



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2009 00906

(22) Data de depozit: 09.11.2009

(41) Data publicării cererii:  
30.05.2013 BOPI nr. 5/2013

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

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

(54) MOTOARE ERICSSON DE MARE RANDAMENT

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un motor cu combustie externă al cărui ciclu de funcționare se apropie foarte mult de ciclul ideal, având un randament apropiat de randamentul Carnot. Motorul conform invenției este compus din niște perechi de captatoare (1' și 1'') plate și dintr-un schimbător (3) de căldură la presiune constantă, presiunile din cele două ramuri ale schimbătorului (3) fiind  $p_1 > p_2$ , un captator este montat într-un rezervor cu agent termic la temperatura  $T_1$ , iar perechea lui într-un rezervor cu agent termic la temperatura  $T_2$ , împreună cu câte un rezervor (2', respectiv, 2'') și cu câte două sertare (4), în așa fel încât, la fiecare semicursă a pistonului captatorului (1'), unul dintre sertarele (4) sale deschide o cale de evacuare a gazului aflat în piston, la presiunea  $p_1$ , spre schimbător (3), iar la celălalt sertar (4), deschide o cale de intrare a gazului din rezervorul (2'), la presiunea  $p_2$ , și o închide înainte de termina-rea semicursei, în timp ce sertarele captatorului (1'') rece permit, la începutul semicursei, doar intrarea în captator a gazului din rezervor (2''), la presiunea  $p_2$ , comprimând gazul aflat inițial, în captator, la presiunea  $p_2$ , până la presiunea  $p_1$ , moment în care este deschisă o cale de evacuare a acestui gaz spre schimbător (3), în timpul celeilalte semicurse a pistonului, lucrurile petrecându-se identic, pe cealaltă față a pistonului, prin căi de admisie-evacuare, situate la capătul opus al captatorului.

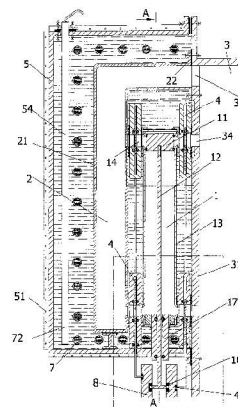


Fig. 1

Revendicări: 6  
Figuri: 20

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



## Motoare Ericsson de mare randament

Prezenta invenție descrie un motor cu combustie externă al cărui ciclu de funcționare se apropie foarte mult de ciclul ideal, avînd deci un randament apropiat de randamentul Carnot. Invenția descrie modul de funcționarea al motorului, precum și mai multe variante de realizare a acestuia, fiind descrise și o serie de aplicații în care acest motor poate fi utilizat.

În stadiul actual al tehnicii motoarele cu ardere externă capătă o utilizare din ce în ce mai mare, datorită posibilității de a funcționa cu combustibili neconvenționali, contribuind la reducerea poluării atmosferice și la eliminarea emisiilor de dioxid de carbon din atmosferă. Cercetările actuale s-au orientat în special pentru utilizarea în acest scop a motoarelor Stirling, al căror randament teoretic este de asemenea egal cu randamentul unui motor Carnot, dar din motive constructive, randamentul acestora depășește rareori 75% din randamentul ideal. Prin utilizarea captatorului plat descris în cererea internațională de brevet PCT/RO2007/000001, în cererea de brevet A2009/00577 au fost descrise o serie de îmbunătățiri prin care randamentul motoarelor Stirling poate fi îmbunătățit substanțial. Motorul descris în această invenție are ca element principal tot captatorul plat și folosește aceleași caracteristici constructive pentru creșterea randamentului, dar recuperarea căldurii agentului termic după destinderea izotermă se face într-un schimbător de căldură la presiune constantă, motorul funcționînd după un ciclu Ericsson. Față de motoarele Stirling, acest tip de motor are avantajul că pentru aceleași limite de presiune puterea dezvoltată este mai mare, iar reglarea puterii în funcție de temperatura combustibilului se poate face mai ușor.

Descrierea invenției se face în legătură cu următoarele desene:

- fig.1: secțiune transversală printr-un modul al motorului
- fig.2: secțiune longitudinală printr-un modul al motorului
- fig.3: secțiune transversală prin sertarul plat superior
- fig.4: secțiune transversală prin sertarul plat inferior
- fig.5: secțiune longitudinală prin sertarul plat superior
- fig.6: secțiune longitudinală prin sertarul plat inferior
- fig.7: secțiune în plan printr-un modul al motorului
- fig.8: secțiune transversală prin motor
- fig.9: secțiune longitudinală print motor
- fig.10: diagrame pentru profilarea camelor de comandă
- fig.11: schema de principiu și de funcționare a motorului Ericsson
- fig.12: motor cu captatoare cu dublu piston, cu sertare reglabile și cu 2 regimuri de lucru
- fig.13: secțiune prin pistonul cu canale irigate
- fig.14: motor cu pistoane irigate și sertare disc
- fig.15: vedere în plan a discurilor-sertar

*Alor*

- fig.16: motor Ericsson cu generatoare electrice liniare
- cs fig.17: instalație pentru acumulare de agent supraîncălzit, cu motoare și pompe de căldură Ericsson
- fig.18: instalație de putere, cu cogenerare de căldură
- fig.19: sistem termodinamic cu motoare Ericsson pe o clădire Energy++
- fig.20: motor Ericsson cu schimbare de fază

**Descriere.** Schema de principiu și diagrama de funcționare sunt prezentate în figura 11. Componentele principale ale motorului sunt captatoarele plate 1' (cald) și 1'' (rece), preîncălzitorul 2', răcitorul 2'', schimbătorul de căldură la presiune constantă 3 și sistemul de sertare 4. Acționarea pistoanelor captatoarelor se poate face cu ajutorul unor came profilate (care permit ca pe durata unui ciclu de funcționare, viteza pistoanelor să fie modificată în funcție de necesitățile de moment), a unui sistem de roți aderente, sau cu ajutorul unor motoare electrice liniare încorporate în pereții captatoarelor și ai pistoanelor (conform PCT /RO2007/000001, și A2009/00577), sau a unor bobine toroidale în interiorul cărora se deplasează tijele pistoanelor (conform acestei invenții). Acționarea sertarelor se poate face prin mecanisme acționate direct de pistoanele captatoarelor, prin came profilate acționate de arborele motor, prin discuri cu fante, sau prin impulsuri electrice, hidraulice sau pneumatice furnizate de un sistem de comandă. Intercalarea funcțională a schimbătorului de căldură între cele două captatoare permite, pentru perioade de timp mai scurte, sau mai lungi, în funcție de volumul schimbătorului, acționarea independentă a pistoanelor calde și reci, cu defazaaje diferite, chiar cu viteze diferite, permite chiar opriri scurte ale oricărui piston, cu condiția ca pe ansamblu, debitul masic de agent termic să fie constant. Agentul termic poate fi orice gaz care este compatibil cu agentul lubrifiant, fiind preferate gazele ușoare (hidrogen, heliu) care au o viteză ridicată de transfer termic. Puterea motorului este proporțională cu presiunea agentului termic.

Diagramele din figura 11 se referă la motorul ce va fi prezentat în exemplul 1, la care acționarea pistoanelor calde și reci, precum și a sertarelor se face cu ajutorul unor came profilate montate pe același ax. În această situație, între volumele captatorului cald v3 și a celui rece v2 există o dependență strictă impusă de diferența de temperatură dintre sursa caldă T2 și cea rece T1: raportul celor două volume trebuie să fie egal cu raportul temperaturilor absolute. De asemenea, gradul de comprimare din captatorul rece, stabilit de momentul deschiderii sertarului de refulare, trebuie să fie egal cu gradul de destindere din captatorul cald, stabilit de momentul închiderii sertarului de admisie. Ca urmare, pentru un astfel de motor trebuie stabilite încă din faza de proiectare temperaturile și presiunile de lucru, iar acestea trebuie menținute constante pe toată durata funcționării. În plus, pentru a avea un schimb corect de temperatură în schimbător, cantitatea de gaz din camera de



joasă presiune trebuie să fie tot timpul egală cu cantitatea de gaz din camera de înaltă presiune.

În prima fază a ciclului, redată în fig.11A, refularea captatorului rece fiind închisă, are loc comprimarea gazului din captatorul rece, simultan cu deplasarea pistonului captatorului cald. Agentul termic cu presiunea  $p_1$  și temperatura  $T_2$  din captatorul cald (punctul 3 din diagrama 11G) este transferat în camera de joasă presiune a schimbătorului 3, în captator pătrunzînd agent din camera de înaltă presiune, cu temperatura  $T_2$  și presiunea  $p_2$  (punctul 2). Datorită diferenței de presiune dintre fețele pistonului, acesta efectuează un lucru mecanic proporțional cu suprafața 1-2-b-a. În captatorul rece, agentul aflat la temperatura  $T_1$  și presiunea  $p_1$  (punctul 4) este comprimat izoterm pînă la presiunea  $p_2$ , în timp ce pe cealaltă față a pistonului pătrunde agent din schimbător cu temperatura  $T_1$  și presiunea  $p_1$ , pistonul consumînd un lucru mecanic proporțional cu suprafața 4-1-a-c. Cele două pistoane se deplasează cu viteze diferite, pe distanțe diferite: pistonul cald, executînd doar o deplasare de agent, se mișcă cu viteza maximă pe care i-o permite sarcina motorului (punctul 101, la distanța  $d_1$  din fig. 10A), în timp ce pistonul rece, pentru a permite un schimb de căldură eficient cu mediul în care este amplasat captatorul, parcurge distanța  $d_2$  (punctul 103 din fig. 10B), mult mai mică.

În faza a doua, redată în fig.11B, se deschide refularea captatorului rece și se închide admisia captatorului cald. Agentul aflat în prima cameră a pistonului cald se distinde pînă la presiunea  $p_1$ , efectuînd un lucru mecanic proporțional cu suprafața 2-3-d-b, în timp ce agentul din a doua cameră este împins în schimbătorul de căldură. Această mișcare se produce cu o viteză redusă permițînd un schimb de căldură eficient. În captatorul rece, agentul comprimat este împins în camera de înaltă presiune a schimbătorului, în timp ce pe cealaltă față pătrunde agent cu presiunea  $p_1$  din camera de joasă presiune a acestuia, mișcarea avînd loc cu viteză sporită. Lucrul mecanic este proporțional cu suprafața 1-4-c-a. De remarcat, că deși presiunile pe cele două fețe ale pistoanelor sunt aceleași în cazul ambelor pistoane, lucrul mecanic al acestora este diferit, datorită diferenței de volum a celor două captatoare (suprafața pistoanelor și/sau lungimile captatoarelor sunt diferite).

În faza din fig.11C, prin comutarea sertarelor, căile de circulație ale agentului termic se modifică ca în fig. 11D, iar ciclul continuă cu fazele E și F, asemănătoare fazelor A și B, dar efectuate cu deplasarea în sens invers a pistoanelor.

Diagrama p-V din fig.11 mai oferă o concluzie importantă: lucrul mecanic efectuat într-un ciclu de către un motor Ericsson (deci și puterea motorului) ce funcționează între temperaturile  $T_1$  și  $T_2$  și între presiunile  $p_1$  și  $p_2$  (suprafața 1-2-3-4) este mai mare decît cel efectuat de un motor Stirling între aceleași limite de temperatură și presiune (suprafața 2-6-4-5), care la rîndul său este mai mare decît al unui motor cu ciclu Carnot (randamentul termic este același în toate cele 3 cazuri). Din diagramă pot fi trase și o serie de concluzii utile pentru reglarea motorului la variații de sarcină sau de temperatură:

- suplimentarea cantității de gaz din sistem duce la creșterea proporțională a presiunii inferioare și a celei superioare, ciclul desfășurându-se după curba 12-7-9-14, fără a fi necesare alte modificări

- creșterea temperaturii sursei calde de la T2 la T3, duce la creșterea treptată a presiunii superioare de la p2 la p3, aceasta duce la creșterea treptată a presiunii inferioare de la p1 la p4, prin pătrunderea de gaz suplimentar din camera de înaltă presiune în cea de joasă presiune a schimbătorului, întrucât raportul de compresie rămâne neschimbat, pentru ca sistemul să se echilibreze pe curba 7-8-13-12

- creșterea temperaturii sursei calde cu păstrarea limitelor de presiune, duce la o funcționare pe curba 1-10-11-4, ceea ce este posibil dacă crește debitul volumic prin captatorul cald, debitul volumic prin captatorul rece rămânând neschimbat

Figurile 8 și 9 prezintă un exemplu de realizare a unui motor ce funcționează pe principiul descris anterior, fiind redată o secțiune transversală și una longitudinală prin motor. Proiectarea motorului se face pentru temperaturi ale celor două surse, precum și pentru o presiune maxim admisibilă, bine precizate de la bun început. Această presiune maximă se alege cât mai mare, pentru a obține o putere mare. Din aceleași rațiuni, presiunea minimă se alege cât mai mică, dar luând în considerare și alte considerente: o presiune prea mică implică o lungime mare a curselor de destindere și de comprimare, și întrucât acestea necesită o viteză mai mică, turația (deci puterea) motorului scade. În plus, o diferență mică între cele două limite de presiune, face posibilă realizarea pereților care separă camere cu presiuni diferite, din materiale subțiri, ceea ce pe de o parte reduce consumul de material, iar pe de altă parte, oferă condiții pentru un schimb termic mai rapid.

Elementul central, care susține întreg ansamblul este schimbătorul de căldură 3, un schimbător plat, suprafețele laterale (și plăcile din interior) având o formă poligonală (ca în figură), circulară, sau dreptunghiulară. Prin dispunerea corespunzătoare a plăcilor, în schimbător se creează două circuite cu presiuni diferite. Dacă diferența dintre aceste presiuni este mică, pereții pot fi subțiri, asigurând un schimb mai rapid al căldurii. În plus, pereții pot fi prevăzuți cu aripioare, sau în interiorul canalelor pot fi introduse elemente acumulative (sub formă de bile, filamente, lamele, etc), întocmai ca la recuperatoarele Stirling, pentru creșterea suprafeței de schimb termic. Din considerente de reglare a puterii, în interiorul acestor canale pot fi introduse conducte cu agent termic intermediar. Singurii pereți care trebuie să suporte sarcini mecanice mari sunt pereții exteriori poligonali 5. Primul și ultimul strat al schimbătorului sunt împărțite în două regiuni: regiunea centrală, care comunică prin câte două fante dreptunghiulare 44 cu fiecare piston și o regiune periferică, care comunică prin câte o fantă 32 cu rezervoarele fiecărui modul. Dacă acționarea pistoanelor reci se face de către axul motor al pistoanelor calde, în centrul schimbătorului se separă o zonă pentru trecerea axului și montarea lagărelor corespunzătoare. În mod obișnuit se izolează termic doar pereții exteriori, dar pentru scurtarea timpului de pornire a

instalației (și din considerente economice) pot fi izolați și pereții dinspre camerele de lucru, ba chiar și unii dintre pereții interiori.

O altă soluție constructivă posibilă, care reduce volumul de gaz din instalație, reduce la jumătate diferența de presiunea dintre fețele pereților despărțitori și oferă o capacitate de acumulare mult mai mare și o conservare mai îndelungată a stratificării temperaturilor, este folosirea unui schimbător de căldură lichid-gaz. Acesta este de fapt, un acumulator stratificat, conținând un lichid cu presiunea egală cu presiunea medie a gazului din instalație, în care sunt cufundate conductele de gaz. Agentul lichid este stratificat din punct de vedere al temperaturilor, în straturi orizontale cu temperatură crescătoare de jos în sus, în fiecare strat existând lungimi egale de conducte de joasă și de înaltă presiune. Simplificarea poate merge mai departe, prin eliminarea conductei degaz cald (asemănător schimbătorului folosit de motorul din fig.20): gazul este pulverizat printr-o conductă la baza primului strat de lichid, de unde bulele de gaz se ridică gravitațional pînă în punga 617, a cărei presiune este egală cu presiunea inferioară, fiind extras de aici de captatorul rece

Schimbătorul de căldură este, în același timp, suportul pe care se montează modulele motoare. Fiecare din aceste module (fig.1 și 2) are cîte o carcasă 5 în formă de U (compusă din unul sau mai multe fragmente), prevăzută cu 2 aripioare principale pentru fixarea demontabilă, dar etanșă, de pereții schimbătorului și cu aripioare laterale ce servesc pentru asamblarea fiecărui modul cu modulele alăturate, astfel încît după asamblarea tuturor modulelor, pe cele două fețe ale schimbătorului se formează cîte o cameră de lucru toroidală perfect etanșă. Aceste camere sunt umplute apoi cu agentul termic intermediar lichid, la o presiune egală cu presiunea medie a gazului de lucru. Schimbul de căldură cu exteriorul se poate face fie prin vehicularea lichidului, fie prin intermediul unui alt lichid, vehiculat în interiorul unor țevi 7 ce străbat aceste module. În plus, lichidul din interior poate primi căldură suplimentară de la niște rezistențe electrice 72, alimentate din surse ajutătoare (turbine eoliene, panouri fotovoltaice, rețeaua electrică, etc)

Fiecare din aceste module conține cîte un captator plat 1, prevăzut cu cîte patru sertare 4 și un rezervor plat 2' (care joacă rolul preîncălzitorului din componența motoarelor Stirling) pentru modulele calde, respectiv 2'' (care joacă rolul răcitorului din componența motoarelor Stirling) pentru modulele reci. Aceste rezervoare se execută cu pereți 21 cît mai subțiri, cu flanșe 22 pentru fixarea pe schimbător și cu cîte două fante pentru comunicarea cu captatorul. Captatorul plat (prezentat în detaliu în fig. 2, 3, 4, 7) este identic cu cel descris în PCT /RO2007/000001 și A2009/00577. Este prevăzut cu pistonul 11 și tija 12, iar pereții 13 sunt subțiri, eventual prevăzuți cu aripioare pentru îmbunătățirea schimbului termic. De asemenea, forma plată și faptul că este imersat într-un lichid de lucru contribuie substanțial la realizarea unor viteze mari de transfer a căldurii. Captatorul din figură are pereții laterali din cupru, iar capacele din oțel. Pereții laterali sunt prevăzuți la extremitățile dinspre capace, cu cîte două fante dreptunghiulare cu secțiunea cît mai mare, pentru a facilita transferul rapid

atoris?

și fără pierderi de presiune a gazului din interior. Capacele captatorului servesc pentru atașarea pe părțile laterale a câte două sertare 4, prezentate în fig. 3, 4, 5 și 6. Fiecare sertar este compus din două plăci metalice plate, dreptunghiulare 41, de aceeași mărime, care prin suprapunere peste o garnitură perimetrală elastică 42, și prin intermediul elementelor de strângere 45, formează un buzunar închis. Fiecare din cele două plăci este prevăzută cu câte o fantă 44 ce se suprapune peste fanta corespunzătoare 14 a captatorului, respectiv 24 a rezervorului și 34 a schimbătorului. Pe partea interioară, în jurul fantelor, se execută câte un canal dreptunghiular, cu colțuri rotunjite, închis, în care se montează garnitura 47. Cele două garnituri sunt în oglindă una față de cealaltă, fiind distanțate de un mic interspațiu. Acest interspațiu este ocupat de grosimea pistonului 43. Pistonul 43 este compus din două plăci de cupru dreptunghiulare, situate fiecare în unul din cele două buzunare de pe aceeași parte a pistonului, cu lățimea puțin mai mică decât lățimea buzunarelor, legate între ele prin intermediul unor tije 48, ce pot culisa etanș prin garnituri 471 de tip O-ring montate în garnitura periferică 42. La baza plăcii inferioare este atașată tija principală 481 care poate culisa prin garnituri de tip O-ring, montate în garnitura sertarului inferior și în peretele modulului. Această tijă se termină cu un braț pe care este montat rulmentul 49, a cărui cale de rulare este un canal profilat executat în grosimea roții de antrenare 82, respectiv 83. În fiecare placă a pistoanelor este executată o fantă dreptunghiulară, care atunci când mișcarea pistonului o aduce în interiorul garniturii 47 se suprapune peste fantele executate în pereții captatorului și ai rezervorului (respectiv a schimbătorului de căldură), creind astfel o cale de comunicare între volumele respective de gaz, iar atunci când o aduce în afara garniturii, această cale este obturată. Așa cum reiese din fig.10C, D și E, precum și din profilul camelor (fig.10H și I), pistonul sertarelor situate pe partea schimbătorului de căldură se poate afla în două poziții stabile, în fiecare din ele o cameră a pistonului comunică cu schimbătorul de căldură, iar cealaltă este obturată. Pistonul sertarelor situate pe partea rezervorului se poate afla în trei poziții stabile: câte o poziție care deschide calea de comunicare cu rezervorul atunci când comunicarea camerei respective cu schimbătorul este închisă, și o a treia poziție, când ambele căi spre rezervor sunt închise, pentru a putea avea loc destinderea, respectiv comprimarea gazului.

Sistemul de antrenare 8 al motorului (fig.8) este compus din arborele motor 84 montat pe lagărele 81 amplasate pe pereții schimbătorului de căldură. Pe cele două capete ale arborelui sunt montate cu elemente de fixare demontabile, câte două discuri 82 și 83 (care îndeplinesc și rol de volantă) care preiau lucrul mecanic executat de pistoanele active și îl transmit atât pistoanelor ce execută comprimarea gazului rece, cât și pistoanelor sertarelor de comandă, precum și unui generator electric 9, sau altei sarcini mecanice (prin intermediul flanșei 85). Pe ambele fețe ale discurilor sunt săpate canale profilate, cu lățimea egală cu diametrul rulmenților de pe tijele pistoanelor. Profilarea canalelor se face prin transpunerea în coordonate polare a mișcării pe care dorim să o impunem pistoanelor calde (fig.10A), pistoanelor reci

(fig.10B), și pistoanelor sertarelor. Motorul din figură este echipat cu 16 module calde, amplasate pe partea caldă a schimbătorului și 16 module reci, amplasate pe partea rece. Cele 16 axe ale pistoanelor sunt concurente într-un punct situat pe axul arborelui motor, și sunt decalate între ele cu un unghi de 22,5 grade. Întrucât am ales ca timpul necesar compresiei-destinderii (timp în care pistonul execută cca  $\frac{1}{4}$  dintr-o semicursă) să fie egal cu timpul necesar refulării-evacuării, într-un ciclu complet vor fi 4 perechi de pistoane aflate în diverse faze de comprimare-destindere și 12 perechi de pistoane care rulează cu diferențe egale de presiune pe cele două fețe. În acest fel se produce o uniformizare a cuplului exercitat, pulsațiile motorului fiind mult reduse.

Sistemul de ungere al motorului este compus dintr-un rezervor din care lubrifianțul este extras cu o pompă (a cărei presiune este cel puțin egală cu presiunea gazului de lucru), care printr-un sistem de țevi 10, legate în serie, îl introduce în buzunarele sertarelor. De aici, la fiecare trecere a fantei pistonului peste garnitura de etanșare, pătrunde în captator, unde unge pistonul acestuia. Extragerea lubrifianțului se face din partea inferioară a rezervoarelor și a schimbătorului de căldură. Se execută circuite de ungere separate pentru modulele calde și cele reci, fără amestecarea lubrifianțului, întrucât lubrifianțul cald, care acumulează căldura produsă de forțele de frecare din această zonă, cedează această căldură gazului de lucru, îmbunătățind randamentul instalației.

Este suficientă o izolare a întregului sistem față de exterior (izolația 73), întrucât între elementele interioare nu există diferențe locale de temperatură. În plus, datorită dimensionării carcasei pentru a rezista la presiuni mari, este indicată realizarea unei carcase suplimentare, care împreună cu carcasa propriu-zisă să realizeze o incintă Dewar (incintă vidată cu pereți interiori reflectorizați). Dacă stratul vidat are o grosime suficientă este obținut și spațiul necesar expansiunii gazelor din interior în cazul unui accident.

Motorul descris în acest exemplu este un model simplificat, care datorită flexibilității sale poate fi adaptat unor aplicații complexe, cu ajutorul unor elemente suplimentare. Vom descrie în continuare câteva modificări ce cresc performanțele motorului și plaja de utilizări. Creșterea puterii motorului se poate face prin mărirea volumului de gaz din instalație. Cea mai simplă modalitate de creștere a acestui volum este atașarea la instalație a unui rezervor de agent termic sub presiune și a unui compresor. Acesta poate fi utilizat atunci când temperatura de lucru, și implicit presiunea nominală sunt scăzute, dar e necesară recuperarea gazului introdus, atunci când temperatura crește, pentru a nu se depăși presiunea maxim admisă. De asemenea, poate fi util la pornire și la variații mari de sarcină, când prin scoaterea din circuit a captatoarelor reci (prin procedeul ce va fi descris în continuare), puterea motorului crește semnificativ, dar cantitatea de gaz introdusă suplimentar se acumulează în ramura de înaltă presiune a schimbătorului. După dispariția suprasarcinii, e necesară reintroducerea în rezervor a acestui agent.

aloro



Constructiv, creșterea volumului de agent din instalație se face prin mărirea volumului captatoarelor (și implicit, a schimbătorului de căldură). Pentru a păstra avantajele formeii plate a captatorului, această creștere de volum se poate face prin legarea în paralel a mai multor captatoare identice cu cel din fig.1 (conform fig.12), a căror pistoane sunt cuplate rigid, fiind acționate de aceeași camă (fantele de pe pereții de vis.a vis sunt legate prin canale de legătură fără sertare), sau prin executarea unor fante, circulare sau aplatizate, atât în capacele captatorului cât și în piston (fig.13), pentru a permite circulația (prin canalele 131) agentului termic prin interiorul captatorului (în fantele pistonului se introduc garnituri de etanșare, pistonul culisînd de-a lungul canalelor).

Tot în figura 12 se prezintă o altă modalitate de antrenare a pistonului sertarelor: sertarul dinspre rezervor, care în exemplul anterior putea avea 3 poziții, este înlocuit cu două sertare cu câte două poziții. În acest fel, închiderea și deschiderea căilor de comunicare cu rezervoarele și cu schimbătorul de căldură se fac întotdeauna atunci cînd pistonul captatorului ajunge la capătul unei semicurse. Aceasta permite ca cele două sertare laterale să fie acționate simultan, cu ajutorul unor roți 482, cuplate cu un sistem de pîrghii de legătură 481-483-484, prin bascularea lor de către un împingător 485 fixat pe tija pistonului. Cel de-al treilea sertar va servi numai pentru comutarea ciclului, de la faza de deplasare, la faza de detensie (respectiv, compresie). Acționarea lui se poate face așa cum a fost descris, cu ajutorul unui canal profilat, sau ca în figura 12, cu ajutorul tijeii 481, la capătul căreia se află un rulment 49 ce calcă pe o camă profilată 831 (apăsarea continuă fiind asigurată de un resort 491), sau prin impulsuri electrice date unei bobine electromagnetice prin care trece tija sertarului. Prin schimbarea defazajului dintre momentul acționării primelor două sertare și momentul acționării celui de-al treilea sertar, se poate regla gradul de destindere-compresie din captator. În figura 12, acest reglaj se face prin montarea pe axul 84 a 2 came profilate identice, 831 și 832, perfect suprapuse, calculate pentru defazajul minim dorit, plasate astfel pe ax, încît rulmentul 49 să calce simultan pe ambele came. Un mecanism acționat de modificarea temperaturii, de exemplu resortul bimetalic 87, determină rotirea uneia din came, astfel încît comutarea ciclului are loc cu o întârziere dependentă de temperatura la care se găsește resortul.

Tot în figura 12 este prezentat un sistem de acționare multiplă a pistonului captatorului. Tija acestuia se termină cu o bobină transversală 162, în interiorul căreia poate culisa axul 163, la capetele căreia sunt montați rulmenții 161. Lungimea axului este mai mică decît distanța dintre roțile cu canale profilate 82, astfel încît la un moment dat, doar unul din rulmenți se găsește într-unul din cele două canale profilate, celălalt fiind liber. Profilarea canalelor din cele două roți determină două regimuri de lucru diferite, între care putem alege prin acționarea bobinei de comandă. De exemplu, dacă unul din canale este profilat identic, dar decalat cu 180 de grade, regimul corespunde funcționării ca pompă de căldură. Dacă se montează două bobine

alăturate, axul 163 poate avea 3 poziții, în poziția intermediară ambii rulmenți fiind liberi, ceea ce duce la oprirea temporară a pistonului.

În figura 14 este prezentat un modul de lucru asemănător celui descris anterior, cu următoarele diferențe:

- volumul captatorului a fost mult mărit prin creșterea grosimii captatorului, dar cu mărirea corespunzătoare a suprafeței de schimb termic (prin introducerea pereților suplimentari 131). Secțiunea B-B prin piston este prezentată în fig.13

- sertarele tuturor celor 16 captatori formează un singur buzunar, format din cîte două coroane inelare 61 (cu centrul situat pe axul arborelui motor) suprapuse peste garniturile periferice circulare 62. Pe pereții interiori ai coroarelor se sapă cele 16 canale închise în care se introduc garniturile 67, localizate în dreptul fantelor 14, 24 și 34 ale captatoarelor, rezervoarelor și respectiv ale schimbătorului de căldură. Fiecare din cele 4 (respectiv 6, în cazul sistemului cu 3 sertare) fante mobile sunt înlocuite cu o fantă 64 comună tuturor captatorilor, decupată în cele 3 discuri 63 montate pe arborele 84. În figura 15A este reprezentat modul de decupare a fantelor pentru comunicarea captator-rezervor, în fig. 15B pentru captator-schimbător (cu fante deschise 180 de grade), iar în fig. 15C și D, fantele care comandă compresia și destinderea. Discurile fiind antrenate de arborele motor, fiecare fantă ajunge succesiv în dreptul fantelor fixe, în momentul corespunzător al ciclului, obturînd sau deschizînd canalul respectiv de circulație (la un moment dat, fiecare fantă este deschisă simultan pentru mai multe captatoare, avînd aceeași presiune pe fața respectivă a pistonului). Discurile 15C și D pot fi duble, suprapuse în momentul inițial, cu posibilitatea de rotire a unuia în funcție de variațiile de temperatură, modificînd astfel momentul terminării compresiei, respectiv al terminării destinderii. Rezervoarele 2' și 2'' sunt și ele comune celor 16 captatori, avînd formă toroidală.

Motoarele Ericsson cu pistoane acționate cu came profilate funcționează foarte bine cu orice tip de combustibil, prin încălzirea agentului intermediar într-un focar urmată de pomparea acestuia în rezervorul cald în care sunt imersate captatoarele calde. Ele se proiectează astfel încît să dezvolte puterea maximă la temperatura maximă pe care o poate atinge acest agent, caz în care presiunea din captatoarele calde și din ramura de înaltă presiune a captatorului este cea maxim admisă (fig.11, ciclul 7-8-13-12). Dacă instalația este proiectată cu limitarea diferenței de presiune între cele două ramuri ale schimbătorului de căldură (pentru a-l putea realiza cu pereți cît mai subțiri), va exista și o presiune minim admisă. De obicei, temperatura sursei reci este practic constantă și cunoscută în momentul proiectării. Eventualele diferențe se compensează prin modificarea corespunzătoare a temperaturii sursei calde. Pentru a obține puteri inferioare (de exemplu în cazul utilizării motorului pentru acționarea unui vehicul) se poate acționa prin coborîrea presiunii medii din motor și menținerea acelorași temperaturi, prin evacuarea într-un rezervor a unei părți a gazului de lucru (ceea ce implică și un consum mai mic de combustibil), procedeu ce implică cheltuieli suplimentare, dar menține un randament Carnot ridicat (fig.11,ciclul 1-10-

atoro

10

11-4). Altă variantă este să se coboare temperatura agentului intermediar, prin micșorarea debitului de combustibil, ceea ce duce la scăderea temperaturii medii din sistem, a temperaturii și a presiunii maxime. Aceasta implică schimbarea în aceeași măsură a raportului de compresie și a celui de destindere, prin acționarea camelor corespunzătoare (fig.11, ciclul 1-2-3-4; punctele 2 și 8, respectiv 13 și 3 corespund aceluiași volum specific al gazului). Pe lângă scăderea randamentului termic, apare și o scădere a randamentului mecanic, datorită scăderii presiunii. Această ultimă scădere poate fi remediată prin menținerea celor două valori de presiune (fig.11, ciclul 7-8-13-12), fie prin introducerea de gaz suplimentar în motor, fie prin modificarea distribuției temperaturii interne. Ținând cont de faptul că la o diferență mai mică de temperatură între cele două ramuri ale schimbătorului, suprafața de schimb necesară este mai mică, o parte a schimbătorului poate primi altă utilizare: dacă printr-un sistem de țevi este încălzit pînă la noua temperatură maximă capătul cald al schimbătorului (ambele ramuri) acesta devine un rezervor de gaz cald (o prelungire a rezervorului din interiorul modulului). Schimbul de căldură se face numai pe porțiunea rămasă a schimbătorului, iar temperatura medie din motor și implicit presiunea medie (deci și presiunea minimă și cea maximă) cresc în mod corespunzător. Rapoartele de destindere și de compresie trebuie să rămîna aceleași, dar volumul captatorului cald este mai mare decît volumul rezultat prin încălzirea gazului comprimat pînă la noua temperatură și surplusul se acumulează în ramura de joasă presiune. Pentru păstrarea unui debit constant în ambele ramuri este necesară egalarea celor două debite, fie prin reducerea vitezei pistoanelor calde (procedeu ușor de aplicat în cazul unor acționări independente), fie prin decuplarea unui număr corespunzător de captatoare calde, prin procedeu cu electromagneți descris anterior (fig.12). Acest regim de funcționare (cu presiuni constante și cu debit volumic variabil în funcție de temperatură) este cel cel mai potrivit pentru sursele calde cu fluctuații mari de temperatură, îndeosebi pentru motoarele solare.

În cazul unor variații bruște de sarcină, pot fi utilizate mai multe procedee: creșterea (respectiv reducerea) presiunii medii, prin introducerea (evacuarea) unei cantități suplimentare de gaz (lucrul mecanic al compresorului de introducere fiind recuperat printr-un detentor la evacuare), prin scoaterea din funcționare a unor captatoare reci (respectiv, calde, de asemenea cu recuperate lucrului mecanic), prin injectarea de agent supraîncălzit (suprarăcit) între pereții dublii ai captatoarelor (conform A2009/00577), sau prin schimbarea regimului de funcționare prin comutarea camei de acționare (frînarea prin comutare în regim de pompă de căldură se face cu recuperate integrală a energiei de frînare)

Acest tip de motor prezintă avantajul unei realizări simple și robuste, cu o corelare judicioasă a mișcării pistoanelor și sertarelor, dar necesită un diametru mare (cel puțin de patru ori lungimea unui captator) și o folosire incompletă a spațiului aferent. Într-o altă variantă constructivă (fig. 16), un motor Ericsson de putere, poate fi realizat prin alăturarea mai multor motoare simple (perechi captator cald-captator

Albrecht

11

rece 1'-1'') care utilizează același schimbător de căldură, același preîncălzitor, același răcitor și aceleași rezervoare (unul cald și unul rece) pentru amplasarea captatorilor. Mai mult, pentru economie de spațiu, pistoanele unei perechi de captatori sunt acționate de aceeași tijă 12. În cererea de brevet A2009/00577 am descris un motor Stirling cu o construcție asemănătoare, dar cu perechi de recuperatoare Stirling în locul schimbătoarelor de căldură și cu preîncălzitoare și răcitoare individuale, la care acționarea pistoanelor era făcută de un sistem de roți aderente cu acționare unitară, sistem care poate fi folosit și pentru acționarea motoarelor Ericsson. De asemenea, este posibilă folosirea unor captatori fără tije, perfect etanși (descriși în aceeași cerere), care prin realizarea de bobinaje în pereții pistoanelor și ai captatoarelor, sunt în același timp motoare (respectiv, generatoare) electrice liniare. Motorul din figura 16 este compus din 4 perechi 1'-1'' de captatori, captatorii calzi fiind imersați într-un rezervor cu agent termic intermediar cald, iar cei reci într-un rezervor cu agent rece. Agentul termic din rezervoare este vehiculat de câte o pompă, spre sursa caldă (respectiv, rece), sau face schimb de căldură cu acestea prin intermediul sistemului de țevi 7. Agentul intermediar poate fi stratificat din punct de vedere al temperaturilor, întrucât perechile de captatori funcționează independent una de alta. Constructiv, captatorii sunt plați, identici cu cei din exemplul anterior, putând fi compuși din una sau mai multe camere, sau putând avea canale interioare de irigare. Pe fiecare captator sunt montate cele 2 sertare duble (ambele cu 3 poziții: sertarului care face legătura cu schimbătorul de căldură i se adaugă o poziție în care ambele fante sunt deschise) în care se mișcă pistoanele 43. Tijele pistoanelor sertarelor sunt acționate prin impulsuri electrice, fiecare de câte o electrobobină 93. Impulsurile electrice sunt comandate de un sistem 92, montat în apropierea tijei pistonului captatorului, în funcție de temperatură și de poziția pistonului, "citită" cu ajutorul unor marcaje 19 de pe tija pistonului (de exemplu, o bandă cu rezistența electrică variabilă). Când fantele 44 ale sertarelor se suprapun peste fantele pistonului, acesta este pus în legătură cu rezervoarele 2', respectiv 2'', sau cu canalele 33, care colectează toate ieșirile și le conduc în schimbătorul de căldură 3. Atât rezervoarele 5 cât și schimbătorul 3 au toți pereții exteriori izolați 73.

Pe tijele pistoanelor se montează niște magneți permanenți sau bobine de excitație, sau pereții tijei se bobinează ca rotor al unui motor liniar (de curent continuu sau alternativ, monofazat sau trifazat), caz în care pe bobină se montează un colector electric liniar, alimentat de un sistem de perii montat în afara captatorului, sau de un sistem de bare pliabile montat în interior (conform PCT/RO2007/ 000001). Fiecare tijă trece prin interiorul unei bobine toroidale 91 care constituie statorul generatorului electric liniar 9, și în care este generat curent electric, prin variația cîmpului magnetic produsă de mișcarea tijelor. Forma și intensitatea curentului electric generat sunt dependente de tipul de bobinaj ales și de viteza de deplasare a pistonului.

Marele avantaj al acestui tip de generator este capacitatea de reglare: se pot obține orice valori de curent între o mărime maximă pozitivă și valoarea maximă negativă

12

(în cazul acționării cu roți aderente se pot obține orice valori ale turației cuprinse între zero și turația maximă, se poate inversa ușor sensul de rotire, se recuperează integral energia de frînare). În funcție de puterea necesară, pot fi pornite un număr corespunzător de perechi de captatori, puterea fiecăruia putînd fi reglată între zero și puterea lui maximă. Un captator pornește numai atunci cînd camera corespunzătoare este pusă în legătură cu rezervorul său, iar camera opusă este pusă în legătură cu schimbătorul de căldură. Viteza de mișcare a pistonului său poate fi în permanență (chiar în interiorul unei semicurse) modificată prin modificarea curentului de excitație. De asemenea, momentul închiderii admisiei gazului (deci gradul de destindere, respectiv de comprimare) poate fi ales și modificat ușor în timpul funcționării. Scoaterea din funcțiune a unui captator (numai cel rece, sau numai cel cald) se poate face prin închiderea admisiei gazului din rezervor și deschiderea ambelor fante spre schimbător (poziția suplimentară a acestui sertar). În acest fel, motorul poate fi accelerat (prin eliminarea rezistenței mecanice exercitată de pistonul rece), poate fi frînat (prin eliminarea aportului adus de captatorul cald), sau se poate modifica debitul volumic de gaz printr-o ramură a schimbătorului (păstrînd debitul masic), în funcție de temperatura medie. Prin modificarea defazajelor dintre diversele perechi de captatori, parametrii elctrici ai curentului furnizat pot fi modificați în limite foarte largi. Generatorul fiind perfect reversibil, trecerea la regimul de pompă de căldură se face foarte ușor, prin decalarea cu 180 de grade a momentului deschiderii sertarelor.

**Aplicații.** Motorul descris în această invenție poate funcționa cu randament termic ridicat între orice limite de temperatură, fiind limitat numai de proprietățile materialelor utilizate pentru producerea lui. Din punct de vedere mecanic, datorită capacității mari de reglare, poate satisface cele mai exigente pretenții. Dar marele său avantaj este posibilitatea de a funcționa cu diferențe mici de temperatură între sursa rece și cea caldă, avantaj care îl face apt să valorifice surse energetice cu potențial redus: căldura reziduală eliberată de diverse procese tehnologice, energia reziduală a gazelor de eșapament, energie geotrmică și cea geotermală, energia solară, căldura produsă prin arderea deșeurilor sau a biomasei, etc.

În figurile 17, 18 și 19 sunt prezentate cîteva astfel de exemple de valorificare a unor energii cu potențial energetic redus. Oglinda 171 din fig.17 este o oglindă concentratoare cilindrică, sau parabolică, care are amplasată în focar (respectiv în axul focal) o lentilă divergentă 172, iar în spatele acesteia o oglindă plană 173 sau ușor convergentă). Razele solare 174 care cad pe prima oglindă sunt concentrate spre focarul acesteia, fiind transformate de lentilă într-un flux concentrat de raze paralele. Aceste sunt apoi reflectate de oglinda plană spre un rezervor izolat 175 umplut cu agent termic, lichid sau gazos. Rezervorul este perfect închis, dar prezintă o fantă 176, cu suprafața aproximativ identică ca formă și dimensiuni cu suprafața fluxului de raze. În exemplul din figură, fanta este închisă de un tub transparent vidat în interior. În acest fel, pierderile de energie captată sunt reduse la minim, iar temperatura din

atoro

13

interior poate fi ridicată foarte mult, chiar în cazul unor radiații solare de mică intensitate. Este de preferat ca agentul din rezervor (de exemplu, apă) să prezinte un grad oarecare de transparență, iar în calea razelor să se amplaseze o placă absorbantă 177, pentru captarea rapidă și uniformă a căldurii. Agentul termic din interior poate fi vehiculat cu o pompă (respectiv, compresor), sau poate transmite căldura prin intermediul unor conducte unui alt agent termic vehiculat prin acestea. În fig.17, căldura este preluată de 3 serpentine. Prin serpentina 176, căldura preluată este transmisă rezervorului cald 53 în care sunt imersate prin suprapunere, captatoarele calde 1' ale unui motor Ericsson. În combinație cu captatoarele reci 1" imersate în rezervorul rece 54, motorul produce energie (electrică sau mecanică) care pune în funcțiune pompa de căldură Ericsson formată de captatoarele imersate în rezervoarele 55 și 56. Datorită modului suprapus de amplasare și reglajelor inițiale ale rapoartelor de compresie-destindere, la puțin timp de la pornire, agentul intermediar din aceste rezervoare se va stratifica din punct de vedere termic. În acest fel, în rezervorul 53, temperatura din partea superioară va fi aproximativ egală cu temperatura din rezervorul 175 al captatorului solar, și va scădea spre bază, în funcție de cantitatea de căldură consumată de prima pereche de captatori. Următorul captator cald din rezervor va dispune de mai puțină căldură, iar captatorul din partea inferioară de și mai puțină. În același timp, în rezervorul 54, căldura eliberată de de captatorii reci se acumulează în partea superioară a rezervorului, astfel încât agentul intermediar suferă o stratificare asemănătoare. Similar, are loc o stratificare a agentului termic din rezervoarele 55 și 56 ale pompei de căldură. Ca urmare, dacă debitul de agent acumulator vehiculat de pompa 78 este reglat corespunzător, el va parcurge traseul indicat în figură și va culege treptat căldura evacuată de motor în rezervorul 54, apoi se va încălzi pînă la temperatura rezervorului 175 în acest rezervor, va culege căldura introdusă de pompa de căldură în rezervorul 56, pentru a se acumula, în final, în rezervorul 181 cu o temperatură aproximativ de 1,5 ori mai mare decît temperatura rezervorului 175. Prin recuperarea integrală a căldurii evacuate de motoare, căldura din rezervorul 175 este utilizată integral pentru obținerea de agent termic mai valoros din punct de vedere energetic. Prin procedeul descris se pot valorifica în mod superior energii reziduale cu potențial scăzut, fie prin ridicarea temperaturii agentului acumulat, fie, dacă agentul din rezervorul 175 are temperatura mai mică decît sursa de energie, prin creșterea vitezei de transfer, proporțional cu diferența de temperatură dintre rezervor și sursă.

Similar, în figura 18, un set de motoare cu captatorii calzi imersați în rezervorul 511, iar captatoarele reci în rezervorul 512, în combinație cu un set de pompe de căldură Ericsson cu captatoarele reci imersate în rezervorul 513, iar cu cele calde imersate în rezervorul 512, valorifică potențialul redus al agentului din rezervorul 513, și al celui din rezervorul 511, furnizînd agent termic cu parametrii energetici superiori. Procedeul poate fi aplicat cu succes instalațiilor de producere a energiei electrice și căldurii prin cogenerare. Dacă rezervorul 513 este condensatorul unei

atoro

14

turbine electrice (cu temperatura de 30-40 grade Celsius), iar rezervorul 511 este condensatorul altei turbine, dimensionate corespunzător (cu temperatura egală cu cea la care trebuie livrat agentul termic), instalația utilizează integral căldura evacuată în cele două condensatoare, livrând agent termic cu o temperatură aproape egală cu temperatura condensatorului mai cald. O bună parte din acest agent servește pentru ridicarea temperaturii agentului primei turbine, iar restul este furnizat consumatorului.

În fig.19 este prezentat un sistem de captare a energiei solare care poate furniza energia necesară rezervoarelor 511 și 513, amplasat pe infrastructura suplimentară 241 a unei clădiri Energy++ (conform A2009/00577). În ochiurile acestei suprastructuri se montează conform invenției amintite, un sistem de lentile concentratoare cilindrice 243 (din sticlă, polycarbonat, etc), în spatele cărora se formează niște încăperi închise (bariere solare) în care, datorită materialului absorbant din compoziția plăcilor protectoare ale izolației 250, se induce un puternic efect de seră. Față de invenția menționată există câteva deosebiri importante: Lentilele convergente 243 nu mai sunt fixe ci sunt montate pe un suport 244, care, pe de o parte poate fi rotit în jurul axei sale, pe de altă parte poate să se deplaseze de-a lungul șinei 245. În acest fel, lentilele pot urmări într-o anumită măsură direcția razelor solare, pe de altă parte, evacuarea aerului cald din interiorul barierei pentru uniformizarea temperaturii anvelopei nu se mai face prin deplasări ale blocurilor izolatoare, ci prin deplasări ale lentilelor (mai ușoare și mai simplu de deplasat). În timpul deplasării și a rotirii, membranele elastice 247 asigură etanșitatea barierei solare. În plus, țevile de captare din interiorul barierei sunt înlocuite de canalele plane 248, cu suprafața mult mai mare, prin care circulă agent termic lichid sau gazos, livrat, de exemplu, primei trepte a instalației din figura 18, sau unei instalații de climatizare din interiorul clădirii. Pe partea exterioară, aceste plăci sunt acoperite cu un material absorbant, în care sunt înglobate celulele fotovoltaice 249. S-a format, în acest fel, un panou combinat PV/T, cu un grad superior de valorificare a căldurii captate, care față de panourile similare din stadiul tehnicii, prezintă unele avantaje: suportul este perfect încadrat în structura clădirii, izolația, deși mai consistentă, este gratuită (fiind de fapt izolația unei case pasive), iar placa de sticlă este înlocuită de o lentilă convergentă cilindrică care dirijează fluxul luminos spre intrarea într-un canal optic flexibil 255 (care, datorită unghiului cu care vin razele incidente, are proprietatea de a le reflecta integral spre capătul său inferior) și de aici în interiorul izolației. Capătul canalului optic se montează pe un suport fixat rigid cu ajutorul tijelor 253 de suportul lentilei, astfel încât rămâne permanent în axul focal al lentilei. Capătul inferior al tubului este închis de un tub transparent vidat, astfel încât toată căldura să rămână în interior, unde este captată cu ajutorul unor conducte 252, și condusă spre o instalație de utilizare (de exemplu, cea din fig.18). Căldura care se pierde prin izolație, este de asemenea captată integral, pe de o parte de către canalul plan 248, pe de cealaltă parte de stratul de aer intermediar al anvelopei (în cazul unei

A. Tereș

15

clădiri Energy++). Funcționarea celulelor fotovoltaice este de asemenea îmbunătățită, întrucât ele captează în special lumina difuză, iar temperatura lor nu crește atât încît să le reducă randamentul. În plus, dacă energia electrică produsă de celule este utilizată direct pentru acționarea unei pompe de căldură sau a unui motor de curent continuu care deservește instalația de climatizare, sau pentru încălzirea unei rezistențe electrice, energia acestor celule este utilizată integral și se va regăsi în energia electrică furnizată rețelei de către generatorul Ericsson, fără a fi necesare invertoare și acumulatori electrice scumpe și cu durata de viață limitată. O sporire a rolului acestor celule se poate realiza cu ajutorul unor prisme de difracție 254, montate în calea razelor convergente. La trecerea prin această prismă, razele solare sunt descompuse și suferă două refracții, cu unghiuri diferite, în funcție de lungimea de undă a componentei respective. Razele infraroșii, purtătoare de energie termică, suferă o refracție mai mică. Unghiurile de refracție ale lentilei și poziția sa se aleg în așa fel încît, după refracție, razele infraroșii să converge (cu un unghi diferit, ceea ce implică schimbarea poziției capătului canalului optic) în continuare spre o axă focală, de unde sunt dirijate spre canalul termic din interiorul izolației. Razele din spectrul vizibil sunt deviate cu unghiuri care le conduc în afara tubului optic, spre celulele fotovoltaice amplasate pe canalele 248. Cu un sistem de lentile, ele pot fi din nou concentrate, astfel încît suprafața necesară pentru amplasarea (și implicit prețul) celulelor să fie redusă. Prin acest procedeu se pot realiza panouri PV/T independente, cu lentile fixe, orientarea spre soare fiind făcută de întregul panou. La aceste panouri se introduc canale plane 248 pe toate laturile opace. Agentul termic intră întâi în aceste canale, unde capturează căldura ce a trecut prin izolație, apoi în canalele plate de pe fața panoului, apoi în conductele interioare, care și acestea pot avea temperaturi crescătoare (prin modificarea în trepte a suprafețelor de captare, și prin introducerea unor conducte în tuburi vidate)

Infig.20 este prezentat un motor Ericsson cu schimbare de fază. Dacă agentul de lucru sunt vaporii de apă, captatorul cald este asemenea celor descrise anterior. Agentul intermediar este tot apa, dar în stare de vaporii. Se menține doar un strat lichid la baza rezervorului izolat 640 în care este imersat captatorul. În acest fel, sertarul 4 face legătura captatorului direct cu rezervorul 640, care primește căldură prin încălzirea unor porțiuni ale peretelui, sau de la un captator solar prin tubul optic 611, obturat de tubul vidat 612. La mișcarea de dute-vino a pistonului, gazul din captator este refulat în conducta 615 și condus la baza unui rezervor izolat 641, a cărui bază neizolată 642 este imersată în sursa rece. În captator p[trund vaporii din rezervor, cu presiunea  $p_1$  a acestuia, apoi sertarul obturează calea de acces și vaporii se destind izoterm (curba 2-3 din diagramă) pînă la presiunea  $p_2$  a rezervorului 641. În acest scop, sertarul este prevăzut cu o camă de reglare. Rezervorul 641 este plin cu apă, iar în partea superioară (vidată la prima pornire), apa este sub formă de vaporii, saturați (punctul 4 din diagrama T-s). Vaporii injectați în rezervorul 641 condensează în timp ce traversează fluidul (curba 4-5), cedînd căldura latentă, apoi se încălzesc la

Stor



16

presiune constantă, preluând căldură din rezervor (curba 5-1). Datorită căldurii latente primite, și celei cedate de vapori în timpul cursei descendente (curba 3-4), apa din rezervorul 641 se stratifică, în partea superioară temperatura fiind aproximativ egală cu cea din rezervorul 640. De aici este extrasă de pompa 616 care îi ridică presiunea și o introduce în rezervorul 640. Urmează evaporarea datorită căldurii primite (curba 1-2), apoi vaporii sunt absorbiți de captator și ciclul reîncepe. Reglarea debitului în funcție de temperatură se face prin reglarea debitului pompei de apă (de exemplu, prin opriri repetate

ator

## REVENDICARI

1. Motor cu ardere externă (fig.8 și 9) compus din perechi de captatoare plate 1',1'' și un schimbător de căldură la presiune constantă 3, presiunile din cele două ramuri ale schimbătorului fiind  $p_1 > p_2$ , un captator este montat într-un rezervor cu agent termic la temperatura T1, iar perechea lui într-un rezervor cu agent termic la temperatura T2, împreună cu câte un rezervor de gaz 2', respectiv 2'' și cu câte două sertare 4, în așa fel încît la fiecare semicursă a pistonului captatorului 1', unul din sertarele sale deschide o cale de evacuare a gazului aflat în piston (la presiunea  $p_1$ ) spre schimbător, iar celălalt sertar deschide o cale de intrare a gazului din rezervorul 2' (la presiunea  $p_2$ ) și o închide înainte de terminarea semicursei, în timp ce sertarele captatorului rece 1'' permit la începutul semicursei doar intrarea în captator a gazului din rezervorul 2'' (la presiunea  $p_2$ ), comprimînd gazul aflat inițial în captator la presiunea  $p_2$  pînă la presiunea  $p_1$ , moment în care este deschisă o cale de evacuare a acestui gaz spre schimbător; în timpul celeilalte semicurse a pistonului lucrurile se petrec identic, pe cealaltă față a pistonului, prin căi de admisie- evacuare situate la capătul opus al captatorului

2. Motor cu ardere externă conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că pistoanele plate sunt montate pe pereții exteriori ai schimbătorului de căldură, cei calzi pe o parte, cei reci pe partea opusă, în așa fel încît axele pistoanelor lor să fie convergente într-un punct de pe axa unui arbore motor perpendicular pe acești pereți; pe acest arbore sunt montate discuri de antrenare avînd săpate canale profilate în care rulează câte un rulment montat pe capătul fiecărei tije, astfel încît să imprime pistonului respectiv viteza dorită, precum și canale profilate în care rulează rulmenți montați pe tijele pistoanelor sertarelor, în așa fel încît să deschidă căile obturate de aceste sertare la momente prestabilite

3. Dispozitiv de comandă montat pe tija pistoanelor captatoarelor motorului din revendicarea 1, caracterizat prin aceea că este compus dintr-un electromagnet toroidal, montat perpendicular pe axul pistonului, în interiorul căruia se poate deplasa, atunci cînd bobina este acționată, un ax avînd montate câte un rulment la fiecare din capete, în așa fel încît în fiecare din poziții unul din rulmenți să fie plasat într-unul din canalele profilate

4. Dispozitiv de comandă montat pe tija pistoanelor captatoarelor motorului din revendicarea 1, caracterizat prin aceea că este compus din doi electromagneți toroidali, montați perpendicular pe axul pistonului, în interiorul cărora se pot deplasa, atunci cînd una din bobine este acționată, un ax avînd montate câte un rulment la fiecare din capete, în așa fel încît în două din poziții, unul din rulmenți să fie plasat într-unul din canalele profilate, iar în poziție intermediară rulmenții să fie plasați în exteriorul acestor canale



2

5. Captator plat din compunerea unui motor conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că în capacele sale și în piston se execută orificii coliniare între ele, în așa fel încât să poată fi introduse canale circulare sau aplatizate, de-a lungul cărora să poată culisa etanș pistonul și prin care să treacă agent termic care face schimb de căldură cu gazul din interiorul captatorului

6. Motor cu ardere externă conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că perechile de captatoare sunt montate în rezervoare situate față în față, având tije comune ce culisează în interiorul unei bobine toroidale, în așa fel încât bobina, împreună cu o serie de mabneți sau bobine amplasate pe tijă să formeze un generator liniar care să transforme în energie electrică puterea transmisă de motor pistonului

Albrecht

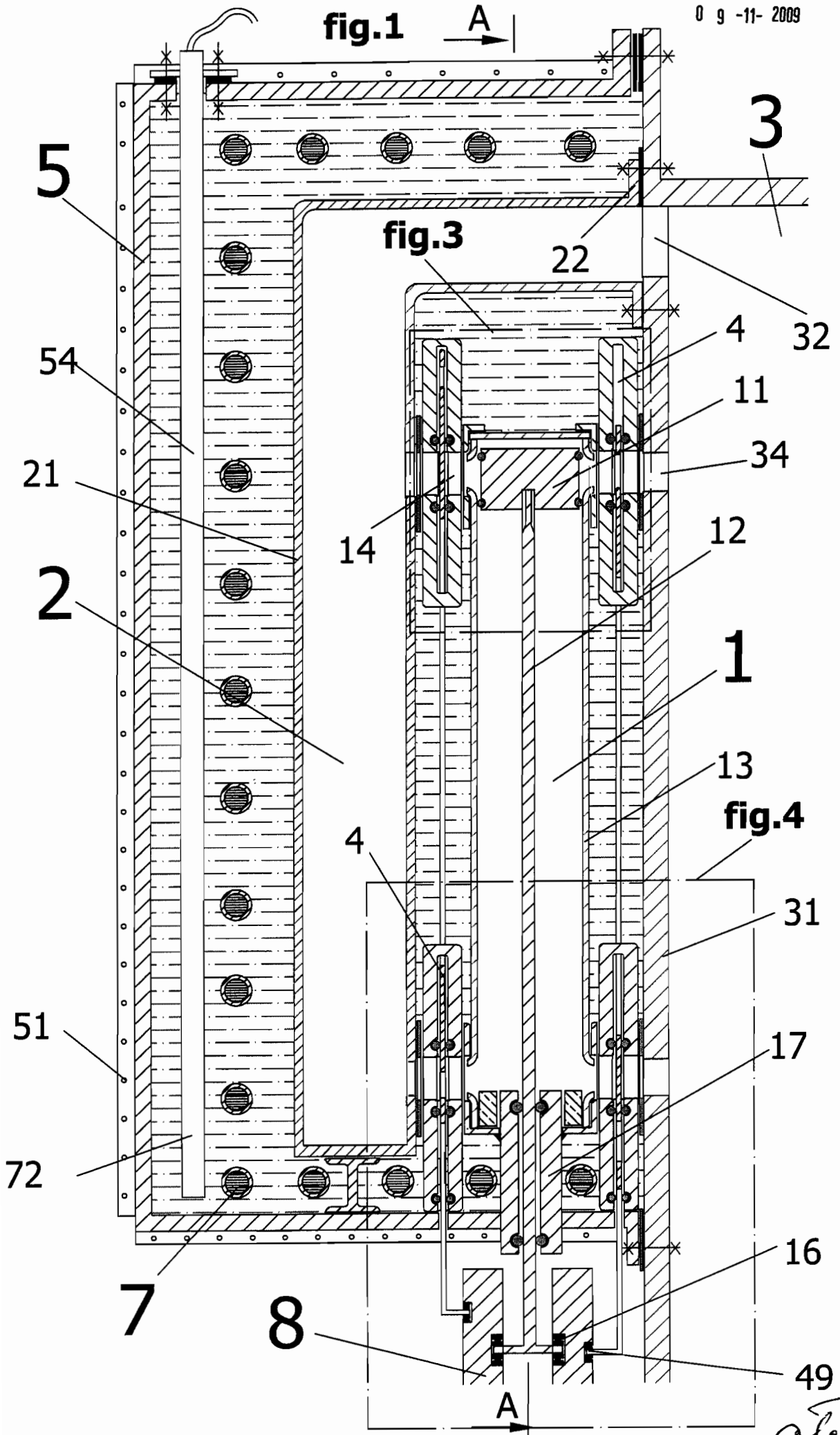
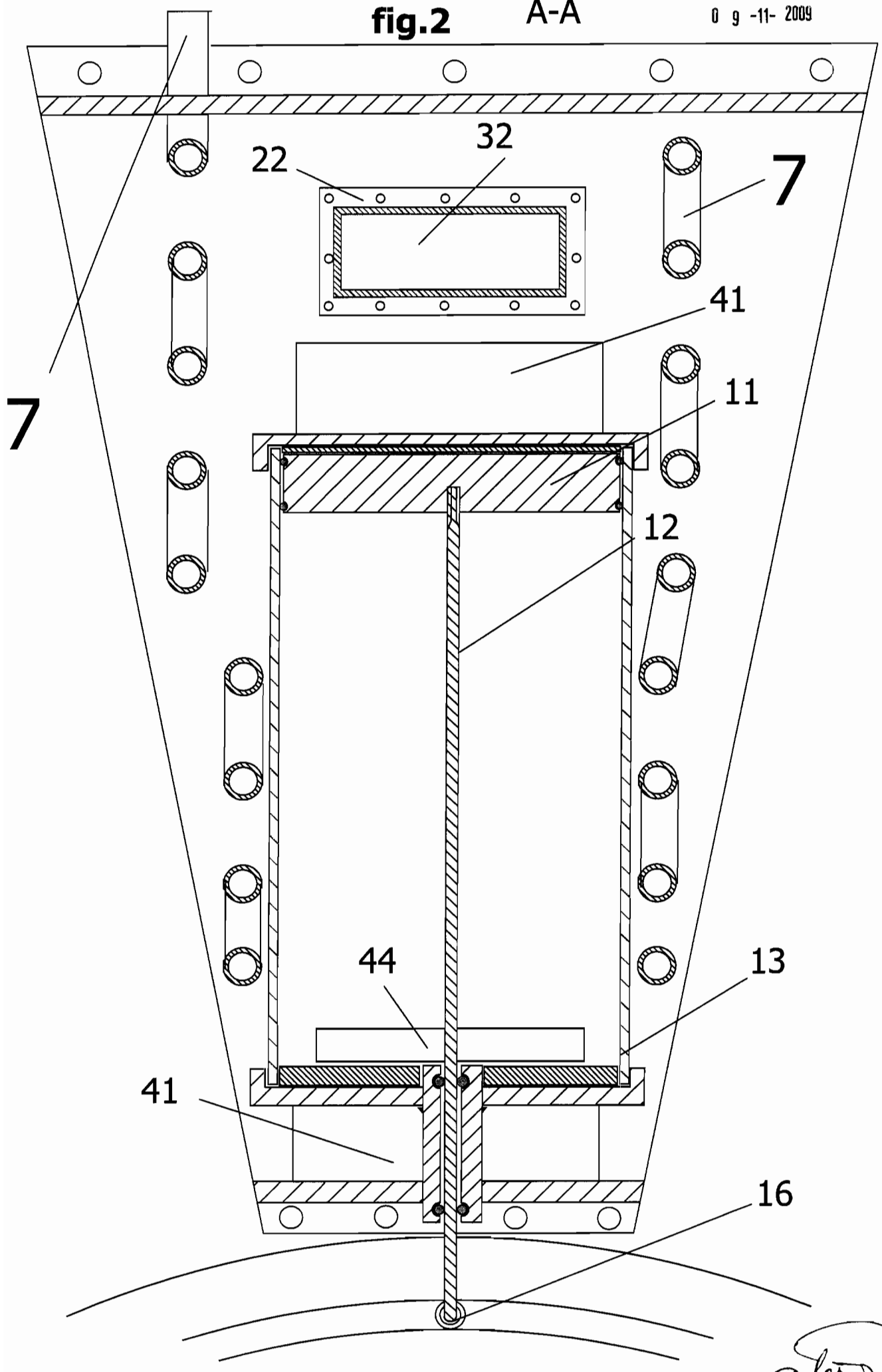
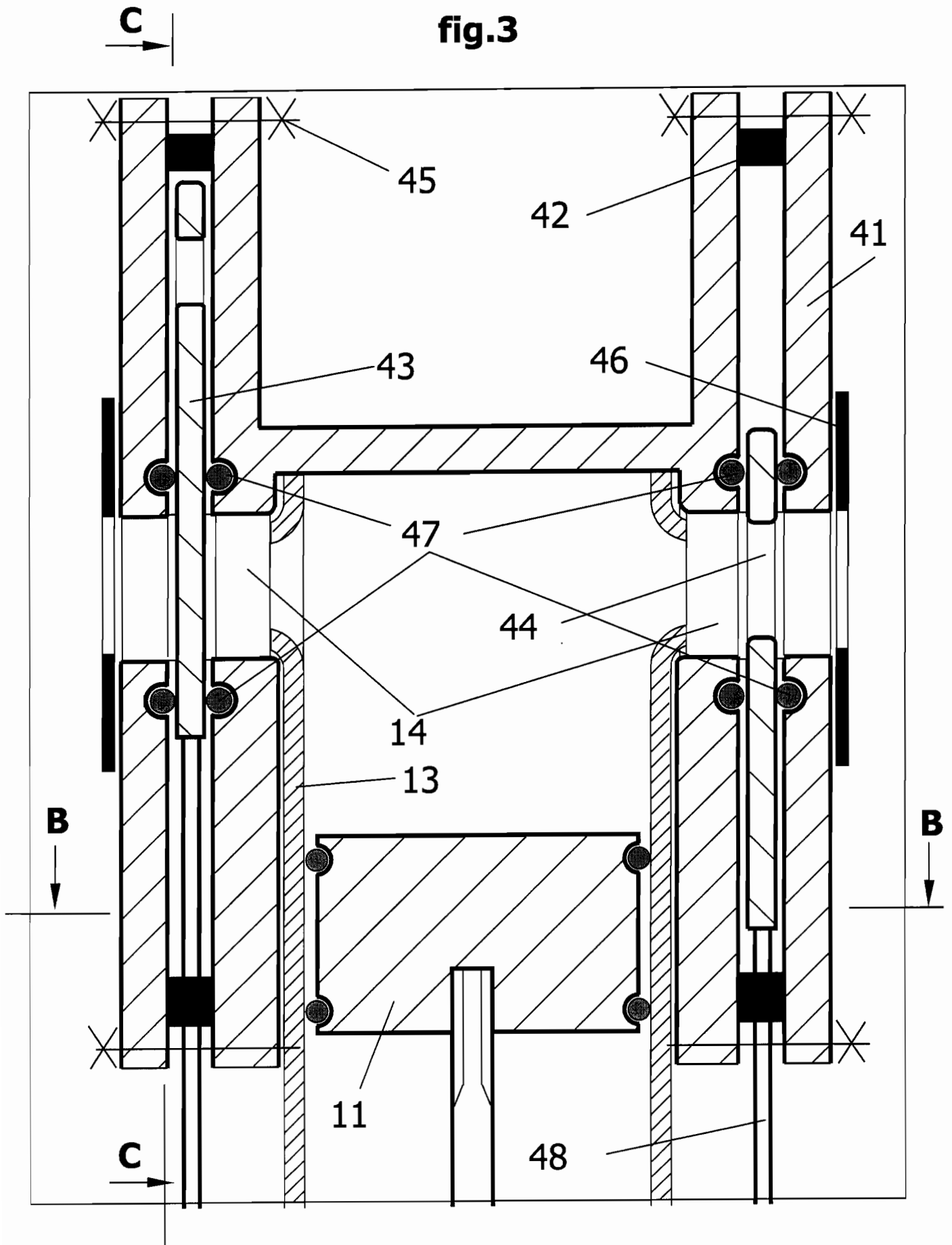


fig.2 A-A



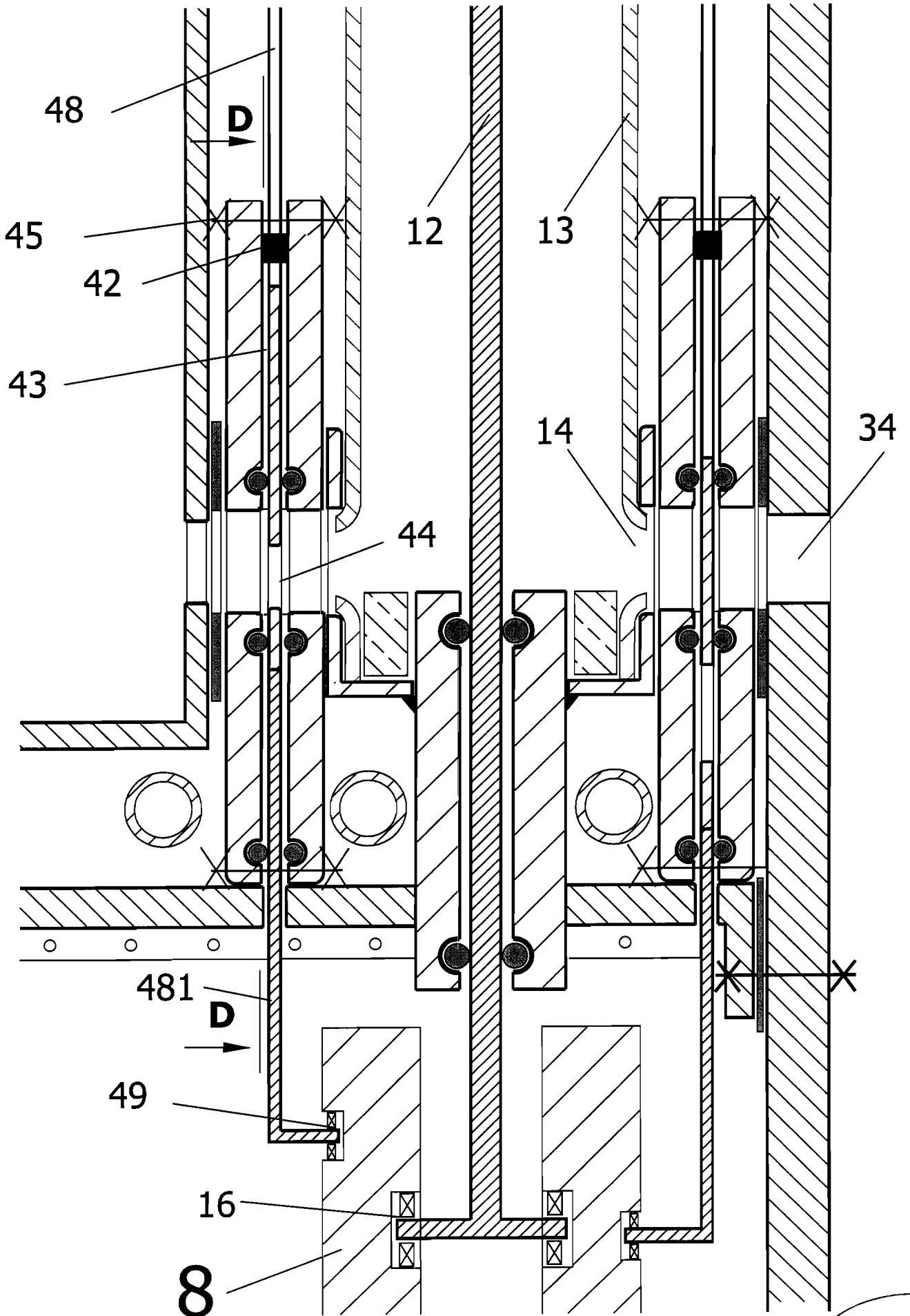
*Stro*

fig.3



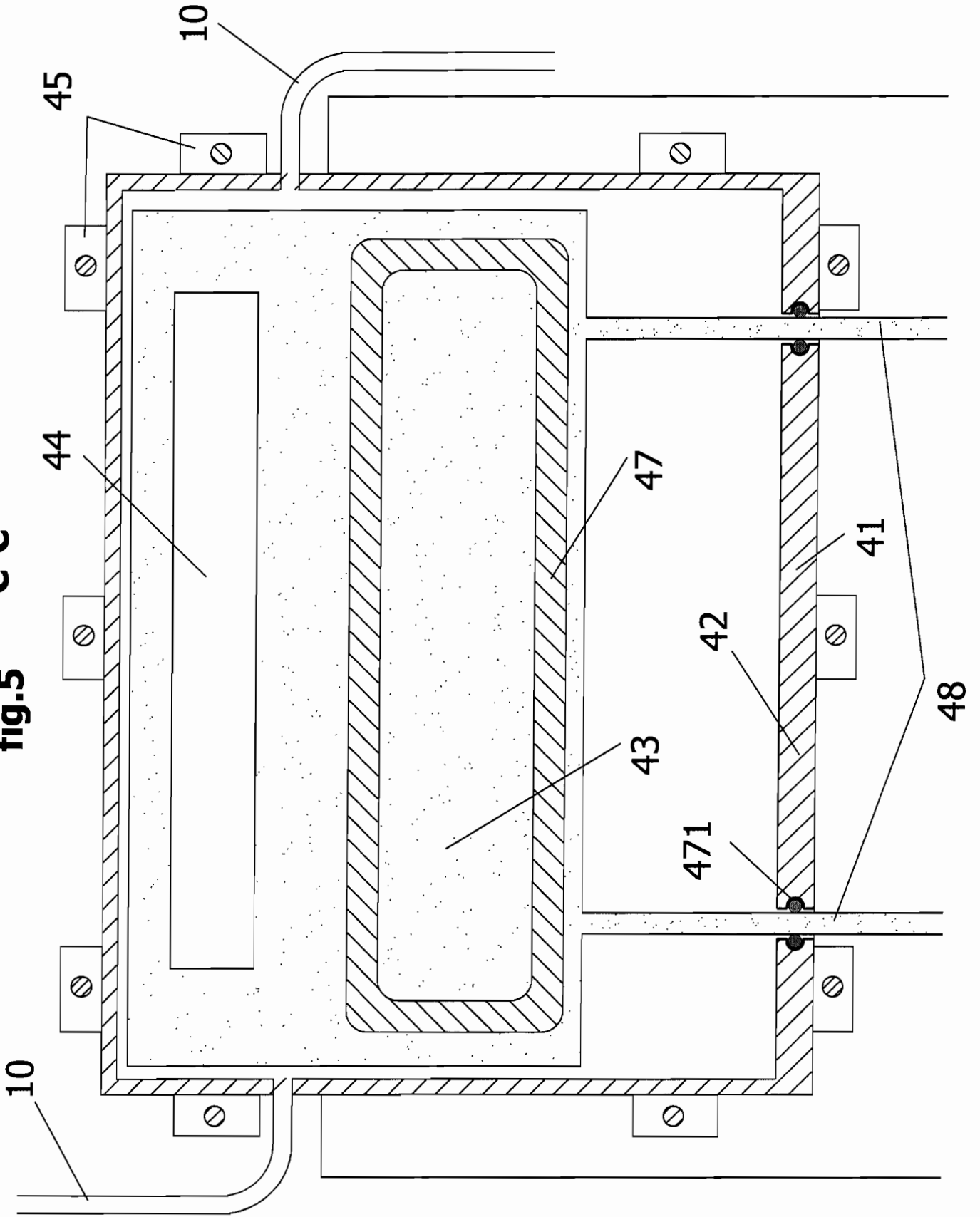
*Stew*

fig.4



*Handwritten signature*

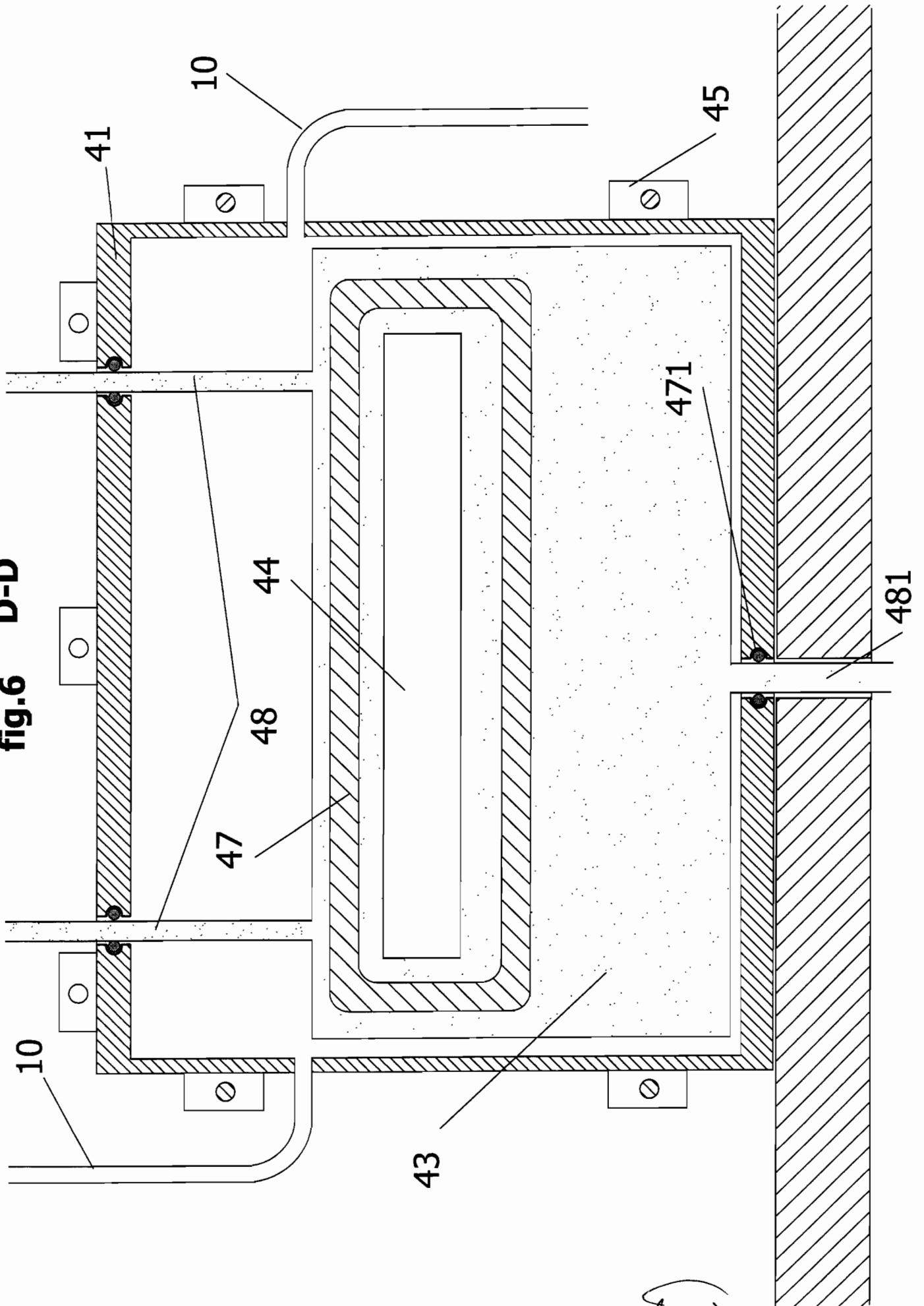
fig.5 C-C



*aloro*

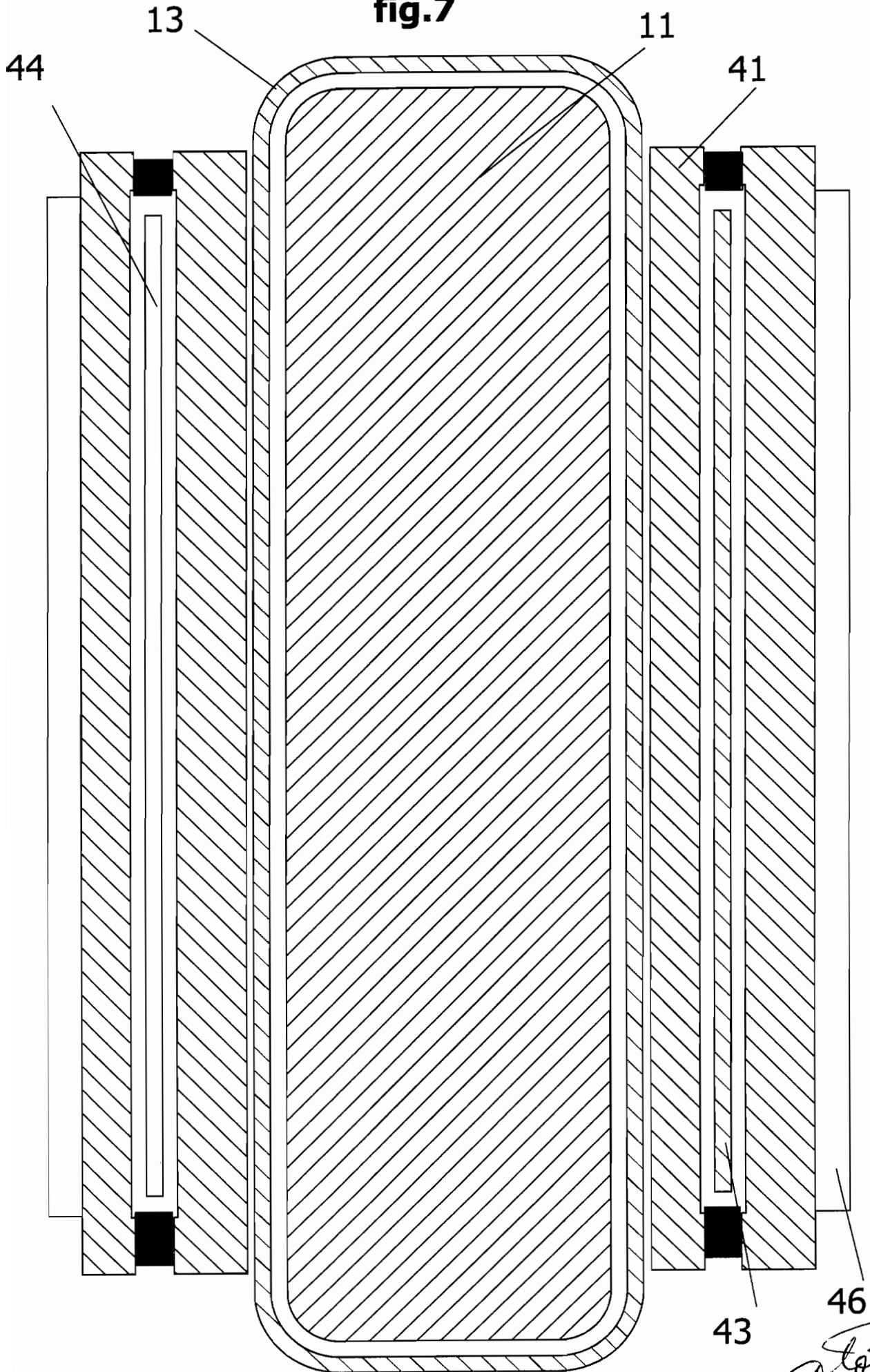


fig.6 D-D



*after*

**fig.7**



*alter*

**E** | **fig.8**

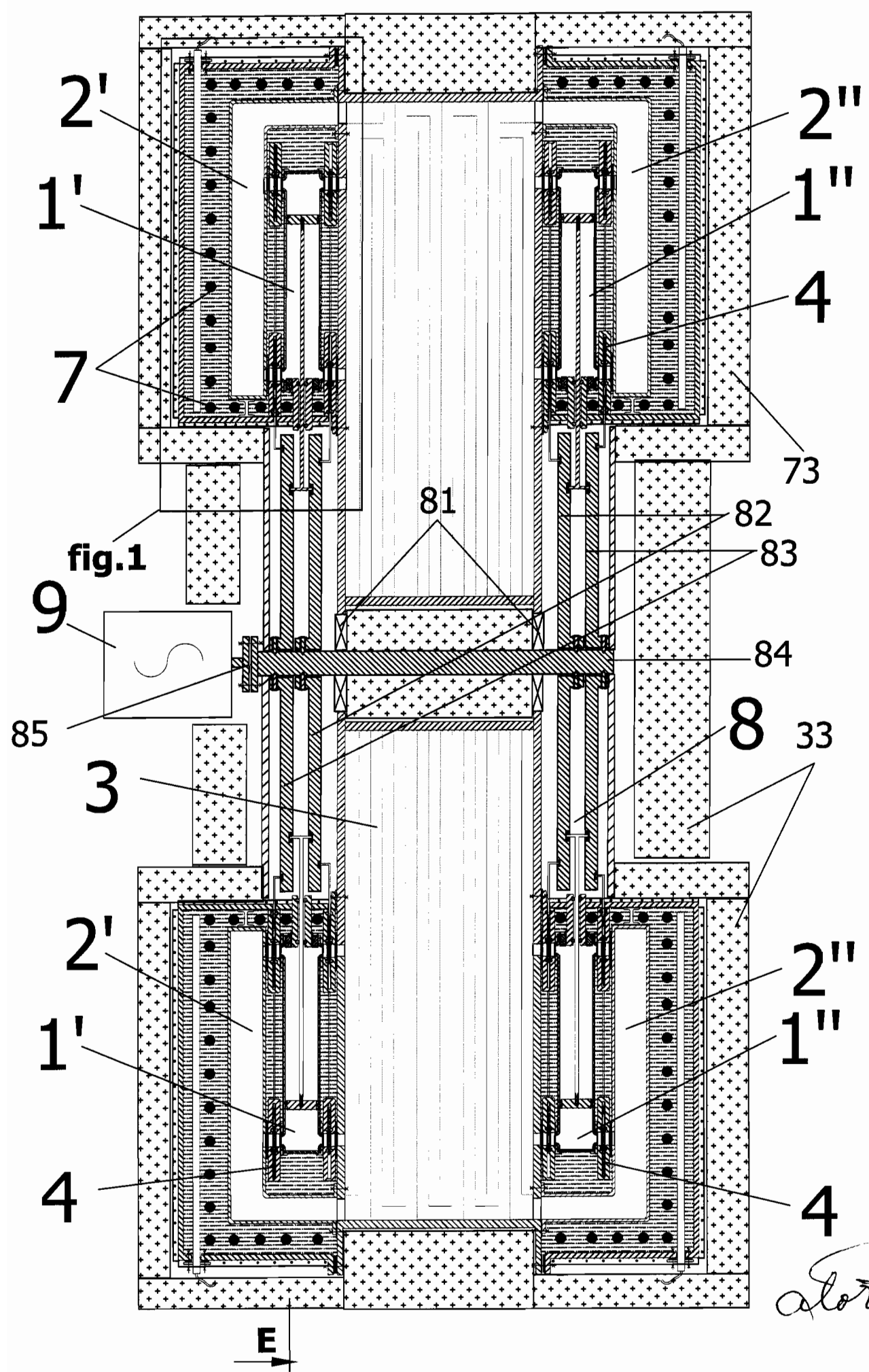
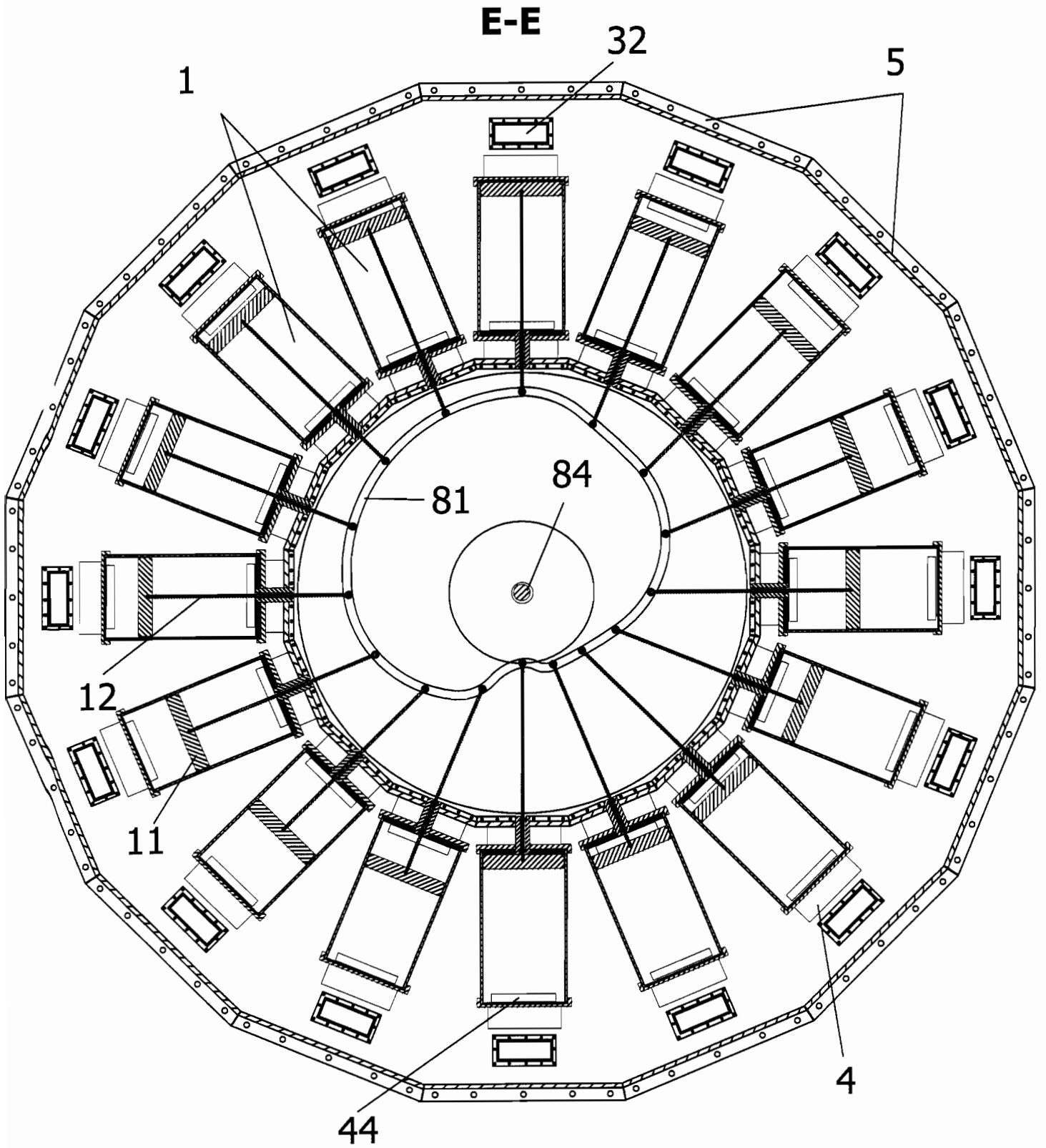


fig.9



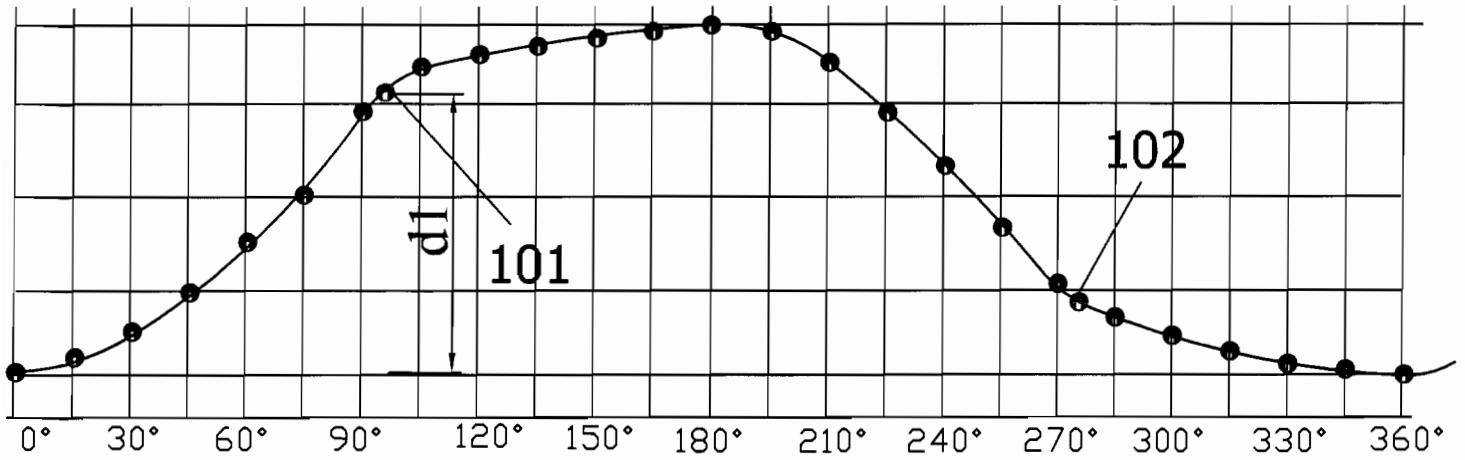
*atom*

fig.10

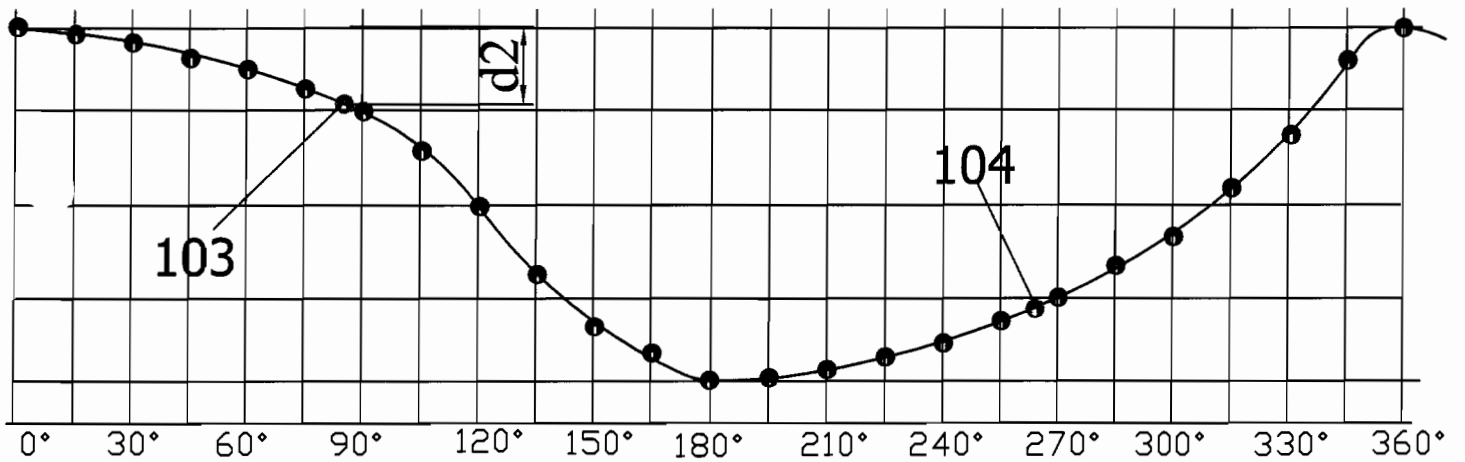
A

α-2009-00906--  
09-11-2009

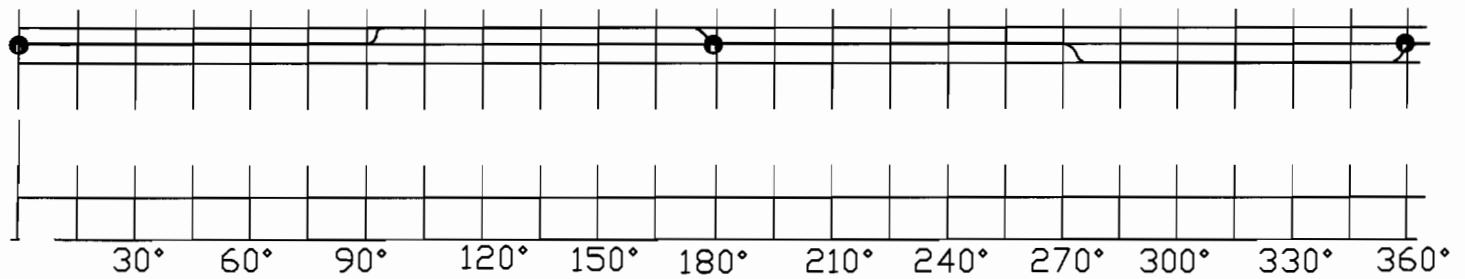
17



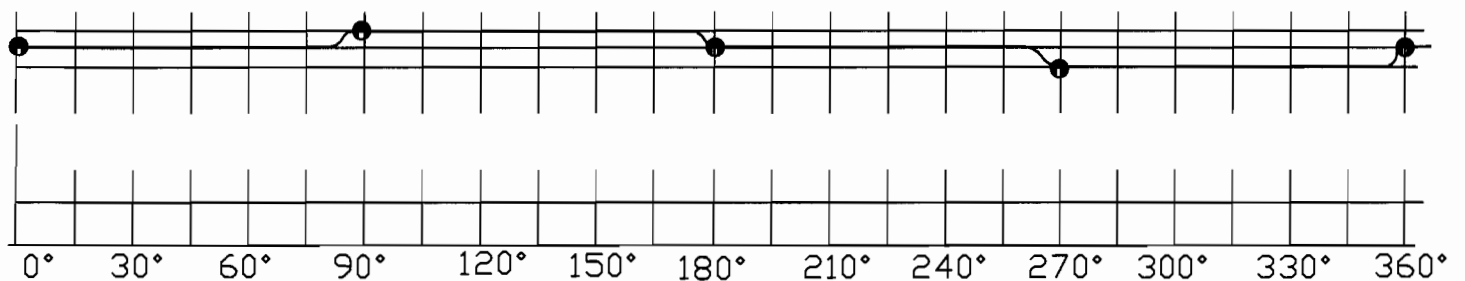
B



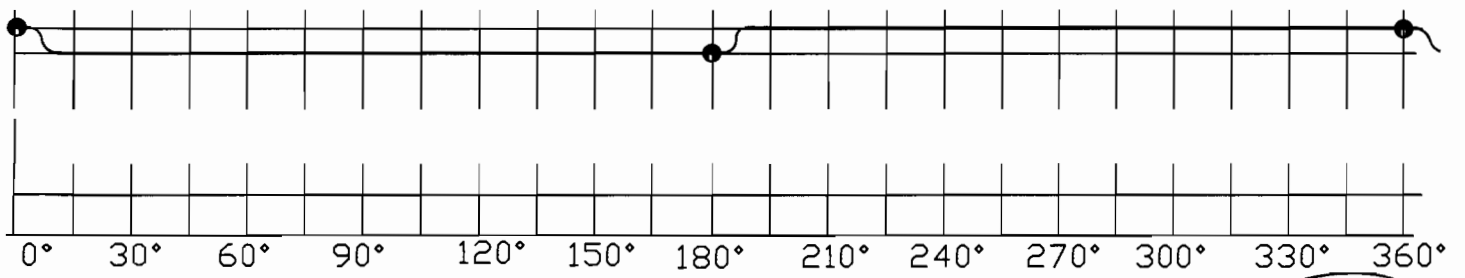
C



D

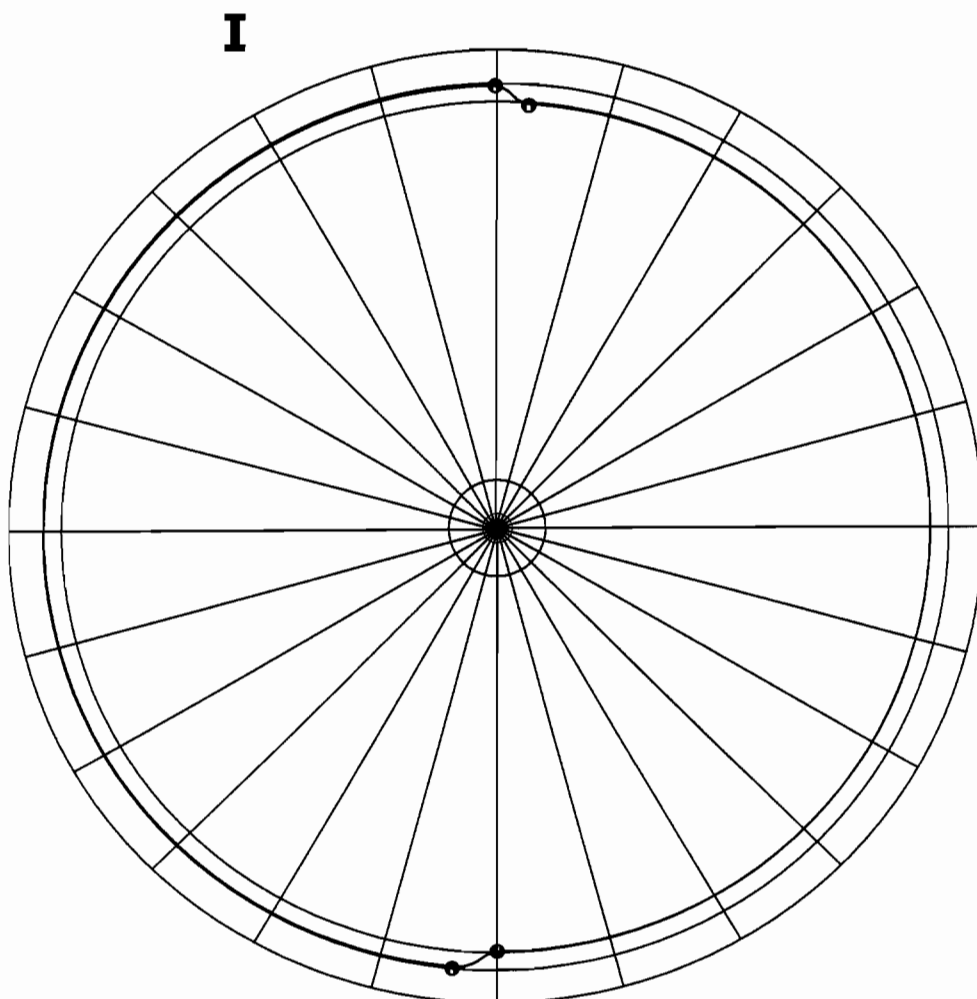
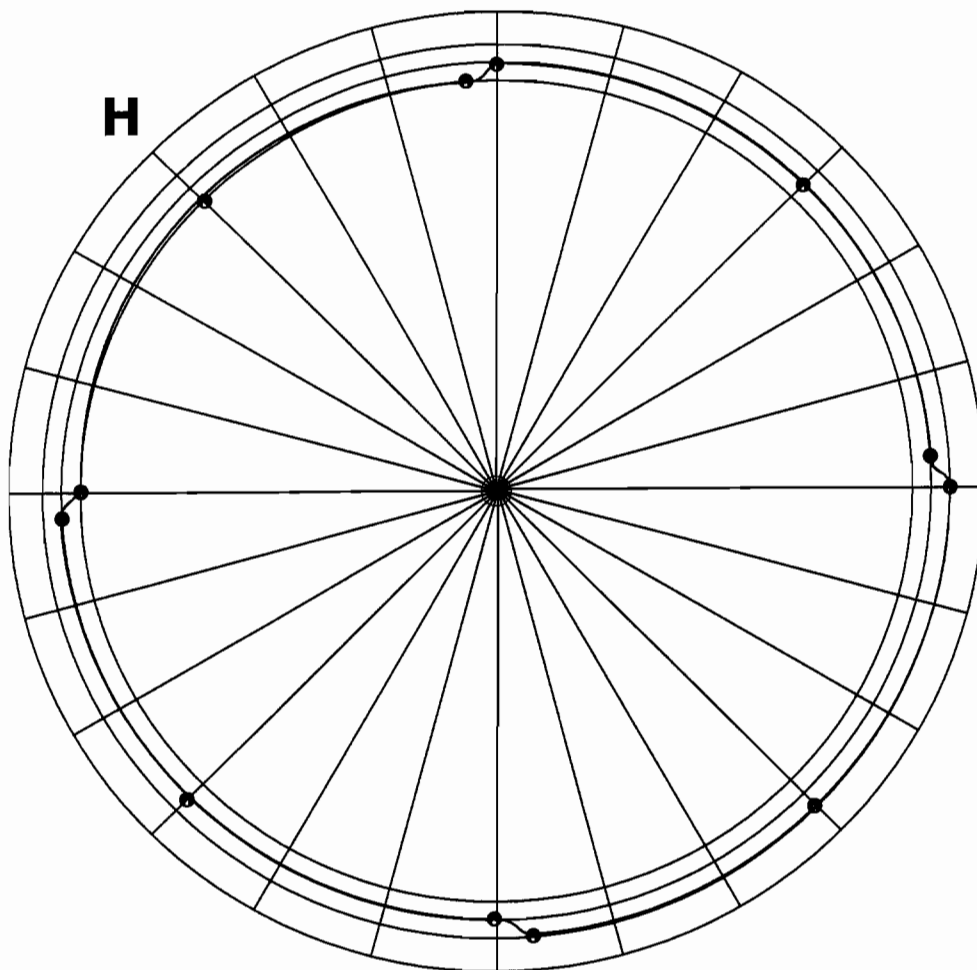


E



*atere*

fig.10



*alorw*

fig.11

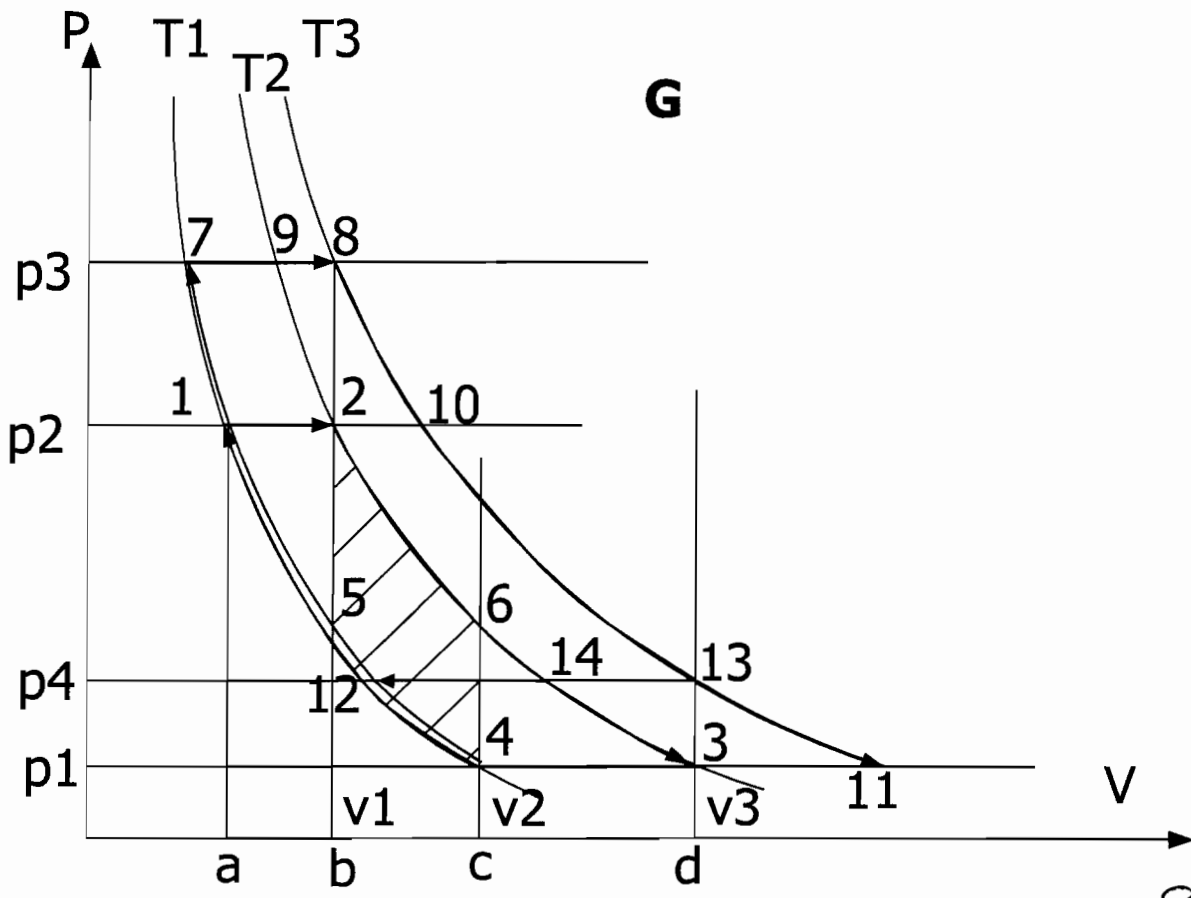
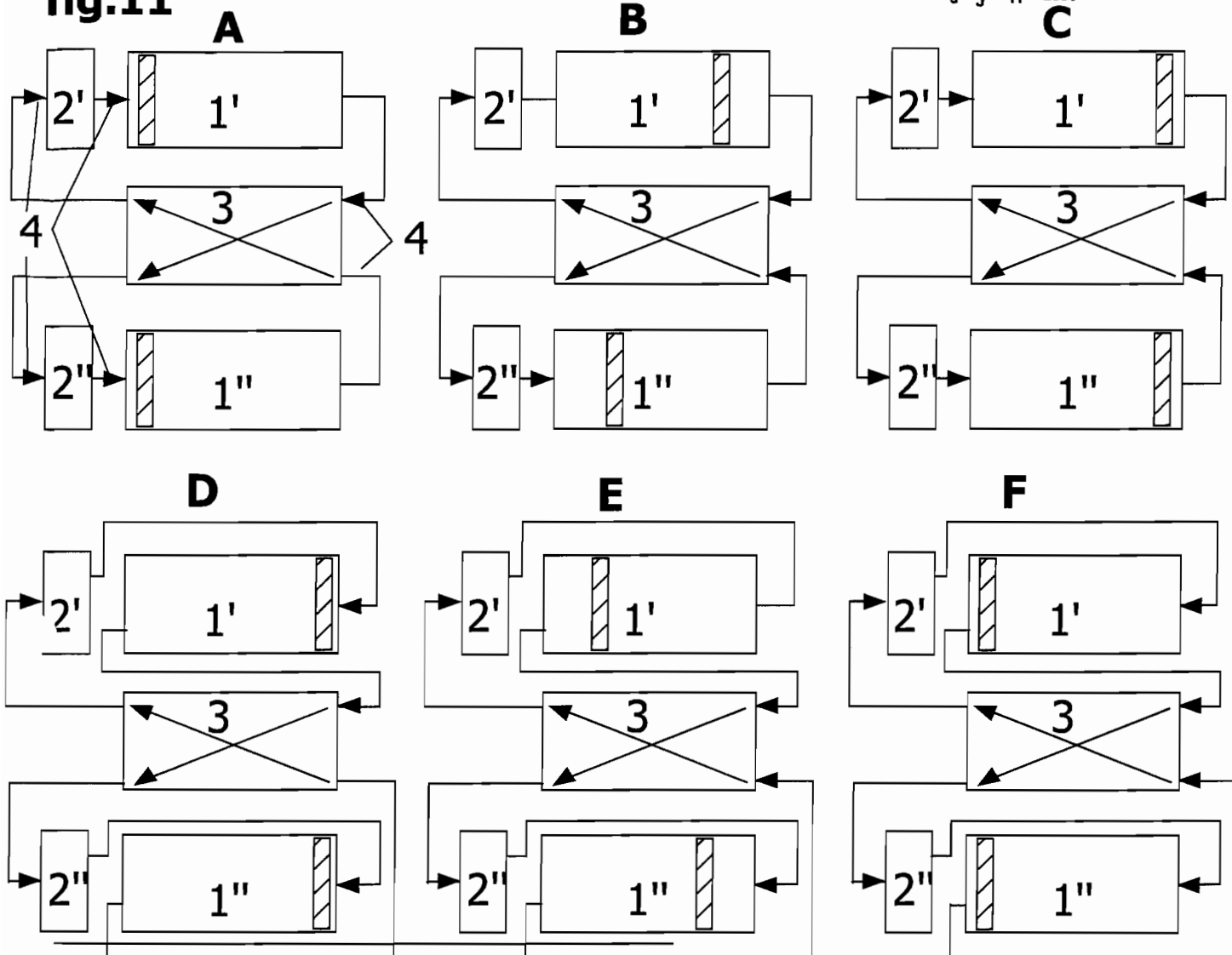
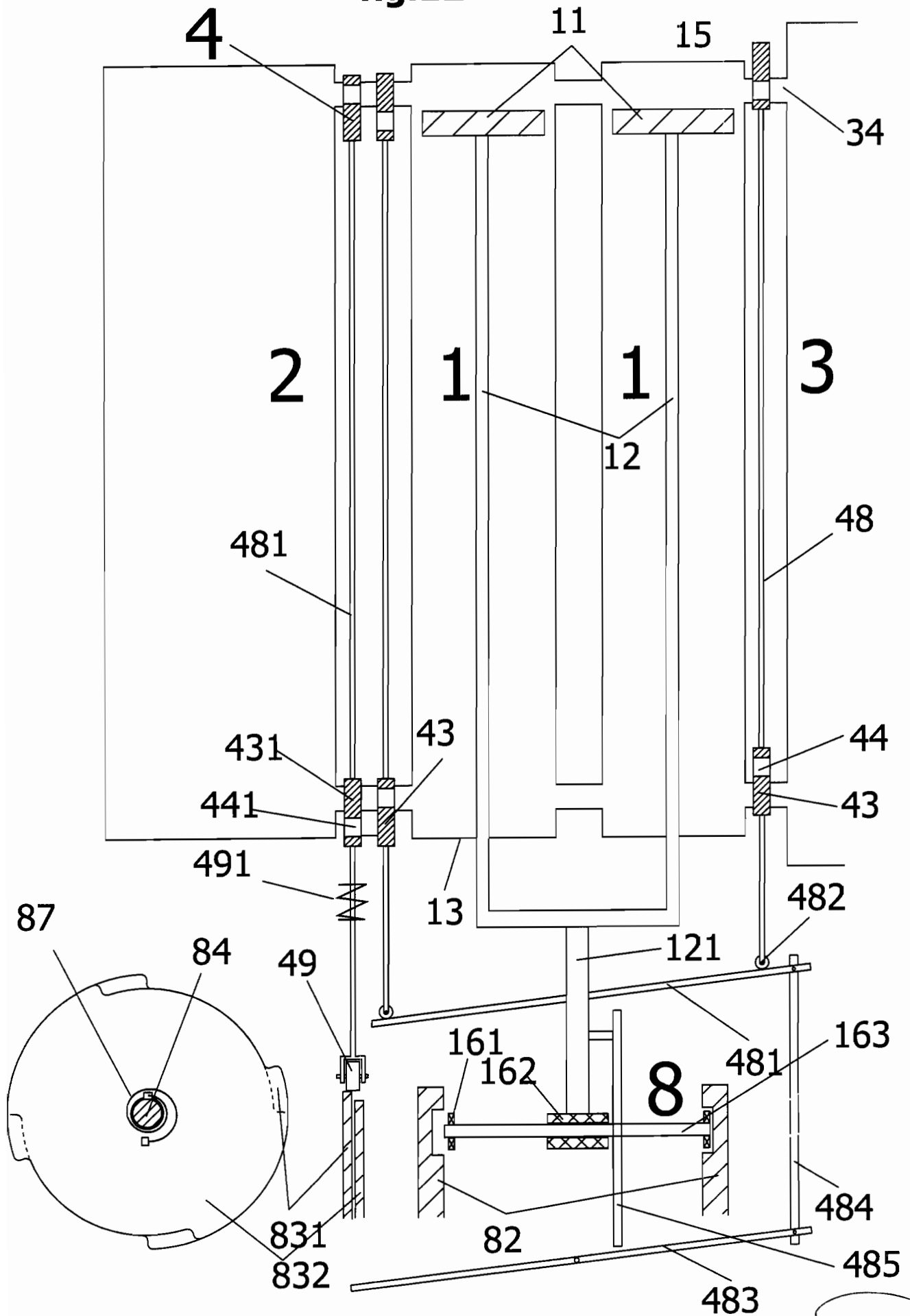


fig.12

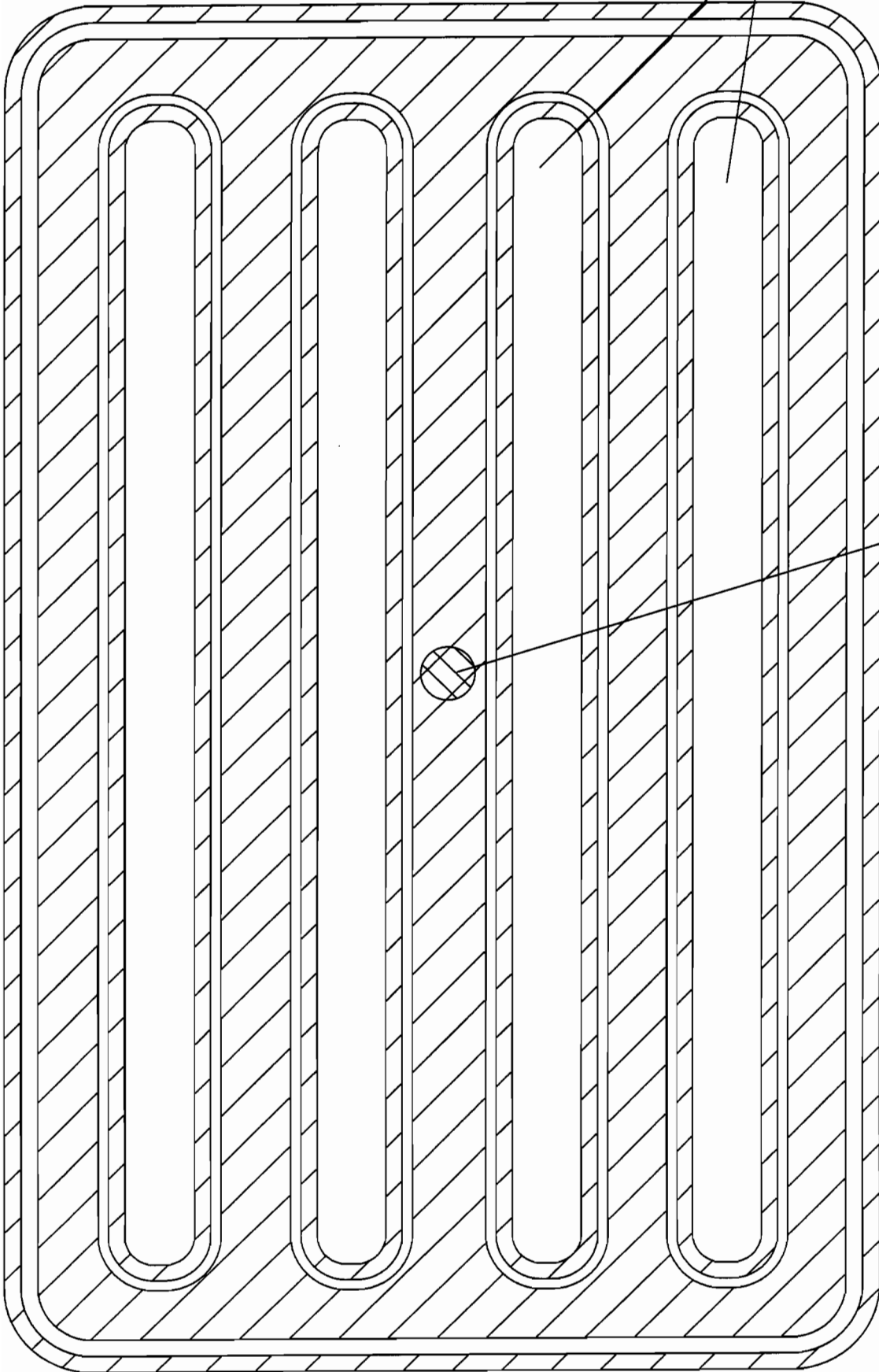




**fig.13**

**B-B**

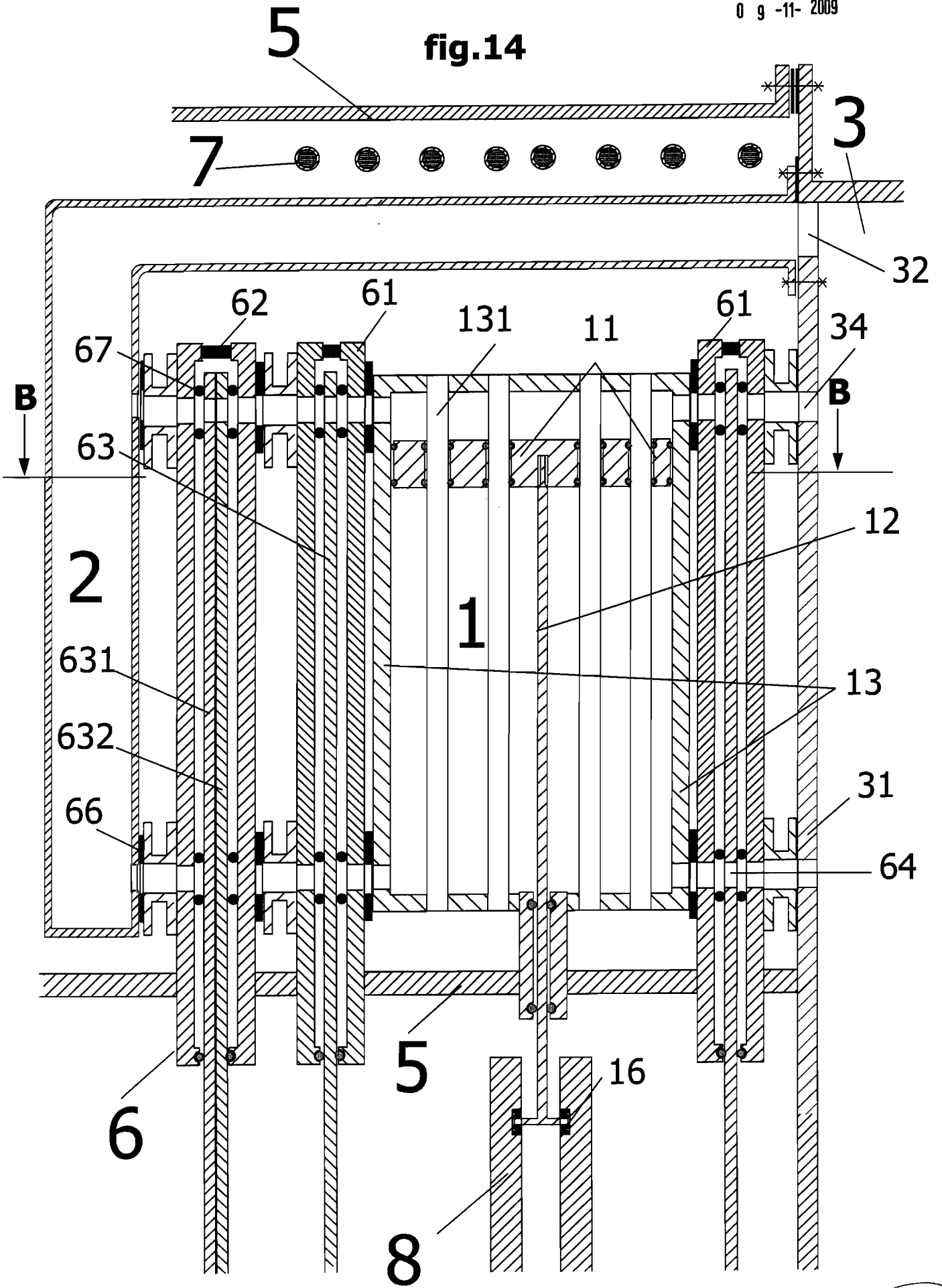
131



12

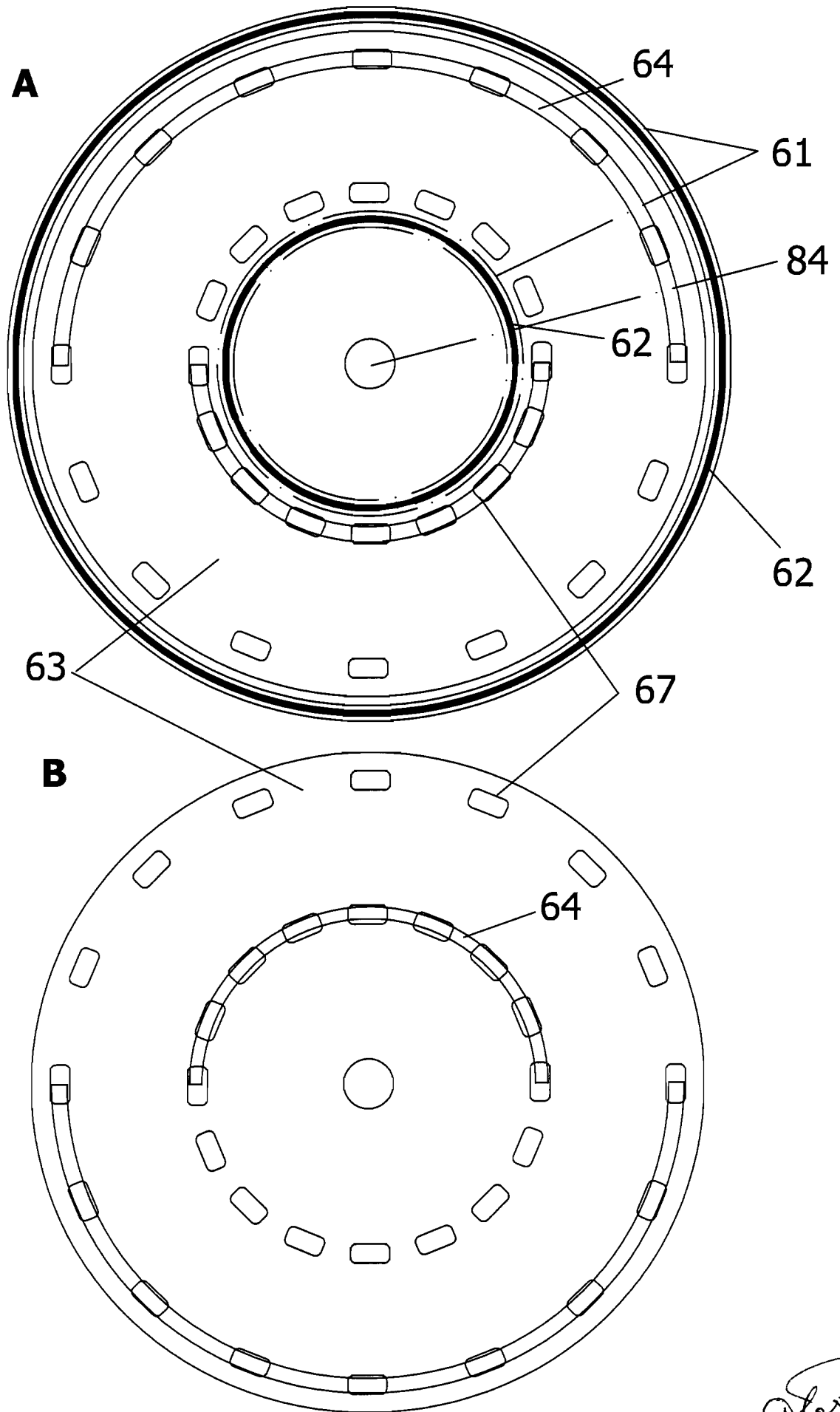
*abro*

fig.14



*abw*

fig.15



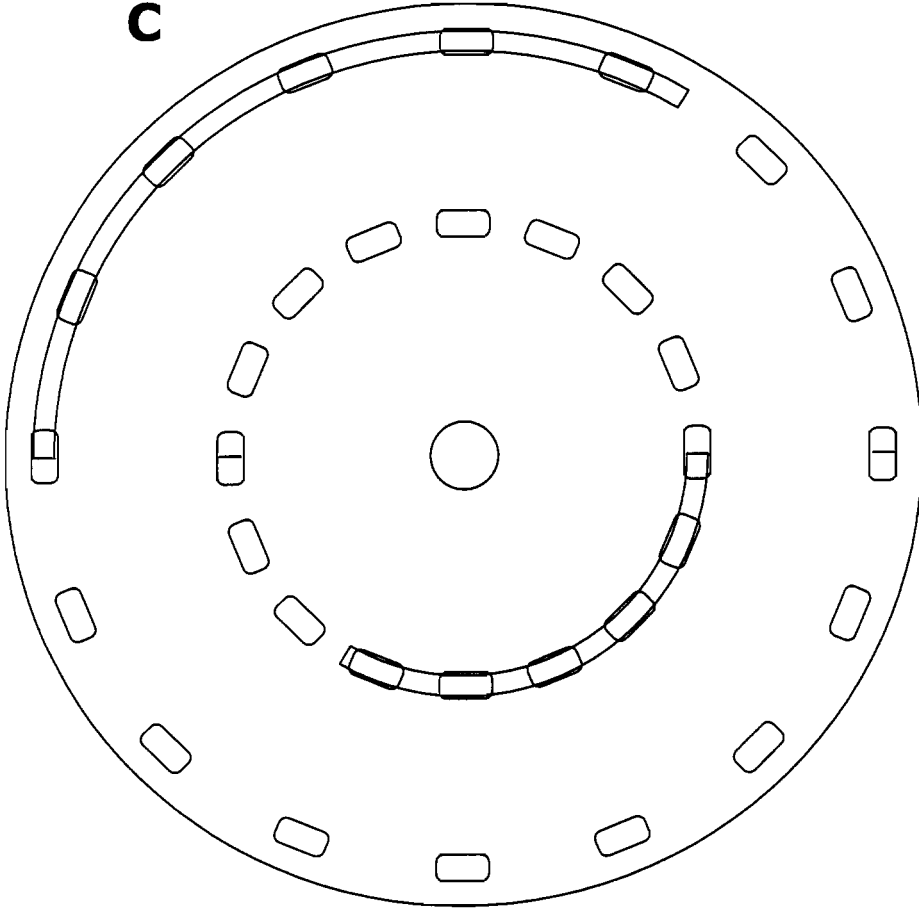
*Alor*

**fig.15**

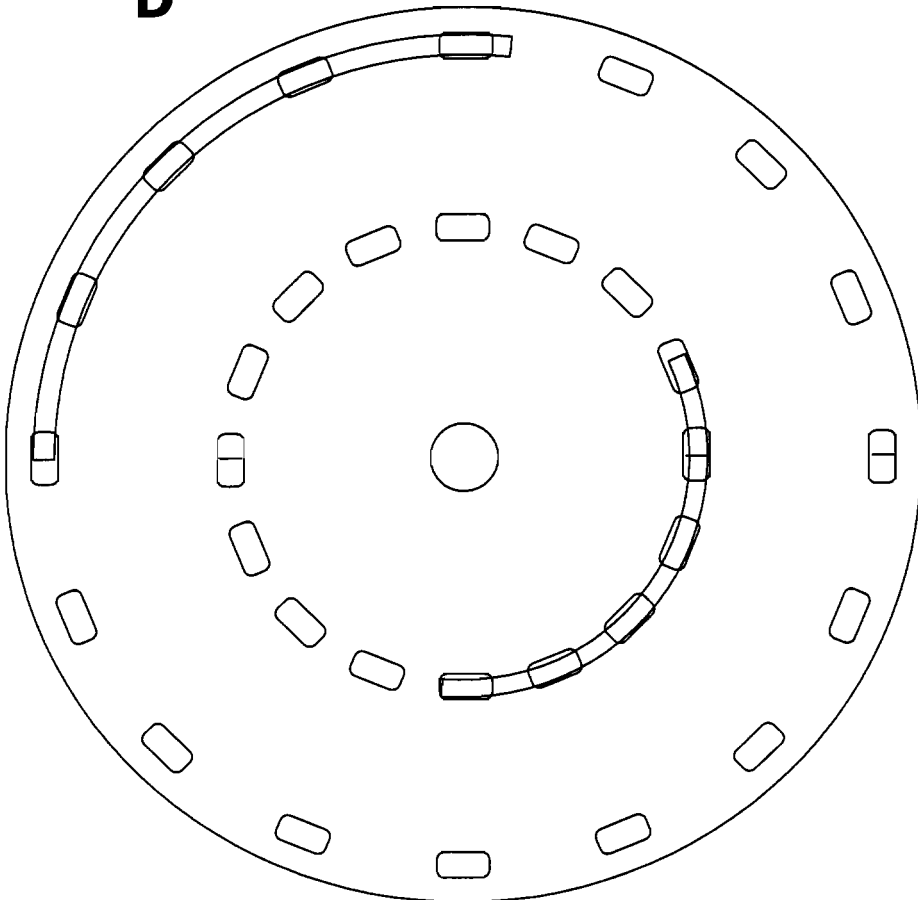
CA-2009-00906..

09-11-2009

**C**

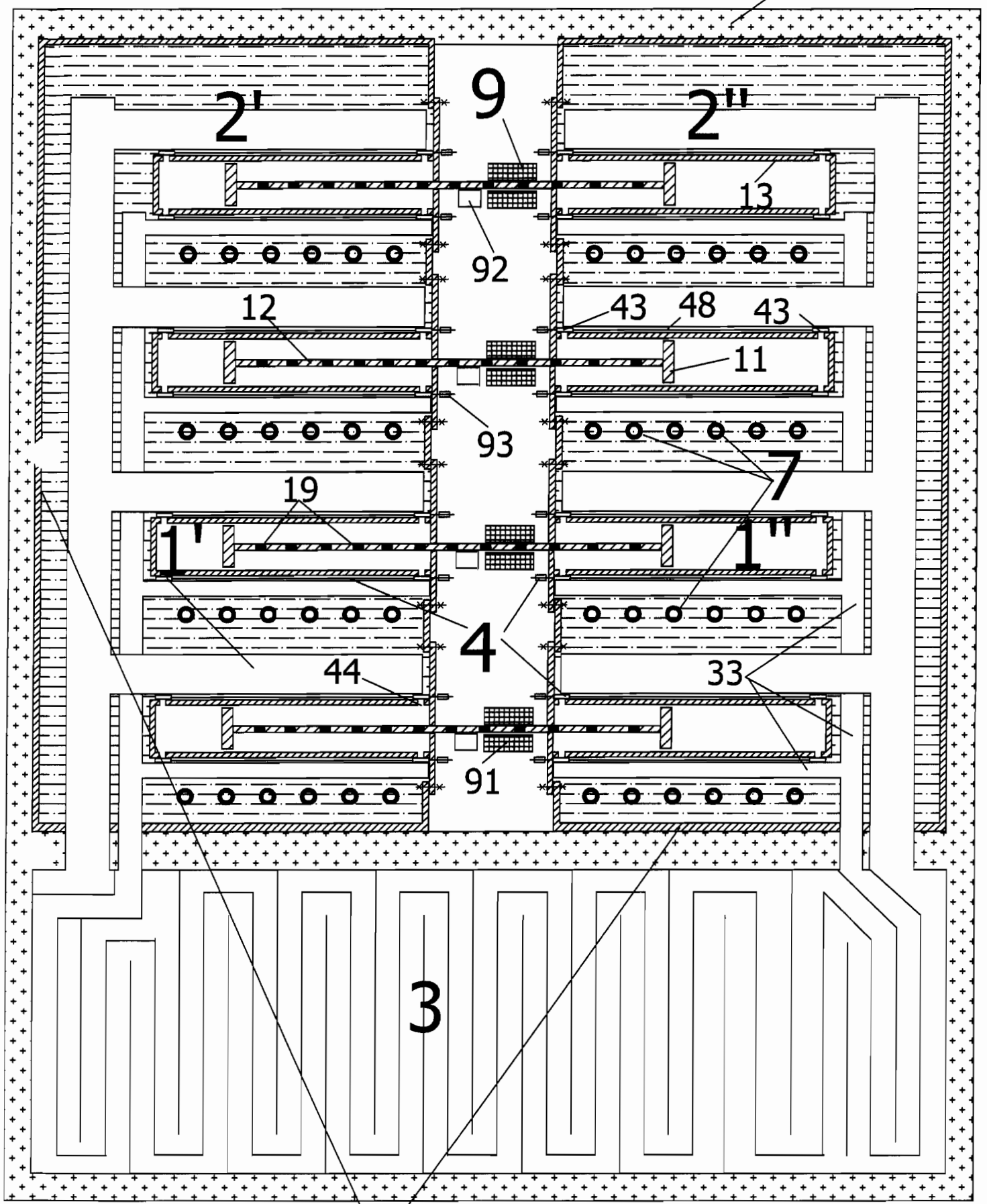


**D**



*alors*

Fig.16



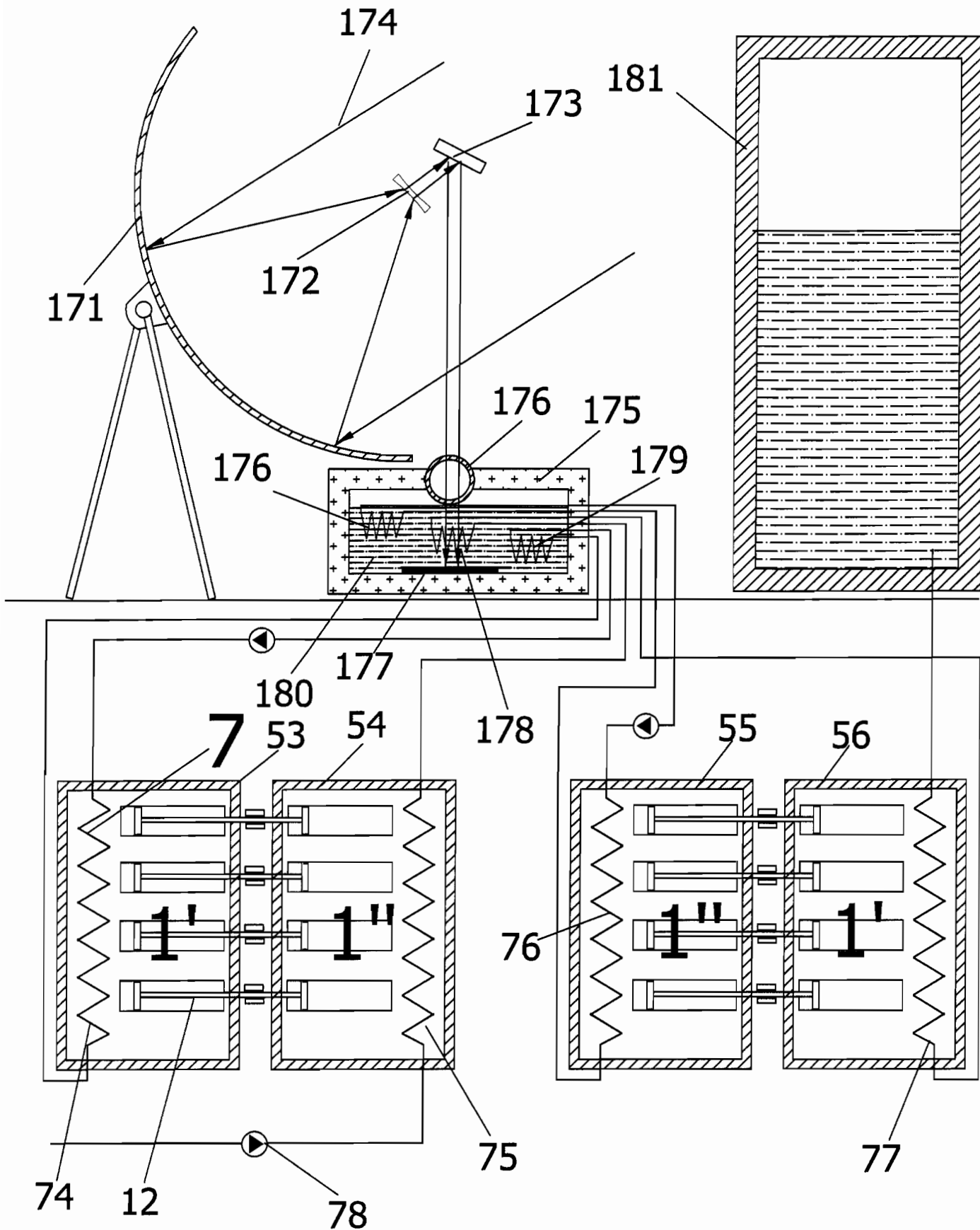
5

*albert*

Fig.17

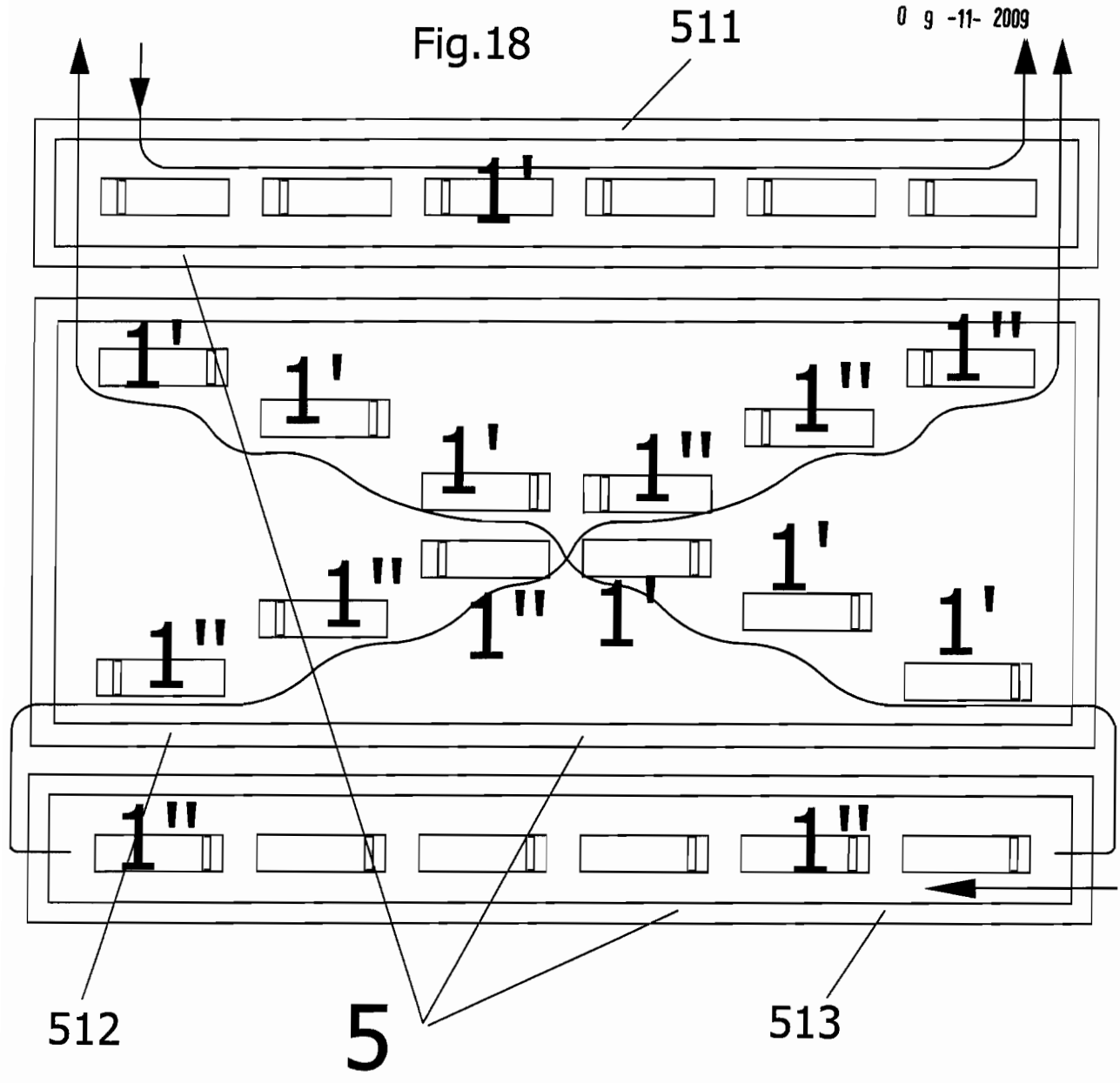
~2009-00906--

09-11-2009



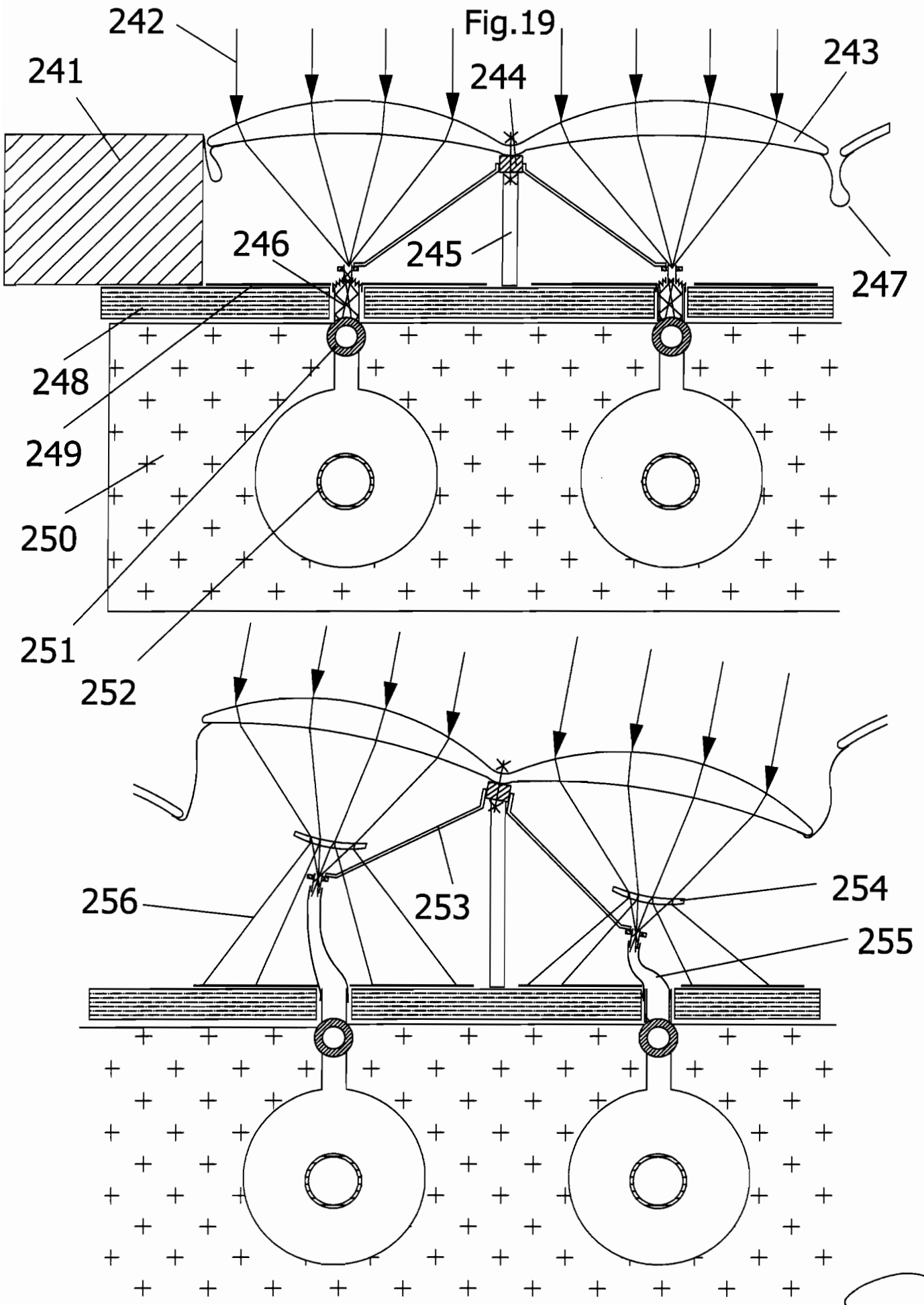
*alors*

Fig.18



*abro*

Fig.19

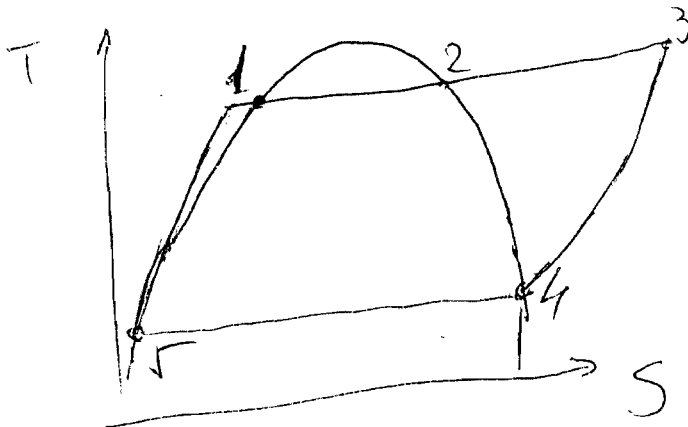
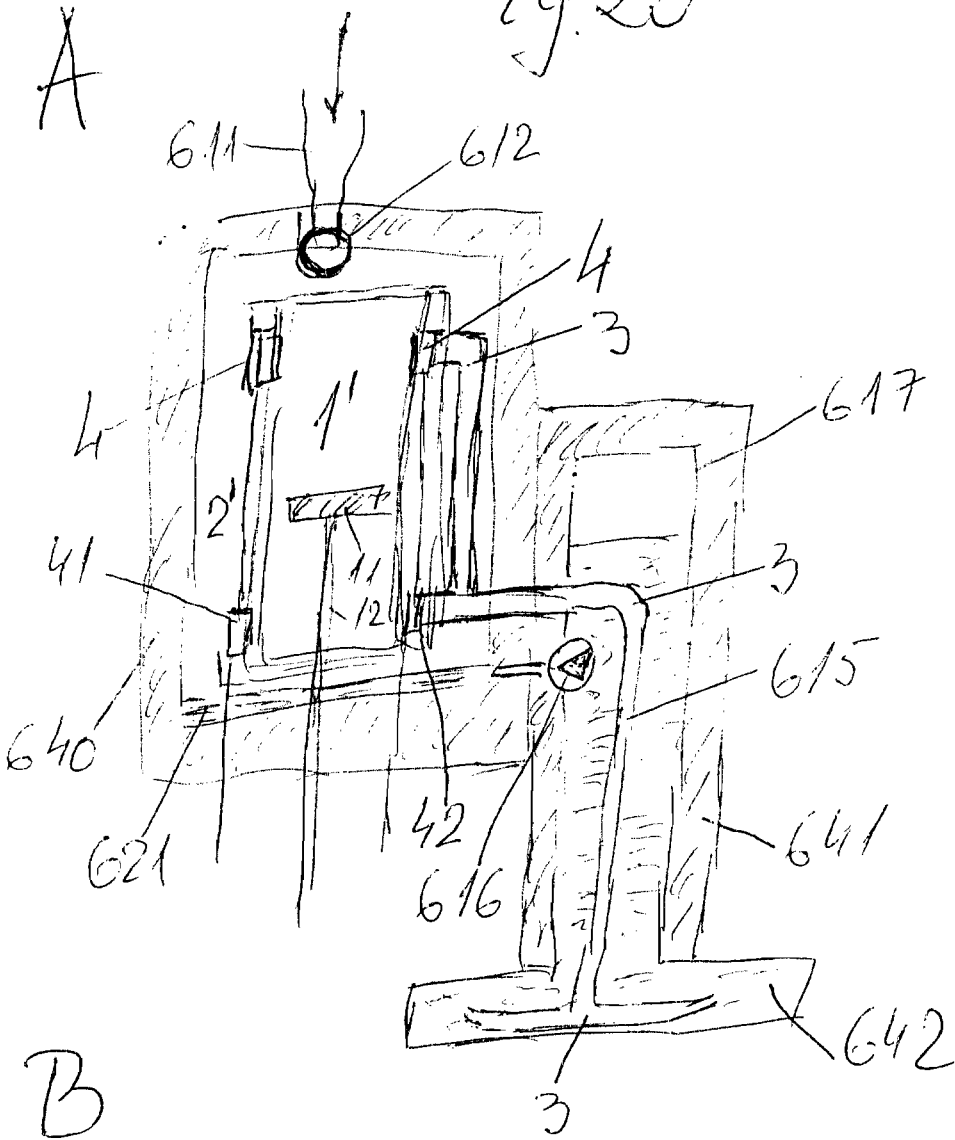


*alor*



09-11-2009

Fig. 20



atw