



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00677**

(22) Data de depozit: **03.09.2009**

(41) Data publicării cererii:
30.03.2011 BOPI nr. **3/2011**

(71) Solicitant:
• **TOROK ARPAD, STR. TRANSILVANIEI
NR. 29, BL. B54, AP. 54, ORADEA, BH, RO**

(72) Inventatori:
• **TOROK ARPAD, STR. TRANSILVANIEI
NR. 29, BL. B54, AP. 54, ORADEA, BH, RO**

Data publicării raportului de documentare:
30.03.2011

(54) **CASA ENERGY++**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o casă în care este folosită energia electrică obținută din energie solară, energie geotermică sau din alte surse neconvenționale. Casa conform invenției are un sistem termodinamic, format dintr-un motor Stirling dublu-gamma, constituit din niște captatoare (22.1 și 22.2) prevăzute cu niște pistoane (22.4 și 22.5) amplasate într-un mediu cald și, respectiv, într-un mediu rece, niște recuperatoare (22.6) și un captator (22.3) de putere care poate fi amplasat în oricare dintre cele două medii, în varianta în care pistonul (22.5) motor este liber, fiind prevăzute niște supape (22.7) la capetele captatorului (22.2), care pot fi închise sau deschise, ca urmare a comenzilor transmise unor supape de deplasare comandate de o camă amplasată pe un același ax cu trei came, aceste came fiind în legătură cu pistoanele (22.4 și 22.5).

Revendicări: 36
Figuri: 50

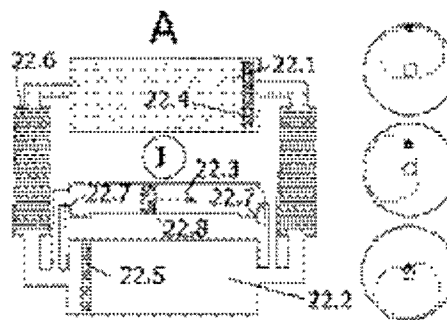


Fig. 22



CASA ENERGY++

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr.	..200900677
Data depozit	..03-09-2009

Invenția descrie un model nou de clădire, cu destinație de locuință, cu destinație socială, comercială, sau industrială, caracterizată printr-un mare grad de independență energetică, care își satisface integral consumul de apă caldă menajeră, de căldură și de electricitate, rămânând un surplus care poate fi transformat în energie electrică și poate fi furnizat unei rețele electrice. Invenția descrie caracteristicile constructive și arhitectonice ale unei asemenea clădiri, caracteristici care îi asigură pe de o parte posibilitatea minimizării propriului consum, iar pe de altă parte, capacitatea de a capta și de a gestiona energie solară, energie geotermică, și din alte surse neconvenționale. Necesarul energetic al clădirii și surplusul furnizat altor consumatori este asigurat de un sistem termodinamic complex, dar unitar, care combină în modul cel mai eficient toate disponibilitățile de energie.

În stadiul actual al tehnicii există o puternică preocupare pentru realizarea unor anvelope termice cât mai eficiente, pentru reducerea accentuată a consumului energetic al clădirilor, precum și pentru utilizarea eficientă a unor surse energetice regenerabile, fiind elaborate diverse sisteme de construcție, precum case pasive, case 0-energy, case energy+, etc. Principalele atribute ale unor asemenea clădiri sunt: reducerea la maximum a punților termice, realizarea anvelopei termice prin procedee clasice, dar cu grosimi mai mari, eliminarea neetanșeităților, amplasarea judicioasă (de regulă, spre sud) a suprafețelor vitrate, un sistem de ventilație bazat pe recuperarea căldurii din interior cu ajutorul unor pompe de căldură, montarea de panouri termice sau fotovoltaice pentru captarea energiei solare și a unor pompe de căldură sol-apă pentru captarea energiei geotermice, montarea de microturbine eoliene pentru producerea de energie electrică, acumularea chimică a energiei electrice și a căldurii. Dezavantajul acestor tipuri de clădiri este dat de prețul relativ ridicat al sistemelor de captare și de încălzire.

Plecând de la cererea de brevet WO2007/018443, invenția de față propune realizarea unei suprastructuri suplimentare independente, care să îmbrace complet clădirea (casă în casă) și să creeze un strat de aer intermediar între cele două suprastructuri. Noua suprastructură poate susține o izolație termică oricât de grea, precum și un număr mare de elemente de captare a căror izolație termică este asigurată de izolația clădirii, ca urmare prețul lor de cost se diminuează substanțial. În plus, pe o astfel de suprastructură se pot monta și alte elemente, precum cele de decorare, punțile termice se elimină mult mai ușor, iar stratul de aer format între cele două suprastructuri poate juca un rol major în reglarea temperaturii interioare. Pentru producerea de apă caldă și electricitate, precum și pentru climatizarea clădirii se utilizează un sistem termodinamic, ale cărui elemente principale sunt turbina în colivie și motorul Stirling dublu-gama descrise în cererea de brevet WO2008/094058. Acest sistem este capabil să funcționeze la diferențe mici de temperatură între sursa rece și cea caldă, să valorifice toate sursele de energie disponibile, să acumuleze energie pentru perioadele lipsite de insolație și să asigure un confort termic ridicat. Față de sistemele din stadiul actual al tehnicii, sistemul descris prezintă numeroase avantaje:

- realizarea unei structuri cu pierderi de energie extrem de reduse
- realizarea unui sistem de climatizare deosebit de eficient, cu consumuri minime de energie, asigurate din surse neconvenționale
- asigurarea apei calde menajere și a confortului termic interior, de regulă, prin cogenerare
- înglobarea într-un sistem unitar a tuturor disponibilităților energetice
- în condiții de mediu favorabile, disponibilitatea de a produce energie peste necesități, energie care este acumulată pentru a fi utilizată în condiții nefavorabile, sau de a fi cedată către alți consumatori
- reducerea poluării termice și chimice a atmosferei

Descrierea invenției se va face cu referire la următoarele desene:

- fig.1: secțiune în plan și transversală printr-o casă energy++
- fig.2: secțiune verticală prin anvelopă și cele 2 suprastructuri
- fig.3: secțiune printr-un zid cu anvelopă termică din bariere cu rezistență variabilă, cu iluminat

- anidolic concentrat, cu suprafață vitrată cu bariere anticonvecție și cu canale obturate termic
- fig.4: bariere multistrat cu rezistență termică variabilă
 - fig.5: secțiune prin canal obturat termic
 - fig.6: placă termoizolantă plină în anvelopa inteligentă
 - fig.7: captator cu supape plate
 - fig.8: suprafețe vitrate cu flux variabil de lumină
 - fig.9: bariară anticonvecție tip grilă
 - fig.10: suprafață vitrată cu flux variabil de lumină relizată cu fibre optice
 - fig.11: element radiant cu inserții metalice
 - fig.12: amplificator de presiune
 - fig.13: captator acționat cu motor electric liniar de mici dimensiuni
 - fig.14: răcitor cu baie de evaporare
 - fig.15: schema de principiu a sistemului termodinamic
 - fig.16: schema unui captator solar cu fantă centrală
 - fig.17: schema unui captator solar cu fantă laterală și motor Stirling, a captatoarelor de fațadă și a captatorului geotermic
 - fig.18: secțiune longitudinală și transversală prin captatorul plat
 - fig.19: secțiune prin mecanismul cu came și profilarea unei came
 - fig.20: motorul dublu-alfa
 - fig.21: motorul dublu-beta
 - fig.22: motorul dublu-gama
 - fig.23: motor dublu-gama cu 3 perechi de captatori
 - fig.24: diagrame de reglare și profilarea camelor motorului alpha-gama
 - fig.25: captator cu tijă telescopică
 - fig.26: secțiune longitudinală și transversală prin motorul dublu-gama
 - fig.27: acționarea în paralel a captatorilor de deplasare
 - fig.28: motor Stirling echipat cu schimbător de căldură-pieptene
 - fig.29: motor Stirling echipat cu schimbător de căldură etajat
 - fig.30: motor Stirling în inel
 - fig.31: motor Stirling în rezervor stratificat
 - fig.32: motor Stirling static
 - fig.33: captator Stirling cu sistem interior de țevi
 - fig.34: diagrama motorului cu agent frigorific
 - fig.35: diagrama motorului Stirling-adiabatic
 - fig.36: motor Stirling-adiabatic
 - fig.37: schema, ciclul de funcționare, diagrama P-V și profilarea camelor motorului Ericson
 - fig.38: motor Ericson cu schimbător de căldură la presiune constantă
 - fig.39: motor Ericson cu schimbător de căldură la presiune constantă
 - fig.40: sistem de acționare al unui motor Stirling gamma
 - fig.41: sistem de acționare al unui motor Ericson alpha
 - fig.42: sistem de acționare al unui motor Stirling gamma cu roți dințate
 - fig.43: motor Stirling montat pe un cazan din instalația de încălzire
 - fig.44: secțiune printr-o turbină în colivie și prin captatorul eolian
 - fig. 45: acumulator stratificat
 - fig.46: pompă de căldură termomecanică
 - fig.47: motor termic cu pulverizare
 - fig.48: compresor cu supapă intermediară
 - fig.49: motor cu injecție frigorifică
 - fig.50: motor termic cu rezervor de frig
- Elementele componente ale unei case energy++ (fig.1, 2 și 3):

1. Clădirea propriu zisă 1.1 poate fi o clădire existentă, sau una nouă care se proiectează și se construiește în funcție de destinație, după regulile și procedeele aplicate în cazul caselor pasive, cu câteva reguli suplimentare:

- terenul de sub clădire e indicat să fie folosit pentru amplasarea unui captator geotermic cu strat acumulator din beton 1.13, conform invenției; avantajul provine din posibilitatea înglobării acestei plăci în sistemul de fundare al clădirii și din folosirea captatorului ca priză de împământare pentru instalațiile electrice și pentru paratrâznet, de foarte bună calitate

- e preferabilă o suprastructură din stâlpi și grinzi 1.2, compatibilă cu suprastructura suplimentară; această suprastructură va fi mai suplă decât cea a unei case pasive, întrucât greutatea zidurilor exterioare (cu grosime redusă și cu structură din materiale ușoare) va fi mult mai mică, iar o parte din greutatea acoperișului, a ferestrelor, a balcoanelor, a elementelor decorative, etc este preluată de suprastructura suplimentară

- pentru suprastructură, pereții interiori, planșee, dotări interioare, etc se preferă materiale cu capacitate mare de acumulare a căldurii; creșterea capacității de acumulare a pereților interiori poate fi ridicată prin montarea de “pereți umezi”, conform invenției.

- planșeele și plafoanele se realizează ca plăci radiante cu inserții metalice, conform invenției

- acoperișul clădirii va fi inclus în anvelopa exterioară

- pereții exteriori 1.3 se vor realiza din materiale ușoare; rezistența termică a acestor pereți împreună cu termoizolația lor 1.4, se calculează într-un raport fix față de termoizolația anvelopei exterioare, astfel încât temperatura stratului de aer dintre cele două suprastructuri să poată fi ușor controlată; dacă golurile create pentru montarea suprafețelor vitrate sunt mari, e indicat ca pereții exteriori să fie pereți radianți cu inserții metalice; o parte din pereții exteriori vor fi “pereți poroși”, conform WO2007/018443, pentru a asigura necesarul de aer proaspăt

- un efect pozitiv de reducere a pierderilor de căldură îl are acoperirea întregii suprafețe exterioare cu un strat reflectorizant 1.16

2. Suprastructura suplimentară este realizată, de regulă, din stâlpi verticali 1.5 și grinzi orizontale 1.7, pe o infrastructură proprie 1.12 (izolată termic 1.17 de infrastructura clădirii 1.14). Ea înconjoară complet clădirea și îi susține acoperișul. La clădirile cu o arie desfășurată mai mare, acoperișul se sprijină și pe o parte din stâlpii suprastructurii interioare, 1.15. Distanța dintre cele două suprastructuri este egală cu grosimea anvelopei termice (inclusiv partea din anvelopă montată pe suprafața exterioară a clădirii), fiind aproximativ egală cu grosimea anvelopei unei case pasive, la care se adaugă grosimea stratului de aer dintre cele două anvelope, calculată în funcție de caracteristicile sistemului termodinamic. Cele două suprastructuri pot fi realizate astfel încât să nu existe nici un punct de legătură între ele, dar pentru realizarea unei structuri mai ușoare, pot exista puncte de sprijin 1.15, 1.18, care să transmită o parte din sarcina mecanică exercitată asupra suprastructurii exterioare (în principal cele datorate vînturilor puternice), dar acestea trebuie să fie în număr cît mai mic, montate de preferință cu ajutorul unor adezivi și realizate din elemente cu coeficient de transfer termic cît mai mic (poliuretan, polistiren extrudat, policarbonat, etc), astfel încât ele nu constituie punți termice. La partea superioară, pe acești stâlpi se sprijină o structură de grinzi longitudinale și transversale, cu puncte de sprijin pe stâlpii clădirii, care preiau o parte din greutatea acoperișului, sau o structură de căpriori sau bolți care preia această greutate integral. Noua suprastructură poate prelua o parte mai mică sau mai mare din greutatea balcoanelor, a copertinelor, a elementelor decorative, a suprafețelor vitrate, eliminînd într-o măsură mai mare decât la procedeele clasice, punțile termice. Se realizează astfel o casă cu înveliș dublu, o “casă în casă”.

Montajul grinzilor orizontale se face în așa fel încât suprafețele lor laterale să fie aproximativ în același plan vertical cu suprafețele laterale ale stîlpilor. Suprastructura exterioară va avea astfel două suprafețe verticale plane: una interioară, pe care se fixează prin lipire sau cu elemente demontabile, plăcile-suport pentru fixarea materialului termoizolant și una exterioară, pe care se montează elementele de decorare ale fațadei 1.11 (în cazul în care decorarea nu se realizează direct pe plăcile-suport ale termoizolației). De asemenea, între fiecare pereche de două grinzi orizontale și

perechea de stâlpi pe care acestea se montează, se formează camere paralelipipedice, mărginite pe o latură de materialul izolant, iar pe cealaltă latură sunt deschise, sau sunt mărginite de plăci de decorare, plăci transparente, sau plăci acumulative de căldură. În cazul unei expuneri solare, datorită efectului de seră, temperatura acestor camere poate fi mult mai mare decât cea exterioară.

3. Anvelopa termică la acest tip de clădire este compusă din 3 straturi:

- un strat interior, aplicat pe "casa interioară" (stratul cald); se aplică pe zidurile nefinisate și este relativ continuu, cu puține punți termice, datorită mutării elementelor cu rezistență termică redusă pe suprastructura exterioară

- un strat exterior, aplicat pe partea interioară a suprastructurii suplimentare (stratul rece); și acest strat se poate aplica cu un număr mic de elemente de fixare din materiale cu conductivitate redusă

- un strat de aer intermediar, care poate fi mărginit de suprafețe reflectorizante, pentru a reduce pierderile prin reflexie, mai ales atunci când pereții exteriori ai clădirii interioare sunt radianți spre interior (elemente radiante cu inserții metalice); temperatura acestui strat este relativ uniformă, dar există o stratificare pe verticală. În acest caz, elementele constructive introduse în acest strat nu constituie punți termice și pot fi executate din orice material. Între cele două straturi izolatoare pot fi introduse din loc în loc, forțat, printr-o ușoară presare, elemente de sprijin cu grosimea puțin mai mare decât a stratului intermediar, astfel încât împingând cele două termoizolații spre stratul lor suport, ele să exercite un efect de fixare al acestora, reducând numărul elementelor de fixare penetrante. Această stratificare poate fi amplificată prin diverse procedee și utilizată în funcționarea sistemului de climatizare. După cum se vede în fig.2, stratul intermediar poate pătrunde și între cele două suprafețe transparente 2.1 ale unei ferestre. În acest strat pot fi montate, de asemenea, schimbătoare de căldură sol-aer 2.6 care utilizează captatorul geotermic de sub clădire, sau/și din apropierea ei pentru a aduce iarna un aport de căldură suplimentar, iar vara pentru a evacua căldura excedentară, precum și vaporizatorul 2.2 al unei pompe de căldură, pentru recuperarea (cu un randament deosebit de ridicat) a căldurii acumulate în partea superioară (cea mai caldă) a stratului intermediar. Stratul de aer intermediar poate fi relativ stabil, poate fi ventilat natural, poate fi vehiculat de către un sistem clasic de climatizare, poate fi înlocuit cu aer proaspăt adus prin "puțuri canadiene" și vehiculat prin procedeele propuse de Enertia Building Systems, sau poate fi vehiculat prin mișcarea blocurilor termoizolante mobile sau prin mișcări de destindere-comprimare a blocurilor termoizolante cu grosime variabilă, conform invenției.

Temperatura stratului intermediar este determinată de raportul rezistențelor termice ale celor două straturi izolatoare și este aleasă în funcție de destinația clădirii. De exemplu, pentru o clădire locuită în permanență, în totalitatea ei (depozite, spitale, etc), stratul cald poate fi foarte subțire, temperatura stratului intermediar este apropiată de temperatura interioară și reglarea temperaturii interioare se poate face acționând direct asupra stratului intermediar (de exemplu, se poate adopta sistemul unei ușoare supraîncălziri a aerului din stratul intermediar, aportul de căldură prin stratul cald având rolul de a compensa pierderile prin alte elemente ale încăperii). Pentru o clădire utilizată parțial sau integral o parte a zilei și total părăsită în restul zilei (birouri, școli, restaurante, discoteci), grosimea stratului cald poate fi mai mare, iar temperatura stratului intermediar se va regla astfel încât în încăperile nepopulate să se asigure o temperatură de gardă, asigurată de compensarea pierderilor de căldură interioare de către fluxul termic ce trece din stratul intermediar prin izolația caldă. Camerele populate vor avea surse de căldură independente care să asigure confortul termic dorit. Căldura pierdută de aceste încăperi spre stratul intermediar va fi în mare parte recuperată. De asemenea, raportul dintre grosimile celor două straturi poate fi ales astfel încât temperatura stratului intermediar să nu coboare sub 0 grade Celsius decât în cazuri excepționale, ceea ce permite o abordare complet diferită a modului și materialelor din care sunt realizate cele două straturi, precum și o reglare a umidității din interior, prin reglarea umidității din stratul intermediar. În cazul clădirilor cu multe încăperi (clădiri cu destinația de locuință, hoteluri, etc) în care se doresc temperaturi de confort diferențiate, este indicată compartimentarea stratului intermediar prin brîuri (centuri) orizontale și verticale, confecționate din materiale cu rezistențe mecanice mari (pentru o

bună distribuire a sarcinii mecanice) și cu rezistențe termice mari, montate astfel încât să umple pe toată grosimea lor spațiul dintre stâlpii (respectiv grinzile) suprastructurii principale și stâlpii (respectiv grinzile) de vis-a-vis ai structurii secundare. Aceste brîuri pot fi străbătute de canele de ventilație obturate termic, realizate conform invenției.

Dacă într-o clădire cu strat intermediar rece se realizează camere izolate 1.9, cu peretele exterior neizolat (sau complet suprimat), se obțin încăperi cu temperaturi de conservare, similare pivnițelor. Mai mult, aparatele frigorifice fabricate special pentru aceste clădiri, vor avea un condensator detașabil, montat în stratul intermediar. În acest fel, temperatura condensatorului va fi mult redusă, realizînd o economie apreciabilă de energie.

Suprafețele vitrate 2.1 vor fi și ele compuse din două părți, cîte una în fiecare din cele două părți ale anvelopei. În acest fel, pierderile de căldură mai mari prin aceste suprafețe, precum și cele de la colțurile clădirii, sau din alte punți termice, vor genera mișcări convective în interiorul stratului de aer intermediar, și vor contribui la micșorarea pierderilor de căldură prin pereți. Totodată, prin stratificarea aerului din acest strat, în partea superioară se va forma un „tampon” care va diminua pierderile de căldură prin plafonul ultimului etaj.

Rolul cel mai important al acestui strat intermediar, este de a contribui în mod eficace la climatizarea clădirii. În cazul unor temperaturi exterioare mici, aerul conținut de acest strat poate fi încălzit cu ajutorul energiei geotermice sau a energiei solare, prin intermediul unei pompe de căldură sol-aer, al unei pompe de căldură aer-aer cu captare din mediul exterior, cu puțuri canadiene, cu recuperatoare de căldură, sau cu motoare Stirling. Printr-un aport de căldură în acest strat, în timpul sezonului rece, realizat prin unul din mijloacele enumerate, se diminuează căldura ce se pierde prin stratul cald al anvelopei, căldura pierdută prin anvelopa rece provenind aproape integral din această sursă suplimentară, iar în timpul sezonului cald, mare parte din căldura care trece prin anvelopa caldă este evacuată înainte de a ajunge în clădire, fiind extrasă totodată și o parte din căldura acumulată în anvelopa caldă, ceea ce duce la o răcire a pereților interiori. Dacă temperatura exterioară crește, este pornită o pompă de căldură 16 care extrage căldura din acest strat, și o furnizează sistemului de climatizare, realizînd o recirculare a căldurii introduse în sistem. Față de o pompă de căldură aer-aer cu absorbție de aer din mediul exterior, se obține un coeficient de performanță superior și un consum mai mic de energie. În plus, se diminuează mult căldura cedată mediului exterior.

Se pot realiza și clădiri cu mai multe straturi de aer intermediare, la care recuperate căldurii utilizate pentru încălzire se poate realiza cu randamente superioare.

Materialele utilizate pentru realizarea termoizolației pot fi cele clasice (care, în general, datorită acestui tip de structură devin mai ușor de montat și mai eficace), pot fi bariere multistrat conform WO2007/018443, sau pot fi bariere multistrat cu rezistență termică variabilă, conform invenției.

4. Bariere multistrat cu rezistență termică variabilă. În cererea de brevet WO2007/018443 este descris un procedeu de producere a materialelor termoizolante bazat pe realizarea în structura materialului a unor bariere gazoase peliculare. Conform acestei invenții, se pot realiza bariere multistrat, compuse din pelicule de gaz (denumite straturi de bază) de grosime uniformă (grosime limită, determinată experimental, la care gazele sunt încă neconvective) paralele, cu suprafață mare, separate prin straturi solide (polietilenă, PVC, hîrtie, aluminiu, rășini, etc) de grosime foarte mică (5-10 microni), denumite straturi suport. Printr-o ușoară tensionare a straturilor suport, se obțin pelicule de gaz de grosime relativ uniformă, utilizînd un număr minim de distanțieri. Într-o astfel de barieră, volumul de gaz poate depăși 90 de procente din volumul total, obținîndu-se practic un strat de gaz neconvectiv, cu grosimea egală cu grosimea barierei. Dacă gazul utilizat este aerul, se pot obține materiale termoizolante cu un coeficient de conducție termică mai mic de 0,03 W/m.K.

Imobilitatea gazului din straturile peliculare depinde în principal de ecartul de temperatură dintre cele două straturi solide care le mărginesc, gazul rămînînd neconvectiv atunci cînd această diferență nu depășește o valoare limită, chiar dacă grosimea peliculei de gaz este mai mare. Acest ecart de temperatură se obține prin divizarea ecartului total, dintre temperaturile celor două straturi

protectoare, la numărul total de straturi. Pentru un anumit ecart de temperatură, există deci un număr minim de straturi care dacă este depășit, asigură o valoare ridicată a rezistenței termice a anvelopei. Pentru un ecart de temperatură interior-exterior de 30 grade Celsius, numărul minim necesar de straturi este de 200-250. Pentru grosimi ale anvelopei de 100 mm, grosimea unui strat este de 0,4-0,5 mm, iar pentru anvelope de 500 mm, grosimea unui strat este de 2-2,5 mm, în ambele cazuri coeficientul de conducție termică fiind mai mic de 0,03 W/m.K pentru toată grosimea izolației.

Invenția de față propune realizarea barierelor multistrat cu distanțieri de grosime variabilă. Ca urmare, grosimea întregii bariere devine variabilă și poate fi modificată între anumite limite, coeficientul de transfer termic rămânând aproximativ același pe porțiunea dintre cele două plăci protectoare, restul grosimii fiind ocupat de aer convectiv. În figura 4, sunt reprezentate câteva tipuri de astfel de bariere: în fig. 4A între straturile suport 4.2 se montează distanțieri de colț 4.3, confecționați din două piese elastice (cauciuc, polietilenă, mase plastice, etc), iar în fig. 4B, distanțieri liniari 4.4 confecționați din tuburi elastice cu pereți subțiri. Una dintre plăcile protectoare 4.1 este fixă, iar cealaltă este deplasată pe o direcție perpendiculară pe suprafața plăcii (simultan cu toate straturile suport) de către tija 4.6 a unui sau mai multor pistoane 4.7, grosimea barierelor variind între două limite. Revenirea straturilor în poziția inițială se face sub acțiunea elasticității distanțierilor, după retragerea pistonului. În fig. 4C, distanțierii de colț 4.5 sunt confecționați dintr-un material rigid, cu grosimea de câteva zecimi de milimetru, dar sunt prevăzuți cu un orificiu prin care trece o tijă 4.8, iar distanțierii straturilor alăturate sunt legați între ei cu unul sau mai multe fire 4.9 (de exemplu fire de mătase), cu lungimea egală cu grosimea maximă a peliculelor de gaz. Deplasarea tije 4.6 a pistonului, care la acest tip de barieră este atașat plăcii protectoare, provoacă culisarea succesivă a straturilor suport de-a lungul celor 4 tije pe care sunt montate, într-un sens sau în celălalt, în barieră formându-se două zone: una cu straturi peliculare de grosime minimă, dată de grosimea distanțierilor, și una cu straturi de grosime maximă, dată de lungimea firelor de legătură. Prin aceste mișcări, bariera multistrat poate fi încărcată cu aer cald sau rece, după cum dictează funcționarea sistemului de climatizare.

Acționarea pistoanelor se poate face prin metode clasice, cu pistoane hidraulice sau pneumatice, cu tije acționate mecanic, cu sisteme bielă-manivelă, cu electromagneți, etc. De asemenea, ale pot fi acționate cu captatori acționați cu motoare liniare cu impulsuri electrice, conform invenției. Există și posibilitatea unei acționări automate, cu ajutorul unor captatori la care cele două camere situate pe cele două fețe ale pistonului sunt legate prin intermediul unor electroventile comandate automat, la rezervoare cu gaz, montate în mediile de referință. Presiunile de pe cele două fețe ale pistonului vor varia, în consecință, în funcție de temperaturile mediilor în care sunt montate rezervoarele cu gaz de comandă, vehicularea aerului făcându-se în funcție de aceste temperaturi.

5. Izolații transparente cu rezistență termică variabilă. Dacă stratul protector exterior al unei bariere multistrat se realizează dintr-o placă de sticlă (sau alt material suficient de transparent), straturile suport din folii transparente foarte subțiri, separete prin distanțieri de grosime egală cu grosimea-limită, iar stratul protector interior dintr-un material absorbant de radiații termice și acumulator de căldură, se obține un panou de izolație transparent, cu proprietatea de a absorbi și de a acumula o mare cantitate de căldură. Dacă la acest panou, distanțierii dintre straturile suport sunt elastici și au grosimea variabilă, prin mișcări alterative ale stratului protector interior mobil, se poate realiza înlocuirea periodică a gazului din straturile peliculare, cu un gaz cu altă temperatură, în funcție de necesitățile de moment ale sistemului de climatizare.

6. Canal de ventilație obturat termic. Pentru transportul rapid și fără consum însemnat de lucru mecanic între diferite zone ale anvelopei, precum și între anvelopă și interiorul sau exteriorul clădirii, în grosimea izolației se practică niște canale de ventilație. Pentru evitarea pierderilor de căldură, în interiorul acestor canale, se introduc dopuri izolante, conform figurii 5. Pe unul din pereții 5.1 ai canalului, se montează prin elemente de cuplare demontabile, pe toată lățimea lui, un suport 5.2 pe care sunt montați, perpendicular pe suport, pe toată lățimea lui, distanțieri 5.3 de o

grosime cât mai mică (0,1-1 mm), iar între fiecare pereche de distanțieri, se montează prin lipire sau prin strângere, șorțuri 5.4 de grosime foarte mică (0,01-0,1 mm), cu lungimea și lățimea aproximativ egale cu dimensiunile respective ale canalului. Materialul și grosimea șorțurilor trebuie să asigure, pe de o parte formarea unor pelicule de gaz relativ uniforme (datorită greutatei proprii și greutatei unor distanțieri 5.5, atașați în partea lor inferioară), formînd în acest fel o barieră termică multistrat, iar pe de altă parte, un grad suficient de deformabilitate, astfel încît atunci cînd diferența de presiune dintre cele două fețe ale dopului depășește o anumită valoare, șorțurile să se deformeze, permițînd trecerea unui flux de gaz, pînă la anularea diferenței de presiune. Dacă materialul șorțurilor este suficient de dur ca să nu se deformeze sub acțiunea greutatei proprii, dar cu o elasticitate corespunzătoare, distanțierii pot fi fixați pe oricare din celelalte trei laturi ale canalului. Procedul poate fi aplicat pe orice tip de canal de ventilație, dar poate fi extrem de util pentru ventilarea clădirilor.

Figura 3 prezintă modul de realizare al unui canal de ventilație împreună cu o barieră multistrat cu rezistență variabilă: straturile suport 3.20 ale barierei (fixate de suprastructură cu elementele de prindere 3.4) sunt prevăzute la partea inferioară cu șorțurile 3.12, adăugate prin lipire (realizate din același material ca și straturile suport, sau dacă acesta nu întrunește calitățile necesare, din materiale diferite), sau realizate prin confecționarea acestor straturi suport cu înălțimi mai mari decît înălțimea straturilor protectoare, formînd împreună cu pereții plăcilor alăturate, un canal de ventilație obturat termic. În acest fel, peliculele de gaz neconvectiv ale barierei și ale dopului de obturare sunt una în prelungirea celeilalte și grosimea lor poate fi modificată prin acțiunea pistonului 3.11. În situația din figura 3, canalul de ventilație este prevăzut cu un perete mobil acționat de pistonul propriu 3.21. Atunci cînd pistoanele 3.11 și 3.21 sunt acționate simultan, atît bariera cît și canalul de ventilație își modifică dimensiunile, gazul din interiorul barierei fiind în mare parte vehiculat spre sau dinspre captatorul solar 3.8, format în spatele plăcii de sticlă 3.7. Dacă este acționat numai pistonul 3.21, canalul de ventilație spre bariera solară rămîne obturat, iar schimbul de aer se face între bariera multistrat și stratul de aer intermediar 1.5, format între anvelopă și zidul 1.3. O situație similară este reprezentată în figura 6, în care materialul termoizolant este realizat cu materiale din stadiul actual al tehnicii, sub forma unor blocuri paralelipipedice 6.1, ce pot culisa pe un suport 6.7, sub acțiunea pistonului 6.6. Un canal de ventilație cu obturare termică face legătura între bariera solară 6.3 (separată de exterior prin supapa plată 6.5) și stratul de aer intermediar 6.8 (separată de canalul de ventilație prin supapa 6.2). Sub acțiunea pistonului 6.6, între cele 3 medii pot avea loc schimburi reciproce de gaz.

Posibilitățile de reglare a temperaturii, oferite de bariera cu grosime variabilă cresc dacă și izolația caldă este din acest tip de material. Devine posibilă mărirea sau micșorarea grosimii ambelor straturi în compensație cu variația grosimii stratului intermediar, iar dacă grosimea unuia din straturi crește în timp ce grosimea celuilalt strat scade, devine posibilă mutarea stratului intermediar (și implicit modificarea temperaturii sale) spre una din suprastructuri, în funcție de modificarea temperaturii exterioare, sau de temperatura captatorului geotermic.

De regulă, pe timp friguros, vehicularea aerului din interiorul anvelopei se face în așa fel, încît imediat după apariția unei insolații pe una din fațade, temperatura stratului intermediar, apoi a întregii anvelope să crească pînă în apropierea temperaturii interioare, în așa fel încît să nu mai fie necesar consum de energie pentru încălzire. Manevrele pot fi astfel făcute, încît la dispariția soarelui întreaga anvelopă să aibe o temperatură egală cu temperatura din interior, iar stratul intermediar să aibe grosimea minimă și să fie deplasat spre interior. Dacă, în plus, întreaga clădire, sau cel puțin suprafețele vitrate, sunt prevăzute cu o barieră cu rezistență termică variabilă conform WO2007/018443 (de exemplu, un sistem automat de jaluzele), perioada de timp în care anvelopa pierde căldura astfel acumulată poate fi mult prelungită.

7. Supape plate. Funcționarea anvelopelor inteligente se bazează în special pe vehicularea cu viteze mici a unor cantități de aer cu presiune apropiată de cea atmosferică, pe canale cu secțiuni mari. Închiderea și deschiderea acestor canale se poate face cu supape realizate conform figurii 7,

realizate din plăci dreptunghiulare 7.2 (din metal sau plastic) de mică grosime, care pe una din laturi au montată o balama 7.1, iar pe una din fețe, o garnitură de etanșare 7.3, care calcă perfect pe cele 4 laturi ale canalului (sau dacă supapa se montează în interiorul canalului, se montează un perete interior transversal, prevăzut cu o deschidere obturată de supapă). Supapele sunt de obicei verticale, cu balamaua montată pe latura superioară, caz în care deschiderea ei se face de către curentul de aer, iar revenirea la poziția inițială se face sub acțiunea propriei greutate, dar se pot realiza și supape la care revenirea la poziția inițială să se facă prin acțiunea unui mic resort 7.9. De asemenea, în unele situații se pot monta o serie de opritori, acționați mecanic sau electric care să blocheze temporar supapele într-o anumită poziție. În figura 7 este reprezentat și un captator dreptunghiular cu dublu efect, cu supape plate, utilizat pentru vehicularea aerului la distanțe mai mari. Supapele se montează în cele două capace, precum și în perețele superior 7.4. La mișcarea spre dreapta a pistonului 7.5, se deschid supapa de admisie 7.6 din primul compartiment și supapa de refulare 7.10 din al doilea compartiment, iar la deplasarea spre stânga, se deschid supapele 7.7 și 7.8.

8. Pereți poroși. Improspătarea aerului din interior se poate face întocmai ca la casele pasive printr-un sistem de ventilație bazat pe un schimbător de căldură, în care se recuperează cea mai mare parte a căldurii din aerul evacuat, sau printr-un sistem de ventilație prin pereții poroși descriși în cererea WO2007/018443. Acest din urmă sistem are avantajul că la un anumit debit de aer vehiculat prin pereți, cantitatea de căldură preluată de curentul de aer proaspăt de la straturile pereților, poate egala cantitatea de căldură primită de pereți din interior. Ca urmare, întreaga cantitate de căldură consumată pentru încălzire este regăsită în aerul proaspăt introdus în clădire. Efectul cel mai semnificativ al procedurii se manifestă în cazul suprafețelor vitrate, care au pierderile de căldură cele mai mari. Prin includerea stratului de aer 3.31 dintre ultimele foi de geam în perețele poros 3.30, pierderile de căldură dinspre stratul intermediar sunt recuperate (pierderile de căldură din interior spre stratul intermediar regăsindu-se în partea superioară a stratului intermediar) Căldura conținută în aerul viciat poate fi extrasă cu o pompă de căldură, poate fi utilizată prin vehicularea ei într-o zonă rece a anvelopei, sau poate fi introdusă într-un circuit termodinamic ca cel din fig. 9B. Acest sistem este compus dintr-o turbină în colivie 9.1 ce preia aerul cald viciat din sistemul de ventilație și transformă în lucru mecanic o parte din entalpia lui, răcindu-l pînă la temperatura mediului exterior. Turbina refulează într-un captator cu piston, cu pereți metalici, montată pe fațade respectivă. Aici aerul este comprimat izoterm pînă la presiunea atmosferică și refulat în atmosferă, sau reintrodus în circuit. Lucrul mecanic astfel obținut servește pentru acționarea sistemului de ventilație, iar excesul este transformat în energie electrică.

Acest sistem termodinamic este util și pentru răcirea unor recipiente sau utilaje cu temperatură ridicată, ca cel din fig. 9C, lucrul mecanic obținut fiind mult mai mare.

9. Suprafețe vitrate cu bariere anticonvecție. La o anvelopă termică cu grosime suficient de mare și realizată cu materiale performante, pierderile de căldură cele mai mari rămîn cele prin suprafețele vitrate. La aceste elemente ale construcției, reducerea pierderilor trebuie corelată cu realizarea condițiilor de confort vizual. Dacă pentru reducerea pierderilor de căldură pe timpul nopții sau la părăsirea încăperii, pierderile se pot reduce prin acționarea automată a unor jaluzele reflectorizante, pierderile de căldură prin convecție pot fi reduse prin realizarea unor bariere care să reducă mișcarea convectivă a gazului dintre două foi de geam. Procedul este exemplificat în figura 3 pentru o suprafață vitrată fixă, alcătuită din foile de geam 3.14 și rama cu miez termoizolant 3.13. Între cele două foi se stabilește un ecart de temperatură foarte apropiat de ecartul de temperatură dintre interiorul și exteriorul încăperii, ceea ce determină o circulație cu viteză destul de mare a gazului dintre foile geamului. Dacă între cele două foi de geam se introduc cîteva bariere anticonvecție 3.15, (în așa fel încît suprafața pentru pătrunderea razelor solare să nu fie redusă cu mai mult de cîteva procente), bariere care să acopere întreaga suprafață și trecînd prin rama ferestrei 3.13, să intre în contact intim pe o suprafață cît mai mare cu izolația termică, temperatura acestor bariere se va stabili la o valoare apropiată de temperatura din stratul respectiv al termoizolației, transmițînd această temperatură și gazului din imediata apropiere a barierei. În acest

fel, se vor forma curenți convectivi între straturile de temperaturi diferite ale barierei, de o intensitate și o viteză mult reduse. O parte însemnată a gazului va continua să se deplaseze printre ochiurile rețelei, cu o viteză ceva mai mică, pe ansamblu obținându-se o reducere semnificativă a pierderilor de căldură. Pentru realizarea scopului propus, materialele din care se confecționează bariera trebuie să aibe un coeficient cât mai ridicat de transmitere a căldurii. În ceea ce privește numărul barierelor, dimensiunile ochiurilor și suprafața părții pline, trebuie realizat un compromis optim cu fluxul luminos absorbit. În figura 3, barierele sunt realizate din plase metalice, confecționate din fire cu diametrul cât mai mic și cu ochiuri mari, ochiurile diferitelor bariere fiind aliniată, astfel încât fluxul luminos să nu se reducă cu mai mult de 10-20 procente. O altă variantă este realizarea barierelor din materiale transparente. Acum este preferabilă realizarea rețelei din bare perpendiculare formînd rețele cu ochiuri mari, conform fig.9A, suprapunerea rețelelor făcîndu-se decalat cu cîte o lățime de bară, astfel încît pe o direcție perpendiculară pe geam, să fie întîlnite maximum două bariere, iar curentul de gaz să parcurgă un drum cât mai sinuos.

Ca bariere de rupere a convectivității pot fi utilizate și elemente active (rezistențe electrice, tuburi cu un agent caloportor) disimulate în diverse elemente cu rol decorativ. Figura 3 exemplifică și una din posibilitățile de montare a suprafețelor vitrate fixe: rama dintr-un material izolant 3.13, a ferestrei 3.14, se montează pe suportii 3.5 fixați pe suprastructura exterioară și pe peretele 1.3 de pe suprastructura interioară.

10. Suprafețe vitrate cu flux de lumină variabil. Un alt procedeu prin care pot fi reduse pierderile de căldură prin suprafețele vitrate fără a diminua prea mult fluxul luminos, descris în figura 8, este folosirea unui sistem de lentile și prisme cu ajutorul cărora, razele de lumină incidente pe o suprafață 8.1, sunt concentrate de către un sistem de lentile convergente 8.3, trec prin stratul izolant 8.5 printr-o secțiune mult redusă, apoi printr-un sistem divergent 8.4 și pătrund în interiorul încăperii printr-un ecran 8.2, avînd aceleași dimensiuni cu elementul de captare. Pe traseul fluxului luminos se poate intercala un dispozitiv mobil de ecranare, o imagine decorativă, sau chiar ecranul mobil al unui televizor sau al unui monitor PC. Făcînd un compromis, în detrimentul clarității imaginii recepționate, fluxul luminos poate fi făcut să treacă printr-o secțiune mai mică sau mai mare, reducînd corespunzător suprafața cu pierderi mari de căldură. În figura 8A, lumina trece mai întîi printr-o lentilă convergentă 8.7, apoi prin una divergentă 8.8, pentru ca paralelismul razelor să fie refăcut de lentila convergentă 8.9, iar în figura 10, suprafața de captare descompune imaginea recepționată într-o multitudine de microimagini, acestea sunt fiecare micșorate de către lentilele 10.1 și transmise prin tuburile optice 10.2 către suprafața de redare, unde microimaginile sunt mărite, iar imaginea inițială este recompusă. Se pot astfel obține pereți metalici transparenti, din beton, sau din alte materiale, utili în diverse aplicații: aeronave, submarine.etc. Acest sistem poate fi aplicat și sistemelor de iluminat anidolice, așa cum se vede în figura 3, prin înlocuirea ferestrelor din sistemele clasice cu lentilele convergente și divergente, sau prin concentrarea fluxului luminos cu o lentilă convergentă 3.16, spre capătul unui tub optic 3.17 (închis de suprafețele vitrate cu suprafață foarte mică 3.18), care conduce acest flux în spațiul dintre tavan și placa translucidă 3.19.

11. Pereți acumulatori de căldură. Invenția propune realizarea unor pereți din două plăci ușoare (lemn, PVC, polietilenă, etc), avînd practicate mici perforații, pentru aerisire și evacuarea umidității, între care se introduce un material de umplură acumulator (nisip, pietriș, argilă, pământ vegetal, etc), a cărui umiditate este menținută între anumite limite (dictate de sistemul de reglare a umidității interioare) cu ajutorul unui sistem de picurare alimentat de la rețeaua de apă interioară. Pe un astfel de perete se pot chiar planta plante ornamentale.

12. Elemente radiante cu inserții metalice. Încălzirea unei locuințe cu termoanvelopă inteligentă se poate face cu agenți caloportori cu temperatură mult mai mică decît în cazul sistemelor tradiționale. Invenția de față, propune utilizarea elementelor radiante cu agenți cu temperatură redusă. Peretele radiant 11.2 este confecționat din beton, ipsos, etc, în care, la turnare, se introduc inserții metalice 11.3 sub formă de bare, fire, panglici, etc (putînd proveni din deșeuri colectate în acest scop), dispuse cât mai omogen. Toate aceste inserții sunt sudate între ele și la o placă

colectoare 11.4, cu grosime mai mare, amplasată central pe una din fețele plăcii radiante. În placa colectoare se practică o cavitate cilindrică în care este sudată cît mai intim conducta 11.5 prin care circulă, forțat sau gravitațional, agentul termic (apă, aer, vaporii saturați ai unui freon, etc). Conducta și fața mai caldă a plăcii radiante se izolează termic 11.1, intercalîndu-se, de preferat, și o barieră termos cu suprafețe reflectorizate. Pentru un perete radiant realizat într-un perete despărțitor (cu două fețe radiante), se poate renunța la stratul izolator.

Dacă anvelopa termică îndeplinește cel puțin condițiile de performanță impuse unei case pasive, temperatura de lucru a pereților radianți este doar cu 2-3 grade superioară temperaturii interioare și poate fi obținută cu temperaturi relativ scăzute (max. 28 grade) ale agentului termic, ceea ce mărește posibilitatea ca necesarul de căldură să se obțină și din surse auxiliare (o pompă de căldură ce extrage căldura din stratul intermediar superior, sau din reciclarea apei menajere), sau de la un generator Stirling, prin cogenerare, cu randament ridicat, datorită ecartului mai mare de temperatură la care acesta funcționează. În plus, datorită temperaturii moderate, pe aceste conducte pot fi montate derivații pentru alimentarea sistemului de umezire a pereților acumulatori, precum și pentru alimentarea unor dispozitive ale sistemului anti-incendiu.

13. Captator acționat cu motor electric liniar de mici dimensiuni. Acest tip de captator servește atât pentru vehicularea aerului din interiorul anvelopei, cît și unor elemente componente ale sistemului de climatizare și generare de curent electric. În figura 1A, este reprezentată o secțiune longitudinală printr-un captator cu secțiune dreptunghiulară. Carcasa 13.1 este o cutie paralelipipedică, confecționată dintr-un material, de preferință nemagnetic, cu rezistență mecanică suficient de mare pentru a suporta presiunile interioare fără să se deformeze, iar dacă este folosit pentru captarea căldurii, cu un coeficient de transfer termic cît mai mare. Dacă captatorul este de tip solar, suprafața expusă însoririi este acoperită cu substanțe absorbante sau cu un panou cu celule fotovoltaice. În pereții carcasei se montează supapele de admisie și de refulare 13.7. Pistonul 13.2, executat, de preferință, tot din material nemagnetic, are colțurile rotunjite, așa cum reiese din secțiunea 1-1, pentru ca în aceste zone, garniturile 13.16 să nu sufere deformări mari. În zona mediană a pistonului, paralel cu latura sa cea mai lungă, pe una sau pe ambele fețe ale sale, se montează o armătură metalică, cu o bună conductivitate electrică, precum și cu proprietăți magnetice cît mai bune. Această armătură poate face corp comun cu restul pistonului, sau poate fi demontabilă. Atunci cînd se lucrează cu curenți de valori mari este preferabilă montarea unui număr mai mare de armături, paralele între ele și paralele cu latura scurtă a pistonului (fig.13B, 13C).

Pentru fiecare armătură a pistonului, la unul, sau la ambele capete ale captatorului se montează cîte un circuit magnetic în formă de U (potcoavă), cu dimensiunile alese în așa fel, încît atunci cînd pistonul ajunge la capătul cursei, armătura metalică să umple cît mai bine cavitatea interioară a circuitului magnetic. Pătrunderea armăturii în cavitate se poate face fie din față (axa magnetului fiind aceeași, sau paralelă cu axa captatorului), fie din lateral (axa magnetului fiind perpendiculară pe cea a captatorului; în acest caz se pot monta doi magneți în forma de U față în față). Circuitul magnetic se poate realiza din unul sau 2 magneți permanenți în formă de potcoavă (fig. 13A), din doi magneți permanenți în formă de bară (paraleli cu armătura pistonului, unul deasupra ei, celălalt sub ea), montați pe o armătură feromagnetică cu rol de a închide circuitul magnetic, sau poate fi realizat conform fig.13B și 13C, din armături feromagnetice 13.10, 13.11, (din tole) avînd dispuse pe unele porțiuni, bobinaje electrice 13.9, astfel încît să se realizeze un circuit magnetic cu un întrefier în care pătrunde armătura pistonului, atunci cînd acesta ajunge la capătul cursei. În acest caz, se poate realiza un singur circuit magnetic pentru toate armăturile de pe o față a pistonului (fig.13B). Dacă pistonul și/sau carcasa sunt realizate din materiale magnetice, întreg circuitul magnetic este separat de acestea cu o masă izolantă 13.5 pentru reducerea fluxurilor magnetice de dispersie. Masa izolantă servește, de asemenea, pentru reducerea volumului mort al captatorului. Tot în această zonă, la cele două extremități ale întrefierului, se montează un sistem de două portperii 13.14, împreună cu periile 13.6. Printr-un sistem de conductoare flexibile, periile sunt legate la cele două borne 13.17, izolate electric de corpul carcasei, și prin intermediul

conductorilor 13.16, la circuitul de alimentare. Un sistem de arcuri elastice 13.13, care apasă asupra periiilor, asigură realizarea unui contact electric ferm între acestea și armătura mobilă 13.3. Dacă valoarea tensiunii aplicate la borne depășește o valoare critică, pereții interiori ai captatorului se acoperă cu o rășină sau un lac electroizolant.

Cîmpul magnetic creat de magnetii permanenți sau de bobinele electrice, este orientat perpendicular pe direcția mișcării pistonului și este mult amplificat atunci cînd armătura (armăturile) acestuia pătrunde în întrefier și se stabilește un contact electric între acesta și cele două perii. În acest moment, cele două perii se alimentează cu un impuls de curent continuu, astfel orientat încît forța care ia naștere prin interacțiunea dintre cîmpul magnetic și curentul care trece prin armătură, să provoace deplasarea pistonului spre capătul opus al captatorului. Pentru a împiedica formarea de arcuri electrice între perii și armătură, impulsul este deconectat înainte ca armătura să părăsească întrefierul și contactul fizic dintre perie și armătură să înceteze. Mărirea acestei forțe este proporțională cu intensitatea cîmpului magnetic și cu amplitudinea impulsului de curent. Întrucît armătura este realizată din fier masiv, iar secțiunea armăturii poate fi mărită pînă la 70-80 % din secțiunea captatorului, curenții care trec prin armătură pot atinge valori importante. Aceste valori pot fi și mai mari, dacă fluidul vehiculat este la o temperatură scăzută, sau dacă se vehiculează un gaz care în faza de comprimare este răcit prin injecție, (armătura fiind și ea răcită, curentul la care armătura ajunge la o temperatură critică este mai mare).

Ținînd cont de faptul că acest sistem de acționare înlocuiește un motor rotativ și un sistem mecanic de tip bielă-manivelă, cîștigul de spațiu și de materiale este semnificativ. De asemenea, gama de puteri este foarte largă, iar reglajul sarcinii și al turației sunt extrem de ușor de realizat, prin reglajul curenților din armătură și din bobinaj.

Dacă acest mecanism este utilizat pentru vehicularea unor fluide, fără diferențe mari de presiune pe cele două fețe ale pistonului, sau pentru acționarea unor mecanisme cu deplasare liniară alternativă, sarcina mecanică este constantă, curenții care trec prin armătură sunt destul de mici, iar amplitudinea impulsurilor constantă. În acest caz, pentru viteze mici de deplasare ale pistonului, amplitudinea impulsurilor poate fi calculată în așa fel, încît interacțiunea dintre cîmpul magnetic și curentul electric să provoace o deplasare a pistonului exact pînă la capătul opus al captatorului, iar armătura de pe această față a pistonului să mai posede energia mecanică necesară pentru a pătrunde între cele două perii, comprimînd resorturile acestora, apoi deplasarea să înceteze. Deplasarea în sens invers se va face atunci cînd această armătură primește și ea un impuls de curent (chiar în momentul opririi, în cazul unei funcționări continue, sau în orice alt moment ulterior, în cazul unei funcționări secvențiale)

Dacă sunt necesare viteze de deplasare mai mari ale pistonului, se mărește amplitudinea impulsurilor, dar e necesară o frînare la capetele cursei acestuia. Frînarea se poate face pe cale electrică, prin montarea unei sarcini electrice 13R (de exemplu o rezistență electrică ce încălzește fluidul din alt captator), corespunzător dimensionate, la bornele armăturilor, în paralel cu sursa de impulsuri 13S. La apropierea armăturii în mișcare de circuitul magnetic de la capătul opus al captatorului, în circuitul format de sarcină și de armătură, apare un curent electric, proporțional cu viteza de deplasare a armăturii, care interacționînd cu cîmpul magnetic generează o forță ce se opune deplasării. Această forță crește foarte repede o dată cu pătrunderea armăturii în întrefier, ducînd (dacă distanța de frînare este suficient de mare) la oprirea pistonului înainte de limita mecanică. Surplusul de putere necesar mării vitezei de deplasare este astfel parțial recuperat. Frînarea electrică poate fi înlocuită, sau (în cazul unor viteze foarte mari) suplimentată cu o frînare mecanică, așa cum este exemplul din figura 13A, cu ajutorul unor tampoane 13.12, ce se sprijină pe resorturi elastice 13.8, montate în orificii de ghidare, sau ca în exemplul din figura 13D, cu ajutorul unei perne amortizoare pneumatice (sau hidraulice), închisă între capacul captatorului și un piston de amortizare 13.20, tapetat cu un covor elastic 13.21 (volumul pernei amortizoare poate fi mărit prin legarea acestei camere cu o cameră suplimentară exterioară, cu pereți elastici). Energia suplimentară provenită din mișcarea accelerată a pistonului este astfel cedată unor elemente elastice,

care după ce realizează frînarea și opresc pistonul, o recedează acestuia, imprimându-i deplasarea în sens contrar. Impulsul de curent necesar obținerii vitezei de deplasare dorite va fi astfel mai mic decât impulsul necesar pornirii. Perna pneumatică poate fi realizată chiar de către fluidul de lucru, prin închiderea anticipată, comandată, a supapei de refulare. Dacă impulsul de curent este suficient de mare pentru ca elementele elastice din capătul opus să determine o cursă completă de întoarcere a pistonului, captatorul poate fi realizat cu un singur dispozitiv de acționare. De asemenea, la un captator la care direcția de deplasare a pistonului este verticală, se poate monta un singur dispozitiv de acționare, în partea inferioară a captatorului, impulsul de pornire fiind calculat cu luarea în calcul și a greutății pistonului, dar la cursa de întoarcere, produsă de efectul gravitației, această energie suplimentară se recuperează.

Pentru o alimentare continuă a motorului, e necesar ca armătura de lungime mică a pistonului să fie înlocuită cu o tijă cu o lungime mai mare decât lungimea captatorului, care printr-un orificiu executat în capac, și etanșat cu garnituri elastice, să iasă în afara lui, ceea ce duce la necesitatea unui spațiu mare de manevră. În figura 13D, pentru recuperarea acestui spațiu, s-a ales o variantă în care o singură tijă deservește pistoanele a două captatoare, despărțite unul de celălalt printr-un perete intermediar, în care se execută orificiul de trecere prevăzut cu garnituri de etanșare și în care se montează atât circuitul magnetic, format din armăturile 13.10, 13.11 și bobinele 13.9, sau din magneți permanenți, cât și sistemul de alimentare prin perii. Cele două captatoare pot pot fi prevăzute fiecare cu supapele 13.7, legate între ele și la circuitul deservit prin conducte de legătură 13.23, sau pot fi legate direct, prin conducte, caz în care se poate monta o singură pereche de supape, dar volumul conductei de legătură constituie un spațiu mort suplimentar. Tija ce leagă cele două pistoane se execută dintr-un oțel cu bune proprietăți magnetice, cât și cu conductivitate electrică mare. De asemenea, pe tijă se poate monta un traductor de poziție 13.24, care să transmită în orice moment, unui circuit de comandă, poziția pistonului. În acest fel, amplitudinea curentului ce trece prin armătură poate determina deplasarea și oprirea pistonului în orice poziție. O deplasare alternativă continuă a pistonului poate fi asigurată de un curent alternativ, a cărui frecvență și amplitudine sunt astfel corelate încât să se obțină viteza de deplasare dorită. De asemenea, la motoarele realizate cu electromagneți, obținerea acestui tip de deplasare se poate realiza și prin alimentarea motorului de la rețea, cu condiția ca sensul curentului prin bobinele de magnetizare să se schimbe simultan cu sensul curentului prin armătură (condiție ce poate fi îndeplinită, de exemplu, prin alimentarea armăturii din secundarul unui transformator al cărui primar este înseriat cu bobinele circuitului magnetic).

Acest tip de motor este reversibil, el putând funcționa ca generator de curent continuu, sau alternativ monofazat, dacă captatorul este legat în circuitul unui fluid și prin acționarea corespunzătoare a supapelor devine motor pneumatic (hidraulic). În acest caz, presiunea fluidului pune în mișcare pistonul captatorului, ceea ce duce la generarea unui curent în armătură și în circuitul la care aceasta este legată. Captatorul cu motor liniar, cu tijă, dimensionat corespunzător, poate fi utilizat ca dispozitiv de acționare în orice instalație în care sunt necesare mișcări alternative. Avantajul unei astfel de acționări este volumul mic necesar instalării sale și simplitatea acționării.

14. Răcitor cu baie de evaporare, folosit atât pentru răcirea aerului interior, cât și pentru răcirea agenților caloportori. Constructiv, acest tip de răcitor este un captator 14.1 cu piston retezat: așa cum se vede din figura 14, perimetrul pistonului 14.2 (așezat întotdeauna în poziție verticală) nu acoperă partea inferioară a secțiunii interioare a captatorului. Totuși, comunicarea dintre cele două compartimente ale captatorului este împiedicată de un strat de lichid 14.3 (de regulă, apă) al cărui nivel depășește cu câțiva milimetri, marginea inferioară a pistonului. Soluția constructivă cea mai economică este cu piston cu dublu efect și cu câte două supape plate 14.4, 14.5, pentru fiecare compartiment. În figură, cele două compartimente comunică atunci când supapele sunt deschise, direct cu atmosfera, dar acest răcitor poate fi conectat în diverse circuite termodinamice. Pistonul poate fi pus în mișcare prin mijloace clasice, sau de către un motor liniar cu impulsuri electrice. Energia consumată pentru aceasta este foarte mică, întrucât viteza pistonului e mică, iar ecartul de

presiune între fețele pistonului este nul. Mișcarea alternativă a pistonului determină într-un compartiment, deschiderea supapei de admisie și intrarea de aer atmosferic, iar în celălalt compartiment, deschiderea supapei de evacuare și eliminarea aerului din captator. Aerul cald pătruns în captator, determină evaporarea unei mici cantități de apă din baia de lichid și prin aceasta, scăderea temperaturii, atât a aerului introdus, cât și a apei din baie. Scăderea de presiune determinată de răcirea aerului este compensată de intrarea unei cantități de aer suplimentare, astfel încât procesul de evaporare se desfășoară la presiune constantă. Datorită unui strat de aer bogat în vapori care se formează la suprafața băii, este destul de dificilă obținerea de vapori saturați (stare în care efectul de răcire este maxim), dar prin diverse procedee, evaporarea poate fi îmbunătățită:

- introducerea aerului în captator să se facă sub nivelul lichidului din baie
- realizarea unui circuit care simultan cu deplasarea pistonului să extragă și să pulverizeze apă din baie
- montarea a două sau mai multe răcitoare în serie, întrucât mișcarea pistonului determină distrugerea peliculei saturate de la suprafață
- extragerea din gazul evacuat a unei cantități de vapori, la trecerea de la un etaj al răcitorului la cel următor, prin condensarea acestora pe o serpentină foarte rece. Printr-un lanț evaporare-uscare, se pot obține temperaturi foarte mici cu un consum minim de energie

Procesul de evaporare este cu atât mai intens, cu cât aerul pătruns în captator este mai cald, de aceea, sistemul poate fi completat cu un compresor adiabatic înainte de răcitor și cu un detentor sau o turbină, după răcitor, care să recupereze o parte din energia consumată de compresor.

15. Amplificator de presiune. În multe din dispozitivele utilizate de un sistem inteligent de climatizare sunt necesare presiuni mai mari decât cele disponibile. În figura 12 este prezentat un dispozitiv care, plecând de la o diferență dată de presiune, realizează o presiune mult mai mare. Dispozitivul se compune din doi captatori (secțiunea fiind, de regulă, circulară sau dreptunghică) 12.1 și 12.2, de mărimi și volume diferite, puși cap la cap, ai căror pistoane 12.3 și 12.4, sunt legate prin tija comună 12.5. Fiecare din cele două captatoare este prevăzut cu sistemul corespunzător de supape 12.6. Captatorul 12.2 comunică prin supapele 12.6, alternativ, cu două rezervoare umplute cu fluide între care există o diferență de presiune D_1 , (unul din rezervoare poate fi mediul atmosferic, sau captatorul 12.2 poate fi captatorul activ al unui motor Stirling dublu-gama), ceea ce pune în mișcare pistonul acestuia, forța care i se opune fiind diferența de presiune D_2 de pe cele două fețe ale pistonului 12.3. Dacă raportul suprafețelor celor două pistoane este k , sistemul se echilibrează atunci când D_2 ajunge să fie de k ori mai mare decât D_1 . Plecând de la presiuni și temperaturi mici, putem obține în acest fel presiuni mult mai mari, iar prin comprimare adiabatică, temperaturi mari.

16. Sistemul de climatizare. Cu materialele și mecanismele descrise în invenție, sunt posibile multiple posibilități de realizare a unei anvelope termice performante:

1. Realizarea unei anvelope din materiale termoizolante clasice, cu grosime oricât de mare (prin dimensionarea corespunzătoare a suprastructurii exterioare și realizarea distanței corespunzătoare între cele două suprastructuri) și cu libertate deplină în alegerea materialelor pentru fațadă. Prin montarea balcoanelor, a copertinelor și a suprafețelor vitrate pe suprastructura exterioară, se elimină complet punțile termice. Stratul de aer intermediar poate fi o barieră termos, care mărește considerabil rezistența termică totală, sau poate fi aleasă alta din variantele descrise

2. Realizarea unei anvelope termice prin utilizarea unor bariere multistrat, cu stratul protector exterior dintr-un material absorbant de radiații solare, (sau a unor plăci izolatoare transparente), cu distanțieri de grosime reglabilă, cu un strat intermediar cu grosimea de 5-10 cm, și cu dispozitive de vehiculare a aerului prin canale de ventilație obturate termic. Un sistem de captatori cu motor liniar cu impulsuri (sau dispozitive similare) asigură prin mișcări alternative un schimb de aer între aerul din stratul intermediar (sau din interiorul clădirii) și cel din interiorul plăcilor de pe fațada înșorită, pînă la atingerea unei anumite temperaturi a acesteia, asigurînd încălzirea întregii clădiri; apoi, prin

schimburi de aer similare, plăcile termoizolante situate pe fațadele neînsorite pot fi încărcate cu aer cald din anvelopă, ceea ce ușurează considerabil sarcina sistemului de încălzire al clădirii.

3. În plus, prin montarea pe suprastructura exterioară a unor bariere solare în care se realizează un efect de seră, în barierele solare, atunci când sunt însorite, se obțin temperaturi mult superioare celor exterioare. Prin utilizarea unor dispozitive pentru deplasarea straturilor protectoare mobile ale plăcilor termoizolante, se realizează trecerea aerului cald din interiorul barierei în interiorul unei plăci situate în spatele barierei solare, iar de aici în interiorul anvelopei pneumatice, sau direct în clădire, în timp ce printr-o mișcare inversă, aer din anvelopă sau din clădire, pătrunde în interiorul unei plăci situate pe o fațadă neînsorită, iar aerul din interiorul acesteia este trimis spre exterior sau spre un schimbător de căldură, în care căldura conținută este transferată aerului rece care pătrunde în barieră

4. În plus, prin montarea în interiorul barierei solare a unui sistem de țevi colectoare, a unui schimbător de căldură, sau a unui motor Stirling, căldura acumulată în interiorul acesteia poate fi transferată unui boiler, unei instalații de climatizare, unui acumulator de căldură, sau unei instalații termodinamice capabile să utilizeze energii cu potențial scăzut

17. Sistemul termodinamic pentru valorificarea tuturor surselor de energie disponibile este descris în figura 15. În circuitul de lucru, agentul termic (apă, glicol, ulei, etc) încălzit în interiorul captatorului solar 1 (montat pe acoperișul clădirii, pe fațadă, sau în apropierea ei), cedează căldură captatoarelor calde ale generatoarelor Stirling 3 în rezervorul stratificat 7, apoi pînă la temperatura mediului, gazului care circulă în contracurent în schimbătorul de căldură 4, iar dacă solul este mai rece decît mediul, se răcește și mai mult în schimbătorul de căldură 9, cuplat cu captatorul geotermic 2 (montat sub clădire sau/și în apropierea ei, în apa unui rîu din vecinătate, etc). Apoi agentul se reîncălzește în al doilea rezervor stratificat, în captatoarele solare 21 montate pe fațada clădirii și revine în captatorul solar 1. În aceste rezervoare se montează și schimbătoarele de căldură 25, prin care se efectuează schimburi de căldură între rezervoare și elemente de captare montate pe fațade, pe acoperiș, în mediul ambient, în sol, sau în suse auxiliare de energie. Căldura este transformată în energie mecanică (electrică) cu ajutorul motoarelor Stirling sau Ericson 3. Gazul încălzit în schimbătorul 4 produce energie mecanică în turbina în colivie 5. Simultan, pompa de căldură termomecanică 10, cu pulverizare de agent frigorific, capturează căldură succesiv din sol, din aer, din captoare solare, din captorul solar cu concentrare 1 și în final este supraîncălzit în al doilea captor solar 1.1, cu un nivel de concentrare al razelor solare superior. Prin intermediul condensatorului 13, căldura este cedată acumulatorului cald 12, unde agentul frigorific lichefiază. Lichidul rezultat parcurge un circuit de răcire în sens invers, iar apoi este pulverizat de pompa 11, sau este laminat de detentorul 22, în fiecare din captatoarele pompei termomecanice. Energia electrică necesară circulației agentului este furnizată de motoarele din circuitul principal, de panourile fotovoltaice 15, de captatoarele și turbinele eoliene 16. Temperatura rezervorului cald poate fi mărită și mai mult prin arderea unui combustibil ecologic sau cu ajutorul rezistenței electrice 18, alimentată din surse auxiliare sau de la rețea în perioadele cu tarifyare redusă. Natura și presiunea agentului termic din rezervorul cald este aleasă în așa fel încît la temperatura minimă de lucru acesta să fie în stare solidă, pentru ca rezervorul să acumuleze și căldura de topire. Temperatura rezervorului rece 20 este menținută la un nivel minim cu ajutorul schimbătoarelor de căldură 19 (cu aerul exterior) și 2 (cu solul). Presiunea din rezervorul rece este reglată în așa fel încît în timpul răcirii, și acest agent termic să treacă prin punctul de solidificare.

Elementul principal al sistemului este motorul Stirling (Ericson) 17, care funcționează între temperatura rezervorului cald 12 și a celui rece 20. Dar, datorită modularității acestui tip de motor Stirling, captatorul din rezervorul cald poate fi cuplat cu oricare din captatoarele aflate în rezervorul stratificat, ca urmare, acesta poate produce căldura necesară încălzirii locuinței, sau apei menajere prin cogenerare. De asemenea, datorită stratificării rezervoarelor, straturile succesive 25 ale agentului termic pot fi încălzite sau răcite de către acel captator de pe fațadă care are cea mai potrivită temperatură din punctul de vedere al eficacității întregului sistem. Prezența agentului

frigorific din pompa de căldură termomecanică, permite și folosirea unor motoare cu injecție frigorifică, iar atunci când sursele de energie au potențial redus, a motoarelor cu rezervor de frig. Ca și motoarele Stirling, acestea pot funcționa simultan ca motoare și pompe de căldură.

Datorită randamentului lor, egal cu randamentul unui ciclu Carnot, datorită simplității cu care pot fi transformate în generatoare liniare de curent trifazic și datorită unui reglaj deosebit de elastic, motoarele Stirling și Ericson descrise în această invenție sunt cele mai potrivite scopului propus. Orice aport de energie dintr-o sursă alternativă, dacă este utilizat pentru mărirea ecartului de temperatură dintre cele 2 rezervoare, se va regăsi, aproape integral, în energia furnizată de sistem. Ca urmare, energia eoliană poate fi folosită pe o plajă mult mai largă de variație a vitezei vântului, energia panourilor fotovoltaice poate fi folosită fără montarea unui invertor, energia electrică din rețea poate fi folosită în perioadele cu tarif redus și cedată rețelei în vîrfurile de sarcină, deșeurile combustibile pot fi arse oricînd și în orice cantități, etc.

Sistemul descris este deosebit de flexibil, putînd funcționa și la diferențe mici de temperatură între sursa caldă și cea rece, valorificînd eficient diferențele de temperatură dintre aer și sol, dintre noapte și zi. Elementele sale componente sunt în mare parte inovative, putînd fi folosite și în alte aplicații. Ele vor fi descrise succesiv în cele ce urmează.

18. Captatorul solar. Figurile 16 și 17 prezintă o aplicație a procedului cu flux de radiații solare cu secțiune variabilă, la realizarea unui motor Stirling cu randament ridicat. Spre deosebire de procedeele din stadiul actual al tehnicii, la care energia solară este captată cu ajutorul unor oglinzi (parabolice, cilindrice, sau de alt tip) și este concentrată în focarul acestei oglinzi, unde se montează captatorul cald al unui motor Stirling clasic, în procedeul propus de această cerere de brevet, în apropierea focarului oglinzii 16.1, cu orientare reglabilă prin sistemul de rotire 17.2, se montează o altă oglindă (sau lentilă) reglabilă 16.2, care captează acest flux radiant și îl reflectă într-un flux de raze paralele sau ușor convergente, printr-o fantă 16.3, în interiorul unei camere 16.8 (sau în interiorul unui tub cu reflexie totală, care poate conduce fluxul de radiații spre o cameră situată la o distanță mai mare) în interiorul căreia se montează oglinda divergentă 16.4. La intrarea în fantă se montează un dispozitiv de închidere automat pentru a evita pierderile de căldură în perioadele, oricît de scurte, fără insolație. De asemenea, pe suprafața oglinzii pot fi montate celule fotovoltaice care rețin radiațiile din spectrul vizibil, sau în fața oglinzii se montează lentile care descompun radiațiile primite și orientează radiațiile în infraroșu spre placa absorbantă, iar pe celelalte, spre panouri fotovoltaice. Dacă sunt transparente (brevet John Bell), panourile fotovoltaice se montează în fața fantei de lumină. Oglinzile utilizate trebuie să aibe un factor de reflexie cît mai bun (ele pot fi confecționate dintr-un material ușor de prelucrat, pentru a obține cu cheltuieli minime suprafețe complexe, material a cărui suprafață se acoperă apoi cu un chit cu reflexie totală, avînd în compoziție nanoglobule de sticlă). Fluxul de radiații este condus către o cameră puternic izolată prin izolația 16.5. În interiorul camerei, în calea razelor incidente, se montează o conductă cu un agent termic 17.10, un rezervor, sau o oglindă (sau lentilă) divergentă 16.4, (care transmite energia captată unui rezervor 16.6, acoperit cu un strat de material cu factor de absorbție cît mai mare). În rezervor se montează serpentina 16.7, sau captatorul cald 16.6 al unui motor Stirling (cu captatorul rece 17.3 montat în exterior și răcit de aerul atmosferic, sau montat în rezervotul izolat 17.15 și răcit de un alt agent de răcire, de exemplu apă răcită în captatorul geotermic 17.9, conform invenției. Recuperatoarele Stirling 17.4, sau schimbătoarele de căldură care le înlocuiesc, sunt izolate termic de aceeași izolație 16.5.

La casele energy++ colectoarele solare 1.20 se montează pe marginea nordică a acoperișului, astfel încît suprafața oglinzilor să se adauge la suprafața de captare totală. Acoperișul și cele trei fațade însorite sunt folosite pentru o încălzire în trepte a agentului termic, prin montarea în barierele solare (camerele paralelipipedice formate între stîlpii și grinzile suprastructurii) a unor serpentine colectoare, legate cu schimbătoarele de căldură din rezervoarele stratificate. Aceste legături se fac prin intermediul unui distribuitor cu ventile cu mai multe căi, comandate de sistemul de reglare, în așa fel încît fiecare serpentină să se cupleze în mod optim cu unul din straturile rezervorului, în

funcție de temperatura exterioară și de orientarea succesivă spre soare a uneia din fațadele clădirii. De asemenea, e posibilă o legare în cascadă (cu alegerea automată a căilor parcurse de agent, în funcție de poziția soarelui) a serpentinelor. Așa cum se vede în fig. 17, pe fiecare fațadă există mai multe posibilități de captare a energiei solare, cu temperaturi diferite de funcționare: în fig.D, țevile de captare 17.12 (de preferat țevi turtite, pentru mărirea vitezei de transfer) se montează direct pe suprafața absorbantă, în figura C, ele se montează în focarul unei lentile convergente 17.14, iar în fig. B, în interiorul unei camere închise, în care razele pătrund printr-un tub cu reflexie totală 17.7, după ce au trecut printr-o lentilă convergentă 17.14. Și în acest caz, placa transparentă de închidere 17.11 poate fi un panou fotovoltaic transparent. În bariera solară, în spatele lentilelor, în afara traseului razelor convergente, se montează un sistem de țevi 17.6 care recuperează căldura scăpată, și celulele fotovoltaice 17.13 care recuperează radiația difuză. Celulele fotovoltaice pot alimenta direct o serie de rezistențe electrice montate în interiorul țevilor cu agent termic. Țevile 17.12 din fig. 17D, precum și țevile 17.6 din fig. B și C, pot fi înlocuite cu un panou de captare, cu grosime mică și cu suprafața expusă absorbantă, sau cu un panou mixt termic-fotovoltaic. Nici unul din sistemele propuse nu necesită o izolare suplimentară, izolația anvelopei termice fiind suficientă, reducând mult costul, comparativ cu panourile din stadiul actual al tehnicii. Ba mai mult, aceste captatoare constituie o barieră în calea pierderilor de căldură din clădire, iar la temperaturi mari, o sursă de căldură pentru stratul intermediar. În plus, captatoarele de pe fațadele neînsorite pot primi aer cald prin sistemul de canale obturate termic și pot contribui la preîncălzirea agentului termic.

Procedeele de captare descrise anterior se aplică identic la captarea energiei prin conducte cu agent termic, amplasate în focarul unor oglinzi cilindrice (jgheaburi californiene). În secțiune, montajul este identic cu cel descris în fig. 16 și 17A, dar oglinzile captatoare folosite în acest caz și oglinzile reflectoare nu au un focar punctiform, ci o axă focală, paralelă cu o conductă amplasată într-un tub izolat, prevăzut cu o fantă laterală îngustă. Razele solare sunt captate de oglinda mare și vor fi direcționate spre oglinda reflectoare, care la rândul ei, le reflectă spre fanta tubului izolat și pătrund în interiorul acesteia, încălzind întreg spațiul interior și conducta cu agent termic.

Motoarele Stirling au nevoie și de o sursă cât mai rece. Aceasta poate fi oferită de apa unui rîu sau lac, a unei pînze freatice, sau cel mai la îndemînă: solul. Oricare din acestea poate fi alternată în sezoanele reci cu aerul atmosferic. Mai mult, în sezoanele reci, solul poate fi sursa caldă. Pentru a conferi acestei surse bivalente o capacitate mai mare de transfer termic, am imaginat un captator de energie geotermică, plecînd de la captatorul descris în cererea de brevet WO2008/094058.

19. Captatorul geotermic descris în figura 17 se compune dintr-un strat de material cu mare capacitate de acumulare a căldurii, instalat în pămînt, la o adîncime mai mare de 1m (adîncimea recomandată: 3-4 m), în care se montează țevile de captare 17.18. Stratul acumulator este compus dintr-o placă 17.9 de beton, argilă, etc, cu inserții metalice (diferite deșeuri). Înainte de turnarea betonului, în terenul decopertat se înfig țărushi metalici confecționați din țevi, cît mai lungi (minimum 2,5 m), cu un diametru de 25-50 mm, distanțați între ei la 30-100 cm. În terenuri tari, terenuri nisipoase, sau foarte corozive, se execută foraje cu lungimi și diametre ceva mai mari decît cele menționate, apoi se introduc țevi din mase plastice cu diametrul exterior egal cu diametrul forajului, iar țevile metalice se introduc în acestea. O capacitate de captare superioară se obține dacă în pereții acestor țevi se execută mici perforații, iar în interiorul țevilor se introduce apă, sau un amestec de materiale cu calități higroscopice, inclusiv bentonită, astfel încît terenul de sub stratul acumulator să aibe în permanență un anumit grad de umiditate. Țevile metalice se introduc în sol astfel încît după terminarea operației să rămînă deasupra terenului capete de cîtiva centimetri, situate aproximativ în același plan. Pe aceste capete ale țevilor, eventual după fixarea unor suporturi, se pozează și se fixează țevile de captare, astfel încît suprafața de contact să fie cît mai mare, apoi se toarnă betonul (sau se așează și se compactează argila, sau chiar sol coeziv, fără pietriș. Costul instalației poate fi mult redus dacă în locul unor țevi metalice sau din mase plastice se pozează furtune gonflabile (executate, de exemplu, din folii de polietilenă cu grosimi de 1-2 mm, ce pot fi livrate rulate într-un spațiu foarte mic). Acestea se montează foarte ușor : după pozare se închid la

unul din capete, se umplu cu aer, iar după întărirea betonului (sau după compactare) se eliberează aerul, nefiind necesare scule speciale pentru tăiere și îmbinare, nu necesită fittinguri (doar câte o piesă de trecere la marginea plăcii de beton) și nu au rezistență termică mare, iar eventuale mici neetanșități nu sunt dăunătoare. Prin această metodă, întreg volumul de sol de sub placa acumulatoră pînă la adîncimea de pătrundere a țevilor va avea aproximativ aceeași temperatură, crește foarte mult volumul acumulatorului și suprafața prin care căldura solului este captată de acumulator.

În cazul șoselelor, autostrăzilor, pistelor de aterizare, acest tip de captator poate fi montat în fundația de beton a acestora, contribuind la funcționarea unor motoare Stirling ce pot produce energie electrică, simultan cu climatizarea suprafeței pistei de rulare. Pentru aceasta se introduc două sisteme de conducte (realizate în masa de beton prin procedeul descris anterior): unul de suprafață, în apropierea pistei, altul la adîncime. În perioadele calde, sistemul de suprafață alimentează rezervorul cald al unui motor Stirling, iar sistemul de adîncime rezervorul rece. Prin funcționarea motorului se produce energie electrică, simultan cu răcirea pistei, prin absorbția căldurii acumulate de aceasta. Simultan (sau în perioadele în care nu e necesară răcirea pistei de rulare, un alt motor funcționează avînd ca sursă caldă soarele, iar ca sursă rece captatorul geotermic. Temperatura acestei surse calde poate fi ridicată cu rezistențe electrice, iar a sursei reci coborîte cu pompe de căldură, ambele alimentate de panouri fotovoltaice. În sezonul rece, ambele motoare au ca sursă rece sistemul de țevi de suprafață, încălzind pista, prin cogenerare, cu ajutorul căldurii extrase din sol, sau a celei capturate din razele solare, iar dacă nu e necesar, sursa rece este aerul atmosferic.

20. Motorul Stirling este "inima" sistemului termodinamic și al casei energy++. Invenția descrie mai multe tipuri de motoare funcționînd după un ciclu Stirling, toate avînd o serie de caracteristici constructive menite să le sporească eficiența comparativ cu motoarele de acest tip din stadiul actual al tehnicii. Aceste noi caracteristici constructive au ca prim efect reducerea ecartului de temperatură dintre sursa rece și cea caldă la care motorul poate funcționa eficient, ceea ce îl face apt să valorifice surse de energie cu potențial termic redus, îndeosebi energia solară. Aceste motoare pot funcționa atît ca motoare termice cu combustie externă cît și ca pompe de căldură. În stadiul actual al tehnicii, motoarele Stirling au o cîteve caracteristici constructive, care le reduc eficiența:

- forma blocului termic prin care se realizează compresia și destinderea izotermă este, de regulă, cilindrică, formă ușor de realizat tehnic, cu cea mai bună comportare la sarcinile mecanice, dar la care, pentru o secțiune dată, perimetrul este minim, ca atare, suprafața prin care se face schimbul termic (și prin care, de obicei, se captează energia exterioară) este, de asemenea, minimă
- atît în cazul acționării mecanice, din cauza legăturilor cinematice rigide, cît și în cazul motoarelor cu pistoane libere, cele 4 faze ale ciclului nu sunt perfect disincte, existînd întotdeauna suprapuneri ale fazelor izocore și a celor izoterme, ceea ce duce la o deformare a curbei ce descrie desfășurarea procesului, îndeplînd-o mai mult sau mai puțin de ciclul Stirling ideal (care are randamentul maxim posibil) și reducînd randamentul instalației
- datorită legăturilor mecanice și pneumatice dintre blocurile componente, suprafața prin care se preia căldură din sursa caldă se află în imediata vecinătate a suprafeței prin care se cedează căldură sursei reci, ceea ce duce la influențe reciproce, fiind necesare o serie de măsuri pentru contracararea lor
- reglarea sarcinii este destul de dificilă și de lentă, motoarele Stirling nefiind recomandate pentru anumite tipuri de aplicații

Invenția de față își propune să modifice aceste caracteristici constructive considerate defavorabile și să realizeze o serie de motoare Stirling cu eficiență sporită, care să poată fi utilizate pentru producerea de energie mecanică și electrică (precum și energie termică prin cogenerare) mai ales din surse neconvenționale de energie. În cererea de brevet WO2008/094058 am prezentat un motor Stirling dublu-gama, care elimină o parte din dezavantajele menționate, prin cuplarea cap la cap a doua motoare gama, decalate cu 180 de grade, la care cilindrii au fost înlocuiți cu captatoare plate. În această invenție, modificările constructive propuse în cererea menționată, precum și o serie de

modificări suplimentare, sunt aplicate asupra tuturor tipurilor de motoare Stirling, pentru a ajunge la același rezultat: realizarea unor motoare cu randament sporit, capabile să valorifice în mod superior surse de energie cu potențial termic redus. Față de motoarele Stirling din stadiul actual al tehnicii, motoarele propuse au următoarele avantaje:

- suprafețele captatoare de energie sunt mai mari și sunt prelucrate ca să corespundă acestui scop
- captatorul cald și cel rece sunt complet separați, putând fi dispuși în locuri diferite, la distanță mare unul de celălalt
- acționarea pistoanelor se face mecanic (sincronizarea ciclului făcându-se cu ajutorul unor came), sau electric (sincronizarea ciclului făcându-se prin legături de natură informațională), în așa fel încât să nu apară suprapuneri ale celor 4 faze ale ciclului
- captatorul de putere al motorului de tip gama este de asemenea separat și este acționat simultan de presiunea de destindere și de cea de compresie; prin montarea în paralel a mai multor captatori de putere se obține un număr corespunzător de trepte de putere, ceea ce face posibilă o reglare a sarcinii în limite foarte largi
- prin mărirea corespunzătoare a numărului de perechi de captatori de deplasare care acționează asupra aceluiași captator de putere, între duratele fazelor de destindere-compresie și a celor izocore se stabilește un raport întreg, care poate fi ales în mod optim
- în cazul acționării electrice cu motor liniar, se asigură o etanșeitate perfectă a captatorilor
- recuperatoarele Stirling pot fi înlocuite cu schimbătoare de căldură la volum constant
- prin introducerea unor recuperatoare suplimentare, destinderea și/sau compresia pot fi adiabatic
- prin egalizarea presiunilor din captatorii de deplasare la sfârșitul fazei de destindere-comprimare, se elimină punctul mort, pornirea făcându-se autonom, fără mijloace suplimentare și se crează o nouă posibilitate de reglare a sarcinii, prin modificarea presiunii interioare; de asemenea, la modificarea temperaturilor exterioare, captatorul rece poate deveni cald și viceversa
- dacă captatorul de putere este un generator electric liniar reversibil, care devine motor electric prin simpla schimbare a sensului fluxului energetic, motorul Stirling poate deveni pompă de căldură fără nici o modificare suplimentară.

Elementul constructiv prin care se realizează transferul termic este captatorul plat descris în cererea de brevet WO2008/094058 și ale cărui secțiuni longitudinale și transversale sunt redată în fig.18. Acesta este un rezervor al cărui volum interior este un corp geometric de translație (generat prin translația de-a lungul unei unui segment de curbă, nu neaparat o linie dreaptă, a unei suprafețe perpendiculare pe aceasta). Dacă axa de translație este un segment de dreaptă, prin translația unui cerc se generează cilindrul folosit de motorul Stirling clasic, iar prin translația unui dreptunghi cu colțuri rotunjite (pentru realizarea mai ușoară a unor garnituri de etanșare sigure) se generează un paralelipiped cu suprafețele laterale racordate, ca în figura 18. Suprafața de translație poate avea orice formă, în funcție de necesități (de exemplu, în cazul unor presiuni interioare mari, laturile mari ale dreptunghiului sunt concave, pentru o repartizare mai avantajoasă a presiunii, sau dacă din motive de optimizare a schimbului de căldură, captatorul este scufundat într-un schimbător cu presiune interioară mare, aceste laturi sunt convexe, din aceleași rațiuni). La fel, pot exista rațiuni pentru care axa de translație să nu fie un segment de dreaptă (într-un exemplu din această invenție, această axă este o curbă închisă). Captatorii paralelipedici au marele avantaj că pentru un anumit volum interior au o suprafață de schimb termic mai mare decât în cazul celor cilindrice (avantaj cu atât mai accentuat cu cât raportul dintre lungimea și lățimea dreptunghiului de translație este mai mare), ca urmare viteza cu care este captată energia din mediu este mai mare. În fig.18, pereții laterali 18.2 sunt realizați dintr-un material cu căldura specifică volumică cât mai mare și cu conductivitatea termică cât mai bună (fontă, oțel, aluminiu, cupru), sunt prevăzuți cu aripioarele 18.4 pentru mărirea suprafeței de schimb termic, iar grosimea lor este cât mai redusă. La motoarele Stirling din stadiul actual al tehnicii presiunea interioară este mare, iar pereții cilindrilor sunt groși. Motoarele Stirling și Ericson ce deserveșc casele energy++ funcționează scufundate în rezervoare cu agent termic. În acest fel, schimbul termic dintre agent și peretele captatorului se face cu o viteză

mult mai mare decât atunci când captatoarele sunt amplasate în aer, iar presiunea din rezervoare poate fi făcută egală cu presiunea din captatori, ceea ce permite realizarea unor captatoare cu pereși foarte subșiri. Când presiunile din interiorul captatorului sunt mari (ceea ce ar putea duce la deformări ale acestor pereși, deformări ce pot reduce gradul de etanșare al garniturilor pistonului), se caută ca în exteriorul captatorului să se realizeze presiuni superioare, iar suprafața exterioară a pereților să fie ușor bombată pentru o bună repartizare a suprapresiunii. În unele aplicații, captatorul este prevăzut cu un perete dublu 18.7, confecționat din același material, între cei doi pereți fiind introdus un agent termic lichid sub presiune. Peretele inferior și cel superior 18.1 au suprafețele interioare rotunjite și precis prelucrate, astfel încât îmbinarile 18.6 să nu prezinte bavuri. Capacele 18.11 se realizează de regulă din aceleași materiale și sunt prevăzute cu supapele 18.9. În interiorul captatorului se găsește pistonul 18.4, prevăzut cu garniturile (sau segmentii de ungere și etanșare) 18.5. El se poate mișca liber sau este cuplat cu un sistem mecanic prin intermediul tijeii 18.8 ce culisează printr-un orificiu prevăzut în unul din capace, etanșarea fiind asigurată prin montarea unor garnituri în peretele respectiv. Pentru unele aplicații este necesară montarea în pereții captatorului a unor injectoare sau duze de pulverizare 18.10.

La motoarele Stirling clasice de tip beta și gama, gazul cald și cel rece ocupă de obicei capetele opuse ale aceluiași cilindru, fiind separate doar de pistonul de deplasare. Acest lucru creează restrângeri în ceea ce privește amplasarea cilindrului și introduce unele perturbații în efectuarea schimburilor termice (aceste perturbații pot fi diminuate printr-o mărire costisitoare a volumului pistonului). Soluția propusă de această invenție pentru rezolvarea problemei este realizarea de captatori diferiți pentru cele două tipuri de gaz, având fiecare pistonul său și amplasați în medii diferite. Cel mai simplu, aceasta se realizează prin cuplarea în serie a două motoare de același tip, decalate între ele cu 180 grade mecanice. Aceasta transformă, de regulă, pistoanele active în pistoane cu dublu efect, cumulând puterile celor două motoare și reducând consumul de materiale necesar realizării motorului.

O altă diferență majoră față de motoarele Stirling din stadiul actual al tehnicii este modul în care sunt antrenate pistoanele. La motoarele Stirling clasice, realizate de regulă fără supape, datorită legăturilor mecanice și pneumatice, există întotdeauna suprapuneri ale fazelor izocore și a celor izoterme, ceea ce duce la o deformare a curbei ce descrie desfășurarea procesului, îndepărtînd-o mai mult sau mai puțin de ciclul Stirling ideal și reducînd randamentul instalației. De asemenea, între vitezele cu care se desfășoară aceste faze există un raport, întotdeauna același, impus de caracteristicile mecanice ale instalației, raport care nu este întotdeauna cel optim. Soluția propusă de invenție pentru rezolvarea problemei este introducerea unui sistem mecanic sau electric care să asigure fiecăruia dintre pistoane viteza cea mai potrivită pentru realizarea în cele mai bune condiții a rolului său funcțional, permițîndu-i oprirea completă atunci când e necesar. În anumite situații, diferite porțiuni ale instalației sunt separate unele de celelalte prin intermediul unor ventile sau supape, acționate mecanic sau electric. Există o multitudine de posibilități de rezolvare a acestei probleme, câteva fiind prezentate în cele ce urmează.

Deplasarea controlată a pistoanelor instalației se poate face prin intermediul unui ax cu came, așa cum se prezintă în figura 19A. Pistoanele 19.2 ale captatorilor 19.1 sunt prevăzute la capetele tijelor 19.5 cu câte o bară 19.3, perpendiculară pe tijă. Capetele acestei tije culisează prin intermediul rulmenților 19.4 (sau prin simplă alunecare) în canalele profilate 19.8, a căror lățime este cu puțin mai mare decât diametrul exterior al rulmenților, executate pe suprafața celor 2 came 19.7, fixate rigid de axul 19.6. În cazul unor forțe mici tija este înlocuită cu un bolț lateral, fiind suficientă o singură camă. În cazul unor elemente conduse (pistoane de deplasare sau o sarcină mecanică), rotirea cu o turație constantă a axului 19.6 imprimă acestui element o mișcare alternativă controlată prin modul de profilare a canalului conducător (de exemplu, un canal cu mai multe volute asigură un număr corespunzător de mișcări de dute-vino, iar porțiunile de canal situate pe cercuri concentrice cu axul, asigură staționarea temporară a elementului condus în poziția impusă de raza acestui cerc). În cazul elementului conducător (piston de putere sau biela unui motor de antrenare al

pompei de căldură), forța cu care acesta apasă asupra pereților canalului se descompune într-o componentă radială ce se anulează și o componentă tangențială ce imprimă axului o mișcare de rotație în sensul acestei componente: în figura 19C, în poziția 1, forța se exercită pe o porțiune de canal concentrică cu axul, forța este radială și se anulează în întregime; în poziția 2, componenta tangențială se exercită asupra peretelui interior al canalului și impune o rotire în sensul acelor de ceasornic; în poziția 3, componenta tangențială se exercită asupra peretelui exterior al canalului și impune o rotire în același sens. Același piston poate fi alternativ atît element condus cît și element conducător: de exemplu, pistoanele de deplasare generează forțe ce se anihilează reciproc, iar la motoarele de tip alfa și beta, același piston în anumite faze este piston de putere, în alte faze este piston de deplasare.

Forma profilului canalului se obține trasînd pe o diagramă poziția dorită a capătului pistonului în funcție de unghiul de rotație al axului, ca în fig. 19B și transpunînd această mișcare în coordonate polare (fig. 19C).

În fig.20A sunt prezentate cele 4 faze ale ciclului motorului Stirling dublu-alfa, obținut prin înserierea a două motoare Stirling de tip alfa, și componența acestuia: captatorul 20.1 cu pistonul 20.4, amplasat într-un mediu cald, captatorul rece 20.2 cu pistonul 20.5 amplasat într-un mediu rece, și din recuperatoarele 20.3, în figura 20B este prezentată diagrama mișcării pistonului cald și profilul camei respective, iar în fig. 20C, mișcarea pistonului rece și profilul camei care îl comandă.

Figura 21A prezintă un motor dublu-beta. Datorită specificului acestui tip de motor, captatorul cald 21.1 și cel rece 21.2 sunt unul în continuarea celuilalt, pistonul de putere 21.7 este amplasat între pistoanele de deplasare 21.4 și 21.5, tija lui culisînd în interiorul tijei pistonului cald, iar tija pistonului rece 21.10 este acționată printr-o camă amplasată la capătul opus (procedeu devenit posibil datorită faptului că nu mai există o legătură cinematică cu pistonul de putere), sau este cuplată rigid prin tijele 21.6, (ce culisează prin pistonul 21.7) și acționată simultan cu pistonul cald 21.4, așa cum se vede în fig.21B. În fig.21C sunt reprezentate diagramele de mișcare și profilul camelor pentru cele două pistoane de deplasare.

Figura 22A prezintă un motor Stirling dublu-gama obținut prin înserierea a două motoare gama decalate cu 180 grade mecanice. Motorul se compune din captatorul 22.1 cu pistonul 22.4, amplasat într-un mediu cald, captatorul 22.2 cu pistonul 22.5 amplasat într-un mediu rece, recuperatoarele 22.6 și captatorul de putere 22.3, care poate fi amplasat în oricare din cele două medii, sau într-un mediu cu o temperatură intermediară (ținînd cont de faptul că la unul din capetele sale are loc o destindere, urmată de o comprimare, iar la celălalt procesul este invers). În acest sens, cele două capete ale pistonului pot fi legate în circuit în 4 moduri diferite, fiecare din ele avînd avantaje și dezavantaje. Motorul din figură are ambele capete reci și ca atare este amplasat în mediul rece. Sunt prezentate cele 4 faze ale ciclului termodinamic, iar alăturat forma și poziția celor 3 came care dirijează mișcarea pistoanelor. În cazul în care pistonul motor este liber (captatorul de putere fiind un generator liniar de curent), instalația se completează cu supapele 22.7, care sunt închise în timpul mișcării supapelor de deplasare și se deschid cînd acestea au ajuns la capătul cursei Comanda acestor supape se poate face de asemenea cu o camă (amplasată pe același ax cu cele 3 came ale pistoanelor), avînd diagrama de mișcare și forma profilului ce rezultă, reprezentate în fig. 23B.

Dintre cele 3 tipuri de motoare, motorul Stirling dublu-gama este cel mai flexibil și oferă cele mai multe posibilități de utilizare. De exemplu, schema prezentată în figura 22 poate fi completată cu încă o pereche de captatoare de deplasare, defazate cu 180 de grade față de prima pereche, care să lucreze în opoziție cu captatoarele din figură, efectuînd faza de destindere-comprimare în timpul în care în prima pereche de captatoare se desfășoară schimbul termic izocor, asigurînd astfel o mișcare fără staționări a pistonului de putere. Schema ce ar rezulta ar duce la montarea unor conducte și a unor supape suplimentare care să permită ca aceeași pereche de captatoare să acționeze alternativ asupra celor două capete ale pistonului motor. De aceea am ales schema prezentată în figura 23A și am suplimentat instalația cu două perechi de captatoare. În această instalație, defazajul dintre perechile de captatoare este de 120 de grade, turația pistoanelor de deplasare este de două ori mai

mică decît turația pistonului de putere, iar pistonul motor efectuează în timpul unui ciclu, 3 mișcări alternative. Supapele 23g, 6i și 23k, comandate de 3 came decalate cu 120 grade, separă cele trei perechi de captatoare de captatorul de putere în timpul efectuării mișcării de deplasare și a schimbului termic izocor și sunt deschise atunci cînd în perechea respectivă de captatoare se efectuează faza de destindere-comprimare. Puterea unei astfel de instalații este de 6 ori mai mare decît a unui motor gama cu un singur captator de aceleași dimensiuni și cu aceeași viteză a pistonului de deplasare, iar schimbul termic izocor se poate efectua într-o durată de timp optimă, în așa fel încît să nu ducă la diferențe mari de temperatură între captatoare și mediul în care sunt amplasate. Puterea instalației poate fi mărită oricît de mult, fără a mări această durată de timp, prin sporirea numărului de perechi de captatori de deplasare (pentru simplitatea legăturilor pneumatice este de preferat un număr total impar) ce lucrează cu același captator motor și implicit, a turației acestuia. În fig. 23C este prezentată diagrama mișcării pistonului motor și a profilului camei de acționare, iar în figura 23D, mișcarea pistonului cald și a celui rece al unei perechi de captatori, precum și profilul camelor respective, pentru instalația cu 3 perechi de pistoane. Celelalte două perechi de pistoane de deplasare descriu mișcări similare și sunt conduse de came identice, decalate cu 120, respectiv cu 240 de grade.

Sistemul realizat este extrem de flexibil, permițînd mărirea puterii dezvoltate atît prin mărirea forței exercitate de pistoane cît și prin mărirea turației pistonului de putere și permite o gamă largă de procedee de reglare. Procedeele următor se aplică atunci cînd diferența de temperatură dintre sursa caldă și cea rece este mică, sau cînd volumul captatorului motor este mare. În fiecare din perechile de captatoare, procesele termodinamice se desfășoară după un ciclu Stirling foarte apropiat de cel ideal (curba 1-2-3-4) din diagrama P-V (fig.24A). La o anumită diferență de temperatură între cele două surse, punctul optim de funcționare este cel în care presiunea la sfîrșitul ciclului de destindere-comprimare este aceeași în întreaga instalație (presiunea în punctele 2 și 3 ale ciclului este aceeași). Acest punct (punctul zero) asigură cursa maximă a pistonului în așa fel încît forța dezvoltată să fie în permanență pozitivă, să nu existe faze ale ciclului în care procesul să se desfășoare inercial. Acest punct de funcționare asigură o pornire mai ușoară și mai rapidă, precum și o mai mare stabilitate la variațiile de sarcină. În plus, asigură o reglare promptă și eficientă a puterii în funcție de sarcina motorului. Procedeele de reglare utilizate urmăresc menținerea sistemului în apropierea acestui punct de funcționare. Menținerea unei presiuni identice în cele două captatoare se face prin egalizarea permanentă a celor două presiuni, așa cum a fost descris în cererea de brevet WO2008/094058. În instalația din figura 23 a fost ales procedeul practicării unei creștături 23n în peretele captatorului de putere, în așa fel încît atunci cînd pistonul ajunge la capătul cursei, să se stabilească o comunicare între cele două fețe ale pistonului, prin care presiunile să se egalizeze. La variații mici de temperatură ale sursei calde sau ale sarcinii, sistemul se autoreglează și se îndreaptă spre punctul cel mai stabil de funcționare. Atunci cînd se dorește modificarea accentuată a puterii, un compresor 23p (sau un ventil) mărește (sau micșorează) presiunea din punctul zero prin introducerea (evacuarea) de agent suplimentar din rezervorul 23q, astfel încît după modificarea temperaturii sursei calde, sau a celei reci motorul să-și păstreze un "punct zero", procesul desfășurîndu-se după curba 8-9-6-7 (diagrama 24A), sau 5-6-7-8, sau 1-9-11-12 (diagrama 24B).

Altă posibilitate de reglare o oferă legarea în paralel cu primul captator de putere a unuia sau mai multor captatori cu același volum, sau cu volume în creștere progresivă, ceea ce oferă posibilitatea mării puterii fără modificarea turației pistoanelor. Introducerea sau scoaterea din funcțiune a unui captator se face prin acționarea supapelor 23g corespunzătoare și introducerea-scoaterea captatorului din scema cinematică (la motoarele acționate cu came supapele închid-deschid o conductă de by-pass, iar la cele acționate electric, roata motoare corespunzătoare este cuplată-decuplată). Captatorul din fig. 23 este prevăzut cu 3 captatori de putere cu același volum, ceea ce asigură 3 trepte de putere. Cu 3 captatoare avînd volumele V, 2V și 4V se pot asigura 7 trepte de putere. Procesul este descris de curba 1-9-11-12 din fig. 24B. Puterea acestui motor poate fi reglată și în trepte mai fine, dacă unul din captatorii de putere are unul din capace mobil. În fig. 25

captatorul 25.1 are capacul 25.2 realizat întocmai ca un piston și deplasabil cu ajutorul tijei telescopice 25.8, acționată de un sistem hidraulic. Supapa 25.3 este montată în acest capac și este legată la captatorul de deplasare prin intermediul unui furtun flexibil 25.5. Pe tija 25.6 a pistonului 25.4 este montat un magnet permanent ce face parte din motorul liniar 25.9 care valorifică puterea dezvoltată de acest piston.

Puterea instalației poate fi modificată și prin introducerea unui decalaj între mișcarea pistoanelor de deplasare: după terminarea unei faze motoare, pistonul cald rămâne nemișcat, pistonul rece efectuând o comprimare a gazului din captator, apoi cele două pistoane se mișcă simultan cu aceeași viteză pînă ce pistonul rece ajunge la capătul captatorului, producîndu-se încălzirea gazului rece și parțial răcirea aerului cald. Deplasarea în continuare a pistonului cald pînă la finele cursei se face cu efectuare de lucru mecanic, cu atît mai mare cu cît defazajul dintre cele două pistoane este mai mare. Procesul este identic cu cel din motoarele Stirling de tip alfa și se desfășoară după curba 8-11-12-7 din diagrama 24A. Acest procedeu poate fi folosit pentru reglarea puterii, atunci cînd pistoanele sunt acționate de motoare separate (de preferat motoare electrice) și putem alege momentul pornirii și viteza dorită. În cazul acționării cu came, procedeu poate fi folosit pentru o utilizare mai judicioasă a materialelor utilizate, și a sursei de energie, pentru aplicarea lui fiind suficientă modificarea camelor de acționare a pistoanelor de deplasare așa cum este prezentat în fig. 24C. Introducerea unei comprimări de tip alfa produce și o reducere a pulsațiilor motorului cu trei perechi de captatori: în prima jumătate a unei semicurse a pistonului motor (30 grade mecanice), cînd diferența de presiune dintre fețele sale este mare, în a doua pereche de captatori are loc o comprimare, iar în a treia pereche o deplasare simplă, pe cînd în a doua jumătate a semicursei, cînd diferența de presiune dintre fețele sale este mică, în a doua pereche de captatori are loc o deplasare simplă, iar în a treia pereche o destindere.

Un alt procedeu de reglare este descris în figura 26, fiind descris și un procedeu de realizare practică a unui motor Stirling cu 3 perechi de captatori de deplasare. Captatorii sunt realizați conform detaliilor din figura 18, unul din capace fiind prevăzut cu o placă 26g prin intermediul căreia este fixat de peretele exterior al celor 2 rezervoare 26a, 26m, după ce corpul captatorului a fost introdus în rezervor. Cele două rezervoare sunt umplute cu un agent termic și sunt parcurse de sistemul de țevi 26d prin care captatoarele calde din schimbătorul de căldură 26a li se transferă căldură de la sursa caldă, iar captatoarele reci din schimbătorul 26m cedează căldură sursei reci. Deasupra fiecăruia dintre rezervoare, separate prin peretele metalic 26c, se găsește un rezervor suplimentar 26b, respectiv 26n, și un sistem de conducte prin care rezervoarele suprapuse pot comunica. În aceste rezervoare suplimentare se montează o pereche suplimentară de captatori 26i. Cele două sisteme de schimbătoare de căldură se montează față în față pe un postament 26e, astfel încît axele captatorilor reci și ai celor calzi să se suprapună, iar pistoanele lor să poată fi acționate printr-o tijă comună. Cei doi captatori ai unei perechi sunt legați între ei prin intermediul unor recuperatoare 26r, iar prin supapele de separare 26s, pentru un interval de 120 grade mecanice, cu cele 2 țevi colectoare 26t, legate la captatorul motor 26u. Sistemul este completat de un set de rezistențe de încălzire 26q, scufundate în rezervorul cald, care au rolul de a furniza căldură suplimentară la pornire și în intervalele de timp în care motorul consumă mai mult decît primește prin sistemul de țevi. De exemplu, în cazul motoarelor solare, căldura transmisă prin aceste rezistențe permite funcționarea la putere nominală în perioadele neînsoțite.

Acționarea cu came descrisă anterior are avantajul că în timpul staționării pistoanelor, presiunea exercitată de acestea este anulată, forța dezvoltată fiind perpendiculară pe profilul camei. Dar lățimea spațiului necesar amplasării axului cu came depășește dublul lungimii unui piston. Dacă aceste came ar acționa prin intermediul unei biele, s-ar obține un câștig de spațiu, dar cinematica mișcării ar fi mai complexă. În cererea de brevet WO2008/094058 sunt descrise cîteva procedee simple pentru reducerea spațiului necesar și pentru transformarea mișcării alternative a pistoanelor în mișcare de rotație. Motorul din figura 26 folosește procedeu cu roți aderente: tija comună a două pistoane, executată cu secțiune dreptunghiulară (cu muchiile rotunjite, pentru realizarea ușoară a

garniturilor de trecere prin capac), este apăsată din sensuri opuse de două roți: una de ghidare 26o, care se rotește liber, și una motoare. De asemenea, pe părțile laterale ale tijei metalice se introduc zone în formă de benzi, cu rezistență electrică mărită 26p, care permit "citirea" poziției pistonului. Roata motoare este amplasată pe un cărucior basculant 26l și este antrenată direct, sau prin intermediul unei roți de același diametru, de către roata principală 26k, a cărei rotire este comandată de sistemul mecanic 26x. Mișcarea se transmite tijei prin intermediul unui material elastic, aderent, cu care este bandajată periferia acestor roți. Sistemul mecanic 26x este un sistem de elemente cinematice puse în mișcare de pistonul 26v al captatorului motor 26u (pentru pornire și pentru suprasarcini se poate atașa și un motor electric). Printr-un sistem cinematic, care poate să conțină și camele descrise anterior (de dimensiuni mult mai mici), sunt puse în mișcare roțile principale 26k ale celor 3 perechi de captatori de deplasare (prin intermediul axelor 26v), sunt acționate prin tijele 26z cele 3 perechi de supape 26s care separă perechea activă de captatori de restul sistemului, iar prin intermediul axelor 26w sunt comutate cărucioarele basculante 26l, care introduc în lanțul cinematic al captatorului respectiv, roata inversoare de sens.

Captatorul de putere suplimentar 26i se montează în prelungirea captatorului 26u, tijele celor două pistoane fiind în prelungire, iar supapele, roata principală și căruciorul basculant al captatorilor de deplasare suplimentari sunt acționate de sistemul mecanic 26x, în funcție de variațiile sarcinii motorului. În regim nominal de funcționare, captatoarele suplimentare nu sunt acționate, iar supapele de separare leagă cele două camere ale captatorului de putere suplimentar, acesta transferind agentul dintr-o cameră în cealaltă, deci funcționând în gol. La scăderi ale sarcinii motoare, sau în cazul unor frînări, se deschid supapele și este comutat căruciorul basculant în sensul comprimării agentului din captatorul cald și al destinderii agentului din captatorul rece, captatorul de putere intrând în regim de pompă de căldură și folosind energia inerțială pentru încălzirea suplimentară a rezervorului cald suplimentar. Fiind independentă de sistemul de alimentare, temperatura acestui rezervor poate fi ridicată peste temperatura din rezervorul principal, iar căldura conținută poate fi transmisă acestuia prin peretele metalic despărțitor, sau printr-un sistem de pompare. În cazul unei frînări puternice, și captatorul principal poate trece în regim de pompă de căldură, prin introducerea unui defazaj de 180 de grade la bascularea cărucioarelor de comutare (pistoanele de deplasare staționează un semiciclu, pe perioada cursei active a pistonului motor). În regim de suprasarcină, căruciorul basculant este comutat în sensul destinderii agentului din captatorul cald, iar captatorul suplimentar intră în regim de motor, furnizând energie suplimentară pistonului principal. De asemenea, dacă temperatura agentului din rezervorul suplimentar este mare, agentul termic poate fi pompat între pereții dubli ai captatorilor principali, mărind puterea dezvoltată de motor. Mărimea captatorilor suplimentari se dimensionează în funcție de variațiile posibile de sarcină, ținând cont de posibilitatea de a folosi temporar, oricare din captatorii principali ca pompe de căldură.

Dacă sarcina motorului are fluctuații dese, dar de mică amplitudine, reglarea puterii motorului se face prin modificarea temperaturii agentului dintre pereții dubli ai captatoarelor calde (dacă se adugă sistemului o instalație frigorifică, se poate acționa și asupra captatoarelor reci). În acest caz, temperatura din rezervoare este menținută la o temperatură nominală, iar agentul este supraîncălzit într-un rezervor suplimentar. Un regulator de turație acționează asupra unui amestecător, care prin amestecarea agentului supraîncălzit cu agent rece, furnizează unei pompe ce alimentează spațiul dintre pereții dubli ai captatoarelor, agent termic la cea mai potrivită temperatură.

Pe baza acestui procedeu pot fi realizate pompe de căldură acționate solar, sau din altă sursă neconvențională: se realizează un motor Stirling cu un singur captator de putere și cu două seturi de captatori de deplasare: un set care extrage căldură dintr-un rezervor încălzit solar, produce lucrul mecanic de destindere-comprimare în prima semicursă a pistonului de putere și elimină excesul de căldură în rezervorul rece; celălalt set, acționat de pistonul de putere în a doua semicursă, consumă lucrul mecanic obținut pentru comprimarea-destinderea agentului termic din alte două rezervoare, transferind căldură din rezervorul rece în cel cald.

Reglarea puterii motoarelor de tip alfa se poate face prin variația defazajului nominal dintre mișcările celor două pistoane. Prin introducerea unor dispozitive separate pentru mișcarea pistoanelor calde și a celor reci, durata și amploarea compresiei și a destinderii pot fi modificate crescător, sau descrescător, în funcție de necesitățile de putere ale sistemului, simultan cu mărirea timpului de staționare a pistonului cald. Dacă dispozitivele de acționare au o turație fixă, defazajul introdus modifică turația motorului Stirling în sens descrescător sau crescător, dar dacă turația acestora este reglabilă, turația motorului Stirling poate fi păstrată constantă. Captatoarele de deplasare ale motoarelor duble de tip beta și gama pot fi considerate motoare de tip alfa cu defazaj nul. Puterea lor poate fi mărită sau micșorată, dacă pe lângă componenta nominală se introduce o componentă alfa pozitivă sau negativă (aceasta din urmă introduce o pompă de căldură care transformă lucrul mecanic de frînare în căldură cedată agentului de lucru). Procedul se bazează tot pe acționarea separată a pistoanelor calde și a celor reci. Prin introducerea unei perioade de staționare a pistonului cald după terminarea unei faze motoare, pistonul rece continuă comprimarea gazului din captatorul rece, cedând în continuare căldură sursei reci, apoi cele două pistoane se mișcă simultan cu aceeași viteză pînă ce pistonul rece ajunge la capătul captatorului, producîndu-se încălzirea gazului rece și parțial răcirea aerului cald în recuperatoare, după care deplasarea în continuare a pistonului cald se face prin destindere, cu efectuare de lucru mecanic, cu absorbție de căldură din sursa caldă, în timp ce gazul existent în captator la începutul destinderii este împins în captatorul rece, se răcește în recuperator și se comprimă în captatorul rece, cedînd căldură sursei reci. Dacă defazajul este negativ (perioada de staționare inițială este impusă pistonului rece), procesele termice se desfășoară ca într-o pompă de căldură de tip alfa, sistemul fiind frînat prin introducerea unui lucru mecanic pentru comprimarea agentului din captatorul cald și pentru transferul unei cantități de căldură de la sursa rece spre sursa caldă.

În figura 26, se face economie de spațiu prin amplasarea față în față a captatoarelor calde cu cele reci și acționarea pistoanelor lor prin intermediul aceleiași tije. Dacă acest lucru nu e posibil, soluția constă în divizarea în două a captatoarelor de deplasare și repartizarea lor în cîte două rezervoare calde și două rezervoare reci, amplasate față în față, cu suprapunerea axelor de translație, și legarea în paralel a celor două jumătăți ale unui captator, așa cum este prezentat în fig.27. În această configurație, pistoanele 271 ale celor două jumătăți ale unui captator 273, 274 pot fi acționate de o tijă comună 275, prin intermediul roții principale 276 și a căruciorului basculant 277.

Altă posibilitate de acționare a pistoanelor prin care se cîștigă spațiu și manevrabilitate este acționarea cu motoare liniare. În numeroase brevete, pistoanele sunt libere, iar mișcarea alternativă a pistonului de putere este preluată de o bobină electrică sau de un magnet permanent și este convertită în curent electric, procedeu care se pretează foarte bine și acestui tip de motor. Totodată, forma constructivă deosebită a captatoarelor paralelipipedice favorizează realizarea unor motoare liniare cu performanțe superioare, obținute prin executarea de înfășurări electrice de curent continuu, de curent alternativ monofazat sau polifazat, sau a unor înfășurări speciale (motoare cu cîmp pulsatoriu, motoare cu interferență, motoare cu modulație de cîmp) chiar în pereții laterali ai captatorilor și în pereții pistoanelor, așa cum a fost detaliat în cererea de brevet WO2008/094058, sau poate fi utilizat captatorul acționat prin impulsuri electrice, descris anterior. Acționarea prin motoare liniare permite alegerea liberă a locului de amplasare a rezervoarelor și a celorlalte elemente ale sistemului, renunțarea la comutarea sensului prin cărucioare basculante, renunțarea la tijele de acționare a supapelor. Toate comenzile și reglajele pot fi dirijate de la un procesor electronic menit să optimizeze funcționarea sistemului. Totodată apar posibilități noi de reglare: reglarea vitezelor de deplasare a pistoanelor prin variația curentului de excitație a motoarelor liniare, corelarea mai judicioasă a timpilor de staționare a pistoanelor, utilizarea puterii de frînare a pistoanelor de deplasare și a captatorului de putere pentru încălzirea agentului cu ajutorul unor termorezistențe, etc.

O altă problemă cu care se confruntă realizatorii motoarelor Stirling performante este modul în care se realizează schimbul termic izocor. Pentru un schimb termic cît mai bun, timpul afectat

acestui ar trebui să fie cât mai mare, Aceasta duce însă la o scădere a turației motorului. De aceea, întotdeauna se face un compromis cât mai favorabil, sau se apelează la diferite procedee de corecție. În figura 28 este prezentat un sistem compus dintr-un captator cald 280 echipat cu motor liniar, situat într-un mediu cald, un captator rece 281, de asemenea cu motor liniar, situat într-un mediu rece, un captator motor 282, echipat cu generator liniar, situat în mediul rece, două recuperatoare de căldură 283, dimensionate pentru volumul captatorului de putere, și un schimbător de căldură secvențial, la volum constant, în contracurent, așa cum a fost descris în cererea de brevet WO2008/094058, sau cu un recuperator Stirling clasic. Căldura acumulată în recuperatoarele de căldură 283, este cedată în cursul fazelor de deplasare ale pistoanelor de deplasare, unui circuit de încălzire, nereprezentat în scemă, sau agentului principal, prin ramificații ale traseelor principale, dimensionate corespunzător. Întrucât la viteze mai mari ale agentului în fazele de deplasare, schimbul termic este incomplet, ceea ce afectează puterea debitată de motor, alimentarea ambelor captatoare se face direct din rezervoarele 284 și 285, situate unul în mediul rece, celălalt în mediul cald, care sunt răcite, respectiv încălzite, în permanență. Circulația gazelor din întreg sistemul este controlată și comandată de un sistem de supape, vane cu acționare electrică, sau ca în figură, de un sistem de vane cu 3 și cu 4 căi (286, respectiv 287). Ciclurile motoare și cele de deplasare sunt clar separate. În faza 1, pistoanele de deplasare stau pe loc, ventilul 287 este spre captatorul motor, gazul cald din captatorul 280, apasă pe pistonul captatorului motor, și se destinde izoterm în acest captator, cedând căldură primului recuperator. Gazului rece de pe cealaltă față a pistonului motor, ventilul cu 3 căi îi deschide acces spre captatorul rece, și se destinde în acesta, trecând prin recuperatorul al doilea, răcit în faza precedentă. În faza a doua, pistonul motor este separat de circuitul principal (el putând intra în circuitul altor perechi de captatoare de deplasare), și se deschid vanele cu 4 căi care asigură următorul traseu: prin deplasarea pistonului 280, se admite agent din rezervorul cald, iar aerul de pe cealaltă față a pistonului este dirijat spre schimbătorul de căldură, unde intră în primul compartiment al acestuia și începe să cedeze căldură ultimului compartiment din circuitul în contracurent. Prin deplasarea simultană a pistoanelor din schimbătorul secvențial, agentul din ultimul compartiment, răcit în ciclurile precedente, trece în rezervorul rece, unde își va definitiva procesul de răcire. Simultan, volumul corespunzător de agent pătrunde în captatorul rece, o dată cu deplasarea pistonului acestuia, în timp ce gazul existent în captator este dirijat în primul compartiment al schimbătorului de căldură, de pe circuitul de încălzire. Agentul din ultimul compartiment de pe acest circuit, încălzit în ciclurile precedente, este dirijat de vana cu 4 căi spre rezervorul cald, unde se încălzește pînă la temperatura de lucru. Întreg acest traseu este echilibrat din punct de vedere al presiunilor de lucru, fiind necesară numai învingerea frecărilor. Fazele 3 și 4 se desfășoară asemănător acestora, fiind descrise în figura 28, sensul de circulație al agentului fiind în sens invers. Dacă motorul are N perechi de captatori de deplasare, nu e necesară instalarea de N schimbătoare secvențiale: presiunile și temperaturile de la intrarea și de la ieșirea în schimbător fiind aceleași, se poate monta un singur schimbător secvențial, ale cărui celule au volumul egal cu volumul a N captatori de deplasare.

În schimbătorul de căldură secvențial din fig. 28, schimbul termic se realizează direct, prin pereții metalici subțiri ce separă cele două fluxuri de gaz. În figura 29 este prezentat un schimbător mai ușor de realizat, la care schimbul termic se realizează cu ajutorul unui agent intermediar. Componenta motorului este cea din fig. 26, dar recuperatoarele se înlocuiesc cu schimbătoare de căldură la volum constant. Elementele componente principale ale acestui schimbător de căldură sunt captatori identici, atât ca formă cât și ca volum, cu captatorii de deplasare ai motorului Stirling. Aceștia sunt dispuși în unul, sau (pentru o acționare mai compactă) două rezervoare 29a cu agent termic (de preferat apă sub presiune). Captatorii schimbătorului se împart în grupe de câte doi, (la fel ca cei de deplasare din fig.26) dispuși față în față, astfel încât pistoanele lor 29d să poată fi acționate de aceeași tijă, cu ajutorul roții principale 29k și al sistemului de basculare 29l, comandate de mecanismul 29x. Diferența de temperatură dintre sursa rece și cea caldă se împarte într-un număr suficient de trepte, care sunt concretizate prin împărțirea rezervoarelor în numărul respectiv de

compartimente. În fiecare compartiment se găsesc cel puțin două captatoare: unul cald 29b, la baza compartimentului, și unul rece 29c, deasupra acestuia. Față de schema din fig.26, instalația se completează cu două rezervoare: unul cald 29s, situat în sursa caldă (sau încălzit de la acestă prin intermediul aceluiași sistem de țevi care încălzesc și rezervoarele în care sunt montați captatorii de deplasare) și unul rece 29r, situat în sursa rece. În captatorul de deplasare 29p (în figură nu a mai fost reprezentat rezervorul în care este montat), în timpul fazelor de schimb izocor pătrunde agent termic direct din rezervorul cald, la temperatura și la presiunea nominale, iar după destinderea din captatorul de putere, acesta este refulat în prima treaptă (primul captator 29b al schimbătorului) din schimbătorul de căldură, unde prin intermediul agentului termic intermediar schimbă căldura cu ultimul captator rece 29c, atât în timpul deplasării, cât și în timpul fazelor de destindere-compresie. Pentru aceasta, sistemul de comandă 29x, prin intermediul tijelor 29f, 29e deschide supapele 29g corespunzătoare. În următoarea fază de schimb izocor, acest agent este refulat spre al doilea captator, apoi trece succesiv prin celelalte trepte, ajungând în final, în rezervorul rece. Agentul termic din rezervorul rece, pornind de la temperatura și presiunea nominale, parcurge un drum similar, de la rezervor, prin captatorul de deplasare rece și prin schimbătorul de căldură, unde preia succesiv căldura captatorilor calzi, pînă la rezervorul cald. Supapele 29g se deschid alternativ pentru a asigura circulația descrisă: în fig. 29 săgețile desenate cu linie continuă descriu această circulație într-o semiperioadă, iar cele desenate cu linie întreruptă în semiperioada următoare.

Dacă schimbul termic se desfășoară suficient de rapid astfel încît să nu apară diferențe mari sau inversări de temperatură, pereții despărțitori dintre compartimente pot lipsi, iar în rezervoarele schimbătorului se va crea o stratificare de temperaturi. Un schimb termic mai rapid se poate realiza prin separarea captatorilor calzi într-unul din rezervoare, iar a celor reci în celălalt și introducînd cu ajutorul unei pompe o circulație forțată: în rezervorul cu captatori calzi de jos în sus, apoi trecerea în partea superioară a rezervorului rece, unde circulă de sus în jos, intrînd din nou la baza rezervorului cald. Pe acest traseu se pot introduce, pentru corectarea temperaturii din captatori, țevi cu agent termic rece sau cald, în funcție de necesități. Dacă motorul Stirling are mai multe perechi de captatori (n), în fiecare compartiment (sau strat termic) al schimbătorului se vor amplasa n captatori de schimb, de același volum V, sau un singur captator cu volumul n*V, al cărui piston se va deplasa secvențial, sau continuu, astfel încît într-o semiperioadă să deplaseze un volum V de agent. În figura 30 este prezentat un motor Stirling la care captatorii de deplasare au pereții laterali, unul în prelungirea celuilalt, și nu au capace, separarea compartimentelor fiind făcută chiar de pistoane. Pentru aceasta, pereții laterali sunt astfel montați încît să constituie un tub închis. În figură, acest tub este perfect circular, configurație la care este ușor de asigurat etanșeitatea compartimentelor dintre pistoane, dar volumul ocupat de acesta este mare. Se pot realiza și configurații dreptunghice cu colțurile rotunjite, care necesită mai puțin spațiu, dar la trecerea pistoanelor de la o deplasare liniară la una curbilinie, etanșarea este mai dificil de realizat. La motorul din figură, pereții laterali 30b sunt realizați din material feromagnetic și conțin înfășurările 30c, la fel ca și pistoanele 30d, cu înfășurările 30e. În acest fel, se realizează un motor liniar care asigură deplasarea pistoanelor. Pentru păstrarea dimensiunii constante a compartimentelor, pistoanele sunt legate între ele prin barele articulate 30f (la tuburile care nu sunt circulare, aceste bare sunt realizate din fragmente articulate, astfel încît la schimbările de direcție ale pistoanelor, barele să poată lua forma axului tubului). Tubul cu pistoane este scufundat într-un rezervor cu agent termic intermediar 30a, ai cărui pereți sunt paraleli cu pereții tubului, realizînd de asemenea un tub închis. Agentul intermediar este vehiculat în sens invers mișcării pistoanelor, preluînd căldura captatorilor calzi, pe care o cedează captatorilor reci. În două regiuni diametral opuse ale rezervorului, în zone de mărimea unui captator, prin intermediul unui sistem de țevi 30h, agentul intermediar efectuează schimbul de căldură cu sursa caldă, în una din zone și cu sursa rece în cealaltă zonă. În pereții dintre rezervor și tubul cu agentul de lucru din aceste două zone sunt montate ventile comandate electric, prin care se face legătura dintre captatorii respectivi (aflați unul la temperatura sursei calde, celălalt la temperatura sursei reci) și captatorul de putere 30g, realizînd

faza de destindere-comprimare, alternativ, într-o semiperioadă pe o față a pistonului, în cealaltă semiperioadă pe cealaltă față.

Motorul Stirling din figura 31 este asemănător: captatorii 31c sunt incinte închise, avînd pereții metalici prevăzuți cu aripioare pentru mărirea suprafeței de schimb termic, iar în interior, o serie de filamente și grile (asemănător recuperatoarelor Stirling) pentru a transmite rapid căldură gazului din interior. În schimb nu mai sunt necesare pistoanele și mecanismele necesare deplasării acestora. Captatorii sunt instalați într-un rezervor cu stratificare 31a, în care partea inferioară este răcită de către un sistem de țevi 31d ce fac schimb de căldură cu sursa rece, partea superioară este încălzită de către un sistem de țevi ce fac schimb de căldură cu sursa caldă, iar în nivelele intermediare se face schimb de căldură între captatoarele din jumătatea stîngă cu captatoarele din jumătatea dreaptă, tot printr-un sistem de țevi. Acești captatori sunt deplasați de către un mecanism de antrenare, într-un circuit închis, așa cum indică săgeata din figura 31, captatorii trecînd succesiv din zona inferioară, cea mai rece, spre zona superioară, cea mai caldă, făcînd schimb de căldură între ele prin intermediul agentului intermediar 31b. O dată ajunși în zonele cu temperaturi extreme, fiecare pereche de captatori își deschide supapele spre captatorul de putere și produce deplasarea pistonului acestuia, apoi își continuă deplasarea spre zona opusă a rezervorului.

Motorul Stirling din figura 32 este un motor static, nefiind necesare nici pistoane de deplasare, nici mecanisme pentru deplasarea captatorilor, toate procesele termice producîndu-se prin dirijarea rațională a agentului termic intermediar spre captatori. În figura 33 este reprezentată o secțiune prin captatorii acestui motor. Un astfel de captator este o incintă închisă, cu pereți dublii 33c, străbătută de un sistem de țevi 33d, ce comunică și cu spațiul 33b dintre pereții dublii, și alimentată printr-o conductă 33a. Atît pereții interiori, cît și sistemul de țevi sunt prevăzute cu aripioarele 33e pentru mărirea suprafeței de schimb. Între aripioare se pot monta și filamente subțiri, întocmai ca la recuperatoarele Stirling pentru a accelera și mai mult schimbul termic. În acest spațiu se găsește agentul de lucru 33f. De asemenea, captatorul este prevăzut cu ventilele 33g prin care comunică cu exteriorul. Diferența de temperatură dintre sursa caldă și cea rece este împărțită într-un număr rațional de trepte, pentru fiecare treaptă fiind prevăzuți doi captatori 32a. Conductele 32d de intrare și de ieșire ale tuturor captatorilor se înseriază într-un circuit închis. Între fiecare doi captatori succesivi se prevăd cîte 2 ventile cu 3 căi 32f, iar între acestea o ramificație de tip cruce. Pe cele două brațe laterale ale ramificației se prevede cîte un ventil 32g (cu acționare mecanică, electrică, hidraulică sau pneumatică) dintre care unul face legătura cu conducta de agent cald 32j, celălalt cu conducta de agent rece 32h. Ventilele cu 3 căi 14f sunt legate cu conductele de by-pasare 32n, în așa fel încît circuitul principal de agent intermediar să se poată închide atunci cînd unul din captatori este inclus în circuitul de agent cald sau în cel de agent rece. Agentul din acest circuit este pus în mișcare de pompa 32e. Instalația este completată de sistemele de țevi cu agent intermediar 32j în care, cu ajutorul pompei 32k, este transportată căldură de la sursa caldă și 32h în care, cu ajutorul pompei 32i, este transportată căldura excedentară spre sursa rece. Pe fiecare din aceste conducte, în dreptul fiecărui captator, este prevăzut un ventil 32m care o închide atunci cînd agentul respectiv este deviat prin captator.

Prin închiderea-deschiderea comandată a ventilelor cu 2 și cu 3 căi, se asigură o creștere progresivă a temperaturilor (și presiunilor) din captatoare, de la temperatura sursei calde pînă la temperatura sursei reci, apoi o descreștere treptată. La un moment dat există în sistem un captator aflat la temperatura maximă, și într-o poziție diametral opusă, un captator la temperatura minimă. În acest moment, sunt acționate ventilele cu 3 căi 32f și circuitul principal este comutat prin conducta de by-pas 32n a captatoarelor respective (săgeata 32t continuă pentru agentul cald și săgeata 32v, cu linie întreruptă, pentru agentul rece). Ventilele 32m din dreptul acestor captatoare se închid, deschizîndu-se ventilele 32g de la intrarea și de la ieșirea din captator, care fac legătura cu conducta de agent intermediar cald (săgeata 32s), respectiv cu cea de agent intermediar rece (săgeata 32s). Tot odată se deschid ventilele de gaz 32c ale celor două captatoare și ventilele 32q (care realizează comutarea fluxului de gaz între fețele pistonului), pistonul captatorului de putere 32o primește pe

cele două fețe ale sale diferența de presiune dintre cele două captatoare, fiind pus în mișcare. Gazul cald din captator se destinde, absorbind căldură de la agentul cald, trece printr-un recuperator de căldură 32p căruia îi cedează căldură, și intră în piston. Gazul aflat inițial în piston, răcit în semiperioada anterioară, intră prin ventilul respectiv direct în captatorul rece, unde comprimă gazul aflat aici, cedând căldură agentului intermediar rece. Simultan, se stabilește un circuit de gaz rece (nereprezentat în figură) care preia căldura din celălalt recuperator, pregătindu-l pentru faza următoare. Căldura recuperată în acest fel este reintrodusă în proces. În timpul acestui proces, agentul din circuitul principal, preia căldura captatorului anterior celui în care se face destinderea, (în care destinderea a avut loc în semiperioda precedentă, aflat deci la temperatura maximă) și o transferă captatorului următor, pregătindu-l pentru destindere. Agentul aflat în acest captator este transferat și el cu un pas, având loc o încălzire progresivă a captatorilor din amonte și o răcire treptată a captatorilor din aval. Procesul continuă cu câte un pas în fiecare semiperioadă. Reglarea instalației se face foarte simplu, prin modificarea debitului și a temperaturii agentului intermediar, simultan cu frecvența comenzilor către ventile.

Un motor Stirling poate să fie proiectat în așa fel, încât, prin alegerea corespunzătoare a agentului și a presiunii interioare, la temperatura de lucru, procesele din motor să se desfășoare în apropierea curbei de vapori a agentului ales. În figura 34 este descrisă diagrama PV a unui ciclu în care destinderea izotermă din motor începe în punctul 2 de pe această curbă și continuă pînă în punctul 3, corespunzător volumului V_1 la care la temperatura sursei reci T_0 , agentul atinge starea de saturație corespunzătoare acestei temperaturi. Ca urmare, agentul după destinderea în pistonul motor, este trecut printr-un recuperator sau schimbător de căldură direct în condensatorul unei instalații frigorifice, unde condensează izoterm, pînă la titlul care corespunde volumului V_2 , la care la temperatura T_1 agentul este complet saturat. La ieșirea din condensator, gazul este trecut prin recuperator, unde se încălzește pînă la o temperatură apropiată de T_1 , și printr-un schimbător de căldură, pentru un aport suplimentar de căldură, ajungînd din nou în starea de saturație corespunzătoare temperaturii T_1 , de unde procesul se reia. După cum se vede din diagramă, procesul se desfășoară după curba 2-3-4-5-2, cu un lucru mecanic produs, superior unui proces 2-3-4-1-2, care corespunde vaporilor supraîncălziți. Dacă în pistonul motor, o dată cu vaporii saturați se introduce și o cantitate oarecare de lichid, și destinderea agentului se face cu un aport corespunzător de căldură, iar captatorul are volumul dimensionat pentru a prelua întreg volumul de vapori rezultați prin evaporare, destinderea este însoțită de evaporarea acestei cantități de lichid, care se face la presiune constantă, astfel încît lucrul mecanic produs crește și mai mult, procesul desfășurîndu-se după curba 2-3-4-6-7-2.

O altă modalitate prin care un motor Stirling poate primi și transmite energie foarte rapid este descrisă în figura 36, în care se remarcă un motor dublu-gama prevăzut cu câteva elemente suplimentare: captatoarele calde 36.1a și/sau captatoarele reci 36.2, avînd același volum cu captatoarele de deplasare, și ventilele cu 3 căi 36.3, 36.4. Procedeu este aplicat atunci cînd se dispune de o sursă mai caldă (T_4) decît temperatura T_1 a sursei calde nominale și/sau o sursă mai rece (T_3) decît temperatura T_2 a sursei calde nominale (fig.35), cu care se poate interveni într-un timp scurt. Dacă la un moment dat al funcționării nominale (curba 1-2-3-4) se deschide ventilul 36.3, traseul gazului este deviat pe circuitul descris de săgeata 36.5: gazul din captatorul rece, după ce trece prin recuperator, intră în captatorul suplimentar 36.1, iar gazul aflat aici, supraîncălzit, intră în captatorul cald, în timp ce gazul din captatorul cald, după ce trece prin recuperator intră în captatorul rece, unde se comprimă izoterm (dacă există o sursă mai rece de cît T_1 și e necesar, cu ajutorul ventilului 36.6, gazul este deviat prin captatorul suplimentar 36.2). Deoarece captatorul cald se găsește într-un mediu cu temperatura T_2 , inferioară gazului din captator, destinderea nu mai este izotermă, ci adiabatică (chiar subadiabatică, întrucît gazul cedează o parte din căldură), iar gazul se răcește pînă la temperatura T_3 . Recuperatorul va primi o cantitate suplimentară de căldură pe care o va ceda în faza următoare, iar procesul se va desfășura după curba 5-6-7-9, iar dacă există sursă suprarăcită, după curba 5-6-7-8, în care și comprimarea este adiabatică.

21. Motorul Ericson. Figura 37 prezintă un motor de tip Stirling dublu-alpha compus din captatorul cald 41 cu pistonul 44, captatorul rece 42 cu pistonul 45 și recuperatoarele Stirling 43. Așa cum se vede din figură, volumul celor două captatoare este diferit (datorită unei diferențe de lungime și/sau de diametru). Raportul se alege în așa fel, încât la aceeași temperatură, cele două captatoare să conțină aceeași cantitate de gaz, într-un raport de presiuni p_1/p_2 prestabilit, astfel încât la temperaturile de lucru extreme, cele două presiuni să nu depășească presiunea maximă, respectiv pe cea minimă, admise de caracteristicile instalației. În fig. A sunt reprezentate distinct cele 4 momente în care motorul trece de la o fază a ciclului la cea următoare. Pistonul rece 45 execută o mișcare continuă, cu viteză constantă, sau variabilă (raportul dintre viteza pistonului în faza de destindere-compresie și viteza din faza izobară, în care are loc schimbul de căldură din recuperator, poate lua orice valoare, profilînd în mod corespunzător camele ce comandă mișcarea pistoanelor). În timpul primei faze, pistonul cald 44 staționează la unul din capetele captatorului, în timp ce pistonul rece comprimă izoterm gazul din captatorul rece (și din recuperatorul corespunzător), pînă la o presiune p_1 , egală cu presiunea de la acel moment în captatorul cald. În spatele pistonului pătrunde gaz din captatorul cald, în acesta avînd loc o destindere izotermă. Pînă la egalarea presiunilor din cei doi captatori (punctele 1 și 3 din diagramă, fig.37D), sistemul produce lucru mecanic, apoi consumă. Pe toată perioada acestei faze, gazul din captatorul cald (precum și cel din recuperatorul din aval, și cel deja pătruns în captatorul rece) se destinde izoterm, absorbînd căldură din mediul în care sunt montate. În acest moment pornește și pistonul cald, mișcările celor două pistoane fiind astfel corelate, încît cele două pistoane să ajungă simultan la capătul opus al captatorului. În tot timpul acestei faze se produce lucru mecanic, la diferența de presiune maximă din sistem. Totodată, are loc și schimbul termic din recuperatoare, procesul fiind aproximativ izobar. Fazele 3 și 4 ale ciclului sunt identice cu fazele 1 și 2, dar se desfășoară în sens invers.

Așa cum se vede din figura 37D, în funcție de temperatura sursei calde, se obțin diferite configurații ale ciclului (punctele 5'-6', sau 5''-6''), dar la temperatura de lucru nominală, camele pot fi configurate în așa fel (fig.4B, 4C) încît schimbul termic din recuperatoare să se desfășoare la presiune constantă: ciclul astfel obținut este un ciclu Ericson, al cărui randament este și el egal cu randamentul unui ciclu Carnot desfășurat între aceleași temperaturi.

Cele două recuperatoare pot fi înlocuite cu un schimbător de căldură 61 la presiune constantă, în contracurent, așa cum se vede în figura 38. Circulația gazului din conducte este reglementată de supapele unisens 62 și de ventilele 63, 64, 65 și 66. Comanda ventilelor se poate face mecanic, cu un dispozitiv cu came, sau electric, cu senzori de poziție montați pe tija pistonului rece. Ventilul 63 se deschide alternativ, atunci cînd pistonul cald se deplasează în direcția lor. Ventilul 64 se închide în momentul în care pistonul rece ajunge la unul din capete și se deschide atunci cînd presiunea din piston atinge o anumită valoare. Ventilele 65 și 66 se deschid în momentul în care pistonul a ajuns la capătul respectiv, permițînd gazului la presiunea superioară să pătrundă în captatorul cald în momentul în care pistonul începe deplasarea în sens contrar și se închide în timpul deplasării, provocînd destinderea gazului deja introdus, în așa fel încît atunci cînd pistonul ajunge la capătul cursei, presiunea din captator să atingă valoarea inferioară. Dacă temperatura sursei calde este aproximativ constantă, momentele în care sunt comandate ventilele 65 și 66 sunt întotdeauna aceleași și se pot preregla. Mișcarea ambelor pistoane este continuă, fără a mai exista o corelare directă între ele, doar condiția ca debitul masic vehiculat să fie același. În acest caz, captatoarele pot fi înlocuite cu orice tip de compresor izoterm. Sistemul poate fi adaptat să funcționeze chiar dacă temperatura sursei calde variază în limite largi: momentele în care sunt comandate ventilele de închidere-deschidere sunt stabilite de un sistem de control, pe baza ecartului de temperatură dintre cele două surse.

Similar, în figura 39, gazul este admis în captatorul cald 41, în care se găsește gaz la presiunea p_1 , dintr-un rezervor 43 cu temperatura T_2 și presiunea p_2 , printr-un ventil 47, care se închide astfel încît prin destinderea izotermă a gazului pătruns în captator, acesta să ajungă la presiunea p_1 . Gazul rece este admis din rezervorul 44, cu temperatura T_1 și presiunea p_1 în captatorul 42, care

comprimă izoterm gazul de pe cealaltă față a pistonului pînă la p_2 , după care îl împinge în schimbătorul de căldură la presiune constantă 46, unde face schimb termic cu gazul cald pătruns din captatorul 41.

Figurile 40, 41 și 42 prezintă diferite modalități practice de realizare a motoarelor Stirling și Ericson alpha și gamma. În fig. 40A este reprezentată o secțiune printr-un motor gamma, compus din trei captatoare calde 71, un captator de putere 76, dispuse toate în rezervorul cald 75 și trei captatoare reci 73 dispuse în rezervorul rece 706, montat pe același schelet cu cel cald, sub acesta, ambele rezervoare fiind bine izolate cu izolația 716. În fig. 7B este reprezentată o vedere din față a ansamblului. Captatoarele suprapuse sunt legate între ele prin conducte de cupru, umplute cu piese mărunte de cupru, sub formă de fire și șpan. Gazul aflat în aceste conducte ocupă aproximativ jumătate din volumul conductei. Partea de conductă aflată în rezervorul cald formează încălzitorul 78, partea izolată formează regeneratorul 701, iar partea aflată în rezervorul rece formează răcitorul 702. Rezervorul cald este încălzit în permanență, iar rezervorul rece este răcit de sistemul de țevi 718. Pe încălzitoarele 78 se montează niște teuri de ramificare, care leagă captatorii de deplasare cu captatorul de putere prin intermediul supapelor 79. Între cele 3 perechi de captatori de deplasare există un defazaj mecanic de 120 grade. Când pistoanele unei perechi de captatori ajung la capătul unei semicurse, se deschid supapele corespunzătoare și pistonul 77 motor este acționat de diferența de presiune din captatori. Prin intermediul tijei 722 și a rulmentului 721 care calcă pe un canal profilat de pe roata motoare 714, este rotit axul principal 711. Pe acest ax sunt montate și camele profilate 713, care prin intermediul culegătoarelor 708 de pe tijele 715 (ce se rotesc pe axul secundar 712) acționează tijele tuturor pistoanelor de deplasare. Pe axul 711 se găsesc și camele 709, care prin intermediul sistemului de acționare cu arc 710, comandă închiderea-deschiderea sistemului de supape în mod corespunzător. Puterea dezvoltată se regăsește în rotirea axului 711, care în figură este transmisă unui generator electric G. În varianta din fig. 40C, căldura necesară se obține prin arderea unui combustibil gazos, sau a unui lichid pulverizat, în arzătorul 752, alimentat cu combustibil prin conducta 754 și cu aerul necesar combustiei prin conducta 753. Căldura degajată în camera de ardere sub presiune este colectată de conducta 750, prin care circulă agent termic lichid sau gazos, prin intermediul căruia este cedată rezervorului cald al motorului. Căldura conținută în gazele de ardere este utilizată atât pentru preîncălzirea aerului de combustie în schimbătorul de căldură 777, cât și pentru acționarea turbinei (care poate fi o turbină în colivie) 757. Puterea dezvoltată de turbină rotește arborele generatorului electric 755 (la turbina în colivie generatorul poate fi realizat direct pe paletele turbinei), precum și compresorul 756 care colectează aer din atmosferă și-l comprimă pînă la presiunea din camera de ardere.

În varianta din figura 42, tija 722 a pistonului motor transmite mișcarea axului 711 prin intermediul sistemului bielă-manivelă 740. Pe ax se găsesc roți de transmisie 741, care prin intermediul unor roți dințate 742 sau a unor curele de transmisie, cu un factor de demultiplicare egal cu numărul perechilor de pistoane de deplasare, transmit această mișcare axei 760 pe care se găsesc camele profilate 762 pentru acționarea pistoanelor calde și axei 761 pe care se găsesc camele profilate 763 pentru acționarea pistoanelor reci și camele 709 pentru comanda supapelor.

Motorul din figura 41 este un motor Ericson-alpha cu 8 perechi de captatori 80. Figura reprezintă o secțiune prin rezervorul cald. Rezervorul rece se găsește într-un plan paralel cu acesta, avînd aceleași dimensiuni, iar captatoarele reci sunt legate cu cele calde prin perechi de conducte încălzitor-recuperator-răcitor, axul lor fiind perpendicular pe planul desenului. Rezervorul 81 are o secțiune octogonală, axul motor 82 fiind situat în centrul cercului circumscris. Tijele 83 ale pistoanelor coincid cu raze ale acestui cerc, și sunt decalate între ele cu un unghi de 45 de grade. La capătul fiecărei tije sunt montați rulmenți care calcă în canalele profilate 85 (pentru pistoanele reci) și 86 (pentru pistoanele calde), frezate în grosimea unei roți 84 montată pe ax (dacă grosimea rezervoarelor este mare, fiecare din cele 2 grupe de pistoane are propria roată de acționare). Agentul termic din rezervoare poate primi (ceda) căldură printr-un sistem de țevi, sau datorită suprafeței mari, în mod direct. Motoarele și pompele de căldură Ericson alpha și Ericson gamma pot fi

utilizate în toate aplicațiile în care se folosesc motoare și pompe de tip Stirling. Mai mult, în aplicațiile cu ciclul Ericson, schimbătoarele de căldură pot fi înlocuite cu 2 lanțuri regeneratoare-recuperator Stirling-răcitor.

În figura 43 este prezentată o nouă aplicație a motoarelor de tip Stirling sau Ericson, pentru producerea de energie electrică prin cogenerare. Captatorul cald al motorului (și captatorul de putere la motoarele de tip gamma) este montat în cazanul unei centrale termice 90 pentru încălzire și/sau producerea de apă caldă, sau într-un rezervor 91 alimentat din turul instalației de încălzire, iar captatorul rece într-un rezervor 92 alimentat din returul instalației. Motorul termic 93 este cuplat cu un generator electric, sau bobinele electrice se montează în pereții captatoarelor și ale pistoanelor, alcătuind un motor inelar. În acest fel, o parte din căldura produsă de cazan este utilizată pentru producerea de energie electrică, necesară funcționării instalației de încălzire, iar căldura eliberată izoterm de captatorul rece este reintrodusă în circuitul de încălzire. O schemă similară se obține utilizând o turbină în colivie (fig. 43B): aerul cald de la ieșirea din turbina 95 este răcit în rezervorul rece 92, preluat de compresorul 94 care îi ridică presiunea, și după ce se încălzește în rezervorul 91 este introdus în turbină unde produce putere pentru a învîrți turbina. De asemenea, pentru acționarea motorului sau a turbinei, pot fi utilizate gazele de ardere (fig.40C).

22. Turbina în colivie este și ea descrisă în cererea de brevet WO2008/094058. În cadrul sistemului termodinamic al casei energy++ acest dispozitiv e folosit pentru recuperarea căldurii din rezervorul stratificat, după ce cea mai mare parte a acesteia a fost extrasă cu motoare Stirling. De asemenea, această turbină, funcționând cu debit mare, la diferențe mici de temperatură și de presiune între intrare și ieșire, în combinație cu un compresor izoterm, poate pune în mișcare sistemul de ventilație și poate extrage căldura din aerul evacuat din clădire. În fig.44 este prezentată o secțiune printr-o turbină ale cărei palete statorice 448 și rotorice 446 sunt confecționate din câte două segmente de tablă (intradosul și extradadosul paletei), care după ce sunt profilate, se sudează între ele pe cele două margini. În interiorul paletelor se introduc tijele metalice 447, respectiv 445, cu secțiune circulară, iar paletele se fixează de aceasta prin sudură în puncte. Capetele filetate ale acestor tije se introduc în orificiile 444 executate în coranele statorice 441, respectiv rotorice 442 și după ce sunt bine întinse, se fixează cu piulițe sau prin sudură. Spațiul 443 dintre cele două coloane, respectiv dintre paletele rotorice și cele statorice trebuie să fie cât mai mic. Apoi, cele două perechi de coroane se montează pe câte un rulment.

Dacă coroanele rotorice se construiesc sub forma unui lanț cu zale 450, montate pe roțile motoare 451, mișcarea paletelor rotorice 454, 456 se va desfășura pe două suprafețe plane paralele, iar turbina devine o turbină cu două trepte, un adevărat "zid" ce poate fi așezat în fața vînturilor, sau a altor curenți de aer. Captatorul eolian din figura 44B are paletele rotorice așezate pe stîlpii de susținere 458. Paletele din prima treaptă captează curenții de aer de pe o suprafață plană verticală și îi dirijează spre prima treaptă rotorică, împingînd paletele în jos. A doua treaptă statorică deviază curenții de la ieșirea primului plan rotoric, astfel încît treapta a doua să fie acționată în același sens.

23. Acumulator stratificat. Folosirea acumulateorilor de căldură cu stratificare (în care, datorită efectului gravitațional, fluidul de lucru se depune în straturi cu temperaturi ordonate crescător spre partea superioară a rezervorului) oferă posibilitatea folosirii eficiente a generatoarelor Stirling în regim de cogenerare. În figura 45A, în rezervorul cald 45a se montează captatoarele calde a unui baterii de generatoare Stirling, la înălțimi diferite. Datorită stratificării fluidului din rezervor, aceste generatoare vor funcționa la temperaturi de absorbție diferite. În rezervorul rece 45c se realizează o stratificare identică. Ca urmare, căldura preluată de la sursa caldă 45d este cedată treptat generatoarelor Stirling, apoi, la o temperatură inferioară unui acumulator sau schimbător de căldură 45b, intră cu o temperatură redusă în rezervorul rece 45c, unde recuperează toată căldura cedată de captatoarele reci și reintră în sursa caldă. În cazul în care agentul caloportor este gazos, el poate fi pus în mișcare de un compresor 45f, care realizează și o ridicare a temperaturii agentului (figura 45B). În acest fel, instalația devine o pompă de căldură care prin compresorul 45f transformă energia mecanică în căldură, pe care o cedează, împreună cu căldura recuperată de la captatoarele

reci din rezervorul 45c, captatoarelor calde din rezervorul 45a. Energia rămasă este recuperată în întregime în detentorul 45e (turbină, sau detentor cu piston)

24. Pompă de căldură termomecanică. Față de instalațiile frigorifice și pompele de căldură clasice, la care creșterea presiunii din vaporizator pînă la presiunea de condensare se realizează mecanic, cu ajutorul unui compresor, iar căldura cedată sursei calde (sau disipată în mediul ambiant în cazul instalațiilor frigorifice) provine în mare parte din comprimarea mecanică a agentului de lucru, la pompele termomecanice, o parte mai mică sau mai mare din această comprimare se realizează prin pulverizarea într-un mediu de vapori supraîncălziți a unei cantități suplimentare de agent frigorific în stare lichidă și prin aport de căldură din exterior. Agentul frigorific suplimentar introdus prin pulverizare în timpul comprimării, descrie același ciclu de funcționare cu agentul aflat deja în circuit, dar cu o diferență de temperatură mai mică între temperatura de condensare și cea de vaporizare, deci cu o eficiență mai mare.

În cererea internațională de brevet WO2008/094058 este descris un compresor cu pulverizator, care datorită pulverizării de agent frigorific lucrează după un ciclu adiabat-izocor și poate fi utilizat în pompele de căldură termomecanice. În exemplele următoare vom descrie alte pompe termomecanice, care utilizează compresoare la volum constant.

În figura 46A este descrisă o instalație frigorifică cu pompă termomecanică. Instalația (compusă din vaporizatorul 46b, amplasat în spațiul care trebuie răcit, la temperatura T1, condensatorul 46a, amplasat în mediul ambiant, cu temperatura T0, detentorul 46c și compresorul termomecanic, amplasat de asemenea, în mediul ambiant) este identică cu o instalație din stadiul actual al tehnicii, la care compresorul mecanic este înlocuit cu unul termomecanic, compus din compresorul cu piston 46d și compresoarele la volum constant 46e, legate în lanț (fiecare cilindru este prevăzut cu un circuit de comutare, care permite ca admisia să se facă cînd pe o față, cînd pe cealaltă a pistonului, iar evacuarea să se facă de pe fața opusă ; în acesz fel, gazul admis în cilindru din cilindrul anterior la o semicursă, este evacuat în cilindrul următor în cealaltă semicursă a pistonului). Volumele tuturor cilindrilor compresorului la volum constant sunt egale între ele și sunt egale cu volumul cilindrului compresorului mecanic.

Compresorul 46d are o dublă funcționalitate: în prima fază extrage vapori (aceștia pot fi saturați, suprasaturați, sau supraîncălziți) cu presiunea p_1 (fig.46C) din vaporizator și împinge vaporii de pe cealaltă față a pistonului (cu presiunea p_2) în condensator (de preferat, după o ușoară supracomprimare pînă la o presiune p_3 , care duce la o creștere a temperaturii, peste cea a mediului ambiant). Simultan, pompa de injecție 46f extrage de la ieșirea condensatorului, o cantitate de agent lichid egală cu cantitatea de agent condensată în ciclul anterior, care în regim staționar este egală cu cantitatea rezultată prin condensarea vaporilor introduși într-un ciclu (menținînd în acest fel, o presiune constantă în condensator) și o pulverizează foarte fin în toată masa de vapori supraîncălziți din cilindrii compresorului la volum constant, unde se evaporă instantaneu. Vaporii din acești cilindrii, pe de o parte sunt răciți și comprimați (prin introducerea de agent suplimentar), pe de altă parte sunt încălziți și li se ridică presiunea prin absorbție de căldură din mediul ambiant. În a doua fază, mișcarea de întoarcere a pistonului se face simultan cu deplasarea pistoanelor din lanțul de cilindrii cu dublu efect ai compresorului la volum constant. Această deplasare se face în circuit închis, cu suma nulă a presiunilor, consumul de energie mecanică fiind doar cel pentru învingerea frecărilor. În urma acestui ciclu, vaporii aspirați în prima fază trec în al doilea cilindru, vaporii din lanțul de cilindrii avansează cîte un pas, iar vaporii din ultimul cilindru trec în cilindrul compresorului mecanic. Sensul deplasării este asigurat la primul cilindru de supapele de sens 46g, iar la ceilalți cilindrii, comutarea feței active a pistonului se face cu supape de comutație, cu sertărașe, sau cu ventile cu 3 căi 46h. Mișcarea tuturor pistoanelor, precum și închiderea-deschiderea supapelor și a ventilelor cu 3 căi este coordonată de un lanț cinematic comandat de un ax cu came profilate (asemănător celui cu care sunt echipate motorele Stirling, descris în cererea de brevet WO2008/094058). Prin spălarea pereților cilindrilor compresorului la volum constant de un curent de aer 46k, cu circulație naturală sau forțată, se poate produce aer rece pentru instalația de

climatizare, sau se poate răci un agent termic pentru a realiza sursa rece a unui motor care recuperează o parte din lucrul mecanic consumat de pompa de căldură.

În funcție de diferența de temperatură interior-exterior, de viteza de desfășurare a procesului și de caracteristicile agentului și a componentelor instalației, procesul se poate desfășura după o curbă adiabat-izotermă, pe curba de saturație, sau pe o politropă (fig. 46C, curba 1-2-3-4-5). Dacă pulverizarea este continuă, vaporii suplimentari formează o pompă de căldură suplimentară, a căror comportare medie este sugerată de curba 1-2-3-6 (o descriere exactă nu e posibilă, întrucât scara de reprezentare a volumului specific variază o dată cu variația cantității de agent). Compresorul 46d are sarcina să mențină în condensator presiunea necesară condensării vaporilor, lucrul mecanic efectuat fiind egal cu suprafața hașurată din figura 46C (multiplicată cu un coeficient ce depinde de cantitatea de agent pulverizată; aria echivalentă este egală cu aria 2-3-4-7-2, echivalentul mecanic al căldurii extrase pentru a devia corba de la circuitul 4-7 la circuitul 4-3-2). El trebuie să facă același lucru și pentru vaporii suplimentari, consumând un lucru mecanic suplimentar (suprafața dublu hașurată). Lucrul mecanic executat de acest tip de compresor este mai mare decât al unui compresor clasic, datorită volumului mai mare de vaporii din circuit, dar viteza de transfer a căldurii și eficiența sunt mai mari. Eficiența pompei este cu atât mai mare cu cât temperatura de condensare este mai apropiată de temperatura critică a agentului frigorific.

Pompa de căldură din figura 46B consumă și mai puțin lucru mecanic. La această pompă, detentorul și compresorul mecanic sunt eliminate, rolul lor fiind preluat de vaporizatorul format dintr-o baterie de cel puțin doi cilindrii 46l, care împreună cu cilindrii compresorului la volum constant 46m, formează un lanț continuu, care începe la ieșirea din condensator și se termină la intrarea lui. Într-o primă fază, pistonul primului cilindru din vaporizator fiind blocat, prin mișcarea celorlalte pistoane din lanț, vaporii agentului din vaporizator se destind, presiunea scăzând în trepte de la un cilindru la altul, vaporii existenți inițial în vaporizator intră în compresoarele la volum constant, și sunt comprimați în condensator, fiind consumat lucrul mecanic corespunzător. Vaporii și lichidul din primul cilindru al vaporizatorului suferă în acest fel o destindere politropă, în urma căreia presiunea și temperatura lor scade pînă la temperatura de regim. Simultan, pompa de injecție 46n extrage lichid din toți cilindrii vaporizatorului și îi pulverizează în cilindrii compresorului la volum constant, producând o scădere de presiune suplimentară, și prin evaporarea lichidului rămas, o răcire suplimentară a vaporilor din cilindrii, însoțită de o scădere a temperaturii rezervorului 46p, în care sunt amplasați. După atingerea regimului de funcționare, cel puțin în ultimul cilindru al vaporizatorului nu se mai găsesc decât vaporii saturați sau supraîncălziți. Din acest moment, se deschide ieșirea condensatorului și se deblochează pistonul primului cilindru al vaporizatorului, iar lanțul de cilindrii devine un inel închis. Acum, lichidul de la baza condensatorului pătrunde în primul cilindru din vaporizator, împreună cu o cantitate de vaporii, lichidul fiind parțial extras de către pompa de injecție, ceea ce provoacă o scădere a presiunii și a temperaturii acestuia și a vaporilor din cilindru. Extragerea de lichid continuă și în următorii cilindrii din vaporizator, astfel încît în primul cilindru din compresor ajung numai vaporii saturați, care sunt supuși procesului de comprimare termomecanică, pînă la atingerea temperaturii mediului și a presiunii de condensare corespunzătoare. Reglarea funcționării sistemului se face într-un sens, prin blocarea din cînd în cînd a pistonului primului cilindru și realizarea unei destinderi în vaporizator, iar în celălalt sens prin introducerea de căldură la ieșirea din compresor (rezistența electrică 46q). Între vaporizator și compresor poate avea loc un schimb de căldură printr-o circulație de aer 46k, mărind viteza de desfășurare a procesului.

25. Motor termic cu pulverizare. Captatorul cu pulverizare poate fi folosit cu multă eficiență pentru realizarea de motoare termice, datorită posibilității de a modifica rapid temperaturile și presiunile din incinte închise. Reducerea presiunilor este posibilă numai la anumiți agenți termici, întrucît compresia obținută prin scăderea rapidă a temperaturii este, de regulă, compensată de volumul de gaz apărut prin evaporare. Dar scăderea accentuată a temperaturii favorizează, mai ales la captatoarele plate, absorbția rapidă de căldură din mediu, urmată de o creștere importantă a

presiunii. Motorul termic din figura 47 funcționează între temperatura sursei calde (de regulă mediul ambiant) T_0 și temperatura unei surse reci T_2 . Compresorul cu piston cu dublu efect 47a este acționat alternativ, de gazul din rezervoarele 47b (pe traseul cu linie continuă) și 47c (pe traseul cu linie întreruptă). În aceste rezervoare, gazul de lucru aflat la o presiune p_0 , este încălzit de la razele soarelui sau direct din mediu. Într-o primă fază, prin deschiderea supapei spre compresor, gazul se destinde după o curbă izotermă (curba 1-2 în diagrama P-V din fig.47B). În timpul destinderii este absorbită căldură de la sursa caldă. Gazul din compresor, de pe cealaltă față a pistonului, avînd presiunea p_2 , este împins în cilindrul 47d, izolat termic, amplasat în sursa rece, cu un volum mai mare, unde presiunea p_1 fiind mai mică, pistonul este împins spre capătul opus al cilindrilor, iar gazul existent este împins în condensatorul 47e, aflat inițial la aceeași presiune p_1 , dar cu tendință de scădere, datorită condensării vaporilor și extragerii de gaz lichefiat. Datorită izolației termice, această destindere se realizează în mod adiabatic (curba 2-3 din diagramă), pînă la presiunea de condensare p_1 corespunzătoare temperaturii din condensator. Pe perioada acestor destinderi, în cilindrul 47c este pulverizat agent lichid, extras din condensatorul 47d, cu ajutorul pompei de injecție 47f. Vaporii din acest cilindru, aflați inițial în starea 2, sunt recomprimați pînă în starea 1, cu compensarea căldurii de evaporare cu căldura extrasă din mediu (compresie izotermă). În faza a doua, se destinde gazul din cilindrul 47c, iar cel din 47b este comprimat, mișcarea pistoanelor efectuîndu-se în sens invers. Vaporii evacuați din cilindrul 47d, condensează la temperatură și presiune constantă (curba 3-4 din diagramă). Întrucît pulverizarea se face la diferite presiuni, vaporii pulverizați inițial fiind și ei supuși procesului de comprimare, acest proces a fost descris în diagramă de o curbă medie 5-6-1. Vaporii pulverizați efectuează ciclul direct 4-5-6-2-3-4 al cărui efect este realizarea cursei inverse 2-1 a pistonului motor. Lucrul mecanic efectuat de acesta este reprezentat de suprafața 1-2-b-a, cu atît mai mare cît p_0 este mai mare.

26. Compresor cu supapă intermediară. În figura 48 este prezentat un compresor a cărui utilizare poate fi extrem de utilă la realizarea instalațiilor care utilizează pulverizarea de lichid ca procedeu de răcire și de comprimare. Acest tip de compresor se realizează prin modificarea unui compresor din stadiul actual al tehnicii prin adăgarea în pereții compresorului a unei supape suplimentare 48d, amplasată la o distanță bine determinată față de capac. La un compresor obișnuit, prezența acestei supape duce la comprimarea gazului din compresor pînă la presiunea la care este reglată supapa, evacuarea la această presiune a unei cantități de gaz, iar cînd pistonul 48b ajunge în dreptul supapei, o închide, iar gazul rămas în compresor este comprimat pînă la o presiune superioară. În cazul unui compresor cu pulverizator 48a, supapa 48d este reglată și amplasată în așa fel, încît vaporii supraîncălziți (punctul 2 din diagrama PV) după ce sunt răciți (punctul 3) prin pulverizare, sunt comprimați pînă la presiunea de condensare (punctul 7), la care supapa se deschide și este evacuată exact cantitatea pulverizată. În figura 48A este prezentat și un exemplu de utilizare a acestui tip de compresor pentru crearea presiunii de funcționare a unui motor termic. Motorul descris funcționează avînd ca agent motor bioxidul de carbon, al cărui punct critic se situează la temperatura de 31 grade Celsius și presiunea de 7,4 MPa. Gazul de lucru se introduce într-un mic compartiment de la capătul compresorului, la temperatura mediului ambiant, sau, în timpul zilelor însorite, la o temperatură superioară, obținută prin focalizarea asupra cilindrilor a razelor solare captate de o oglindă concentratoare. Pe cealaltă față a pistonului presiunea este cea atmosferică. Destinderea se face izoterm, cu absorbție de căldură din mediu (curba 1-2). Pe timpul cursei de întoarcere a pistonului, se pulverizează agent lichid, extras din condensator și răcit (curba 5-6 este o medie). La început, debitul pulverizat este mare, provocînd o răcire accentuată, saturarea vaporilor și scăderea titlului (pînă în punctul 3 de pe diagrama din fig.48B). Vaporii din cilindru sunt comprimați pînă cînd presiunea ajunge egală cu cea din condensator (cît mai aproape de presiunea critică), se deschide supapa intermediară și o cantitate de gaz egală cu cea pulverizată este introdusă în condensatorul 48e, introdus în acumulatorul 48j. După închiderea supapei, comprimarea va fi tot adiabatică, pînă ce pistonul ajunge la capătul cursei, de unde ciclul se reia. Mișcarea pistonului este transformată într-o mișcare de rotație, cu ajutorul rolei de pe căruciorul basculant 48c. Întrucît atît

destinderea cît și comprimarea se desfășoară la diferențe mari de temperatură și presiune, atît lucrul mecanic produs cît și energia acumulată ating valori însemnate.

Prin introducerea supapei intermediare am reușit separarea clară a regimului de motor de regimul de pompă de căldură.

27. Motor cu injecție frigorifică. Folosind un captator cu dublu efect, motorul prezentat în figura 49 este o combinație a celor descrise în fig. 47 și 48. El este compus dintr-un captator cu dublu efect 110 prevăzut cu 2 supape intermediare 114, montate la aceeași distanță față de cele două capete și cu duzele de pulverizare 113, montate în capacele captatorului. Cursa pistonului 111 se efectuează între două limite 112, care crează la capete un volum mort V_1 și este comandată electric sau cu came profilate. Captatorul poate primi căldura direct de la un captator solar, atunci cînd este utilizat numai ca motor, sau de la un rezervor cu un agent termic cu circulație forțată, atunci cînd se dorește și obținerea de frig. În prima fază, pistonul se găsește la unul din capetele captatorului, presiunea gazului din volumul mort fiind p_4 (punctul 1 din diagrama P-V, figura 49B), în restul captatorului presiunea fiind p_2 . În momentul eliberării pistonului, se pulverizează în camera cu presiune scăzută, o cantitate de lichid suficientă să coboare temperatura gazului pînă la temperatura de evaporare (punctul 3 din diagramă). Se obține un amestec suprasaturat, al cărui titlu se alege în așa fel încît după comprimare, gazul să ajungă cît mai aproape de starea de vapori saturați (punctul 4 din diagramă). Sub efectul diferenței de presiune dintre fețele sale, pistonul 111 se deplasează spre capătul opus al captatorului, cu o viteză dependentă de mărimea sarcinii, care să permită o destindere cît mai apropiată de izotermă, deci o absorbție de căldură cît mai accentuată. Pe cealaltă față a pistonului, comprimarea gazului este însoțită de o creștere accentuată a temperaturii, atît datorită lucrului mecanic de comprimare cît și aportului de căldură din exterior, iar gazul atinge presiunea și temperatura de lichefiere (punctul 4 din diagramă, sub temperatura mediului ambiant). Datorită lichidului suplimentar pulverizat, acest punct se atinge mai repede (punctul 5 din diagramă; curba 2-5-4 este trasată la altă scară a volumului specific și nu reflectă temperaturile reale, dar este utilă pentru evaluarea lucrului mecanic consumat de pompa de căldură). Supapa intermediară corespunzătoare, reglată la această presiune, se deschide și lasă vaporii saturați să pătrundă în condensatorul 115. Supapele se montează în așa fel, încît atunci cînd pistonul ajunge în dreptul lor și le închide, cantitatea de vapori pătrunsă în condensator să fie egală cu cantitatea de lichid pulverizat (punctul 4 din diagramă). Pistonul își continuă cursa, comprimînd în continuare vaporii, dar datorită ecartului de temperatură mai mic, curba de comprimare este mai apropiată de o adiabată. La sfîrșitul cursei pistonului se ajunge la starea inițială, dar la capătul opus al captatorului și procesul se desfășoară identic în sens invers. Curba reală a ciclului mecanic este 1-2-5-4-1. În condensatorul montat în sursa rece, vaporii condensează cu cedare de căldură, iar lichidul rezultat este extras de pompa de injecție 116 pentru a fi din nou pulverizat. Curba după care se desfășoară ciclul agentului de pulverizare este 6-7-8-2-5-6, lucrul mecanic consumat fiind cel hașurat. Se poate observa că acesta e mai mare decît cîștigul obținut prin coborîrea punctului de funcționare sub temperatura sursei reci, dar cîștigul obținut prin creșterea vitezei de transfer termic poate fi decisiv în alegerea acestei soluții. Motorul funcționează identic și într-o schemă binară, în care lichidul folosit pentru răcirea prin pulverizare este diferit de agentul de lucru.

Dacă acest captator se montează într-un rezervor cu agent termic cu circulație forțată, motorul poate produce în paralel, o cantitate apreciabilă de frig, în detrimentul lucrului mecanic produs, sau poate să producă numai frig, prin acționarea din exterior a pistonului.

28. Motor termic cu rezervor de frig. În funcționarea sistemului termodinamic al casei energy++ pot apărea frecvent situații de epuizare (sau defecțiuni) a surselor de energie și a căldurii stocate. Motorul descris în fig.50 poate funcționa consumînd căldură din mediu (sau din acumulatorul cald, în care, după golire, temperatura e mai mare) și avînd ca sursă rece un rezervor de frig. El se compune din captatorul 121, legat cu evaporatorul 122, prin intermediul ventilului 129, montate în mediul cu temperatura T_2 și din rezervorul de frig 124 (o butelie cu agentul de lucru la temperatura T_1 și presiunea p_1 , sau ca în figură, un rezervor cu un alt agent, cu capacitate de acumulare mai

mare, la temperatura T_1). La deschiderea ventilului, agentul saturat din evaporator pătrunde în captator și deplasează izoterm pistonul pe a cărei față opusă presiunea este p_1 . Într-o anumită poziție a pistonului ventilul se închide, oprind pătrunderea agentului. În același moment pistonul capătă o viteză accelerată (prin modificarea profilului camei care o comandă, sau prin înlăturarea sarcinii mecanice). Destinderea devine adiabatică și se desfășoară pînă cînd presiunea din captator devine p_1 , agentul condensînd pînă la titlul x_3 . În diagrama T-s din fig. 50D au fost figurate atît ciclul descris 1-2-3, cît și alte cicluri posibile: destindere izotermă pînă în punctul 6, urmată de una adiabatică pînă în punctul 8, cu titlul=1, sau destindere izotermă pînă în punctul 7 cu presiunea p_1 , urmată de răcirea prin pulverizare pînă în punctul 8. În acest moment are loc pulverizarea agentului rece (punctul 5 din diagramă) și începe cursa de întoarcere a pistonului. Pulverizarea nu duce la modificarea temperaturii sau a presiunii agentului din captator, ci numai la atingerea unui titlu x_4 . Pentru aceasta, masa de agent pulverizată trebuie să fie de atîtea ori mai mare decît masa agentului din captator, de cîte ori este x_3 mai mare decît x_4 (în figură, de 5 ori). Acest raport este cu atît mai mic cu cît T_2 este mai aproape de T_{critic} (dacă $T_2 > T_{critic}$, atît x_3 , cît și x_4 pot fi mai mari decît 0.5, iar consumul de agent rece, precum și lucrul mecanic pentru comprimarea lui, scade foarte mult). Pornind din acest punct, comprimarea agentului se face pînă la transformarea lui completă în lichid (punctul 1). Cantitatea de lichid este evacuată și depozitată la această temperatură, sau este introdusă în capătul inferior al evaporatorului. Lucrul mecanic consumat pentru comprimarea agentului este în acest caz, de 6 ori mai mare decît cel realizat prin destinderea adiabatică, dar este mai mic decît cel produs prin destinderea izotermă. Lucrul mecanic util a fost reprezentat hașurat în diagrama din fig. 50C. De fapt, pe timpul comprimării, motorul devine o pompă de căldură care execută simultan 5 cicluri 5-4-1, preluînd de la agentul termic din captator căldura 4-3-b-a pe care o transferă agentului din rezervor. De remarcat, că prin evaporarea agentului de lucru din evaporator, precum și din rezervorul de frig, se consumă căldură, ceea ce duce la scăderea celor două temperaturi, fenomen ce poate fi utilizat pentru producere de frig. Dacă T_2 este mai mare decît temperatura mediului, procesul de răcire 1-5 se desfășoară în două etape: pînă în punctul 10 într-un schimbător de căldură în care se încălzește un agent termic, iar în rezervorul de frig, o etapă mai scurtă 10-5.

Procesul se desfășoară similar, atunci cînd T_2 este temperatura unei surse calde, iar T_1 este cea a mediului, sau a unei surse neconvenționale: pe timpul destinderii, motorul extrage căldură din sursa caldă, pentru ca pe timpul comprimării să utilizeze o parte din ea pentru a aduce agentul lichid din rezervor la temperatura sursei calde, cu mare viteză de transfer termic și fără utilizarea unui schimbător de căldură. Este eliminat, de asemenea, și condensatorul pentru lichefierea 3-4.

Dificultatea realizării acestui tip de motor constă în realizarea compresiei 4-1 a vaporilor suprasaturați. Pentru aceasta, la viteze mari, pentru cei mai mulți agenți termici uzuali, materialele din care trebuie realizat pistonul sunt scumpe și durata lor de viață redusă. Pentru rezolvarea acestei probleme, invenția propune utilizarea unui captator suplimentar și a unui agent intermediar, la fel ca în figura 50B. Agentul din captatorul 125 trebuie să fie inactiv față de agentul de lucru, să nu provoace reacții chimice și să nu se dizolve unul în celălalt. După terminarea pulverizării, pistonul captatorului de lucru rămîne în poziția de capăt, dar are loc comprimarea agentului intermediar. Supapa 128 se deschide numai cînd presiunea este mai mare decît cea din captatorul de lucru 121, agentul intermediar pătrunde în captator și îl comprimă indirect. La capătul cursei pistonului, presiunea în captatorul de lucru atinge presiunea p_2 și agentul de lucru este comprimat integral, transformîndu-se în lichid și fiind evacuat prin supapa 126. O mică parte din gazul rămas în captator este constituită din vapori saturași ai agentului de lucru. Temperatura agentului intermediar trebuie să fie și să rămînă cel puțin egală cu cea a agentului de lucru, pentru ca transformarea să fie adiabatică. După evacuarea lichidului agentul intermediar se destinde în captatorul suplimentar, revenind la presiunea p_1 și temperatura inițială și recuperînd lucrul mecanic consumat pentru comprimare. Acum pistonul 127 execută o cursă completă, evacuînd agentul intermediar într-o instalație de reciclare, apoi reintroducînd agent de lucru cu presiunea p_1 .

REVENDICARI

1. Clădire de locuit, sau cu altă destinație, denumită **casă energy++**, dotată cu o suprastructură suplimentară construită în jurul clădirii propriuzise, independentă de aceasta, cu fundație proprie, cu rolul de a prelua:

- o parte din greutatea acoperișului
- o parte din elementele clădirii care facilitează formarea punților termice
- o parte din suprafețele vitrate
- elementele de decorare ale fațadelor
- o anvelopă termică suplimentară, separată de anvelopa clădirii printr-un strat de aer intermediar
- un sistem de bariere solare format între stâlpii și grinzile suprastructurii suplimentare
- dispozitivele utilizate pentru captarea energiei solare

caracterizată prin aceea că posedă un sistem de reglare a temperaturii din stratul intermediar și un sistem termodinamic care captează energie din barierele solare și energie geotermică din sol, precum și energie din alte surse, pe care o transferă unor acumuloare stratificate sau unor acumuloare chimice pentru a o transforma atunci când e necesar, sau atunci când eficiența este maximă, în energie electrică, producând prin cogenerare căldura necesară încălzirii spațiului interior și al apei menajere

2. Casă energy++ conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că, o parte din elementele transparente ale suprafețelor vitrate se montează pe suprastructura interioară, iar celelalte pe suprastructura exterioară, spațiul dintre ele comunicând cu stratul de aer intermediar

3. Casă energy++ conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că, sistemul de climatizare conține o pompă de căldură ce extrage căldură din partea superioară a stratului de aer intermediar

4. Material multistrat cu bariere gazoase peliculare, utilizat la anveloparea termică a caselor energy++, conform revendicării 1, precum și pentru alte aplicații, caracterizat prin aceea că distanța dintre straturile suport poate fi modificată cu ajutorul unor dispozitive ce modifică distanța dintre straturile protectoare (figura 4), modificând în acest fel cantitatea de aer din interior

5. Procedeu de reducere a transferului de căldură prin canalele de ventilație în perioadele de staționare, utilizat la vehicularea intermitentă a aerului din anvelopa termică a caselor energy++, conform revendicării 1, precum și pentru alte aplicații, caracterizat prin aceea că pe una din laturile canalului se fixează un material multistrat cu bariere gazoase, cu suprafața aproximativ egală cu secțiunea canalului, din straturi suport flexibile, astfel încât atunci când prin canal trece un curent de gaz, straturile suport se deformează lăsând să treacă acest gaz, pentru ca la viteză nulă a gazului, straturile suport să revină în poziția inițială, obturând termic canalul

6. Procedeu de anvelopare termică a caselor energy++, conform revendicării 1, precum și a altor tipuri de clădiri, caracterizat prin aceea că anvelopa este realizată din blocuri de materiale termoizolante, care pot culisa pe suportii pe care sunt montate, vehiculând în acest fel aer între diferite straturi ale anvelopei, precum și între anvelopă și barierele solare, prin canale de ventilație obturate termic, închise la capete de supape plate

7. Procedeu de anvelopare termică a caselor energy++, conform revendicării 1, precum și a altor tipuri de clădiri, caracterizat prin aceea că anvelopa este realizată din bariere multistrat cu distanțieri de grosime variabilă, ale căror straturi protectoare sunt supuse unor mișcări intermitente, vehiculând în acest fel aer între diferite straturi ale anvelopei, precum și între anvelopă și barierele solare, prin canale de ventilație obturate termic, închise la capete de supape plate

8. Procedeu de ventilare prin "pereți poroși" a caselor energy++, conform revendicării 1, precum și a altor tipuri de clădiri, caracterizat prin aceea că viteza de deplasare a aerului rece spre interior, este în așa fel reglată, încât la o temperatură interioară și una exterioară date, temperatura straturilor succesive de material să rămână neschimbată

9. Procedeu de reducere a pierderilor de căldură convective prin suprafețele vitrate ale caselor energy++, conform revendicării 1, precum și a altor tipuri de clădiri, caracterizat prin aceea că între foile de geam se montează plase succesive confecționate din fire metalice subțiri, ale căror porțiuni perimetrice se încastrează într-o ramă izolatoare

10. Procedeu de reducere a pierderilor de căldură prin suprafețele vitrate ale caselor energy++, conform revendicării 1, precum și a altor tipuri de clădiri, caracterizat prin aceea că foile de geam sunt înlocuite de un sistem de lentile convergente și divergente, prin care se reduce suprafața neizolatoare prin care fluxul de lumină pătrunde în interior

11. Element radiant utilizat pentru încălzirea caselor energy++, conform revendicării 1, precum și a altor tipuri de clădiri, caracterizat prin aceea că se realizează sub formă de panouri din materiale cu capacitate ridicată de acumulare a căldurii, în care se înserează o rețea de bare, fire, platbenzi metalice, sudate la o placă colectoare, care la rândul ei este în contact intim cu o conductă prin care trece un agent termic

12. Dispozitiv de acționare pentru deplasarea blocurilor de izolație mobile și a straturilor protectoare ale barierelor multistrat cu distanțieri de grosime variabilă ale caselor energy++, conform revendicării 1, pentru acționarea unor mecanisme ale sistemului termodinamic ale acestor clădiri, precum și pentru alte aplicații, caracterizat prin aceea că se compune dintr-un cilindru sau un captator plat în care culisează un piston echipat pe una sau pe ambele fețe cu o armătură metalică și având montat la unul sau la ambele capete un circuit magnetic cu un întrefier cu secțiunea aproximativ egală cu secțiunea acestei armături și un sistem de perii colectoare (fig.13); atunci când pistonul ajunge la capătul respectiv, armătura metalică de pe piston pătrunde în întrefierul circuitului magnetic, măbind intensitatea fluxului său magnetic; totodată armătura calcă pe periele colectoare, producând apariția unui curent electric al cărui sens este astfel ales încât prin interacțiunea cu câmpul magnetic să producă o forță care să deplaseze pistonul în sens contrar

13. Dispozitiv pentru răcirea agenților termici din sistemul termodinamic al caselor energy++, conform revendicării 1, precum și din alte sisteme termodinamice, caracterizat prin aceea că se compune dintr-un cilindru sau un captator plat cu dublu efect, cu axa orizontală, în care culisează un piston având partea inferioară retezată; etanșeitatea dintre cele două camere este asigurată de un strat de lichid care acoperă partea inferioară a pistonului

14. Sistem termodinamic pentru valorificarea surselor de energie disponibile ale caselor energy++, conform revendicării 1, precum și din alte amplasamente, caracterizat prin aceea că se compune din:

- o serie de captatori de energie cu nivele diferite de temperatură, care printr-un sistem de țevi, fac schimb termic cu două rezervoare stratificate; în cele două rezervoare se mai montează captatoarele unor motoare Stirling și Ericson, precum și elemente de captare ale unor pompe de căldură termomecanice

- un circuit în care agentul termic se încălzește în unul sau mai multe captatoare solare, apoi se răcește în rezervorul stratificat cald, într-un schimbător de căldură ce recuperează căldura rămasă și o transferă unui gaz pentru a acționa o turbină în colivie, apoi într-un captator geotermic, după care se încălzește în rezervorul stratificat rece, pentru a reveni în captatoarele solare

- un al doilea circuit, compus dintr-o pompă de căldură termomecanică care preia căldură din rezervoarele stratificate și din captatoarele solare pentru a o ceda unui acumulator de căldură

- un circuit care evacuează căldura dintr-un acumulator de frig, ori de câte ori există o sursă exterioară mai rece: aerul atmosferic sau captatorul geotermic

- surse auxiliare de energie: panouri fotovoltaice, turbine eoliene, cazane, rezistențe electrice folosite pentru supraîncălzirea rezervorului cald, sau răcirea celui rece

- unul sau mai multe motoare Stirling și Ericson care produc energie electrică preluând căldură din acumulatorul cald și cedând energia rămasă acumulatorului rece

- sisteme de țevi care preiau căldură din rezervoare pentru încălzire și apă menajeră

15. Procedeu de reducere a pierderilor de căldură din sistemele termodinamice conform revendicării 14, precum și din alte sisteme bazate pe concentrarea radiațiilor prin oglinzi și lentile convergente, caracterizat prin aceea că elementele captatoare nu se mai montează în focar, ci într-o incintă bine izolată din punct de vedere termic, în care radiațiile pătrund printr-o fantă îngustă sau printr-un tub optic, după ce au fost deviate de o oglindă montată în focar

16. Captator de energie geotermică din componența sistemelor termodinamice conform revendicării 14, precum și din alte sisteme, caracterizat prin aceea că se compune dintr-o placă cu capacitate mare de acumulare a căldurii, spre care energia geotermică este condusă de o rețea de țevi sau tije metalice verticale înfipte în sol, și din care este evacuată de un sistem de țevi parcurse de agent termic, înglobat în masa plăcii acumulatorie

17. Procedeu de realizare a sistemului de evacuare a energiei din captatorul geotermic conform revendicării 16, și din alte sisteme, caracterizat prin aceea că în locul țevilor se utilizează furtunuri gonflabile, cu pereți subțiri, în jurul cărora se compactează un material coeziv, sau se toarnă un material păstos care întărește în timp, astfel încât după anularea suprapresiunii din furtun, în placa acumulatorie rămîne un canal prin care poate circula agentul termic

18. Procedeu de realizare a motoarelor cu ardere externă de tip Stirling, din componența sistemelor termodinamice conform revendicării 14, precum și din alte sisteme, caracterizat prin aceea că:

- în locul cilindrilor se folosesc captatoare plate cu pistoane cu dublu efect
- montajul se realizează în varianta back to back, cu unul sau mai multe captatoare reci amplasate în sursa rece și cu captatoarele calde pereche amplasate în sursa caldă
- mișcarea pistoanelor este comandată de un sistem de came, sau un sistem electric, în așa fel încît fazele de comprimare-destindere să nu se suprapună cu cele de schimb izocor, același sistem putînd comanda simultan mai multe perechi de pistoane, defazate corespunzător între ele

19. Procedeu de realizare a motoarelor de tip Stirling, conform revendicării 18, caracterizat prin aceea că, amplasarea captatoarelor se face în rezervoare cu agent termic lichid, a căror temperatură este asigurată prin schimbul de căldură al acestui agent cu sursa caldă, respectiv cu cea rece, iar presiunea este egală cu presiunea din interiorul captatoarelor

20. Procedeu de realizare a motoarelor de tip Stirling, conform revendicării 18, caracterizat prin aceea că se montează în paralel mai multe captatoare de putere, cu volume egale sau diferite, prevăzute la capete cu supape care se deschid în funcție de necesarul de putere

21. Captator (cilindru) cu piston cu dublu efect, pentru reglarea puterii motoarelor Stirling, conform revendicării 18, sau pentru alte aplicații, caracterizat prin aceea că volumul util poate fi modificat prin deplasarea comandată a unui din capace, în care se montează una din supape

22. Motor Stirling de tip gama, conform revendicării 18, caracterizat prin aceea că acționarea pistoanelor se face în așa fel încît după terminarea fazei de destindere-compresie cu deplasarea pistonului de putere, această fază să continue prin deplasarea pe o porțiune din captator a pistonului rece și staționarea celui cald (întocmai ca la motoarele de tip alpha), urmată de deplasarea simultană a celor două pistoane, pînă cînd pistonul rece ajunge la capătul captatorului (faza izocoră), urmată apoi de staționarea acestuia și deplasarea pistonului cald pînă la capătul captatorului cald

23. Motor Stirling (Ericson), conform revendicării 18, caracterizat prin aceea că faza de comprimare izotermă efectuată de pistonul rece (însotită de staționarea pistonului cald), care pornește de la presiunea P2 în captatorul cald și presiunea P1 în captatorul rece, se face pînă la atingerea presiunii P2 pe fața respectivă a pistonului, simultan cu destinderea gazului din captatorul cald (și de pe cealaltă față a pistonului rece) pînă la presiunea P1; în următoarea fază, continuă deplasarea pistonului rece, simultan cu deplasarea cu o viteză mai mare a pistonului cald, în așa fel încît cele două pistoane să ajungă simultan la capătul respectivelor captatoare; datorită schimbului termic din recuperatoare, această fază are loc fără modificarea presiunilor (schimb termic izobar)

24. Motor Ericson, conform revendicării 23, caracterizat prin aceea că în locul recuperatoarelor se montează un schimbător de căldură la presiune constantă în contracurent

25. Motor Stirling, conform revendicării 18, caracterizat prin aceea că sistemul de acționare a pistoanelor și supapelor este realizat astfel încât pentru una sau mai multe dintre perechile de captatoare să poată fi ales, în funcție de necesități, unul din următoarele regimuri de funcționare: motor, pompă de căldură, funcționare în gol

26. Motor Stirling, conform revendicării 18, caracterizat prin aceea că în locul recuperatoarelor se montează un schimbător de căldură izocor, în contracurent, de tip secvențial, la care schimbul termic izocor se realizează prin pereți subțiri (schimbător “pieptene” , fig.28), sau prin intermediul unui agent termic dintr-un rezervor stratificat, cu sau fără pereți despărțitori între straturile cu temperaturi diferite (fig.29), iar între acest schimbător și captatoarele de deplasare se montează un rezervor cald, respectiv, unul rece

27. Motor Stirling, conform revendicării 18, caracterizat prin aceea că pereții laterali ai captatorilor de deplasare sunt unul în prelungirea celuilalt, formînd un tub închis cu secțiune constantă, separarea compartimentelor este făcută de pistoane legate între ele prin tije de aceeași lungime, cu cuplaj mobil la ambele capete și aflate în mișcare continuă unidirecțională; tubul cu pistoane este scufundat într-un rezervor cu agent termic intermediar, ai cărui pereți sunt paraleli cu pereții tubului, realizînd de asemenea un tub închis; agentul intermediar este vehiculat în sens invers mișcării pistoanelor, preluînd căldura captatorilor calzi, pe care o cedează captatorilor reci; prin intermediul unui sistem de țevi, agentul intermediar efectuează schimbul de căldură cu sursa caldă, în una din zonele rezervorului și cu sursa rece într-o zonă diametral opusă; în pereții captatoarelor din aceste zone se montează supapele ce se deschid intermitent, acționînd pistonul captatorului de putere, montat în exteriorul rezervorului (fig.30)

28. Motor Stirling, conform revendicării 18, caracterizat prin aceea că se compune dintr-o serie de captatori fără piston, ce se deplasează unidirecțional în circuit închis într-un rezervor stratificat; fiecare pereche de captatori ajunge să ocupe la un moment dat pozițiile inferioară și superioară din rezervor, moment în care se deschid supapele ce acționează pistonul captatorului de putere, montat în exteriorul rezervorului (fig.31)

29. Motor Stirling, conform revendicării 18, caracterizat prin aceea că se compune dintr-o conductă cu agent termic cald, alimentată în circuit închis de la sursa caldă, o conductă cu agent termic rece, alimentată în circuit închis de la sursa rece și dintr-o serie de captatori plați, fără piston, umpluți cu gazul de lucru, și străbătuți de un sistem de țevi legate într-un al treilea circuit închis prin care, sub acțiunea unei pompe, trece agent termic; între aceste captatoare se montează un sistem de electroventile și ventile cu mai multe căi, comandate de un procesor electronic în așa fel, încît la intervale de timp bine determinate, captatorul cel mai cald este scos din circuitul principal (care se închide printr-o conductă de by-pass) și primește agent termic din conducta caldă, iar captatorul cu poziția diametral opusă în circuit (cel mai rece) este legat la conducta rece; simultan, se deschid supapele acestor captatoare, fiind acționat captatorul de putere și avînd loc procesul de comprimare-destindere izotermă; în pasul următor, agentul termic rămas în cele două captatoare reintră în circuitul principal și se deplasează în aval, fiind scoase din circuit captatoarele din amonte (fig.32)

30. Motor Stirling, conform revendicării 18, caracterizat prin aceea că în serie cu captatorul cald (rece) se montează la fiecare capăt cîte un captator suplimentar în care agentul poate fi supraîncălzit (suprarăcit) și poate suferi o destindere (comprimare) adiabatică, înainte de cea izotermă (fig.36)

31. Procedeu de creștere a eficienței și a capacității de vehiculare a căldurii din instalațiile frigorifice și din pompele de căldură utilizat de sistemelor termodinamice conform revendicării 14, precum și din alte sisteme, caracterizat prin aceea că în locul unui compresor mecanic se utilizează un compresor cu pulverizare, sau un compresor la volum constant cu pulverizare.

32. Procedeu de creștere a presiunii din motoarele utilizate de sistemele termodinamice conform revendicării 14, precum și din alte sisteme, caracterizat prin aceea că în vaporii supraîncălziți dintr-o incintă închisă, este pulverizat agent frigorific în stare lichidă pentru a produce răcirea gazului, urmată de o creștere a presiunii prin absorbția de căldură din mediu

33. Procedeu de recuperare a agentului termic pulverizat în motoarele cu agent frigorific din sistemele termodinamice conform revendicării 14, precum și din alte sisteme, caracterizat prin aceea că în peretele captatorului activ se introduce o supapă, amplasată și reglată astfel încât să se deschidă la o presiune egală cu presiunea din condensator și să se închidă după evacuarea cantității de gaz rezultată prin evaporare.

34. Motor termic utilizat de sistemele termodinamice conform revendicării 14, precum și din alte sisteme, caracterizat prin aceea că se compune dintr-un captator legat cu un evaporator prin intermediul unui ventil, montate în mediul cu temperatura T_2 și dintr-un rezervor de frig (o butelie cu agentul de lucru la temperatura T_1 , sau un rezervor cu un alt agent, în care se găsește o spirală de răcire, legată la ieșirea evaporatorului); la deschiderea ventilului, agentul din evaporator pătrunde în captator, se destinde izoterm, iar după închiderea pistonului, adiabatic pînă la presiunea p_1 și un titlu x_3 ; urmează pulverizare de agent pînă la obținerea unui titlu x_4 ales astfel încât prin comprimare pînă la p_2 să se atingă faza lichidă (fig.50A)

35. Procedeu de comprimare a unui agent cu titlu mai mic decît 1 (100%) folosit de sistemele termodinamice conform revendicării 14, precum și din alte sisteme, caracterizat prin aceea că într-o incintă cu vapori suprasaturați este introdus un agent termic gazos căruia I se ridică presiunea pînă la lichefierea completă a agentului termic suprasaturat

36. Turbină în colivie folosită de sistemele termodinamice conform revendicării 14, precum și din alte sisteme, pentru captarea energiei eoliene, caracterizată prin aceea că are coroanele rotorice executate din zale montate pe roți de antrenare, pe aceste coroane se montează paletetele rotorice în două plane paralele, unul ascendent și unul descendent, iar paletetele statorice montate pe elemente de susținere fixe, formează două suprafețe plane: una în fața primei trepte rotorice, celaltă între ele

Fig.1

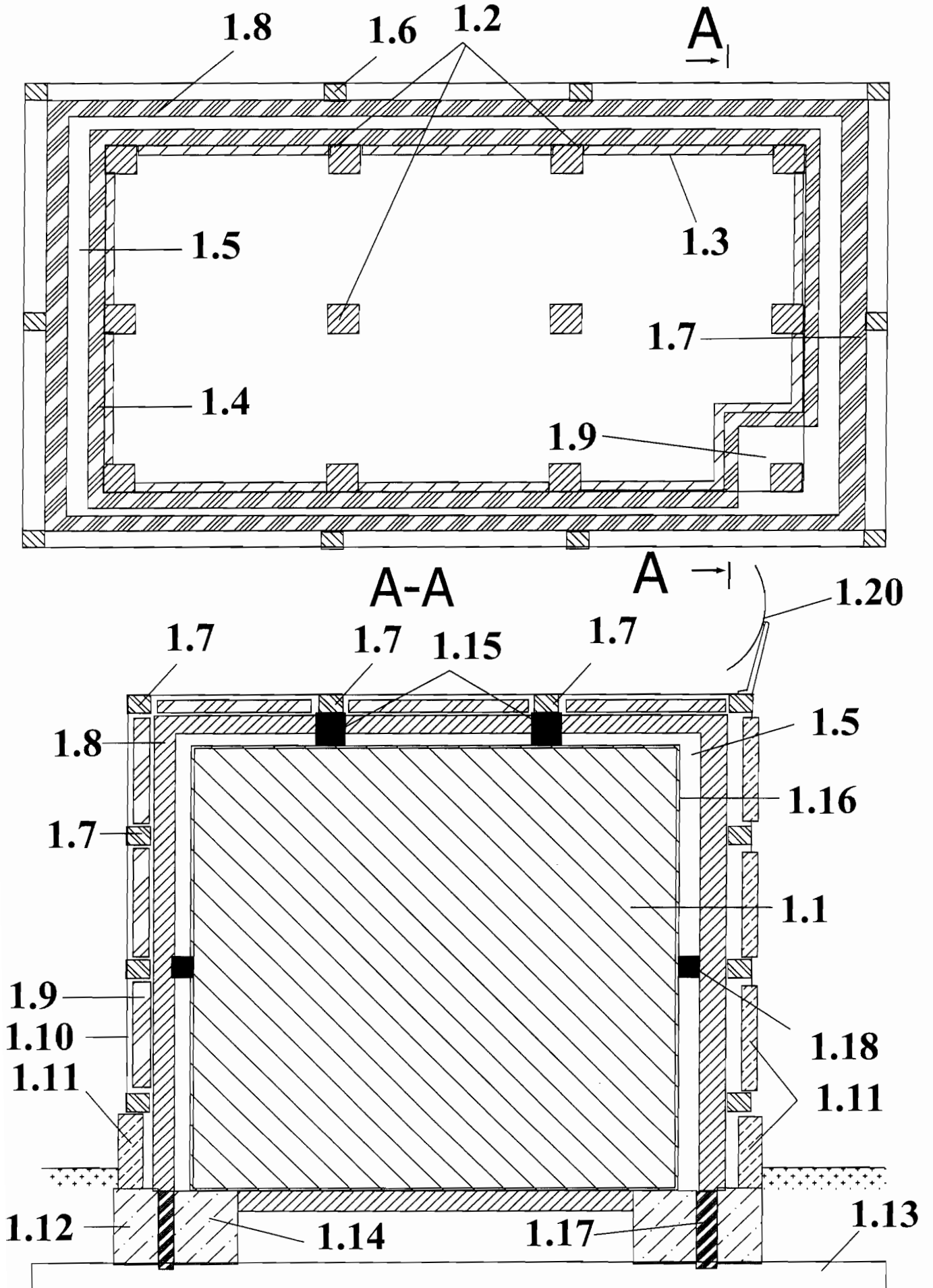


Fig 2

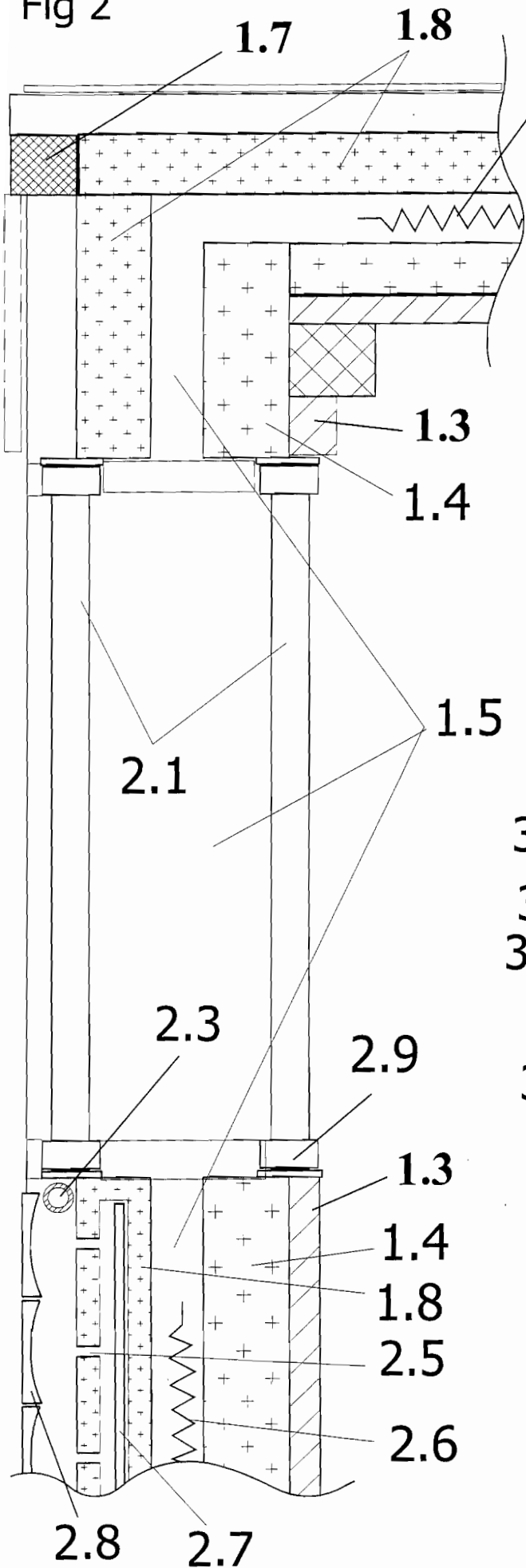


Fig.3

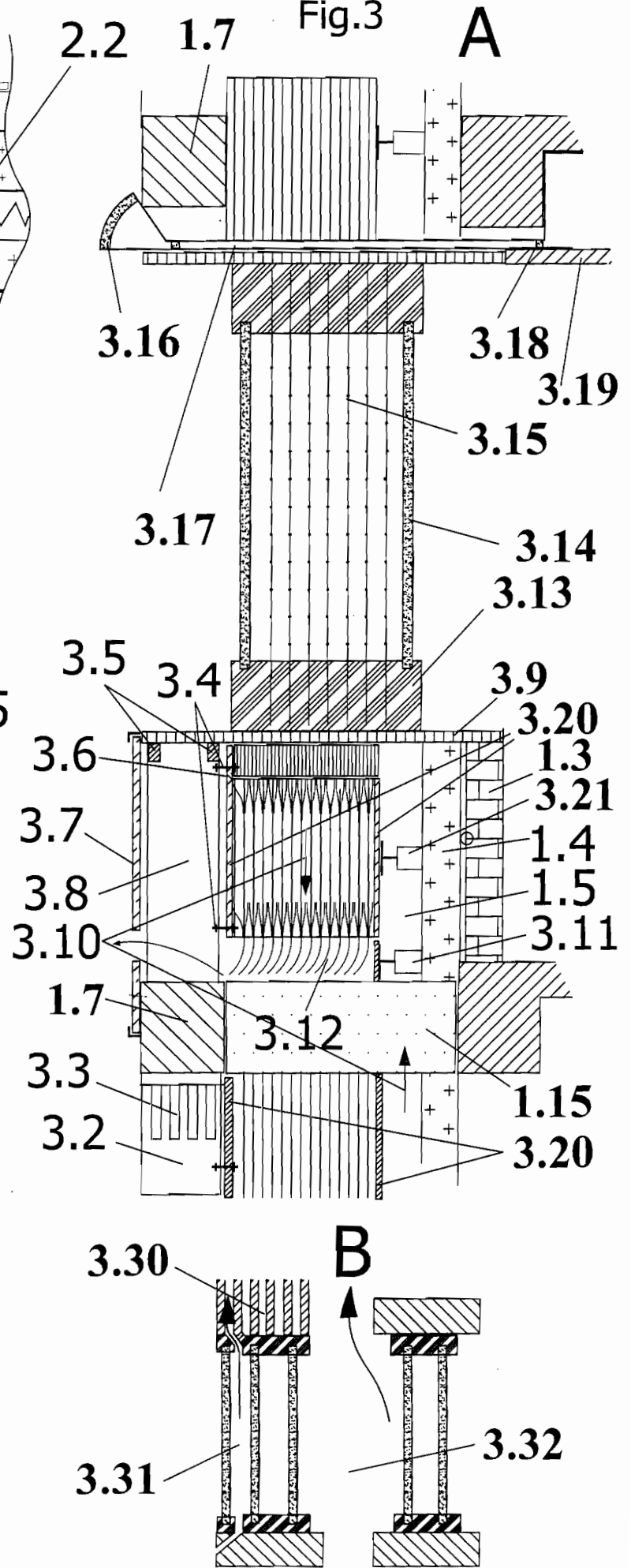


Fig.4

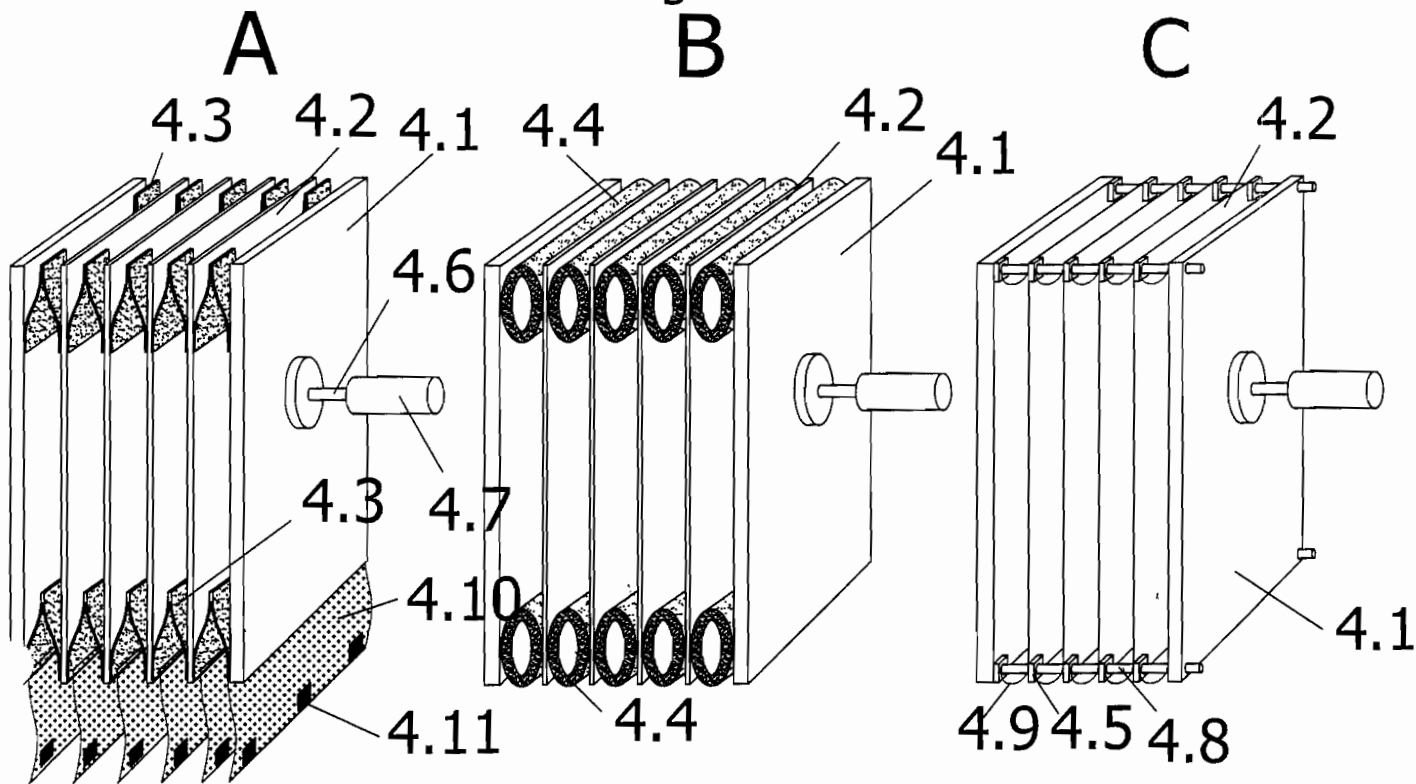


Fig.5

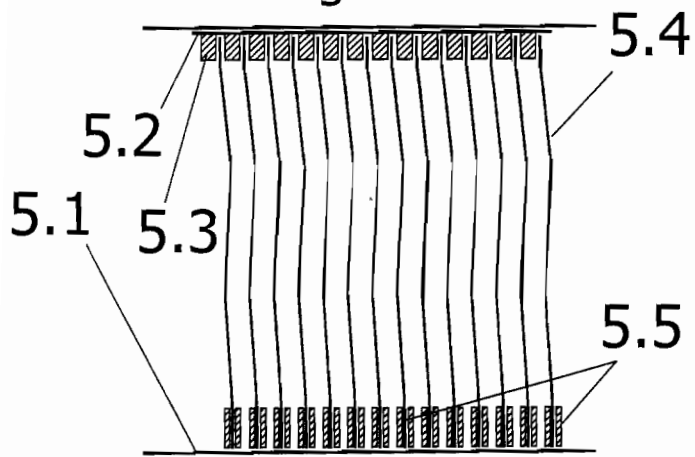


Fig.6

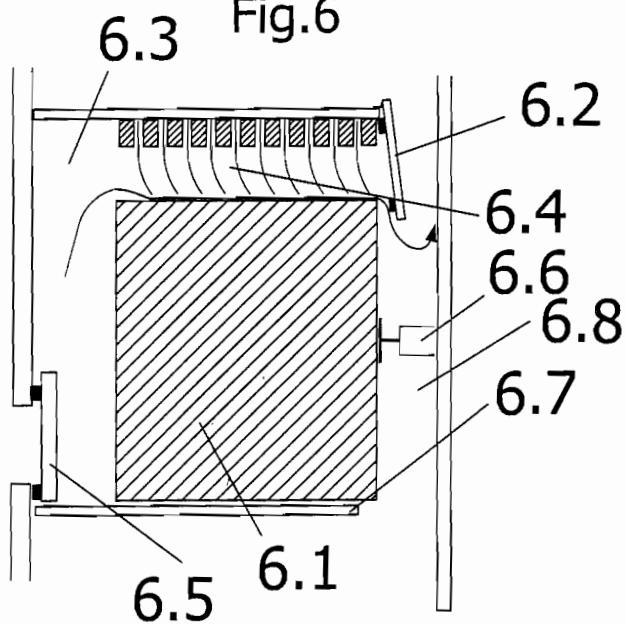


Fig.7

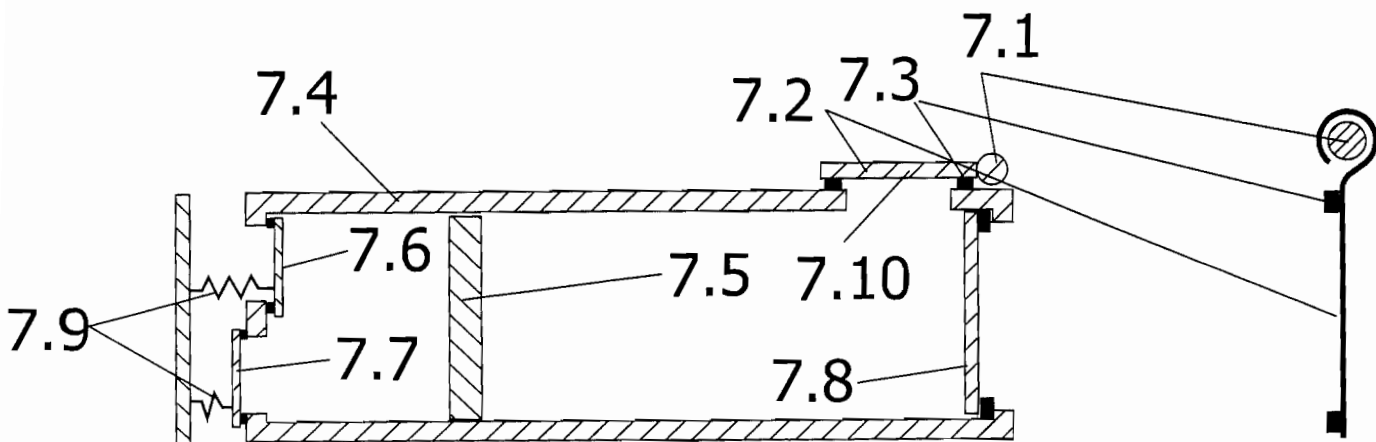
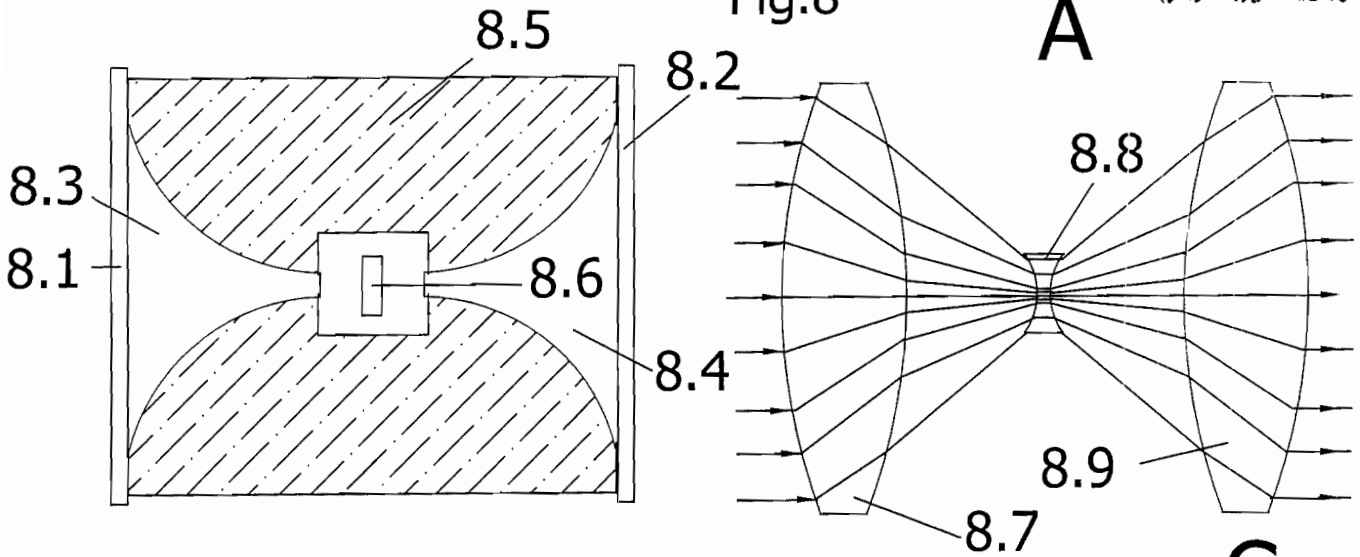


Fig.8



A

A

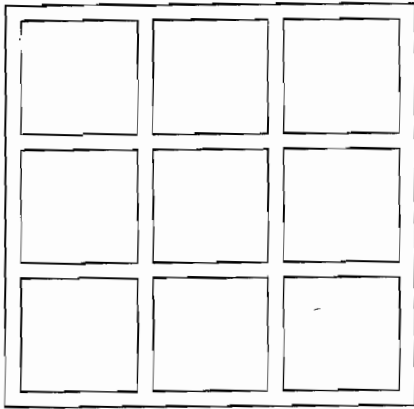
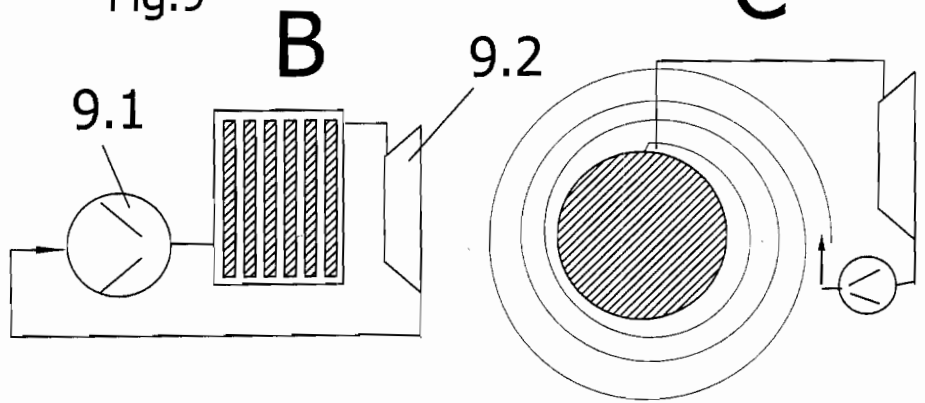


Fig.10

Fig.9



B

C

Fig.11

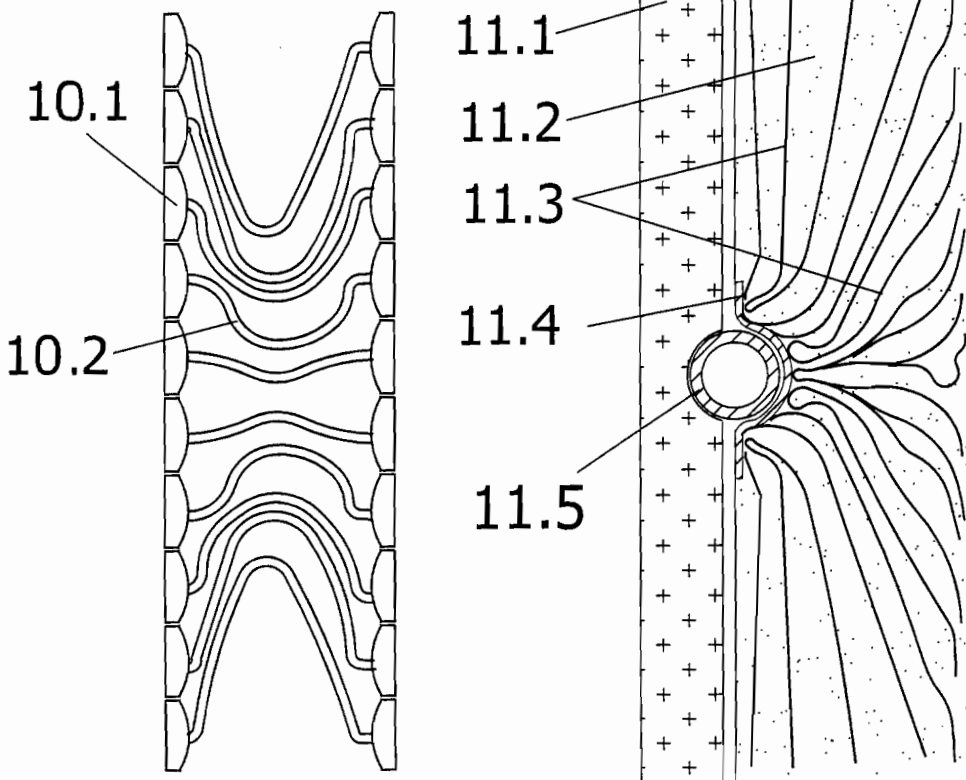


Fig.12

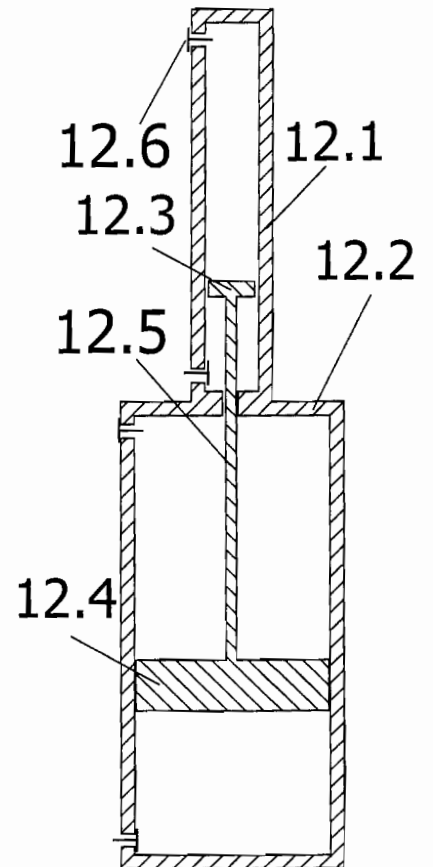


Fig.13

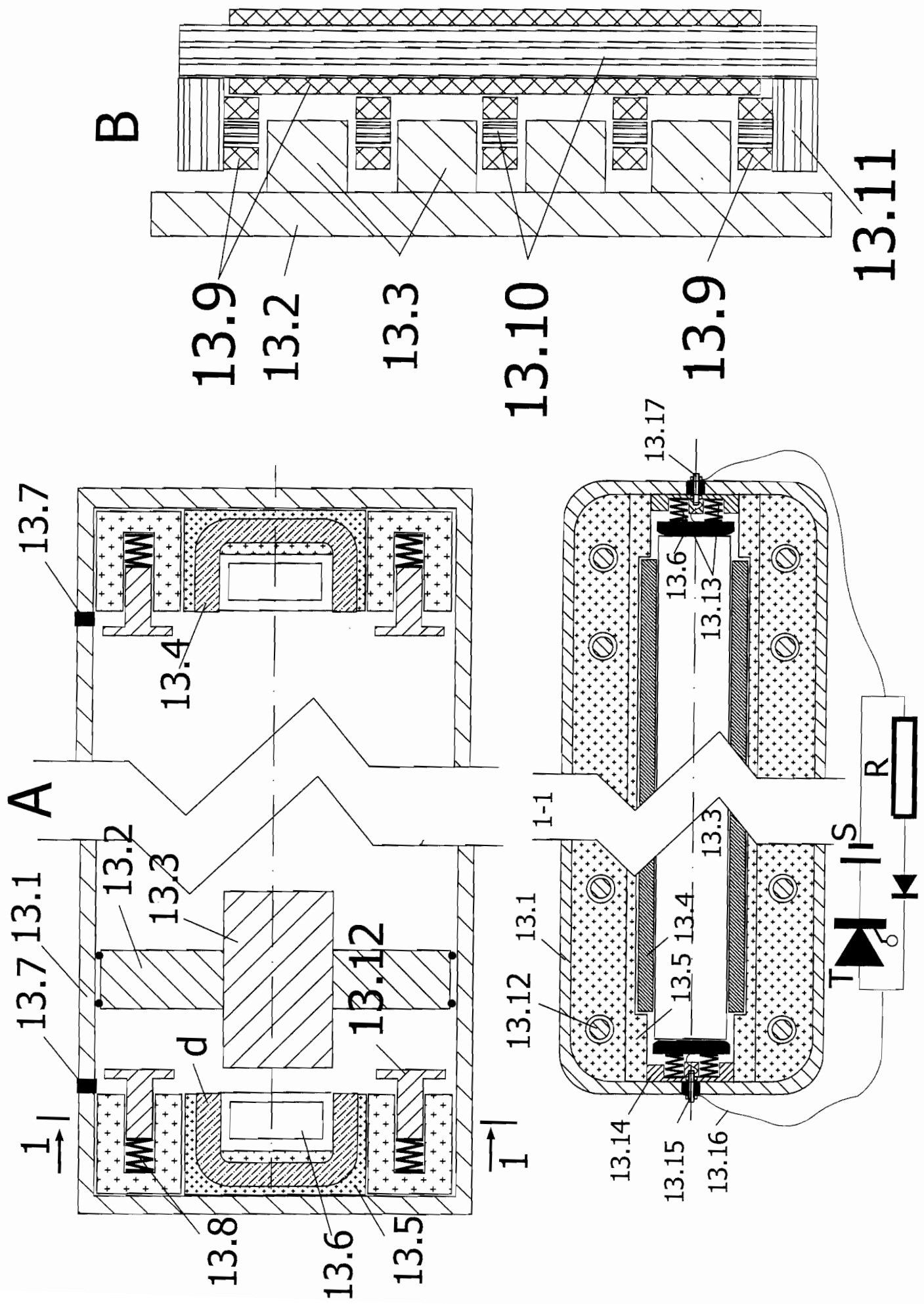


Fig.13

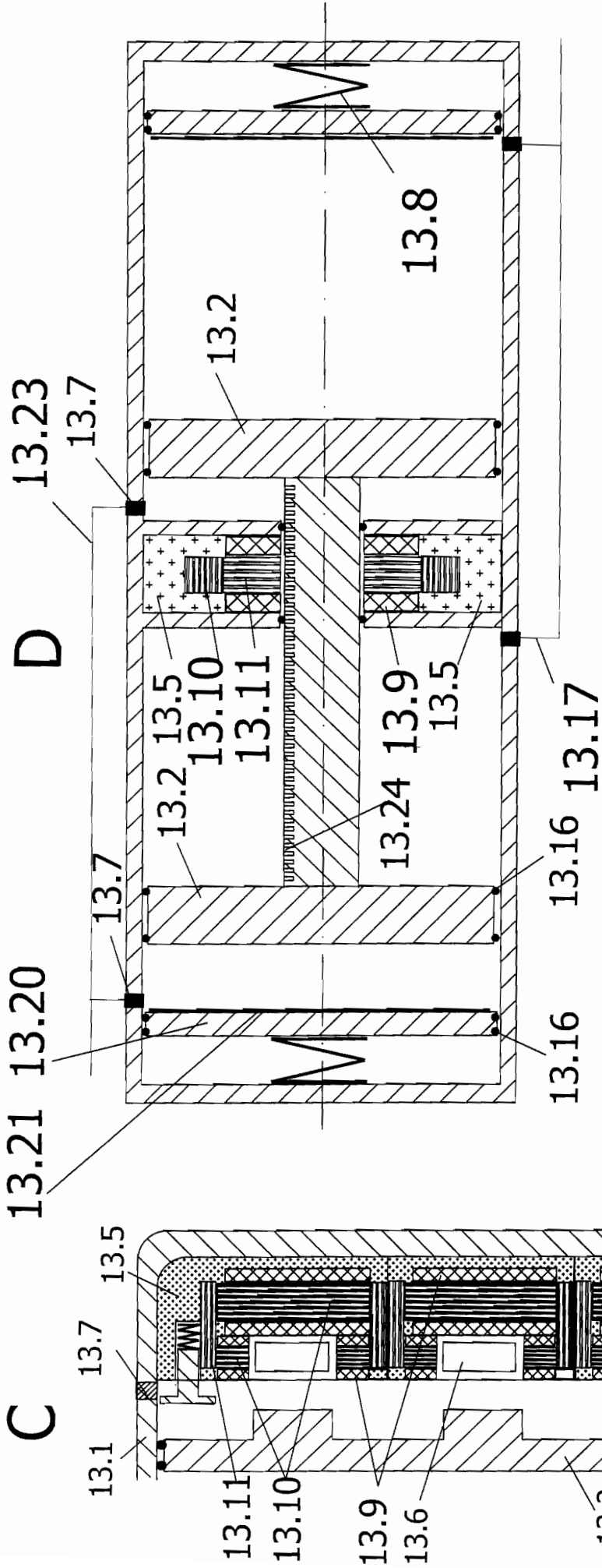


Fig.14

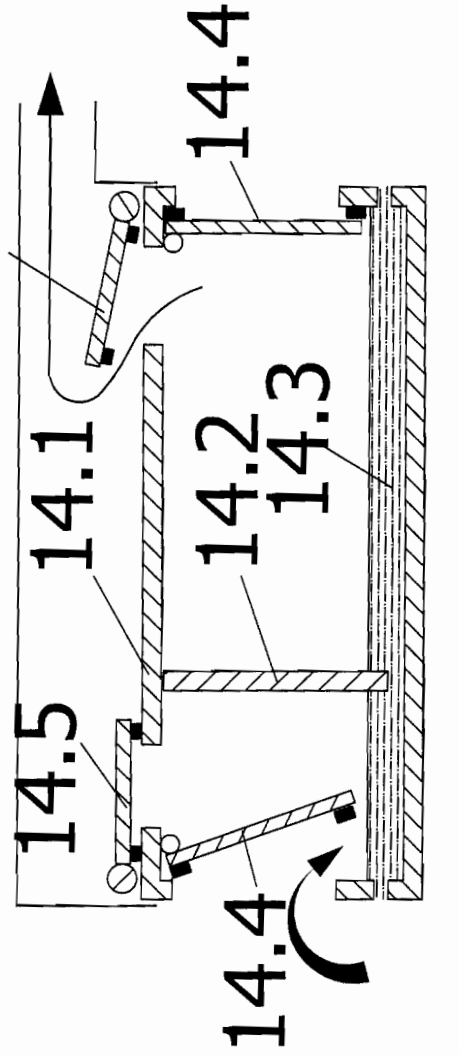


Fig.15

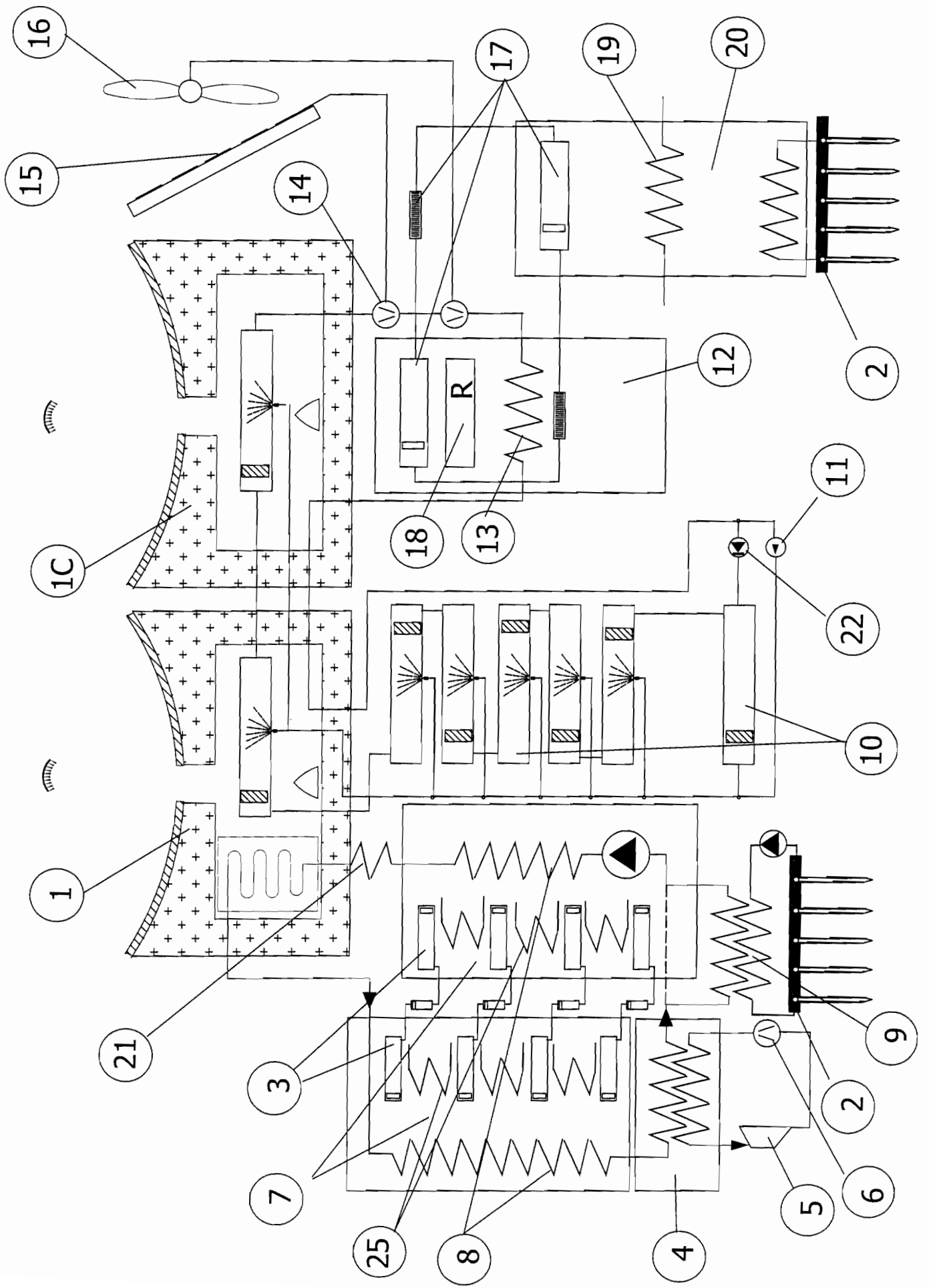


Fig 16

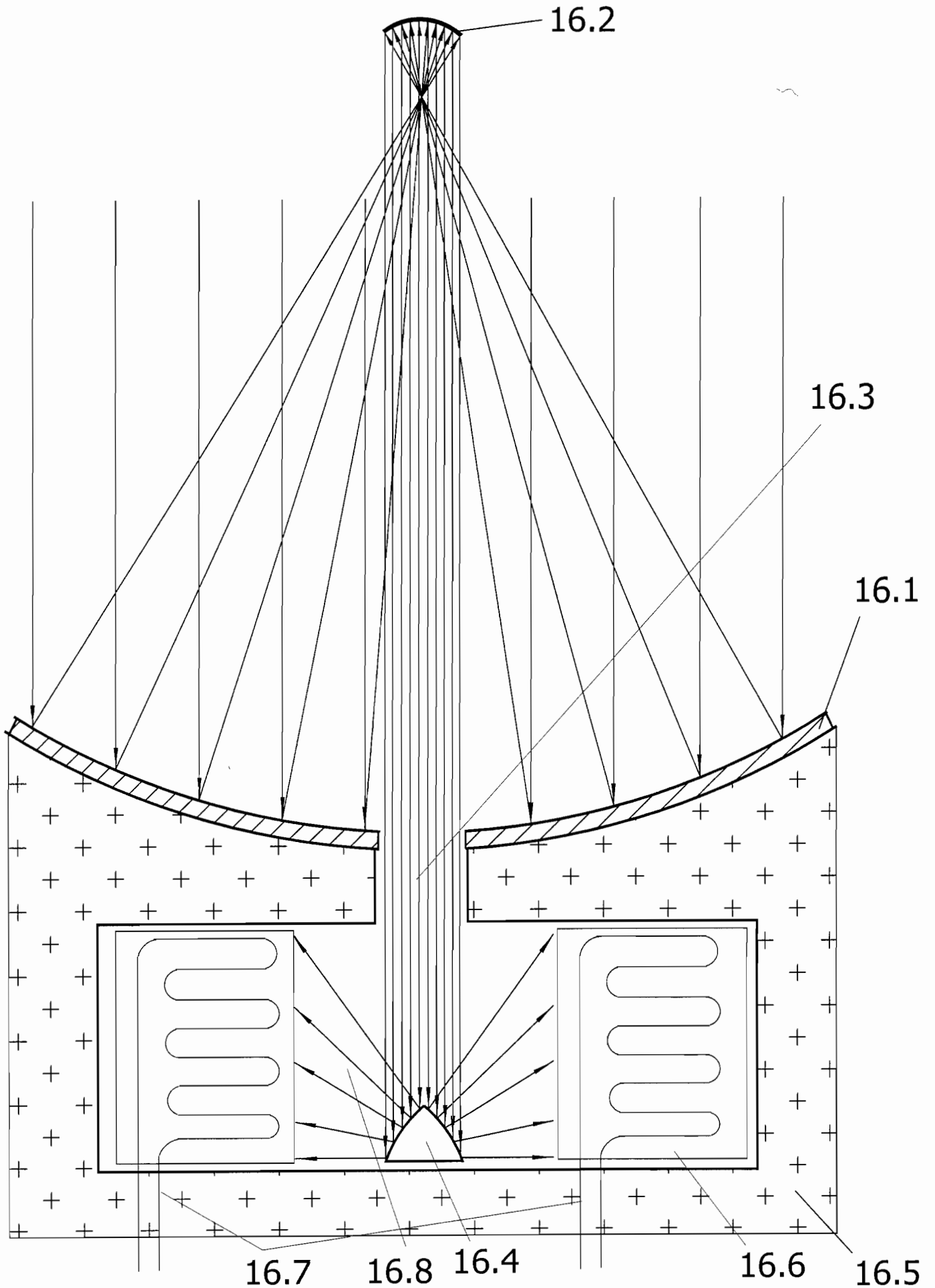


Fig 17

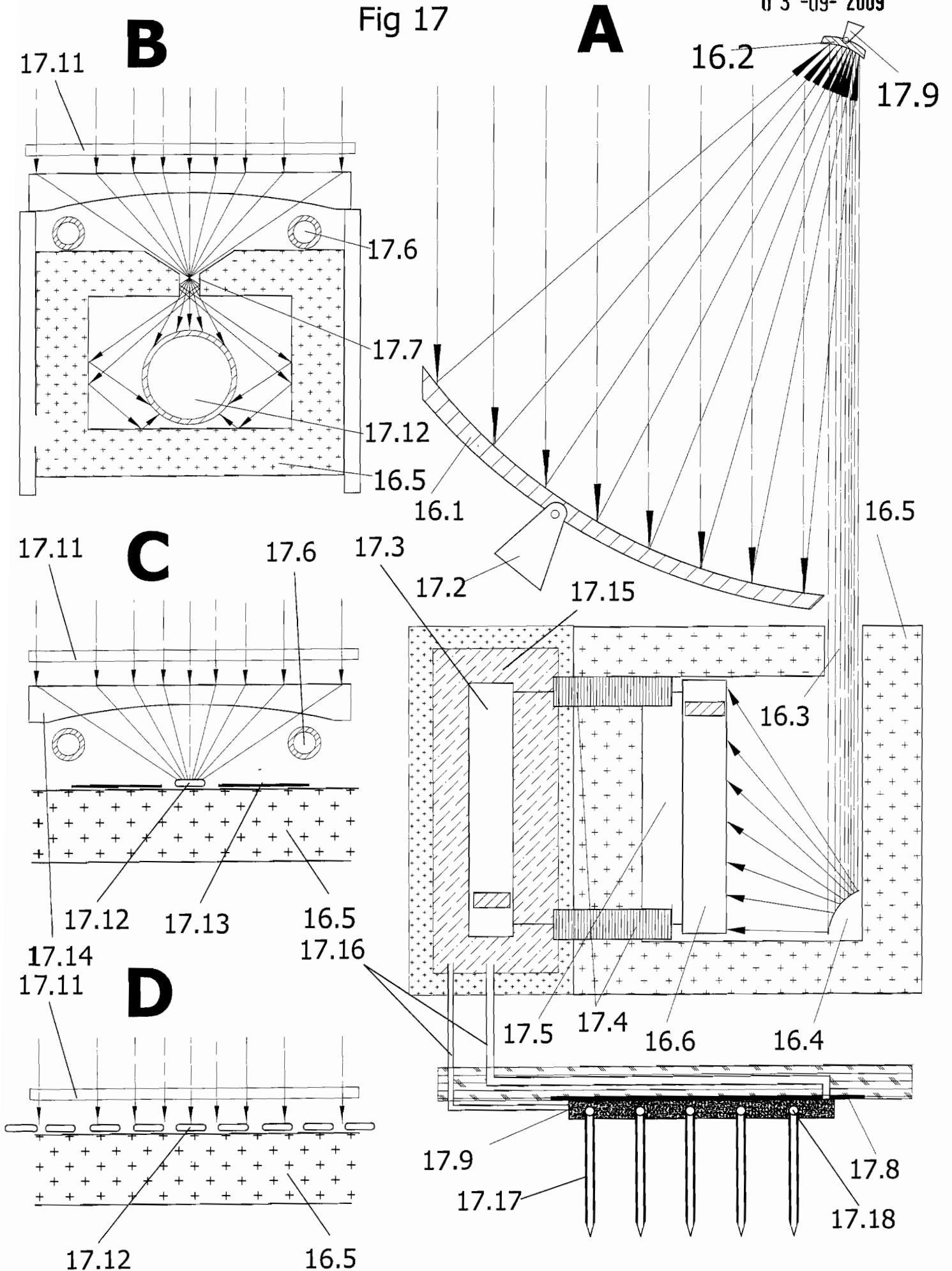


Fig.18

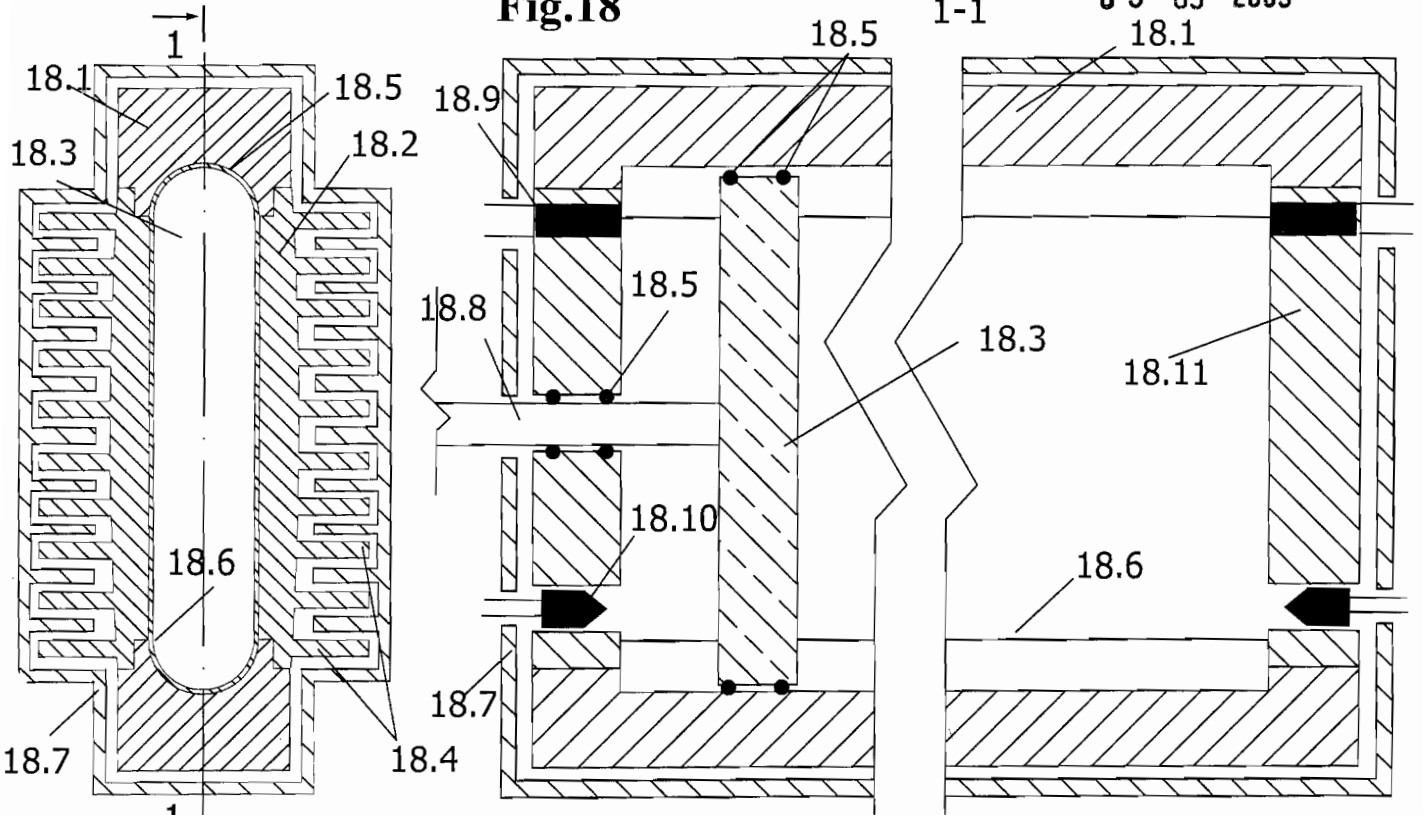


Fig.19

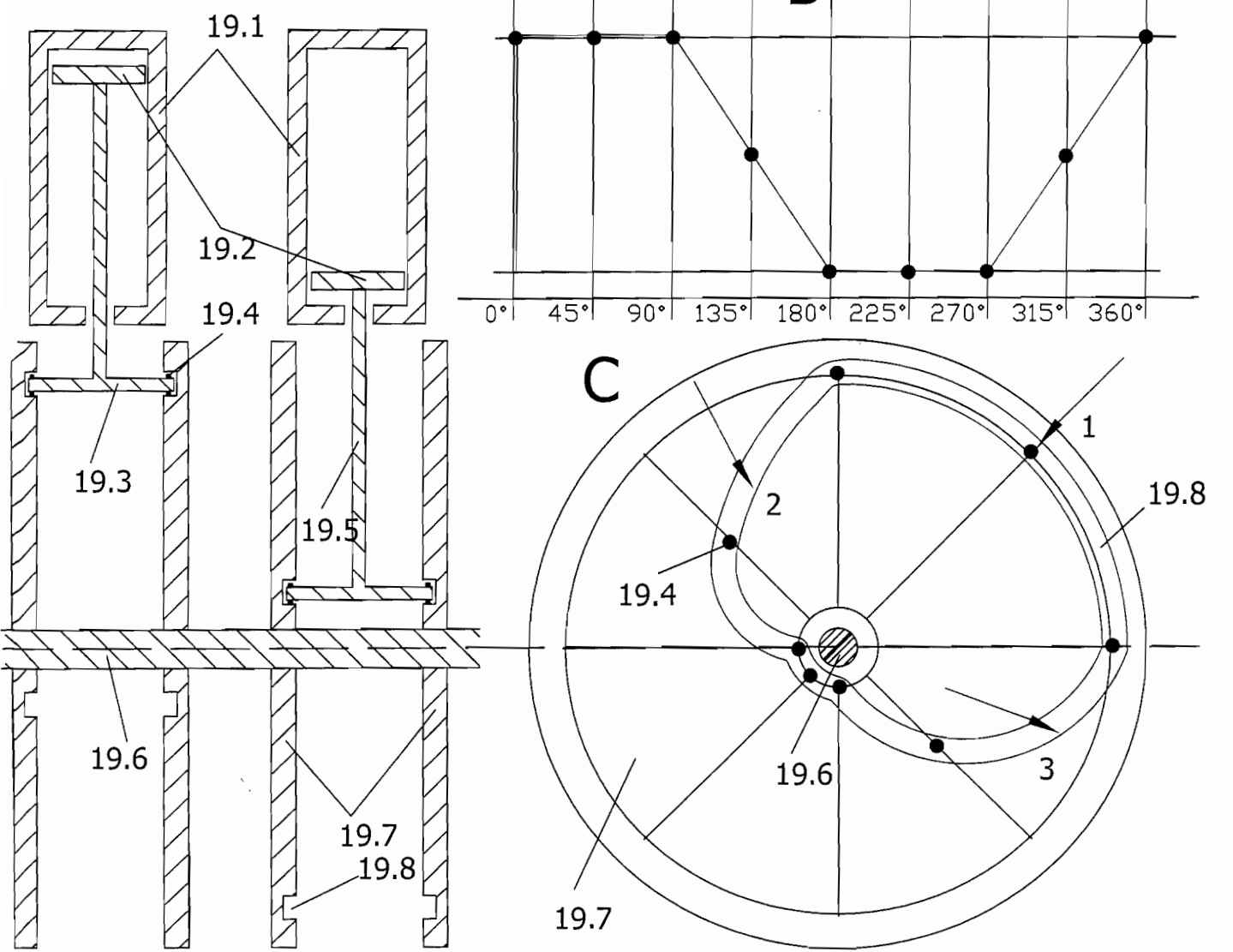


Fig.20

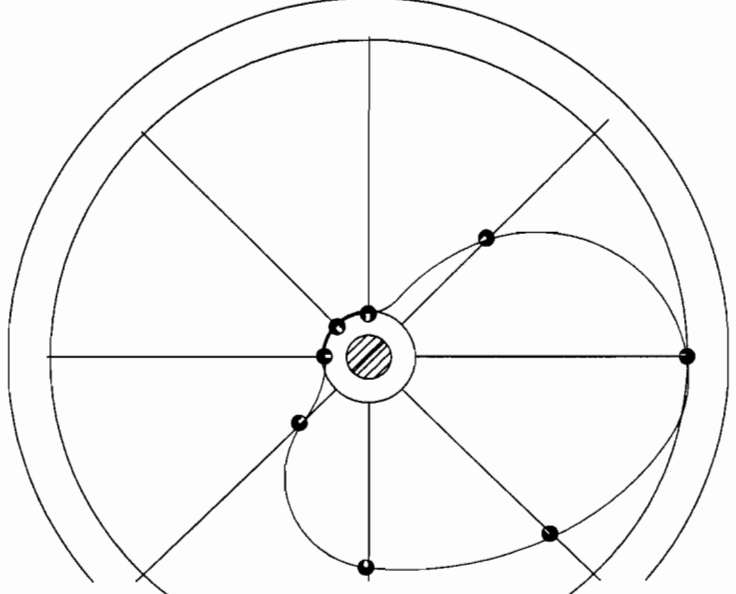
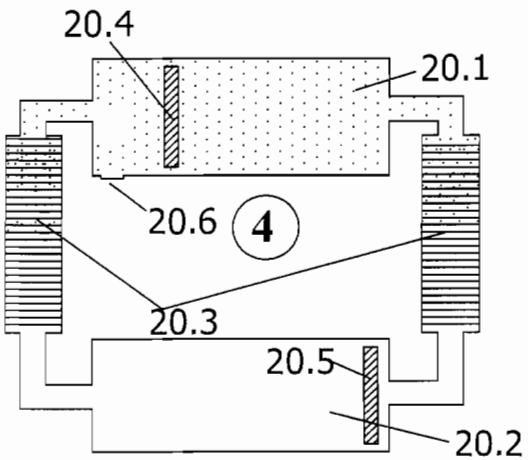
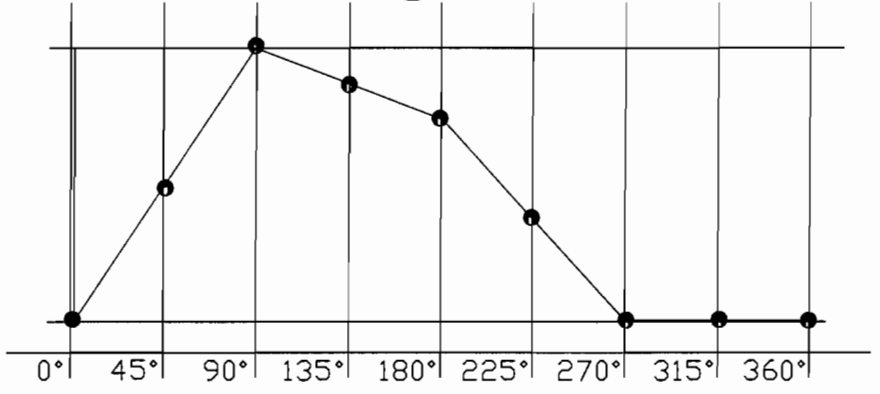
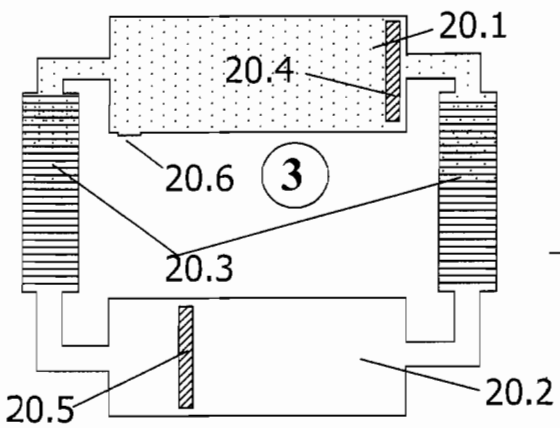
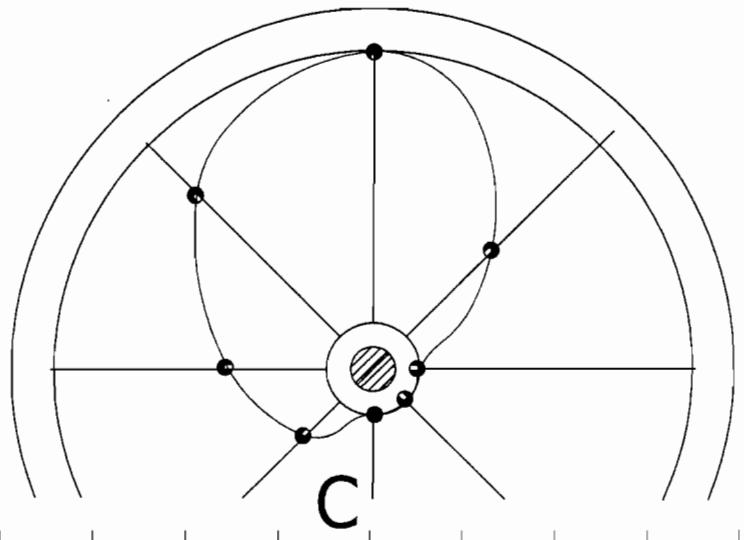
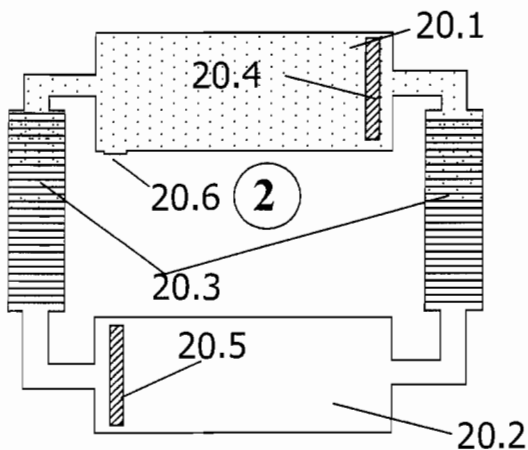
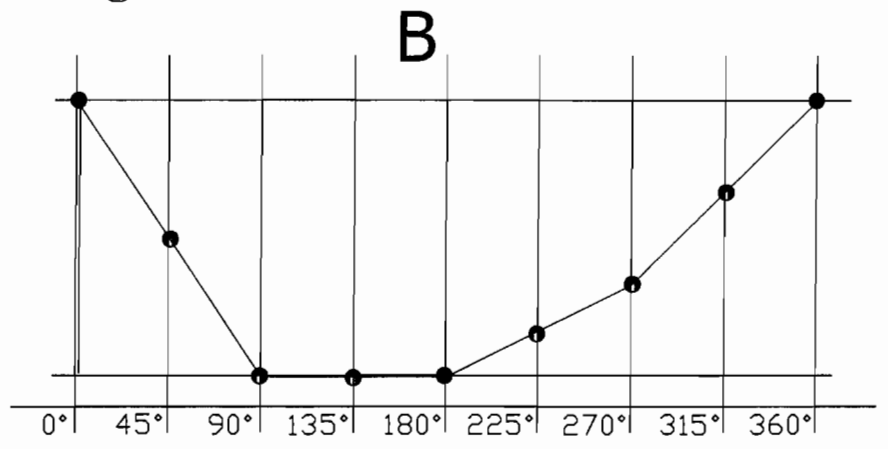
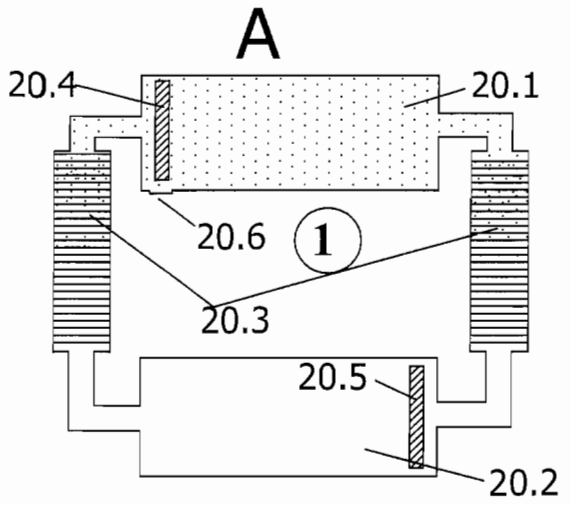


Fig.21

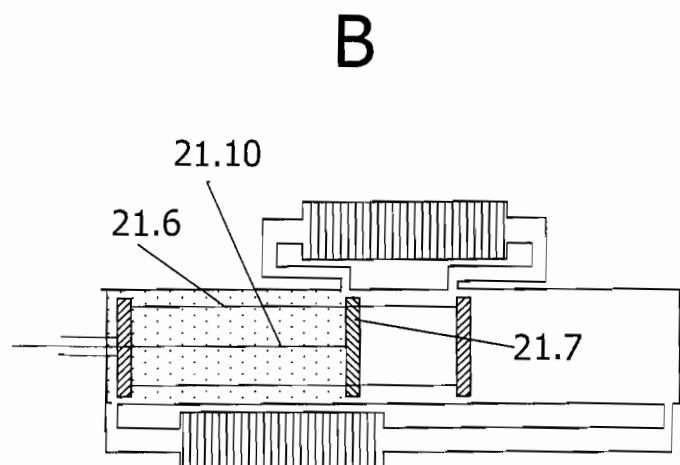
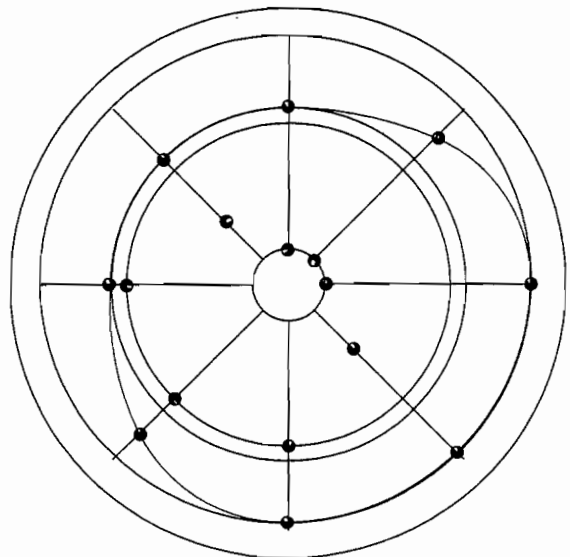
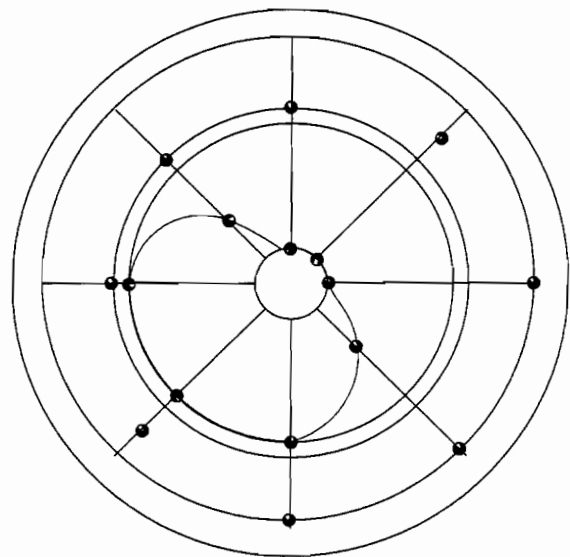
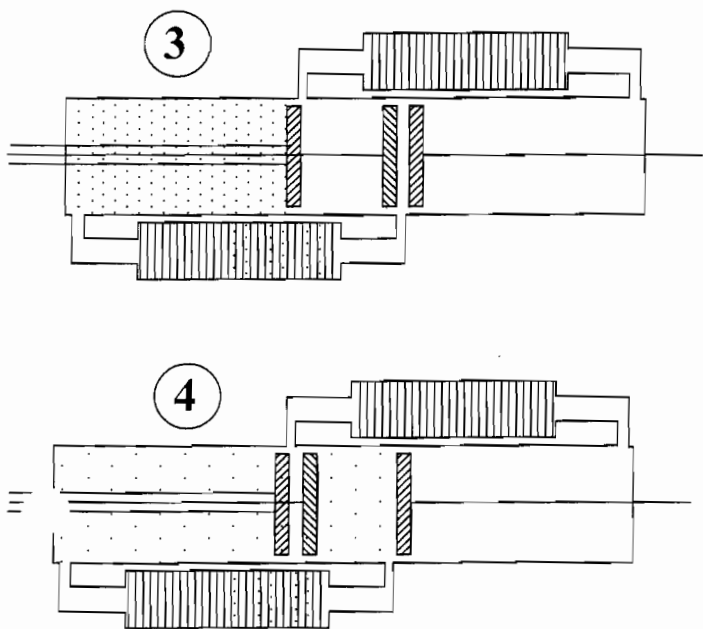
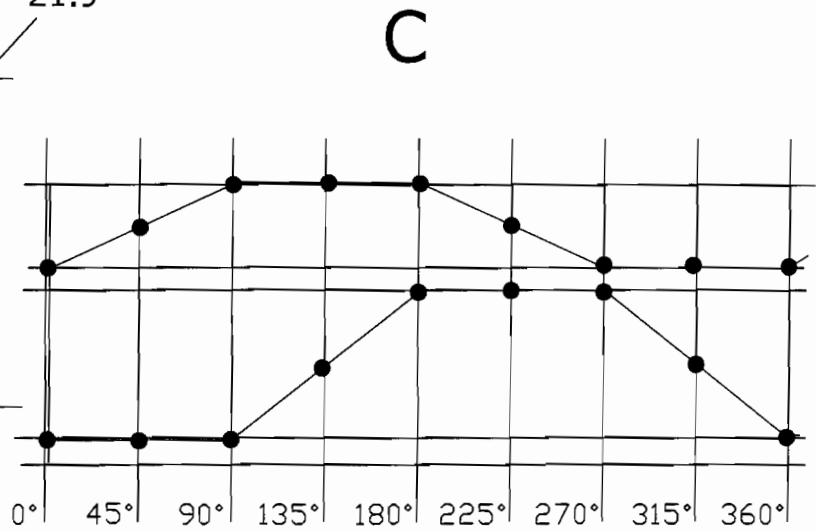
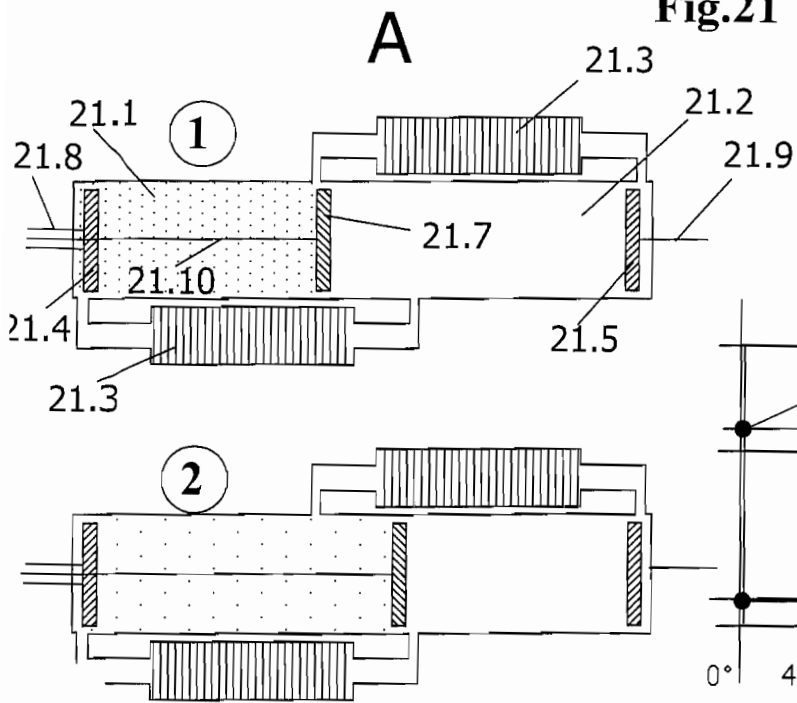


Fig.22

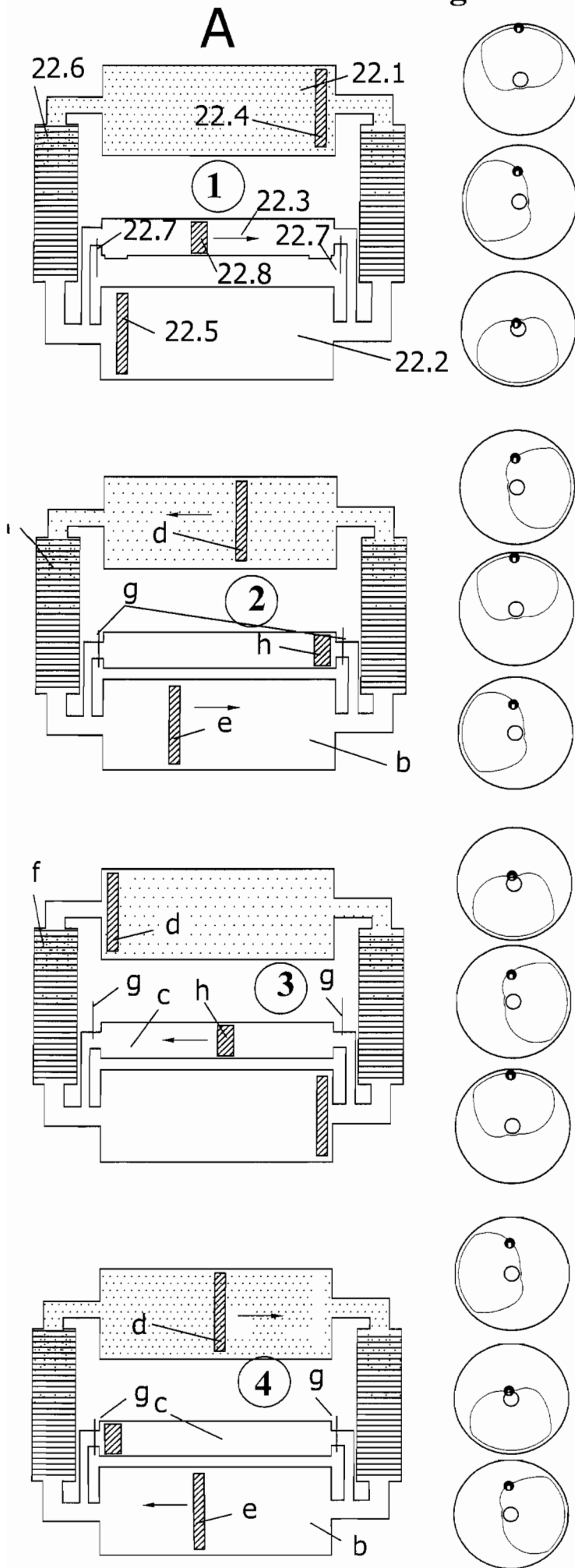


Fig.23

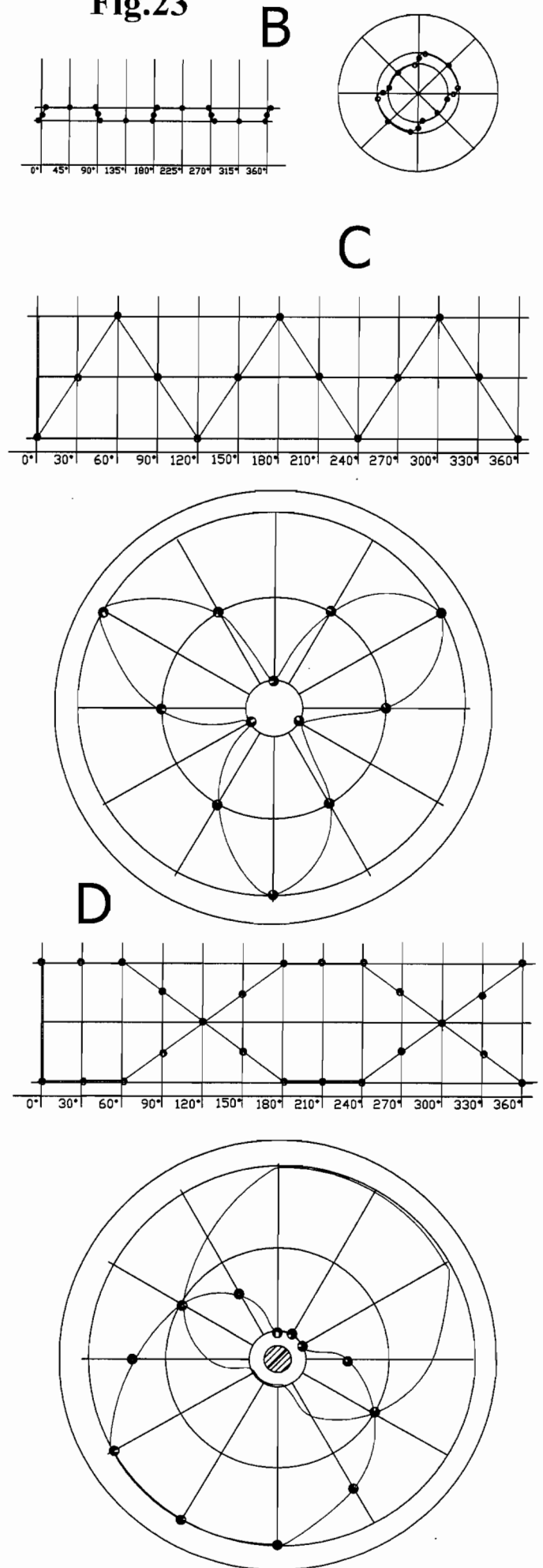


Fig.23

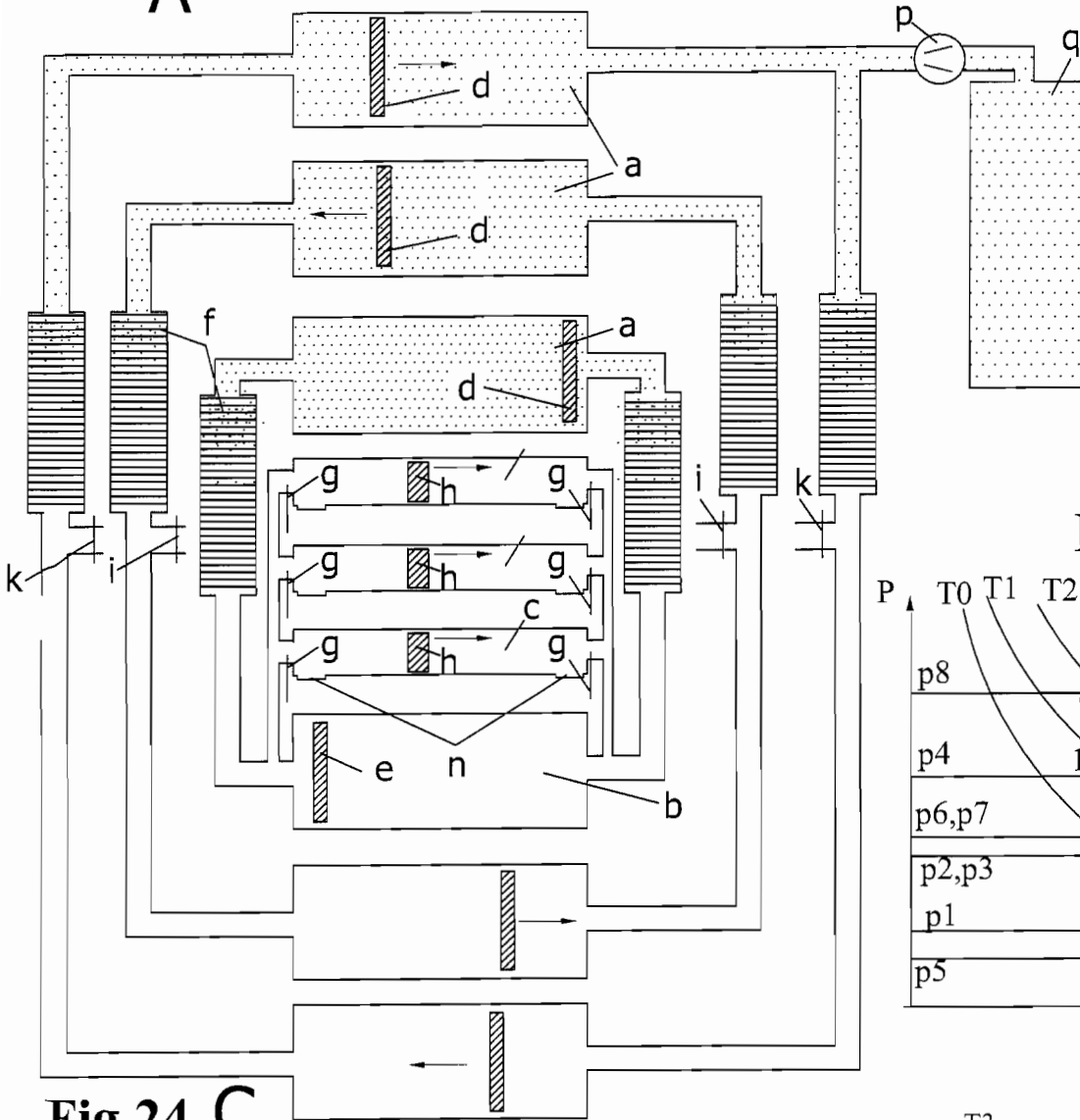


Fig.24

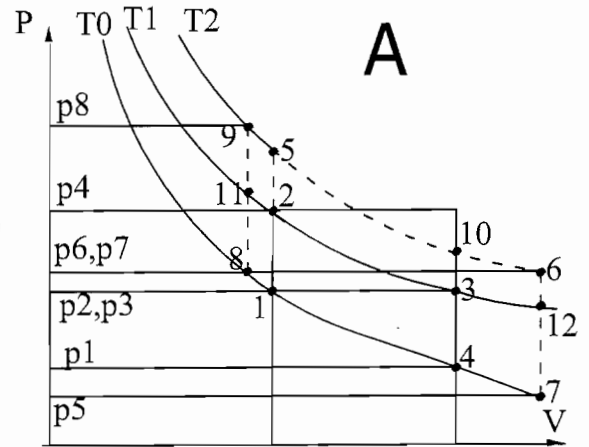
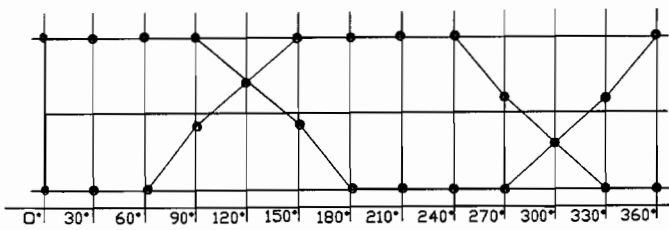


Fig.24 C



B

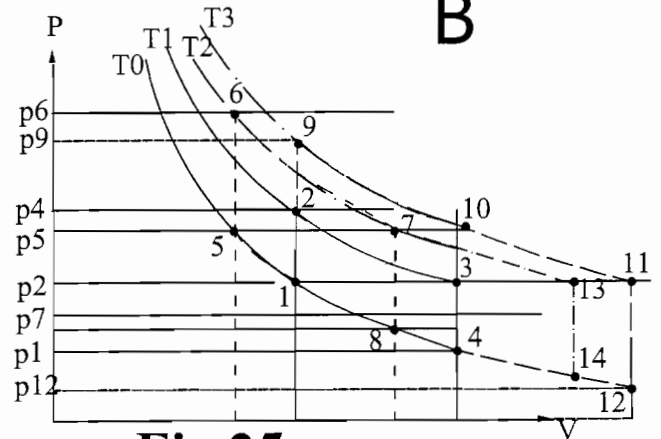


Fig.25

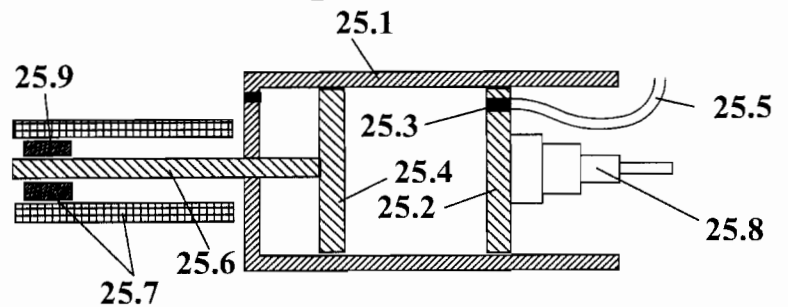


Fig.26

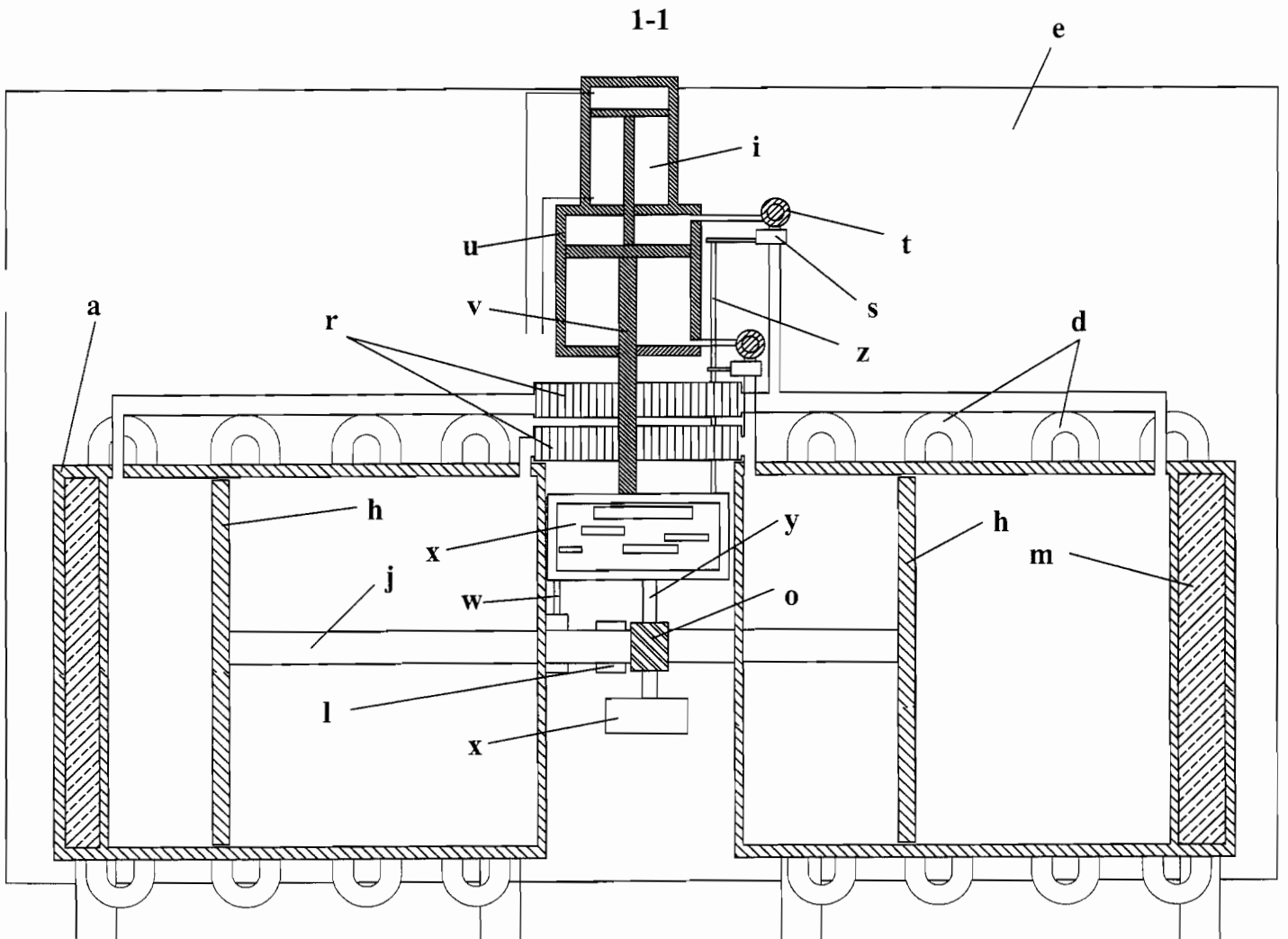
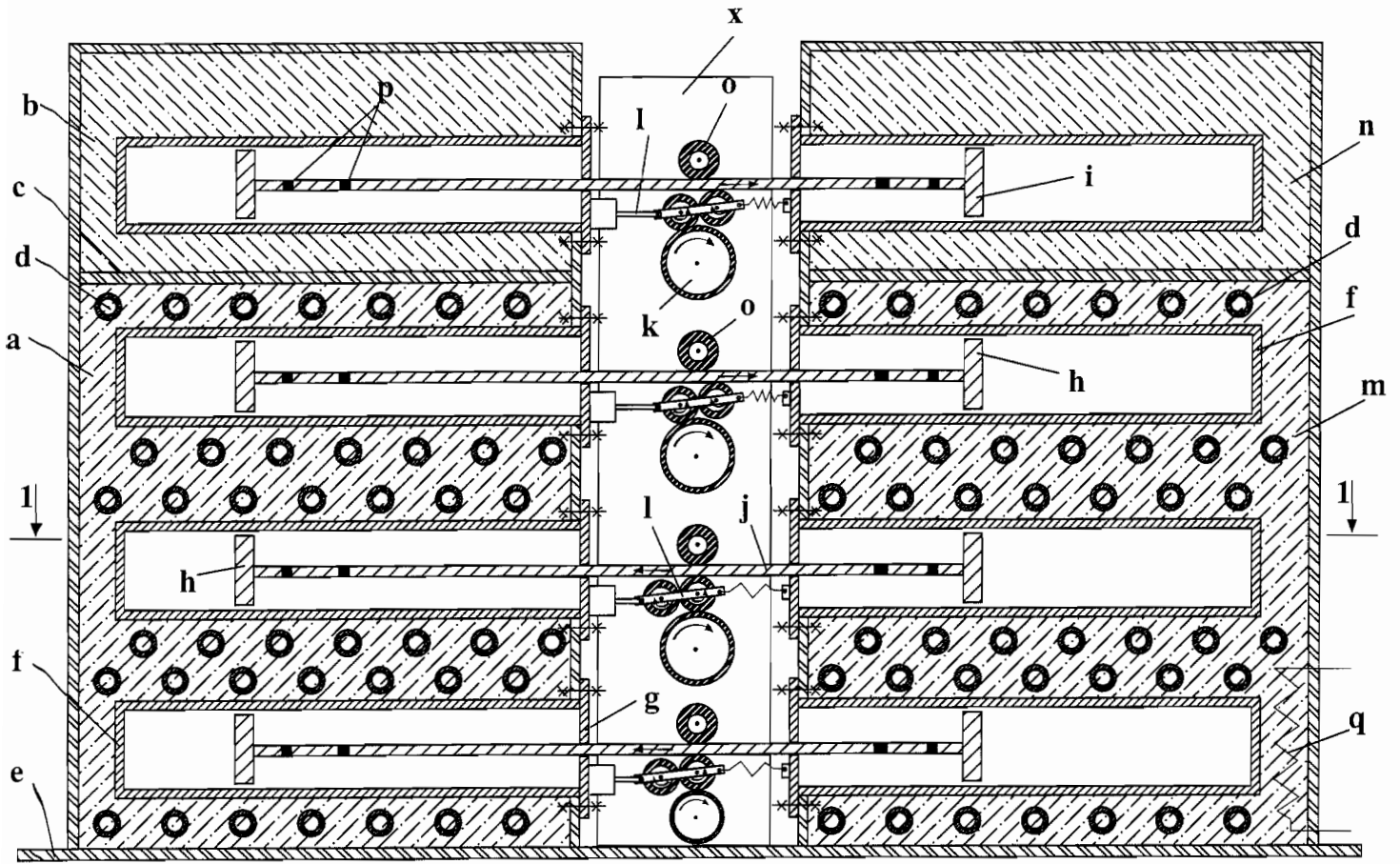


Fig.27

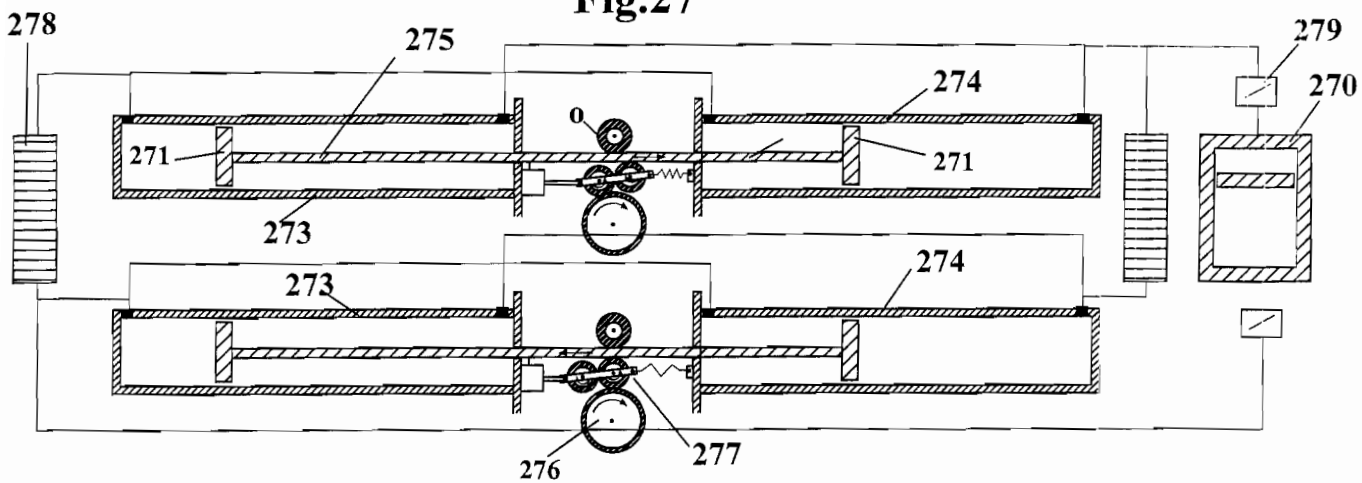


Fig.28

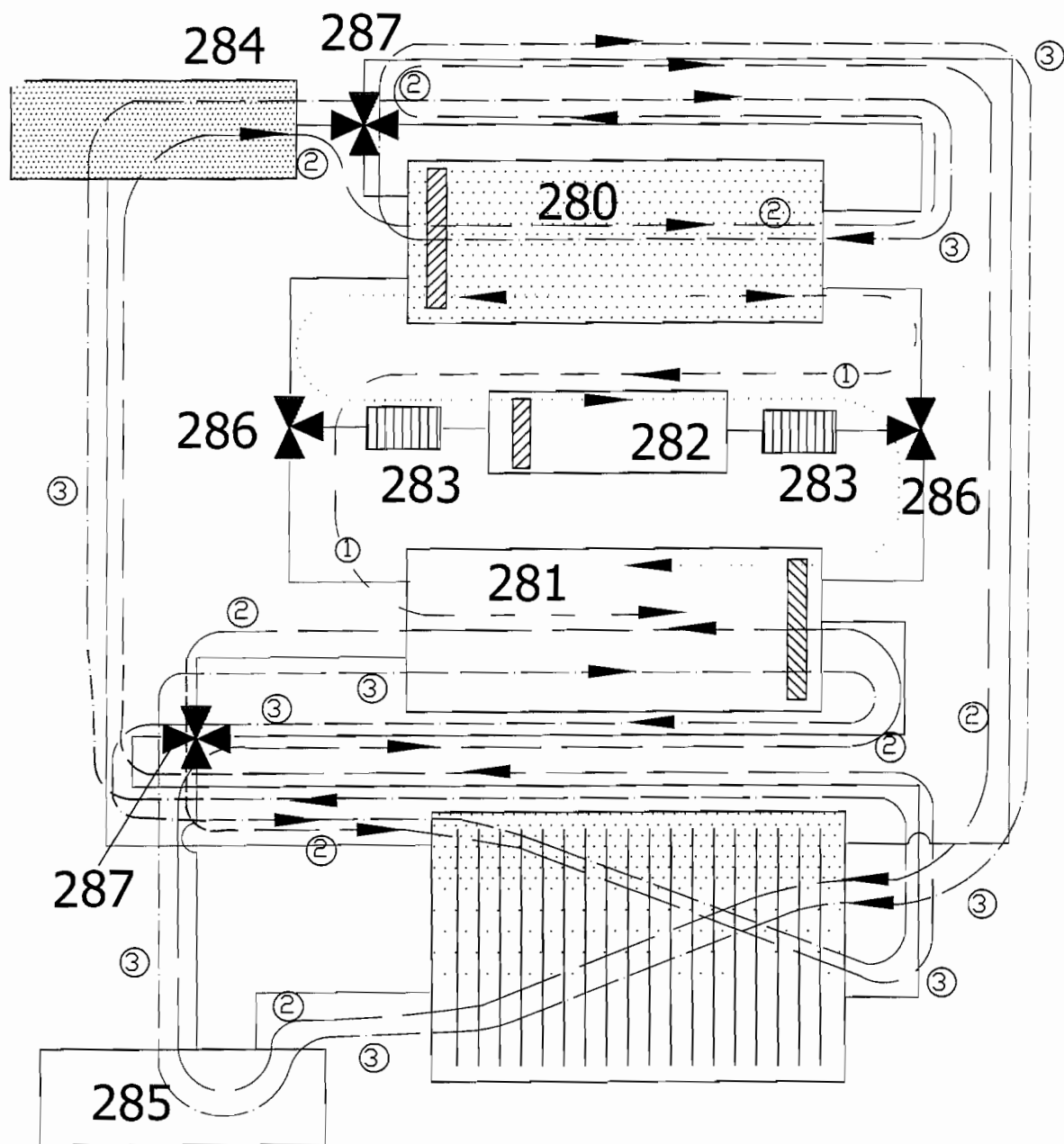


Fig.29

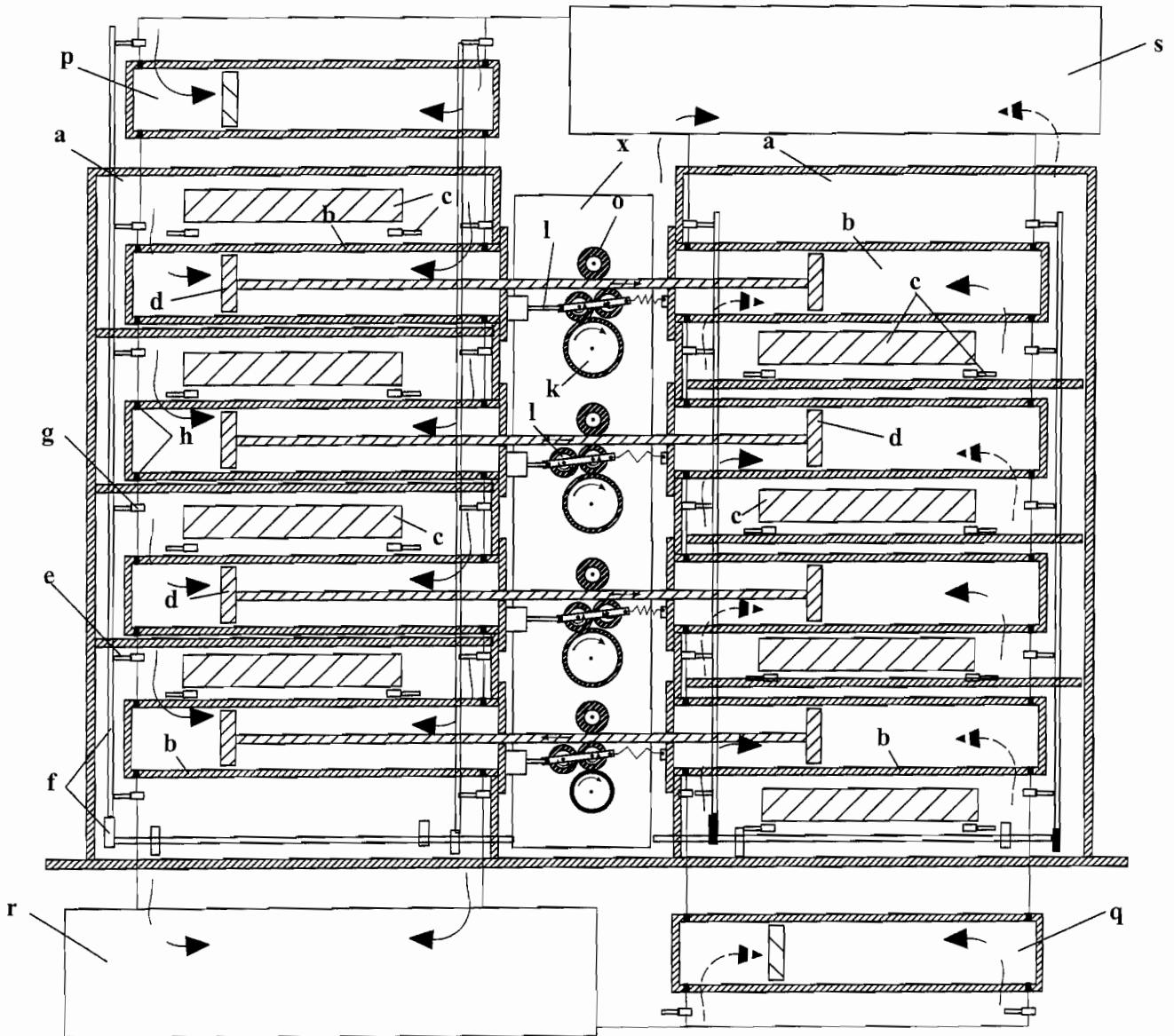


Fig.30

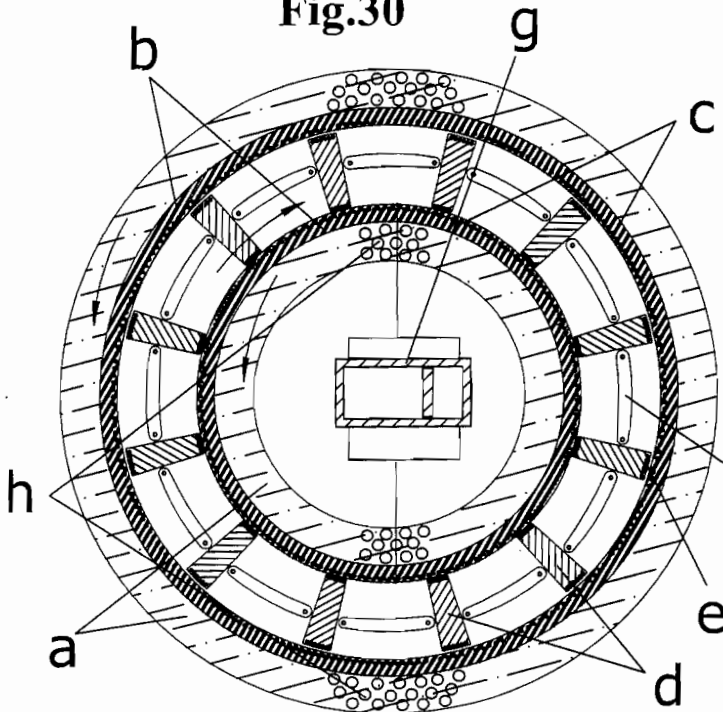


Fig.31

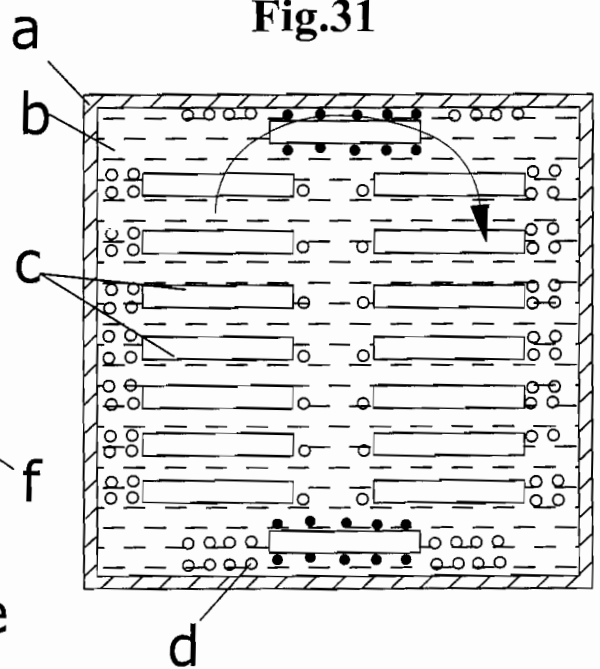


Fig.32

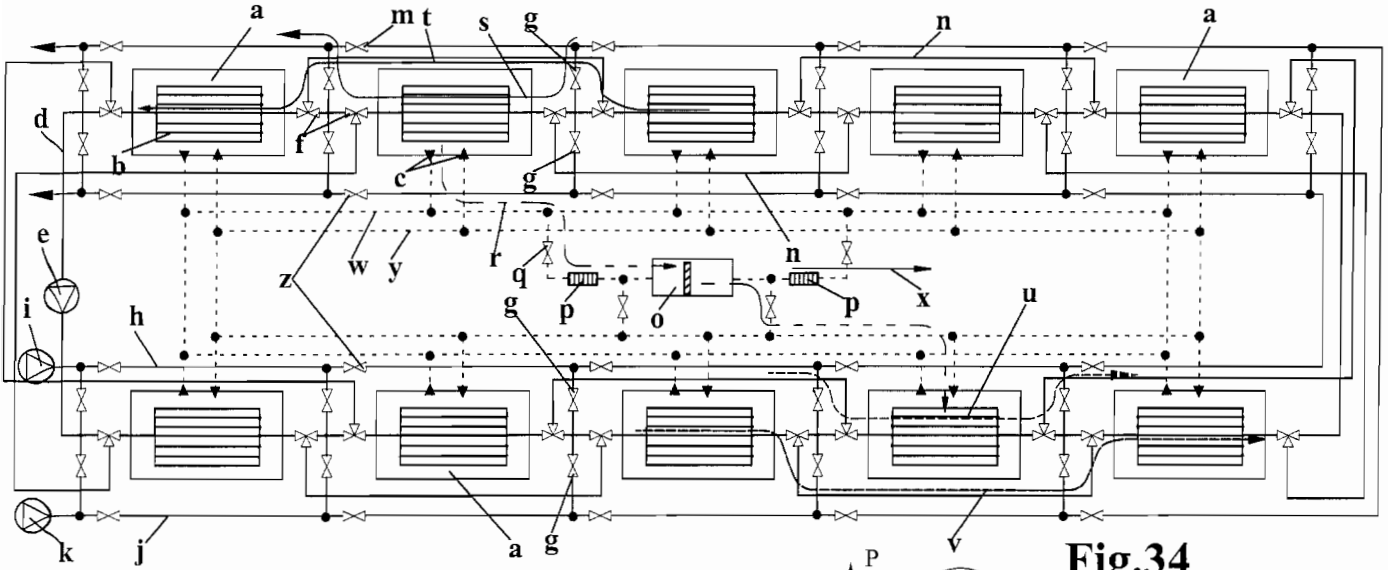


Fig.33

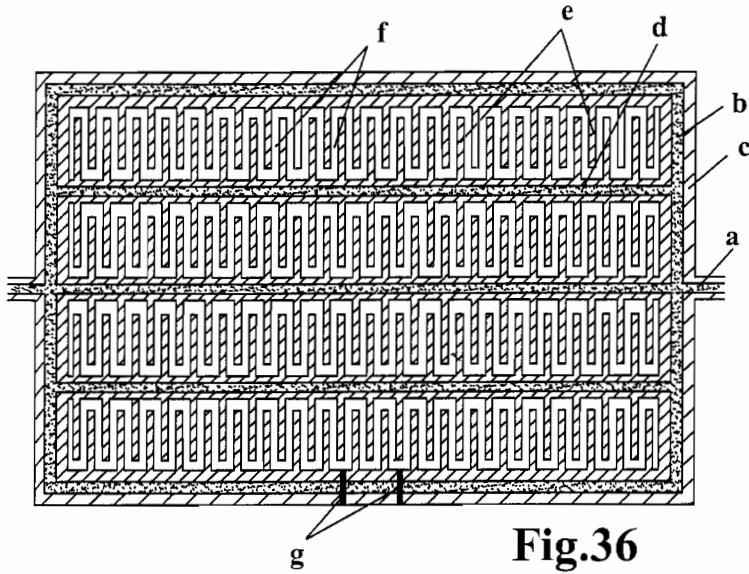


Fig.36

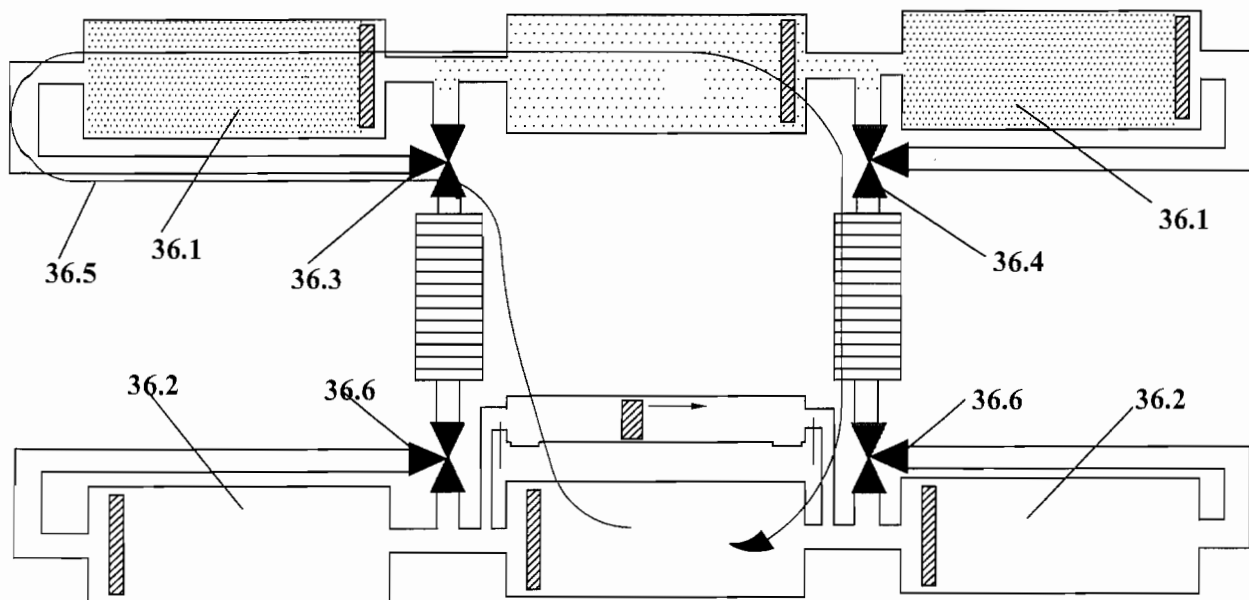


Fig.34

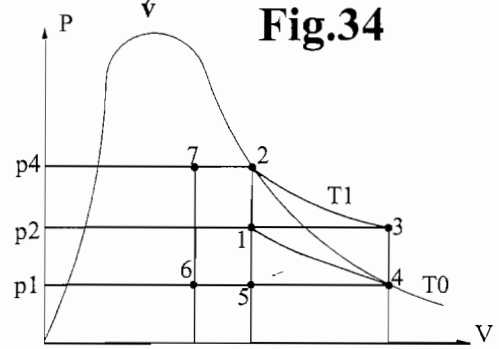


Fig.35

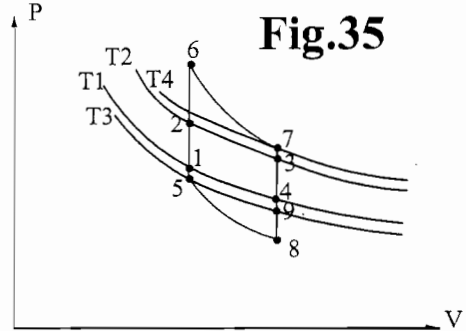
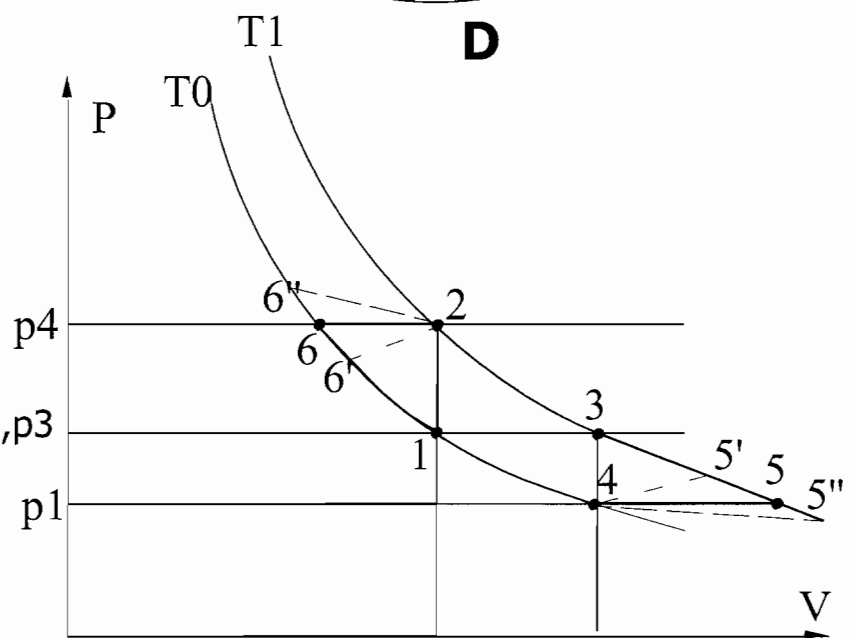
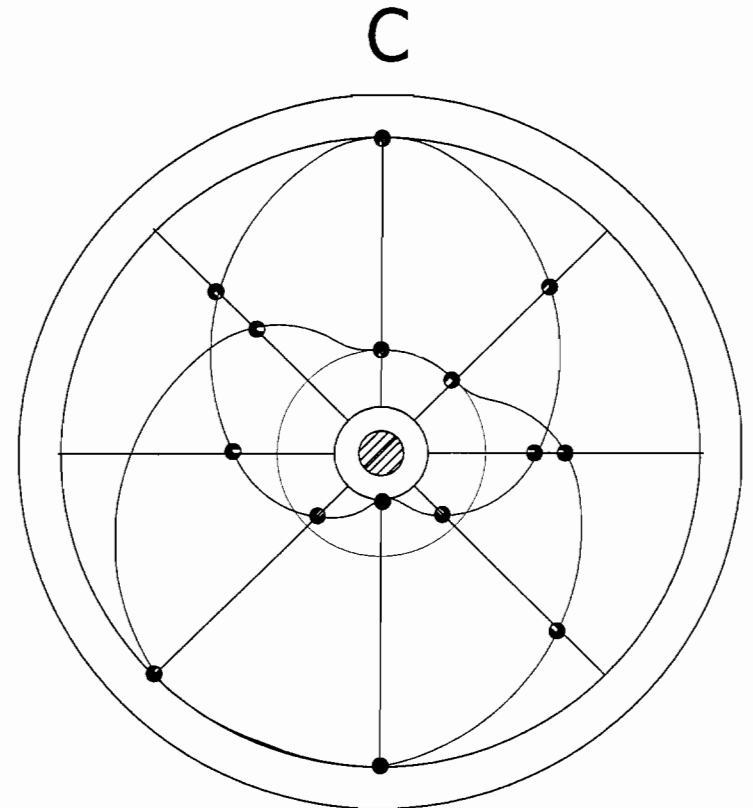
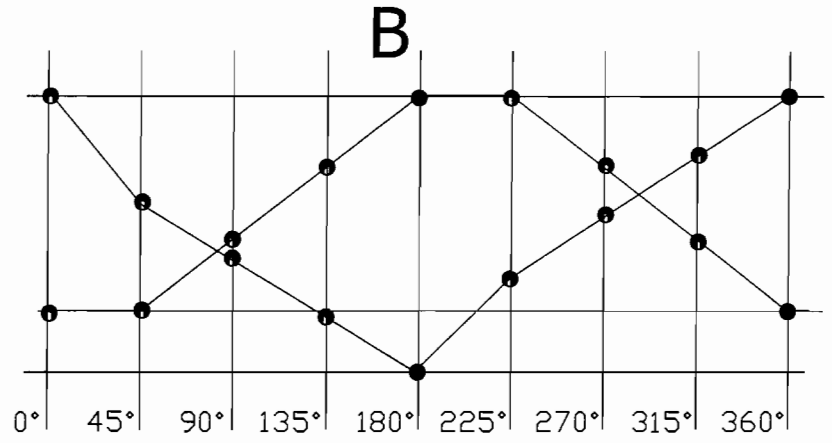
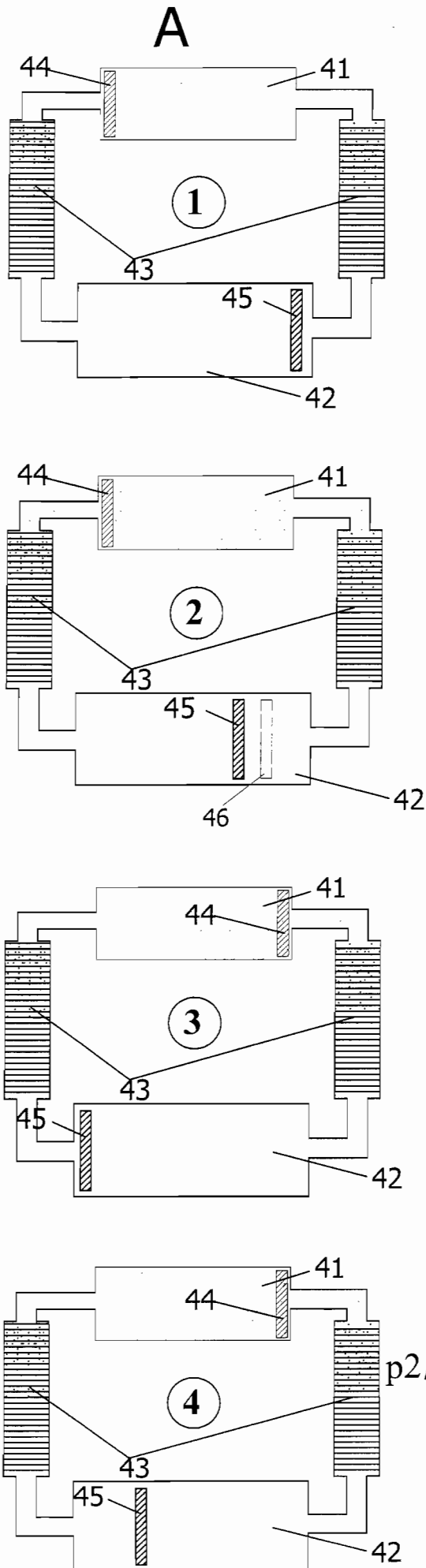


Fig.37



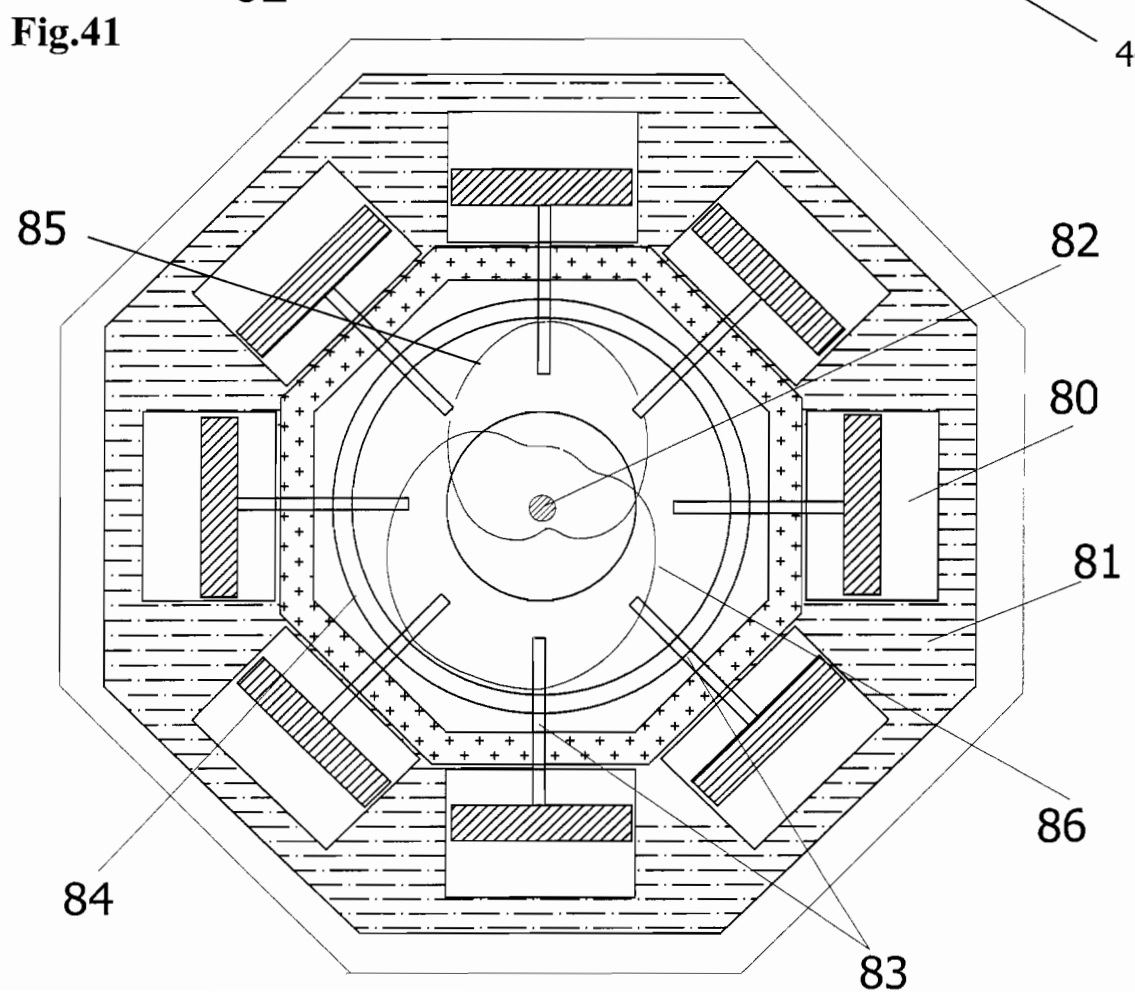
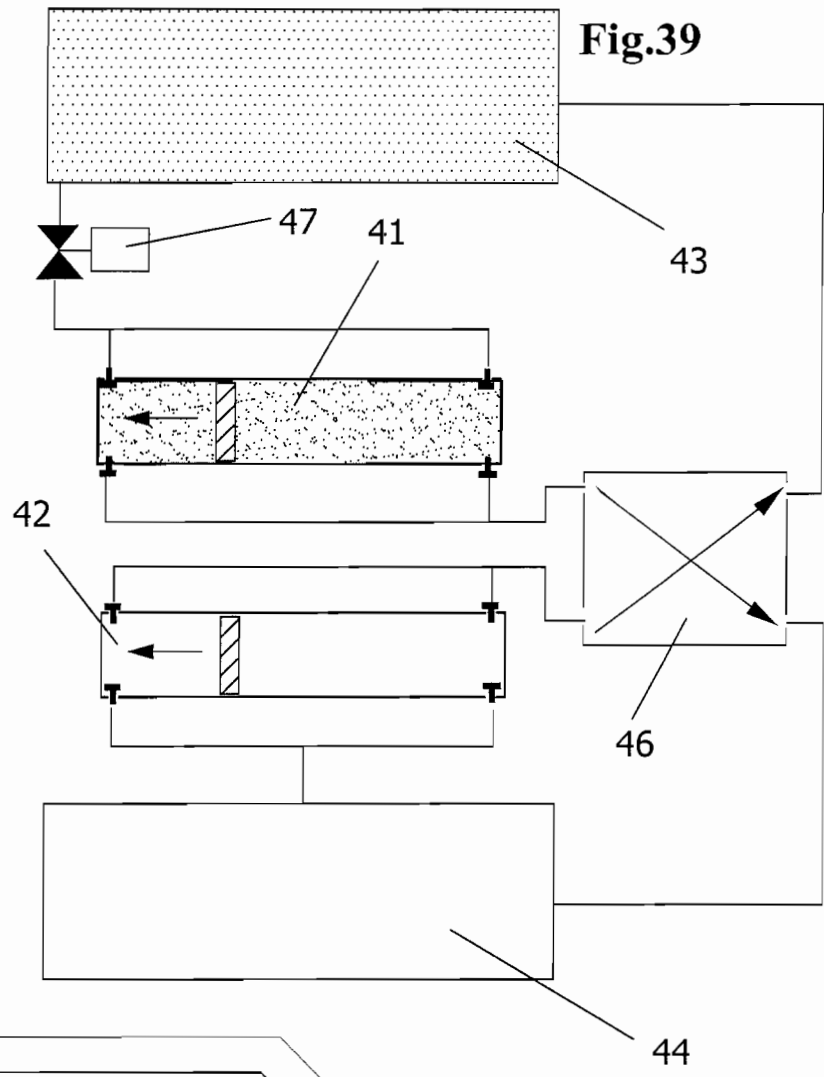
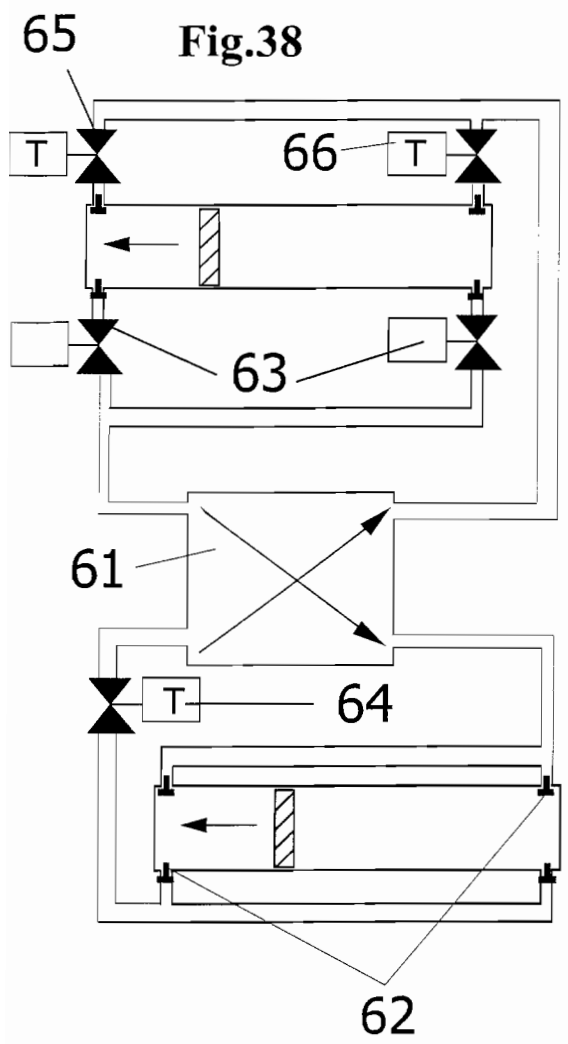


Fig.40A

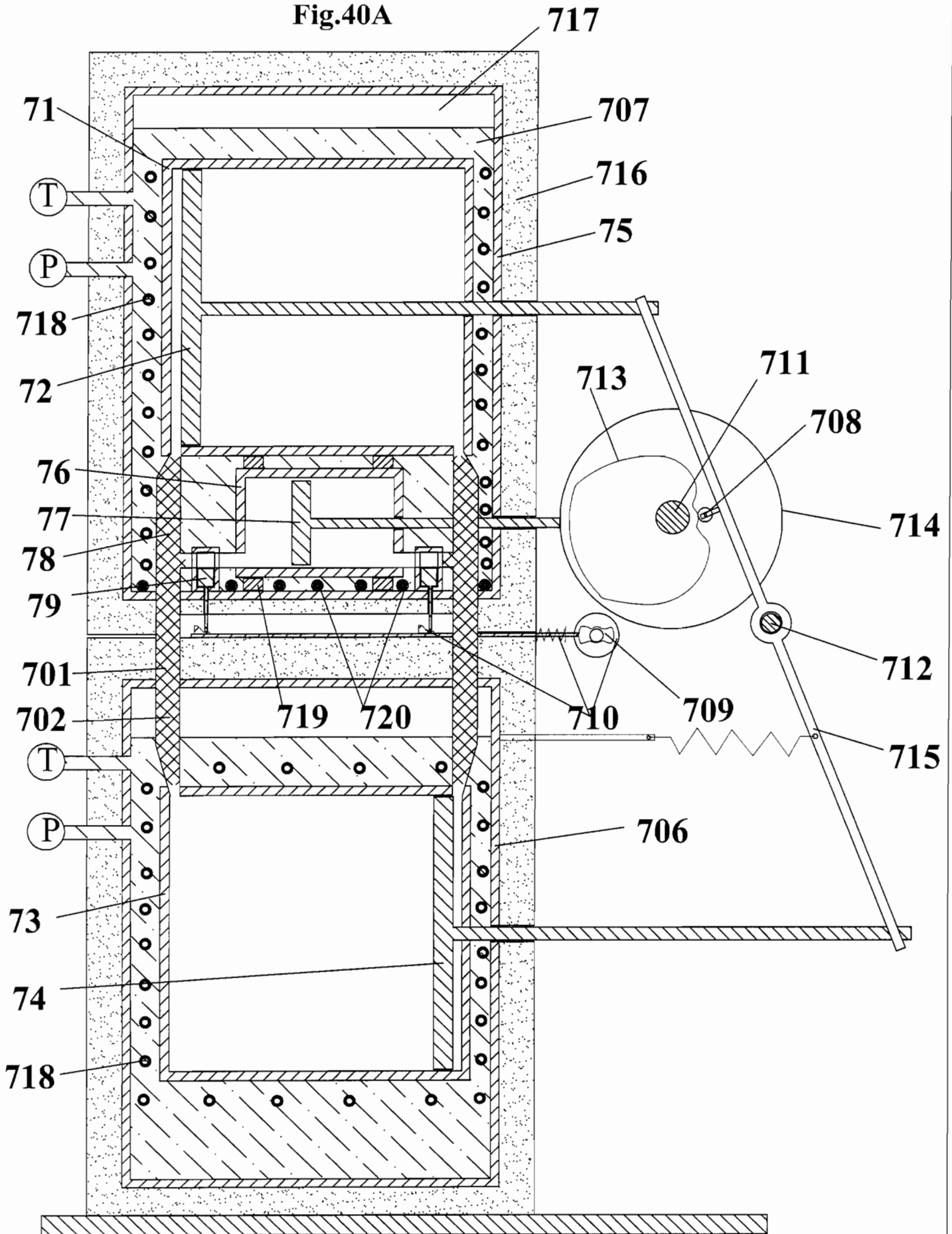


Fig.40B

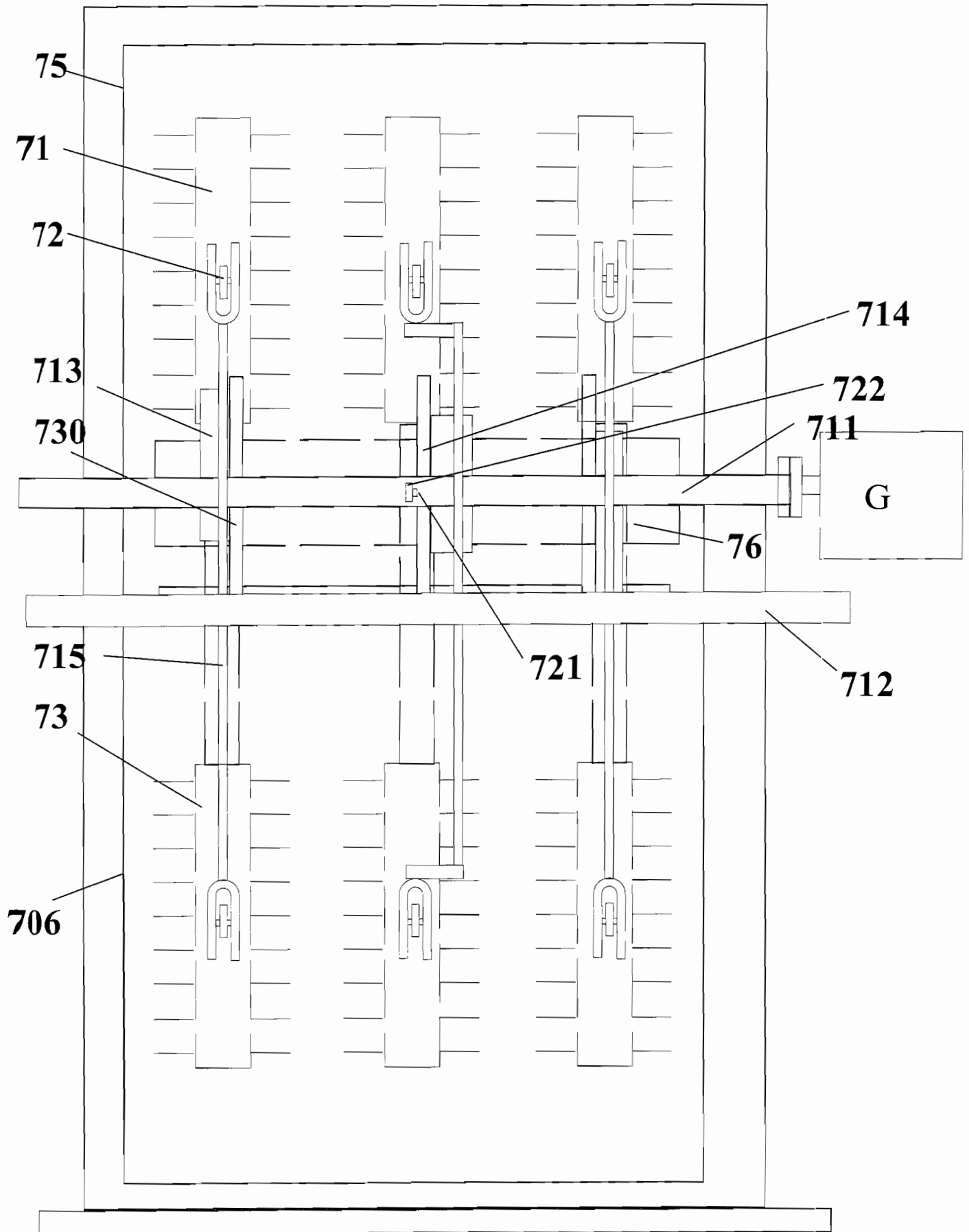


Fig.40C

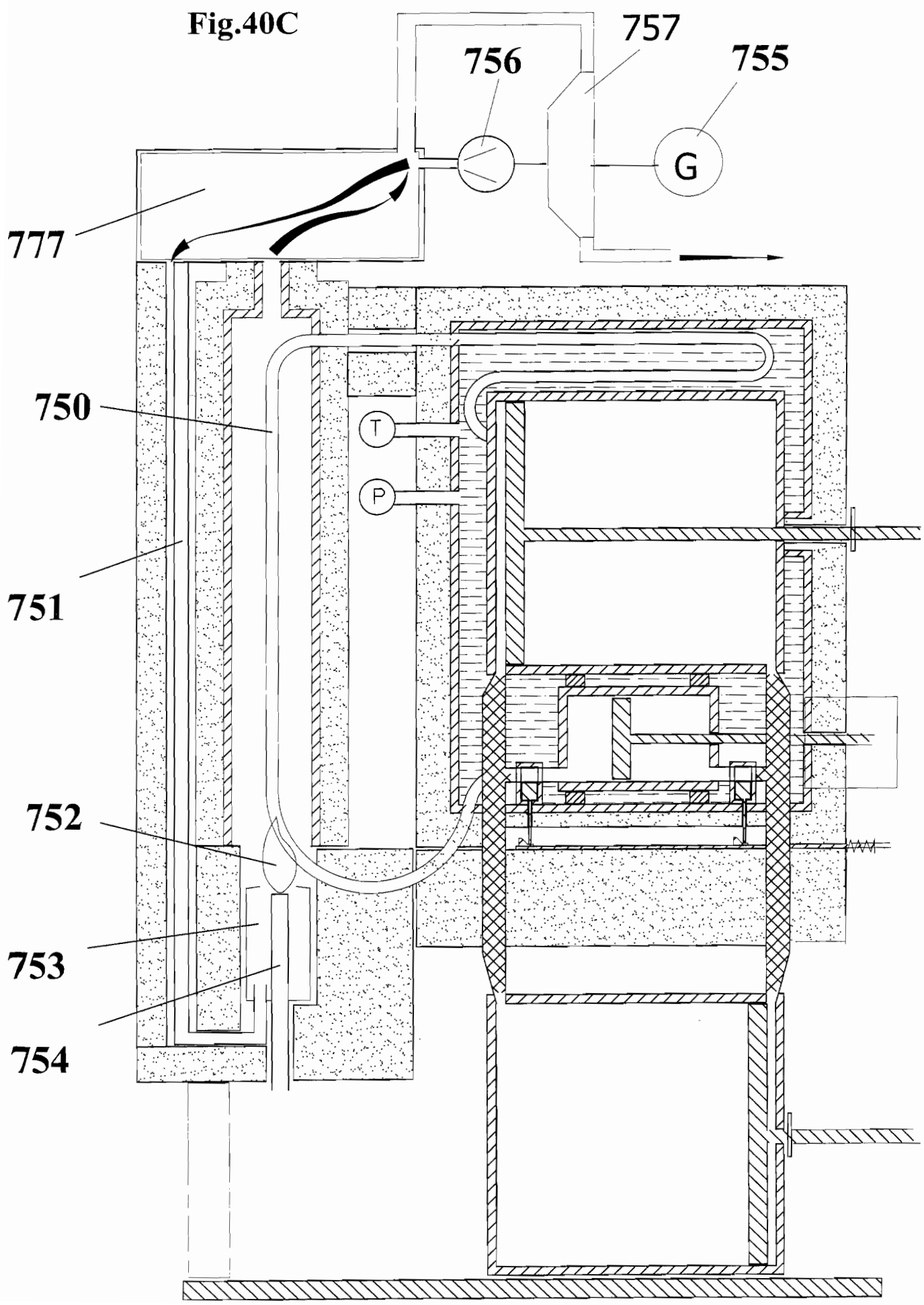


Fig.42

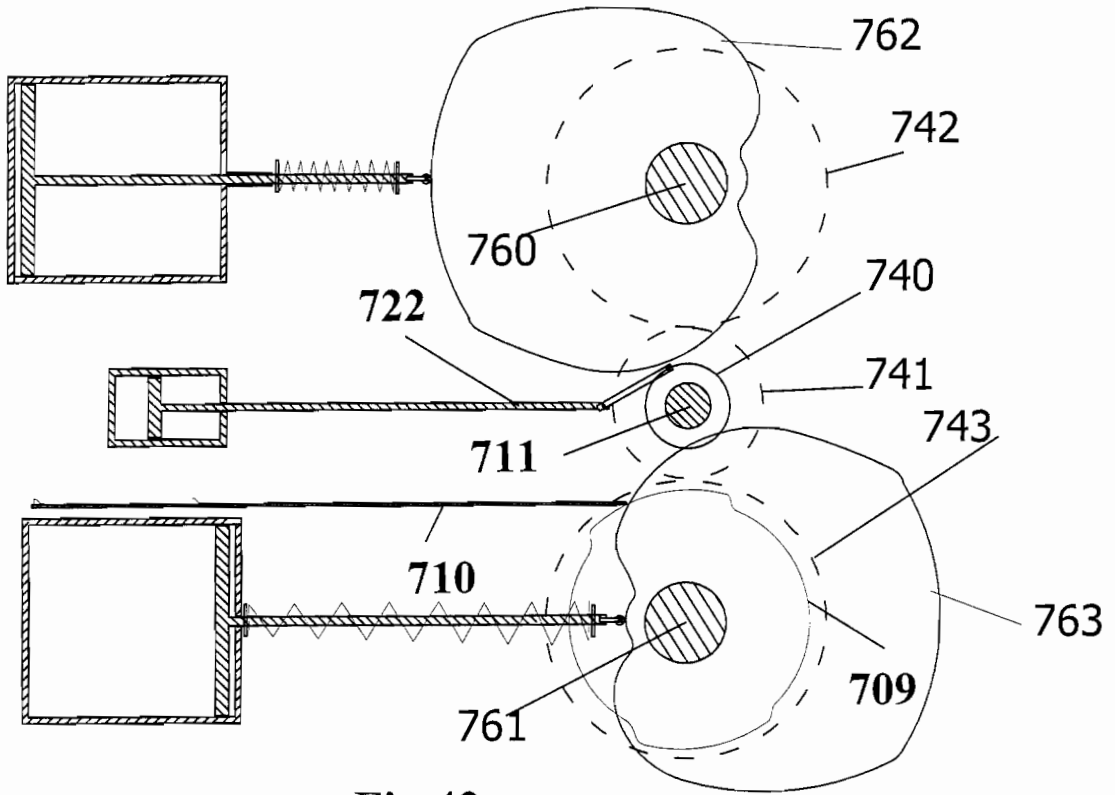


Fig.43

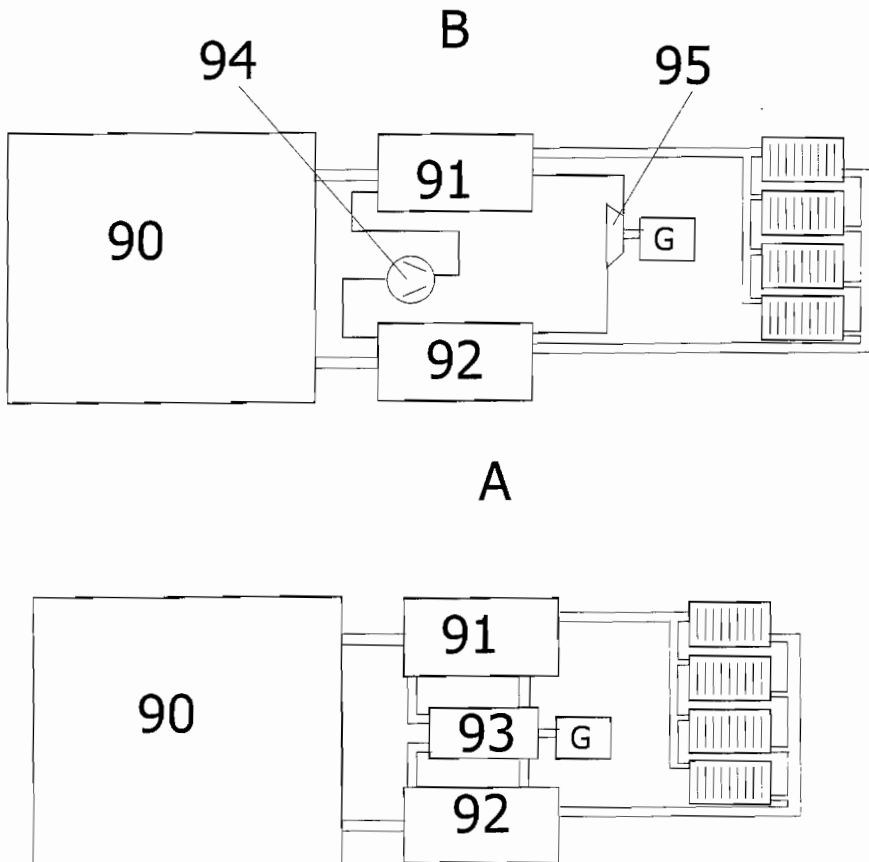


Fig.44B

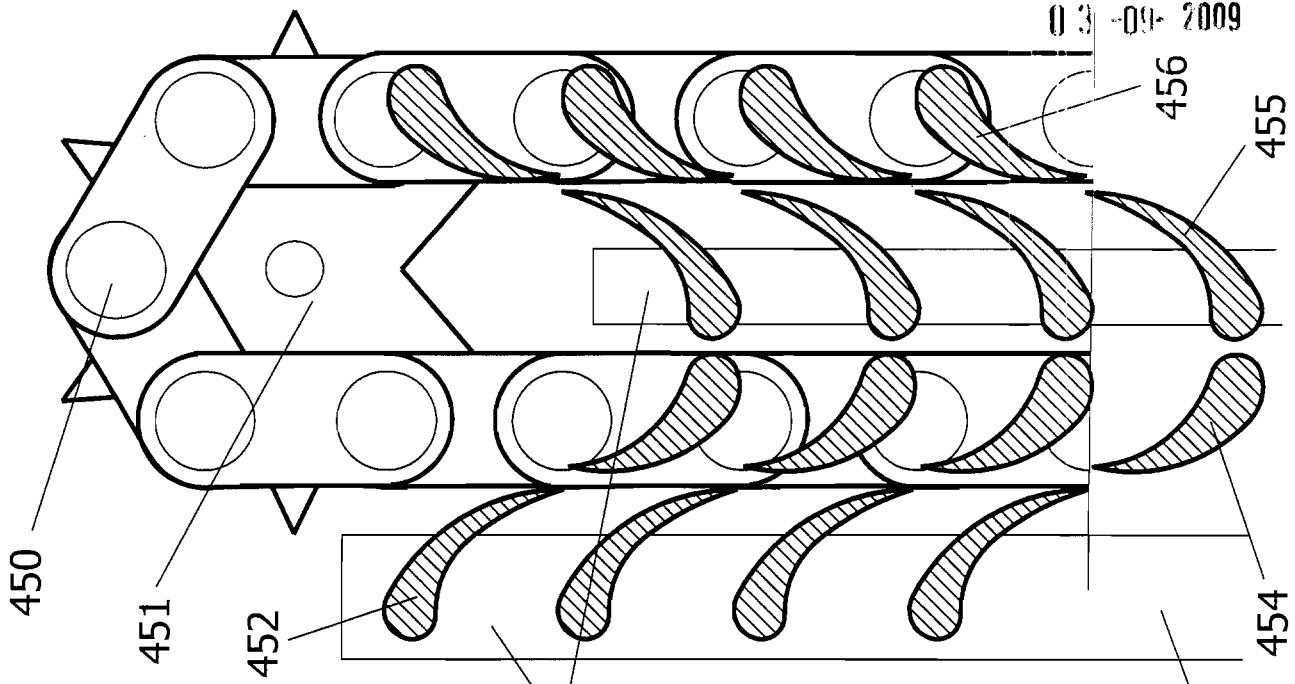


Fig.44 A

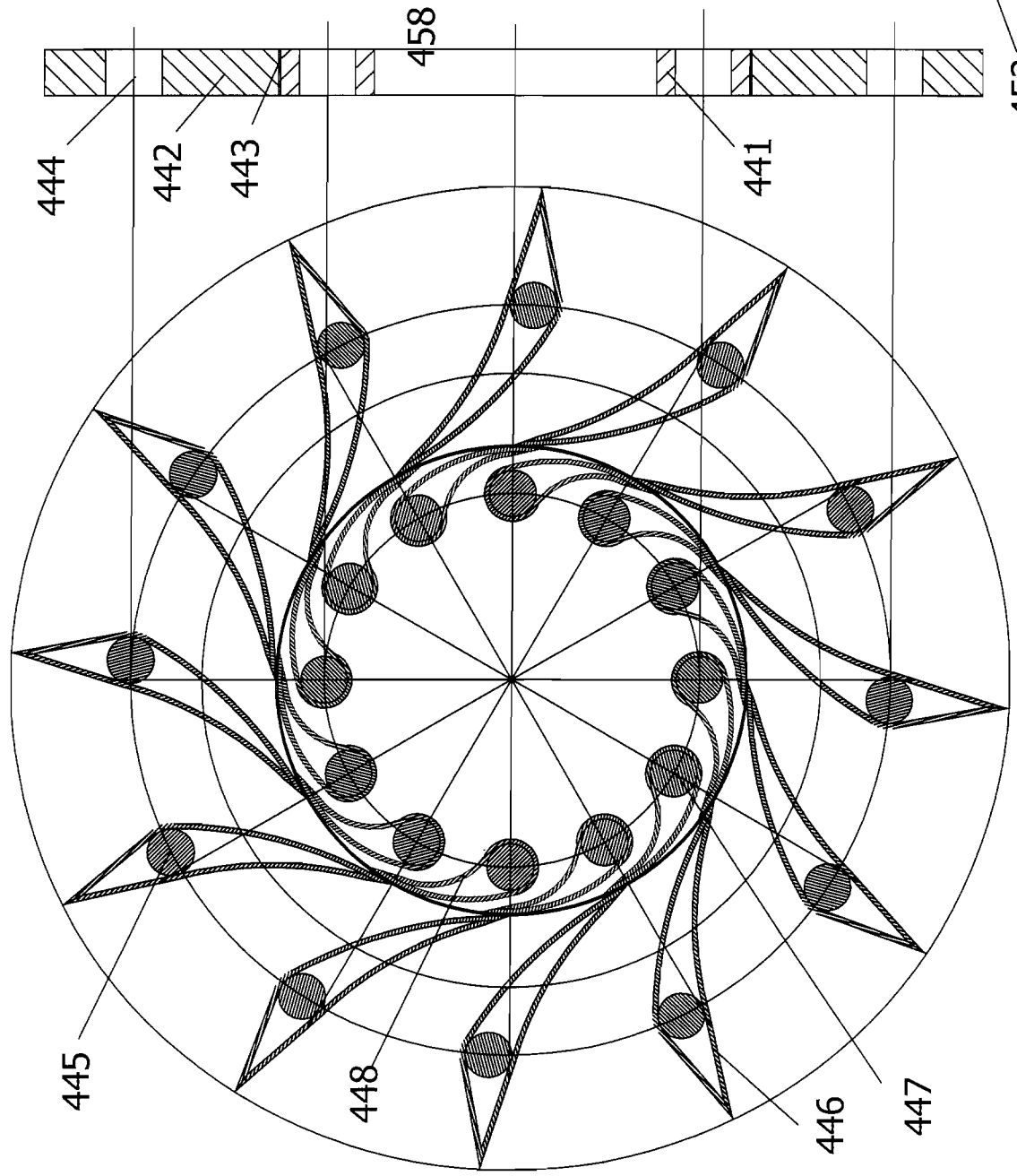
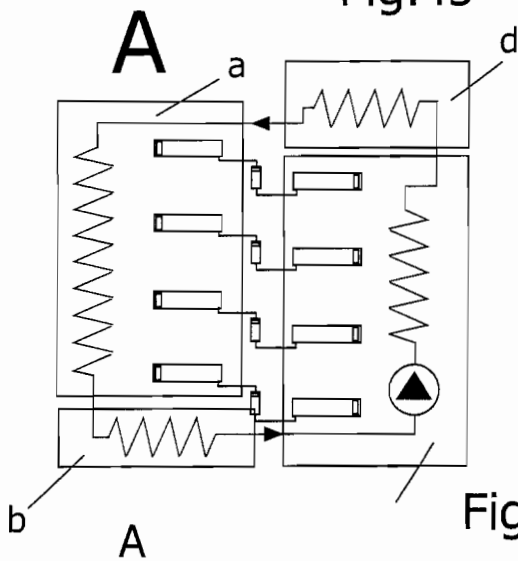


Fig.45



B

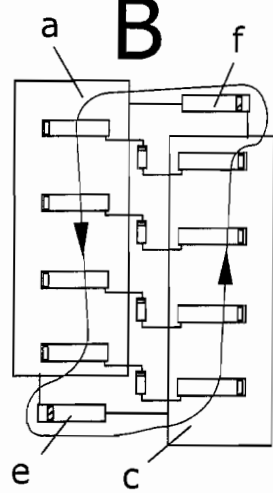


Fig.46

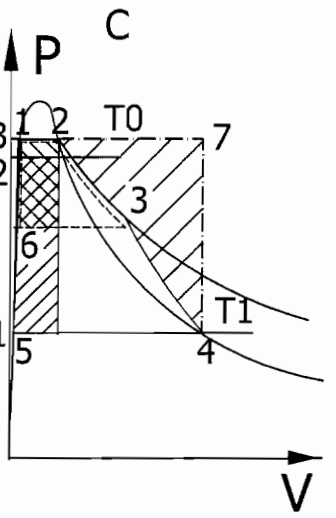
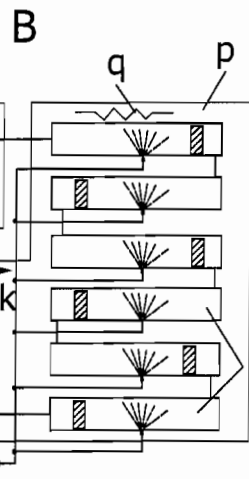
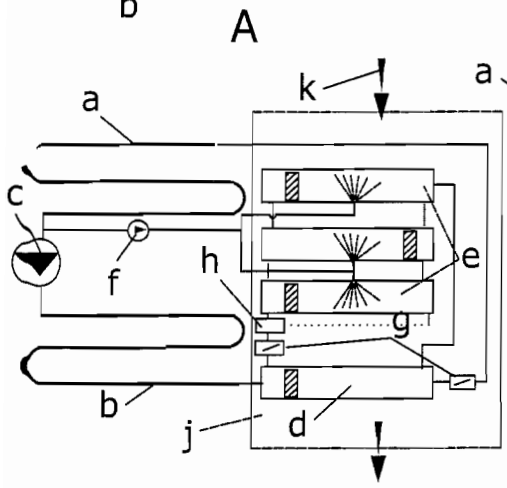


Fig.47

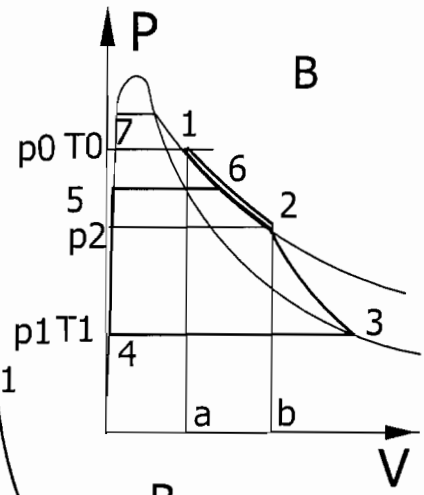
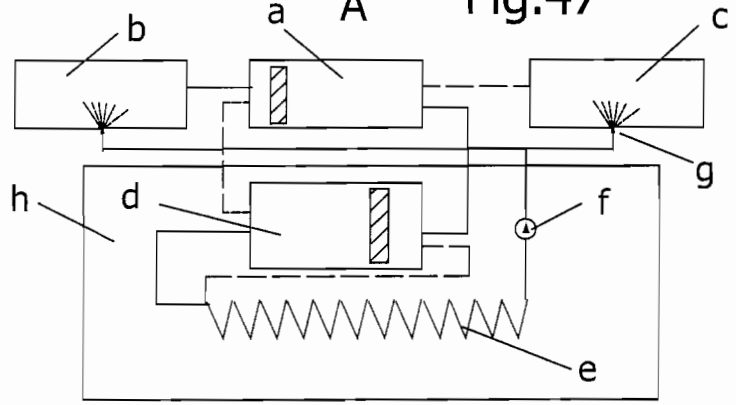


Fig.48

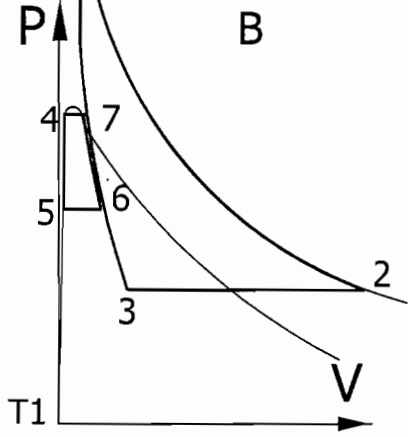
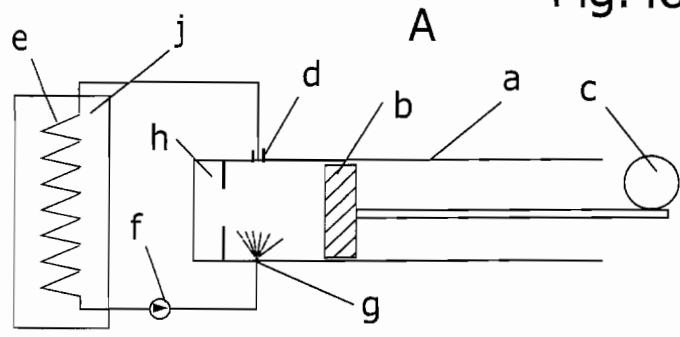


Fig.49

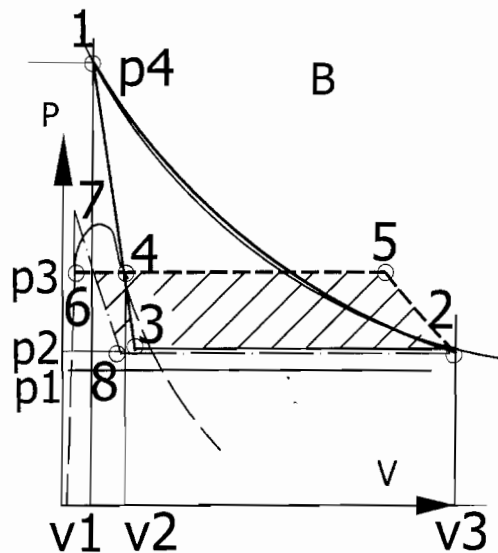
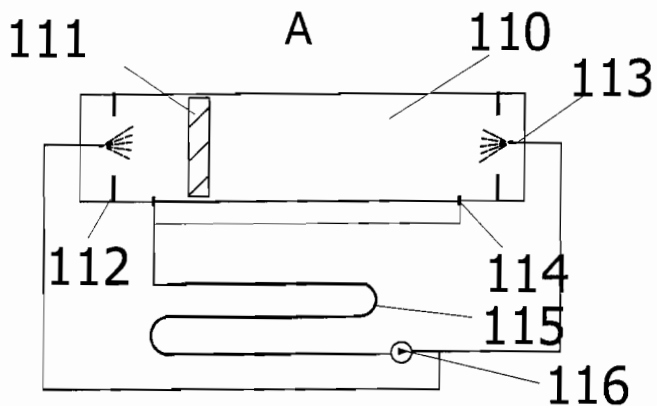
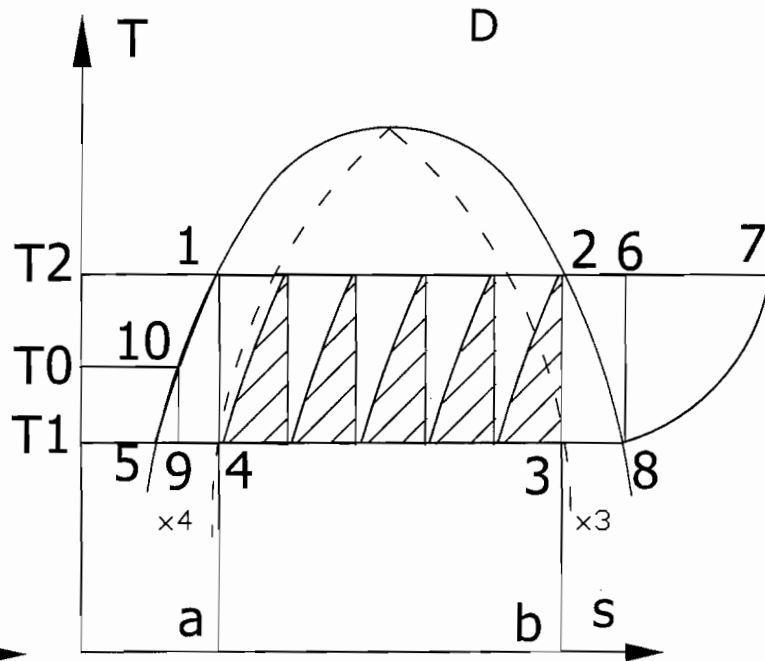
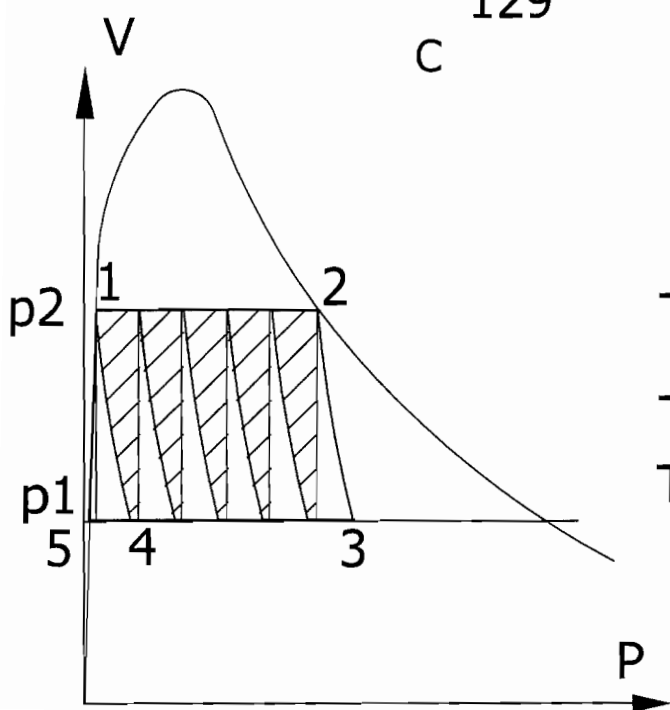
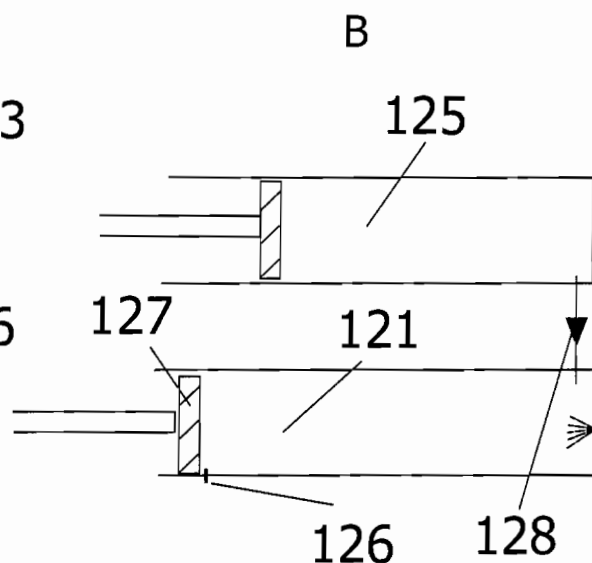
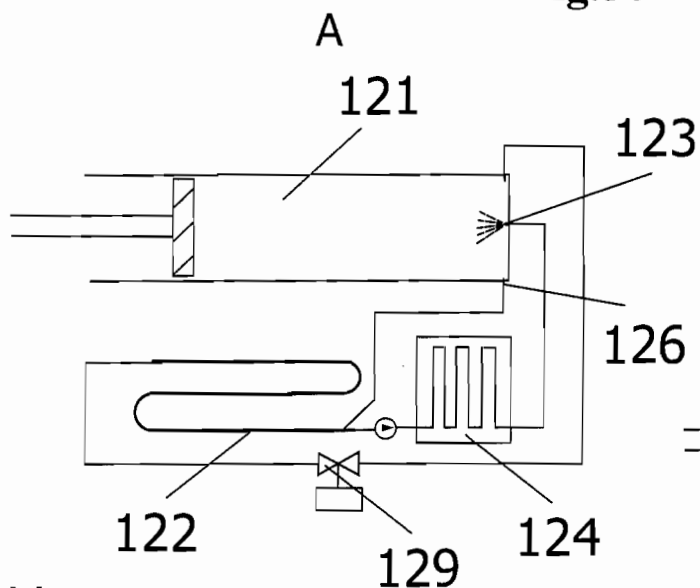


Fig.50





OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI

Strada Ion Ghica nr.5, Sector 3, București - Cod 030044 - ROMÂNIA

Telefon centrală: +40-21-306.08.00/01/02/.../28/29
Telefon Director: +40-21-315.90.66
e-mail: office@osim.ro

Fax: : +40-21-312.38.19
www.osim.ro

Cont OSIM: RO89TREZ7005025XXX000278

Cod fiscal: 4266081

Direcția de Trezorerie și Contabilitate Publică a Municipiului București

DIRECȚIA BREVETE DE INVENȚIE
Serviciul Examinare de Fond: 4


RAPORT DE DOCUMENTARE

CBI nr. a 2009 00677	Data de depozit: 03.09.2009	Data de prioritate
Titlul invenției	CASA ENERGY++	
Solicitant	TOROK ARPAD, STR. TRANSILVANIEI NR. 29, BL. B54, AP. 54, ORADEA, RO	
Clasificarea cererii (Int.Cl.)	F02G 1/04 ^(2006.01) , F02G 1/043 ^(2006.01)	
Domenii tehnice cercetate (Int.Cl.)	F02G	
Colecții de documente de brevet cercetate		
Baze de date electronice cercetate	ROPATENT, EPODOC, TXTE	
Literatură non-brevet cercetată	INTERNET	

Documente considerate a fi relevante		
Categoria	Date de identificare a documentelor citate și, unde este cazul, indicarea pasajelor relevante	Relevant față de revendicarea nr.
A	RO200800038 (TOROK ARPAD, ORADEA, RO.) 07.08.2008 - intreg documentul	22-30
A	EP1116872 (CLAASEN, E.S., HAPERT, NL.) 18.07.2001 - intreg documentul	22-30
A	GB2391299 (BOSH, GMBH., STUTTGART, DE.) 04.02.2004 - intreg documentul	22-30
A	US4476681 (MTI., LATHAM, NY., USA.) 16.10.1984 - intreg documentul	22-30
A	WO0068545 (TRIUNE, PTY. LTD., AU.) 16.11.2000 - intreg documentul	22-30
A	FR2747155 (MONDESERT, L. X., PARIS, FR.) 10.10.1997 - intreg documentul	22-30
A	US5533335 (GOLD STAR CO. SEUL, KR) 09.07.1996 - rezumat și figuri	22-30
A	US2009071153 (GENERAL ELECTRIC, LTD., USA) 19.03.2009 - rezumat și desene	22-30

Unitatea invenției (art.19)	<p>Cererea de brevet de invenție nu satisface condiția de unitate a invenției, aceasta conținând mai mult decât o invenție, astfel:</p> <p>Revendicarea 22 -motor Stirling tip gamma Revendicarea 23 -motor Stirling tip Ericson Revendicarea 24 motor Ericson Revendicarea 25 la 30 -motor Stirling</p>
Observații	<p>Raportul de documentare a fost întocmit la cererea solicitantului, pentru setul de revendicări 22-30, referitor la motor de tip Stirling; rezultatele cercetării documentare se bazează în principal pe dezvăluirea soluțiilor existente în cadrul descrierii și desenelor din depozitul reglementar, deoarece revendicările nu sunt redactate în conformitate cu Art. 18, al.1, din Legea 64/1991, cu privire la brevetele de invenție.</p>

Data redactării: 21.09.2009

Examinator

PATRICHE CORNEL

Litere sau semne, conform ST.14, asociate categoriilor de documente citate

<p>A - Document care definește stadiul general al tehnicii și care nu este considerat de relevanță particulară;</p> <p>D - Document menționat deja în descrierea cererii de brevet de invenție pentru care este efectuată cercetarea documentară;</p> <p>E - Document de brevet de invenție având o dată de depozit sau de prioritate anterioară datei de depozit a cererii în curs de documentare, dar care a fost publicat la sau după data de depozit a acestei cereri, document al cărui conținut ar constitui un stadiu al tehnicii relevant;</p> <p>L - Document care poate pune în discuție data priorității/lor invocată/e sau care este citat pentru stabilirea datei de publicare a altui document citat sau pentru un motiv special (se va indica motivul);</p> <p>O - Document care se referă la o dezvăluire orală, utilizare, expunere, etc;</p>	<p>P - Document publicat la o dată aflată între data de depozit a cererii și data de prioritate invocată;</p> <p>T - Document publicat ulterior datei de depozit sau datei de prioritate a cererii și care nu este în contradicție cu aceasta, citat pentru mai bună înțelegere a principiului sau teoriei care fundamentează invenția;</p> <p>X - document de relevanță particulară; invenția revendicată nu poate fi considerată nouă sau nu poate fi considerată ca implicând o activitate inventivă, când documentul este luat în considerare singur;</p> <p>Y - document de relevanță particulară; invenția revendicată nu poate fi considerată ca implicând o activitate inventivă, când documentul este combinat cu unul sau mai multe alte documente de aceeași categorie, o astfel de combinație fiind evidentă unei persoane de specialitate;</p> <p>& - document care face parte din aceeași familie de brevete de invenție.</p>
---	--