

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2016 00713

(22) Data de depozit: 07/10/2016

(41) Data publicării cererii:
30/03/2017 BOPI nr. 3/2017

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA,
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
• UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
DIN TIMIȘOARA, PIAȚA VICTORIEI NR.2,
TIMIȘOARA, TM, RO

(72) Inventatori:
• PIȘLARU-DĂNESCU LUCIAN,
STR. STÎNJENEILOR 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;
• ILIE CRISTINEL-IOAN,
DRUMUL BELȘUGULUI NR. 70E,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• CHIHAIA RAREȘ-ANDREI,
BD. IULIU MANIU NR. 190, BL. C1, SC. 3,
ET. 4, AP. 92, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO;
• BĂBUTANU CORINA-ALICE,
ȘOS. PÂNTELIMON NR. 312, BL. 6, SC. B,
ET. 10, AP. 79, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B,
RO;

• NICOLAI SERGIU, STR. PAȘCANI NR. 7,
BL. D8, SC. D, AP. 38, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• BUNEA FLORENTINA,
STR. VASILE VASILIEVICI STROESCU
NR. 46, AP. 2, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B,
RO;
• STOIAN FLORIANA DANIELA,
STR. NICOLAE ILIEȘU NR. 14/A, SC.A, ET.3,
AP.13, TIMIȘOARA, TM, RO;
• HOLOTESCU SORIN, STR. SEVERIN
NR. 8A, TIMIȘOARA, TM, RO;
• MARINICA OANA-MARIA,
STR. TRANDAFIRILOR NR. 6,
SAȚ GHIRODA, COMUNA GHIRODA, TM,
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;
• DUMITRU JEAN-BOGDAN,
STR. MIHAIL SADOVEANU NR. 37,
SAȚ TUNARI, COMUNA TUNARI, IF, RO;
• POPA NICOLAE-CALIN,
STR. 1 DECEMBRIE NR. 90B, ET.1, AP. 3,
TIMIȘOARA, TM, RO

(54) TRANSFORMATOR PLANAR CU NANOFIUID MAGNETIC

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un transformator planar cu nanofluid magnetic, de joasă tensiune și mică putere, utilizat în circuite electronice ca transformator separator. Transformatorul conform invenției cuprinde: un ansamblu de bobine planare format din bobine (1a și 1b) planare primare și, respectiv, secundare, fixate prin intermediul a două distanțiere (3a și 3b), un ansamblu circuit magnetic, o carcasă alcătuită dintr-o cuvă (6) prevăzută cu un capac (7), o garnitură (8) cu rol de etanșare, și un șurub (9) central care fixează ansamblul de bobine planare de cuvă (6), capacul (7) conținând o plăcuță cu borne (10), și un sistem (11) de alimentare cu nanofluid magnetic, în care cele două bobine (1a) planare primare și cele două bobine (1b) planare secundare sunt identice, dispuse fiecare pe câte o placă de sticlo-textolit, placată pe ambele fețe cu un strat de cupru, fiecare bobină (1a și 1b) planară fiind formată din două semibobine a câte 20 de spire fiecare, înseriate, dispuse față-verso pe aceeași placă, iar bobinele (1a și 1b) planare primare și secundare conțin fiecare câte 40 de spire, între bobinele (1a) primare aflându-se bobinele (1b) secundare, bobinele fiind izolate prin trei izolații (2) și în care ansamblul circuit magnetic este format din două miezuri magnetice (4a și 4b), superior și, respectiv, inferior, identice, realizate din ferită și suprapuse simetric, și dintr-un miez lichid, constând dintr-un nanofluid (5) magnetic, în care se imersează ansamblul de bobine și cele două miezuri (4a și 4b) magnetice.

Revendicări: 2
Figuri: 9

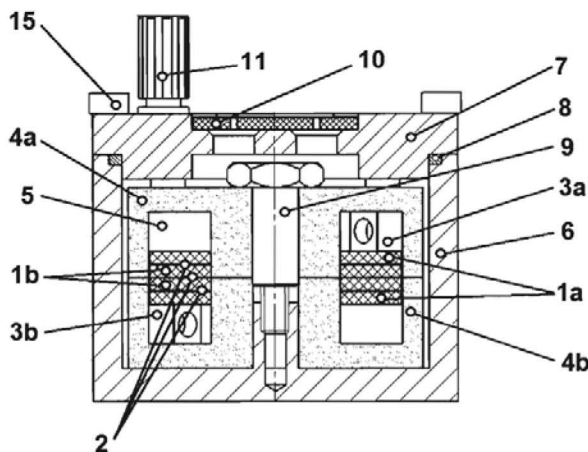


Fig. 1

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).



Transformator planar cu nanofluid magnetic

Invenția se referă la un transformator planar cu nanofluid magnetic, de joasă tensiune și mică putere utilizat în circuite electronice ca transformator separator, în aplicații de tip harvesting energy, conversoare DC/DC de tip Flyback și Forward.

Se cunosc soluții tehnice privind transformatoare planare cu circuit magnetic realizat în totalitate din ferită cu profile de tip E, alte transformatoare planare cu bobine crescute prin tehnologia LIGA și circuit magnetic realizat integral din ferită cu profile de tip E și I.

Dezavantajele soluțiilor cunoscute sunt următoarele:

- Gabarit mare comparativ la aceeași frecvență de lucru și cuplaj magnetic scăzut datorită în special existenței liniilor de câmp de dispersie și a întrefierurilor constructive;
- Limitarea domeniului de frecvență determinat de tipul de ferită și de capacitățile parazite manifestate atât între spirele bobinelor planare cât și între bobinele primare și secundare;
- Randamentul global scăzut.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în utilizarea unui nanofluid magnetic specific, cu magnetizarea de saturare ridicată, între 500 Gs și 1000 Gs, ca miez lichid, parte a circuitului magnetic ce elimină toate întrefierurile și liniile de câmp magnetic de dispersie, ce determină realizarea unui cuplaj magnetic îmbunătățit cu până la 10% și creșterea randamentului global cu până la 5%; se obține miniaturizarea prin forma constructivă a bobinelor planare realizate prin frezare cu un interstitiu în intervalul 0.2 – 0.5 mm pe plăcile de sticlă-textolit placate pe ambele fețe cu un strat de cupru de grosime 35 μm precum și poziționarea lor în cadrul ansamblului de bobine planare ce contribuie de asemenea la cuplajul magnetic îmbunătățit cu până la 10%; utilizarea miezurilor magnetice din ferită suprapuse simetric în conjuncție cu nanofluidul magnetic specific pentru realizarea ansamblului circuit magnetic și extinderea domeniului de frecvență de până la 1000 Mhz.

Transformator planar cu nanofluid magnetic, conform invenției înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că cele două bobine planare primare și cele două bobine planare secundare sunt identice, dispuse fiecare pe câte o placă din sticlă-textolit de grosime 1mm și diametru în intervalul 35-45 mm, placată pe ambele fețe cu un strat de cupru de grosime 35 μm realizate prin frezare cu un interstitiu în intervalul 0.2-0.5 mm, fiecare bobină planară primară este formată din două semibobine de câte 20 de spire fiecare, inseriate, dispuse față-verso, pe aceeași placă, cele două semibobine au fiecare câte 20 de spire și identic se realizează bobina secundară; bobinele primare, formate fiecare din câte 40 de spire se înseriază între ele, între acestea se află bobinele secundare de asemenea înseriate între ele, formate fiecare din câte 40 de spire și toate bobinele sunt izolate între ele prin trei izolații de grosime 0.1 mm; ansamblul circuit magnetic format din două miezuri magnetice superior și inferior din ferită identice suprapuse simetric și un miez lichid format dintr-un nanofluid magnetic în care sunt imersate ansamblul de bobine și cele două miezuri magnetice, nanofluidul magnetic este obținut prin metoda co-precipitării reprezentând o suspensie coloidală de nanoparticule de magnetită Fe_3O_4 acoperite cu un strat de surfactant acid oleic și dispersate în ulei de transformator, cu caracteristica magnetică ce necesită o magnetizare de saturare între 500 Gs și 1000 Gs iar fracția volumică în intervalul 22-24%, valorile susceptivității magnetice inițiale $4.224E^{-3}$ emu/Oe, respectiv $7.680E^{-3}$ emu/Oe și stabilitate cinetică.

Avantajele invenției sunt următoarele:

- miniaturizarea prin forma constructivă a bobinelor planare precum și poziționarea lor în cadrul ansamblului de bobine planare ce contribuie de asemenea la cuplajul magnetic îmbunătățit cu până la 10%;
- utilizarea unui nanofluid magnetic specific, cu magnetizarea de saturare ridicată, între 500 Gs și 1000 Gs, ca miez lichid, parte a circuitului magnetic elimină toate întrefierurile și liniile de

camp magnetic de dispersie, determina realizarea unui cuplaj magnetic imbunatatit cu pina la 10% si cresterea randamentului global cu pina la 5%;

- utilizarea miezurilor magnetice din ferita suprapuse simetric in conjunctie cu nanofluidul magnetic specific pentru realizarea ansamblului circuit magnetic ce permite extinderea domeniului de frecventa de pina la 1000 Mhz.

Avantajele utilizarii nanofluidului magnetic, conform inventiei ca parte a circuitului magnetic sunt:

- Stabilitate termica a nanoparticulelor precum si a solutiei coloidale in ansamblu este foarte importanta pentru proiectarea diferitelor dispozitive electromecanice care utilizeaza nanofluidul magnetic.
- De asemenea, se manifesta o foarte buna stabilitate in timp a solutiei coloidale.
- Nanofluidul magnetic face parte din categoria nanomaterialelor ce manifesta simultan proprietati magnetice respectiv proprietatile unui fluid; in acord cu aceasta particularitate se foloseste ca miez lichid.

Se da in continuare un exemplu de realizare a inventiei in legatura cu fig. 1...9 care reprezinta:

- Fig. 1, Sectiune prin transformator planar cu nanofluid magnetic, conform inventiei.
- Fig. 2, Sectiune prin ansamblul carcasă, conform inventiei.
- Fig. 3, Dispunerea bobinelor planare in miezurile magnetice din ferita.
- Fig. 4, Curbele de primă magnetizare pentru probele MF1000 respectiv MF500 corespunzatoare magnetizatiilor de saturatie la 1000 Gs respectiv 500 Gs.
- Fig. 5, Curbele de viscozitate pentru probele MF 1000 si MF 500 la temperaturile $t = 25, 35, 45, 55, 65$ °C si pentru diferite valori ale inductiei campului magnetic.
- Fig. 6, Variatia conductivitatii termice efective cu temperatura, pentru probele MF 1000 si MF 500.
- Fig. 7, Spectrul liniilor de câmp magnetic in cazul alimentarii transformatorului planar pe la cele două bobine primare, conform inventiei.
- Fig. 8, Capturi osciloscop ale formelor de unda pentru tensiunea primară de excitatie (2) si pentru tensiunea din secundarul transformatorului (1), pentru frecventa 500,3 kHz.
- Fig. 9, Transformator planar, conform inventiei – vedere explodată.

Transformator planar cu nanofluid magnetic, conform inventiei, de joasă tensiune si mică putere, ce utilizează nanofluid magnetic si ferită ca circuit magnetic, este alcătuit dintr-un ansamblu de bobine planare, un ansamblu circuit magnetic si un ansamblu carcasă.

Ansamblul de bobine planare este format din patru bobine planare, respectiv două bobine planare primare 1a identice și două bobine planare secundare 1b, identice, dispuse fiecare pe cite o placa din sticlo-textolit de grosime 1mm si diametru in intervalul 35-45 mm, placate pe ambele fețe cu un strat de cupru de grosime 35 μ m si realizate prin frezare cu un interstitiu in intervalul 0.2-0.5 mm dimensionat in functie de curentul vehiculat prin bobinele planare.

- Fiecare bobină planară primară 1a este formată din două semibobine inseriate, dispuse față-verso, pe aceeași placă. Cele două semibobine au fiecare câte 20 de spire realizate prin frezare pe placă. Apoi cele doua semibobine se inseriază între ele rezultand o bobină primară 1a.

- Fiecare bobină planară secundară 1b este formată din două semibobine inseriate, dispuse față-verso, pe aceeași placă. Cele două semibobine au fiecare câte 20 de spire realizate prin frezare pe placă. Apoi cele doua semibobine se inseriază între ele rezultand o bobină secundară 1b.

Bobinele primare 1a, formate fiecare din câte 40 de spire se inseriază între ele conform figurii 1. Între acestea se află bobinele secundare inseriate între ele, formate de asemenea fiecare din câte 40 de spire. Toate bobinele sunt izolate între ele prin trei izolații 2 din hostaphan (polietilen tereftalat), de grosimea 0.1 mm.

Ansamblul de bobine planare se fixează față de cele două miezuri magnetice superior 4a si inferior 4b prin intermediul a doi distanțieri 3a și 3b realizati din sticlotextolit.

Ansamblul circuit magnetic, este alcătuit din:

- două miezuri magnetice superior 4a și inferior 4b, de tip oală 3F3, identice, din ferită, suprapuse simetric conform figurii 1 și figurii 9;
- un miez lichid format dintr-un nanofluid magnetic 5, în care sunt imersate ansamblul de bobine și cele două miezuri magnetice 4a și 4b, plasate în ansamblul carcasei. Rolul nanofluidului magnetic 5, este de a elimina toate întrefierurile și implicit liniile de câmp magnetic de dispersie (figura 7). Acest nanofluid magnetic 5, este obținut prin metoda co-precipitării, reprezentând o suspensie coloidală de nanoparticule de magnetită (Fe_3O_4), acoperite cu un strat de surfactant acid oleic și dispersate în ulei de transformator. Pentru a fi utilizat ca miez lichid de transformator, nanofluidul magnetic 5, necesită stabilitate coloidală, caracteristici adaptate condițiilor de funcționare și compatibilitate funcțională cu materialele electrotehnice cu care se află în contact. Caracteristica magnetică este cea mai importantă pentru această utilizare necesitând o magnetizare de saturare ridicată, între 500 Gs și 1000 Gs. Fracția volumică (raportul dintre volumul nanoparticulelor de magnetită și volumul întregului nanofluid magnetic) s-a obținut în intervalul 22-24%, determinând magnetizarea de saturare între valorile 500 Gs și 1000 Gs. În urma caracterizării magnetice (conform figurii 4), magneto-reologice (conform figurii 5) și termice (conform figurii 6) a nanofluidelor magnetice, conform invenției, la 500 Gs și la 1000 Gs, au rezultat următoarele:
 - din curbele de magnetizare (conform figurii 4) se obțin valorile susceptibilității magnetice inițiale 4.224E^{-3} emu/Oe, respectiv 7.680E^{-3} emu/Oe;
 - din determinările experimentale magneto-reologice (conform figurii 5) a rezultat că nanofluidurile magnetice cu 500 G și 1000 G se comportă ca vasi-Newtonian (vascozitatea este independentă de viteza de forfecare aplicată). Aceasta demonstrează stabilitatea cinetică deosebită a probelor. De asemenea, pe intervalul testat respectiv între 25°C și 65°C, viscozitatea scade cu creșterea temperaturii.
 - din determinările experimentale magneto-reologice (conform figurii 5) se observă o creștere a vascozității în prezența câmpului magnetic extern, deci particulele încep să formeze mici aglomerate, efectul saturându-se la valorile mari ale inducției B.
 - din determinările experimentale ale conductivității termice (conform figurii 6) efective a nanofluidelor magnetice, conform invenției, realizate pentru intervalul de temperatură 25°C – 65°C, a rezultat că valorile conductivității termice sunt ca vasi-constante cu creșterea temperaturii (variația pe intervalul analizat situându-se sub 2%, pentru ambele nanofluiduri magnetice), în timp ce dublarea magnetizării de saturare conduce la o creștere cu 65 % a conductivității termice efective.

Ansamblul carcasă în care sunt imersate în nanofluidul magnetic atât ansamblul bobinelor cât și ansamblul circuit magnetic, se compune din cuva 6, realizată din aliaj duraluminiu 7075-T6, capacul 7, din aliaj duraluminiu 7075-T6, garnitura 8 cu rol de etansare și un șurub central 9 din alama CuZn 37, care fixează ansamblul circuit magnetic și ansamblul bobinelor planare, de cuva 6. Capacul 7 conține: o placă cu borne 10, un sistem de alimentare cu nanofluid magnetic 11, alcătuit dintr-un ștuț de alimentare 12, un capac ștuț 13, o garnitură ștuț 14 și patru șuruburi de fixare 15.

Transformatorul planar mai conține patru șuruburi 16 cu rol de fixare în cadrul aplicațiilor specifice în care se utilizează.

Miniaturizarea constructivă a transformatorului planar conform invenției se realizează prin:

- forma constructivă a bobinelor planare, 1a și 1b, realizate prin frezare cu un interstiu în intervalul 0.2-0.5 mm pe plăcile de sticlătextolit plătate pe ambele fețe cu un strat de cupru de grosime 35 μm precum și poziționarea lor în cadrul ansamblului de bobine planare, determină un cuplaj magnetic îmbunătățit cu pînă la 10% , Fig. 7;

- Utilizarea miezurilor magnetice din ferita tip 3F3, 4a si 4b, suprapuse simetric in conjunctie cu nanofluidul magnetic specific 5, pentru realizarea ansamblului circuit magnetic.

Utilizarea nanofluidului magnetic specific 5, ca miez lichid, parte a circuitului magnetic, conform inventiei aduce beneficii in functionarea transformatorului prin eliminarea a toate intrefierurile (inevitabile in cadrul constructiilor clasice ale transformatoarelor) si implicit a liniilor de camp magnetic de dispersie. De asemenea, contribuie la realizarea unui cuplaj magnetic imbunatatit cu pina la 10% , Fig. 7, avind consecinte in cresterea randamentului global cu pina la 5%.

Realizarea formei constructive, precum si caracteristicile transformatorului, conform inventiei, conduc la posibilitatea folosirii in aplicatii ale convertoarelor DC/DC cu utilizare in domeniul Harvesting Energy, in domeniul extins de frecventa 500 – 1000 Mhz, Fig. 8.

Alte aplicatii ale nanofluidului magnetic, conform inventiei:

- Utilizarea nanofluidului magnetic pentru aplicatii de etansare, etanșări rotitoare fără scăpări și uzură foarte redusă pentru vid înaintat;
- Utilizarea nanofluidului magnetic in cazul lagarelor active, lagăre silențioase;
- Sisteme specifice de micro - pompare, utilizind nanofluide magnetice;
- Amortizoare pasive si semiactive;
- Traductoare și senzori pentru mărimi aerodinamice accelerație/inclinare;
- Traductoare și senzori pentru mărimi neelectrice cum sunt debitul si presiunea;
- Agent de răcire cu coeficient de transfer termic controlat magnetic pentru aplicatii speciale, cum sunt transformatoare si treceri izolate;
- Nanopolimeri magnetizabili pentru componente din domeniul aeronauticii;
- Dispozitive electroacustice;
- Sisteme de pozitionare cu utilizarea nanofluidelor magnetice.

Referinte bibliografice

1. E. Blums, A. Cebers, M.M. Maiorov, Magnetic Fluids, Publisher Walter der Guyter, Berlin New York, 1997.
2. L. Vekas, Doina Bica and Mikhail V. Avdeev, Magnetic nanoparticles and concentrated magnetic nanofluids: Synthesis, properties and some applications, China Particuology, 5, 43-49, 2007.
3. Doina Bica, Preparation of magnetic fluids for various applications, Romanian Reports in Physics, 47 (3-5), 265-272, 1995.
4. Daniela Susan-Resiga, V Socoliuc, T Boros, Tunde Borbáth, Oana Marinica, Adelina Han, L Vékás, The influence of particle clustering on the rheological properties of highly concentrated magnetic nanofluids, Journal of colloid and interface science, 373 (1), 110-115, 2012.

Revendicari

1. Transformator planar cu nanofluid magnetic, alcatuit din ansamblul de bobine planare, format din bobine planare, primare (1a) si secundare (1b), care se fixează prin intermediul a doi distanțieri (3a) si (3b) realizati din sticlotextolit, ansamblul carcasă se compune din cuva (6), realizata din aliaj duraluminiu, capacul (7), din aliaj duraluminiu, garnitura (8) cu rol de etansare si un șurub central (9) din alama, care fixeaza ansamblul circuit magnetic si ansamblul bobine planare, de cuva (6), capacul (7) contine o placuta cu borne (10), un sistem de alimentare cu nanofluid magnetic (11), alcatuit dintr-un ștuț de alimentare (12), un capac ștuț (13), o garnitura ștuț (14) si patru șuruburi de fixare (15) iar pentru amplasare patru șuruburi (16), **caracterizat prin aceea ca**, cele două bobine planare primare (1a) și cele două bobine planare secundare (1b) sunt identice, dispuse fiecare pe cite o placa din sticlo-textolit de grosime 1mm si diametru in intervalul 35-45 mm, placata pe ambele fețe cu un strat de cupru de grosime 35 μm realizate prin frezare cu un interstitiu in intervalul 0.2-0.5 mm, fiecare bobină planară primară (1a) este formată din două semibobine de cate 20 de spire fiecare, inseriate, dispuse față-verso, pe aceeași placă, cele două semibobine au fiecare câte 20 de spire si identic se realizeaza bobina secundara (1b); bobinele primare (1a), formate fiecare din câte 40 de spire se înseriază între ele, între acestea se află bobinele secundare de asemenea înserate între ele, formate fiecare din câte 40 de spire si toate bobinele sunt izolate între ele prin trei izolații (2), de grosime 0.1 mm.

2. Transformator planar cu nanofluid magnetic conform revendicarii 1, caracterizat prin aceea ca mai contine ansamblul circuit magnetic format din doua miezuri magnetice superior (4a) si inferior (4b) din ferita identice suprapuse simetric si un miez lichid format dintr-un nanofluid magnetic (5) in care sunt imersate ansamblul de bobine si cele doua miezuri magnetice (4a) si (4b), nanofluidul magnetic (5), este obtinut prin metoda co-precipitarii reprezentând o suspensie coloidala de nanoparticule de magnetita Fe_3O_4 acoperite cu un strat de surfactant acid oleic si dispersate in ulei de transformator, cu caracteristica magnetică ce necesita o magnetizatie de saturatie între 500 Gs si 1000 Gs iar fractia volumica in intervalul 22-24%, valorile susceptivitatii magnetice initiale 4.224E^{-3} emu/Oe, respectiv 7.680E^{-3} emu/Oe si stabilitate cinetica.

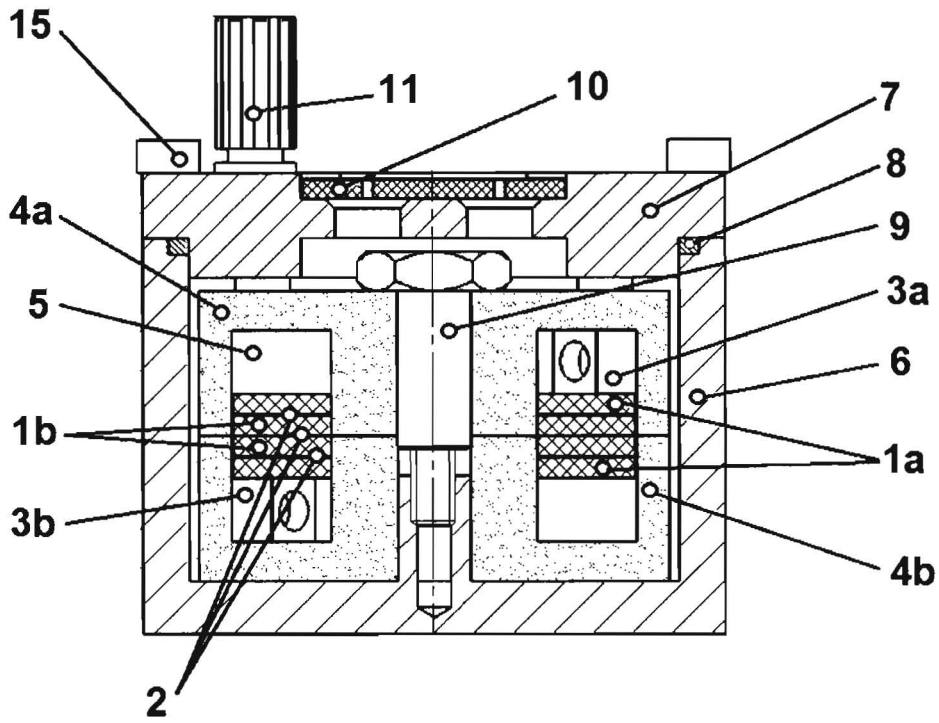


Fig. 1.

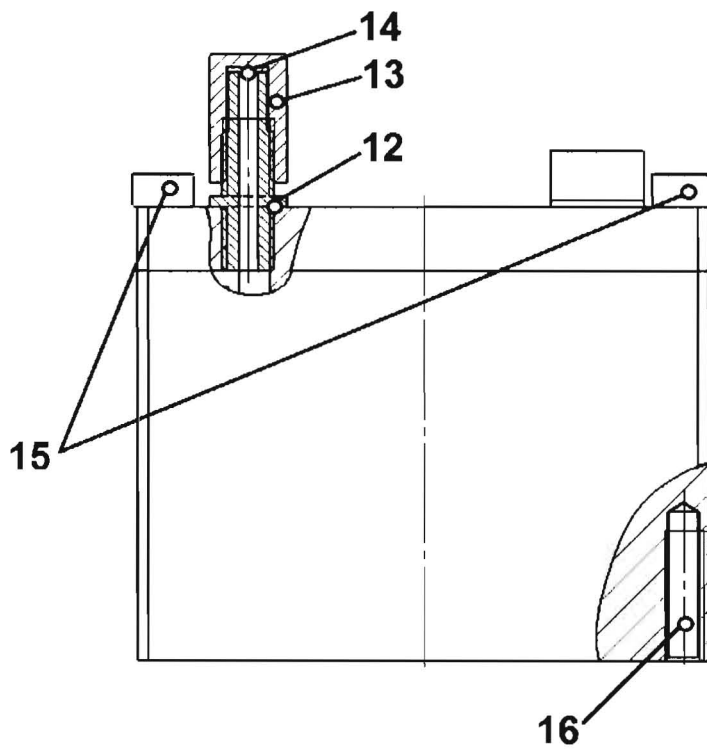


Fig. 2.

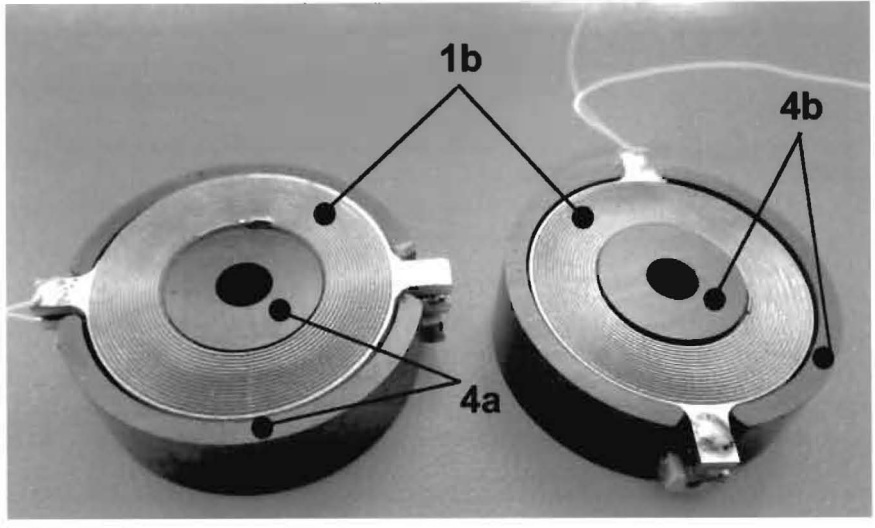


Fig. 3.

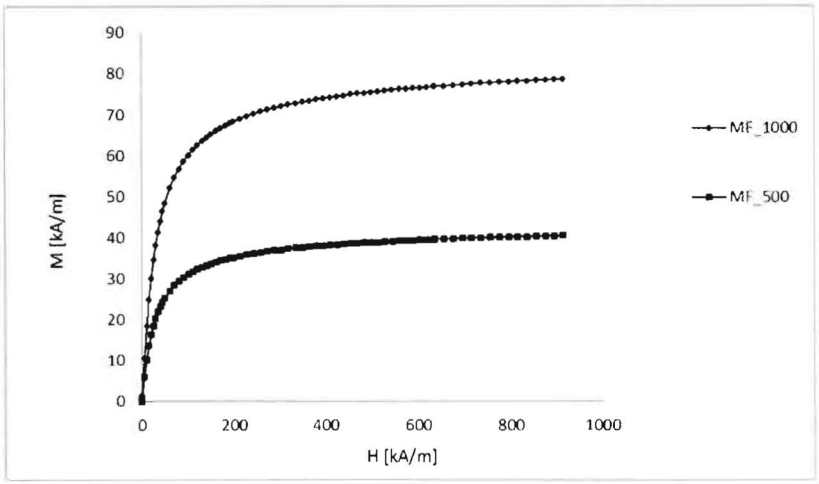


Fig. 4.

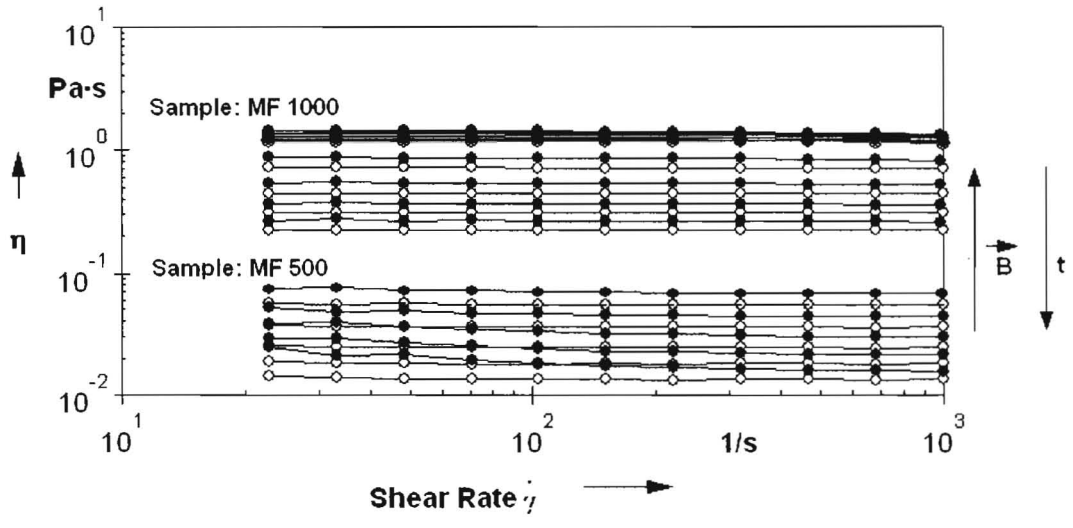


Fig. 5.
7

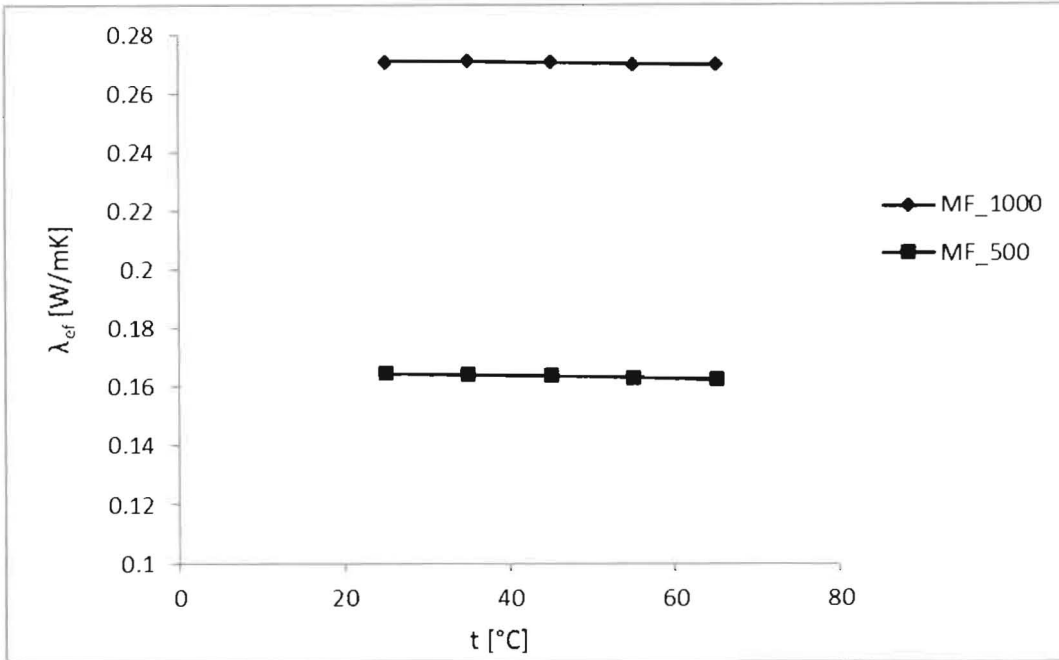


Fig. 6.

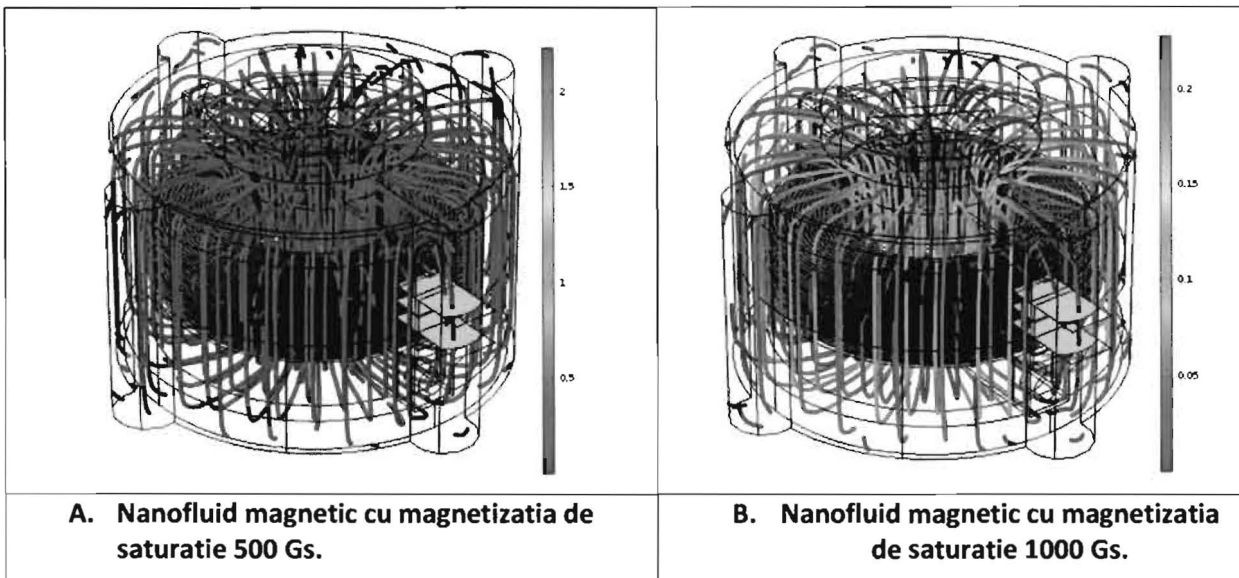


Fig. 7.

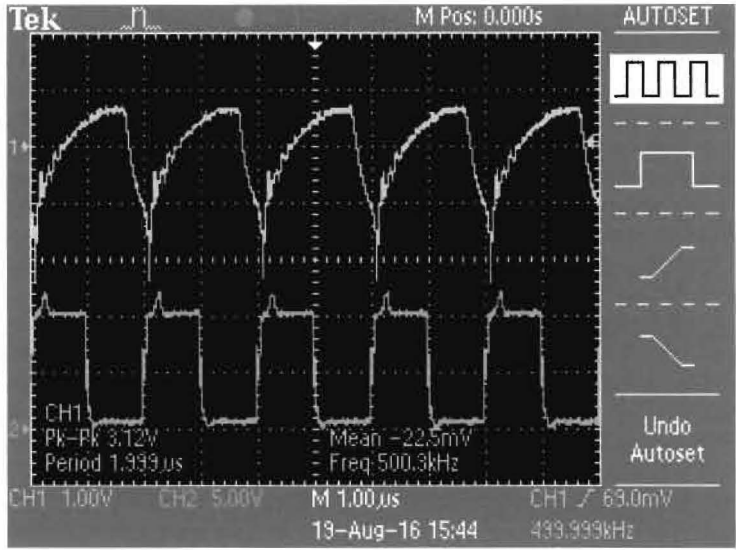


Fig. 8.

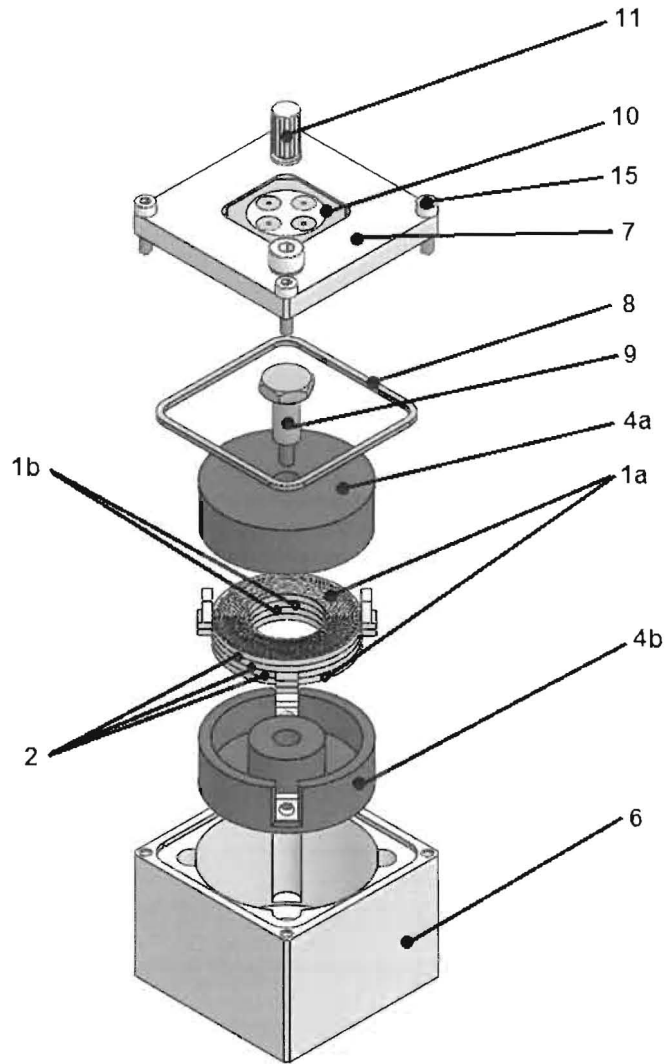


Fig. 9.