



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2015 00874**

(22) Data de depozit: **23/11/2015**

(41) Data publicării cererii:
30/05/2017 BOPI nr. **5/2017**

(71) Solicitant:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA,
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **PÎSLARU-DĂNESCU LUCIAN,
STR. STÎNJENILOR NR. 19, BL. 6A, SC. 1,
AP. 4, SINAIA, PH, RO;**
• **POPA MARIUS,
BD. NICOLAE GRIGORESCU NR. 18,
BL. B3BIS, SC. 2, ET. 10., AP. 97,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **BĂBUȚANU CORINA-ALICE,
ȘOS. PANTELIMON NR. 312, BL. 6, SC. B,
ET. 10, AP. 79, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B,
RO;**

• **CHIIAIA RAREȘ-ANDREI,
BD. IULIU MANIU NR. 190, BL. C1, SC. 3,
ET. 4, AP. 92, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO;**
• **MOREGA ALEXANDRU-MIHAIL,
STR. CRIȘANA NR. 20-22, ET. 6, AP. 37,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **MOREGA MIHAELA, STR. CRIȘANA
NR. 20-22, ET. 6, AP. 37, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **FUIOREA ION,
STR. MARCU MIHAELA RUXANDRA NR. 4,
BL. B 5, SC. B, AP. 33, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **FLORE LICĂ, BD. AEROGĂRII NR. 18,
BL. 3/6, SC. A, ET. 1, AP. 6, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **GABOR DUMITRIȚA, ȘOS. GIURGIULUI
NR. 63-65, BL. K, SC. 1, ET. 9, AP. 38,
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO**

(54) MOTOR PIEZOELECTRIC ROTATIV CU DUBLU CONTACT

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un motor piezoelectric rotativ, cu dublu contact, destinat a fi utilizat în domeniul industriei spațiale pentru microactuație, mecatronică și robotică. Motorul conform invenției, cuprinde un subansamblu statoric constituit dintr-un cilindru activ piezoelectric (1), acoperit integral cu un strat de argint de 35 μm, divizat la exterior în opt sectoare egale pe adâncimea stratului de argint, prin opt interstiiți de lățime 0,8 mm, pentru realizarea unei mișcări circulare uniforme, care se află în dublu contact cu un rotor inferior (9), prin intermediul a două cercuri concentrice, presiunea exercitată asupra cercurilor fiind reglată prin intermediul unui ansamblu mecanic, un dispozitiv de fixare (2) al cilindrului (1), care, împreună cu o tijă de reglaj (3) fixă, permite mișcarea de rotație a rotorului prin intermediul unui rulment (4) axial, și o placă circulară de fixare a unor reglete electrice (8), un subansamblu rotoric, constituit din rotorul inferior (9) și un rotor superior (10), care se mișcă solidar în raport cu subansamblul statoric, un dispozitiv de ghidare și un subansamblu de carcasă ce asigură protecția mecanică a întregului motor conform invenției.

Revendicări: 2
Figuri: 4

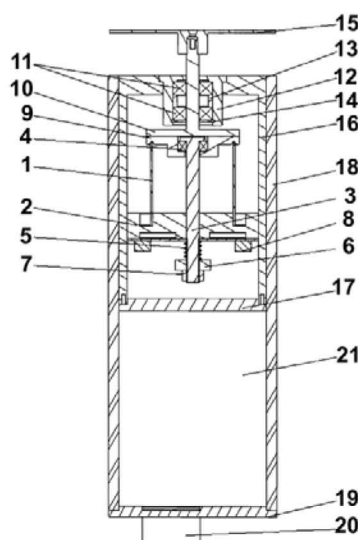


Fig. 1

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



Motor piezoelectric rotativ cu dublu contact

Inventia se refera la un motor piezoelectric rotativ cu dublu contact, cu aplicatii in domeniul industriei spațiale pentru microactuatie, mecatronica si robotica, pentru aplicatiile in care motorul sa nu fie influentat de campuri electromagnetice exterioare.

Se cunosc urmatoarele solutii tehnice:

- brevetul RO nr. 122516 se refera la un motor piezoelectric care functioneaza pe baza producerii undelor progresive de suprafata intr-un material piezoceramic. In aceasta solutie constructiva, ansamblul rotor format din ax, rotor precum si sistemul de compresiune se rotesc independent in raport cu subansamblu statoric, ceea ce determina dezavantajul ca motorul prezinta discontinuitati in miscarea circulara ($\omega \neq \text{ct.}$), in special atunci cand se aplica un cuplu radial;
- solutiile prezentate in S. Ueha, Y. Tomikawa, M. Kurisawa, N. Nakamura, „Ultrasonic Motors Theory and Applications”, Clarendon Press Oxford, 1993 se refera la motoare piezoelectrice care functioneaza de asemenea pe baza producerii undelor progresive de suprafata intr-un material piezoceramic in care cilindrul activ piezoelectric ca parte componenta a statorului este divizat in maxim patru sectoare iar preluarea miscarii se face pe suprafata superioara a sectiunii cilindrului activ piezoelectric;
- brevetul „Piezoelectric motor” WO 96/13868 se refera la un motor piezoelectric care functioneaza pe baza efectului piezoelectric invers si unde preluarea miscarii de la statorul cilindric piezoceramic se face prin contact pe zona exteioara.

Dezavantajele solutiilor constructive cunoscute sunt urmatoarele:

- realizeaza o miscare circulara cu rezolutie scazuta;
- un nivel de control redus al actionarii;
- tehnologie constructiva greu de realizat, care necesita prelucrari mecanice complexe;
- driverul de actionare care genereaza formele de unda in quadratura, apropiate de cea sinusoidală respectiv cosinusoidală trebuie sa asigure o mare stabilitatea in timp a amplitudinii respectiv frecventei acestor forme de unda. Pentru solutiile constructive cunoscute aceasta cerinta poate fi cu greu indeplinita datorita frecventelor mari, in intervalul 10 kHz-40 kHz, simultan cu amplitudini mari, in intervalul 50V-100V.

Problema tehnica pe care o rezolva inventia, consta in realizarea unui motor piezoelectric rotativ cu dublu contact care prin ansamblul constructiv adoptat are ca efect tehnic obtinerea unei miscari circulare uniforme ($\omega = \text{ct.}$) prin divizarea cilindrului activ piezoelectric la exterior in opt sectoare egale a, b, ..., h. Aplicarea unor diferente de potential electric $U_{\sin} = A \sin \omega t$ si $U_{\cos} = A \cos \omega t$, pentru fiecare din cele opt sectoare definite pe suprafata exterioara si considerate prin raport cu potentialul de referinta reprezentat de zona interioara a cilindrului activ piezoelectric permite obtinerea a două unde în cuadratură a caror suprapunere produce o unda calatoare (traveling wave). Unda călătoare obtinuta produce o miscare eliptică a fiecarui punct de pe suprafata superioara a sectiunii cilindrului activ piezoelectric. De asemenea, dublul contact al motorului piezoelectric rotativ se realizeaza prin presiunea exercitata asupra cilindrului activ piezoelectric prin configurarea a doua cercuri concentrice de catre rotorul inferior, presiune reglata prin intermediul unui ansamblu mecanic fix.

Motor piezoelectric rotativ cu dublu contact, conform inventiei, inlatura dezavantajele mentionate, prin aceea ca, cuprinde subansamblul statoric constituit din cilindrul activ piezoelectric, acoperit integral cu un strat de argint de 35 μm , divizat la exterior in opt sectoare egale pe adancimea stratului de argint, prin opt interstitii de latime 0,8 mm, pentru realizarea unei miscari circulare uniforme, care se afla in dublu contact cu rotorul inferior prin intermediul a doua cercuri concentrice, presiunea exercitata asupra cercurilor fiind reglata prin intermediul unui ansamblu mecanic si un dispozitiv de fixare al cilindrului activ piezoelectric; subansamblul rotoric, constituit dintr-un rotor inferior, un rotor superior, se misca solidar in raport cu subansablul statoric si un dispozitiv de ghidare, subansamblul carcase asigurand protectia mecanica a intregului motor.

Avantajele inventiei sunt urmatoarele:

- realizeaza o miscare circulara cu rezolutie imbunatatita;
- eficienta marita a controlului actionarii datorata solutiilor constructive adoptate;

- tehnologie constructiva relativ simpla;
- nu necesita o comanda electronica de mare complexitate intrucat permite o abatere de 2% - 4% a frecventei formelor de unda in quadratura fata de frecventa de rezonanta. De asemenea amplitudinea tensiunilor sinusoidale respectiv cosinusoidale permite variatii in limite largi, de pana la 10% fara a se influenta functionarea.

Se da in continuare un exemplu de realizare a inventiei, in legatura cu Fig. 1, ..., Fig. 4, care reprezinta:

- Fig. 1. Sectiune prin motor piezoelectric rotativ cu dublu contact, conform inventiei;
- Fig. 2. Sectiune prin rotorul inferior in dublu contact cu cilindru activ piezoelectric;
- Fig. 3. Divizarea suprafetei exterioare a cilindrului activ piezoelectric in opt sectoare egale a, b, ..., h, ce se constituie ca si electrozi;
- Fig. 4. Schema electrica de activare, cu diferentele de potential $U_{\sin}=A\sin\omega t$ si $U_{\cos}=A\cos\omega t$, a cilindrului activ piezoelectric desfasurat in plan.

Motorul liniar magnetostrictiv, conform inventiei, Fig. 1, este alcatuit din trei subansambluri:

- Subansamblul statoric este constituit din cilindru activ piezoelectric 1, realizat dintr-un material ceramic tip PZT (PIC255), polarizat electric radial avand tensiunea maxima de operare $U=1000V$, capacitatea electrica de $C=70nF$ si posibilitatea contractarii cu $15\ \mu m$ la aplicarea tensiunii electrice de operare. Cilindrul activ piezoelectric 1, de lungime $40\ mm$, diametru exterior $40\ mm$, diametru interior $38\ mm$ este acoperit integral atat pe interior cat si pe exterior, cu un strat de argint de $35\ \mu m$, si care ulterior se divizeaza la exterior in opt sectoare egale a, b, ..., h, ce se constituie ca si electrozi, cu unghiul la centru de 45 de grade, numai pe adancimea stratului de argint, prin opt interstitii de latime $0,8\ mm$, conform Fig 3 si Fig. 4, in scopul realizarii unei miscari circulare uniforme ($\omega=ct.$).

Subansamblul statoric mai cuprinde un dispozitiv de fixare al cilindrului activ piezoelectric 2, realizat din otel inox AISI 304, nemagnetic, cu permeabilitatea magnetica relativa $\mu=1,008$ prin care trece o tija de reglaj fixa 3, realizata de asemenea din otel inox AISI 304, care, impreuna cu arcul elicoidal 5, cu constanta elastica $K=5153\ N/m$, piulița de reglaj 6 si contrapiulița de fixare 7, permite reglarea presiunii de contact pe cilindru activ piezoelectric 1. De asemenea, subansamblul statoric mai contine un rulment axial 4 de tipul BA 6 SKF care permite o miscare de rotatie a rotorului inferior 9 si a rotorului superior 10 astfel incat tija de reglaj 3 sa ramana fixa. Pe dispozitivul de fixare a cilindrului activ piezoelectric 2 este montata placa circulară de fixare a rigletelor electrice 8, realizata din teflon.

- Subansamblu rotorice, este constituit dintr-un rotor inferior 9, aflat in dublu contact direct prin doua cercuri concentrice cu cilindru activ piezoelectric 1, Fig. 1, Fig. 2 si un rotor superior 10, care se misca solidar cu rotorul inferior 9, ambele realizate din inox AISI 304 nemagnetic cu permeabilitatea magnetica relativa $\mu=1,008$ si fixate prin trei suruburi nefigurate. Subansamblu rotorice mai cuprinde un dispozitiv de ghidare alcătuit din doi rulmenți radiali 11 de tip 626 2Z SKF, montați într-o carcasă 12 realizata din inox AISI 420, separati de inelul separator 13 si fixati in carcasa 12 de catre inelul alezaj 14 precum si un platan 15 fixat pe rotorul superior 10.

Subansamblul rotorice este astfel construit, incat sa se asigure o miscare circulara uniforma ($\omega=ct.$) fata de subansamblul statoric si in acelasi timp asigura o presiune ce este reglata prin intermediul ansamblului mecanic format din arcul elicoidal 5, piulita de reglaj 6 si contrapiulița de fixare 7, intr-un interval de $40\ N/mm^2$ - $50\ N/mm^2$.

- Subansamblu carcase, compus din carcasa interioară, formată din semicarcasa interioară 16 si capacul intermediar 17 realizate din otel inox AISI 420, precum si din carcasa exterioară, formată din semicarcasa exterioară 18 realizata din siluminu tip EN AW-6060 [AlMgSi], avand conductivitatea termica in intervalul $200\div 220\ W/mK$, si capacul inferior 19 realizat din inox AISI 304 pe care se montează mufa electrică de ieșire 20. Subansamblul carcase mai cuprinde si un spațiu destinat acțiunii electrice 21.

Elementele componente ale subansamblului statoric si ale subansamblului rotorice sunt dispuse in carcasa interioară formată din semicarcasa interioară 16 si capacul intermediar 17.

Motor piezoelectric rotativ cu dublu contact, conform Fig. 1, functioneaza in modul urmato:

Functionarea motorului piezoelectric rotativ cu dublu contact se bazeaza pe efectul piezoelectric invers, produs de materialul cilindrului activ piezoelectric 1. Asupra materialului activ al cilindrului activ piezoelectric 1 actioneaza campul electric variabil in timp, obtinut prin aplicarea diferentelor de potential electric pentru fiecare din cele opt sectoare definite pe suprafata exterioara (ce sunt acoperite integral cu un strat de argint de 35 μm , ca in Fig. 4), $U_{\sin}=A\sin\omega t$ si $U_{\cos}=A\cos\omega t$, considerate prin raport cu potentialul de referinta ce este reprezentat de zona interioara a cilindrului (ce este acoperita integral cu un strat de argint de 35 μm , ca in Fig. 4), raportate la grosimea peretelui cilindrului activ piezoelectric 1. Aceasta divizare in cele opt sectoare egale a, b,..., h, definite pe suprafata exterioara are ca efect tehnic nou realizarea unei miscari circulare uniforme ($\omega=ct.$).

Cilindrul activ piezoelectric 1 este excitat la frecventa de rezonantă ca in Fig. 4, astfel incat se obtin două unde în cuadratură a caror suprapunere produce o unda calatoare (traveling wave). Unda călătoare obtinuta produce o miscare eliptică a fiecarui punct de pe suprafata superioara a sectiunii cilindrului activ piezoelectric 1, denumit generic $P(x,y,z)$, Fig. 3. Cilindrul activ piezoelectric 1 se afla in dublu contact cu rotorul inferior 9 prin intermediul a doua cercuri concentrice (Fig. 2), formate din punctele comune de contact dintre cilindrul activ piezoelectric 1 si rotorul inferior 9. Presiunea exercitata asupra celor doua cercuri concentrice de contact (dublu contact) poate fi reglata prin intermediul ansamblului mecanic format din arcul elicoidal 5, piulita de reglaj 6 si contrapiulița de fixare 7.

Revendicari

1. Motor piezoelectric rotativ cu dublu contact cuprinde: un subsansamblu statoric constituit din cilindru activ piezoelectric (1), acoperit integral atat pe interior cat si pe exterior, cu un strat de argint si divizat la exterior in niste sectoare, ce se constituie ca si electrozi, un dispozitiv de fixare al cilindrului activ piezoelectric (2), un arc elicoidal (5), o piulița de reglaj (6), contrapiulița de fixare (7) ce permite reglarea presiunii de contact pe cilindru activ piezoelectric (1) si un rulment axial (4), un subsansamblu rotorice ce se afla in contact mecanic cu cilindru activ piezoelectric (1) si un subsansamblu carcasa ce asigura protectia mecanica a intregului ansamblu care alcatuieste motorul,

caracterizat prin aceea ca are in alcatuire:

- un cilindru activ piezoelectric (1), ce este acoperit integral atat pe interior cat si pe exterior, cu un strat de argint de 35 μm , si care este divizat la exterior in opt sectoare egale a, b,..., h, ce se constituie ca si electrozi, cu unghiul la centru de 45 de grade, numai pe adancimea stratului de argint, prin opt interstitii de latime 0,8 mm, in scopul realizarii unei miscari circulare uniforme ($\omega=ct.$);
- un cilindru activ piezoelectric (1) care se afla in dublu contact cu rotorul inferior (9) prin intermediul a doua cercuri concentrice; presiunea exercitata asupra celor doua cercuri concentrice de contact (dublu contact) este reglata prin intermediul ansamblului mecanic format din arcul elicoidal (5), piulița de reglaj (6) si contrapiulița de fixare (7).
- un dispozitiv de fixare (2) al cilindrului activ piezoelectric (1) care impreuna cu tija de reglaj fixa (3) permite miscarea de rotatie a rotorului inferior (9) si a rotorului superior (10) prin intermediul unui rulment axial (4) si o placa circulară de fixare a regletelor electrice (8).
- un subsansamblu rotorice, ce este constituit dintr-un rotor inferior (9), aflat in dublu contact direct prin doua cercuri concentrice cu cilindru activ piezoelectric (1), si un rotor superior (10), care se misca solidar cu rotorul inferior (9), fixate prin trei suruburi nefixate;
- un dispozitiv de ghidare alcătuit din doi rulmenți radiali (11), montați într-o carcasă (12), separati de inelul separator (13) si fixati in carcasa (12) de catre inelul alezaj (14);
- un subsansamblu rotorice care asigura o miscare circulara uniforma ($\omega=ct.$) fata de subsansamblul statoric si in acelasi timp asigura presiunea necesara realizarii contactului intre cilindru activ piezoelectric (1) si rotorul inferior (9) prin intermediul ansamblului mecanic format din arcul elicoidal 5, piulița de reglaj 6 si contrapiulița de fixare 7 intr-un interval de 40 N/mm²-50 N/mm²;
- un subsansamblu carcasa ce asigura protectia mecanica a intregului motor piezoelectric rotativ cu dublu contact, compus din carcasa interioară, formată din semicarcasa interioară (16) si capacul intermediar (17), precum si din carcasa exterioară, formată din semicarcasa exterioară (18) si capacul inferior (19) pe care se montează mufa electrică de ieșire (20) si un spațiu destinat acționării electrice (21);

2. Motor piezoelectric rotativ cu dublu contact, conform revendicarii 1, caracterizat prin aceea ca functioneaza astfel:

- asupra materialului activ al cilindrului activ piezoelectric (1) actioneaza campul electric variabil in timp care este obtinut prin aplicarea diferentelor de potential electric, pe fiecare din cele opt sectoare egale a, b,..., h, considerate prin raport cu potentialul de referinta reprezentat de zona interioara a cilindrului (1), raportate la grosimea peretelui cilindrului activ piezoelectric (1);
- divizarea in cele opt sectoare egale a, b,..., h, definite pe suprafata exterioara a cilindrului activ piezoelectric (1) realizeaza o miscare circulara uniforma ($\omega=ct.$) a rotorului inferior (9) si a rotorului superior (10);
- sectoarele a, c, e si g definite pe suprafata exterioara a cilindrului activ piezoelectric (1) sunt excitate cu diferenta de potential electric $U_{\sin}=A\sin\omega t$ considerata in raport cu potentialul de referinta reprezentat de zona interioara a cilindrului (1), iar sectoarele b, d, f si h definite pe suprafata exterioara a cilindrului activ piezoelectric (1) sunt excitate cu diferenta de potential electric $U_{\cos}=A\cos\omega t$ considerata in raport cu acelasi potential de referinta reprezentat de zona interioara a cilindrului (1);
- intregul cilindru activ piezoelectric (1) este excitat de catre cele doua tensiuni $U_{\sin}=A\sin\omega t$ si $U_{\cos}=A\cos\omega t$ la frecventa de rezonanță aflata in intervalul 25kHz÷35kHz astfel incat se obtin două unde în cuadratură a caror suprapunere determina o unda calatoare care are ca efect realizarea unei miscari eliptice a fiecarui punct de pe suprafata superioara a sectiunii cilindrului activ piezoelectric (1).

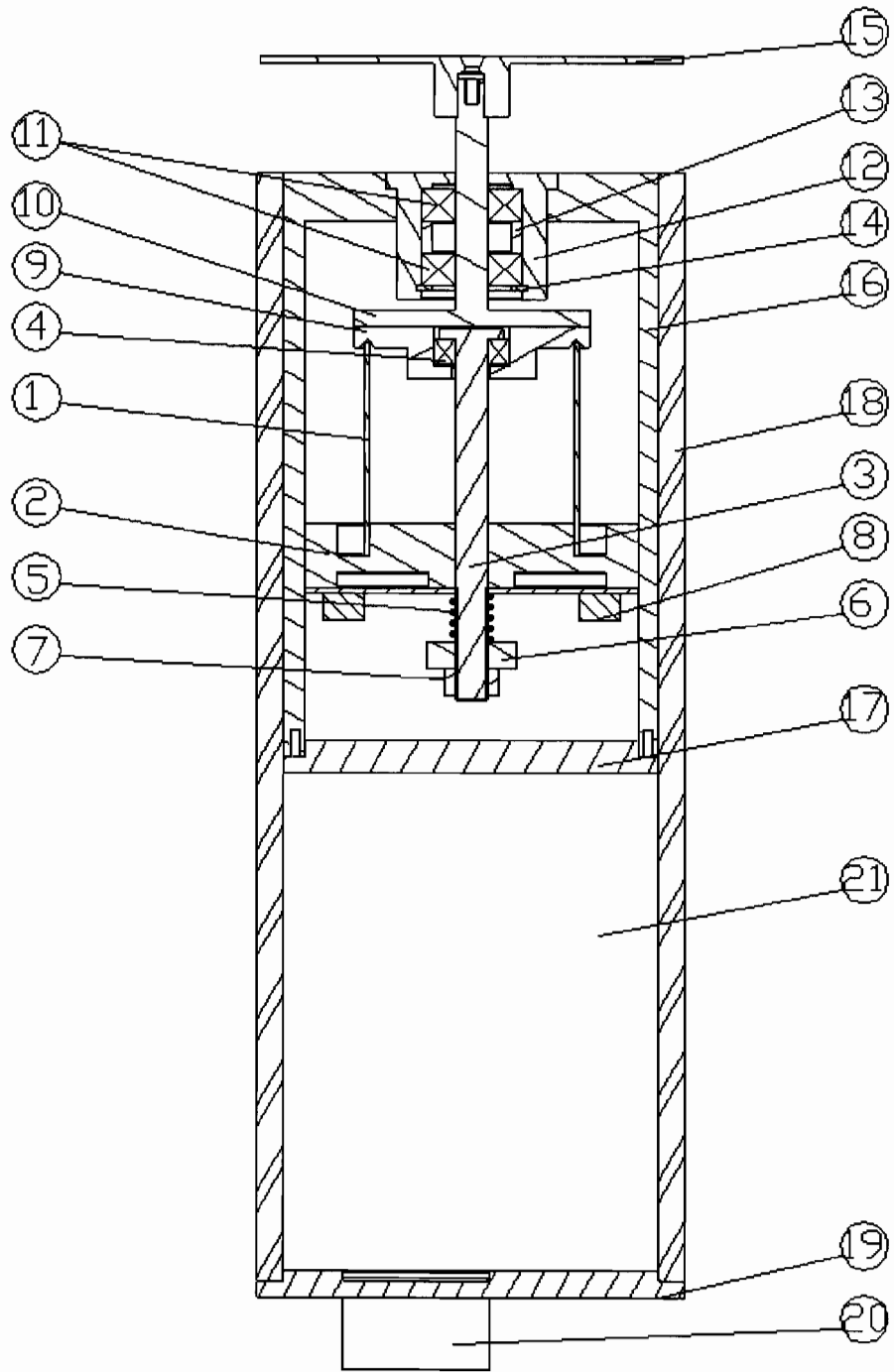


Fig.1.

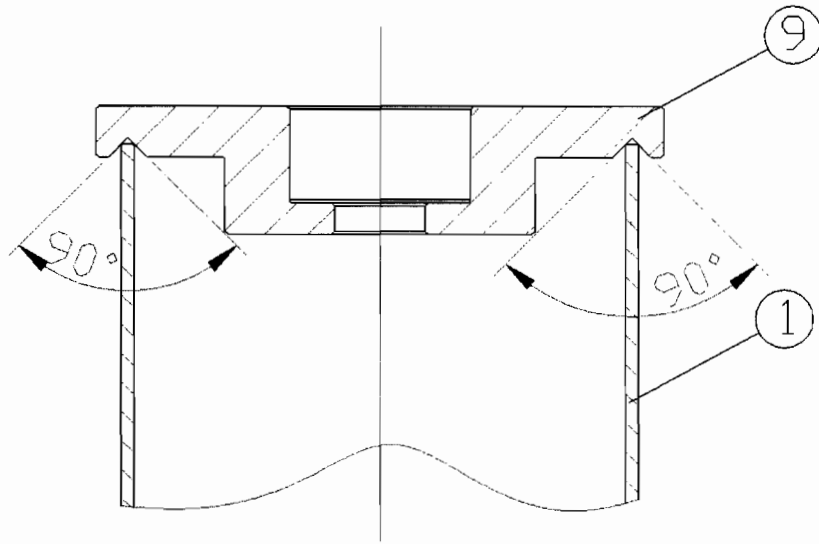


Fig.2.

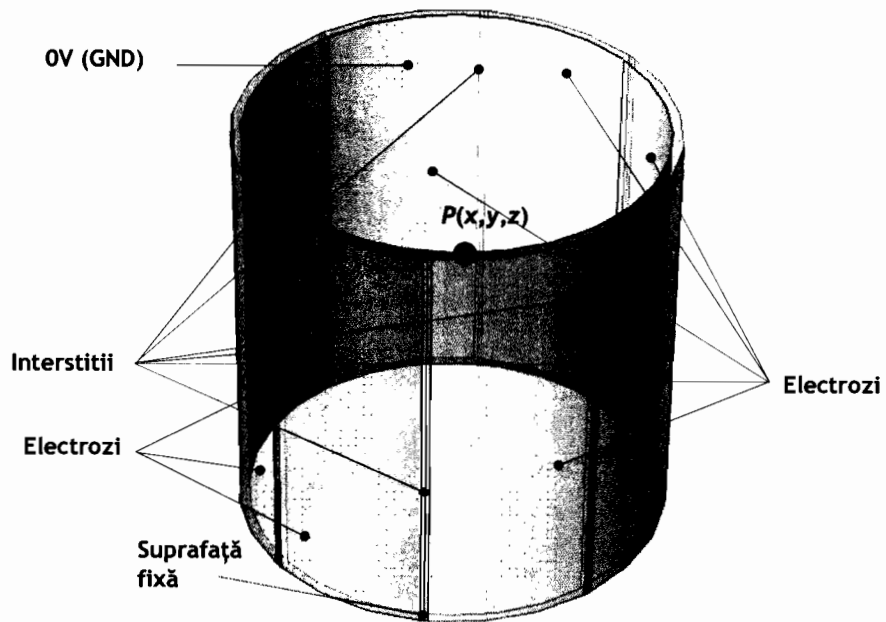


Fig.3.

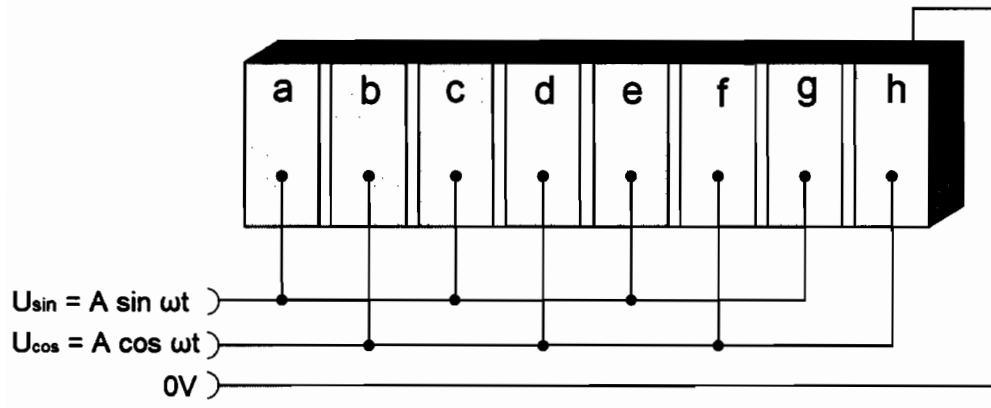


Fig.4.