



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată
în termen de 6 luni de la data publicării

(21) Nr. cerere: 98-00077

(22) Data de depozit: 19.01.1998

(30) Prioritate:

(41) Data publicării cererii:
BOPI nr.

(42) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului:
29.01.1999 BOPI nr. 1/1999

(45) Data eliberării și publicării brevetului:
BOPI nr.

(61) Perfecționare la brevet:
Nr.

(62) Divizată din cererea:
Nr.

(86) Cerere internațională PCT:
Nr.

(87) Publicare internațională:
Nr.

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 107483, 95409

(71) Solicitant: HARJA CONSTANTIN, IAȘI, RO; HARJA BOGDAN, IAȘI, RO;

(73) Titular: HARJA CONSTANTIN, IAȘI, RO; HARJA BOGDAN, IAȘI, RO;

(72) Inventatori: HARJA CONSTANTIN, IAȘI, RO; HARJA BOGDAN, IAȘI, RO;

(74) Mandatar:

(54) **CONTOR UNIVERSAL DE ENERGIE TERMICĂ ȘI FLUIDE**

(57) **Rezumat:** Contorul universal de energie termică și fluide, conform invenției, este destinat măsurării energiei termice, transportată prin apă caldă sau fierbinte și abur supraîncălzit, și cantității de gaz metan, apă caldă și apă rece, în sisteme și de termoficare monotubulare, bitubulare și tritubulare, cu racordarea consumatorilor în circuit închis sau deschis și returnare totală, parțială sau fără returnarea agentului termic. Configurația aparatului este dimensionată astfel, încât să satisfacă modul de operare de bază, destinat rezolvării complete și unitare a problemelor consumatorilor casnici, care include un contor de gaz metan, (PORT.0) un contor de apă menajeră (PORT.1 și 0 2), un contor de apă rece (PORT.2 fără 0 2) și un contor de energie termică pentru apă caldă în sistem bitubular închis (PORT.3. și 0 4). Structura hardware și software a aparatului permite eliminarea erorilor de metoadă care apar în cazul aburului supraîncălzit și al apei calde menajere, prin luarea în considerare a temperaturii sursei de apă rece, a consumului de apă și a celui de energie termică. Totodată, este posibilă reducerea erorii generate de variația cu presiunea a volumului specific și entalpiei, fie numai prin programarea valorilor nominale, fie și prin măsurarea efectivă a presiunii, în funcție de modul de operare și de nivelul acceptat al erorii menționate. Aparatul poate fi utilizat pentru măsurarea energiei termice și a cantității fluidelor menționate, atât în scopul facturării prețului de cost, cât și în scopul controlului regimului de funcționare și al randamentului mașinilor și instalațiilor termice din centralele termice și de termoficare.

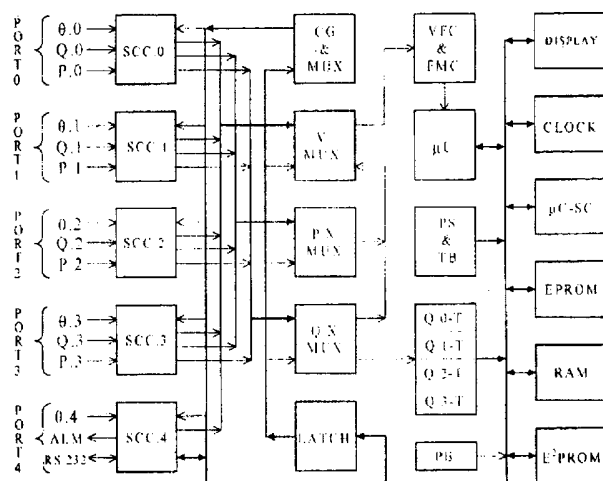


Fig. 1

Revendicări: 1
Figuri: 1

RO 114191 B1

Invenția se referă la un contor universal de energie termică și fluide, destinat măsurării energiei termice, transportate prin apă caldă sau fierbinte și abur supraîncălzit, și a cantității de gaz metan, apă rece, în sisteme termice și de termoficare monotubulare, bitubulare și tritubulare, cu racordarea consumatorilor în circuit închis sau deschis și returnare totală, parțială sau fără returnarea agentului termic. Configurația aparatului este dimensionată astfel încât să satisfacă modul de operare de bază, destinat rezolvării complete și unitare a problemelor consumatorilor casnici, care include un contor de gaz metan, un contor de apă caldă, menajeră, un contor de apă rece și un contor de energie termică, pentru apă caldă în sistem bitubular închis.

Aparatul poate fi utilizat pentru măsurarea energiei termice și a cantității fluidelor menționate, atât în scopul facturării prețului de cost, cât și în scopul controlului regimului de funcționare și al randamentului mașinilor și instalațiilor termice din centralele termice și de termoficare.

La momentul actual, este complet reglementată și rezolvată din punct de vedere tehnic, numai problema măsurării energiei termice, transportate prin apă caldă, în sisteme termice și de termoficare bitubulare, cu racordarea consumatorilor în circuit închis și problema măsurării consumului de gaz metan, apă rece și parțial apă caldă. Pentru alte situații, cum ar fi cazul aburului supraîncălzit, utilizat cu precădere pentru uz industrial, sau cazul rețelelor termice tritubulare și al racordării consumatorilor în circuit deschis, chiar dacă aceste situații au o mai mică răspândire, problema măsurării energiei termice nu este acoperită complet cu reglementările legale și mijloace tehnice de măsurare. Rețelele termice tritubulare, deși mai scumpe și deci mai puțin răspândite decât cele bitubulare, prezintă avantajul că se pot utiliza agenți termici cu parametri diferiți, unul pentru încălzire și altul pentru apă caldă, menajeră, nemaifiind

necesare schimbătoare de căldură. De exemplu, în România, se măsoară energie termică, transportată prin abur supraîncălzit, dar numai pe tur și fără a se lua în considerare temperatura sursei de apă rece sau energia termică returnată prin condensat, și consumul de apă caldă, fără a se ține cont de temperatura apei, fapt ce conduce la neconcordanțe considerabile între costul facturat și cel real.

Un alt aspect neglijat de către reglementările legale și implicit de către mijloacele tehnice actuale, este cel al variației cu presiunea entalpiei și volumului specific al apei. De exemplu, studiind, în cazul apei, variația cu presiunea a volumului specific și a diferenței de entalpie:

$$\Delta h = h - h_0 = \int_0^\theta c_p d\theta,$$

h_0 fiind entalpia la $\theta = 0^\circ\text{C}$ iar c_p - căldura specifică la presiune constantă, variație care este mult mai mică decât cea a entalpiei absolute h , s-a constatat, în intervalul de temperatură $0 \dots 370^\circ\text{C}$ și presiune $1 \dots 220$ bar, o variație a volumului specific de $0,004 \dots 0,6\%$ bar și a diferenței de entalpie Δh de $0,01 \dots 0,17\%$ bar. Astfel, abaterea presiunii apei de la valoarea nominală, cât și apariția unei diferențe de presiune între conducta de tur și retur datorită căderii de presiune pe instalația termică, constituie o sursă suplimentară de erori pentru măsurarea energiei termice, care în condițiile actuale nu mai poate fi neglijată total. De exemplu, în intervalul de temperatură și presiune precizat mai sus, această eroare este de $0,2\% \dots 5\%$ bar, cu o valoare de aproximativ $0,5\%$ bar în domeniul uzual pentru termoficarea urbană. Dacă se utilizează valoarea absolută a entalpiei, după cum se obișnuiește, această eroare poate atinge în anumite condiții un nivel mai ridicat.

Astfel, sunt cunoscute contoare de energie termică pentru apă caldă, destinate sistemelor termice și de termoficare bitubulare, cu racordarea consumatorilor în circuit închis. Unele

dintre aceste contoare sunt construite cu microprocesoare și traductoare cu consum energetic redus, fapt ce permite alimentarea întregului sistem de la o baterie, pentru o perioadă de mai mulți ani.

Aceste contoare de energie termică prezintă următoarele dezavantaje:

- nu înglobează și alte funcții, utile în special pentru consumatorii casnici, cum ar fi măsurarea consumului de gaz metan, apă caldă și apă rece, fiind necesar câte un contor distinct pentru fiecare din aceste consumuri, acest fapt conduce la complexitate și costuri ridicate;

- nu acceptă o gamă largă de traductoare, ca tipuri și dimensiuni și nu pot asigura alimentare autonomă pentru traductoare cu ieșire în curent unificat, gama 4...20 mA.

Sunt cunoscute de asemenea contoare de energie termică pentru abur supraîncălzit, destinate măsurării energiei termice în sisteme termice și de termoficare monotubulare, cu racordarea consumatorilor în circuit deschis, fără returnarea agentului termic.

Aceste contoare de energie termică prezintă următoarele dezavantaje:

- prezintă o eroare de metodă, datorită faptului că nu se ia în considerare temperatura sursei de apă rece, consumul de agent termic și nici energia termică returnată prin condensat;

- nu asigură alimentarea traductoarelor pe durata penelor rețelei de curent alternativ.

Sunt de asemenea cunoscute sisteme pentru măsurarea și contorizarea consumului de energie termică și fluide, capabile să monitorizeze aceste consumuri în puncte multiple.

Aceste sisteme de măsurare prezintă dezavantajul că nu asigură alimentarea autonomă a ansamblului de traductoare pe durata penelor rețelei de curent alternativ.

Contorul universal de energie termică și fluide, conform invenției, având la bază un sistem de calcul cu microcontroler, un bloc de alimentare cu acumu-

lator tampon și un ansamblu de senzori și traductoare, înlătură dezavantajele menționate mai sus, prin aceea că este constituit din patru porturi, fiecare port incluzând câte un canal de măsurare a temperaturii, presiunii și debitului, la care se adaugă un al cincilea port care include un canal de măsurare a temperaturii, o ieșire de alarmă și o interfață serială, ambele izolate galvanic, aceste porturi fiind prevăzute cu câte un circuit adecvat de condiționare a semnalelor, este posibilă interfațarea aparatului cu întreaga gamă de senzori și traductoare uzuale, astfel senzori de temperatură rezistivi, termoelectrice sau semiconductori cu ieșire în curent sau tensiune, traductoare de presiune absolută sau relativă cu ieșire în tensiune sau curent unificat și traductoare de debit volumetric sau masic, inclusiv diafragmă și traductor de presiune diferențială, cu ieșire în tensiune, curent unificat sau frecvență. De asemenea, pentru a se reduce consumul de energie electrică și a fi posibilă alimentarea autonomă a întregului sistem de la un bloc de alimentare cu acumulator tampon, pe durata penelor rețelei de curent alternativ, semnalele de ieșire și tensiunile de alimentare ale senzorilor și traductoarelor sunt multiplexate în timp, în acest scop, utilizându-se un generator de curent constant și un multiplexor de curent, care intră în funcțiune numai atunci când este măsurată temperatura cu senzori rezistivi, un multiplexor al tensiunilor de alimentare și semnalelor de la traductoarele de presiune, un multiplexor de tensiune pentru selecția semnalelor de la senzori și traductoare convertite în tensiune și un registru de memorie pentru înregistrarea comenzilor de gestionare a tensiunilor de alimentare și semnalelor de la senzori și traductoare. Totodată, conversia analog-numerică este realizată cu ajutorul unui convertor tensiune-frecvență și a unui circuit de măsurare a frecvenței, care asigură o deosebită rezoluție și rejecție a perturbațiilor exterioare, făcând posibilă interfațarea cu senzori de sensibilitate

redușă, cum ar fi termocuplurile, caz în care canalul de măsurare a temperaturii din ultimul port este utilizat pentru compensarea joncțiunii reci. Sistemul de calcul este constituit dintr-un microcon- 5 troler, un afișaj alfanumeric cu cristale lichide, un circuit de ceas și calendar, un circuit de supraveghere a microcontro- lerului, memorii de date, și programe, și dintr-o memorie nonvolatilă pentru înre- 10 gistrarea de lungă durată a mărimilor care prezintă interes în acest sens. Aparatul permite mai multe funcțiuni și opțiuni programabile prin intermediul unui singur "push button" sau prin inter- 15 fața serie. Configurația aparatului, men- ționată mai sus, este dimensionată ast- fel, încât să satisfacă modul de operare de bază, destinat rezolvării complete și unitare a problemelor consumatorilor 20 casnici, care include un contor de gaz metan cu debitul corectat în funcție de temperatură și presiune, un contor de apă caldă menajeră, care poate în- registra atât cantitatea de apă cât și 25 energia termică consumată, un contor de apă rece și un contor de energie ter- mică pentru apă caldă în sistem bitu- bular închis, pentru măsurarea consu- mului de gaz metan, apă caldă și apă 30 rece, având în vedere că aceste con- sumuri sunt intermitente și fluctuante în limite largi, aparatul poate măsura can- titatea de fluid, asemenea pompelor de benzină, utilizând un bloc de numără- 35 toare și traductoare de debit tip turbină. Pe baza acestei configurații a aparatului, sunt posibile, numai prin programare și selecție adecvată a traductoarelor, o multitudine de alte moduri de operare, 40 care permit măsurarea în deplină con- cordanță cu situațiile reale, a energiei termice, transportate prin apă caldă sau fierbinte și abur supraîncălzit, și a can- tității fluidelor menționate, în sisteme 45 termice și de termoficare monotubulare, bitubulare și tritubulare, cu racordarea consumatorilor în circuit închis sau des- chis și returnare totală, parțială sau fără returnarea agentului termic. În acest 50 scop, structura hardware și software a aparatului permite eliminarea erorilor de

metodă din cazul aburului supraîncălzit, prin luarea în considerare a temperaturii sursei de apă rece, a consumului de agent termic și a energiei termice re- 5 turnate prin condensat, și din cazul apei calde menajere, prin luarea în consi- derare a temperaturii sursei de apă rece, a consumului de apă și a celui de energie termică, iar pentru reducerea erorii generate de variația cu presiunea a volumului specific și entalpiei apei, efectul presiunii apei poate fi luat în 10 considerare, fie numai prin programarea valorilor nominale, deci fără a se mări complexitatea aparatului, fie și prin mă- surarea efectivă a presiunii apei, în func- 15 ție de modul de operare și de nivelul ac- ceptat al erorii menționate.

Contorul universal de energie ter- mică și fluide, conform invenției, prezintă următoarele avantaje principale:

- deși include funcțiile a patru contoare, complexitatea și prețul de cost, exceptând ansamblul de traduc- 20 toare, sunt comparabile cu cele ale contoarelor de energie termică cunos- cute;

- poate fi interfațat cu întreaga gamă de senzori și traductoare de tem- peratură, debit și presiune, uzuale și disponibile pe piață la momentul actual;

- deși poate fi interfațat cu un număr de până la 13 senzori sau tra- ductoare care pot fi și cu ieșire în curent unificat gama 4...20 mA, este asigurată funcționarea autonomă a întregului sis- tem pentru cel puțin 72 h, pe baza unui acumulator tampon cu capacitatea de 1Ah;

- datorită soluției adoptate pentru conversia analog-numerică, prezintă o rezoluție ridicată și o imunitate supe- rioară la perturbații exterioare, fapt ce permite interfațarea cu senzori de slabă sensibilitate, cum ar fi termocuplurile care sunt preferate deseori în centralele termice și de termoficare, datorită unei robusteți mecanice superioare compa- rativ cu termorezistențele;

- permite eliminarea erorilor de metodă în cazul măsurării consumului de apă caldă, menajeră, prin contorizarea

separată a consumului de apă și a consumului de energie termică, conținută în apa caldă menajeră, care depinde de diferența de temperatură dintre apa caldă și apa rece, altfel spus, consumul de apă caldă, menajeră, poate fi tratat, după cum și este în realitate, ca un consum de energie termică în sistem monotubular deschis, fără returnarea agentului termic;

- permite eliminarea erorii de metodă în cazul măsurării energiei termice, transportate prin abur supraîncălzit, prin luarea în considerare a temperaturii sursei de apă rece, a consumului de agent termic și a energiei termice returnate prin condensat, altfel spus, rețeaua industrială de abur supraîncălzit poate să nu mai fie tratată ca o simplă rețea monotubulară în circuit deschis, fără returnarea agentului termic, ci după cum și este în realitate, ca o rețea bitubulară în circuit deschis, cu returnare totală, parțială sau fără returnarea agentului termic;

- permite reducerea erorii suplimentare generată de variația cu presiunea volumului specific și entalpiei apei, fără a se mări complexitatea aparatului, numai prin programarea valorilor nominale ale presiunii absolute a apei, iar în cazul în care această eroare atinge un nivel inacceptabil este posibilă eliminarea ei completă prin măsurarea efectivă a presiunii apei;

- pe aceleași principii ca mai sus, rezolvă complet problema măsurării energiei termice, transportate prin abur supraîncălzit și apă caldă sau fierbinte, și a cantității fluidelor menționate, în sisteme termice și de termoficare monotubulare, bitubulare și tritubulare, cu racordarea consumatorilor în circuit închis sau deschis, în deplină concordanță cu situațiile reale, făcând astfel posibilă eliminarea erorilor de metodă, propagate din vremea când prețul scăzut al energiei termice nu impunea rigurozitate în măsurare lor, în prezent, aceste erori de metodă, depășind cu mult erorile instrumentele ale contoarelor de energie termică sau de apă caldă, generează dis-

proporții considerabile între prețul de cost facturat și cel real;

- permite măsurarea energiei termice și a cantității fluidelor menționate, atât în scopul facturării prețului de cost, cât și în scopul controlului regimului de funcționare și al randamentului mașinilor și instalațiilor termice din centralele termice și de termoficare;

- permite măsurarea energiei termice, transportate prin apă caldă și abur supraîncălzit și a consumului de gaz metan, apă caldă și apă rece, conform reglementărilor legale în vigoare, care acceptă erorile de metodă menționate mai sus, dar totodată permite și eliminarea completă a acestor erori de metodă pe măsură ce reglementările legale vor stipula acest lucru.

Se prezintă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figura, care reprezintă schema bloc a contorului universal de energie termică și fluide.

Contorul universal de energie termică și fluide, conform invenției, având la bază un sistem de calcul cu microcontroler, un bloc de alimentare cu acumulator tampon și un ansamblu de senzori și traductoare, este constituit din patru porturi **PORT.0...PORT.3**, fiecare port incluzând câte un canal de măsurare a temperaturii **0.0...0.3**, debitului **Q.0...Q.3** și presiunii **P.0...P.3**, la care se adaugă un al cincilea port **PORT.4** care include un canal de măsurare a temperaturii **0.4**, o ieșire de alarmă **ALM**, și o interfață serială **RS 232**, ambele izolate galvanic. Aceste porturi **PORT.0...PORT.4** sunt prevăzute cu câte un circuit adecvat de condiționare a semnalelor **SCC.0...SCC.4**, fiind posibilă interfațarea aparatului cu întreaga gamă de senzori și traductoare uzuale, astfel: senzori de temperatură rezistivi, termoelectrice și semiconductori cu ieșire în curent sau tensiune, traductoare de presiune absolută sau relativă, cu ieșire în tensiune sau curent unificat și traductoare de debit volumetric sau masic, inclusiv diafragmă și traductor de pre-

siune diferențială, cu ieșire în tensiune, curent unificat sau frecvență. De asemenea, pentru a se reduce consumul de energie electrică și a fi posibilă alimentarea autonomă a întregului sistem de la un bloc de alimentare cu acumulator tampon **PS&TB**, pe durata penelor rețelei de curent alternativ, semnalele de ieșire și tensiunile de alimentare ale senzorilor și traductoarelor sunt multiplexate, în timp în acest scop, utilizându-se un generator de curent constant și un multiplexor de curent **CG&MUX**, care intră în funcțiune atunci când este măsurată temperatura cu senzori rezistivi, un multiplexor al tensiunilor de alimentare și semnalelor de la traductoarele de presiune **P.XMUX**, un multiplexor al tensiunilor de alimentare și semnalelor de la traductoarele de debit **Q.XMUX**, un multiplexor de tensiune **VMUX**, pentru selecția semnalelor de la senzori și traductoare, convertite în tensiune, și un registru de memorie pentru înregistrarea comenzilor de gestionare a tensiunilor de alimentare și semnalelor de la senzori și traductoare **LACHT**. Totodată, conversia analog-numerică este realizată cu ajutorul unui convertor tensiune-frecvență și a unui circuit de măsurare a frecvenței **VFC&FMC**, care asigură o bună rezoluție și rejecție a perturbațiilor exterioare, această soluție tehnică face posibilă utilizarea unor senzori de sensibilitate redusă, cum ar fi termocuplurile, caz în care canalul de măsurare a temperaturii **0.4** este utilizat pentru compensarea joncțiunii reci. Sistemul de calcul este constituit dintr-un microcontroler **μC**, un afișaj alfanumeric cu cristale lichide **DISPLAY**, un circuit de ceas și calendar **CLOCK**, un circuit de supraveghere a microcontrolerului **μC-SC**, memorii de date și programe **RAM** și **EPROM** și dintr-o memorie nonvolatilă **E²PROM**, pentru înregistrarea de lungă durată a mărimilor care prezintă interes în acest sens. Aparatul permite mai multe funcțiuni și opțiuni programabile prin intermediul unui singur "push button" **PB**, sau prin interfața **RS 232**.

Configurația aparatului, menționată mai sus, este dimensionată astfel încât să satisfacă modul de operare de bază, destinat rezolvării complete și unitare a problemelor consumatorilor casnici, care include un contor de gaz metan cu debitul corectat în funcție de temperatură și presiune: **PORT.0**, un contor de apă caldă menajeră care poate înregistra atât cantitatea de apă, cât și energia termică consumată: **PORT.1** și canalul **0.2**, un contor de apă rece: **PORT.2** fără canalul **0.2** și un contor de energie termică pentru apă caldă în sistem bitubular închis: **PORT.3** și canalul **0.4**; pentru măsurarea consumului de gaz metan, apă caldă și apă rece, având în vedere că aceste consumuri sunt intermitente și fluctuante în limite largi, se poate măsura cantitatea de fluid, asemenea pompelor de benzină, cu ajutorul unui bloc de numărătoare **Q.0-T...Q.3-T** și al unor traductoarele de debit tip turbină. Pe baza acestei configurații a aparatului, sunt posibile, numai prin programare și selecție adecvată a traductoarelor, o multitudine de alte moduri de operare care permit măsurarea în deplină concordantă cu situațiile reale, a energiei termice transportate prin apa caldă sau fierbinte și abur supraîncălzit, și a cantității fluidelor menționate, în sisteme termice și de termoficare monotubulare, bitubulare și tributulare cu racordarea consumatorilor în circuit închis sau deschis și returnare totală, parțială sau fără returnarea agentului termic. În acest scop, structura hardware și software a aparatului permite eliminarea erorilor de metodă din cazul aburului supraîncălzit, prin luarea în considerare a temperaturii sursei de apă rece, a consumului de agent termic și a energiei termice returnată prin condensat, și din cazul apei calde menajere, prin luarea în considerare a temperaturii sursei de apă rece, a consumului de apă și a celui de energie termică, iar pentru reducerea erorii generate de variația cu presiunea a volumului specific și entalpiei apei, efectul presiunii apei poate fi luat în

considerare, fie numai prin programarea valorilor nominale, deci fără a se mări complexitatea aparatului, fie prin măsurarea efectivă a presiunii, în funcție de modul de operare și de nivelul acceptat al erorii menționate. Metodologia de calcul a energiei termice și modurile de operare ale aparatului sunt date în continuare.

Metodologia de calcul a energiei termice, implementată în structura software a contorului universal de energie termică și fluide, conform invenției, are la bază exprimarea matematică a primului principiu al termodinamicii și noțiunea de entalpie, conform căreia, expresia cantității de energie necesară pentru a produce o variație de temperatură unității de masă rezultă de forma:

$$q_{12} = \int_{T_1}^{T_2} c_p dT = \int_{\theta_1}^{\theta_2} c_p d\theta = h_2 - h_1 \quad (1)$$

unde s-a trecut de la temperatura absolută T , la temperatură măsurată pe scara Celsius θ , c_p fiind căldura specifică la presiune constantă, iar h - entalpia. Deci entalpia, implicit și energia termică, este o mărime integrală, a cărei valoare absolută nu poate fi determinată decât sub rezerva unei constante de integrare. În schimb, diferența de entalpie poate fi determinată riguros, nemaifiind necesară cunoașterea constantei de integrare. Așadar, pentru o măsurare corectă a energiei termice este obligatoriu să se opereze cu diferențe de entalpie. În cazul agenților termici obișnuiți, se poate demonstra că relația (1) este valabilă indiferent de starea de agregare inițială și finală a fluidului, adică inițial, fluidul poate fi apă, iar în final, abur supraîncălzit și vice-versa. Conform cu relația (1), energia termică transportată de agentul termic, indiferent de natura lui, pe oricare din conductele unui sistem termic și de termoficare este dată de o expresie de forma:

$$W_T = \int_{\tau_1}^{\tau_2} \frac{Q_v}{V} (h - h_0) d\tau, \quad (2)$$

unde τ este timpul, Q_v - debitul volu-

metric, $v = v(\theta, p)$ - volumul specific, $h = h(\theta, p)$ - entalpia, $h_0(\theta_0, p_0)$ - entalpia sursei de apă rece, iar θ și p - temperatura și presiunea de care sunt dependente volumul specific și entalpia. Această relație este conform cu realitatea, în cazul măsurării consumului de energie termică și de apă caldă menajeră sau pentru uz industrial, care este de fapt tot un consum de energie termică, în rețele termice și de termoficare monotubulare, cu racordarea consumatorilor în circuit deschis, fără returnarea agentului termic, când aparatul permite contorizarea și facturarea separată a consumului de agent termic și de energie termică.

În cazul rețelelor termice și de termoficare bitubulare cu racordarea consumatorilor în circuit închis, energia termică consumată este diferența dintre cantitățile de energie termică transportate de agentul termic pe conducta de tur și de retur. Luând în considerare relația (2), rezultă:

$$W_T = \int_{\tau_1}^{\tau_2} \frac{Q_{v1}}{V_1} (h_1 - h_2) d\tau, \quad (3)$$

unde indicii "1" și "2" ai mărimilor Q_v , v și h se referă la conducta de tur, respectiv de retur. În acest caz, singura sursă de erori o poate constitui variația cu presiunea a entalpiei și volumului specific al apei, problemă pe care aparatul o rezolvă, după cum a fost menționat anterior.

În cazul rețelelor termice și de termoficare bitubulare, cu racordarea consumatorilor în circuit deschis, în mod analog, ca mai sus, expresia energiei termice consumate rezultă de forma:

$$W_T = \int_{\tau_1}^{\tau_2} \left[\frac{Q_{v1}}{V_1} (h_1 - h_0) - \frac{Q_{v2}}{V_2} \right] d\tau \quad (4)$$

În acest caz, problema este mai complexă, deoarece pe lângă diferența de entalpie mai apare și o diferență între debitele de agent termic. Expresia de

mai sus descrie în mod real situația existentă în rețele de abur supraîncălzit, cu returnarea parțială a condensatului, tipică pentru uz industrial, când se poate lua în considerare temperatura sursei de apă rece prin termenul h_0 și se poate contoriza și factura separat consumul de

agent termic și de energie termică.

În cazul rețelelor termice și de termoficare tritubulare, cu racordarea consumatorilor în circuit închis, expresia energiei termice consumate rezultă de forma:

$$W_T = \int_{\tau_1}^{\tau_2} \left[\left(\frac{Q_{v1}}{v_1} h_1 + \frac{Q_{v2}}{v_2} h_2 \right) - \left(\frac{Q_{v1}}{v_1} + \frac{Q_{v2}}{v_2} \right) h_3 \right] dt \quad (5)$$

unde indicii "1" și "2" se referă la cele două conductele de tur, iar "3" la conducta de retur.

În cazul rețelelor termice și de

termoficare tritubulare, cu racordarea consumatorilor în circuit deschis, expresia energiei termice consumate, rezultă de forma:

$$W_T = \int_{\tau_1}^{\tau_2} \left\{ \left[\frac{Q_{v1}}{v_1} (h_1 - h_0) + \frac{Q_{v2}}{v_2} (h_2 - h_0) \right] - \left(\frac{Q_{v3}}{v_3} \right) (h_3 - h_0) \right\} dt \quad (6)$$

Și în acest caz, poate fi luată în considerare temperatura sursei de apă rece și poate fi contorizat și facturat separat consumul de agent termic și de energie termică, indiferent dacă agentul termic este pentru încălzire, sub formă de apă caldă, menajeră, sau cu altă destinație.

Utilizând următoarele notații:

- FT.Y¹ = contor de fluid;

- TEM (Y¹) / (Y¹-Y¹) / (Y¹-Y¹)²: Z³ =

contor de energie termică;

¹natura fluidului sau a agentului termic: Y=G- gaz; Y=W- apă; Y=S - abur;

² tipul rețelei termice: (Y)=monotubulară; (Y-Y)- bitubulară; (Y-Y-Y) - tritubulară;

³modul de recordare al consumatorilor: Z=CC- circuit închis; Z=OC - circuit deschis;

Modurile de operare ale aparatului, selectabile prin programare, sunt următoarele:

- rețele monotubulare: 4xFT.G / S/W; 3xFT.G/S/W + 1xTEM(S/W): O; 2xFT.G / S / W + 2xTEM(S / W): OC; 1xFT.G / S / W + 3xTEM(S / W): OC; 4xTEM(S/W): OC.

- rețele bitubulare în circuit închis: 3xFT.G/S/W+1xTEM(S/W-S/W): CC; 2xFT.G/S/W+1xTEM(S/W): OC+1xTEM(S/W):CC; 1xFT.G/S /W +2x TEM (S / W): OC + 1 x TEM (S / W - S / W): CC; 3xTEM(S/W): OC+1xTEM(S/W-S/W):CC; 1xFT.G/S/W+1xFT.+2xTEM(S/W-S/W):CC; 1xTEM (S / W): OC + 1 xFT.W+2xTEM(S/W-S/W):CC.

- rețele bitubulare în circuit deschis: 2xFT.G/S/W+1xTEM(S/W-S/W): OC; 1x FT.G / S / W + 1xTEM(S/W): OC + 1xTEM(S/W):OC+1xTEM(S/W-S / W): CC.

- rețele tritubulare în circuit închis: 2xFT.G/S/W+1xTEM(S/W-S / W): CC; 1xFT.G/S/W+1xTEM(S/W): OC+1xTEM(S/W-S/W-S / W): CC; 2x TEM (S / W): OC + 1 x TEM (S / W - S / W - S / W): CC; 1xFT.W + 1xTEM(S / W - S / W): C C + 1 x T E M (S / W - S / W): C C; 1 x T E M (S / W - S/W):OC+1xTEM(S/W-S/W-

- rețele tritubulare în circuit deschis: 1xFT.G/S/W+1xTEM(S/W-S/W-S/W):OC; 1xTEM(S/W): OC + 1x TEM (S/W-S/W-S/W):OC.

Revendicare

Contor universal de energie termică și fluide, având la bază un sistem de calcul cu microcontroler (**μC**), un bloc de alimentare cu acumulator tampon și un ansamblu de senzori și traductoare, **caracterizat prin aceea că** este constituit din patru porturi (**PORT.0 ... PORT.3**), fiecare port incluzând câte un canal de măsurare a temperaturii (**0.0 ... 0.3**), debitului (**Q.0...Q.3**) și presiunii (**P.0...P.3**), la care se adaugă un al cincilea port (**PORT.4**) care include un canal de măsurare a temperaturii (**0.4**), o ieșire de alarmă (**ALM**) și o interfață serială (**RS 232**), ambele izolate galvanic, aceste porturi (**PORT.0...PORT.4**) fiind prevăzute cu câte un circuit adecvat de condiționare a semnalelor (**SCC.0 ... SCC.4**), este posibilă interfațarea aparatului cu întreaga gamă de senzori și traductoare uzuale, iar pentru a se reduce consumul de energie electrică și a fi posibilă alimentarea autonomă a întregului sistem de la un bloc de alimentare cu acumulator tampon (**PS&TB**), pe durata penelor rețelei de curent alternativ, semnalele de ieșire și tensiunile de alimentare ale senzorilor și traductoarelor sunt multiplexate în timp, utilizându-se un generator de curent constant și un multiplexor de curent (**CG&MUX**), care intră în funcțiune atunci când este măsurată temperatura cu senzori rezistivi, un multiplexor al tensiunilor de alimentare și semnalelor de la traductoarele de presiune (**P.XMUX**), un multiplexor al tensiunilor de alimentare și semnalelor de la traductoarele de debit (**Q.XMUX**), un multiplexor de tensiune (**VMUX**) pentru selecția semnalelor de la senzori și traductoare convertite în tensiune, și un registru de memorie pentru înregistrarea comenzilor de gestionare a tensiunilor de alimentare și semnalelor de la senzori și traductoare (**LACHT**), totodată, conversia analog-numerică este realizată cu ajutorul unui convertor tensiune-frecvență și a unui circuit de măsurare a frecvenței (**VFC&FMC**), care

asigură o deosebită rezoluție și rejectie a perturbațiilor exterioare; ceea ce face posibilă utilizarea unor senzori de sensibilitate redusă, cum ar fi termocuplurile, caz în care ultimul canal de măsurare a temperaturii (**0.4**) este utilizat pentru compensarea joncțiunii reci, iar prin intermediul unui singur "push button" (**PB**) sau prin interfața serială (**RS 232**), se permit mai multe funcțiuni și opțiuni programabile, configurația aparatului fiind dimensionată, astfel încât să satisfacă modul de operare de bază, destinat rezolvării complete și unitare a problemelor consumatorilor casnici, care include un contor de gaz metan cu debitul corectat în funcție de temperatură și presiune (**PORT.0**), un contor de apă caldă menajeră care poate înregistra atât cantitatea de apă, cât și energia termică consumată (**PORT.1** și **0.2**), un contor de apă rece (**PORT.2** fără **0.2**), și un contor de energie termică pentru apă caldă în sistem bitubular închis (**PORT.3** și **0.4**), pentru măsurarea consumului de gaz metan, apă caldă și apă rece, având în vedere că aceste consumuri sunt intermitente și fluctuante în limite largi, se poate măsura cantitatea de fluid, cu ajutorul unui bloc de numărătoare (**Q.0-T...Q.3-T**) și al unor traductoarele de debit tip turbină, iar pe baza acestei configurații a aparatului, sunt posibile, numai prin programare și selecție adecvată a traductoarelor, o multitudine de alte moduri de operare care permit măsurarea în deplină concordanță cu situațiile reale, a energiei termice transportate prin apă caldă sau fierbinte și abur supraîncălzit, și a cantității fluidelor menționate, în sisteme termice și de termoficare monotubulare, bitubulare și tritubulare, cu racordarea consumatorilor în circuit închis și returnare totală, parțială sau fără returnarea agentului termic, structura hardware și software a aparatului permițând eliminarea erorilor de metodă din cazul aburului supraîncălzit, prin luarea în considerare a temperaturii sursei de apă rece, a consumului de agent termic și a energiei termice, returnată prin condensat și din

cazul apei calde menajere, prin luarea în considerare a temperaturii sursei de apă rece, a consumului de apă și a celui de energie termică, iar pentru reducerea erorii generate de variația cu presiunea a volumului specific și entalpiei apei, efectul presiunii apei poate fi luat în con-

5 siderare, fie numai prin programarea valorilor nominale, deci fără a se mări complexitatea aparatului, fie prin măsurarea efectivă a presiunii apei, în funcție de modul de operare și de nivelul acceptat al erorii menționate.

Președintele comisiei de examinare: **ing. Erhan Valeriu**

Examinator: **ing. Popescu Livia**

