



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00228**

(22) Data de depozit: **30.03.2012**

(41) Data publicării cererii:
30.10.2013 BOPi nr. 10/2013

(71) Solicitant:
• **UNIVERSITATEA DIN ORADEA,**
STR. UNIVERSITĂȚII NR.1, ORADEA, BH,
RO

(72) Inventatori:
• **BLAGA CASIAN ALIN,**
STR. 22 DECEMBRIE NR. 14, ORADEA,
BH, RO;
• **FELEA IOAN,** STR. ANATOLE FRANCE
NR.87, ORADEA, BH, RO;
• **PANEA CRINA,** STR. APELOR 39C,
ORADEA, BH, RO

(54) INSTALAȚII DE AUTOMATIZARE A SISTEMULUI HIBRID DESTINAT ALIMENTĂRII CU ENERGIE TERMICĂ A UNUI UTILIZATOR INDIVIDUAL

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o instalație de automatizare destinată monitorizării, reglării și menținerii parametrilor energiei termice, solicitată de către un utilizator individualizat, pentru procese multiple. Instalația conform invenției este montată în legătură cu niște surse (SPC) primare de căldură și, respectiv, cu un sistem (SI) utilizator, individualizat, și cuprinde niște bucle (BA1, BA2 și BA3) pentru reglarea temperaturilor pentru apă caldă menajeră, pentru spațiile de locuit și pentru spațiile tehnice, o buclă (BA4) pentru reglarea temperaturii și nivelului de apă geotermală dintr-o piscină, niște bucle (BA5, BA6 și BA7) pentru alimentările automatizate ale piscinei și reglarea apei încălzite, a subsistemului de depozitare și reglare a acesteia, a pompei submersibile și reglarea acesteia, niște bucle (BA8 și BA9) pentru automatizarea funcționării unor pompe (PR1 și PR2) de injecție și de recirculare, o buclă (BA10) pentru reglarea nivelului apei din piscină și acționarea automatizată a pompei (PR2) de recirculare, și o buclă (BA11) pentru automatizarea funcționării unei alte pompei (PR4) de recirculare, după valorificarea căldurii din apa geotermală, aceasta fiind introdusă într-un zăcământ de apă geotermală, cu ajutorul pompei (PR1) de injecție.

Revendicări: 1
Figuri: 10

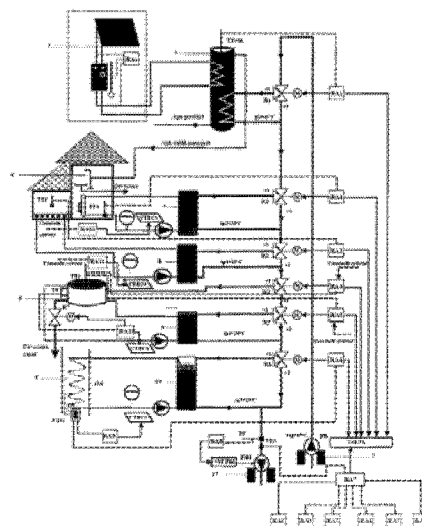


Fig. 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



Instalație de automatizare a sistemului hibrid destinat alimentării cu energie termică a unui utilizator individualizat

DESCRIERE

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr. a 2012	00228
Data depozit 30-03-2012	

Invenția se referă la o instalație de automatizare destinată monitorizării, reglării și menținerii parametrilor energiei termice solicitată de către un utilizator individualizat, pentru procese multiple, în condițiile valorificării a două surse primare, regenerabile de energie și în condiții de eficiență energetică optimă.

Pentru automatizarea sistemelor destinate alimentării cu energie termică a consumatorilor există, instalații de automatizare standard [1,2] și dedicate [3,4,5] care au dezavantajul că nu sunt concepute pentru sisteme hibride și nici pentru procese de utilizare multiple.

Instalația, conform invenției, înlătură dezavantajele enumerate mai sus, prin aceea că asigură monitorizarea, reglarea și menținerea parametrilor energiei termice înmagazinată în apă cu parametrii adecvați, pentru procesele multiple, specifice unui utilizator individualizat, valorificând, în condiții de eficiență energetică optimă, energia primară din două surse regenerabile.

Problema pe care o rezolvă invenția de față este conceperea și aplicarea unei instalații de automatizare care asigură monitorizarea, reglarea și menținerea parametrilor agentului termic de tip apă potabilă sau/și apă geotermală în conformitate cu cerințele de confort termic ale utilizatorului, asigurând totodată, optimizarea eficienței energetice a sistemului, prin adaptarea parametrilor agentului termic la necesități și prin recuperarea agentului termic cu potențial energetic redus.

Schema bloc – principală a sistemului se reprezintă în figura 1. Această schemă este prevăzută cu următoarele componente: SPC- sursele primare de căldură, SÎ- sistemul utilizator (individualizat) de energie termică, IA- instalația de automatizare.

Sistemul de utilizare și instalația de automatizare sunt concepute pentru a valorifica căldura furnizată de surse primare de energie termică: radiația solară și apa geotermală. Sistemul de utilizare include totalitatea echipamentelor și instalațiilor necesare [1] pentru utilizarea celor două surse primare de energie termică în scop de: încălzire în interior și în exterior, generare de apă caldă menajeră și în scop de agrement balnear. Un astfel de sistem utilizator de energie termică este tipic pentru: pensiune, motel, hotel, casă rezidențială, sediu administrativ. După valorificarea căldurii din apa geotermală aceasta se reinjectează în zăcământ.

Instalația de automatizare include toate componentele tipice pentru monitorizarea, reglarea și menținerea temperaturii pentru cele 3 procese de utilizare, în toate zonele sistemului de utilizare: senzori și traductoare (de temperatură, presiune, nivel, turație, curent, tensiune) echipamentul de evaluare și comandă materializat printr-un automat programabil și echipamente de execuție. Instalația de automatizare a sistemului hibrid de alimentare cu energie termică pentru un utilizator individualizat, din categoria și cu componentele evocate mai sus, necesită următoarele bucle de automatizare:

- **BA1** – destinată reglării temperaturii pentru apa caldă menajeră, generată prin:
 - a) Echipamentul de încălzire termosolar dotat cu regulator automat (RAs) propriu;
 - b) Echipamentul de încălzire din sursa geotermală dotat cu regulatorul automat;
- **BA2** - destinată reglării temperaturii pentru spațiile de locuit;

- **BA3** - destinată reglării temperaturii pentru spațiile tehnice ;
- **BA4** - pornire, oprire reglare a temperaturii și a nivelului de apă geotermală din piscină;
- **BA5** - alimentarea automatizată a piscinei și reglarea temperaturii apei încălzite ;
- **BA6** - alimentarea automatizată și reglarea subsistemului de dezapezire;
- **BA7** - alimentarea automatizată și reglarea pompei submersibile;
- **BA8** - automatizarea funcționării pompei de reinjecție (**PRI**);
- **BA9** - automatizarea funcționării pompei de recirculare (**PR4**) ;
- **BA10** - reglarea nivelului apei din piscină și acționarea automatizată în pompa de recirculare;
- **BA11** - pentru automatizarea funcționării pompei de recirculare;

Componenta de reglare automată (RA) a buclor de automatizare este modelată prin pachetul software de automatizare elaborat și imprimat într-un automat programabil.

Realizarea pachetului software de automatizare se face după o analiză detaliată a buclor de automatizare, introducându-se diversele constante care apar în program (temporizări între comenzile de reglare, limite minime și maxime pentru diverse valori, pași de deschidere/închidere pentru robinete etc.). Aceste obiective se obțin folosind un sistem de control bazat pe un automat programabil - PLC (Programmable Logic Controller). Programul de automatizare, specific fiecărei aplicații, este implementat pe PLC.

Pachetul software se construiește pe un sistem modular, fiind divizat în segmente funcționale. Primul segment este de inițiere și are toate variabilele de sistem necesare procesului de inițiere. Totodată, în acest segment, sunt alocate memorii în automatul programabil (PLC) pentru intrări și ieșiri și pentru toate datele care sunt utilizate în continuare. Urmează segmentul în care este evaluată situația globală la un moment dat. În acest segment se va executa și selecția între modul automat sau manual de operare și decizia de oprire a funcționării, dacă este necesar. Un alt segment se ocupă de calculul mărimilor reguletoarelor. Fiecare regulator este, inițial, definit prin constantele PID (proporțional, integrativ, derivativ). Semnalele de intrare sunt utilizate pentru a procesa ieșirea din reguletoare conform procesului de control impus.

Evaluarea alarmelor și a valorilor impuse ale parametrilor sistemului fizic este efectuată, de asemenea, de către un modul software dedicat. Ultimul modul software tratează starea (în acțiune sau nu) a elementelor de acționare și activarea semnalelor digitale de ieșire.

Pachetul software în scară permite inserarea de comentarii, indicând clar unde începe și unde se sfârșește fiecare element.

Automatul programabil, ca și echipamentele cheie ale instalației de automatizare, vor opera după examinarea semnalelor de intrare de la transductoare, prelucrarea acestor semnale pe baza schemelor logice care sunt înscrise în memorie prin pachetul software, urmate de transmiterea semnalelor de ieșire pentru elementele de acționare. Acest proces de citire a semnalelor, executarea programului și controlul ieșirilor este făcut într-o bază continuă numită scanare. Toate aceste facilități materializează optimizarea eficienței energetice a sistemului hibrid de alimentare cu energie termică a utilizatorului individualizat.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 2÷10, care reprezintă:

- Fig.2- Schema sistemului hibrid, automatizat pentru alimentarea cu energie termică a unui utilizator individualizat;
- Fig.3- Schema logică a algoritmului de reglare pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru apa caldă menajeră- sursă apă geotermală (AG);
- Fig.4- Schema logică a algoritmului de reglare pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru spațiile de locuit;

- Fig.5- Schema logică a algoritmului de reglare pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru spațiile tehnice;
- Fig.6- Schema logică a algoritmului pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii în piscină (alimentare cu AG);
- Fig.7- Schema logică a algoritmului pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii în piscină (alimentare cu apă încălzită);
- Fig.8- Schema logică a algoritmului de reglare pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii în spațiile tehnice;
- Fig.9- Schema logică a algoritmului pentru asigurarea funcției de reglare a turației pompei submersibile pentru extracție apă geotermală;
- Fig.10- Schema logică a algoritmului pentru asigurarea funcției de reglare a turației pompei de reinjecție;

Structura de principiu a sistemului de alimentare și utilizare a energiei termice, precum și a instalației de automatizare aferentă este prezentată în fig1. Sursele primare de energie termică sunt cea solară – preluată prin echipamentul termosolar (1) și cea de tip apă geotermală – extrasă prin sonda de extracție (2). În boilerul (3) se prepară apă caldă menajeră. Celelalte componente ale sistemului care utilizează energie termică sunt: clădirea propriu-zisă (4), piscina (5) și spațiul exterior încălzit, în esență, alei (6). Căldura apei geotermale este preluată de la sursă și transferată echipamentelor din sistemul utilizator prin schimbătoare de căldură (7,8,9,10). Apa geotermală cu potențial energetic redus, după valorificare energetică, este reinjectată în zăcămintă prin sonde de reinjecție (11).

În fig.1 sunt evidențiate și principalele elemente ale instalației de automatizare, în sens larg, și anume: senzorii și traductoarele de temperatură (TT1÷ TT3 și TTacm, TTri), traductorul de presiune (TP), indicatorul de nivel (IN), senzorul pentru zăpadă și gheață (SZG) automatul programabil cu reglatoarele automate (RA1÷RA12) modelate prin pachetul software, contactele electrocomandate (CTEC1÷CTEC4), vanele de reglare (R1÷R7), pompele (PR1÷PR4) respective, variatoarele de turație pentru pompa submersibilă (VSE PS) și pentru pompa de reinjecție (VSE PRI).

Conducerea întregului proces de automatizare se realizează de către automatul programabil. Funcțiile principale de automatizare implementate prin automatul programabil sunt:

- Reglarea parametrilor (funcția de reglare);
 - Funcționarea în condiții de siguranță urmărindu-se în principal, semnalizarea operativă a avarilor și oprirea automată a funcționării în cazuri de risc, clar definite.
- Se prezintă, în continuare, modul de asigurare a funcțiilor de automatizare ale sistemului.

- **Asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru apă caldă menajeră (a.c.m) din sursa de tip apă geotermală (AG).**

Principalele echipamente de măsurare și comandă necesare pentru funcționarea buclelor de reglare a temperaturii a.c.m. sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1.- Principalele echipamente de măsurare și comandă pentru reglarea temperaturii a.c.m. din AG

Mărimea Controlată	Echipamentul de Măsură	Regulator + element de execuție	
		Reglare în condiții normale	Reglare în condiții speciale
t_{acm}	Traductor de temperatură TT_{acm}	RA1 +R1; RA1 + VSE PS	R1 – defect VSE PS – STOP AVARIE

Principalele interacțiuni din buclele de reglare, sunt prezentate sintetic în Tabelul 2

Tabelul 2. - Interacțiunile dintre buclele de reglare pentru reglarea temperaturii a.c.m. la utilizarea AG

Mărimea controlată / Componentele buclei de reglare	Tendința de variație a mărimii controlate	Acțiune element de execuție
t_{acm} / TT _{acm} , R1, VSE PS, RA1	t_{acm} – crește ($t_{acm} > 43^{\circ}\text{C}$)	R1 închide cu un pas calea c1 și deschide cu un pas calea c2
	t_{acm} – scade ($t_{acm} < 40^{\circ}\text{C}$)	R1 deschide cu un pas calea c1 și închide cu un pas calea c2
	t_{acm} – scade ($t_{acm} < 40^{\circ}\text{C}$)	R1 deschis la maxim pe calea c1 VSE PS mărește cu un pas turația pompei PS

În ceea ce privește temperatura t_{acm} , tabelul 2 indică faptul că în situația în care robinetul R1 nu lucrează în regim de deschidere maximă a căii c1, mărimea t_{acm} poate să crească sau să scadă numai prin intervenții ale regulatorului RA1 asupra robinetului R1. Atunci când robinetul R1 este deschis la maxim pe calea c1, structura sistemului automat care modifică temperatura t_{acm} se schimbă, elementul de execuție devenind pompa submersibilă PS care acționează în sensul creșterii debitului de AG pompat în sistem, lucru realizat prin comanda dată de regulatorul RA1 variatorului de turație VSEPS.

Modul de funcționare al sistemului de reglare a temperaturii t_{acm} este prezentat în fig. 3 prin intermediul schemei logice a algoritmului care constituie de fapt regulatorul RA1, algoritm implementat pe Automatul Programabil.

În funcționare normală algoritmul se exercită în fiecare ciclu numai prin blocul ①. În situația limită calea de calcul trece prin contorul de timp ②, τ_c reprezentând timpul contorizat, reinițializat pe zero ori de câte ori funcționarea se normalizează prin comutare pe blocul ①. În continuare, intervenția pe calea ③ se soldează cu o evoluție în buclă închisă fără efect final ultimativ (oprire) din partea algoritmului RA1, pe când intervenția pe calea ④ se face într-o buclă închisă care poate avea efect final ultimativ (blocul ⑤).

- **Asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru spațiile de locuit**

Principalele echipamente de măsurare și de comandă necesare pentru funcționarea buclelor de reglare a temperaturii pentru spațiile de locuit sunt prezentate în tabelul 3

Tabelul 3. - Principalele echipamente de măsurare și comandă pentru reglarea temperaturii în spațiile de locuit

Mărimea Controlată	Echipamentul de Măsură	Regulator + element de execuție	
		Reglare în condiții normale	Reglare în condiții speciale
t_l	Traductor de temperatură TT1	RA2 + R2; RA2 + VSE PS	R2 – defect VSE PS – STOP AVARIE

Principalele interacțiuni din buclele de reglare, sunt prezentate sintetic în tabelul 4.

44

Tabelul 4. - Interacțiunile dintre buclele de reglare pentru reglarea temperaturii în spațiile de locuit

Mărimea controlată / Componentele buclei de reglare	Tendința de variație a mărimii controlate	Acțiune element de execuție
t ₁ / TT1, R2, VSE PS, RA2	t ₁ – crește (t ₁ >23°C)	R2 închide cu un pas calea c1 și deschide cu un pas calea c2
	t ₁ – scade (t ₁ <20°C)	R2 deschide cu un pas calea c1 și închide cu un pas calea c2
	t ₁ – scade (t ₁ <20°C)	R2 deschis la maxim pe calea c1 VSE PS mărește cu un pas turația pompei PS

Tabelul 4 indică faptul că în situația în care robinetul R2 nu lucrează în regim de deschidere maximă a căii c1, mărimea t₁ poate să crească sau să scadă numai prin intervenții ale regulatorului RA2 asupra robinetului R2. Atunci când robinetul R2 este deschis la maxim pe calea c1, structura sistemului automat care modifică temperatura t₁ se schimbă, elementul de execuție devenind pompa submersibilă PS care acționează în sensul creșterii debitului de AG pompat în sistem, lucru realizat prin comanda dată de regulatorul RA2 variatorului de turație VSEPS.

Modul de funcționare al sistemului de reglare a temperaturii t₁ este prezentat în fig. 4 prin intermediul schemei logice a algoritmului care constituie de fapt regulatorul RA2, algoritm implementat pe Automatul Programabil.

În funcționare normală algoritmul se exercită în fiecare ciclu numai prin blocul ①. În situația limită calea de calcul trece prin contorul de timp ②, τ_c reprezentând timpul contorizat, reinițializat pe zero ori de câte ori funcționarea se normalizează prin comutare pe blocul ①. În continuare, intervenția pe calea ③ se soldează cu o evoluție în buclă închisă fără efect final ultimativ (oprire) din partea algoritmului RA2, pe când intervenția pe calea ④ se face într-o buclă închisă care poate avea efect final ultimativ (blocul ⑤).

- **Asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru spațiile tehnice**

Principalele echipamente de măsurare și de comandă necesare pentru funcționarea buclelor de reglare a temperaturii pentru spațiile de locuit sunt prezentate în Tabelul 5.

Tabelul 5. - Principalele echipamente de măsurare și comandă pentru reglarea temperaturii pentru spațiile tehnice

Mărimea Controlată	Echipamentul de Măsură	Regulator + element de execuție	
		Reglare în condiții normale	Reglare în condiții speciale
t ₂	Traductor de temperatură TT2	RA3 +R3; RA3 + VSE PS	R3 – defect VSE PS – STOP AVARIE

Principalele interacțiuni din buclele de reglare sunt prezentate sintetic în tabelul 6.

Tabelul 6. - Interacțiunile dintre buclele de reglare pentru reglarea temperaturii pentru spațiile tehnice

Mărimea controlată / Componentele buclei de reglare	Tendința de variație a mărimii controlate	Acțiune element de execuție
t2 / TT2, R3, VSE PS, RA3	t2 – crește ($t_2 > 20^\circ\text{C}$)	R3 închide cu un pas calea c1 și deschide cu un pas calea c2
	t2 – scade ($t_2 < 15^\circ\text{C}$)	R3 deschide cu un pas calea c1 și închide cu un pas calea c2
	t2 – scade ($t_2 < 15^\circ\text{C}$)	R3 deschis la maxim pe calea c1 VSE PS mărește cu un pas turația pompei PS

În ceea ce privește temperatura t_2 , tabelul 6 indică faptul că în situația în care robinetul R3 nu lucrează în regim de deschidere maximă a căii c1, mărimea t_2 poate să crească sau să scadă numai prin intervenții ale regulatorului RA3 asupra robinetului R3. Atunci când robinetul R3 este deschis la maxim pe calea c1, structura sistemului automat care modifică temperatura t_2 se schimbă, elementul de execuție devenind pompa submersibilă PS care acționează în sensul creșterii debitului de AG pompat în sistem, lucru realizat prin comanda dată de regulatorul RA3 variatorului de turație VSEPS.

Modul de funcționare al sistemului de reglare a temperaturii t_2 este prezentat în fig. 5 prin intermediul schemei logice a algoritmului care constituie de fapt regulatorul RA3, algoritm implementat pe Automatul Programabil.

În funcționare normală algoritmul se exercită în fiecare ciclu numai prin blocul ①. În situația limită calea de calcul trece prin contorul de timp ②, τ_c reprezentând timpul contorizat, reinițializat pe zero ori de câte ori funcționarea se normalizează prin comutare pe blocul ①. În continuare, intervenția pe calea ③ se soldează cu o evoluție în buclă închisă fără efect final ultimativ (oprire) din partea algoritmului RA3, pe când intervenția pe calea ④ se face într-o buclă închisă care poate avea efect final ultimativ (blocul ⑤).

- **Asigurarea funcției de reglare pentru alimentarea piscinei cu apă geotermală și pentru menținerea temperaturii în piscină**

Alimentarea piscinei cu AG în scopul folosirii acesteia în scopuri curative se face prin comanda externă dată reglatoarelor RA4 și RA5. Prin această comandă externă se trece regulatorul RA4 în regim de funcționare, iar regulatorul RA5 comandă trecerea robinetului R5 pe calea c2 deschis la maxim (calea c1 fiind închisă). Regulatorul RA4 (după umplerea piscinei) menține temperatura în piscină în limitele prescrise, temperatură măsurată de către traductorul de temperatură TT3.

Alimentarea piscinei cu AG și deversarea acesteia la canalizare se execută prin comandă externă, iar, ca urmare a simplității soluției, nu va fi tratată în prezenta lucrare.

Principalele echipamente de măsurare și de comandă necesare pentru funcționarea buclelor de reglare pentru menținerea temperaturii în piscină sunt prezentate în tabelul 7.

Tabelul 7. - Principalele echipamente de măsurare și comandă pentru reglarea temperaturii în piscină AG

Mărima Controlată	Echipamentul de Măsură	Regulator + element de execuție	
		Reglare în condiții normale	Reglare în condiții speciale
t3	Traductor de temperatură TT3	RA4 + R4; RA4 + VSE PS	R4- defect VSE PS – STOP AVARIE

Principalele interacțiuni din buclele de reglare, sunt prezentate sintetic în tabelul 8

Tabelul 8. - Interacțiunile dintre buclele de reglare pentru reglarea temperaturii în piscină(AG)

Mărima controlată / Componentele buclei de reglare	Tendința de variație a mărimii controlate	Acțiune element de execuție
t3 / TT3, R4, VSE PS, RA4	t3 – crește ($t3 > 40^{\circ}\text{C}$)	R4 închide cu un pas calea c1 și deschide cu un pas calea c2
	t3 – scade ($t3 < 30^{\circ}\text{C}$)	R4 deschide cu un pas calea c1 și închide cu un pas calea c2
	t3 – scade ($t3 < 30^{\circ}\text{C}$)	R4 deschis la maxim pe calea c1 VSE PS mărește cu un pas turația pompei PS

În ceea ce privește temperatura t3, tabelul 8 indică faptul că în situația în care robinetul R4 nu lucrează în regim de deschidere maximă a căii c1, mărimea t3 poate să crească sau să scadă numai prin intervenții ale regulatorului RA4 asupra robinetului R4. Atunci când robinetul R4 este deschis la maxim pe calea c1, structura sistemului automat care modifică temperatura t3 se schimbă, elementul de execuție devenind pompa submersibilă PS care acționează în sensul creșterii debitului de AG pompat în sistem, lucru realizat prin comanda dată de regulatorul RA4 variatorului de turație VSEPS.

Modul de funcționare al sistemului de reglare a temperaturii t_2 este prezentat în fig. 6 prin intermediul schemei logice a algoritmului care constituie de fapt regulatorul RA4, algoritm implementat pe Automatul Programabil.

În funcționare normală algoritmul se exercită în fiecare ciclu numai prin blocul ①. În situația limită calea de calcul trece prin contorul de timp ②, τ_c reprezentând timpul contorizat, reinițializat pe zero ori de câte ori funcționarea se normalizează prin comutare pe blocul ①. În continuare, intervenția pe calea ③ se soldează cu o evoluție în buclă închisă fără efect final ultimativ (oprire) din partea algoritmului RA4, pe când intervenția pe calea ④ se face într-o buclă închisă care poate avea efect final ultimativ (blocul ⑤).

- **Asigurarea funcției de reglare pentru alimentarea piscinei cu apă încălzită și pentru menținerea temperaturii în piscină**

Alimentarea piscinei cu apă încălzită în scopul folosirii acesteia pentru agrement se face prin comanda externă dată regulatoarelor RA5 și RA4. Prin această comandă externă se trece regulatorul RA5 în regim de funcționare, iar regulatorul RA4 comandă trecerea robinetului R4 pe calea c2 deschis la maxim (calea c1 fiind închisă). Regulatorul RA5 (după umplerea piscinei) menține temperatura în piscină în limitele prescrise ($40 \pm 30^{\circ}\text{C}$), temperatură măsurată de către traductorul de temperatură TT3. Alimentarea piscinei cu apă

încălzită și deversarea acesteia la canalizare se execută prin comandă externă.

Principalele echipamente de măsurare și de comandă necesare pentru funcționarea buclelor de reglare pentru menținerea temperaturii în piscină sunt prezentate în tabelul 9

Tabelul 9 Principalele echipamente de măsurare și comandă pentru reglarea temperaturii în piscină (apă încălzită)

Mărimea controlată	Echipamentul de măsură	Regulator + element de execuție	
		Reglare în condiții normale	Reglare în condiții speciale
t3	Traductor de temperatură TT3	RA5 + R5; RA5 + VSE PS	R5 – defect VSE PS – STOP AVARIE

Principalele interacțiuni din buclele de reglare, sunt prezentate sintetic în tabelul 10

Tabelul 10. - Interacțiunile dintre buclele de reglare pentru reglarea temperaturii în piscină (apă încălzită)

Mărimea controlată / Componentele buclei de reglare	Tendința de variație a mărimii controlate	Acțiune element de execuție
t3 / TT3, R5, VSE PS, RA5	t3 – crește ($t3 > 40^{\circ}\text{C}$)	R5 închide cu un pas calea c1 și deschide cu un pas calea c2
	t3 – scade ($t3 < 30^{\circ}\text{C}$)	R5 deschide cu un pas calea c1 și închide cu un pas calea c2
	t3 – scade ($t3 < 30^{\circ}\text{C}$)	R5 deschis la maxim pe calea c1 VSE PS mărește cu un pas turația pompei PS

În ceea ce privește temperatura t3 (tabelul 10), indică faptul că în situația în care robinetul R5 nu lucrează în regim de deschidere maximă a căii c1, mărimea t3 poate să crească sau să scadă numai prin intervenții ale regulatorului RA5 asupra robinetului R5. Atunci când robinetul R5 este deschis la maxim pe calea c1, structura sistemului automat care modifică temperatura t3 se schimbă, elementul de execuție devenind pompa submersibilă PS care acționează în sensul creșterii debitului de AG pompat în sistem, lucru realizat prin comanda dată de regulatorul RA5 variatorului de turație VSEPS.

Modul de funcționare al sistemului de reglare a temperaturii t3 este prezentat în fig. 7 prin intermediul schemei logice a algoritmului care constituie de fapt regulatorul RA5, algoritm implementat pe Automatul Programabil.

În funcționare normală algoritmul se exercită în fiecare ciclu numai prin blocul ①. În situația limită calea de calcul trece prin contorul de timp ②, τ_c reprezentând timpul contorizat, reinițializat pe zero ori de câte ori funcționarea se normalizează prin comutare pe blocul ①. În continuare, intervenția pe calea ③ se soldează cu o evoluție în buclă închisă fără efect final ultimativ (oprire) din partea algoritmului RA4, pe când intervenția pe calea ④ se face într-o buclă închisă care poate avea efect final ultimativ (blocul ⑤).

- **. Asigurarea funcției de reglare pentru deszăpezirea aleilor**

Principalele echipamente de măsurare și de comandă necesare pentru funcționarea buclelor de reglare pentru deszăpezirea aleilor sunt prezentate în tabelul 11

Tabelul 11.- Principalele echipamente de măsurare și comandă pentru deszăpezirea aleilor

Mărimea Controlată	Echipamentul de Măsură	Regulator + element de execuție	
		Reglare în condiții normale	Reglare în condiții speciale
Existența zăpadă gheață	Senzor de zăpadă și gheață S_{ZG}	RA6 + R6; RA6 + VSE PS	R6 – defect VSE PS – STOP AVARIE

Principalele interacțiuni din buclele de reglare, sunt prezentate sintetic în tabelul 12.

Tabelul 12. - Interacțiunile dintre buclele de reglare pentru deszăpezirea aleilor

Mărimea controlată / Componentele buclei de reglare	Tendința de variație a mărimii controlate	Acțiune element de execuție
out_{TZG} / S_{ZG} , R6, VSE PS, PS, RA6,	$out_{TZG}=0$	R6 închide cu un pas calea c1 și deschide cu un pas calea c2
	$out_{TZG}=1$	R6 deschide cu un pas calea c1 și închide cu un pas calea c2 VSE PS mărește cu un pas turația pompei PS

În ceea ce privește existența pe alei a zăpezii sau gheții ieșirea out_{SZG} , tabelul 12 indică faptul că în situația în care robinetul R6 nu lucrează în regim de deschidere maximă a căii c1, mărimea $out_{SZG}=1$ poate să devină 0 (zăpada sau gheața se topesc) numai prin intervenții ale regulatorului RA6 asupra robinetului R6. Atunci când robinetul R6 este deschis la maxim pe calea c1, structura sistemului automat care modifică, elementul de execuție devenind pompa submersibilă PS care acționează în sensul creșterii debitului de AG pompat în sistem, lucru realizat prin comanda dată de regulatorul RA6 variatorului de turație VSEPS.

Modul de funcționare al sistemului de reglare este prezentat în fig. 9 prin intermediul schemei logice a algoritmului care constituie de fapt regulatorul RA6, algoritm implementat pe Automatul Programabil.

În funcționare normală algoritmul se exercită în fiecare ciclu numai prin blocul ①. În situația limită calea de calcul trece prin contorul de timp ②, τ_c reprezentând timpul contorizat, reinițializat pe zero ori de câte ori funcționarea se normalizează prin comutare pe blocul ①.

- **Acționarea pompei submersibile**

Acționarea pompei submersibile PS se face în sensul micșorării turației acesteia pentru raționalizarea consumului de AG și de EE.

Principalele echipamente de măsurare și de comandă necesare pentru funcționarea buclelor de acționare a pompei submersibile PS sunt prezentate în tabelul 13. În scopul raționalizării consumului de AG se determină valoarea maximă admisă pentru temperatura acesteia la reinjecție (L_{tri}), în funcție de necesarul de căldură pentru procesele care se desfășoară la un moment dat (preparare a.c.m., încălzire spații de locuit, încălzire spații tehnice etc.), prin intermediul unui "bloc de calcul" pentru determinarea acestei valori în funcție de deschiderea robinetelor R1÷R6.

Tabelul 13. - Principalele echipamente de măsurare și comandă pentru acționarea pompei submersibile

Mărimea Controlată	Echipamentul de Măsură	Regulator + element de execuție
Temperatura apei la reinjecție	Traductor de temperatura TTri	RA7 + VSE PS + PS

Principalele interacțiuni din buclele de reglare, sunt prezentate sintetic în tabelul 14

Tabelul 14. - Interacțiunile dintre buclele de reglare pentru acționarea pompei de reinjecție

Mărimea controlată / Componentele buclei de reglare	Tendința de variație a mărimii controlate	Acțiune element de execuție
tri / TTri, VSE PS, PS	tri – crește ($tri > L_{tri}$)	VSE PS scade cu un pas turația pompei PS

În ceea ce privește temperatura apei la reinjecție, tabelul 14 indică faptul că RA7 comandă micșorarea turației pompei submersibile de PS în funcție de valoarea L_{tri} calculată în cadrul "blocului de calcul".

Modul de funcționare al sistemului de reglare a temperaturii tri este prezentat în fig. 9, prin intermediul schemei logice a algoritmului care constituie de fapt regulatorul RA7, algoritm implementat pe Automatul Programabil.

În funcționare normală algoritmul lucrează în fiecare ciclu numai prin blocul ①. În situația limită calea de calcul trece prin contorul de timp ②, τ_c reprezentând timpul contorizat, reinițializat pe zero ori de câte ori funcționarea se normalizează prin comutare pe blocul ①.

- **Acționarea pompei de reinjecție**

Acționarea pompei de reinjecție PRI a AG în zăcământ se face în conformitate cu funcțiile instalației de automatizare, cu scopul păstrării zăcământului geotermal în condiții optime pentru exploatarea durabilă precum și în scopul protejării mediului, evitând deversarea AG.

Variatorul de turație VSE PRI crește sau scade turația pompei de reinjecție PRI în funcție de valoarea presiunii AG în conducta care leagă pompa de sistem, presiune măsurată de traductorul de presiune TP. Principalele echipamente de măsurare și de comandă necesare pentru funcționarea buclelor de acționare a pompei de reinjecție sunt prezentate în tabelul 15

Tabelul 15. - Principalele echipamente de măsurare și comandă pentru acționarea pompei de reinjecție

Mărimea Controlată	Echipamentul de Măsură	Regulator + element de execuție
Presiunea în conductă	Traductor de presiune TP	RA8 + VSE PRI + PRI

Principalele interacțiuni din buclele de reglare, sunt prezentate sintetic în tabelul 16

Tabelul 16. Interacțiunile dintre buclele de reglare pentru acționarea pompei de reinjecție

Mărimea controlată / Componentele buclei de reglare	Tendința de variație a mărimii controlate	Acțiune element de execuție
presiunea în conductă / TP, VSE PRI VSE PS, PRI	p – crește ($p > 1,2 \text{ bar}$)	VSE PRI mărește cu un pas turația pompei PRI
	p – scade ($p < 1,1 \text{ bar}$)	VSE PRI scade cu un pas turația pompei PRI

În ceea ce privește turația pompei de reinjecție, tabelul 16 indică faptul că aceasta crește sau scade funcție de presiunea în conductă.

Modul de funcționare al sistemului de reglare a turației pompei de reinjecție n_{PRI} este prezentat în fig. 10, prin intermediul schemei logice a algoritmului care constituie de fapt regulatorul RA8, algoritm implementat pe Automatul Programabil.

Bibliografie

1. **SVEMENS**, Building automatisatıon – impact of energy efficiency, application perEN15232;
2. **Constantinescu Dan ș.a.**, Punct informatizat de monitorizare și reglare a sistemului de încălzire, Brevet de invenție nr.126162A0, OSIM, 2010;
3. **Tomescu Ion**, Sistem automat de încălzire electrică a apartamentelor și a altor spații închise, Brevet de invenție nr.109411, OSIM, 1994;
4. **Pârvariu Paul**, Sistem de încălzire cu pompă de căldură geotermală, Brevet de invenție nr.125335A2, OSIM, 2008;
5. **Stancu Iulian**, Sistem de încălzire geotermală, Brevet de invenție nr. 125250, OSIM, 2008;

Revendicare

Instalație de automatizare a sistemului hibrid destinat alimentării cu energie termică a unui utilizator individualizat, caracterizată prin aceea că exercitând controlul și reglarea adecvată a sistemului primar, asigură valorificarea optimă a energiei termice furnizată de către două surse primare regenerabile, pentru procese multiple, precum și recuperarea agentului termic cu potențial energetic redus.

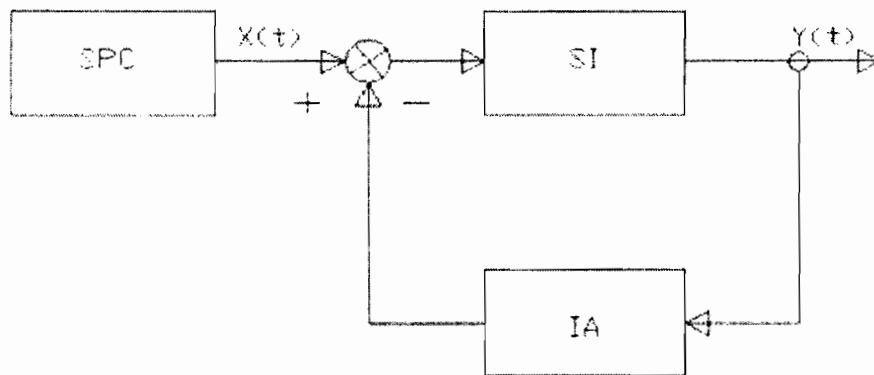


Fig.1. Schema bloc principală a sistemului hibrid dotat cu instalația de automatizare

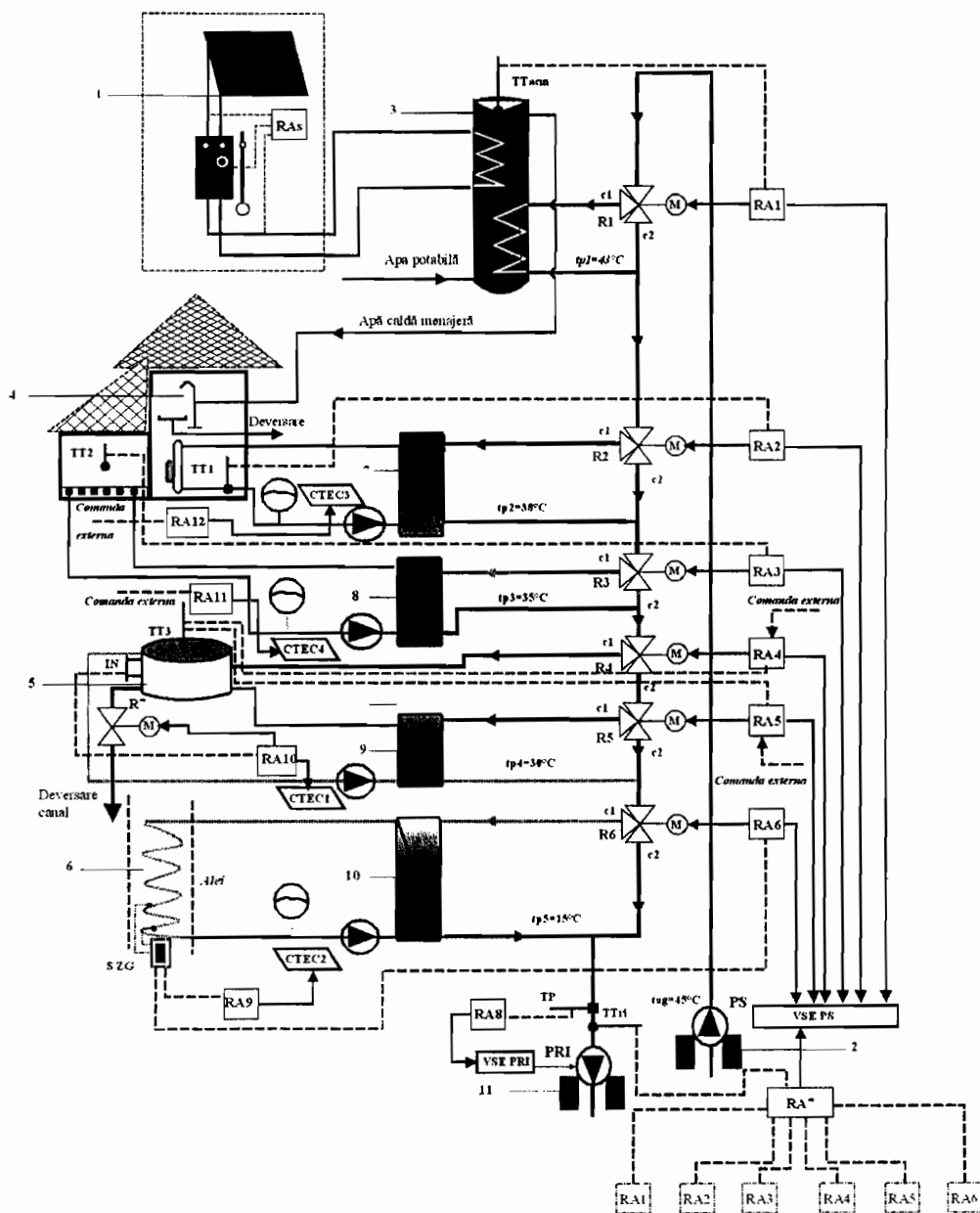


Fig. 2. Schema sistemului cu buclele de automatizare

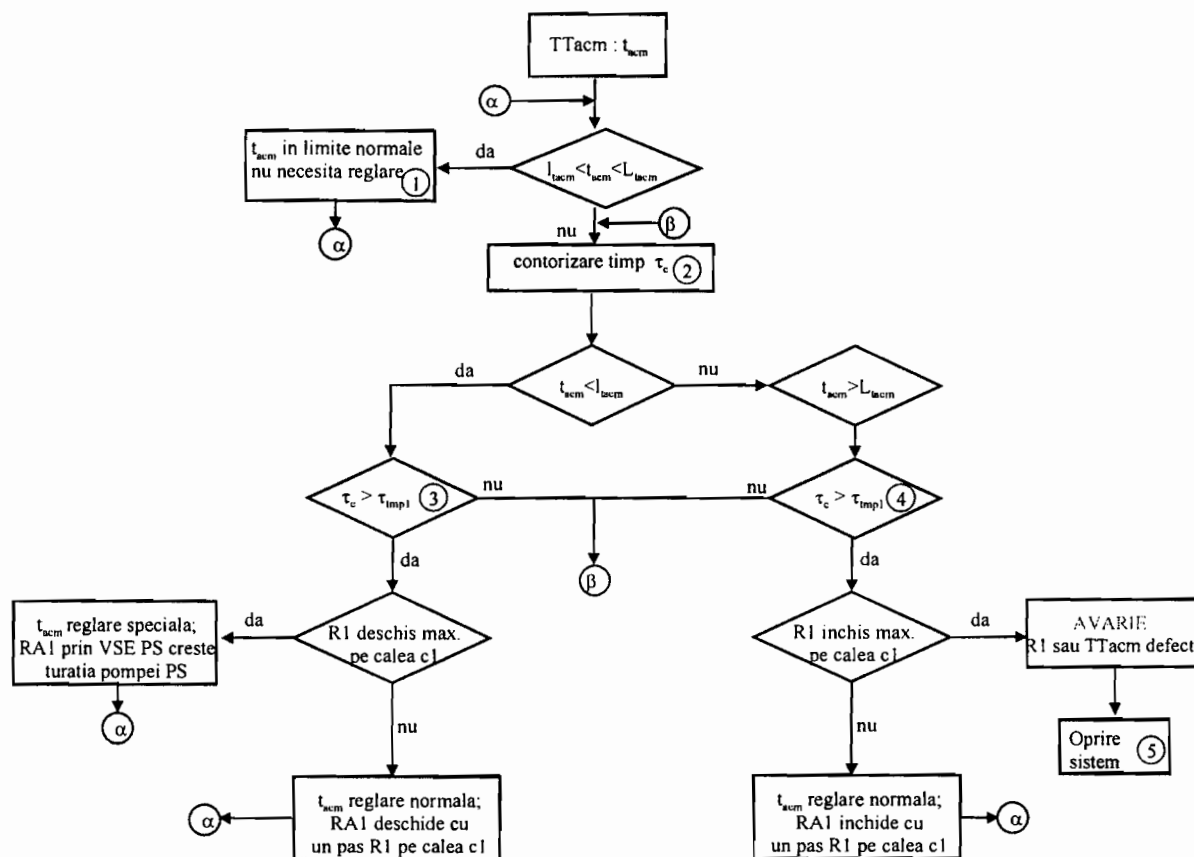


Fig. 3. Schema logică a algoritmului de reglare pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru apa caldă menajeră sursa apă geotermală

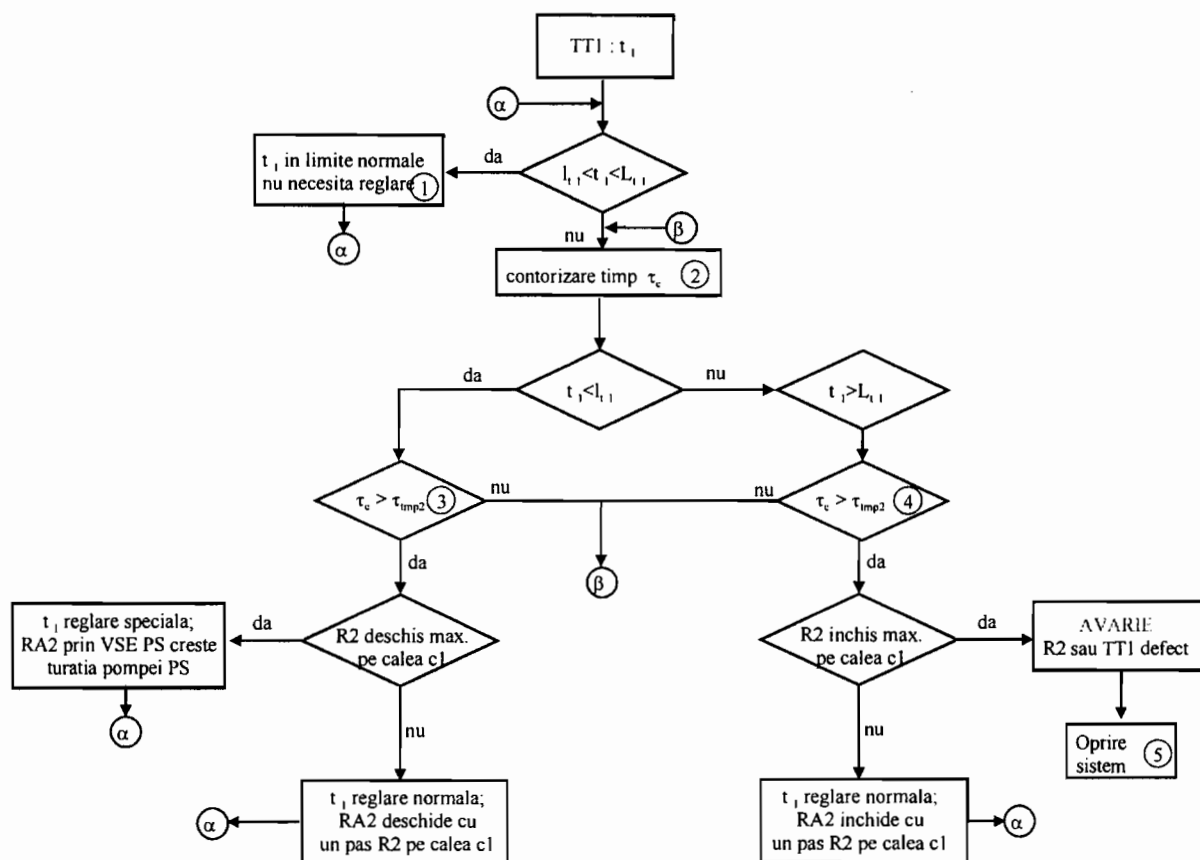


Fig. 4. Schema logică a algoritmului de reglare pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru spațiile de locuit

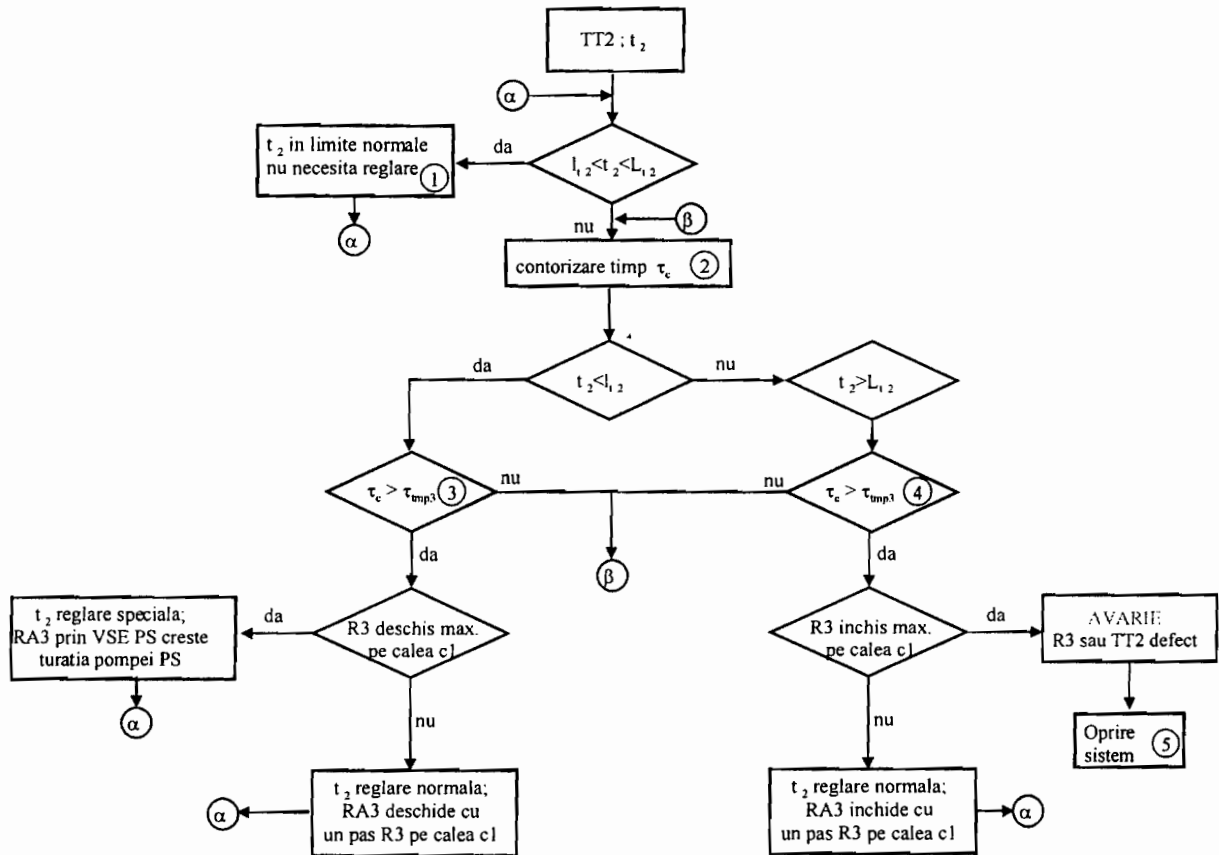


Fig. 5. Schema logică a algoritmului de reglare pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru spațiile tehnice

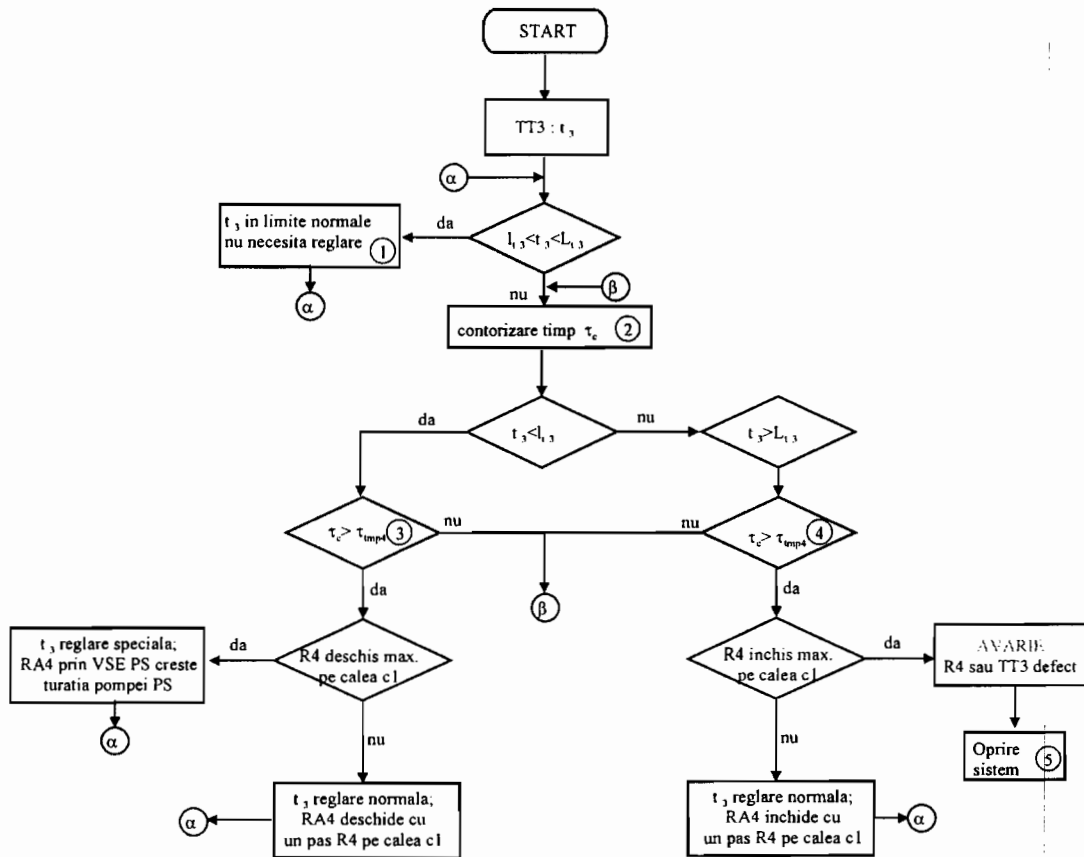


Fig. 6 Schema logică a algoritmului pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii în piscină (alimentare cu apă geotermală)

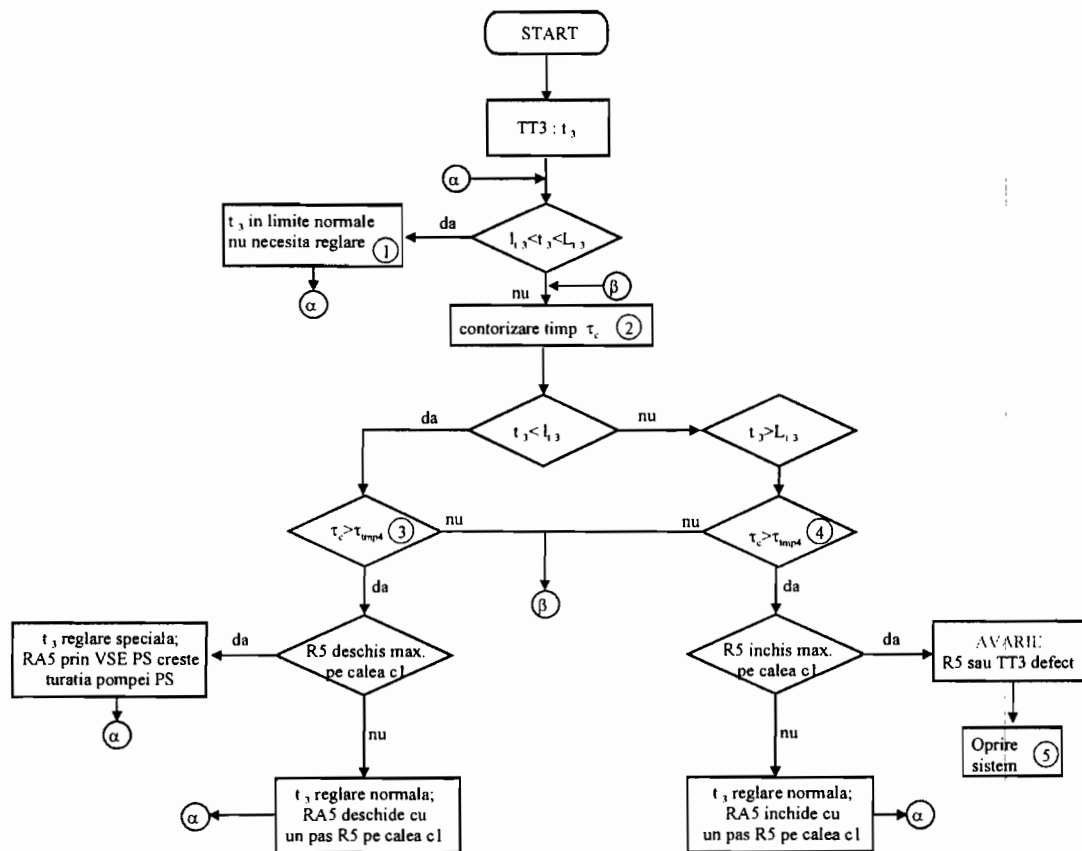


Fig. 7 Schema logică a algoritmului pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii în piscină (alimentare cu apă încălzită)

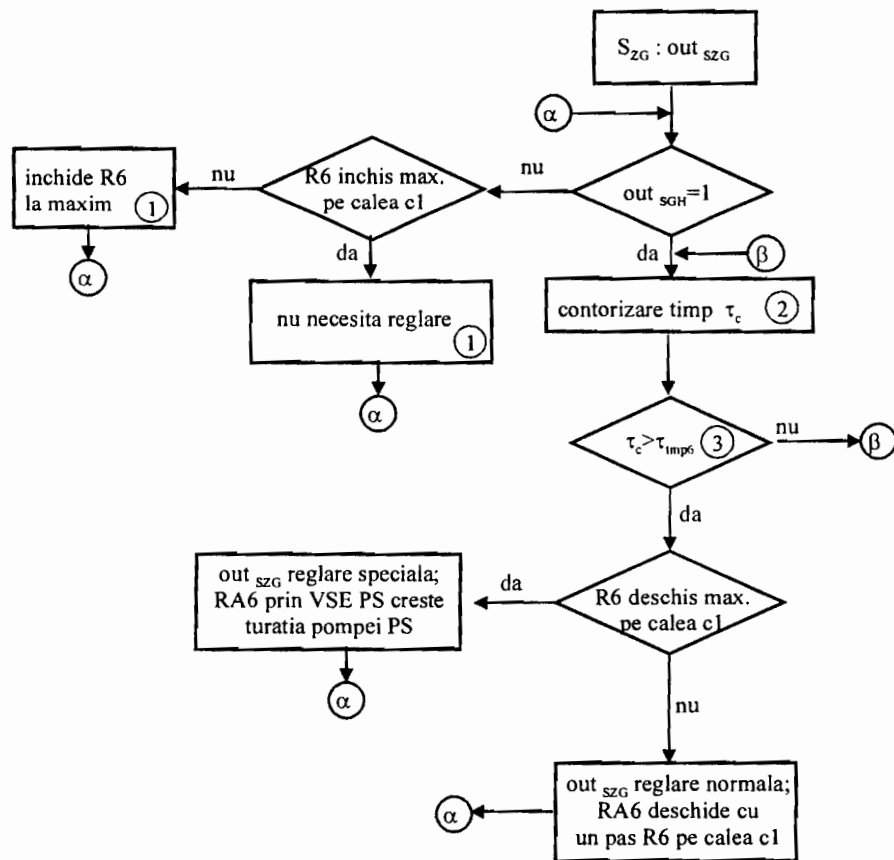


Fig. 8 Schema logică a algoritmului de reglare pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru spațiile tehnice

ly

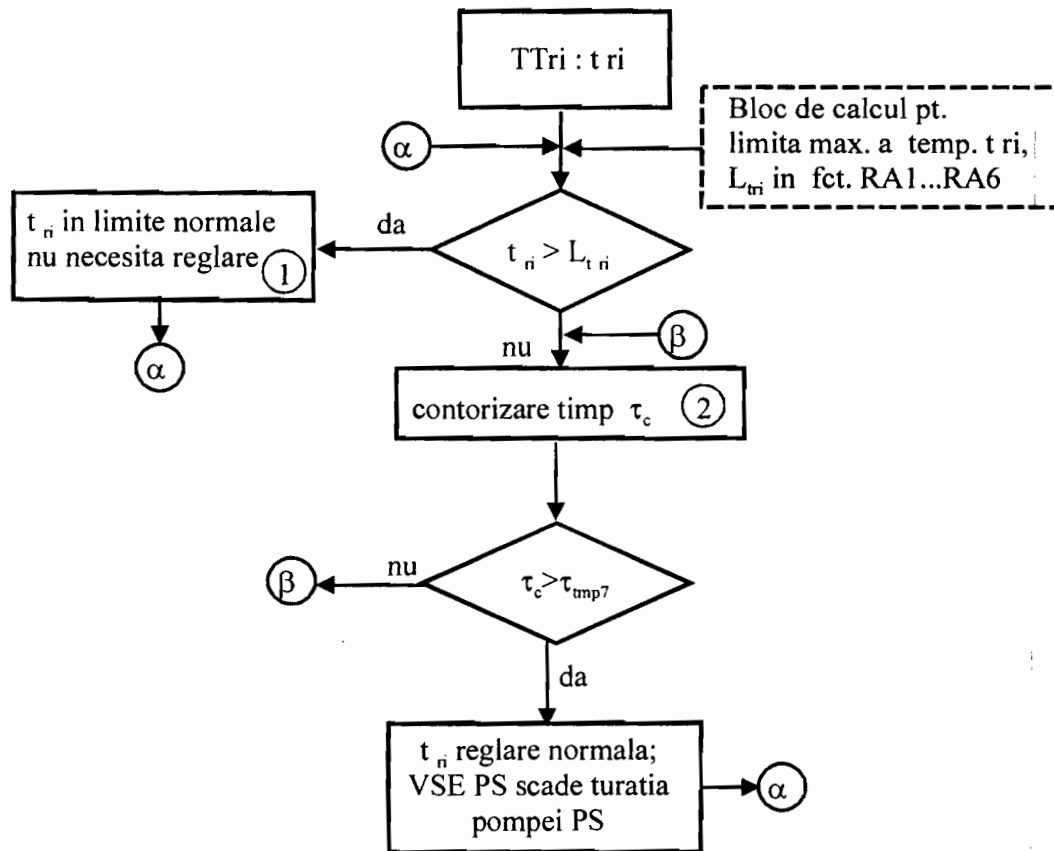


Fig. 9 Schema logică a algoritmului pentru asigurarea funcției de reglare a turației pompei submersibile pentru extracție apă geotermală

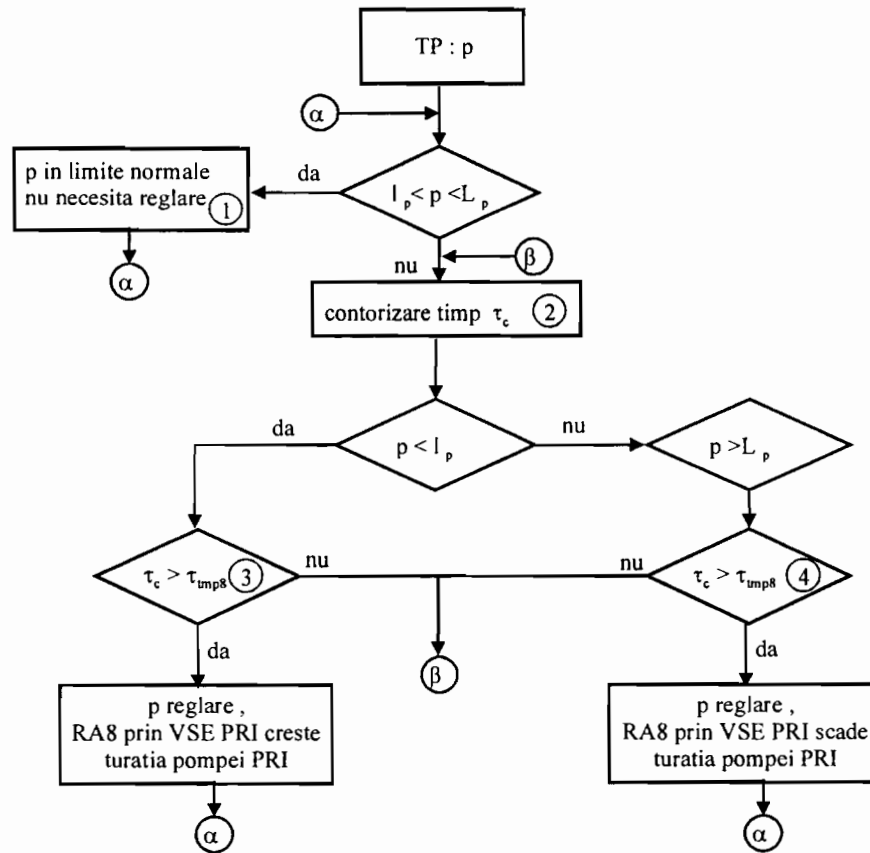


Fig. 10 Schema logică a algoritmului pentru asigurarea funcției de reglare a turației pompei de reinjecție

Instalație de automatizare a sistemului hibrid destinat alimentării cu energie termică a unui utilizator individualizat

DESCRIERE

Invenția se referă la o instalație de automatizare destinată monitorizării, reglării și menținerii parametrilor energiei termice solicitată de către un utilizator individualizat, pentru procese multiple, în condițiile valorificării a două surse primare, regenerabile de energie și în condiții de eficiență energetică optimă.

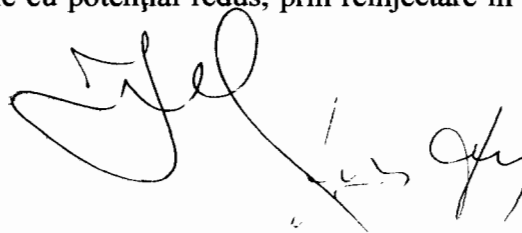
Pentru automatizarea sistemelor destinate alimentării cu energie termică a consumatorilor există instalații de automatizare standard [1,2] și dedicate [3,4]. Instalațiile de automatizare standard sunt, adesea, componente ale sistemelor de gestiune tehnică sau de gestiune a sistemelor de încălzire. Din această categorie, o largă aplicabilitate o au sistemele de gestiune EXCEL 5000, EY2400-LZ4/10, UNIGYR-VISONIC și GENER-TEL77, care se pretează pentru funcționare centralizată s-au descentralizată, dar care prezintă dezavantajul că sunt concepute pentru sisteme monoagent și nu sunt adaptate pentru sisteme hibride (surse multiple de energie primară) și nici pentru recuperarea agentului energetic cu potențial redus. Instalațiile de automatizare dedicate, cum sunt cele prezentate cu [3,4], au dezavantajul că sunt concepute pentru reglarea unui singur agent primar care generează efect termic și că, au construcție adaptată destinației, respectiv: reglarea parametrilor energetici la nivelul unui punct termic [3], a unei centrale termice [3] s-au la nivelul apartamentelor s-au a altor spații închise [4]. Aceste instalații nu sunt concepute pentru a realiza automatizarea unor sisteme cu funcții multiple (încălzire în interior și în exterior, generare de apă caldă menajeră, reglarea parametrilor apei geotermale utilizate în scop de agrement).

Problema pe care o rezolvă invenția de față este conceperea și aplicarea unei instalații de automatizare care asigură monitorizarea, reglarea și menținerea parametrilor agentului termic de tip apă potabilă sau/și apă geotermală în conformitate cu cerințele de confort termic ale utilizatorului, asigurând totodată, optimizarea eficienței energetice a sistemului, prin adaptarea parametrilor agentului termic la necesități și prin recuperarea agentului termic cu potențial energetic redus.

Instalația, conform invenției, înlătură dezavantajele enumerate mai sus, fiind caracterizată prin aceea că este destinată satisfacerii tuturor proceselor specifice unui utilizator individualizat (încălzire, apă caldă menajeră, agrement), valorificând prin echipamente adecvate energia regenerabilă furnizată de către două surse primare (geotermală și solară) și are în construcție toate componentele tipice pentru monitorizarea, reglarea și menținerea temperaturii cu referire la cele 3 procese de utilizare (senzori și transductoare, echipamente de evaluare și comandă, echipamente de execuție), în condiții de eficiență energetică optimă.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- Asigură satisfacerea tuturor necesităților legate de energia termică a unui utilizator individualizat: încălzire în interior și în exterior, apă caldă menajeră și utilizarea și utilizarea adecvată a apei geotermale în scop de agrement;
- Asigură valorificarea, în condiții de eficiență energetică optimă, a energiei preluate de la două surse primare de energie regenerabilă (geotermală și solară);
- Asigură recuperarea apei geotermale cu potențial redus, prin reinjectare în zăcămint.



Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a instalației conform invenției, în legătură cu fig. 1 ÷ fig. 10, care reprezintă:

- Fig.1.- Schema bloc - principală a sistemului hibrid dotat cu instalația de automatizare
- Fig.2- Schema sistemului hibrid, automatizat, pentru alimentarea cu energie termică a unui utilizator individualizat;
- Fig.3- Schema logică a algoritmului de reglare pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru apa caldă menajeră- sursa apă geotermală (AG);
- Fig.4- Schema logică a algoritmului de reglare pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru spațiile de locuit;
- Fig.5- Schema logică a algoritmului de reglare pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru spațiile tehnice;
- Fig.6- Schema logică a algoritmului pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii în piscină (alimentare cu AG);
- Fig.7- Schema logică a algoritmului pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii în piscină (alimentare cu apă încălzită),;
- Fig.8- Schema logică a algoritmului de reglare pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii în spațiile tehnice;
- Fig.9- Schema logică a algoritmului pentru asigurarea funcției de reglare a turației pompei submersibile pentru extracție apă geotermală;;
- Fig.10- Schema logică a algoritmului pentru asigurarea funcției de reglare a turației pompei de reinjecție;

„ Instalația conform invenției este montată în legătură cu niște surse primare de căldură (SPC) și respectiv, cu un sistem utilizator individualizat (SI) și cuprinde niște bucle BA1, BA2 și BA3 pentru reglarea temperaturilor pentru apă caldă menajeră, pentru spațiile de locuit, pentru spațiile tehnice și o buclă BA4 pentru reglarea temperaturii și nivelului de apă geotermală dintr-o piscină.

De asemenea, mai există niște bucle BA5, BA6 și BA7 pentru alimentările automatizate a piscinei și reglarea temperaturii apei încălzite, a subsistemului de depozitare și reglare a acestuia, a pompei submersibile și reglarea acesteia, niște bucle BA8 și BA9 pentru automatizarea funcționării pompelor PR1 și PR4 de injecție și de recirculare, o buclă BA10 pentru reglarea nivelului apei din piscină și acționarea automatizată a pompei de recirculare și o buclă BA11 pentru automatizarea funcționării pompei PR2 de recirculare.

Un astfel de sistem utilizator de energie termică este tipic pentru: pensiune, motel, hotel, casă rezidențială, sediu administrativ. După valorificarea căldurii din apa geotermală aceasta se reinjectează în zăcământ prin pompa PR1.

Structura de principiu a sistemului de alimentare și utilizare a energiei termice, precum și a instalației de automatizare aferentă este prezentată în fig 2. Sursele primare de energie termică sunt cea solară – preluată prin echipamentul termosolar (1) și cea de tip apă geotermală – extrasă prin sonda de extracție (2). În boilerul (3) se prepară apă caldă menajeră. Celelalte componente ale sistemului care utilizează energie termică sunt: clădirea propriu-zisă (4), piscina (5) și spațiul exterior încălzit, în esență, alei (6). Căldura apei geotermale este preluată de la sursă și transferată echipamentelor din sistemul utilizator prin schimbătoarele de căldură (7,8,9,10). Apa geotermală cu potențial energetic redus, după valorificare energetică, este reinjectată în zăcământ prin sonde de reinjecție (11).

În fig. 2 sunt evidențiate și principalele elemente ale instalației de automatizare, în sens larg, și anume: senzorii și traductoarele de temperatură (TT1÷ TT3 și TTacm, TTtri), traductorul de presiune (TP), indicatorul de nivel (IN), senzorul pentru zăpadă și gheață (SZG) automatul programabil cu regulatoarele automate (RA1÷RA12) modelate prin pachetul software, contactele electrocomandate (CTEC1÷CTEC4), vanele de reglare

(R1÷R7), pompele (PR1÷PR4) respectiv, variatoarele de turație pentru pompa submersibilă (VSE PS) și pentru pompa de reinjecție (VSE PR1).

Conducerea întregului proces de automatizare se realizează de către automatul programabil. Funcțiile principale de automatizare implementate prin automatul programabil sunt:

- Reglarea parametrilor (funcția de reglare);
- Funcționarea în condiții de siguranță, urmărindu-se în principal, semnalizarea operativă a avarilor și oprirea automată a funcționării în cazuri de risc, clar definite.

Componenta de reglare automată (RA) a buclelor de automatizare este modelată prin pachetul software de automatizare elaborat și imprimat într-un automat programabil.

Realizarea pachetului software de automatizare se face după o analiză detaliată a buclelor de automatizare, introducându-se diversele constante care apar în program (temporizări între comenzile de reglare, limite minime și maxime pentru diverse valori, pași de deschidere/închidere pentru robinete etc.). Aceste obiective se obțin folosind un sistem de control bazat pe un automat programabil - PLC (Programmable Logic Controller). Programul de automatizare, specific fiecărei aplicații, este implementat pe PLC.

Pachetul software se construiește pe un sistem modular, fiind divizat în segmente funcționale. Primul segment este de inițiere și are toate variabilele de sistem necesare procesului de inițiere. Totodată, în acest segment, sunt alocate memorii în automatul programabil (PLC) pentru intrări și ieșiri și pentru toate datele care sunt utilizate în continuare. Urmează segmentul în care este evaluată situația globală la un moment dat. În acest segment se va executa și selecția între modul automat sau manual de operare și decizia de oprire a funcționării, dacă este necesar. Un alt segment se ocupă de calculul mărimilor reglatoarelor. Fiecare regulator este, inițial, definit prin constantele PID (proporțional, integrativ, derivativ). Semnalele de intrare sunt utilizate pentru a procesa ieșirea din reglatoare conform procesului de control impus.

Evaluarea alarmelor și a valorilor impuse ale parametrilor sistemului fizic este efectuată, de asemenea, de către un modul software dedicat. Ultimul modul software tratează starea (în acțiune sau nu) a elementelor de acționare și activarea semnalelor digitale de ieșire.

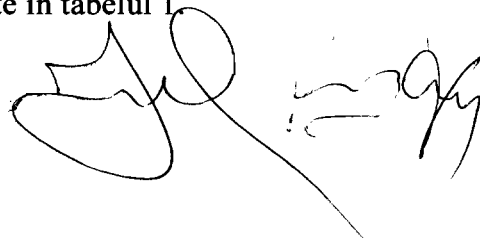
Pachetul software în scară permite inserarea de comentarii, indicând clar unde începe și unde se sfârșește fiecare element.

Automatul programabil, ca și echipamentele cheie ale instalației de automatizare, vor opera după examinarea semnalelor de intrare de la traductoare, prelucrarea acestor semnale pe baza schemelor logice care sunt înscrise în memorie prin pachetul software, urmate de transmiterea semnalelor de ieșire pentru elementele de acționare. Acest proces de citire a semnalelor, executarea programului și controlul ieșirilor este făcut într-o bază continuă numită scanare. Toate aceste facilități materializează optimizarea eficienței energetice a sistemului hibrid de alimentare cu energie termică a utilizatorului individualizat.

Se prezintă, în continuare, modul de asigurare a funcțiilor de automatizare ale sistemului.

• **Asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru apă caldă menajeră (a.c.m) din sursa de tip apă geotermală (AG).**

Principalele echipamente de măsurare și comandă necesare pentru funcționarea buclelor de reglare a temperaturii a.c.m. sunt prezentate în tabelul 1.



Tabelul 1.- Principalele echipamente de măsurare și comandă pentru reglarea temperaturii a.c.m. din AG

Mărimea Controlată	Echipamentul de Măsură	Regulator + element de execuție	
		Reglare în condiții normale	Reglare în condiții speciale
t_{acm}	Traductor de temperatură TT_{acm}	RA1 + R1; RA1 + VSE PS	R1 – defect VSE PS – STOP AVARIE

Principalele interacțiuni din buclele de reglare, sunt prezentate sintetic în tabelul 2

Tabelul 2. - Interacțiunile dintre buclele de reglare pentru reglarea temperaturii a.c.m. la utilizarea AG

Mărimea controlată / Componentele buclei de reglare	Tendința de variație a mărimii controlate	Acțiune element de execuție
t_{acm} / TT_{acm} , R1, VSE PS, RA1	t_{acm} – crește ($t_{acm} > 43^{\circ}\text{C}$)	R1 închide cu un pas calea c1 și deschide cu un pas calea c2
	t_{acm} – scade ($t_{acm} < 40^{\circ}\text{C}$)	R1 deschide cu un pas calea c1 și închide cu un pas calea c2
	t_{acm} – scade ($t_{acm} < 40^{\circ}\text{C}$)	R1 deschis la maxim pe calea c1 VSE PS mărește cu un pas turația pompei PS

În ceea ce privește temperatura t_{acm} , tabelul 2 indică faptul că în situația în care robinetul R1 nu lucrează în regim de deschidere maximă a căii c1, mărimea t_{acm} poate să crească sau să scadă numai prin intervenții ale regulatorului RA1 asupra robinetului R1. Atunci când robinetul R1 este deschis la maxim pe calea c1, structura sistemului automat care modifică temperatura t_{acm} se schimbă, elementul de execuție devenind pompa submersibilă PS care acționează în sensul creșterii debitului de AG pompat în sistem, lucru realizat prin comanda dată de regulatorul RA1 variatorului de turație VSEPS.

Modul de funcționare al sistemului de reglare a temperaturii t_{acm} este prezentat în fig. 3 prin intermediul schemei logice a algoritmului care constituie de fapt regulatorul RA1, algoritm implementat pe Automatul Programabil.

În funcționare normală algoritmul se exercită în fiecare ciclu numai prin blocul ①. În situația limită calea de calcul trece prin contorul de timp ②, t_c reprezentând timpul contorizat, reinițializat pe zero ori de câte ori funcționarea se normalizează prin comutare pe blocul ①. În continuare, intervenția pe calea ③ se soldează cu o evoluție în buclă închisă fără efect final ultimativ (oprire) din partea algoritmului RA1, pe când intervenția pe calea ④ se face într-o buclă închisă care poate avea efect final ultimativ (blocul ⑤).

• Asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru spațiile de locuit

Principalele echipamente de măsurare și de comandă necesare pentru funcționarea

buclelor de reglare a temperaturii pentru spațiile de locuit sunt prezentate în tabelul 3

Tabelul 3. - Principalele echipamente de măsurare și comandă pentru reglarea temperaturii în spațiile de locuit

Mărimea Controlată	Echipamentul de Măsură	Regulator + element de execuție	
		Reglare în condiții normale	Reglare în condiții speciale
t1	Traductor de temperatură TT1	RA2 + R2; RA2 + VSE PS	R2 – defect VSE PS – STOP AVARIE

Principalele interacțiuni din buclele de reglare, sunt prezentate sintetic în tabelul 4.

Tabelul 4. - Interacțiunile dintre buclele de reglare pentru reglarea temperaturii în spațiile de locuit

Mărimea controlată / Componentele buclei de reglare	Tendința de variație a mărimii controlate	Acțiune element de execuție
t1 / TT1, R2, VSE PS, RA2	t1 – crește ($t1 > 23^{\circ}\text{C}$)	R2 închide cu un pas calea c1 și deschide cu un pas calea c2
	t1 – scade ($t1 < 20^{\circ}\text{C}$)	R2 deschide cu un pas calea c1 și închide cu un pas calea c2
	t1 – scade ($t1 < 20^{\circ}\text{C}$)	R2 deschis la maxim pe calea c1 VSE PS mărește cu un pas turația pompei PS

Tabelul 4 indică faptul că, în situația în care robinetul R2 nu lucrează în regim de deschidere maximă a căii c1, mărimea t1 poate să crească sau să scadă numai prin intervenții ale regulatorului RA2 asupra robinetului R2. Atunci când robinetul R2 este deschis la maxim pe calea c1, structura sistemului automat care modifică temperatura t1 se schimbă, elementul de execuție devenind pompa submersibilă PS care acționează în sensul creșterii debitului de AG pompat în sistem, lucru realizat prin comanda dată de regulatorul RA2 variatorului de turație VSEPS.

Modul de funcționare al sistemului de reglare a temperaturii t1 este prezentat în fig. 4 prin intermediul schemei logice a algoritmului care constituie de fapt regulatorul RA2, algoritm implementat pe Automatul Programabil.

În funcționare normală algoritmul se exercită în fiecare ciclu numai prin blocul ①. În situația limită calea de calcul trece prin contorul de timp ②, τ_c reprezentând timpul contorizat, reinițializat pe zero ori de câte ori funcționarea se normalizează prin comutare pe blocul ①. În continuare, intervenția pe calea ③ se soldează cu o evoluție în buclă închisă fără efect final ultimativ (oprire) din partea algoritmului RA2, pe când intervenția pe calea ④ se face într-o buclă închisă care poate avea efect final ultimativ (blocul ⑤).

- Asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru spațiile tehnice**

Principalele echipamente de măsurare și de comandă necesare pentru funcționarea buclelor de reglare a temperaturii pentru spațiile de locuit sunt prezentate în tabelul 5.

Tabelul 5. - Principalele echipamente de măsurare și comandă pentru reglarea temperaturii pentru spațiile tehnice

Mărimea Controlată	Echipamentul de Măsură	Regulator + element de execuție	
		Reglare în condiții normale	Reglare în condiții speciale
t ₂	Traductor de temperatură TT2	RA3 + R3; RA3 + VSE PS	R3 – defect VSE PS – STOP AVARIE

Principalele interacțiuni din buclele de reglare sunt prezentate sintetic în tabelul 6.

Tabelul 6. - Interacțiunile dintre buclele de reglare pentru reglarea temperaturii pentru spațiile tehnice

Mărimea controlată / Componentele buclei de reglare	Tendința de variație a mărimii controlate	Acțiune element de execuție
t ₂ / TT2, R3, VSE PS, RA3	t ₂ – crește (t ₂ > 20°C)	R3 închide cu un pas calea c1 și deschide cu un pas calea c2
	t ₂ – scade (t ₂ < 15°C)	R3 deschide cu un pas calea c1 și închide cu un pas calea c2
	t ₂ – scade (t ₂ < 15°C)	R3 deschis la maxim pe calea c1 VSE PS mărește cu un pas turația pompei PS

În ceea ce privește temperatura t₂, tabelul 6 indică faptul că în situația în care robinetul R3 nu lucrează în regim de deschidere maximă a căii c1, mărimea t₂ poate să crească sau să scadă numai prin intervenții ale regulatorului RA3 asupra robinetului R3. Atunci când robinetul R3 este deschis la maxim pe calea c1, structura sistemului automat care modifică temperatura t₂ se schimbă, elementul de execuție devenind pompa submersibilă PS care acționează în sensul creșterii debitului de AG pompat în sistem, lucru realizat prin comanda dată de regulatorul RA3 variatorului de turație VSEPS.

Modul de funcționare al sistemului de reglare a temperaturii t₂ este prezentat în fig. 5 prin intermediul schemei logice a algoritmului care constituie de fapt regulatorul RA3, algoritm implementat pe Automatul Programabil.

În funcționare normală algoritmul se exercită în fiecare ciclu numai prin blocul ①. În situația limită calea de calcul trece prin contorul de timp ②, τ_c reprezentând timpul contorizat, reinițializat pe zero ori de câte ori funcționarea se normalizează prin comutare pe blocul ①. În continuare, intervenția pe calea ③ se soldează cu o evoluție în buclă închisă fără efect final ultimativ (oprire) din partea algoritmului RA3, pe când intervenția pe calea ④ se face într-o buclă închisă care poate avea efect final ultimativ (blocul ⑤).

- **Asigurarea funcției de reglare pentru alimentarea piscinei cu apă geotermală și pentru menținerea temperaturii în piscină**

Alimentarea piscinei cu AG în scopul folosirii acesteia în scopuri curative se face prin comanda externă dată reglatoarelor RA4 și RA5. Prin această comandă externă se trece regulatorul RA4 în regim de funcționare, iar regulatorul RA5 comandă trecerea robinetului R5 pe calea c2 deschis la maxim (calea c1 fiind închisă). Regulatorul RA4 (după umplerea

piscinei) menține temperatura în piscină în limitele prescrise, temperatură măsurată de către traductorul de temperatură TT3.

Alimentarea piscinei cu AG și deversarea acesteia la canalizare se execută prin comandă externă, iar, ca urmare a simplității soluției, nu va fi tratată în prezenta lucrare.

Principalele echipamente de măsurare și de comandă necesare pentru funcționarea buclelor de reglare pentru menținerea temperaturii în piscină sunt prezentate în tabelul 7.

Tabelul 7. - Principalele echipamente de măsurare și comandă pentru reglarea temperaturii în piscină AG

Mărimea Controlată	Echipamentul de Măsură	Regulator + element de execuție	
		Reglare în condiții normale	Reglare în condiții speciale
t3	Traductor de temperatură TT3	RA4 + R4; RA4 + VSE PS	R4- defect VSE PS – STOP AVARIE

Principalele interacțiuni din buclele de reglare, sunt prezentate sintetic în tabelul 8

Tabelul 8. - Interacțiunile dintre buclele de reglare pentru reglarea temperaturii în piscină(AG)

Mărimea controlată / Componentele buclei de reglare	Tendința de variație a mărimii controlate	Acțiune element de execuție
t3 / TT3, R4, VSE PS, RA4	t3 – crește ($t3 > 40^{\circ}\text{C}$)	R4 închide cu un pas calea c1 și deschide cu un pas calea c2
	t3 – scade ($t3 < 30^{\circ}\text{C}$)	R4 deschide cu un pas calea c1 și închide cu un pas calea c2
	t3 – scade ($t3 < 30^{\circ}\text{C}$)	R4 deschis la maxim pe calea c1 VSE PS mărește cu un pas turația pompei PS

În ceea ce privește temperatura t3, tabelul 8 indică faptul că în situația în care robinetul R4 nu lucrează în regim de deschidere maximă a căii c1, mărimea t3 poate să crească sau să scadă numai prin intervenții ale regulatorului RA4 asupra robinetului R4. Atunci când robinetul R4 este deschis la maxim pe calea c1, structura sistemului automat care modifică temperatura t3 se schimbă, elementul de execuție devenind pompa submersibilă PS care acționează în sensul creșterii debitului de AG pompat în sistem, lucru realizat prin comanda dată de regulatorul RA4 variatorului de turație VSEPS.

Modul de funcționare al sistemului de reglare a temperaturii t2 este prezentat în fig. 6 prin intermediul schemei logice a algoritmului care constituie de fapt regulatorul RA4, algoritm implementat pe Automatul Programabil.

În funcționare normală algoritmul se exercită în fiecare ciclu numai prin blocul ①. În situația limită calea de calcul trece prin contorul de timp ②, t_c reprezentând timpul contorizat, reinițializat pe zero ori de câte ori funcționarea se normalizează prin comutare pe blocul ①. În continuare, intervenția pe calea ③ se soldează cu o evoluție în buclă închisă fără efect final ultimativ (oprire) din partea algoritmului RA4, pe când intervenția pe calea ④ se face într-o buclă închisă care poate avea efect final ultimativ (blocul ⑤).

• **Asigurarea funcției de reglare pentru alimentarea piscinei cu apă încălzită și pentru menținerea temperaturii în piscină**

Alimentarea piscinei cu apă încălzită în scopul folosirii acesteia pentru agrement se face prin comanda externă dată reglatoarelor RA5 și RA4. Prin această comandă externă se trece regulatorul RA5 în regim de funcționare, iar regulatorul RA4 comandă trecerea robinetului R4 pe calea c2 deschis la maxim (calea c1 fiind închisă). Regulatorul RA5 (după umplerea piscinei) menține temperatura în piscină în limitele prescrise ($40 \div 30^\circ\text{C}$), temperatură măsurată de către traductorul de temperatură TT3. Alimentarea piscinei cu apă încălzită și deversarea acesteia la canalizare se execută prin comandă externă.

Principalele echipamente de măsurare și de comandă necesare pentru funcționarea buclelor de reglare pentru menținerea temperaturii în piscină sunt prezentate în tabelul 9

Tabelul 9 Principalele echipamente de măsurare și comandă pentru reglarea temperaturii în piscină (apă încălzită)

Mărimea controlată	Echipamentul de măsură	Regulator + element de execuție	
		Reglare în condiții normale	Reglare în condiții speciale
t3	Traductor de temperatură TT3	RA5 + R5; RA5 + VSE PS	R5 – defect VSE PS – STOP AVARIE

Principalele interacțiuni din buclele de reglare, sunt prezentate sintetic în tabelul 10

Tabelul 10. - Interacțiunile dintre buclele de reglare pentru reglarea temperaturii în piscină (apă încălzită)

Mărimea controlată / Componentele buclei de reglare	Tendința de variație a mărimii controlate	Acțiune element de execuție
t3 / TT3, R5, VSE PS, RA5	t3 – crește ($t3 > 40^\circ\text{C}$)	R5 închide cu un pas calea c1 și deschide cu un pas calea c2
	t3 – scade ($t3 < 30^\circ\text{C}$)	R5 deschide cu un pas calea c1 și închide cu un pas calea c2
	t3 – scade ($t3 < 30^\circ\text{C}$)	R5 deschis la maxim pe calea c1 VSE PS mărește cu un pas turația pompei PS

În ceea ce privește temperatura t3 (tabelul 10), indică faptul că în situația în care robinetul R5 nu lucrează în regim de deschidere maximă a căii c1, mărimea t3 poate să crească sau să scadă numai prin intervenții ale regulatorului RA5 asupra robinetului R5. Atunci când robinetul R5 este deschis la maxim pe calea c1, structura sistemului automat care modifică temperatura t3 se schimbă, elementul de execuție devenind pompa submersibilă PS care acționează în sensul creșterii debitului de AG pompat în sistem, lucru realizat prin comanda dată de regulatorul RA5 variatorului de turație VSEPS.

Modul de funcționare al sistemului de reglare a temperaturii t3 este prezentat în fig. 7 prin intermediul schemei logice a algoritmului care constituie de fapt regulatorul RA5, algoritm implementat pe Automatul Programabil.

În funcționare normală algoritmul se exercită în fiecare ciclu numai prin blocul ①. În situația limită calea de calcul trece prin contorul de timp ②, tc reprezentând timpul

contorizat, reinițializat pe zero ori de câte ori funcționarea se normalizează prin comutare pe blocul ①. În continuare, intervenția pe calea ③ se soldează cu o evoluție în buclă închisă fără efect final ultimativ (oprire) din partea algoritmului RA4, pe când intervenția pe calea ④ se face într-o buclă închisă care poate avea efect final ultimativ (blocul ⑤).

• **. Asigurarea funcției de reglare pentru dezăpezirea aleilor**

Principalele echipamente de măsurare și de comandă necesare pentru funcționarea buclelor de reglare pentru dezăpezirea aleilor sunt prezentate în tabelul 11

Tabelul 11.- Principalele echipamente de măsurare și comandă pentru dezăpezirea aleilor

Mărimea Controlată	Echipamentul de Măsură	Regulator + element de execuție	
		Reglare în condiții normale	Reglare în condiții speciale
Existența zăpadă gheață	Senzor de zăpadă și gheață SZG	RA6 + R6; RA6 + VSE PS	R6 – defect VSE PS – STOP AVARIE

Principalele interacțiuni din buclele de reglare, sunt prezentate sintetic în tabelul 12.

Tabelul 12. - Interacțiunile dintre buclele de reglare pentru dezăpezirea aleilor

Mărimea controlată / Componentele buclei de reglare	Tendința de variație a mărimii controlate	Acțiune element de execuție
out _{TZG} / SZG, R6, VSE PS, PS, RA6,	out _{TZG} =0	R6 închide cu un pas calea c1 și deschide cu un pas calea c2
	out _{TZG} =1	R6 deschide cu un pas calea c1 și închide cu un pas calea c2 VSE PS mărește cu un pas turația pompei PS

În ceea ce privește existența pe alei a zăpezii sau gheții ieșirea out_{SZG}, tabelul 12 indică faptul că în situația în care robinetul R6 nu lucrează în regim de deschidere maximă a căii c1, mărimea out_{SZG}=1 poate să devină 0 (zăpada sau gheața se topesc) numai prin intervenții ale regulatorului RA6 asupra robinetului R6. Atunci când robinetul R6 este deschis la maxim pe calea c1, structura sistemului automat care modifică, elementul de execuție devenind pompa submersibilă PS care acționează în sensul creșterii debitului de AG pompat în sistem, lucru realizat prin comanda dată de regulatorul RA6 variatorului de turație VSEPS.

Modul de funcționare al sistemului de reglare este prezentat în fig. 9 prin intermediul schemei logice a algoritmului care constituie de fapt regulatorul RA6, algoritm implementat pe Automatul Programabil.

În funcționare normală algoritmul se exercită în fiecare ciclu numai prin blocul ①. În situația limită calea de calcul trece prin contorul de timp ②, τ_c reprezentând timpul contorizat, reinițializat pe zero ori de câte ori funcționarea se normalizează prin comutare pe blocul ①.

• **Acționarea pompei submersibile**

Acționarea pompei submersibile PS se face în sensul micșorării turației acesteia pentru

raționalizarea consumului de AG și de EE.

Principalele echipamente de măsurare și de comandă necesare pentru funcționarea buclelor de acționare a pompei submersibile PS sunt prezentate în tabelul 13. În scopul raționalizării consumului de AG se determină valoarea maximă admisă pentru temperatura acesteia la reinjecție (L_{tri}), în funcție de necesarul de căldură pentru procesele care se desfășoară la un moment dat (preparare a.c.m., încălzire spații de locuit, încălzire spații tehnice etc.), prin intermediul unui "bloc de calcul" pentru determinarea acestei valori în funcție de deschiderea robinetelor R1÷R6.

Tabelul 13. - Principalele echipamente de măsurare și comandă pentru acționarea pompei submersibile

Mărimea Controlată	Echipamentul de Măsură	Regulator + element de execuție
Temperatura apei la reinjecție	Traductor de temperatura TTri	RA7 + VSE PS + PS

Principalele interacțiuni din buclele de reglare, sunt prezentate sintetic în tabelul 14

Tabelul 14. - Interacțiunile dintre buclele de reglare pentru acționarea pompei de reinjecție

Mărimea controlată / Componentele buclei de reglare	Tendința de variație a mărimii controlate	Acțiune element de execuție
tri / TTri, VSE PS, PS	tri – crește ($tri > L_{tri}$)	VSE PS scade cu un pas turația pompei PS

În ceea ce privește temperatura apei la reinjecție, tabelul 14 indică faptul că RA7 comandă micșorarea turației pompei submersibile de PS în funcție de valoarea L_{tri} calculată în cadrul "blocului de calcul".

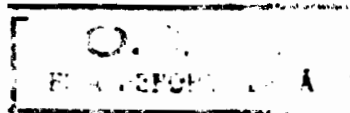
Modul de funcționare al sistemului de reglare a temperaturii tri este prezentat în fig. 9, prin intermediul schemei logice a algoritmului care constituie de fapt regulatorul RA7, algoritmul implementat pe Automatul Programabil.

În funcționare normală algoritmul lucrează în fiecare ciclu numai prin blocul ①. În situația limită calea de calcul trece prin contorul de timp ②, τ_c reprezentând timpul contorizat, reinițializat pe zero ori de câte ori funcționarea se normalizează prin comutare pe blocul ①.

• Acționarea pompei de reinjecție

Acționarea pompei de reinjecție PR1 a AG în zăcământ se face în conformitate cu funcțiile instalației de automatizare, cu scopul păstrării zăcământului geotermal în condiții optime pentru exploatarea durabilă precum și în scopul protejării mediului, evitând deversarea AG.

Variatorul de turație VSE PR1 crește sau scade turația pompei de reinjecție PR1 în funcție de valoarea presiunii AG în conducta care leagă pompa de sistem, presiune măsurată de traductorul de presiune TP. Principalele echipamente de măsurare și de comandă necesare pentru funcționarea buclelor de acționare a pompei de reinjecție sunt prezentate în tabelul 15



Revendicare

Instalație de automatizare a sistemului hibrid destinat alimentării cu energie termică a unui utilizator individualizat, caracterizată prin aceea că exercitând controlul și reglarea adecvată a sistemului primar, asigură valorificarea optimă a energiei termice furnizată de către două surse primare regenerabile, pentru procese multiple, precum și recuperarea agentului termic cu potențial energetic redus.

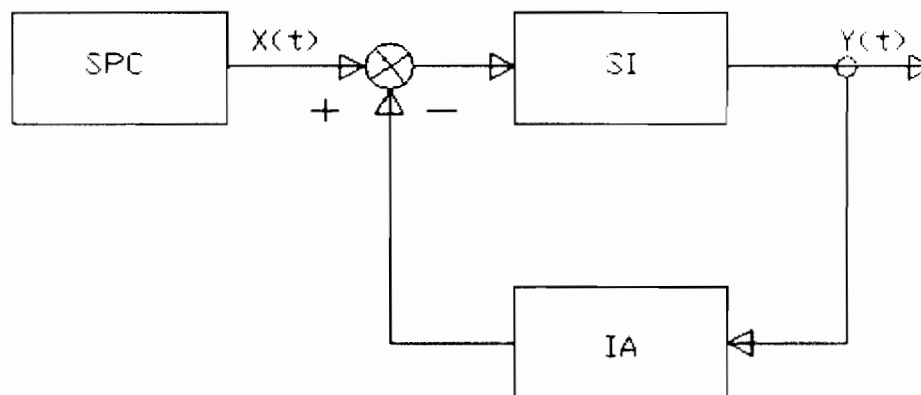


Fig.1. Schema bloc principală a sistemului hibrid dotat cu instalația de automatizare

[Handwritten signature]

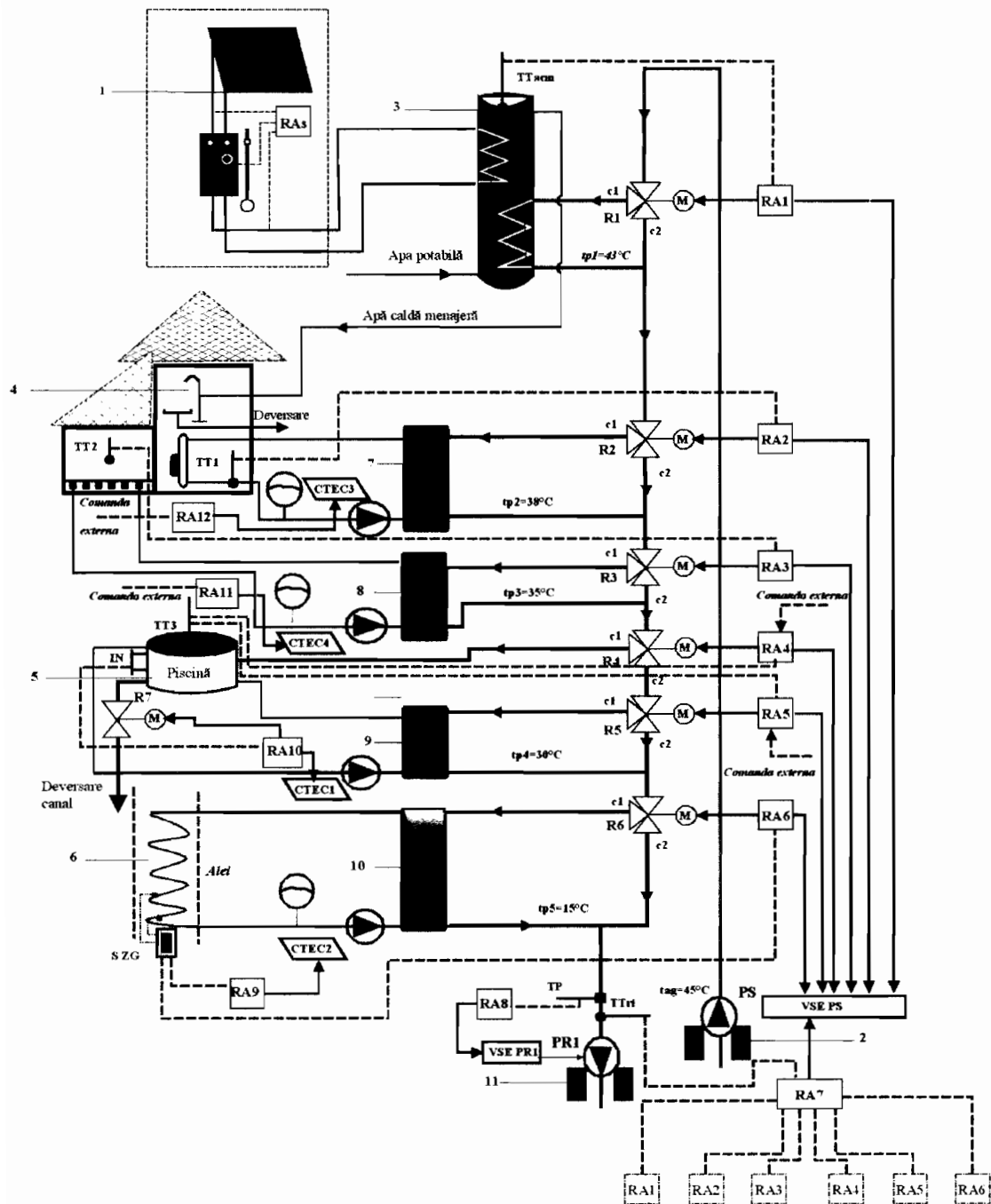


Fig. 2. Schema sistemului cu buclele de automatizare

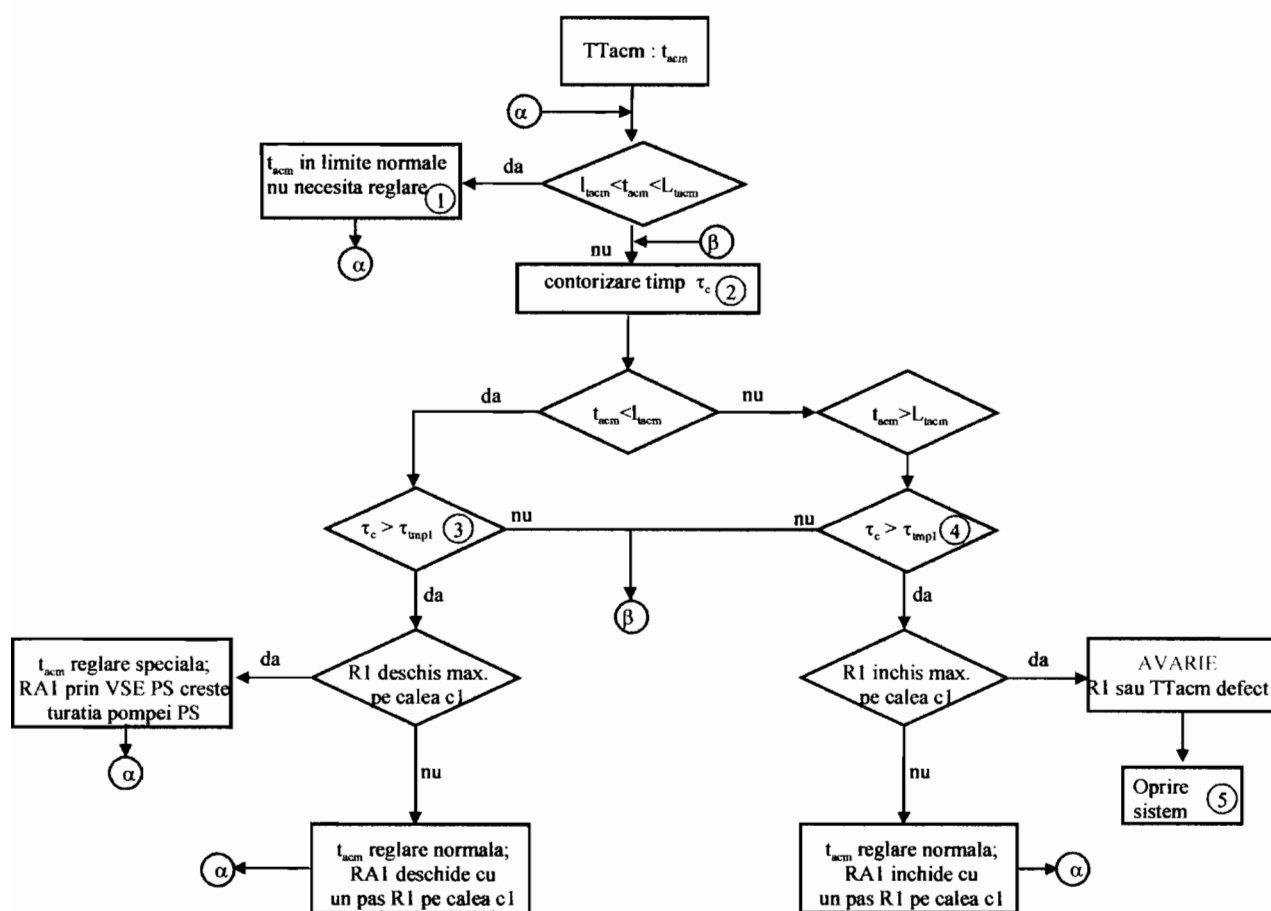


Fig. 3. Schema logică a algoritmului de reglare pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru apa caldă menajeră sursa apă geotermală

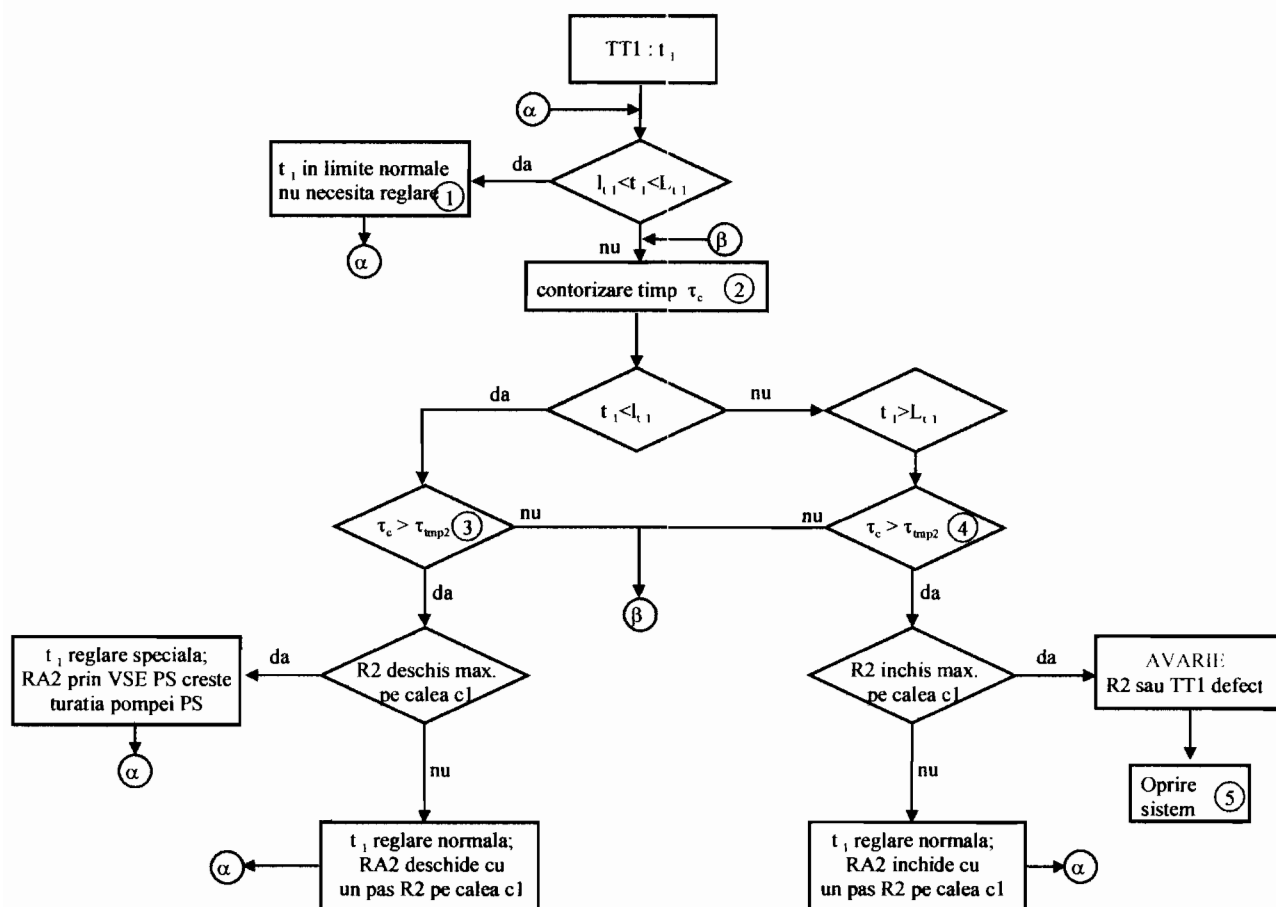


Fig. 4. Schema logică a algoritmului de reglare pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru spațiile de locuit

[Handwritten signature]

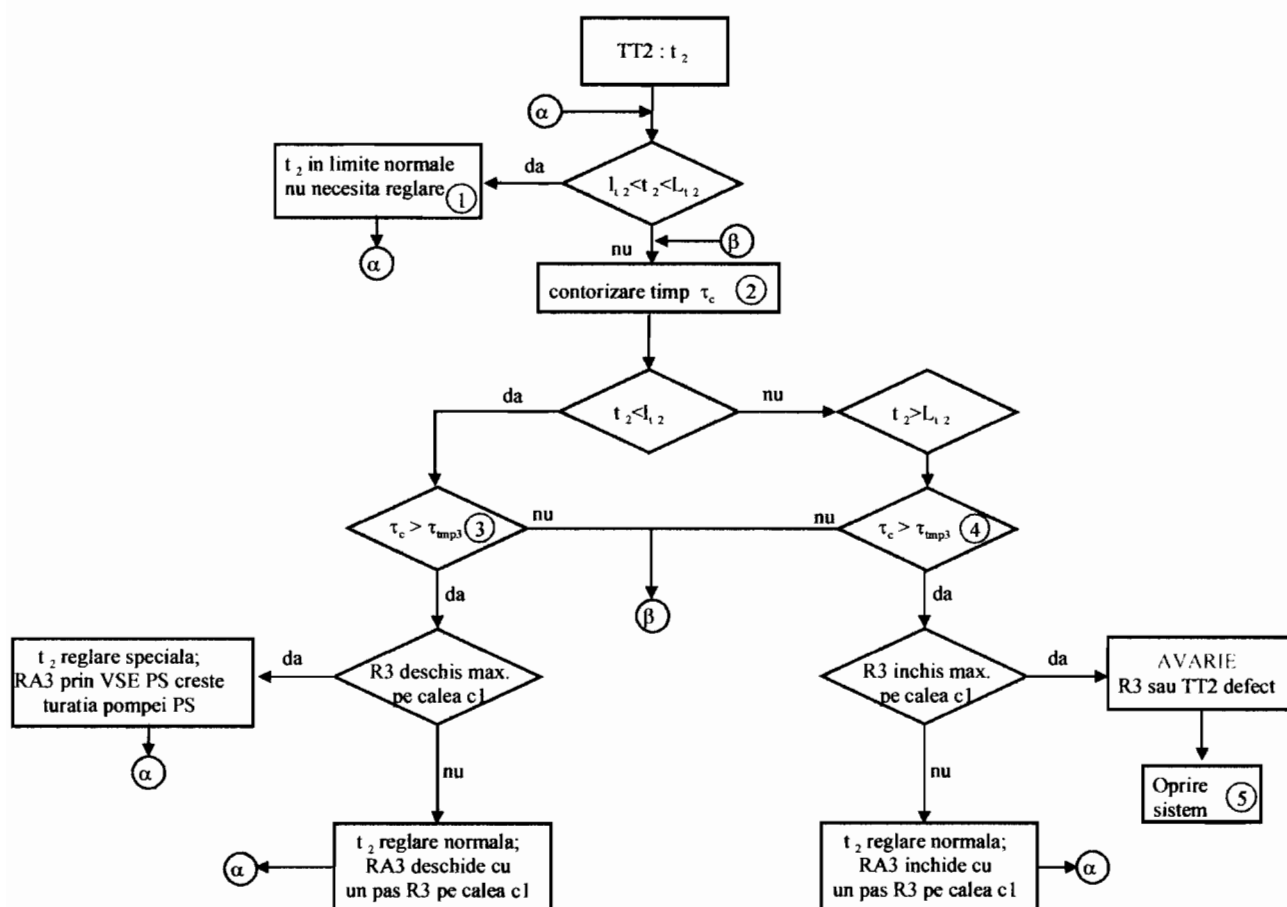


Fig. 5. Schema logică a algoritmului de reglare pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru spațiile tehnice

[Handwritten signature]

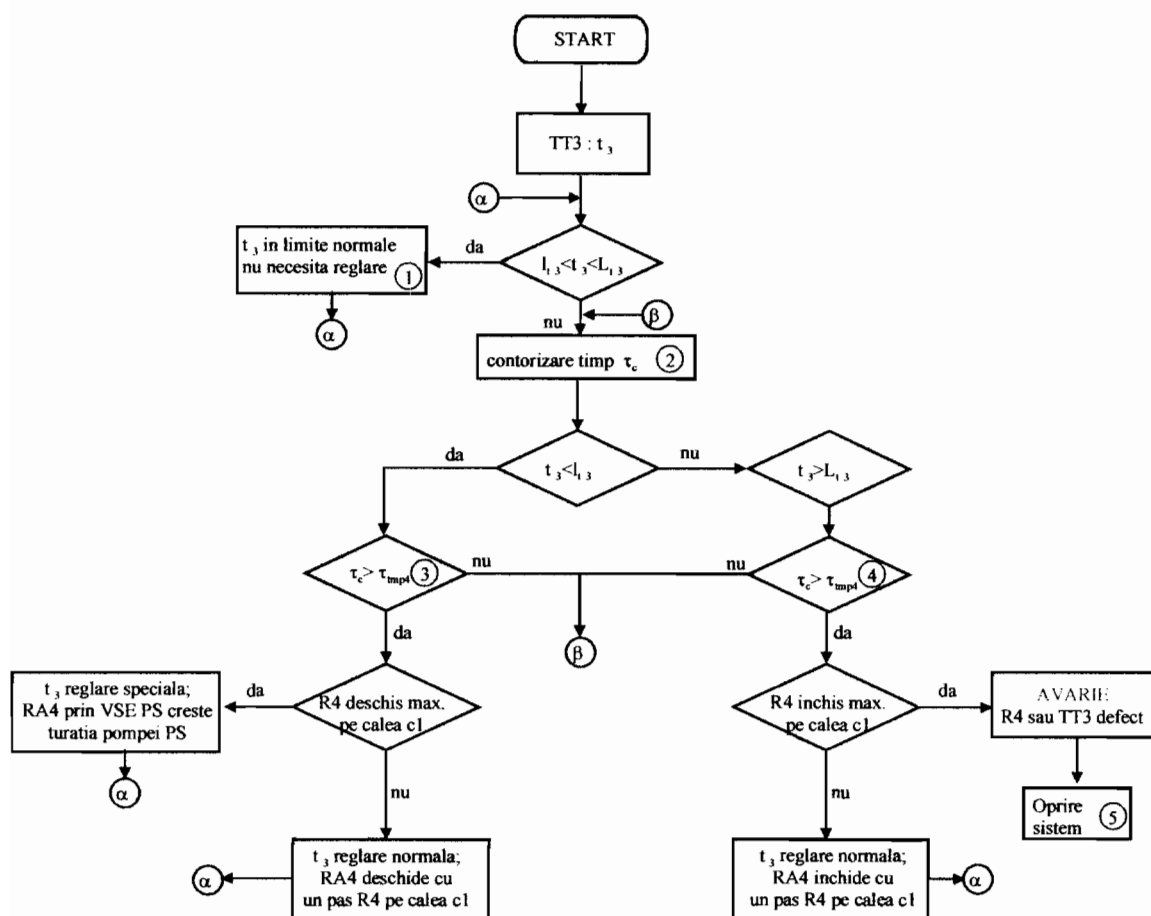


Fig. 6 Schema logică a algoritmului pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii în piscină (alimentare cu apă geotermală)

[Handwritten signature]

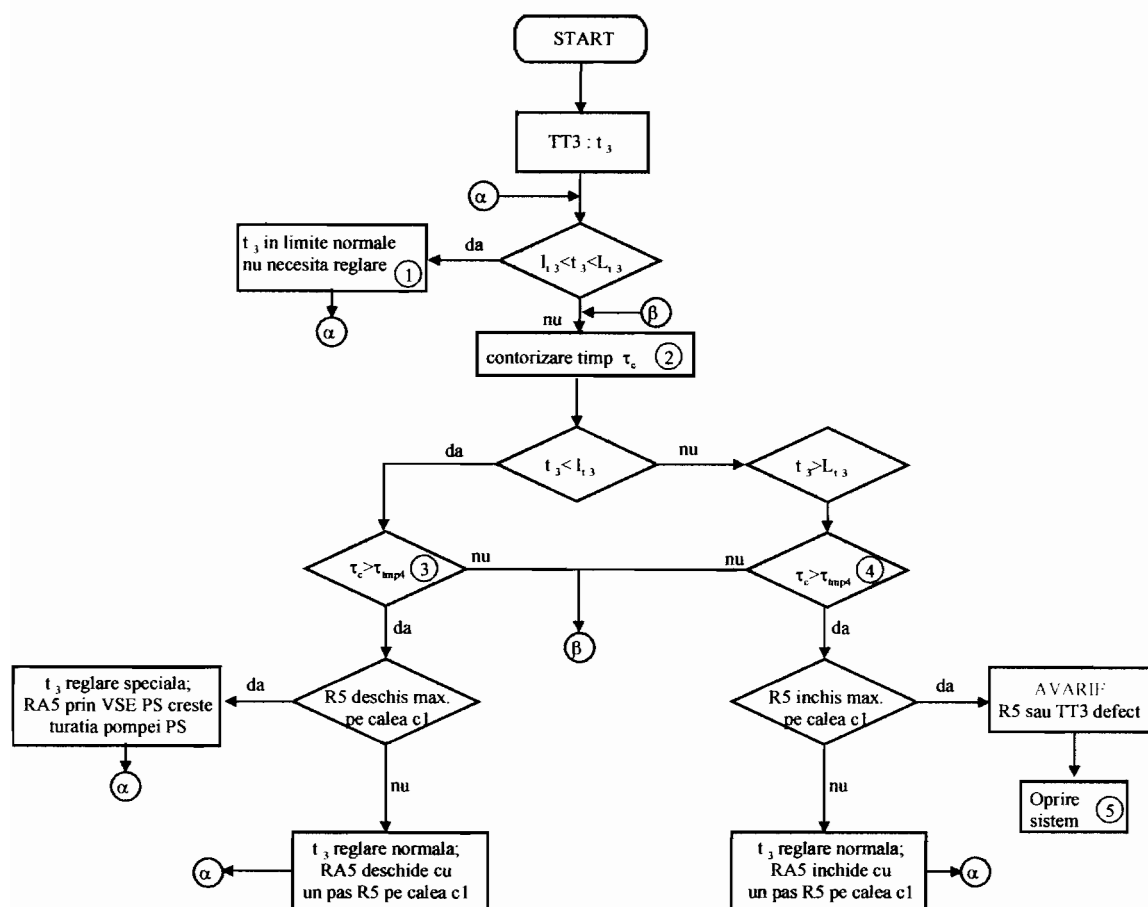


Fig. 7 Schema logică a algoritmului pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii în piscină (alimentare cu apă încălzită)

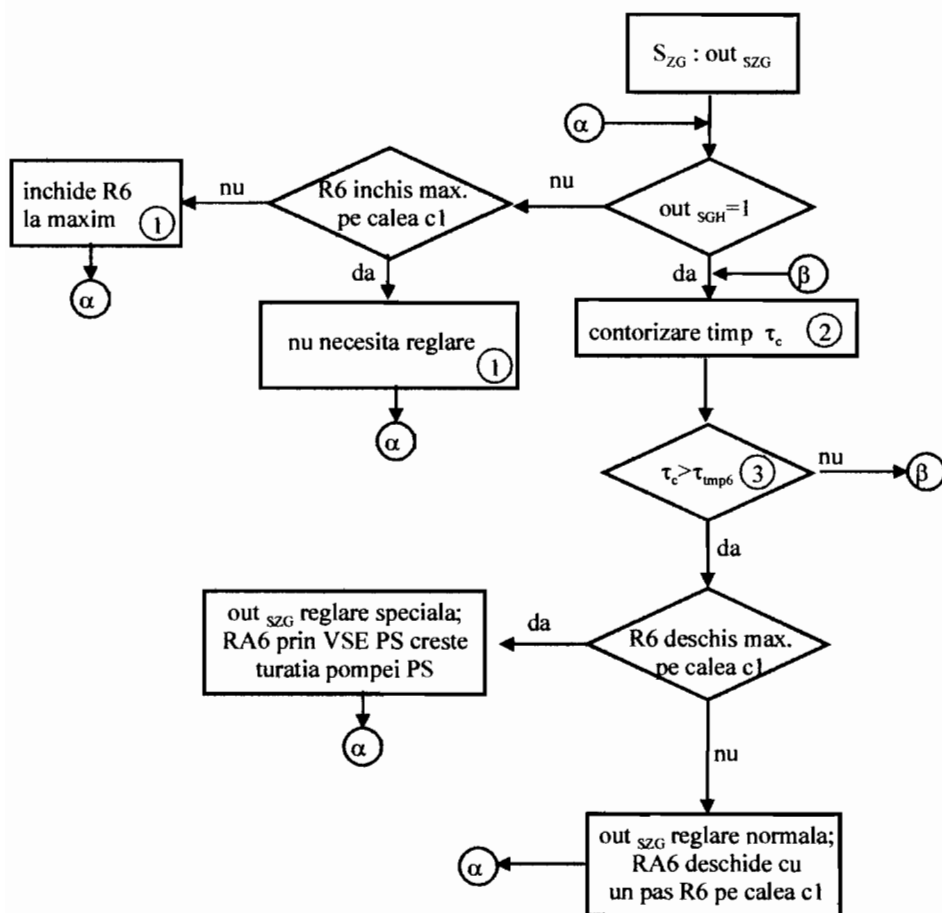


Fig. 8 Schema logică a algoritmului de reglare pentru asigurarea funcției de reglare a temperaturii pentru spațiile tehnice

[Handwritten signatures]

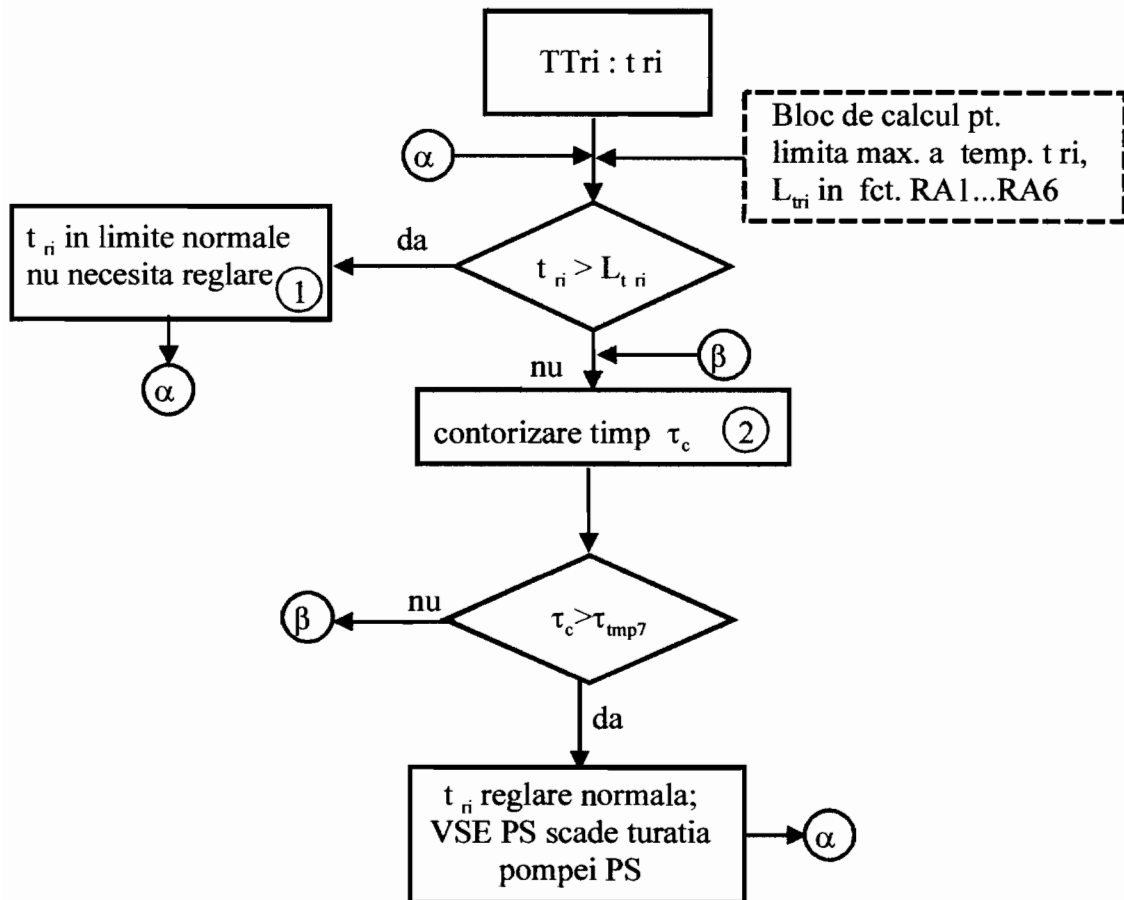


Fig. 9 Schema logică a algoritmului pentru asigurarea funcției de reglare a turajiei pompei submersibile pentru extracție apă geotermală

[Handwritten signature]

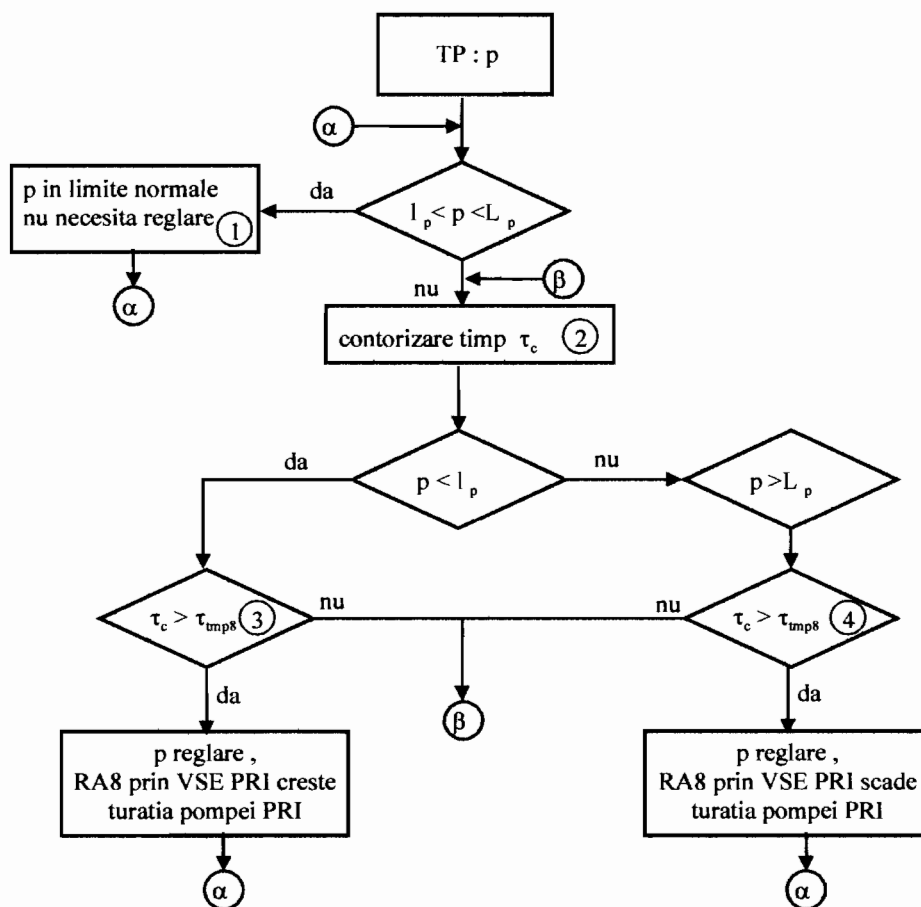


Fig. 10 Schema logică a algoritmului pentru asigurarea funcției de reglare a turației pompei de reinjecție

[Handwritten signature]