verificarea la INM București s-a făcut comparând rezultatele obținute cu sistemul clasic de verificare a contoarelor. Rezultatele obținute comparativ prin cele două variante sunt prezentate în tabelele 6.1. ÷ 6.6.

Tabel 6.1. Verificarea condițiilor tehnice impuse semnalului de la generatorul de impulsuri al contorului de verificat

Seria contor	Canal	Amplit.(V)	SE admite	Canal	Durata (ms)	Se admite
2421075	1	12.1	12 ±5%	1	48	50±5%
2977430	5	11.8	12 ±5%	5	49	50±5%
2711662	8	12.8	12 ±5%	8	48	50±5%
7447079	15	11.9	12 ±5%	15	52	50±5%
2421075	20	12.1	12 ±5%	20	48	50±5%
2977430	24	11.8	12±5%	24	49	50±5%
2711662	28	12.3	12±5%	28	48	50±5%
7447079	32	11.9	12±5%	82	52	50±5%

Tabel 6.2. Verificarea clasei de exactitate (precizie) la contoarele de energie activă supuse verificării, cu sistemul SDMC-10 și etalonul INMB

$I/I_n(\%)$	$\cos\varphi$	C_1 cu	C_5 sist.	C_8 SD	C_{15} MC-10	C_1 cu	C_5 eta	C_8 lon	C_{15} INM	Se admite eroarea (%)
5	1	0.9	1.8	1.1	-1.5	0.8	1.2	1.2	-1.5	±0.1
10	1	1.0	1.5	1.6	-0.8	1.1	1.5	1.5	-0.8	±0.1
20	1	0.9	1.2	1.8	-0.7	1.0	1.2	1.8	-0.7	±0.1
50	1	0.9	1.0	1.2	-0.7	0.9	1.0	1.2	-0.7	±0.1
100	1	0.8	1.8	1.1	-1.0	0.7	1.4	1.1	-1.0	±0.1

Tabel 6.2. continuare

I/I _n (%)	cosφ	C ₁	C ₅	C ₈	C ₁₅	C ₁	C ₅	C ₈	C ₁₅	Se admite
125	1	1.0	0.9	0.8	0.5	1.1	1.0	0.8	0.6	±0.1
10	0.5i	-0.8	-1.3	0.8	-1.0	-0.7	-1.8	0.7	-1.0	±0.1
20	0.5i	-0.8	-1.1	0.9	-0.7	0.8	-1.1	0.5	-0.8	±0.1
50	0.5i	-0.9	-1.2	0.7	-0.8	-0.9	-1.2	0.7	-0.9	±0.1
100	0.5i	-0.8	-0.9	0.8	-0.7	-0.8	-0.9	0.6	-0.7	±0.1
125	0.5i	-0.6	-0.7	1.0	0.5	-0.7	-0.7	1.1	0.6	±0.1
10	0.8c	-0.5	-0.8	-0.7	-1.1	-0.6	-0.8	-0.7	-1.1	±0.1
20	0.8c	-0.8	-0.7	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6	-0.8	±0.1
50	0.8c	-0.6	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.9	-0.7	-0.6	±0.1
100	0.8c	-0.8	-1.2	-0.9	-0.8	-0.7	-1.2	-0.9	0.5	±0.1
125	0.8c	-1.1	-0.8	-0.7	-0.9	-1.0	-0.9	-0.8	-1.1	±0.1

i-inductiv; c-capacitiv

Tabel 6.2. continuare

I/I _n (%)	cosφ	C ₂₀	C ₂₄	C ₂₈	C ₃₂	C ₂₀	C ₂₄	C ₂₈	C ₃₂	Se admite
		cu	Sist.	SD	MC-10	cu	eta	lon	INM	eroarea (%)
5	1	0.7	1.2	1.8	-1.4	0.8	1.2	1.2	-1.5	±0.1
10	1	1.2	1.6	1.5	-0.7	1.1	1.5	1.5	-0.8	±0.1
20	1	1.0	1.8	1.8	-0.8	1.0	1.2	1.8	-0.7	±0.1
50	1	0.8	0.9	1.8	-0.7	0.9	1.0	1.2	-0.7	±0.1
100	1	0.7	1.8	1.1	-1.0	0.7	1.4	1.1	-1.0	±0.1
125	1	1.2	0.9	0.8	0.5	1.1	1.0	0.8	0.6	±0.1
10	0.5i	-0.7	-1.2	0.7	-1.0	-0.7	-1.8	0.7	-1.1	±0.1
20	0.5i	-0.7	-1.2	0.5	-0.7	-0.8	-1.1	0.5	-0.8	±0.1
50	0.5i	-1.0	-1.2	0.8	-0.9	-0.9	-1.2	0.7	-0.9	±0.1
100	0.5i	-0.7	-0.8	0.5	-0.8	-0.8	-0.9	0.6	-0.7	±0.1
125	0.5i	-0.7	-0.8	1.0	0.4	-0.7	-0.7	1.1	0.6	±0.1
10	0.8c	-0.5	-0.9	-0.8	-1.1	-0.6	-0.8	-0.7	-1.1	±0.1
20	0.8c	-0.8	-0.7	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6	-0.8	±0.1
50	0.8c	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.9	-0.7	-0.8	±0.1
100	0.8c	-0.9	-1.1	-0.8	-0.8	-0.7	-1.2	-0.9	0.5	±0.1
125	0.8c	-1.1	-0.8	-0.8	-0.9	-1.0	-0.9	-0.8	-1.1	±0.1

Tabel 6.3. Verificarea clasei de precizie la contoarele de energie reactivă, supuse verificării cu sistemul SDMC-10 și etalonul INMB

$I/I_n(\%)$	$\sin\phi$	C_1	C_5	C_{18}	C_{32}	C_1	C_5	C_{18}	C_{32}	Se admite
		cu	sist.	SD	MC-10	cu	eta	lon	INM	eroarea (%)
10	1	-1.2	-0.8	-1.2	-0.8	-1.2	-0.7	-1.8	-0.8	± 0.1
20	1	-0.9	-0.9	-1.0	-0.9	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	± 0.1
50	1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-0.9	-1.0	-0.9	-1.0	± 0.1
100	1	-1.8	-0.7	-1.3	-0.7	-1.8	-0.8	-1.3	-0.8	± 0.1
125	1	-1.5	-0.6	-1.5	-0.6	-1.4	-0.6	-1.4	-0.6	± 0.1
20	0.5i	-1.4	-0.9	-1.4	-0.9	-1.4	-1.0	-1.4	-1.0	± 0.1
50	0.5i	-1.6	-1.0	-1.6	-1.0	-1.7	-1.1	-1.7	-1.1	± 0.1
100	0.5i	-1.5	-0.7	-1.5	-0.7	-1.4	-0.8	-1.4	-0.8	± 0.1
125	0.5i	-1.2	-0.9	-1.2	-0.9	-1.8	-0.9	-1.3	-0.9	± 0.1

Tabel 6.4. Verificarea mersului în gol ($I=0$; $U=0,8; 1; 1,1 U_n$; $t=10$ min)

Serie contor	Canal	Nr.imp.	Se admite (imp.)
2421075	2	2	3
2977430	7	3	3
2711662	10	1	3
7447079	12	2	3
2421075	19	2	3
2977430	25	3	3
2711662	27	1	3
7447079	30	2	3

Tabel 6.5. Verificarea sensibilității ($I=0,5 I_n$; $U=U_n$; $t=10$ min)

Serie contor	Canal	Nr.imp.	Se admite (imp.)
2421075	3	6	5
2977430	4	7	5
2711662	6	6	5
7447079	11	7	5
2421075	14	6	5
2977430	21	6	5
2711662	26	6	5
7447079	29	7	5

Tabel 6.6. Verificarea integratorului (t=15 min)

Serie	Canal	Index i	Index f	Nr.imp	Nr.imp.CE	ϵ (%)	Se admite ϵ (%)
2421975	9	7.355	7.575	2112	2074	1.8	2
2977430	13	14.425	14.643	2093	2073	1.1	2
2711662	16	13.065	13.284	2103	2073	1.5	2
7447079	17	8.150	8.364	2055	2074	-0.9	2
2421975	18	7.580	7.800	2110	2073	1.7	2
2977430	22	14.438	14.656	2093	2074	1.1	2
2711662	23	13.282	13.501	2102	2073	1.4	2
7447079	31	8.155	8.369	2054	2073	-0.8	2

Tot la INM București s-au efectuat și verificările impuse tuturor aparatelor de măsură. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelele 6.7. ÷ 6.10.

Tabel 6.7. Incercări climatice

I/I_n (%)	$\cos\phi$	C_2	C_7	C_{19}	C_{30}	C_2	C_7	C_{19}	C_{30}	Se admite
		cu	sist.	SD	MC-10	cu	eta	lon	INM	Eroarea (%)
5	1	0.8	1.1	1.8	-1.5	0.8	1.2	1.2	-1.5	± 0.1
10	1	1.2	1.6	1.5	-0.9	1.1	1.5	1.5	-0.8	± 0.1
20	1	1.0	1.1	1.2	-0.7	1.0	1.2	1.8	-0.7	± 0.1
50	1	0.8	0.9	1.1	-0.8	0.9	1.0	1.2	-0.7	± 0.1
100	1	0.8	1.8	1.1	-1.0	0.7	1.4	1.1	-1.0	± 0.1
125	1	1.1	1.0	0.9	0.6	1.1	1.0	0.8	0.6	± 0.1
10	0.5i	-0.7	-1.3	0.7	-1.1	-0.7	-1.8	0.7	-1.0	± 0.1
20	0.5i	-0.9	-1.0	0.5	-0.7	0.8	-1.1	0.5	-0.8	± 0.1
50	0.5i	-0.8	-1.1	0.6	-0.9	-0.9	-1.2	0.7	-0.9	± 0.1
100	0.5i	-0.7	-0.8	0.6	-0.7	-0.8	-0.9	0.6	-0.7	± 0.1
125	0.5i	-0.7	-0.8	1.0	0.5	-0.7	-0.7	1.1	0.6	± 0.1
10	0.8c	-0.6	-0.7	-0.8	-1.1	-0.6	-0.8	-0.7	-1.1	± 0.1
20	0.8c	-0.8	-0.7	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6	-0.8	± 0.1
50	0.8c	-0.6	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.9	-0.7	-0.6	± 0.1
100	0.8c	-0.8	-1.2	-0.9	-0.5	-0.7	-1.2	-0.9	0.5	± 0.1
125	0.8c	-1.1	-0.8	-0.7	-0.9	-1.0	-0.9	-0.8	-1.1	± 0.1

Tabel 6.8. Verificarea la vibrații

I/I _n (%)	cosφ	C ₁₀	C ₁₂	C ₂₅	C ₂₇	C ₁₀	C ₁₂	C ₂₅	C ₂₇	Se admite
		cu	sist.	SD	MC-10	cu	eta	lon	INM	eroarea (%)
5	1	1.2	1.2	1.2	-1.6	1.1	1.2	-1.2	-1.5	±0.1
10	1	1.1	1.4	1.5	-0.8	1.1	1.5	1.5	-0.8	±0.1
20	1	1.1	1.1	1.2	-0.7	1.0	1.2	1.8	-0.7	±0.1
50	1	0.9	1.0	1.2	-0.7	0.9	1.0	1.2	-0.7	±0.1
100	1	0.7	1.8	1.1	-1.0	0.7	1.4	1.1	-1.0	±0.1
125	1	1.0	1.1	0.8	0.5	1.1	1.0	0.8	0.6	±0.1
10	0.5i	-0.8	-1.2	0.7	-1.1	-0.7	-1.8	0.7	-1.1	±0.1
20	0.5i	-0.8	-1.1	0.8	-0.7	-0.8	-1.1	0.5	-0.8	±0.1
50	0.5i	-0.8	-1.1	0.8	-0.9	-0.9	-1.2	0.7	-0.8	±0.1
100	0.5i	-0.8	-0.9	0.7	-0.9	-0.8	-0.9	0.6	-0.7	±0.1
125	0.5i	-0.8	-0.8	1.2	0.6	-0.7	-0.7	1.1	0.6	±0.1
10	0.8c	-0.7	-0.9	-0.8	-1.1	-0.6	-0.8	-0.7	-1.1	±0.1
20	0.8c	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6	-0.8	±0.1
50	0.8c	-0.6	-0.8	-0.6	-0.5	-0.6	-0.8	-0.7	-0.6	±0.1
100	0.8c	-0.6	-1.1	-0.8	-0.6	-0.7	-1.2	-0.9	-0.5	±0.1
125	0.8c	-0.9	-0.9	-0.8	-1.2	-1.0	-0.9	-0.8	-1.1	±0.1

Tabel 6.9. Verificarea la zdruncinături

I/I _n (%)	cosφ	C ₈	C ₁₁	C ₂₁	C ₂₉	C ₈	C ₁₁	C ₂₁	C ₂₉	Se admite
		cu	sist.	SD	MC-10	cu	eta	lon	INM	eroarea (%)
5	1	0.7	1.1	1.8	-1.6	0.8	1.2	1.2	-1.5	±0.1
10	1	1.2	1.5	1.4	-0.7	1.1	1.5	1.5	-0.8	±0.1
20	1	1.1	1.8	1.2	-0.8	1.0	1.2	1.8	-0.7	±0.1
50	1	0.9	1.1	1.8	-0.6	0.9	1.0	1.2	-0.7	±0.1
100	1	0.7	1.4	1.1	-1.0	0.7	1.4	1.1	-1.0	±0.1
125	1	1.1	0.9	0.9	0.6	1.1	1.0	0.8	0.6	±0.1
10	0.5i	-0.7	-1.8	0.7	-1.1	-0.7	-1.8	0.7	-1.1	±0.1
20	0.5i	-0.8	-1.1	0.5	-0.7	-0.8	-1.1	0.5	-0.8	±0.1
50	0.5i	-0.9	-1.8	0.7	-0.8	-0.9	-1.2	0.7	-0.9	±0.1
100	0.5i	-0.7	-0.9	0.5	-0.8	-0.8	-0.9	0.6	-0.7	±0.1
125	0.5i	-0.6	-0.8	1.1	0.6	-0.7	-0.7	1.1	0.6	±0.1
10	0.8c	-0.5	-0.8	-0.7	-1.1	-0.6	-0.8	-0.7	-1.1	±0.1

Tabel 6.9. continuare

$I/I_n(\%)$	$\cos\varphi$	C_8	C_{11}	C_{21}	C_{29}	C_8	C_{11}	C_{21}	C_{29}	Se admite eroarea (%)
		cu	sist.	SD	MC-10	cu	eta	lon	INM	
20	0.8c	-0.7	-0.7	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6	-0.8	± 0.1
50	0.8c	-0.6	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.9	-0.7	-0.6	± 0.1
100	0.8c	-0.8	-1.8	-0.8	-0.8	-0.7	-1.2	-0.9	-0.5	± 0.1
125	0.8c	-1.0	-0.9	-0.8	-0.9	-1.0	-0.9	-0.8	-1.1	± 0.1

Tabel 6.10. Verificarea anduranței

$I/I_n(\%)$	$\cos\varphi$	C_{10}	C_{12}	C_{25}	C_{27}	C_{10}	C_{12}	C_{25}	C_{27}	Se admite eroarea (%)
		cu	sist.	SD	MC-10	cu	eta	lon	INM	
5	1	1.3	1.4	1.8	-1.7	1.4	1.3	1.4	-1.8	± 0.1
10	1	1.2	1.6	1.4	-0.9	1.1	1.5	1.5	-0.8	± 0.1
20	1	1.8	1.8	1.3	-0.9	1.2	1.4	1.4	-0.8	± 0.1
50	1	0.9	1.0	1.2	-0.7	0.9	1.0	1.2	-0.7	± 0.1
100	1	0.7	1.5	1.2	-1.1	0.7	1.4	1.1	-1.0	± 0.1
125	1	1.2	0.9	1.4	0.7	1.1	1.0	1.3	0.6	± 0.1
10	0.5i	-0.8	-1.3	0.8	-1.0	-0.7	-1.8	0.7	-1.1	± 0.1
20	0.5i	-0.8	-1.1	0.6	-0.7	-0.8	-1.1	0.5	-0.8	± 0.1
50	0.5i	-0.9	-1.2	0.7	-0.8	-0.9	-1.2	0.7	-0.9	± 0.1
100	0.5i	-0.8	-0.9	0.6	-0.7	-0.8	-0.9	0.6	-0.7	± 0.1
125	0.5i	-0.6	-0.7	1.0	0.5	-0.7	-0.7	1.1	0.6	± 0.1
10	0.8c	-0.5	-0.8	-0.7	-1.1	-0.6	-0.8	-0.7	-1.1	± 0.1
20	0.8c	-0.8	-0.7	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6	-0.8	± 0.1
50	0.8c	-0.6	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.9	-0.7	-0.6	± 0.1
100	0.8c	-0.8	-1.2	-0.9	-0.5	-0.7	-1.2	-0.9	-0.5	± 0.1
125	0.8c	-1.1	-0.8	-0.7	-0.9	-1.0	-0.9	-0.8	-1.1	± 0.1

Comparând rezultatele obținute în urma verificărilor, rezultă că întregul sistem conceput pentru verificarea metrologică a contoarelor de energie electrică are clasa de precizie $\pm 0,1$. Având în vedere clasa de precizie a contoarelor, eroarea suplimentară introdusă de sistemul digital SDMC-10 realizat este acceptabilă din punct de vedere tehnic.

De asemenea, s-a testat sistemul la probe și încercări pe o durată de 2500 ore urmărindu-se fiabilitatea acestuia, care a fost calificată ca fiind *“foarte bună”*. În anexă s-a prezentat aprobarea de omologare a sistemului SDMC-10 înregistrată la INM București.

7. CONCLUZII SI CONTRIBUTII

Contribuțiile aduse de autoare în această teză, se pot grupa în două categorii și anume: contribuții teoretice de concepție și contribuții experimentale și de realizare optimală a sistemului elaborat.

A). *Principalele contribuții teoretice sunt:*

- 1) elaborarea unui generator de impulsuri GICOR (traductor de turație) necesar convertirii rotației discului în impulsuri al căror număr să fie proporțional cu energia indicată de către contorul respectiv;
- 2) elaborarea modelului matematic care permite determinarea puterii prin intermediul măsurării energiei electrice cu ajutorul contoarelor prevăzute cu generator de impulsuri cu comutator optoelectronic prin reflexie (GICOR);
- 3) conceperea algoritmilor de calcul necesari la verificarea contoarelor de energie electrică;
- 4) conceperea și realizarea software-ului necesar pentru implementarea metodei numerice utilizată la verificarea contoarelor de energie electrică;
- 5) contribuții la elaborarea normelor de verificare a contoarelor utilizând instalația concepută cu aparatură digitală, normativ avizat de INM București și implementat în producție.

B). *Principalele contribuții experimentale și de realizare sunt:*

- 1) verificarea simultană până la 32 contoare de energie electrică, respectând normele metrologice impuse de INM în contextul creșterii productivității muncii în Laboratoarele PRAM din cadrul FRE-urilor;
- 2) realizarea și stabilirea tehnologiei de montare a generatorului de impulsuri pentru toate tipurile de contoare existente în exploatare fără a modifica clasa de precizie a acestora;
- 3) realizarea instalației digitale care permite verificarea automată a contoarelor, cu ajutorul căreia se mărește productivitatea comparativ cu metodele clasice;
- 4) implementarea software-ului de achiziție date analog-numerice în limbaj de nivel înalt structurat și folosind facilitățile de programare obiectuală;

- 5) instalația digitală astfel concepută nu a impus schimbarea contoarelor de energie electrică de inducție din stațiile de transformare, ci doar modificarea acestora și adaptarea lor la un sistem de calcul pentru preluarea informațiilor din sistemul energetic.

Cercetările teoretice și experimentale prezentate în teză, s-au finalizat prin realizarea unui sistem tehnic performant pentru verificarea contoarelor existente în instalațiile electrice, omologat de INM București, ceea ce a permis implementarea industrială a sistemului în cadrul Laboratoarelor PRAM ale unor Filiale de Rețele Electrice din țară. Prin extinderea sistemului conceput la scară industrială, s-a realizat în principal mărirea productivității muncii și eliminarea în mare măsură a erorilor de natură subiectivă. Dacă se are în vedere și prețul de cost al sistemului (aprox. 1500 USD) comparativ cu sisteme similare realizate în străinătate (aprox. 5000 USD), avantajul este de partea soluției propusă în lucrare.

Anvergura relativ mare a lucrărilor legate de tematica tezei atât din punct de vedere conceptual cât și legate de realizarea efectivă a sistemului inclusiv omologarea acestuia, a necesitat o activitate de colaborare în cadrul unui colectiv, care a inclus specialiști din cadrul CIRE-Laborator Cercetare Deva, Institutul Național de Metrologie București, Universitatea Tehnică Timișoara. Conținutul și contribuțiile aduse prin această teză relevă activitatea desfășurată în cadrul colectivului de către autoare.

Sistemul digital de măsură pentru verificarea metrologică a contoarelor de energie electrică SDMC-10 prezentat în teză, se fabrică în prezent la S.C. "Servicii-INTERACTIV" SRL Cluj-Napoca și a fost achiziționat deja de mai multe Filiale de Rețele Electrice ale RENEL din țară (FRE Deva, FRE Oradea, FRE Bistrița, FRE Zalău, FRE Suceava), care îl utilizează în mod curent.

Bibliografie

1. Abramowitz M., Stegun I., "Handbook of mathematical functions", Moscow, 1979
2. Albert H., ș.a., "Alimentarea cu energie electrică a întreprinderilor industriale", Ed. Tehnică, București, 1987
3. Andronescu Pl., "Bazele electrotehnicii", vol. I., Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1972
4. Andronescu Pl., "Bazele electrotehnicii", vol. II., Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1972
5. Antoniu M., "Măsurări electronice – Metrologie, aparate de măsură analogice", vol. 1, Ed. Gh. Asachi, Iași, 1995
6. Antoniu M., ș.a., "Măsurări electronice – Aparate și sisteme de măsură numerice", vol. 2, Ed. Satya, Iași, 1997
7. Antoniu M., ș.a., "Măsurări electronice – Măsurări la joasă și la înaltă frecvență", vol. 3, Ed. Satya, Iași, 1999
8. Arie A., ș.a., "Poluarea cu armonici a sistemelor electroenergetice funcționând în regim permanent simetric", Ed. Academiei Române, București, 1994
9. Bercovici M., Arie A., Poată Al., "Rețele electrice. Calcul electric", Ed. Tehnică, București, 1974
10. Bodea M., Vătășescu A., Hartular A., Lungu S., Marinescu N., "Circuite integrate liniare. Manual de utilizare", vol. I, Ed. Tehnică, București, 1980
11. Bogdanov I., "Microprocesorul în comanda acționărilor electrice", Ed. Facla, Timișoara, 1989
12. Bond D., "Using Micro and Software to Improve Analogue Instruments", Electronic Engineering, 1979
13. Bulucea C., Vais M., Profeta H., "Circuite integrate liniare", Ed. Tehnică, București, 1976
14. Carțianu Gh., Săvescu M., Constantin I., Stanomir D., "Semnale, circuite și sisteme", Ed. Tehnică, București, 1980
15. Ciugudean M., ș.a., "Circuite integrate liniare. Aplicații", Ed. Facla, Timișoara, 1986
16. Conecini I., "Sisteme hibride inteligente în aplicațiile de calitate ale energiei", Simpozion Național de Informatică în Energetică, Deva, 1998

17. Davidoviciu A., Bărbat B., "Limbaje de programare pentru sisteme în timp real", Ed. Tehnică, București, 1986
18. Derenzo S.E., "Digital Circuits and Systems", Mc.Graw Hill, New York, 1990
19. Dimitriu S., "Metodă și instalație pentru telecontorizarea centralizată a energiei electrice", Brevet RSR nr. 93331, 1986
20. Dragu I., Iosif I.M., "Prelucrarea numerică a semnalelor discrete în timp", Ed. Militară, București, 1985
21. Dronier T., "Catalogue alphanumerique des principaux circuits integres", Weka, Paris, 1980
22. Ganesan S., "Microprocessor Based Real Time Digital Signal Analyzer", EUSIPCO, Lausanne, 1980
23. Geber T., Vuici M., Constantinescu T., ș.a., "Echipamente periferice", Ed. Tehnică și Pedagogică, București, 1981
24. Gray R.M., "Vector quantization", IEEE ASSP Magazine, vol. I., nr. 2, 1984
25. Gregory B.A., "An Introduction to Electrical Instrumentation", Londra, 1992
26. Hașegan M., ș.a., "Proiectarea sistemelor cu microprocesorul Z80", Ed. Dacia, Cluj-Napoca, 1988
27. Helfrick A.D., ș.a., "Modern Electronic Instrumentation and Measurements Techniques", Prentice Hall, New York, 1990
28. Hill J.J., "Design of a Microprocessor Based Digital Wattmeter", IEEE Trans., on Ind. Electronics and Control Instr., vol. IECI-28, no. 3, aug. 1981
29. Hișu M., Vasiu M., Sebeșten G., "Sistem informatic de proces la FTDEE Deva. Subsistem de teleurmărire a energiei electrice", Simpozion Național de Informatică în Energetică, Deva, 1998
30. Hristea S., "Preocupări privind introducerea tehnicii digitale de proces destinată modernizării activității de reglare și verificare metrologică a contoarelor de energie electrică", Simpozion Național de Rețele Electrice, DGTDEE București, 1992
31. Hristea S., "Sistem digital de verificare metrologică a contoarelor de energie electrică cu generator de impulsuri", Simpozion Național de Rețele Electrice, DGTDEE București, 1992
32. Hristea S., Budura Rusu T., "Contribuții la verificarea metrologică a contoarelor de energie electrică cu generator de impulsuri folosind tehnica numerică de calcul", Simpozion Național de Rețele Electrice, Oradea, 1991

33. Hristea S., Guja O., Hristea V., "Determinarea grafică a valorilor efective și momentane ale curenților și tensiunilor corespunzătoare regimului periodic sinusoidal la probele de la stația 110/20 KV Unirea (FRE Bistrița)", Lucrarea 4.114, DGTDEE București, 1995
34. Hristea S., Guja O., Hristea V., "Sistem experimental de telegestiune a energiei electrice la consumatorii casnici cu transmiterea informațiilor pe cablu de 0,4 KV", Lucrarea 4.107, DGTDEE București, 1995
35. Hristea S., Guja O., Hristea V., "Utilizarea tehnicii digitale de proces pentru controlul sarcinii iluminatului public", Lucrarea 4.108, DGTDEE București, 1994
36. Hristea S., Guja O., Mioșcu H., "Program de utilizare pentru modulul de conversie analog-numeric din sistemul digital de măsură SDMC-10", Lucrarea 3.309, DGTDEE București, 1993
37. Hristea S., Guja O., Mioșcu H., Hișu M., "Elaborarea programului de aplicație pentru verificarea metrologică simultană a 32 contoare de energie electrică și evidența statistică a acestora asistată de calculator", Contract de cercetare științifică nr. 11431, FRE Deva, 1993
38. Hristea S., Lucaciu V., Budura Rusu T., "Program de utilizare a sistemului digital de măsură pentru verificarea metrologică a contoarelor cu GICOR în structura CE-MADAN-08-CUBZ realizat sub formă de model experimental. Experimentarea și prelucrarea rezultatelor", Lucrarea 3.251, DGTDEE București, 1991
39. Hristea S., Mărăcine G., "Studiul experimental al parametrilor care determină utilizarea comutatorului optoelectronic prin reflexie în construcția echipamentelor moderne pentru prelevarea informațiilor din proces", Simpozion Național de Rețele Electrice, Cluj-Napoca, 1988
40. Hristea S., Matica R., "Experimentarea sistemului digital de înregistrare a mărimilor electrice analogice și digitale în regim de avarie a rețelelor electrice de 20 KV", Simpozion Național de Rețele Electrice, Oradea, 1991
41. Hristea S., Pop G., "Soluții aplicate la realizarea și punerea în funcțiune a subsistemului experimental unic de telemăsură a puterii și energiei electrice din stația de contoare pentru IRE de la CET Mintia, pentru atestarea metrologică a soluției de adaptare GICOR la contoarele existente în exploatare", Consfătuire CIRE, București, 1988
42. Hristea S., Toaxen V., Stoica I., Toader D., "Contribuții la concepția și aplicarea sistemului de tratare combinată a neutrilor rețelei aeriene

- sau mixte de 20 KV”, Producerea, Transportul și Distribuția Energiei Electrice și Termice, nr. 3, 1997
43. Hristea V., Hristea S., “Soluții noi în tratarea neutrilor rețelelor electrice de medie tensiune”, 1988
 44. Hristea V., și colectiv SCP, “Introducerea sistemului de teleconducere a rețelelor de distribuție prin calculatoare de proces. Implementări software pentru realizarea sistemului de teleconducere a rețelelor de repartiție și distribuție . Lucrarea nr. 982-8”, CIRE București, 1984
 45. Iacobescu Gh., Iordănescu I., ș.a., “Rețele electrice”, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1981
 46. Inigo M.R., “An Electronic Energy and Average Power-Factor Meter with Controllable Nonuniform Rate”, IEEE Trans. on Ind. Electronics and Control Instr., vol. IECI-27, no. 4, 1980
 47. Jiveț I., Oteșteanu M., Jurca I., “Configurație optimă de I/O pentru sistemele cu microprocesoare în aplicații industriale de timp real”, Simpozion de Informatică și Conducere, Ed. VII, Cluj-Napoca, 1981
 48. Jurca I., ș.a., “Instrumentație de măsurare”, Ed. De Vest, Timișoara, 1996
 49. Kunt M., “Traitement numerique des signaux”, Traite d’Electricite, vol. XX, Presses Polytechnique Romandes, Lausanne, 1984, 1989
 50. Leția I., Poenaru M., Stoian I., Negru O., Pusztai K., “Set de programe pentru instalația de verificare metrologică a contoarelor”, Consfătuire Informatica pentru conducere – Progrese în informatica românească, Cluj-Napoca, 1980
 51. Lupu C., “Microprocesoare, microcalculatoare, minicalculatoare”, Ed. Militară, București, 1982
 52. Lupu C., Tepelea V., Purice E., “Microprocesoare. Aplicații”, Ed. Militară, București, 1982
 53. Manolescu P., ș.a., “Măsurări electrice și electronice”, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1980
 54. Mateescu A., “Semnale, circuite și sisteme”, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1984
 55. Millea A., “Măsurări electrice, principii și metode”, Ed. Tehnică, București, 1981
 56. Millea A., Brătulescu T., Buță V., Magdici M., Matache D., Toma C., “Contor electronic trifazat de energie electrică”, Simpozion Național de Metrologie, București, 1981
 57. Mocanu C.I., “Teoria circuitelor electrice”, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1979

58. Morris R.L., "Proiectarea cu circuite integrate TTL", Ed. Tehnică, București, 1974
59. Mureșan T., Strugaru C., Stoinescu R., Petriu E., "Microprocesorul 8080 în aplicații", Ed. Facla, Timișoara, 1981
60. Naforniță I., "Contribuții la măsurarea numerică a puterii și energiei active", Teză de doctorat, IPTV Timișoara, 1980
61. Naforniță I., Petriu E., "Convertor analog-numeric pentru un sistem de achiziții de date", Lucrare tehnico-științifică IPTV, Timișoara, 1977
62. Naforniță I., Petriu E., Ciocloada Gh., Naforniță M., "Circuite integrate numerice", IPTV Timișoara, 1978
63. Namara Mc. J.E., "Technical Aspects of Data Communication", Digital Press, New York, 1982
64. Nicolau E., "Manualul inginerului electronist. Măsurări electronice", Ed. Tehnică, București, 1979
65. Oppenheim A., Schafer R., "Digital Signal Processing", Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1975
66. Oteșteanu M., "Bloc de afișare pentru verificarea metrologică a contoarelor de energie", Brevet OSIM nr. 78943, 1982
67. Oteșteanu M., "Posibilități de implementare a microprocesoarelor în testarea industrială a contoarelor de energie", Teză de doctorat, IPTV Timișoara, 1983
68. Oteșteanu M., Jiveț I., "Metodă și instalație de determinare a erorilor contoarelor de energie", Brevet OSIM nr. 75722, 1980
69. Oteșteanu M., Popa M., Jiveț I., "Algoritm și program pentru determinarea erorii relative de măsurare a contoarelor de energie", Metrologie aplicată, 1980
70. Page C.H., "Reactive Power in Nonsinusoidal Situations", IEEE Trans. on Instr. and Meas., no. 4, 1980
71. Patrubby M., "Microprocesorul Z80", Ed. Tehnică, Cluj-Napoca, 1989
72. Peatman J.B., "Microcomputer Based Design", Mc.Graw Hill, New York, 1977
73. Petriu E., Naforniță I., "Contor electronic numeric pentru măsurarea energiei electrice active în rețelele de curent alternativ", Brevet OSIM 72766, 1979
74. Poată Al., Arie A., "Transportul și distribuția energiei electrice", Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1982
75. Pop E., "Erori produse de eșantionare la măsurarea puterii", Buletinul Științific și Tehnic al IPTV, Timișoara, 1973

76. Pop E., "O generalizare a teoremei eşantionării", Buletinul Stiinţific al IPTV, Timișoara, 1977
77. Pop E., Naforniță I., "Asupra erorilor de măsurare a puterii prin metoda multiplicării numerice", Metrologia aplicată, vol. 26, nr. 3, 1979
78. Pop E., Naforniță I., "Erori de cuantizare la măsurarea puterii și a energiei active", Buletin științific și tehnic IPTV, Timișoara, 1979
79. Pop E., Naforniță I., "Wattmetre și contoare numerice", Buletin Științific și Tehnic al IPTV, Timișoara, 1978
80. Pop E., Naforniță M., "Convertor analog-numeric, paralel-serie", Metrologie aplicată, vol. 26, no. 2, 1979
81. Pop E., ș.a., "Metode în prelucrarea numerică a semnalelor", Ed. Facla, vol. I, 1986
82. Pop E., ș.a., "Metode în prelucrarea numerică a semnalelor", Ed. Facla, vol. II, 1989
83. Pop E., Stoica V., "Principii și metode de măsurare numerică", Ed. Facla, Timișoara, 1977
84. Pop E., Stoica V., Crișan S., "Măsurări în energetică", Ed. Facla, Timișoara, 1981
85. Pop E., Stoica V., Naforniță I., Petriu E., "Tehnici moderne de măsurare", Ed. Facla, Timișoara, 1983
86. Rabinier L.R., Schafer R.W., "Theory and application of digital signal processing", Prentice Hall Inc., Englewood, New Jersey, 1975
87. Radu O., Săndulescu Gh., "Filtre numerice", Ed. Tehnică, București, 1979
88. Rony P., Larsen D., Titus J., "Microcomputers Interfacing and Programming", SUA, 1977
89. Samoilă Gh., "O nouă generație de calculatoare personale", Ed. Tehnică, București, 1992
90. Sămpăleanu M., "Circuite pentru conversia datelor", Ed. Tehnică, București, 1980
91. Shaingold D.H., "Analog/Digital Conversion Notes", ANALOG DEVICES, 1983
92. Sippl C., "Microcomputers and Microelectronics", Dictionary and Guide, Belgia, 1976
93. Slotnick D., Butterfield Evan M., Kopetzky D., Slotnick Joan K., "Computers and Applications", Massachusetts Toronto, 1986
94. Sora C., "Bazele electrotehnicii", Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1982

95. Sora C., Toader D., Hristea S., "Considerații privind utilizarea transferului de energie electrică prin cuplajul capacitiv fază-pământ pe porțiuni scurte ale liniilor electrice aeriene", Simpozion Național de Rețele Electrice, Cluj-Napoca, 1988
96. Spătaru Al., "Teoria transmisiunii informației. Semnale și perturbații", vol. I, Ed. Tehnică, București, 1965
97. Stanomir D., Stănășilă O., "Metode matematice în teoria semnalelor", Ed. Tehnică, București, 1980
98. Stefan G., "Circuite integrate digitale", Ed. DENIX, București, 1993
99. Stoian A., Popa M., "Etalonarea și verificarea numerică a contoarelor electrice de inducție", Sesiune de comunicări științifice pentru tineret, București, 1982
100. Sydenham P.H., "Handbook of measurement science", vol.2, John Willey & Sons, New York, 1983
101. Timotin A., Hortopan V., "Lecții de bazele electrotehnicii I", Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1964
102. Timotin A., Hortopan V., Ifrim A., Preda M., "Lecții de bazele electrotehnicii II", Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1964
103. Tiponuț V., "Noi teoreme privind eșantionarea funcțiilor periodice", Al II-lea Simpozion Național de Teoria Sistemelor, Craiova, 1982
104. Tiponuț V., Oteșteanu M., "Contor electronic de energie activă", Buletinul științific, IPTV, Timișoara, 1979
105. Tiron M., "Prelucrarea statistică și informațională a datelor de măsurare", Ed. Tehnică, București, 1977
106. Toader D., "Electrotehnică. Teorie și aplicații", Ed. Mirton, Timișoara, 1997
107. Tschapper F., "Utilisation d'un compteur électronique de précision comme compteur etalon Revue Landis Gyr", 1972
108. Vonaburg H., J. H. de Vries, "Compteur électronique de haute précision Revue Landis Gyr", 1972
109. Weinsberger A., "Microprocessors expands industry applications of data acquisition in large scale integration", Mc.Graw Hill, SUA, 1976
110. Wester J., Simpson W., "Software Design for Microprocessors", Texas Instruments, SUA, 1976
111. Wobschall D., "Circuit Design for Electronic Instrumentation", Mc.Graw Hill, New York, 1987
112. *** Circuite integrate liniare. Catalog IPRS", Ed. Tehnică, București, 1983

113. *** “Data Acquisition Products Catalog, ANALOG DEVICES”, SUA, 1988
114. *** “Data Conversion Products Databook, ANALOG DEVICES”, 1988
115. *** “De la poarta TTL la microprocesor”, Ed. Tehnică, București, 1987
116. *** “Industrial Automation Products, ANALOG DEVICES”, 1987
117. *** “Integrated Circuits Databook, ANALOG DEVICES”, vol.2, 1994
118. *** “Industrial Circuits Databook, BURR-BROWN”, vol.3, 1990
119. *** “INTEL: Component Data Catalog”, SUA, 1980
120. *** “INTEL: Memory Components”, 1993
121. *** “INTEL: Memory Products”, 1993
122. *** “INTEL: Microprocessors”, vol.1, 1993
123. *** “INTEL: Microprocessors”, vol.2, 1993
124. *** “INTEL: Peripheral Components”, 1993
125. *** “INTEL: Using the 8251 USART, in Peripheral Design Handbook”, SUA, 1980
126. *** “Modernizarea activității de exploatare a instalațiilor de transport și distribuție a energiei electrice”, Ediția V, vol. II, Cluj-Napoca, 1988
127. *** “Modernizarea activității de exploatare și întreținere a instalațiilor de transport și distribuție a energiei electrice”, Ed. Helicon, Ediția VI, Timișoara, 1992
128. *** “NATIONAL INSTRUMENTS: Instrumentation Reference and Catalogue”, 1995
129. *** “Norme Tehnice de Metrologie STAS NTM 4-33-83”
130. *** “Optimizarea funcționării rețelelor electrice. Utilizarea tehnicii de calcul în conducerea sistemelor de transport și distribuție a energiei electrice”, vol.III, Ediția V, Cluj-Napoca, 1988
131. // “Circuite integrate CMOS”, Manual de utilizare, Ed. Tehnică, București, 1986
132. // “Contor electric GANZ-EHF-3”, Manual de utilizare
133. // “Microcalculator CUBZ”, Manual de utilizare

BIRoul ROMAN DE METROLOGIE LEGALA
INSTITUTUL NATIONAL DE METROLOGIE
BUCURESTI
Laboratorul Marimi electrice
colectivul curent alternativ marimi de regim

INSTITUTUL NATIONAL DE METROLOGIE
IECARE Nr. 2859/1057
19/11/1993 ziua 1/19

BULETIN DE INCERCARE

LUCRAREA: DETERMINAREA CARACTERISTICILOR METROLOGICE ALE SISTEMULUI
DIGITAL DE MASURA PENTRU VERIFICAREA METROLOGICA A
CONTOARELOR DE ENERGIE ELECTRICA, TIP SDMC-10

PRODUCATOR : LAB. PROTECTII SI AUTOMATIZARI - FRE DEVA

Nr. bucati: ...1... Seria nr...01/93

SOLICITANT : LAB. PROTECTII SI AUTOMATIZARI - FRE DEVA

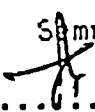
INCERCARILE EFECTUATE CONFORM NORMATIVELOR. Standard de firma 142/93
si STAS 4193/79

INCERCARILE EXECUTATE IN : Laboratorul marimi electrice, colectivul
curent alternativ-marimi de regim.

de catre:

ing. Liviu Popescu

Signatura

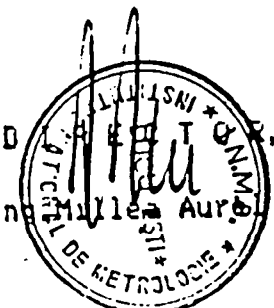

.....

Buletinul intocmit de :

ing. Liviu Popescu


.....

CONCLUZIA: Aparatul a corespuns integral probelor cuprinse in
SF 142/93.

Dr. ing. 
MILLES AUR

SEF LABORATOR,


ing. Soviani Radut



Buletinul contine: 8 pagini

REGIA NATIONALA DE ENERGIE ELEC TRICA - DGTDEE - - FRE DEVA -	STANDARD TEHNIC DE FIRMA	STP NR.14
	SISTEM DIGITAL DE MASURA PENTRU VERIFICAREA METROLOGICA A CON- TOARELOR DE ENERGIE ELECTRICA. (S.D.M.C - 10)	Clasificari alfanumeri Fila 1.

APROBAT
DIRECTOR FRE DEVA
ing. Popescu Cornel



1. GENERALITATI

1.1. Obiect.

Prezentul standard tehnic de firmă se referă la produsul "Sistem digital de măsură pentru verificarea metrologică a contoarelor de energie electrică tip SDMC-10 în execuție normală".

1.2. Domeniul de aplicare

Condițiile tehnice din prezentul STF se aplică la toate produsele care fac obiectul acestui standard.

Sistemul digital de măsură tip SDMC-10 este destinat pentru verificări metrologice (clasă de exactitate, mersul în gol, sensibilitate, verificarea integratorului) a contoarelor de energie electrică

1.3. Notare

Produsul executat conform prezentului STF se notează astfel:

Sistemul	-	S	D	M	C	10
Digital						
De măsură						
Pentru contoare						
Cod						

Elaborat de : FRE DEVA Laborator Cercetare Protecții Automatizări.	Data aprobării: 14.VII.1993	Data intrării în vigoare :
---	------------------------------------	-------------------------------

program VerificareContoare;

[ANEXA 1]

{ \$X+,R+ }

uses Objects,Drivers,Dialogs,Views,Menus,App,

Dos,Tipuri,MyDriv,Globals,MyVRes,msgbox,contcoll,inplines,

mylstbox,crt,ceas,memory,myasync4,d2020,obload,graph,

resproc,mygrapp,myobj,colorsel,plg

{ \$ifndef notkey }

,hasputil;

{ \$else }

;

{ \$endif }

const Toate16=true;

Unudin16=false;

FSirCanal=' Canal %2d %12s ';

ESirCanal=' Canal %2d ~%12s~ ';

type PMyApp=^TMyApp;

TMyApp=object(TApplication)

constructor Init;

destructor Done; virtual;

procedure InitMenuBar; virtual;

procedure InitStatusLine; virtual;

procedure HandleEvent(var Event:TEvent); virtual;

procedure Idle; virtual;

procedure VerifClasaPrecizie; {clasa precizie}

procedure VerifGol;

procedure VerifSensib;

procedure Integrator;

procedure SelectGrafCh;

procedure TestEtalon;

end;

function FileExists(Name: PathStr): Boolean;

var

SR: SearchRec;

begin

FindFirst(Name, 0, SR);

FileExists := DosError = 0;

end;

```
constructor TMyApp.Init;
var G:word;
    I:integer;
    StatusA,StatusB,StatusD:byte;
    FisierCurent:string;
    DisCommands:TCommandSet;
    R:Trect;
    Dialog:Pdialog;
    DColor:PColorDialog;
    Regs:Registers;
    Path:PathStr;
    Params:longint;
    {$ifndef notkey}
    LptNum ,SeedCode : integer;
    Pass1          : integer;
    Pass2          : integer;
    p1,p2,p3,p4   : integer;
    Service        : integer;
    ID             : longint;
    {$endif}
begin
    TApplication.Init;
    StreamError:=@EroriStream;
    GetIntVec($70,OrigVector);

    AquisationFlag:=false;
    MyIdleFlag:=0;
    RegisterObjects;
    RegisterViews;
    RegisterDialogs;
    RegisterGainColl;
    RegisterInpLines;
    RegisterMylstBox;
    RegisterObLoad;
    RegisterMyObj;
    RegisterColorSel;
```

```

DateCanale:=nil;
ResultWindow:=nil;
EtalonWindow:=nil;
LProbeCunoscute:=nil;
SirRezultat:='0';
VecheaClPrec:=1;
NouaClPrec:=0;
  MascaMenuBar:=MenuBar^.EventMask;
EroareInit:="";
FisierView:=nil;
SetUpPort:=nil;

{testari prezenta fisiere obligatorii}
OkInit:=true;
OkInit:=OkInit and FileExists(DialogFileName); {unit myvres}

if not OkInit then
  begin
    EroareInit:='fisier dialo.dia inexistent';
    writeln(EroareInit);
    exit;
  end;

OkInit:=OkInit and FileExists(ResFileName);
if not OkInit then
  begin
    EroareInit:='fisier contoare.cnt inexistent';
    exit;
  end;
OkInit:=OkInit and FileExists(ProbeResFileName);
if not OkInit then
  begin
    EroareInit:='fisier probe.cnt inexistent';
    exit;
  end;

ProbeResFileName:=CaleVcontor+'r_probe.cnt';
OkInit:=OkInit and FileExists(ProbeResFileName);
if not OkInit then

```

```

begin
  EroareInit:='fisier r_probe.cnt inexistent';
  exit;
end;
OkInit:=OkInit and FileExists(ProbeGolResFileName);
if not OkInit then
  begin
    EroareInit:='fisier probegol.cnt inexistent';
    exit;
  end;
OkInit:=OkInit and FileExists(NumeCntResFileName);
if not OkInit then
  begin
    EroareInit:='fisier numecnt.cnt inexistent';
    exit;
  end;
OkInit:=OkInit and FileExists(CFGFileName);
if not OkInit then
  begin
    EroareInit:='fisier vcontor.cfg inexistent';
    exit;
  end;

```

LProbeGolCunoscuta:=PRecCollection(GetObject(ProbeGolResfileName,'Coll'));

New(DateCanale);

```

NrCanalCurent:=1;
Verificarecurenta:=0;
VerificareGolCurenta:=0;
SeFaceClPrec:=false;
CeAfisam:=c1_c32;
comrec[0]:="";
comrec[1]:="";
SlaveFlag[1]:=Toate16;
SlaveFlag[2]:=Toate16;
Slavechannel[0]:=0;
SlaveChannel[1]:=1;
DColor:=MakeColor;
Application^.GetPalette^:= DColor^.Pal;

```

```

DoneMemory;
Application^.Redraw;
dispose(DColor,done);
Dialog:=MakeDateGen;
Dialog^.GetData(DateGen); {inizializare date generale}
{in resource listboxul are colectia nil salvata}
dispose(Dialog,done);
ActualizareNumeCntProbeCunoscuta;
{LProbeCunoscuta:=PRecCollection(GetObject(ProbeResfileName,'Coll'));}
Dialog:=MakeDateVerifGol;
Dialog^.GetData(DateVerifGol);
dispose(Dialog,done);
Dialog:=MakeDateVerifSensib;
Dialog^.GetData(DateVerifSensib);
dispose(Dialog,done);
Dialog:=MakeSetUpIntegrator;
Dialog^.GetData(DateSetUpIntegrator);
dispose(Dialog,done);
Dialog:=MakeSetUpCom;
Dialog^.GetData(Daf);
dispose(Dialog,done);
Dialog:=MakeSetUpSalvare;
Dialog^.GetData(SetupCale);
dispose(Dialog,done);
Dialog:=MakeAssignMonitor1;
Dialog^.GetData(AssignDaf1);
for i:=1 to NrMaxCanaleDaf do
begin
Params:=AssignDaf1[i];
FormatStr(SlaveForm[Daf.Daf1+1,i],SlaveFormat[i],Params);
end;
dispose(Dialog,done);
Dialog:=MakeAssignMonitor2;
Dialog^.GetData(AssignDaf2);
for i:=1 to NrMaxCanaleDaf do
begin
Params:=AssignDaf2[i];
FormatStr(SlaveForm[Daf.Daf2+1,i],SlaveFormat[i],Params);
end;
dispose(Dialog,done);

```

```

with DateInitiale do
begin
  TimpMasura:=DateSetUpIntegrator.TimpMasura;
  ErAdmisa:=DateSetUpIntegrator.ErAdmisa;
  for I:=0 to NrMaxCanale-1 do
    Indexuri[I]:=0;
  end;
  {$ifndef debug}
  SetUpPort:=PSetUpPort(GetObject('VCONTOR.CFG','SetUpPort'));
  if SetUpPort=nil then
    begin
      OkInit:=false;
      exit;
    end
  else
    EroareInit:=PMsgCuplaProtectie^;
    {$else}
    New(SetUpPort,Init);
    SetUpPort^.PortGrupa0:=PortGrupa0;
    SetUpPort^.PortGrupa1:=PortGrupa1;
    SetUpPort^.PortGrupa2:=PortGrupa2;
    SetUpPort^.StatusPPI1:=StatusPPI1;
    SetUpPort^.PortGrupa3:=PortGrupa3;
    SetUpPort^.StatusPPI2:=StatusPPI2;
    SetUpPort^.PortContor1:=PortContor1;
    SetUpPort^.Status8253:=Status8253;
    {$endif}
    VStatus8253:=SetUpPort^.Status8253;
    VPortContor1:=SetUpPort^.PortContor1;
    if MyAsync4.Async_Open(Daf.Daf1+1,Bps4800,noparity,7,2)=No then
      begin
        MessageBox('interfata seriala pt. monitor 1
neinstalata',nil,mfWarning+mfOkButton);
      end;
    if MyAsync4.Async_Open(Daf.Daf2+1,Bps4800,noparity,7,2)=No then
      begin
        MessageBox('interfata seriala pt. monitor 2 neinstalata',
nil,mfError);
      end;
    {$ifndef notkey}

```

```

Service:=is_Hasp;
LptNum:=0;
Pass1:=6514;
Pass2:=28674;
hasp ( Service, SeedCode, LptNum, Pass1, Pass2, p1, p2, p3, p4 );
OkInit:=OkInit and (not(p1*5=0 div 27));
if not OkInit then      {decizie pt hackeri defapt p1=0}
  begin
    exit;

  end;                  {daca p1=0 lipsa cupla protectie}

```

```

{$endif}
for I:=0 to NrMaxCanale-1 do
  with DateCanale^[I] do
    begin
      NrImpulsuri:=0;
      with AlegereContor do
        begin
          CodContor:=cunoscut;
          NrCanal:=I+1;
          {Activ:=1;}
        end;
      with DateCalculContor do
        begin
          K:=1.0;
          U:="";
          I:="";
          Ki:=1.0;
          Ku:=1.0;
        end;
      with ConstContor do
        begin
          CentruSubunit:="";
          TipContor:="";
          NrAlb:="";
          Seria:="";
          IndexContor:="";
          StareContor:=' BUNA ';
          RezistIzolatie:=' 100 ';

```



```

        ClPrecImpusa:=0.0;
        end;
        DinResultStrData^[I]:='0';
        end;
        {initializare date grupe}
        with SetUpPort^ do
        begin
            DatePorturi[0].port:=PortGrupa0;
            DatePorturi[1].port:=PortGrupa1;
            DatePorturi[2].port:=PortGrupa2;
            DatePorturi[3].port:=PortGrupa3;
            { DatePorturi[4].port:=PortGrupa4;
            DatePorturi[5].port:=PortGrupa5;}
            end;
            DateGrupa[0].DeplPort:=2; {acum nu mai e port ci deplasment pt octet port
in date porturi}
            DateGrupa[1].DeplPort:=5;
            DateGrupa[2].DeplPort:=8;
            DateGrupa[3].DeplPort:=11;
            {se elimina urmatoarele rinduri la achizitie pe 32 canale}
            { DateGrupa[4].DeplPort:=14;
            DateGrupa[5].DeplPort:=17;}
            for G:=0 to NrGrupe-1 do
            with DateGrupa[G] do
            begin
                NrImp:=DateGen.NrImpDeVerificat; { se va modifica ulterior}
                OState:=0;
            end;
            Port[SetUpPort^.Status8253]:=$7C; { contor 1 ,read load least significant}
            {byte first,most significant byte second,mode 3,binary}
            Port[SetUpPort^.PortContor1]:=$ff; {least significant byte}
            Port[SetUpPort^.PortContor1]:=$ff; {most sign byte}

            Afisare:=false;

```

```

DisCommands:=[cmConstProba,cmConfigGen,cmConfigCanale,cmConfigUnica,
cmAchizitiePrima,cmMersInGol,cmSensib,cmIntegr,cmBGeneral,cmBIndividual,
cmAchizitie,cmStopAchizitie,cmSelectCh,cmPrintBuletin,cmConstUnice,
cmNrImp];

```

```

DisableCommands(DisCommands);
{$ifndef debug}
G:=periodic;
delay(10);
if G=periodic then
  begin
    MessageBox('Nu functioneaza intreruperea periodica
70h',nil,mfError+mfOkButton);
  end;
{$endif}
R.Assign(47,0,80,1);
FisierView:=New(PMyFilePane,Init(R));
Application^.Insert(FisierView);
R.Assign(0, 0, 40, 12);
R.Move((Desktop^.Size.X - R.B.X) div 2, (Desktop^.Size.Y - R.B.Y) div 2);
Dialog:=MakeAbout;
Desktop^.ExecView(Dialog);
Dispose(Dialog,Done);
Path:=SetUpCale.CaleSalvare;
if Path<>" then
  begin
    Path[length(Path)]:=#0;
    with regs do
      begin
        ds:=Seg(Path);
        dx:=Ofs(Path[1]);
        ah:=$3b;
        intr($21,regs);
        if (Flags and 1)<>0 then
          begin
            MessageBox('Cale Salvare incorecta',nil,mfError+mfOkButton);
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;
end;

destructor TMyApp.Done;
var StatusB:byte;
PSir:PString;
Path:PathStr;

```

```

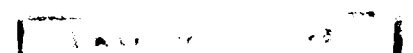
regs:registers;
begin
if FisierView<>nil then Dispose(FisierView,Done);
TApplication.Done;
port[$70]:=11;
StatusB:=port[$71];
port[$71]:=StatusB and $bf;
setintvec($70,origvector);

if DateCanale<>nil then Dispose(DateCanale);
if Lprobecunoscuta<> nil then Dispose(LProbeCunoscuta,Done);
if LprobeGolCunoscuta<> nil then Dispose(LProbeGolCunoscuta,Done);

if DinEResultStrData<>nil then Dispose(DinEResultStrData);
if DinResultStrData<>nil then Dispose(DinResultStrData);
if DinIResultStrData<>nil then Dispose(DinIResultStrData);
{$ifndef debug}
clrscr;
with SetUpPort^ do
begin
writeln('FRE Suceava 24 posturi 1996');
{ writeln('PortGrupa0 ',PortGrupa0);
writeln('PortGrupa1 ',PortGrupa1);
writeln('PortGrupa2 ',PortGrupa2);
writeln('PortGrupa3 ',PortGrupa3);
writeln('StatusPPI1 ',StatusPPI1);
writeln('StatusPPI2 ',StatusPPI2);
writeln('PortContor0 ',PortContor0);
writeln('PortContor1 ',PortContor1);
writeln('PortContor2 ',PortContor2);
writeln('Status8253 ',Status8253); }
end;

if SetupPort<>nil then
dispose(SetupPort,done);
{$endif}
Dispose(Whole_RezFileName);
Dispose(WithoutPath_RezFileName);
if Not OkInit then
writeln('Eroare in faza de initializare '+EroareInit);

```



```

Path:=CaleVContor;
Path[length(Path)]:=#0;
with regs do
begin
ds:=Seg(Path);
dx:=Ofs(Path[1]);
ah:=$3b;
intr($21,regs);
if (Flags and 1)<>0 then
begin
MessageBox('Cale vcontor restabilita incorect',nil,mfError+mfOkButton);
OkInit:=false;
exit;
end;
end;
end;

end;

procedure TMyApp.InitStatusLine;
var R:TRect;
begin
GetExtent(R);
R.A.Y:=R.B.Y-1;
StatusLine:=New(PStatusLine,Init(R,
NewStatusDef(0,999,
NewStatusKey('~F10~ Menu',kbF10,cmMenu,
NewStatusKey('~F2~ StopV',kbF2,cmStopAchizitie,
NewStatusKey('~F3~ NextV',kbF3,cmAchizitie,
NewStatusKey('~F4~ DisplayOpt',kbF4,cmDispOpt,
NewStatusKey('~F5~ SelectCh',kbF5,cmSelectCh,
NewStatusKey('~F6~ Print',kbF6,cmPrintBuletin,
NewStatusKey('~F7~ NrImp',kbF7,cmNrImp,
NewStatusKey(",kbF8,cmTestEtalon,nil))))))))),
nil)
));
end;

procedure TMyApp.InitMenubar;
var R:TRect;

```

```

begin
  GetExtent(R);
  R.B.Y:=R.A.Y+1;
  MenuBar:=New(PMenuBar,Init(R,NewMenu(
    NewSubMenu('~I~nitializare',hcNoContext,NewMenu(
     NewItem('~n~oua'," ,kbNoKey,cmProbaNoua,hcNoContext,
      NewItem('~I~ncarcare proba'," ,kbNoKey,cmLoadProba,hcNoContext,
      NewItem('~A~rhivare'," ,kbNokey,cmProbaFinala,hcNoContext,
      NewSubMenu('~C~onstante proba',hcNoContext,NewMenu(
        NewItem('~P~e canale'," ,kbNoKey,cmConstProba,hcNoContext,
        NewItem('~U~nice'," ,kbNoKey,cmConstUnice,hcNoContext,nil))
      ),
      NewSubMenu('~S~et up',hcNoContext,NewMenu(
        NewItem('~M~ers in gol'," ,kbNokey,cmSupGol,hcNoContext,
        NewItem('~S~ensibilitate'," ,kbNoKey,cmSupSensib,hcNoContext,
        NewItem('~I~ntegrator'," ,kbNoKey,cmSupIntegrator,hcNoContext,
        NewItem('~C~anal serial'," ,kbNokey,cmCanalSerial,hcNoContext,
        NewItem('Monitor ~1~'," ,kbNoKey,cmMonitor1,hcNoContext,
        NewItem('Monitor ~2~'," ,kbNoKey,cmMonitor2,hcNoContext,
        NewItem('Co~l~or'," ,kbNoKey,cmSetColor,hcNoContext,
        NewItem('Cale
sal~v~are'," ,kbNoKey,cmCaleSalvare,hcNoContext,nil))))))))))
    ),
    NewItem('E~x~it'," ,kbNoKey,cmQuit,hcNoContext,nil)))))),
  NewSubMenu('~O~ptiuni',hcNoContext,NewMenu(
    NewSubMenu('~C~onfigurare proces',hcNoContext,NewMenu(
      NewItem('~G~enerala'," ,kbNoKey,cmConfigGen,hcNoContext,
      NewItem('~P~e canale'," ,kbNoKey,cmConfigCanale,hcNocontext,
      NewItem('~U~nica'," ,kbNoKey,cmConfigUnica,hcNocontext,nil)))
    ),
    NewItem('Con~t~oare cunoscute'," ,kbNokey,cmCunoscute,hcNocontext,
    NewItem('~N~ume contoare'," ,kbNokey,cmNumeCnt,hcNocontext,
    NewItem('Probe clasa ~p~recizie'," ,kbNokey,cmProbe,hcNocontext,
    NewItem('Probe mers in ~g~ol'," ,kbNokey,cmProbeGol,hcNocontext,
    nil)))))),
  NewSubMenu('~V~erificari',hcNoContext,NewMenu(
    NewItem('~C~lasa precizie'," ,kbNoKey,cmAchizitiePrima,hcNoContext,
    NewItem('~M~ers in gol'," ,kbNokey,cmMersInGol,hcNoContext,
    NewItem('~S~ensibilitate'," ,kbNokey,cmSensib,hcNoContext,
    NewItem('~I~ntegrator'," ,kbNokey,cmIntegr,hcNoContext,

```

```

       NewItem('~T~est
etalon'," ,kbNoKey,cmVeziEtalon,hcNoContext,nil)))))),
        NewSubMenu('~B~uletin',hcNoContext,NewMenu(
            NewItem('~g~eneral'," ,kbNoKey,cmBGeneral,hcNoContext,
            NewItem('~i~ndividual'," ,kbNoKey,cmBIndividual,hcNoContext,nil))),
        nil)
        ))))));
end;

```

```

procedure TMyApp.HandleEvent( var Event:TEvent);
var Encommands:TCommandSet;
begin
    if (Event.what=evCommand) and (Event.command=cmMenu) then
        if BWindow<>nil then
            begin
                EnCommands:=[cmPrintBuletin];
                DisableCommands(EnCommands);
                Desktop^.Delete(BWindow);
                Dispose(BWindow,Done);
                BWindow:=nil;
            end;
        TApplication.HandleEvent(Event);
        if Event.What=evCommand then
            begin
                case Event.Command of
                    cmProbaNoua: ProbaNoua;
                    cmLoadProba: LoadProba;
                    cmConfigGen: ConfigGen;
                    cmConfigUnica:ConfigUnica;
                    cmConfigCanale: ConfigCanale;
                    cmProbaFinala:ProbaFinala;
                    cmConstProba: ConstCanale;
                    cmConstUnice: ConstUnice;
                    cmDispOpt:SetDisplayOption;
                    cmSupGol:SetUpGol;
                    cmSupSensib:SetUpSensib;
                    cmSupIntegrator:SetUpIntegrator;
                    cmCanalSerial:SetUpCom;
                    cmMonitor1: AssignareMon1;
                    cmMonitor2: AssignareMon2;

```

```

cmCaleSalvare:SetUpSalvare;
cmSetColor:Colors;
cmNrImp:SetImpulsOption;
cmVeziEtalon:VeziEtalonPtProsti;
cmTestEtalon:TestEtalon;
cmCancel:
    if GlobScreenMode=grafic then
        begin
            GraphicsStop;
            GlobScreenMode:=text;
            { DeskTop^.Redraw;}
        end
    end

```

```

EnCommands:=[cmSelectCh,cmDispOpt,cmAchizitie,cmStopAchizitie];
    EnableCommands(EnCommands);
    { StatusLine^.UpDate;}
    Application^.Redraw;
end;

```

```
cmSelectCh:
```

```
    SelectGrafCh;
```

```
cmMersInGol:
```

```
    begin
```

```
        if ResultWindow<>nil then
```

```
            begin
```

```
                Desktop^.delete(ResultWindow);
```

```
                Dispose(ResultWindow,done);
```

```
                ResultWindow:=nil;
```

```
            end;
```

```
        VerificareGolCurenta:=0;
```

```
        VerifGol;
```

```
    end;
```

```
cmIntegr:
```

```
    begin
```

```
        if ResultWindow<>nil then
```

```
            begin
```

```
                Desktop^.delete(ResultWindow);
```

```
                Dispose(ResultWindow,done);
```

```
                ResultWindow:=nil;
```

```
            end;
```

```
        Integrator;
```

```
    end;
```

```

cmSensib:
begin
  if ResultWindow<>nil then
    begin
      Desktop^.delete(ResultWindow);
      Dispose(ResultWindow,done);
      ResultWindow:=nil;
    end;
  VerifSensib;
end;
cmAchizitie:
begin
  if SeFaceClPrec then
    begin
      Inc(VerificareCurenta,1);
      if VerificareCurenta>=LProbeCunoscute^.count then
VerificareCurenta:=0;
      end
    else
      begin
        Inc(VerificareGolCurenta,1);
        if VerificareGolCurenta>=LProbeGolCunoscute^.count then
VerificareGolCurenta:=0;
          end;
        AquisationFlag:=false;
        SalvareProbaCurenta;
        if ResultWindow<>nil then
          begin
            Desktop^.delete(ResultWindow);
            Dispose(ResultWindow,done);
            ResultWindow:=nil;
            EnCommands:=[cmMenu];
            Enablecommands(EnCommands);
            MenuBar^.EventMask:=MascaMenuBar;
          end;
        if SeFaceClPrec then
          begin
            MyIdleFlag:=0;
            VerifClasaPrecizie;
          end
        end
      end
    end
  end
end

```



```

else
  VerifGol;
end;
cmAchizitiePrima:
  begin
    AquisitionFlag:=false;
    VerificareCurenta:=0;
    if ResultWindow<>nil then
      begin
        Desktop^.delete(ResultWindow);
        Dispose(ResultWindow,done);
        ResultWindow:=nil;
        MyIdleFlag:=0;
      end;
    VerifClasaPrecizie;
  end;
cmBGeneral: BuletinGen;
cmBIndividual:BuletinCanal;
cmPrintBuletin:PrintBuletin;
cmStopAchizitie:
  begin
    AquisitionFlag:=false;
    if EtalonWindow=nil then
      SalvareProbaCurenta;
    if ResultWindow<>nil then
      begin
        Desktop^.delete(ResultWindow);
        Dispose(ResultWindow,done);
        ResultWindow:=nil;
        MyIdleFlag:=0;
        EnCommands:=[cmMenu];
        Enablecommands(EnCommands);
        EnCommands:=[cmStopAchizitie,cmSelectCh,cmNrImp];
        DisableCommands(EnCommands);
        MenuBar^.EventMask:=MascaMenuBar;
      end;
    if EtalonWindow<>nil then
      begin
        Desktop^.delete(EtalonWindow);
        Dispose(EtalonWindow,done);

```

```

    EtalonWindow:=nil;
    MyIdleFlag:=0;
    EnCommands:=[cmMenu];
    Enablecommands(EnCommands);
    EnCommands:=[cmStopAchizitie,cmSelectCh,cmNrImp];
    DisableCommands(EnCommands);
    MenuBar^.EventMask:=MascaMenuBar;
end;
MyAsync4.Async_Send_String(Daf.Daf1,sClear);
MyAsync4.Async_Send_String(Daf.Daf2,sClear);
if SeFaceCIPrec then
begin
    { MenuBar^.Options:=MenuBar^.Options or $0001;}
end;
    EnCommands:=[cmAchizitie];
    DisableCommands(EnCommands);
end;
    cmCunoscuta: ScrieCunoscuta;
    cmProbe:ScrieProbeCunoscuta;
    cmProbeGol:ScrieProbeGolCunoscuta;
    cmNumeCnt: ScrieNumeContoareCunoscuta;
else Exit;
end;
ClearEvent(Event);
end;
end;

procedure CalculClasaPrecizie;
var
    CIPrec:real;
    I,G:integer;

begin
    for G:=0 to NrGrupe-1 do
        for I:=0 to 7 do
            with
                DateCanale^[G*8+I] do
                    begin
                        {Aici se pune calculul clasei de precizie}
                    end;
                end;
            end;
        end;
    end;
end;

```

```

ParamResult[0]:=longint(G*8+I+1);
ParamResult[1]:=longint(@SirRezultat);
{$ifdef test}
NrImpulsuri:=7500+random(10);
{$endif}
if NrImpulsuri=0 then
begin
SirRezultat:='*';
ResultBoolData[G*8+I]:=false;
FormatStr(DinResultStrData^[G*8+I],ESirCanal,ParamResult);
DafData[G*8+I]:=SirRezultat;
end
else
begin
ClPrec:=((KeKpC*(DateGen.NrImpDeVerificat/NrImpulsuri))-1)*100;
if NrCanalCurent=G*8+I+1 then
if OptiuneImpulsuri then
NouaClPrec:=NrImpulsuri
else
NouaClPrec:=ClPrec;
Str(ClPrec:9:3,SirRezultat);
DafData[G*8+I]:=SirRezultat;
{$ifdef test}
if (i=0) and (G=1) then
DafData[G*8+I]:='1212.22';
if (i=2) and (G=3) then
DafData[G*8+I]:='0.3434';
{$endif}
if abs(ClPrec)<=ConstContor.ClPrecImpusa then
begin
ResultBoolData[G*8+I]:=true;
FormatStr(DinResultStrData^[G*8+I],FSirCanal,ParamResult);
end
else
begin
ResultBoolData[G*8+I]:=false;
FormatStr(DinResultStrData^[G*8+I],ESirCanal,ParamResult);
end;
end;
end;
Str(NrImpulsuri:9,SirRezultat);

```

```

        formatStr(DinIResultStrData^[G*8+I],FSirCanal,ParamResult);
                { ResultWdData[G*8+I+1]:=NrImpulsuri;} {pprovizoriu}
    end;
end;

procedure TMyApp.Idle;
var
    I,G:integer;
    Sir:string;
    ClPrec:real;
    Event:TEvent;
    NrImpEtalon:longint;
    {$ifndef notkey}
    LptNum ,SeedCode : integer;
    Pass1      : integer;
    Pass2      : integer;
    p1,p2,p3,p4  : integer;
    Service    : integer;
    ID         : longint;
    {$endif}
begin
    if MyIdleFlag=0 then
        begin
            TApplication.Idle;
            {$ifdef debug}
            gotoxy(70,24);
            write(Periodic);
            {$endif}
            SeeSlave1;
            SeeSlave2;
            {$ifndef notkey}
            Service:=is_Hasp;
            LptNum:=0;
            Pass1:=6514;
            Pass2:=28674;
            hasp ( Service, SeedCode, LptNum, Pass1, Pass2, p1, p2, p3, p4 );
            {$endif}
        end
    end
end

```

```

else if MyIdleFlag=1 then
  begin
    {$ifdef debug}
    gotoxy(70,24);
    write(periodic);
    {$endif}

    SeeSlave1;
    SeeSlave2;
    {$ifdef etalon}
    gotoxy(1,23);
    write(' VCEtalon=',ValContEtalon,' OldEtalon=',OldEtalon,
      ' NPCapAbs=',NPesteCapAbs);
    gotoxy(1,24);
    with DateGrupa[NrCanalCurent div 8].Grupa[NrCanalCurent mod 8] do
    write('Canal ',NrCanalCurent,' EStart=',EtalonStart,' EEnd=',EtalonEnd,
      ' NNew=',NPCapAbsNew,' NOLd=',NPCapAbsOld);
    {$endif}
  if Afisare then
    begin
      CalculClasaPrecizie;
      if GlobScreenMode=text then
        begin
          DeskTop^.lock;
          Desktop^.delete(ResultWindow);
          with ResultWindow^ do
            if OptiuneImpulsuri then
              begin
                SetData(IFResultStrData);
              end
            else
              begin
                SetData(FResultStrData);
              end;
          Desktop^.insert(ResultWindow);
          Resultwindow^.DrawView;
          SlaveDrawData1;
          SlaveDrawData2;
          Desktop^.unlock;
          Afisare:=false;
        end
      end
    end
  end

```

```

        end
    else
        begin
            DrawGrafCh(NrCanalCurent);
            SlaveDrawData1;
            SlaveDrawData2;
            VecheaCIPrec:=NouaCIPrec;
            Afisare:=false;
        end;
    end;
end
else if MyIdleFlag=2 then
begin
    if CheckEtalon(NrImpEtalon) then
        begin
            Desktop^.Lock;
            Desktop^.Delete(EtalonWindow);
            EtalonWindow^.SetData(NrImpEtalon);
            Desktop^.Insert(EtalonWindow);
            EtalonWindow^.DrawView;
            Desktop^.Unlock;
        end;
    end;
end;
end;

```

```

procedure TMyApp.VerifClasaPrecizie;
label 1;
var W:word;
    lsb,msb:byte;
    G,I:integer;
    D,D1:PDIALOG;
    ManAutoBtData,C:word;
    DateColectie:TDatecolectie;
    {$ifndef notkey}
const
    Pcs1:PCS =(Signature: '$HASP$PCSS$';
    NotUsed      : 0;
    Service      : GET_HASP_CODE;
    SeedCode     : 17;
    IC1          :0; IC2:0; IC3:0; IC4:0;

```

```

    RC1          :0; RC2:0; RC3:0; RC4:0);
{Sendif}
var
    Kp:real;
    DisCommands:TCommandSet;
    {$ifndef notkey}
    Ahsp:word;
    Bhsp:boolean;
    {Sendif}
    Event:TEvent;
    FDiviz:real;
    L:longint;
    sir:string;

const fsir='    Ke=%-12s';
begin
    {$ifndef notkey}
    Ahsp:=PCs1.RC2;
    {Sendif}
    OptiuneImpulsuri:=No;
    DisCommands:=[cmAchizitie,cmStopAchizitie];
    {$ifndef notkey}
    RC2hsp:=Ahsp;
    {Sendif}
    DisableCommands(DisCommands);
    SeFaceCIPrec:=false;
    SirRezultat:="";
    {$ifndef notkey}
    BHsp:=(AHsp=12434) and true;
    {Sendif}
    {calcul coeficienti}

    D:=MakeAlegManAuto;
    ManAutoBtData:=0;
    with D^ do
    begin
        SetData(ManAutoBtData);
        {$ifndef notkey}
        if not BHsp then exit;
        {Sendif}

```

```

C:=Desktop^.ExecView(D);
if C=cmOk then
begin
  SeFaceClPrec:=true;
  DisCommands:=[cmAchizitie,cmStopAchizitie];
  EnableCommands(DisCommands);
  GetData(ManAutoBtData);
  if (LProbeCunoscute=nil) or (LProbeCunoscute^.Count=0) then
    begin
      MessageBox('Lipseste numele verific. clasa de precizie,'+
        ' alegeti un nume contor ,editati-i probele si apoi reselectati-l in
configurare generala.',
        nil,mfWarning+mfOkButton);
      exit;
    end;
  if ManAutoBtData=1 then
    begin {mod manual}
      DateColectie.PColectie:=LProbeCunoscute;
      if LProbeCunoscute^.Count>0 then
        DateColectie.Pozitiacurenta:=VerificareCurenta
      else
        DateColectie.PozitiaCurenta:=0;
      D1:=MakeAlegVerif;
      D1^.SetData(DateColectie);
      C:=Desktop^.Execview(D1);
      if C=cmOk then
        begin
          D1^.GetData(Datecolectie);
          Dispose(D1,done);
          VerificareCurenta:=Datecolectie.Pozitiacurenta;
        end
      else
        begin
          Dispose(D1,done);
          goto 1;
        end
    end;

port[SetUpPort^.Status8253]:=$4f; { cuvint c-da latch contor 0}
lsb:=Port[SetUpPort^.PortContor1]; {citire contor etalon}

```



```

msb:=Port[SetUpPort^.PortContor1];
W:=msb*256+lsb;
W:=0; {provizoriu}
if (LProbeCunoscute^.Count=0) or (VerificareCurenta<0) or
  (VerificareCurenta>LProbeCunoscute^.Count-1) then
  begin
    MessageBox('Verificare '+Clasa_precizie+' inexistentă',nil,
      mfOkButton+mfError);
    goto 1;
  end;
ProbaCurenta:=PString(LProbeCunoscute^.At(VerificareCurenta))^;
NumeInRes:=ProbaCurenta;
FDiviz:=FactorDivizareKe(ProbaCurenta);
str(DateGen.Ke*FDiviz:1:3,SirKe);
L:=longint(@SirKe);
formatstr(sir,fsir,L);
for I:=0 to NrMaxCanale-1 do
  with DateCanale^[I],DateGen do
    begin
      NrImpulsuri:=0;
      with DateCalculContor do
        Kp:=(Ku*Ki)/K;
        KeKpC:=(Ke*FDiviz*Kp)/ConstConversie;
      end;
    end;
for G:=0 to NrGrupe-1 do
  with DateGrupa[G] do
    begin
      NrImp:=DateGen.NrImpDeVerificat; { se va modifica ulterior}
      OState:=0;
    end;
for G:=0 to NrGrupe-1 do
  with DateGrupa[G] do
    begin
      {$ifndef notkey}
      if BHsp then
        {$endif}
      for I:=0 to 7 do
        with grupa[I] do
          begin
            EtalonStart:=W;

```

```

    EtalonEnd:=W;
    {pestecap}
    NpCapAbsNew:=0;
    NpCapAbsOld:=0;
    NrImpulsWait:=1; {va fi modificabil}
    {asa se face sincronizarea}
    SirRezultat:='*';
    ParamResult[0]:=longint(G*8+I+1);
    ParamResult[1]:=longint(@SirRezultat);
    FormatStr(DinResultStrData^[G*8+I],ESirCanal,ParamResult);
    DafData[G*8+I]:=SirRezultat;
    SirRezultat:='0';
    FormatStr(DinIResultStrData^[G*8+I],FSirCanal,ParamResult);
end;
end;
if ResultWindow<>nil then
begin
    DeskTop^.lock;
    Desktop^.delete(ResultWindow);
    Dispose(ResultWindow,done);
end;
TitluCurent:=Clasa_precizie;
CodProbaCurenta:=VERIF_CLASA_PRECIZIE;

```

```

ResultWindow:=MakeResultWd(Clasa_precizie,ProbaCurenta+Sir,CeAfisam);
with ResultWindow^ do
    SetData(FResultStrData);
    Desktop^.insert(ResultWindow);
    Resultwindow^.DrawView;
    MenuBar^.EventMask:=0;
    SlaveDrawForm(1);
    SlaveDrawForm(2);
    Desktop^.unlock;
    {$ifndef notkey}
    if BHsp then
    {$endif}
    AquisitionFlag:=true;
    MyIdleFlag:=1;
    Discommands:=[cmMenu];
    DisableCommands(Discommands);

```

```

DisCommands:=[cmSelectCh,cmNrImp];
EnableCommands(DisCommands);
StatusLine^.draw;

```

```

{pornire contor de test}

```

```

Port[SetUpPort^.Status8253]:=$BE; { contor 0 ,read load least significant}
{byte first,most significant byte second,mode 3,binary}
Port[SetUpPort^.PortContor1]:=$ff; {least significant byte}
Port[SetUpPort^.PortContor1]:=$ff; {most sign byte}
{pestecap}
NPesteCapAbs:=0;

```

```

asm

```

```

    mov al,4fh
    mov dx,VStatus8253
    out dx,al
    mov dx,VPortContor1
    in al,dx
    mov ah,al      {salvare less sign byte din al in ah}
    in al,dx      {citire less sign byte in ah}
    mov dh,ah
    mov ah,al      {most sign byte in ah}
    mov al,dh
    mov ValContEtalon,ax
    mov OldEtalon,ax

```

```

end;

```

```

end;

```

```

1:  Dispose(D,done);

```

```

end;

```

```

end;

```

```

procedure TMyApp.SelectGrafCh;

```

```

var D:PDialog;

```

```

    C:word;

```

```

    CopyMyIdleFlag:integer;

```

```

    Commands:TCommandSet;

```

```

begin

```

```

    CopyMyIdleFlag:=MyIdleFlag;

```

```

    if MyIdleFlag<>0 then MyIdleFlag:=0;

```

```

    D:=MakeChNmbChoice;

```

```

    with D^ do

```

```

begin
  SetData(NrCanalCurent);
  C:=DeskTop^.Execview(D);
  if C=cmOk then
    begin
      GetData(NrCanalCurent);
      Dispose(D,done);
      DrawGrafCh(NrCanalCurent);

Commands:=[cmMenu,cmSelectCh,cmDispOpt,cmAchizitie,cmStopAchizitie];
      DisableCommands(Commands);
      {enable cmCancel,disable rest}
    end;
  end;
  MyIdleFlag:=CopyMyIdleFlag;
end;

procedure TMyApp.VerifGol;
label 1;
var G,I:integer;
    D,D1,D2:PDIALOG;
    DisCommands:TCommandSet;
    ManAutoBtData,C:word;
    {$ifndef notkey}
const
  Pcs1:PCS =(Signature: '$HASP$PCSS$';
  NotUsed   : 0;
  Service   : GET_HASP_CODE;
  SeedCode  : 41;
  IC1       :0; IC2:0; IC3:0; IC4:0;
  RC1       :0; RC2:0; RC3:0; RC4:0);
    {$endif}
var
  DateColectie:TDatecolectie;
  DateGolCurent:TDateVerif;
  P:pointer;
  Event:TEvent;
  {$ifndef notkey}
  Ahsp:word;
  Bhsp:boolean;

```

```

    {$endif}
begin
  NumeInRes:='Verificare in gol';
  {$ifndef notkey}
  Ahsp:=PCs1.RC1;
  {$endif}
  SeFaceClPrec:=false;
  {$ifndef notkey}
  RC1hsp:=Ahsp;
  {$endif}
  D:=MakeDateVerifGol;
  {$ifndef notkey}
  Bhsp:=(RC1hsp=2049*round((1-ln(1))));
  {$endif}
  D^.SetData(DateVerifGol);
  D^.Frame^.Prev^.Select;
  {$ifndef notkey}
  if not Bhsp then exit;
  {$endif}
  C:=Desktop^.ExecView(D);
  if C<>cmOk then goto 1
  else
  begin
    D^.GetData(DateGolCurent);
    if (DateGolCurent.TimpMasura<>DateVerifGol.TimpMasura) or
      (DateGolCurent.NrImpulsuri<>DateVerifGol.NrImpulsuri) then
    begin
      if LProbeGolCunoscuta^.Count>0 then
      with LProbeGolCunoscuta^ do
      begin
        I:=0;
        repeat
          P:=GetObject(Whole_RezFileName^,PSir128(At(I))^);
          I:=I+1;
        until (I=Count) or (P<>nil);
        if (P=nil) then
          DateVerifGol:=DateGolCurent
        else
          begin

```

```

de lucru '+
C:=MessageBox('Toate verificarile in gol se fac cu aceiasi parametri
'Doriti reluarea tuturor verificarilor in gol de la inceput?',nil,
mfInformation+mfYesButton+mfNoButton);
if C=cmYes then
begin
DateVerifGol:=DateGolCurent;
for I:=0 to Count-1 do
begin
P:=GetObject(Whole_RezFileName^,PSir128(At(I))^);
if P<>nil then
DelObject(Whole_RezFileName^,PSir128(At(I))^);
end;
end;
end;

end;
end;
for G:=0 to NrGrupe-1 do
with DateGrupa[G] do
begin
NrImp:=255; {val maxima,necesara val initiala pt NrImpulsWait la
fel!!!! }
OState:=0;
end;
for G:=0 to NrGrupe-1 do
with DateGrupa[G] do
begin
for I:=0 to 7 do
with grupa[I] do
begin
NrImpulsWait:=255; {va fi modificabil}
{fiecare impuls venit va decrementa
aceasta valoare initiala}
end;
end;
{$ifndef notkey}
if Bhsp then
{$endif}
AquisitionFlag:=true;

```

```

DisCommands:=[cmAchizitie,cmStopAchizitie];
EnableCommands(DisCommands);
DateColectie.PColectie:=LProbeGolCunoscuta;
if LProbeGolCunoscuta.Count>0 then
    DateColectie.Pozitiacurenta:=VerificareGolCurenta
else
    DateColectie.PozitiaCurenta:=0;
D1:=MakeAlegVerif;
D1^.SetData(DateColectie);
C:=Desktop^.Execview(D1);
if C=cmOk then
    begin
        D1^.GetData(Datecolectie);
        VerificareGolCurenta:=Datecolectie.Pozitiacurenta;
    end
else
    goto 1;
dispose(D1,done);
if (LProbeGolCunoscuta.Count=0) or (VerificareGolCurenta<0) or
(VerificareGolCurenta>LProbeGolCunoscuta.Count-1) then
    begin
        MessageBox('Verificare in gol inexistentă',nil,
            mfOkButton+mfError);
        goto 1;
    end;
ProbaCurenta:=PString(LProbeGolCunoscuta.At(VerificareGolCurenta))^;
NumeInRes:=ProbaCurenta;
{$ifndef test}
Armeaza(DateVerifGol.TimpMasura,'Mers in gol'); {se va pune pt 5 minute}
repeat
    Desktop^.Lock;
    if WaitDialog<>nil then {WaitDialog in unitul ceas.pas}
        begin
            Desktop^.Delete(WaitDialog);
            WaitDialog^.UpDate;
            Desktop^.Insert(WaitDialog);
        end;
    Desktop^.Unlock;
    {$ifdef debug}
    gotoxy(70,24);

```

```

write(periodic);
{ $endif}
until TimeOut=true;
AquisitionFlag:=false;
Anuleaza;
{ $endif}
ParamResult[1]:=longint(@SirRezultat);
for G:=0 to NrGrupe-1 do
  with DateGrupa[G] do
    begin
      for I:=0 to 7 do
        with grupa[I] do
          begin
            ParamResult[0]:=longint(G*8+I+1);
            { $ifndef notkey}
            if Bhsp then
              { $endif}
            if (255-NrImpulsWait) <= DateVerifGol.NrImpulsuri then
              {255-NrImpulsWait da numarul de impulsuri venite 0,1,2...etc}
              {daca n-au venit deloc sau au venit mai putine sau egal
              decit admise sa vina
              atunci e o.k.}
              begin
                SirRezultat:='admis';

```

```

FormatStr(DinResultStrData^[G*8+I],FSirCanal,ParamResult);
  ResultBoolData[G*8+I]:=true ;
  end
else
  begin
    SirRezultat:='respins';

```

```

FormatStr(DinResultStrData^[G*8+I],ESirCanal,ParamResult);
  ResultBoolData[G*8+I]:=false;
  end;
  Str(255-NrImpulsWait:9,SirRezultat);

```

```

FormatStr(DinIResultStrData^[G*8+I],FSirCanal,ParamResult);
{ $ifdef test}
  SirRezultat:='admis';

```



```

        FormatStr(DinResultStrData^[G*8+I],FSirCanal,ParamResult);
        ResultBoolData[G*8+I]:=true;
        {$endif}
        DafData[G*8+I]:=SirRezultat;
    end;
end;
TitluCurent:='Verificare mers in gol';
CodProbaCurenta:=VERIF_GOL;
ResultWindow:=MakeResultWd('Verificare mers in
gol',ProbaCurenta,CeAfisam);
with ResultWindow^ do
    SetData(FResultStrData);
    Desktop^.insert(ResultWindow);
    Resultwindow^.DrawView;
    Shout;
    MenuBar^.EventMask:=0;
    SlaveDrawForm(1);
    SlaveDrawForm(2);
    SlaveDrawData1;
    SlaveDrawData2;
    MyIdleFlag:=0;
    Discommands:=[cmMenu];
    DisableCommands(Discommands);
    DisCommands:=[cmStopAchizitie,cmNrImp];
    EnableCommands(DisCommands);
    StatusLine^.draw;
end;
1: dispose(D,done);
end;
procedure TMyApp.VerifSensib;
var G,I:integer;
    D:PDialo;
    DisCommands:TCommandSet;
    {$ifndef notkey}
const
    Pcs1:PCS =(Signature: '$HASP$PCSS$';
    NotUsed    : 0;
    Service    : GET_HASP_CODE;
    SeedCode   : 59;
    IC1        :0; IC2:0; IC3:0; IC4:0;

```

```

    RC1          :0; RC2:0; RC3:0; RC4:0);
{$endif}

var
    C:word;
    Event:TEvent;
    {$ifndef notkey}
    Ahsp:word;
    Bhsp:boolean;
    {$endif}
begin
    NumeInRes:='Sensibilitate';
    ProbaCurenta:='';
    {$ifndef notkey}
    Ahsp:=PCs1.RC3;
    {$endif}
    SeFaceClPrec:=false;
    D:=MakeDateVerifSensib;
    D^.SetData(DateVerifSensib);
    {$ifndef notkey}
    RC3hsp:=Ahsp;
    {$endif}
    D^.Frame^.Prev^.Select;
    C:=Desktop^.ExecView(D);
    if C=cmOk then
        begin
            D^.GetData(DateVerifSensib);
            {$ifndef notkey}
            Bhsp:=(round(1.01)=1) and (RC3hsp=31233);
            {$endif}
            {SaveDateVerifSensib(D);}
            for G:=0 to NrGrupe-1 do
                with DateGrupa[G] do
                    begin
                        NrImp:=255; {val maxima }
                        OState:=0;
                    end;
            for G:=0 to NrGrupe-1 do
                with DateGrupa[G] do
                    begin

```

```

        for I:=0 to 7 do
            with grupa[I] do
                begin
                    NrImpulsWait:=255; {va fi modificabil}
                    {asa se face sincronizarea}
                end;
            end;
        {$ifndef notkey}
        if not BHsp then exit;
        {$endif}
        {$ifndef test}
        {$ifndef notkey}
        if BHsp then
            {$endif}
            AquisitionFlag:=true;
            Armeaza(DateVerifSensib.TimpMasura,'Sensibilitate'); {se va pune pt 5
minute}
        repeat
            Desktop^.Lock;
            if WaitDialog<>nil then
                begin
                    Desktop^.Delete(WaitDialog);
                    WaitDialog^.UpDate;
                    Desktop^.Insert(WaitDialog);
                end;
            Desktop^.Unlock;
            {$ifdef debug}
            gotoxy(70,24);
            write(periodic);
            {$endif}
        until TimeOut=true;
        AquisitionFlag:=false;
        Anuleaza;
        {$endif}
        ParamResult[1]:=longint(@SirRezultat);
        for G:=0 to NrGrupe-1 do
            with DateGrupa[G] do
                begin
                    for I:=0 to 7 do
                        with grupa[I] do

```

```

begin
  ParamResult[0]:=longint(G*8+I+1);
  {$ifndef notkey}
  if BHsp then
  {$endif}
  if (255-NrImpulsWait) < DateVerifSensib.NrImpulsuri then
  {255-NrImpulsWait da numarul de impulsuri venite 0,1,2...etc}
  {daca n-au venit deloc sau au venit mai putine sau egal decit cit
trebuiau
sa vina atunci contorul e respins}
  begin
    SirRezultat:='respins';

FormatStr(DinResultStrData^[G*8+I],ESirCanal,ParamResult);
    ResultBoolData[G*8+I]:=false;
  end
  else
  begin
    SirRezultat:='admis';

FormatStr(DinResultStrData^[G*8+I],FSirCanal,ParamResult);
    ResultBoolData[G*8+I]:=true;
  end;
  Str(255-NrImpulsWait:9,SirRezultat);

FormatStr(DinIResultStrData^[G*8+I],FSirCanal,ParamResult);
  {$ifdef test}
  SirRezultat:='respins';
  FormatStr(DinResultStrData^[G*8+I],FSirCanal,ParamResult);
  ResultBoolData[G*8+I]:=false;
  {$endif}
  DafData[G*8+I]:=SirRezultat;
end;
end;
TitluCurent:='Verificare sensibilitate';
CodProbaCurenta:=VERIF_SENSIB;
ResultWindow:=MakeResultWd('Verificare sensibilitate','CeAfisam);
with ResultWindow^ do
  SetData(FResultStrData);
Desktop^.insert(ResultWindow);

```

```

Resultwindow^.DrawView;
Shout;
MenuBar^.EventMask:=0;
SlaveDrawForm(1);
SlaveDrawForm(2);
SlaveDrawData1;
SlaveDrawData2;
MyIdleFlag:=0;
Discommands:=[cmMenu];
DisableCommands(Discommands);
DisCommands:=[cmStopAchizitie,cmNrImp];
EnableCommands(DisCommands);
StatusLine^.draw;
end;
end;

```

```

procedure TMyApp.Integrator;
label afara;
var D:PDIALOG;
    G,I:integer;
    C:word;
    W3,Eps,Kp:real;
    DisCommands:TCommandSet;
    {$ifndef notkey}
const
    Pcs1:PCS =(Signature: '$HASP$PCSS$';
    NotUsed    : 0;
    Service    : GET_HASP_CODE;
    SeedCode   : 97;
    IC1        :0; IC2:0; IC3:0; IC4:0;
    RC1        :0; RC2:0; RC3:0; RC4:0);
    {$endif}
var
    W:word;
    Event:TEvent;
    {$ifndef notkey}
    Ahsp:word;
    Bhsp:boolean;
    {$endif}
begin

```

```

with DateInitiale do
begin
TimpMasura:=DateSetUpIntegrator.TimpMasura;
{$ifndef notkey}
Ahsp:=PCs1.RC4;
{$endif}
ErAdmisa:=DateSetUpIntegrator.ErAdmisa;
for I:=0 to NrMaxCanale-1 do
Indexuri[I]:=0;
{$ifndef notkey}
RC4hsp:=Ahsp;
{$endif}
end;
for I:=0 to NrMaxCanale-1 do
with DateCanale^[I] do
begin
NrImpulsuri:=0;
NrImpInt255:=0;
end;
OptiuneImpulsuri:=No;
NumeInRes:='Integrator';
ProbaCurenta:="";
{$ifndef notkey}
Bhsp:=((255*(10 div 10)-254)*32881=RC4hsp);
{$endif}
SeFaceClPrec:=false;
for G:=0 to NrGrupe-1 do
with DateGrupa[G] do
begin
NrImp:=255; {val maxima }
OState:=0;
end;
W:=0;
for G:=0 to NrGrupe-1 do
with DateGrupa[G] do
begin
for I:=0 to 7 do
with grupa[I] do
begin
EtalonStart:=W;

```

```

        EtalonEnd:=W;
        NrImpulsWait:=255; {va fi modificabil}
        {asa se face sincronizarea}
    end;
end;
{$ifndef notkey}
if not Bhsp then
    goto afara;
{$endif}
with DateIFinale do
    begin
        for I:=0 to NrMaxCanale-1 do
            Indexuri[I]:=0;
        end;
D:=MakeIndexInitial;
D^.SetData(DateIInitiale);
D^.Frame^.Prev^.Select;
C:=Desktop^.ExecView(D);
if C=cmOk then
    begin
        D^.GetData(DateIInitiale);
        Dispose(D,Done);
        {$ifndef test}
        AquisitionFlag:=true;
        Armeaza(DateIInitiale.TimpMasura,'Integrator');
        repeat
            Desktop^.Lock;
            if WaitDialog<>nil then
                begin
                    Desktop^.Delete(WaitDialog);
                    WaitDialog^.UpDate;
                    Desktop^.Insert(WaitDialog);
                end;
            Desktop^.Unlock;
            {$ifdef debug}
            gotoxy(70,24);
            write(periodic);
            {$endif}
        until TimeOut=true;
        AquisitionFlag:=false;
    end;

```

```

Anuleaza;
{$endif}
Shout;
D:=MakeIndexFinal;
D^.SetData(DateIFinale);
C:=Desktop^.ExecView(D);
if C=cmOk then
begin
D^.GetData(DateIFinale);
Dispose(D,Done);
{aici urmeaza calculul energiei}
ParamResult[1]:=longint(@SirRezultat);
for G:=0 to NrGrupe-1 do
for I:=0 to 7 do
with
DateGrupa[G].grupa[I],DateCanale^[G*8+I],DateGen,DateIInitiale
do
begin
with DateCalculContor do
Kp:=K*Ku*Ki;
NrImpulsuri:=NrImpInt255*256+255-NrImpulsWait;
W3:=NrImpulsuri/(ConstConversie*Kp);
if W3=0 then
Eps:=1 {valoare conventionala}
else
Eps:=(((DateIFinale.Indexuri[G*8+I]-Indexuri[G*8+I])-
W3)/W3)*100;
ParamResult[0]:=longint(G*8+I+1);
Str(Eps:6:3,SirRezultat);
DafData[G*8+I]:=SirRezultat;
if abs(Eps)>DateSetUpIntegrator.ErAdmisa then {asta este
eroarea acceptata}
begin
FormatStr(DinEResultStrData^[G*8+I],ESirCanal,ParamResult);
SirRezultat:='respins';
FormatStr(DinResultStrData^[G*8+I],ESirCanal,ParamResult);
ResultBoolData[G*8+I]:=false;
end
else

```



```

begin
FormatStr(DinEResultStrData^[G*8+I],FSirCanal,ParamResult);
    SirRezultat:='admis';
    FormatStr(DinResultStrData^[G*8+I],FSirCanal,ParamResult);
    ResultBoolData[G*8+I]:=true;
end;

Str(NrImpulsuri:2,SirRezultat);
FormatStr(DinIResultStrData^[G*8+I],FSirCanal,ParamResult);

{$ifdef test}
SirRezultat:='admis';
FormatStr(DinResultStrData^[G*8+I],FSirCanal,ParamResult);
ResultBoolData[G*8+I]:=true;
{$endif}

end;
TitluCurent:='Verificare integrator';
CodProbaCurenta:=VERIF_INTEGRATOR;
ResultWindow:=MakeResultWd('Verificare integrator',"CeAfisam);
with ResultWindow^ do
    SetData(EFResultStrData);
    Desktop^.insert(ResultWindow);
    Resultwindow^.DrawView;
    MenuBar^.EventMask:=0;
    SlaveDrawForm(1);
    SlaveDrawForm(2);
    SlaveDrawData1;
    SlaveDrawData2;
    MyIdleFlag:=0;
    Discommands:=[cmMenu];
    DisableCommands(Discommands);
    DisCommands:=[cmStopAchizitie,cmNrImp];
    EnableCommands(DisCommands);
    StatusLine^.draw;
end
else
    Dispose(D,Done);
end
end

```

```

else
    Dispose(D,Done);
afara: end;
procedure TMyApp.TestEtalon;

var DisCommands:TCommandSet;
    L:longint;
begin
    EtalonWindow:=MakeEtalonWd;
    L:=0;
    EtalonWindow^.SetData(L);
    Desktop^.Insert(EtalonWindow);
    MyIdleFlag:=2;
    DisCommands:=[cmMenu,cmDispOpt];
    DisableCommands(DisCommands);
    DisCommands:=[cmStopAchizitie];
    EnableCommands(DisCommands);
    StatusLine^.draw;
end;

```

```

var MyApp:TMyApp;

```

```

begin
    {$ifdef test}
    randomize;
    {$endif}
    MyApp.Init;
    if OkInit then
        MyApp.Run;
    MyApp.Done;
end .

```

unit globals;

[ANEXA 2]

interface

uses dos,tipuri,contcoll,objects,obload,dialogs,myobj;

{ variabile globale }

var

RC2hsp:word;

OkInit:boolean;

NouaCIPrec:real;

RC3hsp:word;

VecheaCIPrec:real;

ResultWindow:PDialog;

EtalonWindow:PDialog;

Comrec:array[0..1] of string[10];

RC4hsp:word;

SirRezultat:string;

ParamResult:array[0..1] of longint;

MascaMenuBar:word;

PMsgCuplaProtectie:pstring;

RC1hsp:word;

var

SetUpPort:PSetUpPort;

VStatus8253:word;

VPortContor1:word;

Daf:TSetUpDaf;

SetUpCale:TSetUpCale;

{ contine 1,2,3,4 in functie de com1,com2,com3,com4 pt Daf1,Daf2 }

AssignDaf1:TAssignMon;

AssignDaf2:TAssignMon;

Datecanale:PDateCanale;

DateGen:TDateGen;

DateOperator:TDateOperator;

DateInitiale:TDateIntegrator;
DateIFinale:TDateIntegrator;
DateSetUpIntegrator:TSetUpIntegrator;

DateVerifGol:TDateVerif;
DateVerifSensib:TDateVerif;

TabBuletin:TTabBuletin;
LineCount:integer;

AquisitionFlag:boolean;
MyIdleFlag:integer;
CeAfisam:word;
OptiuneImpulsuri:boolean;
EroareInit:string;

SlaveFlag:array[1..2] of boolean; {arata daca la slave se afiseaza toate
canalele}
SlaveChannel:array[0..1] of 0..NrMaxCanale-1;

DafData:TResultStrData;
DinResultStrData:PResultStrData;
FResultStrData:PResultStrData;

DinIResultStrData:PResultStrData;
IFResultStrData:PResultStrData;

DinEResultStrData:PResultStrData;
EFResultStrData:PResultStrData;

ResultBoolData:TResultBoolData;
LProbeCunoscute:PRecCollection;
LProbeGolCunoscute:PRecCollection;

CaleVcontor:PathStr;
Whole_RezFileName:^PathStr;
WithoutPath_RezFileName:^PathStr;

```
ResFileName:PathStr;
ProbeResFileName:PathStr;
ProbeGolResFileName:PathStr;
NumeCntResFileName:PathStr;
```

```
DialogFileName:PathStr;
CFGFileName:PathStr;
{RezultFileName:PathStr;}
```

```
{DialogFileName nu mai e in unitul myvres}
```

```
VerificareCurenta:integer;
VerificareGolCurenta:integer;
IndexNumeContorCurent:integer; {tine minte marca contor}
                                {index in colectie}
FisierCurentGlob:string;
ProbaCurenta:string;
SirKe:string;
CodProbaCurenta:integer; {0 clprec, 1 gol, 2 sensib, 3 integrator}
TitluCurent:string;
NumeInRes:string;
SeFaceClPrec:boolean;
ClasaPrecAlarm:boolean;
GlobScreenMode:word;
```

```
{variabile globale pt achizitia in asamblare}
```

```
const GSize=SizeOf(TDateGrupa);
      Text=0;
      Grafic=1;
var
  DateGrupa:Array[0..NrGrupe-1] of TDateGrupa;
  ContoareGata:TTabContoare;
  CiteContoareGata:integer;
  DatePorturi:Array[0..Nrgrupe-1] of TDatePortGrupa;
  ValContEtalon:word;
  { PesteCap}
  OldEtalon:word;
  NPesteCapAbs:word;
```

```
NrCanalCurent:word;
```

```
implementation
```

```
var I:integer;
```

```
    FD:dirstr;
```

```
    FN:namestr;
```

```
    FE:extstr;
```

```
begin
```

```
    NPesteCapAbs:=0;
```

```
    FSplit(FExpand(ParamStr(0)),FD,FN,FE);
```

```
    CaleVcontor:=FD;
```

```
    ResFileName:=CaleVcontor+'Contoare.cnt';
```

```
    ProbeResFileName:=CaleVContor+'Probe.cnt';
```

```
    ProbeGolResFileName:=CaleVContor+'ProbeGol.cnt';
```

```
    NumeCntResFileName:=CaleVcontor+'NumeCnt.cnt';
```

```
    DialogFileName:=CaleVcontor+'Dialo.dia';
```

```
    CFGFileName:=CaleVContor+'Vcontor.cfg';
```

```
    {RezultFileName:='';}
```

```
    SetUpPort:=nil;
```

```
    SeFaceClPrec:=false;
```

```
    for I:=0 to NrMaxCanale-1 do
```

```
        ResultBoolData[I]:=false;
```

```
    for I:=0 to 69 do
```

```
        TabBuletin[I]:=nil;
```

```
    DateOperator.Operator:='';
```

```
    DateOperator.Verificator:='';
```

```
    New(DinResultStrData);
```

```
    New(DinIResultStrData);
```

```
    New(DinEResultStrData);
```

```
    FResultStrData:=DinResultStrData;
```

```
    IResultStrData:=DinIResultStrData;
```

```
    EResultStrData:=DinEResultStrData;
```

```
    GlobScreenMode:=text;
```

```
    New(Whole_RezFileName);
```

```
    New(WithoutPath_RezFileName);
```

```
    for i:=1 to NrMaxCanaleDaf do
```

```
        begin
```

```
AssignDaf1[i]:=i;  
AssignDaf2[i]:=i+16;  
end;  
SetUpCale.CaleSalvare:='c:\contor\';  
{SetUpCale.CaleBackUp:='a\';;}  
  
end.
```

unit tipuri;

[ANEXA 3]

interface

uses myobj,objects,dos;

const

PathToDrivers='D:\tp6\BGI';

Toate16=true;

Unudin16=false;

CClasa=15;

CAlarm=12;

MesajCuplaInexistenta:string='Cupla de protectie inexistenta';

const NrMaxCanale=32;

NrMaxCanaleDaf=16;

NrGrupe=4;

cmVeziEtalon=195;

cmNumeCnt=196;

cmProbeGol=197;

cmConfigGen=198;

cmConfigCanale=199;

cmAchizitie=200;

cmBuletin=201;

cmStopAchizitie=202;

cmCunoscute=203;

cmConfigUnica=204;

cmProbe=205;

cmMersInGol=206;

cmSensib=207;

cmIntegr=208;

cmAchizitiePrima=209;

cmDispOpt=210;

cmProbaNoua=211;

cmSalvProba=212;

cmConstProba=213;

cmBGeneral=214;

cmBIndividual=215;

cmLoadProba=216;

cmSelectCh=217;

cmPrintBuletin=218;


```
cmConstUnice=219;
cmTestEtalon=220;
cmNrImp=222;
cmProbaFinala=223;
cmSupGol=224;
cmSupSensib=225;
cmSupIntegrator=226;
cmCanalSerial=227;
cmMonitor1=228;
cmMonitor2=229;
cmCaleSalvare=230;
cmSetColor=231;
```

```
const
```

```
PortGrupa0=$1b0;
PortGrupa1=$1b1;
PortGrupa2=$1b4;
StatusPPI1=$1b3;
PortGrupa3=$1b5;
PortGrupa4=$1b5;
PortGrupa5=$1b6;
StatusPPI2=$1b7;
PortContor0=$1b8; { schimbare 1b8 in 1b9!!!!!!}
PortContor1=$1b9;
PortContor2=$1ba;
Status8253=$1bb;
cunoscut=0;
direct=1;
montaj_direct=0;
montaj_indirect=1;
indirect=2;
activ=0;
reactiv=1;
yes=true;
no=false;
SirVid:string="";
PSirVid:PString=@SirVid;
VERIF_CLASA_PRECIZIE=0;
VERIF_GOL=1;
VERIF_SENSIB=2;
```

```

VERIF_INTEGRATOR=3;

const Clasa_Precizie='Clasa precizie ';
type
  TSetUpDaf=record
    Daf2:word;
    Daf1:word;
  end;
  TSetUpCale=record
    CaleSalvare:PathStr;
    {CaleBackUp:PathStr;}
  end;
  TAssignMon=array[1..NrMaxCanaleDaf] of word;
  TDateGen=record
    Ke:real;          { constantă contor etalon}
    ConstConversie:byte; { impuls/rotatie}
    NrImpDeVerificat:byte;
    TipContor:word;    { activ sau reactiv}
    Montaj:word;      { direct sau indirect}
    PColl:PREcCollection;
    Poz:integer;
    NumeContor:string;
  end;
  TDateOperator=record
    Operator:string[20];
    Verificator:string[20];
  end;
  TConstContor=record
    CentruSubunit:string[12];
    TipContor:string[12];
    NrAlb:string[12];
    Seria:string[12];
    IndexContor:string[12];
    StareContor:string[12];
    RezistIzolatie:string[12];
    CIPrecImpusa:real;
  end;
  TAlegereContor=record
    CodContor:word; { cod cunoscut,direct,indirect}
    NrCanal:byte;

```

```

        {Activ:word;}
    end;
TDateIntegrator=record
    Indexuri:Array[0..NrMaxCanale-1] of real;
    TimpMasura:byte;
    ErAdmisa:real;
end;
TSetUpIntegrator=record
    TimpMasura:byte;
    ErAdmisa:real;
end;
TDateVerif =record
    TimpMasura:byte;
    NrImpulsuri:byte;
end;
PDateCalculContor=^TDateCalculContor;
TDateCalculContor=record
    K:real;
    U:string[17];
    I:string[7];
    Ku:real;
    Ki:real;
end;
TDateColectie=record
    PColectie:PRecCollection;
    Pozitiacurenta:integer;
end;

TDateCanalX=record
    AlegereContor:TAlegereContor;
    DateCalculContor:TDateCalculcontor;
    ConstContor:TConstContor;
    KeKpC:real;
    ClasaPrecizie:real;
    NrImpulsuri:longint;    {doar pt test nr imp de la etalon}
    NrImpInt255:word;
end;
PDateCanale=^TDateCanale;
TDateCanale=array[0..NrMaxCanale-1] of TDateCanalX;
PResultStrData=^TResultStrData;

```

```

TResultStrData=array[0..NrMaxCanale-1] of string;
TResultBoolData=array[0..NrMaxCanale-1] of boolean;

PTabContoare=^TTabContoare;
TTabContoare=array[0..7] of byte;
{PesteCap}
TDateCanal=record
    NrImpulsWait:byte; {se initializeaza cu 1}
    EtalonStart:word; {apoi se rearmeaza cu TDateGrupa.NrImp}
    EtalonEnd:word;
    NpCapAbsOld:word;
    NpCapAbsNew:word;
end;
PTabBuletin=^TTabBuletin;
TTabBuletin=array[0..69] of PString;
{ tipuri de date pt achizitia din asamblare}
PDateGrupa=^TDateGrupa;
TDategrupa=record
    DeplPort:word;
    Ostate:byte;
    NrImp:byte;
    grupa:array[0..7] of TDateCanal;
end;
TDatePortGrupa=record
    port:word;
    octet:byte;
end;

```

implementation
end.

Buletin de verificare nr. 140998BA
 Data: Sep 18, 1998 1:21pm
 F.R.E. Deva
 Contor positionat pe canalul 4

Centru/Subunitatea	DEVA
Tip contor/an fabr.	T-2CR32P
Nr. ALB	
Seria contor	0008263
Const contor (rot/kwh)	1920.000
U/u	100
I/i	5
Constanta conversie imp/rot	1
Index contor	1,18
Stare integritate contor	ADMIS
Rezistenta izolatie	100
Clasa precizie impusa	2.500
Probe de precizie	Erori relative
sinfi=1 100%Ib	2.054
sinfi=1 50%Ib	1.671
sinfi=1 20%Ib	1.481
sinfi=1 10%Ib	1.197
sinfi= 0.5 50%Ib	2.054
sinfi= 0.5 20%Ib	2.150
Verificari in gol	
mers in gol	admis
Sensibilitate	admis
Integrator	admis
Concluzii	admis

Verificarile s-au facut in urmatoarele conditii:

Verificari in gol	Timp Masura	5	
	Numar Impulsuri	1	
Sensibilitate	Timp Masura	6	
	Numar Impulsuri	2	
Integrator	Timp Masura	6	180
			100
			= 80

Verificare conform NTM 4-33-83
 Contor etalon seria 1602
 CE n.r. 57/97.

OPERATOR

VERIFICATOR

Buletin de verificare nr. 1103582A

Mar 11, 1998 9:20am

Nr Ort	Seria contor	Caracteristici		Rezultat	Centru/ Subunitate	Nr ALB	Tip Contor	Obs.
		U	I					
1	2931759	34380	5A	admis	FRE		2CA43	
2	4298147	34380	5A	admis	FRE		2CA43	
3	0424018	34380	5A	admis	FRE		2CA43	
4	0031893	34380	5A	admis	FRE		2CA43	
5	0599316	34380	5A	admis	FRE		2CA43	
17	1149117	34380	5A	admis	FRE		2CA43	
18	8330299	34380	5A	admis	FRE		2CA43	
19	0907357	34380	5A	admis	FRE		2CA43	
20	4329490	34380	5A	admis	FRE		2CA43	
21	1180425	34380	5A	admis	FRE		2CA43	

OPERATOR FLORI 1-5 MARI 17-21

VERIFICATOR LALE

Buletin de verificare nr. 1103928B

Mar 11, 1998 10:48am

Nr Ort	Seria contor	Caracteristici		Rezultat	Centru/ Subunitate	Nr ALB	Tip Contor	Obs.
		U	I					
1	6140684	34380	20(40)A	admis	FRE		2CA43	
2	6140848	34380	20(40)A	admis	FRE		2CA43	
3	1779853	34380	20(40)A	admis	FRE		2CA43	
4	7295072	34380	20(40)A	admis	FRE		2CA43	
5	2254177	34380	20(40)A	admis	FRE		2CA43	
17	1900529	34380	20(40)A	admis	FRE		2CA43	
18	1639412	34380	20(40)A	admis	FRE		2CA43	
19	1617504	34380	20(40)A	admis	FRE		2CA43	
20	1024834	34380	20(40)A	admis	FRE		2CA43	
21	4118294	34380	20(40)A	admis	FRE		2CA43	

OPERATOR

VERIFICATOR

EULETIN DE VERIFICARE NR:

DATA CURENTA : 20.08.92

CARACTERISTICI TEHNICE

CONTOR1

CONTOR2

CONTOR3

CONTOR4

VERIFICARI METROLOGICE

SERIA	1096526	109289	0025988	0959269
CONSTANTA C (ROT/KWH)	12400.0000 ✓	2000.0000 ✓	2000.0000 ✓	1920.0000 ✓
KU	1	1	1	1
KI	1	1	1	1
CONSTANTA CONV. (IMP/ROT)	4	4	4	4
AMPLITUDE(V)	111.88	12.37	12.44	11.88
DURATA(ms)	151.79	51.79	48.83	50.94
EROARE AMPLITUDE(%)	-0.98	3.10	3.67	-0.98
EROARE DURATA(%)	13.58	3.58	-2.34	1.88
CLASA DE PRECIZIE(%)	100.00	1.00	1.00	1.00
CLASA PREC. COSφ=1;100%IB	-0.07	0.56	0.22	-0.27
CLASA PREC. COSφ=1;50%IB	0.13	0.33	0.22	0.48
CLASA PREC. COSφ=1;20%IB	-0.13	0.33	0.22	0.11
CLASA PREC. COSφ=1;10%IB	-0.00	0.45	-0.33	0.59
CLASA PREC. COSφ=1;5%IB	-0.00	0.39	-0.61	0.16
CLASA PREC. COSφ=0.5;50%IB	0.54	-0.28	1.18	0.86
CLASA PREC. COSφ=0.5;20%IB	-0.60	-0.17	-0.72	-0.53
CLASA PREC. COSφ=0.8;50%IB	0.07	0.56	1.12	0.75
PROBA DE SENSIBILITATE	ADMIS	ADMIS	ADMIS	ADMIS
PROBA DE MERS IN GOL	ADMIS	ADMIS	ADMIS	ADMIS
REZISTENTA DE IZOLATIE	-256	100	100	100
STARE INTEGRITATE CONTOR	BUNA	BUNA	BUNA	BUNA
INDEX CONTORI	100003.7	0002.23	0001.3	00003.2
CONCLUZII	1			

OPERATOR:

VERIFICATOR: