

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2016 00885**

(22) Data de depozit: **22/11/2016**

(41) Data publicării cererii:
30/05/2018 BOPI nr. **5/2018**

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

(72) Inventatori:
• **DOBRIN ION, STR.BABA NOVAC NR.22,
BL.24 C, SC.B, ET.2, AP.67, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **POPOVICI IULIU ROMEO,
CALEA GRIVIȚEI NR.403, BL.R, SC.C, ET.3,
AP.16, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **DOBRIN ANDREI,
STR. CÂMPIA LIBERTĂȚII NR. 62, BL. G14,
AP. 16, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **ENACHE DAN, STR. CĂLĂRAȘI NR. 24,
FETEȘTI, IL, RO;**
• **MILITARU ADRIAN, STR. ROTUNDĂ
NR. 15, BL. H23, SC. 2, AP. 28, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **MOREGĂ ALEXANDRU-MIHAIL,
STR. CRIȘANA NR. 20-22, ET. 6, AP. 37,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **MOREGĂ MIHAELA, STR. CRIȘANA
NR. 20-22, ET. 6, AP. 37, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **DOBRE ALIN ALEXANDRU,
STR. COSMONAUȚILOR NR. 2A, BL. 124C,
AP. 9, PLOIEȘTI, PH, RO;**
• **APRODU CĂCERONE, STR. FIZICIENILOR
NR. 40B, MĂGURELE, IF, RO**

(54) SISTEM MAGNETIC SUPRACONDUCȚOR, GENERATOR DE CÂMP MAGNETIC INTENS ȘI UNIFORM

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem magnetic supraconductor, generator de câmp magnetic intens și uniform, cu aplicații în domeniul fizicii atomice și nucleare. Sistemul conform invenției este alcătuit dintr-un criostat (1) al unui electromagnet supraconductor, având un număr de 14 bobine supraconductive (4), și anume, 7 bobine superioare și 7 bobine inferioare, dispuse într-o configurație de tip cos-teta, care sunt introduse într-o incintă vidată și sunt răcite la 4,2...20 K de către un criorăcitor (2) prin intermediul unui ecran magnetic (5), și sunt protejate la radiația termică de 300 K de un ecran termic (7), care, prin cuplare la treapta de 50 K a criorăcitorului (2), reduce transferul termic radiativ la un nivel de maximum 1,5 Watt, în care criostatul (1) prezintă un canal (8) axial ce trece prin electromagnetul supraconductor, pentru accesul particulelor încărcate electric, prin alimentarea bobinelor supraconductive (4) de la o sursă programabilă la un curent $I = 0...500$ A, obținându-se câmpul magnetic $B = 0...5$ T cu o uniformitate de $10^{-3}-10^{-4}$ în tot volumul interior al ansamblului de bobine supraconductive (4).

Revendicări: 1
Figuri: 4

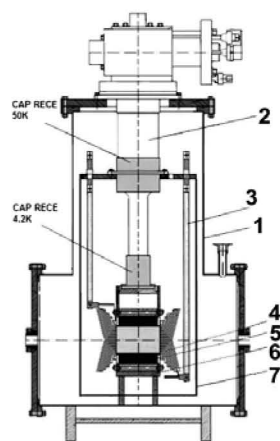


Fig. 1



27

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. <u>a 2016 00885</u>
Data depozit <u>22-11-2016</u>

Sistem magnetic supraconductor, generator de camp magnetic intens si uniform

Inventia se refera la un sistem magnetic supraconductor, generator de camp magnetic intens si uniform pentru devierea particulelor incarcate electric in acceleratoare de particule, cu aplicatii in domeniul fizicii atomice si nucleare.

Se cunosc urmatoarele solutii tehnice:

- Generator supraconductor de camp magnetic intens CBI nr. A / 00352 / 18.05.2012, care se refera la un magnet supraconductor cu doua bobine supraconductoare racite de un criocooler, si protejate la radiatia termica de un ecran termic, totul amplasat intr-o incinta vidata, criostatul prezinta un canal axial care trece prin magnetul supraconductor si un alt canal pentru introducerea probei de studiu;
- Ansamblu magnetic supraconductor dipolar, CBI nr. A / 01071 / 08.11.2010, care contine un magnet supraconductor ce prezinta un canal axial, format din doua bobine supraconductoare amplasate in interiorul miezului de fier si racite de un criocooler;
- Ansamblu bobina supraconductoare si celula de masura, CBI nr. A / 00750 / 28.07.2011 se refera la o bobina supraconductoare plasata intr-un criostat cu celula de masura amplasata coaxial cu bobina supraconductoare, proba supusa masuratorilor este pozitionata exact in centrul bobinei supraconductoare.

Solutiile mentionate prezinta urmatoarele dezavantaje:

- Genereaza un camp magnetic de uniformitate si intensitate scazute;
- Nu permit racire fara agenti criogenici;
- Intensitatea campului magnetic generat: < 3 T.

Problema tehnica pe care o rezolva inventia consta in realizarea unui sistem magnetic supraconductor, generator de camp magnetic intens si uniform, care prin constructia speciala si materialele supraconductoare utilizate, determina obtinerea de campuri magnetice intense $0 - 5$ T de inalta uniformitate a campului ($10^{-3}-10^{-4}$) care permite folosirea lor in acceleratoare de particule de mare energie (\sim GeV). Totodata, volumul mare in care este generat campul magnetic, permite obtinerea de deviatii mari (\sim cm) pentru fluxuri de particule largi (\sim cm). Prin utilizarea crioracitorului, se elimina necesitatea utilizarii He lichid pentru racirea bobinelor supraconductoare, cu obtinerea regimului termic de lucru (4,2-20K) prin simplificarea constructiva si avantaje economice substantiale. Astfel se obtine o valoare a curentului critic (I_c) supraconductor de min. 3-5 ori mai mare decat I_c la 77K, pentru temperatura bobinajului supraconductor de 4,2- 20 K.

Sistemul magnetic supraconductor, generator de camp magnetic intens si uniform, inlatura dezavantajele mentionate prin aceea ca, este alcatuit dintr-un magnet supraconductor cu un numar de 14 bobine supraconductoare, astfel 7 bobine superioare si 7 bobine inferioare, dispuse intr-o configuratie de tip cos – teta, care sunt racite la 4,2 – 20 K de catre un crioracitor prin intermediul unui ecran magnetic si sunt protejate la radiatia termica de 300 K, de un ecran termic care prin cuplare la treapta de 50 K a

crioracitorului, reduce transferul termic radiativ la un nivel de max. 1,5 Watt; ansamblul de bobine supraconductoare este introdus într-o incintă vidată, criostatul prezintă un canal axial ce trece prin electromagnetul supraconductor, pentru accesul particulelor încărcate electric; prin alimentarea bobinelor supraconductoare de la sursa programabilă de c.c. la un curent $I = 0-500$ A, se obține câmpul magnetic $B = 0 - 5$ T cu o uniformitate de $10^{-3}-10^{-4}$ în tot volumul interior al ansamblului de bobine supraconductoare.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- Produce un câmp magnetic de înaltă uniformitate și intensitate, într-un volum cilindric mare;
- Permite deplasarea axială a particulelor încărcate electric;
- Realizează deplasarea radială a fluxului de particule încărcate;
- Permite răcire fără agenți criogenici, prin utilizarea unei pompe de căldură cu ciclul închis, cu două trepte de răcire (crioracitor);
- Uniformitatea câmpului în zona cilindrică utilă: $\Delta B/B \sim 10^{-3}-10^{-4}$;
- Intensitatea câmpului magnetic generat: ~ 5 T;
- Se utilizează materiale supraconductoare de tip HTS (High Temperature Superconductor), de ex. de tip YBCO, BSCCO sau MgB_2 ;
- Se elimină pierderile energetice de tip Joule.

Se da în continuare un exemplu de realizare al invenției în legătură cu fig. 1 ... 4, care reprezintă:

fig. 1 – secțiune transversală a sistemului, conform invenției;

fig. 2 – secțiune transversală a magnetului supraconductor, cu evidențierea dispunerii bobinajului supraconductor și ecranului magnetic;

fig. 3 – vedere de ansamblu a bobinajului supraconductor și a canalului central;

fig. 4 – secțiune 3D a sistemului, conform invenției;

Sistemul magnetic supraconductor, generator de câmp magnetic intens și uniform, conform invenției, este alcătuit din:

- **Criostatul electromagnetului 1** realizat din oțel inoxidabil austenitic, cu rolul de a izola termic electromagnetul (format din bobinele supraconductoare 4 și ecranul magnetic 5);
- **Crioracitorul 2** are rolul de a răci ansamblul bobinelor 4 supraconductoare, (HTS - High Temperature Superconductor) la un nivel de 4,2 – 20K, și conductorii de curent 3 HTS de mediul ambiant, aflat la temperatura camerei (300K). Acesta este de tip Gifford – McMahon, cu ciclul închis și două trepte de răcire: treapta I la 50K și treapta II la 4.2K. La treapta I de răcire este cuplat ansamblul de bobine 4 HTS împreună cu ecranul magnetic 5 exterior ansamblului bobinelor 4. La treapta I de răcire este cuplat ecranul termic 7;
- **Conductorii de curent 3** HTS au rolul de a permite alimentarea electrică a ansamblului bobinelor 4 HTS, dar cu conducție termică minimă către ansamblul de bobine 4 pentru a nu contribui la ridicarea temperaturii lor. Aceștia sunt alcătuiți din două bucăți de bandă supraconductoare HTS, în paralel, de 12 mm lățime pentru a acoperi în siguranță curentul de maxim 500 A, sunt protejați de o carcasa tubulară izolatoare termic. Fluxul termic transportat de conductorul de

curent 3 HTS este mai mic de 1 W pentru temperaturile de operare la capete de 50K si respectiv de 4.2K;

- **Ansamblul bobinelor 4** este format dintr-un numar de 14 bobine, astfel 7 bobine superioare si 7 bobine inferioare, dispuse intr-o configuratie de tip cos – teta, care permite obtinerea unui camp magnetic dipolar de maxima uniformitate 10^{-4} in zona cilindrica interioara a ansamblului de bobine supraconductoare. Acestea sunt realizate din banda de tip YBCO/BSCCO/MgB₂, de 6-12 mm latime si 0.11 mm grosime, sunt de forma tip „sa” cu capete „indoite” si astfel incat planul capetelor bobinelor sa realizeze o inclinare de minim 45°, fata de axul planului de realizare al bobinei. Conform fig. 3 in interiorul ansamblului bobinelor 4 se afla un canal central 8 format dintr-un tub cilindric din otel inoxidabil, cu rol de canal de circulare a particulelor incarcate electric din accelerator.

Caracteristicile benzii supraconductoare din care sunt realizate bobinele 4 sunt urmatoarele:

- material supraconductor HTS sub forma de banda/fir cu sectiune circulara;
- temperatura critica 39-108K;
- curentul critic min. 200A@77K;
- camp critic min. 35T.

Materialele supraconductoare HTS utilizate conform inventiei au proprietatea cresterii curentului critic odata cu scaderea temperaturii de lucru a materialului. Astfel se obtine o valoare a curentului critic (I_c) supraconductor de minim 3-5 ori mai mare decat I_c la 77K, pentru temperatura bobinajului supraconductor de 4,2- 20 K.

- **Ecranul magnetic 5** are rolul de a ecrana magnetic mediul extern electromagnetului fata de ansamblul de bobine supraconductoare 4 si este realizat din tole cu grosimea 0.5 mm, pentru a limita existenta unui camp magnetic parazit in afara electromagnetului;
- **Suportul electromagnetului 6** are rolul de a fixa in pozitie bobinele supraconductoare 4. Datorita fortelor electromagnetice de interactie, acestea trebuiesc rigidizate pentru a nu produce deplasari accidentale ale acestora. Materialul de realizare este izolator electric, rigid mecanic, de tip teflon, pentru utilizare la temperaturi joase (4,2-77K);
- **Ecranul termic 7** este realizat din cupru lustruit si are rolul de a ecrana ansamblul de bobine supraconductoare 4 de radiatia termica a criostatului (300K). Prin amplasarea acestui ecran termic intre carcasa criostatului 1 si bobinele supraconductoare 4, radiatia termica catre ansamblul de bobine supraconductoare 4 este redusa cu 90-95%. Acesta este cuplat mecanic si termic la treapta 1 a crioracitorului 2 (50K).

Sistemul magnetic supraconductor, generator de camp magnetic intens si uniform, conform inventiei, functioneaza astfel:

Incinta criostatului 1 se videaza la o presiune de 10^{-5} - 10^{-6} mbar. Se pune in functiune crioracitorul 2, se asteapta un interval de 10-15 ore pentru racirea intregului sistem la o temperatura finala de 5-20K si se alimentaza bobinele supraconductoare 4 de

la o sursa programabila de c.c. (nefigurata) 500 A, si se obtine o valoare a campului magnetic de 0 – 5T cu o uniformitate de 10^{-3} - 10^{-4} , in zona cilindrica a bobinelor supraconductoare 4. Astfel, pentru diverse valori ale curentului electric din gama 0...500A se poate obtine orice valoare a campului magnetic din intervalul 0...5T.

Solutia constructiva de racire directa a bobinelor supraconductoare 4 cu ajutorul crioracitorului 2, de catre treapta II a acestuia, si ecranarea lor la 50 K fata de criostatul 1, permite functionarea bobinelor 4 in stare supraconductoare stabila si posibilitatea utilizarii canalului central 8 la temperaturi de 60-80K.

Sistemul conform inventiei se poate utiliza si la alte aplicatii din domeniul fizicii nucleare si a corpului solid ca de exemplu la determinarea momentelor magnetice nucleare sau masurarea proprietatilor magnetice ale materialelor.

Revendicare

Sistemul magnetic supraconductor, generator de camp magnetic intens si uniform, caracterizat prin aceea ca, este alcatuit dintr-un electromagnet supraconductor cu un numar de 14 bobine supraconductoare (4), astfel 7 bobine superioare si 7 bobine inferioare, dispuse intr-o configuratie de tip cos – teta, care sunt racite la 4,2 – 20 K de catre un crioracitor (2) prin intermediul unui ecran magnetic (5) si sunt protejate la radiatia termica de 300 K, de un ecran termic (7) care prin cuplare la treapta de 50 K a crioracitorului (2), reduce transferul termic radiativ la un nivel de maxim 1,5 Watt; ansamblul de bobine supraconductoare (4) este introdus intr-o incinta vidata, criostatul (1) prezinta un canal axial (8) ce trece prin electromagnetul supraconductor, pentru accesul particulelor incarcate electric; prin alimentarea bobinelor supraconductoare (4) de la sursa programabila de c.c. la un curent $I = 0-500$ A, se obtine campul magnetic $B = 0 - 5T$ cu o uniformitate de $10^{-3}-10^{-4}$ in tot volumul interior al ansamblului de bobine supraconductoare (4).

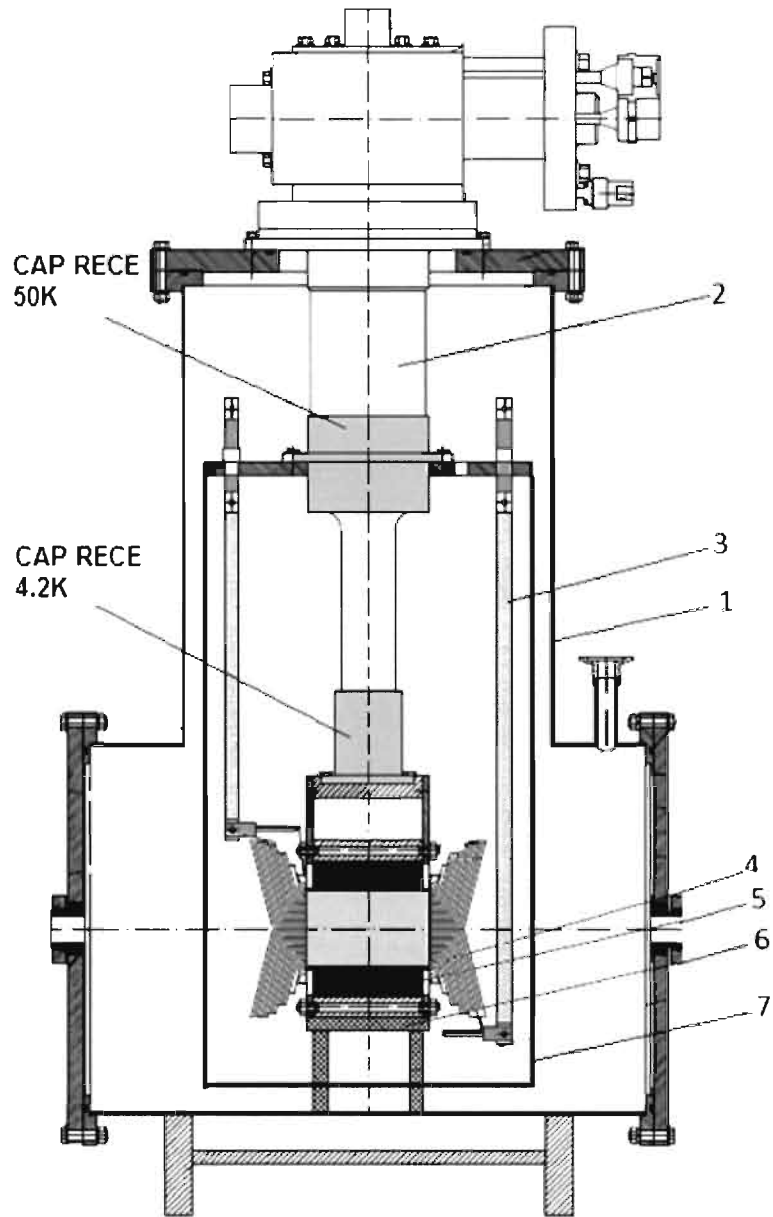


Fig. 1.

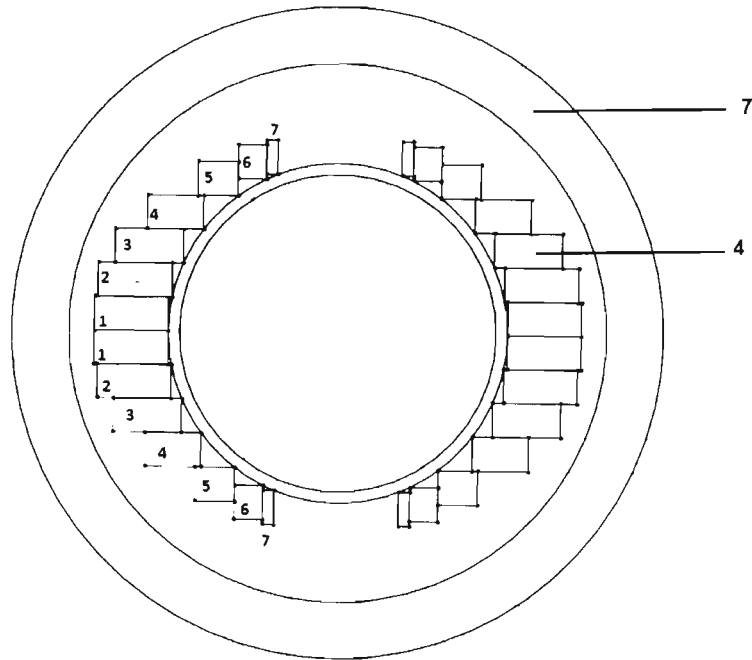


Fig. 2.

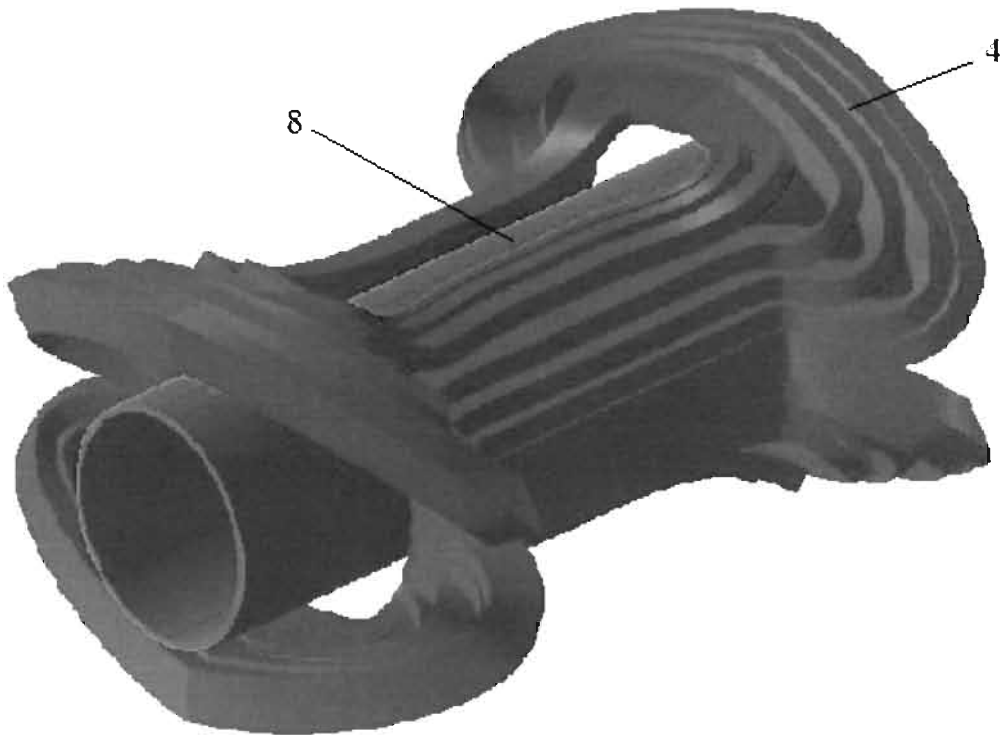


Fig. 3.

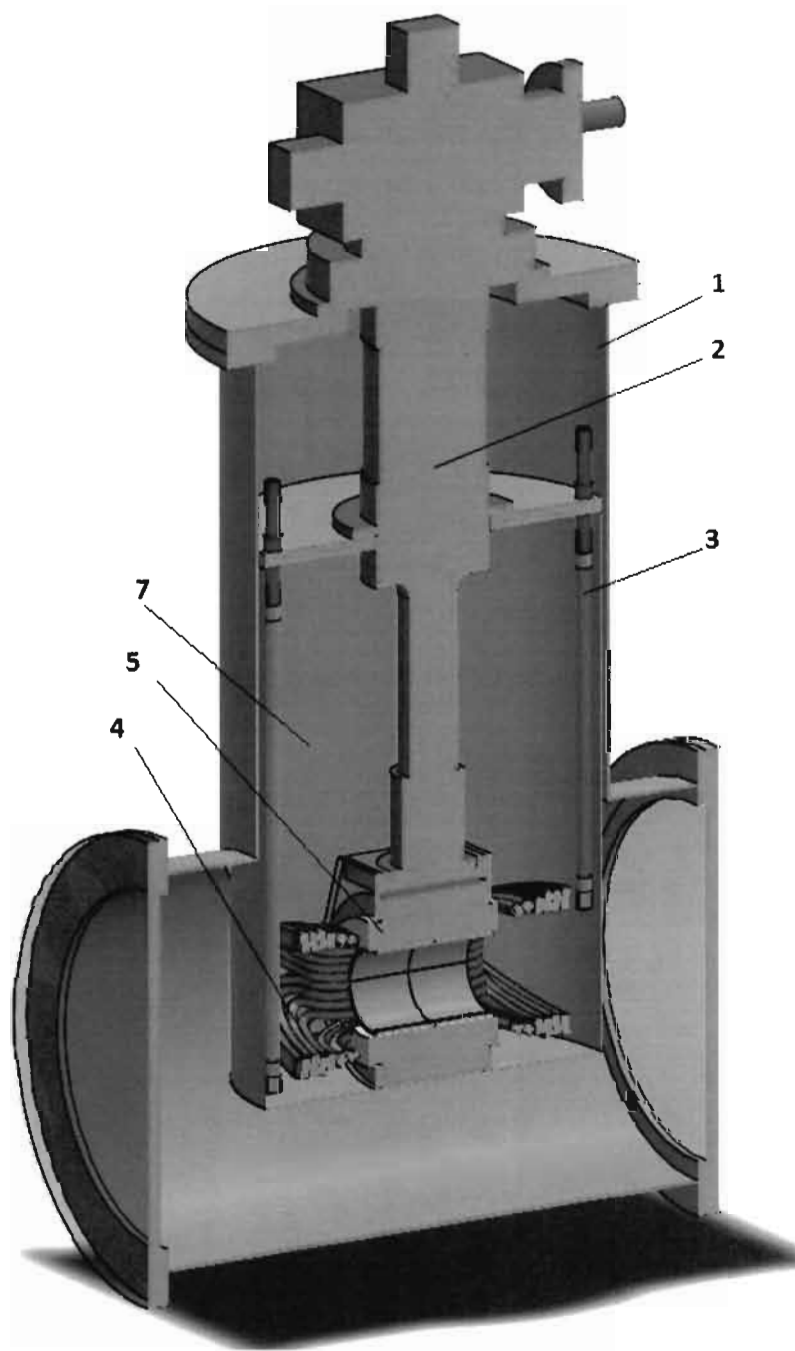


Fig. 4.