



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2013 00598

(22) Data de depozit: 14.08.2013

(41) Data publicării cererii:
30.12.2013 BOPI nr. 12/2013

(71) Solicitant:
• BERCEA VASILE ZORIN, STR. ANINA
NR. 7, BL. AA3, SC. 2, ET. 3, AP. 17,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• BERCEA MARIANA DOINA, STR. ANINA
NR. 7, BL. AA3, SC. 2, ET. 3, AP. 17,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• BERCEA VASILE ZORIN, STR. ANINA
NR. 7, BL. AA3, SC. 2, ET. 3, AP. 17,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• BERCEA MARIANA DOINA, STR. ANINA
NR. 7, BL. AA3, SC. 2, ET. 3, AP. 17,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(54) INSTALAȚIE ȘI MAȘINĂ TERMICĂ ÎNCHISĂ, REGENERATIVĂ
ȘI REVERSIBILĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o instalație și la o mașină termică închisă, regenerativă și reversibilă, care alcătuiesc o structură constructivă și funcțională unitară, ce poate funcționa ca o mașină termică regenerativă și reversibilă, care, în funcție de context și utilizare, poate fi montată în instalații mai complexe, utilizând surse de căldură reziduale sau regenerabile, ca instalații frigorifice sau ca pompe de căldură. Instalația conform invenției este alcătuită din două schimbătoare de căldură, în contracurent, încorporate, primul, prin niște racorduri (46 și 47) cu flanșe, și al doilea, prin care este evacuată căldura reziduală, prin niște racorduri (49 și 50) cu flanșe, în contact termic cu o mașină termică motoare sau generatoare, închisă, rotativă, regenerativă și reversibilă, care schimbă cu exteriorul căldura prin cămașa statorului și prin cele două schimbătoare de căldură, și lucru mecanic printr-un arbore (1) motor. Mașina conform invenției este compusă dintr-un rotor montat solidar pe arborele (1) motor, cu palete glisante, într-un stator cilindric, în care rotorul este montat excentric, astfel încât paletel, rotorul, cămașa statorului și platourile laterale, cu care rotorul și paletel sunt în contact direct, determină incinte cu volume variabile, și în care evoluează un fluid de lucru după un ciclu termodinamic închis și regenerativ, motor sau generator.

Revendicări: 16
Figuri: 78

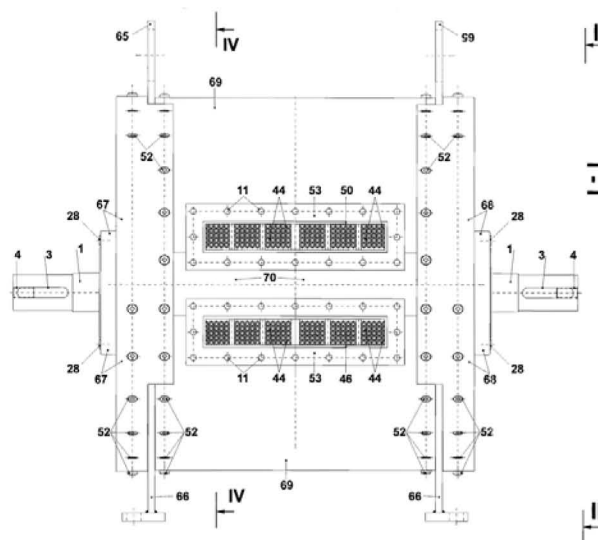


Fig. 12



INSTALAȚIE ȘI MAȘINĂ TERMICĂ ÎNCHISĂ, REGENERATIVĂ ȘI REVERSIBILĂ

Invenția se referă la o instalație termică alcătuită din două schimbătoare de căldură cu microcanale sau cu minicanale, în contracurent, încorporate, prin care se introduce căldură și respectiv este evacuată căldura reziduală, în contact termic cu o mașină termică închisă, rotativă, regenerativă și reversibilă, care schimbă cu exteriorul căldură prin cămașa statorului și prin cele două schimbătoare de căldură și lucru mecanic prin arborele motor, mașină alcătuită dintr-un rotor montat solidar pe arborele motor, cu palete rotative glisante, montate în canale longitudinale, împinse de niște arcuri spre un stator cilindric în care rotorul este montat excentric, astfel încât paletetele, rotorul, cămașa statorului și platourile laterale cu care rotorul și paletetele sunt în contact direct, determină incinte care prin rotația rotorului au volume variabile și în care evoluează un agent termodinamic după ciclul termodinamic închis și regenerativ Ericsson (al doilea ciclu);

- dacă mașina termică primește căldură printr-unul din cele două schimbătoare de căldură, de la o sursă exterioară de căldură cu o temperatură mai mare, numită „sursa caldă” și cedează căldură prin celălalt schimbător de căldură încorporat, unei surse cu o temperatură mai mică denumită „sursa rece”, funcționează ca motor termic și poate produce la arbore un lucru mecanic denumit „lucru mecanic util”, această variantă de instalație și mașină termică motoare este denumită de autori „motorul Q” și poate utiliza surse de căldură reziduale, geotermale sau regenerabile;

- dacă se introduce în mașina termică lucru mecanic prin învârtirea de către un motor exterior a arborelui motor, aceasta funcționează într-un ciclu termodinamic generator și se produce transferul termic prin cele două schimbătoare de căldură încorporate, a unei cantități de căldură, de la un mediu cu o temperatură mai scăzută, la un mediu cu o temperatură mai ridicată; această variantă de mașină termică a fost denumită de autori „generatorul Q” și poate fi utilizată în instalații de răcire (aer condiționat) sau ca pompă de căldură (utilizând căldura conținută de mediul ambiant); cele două schimbătoare de căldură încorporate funcționează în serie: printr-un schimbător de căldură se extrage căldură din mediul mai rece și prin celălalt schimbător de căldură, această căldură este cedată unui alt mediu cu o temperatură mai mare.

Instalațiile și mașinile termice propuse prin prezenta documentație alcătuiesc un bloc funcțional unitar și funcționează ca mașini termice regenerative și reversibile, fiind proiectate, executate și utilizate ca motoare sau generatoare termice (în instalații de răcire sau pompe de căldură), în mai multe variante constructive și cu diferiți agenți termodinamici. Acestea vor fi denumite în continuare generic „mașină termică”, „motorul Q” sau „generatorul Q”, în funcție de context și utilizare; pot fi montate și utilizate în instalații de utilizare mai complexe, dintre care sunt prezentate în Fig. 1 - 11 câteva exemple, în care căldura reziduală produsă în funcționarea mașinii termice este integral recuperată și utilizată astfel încât ansamblul să funcționeze cu randamentul maxim posibil.

Ericsson a inventat și patentat primul motor ca o versiune externă a ciclului Brayton, în 1833 (numărul 6409/1833 britanic). Acest lucru a fost făcut cu 18 ani înainte de Joule și 43 ani înainte de Brayton. Ciclul termodinamic Ericsson original, este închis, cu piston, cu „ardere externă”, sursa „rece” este mediul ambiant și în sistem evoluează un agent termodinamic oarecare (spre exemplu aer); motorul poate transforma o parte din căldura transferată între cele două surse de căldură, în lucru mecanic util. Al doilea ciclu Ericsson a fost inventat în 1853 și se caracterizează printr-o comprimare izotermă, încălzire izobară, detentă izotermă și evacuare a căldurii izobară. Ambele cicluri utilizau niște schimbătoare de căldură denumite regeneratoare și care au fost inventate de Robert Stirling. Randamentului mic al acestui ciclu termodinamic cu piston nu l-a consacrat ca fiind viabil și a fost uitat.

Sunt cunoscute motoarele Stirling (motorul cu aer cald sau alt gaz, cu ciclu termodinamic închis și regenerativ) inventat în 1816 și după perfecționări, utilizat în aplicații speciale (propulsia submarinelor, a torpilelor precum și a unor vehicule care se deplasează în spațiu, etc.). Aceste motoare „cu ardere externă” sunt cu pistoane (min. 2), închise, regenerative și reversibile, existând numeroase brevete de invenție pentru diferite variante de astfel de motoare. Prețul de cost foarte mare a redus drastic utilizarea acestora, după cum s-a arătat, la aplicații strict limitate, fiind exclusă posibilitatea folosirii pentru valorificarea surselor de căldură reziduale.

O mare varietate de motoare rotative au fost propuse folosindu-se reversibilitatea pompelor cu palete rotative (inventate de Ramelli în 1588) sau pompa rotativă de turație mare (asemănătoare pompelor de ulei din motoarele termice pentru autovehicule, inventată de Pappenheim în 1636), care funcționează cu diverse fluide sub presiune, cum ar fi aburul sau chiar aerul comprimat, dintre care sunt amintite în cele ce urmează, câteva:

- motorul rotativ cu aburi inventat de James Watt în 1765;
- motorul rotativ cu aburi adaptat după pompa Pappenheim, de către W. Murdok și Watt în 1799;
- motorul rotativ cu aburi al lui H. J. Behrens, patent US 53915/10.04.1866;
- motorul rotativ cu abur produs de The Hult Brothers Rotary Steam Engine Company of Stockholm începând cu 1889 (produs inclusiv pentru marină);
- motorul rotativ cu palete cu fluide sub presiune, inventat de Marian Emil în 1991, brevet RO 111798;
- motorul rotativ cu palete cu abur inventat de Băran N. ș.a. în 1995, brevet RO 111296;
- motor rotativ hidraulic sau pneumatic, cu un rotor cu pistoane oscilante, articulate la un arbore motor, inventat de T. Teodor în 2002, brevet RO 121485 ;

Un motor rotativ cu palete a fost inventat de Howard R. Chapman în 1971, brevet US 3743451, care se caracterizează prin aceea că este alcătuit dintr-un stator de secțiune circulară (fix), în care este prevăzut un rotor cu palete articulate, pe un arbore cotit, iar la celălalt capăt ele sunt în contact cu statorul, delimitând niște volume variabile, în care pătrunde un fluid (Freon) sub presiune. Rotorul este excentric față de axul de rotație al arborelui cotit și are o mișcare plan paralelă fără rotațiune. Practic întreg rotorul este împins de presiunea agentului termodinamic cu o

forță perpendiculară pe axul său și pe arborele cotit, ca un piston și imprimă arborelui cotit o rotație cu o viteză unghiulară oarecare. Acest motor a fost creat pentru utilizarea surselor de căldură reziduale ale motoarelor cu ardere internă care echipează autovehiculele, dar lipsa de fiabilitate și dificultatea executării acestuia, a făcut să nu fie extinsă utilizarea lui.

Un alt motor realizat asemănător (rotor cu arbore cotit), dar având un sistem exterior de schimbătoare de căldură, denumit "Procedeu și mașină pentru obținerea transformării quasi-izotermele în procesele de comprimare sau destindere" a fost brevetat de Andrei Vasile Chrisoghilos de la Institutul Național de Motoare din București în 1980 prin brevetele: RO77965, EP0062043 și US4502284.

Desigur au fost găsite și multe alte variante de motoare rotative în timpul studierii stadiului tehnicii, dar nu mai sunt amintite aici.

Toate motoarele prezentate, precum și multe altele asemănătoare, sunt de fapt deschise, reprezentând numai componenta de motor a unui ciclu termodinamic oarecare, funcționând cu randamente generale reduse, fiind nefiabile și având costuri de producție și utilizare mari și la care se adaugă: schimbătoare de căldură, pompe sau compresoare, cazane, etc., care ridică și mai mult costul produsului.

Mașina termică propusă prin prezenta invenție include prin concepția sa două schimbătoare de căldură cu microcanale sau cu minicanale, în legătură cu două surse de căldură exterioare nespecificate, cu temperaturi medii diferite, dintre care sursa cu temperatura mai mare poate fi de până la cca. 500 °C (773,15 °K), iar sursa cu temperatura mai mică poate fi mediul ambiant, în contact termic cu un motor sau generator termic închis, rotativ, regenerativ și reversibil, care schimbă cu exteriorul căldură prin cămașa statorului și cele două schimbătoare de căldură și lucru mecanic prin arborele motor, în care evoluează un agent termodinamic după ciclul termodinamic închis și regenerativ Ericsson (al doilea ciclu); fiecare incintă pe care paletetele le determină, împreună cu rotorul, statorul și platourile laterale, conține o cantitate de lichid lubrifiant, metal lichid (opțional) și agent termodinamic, inerte chimic între ele și funcționează ca un cilindru motor, în care se produc toate transformările termodinamice necesare, în care rolul pistonului îl deține cămașa statorului, care este fixă și se învârt cilindrii asemănător unui motor rotativ de avion (apărut prin 1920). La fiecare rotație completă, fiecare paletă trece prin aceeași poziție, iar transformările agentului termodinamic din fiecare incintă pe care paletetele le determină, parcurg complet ciclul termodinamic, iar etanșarea paletelor și asigurarea lubrifierii acestora în frecarea cu statorul și cu pereții canalelor în care glisează, se realizează cu un film de metal lichid (opțional) și ulei recirculat intern, introduse inițial odată cu agentul termodinamic, ales în funcție de temperatura sursei calde și de diferite considerente de utilizare și de proiectare. Filmul din metal lichid (opțional) îmbunătățește transferul termic dintre cămașa statorului și paletete, măbind fluxul termic transferat agentului termodinamic și astfel, puterea efectivă livrată.

Un element important al geometriei mașinii termice este planul determinat de axele arborelui motor și al statorului, paralele între ele, denumit plan de referință și care poate fi plan de simetrie pentru mașinile rotative cu cămașa statorului simetrică; acest plan împarte volumul liber dintre interiorul cămășii statorului și rotor în două

zone caracterizate prin aceea că volumele incintelor determinate de palete, rotor, cămașa statorului și platourile laterale și care nu sunt intersectate de planul de referință, în sensul rotirii rotorului, sunt fie în creștere, fie în descreștere, iar suma volumelor incintelor al căror volum crește este aproximativ egal cu suma volumelor incintelor al căror volum scade. În semivolumul cu incintele determinate de palete, cu volumul în creștere, se produce încălzirea și detenta agentului termodinamic, iar în următorul, se produce răcirea și comprimarea acestuia.

Pentru funcționarea ca motor termic, suma produselor dintre volumul la un moment oarecare τ al fiecărei astfel de incinte din zona de încălzire și detentă și presiunile din acestea (reprezintă lucrul mecanic produs și este aproximativ egal cu căldura introdusă în sistem, din care se scad pierderile de căldură către mediul ambiant, într-o rotație completă) trebuie să fie mai mare decât suma produselor volumelor și presiunilor din acel moment din incintele din cealaltă zonă, de răcire și comprimare (reprezintă lucrul mecanic consumat și este aproximativ egal cu căldura reziduală evacuată din sistem într-o rotație completă). Diferența dintre cantitățile de căldură introduse și evacuate din motor într-o rotație completă reprezintă lucrul mecanic util produs de motor într-o rotație completă și pierderile de căldură către mediul ambiant (prin arbore, spre ex.), deoarece parametrii p , v la momentul oarecare τ , dintr-o incintă, reprezintă starea viitoare a parametrilor din incinta din urmă și tot așa pentru toate incintele. Puterea motorului este raportul dintre lucrul mecanic util produs într-o rotație completă și timpul în care a fost efectuată acea rotație și este egală cu produsul dintre momentul motorului și viteza unghiulară (în radiani/s). Se mai menționează un element important constructiv și anume raportul dintre volumele maxime și minime posibile ale acestor incinte, denumit raport de compresie, similar motoarelor termice cu ardere internă. Incintele cu volum variabil descrescător în rotație spre volumul minim posibil, care au trecut de canalele de egalizare a presiunilor din cele două platouri autoajustabile laterale, cu excepția incintei cu volumul minim posibil, intersectată de planul de referință, sunt cele în care are loc creșterea presiunii prin comprimarea agentului termodinamic către presiunea maximă din sistem, la o temperatură aproximativ constantă. Acest proces consumă din lucrul mecanic produs în sistem. În incinta cu volumul minim posibil (intersectată de planul de referință) începe procesul de introducere a căldurii din exterior iar în camerele consecutive următoare, având volumele în creștere, se produce simultan încălzirea agentului termodinamic și detenta acestuia la o temperatură aproximativ constantă, până ce rotorul prin rotire deplasează incintele de racordul de intrare a agentului de încălzire exterior. Acest proces produce lucru mecanic și consumă o parte din căldura introdusă. Agentul termodinamic continuă să se dilate în camerele cu volum în creștere producând lucru mecanic pe seama scăderii entalpiei agentului termodinamic căruia îi scade presiunea și se răcește ușor. Începând cu camera cu volum maxim posibil, în sensul rotirii, începe evacuarea căldurii conținute de agentului termodinamic, incintele respective ajungând în dreptul schimbătorului de căldură de evacuare a căldurii din sistem. Prin punerea în comunicare a unora dintre aceste incinte prin canalele 26 amplasate în platourile autoajustabile 20 și 21, conform Figurilor 34 - 38, se produce evacuarea căldurii la presiune constantă. În

continuare, prin rotire, camerele ajung în zona de comprimare și ciclul se repetă. Aceste sectoare nu sunt strict delimitate, dar prin rotirea rotorului agentul termodinamic din fiecare incintă trece prin transformările termodinamice descrise. Momentul motorului (cuplul motor) rezultă din adunarea vectorială a momentelor forțelor active rezultante exercitate pe palete în incintele în care agentul termodinamic din motor este încălzit și cele în care se destinde și a momentelor forțelor reactive rezultante exercitate pe palete de către agentul termodinamic care este comprimat, având semnul opus forțelor active și opunându-se acestora. Acest moment (cuplu motor) mai este egal cu adunarea vectorială a momentelor create de forțele rezultante care acționează pe fiecare paletă (unele sunt active și altele reactive). În concluzie, pentru o incintă oarecare delimitată de două palete care se rotesc, dacă volumul acesteia are tendința să scadă, este necesar ca prin răcirea agentului să se reducă presiunea agentului termodinamic în creștere în incintele respective datorită comprimării, având ca efect scăderea forțelor reactive (care se opun rotirii) și invers, pentru o incintă al cărei volum are tendința să crească, este necesară încălzirea agentului termodinamic din aceste incinte pentru a compensa scăderea presiunii prin destindere, având ca efect creșterea forțelor active, care generează rotirea. Se poate observa că în situația unor surse de căldură cu temperatură variabilă, motorul integrează puterile termice introduse și extrase din sistem, generând un lucru mecanic util mediu, care este proporțional cu diferența medie de temperatură dintre temperaturile celor două surse. Este suficient să crească temperatura sursei calde sau să scadă temperatura sursei reci, pentru creșterea puterii motorului. Pentru fiecare paletă, momentul forței rezultante este pozitiv dacă presiunea de pe dosul paletei (față de sensul de rotație) este mai mică decât presiunea de pe fața paletei. Pentru a mări forța de apăsare a paletelor pe cămașa statorului în zona activă, de încălzire a agentului termodinamic, canalele în care acestea glisează fac un anumit unghi față de planul radial care trece prin axul rotorului și prin linia de contact dintre palete și cu cilindrul exterior (cămașa statorului), astfel încât componenta radială a rezultantei forțelor de presiune de pe fața paletei (în raport cu sensul de rotație) să fie îndreptată spre exterior. Pentru motoarele cu rotație într-un singur sens, prin rotație planul fiecărei palete intersectează planul de referință mai întâi cu partea interioră din canal, pe care acționează arcul și ultima este linia de contact dintre paleta și cămașa statorului (vezi Fig. 15). Pentru motoarele cu turație variabilă și cu posibilitatea inversării sensului de rotație, planul paletelor este radial, iar pentru varianta de generator, planele paletelor fac un unghi cu planul radial, dar invers față de varianta de motor (prin rotirea rotorului, paletele intersectează planul de referință mai întâi cu liniile de contact cu cămașa statorului și apoi paletele).

Pentru a se înțelege mai bine în ce fel această mașină termică este regenerativă, se arată în Fig. 1-7 niște instalații de utilizare care includ motorul Q:

- agentul termodinamic exterior de încălzire care circulă prin schimbătorul de căldură încorporat pentru introducerea căldurii în mașina termică este introdus la o temperatură t_1 prin racordul tur și este evacuat la o temperatură t_2 mai mică prin racordul retur; agentul cedează căldură în echivalent energetic egal cu suma dintre

căldura introdusă în mașina termică închisă și pierderile de căldură în mediul ambiant; motorul o transformă în lucru mecanic util livrat la arborele motorului și acoperă pierderile prin frecare și în mediul (prin arbore), iar diferența este evacuată ca și căldură reziduală prin cel de-al doilea schimbător de căldură încorporat de către agentul termodinamic de răcire, care este introdus prin racordul tur la o temperatură t_3 și este evacuat prin retur la o temperatură t_4 , mai mare;

- conform Fig. 1, dacă se înseriază returul schimbătorului de căldură încorporat pentru evacuarea căldurii reziduale cu returul unui schimbător de căldură exterior pentru încălzire (spre ex. un captator solar), turul captatorului cu turul schimbătorului de căldură încorporat pentru introducerea căldurii în sistem, returul schimbătorului încorporat se înseriază cu un schimbător de căldură exterior de răcire care evacuează căldura în mediul exterior, iar din turul acestuia o pompă închide circuitul asigurând circulația agentului termodinamic exterior în circuit, se obține un circuit închis, care schimbă căldură și lucru mecanic util cu mediul exterior; se observă că trebuie asigurată numai căldura necesară aducerii temperaturii la care este evacuat agentul din schimbătorul încorporat de evacuare, la temperatura prescrisă la care este introdus agentul termodinamic în schimbătorul încorporat de încălzire; astfel **toată căldura reziduală a motorului este recuperată și utilizată.**

Deoarece căldura reziduală evacuată poate fi integral recuperată și reutilizată, prin montarea schimbătoarelor de căldură încorporate într-un circuit închis în serie cu alte două schimbătoare de căldură exterioare nespecificate și o pompă de circulație nespecificată a unui agent termodinamic care să asigure transportul căldurii între schimbătoarele de căldură menționate, ca în Fig. 1, motorul este regenerativ. Această particularitate a motorului Q permite utilizarea surselor de căldură reziduale, geotermale și energii regenerabile cu un randament general mare deoarece trebuie introdusă căldura în echivalent energetic al lucrului mecanic util produs și pentru acoperirea pierderilor către mediul ambiant, indiferent de randamentul propriu zis al transformării căldurii introduse în motor în lucru mecanic util; această capacitate determină o eficiență energetică maximă, caracteristică ciclului termodinamic regenerativ Ericsson. În Fig. 2 se prezintă o instalație de captare a energiei solare sub formă de căldură și utilizarea acesteia prin cogenerare pentru producerea de lucru mecanic util (spre ex. pentru producerea de energie electrică) și prepararea apei calde menajere, utilizând căldura reziduală a motorului Q; se observă că la fel ca în Fig. 1, radiația solară ridică temperatura agentului termodinamic exterior în captator de la cea rezultată la ieșirea din serpentina boilerului, la temperatura necesară introducerii în mașina termică. În Fig. 3 se prezintă o instalație care permite recuperarea exergiei pierdute de motoarele cu ardere internă cu piston, turbine cu gaze, cazane energetice, etc. , prin gazele evacuate, sau din alte surse de căldură reziduale cu temperaturi relativ mari, cu o instalație termică închisă formată din n motoare Q în serie cu un schimbător de căldură extern prin care se recuperează căldura reziduală externă, pompe de circulație și n schimbătoare de căldură care constituie „sursele reci” (fiecare motor Q are propria „sursă rece”), primul motor Q primind căldură de la schimbătorul de căldură extern, al doilea motor Q utilizează căldura evacuată de primul schimbător de căldură, iar căldura reziduală evacuată a

ultimului motor Q este recuperată și agentul termodinamic reintrodus în schimbătorul de căldură extern și ciclul se repetă; fiecare motor Q este proiectat pentru condițiile de funcționare și putere specifice, iar numărul motarelor înseriate se determină din calcule tehnico-economice; practic în acest fel se poate transforma exergia recuperată din diverse surse de căldură reziduale cu temperaturi relativ mari, în lucru mecanic util, cu maxim randament posibil. În fig. 4 se prezintă o instalație de utilizare a căldurii apei geotermale în sistem de cogenerare, pentru producerea de lucru mecanic util (care se poate transforma în energie electrică) și apă caldă menajeră. În Fig. 5 și 6 se prezintă exemple de instalații de recuperare a unei părți din căldura reziduală evacuată de către un cazan de încălzire centrală și respectiv de către o mașină de gătit (spre ex. cu lemne), prin schimbătoare de căldură nespecificate și transformarea acesteia în sistem de cogenerare, pentru producerea de lucru mecanic util (energie electrică) și apă caldă menajeră. În Fig. 7 este prezentată o instalație complexă de asigurare a unei locuințe cu energie electrică, încălzirea spațiilor și prepararea apei calde menajere, utilizând ca sursă energia geotermală. În Fig. 8 - 10 sunt prezentate diverse utilizări ale generatorului Q; astfel în Fig. 8 acesta funcționează ca și pompă de căldură utilizând căldura conținută de mediul ambiant pentru prepararea apei calde menajere (se poate utiliza ca și sursă de căldură o apă curgătoare, apa freatică, etc.). În Fig. 9 se prezintă o instalație de condiționare a aerului, iar în Fig. 10, o pompă de căldură utilizată pentru încălzirea unor spații. În Fig. 11 se prezintă o instalație care utilizează un grup Motor Q - Generator Q pentru condiționarea aerului și producerea apei calde menajere, folosind ca sursă de energie, energia solară.

Mașinile termice închise, rotative, regenerative și reversibile propuse prin prezenta invenție pot fi realizate în mai multe variante:

a) mașini termice motoare (reversibile) având cămașa statorului cilindrică și simetrică față de planul de referință care include axele rotorului și statorului; cele două drepte care rezultă prin intersectarea cilindrului care alcătuiește cămașa interioară a statorului de către acest plan, se numesc drepte de referință și sunt fixe; se menționează două subcategorii de astfel de mașini termice:

a1. având cămașa statorului de secțiune transversală circulară, caracterizate de o realizare practică mai simplă și de posibilitatea rotirii secvențiale a planului de referință include axul arborelui motor după axul statorului, ceea ce permite realizarea de mașini cu racordul de admisie a agentului de încălzire în diferite poziții; permite turații ceva mai mari, cu vibrații de mai mică amplitudine;

a2. având cămașa statorului în secțiune, o curbă închisă, formată din două jumătăți de brațe de spirală (a lui Arhimede); generarea suprafeței cilindrice interioare a cămășii statorului se realizează astfel: dreapta generatoare este chiar prima dreaptă de referință, rezultată prin intersecția suprafeței exterioare a rotorului cu planul de referință și prin translația acesteia, într-un plan de rotație perpendicular pe axul rotorului și având ca ax de rotație, axul rotorului, după o curbă sub formă de spirală (a lui Arhimede), a cărei rază inițială este egală cu a rotorului; rotirea planului se realizează în sens orar, iar creșterea razei spiralei este pentru π radiani egală cu de două ori excentricitatea dorită; se constată că după o rotire a planului cu π radiani,

dreapta generatoare traslatată se găsește în planul de referință, iar în continuarea translației, raza spiralei se micșorează cu aceeași rată, astfel încât după 2π radiani dreapta generatoare ajunge iarăși pe suprafața rotorului de unde a început deplasarea, generând o suprafață cilindrică închisă. În acest caz, axul statorului este situat la jumătatea distanței dintre dreptele de referință care rezultă prin intersectarea planului de referință cu suprafața interioară a statorului. Prin rotirea practică a planului care conține axele rotorului și statorului în jurul axului statorului, se realizează reglarea distanței minime dintre rotor și stator, începând de la 0 (când planul determinat de cele două axe este planul de referință inițial) și limitată la excentricitatea maximă a rotorului (când planul rotit este perpendicular pe planul de referință inițial). Se observă că la $\frac{\pi}{2}$ radiani axul rotorului se găsește la distanțe egale față de cele două drepte de referință fixe și în acest caz, cuplul motor devine 0, iar dacă se continuă rotirea planului, cuplul motor se inversează și motorul se rotește invers. După cum se poate constata, această variantă permite realizarea de motoare termice cu turație (și moment) variabile și inversarea sensului de rotație în timpul funcționării; pentru această variantă de motor, planurile paletelor trebuie să fie radiale (să treacă prin axul rotorului);

b) mașini termice generatoare (reversibile), având suprafața cilindrică interioară a statorului asimetrică; se menționează o variantă în care secțiunea cămășii este generată asemănător cu varianta a2, dar dreapta generatoare este traslatată după o curbă spirală mai mult de π radiani, spre ex. $\frac{3}{2}\pi$ radiani (unghiul exact rezultă din calcule, pentru condițiile de funcționare date), iar curba spirală care este generată în continuare trebuie să aibă rata de descreștere astfel încât la 2π radiani dreapta generatoare să ajungă în aceeași poziție de unde a început translația; această configurație permite realizarea de schimbătoare de căldură cu suprafețe de schimb de căldură inegale, dar cu fluxuri termice egale (pentru diferențe de temperaturi medii diferite și coeficienți de transfer termic specifici aproximativ egali, rezultă suprafețe de schimb de căldură diferite pentru un flux termic dat aproximativ egal pentru cele două schimbătoare, care funcționează în serie: unul extrage căldura dintr-un mediu și celălalt o transferă în alt mediu).

Instalațiile și mașinile termice închise, rotative, regenerative și reversibile, alcătuind un bloc funcționar unitar, denumite în această documentație mașini termice, motorul Q sau generatorul Q, care fac obiectul invenției, sunt alcătuite din aceleași subsisteme și blocuri funcționale, care pot fi realizate diferit în funcție de parametrii funcționali impuși, condițiile de utilizare și de alte cerințe de proiectare. Un exemplu de realizare a unui motor termic, având cămașa statorului de secțiune circulară, pentru surse de căldură cu temperaturi diferite și diverși agenți termodinamici (cercetări de laborator) este prezentat în figurile 12 – 78:

- fig. 12: vedere laterală I - I, dinspre racordurile tur 46 ale sursei calde și retur 50 ale sursei reci;
- fig. 13: vedere II – II, dinspre arborele motor 1, care se rotește în sens orar;
- fig. 14: secțiune longitudinală III-III;

- fig. 15: secțiune transversală IV – IV;
- fig. 16 - 17: vederi ale arborelui motor 1, cu canelurile 2, canale de pană 3 și găuri filetate 4;
- fig. 18 - secțiune longitudinală (III – III) prin rotor;
- fig. 19 - 23: vederi ale reperelor din care este alcătuit rotorul: elementele 5, 6, 7 și 8, îmbinate între ele cu prezoanele 12 și și piulițele de mare rezistență 13; în rotor sunt prevăzute canelurile 9 pentru fixarea pe arborele 1, umerii de etanșare 10 și canalele pentru palete 14;
- fig. 24 - 25: paletele 15, realizate din materiale de mare rezistență antifricțiune;
- fig. 26 - 29: vederi și secțiuni prin arcurile 16 comprimate și destinse (semicirculare) care mențin paletele în contact cu cămașa statorului;
- fig. 30: secțiuni prin simeringurile 17 care au rolul de a etanșa piese în mișcare;
- fig. 31: rulmenți de serie industriali, dubli, ajustabili (oscilanți) 18;
- fig. 32 - 33: secțiuni transversală și longitudinală prin cămașa statorului 19;
- fig. 34: secțiune longitudinală prin platoul autoajustabil stânga, alcătuit din subansamblele: 20, 22, 24, îmbinate cu șuruburile 28 și prevăzut pe contur cu un canal de etanșare 32 în care se prevede un inel de etanșare 23;
- fig. 35: secțiune longitudinală prin platoul din dreapta, alcătuit din subansamblele: 21, 22, 25, îmbinate cu șuruburile 28 și prevăzut pe contur cu un canal de etanșare 32 în care se prevede un inel de etanșare 23;
- fig. 36 - 37: vederi ale platoului de distribuție și egalizare 20 în care se văd orificiile de ungere și de egalizare a presiunii uleiului 11, canalul de distribuție a uleiului de ungere a paletelor în canale 27, canalele de egalizare a presiunilor agentului termodinamic 26, de umplere a sistemului cu ulei și agent termodinamic 29 (permite și recircularea uleiului și răcirea platourilor autoajustabile și monitorizarea presiunii), de golire a sistemului 30 (permite și recircularea uleiului și răcirea platourilor autoajustabile și monitorizarea presiunii), găurile filetate 31;
- fig. 38 - 39: idem pentru platoul de distribuție și egalizare 21;
- fig. 40: bariera termică 22 (o garnitură termoizolantă) în care sunt prevăzute găurile corespondente reperelor 20 și 21 (simetrice) ;
- fig. 41 - 42: vederi ale reperului 24 în care sunt prevăzute găurile corespondente reperului 20;
- fig. 43 - 44: idem, ale reperului 25 în care sunt prevăzute găurile corespondente reperului 21;
- fig. 45 - 50: secțiuni longitudinale și vederi ale plăcilor de presiune interioare 33 dreapta și 34 stânga (simetrice); sunt prevăzute cu locaș pentru simeringurile 17, umăr de etanșare 10, canal de etanșare 32 în care se prevăd garnituri de etanșare 35, găuri pentru șuruburi 11, găuri filetate 36 și 37 pentru racordurile de încărcare-descărcare (umplere și monitorizare) 58;
- fig. 51 - 52: vederi ale structurii de rezistență ale carcusei statorului și a celor două schimbătoare de căldură, alcătuite din două subansamble: jumătatea superioară și cea inferioară, separate termic de garniturile 43, amplasate între reperatele 38 și 39 ansamblate cu prezoanele de înaltă rezistență 12 și piulițele 13;

- cele două jumătăți sunt alcătuite din câte două elemente de rezistență 38, respectiv 39, pe care sunt sudate semiinelele de capăt 40, de mijloc 41 și intermediare 42, care după ansamblare, funcționează ca o carcasă strânsă pe cămașa statorului 19 și care preia din forțele interne generate în aceasta ca urmare a presiunii agentului termodinamic; în reperele 38, 39, 40, 41 sunt practicate găuri filetate 31, pentru ansamblarea celorlalte reperi ale statorului; de asemenea structura de rezistență alcătuită din reperele 38, 39, 40, 41, 42, după ansamblarea pe cămașa 19, se sudează de aceasta, rolul îmbinărilor cu prezoanele de rezistență 12 și a piulițelor 13, fiind acela de a permite montajul, a asigura o tensiune inițială în cămașa 19 iar prin garniturile 43, se limitează fluxul termic dintre cele două jumătăți de carcasă (numai prin cămașa 19); prin sudură se asigură contactul termic și etanșarea între cele două structuri metalice: carcasa de rezistență a statorului și a schimbătoarelor de căldură și cămașa statorului 19;
- fig. 53 - 54, prezintă modul de realizare a schimbătoarelor de căldură cu minicanale (în acest exemplu) alcătuite din tuburile metalice 44 amplasate pe straturi suprapuse, curbate astfel încât să aibă raza de curbură necesară pentru montarea pe stratul respectiv, între elementele de rezistență 40, 41, 42; aceste tuburi metalice sunt realizate din metale foarte bune conducătoare de căldură și sunt sudate între ele, între ele și reperele 40, 41, 42 și între ele și cămașa statorului 19 prin diferite procedee, astfel încât să se asigure transferul termic maxim între agentul termodinamic și cămașa statorului 19;
 - fig. 55 - 56, reprezintă reperele 45 și 48, care sunt elemente de carcasă exterioară ale schimbătoarelor de căldură de introducere și respectiv de extragere a căldurii din sistemul termic prezentat; ele sunt ansamblate cu șuruburile 52 și etanșate cu garniturile 51, de reperele 38, 39, 40, 41, 42; pe elementul de carcasă 45 sunt prevăzute racordurile tur 46 și retur 47 ale schimbătorului de căldură prin care se introduce căldura în sistem, care se îmbină cu flanșele 53 de conductele instalației exterioare de asigurare a agentului termic de încălzire, iar pe reperul 48 sunt prevăzute racordurile tur 49 și retur 50, care se îmbină cu flanșele 53 de instalația exterioară prin care se asigură agentul termic de răcire al motorului;
 - fig. 57 - 62 reprezintă secțiuni longitudinale și vederi ale plăcilor de presiune exterioare 54 - stânga și 55 - dreapta (simetrice) în care se prevăd spre interior locașuri pentru simeringurile 17, canalele de etanșare 32 și garniturile 35, prin care se îmbină cu reperele 34 și 33 indirect (prin strângere de prezoanele de mare rezistență 12, cu șaibele 63, piulițele 13 limitat de distanțierii 64, prezentate în fig. 72); spre exterior locașuri pentru rulmenții 18, găurile filetate 31 pentru montarea reperelor 59 (Fig. 65 - 67), care fixează rulmenții 18; pe reperele 59 se prevăd găurile filetate 31 pentru montarea gresoarelor 62 (Fig. 71) și găurile 56, pentru montarea racordurilor de încărcare descărcare 58 (Fig. 64) fixate prin înșurubare de reperele 34 și 33 în găurile 36 și 37 (Fig. 47-50), etanșate cu presetupa 57 și inelele de etanșare 35 (Fig. 63);
 - fig. 63- 67 reprezintă secțiuni și vederi ale reperelor 35, 57, 58 și 59;

- fig. 68 - 70 reprezintă o secțiune longitudinală și vederi ale reperelor 61 (capac) și 60 manșetă, care se montează pe reperatele 59, cu șuruburile 28;
- fig. 71 reprezintă o vedere a gresorului 62 (niplu de ungere);
- fig. 72 reprezintă o secțiune prin prezoanele 12, șaibele 63, piulițele 13 și distanțierii 64, care asigură montajul reperelor 54 și 55, care susțin rotorul și constituie împreună o a doua carcasă exterioară de mare rezistență;
- fig. 73- 74 reprezintă o secțiune și o vedere a reperelor 65, care sunt elemente de ridicare a motorului; de asemenea pe aceste repere se pot monta diverse aparate, pompe, etc.
- fig. 75 - 78 reprezintă vederi ale reperelor 66, care sunt suportii motorului, care se fixează cu prezoanele 12 și piulițele 13 de reperatele 54 și 55;

Alimentarea din exterior cu agent termodinamic de încălzire a schimbătorului de căldură prin care se introduce căldură în mașina termică, se realizează prin racordul 46, îmbinat cu flanșa 53 de conducta exterioară prin care agentul pătrunde în prima incintă formată din carcasa exterioară 45 etanșată cu garnitura 51, asamblată cu șuruburile 52 de jumătatea inferioară a structurii de rezistență a carcasei (reperatele 39, 40, 41, 42 sudate între ele) și un sector din cămașa 19, de care aceasta este sudată. În interiorul acestei incinte, între semiinelele 40, 41, 42 sunt montate tuburile metalice 44, sudate între ele, între ele și cămașa statorului 19 și între ele și reperatele 40, 41, 42 prin diverse procedee. Agentul de încălzire trece prin interiorul acestor tuburi metalice, prin spațiile dintre ele, dintre acestea și cămașa statorului 19 și dintre acestea și reperatele 40, 41, 42 și 51 (ultima este izolatoare) și cedează căldura acestei structuri metalice prin convecție și este evacuat prin racordul de retur 47. Căldura se transmite prin conducție între elementele metalice și sectorului respectiv de pe cilindrul 19, de unde se transmite prin convecție și conducție agentului termodinamic din interiorul motorului.

Evacuarea căldurii reziduale se realizează prin cel de-al doilea schimbător de căldură încorporat, cu un agent termodinamic de răcire (poate fi același agent ca pentru încălzire, dar recirculat prin schimbătoare de căldură exterioare, nespecificate), realizat în același mod ca și schimbătorul de căldură prin care se introduce căldura în sistem. Agentul de răcire este introdus prin racordul 49, îmbinat cu flanșa 53 de conducta exterioară, în prima incintă a schimbătorului de căldură de evacuare a căldurii reziduale, realizată din carcasa exterioară 48 separată termic și etanșată cu garnitura 51 de această incintă, asamblată cu șuruburile 52 de jumătatea superioară a structurii de rezistență a carcasei (reperatele 38, 40, 41, 42 sudate între ele) și un sector din cămașa 19, de care carcasa este sudată. În interiorul acestei incinte, între semiinelele 40, 41, 42 sunt montate tuburile metalice 44, sudate între ele, între ele și cămașa statorului 19 și între ele și reperatele 40, 41, 42 prin diverse procedee. Agentul de răcire trece prin interiorul acestor tuburi metalice, prin spațiile dintre ele, dintre acestea și cămașa statorului 19 și dintre acestea și reperatele 40, 41, 42 și 51 (ultima este izolatoare), preia căldura acestei structuri metalice prin convecție și este evacuat prin racordul de retur 50. Căldura reziduală a agentului termodinamic din interiorul mașinii termice se transmite prin convecție și conducție

unui sector de pe cilindrul 19, structurii metalice și tuburile 44, de unde se transmite prin convecție agentului de răcire. Căldura reziduală evacuată poate fi integral recuperată și utilizată după cum s-a arătat.

Mășina termică (închisă, rotativă, reversibilă și regenerativă), cunoscută în sine ca pompă sau motor hidraulic sau pneumatic rotativ, acționat de diverse fluide sub presiune, este alcătuit din arborele motor 1, pe care este fixat solidar prin caneluri rotorul alcătuit din discurile 5, 6, 7 și 8 ansamblate între ele cu prezoanele 12 și piulițele 13, în care sunt practicate niște canale 14 paralele cu axul arborelului 1, în care sunt montate niște palete 15, impinse spre stator de arcurile 16; subansamblul rotor este montat excentric în prima incintă a statorului, alcătuită din cămașă 19, pe care sunt fixate cu șuruburi de montaj și apoi sudate carcusele de rezistență alcătuite din reperatele 38, 39, 40, 41, 42 care constituie scheletul celor două schimbătoare de căldură încorporate, plăcile de presiune interioare 34 și 33 fixate cu șuruburile 28 de semiinelele 40 și etanșate cu garniturile 35 de acestea și de cămașa statorului 19 și cu simeringurile 17 de rotorul 1, iar între plăcile de presiune 34 și respectiv 33 și rotor, se prevăd platourile stratificate alcătuite din reperatele 20, 22, 24 (stânga) și respectiv 21, 22, 25 (dreapta), ansamblate între ele cu șuruburile 28, autoajustabile (se pot deplasa axial) și etanșate pe stator prin inelele de etanșare 23 și pe rotor prin simeringurile de diametre diferite 17; această primă incintă se află în interiorul unei a două incinte, alcătuită din plăcile de presiune exterioare 54 și 55 care susțin rotorul 1 prin rulmenții 18, fixate între ele cu prezoanele 12, piulițele 13, șabilele 63, la o distanță dată de distanțierii 64, suportii motorului 66 și elementele de ridicare 65 și care împreună alcătuiesc o carcasă de mare rezistență, capabilă să preia presiunile mari care apar normal în funcționarea motorului și suprapresiunile prin supraîncălzire, care apar la viteze unghiulare mici (când momentele de rotație sunt mari). Între plăcile de presiune interioare 34 și 33 și exterioare 54 și 55, se introduce unsoare consistentă sub presiune prin gresoarele 62, montate în plăcile 54 și 55, unsoare prin care se distribuie o parte din tensiunile din plăciilor interioare 34 și 33 și căldura.

Pentru asigurarea funcționării normale a mașinii termice, trebuie asigurate simultan următoarele funcțiuni:

- introducerea și respectiv extragerea căldurii din mașina termică, care fiind regenerativă, cu o masă importantă de acumulare a căldurii, se poate realiza (în anumite cazuri) alternativ sau cu intermitențe, cu scăderea corespunzătoare a puterii efective la arbore, a motorului;
- Introducerea lichidului lubrifiant (și a metalului lichid, dacă este cazul) și a agentului termodinamic se realizează prin racordurile 58, înșurubate în găurile filetate 36 din reperatele 34 și 33, etanșate la trecerea prin platourile 54 și 55 cu presetupele 57 și garniturile 35, care au la capătul exterior câte un robinet de umplere, o supapă de siguranță cu arc și un manometru (montate în derivație), nespecificate;
- purjarea și golirea de fluidele din mașina termică se realizează prin racordurile 58 înșurubate în găurile filetate 37 din reperatele 34 și 33, etanșate la trecerea prin

- platourile 54 și 55 cu presetupele 57 și garniturile 35, având la capetele exterioare un robinet de golire și un manometru (montate în derivație), nespecificate;
- asigurarea lubrifierii paletelor în canale, se realizează concomitent cu egalizarea presiunilor în spațiile dintre paletele 15 și fundul canalelor din rotor 14 (unde sunt montate arcurile 16), asigurarea unei presiuni suplimentare de ulei între plăcile interioare de presiune 34 și 33 și platourile autoajustabile alcătuite din reperatele 20, 22, 24, 28 și respectiv 21, 22, 25, 28, precum și răcirea acestora, se realizează prin asigurarea unei circulații de ulei (care trebuie să fie mai dens decât agentul termodinamic utilizat și din acest motiv, sub acțiunea forțelor centripete, împins spre cămășa 19) determinată de presiunea uleiului asigurată de rotirea rotorului în zona de presiune maximă, pe traseul: incintă de presiune, canalele 30 din cele două platouri autoajustabile, spațiile dintre reperatele 34 și 24 și respectiv 33 și 25, orificiile 11, care trec prin cele două platouri, canalele de ungere 27 din reperatele 20 și 22, spațiile libere din canalele 14 delimitate de paletele 15 (aceste spații sunt tot timpul pline cu ulei, volumul total este aproximativ constant, iar paletele acționează ca niște pistoane care intră și ies din canale, determinând evacuarea și respectiv umplerea alternativă cu ulei a unora dintre ele prin canalele laterale 27, iar completarea cu uleiul care scapă printre palete și pereții canalelor în incintele de mică presiune se realizează prin găurile 11); restul uleiului este introdus prin canalele 29 în incintele determinate de palete de la partea superioară a motorului; astfel se asigură o circulație permanentă a uleiului, o răcire a platourilor laterale și a plăcilor de presiune și o presiune nu prea mare dar constantă între plăcile de presiune interioare și cele două platouri autoajustabile;
 - asigurarea etanșării rotorului și a incintelor create de paletele glisante, corpul rotorului, cămășa interioară și platourile laterale autoajustabile se realizează prin următoarele mecanisme:
 - o paletele sunt împinse spre exterior de arcurile 16 și forța centripetă (redușă) și de componenta radială a presiunii agentului termodinamic din incinte care acționează pe paleta montată cu un anumit unghi față de planul radial, forță îndreptată spre exteriorul incintei; etanșarea se realizează și cu ajutorul filmului de ulei lubrifiant, care aderă la suprafețele componentelor metalice;
 - o sunt prevăzute simeringurile 17, care asigură împreună cu filmul de ulei lubrifiant etanșarea pieselor în mișcare: umerii de etanșare 10 de pe reperatele rotorului 5 și 6 cu prin platourile autoajustabile 20, 22 și 24 (stînga) și 21, 22 și 25 (dreapta), arborele motor 1 la trecerea prin plăcile de presiune interioare 34 (stînga) și 33 (dreapta) și prin plăcile exterioare 54 (stînga) și 55 (dreapta);
 - o platourile autoajustabile compuse alcătuite din reperatele 20, 22, și 24 (stînga) și 21, 22, și 25 (dreapta), montate în interiorul cămășii statorului 19 și etanșate față de acesta cu inelele de etanșare 23, montate în canalele 10 și cu simeringurile 17, față de rotor (câte două de fiecare platou), sunt în contact direct cu paletele în rotație 14 și cu fețele laterale ale reperelor 5 și 6 din rotorul cu structură compusă și asigură cu ajutorul filmului de ulei lubrifiant etanșarea cu aceste piese în mișcare; aceste platouri se pot deplasa axial între anumite limite (nu se pot roti datorită excentricității rotorului) și sunt împinse spre interior

datorită diferențelor între forțele de presiune care acționează pe suprafețele exterioare și interioare ale platourilor, presiune ceva mai mare spre exterior, dar pe suprafețe diferite: rezultanta este axială și îndreptată spre interior.

Așa cum s-a arătat, motorul este închis, adică schimbă cu exteriorul numai căldură (prin cămașa statorului 19) și lucru mecanic (prin arborele motor 1). Pentru pornirea motorului se introduc agenții termodinamici exteriori de încălzire și respectiv răcire prin cele două schimbătoare de căldură încorporate, producându-se încălzirea simultană a unor incinte și răcirea celorlalte, generând o creștere a presiunii în primele și o scădere a presiunii în cele răcite și o diferență de presiune între sectoare, ceea ce determină apariția unui cuplu motor și rotirea rotorului. Datorită rotirii, fiecare incintă ajunge în zonele de comprimare, încălzire, destindere și răcire, iar momentul motor rezultat crește în intervalul de timp în care se stabilizează temperaturile și presiunile, deoarece apare compresia agentului, se produc transformările termodinamice și crește diferența de presiune dintre sectoare. În concluzie, momentul motor se naște după ce apare o diferență de temperatură între cele două schimbătoare de căldură încorporate (cu alte cuvinte, pornește de pe loc, fără rotire inițială ca la motoarele cu ardere internă) și după rotirea rotorului încep transformările termodinamice menționate.

Dacă arborele motor este rotit de un motor exterior oarecare, agentul termodinamic parcurge următoarele etape:

- comprimarea agentului termodinamic la o presiune superioară și încălzirea acestuia datorită comprimării, concomitent cu cedarea de căldură în exterior prin schimbătorul încorporat de evacuare a căldurii; lucrul mecanic este transformat în căldură, în echivalent energetic egal cu căldura cedată și pierderile prin carcasă;

- destinderea și răcirea agentului termodinamic concomitent cu introducerea de căldură din exterior prin schimbătorul încorporat de introducere a căldurii și ciclul se reia; produce lucru mecanic în echivalent energetic egal cu căldura introdusă din care se scad pierderile prin frecare și de căldură prin arborele motor;

- se observă că trebuie introdus din exterior lucru mecanic egal cu diferența dintre căldura cedată mediului cald și suma dintre căldura primită de la mediul rece și pierderile prin frecare și de căldură; dacă căldura primită este egală cu cea cedată, lucrul mecanic total necesar este egal cu pierderile prin frecare, de căldură și lucrul mecanic utilizat pentru circularea agenților termodinamici exteriori și funcționarea ventilatoarelor exterioare.

În acest caz, mașina termică este generatoare, funcționează ca o pompă de căldură și regenerativă, transformând o parte a căldurii introduse în lucru mecanic.

În funcționarea acestor mașini termice paletetele au un rol foarte important prin aceea că ele înlătură prin răzuire în mare parte stratul limită de lichid, îmbunătățind coeficientul de transfer termic dintre agentul termodinamic din mașină și cămașa statorului 19, barbotează uleiul de ungere (sau metalul lichid) care apoi schimbă căldură cu agentul termodinamic și având un contact termic foarte bun cu cilindrul 19, preiau din căldura transmisă de acesta și o transmite în continuare prin conducție și convecție agentului termodinamic.

REVENDICĂRI

1. Instalație termică alcătuită din două schimbătoare de căldură cu microcanale sau cu minicanale, în contracurent, încorporate, prin care se introduce căldură și respectiv este evacuată căldura reziduală, în contact termic cu o mașină termică închisă, rotativă, regenerativă și reversibilă, care schimbă cu exteriorul căldură prin cămașa statorului și cele două schimbătoare de căldură și lucru mecanic prin arborele motor, cu un rotor montat solidar pe arbore, cu palete rotative glisante, montate în canale longitudinale, dar care în plan transversal fac un unghi față de planul radial determinat de axul arborelui și linia de contact dintre paletă și stator, împinse spre exterior de niște arcuri, spre un stator cilindric în care rotorul este montat excentric, astfel încât paletele, rotorul, cămașa statorului și platourile laterale cu care rotorul și paletele sunt în contact direct, determină incinte care prin rotația rotorului au volume variabile și în care evoluează un agent termodinamic după ciclul termodinamic închis și regenerativ Ericsson (al doilea ciclu); fiecare incintă conține lichid lubrifiant, (metal lichid - opțional) și agent termodinamic, inerte chimic între ele și funcționează ca un cilindru de motor sau de compresor, în care se produc toate transformările termodinamice necesare, în care rolul pistonului îl deține cămașa statorului, care este fixă și se rotesc cilindrii și blocul motor asemănător unui motor rotativ de avion.

2. Structură conform revendicării 1, caracterizată prin secțiunea cămășii statorului cilindrică, circulară și simetrică față de planul determinat de axele arborelui motor și ale statorului, denumit plan de referință și care are proprietatea de a secționa volumul interior al statorului în două semivolume egale,

3. Structură conform revendicării 1, caracterizată prin secțiunea cămășii statorului cilindrică și simetrică față de planul de referință, dar generată prin translatarea drepte de referință rezultată prin intersecția suprafeței exterioare a rotorului cu planul de referință, paralel cu ea însăși într-un plan de rotație perpendicular pe axul rotorului și avându-l ca ax de rotație, după o curbă sub formă de spirală (a lui Arhimede), a cărei rază inițială este egală cu a rotorului; translatarea se realizează în sens orar, iar creșterea razei este pentru π radiani egală cu de două ori excentricitatea dorită; după o rotire cu π radiani, dreapta traslatată se găsește în planul de referință, iar în continuarea rotirii, raza se micșorează cu aceeași rată, astfel încât după 2π radiani dreapta traslatată ajunge iarăși pe suprafața rotorului de unde a început deplasarea, generând o suprafață cilindrică închisă; prin rotirea practică a planului care conține axul rotorului și al statorului în jurul axului statorului situat la jumătatea distanței dintre dreptele de referință care rezultă prin intersectarea planului de referință cu suprafața interioară a statorului, se realizează reglarea distanței minime dintre rotor și stator, începând de la 0 (când planul de rotire este conținut de planul de referință inițial) și limitată la excentricitatea maximă a rotorului (când planul de rotire este perpendicular pe planul de referință inițial: $\frac{\pi}{2}$ radiani), iar axul rotorului se găsește la distanțe egale față de cele două drepte de referință fixe; în această poziție a arborelui motor, cuplul motor devine 0, iar dacă se continuă rotirea, cuplul motor se inversează și rotorul se rotește invers; această variantă

permite realizarea de motoare cu turație (și moment) variabile, inclusiv inversarea sensului de rotație al rotorului în timpul funcționării; planele paletelor trebuie să fie radiale.

4. Structură conform revendicărilor 1 și 2 sau 1 și 3, caracterizată prin aceea că dacă mașina termică primește căldură prin schimbătorul de căldură prin care se introduce căldura în mașină, printr-un agent termodinamic de la o sursă de căldură exterioară, cu o temperatură mai mare decât cea a mediului, considerată „sursa caldă” și cedează căldură prin schimbătorul de căldură prin care se evacuează căldura reziduală din mașina termică unei surse cu o temperatură mai mică decât cea a sursei calde, considerată „sursa rece”, funcționează ca un motor termic și poate produce la arbore un lucru mecanic util, proporțional cu diferența dintre cele două cantități de căldură; această variantă de mașină termică este denumită de autori „motorul Q” și poate utiliza surse de căldură reziduale, geotermale sau regenerabile.

5. Structură conform revendicării 4, caracterizată de aceea că momentul motor se naște după ce apare o diferență de temperatură între cele două schimbătoare de căldură încorporate (cu alte cuvinte, pornește de pe loc, fără rotire inițială ca la motoarele cu ardere internă) și după rotirea rotorului încep transformările termodinamice caracteristice ciclului Ericsson (al doilea), iar momentul motorului (cuplul motor) reprezintă momentul rezultat al momentelor create de toate forțele active și reactive care acționează simultan pe toate paletele pe parcursul parcurgerii procesului termodinamic aflat în stadii diferite în diferite incinte; în timpul efectuării unei rotații complete (360°) fiecare incintă parcurge întregul traseu și agentul termodinamic din ele parcurge complet ciclul termodinamic amintit.

6. Structură conform revendicării 1, caracterizată prin secțiunea cămășii cilindrului care este cilindrică dar asimetrică față de planul de referință și este generată asemănător cu structura descrisă prin revendicarea 3, dar dreapta generatoare este translatată și deplasată prin rotirea după o curbă mai mult de π radiani, spre ex. $3/2 \pi$ radiani, iar curba spirală care este generată în continuare trebuie să aibă raza cu rata de descreștere astfel încât la 2π radiani dreapta generatoare să ajungă în aceeași poziție de unde a început translatarea; această configurație permite realizarea de schimbătoare de căldură cu suprafețe de schimb de căldură inegale, dar care în condiții specifice de funcționare, au fluxuri termice egale.

7. Structură conform revendicării 1 și 6, caracterizată prin aceea că dacă se introduce în mașina termică lucru mecanic (spre exemplu prin învârtirea de către un motor oarecare a arborelui motor), acesta funcționează într-un ciclu termodinamic generator și se produce „transferul” unei cantități de căldură de la un mediu cu o temperatură medie mai scăzută, la un mediu cu o temperatură medie mai ridicată; această variantă a fost denumită de autori „Generatorul Q” și poate fi utilizată ca instalație de răcire (aer condiționat) sau pompă de căldură (utilizând căldura conținută de mediului ambiant); pentru încălzirea unor spații sau prepararea apei calde menajere, etc.); pentru diferențe de temperaturi medii diferite și coeficienți de transfer termic specifici aproximativ egali, rezultă ca fiind necesare suprafețe de

schimb de căldură diferite pentru un flux termic aproximativ egal pentru cele două schimbătoare, care în acest caz funcționează în serie: unul extrage căldura dintr-un mediu și celălalt o transferă în alt mediu); planele paletelor fac un unghi cu planul radial, dar invers față de varianta de motor (prin rotirea rotorului, paletele intersectează planul de referință mai întâi cu liniile de contact cu cămașa statorului și apoi cu restul paletelor).

8. Structură conform revendicărilor 1 – 7, caracterizată prin aceea că etanșarea paletelor și asigurarea lubrifierii acestora în frecarea cu statorul și cu pereții canalelor în care glisează, se realizează cu un film de metal lichid (opțional) și de ulei recirculat în motor, introduse inițial odată cu agentul termodinamic ales în funcție de temperatura sursei calde și de diferite considerente de utilizare și de proiectare, inerte chimic între ele; filmul din metal lichid (opțional) îmbunătățește transferul termic dintre cămașa statorului și palete, măbind fluxul termic transferat agentului termodinamic și pe cale de consecință, puterea efectivă a motorului.

9. Structură conform revendicărilor 1, 4, 5 și 8, caracterizată prin aceea că motorul Q poate fi utilizat pentru producerea de energie electrică și fiind regenerativ, căldura reziduală evacuată poate fi integral recuperată și reutilizată, prin montarea schimbătoarelor de căldură încorporate într-un circuit închis în serie cu alte două schimbătoare de căldură exterioare nespecificate și o pompă de circulație nespecificată a unui agent termodinamic exterior, care să asigure transportul căldurii între schimbătoarele de căldură menționate; această particularitate a motorului Q permite utilizarea surselor de căldură reziduale, geotermale și energii regenerabile cu temperaturi relativ reduse, cu fluxuri de căldură disponibile reduse și medii, pentru producerea de energie electrică cu un randament foarte mare deoarece trebuie introdusă numai căldura necesară pentru acoperirea pierderilor prin frecare, de căldură și echivalentul energetic al lucrului mecanic util produs, indiferent de randamentul propriu zis al transformării căldurii introduse în motor în lucru mecanic util; această capacitate determină o eficiență energetică maximă posibilă.

10. Structură conform revendicărilor 1, 4, 5, 8 și 9, caracterizată prin aceea că permite recuperarea exergiei pierdute de motoare cu piston cu ardere internă, turbine cu gaze, cazane energetice, prin gazele evacuate, sau din alte surse de căldură reziduale cu temperaturi medii și mari (până la 500°C), cu o instalație termică închisă formată din n motoare Q în serie cu un schimbător de căldură extern prin care se recuperează exergia pierdută a sursei externe de căldură reziduală, pompe de circulație și n schimbătoare de căldură care constituie „sursele reci” (fiecare motor Q are propria „sursă rece”), primul motor Q primind căldură de la schimbătorul de căldură extern, al doilea motor Q și următoarele cu excepția ultimului, utilizează căldura evacuată de motorul precedent, iar căldura evacuată a ultimului motor Q este recuperată și agentul termodinamic reintrodus în schimbătorul de căldură extern și ciclul se repetă; fiecare motor Q este adaptat pentru acele condiții de funcționare și putere, iar numărul motarelor înseriate se determină din calcule tehnico-economice; practic în acest fel se poate transforma exergia recuperată din diverse surse de căldură reziduale cu puteri medii și mari și cu temperaturi relativ mari, în lucru

mecanic util, cu randament maxim posibil (mai puțin pierderile mecanice prin frecare, de căldură și cedarea de căldură normală către mediul ambiant).

11. Structură conform revendicărilor 1, 4, 5, 8 și 9, caracterizată prin aceea că motorul Q fiind regenerativ, căldura reziduală evacuată poate fi integral recuperată și reutilizată în sistem de cogenerare, pentru producerea de energie electrică, încălzirea unor spații și prepararea apei calde menajere, etc.

12. Structură conform revendicărilor 7 și 8, caracterizată prin aceea că permite utilizarea generatorului Q ca mașină de frig sau pompă de căldură regenerative în circuite separate, schimbătoarele de căldură încorporate fiind înseriate cu schimbătoare de căldură externe, pompe de circulație, conducte și armături.

13. Structură conform revendicărilor 1, 6, 7 și 8, caracterizată prin aceea că permite utilizarea generatorului Q utilizarea ca mașină de frig sau pompă de căldură regenerativă având schimbătoarele de căldură încorporate înseriate cu schimbătoare de căldură externe, pompe de circulație, prin conducte și armături într-un circuit comun; această configurație permite extragerea unei cantități de căldură dintr-un mediu și evacuarea ei în alt mediu cu maximă eficiență.

14. Structură compusă formată dintr-o mașină termică motoare, conform revendicărilor 7, 8, și 9, care acționează o mașină termică generatoare, conform revendicărilor 12 sau 13, agregat care este caracterizat prin aceea că permite utilizarea unor surse de căldură reziduale sau regenerative pentru producerea simultană de energie electrică, prepararea apei calde menajere și condiționarea aerului (sau încălzirea unor spații).

15. Structură conform revendicărilor 4 și 8, caracterizată prin aceea că motorul Q fiind reversibil, dacă se introduce în mașina termică lucru mecanic (spre exemplu prin învârtirea de către un alt motor oarecare a arborelui motor), acesta funcționează într-un ciclu termodinamic generator conform revendicării 7, dar cu o eficiență mai redusă.

16. Structură conform revendicărilor 6, 5 și 8, caracterizată prin aceea că generatorul Q fiind reversibil, dacă mașina termică primește căldură printr-un agent termodinamic de la o sursă de căldură exterioară și cedează căldură la exterior prin schimbătorul de căldură prin care se evacuează căldura reziduală din mașina termică, funcționează ca un motor termic și poate produce la arbore un lucru mecanic util, proporțional cu diferența dintre cele două cantități de căldură; această mașină funcționează într-un ciclu termodinamic motor conform revendicării 4, dar cu o eficiență mai redusă.

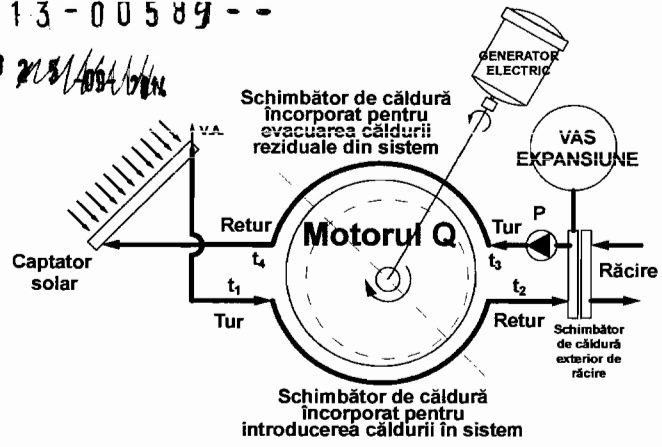


Fig. 1.

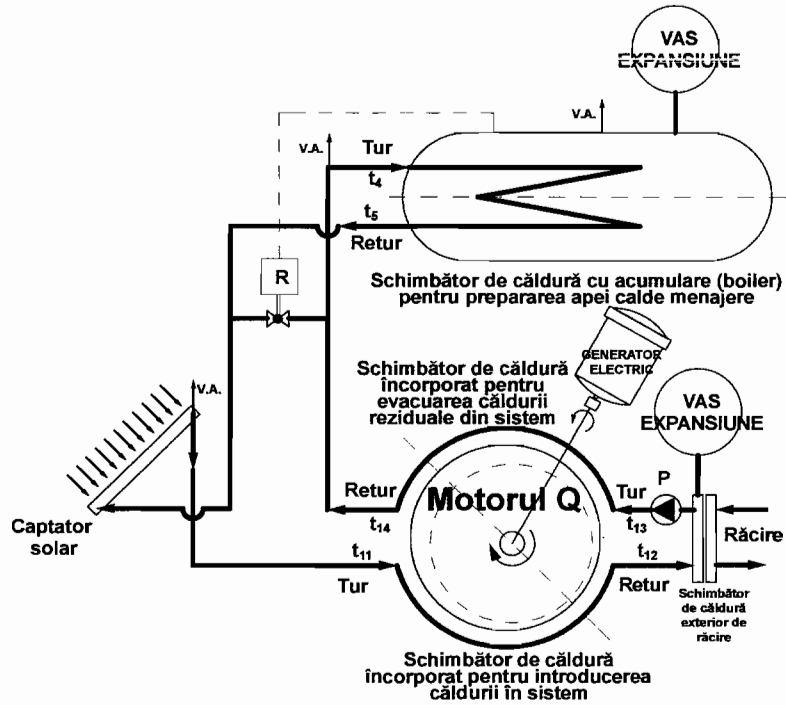


Fig. 2.

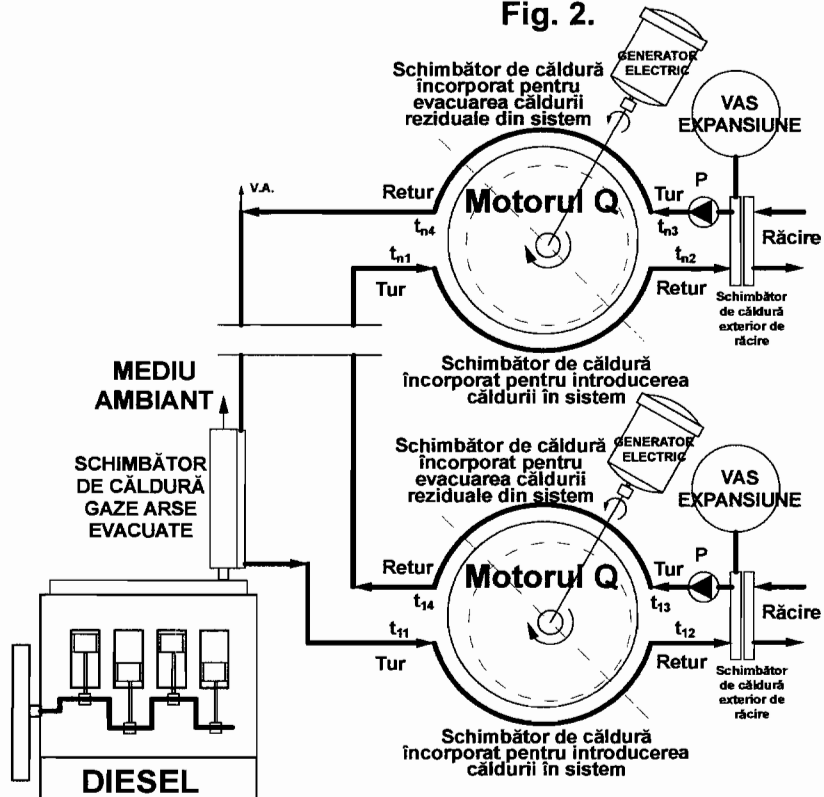


Fig. 3.

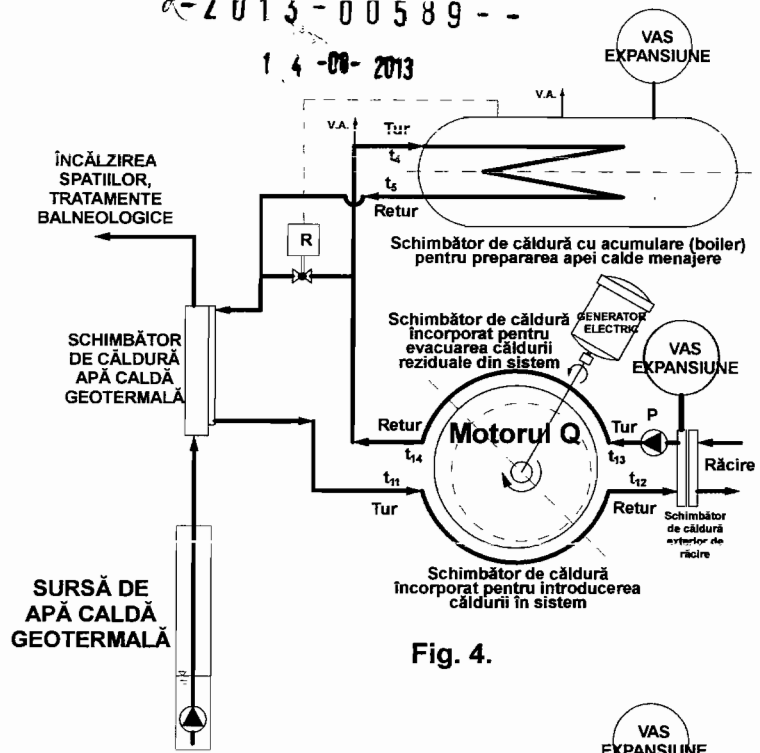


Fig. 4.

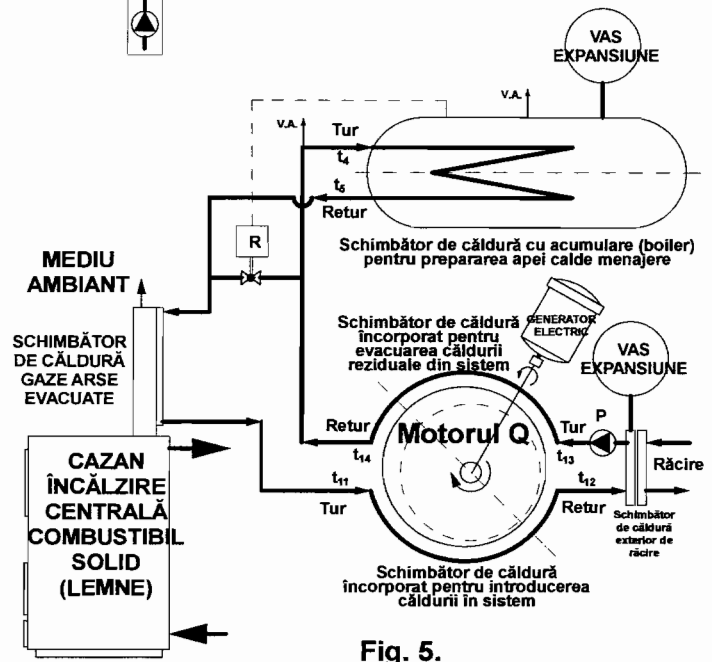


Fig. 5.

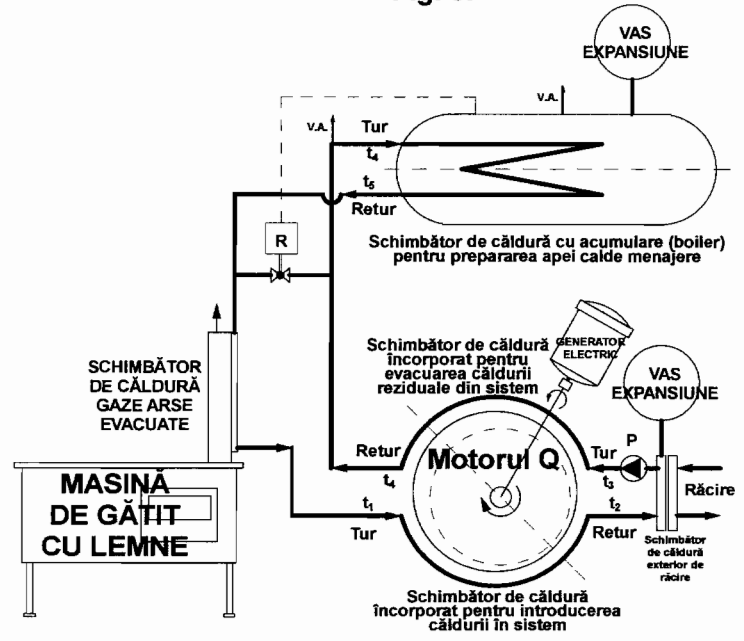


Fig. 6.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

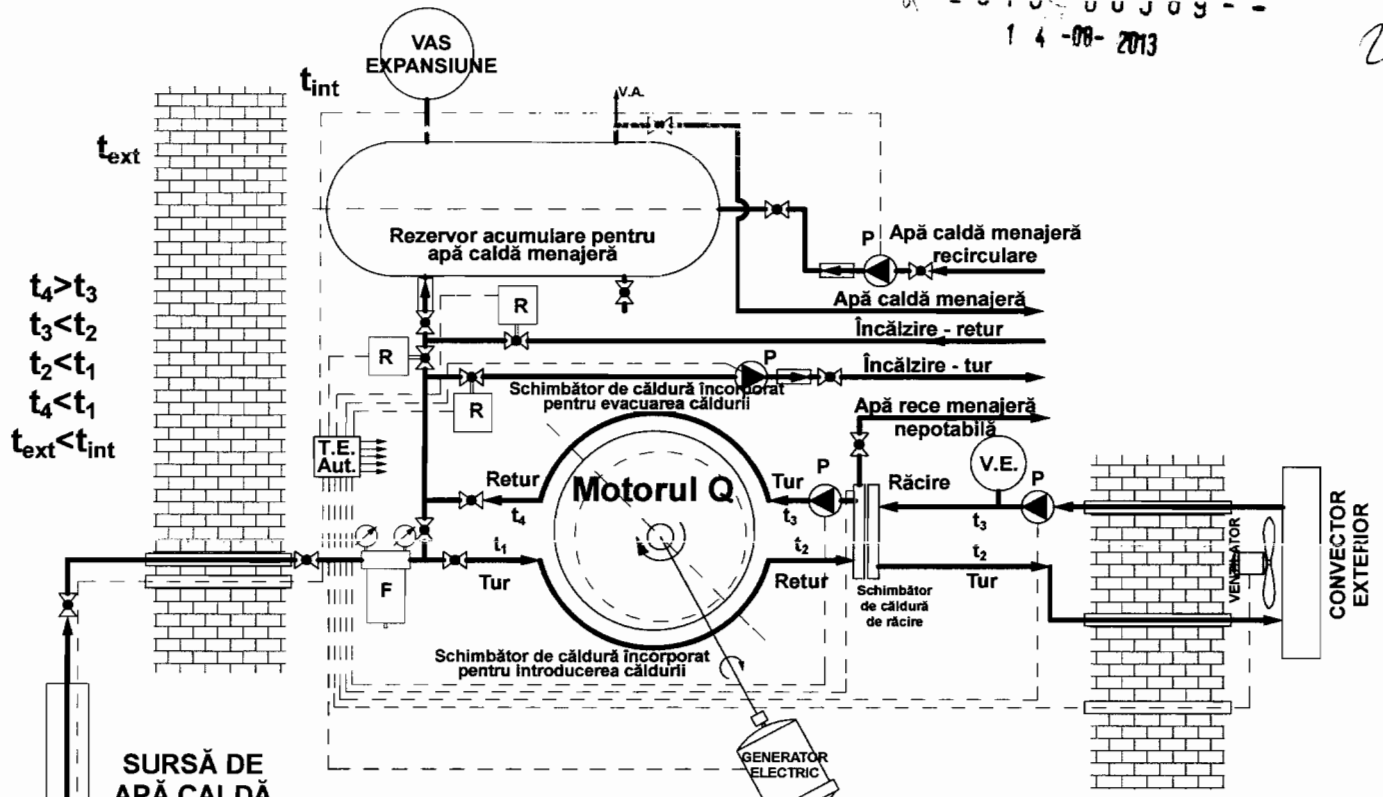


Fig. 7.

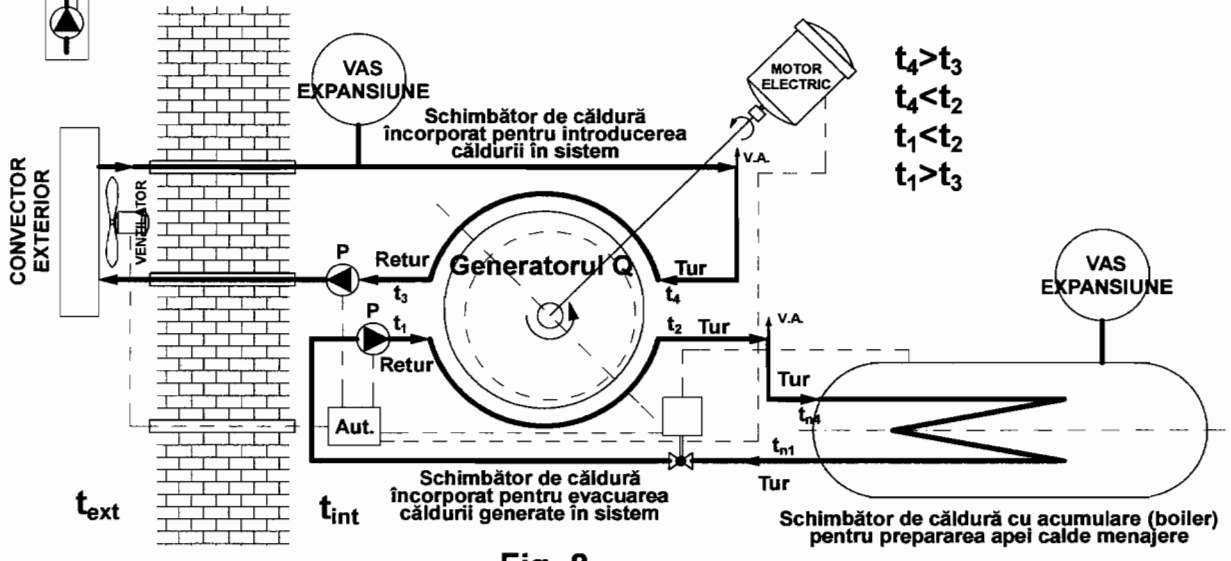


Fig. 8.

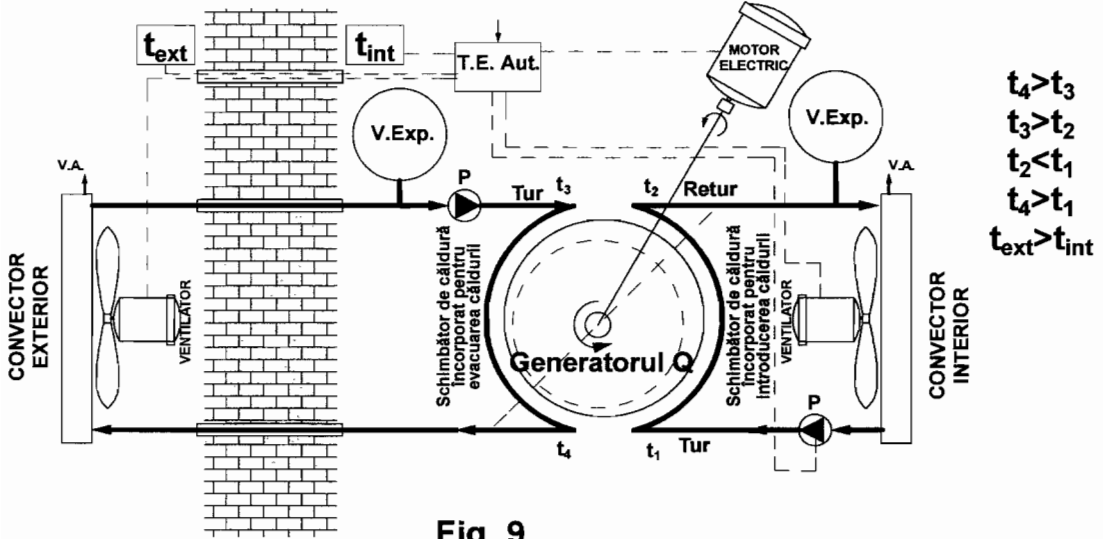


Fig. 9.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

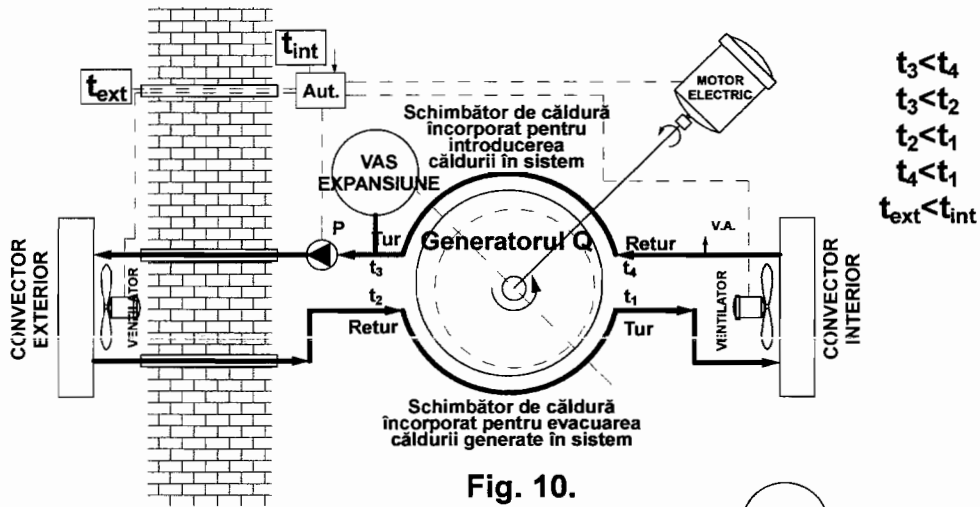


Fig. 10.

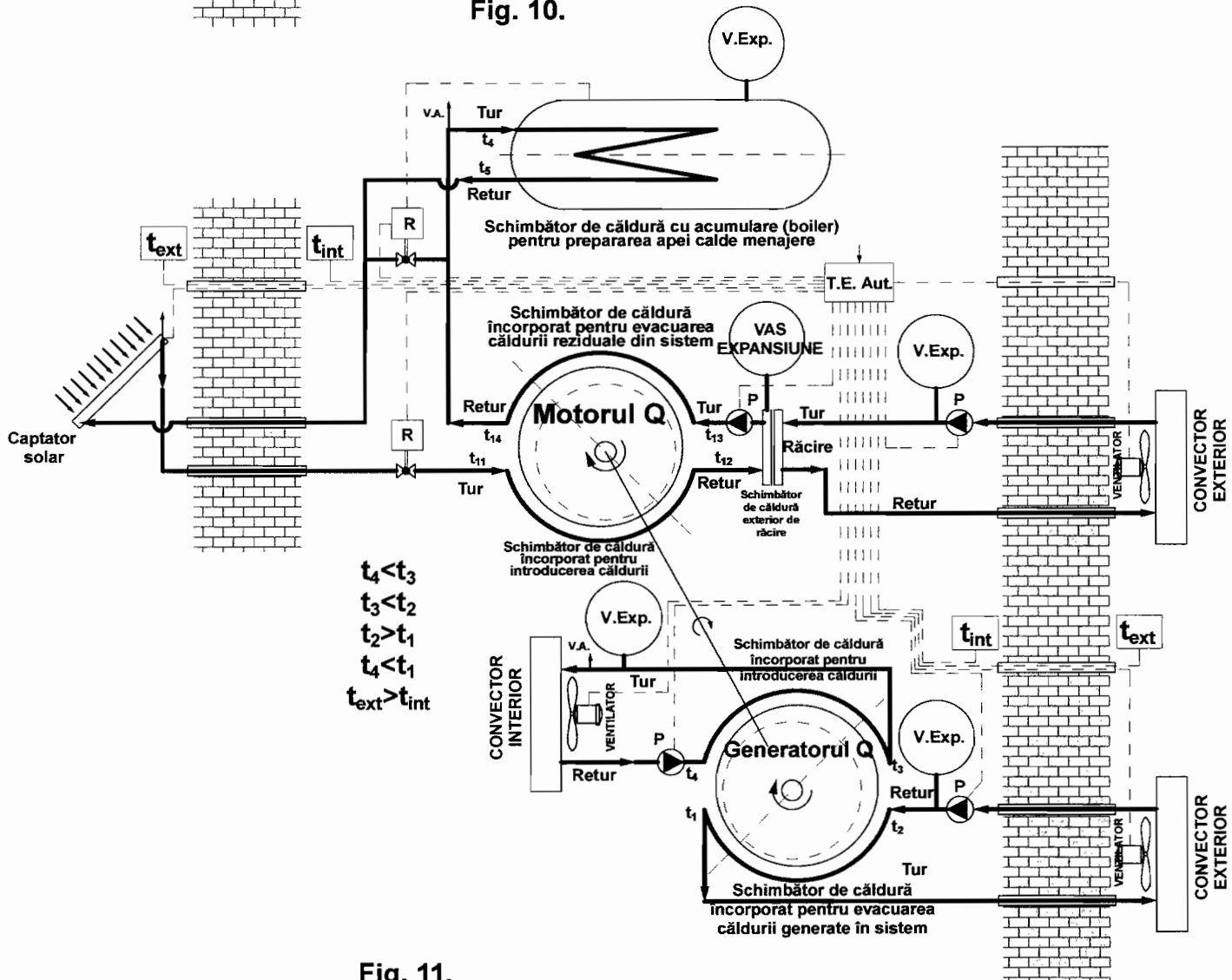


Fig. 11.

Handwritten signatures and marks.

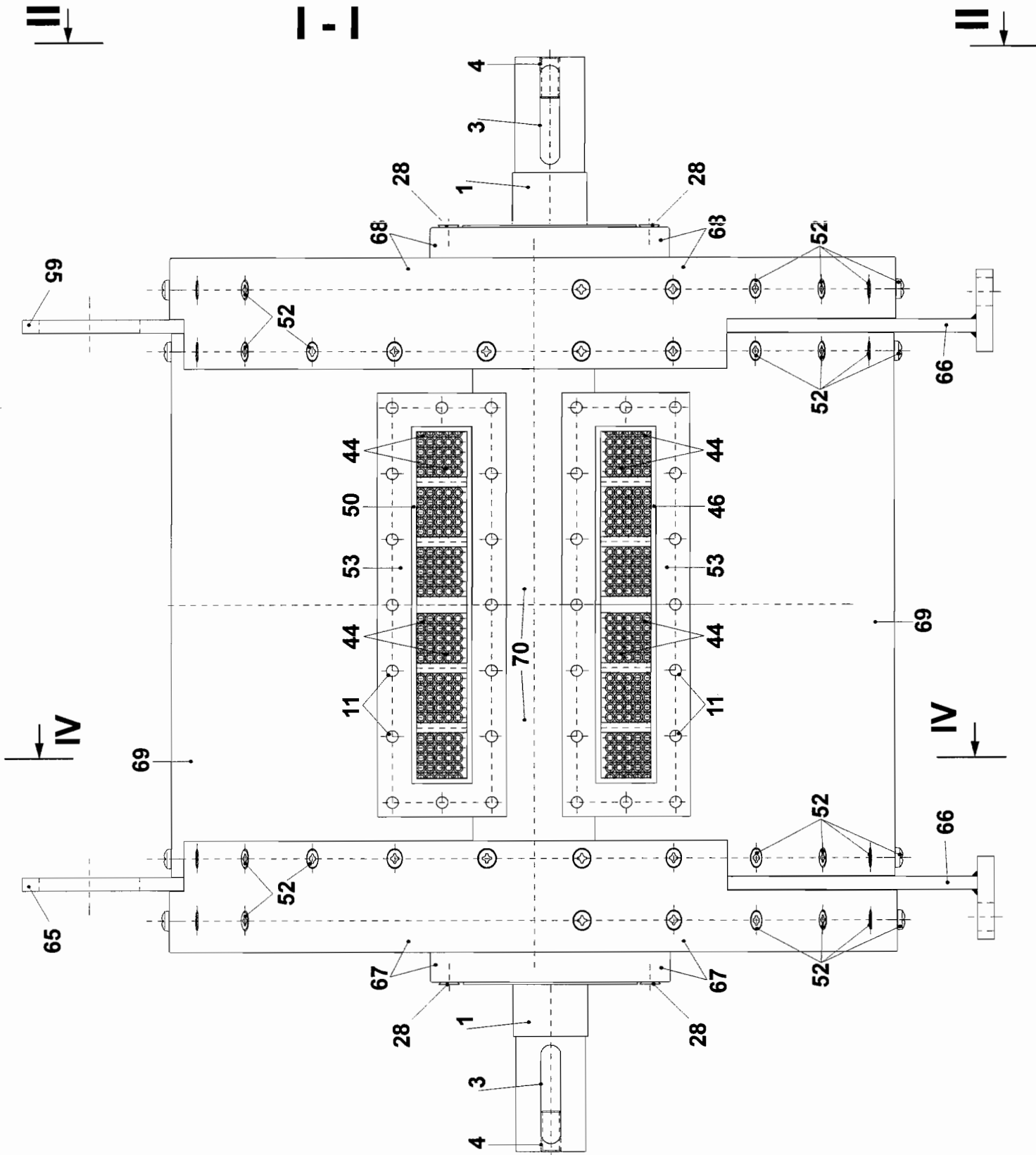


Fig. 12.

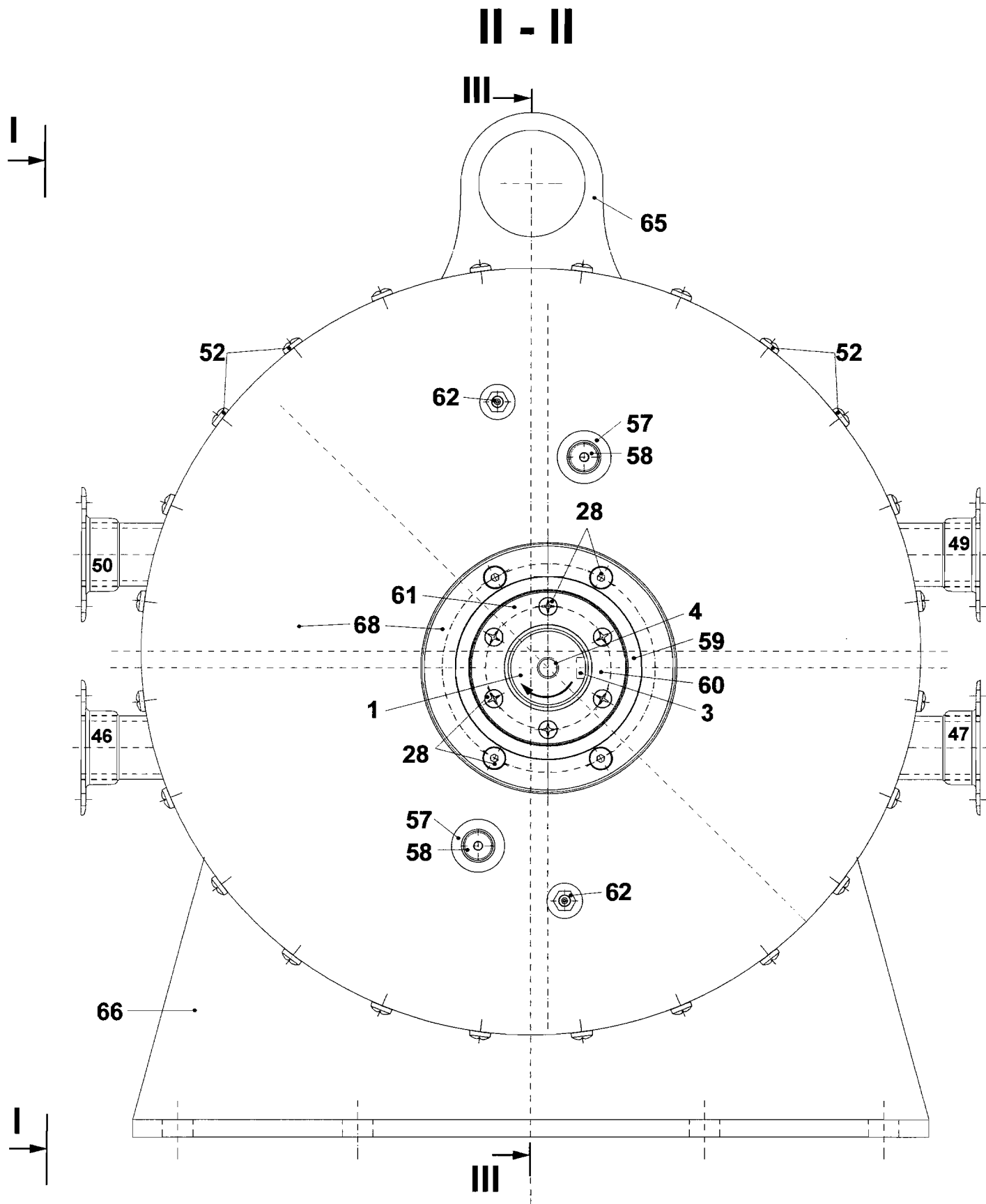


Fig. 13.

[Handwritten signature]

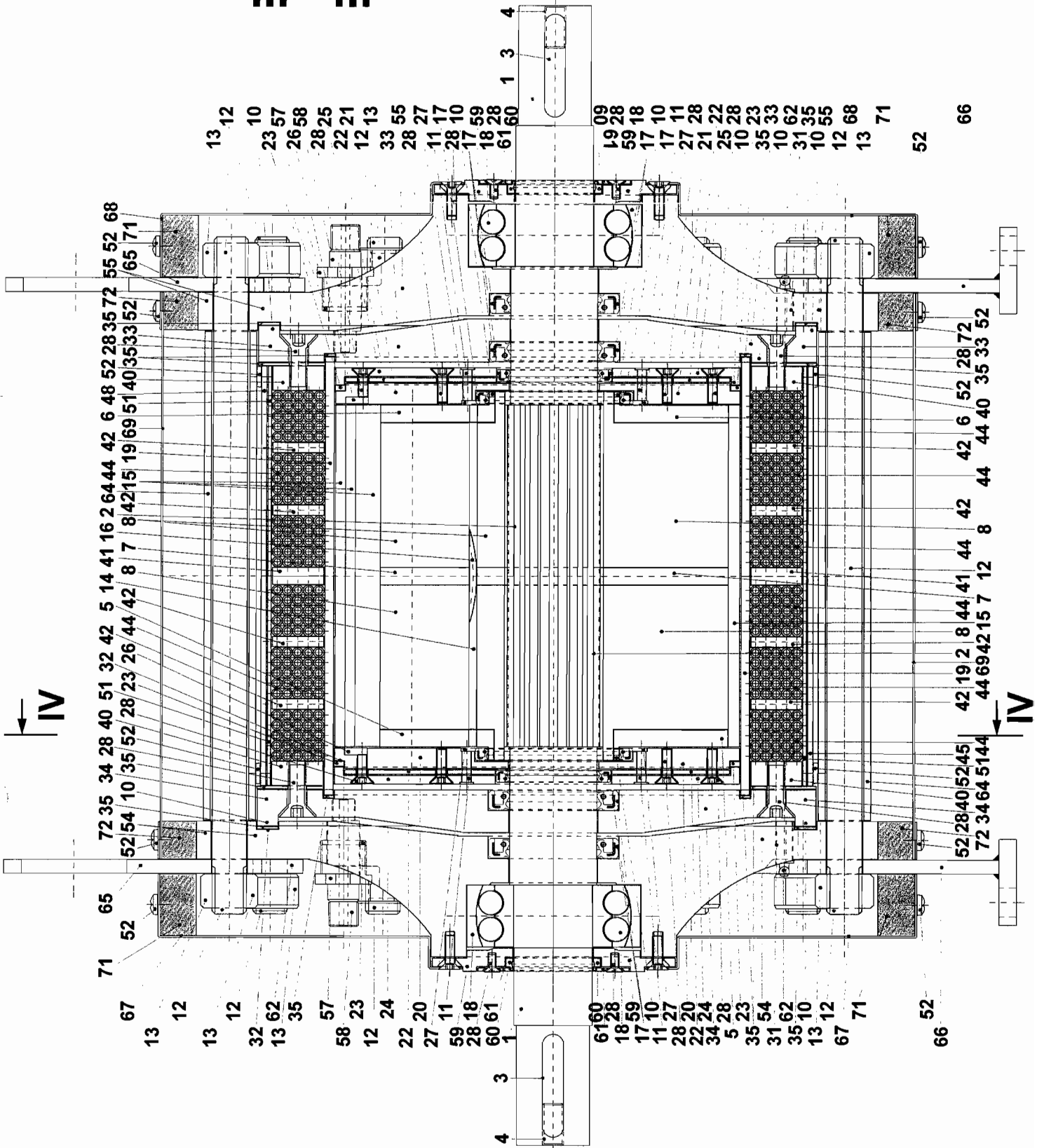


Fig. 14.

Handwritten signatures and initials.

IV - IV

III →

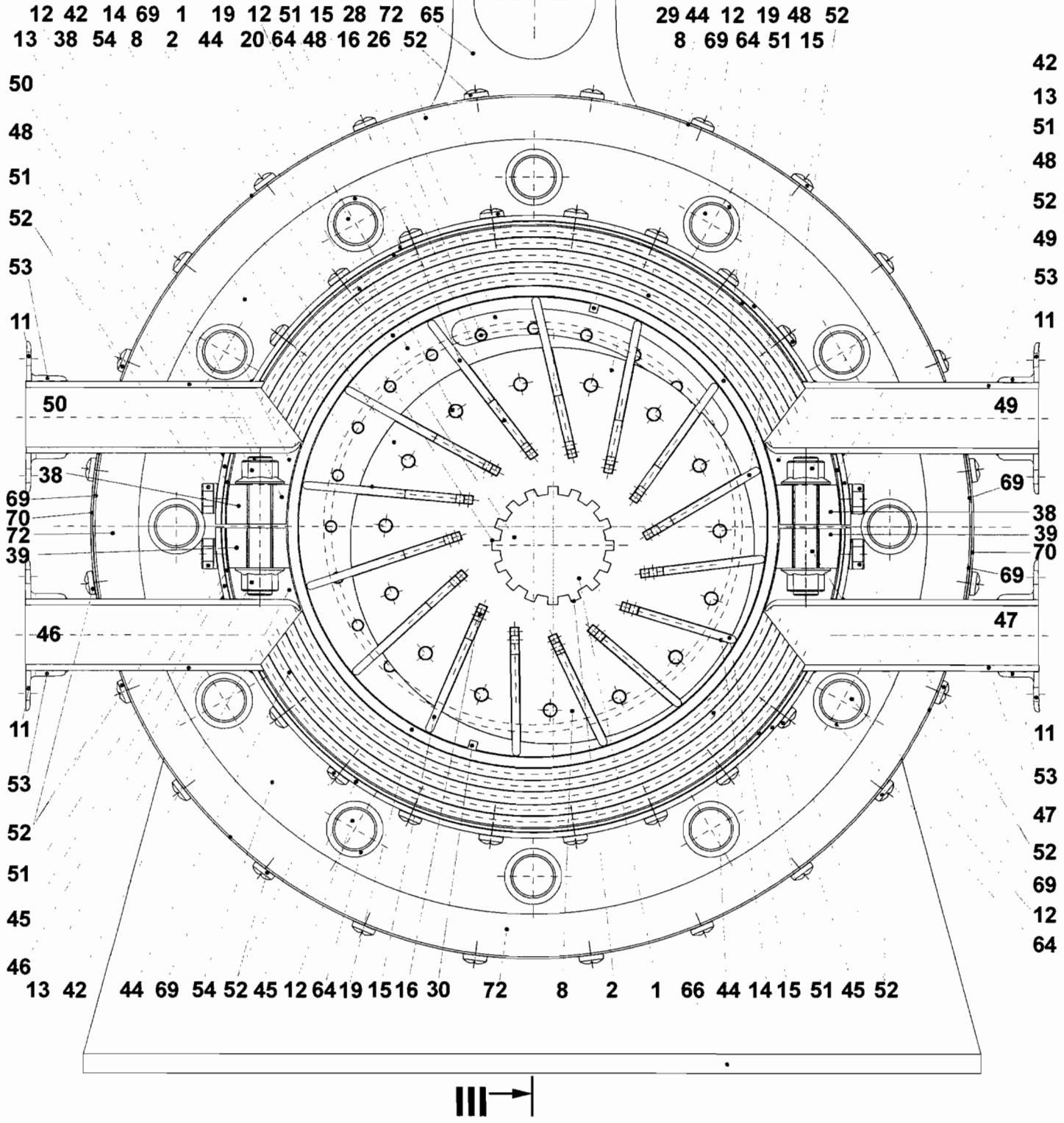


Fig. 15.

Handwritten signature

Handwritten signature

Handwritten mark

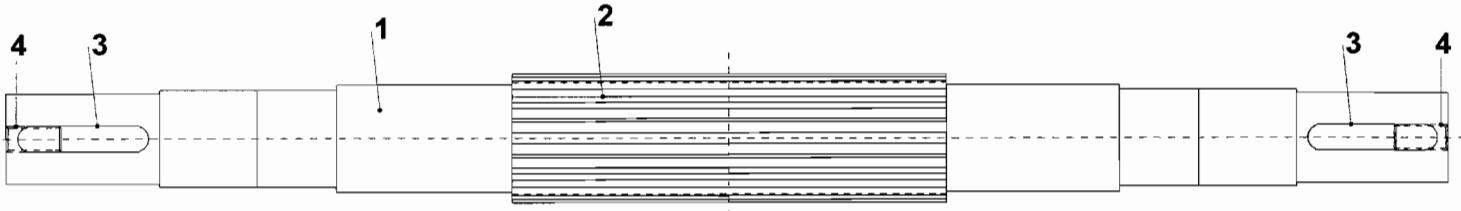


Fig. 16.

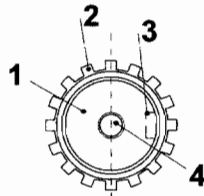


Fig. 17.

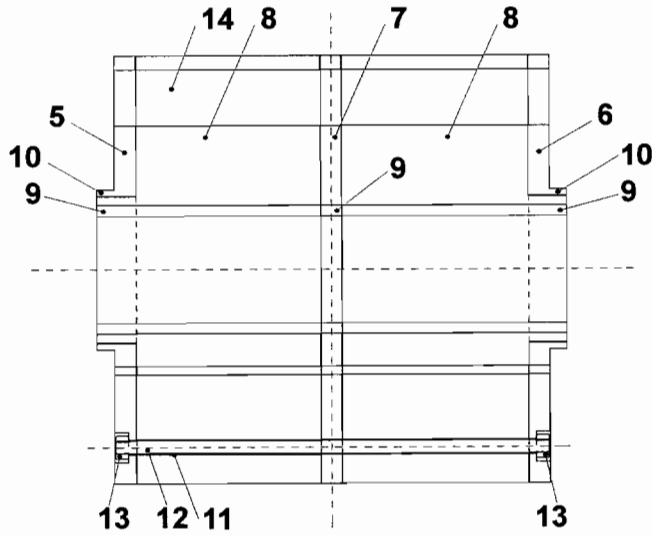


Fig. 18.

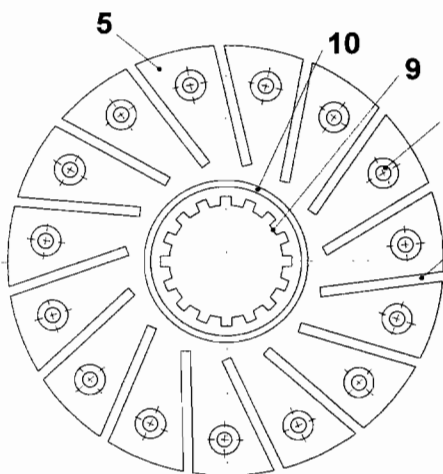


Fig. 19.

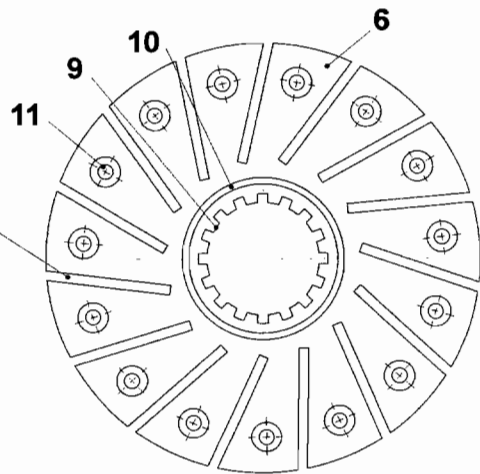


Fig. 20.

Handwritten mark

Handwritten mark

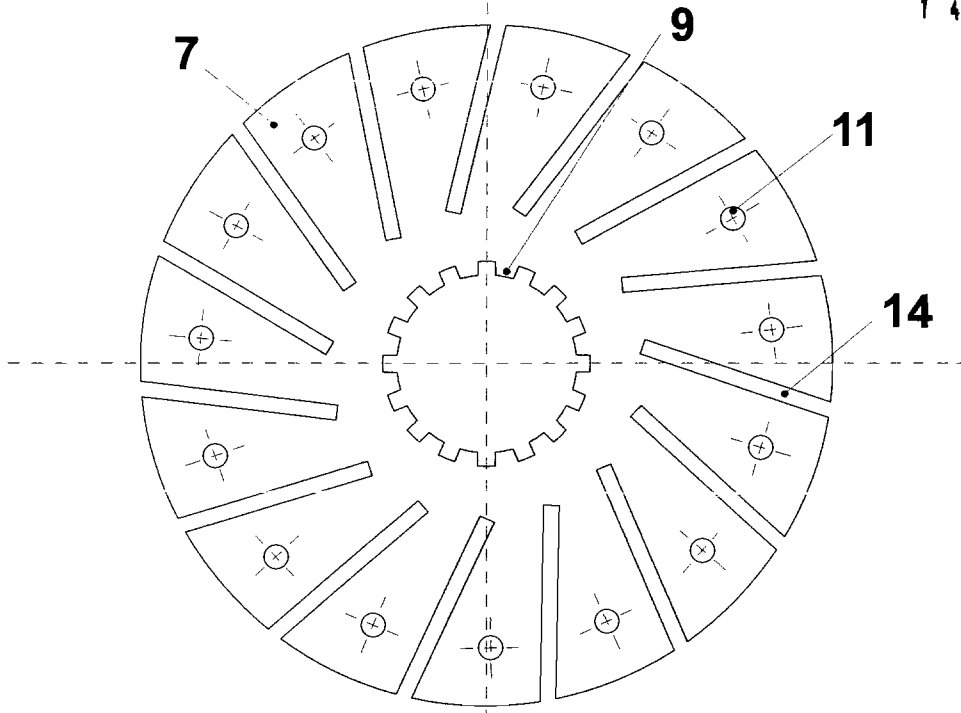


Fig. 21.

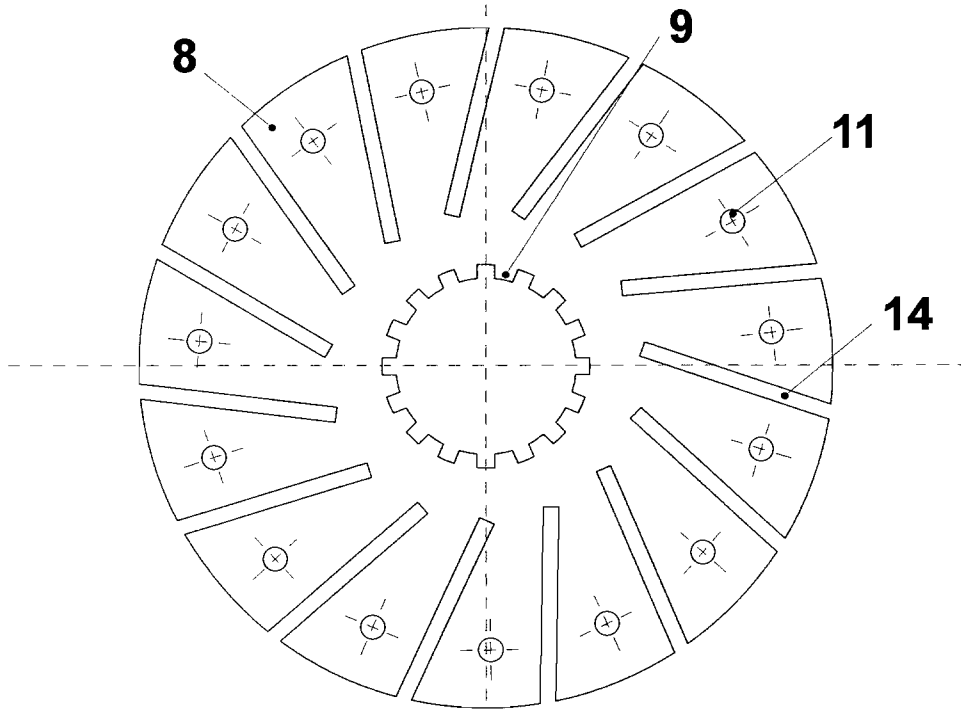


Fig. 22.

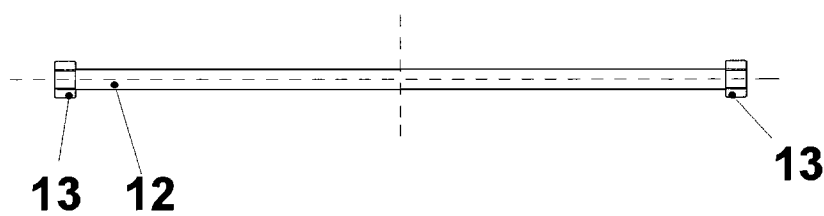


Fig. 23.

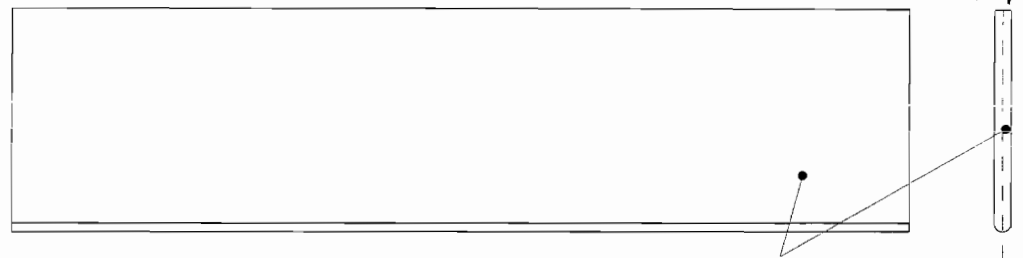


Fig. 24.

15

Fig. 25.

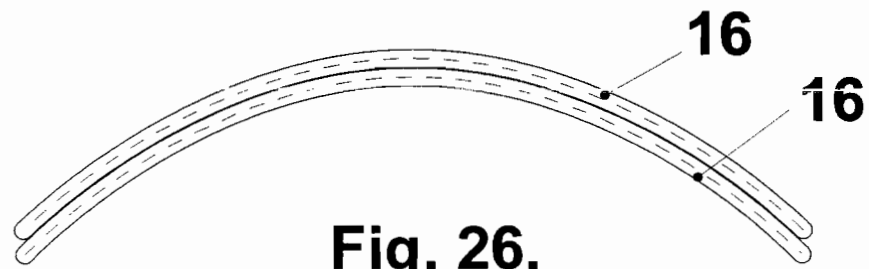


Fig. 26.



Fig. 27.

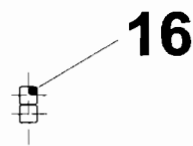


Fig. 28.

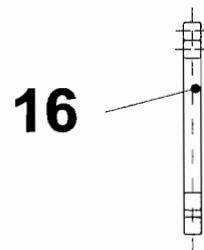


Fig. 29.

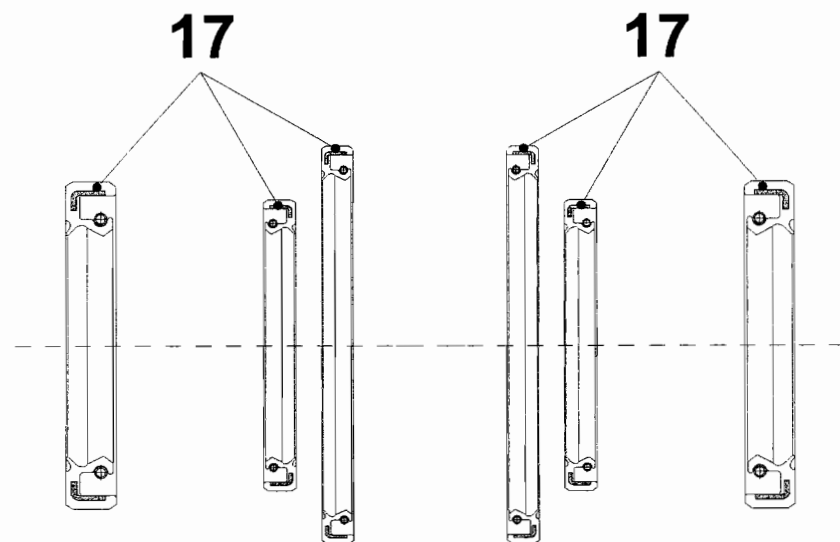


Fig. 30.

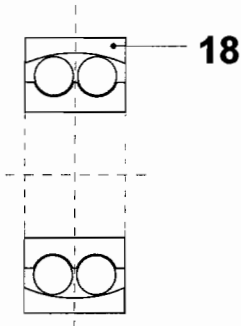


Fig. 31.

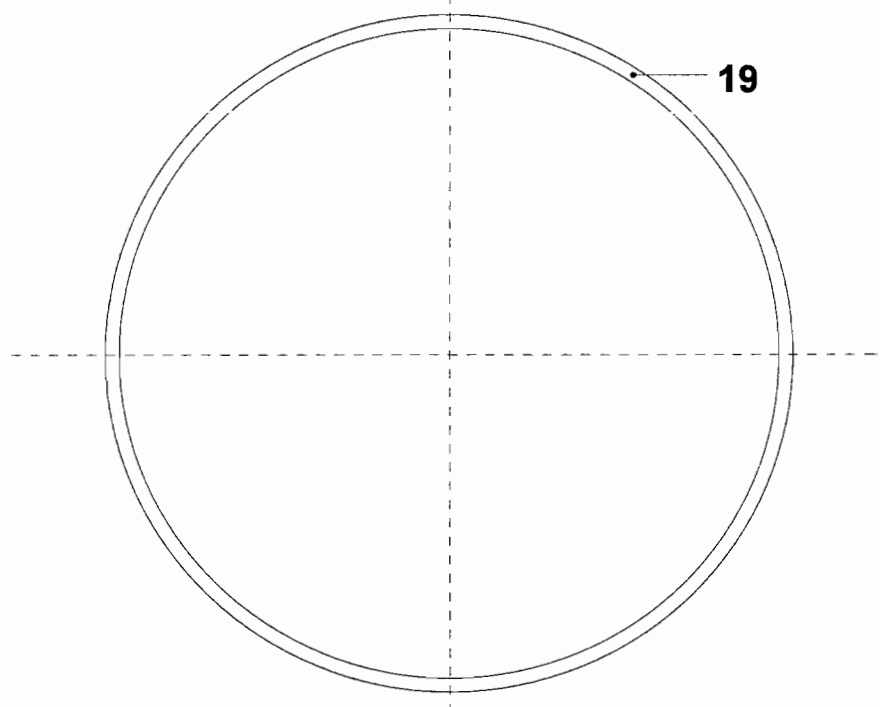


Fig. 32.

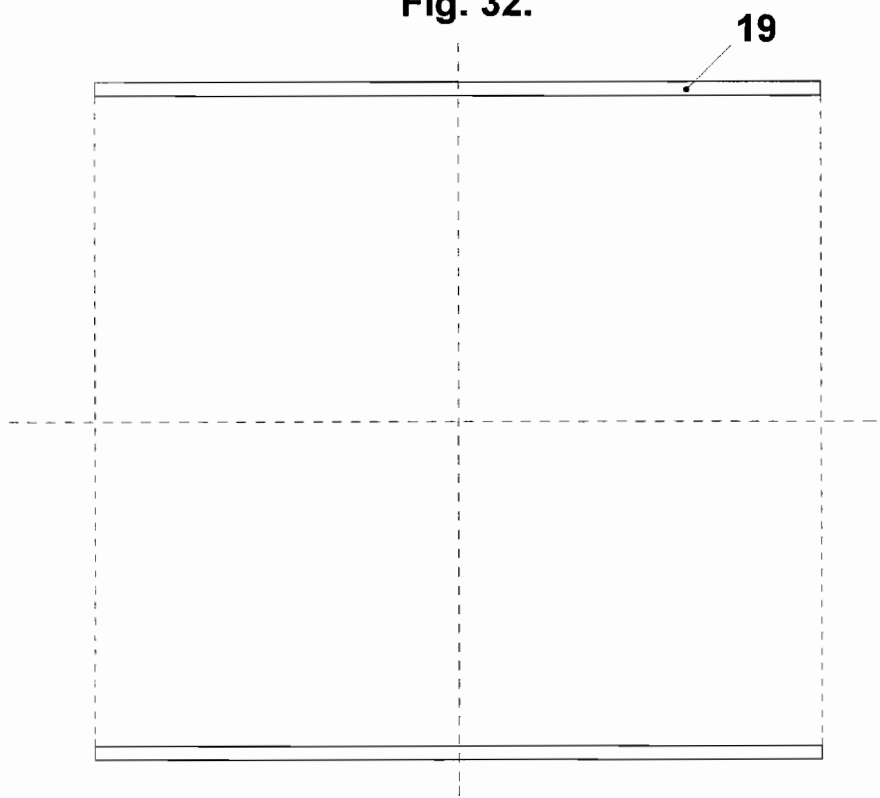


Fig. 33.

2013-00589-1
14-08-2013

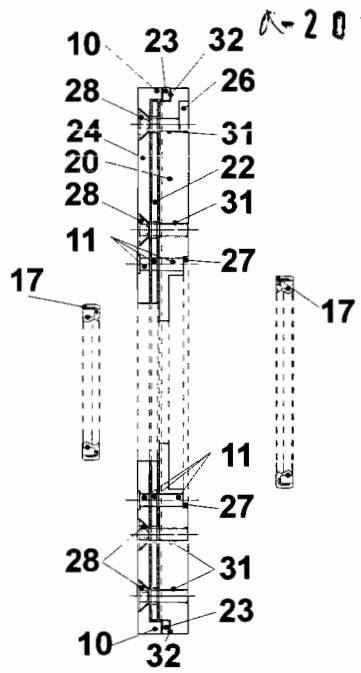


Fig. 34.

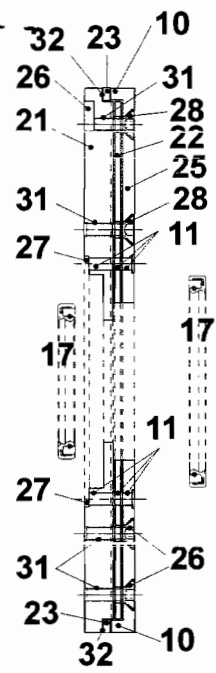


Fig. 35.

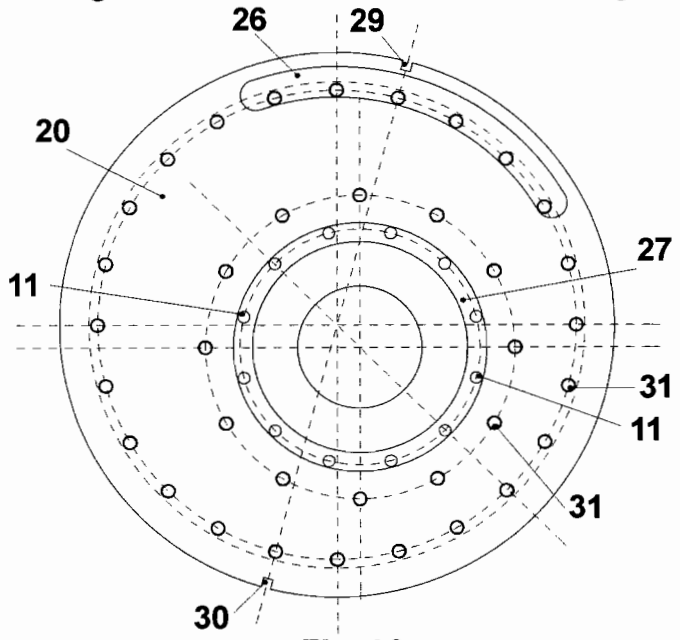


Fig. 36.

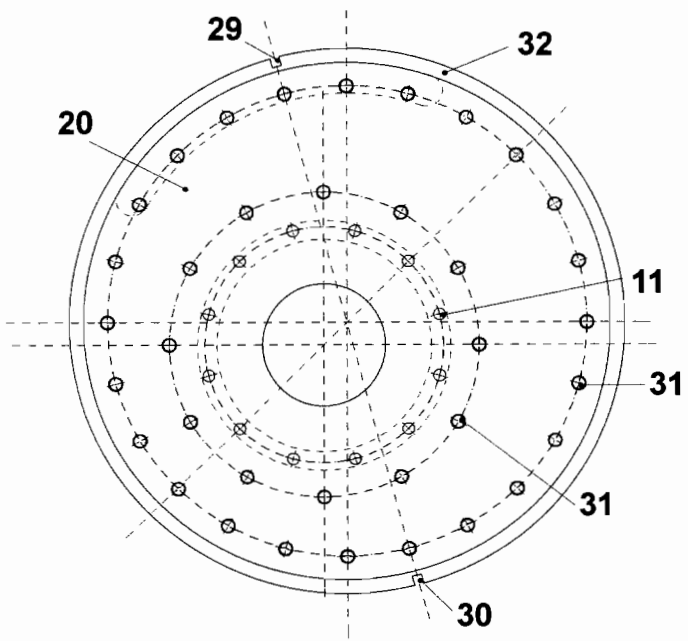


Fig. 37.

31

Handwritten mark

Handwritten mark

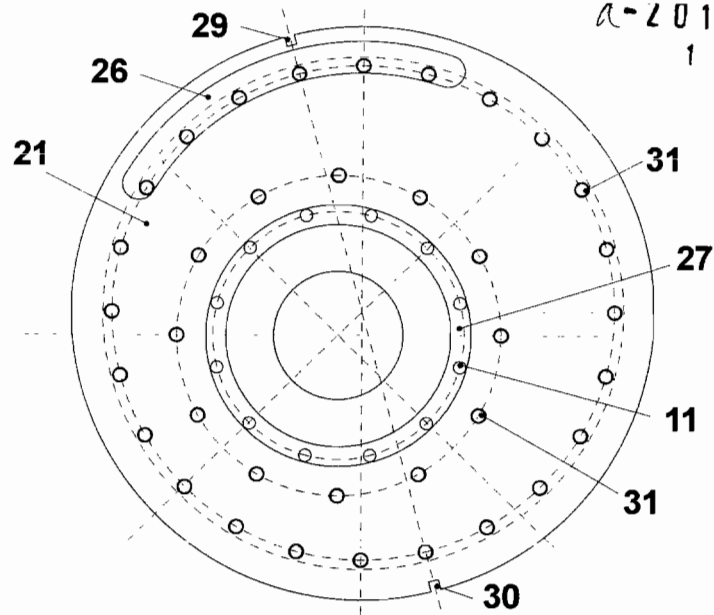


Fig. 38.

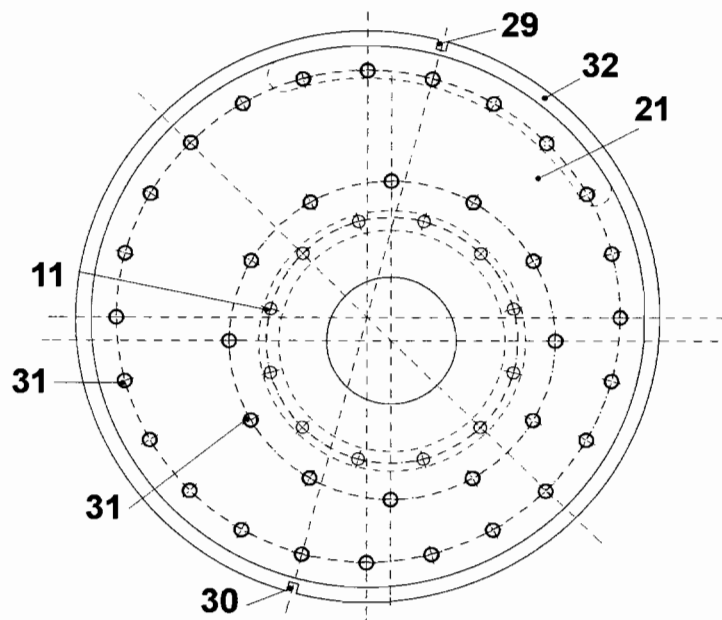


Fig. 39.

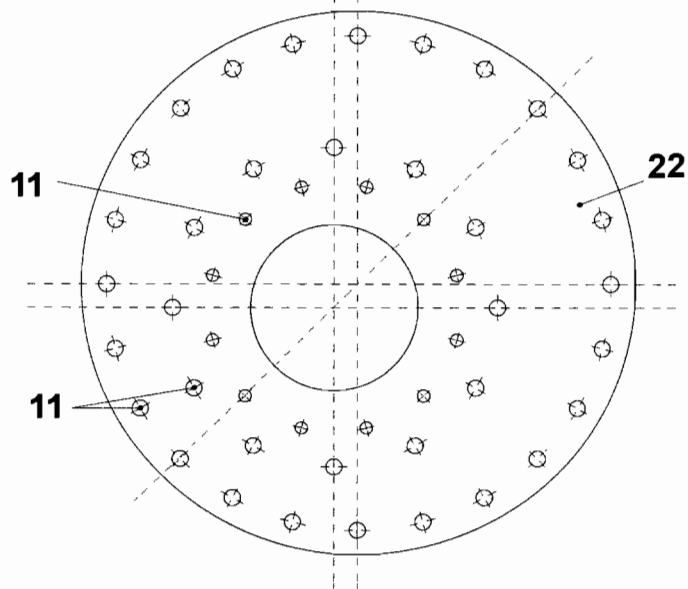


Fig. 40.

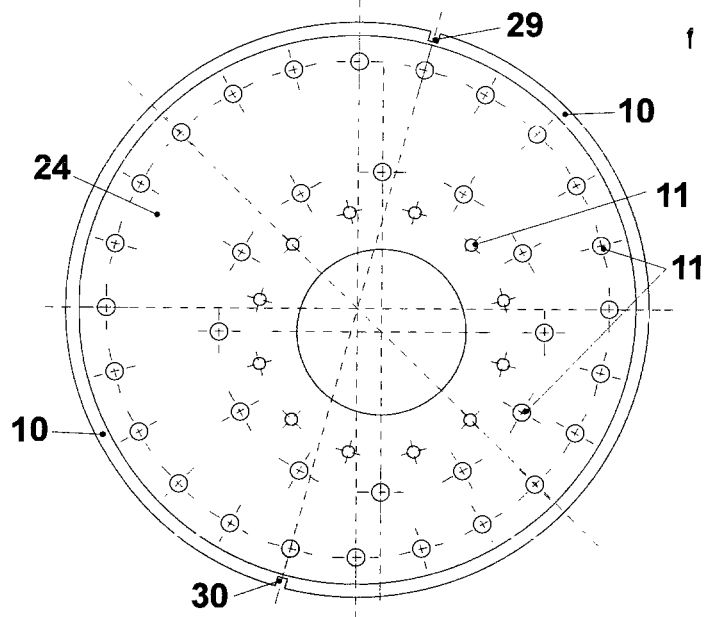


Fig. 41.

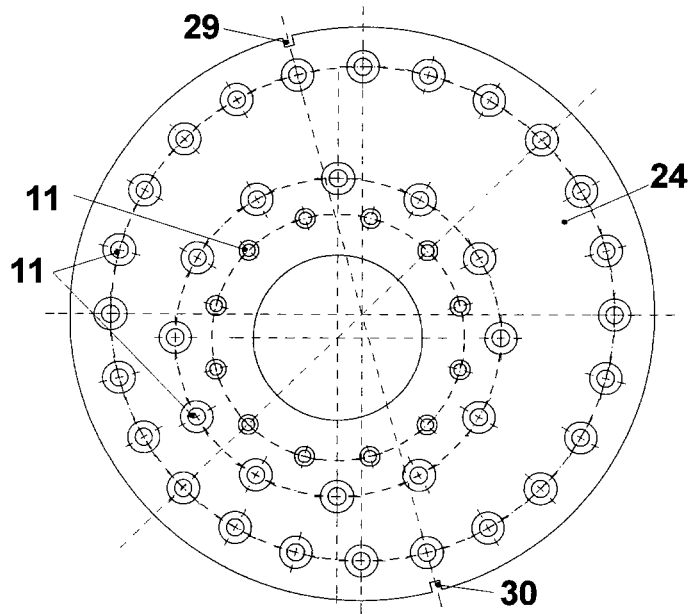


Fig. 42.

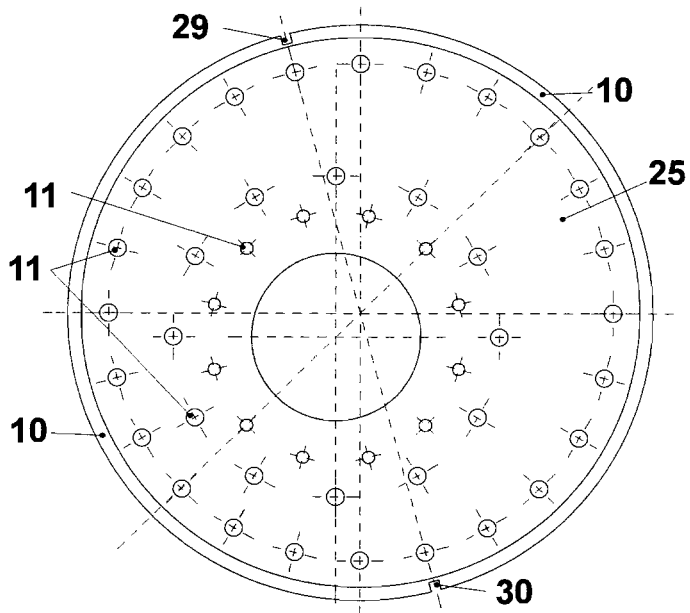


Fig. 43.

Handwritten marks and signatures.

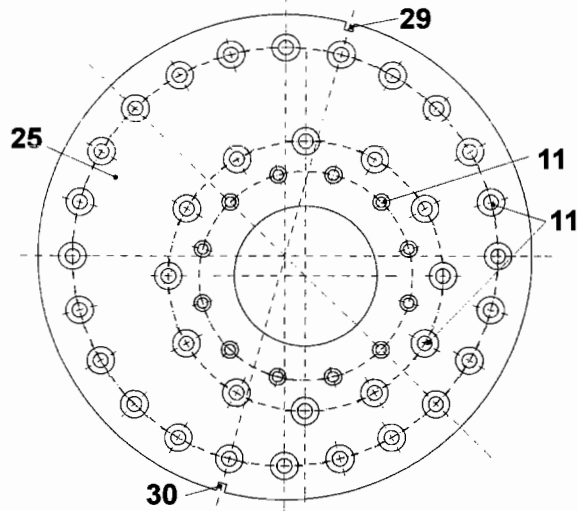


Fig. 44.

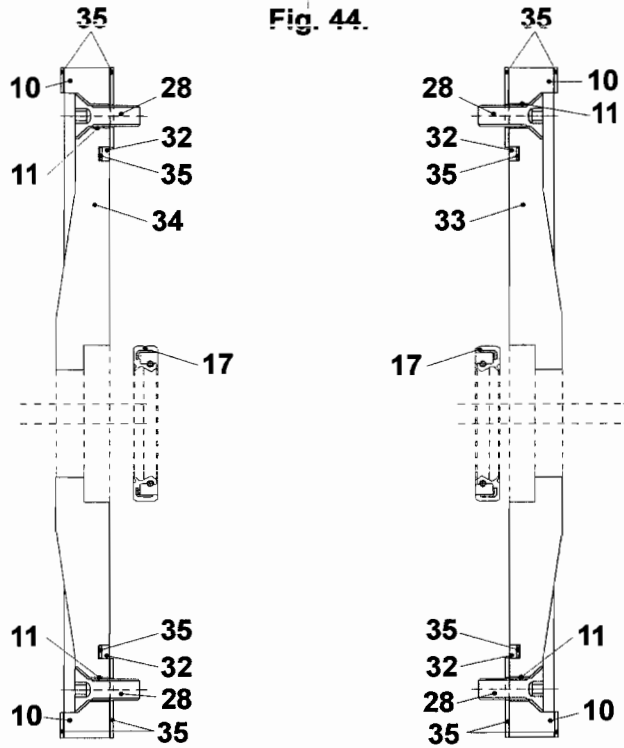


Fig. 45.

Fig. 46.

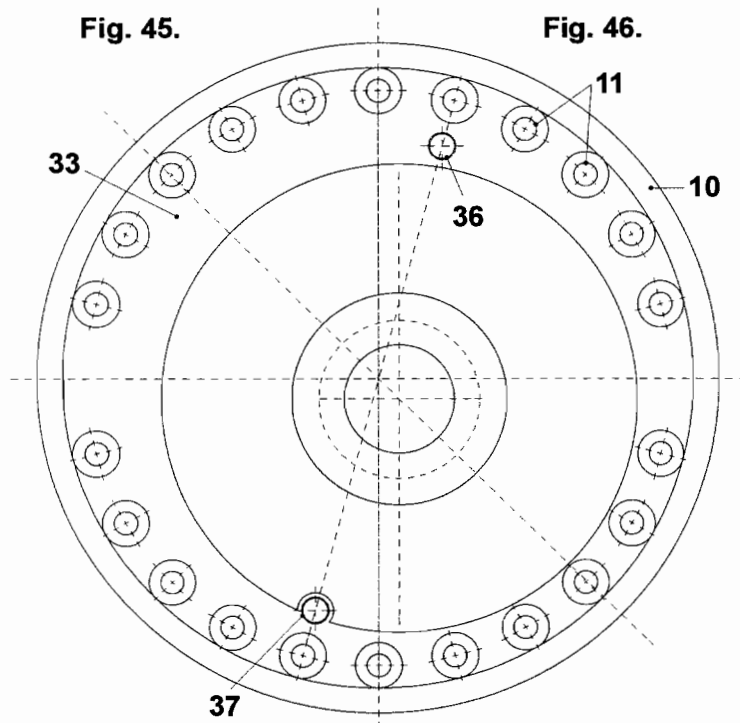


Fig. 47.

Handwritten marks: a stylized 'U' and a signature 'Bhu'.

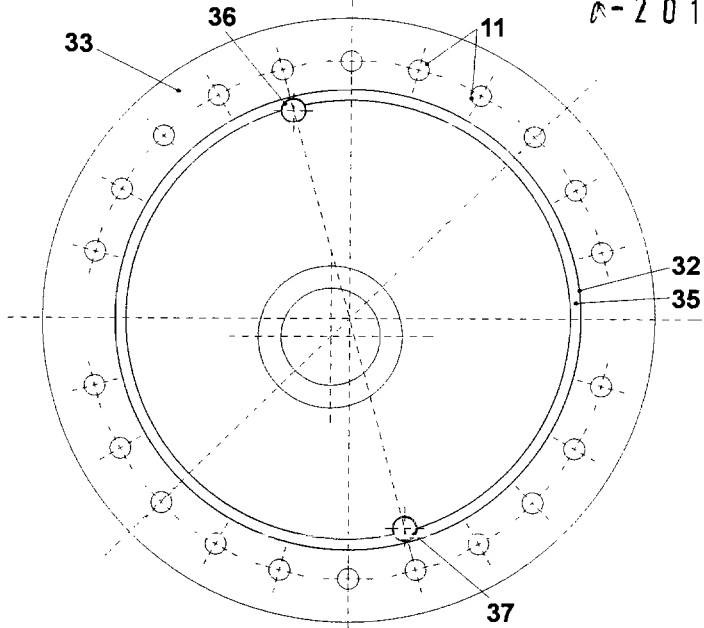


Fig. 48.

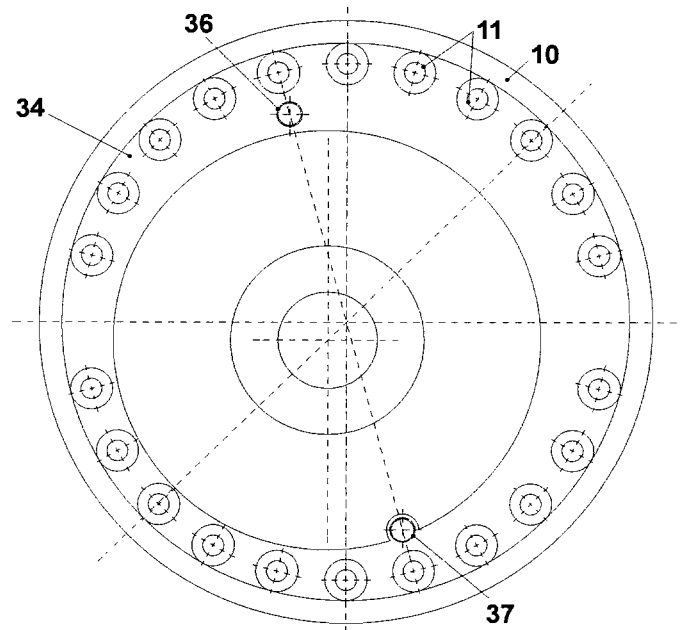


Fig. 49.

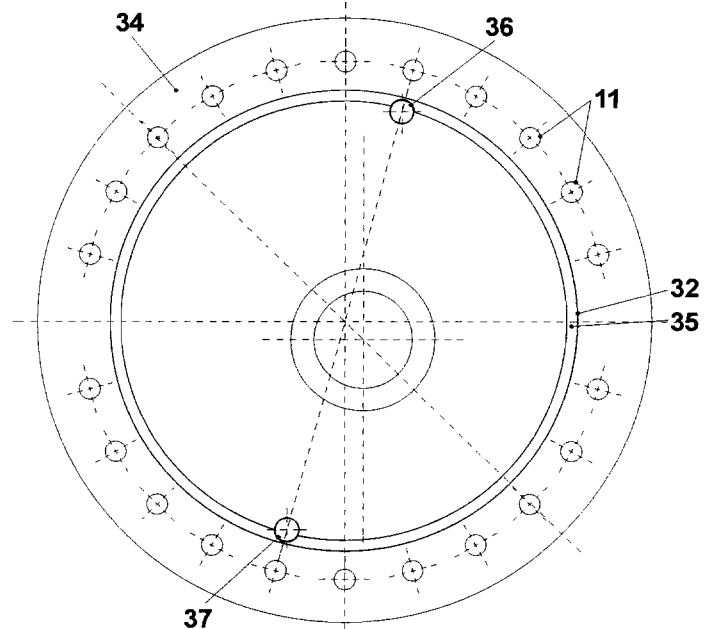


Fig. 50.

Handwritten marks and signatures.

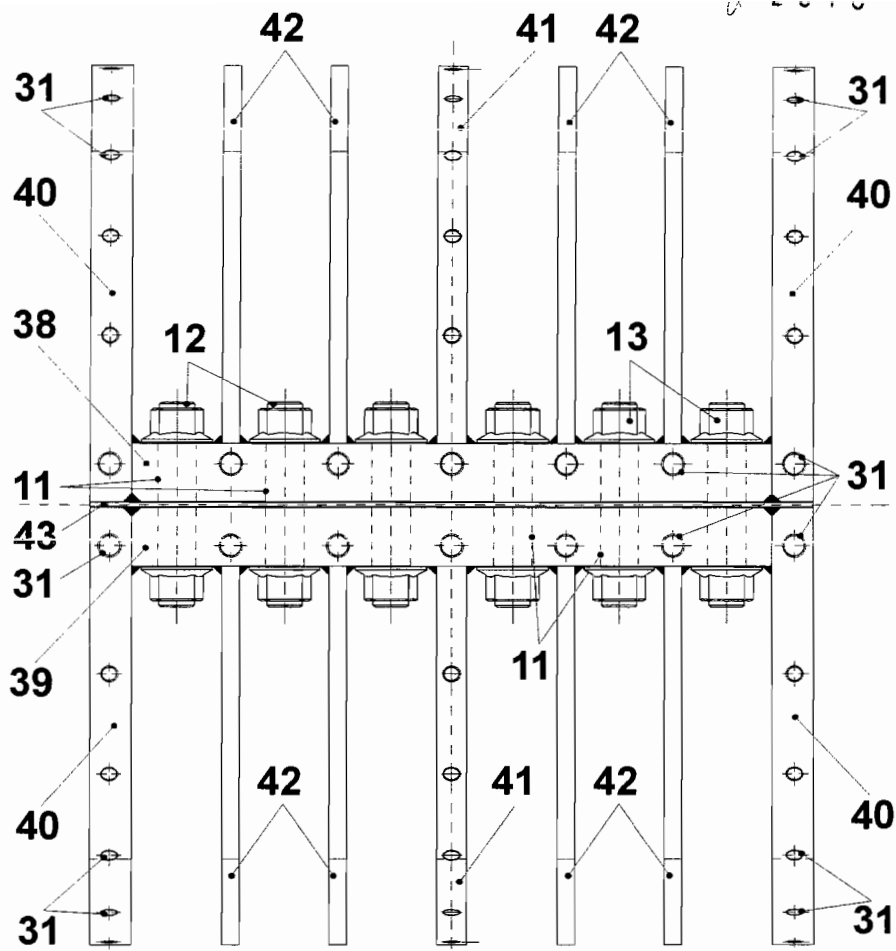


Fig. 51.

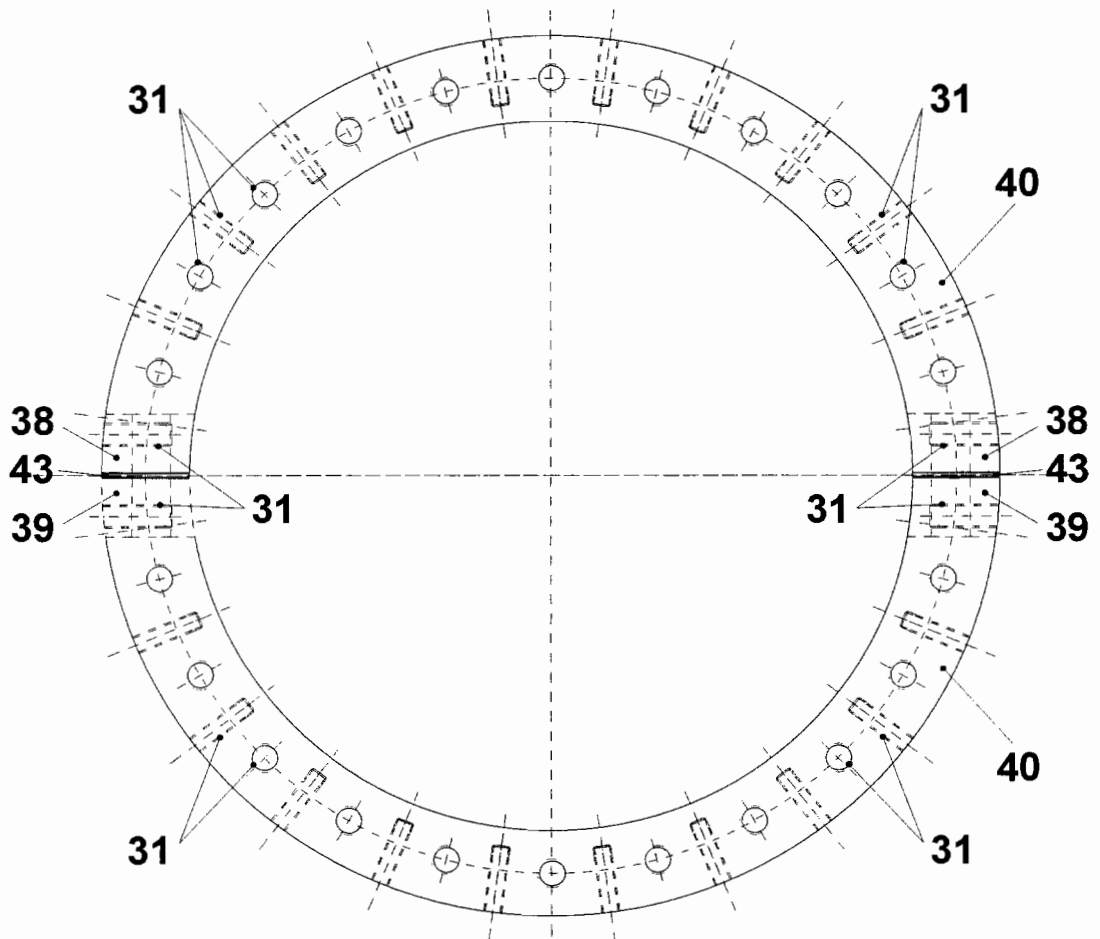


Fig. 52.

Handwritten marks and signatures at the bottom right of the page.

7

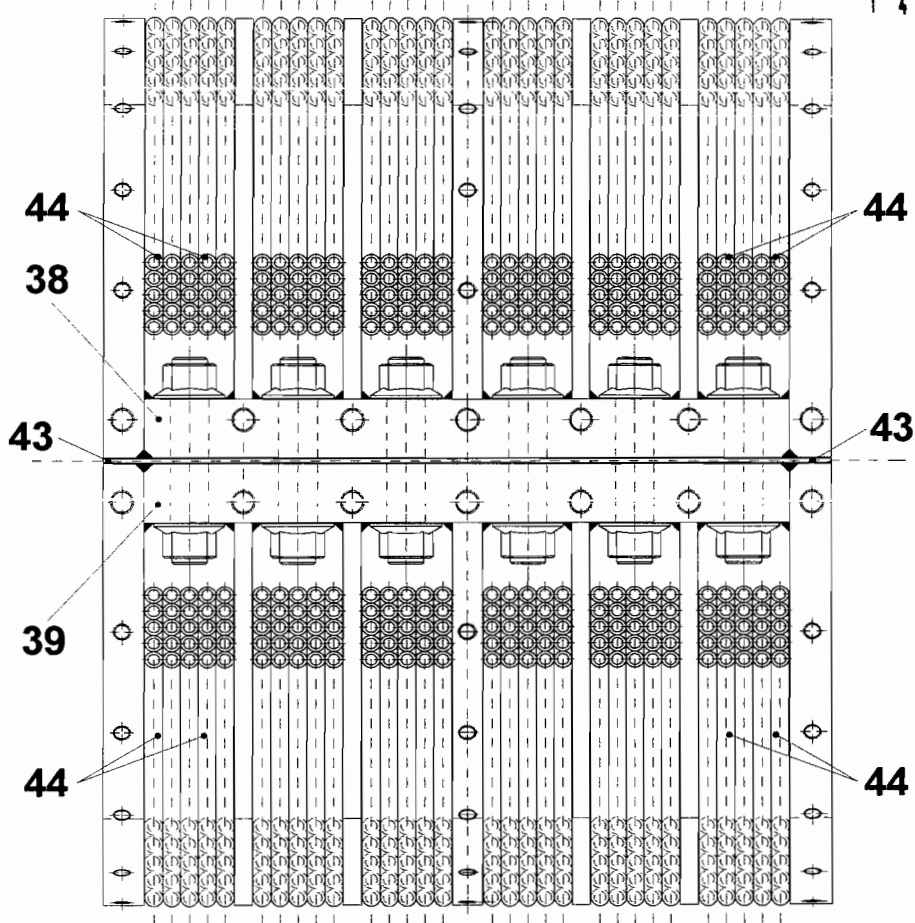


Fig. 53.

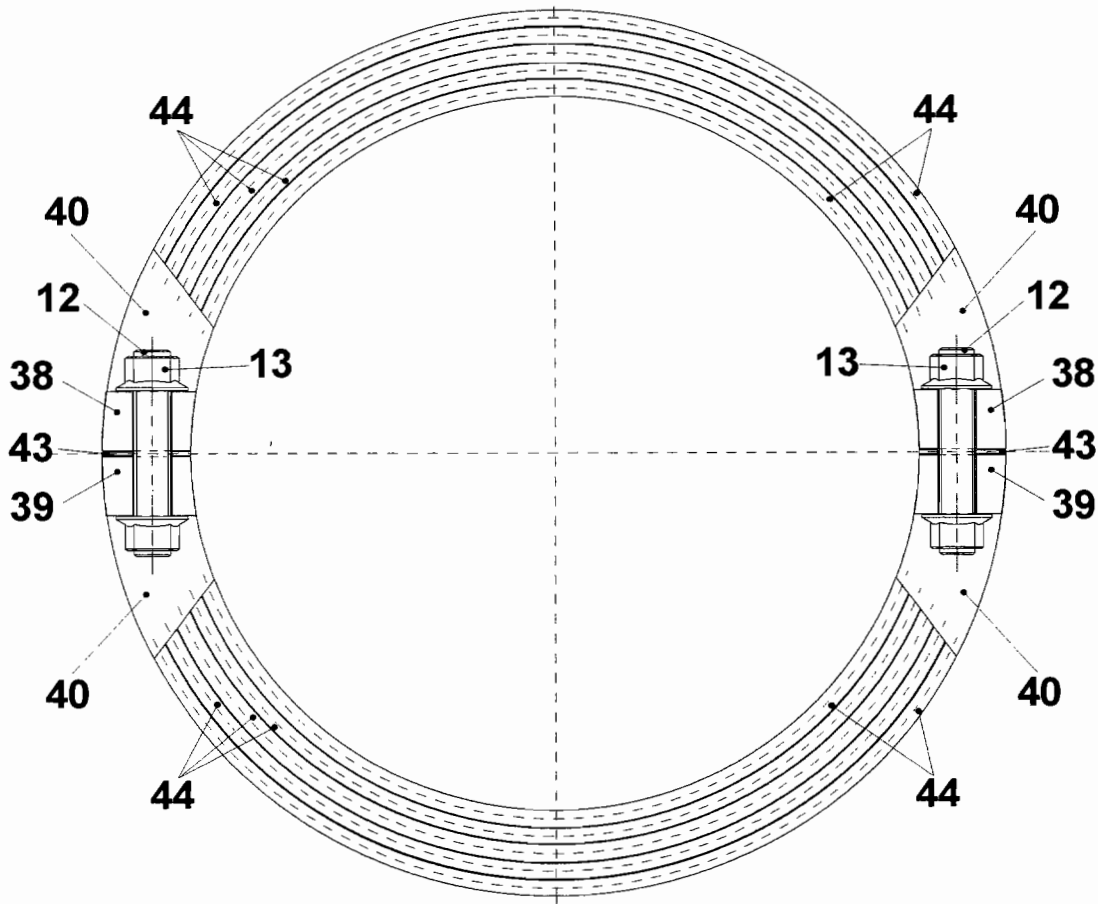


Fig. 54.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

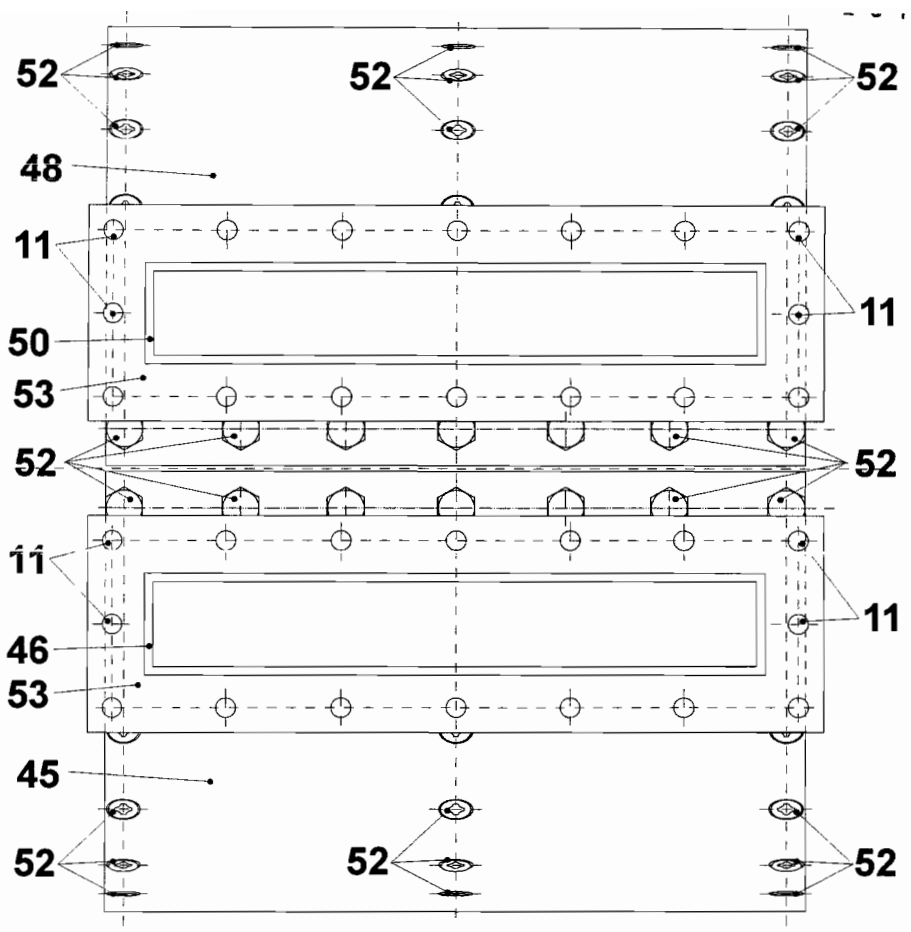


Fig. 55.

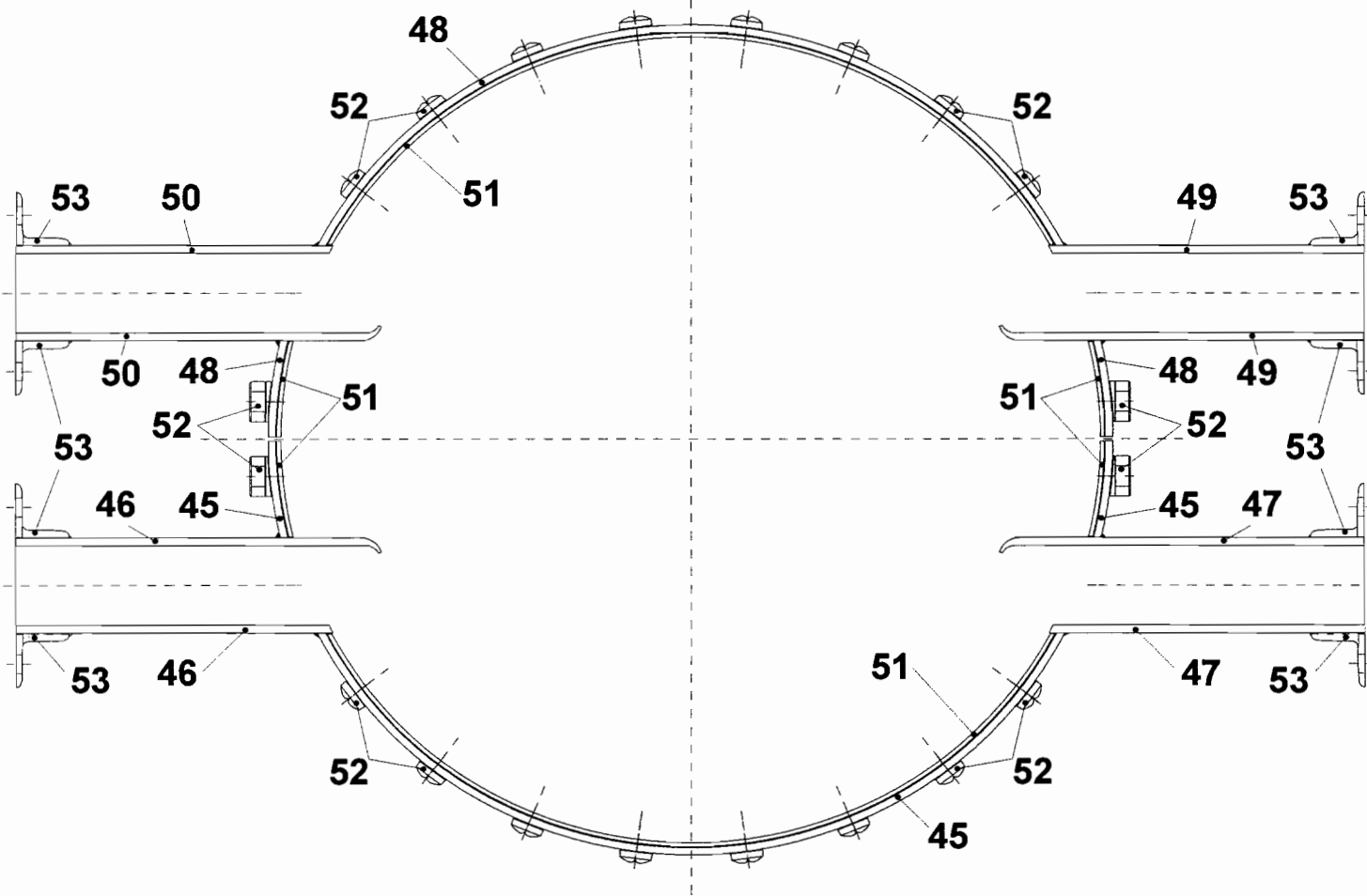


Fig. 56.

OR *Shy'*

a-2013-00589--
14-06-2013 5

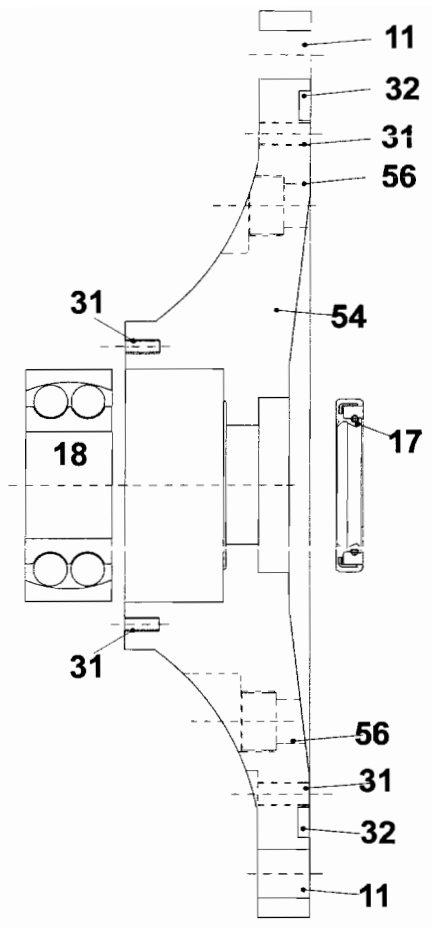


Fig. 57.

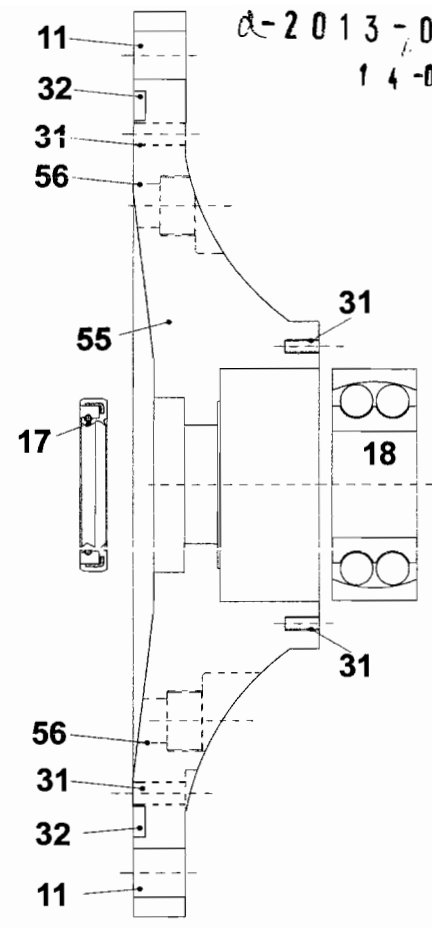


Fig. 58.

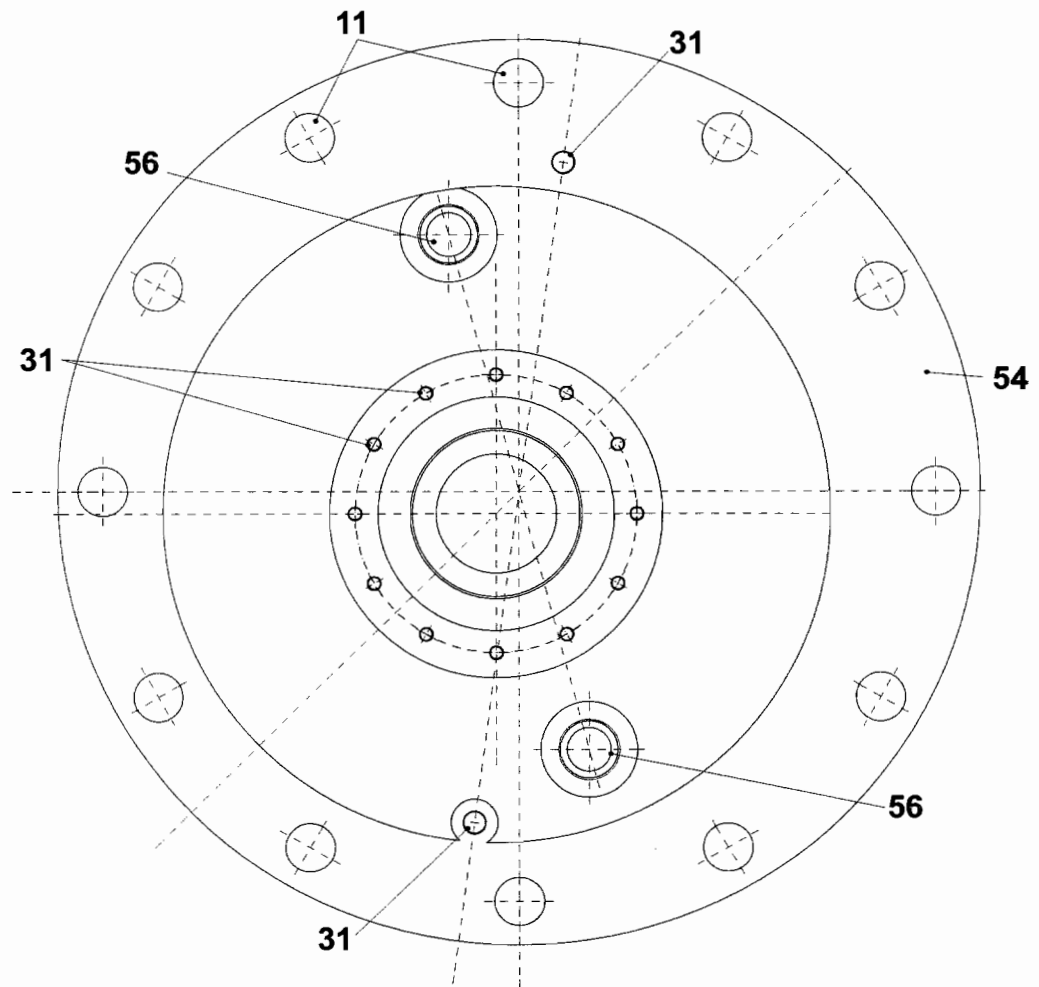


Fig. 59.

Handwritten signature

Handwritten signature

4

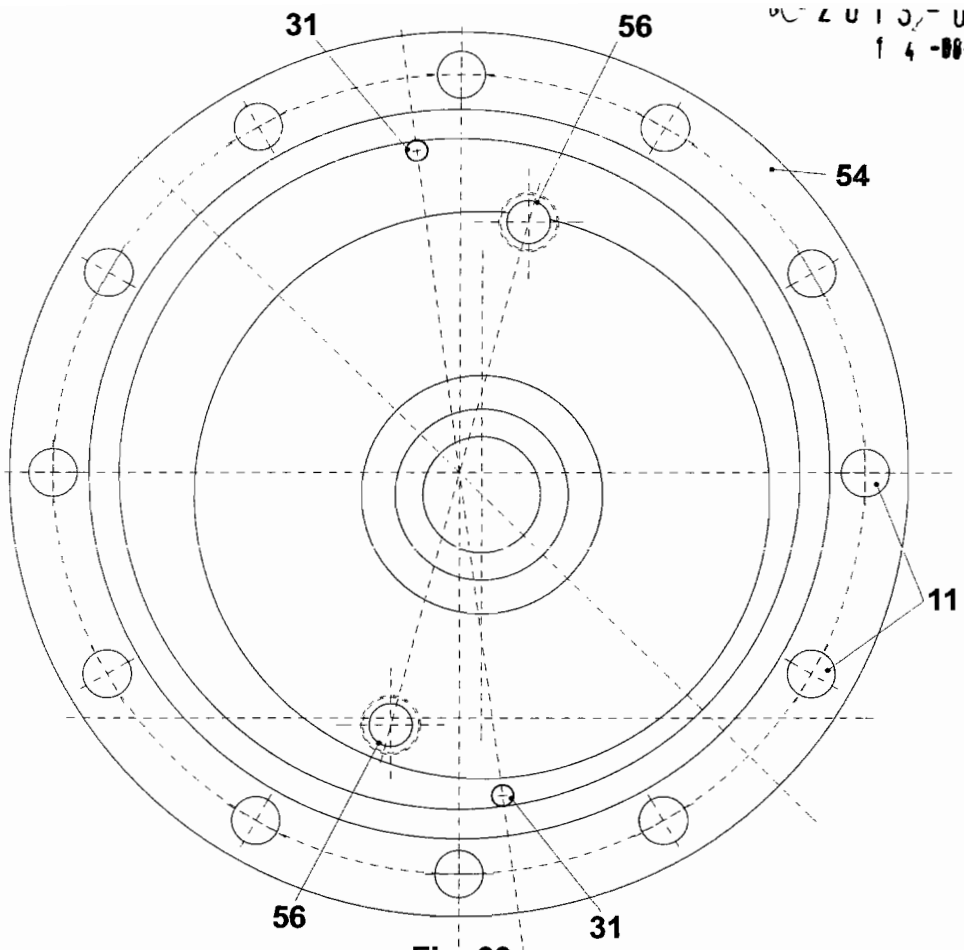


Fig. 60.

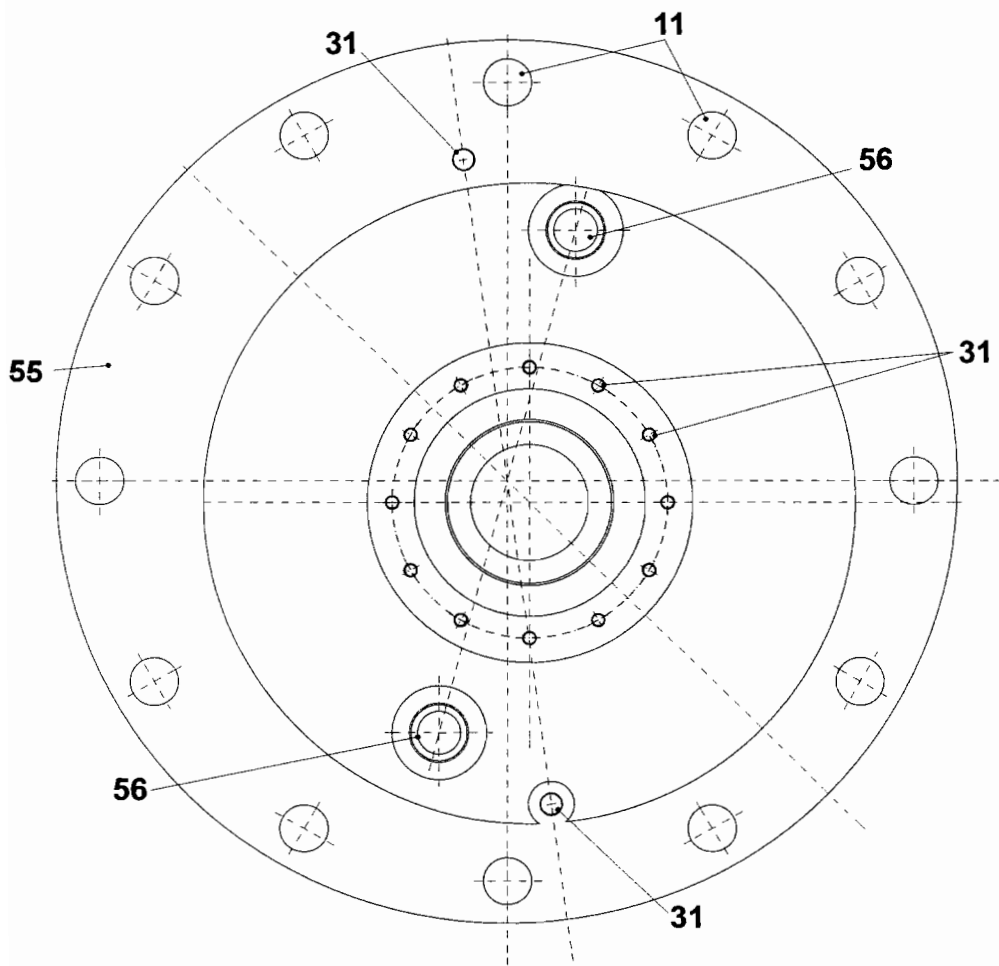


Fig. 61.

Handwritten signature

Handwritten signature

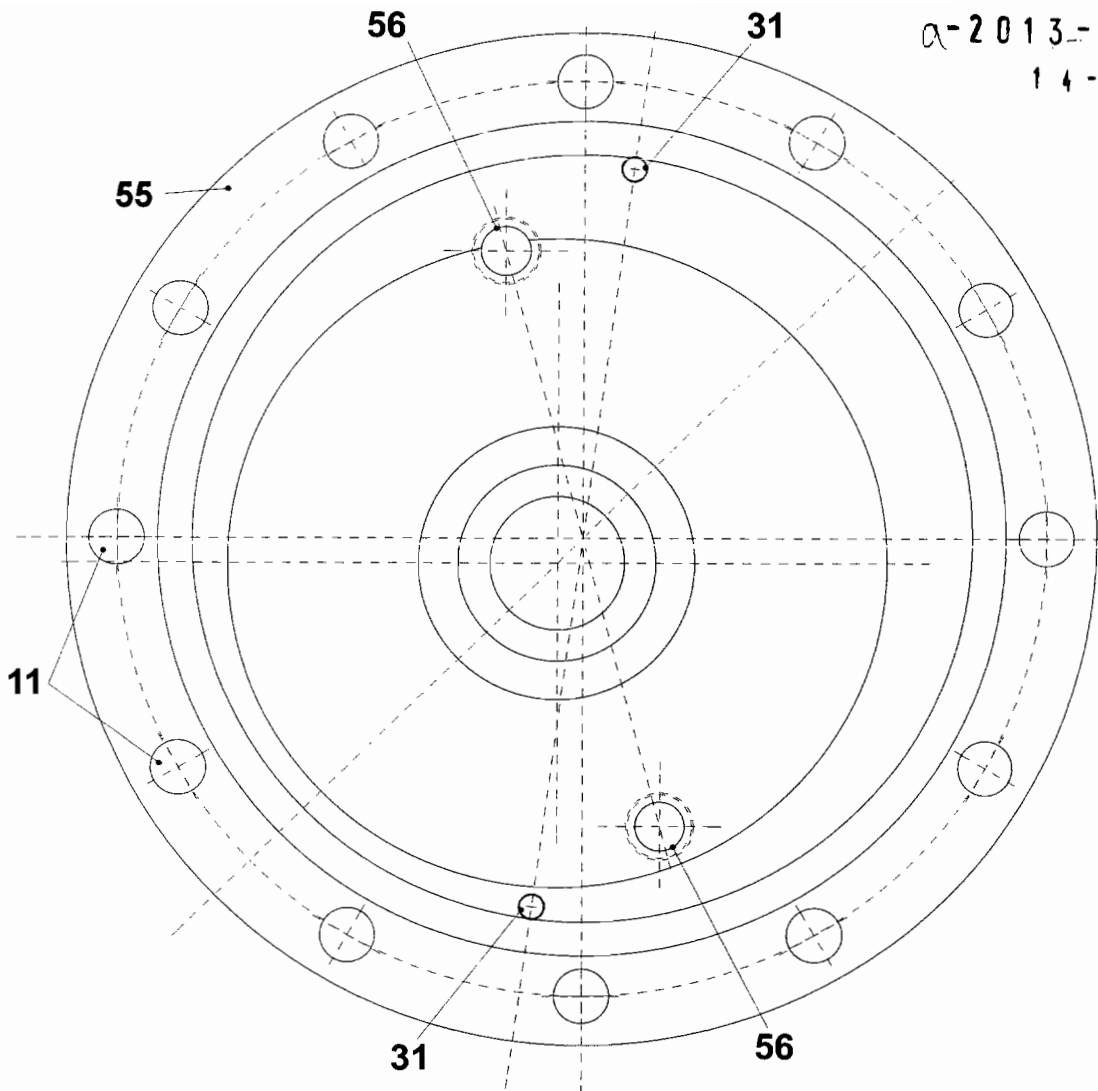


Fig. 62.

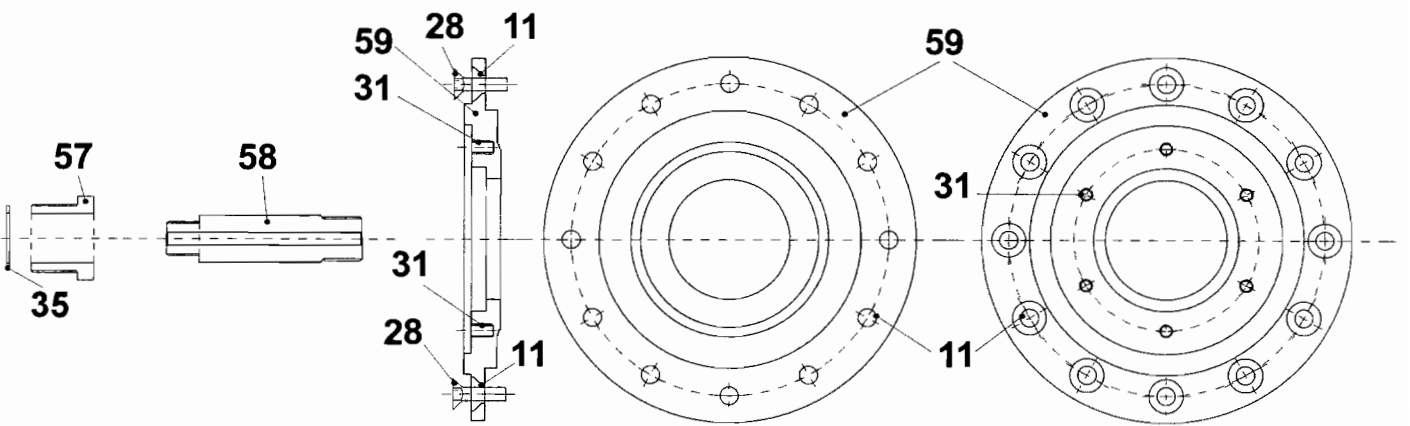


Fig. 63.

Fig. 64.

Fig. 65.

Fig. 66.

Fig. 67.

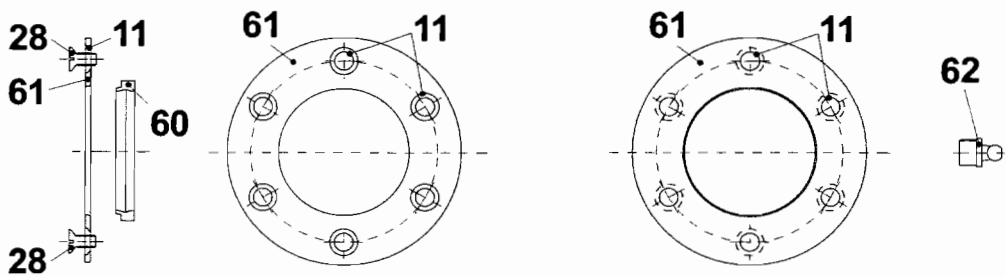


Fig. 68.

Fig. 69.

Fig. 70.

Fig. 71.

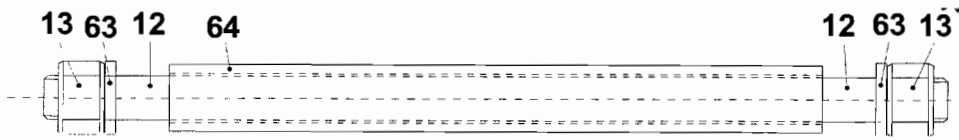


Fig. 72.

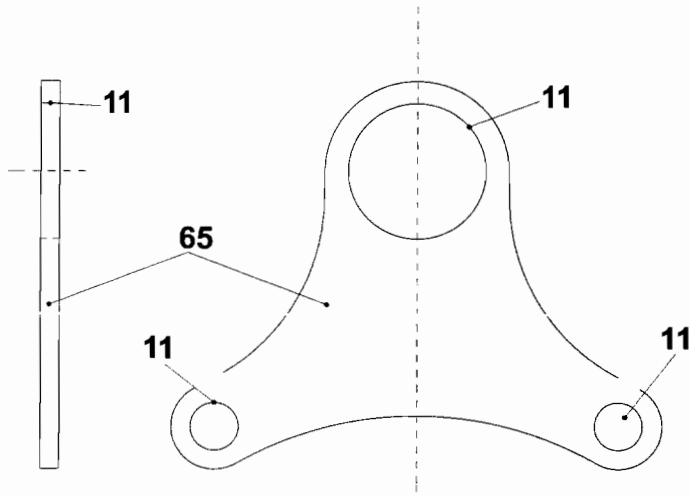


Fig. 73.

Fig. 74.

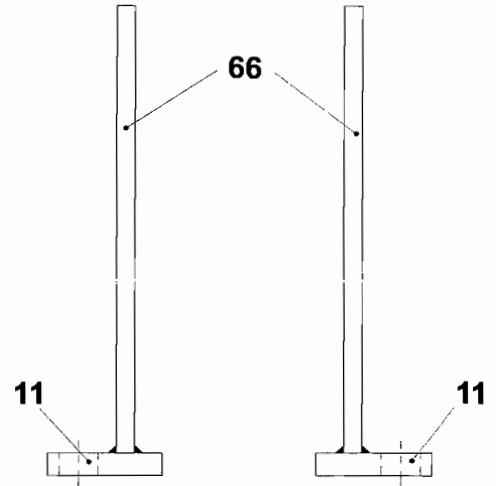


Fig. 75.

Fig. 76.

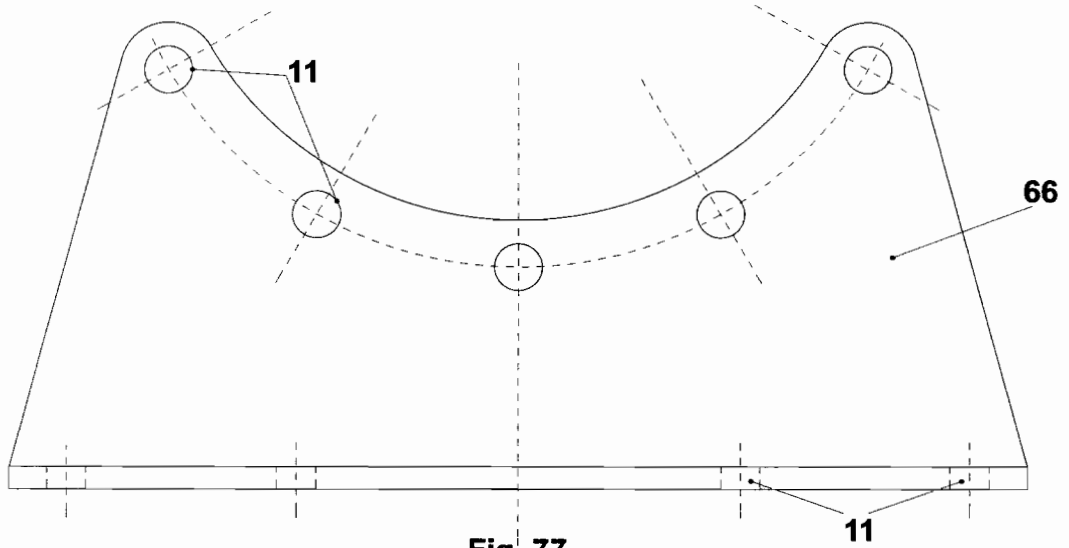


Fig. 77.

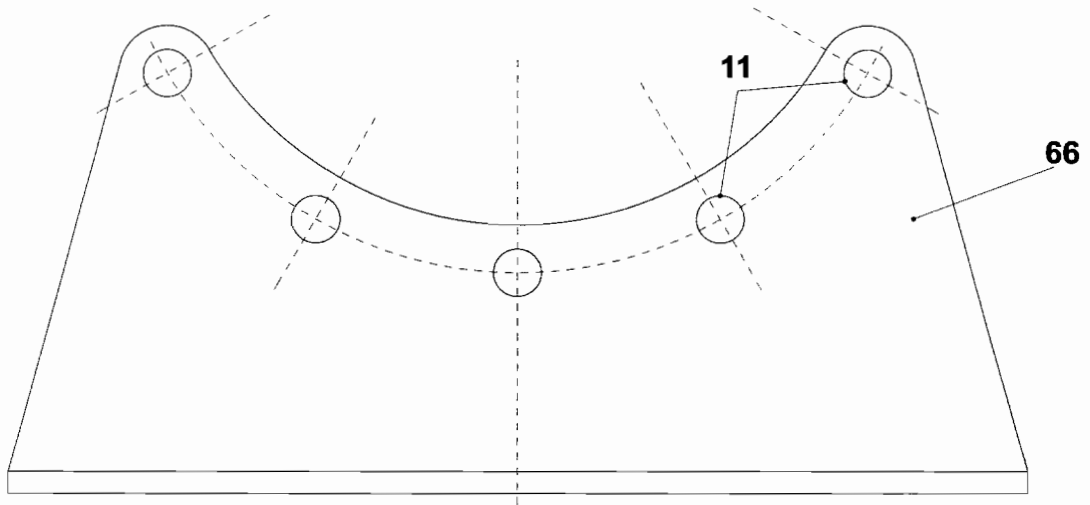


Fig. 78.