



IV. Automatizări

Capitolul

6

Automatizarea instalațiilor termice



6.1. Automatizarea punctelor termice

Stadiul actual de automatizare a punctelor termice a atins un nivel ridicat de complexitate prin faptul că rezolvă atât conducerea locală a proceselor din fiecare punct termic, cât și conducerea întregului sistem de punc-

te termice dintr-o rețea de termoficare. Sistemul automat de conducere și supraveghere a proceselor dintr-un anumit număr de puncte termice este un sistem distribuit, cu funcții distincte pentru automatizarea proceselor din punctele termice, pentru monitorizarea proceselor și supervizarea comenziilor, respectiv pentru citirea automată a

contoarelor de energie termică. Un astfel de sistem complex de conducere a punctelor termice este, de fapt, un sistem SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), care este format din două părți principale:

1. reglarea temperaturilor de lucru din punctul termic;
2. monitorizarea și conducerea

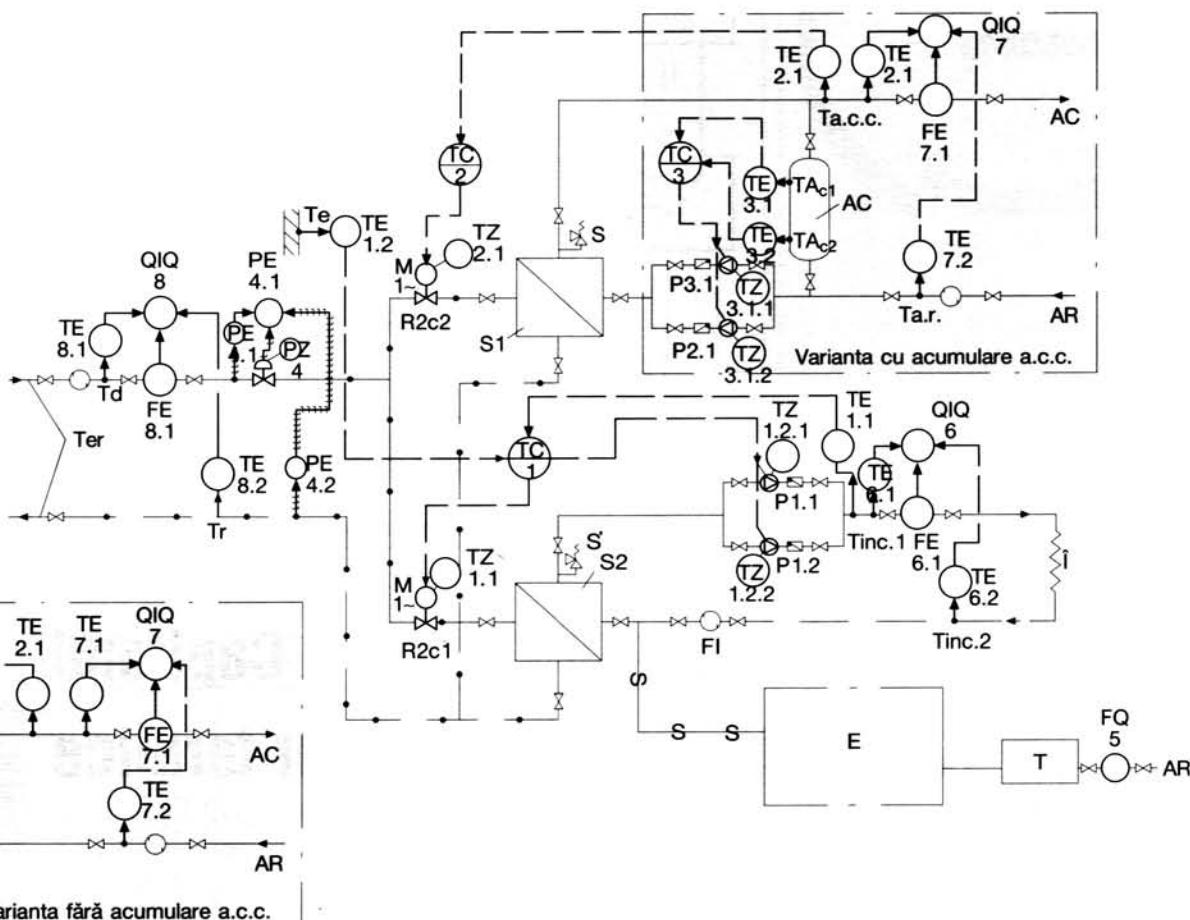


Fig. IV. 6.1. Schema tehnologică cu aparatura de automatizare pentru un punct termic.

Legendă:

AR	- apă rece
AC	- apă caldă
E	- expansiune
I	- încălzire
T	- tratare
Ter	- termoficare
Ti	- temperatură interioară
(TiA; TiB)	
Te	- temperatură exterioară
Ta.r.	- temperatură apă rece
Ta.c.c.	- temperatură apă caldă de consum
TAc	- temperatură apei calde din vasul de acumulare
T1	- temperatură agentului termic primar pe bara comună
T2	- temperatură apei la intrarea în cazane
Trcirc.	- temperatură apei recirculate
Tinc. 1;2	- temperatură agentului termic secundar
(A;B)	de încălzire pe tur, respectiv return
Td.r.	- temperatură agentului termic primar (de la termoficare) pe tur, respectiv return
— — —	circuite de măsură, de semnalizare, de comandă (electrică)
-----	semnal hidraulic

(TE)	element primar de temperatură
(FE)	element primar de debit (curgere)
(TC)	termostat
(P)	regulator de temperatură
(FO)	contor de debit
(FE)	detector de debit (senzor)
(QD)	contor de căldură
(TZ)	element de execuție în funcție de temperatură
(PE)	senzor de presiune
(PC)	element de comandă în funcție de presiune
(PZ)	element de execuție în funcție de presiune

operativă a punctului termic împreună cu citirea automată a contoarelor montate la scările de bloc aferente punctului termic.

Funcționarea în condiții optime a unui punct termic precum și a unei rețele urbane de termoficare presupune urmărirea și corectarea în timp real a principalilor parametri: debite, presiuni, temperaturi, cantități de căldură etc.

Rezultatul exploatarii unui astfel de sistem de conducere și supraveghere a punctelor termice constă în gestionarea mai eficientă a resurselor, a consumurilor energetice și a producției la nivelul punctului termic, lucrul simplu și rapid cu clienții abonați (facturare automată).

6.1.1. Organizarea ierarhică a sistemului de conducere și supraveghere a punctelor termice

Sistemul de conducere și supraveghere a punctelor termice este organizat ierarhic pe trei niveluri.

Primul nivel este constituit din elementele primare care interacționează cu procesul. Acestea permit automatizarea locală a procesului, cât și prelucrarea și măsurarea mărimilor de interes din proces.

Componentele sistemului amplasate la acest nivel sunt următoarele:

- traductoare de temperatură, presiune, nivel și alte elemente de măsurare/detectare;
- elementele primare de execuție, cum ar fi pompe de circulație, de recirculație, de ridicare a presiunii, robinete de reglare cu două sau cu trei căi;
- contoarele de energie termică montate pe intrarea, respectiv ieșirele punctului termic.

Al doilea nivel ierarhic cuprinde echipamentele de conducere automată locală a punctului termic și de achiziție a datelor din punctul termic. La acest nivel se deosebesc două tipuri de echipamente:

- controler specializat (CS) pentru procese termice care implementează algoritmii numerici de reglare și logica de comandă combinațională și secvențială;
- echipamentul de achiziție a datelor (EAD) din punctul termic.

Tot aici are loc și gestionarea și centralizarea automată a datelor în vederea transmiterii la distanță către dispecerul de zonă.

Al treilea nivel ierarhic este reprezentat de dispecerul de zonă, prevăzut cu mai multe calculatoare PC, unde se vor concentra toate informațiile solicitate de la fiecare punct termic. Pe lângă funcția de monitorizare, dispecerul de zonă are și rolul de supervizare și con-

ducere operativă de la distanță a punctelor termice.

În continuare, se prezintă sub aspectele conceptuale și funcționale primele două niveluri ierarhice ale sistemului de conducere și supraveghere automată, localizate fizic în interiorul punctelor termice.

Într-un punct termic, pentru sistemul de conducere și supraveghere automată se disting următoarele părți componente:

- automatizarea punctului termic cu ajutorul unui controler specializat (CS) pentru procese termice;
- achiziția și monitorizarea datelor din punctul termic cu ajutorul echipamentului de achiziție a datelor (EAD);
- citirea automată a datelor provenite de la contoarele montate la scările de blocuri.

6.1.2. Funcționarea sistemului de automatizare al unui punct termic

Schema tehnologică cu aparatura de automatizare pentru un punct termic pentru prepararea apei calde de consum într-o treaptă în paralel cu instalația de încălzire, este prezentată în figura IV.6.1.

Sistemul de automatizare a unui punct termic trebuie să asigure următoarele cerințe principale:

- 1) Comanda automată a pompelor de circulație a agentului termic de încălzire P1 în funcție de temperatură exterioară (Te);
- 2) Reglarea temperaturii agentului termic secundar pentru încălzire (Tinc) în funcție de temperatura exterioară (Te);
- 3) Reglarea temperaturii apei calde menajere (Tacc) la valoarea prescrisă, în două variante: prepararea cu acumulare a apei calde; fără.
- 4) Limitarea debitului de agent termic primar care intră în punctul termic, prin acțiunea unei vane de reglare cu două căi și conditionată de temperatura pe conducta de return.

5) Menținerea unei căderi de presiune constantă pe întregul punct termic prin utilizarea unui regulator de presiune diferențială (regulator direct sau fără energie auxiliară) montat pe returnul primar. Se obține o echilibrare a circuitului primar și asigură un punct de funcționare stabil pentru vanele de reglare.

6) Posibilitatea de a configura programe orare, săptămânale și anuale, cu comutare automată între regimurile iarnă/vară, pentru furnizarea de căldură și apă caldă menajeră.

7) Permiterea functionării în oricare din regimurile următoare dorite: automat, confort, redus și manual.

- 8) Comanda servomotoarelor vanelor

de reglare cu semnale tripoziționale (rotire dreapta, rotire stânga, neacționat)

9) Pornirea și oprirea pompelor de circulație încălzire, recirculare și respectiv ridicare presiune apă caldă menajeră, în funcție de programarea orară și de regimul de operare.

10) Protecția la îngheț prin pornirea pompei de circulație încălzire.

11) Răspuns întârziat pe circuitul de încălzire la fluctuațiile rapide ale temperaturii exterioare.

12) Semnalizarea stării reale a elementelor de execuție din proces (pompe, robinete de reglare).

13) Pornirea periodică și pentru intervale de timp scurte a pompelor în perioadele prelungite de nefuncționare, pentru a preveni blocarea mecanică a pompelor.

14) Semnalizarea defectiunilor apărute la traductoarele folosite în buclele de reglare.

15) Ajustarea valorilor măsurate de traductoare de temperatură, ca urmare a constatării unei erori sistematice de măsurare.

16) Comunicația cu echipamentul de achiziție a datelor (EAD) printr-o interfață, astfel încât toate informațiile necesare să fie disponibile la EAD și să poată fi transmise la nivelul ierarhic superior.

Controlerul specializat (CS), pentru conducerea proceselor din punctele termice, poate fi ales din ofertele firmelor de profil, pe criterii de preț / performanță / calitate / garanție și întreținere după vânzare. Acesta se livrează cu software-ul de aplicație înscris în memorii nevolatile. Este prevăzut cu un panou de operare pentru utilizator, care conține un ecran de afișare și o tastatură adekvată.

Pentru a se putea prevedea un controler specializat în proiectul de automatizare a unui punct termic, trebuie să cunoască semnificațiile bornelor de conexiuni ale aparatului și modul de operare al acestuia.

Schema electrică de conexiuni a unui controler specializat pentru puncte termice, care să conducă automat procesele din punctul termic prezentat în schema tehnologică cu aparatura de automatizare, este prezentată în figura 6.3.

6.1.3. Funcționarea sistemului de achiziție și monitorizare a datelor din punctul termic

Sistemul de achiziție și monitorizare a datelor la nivelul unui punct termic (PT) este organizat în jurul unui echipament de achiziție a datelor (EAD), care este de fapt un calculator industrial de proces specializat pentru utilizarea în procesele termice. Această componentă a sistemului SCADA este necesară

pentru colectarea din punctul termic și transmisia la nivelul ierarhic superior (dispecerat) a tuturor parametrilor necesari, după cum se prezintă în continuare.

1) De la controlerul specializat (CS)

CS este prevăzut cu o interfață serială RS 232 prin care se pot transmite la EAD următoarele informații:

- Configurația CS;
- Parametrii buclelor de reglare automată;
- Temperatura primară la intrarea în schimbătorul de căldură ACM;
- Temperatura ACM;
- Temperatura circuitului secundar de încălzire;
- Temperatura exteroară;
- Temperatura pe returul circuitului primar;
- Starea traductoarelor și a elementelor de execuție;
- Diferite semnale de avarie;
- Valorile indicate de contoarele pentru apa de adaos.

2) De la contoarele de energie termică montate în PT

În PT se măsoară energia termică pe următoarele circuite:

- Circuitul primar tur;
- Circuitul secundar încălzire (pe fiecare ieșire spre consumator);
- Circuitul ACM (pe fiecare ieșire spre consumator);
- Recirculare ACM.

3) De la contoarele de energie termică montate la scările de bloc, organizate într-o rețea MBUS, prin intermediul centralei de citire MBUS.

4) Da la convertizoarele de frecvență pentru acționarea pompelor de ACM și de INC

Convertizoarele de frecvență sunt prevăzute cu o interfață serială RS 485 care permite transmisia la EAD a următoarelor informații:

- Starea de pornit / oprit a pompei de ACM sau de INC;
- Frecvența de lucru;
- Diferite avari.

Pompele pot fi pornite și operte de la dispecer.

5) De la sistemul de expansiune

Sistemul de expansiune dispune de propriul echipament de automatizare, care printr-o interfață serială RS 485 transmite la EAD informații privind:

- Nivelul apei din rezervor (min, max);
- Starea de pornit sau de oprit a pompelor;
- Semnale de avarie.

6) De la analizorul electric de putere

se transmit la EAD energiile activă și reactivă.

7) Presiunile măsurate pe circuitele primar și secundar INC și ACM, pe conductele de ducere și întoarcere.

8) De la sistemul de supraveghere al conductelor

se trimit la EAD printr-o interfață serială RS 485 un semnal numeric referitor la detectarea avariilor pe conducte.

La EAD poate fi conectat un PC Laptop pentru operații de service, o imprimantă locală pentru tipărirea de rapoarte și calculatorul PC de la dispecerat prin fibră optică.

Schema bloc a sistemului de monitorizare a PT și conexiunile electrice pentru interfațarea EAD cu celelalte echipamente de automatizare din PT este prezentată în figura IV.6.2.

6.1.4. Sistemul de citire automată a datelor provenite de la contoarele montate la scările de blocuri

Contoarele de energie termică montate la scările de bloc pe circuitele de încălzire și de apă caldă menajeră sunt citite automat prin intermediul unei rețele fizice MBUS, controlată de o centrală MBUS de lecturare a datelor. Pentru conectarea la EAD este necesară o interfață serială RS 232.

Prin intermediul comunicatiei MBUS, de la contoarele de energie sunt preluate următoarele mărimi:

- valorile instantanee ale temperaturilor tur – retur;
- valorile cumulate ale volumului și energiei termice;
- orele de funcționare;
- starea senzorilor de temperatură;
- starea acumulatoarelor de alimentare cu energie electrică;
- codurile de eroare, în măsura în care sunt disponibile.

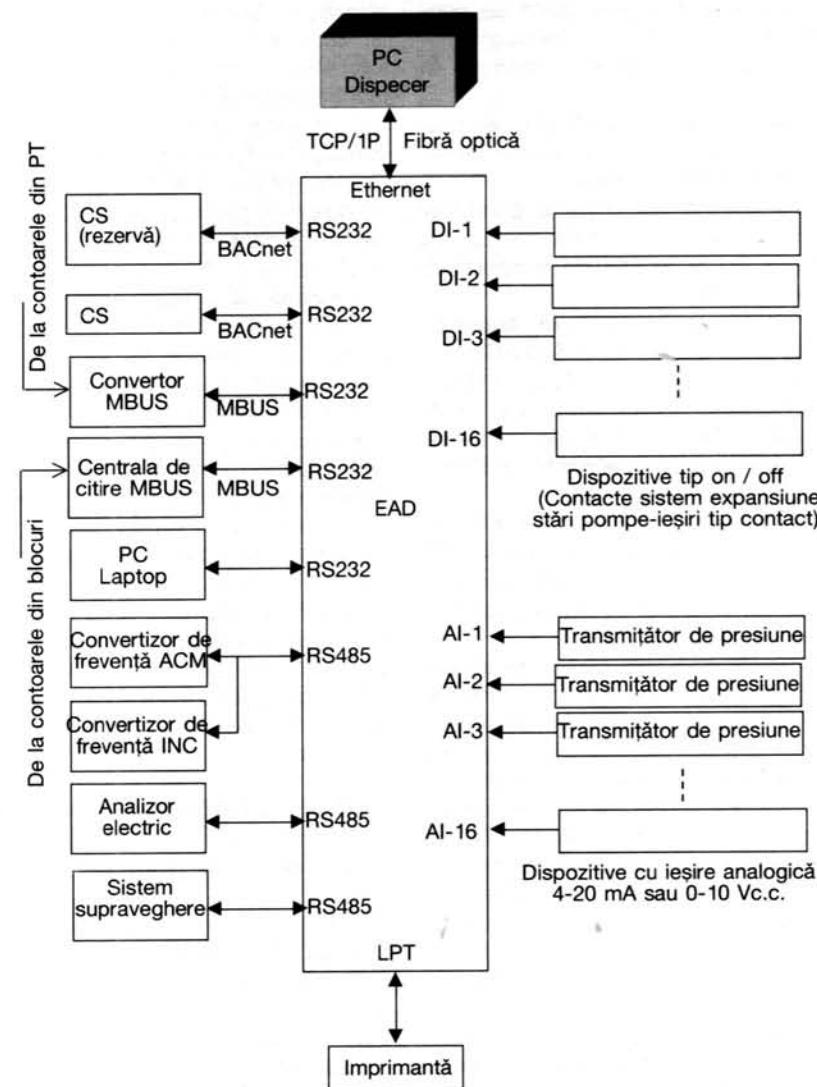


Fig. IV.6.2. Schema bloc a sistemului de monitorizare în puncte termice.

6.2. Automatizarea centralelor termice

Funcționarea în condiții optime a unei centrale termice precum și a rețelei de transport a agentului termic presupune urmărirea și corectarea în timp real a principalilor parametri: puterea termică, temperaturile, debitele, presiunile etc. Nivelul actual atins de sistemele de automatizare și monitorizare permit posibilitatea particularizării conducerii pentru orice tip de centrală termică și retea de termoficare, indiferent de lungimea rețelei și de distribuția geografică a centralelor termice.

Ca și în cazul punctelor termice, sistemul automat de conducere și supraveghere a proceselor din mai multe centrale termice, care debitează energie într-o rețea de transport, este un sistem SCADA distribuit și ierarhizat, care asigură la nivelul unei centrale termice următoarele două funcții automate principale:

1 - conducederea automată (automatizarea și sevențierea cazanelor, reglarea temperaturii agentului de încălzire pe fiecare circuit care pleacă din centrală, reglarea temperaturii apei calde menajere, comanda pompelor);

2 - monitorizarea și conducederea operativă.

Avându-se în vedere similitudinile dintre sistemul automat de conducere și supraveghere a proceselor din punctele termice și cel destinat centralelor termice, în continuare se va face o prezentare a automatizării centralelor termice detaliindu-se doar aspectele particolare specifice.

6.2.1. Organizarea ierarhică a sistemului de conducere și supraveghere a centralelor termice

Organizarea ierarhică pe trei niveluri, prezentată, pentru punctele termice este valabilă și pentru centralele termice. Componentele sistemului amplasate la cele trei niveluri ierarhice sunt aceleași, deosebirile fiind la primele două niveluri: la primul nivel mai apar cazane și arzătoare, iar la nivelul doi controlerul specializat (CS) este proiectat pentru conducederea și sevențierea cazanelor și pentru reglarea temperaturii agentului de încălzire pe fiecare circuit care pleacă din centrală.

6.2.2. Funcționarea sistemului de automatizare al unei centrale termice

Schema tehnologică cu aparatura de automatizare pentru o centrală termică este prezentată în figura IV.6.3.

Centrala termică este prevăzută cu două cazane care funcționează în cascadă, dar numărul cazanelor poate să se modifice în funcție de puterea termică totală cerută centralei și de puterea fiecărui cazan din cascadă.

Aparatura electronică de automatizare va fi aleasă după specificul sarcinilor de automatizare impuse proceselor termice. Principalul aparat de automatizare din centrală termică este controlerul specializat (CS) în comanda automată a cazanelor și a arzătoarelor, comanda pompelor de circulație, reglarea temperaturii agentului termic în funcție de temperatura exterioară și reglarea temperaturii apei calde menajere.

Automatizarea centralei termice asigurată de controlerul specializat poate fi structurată în două părți principale:

1. prima parte implementează toate funcțiile automate legate de cazane și de arzătoarele acestora (pornirea și oprirea arzătoarelor, sevențierea cazanelor, protecțiiile automate, diagnosticarea defectelor);

2. cea de-a doua parte asigură automatizarea distribuției agentului termic pe diferențele circuite care pleacă din centrală termică (reglarea temperaturilor cu ajutorul robinetelor de reglare cu trei căi, comanda pompelor de circulație, comutarea pompelor active și de rezervă).

Tablourile locale de automatizare ale arzătoarelor și cazanelor sunt furnizate de fabricantul cazanelor și conțin automatizarea minimală pentru funcționarea în siguranță a acestora: automatul de ardere, supravegherea electronică a flăcării, starterul pentru motorul ventilatorului arzătorului, reglarea bipozitionala a temperaturii în cazan, protecția cazanului la supratemperatură, protecția cazanului la scăderea debitului de irigare cu agent termic sub o valoare minimă impusă.

Motoarele pompelor sunt comandate cu ajutorul unor startere compacte destinate motoarelor electrice, care conțin contactor, releu termic, deelanșator electromagnetic de scurtcircuit. Contactorul starterului se comandă direct de către controlerul specializat. Pentru motoarele electrice cu puteri mari, pornirea se face cu un starter stea-triunghi.

Cazanele din cascadă sunt sevențiate în funcție de cererea de energie termică necesară realizării temperaturii dorite pe turul general al cazanelor. Tehnica de sevențiere a cazanelor tine seama de două aspecte:

1. diferența dintre temperatura pe turul general al cazanelor și temperatura prescrisă obținută ca rezultat al utilizării graficelor de reglare prin măsurarea temperaturii exterioare, dar și în ur-

ma analizei temperaturilor ce se doresc reglate pe circuitele de încălzire și de preparare a apei calde menajere;

2. urmărirea vitezei de variație a temperaturii turului general al cazanelor și estimarea timpului după care se va atinge valoarea referinței (criteriu anticipativ realizat de un sistem automat cu predicție); chiar dacă temperatura turului cazanelor se găsește sub temperatură prescrisă, dar temperatura crește destul de rapid, nu va fi pornit următorul cazan deoarece se consideră că numărul de cazane aflate în funcțiune este suficient.

Sistemul de conducedere automată trebuie să asigure următoarele comenzi pentru fiecare cazan în parte:

- pornirea / oprirea pompei de circulație a apei prin cazan;
- pornirea / oprirea arzătorului;
- modularea flăcării.

Atunci când strategia de conducedere cere pornirea unui cazan din cascadă, se pornește imediat pompa de circulație a cazanului respectiv. După un interval de timp reglat corespunzător se trimit comenzi de pornire a arzătorului și după alt interval de timp se trimit comenzi de modulare a flăcării. Atât timp cât ultimul cazan pornit nu a ajuns la parametrii de funcționare specifici puterii maxime, nu se trimit o nouă comandă de pornire a altui cazan. De asemenea, după oprirea unui cazan, următorul cazan va fi oprit numai după un anumit timp.

Strategia de sevențiere realizează încărcarea uniformă a cazanelor aflate în funcționare. Astfel, dacă modularea unui cazan atinge 100% din puterea sa și este cerută pornirea următorului cazan, după un timp cele două cazane își vor distribui în mod egal încărcările. (spre exemplu, nu va rămâne un cazan încărcat la 100% și celălalt la 20%, ci vor fi încărcate amândouă la 60%).

În momentul în care se atinge temperatura prescrisă pe conducta deducere a cazanului, acesta se oprește. Conform acțiunii de modulare a flăcării, dacă temperatura pe conducta deducere a cazanului se apropie de valoarea prescrisă, automatizarea reduce puterea treptei modulante. Dacă totuși după reducerea puterii treptei modulante se atinge temperatura prescrisă, cazanul se oprește imediat.

Oprirea cazanului se realizează de asemenea sevențial. După oprirea arzătorului, pompa de circulație mai funcționează un anumit timp, până se produce egalizarea temperaturilor conductelor deducere și întoarcere (diferența temperaturilor dintre conducta deducere și cea de întoarcere mai mică de 50 °C). Corecta funcționare a pompei de circulație aapei

prin cazan este esențială pentru siguranța cazonului, altfel se pot produce avariile grave.

Reglarea temperaturii agentului pe fiecare circuit independent de încălzire reprezintă o altă sarcină importantă a controlerului specializat care trebuie să realizeze următoarele:

- calculează temperatura necesară pentru agentul de încălzire pe fiecare circuit independent în funcție de temperatura exteroară (utilizatorul poate impune curbe de reglare distincte pentru fiecare circuit);
- comandă pornirea și oprirea pompelor de circulație în funcție de perioadele de ocupare a clădirii;
- comandă robinetele de reglare cu trei căi pentru reglarea temperaturilor pe circuitele de încălzire;
- generează cereri de încălzire pentru cazane și comunică temperatura necesară a agentului termic pentru asigurarea confortului termic în clădiri;

• oprește livrarea de căldură dacă temperatura exteroară medie depășește o anumită limită.

Prepararea apei calde menajere în regim automat se asigură cu ajutorul unui modul distinct de program, implementat în controlerul specializat, care îndeplinește următoarele funcții:

- Reglarea temperaturii apei calde menajere;
- Asigurarea temperaturii cerute agentului din circuitul primar de preparare a apei calde menajere pentru prepararea rapidă și asigurarea debitului prevăzut pentru apa caldă menajeră;
- Prioritatea preparării apei calde menajere față de circuitele de încălzire;
- Functia antilegionela.

Functia antilegionela previne apariția în apa caldă menajeră a bacteriei legionela. Această funcție se realizează prin creșterea temperaturii apei calde menajere până la 70°C, o dată pe zi, un timp dat de viteza de circulație a

apei calde și de lungimea traseului pe care se recirculă apa caldă. La centralele termice de puteri mai mici, funcția automată antilegionela se asigură prin aducerea temperaturii apei calde din boiler la 80°C și menținerea la această valoare timp de o oră, o dată pe săptămână, în noaptea de sămbătă spre duminică, între orele 3 și 4.

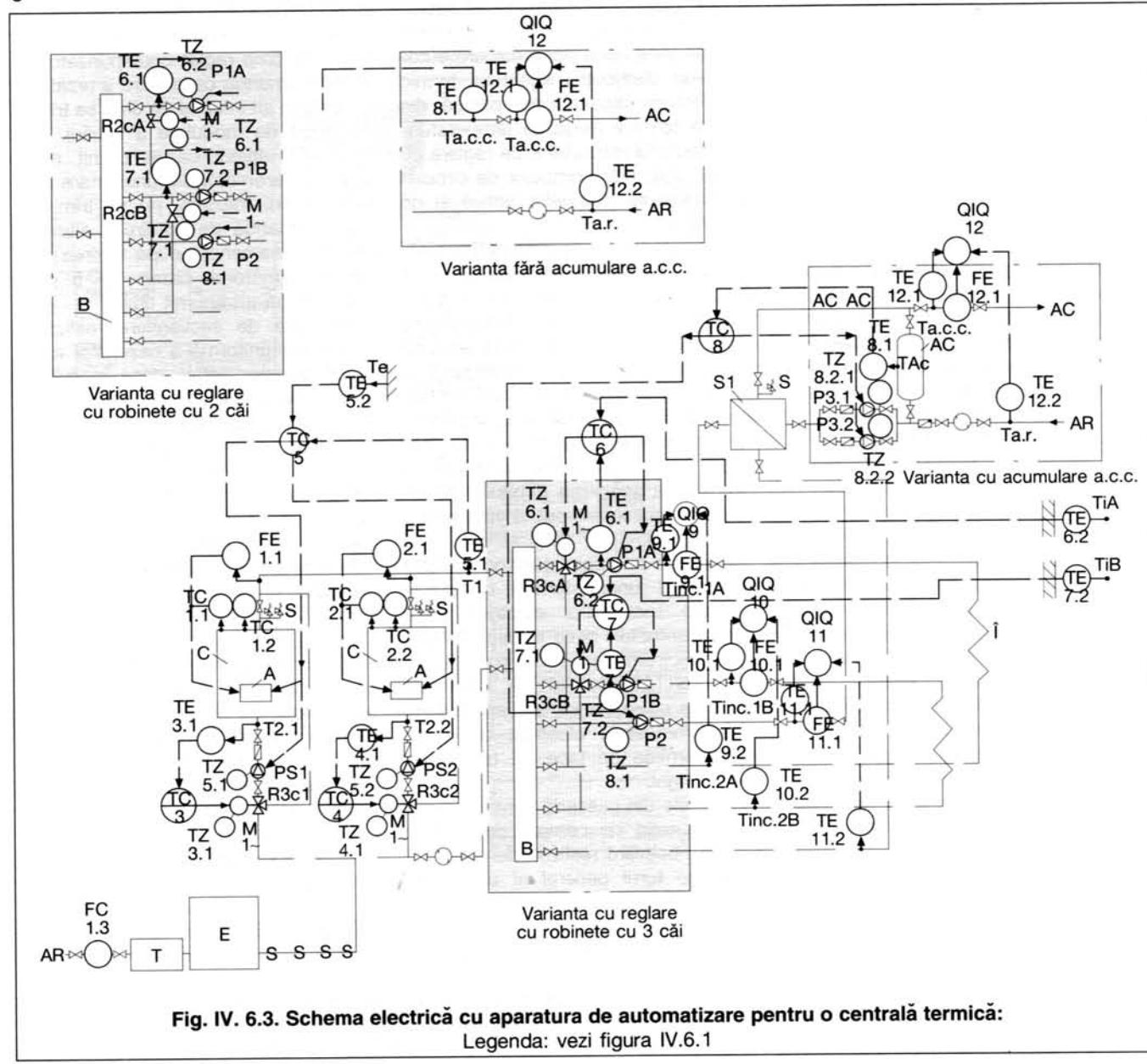
Controlerul specializat asigură și gestionarea pompelor duble astfel:

- comandă pornirea pompei active atunci când strategia de conducere o cere;

- rotește pompa activă cu pompa de rezervă după un anumit număr de ore de funcționare (exemplu 100 de ore), sau la data și ora fixată, realizând astfel uzura uniformă a pompelor.

- comandă funcționarea uneia dintre pompe dacă temperatura exteroară scade sub 60°C, pentru a preveni înghețarea agentului termic.

O schemă electrică de conexiuni a



Tabelul IV.6.1. Criterii de alegere a arhitecturii sistemului teleinformatic		Sistem centralizat			Sistem descentralizat	
		terminale informatizate		transmițătoare „clasice“		
Functiuni	Alarme, stări de funcționare	○	○	○		
	Contorizări	○	○	○		
	Măsurări parametri, prefixări valori	○	○	○		
	Calcule	○	local	la calculatorul central		
	Reglări	○	local	clasică (local)		
Alte criterii	Funcționare la parametrii diminuați	●	limitată	○		
	Legături pentru transmiterea informației	linie specializată	linii telefonice comutate	linii telefonice comutate		
	Teleregлare	○	○	●		
	Telecomandă	○	○	○		
	Probleme ridicate de condițiile de mediu din localurile tehnice	○	○	●		
	Adaptarea personalului la noile cerințe	dificilă	dificilă	simplă		
	Costul sistemului	ridicat	adaptat situației concrete			

Legendă: ○ - da; ● - nu

unui controler specializat pentru conducerea automată a centralelor termice este similară celei din figura 6.3 (schema electrică de conexiuni a unui controler specializat pentru puncte termice). Pot apărea diferențe în ceea ce privește numărul intrărilor și al ieșirilor din și către proces, sau al configurațiilor hardware și software.

Un exemplu de controler specializat, care poate fi utilizat în scopurile prezentate mai înainte, poate fi EXCEL 500 al firmei HONEYWELL.

6.2.3. Funcționarea sistemului de achiziție și monitorizare a datelor din centrala termică

tele achiziționate provin de la controlerul specializat, de la contoarele de energie termică, de la analizorul electric de putere, de la sistemul de supraveghere a conductelor.

Specificul centralelor termice de a consuma combustibil pentru producerea energiei termice, conduce la necesitatea prevederii de contoare de combustibil și la achiziția datelor de la aceste contoare.

Schema bloc a sistemului de monitorizare în centrale termice este asemănătoare celei din figura 6.4 (schema bloc a sistemului de monitorizare în puncte termice).

Componenta principală a sistemului de achiziție și monitorizare a datelor

Tabelul IV. 6.1. Valorile coeficienților matricilor A și B		
	I_{min}	I_{max}
a_{11}	0,47682	0,47291
a_{12}	0,49541	0,51232
a_{13}	0,01971	0,00768
a_{22}	0,47162	0,47946
a_{21}	0,48112	0,47562
b_{21}	0,05226	0,05021
b_{22}	0,02700	0,00257
a_{33}	0,65574	0,65666
a_{31}	0,01123	0,00769
b_{33}	0,32732	0,33032
b_{34}	0,33400	0,33197