



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2019 00150**

(22) Data de depozit: **06/03/2019**

(41) Data publicării cererii:
30/09/2020 BOPI nr. **9/2020**

(71) Solicitant:
• **BOȚAN CORNELIU GHEORGHE,**
STR.TOMA COZMA NR.9, SC.B, ET.1, AP.3,
IAȘI, IS, RO;
• **CUCIUREANU DUMITRU,**
STRADELA SF.ANDREI NR.13, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:
• **BOȚAN CORNELIU GHEORGHE,**
STR.TOMA COZMA NR.9, SC.B, ET.1, AP.3,
IAȘI, IS, RO;
• **CUCIUREANU DUMITRU,**
STRADELA SF.ANDREI NR.13, IAȘI, IS, RO

(54) **REFRIGERATOR CU COMPRESIE BAZAT PE ENERGIA
TERMOSOLARĂ**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un refrigerator cu compresie bazat pe energia termosolară. Refrigeratorul, conform invenției, este compus din două părți principale, formate fiecare dintr-un cilindru (**C1** și **C2**) cu piston și conectate prin tijele pistoanelor, unul dintre cilindri servind la vehicularea agentului frigorific, iar altul la vehicularea aerului cu presiune crescută în urma încălzirii într-un boiler încălzit de tuburile solare, circulația celor două fluide fiind asigurată de niște electroventile (**V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7** și **V8**) pentru admisie și evacuare, câte două pentru fiecare din cele patru camere formate de pistoane în cei doi cilindri, funcționarea electroventilelor (**V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7** și **V8**) fiind corelată cu deplasarea pistoanelor, suprafețele pistoanelor din cei doi cilindri fiind diferite, ceea ce conduce la o amplificare a presiunii agentului frigorific față de cea a aerului încălzit, ajungându-se la o presiune care asigură lichefierea agentului frigorific.

Revendicări: 5
Figuri: 4

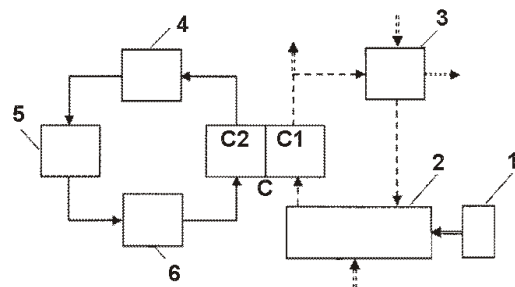


Fig. 1

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).



REFRIGERATOR CU COMPRESIE BAZAT PE ENERGIE TERMOSOLARĂ

Invenția se referă la un sistem de refrigerare care utilizează energia provenită de la un panou solar termic, iar răcirea se bazează pe compresia agentului frigorific.

Se cunoaște că instalațiile frigorifice sunt de diverse tipuri, în funcție de sursa de energie folosită, de modul în care este utilizată această energie pentru realizarea procesului de refrigerare și în funcție de alte criterii, cum ar fi tipul ciclului frigorific, al agentului frigorific ș.a. Energia externă este necesară aducerii agentului frigorific din starea gazoasă în stare lichidă, transformarea inversă realizându-se mai simplu, prin trecerea lichidului printr-o serpentină de diametru mic, sau printr-un ventil de laminare. În cele mai multe cazuri, energia primară este electrică, de la surse proprii sau de la rețeaua publică. Această energie este folosită pentru compresie mecanică sau termohimică – în procese de absorbție sau adsorbție – sau în instalații cu eiecție, sau alte proceduri mai rar folosite. Există posibilitatea de a utiliza ca sursă primară energia solară, folosind captatori fotovoltaici, sau tuburi solar termale. În prima variantă se obține energie electrică de la panourile fotovoltaice, iar acesta este folosită similar oricărei surse electrice, conform celor menționate mai sus. În acest caz este posibilă și o transformare directă termoelectrică, pe baza efectului Peltier. Instalații frigorifice de acest ultim tip sunt indicate în mai multe patente, printre care US 5353600A (1994), US 5522216A (1996), ES 2277577A1 (2007), US 8283889B2 (2012), US 9377223B1 (2016). Instalații de refrigerare cu panouri fotovoltaice și compresie mecanică sunt prezentate în mai multe patente, printre care US 4367633A (1983), FR 2462584B1 (1983), US 09337208 (1999) US 7543455B1 (2009), US 9791187B2 (2017). Instalații de refrigerare funcționând pe alte principii (absorbție, adsorbție, eiecție ș.a. sau combinații ale acestora) sunt realizate folosind ambele tipuri de surse de energie solară, dar mai ales cele cu panourile termosolare. Există numeroase propuneri în acest sens, printre care US4153104A (1977), US 4207744A, WO 2008135990A2 (2008), CN 203117818U (2013), CN102252480B (2013), CN102620468B (2013), CN103398498B (2015), CN107407511A (2016), CN2980400A1 (2016), EP 3274639A1 (2016).

Asocierea dintre utilizarea de panouri solare termice și compresia agentului frigorific în stare gazoasă este mai rar întâlnită. În US 9791187B2 se propune o soluție de creștere izocoră a presiunii vaporilor de agent frigorific pe baza creșterii temperaturii, dar soluția nu asigură

creșterea suficientă a presiunii agentului frigorific, așa încât lichefierea acestuia se poate realiza doar în condiții speciale și pentru anumite subsatnțe.

Sistemul de refrigerare care se propune coform invenției utilizează energia livrată de un captator solar termal, iar pentru realizarea condensării utilizează un compresor cu piston de construcție specială, care asigură amplificarea presiunii obținute prin încălzirea aerului până la o valoare care asigură condensarea agentului frigorific.

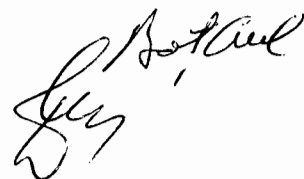
Se dau mai jos trei exemple de realizare a invenției, în legătură cu figurile 1, 2, 3, 4, care reprezintă:

- fig. 1: structura de principiu a unui sistem de refrigerare prin compresie alimentat de la un captator solar;
- fig. 2: compresor cu piston utilizat în cadrul sistemului de refrigerare;
- fig. 3: structură simplificată pentru realizarea unui sistem de refrigerare complet independent din punct de vedere energetic;
- fig. 4: schemă de principiu pentru cazul utilizării de ventile acționate mecanic.

Conform invenției, sistemul de refrigerare cu structura de principiu din fig. 1 conține două părți principale, conectate între ele, respectiv două căi de circulație: una este pentru circulația aerului (desenată cu linie întreruptă în partea dreaptă a figurii) și una pentru circulația agentului frigorific (desenată cu linie plină în partea stângă a figurii). Liniile pline sau întrerupte corespund conductelor prin care circulă fluidele respective, iar săgețile indică sensul de curgere. Liniile duble întrerupte marchează accesul din atmosferă sau evacuarea aerului în atmosferă.

Energia termică primită de la captatorul solar 1 asigură încălzirea aerului din boilerul 2. Acesta este alimentat cu aer din atmosferă și, eventual, cu aer preîncălzit din schimbătorul de căldură 3. Aerul încălzit din boiler este trimis în compartimentul C1 al compresorului C. Boilerul lucrează în trei etape. În prima etapă pătrunde în boiler aerul din exterior, calea de acces spre compresor fiind închisă. În etapa următoare se închid toate căile de legătură cu exteriorul și aerul se încălzește, crescând și presiunea. Acest proces izocor se termină la atingerea unei anumite temperaturi / presiuni, când se deschide calea de acces spre compresor. Presiunea crescută a aerului încălzit determină deplasarea pistonului din compartimentul C1 al compresorului.

În felul acesta, energia calorică captată de panoul solar este transformată în energie mecanică la nivelul compartimentului C1, iar aceasta se transmite pistonului din compartimentul C2, care determină creșterea presiunii agentului frigorific. Acesta este transmis condensatorului



4, de la care se continuă circuitul obișnuit al instalațiilor frigorifice de acest gen, fluidul trecând prin vana de expansiune 5 și evaporatorul 6, de la care se revine la compresor. Aceste din urmă elemente asigură evaporarea lichidului frigorific, proces care este însoțit de o răcire puternică a acestuia și astfel, evaporatorul va asigura răcirea incintei în care se află plasat.

Important este ca să fie amplificată presiunea aerului care pătrunde în compartimentul C1. Dacă pistonul respectiv ar acționa direct asupra agentului frigorific, presiunea acestuia ar crește insuficient (până la circa 1,3 bari) pentru a asigura lichefierea. În acest scop, conform invenției, se folosește construcția compresorului indicată în fig. 2.

Cele două compartimente ale compresorului (C1 și C2) sunt formate din câte un cilindru cu piston. Pistoanele au tijă comună, deci se deplasează simultan. Circulația fluidelor în cei doi cilindri este asigurată de electroventilele V1,..., V8. Perechile de ventile V1-V2, V3-V4, V5-V6, V7-V8 se pot înlocui fiecare cu câte o un electroventil cu trei căi, având în vedere faptul că, în cadrul fiecărei perechi de ventile menționate, un ventil este închis, iar altul este deschis. Ventilele V1, V2 și V5, V6 asigură pătrunderea fluidului în cilindrul respectiv, iar celelalte ventile asigură evacuarea. Închiderea și deschiderea electroventilelor este corelată. Similar, există posibilitatea de a introduce câte un electroventil cu trei căi în locul perechilor de ventile V1-V3, V2-V4, V5-V7 și respectiv V6-V8. În acest caz, la fiecare dintre cele patru camere formate de pistoanele celor doi cilindri, este deschisă calea de admisie și închisă cea de evacuare, sau invers. Această grupare are avantajul că trebuie practicat un singur orficiu în fiecare dintre cele patru capace ale cilindrilor.

Suprafața pistonului din cilindrul C2 este mult mai mică decât a pistonului din cilindrul C1. În felul acesta, având în vedere că forțele exercitate pe cele două pistoane sunt aproximativ egale, rezultă că presiunea este mult mai mare în cilindrul C2 decât în cilindrul C1 (raportul presiunilor este aproximativ egal cu raportul invers al suprafețelor pistoanelor). Prin aceasta se asigură amplificarea presiunii între cei doi cilindri, astfel încât agentul frigorific să aibă o presiune suficient de mare la ieșirea din cilindrul C2, care să permită lichefierea acestuia în condensator.

O etapă de funcționare a compresorului începe cu cele două pistoane aflate la capetele cilindrilor. De exemplu, presupunând că pistoanele se află la capetele din dreapta de pe desen ale cilindrilor (fig. 2), etapa de funcționare demarează cu deschiderea electroventilelor V1 și V4 (celelalte două ventile atașate cilindrilor C1 sunt închise), ceea ce conduce la pătrunderea aerului

sub presiune din boiler, deplasarea spre stânga a pistonului și evacuarea aerului aflat în stânga pistonului. În același timp, la cilindru C2 se deschid electroventilele V5 și V8 (celelalte două ventile fiind închise). Prin mișcarea pistoanelor datorită presiunii din cilindru C1, agentul frigorific gazos pătrunde în zona din partea dreaptă a cilindrului C2, urmând a fi utilizat în etapa următoare de funcționare. Totodată, gazul refrigerent aflat în zona din stânga a cilindrului din etapa anterioară de funcționare este evacuat sub presiune către condensator prin vana V8. Când pistoanele ajung în extremitățile din stânga ale cilindrilor, se încheie etapa de funcționare și poate începe etapa următoare de funcționare. Etapa următoare se desfășoară similar cu precedenta, dar mișcarea pistoanelor se face de la stânga la dreapta, acum fiind deschise electroventilele V2, V3, V6 și V7, celelalte fiind închise. Urmează apoi o nouă etapă similară cu prima, de deplasare a pistoanelor spre stânga etc.

Etapele descrise sunt precedate de o etapă de încălzire izocoră a aerului în boiler, fără acces a aerului în cilindru C1. De asemenea, se blochează accesul aerului din exterior în boiler. În acest caz ventilele V1 și V2 sunt închise (dacă se folosește un electroventil cu trei căi în locul celor două ventile, trebuie prevăzut un ventil suplimentar pentru blocarea accesului aerului în C1 atunci când este necesar). În acest timp, aerul ocupă volumul V_b al boilerului. La încheierea primei etape de deplasare a pistoanelor, aerul va ocupa volumul $V_b + V_c$, în care V_c este volumul cilindrului C1. Pentru ca această creștere de volum să nu afecteze prea mult presiunea, este necesar ca volumul boilerului să fie sensibil mai mare decât al cilindrului. La finele celei de a doua etape de deplasare a pistonului (în sens invers), volumul ocupat de aer este același $V_b + V_c$, dar acum cantitatea de aer din cele două incinte este mai mică, deoarece acum se elimină aerul care a pătruns anterior în partea dreaptă a pistonului cilindrului C1. Această scădere a masei de aer cu o cantitate corespunzătoare volumului V_c are loc la fiecare etapă de deplasare a pistoanelor și are ca efect diminuarea presiunii din cilindru C1. Aplicând legea gazelor perfecte, se poate arăta că, după k etape de deplasare, presiunea în ansamblul boiler + cilindru C1 devine

$$p_k = p_0 \left(\frac{V_b}{V_b + V_c} \right)^k$$

unde p_0 este presiunea inițială, egală cu cea atmosferică. Relația anterioară este stabilă în ipoteza menținerii constante a temperaturii aerului, ceea ce este valabil cu o bună aproximare, deoarece au loc fenomene de transimțere a căldurii cu efecte contrare: pe de o parte are loc în continuare încălzirea aerului în boiler, iar pe de altă parte au loc pierderi de căldură în exterior.

Bot, Al
Lucy

După un număr de etape de deplasare a pistoanelor, presiunea p_k devine destul de mică și procesul trebuie întrerupt. Limitările care intervin sunt următoarele: presiunea p_k se apropie de cea atmosferică și pistoanele nu mai pot lucra eficient; presiunea realizată în cilindrul C2 scade sub o limită care asigură lichefierea. În funcție de dimensiunile elementelor componente ale sistemului de refrigerare, va interveni una sau alta dintre limitările menționate.

După întreruperea etapelor de deplasare a pistoanelor, se reia etapa de încălzire a aerului din boiler. Aceasta începe cu deschiderea ventilului de admisie a aerului din exterior, care ia locul aerului rarefiat din boiler. De asemenea, se poate apela și la o preîncălzire a aerului din exterior în schimbătorul de căldură 3 din fig. 1, aceasta în scopul creșterii eficienței procesului de încălzire. Încălzirea are loc până la atingerea temperaturii dorite în boiler sau un timp prestabilit și pe toată durata sunt închise toate ventilele boilerului. La sfârșitul perioadei de încălzire se deschide ventilul de admisie a aerului în cilindrul C1.

Rezultă deci că există două perioade de funcționare a sistemului de refrigerare: una pregătitoare, de încălzire a aerului din boiler și una de lucru a compresorului, prin deplasări succesive ale pistoanelor din interior. Acțiunea utilă de răcire a incintei în care se instalează refrigeratorul are loc în cadrul celei de a doua etape. Răcirea este cu atât mai pronunțată cu cât durata primei perioade este mai scurtă și cu cât aerul din boiler se încălzește la o temperatură mai ridicată. Pentru anumite condiții atmosferice există un maxim al eficienței instalației, respectiv un minim al temperaturii din incinta răcită. Față de aceasta, temperatura din incintă poate fi crescută prin diverse procedee, cum ar fi obtuarea parțială a tuburilor solare, sau creșterea duratei primei perioade de funcționare. Cele două etape menționate se pot, eventual, suprapune parțial sau total, în funcție de dimensiunile elementelor componente și de puterea echipamentului de încălzire.

De remarcat că un avantaj al sistemului de refrigerare conform invenției constă în aceea că eficiența sa crește odată cu intensitatea radiației solare. Aceasta asigură menținerea aproximativ constantă a temperaturii din incintă în condițiile creșterii temperaturii exterioare.

Calcululele termodinamice arată că, pentru dimensiuni rezonabile ale sistemului de refrigerare, temperatura în incintă scade cu câteva grade. Având în vedere acest aspect și avantajul menționat mai sus, o aplicație convenabilă pentru sistemul de refrigerare conform invenției este răcirea încăperilor. Răcirea nu este așa de pronunțată ca la sistemele actuale de aer condiționat, dar este posibil să se atingă o temperatură acceptabilă în încăperea. Chiar și în zile toride, sistemul poate funcționa convenabil.

Principalul avantaj al sistemului de refrigerare conform invenției este dat de faptul că este cvasi – independent energetic, folosind doar energia solară pentru transformările termodinamice. Trebuie utilizată doar o sursă de mică putere pentru alimentarea cu energie electrică a electroventilelor și a circuitului electronic de comandă a acestora.

Al doilea exemplu de realizare a invenției este în legătură cu fig. 3, în care se prezintă o structură simplificată pentru realizarea unui sistem de refrigerare solar conform invenției, complet independent energetic. Pe același panou 1 sunt plasate tuburi termosolare TS, care asigură încălzirea boilerului 2 și panoul fotovoltaic PV, care asigură energia pentru alimentarea sursei S, de la care sunt alimentate circuitul electronic de comandă CE; etajul de putere al acestui circuit alimentează bobinele electroventilelor.

Al treilea exemplu de realizare a invenției este în legătură cu fig. 4, în care se prezintă o schemă de principiu pentru cazul în care se utilizează ventile acționate mecanic. Soluția aceasta elimină necesitatea alimentării instalației de la o sursă electrică exterioară sau de la celule fotovoltaice montate pe panoul principal (fig.3), dar introduce unele elemente mecanice suplimentare. În acest scop se pot folosi ventile de tip clapetă cu trei căi (în locul electroventilelor cu trei căi), sau se pot folosi sisteme de distribuție de tip sertar. În fig. 4 este prezentată o schemă de principiu posibilă pentru prima variantă de realizare. Pentru simplificarea desenului și a prezentării, se consideră doar ventilul cu trei căi care asigură alimentarea cu aer sub presiune a camerelor cilindrului C1, corespunzător perechii de ventile V1 și V2 din fig.2.

Aerul sub presiune care pătrunde în ventilul V este dirijat spre conducta 10 sau spre conducta 11, după cum clapeta ocupă poziția 7a (desenată cu linie plină) sau 7b (desenată cu linie punctată), obturând una dintre cele două căi. Poziția clapetei se schimbă atunci când este acționată de contactele mecanice 8 sau 9, fixate la distanțe potrivite pe tija pistonului cilindrului C1. Presupunând clapeta în poziția 7a, admisia aerului se face prin conducta 10 și pistonul se deplasează spre dreapta. Când pistonul ajunge la capătul cursei, piesa 8 schimbă poziția clapetei în 7b și aerul va fi dirijat prin conducta 11, determinând deplasarea spre stânga a pistonului. La capătul acestei curse, piesa 9 deplasează clapeta în poziția 7a și ciclul se repetă.

Ventilul cu trei căi pentru evacuarea aerului din cilindru (corespunzător electroventilelor V3 și V4 din fig.2) are o construcție și funcționare similară cu cel prezentat în fig. 4, dar se inversează între ele alimentările conductelor 10 și 11. Construcții similare se folosesc și pentru cele două ventile cu trei căi utilizate pentru circulația agentului frigorific în cilindrul C2 (fig.2).

Ca și în cazul electroventilelor, este posibilă gruparea funcțională a două ventile situate pe aceeași cameră a unui cilindru, de tipul grupărilor V1-V3, V2-V4, V5-V7, V6-V8 menționate mai sus. În acest caz, camera respectivă va fi pusă în legătură cu conducta de admisie sau de evacuare în funcție de poziția clapetei.

De asemenea, este posibilă utilizarea unui număr dublu de ventile cu acțiune simplă, cu o funcționare similară electroventilelor V1,...,V8, clapetele asigurând deschiderea sau blocarea căilor de legătură. Acționarea clapetelor se poate realiza cu un dispozitiv similar celui din fig.4.

Utilizarea ventilelor cu acționare mecanică prezintă avantajul independenței totale din punct de vedere energetic a dispozitivului de refrigerare. Se poate eventual apela la o sursă electrică de mică putere pentru asigurarea unor operații auxiliare.

În afară de elementele principale, menționate mai sus, pentru realizarea funcționării de bază, respectiv a transformărilor termodinamice, sistemul de refrigerare conform invenției conține și o serie de elemente suplimentare, auxiliare, necesare bunei funcționări a instalației, după cum urmează:

- Sensori pentru poziția pistoanelor: aceștia pot fi magnetici, optici, cu contact, sau de alt tip. Indiferent de tipul acestora, ei conțin o parte fixă montată convenabil în exteriorul cilindrilor și o parte mobilă, montată pe tijele pistoanelor. Atunci când se sesizează ajungerea la capăt de cursă, se blochează prin intermediul electroventilelor admisia aerului sub presiune pentru deplasarea într-un sens și se asigură alimentarea cu aer a cilindrului pentru celălalt sens de delasare.

- Electroventile pentru admisia și evacuarea aerului din boiler: prin acționarea acestora, se stabilesc cele două perioade de funcționare ale sistemului de refrigerare – cea de încălzire a aerului în boiler și cea de funcționare a compresorului.

- Schimbător de căldură: prezența acestui element este facultativă și a fost indicată în fig.1 (notat cu 3). Este un ansamblu util pentru creșterea eficienței instalației. Aerul din atmosferă este preîncălzit în prealabil prin trecerea prin schimbătorul de căldură. Încălzirea acestuia se face cu aerul cald evacuat din cilindrul C1 al compresorului. După cum se indică în fig. 1, se pot prevedea evacuări suplimentare ale aerului din cilindrul C1 sau din schimbătorul 3.

- Circuit electronic de comandă: acesta conține două blocuri – cel de comandă și cel de forță. Blocul de comandă poate fi realizat cu dispozitive semiconductoare discrete, cu circuite integrate sau cu microprocesor. Rolul acestuia este de a transmite comenzile adecvate pentru

acționarea electroventilelor. Aceasta se face, conform unui algoritm de funcționare adecvat, în funcție de semnalele primite de la senzorii de poziție a pistoanelor și de la un circuit cronometru electronic, care, în principal, stabilește durata perioadei de încălzire a boilerului. Această durată poate fi mărită printr-o comandă externă, ceea ce are ca efect o diminuare a răcirii incintei, comparativ cu răcirea maximă realizabilă. Blocul de forță al circuitului electronic de comandă se realizează cu dispozitive semiconductoare de putere (câte unul pentru fiecare electroventil), a căror stare este dictată de circuitul de comandă.

- Elemente de protecție: în afara obișnuitelor protecții ale circuitelor electrice și electronice, se introduc elemente de protecție și în alte scopuri. În principal, trebuie asigurată protecția contra unei creșteri exagerate de temperatură a aerului din boiler și care poate să apară din diverse cauze, inclusiv deranjamente în instalație. Aceasta se poate asigura prin obturarea panoului solar. Dacă se prevede o obturare parțială, aceasta poate fi folosită și pentru realizarea unui reglaj de temperatură (peste temperatura minimă ce poate fi atinsă în incintă). O soluție mai simplă este de a prevedea o supapă de evacuare a aerului din boiler în atmosferă. Supracreșterea de temperatură este sesizată de un sensor adecvat. De asemenea, este util să se prevadă o sesizare a diminuării cantității de agent frigorific în instalație.

Toate elementele auxiliare prezentate mai sus se pot realiza în diverse moduri, care sunt frecvent întâlnite în practică.

Se precizează că toate elementele din instalația frigorifică conform invenției pot fi realizate din diverse materiale. De asemenea, pot fi utilizați diverși agenți frigorifici.

Sistemul de refrigerare conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- realizează transformările termodinamice pentru asigurarea refrigerării fără consum energetic de la o sursă locală sau de la rețeaua publică de energie electrică, ci doar pe baza energiei captate din radiația solară;

- poate fi complet autonom din punct de vedere energetic dacă pe panoul solar se montează o placă fotovoltaică de mică putere, care asigură alimentarea circuitelor de comandă ale sistemului de refrigerare, sau dacă se utilizează ventile cu acționare mecanică în locul electroventilelor;

- eficiența sistemului de refrigerare crește odată cu intensitatea radiației solare, ceea ce asigură menținerea aproximativ constantă a temperaturii din incintă în condițiile variației temperaturii exterioare.

REVENDICĂRI

1. Sistem de refrigerare care utilizează energia provenită de la un panou solar termic iar răcirea se bazează pe compresia agentului frigorific de către un dispozitiv compus din două părți principale, formate fiecare dintr-un cilindru cu piston și conectate prin tijele pistoanelor, unul dintre cilindri servind la vehicularea agentului frigorific, iar altul la vehicularea aerului cu presiune crescută în urma încălzirii într-un boiler încălzit de tuburile solare termice, circulația celor două fluide fiind asigurată de electroventile pentru admisie și evacuare, câte două pentru fiecare din cele patru camere formate de pistoane în cei doi cilindri, funcționarea electroventilelor fiind corelată cu deplasarea pistoanelor, caracterizat prin aceea că suprafețele pistoanelor din cei doi cilindri sunt diferite, ceea ce conduce la o amplificare a presiunii agentului frigorific față de cea a aerului încălzit, ajungându-se la o presiune care asigură lichefierea agentului frigorific.

2. Sistem de refrigerare ca în cazul revendicării 1, caracterizat prin aceea că se utilizează electroventile cu trei căi în locul electroventilelor obișnuite, un electroventil cu trei căi înlocuind o pereche de ventile obișnuite situată pe calea de admisie, respectiv de evacuare de la fiecare cilindru.

3. Sistem de refrigerare ca în cazul revendicării 1, caracterizat prin aceea că se utilizează electroventile cu trei căi în locul electroventilelor obișnuite, un electroventil cu trei căi înlocuind o pereche de ventile obișnuite folosită pentru admisia și evacuarea din fiecare cameră a ambilor cilindri.

4. Sistem de refrigerare ca în cazul revendicării 1, caracterizat prin aceea că se utilizează o placă de celule fotovoltaice pentru asigurarea alimentării circuitelor electronice de comandă și a electroventilelor.

5. Sistem de refrigerare ca în cazul revendicării 1, caracterizat prin aceea că, în locul electroventilelor, se utilizează ventile comandate mecanic în funcție de poziția pistoanelor, acestea putând fi cu acțiune simplă sau să fie cu trei căi, combinarea acțiunilor la un ventil cu trei căi realizându-se ca în cazul revendicării 2 sau revendicării 3.

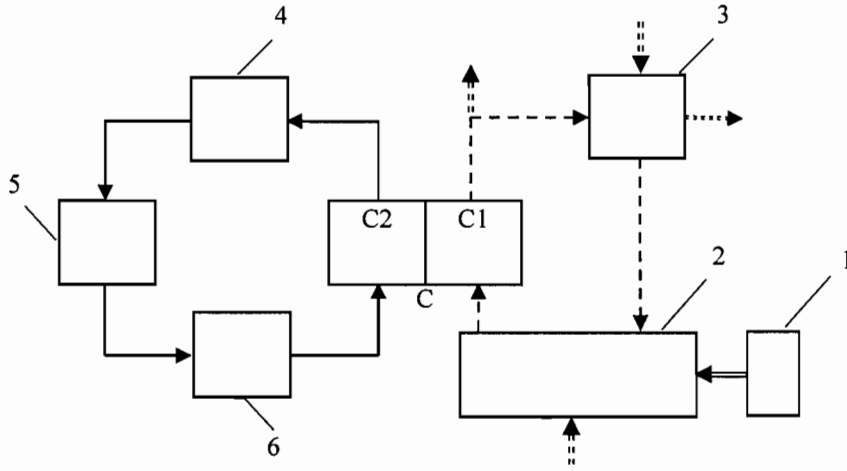


Fig. 1

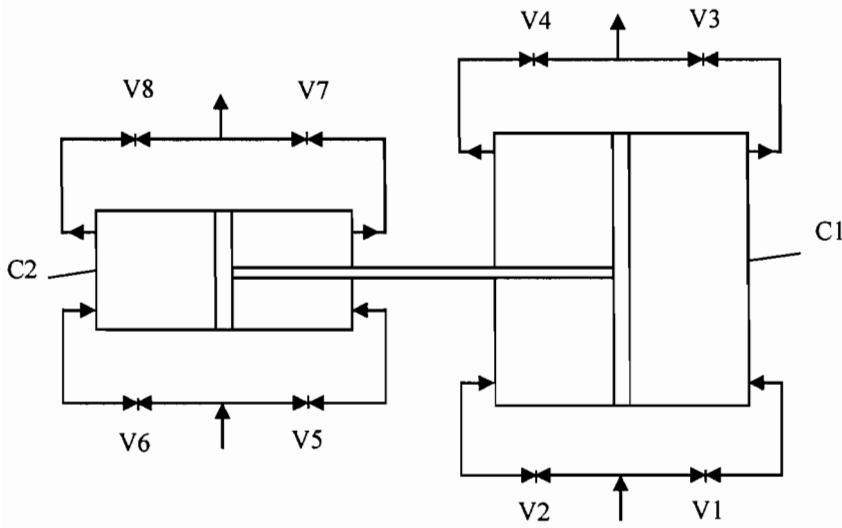


Fig. 2

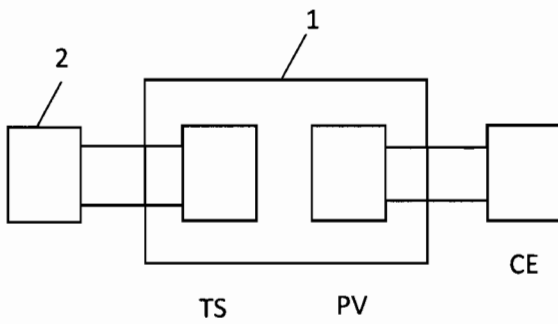


Fig..3

Not used
By

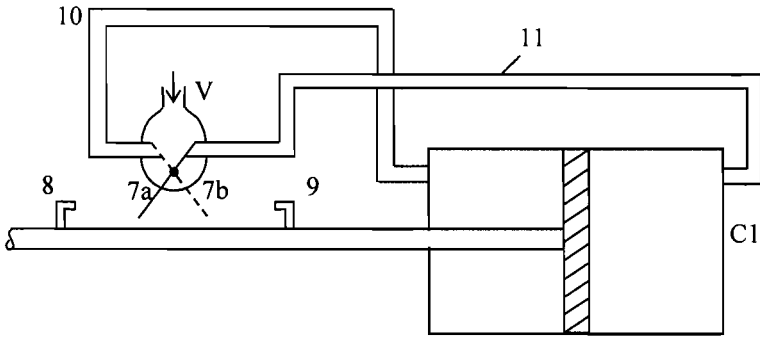


Fig.4

*Noted
By*