

(19) OFICIUL DE STAT
PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
București

ROMÂNIA



(11) **RO 132113 B1**

(51) **Int.Cl.**

F24S 10/40 (2018.01),

F24S 10/95 (2018.01),

F28D 15/02 (2006.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2017 00127**

(22) Data de depozit: **02/03/2017**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/07/2022** BOPI nr. **7/2022**

(41) Data publicării cererii:
30/08/2017 BOPI nr. **8/2017**

(73) Titular:
• **JEFLEA IOAN CRISTIAN,**
STR. IZVORULUI, NR.2, DEVA, HD, RO

(72) Inventatori:
• **JEFLEA IOAN CRISTIAN,**
STR. IZVORULUI, NR.2, DEVA, HD, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
WO 2009000129 A1; US 2013/0298898 A1

(54) **COLECTOR SOLAR DE ÎNALTĂ EFICIENȚĂ,
CU REGULATOR DE TEMPERATURĂ**

Examinator: ing. **DELIA TIRON**



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de acordare a acesteia

RO 132113 B1

RO 132113 B1

1 Inventția se referă la un colector solar de înaltă eficiență cu tuburi termice, destinat
2 captării și conversiei în condiții de siguranță a energiei provenite de la radiația solară în
3 energie termică nepoluantă pentru prepararea de apă caldă menajeră respectiv producerea
4 de agent termic pentru aplicații tehnologice de încălziri casnice sau industriale.

5 Există o mare varietate de soluții tehnice privind schimbul de căldură între două
6 sisteme termodinamice, care se bazează pe utilizarea tubului termic. Tubul termic este
7 principial constituit dintr-o incintă alungită, vidată, în interiorul căreia se află un lichid aflat în
8 echilibru cu vaporii săi, care printr-un ciclu continuu de vaporizare respectiv condensare
9 poate asigura schimbul de căldură între două medii. Un mediu constituie sursa caldă la un
10 capăt iar în acesta se regăsește poziționat segmentul aferent tubului termic denumit vaporizator
11 și un mediu la celălalt capăt, care reprezintă sursa rece și în care se află segmentul
12 denumit condensator. Ca atare tuburile termice conductoare transferă căldură de la un corp
13 cald la un corp rece. Ca soluție tehnică cunoscută, tubul termic este o sondă din cupru
14 închisă la ambele capete, vidată și care în mod uzual conține o cantitate de substanță non-
15 toxică care ocupă aproximativ 20% din volumul său. Atmosfera sub vid din interiorul tubului
16 termic face ca această substanță să fiarbă la o temperatură joasă (25~30°C), trecând din
17 fază lichidă în fază gazoasă. Pentru a trece în fază gazoasă, fluidul absoarbe o anumită
18 cantitate de căldură numită căldură latentă de vaporizare. Această cantitate de căldură va
19 fi cedată la trecerea inversă din faza gazoasă în faza lichidă, în tubul termic schimbarea
20 inversă de fază are loc la capătul denumit condensator. Aici substanța condensează și
21 cedează căldura absorbită la vaporizare. În timpul funcționării tubului termic acest ciclu are
22 loc continuu, transferând căldura de la corpul cald la corpul rece. Datorită fenomenelor de
23 vaporizare și condensare a lichidului interior, conductivitatea termică a tubului termic este
24 de sute sau chiar mii de ori mai mare ca a unui conductor metalic omogen având același
25 volum.

26 Sistemele de captare a energiei termice provenite de la radiația solară se produc sub
27 diverse modele și tehnologii. Referindu-ne strict la cele care au în componență tuburi
28 termice, este cunoscut faptul că transferul de căldură de la condensator la fluidul solar se
29 poate realiza într-un mod direct sau indirect, adică condensatorul poate fi înmuiat direct în
30 fluidul solar, numit și de tip umed sau condensatorul poate fi plasat într-o teacă (ștuț), care
31 este un element intermediar în transferul de căldură de la condensator la fluidul solar, numit
32 și de tip uscat, această teacă în sine fiind în contact direct cu fluidul solar. Astfel, colectorul
33 solar cu tuburi termice are ca element principal un schimbător de căldură a cărui structură
34 este alcătuită dintr-o carcasă de diferite forme în care se află elementele de transmisie a
35 căldurii (condensatoarele tuburilor termice), care pot fi în contact direct sau indirect cu
36 lichidul, denumit și fluid solar, care circulă prin schimbătorul de căldură și preia fluxul termic
37 de la elementele de încălzire. Rolul schimbătorului de căldură, aferent colectorului solar, este
38 esențial pentru conversia cu randament ridicat a energiei provenite de la radiația solară în
39 energie termică. De asemenea, o problemă foarte importantă în ceea ce privește construcția
40 colectorului solar constă în aceea că trebuie să asigure transferul termic în condiții de
41 siguranță, în special în perioadele cu radiație solară intensă și consum redus de căldură,
42 denumită și perioadă de stagnare.

43 Se cunosc din documentul **WO 2009000129 A1** niște tuburi vidate pentru
44 colectoarele solare. Un tub vidat este constituit dintr-un corp de sticlă vidat, având la interior
45 două sau mai multe tuburi termice, dispuse în paralel cu axa corpului de sticlă. La interior
46 tubul vidat mai cuprinde și o manta de formă cilindrică, aceasta se extinde de-a lungului
47 tubului vidat și este legată de tuburile termice astfel încât să se producă schimbul de căldură.

RO 132113 B1

În scopul obținerii unui randament termic superior, se cunoaște un colector solar conform documentului **US 2013/0298898 A1**, care este compus din mai multe tuburi vidate din sticlă, iar în interiorul fiecărui tub de sticlă se află câte patru tuburi termice. Condensatoarele aferente tuburilor termice sunt introduse în grupuri de câte patru ștuțuri, care sunt fixate într-un schimbător de căldură de tip uscat.

Tot cu scopul creșterii eficienței energetice se mai cunosc de asemenea colectoarele solare, conform documentelor **US 2012/0204860 A1** și respectiv **US 20110253127 A1**, care sunt compuse din tuburi vidate din sticlă, iar în interiorul fiecărui tub de sticlă se află două tuburi termice. Condensatoarele aferente perechilor de tuburi termice sunt introduse în câte două ștuțuri care sunt fixate grupat într-o conductă ce formează un schimbător de căldură de tip uscat al unui colector solar.

Se mai cunoaște colectorul solar, din documentul **US 8967136 B2** compus din mai multe tuburi vidate de sticlă, în interiorul cărora se află câte un tub termic al cărui condensator este introdus într-o teacă, care este fixată în conducta colectorului solar de tip uscat.

Așa cum se poate observa, soluțiile tehnice prezentate în invențiile de mai sus au la bază colectoare solare de tip uscat, adică transferul de căldură dintre condensatoarele aferente tuburilor termice și fluidul solar, se produce în mod indirect, prin intermediul unor grupuri de teci fixate în schimbătorul de căldură. Acest mod de conectare al tubului termic în colectorul de preluare a căldurii prezintă câteva dezavantaje:

- transferul termic de la peretele condensatorului aferent tubului termic la fluidul care circulă prin schimbătorul de căldură se realizează prin conducție în două medii respectiv prin două rezistențe termice înseriate. O rezistență termică datorată peretelui cilindric în care este introdus condensatorul tubului termic respectiv o rezistență termică datorată spațiului dintre peretele condensatorului tubului termic și peretele cilindric în care este introdus acesta. Aceste două rezistențe termice înseriate au ca efect reducerea transferului termic de la tubul termic la fluidul care circulă prin colector și care preia acest flux termic. Acest tip de dezavantaj, specific acestor schimbătoare de căldură de tip uscat și care se reflectă în reducerea eficienței energetice a colectorului solar, se urmărește a se micșora iar pentru a îmbunătății transferul termic se introduce o pastă termoconductoare în spațiul dintre condensatorul tubului termic și teaca în care acesta este introdus. Această operațiune este necesar să se efectueze periodic iar pe lângă faptul că presupune personal specializat, implică și anumite riscuri datorate poziționării colectorului solar de cele mai multe ori la înălțime. În condițiile în care operațiunea de curățare respectiv de reintroducere a pastei termoconductoare nu se face la timp, randamentul colectorului solar scade substanțial;

- modalitatea de așezare a tecilor în schimbătorul de căldură creează probleme în ceea ce privește regimul de curgere, cu efect direct asupra transferului termic de la teci la fluidul solar și implicit asupra reducerii randamentului termic. Este știut faptul că transferul termic se produce în condiții eficiente într-un regim de curgere turbulent, regim care depinde în mod direct de viteza de curgere, de vâscozitatea fluidului cât și de configurația hidraulică respectiv de existența unor promotori de turbulență. Astfel, după cum este prezentat și în invenția din documentul **US 2012/0204860 A1**, este foarte importantă alegerea distanței dintre tecile imersate în schimbătorul de căldură. Distanța dintre două teci consecutive, aflate pe direcția de curgere, trebuie aleasă astfel încât fluidul solar să aibă un regim de curgere turbulent în jurul fiecărei teci din interiorul schimbătorului de căldură. Chiar și în condițiile stabilirii distanței optime dintre teci, regimul de curgere se poate schimba atât datorită modificării vâscozității fluidului solar odată cu temperatura cât și datorită modificării vitezei de curgere spre exemplu în situația când s-ar utiliza pompă de circulație cu turație variabilă (pentru economisirea de energie electrică) sau chiar și în condițiile montării colectorului solar

RO 132113 B1

1 într-un circuit care presupune o rezistență hidraulică diferită de cea în care a fost determinată
distanța optimă dintre teci. În situația în care există teci alăturate pe lângă cele consecutive
3 aflate pe direcția de curgere, conform cu invenția din documentul **US 2013/0298898 A1**,
problematika regimului de curgere respectiv a transferului termic devine foarte complexă și
5 poate conduce chiar la anularea avantajului utilizării a patru tuburi termice într-un singur tub
de sticlă vidată. Așa cum s-a arătat, regimul de curgere în condiții reale este variabil în timp
7 și depinde de mai mulți factori (viteza de curgere, vâscozitate, densitate) astfel încât aceste
colectoare solare sunt limitate din punct de vedere al eficienței energetice și nu se pot utiliza
9 la randament maxim independent de caracteristicile hidraulice ale rețelei în care sunt incluse.

Trebuie precizat că dezavantajele descrise mai sus și care în principal se reflectă
11 asupra modului de transfer termic, influențează termodinamic inclusiv funcționarea tubului
termic. Așa cum a fost prezentat mai sus, procesul de vaporizare-condensare se desfășoară
13 optim atunci când este asigurat procesul de condensare. În situația în care transferul termic
de la condensator la fluidul solar se înrăutățește, consecința directă este că procesul de
15 condensare care are loc în interiorul tubului termic se reduce sau chiar se stopează, aceasta
influențând direct și procesul de vaporizare, care va determina limitarea tubului termic în
17 ceea ce privește transportul de energie termică.

Sunt întâlnite frecvent situațiile în care datorită supraîncălzirii locale în perioadele de
19 stagnare, condensatorul tubului termic se sudează, datorită temperaturii foarte mari, de teaca
în care acesta este introdus, iar datorită acestui fapt mentenanța periodică a elementului
21 respectiv nu se mai poate efectua. O situație foarte periculoasă se poate produce în perioada
de stagnare totală respectiv atunci când nu există consum și nu se preia căldură de la tubul
23 termic, iar aceasta coincide cu o perioadă de radiație solară intensă. În asemenea situație,
dacă nu se iau măsuri de răcire forțată, zona de contact dintre tubul termic și colector se
25 supraîncălzește ducând la deformări plastice care ulterior conduc la defectarea și scoaterea
prematură din uz a colectorului solar respectiv a întregului ansamblu solar.

27 Se mai cunoaște documentul **CA 1141614 A**, care prezintă un colector solar de tip
umed și care are introdus în interiorul acestuia condensatorul unui tub termic.

29 În ceea ce privește acest tip de colector solar, se pot distinge câteva dezavantaje:
- din modul cum este prezentat în invenție, acest tip de schimbător de căldură de tip
31 umed prezintă același tip de dezavantaj ca și la tipul de schimbător de tip uscat respectiv
datorită modului cum are loc curgerea fluidului solar pe lângă condensatorul tubului termic.
33 Deși condensatorul tubului termic este imersat în fluidul solar, eliminând astfel rezistența
termică de contact, în lipsa unor promotori de turbulență cât și datorită distanței dintre
35 condensatoare, pot să se producă regimuri de curgere laminare, care să înrăutățească
schimbul de căldură și astfel să scadă eficiența colectorului solar;

37 - modalitatea de etanșare la trecerea tubului termic prin carcasa schimbătorului de
căldură, prezintă dezavantajul major al lipsei de stabilitate în timp, în special datorită faptului
39 că etanșarea se realizează prin compresiune, prin intermediul unei garnituri, într-o zonă cu
temperaturi înalte. Datorită temperaturilor ridicate care se regăsesc la contactul dintre tubul
41 termic cu garnitura de etanșare, se produce o îmbătrânire rapidă a materialului, ceea ce
conduce la distrugerea acestei garnituri și astfel la pierderea etanșeității schimbătorului de
43 căldură. Odată cu pierderea etanșării are loc și pierderea fluidului solar și respectiv
scoaterea din uz a colectorului solar. În egală măsură, o mentenanță care ar presupune
45 schimbarea periodică a tuturor acestor garnituri ar trebui efectuată de personal specializat.

RO 132113 B1

În aceste condiții, se pot estima costuri ridicate cu întreținerea;	1
- o situație foarte periculoasă se poate produce în perioada de stagnare totală respectiv atunci când nu există consum și nu se preia căldură de la tubul termic, iar aceasta coincide cu o perioadă de radiație solară intensă. În această situație, luând în considerare modalitatea de etanșare la trecerea tubului termic prin carcasa schimbătorului de căldură, se poate anticipa o distrugere rapidă a garniturilor de etanșare datorită temperaturilor foarte mari care se produc în asemenea cazuri și respectiv scoaterea prematură din uz a colectorului solar.	3 5 7
De asemenea, se mai cunoaște din documentul US 4217882 A un colector solar cu tub termic de tip umed și conform căreia prin intermediul unui tub termic al cărui condensator este introdus într-un recipient izolat este încălzită o cantitate de apă conținută în acel rezervor.	9 11
La acest tip de colector solar, cu schimbător de căldură de tip umed, se pot distinge câteva dezavantaje:	13
- datorită existenței rezervorului de acumulare, greutatea totală a colectorului solar este mare fapt care impune anumite restricții în ceea ce privește locul de montaj. Spre exemplu, în eventualitatea montării pe acoperișuri, trebuie ținut cont de structura de rezistență a acoperișului, care poate fi suprasolicitată;	15 17
- imersarea condensatorului aferent tubului termic în interiorul lichidului din rezervor elimină rezistența termică de contact specifică schimbătoarelor de căldură uscate dar în același timp, datorită modului cum se realizează transferul termic la acest tip de schimbător de căldură, apar probleme în ceea ce privește timpul de încălzire al lichidului din rezervor. Transferul termic se realizează mai lent datorită circulației naturale care are loc în interiorul recipientului, iar timpul de încălzire al lichidului este mai mare decât în cazul situațiilor în care circulația are loc forțat;	19 21 23 25
- la acest tip de colector solar, datorită faptului că rezervorul de acumulare este unitar cu zona de colectare de radiații solare, nu se poate folosi în perioadele cu temperaturi negative în principal datorită pericolului de îngheț a apei din rezervor.	27
Se cunoaște din documentul US 2011/0203572 A1 un schimbător de căldură care ocolește parțial sau total colectorul solar în perioada de stagnare, reducând temperatura instalației de acumulare a energiei solare prin disiparea în atmosferă.	29 31
Stoparea temperaturii de supraîncălzire care apare în perioadele de stagnare prin ocolirea parțială sau totală a colectorului solar printr-un schimbător de căldură extern așa cum este prezentat în invenția de mai sus, are dezavantajul creșterii costurilor odată cu introducerea acestui schimbător de căldură extern, care este un schimbător de tipul apă-aer. De asemenea, prin ocolirea colectorului solar se protejează de supraîncălzire doar instalația de acumulare a energiei solare. În situația în care colectorul solar este ocolit în totalitate, acesta rămâne expus la supraîncălzire și respectiv la deteriorare datorită reducerii sau opririi circulației de agent solar prin schimbătorul de căldură aferent colectorului solar.	33 35 37 39
Se mai cunoaște din documentul CA 2712003 A1 un colector solar prin care temperatura de stagnare este redusă cu ajutorul unor scuturi care se poziționează, acționate fiind de un mecanism, în fața panoului solar și astfel reducând radiația solară propagată asupra colectorului solar respectiv reducând temperatura de stagnare.	41 43
Realizarea protecției la supraîncălzire prin interpunerea unor scuturi care să oprească propagarea radiației solare spre colectorul solar prezintă dezavantajul că mecanismul de comandă aferent acestor scuturi necesită o întreținere calificată iar în perioadele de iarnă mecanismul respectiv scuturile se pot bloca datorită zăpezii sau gheții care inevitabil se vor depune pe suprafețele colectorului. De asemenea, construcția este suficient de complicată astfel încât să se ajungă la costuri de realizare substanțiale.	45 47 49

RO 132113 B1

1 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui colector de
energie solară, utilizând schimbătoare de căldură cu tub termic, care să realizeze captarea
3 și transferul unui flux termic superior, raportat la suprafața expusă la radiații solare, iar în
același timp să permită conversia radiației solare în căldură, cu un randament termic ridicat,
5 să fie eficient în condiții de radiații solare reduse și să poată funcționa în condiții de siguranță
în perioadele cu radiații solare intense, permițând o flexibilitate în exploatare.

7 Colectorul solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură, conform invenției
rezolvă problema tehnică prin aceea că este constituit din niște baterii termice, fiecare
9 baterie este prevăzută, la partea inferioară, cu un corp din sticlă borosilicat cu pereți dubli,
în care sunt dispuse niște tuburi termice care sunt fixate de o manta metalică profilată,
11 fiecare tub având la partea superioară câte un condensator. Fiecare baterie termică este
prevăzută în partea superioară cu patru schimbătoare de căldură de tip umed, iar fiecare
13 schimbător cuprinde niște elemente de prelungire și niște coturi, sudate între ele, și câte un
subansamblu, alcătuit dintr-o piesă tronconică de închidere și o piesă de tip „T”, în care intră
15 condensatorul tubului termic prevăzut cu o spirală, de asemenea în spațiul central, rezultat
din montajul celor patru schimbătoare de căldură, este poziționat un al cincilea schimbător
17 de căldură, ce pătrunde în corp, prevăzut cu un tub central și o cămașă exterioară și care
la partea superioară prezintă o intrare prevăzută cu un element de legătură, care printr-un
19 cot, este legat la o piesă de tip „T”, prevăzută cu o ieșire constituită dintr-un alt element de
legătură, iar la partea inferioară se continuă cu o piesă tronconică, un element de legătură
21 și un capac.

23 Colectorul solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură, conform invenției, are
fiecare schimbător de căldură de tip umed alcătuit dintr-o piesă tronconică de închidere
sudată de tubul termic, iar subansamblul astfel constituit este sudat de o piesă de tip „T”,
25 urmată de o piesă de prelungire și de un cot, formând astfel un ansamblu nedemontabil.

27 Colector solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură în care circulația
fluidului prin succesiunea celor patru schimbătoare de căldură de tip umed, se realizează
alternant, în echicurent și în contracurent, condițiile de turbulență asigurate de spirală 3
29 condensatorului sunt amplificate la trecerea dintr-un schimbător de căldură în altul, atât prin
forma cilindrică a unui astfel de schimbător, cât și prin forma circulară a canalelor de legătură
31 formate între schimbătoarele de căldură care favorizează o curgere centrifugală pe o direcție
elicooidală.

33 Colectorul solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură are prevăzut în centrul
celor patru schimbătoare de căldură de tip umed, este introdus un al cincilea schimbător de
35 căldură, de tip țeavă în țeavă.

37 Colectorul solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură are în componență
o baterie termică care cuprinde cel puțin două de schimbătoare de căldură, conectate
hidraulic între ele.

39 Colectorul solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură are schimbătoarele
de căldură ale bateriilor conectate între ele hidraulic, astfel încât să se formeze un circuit
41 principal cu rol de preluare a căldurii de la sursa caldă, constituită din condensatoarele
tuburilor termice, de asemenea un circuit secundar este realizat prin conectarea hidraulică
43 a schimbătoarelor aflate în centrul fiecărei baterii, astfel încât acest circuit să aibă rol de
regulator termic.

45 Colectorul solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură are două dintre
schimbătoarele de căldură ale unei baterii termice înseriate pe un circuit principal, formând
47 un traseu de ducere, iar celelalte două schimbătoare sunt înseriate pe un al doilea circuit
principal, formând un traseu de întoarcere, iar aceste două circuite formează împreună un

RO 132113 B1

traseu primar, prin racordarea lor la capătul de ieșire respectiv, de intrare corespunzătoare celor două circuite principale, în timp ce circuitul secundar, cu rol de regulator termic, este constituit prin înserierea succesivă a schimbătoarelor de căldură din centrul bateriilor. 1
3

Colectorul solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură are două dintre schimbătoarele de căldură ale unei baterii înseriate pe un circuit principal, celelalte două schimbătoare sunt înseriate pe un al doilea circuit principal, iar aceste două circuite principale sunt conectate în paralel atât la intrare cât și la ieșire, în timp ce circuitul secundar este constituit prin înserierea succesivă a schimbătoarelor de căldură din centrul bateriilor. 5
7

Colectorul solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură are al cincilea schimbător de căldură prevăzut în partea inferioară, în zona de întoarcere a fluidului în schimbătorul de căldură, cu un bulb metalic, de asemenea schimbătorul mai este constituit din alăturarea prin sudare a unui capac, cu un element de legătură și cu o piesă tronconică, acest montaj aflându-se în contact termic cu partea de vaporizare a tuburilor termice cu mantaua metalică profilată, pe o lungime echivalentă cu înălțimea corespunzătoare unui volum de aproximativ 20% din volumul total al tubului termic, adică în porțiunea inferioară unde se acumulează lichidul pe baza căruia funcționează procesul de vaporizare-condensare din tubul termic. 9
11
13
15
17

Colectorul solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură, pentru a funcționa în condiții de siguranță în perioadele cu radiație solară intensă care se suprapun și cu un consum redus sau fără consum de agent termic, are prevăzut un circuit auxiliar de răcire, care împreună cu circuitul realizat prin conectarea hidraulică înseriată a schimbătoarelor de căldură din centrul bateriilor, reduce procesul de vaporizare care are loc în tuburile termice, atunci când temperatura fluidului solar la ieșire din colectorul solar depășește o valoare maximă de siguranță, micșorând progresiv fluxul termic transportat de tuburile termice odată cu creșterea debitului de recirculare a unei părți din fluidul solar de la intrarea în colectorul solar, prin deschiderea progresivă comandată de funcționarea automată a unui ventil de descărcare termică, iar apoi prin schimbătoarele de căldură din centrul bateriilor înseriate și retur în aspirația unei pompe de circulație, procesul revenind în schemă normală prin reducerea progresivă automată până la stoparea debitului recirculat prin ventilul de descărcare termică odată cu restabilirea temperaturii la ieșire din colectorul solar la o valoare situată sub limita maximă de siguranță. 19
21
23
25
27
29
31

Colectorul solar de înaltă eficiență cu regulator de presiune, pentru a funcționa eficient și în perioadele cu radiație solară redusă, este prevăzut un circuit auxiliar de încălzire, care împreună cu circuitul realizat prin conectarea hidraulică înseriată a schimbătoarelor de căldură din centrul bateriilor, intensifică procesul de vaporizare din tuburile termice atunci când temperatura fluidului solar la ieșire din colectorul solar are o valoare sub limita minimă cerută de procesul de furnizare a agentului termic, crescând progresiv fluxul termic transportat de tuburile termice odată punerea în funcție a unui încălzitor electric și deschiderea unui ventil comandat electric respectiv, realizarea unui debit de încălzire, cu ajutorul unei pompe de circulație, prin circuitul format între ieșirea din colectorul solar, încălzitorul electric, ventilul comandat electric, succesiunea de schimbătoare de căldură din centrul bateriilor și retur în aspirația pompei de circulație, circuitul revenind automat la schemă normală de funcționare prin deconectarea încălzitorului electric și închiderea ventilului comandat electric odată cu atingerea temperaturii minime cerute de proces la ieșirea din colectorul solar. 33
35
37
39
41
43
45

Colectorul solar de înaltă eficiență cu tuburi termice, conform invenției, prezintă următoarele avantaje: 47

- funcționare eficientă inclusiv în condiții de radiații solare reduse;

RO 132113 B1

- 1 - funcționare sigură inclusiv în condiții de expunere la radiații solare intense;
 - 2 - randament superior față de colectoarele solare existente;
 - 3 - raportat la aceeași suprafață expusă la radiațiile solare, preia un flux termic superior față de colectoarele solare existente;
 - 4 - exploatare și întreținere ușoară inclusiv în perioadele cu temperaturi negative;
 - 5 - poate fi integrat în cicluri termodinamice pe post de vaporizator;
 - 6 - poate fi construit într-o gamă variată de tipodimensiuni, permițând realizarea de conexiuni hidraulice de tip serie-paralel, în funcție de parametrii pe care trebuie să îi asigure.
- 7 Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...5 care reprezintă:
- 8 - fig. 1, vedere baterie termică colector solar;
 - 9 - fig. 2, schemă hidraulică colector solar în varianta de bază;
 - 10 - fig. 3, schemă hidraulică colector solar în varianta pentru radiații solare reduse;
 - 11 - fig. 4, schemă hidraulică colector solar în varianta pentru debit mărit;
 - 12 - fig. 5, vedere montaj baterii termice colector solar.

13 Colectorul solar de înaltă eficiență cu tuburi termice, conform invenției, este alcătuit din niște baterii termice (conform fig. 1) realizare fiecare din ansamble metalice de câte patru schimbătoare de căldură de tip umed și câte un schimbător de căldură de tip țeavă în țeavă. Fiecare schimbător de căldură de tip umed este confecționat prin îmbinarea sudată a unor elemente **1** de prelungire și niște coturi **2**, cât și a subansamblelor, realizate de asemenea prin sudarea elementelor adiacente, compuse dintr-un condensator al unui tub **TT** termic în jurul căruia se află atașată o spirală **3**, cu rol de promotor de turbulență, o piesă **4** tronconică de închidere și o piesă **5** de tip "T". În spațiul central, rezultat din montajul pachetului de schimbătoare de căldură astfel realizate, se află poziționat un al cincilea schimbător de căldură din metal, de tip țeavă în țeavă, construit prin conectarea sudată dintre o cămașă **6** exterioară, o piesă **7** tronconică, un element **8** de legătură cu diametrul majorat, un capac **9** și având intrarea și ieșirea realizate cu ajutorul unei piese **10** de tip "T", de care este atașat la interior un tub **11** central, iar la exterior un cot **12**. Pachetul rezultat prin alăturarea segmentelor de vaporizare aferente tuburilor termice, cu partea inferioară a schimbătorului de căldură de tip țeavă în țeavă și cu o manta **13** metalică profilată, formează un grup compact aflat în contact termic, care este introdus într-un corp **14** de sticlă borosilicat cu pereți dubli, spațiul dintre pereți fiind vidat și având rolul de izolator termic și de absorbant de radiații solare. Bateriile termice realizate conform celor de mai sus se conectează hidraulic între ele (conform fig. 2), astfel încât vor rezulta un circuit principal, cu rol de preluare a căldurii de la sursa caldă și un circuit secundar, cu rol de regulator termic. Pe circuitul principal, bateriile se vor conecta prin intermediul unor elemente **15** de legătură, pe intrare, iar pe ieșire prin niște elemente **16** de legătură și intermediar printr-un tronson **17** de legătură, iar pe circuitul secundar se vor conecta prin niște elemente **18** de legătură, pe intrare și alte elemente **19** de legătură, pe ieșire. Așa cum se poate observa din varianta constructivă din fig. 2, pe circuitul primar se mai regăsesc un ventil **Vt** de descărcare termică, un ventil **Ve** electric și un încălzitor **IE** electric. În funcție de temperatura de la ieșire din colectorul solar, schema hidraulică astfel realizată permite funcționarea în trei situații distincte.

43 În situația în care colectorul solar funcționează în condiții caracterizate de o radiație solară redusă, posibilitate care poate fi datorită unei perdele de nori sau perioadei de răsărit sau asfințit, când temperatura fluidului solar la ieșire din circuitul primar este mai mică decât valoarea minimă pe care trebuie să o asigure colectorul solar, prin deschiderea ventilului **Ve** electric și având ventilul **Vt** de descărcare termică închis, o parte din fluidul solar de la ieșire

RO 132113 B1

din colectorul solar este dirijată, datorită diferenței de presiune, prin circuitul secundar format din schimbătoarele de căldură de tip țevă în țevă, în aspirația unei pompe **PC** de circulație. Prin cuplarea încălzitorului **IE** electric, fluidul solar recirculat începe să crească temperatura în zona de contact termic dintre schimbătorul de căldură de tip țevă în țevă și partea de vaporizare aferentă tuburilor termice. Zona de contact termic dintre schimbătorul de căldură de tip țevă în țevă și tuburile termice respectiv mantaua **13** metalică profilată, se realizează pe o lungime echivalentă cu înălțimea corespunzătoare unui volum de aproximativ 20% din volumul total al tubului termic, adică exact în porțiunea inferioară unde se acumulează lichidul pe baza căruia se desfășoară procesul de vaporizare-condensare respectiv de transfer termic în tubul termic. Odată cu creșterea temperaturii în zona de contact termic cu tuburile termice, se intensifică ciclul de vaporizare-condensare din interiorul tubului termic respectiv se intensifică fluxul termic transportat la fluidul solar. Schema hidraulică se menține în această configurație până în momentul când se depășește temperatura minimă necesară, la ieșire din colectorul solar, moment în care circuitul revine în forma normală de funcționare prin deconectarea încălzitorului **IE** electric și închiderea ventilului **Ve** electric. În egală măsură, circuitul de încălzire poate fi utilizat și în situații cu temperaturi exterioare negative respectiv pentru a prevenii înghețul instalației în condițiile în care în circuit nu este introdusă soluție anti-îngheț. În asemenea situații, cu temperaturi exterioare negative, se va realiza o recirculație prin circuitul secundar, similară celei descrise mai sus, până în momentul în care temperatura la ieșire din colectorul solar atinge o valoare pozitivă care să preîntâmpine înghețul și deteriorarea instalației solare.

În situația în care colectorul solar funcționează în condiții caracterizate de o radiație solară normală iar temperatura la ieșire din colector se află în limitele cerute de procesul de furnizare a agentului termic, circulația fluidului solar se realizează prin circuitul primar, respectiv prin schimbătoarele de căldură de tip umed iar circuitul secundar se află în stare de așteptare, cu încălzitorul **IE** electric deconectat, ventilul **Ve** electric închis și ventilul **Vt** de descărcare termică închis.

În situația în care colectorul solar funcționează în condiții caracterizate de o radiație solară intensă, care poate să coincidă și cu o lipsă de cerere de agent termic, iar temperatura fluidului solar la ieșire din circuitul primar devine mai mare decât valoarea maximă pe care trebuie să o asigure colectorul solar în condiții de siguranță, se deschide progresiv ventilul **Vt** de descărcare termică, ventilul **Ve** electric rămânând închis, iar o parte din fluidul solar de la intrare în colectorul solar este dirijată progresiv, datorită diferenței de presiune, prin circuitul secundar format din schimbătoarele de căldură de tip țevă în țevă, în aspirația pompei **PC** de circulație. Fluidul solar astfel recirculat începe să scadă progresiv temperatura în zona de contact termic dintre schimbătorul de căldură de tip țevă în țevă și partea de vaporizare aferentă tuburilor termice. Odată cu scăderea progresivă a temperaturii în zona de contact termic cu tuburile termice, se atenuază ciclul de vaporizare-condensare din interiorul tubului termic respectiv se reduce treptat fluxul termic transportat la fluidul solar. Schema hidraulică rămâne în acest regim până în momentul când temperatura la ieșire din colectorul solar scade sub valoarea maximă de siguranță, moment în care circuitul revine automat în forma normală de funcționare prin închiderea treptată a ventilului **Vt** de descărcare termică.

Pentru a realiza un transfer de căldură intens, în care influența modificării regimului de curgere la trecerea pe lângă elementele generatoare de căldură cât și a modificărilor hidrodinamice din colectorul solar să fie minimală, curgerea fluidului prin circuitul primar respectiv prin succesiunea de schimbătoare de căldură de tip umed se realizează alternant, în echicurent și în contracurent, iar condițiile de turbulență sunt asigurate de spirala **3**. Forma

RO 132113 B1

1 cilindrică a schimbătorului de căldură de tip umed, dată de piesa 5 de tip "T" și de elementul
1 de prelungire cât și forma circulară a canalelor de legătură dintre schimbătoarele de
3 căldură dată de coturile 2, în prezența spiralei 3, favorizează o curgere centrifugală pe o
5 direcție elicoidală, care se menține pe parcursul întregului circuit primar, astfel încât trans-
7 ferul de căldură se desfășoară în condiții optime pentru acest tip de schimbător de căldură.
9 Modalitatea de construcție a acestui schimbător de căldură de tip umed, îmbină avantajele
11 unui transfer de căldură nemijlocit (preluând fluxul termic de la peretele condensatorului
13 tubului termic la stratul limită al fluidului, fără interpunerea altor medii care să creeze
15 rezistențe termice împotriva propagării căldurii), prin convecție în regim de curgere turbulent,
17 cu avantajul posibilității constituirii în baterii realizate din mai multe schimbătoare de căldură
19 de tip umed. Construcția sudată a acestui tip de schimbător de căldură elimină necesitatea
21 intervenției în regim de mentenanță respectiv posibilitatea de apariție a unor neetanșeități
cauzate de condițiile de funcționare solicitante. În egală măsură, faptul că aceste baterii
termice sunt realizate prin sudarea elementelor componente, face posibilă introducerea
colectoarelor solare de acest tip în circuite care se află sub presiune ridicată. Datorită
posibilității de a funcționa la presiuni ridicate cât și datorită particularităților constructive
descrise mai sus, care sporesc eficiența colectorului solar, în condițiile în care se prevăd și
concentratori solari (oglinzi parabolice montate în partea posterioară a colectorului solar
astfel încât să reflecte razele solare înspre axa focală unde se va poziționa câte o baterie
termică), parametrii la ieșire din colectorul solar pot fi majorați astfel încât să poată funcționa
în cicluri termodinamice, cu funcție de vaporizator.

Limitarea la patru tuburi termice respectiv la două perechi de schimbătoare de
căldură de tip umed, s-a datorat posibilităților restrânse de achiziționare a tuburilor vidate de
sticlă borosilicat, dimensiunea standard uzuală a diametrului interior al acestor tuburi de
sticlă fiind de 47 mm. Din acest punct de vedere, în condițiile în care se produc tuburi vidate
de sticlă borosilicat cu diametrul interior de dimensiuni superioare celor uzuale, este posibilă
tehnic alcătuirea de baterii termice cu mai multe perechi de schimbătoare de căldură cu
tuburi termice. În varianta realizată cu baterii termice din patru schimbătoare de căldură
conform fig.1, s-a reușit punerea în evidență, atât la nivel teoretic cât și practic, a faptului că
fluxul termic preluat de o baterie termică, crește proporțional cu numărul de schimbătoare
de căldură dintr-o baterie. Astfel, în aceleași condiții de expunere la radiații solare, fluxul
termic preluat de colectorul solar crește proporțional cu numărul de baterii termice din care
este alcătuit.

Datorită modului versatil de realizare a bateriilor termice, se pot construi diverse
conexiuni hidraulice de tipul serie-paralel, în funcție de scopul urmărit. Astfel, în fig.3 este
prezentată o altă variantă de montaj, în care s-a urmărit eficientizarea colectorului solar astfel
încât acesta să poată realiza performanțe mai bune în perioadele cu radiații solare reduse.
Așa cum se poate observa în fig.3, tuburile termice aflate în planul secund față de suprafața
expusă la radiații solare, sunt înseriate și formează un circuit de preîncălzire iar tuburile
termice aflate în primul plan formează un al doilea circuit în care fluidul solar intră preîncălzit
și respectiv iese cu o temperatură mai mare. Într-o altă variantă constructivă (prezentată în
fig.4), s-a urmărit creșterea debitului prin colectorul solar astfel încât să poată fi crescut
necesarul termic. Așa cum se poate observa din fig.4, tuburile termice aflate în planul secund
față de suprafața expusă la radiații solare, sunt înseriate și formează un prim circuit, care
este conectat în paralel cu al doilea circuit, format din înserierea tuburilor termice aflate în
primul plan de expunere la radiații solare. În ambele variante constructive, circuitul secundar
realizat prin înserierea schimbătoarelor de căldură de tip țevă în țevă, va avea același rol,
de regulator termic, a cărui funcționare a fost descrisă mai sus.

RO 132113 B1

Revendicări

1. Colector solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură constituit din niște baterii termice, fiecare baterie este prevăzută, la partea inferioară, cu un corp (14) din sticlă borosilicat cu pereți dubli, în care sunt dispuse niște tuburi (TT) termice care sunt fixate de o manta (13) metalică profilată, fiecare tub (TT) având la partea superioară câte un condensator, **caracterizat prin aceea că** fiecare baterie termică este prevăzută în partea superioară cu patru schimbătoare de căldură de tip umed, iar fiecare schimbător cuprinde niște elemente (1) de prelungire și niște caturi (2), sudate între ele, și câte un subansamblu, alcătuit dintr-o piesă (4) tronconică de închidere și o piesă (5) de tip „T”, în care intră condensatorul tubului (TT) termic prevăzut cu o spirală (3), de asemenea în spațiul central, rezultat din montajul celor patru schimbătoare de căldură, este poziționat un al cincilea schimbător de căldură, ce pătrunde în corp (14), prevăzut cu un tub (11) central și o cămașă (6) exterioară și care la partea superioară prezintă o intrare prevăzută cu un element (18) de legătură, care printr-un cot (12), este legat la o piesă (10) de tip „T”, prevăzută cu o ieșire constituită dintr-un alt element (19) de legătură, iar la partea inferioară se continuă cu o piesă (7) tronconică, un element (8) de legătură și un capac (9). 3 5 7 9 11 13 15 17
2. Colector solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** fiecare schimbător de căldură de tip umed este alcătuit dintr-o piesă (4) tronconică de închidere sudată de tubul (TT) termic, iar subansamblul astfel constituit este sudat de o piesă (5) de tip „T”, urmată de o piesă (2) de prelungire și de un cot (2), formând astfel un ansamblu nedemontabil. 19 21
3. Colector solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** circulația fluidului prin succesiunea celor patru schimbătoare de căldură de tip umed, se realizează alternant, în echicurent și în contracurent, condițiile de turbulență asigurate de spirală (3) condensatorului sunt amplificate la trecerea dintr-un schimbător de căldură în altul, atât prin forma cilindrică a unui astfel de schimbător, cât și prin forma circulară a canalelor de legătură formate între schimbătoarele de căldură care favorizează o curgere centrifugală pe o direcție elicoidală. 23 25 27 29
4. Colector solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** în centrul celor patru schimbătoare de căldură de tip umed, este introdus un al cincilea schimbător de căldură, de tip țeavă în țeavă. 31
5. Colector solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** o baterie termică cuprindă cel puțin două de schimbătoare de căldură, conectate hidraulic între ele. 33 35
6. Colector solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** schimbătoarele de căldură ale bateriilor sunt conectate între ele hidraulic, astfel încât să se formeze un circuit principal cu rol de preluare a căldurii de la sursa caldă, constituită din condensatoarele tuburilor (TT) termice, de asemenea un circuit secundar este realizat prin conectarea hidraulică a schimbătoarelor aflate în centrul fiecărei baterii, astfel încât acest circuit să aibă rol de regulator termic. 37 39 41
7. Colector solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură, conform revendicării 1 și 6, **caracterizat prin aceea că** două dintre schimbătoarele de căldură ale unei baterii termice sunt înseriate pe un circuit principal, formând un traseu de ducere, iar celelalte două schimbătoare sunt înseriate pe un al doilea circuit principal, formând un traseu de întoarcere, 43 45

RO 132113 B1

1 iar aceste două circuite formează împreună un traseu primar, prin racordarea lor la capătul
de ieșire respectiv, de intrare corespunzătoare celor două circuite principale, în timp ce
3 circuitul secundar, cu rol de regulator termic, este constituit prin înserierea succesivă a
schimbătoarelor de căldură din centrul bateriilor.

5 8. Colector solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură, conform revendicării
1 și 6, **caracterizat prin aceea că** două dintre schimbătoarele de căldură ale unei baterii
7 sunt înseriate pe un circuit principal, celelalte două schimbătoare sunt înseriate pe un al
doilea circuit principal, iar aceste două circuite principale sunt conectate în paralel atât la
9 intrare cât și la ieșire, în timp ce circuitul secundar este constituit prin înserierea succesivă
a schimbătoarelor de căldură din centrul bateriilor.

11 9. Colector solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură, conform revendicării
1, **caracterizat prin aceea că** al cincilea schimbător de căldură este prevăzut în partea
13 inferioară, în zona de întoarcere a fluidului în schimbătorul de căldură, cu un bulb metalic,
de asemenea schimbătorul mai este constituit din alăturarea prin sudare a unui capac (9),
15 cu un element (8) de legătură și cu o piesă (7) tronconică, acest montaj aflându-se în contact
termic cu partea de vaporizare a tuburilor termice cu mantaua (13) metalică profilată, pe o
17 lungime echivalentă cu înălțimea corespunzătoare unui volum de aproximativ 20% din
volumul total al tubului (TT) termic, adică în porțiunea inferioară unde se acumulează lichidul
19 pe baza căruia funcționează procesul de vaporizare-condensare din tubul (TT) termic.

21 10. Colector solar de înaltă eficiență cu regulator de temperatură, conform
revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** pentru a funcționa în condiții de siguranță în
23 perioadele cu radiație solară intensă care se suprapun și cu un consum redus sau fără
consum de agent termic, are prevăzut un circuit auxiliar de răcire, care împreună cu circuitul
realizat prin conectarea hidraulică înseriată a schimbătoarelor de căldură din centrul
25 bateriilor, reduce procesul de vaporizare care are loc în tuburile (TT) termice, atunci când
temperatura fluidului solar la ieșire din colectorul solar depășește o valoare maximă de
27 siguranță, micșorând progresiv fluxul termic transportat de tuburile (TT) termice odată cu
creșterea debitului de recirculare a unei părți din fluidul solar de la intrarea în colectorul solar,
29 prin deschiderea progresivă comandată de funcționarea automată a unui ventil (Vt) de
descărcare termică, iar apoi prin schimbătoarele de căldură din centrul bateriilor înseriate și
31 retur în aspirația unei pompe de circulație (PC), procesul revenind în schemă normală prin
reducerea progresivă automată până la stoparea debitului recirculat prin ventilul (Vt) de
33 descărcare termică odată cu restabilirea temperaturii la ieșire din colectorul solar la o valoare
situată sub limita maximă de siguranță.

35 11. Colector solar de înaltă eficiență cu tuburi termice, conform revendicării 1 și 9,
caracterizat prin aceea că pentru a funcționa eficient și în perioadele cu radiație solară
37 redusă, este prevăzut un circuit auxiliar de încălzire, care împreună cu circuitul realizat prin
conectarea hidraulică înseriată a schimbătoarelor de căldură din centrul bateriilor, intensifică
39 procesul de vaporizare din tuburile termice atunci când temperatura fluidului solar la ieșire
din colectorul solar are o valoare sub limita minimă cerută de procesul de furnizare a agen-
41 tului termic, crescând progresiv fluxul termic transportat de tuburile termice odată punerea
în funcție a unui încălzitor (IE) electric și deschiderea unui ventil (Ve) comandat electric
43 respectiv, realizarea unui debit de încălzire, cu ajutorul unei pompe (PC) de circulație, prin
circuitul format între ieșirea din colectorul solar, încălzitorul (IE) electric, ventilul (Ve) coman-
45 dat electric, succesiunea de schimbătoare de căldură din centrul bateriilor și retur în aspirația
pompei de circulație (PC), circuitul revenind automat la schemă normală de funcționare prin
47 deconectarea încălzitorului (IE) electric și închiderea ventilului (Ve) comandat electric odată
cu atingerea temperaturii minime cerute de proces la ieșirea din colectorul solar.

(51) Int.Cl.

F24S 10/40^(2018.01);

F24S 10/95^(2018.01);

F28D 15/02^(2006.01)

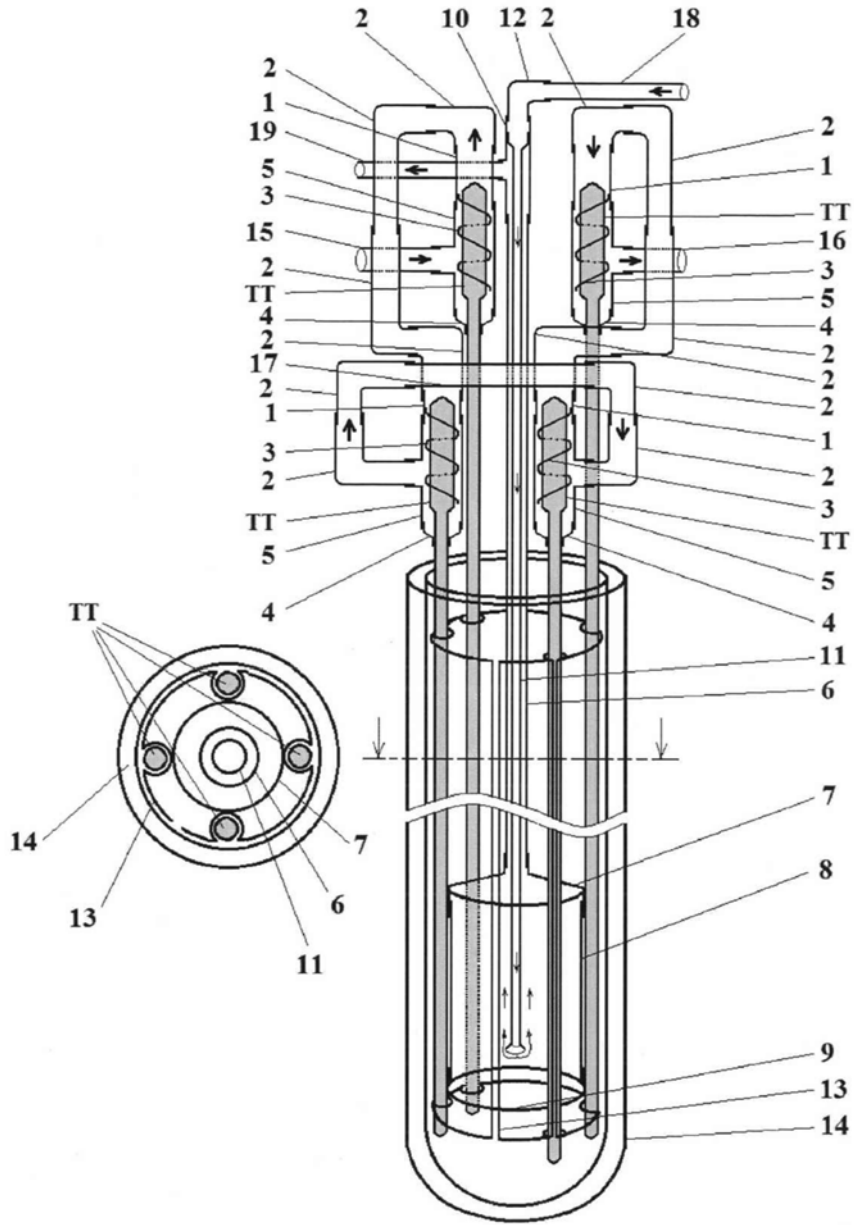


Fig. 1

(51) Int.Cl.

F24S 10/40 (2018.01);

F24S 10/95 (2018.01);

F28D 15/02 (2006.01)

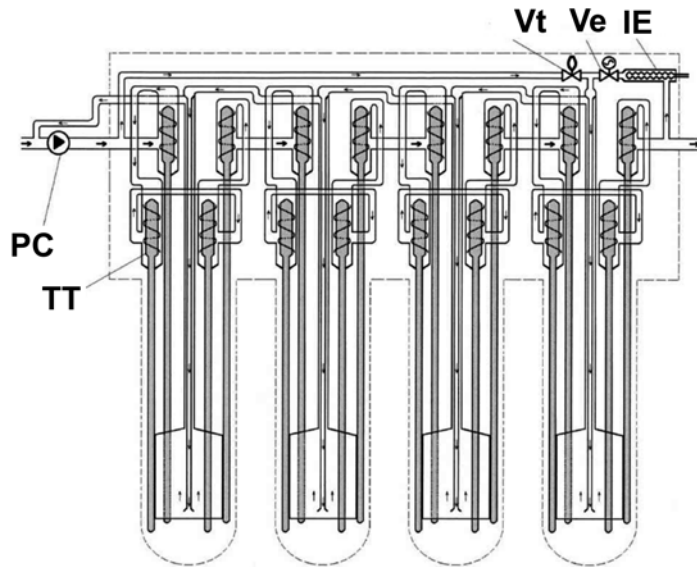


Fig. 2

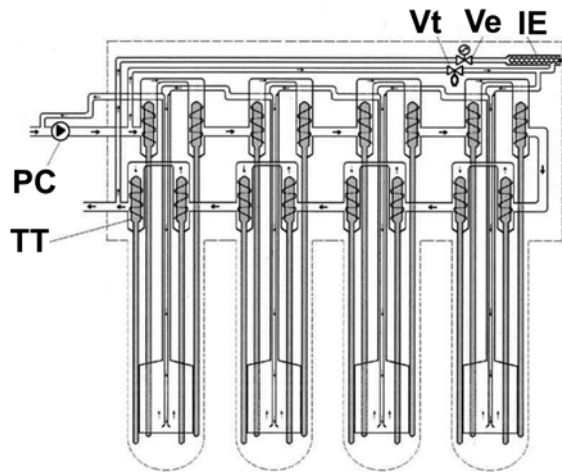


Fig. 3

(51) Int.Cl.

F24S 10/40^(2018.01);

F24S 10/95^(2018.01);

F28D 15/02^(2006.01)

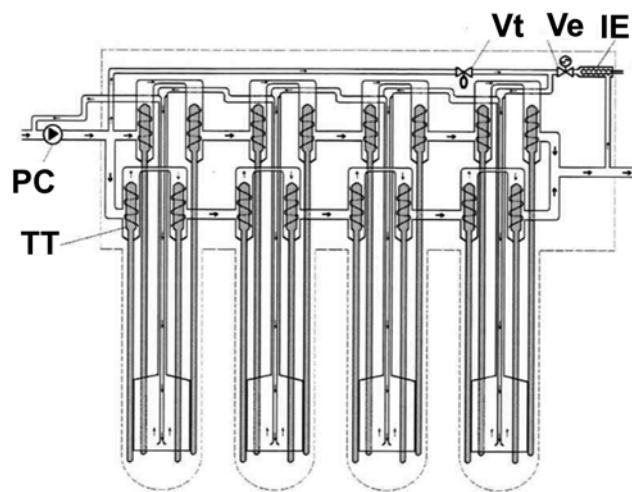


Fig. 4

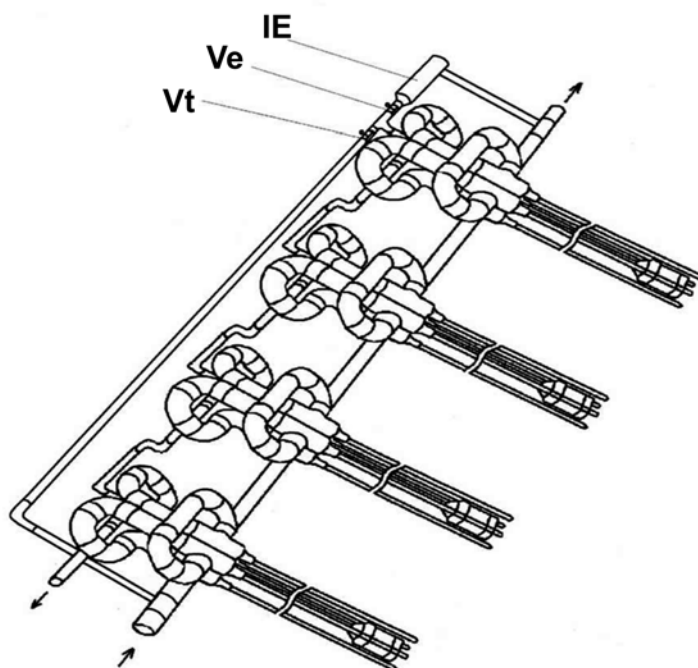


Fig. 5



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 346/2022