



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00163

(22) Data de depozit: 23/03/2020

(41) Data publicării cererii:
30/09/2021 BOPI nr. 9/2021

(71) Solicitant:
• MIHALCEA DUMITRU, STR. DONATH
NR. 17, BL. M2, SC.4, AP. 37, CLUJ
NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• MIHALCEA DUMITRU, STR. DONATH
NR. 17, BL. M2, SC.4, AP. 37, CLUJ
NAPOCA, CJ, RO

(54) MOTOR SONIC, CU COMBUSTIE EXTERNĂ CARE
FUNCȚIONEAZA CU AER CALD SAU ALTE GAZE
COMPRESIBILE, APROAPE PERFECT TERMODINAMIC

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un motor sonic, la care în loc de regeneratorul termic, folosește un schimbător de presiune. Motor sonic, conform invenției, este alcătuit dintr-un cilindru (a) care conține un piston de lucru, un cilindru (b) în care se deplasează pistonul de compresie, un încălzitor (c), un schimbător de presiune și un răcitor (f), motor în care aerul comprimat, refulat din cilindru (b) de compresie, ajunge în încălzitor (c), unde este încălzit la temperatura maximă a ciclului, după care ajunge în schimbătorul de presiune unde recuperează energia de la aerul evacuat din cilindru (a) motor și astfel energizat intră în cilindru de lucru, deplasând pistonul, care la rândul lui acționează pistonul compresor care comunică cu încălzitorul (c) pe parcursul întregii curse a acestuia, iar la sfârșitul acestei curse de admisie, comunicarea cu încălzitorul (c) se întrerupe iar pe perioada cursei de revenire a pistonului, aerul, după ce a traversat schimbătorul de presiune unde a cedat energia sa, ajunge în răcitor (f), unde se răcește la temperatura minimă a ciclului, după care este aspirat în cilindru (b) al cărui piston apoi îl comprimă, această circulație a agentului de lucru fiind controlată de un sistem mecanic cu supape, în cilindru (a) de lucru și prin intermediul unui sistem de supape automate în cilindru (b) de compresie, iar poziționarea

în aval sau amonte, a încălzitorului (c) și a răcitorului (f), față de schimbătorul de presiune depinde de construcția și performanța termică a acestuia.

Revendicări: 2
Figuri: 4

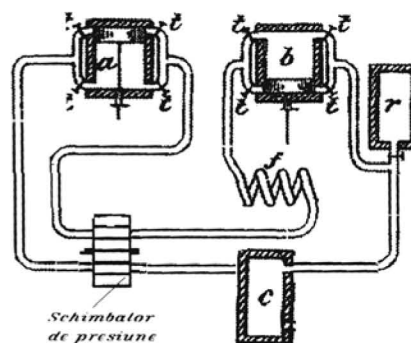


Fig. 2



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr.	a 2020 ep 163
Data depozit	23-03-2020

169
14

MOTOR SONIC, CU COMBUSTIE EXTERNA, CARE FUNCȚIONEAZA CU AER CALD SAU ALTE GAZE COMPRESIBILE, APROAPE PERFECT TERMODINAMIC - Descriere

Prezenta propunerea de invenție se referă la un motor sonic*, cu combustie externă și circuit închis, care funcționează cu aer cald sau alte gaze compresibile, aproape perfect termodinamic, la care transferul de energie între agentul de lucru primar (cald, de înaltă presiune) și secundar (rece, de joasă presiune) este ameliorat cu ajutorul unui schimbător de presiune (recuperator sonic), cu rotor cu unde de presiune*. Aceasta constituie o perfecționare (toppizare) a celor zece (10) brevete de invenție principale¹¹⁻²⁰, cu autor Traian Vuia:

- BE 205.058 - 1908, "Moteur à air chaud à cycle fermé"
- FR 395.754 - 1908, "Moteur a air chaud, a cicle ferme"
- BE 211 606 - 1908, "Moteur à air chaud à cycle fermé – Brevet de perfectionnement pour brevet principale BE 205.058"
- DE -----1908, "Heislufmaschinenanlage"
- AU -----1908, "Heislufmaschinenanlage"
- CH 48145 - 1908, "Heislufmaschinenanlage"
- GB 27,033 – 1908, "An improved system of hot air engine with closed circuit"
- HU 47071 – 1908, "Zart korfolyammal biro holecgép"
- CA 1.18376- 1909, "Systems of hot air engine with closed circuit"
- US 1,169,308 - 1909, "Hot-Air Engine with Closed Circuit".

dintre care am considerat ca fiind reprezentativ, brevetul de invenție US 1,169,308 - 1909, "Hot-Air Engine with Closed Circuit"^{20,21}.

Este cunoscut motorul pe care Sadi Carnot (1796 – 1832)²²⁻²⁸ l-a făcut public pentru prima dată, în studiul publicat în anul 1824. Acest motor cunoscut și sub numele de motorul perfect termodinamic, care a rămas o referință, funcționează după un ciclu termic (ideal) compus din două procese de compresie și destindere izoterme*, la care transferul de energie între acestea se face printr-un proces de compresie și destindere de entropie minimă (adiabat)*.

Sunt cunoscute motoarele istorice, care au avut ca țintă ipotetică funcționarea după ciclul termic ideal, Carnot, revendicate de Robert Stirling (1790 – 1878)²⁹⁻³¹, John Ericsson (1803 – 1889)^{32, 33, 35}, Traian Vuia (1872 – 1950)¹¹⁻²¹ și alții. La acestea izotermarea compresiei și destinderii, este realizată prin procedeul „izotermării induse”, fundamentat teoretic astăzi de Ion Pomojnicu (1939 -)^{1,36-38} și Arpad Torok³⁹, iar transferul de energie între agentul de lucru primar (cald, de înaltă presiune) și secundar (rece, de joasă presiune) se realizează cu ajutorul unui aparat (regenerator*, recuperator*), prin schimb termic. Fata de motorul Carnot acestea prezintă dezavantajul că transferul de energie între cele două izoterme se face printr-un proces izocor sau izobar, ceea ce reduce eficiența motorului.

Este cunoscută situația contradictorie creată de W.J.M.Rankine (1820–1872) care atribuie lui John Ericsson³⁵ numai meritul motorului revendicat în anul 1851. În lucrarea "A Manual of the Steam Engine and Other Prime Movers", capitolul 276 "Heat Received and Rejected at Constant Pressures Joule's Engine"⁴⁰ face referire la lucrarea lui William Thomson (1824 – 1907) în care este comentat motorul lui James Prescott Joule în care sunt folosite regeneratoarele și răcitoarele astfel încât aerul să primească și să cedeze căldura nu la o pereche de izoterme, ci la o pereche de izobare. Din această cauză, primul ciclu termic al motorului caloric Ericsson³⁵ compus din două adiabatice de compresie și destindere, intersectate de două izobare de cedare și primire a căldurii, este cunoscut astăzi sub numele de ciclul termic Joule-

Brayton, deși *motorul cu aer*, a fost făcut public de James Prescott Joule⁴¹ numai în anul 1851, iar *motorul cu presiune constantă și combustie internă*, inventat de George Brayton^{42,43} numai în anul 1872. O clarificare a acestei confuzii, din punct de vedere istoric o face Sier Robert și din punct de vedere științific Ivo Kolin⁴⁶; primul nu aminteste de motorul Joule acesta nefiind de fapt realizat practic, iar al doilea evita să atribuie acestui ciclu termic numele de „*ciclul termic Joule-Brayton*” ci mai de graba ar fi inclinat să îi atribuie numele de „*ciclul termic Joule- Ericsson*”.

Este cunoscut de asemenea motorul gândit de George Cayley (1773 – 1857)⁴⁴⁻⁴⁸, considerat ca fiind cu combustie internă și turbina cu gaze de ardere, larg aplicată astăzi, și la a cărei dezvoltare a contribuit și Traian Vuia (1925)⁴⁹⁻⁵². Ciclul termic al motorului Cayley este de fapt, același cu ciclul de funcționare al turbinei cu gaze de ardere, compus din: compresie, încălzire la presiune constantă urmată de destindere. Principala diferență este aceea că motorul Cayley folosește un compresor și detentor cu piston, în timp ce turbina cu gaze de ardere utilizează compresoare și detentore rotative, de tipul compresor centrifugal și turbina. Primul compresor centrifugal folosit la o astfel de aplicație a fost studiat și construit în România, de Ion Vlădea (1907-1975)⁵³ și a fost folosit la supralimentarea motoarelor de avion IAR-14K IVc32 1000A. La acest motor echipat cu turbina și compresor centrifugal, izotermarea compresiei și destinderii se realizează prin fragmentare într-un număr de trepte⁵²⁻⁵⁵, o soluție constructivă complexă din punct de vedere mecanic, inferioară termodinamic și mecanic izotermării induse Pomojnicu^{1,36-38}, aplicată la mașinile cu piston. În forma ei cea mai avansată, turbina cu gaze de ardere poate funcționa după un ciclu termic „*toppizat*”, (apropiat de ciclul termic Carnot²²⁻⁸⁷), la care pentru transferul de energie între izoterme a fost ameliorat cu ajutorul unui recuperator de energie termică⁵⁶ (preheater)⁵⁷, de tip Ericsson³⁴ sau Vuia⁴. Acest motor prezintă dezavantajul că gazele rezultate din ardere, cu temperatura ridicată, au influențat negativ structura și funcționarea mecanică a turbinei. Din această cauză recuperatorul de energie termică a fost înlocuit cu un schimbător de presiune^{59,60} în care gazul care intră în turbină a fost deja răcit de către undele de expansiune, în rotorul de unde de presiune.

Schimbătorul de presiune, pe care l-am numit aici „*recuperator de energie sonic*”, folosit la toppizarea ciclului termic, utilizează undele de șoc⁵⁸, pentru un schimb de presiune dinamic. Acesta a fost revendicat de Claude Seippel (1900–1986), în anul 1940^{59,60}. Conform P. H. Azoury⁶¹ și N. Mueller⁶², schimbătorul de presiune este un aparat folosit pentru schimbul direct de energie, fără pierderi, între două curgeri care sunt inițial la niveluri diferite de presiune; un fluid (primar) care se destinde exercitând forțele sale de presiune pentru a comprima un alt fluid (secundar). Limitele de presiune ale compresiei și destinderii nu trebuie să fie egale. Aceasta poate fi folosit la procesul de compresie și destindere izentropă din ciclul termic Carnot, nerezolvat încă din punct de vedere mecanic printr-o soluție tehnică care să permită fabricația la scara industrială. Deși astăzi aplicația sa majoră este la supraalimentarea motoarelor de automobile⁶³⁻⁷⁰, inițial a fost destinat toppizării ciclului termic al turbinei cu gaze⁵⁹.

Prezența undelor de presiune în funcționarea unui motor Stirling a fost evidențiată în studiile lui T. Finkelstein și A.J. Organ⁷¹⁻⁷⁴ în care considera că, curgerea nestaționară, compresibilă, se datorează la cel puțin două fenomene fizice generate la randul lor de relația dintre distribuția presiunii și debitului, respectiv:

- efecte vâscoase, uneori cunoscute sub numele de disiparea vâscoasă, și
- efecte acustice care fac ca informațiile despre presiune să se deplaseze la viteza locală a sunetului „a” combinată cu viteza particulelor, „u”. Cu alte cuvinte, o schimbare de presiune inițiată pe o față a pistonului într-o anumită poziție unghiulară a arborelui cotit nu este resimțită la capătul îndepărtat al circuitului de gaz până când arborele cotit nu s-a rotit mai departe.

Condițiile în care apar undele de presiune (sonice) au fost determinate experimental de D.H. Rix⁷⁷ (1984), pe un motor Stirling de tip „a”, cu pistoane opuse și prin simulare de Organ (1982), bazat pe metoda caracteristicilor. Prin studiile lor (1993, 1997) aceștia au demonstrat că la oscilații ale

165

12

pistonului de pana la 7000/min sunt generate unde de presiune alternante (înainte și înapoi) prin țesătura regeneratoarelor, modificând caracterul schimbului de energie. Aceste studii sunt foarte importante deoarece scot în evidență existența undelor de presiune în funcționarea unui motor de tip Stirling, dar prezintă dezavantajul că nu precizează dacă modifică sau nu procesul izobar sau izocor de transfer al energiei între izoterme și în ce mod.

Este cunoscut motorul cvasi Carnot revendicat de Andrei Vasile Chrisoghilos⁷⁶⁻⁸⁵. Acesta prezintă dezavantajul că procesul de compresie și destindere izentrop se realizează cu ajutorul unui sistem mecanic complex, de tipul piston, declarat adiabatic, dar în realitate fără posibilitate de izolare termică din cauza construcției mecanice, cu componentele calde și reci încorporate unele în altele.

Este cunoscută și metoda de energizare a aerului comprimat cu care este alimentat motorul (detentorul) Guy Negre (1941 - 2016), prin încălzire și creșterea presiunii prin undă de soc⁸⁶. Această metodă prezintă dezavantajul că aparatele folosite nu permit o recuperare a energiei termice iar recuperarea energiei din aerul comprimat evacuat se face numai parțial și nu în mod continuu.

Scopul invenției este acela de perfecționare a motorului revendicat de Traian Vuia prin invenția principală, astfel ca acesta să funcționeze după un ciclu termic apropiat de ciclul termic ideal Carnot, prin ameliorarea procesului de transfer al energiei între agentul termic rece (de joasă presiune) și agentul termic cald (de înaltă presiune).

Astfel ecuația energetică a mecanismului bazat pe dinamica fluidelor, responsabil de transferul de energie, este exprimat în următoarea formă diferențială⁸⁷

$$\frac{Dh_o}{Dt} = \frac{-1}{\rho} \nabla \cdot \bar{q} + \frac{1}{\rho} \bar{f} \cdot \bar{V} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial t}$$

unde:

- h_o entalpia totală, (J/kg)
- ρ densitatea fluidului, (kg/m³)
- q fluxul de transfer termic, (W/m²)
- V viteza particulei de fluid, (m/s)
- p presiunea statică, (N/m²)
- f coeficient
- t timp

Partea stângă a ecuației reprezintă rata netă de energie obținută de o particulă fluidă, în unitatea de timp, iar în partea dreaptă primul termen reprezintă transferul de energie prin transfer de căldură, al doilea este transferul de energie prin forțele de forfecare și amestec turbionar, iar al treilea este transferul de energie prin acțiunea forțelor de presiune (schimbul de presiune). În condițiile în care motoarele opozabile care lucrează după ciclul termic Stirling și Ericsson-Vuia, izotermate, au o eficiență mai mică decât eficiența motorului Chrisoghilos care lucrează după ciclul cvasi – Carnot*, putem trage concluzia că procesul de transfer de energie prin intermediul forțelor de presiune aplicat la motorul cvasi – Carnot este realizat cu entropie minimă, față de procesul de transfer de energie prin schimb termic, aplicat la motoarele Stirling, Ericsson - Vuia, se realizează un schimb de energie mai mic. Deci pentru ca transferul de energie să fie unul care să genereze eficiență, ar trebui ca aparatul folosit să asigure nu numai un schimb termic ci și un schimb de presiune.

Problema tehnică care trebuie rezolvată prin această invenție constă în completarea motorului cu aer cald și circuit închis revendicat prin invenția principală la care transferul de energie se face cu ajutorul unui recuperator de energie termică, cu un aparat care să permită și transferul de energie prin acțiunea forțelor de presiune⁸⁷.

Motorul sonic, cu combustie externă, care funcționează cu aer cald sau alte gaze compresibile, aproape perfect termodinamic, (motor ideal Carnot), conform invenției complementare, rezolvă problema tehnică și înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că la elementele constitutive cunoscute ale motorului conform invenției principale, se adaugă un schimbător de presiune (recuperator sonic) care va ameliora transferul de energie prin acțiunea forțelor de presiune⁸⁷, între agentul de lucru primar (cald, de înaltă presiune) și secundar (rece, de joasă presiune). Acest aparat cunoscut sub numele de “schimbător de presiune”, este numit în continuare “recuperator sonic” deoarece funcționarea se bazează pe generarea de unde sonice de compresie și destindere. Acesta asigură în principal transferul de energie prin acțiunea forțelor de presiune și în mai mică măsură un schimb termic între cele două medii de lucru.

În continuare se prezintă un exemplu de realizare a motorului sonic, cu combustie externă, care funcționează cu aer cald sau alte gaze compresibile, aproape perfect termodinamic (toppizat), conform invenției complementare, în legătură și cu figurile 1, 2, 3 și 4, care reprezintă:

- fig.1 structura motorului cu aer cald și circuit închis, conform invenției principale;
- fig.2 structura motorului sonic, cu combustie externă, care funcționează cu aer cald sau alte gaze compresibile, aproape perfect termodinamic (toppizat), conform invenției complementare, la care în locul recuperatorului pentru energie termică folosit de Traian Vuia este folosit un schimbător de presiune;
- fig.3 structura motorului sonic, cu combustie externă, care funcționează cu aer cald sau alte gaze compresibile, aproape perfect termodinamic (toppizat), conform invenției complementare, la care în plus față de recuperatorul pentru energie termică folosit de Traian Vuia este folosit și un schimbător de presiune;
- fig.3 un desen în explozie a schimbătorului de presiune (recuperatorului sonic).

Motorul sonic, cu combustie externă, care funcționează cu aer cald sau alte gaze compresibile, aproape perfect termodinamic (toppizat), conform invenției complementare, este alcătuit ca și motorul cu aer cald și circuit închis conform invenției principale, dintr-un cilindru *a* care conține un piston de lucru, un cilindru *b* în care se deplasează pistonul de compresie, un încălzitor *c*, un schimbător - recuperator *e e'* și un racitor *f*. Aerul comprimat, refulat din cilindrul de compresie *b* trece prin tubul exterior al schimbătorului - recuperator *e e'* și intră în reîncălzitor sau încălzitor *c* unde este încălzit la temperatura maximă a ciclului și intră în cilindrul de lucru *a*, deplasând pistonul. Acest cilindru comunică cu încălzitorul *c* pe parcursul întregii curse a pistonului. La sfârșitul acestei curse de admisie, comunicarea cu încălzitorul *c* se întrerupe iar pe perioada cursei de revenire a pistonului, aerul, după ce a traversat tubul central al schimbătorului de căldură-recuperator *e e'* și de asemenea racitorul *f*, în cazul în care acesta s-a răcit la temperatura minimă a ciclului, este aspirat în cilindrul *b* al cărui piston apoi îl comprimă prin tubul exterior al schimbătorului de căldură-recuperator *e e'*, în încălzitorul *c*. Acesta circulație a agentului de lucru, care servește ca mijloc de transport pentru căldură, de la cilindrul *a* la cilindrul *b*, este controlată de un sistem mecanic cu supape în cilindrul de lucru *a* și prin intermediul unui sistem de supape automate în cilindrul de compresie *b*; aceste supape nefiind necesar a fi descrise.

Conform invenției principale, schimbătorul de căldură-recuperator *e e'* este compus din două tuburi concentrice sub forma unei serpentine, sau din mai multe elemente similare legate în paralel, sau dintr-un cilindru metalic care conține un fascicol de tuburi mai mici, cunoscut sub numele de schimbător de căldură multitubular. Fluidul traversează aceste tuburi în direcții opuse. Fluidul cald refulat din cilindrul de lucru *a*, intră în tubul central, cedează căldura sa tubului exterior prin care circula fluidul rece care provine din cilindrul de compresie *b*. Există, prin urmare, un schimb continuu de căldură între cele două fluide. Racitorul *f* este o serpentina imersată într-un lichid care este răcit sau reînnoit prin metode obișnuite. Acesta poate consta de asemenea dintr-un fascicol de tuburi răcite cu aer, cunoscut și sub numele de racitor de aer.

Instalația poate cuprinde și un rezervor de aer comprimat *r*. Înlocuirea aerului pierdut prin neetanșeități se face cu ajutorul unui compresor auxiliar care trimite aerul comprimat în rezervor, sau în cazul în care nu există niciun rezervor, în încălzitor, de îndată ce presiunea scade sub limita dorită sau prestabilită.

Potrivit invenției complementare, așa cum rezulta din figura 2, la structura prezentată în figura 1, în locul schimbătorului de căldură-recuperator $e e'$ se folosește un aparat - schimbător de presiune. În acesta are loc transferul de energie prin acțiunea forțelor de presiune ⁶², între agentul de lucru primar (cald, de înaltă presiune) și secundar (rece, de joasă presiune), cât și un transfer redus de energie termică. Dacă la motorul conform invenției complementare, recuperarea de energie termică nu este apropiată de aceea realizată cu recuperatorul de energie termică conform invenției principale, sau altfel zis performanța sistemului nu este apropiată de aceea a motorului Carnot, atunci sistemul conform invenției complementare, cu structura prezentată în figura 2, va fi completat cu un recuperator de energie termică conform invenției principale, structura acestuia fiind prezentată în figura 3.

Aparatul cu unde schimbătoare de presiune, prezentat în explozie în figura 3, este un schimbător de presiune care folosește conceptul transferului direct a presiunii între fluide, aflate în stare gazoasă sau lichidă, cu parametrii de stare diferiți. Aceasta constă dintr-un rotor 3, cunoscut și sub numele de "*Rotor cu unde de presiune - (Wave pressure rotor)*", cu canale drepte, dispuse în jurul axei sale 1. Acesta se rotește într-o carcasă exterioară 4 (stator), între două plăci de capăt 2 și 5, fiecare având câteva deschideri care asigură curgerea fluidului prin canale și racorduri care asigură legătura cu instalația exterioară. Numărul deschiderilor și al racordurilor variază de la o aplicație la alta.

În acest aparat energia este transferată între două curgeri ale unui fluid aflat în stare de gaz, prin scurt contact direct, în canalele de curgere ale rotorului, numite și celule. În aceste canale are loc fenomenul fizic prin care, dacă două fluide de presiuni diferite sunt aduse în contact direct, presiunea de echilibru se atinge mai repede decât în cazul amestecului. Astfel în schimbătorul de presiune sunt generate unde de soc instabile care produc curgeri stabile de gaz, unde presiunea fluxului de ieșire poate fi mai mare decât cea a fluxului de intrare. Undele de compresie și destindere sunt inițiate în canalele rotorului prin rotația acestuia și realizarea unei legături hidraulice între capetele canalelor și deschiderile din plăcile de capăt staționare. Astfel, spre deosebire de curentul uniform dintr-un motor cum ar fi motorul Pomojnicu-Chrisoghilos, în care compresia sau destinderea se realizează în spații diferite, în cazul schimbătorului de presiune, ambele procese se dezvoltă în același spațiu.

Rotoarele cu unde de presiune ⁶⁷ nu folosesc componente mecanice precum pistoane sau palete pentru a comprima fluidul. În schimb, creșterea presiunii se obține generând unde de compresie în geometrii adecvate. S-a demonstrat că pentru aceleași numere Mach de intrare și ieșire, presiunea câștigată în dispozitivele de curenți dependenți de timp, poate fi mai mare decât în dispozitivele cu curenți stabili ⁶⁹. În prezent mașinile cu unde de presiune ⁶⁸ sunt folosite ca supraalimentatoare cu unde de presiune la motoarele cu ardere internă, sau pentru toppizarea turbinelor cu gaz. Sunt folosite și la instalațiile hidraulice unde agenții de lucru sunt în stare lichidă.

Motorul sonic, cu combustie externă, care funcționează cu aer sau orice alt gaz compresibil, aproape perfect termodinamic, conform invenției complementare, prezintă avantajul că face posibilă funcționarea după un ciclu termic apropiat de ciclul termic al motorului perfect termodinamic Carnot, la care procesele de transfer între izoterme sunt cvasi izentropice (adiabate). ⁶⁰

Folosirea schimbătorului de presiune pentru transferul de energie prin acțiunea forțelor de presiune ⁶², între agentul de lucru primar (cald, de înaltă presiune) și secundar (rece, de joasă presiune), permite temperaturi mai mari de încălzire deoarece gazul care intră în pistonul cald (cilindrul motor) a fost deja răcit de undele de destindere, în schimbătorul de presiune. Deoarece adaosul de căldură are loc la presiuni și temperaturi mai mari, cât și datorită faptului că lucrul de destindere și comprimare în rotorul cu unde de presiune sunt egale, presiunea totală în motorului *toppizat* depășește cu 15 -20% aceea a motorului netoppizat. Aceasta în condițiile în care aportul de energie din exterior (solară sau de orice alt fel) este mai mic, iar lucrul mecanic realizat de cilindrul detentor (de lucru) este mai mare decât la un motor netoppizat ⁶⁰.

Un alt avantaj este acela că procedeul de toppizare propus permite ca motorul să fie realizat la scară industrială, folosindu-se componente aflate în fabricația de serie din domeniul mașinilor și aparatelor din industria frigorifică sau auto, care nu mai ridică probleme tehnologice și de fiabilitate.

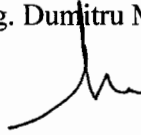
164
9

Motorul toppizat prin echiparea cu schimbator de presiune, va fi mai compact decat motorul echipat cu recuperator bazat pe schimbul termic si va fi unul ecologic cu eficienta ridicata.

Intocmit

Data: 09 martie 2020

Ing. Dumitru Mihalcea




* Note explicative pentru termenii neuzuali, folositi in redactarea propunerii de inventie:

Izotermat	Procedeu de mentinere la temperatura constanta a unui proces termic, cum ar fi compresia sau destinderea unui gaz
Proces termic de entropie minima (adiabat)	Transformarea care are loc într-un sistem izolat termic, fara schimb de căldură cu exteriorul. În general, un proces care se petrece destul de repede față de viteza cu care are loc schimbul de căldură, poate fi considerat adiabatic, chiar dacă izolarea termică fata de mediul exterior nu este perfectă, de exemplu: propagarea undelor prin gaze..
Toppizat	Termen derivat din cuvantul englez "top", sinonim cu cuvantul romanesc "varfuire", neutilizabil.
Schimbator de presiune; Rotor cu unde de presiune; Recuperator sonic	Aparat folosit pentru transferul de energie prin acțiunea forțelor de presiune între un agent de lucru primar (cald, de înalta presiune) si unul secundar (rece, de joasa presiune). Este numit si "rotor cu unde de presiune" sau "recuperator sonic" deoarece functionarea se bazeaza pe generarea de unde sonice de compresie si destindere. Acesta asigura in principal transferul de energie prin acțiunea forțelor de presiune si in mai mica masura un transfer de energie termica prin schimb termic intre cele doua medii de lucru aflate in contact direct.
Motor sonic	Motor echipat cu recuperator sonic
Regenerator	Aparat folosit pentru schimbul termic, intre doi agenti aflatii in curgere alternativa si intermitenta.
Recuperator	Aparat folosit pentru schimbul termic intre doia agenti aflatii in curgere permanenta.



MOTOR SONIC, CU COMBUSTIE EXTERNA, CARE FUNCTIONEAZA CU AER CALD SAU ALTE GAZE COMPRESIBILE, APROAPE PERFECT TERMODINAMIC - Bibliografie

1. Mihalcea, D. (2013) "Motorul Pomojnicu – Chrisoghilos, cu combustie externa, aproape perfect termodinamic" | Editura MidoPrint, Cluj Napoca 2013 | ISBN 978-606-8379-05-04. CIP 621.412 (editia revizuita Cluj Napoca 2017) | ISBN 978-973-0-22980-6)
2. Mihalcea, D. (2016) „Motorul Vuia, cvasi perfect termodinamic, cu aer cald si circuit inchis”| Prelegere ținută la Academia Română – Secția de Științe tehnice cu ocazia simpozionul “110 ani de la istoricul zbor a lui Traian Vuia” | București, 8 aprilie 2016.
3. Mihalcea, D. (2016) „Engine Vuia, Quasi-Perfect Thermodynamic, with Hot Air and Closed Circuit” | Conferința ISEC 2016, din 24-26 aug.2016, Northumbria University, Newcastle, UK, organizata cu ocazia aniversarii a 200 de ani de la publicarea de catre Robert Stirling a inventiei GB 4081 „Improvements for diminishing the consumption of fuel and in particular an engine capable of being applied to the moving (of) machinery on a principle entirely new”.
4. Mihalcea, D. (2016) “TRAIAN VUIA - Inventatorul motorului cu aer cald si circuit inchis”| Cluj Napoca, 2017. ISBN 978-973-0-22980-6 Inregistrata in anul 2016, sub acelas ISBN cu titlul “Constructorul Primului Motor cu Aer Cald si Circuit Inchis, Cvasi-Perfect Termodinamic, de Presiune Inalta” | Cluj Napoca 2016|
5. Mihalcea, D. (2016) “TRAIAN VUIA – Integrala Invențiilor Revendicate pentru Motorul cu Aer Cald și Circuit Închis”| Cluj Napoca | ISBN 978-973-0-22981-3
6. Mihalcea, D. (2016) „MOTOARELE ERICSSON, JOULE, BRAYTON, VUIA: Confuzie, Paralelism, sau Noutate”| Manuscris, Cluj Napoca 2016 .
7. Mihalcea, D. TRAIAN VUIA | ISBN 978
8. Mihalcea, D. (sep. 2017) “TRAIAN VUIA – Studiu pentru reconstruirea motorului Vuia, cu aer cald și circuit închis” | Cluj Napoca 2017| ISBN 978-973-0-25472-3.
9. Mihalcea D. (2017) Motorul Sonic Vuia | Cluj Napoca 2017.
10. Mihalcea, D. (May – August 2018) “Hot air engine developed and patented by Traian Vuia, a Romanian performance for 21st century”| Romanian journal of technical sciences applied mechanics, Vol. 63, N° 3, P. 253–275, Bucharest.
11. VUIA Trajan, Brevetul de inventie BE 205.058, “Moteur à air chaud à cycle fermé” - Ap. D. 06 Jan. 1908, Acc. D. 31 Jan. 1908
12. VUIA Trajan, Brevetul de inventie FR 395.754, “Moteur a air chaud, a cicle ferme”, Ap.D. 28 Oct. 1908, Acc. D 17 March 1909
13. VUIA Trajan, Brevetul de inventie BE 211 606 , "Moteur à air chaud à cycle fermé" – Brevet de perfectionnement pour brevet principale BE 205.058- Ap.D 30 Oct.1908, Acc. D 16 Nov. 1908.
14. VUIA Trajan, Brevetul de inventie DE _____, “Heisluftmaschinenanlage”, Ap.D. 04 Dez. 1908.
15. VUIA Trajan, Brevetul de inventie AU _____, “Heisluftmaschinenanlage”, Ap.D. 07 Dez. 1908.
16. VUIA Trajar., Brevetul de inventie CH 48145, “Heisluftmaschinenanlage”, Ap.D. 09 Dez. 1908, Acc.D. 16 Sept.1910
17. VUIA Trajan, Brevetul de inventie GB 27,0339, “An improved system of hot air engine with closed circuit”. Ap.D. 12 Dec. 1908, Acc.D. 13 Dec. 1909.
18. VUIA Trajan, Brevetul de inventie HU47071, “Zart korfolyammal biro holeggeg”. Ap.D 18 Dec.1908, Acc.D 19 Nov. 1909,
19. VOUIA Trajan, Brevetul de inventie CA 1.18376, “Systems of hot air engine with closed circuit”, Ap.D. 8 Jan.1909, Acc.D. 18 May 1909,
20. VUIA Trajan, Brevetul de inventie US 1,169,308, “ Hot-Air Engine with Closed Circuit”, Ap.D. 06 Jan. 1909, Acc.D. 25 Jan.1916.
21. Dosarul aplicatiei pentru brevetul de inventie US 1,169,308, “ Hot-Air Engine with Closed Circuit”|, National Archives at Kansas City| 1909-1915.



22. Carnot, S. „Reflections sur la puissance motrice du feu sur les machines propres a developper cette puissance”| Librăria Chez Bachelier, Paris | (1824).
23. Thomson, William (Lord Kelvin) “An Account of Carnot's Theory of the Motive Power of Heat - with Numerical Results Deduced from Regnault's Experiments on Steam.”| Transactions of the Edinburgh Royal Society, XVI. January 2 |(1849)
24. Carnot, S. „Reflections on the Motive Power of Heat”| editată prin grija lui R. H., Thurston, New York, John Wiley & Sons. (1897).
25. Thomson, W. „An Account of Carnot's Theory of the Motive Power of Heat”| Editată prin grija lui R. H., Thurston, New York, John Wiley & Sons. (1897)
26. Diesel Guémez, J. Fiolhais, C. și Fiolhais, M. (2002) „Sadi Carnot on Carnot's theorem” | American Journal of Physic, nr.70 (1).
27. Guémez, J. Fiolhais, C. și Fiolhais, M. (2002) „Sadi Carnot on Carnot's theorem” | American Journal of Physic, nr 70 (1).
28. Thoma, Jean | Entropy as thermal charge: an application of bond graphs inspired by Carnot and his cycle Zug-Geneva, 2009.
29. Stirling Robert | Brevetul de inventie GB 4081 „Improvements for diminishing the consumption of fuel and in particular an engine capable of being applied to the moving (of) machinery on a principle entirely new” , publicat pentru prima data in The Engineer, Dec. 14, 1917, p. 516 - Part 2 - The Air Engine.
30. Stirling R. si Stirling, J. | Brevetul de inventie GB 5456 „Improvements in air engines for moving machinery”. (First Stirling engine) A.D. 1827
31. Stirling, R. si Stirling, J. | Brevetul de inventie GB 8652 “Certain improvements in air-engines” (third Stirling engine). A.D. 1840.
32. Ericsson, J. si Braithwaite, J. | Brevetul de inventie UK 5763 Mode or method of converting Liquids into vapour or steam. 31 ian. 1829.
33. Ericsson, J. Brevetul de inventie GB 6409, “Air Engines” , Ap.D. 4 Apr.1833.
34. Ericsson, J. | Brevetul de inventie US 6,255 “Surface condenser” | 1849.
35. Ericsson, J. | Brevetul de inventie US 8,481, “Engine for Producing Motive Power - Improvement in Air - Engine”, Ap.D. 4 Nov. 1851.
36. Pomojnicu, I. | „Caiete de lucru” | Elaborate în perioada 1970 - 1980
37. Pomojnicu, I. | Teoria termodinamică a ciclului termic Pomojnicu | Manuscris ediția 1982, actualizat în 2010
38. Pomojnicu, I. (2015) „Izotermarea indusă” | Manuscris 18 martie 2015.
39. Torok, A. | Brevetul de inventie RO 128840 Procedee pentru micșorarea exponentului politropic. |Publicat in anul 2013
40. Rankine, W.J.M. “A Manual of the Steam Engine and Other Prime Movers” | London and Glasgow Richard Griffin and Company, Publisher to the University of Glasgow, 1859.
41. Joule, J. P. “On the Air-Engine”, In Proceedings of the Royal Society of London; Philosophical Transactions of the Royal Society, June 19, 1851. Publisher: Royal Society of London.
42. Brayton, G.B. | Brevetul de inventie US 125,166, “Improvement in a Gas-Engine”, Ac.D. 2 Apr. 1872.
43. Brayton, G.B. | US 151,468, “Gas-Engine”, Ac.D. Iunie 1874.
44. George Cayley | Description of an Engine for affording Mechanical Power from Air Expanded by Heat | Nicholson Philosophy Journal, vol. XVIII, , pag. 260, 1807.
45. Sier Robert | Hot Air – Caloric and Stirling engines – Volume one – History | L. A. Maier 1999.
46. Ivo Kolin, “The evolution of heat engine” | Moriya Press 1999 | pag.73 | Cayley – Buckett internal combustion engine
47. Giovanni Turco "The free piston Cayley engine" | <http://heatenginescience.blogspot.com/2012/02/free-piston-cayley-engine-episode-01.htm> | Padova, 2012.
48. Bryan Lawton | “Sir George Cayley's Hot Air Engine, 1837” | Newcomen Society - The Piston Engine Revolution. Oct. 25th, 2018.
49. Turbina cu gaze | https://ro.wikipedia.org/wiki/_Turbina_cu_gaze
50. Traian Vuia | Scrisoarea adresata lui Caius Brediceanu | 1925
51. Dan Antoniu , Ioan Buiu, Dan Hadârcă, Radu Homescu și George Cicoș | TRAIAN VUIA – Viata si opera | editura ANIMA Bucuresti, 2013.

68
3

52. Traian Vuia | Plansa nr.12949 | *Groupe Turbo Reducteur pour Avion* | 13 feb. 1940 | <https://biblacad.ro/Vuia.htm>
53. Vlădeanu Ion (1962) | *Manual de Termotehnică* | Editura Didactică și Pedagogică, București
54. Popa, Bazil (1986) | *Manualul inginerului termotehnician* (MIT), vol 2 (ed. Ed. a 2-a). București: Editura Tehnică.
55. Theil, Helmut (1972) *Termotehnică și mașini termice*. Litografia Univ. „Politehnică”. Timișoara.
56. Pouria Ahmadi, Ibrahim Dincer, Marc A. Rosen | Exergo-environmental analysis of an integrated organic Rankine cycle for trigeneration | *Energy Conversion and Management* 64 (2012) 447- 453.
57. Barzegar H, Ahmadi P, Ghaffarizadeh AR, Saidi MH. Thermo-economic environmental multi-objective optimization of a gas turbine power plant with preheater using evolutionary algorithm. *International Journal of Energy Research*, 2011;35(5):389–403
58. Dumitrescu L, (1969). *Cercetari in tuburile de soc*, Editura Academiei, Bucuresti
59. Meyer, A | *Recent Developments in Gas Turbines*. Mech. Eng., vol. 69, no. 4, Apr. 1947, p. 273-277.
60. 103. Gerard E. Welch, Daniel E. Paxson, Jack Wilson, Philip H. Snyder | *Wave-Rotor-Enhanced Gas Turbine Engine Demonstrator* | Prepared at NASA for the Gas Turbine 22 dec. 1925 Operation and Technology for Land, Sea and Air Propulsion and Power Systems Symposium sponsored by The North Atlantic Treaty Organization's Research and Technology Organization Ottawa, Canada, October 1 & 21, 1999
61. P. H. Azoury, "An Introduction to the Dynamic Pressure Exchanger" | *Proc Instn Mech Engrs* 1965-1966, Vol 180 Pt 1 No 18, | Downloaded from <journals.sagepub.com>, at Pennsylvania State University, May 10, 2016.
62. Pezhman Akbari, Razi Nalim, Norbert Mueller "A Review of Wave Rotor Technology and Its Applications" | *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power* OCTOBER 2006, Vol. 128 /717 -735.
63. Kollbrunner, T.A.: *Comprex R Supercharging for Passenger Diesel Car Engines*. SAE Paper 800884, 1981.
64. Hitomi, M.; Yuzuriha, Y.; and Tanaka, K.: *The Characteristics of Pressure Wave Supercharged Small Diesel Engine*. SAE Paper 890454, 1989.
65. Fatsis Antonios | *Regenerated Turboshaft Engines for Ground Power Plants, Topped with Four-Port Wave Rotors* | *International Journal of Engineering Research & Technology* | ISSN: 2278-0181 | Vol. 5 Issue 09, September-2016
66. Hirceaga, M. Iancu, F. Muller, N. (2005) *Wave rotors technology and applications*. The 11th International Conference on Vibration Engineering, Timisoara, Romania, September 27 – 30.
67. Iancu, F. Piechna, J. Müller, N. (2005). *Numerical Solutions for Ultra-Micro Wave Rotors (UμWR)*, American Institute of Aeronautics and Astronautic.
68. Spring, P. Onder, C.H. Guzzella, L., (2007) *EGR control of pressure-wave supercharged IC engines*. *Control Engineering Practice* 15, 1520–1532
69. Weber, F. Guzzella, L. Onder, C., (2002). *Modeling of a pressure wave supercharger including external exhaust gas recirculation*. *IMECHE Journal of Automobile Engineering*, 216(D3), 217–235.
70. Hiereth, H., (1989) | *"Car Tests With a Free-Running Pressure-Wave Charger—A Study for an Advanced Supercharging System," SAE Paper 890 453. 10 Welch, G. E., 2000, "Overview of Wave-Rotor Technology for Gas Turbine Engine Topping Cycles," Novel Aero Propulsion Systems International Symposium, The Institution of Mechanical Engineers, London, pp. 2–17.*
71. Organ, Allan J., (1992). *Thermodynamics and Gas Dynamics of the Stirling Cycle Machine*. Cambridge University Press.
72. Allan J. Organ "The Regenerator and the Stirling Engine" Wiley Blackwell (1 Jan 1997) ISBN-10: 1860580106 , ISBN-13: 978-1860580109
73. Theodor Finkelstein, Allan J. Organ | *Air Engines: The History, Science, and Reality of the Perfect Engine* | Publisher: ASME Press (American Society of Mechanical Engineers); 1 edition September 1, 2001 | Cap 10.3 Pressure and flowrate, pag 152-155.
74. A.J. Organ (2008). "Why Air?" (http://web.me.com/allan.j.o/Communicable_Insight/Why_air.html).
75. Rix, D.H. (1984). *An enquiry into gas process asymmetry in the Stirling cycle machine*. PhD dissertation, Engineering Department, University of Cambridge.
76. Chrisoghilos V.A. BR 8108832 – 1980, „Processo e maquina para a obtencao da transformacao quase isotermica nos processos de compressao ou de expansao de gas”

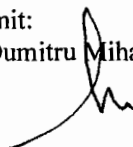


10

2

77. Chrisoghilos V.A. JPS 57501789 - 1980 -----
78. Chrisoghilos V.A. SU 1386038 - 1980 „Sposob kvaziizotermiceskovo preobrazovania prisjatin i rassirenii gaza i teplovaia masina dlea ego osusestvlenia”
79. Chrisoghilos V.A. WO 8201220 – 1980, „Procede et machine pour l’obtention de la transformation quasi isotherme dans les processus de compression ou de detente de gaz”
80. Chrisoghilos V.A. RO 77965 – 1980, „Procedeu și mașină pentru obținerea transformării cvasi izotermice în procesele de comprimare sau extindere a gazelor”
81. Chrisoghilos V.A. EP 0062043 – 1980, „Procede et machine pour l’obtention de la transformation quasi isotherme dans les processus de compression ou de detente de gaz”
82. Chrisoghilos V.A. DE 31 71813.2, - 1981 „Verfahren und Maschine zur Durchfuerung einer Quasi Isotherrmischen Zustandsaenderung bei Gaskompressions oder Expansionsvorgaengen”
83. Chrisoghilos V.A. US 4,502,284 – 1981, „Method and engine for the obtainment of quasi isothermal transformation in gas compression and expansion”
84. Chrisoghilos V.A. CA 1203693 -1982, „Procede et machine pour l’obtention de la transformation quasi isotherme dans les processus de compression ou de detente de gaz”
85. Chrisoghilos V.A. IT 1150789 -1982, „Procedimento e apparecchiatura per l’ottenimento di una trasformazione quasi isotermica nel processo di compressione e espansione di gas”.
86. Negre, G. Negre, C. Brevetul de inventie US006,334,435B1 Method for operating pollution – free engine expansion chamber and expansion chamber therefore, publicat in anul 2002
87. A.K. Ababneha,*, C.A. Garrish, A.M. Jawarneh, H. Tlilana „Investigation of the Mach Number Effects on Fluid-to-Fluid Interaction in an Unsteady Ejector with a Radial-Flow Diffuser „ | Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, Volume 3, Number 2, June. 2009, Pages 131- 140.

Intocmit:
Ing. Dumitru Mihalcea



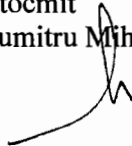
Data: 09 martie 2020

161
6

MOTOR SONIC, CU COMBUSTIE EXTERNA, CARE FUNCTIONEAZA CU AER CALD SAU ALTE GAZE COMPRESIBILE, APROAPE PERFECT TERMODINAMIC - Revendicari

1. Motor sonic, cu combustie externa care functioneaza cu aer cald sau alte gaze compresibile, aproape perfect termodinamic, conform inventiei principale US 1,169,308, "*Hot-Air Engine with Closed Circuit*", cu autor Traian Vuia, caracterizat prin aceea ca in scopul transferului energiei de la agentul de lucru primar (de presiune ridicata) la agentul secundar (de presiune joasa), foloseste un aparat schimbator de presiune de tipul *rotor cu unde de presiune*, denumit si *recuperator sonic de energie* .
2. Motor sonic, cu combustie externa care functioneaza cu aer cald sau alte gaze compresibile, aproape perfect termodinamic, conform revendicarii nr.1, caracterizat prin aceea ca in scopul functionarii dupa un ciclu termic Carnot pentru transferul energiei de la agentul de lucru primar (de presiune ridicata) la agentul secundar (de presiune joasa), in plus fata de schimbatorul de presiune foloseste si un recuperator de energie termica.

Intocmit
ing. Dumitru Mihalcea



Data: 09 mar. 2020

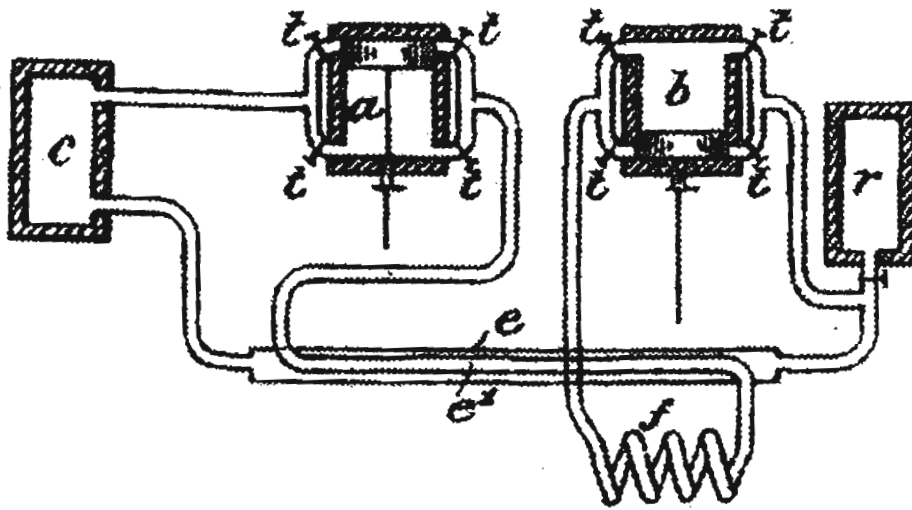


Fig. 1

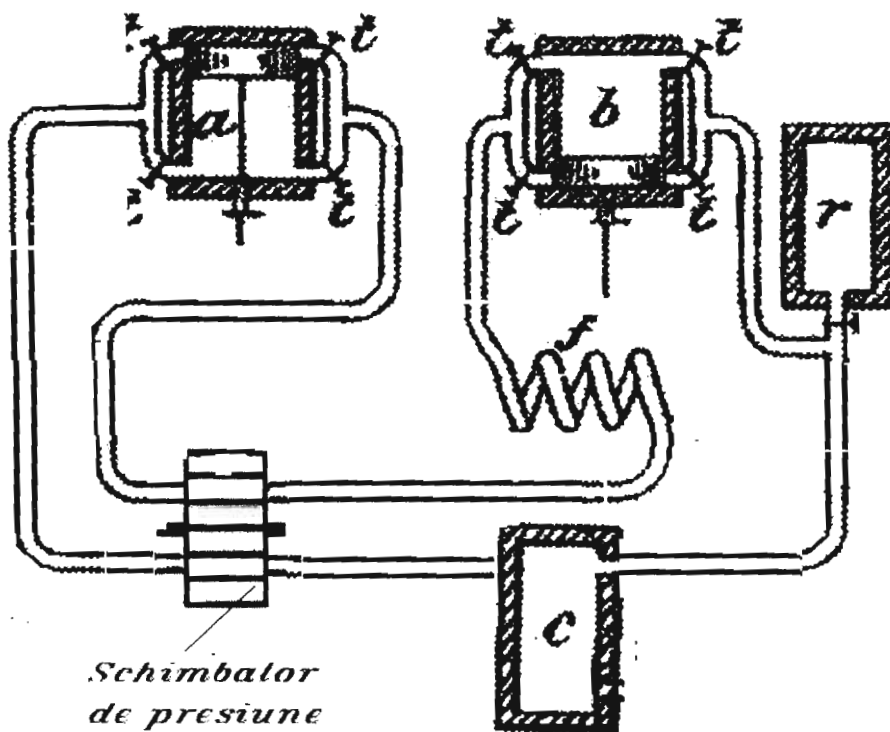


Fig. 2

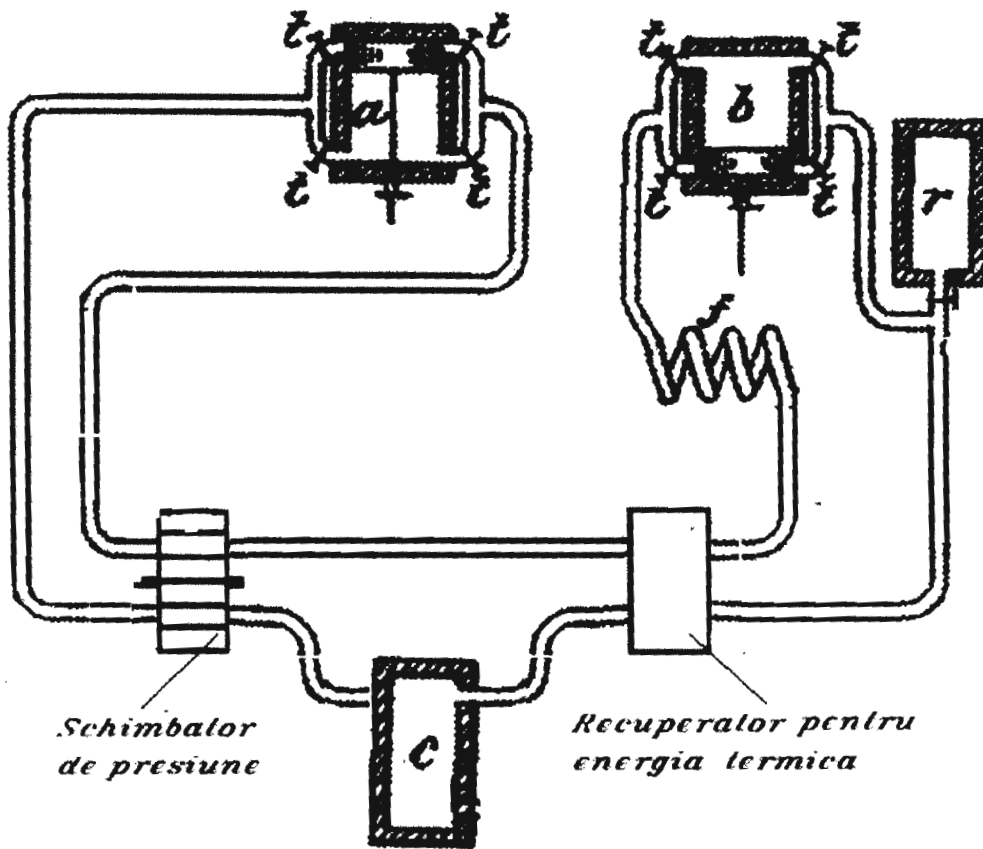


Fig. 3

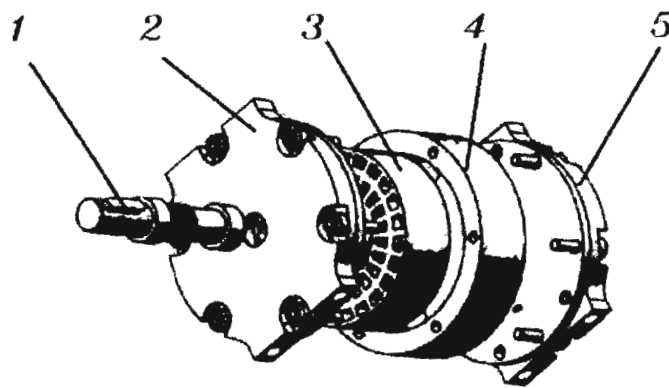


Fig. 4