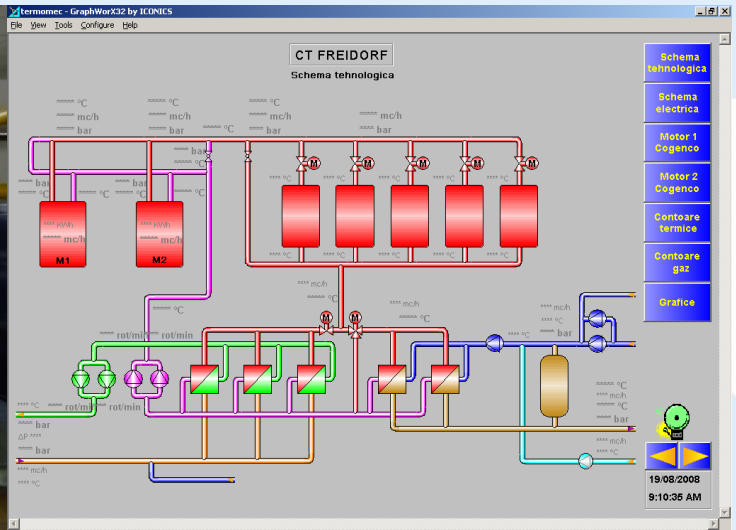


# Teza de doctorat

## Contribuții privind implementarea sistemelor de automatizare, măsură și control în centralele termice cu cogenerare



Coordonator științific:  
**Prof.dr.ing. Alexandru VASILIEVICI**

Doctorand:  
**Ing. Petrică BOTEZATU**

# CUPRINS

<b>CAPITOLUL I Introducere.</b>	.1
I.1. Obiectul și actualitatea temei.	.1
I.2. Obiectivele și structura tezei.	.2
I.3. Realizarea și oportunitatea tezei.	.4
<b>CAPITOLUL II Cogenerarea - o soluție modernă pentru creșterea eficienței energetice.</b>	.5
II.1. Situația generală a termoficării în România.	.5
II.2. Conceptul de sistem energetic de interes local.	.11
II.3. Soluții pentru modernizarea și rentabilizarea activității de termoficare.	.15
II.3.1. Instalații termoelectrice cu cogenerare.	.19
II.3.2. Centrala termică pe cogenerare din cartierul Freidorf din Timișoara.	.24
II.4. Concluzii.	.28
II.5. Contribuții proprii și originale.	.30
<b>CAPITOLUL III Principalele mărimi măsurate și monitorizate în centralele termice pe bază de cogenerare.</b>	.31
III.1. Cerințele specifice ale CET Freidorf.	.31
III.2. Traductoare și metode de măsură.	.32
III.2.1. Traductoare de debit.	.35
III.2.1.1. Traductoare electromagnetice.	.35
III.2.1.2. Traductoare cu ultrasunete.	.37
III.2.1.3. Traductoare cu turbină.	.41
III.2.2. Traductoare de temperatură.	.42
III.2.2.1. Traductoare termoelectrogeneratoare.	.43
III.2.2.2. Traductoare termorezistive.	.44
III.2.3. Traductoare de presiune.	.47
III.2.3.1. Traductoare de presiune cu elemente sensibile elastice.	.48
III.2.3.2. Traductoare de presiune cu elemente piezorezistive.	.50
III.2.3.3. Traductoare de presiune piezoelectrice.	.51
III.2.4. Contoare de energie termică.	.52
III.2.4.1. Soluții pentru măsurarea energiei termice.	.53
III.3. Rezultate ale măsurătorilor din CET Freidorf.	.59
III.4. Concluzii.	.64
III.5. Contribuții personale.	.66
<b>CAPITOLUL IV Dispecerat informatizat pentru centralele termice pe bază de cogenerare.</b>	.67
IV.1. Cerințele specifice pentru sistemul de automatizare al CET Freidorf.	.67
IV.2. Funcțiile unui sistem informatic de proces pentru rețele de energie termică.	.67
IV.2.1. Funcțiile de bază.	.67
IV.2.1.1. Funcția de teleurmărire.	.67
IV.2.1.2. Funcția de telegestiune.	.69
IV.2.1.3. Funcția de teleconducere.	.70
IV.2.2. Funcțiile speciale.	.70
IV.2.2.1. Funcția de inginer dispecer.	.71
IV.2.2.2. Funcția de analiză și supervizare	.71
IV.2.2.3. Funcția de inginer de sistem și ghid operator AMC.	.71

IV.3. Sisteme informatice de proces. Considerații generale. . . . .	.76
IV.3.1. Nivele de ierarhizare. . . . .	.76
IV.3.2. Considerații software. . . . .	.77
IV.3.3. Aplicații distribuite programate în timp real. . . . .	.78
IV.3.3.1. Elemente conceptuale ale sistemelor distribuite. . . . .	.78
IV.3.3.2. Conceperea și programarea aplicațiilor distribuite. . . . .	.78
IV.3.3.3. Sisteme de prelucrare distribuita a datelor. Obiective generale. . . . .	.79
IV.4. Structura hardware a unui sistem informatic de proces (dispecerat termic). . . . .	.80
IV.4.1. Elemente de interfață pentru traductoare și elementele de execuție. . . . .	.82
IV.4.2. Calculatoare de proces (EAD). . . . .	.88
IV.4.3. Descrierea succintă a sistemului SCADA general al CET Freidorf. . . . .	.93
IV.5. Concluzii. . . . .	.97
IV.6. Contribuții personale. . . . .	.97

**CAPITOLUL V Baze de date pentru sisteme informatice de proces.  
Filtrarea informațiilor la nivelul dispeceratului termic al  
C.E.T. Freidorf. . . . .** .98

V.1. Descrierea bazelor de date. . . . .	.98
V.1.1. Tipuri de baze de date. . . . .	.98
V.1.2. Sisteme de gestiune a bazelor de date . . . . .	.100
V.2. Aspecte tehnico-economice privind bazele de date pentru aplicații în timp real. . . . .	.103
V.3. Interfața om - mașină a SGBD. Tipuri de ferestre de interfațare. . . . .	.106
V.3.1. Hărți sinoptice. . . . .	.106
V.3.2. Reprezentarea sub forma de bargraf. . . . .	.110
V.3.3. Ferestre cu grafice de evoluție în timp. . . . .	.113
V.3.4. Ferestre de evenimente. . . . .	.119
V.3.5. Ferestre de Raportare. . . . .	.121
V.3.6. Fereastra de alarmare. . . . .	.127
V.3.7. Ferestre pentru execuția comenzilor. . . . .	.129
V.3.8. Ferestre de afișare a datelor de la contoarele din CET Freidorf. . . . .	.131
V.3.9. Ecranul de sinteză (Tabelar). . . . .	.132
V.3.10. Fereastra de stare a sistemului. . . . .	.133
V.4. Concluzii. . . . .	.135
V.5. Contribuții personale. . . . .	.135

**CAPITOLUL VI Optimizarea curbelor de sarcină a CET Freidorf utilizând  
metoda planelor factoriale. . . . .** .136

VI.1. Generalități. . . . .	.136
VI.2. Natura metodei. . . . .	.138
VI.2.1. Metoda clasică de experimentare. . . . .	.138
VI.2.2. Metoda planelor factoriale. . . . .	.139
VI.3. Etapele aplicării metodei planelor factoriale. . . . .	.139
VI.3.1. Alegerea modelului. . . . .	.139
VI.3.2. Stabilirea unui plan factorial complex. . . . .	.140
VI.3.3. Experimentarea. . . . .	.142
VI.3.4. Determinarea efectelor. . . . .	.142
VI.3.5. Verificarea valabilității modelului. . . . .	.143
VI.3.5.1. Verificarea nivelului semnificativ al efectelor. . . . .	.143
VI.3.6. Analiza corespondenței modelului cu datele experimentale. . . . .	.145
VI.4. Aplicarea Metodei Planelor Factoriale. . . . .	.146

VI.5. Concluzii.	.156
VI.6. Contribuții personale.	.157
<b>CAPITOLUL VII Concluzii și perspective.</b>	<b>.158</b>
VII.1. Rezultatele cercetării.	.158
VII.2. Concluziile principale.	.159
VII.3. Contribuțiile personale și originale.	.161
VII.4. Perspectivele continuării studiului.	.163



# CAPITOLUL I

## Introducere

### I.1. Obiectul și actualitatea temei

Sectorul energetic în general, precum și domeniul producerii de energie electrică și/sau termică, în contextul noii crize energetice globale, a apariției problemelor de mediu și a crizei financiare mondiale, reprezintă zone în care optimizările, reducerea impactului asupra mediului, precum și creșterea eficienței economice sunt singurele alternative. De aceea, actualitatea temei este indiscutabilă.

Din perspectiva producției de energie termică, controversa centralizat/distribuit (specifică mai degrabă pieței energiei electrice) devine controversa centralizat/individual. Pentru ariile cu densitate de locuire ridicată, cum sunt localitățile urbane cu clădiri de locuințe multietajate, problema a fost de mult tranșată în favoarea producerii centralizate a căldurii, în regim de termoficare, datorită avantajelor multiple și evidente.

În România ultimilor ani, conceptul de termoficare a fost complet marginalizat, ignorat și abandonat. Revigorarea acestei soluții tehnice viabile poate fi făcută apelând și la conceptul de cogenerare, mult mai larg, așa cum vom arăta în paginile următoare.

Termoficare contribuie la creșterea eficienței utilizării energiei, la menținerea unui mediu ambiant mai curat dar și la realizarea unui climat economic sănătos. Punctul de plecare pentru reconsiderarea producerii combinate și al transportului și distribuției de energie electrică și termică se regăsește în acordul semnat la Kyoto în 1998, prin care țările industrializate s-au angajat să reducă, până în anul 2012, emisiile poluante cu 15% față de nivelul anului 1990. Numai statele din Uniunea Europeană s-au angajat să dubleze ponderea producerii de energie prin cogenerare, de la 9% la 18%, până în 2010, ceea ce constituie un procent de 4% din emisiile totale de CO<sub>2</sub>, știut fiind că, în țările europene, cererea de energie termică a fost acoperită într-o mică măsură prin termoficare, excepție făcând doar câteva țări ca Danemarca, Suedia sau Norvegia [64].

Faptul că, în secolul 21, rolul termoficării va crește, făcând din producerea combinată a electricității, a căldurii dar și a frigului, o necesitate, reprezintă o certitudine împărtășită de tot mai mulți specialiști [65].

Termoficarea cu abur (cogenerarea) în grupurile de putere mare (de regulă 50 MW sau 125 MW și chiar mai mult), are ca produs principal energia electrică. Unele centrale termice orașenești, de puteri mai mici, se află în exploatarea unor societăți comerciale care aparțin consiliilor locale. Activitatea de transport și distribuție a energiei termice revine, de regulă, societăților comerciale specializate, aparținând consiliilor locale și, mai rar, unor firme private.

Pe lângă măsurile specifice privind izolațiile, etanșezările, schimbătoarele moderne de căldură, vane și compensatori noi, în întreg circuitul primar sau secundar, dotarea punctelor termice cu instalații de automatizare, contorizare și dispecerizare, regulatoare de presiune și de debit, pompe cu turație variabilă constituie o preocupare din ce în ce mai des întâlnită în rândul companiilor de distribuție a energiei termice, singurul obstacol real în calea aplicării acestor soluții tehnice fiind, cu câteva excepții la nivelul României, lipsa fondurilor necesare .

În marile orașe activitatea de modernizare a rețelei de termoficare (implementarea echipamentelor moderne de reglaj, de măsură și contorizare, crearea de centrale pe bază de cogenerare) este impulsionată de fondurile acordate sub formă de credite rambursabile sau nerambursabile de către Comisia Europeană. sau alte organisme financiare internaționale sau chiar naționale [72].

La noi în țară există, la ora actuală, numeroase firme implicate în acțiunile de modernizare a rețelelor de termoficare, în perspectiva alinierii activității de producere, transport și distribuție a energiei termice la standardele internaționale tip ISO 9000 pentru Managementul Calității și ISO 14000 privind Managementul Mediului, știut fiind că, în țările dezvoltate, există sisteme performante pentru gestiunea energiei.

S.C. Colterm S.A. Timișoara a demarat numeroase programe de modernizare, reabilitare și rentabilizare a activității de termoficare în municipiul de pe Bega. Una dintre direcțiile în care s-a acționat a fost chiar introducerea unor microcentrale termoelectrice pe bază de cogenerare, acolo unde termoficarea nu era rentabilă, din cauza distanțelor și a pierderilor în rețea. Un prim exemplu îl constituie chiar CET Freidorf, unde, pe amplasamentul unui vechi punct termic, s-a realizat o centrală complet automatizată, pe bază de cogenerare. Obiectivul a fost în întregime executat și parțial proiectat de către Confort S.A. Timișoara, autorul implicându-se, încă de la început, în concepția, proiectarea și executarea lucrărilor, aducând numeroase soluții originale în acest sens.

## **I.2. Obiectivele și structura tezei**

Obiectivul principal al acestei lucrări constă în optimizarea funcționării unor sisteme moderne destinate automatizării, monitorizării și dispecerizării activităților de producere a energiei termice în regim de cogenerare, care să conducă la o mai bună funcționare a ansamblului, la o cunoaștere corectă a cantităților de căldură vehiculate și nu în ultimul rând, la asigurarea unui climat de transparență totală între prestatorul de servicii publice și consumator.

Se are în vedere creșterea fiabilității întregului ansamblu care concurează la buna desfășurare a activității de termoficare și nu numai contorizarea energiei termice sau a apei calde menajere produse, dar fără a lua în considerare modificarea infrastructurii (rețeaua propriu-zisă, schimbătoarele de căldură, pompele etc.). Unul din obiectivele principale este optimizarea funcționării centralei termice pe cogenerare, sub aspectul producerii combinate și corelate de energie termică, electrică și apă caldă menajeră, știut fiind că producerea de energie electrică în profit sau fără penalități este posibilă doar în anumite perioade.

Aplicarea acestor sisteme trebuie să conducă la rezultate imediate concretizate în creșterea randamentului ansamblului și identificarea rapidă și eficientă a defecțiunilor sau a pierderilor. Aspectul economic este cel esențial, chiar dacă la început o astfel de investiție înseamnă niște costuri importante, ea se amortizează în timp scurt datorită creșterii randamentului activității în ansamblu.

Întrebarea centrală la care se încearcă a se găsi un răspuns în paginile acestei teze este: "Ce trebuie făcut pentru a eficientiza activitatea de termoficare în contextul introducerii sistemelor de cogenerare?".

Întregul demers teoretic și aplicativ este subordonat acestui imperativ și este realizat din perspectiva celui care concepe sistemul de automatizare, dar în directă legătură cu beneficiarul acestuia (prestatorul de utilități publice).

S-a încercat a se evita o separare clară între conținutul teoretic și cel aplicativ, în scopul de a evidenția interdependența dintre cele două. Fiecare capitol al tezei a fost gândit ca să ofere, alături de un breviar teoretic și rezultatele cercetării aplicative în domeniu.

Problematica abordată, atât prin aspectele teoretice cât și prin cele aplicative, este subordonată următoarelor obiective majore:

- Formularea problemelor care intervin în funcționarea centralelor termice pe bază de cogenerare;
- Determinarea principalilor parametri care intervin în funcționarea unei centrale termice și a unei rețele de termoficare;
- Analiza modului în care se măsoară acești parametri;
- Sinteza bibliografică a principalelor tipuri de transductoare întâlnite în rețelele de termoficare;
- Alegerea metodelor și mijloacelor de măsurare;
- Exemplificarea unor soluții tehnice originale destinate măsurării sau achiziției mărimilor de interes;
- Caracterizarea performanțelor unor soluții de măsurare, atât în regim staționar cât și dinamic;
- Identificarea funcțiilor și a structurii unui dispecerat automatizat pentru centrala termică pe bază de cogenerare;

- Implementarea unui sistem integrat de automatizare, măsură și control a funcționării centralei termice;
- Descrierea structurii și a configurației hardware a unui dispecerat automatizat;
- Conceperea bazelor de date cu care operează software-ul implementat într-un sistem complex de automatizare măsură și control a funcționării centralei termice;
- Filtrarea informațiilor obținute din proces, prin utilizarea unor algoritmi performanți;
- Elaborarea unui software performant care să opereze cu acești algoritmi, în scopul creării unui dialog eficient și simplu între operatorul uman și sistemul propriu-zis;
- Optimizarea informațiilor culese din proces și a sistemului în ansamblu;
- Creșterea eficienței prelucrării informației;
- Prezentarea aplicației concrete, care vizează astfel de sisteme de automatizare, măsură și control, concepută de către autor și implementată la CET Freidorf;
- Propunerea unor soluții tehnice originale vizând domeniul automatizării producției, transportului și distribuției de energie termică;
- Evidențierea aspectelor economice care decurg din implementarea acestor rezultate ale cercetării aplicative;
- Expunerea unor rezultate obținute în urma implementării acestor sisteme;
- Determinarea unor posibile direcții de continuare a cercetării aplicative în domeniu, direcții justificate în primul rând de considerente economice.

În structurarea lucrării s-a urmărit expunerea clară a fiecărei probleme, înșiruirea logică, I nu în ultimul rând trecerea gradată de la simplu la complex, respectiv divergența și convergența ideilor.

Lucrarea este structurată pe 7 capitole (incluzând Introducerea și Concluziile), Referințele bibliografice, precum și Anexele principale.

În prezentarea lucrării s-a optat pentru varianta precizării semnificației notațiilor și simbolurilor la prima utilizare a acestora sau ori de câte ori s-a considerat necesar, astfel încât nu mai este necesară o listă separată pentru simbolurile utilizate.

În Capitolul II se evidențiază conceptul de cogenerare precum și situația actuală a termoficării în România, pornind de la un studiu concret al pieții energetice de la noi din țară. Apoi se expun câteva elemente legislative specifice, precum și câteva soluții tehnice pentru reabilitarea sistemului. Ca studiu de caz, se insistă asupra descrierii CET Freidorf - Timișoara.

În prima parte a Capitolului III se descriu principalele mărimi măsurate în domeniul producerii, transportului și distribuției de energie termică, alături de soluțiile tehnice și traductoarele cele mai frecvent utilizate (traductoare de temperatură, de debit, de presiune, de nivel și ansambluri de măsurare a energiei termice). În cea de-a doua parte sunt evidențiate rezultatele măsurătorilor efectuate cu aceste traductoare.

Capitolul IV este dedicat Dispeceratului sistemului de producție, transport și distribuție energie termică. Se insistă asupra configurației acestui Dispecerat în varianta automatizată, precum și asupra ierarhizării elementelor constituente. Este descrisă și stabilirea protocoalelor de comunicație între acestea. Este surprinsă structura hardware a întregului ansamblu, în ipoteza conducerii procesului printr-un sistem tip SCADA. Toate aplicațiile sunt cu referire directă la CET Freidorf.

Bazele de date utilizate în conducerea acestor procese sunt prezentate succint în Capitolul V. În acest capitol se acordă o atenție deosebită și algoritmilor utilizați pentru filtrarea informațiilor conținute în bazele de date. Conceperea unui mod eficient de interfațare om - mașină este unul din obiectivele declarate ale întregului demers. Acest capitol conține și o parte din secvențele de program utilizate pentru conceperea acestei interfețe, din punct de vedere al aplicației software care rulează în sistem.

Capitolul VI începe cu unele noțiuni legate de urmărirea și conducerea proceselor tehnologice, cu aplicabilitate la domeniul producției, transportului și distribuției de energie termică. Optimizarea pe baze matematice a automatizărilor industriale este un alt obiectiv fundamental al acestei lucrări, fiind amplu dezbătută. Ca metodă de optimizare este aleasă Metoda Planelor Factoriale. În ultima parte a acestui capitol este detaliată aplicarea acestei metode.



Fiecare capitol se încheie cu un subcapitol destinat concluziilor specifice precum și cu un subcapitol care evidențiază contribuțiile personale și, după caz originale, ale autorului.

Capitolul VII sintetizează concluziile specifice fiecărui capitol anterior și evidențiază contribuțiile personale sau originale ale autorului. Sunt descrise și posibilitățile de continuare a studiului.

### **I.3. Realizarea și oportunitatea tezei**

Această teză este rezultatul cercetărilor și studiilor efectuate de către autor, care s-a implicat direct în proiectarea și realizarea obiectivului de la CET Freidorf, lucrând în cadrul S.C. Confort S.A., pentru furnizorul de utilități publice COLTERM S.A. Timișoara.

Ea reflectă și unele preocupări actuale ale prestatorilor de servicii și furnizorilor de utilități publice din teritoriu (Regii Autonome de Termoficare sau alte Societăți Comerciale de profil), cererea de asemenea sisteme automatizate fiind în continuă creștere. Beneficiarii acestor sisteme contribuie activ la materializarea soluțiilor tehnice propuse, atât prin definirea problemelor cât și prin sprijinul acordat în asimilarea acestora și nu în ultimul rând prin observațiile și sugestiile privind comportamentul în exploatare al ansamblului. Finalitatea practică și justificarea economică este scopul fundamental al oricărei cercetări aplicative, deci și a întregului demers al acestei lucrări.

Lucrarea de față se înscrie și în rândul preocupărilor actuale ale specialiștilor de la Catedra de Electroenergetică a Facultății de Electrotehnică și Electroenergetică din Universitatea POLITEHNICA din Timișoara vizând îmbunătățirea randamentelor proceselor de cogenerare, măsurarea cât mai exactă a energiei termice produsă și vehiculată și nu în ultimul rând automatizarea proceselor energetice în ansamblul lor.

## **CAPITOLUL II**

### **Cogenerarea - o soluție modernă pentru creșterea eficienței energetice**

#### **II.1. Situația generală a termoficării în România**

În România, dezvoltarea sistemelor de alimentare centralizată cu energie termică (SATC), sau, pur și simplu, a sistemelor de termoficare, a început în anii '60, când s-au construit centrale electrice de termoficare (CET), la care se urmărește în principal producerea de energie electrică, puterea standard a grupurilor de cogenerare fiind de cca. 50 MWe și, în al doilea rând, furnizarea agentului termic pentru încălzire sau prepararea apei calde. Energia electrică obținută în centralele termice cu cogenerare se folosește la antrenarea pompelor pentru recircularea agentului termic între centrala termică și consumatorul extern sau/și pentru furnizarea de energie electrică în sistemul național [72].

Așa cum am mai menționat, sistemele de termoficare contribuie la creșterea eficienței utilizării energiei, la menținerea unui mediu ambiant mai curat dar și la realizarea unui climat economic sănătos. Punctul de cotitură pentru reconsiderarea producerii combinate și al transportului și distribuției de energie electrică și termică se regăsește în protocolul semnat la Kyoto în 1998, prin care țările industrializate s-au angajat să reducă, până în anul 2012, emisiile poluante cu 15% față de nivelul anului 1990. Din păcate, numai statele din Uniunea Europeană s-au angajat să dubleze ponderea producerii de energie prin cogenerare, de la 9% la 18%, până în 2010, ceea ce constituie un procent de 4% din emisiile totale de CO<sub>2</sub>, știut fiind că, în țările europene, cererea de energie termică a fost acoperită într-o mică măsură prin termoficare, excepție făcând doar câteva țări ca Danemarca, Suedia sau Norvegia [76]. Faptul că, în secolul 21, rolul termoficării va crește, făcând din producerea combinată a electricității, a căldurii dar și a frigului, o necesitate, reprezintă o certitudine împărțită de tot mai mulți specialiști.

Cogenerarea sau CHP (combined heat and power – producerea combinată a căldurii și electricității) reprezintă producerea simultană a electricității și căldurii utilizând un singur combustibil cum ar fi de exemplu gazul natural, sau o varietate de combustibili care pot fi utilizați.

Producerea căldurii din procesul de generare a electricității (de exemplu prin eșaparea turbinelor de gaz) reprezintă capturarea și utilizarea gazelor eșapate pentru a furniza abur la un nivel scăzut sau înalt [85]. Aburul poate fi utilizat ca sursă de căldură pentru dubla întrebuintare și anume industrială și casnică și poate fi folosit de asemenea în turbinele de abur pentru generarea suplimentară de electricitate. Cogenerarea prin furnizarea simultană într-un anumit loc atât a căldurii cât și a electricității este o bună metodă folosită în străinătate, și mai ales în țările scandinave. Asupra aspectelor tehnologice vom insista mai pe larg în subcapitolele următoare.

Tehnologia de cogenerare are un randament sporit al conversiei față de metodele tradiționale de generare valorificând căldura ce ar putea fi risipită. Aceasta poate rezulta în mai mult decât dublarea randamentului termic sau obținerea de valori însemnate pentru cantitatea de energie termică livrată. De asemenea, emisiile de dioxid de carbon pot fi reduse substanțial. În plus, căldura produsă este disponibilă pentru a fi utilizată, fără a fi necesară arderea suplimentară a unui combustibil primar.

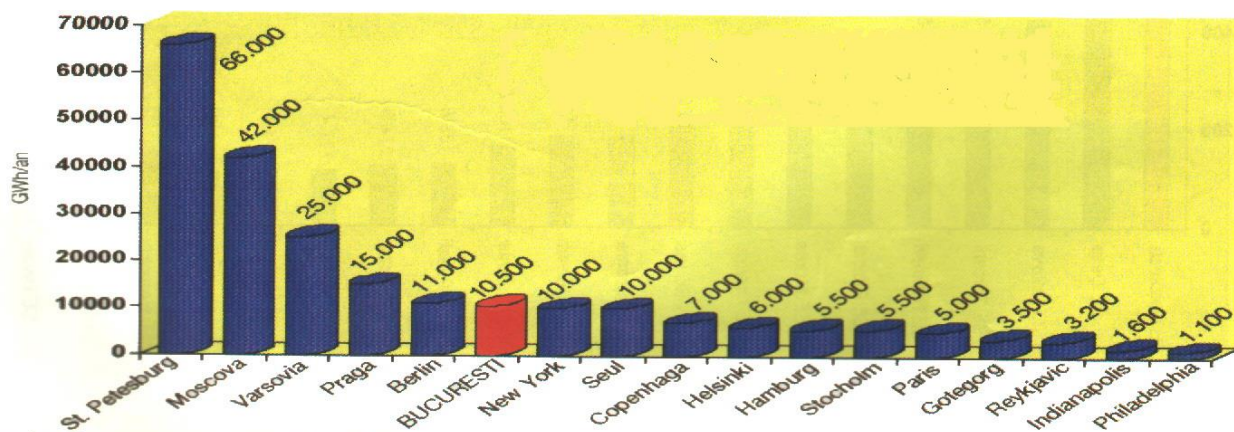
Sistemele de cogenerare predominante utilizează gazul natural, ca sursă de combustibil care reduce la jumătate gazele prin efectul de seră, pe unitatea de energie produsă față de disponibilitatea de curățire a centralelor de energie termică. Sistemele de încălzire centrală sunt astăzi în plină modernizare. Serviciile de încălzire și furnizare a apei calde au cunoscut o îmbunătățire constantă, prin eficientizarea și re tehnologizarea centralelor termice, a punctelor termice și rețelelor de termoficare, conducând la o îmbunătățire a confortului oamenilor și la scăderea considerabilă a costurilor de producție a agentului termic. Pentru asigurarea unei repartiții echitabile a costurilor, energia termică și apa caldă menajeră furnizate trebuie măsurate corespunzător. Contoarele utilizate pentru măsurarea energiei termice a agentului de încălzire și a apei calde menajere sunt proiectate să calculeze și să afișeze corect consumul de căldură înregistrat în punctele de consum din sistemele de încălzire/climatizare centrală.

Sistemul energetic național a avut o mare parte dintre furnizori, instalații de cogenerare, amplasate în vecinătatea marilor orașe. Ele deserveau cu energie termică (abur industrial) platformele industriale ale acestora – consum relativ constant – și prin sistemul de termoficare, rețeaua urban de distribuție a energiei termice către populație – consum variabil iarna/vara.

După 1989, când cererea de căldură pentru industrie a scăzut considerabil, pentru majoritatea acestor grupuri s-a redus cererea de abur de la consumatorii industriali. Menținerea subvențiilor încrucișate timp de 4–5 ani a condus la reducerea și mai drastică a cererii de abur industrial.

În România, 31 % din populația țării, respectiv 71% din populația orașelor, folosește SATC. Tarifele necompetitive și recuperarea neadecvată a costurilor au adus daune SATC, cu efecte negative asupra bugetelor locale și aducând semne de întrebare privind viabilitatea SATC. Ca urmare, cca 20% din consumatori s-au decuplat de la SATC, procesul de debransare fiind practic stopat din 2004. În ultimii ani au existat multe probleme legate de finanțarea serviciilor publice.

Din 2002 s-a început o revigorare a SATC, multe conducte din rețeaua secundară de distribuție au fost înlocuite, s-au achiziționat echipamente pentru monitorizarea emisiilor la coș și la unele centrale s-au montat arzătoare cu NO<sub>x</sub> redus. Cu toate acestea, în multe localități SATC nu sunt încă eficiente [72]. Termoficarea în CET – uri (cogenerarea) pentru grupurile de putere mare (de regulă 50 MW sau 125 MW și chiar mai mult), rămâne în exploatarea S.C. Termoelectrica S.A., care are ca produs principal energia electrică. Așa cum am mai menționat, unele centrale termice orașenești, de puteri mai mici, se află în exploatarea unor societăți comerciale care aparțin consiliilor locale. Acesta este cazul majorității municipiilor din România, inclusiv al Timișoarei. Activitatea de transport și distribuție a energiei termice revine societăților comerciale specializate, aparținând consiliilor locale. În Municipiul Timișoara, compania specializată în aceste activități de producție, transport și distribuție a energiei termice este S.C. COLTERM S.A.



Sursa: <http://www.energy.rochester.edu/dh/largest.htm>

Figura 2.1: Poziția orașului București printre principalele orașe încălzite centralizat.

O soluție performantă pentru a asigura gestiunea acestor sisteme pe teritoriul României, preluată din experiența statelor europene, o constituie forma instituțională “oraș energie”, ceea ce implică un parteneriat între consumator, distribuitor și producător. În acest context, problema eficientizării acestor activități, a măsurării cu exactitate a energiei vehiculate, dar și de ridicare a calității acestor servicii, este una de mare actualitate, luând în considerare și amploarea rețelelor de termoficare de pe teritoriul României.

Rețeaua de termoficare din București, de exemplu, se situează pe locul 3 în Europa ca lungime și complexitate, după rețelele din Moscova și Varșovia. Așa cum se constată și din Figura 2.1, Municipiul București se situează pe unul din primele locuri în lume sub aspectul cantității de energie vehiculată anual pentru încălzire [75].

În România, starea precară a instalațiilor de producere a energiei termice, uzate moral și fizic, majoritatea mai vechi de 25 de ani, neîntreținerea rețelei, deteriorarea izolației (s-a ajuns la pierderi de peste 20% la căldura vehiculată), lipsa echipamentelor de măsurare, reglare și control, lipsa fondurilor pentru reabilitare (re tehnologizare, modernizare), au compromis tot mai mult ideea producerii de energie termică prin cogenerare [85].

În Europa Centrală și de Est, măsurile care trebuiesc adoptate includ, pe lângă creșterea eficienței energetice globale a sistemelor de distribuție centralizată în marile aglomerări urbane, creșterea eficienței producerii de energie în CET – uri, și păstrarea sistemelor de transport și distribuție centralizată existente, prin creșterea nivelului investițiilor alocate pentru refacerea și modernizarea lor, încurajarea de soluții noi, specializarea operatorilor, automatizarea proceselor tehnologice implicate.

Automatizarea producerii de energie termică presupune în primul rând reglarea debitului pompelor în circuitul primar sau reglarea temperaturii aburului. Folosirea pompelor cu turație variabilă și a unor regulatoare de presiune este o soluție tehnică extrem de utilizată pe plan mondial, mai ales în țările nordice (Danemarca, Suedia), unde mari companii ca Danfoss, Grundfoss sau ABB au obținut rezultate remarcabile în acest domeniu.

Pe lângă măsurile specifice privind izolațiile, etanșezările, schimbătoarele moderne de căldură, vane și compensatori noi, în întreg circuitul primar sau secundar, dotarea punctelor termice cu instalații de automatizare, contorizare și dispecerizare, regulatoare de presiune și de debit, pompe cu turație variabilă constituie o preocupare din ce în ce mai des întâlnită în rândul companiilor de distribuție a energiei termice, singurul obstacol real în calea aplicării acestor soluții tehnice fiind, cu câteva excepții la nivelul României, lipsa fondurilor necesare .

- Lipsa reglării la **producătorul** energiei termice conducea la o creștere a costurilor, datorită unui consum inutil de energie, cu cel puțin 2 milioane USD anual, numai la nivelul Municipiului București [75].
- Lipsa reglării la **consumatorul** energiei termice duce la o compromitere a ideii de termoficare și, inevitabil, la creșterea numărului cererilor de debranșare. Consumatorul nu are posibilitatea să-și adapteze consumul nevoilor proprii și bugetului de care dispune [13],[14].

Așa cum am evidențiat anterior, până recent, funcția de autodiagnoză și analiză funcțională în sistemele de transport și distribuție a energiei termice a fost destul de neglijată, fie datorită lipsei soluțiilor tehnice eficiente (care la ora actuală nu mai este un inconvenient), lipsei fondurilor necesare sau a inerției factorilor de decizie.

Monitorizarea funcționării centralelor termice și a rețelelor de termoficare se realizează la ora actuală prin intermediul camerelor de comandă din cadrul centralelor. Putem afirma că aceste camere de comandă au funcțiile unui dispecerat operativ de supraveghere și control. Aceste dispecerate sunt în legătură cu dispeceratele societăților de distribuție a energiei termice, datele schimbate fiind extrem de sumare.

Structura și problemele specifice ale dispeceratelor centralelor termice sunt specifice țărilor Europei de Est, singura excepție notabilă în acest sens fiind situația orașelor din fosta Republică Democrată Germană. De exemplu, instalațiile de termoficare din Berlinul de Est sunt realizate în marea lor majoritate în România, rețeaua fiind compatibilă cu cea a Bucureștiului, dar, prin măsurile specifice de modernizare, exploatare și întreținere, funcționând la randamente mai bune.

În general, aceste camere de comandă sunt echipate cu tablouri conținând aparataj de măsură electric (analogic), aparataj de comutație analogic, toate aceste echipamente fiind în general corespunzătoare nivelului tehnologic al anilor `70 sau `80, lipsite de fiabilitate, având un grad de uzură ridicat precum și costuri de întreținere și reparație ridicate.

Funcția de reglaj se realizează în multe situații în buclă deschisă, experiența operatorului uman fiind decisivă în procesul decizional, funcția de autodiagnoză fiind de cele mai multe ori ignorată.

În ultimii ani, unele centrale au introdus sisteme de monitorizare și chiar de reglaj bazate pe calculatoare personale sau, mai rar, pe calculatoare industriale sau automate programabile (PLC). Aceste calculatoare realizează practic o dublare a instrumentelor de măsură și control, asigurând analiza funcțională, și mai rar, funcția de autodiagnoză. Un număr destul de redus de centrale termice au implementat sisteme complete de reglare, bazate pe calculatoare, utilizând algoritmi specifici precum și echipamente de ultimă oră.

În multe orașe activitatea de modernizare a rețelei de termoficare (implementarea echipamentelor moderne de reglaj, de măsură și contorizare) este impulsionată de fondurile acordate sub formă de credite rambursabile sau nerambursabile de către Comisia Europeană sau alte organisme financiare și bancare internaționale sau chiar naționale. În România există la ora actuală numeroase firme implicate în acțiunile de modernizare a rețelelor de termoficare, în perspectiva alinierii activității de producere, transport și distribuție a energiei termice la standardele internaționale tip ISO 9000 pentru Managementul Calității și ISO 14000 privind Managementul Mediului, știut fiind că, în țările dezvoltate, există sisteme performante pentru gestiunea energiei.

Menținerea suportabilității sociale a prețului căldurii reprezintă una dintre țintele importante ale guvernului și ale administrațiilor locale. Pentru a menține un echilibru echitabil între veniturile populației și costurile serviciilor publice, tariful pentru furnizarea căldurii trebuie să nu depășească 10–12% din venitul mediu al unei familii (20–25% în timpul sezonului de încălzire) [74].

În ultimii ani, subvențiile au fost reduse la 33%, iar, începând din 2006, au fost eliminate total, statul oferind numai ajutor social pentru încălzire familiilor cu venituri reduse.

Datorită faptului că în mare parte platformele industriale s-au restructurat, reducându-se drastic consumul industrial, cât și a unei politici greșite de tarifare, unitățile de cogenerare au devenit, mai ales vara, unități de producere numai a energiei electrice, cu randament energetic sub 30%. Consecința a fost creșterea prețului energiei termice și mari fluctuații în livrarea ei, ducând în final, pe de o parte la debranșări ale consumatorilor de la rețea (pe ansamblul țării, așa cum am mai arătat, în jurul a 21%), iar pe de altă parte la apariția unei piețe de centrale termice individuale [73].

Rezultatul a constat în [74]:

- transformarea instalațiilor de cogenerare în instalații cu randament energetic anual sub 50%;
- dezechilibrarea hidraulică a rețelelor de termoficare;
- apariția de instalații de producere abur la unii consumatori industriali;
- pierderi în funcționarea producătorilor de energie termică;
- neîncredere în sistemele centralizate de încălzire urbană;
- costuri mari ale energiei termice;
- investiții reduse în modernizarea și reabilitarea sistemelor de termoficare pe tot lanțul: producător – transport – distribuție;
- costul de producție al unității de energie termică la furnizori, media pe țară, depășește cu peste 50% prețul național de referință plătit de populație.

Soluția cea mai viabilă constă în [85]:

- reabilitarea și modernizarea rețelelor de transport și distribuție energie termică;
- contorizare individuală;
- restructurarea, redimensionarea și modernizarea surselor de producere a energiei termice.

Soluțiile de producere eficientă a energiei termice se bazează pe următoarele [85]:

- restricțiile actuale și viitoare (după aderarea la UE) de mediu fac puțin probabilă utilizarea drept sursă de combustibil, pentru producătorii de energie termică localizați lângă marile orașe, a lignitului inferior;
- utilizarea pentru localitățile mici și medii a surselor alternative sau regenerabile;
- utilizarea la maxim a structurilor tehnologice în cogenerare;
- realizarea de structuri de management (sau chiar de acționariat) complexe pe o gamă cât mai largă a serviciilor de utilitate publică (distribuție energie termică, apa, gaz natural, energie electrică) în competența autorităților publice locale.

Se estimează pentru sistemele de termoficare, la nivelul țării, un necesar anual de 30 milioane Gcal, (în prezent sunt circa 2,1 milioane de consumatori individuali). Se estimează că peste 75% din totalul de energie se va produce în instalații de cogenerare. Restul se va prelua prin instalații ce produc numai energie termică [72].

La prețuri pentru gaz natural și păcură conform pieței europene, costul de producție la consumator pentru instalații cu producere numai de energie termică va fi în jur de 30 EURO/Gcal (cea mai mică valoare tehnic posibilă) [69].

Problema soluțiilor tehnico-economice care ar trebui sau deja au fost aplicate va fi dezbătută mai pe larg în paginile următoare.

Anticipăm că, una dintre cele mai eficiente soluții de reabilitare a termoficării în România constă în amplasarea unor unități de cogenerare performante, la nivel de oraș/cartier.

O instalație în cogenerare, pe aceeași sursă de combustibil, cu parametrii:

- randament total energetic 85%;
- raport energie electrică/energie termică mai mare de 0,4,

are următoarele costuri de producție:

- energie electrică 45 Euro/MWh
- energie termică 22 EURO/Gcal.

Cantitatea de 75% din energia termică necesară sistemelor de termoficare, la nivelul țării, produsă prin instalații de cogenerare asigură și o cantitate adițională de 10 milioane MWh/an.

Costul de finanțare al modernizării surselor de energie termică nu depășește 2 miliarde EURO. Dar la acest cost se vor adăuga și costurile legate de modernizarea infrastructurii pentru distribuție.

Finanțarea acestor proiecte se poate face prin scheme complexe de finanțare ce includ[73]:

- autoritatea publică locală;
- fonduri de la bugetul de stat;
- credite bancare;
- instituții financiare externe;
- fonduri private de investiții;
- fonduri proprii;
- programe comunitare de asistență financiară;
- fonduri disponibile prin mecanismele stabilite de Protocolul de la Kyoto (credite de CO<sub>2</sub>);
- agenții guvernamentale cu atribuții în eficiența energetică.

Prevederile HG 163/2004 privind aprobarea Strategiei României referitoare la eficiența energetică arată că [1]:

- există un potențial foarte important de creștere a eficienței energetice în sectorul rezidențial și în SATC;
- potențialul de economisire a energiei este estimat la 30–40% în sectorul rezidențial și la 20–30% în SATC;
- necesarul de investiții pentru reabilitarea SATC este estimat la 6,5–7,0 miliarde euro.

Un pas înainte în promovarea SATC a fost făcut prin apariția Legii serviciului public de alimentare cu energie termică nr. 325 / 14 iulie 2006 [85], prin care se reglementează desfășurarea serviciilor publice de alimentare cu energie termică utilizată pentru încălzirea și prepararea apei calde de consum, respectiv producerea, transportul, distribuția și furnizarea energiei termice în sistem centralizat, în condiții de eficiență și standarde de calitate, în vederea utilizării optime a resurselor de energie și cu respectarea normelor de protecție a mediului.

În vederea creșterii eficienței energetice a SATC este necesară aplicarea unor soluții tehnice care să conducă la:

- îmbunătățirea conceptului rețelei de distribuție prin: creșterea disponibilității, înlocuirea aburului cu
- apă caldă, descreșterea parametrilor agentului termic și desființarea punctelor termice dintre rețeaua primară și cea secundară și mutarea lor la punctul de conectare a consumatorului la SATC (acolo unde este posibil);

- optimizarea agentului termic folosit prin: reproiectarea capacității de producere a energiei termice astfel încât curba cererii să se suprapună peste curba ofertei, creșterea eficienței cogenerării prin introducerea ciclului combinat gaz–abur, scoaterea din funcțiune a instalațiilor vechi cu eficiență redusă, prin reglaj cantitativ și calitativ cu folosirea sistemelor de automatizare moderne [74].

Din punct de vedere juridic, cadrul legal actual oferă posibilitatea de gestionare a serviciului public de alimentare cu energie termică prin SATC; realizarea fie prin gestiune directă, fie prin gestiune delegată, alegerea formei de gestiune făcându-se prin hotărâre adoptată de către autoritățile administrației publice locale sau asociațiile de dezvoltare comunitară.

Autoritățile administrației publice locale se pot asocia între ele în vederea înființării de asociații de dezvoltare comunitară, în conformitate cu prevederile Legii serviciilor comunitare de utilități publice nr. 51/2006, și pot constitui societăți comerciale cu capital public sau mixt, în vederea gestionării serviciului public de alimentare cu energie termică prin SATC, în condițiile legii.

O autoritate a administrației publice locale sau o asociație de dezvoltare comunitară se poate asocia cu persoane juridice, române ori străine, pentru constituirea unor societăți comerciale cu capital public sau mixt, în vederea gestionării serviciului public de alimentare cu energie termică prin SATC, în condițiile legii. Prin urmare, este posibilă dezvoltarea unui parteneriat câștigător pentru ambele părți între societatea care deține/administrează SATC și municipalitate.

Tariful căldurii furnizate de SATC nu trebuie să conducă la o notă de plată mai mare decât cea corespunzătoare sistemelor individuale de încălzire cu gaz metan pentru un apartament similar. Calitatea serviciilor nu poate fi aceeași pe întreaga rețea pentru toți clienții. Tarifal trebuie să reflecte diferența dintre servicii și, în consecință, trebuie aplicate tarife diferite pentru diferite zone. Reabilitarea vechilor SATC trebuie să se facă pe baza unei prognoze demografice realiste.

Din diverse studii se pot desprinde câteva concluzii la nivel de țări, pe spații întinse (Europa) și la nivel mondial [85]:

- a) producerea de energie termică la nivel macroeconomic este strâns legată de producerea de energie electrică, folosindu-se în acest scop energie primară relativ ieftină (cărbune, hidro, nucleară), existentă local sau din import, în condiții de conjunctură economică; acest principiu a condus la realizarea unei rețele europene de energie electrică cu schimb de putere și energie între țări, localități, regiuni, pe spații foarte întinse;
- b) paralel cu rețeaua de energie electrică s-a extins rețeaua de gaze naturale, care acoperă aproximativ același spațiu și are o importanță deosebită; prețul gazului natural ( $\approx 160$  \$/1000 m<sup>3</sup> pe piața mondială) reprezintă, alături de prețul petrolului (25-35 \$/baril cu fluctuații), un element de analiză pentru întreaga economie europeană și mondială;
- c) progresul tehnic înregistrat în construirea de noi CTE, CET, CNE cu cogenerare, termoficare clasică, cu ciclu mixt gaz-abur, cu presiuni și temperaturi supracritice pentru abur, cu gazeificarea cărbunelui etc. a condus la o luptă tehnico-economică cu miniaturizarea instalațiilor de încălzire locală-centrală, pentru randamente mari, economie de combustibil, protecția mediului și micșorarea facturii energetice la consumator;
- d) protecția mediului, devenită o problemă planetară, impune cu necesitate găsirea unor soluții; altfel, implicațiile ei depășesc frontierele unui stat, devenind o sursă de conflicte interstatuale;
- e) toate aceste elemente impun formarea unor “reguli ale jocului” (legi) între state pe plan european și/sau mondial, care să facă posibilă colaborarea, schimburile de putere și energie, comerțul cu energie și combustibil, care sunt o realitate și nu un deziderat; Uniunea Europeană face eforturi pentru reglementarea acestor legislații în special în Europa, la care și România aderă.

## II.2. Conceptul de sistem energetic de interes local

Acolo unde energia termică este livrată dintr-o instalație de producere specializată, prin intermediul unui agent termic vehiculat într-o infrastructură de transport și distribuție către mai mulți consumatori de căldură, avem de a face cu un sistem centralizat de alimentare cu energie termică [72].

Din perspectiva producției de energie termică, controversa centralizat/distribuit (specifică mai degrabă pieței energiei electrice) devine controversa centralizat/individual. Pentru ariile cu densitate de locuire ridicată, cum sunt localitățile urbane cu clădiri de locuințe multietajate, problema a fost de mult tranșată în favoarea producerii centralizate a căldurii, datorită avantajelor multiple și evidente.

Aceste avantaje sunt:

- asigurarea unui climat sănătos, nepoluat în ariile locuite, prin reducere numărului de guri de emisie, amplasarea centralelor termice la marginea orașelor și construirea de coșuri suficient de înalte pentru dispersarea emisiilor poluante;
- evitarea depozitării și manipulării unor combustibili și a produselor de ardere în zone intens populate;
- posibilitatea utilizării tehnologiilor cu eficiență termică ridicată (cum este cogenerarea), care nu sunt disponibile în mod competitiv la scară individuală;
- posibilitatea utilizării unor combustibili care nu pot fi folosiți individual (de ex. deșeuri menajere urbane, biomasă, etc);
- posibilitatea utilizării de resurse alternative la combustibilii fosili: resurse regenerabile disponibile pe plan local, deșeuri menajere urbane, deșeuri lemnoase, din care unele nu pot fi utilizate eficient sau chiar de loc în mod individual.
- evitarea utilizării combustibililor și instalațiilor de ardere de către mase largi de oameni care nu au cunoștințe de specialitate.

Urmare a evoluțiilor tehnologice, denumirea de SATC tinde să devină incompletă, deoarece în UE funcționează deja sisteme centralizate urbane care asigură și răcirea spațiilor de locuit/publice în anotimpul cald.

În Figura 2.2 [74] este reprezentată situația încălzirii locuințelor din România, la nivelul anului 2004. Considerăm că nu au apărut modificări semnificative în acest domeniu, declinul termoficării fiind relativ stopat în acea perioadă.

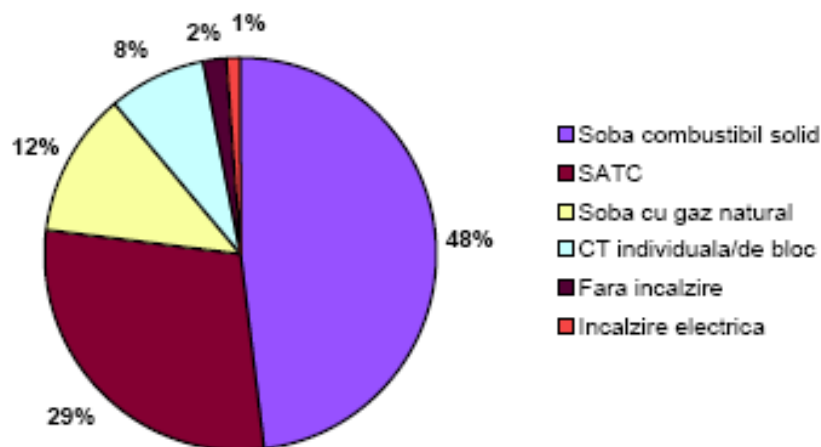


Figura 2.2 - Modalități de încălzire a locuințelor în România (2004)

În Tabelul 2.1 avem această diagramă detaliată, pe categorii, în funcție de mediul urban sau rural.



	Mediu urban		Mediu rural		Total
	Nr. locuințe	%	Nr. locuințe	%	
<b>Termoficare</b>	2.330.012	57,63	23.494	0,66	<b>2.353.506</b>
<b>Centrale termice</b>	580.654	14,34	36.597	1,03	<b>617.251</b>
<b>Sobe</b>	1.130.125	27,91	3.500.085	97,98	<b>4.630.210</b>
<b>Altele</b>	8.322	0,12	12.020	0,33	<b>20.342</b>
<b>Total</b>	4.049.113	100,00	3.572.196	100,00	<b>7.621.309</b>

Tabelul 2.1. Detalierea modalităților de încălzire în România

În Tabelul 2.2 avem o clasificare a acestor mijloace de încălzire, în funcție de tipul combustibilului folosit.

Tip clădire Mod de încălzire		Nr. de unități locative (apartamente)				
		În blocuri	În sistem grupat	Individuale	Total	
<b>Mediu urban (municipii și orașe)</b>	Termoficare	2.304.633	15.402	9.977	2.330.012	
	Centrale termice	Gaze	383.820	14.352	22.322	420.494
		Solid	18.105	5.032	16.085	39.222
		Lichid	114.811	2.495	3.632	120.938
	Sobe	Gaze	33.083	86.136	122.831	242.050
		Solid	46.310	143.704	14.535	866.702
		Lichid	1.657	5.181	3.543	21.373
	Altele	2.558	2.221	3.543	8.322	
<b>Mediu rural</b>	Termoficare	21.210	1.837	447	23.494	
	Centrale termice	Gaze	6.378	721	1.025	8.124
		Solid	5.386	2.650	8.123	16.159
		Lichid	8.901	2.419	994	12.314
	Sobe	Gaze	521	9.028	85.809	95.358
		Solid	34.603	99.673	3.256.248	3.390.524
		lichid	1.129	796	12.278	14.203
	Altele	1.472	898	9.650	12.020	

Tabelul 2.2. Detalierea combustibililor utilizați pentru încălzire în România

În aceste condiții, întrebarea la care a trebuit să răspundă experții a fost nu dacă se va pune în practică, ci până la ce dimensiune se poate extinde în mod economic un SATC.

Elementul central al SATC este rețeaua de transport (eventual, inclusiv cea de distribuție). Aceasta constituie veriga centrală care leagă diverșii consumatori de energie termică cu producători bazați pe tehnologii diferite și resurse diferite.

Față de alternativa de încălzire individuală, consumatorul racordat la un SATC își asumă, inerent, o oarecare limitare a confortului termic legată de posibilitatea sistemului de a satisface în mod economic sarcini sub o anumită limită. Pe de altă parte, sistemul în sine nu poate funcționa nicăieri în lume fără anumite pierderi naturale de căldura (care pot fi menținute în mod economic sub 6-8%) și de agent termic (2-4%). Chiar în aceste condiții, însă, peste tot în societățile dezvoltate bazate pe economia de piață, acolo unde s-a aplicat cu grijă, soluția SATC asigură necesarul de căldură pentru încălzire și apă caldă de consum la prețuri mai mici sau cel mult egale cu cele oferite de soluțiile alternative individuale, fiind soluția de selecție (de exemplu) pentru cartierele cu locuințe sociale [85].

Toate acestea fac din SATC un factor important în implementarea politicilor energetice locale, care trebuie să urmărească:

- (a) siguranța alimentării cu energie, cu utilizarea pe scara cât mai largă a resurselor locale;
- (b) accesul populației la energie în condiții acceptabile de preț;
- (c) reducerea impactului asupra mediului produs de activitatea de producere a energiei.

În schimb, situația în teren a obiectivelor din domeniul termoficării nu este deloc îmbucurătoare, randamentele instalațiilor fiind de 65 – 70 % (deci pierderi de 30 – 35 %), iar instalațiile sunt vechi și nemodernizate de cel puțin 20 de ani.

La nivelul întregii țări, există localități în care s-au întreprins activități de modernizare la capacitățile de producere, transport și distribuție, cum ar fi: București, Cluj, Timișoara, Ploiești, Buzău, Făgăraș, Oltenița, Pașcani, dar valoarea investițiilor făcute pentru modernizarea sistemelor în aceste orașe nu a fost decât de cca. 135 milioane EURO, insuficientă pentru a elimina toate neajunsurile sistemului.

În anul 2004, numărul de operatori care produc și/sau distribuie energie termică era de **238**, din care:

- în subordinea autorităților locale: - **208**;
- aparținând SC Termoelectrica SA - **13**;
- aparținând altor societăți comerciale - **17**.

Ordonanța Guvernului nr.73/2002 [85] definește Sistemul energetic de interes local (obiectul principal al reglementării) ca fiind infrastructura prin care se asigură Serviciile energetice de interes local. Acestea cuprind totalitatea acțiunilor și activităților desfășurate la nivelul unităților administrativ teritoriale sub conducerea, coordonarea și controlul autorităților administrației publice locale, în scopul alimentării centralizate cu energie termică pentru încălzire și prepararea apei calde de consum pentru locuințe, instituții publice, obiective social-culturale și agenți economici.

Componentele funcționale ale sistemului energetic de interes local, legate prin procesul tehnologic comun, sunt:

- centrale termice și/sau de cogenerare ca surse;
- rețeaua de transport a agentului termic;
- puncte termice/centrale termice locale;
- instalații de transformare;
- rețea de distribuție;
- construcții și instalații auxiliare;
- sisteme de măsură/control/automatizare;
- branșamentele și aparatele de contorizare la consumator;

Același act normativ [85] identifică patru tipuri de activități legate de serviciile energetice, și anume (a) producerea; (b) transportul; (c) distribuția și (d) furnizarea energiei. Acestea sunt desfășurate de agenți economici (sau operatori) specializați, licențiați în condițiile legii. La cele două capete ale acestui lanț de activități se află pe de o parte resursa energetică ce se transformă în căldură, și pe de alta parte utilizatori de energie termică – ale căror cerințe trebuie asigurate în condiții economice și de calitate stipulate contractual, cu respectarea principiilor dezvoltării durabile.

Acest concept de sistem energetic de interes local este în deplină concordanță cu directivele și obiectivele generale ale politicii europene în domeniul energetic, asimilate și de autoritățile române, mai ales după demararea procesului de integrare europeană.

Obiectivele majore ale politicii Uniunii Europene în energie sunt [74]:

- siguranța alimentării cu energie;
- sisteme de energie competitive;
- protecția mediului.

Menționăm că încă din decembrie 1997, *Cartea Albă pentru o Strategie Comunitară și un Plan de Acțiune "Energie pentru viitor: sursele regenerabile"*, a definit strategia în domeniu, și a lansat *"Campania de demarare"* a investițiilor. Obiectivul strategic propus de Cartea Albă este dublarea până în 2010 a contribuției surselor regenerabile la totalul consumului de energie din țările Uniunii Europene, și anume de la 6% la 12%.

Obiectivele **"Campaniei de demarare"** sunt realizarea în perioada 1999-2003 a:

- 1 milion de sisteme fotovoltaice;
- 15 milioane m<sup>2</sup> colectoare solare;
- 10.000 MW turbine eoliene;
- 10.000 MW în instalații de cogenerare cu biomasă;
- 1 milion de gospodării încălzite cu biomasă;
- 1.000 MW instalații cu biogaz;
- 5 milioane tone bio-combustibili lichizi;
- 100 de comunități alimentate 100% din surse regenerabile.

Cel mai important act legislativ în domeniu este *Directiva 2001/77/EC din 27 septembrie 2001 privind Promovarea energiei electrice produse din surse regenerabile, pe piața unică de energie*.

Alături de atingerea, până în anul 2010, a cotei de 12% privind contribuția surselor regenerabile la totalul consumului de energie, un alt obiectiv al Directivei este creșterea contribuției surselor regenerabile de la 14% la 22% din consumul brut de energie electrică, deasemenea până în anul 2010.

Directiva impune statelor membre o serie de măsuri de încurajare a producției de energie electrică din surse regenerabile și crearea de facilități pentru agenții economici ce valorifică astfel de surse [74].

Principalele prevederi ale Directivei sunt:

- stabilirea unei cote-țintă pentru fiecare țară privind consumul de energie electrică produsă din regenerabile;
- introducerea unor scheme financiare de suport;
- simplificarea procedurilor administrative pentru proiectele valorificând sursele regenerabile;
- acces garantat și prioritar la rețelele de transport și distribuție;
- garantarea originii energiei electrice produse din regenerabile.

Comisia Europeană va monitoriza implementarea Directivei. Anual se vor trage concluziile și, dacă e necesar, va impune cota energiei electrice produsă din regenerabile, ca și un model pentru schemele de suport. Pentru introducerea unor scheme suport este necesar mai întâi să existe procedura de garantare a originii energiei electrice produse din surse regenerabile. Astfel, în Articolul 5 al Directivei se impune ca aceasta procedură să fie operațională începând din octombrie 2003, funcționând până în prezent.

Din cele prezentate mai sus rezultă că în Europa tendința pentru alimentarea cu căldură este:

- a) în marile orașe, de regulă alimentate prin CET-uri, soluția alimentării centralizate conduce la economii de combustibili;
- b) la exploatarea CET-urilor se pot utiliza și combustibili inferiori (cărbune), reziduuri de combustibili lichizi (păcură);
- c) prin utilizarea în CET-uri a mai multor tipuri de combustibil (cărbune, păcură, gaze) se mărește gradul de elasticitate și posibilitatea de a asigura o siguranță a alimentării consumatorului final (populația);

- d) re tehnologizarea blocurilor existente (cazan-turbină) din CET-uri prin ITG înaintate se obțin randamente ridicate;
- e) folosirea unor instalații din CET-uri (și anume cazanele de apă fierbinte), care să devină cazane recuperatoare ale căldurii evacuate din ITG, duce la obținerea simultană a energiei electrice și a căldurii (cogenerare) cu randamente ridicate;
- f) realizarea contorizării căldurii pe întregul lanț al instalațiilor centralizate: contoare pentru rețea primară-transport, puncte termice, rețea secundară-distribuție, până la branșament, respectiv repartitoare de costuri și/sau contoare de căldură pentru consumatorii finali duce la economii;
- g) pentru economia de energie primară din combustibil este necesar să se apeleze și la energia neconvențională, care poate duce la economii substanțiale (directiva UE);
- h) nu trebuie eliminată nici o soluție posibilă, opțiunea fiind indicatorii tehnico-economici conduc la alegerea soluțiilor optime pentru cazuri particulare, în zone mai mult sau mai puțin restrânse și pentru perioade determinate de timp;
- i) evoluția unor tehnologii avansate poate modifica actualele puncte de vedere având la bază sursele și resursele de combustibil precum și prețul tehnologiilor folosite pentru utilizarea energiei.

### **II.3. Soluții pentru modernizarea și rentabilizarea activității de termoficare**

Concepția de organizare a unui sistem de încălzire urbană din România este anterioară crizei energetice din anii 1972 și prezintă următoarele dezavantaje majore:

- existența unor capacități foarte mari de producere a energiei electrice și termice, care nu sunt flexibile și nu pot fi adaptate cerințelor;
- nu oferă o relație funcțională între cererea de căldură și cantitatea de căldură produsă;
- au randamente foarte scăzute pe întregul lanț tehnologic;
- nu oferă o relație directă între factura pe care o plătește consumatorul și căldura pe care o primește;
- numărul de consumatori racordați la sistem a crescut cu mult peste capacitatea proiectată inițial de producere și transport în special după anii '80, când prioritatea era constituită de asigurarea energiei electrice și a aburului tehnologic pentru industrie, ceea ce a condus la scăderea calității serviciului.

Sistemele construite după concepția de mai sus se caracterizează prin:

- echipamente de producere a energiei termice cu randamente scăzute;
- conducte de transport cu coeficient foarte mare de pierderi atât a energiei termice cât și a agentului termic;
- schimbătoare de căldură cu randamente scăzute;
- conexiune punct termic - consumator cu 4 conducte;
- lipsa contorizării la branșament;
- absența sistemului de reglaj la consumator;
- inexistența unui sistem de monitorizare pentru urmărirea funcționării sistemului.

Actualele sisteme de producere și furnizare a energiei termice asigură serviciul de încălzire și apă caldă pentru **31%** din populația țării și respectiv pentru **71%** din populația urbană având randamente scăzute, pierderi foarte mari între **30-35%** și costuri ridicate de producție, care nu pot fi suportate de utilizatori în marea lor majoritate. Datorită soluțiilor constructive și a lipsei fondurilor de reparații, imobilele introduc la rândul lor pierderi suplimentare mari de căldură (**10-15%**) și nu permit separarea consumurilor individuale de apă caldă și căldură pe apartamente.

La acestea se adaugă constrângeri privind caracteristicile tehnice și constructive ale imobilelor, constrângeri financiare, sociale, politice etc.

Principiile care stau la baza strategiei privind modernizarea și eficientizarea serviciilor de încălzire urbană, așa cum sunt ele percepute, la ora actuală, de către autoritățile din România sunt:

- asigurarea serviciilor de încălzire, de o calitate corespunzătoare și la prețuri accesibile;
- respectarea prevederilor din directivele europene privind nivelul serviciilor și calitatea mediului;
- menținerea în sistem a consumatorilor racordați și stoparea fenomenului de debranșare;
- protecția mediului;
- dezvoltarea durabilă.

Considerăm ca aceste direcții strategice trebuie să fie respectate în totalitate, cu atât mai mult cu cât situația actuală a sistemelor de producere a energiei electrice și termice impune investiții masive. Trebuie profitat de această stare de lucruri pentru promovarea acelor soluții care nu doar să rezolve problemele pe termen scurt, ci să asigure dezvoltarea durabilă a sistemelor energetice locale. Fără a planifica o anumită cifră maximă sau minimă se poate evalua că, în condițiile în care politica energetică va fi condusă corespunzător, se poate atinge un nivel de cca. **100 operatori până în 2010.**

Ca forme de organizare, așa cum prevede legislația în vigoare, acestea pot fi:

- societăți comerciale la nivel județean sau municipal pentru un singur tip de serviciu;
- societăți comerciale municipale pentru toate serviciile;
- asocieri în participațiune a mai multor localități pentru organizarea și operarea unor servicii comunale;

Așa cum s-a evidențiat, din punct de vedere tehnic, soluțiile de modernizare a sistemelor de încălzire urbană sunt:

- creșterea randamentelor în producerea energiei termice, inclusiv a energiei electrice în regim de cogenerare, prin montarea de schimbătoare de căldură performante;
- abandonarea transportului la distanțe mari a agentului termic primar, prin realizarea unor centrale termice de zonă sau de bloc;
- adoptarea sistemului de transport a agentului termic cu două conducte de la sursă direct la bloc și cu puncte de transformare și preparare
- izolarea termică cât mai bună a circuitelor;
- obligativitatea contorizării la branșament și introducerea sistemelor de repartizare a costurilor în imobil cu posibilitatea de reglaj termostatic al consumatorilor;
- monitorizarea și dispecerizarea întregului sistem.

Prin utilizarea acestor soluții tehnice se poate obține **reducerea pierderilor de energie sub 5%**, se pot obține **randamente de producerea energiei termice și electrice de până la 90-92%** și se asigură o relație directă între căldura furnizată la consumator și factura de plată.

Din punct de vedere al politicilor economice, strategia modernizării și dezvoltării serviciilor de încălzire urbană pe termen scurt și mediu se bazează pe următoarele obiective [85]:

- descentralizarea serviciilor publice și creșterea responsabilității autorităților locale cu privire la calitatea serviciilor asigurate populației;
- restructurarea mecanismelor de protecție socială a segmentelor defavorizate ale populației și reconsiderarea raportului preț/calitate;
- promovarea principiilor economiei de piață, reducerea gradului de monopol și deschiderea pieței;
- atragerea capitalului privat în finanțarea investițiilor din domeniul infrastructurii locale;
- instituționalizarea creditului local și extinderea contribuției acestuia la finanțarea serviciilor comunale;

- promovarea măsurilor de dezvoltare durabilă;
- promovarea parteneriatului social și pregătirea continuă a personalului.

În acest context este necesar ca autoritățile administrației publice din fiecare municipiu, oraș sau comună care dispune în prezent de un sistem centralizat de producere și distribuție a energiei termice sau care dorește să realizeze unul în viitorii ani, să-și elaboreze propria strategie plecând de la principiile enunțate în strategia națională și cu respectarea legislației în vigoare.

Această strategie va trebui să aibă la bază un studiu de specialitate pe baza căruia să se determine:

- soluțiile tehnice ce vor fi utilizate pentru asigurarea serviciului de încălzire urbană;
- evaluarea numărului de consumatori în prezent și în viitor;
- cantitatea de căldură necesară pentru încălzire și pentru apa caldă de consum;
- alternative privind tipul de combustibil ce va trebui utilizat;
- costuri de modernizare și reabilitare a sistemelor existente dacă este cazul;
- soluții de finanțare posibile.

Măsurile organizatorice, tehnice și legislative propuse mai sus trebuie să fie acompaniate și de programe de investiții prin care să se realizeze următoarele:

- creșterea performanțelor instalațiilor și aducerea lor la nivelul standardelor europene;
- înlocuirea utilizării combustibililor solizi și lichizi cu gaze naturale, acolo unde este posibil;
- diversificarea sistemelor de producere și distribuție și adoptarea soluțiilor optime sub raport calitate/cost;
- scăderea costurilor de producție prin modernizarea sistemelor de producere și distribuție a energiei termice și reducerea pierderilor de producție, pentru obținerea unor prețuri de vânzare accesibile consumatorilor;
- reducerea pierderilor pe întregul ciclu de distribuție;
- măsurarea prin contorizare a cantităților de energie termică livrată și facturarea în funcție de consum, individualizat pentru fiecare apartament, însoțită și de modalități eficiente de calcul al pierderilor termice pe ansamblul întregului imobil monitorizat, care să conducă la o repartiție eficientă a acestora;
- introducerea sistemelor de monitorizare și control permanent al funcționării instalațiilor de la producere până la consumator;
- posibilitatea consumatorilor de a-și regla consumul în funcție de nevoi și de capacitatea de plată.
- modernizarea capacităților existente sau înlocuirea lor și corelarea cu necesarul de încălzire al localității;
- lansarea unui pachet de reglementări care să stimuleze proprietarii de imobile pentru efectuarea de lucrări de modernizare a apartamentelor sau spațiilor comerciale, în vederea reducerii pierderilor de căldură.

Bugetul de stat se confruntă în această perioadă și probabil și în următorii ani cu constrângeri mari, de aceea reducerea finanțării serviciilor de încălzire urbană și a investițiilor din aceasta sursă este o cerință tot mai evidentă.

În perioada următoare Ministerul Administrației și Internelor va sprijini implicarea capitalului privat în investițiile din gospodăria comunală, în general și bineînțeles în sectorul serviciilor de încălzire urbană, în principal prin aranjamente de **tip Construiește-Exploatează-Transferă (BOT)**. Investițiile mari și costisitoare, necesare pentru construirea unor centrale de cogenerare pentru asigurarea energiei termice, se vor realiza cu predilecție prin aranjamente contractuale de aceasta formă.

Studiile tehnico-economice și de fezabilitate trebuie să pornească de la următoarele elemente:

- perioada de aliniere la nivelul parametrilor stabiliți prin directivele Uniunii Europene a serviciului de producere și distribuție a energiei termice va fi de **15 ani**, cu începere din 2002;

- populația care va beneficia de aceste servicii va fi de **6,5 milioane** locuitori în ușoară scădere față de cifra actuală de **6,9 milioane**;
- numărul de apartamente care vor beneficia de aceste servicii se evaluează la **2.335.000** unități locative;
- se propune un scenariu în care numărul de apartamente racordate, respectiv populația care va beneficia de aceste servicii, se menține constantă;

Soluțiile utilizate în proiectele de modernizare a sistemelor de încălzire urbană trebuie să răspundă următoarelor cerințe:

- obținerea unor randamente optime în producerea energiei termice, inclusiv a energiei electrice în regim de cogenerare;
- renunțarea la transportul la distanțe mari a agentului termic primar, prin realizarea unor centrale termice de zonă, de cvartal sau, dacă este economic, chiar de bloc;
- adoptarea sistemului de transport a agentului termic cu două conducte de la sursă direct la bloc și cu puncte de transformare și preparare a apei calde la fiecare imobil;
- utilizarea în exclusivitate a conductelor preizolate;
- generalizarea contorizării la bransament și pe cât posibil să se introducă sisteme de repartizare a costurilor în imobil cu posibilitatea de reglaj termostatic al consumatorilor;
- realizarea monitorizării și dispecerizării întregului sistem.

Prin utilizarea acestor soluții tehnice se poate obține reducerea pierderilor de energie sub 5%, se pot obține randamente de producerea energiei termice și electrice de până la 90-92% și se asigură o relație directă între căldura furnizată la consumator și factura de plată.

Este necesară completarea legii pentru îmbunătățirea confortului termic, prin introducerea unor stimulente și facilități fiscale pentru proprietarii care realizează pe cheltuiala proprie amenajări ale locuinței în vederea reducerii pierderilor (îmbunătățirea izolațiilor, schimbarea tâmplăriei, modernizarea instalației de încălzire etc);

La nivelul producerii de energie termică, remarcăm avantajele nete ale asocierii SATC-cogenerare. România, în calitate de stat membru al Uniunii Europene, va trebui, pe termen scurt și mediu, să se alinieze Directivei 2004/8/EC privind promovarea cogenerării bazate pe cererea de căldură [2].

Principalul argument în favoarea cogenerării este reducerea consumului de combustibil primar și, implicit, a emisiilor de gaze cu efect de seră - direcție strategică pentru politica energetică și de mediu a UE. Promovarea cogenerării este una din căile prin care țările din UE caută să îndeplinească obiectivele pe care și le-au asumat prin semnarea Protocolului de la Kyoto. România este și ea semnatară a Protocolului de la Kyoto privind schimbările climatice, un motiv în plus pentru a urgenta aplicarea acestor prevederi.

Cogenerarea are un grad relativ ridicat de extindere în SATC (de exemplu 70% în statele membre ale UE). Iată motivele care au condus la aceasta [2]:

- (a) SATC trebuie să concureze cu soluțiile de încălzire individuală, în condițiile în care din start pleacă cu un handicap de până la 8% pierderi asumate în rețeaua de transport. De aici necesitatea ca tehnologiile de producere a căldurii în sistem să fie cele mai eficiente cu putință. Cogenerarea este una dintre acestea.
- (b) În zonele urbane, sarcina termică coexistă cu un necesar de energie electrică pentru consumatori casnici sau industriali – pe care instalațiile de cogenerare îl pot acoperi local. Astfel se evită pierderile cauzate de transportul energiei electrice de la distanțe mari prin rețeaua națională până la locul de consum. Cu alte cuvinte, cogenerarea merge alături cu conceptul de producere distribuită a energiei electrice.

Un element important care necesită actualizare periodică este dimensionarea capacității termice a instalației de cogenerare în raport cu sarcina termică maximă. Acest raport se numește coeficient de cogenerare.

În timp ce ponderea încălzirii centralizate în țările candidate este relativ mare, proporția cogenerării în producția de căldură furnizată de SATC este mai mică decât în țările UE (o medie de 52% față de 67%). Teoretic, potențialul maxim de reducere a emisiilor într-un SATC cu cogenerare se atinge prin dimensionarea echipamentului de cogenerare la sarcina termică maximă. Astfel, toată căldura livrată pentru consum este produsă în regim de cogenerare - avantaj major pentru atingerea obiectivelor de reducere a emisiilor de CO<sub>2</sub>.

Această abordare nu este însă practică, din următoarele motive:

- energia electrică este furnizată în regim variabil care urmărește sarcina termică – dezavantaj pentru rețeaua electrică, care trebuie să aibă mijloacele de a gestiona acest regim variabil de producere;
- ținând seama de alura curbei clasate de sarcină termică în România, rezultă un grad mediu anual de utilizare a puterii maxime de 40-45% - valoare inacceptabilă pentru orice calcule de fezabilitate în condițiile economice curente.

Implementarea cogenerării în proiectele de modernizare a SATC în ultimii ani a fost o excepție. Aceasta pentru că, relativ la precaritatea SATC vizate, înlocuirea cazanelor vechi cu cazane noi și înlocuirea/reabilitarea rețelei de distribuție (soluția cu investiție minimă și care aduce economii de 30-50% la cheltuielile de exploatare) a fost suficient de atrăgătoare în condițiile economice și financiare din România.

În condițiile specificate în acest subcapitol, tragem concluzia că, cea mai ieftină etapă a re tehnologizării și rentabilizării activității de termoficare constă în dispecerizarea, automatizarea și monitorizarea întregului sistem, de la producător la consumator, în paralel cu contorizarea eficientă a energiei vehiculate. Această operațiune este pe deplin justificată, dar trebuie însoțită și de celelalte măsuri descrise mai sus.

### **II.3.1. . Instalații termoenergetice cu cogenerare**

Sistemele termoenergetice cu cogenerare utilizează căldura produsă prin ardere, atât pentru producerea de energie mecanică/electrică. cât și pentru scopuri tehnologice sau de încălzire/prepararea apei calde menajere. Ele sunt un caz particular al instalațiilor cu cicluri combinate. Nu constituie de fapt o noutate de ultima oră, ele s-au construit și folosit de mult sub forma unor centrale electrice cu termoficare (CET), la care se urmărește în principal producerea de energie electrică și în al doilea rând furnizarea agentului termic pentru încălzire sau prepararea apei calde menajere.

Energia electrică obținută în centralele termice cu cogenerare se folosește la antrenarea pompelor pentru recircularea agentului termic între centrala termică și consumatorul extern sau/și pentru furnizarea de energie electrică în sistemul național. Asemenea unități energetice sunt foarte utile în industria de celuloză și hârtie, industria alimentară, industria textilă etc. pentru că asigură atât căldura necesară procesului tehnologic, cât și energia electrică pentru antrenarea unor utilaje tehnologice sau pentru iluminat. În acest mod se micșorează mult cheltuielile energetice. Sistemele cu cogenerare se folosesc din ce în ce mai mult în țările din nordul și estul Europei, iar în ultimul timp și în SUA și Canada. Este binecunoscut faptul că SUA nu au ratificat nici până astăzi Protocolul de la Kyoto din 1998...

Ideea de bază a instalațiilor termoenergetice cu cogenerare constă în faptul că gazele de ardere produse prin arderea combustibililor au temperaturi ridicate, deci prezintă un grad de transformabilitate mare a energiei interne în energie mecanică. Utilizarea căldurii la acești parametri pentru producerea de abur tehnologic sau pentru încălzire este însoțită de pierderi importante de energie, adică duce la o utilizare nerațională a unui "bun calitativ superior".

O importanță deosebită prezintă aspectele legate de protecția mediului. În general se urmărește îmbinarea avantajelor economice cu cele ecologice, fapt realizabil în instalațiile cu cogenerare, unde prin reducerea consumului de combustibil convențional sau utilizarea energiilor neconvenționale, se micșorează cantitatea de noxe (CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> etc.) emise în mediul ambiant.



Varietatea instalațiilor termice cu cogenerare este foarte mare. Astfel, în unele cazuri, gazele de ardere produse prin arderea combustibilului se folosesc mai întâi pentru producerea de lucru mecanic și de abia când ajung la o temperatură mai scăzută se utilizează pentru producerea de abur tehnologic sau apă caldă. În alte cazuri, numai căldura reziduală a unui ciclu motor cu vapori se folosește în scopuri de încălzire, sau, uneori gazele de ardere care părăsesc generatorul de abur al unei centrale termice, trec printr-o turbină, unde, prin destindere până la parametrii mediului ambiant, produc lucru mecanic [79].

În Figura 2.3 se prezintă spre exemplificare schema unei instalații termoenergetice cu cogenerare, care are în componența sa o instalație de turbine cu gaze, (care la rândul ei se compune din compresorul C, camera de ardere CA, turbina cu gaze T și generatorul electric G), precum și un circuit secundar, format dintr-un generator de abur/apă caldă, tip recuperator, în contra curent, GR, o pompă de recirculare P, antrenată de motorul electric M și un consumator extern. Stările prin care trece agentul de lucru sunt notate cu cifre de la "1" la "5" pentru agentul din circuitul primar (aer-gaze de ardere) și cu litere de la "a" la "c" pentru agentul din circuitul secundar (abur/ apă caldă), în procesul de încălzire și vaporizare a apei [73].

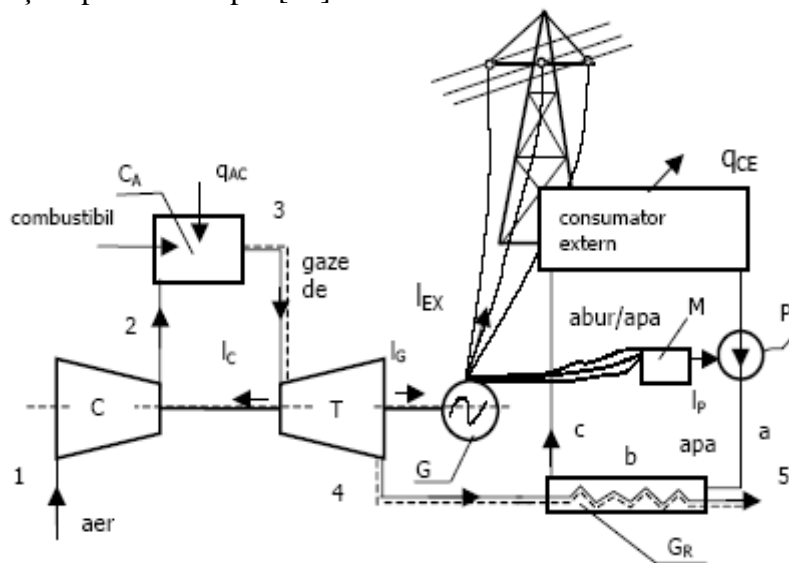


Figura 2.3: Instalație termică cu cogenerare

În Figura 2.4.a este redat ciclul termodinamic al instalației de turbină cu gaze, în coordonate T-s. Comprimarea izotropă 1-2 are loc în compresor, prin consumul de lucru mecanic  $l_c$ , furnizat de turbina cu gaze [79].

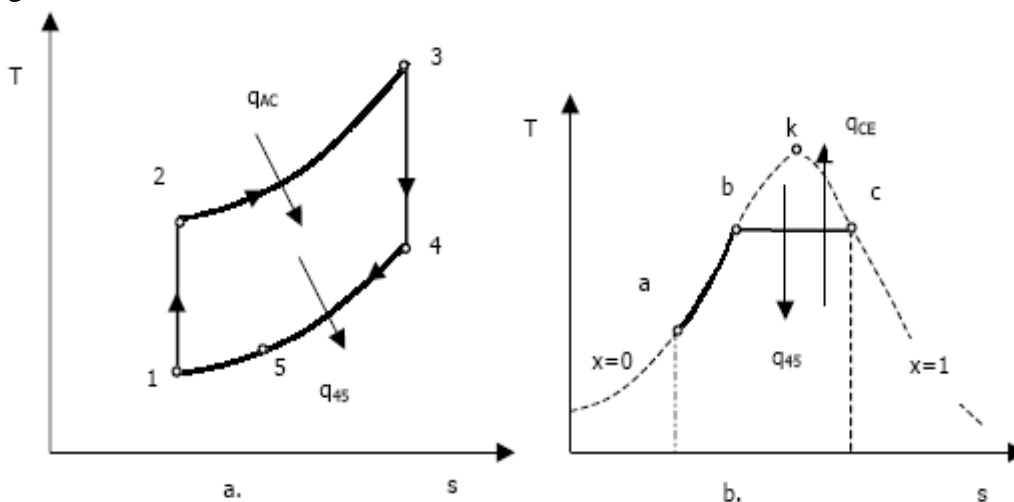


Figura 2.4: Ciclul instalației cu cogenerare  
2.4.a: Ciclul ITG. 2.4.b: Procesul de încălzire și vaporizare

Căldura

$$q_{23} = h_3 - h_2 = q_{AC} \quad [\text{kJ/kg}] \quad (2.1)$$

reprezintă căldura produsă prin arderea unui kg de combustibil.

La destinderea izotropă a gazelor de ardere în turbină se produce lucrul mecanic  $l_T$ :

$$l_T = h_3 - h_4 \quad [\text{kJ/kg}] \quad (2.2)$$

O parte din acest lucru mecanic, notat cu  $l_G$ , se utilizează pentru antrenarea generatorului electric:

$$l_G = l_T - l_C \quad [\text{kJ/kg}] \quad (2.3)$$

Din energia  $l_C$  produsă în generatorul electric, o cotă parte  $l_P$ , se utilizează pentru antrenarea pompei,  $l_C$  este lucrul mecanic consumat la comprimarea aburului, iar diferența  $l_{EX}$  este transmisă altor consumatori, astfel, dacă toate procesele se consideră reversibile, se poate scrie:

$$l_{EX} = l_T - (l_C + l_P) \quad (2.4)$$

În circuitul secundar are loc încălzirea apei în lungul curbei de vaporizare, pe transformarea izobară a-b, și vaporizarea izobar-izotermă a apei, transformarea b-c, până la starea de vapori saturați uscați, (fig 2.4.b), proces ce se desfășoară în generatorul recuperator de vapori  $GR$ , (fig 2.3), simultan cu răcirea gazelor până la temperatura  $T_5$ .

Randamentul termic general al instalației este:

$$\eta_{gene} = \frac{l_{EX} + q_{CE}}{q_{AC}} \quad (2.5)$$

unde  $q_{CE}$  este căldura cedată consumatorului extern de un kg de abur/apă.

Cu notațiile de mai sus, ținând seama de faptul că  $(l_T - l_C) / q_{AC}$  reprezintă randamentul instalației de turbină cu gaze  $\eta_{ITG}$ , rezultă:

$$\eta_{gene} = \eta_{ITG} + \frac{q_{CE} - l_P}{q_{AC}} \quad (2.6)$$

Pe baza principiului întâi al termodinamicii, între energiile care intervin există relația:

$$q_{AC} = q_{CE} + l_{EX} + q_{pi} \quad (2.7)$$

unde  $q_{pi}$  reprezintă suma pierderilor de căldură dintre sistem și mediul exterior prin gazele de ardere evacuate, prin convecție și radiație etc, iar randamentul termic general se poate scrie, din (2.5),(2.7):

$$\eta_{gene} = 1 - \frac{q_{pi}}{q_{AC}} \quad (2.8)$$

Din relația (2.6) se observă că randamentul termic general este cu mult mai mare decât randamentul instalației de turbină cu gaze și al circuitului secundar, ceea ce constituie un avantaj important și explică interesul de care se bucură aceste instalații termoenergetice în ultimul timp.

Scopul acestui subcapitol destinat instalațiilor de cogenerare nu constă decât într-o scurtă punere în evidență a avantajelor care decurg din implementarea acestei soluții tehnice în domeniul energetic, fără a intra în detalii privind studiile de caz și variantele constructive.

Obiectivele acestei lucrări se subordonează obiectivului principal care constă în conceperea unor sisteme moderne destinate automatizării, monitorizării și dispecerizării activităților de producere, transport și distribuție a energiei termice care să conducă la o mai bună funcționare a ansamblului, la o cunoaștere corectă a cantităților de căldură vehiculate și nu în ultimul rând, la asigurarea unui climat de transparență totală între prestatorul de servicii publice și consumator.

Se are în vedere creșterea fiabilității întregului ansamblu care concură la buna desfășurare a activității de termoficare și nu numai contorizarea energiei termice sau a apei calde menajere consumate.

Aplicarea acestor sisteme trebuie să conducă la rezultate imediate concretizate în creșterea randamentului ansamblului și identificarea rapidă și eficientă a defecțiunilor sau a pierderilor. Aspectul economic este cel esențial, chiar dacă la început o astfel de investiție înseamnă niște costuri importante, ea se amortizează în timp scurt datorită creșterii randamentului activității în ansamblu [79].

În acest context, cunoașterea principalelor mărimi care intervin în domeniul centralelor termice pe cogenerare, precum și cunoașterea principalelor tipuri de senzori și al echipamentelor de măsură specifice activității de termoficare este esențială în scopul materializării tuturor obiectivelor prezentei lucrări.

Vom prezenta, în continuare, resursele primare de energie, clasice și regenerabile, utilizabile în soluțiile de cogenerare și trigenerare de mică și medie putere, insistând asupra efectelor pe care le determină folosirea anumitor tipuri de resurse asupra alegerii tehnologiilor de cogenerare, dintre cele realizate și utilizate pe piață[74].

Prima caracteristică termodinamică a surselor calde este nivelul lor termic. Dacă acesta este suficient de ridicat, în raport cu cel necesar la consumatorul de căldură folosit ca sursa rece, devine posibilă tehnic și interesantă economic intercalarea între cele două nivele termice a ciclului motor, de conversie a căldurii în lucru mecanic. Condiția pentru ciclul motor de cogenerare devine aceea ca el să poată „prelucra” în bune condiții căldura între nivelele termice respective, în sensul de a putea realiza o temperatură medie superioară cât mai apropiată de cea de la sursa caldă (dar mai mică decât aceasta din urmă), respectiv o temperatură medie inferioară apropiată de cea de necesară la consumatorul termic, dar mai mare decât aceasta.

O a doua caracteristică este faptul că sursele termice reale „calde” și „rece” nu sunt de tip Carnot; ele au puteri finite și caracter neizoterm. Caracterul finit al surselor termice, nivelurile lor de temperatură, tipurile proceselor de cedare – primire a căldurii de la și către surse, precum și circulația / recircularea fluidului caloportor / căldurii:

- a) influențează performanțele termodinamice ale ciclurilor, și
- b) are implicații asupra optimizării termodinamice a lor.

Caracterul finit și neizoterm al surselor termice reale are, asupra performanțelor ciclurilor termice, consecințe comparabile cu cele date de ireversibilitățile transformărilor.

Cea de a treia caracteristică, legată de cea de a doua, dar și de tipul de ciclu motor, este dată de caracterul „extern” sau „intern” al surselor termice, în raport cu agentul de lucru[74]:

- Ciclurile motoare în circuit închis, precum și cele în circuit deschis, dar „cu aer cald”, cu ardere externă, pot valorifica o gamă largă de tipuri de energii primare, inclusiv combustibilii inferiori.
- Ciclurile motoare în circuit deschis cu ardere internă, pot valorifica doar căldura dezvoltată prin arderea combustibililor superiori, gazoși sau lichizi. Acestea realizează temperaturi medii superioare mai mari, dar utilizează o energie primară mai scumpă.

Un alt aspect important este corelarea dintre caracteristicile sursei calde, puterea electrică și tipul de ciclu motor. Diferențele mari între tipurile proceselor termodinamice, precum și între proprietățile fizice ale fluidelor motoare folosite, fac ca unele tipuri de cicluri să fie utilizabile tehnic și economic numai pentru anumite domenii de puteri unitare[74].

Singurele instalații de cogenerare care acoperă întregul domeniu de puteri unitare mici și medii sunt cu ardere internă, de tip M.P. (Motoare cu Piston) și I.T.G. (inst. Turbină Gaze). În rest, situația se prezintă diferit pe niveluri de puteri.

Pentru puteri unitare mici, de ordinul zecilor sau sutelor de kWel, tehnologiile de cogenerare disponibile pe piață și larg răspândite sunt cele cu ardere internă, de tip M.P. și MicroTG. Instalațiile de trigenerare sunt, de fapt, compuse dintr-o instalație de cogenerare și una de frig.

Căldura recuperabilă din aceste tipuri de cicluri are nivel termic coborât. Ca urmare, asemenea instalații nu pot fi folosite la cogenerare pentru consumatorii termici „industriali”. În Tabelul 2.3 este prezentată o comparație între randamentele diferitelor soluții tehnice pentru centrale termice cu cogenerare.

Indicator	Exclusiv energie electrică			Cogenerare		
	CA + TA cond	TG	CCGA TG + CRab	CA + TA	TG + CR ab/af	CCGA TG+ CR ab + TA cogen
Randament electric, [%]	30 - 39	34 - 39	50 - 57	22 - 32	30 - 37	48 - 57
Grad utilizare combustibil, [%]	30 - 39	34 - 39	50 - 57	84 - 87	76 - 83	86 - 89
Raport Epr/Qpr				0,50 - 0,62	0,70 - 1,20	1,20 - 1,40

CA – cazan abur; TA – turbină abur; TG – turbină gaz; CR ab - cazan recuperator abur; CCGA – ciclu combinat gaze-abur.

Tabelul 2.3. Potențialul de utilizare a combustibilului la aplicarea diferitelor tehnologii de producere a energiei electrice sau cogenerare energie electrică-termică

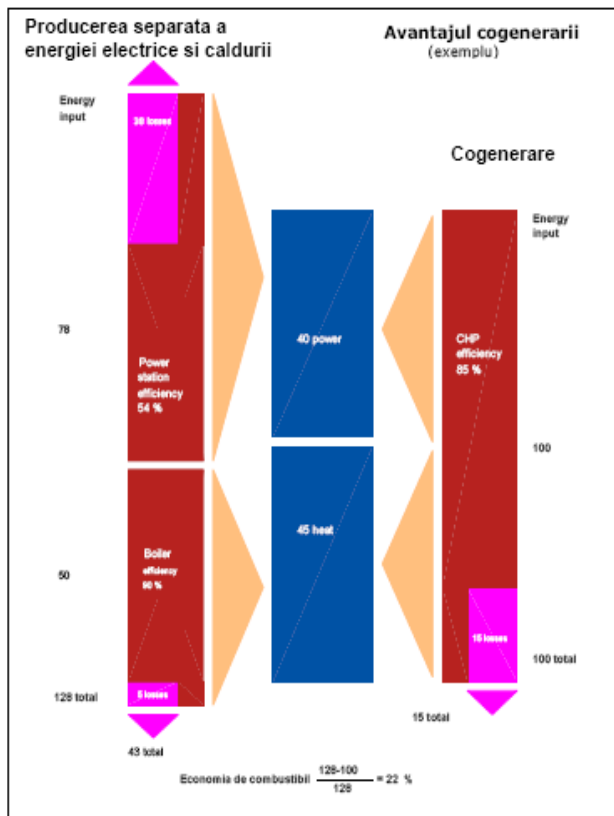


Figura 2.5. Avantajele cogenerării

Avantajele utilizării cogenerării sunt reliefate sub aspectul economiei de combustibil primar și al eficienței energetice în ansamblu, în Figura 2.5.

La puteri unitare de ordinul a 1÷3 MWe (en. electrică), sunt disponibile pe piață și răspândite tot tehnologii de cogenerare cu ardere internă, ca M.P. și I.T.G. aeroderivative. Căldura recuperabilă din acestea din urmă are nivel termic mai ridicat, ceea ce permite folosirea I.T.G. (inst. Turbină Gaze) cu recuperare externă și la cogenerare pentru consumatorii termici de abur. Peste circa 3 MWe, devin disponibile și recomandate și tehnologiile cu ardere externă bazate pe folosirea I.T.A. (inst. Turbină Abur), dar pot fi folosite în continuare și ciclurile cu ardere internă, cu M.P. și I.T.G. aeroderivative sau heavy duty. I.T.A. cu puteri electrice de ordinul 3÷16 MWe au cicluri fără supraîncălzire intermediară și pot fi utilizate în cogenerare atât pentru consumatorii termici de abur (preferabil în variante cu contrapresiune, cu sau fără prize reglabile) cât și pentru cei

„urbani” (în scheme cu condensare și prize reglabile).

Peste circa 12 MWe, sunt aplicabile toate tehnologiile de cogenerare, inclusiv cele bazate pe cascade termodinamice M.P. + I.T.A. și I.T.G. + I.T.A. Condiția ca ciclul recuperator al I.T.A. să poată fi interpus între nivelul termic de recuperare a căldurii din ciclul înaintat și cel de consum termic diferențiază cele două combinații. Astfel:

- 1) cogenerarea în schema M.P. + I.T.A. poate fi utilizată, în principal, pentru consumatorii termici „urbani”;
- 2) varianta I.T.G. + I.T.A. se poate aplica și pentru consumatorii termici de abur.

Ca o tendință modernă în construcția I.T.A. de cogenerare urbană cu puteri de peste 20 MW, menționăm trecerea la folosirea ciclului cu supraîncălzire intermediară [72].

O abordare mai realistă ar putea fi noile soluții aplicabile pe plan local prin trecerea la cogenerarea de mică/medie putere și renunțarea în timp la centralele mari și rețelele de distribuție foarte mari. Orașele cu rețele de distribuție mari dispun fie de mai multe CT care livrează căldură în SATC, fie de o CET mare care livrează căldură consumatorilor prin intermediul unor puncte termice, fie combinații de CET, CT și puncte termice.

O astfel de soluție s-a utilizat și în Municipiul Timișoara la PT – CET Freidorf.

Este necesară analizarea oportunității divizării marilor rețele în subsisteme și folosirea CT sau PT pentru implementarea cogenerării de mică putere.

Soluții de interes pentru cogenerarea de mică/putere în România pot fi :

- motoarele cu combustie internă cuplate cu generator sunt în mod special recomandate ca unități care operează la baza curbei de sarcină în scheme de cogenerare sub 10 MW. O serie de instalații sunt deja în exploatare și ele pot fi utilizate ca proiecte demonstrative atât din punct de vedere tehnic, cât și pentru demonstrarea rentabilității financiare.
- pentru moment instalațiile de incinerare deșeurilor urbane nu sunt dezvoltate, dar astfel de capacități pot fi o oportunitate majoră de dezvoltare a proiectelor de cogenerare, deoarece o mare parte din costul instalației va fi finanțat prin contractul de colectare/depozitare a deșeurilor și din vânzări de energie electrică;

În actuala situație colectarea biogazului din depozitele de deșeurilor urbane și utilizarea acestuia în motoare mici cu combustie internă pentru cogenerare este în stadiu de evaluare;

Cadrul legislativ actual conferă autorităților locale dreptul și obligația să aleagă strategia cea mai potrivită pentru comunitatea respectivă privind rezolvarea problemei încălzirii, cu respectarea însă a unor cerințe legate de dezvoltarea durabilă și de protecția mediului. Legislația nu îngrădește dezvoltarea cogenerării, dar din păcate nici nu prevede stimulente sau facilități pentru promovare (cu excepția obligativității achiziției energiei electrice pentru 16 centrale de cogenerare preluate recent de diverse municipalități de la operatorul "Termoelectrica").

În aceste condiții cogenerarea de mică/medie putere este o opțiune interesantă pentru modernizarea SATC, oportunitatea implementării acestei soluții trebuind analizată de la caz la caz.

Capacitățile mici de cogenerare au în general costuri specifice mai ridicate de instalare și întreținere. În consecință, viabilitatea proiectelor de cogenerare depinde de capacitatea de a obține cel mai ridicat venit din energia electrică vândută și de posibilitatea de valorificare a avantajelor care decurg din apropierea de consumator.

Pentru fiecare proiect specific, alegerea tipului și capacității pentru sarcina de baza în cogenerare va fi influențată de:

- politica locală de depozitare a deșeurilor;
- procesarea locală a surselor reziduale de energie termică rezultate din procese industriale;
- accesibilitatea și prețul combustibililor alternativi;
- venituri adecvate din electricitate asigurate prin acorduri de vânzare;
- potențialul de stocare a energiei termice; sunt două motive principale pentru a utiliza stocarea energiei termice în corelare cu instalațiile de cogenerare: i) să permită instalației de cogenerare să maximizeze veniturile din electricitate; ii) să permită minimizarea utilizării combustibilului în cazanele de vârf;
- necesarul de capacități în rezerva caldă la producerea electricității ;
- tipul și amplasarea cazanelor de vârf/rezervă.

### **II.3.2. Centrala termică pe cogenerare din cartierul Freidorf din Timișoara**

Majoritatea operatorilor de servicii publice din România (și nu numai) au optat pentru introducerea microcentralelor pe cogenerare, în scopul creșterii randamentului activităților de furnizare agent termic, și, nu în ultimul rând, pentru reducerea gradului de poluare și creșterea siguranței în exploatarea instalațiilor aferente.

C.L.T. COLTERM, principalul furnizor de servicii de termoficare la nivelul Municipiului Timișoara, companie publică, aparținând municipalității, s-a înscris, încă din anii 2004-2005 (și chiar anterior), pe direcția modernizării infrastructurii și serviciilor aferente.

În acest sens, remarcăm și transformarea punctului termic (PT) din zona Freidorf în Centrală Termică (CT) de cartier, pe bază de cogenerare, care să producă, combinat, atât energie termică, cât și energie electrică, în scopul rentabilizării activității în acest sector.

În vederea creșterii confortului (căldură și apă caldă menajeră) pentru locuitorii municipiului din zona Freidorf (un cartier relativ izolat al municipiului), C.L.T. COLTERM Timișoara a alocat, suma de 51 miliarde ROL, la nivelul anului 2005, fonduri destinate transformării punctului termic (PT) Freidorf în centrală termică (CT) pe gaz, care să producă în cogenerare energie termică și energie electrică.



**Figura 2.6. Vedere exterioară a CT Freidorf-Timișoara**

Toate lucrările aferente transformării PT în CT au fost executate, în baza procedurii de licitare, de către S.C. Izometal-Confort Timișoara, între 2005 și 2008 autorul acestei lucrări fiind direct responsabil de concepția, proiectarea parțială și execuția părții electrice a lucrărilor, de la instalația electrică de bază, până la sistemul de monitorizare al parametrilor tehnici ai centralei.

În Figura 2.6 este prezentată o vedere de ansamblu a centralei termice, așa cum arată ea în prezent, după punerea în funcțiune.

Imobilele situate în zona Freidorf erau alimentate cu energie termică și apă caldă menajeră de către PT Freidorf aflat pe strada Văliug a cărui rețea primară are o lungime de 2770 m, pornind de pe strada Dreptatea. Această rețea se afla, la începutul actualului deceniu, într-o stare de uzură avansată, atât pe porțiuni supraterane cât și subterane. Partea cea mai afectată a rețelei se afla pe strada Nicolae Filimon care este inundată permanent datorită nivelului ridicat al apei freatice din acea zonă. Întrucât costurile de reabilitare a rețelei primare sunt extrem de mari și existând problema traversării unor terenuri care nu aparțin domeniului public sau privat al Municipiului Timișoara, singura soluție viabilă pentru viitor a fost transformarea punctului termic în centrală termică alimentată cu gaze naturale.

Centrala termică propusă (și, ulterior executată) va alimenta cu energie termică și apă caldă menajeră consumatorii casnici, agenții economici din zonă precum și Grupul Școlar Auto. Liceul Auto are propriul său punct termic, care a fost desființat, urmându-se a se executa o nouă rețea termică secundară pentru alimentarea liceului din noua centrală termică.

Deoarece se va folosi clădirea punctului termic actual, se necesită a fi întreprinse doar modificări constructive de importanță scăzută, care nu afectează structura de rezistență, fiind limitate la lucrări de construcții pentru amplasarea utilajelor, și de lucrări de reparații și finisaje pentru restul clădirii. Pentru alimentarea cu combustibil a noii centrale s-a impus redimensionarea rețelei de gaz de pe strada Văliug, în vederea asigurării atât a debitului de gaz necesar centralei cât și a debitului necesar consumatorilor casnici deja racordați.

Capacitatea termică instalată la consumatori este de 5800 Gcal/h la o temperatură exterioară de - 15°C. Necesarul de energie pentru prepararea de apă caldă menajeră la un debit de 18,1 l/s la vârf este de 2,6 Gcal/h. Pentru asigurarea capacității termice s-a impus montarea a 5 unități cazane de fontă eutectică cu puterea de 1450 Kw fiecare.

În acest scop s-au montat și câte 3 cazane pentru încălzire și 2 schimbătoare de căldură cu plăci pentru ACM. Parametrii apei calde menajere și ai agentului termic secundar vor fi monitorizați și reglați, atât în funcție de consum, cât și de temperatura exterioară. Se vor monta pompe performante cu consum redus de energie pentru circulația agentului termic și pentru recircularea apei calde menajere.

În Figura 2.7 este prezentată schema tehnologică a centralei, așa cum este implementată pe sistemul de comandă, monitorizare și control, conceput de către autor.

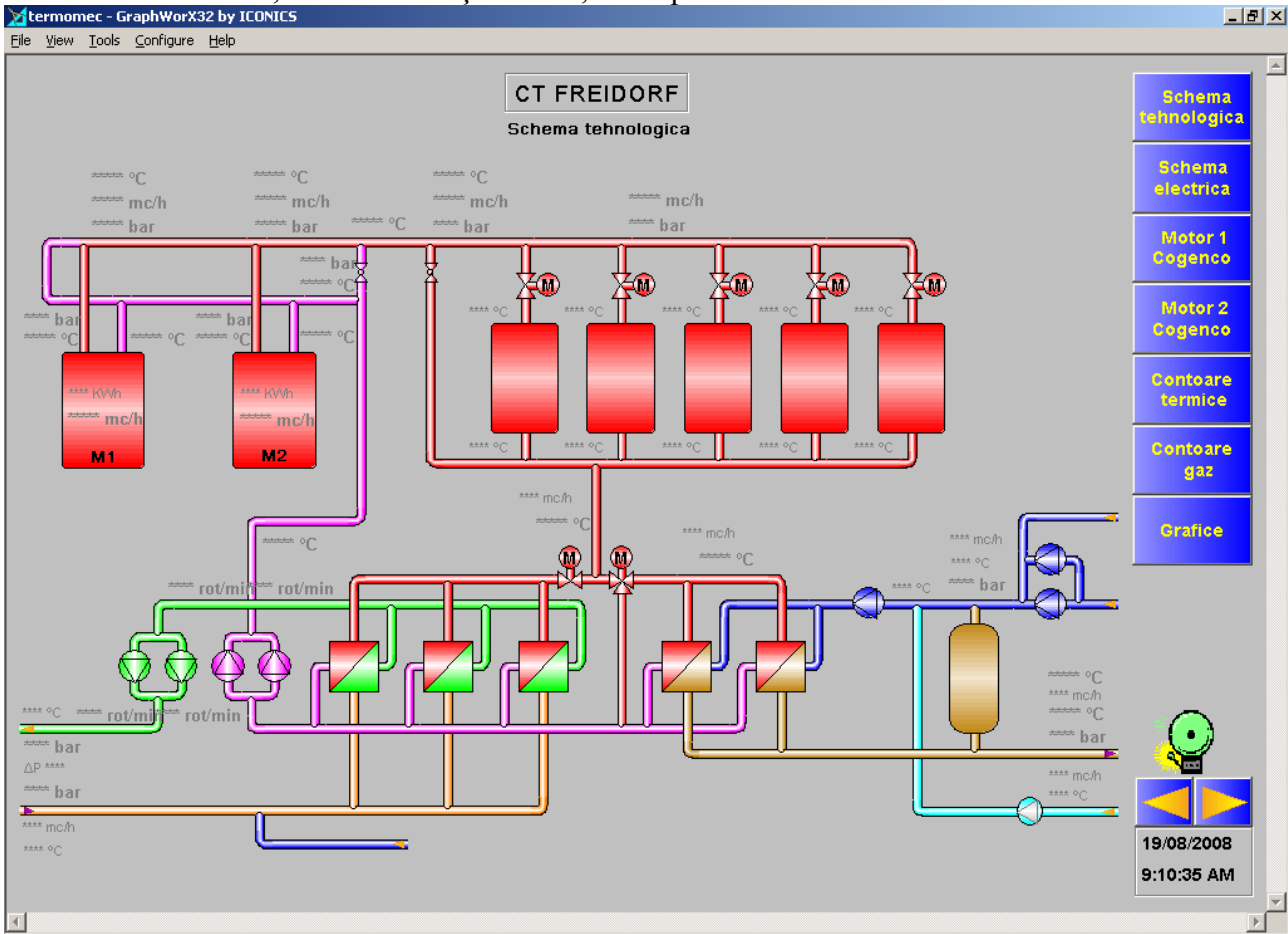


Figura 2.7. Schema tehnologică a CT Freidorf-Timișoara

Noua investiție a fost luată în calcul ca alternativă modernă și eficientă la reabilitarea rețelei primare de termoficare, la care PT Freidorf este racordat, întrucât lucrările de reabilitare ar fi costat peste un milion de euro. Soluția adoptată a prevăzut transformarea PT Freidorf în centrală termică (CT) cu funcționare pe gaze naturale, în care energia termică pentru apă caldă menajeră să se obțină în cogenerare (apă caldă + energie electrică) cu motoare termice (cele două motoare Diesel de 0,5 MW, prezentate în Figura 2.8).



Figura 2.8. Sala motoarelor Diesel

Energia termică pentru încălzire se produce cu cazane de apă caldă (prezentate în Figura 2.9).



**Figura 2.9. Sala cazanelor pentru cogenerare**

Pompe și schimbătoarele de căldură aferente sunt prezentate în Figura 2.10.



**Figura 2.10. Ansamblul de pompe, racorduri și schimbătoare de căldură**



Principalele avantaje ale acestei soluții sunt:

- evitarea pierderilor pe rețeaua primară de transport (care este de cel puțin 6%);
- randamentul unei asemenea instalații este cu cel puțin 15% mai mare decât în cazul centralei pe cărbune de unde era alimentat, PT Freidorf I;
- posibilitatea compensării consumurilor de energie electrică în alte puncte de consum ale C.L.T. COLTERM, cu influențe favorabile asupra costurilor de producție.

Având în vedere aceste avantaje, transformarea PT Freidorf – Timișoara în CT apare ca o soluție fezabilă și pe deplin justificată din punct de vedere economic, al eficienței energetice și, nu în ultimul rând, din punct de vedere al reducerii impactului distructiv asupra mediului ambiant.

## **II.4. Concluzii**

Domeniul producției, transportului și distribuției de energie termică este un domeniu care poate beneficia de avantajele tehnicilor moderne de reglare și de automatizare, mai ales având în vedere lipsa de multe ori a acestor sisteme și gradul de uzură ridicată a celor existente.

Evoluțiile din sfera SATC în ultimul deceniu au fost generate de:

- (a) Incapacitatea statului și autorităților locale (în calitate de proprietari) de a asigura finanțarea investițiilor de modernizare pe măsura degradării tehnice avansate a sistemelor;
- (b) Inerția organizatorică și incapacitatea operatorilor SATC (monopoluri) de a se restructura și de a se comporta în condiții de piață;
- (c) Incapacitatea financiară a majorității populației de a suporta tarifele ridicate la căldură datorate pierderilor uriașe din sisteme sau care rezulta din necesitatea recuperării investițiilor în modernizarea SATC;

Condițiile de mai sus au întârziat implementarea principiilor pieței și au impus intervenția permanentă a statului pentru atenuarea impactului social, prin mecanisme financiare (subvenții, prețuri reglementate) care, la rândul lor, conduc populația și agenții economici la decizii nesustenabile pe termen lung.

Procentul de 21% de locuințe debransate constituie, de fapt, gradul de deschidere (nereglementat!) a pieței încălzirii relativă la SATC și având ca alternativă gazul natural. Acest procent exprimă în parte limita posibilităților financiare ale consumatorilor individuali de a-și rezolva problemele pe cont propriu, cât și nivelul actual de capacitate și extindere a rețelei de distribuție a gazului natural.

Dezvoltarea cogenerării a fost și este în continuare marcată în măsură covârșitoare de politica energetică a guvernelor. Deschiderea piețelor de energie și tendințele de evoluție în cadrul acestora nu au adus beneficii cogenerării. În același timp evoluția tehnologiilor fac cogenerarea tot mai competitivă datorită scăderii investiției specifice și a costurilor de întreținere/exploatare;

Șansele extinderii cogenerării de mică putere în SATC din România depind în mod esențial de:

- (a) menținerea existenței SATC din orașele mici, care în lipsa unor programe de reabilitare și a resurselor financiare aferente, sunt cel mai expuse lichidării;
- (b) posibilitatea de insularizare a unor subsisteme viabile din cadrul **SATC** din orașe mari care au reușit să desfășoare în ultimii ani programe de investiții pentru reabilitare;
- (c) exploatarea **SATC** în condiții de piață, cu intervenția statului doar în cazuri izolate (bine studiate) pentru evitarea dezafectării;
- (d) creșterea capacității financiare a populației (creșterea nivelului de trai);
- (e) acceptarea de facto a generării distribuite de energie pe scara largă și accesul nediscriminatoriu în rețea a energiei electrice produse de echipamentele de mică/medie cogenerare
- (f) popularizarea performanțelor proiectelor pilot care funcționează deja în România, cum este cazul CT Freidorf - Timișoara.

Contorizarea și reglajul individual reprezintă singura cale prin care clientul va recunoaște fără suspiciuni consumul și va avea satisfacția controlului asupra serviciului pe care îl plătește, fiind în același timp un factor esențial care garantează succesul proiectelor de modernizare, punând bazele pentru refacerea încrederii în SATC.

Acțiunile care pot asigura viitorul SATC sunt:

- (a) Recâștigarea încrederii consumatorilor în serviciul public de încălzire, prin reorientarea priorității operatorilor de pe **producție pe client**. Contactul strâns cu clienții prin vizitarea regulată a clădirilor condominiale și organizarea de seminarii.
- (b) Consilierea clientului. Explicarea modului corect de a evalua comparativ soluțiile de încălzire disponibile. Explicarea necesității de a întreține instalațiile de distribuție interioară din cladiri și apartamente. Explicarea potențialului important de reducere a facturii de încălzire prin acțiunile de izolare termică a clădirii. Popularizarea sistemelor actuale de alocare între proprietari a consumului indicat de contorul de bransament.
- (c) Atragerea clienților în schemele de finanțare pentru modernizarea SATC. Consumatorul trebuie să fie făcut conștient că momentul de față este al unei alegeri :

- (1) Se debransează de la SATC și alege o soluție de încălzire individuală pe termen scurt/mediu (necesită un efort financiar: pentru realizarea racordului de gaz natural, instalarea cazanului, refacerea distribuției în apartament, autorizarea instalației);
- (2) Rămâne racordat la SATC, cu perspective pe termen lung și avantaje atât pentru individ, cât și pentru comunitate (deoarece SATC existente sunt la limita duratei de viață, necesitând investiții pentru modernizare/înlocuire – care generează tarife relativ mai ridicate).

Indiferent ce soluție alege, consumatorul **trebuie să facă un efort financiar**. Dacă consumatorul se va convinge că SATC poate să-i asigure confort cu o investiție mai mică și o cheltuială de exploatare mai mică, atunci viitorul SATC este asigurat, iar cogenerarea are perspective bune în acest context.

- (d) Întocmirea împreună cu consumatorii, autoritatea locala și consultantul a strategiei și programului de modernizare a SATC.

Dificultatea de organizare a finanțării unor proiecte de anvergură în domeniu, corelată cu instituirea responsabilității autorității locale privind SATC, sporesc probabilitatea de apariție a proiectelor de dimensiuni mici/mijlocii și favorizează implementarea cogenerării de mica putere. În acest context, devine prioritară identificarea urgentă a SATC sau subsistemelor acestora care întrunesc premisele de funcționare în condiții de piață, adică acolo unde:

- (a) autoritatea locală și operatorii locali fac eforturi pentru refacerea încrederii consumatorilor în serviciul public și în perspectivele sistemului;
- (b) există consensul dovedit al tuturor factorilor implicați (autorități, operatori, marea majoritate a consumatorilor) de a pune în practică un program de modernizare a sistemului și de a participa financiar la această acțiune.

Asigurarea individuală a încălzirii în apartamentele condominiale este o soluție pe termen scurt/mediu. Durata de viață a cazanelor murale pe gaz este de 10-12 ani, după care proprietarul va trebui să facă o nouă investiție. El poate fi recâștigat ca și consumator al SATC dacă în acel moment i se va oferi o alternativă de rebransare competitivă.

Indiferent de localizarea automatizării, în ansamblul întregului sistem producție, transport și distribuție de energie termică, putem spune că NU există un algoritm unic, predestinat a rezolva orice problemă care ar putea apare în întregul ansamblu. Mai mult chiar, nu putem afirma nici existența unor soluții tehnice unice și general valabile, bazate pe aplicarea unor principii, metode sau raționamente din domeniul ingineriei de sistem.

Domeniul automatizărilor este, la ora actuală, într-o dinamică fără precedent, fiind impulsionat pe de-o parte de evoluția echipamentelor "hardware", dar mai ales de apariția unor noi concepte privind componenta "software", adică în primul rând de apariția unor noi structuri ale sistemelor de automatizare industrială, de apariția unor noi modele matematice, de optimizarea permanentă a algoritmilor și structurilor deja implementate.

Optimizarea rezultatului final al muncii inginerului de sistem este o necesitate, știut fiind că, pe lângă avantajele economice evidente pe care le aduce orice "inovație" inclusă în ansamblul automatizării, se disponibilizează în acest sens și noi resurse hardware, iar cele existente sunt exploatate la un nivel optimal. Mai mult chiar, prin clarificarea aspectelor legate de procesul controlat în sine și de metoda de control care va fi aplicată, se deschid noi posibilități de proiectare a automatizării respective sau a altora asemănătoare.

Conceperea unei scheme de automatizare performante nu poate fi făcută decât luând în calcul și modelul matematic al procesului controlat precum și cel al metodei de control. Formularea matematică a problemei de optimizare trebuie făcută astfel încât să permită conceperea soluției de optimizare, fără a genera un număr important de restricții.

## **II.5. Contribuții personale și originale**

Acest capitol se remarcă printr-un grad de originalitate sporit, dintre contribuțiile personale cele mai importante ale autorului trebuiesc evidențiate următoarele:

- Sinteza bibliografică a principalelor date, soluții și elemente tehnice ale termoficării din România;
- Analiza critică și obiectivă a problemelor legate de situația termoficării în România, dincolo de politicile guvernamentale sau de strategiile „oficiale”;
- Emiterea unor concluzii imparțiale și obiective privind starea și evoluția sistemelor de termoficare urbană din România;
- Stabilirea unor soluții tehnice privind posibilitatea implementării instalațiilor pe bază de cogenerare în cadrul rețelelor de termoficare;
- Participarea efectivă la conceperea, proiectarea și execuția lucrărilor aferente transformării PT Freidorf în CT Freidorf, precum și propunerea unor soluții tehnice originale, aplicate în cazul acestei centrale, mai ales pe partea de automatizare, alimentare și măsură-control.

## CAPITOLUL III

### Principalele mărimi măsurate și monitorizate în centralele termice pe bază de cogenerare

#### III.1. Cerințele specifice ale CET Freidorf

Întregul capitol va fi structurat pornind de la cerințele specifice ale CET Freidorf. Se vor lua în considerare atât specificațiile tehnice (cerute în caietele de sarcini), dar mai ales observațiile originale, precum și soluțiile tehnice privind modalitatea de măsurare a mărimilor electrice sau ne-electrice care intervin în funcționarea centralei.

Cerințele generale de funcționare ale CET Freidorf sunt:

##### Pentru circuitul de încălzire:

- debitul agentului termic secundar este de maximum 310 m<sup>3</sup>/h (suficient pentru a realiza încălzirea întregului cartier);
- presiunea returului secundar este de (1,8...2,2) bar (suficientă pentru a realiza distribuția agentului termic în cartier)
- supratemperatura circuitului tur secundar este dată în Tabelul 3.1 (în conformitate cu reglementările A.N.R.E.). La o temperatură exterioară  $t_{ext} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$  se oprește încălzirea. Temperatura monitorizată este de 20°C:
- sarcina termică specifică unei astfel de centrale, în funcție de temperatura exterioară, este, de asemenea, reprezentată în Tabelul 3.1.

Temperatura exterioară $t_{ext}$ , [°C]	Sarcina termică [MW]	Supratemperatura $\Delta t$ [°C]
- 15	7,3	35
- 10	6,3	30
- 5	5,2	25
0	4,2	20
5	3,1	15
10	2,1	10

Tabelul 3.1. Parametrii de funcționare pentru circuitul de încălzire

##### Pentru circuitul de apă caldă menajeră (ACM):

- temperatură (45°C ... 60°C). Temperatura prescrisă este de 50 °C, ceea ce impune un sistem automat de reglaj, care va fi detaliat ulterior;
- debitul este cuprins între 2 și 25 m<sup>3</sup>/h;
- volumul rezervorului tampon, de acumulare, este de 50 m<sup>3</sup>, monitorizat;
- sarcina termică trebuie să se situeze, în funcție de anotimp și temperatura exterioară medie, în limitele descrise în Tabelul 3.2:

Anotimp	Temperatură exterioară medie [°C]	Sarcina termică [Gcal/h]
Vară	20	0,06...0,75
Primăvară/Toamnă	10	0,08...1
Iarnă	2	0,10...1,25

Tabelul 3.2. Parametrii de funcționare pentru circuitul de apă caldă menajeră

Pompele de circulație de pe circuitul secundar pot fi prevăzute (soluție adoptată) cu variator de turație, puterea lor totală fiind de 11 kW. Se recomandă și montarea unui sistem de reglaj în funcție de căderea de presiune de pe circuitul secundar. Căderea de presiune presetată în circuitul secundar este de cca. 1 bar. Acest sistem de reglare va fi detaliat ulterior.

Pompele de hidrofor sunt deja prevăzute, din construcție, cu variator de turație și au o presiune prescrisă de 2,5 atmosfere.

Pentru reglajul temperaturii pe secundar și pe apă caldă se vor introduce bucle independente de reglaj (controllere, electrovalve, traductoare de presiune).

### III.2. Traductoare și metode de măsură

Una din funcțiile indispensabile pentru conducerea eficientă a unui proces, indiferent de procedeele și mijloacele aplicate, este aceea de informare. Deciziile de conducere pot fi luate numai pe baza unor informații cât mai corecte și mai complete asupra unor parametri semnificativi pentru caracterizarea tehnico-economică a procesului. Informațiile respective, reprezentând în ultima instanță valori ale unor mărimi fizice (sau ale unor indicatori calculați prin intermediul acestora) chiar și în cazul conducerii manuale, se obțin ca rezultat al unor operații de măsurare.

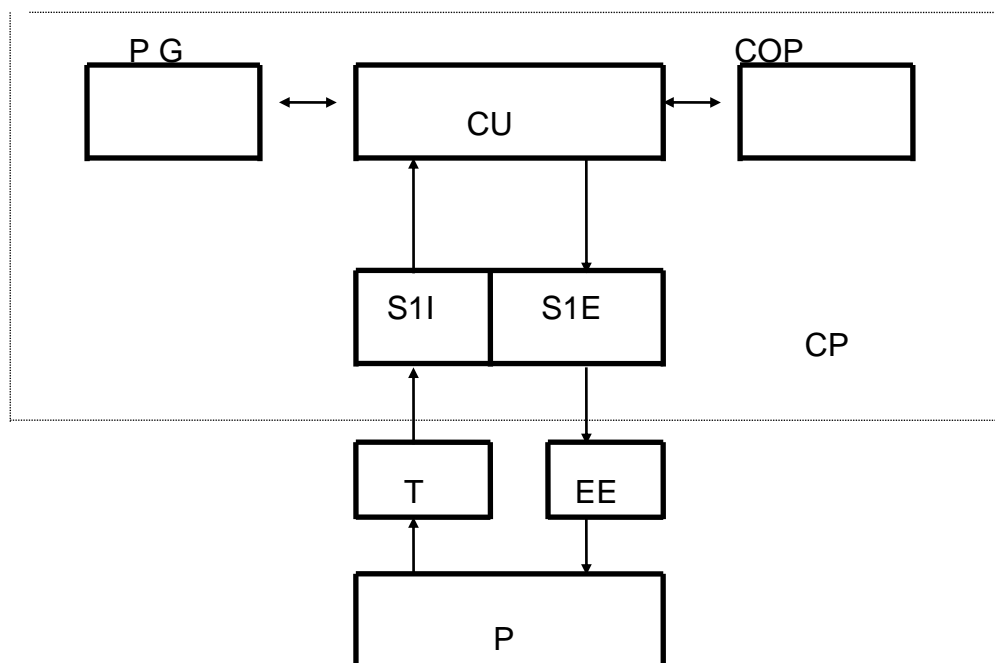


Figura 3.1. Schema de principiu pentru conducere pe calculator de proces

Notațiile utilizate reprezintă:

- CU            - calculator universal;
- COP          - consola operatorului de proces;
- PG           - periferice generale;
- S1I          - sistemul de interfață al intrărilor;
- S1E          - sistemul de interfață al ieșirilor;
- T            - traductoare;
- EE          - elemente de execuție;
- P            - proces;
- CP          - calculator de proces.

În cazul sistemelor automate conducerea proceselor efectuându-se fără intervenția directă a omului, mijloacele prin care aceasta se realizează - inclusiv cele care se referă la funcția de informare - se modifică în concordanță cu noile condiții.

În consecință, operațiile de măsurare în sistemele automate sunt efectuate cu traductoare, dispozitive care stabilesc o corespondență între mărimea de măsurat și o mărime cu un domeniu de variație calibrat, aptă de a fi recepționată și prelucrată de echipamentele de conducere (reglatoare, calculatoare de proces) [69].

Chiar dacă noua generație de aparatură și instalații de automatizare utilizate în centralele și punctele termice reprezintă un progres incontestabil, obținerea informațiilor despre procesul comandat se mai face încă, în multe situații, în mod tradițional. Elementele de măsurare din prezent nu mai corespund nici ca gabarit, nici parametri de conectare (interfață pentru transmiterea informațiilor) și nici ca performanțe. Mai "domină" încă semnalul analogic de curent continuu, iar tehnologia de fabricație a elementelor de măsurare provine în cea mai mare parte din domeniul mecanicii fine.

Toate considerațiile și relațiile stabilite pentru analiza și sinteza sistemelor de reglare pornesc de la premisa ca erorile pe care le-ar putea introduce traductorul sunt neglijabile. În consecință, devine evident importantă precizia acestuia pentru problema reglării și pentru conducerea automată în general [68].

În concluzie, se poate afirma că traductoarele sunt elemente componente tipice ale sistemelor automate, prin intermediul cărora se realizează funcția informațională și că ele trebuie să întrunească o serie de calități care să le apropie de caracteristicile ideale de liniaritate, dinamică și precizie pentru a asigura valabilitatea ipotezelor și relațiilor matematice pe baza cărora sunt formalizate problemele de conducere automată a proceselor. În realitate traductoarele, ca și elementele de execuție, sunt unități constructive distincte dispuse pe cele două căi de interconectare între procesul propriu-zis și elementele sistemului de conducere cu calculator de proces. (Figura 3.1)

Traductoarele, în concordanță cu funcțiunile specificate sunt situate pe calea informațională având sensul de transmisie de la proces către sistemul de conducere. Rezultă astfel că prin poziția lor traductoarele sunt cuplate pe de o parte (la intrare) cu instalațiile tehnologice care constituie sediul procesului. Putem afirma, prin analogie, că, fără un set de programe corespunzător și fără traductori, microcalculatorul este ca un aparat de radio-recepție fără antenă și fără difuzoare

Cuplarea traductoarelor cu procesul se poate face de o manieră foarte diversificată - mecanică, termică, electrică - în raport cu natura fenomenelor purtătoare de informație referitoare la mărimea de măsurat. Conectarea traductoarelor cu dispozitivele de automatizare este dependentă de caracteristicile constructive ale acestora, care impun de altfel și conversia pe care trebuie să o realizeze, respectiv natura fizică a mărimii furnizată la ieșire [70]. Ca urmare semnalele de ieșire ale traductoarelor sunt de natură electrică (tensiune, curenți) sau pneumatică (aer sub presiune). Fie că sunt electrice sau pneumatice, traductoarele destinate automatizărilor industriale au de regulă, semnale de ieșire cu variații într-o gamă fixată, indiferent de domeniul de valori al mărimii pe care o primesc la intrare.

Se creează astfel posibilitatea tipizării celorlalte elemente, realizându-se așa-numitele sisteme de aparate de automatizare funcționând cu semnal unificat. Prin această tipizare același regulator automat, de exemplu, poate fi utilizat la reglări de presiuni debite, nivele, temperaturi, etc., oricare ar fi limitele impuse pentru mărimea de referință. Tipizarea asigură avantaje tehnico-economice importante legate de producerea în serii mari a aparaturii de automatizare, modularizare, interschimbabilitate și interconectarea ușoară a diferitelor componente.

Având un rol important în unificarea componentelor sistemelor de automatizare industrială, trebuie subliniat că traductoarele rămân ele însele elementele cele mai diversificate datorită condițiilor extrem de variate pe care le implică multitudinea de parametri caracteristici pe care trebuie să îi convertească în semnale unificate [59]. În componența oricărui traductor se pot distinge unele elemente funcționale tipice conform structurii generale reprezentată în Figura 3.2.



**Figura 3.2. Structura generală a unui traductor**

Funcțiile elementelor componente evidențiate în schema din figură sunt următoarele [51]:

- a) elementul sensibil **ES** (denumit și detector, captor, sau senzor) este elementul specific pentru detectarea mărimii fizice pe care traductorul trebuie să o măsoare. Elementul sensibil se caracterizează prin proprietatea de a detecta numai mărimea  $x$ , eliminând sau reducând la un minim acceptabil influențele pe care le exercită asupra sa toate celelalte mărimi fizice existente în mediul respectiv. Sub acțiunea mărimii de intrare are loc o modificare de stare a elementului sensibil, care, fiind o consecință a unor legi fizice cunoscute teoretic sau experimental, conține informația necesară determinării valorii acestei mărimi;
- b) adaptorul **A** este cel de-al doilea bloc funcțional important al traductoarelor. El are rolul de a adapta informația obținută (simbolic) la ieșirea elementului sensibil la cerințele impuse de aparatura de automatizare care o utilizează, respectiv să o convertească sub forma impusă pentru semnalul  $y$ .

Cu privire la adaptor se pot remarca unele particularități semnificative [52]:

- pe partea de intrare adaptorul se caracterizează printr-o mare diversificare din necesitatea de a putea prelua variatele forme sub care pot să apară modificările de stare ale numeroaselor tipuri de elemente sensibile;
- pe partea de ieșire adaptoarelor cuprind, îndeosebi în cazul aparaturii de automatizare standardizate, elementele constructive comune specifice generării semnalelor unificate și care nu depind deci de tipul sau domeniul de valori al mărimii de intrare.

Funcțiile realizate de adaptor sunt complexe. Ele determină ceea ce se înțelege în mod curent prin adaptare de nivel sau de putere (impedanța) cu referire la semnalul de ieșire în raport cu dispozitivele de automatizare.

Se poate spune că adaptorul este elementul în cadrul căruia se efectuează operația specifică măsurării - comparația cu unitatea de măsură adoptată. Ținând seama de elementele constructive comune impuse de tipurile de semnale furnizate la ieșire, adaptoarele pot fi grupate în două categorii: electrice (electronice) și pneumatice. Forma de variație a semnalelor respective conduce la o altă modalitate de clasificare: analogice și numerice. Orice traductor, indiferent de complexitate, de destinație sau de forma constructivă, poate fi redus la structura funcțională simplă constituită din două blocuri principale - elementul sensibil și adaptorul. Uneori însă particularitățile legate de aspecte tehnologice sau economice impun prezența și a unor elemente auxiliare. Astfel sunt cazuri, de exemplu la măsurarea temperaturilor ridicate, când elementul sensibil este adaptor. În general elementele de transmisie realizează conexiuni electrice, mecanice, optice sau de altă natură. Tot în categoria elementelor auxiliare se încadrează sursele de energie cuprinse în cadrul traductoarelor. Desigur pentru diverse cazuri particulare pot fi evidențiate și alte elemente auxiliare. Este de observat însă că toate acestea pot fi grupate din punct de vedere funcțional astfel încât se ajunge în ultima instanță tot la schema din Figura 3.2, care reprezintă structura generală tipică a traductoarelor utilizate în cadrul sistemelor automate. Traductoarele pot fi integrate în contoare, dacă este necesar.

Din punct de vedere al parametrilor care trebuie contorizați în cadrul **CET Freidorf**, s-a sugerat următorul necesar de contoare:

- contor general de gaze naturale;
- contoare individuale pentru consumul de gaz la cele 5 cazane;
- contor pentru consumul de gaz la fiecare din cele două motoare termice;
- contor de apă rece preluată din rețeaua municipală;
- contor volumetric pentru adaosul secundar de apă;
- contor de energie termică livrată de motoarele termice;
- contor de energie termică livrată de către cazane;
- contor de energie termică pentru apa de consum recirculată;
- contor de energie termică livrată în secundar;
- contor de energie termică pentru apa caldă menajeră.

Din punct de vedere al parametrilor monitorizați la CET Freidorf, prin intermediul dispeceratului automatizat, se vor monitoriza:

**a. Temperaturi:**

- tur primar cazane;
- tur primar motoare termice;
- retur primar general;
- tur secundar;
- retur secundar;
- apă caldă de consum.

**b. Presiuni:**

- tur secundar;
- retur secundar;
- apă caldă de consum;
- apă rece oraș;

**c. Energii termice (prin intermediul contoarelor)**

- livrate de motoarele termice;
- livrate de către cazane;
- apa de consum recirculată;
- livrată în secundar;
- pentru apa caldă menajeră;

**d. Consumuri de gaze (prin intermediul contoarelor)**

- consum general de gaze naturale;
- consumul de gaz la cele 5 cazane;
- consumul de gaz la fiecare din cele două motoare termice;

**e. Debite de apă (caldă sau rece)**

- preluată din rețeaua municipală;
- adaosul secundar de apă;
- alte debite în interiorul instalației;

În continuare se vor detalia toate tipurile de traductoare prezente în instalație, împreună cu descrierea soluțiilor tehnice propuse de către autor.

### III.2.1. Traductoare de debit

Alături de temperatură și presiune, debitul agentului termic este una din mărimile importante care trebuie achiziționate și urmărite în instalațiile de producere și distribuție a energiei termice.

Debitul poate fi *volumic*,  $Q_v$ , dacă se definește ca fiind volumul  $V$ , care trece printr-o secțiune  $S$  a conductei în unitatea de timp,  $t$ , sau debit *masic*,  $Q_m$ , reprezentând masa fluidului,  $m$ , care trece prin secțiunea  $S$  a conductei, în unitatea de timp,  $t$ :

$$Q_v = \frac{V}{t} = u \cdot S, \text{ exprimat în: } [m^3/s]; [m^3/h]; [l/s] \quad (3.1)$$

$$Q_m = \frac{m}{t} = \rho \cdot u \cdot S = \rho \cdot Q_v, \text{ exprimat în } [kg/s]; [kg/h] \quad (3.2)$$

unde  $u$  reprezintă viteza caracteristică a fluidului, iar  $\rho$  densitatea masică a fluidului [14].

#### III.2.1.1. Traductoare electromagnetice

Pentru măsurarea debitului substanțelor care au o conductivitate electrică mai mare decât  $\sim 10\mu S$  se pot folosi traductoare de inducție electromagnetică. Un astfel de aparat este alcătuit dintr-o pereche de piese polare pentru crearea unui câmp magnetic alternativ, în care, printr-un tub diamagnetic circulă lichidul. Tubul este prevăzut cu colectoarele a și b pentru culegerea t.e.m. induse  $e=f(Q)$  (Figura 3.3)



Lichidul care se află între colectoare se comportă ca un conductor ce se deplasează în câmpul magnetic  $B$  cu viteza medie  $w$ , generând t.e.m. indusă [52]:

$$e = B \cdot l \cdot w \quad (3.3)$$

unde  $l$  reprezintă lungimea ipotetică a conductorului de lichid.

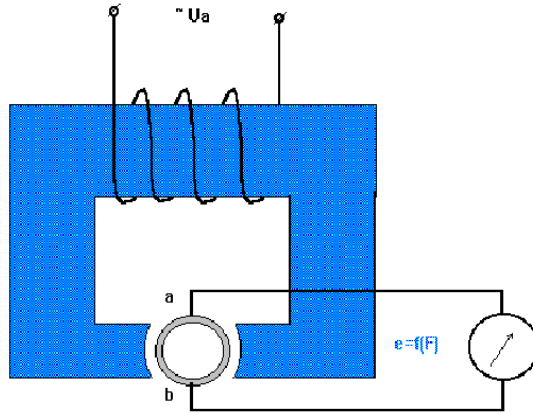


Figura 3.3. Traductor electromagnetic de debit

În acest caz, debitul masic poate fi evaluat din relația:

$$Q_m = S \rho w = \frac{\pi d^2 \rho e}{4Bl} = ke \quad (3.4)$$

unde  $k$  este o constantă specifică traductorului.

Pentru cazuri speciale pot fi folosite și alte tipuri de traductoare descrise în literatura de specialitate, cum sunt traductoarele ultrasonice, traductoarele cu ionizare etc.

Aceste traductoare se utilizează în construcția contoarelor pentru înregistrarea debitului de apă preluat din rețeaua publică municipală, în cadrul CET Freidorf.

Un debitmetru pentru apă, având transmitere la distanță a valorii măsurate este debitmetrul electromagnetic, care reprezintă o soluție des utilizată în automatizările din centralele și punctele termice, inclusiv în cadrul CET Freidorf.

În Figura 3.4 se prezintă familia de traductoare și contoare electromagnetice, tip MAGFLO, produsă de către Danfoss, modelul MAG 3100 fiind utilizat pentru măsurarea debitului de apă rece.



Figura 3.4. Familia de debitmetre electromagnetice tip MAGFLO, produsă de către Danfoss

Aceste traductoare au clasa de precizie de până la 0,25 %, putând funcționa la temperaturi limită între -10°C și +95°C. Pot opera uni sau bidirecțional, fiind fabricate într-o serie completă de diametre, adaptate oricărei aplicații. Sunt căptușite cu un elastomer care permite vehicularea igienică a apei pentru consum, la o presiune de maximum 40 bar. Ieșirile ansamblului sunt 3, una digitală, o ieșire tip releu și o ieșire în curent, comunicarea pe partea digitală efectuându-se printr-o interfață compatibilă PROFIBUS, HART sau DeviceNET. Ansamblul dispune de un afișaj pe trei linii a 20 caractere [68].

**MAGFLO** măsoară debitul fluidelor conductoare în aplicații de control, dozare, contorizare volumică sau totalizare. Succesul lor se datorează îndeosebi abilității de a măsura debitul independent de presiunea, temperatura sau vâscozitatea lichidului, fără a întrerupe în vreun fel curgerea acestuia. Este utilizat cu precădere la contorizarea fluidelor conductoare dificile de măsurat, cum ar fi argilele, nămolurile, lichidele corozive sau abrazive, pastele, produsele alimentare și chimice, apele uzate, dar și la contorizarea apei potabile, pentru care există versiune special adaptată. Cu o clasă de precizie de 0,5 %, acest debitmetru este o alegere ideală în orice aplicație care necesită înaltă precizie și durată lungă de viață.

Debitmetrul poate fi instalat atât pe conducte orizontale cât și pe conducte verticale. Partea electronică poate fi montată fie pe contor, fie în orice alt loc la distanță. Ecranul afișează debitul în diferite unități de măsură, volumul total. Programarea se face în funcție de specificul aplicației, prin intermediul unor meniuri cu instrucțiuni, afișate pe display. În caz de golire a conductei se poate declanșa o alarmă, interfațată cu instrumentul electronic.

### **III.2.1.2. Traductoare cu ultrasunete**

#### *Metode de măsurare a debitului cu ultrasunete*

Se utilizează următoarele metode industriale de măsurare a debitului cu ajutorul ultrasunetelor:

- măsurarea deviației direcției vectorului vitează a unui fascicul de ultrasunete care se propagă perpendicular pe direcția de curgere a fluidului;
- măsurarea variației valorii vitezei undei ultrasonice între două puncte fixe aflate la o distanță cunoscută, pe direcția de curgere.

Traductoarele primare TP ale debitmetrelor ultrasonice utilizează o sursă exterioară de ultrasunete, care asigură explorarea câmpului de viteze al fluidelor în curgere. Tipurile reprezentative de traductoare primare, grupate funcție de principalele criterii de clasificare, sunt prezentate în Tabelul 3.3.

Debitmetrele cu astfel de traductoare primar se utilizează pentru măsurarea debitelor în conducte de diametre mai mari de 10 mm, în care curg fluide sub presiune.

Aceste traductoare sunt integrate în structura contoarelor de energie termică, alături de senzorii de temperatură și calculatoarele de energie termică, așa cum vom arăta în capitolele următoare [69].

Pentru aplicația de la CET Freidorf se utilizează debitmetre ultrasonice de ultimă generație, produse de către Danfoss Danemarca, care facilitează o măsurătoare de înalta precizie pe un domeniu dinamic foarte larg. Acestea sunt în întregime proiectate și construite cu ajutorul ultimelor tehnologii electronice și de prelucrare, special concepute pentru a oferi facilități precum instalare ușoară, mentenanță scăzută datorită soluției de măsurare adoptate.

Contorul de acest tip este special proiectat pentru durabilitate – nu are piese în mișcare aflate în contact cu agentul termic – și utilizează nivele foarte mari de semnal ultrasonic pentru a asigura precizia măsurării de debit chiar dacă apa conține particule de mizerie.

Calculatorul de energie integrat în configurația contorului oferă facilități avansate de afișare și stocare a datelor de facturare, de management al parametrilor agentului termic furnizat în rețea, de comunicație în sistemele moderne de management și citire a datelor de la distanță, prin acceptarea unui număr variat de module plug-in pentru extensie.

În situația CET Freidorf, debitmetrele cu ultrasunete se utilizează în construcția contoarelor de energie termică amplasate după cum urmează: energii livrate de motoarele termice, de către cazane, energia din apa de consum recirculată, energia livrată în secundar și energia necesară pentru apa caldă menajeră.

**Tabelul 3.3. Descrierea debitmetrelor cu ultrasunete**

	Tipul debitmetrului Relația sa caracteristică	Schema reprezentativă	Caracteristici tehnice de utilizare
0	1	2	3
1	<p>Cu devierea transversală a unei ultrasonice ( direcția de propagare a unei este perpendiculară pe direcția de curgere a fluidului).</p> $\operatorname{tg}\delta = v/c = x/\Delta$ <p>(x reprezintă deviația liniară la piezoelementele receptoare).</p>	<p>Varianta a (vezi fig.3.5)</p> <p>Varianta b (vezi fig.3.6)</p> <p>1-generator; 2-piezoelement emitor 3,5-piezoelemente receptoare; 4-amplificator diferențial</p> <p>— drumul parcurs de unda ultrasonică în absența unui debit; — — drumul parcurs de unda ultrasonică în prezența unui debit.</p> <p>Schema debitului cu reflexie multiplă (vezi fig.3.7);</p> <p><b>G</b>-generator; <b>C</b>- bloc corecție; <b>DC</b>- detector de corecție; <b>AD</b>- amplificator diferențial; <b>D</b>- detector; <b>SC</b>- bloc de calcul; <b>AM</b>- aparat de măsurare.</p>	<p>Se deosebesc două variante:</p> <p>a- cu un piezoelement receptor b- cu 2 piezoelemente receptoare; pe masura creșterii vitezei de curgere a fluidului undele ultrasonice deviază tot mai mult în sensul de curgere.</p> <p>În varianta b piezoelementele receptoare 3 și 5 sunt amplasate simetric în raport cu piezoelementul emitor 2.</p> <p>Semnalul dat de amplificatorul diferențial crește odată cu creșterea vitezei de curgere a fluidului, crescând energia la piezoelementul 5 și scăzând la 3.</p> <p>Sensibilitatea crește atunci când undele se propaga sub un unghi mic față de perpendiculara pe direcția de curgere a fluidului.</p> <p>Piezoelementul suplimentar se excită cu frecvența de rezonanță și emite semnal proporțional cu rezistența electrică specifică a mediului fluid supus măsurării gc; semnalul se utilizează pentru corecția datorată variației densității fluidului.</p> <p>Multiplicarea semnalului detectorului în blocul SC și a semnalului proporțional cu gc duce la obținerea unui semnal proporțional cu vg, cu debitul masic ce se măsoară cu AM.</p> <p>Neajunsul traductoarelor cu reflexie multiplă rezidă în independența indicațiilor de starea suprafețelor reflectante.</p>

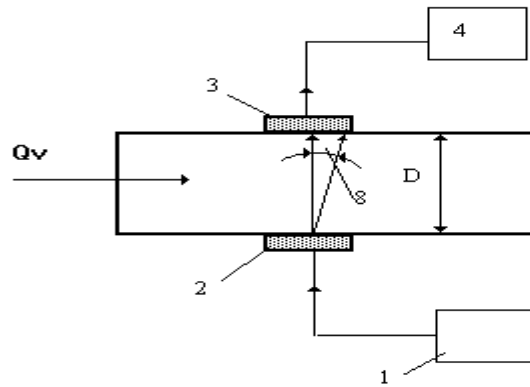


Fig. 3.5. Schema reprezentativă (varianta a).

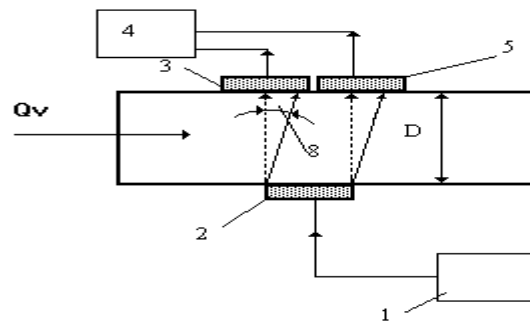


Fig. 3.6. Schema reprezentativă (varianta b).

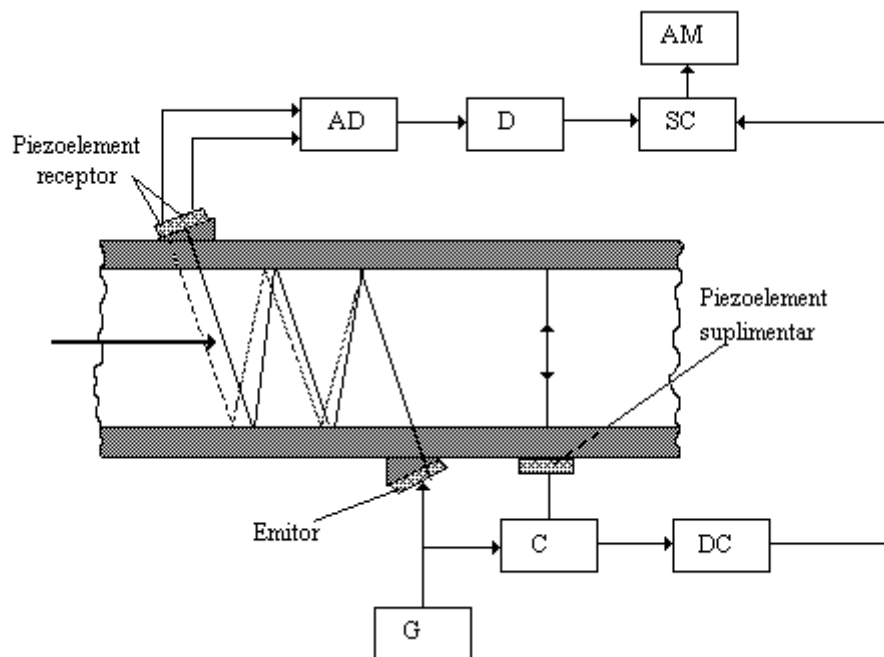


Fig.3.7. Schema debitmetrului cu reflexie multiplă

Comunicarea cu exteriorul a ansamblului se face printr-un protocol MBUS, conform EN 1434 și IEC 870-5. Controller-ul de comunicație MBUS EN 1434-3 oferă 5 opțiuni standard precum și alte combinații la cerere. Acestea sunt: cartela MBUS + 2 intrări auxiliare; cartela MBUS + 2 ieșiri impuls pt. energie și volum, cartela RS232 pentru modem; cartela pentru o ieșire de alarmă.

Prin acest tip de contor se introduce o tehnologie modernă de măsurare a debitelor apei și agenților termici, anume debitmetrele ultrasonice (integrate în contoare). Așa cum am mai arătat, acest produs a fost conceput să ofere toate caracteristicile de care se bucură contoarele mecanice – fiabilitate pe termen lung, performanțe metrologice superioare, siguranță în exploatare, construcție robustă, știut fiind că această tehnologie viza până acum alte domenii industriale (industria chimică, alimentară, petrolieră etc.)

Față de produsele similare de pe piață, contorul ultrasonic se deosebește prin mai multe funcții și inovații tehnice, fapt ce îi conferă performanțe superioare și rezistență sporită la condițiile specifice din România.

Produsul a fost proiectat din start să îndeplinească toate cerințele metrologice și să ofere performanțe superioare; el a fost testat în probe de durabilitate timp de cca. 3 ani, fapt ce garantează comportamentul performant și siguranța în exploatare.

Noul contor ultrasonic se pretează pentru măsurătorile facturabile din domeniul producției, distribuției și consumului de energie termică în localitățile urbane. Pentru măsurarea energiei termice, contorul se va utiliza în combinație cu o nouă versiune a integratorului electronic de energie termică, CF50 Echo, împreună cu o pereche de termorezistențe Pt100/Pt500.

În Figura 3.8 prezentăm debitmetrele ultrasonice SONOFLO fabricate de Danfoss, concepute pentru măsurarea următoarelor mărimi: Debitul de volum necompensat; Totalul de volum necompensat; Debitul de masă; Totalul de masă; Viteza lichidului în conductă; Densitatea lichidului;

Avantajul major al acestui tip de tehnologie este independența măsurătorii de variațiile de temperatură, densitate, presiune sau conductivitate electrică. SONOFLO măsoară debitul de lichid în unități de volum și de masă standard.



**Figura 3.8. Contoarele și debitmetrele din familia SONOFLO**

#### *Configurație SONOFLO:*

1. Traductor ultrasonic de debit tip SONO 3100 DN32 ... DN400 cu 1 sau 2 piste (tronson calibrat SONO);
2. Senzori ultrasonici tip SONO 3200, 4 buc.;
3. Convertor electronic de semnal tip SONO 3000;
4. Cablu coaxial de legătură.

SONOFLO este realizat pentru măsurarea lichidelor curate, dar poate opera și cu lichide ce conțin cantități mici de gaz și particule solide, datorită procesării inteligente a semnalelor. Acest tip de debitmetru măsoară cu o precizie înaltă, mai bună de 0,5 % pentru întregul domeniu de măsurare. Convertorul de semnal SONO 3000 este comun pentru toate dimensiunile de debitmetre ultrasonice, putând fi alimentat fie de la rețeaua de 230 Vca, fie de la 24 Vcc.

### III.2.1.3. Traductoare cu turbină

Sunt cunoscute doua tipuri de debitmetre cu turbină (după tehnologia de execuție):

- a) multijet (tehnologie mai veche);
- b) monojet - contoare Woltmann.

#### a). Principiul de funcționare al contoarelor multijet

Traductorul primar al contoarelor cu turbină multijetare are caracteristic faptul că jetul de fluid intrat în aparat este divizat în mai multe jeturi de către paharul cu ferestre, accesul fluidului spre morișcă făcându-se pe partea sa inferioara, iar refularea pe la partea sa superioara, în acest caz fiind prevăzută și o placă separatoare. Ajustarea, din exterior a caracteristicii debitmetrului se realizează prin variația debitului ce acționează modificându-se valoarea debitului de ocolire, cu ajutorul dispozitivului de ajustare (o strangulare hidraulică) ce poate fi acționat sub presiune. Trebuie remarcat că această soluție constructivă este similară cu cea a unui debitmetru complex având doua traductoare primare montate în by-pass, cu particularitatea că debitul total se divide în debitul principal care trece prin morișcă și cel secundar care trece prin dispozitivul de ajustare. Proportionalitatea dintre viteza de rotație a moriștii și debit se asigură prin reducerea efectului turbioanelor de fluid cu ajutorul unor nervuri de reținere plasate în carcasa traductorului primar al debitmetrelor, diminuându-se efectul pătratic al momentului de frânare al moriștii.

Relația de proporționalitate a caracteristicii  $Q=Q(n)$  determină reducerea variației de măsurare a debitului, un optim obținându-se la soluția cu nervuri plasate deasupra și dedesubtul moriștii, eroarea limitându-se în general sub 5% pentru domenii largi de debit, cu extensia  $Q_{max}/Q_{min}>100$ . Astfel, debitmetrele executate în țară, conform STAS 3743-74, au eroarea de măsurare de 3% pentru debite de 2-5% din debitul nominal și 2% pentru debite între 5-100%. Mărirea sensibilității debitmetrului (implicit și a domeniului de debit), se asigură prin realizarea unei moriști ușoare, cu frecări mici în lagăre crescând și durata de viață a aparatului.

#### b). Principiul de funcționare al contoarelor cu turbină de tip Woltmann.

Deși inițial aceste aparate s-au utilizat pentru măsurarea vitezei lichidelor în canale deschise, în prezent (după introducerea moriștii într-o carcasă), debitmetrele Woltmann se folosesc pentru măsurarea debitelor în conducte închise.

Variantele constructive ale acestui tip sunt: cu morișca verticală și orizontală ( Figura 3.9). Morişca este rotită de fluid în lagăre, sau prin intermediul unui tub de dirijare a jetului. Mișcarea de rotație se transmite prin intermediul tije și a cuplajului magnetic la cadranul de afișare (valoarea totală a debitului), și/sau este transformată într-un semnal electric (proporțional cu debitul) transmis la distanță. Debitmetrele Woltmann cu acționare axială (axa moriștii fiind perpendiculară pe axa conductei) elimină frecarea cuplajului melc roată melcată, limita inferioară a debitului măsurabil scade extinzându-se domeniul de măsurare. Prin schimbarea direcției de curgere a fluidului crește însă pierderea de presiune, care rămâne totuși inferioară celei aferente debitmetrelor cu morișcă acționate parțial. Traductorul de debit cu turbină funcționează în poziție orizontală sau verticală, în funcție de tipul turbinei. Montarea turbinei trebuie făcută pe tronsoane calibrate ce au diametrul interior identic cu cel al turbinei. Tronsonul montat în amonte de turbină va fi de minim 10 Dn.

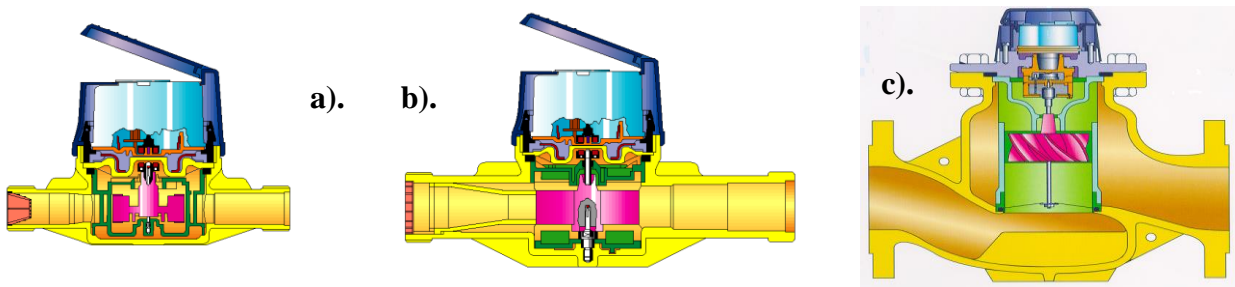


Figura 3.9. Secțiuni prin debitmetre tip Woltmann cu turbină orizontală [a. b).], respectiv verticală c).

În fața fiecărui asemenea tronson se montează obligatoriu un filtru de impurități. În cazul în care configurația instalației și dimensiunile de gabarit nu permit montarea tronsonului liniar, se va folosi un stabilizator compensator de debit ce are ca rol stabilizarea curgerii fluidului (liniarizează liniile de câmp) și permite închiderea lanțului de cote între filtru, compensator și turbină.

Este evident că cele mai simple debitmetre sunt cele cu turbină, putând fi utilizate în aplicațiile în care se măsoară debitul apei calde sau reci. În Figura 3.10. sunt prezentate câteva exemple de debitmetre cu turbină (unele înglobate în contoare), care sunt utilizate frecvent în aplicațiile din domeniul termoficării.



**Figura 3.10. Contoare de apă caldă / rece care sunt prevăzute cu debitmetre cu turbină**

În centralele termoelectrice se măsoară debitul de apă pe conducta de intrare în cazan, cu indicare, înregistrare și semnal în bucla de reglare a debitului, pe conductele de apă de injecție, pe conductele de intrare în economizor. Se măsoară de asemenea debitul de aer introdus în amestec cu praful de cărbune pentru ardere în focar, ca și în conducta de păcură care alimentează arzătoarele. În sala turbinelor se măsoară debitul de abur pe conducta de abur viu, cu indicare, înregistrare și semnal în circuitele de reglare, pe conducta de abur de presiune, pe conducta de abur viu, cu indicare, înregistrare și semnal în circuitele de reglare, pe conducta de abur de presiune, pe conducta de condens, pe conductele de intrare apă în filtrele de tratare a apei, etc.

În punctele termice se măsoară debitul, cu indicare, înregistrare și contorizare pe conducta principală a schimbătorului de bază, pe conducta schimbătorului de vârf, pe conducta de apă fierbinte către consumatori, pe conducta de apă rece returnată de la consumatori. În centralele termice pe păcură se măsoară cu indicare și contorizare, debitul de păcură pe conducta de ducere și pe conducta de întoarcere spre și de la consumator.

Atât la măsurarea vitezei, cât și a debitului, prezintă importanță caracteristicile lichidului: caracterul curgerii, vâscozitatea, transparența, temperatura, conținutul de impurități, existența suspensiilor etc., caracteristici care stabilesc metoda de măsurare. Nu există un "algoritm" prestabilit pentru alegerea metodei de măsurare, acestea fiind doar o parte din factorii care intervin în stabilirea acesteia. Factorii economici și tehnologia utilizată în instalația de automatizare sunt de multe ori hotărâtori.

### III.2.2. Traductoare de temperatură

Măsurarea temperaturii este o problemă legată atât de definirea acestei mărimi, cât și de utilizarea unor scări de temperatură adecvate metodelor practice de măsurare. Prin *temperatură empirică* (practică), se înțelege un parametru termic care are proprietatea că într-un sistem izolat, format din mai multe corpuri în contact termic, condiția necesară și suficientă de echilibru este ca toate corpurile să aibă aceeași valoare a temperaturii. Prin *temperatură absolută* (termodinamică) se înțelege factorul de proporționalitate al schimbului de energie prin efect termic pentru fiecare corp aparținând unui sistem termodinamic.

Pentru măsurarea temperaturilor se impune definirea unei scări precise, cu valori stabile și reproductibile, între care să fie stabilite relații de interpolare, care să fie cât mai apropiată de Scara termodinamică de temperatură, care derivă din legile termodinamicii. Scara internațională practică de temperatură din 1968 (SIPT - 68) stabilește ca unitate de temperatură gradul Kelvin [K], egal cu  $1/273,16$  din temperatura termodinamică corespunzătoare punctului triplu al apei. În activitatea tehnică curentă, în România și în majoritatea țărilor uniunii europene, exceptând țările anglo-saxone, se utilizează o unitate de măsură tolerată - gradul Celsius [°C] - , care este egal cu Kelvin, relația de corespondență fiind:  $T[K] = t [°C] + 273,15$ .

Principalele categorii de traductoare de temperatură utilizate în aplicațiile termoelectrice sunt:

- traductoare termoelectrogeneratoare;
- traductoare termorezistive;
- traductoare dilatometrice;
- traductoare termomanometrice;
- traductoare de radiație.

Vom detalia, în continuare, soluțiile tehnice utilizate în cazul CET Freidorf:

### III.2.2.1. Traductoare termoelectrogeneratoare

La baza funcționării acestui tip de traductoare, denumite și termocupluri, stau efectele Peltier-Thomson, asupra unui cuplu din două metale cu proprietăți termoelectrice cât mai diferite. (Figura 3.11).

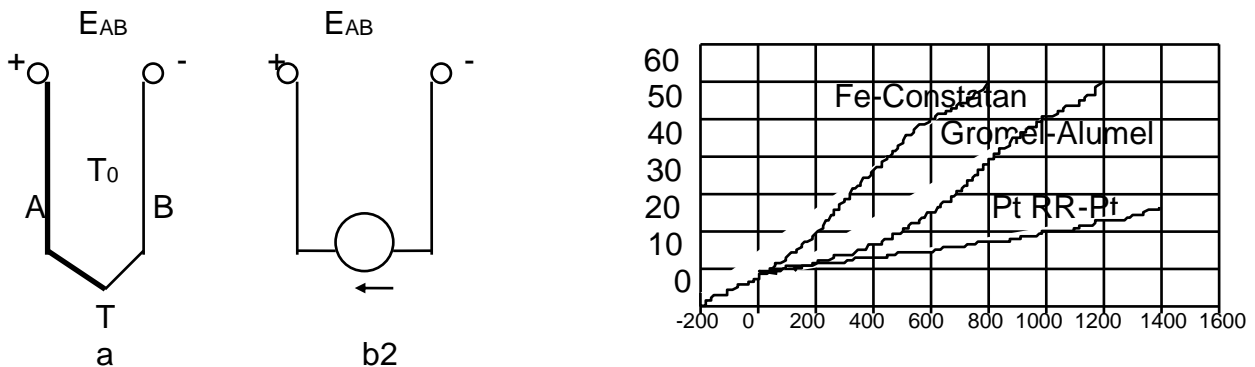


Figura 3.11. Explicativă pentru termocupluri.

a) schema electrică; b) schema electrică echivalentă; c) caracteristica statică

Un termocuplu se obține prin sudarea la câte unul din capete a doi electrozi A și B, din metale diferite, dintre care unul are un număr de electroni liberi mai mare decât celălalt. Prin punctul de joncțiune, electronii liberi dintr-un electrod trec în celălalt, primul electrificându-se pozitiv, iar celălalt negativ. Câmpul electric creat se opune difuziei și astfel se realizează un echilibru, când între electrozi se stabilește o diferență de potențial dependentă de temperatura capetelor sudate (efectul Peltier). Dacă cele două capete ale unui electrod omogen au temperaturi diferite, concentrația electronilor liberi la capetele respective va fi și ea diferită.

Electronii din zona cu concentrația mai mică migrează până când, prin intermediul câmpului electric creat de diferența de potențial de la capetele electrodului, se stabilește un echilibru (efectul Thomson). Cele două efecte cumulate produc la capetele libere ale electrozilor o diferență de potențial dependentă de diferența dintre temperatura capetelor sudate și cea a capetelor libere, de forma:

$$E_{AB} = \alpha_{AB} (T, T_0) \cong \alpha_{AB} (T - T_0), \quad (3.5)$$

unde  $\alpha_{AB}$  este sensibilitatea medie a termocuplului AB.

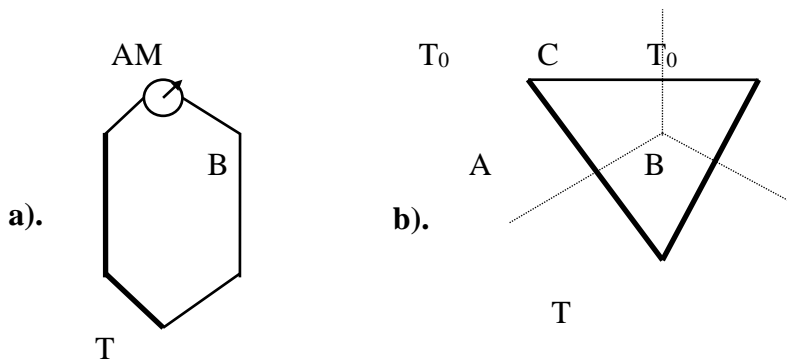
Deoarece valoarea coeficientului  $\alpha_{AB}$  este ușor dependentă de diferența  $T - T_0$ , caracteristicile statice ale termocuplelor sunt ușor neliniare (Fig.3.11.c).



Pentru măsurarea tensiunii generate de termocuplu este necesară introducerea în circuit a unui aparat de măsurat, care este echivalentă cu introducerea celui de-al treilea electrod (fig.3.12), formându-se astfel trei termocupluri înseriate a căror t.e.m. este:

$$E_{ABC} = \alpha_{AB} (T, T_1) + \alpha_{BC} (T, T_1) + \alpha_{CA} (T_0, T_1) \quad (3.6)$$

unde  $T_1$  este temperatura de referință a capetelor libere ale termocuplurilor.



**Figura 3.12. Schema electrică a termocuplurilor.**  
a - schema electrică; b - schema electrică echivalentă

Într-un circuit ca cel din Figura 3.12, pentru  $T = T_0$ ,  $E_{ABC} = 0$ , de unde:

$$\alpha_{BC} (T_0, T_1) + \alpha_{CA} (T_0, T_1) = - \alpha_{AB} (T_0, T_1) \quad (3.7)$$

Înlocuind ultimii doi termeni ai relației (3.7) cu expresia echivalentă din relația (3.6) obținem:

$$E_{ABC} = \alpha_{AB} (T, T_1) + \alpha_{AB} (T_0, T_1) \quad (3.8)$$

Pentru  $T_1 = T_0$ ,  $\alpha_{AB} (T_0, T_1) = 0$ , prin urmare:

$$E_{ABC} = \alpha_{AB} (T, T_0) = \alpha_{AB} (T - T_0) \quad (3.9)$$

adică o relație identică cu (3.5).

Rezultă, deci că dacă temperatura ambelor capete libere ale termocuplului este aceeași, introducerea celui de-al treilea electrod nu are nici o influență asupra măsurării, ceea ce este de dorit și, în consecință, bornele termocuplului se plasează aproape una de alta pentru a avea aceeași temperatură. Rezultă de aici și concluzia că pentru sudarea termocuplurilor poate fi folosit orice metal.

Termocuplurile obișnuite se realizează sub formă de vergele izolate electric și montate în teci de protecție din oțel sau din materiale refractare. Legarea termocuplurilor la aparatele de măsurat și vizualizare sau la alte aparate de automatizare se realizează, de regulă, cu ajutorul a câte două conductoare de prelungire din același material ca și electrozii, dacă aceștia nu sunt prea scumpi sau deficitari, sau din materiale cu proprietăți termoelectrice cât mai apropiate de cele ale electrozilor. Aparatele de măsură care folosesc ca traductori primari termocuplele sunt deci niște milivoltmetre etalonate funcție de corespondența  $[T] \Leftrightarrow [mV]$ .

### III.2.2.2. Traductoare termorezistive

La baza funcționării acestui tip de traductoare stă proprietatea unor metale pure și aliaje conductoare sau semiconductoare de a-și varia rezistența cu temperatura.

- *Termorezistențele* sunt confecționate dintr-un fir de metal pur (platină, nichel, cupru, fier, wolfram s.a.), bobinat neinductiv pe un suport electroizolator (sticlă, mică, textolit, ceramică) și introdus într-o teacă de protecție termică și chimică. La astfel de traductoare dependența dintre temperatura  $T$  și rezistența acestora,  $R$  poate fi aproximată cu o relație de forma:

$$R = R_0 [1 + \alpha (T - T_0)] \quad (3.10)$$

unde  $T_0$  este o temperatură de referință,  $R_0$  este rezistența traductorului la temperatura  $T_0$ , iar  $\alpha$  este un coeficient de variație cu temperatura al rezistivității materialului bobinajului.

Cel mai frecvent se folosesc traductoare din platină, care au cele mai bune caracteristici constructive și funcționale. Domeniul de măsurare al acestor traductoare este cuprins între  $-200^\circ\text{C}$  și  $+600^\circ\text{C}$ . Cea mai importantă sursă de erori în măsurarea cu aceste traductoare o constituie variația cu temperatura a rezistenței conductoarelor de legătură până la puntea de măsurare a rezistenței lor  $R$ . Pentru a elimina aceasta influență, se recurge la legarea cu trei conductoare, așa cum se vede în figură.

- *Termistoarele* sunt elemente semiconductoare fabricate din oxizi metalici ca :  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NiO}$  s.a. sinterizați la temperaturi înalte sub formă de pastile sau baghete de dimensiuni relativ mici. Conectate într-un circuit electric în sensul invers conducției, termistoarele se caracterizează printr-o scădere foarte mare a rezistenței cu temperatura, după o lege de forma:

$$b(1/T - 1/T_0) = \ln(R_0/R) \quad (3.11)$$

unde  $T_0$  este o temperatură de referință,  $b$ - o constantă de material (tabelată), iar  $R_0$  - rezistența traductorului corespunzătoare temperaturii  $T_0$  în grade K.

Sensibilitatea acestor traductoare  $\alpha$  se obține din relația (3.11), prin derivare în raport cu temperatura, sub forma:

$$\alpha = 1/R \times dR/dT = -b/T^2 \quad (3.12)$$

de unde se vede ca aceasta scade cu pătratul temperaturii.

Termistoarele prezintă avantajul de a avea dimensiuni mici și rezistență foarte mare, de ordinul megohmilor, ceea ce face posibilă neglijarea rezistenței conductoarelor de legătură la aparatul de măsurat. Acoperă domeniul de măsurare de la  $-100^\circ\text{C}$  la  $+300^\circ\text{C}$ .

Pentru alegerea metodei, respectiv a mijloacelor de măsurare a temperaturii, se iau în considerare următorii factori: factori metrologici (domeniul de măsurare, precizia, comportarea dinamică) factori de tehnica măsurării (frecvența măsurătorilor, amplasarea și accesibilitatea punctului de măsurare, condiții de protecție a punctului sensibil); modul în care se utilizează rezultatul măsurării; costul aparatului, instalării și întreținerii ei.

Domeniul de măsurare este primul parametru de luat în considerare la alegerea metodei sau mijlocului de măsurare a temperaturii. Precizia aparatului trebuie să fie aleasă astfel încât să satisfacă cerințele scopului, fără a mări nejustificat costul instalației. Inerția termică a elementului sensibil, definită prin constanta de timp a acestuia și determinabilă experimental, joacă un rol esențial în măsurarea temperaturii unor regimuri dinamice.

Modul în care se fac măsurătorile în timp (permanent, periodic sau unic) restrânge gama aparatelor posibil a fi utilizate.

Mediul în care se face măsurarea temperaturii (solid, lichid, gazos) este de importanță prioritară la alegerea metodei.

Accesibilitatea punctului de măsurare, agresivitatea mediului și modul în care trebuie utilizat rezultat măsurării (măsurare simplă, înregistrarea rezultatului, utilizare la controlul și comanda procesului) sunt factori care conduc la definitivarea soluției de alegere a procedurii de măsurare.

În centralele termice și în rețelele de distribuție a energiei termice, măsurarea temperaturii fluidelor se face local, cu termometre cu Hg sau alt lichid, cu termometre manometrice, cu termometre cu rezistență sau termocuple. Metoda ține seama de limitele temperaturii ce se măsoară și de presiunea lichidului analizat. La presiuni joase și limite relativ restrânse se utilizează termometrul manometric, mai ales atunci când sunt necesare semnale care să evidențieze atingerea unor valori limită, termometrele manometrice putând fi ușor construite cu contacte pentru valori extreme.

La presiuni mari și domenii largi de măsurare se utilizează termometrele cu rezistență sau termocuplu, mai ales dacă se impune transmiterea semnalului la distanță mare, în camera de comandă sau în instalații de automatizare și control. Și la măsurarea temperaturii fluidelor vom găsi instalații cu rol de indicare locală, indicare și înregistrare în camera de comandă, sau, uneori, cu rol de transmitere a semnalelor în buclele de reglare automată a diferitelor procese.



Senzori de temperatură termorezistivi  
tip MBT 5250 produși de către Danfoss.

Convertor temperatură-curent  
tip MBT 9110, produs de către Danfoss.

**Figura 3.13. Echipament pentru măsurarea temperaturii, tip Danfoss MBT**



**Figura 3.14: Senzori termorezistivi pentru măsurarea temperaturii**

În Figura 3.13 este prezentată o serie senzori de temperatură cu termorezistențe, tip MBT 5250 produși de către Danfoss, împreună cu blocul transmițător-convertoare tip MBT 9110. Acest ansamblu poate măsura temperaturi ale fluidelor cuprinse între  $-50^{\circ}\text{C}$  și  $+200^{\circ}\text{C}$ , transductoarele fiind de tip Pt100 și Pt1000, astfel concepute încât să reziste în medii abrazive și corozive. Converterul este și el conceput să opereze în cele mai grele condiții de exploatare, putând avea ca senzori termorezistențe sau termocupluri. Ieșirile de curent (în număr de 3) sunt în gama 4-20 mA, ceea ce favorizează integrarea acestuia în schemele de comandă, control și automatizări, precum și în buclele de măsurare a energiei termice. Aparatul este prevăzut cu conversie automată  $^{\circ}\text{F}$  în  $^{\circ}\text{C}$  și invers, având în componență și un indicator de avarie și are o funcție de liniarizare a semnalului care indică temperatura.

În Figura 3.14 se prezintă două termorezistențe tip ACTARIS PC-121, destinate a fi integrate în buclele de măsurare a temperaturii. Senzorii PC121 sunt termorezistențe tip Pt100 cu cap protejat și tija de imersie din oțel inox, special concepute pentru utilizarea în sistemele de măsurare a energiei termice.

În cazul aplicației de la **CET Freidorf**, există senzori termorezistivi montați numai pentru partea de temperatură, cum ar fi cei montați pe: tur primar cazane, tur primar motoare termice, retur primar general, tur secundar, retur secundar, apă caldă de consum. De asemenea, se utilizează senzori (transductori) termorezistivi și în construcția contoarelor integratoare de energie termică, alături de debitmetre, contoare amplasate după cum urmează: energii livrate de motoarele termice, de către cazane, energia din apa de consum recirculată, energia livrată în secundar și energia necesară pentru apa caldă menajeră. Pentru acoperirea unei game cât mai mari de dimensiuni de conductă, sunt fabricate în 3 lungimi standard. În configurația unui contor de energie, cele două termorezistențe se livrează împerecheate. Setul de livrare pus la dispoziția clientului conține și accesorii de montaj – teaca de protecție și ștuțul de fixare pe conductă.

Termometrele cu rezistență sau termocuplu se folosesc pentru măsurarea temperaturii în diverse locuri, așa cum ar fi: conductele de apă de alimentare a cazanelor, conductele de abur viu în cazan, țevile ecranate ale vaporizatorului, conducta de abur la ieșirea din supraîncălzitor, gaze de ardere la ieșirea din focar, după supraîncălzitor, după economizor, înainte și după electrofiltru. În instalațiile de termoficare se întâlnesc la măsurarea temperaturii în conductele de apă fierbinte, de tur și retur, în conducta de condensat, la turbină, în conducta de abur, pe înaltă, medie și joasă presiune, în conducta de abur de la labirinți, în condensator, în conducta apei de răcire a condensatorului, în conducta de intrare și cea de ieșire a răcitorului de ulei.

Termometrele cu termocupluri utilizează ca traductor un termocuplu generator de tensiune electromotoare, iar ca indicator un milivoltmetru atunci când este suficientă indicația valorii temperaturii sau un compensator automat, atunci când este necesară o înregistrare, eventual semnale suplimentare în schema de automatizare.

Cu termometre manometrice se măsoară temperatura în instalații de cazane și turbine, cum ar fi: la rezervorul de ulei al reductorului electrohidraulic, conducta de motorină sau păcură (tur, respectiv retur), conducta de aer de ardere, conducta de apă, la intrare sau ieșire din degazor, conducta de intrare și de ieșire apă de răcire a condensatorului [79].

Dintre traductoarele de temperatură care sunt folosite destul de rar în domeniul producției, transportului și distribuției de energie termică putem aminti, doar ca o simplă enumerare:

- Traductoare cu dispozitive semiconductoare active (utilizarea dispozitivelor semiconductoare active, de exemplu a diodelor, ca traductoare pentru măsurarea temperaturii se bazează pe dependența caracteristicilor acestora în funcție de temperatură);
- Termometre cu zgomot de fond (care măsoară valoarea efectivă a tensiunii de zgomot sau a curentului de zgomot, ca fiind funcții de temperatură, având în vedere conducția termoelectronică);
- Termometre cu cuarț (frecvența proprie de oscilație mecanică depinde de temperatură, lamela de cuarț se orientează cristalografic astfel încât să obțină sensibilitatea maximă);
- Termorezistoare cu proprietăți semiconductoare (termistoare pe bază de amestecuri de oxizi metalici, siliciu sau germaniu).

În cazul în care măsurarea temperaturii trebuie completată cu transmiterea unor semnale într-o schemă de reglare și control, sau atunci când se impune înregistrarea continuă a valorilor controlate, indicatorul termometrului cu rezistență este, de obicei un înregistrator automat, capabil să măsoare, printr-o schemă în punte echilibrată, rezistența traductorului, să indice și să înregistreze valorile acesteia convertite în unități de temperatură.

Atunci când pot fi utilizate mai multe procedee sau aparate pentru măsurarea temperaturii într-un anumit scop, definitivarea alegerii se face având în vedere costurile de procurare și exploatare ale acestora.

### **III.2.3. Traductoare de presiune**

Presiunea reprezintă un parametru de bază pentru majoritatea proceselor tehnologice în care se folosesc fluide. Deoarece fluidele utilizate în practică sunt reale, ele nu respectă în totalitate legile fluidelor perfecte, deci metodele de măsurare trebuie adaptate în consecință.

Prin definiție, presiunea este o mărime scalară egală cu raportul dintre forța exercitată normal pe elementul de suprafață și suprafața elementului:

$$p = \frac{dF}{dS} \quad (3.13)$$

Presiunea poate fi *absolută*, dacă se măsoară în raport cu vidul absolut, *relativă* sau *efectivă*, dacă se măsoară ca diferență față de presiunea atmosferică și, nu în ultimul rând, *diferențială*, dacă se măsoară față de o presiune considerată ca referință.

Pentru caracterizarea presiunilor pentru fluidele care se află în mișcare, se consideră o suprafață plană care separă fluidul în două mase de fluid aflate în mișcare; presiunea exercitată în planul de separație este *presiunea statică*. Dacă în planul de separare se realizează într-un punct oprirea curgerii fluidului, presiunea corespunzătoare în acel punct reprezintă *presiunea totală*. Diferența dintre presiunea totală și presiunea statică se numește *presiune dinamică*.

Unitatea de măsură pentru presiune este pascalul ( $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ ), relativ mică pentru aplicațiile industriale, unde se preferă barul ( $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$ ).

În practică se mai folosesc și alte unități de măsură pentru presiune, cum ar fi:

- Atmosfera tehnică ( $1 \text{ at} = 1 \text{ kgf/cm}^2$ );
- Atmosfera fizică ( $1 \text{ atm}$  este presiunea hidrostatică echivalentă unei coloane de mercur cu densitatea de  $13,595 \text{ g/cm}^3$ , având înălțimea de  $760 \text{ mm}$ , la  $0^\circ\text{C}$ , corespunzătoare unei accelerații gravitaționale de  $980,66 \text{ cm/s}^2$ );
- mm coloană de mercur ( $1 \text{ mmHg} = 1 \text{ torr}$  este presiunea hidrostatică a unei coloane de mercur, în condițiile de mai sus, având înălțimea de  $1 \text{ mm}$ );
- mm coloană de apă ( $1 \text{ mmH}_2\text{O}$  este presiunea hidrostatică a unei coloane de apă, în condițiile de mai sus, având înălțimea de  $1 \text{ mm}$ );

Trebuie remarcat faptul că presiunea de referință în tehnică, numită *presiune normală*, se definește ca fiind presiunea exercitată de o coloană de mercur cu înălțimea de  $735,56 \text{ mm}$  (în condițiile enunțate mai sus) și este diferită de presiunea atmosferică normală, care corespunde presiunii hidrostatice echivalente unei coloane de mercur cu înălțimea de  $760 \text{ mm}$ , la  $0^\circ\text{C}$ , și o accelerație gravitațională de  $980,66 \text{ cm/s}^2$ ).

Domeniul de măsurare a presiunii în știință și tehnică este deosebit de întins, din această cauză metodele de măsurare a presiunii sunt specifice numai pentru anumite intervale de măsurare. Întrucât presiunea se definește pe baza forței, rezultă că, cel puțin pentru anumite domenii, metodele de măsurare vor fi asemănătoare cu cele pentru măsurarea forțelor.

În practica curentă există o mare varietate de tipuri de traductoare pentru măsurat presiunea. Perfecționarea continuă a acestora, precum și apariția altor tipuri sunt justificate de considerente ca: necesitatea măsurării presiunii cu precizie ridicată, reducerea costului, măsurarea simultană a mai multor presiuni și centralizarea datelor, măsurări în condiții speciale (temperaturi mari, presiuni dinamice, pulsatorii cu frecvență ridicată, vibrații etc.), controlul unor procese tehnologice sau fenomene fizice, fiziologice etc.

Măsurarea presiunii presupune o serie de conversii  $p \rightarrow$ deformare mecanică  $\rightarrow$ parametru electric, și ca atare, pe de-o parte, este necesară o metodă de proiectare și alegere riguroasă pentru asigurarea sensibilităților și preciziilor necesare, iar pe de altă parte, structuri specializate de adaptoare.

### III.2.3.1. Traductoare de presiune cu elemente sensibile elastice

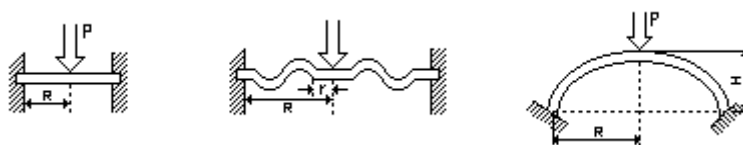
Această categorie de traductoare conțin elemente elastice care convertesc presiunea în deformația elastică a unor corpuri de formă specială. Elementele sensibile utilizate sunt: tubul simplu curbat, tubul spiral, membrana simplă sau dublă (capsulă) și tip burduf.

#### Membrane

Membranele sunt plăci elastice de grosime mică, de formă circulară, încastrate la extremitate. Prin caracteristicile lor, membranele fac posibilă măsurarea presiunilor de la câțiva  $\text{mmH}_2\text{O}$  până la sute de atmosfere (at). Se pot utiliza ca elemente sensibile ca atare, sau în corelație cu alte traductoare de presiune (piezoelectrice, magnetoelastice etc.).

După forma constructivă, membranele pot fi clasificate ca fiind [76]:

- plane, a căror suprafață este dreaptă (fig. 3.14.a);
- gofrate, a căror suprafață are un anumit profil (fig. 3.14.b);
- sferice, a căror suprafață este curbată în formă de calotă sferică (fig. 3.14.c).



a). Membrana plană      b). Membrana gofrată      c). Membrana sferică

Figura 3.14. Tipuri constructive de membrane

### Membrane plane

Membranele plane se pot clasifica în funcție de:

- a) rigiditate, în:
  - metalice (cu rigiditate mare);
  - nemetalice (rigiditate mică, foarte flexibile);
- b) raportul dintre săgeata  $y$  de la mijlocul membranei și grosimea ei  $g$ , în:
  - membrane groase ( $y < g$ );
  - membrane cu grosime medie ( $y \leq 3g$ );
  - membrane subțiri ( $y > 3g$ );
- c) modul de încastrare, care poate fi: perfect (realizat prin lipire) sau liber (alunecător, realizat prin strapungerea membranei între două inele cu ajutorul unei garnituri).

Domeniile de lucru ale membranelor metalice se pot stabili dacă se modelează o curba caracteristică aproximativă, ca în Figura 3.14. Se observă existența a 3 zone de lucru posibile, corespunzător raportului dintre grosimea  $g$  a membranei și săgeata maximă  $y$ :

- a. -pentru  $y < g$ , la membranele groase, caracteristica este liniară;
- b. -pentru  $y < 3g$ , la membranele de grosime medie, caracteristica e vasiliniară;
- c. -pentru  $y > 3g$ , la membranele subțiri, caracteristica neliniară.

Luând în considerare forțele și momentele care acționează asupra elementului de volum, rezulta relația generală, valabilă în cazul membranelor groase [38]:

$$(pR^4)/(Eg^4)=A_1y/p \quad (3.14)$$

în care:

- $p$  = presiunea aplicată uniform pe suprafața membranei;
- $R$  = raza membranei (conform Figurii 3.14);
- $E$  = modulul de elasticitate al materialului din care este confecționată membrana;
- $g$  = grosimea membranei;
- $y$  = săgeata maximă (obținută în centrul membranei,  $r = 0$ );
- $A_1 = 16/3(1-\mu^2)$  = constanta de material;
- $\mu$  = coeficientul lui Poisson.

În cazul membranelor metalice de grosime medie ( $y \leq 3g$ ), relația devine:

$$pR^4/Rg^4=A_1y/g+A_3(y/g)^3 \quad (3.15)$$

valoarea coeficientului depinzând de sistemul de încastrare.

Astfel, la încastrarea perfectă,  $A_3 \approx 3$ , iar la încastrarea liberă  $A_3 = 6/7$  (pt.  $\mu = 0,3$ ).

Pentru membranele metalice subțiri ( $y > 3g$ ), relația (2.32) are forma:

$$(pR^4)/(Rg^4)=A'_1y/g+A'_3(y/g)^3 \quad (3.16)$$

în care:  $A'_1$  și  $A'_3$  depind de material, modul de încastrare și o nedeterminată  $z$ .

### Membrane ondulate (gofrate)

Membranele ondulate sunt prevăzute cu o serie de gofreturi concentrice, având în zona centrală o porțiune plană, de obicei rigidizată. Față de membranele plane, membranele gofrate prezintă în funcționare o serie de avantaje, cum ar fi: posibilitatea obținerii unei deformații (săgeți) mari fără deformări permanente (se pot deci măsura presiuni mari); o caracteristică de funcționare apropiată de cea liniară; stabilitate mai mare a caracteristicilor etc. Dezavantajul important îl constituie tehnologia de execuție care este mult mai complicată față de membranele plane.

Formele cele mai utilizate de gofreturi sunt:

- sinusoidal;
- trapezoidal;
- ascuțit.

Membranele ondulate pot fi folosite simplu, sau sub forma unor ansambluri de două membrane lipite pe circumferința, care poartă numele de *capsule*. După destinația lor, capsulele pot fi: *manometrice* (presiunea de măsurat se introduce în interior), care măsoară diferența de presiune dintre un mediu interior și

mediul exterior); *aneroide* (în interior se realizează o rarefiere, putându-se deci măsura presiunea mediului exterior); *umplute* (în interior se introduc gaze, vapori, lichid).

Utilizarea capsulelor în măsurările de presiune este avantajoasă, deoarece se poate realiza o săgeată dublă în comparație cu o membrană încărcată similar. O mărire substanțială a săgeții se poate obține dacă se utilizează o baterie de capsule (mai multe capsule suprapuse). În aceasta situație, deplasarea centrului bateriei  $f_b$  este:

$$f_b = k \cdot f_c = 2k \cdot f_m \quad (3.17)$$

în care:

- $f_c$  = deplasarea centrului unei capsule;
- $k$  = nr. de capsule;
- $f_m$  = deplasarea centrului unei membrane.

Caracteristica de funcționare a membranei ondulate se deduce prin înlocuirea membranei ondulate cu una plană, iar influența gofreturilor este luată în considerare prin introducerea unor coeficienți de anizotropie la întindere și încovoiere pe direcție radială și circumferențială.

Relația finală are forma:

$$(pR^4)/(Eg^4) = a' y/g + b' (y/g)^3 \quad (3.18)$$

în care:  $a'$ ,  $b'$  depind de coeficienții de anizotropie, precum și de coeficientul Poisson.

*Tuburile ondulate (silfoanele)*

Silfonul este un tub cilindric cu gofraje transversale pe suprafața laterală.

Materialele cele mai indicate pentru confecționarea silfoanelor sunt:

- $p \leq 1,5$  daN/mm<sup>2</sup>: bronzul cu beriliu;
- presiuni mari (solicitari ciclice): bronzul cu beriliu și adaos de litat;
- $p > 200$  daN/mm<sup>2</sup> și funcționare în medii agresive: oțel inoxidabil.

În construcția aparatelor de măsurat se folosesc de obicei (pentru game medii de presiune) tuburi ondulate cu diametrul de 7...150 mm și  $H = 0,08...0,3$  mm, cu care se pot realiza sensibilități de ordinul  $10^{-1}$  mmH<sub>2</sub>O.

### III.2.3.2 Traductoare de presiune cu elemente piezorezistive

Utilizarea elementelor piezorezistente a permis crearea în ultimii ani a unei categorii de elemente sensibile care au proprietatea remarcabilă de a îngloba în aceeași unitate constructivă și dispozitivul de conversie intermediară. Aplicarea industrială a acestei metode a condus la construcția unei game foarte variate de traductoare de presiune atât ca domenii de lucru (game de presiune), cât și ca destinație.

Piezorezistivitatea reprezintă proprietatea unui corp de a-și varia rezistivitatea (deci rezistența electrică) sub acțiunea unui câmp de tensiuni (mecanice) la care este supus. Fenomenul apare mai puternic în cazul unor semiconductoare. Modificările de rezistență se produc atât pentru variații statice, cât și dinamice.

Rezistivitatea unui semiconductor,  $\rho$ , se determina:

$$\rho = 1/(en\mu) \quad (3.19)$$

în care:

- $e$  este sarcina electronului;
- $n$  este numărul de purtători;
- $\mu$  este mobilitatea medie.

Variația rezistenței unui corp cu alungirea se poate deduce definind un factor piezorezistiv, având valoarea:

$$K = 1 + 2\nu + \chi E_0 \quad (3.20)$$

în care:

- $\nu$  este coeficientul lui Poisson,  $\chi$  este o constantă;
- $E_0$  este modulul de elasticitate al semiconductorului.

Primii doi termeni reprezintă variațiile dimensionale ale cristalului, în timp ce ultimul reprezintă variațiile rezistivității cu solicitările exterioare.

Aplicațiile industriale ale piezorezistivității în domeniul măsurărilor de presiune se fac în special, prin elemente rezistive difuzate într-o diafragmă de monocristal de siliciu. Spre deosebire de mărcile tensiometrice, la care factorul de marcă depinde de forma dispozitivului, la elementele sensibile piezorezistive acest factor are forma:

$$G=(1/\varepsilon)\Delta\rho/\rho \tag{3.21}$$

### II.2.3.3. Traductoare de presiune piezoelectrice

Fenomenul de piezoelectricitate, care constă în apariția unei polarizări electrice pe suprafețele unui cristal atunci când asupra acestuia acționează o forță  $F$ . Elementele sensibile piezoelectrice se utilizează în construcția traductoarelor destinate măsurării presiunilor foarte înalte, sau a presiunii undelor sonore (microfoane).

Trebuie remarcat că datorită modului de funcționare a unui astfel de element sensibil, traductoarele de presiune piezoelectrice sunt destinate măsurărilor de presiuni variabile în timp (presiuni dinamice).

Utilizarea traductoarelor de presiune piezoelectrice s-a făcut inițial în scopul măsurării presiunii amestecului de combustie în motoarele cu ardere internă, ca apoi domeniul lor de aplicație să cuprindă cele mai diverse domenii.

În principiu un astfel de element sensibil consta dintr-o pereche, sau mai multe perechi, de discuri de cuarț (Figura 3.15.), ale căror fete electrice sunt fixate între discuri de metal. S-a constatat că pentru a se obține o sensibilitate bună în cazul măsurărilor dinamice de frecvență mare, întreg ansamblul trebuie pretensionat (500-1000 N pt. discuri de 6-10 mm diametru), în scopul eliminării aerului dintre discuri. Această pretensionare se obține cu ajutorul a două arcuri laterale.

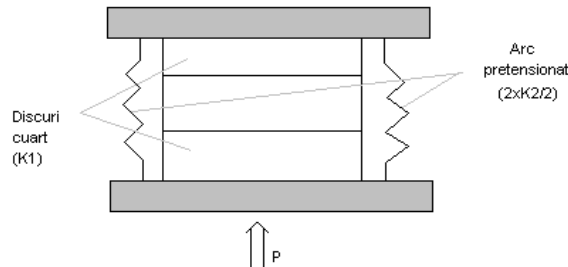


Figura 3.15. Element sensibil piezoelectric

Instalațiile de cazane și turbine folosesc circuite de abur, de apă, de ulei, de combustibil, de aer, a căror participare în procesul tehnologic se face la presiuni determinate [76].

Controlul valorilor acestor presiuni se face cu manometre cu lichid, cu manometre cu elemente elastice, cu traductoare piezoelectrice sau piezorezistive.



Figura 3.16. Traductori de presiune piezorezistivi, produși de către Danfoss



În Figura 3.16 sunt prezentați o serie de traductori piezorezistivi, tip MBS, produși de către Danfoss și utilizați pentru aplicația de la CET Freidorf. Aceștia pot măsura temperaturi între 0 și 600 bar, caracteristica lor de ieșire fiind liniarizată. Semnalul de ieșire este tip 4 - 20 mA, acuratețea traductorilor variind între 0,1% și 0,2%.

În situația aplicației de la CET Freidorf, se vor măsura presiunile pentru tur secundar, retur secundar, apă caldă de consum și presiunea pe circuitul de apă rece provenind de la rețeaua publică a AQUATIM.

Cele mai utilizate dispozitive sunt cele cu elemente elastice, care pot măsura presiuni de la fracțiuni de Pa până la multe mii de Pa. Dintre acestea merită amintite manometrele cu membrană, cu tub Bourdon în formă de arc spiralat sau elicoidal. Pentru măsurarea diferențelor mici de presiune se utilizează manometrul cu capsulă la care presiunea deformează capsula elastică. Domeniile de măsură în acest caz sunt de ordinul Pa sau fracțiilor sale.

În instalațiile de termoficare se măsoară presiunea în conducta de apă, la intrare și ieșire din schimbătorul de bază sau de vârf, la intrare și ieșire din separatorul de nămol, pe conductele de aspirație și de refulare ale pompelor de circulație și a celor pentru apa de condens. Pe conductele de ducere și de întoarcere a apei fierbinți, presiunea se indică și, simultan, se înregistrează.

### III.2.4. Contoare de energie termică

Înainte de a detalia unele probleme legate de contorizarea energiei termice, se impune de la început prezentarea unor definiții specifice, așa cum apar ele în “Codul de măsurare a energiei termice”, adoptat de către ANRE în data de 29.03.2001.

- Prin **agent termic (purtător de energie termică)** se înțelege un fluid (apă fierbinte, apă caldă sau abur), utilizat pentru a acumula, a transporta sau a ceda energie termică. Agentul termic poate fi:
  - *Primar*, agentul termic care preia energia termică în instalațiile producătorului și o transportă până la stația termică, unde o cedează agentului termic secundar;
  - *Secundar*, agentul termic care circulă prin instalațiile consumatorului, preluând căldura de la agentul termic primar, în stația termică;
- Un **contor de energie termică** este un aparat destinat măsurării energiei termice cedate sau primite într-un circuit de schimb termic, de către un lichid, denumit *agent termic*. Acest termen desemnează mijloacele de măsurare care au în compunere *un singur traductor de debit* și care sunt destinate măsurării energiei termice transportate sub formă de *apă fierbinte* sau *apă caldă*. Contoarele de energie termică pot fi *complete* (nu au subsansambluri separabile) sau *hibride* (contoare care în cadrul procedurii de aprobare de model și de verificare inițială sunt considerate combinate, iar după verificare subsansamblurile lor trebuie considerate ca inseparabile);
- Un **grup de măsurare a energiei termice** reprezintă aparatura și ansamblul instalațiilor care servesc la măsurarea energiei termice, a puterii termice și a parametrilor agenților termici. Această denumire este utilizată pentru a desemna mijloacele destinate măsurării energiei termice cedate, livrate sau vehiculate sub formă de abur;
- Un **senzor** este un element al unui contor / grup de măsurare a energiei termice asupra căruia se aplică în mod direct mărimea care se măsoară;
- Un **senzor (traductor) de temperatură** este un subsansamblu al unui contor de energie termică, care funcționează imersat într-un fluid (direct sau prin intermediul unei teci de protecție) și care emite un semnal prelucrabil, în funcție de temperatura fluidului respectiv.
- Un **traductor de debit** este un subsansamblu al unui contor / grup de măsurare a energiei termice, care traversat de agentul termic emite semnale prelucrabile, în funcție de debitul volumetric sau masic (respectiv în funcție de volumul sau masa vehiculate în unitatea de timp);
- Un **calculator (integrator de putere termică)** este un subsansamblu al unui contor de energie termică sau al unui grup de măsurare a energiei termice, care primește semnale de la traductorul de debit și de la o pereche de sonde de temperatură, calculează și indică energia termică cedată, livrată sau vehiculată.

### III.2.4.1. Soluții pentru măsurarea energiei termice

Pentru exemplificare, un contor de energie termică destinat interfeței dintre producător (sau distribuitor) și consumator are în construcția lui patru subsansambluri principale, interconectate, astfel încât să permită măsurarea energiei termice cedate de apa caldă în sistemele de încălzire centrală (IC) sau apă caldă menajeră (ACM). Aceste subsansambluri, așa cum le-am prezentat și înainte (în cazul aplicației de la CET Freidorf) sunt [83]:

- un bloc electronic de calcul (calculator, integrator, de tip ACTARIS CF50, CF100 sau AEM - LUXTERM);
- un traductor de temperatură pe conducta de tur (tip ACTARIS PC121);
- un traductor de temperatură pe conducta de retur (tip ACTARIS PC121);
- un traductor de debit (ultrasonic - ACTARIS ECHO, cu turbină - MTHW, WSCP, WECP sau ACTARIS);

Schema de principiu a ansamblului este prezentată în Figura 3.17 [81]. Dacă traductorul de temperatură de pe retur este plasat pe o conductă de apă rece menajeră, în permanență plină, se poate contoriza și energia din apa caldă menajeră.

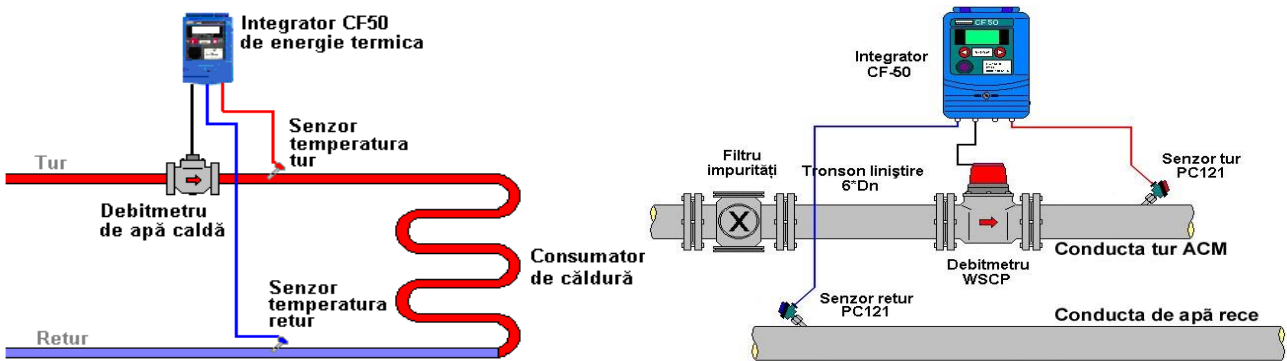


Figura 3.17. Elementele unui contor de energie termică

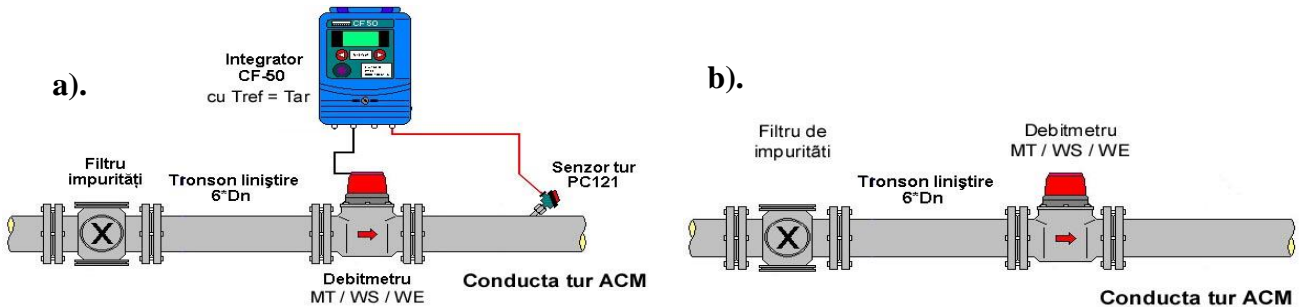


Figura 3.18. Soluții tehnice simplificate pentru un contor de energie termică

Contoarele de ACM cu integrator și 1 sau 2 sonde de temperatură oferă efectuarea unui bilanț complet, prin măsurarea atât a volumului de apă caldă, cât și a energiei consumate pentru prepararea apei calde.

O altă soluție tehnică propusă de către autor, în conformitate cu standardele și reglementările în vigoare, constă în utilizarea unui singur traductor de temperatură racordat împreună cu debitmetrul la calculatorul de energie termică, așa cum este prezentat în Figura 3.18.a). Ca și referință pe retur se poate utiliza compensatorul de temperatură al integratorului de energie.

Contoarele de ACM cu 1 sondă de temperatură se utilizează atunci când:

- este posibil ca temperatura apei reci de la locul de montaj să varieze față de temperatura apei reci de la producător, în funcție de condițiile de lucru și de locul de montaj;
- dispunerea incomodă a conductei de apă rece față de conducta de apă caldă (nu se mai asigură dimensiuni egale de traseu pentru termorezistențe);

Debitmetrele de ACM, așa cum sunt exemplificate în Figura 3.18 b).constituie o alternativă la contoarele de ACM cu integrator și 1 sau 2 termorezistențe, fiind o soluție de contorizare simplă și economică. Debitmetrele de ACM oferă posibilitatea de a monta într-o etapă ulterioară și partea de contor de energie termică (integrator + termorezistențe), într-un mod foarte avantajos pentru client deoarece investiția financiară se poate face în etape mai mari.

Contoarele de ACM cu integrator oferă facilități avansate:

- indicarea tuturor parametrilor funcționali și de consum;
- gestiunea avansată a consumurilor pe timp de 1 an de zile;
- opțiune standard de funcționare în regim dublu-tarif;
- posibilitatea de a fi citite automat, fie cu ajutorul unui PC laptop sau terminal specializat, fie prin intermediul unui sistem informatic de telegestiune cu Dispecer.

Din punct de vedere teoretic, energia termică  $W$ , cedată de către un volum de apă caldă  $V$ , atunci când se răcește de la temperatura  $T_2$  (pe tur) la temperatura  $T_1$  (pe retur), este dată de relația:

$$W = m \cdot \int_{T_1}^{T_2} c(T) \cdot dT = V \cdot \rho(T_2) \cdot \int_{T_1}^{T_2} c(T) \cdot dT = V \cdot \rho(T_2) \cdot [F(T_2) - F(T_1)] \cdot 4,186 \text{ [kJ]} \quad (3.22)$$

unde:

- $c = 4186 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)}$  este căldura specifică masică a apei (practic este o funcție de temperatură);
- $\rho$  este densitatea apei (în  $[\text{kg/m}^3]$ ). Se consideră ca fiind funcție de temperatura  $T_2$ , debitmetrul fiind amplasat pe tur;
- $m$  este masa de apă care trece prin debitmetru într-un interval de timp;
- $F(T)$  este o funcție ale cărei valori numerice sunt tabelate în NTM 3-159-83 "Verificarea metrologică a contoarelor de energie termică".

Există numeroase scheme electronice pentru realizarea unor calculatoare analogice sau mixte analogic - digitale, care să poată efectua operația de integrare (înmulțire) de mai sus. Cele mai moderne variante de calculatoare de energie termică realizează o conversie analogică - digitală a mărimilor de intrare (debit, temperaturi), iar operațiile ulterioare sunt tratate prin logică programabilă. Vehicularea datelor se poate face și în baza protocolului M-Bus sau pe cele 3 canale RS232 ale calculatorului și chiar prin port optic. Datele sunt stocate în memorii tip EEPROM cu timp de viață îndelungat.

### Generarea semnalului de debit:

Când debitmetrul cu turbină este parcurs de apă, paletetele turbinei, rotindu-se, întretaie câmpul magnetic al miezului sesizorului, provocând o variație a fluxului magnetic, ceea ce duce la inducerea unei tensiuni electromotoare în înfășurarea bobinei sesizorului, tensiune de formă cvasisinusoidală și de frecvență  $f$ :

$$f = u \cdot b \quad (3.23)$$

unde:

$u$  este frecvența de rotație a turbinei (în rotații/s);

$b$  este numărul de palete al elicei.

Acest principiu de funcționare este similar cu cel al unui generator sincron.

Între debitul apei  $Q$ , factorul de calibrare  $k$  al turbinei și frecvența  $f$  a sesizorului există relația:

$$Q = k \cdot f \quad (3.24)$$

Etajul de intrare al calculatorului transformă semnalul turbinei în semnal dreptunghiular, aplicabil circuitelor logice ale calculatorului, existând și posibilitatea de afișare a debitului rezultat din calculul de mai sus (afișare care este posibilă și la contorul mecanic al debitmetrului). Pentru calculul volumului de apă caldă  $V$  care trece prin conductă în intervalul de timp  $t$  este necesară aproximarea numerică a integralei:

$$V = \int_0^t k \cdot f(t) \cdot dt \quad (3.25)$$

Impulsurile de volum sunt dirijate în trei direcții:

- contorul electromagnetic de volum;
- indicare locală debit;
- etajele de calcul energie termică.

Majoritatea tipurilor de debitmetre moderne, realizate pe alte principii decât turbina, furnizează direct debitul sau volumul, având contoare electronice proprii pentru efectuarea calculelor și posibilități de vizualizare electronică locală.

### **Generarea semnalului de temperatură:**

Diferențele de temperatură sunt achiziționate la fiecare impuls al debitmetrului sau la un interval de timp presetat cu un TIMER, în funcție de algoritmul de calcul. Fiecare traductor de temperatură este parcurs de un curent de cca. 1 mA, curent absorbit din circuitul de alimentare al blocului electronic. La 0°C un traductor ideal trebuie să prezinte la borne o tensiune de 2,732 mV, iar panta caracteristicii sale liniarizate (sensibilitatea) să fie de 10 mV/°C.

Pentru traductoarele marcate Pt100, tensiunea corespunzătoare temperaturii de 0 °C se ajustează la producător din potențiometrul plasat în cutia de borne, iar apoi este măsurată tensiunea la 100 °C, determinându-se astfel panta reală. Pentru fiecare aparat se alege câte două traductoare care prezintă la 100 °C o diferență de cel mult 2 mV între tensiunile la borne. Calculatoarele de energie termică de ultimă generație pot afișa numeroase date, în funcție de construcție, de algoritmul de calcul utilizat. În principal trebuie să afișeze energia consumată, dar pot afișa și debite, temperaturi, costuri totale sau pe tarife diferite, statistici orare, etc. În România, soluțiile de măsurare a energie trebuie să corespundă prevederilor A.N.R.E., B.R.M.L., M.L.P.T.L. precum și standardelor naționale (în primul rând SR EN 1434) [72].

Ele trebuie aplicate astfel încât:

- Să nu producă erori de metodă;
- Să înregistreze energia pe fiecare consumator sau, acolo unde acest lucru nu este posibil, pe grupuri cât mai mici de producători;
- Să nu se înregistreze la consumatori pierderi de energie termică și agent termic din rețelele termice de transport / distribuție;
- Să furnizeze date pentru calculul energiei termice livrate suplimentar, aferentă pierderilor de agent termic;
- Să nu se înregistreze la consumatori energia termică aferentă recirculărilor sau retururilor de agent termic;
- Să asigure utilizarea aparatelor și grupurilor de măsurare a energiei termice în condițiile prevăzute de fabricantul acestora și în conformitate cu normele metrologice și reglementările în vigoare;
- Să nu afecteze buna funcționare a instalațiilor de furnizare;

Structura cea mai complexă (și completă) care poate fi întâlnită într-un sistem de alimentare cu energie termică se compune din: producător, operator de transport, operator de distribuție și consumator. În această situație, energia termică se măsoară în toate punctele de mai jos:

- a). la interfața dintre instalațiile producătorului și rețeaua de transport;
- b). la interfața dintre rețeaua termică de transport și cea de distribuție;
- c). la interfața dintre rețeaua termică de distribuție și instalațiile consumatorului.

Măsurarea energiei termice livrate sub formă de apă fierbinte sau caldă se face, conform normelor în vigoare, în fiecare punct de delimitare, pe toate ramurile. Măsurarea energiei termice livrate sub formă de apă fierbinte, respectiv apă caldă, la consumatori (din circuitul de încălzire), se face cu contoare de energie termică având traductorul de debit amplasat pe tur și o pereche de sonde de temperatură, amplasate una pe tur și una pe retur.

În instalațiile producătorului, sonda de temperatură de pe retur va fi amplasată [72]:

- în amonte de punctul de intrare a apei de adaos, dacă pentru prepararea apei de adaos se consumă energie termică;
- în aval de punctul de intrare a apei de adaos, dacă pentru prepararea apei de adaos nu se consumă energie termică.

La producător și în stația termică, măsurarea energiei termice utilizate pentru prepararea apei calde din circuitul de încălzire se poate realiza cu contoare de energie termică având traductorul de debit amplasat pe tur și o pereche de sonde de temperatură, amplasate una pe tur și cea de-a doua pe retur, în aval de punctul de injecție a apei de adaos. Se vor măsura de asemenea:

- cantitatea de apă de adaos în circuitul de încălzire;
- presiunea și temperatura apei calde livrate;
- temperatura agentului termic returnat.

În cazul instalațiilor de preparare a apei calde de consum care sunt prevăzute cu circuite de recirculare a acesteia se aplică una dintre următoarele soluții:

a). se montează două contoare de energie termică, astfel:

- un contor de energie termică, având traductorul de debit montat pe conducta de intrare a apei reci în instalație, iar sondele de temperatură amplasate: una pe conducta de apă rece, la intrarea în instalație, iar cea de-a doua pe conducta de apă caldă de consum, la ieșirea din instalația de preparare a acesteia. În cazul instalațiilor de preparare într-o singură treaptă, la care apa recirculată se injectează înainte de treapta întâi, prima sondă de temperatură se montează în amonte de punctul de injecție a apei recirculate în circuitul de apă rece;
- un contor de energie termică având traductorul de debit montat pe conducta de apă recirculată, iar sondele de temperatură amplasate: una pe conducta de apă recirculată, la intrarea în instalație, iar cea de-a doua pe conducta de apă caldă de consum, la ieșirea din instalația de preparare a acesteia.

b). se montează două contoare de energie termică, astfel:

- un contor având traductorul de debit amplasat pe conducta de ieșire a apei calde din instalația de preparare a apei calde de consum, iar sondele de temperatură amplasate una pe conducta de apă caldă de consum, la ieșirea din instalația de preparare, iar cea de-a doua pe conducta de intrare a apei reci. În cazul instalațiilor de preparare într-o singură treaptă, la care apa recirculată se injectează înainte de treapta întâi, prima sondă de temperatură se montează în amonte de punctul de injecție a apei recirculate în circuitul de apă rece.
- un contor de energie termică având traductorul de debit montat pe conducta de apă recirculată, iar sondele de temperatură amplasate: una pe conducta de apă recirculată, la intrarea în instalație, iar cea de-a doua pe conducta de intrare a apei reci.

În cazul instalațiilor de preparare a apei calde de consum care nu sunt prevăzute cu circuite de recirculare a acesteia se montează un contor de energie termică având traductorul de debit amplasat pe conducta de intrare sau de ieșire a apei calde din instalația de preparare a apei calde de consum iar sondele de temperatură amplasate: una pe conducta de apă caldă de consum, la ieșirea din instalația de preparare și una pe conducta de intrare a apei reci.

La consumatori, pentru apa caldă de consum, se va aplica una din următoarele soluții:

a). măsurarea energiei termice, folosind contoare de energie termică. În acest caz, contoarele vor avea traductorul de debit și una din sondele de temperatură amplasate pe conducta de apă caldă de consum, pe racordul de alimentare al consumatorului (astfel încât traductorul de debit să măsoare numai debitul efectiv consumat). Pentru determinarea celeilalte temperaturi există două variante:

- montarea unei sonde de temperatură, plasată pe conducta de apă rece, într-o zonă în care circulația apei este asigurată în permanență;
- presetarea în calculator (integrator de putere termică), a unei valori a temperaturii apei reci, care va fi stabilită și, după caz, modificată periodic, conform unei metodologii convenită de părți, prin contract. În acest caz se va preseta aceeași valoare pentru toți consumatorii alimentați de un furnizor, utilizând aceeași sursă de apă rece.

b). măsurarea cantității de apă caldă de consum, cu ajutorul unui contor volumetric. În această situație furnizorul are obligația să asigure montarea, la fiecare consumator, a unei teți pentru termometru de consum în instalațiile termice. Consumurile de energie termică din apa caldă menajeră se vor determina în baza indicațiilor aparatelor montate în instalații, corectate corespunzător pierderilor de energie termică de pe circuite, conform unei metodologii acceptată de părți, inclusă în contractul de furnizare a energiei termice.

La clădirile etajate, având distribuția pe verticală, măsurarea energiei termice se va face pe întreaga clădire, pe circuitul de încălzire, respectiv pe circuitul de apă caldă de consum. Acolo unde condițiile tehnologice permit (există branșamente pentru părți de clădire - de exemplu pentru scări de bloc - atât pentru circuitul de încălzire, cât și pentru apa caldă de consum), se poate face măsurarea energiei termice pe părți de clădire [81].

Pentru fiecare consumator sau grup de consumatori, la măsurarea energiei termice se vor avea în vedere următoarele cazuri:

- consumatorul este alimentat prin circuite separate: un circuit de încălzire și un circuit de apă caldă de consum. În această situație, pentru circuitul de încălzire se va utiliza un contor de energie termică, iar pentru circuitul de apă caldă de consum un contor de energie termică sau un contor volumetric;
- consumatorul este alimentat în sistem bitubular, având schimbătoare de căldură pentru producerea locală a apei calde de consum sau având punct termic local (producerea locală a apei calde de consum și schimbătoare de energie termică locale, pentru circuitul de încălzire). În aceste situații se va amplasa un singur contor de energie termică, care va înregistra consumul total (atât pentru încălzire, cât și pentru prepararea apei calde de consum).

În Figura 3.19 este prezentată schema de principiu a unei soluții tehnice pentru măsurarea energiei termice pe circuitul de încălzire și apă caldă menajeră, propusă de către autor pentru CET Freidorf.

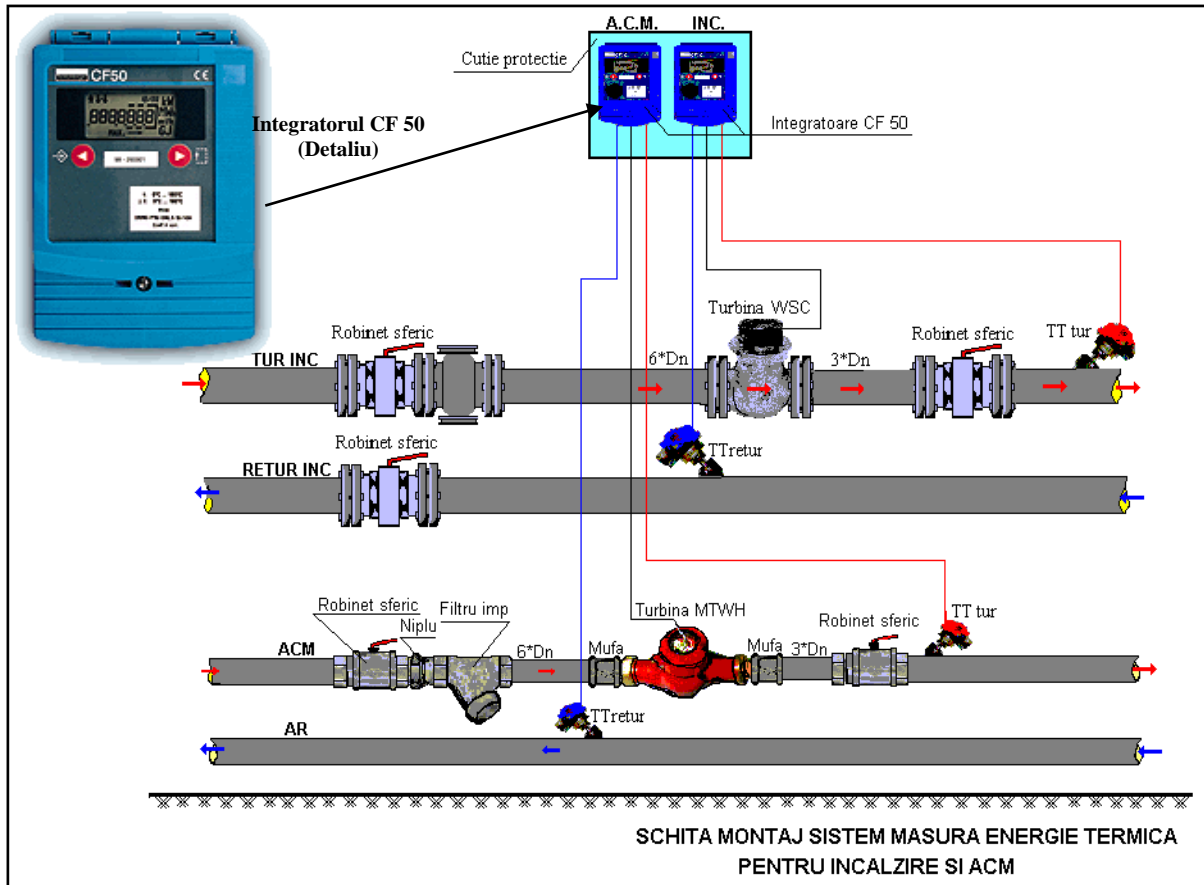


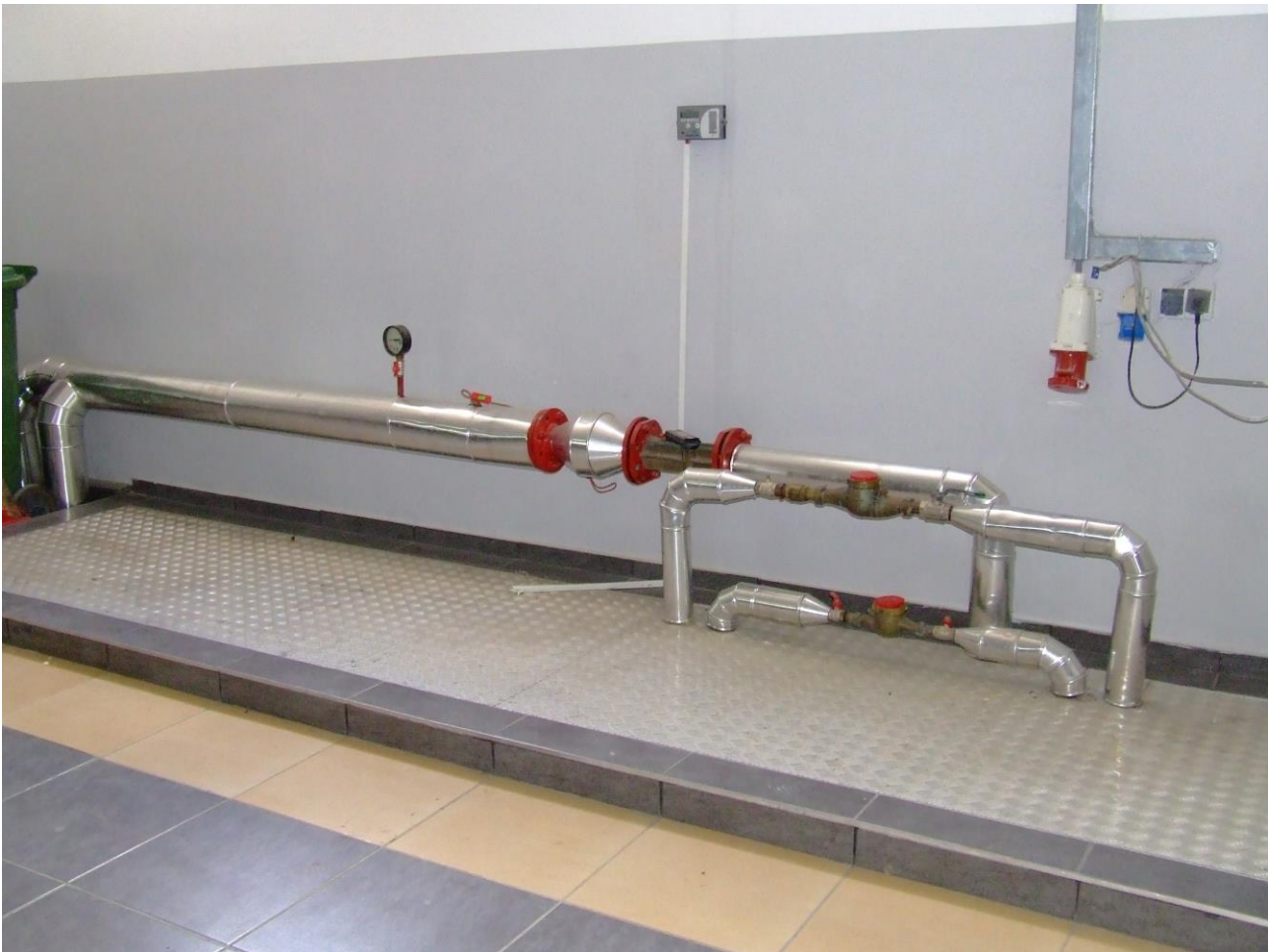
Figura 3.19. Schema de principiu a unei instalații de măsurare a energiei termice pentru circuite separate de încălzire și apă caldă menajeră, bazată pe integroare CF 50

Pentru consumatorii la care există variații mari de cerere de debit, energia termică se măsoară cu contoare / grupuri de măsurare a energiei termice care au în componență traductoare de debit cu raport mare între debitul permanent și debitul minim, corelat cu variația cererii. În consecință, pentru aceste aplicații se vor evita traductoarele de debit bazate pe diferența de presiune (diafragme, tuburi Pitot integrale).

Din punct de vedere al preciziei, contoarele sau grupurile de măsurare a energiei termice (atât cele complete cât și cele combinate sau hibride) trebuie să se încadreze în clasele 1, 2 sau 3, conform cerințelor legale. În general, pentru contoarele de energie termică se recomandă clasa 2.

Dacă ne referim la clasificarea de mediu, contoarele de energie termică trebuie să se încadreze în clasele A, B sau C.

Această soluție tehnică originală, destinată măsurării energiei termice, prezentată în Figura 3.19 a., este amplasată pe circuitul de încălzire destinat Grupului Școlar Auto. În Figura 3.20 este prezentat acest contor de energie termică, așa cum este el implementat în situația CET Freidorf.



**Figura 3.20. Contor de energie termică amplasat pe circuitul de ieșire către Grupul Școlar Auto din cadrul CET Freidorf Timișoara**

Caracteristicile funcționale ale traductoarelor reflectă, în esență, modul în care este realizată relația de dependență intrare - ieșire, ținând cont de întreg ansamblul de factori.

Performanțele traductoarelor sunt indicatori care permit să se aprecieze măsura în care caracteristicile reale corespund cu cele ideale și care sunt condițiile necesare pentru o cât mai bună concordanță a lor. Caracteristicile și performanțele funcționale ale traductoarelor pot fi analizate atât pentru regimul staționar cât și pentru cel dinamic.

Caracteristicile și performanțele de regim staționar se referă la situația în care mărimile de intrare și de ieșire din traductor nu variază, mai precis parametrii purtători de informație specifici celor două mărimi sunt invariabili.

Regimul dinamic al unui traductor corespunde funcționării acestuia în situația în care mărimea de măsurat și, ca urmare, și semnalul de ieșire variază în timp. Comportarea dinamică prezintă interes major pentru traductoare, întrucât, ca elemente componente ale sistemelor automate, ele se afla în mod curent într-un astfel de regim.

Variațiile mărimii de intrare nu pot fi urmărite instantaneu la ieșire. În general, datorită inerției, care poate fi de natură mecanică, termică sau electromagnetică, amortizărilor dependente de viteza de variație, evoluția în timp a intrării se transmite cu întârziere la ieșire și uneori cu deformații în raport cu valorile corespunzătoare caracteristicii statice.

### III.3. Rezultate ale măsurătorilor din CET Freidorf

Așa cum vom detalia în capitolele următoare, toate traductoarele aparținând CET Freidorf, indiferent de rolul lor (monitorizare sau contorizare), tipul lor (debit, temperatură, presiune, energie termică, etc.) sau amplasarea lor în instalație, sunt interconectate într-o rețea complexă, prin intermediul unor controllere și a unor elemente de interfațare și comunicare, care vor fi detaliate. În acest capitol nu vom face decât prezentarea succintă a unor grafice care reflectă modul de lucru și particularitățile CET Freidorf.

Parametrii proveniți de la traductoare sunt citați cu regularitate, la intervale de o oră și salvați în baze de date specifice, realizate în Microsoft Excel, în scopul analizei și prelucrării datelor specifice.

În Figura 3.21 este reprezentat graficul debitului mediu orar de apă caldă menajeră în cursul lunii August 2008.

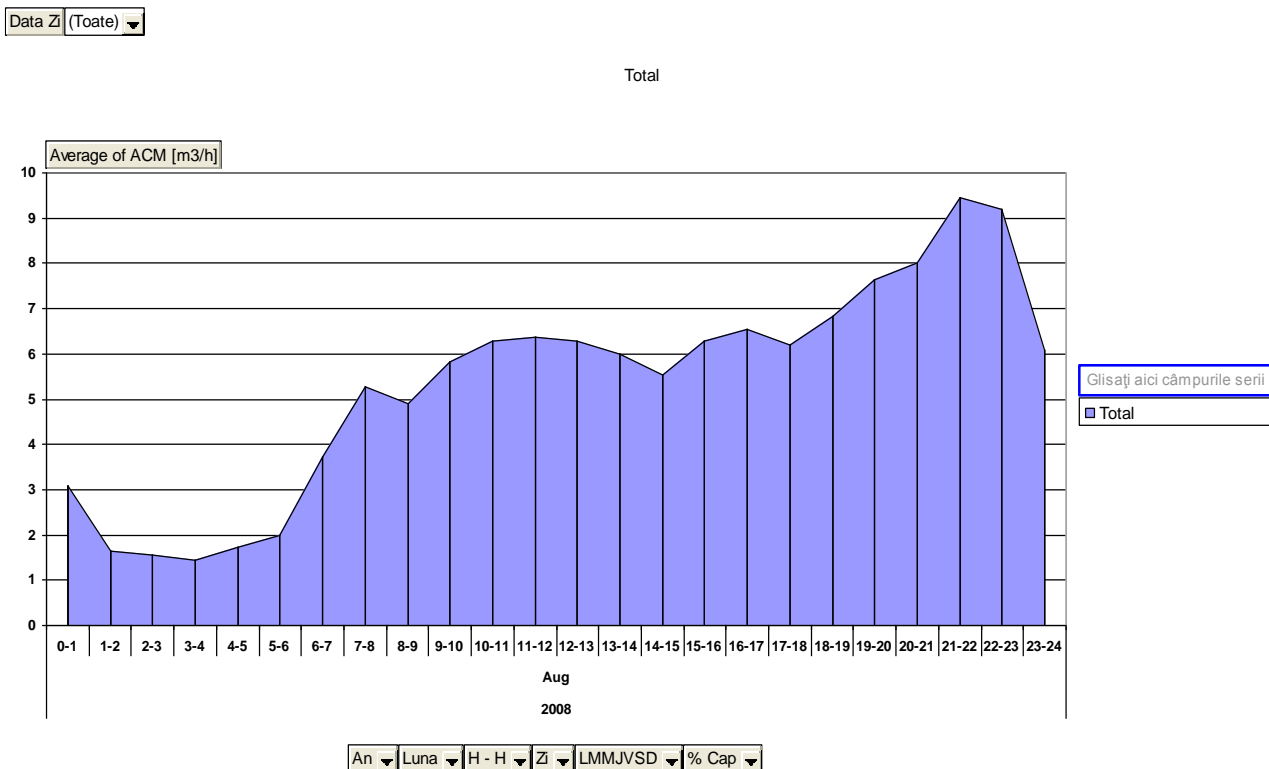


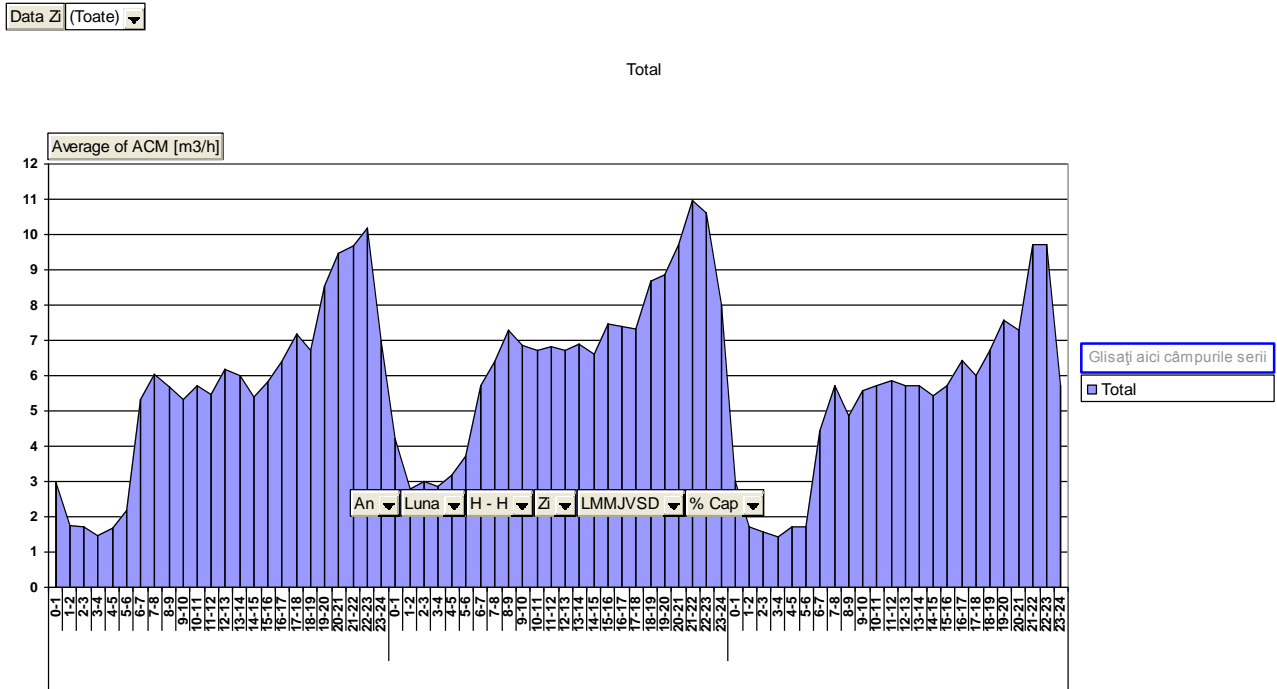
Figura 3.21. Graficul debitului mediu orar de apă caldă menajeră pentru luna August 2008

Acest grafic este util pentru optimizarea consumurilor energetice, deoarece, de exemplu, așa cum este de așteptat, până la ora 7:00, consumul de apă caldă menajeră este extrem de redus, maximul înregistrându-se în jurul orelor 22:00, când solicitarea termică a centralei este mai importantă decât cea electrică.

Măsurătorile de acest fel sunt utile pentru trasarea curbelor de sarcină, care vor fi detaliate într-un capitol următor.



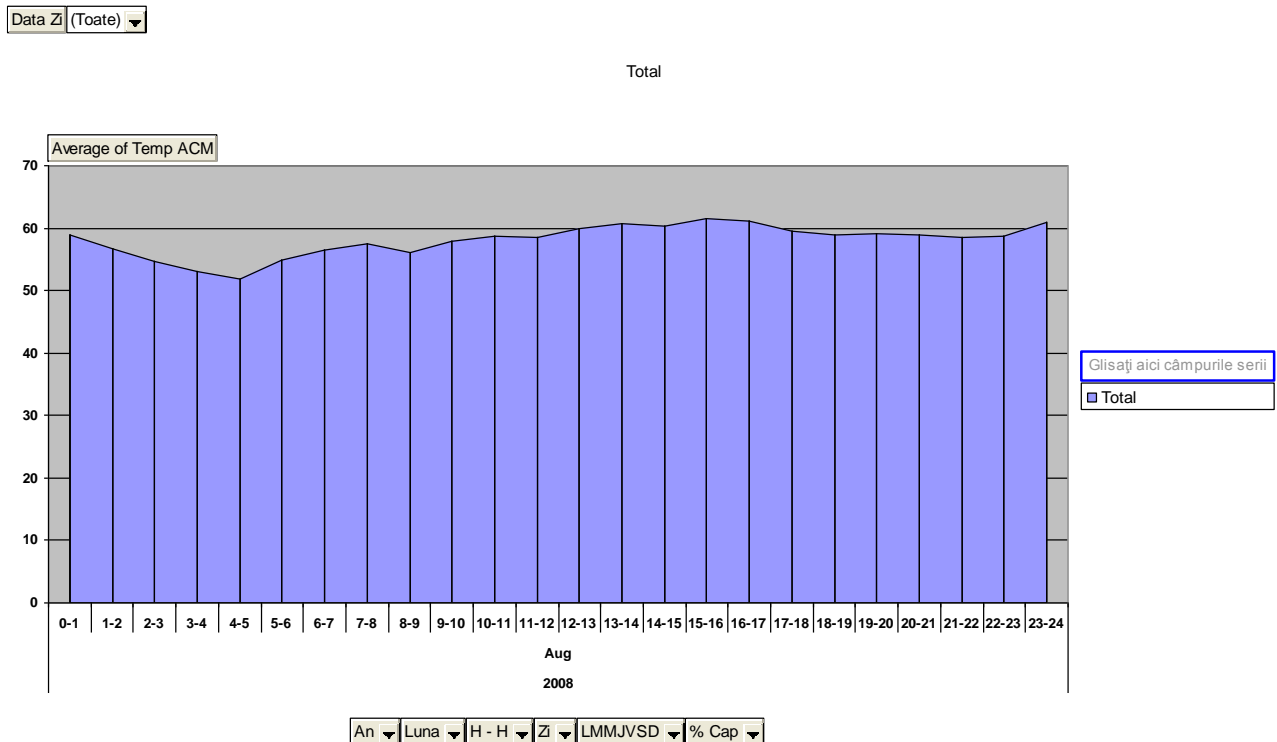
În Figura 3.22 este prezentată evoluția consumurilor (debitelor) medii de apă caldă pentru lunile Iunie, Iulie și August (instalația fiind pusă în funcțiune în mai 2008, nu există date anterioare). Prin comparație, se observă o relativă similitudine între aceste luni, ceea ce confirmă faptul că debitul maxim pe unul din cele două circuite de ACM nu depășește 12 m<sup>3</sup>/h.



**Figura 3.22. Debitul mediu orar comparativ pentru lunile Iunie Iulie și August 2008**

Debitele medii orare pe o anumită perioadă de timp ne furnizează informații doar despre necesarul de debit de ACM, respectiv despre vârfurile de consum și încărcarea termică a centralei.

Informațiile despre debit trebuie să fie însumate cu informațiile despre temperatură, atât pe circuitul de ACM – apă caldă menajeră, cât și pe circuitul de termoficare.

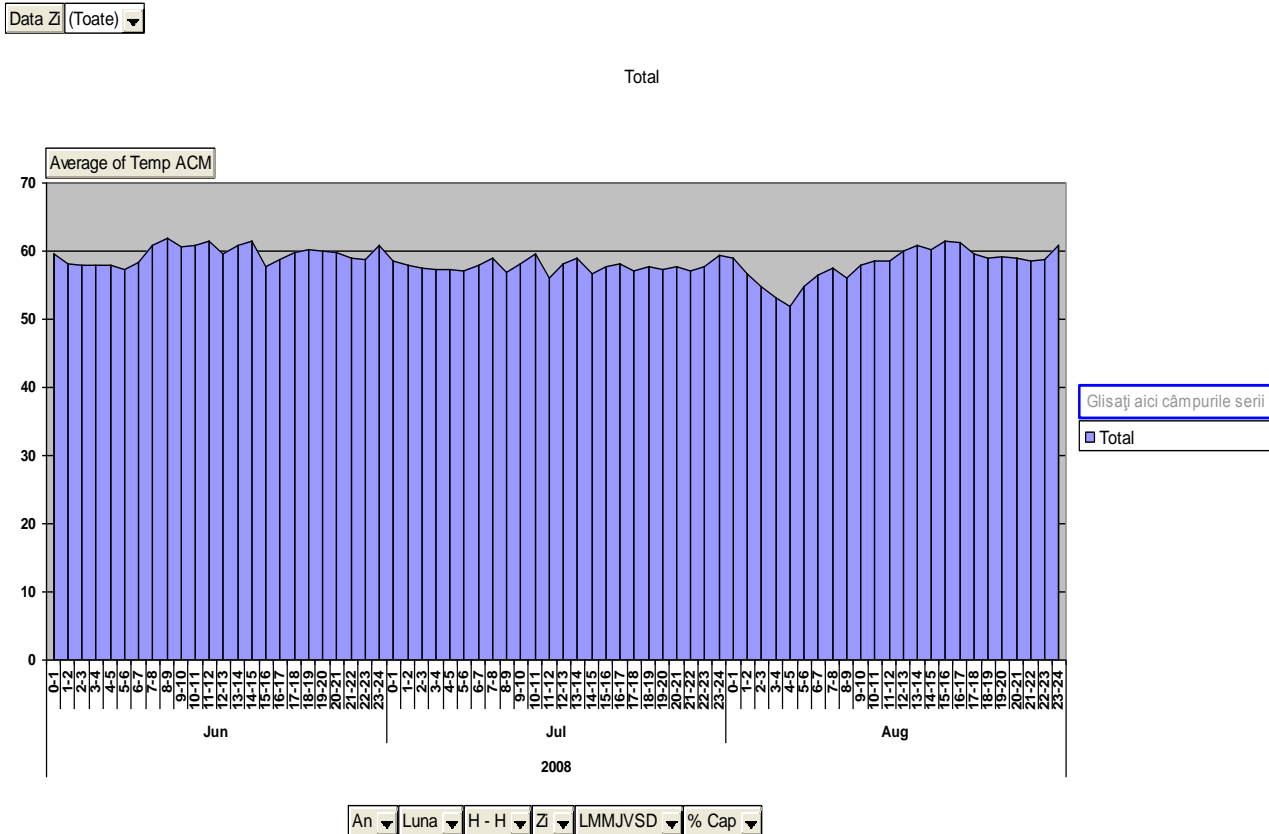


**Figura 3.23. Temperatura medie orară pe circuitul de ACM în luna August 2008**

În Figura 3.23 este prezentat graficul temperaturii medii orare pentru luna August 2008. Se observă că, datorită reglajului automat pe partea de temperatură, aceasta este menținută în jurul valorii de 50 – 60 °C.

Și acest grafic este util pentru optimizarea consumurilor energetice, deoarece, de exemplu, așa cum este de așteptat, până la ora 7:00, consumul de apă caldă menajeră este extrem de redus, maximul înregistrându-se în jurul orelor 22:00, când solicitarea termică a centralei este mai importantă decât cea electrică, și, prin urmare, la debite reduse, termostatarea este dificil de realizat, algoritmul automat fiind proiectat pentru un consum peste 10 m<sup>3</sup>/h.

În Figura 3.24 este prezentată evoluția temperaturilor medii de apă caldă menajeră pentru lunile Iunie, Iulie și August (instalația fiind pusă în funcțiune în mai 2008, nu există date anterioare). Prin comparație, se observă o relativă similitudine între aceste luni, ceea ce confirmă faptul că sistemul automat de reglare a temperaturii funcționează în parametrii optimați.



**Figura 3.24. Evoluția temperaturii medii orare pe circuitul de ACM, în lunile Iunie, Iulie, August, 2008**

În Figura 3.25 sunt prezentate în detaliu evoluțiile temperaturii ca valori orare, pentru zilele de 23 după-masa, 24,25 și 26 mai 08(dimineața), la punerea în funcțiune a centralei. Sunt prezentate valorile corespunzătoare circuitului de plecare nr.1, care deservește o serie de străzi din cartierul Freidorf.

Temperatura medie a fost în jurul a 50...60 °C, realizându-se practic calibrarea sistemului automat de reglaj al temperaturii, la o valoare ușor mai mică decât nominalul.

Aceste curbe sunt utile pentru studiul evoluției instantanee a temperaturii în scopul evaluării performanțelor sistemului de reglaj, dar, mai ales, pentru calculul energiei termice vehiculate.

Nu există, pentru moment, la data redactării acestei lucrări, măsurători privind temperatura apei din circuitul de încălzire, deoarece punerea în funcțiune a centralei și a sistemului automatizat de măsură și control, a fost făcută în luna mai 2008.

Se poate face și o analiză comparativă a temperaturilor în circuitele exterioare 1 și 2 de ACM. Se va observa că diferențele sunt relativ mici, ceea ce denotă o eficiență a sistemului de reglaj și automatizare în ambele situații.

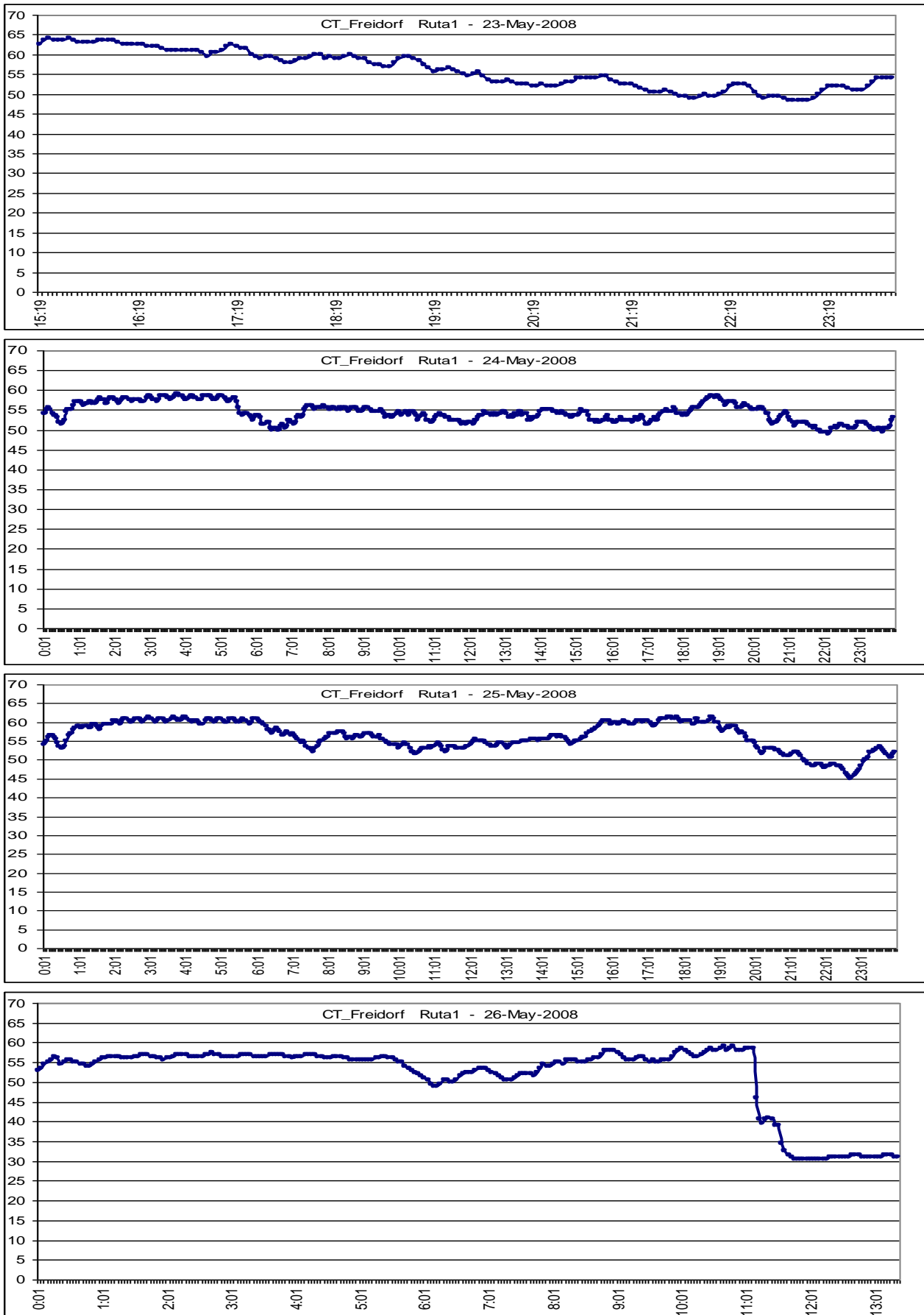


Figura 3.25. Valorile orare ale temperaturii ACM pe circuitul exterior I, la punerea în funcțiune a CET Freidorf

În Figura 3.26 este prezentat graficul energiei electrice furnizate în cursul primelor luni de funcționare a instalației de la CET Freidorf.

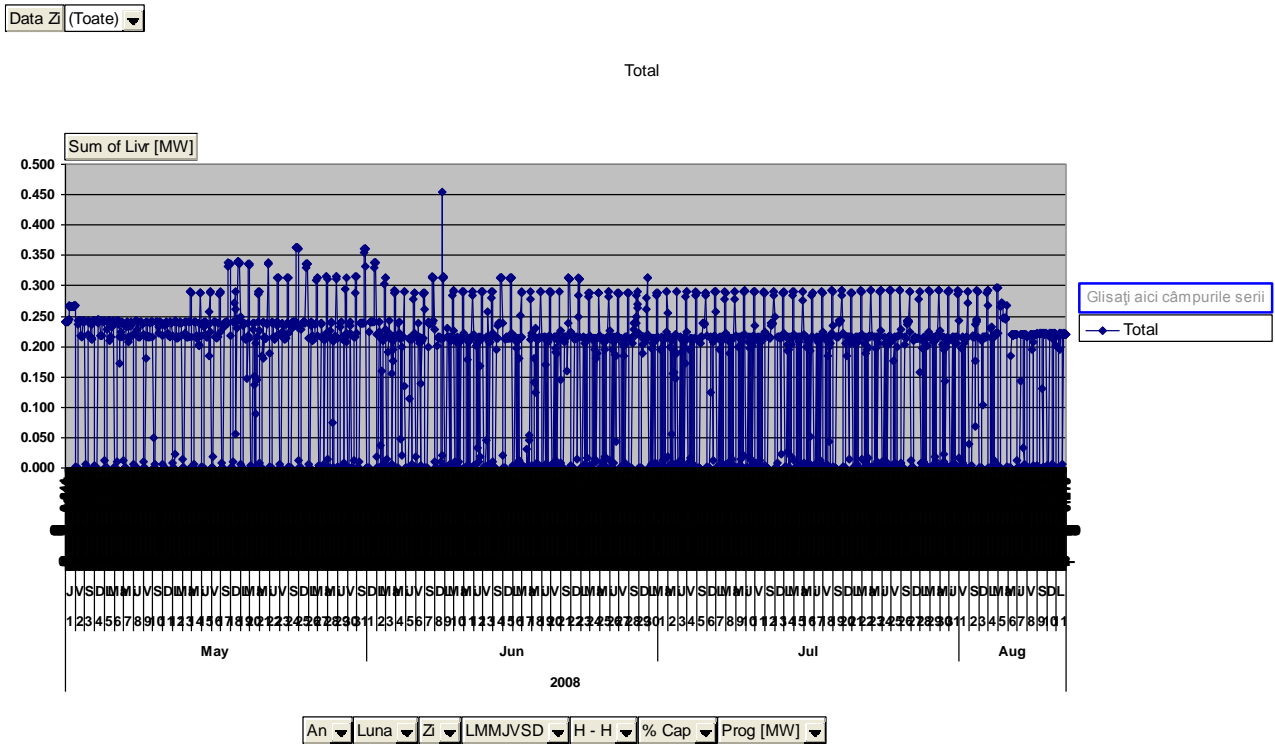


Figura 3.26. Energia electrică livrată în primele luni de funcționare

În Figura 3.27 sunt prezentate situațiile în care energia electrică produsă a fost mai mare decât cea planificată, deoarece nu a existat consumul estimat de energie termică. Diferența a fost notată cu Dez pe acest grafic. Graficul se referă la primele luni de funcționare a centralei.

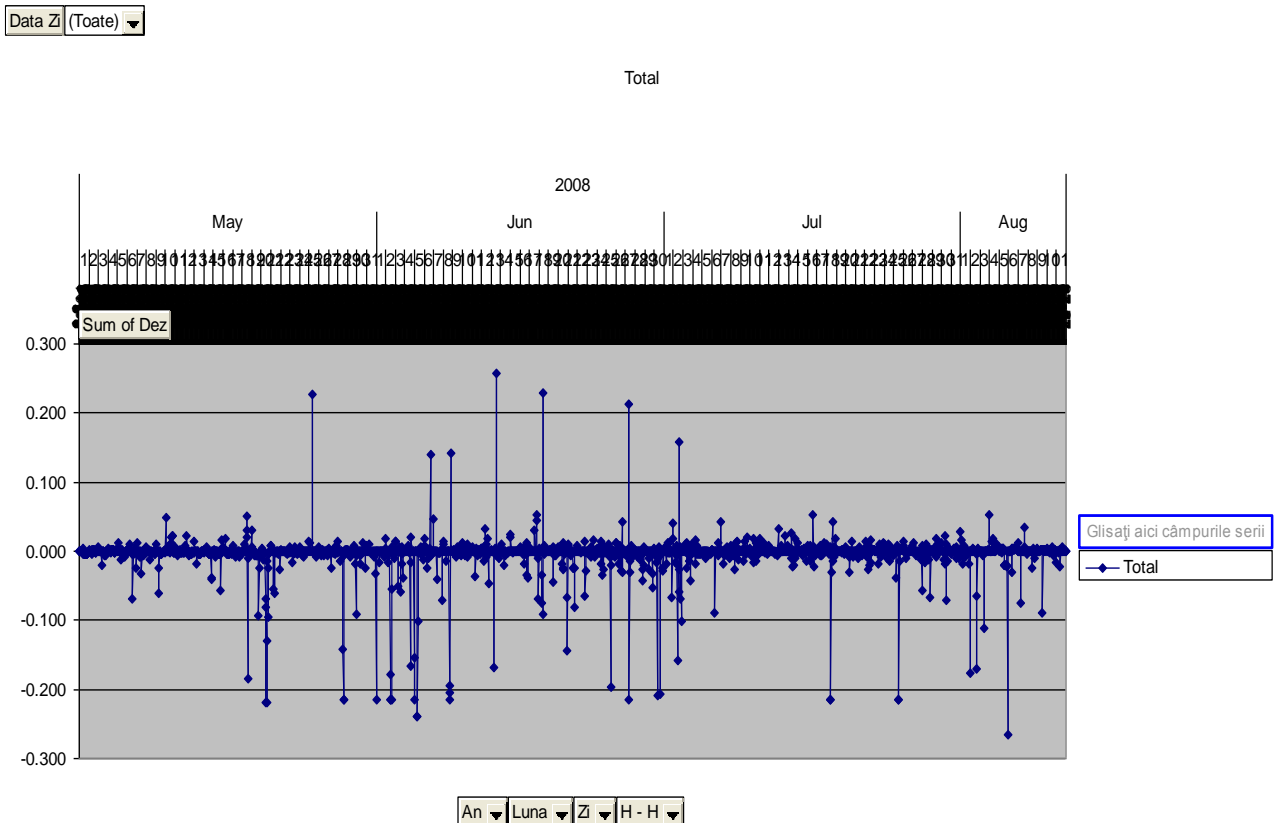


Figura 3.27. Diferența între energia electrică produsă și cea planificată

Problema echilibrului tehnico-financiar dintre cantitatea de energie termică produsă și cantitatea de energie electrică livrată sistemului național este esențială pentru funcționarea optimală a centralei. De aceea, ea va fi discutată mai pe larg în capitolele următoare.

Acestea sunt numai câteva exemple de măsurători realizate cu ajutorul traductorilor montați la CET Freidorf. Scopul acestor măsurători a fost, într-o primă fază, stabilirea parametrilor funcționali ai centralei și contorizarea utilităților, atât față de furnizori, cât și față de beneficiari. Ulterior, datele colectate vor fi folosite pentru îmbunătățirea algoritmilor de reglaj, așa cum vom indica în capitolele următoare.

### **III.4. Concluzii**

Acest capitol este un capitol introductiv, care realizează o succintă trecere în revistă a celor mai noi aspecte legate de principiile de funcționare, tipurile constructive și performanțele traductorilor utilizați în instalațiile de măsură și control din domeniul producției, transportului și distribuției de energie termică. Acest subiect este departe de a fi epuizat, mai ales dacă luăm în considerare actualitatea temei, atât la noi în țară, cât și în străinătate. Toate aceste metode, aparate și tehnici sunt prezentate în directă legătură cu aplicația de la CET Freidorf.

Principala concluzie pe care o putem formula este legată de gradul mare de complexitate al instalațiilor de măsură și control, complexitate care rezultă și din numărul mare de variante constructive posibile pentru traductorii de presiune, temperatură, debit etc. Observăm și lipsa unui "algoritm" general valabil, pentru alegerea soluției tehnice pentru instalațiile de măsură și control, alegerea acesteia fiind uneori empirică și bazându-se de cele mai multe ori pe criterii pur economice, nu întotdeauna justificate tehnic.

În ultimii ani, în România, s-au făcut unele progrese, atât sub aspect legislativ, dar și tehnologic, menite a favoriza introducerea celor mai moderne echipamente destinate în primul rând contorizării rețelelor de transport și distribuție a energiei termice. Numai cunoscând cu exactitate cantitățile de energie vehiculate se pot trage concluzii reale și imparțiale privind valoarea pierderilor în rețea. În baza acestor evaluări se pot lua decizii privind remedierea defecțiunilor în rețea.

Pentru traductoarele numerice, care operează cu mărimi eșantionate, caracteristicile dinamice sunt descrise cu ajutorul ecuațiilor cu diferențe finite sau al funcțiilor de transfer în variabila complexă  $z = R^{T_s}$ , unde  $T$  este perioada de eșantionare [68].

În cazul cel mai simplu, al unui traductor analogic având conectat la ieșire un CAN (convertor analogic numeric), problema este mai simplă, întrucât se poate defini un timp de stabilire total dedus din timpul tranzitoriu  $t$ , aferent părții analogice însumat cu timpul de conversie  $t_N$  al CAN. Timpul de conversie al CAN reprezintă durata necesară generării codului corespunzător valorii semnalului analogic aplicat la intrare. Aceasta durata depinde de tehnica de conversie (cu numărare, aproximări succesive, dublă pantă, etc.), de numărul de biți și de viteza de operare a circuitelor electronice utilizate.

Timpul de conversie sau, uneori, rata de conversie, care înseamnă numărul de conversii posibile în unitatea de timp, constituie indicatori tipici specificați pentru toate tipurile de CAN.

Proprietatea ca traductorul să funcționeze în limitele indicatorilor săi de performanță, adică fără defecte, un interval de timp cât mai îndelungat, definește în sens larg fiabilitatea. Ținând cont de funcția de măsurare pe care o îndeplinește traductorul, proprietatea definită anterior (valabilă în general pentru orice produs) este denumită și fiabilitate metrologică.

Daca unui traductor  $i$  se pot preveni, depista și înlătura defecțiunile, se spune că acesta are proprietatea de reparabilitate. Proprietatea ca după efectuarea reparațiilor să-și recapete integral capacitatea de funcționare se numește restabilire. Intervalul de timp în care un traductor își păstrează capacitatea de funcționare în limitele toleranțelor admise - cu pauzele necesare între întreținere și reparații - constituie durata sa de funcționare. În evaluarea fiabilității traductoarelor, la fel ca și pentru alte elemente sau dispozitive, se pot analiza: fiabilitatea precalculată (previzională), fiabilitatea tehnică (nominală) și fiabilitatea operațională.

Cunoașterea și utilizarea celor mai noi modele de traductori și de aparate de măsură și control, produse atât în străinătate, cât și în România, integrate în aplicații specifice, conduce la creșterea randamentului în exploatare a rețelelor termice, dar și la scăderea costurilor de fabricație și reducerea pierderilor.

Alegerea unui traductor (integrat într-un sistem de măsură oarecare) necesită, pe lângă stabilirea tipului și dimensiunilor acestuia, o analiză a performanțelor acestuia, atât în regim static, cât și în regim dinamic. Deși nu a fost studiată în paginile acestei lucrări, fiabilitatea traductoarelor este un alt parametru care trebuie luat în considerare.

În paginile acestei lucrări s-a încercat găsirea unor răspunsuri la întrebările:

*“Care sunt principalele mărimi neelectrice din domeniul termoficării?”;*

*“Ce metode și mijloace de măsură a acestora există la ora actuală?”*

*“Care sunt indicatorii de performanță a unui traductor de acest tip?”*

Studiile bibliografice, care au generat soluțiile tehnice descrise în acest capitol, au vizat:

- Principalele mărimi întâlnite în acest domeniu de activitate;
- Elementele specifice instalațiilor de cogenerare;
- Standardele și reglementările juridice sau tehnice care intervin în această ramură de activitate;
- Construcția traductoarelor destinate achiziționării acestor mărimi;
- Amplasarea traductoarelor în instalație;
- Modalitățile de interfațare și dialog între componente;
- Elementele de eficiență economică specifice activității de termoficare;
- Determinarea unor indicatori sintetici de evaluare a performanțelor acestor traductoare.

Dintre concluziile cele mai importante trebuie să enumerăm următoarele:

- Existența unor soluții tehnice destinate instalațiilor de măsură și control având grad mare de complexitate, care rezultă și din numărul mare de variante constructive posibile pentru traductorii de presiune, temperatură, debit etc.;
- În aplicațiile moderne, care vizează realizarea unor sisteme integrate de măsurare, automatizare și control, se vor prefera traductoarele dotate cu interfețe electronice capabile să dialogheze cu restul elementelor sistemului;
- Lipsa unui "algoritm" general valabil, pentru alegerea soluției tehnice pentru instalațiile de măsură și control, alegerea acestora fiind uneori empirică și bazându-se de cele mai multe ori pe criterii pur economice, nu întotdeauna justificate tehnic;
- Cunoașterea și mai ales utilizarea celor mai noi modele de traductori și de aparate de măsură și control, produse atât în străinătate, cât și în România, integrate în aplicații specifice, conduce la creșterea randamentului în exploatare a rețelelor termice, dar și la scăderea costurilor de fabricație și reducerea pierderilor;
- Alegerea unui traductor (integrat într-un sistem de măsură oarecare) necesită, pe lângă stabilirea tipului și dimensiunilor acestuia, o analiză a performanțelor acestuia, atât în regim static, cât și în regim dinamic. Fiabilitatea traductoarelor este un alt parametru care trebuie luat în considerare;
- Indiferent de dimensiunile instalației de termoficare, de la marile centrale de sute de MW, până la cele mai mici centrale de cartier, cum este cazul și al CET Freidorf, este necesar a se implementa un sistem performant de măsurare, analiză, automatizare și control ai parametrilor monitorizați, în scopul creșterii eficienței energetice a obiectivului în particular sau al ansamblului rețelei de termoficare urbană;
- Costurile legate de implementarea acestor sisteme se amortizează în câțiva ani, ca urmare a facturării corecte și a reducerii pierderilor pe ansamblu;
- Implementarea acestor sisteme ar trebui să devină generalizată la nivelul României, dată fiind continua polemică privind viabilitatea cogenerării, a termoficării în ansamblu, precum și privind corectitudinea repartiției costurilor;

### **III.5. Contribuții personale**

Dintre cele mai importante contribuții personale ale autorului, întâlnite în acest capitol, amintim:

- o sinteză bibliografică originală privind problematica generală a traductorilor;
- prezentarea critică a unor modele de traductori și a unor contoare de ultimă generație;
- analiza standardelor și reglementărilor în vigoare privind alegerea soluțiilor tehnice pentru măsurarea energiei termice;
- elaborarea de către autor (cu materializare directă în practică, în cadrul CET Freidorf) a unor soluții tehnice originale privind măsurarea energiei termice, îndeosebi utilizarea unui singur senzor de temperatură în scopul măsurării energiei termice;
- stabilirea mărimilor neelectrice și electrice care trebuie monitorizate la nivelul CET Freidorf;
- alegerea traductorilor, a metodelor de măsurare, a performanțelor și stabilirea amplasării acestora în instalație;
- identificarea, în baza studiului literaturii de specialitate, a unor mărimi care pot caracteriza performanțele și fiabilitatea traductorilor astfel montați;
- proiectarea, execuția și punerea în funcțiune a instalației de automatizare, monitorizare și control;
- realizarea primului șir de măsurători complete, la punerea în funcțiune a instalației;
- prelucrarea datelor și elaborarea unui set de concluzii privind funcționarea optimă a centralei;

## **CAPITOLUL IV**

# **Dispecerat informatizat pentru centralele termice pe bază de cogenerare**

### **IV.1. Cerințele specifice pentru sistemul de automatizare al CET Freidorf**

Și acest capitol va fi structurat pornind de la cerințele specifice ale CET Freidorf. Se vor lua în considerare atât specificațiile tehnice (cerute în caietele de sarcini), dar mai ales observațiile originale, precum și soluțiile tehnice privind modalitatea de monitorizare a parametrilor care intervin în funcționarea centralei.

Cerințele generale de funcționare, pentru partea de automatizare, ale CET Freidorf, sunt:

- stație proces motor termic compusă din unitate centrală, module I/O, interfețe comunicație;
- stație proces instalații termice compusă din unitate centrală, module I/O, interfețe comunicație;
- stație proces partea electrică compusă din unitate centrală, module I/O, interfețe comunicație;
- stație configurare DCS (Dispozitive Comunicare Serială);
- terminal monitorizare date proces;
- imprimante, rapoarte, alarme, copii hard;
- aparate locale cu transmitere semnal la distanță, traductoare, detectoare, adaptoare, convertoare etc.
- aparate locale cu indicare locală – manometre, termometre etc.
- ansamblu software de bază și de aplicație compus din soft de aplicație, configurare stații operare cu softul de bază al echipamentelor;

În funcție de aceste cerințe, s-au adoptat o serie de soluții tehnice (în cea mai mare parte originale), privind ansamblul instalațiilor de automatizare, atât pentru componenta hardware, cât și pentru cea software.

### **IV.2. Funcțiile unui sistem informatic de proces pentru rețele de energie termică**

#### **IV.2.1. Funcțiile de bază**

Un sistem informatic de proces pentru o rețea de producere, transport și distribuție a energiei termice realizează măsurarea, gestiunea și comanda sistemului pornind de la măsurători executate la nivel de ansamblu și continuă cu măsurători în detaliu, Operațiile de reglare (ajustare parametri) se execută de la nivel de detaliu spre ansamblu.

Aceasta presupune pentru partea de măsură, efectuarea unor măsurători la nivelul mărimilor de intrare în sistem (la sursă), apoi măsurători în nodurile de rețea importante, la intrarea în punctele termice și marii consumatori, continuând cu măsurători în punctele termice și terminând cu măsurarea parametrilor de interes pe circuitele secundare, măsurători la micii consumatori, asociații, blocuri, scări de blocuri și chiar apartamente. În privința reglajului acesta se face în sens invers, se reglează parametrii la cel mai mic consumator, se așteaptă stabilizarea procesului, se continuă cu reglaje în punctele termice și nodurile importante din rețeaua de termoficare [76].

Funcțiile de bază ale unui sistem informatic pentru rețele de transport energie termică sunt:

- a) Funcția de teleurmărire;
- b) Funcția de telegestiune;
- c) Funcția de teleconducere.

#### **IV.2.1.1. Funcția de teleurmărire**

Această funcție realizează în ansamblu măsurarea valorilor instantanee a tuturor parametrilor de interes și le transmite punctului dispecer sau altui post de lucru racordat la sistem.



Prin telemărire se înțelege practic măsurarea de la distanță, în timp real a anumitor mărimi.

Pentru un sistem informatic complicat, implementat pe o rețea de transport energie termică, unde numărul parametrilor măsurați este mare, funcția de telemăsură are mai multe componente:

**- telemăsură parametri la intrarea în sistem**

Sunt telemăsurați parametri de: debit, presiune, temperaturi tur, retur, circuit primar.

**- telemăsură parametri în nodurile rețelelor de termoficare**

Parametrii telemăsurați sunt: mărimi de debite și presiuni precum și poziția organului de reglare, temperatura exterioară. Acești parametri sunt de regulă folosiți la echilibrarea hidraulică pe ramuri a sistemului de termoficare.

**- telemăsura parametrilor în punctele termice sau centrale termice**

Această funcție presupune telemăsurarea tuturor parametrilor dintr-un punct termic. Parametrii măsurați sunt [72]:

- debit, presiune, temperaturi circuit tur-retur primar ;
- debit primar, temperaturi circuite tur încălzire;
- temperaturi circuite retur încălzire;
- debite, presiuni, temperaturi circuite tur ACM;
- temperatura apă rece;
- stare echipamente, pompe de circulație și ACM, poziție organ de reglare.

Pentru centralele termice, pe lângă acești parametri se mai măsoară:

- debit combustibil (CLU, gaz metan) intrare generală și pe fiecare cazan în parte;
- debite, presiuni, temperaturi intrare - ieșire cazane.

După modul cum sunt prezentate aceste informații în ideea de a oferi operatorului de serviciu (dispecer) detalii care pot fi comparate și analizate comod, aceste funcții pot fi împărțite în:

- 1) telemăsura cu afișare tablou;
- 2) telemăsura cu afișarea parametrilor pe scheme termomecanice simplificate;
- 3) telemăsura cu afișare grafică;
- 4) telemăsura în care parametrii sunt afișați sub formă de bargrafuri.

**1. Telemăsurarea cu afișare tablou** are trei subcomponente de bază:

- 1.a. Telemăsurarea parametrilor din circuitul de ACM. Un asemenea tabel conține următoarele valori instantanee de la toate punctele termice:
  - temperatura tur-retur primar;
  - temperatura ACM;
  - debit ACM;
  - puteri calorice ACM;
  - starea pompelor de ACM;
  - starea și timpul de funcționare a căilor de comunicație PT-Punct dispecer.
- 1.b. Telemăsurarea parametrilor din circuitul de încălzire:

Sunt afișate într-un tabel următoarele mărimi instantanee (de la toate punctele termice):

  - temperatura tur-retur primar;
  - temperatura tur circuite de încălzire;
  - temperaturi pentru fiecare retur de încălzire;
  - starea și timpul de funcționare a căilor de comunicație PT-Punct dispecer.
- 1.c. Stare pompe. Sunt afișate, într-un singur tabel, starea pompelor de circulație, ACM și adaos de la toate punctele sau centralele termice.

**2. Telemăsurarea și telemăriră cu afișarea parametrilor pe scheme termomecanice simplificate.**

Aceste subfuncții au o formă grafică evoluată care pornește de la afișarea schemei termomecanice simplificate a rețelelor de transport energie termică, de unde cu ajutorul unei proceduri de căutare se poate selecta orice punct sau centrala termică.

Un punct centrală termică este reprezentat printr-o schemă tehnologică simplă, pe care sunt figurate schimbătorul de căldură, circuitul primar și secundar, poziția pompelor de circulație și ACM, locul de amplasare a punctelor de măsură, precum și senzurile de circulație pentru mărimile măsurate.

Pe această schemă sunt afișate valorile parametrilor, primite la ultima scanare, acest fapt este dovedit de timpul afișat (oră, minut, secundă). Fiecare mărime analogică afișată este prevăzută cu un câmp în care sunt semnalizate stările de depășire a limitelor tehnologice prescrise (protecție, avarie, traductor defect), precum și cu unitățile de măsură aferente.

**3. Telemăsurarea cu afișare grafică** Fiecare mărime telemăsurată are asociat un grafic care are pe axa "y" domeniul de măsură, iar pe axa "x" timpul (ziua și ora). Folosind o procedură specială, tehnica ferestrelor, se poate urmări evoluția în timp a oricărui parametru pe durata unei zile, unei ore sau a unui minut.

Această funcție are și posibilitatea teelurmăririi evoluției în timp a oricărui parametru. Fiecare parametru are asociată o arhivă unde sunt trecute:

- graficele de evoluție pe durata unei zile, luni sau chiar ani;
- valori instantanee la anumite ore pe durate de timp practic nelimitate;
- valori medii precum și limite extreme (maxime și minime).

Toate mărimile afișate pot fi listate la o imprimantă.

**4. Telemăsurarea cu afișare sub formă de bargrafuri**

Fiecărei mărimi telemăsurate i se poate asocia un bargraf. Afișarea cu ajutorul bargrafurilor permite o urmărire comodă prin compararea nivelului de umplere a bargrafelor respective, fără a mai citi valoarea mărimii. Afișarea cu bargrafuri este în general utilizată atunci când se urmărește evoluția mai multor parametri și când valorile acestora trebuie să fie menținute apropiate.

#### **IV.2.1.2. Funcția de telegestiune**

Sistemele informatice de proces implementate realizează funcția de telegestiune în două moduri:

- a) Mărimile telemăsurate sunt utilizate în mod direct sau indirect în calculul mărimilor de gestiune (cantitate, energii). Această modalitate este utilizată atunci când traductoarele primare nu au posibilitatea transmiterii automate a indecșilor de debit și energie;
- b) Calculatorul de la punctul control primește pe lângă mărimile instantanee, la intervale de timp prestabilite, și informații cumulate pe acea perioadă de timp (cantități, energii, timp). În acest caz calculatorul face calculul energiei și volumului utilizând datele primite ca valori instantanee, calcule care apoi le compară la sfârșitul zilei sau lunii cu mărimile cumulate în contoarele locale și le teletransmite la punctul central.

Fiecare valoare cumulată (cantitate, energie), indiferent de modul în care a fost obținută (calculată sau teletransmisă) are obligatoriu asociat și timpul pentru care s-a făcut această integrare.

Această dublă posibilitate de obținere a cantităților, energiei și timpului este valabilă numai pentru circuitul de la sursă până la inclusiv punctul /centrala termică.

În general, mărimile preluate de pe circuitele secundare, blocuri, scări de bloc sunt mărimi cumulate (mărimi de facturare, debite apă rece, apă caldă, energie termică).

Funcția de telegestiune este găsită, pe un calculator de dispecer sau supervizor, în comanda "Rapoarte". Aceste rapoarte cuprind toate valorile de gestiune și facturare, valori care sunt grupate pe punct termic, pe asociații, pe zone geografice etc.

La calculatorul "Dispecer" comanda "Rapoarte" are următoarea configurație:

- rapoarte de zi;
- rapoarte la decadă;
- rapoarte la lună;
- arhivă.

Rapoartele de zi, decadă și lună cuprind toate valorile de facturare pentru aceste perioade. Ziua energetică este marcată de ora "0". Valorile arhivate la nivel de zi, decadă, lună formează o bază de date specializate și pot fi modificate numai de persoane autorizate, după un protocol bine protejat. Valorile din aceasta bază de date pot fi exportate în alte programe, cu ajutorul cărora se pot genera orice tip de document, cumulativ sau pe obiect, facturi etc.

#### **IV.2.1.3. Funcția de teleconducere**

Această funcție este mai puțin dezvoltată în aplicațiile termice. Există totuși o componentă off-line care a devenit preponderentă în ultimul timp. Datorită dimensiunilor și modului de interdependență a parametrilor dintr-un circuit de transport energie termică, trebuiesc remarcate două aspecte importante ale funcției de teleconducere:

1. Acționarea la distanță a elementelor de reglaj de la sursă și din nodurile rețelelor de termoficare. Acest tip de reglaj este de tip off-line și are ca scop schimbarea unor regimuri de funcționare (regim de vară, iarnă, regim de avarie etc.) prin acționarea elementelor de reglaj de la sursă, precum și modificări ale regimului hidraulic datorită schimbărilor care apar în momentul izolării sau cuplării unor zone de rețea - aceste comenzi fiind făcute asupra elementelor de reglaj din nodurile respective ale rețelei. Acest tip de teleconducere poate fi interpretată ca o funcție de ajustare globală a parametrilor rețelei.
2. Acționarea de la distanță a elementelor de reglaj din puncte / centrale termice prin transmitere de la punctul dispecer a unor valori de consemn (referințe).

Într-un punct termic buclele de reglare sunt:

- reglare temperatură ACM;
- reglare temperatură tur încălzire.

Parametrul reglat în ambele cazuri este debitul de intrare în PT. Pentru a nu perturba sistemul, fiecare punct termic este prevăzut cu un element de menținere la o valoare constantă a căderii de presiune pe punct.

Buclele de măsură menționate sunt proiectate să funcționeze individual. Întrucât cele două bucle de măsură se pot condiționa reciproc (îndeosebi atunci când sursa nu poate satisface consumul), operatorul de la punctul dispecer poate transmite pentru fiecare regulator semnale de referință care să aibă ca efect funcționarea optimă a unui regulator prin diminuarea parametrilor celuilalt. Acest tip de reglaj este impus de obicei și de funcționarea intermitentă a circuitului de căldură sau apă caldă dintr-un punct termic.

#### **IV.2.2. Funcțiile speciale**

Pentru a putea utiliza volumul foarte mare de informații pe care un sistem informatic le poate oferi, a apărut necesitatea creării unor funcții speciale, care să grupeze informații pe diferite criterii (tehnologice, date operative, date de sinteza etc.) și apoi să li se dea o destinație precisă, dispecer, director coordonator, inginer de sistem etc.

Pornind de la aceasta observație se pot distinge trei grupe de informații:

1. - informații operative - care cuprind totalitatea datelor instantanee citite (în timp real), informații privind sensul de evoluție al unor parametri, precum și starea acestor parametri la anumite perioade de timp (tabel ...de date sau foaie de date). Aceasta funcție se identifică, în baza datelor de intrare, cu funcțiile de teleurmărire și teleconducere în totalitate și parțial cu funcția de telegestiune. Utilizarea acestor informații face obiectul funcției de inginer dispecer.
2. - informații de analiză și sinteză, calcule de cantități și energii, randamente, calcule de bilanț etc. Aceste informații fac în mare obiectul funcțiilor de telegestiune și teleconducere.
3. - informații cu privire la starea sistemului; parametrii de funcționare ai punctului central, integritatea căilor de comunicație, starea de funcționare a traductoarelor primare. De asemenea în această categorie se pot înscrie și informațiile obținute după prelucrări speciale ale semnalelor primite direct de la traductoare. Aceste informații se referă la: nivel și clasă de precizie, rata defectelor și cronologia apariției lor la diferite tipuri de traductori, calcule de mărimi prin metode indirecte etc.

Aceste trei clase mari de informații au condus la crearea a trei utilizatori diferiți având următoarele funcții:

- Funcția de inginer dispecer;
- Funcția de analiză și supervizare;
- Funcția de inginer sistem și AMC.

#### **IV.2.2.1. Funcția de inginer dispecer**

Inginerul dispecer conduce operativ întreg sistemul de telemăsură și telegestiune. Totalitatea informațiilor formează în fapt baza de date pentru inginerul dispecer.

Un sistem de telegestiune și teleconducere grupează aceste informații pe categorii de furnizori (PT-uri, CT-uri, CET-uri etc.), pe categorii de consumatori (asociații, blocuri, scări de bloc, grup de blocuri etc.) creând o interfață comodă și prietenoasă între sistem și operatorul uman, astfel încât luarea unor decizii privitoare la funcționarea sistemului să se facă imediat după analiza unei singure imagini tehnologice sau a unui tabel de date de sinteză.

Principalele atribute ale acestei funcții sunt:

- urmărește încadrarea în cotele de energie alocate fiecărui consumator;
- urmărește încadrarea în limitele prescrise a tuturor parametrilor tehnologici mășurați;
- optimizează randamentele utilajelor din exploatare (cazan, boylere, schimbătoare de căldura) prin intervenții off line date de la dispecer sau din punctele / centralele termice;
- urmărește menținerea unui regim hidraulic calculat (optim);
- urmărește respectarea programului de furnizare utilități pentru consumatori (încălzire, ACM);
- urmărește evoluția parametrilor de interes și poate dispune efectuarea de manevre în caz de avarie sau modificări în regimul de funcționare;
- memorează evoluția în timp a tuturor parametrilor de interes și poate oferi grafice cu abaterile valorilor acestor parametri față de valorile prescrise;
- urmărește menținerea valorilor parametrilor din sistem după diagrama de reglaj;
- permite reglarea prin acțiune manuală sau automată a parametrilor de temperatură, debit sau presiune.

#### **IV.2.2.2. Funcția de analiză și supervizare**

Această funcție nu are un regim operativ, ea este destinată compartimentelor de conducere (director exploatare, director tehnic). Funcția a fost creată pentru a oferi o informare globală asupra stării întregului sistem la un moment dat, pentru a oferi informații despre istoricul anumitor parametri precum și prognoza evoluției acestora într-un timp foarte scurt și fără ca operatorul uman să aibă cunoștințe deosebite de informatică sau sisteme ACM. Această funcție este deosebit de utilă și compartimentelor care se ocupă cu facturarea energiei și cu activitatea de "mers economic".

Funcția de analiză are ca date de intrare informațiile pe care sistemul de telegestiune le păstrează în comanda "Rapoarte". Această funcție poate fi exportată pe orice alt calculator, în configurația: rapoarte de consum, rapoarte de producție, randamente, chei de control, grafice comparative și de reglaj etc., dar oricare ar fi suportul hardware, utilizarea acestei funcții poate fi făcută numai prin preluarea datelor (automat - legătură serială sau prin rețea, manuală - prin diskete) de la calculatorul "dispecer".

Principalele atribute ale acestei funcții sunt [72]:

- efectuează calcule de bilanț și mers economic;
- efectuează telemăsurarea tuturor parametrilor sau numai a anumitor parametri prin selecție, la comanda operatorului uman la orice moment de timp;
- prezintă selectiv sau în totalitate rapoarte de producție sau rapoarte de consum.

#### **IV.2.2.3. Funcția de inginer de sistem și ghid operator AMC**

Această funcție este destinată inginerului de sistem, precum și inginerului AMC. Este o funcție nouă, pentru un sistem informatic de proces, oferind informații deosebit de utile, care privesc mai multe aspecte.

### 1. Starea de funcționare a tuturor traductoarelor, la un moment dat

Pentru un sistem de măsură clasic, distribuit pe o arie geografică mare, așa cum sunt cele implementate pe rețeaua de termoficare a unui oraș, supravegherea funcționării traductoarelor de măsură reprezintă o problemă tehnică deosebit de grea.

Sistemul informatic de proces rezolvă aceste probleme astfel:

- fiecare mărime analogică telemăsurată are atribuită, în formatul de afișare, un câmp special în care sunt trecute informații cu privire la starea traductorului de măsură, astfel:
  - "T" - traductor ieșit din domeniul de măsură-limită superioară ( $I > 20 \text{ mA}$ ,  $U > 10 \text{ V}$ );
  - "t" - traductor ieșit din domeniul de măsură-limită inferioară ( $I < 4 \text{ mA}$ ,  $U < 2 \text{ V}$ );
  - "?" - traductor defect electric (traductor decuplat de la sistemul de măsură);
  - "m" - traductor de la care nu s-a prelevat semnal o perioadă de timp mai mare de 30 minute;
  - "!" - traductor defect - mărime măsurată necorelată.

### 2. Rata defectelor și cronologia apariției lor, la diferite tipuri de traductoare

Orice tip de defect semnalat, la un traductor, este memorat după o procedură preliminară de validare. Validarea este făcută automat de calculator sau de către operatorul AMC. Orice defect semnalat la punctul dispecer poate fi analizat la fața locului (prin efectuarea de măsurători directe), și apoi informația poate fi validată.

Toate stările de defect validate și memorate de calculator formează o bază de date specializată, care poate fi transferată pe un alt calculator sau gestionată de calculatorul "dispecer".

Un program special ordonează aceste date și oferă informații cu privire la:

- rata defectelor, la un anumit traductor;
- cronologia apariției unui defect la un anumit traductor;
- cronologia apariției aceluiși defect la mai multe traductoare;
- care sunt cele mai frecvente defecte și cauza apariției lor.

### 3. Ieșirea din clasa de precizie a unor traductoare, detectarea și corecția erorilor de măsură.

Depistarea acestui defect este un procedeu practic imposibil fără un sistem informatic bine proiectat. Pornind de la analiza valorilor măsurate se poate stabili tipul de eroare:

- sistematică;
- întâmplătoare (aleatoare).

**Erorile sistematice** sunt acele erori care, în cazul măsurătorilor efectuate în aceleași condiții, au aceleași valori. La schimbarea condițiilor de măsurare, valorile erorilor sistematice pot să rămână aceleași sau să se modifice după o lege bine determinată.

Aceste erori se depistează prin măsurarea aceleași mărimi, cu metode diferite (metode indirecte). Exemplu: măsurarea debitului care circulă printr-o conductă ce alimentează un rezervor de stocaj. Se compară valoarea debitului măsurat cu un traductor montat pe conducta respectiva și nivelul din rezervorul de stocaj (cantitatea de apă intrată în rezervor).

#### **Erorile întâmplătoare (aleatoare)**

Cu ajutorul teoriei probabilităților se poate determina măsura în care aceste tipuri de erori influențează rezultatele măsurătorii, ceea ce permite estimarea adevăratei valori a mărimii măsurate cu o eroare probabilă, mică, în raport cu erorile măsurătorilor individuale.

Prelucrarea matematică a datelor de măsurare este determinată de cunoașterea modelului statistic, adică de cunoașterea densității de repartiție.

La baza metodelor de prelucrare a datelor stă legea lui Gauss, lege ce permite stabilirea densității de repartiție:

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-X_0)^2}{2\sigma^2}}$$

(4.1)

Dacă  $x$  este mărimea urmărită la măsurare, funcția  $p(x)$ , satisface condițiile:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} p(x) dx = 1, \quad (4.2)$$

unde:

$X$  = valoarea medie a mărimii urmărite;

$\sigma$  = parametru ce caracterizează distribuția.

Graficul densității de repartiție în cazul repartiției normale este prezentat în Figura 4.1.

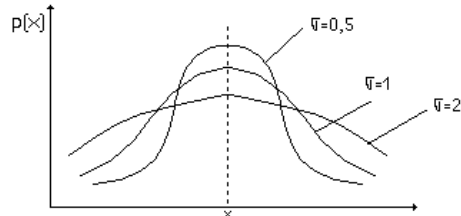


Figura 4.1: Graficul repartiției normale a erorilor

Prelucrarea statistică a datelor, efectuată de calculatorul de la punctul central, se face conform STAS 7122/2.86, în condițiile satisfacerii următoarelor ipoteze [23]:

- măsurătorile s-au făcut practic în aceleași condiții, chiar dacă au fost efectuate în momente de timp diferite;
- măsurătorile nu sunt afectate de erori sistematice și grosolane;
- abaterile valorilor măsurate  $x_i$  de la valoarea adevărată a mărimii măsurate se datorează acțiunii unui număr mare de factori aleatori independenți;
- datele supuse prelucrării respectă o lege de repartiție normală;
- numărul "n" de date care se prelucrează este suficient de mare ( $n > 10-20$ ).

Prelucrarea acestor date, de către calculatorul aflat la punctul central, constă în determinarea principalilor parametri statistici, eliminarea erorilor grosolane, verificarea normalității repartiției și estimarea valorii adevărate a mărimii măsurate și a preciziei măsurătorii.

În cazul unui șir de  $n$  date  $x_i$ , ordonate crescător sau descrescător, valorile de la extremitățile șirului sunt cele susceptibile de a fi afectate de erori grosolane și de aceea sunt eliminate.

Calculatorul efectuează testul CHARLIER, care are următoarea expresie analitică:

$$Z = \frac{|x_t - \bar{x}|}{S} \quad (4.3)$$

și condiția de eliminare:

$$Z > Z_{cr} \quad (4.4)$$

unde:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (4.5)$$

pentru un șir de  $n$  date  $x_i$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4.6)$$

$\bar{x}$  = media aritmetică de sondaj;

$S^2$  = abaterea medie pătratică de sondaj;

$x_t$  = mărimea din capătul inferior sau superior al șirului.

Valorile critice sunt memorate într-un tabel în care sunt date funcție de numărul de măsurători și nivelul de încredere cerut. În cazul îndeplinirii condiției de eliminare, valoarea testată  $x_t$  se consideră eronată și se elimină din șirul de date. În cazul în care, după eliminarea acesteia, o altă valoare pare suspectă, noua valoare va fi testată pentru noul șir  $(n-1)$  de valori [23].

Verificarea caracterului aleator al șirului se face conform STAS 2872-74, astfel:

- se calculează pentru cele  $n$  date  $x_i$  media pătratică a diferențelor succesive,

$$\delta^2 = [1/(n-1)] \sum_{i=1}^n (x_{i+1} - x_i)^2 \quad (4.7)$$

- se determină valoarea testului,

$$M = (\delta^2 / S^2)(n-1)/n \quad (4.8)$$

- se va compara valoarea  $M$  cu valorile  $VCI$  și  $VCS$  (valorile  $VCI$  și  $VCS$  sunt prezentate tabelar și sunt memorate de către calculatorul de la punctul central).

Testarea caracterului aleator se face în special atunci când este respinsă ipoteza normalității repartiției.

Verificarea normalității seriei se face după o metodă simplă, bazată pe o serie de proprietăți ale repartiției normale. Aceasta constă în [28]:

- se verifică dacă repartiția de frecvență are un singur maxim;
- se calculează media aritmetică de sondaj  $\bar{x}$ , media de sondaj  $M_e$  și modulul de sondaj  $M_o$ ;

Dacă repartiția este normală cele trei valori nu trebuie să difere esențial.

$$\bar{x} = (1/n) \sum_{i=1}^n \bar{x}_i \quad (4.9)$$

$$M_e = 2\chi / (n+1), \text{ pentru } n \text{ impar} \quad (4.10)$$

$$M_e = (1/2) / [2\chi/2 + \chi/(n+1)], \text{ pentru } n \text{ par} \quad (4.11)$$

$$M_o = \bar{x} + 3(M_e - \bar{x}) \quad (4.12)$$

- se calculează coeficientul de asimetrie  $\beta_1$  și excesul  $E$

Acești parametri trebuie să fie apropiați de zero sau egali cu zero, în cazul repartiției normale.

$$\beta_1 = [(1/n) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3] / \overline{S^6} \quad (4.13)$$

$$E = \left\{ [(1/n) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4] / S^4 \right\} - 3, \text{ unde} \quad (4.14)$$

- $\beta_1$  = coeficient de asimetrie;
- $S$  = abaterea medie pătratică de sondaj;
- $E$  = excesul.

Estimarea valorii adevărate  $X$  a unei mărimi, în cazul distribuției normale a valorilor măsurate  $x_i$  ( $1 \leq i \leq n$ ), este media aritmetică:

$$\bar{x} = (1/n) \sum_{i=1}^n x_i, \text{ cu un interval de încredere} \quad (4.15)$$

$$y = \bar{x} \pm t_p \cdot S/n, \quad (4.16)$$

unde:

- $S$  = abaterea medie pătratică de sondaj;
- $t_p$  = un factor în funcție de nivelul de încredere dorit

Valorile factorului  $t_p$  pentru determinarea nivelului de încredere al estimării valorii adevărate, este dat tabelar.

În cazul mărimilor calculate (debite măsurate prin metoda diafragmei, cantitate, energii), dacă mărimea  $u$  care se determină prin măsurarea mărimilor  $x_i$  ( $1 \leq i \leq n$ ) independente, este definită cu relația:

$$u = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (4.17)$$

Valoarea medie a mărimii  $u$ , astfel definită, este:

$$\bar{u} = f(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n) \quad (4.18)$$

unde :

$\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n$  sunt valorile medii ale mărimilor  $x_1, x_2, \dots, x_n$  măsurate direct.

Abaterea medie pătratică (cea care intervine în calculul intervalului de încredere) se determină cu relația:

$$S_u = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n (df/dx_i)^2 S_{x_i}^2}, \text{ unde} \quad (4.19)$$

$S_{x_i}$  - erorile medii pătratice ale mărimilor măsurate direct.

În cazul în care mărimea este determinată prin măsurarea cu un lanț de măsură, format din  $n$  aparate de măsură înseriate, determinarea abaterii medii pătratice totale, datorate celor  $n$  surse de eroare, constituite din cele  $n$  elemente ale lanțului de măsură este:

$$S_t = \sqrt{\sum_{i=1}^n S_i^2} \quad (4.20)$$

-  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$  - abaterile medii pătratice ale celor  $n$  surse de erori

#### 4. Calculul valorilor unor mărimi fizice de interes, prin metode deductive (metode indirecte).

Calculatorul poate deduce valorile debitelor pompate, utilizând caracteristica de transfer a pompei utilizate. Funcția de calcul a debitului este de forma:

$$Q = f(K, p, i) \quad (4.21)$$

unde:

- $K$  - constanta care depinde de tipul de pompă;
- $p$  - diferența de presiune creată de pompă (înălțimea de pompare);
- $i$  - curentul absorbit.

Se determină temperatura de amestec a unor fluide (temperaturi - colectorul de tur sau retur - măsurând temperaturile din barele din intrarea colectorului).



Figura 4.2: Schema bloc a colectorului pentru tur (retur)

Relația matematică dintre debite și temperaturi, implementată în cazul colectorului, care este dedusă din expresia matematică a principiului conservării energiei, este:

$$Q_1 \cdot t_1 + Q_2 \cdot t_2 + Q_3 \cdot t_3 = Q \cdot t \quad (4.22)$$

De unde:

$$t = \frac{Q_1 \cdot t_1 + Q_2 \cdot t_2 + Q_3 \cdot t_3}{Q_1 + Q_2 + Q_3} \quad (4.23)$$

Pentru debite egale, temperatura de amestec este media aritmetică a temperaturilor de intrare.



5. **Utilizarea unor chei de calcul speciale** pentru bilanțuri masice și energetice în vederea detectării traductoarelor defecte.

Ideea utilizată este bazată pe principiul conservării masei și energiei, pentru echipamente, utilaje, agregate, noduri de transfer masă / energie, care au montate traductoare și care pot fi definite (cel puțin teoretic) ca entități independente (delimitate după mărimile de intrare / ieșire).

6. **Evidența metrologică a aparatelor de măsură** aflate sub incidența reglementărilor metrologice.

### **IV.3. Sisteme informatice de proces. Considerații generale**

#### **IV.3.1. Nivele de ierarhizare**

Funcționarea în condiții optime a unei centrale termice precum și a unui sistem de termoficare presupune urmărirea și corectarea în timp real a principalilor parametri de debit, presiune, temperatură, nivel, concentrații, etc. [29], [30].

Sistemul informatic de teleurmărire și telegestiune poate fi implementat pe orice tip de centrală termică sau rețele de termoficare, indiferent de lungimea acestor rețele și de distribuția geografică a cazanelor și echipamente conexe: boylere, SPP-uri, degazoare. Acest tip de dispecer reprezintă o soluție modernă, cu posibilitatea de a fi verificat și autorizat metrologic [29],[30].

Autorul a conceput, special pentru CET Freidorf, numeroase aplicații de tip dispecer producție, transport și distribuție energie termică. Implementarea unui astfel de sistem informatic de proces s-a făcut pornind de la următorul considerent de ordin tehnic, anume, urmărirea și conducerea procesului de producere, transport și furnizare a energiei termice, de complexitate medie sau mare, implică trei nivele logice de ierarhizare:

1. **la nivelul inferior**, numit și “nivelul 0”, procesul este văzut ca fiind format din subprocesse în care se evidențiază mărimi de interacțiune. Descompunerea în subprocesse se face după criteriul funcțional-tehnologice, acest tip de descompunere conducând implicit la minimizarea complexității mărimilor de interacțiune.

La acest nivel are loc automatizarea procesului, ceea ce presupune realizarea unor funcții de reglare a principalelor variabile caracteristice.

Optimizarea (calitatea reglării) este determinată de:

- performanțele traductorilor utilizați pentru obținerea valorii măsurate a mărimii ce se reglează;
  - cunoașterea modelului (funcția de optimizare, funcția criteriu) a procesului condus.
- Eficiența intervenției operatorului în proces (calitatea reglării), este dependentă într-o foarte mare măsură de modul în care acesta are acces la procesul de care se ocupă.

Modalitatea de oferire a informațiilor despre proces, comoditatea cu care se poate acționa asupra acestuia în vederea influențării rapide a comportării, absența senzației întrepătrunderii unui mediu necunoscut între operator și proces, constituie elementele de baza ale unui sistem informatic de proces.

Din punct de vedere hardware, la acest nivel sunt plasați totalitatea traductorilor primari cât și elementele de execuție;

2. **nivelul ierarhic intermediar**, denumit și “nivelul 1”, este destinat cuplului de proces. Rolul esențial al unui cuplor de proces este de a prelua de la traductoare semnale analogice, de a le converti în semnale binare, de a le prelucra elementar și de a le ordona într-un format special pentru a fi ușor transmise calculatorului de la punctul central.

Între elementele componente ale “nivelului 1” nu există comunicație directă. Soluționarea conflictelor inevitabile între elementele “nivelului 1”, se face la nivelul ierarhic coordonator (automat sau prin decizia operatorului tehnologic).

Astfel, devine esențială necesitatea unui sistem de comunicație, bine pus la punct, între cele două niveluri, calitatea acestuia condiționând în mod esențial integritatea sistemului.

Cum rețelele de termoficare sunt caracterizate de distribuție geografică pe arii întinse, afectate de zgomote electrice de tip industrial, mediul de transmisie a informației și a procedurilor adoptate în acest scop, devin elemente cheie în soluționarea problemelor ridicate în practică.

Caracteristicile de baza a elementelor componente ale nivelului 1 sunt:

- asigură izolarea galvanică față de proces;
- are facilități de prelucrare a informației numerice (conversie de formate, calculul unor sume ponderate);
- posibilitatea memorării unui volum redus de date;
- funcționare în conformitate cu un program rezident, care se încarcă la punerea în funcțiune și care, teoretic, nu se mai modifică pe toata durata de funcționare a cuplorului;
- posibilitatea de selectare a unei anumite proceduri de reglare, din mai multe disponibile și cea de reconfigurare;
- posibilitatea de interconectare în sistemul de transmisie a informației în vederea comunicării cu nivelul ierarhic superior;

**3. nivelul ierarhic superior** al unui sistem informatic de proces îl constituie nivelul de supervizare sau conducere, “nivelul 2”.

Acest nivel are posibilitatea comunicării cu toate elementele componente ale “nivelului 1”, având un rol de master în acest proces.

Supervizorul poate stoca cantități mari de informație. Aceste informații se referă la istoria procesului, perioadele descrise fiind de ordinul lunilor calendaristice.

Acest nivel oferă operatorului tehnolog sau de sistem facilități extensive de introducere și extragere date, constituind o baza de date cu informații utile pentru teleurmărire și teleconducere.

#### **IV.3.2. Considerații software**

Din punct de vedere software, particularitățile programării sistemului de calcul cu microprocesor, destinat supravegherii și / sau conducerii în timp real a proceselor industriale, rezidă din următoarele condiții esențiale ce trebuiesc îndeplinite [7], [8], [11]:

- posibilitatea sistemului de calcul de a răspunde instantaneu la semnalele emise de proces, în mod obligatoriu;
- cerința ca “timpul real” în care sistemul de calcul este ocupat cu o anumită operație, să fie strict corelat cu timpul în care se produc alte evenimente din proces (exterioare calculatorului);
- capacitatea sistemului de a primi datele direct din proces sau de a le transmite direct în proces prin intermediul unor convertoare (analog-numeric numeric-analogice, etc.);
- rezolvarea contradicției între capacitatea sistemului de calcul de a executa, la un moment dat, un riguros program și cerința procesului de a fi “servit” în “n” puncte simultan. Altfel spus, sistemul trebuie să facă față desfășurării simultane a diferitelor părți specifice ale procesului;
- posibilitatea programării tuturor categoriilor de procese (continue sau discrete);
- existența elementelor pentru testarea și depanarea eficiența a programelor.

În concluzie, pentru programarea unei astfel de aplicații, limbajul de programare utilizat trebuie să conțină trei categorii de instrucțiuni:

1. instrucțiuni care să permită programarea modului în care se desfășoară evenimentele din proces;
2. instrucțiuni care să precizeze locul în care se desfășoară evenimentele din proces;
3. instrucțiuni care se referă la modul sau intervalul de timp în care au loc evenimentele din proces.

Programele implementate, pe un astfel de sistem de calcul, se împart în [7], [9]:

- program de sistem;
- program de utilizare sau program utilizator.

Aspectele legate de componenta hardware și software vor fi discutate mai detaliat pe parcursul acestui capitol.

### **IV.3.3. Aplicații distribuite programate în timp real**

Prelucrarea distribuită este un nou model de calcul, care poate fi materializat numai în contextul unor caracteristici arhitecturale specifice. Încercarea de a defini în mod unic conceptul de sistem cu prelucrare distribuită conduce la o prima întrebare: ce se distribuie, resursele fizice și logice, controlul sau datele? Există prin urmare, mai multe dimensiuni ale unui sistem care pot fi distribuite, fiecare dimensiune putând avea în realitate un întreg spectru de “valori”.

#### **IV.3.3.1. Elemente conceptuale ale sistemelor distribuite**

Distribuirea într-un sistem de prelucrare poate fi caracterizată din trei perspective majore[6]:

- distribuirea la nivel fizic, caracterizată doar în termeni de facilități hardware;
- distribuirea la nivel logic, caracterizată doar în termeni de facilități logice (software sau date);
- distribuire la nivelul fizic și logic.

Este dificil în aceste condiții să se distingă sistemele cu prelucrare distribuită de restul sistemelor doar prin observarea caracteristicilor lor fizice (rețelele generale de calculatoare, de exemplu, pot fi considerate ca fizic distribuite). Distribuirea fizică este doar o condiție necesară, deoarece apare în mod natural a doua întrebare: cum interacționează și cum sunt controlate elementele fizice distribuite? [1],[2].

#### **IV.3.3.2. Conceperea și programarea aplicațiilor distribuite**

În rezolvarea unei probleme pe un sistem de calcul se pornește de la arhitectura fizică a sistemului și se încearcă să se găsească soluția care să exploateze cât mai eficient capacitățile acesteia. În general, o problema poate avea mai multe soluții, iar acestea se pot dovedi mai mult sau mai puțin “potrivite” pentru implementare și execuție pe o arhitectura suport dată. Prin virtualizare se permite în esență ca o arhitectură de sistem să poată fi croită către o problema, în loc de a croi problema către sistem.

Un aspect important, care a dobândit din ce în ce mai mult o recunoaștere explicită, îl constituie gradul de “potrivire” care trebuie să existe între structura virtuală a unei aplicații, construită de utilizator pe baza abstractizărilor oferite de sistemul de operare și de limbajul de programare și arhitectura reală a sistemului suport pe care aplicația se implementează și se execută. Importanța problemei derivă din faptul că performanțele unei soluții sau algoritmi pot fi radical diferite pentru diferite arhitecturi. Existența unei corespondențe structurale între cele două arhitecturi, virtuală (a aplicației) și reală (a sistemului suport), constituie astfel o cerință fundamentală de eficiență. Dacă este posibilă utilizarea la maximum a capacităților arhitecturii reale, se apreciază că aceasta este “programabilă”.

În aprecierea gradului de potrivire între o arhitectură dată și o aplicație, o considerație primară de la care trebuie pornit o constituie măsura în care soluția adoptată menține un echilibru între prelucrare, comunicație și memorie. Realizarea unui mixaj corespunzător între toate acestea constituie unul din aspectele esențiale pe care trebuie să se bazeze selectarea arhitecturii “potrivite” pentru o aplicație, cerință favorizată în ultima vreme și de noua economie a informaticii, caracterizată sintetic prin “cost redus în lățime de bandă, cicluri și octeți”[24].

Structurile hardware pentru prelucrarea distribuită reprezintă un tip particular de hardware și nu un simplu “conglomerat” de structuri hardware distincte. Hardware-ul prelucrării distribuite are, cum s-a văzut, o organizare inerent paralelă, ceea ce la nivel software nu poate avea decât consecința unei evoluții tot paralele. La nivelul aplicațiilor, adică al mediului “logic” de prelucrare distribuită, paralelismul este prin urmare implicit și necesar.

Cea mai simplă adaptare între o arhitectură paralelă și un algoritm dat constă, evident în identificarea directă a celor două. Pornindu-se de la o astfel de idee, a crescut interesul pentru proiectarea și realizarea de noi arhitecturi de prelucrare, cum sunt arhitecturile sistolice sau arhitecturile reconfigurabile dinamic. Un masiv sistolic ar putea fi considerat ca o formă particulară de sistem distribuit, el fiind constituit dintr-o rețea de procesoare foarte simple, identice. Fiecare procesor realizează o funcție simplă și comunică doar cu vecinii apropiați prin schimburi de mesaje pe canalele de conectare. Plecându-se de la specificarea problemei, dată de exemplu sub forma unui sistem de ecuații, se poate concepe o rețea suport "potrivită" de procesoare specializate.

Arhitecturile reconfigurabile dinamic sunt cele caracterizate prin topologii de interconectare între elementele care pot fi modificate sub control software. O arhitectură poate fi astfel privită ca realizând o tranziție dintr-o stare arhitecturală în alta, fiecare stare fiind caracterizată de o topologie de interconectare specifică. Pentru o aplicație dată, dezideratul global va fi cel de stabilire a stării arhitecturale care să se "potrivească" cel mai bine cu structura algoritmului utilizat. Consecința esențială a unor asemenea capacități dinamice este legată de îmbunătățirea performanțelor pentru un spectru mai larg de aplicații, fără necesitatea creșterii în dimensiune a sistemului.

De o manieră generală, se va considera pentru cele ce urmează că, la nivelul aplicațiilor, prelucrarea distribuită va apare ori de câte ori o colecție de entități (sau unități) logice independente, spațial separate, cooperează la rezolvarea unei singure probleme. Entitățile sau unitățile logice ale aplicației, ca o alternativă neutră pentru alți termeni utilizați în literatură (de exemplu "task", "proces", "agent", "actor" etc.) vor avea implicit o funcționare concurentă și vor interacționa prin comunicație explicită. În acest context, o aplicație distribuită va fi în general considerată ca reprezentând o colecție de unități de prelucrare concurente, care comunică pentru obținerea unui deziderat logic comun, făcând explicite costurile de comunicație. Se poate observa că un astfel de model general, bazat pe independența unităților logice de prelucrare și pe accentuarea explicită a aspectelor de comunicație dintre acestea, se potrivește bine cu suportul fizic distribuit.

Programul care implementează o aplicație distribuită va fi simplu denumit program distribuit, adică un program în care modulele rezidă și se execută la locații aflate în comunicație, dar geografic distincte. În contextul de față este de asemenea util de precizat că, spre deosebire de un limbaj de programare concurentă clasic (care este orientat pe asigurarea execuției de unități de prelucrare comunicând prin variabile protejate), un limbaj de programare distribuită este destinat și orientat către asigurarea execuției concurente de unități de prelucrare care nu comunică prin variabile partajate, făcând din acest motiv explicite costurile de comunicație.

#### **IV.3.3.3. Sisteme de prelucrare distribuită a datelor. Obiective generale**

Conceptul de sistem cu prelucrare distribuită a datelor a apărut în jurul anului 1975, ca o alternativă realistă de punere în aplicare a dezvoltărilor din microelectronică și de exprimare pe o cale mai naturală a mutațiilor produse la nivelul utilizatorului: putere de calcul crescută, flexibilitate, modularitate, integritate, fiabilitate etc. Diversificarea domeniilor de utilizare a tehnicii de calcul a evidențiat, așa cum s-a arătat, necesitatea de specializare a sistemelor pe clase particulare de aplicații [12].

Obiectivele prelucrării distribuite pot avea un caracter particular, dependent de aplicație și de mediu și, prin urmare, să nu fie la fel de semnificative în toate cazurile. Trăsăturile specifice ale unui mediu de control al proceselor industriale (timp real, siguranța în funcționare etc.) nu sunt aceleași, de exemplu, cu cele ale activităților de birou. Din acest motiv, se vor considera în continuare, comparativ cu limitările prelucrării convenționale, obiectivele tot mai des recunoscute ca având caracter general pentru prelucrarea distribuită: *extensibilitate, integritate, performanță*.

##### ***Extensibilitate***

Extensibilitatea unui sistem exprimă măsura în care funcționalitatea și performanțele sistemului pot fi modificate fără a fi necesară modificarea proiectării acestuia. Un sistem extensibil este conceput pentru a fi ușor adaptat la un context dinamic, fără întreruperea funcționării sistemului.

Două atribute majore caracterizează noțiunea de extensibilitate: modificarea ușoară și evoluția incrementală.

În sensul ușurinței de modificare, extensibilitatea implică simplitatea înlocuirii unei funcții logice cu alte funcții / elemente ale sistemului. Extensibilitatea sistemului presupune creșteri în funcționalitate și performanță cu costuri incrementale reduse. Acest atribut conduce la *ușurința de instalare*, un sistem extensibil putând fi dezvoltat incremental, pornindu-se inițial de la configurații simple și ieftine.

Mediul în care e instalat un sistem de prelucrare a datelor poate genera uzual două tipuri de modificări: modificări privitoare la cerințele de performanță și modificări ale cerințelor funcționale.

Arhitecturile multiprocesor convenționale oferă unele îmbunătățiri ale extensibilității, comparativ cu monopresoarele (Sat 880). Cu toate acestea, structura lor de interconectare, de comunicație și de control impune configurații minime la un cost ridicat, limite reduse privind numărul maxim de elemente de prelucrare și o dispersare spațială foarte restrictivă.

### ***Integritate***

Integritatea unui sistem este determinată de măsura în care sistemul tolerează defectele, erorile sau anomaliile care apar în timpul funcționării sale, menținându-se într-o *stare corectă*.

Spre deosebire de noțiunea de disponibilitate, integritatea se referă la posibilitatea sistemului de a realiza prelucrări în prezența defectelor. Pentru a-și păstra integritatea în ciuda apariției de defecte, sistemul trebuie să poată să finalizeze corect orice cerere de prelucrare care apare.

Un principiu de bază în proiectarea unor astfel de sisteme distribuite din punct de vedere al integrității, îl reprezintă *suspiciunea reciprocă* între diferitele niveluri de abstractizare ale sistemului. Arhitecturile centralizate cu elemente de prelucrare multiple pot evita resursele singulare partajate, eliminând unele dintre dezavantajele monopresoarelor. Cel mai adesea însă, dacă nu întotdeauna, aceste îmbunătățiri potențiale sunt compromise (uneori în mod implicit) în favoarea altor deziderate, cum ar fi: multiplexarea procesoarelor, memorie întreținută, protocoale nesigure pentru comunicații pe magistrale etc. Deși sunt posibile, detecția, diagnoza și recuperarea automată a erorilor prin cooperare între elementele de prelucrare multiple, structura centralizată a acestor sisteme reduce mult din eficiența acestei tehnici.

### ***Performanțe***

Experiența de până acum arată că, la un moment dat, indiferent de stadiul tehnologic existent, performanțele peste un anumit nivel nu pot fi atinse decât cu arhitecturi având elemente de prelucrare multiple. Trebuie arătat că există mai multe argumente, sub raport cost / eficiență, care favorizează utilizarea unei structuri cu elemente de prelucrare mai simple în locul unui singur procesor complex, chiar și atunci când performanțele sunt echivalente.

Utilizarea unui *sistem multiprocesor* corespunzător cu  $n$  elemente de prelucrare, câștigul de performanță obținut nu poate atinge de  $n$  ori performanța sistemului monoprocesor corespunzător. Diverse formule empirice au fost prezentate în literatură sau recomandate de firme pentru predicția îmbunătățirii performanțelor pe baza adăugării de noi procesoare la un sistem multiprocesor existent (creșteri semnificative ale performanțelor rezultă doar pentru primele câteva procesoare adăugate - cca.70-80% - pentru un sistem biprocesor, numai cca.110% pentru un sistem cu 3 procesoare, de exemplu). Această neliniaritate în creșterea performanțelor față de creșterea liniară a numărului elementelor de prelucrare dintr-un sistem multiprocesor convențional, se datorează unei diversități de factori, atât de natura hardware, cât și software, comunicarea prin memoria partajată comună și controlul global centralizat fiind cei mai importanți dintre aceștia.

## **IV.4. Structura hardware a unui sistem informatic de proces (dispecerat termic)**

Așa cum a fost descris în prealabil, din punct de vedere hardware, un sistem informatic pentru rețele de transport energie termică este organizat pe trei nivele ierarhice. (Figura 4.3).

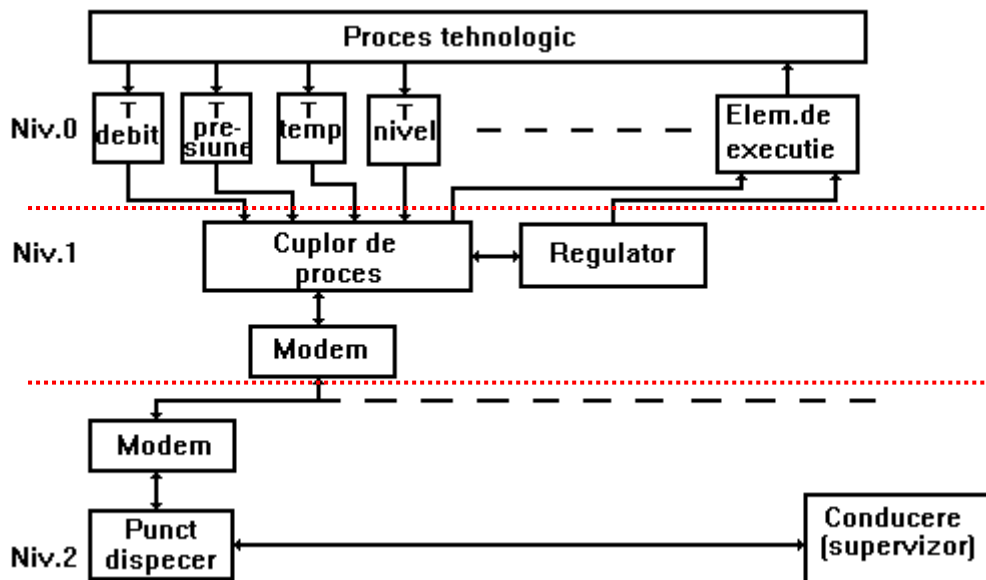


Figura 4.3: Structura hardware a unui sistem informatic de proces.

**Nivelul "0"** sau nivelul de bază este format din totalitatea traductorilor și elementelor de execuție conectate la procesul urmărit și condus.

**Nivelul "1"** este destinat cuplorului de proces, care este de fapt un calculator numeric care preia, prin fir fizic, informațiile de la traductoare și le transmite într-un format special și după un cod anume, la calculatorul central "Dispecer", după eventuale prelucrări, prin rețeaua telefonică sau prin unde radio. Tot la acest nivel pot fi plasate și căile de comunicație, de la traductori la cuplor și de la cuplor la punctul dispecer.

**Nivelul "2"** are ca suport fizic echipamentele de calcul (calculator, imprimantă, MODEM, UPS) de la punctul dispecer și de la nivelul de conducere sau supervizare.

Acest tip de sistem reprezintă o soluție modernă, cu posibilitatea de a fi verificat și autorizat metrologic. Implementarea unui astfel de sistem informatic de proces s-a făcut pornind de la necesitatea de a urmări și de a conduce de la distanță procesul de producere, transport și furnizare a apei și energiei termice, procesul având o complexitate medie sau mare. Scopul este acela de a ajunge la un management eficient al resurselor, al consumurilor energetice și al producției. O astfel de implementare impune utilizarea unui sistem ierarhic organizat pe cele trei nivele logice definite anterior.

Vom detalia în continuare elementele fizice care intră în configurația fiecărui nivel:

- **Primul nivel**, numit și "nivelul 0", este constituit din elementele primare care interacționează cu procesul. La acest nivel are loc atât automatizarea procesului, ceea ce presupune realizarea unor funcții de reglare a principalelor variabile caracteristice, cât și preluarea și măsurarea unor mărimi de interes. Nivelul "0" este constituit din :
  - ❑ traductoare : de debit, de temperatură, de presiune, de nivel, alte elemente de măsurare / detectare / analiză;
  - ❑ dispozitive electronice de prelucrare, automatizare și afișare locală în teren : integratoare de debit și energie termică, unități de comandă și reglare automată, etc.;
  - ❑ elemente primare și de execuție : robineti, vane de reglare, motoare de comandă, pompe, cazane, schimbătoare de căldură, reglatoare diferențiale de presiune, etc.
- **Al doilea nivel** ierarhic numit și "nivelul 1" este destinat cuplorului de proces. La acest nivel se realizează preluarea de la elementele primare (traductoare, integratoare, pompe, etc.) a semnalelor analogice, în impulsuri sau în frecvență și convertirea aceste semnale în date numerice care pot fi prelucrate elementar și care pot fi ordonate într-un format special, pentru vizualizarea locală într-un centru local operativ (uzual în PT-uri și CT-uri) și facilitarea transmisiei informației utile la calculatorul central al Dispecerului (care poate să se afle la orice distanță de toate centrele locale operative).

Tot la acest nivel se pot include :

- cartelele de comunicație : cartele MBUS pentru integratoarele CF50 (ET & ACM), transmițătoare Cyble Pulser sau MBUS pentru debitmetre de apă, convertoare MBUS /RS232, adaptoare 4-20 mA/MBUS, dispozitive de achiziție și retransmitere, etc.;
  - modem-uri radio sau telefonice;
  - mediul fizic de transmisie : cabluri adecvate de legătură între punctele de măsură și centrele operative (PT, CT).
- **Al treilea nivel** ierarhic al unui sistem informatic de proces îl constituie echipamentul de supervizare sau conducere. El are posibilitatea comunicării cu toate elementele componente ale nivelului “1” și având rolul unui “master” în acest sistem. Nivelul “3” este reprezentat de
- calculatorul central “Dispecer” pentru urmărirea și controlul global al datelor din sistem;
  - rețea neoperativă de calculatoare PC pentru informare;
- Calculatorul supervisor poate stoca cantități mari de informație. Informațiile se referă la istoria procesului și la toate mărimile esențiale ce trebuiesc urmărite. Acest nivel oferă operatorului de sistem facilități extinse de introducere și extragere date, formându-se astfel o bază de date cu informații utile pentru teleurmărire și teleconducere.

**Funcțiile principale** ale acestui sistem informatic sunt :

- achiziția, transferul datelor și emiterea comenzilor,
- întreținerea și actualizarea permanente a unei baze de date, care conține atât valori momentane cât și medii, contoare, date de evoluție și valori calculate;
- afișarea grafică a schemelor sinoptice, pe care sunt figurate valorile momentane ale mărimilor analogice și starea agregatelor. Depășirile de limite trebuiesc figurate prin culori vii, clipitoare;
- crearea și vizualizarea diagramelor de evoluție pentru mărimile analogice sau calculate;
- înregistrarea cronologică a evenimentelor (depășiri / reveniri în limite ale mărimilor analogice, schimbări de stare ale mărimilor binare);
- realizarea automată de calcule pentru determinarea energiei termice a apei și aburului, debitelor de apă, abur și combustibil, bilanșurilor de energie termică;
- realizarea de medieri și contorizări;
- editarea rapoartelor periodice la oră, zi și luna, care conțin date sintetice despre regimul de funcționare a instalațiilor tehnologice dispecerizate;
- arhivarea datelor timp de un an. Este o facilitate utilă pentru realizarea analizelor de regimuri și a diverselor statistici legate de funcționarea pe termen lung a instalațiilor ;
- tipărirea la imprimantă color a rapoartelor și graficelor de evoluție;
- mecanism de alarmare vizuală și prin voce, în situațiile anormale de funcționare;
- introducere manuală a unor parametri, necesari pentru calcule;
- posibilitatea definirii unor calcule specifice, export către Excel;
- acces din rețea, cu mai multe posturi active simultan;
- autodiagnoza stării de funcționare a echipamentelor sistemului și a liniilor de comunicație.

#### **IV.4.1. Elemente de interfață pentru traductoare și elementele de execuție**

Funcționarea în condiții optime a unei centrale termice precum și a unei rețele urbane de apă și termoficare presupune urmărirea și corectarea în timp real a principalilor parametri: putere termică, debit, presiune, temperatură, nivel, concentrație, etc.

Acest scop poate fi realizat cu un **sistem informatic de teleurmărire și telegestiune**, având structura hardware descrisă anterior, care poate fi implementat pentru orice tip de centrală termică, punct termic, rețea de termoficare, indiferent de lungimea acesteia și de distribuția geografică a PT-urilor și a cazanelor, echipamentelor conexe : boylere, SPP-uri, degazoare, etc.

O schemă globală a unui sistem informatic de urmărire a centrelor locale operative de la un Dispecer este cea descrisă în Figura 4.4:

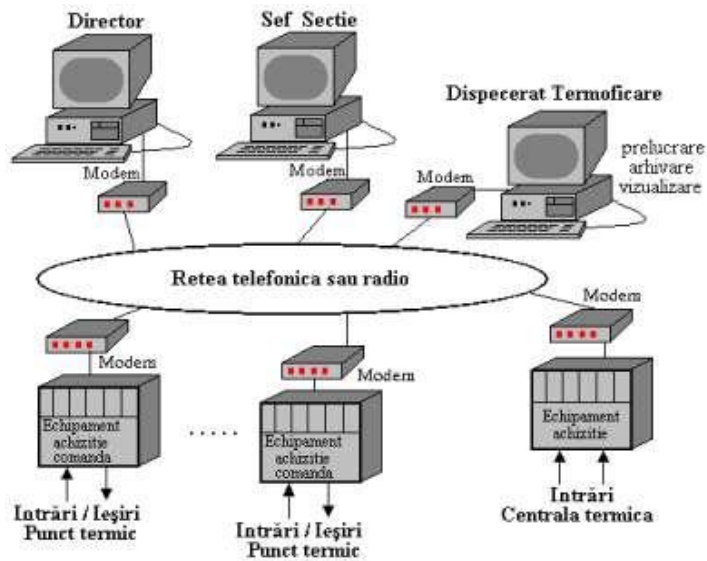


Figura 4.4: Schema globală a unui sistem informatic de telegestiune și urmărire

Având în vedere complexitatea acestui sistem precum și răspândirea elementelor de măsură și control pe o arie geografică destul de extinsă (practic pe întreaga suprafață a unui oraș), transmisia datelor de la elementele de măsură înspre calculatoarele de proces (sau controller-ele specifice) precum și a ordinelor de la elementele de comandă la elementele de execuție necesită existența unor interfețe performante.

Cele mai des întâlnite interfețe de comunicare cu procesul sunt:

- Interfața în curent unificat 4 - 20 mA (transfer analogic);
- Interfața RS232;
- Interfața RS422 și interfața (bucla de curent multipunct) RS 485;
- Interfața MBUS;
- Interfețele MOD-BUS, PROFI-BUS și LON.

Convertoarele de protocol se folosesc pentru adaptarea comunicației dintr-un protocol proprietar într-un protocol public. Se mai folosesc de asemenea pentru adaptări în cazul în care produsele soft nu conțin drivere de comunicație decât cu anumite protocoale. Prima versiune vizează conversia în protocol ModBus RTU pentru echipamente ce comunică serial RS232/RS485, a protocolului SEVC-D.

La ora actuală se pot integra în sisteme de citire automată orice tip de contoare, indiferent de producătorul acestora. Secretul acestui succes constă în promovarea consecventă a unui tip de comunicație standardizat la nivel european prin norma EN 1434, denumit Meter-Bus (MBUS).

Acest tip de comunicație s-a impus ca standard pentru interfațarea contoarelor de energie termică la sistemele de citire, oferind ca principale avantaje:

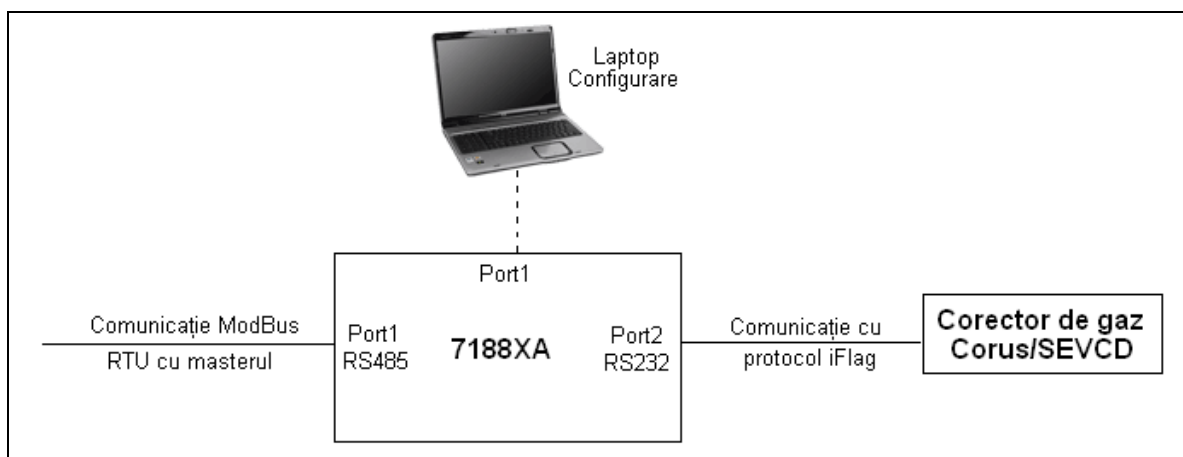
- Interconectivitatea unui număr mare de contoare situate la distanțe relativ mari (câțiva km);
- Viteze reale de transmisie mari, raportat la cantitățile de date vehiculate;
- Grad de insensibilitate foarte mare la perturbații externe;
- Necesită utilizarea unui cablu cu 2 fire;
- Cost mic de instalare, datorită modului cum a fost structurat conceptul comunicației MBUS (interfața dispozitivelor 'slave' are componente puține, cu consum redus, putând fi alimentată de la distanță prin bus);
- Cost mic pentru service și întreținere.
- Transmisia datelor este nepolarizată și se pot schimba firele de bus între ele;



- Topologia de bus poate fi oarecare (stea, arbore, linie, combinată);
- Dispozitivele cu interfața MBUS pot fi alimentate integral de la distanță și astfel bateria de alimentare a dispozitivului poate fi dimensionată pentru consum redus;
- Comutarea modului de alimentare prin baterie se face automat când există probleme în rețeaua MBUS;
- Numărul maxim de dispozitive slave este de 250 pe o magistrală MBUS bine definită;
- Dimensiunea maximă a unei magistrale de rețea poate ajunge la 2500 m (pentru o rată de transfer variind între 1200 și 2400 baud)
- Există posibilitatea extinderii nelimitate a numărului de dispozitive slave prin utilizarea unor repetitoare;
- Rata de transmisie poate atinge 9600 baud, funcție de gradul de încărcare al rețelei;
- Dispozitivele MBUS slave sunt dotate în general cu optocuploare pentru izolare electrică;
- Dispozitivele MBUS sunt protejate la scurtcircuit;
- Magistrala MBUS nu se blochează în momentul când se defectează un dispozitiv slave;
- Transmisia datelor este foarte sigură, datorită tehnicii de modulație în curent;
- Satisface criteriile de compatibilitate electromagnetică specificate în normele europene;
- Rezistența la interceptii și zgomote, datorită folosirii modulației în curent;
- MBUS este specificat în norma europeană EN 1434-3, standard de referință în domeniul citirii datelor de la echipamentele de contorizare;
- MBUS specificat de EN 1434-3 este un protocol public
- Oferă un grad de adaptabilitate foarte mare pentru echipamentele de detecție sau control automat;
- Nivelul fizic (interfața) este independent de protocoalele software utilizate.

Pentru aplicația de la CET Freidorf, platforma hardware folosită este controllerul 7188xA de la ICPDas. Acesta dispune de 4 porturi seriale RS232/RS485 ce pot fi folosite pentru conversia de protocol și rulează un sistem de operare numit MiniOS7 (asemănător cu MS-DOS, dar mai rapid).

Arhitectura generică a convertorului de protocol este următoarea:

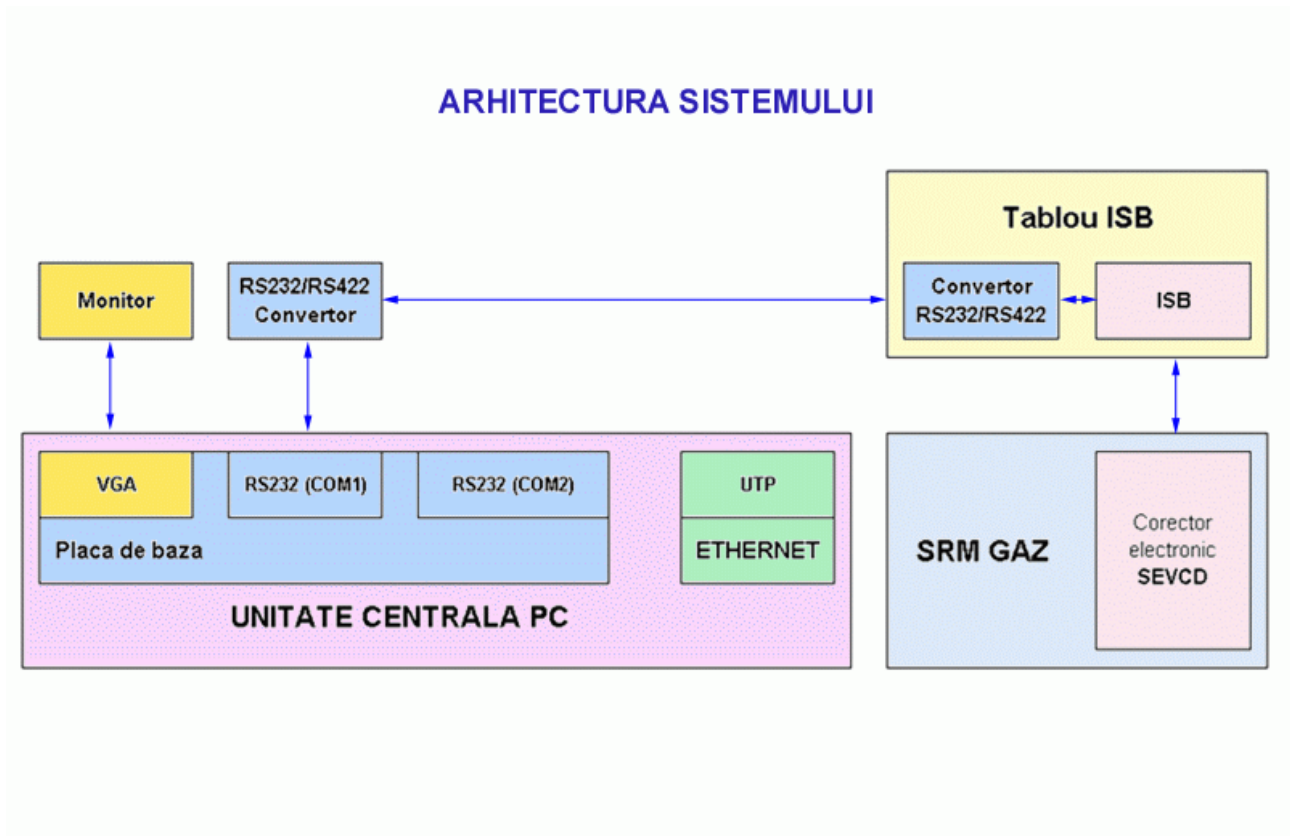


**Figura 4.5. Protocoalele de comunicare în cazul aplicației de la CET Freidorf**

Aplicația convertorului va citi datele de la corectorul de gaz Corus / SEVCD și le va transforma în protocol ModBus [73].

Pornind de la conectarea contoarelor în rețea MBUS, pentru aplicația de la CET Freidorf, s-a conceput o serie de produse prin care se extind posibilitățile de citire prin intermediul comunicației de tip MBUS, asupra unor echipamente non-standard, precum senzori de presiune, senzori de temperatură, contoare digitale cu ieșire în impulsuri, contacte ale unor echipamente de reglare și execuție, etc.

Din punct de vedere al protocoalelor de comunicare în interiorul sistemului, arhitectura acestuia se prezintă în modul următor:



**Figura 4.6: Arhitectura sistemului de control al echipamentului pentru cogenerare de la CET Freidorf - Timișoara**

Cea mai avantajoasă arhitectură de achiziționare a datelor se bazează pe protocolul de comunicație MBUS, cel mai fiabil protocol ce poate fi utilizat pentru monitorizarea mijloacelor de măsurare. Acceptat ca standard pentru rețele de date provenite de la diverse echipamente de măsurare și automatizare industriale, avantajele acestui mod de transmitere a datelor sunt :

- 1) Interconectivitatea unui număr mare de dispozitive de măsurare situate la distanțe relativ mari (câțiva km);
- 2) Viteze reale de transmisie mari (în mod uzual trebuie transmisă doar o mică cantitate de date);
- 3) Grad de insensibilitate foarte mare la perturbații externe;
- 4) Necesită utilizarea doar a unui cablu normal cu 2 fire, necranat;
- 5) Preț mic datorită concepției magistralei MBUS (circuitele 'slave' au componente puține cu consum redus, alimentate de la distanță prin bus; cablu cu 2 fire simplu);
- 6) Cost mic pentru service și instalare.

MBUS este mediul comun în care comunică astăzi contoarele și dispozitivele de măsurare / control. Conceput să aducă la un standard industrial orice tip de comunicație posibilă (buclă de curent unificat, RS485, RS232, etc.), și care să opereze între echipamentele de măsurare și control industriale (contoare, înregistratoare, indicatoare, cuploare de proces, etc.).

Atunci când sunt interogate, dispozitivele de măsură trimit datele colectate sistemului central care poate fi :

- un computer portabil, conectat local, la intervale periodice pentru citirea tuturor dispozitivelor de măsură cuplate la sistem;
- colectarea centralizată a datelor în timp real la nivelul Dispecerului, prin intermediul unui modem radio sau telefonic MBUS.

O rețea MBUS poate fi realizată în una din următoarele topologii, reprezentate în Figura 4.7:

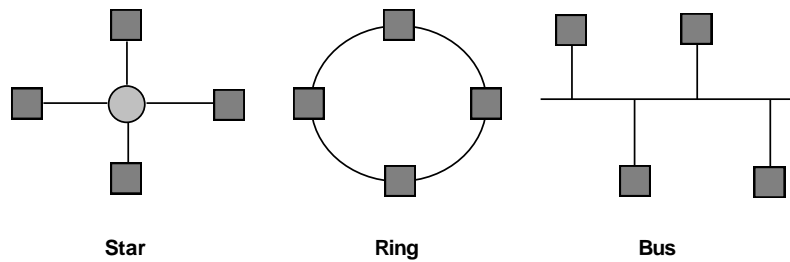


Figura 4.7: Topologii posibile pentru o rețea tip MBUS.

Dintre toate topologiile de rețea posibile doar topologia de tip BUS satisface cerințele de performanță și cost redus impuse de aplicațiile de citire de la distanță. Cea mai importantă cerință a unui astfel de sistem este interconectarea a foarte multe dispozitive (câteva sute), răspândite la distanțe mari (până la câțiva kilometri). Chiar dacă topologia aceasta implică răspândirea echipamentelor pe suprafețe mari, este perfect utilizabilă și în situația configurației de la CET Freidorf.

Deoarece datele citite sunt folosite pentru facturarea consumului la clienți, sunt necesare cerințe deosebite de securitate a datelor. Pe de altă parte este posibilă renunțarea la viteze de transmisie foarte mari de vreme ce cantități mici de date sunt transferate prin acest bus. Pentru a asigura un grad ridicat de securitate a datelor acest bus trebuie să fie protejat la interferențele exterioare. Pentru a preîntâmpina efectele nedorite ale buclelor de masă dispozitivele de tip slave trebuie izolate electric.

Costul redus impus unui astfel de sistem impune alegerea unui mediu de transmisie ieftin deci care să nu necesite ecranare, iar costul individual al părții de conectare a dispozitivelor să fie scăzut (cât mai puține componente utilizate și alimentarea dispozitivelor de la distanță). De asemenea trebuie îndeplinite cerințe de utilizare satisfăcătoare cum ar fi protecția împotriva inversării de polaritate.

La nivel fizic, MBUS este un sistem organizat ierarhic, comunicația fiind gestionată de un master (sistem de calcul central). Sistemul MBUS este alcătuit dintr-un master, un număr de dispozitive slave (dispozitive de măsurare) și un cablu de conectare cu 2 fire. Slave-urile sunt conectate în paralel, așa cum se observă și din Figura 3.8.

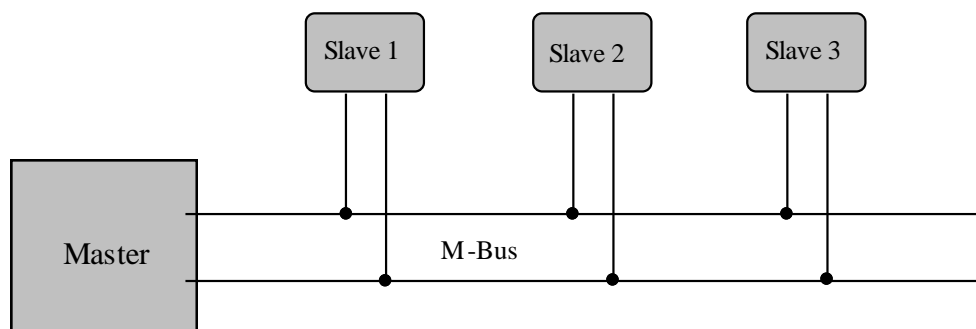


Figura 4.8: Organizarea unui sistem de comunicație tip M-BUS.

Pentru a realiza o rețea de citire a dispozitivelor slave cu cost mic a mediului de transmisie se utilizează un cablu cu două fire neecranat iar transmisia datelor se face serial.

Fiecare dispozitiv conectat la rețeaua MBUS are o adresă primară și eventual o adresă secundară. Adresa primară se poate afla în domeniul 1-250. Logica de funcționare a MBUS se bazează pe interogări tip cerere - răspuns. Interogarea datelor este unitară și poate fi făcută doar de master (slave-urile nu pot iniția un transfer).

Masterul trimite o cerere de transmisie date, slave-ul trimite masterului toate datele iar acesta le interpretează funcție de conținut.

Schema tipică a unui sistem de telemăsurare este prezentată în Figura 4.9:

Această schemă este posibil să fie implementată utilizând tehnologia MBUS.

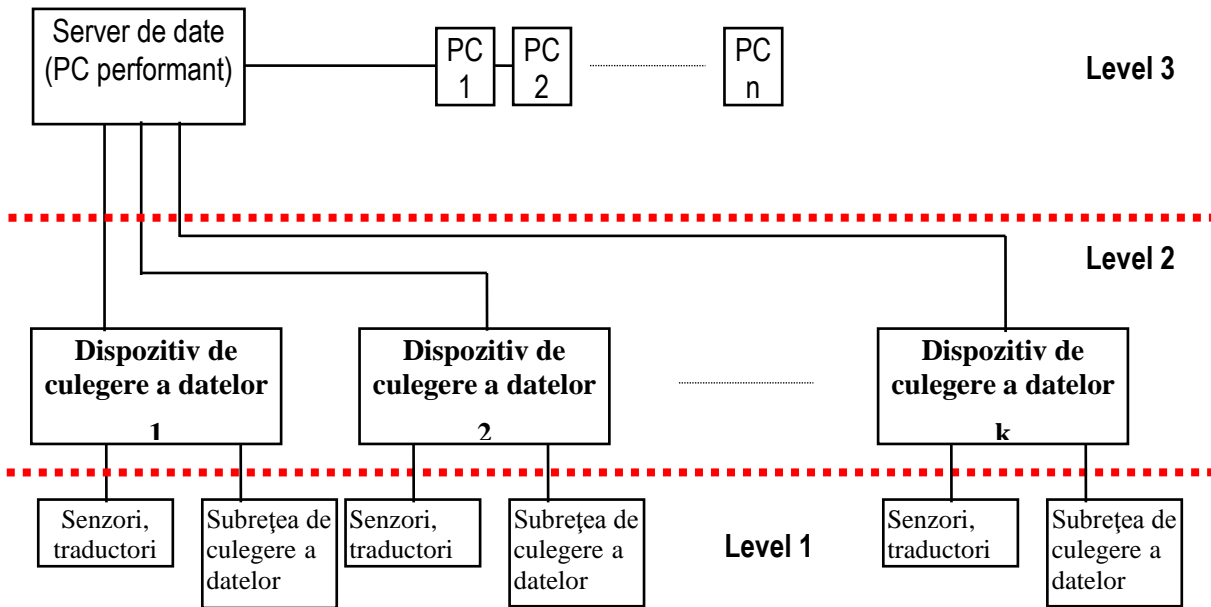


Figura 4.9: Schema unui sistem de teleurmărire.

Rețeaua MBUS are o topologie de tip BUS care constă în 2 fire pe care sunt citite datele. Dispozitivele de tip slave se conectează pe MBUS în variantele descrise în Figura 3.10:

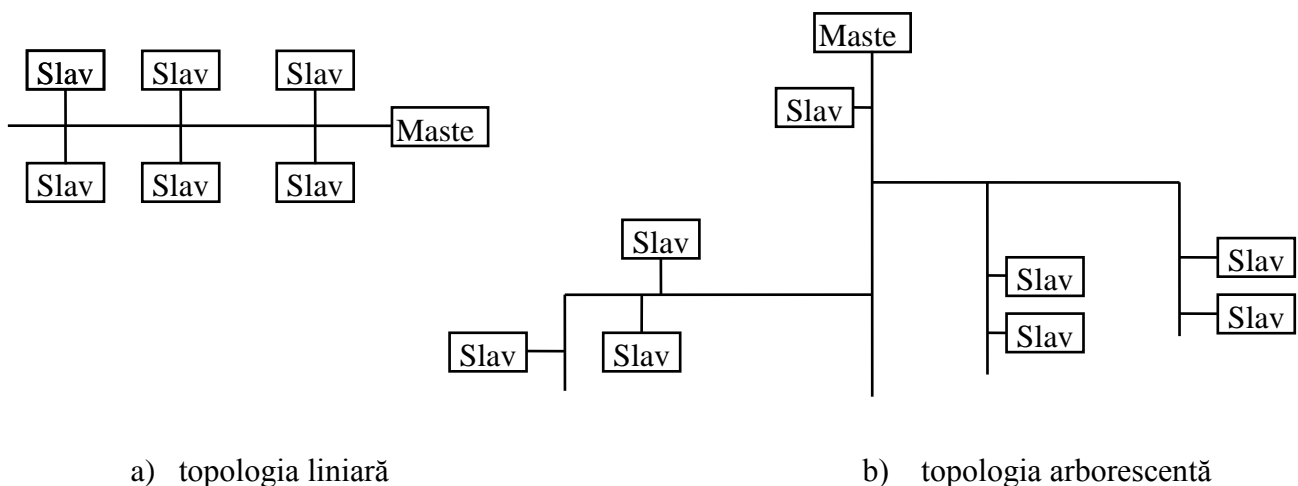


Figura 4.10: Posibilități de configurare a rețelei tip MBUS în cadrul sistemului de teleurmărire.

Dispozitivul Master poate fi de cele mai multe ori o unitate inteligentă de control dotată cu port serial de comunicație RS232 (necesită conversie MBUS/RS232), sau poate fi o unitate cu inteligență minimală – un modem telefonic cu intrare MBUS.

Soluția implementării unui sistem informatic bazat pe comunicație MBUS utilizează un calculator industrial PLC în configurație completă și o rețea de achiziție a datelor de tip MBUS. Echipamentele ce trebuiesc monitorizate de la distanță au majoritatea ieșire compatibilă MBUS. În cazul în care ieșirea nu este de tip MBUS, există dispozitive de interfațare care pot transforma semnale de ieșire 4-20 mA (de exemplu traductoarele de presiune, de temperatură, analizoare de clor, etc.) sau impulsuri (traductoare de debit, echipamente diverse) în semnal digital cu format MBUS.

Majoritatea contoarelor oferite de producători la ora actuală sunt echipate cu interfață de ieșire MBUS. Unul dintre producătorii cu cele mai performante realizări în domeniu este compania Schlumberger, care a dotat echipamentele de contorizare cu sisteme electronice de interfațare și transmitere bazate pe MBUS, începând cu anul 1996.

Astfel, contoarele de energie termică CF50 sunt prevăzute cu cartelă de comunicație MBUS iar debitmetrele de apă rece sau caldă din noua generație au sistem de detecție și transmitere a datelor tip Cyble, în variantele Pulser și MBUS, renunțându-se la transmisia mecanică a impulsurilor prin contact compatibil releu Reed [19].

Schlumberger a brevetat un mod de transmitere electronică la distanță a datelor, numit sistem Cyble; sistemul este compus dintr-o parte de detecție integrată în contorul de apă (Cyble Target) și o parte electronică de transmitere (Cyble Pulser/ MBUS /RF), independentă, care se montează pe contor în momentul când se dorește conectarea acestuia în rețeaua de contoare supusă monitorizării de la distanță. Cyble are deja mai multe variante de transmitere a datelor, funcție de tipul de ieșire dorit, de tipul rețelei utilizate. Astfel, dacă se dorește un semnal de ieșire în impulsuri, se utilizează varianta de transmițător Cyble Pulser. Dacă se dorește integrarea contoarelor într-o rețea modernă bazată pe protocol MBUS, atunci se va utiliza un transmițător de tip Cyble MBUS. O a treia variantă care acum se află în teste, Cyble RF, va permite interfațarea contoarelor Schlumberger (și nu numai) pe cale radio cu un centru de date Dispecer.

#### **IV.4.2. Calculatoare de proces (EAD)**

Calculatoarele de proces (EAD) sunt utilizate în sisteme de achiziție, monitorizare și control pentru centralizarea datelor și conducerea operativă a proceselor, fiind o alternativă mai fiabilă și mai robustă decât calculatoarele personale, de multe ori fiind mult mai simple, mai eficiente și mult mai ieftine [16].

Ele pot asigura funcții precum:

- achiziția semnalelor analogice de la senzori de câmp (temperatură, presiune, nivel, etc.), traductoare de debit sau alte instrumente cu ieșire 4-20mA sau 0-10V;
- achiziția semnalelor binare de la diverse echipamente cu ieșire de tip on/off (contacte, semnale în impulsuri de tensiune);
- achiziția datelor de la contoare de energie termică dotate cu interfață de comunicație MBUS;
- filtrarea și condiționarea semnalelor preluate de la echipamentele de câmp;
- procesarea și formatarea datelor funcție de procesul industrial în care sunt implementate;
- gestionarea unor echipamente inteligente care participă la controlul procesului, interconectarea acestora cu calculatorul făcându-se prin bus-uri specifice (RS232, RS485, RS422, MBUS, etc.)
- posibilitatea de configurare a parametrilor specifici interfețelor de achiziție proprii sau a echipamentelor inteligente cu care este interconectat;
- comanda diverselor elemente de execuție cu ajutorul cărora se realizează reglarea parametrilor tehnologici, atât direct, prin utilizarea unei interfețe de control dotată cu ieșiri binare, cât și indirect, prin intermediul altor echipamente inteligente care dialoghează direct cu elementele de execuție;
- stocarea și întreținerea unei baze de date cu toate informațiile acumulate din proces;
- vizualizarea locală a datelor și indicațiilor utile pentru operatorul uman;
- avertizarea asupra stărilor anormale de funcționare a instalației;
- posibilitate de comunicație la distanță cu un nivel superior (dispecer), în vederea transmiterii datelor sau supervizării de la distanță a proceselor, prin intermediul unei interfețe Ethernet și a unui sistem de comunicație adecvat.

În continuare vom detalia câteva calculatoare de proces (regulatoare) implementate la aplicația de la CET Freidorf Timișoara

#### **Comanda motoarelor cu gaz tip Perkins**

Pentru comanda motoarelor de tip Perkins, aflate în exploatare în cadrul CET Freidorf, s-a optat pentru un calculator de proces (cu rol de regulator) tip Pandaros, produs de către firma Heinzmann [84].

Unitatea de control electronică reprezintă centrul sistemului. În unitatea de control există un microprocesor pe 16 biți. Procesorul controlează programul care comandă sistemul. Programul care comandă sistemul este înregistrat în secțiunea FLASH-EPROM a memoriei.

Unitatea de control compară viteza efectivă a motorului care este măsurată de către receptorul (pickup) magnetic de pe volant cu viteza de referință (nominală) a motorului. Unitatea de control ajută acționarea servomotorului și alimentarea cu combustibil a motorului în așa fel încât viteza efectivă a motorului să fie egală cu viteza de referință a motorului.

Creșterea presiunii pentru motor este măsurată și folosită în scopul exercitării de control asupra alimentării cu combustibil, pentru performanță optimă și emisie minimă de fum. Intrările adiționale sunt disponibile pentru măsurarea următoarelor date:

- Temperatura motorului;
- Controlul alimentării comparativ cu temperatura motorului;
- Conectarea unei distribuții adiționale automate de sarcină;
- Echipamentul de sincronizare.

Un program pentru PC cu un cablu de interfață special este folosit pentru fixarea inițială a parametrilor pentru regulator și optimizarea sistemului și pentru identificarea greșelilor.

O magistrală (bus) CAN este disponibilă pentru conectarea la distribuția digitală a sarcinilor și la echipamentul de sincronizare și la monitorizarea viitoare a sistemului.

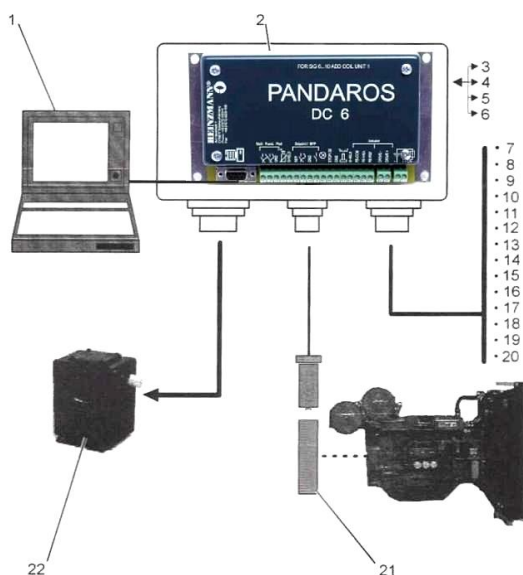
Dacă un senzor al servomotorului s-a defectat, este activată o alarmă și motorul va fi oprit. Erorile interne vor fi de asemenea detectate și erorile vor fi înregistrate ca și toate celelalte defecțiuni. Toate defecțiunile pot fi citite cu un PC extern.

Pentru optimizarea dinamicii pentru fiecare punct de operare, parametrii pentru PID sunt corecți. Parametrii depind de viteza motorului, temperatura motorului și sarcina pe motor prin funcțiile de stabilitate. Valorile câștigate proporțional, valorile câștigate integral, și valorile derivate câștigate pot fi modificate cu programul utilitar.

Un punct pentru supraturare este programat în regulator. Dacă acest punct este depășit, regulatorul va iniția o alarmă și servomotorul va trage în totalitate către poziția de oprire. Sistemul de control constă în următoarele componente [84]:

- Unitate de control;
- Servomotor;
- Dispozitive reglare valori de referință;
- Senzori;
- Cabluri de conectare;

În Figura 4.11 este prezentată structura de ansamblu a dispozitivului regulator (EAD) tip Pandaros.



**Figura 4.11. Calculatorul – regulator tip Pandaros**

- |                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| (1) Laptop                        | (12) Funcție viteză          |
| (2) Unitate de control            | (13) Funcție sarcină         |
| (3) Starea funcționării           | (14) Transfer sarcină ușoară |
| (4) Comunicație CAN               | (15) Funcție sincronă        |
| (5) Afișaje pupitru - DC          | (16) Fixare factor de putere |
| (6) Erori regulator               | (17) Cablu principal paralel |
| (7) Opreire/Pornire               | (18) Grup paralel            |
| (8) Sincronizare                  | (19) Grup de sincronizare    |
| (9) Distribuție sarcină           | (20) Comandă digitală        |
| (10) Potrivire tensiune           | (21) Senzor regulator        |
| (11) Distribuție sarcină reactivă | (22) Servomotor              |

În Figura 4.12 este prezentată schema bloc a regulatorului tip Pandaros:

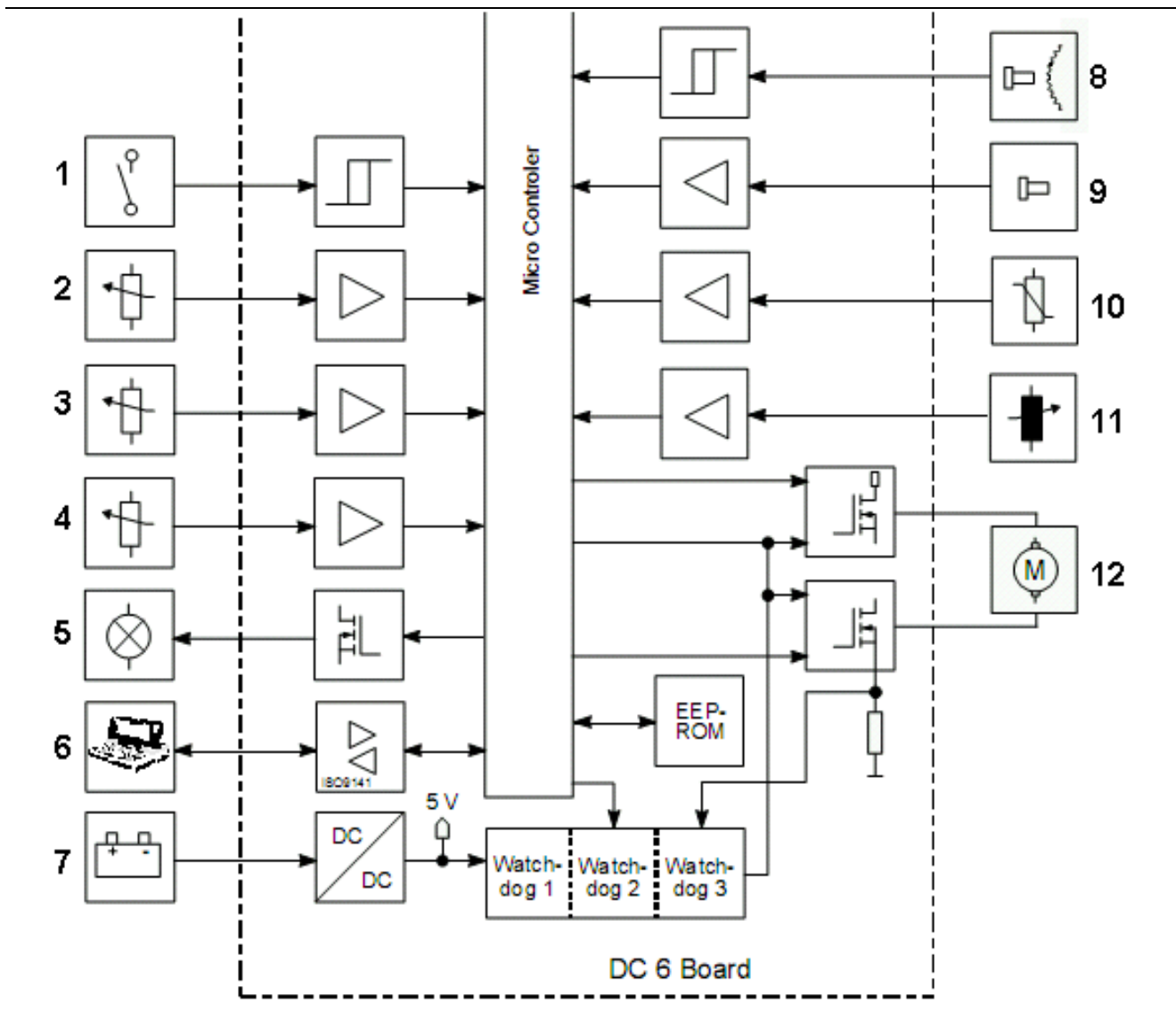


Figura 4.12. Diagrama bloc a regulatorului tip Pandaros

- |  |  |                                  |
|--|--|----------------------------------|
| (1) Intrări comutator                                | (4) Unitate analitică a măsurării sarcinii | (8) Senzor de viteză             |
| (2) Dispozitiv reglare valori de referință analogice | (5) Lampă de avarie                        | (9) Senzor de presiune           |
| (3) Dispozitiv de sincronizare analogic              | (6) Interfață RS 232                       | (10) Senzor de temperatură       |
| (7) Sursă tensiune 24 V                              |  | (11) Servomotor ce simte poziția |
|  |  | (12) Acționare servomotor        |

Nu vom insista prea mult asupra regulatorului Pandaros, deoarece acesta este implementat de către fabricant, numai câțiva parametrii putând fi reglați de către utilizator.

### Comanda și controlul regimurilor de cogenerare

Comanda întregului ansamblu (motor + generator) se realizează utilizând o aplicație SCADA dedicată special pentru domeniul termoficării, denumită COGENCO. La rândul ei, această aplicație poate fi integrată în structura aplicației generale pentru comanda și controlul Centralei Termice Freidorf.



**Figura 4.13. Interfața Om-Mașină a aplicației COGENCO**

Sistemul de comandă și control al regimurilor de funcționare ale centralei este bazat pe un automat programabil, care dialoghează cu o unitate de interfațare om-mașină (HMI) care este de fapt un touchscreen LCD.

Această interfață este prezentată în Figura 4.13. Modul de operare și programare a acestei unități nu face obiectul prezentei lucrări. În schimb, integrarea sistemului SCADA tip COGENCO în structura generală a sistemului de comandă și control al CET Freidorf reprezintă unul din punctele esențiale ale acestei lucrări.

Elementele de execuție ale schemei de automatizare, așa cum sunt ele furnizate de către firma Heinzmann, pentru a fi integrate în aplicația SCADA COGENCO, sunt, în primul rând, electrovalve.

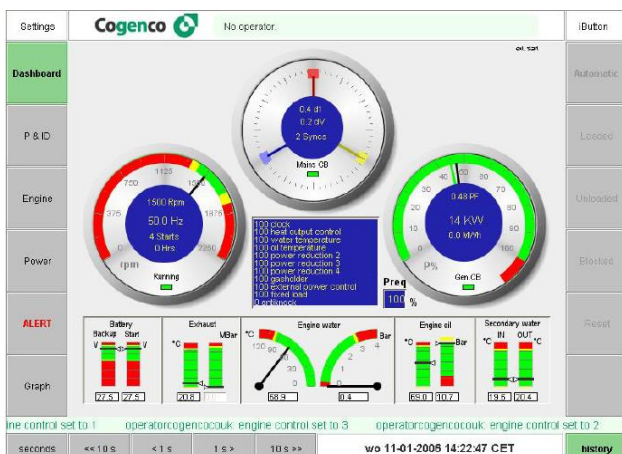
Funcțiile de bază ale aplicației SCADA COGENCO sunt:

- Comanda și protecția unității de cogenerare;
- Monitorizarea și controlul local prin Touchscreen Computer;
- Diagnosticul stării unității;
- Monitorizarea și controlul la distanță prin modem telefonic sau Internet;
- Stocarea tuturor parametrilor monitorizați;
- Integrarea și inter-comunicarea cu sistemul SCADA general al CET Freidorf;

În mod normal, ultima funcție nu este obligatorie. De cele mai multe ori, aplicația SCADA COGENCO funcționează în mod independent, fără a fi necesară integrarea ei într-o aplicație SCADA mai complexă, sau fără a fi necesară comunicarea cu alt sistem similar.

Din punct de vedere al funcției principale, anume comanda și protecția unității de cogenerare, setul de funcții specifice este următorul:

- controlul electrovalvelor de admisie aer sau gaz;
- pornirea motorului pe gaz și sincronizarea la rețea a generatorului;
- controlul funcționării motorului în regim permanent;
- controlul sincronizării la rețea și al funcționării întrerupătoarelor principale în caz de avarie;
- realizarea opririlor în regim de avarie;
- măsurarea puterii electrice și termice furnizate;
- comunicarea cu alte sisteme (funcție specifică, dezvoltată la aplicația CET Freidorf).



**Figura 4.14: Panoul touchscreen al aplicației SCADA COGENCO**

Panoul de control de pe touchscreen-ul aplicației COGENCO (calculatorul dispecer al aplicației SCADA, pe nivelul 2 ierarhic) este prezentat în Figura 4.14. Aplicația în sine este completă, interfațarea ei cu sistemul SCADA general al CET Freidorf este realizată preluând adresele specifice ale parametrilor de intrare și ieșire ale automatului programabil.

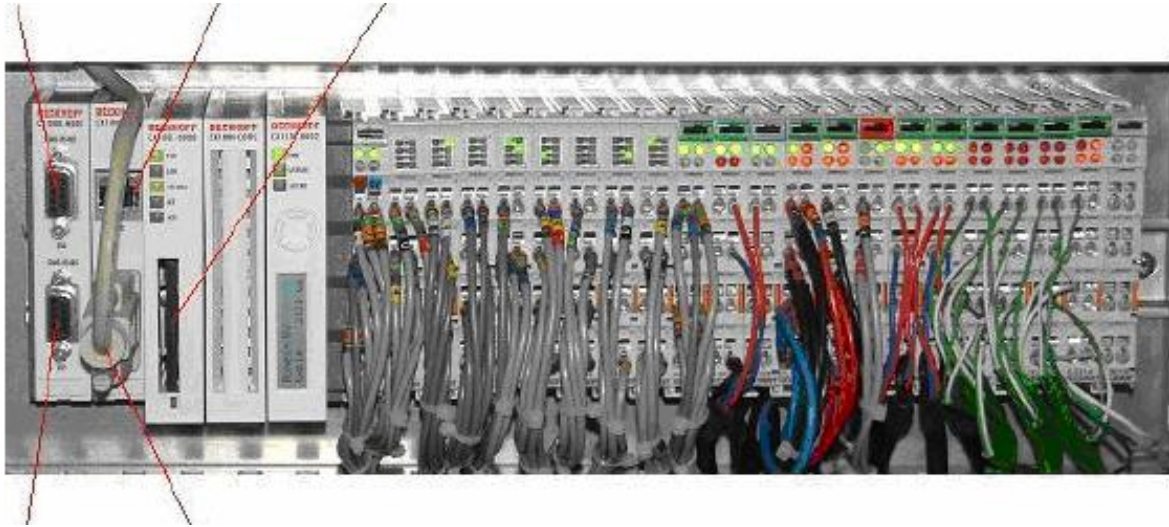
Automatul programabil (PLC-ul) principal aferent aplicației COGENCO, (localizat pe nivelul 1, intermediar) este de tip BECKHOFF CX1000. Amplasarea automatului programabil în instalație, în dulapul principal de automatizare, este prezentată în Figura 4.15. Modul de alocare al adreselor, în vederea interfațării este prezentat în Anexa 1 a prezentei lucrări.



Conexiune  
master ModBUS  
către motor

Cablu  
Ethernet  
către HMI

Slot  
Memorie Flash



Conexiune  
Slave ModBUS  
către SCADA  
CET Freidorf

Cablul serial  
către modem

Figura 4.15. Amplasarea automatului programabil CX1000 în dulapul de automatizare

În Figura 4.16 este prezentată structura desfășurată a automatului programabil CX1000. Nu vom insista asupra software-ului specific pentru aplicațiile din domeniul cogenerării, care nu face obiectul prezentei lucrări. Așa cum am menționat, de la aplicația standardizată se culeg adresele de intrare și ieșire, conform Anexei 1, care sunt transmise aplicației SCADA generale a CET Freidorf, considerată aplicație Master.

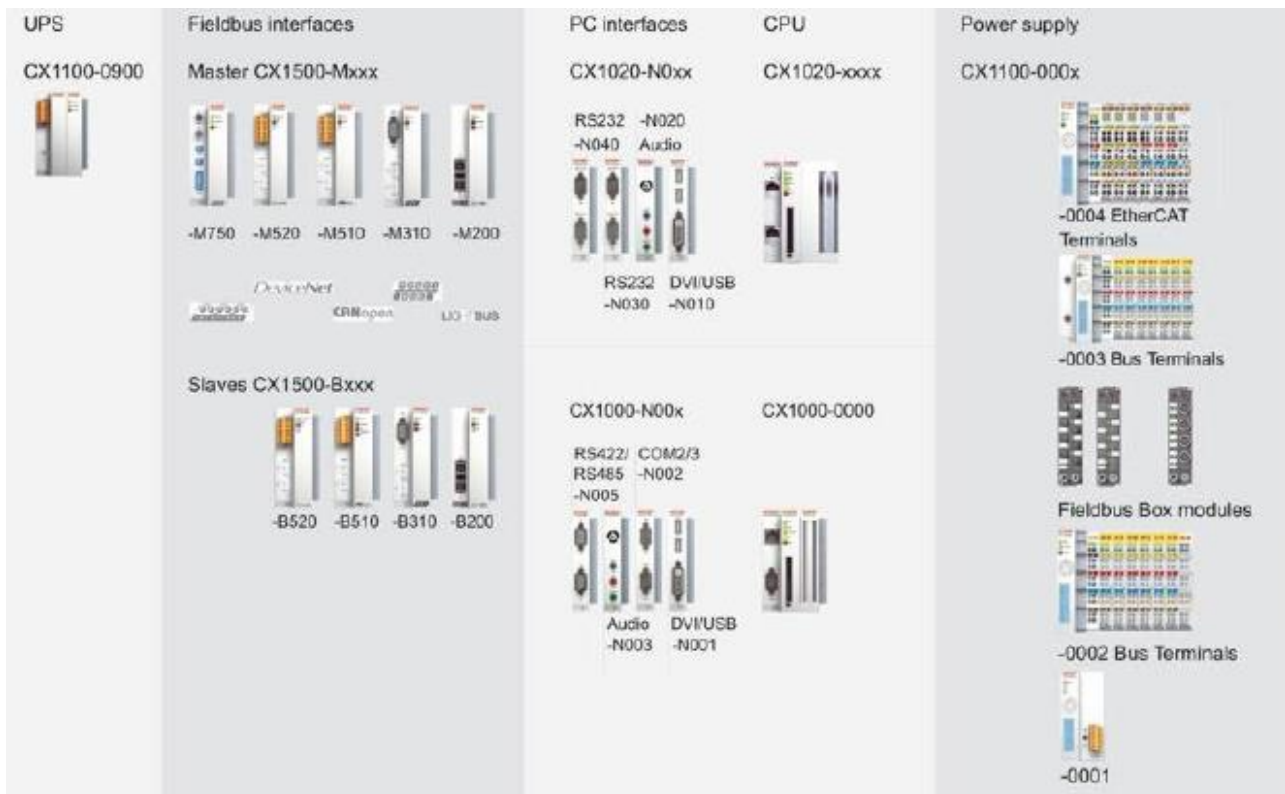


Figura 4.16. Structura modulară a automatului CX1000

#### **IV.4.3. Descrierea succintă a sistemului SCADA general al CET Freidorf**

Nu vom insista prea mult asupra descrierii sistemului SCADA, aceasta fiind făcută, pe segmente, în întreaga lucrare [25].

SCADA este acronimul în limba engleză pentru „Supervisory Control And Data Acquisition”, care se traduce astfel: „Supraveghere, Control și Achiziție de Date”. În principiu, orice sistem care realizează aceste funcții elementare, poate fi considerat un sistem SCADA.

Ca definiție unanim acceptată în întreaga lume, un sistem SCADA se referă la un sistem distribuit pe o anumită arie geografică, format dintr-un echipament master (dispecer central) și mai multe echipamente de câmp inteligente (RTU = remote terminal unit, PLC = programmable loop controller, CPU = central processing unit, EAD = echipament de achiziție date și control) aflate în aria geografică respectivă, prin intermediul cărora se realizează funcțiile de:

- măsurarea și achiziția datelor din procesele supravegheate;
- controlul și automatizarea proceselor supravegheate;
- înregistrarea și transmiterea datelor la dispecerul central.

Dispecerul central realizează funcțiile SCADA de supraveghere, achiziție date și control, de la distanță față de procesele care se doresc supravegheate. Echipamentele de câmp inteligente au capacitatea de a realiza funcțiile de achiziție date, înregistrare și control, de regulă în timp real, independent de dispecerul central.

Procesele pot fi de tip industrial, de infrastructură sau de facilitate, astfel:

- procese industriale – se referă la procesele de producție și fabricație în diverse industrii (energetică, auto, petrol, etc.), de tip continuu sau discrete (discontinue sau repetitive);
- procese în infrastructură – se referă la majoritatea proceselor întâlnite în industria utilităților și resurselor (apă potabilă, ape uzate, căldură, climatizare, gaz, petrol, electricitate, sisteme de comunicație informațională) pe întreg lanțul de producție – transport – distribuție – consum;
- procese în facilități – se referă la procesele specifice diverselor facilități precum clădiri rezidențiale sau industriale, aeroporturi, nave, aparate de zbor, etc. în scopul monitorizării și controlului instalațiilor de IVAC, respectiv de acces și alarmare.

Sistemele SCADA se particularizează în funcție de tipul de proces, respectiv de viteza de disponibilizare a datelor și de gradul de reacție la nivelul echipamentelor de câmp:

- Sistem de monitorizare și control pentru termoficare sau apă – proces de infrastructură, de tip lent;
- Sistem de monitorizare și control pentru electricitate – proces de infrastructură, de tip rapid;
- Sistem de monitorizare și control pentru securitatea clădirilor – proces de facilitate, de tip rapid

Începând cu anii 90, există o evoluție continuă a tehnologiilor de achiziție, procesare și comunicație de date utilizate în sistemele de monitorizare și control, precum și o specializare a acestora în funcție de procesele tehnologice sau de infrastructură vizate.

În ultimii ani, se manifestă o urgență a diverselor tehnologii și procese adiacente, datorită necesității de integrare și supraveghere centralizată a diverselor procese existente la nivelul unei entități sau industrii.

Din acest motiv, cerințele pentru un sistem de monitorizare și control (SCADA) sunt tot mai complexe, existând astăzi solicitări de supraveghere centralizată atât a proceselor tehnologice cât și a proceselor de securitate a clădirilor, de asemenea de monitorizare cât mai fidelă a acestor procese, prin utilizarea de procesoare specializate respectivelor procese [26].

Un sistem SCADA utilizează de regulă un set de protocoale de comunicație pentru schimbul de date între dispecer și echipamentele de câmp, respectiv pentru schimbul de date între elementele de câmp distribuite și senzori, diversele elemente de execuție.

Un sistem SCADA trebuie să aibă multiple capacități de comunicare, pentru a putea fi adaptat diverselor aplicații de proces [69], [26], [27].

Echipamentele utilizate în sistemele SCADA sunt de tip industrial, specializate pentru diferitele aplicații de proces. Astfel, în cazul sistemelor de monitorizare și control specializate pentru securitatea clădirilor (control acces persoane, control acces spații, depistarea evenimentelor de efracție și incendiu, supravegherea video, etc.) se utilizează de regulă controllere și elemente de câmp specializate pe astfel de funcții: senzori pentru măsurarea sau semnalizarea alarmelor (de fum, de spargere geam, etc.), zăvoare electromagnetice, camere video, etc.

Conducerea operativă va fi realizată centralizat de pe un pupitru de comandă amplasat în sala mașinilor. Sistemul de automatizare este un sistem distribuit de comandă DCS bazat pe echipamente de logică programabilă cu comunicație serială.

Este un sistem ce folosește calculatorul pentru a oferi facilități de operare centralizată a utilităților (de exemplu distribuția energiei electrice, a apei, a energiei termice) sau a capacităților de producție. Mai poate fi întâlnită și denumirea de Sistem de Teleurmărire (**Telemetry System**) sau Sistem de Automatizare și Control de la Distanță (**Automation and Remote Control**).

Un sistem SCADA oferă posibilitatea unui control eficient și sigur în cazul în care rețeaua deservită este una cu întindere geografică foarte mare și este structurată pe mai multe nivele și puncte de transformare. Sistemul oferă posibilitatea monitorizării și controlului centralizat al tuturor nodurilor și concentratoarelor de rețea [25].

Un sistem SCADA are în alcătuire un centru de control (numit dispecer sau master terminal unit - MTU); unul sau mai multe dispozitive pentru culegerea și emiterea comenzilor către elementele de câmp (numite de obicei RTU - remote terminal units); și o colecție de pachete software pentru culegerea datelor de la distanță și emiterea comenzilor către RTU. Sistemele SCADA actuale oferă de regulă control în buclă deschisă și comunicație pe distanțe foarte mari dar pot în același timp include și elemente de control în buclă închisă. Sisteme similare cu cele SCADA pot fi văzute de obicei în întreprinderi, stații de tratare, etc. Aceste sisteme sunt denumite DCS (Distributed Control Systems) și au funcții similare cu sistemele SCADA dar culegerea datelor și emiterea comenzilor se referă în acest caz la o arie geografică mult mai restrânsă. Comunicarea între echipamente se face în acest caz într-un LAN (Local Area Network) și este mult mai sigură și la viteze mult mai mari decât în cazul sistemelor SCADA. Un sistem DCS implică aproape întotdeauna control în buclă închisă.

Pe de altă parte, sistemele SCADA acoperă o arie geografică cu mult mai mare și pot folosi o multitudine de medii de comunicare care pot fi mult mai puțin fiabile decât o rețea LAN. De aceea în acest caz se evită controlul în buclă închisă. Achiziția de date este realizată în primă instanță de RTU care scanează dispozitivele conectate (inclusiv intrările analogice și binare) cu o viteză suficient de mare. Sistemul central va scana la rândul său RTU-urile dar cu o viteză de scanare mai mică. Datele sunt procesate și dacă se detectează o alarmă aceasta va fi afișată în fereastra specială de alarmare. Datele achiziționate pot fi în principal de 3 tipuri: date analogice (cu evoluție în timp și pentru care de obicei se păstrează istoricul evoluției în timp), date digitale (on/off) care pot avea atașate alarma unei anumite stări și date tip contor de impulsuri (sau indecși dacă sunt preluate de la dispozitive inteligente). Interfața operator este de obicei un ecran cu o reprezentare grafică a datelor citite de la echipamente. Datele binare se reprezintă de obicei ca simboluri dinamice pe un fundal static care își schimbă culoarea, forma, dimensiunea, etc. în funcție de starea mărimii, iar datele analogice se pot reprezenta ca numere sau în format grafic. Sistemul dispune de multe asemenea ecrane din care utilizatorul poate alege una, la un anumit moment.

Sisteme SCADA există implementate pe aproape toate arhitecturile hardware și pe toate sistemele de operare. Istoric vorbind aceste sisteme au folosit de-a lungul timpului arhitecturi sau extensii proprietare ale sistemelor de operare sau hard-ului pe care lucrau. Aceasta s-a datorat faptului că cerințele pentru sistemele SCADA au împins la limită tehnologia care există din punct de vedere al performanțelor cerute. În acest sens au fost dezvoltate module hardware sofisticate și s-au folosit baze de date în timp real (care stocau o mare parte din baza de date direct în memorie).

De-a lungul timpului Unix a fost sistemul de operare care a primit o acceptare largă din partea utilizatorilor. După 1990 explozia calculatoarelor bazate pe procesoare Intel precum și performanțele pe care le au acestea coroborat cu dezvoltarea sistemelor de operare Windows au înclinat balanța în favoarea acestora[12]. Astăzi aproape toate sistemele SCADA folosesc ca stații pentru vizualizare sisteme de operare Windows și ca servere platforme bazate pe tehnologia WindowsNT, XP sau chiar Vista.

Cea mai vizibilă parte a unui sistem SCADA este “dispecerul”. Acesta este centrul nervos al sistemului și este alcătuit dintr-o componentă de achiziție și comandă a datelor (server de comunicație) și o componentă de afișare a datelor, de obicei numită HMI (Human - Machine – Interface). (În trecut era numit MMI - Man Machine Interface) [26].

Principalele funcții ale dispecerului, așa cum au fost înfățișate anterior, sunt:

- achiziția de date (citirea datelor de la echipamentele RTU) ;
- stocarea datelor istorice de evoluție (trending);
- procesarea alarmelor (analizează datele citite de la RTU pentru a depista situațiile de funcționare anormale și alertează operatorul la depistarea unor astfel de situații);
- control (în buclă închisă sau supervizat – la cererea operatorului);
- afișarea grafică a datelor citite;
- generarea rapoartelor;
- hot standby (creșterea fiabilității sistemului se face prin folosirea unui echipament de rezervă care să preia funcțiile echipamentului principal în caz de defecțiune);
- interfațarea cu sisteme MIS (exportul datelor către alte sisteme folosite de către beneficiar);
- securitate (controlul accesului la diferite componente din sistem);
- monitorizarea rețelei (monitorizează starea de funcționare a liniilor de comunicație)
- managementul bazei de date (posibilitatea adăugării de noi puncte în sistem, modificarea interfeței grafice, editarea graficelor și a rapoartelor);
- aplicații specializate (aproape orice pachet SCADA dispune de funcții speciale specifice domeniului concret în care activează – un exemplu ar fi detecția pierderilor în conductele de transport);
- sisteme expert (pachetul SCADA poate conține un sistem expert care să ajute în procesul decizional și permite modelarea dinamică a sistemului);

Caracteristica distinctivă a unui sistem SCADA este capacitatea sa de comunicare. Comparată cu sistemele DCS (Distributed Control Systems), care de obicei lucrează într-o arie restrânsă geografic cum ar fi într-o întreprindere, un sistem SCADA acoperă de obicei arii geografice extinse și folosesc tipuri diferite (și de multe ori destul de nefiabile) de medii de comunicare. Un aspect important al tehnologiei SCADA îl reprezintă abilitatea sa de a garanta siguranța datelor comunicate prin aceste medii. Inițial sistemele SCADA foloseau linii de comunicație lente și, deci, eficiența era extrem de importantă. Trebuiau efectuate calcule complicate pentru determinarea volumului de date ce putea fi transportat și care nu satura mediul de comunicație. Pentru ca performanțele sistemului să nu fie degradabile se considera cazul cel mai defavorabil și se impunea funcționarea normală în acest caz.

Sistemele SCADA pot utiliza cele mai diverse medii pentru a realiza comunicația cu dispozitivele RTU. Un aspect deosebit de important este conlucrarea permanentă între echipamentele și dispozitivele numerice care compun sistemul, astfel că putem vorbi mai degrabă de o prelucrare a datelor la nivelul rețelei de date ce leagă echipamentele numerice, care sunt în ultimă instanță microcalculatoare. Fiecare componentă a sistemului efectuează prelucrări ale informației disponibile local și livrează servicii (informații în formă prelucrată sau brută) celorlalte componente ale sistemului.

Costul cablurilor și al pozării lor în stații este destul de ridicat, deci într-o arhitectură distribuită, unde echipamentele de achiziție și comandă (PLC sau EAD) sunt amplasate cât mai aproape de echipamentele primare ce le comandă, acestea sunt evident mai mici decât într-o soluție centralizată.

Pe de altă parte, progresul tehnologic face ca astăzi componentele cele mai importante ale unui calculator - procesorul și memoria - să aibă prețuri incomparabil mai mici decât în urmă cu numai câțiva ani.

Deși este discutabil, dacă la momentul implementării soluția cu un singur EAD centralizat este mai ieftină decât soluția cu mai multe EAD distribuite, semnificativ este că aceste costuri inițiale devin puțin importante atunci când este vorba de modificarea unei instalații existente sau de încorporarea unor facilități suplimentare în cazul EAD convenționale.

### **Conducerea instalațiilor**

Sistemul de conducere aferent instalațiilor tehnologice din limita noii unități energetice:

- aparatură de câmp pentru măsura parametrilor tehnologici;
- cutii și dulapuri locale;
- cabluri și materiale de montaj;
- stații de proces pentru achiziții date, procesare, realizare funcții de conducere (supraveghere, comandă, reglare, protecție);
- stații operare pentru asigurarea funcțiilor de referință cu operatorii;
- terminal monitorizare;
- stație inginerie;
- imprimante.

Acest sistem asigură:

- conducerea unității energetice;
- conducerea instalațiilor anexe aferente unității energetice;

Conducerea instalațiilor tehnologice se va face atât local, pentru regimul de probe și manevre locale pentru elementele care necesită acest regim, cât și centralizat de la pupitrul de comandă, unde sunt asigurate toate elementele de interfață necesare în toate regimurile de funcționare cerute, respectiv:

- comenzi manuale individuale;
- comenzi automate individuale sau comenzi automate în secvențe (pentru grupe de acționări);
- reglaj automat bucle individuale;
- reglaj automat bucle cascadă.

Sistemul de protecție, inclus în sistemul de conducere va asigura funcționarea în condiții de siguranță a instalațiilor, intervenind automat pentru oprirea și izolarea acestora când parametrii tehnologici depășesc limitele periculoase. Alimentarea sistemului de conducere se face cu tensiuni uzuale, respectiv: 380V/50Hz, 24 V c.c.

Sistemul de protecție, la nivelul stațiilor de proces, este distinct față de sistemul de supraveghere, comandă și interblocări, reglare. Pentru probe și manevre locale s-a prevăzut posibilitatea afișării de parametrii local (în instalație), precum și posibilitatea acționării elementelor de execuție (cu excepția motoarelor de pompe care sunt prevăzute numai cu butoane de intervenție în caz de avarie).

Pentru a asigura un nivel corespunzător de disponibilitate, sistemul de conducere este redundant la nivelul: alimentărilor cu tensiune, rețelei de transmitere date și a procesoarelor.

Sistemul de conducere este conceput ca un sistem deschis care permite dezvoltarea ulterioară ( hardware și software ), atât la nivelul instalațiilor de proces și operare, cât și la nivelul sistemului de comunicație.

Partea de măsurare (localizată la nivelul 0, inferior) a fost amplu descrisă în capitolul anterior, atât sub aspectul aparatajului folosit, cât și sub aspectul mărimilor monitorizate și al arhitecturii de ansamblu a rețelei.

Nu vom insista nici asupra elementelor de execuție, localizate tot la nivelul 0.

Majoritatea acestora sunt electrovane, actuatoare sau contactoare, care, în mod normal, au fost livrate odată cu echipamentele aferente. În cadrul sistemului SCADA, acestea au fost integrate într-un tot unitar, comandat prin intermediul microcontroller-elor, PLC-urilor și EAD-urilor descrise în subcapitolul anterior.

Regulatorul de tip Pandaros, automatele programabile tip CX1000 (din structura subsistemului SCADA COGENCO sau din rețeaua echipamentelor de măsură) sunt localizate, așa cum am mai arătat, la nivelul logic 1 (intermediar).

## **IV.5.Concluzii**

Realizarea unui sistem modern de automatizare, măsurare și control pentru o centrală termică pe bază de cogenerare presupune implementarea unor sisteme informatice de proces performante, atât sub aspect hardware cât și software. Teoria sistemelor distribuite permite o foarte bună ierarhizare a elementelor constitutive ale ansamblului.

O variantă performantă a acestui sistem presupune gruparea tuturor elementelor pe trei nivele ierarhice, anume **Nivelul “0”** sau nivelul de bază (format din totalitatea traductorilor și elementelor de execuție conectate la procesul urmărit și condus), **Nivelul “1”** (destinat cuplurului de proces) și **Nivelul “2”** care ca suport fizic echipamentele de calcul (calculator, imprimantă, MODEM, UPS) de la punctul dispecer și de la nivelul de conducere sau supervizare.

Această soluție tehnică stă la baza tuturor aplicațiilor concepute de către autor, îndeplinind toate funcțiile și exigențele impuse unui dispecerat termic.

Configurarea hardware a rețelei trebuie să țină seama de realitatea aplicației, fiind de dorit utilizarea unor calculatoare de proces sau a unor controllere care au o fiabilitate și o robustețe sporită și mai puțin a calculatoarelor personale, care sunt chiar mai scumpe sau necesită numeroase alte elemente de interfațare.

Comunicația între elementele sistemului trebuie să fie fiabilă și rentabilă din punct de vedere economic, soluțiile cele mai utilizate fiind protocoalele RS232, RS422, RS485, MBUS pentru comunicarea cu procesul și comunicarea prin fibră optică sau linie telefonică pentru comunicarea cu dispecerul central.

Conceptul de sistem SCADA, preluat în primul rând din sfera transportului și distribuției de energie electrică își găsește cu succes aplicație în cadrul sistemelor informatice de proces distribuite, descrise în acest capitol.

## **IV.6.Contribuții personale**

Dintre cele mai importante contribuții personale ale autorului, întâlnite în acest capitol, amintim:

- sinteza bibliografică a elementelor legate de teoria sistemelor informatice de proces, distribuite și de tip SCADA;
- stabilirea unei structuri ierarhizate pentru un astfel de sistem informatic de proces conceput pentru automatizarea, controlul și măsurarea parametrilor centralelor termice pe bază de cogenerare;
- determinarea funcțiilor specifice ale dispecerului centralei termice pe bază de cogenerare;
- conceperea unei structuri hardware performante, bazată pe elemente robuste și fiabile;
- configurarea elementelor hardware ale sistemului;
- stabilirea soluțiilor pentru comunicare în interiorul sistemului;
- propunerea unor soluții tehnice pentru implementarea acestor sisteme la beneficiar;
- analiza aspectelor economice legate de materializarea unui sistem SCADA la beneficiar.

## CAPITOLUL V

# Baze de date pentru sisteme informatice de proces. Filtrarea informațiilor la nivelul dispeceratului termic al C.E.T. Freidorf

### V.1. Descrierea bazelor de date

Una din părțile cele mai importante ale unui sistem tip SCADA este baza de date, care conține toate informațiile privind sistemul monitorizat.

Un sistem de telemărire nu este complet dacă nu oferă soluții pentru înmagazinarea datelor și nu dispune de funcții eficiente de accesare a acestor informații în orice moment. Bazele de date constituie instrumentul de stocare a informației, care ulterior va fi valorificată.

O bază de date reprezintă un ansamblu de date integrat, anume structurat și dotat cu o descriere a acestei structuri. Descrierea poartă numele de dicționar de date sau meta – date (informații despre date) și creează o independență între datele propriu – zise și programe.

Conform acestei definiții consacrate, o bază de date este mai mult decât o colecție de fișiere. Ea include, pe lângă aceasta, dicționarul de date și o descriere a relațiilor dintre înregistrări, descriere chemată și utilizată pe întreaga durată a prelucrării informațiilor [19].

Structura evidențiază nu numai legăturile virtuale între obiecte și caracteristicile lor, dar și corespondența între adresa virtuală și adresa fizică a datelor pe suportul fizic (hard – disc, dischete, CD-uri, DVD-uri, unități externe de memorie, etc.). Adresa fizică este, evident, funcție de spațiul real de stocare disponibil al bazei de date și corespunde algoritmului de transformare propriu sistemului de gestiune și tipului de calculator avut în vedere.

Structura este legată nemijlocit de dicționarul datelor unei baze de date și acționează prin intermediul acestuia, atât în înscrierea cât și în regăsirea informațiilor, selecția după anumite criterii, etc. Se poate spune, fără riscul de a greși, că orice operație în baza de date se efectuează prin intermediul structurii și al informațiilor conținute în baza de date.

Această interdependență se referă la două niveluri de înțelegere:

- În primul rând există o interdependență absolută a programelor sursă, scrise într-un limbaj apropiat de limbajul natural, numit limbajul de manipulare a datelor (*Data Manipulation Language*) față de ordinea și mărimea caracteristicilor obiectelor, acestea din urmă fiind descrise cu ajutorul limbajului de descriere a datelor (*Data Description Language*);
- Dacă ne referim însă la programul – obiect (executabil), rezultat în urma interpretării (compilării) șirului de instrucțiuni, orice modificare a geografiei și structurii datelor este semnificativă. Atâta timp cât structura bazei de date și spațiul real pentru care a fost definită această structură rămân neschimbate, programele rămân valabile. Dacă una dintre ele se modifică, de exemplu spațiul real devine la un moment dat insuficient pentru stocarea informației, întregul sistem trebuie reconvertit la noii parametri: datele trebuie salvate și reintroduse în noua bază de date, iar programele trebuie recompilate.

Sistemele de gestiune a bazelor de date (SGBD) pun de obicei la dispoziția utilizatorului programe speciale prin care recalculează și reconvertesc datele și programele din bază la schimbarea spațiului fizic, fără a mai fi necesară recompilarea tuturor programelor existente. Acesta constituie de fapt cel de-al doilea nivel de înțelegere a independenței datelor și programelor în cadrul unei baze de date [35].

#### V.1.1. Tipuri de baze de date

În aplicațiile curente, care vizează atât sistemele de telegestiune și monitorizare, cât și accesarea, prelucrarea și ordonarea rapidă a informației, întâlnim trei tipuri de baze de date:

▪ *Baze de date structurate relațional*

Acest tip de baze de date este cel mai simplu, atât din punct de vedere al definiției, cât și ca posibilitate de utilizare și sferă de aplicații. În mod paradoxal, dată fiind simplitatea lui, el s-a răspândit cel mai târziu, doar după apariția calculatoarelor personale profesionale.

Sistemul de baze de date relațional are aceeași structură fizică cu datele care trebuie prelucrate. De multe ori, acestea din urmă se prezintă sub forma unor tablouri (relații), cu linii și coloane. Liniile constituie obiectele, iar coloanele constituie atributele care caracterizează aceste obiecte.

Baza de date relațională se prezintă sub forma unui tablou. Fiecare înregistrare are o lungime constantă, fiecare rubrică (articol) are o anumită caracteristică declarată la generarea bazei (șir de caractere, valoare numerică, valoare logică) și o lungime fixă prestabilită.

Căutarea se face parcurgând secvențial toate articolele și comparând criteriile. Rezultatul este ADEVĂRAT sau FALS pentru fiecare comparație. Articolele care au răspuns ADEVĂRAT la toate criteriile impuse sunt selectate.

Pentru ușurința calculului se pot memora anumite subsansambluri create prin căutări anterioare sub formă de subsansambluri indexate în raport cu unul sau altul din criterii, în așa fel încât regăsirea să se facă ulterior prin interconectarea acestor subsansambluri.

Aplicațiile dezvoltate de către autor în cadrul CET Freidorf operează preponderent cu baze de date tabelare. În Figura 5.1 este prezentat un exemplu de bază de date tabelară, vizualizată cu ajutorul pachetului software dezvoltat de către autor în cadrul aplicațiilor implementate la S.C. COLTERM S.A.Timișoara, bază de date privind producția de energie electrică.

Data	Ora	Generator CB in	Generator actual power [kW]	Generator aparent power [kW]	Generator I-L1 [A]
19.feb.08	8:00:00 AM	0	0	0	773,017
19.feb.08	9:00:00 AM	58	0	0	773,017
19.feb.08	10:00:00 AM	0	0	0	773,017
19.feb.08	11:00:00 AM	0	0	0	235
19.feb.08	12:00:00 PM	0	0	0	0
19.feb.08	1:00:00 PM	0	234	0	773,017
19.feb.08	2:00:00 PM	0	234	0	773,017
19.feb.08	3:00:00 PM	0	234	0	773,017
19.feb.08	4:00:00 PM	0	234	240	720,017
19.feb.08	5:00:00 PM	0	234	240	773,017
19.feb.08	6:00:00 PM	0	234	0	773,017
19.feb.08	7:00:00 PM	0	234	0	744,017
19.feb.08	8:00:00 PM	0	234	0	773,017
19.feb.08	9:00:00 PM	240	234	0	773,017
19.feb.08	10:00:00 PM	0	234	0	773,017
19.feb.08	11:00:00 PM	0	234	0	773,017
20.feb.08	12:00:00 AM	0	234	0	773,017
20.feb.08	1:00:00 AM	0	0	0	773,017
20.feb.08	2:00:00 AM	0	0	0	773,017
20.feb.08	3:00:00 AM	0	0	0	773,017
20.feb.08	4:00:00 AM	0	0	0	773,017
20.feb.08	5:00:00 AM	0	0	0	773,017
20.feb.08	6:00:00 AM	0	0	0	773,017
20.feb.08	7:00:00 AM	0	0	2089	773,017

Figura 5.1. Baze de date tabelare în format EXCEL



De asemenea, tot în scopul facilitării operațiilor de regăsire, anumite atribute ale obiectelor pot fi declarate “cheie”, ceea ce creează încă de la generare, fișiere de index pentru aceste caracteristici. Majoritatea utilităților software existente pe piață (inclusiv EXCEL, FOXPRO etc.) operează cu asemenea baze de date [26].

- *Baze de date structurate în mod ierarhic*

Bazele de date ierarhice sunt constituite pentru a facilita informația organizată ierarhic. Diagramele asociate unor astfel de baze de date sunt de tip arborescent, fiecare element fiind subordonat unui singur element și numai unuia, aparținând bazei.

Spre deosebire de structura sub formă de tablou, în care se prezintă înregistrările în bazele de date relaționale, într-o bază de date ierarhice, dependența unui segment de alte segmente de date de nivel superior se exprimă printr-un punctuator (adresă). În acest fel se face economie considerabilă de spațiu și se simplifică regăsirea informațiilor din bază. Timpul de prelucrare, în general, se scurtează. Pentru volume mari de date și prelucrări intense, acest lucru constituie un avantaj. Principalul dezavantaj îl constituie lipsa de suplețe la schimbarea procedurii de prelucrare.

- *Baze de date structurate în rețea*

Bazele de date “în rețea” seamănă cu cele ierarhice, diferența constând în faptul că un “copil” poate avea mai mult decât un singur “părinte”. Această structură se bazează pe conceptul de ansamblu (set).

Într-un sistem de bază de date în rețea, baza de date este constituită dintr-o colecție de seturi. Fiecare set se compune dintr-o sumă de înregistrări, acestea din urmă fiind asemănătoare cu cele din sistemul relațional (tabelar), numai că lungimea lor este variabilă.

O înregistrare poate fi rezultatul compunerii mai multor seturi.

Aceste două ultime structuri de baze de date sunt mai dificil de implementat, fiind mai rar întâlnite în aplicațiile pentru monitorizarea sistemelor de distribuție a energiei termice.

### V.1.2. Sisteme de gestiune a bazelor de date

Sistemul de gestiune a bazelor de date (SGBD) este acel sistem de programare care facilitează și supervizează introducerea de informații în baza de date, actualizarea și extragerea datelor din bază, controlul și autorizarea accesului la date, precum și asigurarea unei independențe între structura bazei de date și programele de aplicație.

Un sistem de gestiune a bazelor de date trebuie să fie capabil să îndeplinească următoarele funcții:

- *Funcția de descriere*

Permite definirea structurii datelor și a relațiilor dintre acestea. De asemenea, tot prin intermediul acestei funcții se definesc și condițiile de acces la informațiile conținute în baza de date. Descrierea structurii se realizează cu ajutorul unui limbaj de descriere a datelor (DDL) propriu fiecărui sistem de gestiune. Există totuși și unele elemente comune de descriere aproape unanim acceptate, cum ar fi (cu exemplificare în situația aplicației de la RADET București):

- **Articolul** reprezintă cel mai mic element al unei structuri logice sau virtuale care poate fi identificat. El este asociat, de regulă, unei valori. În cazul bazei de date de la CET Freidorf distingem, de exemplu, următoarele câmpuri:

Debit adaos	Presiune tur	Presiune retur	Temperatură tur	Temperatură retur	Debit pe ieșire	Debit pe intrare
-------------	--------------	----------------	-----------------	-------------------	-----------------	------------------

Fiecare câmp conține valorile mărimilor indicate, exprimate în unitățile de măsură corespunzătoare, la un anumit moment de timp specificat de utilizator (articole).

- **Subgrupul** reprezintă o primă grupare de câmpuri sub același identificator. De exemplu, pentru aplicația amintită mai sus, un subgrup este alcătuit din toate câmpurile corespunzătoare presiunii (tur, retur).
- **Grupul (sau segmentul)** reprezintă un ansamblu de articole și subgrupuri corelate logic, care dispun de un nume și o caracteristică comună. În cazul bazei de date de mai sus, putem distinge segmentul turului, adică este suma subgrupurilor care includ câmpurile cu fiecare din măsurile preluate pe tur, retur.
- **Înregistrarea** este o reuniune de articole, subgrupe și grupuri de date, la un anumit moment (de exemplu data de 09 februarie 2008, ora 11:52:12);
- **Fișierul** reprezintă o reuniune de mai multe înregistrări (de exemplu pentru o zi).

În Figura 5.2 este prezentat un alt exemplu de bază de date tabelară, realizată de către autor în cadrul aplicațiilor implementate la COLTERM S.A. Timișoara, CET Freidorf. Deși în tabel sunt prezentate numai 42 de mărimi monitorizate, numărul total al acestora este de 124.

Nr.	Grupa	Tag	Descriere	Modificabil
1	Pompe	DI1 Fct P1 INC	Functionare P1 INC	Nu
2	Pompe	DI2 Avarie P1 INC	Avarie P1 INC	Nu
3	Pompe	DI3 Fct P2 INC	Functionare P2 INC	Nu
4	Pompe	DI4 Avarie P2 INC	Avarie P2 INC	Nu
5	Pompe	DI5 Fct P3 INC	Functionare P3 INC	Nu
6	Pompe	DI6 Avarie P3 INC	Avarie P3 INC	Nu
7	Pompe	DI7 Fct Pmp AR	Functionare Pompa AR	Nu
8	Pompe	DI8 Avarie Pmp AR	Avarie Pompa AR	Nu
9	Pompe	DI9 Fct Pmp Rec P. 4	Functionare Pompa Recirculare P+4	Nu
10	Pompe	DI10 Avarie Pmp Rec P. 4	Avarie Pompa Recirculare P+4	Nu
11	Pompe	ST15 Fct Pmp Rec P. 10	Functionare Pompa Recirculare P+10	Nu
12	Pompe	ST16 Avarie Pmp Rec P. 10	Avarie Pompa Recirculare P+10	Nu
13	Temperaturi	ST1 T Tur Primar	Temp Tur Primar	Nu
14	Temperaturi	STo10 T Ret INC	Temp Tur INC	Nu
15	Temperaturi	ST2 T Ret Primar	Temp Retur Primar	Nu
16	Temperaturi	ST3 T Ext	Temperatura Exterioara	Nu
17	Temperaturi	ST4 T Ret Pr Sch INC	Temperatura Retur Primar Schimbator INC	Nu
18	Temperaturi	ST5 T Tur ACM P. 4	Temp ACM P+4	Nu
19	Temperaturi	ST6 T Recirc ACM P. 4	Temp Recirculare ACM P+4	Nu
20	Temperaturi	ST7 T Tur ACM P. 10	Temp ACM P+10	Nu
21	Temperaturi	ST8 T Recirc ACM P. 10	Temp Recirculare ACM P+10	Nu
22	Temperaturi	ST9 T Tur INC	Temp Tur INC	Nu
23	Presiuni	SP1 P Tur Primar	Presiune Tur Primar	Nu
24	Presiuni	SP2 P Ret Primar	Presiune Retur Primar	Nu
25	Presiuni	SP3 P Tur INC	Presiune Tur INC	Nu
26	Presiuni	SP4 P Ret INC	Presiune Retur INC	Nu
27	Presiuni	SP5 P Tur ACM P. 4	Presiune ACM P+4	Nu
28	Presiuni	SP6 P AR P. 4	Presiune ApaRece P+4	Nu
29	Presiuni	SP7 P AR Intrare	Presiune AR Intrare (hidrofor)	Nu
30	Presiuni	SP8 P Tur ACM P. 10	Presiune ACM P+10	Nu
31	C1 INC Stare	Mod Functionare	Mod Functionare circuit INC (Automat, Comfort, Redus, StandBy)	Da
32	C1 INC Stare	Stare Circuit	Stare circuit INC (Confort, Redus, StandBy)	Nu
33	C1 INC Stare	Referinta INC	Referinta de temperatura circuit INC	Nu
34	C1 INC Stare	Regim Cmd P1_2	Regim de comanda P1 INC (Automat, Manual On, Manual OFF)	Da
35	C1 INC Stare	Regim Cmd P2_3	Regim de comanda P2 INC (Automat, Manual On, Manual OFF)	Da
36	C1 INC Stare	Regim Cmd P3_1	Regim de comanda P3 INC (Automat, Manual On, Manual OFF)	Da
37	C1 INC Stare	Rotire Pompe	Rotirea pompelor de INC (Activa, Inactia)	Da
38	C1 INC Stare	Interval Rotire Pompe	Interval Rotire Pompe	Da
39	C1 INC Stare	Total Stop	Total Stop	Da
40	C1 INC Curba	X1	X1	Da
41	C1 INC Curba	X2	X2	Da
42	C1 INC Curba	X3	X3	Da

Figura 5.2. Bază de date tabelară

Acestea sunt doar două exemple de baze de date, relative la producerea de energie electrică, respectiv termică și ACM. În cazul punctelor termice, parametrii monitorizați sunt aceiași ca în situația anterioară. În fiecare dintre aplicațiile descrise, se pot adăuga și câmpurile corespunzătoare alarmelor specifice.

Relațiile între diferitele elemente ale structurii sunt denumite în mod diferit în cadrul unor SGBD - uri: lanț, legătură sau set. Setul este format dintr-o înregistrare principală (owners) și mai multe înregistrări subordonate (members).

În general, cu ajutorul DDL se realizează:

- atribuirea unui identificator pentru fiecare informație sau grup de informații;
- descrierea ierarhică a informațiilor;
- specificarea grupurilor repetitive de date;
- definirea lungimii și naturii fiecărui câmp (numeric, alfa-numeric etc.);
- definirea intervalului de variație posibilă a câmpului;
- definirea parolelor și a autorizațiilor speciale pentru anumite câmpuri.

#### ▪ **Funcția de manipulare**

Permite efectuarea următoarelor operații: crearea, inserarea, ștergerea sau actualizarea unor înregistrări definite de către utilizator. De asemenea, funcția de manipulare facilitează căutarea, sortarea și editarea totală sau parțială a unor înregistrări virtuale corespunzătoare rezultatului unei întrebări formulate prin intermediul limbajului de manipulare.

Limbajele de manipulare pot fi grupate în două mari categorii:

- *limbaje autonome* – în cadrul cărora comenzile de manipulare reprezintă chiar funcții referitoare la utilizarea datelor (de exemplu utilitarul EXCEL<sup>®</sup>, din cadrul pachetului standard Microsoft OFFICE<sup>®</sup>, utilizat mai ales pentru crearea bazelor de date);
- *limbaje gazdă* – în care operațiile de manipulare se realizează cu ajutorul limbajelor de nivel înalt. Această variantă de manipulare a bazelor de date este preferată în cadrul aplicațiilor complexe dezvoltate de către autor, ca limbaj avansat folosindu-se mediul Visual C.

#### ▪ **Funcția de utilizare**

Permite comunicarea între utilizator și baza de date, sub aspectul asigurării acelor mijloace de comunicare care îl avantajează cel mai mult pe utilizator.

Din punctul de vedere al funcției de utilizare, utilizatorii pot fi de mai multe categorii:

- *Utilizatori liberi sau convenționali* – care au la dispoziție limbaje de interogare într-o formă apropiată de vorbirea curentă și formează grupa utilizatorilor așa-zisi “nespecialiști”. Aceștia folosesc, de regulă, display-ul, întrebările sunt prestabilite, nu cunosc nici structura, nici modul de lucru cu bazele de date și se rezumă la aplicarea unor funcții sau proceduri puse la dispoziție de către producătorul pachetului software. Este cazul dispecerilor umani care urmăresc funcționarea întregului ansamblu, utilizând facilitățile programului, fără a avea cunoștințe de programare în limbaje avansate, dar având suficiente cunoștințe generale de utilizare a calculatorului.
- *Utilizatorii parametrice* – fac uz, de regulă, de limbaje de manipulare, în special pentru interogare, utilizând proceduri prestabilite. Aceștia sunt inginerii de sistem, fie ai producătorului de software, fie ai beneficiarului, care cunosc atât structura bazelor de date cât și problemele sistemului de operare, ceea ce le permite să obțină avantaje maxime în comparație cu prelucrarea prestabilă a fișierelor clasice. Aceștia asigură exploatarea eficientă a întregului sistem și chiar optimizarea funcționării lui.
- *Administratorul bazei de date* – acesta este un utilizator special, care răspunde de toate activitățile și operațiile referitoare la baza de date, pe care o gestionează, urmărind inclusiv performanțele acesteia. El definește obiectivele sistemului, ajută la definirea cerințelor utilizatorilor, definește structura virtuală și împarte drepturile de acces ale utilizatorilor, stabilește procedurile de validare a datelor, elaborează concepția de protecție a datelor și evaluează performanțele sistemului. Administratorul răspunde de alegerea și implementarea SGBD - ului, asigură încărcarea bazei de date, definește strategia de lucru și distribuie documentația utilizatorilor. De regulă, administratorul este unul dintre inginerii de sistem ai beneficiarului, (sau chiar un grup), care lucrează în strânsă colaborare cu producătorul aplicației, stabilind toate cerințele, obiectivele, facilitățile și prioritățile aplicației.

## **V.2. Aspecte tehnico-economice privind bazele de date pentru aplicații în timp real**

Bazele de date de tip relațional (tabelar) sunt cele mai utilizate pentru aplicațiile prezentate în această lucrare. Nu vom insista asupra modelului matematic relațional, bazat pe teoria ansamblurilor și relațiilor dintre acestea, ci mai mult asupra modalității de creare și de exploatare eficientă a unor asemenea baze de date, care conferă și caracterul de originalitate al lucrării.

Facilitățile de exploatare și întreținere a relațiilor din cadrul bazei de date se datorează în principal limbajelor specifice acestor tipuri de baze de date. Un limbaj relațional trebuie să asigure definirea datelor, crearea bazei de date, interogarea, actualizarea (întreținerea), protecția și securitatea datelor conținute în bază.

Deși soluția stocării sub forma unor baze de date consacrate (oracle, informix, paradox, format dbf, etc) pare a fi într-o primă instanță soluția ideală, trebuie avută în vedere natura datelor ce urmează a fi stocate. Bazele de date consacrate oferă avantajul portabilității, de cele mai multe ori în detrimentul vitezei (dezavantaj ce poate fi compensat de un hardware puternic dar scump).

Soluția aleasă depinde, desigur, și de existența sau nu a unui server de baze de date în rețeaua beneficiarului. Dacă acest server există (și marea majoritate a aplicațiilor ce rulează în rețea îl folosesc pentru stocarea datelor), este probabil util ca și programul de teleurmărire să stocheze datele pe acest server pentru a fi ușor disponibile unei terțe aplicații care are nevoie de ele (este vorba de regulă de aplicații complexe de analiză a datelor). Existența unui server de baze de date oferă de asemenea soluții complete de întreținere și back-up, eliberând programul de teleurmărire de aceste sarcini. În plus, înregistrarea datelor și regăsirea acestora cade în sarcina SGBD - ului (Sistemul de Gestiune a Bazelor de Date) și nu a programului de teleurmărire, care nu cunoaște structura internă a bazei de date. Un alt avantaj demn de menționat este posibilitatea înregistrării / regăsirii datelor prin comenzi SQL cu efect în independență față de motorul de baze de date folosit și platforma pe care acesta rulează – avantaj major în cazul în care se dorește ca programul să ruleze pe platforme eterogene. Unul din dezavantajele acestei abordări este că datele sunt văzute uniform și nu sunt stocate în formate specifice care să ușureze anumite operații pe care programul de teleurmărire le efectuează. Spre exemplu, dacă programul de teleurmărire trebuie să reprezinte grafic un set de date, acestea pot fi în prealabil înregistrate sub o formă care să permită execuția acestei funcții foarte rapid și eficient. În cazul unui server de baze de date, datele trebuie mai întâi cerute serverului, operație care poate dura destul de mult, apoi convertite într-o formă ușor de afișat grafic și abia apoi transmise rutinei de afișare.

Dacă viteza este un factor critic, de multe ori soluția utilizării unui server de baze de date este inaplicabilă. În acest caz, datele vor fi stocate în format propriu. Este necesar însă ca programul de teleurmărire să fie însoțit de alte programe sau de funcții care să permită exportul acestor date în formate de baze de date consacrate, cel mai adesea pentru analiza ulterioară a datelor de către alte programe. Un exemplu clasic este exportul datelor în format Excel.

În cazul alegerii soluției stocării datelor în format propriu, toate funcțiile de stocare / regăsire a informațiilor cad în sarcina programului de teleurmărire. Acesta va stoca datele sub forma unuia sau a mai multor fișiere. Decizia stocării sub forma unui singur fișier sau a mai multora este dată de dimensiunile fișierelor ce urmează a fi stocate, limitări ale sistemului de operare folosit în lucrul cu fișiere, precum și de algoritmi de regăsire a datelor folosiți (de multe ori o parte din logica de regăsire a informațiilor este implementată în structura arborescentă a sistemului de fișiere).

O particularitate a sistemelor de teleurmărire este că, de regulă, nu avem operațiuni de ștergere la nivel unitar a datelor, ci doar operațiuni de ștergere la nivel global (pe perioade lungi de timp). Acest aspect face ca implementarea sub forma de fișiere, în format propriu, să fie ușoară, programul nefiind silit să implementeze algoritmi complecși de compactare a datelor. O analiză a tipurilor de date care intervin în procesele de teleurmărire ne va da o imagine a modului de înregistrare a datelor în aceste fișiere. Trebuie ținut seama de faptul că aproape toate datele vehiculate sunt furnizate de convertoare cu rezoluții uzuale de 10-16 biți. Orice conversie a acestei mărimi în alt format (de ex. în număr real) este inevitabil însoțită de o pierdere a preciziei [35].

De aceea este de dorit ca datele să fie transferate de la sursa la destinație (în acest caz de la traductori), la programul de teleurmărire, fără conversii suplimentare pentru păstrarea preciziei de măsurare. De asemenea, reprezentarea datelor în format **int**,<sup>1</sup> care este format de bază, asigură cea mai mare viteză de procesare, sporind eficiența programului în general.

Vom detalia principalele tipuri de date ce intervin în procesele de măsurare și forma uzuală de reprezentare a lor:

- a) **datele provenite de la convertoare A/D** (numite și date analogice) se reprezintă de regulă în limbajele de programare prin tipul **int**. Deoarece convertoarele uzuale au 10-12 biți (sunt rare cazurile în care se folosesc convertoare pe 16 biți) mai rămân 4 biți (sau mai puțini) în care pot fi stocate diferite informații de stare cum ar fi defect / corect, depășirea anumitor limite, etc. Deși aceasta este o practică frecventă, generată de nevoia de economisire a memoriei sau spațiului pe disc în sistemele mai vechi, în cazul sistemelor actuale ce dispun de suficientă memorie și spațiu de stocare este de preferat folosirea unui octet suplimentar care conține informații de stare. Dacă programul lucrează pe un SO (sistem de operare) pe 16 biți și se urmărește trecerea ulterioară la SO pe 32 biți, se va avea în vedere utilizarea a 32 biți, adică a tipului **long** pentru reprezentarea datelor, care are aceeași reprezentare internă în cazul ambelor SO, dar care aduce avantajul portabilității și dezavantajul folosirii ineficiente a resurselor în SO pe 16 biți. O altă problemă care trebuie luată în seamă este cea a **alinierii**<sup>2</sup> structurilor de date, deoarece multe compilatoare folosesc această tehnică pentru optimizări de viteză. Dacă spațiul ocupat pe disc este o resursa critică, atunci este util ca alinierea să fie forțată la nivel de octet (alinie 1).
- b) **Datele binare** (provenite de la intrări ce pot avea doar 2 stări logice). Deși de multe ori este suficient un singur bit pentru a reprezenta o mărime binară, în practică se folosește reprezentarea pe 2 sau mai mulți biți, pentru a introduce pe lângă valoare (care poate fi reprezentată întotdeauna pe 1 bit) și informații de stare pentru respectiva mărime. Mărimile binare sunt citite de regulă prin operații **in** (input from port) de la porturi de 8 sau 16 biți. Deoarece în multe cazuri există o dualitate în reprezentarea logică a unei mărimi (cel mai adesea valoarea logică "1" se reprezintă fie ca valoare la intrare fie prin semnal lipsă) se va urmări ca semnalele ce se leagă la intrare să respecte regula conform căreia, la un moment dat cel puțin unul dintre ele are valoare opusă față de celelalte. În acest mod se poate detecta absența semnalului de intrare. În fișiere aceste date se vor reprezenta în grupuri de câte 8 biți, urmate de un octet ce codifică starea întregului grup de semnale. O altă soluție, care permite aflarea stării fiecărui semnal în parte și nu a întregului grup presupune folosirea a câte 2 biți pentru fiecare mărime, unul fiind furnizat de valoarea logică a mărimii iar celălalt de negata acesteia. În acest mod se pot detecta situațiile de nefuncționare la nivel de canal cu dezavantajul înjumătățirii nr. de semnale ce pot fi culese (în condițiile folosirii aceluiși echipament).

---

<sup>1</sup> **int**, sau integer este formatul de bază în care se reprezintă datele. Toate operațiunile elementare (cum ar fi comparări, adunări, scăderi, etc.) se execută la nivelul procesorului cu operanți de acest tip. De aceea, reprezentarea datelor în acest format asigură cea mai mare viteză de prelucrare a datelor. În cazul sistemelor de operare pe 16 biți (cum este de ex. MS-DOS), așa cum o spune și numele, tipul **int** are o reprezentare internă pe 16 bit. În cazul sistemelor de operare pe 32 biți (cum este de ex. Windows NT), tipul **int** este reprezentat prin 4 octeți, adică 32 biți.

<sup>2</sup> prin **alinie** se înțelege procesul de completare a unei structuri de date cu octeți suplimentari, nefolosiți, până ce dimensiunea structurii de date ajunge la multiplu de 2, cu scopul creșterii vitezei de procesare. De remarcat că viteza de procesare crește, deoarece procesorul poate efectua operații elementare cu date de dimensiune 2, 4 sau 8 și este eliminat over-head - ul dat de operațiile de izolare a unei părți dintr-un operand sau rezultat multiplu de 2. Compilatoarele pe 16 biți aliniază implicit structurile la multiplu de 2 iar cele pe 32 biți la multiplu de 4. Să luăm de ex. următoarea structură: { short int x; unsigned char y;} care ar trebui să aibă dimensiunea de 2+1=3 octeți. În cazul unui compilator pe 16 biți această structură va ocupa implicit 4 octeți (deși informația utilă este stocată pe 3) iar în cazul compilatoarelor pe 32 biți, va ocupa 8 octeți. Scrierea acestor structuri pe disc va prezerva dimensiunea generată de compilator, rezultând o pierdere de spațiu de 25%, respectiv 62.5% (pierderea este totuși compensată de o creștere a vitezei de execuție).

Valoare logică	Semnificație
(00)	Canal defect (probabil scurt circuit)
(01)	Intrare nivel "0"
(10)	Intrare nivel "1"
(11)	Canal defect (probabil fir întrerupt)

Tabel cu corespondența între (**semnal, semnal negat**) și semnificația acestor valori.

- c) **Datele de altă natură.** Uneori datele nu sunt furnizate direct de către convertoare ci sunt furnizate de dispozitive cu un grade de inteligență mai avansate, care transmit datele de la traductori sau date derivate din acestea prin calcule convertite în valori reale (de regulă float sau double). Decizia convertirii acestor mărimi în alte formate trebuie luată ținând cont de precizia finală ce trebuie obținută și de metodele de rezolvare a incompatibilităților în reprezentarea datelor. O atenție deosebită trebuie acordată datelor care vin codate în format BCD deoarece acestea pot fi folosite direct în calcule financiare de mare precizie (majoritatea limbajelor de programare oferă suport pentru acest format) și deci pot fi folosite cu succes în operații de facturare / decontare.
- d) **Timpul în sistemele de teleurmărire.** O mărime care intervine oricând în cazul acestor sisteme este timpul, orice mărime având atașată pe lângă valoare și stare și o informație de timp ce descrie momentul la care mărimea a avut respectiva valoare / stare. Operațiunile cu date calendaristice se efectuează prin apelarea unor funcții din bibliotecile de timp, regula generală fiind lucrul cu timp absolut (timp GMT) și afișarea datelor temporale în funcție de informațiile zonale (time-zone). Aceasta asigură programului o independență față de poziția geografică unde va rula și în plus va putea ține seama de toate setările specifice zonei respective. Stocarea timpului în fișiere se face folosind 4 octeți în cazul în care se folosește rezoluția în secunde și respectiv 6 octeți dacă se măsoară în milisecunde. Unele sisteme de operare pot garanta o bază de timp (cum ar fi MS-DOS-ul prin apelarea funcției de ceas la fiecare 55 ms, sau QNX-ul) pe când, în cazul altor sisteme (mai ales în cele multitasking cum ar fi Windows 95/NT) nu mai este garantată o bază de timp constantă. În aceste situații trebuie luate măsuri suplimentare, operațiunile cu timpul făcându-se folosind funcții ce determină timpul mai degrabă decât prin calculul "manual" al timpului din cuante.

În aplicațiile întâlnite în practică există patru familii de limbaje relaționale:

- a) limbaje bazate pe algebra relațională – care utilizează o serie de operatori algebrici relaționali (permutare, proiecție, restricție, selecție, împărțire, reuniune, intersecție, diferență, concatenare etc.). Limbajul algebric relațional este un limbaj procedural complet, dar dificil pentru necunoscători. El se bazează pe utilizarea unui ansamblu de operatori cu ajutorul cărora se acționează asupra uneia sau mai multor relații din cadrul unei baze de date relaționale. Ca rezultat se obține o nouă relație.
- b) limbaje care utilizează o serie de simboluri relaționale cu ajutorul cărora se definesc o serie de calcule relaționale. Limbajul bazat pe calculul relațional este un limbaj neprocedural care utilizează printre altele cuantificatori matematici de tipul universal, ( $\forall$ ) și de existență ( $\exists$ ), permițând utilizatorilor să obțină ansambluri de elemente de date și diferite relații între aceste elemente. Este totuși destul de greu de utilizat în mod direct în aplicații.
- c) limbaje orientate pe transformări – constituie o clasă de limbaje neprocedurale care, cu ajutorul relațiilor transformă datele de intrare în ieșiri dorite de către utilizator. Aceste limbaje produc structuri ușor de înțeles și manipulat în termeni practici: ce trebuie obținut, pornind de la ceea ce este cunoscut.

- d) Limbajele relaționale de tip grafic – ca mod de lucru, utilizatorul completează o serie de răspunsuri, pe un exemplu, prin care sistemul “ghicește” ce trebuie făcut și generează instrucțiuni corespunzătoare ale limbajului.

Cerințele utilizatorului uman al bazei de date sunt cele care dictează modul în care un limbaj oarecare stabilește relații între articolele bazei respective. Prin urmare, funcțiile care operează asupra bazei de date (indiferent de limbajul în care sunt generate) trebuie să dovedească putere de calcul, exactitate, suplețe și adaptabilitate la cerințele utilizatorului.

Sistemele de Gestione a Bazelor de Date (SGBD) moderne, aplicate în situația monitorizării rețelelor de transport și distribuție a energiei termice se adresează unui public larg, de neprogramatori, propunându-le mijloace de lucru simple, eficiente și atractive, în general aplicații “la cheie”. De aceea interfața om – mașină a acestor SGBD trebuie concepută astfel încât să conducă la eficientizarea muncii operatorului uman și la buna funcționare a sistemului, fără situații conflictuale și ambiguități în exploatare.

### **V.3. Interfața om - mașină a SGBD. Tipuri de ferestre de interfațare**

Operatorul uman interacționează cu procesul urmărit prin intermediul unei interfețe grafice și prin intermediul dispozitivelor de intrare (mouse, tastatură). Interfața grafică este puternic dependentă de sistemul de operare folosit și de pachetul software utilizat.

În ultimul timp este unanim acceptată ideea că interfața grafică să ruleze sub sistemul de operare Windows. Aceasta oferă multe avantaje dintre care cel mai important este familiaritatea utilizatorilor cu acest mediu precum și multitudinea de programe existente pentru prelucrarea ulterioară a datelor (cel mai cunoscut exemplu este Microsoft Excel). Acest mediu structurează informațiile cu ajutorul unor ferestre (window) pe ecran, care se comportă standard indiferent de conținutul lor.

Orice fereastră are butoane pentru minimizare / maximizare / restaurare, bară de titlu, margini dimensionabile sau nu, etc. În acest context putem defini un număr de tipuri de ferestre care se așteaptă a fi disponibile într-o interfață om-operator modernă precum și funcțiile minime pe care acestea trebuie să le implementeze.

#### **V.3.1. Hărți sinoptice**

O schemă sinoptică este o reprezentare schematică a unei instalații tehnologice. Pe această schemă sunt afișate sub formă de text sau grafică valorile mărimilor citite din proces. Reprezentarea în acest mod oferă avantajul unei priviri de ansamblu foarte bune asupra unei instalații. Afișarea grafică a valorilor este dependentă de valoarea mărimii, depășirea limitelor de alarmare duce la afișarea cu alte culori (ex: galben = alarmare preventivă, roșu = alarmare generală) permițând operatorului uman să detecteze dintr-o singură privire situațiile de funcționare anormale.

Un caz particular de schemă sinoptică îl reprezintă afișarea schemei generale a sistemului pe care este figurată starea de funcționare a tuturor dispozitivelor și interfețelor de comunicație implicate în proces.

Orice reprezentare sub formă de schemă sinoptică este posibilă și numărul acestor scheme nu trebuie să fie limitativ. De menționat că după procesul de configurare inițială sistemul va afișa doar schemele definite, adăugarea sau ștergerea unor scheme necesitând reconfigurare. Sistemul trebuie de asemenea să implementeze un mecanism de navigare facilă prin aceste scheme. Dintre modelele de navigare, cele mai întâlnite sunt alegerea schemei dintr-o listă sau definirea unor zone “active” din schemă pe care dacă se face clic se ajunge în altă schemă sinoptică. Ultimul mod mulează modul natural de navigare de la general la particular (întâi am o privire de ansamblu și apoi merg în amănunt). În Figura 5.3 este prezentat un exemplu de fereastră tip hartă sinoptică a CET Freidorf.

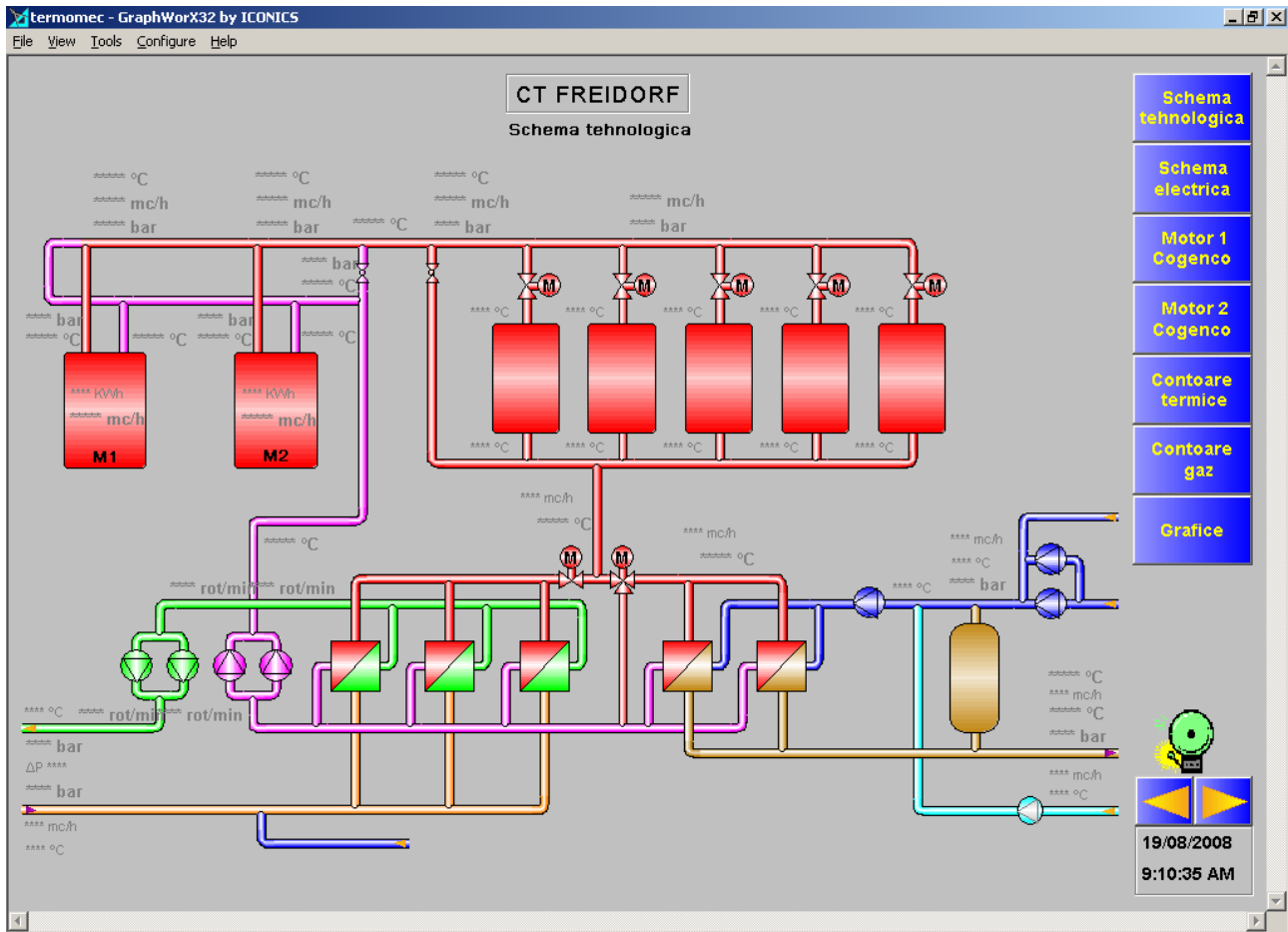


Figura 5.3. Hartă sinoptică a CET Freidorf

În continuare vom prezenta o secvență de program (realizată prin intermediul mediului de programare Visual C), destinată a realiza o fereastră tip hartă sinoptică.

```
//-----
// Functie de afisare a unei reprezentari tip schema sinoptica
// CT Freidorf
// Schema tehnologica
//

void CSchWnd::OnPaint()
{
    CPaintDC dc(this);    // device context for painting
    CDC dcMemo;
    HBITMAP hBmOld;
    CPen *myPen,*oldPen;
    // TODO: Add your message handler code here
    CRect rcw;
    GetClientRect(&rcw);
    //desenare fundal
    if(hbm!=NULL)
```



```
{  
    dcMemo.CreateCompatibleDC (&dc) ;  
    hBmOld=(HBITMAP) SelectObject (dcMemo.m_hDC,hbm) ;  
    hPrevPal=SelectPalette (dc.m_hDC,hpal,FALSE) ;  
    ::RealizePalette (dc.m_hDC) ;  
    BitBlt (dc.m_hDC,0,0,nWidth,nHeight,dcMemo.m_hDC,0,0,SRCCOPY) ;  
    myPen=new CPen ;  
    myPen->CreatePen (PS_SOLID,2,RGB (255,255,0)) ;  
    oldPen=(CPen*) dc.SelectObject (myPen) ;  
    dc.MoveTo (0,0) ;  
    dc.LineTo (rcw.right,0) ;  
    dc.LineTo (rcw.right,rcw.bottom) ;  
    dc.LineTo (0,rcw.bottom) ;  
    dc.LineTo (0,0) ;  
    dc.SelectObject (oldPen) ;  
    SelectObject (dcMemo.m_hDC,hBmOld) ;  
    dcMemo.DeleteDC () ;  
    delete myPen ;  
    SelectPalette (dc.m_hDC,hPrevPal,FALSE) ;  
        ::RealizePalette (dc.m_hDC) ;  
    }  
  
    if(updated)          //au avut loc modificari ale datelor?  
    for(int ai=0;ai<nrAna;ai++) { //reafisez datele analogice  
        AfisIdUm(ai) ;  
        AfisId(ai) ;  
    }  
    //actualizare starea marimilor tip binar  
    if(nrBin!=0)  
    {  
        CBrush br(colorB[0]), *oldB ;  
        oldB=(CBrush*) dc.SelectObject (&br) ;  
        for(int bi=0;bi<nrBin;bi++)  
        {  
            if(datebin[bi].id.lista!=MA)  
            {  
                CDC dcMemo ;  
                dcMemo.CreateCompatibleDC (&dc) ;  
                CBitmap myBitm,*pOldBtmp ;
```

```
        if(strcmp(datebin[bi].valcrt,"0")==0)
        {
            myBitm.LoadBitmap(datebin[bi].bitNo);
            pOldBtmp=(CBitmap*)dcMemo.SelectObject(&myBitm);
        }
    else
    if(strcmp(datebin[bi].valcrt,"1")==0)
    {
        myBitm.LoadBitmap(datebin[bi].bitANo);
        pOldBtmp=(CBitmap*)dcMemo.SelectObject(&myBitm);
    }
    else
    {
        myBitm.LoadBitmap(datebin[bi].bitDef);
        pOldBtmp=(CBitmap*)dcMemo.SelectObject(&myBitm);
    }
    dc.BitBlt(rcbin[bi].left,rcbin[bi].top,rcbin[bi].right-
rcbin[bi].left,rcbin[bi].bottom-rcbin[bi].top,
                &dcMemo,0,0,SRCCOPY);
    dcMemo.SelectObject(pOldBtmp);
    dcMemo.DeleteDC();
}
else
    {
        dc.SetTextColor( RGB(0,0,0) );
        dc.SetBkColor( RGB(192,192,192) );
        dc.DrawText(datebin[bi].valcrt,-1,&rcbin[bi],DT_SINGLELINE |
DT_VCENTER | DT_LEFT);
    }
} // end for
dc.SelectObject(oldB);
}

//redesenarea portiunilor "active"
CBrush br;
br.CreateSolidBrush(chenar);
    for(int ri=0;ri<nrRect;ri++)
        dc.FrameRect(&rct[ri],&br); //pBr);
// Do not call CMDIChildWnd::OnPaint() for painting messages
}
```

### V.3.2. Reprezentarea sub forma de bargraf

Deși afișarea valorilor instantanee ale unei mărimi pe scheme sinpotice ne oferă toate informațiile despre acea mărime, uneori este necesar ca un grup de mărimi să fie urmărite simultan. În acest caz, dacă mărimile trebuie corelate între ele, de exemplu menținute la aceeași valoare, urmărirea lor sub formă numerică pe scheme este un proces dificil. De aceea, ele pot fi grupate și reprezentate în aceeași fereastră sub formă de *bargrafuri*. Și cum o reprezentare grafică valorează uneori mai mult decît 1000 de numere, și în acest caz reprezentarea în aceasta formă face procesul de urmărire foarte ușor.

În Figura 4.4 prezentăm o fereastră care afișează presiunile pe magistrale sub formă de bargrafuri.

Prezentăm, pentru exemplificare, funcția care generează o fereastră tip bargraf, funcție scrisă utilizând limbajul Visual C și care face parte din pachetul software conceput de autor pentru CET Freidorf [7], [8].

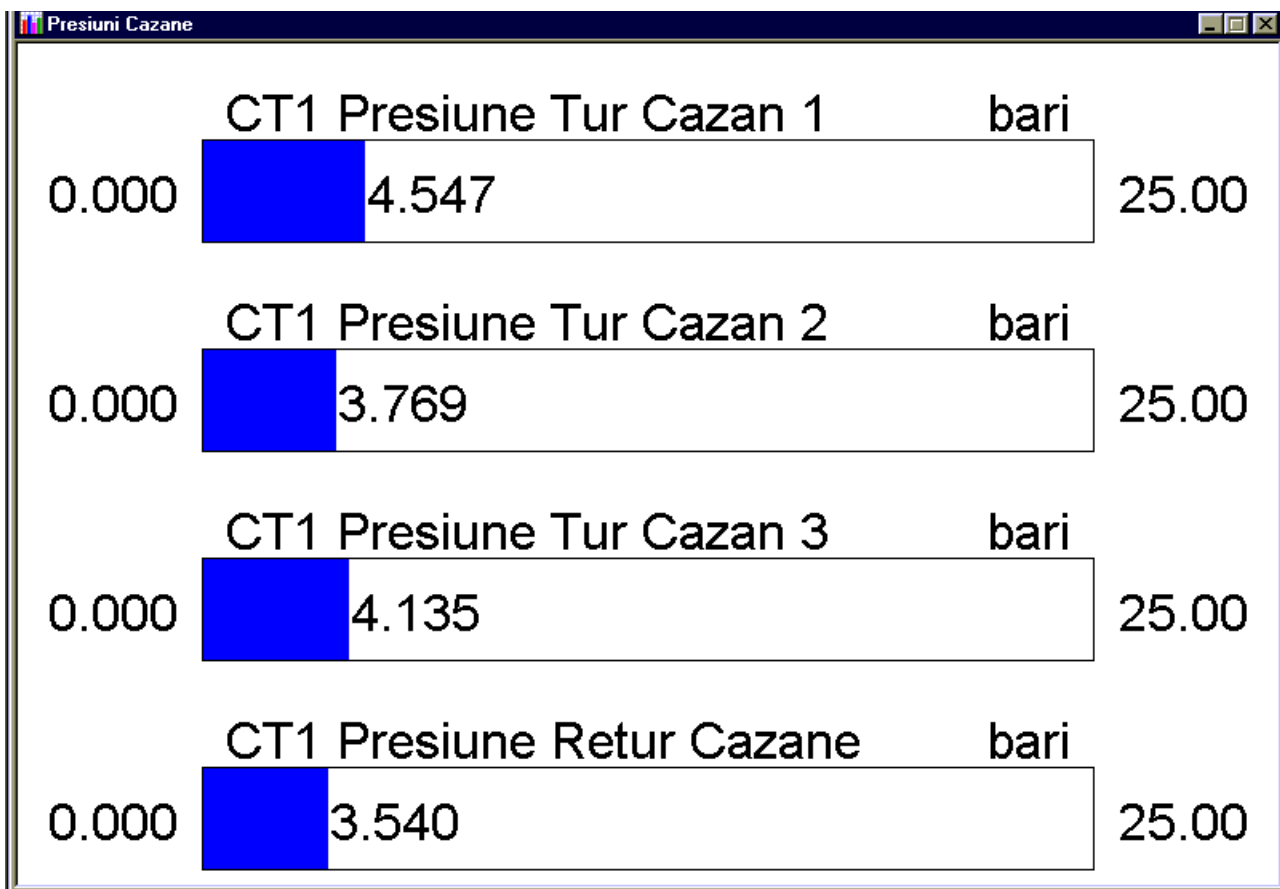


Figura 5.4. Fereastră de afișare cu bargrafuri.

```
//-----
// Functia de afisare bargrafuri
//

void CBargraf::Afisare(CDC* pdc, RECT* r)
{
    extern HBRUSH hbrush[13];
    extern HPEN hpen[13];
    CFont font;
    TEXTMETRIC tm;
    HBRUSH hv;
```

```
HPEN pOldPen;
CRect rct;
int val, limit, ind, latime, indice;
char sir[10];

if(!m_flag)
    ValGrafice(pdc, r);
limit=data->nr_marimi;
f.lfHeight=-height;
if(!font.CreateFontIndirect(&f))
    return;
CFont* pOldFont=pdc->SelectObject(&font);
pdc->GetTextMetrics(&tm);
latime=tm.tmAveCharWidth;
if(prim)
{
    height_ini=height;
    width_ini=latime;
    H=r->bottom-r->top;
    W=r->right-r->left;
    prim=FALSE;
}
latime=tm.tmMaxCharWidth;
for(int j=0; j<limit; j++)
{
    int dim=0;
    ind=j;
    // afis data->m_buf[ind]
    switch(data->marime_bargraf[ind].stare)
    {
        case ' ':
        case '>':
        case '<':
        case 'A':
        case 'a':
            if(data->marime_bargraf[ind].m_buf<data-
>marime_bargraf[ind].m_lim[0] ||
                data->marime_bargraf[ind].m_buf>data-
>marime_bargraf[ind].m_lim[1])
                continue;
            pdc->Rectangle(m_coord[0], (j+1)*sp-sp/20-m_coord[2],
                m_coord[1], (j+1)*sp-sp/20);

            if(data->marime_bargraf[ind].stare==' ') indice=4;
//0,128,121
            if(data->marime_bargraf[ind].stare=='<' || data-
>marime_bargraf[ind].stare=='>') indice=1;
            if(data->marime_bargraf[ind].stare=='A' || data-
>marime_bargraf[ind].stare=='a') indice=0;
            hv=(HBRUSH) SelectObject(pdc->m_hDC, hbrush[indice]);
            val=(int) (m_coord[0]+1+(data->marime_bargraf[ind].m_buf-
data->marime_bargraf[ind].m_lim[0])*(m_coord[1]-m_coord[0]-2)/(data-
>marime_bargraf[ind].m_lim[1]-data->marime_bargraf[ind].m_lim[0]));
            rct.left=m_coord[0]+1; rct.top=(j+1)*sp-sp/20-
m_coord[2]+1;
            rct.right=val; rct.bottom=(j+1)*sp-sp/20-1;
            FillRect(pdc->m_hDC, &rct, hbrush[indice]);
```

```
        // limite //
        int
        limita_prev_inf, limita_prev_sup, limita_av_inf, limita_av_sup;
        limita_prev_inf=(int) (m_coord[0]+1+(data-
>marime_bargraf[ind].m_lim_prev[0]-data-
>marime_bargraf[ind].m_lim[0])*(m_coord[1]-m_coord[0]-2)/(data-
>marime_bargraf[ind].m_lim[1]-data->marime_bargraf[ind].m_lim[0]));
        limita_prev_sup=(int) (m_coord[0]+1+(data-
>marime_bargraf[ind].m_lim_prev[1]-data-
>marime_bargraf[ind].m_lim[0])*(m_coord[1]-m_coord[0]-2)/(data-
>marime_bargraf[ind].m_lim[1]-data->marime_bargraf[ind].m_lim[0]));
        limita_av_inf=(int) (m_coord[0]+1+(data-
>marime_bargraf[ind].m_lim_av[0]-data-
>marime_bargraf[ind].m_lim[0])*(m_coord[1]-m_coord[0]-2)/(data-
>marime_bargraf[ind].m_lim[1]-data->marime_bargraf[ind].m_lim[0]));
        limita_av_sup=(int) (m_coord[0]+1+(data-
>marime_bargraf[ind].m_lim_av[1]-data-
>marime_bargraf[ind].m_lim[0])*(m_coord[1]-m_coord[0]-2)/(data-
>marime_bargraf[ind].m_lim[1]-data->marime_bargraf[ind].m_lim[0]));

        // lim prev inf
        if (limita_prev_inf>m_coord[0]+1)
        {
            if (data->marime_bargraf[ind].stare==' ' ||
val>=limita_av_sup)
                pOldPen = (HPEN)SelectObject(pdc->m_hDC,hpen[1]); //
galben
            else pOldPen = (HPEN)SelectObject(pdc->m_hDC,hpen[3]);
// verde

            pdc->MoveTo(limita_prev_inf,rct.top);
            pdc->LineTo(limita_prev_inf,rct.bottom);
            SelectObject(pdc->m_hDC,pOldPen);
        }

        // lim prev sup
        if (limita_prev_sup<m_coord[1]-1)
        {
            if (val>=limita_av_sup)
                pOldPen = (HPEN)SelectObject(pdc->m_hDC,hpen[1]); //
galben
            else pOldPen = (HPEN)SelectObject(pdc->m_hDC,hpen[3]);
// verde

            pdc->MoveTo(limita_prev_sup,rct.top);
            pdc->LineTo(limita_prev_sup,rct.bottom);
            SelectObject(pdc->m_hDC,pOldPen);
        }

        // lim av inf
        if (limita_av_inf>m_coord[0]+1)
        {
            if (val>=limita_av_sup)
                pOldPen = (HPEN)SelectObject(pdc->m_hDC,hpen[6]); //
negru
            else pOldPen = (HPEN)SelectObject(pdc->m_hDC,hpen[0]);
// rosu

            pdc->MoveTo(limita_av_inf,rct.top);
            pdc->LineTo(limita_av_inf,rct.bottom);
            SelectObject(pdc->m_hDC,pOldPen);
        }
    }
}
```

```

    }

    // lim av sup
    if (limita_av_sup < m_coord[1] - 1)
    {
        if (val >= limita_av_sup)
            pOldPen = (HPEN) SelectObject (pdc->m_hDC, hpen[6]); //
negru
        else pOldPen = (HPEN) SelectObject (pdc->m_hDC, hpen[0]);
// rosu

        pdc->MoveTo (limita_av_sup, rct.top);
        pdc->LineTo (limita_av_sup, rct.bottom);
        SelectObject (pdc->m_hDC, pOldPen);
    }

    //////////////// end limite ////////////////
    pdc->SetBkMode (TRANSPARENT);
    pdc->SetTextColor (RGB (0, 0, 0));
    SelectObject (pdc->m_hDC, hv);
    pdc->SetTextAlign (TA_LEFT | TA_TOP);
    sir[0] = '\0';
    Prel (data->marime_bargraf[ind].m_buf);
    if (latime * lstrlen (s) < (m_coord[1] - val + 2))
        pdc->TextOut (val + 1, (j + 1) * sp - sp / 20 - m_coord[2] / 2 -
height / 2, s, lstrlen (s));
    else
    {
        pdc->SetTextAlign (TA_RIGHT | TA_TOP);
        pdc->TextOut (m_coord[1] - 1, (j + 1) * sp - sp / 20 - m_coord[2] / 2 -
height / 2, s, lstrlen (s));
    }
    break;
default:
    pdc->Rectangle (m_coord[0], (j + 1) * sp - sp / 20 - m_coord[2],
                    m_coord[1], (j + 1) * sp - sp / 20);
    hv = (HBRUSH) SelectObject (pdc->m_hDC, hbrush[10]);
    rct.left = m_coord[0] + 1; rct.top = (j + 1) * sp - sp / 20 -
m_coord[2] + 1;
    rct.right = m_coord[1] - 1; rct.bottom = (j + 1) * sp - sp / 20 - 1;
    FillRect (pdc->m_hDC, &rct, hbrush[10]);
    SelectObject (pdc->m_hDC, hv);
}
}
pdc->SelectObject (pOldFont);
font.DeleteObject ();
}

```

### **V.3.3. Ferestre cu grafice de evoluție în timp**

Valorile instantanee, afișate pe schemele sinoptice dau informații despre valoarea mărimii în momentul ultimei citiri a acesteia. De multe ori este util ca acestei mărimi să i se traseze un grafic de evoluție, care să dea informații despre evoluția sa într-un anumit interval de timp.

Facilitățile ferestrelor de afișare grafică pot varia de la ferestre de afișare simple, neinteractive, la reprezentări complicate capabile de autoscalare și interacțiune dinamică cu utilizatorul, dotate cu funcții de localizare pentru minim / maxim, etc.

Graficele sunt de 2 tipuri: real time, care permite reprezentarea grafică a evoluției mărimii pe o perioadă de timp în jurul momentului actual (de obicei ziua sau ora curentă) și care au o singură mărime afișată și grafice istorice care permit reprezentarea unui număr mai mare de mărimi (pentru comparare, etc.) și pe orice perioadă. Graficele real time folosesc de regulă la urmărirea tendințelor pe termen scurt și pot include un număr mare de puncte precum și detalierea până la nivel de secundă a evoluției datelor.

Datele istorice pe de altă parte pot reprezenta perioade mai mari de timp și uneori folosesc valori medii pentru aceste reprezentări. Atenție deosebită trebuie acordată în cazul în care pe același grafic se reprezintă mărimi care nu au aceeași scală (sau chiar unități de măsură diferite) caz în care se va folosi o reprezentare procentuală pe grafic. De asemenea, o atenție deosebită trebuie acordată valorii lipsă (sau stare defect), când o mărime nu trebuie afișată (valoarea ei lipsește pe respectiva perioadă sau senzorul a fost defect). Baza de date trebuie să fie înzestrată cu posibilitatea înregistrării valorii lipsă (valoare NULL în terminologia de specialitate) sau să dețină un câmp suplimentar cu starea mărimii.

În Figura 5.5 prezentăm o astfel de fereastră grafică.

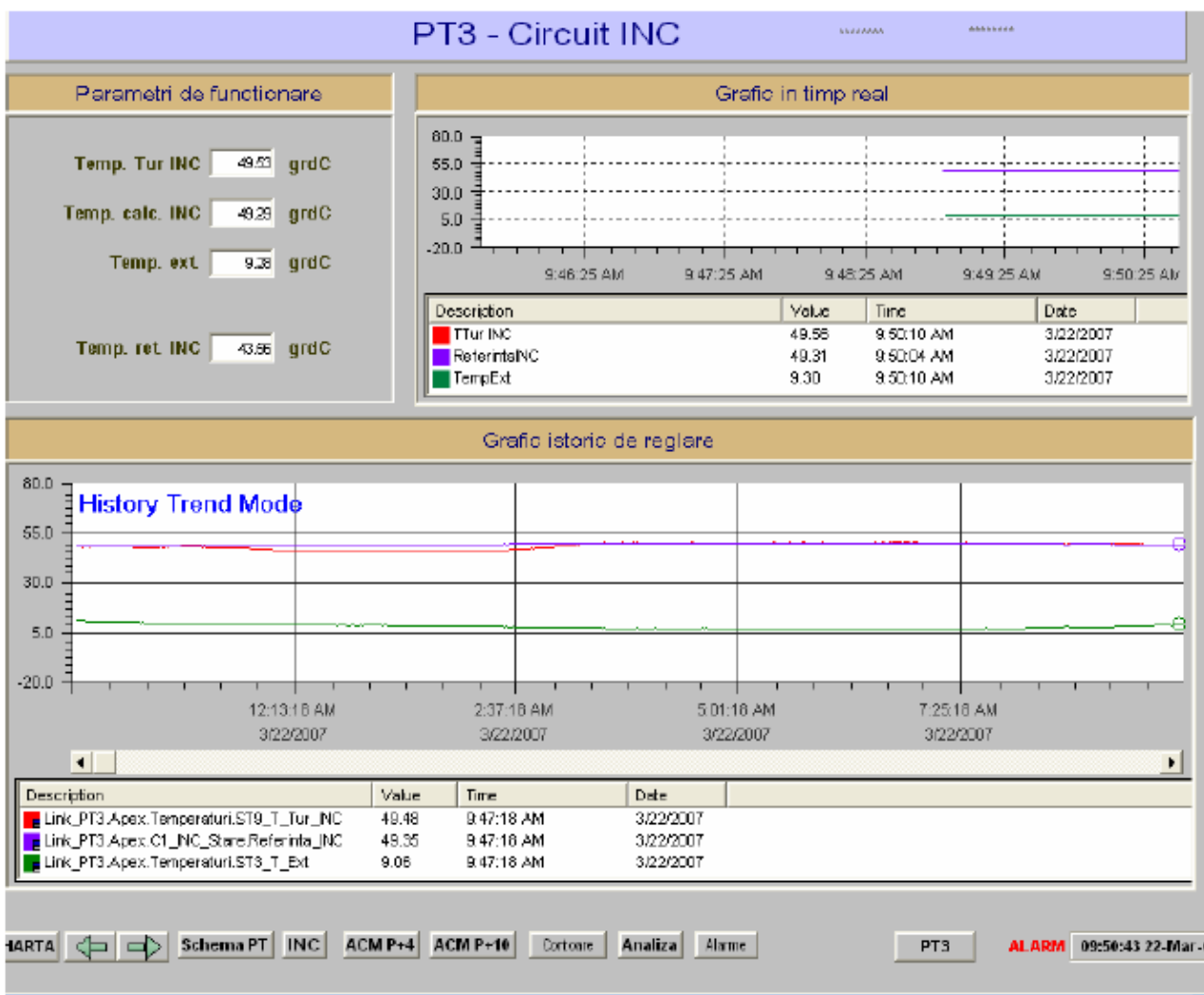


Figura 5.5. Fereastră cu grafice de evoluție în timp.

În cadrul schemelor sau separat pot exista și reprezentări sub formă de grafice. Există două tipuri de grafice, anume grafice curente și grafice istorice. Graficele curente sunt construite pe măsură ce datele sunt citite din proces. Graficele istorice reprezintă date care au fost stocate în baza de date de pe server și care pot fi reprezentate pe perioade mult mai lungi.

În partea de sus a schemei este reprezentat un grafic în timp real (care este creat pe măsură ce datele sunt culese) iar în partea de jos se vede un grafic de tip istoric. Prin deplasarea cursorului în fereastra graficului, în partea de legendă de jos vor fi prezentate valorile mărimilor la momentul la care este deplasat cursorul.

Prin dublu click pe grafic se deschide fereastra de modificare/navigare în grafic [8]:



Fereastra are următoarele butoane (de la stânga la dreapta) :

- **Editare mărime.** De aici se poate modifica sau șterge una din mărimile afișate pe grafic ;
- **Editare grafic.** De aici se pot modifica proprietăți generale ale graficului afișat cum ar fi factorul de zoom, numărul de linii din grid, etc. ;
- **Editare perioadă.** Aici se poate modifica perioada afișată într-o fereastră și perioada de eșantionare a semnalului.
- **Mod Offline (Freeze Mode).** Acest mod este folosit pentru graficele de timp real pentru a le face să se comporte ca graficele de tip istoric (să se poată naviga cu cursorul prin el) ;
- **Statistica.** Dacă se apasă acest buton apare o statistică pentru fiecare din semnalele din grafic (minim, maxim, medie, abatere, etc), statistica respectivă putând fi salvată sub forma unui fișier de tip text
- **Zoom.** Prin acest buton se poate face zoom pe graficul curent. Pentru revenire se dă click dreapta ;
- **Pagina Înapoi.** Acest buton modifică datele afișate cu o perioadă de afișare în urmă (de ex. dacă perioada de afișare este 24 ore, se va muta cu o zi înapoi) ;
- **Cursor Înapoi.** Mută cursorul din grafic (care este o linie verticală) înapoi. Același efect se poate obține prin deplasarea cursorului cu mouse-ul ;
- **Cursor Înainte.** Similar Cursor Înapoi;
- **Pagina Înainte.** Similar Pagina Înapoi;
- **Setare dată de afișare.** Dacă se doresc datele dintr-o anumită dată se apasă acest buton și se selectează data și timpul dorite a fi afișate în trend ;
- **Arată Comentarii.** Arată eventualele comentarii inserate în trend ;
- **Tipărire Trend ;**
- **Salvare Trend** (accesibil doar pentru Internet) ;
- **Dock Toolbar.** Permite lipirea barei de instrumente (figura de mai sus) direct de trend în loc să fie fereastră individuală.

Secvența de program utilizată pentru generarea unei asemenea ferestre este prezentată mai jos.

```
//-----  
// Functie de afisare a valorilor sincron cu miscarea cursorului pe grafic  
//  
void CGraf2::OnMouseMove(UINT nFlags, CPoint point)  
{  
    // TODO: Add your message handler code here and/or call default  
  
    char diag[32]="";  
    if((stfocus==1)&&((point.x!=antpoint.x)|| (point.y!=antpoint.y))) {  
        //verifica apartenenta la zona client  
        if ((point.x>m_coord[0]) && (point.x<m_coord[2])  
&&(point.y>m_coord[3]) && (point.y<m_coord[1])) {  
  
            int i,j,min,litr,lstr,tmax,tipc;  
            short v;  
            float vf,cic,di,ds;
```



```
genbd_type *ap;

if(actlin==1){
    marclinie(point);
    marclinie(antpoint);
    antpoint=point;
}
else{
    actlin=1;
    marclinie(point);
    antpoint=point;
    SetCapture();
}
// determina minutul care trebuie afisat
min=(int)((point.x-m_coord[0])/((m_coord[2]-
m_coord[0])/24.)*60.);

min++;
//ora curenta
CTime t = CTime::GetCurrentTime();
if (timer)
    tmax=t.GetHour()*60+t.GetMinute();
else
    tmax=24*60;
if (timer&&(min>tmax))
    min=tmax;
//pregatire buffere valori
for (i=0; i<m_nrgraf; i++) {
    ap=pWBDate->atm_find_off(ids[i]);
    switch (ids[i].lista) {
        case AA: case aA:
            ds=ap->wa.ms;
            di=ap->wa.mi;
            litr=ap->wa.litr;
            lstr=ap->wa.lstr;
            if (ap->wa.prel_inst==PI_A_LIN) {
                tipc=0;
                cic=(ds-di)/(float)(lstr-litr);
            }
            else {
                tipc=1;
                cic=(float)(((double)(ds-di))/sqrt((double)(lstr-litr)));
            }
            break;
        case CA: case cA:
            ds=ap->wc.ds;
            di=ap->wc.di;
            litr=0;
            lstr=4096;
            tipc=0;
            cic=(ds-di)/(float)(lstr-litr);
            break;
        case TA:
            ds=ap->wt.ds;
            di=ap->wt.di;
            litr=0;
            lstr=4096;
            tipc=0;
```

```
        cic=(ds-di)/(float)(lstr-litr);
        break;
    }
    SetGetVal(GV_MINUT,buff[i],bufflen[i]);
    for (j=0; j<min; j++) { //elimina valorile anterioare
        v=GetVal();
        if (v==-1)
            break;
    }
    if (v>=0) { // valoare existenta (v=-2
daca e inexistentă)
        if(flana) {
            if (v<litr) v=litr; // limitare inferioara
            if (v>lstr) v=lstr; // limitare superioara
            if (tipc==0) //liniara
                vf=di+(v-litr)*cic;
            else
                vf=di+(float)(sqrt((double)(v-litr))*(double)cic);
        }
        else {
            if (v==VL_B_NORMAL)
                strcpy(diag,ap->wb.diag_norm);
            else
                strcpy(diag,ap->wb.diag_anorm);
            vf=1-v;
        }
    }
    else
        vf=V_GOL;
        CClientDC pdc(this);
        CRect r;
        GetClientRect(r);
        if(j>0) SetValCurenta(&pdc,i,vf,diag,&r); // daca in buffer
(fisier) era macar o valoare
        AfisareTimp(&pdc,min,&r);
    }
}
else{
    ReleaseCapture();
    if(actlin==1){
        CClientDC pdc(this);
        CRect r;
        GetClientRect(r);
        AfisareTimp(&pdc,-1,&r);

        marclinie(antpoint);
        actlin=0;

        int i,j,litr,lstr,tmax,tipc;
        short v;
        float vf,cic,di,ds;
        genbd_type *ap;
        CTime t = CTime::GetCurrentTime();
        if (timer)
            tmax=t.GetHour()*60+t.GetMinute();
        else
            tmax=24*60;
        //pregatire buffere valori
```

```
for (i=0; i<m_nrgraf; i++) {
    ap=pWBDate->atm_find_off(ids[i]);
    switch (ids[i].lista) {
        case AA: case aA:
            ds=ap->wa.ms;
            di=ap->wa.mi;
            litr=ap->wa.litr;
            lstr=ap->wa.lstr;
            if (ap->wa.prel_inst==PI_A_LIN) {
                tipc=0;
                cic=(ds-di)/(float)(lstr-litr);
            }
            else {
                tipc=1;
                cic=(float)((double)(ds-di)/sqrt((double)(lstr-litr)));
            }
            break;
        case CA: case cA:
            ds=ap->wc.ds;
            di=ap->wc.di;
            litr=0;
            lstr=4096;
            tipc=0;
            cic=(ds-di)/(float)(lstr-litr);
            break;
        case TA:
            ds=ap->wt.ds;
            di=ap->wt.di;
            litr=0;
            lstr=4096;
            tipc=0;
            cic=(ds-di)/(float)(lstr-litr);
            break;
    }
    SetGetVal(GV_MINUT, buff[i], bufflen[i]);
    for (j=0; j<tmax; j++) { //elimina valorile anterioare
        v=GetVal();
        if (v==-1)
            break;
    }
    if (v>=0) { // valoare existenta
(v=-2 daca e inexistentă)
        if (flana) {
            if (v<litr) v=litr; // limitare inferioara
            if (v>lstr) v=lstr; // limitare superioara
            if (tipc==0) //liniara
                vf=di+(v-litr)*cic;
            else
                vf=di+(float)(sqrt((double)(v-litr))*(double)cic);
        }
        else {
            if (v==VL_B_NORMAL)
                strcpy(diag, ap->wb.diag_norm);
            else
                strcpy(diag, ap->wb.diag_anorm);
            vf=1-v;
        }
    }
}
```

```

else
    vf=V_GOL;

    CClientDC pdc(this);
    CRect r;
    GetClientRect(r);
    if(j>0) SetValCurenta(&pdc,i,vf,diag,&r); // daca in buffer
(fisier) era macar o valoare
    }
}
}

CMDIChildWnd::OnMouseMove(nFlags, point);
}
    
```

### V.3.4. Ferestre de evenimente

De o mare importanță în urmărirea unui proces tehnologic se dovedesc a fi evenimentele. Deși mai puțin severe decât alarmele, evenimentele înregistrează orice modificare survenită în procesul normal de funcționare a unei instalații. După afișarea listei de evenimente navigarea se va face cu ajutorul săgeților și a tastelor funcționale [9]. Un astfel de exemplu este prezentat în Figura 5.6.

Informațiile stocate în acest loc sunt de tip echipament *pornit / oprit / defect* precum și schimbările de stare. Fiecare astfel de eveniment este înregistrat împreună cu momentul de timp la care s-a produs. Pentru urmărirea ușoară a evenimentelor se utilizează următorul cod al culorilor. Un posibil model de cod al culorilor este următorul:

- **GALBEN** eveniment de tip informativ, precizând că un echipament funcționează OK;
- **NEGRU** eveniment ce precizează starea de nefuncționare a unui echipament (oprit / defect);
- **VERDE** un element binar se găsește în starea normală (de ex. un bec normal stins);
- **ROSU** un element binar se găsește în starea de funcționare opusă stării normale.

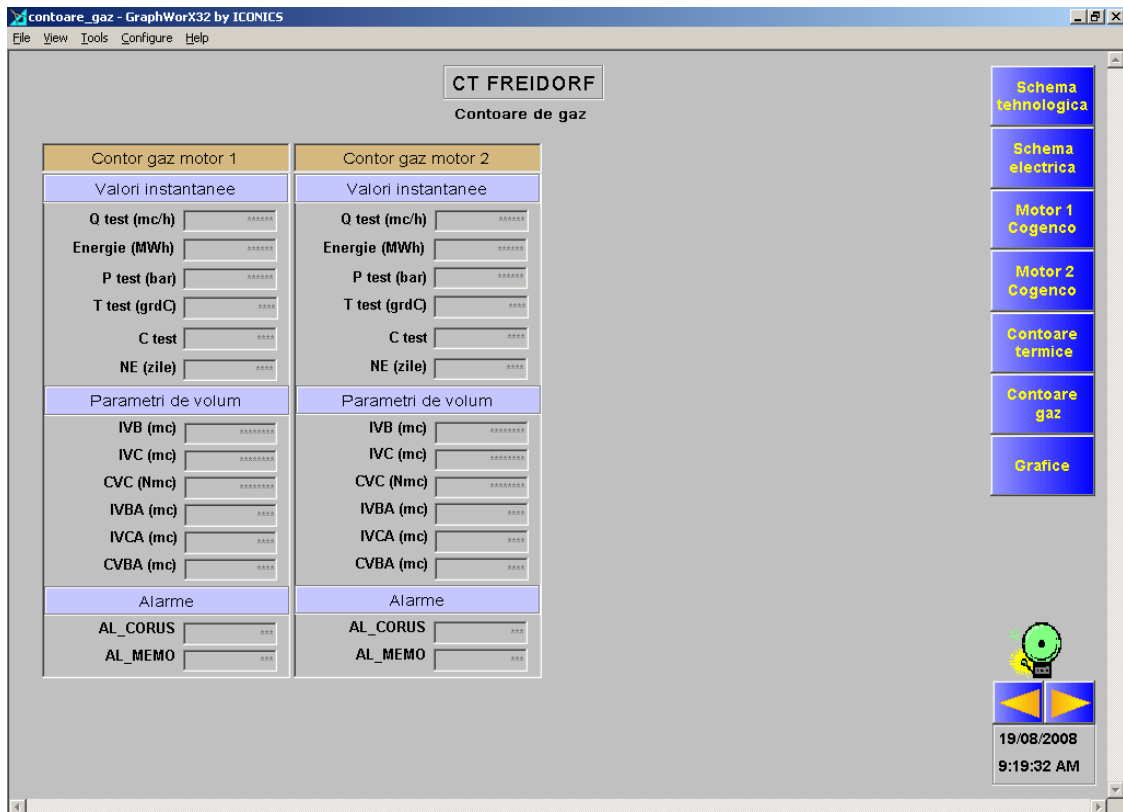


Figura 5.6. Fereastră de raportare evenimente

Secvența de program pentru generarea unei astfel de ferestre este redată mai jos:

```
//-----//  
Functia care citeste din fisierul de evenimente si pregateste afisarea  
  
//  
BOOL CEvFis::CitFis() {  
    BOOL term=TRUE;  
    int fh,i,j;  
    char coderr[10];  
    ev_fis_type evf;  
    eventl evb;  
    genbd_type *ap;  
    struct tm cev;  
    if (-1==(fh=_open(filename,_O_BINARY | _O_RDONLY ))) return FALSE;  
    pMyApp->DoWaitCursor(1);  
    if ((_filelength(fh)!=0) &&  
        (_filelength(fh)%sizeof(ev_fis_type))==0) {  
        //alocare buffer  
        nnrlinii=(unsigned int) (_filelength(fh)/sizeof(ev_fis_type));  
        bufflen=(long) (nnrlinii)*sizeof(eventl); //dimensiune buffer in  
bytes  
        if ((hnd=GlobalAlloc(GPTR,bufflen))!=NULL) {  
            if ((buff=(eventl *)GlobalLock(hnd))!=NULL) {  
                m_bHasBuf=TRUE;  
                //citire din fisier  
                pWBDate->FILEprotect();  
                i=0;  
                while (sizeof(ev_fis_type)==_read(fh,&evf,sizeof(ev_fis_type)))  
{ //citeste un eveniment  
                    if (NULL!=(ap=pWBDate->atm_find_off(evf.id))) {  
                        cev=*localtime(&evf.ceas.sec);  
                        sprintf(evb.stri,"%s %02d-%s-%04d %02d:%02d:%02d,%03d  
",Zi[cev.tm_wday],  
                            cev.tm_mday,Luni[cev.tm_mon],cev.tm_year+1900,  
                            cev.tm_hour,cev.tm_min,cev.tm_sec,evf.ceas.ms);  
                        switch (evf.id.lista) {  
                            case DA:  
                            case BA:  
                            case bA:  
                                strcat(evb.stri,ap->wb.name);  
                                for (j=strlen(evb.stri); j<63; j++) evb.stri[j]=' '  
                                evb.stri[j]='\0';  
                                if (evf.st_val.val==VL_B_NORMAL)  
                                    strcat(evb.stri,ap->wb.diag_norm);  
                                else  
                                    strcat(evb.stri,ap->wb.diag_anorm);  
                                evb.stare=evf.st_val.val;  
                                evb.atrib=(evf.st_val.act_pas)?AT_ACTIV:AT_PASIV;  
                                break;  
                            case MA:  
                            default:  
                                strcat(evb.stri,ap->wm.name);  
                                for (j=strlen(evb.stri); j<63; j++) evb.stri[j]=' '  
                                evb.stri[j]='\0';  
                                if (evf.st_val.stare==ST_VAL_OK) {  
                                    strcat(evb.stri,"PORNIT");  
                                }  
                        }  
                    }  
                    i++;  
                }  
            }  
        }  
    }  
}
```

```
        if (evf.st_val.val!=0) {
            sprintf(coderr, " (%d)", evf.st_val.val);
            strcat(evb.stri, coderr);
        }
    }
    else {
        if (evf.st_val.val>=0x80)
            strcat(evb.stri, "OPRIT ");
        else
            strcat(evb.stri, "DEFECT");
        sprintf(coderr, " (%2x)", evf.st_val.val);
        strcat(evb.stri, coderr);
    }
    evb.stare=(evf.st_val.stare==ST_VAL_OK)?4:5;
    evb.atrib=(evf.st_val.act_pas)?AT_ACTIV:AT_PASIV;
}
}
if ((nrcntr==0) || evcentralacurenta(arcfis[nrcntr].cod, evf.id)) {
    memcpy(&buff[i], &evb, sizeof(eventl));
    i++;
}
}
pWBDate->FILEunprotect();
}
else {
    TRACE("GlobalLock buffer fisier evenimente");
    term=FALSE;
}
}
else {
    TRACE("GlobalAlloc buffer fisier evenimente");
    term=FALSE;
}
}
else {
    TRACE("Dimensiune fisier evenimente");
    term=FALSE;
}
}
_close(fh);
nnrlinii=i;
nVscrollmax=max(0, nnrlinii-nyclient/nychar);
nVscrollpos=nVscrollmax;
SetScrollRange(SB_VERT, 0, nVscrollmax, FALSE);
SetScrollPos(SB_VERT, nVscrollpos, TRUE);
Invalidate();
pMyApp->DoWaitCursor(-1);
return term;
}
```

### **V.3.5. Ferestre de Raportare**

Una dintre cele mai folosite funcții a aplicației software de gestiune a SCADA este cea de generare a rapoartelor. În cadrul acestor rapoarte se obțin date sintetice, în formă tabelară. În general, dar nu obligatoriu, rapoartele sunt zilnice (ce conțin date orare) și lunare (ce conțin date zilnice) [10].

Valorile conținute de către aceste rapoarte sunt furnizate de calcule specifice, definite în cadrul fișierelor de configurare. Cele mai uzuale sunt minimul / maximul valorii unei mărimi, media orară / zilnică, indexul la o anumită dată sau diferența de index pe o perioadă de timp.

Modalitatea de bază pentru vizualizarea unui raport este afișarea fișierului de tip Excel din directorul Rapoarte. Formatul fișierului este:

<Denumire\_Raport>\_ZZLLLLLAAAA\_HHMMSS.xls

unde:

ZZ = ziua, LLLLL = luna (in format text, max.5 caractere), AAAA = anul, HH = ora, MM = minutul, SS = secunda. Datele se referă la momentul salvării fișierului.

Exemplu : Raport\_PT1\_15April2007\_000028.xls

În Figura 5.7 prezentăm o astfel de fereastră de rapoarte privind consumurile orare și indecși orari privind energia termică și apa caldă menajeră.

		PT1														
Data	Ora	PRIMAR				INCALZIRE				ACM P+*						
		T Tur	T Retur	P Tur	P Retur	Debit	T Tur	T Retur	T Ref	T Ext	P Tur	P Retur	Debit	T Tur	T Recirc	T Ref
14-Apr-07	0:00:00	69.62	52.27	5.85	3.83	9.92	48.07	42.70	46.28	9.53	3.87	3.52	28.92	64.68	27.03	65.00
14-Apr-07	1:00:00	70.05	53.92	6.13	4.12	9.06	48.48	43.09	48.73	8.78	3.82	3.45	28.42	64.87	27.07	65.00
14-Apr-07	2:00:00	68.57	53.37	6.14	4.09	11.22	49.03	43.31	49.35	7.68	3.91	3.54	28.85	64.94	26.97	65.00
14-Apr-07	3:00:00	69.50	53.30	6.21	4.08	9.92	49.26	43.53	49.51	7.52	3.81	3.46	28.85	65.21	26.97	65.00
14-Apr-07	4:00:00	70.78	53.79	6.16	3.91	11.00	49.80	43.95	49.86	6.91	4.02	3.65	28.78	64.06	26.84	65.00
14-Apr-07	5:00:00	71.90	46.99	6.16	4.03	11.00	50.28	44.47	50.08	6.57	3.72	3.35	28.92	64.80	26.56	65.00
14-Apr-07	6:00:00	72.05	48.54	6.10	3.96	11.87	50.82	44.98	50.62	5.75	3.76	3.39	28.27	65.39	26.24	65.00
14-Apr-07	7:00:00	72.14	50.72	6.25	4.06	10.64	49.62	44.62	49.57	7.37	3.94	3.57	27.70	59.19	26.08	65.00
14-Apr-07	8:00:00	70.53	53.80	6.42	3.75	13.81	55.23	44.24	48.67	8.78	3.46	3.47	27.70	63.42	25.98	65.00
14-Apr-07	9:00:00	71.83	52.69	6.43	3.20	4.80	69.09	45.40	47.59	10.76	3.54	3.55	0.35	67.22	26.24	65.00
14-Apr-07	10:00:00	71.33	50.62	6.53	3.29	13.74	68.33	46.86	45.71	13.69	3.57	3.58	0.28	67.64	26.59	65.00
14-Apr-07	11:00:00	71.00	49.28	6.53	3.24	7.55	58.27	39.88	44.79	15.35	3.34	3.35	0.00	67.13	26.50	65.00
14-Apr-07	12:00:00	71.10	49.15	6.61	3.27	10.14	50.94	43.74	43.71	17.12	3.37	3.38	0.00	67.72	26.53	65.00
14-Apr-07	13:00:00	70.77	46.64	6.59	3.21	7.62	46.25	42.99	43.49	17.47	3.31	3.32	0.00	64.08	26.46	65.00
14-Apr-07	14:00:00	69.25	47.67	6.40	3.10	6.83	43.66	42.09	10.00	18.53	3.49	3.50	0.00	66.16	26.38	65.00
14-Apr-07	15:00:00	70.59	43.15	6.43	3.08	6.69	42.51	41.31	10.00	18.23	3.33	3.34	0.00	65.26	26.44	65.00
14-Apr-07	16:00:00	72.51	45.39	6.39	3.18	7.69	42.25	40.79	10.00	18.30	3.52	3.54	0.00	65.32	26.36	65.00
14-Apr-07	17:00:00	73.30	53.12	6.15	3.04	6.18	41.91	39.45	43.67	17.15	3.63	3.64	0.00	68.71	26.39	65.00
14-Apr-07	18:00:00	74.66	45.82	5.87	3.90	11.29	50.34	40.41	44.41	15.91	3.97	3.60	0.00	65.81	26.29	65.00
14-Apr-07	19:00:00	75.22	42.16	5.94	4.14	10.07	45.17	40.68	44.87	15.19	3.72	3.35	29.64	66.97	26.41	65.00
14-Apr-07	20:00:00	75.22	43.47	6.07	4.46	10.64	45.54	41.53	45.26	14.58	3.75	3.38	30.43	63.29	26.57	65.00
14-Apr-07	21:00:00	75.28	39.28	5.99	4.15	7.26	45.58	41.77	45.56	14.02	3.95	3.60	30.43	64.88	26.79	65.00
14-Apr-07	22:00:00	73.75	52.05	6.17	4.44	6.61	45.73	41.57	45.99	13.25	3.90	3.54	29.78	69.95	26.83	65.00
14-Apr-07	23:00:00	69.54	64.41	6.18	4.57	28.85	46.29	41.52	46.60	12.34	3.99	3.64	29.78	68.57	28.98	65.00

Figura 5.7. Fereastră de raportare evenimente

```
//-----
// Functia de procesare initiala a fisierului de configurare
// pentru generare rapoarte
//
int CSprWnd::OnCreate(LPCREATESTRUCT lpCreateStruct) {
    if (CMDIChildWnd::OnCreate(lpCreateStruct) == -1)
        return -1;

    // TODO: Add your specialized creation code here
    CRect rcWin,rcClWin;
    HFILE hf;
    LONG colors,sizeimage,c,counti;
    TEXTMETRIC tm;
    LOGFONT f;
    int fh,rez,i,j,m,n,tipbm,nrd;
    char
    fname[80],nume_sch[80],idsi[20][100],vls[50][10],oldcwd[80],stare;
```

```
int xi[10],yi[10],xinc[10],yinc[10],nrlin[10],nracol[10];
float value;
BOOL fl_paint;
genbd_type *ap, *app;
char numedir[64];
fis_type fis;

Expresie expr; //pentru calcule pe coloane
CString formula;

m_bHasBits=FALSE;
//Initializare Cels
for (i=0; i<600; i++) {
    Cels[i].id.lista=0;
    Cels[i].tip='x';
    strcpy(Cels[i].buffer,"");
}
strcat(strcpy(fname,DirBdate), "\\arcview.ini");
//strcpy(fname, "..\\offdb\\arcview.ini");
fh=fopen(fname,O_RDONLY | O_TEXT);
up_case(numew,numew);

//suport pt. raport automat
autobitmap=false;

//pregateste nume fisier .bmp
if (find_line(fh,numew,"BITMAP",Lin))
{
    copy_par(Lin,MAXPAR,TabelPar,Result);
    if (Result) {
        autobitmap=true;
    }
    else
    {
        strcpy(ume_sch,DirScheme);
        strcat(ume_sch, "\\");
        strcat(ume_sch,TabelPar[1]);
        strcat(ume_sch, ".BMP");
    }
}
else
    autobitmap=true;

//tip raport
find_line(fh,numew,"TIP",Lin);
copy_par(Lin,MAXPAR,TabelPar,Result);
//nr. tabele in raport
nrtab=ini_integer(TabelPar[1],Result);
if (Result) {
    MessageBox("Numar tabele in arcview.ini", "Eroare!", MB_ICONSTOP);
    fclose(fh);
    return -1;
}

if (autobitmap && (nrtab!=1))
{
    MessageBox("Pentru desenare automata nr. de tabele trebuie sa
fie 1", "Eroare", MB_ICONSTOP);
}
```



```
        tclose(fh);
        return -1;
    }

    if (nrtab>10) nrtab=10; //maxim 10 tabele
    //nume fisier curent
    strcpy(CrtFileName,"");
    CrtFileHnd=-1;
    //tip date (zi sau luna)
    up_case(TabelPar[2],TabelPar[2]);
    if (0==strcmp(TabelPar[2],"LUNA")) TipRap='L';
    else
        if (0==strcmp(TabelPar[2],"ZI")) TipRap='Z';
        else {
            MessageBox("Tip raport in arcview.ini","Eroare!",MB_ICONSTOP);
            tclose(fh);
            return -1;
        }

    //preia datele din ini, pentru fiecare tabel
    nrId=0;
    for(i=0; i<nrtab; i++) {
        itoa(i+1,cx,10);

        strcpy(cod,"T");
        strcat(cod,cx);
        find_line(fh,numew,cod,Lin);
        copy_par(Lin,MAXPAR,TabelPar,Result);
        if (Result) {
            MessageBox("Coordonate tabel in
arcview.ini","Eroare!",MB_ICONSTOP);
            tclose(fh);
            return -1;
        }
        //x,y colt stanga sus tabel
        xi[i]=atoi(TabelPar[1]);
        yi[i]=atoi(TabelPar[2]);
        //latime,inaltime (in pixeli) ale unei celule
        xinc[i]=atoi(TabelPar[3]);
        yinc[i]=atoi(TabelPar[4]);

        //coloane
        strcpy(cod,"COL");
        strcat(cod,cx);
        find_line(fh,numew,cod,Lin);
        copy_par(Lin,MAXPAR,TabelPar,Result);
        if (Result) {
            MessageBox("Coloane tabel in arcview.ini","Eroare!",MB_ICONSTOP);
            tclose(fh);
            return -1;
        }
        //numar coloane
        nrcol[i]=ini_integer(TabelPar[1],Result);
        if (nrcol[i]>20) nrcol[i]=20; //maxim 20 coloane
        //id-uri marimi de pe coloane
        for (j=0; j<nrcol[i]; j++)
            strcpy(idsi[j],TabelPar[2+j]);
        if (autobitmap) //denumirile capetelor de coloana
```

```
{
    strcpy(cod, "CAPTABEL");
    strcat(cod, cx);
    if (find_line(fh, numew, cod, Lin))
    {
        copy_par(Lin, MAXPAR, TabelPar, Result);
        if (Result) {
            MessageBox("Nu sint specificate capetele de
coloana!!!", "Eroare!", MB_ICONSTOP);
            tclose(fh);
            return -1;
        }
        //numele capetelor de coloane
        for (j=0; j<nrcol[i]; j++)
            strcpy(capcoloana[j], change_(TabelPar[2+j]));
        }
        else
        {
            MessageBox("Nu sint specificate denumirile
coloanelor!", "Eroare ...", MB_ICONSTOP);
            tclose(fh);
            return -1;
        }
    }
}
//linii
strcpy(cod, "LIN");
strcat(cod, cx);
find_line(fh, numew, cod, Lin);
copy_par(Lin, MAXPAR, TabelPar, Result);
if (Result) {
    MessageBox("Linii tabel in arcview.ini", "Eroare!", MB_ICONSTOP);
    tclose(fh);
    return -1;
}
//numar linii
nrlin[i]=ini_integer(TabelPar[1], Result);
if (nrlin[i]>50) nrlin[i]=50; //maxim 50 linii
//tipuri valori de pe linii
int inceput, sfarsit;
char *p;
for (n=j=0; j<nrlin[i]; n++) {
    if (NULL!=(p=strchr(TabelPar[2+n], '-')) ) {
        *p='\0';
        if (0!=(inceput=atoi(TabelPar[2+n]+1)))
            if (0!=(sfarsit=atoi(p+1)))
                if (sfarsit>=inceput) {
                    for (m=0; m<sfarsit-inceput+1; m++) {
                        vls[j][0]=TabelPar[2+n][0];
                        vls[j][1]='\0';
                        strcat(vls[j], itoa(inceput+m, cx, 10));
                        j++;
                    }
                    continue;
                }
            }
        }
    }
    strcpy(vls[j], TabelPar[2+n]);
    j++;
}
```

```

for(m=0;m<nrcol[i];m++)
for(n=0;n<nrlin[i];n++) {
    Cels[nrId].rct.left=xi[i]+m*xinc[i];
    Cels[nrId].rct.right=xi[i]+(m+1)*xinc[i];
    Cels[nrId].rct.top=yi[i]+n*yinc[i];
    Cels[nrId].rct.bottom=yi[i]+(n+1)*yinc[i];
    if (idsi[m][0]=='<') {
        Cels[nrId].tip='s'; //string
        strcpy(Cels[nrId].buffer,idsi[m]+1); //fara
'<'
        Cels[nrId].buffer[strlen(Cels[nrId].buffer)-1]='\0'; //fara
'>'
    }
    else //adaugata pt. calcule pe coloana
    if ((idsi[m][0]=='c') || (idsi[m][0]=='('))
    {
        Cels[nrId].id.echidx=i; //pentru determinare start
        Cels[nrId].tip='='; //formula
        Cels[nrId].req=n;
        strcpy(Cels[nrId].buffer,idsi[m]);
        nrId++;
        //valorile sint de forma c1+c2 unde c1 si c2 reprezinta
coloana 1 respectiv 2
    }
    else {
        Cels[nrId].id=ini_id(idsi[m],Result);
        if (Result) {
            MessageBox("Id raport in arcview.ini","Eroare!",MB_ICONSTOP);
            tclose(fh);
            return -1;
        }
        switch(vls[n][0]) {
            case 'n': // nume marime
                Cels[nrId].tip='n';
                break;
            case 'u': // unitate masura
                Cels[nrId].tip='u';
                break;
            case 'v':
                Cels[nrId].req=atoi(vls[n]+1);
                if ( ((TipRap=='Z') && ((Cels[nrId].req<0) ||
(Cels[nrId].req>24))) ||
                ((TipRap=='L') && ((Cels[nrId].req<0) ||
(Cels[nrId].req>31))) )
                    Cels[nrId].tip='x';
                else
                    Cels[nrId].tip='v';
                break;
            case 'm':
                Cels[nrId].req=atoi(vls[n]+1);
                if ( ((TipRap=='Z') && ((Cels[nrId].req<0) ||
(Cels[nrId].req>24))) ||
                ((TipRap=='L') && ((Cels[nrId].req<0) ||
(Cels[nrId].req>31))) )
                    Cels[nrId].tip='x';
                else
                    Cels[nrId].tip='m';
        }
    }
}

```

```

        break;
    case 'M':
        Cels[nrId].req=atoi(vls[n]+1);
        if ( ((TipRap=='Z') && ((Cels[nrId].req<0) ||
(Cels[nrId].req>24))) ||
            ((TipRap=='L') && ((Cels[nrId].req<0) ||
(Cels[nrId].req>31))) )
            Cels[nrId].tip='x';
        else
            Cels[nrId].tip='M';
        break;
    case 'f':
        Cels[nrId].req=atoi(vls[n]+1);
        if ( ((TipRap=='Z') && ((Cels[nrId].req<0) ||
(Cels[nrId].req>24))) ||
            ((TipRap=='L') && ((Cels[nrId].req<0) ||
(Cels[nrId].req>31))) )
            Cels[nrId].tip='x';
        else
            Cels[nrId].tip='f';
        break;
    default:
        Cels[nrId].tip='x'; // eroare
    }
    nrId++;
}
}
}

fclose(fh);
}

```

### **V.3.6. Fereastra de alarmare**

În cazul urmării unor procese complexe și cu grad înalt de periculozitate, apariția unei funcționări anormale în sistem trebuie semnalată prompt și prin toate mijloacele posibile. Trebuie spus că nu toate mărimile furnizează semnale de alarmă ci numai cele configurate în acest sens. Recepționarea unor informații despre o stare anormală de funcționare a unei mărimi generatoare de alarmă este semnalată prin apariția în prim plan a unei ferestre în care este specificat tipul erorii apărute. Această fereastră nu poate fi închisă și nu dispare decât în cazul revenirii la normal a mărimii sau a acceptării sale de către operator. Dacă sistemul dispune de o placă de sunet și difuzor, pe lângă fereastra de atenționare este posibilă și emiterea unui semnal sonor de alarmă.

Deși alarmele sunt foarte utile în situații critice, uneori simpla afișare a valorii mărimii cu altă culoare (roșu) este un semnal de alarmă suficient. În aceste cazuri alarmele se vor dezactiva deoarece pot stânjeni procesul de urmărire a parametrilor prin modul lor ireversibil de apariție / dispariție.

De regulă, alarmele pot fi clasificate pe grupe și pot fi asociate priorități anumitor grupe sau alarme individuale iar utilizatorul poate alege să inhibe automat alarmele care au prioritate mică.

În acest ecran este prezentată lista alarmelor curente din sistem. Alarmele pot fi acceptate și comentate tot din această fereastră. Fereastra poate fi activată fie prin dublu click pe indicatorul general de alarme, fie prin apăsarea butonului de alarmare corespunzător.

În Figura 5.8. prezentăm o astfel de fereastră de alarmare [11].

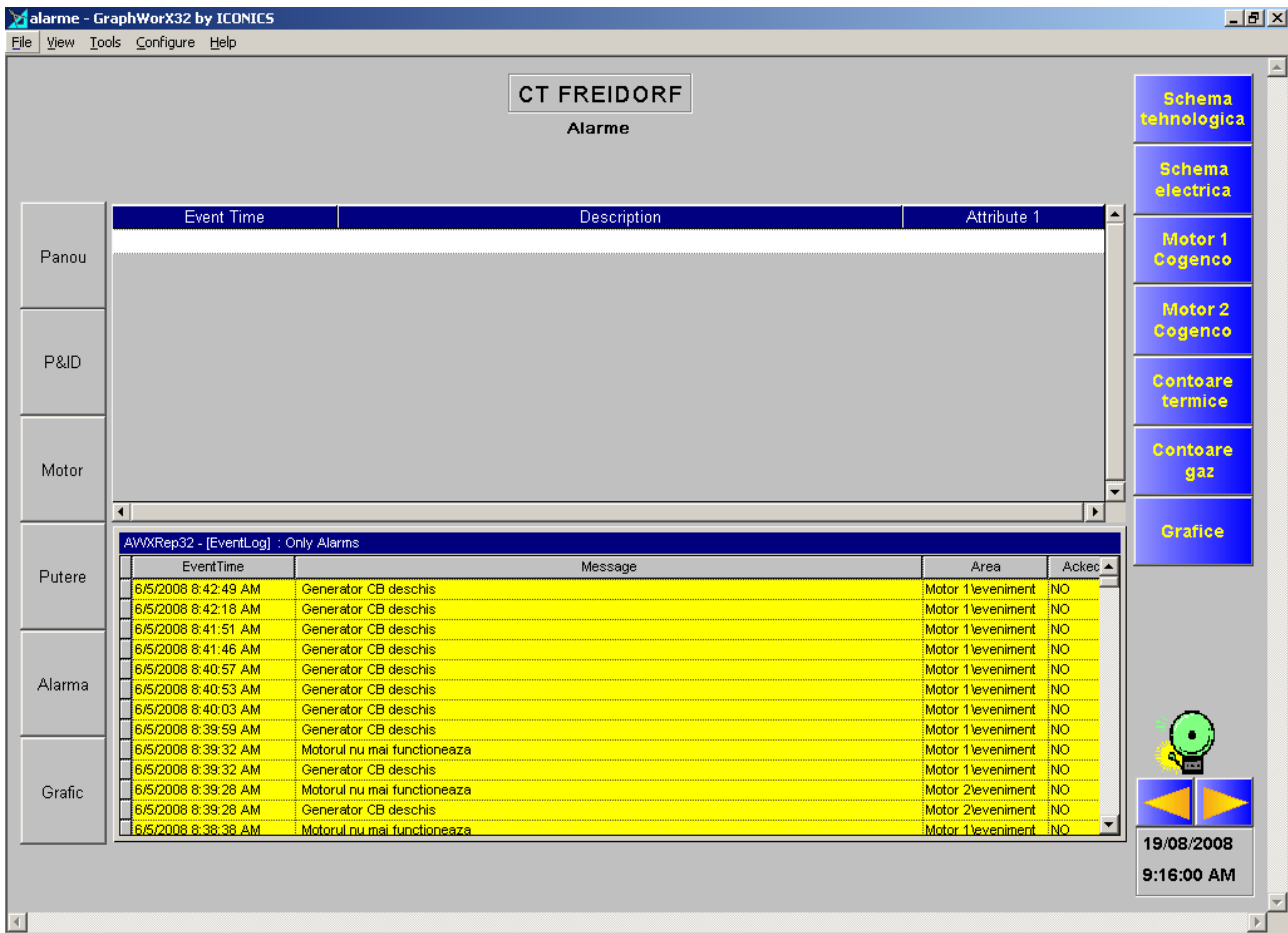


Figura 2.7. Fereastră de alarmare

Secvența de program pentru realizarea acesteia este prezentată mai jos:

```
//-----
// Functie de desenare a alarmelor
//
void CAlarme::DesenPaint(CDC* pdc)
{
    CRect rct;
    lalarm *alm;
    int i=0;

    HGDIOBJ hfont=GetStockObject(SYSTEM_FIXED_FONT);
    SelectObject(pdc->m_hDC,hfont);

    int tpmod,colbk;
    tpmod=pdc->SetBkMode(TRANSPARENT);
    SetScrollPos(SB_VERT,nVscrollpos,TRUE);
    alm=LstAlarme.first_msg();
    alrneconf=0;
    while(alm!=NULL){
        pdc->SetTextColor(culori[alm->cul]);
        pdc->TextOut(nxchar,(i-nVscrollpos)*nychar,alm->amsg,strlen(alm->amsg));
        colbk=alm->cul;
        if(alm->blk==0){
            alrneconf=1;
            if(tmr%2)
```

```
colbk=alm->cul; //IDCUL_ROSU;  
else  
colbk=IDCUL_ALB;  
}  
if(alm->blk==2) {  
alrneconf=1;  
if(tmr%3)  
colbk=alm->cul; //IDCUL_VERDE;  
else  
colbk=IDCUL_ALB;  
}  
pdc->SetTextColor(culori[colbk]);  
pdc->TextOut(70*nxchar, (i-nVscrollpos)*nychar, alm->stare, strlen(alm->stare));  
i++;  
alm=LstAlarme.next_msg(alm);  
}  
pdc->SetBkMode(tpmod);  
}
```

### V.3.7. Ferestre pentru execuția comenzilor

Comenzile către proces implică modificarea parametrilor și stărilor semnalelor de ieșire. Execuția comenzilor se supune regulilor de securitate implementate. Elementele de execuție se implementează prin plasarea pe schemele sinoptice a unor controale speciale care permit execuția comenzilor.

Pentru execuția unei comenzi se dă click pe comanda respectivă. Dacă aveți drepturile corespunzătoare va apărea fereastra care va permite modificarea valorii respectivului parametru. Ecranul de mai jos exemplifică o fereastră de comenzi unde valorile cu roșu pot fi modificate.

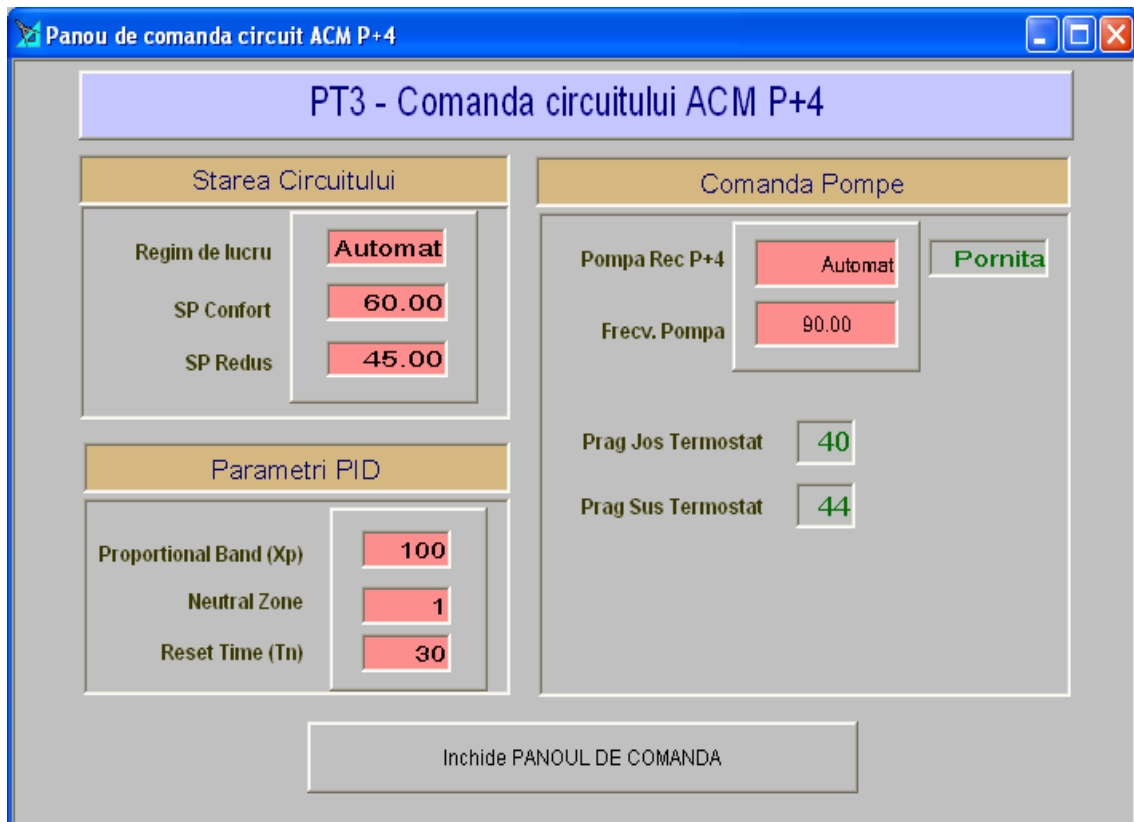


Figura 5.8. Exemplu de fereastră de comandă

Noile valori se pot introduce prin selecție cu mouse-ul din lista prezentată (cum este de exemplu schimbarea modului de operare din automat în manual) sau prin intermediul tastaturii (reale sau virtuale) în cazul valorilor de tip numeric.

În continuare se vor detalia două exemple de astfel de ecrane de comandă, anume :

#### a. Ecranul de comandă pentru circuitul de INC

Această schemă (care apare dacă se dă click pe schimbătorul de INC din reprezentarea PT-ului) permite setarea următorilor parametri :

- Regimul de lucru al buclei de INC (Automat, Confort, Redus, StandBy) ;
- Temperatura de oprire furnizare INC ;
- Temperatura exterioară EXT;
- Parametrii PID (Xp, Tn, Nz) ;
- Punctele din curba de reglare și deplasamentul acesteia ;
- Modul de funcționare al pompelor de pe INC (Automat, Manual Pornită, Manual Oprită);
- Dacă este activă rotirea pompelor precum și intervalul de rotire.

Fereastra ecran a acestei aplicații este reprezentată în Figura 5.9.

Această schemă poate fi completată cu parametrii specifici circuitului de INC (Temperatura Tur INC, Referința INC, Temperatura Retur INC, Temperatura Exterioară). Se poate completa cu un grafic în timp real pentru parametrii de încălzire precum și un grafic istoric pe care poate fi urmărită evoluția parametrilor într-o perioadă de timp mai îndelungată, în maniera deja exemplificată.

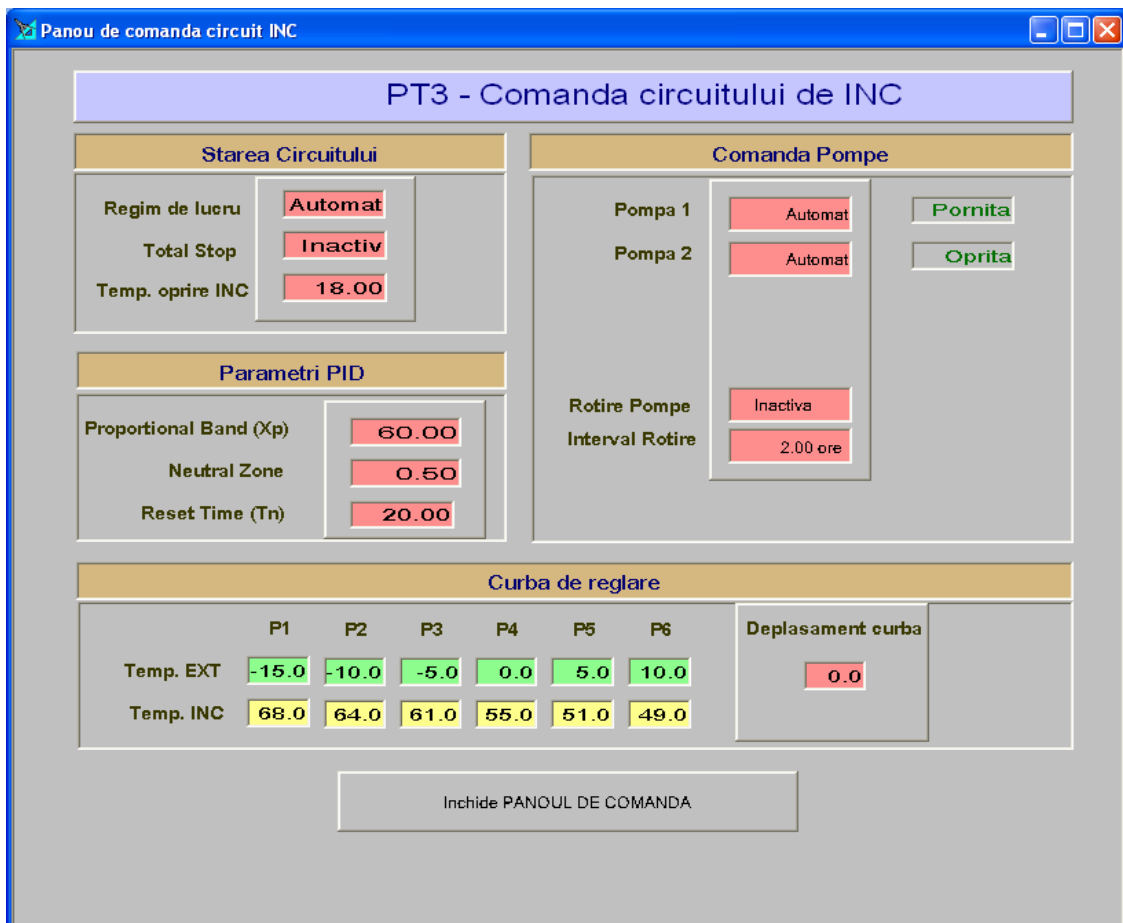


Figura 5.9. Ecranul de comandă pentru circuitul de INC

#### b. Ecranul de comanda pentru circuitelor de ACM

Această schemă (care apare dacă se dă click pe schimbătorul de ACM corespunzător (P+4 sau P+10) din reprezentarea PT-ului) permite setarea următorilor parametri:

- Regimul de lucru al buclei de ACM (Automat, Confort, Redus, StandBy) ;

- SetPoint ACM (Redus, Confort) ;
- Parametrii PID ( $X_p$ ,  $T_n$ ,  $N_z$ ) ;
- Modul de funcționare al pompei de recirculare (Automat, Manual Pornită, Manual Oprită) ;
- Frecvența (procentual pentru pompa de recirculare).

Tot în acest ecran sunt vizualizați și parametrii de funcționare a recirculării (pragul de pornire jos, respectiv pragul de oprire sus).

Această schemă poate fi completată cu parametrii specifici circuitului de ACM P+10 (Temperatura ACM, Referința ACM, Temperatura de Recirculare). Se poate completa cu un grafic în timp real pentru parametrii de încălzire precum și un grafic istoric pe care poate fi urmărită evoluția parametrilor într-o perioadă de timp mai îndelungată, în maniera deja exemplificată.

Fereastra ecran a acestei aplicații este reprezentată în Figura 5.10.

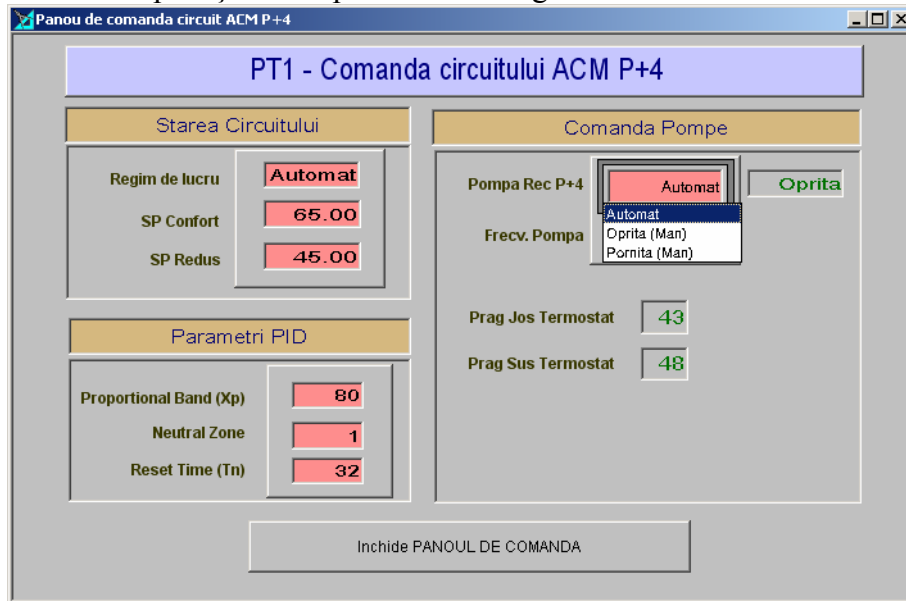


Figura 5.10. Ecranul de comandă pentru circuitul de ACM

### V.3.8. Ferestre de afișare a datelor de la contoarele din CET Freidorf

La nivelul punctului termic se citesc contoarele de pe PRIMAR, INC, ACM P+4, ACM P+10 (unde este cazul). De asemenea mai sunt preluate 2 intrări suplimentare de impuls asociate contoarelor de Adaos și Apă Rece P+10. Datele de la aceste contoare sunt afișate detaliat într-un ecran separat. O astfel de fereastră este afișată în Figura 5.11.

PT2 - Contoare		
<b>Contor PRIMAR</b>	<b>Contor INC</b>	<b>Contor ACM P+4</b>
Energie (MWh) 1689.70	Energie (MWh) 1509.90	Energie (MWh) 203.02
Volum (mc) 56555.00	Volum (mc) 200921.00	Volum (mc) 4089.20
Putere (MW) 0.37	Putere (MW) 0.33	Putere (MW) 0.13
Debit (mc/h) 13.20	Debit (mc/h) 67.68	Debit (mc/h) 2.16
Temp Tur (grdC) 74.63	Temp Tur (grdC) 46.85	Temp Tur (grdC) 61.08
Temp Retur (grdC) 48.80	Temp Retur (grdC) 42.62	Temp Retur (grdC) 10.19
<b>Contor ACM P+10</b>	<b>Contor Adaos</b>	
Energie (MWh) 0.00	Volum (l) 8,045	
Volum (mc) 0.00	Debit (l/h) 0.00	
Putere (MW) 0.00		
Debit (mc/h) 0.00		
Temp Tur (grdC) -150.00	<b>Contor AR P+10</b>	
Temp Retur (grdC) -150.00	Volum (l) 6,834	
	Debit (l/h) 0.00	

Figura 5.11. Fereastră de afișare a datelor de la contoarele din PT



### V.3.9. Ecranul de sinteză (Tabelar)

Datele cele mai importante de la toate punctele termice sunt prezente în acest tabel făcând astfel posibilă diagnosticarea foarte ușoară a elementelor cu probleme (de exemplu pompe în alarmă). Tot aici se pot compara foarte ușor datele de la diverse puncte de măsură, în scopul depistării rapide a problemelor prin corelare.

Datele prezentate pe ecran (pentru CET Freidorf ) sunt:

- PRIMAR
  - o Diferența de presiune ( Dp )
  - o Temperatura Tur ( TT )
  - o Temperatura Retur ( TR )
  - o Debit ( Deb )
- INC
  - o Diferența de presiune ( Dp )
  - o Temperatura Tur ( TT )
  - o Temperatura Referință ( Tref )
  - o Temperatura Exterioară ( Text )
  - o Debit ( Deb )
  - o Funcționare Pompa 1 ( P1 )
  - o Funcționare Pompa 2 ( P2 )
  - o Funcționare Pompa 3 ( P3 )
  - o Adaos ( Adaos )
- ACM Bara
  - o Presiune ( Pres )
  - o Temperatura Tur ( TT )
  - o SP Confort ( SP )
  - o Debit ( Deb )
  - o Temperatura Recirculare (Trec)
  - o Funcționare Pompa 1 ( P1 )
  - o Funcționare Pompa Apă Rece ( Par )
- ACM Turn (similar cu ACM Bara, pentru rezervorul-turn de înmagazinare a ACM)

CET				INC							ACM Bara							ACM Turn							
Dp	TT	TR	Deb	Dp	TT	Ref	TExt	Deb	P1	P2	P3	Adaos	Pres	TT	SP	Deb	TRec	P1	Par	Pres	TT	SP	Deb	TRec	P1
1.6	72	55	1	0.0	24	10	28.3	0					3.0	70	65	0.5	25			3.1	61	60	0.3	49	
-0.0	70	44	4	0.0	25	10	27.4	0					0.0	66	60	1.9	21			0.0	65	65	0.0	38	
****	***	***	***	****	**	**	****	***					****	**	**	****	**								
1.3	73	54	16	0.0	39	10	28.7	0					3.3	57	60	8.4	45			4.5	67	60	0.0	38	
****	***	***	***	****	**	**	****	***					****	**	**	****	**								
0.8	73	70	30	0.0	27	10	27.4	0					2.9	73	65	1.6	28								
****	***	***	***	****	**	**	****	***					****	**	**	****	**			****	**	**	****	**	
****	***	***	***	****	**	**	****	***					****	**	**	****	**			****	**	**	****	**	
2.0	73	69	13	0.0	27	10	26.4	0					2.6	60	60	2.9	42			5.2	71	60	0.6	54	
0.9	73	56	18	-0.0	27	38	26.1	0					3.2	64	65	5.0	12			4.2	63	65	0.5	15	
2.4	74	58	20	0.0	30	10	26.4	0					2.6	59	60	8.3	46			2.8	57	60	2.1	41	
1.0	71	56	8	0.0	25	10	30.6	0					2.5	63	60	1.7	50			5.1	61	65	1.2	25	
0.6	73	73	11	-0.0	25	33	28.8	0					3.2	61	65	2.3	22								
****	***	***	***	****	**	**	****	***					****	**	**	****	**			****	**	**	****	**	
2.5	72	53	11	0.0	42	10	25.7	0					2.9	61	65	3.8	12			3.0	71	65	0.1	29	
2.3	71	60	12	0.0	23	10	26.6	0					2.7	68	65	1.7	23			0.0	30	65	-0.0	27	
2.0	73	64	8	0.0	26	10	26.2	0					2.2	71	65	1.9	15								
2.2	71	59	12	0.0	26	10	26.6	0					2.8	68	63	1.9	44			3.9	64	63	1.0	39	

Figura 5.12. Fragment de fereastră tabelară de sinteză

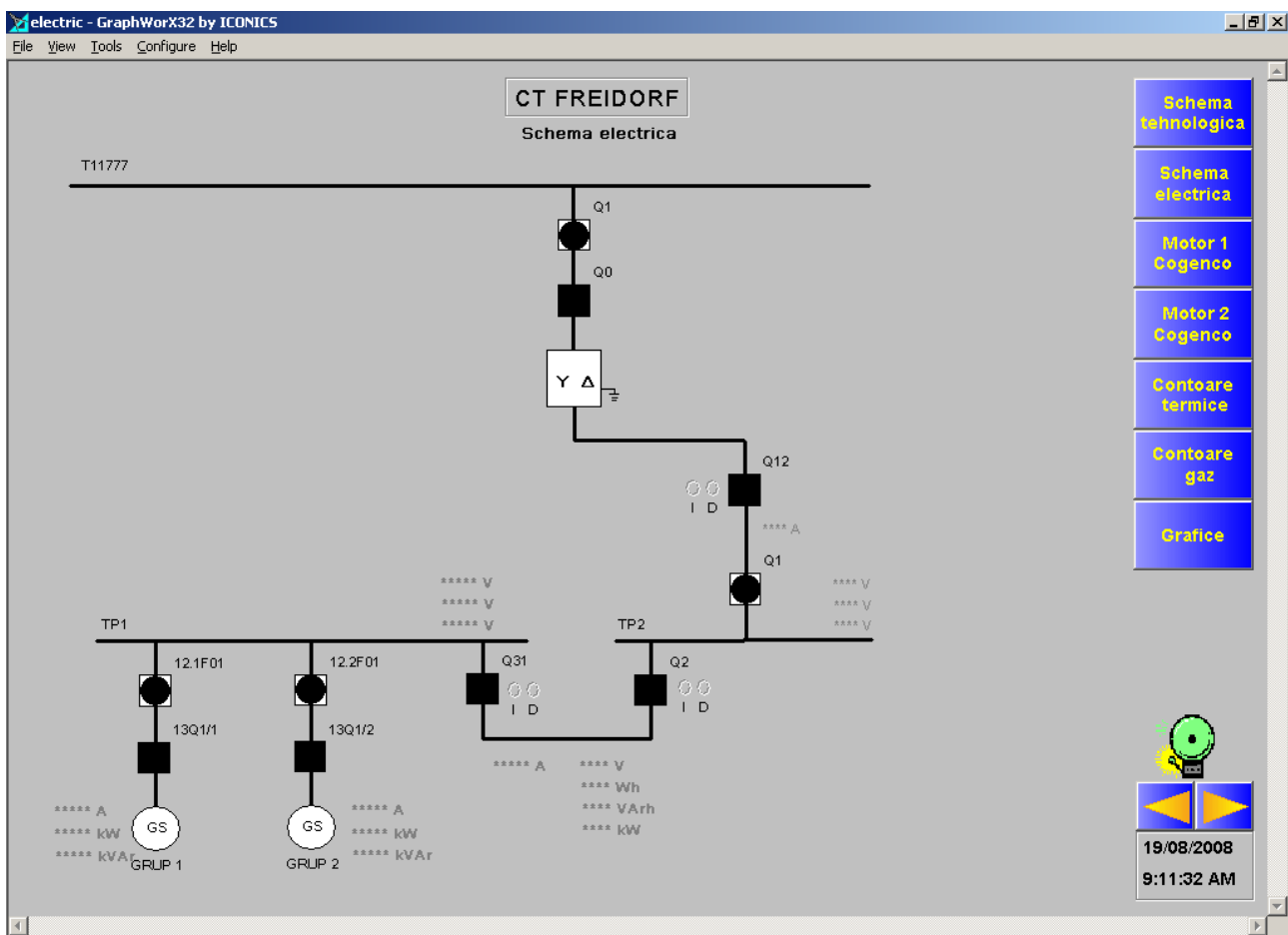
### V.3.10. Fereastra de stare a sistemului

Această fereastră conține date despre funcționarea elementelor ce constituie sistemul. Sunt prezentate elementele care sunt on-line, după cum urmează:

- calculatoare ;
- modemi de conexiune wireless ;
- convertoare (Ethernet la RS232) ;
- starea de comunicație cu dispozitivele de tip Apex.

Din acest ecran pot fi diagnosticate rapid problemele de comunicație deoarece se prezintă logic structura de legătură între echipamente. Cu o bulină verde sau albastră este semnalizată starea de online, iar cu o bulină roșie sau galbenă, starea de offline. Prin apăsarea/eliberarea butoanelor corespunzătoare se pot afișa/ascunde parametri monitorizați, făcând ușoară operațiunea de observare. De asemenea, în acest ecran este inclus un totalizator din care se observă foarte repede numărul de echipamente funcționale.

În Figura 5.13 este prezentată o astfel de fereastră corespunzătoare părții electrice.



**Figura 5.13. Starea subsistemului electric**

Această fereastră de stare poate fi completată cu schema sinoptică a sistemului, în scopul unei mai bune identificări a elementelor funcționale. Schema este prezentată la rece, fără bulinele de stare.

În cadrul unei scheme sinoptice de stare pot fi figurate următoarele elemente:

- valori ale parametrilor, de ex. presiuni, temperaturi;
- reprezentarea sub formă de simboluri pentru pompe/vane;
- reprezentarea situațiilor de alarmare prin simboluri;
- legătura spre alte scheme;

O astfel de schemă sinoptică, împreună cu detaliile privind schema reală, este reprezentată în Figura 5.14, pentru motorul COGENCO nr.2.

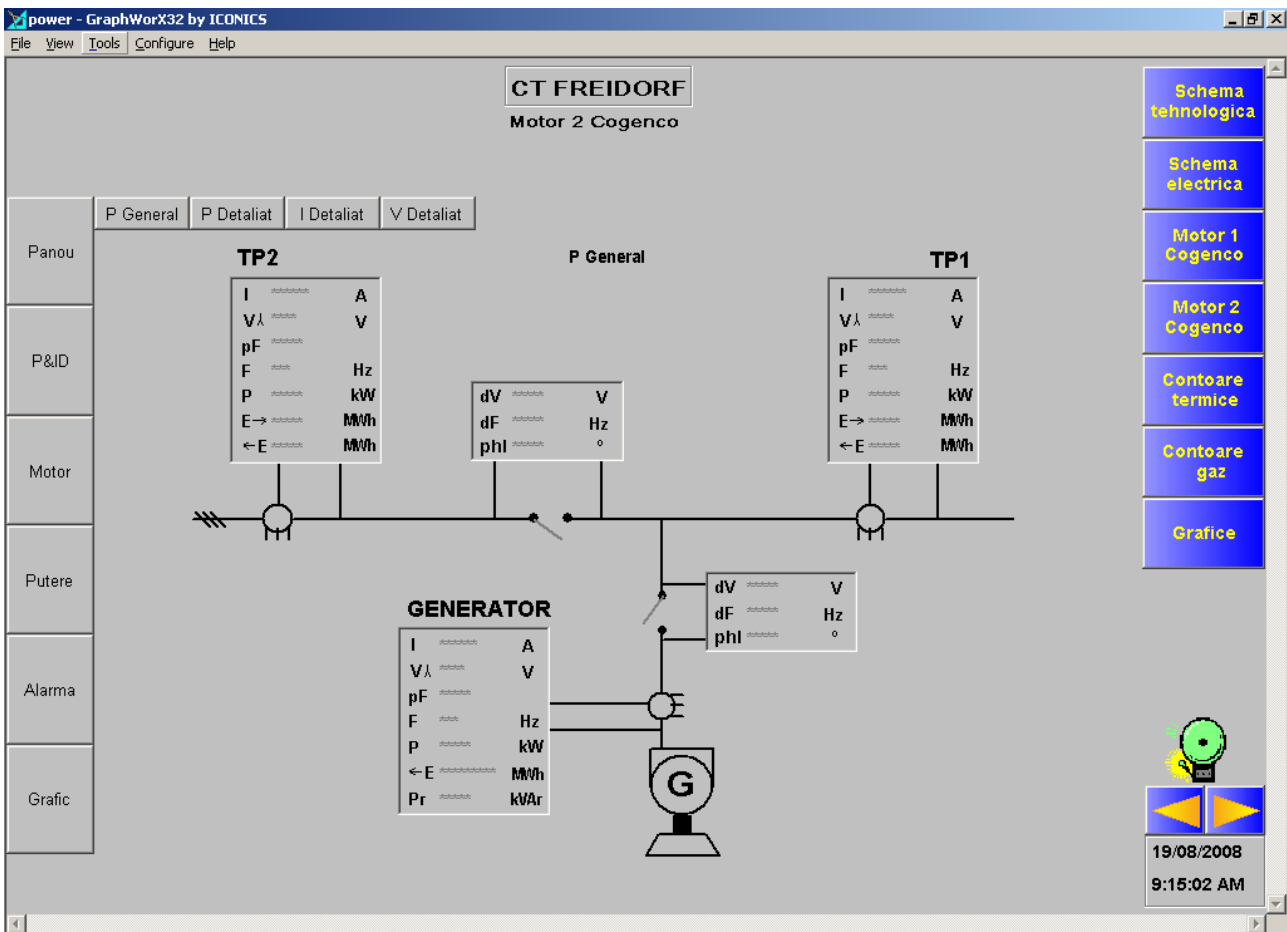
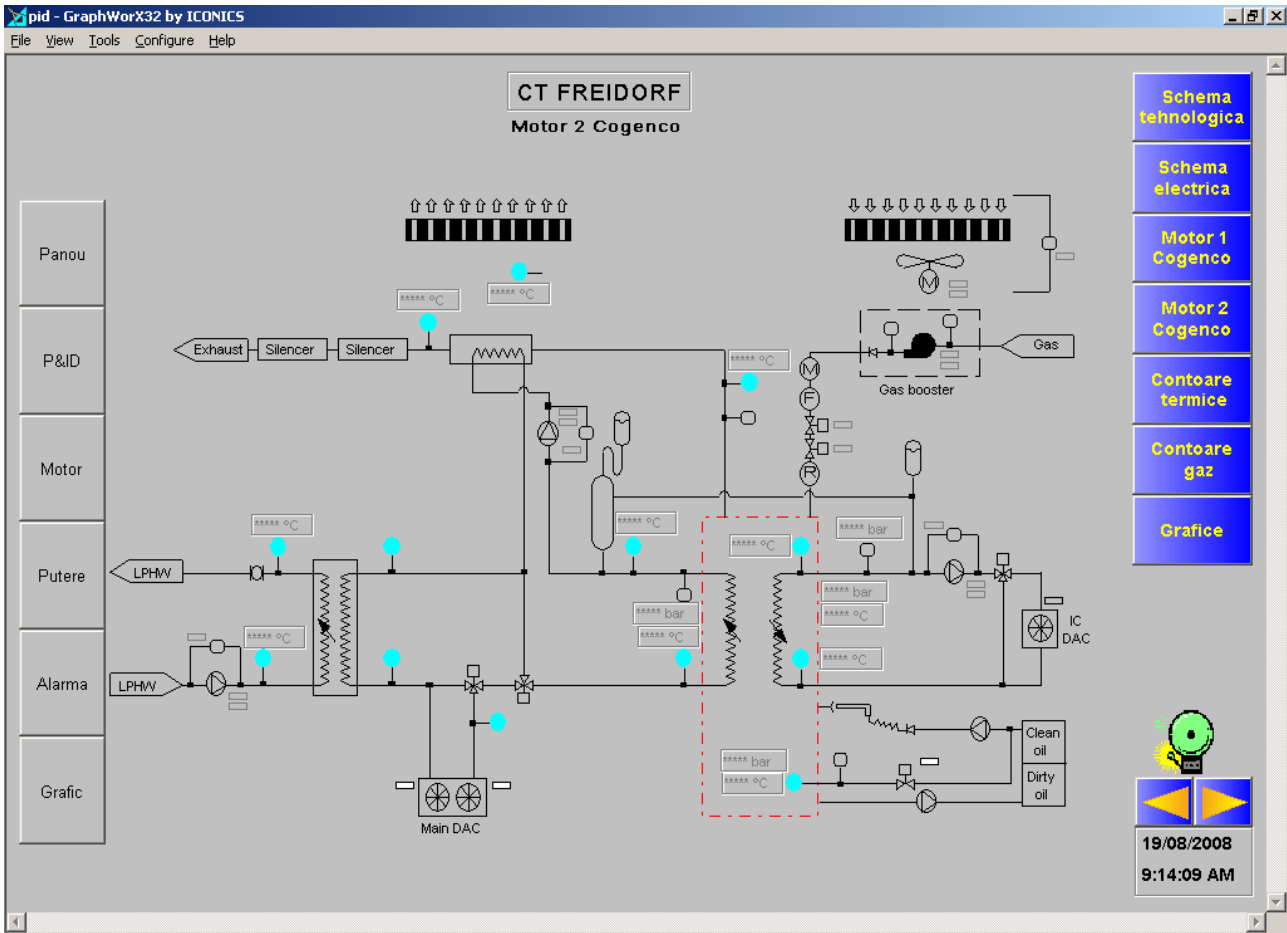


Figura 5.14. Ferestre de stare Motor 2 Cogenco.

- Dacă se ține mouse-ul un timp pe o mărime, atunci apar detalii despre respectiva mărime.
- Dacă o mărime este în eroare (n-a putut fi citită), ea se va afișa cu gri și cu steluțe.
- Dacă prin deplasarea mouse-ului pe ecran acesta se transformă într-o minută înseamnă că acesta este un element de legătură pe care putem da click pentru a obține mai multe detalii.
- Ca o regulă generală, în fiecare schemă există un buton de deplasare „Înapoi”, adică la schema anterioară (schema curentă va fi închisă).

## **V.4. Concluzii**

Utilizarea bazelor de date, ca parte componentă a sistemelor de monitorizare (telemăsurare) din domeniul producție și transportului de energie termică și electrică este absolut necesară, atât pentru determinarea valorilor instantanee, cât și pentru urmărirea evoluției în timp a acestora, a istoricului evenimentelor care au loc în sistem și pentru alarmare în situația producerii unor evenimente deosebite.

Bazele de date relaționale (tabelare) reprezintă soluția cea mai adecvată pentru stocarea, afișarea și manipularea valorilor diverselor mărimi întâlnite în cadrul ansamblului. Utilitarul Excel, din cadrul pachetului standard Microsoft Office constituie, cel puțin în etapa de creare, un instrument software performant pentru implementarea funcției de descriere, în cadrul Sistemului de Gestionare a Bazei de Date (SGBD).

Pentru a asigura funcția de manipulare a bazei de date este necesară existența unui SGBD care să facă apel la funcții și proceduri generate prin intermediul unor limbaje de nivel mediu, ca de exemplu limbajele din familia C (Visual C, C++, Borland C etc.).

Funcția de utilizare a bazei de date trebuie implementată pornind de la ideea că dispecerul uman care supervizează sistemul nu dispune de cunoștințe vaste de programare sau utilizare baze de date, ci doar de cunoștințe generale de utilizare a calculatorului. Prin urmare aplicarea acestui concept de mediu software prietenos cu utilizatorul, (“user friendly”), ne conduce spre alegerea filozofiei sistemului de operare Microsoft Windows (NT, XP, Vista), anume dialogarea prin intermediul ferestrelor și butoanelor virtuale. Software-ul e prezentat în Anexele 2-8.

Astfel, interfața cu utilizatorul (interfața om – mașină) devine mai performantă, conducând la obținerea rezultatelor scontate în exploatare. Folosirea unor ferestre dedicate pentru dialogul om – mașină (om – bază de date) este extrem de necesară pentru prelucrarea și valorificarea informației, informație care este vitală atât pentru buna funcționare a automatizării în ansamblu dar și pentru repartizarea consumurilor, evaluarea pierderilor și facturarea corectă a energiei termice vehiculate.

## **V.5. Contribuții personale**

Acest capitol se remarcă printr-un grad de originalitate sporit, dintre contribuțiile personale cele mai importante ale autorului trebuiesc evidențiate următoarele:

- Analiza critică a problemelor legate de structura bazelor de date;
- Selectarea variantelor optime pentru configurarea bazelor de date pentru diferite aplicații (realizate de către autor pentru COLTERM S.A. Timișoara);
- Selectarea mediilor de programare adecvate aplicațiilor;
- Stabilirea, în baza cerințelor utilizatorilor, a parametrilor mășurați și introduși în baza de date, a modalității de apelare, vizualizare și manipulare, în funcție de destinația informației (automatizare, monitorizare sau control);
- Conceperea unui software specializat, flexibil, una din componentele acestui pachet software fiind și un Sistem de Gestionare a Bazelor de Date;
- Elaborarea, în cadrul acestui pachet software, a unei interfețe performante om-mașină (om-bază de date), axată pe conceptul de “user friendly”, utilizând ferestre de dialog;
- Conceperea algoritmilor și a programelor în mediul Visual C, programe destinate manipulării și prelucrării datelor, numeroase proceduri fiind chiar exemplificate pe parcursul capitolului;

## **CAPITOLUL VI**

# **Optimizarea curbelor de sarcină a CET Freidorf utilizând metoda planelor factoriale**

### **VI.1. Generalități**

În mod evident, fiecare cercetător, indiferent că lucrează într-un laborator, în industrie, agricultură, în domeniul medical, sau în alte sectoare, inclusiv în cercetarea fundamentală, își pune deseori întrebarea „Oare strategia pe care o aplic pentru cercetare este cea mai potrivită?”. Bineînțeles, nu există un răspuns standardizat, general valabil, la această întrebare.

Dar în ultimi douăzeci de ani, numeroși cercetători, în primul rând din domeniul agronomiei și statisticii, au încercat să găsească răspunsul. Activitatea lor este considerabilă, iar ansamblul rezultatelor obținute au condus la o nouă „știință” (mai mult o încercare de fundamentare matematică a științelor empirice), denumită Experimentică.

Optimizarea curbelor de sarcină (a bilanțului de energie electrică, termică, apă caldă menajeră, a încărcării centralei în ansamblu) reprezintă cerința fundamentală a exploatarea centralei termice pe bază de cogenerare, însăși esența funcționării acesteia. Cunoașterea acestor parametri de funcționare este, de asemenea, esențială pentru stabilirea condițiilor de implementare și operare a sistemului SCADA descris anterior.

De aceea, toate instrumentele matematice folosite sunt corelate în mod direct cu practica experimentală, în sensul optimizării activității experimentale [60].

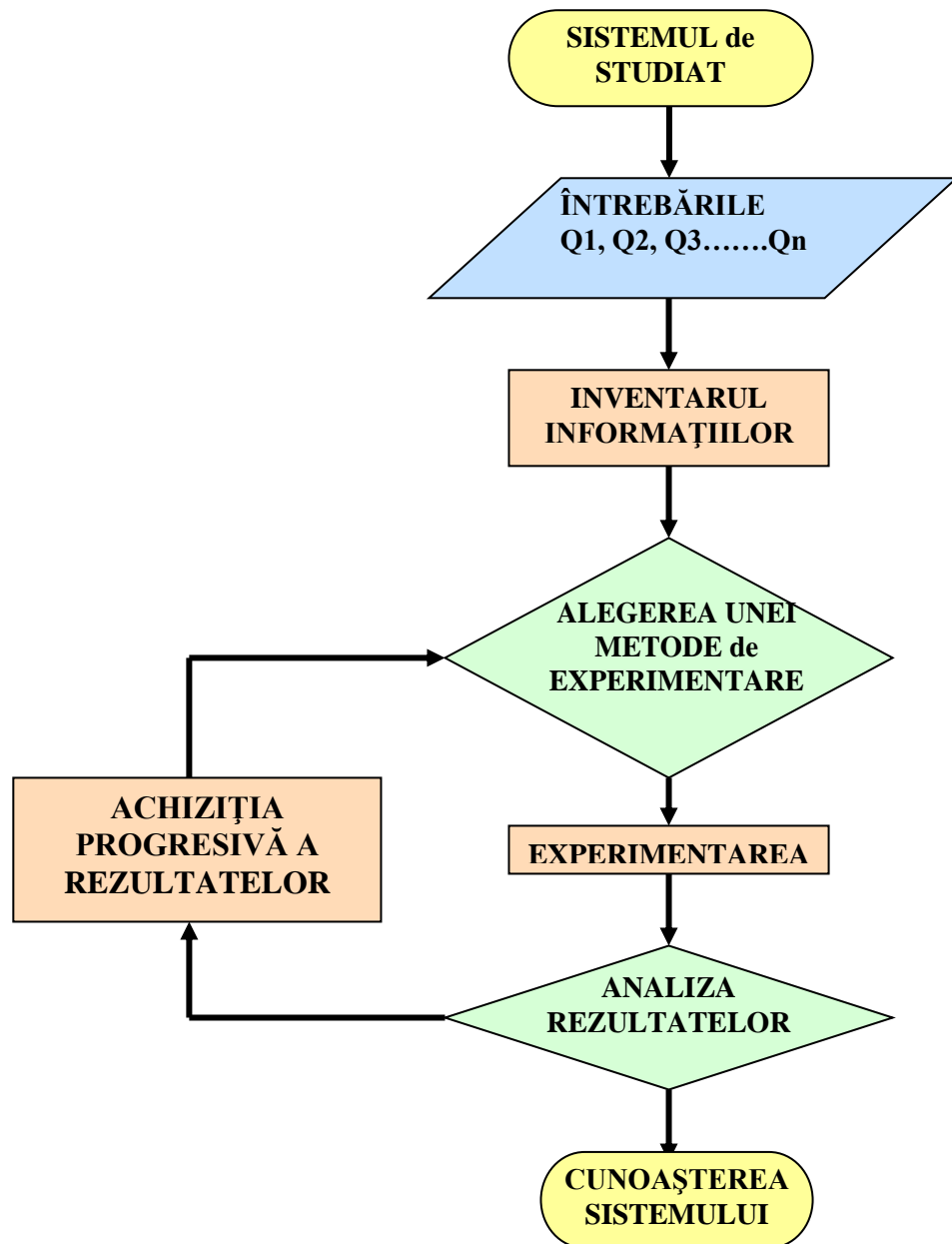
Atunci când se dorește creșterea cunoștințelor pe care le avem despre un sistem, începem prin a ne pune un anumit număr de întrebări. Aceste întrebări delimitează, practic, problema de rezolvat și fixează activitățile necesare pentru a-i răspunde. Prin urmare, formularea corectă a întrebărilor care corespund problemei, este, în mod evident, esențială. Schema logică a procesului de achiziție al cunoștințelor, pornind de la formularea întrebărilor, este redată în Figura 6.1.

La începutul oricărei activități de cercetare bazată pe experimentare, experimentatorul efectuează un inventar al cunoștințelor (practic, fie o sinteză bibliografică, fie o consultare a unui grup de experți în domeniul studiat, care au mai efectuat experimente prealabile în acel domeniu). În unele cazuri, acest inventar se poate rezuma și la un calcul teoretic sau la un alt demers oarecare, având scopul de a răspunde, în final, întrebărilor puse. După această etapă de investigare, problemele inițiale pot fi integral rezolvate, deci există șansa ca problema să dispară. În caz contrar, problemele pot rezista integral sau pot fi modificate. Prin urmare este absolut necesar a întreprinde anumite experimente noi, în scopul obținerii răspunsurilor concrete, care sunt așteptate.

Chiar și prezenta lucrare debutează cu o amplă sinteză bibliografică a principalelor probleme legate de structura sistemelor SCADA implementate în sectorul termoficării urbane. Problemele care se pun în acest caz țin, în esență, de influența arhitecturii sistemului, precum și de influența soluțiilor de automatizare, măsurare și control asupra performanțelor agregatelor de cogenerare. După parcurgerea integrală a bibliografiei rezultă clar că întrebarea se reformulează într-o întrebare de tipul „cum putem face ca centrala termică bazată pe cogenerare să funcționeze mai bine, având implementat sistemul SCADA de automatizare, monitorizare, măsurare și control conceput anterior?”. Acest lucru se poate face numai pornind de la optimizarea bilanțului de energii și apă caldă menajeră. Deci, problema a fost doar ușor reformulată, iar rezolvarea acestei probleme nu poate fi realizată decât pe cale experimentală.

Această muncă prealabilă face parte din rutina meseriei de experimentator. Nu vom insista asupra acestui aspect, deoarece eforturile noastre de optimizare nu vor fi făcute cu referire la această fază.

De aceea, în această etapă a muncii noastre, cunoștințele în acest domeniu au fost sintetizate într-un mod pasiv, obiectiv, fără a interveni în structura lor și, remarcând chiar o ușoară distanțare față de acestea. Aceasta este modalitatea cea mai recomandabilă pentru realizarea unei cercetări experimentale [53],[54].



**Figura 6.1: Procesul de achiziție a cunoștințelor**

Domeniul experimenticii vizează tocmai bucla închisă delimitată de alegerea metodei și analiza rezultatelor.

Inevitabil, într-o asemenea activitate, se ajunge și la momentul în care experimentatorul se gândește la experiențele care trebuie realizate.

Esența problemei este de a găsi un răspuns la întrebările

- „Cum să selecționăm experimentele care trebuie făcute și care nu trebuie făcute?”
- „Este o strategie mai bună decât alta?”.

O anumite strategie poate fi considerată drept cea mai bună dacă:

- ea conduce cel mai rapid posibil la rezultatele dorite;
- evită realizarea unor experimente inutile;
- conduce la rezultatele cele mai precise;
- permite avansarea pe direcția bună și sigură;
- conduce la modelarea și optimizarea fenomenelor studiate.

O astfel de strategie este cea bazată pe metoda planurilor factoriale, care se adaptează perfect exigențelor lucrării de față.

Exigențele impuse de către demersul științific al prezentei lucrări impun:

- Achiziția progresivă a cunoștințelor;
- Realizarea unui număr redus și justificat de experimentări;
- Cele mai bune și mai precise rezultate.

## VI.2. Natura metodei

Studiul unui fenomen oarecare, efectuat de către un anumit experimentator, poate fi schematizat în maniera următoare, extrem de simplu și direct: experimentatorul este interesat de o anumită mărime, energia electrică livrată vara sau iarna, gradul de uzură a unui sistem tehnic, prețul de vânzare a energiei termice sau electrice livrate, etc. Această mărime (energie, uzură, preț) depinde de un anumit număr de variabile. Prețul energiei termice sau electrice livrate va fi în funcție de calitatea materiilor prime, de randamentul unităților de producție, de specificațiile impuse, de condițiile de producție, de anotimp, etc. O analiză a factorilor de care depinde mărimea respectivă este extrem de simplă de efectuat.

Sub formă matematică, se poate scrie că mărimea de interes  $Y$ , care va fi numită, în continuare, *răspuns*, este o funcție de mai multe variabile  $X_i$  (variabile care vor fi denumite în continuare *factori*).

Matematic, această constatare simplă se scrie ca:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k) \quad (6.1)$$

În consecință, studiul fenomenului, prin experimentare, se va rezuma la măsura răspunsului, în funcție de diferitele valori pe care le putem da factorilor.

Metoda clasică de experimentare va fi descrisă în continuare, în scopul detalierii demersului și de evidențiere a justificării metodei planelor factoriale.

### VI.2.1. Metoda clasică de experimentare

Metoda clasică de experimentare este foarte simplă. Se fixează toți factorii  $X_1 \dots X_k$ , mai puțin unul,  $X_i$ , care are voie să varieze în limitele acceptabile. Se evaluează, astfel, răspunsul  $Y$  în funcție acel factor  $X_i$ .

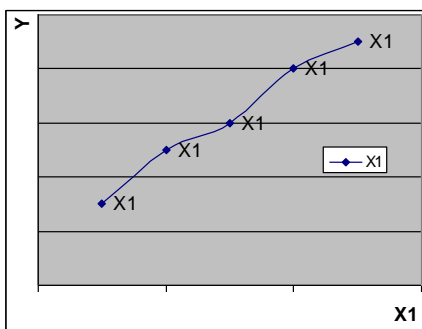


Figura 6.2. Răspunsul  $Y$  în funcție de factorul  $X_i$

De exemplu, pentru factorul  $X_1$ , răspunsul este reprezentat într-un grafic.

Răspunsul poate fi concretizat prin trasarea acestei curbe  $Y = f(X_i)$  din Figura 6.2. Dacă dorim să studiem toate variabilele, această curbă ar trebui trasată pentru fiecare în parte. De exemplu, dacă dorim să studiem un răspuns care depinde de 7 factori, evaluând răspunsul pentru doar 5 puncte pentru fiecare măsurătoare, avem nevoie de  $5^7 = 78\,125$  experimente. Chiar dacă teoretic nu este imposibil, acest șir de experimente este, practic, dificil de realizat. În mod evident, experimentatorul trebuie să reducă numărul de experimente pe care le va efectua. Pentru aceasta, nu are la dispoziție decât două alternative:

- *reducerea numărului de puncte experimentale;*  
Pentru trei puncte de măsurare în loc de cinci, pentru fiecare factor, rămân, în continuare,  $3^7 = 2187$  experimente de făcut;  
Pentru două puncte, vom avea în continuare  $2^7 = 128$  experimente de realizat. În general, volumul de muncă aferent depășește bugetul și calendarul alocate cercetării respective. Cum, din punct de vedere matematic, nu putem realiza mai puțin de două puncte, singura soluție fezabilă este:

- *reducerea numărului de variabile.*

Pentru patru variabile, fiecare având trei valori, vor trebui executate  $3^4 = 81$  experimente.

Această manieră de a rezolva lucrurile, ignorând anumiți factori, creează un sentiment de incertitudine și insatisfacție. Abandonarea unor factori conduce la situația în care asupra întregului demers planează îndoiala. Experimentatorul, conștient de eliminările făcute, este obligat să își ia multe precauțiuni, atunci când își va prezenta concluziile, care sunt în mod evident, incomplete. Inconvenientele acestei proceduri sunt clare atunci când sunt vizate domeniile siguranței și apărării sau domeniul financiar. Prin extensie, metoda planelor factoriale poate fi utilizată și în situația unor aplicații mult mai puțin sofisticate, ca, de exemplu, funcționarea unei centrale termice pe bază de cogenerare, cum este cazul CET Freidorf-Timișoara.

## **VI.2.2. Metoda planelor factoriale**

Diferența capitală față de metoda clasică ține cont de faptul că trebuie să variem valorile tuturor factorilor, cu ocazia fiecărui experiment, dar într-o manieră programată și motivată.

Oricât de șocant ar părea într-o primă fază, posibilitatea de a varia toți factorii pentru fiecare experiment, nu este un inconvenient ci, dimpotrivă, oferă numeroase avantaje, printre care:

- diminuarea numărului de experimente;
- numărul de factori studiați este foarte mare;
- detectarea interacțiunilor dintre factori;
- detectarea optimelor;
- o mai mare precizie a rezultatelor;
- optimizarea rezultatelor;
- posibilitatea modelării numerice a rezultatelor.

Dintre toți factorii studiați, mulți vor fi fără influență. Iar numai unii vor juca un rol important în variațiile răspunsului. În funcție de rezultatele obținute, vor fi ușor de ales noile puncte experimentale, pentru a detalia un anumit aspect al cercetării. În principiu. După detectarea tuturor factorilor de influență, aceștia vor fi studiați, menținând numărul de experimente la o valoare rezonabilă.

Demersul utilizat în cazul metodei planelor factoriale, în scopul obținerii unor rezultate de calitate, va consta din:

- alegerea modelului;
- stabilirea planului factorial complet;
- experimentarea;
- determinarea efectelor;
- validarea modelului.

Fiecare dintre aceste etape urmează a fi prezentată în detaliu, în scopul familiarizării cu problematica și cu modul de operare al cercetătorului în astfel de situații.

## **VI.3. Etapele aplicării metodei planelor factoriale**

### **VI.3.1. Alegerea modelului**

Matematic, această alegere constă, practic, în stabilirea funcției din relația (6.1):

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k)$$

Așa cum am anticipat, funcția răspuns generalizat  $Y$  permite optimizarea sistemului care este studiat, în funcție de mărimile  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ , care sunt factorii (interni sau externi), care pot influența, mai mult sau mai puțin, valoarea răspunsului.



În mod obișnuit, pentru a simplifica modelul matematic, funcția răspuns  $Y$  va fi aproximată printr-un polinom, având ca termenii factorii  $X_k$ .

De exemplu, pentru situația a doi factori, aceste polinoame pot fi:

De gradul 0:  $Y = a_0;$

De gradul 1  $Y = a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2$

De gradul 2:  $Y = a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_{12} \cdot X_1 \cdot X_2 + a_{11} \cdot X_1^2 + a_{22} \cdot X_2^2$

De gradul 3:  $Y = a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_{12} \cdot X_1 \cdot X_2 + a_{11} \cdot X_1^2 + a_{22} \cdot X_2^2 + a_{112} \cdot X_1^2 \cdot X_2 + a_{122} \cdot X_1 \cdot X_2^2 + a_{111} \cdot X_1^3 + a_{222} \cdot X_2^3$

Unde  $a_i$ ,  $a_{ij}$  sau  $a_{ijl}$  ( $i, j, l = 1, 2$ ) sunt coeficienți numerici care se exprimă ca *efecte* ale factorilor corespunzători.

- $a_i$  este efectul factorului  $X_i$ ;
- $a_{ij}$  este efectul interacțiunii între cei doi factori  $X_i$  și  $X_j$
- $a_{ijl}$  este efectul interacțiunii între cei trei factori  $X_i$ ,  $X_j$  și  $X_l$

asupra răspunsului  $Y$ .

Forma generală a unui răspuns aproximat sub formă de funcție polinomială se poate scrie ca:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^k a_i \cdot X_i + \sum_{ij=1}^k a_{ij} \cdot X_i \cdot X_j + \dots \quad (6.2)$$

Scopul experimentelor este de a determina efectele plecând de la încercări.

Ar trebui ca modelul să fie suficient de precis, adică apropiat de dependența reală, dar, în același timp, cel mai simplu posibil. În funcție de studiul experimental, experimentatorul va alege modelul matematic, astfel încât să conducă încercările spre o coerență a rezultatelor.

De cele mai multe ori, polinomul de gradul întâi (care corespunde unui model liniar) este cel mai simplu și mai bun model. În situația aplicațiilor relativ simple, care nu necesită un grad de precizie ridicat, cum este cazul aplicației de la CET Freidorf, modelul polinomului liniar de gradul I este satisfăcător. Acest model nu este satisfăcător în aplicațiile din industria farmaceutică, chimică, militară, aerospațială, nucleară, etc., unde precizia datelor utilizate este extrem de ridicată.

### VI.3.2. Stabilirea unui plan factorial complex

Pe baza informațiilor disponibile, a calculelor, informațiilor, raționamentelor sau rezultatelor experimentale precedente, se pot estima limitele de variație a factorilor. Prin urmare, trebuie acordată atenție constrângerilor de principiu, în primul rând (de exemplu, temperatura nu poate varia sub zero absolut), constrângerilor tehnologice sau economice (lipsa tehnologiei necesare sau costuri prea ridicate), constrângerilor de timp, etc.

În interiorul acestei plaje de variație, între limite, pentru fiecare factor, vom alege *nivelul central* (sau *punctul central*), precum și intervalul de variație, care vor fi utilizate în calcule, precum și analiza rezultatelor.

Există mai multe categorii de plane factoriale, ceea ce face foarte dificilă utilizarea lor practică. În consecință, vom considera, în continuare, numai planul factorial având două nivele.

Nivelul superior și nivelul inferior (ca limite) sunt egal îndepărtate de nivelul (punctul) central. Intervalul de variație nu trebuie să fie prea mare, pentru ca modelul să aproximeze cu precizie cât mai mare realitatea, dar nici prea mic, pentru a lăsa o marjă de variație rezonabilă pentru factorii analizați.

Realizarea compromisului privind dimensiunea intervalului de variație este esențială pentru reușita metodei.

În general, într-un plan de experimente, este indicată valoarea codată a factorului  $X_i$ , definit prin formula:

$$X_i = \frac{\tilde{X}_i - \tilde{X}_{i0}}{I_i}; \quad i=1,2,\dots,k. \quad (6.3)$$

unde:

- $\tilde{X}_i$  sunt valorile reale (fixate) ale nivelului inferior și superior;
- $\tilde{X}_{i0}$  sunt valorile reale (fixate) ale nivelului central al factorului;
- $I_i$  este valoarea reală a intervalului de variație a factorului, anume:

$$I_i = \left| \tilde{X}_i - \tilde{X}_{i0} \right| \quad (6.4)$$

Prin urmare, toate valorile codificate ale factorilor sunt fie +1, fie -1. În practică, se neglijează „1”, ci se scrie, pur și simplu „+” sau „-”.

Condițiile de realizare a încercărilor sunt indicate într-un tabel, care se numește „matricea planului factorial”, sau chiar, mult mai simplu, „plan”. În această matrice, liniile corespund diferitelor încercări, iar coloanele corespund valorilor (codificate) ale factorilor. Un anume experiment (încercare) este denumit „punct experimental”. Această denumire poate fi interpretată, în situația noastră ca „punct de funcționare” al centralei, așa cum vom detalia în continuare, pe curbele de sarcină.

Așa cum am precizat anterior, încercările pe care le efectuăm sunt pe două nivele pentru un factor. Deci, numărul de încercări dintr-un plan va fi:

$$N = 2^k \quad (6.5)$$

Unde  $k$  este numărul de factori.

De multe ori se spune „plan factorial complet  $2^k$ ”.

Un exemplu, detaliat în tabelul 6.1, este planul factorial complet  $2^2$ :

Numărul încercării	$X_1$	$X_2$	$Y$
1	+	+	$Y_1$
2	-	+	$Y_2$
3	+	-	$Y_3$
4	-	-	$Y_4$

**Tabelul 6.1: Planul factorial complet  $2^2$**

Acest tabel poate fi reprezentat și altfel, reprezentarea matricială fiind mai utilă în calcule.

Numărul încercării	$X_1$	$X_2$	$Y$
1	$x_{11}$	$x_{21}$	$Y_1$
2	$x_{12}$	$x_{22}$	$Y_2$
3	$x_{13}$	$x_{23}$	$Y_3$
4	$x_{14}$	$x_{24}$	$Y_4$

**Tabelul 6.2: Planul factorial complet  $2^2$  în reprezentare matricială**

Adică, termenii  $x_{ij}$  formează o matrice, care ia valorile „+1” sau „-1”, în funcție de poziția lor în plan. Subliniem că această prezentare poate servi la compactarea formulelor, fără alte semnificații matematice.

### VI.3.3. Experimentarea

Această etapă a studiului nu face obiectul experimenticii, metodologiile utilizate fiind specifice demersului cercetării respective. Totuși, trebuie să remarcăm că este faza cea mai importantă a cercetării, căreia experimentatorul trebuie să îi acorde atenția cea mai sporită.

În scopul atenuării erorilor sistematice cauzate de factorii exteriori incontrollabili, încercările pot fi făcute într-o ordine aleatoare. În termeni specifici, această procedură se numește „randomizare”. Aceasta înseamnă că este mai simplu și mai eficient să se utilizeze tabelul cu cifrele aleatoare, pentru a stabili ordinea încercărilor, incluzând cele  $n_i$  încercări repetitive pentru fiecare punct experimental.

În această parte a demersului se face apel, în parte, la „experiența” experimentatorului, precum și la abilitățile și competențele sale.

### VI.3.4. Determinarea efectelor

Pornind de la rezultatele încercărilor, putem calcula efectele, în baza formulelor [53]:

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N} \quad (6.6)$$

sau:

$$a_j = \frac{\sum_{i=1}^N X_{ij} \cdot Y_i}{N}, \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (6.7)$$

unde:  $N = 2^k$  este numărul de încercări ale planului;  
 $X_{ij}$  sunt elementele matricei date în tabelele anterioare.

Putem observa că  $a_0$  este media tuturor răspunsurilor  $Y_i$  din plan și, acest parametru indică valoarea prevăzută (de către model) pentru răspuns, în punctul central.

De exemplu, dacă avem modelul matematic:

$$Y = a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 \quad (6.8)$$

vom avea:

$$\begin{aligned} a_0 &= (Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4) / 4 \\ a_1 &= (Y_1 - Y_2 + Y_3 - Y_4) / 4 \\ a_2 &= (Y_1 + Y_2 - Y_3 - Y_4) / 4 \end{aligned} \quad (6.9)$$

În acest exemplu, modelul este liniar, dar nu întotdeauna se va realiza acest deziderat. Unul dintre argumentele neliniarității relației (6.2) este interacțiunea între doi sau mai mulți factori. Acest lucru se traduce prin faptul că efectul unuia dintre ei este modificat prin acțiunea celorlalți.

Metoda planelor factoriale ne permite să evaluăm cantitativ aceste interacțiuni. În acest scop, noi utilizăm regula „multiplicării celor două coloane”, pentru a obține coloana „interacțiunii dintre cei doi factori”. În tabelul 6.3. este dat exemplul interacțiunilor în cadrul planului factorial complet  $2^2$ , care a fost detaliat în tabelele anterioare.

Noua coloană apărută în tabel, notată cu  $X_1X_2$  va fi utilizată pentru calculul interacțiunilor:

$$a_{12} = (Y_1 - Y_2 - Y_3 + Y_4) / 4 \quad (6.10)$$

Când crește numărul de factori, planul va fi mai complicat.

Numărul încercării	$X_1$	$X_2$	$X_1X_2$	$Y$
1	+	+	+	$Y_1$
2	-	+	-	$Y_2$
3	+	-	-	$Y_3$
4	-	-	+	$Y_4$

**Tabelul 6.3: Planul factorial complet  $2^2$  cu considerarea interacțiunilor**

Regulile generale pentru stabilirea acestui plan sunt:

- Frecvența de schimbare a semnului se reduce de două ori, de la o coloană la alta;
- Fiecare nou factor dublează numărul de încercări.

În Tabelul 6.4. este detaliat planul factorial complet  $2^3$ , care are, în mod vizibil, un număr mai mare de interacțiuni între factori.

Numărul încercării	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_1 X_2$	$X_1 X_3$	$X_2 X_3$	$X_1 X_2 X_3$	$Y$
1	+	+	+	+	+	+	+	$Y_1$
2	-	+	+	-	-	+	-	$Y_2$
3	+	-	+	-	+	-	-	$Y_3$
4	-	-	+	+	-	-	+	$Y_4$
5	+	+	-	+	-	-	-	$Y_5$
6	-	+	-	-	+	-	+	$Y_6$
7	+	-	-	-	-	+	+	$Y_7$
8	-	-	-	+	+	+	-	$Y_8$

**Tabelul 6.4: Planul factorial complet  $2^3$  cu considerarea interacțiunilor**

În continuare, vom detalia etapele finale ale demersului.

### VI.3.5. Verificarea valabilității modelului

Această procedură implică două faze:

- Verificarea nivelului semnificativ al efectelor;
- Analiza coerenței modelului cu datele experimentale.

#### VI.3.5.1. Verificarea nivelului semnificativ al efectelor

Această verificare are ca scop detectarea efectelor nesemnificative, în scopul limitării acestora.

În practică, sunt două situații care pot apărea [37]:

- Experimentatorul cunoaște valoarea erorii experimentale  $\Delta Y$ , care afectează răspunsul:**

Eroarea  $\Delta a$ , asupra efectului, va fi dată de relația:

$$\Delta a = \frac{\Delta Y}{\sqrt{N}} \quad (6.11)$$

unde  $\Delta Y$  este eroarea experimentală asupra unui răspuns  $Y_i$ .

În general, se presupune că eroarea experimentală  $\Delta Y$  este aceeași pentru toate răspunsurile din plan.  $N = 2^k$  este numărul de încercări.

Orice efect, a cărui valoare absolută este superioară lui  $\Delta a$  este considerat ca semnificativ și rămâne în ecuația modelului dat de (6.2).

În caz contrar, acesta este rejectat, adică factorul corespondent nu joacă un rol semnificativ pentru model.

**b). Experimentatorul nu cunoaște valoarea erorii experimentale  $\Delta Y$ , care afectează răspunsul:**

Se consideră totuși că experimentatorul poate să mai execute câteva încercări suplimentare, pentru a avea o estimare.

Se stabilește că  $n$  este numărul de încercări repetitive pentru un punct experimental. În acest caz, considerăm că  $n$  este identic pentru toate punctele.

Se va nota cu  $Y_{ij}$  răspunsul  $i$  al planului, obținut la încercarea repetitivă  $j$ .

Iterațiile corespunzătoare se fac după:

$$\begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, N; \\ j &= 1, 2, \dots, n. \end{aligned}$$

Se va introduce media răspunsului  $i$  în cadrul încercărilor repetitive:

$$\bar{Y}_i = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n Y_{ij} \tag{6.12}$$

Abaterea lui  $Y_i$  va fi:

$$\sigma_{Y_i} = \left| \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2} \right| \tag{6.13}$$

În general, abaterile standard ale tuturor răspunsurilor din plan se presupune că sunt egale, deci se poate scrie:

$$\sigma_Y = \sigma_{Y_i} \tag{6.14}$$

De asemenea, abaterile standard ale tuturor efectelor sunt egale, deoarece nu depind decât de eroarea de măsură și de numărul de încercări:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_Y}{\sqrt{N}} \tag{6.15}$$

Prin definiție, intervalul de încredere  $\Delta a_m$  al efectului  $m$  este determinat de către formula:

$$\Delta a_m = t \cdot \sigma_a = \frac{t \cdot \sigma_Y}{\sqrt{N}} \quad m = 1, 2, \dots, k \tag{6.16}$$

unde  $t$  este cuantila de distribuție a lui Student, pentru gradul de libertate  $f$  și nivelul semnificativ  $\beta$  (considerat de obicei  $\beta = 0,05$ ). Având în vedere acestea,  $t$  se poate alege din tabele.

Orice efect va fi semnificativ, dacă valoarea sa absolută este superioară intervalului de încredere. Aceasta s-ar traduce prin faptul că influența medie asupra lui  $Y$  este mult mai importantă decât dispersiile (datorită incoerenței modelului sau altor factori „perturbanți”).

Întregul demers va trebui completat cu o serie de analize privind corespondența cu datele experimentale și realitatea fizică. Această operație de interpretare, validare și compilare a datelor experimentale face din nou apel la „experiența” experimentatorului și la coerența datelor experimentale [38].

### VI.3.6. Analiza corespondenței modelului cu datele experimentale

Evident, ecuația (6.2) nu este decât o aproximare simplă a dependenței (6.1). Acest lucru impune o analiză suplimentară.

Această operație necesită o serie de evaluări, pornind de la anumite metode din domeniul statisticii.

Se calculează criteriul lui Fischer,  $F$ :

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad (6.17)$$

unde  $s_1^2, s_2^2$  sunt abateri calculate cu formula:

$$s_1^2 = \frac{1}{N-k} \cdot \sum_{i=1}^N (Y_i - Y_{ci})^2 \quad (6.18)$$

Se notează cu:

- $Y_{ci}$ , valoarea lui  $Y$  calculată în conformitate cu ecuația modelului atunci când se înlocuiește  $X$  cu un  $X_i$ , determinat experimental;
- $k$  este numărul de factori.

$$s_2^2 = \frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (6.19)$$

având:

$$\bar{Y} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N Y_i \quad (6.20)$$

iar  $f_1 = N-k$ ,

$f_2 = N-1$  sunt gradele de libertate.

Pe de-altă parte, dacă se precizează nivelul semnificativ  $\beta$ , care în majoritatea situațiilor este egal cu 0,05, valoarea lui  $F$  se preia din tabelele dedicate, pentru două grade de libertate.

Dacă  $F$  este superior celui calculat, putem afirma că modelul este coerent cu datele experimentale, altfel trebuie să căutăm o altă formă a ecuației, mai complicată. În orice situație, numărul de încercări nu trebuie să fie inferior numărului de coeficienți de analizat, pentru a menține eficacitatea metodei.

Dacă numărul de încercări pentru fiecare punct (adică pentru fiecare combinație de valori reale ale factorilor) este superior lui 1,  $s_1^2$  va fi determinat după relația:

$$s_1^2 = \frac{1}{N-k_i} \cdot \sum_{i=1}^N n_i \cdot (\bar{Y}_i - Y_{ci})^2 \quad (6.21)$$

unde:

- $n_i$  este numărul de încercări repetitive al primei linii din plan;
- $\bar{Y}_i$  este media aritmetică a celor  $n_i$  încercări repetitive;

Această ecuație ne arată că, pe măsură ce repetiția este mai mare, diferența va fi mai semnificativă, între valorile experimentale și cele calculate.

În subcapitolul următor vom detalia modul de aplicare a Metodei Planelor Factoriale, în situația determinării relației dintre încărcarea motoarelor, energia termică produsă, energia electrică produsă, apa caldă menajeră produsă și, rezultatul final, energia electrică livrată vara sau iarna.

## VI.4. Aplicarea Metodei Planelor Factoriale

În acest subcapitol se va expune modul de aplicare a Metodei Planelor Factoriale în scopul determinării influenței încărcării motoarelor, a energiei termice produse, a energiei electrice produse precum și a debitului de apă caldă menajeră asupra cantității de energie electrică livrată în regim de iarnă și în regim de vară, în situația CET Freidorf.

Se va lua în considerare influența a 4 factori descriși mai sus, asupra cantității de energie electrică livrată în sistemul energetic local. Toate măsurătorile au fost efectuate în prealabil, la rece, în cadrul testelor de punere în funcțiune a instalației, în cursul lunilor februarie și mai 2008.

Acești factori care vor fi luați în considerare sunt:

- Încărcarea motorului (motoarelor 1 sau 2, ca și combustibil consumat), în [%];
- Cantitatea de energie termică produsă, în [kWh];
- Cantitatea de energie electrică produsă, în [kWh];
- Debitul de apă caldă menajeră, în [m<sup>3</sup>/s];

Întregul demers poate fi structurat în două etape:

1. Aplicarea propriu-zisă a Metodei Planelor Factoriale;
2. Analiza informațiilor obținute în prima etapă precum și examenul influenței fiecărui factor asupra cantității de energie electrică livrată.

Factorii care au fost luați în calcul sunt notați după cum urmează, adică:

- $X_1$  - Încărcarea motorului;
- $X_2$  - Cantitatea de energie termică produsă;
- $X_3$  - Cantitatea de energie electrică produsă;
- $X_4$  - Debitul de apă caldă menajeră.

Nivelele inferioare și superioare, pentru acești aditivi sunt:

- Pentru  $X_1$ :
  - nivelul inferior = 0;
  - nivelul superior = 100;
  - punctul central = 50;
- Pentru  $X_2$ :
  - nivelul inferior = 0;
  - nivelul superior = 518;
  - punctul central = 259;
- Pentru  $X_3$ :
  - nivelul inferior = 0;
  - nivelul superior = 501;
  - punctul central = 250,5;
- Pentru  $X_4$ :
  - nivelul inferior = 0;
  - nivelul superior = 12,7;
  - punctul central = 6,35;

Intervalele de variație ale acestor 4 factori sunt total diferite. La fel și semnificația mărimilor fizice propriu-zise. În subcapitolul anterior s-a explicat că, este de dorit ca toți factorii de aceeași natură să fie analizați într-un mod echivalent, în cadrul metodei planelor factoriale. Dar, observăm, din datele de mai sus, că intervalele de variație alese nu sunt identice. De acest lucru va trebui să se țină cont în calculul unor coeficienți ai ecuației de regresie, care vor avea, prin urmare, valori destul de diferite ca ordin de mărime și semnificație fizică [46], [48].

Toate măsurătorile din această etapă au fost efectuate pentru o suprațemperatură a apei calde menajere de cca. 35 °C, asigurată, indiferent de anotimp, prin mijloace automate, prin intermediul sistemului SCADA implementat în circuitele centralei.

Iarna, această diferență poate fi setată și la 45 °C dacă temperatura apei reci scade sub 5 °C.

Pe post de funcții răspuns s-au luat în calcul:

- Energia electrică livrată vara, în [kWh], dat fiind pierderile pe ansamblul centralei, în corelație cu factorii descriși anterior;
- Energia electrică livrată iarna, în [kWh], dat fiind pierderile pe ansamblul centralei, în corelație cu factorii descriși anterior;

Energia termică produsă este contorizată și facturată integral, tariful acestei energii fiind constant indiferent de ora de livrare și cantitatea livrată. Legislația în vigoare nu oferă tarife diferențiate pentru energia termică livrată la diferite ore. Pentru energia electrică, legislația impune metode de facturare, care nu vor fi detaliate în acest capitol, care impun reglarea cantității de energie livrată în orice moment, în scopul creșterii eficienței economice a centralei în ansamblu.

Funcțiile răspuns sunt mărimi electrice. Dar, practic, se regăsesc în indicatori economici. Remarcăm, încă o dată caracterul interdisciplinar al acestei lucrări, prin care se urmărește, prin tehnici specifice ingineriei electrice, obținerea unor rezultate care vizează ingineria termotehnică, automatica precum și eficiența economică. De multe ori, în mediul industrial, relația între producătorul unui sistem tehnologic relativ complex, cum este această centrală termo-electrică, și beneficiarul energiei electrice produse, (compania locală de electricitate) este inexistentă, rezultatul fiind dezastruos pentru ambele părți.

Polinomul luat în calcul (ecuația de regresie), de gradul I este:

$$Y = Y_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_3 \cdot X_3 + a_4 \cdot X_4 + a_{12} \cdot X_1 \cdot X_2 + a_{13} \cdot X_1 \cdot X_3 + a_{14} \cdot X_1 \cdot X_4 + a_{23} \cdot X_2 \cdot X_3 + a_{24} \cdot X_2 \cdot X_4 + a_{34} \cdot X_3 \cdot X_4 \quad (6.22)$$

Bineînțeles, toți ceilalți parametrii (stare instalație, precizie aparatură de măsură, etc.) sunt identici pentru toate încercările.

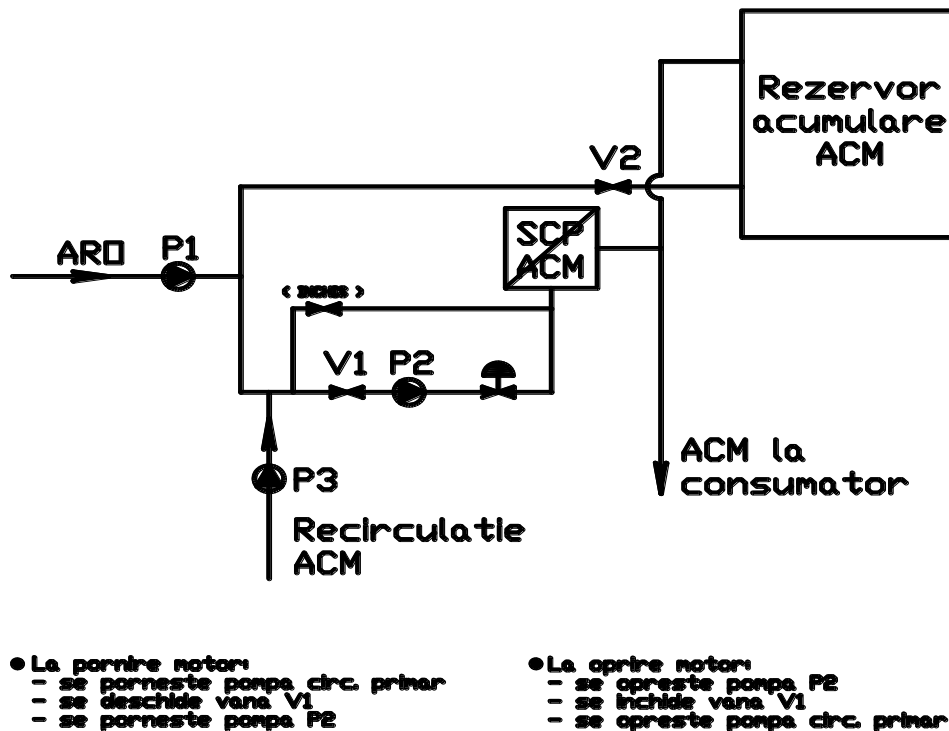


Figura 6.3. Schema de reglaj a circuitului termic

Schema de funcționare a instalației este prezentată, doar pentru a stabili punctele în care se efectuează reglajul, în Figura 6.3. În figura 6.4 este prezentată situația generală programată pentru funcționarea instalației în cursul lunii August 2008, cu titlul de prezentare doar.



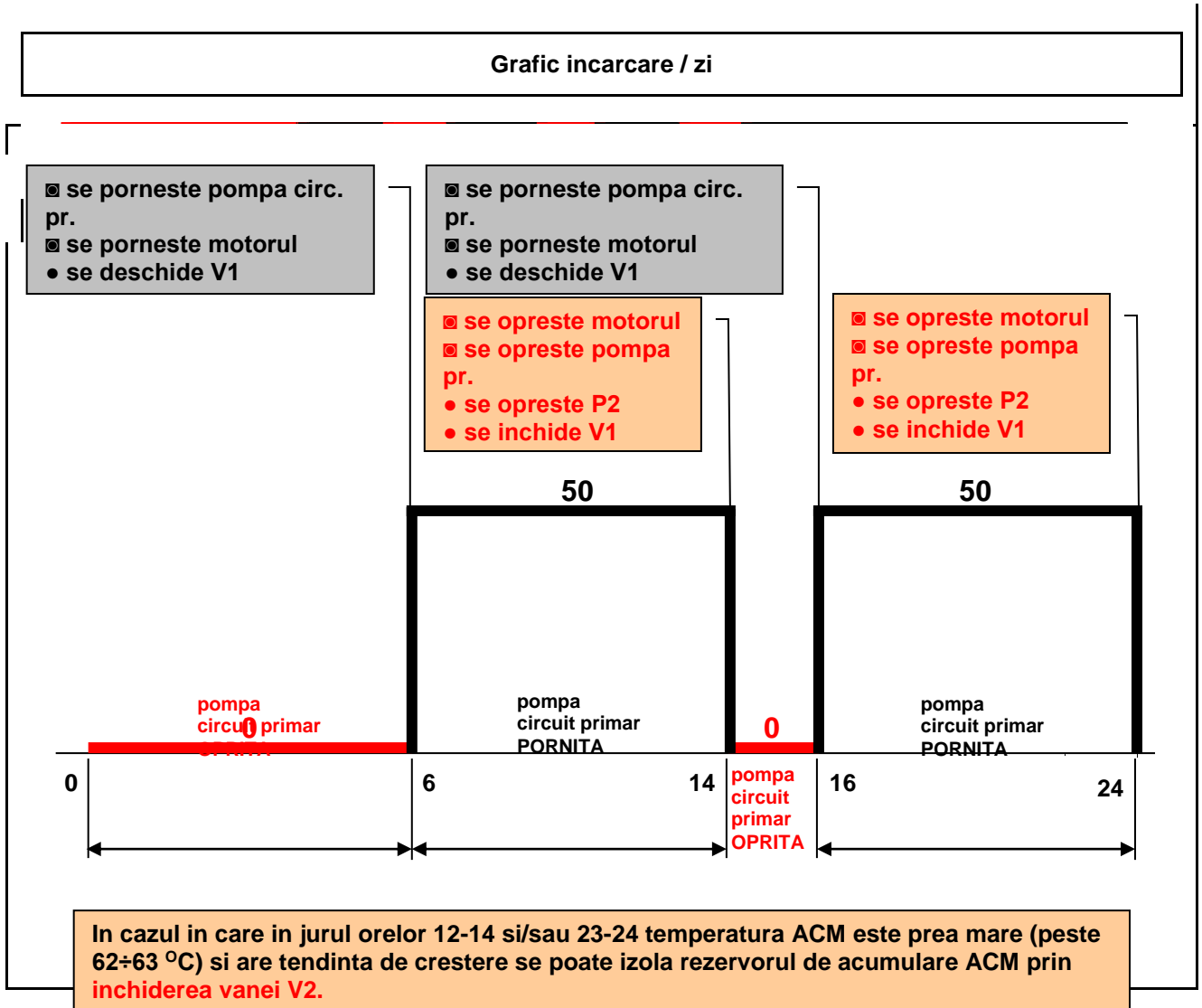


Figura 6.4. Planificarea succesiunii comenzilor în exploatarea normală a circuitului termic

În Tabelul 6.5. este descrisă (cu titlul de exemplu) funcționarea motoarelor și generatoarelor de la CET Freidorf în data de 11 august 2008. Din analiza datelor prezentate cu titlu de exemplu, rezultă că un simplu reglaj care să aducă încărcarea motoarelor la cca. 50% din încărcarea maximă nu este recomandabil, atât sub aspectul producerii de apă caldă menajeră, dar mai ales sub aspectul producerii de electricitate.

	data	ora	data	Int.	zi	inc	MWh		MWh	Temp ACM				
2008	Aug	11	11	11-Aug-08	11-12	L 0+50	0,22	0,219	0,001	0,001	0	0,219	8	56
2008	Aug	11	12	11-Aug-08	12-13	L 0+50	0,22	0,219	0,001	0,001	0	0,219	7	58
2008	Aug	11	13	11-Aug-08	13-14	L 0+50	0,22	0,219	0,001	0,001	0	0,219	8	58
2008	Aug	11	14	11-Aug-08	14-15	L 0+0	0,007	0	0,007	0,007	0	0,000	6	58
2008	Aug	11	15	11-Aug-08	15-16	L 0+0	0	0	0,000	0	0	0,000	5	56
2008	Aug	11	16	11-Aug-08	16-17	L 0+50	0,219	0,219	0,000	0	0	0,219	7	54
2008	Aug	11	17	11-Aug-08	17-18	L 0+50	0,221	0,219	0,002	0,002	0	0,219	7	54
2008	Aug	11	18	11-Aug-08	18-19	L 0+50	0,221	0,219	0,002	0,002	0	0,219	6	55
2008	Aug	11	19	11-Aug-08	19-20	L 0+50	0,221	0,219	0,002	0,002	0	0,219	7	55
2008	Aug	11	20	11-Aug-08	20-21	L 0+50	0,22	0,219	0,001	0,001	0	0,219	8	58
2008	Aug	11	21	11-Aug-08	21-22	L 0+50	0,219	0,219	0,000	0	0	0,219	10	58
2008	Aug	11	22	11-Aug-08	22-23	L 0+50	0,22	0,219	0,001	0,001	0	0,219	9	57
2008	Aug	11	23	11-Aug-08	23-24	L 0+50	0,22	0,219	0,001	0,001	0	0,219	7	60

Tabelul 6.5. Exemplu privind funcționarea centralei pe timp de vară

Graficul privind puterea electrică livrată, obținut prin corelarea acestor date, este prezentat mai jos. Pentru comparație, mai jos este prezentat și graficul corespunzător datei de 8 august 2008.

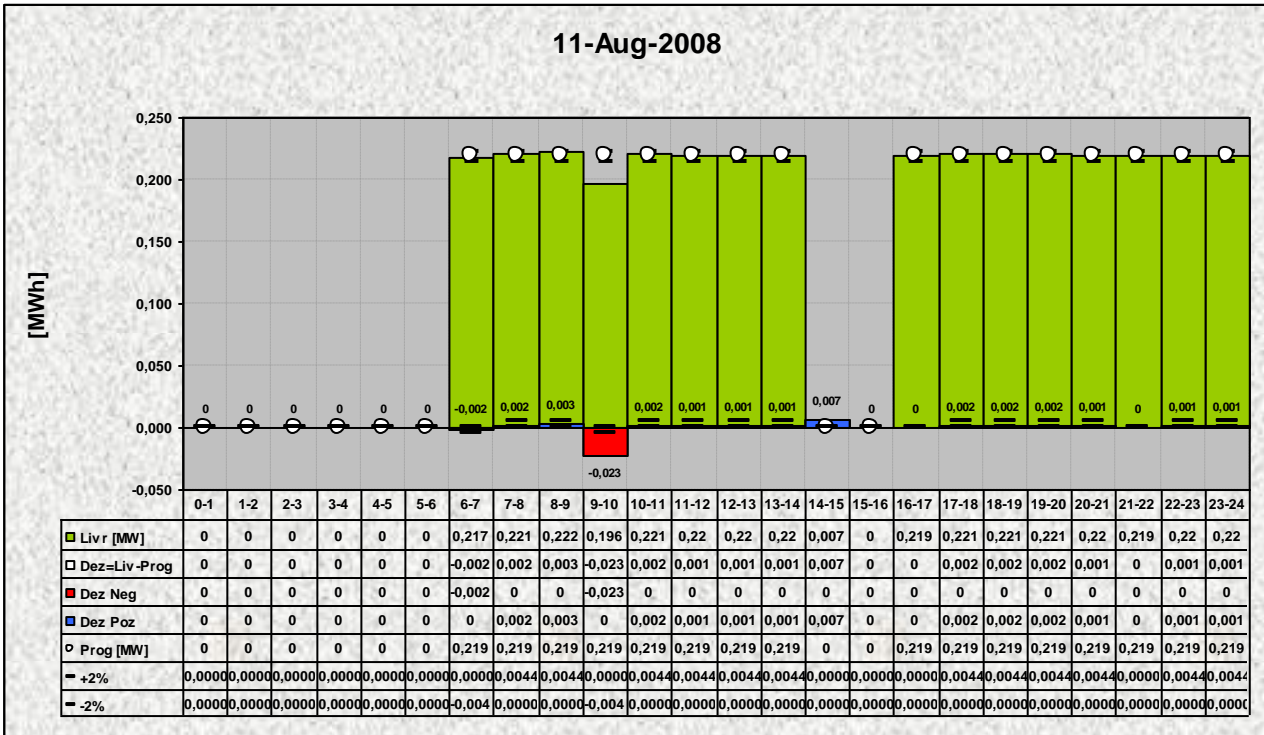


Figura 6.6. Evoluția energiei electrice livrate în data de 11 august 2008

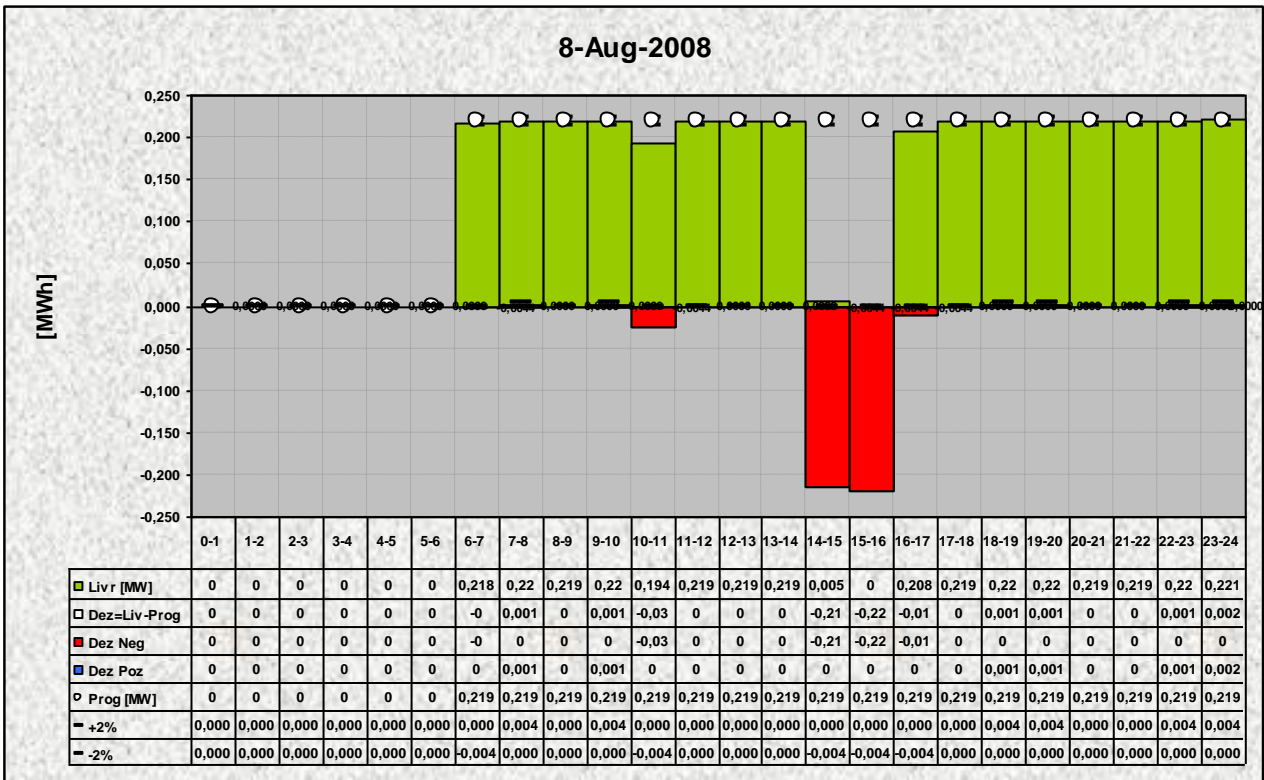


Figura 6.7. Evoluția energiei electrice livrate în data de 8 august 2008

Se observă, din reprezentarea în bargraf, că, în lipsa unor sisteme de reglaj adecvate și a unei optimizări a curbelor de încărcare, nu putem vorbi de o funcționare excelentă a centralei termoelectrice, după nici un parametru.

În scopul limitării erorilor, fiecare răspuns din evaluarea coeficienților funcției de răspuns este media măsurărilor efectuate pe câte 4-6 ore de funcționare. Prin această metodologie se poate pune în evidență și reproductibilitatea experimentului (și, implicit, corectitudinea măsurărilor).

Pentru determinarea coeficienților ecuației de regresie s-a utilizat un program realizat în mediul de programare C++. În acest program s-au introdus valorile măsurate pentru:

- Energia electrică livrată vara, în [kWh];
- Energia electrică livrată iarna, în [kWh];

Valorile măsurate ale acestor mărimi au fost introduse în Tabelul 6.6, în conformitate cu tabelul de variație al funcției. Aceste valori corespund intervalului de variație al parametrului  $X_1$ , anume gradul de încărcare al motorului. Această observație poate conduce la concluzii eronate, dacă datele nu sunt interpretate cu atenție, deoarece este recomandabil ca variațiile să fie comparabile.

Numărul încercării	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	EE livrată vara [kWh]	EE livrată iarna [kWh]
1	+	+	+	+	462	911
2	-	+	+	+	439	864
3	+	-	+	+	412	810
4	-	-	+	+	404	795
5	+	+	-	+	387	762
6	-	+	-	+	364	715
7	+	-	-	+	341	668
8	-	-	-	+	315	616
9	+	+	+	-	290	568
10	-	+	+	-	267	521
11	+	-	+	-	241	468
12	-	-	+	-	219	424
13	+	+	-	-	191	370
14	-	+	-	-	168	323
15	+	-	-	-	103	180
16	-	-	-	-	0	0

**Tabelul 6.6: Rezultatul complet al aplicării planului factorial  $2^4$**

Pornind de la aceste valori, se vor obține, utilizând programul de calcul, următoarele valori pentru coeficienții ecuației de regresie,  $a$  fiind valoarea maximă a funcției:

Pentru energia electrică livrată vara, în [kWh], se vor obține coeficienții următori:

$a_0$  nerotunjit este: 287.6875

$a_0$  este: 288  
 $a_1$  este: 15.6875  
 $a_2$  este: 33.3125  
 $a_3$  este: 54.0625  
 $a_4$  este: 102.8125  
 $a_{12}$  este: -4.1875  
 $a_{13}$  este: -6.1875  
 $a_{14}$  este: -5.6875  
 $a_{23}$  este: -10.5625  
 $a_{24}$  este: -10.8125  
 $a_{34}$  este: -15.3125

În final,  $a$  valoarea maximă a funcției este: 436

Pentru energia electrică livrată iarna, în [kWh], se vor obține coeficienții următori:

$a_0$  nerotunjit este: 562.375

$a_0$  este: 562  
 $a_1$  este: 30.125  
 $a_2$  este: 66.875  
 $a_3$  este: 107.875  
 $a_4$  este: 205.25

$a_{12}$  este: -6.625  
 $a_{13}$  este: -10.875  
 $a_{14}$  este: -10  
 $a_{23}$  este: -21.125  
 $a_{24}$  este: -21.5  
 $a_{34}$  este: -20.5

În final,  $a$  valoarea maximă a funcției este: 867.

Cunoscând erorile efectuate la măsurătorile energiei electrice, se pot filtra rezultatele semnificative, utilizându-se formula (6.23):

$$\Delta a = \frac{\Delta Y}{\sqrt{N}} \quad (6.23)$$

Pentru un număr  $N = 16$  încercări, vom avea:

$$\Delta a = \frac{\Delta Y}{4} \quad (6.24)$$

### Pentru $Y_1$ energia electrică livrată vara, în [kWh]

În regimul de funcționare la încărcare minimă, vara, motorul debitează un minim de 86 kWh, fără a debita căldură pentru apa caldă menajeră.

Prin urmare, abaterea tolerabilă a mărimii monitorizate  $Y_1$  (energia electrică livrată vara) este:

$$\Delta Y_1 = 86 \text{ kWh} \quad (6.25)$$

În consecință:

$$\Delta a_1 = \frac{86}{4} = 21,5 \quad (6.26)$$

Rezumând:

Din punct de vedere a lui  $Y_1$ , Energia electrică livrată vara, în [kWh], numai efectele a căror valoare absolută este superioară lui 21,5 pot fi luate în considerare și păstrate în polinomul de regresie. Acestea au fost marcate pe fundal galben, în listingul de la începutul paginii. Celelalte vor fi neglijate. S-a explicat că, deoarece cei 4 factori perturbatori nu au același interval de variație (practic procente de  $X_1$  au fost înmulțite cu 100, pentru a obține valori întregi), ceilalți coeficienți vor trebui să fie împărțiți la 100, pentru a păstra corectitudinea datelor.

Polinomul regresiei pentru  $Y_1$  va fi:

$$Y_1 = 288 + 15,6875 \cdot X_1 + 0,333125 \cdot X_2 + 0,5406 \cdot X_3 + 1,028125 \cdot X_4 \quad (6.27)$$

Această ecuație arată că, în jurul valorii de 288 kWh, toți factorii manifestă o influență pozitivă asupra lui  $Y_1$ . În mod evident, efectul lor nu este același. Analizând coeficienții, tragem concluzia că  $X_1$ , încărcarea motorului, este preponderent, având un coeficient de 15,687.

Rolul lui  $X_4$  (debitul de ACM) este (așa cum e normal, vara) hotărâtor.

Ceilalți factori, anume energiile termică și electrică produse au o pondere mai mică.

Coerența ecuației (6.27) poate fi verificată, de exemplu, aplicând criteriul lui Fischer.  
Pentru exemplificare:

$$s_1^2 = \frac{1}{16-4} \left[ (Y_{11} - Y_{1C1})^2 + (Y_{12} - Y_{1C2})^2 + (Y_{13} - Y_{1C3})^2 + \dots + (Y_{116} - Y_{1C16})^2 \right] \quad (6.28)$$

unde  $Y_{1i}$  sunt rezultatele obținute în plan, iar  $Y_{1Ci}$  sunt valorile lui  $Y_{1S}$  calculate prin înlocuirea valorilor date cu măsurătorile reale în ecuația (6.26).

Va rezulta, prin urmare:

$$s_1^2 = 3982,48$$

În continuare:

$$s_1^2 = \frac{1}{16-1} \left[ (Y_{11} - Y_{10})^2 + (Y_{12} - Y_{10})^2 + (Y_{13} - Y_{10})^2 + \dots + (Y_{116} - Y_{10})^2 \right] \quad (6.29)$$

unde  $Y_{10}$  este media tuturor valorilor  $Y_{1i}$  din plan, egală cu 236 kWh.

Va rezulta, prin urmare:

$$s_2^2 = 2972$$

Deci, pentru aplicarea criteriului lui Fischer:

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \approx 1,34 \quad (6.30)$$

Conform tabelelor statistice, în condițiile date, este necesară o valoare a lui  $F \sim 2,9$ . Observăm că valoarea obținută din (6.30) pentru  $F$ , egală cu 1,34, este inferioară valorii limită, ceea ce confirmă precizia expresiei.

### **Pentru $Y_2$ energia electrică livrată iarna, în [kWh]**

În regimul de funcționare la încărcare minimă, iarna, motorul debitează un minim de 104 kWh, fără a debita căldură pentru apa caldă menajeră, doar energie termică.

Prin urmare, abaterea tolerabilă a mărimii monitorizate  $Y_2$  (energia electrică livrată iarna) este:

$$\Delta Y_1 = 104 \text{ kWh} \quad (6.31)$$

În consecință:

$$\Delta a_2 = \frac{104}{4} = 26 \quad (6.32)$$

Rezumând:

Din punct de vedere a lui  $Y_2$ , Energia electrică livrată iarna, în [kWh], numai efectele a căror valoare absolută este superioară lui 26 pot fi luate în considerare și păstrate în polinomul de regresie. Acestea au fost marcate pe fundal galben, în listingul de la începutul paginii. Celelalte vor fi neglijate. S-a explicat că, deoarece cei 4 factori perturbatori nu au același interval de variație (practic procente de  $X_2$  au fost înmulțite cu 100, pentru a obține valori întregi), ceilalți coeficienți vor trebui să fie împărțiți la 100, pentru a păstra corectitudinea datelor.

Polinomul regresiei pentru  $Y_2$  va fi:

$$Y_2 = 562 + 30,125 \cdot X_1 + 0,66875 \cdot X_2 + 1,078 \cdot X_3 + 2,0525 \cdot X_4 \quad (6.33)$$

Această ecuație arată că, în jurul valorii de 562 kWh, toți factorii manifestă o influență pozitivă asupra lui  $Y_2$ . În mod evident, efectul lor nu este același. Analizând coeficienții, tragem concluzia că  $X_1$ , încărcarea motorului, este preponderent, având un coeficient de 30,125.

Rolul lui  $X_4$  (debitul de ACM) este și el hotărâtor.

Ceilalți factori, anume energiile termică și electrică produse au o pondere mai mică. Coerența ecuației (6.33) poate fi verificată, de exemplu, aplicând criteriul lui Fischer. Pentru exemplificare:

$$s_1^2 = \frac{1}{16-4} \left[ (Y_{21} - Y_{2c1})^2 + (Y_{22} - Y_{2c2})^2 + (Y_{23} - Y_{2c3})^2 + \dots + (Y_{216} - Y_{2c16})^2 \right] \quad (6.34)$$

unde  $Y_{2i}$  sunt rezultatele obținute în plan, iar  $Y_{2ci}$  sunt valorile lui  $Y_{2s}$  calculate prin înlocuirea valorilor date cu măsurătorile reale în ecuația (6.33).

Va rezulta, prin urmare:

$$s_1^2 = 3112,89$$

În continuare:

$$s_2^2 = \frac{1}{16-1} \left[ (Y_{21} - Y_{20})^2 + (Y_{22} - Y_{20})^2 + (Y_{23} - Y_{20})^2 + \dots + (Y_{216} - Y_{20})^2 \right] \quad (6.35)$$

unde  $Y_{20}$  este media tuturor valorilor  $Y_{2i}$  din plan, egală cu 562 kWh.

Va rezulta, prin urmare:

$$s_2^2 = 1864$$

Deci, pentru aplicarea criteriului lui Fischer:

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \approx 1,67 \quad (6.36)$$

Conform tabelor statistice, în condițiile date, este necesară o valoare a lui  $F \sim 2,9$ . Observăm că valoarea obținută din (6.36) pentru  $F$ , egală cu 1,67, este inferioară valorii limită, ceea ce confirmă precizia expresiei.

În continuare vom reprezenta dependențele factorilor unul de celălalt [7], [9].

În Figura 6.8 este reprezentată, în baza măsurătorilor anterioare, energia termică produsă de motoarele Perkins, vara, în funcție de încărcarea motorului.

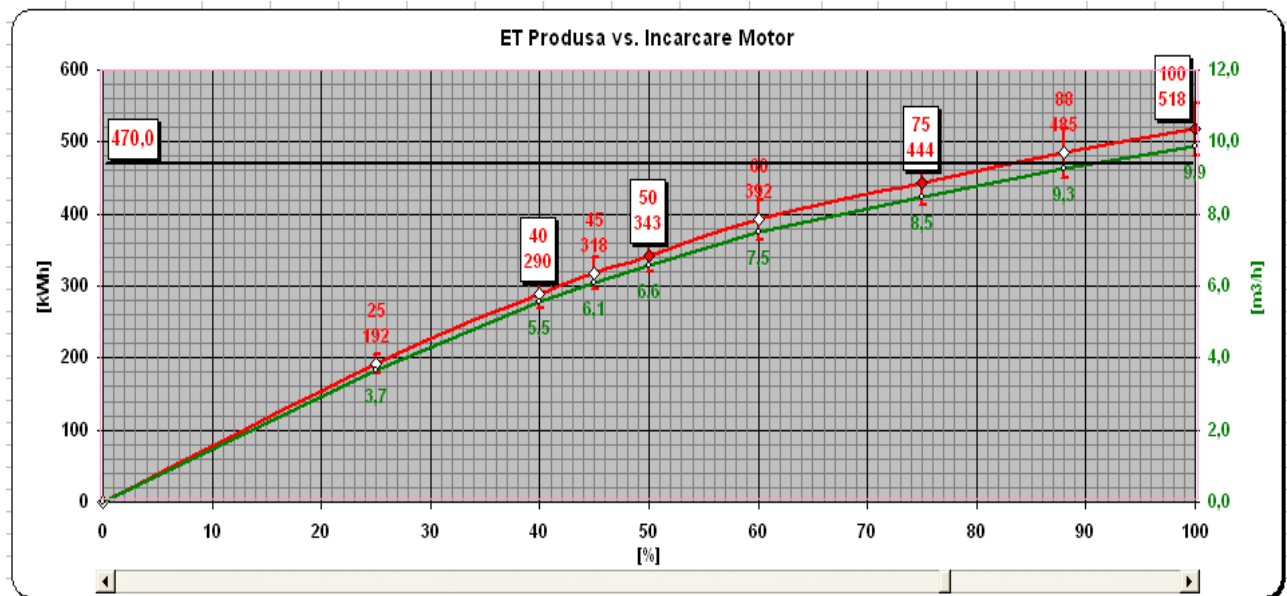


Figura 6.8. Energia termică produsă, în funcție de încărcarea motorului

Cu verde s-a reprezentat echivalentul de ACM produs vara. Curba este trasată prin puncte, dar se apropie foarte mult de modelul teoretic liniarizat, dedus din ecuațiile anterioare. Cu roșu s-a reprezentat cantitatea de energie termică produsă vara.

În Figura 6.9 este reprezentată, în baza măsurătorilor anterioare, energia electrică produsă de motoarele Perkins, vara, în funcție de încărcarea motorului.

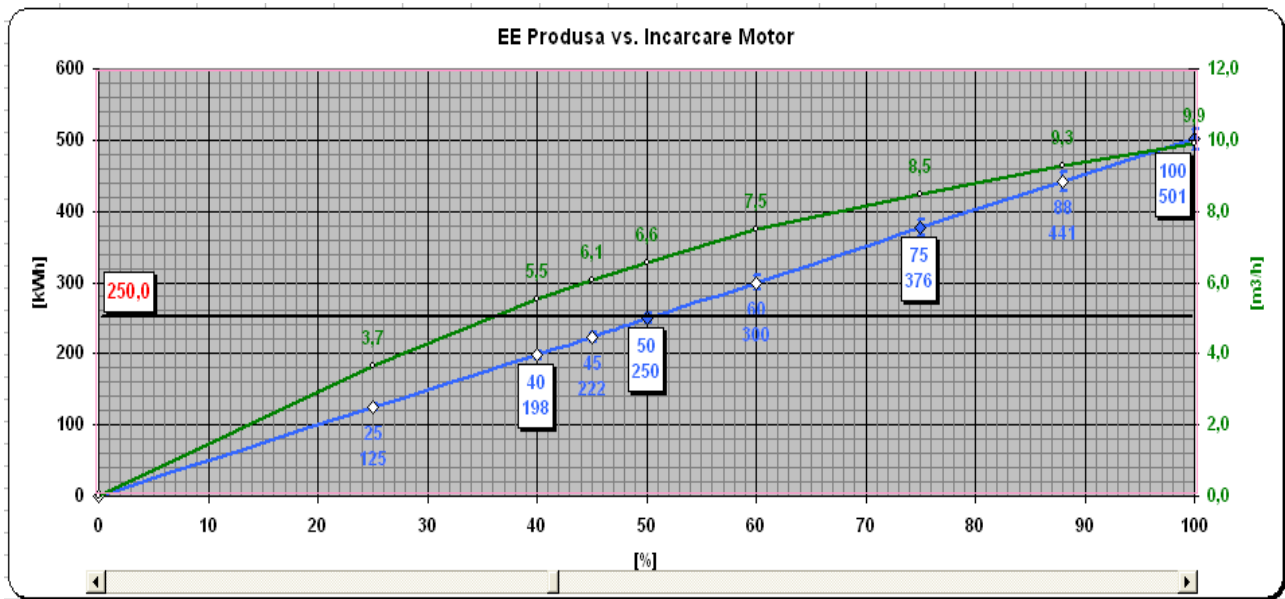


Figura 6.9. Energia electrică produsă, în funcție de încărcarea motorului

Cu verde s-a reprezentat echivalentul de ACM produs vara. Curba este trasată prin puncte, dar se apropie foarte mult de modelul teoretic liniarizat, dedus din ecuațiile anterioare. Cu albastru s-a reprezentat cantitatea de energie electrică produsă vara.

În Figura 6.10 sunt reprezentate, în baza măsurătorilor anterioare, energia termică și electrică produsă de motoarele Perkins, vara, în funcție de încărcarea motorului.

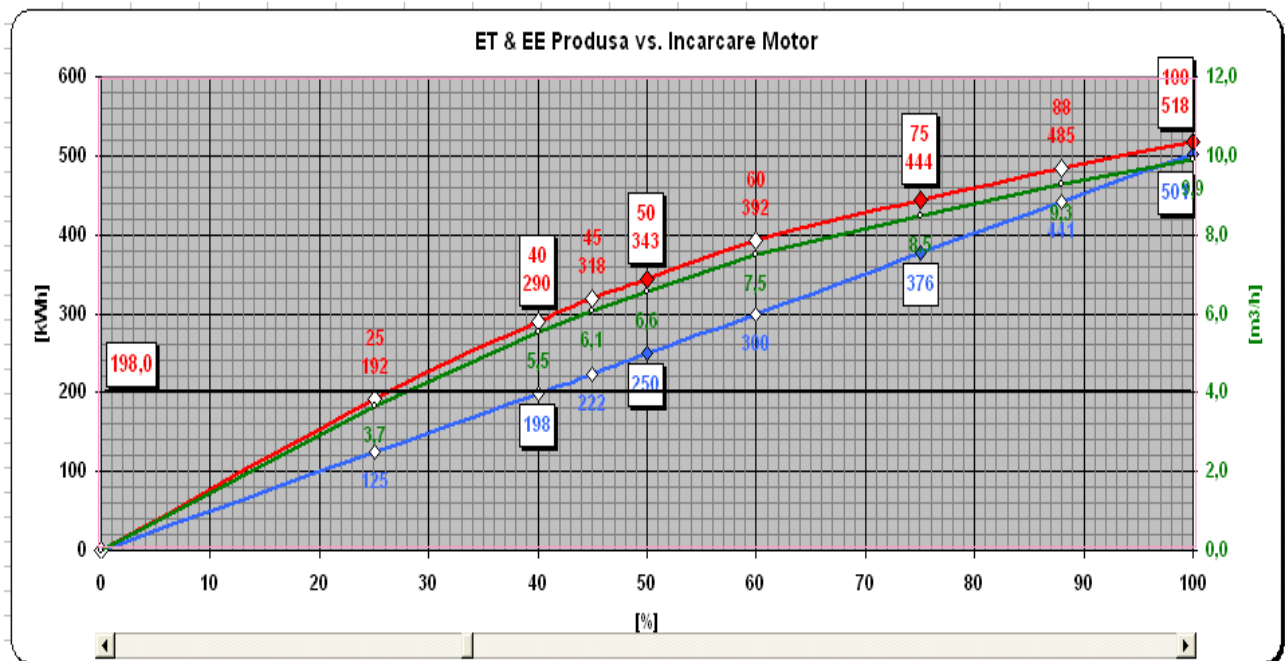


Figura 6.10. Energia termică și electrică produse, în funcție de încărcarea motorului

Cu verde s-a reprezentat echivalentul de ACM produs vara. Curba este trasată prin puncte, dar se apropie foarte mult de modelul teoretic liniarizat, dedus din ecuațiile anterioare.

În Figura 6.11 sunt reprezentate, în baza măsurătorilor anterioare, energia termică și electrică livrate de către motoarele Perkins, vara, în funcție de încărcarea motorului.

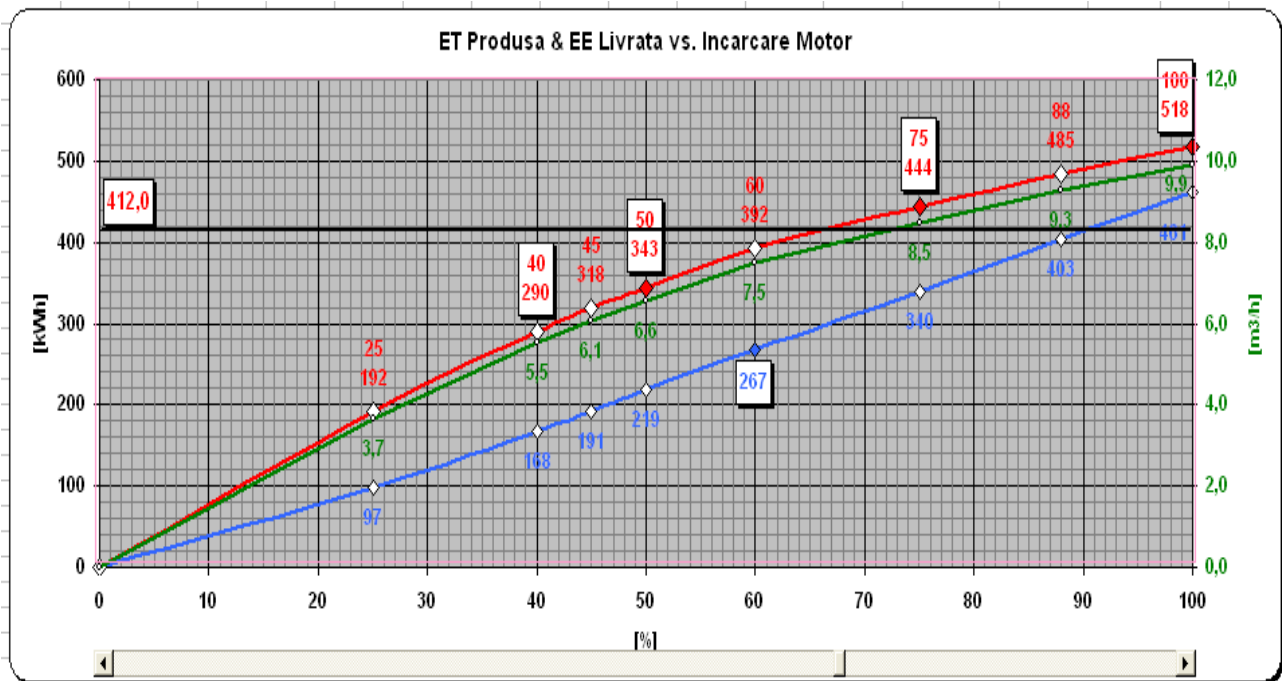


Figura 6.11. Energia termică și electrică produse, în funcție de încărcarea motorului

Cu verde s-a reprezentat echivalentul de ACM produs vara. Curba este trasată prin puncte, dar se apropie foarte mult de modelul teoretic liniarizat, dedus din ecuațiile anterioare.

În Figura 6.12 sunt reprezentate, în baza măsurătorilor anterioare, energia termică produsă și energia electrică livrate de către motoarele Perkins, vara, în funcție de încărcarea motorului.

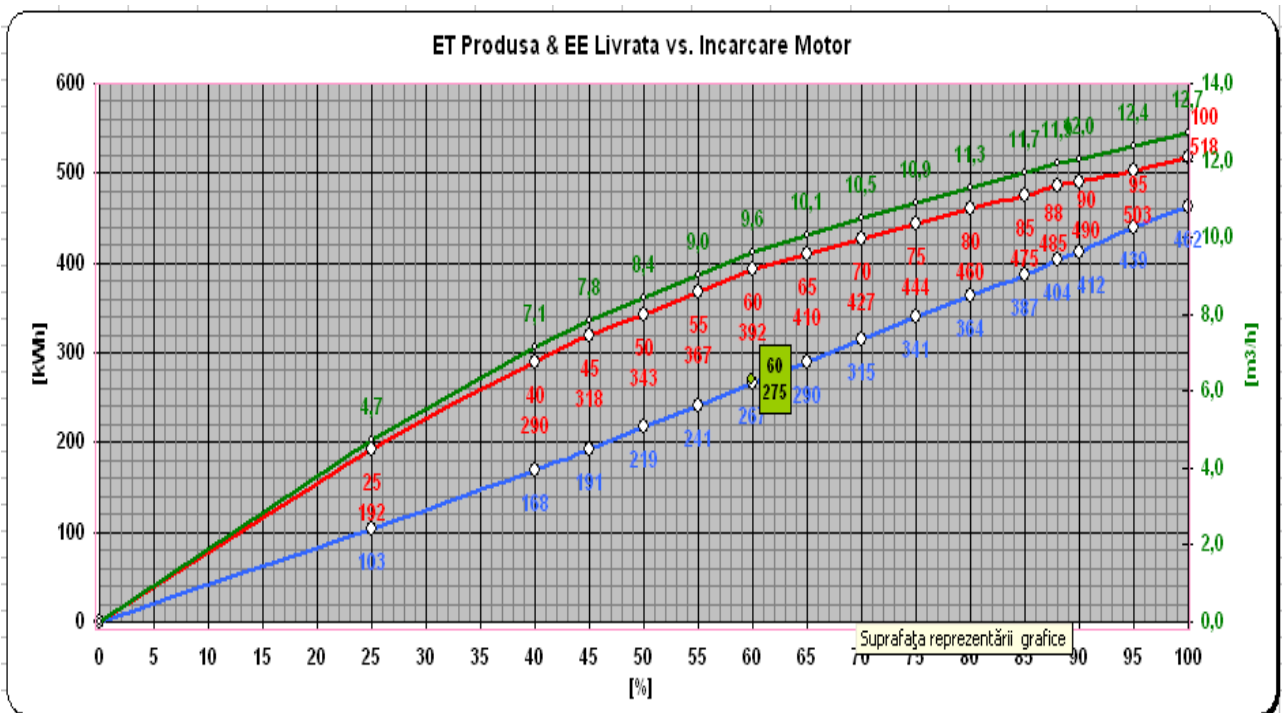


Figura 6.12. Energia termică produsă și energia electrică livrată, în funcție de încărcarea motorului

Cu verde s-a reprezentat echivalentul de ACM produs vara. Curba este trasată prin puncte, dar se apropie foarte mult de modelul teoretic liniarizat, dedus din ecuațiile anterioare.

Graficele au fost utilizate ulterior pentru stabilirea punctelor optime de funcționare, în funcție de valoarea parametrului care este cerut (energie termică, electrică sau debit ACM).

Figurile 6.10, 6.11 și 6.12 sunt o superpoziție a celor anterioare.



## VI.5. Concluzii

Metoda planelor factoriale reprezintă un instrument matematic extrem de performant pentru cercetările experimentale. Această metodă este aplicabilă în situația analizei cantitative a unei anumite mărimi în funcție de un anumit număr de factori.

Esența metodei constă în a găsi un răspuns la întrebările privind selecționarea experimentelor care trebuie făcute și care nu trebuie făcute, precum și analiza unei anume strategii în raport cu cealaltă.

Metoda conduce la o anumite strategie poate fi considerată drept cea mai bună:

- conduce cel mai rapid posibil la rezultatele dorite;
- evită realizarea unor experimente inutile;
- conduce la rezultatele cele mai precise;
- permite avansarea pe direcția bună și sigură;
- conduce la modelarea și optimizarea fenomenelor studiate.

Metoda planelor factoriale, se adaptează perfect exigențelor lucrării de față. De fapt, această metodă este excelentă pentru orice cercetare experimentală din domeniul automatizărilor, unde rezultatul final depinde de mai mulți factori (în primul rând temperaturi, presiuni, etc.).

Această metodă implică achiziția progresivă a cunoștințelor și realizarea unui număr redus și justificat de experimentări.

Esența metodei constă în a găsi o expresie matematică a mărimii denumită răspuns, ca funcție de o serie de alte mărimi, denumite factori. De cele mai multe ori (și, inclusiv în cazul acestei lucrări), se preferă aproximarea funcției regresive cu o funcție polinomială. Precizia aproximării (convergența funcției) este dată prin evaluarea criteriului lui Fischer, o practică absolut normală în cazul problemelor de statistică.

Ca și mărimi de tip răspuns s-au evaluat:

- Energia electrică livrată vara, în [kWh], dat fiind pierderile pe ansamblul centralei, în corelație cu factorii descriși anterior;
- Energia electrică livrată iarna, în [kWh], dat fiind pierderile pe ansamblul centralei, în corelație cu factorii descriși anterior;

Ca și factori de care depinde fiecare răspuns, s-au luat în calcul următorii patru parametri de funcționare ai centralei:

- Încărcarea motorului, în [%];
- Cantitatea de energie termică produsă, în [kWh];
- Cantitatea de energie electrică produsă, în [kWh];
- Debitul de apă caldă menajeră, în [m<sup>3</sup>/s];

Pentru a limita erorile, fiecare răspuns este media măsurărilor efectuate pe loturi de câte 4-6 măsurători. Prin această metodologie se poate pune în evidență și reproductibilitatea experimentului.

Datele experimentale au fost prelucrate utilizând o aplicație software dezvoltată în mediul C++, aplicație care este listată în Anexa 2 a prezentei lucrări.

Funcțiile răspuns sunt mărimi energetice, ceea ce indică încă o dată caracterul unor rezultate specifice ingineriei electrice și energetice, trecând prin automatizări și știința sistemelor. De aceea, metodele de evaluare sunt specifice beneficiarului centralei. De multe ori, în mediul industrial, relația între producătorul unui sistem de automatizare și beneficiarul acestuia este inexistentă, rezultatul fiind dezastruos pentru ambele părți.

S-au obținut cele două funcții răspuns, pentru fiecare mărime studiată, după cum urmează:

- Din punct de vedere a lui  $Y_1$ , Energia electrică livrată vara, în [kWh], numai efectele a căror valoare absolută este superioară lui 21,5 pot fi luate în considerare și păstrate în polinomul de regresie. Celelalte vor fi neglijate. S-a explicat că cei 4 factori perturbatori nu au același interval de variație.

Această ecuație arată că, în jurul valorii de 288 kWh, toți factorii manifestă o influență pozitivă asupra lui  $Y_1$ . În mod evident, efectul lor nu este același. Analizând coeficienții, tragem concluzia că  $X_1$ , încărcarea motorului, este preponderent, având un coeficient de 15,687. Rolul lui  $X_4$  (debitul de ACM) este (așa cum e normal, vara) hotărâtor. Ceilalți factori, anume energiile termică și electrică produse au o pondere mai mică.

- Din punct de vedere a lui  $Y_2$ , Energia electrică livrată iarna, în [kWh], numai efectele a căror valoare absolută este superioară lui 26 pot fi luate în considerare și păstrate în polinomul de regresie. Celelalte vor fi neglijate. S-a explicat că cei 4 factori perturbatori nu au același interval de variație.

Această ecuație arată că, în jurul valorii de 562 kWh, toți factorii manifestă o influență pozitivă asupra lui  $Y_2$ . În mod evident, efectul lor nu este același. Analizând coeficienții, tragem concluzia că  $X_1$ , încărcarea motorului, este preponderent, având un coeficient de 30,125. Rolul lui  $X_4$  (debitul de ACM) este și el hotărâtor. Ceilalți factori, anume energiile termică și electrică produse au o pondere mai mică.

- Din analiza curbelor din Figura 6.12. rezultă că există o dependență aproape liniară între gradul de încărcare al motoarelor și cantitățile energie vehiculate. Evident, pe perioadele de vară, energia necesară funcționării se reduce la jumătate.

## **VI.6. Contribuții personale**

În cadrul acestui capitol, numărul contribuțiilor personale este relativ ridicat. Dintre acestea, vom evidenția următoarele:

- alegerea metodei planelor factoriale pentru a rezolva problema complexă a dependenței unor parametri de exploatare a CET Freidorf;
- sinteza bibliografică a elementelor specifice acestei metode;
- stabilirea condițiilor specifice de aplicare a acestei metode;
- efectuarea măsurărilor experimentale, utilizând metodele și instalațiile descrise în capitolele anterioare;
- conceperea unei aplicații C++, care să permită calculul ecuației polinomiale de regresie pentru fiecare din mărimile luate în calcul;
- scrierea ecuațiilor de regresie pentru fiecare dintre cele două mărimi care caracterizează regimul de lucru;
- determinarea punctului optim de funcționare al centralei în orice anotimp, la orice încărcare (optimizarea curbelor de sarcină);
- analiza acestor ecuații precum și elaborarea unui set de concluzii specifice, care să orienteze activitatea viitoare și exploatarea rațională a centralei.

## CAPITOLUL VII

### Concluzii și perspective

#### VII.1. Rezultatele cercetării

În cadrul acestui capitol rezervat concluziilor vom prezenta mai întâi rezultatele cercetării, urmând ca apoi să expunem concluziile și contribuțiile personale ale autorului.

##### **Rezultatele studiilor teoretice**

Dintre cele mai importante rezultate ale studiilor teoretice efectuate amintim:

- Stabilirea principalilor parametri și a principalelor mărimi care intervin în domeniul producției, transportului și distribuției de energie termică;
- Descrierea principalelor tipuri de traductoare utilizate în acest domeniu;
- Documentarea privind locul de amplasare și soluțiile tehnice standardizate pentru măsurarea parametrilor rețelelor de termoficare și în primul rând pentru măsurarea exactă a energiei termice;
- Inventarierea tuturor soluțiilor de măsurare a acestor parametri;
- Precizarea criteriilor de performanță ale traductoarelor, atât în regim static cât și în regim dinamic;
- Studiul sistemelor informatice de proces și al posibilelor configurații ale acestora;
- Analiza aplicațiilor distribuite în timp real;
- Introducerea conceptului de sistem SCADA în domeniul producției, transportului și distribuției de energie termică;
- Descrierea principalelor metode de comunicație între elementele sistemului;
- Selecția tipurilor de baze de date utilizabile în acest domeniu precum și a algoritmilor necesari pentru filtrarea informațiilor conținute în aceste baze de date;
- Sinteza noțiunilor teoretice legate de urmărirea și conducerea proceselor tehnologice;
- Formularea matematică a problemelor de optimizare utilizând metoda planelor factoriale;
- Delimitarea nivelurilor de automatizare întâlnite în conducerea proceselor industriale;
- Calculul optimizării fără restricții;
- Justificarea raționamentului sistemului expert;
- Rezolvarea posibilelor conflicte în colaborarea pe verticală;
- Definirea noțiunii de sistem expert aplicat în domeniul producției, transportului și distribuției de energie termică;
- Expunerea principiului aplicării metodei planelor factoriale;

##### **Rezultatele cercetării aplicative**

Cele mai importante aplicații ale studiilor aplicative sunt:

- Caracterizarea fiecărui tip de traductor utilizat în domeniul producerii, transportului și distribuției energiei termice;
- Formularea unor indicatori sintetici ai performanțelor traductoarelor utilizate în acest domeniu;
- Introducerea indicatorilor de fiabilitate în evaluarea performanțelor traductoarelor;
- Conceperea și programarea aplicațiilor de tip distribuit;
- Formularea funcțiilor pe care trebuie să le îndeplinească un sistem Dispecer implementat în cazul sistemelor de producție, transport și distribuție a energiei termice;

- Elaborarea unei structuri ierarhice pe trei nivele, deosebit de utilă în situația sistemelor de automatizare, control și monitorizare a centralelor termice;
- Definirea arhitecturii de tip SCADA, aplicată unui sistem de producție, transport și distribuție a energiei termice sau unei centrale termice;
- Implementarea bazelor de date în timp real în structura unui sistem de automatizare control și monitorizare a centralelor termice;
- Stabilirea unor principii de bază pentru conceperea unei interfețe om - mașină cât mai simplă și cât mai performantă;
- Determinarea metodelor de calcul pentru optimizarea fără restricții a proceselor specifice acestui domeniu;
- Construirea unui sistem expert aplicabil în situația centralelor termice;
- Stabilirea influenței fiecărui parametru de performanță al centralei asupra producției de energie electrică iarna sau vara;

### **Rezultatele tehnice și experimentale**

Cele mai importante soluții tehnice propuse, sau realizări practice și experimentale, sunt:

- Alegerea unor traductoare specifice performante pentru măsurarea diferitelor mărimi importante pentru activitatea de producție, transport și distribuție a energiei termice;
- Stabilirea unor soluții tehnice originale de măsurare a energiei termice, aplicabile în puncte specifice ale centralei termice;
- Interfașarea traductoarelor cu structurile ierarhice superioare;
- Introducerea și configurarea calculatoarelor de proces tip EAD destinate controlului acestor procese;
- Detalierea soluțiilor de comunicare între calculatoarele EAD și calculatorul DISPECER;
- Configurarea hardware a unui punct dispecer;
- Definirea arhitecturii reale a unui sistem SCADA aplicabil în acest domeniu;
- Structurarea bazelor de date în timp real;
- Filtrarea informațiilor conținute în bazele de date prin utilizarea unei interfețe simple și eficiente între om și sistemul de gestiune a bazei de date, bazată pe diverse tipuri ferestre - ecran;
- Scrierea secvențelor de program necesare pentru materializarea acestor ferestre;
- Ierarhizarea componentelor unui sistem informatic de proces destinat automatizării, controlului și monitorizării centralelor termice;
- Proiectarea, întregului sistem de automatizare, monitorizare a activității de producție și distribuție a energiei termice;
- Supervizarea implementării ansamblului la beneficiar;
- Verificarea experimentală a funcționării sistemului implementat;

## **VII.2. Concluziile principale**

Așa cum se observă din structura tezei, fiecare capitol are în încheiere un subcapitol care detaliază principalele concluzii specifice capitolului respectiv. De aceea nu vom insista asupra tuturor concluziilor, ci doar asupra celor mai importante dintre ele, relevante pentru întregul demers.

Dintre acestea enumerăm:

- Existența unor soluții tehnice destinate instalațiilor de măsură și control având grad mare de complexitate, care rezultă și din numărul mare de variante constructive posibile pentru traductorii de presiune, temperatură, debit etc.;

- Lipsa unui "algoritm" general valabil, pentru alegerea soluției tehnice pentru instalațiile de măsură și control, alegerea acestora fiind uneori empirică și bazându-se de cele mai multe ori pe criterii pur economice, nu întotdeauna justificate tehnic;
- Cunoașterea și mai ales utilizarea celor mai noi modele de traductori și de aparate de măsură și control, produse atât în străinătate, cât și în România, integrate în aplicații specifice, conduce la creșterea randamentului în exploatarea centralelor termice, dar și la scăderea costurilor de fabricație și reducerea pierderilor;
- Alegerea unui traductor (integrat într-un sistem de măsură oarecare) necesită, pe lângă stabilirea tipului și dimensiunilor acestuia, o analiză a performanțelor acestuia, atât în regim static, cât și în regim dinamic. Fiabilitatea traductoarelor este un alt parametru care trebuie luat în considerare;
- Conceperea unui sistem informatic de proces cât mai performant presupune gruparea tuturor elementelor pe trei nivele ierarhice, anume **Nivelul "0"** sau nivelul de bază (format din totalitatea traductoarelor și elementelor de execuție conectate la procesul urmărit și condus), **Nivelul "1"** (destinat cuplului de proces) și **Nivelul "2"** care ca suport fizic echipamentele de calcul (calculator, imprimantă, MODEM, UPS) de la punctul dispecer și de la nivelul de conducere sau supervizare;
- Bazele de date relaționale (tabelare) reprezintă soluția cea mai adecvată pentru stocarea, afișarea și manipularea valorilor diverselor mărimi întâlnite în cadrul ansamblului, iar pentru a asigura funcția de manipulare a bazei de date este necesară existența unui SGBD care să facă apel la funcții și proceduri generate prin intermediul unor limbaje uzuale, ca de exemplu limbajele din familia C (Visual C, C++, Borland C etc.);
- Folosirea unor ferestre dedicate pentru dialogul om – mașină (om – bază de date) este extrem de necesară pentru prelucrarea și valorificarea informației, informație care este vitală atât pentru buna funcționare a automatizării în ansamblu dar și pentru repartizarea consumurilor, evaluarea pierderilor și facturarea corectă a energiei termice și electrice vehiculate;
- Conceperea unei scheme de automatizare performante nu poate fi făcută decât luând în calcul și modelul matematic al procesului controlat precum și cel al metodei de control. Formularea matematică a problemei de optimizare trebuie făcută astfel încât să permită conceperea soluției de optimizare, fără a genera un număr important de restricții;
- Interfața OM - MAȘINĂ, care este localizată la nivelul calculatoarelor cu funcție de dispecer sub forma unor aplicații software, în situația automatizărilor din domeniul producției, transportului și distribuției energiei termice și electrice, trebuie concepută într-un mod cât mai simplu (conceptul "user - friendly"), dar fără a diminua din eficiența procesului de automatizare în ansamblu;
- Modernizarea și îmbunătățirea randamentului circuitelor de producere, transport și utilizare a utilităților publice este o necesitate dictată de strategia energetică a României, dar și de cerințele consumatorilor și ale prestatorilor de servicii publice. Modernizarea acestor trei activități presupune, pe lângă investiții mari în infrastructura rețelelor și contorizarea consumurilor din circuit, stabilirea unor raporturi corecte între distribuitorii de utilități publice și consumatori;
- Aplicația de la CET Freidorf demonstrează posibilitatea conceperii unui sistem unic de monitorizare și dispecerizare a centralelor termice, conceput în acest caz pe trei nivele ierarhice, având un subsistem de automatizare, unul de măsurare și monitorizare precum și un subsistem de comunicație și dispecerizare. Eficiența și fiabilitatea ansamblului sunt garantate prin introducerea, alături de cele mai moderne sisteme de măsurare (cu traductori de ultimă generație) a echipamentelor de comandă cu logică programată (controller-ele logice programabile -PLC) precum și a calculatoarelor industriale de proces;
- În cazul unei aplicații complexe, sistemul SCADA cu structura ierarhizată specifică, este conceput să opereze în directă colaborare cu sistemul de comandă al pompelor din circuitele INC și ACM (echilibrare hidraulică și automatizare pompe), într-un sistem unitar și complet. Această soluție tehnică este avantajoasă și din punct de vedere al exploatării, dovedind eficiență și fiabilitate în condițiile unei mentenanțe mai puțin pretențioase.

### **VII.3. Contribuțiile personale și originale**

Deoarece, așa cum se observă și din structura tezei, fiecare capitol se încheie cu un subcapitol dedicat contribuțiilor personale și acolo unde este cazul, chiar originale, nu vom mai insista asupra fiecăreia dintre contribuțiile evidențiate în capitolele tezei.

În plus, la începutul acestui capitol s-au enumerat rezultatele cercetării, acestea toate fiind consecințe directe ale contribuțiilor personale ale autorului.

Se va face doar o prezentare succintă a contribuțiilor personale cele mai importante, alături de o descriere a demersului efectuat.

Lucrarea a debutat cu un studiu teoretic asupra cogenerării și situației generale a termoficării în România. Studiul acoperă un capitol întreg. În final, ca studiu de caz, este prezentată situația existentă în cazul CET Freidorf.

Cele mai importante contribuții ale autorului țin de sinteza bibliografică a principalelor probleme care apar în domeniul cogenerării și a reglementărilor în domeniu. Configurarea CET Freidorf este, de asemenea, una din contribuțiile esențiale.

S-au dat răspunsuri la întrebările:

*„Ce este cogenerarea?”*

*„De ce cogenerare în România și în Timișoara?”*

*„Cum se face cogenerarea la CET Freidorf?”*

Următorul capitol face un inventar al soluțiilor de măsurare aplicabile pentru determinarea mărimilor neelectrice care intervin în activitatea de producție, transport și distribuție a energiei termice și electrice. Acest studiu are dimensiunea unui capitol, fiind bogat și în soluții tehnice originale.

Cele mai importante contribuții personale ale autorului sunt date de sinteza bibliografică și analiza critică a soluțiilor tehnice existente sau a standardelor în domeniu, dar mai ales propunerea unor soluții originale, implementate la CET Freidorf.

S-a încercat găsirea unor răspunsuri la întrebările:

*“Care sunt principalele mărimi neelectrice din domeniul termoficării?”*

*“Ce metode și mijloace de măsură a acestora există la ora actuală?”*

*“Care sunt indicatorii de performanță a unui traductor de acest tip?”*

Studiile bibliografice au vizat:

- Principalele mărimi întâlnite în acest domeniu de activitate;
- Standardele și reglementările juridice sau tehnice care intervin în această ramură de activitate;
- Construcția traductoarelor destinate achiziționării acestor mărimi;
- Determinarea unor indicatori sintetici de evaluare a performanțelor acestor traductoare.

Trebuie amintită și elaborarea de către autor (cu materializare directă în practică) a unor soluții tehnice originale privind măsurarea energiei termice la nivel de centrală termo-electrică (prezentate succint în acest capitol);

Capitolul care urmează a încercat să dea unele răspunsuri la întrebările:

*“Ce sunt sistemele informatice de proces?”*

*“Care sunt funcțiile dispecerului unei centrale termice?”*

*“Care este structura hardware a unui astfel de sistem informatic de proces cu rol de dispecer?”*

Chiar dacă în acest capitol se întâlnesc și numeroase sinteze bibliografice, contribuțiile originale ale autorului apar destul de proeminente.

Acestea sunt:

- stabilirea unei structuri ierarhizate pentru un astfel de sistem informatic de proces conceput pentru automatizarea, controlul și măsurarea parametrilor centralei termice;
- determinarea funcțiilor specifice ale dispecerului rețelei de termoficare;

- conceperea unei structuri hardware performante, bazată pe elemente robuste și fiabile;
- configurarea elementelor hardware ale sistemului;
- stabilirea soluțiilor pentru comunicare în interiorul sistemului;
- propunerea unor soluții tehnice pentru implementarea acestor sisteme la beneficiar;

Lucrarea continuă cu o analiză a componentei software a unui sistem informatic de proces. Bazele de date sunt instrumentul cel mai fiabil pentru materializarea componentei software.

Întrebările centrale pe care s-a axat demersul acestui capitol sunt:

*"Ce fel de baze de date pot fi utilizate în acest domeniu?"*

*"Cum trebuie concepută o interfață performantă om - mașină?"*

Contribuțiile autorului devin esențiale, meritând să amintim următoarele:

- Conceperea unui software specializat, flexibil, care rulează în cadrul CET Freidorf, una din componentele acestui pachet software fiind și un Sistem de Gestionare a Bazelor de Date;
- Elaborarea, în cadrul acestui pachet software, a unei interfețe performante om-mașină (om-bază de date), axată pe conceptul de "user friendly", utilizând ferestre de dialog;
- Conceperea algoritmilor și a programelor în mediul Visual C, programe destinate manipulării și prelucrării datelor, numeroase proceduri fiind chiar exemplificate pe parcursul capitolului;

O atenție sporită este acordată în continuare problemelor legate de optimizarea automatizărilor industriale și conducerea eficientă a proceselor tehnologice.

S-au avut în vedere următoarele întrebări:

*"Cum se poate optimiza conducerea proceselor tehnologice?"*

*"Care este relația om - mașină?"*

*"Ce este un sistem expert?"*

Chiar dacă, în această secțiune, ponderea revine studiului teoretic, contribuțiile originale nu sunt de loc neglijabile. Cele mai importante sunt:

- Formularea și studiul unor modele matematice capabile să contribuie la definitivarea soluției de automatizare aleasă;
- Analiza obiectivă a modului de conlucrare OM - MAȘINĂ;
- Evaluarea soluțiilor de automatizare aplicabile în cazul producției, transportului și distribuției de energie termică sau al centralelor termo-electrice;
- Propunerea unor soluții de automatizare bazate pe conceptul de sistem expert;

Întregul demers anterior este exemplificat în finalul tezei prin prezentarea optimizării curbelor de sarcină.

Întrebarea centrală a acestui capitol este:

*"Cum arată practic un astfel de sistem de automatizare control și monitorizare?"*

*„Ce metodă de optimizare se poate aplica și cum?"*

În această parte a lucrării nu putem vorbi decât de contribuții personale ale autorului, cele mai importante fiind:

- elaborarea arhitecturii sistemelor de automatizare, monitorizare și dispecerizare a rețelelor de termoficare;
- identificarea parametrilor, mărimilor și a altor elemente esențiale pentru automatizare;
- stabilirea principiului metodei planelor factoriale;
- particularizarea aplicării metodei planelor factoriale în situația aplicației CET Freidorf;
- optimizarea fizică a curbelor de sarcină;
- testarea experimentală a funcționării optime a centralei;
- realizarea graficelor de funcționare optimală a centralei.

## **VII.4. Perspectivele continuării studiului**

Procesul de modernizare a infrastructurii din domeniul producției, transportului și distribuției de energie termică va continua și în următorii ani, atât la nivel local conform programelor de dezvoltare ale operatorilor de utilități publice, cât și la nivel național, în cadrul strategiei energetice naționale. Modernizarea infrastructurii impune și introducerea unor sisteme moderne de automatizare, măsurare și control al întregului ansamblu.

Autorul își propune ca și pe viitor să conceapă astfel de aplicații, implementate la beneficiar prin intermediul Confort S.A., numeroase proiecte de acest fel fiind deja în desfășurare. Toate aceste aplicații trebuie să țină cont de particularitățile aplicației beneficiarului, soluția finală fiind oferită “la cheie”.

O dată cu progresele apărute în domeniul tehnicii de calcul și al IT –ului în general (știut fiind faptul că acest domeniu înregistrează o dinamică extrem de importantă), autorul își propune implementarea celor mai noi și mai moderne soluții tehnice din domeniu, în scopul asigurării unei funcționări cât mai fiabile a întregului ansamblu.



## Referințe bibliografice

- [1] **ABDALLA - GHALLY, A., A. CHAN, B.,L.,** "Evaluation of competing reliability predictions" IEEE Transactions on Software Engineering, pag. 950-967, 1986
- [2] **AGACHI, S.,** "Automatizarea proceselor chimice", Casa Cărții și a Științei; Cluj Napoca, 1994
- [3] **BALOG, A.,** "Standardele ISO 9000 în domeniul calității software", Rev. PCWorld, Nr. 6/1995, Pag. 50
- [4] **BARABOI, A., ș.a.** "Tehnici moderne de comutație de putere", Editura A92, Iași, 1996
- [5] **BENCHIMOL, G., ș.a.** "Sisteme expert în întreprindere", Editura Tehnică București, 1993
- [6] **BORANGIU, Th., ș.a.** "Conducerea multiprocesor în timp real a structurilor flexibile de fabricație", Editura Tehnică, București, 1989
- [7] **BOTEZATU, P., FRIGURĂ-ILIASA, F.,M., VASILIEVICI, Al.,** „Intelligent Control Solutions for District Heating Networks”, Proceedings of the 3rd International Conference for the Contribution of Information and Technology to Science, Economy, Society and Education, eRA-3, Aegina - Greece, 19-21 September 2008, paper B.2.11. <http://era.teipir.gr/era3/fpapers/b211.doc>
- [8] **BOTEZATU, P., FRIGURĂ-ILIASA, F.,M., VASILIEVICI, Al.,** „Human-Machine Interface for District Heating Control Systems”, Proceedings of the 3rd International Conference for the Contribution of Information and Technology to Science, Economy, Society and Education, eRA-3, Aegina - Greece, 19-21 September 2008, paper B.2.12. <http://era.teipir.gr/era3/fpapers/b212.doc>
- [9] **BOTEZATU, P., FRIGURĂ-ILIASA, F.,M., VASILIEVICI, Al., SEGHER T.,** „Considerations about Intelligent Measuring and Control Solutions Applied to Romanian District Heating Networks” Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Electrical and Electronics Engineering, ICEEE 08, Laghouat, 21-23 aprilie 2008, Algeria, pag. 813 – 818, ISSN 1112-4652 (apărut și în DIRASSAT-Revue Periodique, avril 2008)
- [10] **BOTEZATU, P., MARCU M.,A., FRIGURĂ-ILIASA, F.,M.,** „Computer Graphic Interface for District Heating Power Plants”, Proceedings of the 10th International Symposium “Young People and Multidisciplinary Research”, Timișoara, 13-14 noiembrie 2008, ISSN 1843 – 6609, pag. 23 – 28
- [11] **BOTEZATU, P., MARCU M.,A., FRIGURĂ-ILIASA, F.,M.,** „The Architecture of a Command and Control System Applied to District Heating Networks”, Proceedings of the 10th International Symposium “Young People and Multidisciplinary Research”, Timișoara, 13-14 noiembrie 2008, ISSN 1843 – 6609, pag. 29 – 33
- [12] **BOTEZATU, P.,** „Principalele mărimi măsurate în instalațiile energetice cu cogenerare. Traductoare și metode de măsură”, Referat I pentru teza de doctorat
- [13] **BOTEZATU, P.,** „Considerații privind necesitatea și realizarea automatizării sistemelor de producere prin cogenerare și distribuție locală a energiei termice”, Referat II pentru teza de doctorat

- [14] **BOTEZATU, P.**, „*Considerații privind utilizarea bazelor de date pentru sisteme informatice de proces și filtrarea informațiilor la nivelul dispeceratului termic*”, Referat III pentru teza de doctorat
- [15] **CĂPĂȚĂNĂ, O.**, ș.a. "Proiectarea cu microcalculatoare integrate", Editura Dacia, Cluj Napoca, 1992
- [16] **CĂRȚINĂ, Gh. ș.a.** "Rețele neuronale și sisteme expert în energetică", Editura Gh. Asachi, Iași, 1994
- [17] **CHEN, J.**, "Izolarea și detectarea erorii bazată pe observare, rezistență și aplicații", 1992
- [18] **CLARK, R.N.**, "A Simplified Instrument Failure Detection Scheme", 1994
- [19] **CRISTEA, V.**, ș.a. "Rețele de calculatoare", Editura Teora, București 1992
- [20] **DAVIDOVICIU, A.**, ș.a. "Minicalculatoare și microcalculatoare în conducerea proceselor industriale", Editura Tehnică, București, 1983
- [21] **DELESEGA, I.**, "Aparate și Echipamente Electrice", Editura "Orizonturi Universitare", Timișoara, 2006
- [22] **DELESEGA, I.**, "Încercarea aparatelor și echipamentelor electrice", Editura Helicon, Timișoara, 1995
- [23] **DELESEGA, I., VASILIEVICI, Al.**, „Echipamente de comandă cu logică programată”, Editura POLITEHNICA, Timișoara, 1998
- [24] **DELESEGA, I.**, „Bazele încercărilor aparatelor electrice. Localizarea defectelor în cabluri”, Editura POLITEHNICA, Timișoara, 1998
- [25] **EREMIA, M., SĂNDULEAC, M.**, "Introducerea sistemelor expert. Aspecte generale". Rev. Energetica, nr.5, Seria B, 1993
- [26] **EREMIA, M., ș.a.**, "Sistem expert pentru controlul  $U - Q$  în sistemul energetic", Lucrare pentru Conferința de Rețele Electrice de foarte Înaltă Tensiune, Sibiu, 1995, Proceedings vol.3
- [27] **FEHER, K, ș.a.**, "Comunicații digitale avansate", vol. I, Editura Tehnică, București, 1993
- [28] **FELEA, I.**, "Ingineria fiabilității în electroenergetică", Editura Didactică și Pedagogică, R.A., București, 1996
- [29] **FRIGURĂ – ILIASA, F., VĂTĂU, D.**, "Utilizarea automatelor programabile în schemele de comandă ale unor instalații electrice" Proceeding-ul Simpozionului Științific Internațional de la Petroșani, pag. 106-111, Petroșani, 1999
- [30] **FRIGURĂ – ILIASA, F, VĂTĂU, D.**, "Implementarea automatelor programabile în comanda unui reactor chimic" Proceeding-ul celui de-al IV-lea Simpozion Internațional "Cercetarea Multidisciplinară Regională", Timișoara, 16-18 Noiembrie 2000, pag. 1313 – 1322, S.C. Infotim S.A., Editura Sudura, Timișoara, 2001, ISBN 99425-8-X

- [31] **FRIGURĂ – ILIASA F., M., IFTIME V.**, “*A Few Aspects Concerning the Intelligent Control Systems Applied to Heating Transport and Distribution Networks*”, Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Symposium “Young People and Multidisciplinary Research”, Timișoara, 6-7.11.2003, Editura Sudura, ISBN 973-8359-18-X, pag. 84-93
- [32] **FRIGURĂ – ILIASA F., M., IFTIME V.**, „*A Few Aspects Concerning the Heat Measuring Systems Installed at the Consumer Level*”, Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Symposium “Young People and Multidisciplinary Research”, Timișoara, 6-7.11.2003, Editura Sudura, ISBN 973-8359-18-X, pag. 94-103
- [33] **GENTIL, S.**, “*Inteligența artificială pentru supravegherea proceselor continue*”, Simpozion Grenoble, 1966
- [34] **HOTOPAN, G.**, “*Aparate electrice*”, Editura Tehnică, București 2000
- [35] **HORTOPAN, G.**, “*Aparate electrice de comutație*”, Editura Tehnică, 1993
- [36] **IFTIME, V.**, “*Monitorizarea și controlul procesului de producere transport și distribuție a energiei. Aplicații utilizând rețele M-bus pe distanțe mari - peste 2km. Aplicații la RASC Făgăraș. RAM Buzău, RADET București*” Conferința națională de termoeenergetică și termoficare, Brașov, 2000.
- [37] **IFTIME, V., FRIGURĂ – ILIASA F.**, “*A Few Measuring Solutions and Some Intelligent Management Systems Used by Heating Distribution Companies and Power Plants in Romania*”, Buletinul Științific al Universității POLITEHNICA din Timișoara, Seria Energetică, Tom 46(60), Fascicola 1 – 2, Timișoara 2001, Proceedings of the Fourth International Power Systems Conference, Timișoara, 8-9 Noiembrie 2001, pag. 215 - 218 ISSN 1582 – 7194
- [38] **IGNEA, A., CHIVU, M., BORZA, I.**, “*Măsurări electrice și electronice în instalații*”, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 1998
- [39] **IVAS, D., MUNTEANU, F.**, “*Funcțiunile unui sistem expert în centrele de conducere ale rețelelor electrice și arhitecturi care pot prelua aceste funcțiuni*”, Rev. Energetica nr.1, Seria B, 1994
- [40] **JIAN, I., GAVRILESCU, H.**, “*Utilizarea bazelor de date*”, Editura Mirton, Timișoara, 1994.
- [41] **LANDAN, I., D.**, “*Identificarea și comanda sistemelor*”, Editura Tehnică, București, 1997
- [42] **LAUGHTON, M., A.**, “*Expert Application in Power Systems*”, Prentice Hall International, 1990
- [43] **LITTLEWOOD, B.**, “*Stochastic Reliability Growth, A Model for Fault Removal in Computer Programs and Hardware Designs*”, IEEE Transactions on Reliability, PP. 313 - 320, 1981
- [44] **MANOLESCU, P.**, “*Măsurări electrice și electronice*”, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980
- [45] **MATLAC, I.**, “*Convertoare electroenergetice*”, Editura Facla, Timișoara, 1987

- [46] **MÂRZA, E.**, "*Radiocomunicații mobile*", Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2001
- [47] **MILLOT, P.**, "*Supervision des procédés automatisés et ergonomie*", Editura Hermes, Paris, 1988
- [48] **MILLOT, P.**, "*Configurations homme- machine dans les procédés automatisés*", Editura Octares, Marseille, Paris, 1990
- [49] **MOGA, M.**, "*Conducerea proceselor din energetică cu calculatoare de proces*", Editura Mirton, Timișoara, 1997
- [50] **MOGA, M.**, "*Sisteme inteligente pentru conducerea rețelelor electrice de distribuție*", Editura AGIR, București, 2000
- [51] **NAGEL, P., SKRIVAN, J.**, "*Software reliability: Repetitive Run Experimentation and Modelling*" NASA Contractor Report, 165836, feb. 1982
- [52] **NIȚU, V., I., ș.a.** "*Echipamente electrice și electrotehnice de automatizare*", Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983
- [53] **PĂUNESCU, F., ș.a.**, "*Sisteme cu prelucrare distribuită și aplicațiile lor*", Editura Tehnică, București, 1983
- [54] **PĂUNESCU, F., GOLIȘTEAN, D.**, "*Sisteme cu prelucrare distribuită și aplicațiile lor*", Editura Tehnică, București, 1993
- [55] **PETRESCU, S., ș.a.**, "*Termotehnică și mașini termice*", Editura Didactică și Pedagogică, București, 1978
- [56] **POLICEC, A., MÂRZA, E.**, "*Telecomunicații*", Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2001
- [57] **POPESCU, D., ș.a.**, "*Automatizări industriale*", Editura Tehnică, București, 1994
- [58] **SIMA, V., VARGA; A.**, "*Practica optimizării asistate de calculator*", Editura Tehnică, București, 1986
- [59] **STANCIU, D.**, "*Senzori - Prezent și perspectivă*", Editura Tehnică, București, 1987
- [60] **TERTIȘCO, M., ș.a.** "*Identificarea asistată de calculator a sistemelor*", Editura Tehnică, București, 1987
- [61] **TODEREAN, G., ș.a.** "*Transputere și procesoare de semnal*", Editura Microinformatica, Cluj-Napoca, 1993.
- [62] **TODEREAN, G., ș.a.** "*Rețele neuronale artificiale*", Editura Albastră, Cluj-Napoca, 1995
- [63] **TODEREAN, G., ș.a.** "*Rețele neuronale*", Editura Microinformatica, Cluj-Napoca, 1994
- [64] **TRIFU, R., BALOG, A.**, "*Testarea și evaluarea produselor program*", Rev. PCWorld, nr. 6/1995, pag. 52.

- [65] **TRUȘCĂ, V., POPESCU M.,** "*Tehnologia de fabricație a aparatelor electrice*", Editura ICPE, 1996
- [66] **VASILIEVICI, Al., BĂLAȘIU, F., ș.a.** "*Implementarea echipamentelor digitale de protecție și comandă pentru rețele electrice*", editura Tehnică, București, 2000
- [67] **VASILIEVICI, Al., FRIGURĂ – ILIASA, F.,** "*Exemple de implementare a automatelor programabile (PLC) în instalațiile de comandă ale marilor consumatori industriali*", Analele Universității din Oradea, Fascicola Energetică, Vol. I, pag. 56-64, Oradea, 2000, ISSN 1224 – 1261
- [68] \* \* \* Automatizări și instrumentație; Anul X, 3/2001, ISSN 1582 – 3334
- [69] \* \* \* Automatizări și instrumentație; Anul X, 4/2001, ISSN 1582 – 3334
- [70] \* \* \* Automatizări și instrumentație; Anul X, 6/2001, ISSN 1582 – 3334
- [71] \* \* \* Acrosser Technology "Cuplor de proces. Manual Tehnic"
- [72] \* \* \* A.N.R.E. "Codul de Măsurare a Energiei Termice", 4.1.127.0.01.29 / 03. / 2001
- [73] \* \* \* Buletinul A.N.P.P.G.C.L. Noiembrie - Decembrie, 1999
- [74] \* \* \* Buletinul A.N.P.P.G.C.L. colecția completă
- [75] \* \* \* Buletin Informativ al R.A.D.E.T., nr.1 / 2001, Anul IX, Nr. 23, "București - Oraș Energie"
- [76] \* \* \* Danish Board of District Heading, Journal number 4 / 1999, Energy and Environment
- [77] \* \* \* IEEE SMC, nr. 3 - "Skills, rules and Knowledge signals", Signs and symbols and others distinctions in human performance models
- [78] \* \* \* INFO PSP, colecția 2001-2007
- [79] \* \* \* Manualul Inginerului termotehnician, Editura Tehnică, București, 1986
- [80] \* \* \* SYSCOM INFO nr. 69 / mai 2001
- [81] \* \* \* ELSACO Electronic S.R.L., Catalog produse, 2008, [www.elsaco.com](http://www.elsaco.com)
- [82] \* \* \* Perkins, Catalog produse și documentație, 2008
- [83] \* \* \* Schlumberger Industries "Contoare de energie termică și echipamente electrice pentru telecitire.
- [84] \* \* \* Perkins Engines Company, „Regulator digital Pandaros”, documentație, 2007
- [85] \* \* \* Strategia cu Privire la Serviciile Publice de Încălzire Urbană, pentru 2004-2009, Asociația pentru Servicii Energetice din România, București, 2004

# Anexa 1

## Alocarea adreselor la PLC-ul HC900

File Name:.,HC900-C50 Rev 4.1x : test \* ,,,,,,,,,,  
Controller Name:.,CONTROLLER,,,,,,,,,  
Title:,,,,,,,,,  
Author:,,,,,,,,,  
Created Date:.,3/29/2007 5:20,,,,,,,,,  
Modified Date:.,4/19/2007 1:43,,,,,,,,,

Report Title:.,All FBD Modbus Addresses Report,,,,,,,,,

Hex Addr,Dec Addr,Tag Name,Description,Type,#,Data Type,Access,,,,,

Hex Addr,Dec Addr,Tag Name,Description,Type,#,Data Type,EU,Decimal Places,Tag Type,'On' Label,'Off' Label,Initial/Source

0x2000	8193	2_1S1_P_	2.1 manual P	Signal Tag	1	float 32			Digital	ON	OFF	Block 101	Output 2
0x2002	8195	2_1S1_A_	2.1 automat	Signal Tag	2	float 32			Digital	ON	OFF	Block 102	Output 2
0x2004	8197	2_2S1_P_	2.2 manual P	Signal Tag	3	float 32			Digital	ON	OFF	Block 103	Output 2
0x2006	8199	2_2S1_A_	2.2 automat	Signal Tag	4	float 32			Digital	ON	OFF	Block 104	Output 2
0x2008	8201	2_1F1	alim softstr 2.1	Signal Tag	5	float 32			Digital	ON	OFF	Block 105	Output 2
0x200A	8203	2_2F1	alim softstr 2.2	Signal Tag	6	float 32			Digital	ON	OFF	Block 106	Output 2
0x200C	8205	2_1F2	alim stp urg 2.1	Signal Tag	7	float 32			Digital	ON	OFF	Block 107	Output 2
0x200E	8207	2_2F2	alim stp urg 2.2	Signal Tag	8	float 32			Digital	ON	OFF	Block 108	Output 2
0x2010	8209	2_1K1	alarma temp 2.1	Signal Tag	9	float 32			Digital	ON	OFF	Block 109	Output 2
0x2012	8211	2_1K2	alarma temp 2.1	Signal Tag	10	float 32			Digital	ON	OFF	Block 110	Output 2
0x2014	8213	2_2K1	alarma temp 2.2	Signal Tag	11	float 32			Digital	ON	OFF	Block 111	Output 2
0x2016	8215	2_2K2	alarma temp 2.2	Signal Tag	12	float 32			Digital	ON	OFF	Block 112	Output 2
0x2018	8217	2_1Q1	stop urgenta 2.1	Signal Tag	13	float 32			Digital	ON	OFF	Block 113	Output 2
0x201A	8219	2_1Q2	stop urgenta 2.1	Signal Tag	14	float 32			Digital	ON	OFF	Block 114	Output 2
0x201C	8221	2_2Q1	stop urgenta 2.2	Signal Tag	15	float 32			Digital	ON	OFF	Block 115	Output 2
0x201E	8223	2_2Q2	stop urgenta 2.2	Signal Tag	16	float 32			Digital	ON	OFF	Block 116	Output 2
0x2020	8225	2_1U1	btn stp ur 2.1U1	Signal Tag	17	float 32			Digital	ON	OFF	Block 117	Output 2
0x2022	8227	2_2U1	btn stp ur 2.2U1	Signal Tag	18	float 32			Digital	ON	OFF	Block 118	Output 2
0x2024	8229	5_2S1_P_	5.2 manual P	Signal Tag	19	float 32			Digital	ON	OFF	Block 119	Output 2
0x2026	8231	5_2S1_A_	5.2 automat	Signal Tag	20	float 32			Digital	ON	OFF	Block 120	Output 2
0x2028	8233	5_1F1	alim cf 5.1	Signal Tag	21	float 32			Digital	ON	OFF	Block 121	Output 2
0x202A	8235	5_2F1	alim cf 5.2	Signal Tag	22	float 32			Digital	ON	OFF	Block 122	Output 2
0x202C	8237	5_1F2	alim stp urg 5.1	Signal Tag	23	float 32			Digital	ON	OFF	Block 123	Output 2
0x202E	8239	5_2F2	alim stp urg 5.2	Signal Tag	24	float 32			Digital	ON	OFF	Block 124	Output 2
0x2030	8241	5_1K2	alarma temp 5.1	Signal Tag	25	float 32			Digital	ON	OFF	Block 125	Output 2
0x2032	8243	5_1K3	alarma temp 5.1	Signal Tag	26	float 32			Digital	ON	OFF	Block 126	Output 2
0x2034	8245	5_2K2	alarma temp 5.2	Signal Tag	27	float 32			Digital	ON	OFF	Block 127	Output 2
0x2036	8247	5_2K3	alarma temp 5.2	Signal Tag	28	float 32			Digital	ON	OFF	Block 128	Output 2
0x2038	8249	5_1Q1	stop urg 5.1	Signal Tag	29	float 32			Digital	ON	OFF	Block 129	Output 2
0x203A	8251	5_2Q1	stop urg 5.2	Signal Tag	30	float 32			Digital	ON	OFF	Block 130	Output 2
0x203C	8253	5_1U1_P_	pornit cf 5.1	Signal Tag	31	float 32			Digital	ON	OFF	Block 133	Output 2
0x203E	8255	5_2U1_P_	pornit cf 5.2	Signal Tag	32	float 32			Digital	ON	OFF	Block 134	Output 2
0x2040	8257	5_1S1_P_	5.1 manual P	Signal Tag	33	float 32			Digital	ON	OFF	Block 131	Output 2
0x2042	8259	5_1S1_A_	5.1 automat	Signal Tag	34	float 32			Digital	ON	OFF	Block 132	Output 2
0x2044	8261	5_1U1_D_	defect cf 5.1	Signal Tag	35	float 32			Digital	ON	OFF	Block 135	Output 2
0x2046	8263	5_2U1_D_	defect cf 5.2	Signal Tag	36	float 32			Digital	ON	OFF	Block 136	Output 2

0x2048,8265,31S1\_P\_,31 manual P,Signal Tag,37,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 137 Output 2  
0x204A,8267,31S1\_A\_,31 automat,Signal Tag,38,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 138 Output 2  
0x204C,8269,31F1,alim 31,Signal Tag,39,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 139 Output 2  
0x204E,8271,31F2,alim stp urg 31,Signal Tag,40,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 140 Output 2  
0x2050,8273,31K1,alarma temp 31,Signal Tag,41,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 141 Output 2  
0x2052,8275,31K2,alarma temp 31,Signal Tag,42,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 142 Output 2  
0x2054,8277,31Q1,stop urg 31,Signal Tag,43,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 143 Output 2  
0x2056,8279,30S1\_A\_,30 automat,Signal Tag,44,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 144 Output 2  
0x2058,8281,30F1,alim 30,Signal Tag,45,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 145 Output 2  
0x205A,8283,30F2,alim stp urg 30,Signal Tag,46,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 146 Output 2  
0x205C,8285,30S1\_P\_,30 manual P,Signal Tag,47,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 147 Output 2  
0x205E,8287,30Q1,stop urg 30,Signal Tag,48,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 148 Output 2  
0x2060,8289,30K1,alarma temp 30,Signal Tag,49,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 149 Output 2  
0x2062,8291,30K2,alarma temp K2,Signal Tag,50,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 150 Output 2  
0x2064,8293,29F2,alim 29 24V,Signal Tag,51,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 151 Output 2  
0x2066,8295,RL\_ACM,reglaj local acm,Signal Tag,52,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 152 Output 2  
0x2068,8297,RD\_ACM,reglaj dist acm,Signal Tag,53,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 153 Output 2  
0x206A,8299,28F2,alim 28 24V,Signal Tag,54,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 154 Output 2  
0x206C,8301,RL\_INC,reglaj local inc,Signal Tag,55,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 155 Output 2  
0x206E,8303,RD\_INC,reglaj dist inc,Signal Tag,56,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 156 Output 2  
0x2070,8305,F1\_ACM,defect rob acm,Signal Tag,57,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 157 Output 2  
0x2072,8307,F1\_INC,defect rob inc,Signal Tag,58,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 158 Output 2  
0x2074,8309,33\_1F2,alim 33.1 24V,Signal Tag,59,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 160 Output 2  
0x2076,8311,33\_2F2,alim 33.2 24V,Signal Tag,60,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 161 Output 2  
0x2078,8313,33\_3F2,alim 33.3 24V,Signal Tag,61,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 162 Output 2  
0x207A,8315,33\_4F2,alim 33.4 24V,Signal Tag,62,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 159 Output 2  
0x207C,8317,33\_5F2,alim 33.5 24V,Signal Tag,63,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 163 Output 2  
0x207E,8319,33X1,inchis rob caz 1,Signal Tag,64,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 164 Output 2  
0x2080,8321,33X2,inchis rob caz 2,Signal Tag,65,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 166 Output 2  
0x2082,8323,33X3,inchis rob caz 2,Signal Tag,66,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 167 Output 2  
0x2084,8325,33X4,inchis rob caz 4,Signal Tag,67,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 165 Output 2  
0x2086,8327,33X5,inchis rob caz 5,Signal Tag,68,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 168 Output 2  
0x2088,8329,33Y1,desch rob caz 1,Signal Tag,69,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 173 Output 2  
0x208A,8331,33Y2,desch rob caz 2,Signal Tag,70,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 171 Output 2  
0x208C,8333,33Y3,desch rob caz 3,Signal Tag,71,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 170 Output 2  
0x208E,8335,33Y4,desch rob caz 4,Signal Tag,72,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 172 Output 2  
0x2090,8337,33Y5,desch rob caz 5,Signal Tag,73,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 169 Output 2  
0x2092,8339,33L1,regl local caz 1,Signal Tag,74,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 178 Output 2  
0x2094,8341,33L2,regl local caz 2,Signal Tag,75,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 176 Output 2  
0x2096,8343,33L3,regl local caz 3,Signal Tag,76,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 175 Output 2  
0x2098,8345,33L4,regl local caz 4,Signal Tag,77,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 177 Output 2  
0x209A,8347,33L5,regl local caz 5,Signal Tag,78,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 174 Output 2  
0x209C,8349,33R1,regl dist caz 1,Signal Tag,79,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 183 Output 2  
0x209E,8351,33R2,regl dist caz 2,Signal Tag,80,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 181 Output 2  
0x20A0,8353,33R3,regl dist caz 3,Signal Tag,81,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 180 Output 2  
0x20A2,8355,33R4,regl dist caz 4,Signal Tag,82,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 182 Output 2  
0x20A4,8357,33R5,regl dist caz 5,Signal Tag,83,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 179 Output 2  
0x20A6,8359,33T1,def rob caz 1,Signal Tag,84,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 188 Output 2  
0x20A8,8361,33T2,def rob caz 1,Signal Tag,85,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 186 Output 2  
0x20AA,8363,33T3,def rob caz 3,Signal Tag,86,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 185 Output 2  
0x20AC,8365,33T4,def rob caz 4,Signal Tag,87,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 187 Output 2  
0x20AE,8367,33T5,def rob caz 5,Signal Tag,88,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 184 Output 2  
0x20B0,8369,S1,incercare hupa,Signal Tag,89,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 191 Output 2

0x20B2,8371,S2,anulare hupa,Signal Tag,90,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 190 Output 2  
0x20B4,8373,43PA,pres minima gaz,Signal Tag,91,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 189 Output 2  
0x20B6,8375,Q31\_1,pozitie Q31,Signal Tag,92,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 196 Output 2  
0x20B8,8377,Q31\_2,pozitie Q31,Signal Tag,93,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 194 Output 2  
0x20BA,8379,112\_1F01,pozitie 12.1F01,Signal Tag,94,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 193 Output 2  
0x20BC,8381,212\_1F01,pozitie 12.1F01,Signal Tag,95,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 195 Output 2  
0x20BE,8383,112\_2F01,pozitie 12.2F01,Signal Tag,96,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 192 Output 2  
0x20C0,8385,212\_2F01,pozitie 12.2F01,Signal Tag,97,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 197 Output 2  
0x20C2,8387,Q31\_3,protectie Q31,Signal Tag,98,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 203 Output 2  
0x20C4,8389,Q31\_4,def mp Q31,Signal Tag,99,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 201 Output 2  
0x20C6,8391,F02\_F021,lipsa tens sincr,Signal Tag,100,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 200 Output 2  
0x20C8,8393,F03\_F031,lipsa tens sincr,Signal Tag,101,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 202 Output 2  
0x20CA,8395,U51,def sincr autom,Signal Tag,102,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 199 Output 2  
0x20CC,8397,F17,lipsa tens ups,Signal Tag,103,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 198 Output 2  
0x20CE,8399,F18,lipsa tens TP1,Signal Tag,104,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 209 Output 2  
0x20D0,8401,F19,lipsa tens D4,Signal Tag,105,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 207 Output 2  
0x20D2,8403,F20,lipsa tens incen,Signal Tag,106,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 206 Output 2  
0x20D4,8405,F21,lipsa tens r 24V,Signal Tag,107,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 208 Output 2  
0x20D6,8407,F12,lipsa tens motor,Signal Tag,108,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 205 Output 2  
0x20D8,8409,F31,lipsa tens t 24V,Signal Tag,109,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 204 Output 2  
0x20DA,8411,F32,lipsa tens d 24V,Signal Tag,110,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 215 Output 2  
0x20DC,8413,F04,lipsa tens mas t,Signal Tag,111,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 213 Output 2  
0x20DE,8415,F13,tens tablou acm,Signal Tag,112,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 212 Output 2  
0x20E0,8417,K104,Q31 din TP2,Signal Tag,113,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 214 Output 2  
0x20E2,8419,F33,rezerva 24V,Signal Tag,114,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 211 Output 2  
0x20E4,8421,U52\_A,alarma UPS,Signal Tag,115,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 210 Output 2  
0x20E6,8423,U52\_B,defect UPS,Signal Tag,116,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 220 Output 2  
0x20E8,8425,1\_1F02,automatizare K1,Signal Tag,117,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 218 Output 2  
0x20EA,8427,1\_2F02,automatizare K2,Signal Tag,118,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 217 Output 2  
0x20EC,8429,1\_3F102,automatizare K3,Signal Tag,119,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 219 Output 2  
0x20EE,8431,1\_4F102,automatizare K4,Signal Tag,120,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 216 Output 2  
0x20F0,8433,6F01,alim trat apa,Signal Tag,121,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 229 Output 2  
0x20F2,8435,T\_TEST,temperatura,Signal Tag,122,float 32,C,1,Analog, , ,Block 221 Output 3  
0x20F4,8437,P\_TEST,presiune,Signal Tag,123,float 32,bar,1,Analog, , ,Block 221 Output 4  
0x20F6,8439,C\_TEST,coef conv,Signal Tag,124,float 32,,1,Analog, , ,Block 221 Output 5  
0x20F8,8441,Z\_TEST,factor compr,Signal Tag,125,float 32,,1,Analog, , ,Block 221 Output 6  
0x20FA,8443,Q\_TEST,debit,Signal Tag,126,float 32,mc/h,1,Analog, , ,Block 222 Output 1  
0x20FC,8445,IVCA,volum conv al,Signal Tag,127,float 32,mc,1,Analog, , ,Block 222 Output 2  
0x20FE,8447,IVBA,volum brut al,Signal Tag,128,float 32,mc,1,Analog, , ,Block 222 Output 3  
0x2100,8449,CVBA,conter vol al,Signal Tag,129,float 32,mc,1,Analog, , ,Block 222 Output 4  
0x2102,8451,IVC,volum conv,Signal Tag,130,float 32,mc,1,Analog, , ,Block 222 Output 5  
0x2104,8453,IVB,volum brut,Signal Tag,131,float 32,mc,1,Analog, , ,Block 222 Output 6  
0x2106,8455,CVC,counter volum,Signal Tag,132,float 32,mc,1,Analog, , ,Block 222 Output 7  
0x2108,8457,AL\_COURS,alarme curente,Signal Tag,133,float 32,,0,Analog, , ,Block 222 Output 8  
0x210A,8459,AL\_MEMO,alarme memorate,Signal Tag,134,float 32,,0,Analog, , ,Block 222 Output 9  
0x210C,8461,NE,viata baterie,Signal Tag,135,float 32,,0,Analog, , ,Block 222 Output 10  
0x210E,8463,1\_5F102,automatizare K5,Signal Tag,136,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 223 Output 2  
0x2110,8465,55F01,alim pmp AR,Signal Tag,137,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 227 Output 2  
0x2112,8467,33\_5F01,alim robinet k5,Signal Tag,138,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 235 Output 2  
0x2114,8469,33\_1F01,alim robinet k1,Signal Tag,139,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 226 Output 2  
0x2116,8471,33\_2F01,alim robinet k2,Signal Tag,140,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 228 Output 2  
0x2118,8473,33\_3F01,alim robinet k3,Signal Tag,141,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 225 Output 2  
0x211A,8475,33\_4F01,alim robinet k4,Signal Tag,142,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 224 Output 2



0x211C,8477,1\_1F01,alim vent k1,Signal Tag,143,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 233 Output 2  
0x211E,8479,1\_2F01,alim vent k2,Signal Tag,144,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 232 Output 2  
0x2120,8481,1\_3F01,alim vent k3,Signal Tag,145,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 234 Output 2  
0x2122,8483,1\_4F01,alim vent k4,Signal Tag,146,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 231 Output 2  
0x2124,8485,1\_5F01,alim vent k5,Signal Tag,147,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 230 Output 2  
0x2126,8487,K101,pozitie Q12,Signal Tag,148,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 241 Output 2  
0x2128,8489,K102,pozitie Q12,Signal Tag,149,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 239 Output 2  
0x212A,8491,K202,pozitie Q2,Signal Tag,150,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 238 Output 2  
0x212C,8493,K201,pozitie Q2,Signal Tag,151,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 240 Output 2  
0x212E,8495,20KVQ0\_1,pozitie Q0,Signal Tag,152,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 237 Output 2  
0x2130,8497,20KVQ0\_2,pozitie Q0,Signal Tag,153,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 236 Output 2  
0x2132,8499,20KVQ1\_1,pozitie Q1,Signal Tag,154,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 247 Output 2  
0x2134,8501,20KVQ1\_2,pozitie Q1,Signal Tag,155,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 245 Output 2  
0x2136,8503,K103,decl prot Q12,Signal Tag,156,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 244 Output 2  
0x2138,8505,K51,defect mP,Signal Tag,157,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 246 Output 2  
0x213A,8507,F14,alim motor Q12,Signal Tag,158,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 243 Output 2  
0x213C,8509,F41,contorizare,Signal Tag,159,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 242 Output 2  
0x213E,8511,F\_17,alim motor Q0,Signal Tag,160,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 253 Output 2  
0x2140,8513,F\_18,alim UPS,Signal Tag,161,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 251 Output 2  
0x2142,8515,F\_19,alim 230V,Signal Tag,162,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 250 Output 2  
0x2144,8517,F\_21,alimrez TP1 230V,Signal Tag,163,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 252 Output 2  
0x2146,8519,F22,alim rez 230V,Signal Tag,164,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 249 Output 2  
0x2148,8521,F\_20,alim redr 24V,Signal Tag,165,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 248 Output 2  
0x214A,8523,F\_31,tens com 24V,Signal Tag,166,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 259 Output 2  
0x214C,8525,F\_32,tens com rez 24V,Signal Tag,167,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 257 Output 2  
0x214E,8527,F23,tens com TP2 230,Signal Tag,168,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 256 Output 2  
0x2150,8529,UPS\_A,alarma ups,Signal Tag,169,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 258 Output 2  
0x2152,8531,UPS\_D,defect ups,Signal Tag,170,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 255 Output 2  
0x2154,8533,K\_104,alarma 20KV rez,Signal Tag,171,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 254 Output 2  
0x2156,8535,K51Y01,protectie Q2,Signal Tag,172,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 265 Output 2  
0x2158,8537,K51\_MP,defect mP,Signal Tag,173,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 263 Output 2  
0x215A,8539,F15,alim Q2,Signal Tag,174,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 262 Output 2  
0x215C,8541,PT20KV\_1,protectie trafo,Signal Tag,175,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 264 Output 2  
0x215E,8543,PT20KV\_2,protectie trafo,Signal Tag,176,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 261 Output 2  
0x2160,8545,K\_103,decl trafo,Signal Tag,177,float 32, , ,Digital,ON,OFF,Block 260 Output 2  
0x2162,8547,44\_1TC,gaze cos mot 1,Signal Tag,178,float 32,,0,Analog, , ,Block 266 Output 4  
0x2164,8549,44\_2TC,gaze cos mot 2,Signal Tag,179,float 32,,0,Analog, , ,Block 267 Output 4  
0x2166,8551,56\_1TC,gaze cos 1 caz,Signal Tag,180,float 32,,0,Analog, , ,Block 268 Output 4  
0x2168,8553,56\_2TC,gaze cos 2 caz,Signal Tag,181,float 32,,0,Analog, , ,Block 271 Output 4  
0x216A,8555,56\_3TC,gaze cos 3 caz,Signal Tag,182,float 32,,0,Analog, , ,Block 270 Output 4  
0x216C,8557,54\_6TT,temp sch acm,Signal Tag,183,float 32,,0,Analog, , ,Block 269 Output 4  
0x216E,8559,TFC\_INC,pozitie ventil,Signal Tag,184,float 32,,0,Analog, , ,Block 273 Output 4  
0x2170,8561,TFC\_ACM,pozitie ventil,Signal Tag,185,float 32,,0,Analog, , ,Block 272 Output 4  
0x2172,8563,U11\_TP1,curent L2,Signal Tag,186,float 32,,0,Analog, , ,Block 274 Output 4  
0x2174,8565,U21\_TP1,tensiune L1-N,Signal Tag,187,float 32,,0,Analog, , ,Block 275 Output 4  
0x2176,8567,U22\_TP1,tensiune L2-N,Signal Tag,188,float 32,,0,Analog, , ,Block 276 Output 4  
0x2178,8569,U23\_TP1,tensiune L3-N,Signal Tag,189,float 32,,0,Analog, , ,Block 277 Output 4  
0x217A,8571,U11\_TP2,curent trafo 0.4,Signal Tag,190,float 32,,0,Analog, , ,Block 278 Output 4  
0x217C,8573,U22\_TP2,tensiune L2-N,Signal Tag,191,float 32,,0,Analog, , ,Block 279 Output 4  
0x217E,8575,U21\_TP2,tensiune L1-N,Signal Tag,192,float 32,,0,Analog, , ,Block 280 Output 4  
0x2180,8577,U23\_TP2,tensiune L3-N,Signal Tag,193,float 32,,0,Analog, , ,Block 281 Output 4  
0x2182,8579,2\_1I1,softstr pmp 1,Signal Tag,194,float 32,,0,Analog, , ,Block 282 Output 4  
0x2184,8581,2\_2I1,softstr pmp 2,Signal Tag,195,float 32,,0,Analog, , ,Block 283 Output 4

0x2186,8583,5\_1U1,conv pmp 1,Signal Tag,196,float 32,,0,Analog, , ,Block 285 Output 4  
 0x2188,8585,5\_2U1,conv pmp 2,Signal Tag,197,float 32,,0,Analog, , ,Block 284 Output 4  
 0x218A,8587,45\_1PT,pres out mot 1,Signal Tag,198,float 32,,0,Analog, , ,Block 289 Output 4  
 0x218C,8589,45\_2PT,pres out mot 2,Signal Tag,199,float 32,,0,Analog, , ,Block 288 Output 4  
 0x218E,8591,45\_3PT,pres in mot,Signal Tag,200,float 32,,0,Analog, , ,Block 286 Output 4  
 0x2190,8593,46DP,pres dif,Signal Tag,201,float 32,,0,Analog, , ,Block 287 Output 4  
 0x2192,8595,53\_1PT,pres tur acm,Signal Tag,202,float 32,,0,Analog, , ,Block 293 Output 4  
 0x2194,8597,53\_2PT,pres apa rece,Signal Tag,203,float 32,,0,Analog, , ,Block 292 Output 4  
 0x2196,8599,53\_3PT,pres ret inc,Signal Tag,204,float 32,,0,Analog, , ,Block 290 Output 4  
 0x2198,8601,53\_4PT,pres inc,Signal Tag,205,float 32,,0,Analog, , ,Block 291 Output 4  
 0x219A,8603,53\_5PT,pres tur primar,Signal Tag,206,float 32,,0,Analog, , ,Block 294 Output 4

Hex Addr,Dec Addr,Tag Name,Description,Type,#,Data Type,Decimal Places,Tag Type,Access,,

```
//-----  
// Functia de navigare cu mouse-ul pe scheme sinoptice  
//  
void CSchWnd::OnLButtonDown(UINT nFlags, CPoint point)  
{  
    // TODO: Add your message handler code here and/or call default  
    CString sNumeFerIni;  
    CRect rd;  
    char wname[50];  
    char bf[15], cx[40];  
    char nume[50];  
    int rez;  
    genbd_type *ap, *apm;  
  
    wname[0]=0;  
    for(int ai=0; ai<nrAna; ai++)  
    {  
        if(rc[ai].PtInRect(point))  
        {  
            if(NULL==(ap=pWBDate->atm_find_off(ida[ai]/*, val, stare, modif*/))) {  
                break; // poate este necesar sa intre in adancime  
            }  
            CWnd *pDsk=GetDesktopWindow();  
            if(pDsk!=NULL)  
                pDsk->GetClientRect(&rd);  
            if(nFlags & MK_CONTROL) {  
                char mes[100];  
                id_type idm;  
                CRect r(point.x+10, point.y, point.x, point.y);  
                CMainFrame* pM=(CMainFrame*)pMainWnd;  
                if(pM->fii)  
                    pWndLim->DestroyWindow();  
                pWndLim=new CLim;  
                switch (ida[ai].lista) {  
                    case aA:  
                    case AA:  
                        r.right+=330;  
                        r.bottom+=220;  
                        pWndLim->lim_adm_inf=ap->wa.mi;  
                        pWndLim->lim_adm_sup=ap->wa.ms;  
                        pWndLim->lim_avarie_inf=ap->wa.lia;  
                        pWndLim->lim_avarie_sup=ap->wa.lsa;  
                        pWndLim->lim_prev_inf=ap->wa.lip;  
                        pWndLim->lim_prev_sup=ap->wa.lsp;  
                        pWndLim->lim_conv_inf=ap->wa.litr;  
                        pWndLim->lim_conv_sup=ap->wa.lstr;  
                        pWndLim->canal=ap->wa.canal;  
                        pWndLim->id=ap->wa.id;  
                        pWndLim->tscan=ap->wa.tscan;  
                        pWndLim->atrib=ap->wa.atrib;  
                        pWndLim->prel_inst=ap->wa.prel_inst;  
                        idm.lista=ap->wa.id_placa.lista;  
                        idm.echidx=ap->wa.id_placa.echidx&0xffc0;  
                        if(idm.lista==MA) {  
                            if (NULL!=(apm=pWBDate->atm_find_off(idm)))  
                                strcpy(pWndLim->ech_name, apm->wm.name);  
                            else  
                                strcpy(pWndLim->ech_name, "Neconfigurat");  
                        }  
                    }  
                }  
            }  
        }  
    }  
}
```

```

        idm=ap->wa.id_placa;
        if (NULL!=(apm=pWBDate->atm_find_off(idm)))
            strcpy(pWndLim->module_name,apm->wm.name);
        else
            strcpy(pWndLim->module_name,"Neconfigurat");
    }
    else{
        strcpy(pWndLim->ech_name,"Neconfigurat");
        strcpy(pWndLim->module_name,"Neconfigurat");
    }

    strcpy(mes,ap->wa.name);
    strcat(mes," (analogica)");
    break;
case cA:
case CA:
    r.right+=330;
    r.bottom+=140;
    pWndLim->lim_adm_inf=ap->wc.di;
    pWndLim->lim_adm_sup=ap->wc.ds;
    pWndLim->lim_avarie_inf=ap->wc.lia;
    pWndLim->lim_avarie_sup=ap->wc.lsa;
    pWndLim->lim_prev_inf=ap->wc.lip;
    pWndLim->lim_prev_sup=ap->wc.lsp;
    pWndLim->id=ap->wc.id;
    pWndLim->atrib=ap->wc.atrib;
    pWndLim->prel_inst=ap->wc.prel_inst;
    strcpy(mes,ap->wc.name);
    strcat(mes," (calcul)");
    break;
default:
    CMDIChildWnd::OnLButtonDown(nFlags, point);
    return;
}
ClientToScreen(&r);
if(r.right>rd.right){
    r.left-=r.right-rd.right+5;
    r.right=rd.right-5;
}
if(r.bottom>rd.bottom-20){
    r.top-=r.bottom-rd.bottom+20;
    r.bottom=rd.bottom-20;
}
pMainWnd->ScreenToClient(&r);
pWndLim->Create(NULL,mes,WS_CHILD | WS_VISIBLE |
                WS_BORDER | WS_CAPTION |
WS_SYSMENU,r,NULL);
CMDIChildWnd::OnLButtonDown(nFlags, point);
return;
}
switch(ida[ai].lista){
    case AA:
    case aA:
        strcpy(wname,ap->wa.name);
        break;
    case CA:
    case cA:
        strcpy(wname,ap->wc.name);

```

```

        break;
    case TA:
        strcpy(wname, ap->wt.name);
        break;
    default:
        CMDIChildWnd::OnLButtonDown(nFlags, point);
        return;
    }

    CTime t = CTime::GetCurrentTime();
    strcat(strcpy(ume, DirArhiva), "\\");
    strcat(ume, Luni[t.GetMonth()-1]);
    sprintf(bf, "\\%d", t.GetDay());
    strcat(strcat(ume, bf), "\\");
    strcat(strcat(ume, Id2Str(ida[ai], cx)), ".his");
    struct _stat st;
    rez=_stat(ume, &st);
    if(rez!=0){ // Nu exista arhiva cu date
        MessageBox("Nu exista date pentru grafic in arhiva!", "Scuze
dar...", MB_ICONEXCLAMATION);
        CMDIChildWnd::OnLButtonDown(nFlags, point);
        return;
    }
    else {
        CRect r(point.x+10, point.y, point.x+560, point.y+350);
        CWnd *pDsk;
        CRect rd;
        pDsk=GetDesktopWindow();
        if(pDsk!=NULL)
            pDsk->GetClientRect(&rd);
        ClientToScreen(&r);
        if(r.right>rd.right){
            r.left-=r.right-rd.right+5;
            r.right=rd.right-5;
        }
        if(r.bottom>rd.bottom-20){
            r.top-=r.bottom-rd.bottom+20;
            r.bottom=rd.bottom-20;
        }
        pMainWnd->ScreenToClient(&r);
        CGraf2 *pGLWnd = new CGraf2;
        strcat(strcpy(ume, wname), ", azi");
        pGLWnd->ziua=t.GetDay();
        pGLWnd->luna=t.GetMonth();
        pGLWnd->anul=t.GetYear();
        pGLWnd->actualizare=1;
        pGLWnd->m_indg=ida[ai];
        strcpy(pGLWnd->numew, wname);

        if (!pGLWnd->Create(ume, WS_CHILD | WS_VISIBLE | WS_OVERLAPPED | WS_CAPTION
|
                                WS_SYSMENU | WS_THICKFRAME | WS_MINIMIZEBOX |
WS_MAXIMIZEBOX,
                                r, pMainWnd)){
            CMDIChildWnd::OnLButtonDown(nFlags, point);
            return;
        }
    }
    return;

```

```
    }
  }
}

for(int b=0;b<nrBin;b++)
{
  if(rcbin[b].PtInRect(point)) {
    genbd_type *ap,*apm;

    if(NULL==(ap=pWBDate->atm_find_off(idbin[b]))) {
      break; // pentru a permite intrarea in adancime
    }
    if (nFlags & MK_CONTROL) {
      char mes[100];
      id_type idm;
      CRect rd,r(point.x+10,point.y,point.x,point.y);
      CWnd *pDsk;
      pDsk=GetDesktopWindow();
      if(pDsk!=NULL)
        pDsk->GetClientRect(&rd);
      CMainFrame* pM=(CMainFrame*)pMainWnd;
      if(pM->fii)
        pWndLim->DestroyWindow();
      pWndLim=new CLim;
      switch (idbin[b].lista) {
        case DA:
        case BA:
        case bA:
          r.right+=340;
          r.bottom+=170;
          pWndLim->canal=ap->wb.canal;
          pWndLim->id=ap->wb.id;
          pWndLim->tscan=ap->wb.filt;
          pWndLim->atrib=ap->wb.atrib;
          idm.lista=ap->wb.id_placa.lista;
          idm.echidx=ap->wb.id_placa.echidx&0xffc0;
          if(idm.lista==MA) {
            if (NULL!=(apm=pWBDate->atm_find_off(idm)))
              strcpy(pWndLim->ech_name,apm->wm.name);
            else
              strcpy(pWndLim->ech_name,"Neconfigurat");
            idm=ap->wb.id_placa;
            if (NULL!=(apm=pWBDate->atm_find_off(idm)))
              strcpy(pWndLim->module_name,apm->wm.name);
            else
              strcpy(pWndLim->module_name,"Neconfigurat");
          }
          else {
            strcpy(pWndLim->ech_name,"Neconfigurat");
            strcpy(pWndLim->module_name,"Neconfigurat");
          }
          strcpy(mes,ap->wb.name);
          strcpy(pWndLim->diag_norm,ap->wb.diag_norm);
          strcpy(pWndLim->diag_anorm,ap->wb.diag_anorm);
          strcat(mes," (binara)");
          break;
        default:
          CMDIChildWnd::OnLButtonDown(nFlags, point);
      }
    }
  }
}
```

```

        return;
    }
    ClientToScreen(&r);
    if(r.right>rd.right){
        r.left-=r.right-rd.right+5;
        r.right=rd.right-5;
    }
    if(r.bottom>rd.bottom-20){
        r.top-=r.bottom-rd.bottom+20;
        r.bottom=rd.bottom-20;
    }
    pMainWnd->ScreenToClient(&r);
    pWndLim->Create(NULL,mes,WS_CHILD | WS_VISIBLE |
        WS_BORDER | WS_CAPTION |
WS_SYSMENU,r,NULL);
    CMDIChildWnd::OnLButtonDown(nFlags, point);
    return;
}
//grafic marime binara
switch(idbin[b].lista) {
    case DA:
    case BA:
    case bA:
        strcpy(wname,ap->wb.name);
        break;
    default:
        CMDIChildWnd::OnLButtonDown(nFlags, point);
        return;
}

    CTime t = CTime::GetCurrentTime();
    strcat(strcpy(nume,DirArhiva),"\\");
    strcat(nume,Luni[t.GetMonth()-1]);
    sprintf(bf,"\\%d",t.GetDay());
    strcat(strcat(nume,bf),"\\");
    strcat(strcat(nume,Id2Str(idbin[b],cx)),".his");
    struct _stat st;
    rez=_stat(nume,&st);
    if(rez!=0){
        MessageBox("Nu exista date pentru grafic in arhiva!", "Scuze
dar...",MB_ICONEXCLAMATION);
        CMDIChildWnd::OnLButtonDown(nFlags, point);
        return;
    }
    else {
        CRect r(point.x+10,point.y,point.x+560,point.y+350);
        CWnd *pDsk;
        CRect rd;
        pDsk=GetDesktopWindow();
        if(pDsk!=NULL)
            pDsk->GetClientRect(&rd);
        ClientToScreen(&r);
        if(r.right>rd.right){
            r.left-=r.right-rd.right+5;
            r.right=rd.right-5;
        }
        if(r.bottom>rd.bottom-20){
            r.top-=r.bottom-rd.bottom+20;

```

```

        r.bottom=rd.bottom-20;
    }
    pMainWnd->ScreenToClient (&r);
    CGraf2 *pGLWnd = new CGraf2;
    strcat(strcpy(ume,wname),", azi");
    pGLWnd->ziua=t.GetDay();
    pGLWnd->luna=t.GetMonth();
    pGLWnd->anul=t.GetYear();
    pGLWnd->actualizare=1;
    pGLWnd->m_indg=idbin[b];
    strcpy(pGLWnd->numew,wname);
    if (!pGLWnd->Create(ume,WS_CHILD | WS_VISIBLE | WS_OVERLAPPED |
        WS_CAPTION | WS_SYSMENU | WS_THICKFRAME | WS_MINIMIZEBOX |
        WS_MAXIMIZEBOX,r,pMainWnd)) {
        return;
    }
    return;
}
}
}
for(int ri=0;ri<nrRect;ri++) {
    if(rct[ri].PtInRect(point)) {
        CSchWnd *pSchemaW;
        CRect rect,recl;
        int fh,result,xbmp,ybmp;
        line_type lin;
        char fname[64];
        char numebmp[32];

        strcat(strcat(strcpy(fname,DirBdate),"\\"),"grafic.ini");
        if (-1 != (fh=fopen(fname,O_RDONLY | O_TEXT))) {

            up_case(szNumeF[ri],numebmp);

            if (find_line(fh,numebmp,"BITMAP",lin)) {
                copy_par(lin,MAXPAR,TabelPar,result);
                if (result || (strlen(TabelPar[1])==0)) {
                    MessageBox("Linie incorecta in .ini","Eroare!",MB_ICONSTOP);
                    fclose(fh);
                    return;
                }
                xbmp=ini_integer(TabelPar[2],result);
                ybmp=ini_integer(TabelPar[3],result);
                fclose(fh);
            }
            else {
                MessageBox("Nu este specificat numele bitmap-ului!\n","Eroare!",MB_ICONSTOP);
                fclose(fh);
                return;
            }
        }
        else {
            MessageBox("Nu exista fisierul grafic.ini!\n","Eroare!",MB_ICONSTOP);
            fclose(fh);
            return;
        }
    }
}
}

```



```
GetWindowRect (&rect1);
pMainWnd->GetClientRect (&rect1);
rect.left=xbmp;
rect.top =ybmp;
rect.right=rect1.right;
rect.bottom=rect1.bottom;
Mod=1; //S-a modificat pozitia ferestrei parinte, deci nu o distrug.
if ((pSchemaW=ListaFer.IsInList (szNumeF[ri]))==NULL)
{
    pSchemaW=new CSchWnd;
    if (!pSchemaW->Create (szNumeF[ri],WS_CHILD | WS_VISIBLE | WS_BORDER |
WS_SYSTEMMENU | WS_CAPTION | WS_MINIMIZEBOX ,rect,NULL))
    {
        CMDIChildWnd::OnLButtonDown (nFlags, point);
        return;
    }
}
else
    pSchemaW->BringWindowToTop ();
    CMDIChildWnd::OnLButtonDown (nFlags, point);
if (Mod!=1)
{
    if (strcmp (NumeFerIni,szNumeFer)!=0)
        DestroyWindow ();
    }
    return;

}
}
CMDIChildWnd::OnLButtonDown (nFlags, point);
}
```

```
//-----  
// Handler pentru click mouse  
//  
void CBargraf::OnLButtonDown(UINT nFlags, CPoint point)  
{  
    // TODO: Add your message handler code here and/or call default  
    CRect r;  
    char wname[50];  
  
    wname[0]=0;  
    for(int i=0;i<data->nr_marimi;i++)  
    {  
        r.left=m_coord[0]+1;   r.top=(i+1)*sp-sp/20-m_coord[2]+1;  
        r.right=m_coord[1]-1;  r.bottom=(i+1)*sp-sp/20-1;  
        if(r.PtInRect(point))  
        {  
  
            char bf[15],cx[40];  
            char nume[50];  
            int rez;  
            genbd_type *ap,*apm;  
  
            if(NULL==(ap=pWBDate->atm_find_off(data->marime_bargraf[i].id))) {  
                CMDIChildWnd::OnLButtonDown(nFlags, point);  
                return;  
            }  
            CRect rd;  
            CWnd *pDsk=GetDesktopWindow();  
            if(pDsk!=NULL)  
                pDsk->GetClientRect(&rd);  
            if(nFlags & MK_CONTROL) {  
                char mes[100];  
                id_type idm;  
                CRect r(point.x+10,point.y,point.x,point.y);  
                CMainFrame* pM=(CMainFrame*)pMainWnd;  
                if(pM->fii)  
                    pWndLim->DestroyWindow();  
                pWndLim=new CLim;  
                switch (data->marime_bargraf[i].id.lista) {  
                    case aA:  
                    case AA:  
                        r.right+=330;  
                        r.bottom+=220;  
                        pWndLim->lim_adm_inf=ap->wa.mi;  
                        pWndLim->lim_adm_sup=ap->wa.ms;  
                        pWndLim->lim_avarie_inf=ap->wa.lia;  
                        pWndLim->lim_avarie_sup=ap->wa.lsa;  
                        pWndLim->lim_prev_inf=ap->wa.lip;  
                        pWndLim->lim_prev_sup=ap->wa.lsp;  
                        pWndLim->lim_conv_inf=ap->wa.litr;  
                        pWndLim->lim_conv_sup=ap->wa.lstr;  
                        pWndLim->canal=ap->wa.canal;  
                        pWndLim->id=ap->wa.id;  
                        pWndLim->tscan=ap->wa.tscan;  
                        pWndLim->atrib=ap->wa.atrib;  
                        pWndLim->prel_inst=ap->wa.prel_inst;  
                        idm.lista=ap->wa.id_placa.lista;
```

```

        idm.echidx=ap->wa.id_placa.echidx&0xffc0;

        if(idm.lista==MA){
            if (NULL!=(apm=pWBDate->atm_find_off(idm)))
                strcpy(pWndLim->ech_name,apm->wm.name);
            else
                strcpy(pWndLim->ech_name,"Neconfigurat");
            idm=ap->wa.id_placa;
            if (NULL!=(apm=pWBDate->atm_find_off(idm)))
                strcpy(pWndLim->module_name,apm->wm.name);
            else
                strcpy(pWndLim->module_name,"Neconfigurat");
        }
        else{
            strcpy(pWndLim->ech_name,"Neconfigurat");
            strcpy(pWndLim->module_name,"Neconfigurat");
        }
        strcpy(mes,ap->wa.name);
        strcat(mes," (analogica)");
        break;
    case cA:
    case CA:
        r.right+=330;
        r.bottom+=140;
        pWndLim->lim_adm_inf=ap->wc.di;
        pWndLim->lim_adm_sup=ap->wc.ds;
        pWndLim->lim_avarie_inf=ap->wc.lia;
        pWndLim->lim_avarie_sup=ap->wc.lsa;
        pWndLim->lim_prev_inf=ap->wc.lip;
        pWndLim->lim_prev_sup=ap->wc.lsp;
        pWndLim->id=ap->wc.id;
        pWndLim->atrib=ap->wc.atrib;
        pWndLim->prel_inst=ap->wc.prel_inst;
        strcpy(mes,ap->wc.name);
        strcat(mes," (calcul)");
        break;
    default:
        CMDIChildWnd::OnLButtonDown(nFlags, point);
        return;
    }
    ClientToScreen(&r);
    if(r.right>rd.right){
        r.left-=r.right-rd.right+5;
        r.right=rd.right-5;
    }
    if(r.bottom>rd.bottom-20){
        r.top-=r.bottom-rd.bottom+20;
        r.bottom=rd.bottom-20;
    }
    pMainWnd->ScreenToClient(&r);
    pWndLim->Create(NULL,mes,WS_CHILD | WS_VISIBLE |
        WS_BORDER | WS_CAPTION |
WS_SYSMENU,r,NULL);
    CMDIChildWnd::OnLButtonDown(nFlags, point);
    return;
}
switch(data->marime_bargraf[i].id.lista){

```



```
//-----  
// Afisare grafice  
//  
void CGrafX::OnPaint()  
{  
    CPaintDC dc(this); // device context for painting  
    CRect r;  
    GetClientRect(r);  
    if((stfocuse==1)&&(actlin==1)){  
        marclinie(antpoint);  
        actlin=0;  
    }  
    DesenPaint(&dc,&r);  
    // Do not call CMDIChildWnd::OnPaint() for painting messages  
}  
  
//-----  
extern HPEN hpen[13];  
void CGrafX::DesenPaint(CDC *pdc,RECT *r) {  
    pMyApp->DoWaitCursor(1);  
    height=(r->bottom-r->top)*heighti/Hi; //noua inaltime a fontului  
    width=(r->right-r->left)*widthi/Wi; //noua latime a fontului  
    H=r->bottom-r->top; //noua inaltime a ferestrei  
    W=r->right-r->left; //noua latime a ferestrei  
    //coordonate zona utila grafic  
    if(flana) {  
        int lung;  
        char sir[10];  
        int lg,lg1;  
        sprintf(sir,"%0f",m_limval[0]);  
        lg=strlen(sir);  
        sprintf(sir,"%0f",m_limval[1]);  
        lg1=strlen(sir);  
        if(lg>lg1) lung=lg;  
        else lung=lg1;  
        if (lung<5) lung=5;  
        m_coord[0]=r->left+(lung+5)*width;  
    }  
    else  
        m_coord[0]=r->left+W/30;  
    m_coord[1]=r->bottom-H/20-(m_nrgraf+1)*height-(m_nrgraf+1)*H/100;  
    m_coord[2]=r->right-W/30;  
    m_coord[3]=r->top+height+height/4;  
  
    TrasareAxe(pdc,nr_ore/24,10); //24 gradatii pe x, 10 gradatii pe y  
    ValGrafice(pdc,r,nr_ore/24,10);  
    if(flana)  
        Curbe(pdc,r);  
    else  
        Diagrame(pdc,r);  
    pMyApp->DoWaitCursor(-1);  
}
```

```
//-----  
// Trasare curbe  
//  
void CGrafX::Curbe(CDC *pdc, RECT *r) {  
    int i,j,x,y,litr,lstr,tipc;  
    short v,tmax,pas=1;  
    float vf,vfl,cic,px,py,di,ds;  
    BOOL prim;  
    genbd_type *ap;  
    CPoint pnt[2];  
    time_t ltime;  
    time (&ltime);  
    struct tm *timpcrt;  
    timpcrt=localtime(&ltime);  
    if (timer)  
        tmax=timpcrt->tm_hour*60+timpcrt->tm_min;  
    else  
        tmax=24*60;  
        tmax=nr_ore;  
    for(j=0; j<m_nrgraf; j++) {  
        HPEN pOldPen = (HPEN)SelectObject(pdc->m_hDC,hpen[indcul[j]]);  
        ap=pWBDate->atm_find_off(ids[j]);  
        switch (ids[j].lista) {  
            case AA: case aA:  
                ds=ap->wa.ms;  
                di=ap->wa.mi;  
                litr=ap->wa.litr;  
                lstr=ap->wa.lstr;  
                if (ap->wa.prel_inst==PI_A_LIN) {  
                    tipc=0;  
                    cic=(ds-di)/(float)(lstr-litr);  
                }  
            else {  
                tipc=1;  
                cic=(ds-di)/(float)sqrt((double)(lstr-litr));  
            }  
            break;  
            case CA: case cA:  
                ds=ap->wc.ds;  
                di=ap->wc.di;  
                litr=0;  
                lstr=4096;  
                tipc=0;  
                cic=(ds-di)/(float)(lstr-litr);  
                break;  
            case TA:  
                ds=ap->wt.ds;  
                di=ap->wt.di;  
                litr=0;  
                lstr=4096;  
                tipc=0;  
                cic=(ds-di)/(float)(lstr-litr);  
                break;  
        }  
        px=pas * (m_coord[2]-m_coord[0]) / (float)nr_ore; //(float)(24*60);  
        py=(float)(m_coord[1]-m_coord[3])/(m_limval[1]-m_limval[0]);  
    }  
}
```

```

prim=TRUE;
for (i=0; i<tmax; i++) {
// extrage urmatoarea valoare din buffer
vf=buff[j][i];
if (vf==V_GOL)
v=-2;
else
v=1;
if (v>=0) { // valoare existenta (v=-2 daca e
inexistenta)
if (tipgraf) vf1=vf;
else vf1=100*(vf-di)/(ds-di); //conversie in procente
if (vf1>m_limval[1]) vf1=m_limval[1];
if (vf1<m_limval[0]) vf1=m_limval[0];
x=(int) (m_coord[0]+i*px);
y=(int) (m_coord[1]-(vf1-m_limval[0])*py);
if (prim) {
pdc->MoveTo(x,y); //pentru primul punct se face numai positionare
prim=FALSE;
pdc->SetPixel(x,y,indcul[j]);
oldx=x;
oldy=y;
}
else
if ((oldx!=x) || (oldy!=y)) {
pnt[0].x=oldx;
pnt[0].y=oldy;
pnt[1].x=x;
pnt[1].y=y;
pdc->Polyline(pnt,2);
oldx=x;
oldy=y;
}
if (i==tmax-1) //sint la sfirsit
{
pnt[0].x=oldx;
pnt[0].y=oldy;
pnt[1].x=oldx+px;
pnt[1].y=oldy;
pdc->Polyline(pnt,2);
}
}
else {
vf=V_GOL;
prim=TRUE;
}
}
SelectObject(pdc->m_hDC,pOldPen);
if (i>0) SetValCurenta(pdc,j,vf,"",r); // daca in buffer (fisier) era macar o
valoare
}
}

//-----
// Trasare Diagrame
//
void CGrafX::Diagrame(CDC *pdc, RECT *r) {

```

```

int i,j,x,y; //litr,lstr;
short v,tmax,pas=1;
float vf,px,py; //vf1,cic,di,ds;
char diag[32]="";
BOOL prim;
genbd_type *ap;
CTime t=CTime::GetCurrentTime();
CPoint pnt[2];
struct tm *timp=t.GetLocalTm(NULL);
if (timer)
    tmax=timp->tm_hour*60+timp->tm_min;
else
    tmax=24*60;
py=(float)(m_coord[1]-m_coord[3])/m_nrgraf;
for(j=0; j<m_nrgraf; j++) {
    HPEN pOldPen = (HPEN)SelectObject(pdc->m_hDC,hpen[indcul[j]]);
    ap=pWBDate->atm_find_off(ids[j]);
    px=pas * (m_coord[2]-m_coord[0]) / (float)(24*60);
    SetGetVal(GV_MINUT,buffer[j],bufferlen[j]); //pregateste variabilele pentru
GetVal
    prim=TRUE;
    for (i=0; i<tmax; i++) {

        if(v>=0){
            x=(int)(m_coord[0]+i*px);
            vf=1-v;
            if(vf==1)
                y=(int)(m_coord[1]-(j*py+py*0.8));
            else
                y=(int)(m_coord[1]-(j*py+py*0.2));
            if (prim) {
                pdc->MoveTo(x,y); //pentru primul punct se face numai pozitionare
                prim=FALSE;
                pdc->SetPixel(x,y,indcul[j]);
                oldx=x;
                oldy=y;
            }
            else
                if((oldx!=x)|| (oldy!=y)){
                    pdc->LineTo(x,oldy);
                    pdc->LineTo(x,y);
                    oldx=x;
                    oldy=y;
                }
        }
        else {
            vf=V_GOL;
            prim=TRUE;
        }
    }
    if (v==VL_B_NORMAL)
        strcpy(diag,ap->wb.diag_norm);
    else
        strcpy(diag,ap->wb.diag_anorm);
    SelectObject(pdc->m_hDC,pOldPen);
    if (i>0) SetValCurenta(pdc,j,vf,diag,r); // daca in buffer (fisier) era macar
o valoare
}
}

```



```
//-----  
// Desenare fereastra evenimente  
//  
void CEvFis::OnPaint() {  
    int i;  
    eventl str;  
    CPaintDC dc(this); // device context for painting  
  
    // TODO: Add your message handler code here  
    CRect rct;  
    CBrush br( RGB(255,255,0) );  
    GetClientRect( &rct );  
    ninceput=max(0,nVscrollpos+rct.top/nychar);  
    nsfirsit=min(nnrlinii,nVscrollpos+rct.bottom/nychar+1);  
  
    HGDIOBJ hfont=GetStockObject( SYSTEM_FIXED_FONT );  
    SelectObject( dc.m_hDC,hfont );  
    for(i=ninceput;i<nsfirsit;i++) {  
        str=buff[i];  
        if(str.atrib==AT_ACTIV) {  
            if (str.stare==VL_B_DEF) dc.SetTextColor( RGB(183,193,192) );  
            else if(str.stare==VL_B_NORMAL) dc.SetTextColor( RGB(33,130,0) );  
            else if(str.stare==VL_B_ANORMAL) dc.SetTextColor( RGB(255,0,0) );  
            else if(str.stare==4) dc.SetTextColor( RGB(255,255,0) );  
            else if(str.stare==5) dc.SetTextColor( RGB(0,0,0) );  
        }  
        if(str.atrib==AT_PASIV) dc.SetTextColor( RGB(0,0,0) );  
        dc.SetBkColor( RGB(192,192,192) ); //fondul  
        dc.TextOut( 0, (i-nVscrollpos)*nychar, szbuffer, sprintf( szbuffer, "  
%s", str.stri));  
    }  
    // Do not call CMDIChildWnd::OnPaint() for painting messages  
}  
  
void CEvFis::OnSize( UINT nType, int cx, int cy ) {  
    CMDIChildWnd::OnSize( nType, cx, cy );  
  
    // TODO: Add your message handler code here  
    nyclient=cy;  
    nVscrollmax=max(0,nnrlinii-nyclient/nychar);  
    nVscrollpos=min(nVscrollpos,nVscrollmax);  
    SetScrollRange( SB_VERT,0,nVscrollmax,FALSE);  
    SetScrollPos( SB_VERT,nVscrollpos,TRUE);  
}  
  
void CEvFis::OnVScroll( UINT nSBCode, UINT nPos, CScrollBar* pScrollBar ) {  
    // TODO: Add your message handler code here and/or call default  
    switch(nSBCode){  
        case SB_LINEUP:  
            ninc=-1;  
            break;  
        case SB_LINEDOWN:  
            ninc=1;  
            break;  
        case SB_PAGEUP:  
            ninc=min(-1,-nyclient/nychar);  
            break;  
        case SB_PAGEDOWN:
```

```
        ninc=max(1,nyclient/nychar);
        break;
    case SB_TOP:
        ninc=-nVscrollpos;
        break;
    case SB_BOTTOM:
        ninc=nVscrollmax-nVscrollpos;
        break;
    case SB_THUMBTRACK:
        ninc=nPos-nVscrollpos;
        break;
    default:
        return;
}
ninc=max(-nVscrollpos,min(ninc,nVscrollmax-nVscrollpos));
nVscrollpos+=ninc;
ScrollWindow(0,-nychar*ninc);
SetScrollPos(SB_VERT,nVscrollpos,TRUE);
UpdateWindow();
CMDIChildWnd::OnVScroll(nSBCode, nPos, pScrollBar);
}
```

```
//-----  
// Operatii initiale de creare rapoarte  
//  
int CRaport::OnCreate(LPCREATESTRUCT lpCreateStruct) {  
    if (CMDIChildWnd::OnCreate(lpCreateStruct) == -1)  
        return -1;  
  
    // TODO: Add your specialized creation code here  
    CRect rcWin,rcClWin;  
    HFILE hf;  
    LONG colors,sizeimage,c,counti;  
    TEXTMETRIC tm;  
    LOGFONT f;  
    int fh,rez,i,j,m,n,tipbm,nrd;  
    char fname[80],nume_sch[80],idsi[20][100],vls[50][10],oldcwd[80],stare;  
    int xi[10],yi[10],xinc[10],yinc[10],nrlin[10],nrcol[10];  
    float value;  
    BOOL fl_paint;  
    genbd_type *ap, *app;  
    char numedir[64];  
    fis_type fis;  
  
    Expresie expr; //pentru calcule pe coloane  
    CString formula;  
  
    m_bHasBits=FALSE;  
    //Initializare Cels  
    for (i=0; i<600; i++) {  
        Cels[i].id.lista=0;  
        Cels[i].tip='x';  
        strcpy(Cels[i].buffer,"");  
    }  
    strcat(strcpy(fname,DirBdate), "\\arcview.ini");  
    //strcpy(fname, "..\\offdb\\arcview.ini");  
    fh=fopen(fname,O_RDONLY | O_TEXT);  
    up_case(numew,numew);  
  
    //suport pt. raport automat  
    autobitmap=false;  
  
    //pregateste nume fisier .bmp  
    if (find_line(fh,numew,"BITMAP",Lin))  
    {  
        copy_par(Lin,MAXPAR,TabelPar,Result);  
        if (Result) {  
            /*  
            MessageBox("Nume bitmap in arcview.ini","Eroare!",MB_ICONSTOP);  
            tclose(fh);  
            return -1;  
            */  
            autobitmap=true;  
        }  
    }  
    else  
    {  
        strcpy(nume_sch,DirScheme);  
        strcat(nume_sch,"\\");  
        strcat(nume_sch,TabelPar[1]);  
        strcat(nume_sch,".BMP");  
    }  
}
```

```
}
}
else
    autobitmap=true;

//tip raport
find_line(fh,numew,"TIP",Lin);
copy_par(Lin,MAXPAR,TabelPar,Result);
//nr. tabele in raport
nrtab=ini_integer(TabelPar[1],Result);
if (Result) {
    MessageBox("Numar tabele in arcview.ini","Eroare!",MB_ICONSTOP);
    tclose(fh);
    return -1;
}

if (autobitmap && (nrtab!=1))
{
    MessageBox("Pentru desenare automata nr. de tabele trebuie sa fie
1","Eroare",MB_ICONSTOP);
    tclose(fh);
    return -1;
}

if (nrtab>10) nrtab=10; //maxim 10 tabele
//nume fisier curent
strcpy(CrtFileName,"");
CrtFileHnd=-1;
//tip date (zi sau luna)
up_case(TabelPar[2],TabelPar[2]);
if (0==strcmp(TabelPar[2],"LUNA")) TipRap='L';
else
    if (0==strcmp(TabelPar[2],"ZI")) TipRap='Z';
    else {
        MessageBox("Tip raport in arcview.ini","Eroare!",MB_ICONSTOP);
        tclose(fh);
        return -1;
    }

//preia datele din ini, pentru fiecare tabel
nrId=0;
for(i=0; i<nrtab; i++) {
    itoa(i+1,cx,10);

    strcpy(cod,"T");
    strcat(cod,cx);
    find_line(fh,numew,cod,Lin);
    copy_par(Lin,MAXPAR,TabelPar,Result);
    if (Result) {
        MessageBox("Coordonate tabel in arcview.ini","Eroare!",MB_ICONSTOP);
        tclose(fh);
        return -1;
    }
    //x,y colt stanga sus tabel
    xi[i]=atoi(TabelPar[1]);
    yi[i]=atoi(TabelPar[2]);
    //latime,inaltime (in pixeli) ale unei celule
    xinc[i]=atoi(TabelPar[3]);
```

```
yinc[i]=atoi(TabelPar[4]);

//coloane
strcpy(cod,"COL");
strcat(cod,cx);
find_line(fh,numew,cod,Lin);
copy_par(Lin,MAXPAR,TabelPar,Result);
if (Result) {
    MessageBox("Coloane tabel in arcview.ini","Eroare!",MB_ICONSTOP);
    tclose(fh);
    return -1;
}
//numar coloane
nrcol[i]=ini_integer(TabelPar[1],Result);
if (nrcol[i]>20) nrcol[i]=20; //maxim 20 coloane
//id-uri marimi de pe coloane
for (j=0; j<nrcol[i]; j++)
    strcpy(idsi[j],TabelPar[2+j]);

if (autobitmap) //denumirile capetelor de coloana
{
    strcpy(cod,"CAPTABEL");
    strcat(cod,cx);
    if (find_line(fh,numew,cod,Lin))
    {
        copy_par(Lin,MAXPAR,TabelPar,Result);
        if (Result) {
            MessageBox("Nu sint specificate capetele de
coloana!!!","Eroare!",MB_ICONSTOP);
            tclose(fh);
            return -1;
        }

        //numele capetelor de coloane
        for (j=0; j<nrcol[i]; j++)
            strcpy(capcoloana[j],change_(TabelPar[2+j]));
        }
        else
        {
            MessageBox("Nu sint specificate denumirile coloanelor!","Eroare
...",MB_ICONSTOP);
            tclose(fh);
            return -1;
        }
    }

//linii
strcpy(cod,"LIN");
strcat(cod,cx);
find_line(fh,numew,cod,Lin);
copy_par(Lin,MAXPAR,TabelPar,Result);
if (Result) {
    MessageBox("Linii tabel in arcview.ini","Eroare!",MB_ICONSTOP);
    tclose(fh);
    return -1;
}
//numar linii
```

```

nrlin[i]=ini_integer(TabelPar[1],Result);
if (nrlin[i]>50) nrlin[i]=50; //maxim 50 linii
//tipuri valori de pe linii
int inceput,sfarsit;
char *p;
for (n=j=0; j<nrlin[i]; n++) {
    if (NULL!=(p=strchr(TabelPar[2+n],'-')) {
        *p='\0';
        if (0!=(inceput=atoi(TabelPar[2+n]+1)))
            if (0!=(sfarsit=atoi(p+1)))
                if (sfarsit>=inceput) {
                    for (m=0; m<sfarsit-inceput+1; m++) {
                        vls[j][0]=TabelPar[2+n][0];
                        vls[j][1]='\0';
                        strcat(vls[j],itoa(inceput+m,cx,10));
                        j++;
                    }
                    continue;
                }
            }
        strcpy(vls[j],TabelPar[2+n]);
        j++;
    }
}
for (m=0;m<nrcol[i];m++)
    for (n=0;n<nrlin[i];n++) {
        Cels[nrId].rct.left=xi[i]+m*xinc[i];
        Cels[nrId].rct.right=xi[i]+(m+1)*xinc[i];
        Cels[nrId].rct.top=yi[i]+n*yinc[i];
        Cels[nrId].rct.bottom=yi[i]+(n+1)*yinc[i];
        if (idsi[m][0]=='<') {
            Cels[nrId].tip='s'; //string
            strcpy(Cels[nrId].buffer,idsi[m]+1); //fara '<'
            Cels[nrId].buffer[strlen(Cels[nrId].buffer)-1]='\0'; //fara '>'
        }
        else //adaugata pt. calcule pe coloana
            if ((idsi[m][0]=='c')|| (idsi[m][0]=='('))
                {
                    Cels[nrId].id.echidx=i; //pentru determinare start
                    Cels[nrId].tip='='; //formula
                    Cels[nrId].req=n;
                    strcpy(Cels[nrId].buffer,idsi[m]);
                    nrId++;
                    //valorile sint de forma c1+c2 unde c1 si c2 reprezinta coloana 1
                    respectiv 2
                }
            else {
                Cels[nrId].id=ini_id(idsi[m],Result);
                if (Result) {
                    MessageBox("Id raport in arcview.ini","Eroare!",MB_ICONSTOP);
                    tclose(fh);
                    return -1;
                }
            }
        switch(vls[n][0]) {
            case 'n': // nume marime
                Cels[nrId].tip='n';
                break;
            case 'u': // unitate masura

```

```
        Cels[nrId].tip='u';
        break;
    case 'v':
        Cels[nrId].req=atoi(vls[n]+1);
        if ( ((TipRap=='Z') && ((Cels[nrId].req<0) ||
(Cels[nrId].req>24))) ||
            ((TipRap=='L') && ((Cels[nrId].req<0) || (Cels[nrId].req>31)))
        )
            Cels[nrId].tip='x';
        else
            Cels[nrId].tip='v';
        break;
    case 'm':
        Cels[nrId].req=atoi(vls[n]+1);
        if ( ((TipRap=='Z') && ((Cels[nrId].req<0) ||
(Cels[nrId].req>24))) ||
            ((TipRap=='L') && ((Cels[nrId].req<0) || (Cels[nrId].req>31)))
        )
            Cels[nrId].tip='x';
        else
            Cels[nrId].tip='m';
        break;
    case 'M':
        Cels[nrId].req=atoi(vls[n]+1);
        if ( ((TipRap=='Z') && ((Cels[nrId].req<0) ||
(Cels[nrId].req>24))) ||
            ((TipRap=='L') && ((Cels[nrId].req<0) || (Cels[nrId].req>31)))
        )
            Cels[nrId].tip='x';
        else
            Cels[nrId].tip='M';
        break;
    case 'f':
        Cels[nrId].req=atoi(vls[n]+1);
        if ( ((TipRap=='Z') && ((Cels[nrId].req<0) ||
(Cels[nrId].req>24))) ||
            ((TipRap=='L') && ((Cels[nrId].req<0) || (Cels[nrId].req>31)))
        )
            Cels[nrId].tip='x';
        else
            Cels[nrId].tip='f';
        break;
    default:
        Cels[nrId].tip='x'; // eroare
    }
    nrId++;
}
}
}

fclose(fh);
}
```

```
//-----  
// Functia de desenare a tabelului pentru raportului  
//  
void CRaport::DeseneazaTabel(CPaintDC *dc)  
{  
    POINT capete[2];  
    int i;  
    CPen myPen,*oldPen;  
    COLORREF color=dc->GetTextColor();  
    myPen.CreatePen(PS_SOLID,0,RGB(0,0,0));  
    oldPen=(CPen*)dc->SelectObject(&myPen);  
  
    capete[0].x=capete[0].y=0;  
    capete[1].x=xi0;capete[1].y=yi0;  
    dc->Polyline(&capete[0],2); //linia oblica  
  
    //scrie prima coloana  
    oldFont=dc->SelectObject(&myfont);  
    CRect r(0,0,xi0,yi0);  
    dc->DrawText(" Per",-1,&r,DT_LEFT | DT_BOTTOM | DT_SINGLELINE);  
    dc->DrawText("Den",-1,&r,DT_RIGHT | DT_TOP | DT_SINGLELINE);  
  
    dc->SetTextColor(RGB(0,0,255));  
    char text[20];  
    for (i=0;i<nrlin0;i++)  
    {  
        r.top=yi0+i*yinc0;  
        r.bottom=r.top+yinc0;  
        switch(Cels[i].tip)  
        {  
            case 'n':  
            case 'u':  
                text[0]='\0';  
                break;  
            case 'm':  
                strcpy(text,"m");  
                break;  
            case 'M':  
                strcpy(text,"M");  
                break;  
            case 'v':  
            case 'f':  
                if (Cels[i].req==0)  
                    strcpy(text,"T");  
                else  
                    if (tiprap0=='Z') //pe zi  
                        sprintf(text,"%02d-%02d",Cels[i].req-1,Cels[i].req);  
                    else  
                        sprintf(text,"%02d",Cels[i].req);  
        }  
        dc->DrawText(text,-1,&r,DT_CENTER | DT_VCENTER | DT_SINGLELINE);  
    }  
  
    dc->SetTextColor(RGB(255,0,0));  
    //desenez titlurile coloanelor  
    r.top=0;r.bottom=yi0;  
    for (i=0;i<nrcol0;i++)  
    {
```



```
        r.left=xi0+i*xinc0;
        r.right=r.left+xinc0;
        dc->DrawText (capcoloana[i],-1,&r,DT_CENTER | DT_VCENTER |
DT_SINGLELINE);
    }
    dc->SelectObject (oldFont);

//partea de desenare efectiva a liniilor
capete[0].x=capete[0].y=capete[1].y=0;
capete[1].x=nWidth;
dc->Polyline (&capete[0],2); //linia din cap
//deseneaza liniile
for (i=0;i<nrlin0+1;i++)
{
    capete[0].x=0;
    capete[0].y=capete[1].y=yi0+i*yinc0;
    capete[1].x=nWidth;
    dc->Polyline (&capete[0],2);
}

capete[0].x=capete[1].x=capete[0].y=0;
capete[1].y=nHeight;
dc->Polyline (&capete[0],2); //linia din stanga
//deseneaza coloanele
for (i=0;i<nrcol0+1;i++)
{
    capete[0].y=0;
    capete[0].x=capete[1].x=xi0+i*xinc0;
    capete[1].y=nHeight;
    dc->Polyline (&capete[0],2);
}

dc->SelectObject (oldPen);
dc->SetTextColor (color);
}
```

```
// -----  
// functii ajutatoare pentru implementarea unei liste cu alarme  
//  
CListAlm::CListAlm()  
{  
    lst=NULL;  
    act=0;  
}  
  
CListAlm::~~CListAlm()  
{  
    lalarm *al;  
    al=lst;  
    while(al!=NULL){  
        lst=al;  
        al=al->next;  
        delete lst;  
    }  
}  
lalarm *CListAlm::first_msg()  
{  
    return(lst);  
}  
lalarm *CListAlm::last_msg(int *n)  
{  
    lalarm *tt;  
    int i=0;  
    tt=lst;  
    if(tt==NULL){  
        *n=i;  
        return NULL;  
    }  
    while(tt->next!=NULL){  
        i++;  
        tt=tt->next;  
    }  
    *n=i+1;  
    return tt;  
}  
lalarm *CListAlm::next_msg(lalarm *poz)  
{  
    if(poz==NULL)  
        return NULL;  
    return poz->next;  
}  
lalarm *CListAlm::prev_msg(lalarm *poz,int k)  
{  
    int i;  
    if(poz==NULL)  
        return NULL;  
    for(i=0;i<k;i++)  
        if(poz->ant==NULL)  
            return lst;  
  
    if(poz->ant==NULL)  
        return lst;  
    return poz->ant;  
}
```

```
BOOL CListAlm::StergeId(id_type idalm)
{
    lalarm *pntr,*delalm;
    pntr=lst;
    if((lst->aid.echidx==idalm.echidx)&&(lst->aid.lista==idalm.lista)){
        delalm=lst;
        if(delalm->blk<2){
            delalm->blk=2;
            repaint=1;
            delalm->cul=IDCUL_VERDE;
        }
        if(delalm->blk==3){
            repaint=1;
            lst=lst->next;
            if(lst!=NULL)
                lst->ant=NULL;
            repaint=1;
            delete delalm;
        }
        return TRUE;
    }
    while(pntr->next!=NULL){
        if((pntr->next->aid.echidx==idalm.echidx)&&(pntr->next->aid.lista==idalm.lista)){
            delalm=pntr->next;
            if(delalm->blk<2){
                delalm->blk=2;
                repaint=1;
                delalm->cul=IDCUL_VERDE;
            }
            if(delalm->blk==3){
                pntr->next=delalm->next;
                if(delalm->next!=NULL)
                    delalm->next->ant=pntr;
                repaint=1;
                delete delalm;
            }
            return TRUE;
        }
        pntr=pntr->next;
    }
    return FALSE;
}

lalarm * CListAlm::InLista(id_type idalm)
{
    lalarm *pntr;
    pntr=lst;
    while(pntr!=NULL){
        if((pntr->aid.echidx==idalm.echidx)&&(pntr->aid.lista==idalm.lista)){
            pntr->act=act;
            return pntr;;
        }
        pntr=pntr->next;
    }
    return NULL;
}
```

```
BOOL CListAlm::AdaugaId(id_type idalm, st_val_type st, time_t tp)
{
    lalarm *pntr, *ant, *nalm;
    pntr=lst;
    ant=lst;
    repaint=1;
    if(lst==NULL){
        lst=new lalarm;
        if(lst==NULL)
            return FALSE;
        lst->aid=idalm;
        lst->timp=tp;
        lst->act=act;
        lst->blk=0;
        mesaj_alm(lst, st);
        lst->next=NULL;
        lst->ant=NULL;
        return TRUE;
    }
    while(pntr!=NULL){
        if(tp<pntr->timp){
            nalm=new lalarm;
            if(nalm==NULL)
                return FALSE;
            nalm->aid=idalm;
            nalm->timp=tp;
            nalm->act=act;
            nalm->blk=0;
            mesaj_alm(nalm, st);
            nalm->next=pntr;
            nalm->ant=pntr->ant;
            pntr->ant=nalm;
            if(pntr==lst)
                lst=nalm;
            else
                nalm->ant->next=nalm;
            return TRUE;
        }
        ant=pntr;
        pntr=pntr->next;
    }
    pntr=new lalarm;
    if(pntr==NULL)
        return FALSE;
    pntr->aid=idalm;
    pntr->timp=tp;
    pntr->act=act;
    pntr->blk=0;
    mesaj_alm(pntr, st);
    pntr->next=NULL;
    pntr->ant=ant;
    ant->next=pntr;
    return TRUE;
}
BOOL CListAlm::mesaj_alm(lalarm *alm, st_val_type st)
{
    char name[50];
```

```
char nmc[30];
genbd_type *ap;
id_type idalm;
time_t t;
struct tm cev;
float val;

idalm=alm->aid;
t=alm->timp;
if((ap=pWBDate->atm_find_off(idalm))==NULL){
    strcpy(alm->ams, "ALARMA PENTRU O MARIME NECUNOSCUTA!");
    return FALSE;
}

cev=*localtime(&t);
sprintf(nmc, "%s %02d %s, %02d:%02d", Zi[cev.tm_wday],
        cev.tm_mday, Luni[cev.tm_mon], cev.tm_hour, cev.tm_min);
strcpy(alm->ams, nmc);
switch(idalm.lista){
    case AA:
    case aA:
        nrmodul(ap->wa.id, nmc);
        adaugmsg(alm->ams, ap->wa.name, 20);
        switch(ap->wa.prel_inst){
            case PI_A_LIN:
                val=(st.val-ap->wa.litr)*(ap->wa.ms-ap->wa.mi)/(ap->wa.lstr-ap-
>wa.litr)+ap->wa.mi;
                break;
            case PI_A_SQR:
                val=(float)(sqrt(st.val-ap->wa.litr)/sqrt(ap->wa.lstr-ap->wa.litr))*(ap-
>wa.ms-ap->wa.mi)+ap->wa.mi;
                break;
            default:
                val=0;
        }
        alm->cul=IDCUL_ROSU;
        sprintf(nmc, " %.2f", val);
        if(st.stare!=ST_VAL_OK){
            strcpy(nmc, " ??????");
            alm->cul=IDCUL_GRI;
        }
        strcpy(alm->stare, nmc);
        adaugmsg(alm->stare, ap->wa.um, 12);
        break;
    case DA:
    case BA:
    case bA:
        nrmodul(ap->wb.id, nmc);
        adaugmsg(alm->ams, ap->wb.name, 20);
        strcpy(alm->stare, " ");
        switch(st.stare){
            case ST_ALR_AN:
                strcat(alm->stare, ap->wb.diag_anorm);
                alm->cul=IDCUL_ROSU;
                break;
            case ST_ALR_DM:
                strcat(alm->stare, "Defect masura");
                alm->cul=IDCUL_GRI;
```

```
        break;
    }
    break;
    if(st.stare!=ST_VAL_OK) {
        strcpy(nmc, "   ?????");
        alm->cul=IDCUL_GRI;
    }
    strcpy(alm->stare,nmc);
    adaugmsg(alm->stare,ap->wc.um,12);
    break;
case TA:
    adaugmsg(name,ap->wt.name,20);
    sprintf(nmc, "   %.2f",ap->wt.value);
    alm->cul=IDCUL_ROSU;

    if(st.stare!=ST_VAL_OK) {
        strcpy(nmc, "   ?????");
        alm->cul=IDCUL_GRI;
    }
    strcpy(alm->stare,nmc);
    adaugmsg(alm->stare,ap->wt.um,12);
    break;
default:
    alm->ams[0]=0;
    alm->cul=IDCUL_ROSU;
    return FALSE;
} return TRUE;
}

int CListAlm::Actualizare()
{
    act=(act+1)%500;
    return act;
}

void adaugmsg(char *dest,char *sursa,unsigned int n)
{
    unsigned int i;

    if(strlen(dest)<n)
        for(i=strlen(dest);i<n;i++)
            dest[i]=' ';
    dest[n]='\0';
    strcat(dest,sursa);
}
```

```
#include <iostream.h>
#include <conio.h>
#include <math.h>

int putere (int baza, int exp)
{
    int i, p;
    p=1;
    for (i=1; i<=exp; i++)
        p=p*baza;
    return p;
}

void main (void)
{
    int n, l, s, aux, opt, t0;
    int i, j, k, c1, c2; // indecsi
    int v[33]; // vectorul Y
    int m[33][5]; // matricea de semne
    double calcul;
    double a[16]; // vectorul a

    clrscr();

    // se cere numarul de factori n
    cout<<"n = "; cin>>n;
    cout<<endl;

    // se cere vectorul de valori Y
    l = putere (2, n);
    for (i=1; i<=l; i++)
        { cout<<"Elementul "<<i<<" este: ";
          cin>>v[i];
          cout<<endl;
        }
    cout<<endl;

    // se initializeaza matricea de semne X
    for (j=1; j<=n; j++)
        { aux = putere (2, j-1);
          opt=2;
          for (i=1; i<=l; i+aux)
              { if (opt==2)
                  opt=1;
                else opt=2;
                for (k=1; k<=aux; k++)
                    { if (opt==1)
                        m[i][j]=1;
                      else m[i][j]=-1;
                      i++;
                    }
              }
        }

    // afisam matricea de semne X
    cout<<"Matricea X: "<<endl;
```

```

for (i=1; i<=1; i++)
    { for (j=1; j<=n; j++)
        if (m[i][j]==1) // pentru aliniere
            cout<<" "<<m[i][j]<<" ";
        else cout<<m[i][j]<<" ";
        cout<<endl;}
cout<<endl;

// calculam primul element din sirul de a
// se rotunjeste (functia FLOOR)
// pentru asta, pastram o variabila double (calcul) si o variabila int (t0)
// in final, se initializeaza a[0] cu valoarea rotunjita
s=0;
for (i=1; i<=1; i++)
    s = s + v[i];
calcul = (double) s/l;
cout<<" a0 nerotunjit este: " <<calcul<<endl;
t0 = floor (calcul+0.5);
a[0]=t0;
cout<<" a0 este: "<<a[0]<<endl;

// calculam primele 4 sau primele 5 elemente din sirul de a, in functie de situatie
for (j=1; j<=n; j++)
    { s=0;
    for (i=1; i<=1; i++)
        s = s + m[i][j]*v[i];
    a[j] = (double) s/l;
    cout<<" a"<<j<<" este: "<<a[j]<<endl;
    }

// calculam restul elementelor din sirul de a
// parcurgem matricea prin doi indecsi, luand in calcul doar cazurile
// cand al doilea index e mai mare decat primul
for (c1=1; c1<=n; c1++)
    for (c2=1; c2<=n; c2++)
        if (c1<c2)
            { s=0;
            for (i=1; i<=1; i++)
                s = s + m[i][c1]*m[i][c2]*v[i];
            a[j] = (double) s/l;
            cout<<"a"<< c1<< c2<<" este: "<<a[j]<<endl;
            j++;
            }

// afisam solutia finala (suma tuturor a-urilor)
s=0;
for (i=0; i<j; i++)
    s = s + a[i];
cout<<endl<<"In final, a este: "<<s<<endl;

getch();
getch();
}

```