



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 00776**

(22) Data de depozit: **31.08.2010**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.10.2014** BOPI nr. **10/2014**

(41) Data publicării cererii:
30.08.2011 BOPI nr. **8/2011**

(73) Titular:

- **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU INGINERIE ELECTRICĂ ICPE - CA, SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE ȘI ÎNCERCĂRI PENTRU ELECTROTEHNICĂ - ICMET CRAIOVA, CALEA BUCUREȘTI NR.144, CRAIOVA, DJ, RO;**
- **ROSEAL S.A., STR. NICOLAE BĂLCESCU NR.5/A, ODORHEIU SECUIESC, HR, RO**

(72) Inventatori:

- **PÎSLARU-DĂNESCU LUCIAN, STR.STÎNJENEILOR NR.19, BL.6, SC.1, AP.4, SINAIA, PH, RO;**
- **MACAMETE ELENA, ALEEA SĂNDULEȘTI NR.2, BL.OD 7, SC.F, AP.237, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **TELIPAN GABRIELA, STR.ION CÂMPINEANU NR.26, BL.8, SC.3, ET.7, AP.105, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;**

- **PINTEA JANA, STR.SOLDAT IOSIF ION NR.9, BL.55, SC.1, ET.4, AP.16, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **NOURAȘ FLORICA, STR. MĂCEȘULUI NR.15, CRAIOVA, DJ, RO;**
- **PĂDURARU NICOLAE, CALEA BUCUREȘTI, BL.M 9, SC.A, AP.17, CRAIOVA, DJ, RO;**
- **VEKAS LADISLAU, STR.SIMION BĂRNUȚIU NR.11 A, SC.A, ET.7, AP.27, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **STOIAN FLORIANA DANIELA, STR.NICOLAE ILIEȘU NR.14/A, SC.A, ET.3, AP.13, TIMIȘOARA, TM, RO;**
- **BORBATH ISTVAN, STR. NICOLAE BĂLCESCU NR. 8, ODORHEIU SECUIESC, HR, RO;**
- **BORBATH TUNDE, STR.NICOLAE BĂLCESCU NR.8, ODORHEIU SECUIESC, HR, RO;**
- **MOREGA ALEXANDRU, BD.CEAHLĂUL NR.24, BL.106, SC.1, ET.6, AP.35, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
- **MOREGA MIHAELA, BD.CEAHLĂUL NR.24, BL.106, SC.1, ET.6, AP.35, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 5898353; CN 101651017 A;
KR 20080038625 A

(54) **TRANSFORMATOR CU AGENT DE RĂCIRE NANOFIUID
MAGNETIC**



RO 126613 B1

1 Invenția se referă la un transformator electric cu agent de răcire nanofluid, magnetic,
utilizat în cadrul sistemului energetic și al rețelelor de transport și distribuție a energiei
3 electrice.

5 Se cunosc transformatoare electrice, care folosesc, ca agent de răcire, uleiul de
transformator.

7 Transformatoarele de putere cunoscute, care utilizează, pentru răcire, uleiul de trans-
formator, aflate în fabricația curentă, prezintă următoarele dezavantaje:

9 a. Referitor la metoda de constituire a circuitelor magnetice din tole împachetate,
decupate din benzi:

11 - nu se profită, în mod optim, de avantajele sortimentelor de tablă siliciosă laminată
la rece cu cristale orientate, de calitate superioară, cu pierderi specifice reduse, prin însăși
13 faptul că, prin tăiere, se formează întrefieruri, iar în zonele de îmbinare la 90° ale tolelor,
liniile de forță ale câmpului magnetic sunt obligate să parcurgă zona în contra sensului de
laminare;

15 - prezența întrefierului incontrolabil ca urmare a toleranțelor inevitabile la tăierea
tolelor și, mai ales, la împachetarea acestora, obligatoriu manuală, face să crească nivelul
17 pierderilor de mers în gol, și așa crescut față de performanțele materialului magnetic utilizat,
și reduce secțiunea de fier reală, ca urmare a unui coeficient de utilizare mai mic;

19 - volum important de manoperă și de energie, pe utilaje complexe, determinat de
tăierea unei cantități impresionante de tole, cu o varietate dimensională foarte mare, ampli-
21 ficată de necesitatea eventuală a găuririi tolă cu tolă, pentru asamblarea miezului cu tiranți,
dacă se prevede acest sistem, ca și de impunerea tăierilor la 45°, cu formarea, în mod inten-
23 ționat, de vârfuri ascuțite la îmbinările de colț exterioare, pentru facilitarea cedării de căldură
acumulată de miez;

25 - procesul de constituire a miezului prin împachetare manuală, cu impreciziile
inerente, greoi și de durată, chiar dacă poate fi (teoretic) automatizat, în faza formării sale
27 inițiale, nu poate fi evitat când trebuie desfăcute jugurile și reconstituite apoi, după introdu-
cerea bobinelor;

29 - prezența, în mod inevitabil, a schelelor și a tiranților prin miez sau a pieselor din
metale magnetice, de strângere, colaterale, conduce la pierderi suplimentare, provocate, în
31 special, de fluxurile de scăpări, pierderi posibil neglijabile, ca efect termic, dar tot atât de bine
capabile să determine încălziri locale, exagerate, incontrolabile, greu de depistat pe stand,
33 pentru a nu fi constatate decât tardiv, în exploatare, după o perioadă de funcționare. Evitarea
efectelor de încălzire excesivă, ca urmare a fluxurilor de scăpări, impune, adesea, utilizarea
35 de repere costisitoare, din material nemagnetic de tip inox.

37 b. Referitor la modul de concepere a formei cuvei, ca un recipient paralelipipedic în
care se cufundă partea activă, fixată de capac, se pot nominaliza următoarele dezavantaje:

39 - volumul de lichid izolant și de răcire nu poate fi redus, datorită spațiilor mari,
nefuncționale, ce rezultă din forma cuvei;

41 - în cazul utilizării de miezuri înfășurate din bandă (nu țesute din tole), nu se profită
de forma rotunjită a miezului la colțuri, pentru reducerea spațiilor nefuncționale, ocupate de
lichid.

43 c. Referitor la agentul de răcire:

45 - uleiul clasic de transformator realizează transferul de căldură de la părțile active
către cuva cu nervuri, printr-un proces fizic convectiv;

47 - proprietățile dielectrice ale uleiului de transformator sunt afectate, în timp, de
factorul temperatură.

RO 126613 B1

Se cunoaște, de asemenea, din cererea de brevet americană **US 5898353/27.04.1999**, un transformator cu agent de răcire un fluid magnetic, care are un model de curgere magnetic, sub forma unei multitudini de celule magnetice de circulație, dispuse vertical, cu transfer de căldură prin convecție, convecție care se obține și prin modificarea configurației unui perete al transformatorului, din apropierea celulelor, pentru a facilita transferul de căldură de la fluidul magnetic la perete și apoi la aerul ambiant. Dezavantajul principal al acestei soluții constă în construcția relativ complicată a transformatorului.

Problema tehnică, pe care o rezolvă invenția, constă în îmbunătățirea circulației fluidice în înfășurările unui transformator, a transferului căldurii dezvoltate în părțile active, către mediul înconjurător și a proprietăților dielectrice, pentru creșterea siguranței în funcționare.

Transformatorul cu agent de răcire nanofluid, magnetic, conform invenției, înlătură dezavantajele de mai sus, prin aceea că circuitul magnetic este de tip în manta, constituit din două miezuri identice, de formă rectangulară (tor turtit), dispuse spate în spate, fiecare semimiez este format prin rularea, pe un dorn, a benzilor din tablă silicioasă cu lățime diferită, astfel ca să rezulte un circuit magnetic, a cărui coloană centrală, rectilinie să fie în trepte, cu secțiuni încadrabilă într-un cerc; pentru introducerea pe coloană a înfășurărilor, cele două miezuri sunt tăiate în prealabil, iar zonele de secționare A, B, C, D, rectificcate, pentru evitarea exfolierii tolelor în zona de tăiere și pentru a se asigura un întrefier minim, strângerea celor patru semimiezuri, în forma literei U, pentru reîntregirea circuitului magnetic, se realizează printr-un sistem de coliere.

Avantajele invenției sunt următoarele:

- se reduc greutatea și dimensiunile față de transformatoarele de putere cunoscute, cu aceeași tensiune și putere nominală, ca urmare a intensificării efectului de răcire prin prezența nanofluidului magnetic;

- datorită formei de execuție a circuitului magnetic, precum și a construcției metalice (cuvă - fund - capac), construcția transformatorului de putere, în ansamblu, se realizează cu un consum mai mic de materiale de bază: cupru, tablă magnetică și nanofluid magnetic;

- se simplifică utilajele necesare execuției miezului, acum reduse, numai la cel de tăiere în benzi și rularea acestora pe calapoade de formare dimensională, miezul rezultat fiind bine strâns și rigidizat din start, schelele care se mai aplică totuși, ulterior, având rolul de a facilita manevrarea ansamblului și nu strângerea propriu-zisă a miezului;

- pentru consolidarea miezului, nu mai sunt necesare schele de montaj greoaie, care să asigure o strângere puternică, impusă unui miez împachetat și inițial înfășurat, datorită țeserii sale manuale și, totodată, obligate să împiedice deplasarea axială a bobinelor, sub efectul forțelor mecanice ce apar la un eventual scurtcircuit;

- se reduc costurile de execuție a circuitului magnetic, precum și timpul de execuție a acestora;

- se reduc sensibil condițiile ce favorizează apariția regimurilor deformante în forma sinusoidală a curentului și a tensiunii, legate, în special, de prezența armonicilor de ordin superior, cu efectele cunoscute asupra parametrilor de funcționare, în condiții de solicitări electromagnetice tranzitorii sau, în special, asupra factorilor de calitate a energiei electrice tranzitată.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare al invenției, în legătură cu fig. 1...10, care reprezintă:

- fig. 1, ansamblu miez magnetic, conform invenției;

- fig. 2, ansamblu părți active, conform invenției;

- fig. 3, ansamblu disc izolant;

RO 126613 B1

- 1 - fig. 4, secțiune ansamblu cuvă cu nervuri, conform invenției;
- fig. 5, ansamblu transformator cu agent de răcire nanofluid, magnetic, conform
3 invenției;
- fig. 6, ansamblu transformator cu agent de răcire nanofluid, magnetic, vedere de
5 sus, conform invenției;
- fig 7, variația, în timp, a temperaturii, comparativ nanofluid magnetic, conform
7 invenției și ulei de transformator, pentru cuva cu nervuri, reper 20;
- fig 8, variația, în timp, a temperaturii, comparativ nanofluid magnetic, conform
9 invenției și ulei de transformator, pentru membrana elastică, reper 19;
- fig. 9 variația, în timp, a temperaturii, comparativ nanofluid magnetic, conform
11 invenției și ulei de transformator, pentru izolatorul din porțelan cu trecere izolată, tip
condensator, reper 17.

13 Transformatorul conform invenției utilizează, ca agent de răcire, un nanofluid mag-
netic. Acest nanofluid magnetic reprezintă o suspensie coloidală, ultrastabilă, de nanoparti-
15 cule magnetice, dispersate în diferite lichide de bază, în acest caz, ulei de transformator.

17 Nanofluidurile magnetice prezintă proprietăți de transfer de căldură și dielectrice supe-
rioare fluidelor clasice (de exemplu, uleiul de transformator) și pot fi utilizate pentru îmbună-
19 țătirea circulației fluidice în înfășurările unui transformator, contribuind, de exemplu, la spo-
rirea capacității sale de a transfera căldura dezvoltată în înfășurări și în circuitul magnetic
către exteriorul cuvei. Nanofluidurile magnetizabile, utilizate în aplicații de transfer termic,
21 alternativă pentru fluidele nemagnetice, uzuale, au o concentrație scăzută de nanoparticule
magnetice.

23 Înlocuirea uleiului clasic de transformator cu un nanofluid magnetic, având, ca lichid
de bază, ulei de transformator, aduce beneficii în funcționarea transformatorului atât din
25 punct de vedere termic, cât și dielectric, prin îmbunătățirea rigidității dielectrice, cu 4...5%.
Nanoparticulele magnetice monodomenice de dimensiuni nanometrice (1...15 nm) sunt
27 dispersate ultrastabil în mediul de bază nepolar, fiecare dintre nanoparticulele magnetice
monodomenice fiind învelit printr-un strat monomolecular de stabilizant organic, chemisorbit,
29 de regulă, acid oleic. Stabilizantul, ce acoperă fiecare nanoparticulă magnetică, care are
dimensiunea potrivită (sub 15 nm), împiedică contactul direct dintre particule prin
31 mecanismul de respingere sterică. Frația volumică a nanoparticulelor magnetice este relativ
mică, de ordinul a 1%. Rezultă că nanofluidului magnetic, obținut inițial, va fi diluat la
33 concentrația impusă de aplicație.

Utilizarea nanofluidurilor magnetice, ca agent de răcire pentru transformatoare
35 electrice de putere, prezintă avantajul creșterii capacității transformatorului de a rezista la
supratensiuni și rezistență mai bună, în timp, la degradarea datorată umezelii, față de
37 uleiurile de transformator clasice. Astfel, se pot proiecta transformatoare cu eficiență ridicată
și cu dimensiuni mai reduse, cu extinderea duratei de viață și a capacității de încărcare.

39 În urma caracterizării nanofluidului magnetic, utilizat ca agent de răcire la transforma-
toarele electrice, se pot specifica unele particularități, cum sunt:

- 41 - curba de magnetizare completă și analiza magnetogranulometrică, realizată pe
baza acesteia, arată că dimensiunea medie, magnetică, a nanoparticulelor este sub 7 nm;
43 - curbele de viscozitate sunt newtoniene, iar curbele de tip Arrhenius evidențiază o
energie de activare a curgerii practic de aceeași valoare la cele două probe investigate;
45 - datele de magnetizare și de curgere indică o stabilitate coloidală ridicată a probei
de nanofluid magnetic, respectiv, indică existența unei fracțiuni reduse de aglomerate de
47 particule.

Înlocuirea uleiului clasic de transformator cu un nanofluid magnetic se poate realiza
49 și pentru transformatoarele aflate în exploatare.

RO 126613 B1

Transformatorul electric, conform invenției, de medie tensiune și putere, ce utilizează un nanofluid magnetic, ca agent de răcire, este alcătuit din partea activă, miez magnetic **1**, **2**, **26** și **27**, cu înfășurările de IT (întă tensiune) **8** și JT (joasă tensiune) **9**, fixată într-o cuvă metalică **20**, cu nervuri de răcire **13** și **14**. Aceasta este constituită din două părți asamblate etanș **12** și **25**, prin sudură moale și capabilă de deformare elastică, prin utilizarea unei membrane elastice **19**, pentru preluarea variației cu temperatura a volumului lichidului de răcire. Borna de întă tensiune **18** este amplasată pe partea superioară a cuvei cu nervuri **20**, printr-o trecere izolată, al cărei izolator din porțelan **17** este de tip compozit. Circuitul magnetic este de tip în manta, constituit din două miezuri identice **1** și **2**, respectiv, **26** și **27**, cu formă rectangulară (tor turtit), dispuse spate în spate. Fiecare semimiez **1**, **2**, **26** și **27** este format prin rularea, pe un dorn, a benzilor din tablă silicioasă cu lățime diferită, astfel ca să rezulte un circuit magnetic, a cărui coloană centrală, rectilinie să fie în trepte, cu secțiuni încadrabilă într-un cerc. Pentru introducerea, pe coloană, a înfășurărilor **8** și **9**, cele două miezuri sunt tăiate în prealabil, iar zonele de secționare, **A**, **B**, **C** și **D**, rectificate, într-un dispozitiv conceput pentru evitarea exfolierii tolelor în zona de tăiere și pentru a se asigura un întrefier minim; strângerea celor patru semimiezuri, în forma literii U, pentru reîntregirea circuitului magnetic, se realizează printr-un sistem de coliere **5**. Partea activă, miez magnetic **1**, **2**, **26** și **27**, împreună cu înfășurările de IT (întă tensiune) **8** și JT (joasă tensiune) **9**, sunt fixate pe fundul cuvei cu nervuri **29**, cu axele lor în poziție verticală și reprezintă situația cea mai avantajoasă, pentru intensificarea transferul de căldură de către nanoparticulele din nanofluidul magnetic, în prezența câmpului electromagnetic. Înfășurările de întă tensiune **8** și joasă tensiune **9** sunt concentrice, din conductoare de cupru, plasate pe coloana centrală a miezului **28**.

Înfășurarea de întă tensiune **8** este cu izolație de tip degresiv, cu o singură bornă izolată, cealaltă fiind legată la masă; între fiecare strat și următorul, există un interstițiu de 0,10...0,25 mm, care să permită o intensificare a circulației nanofluidului magnetic și, implicit, a transferului de căldură către pereții cuvei cu nervuri **20**, la care sunt atașate un număr de 16 nervuri radiale de răcire, **13** și **14**. Înfășurarea de joasă tensiune **9** este din folie de cupru, cu o grosime 0,2 mm, astfel încât, pe fiecare strat, se dispune o singură spirală. Decuparea la ambele capete ale foliei din cupru, urmată de plierea, prin îndoire la 45°, a fiecărei fâșii late de 50 mm, una peste alta, pentru formarea începutului și sfârșitului înfășurării, se realizează în scopul conectării la bornele de joasă tensiune **21**, ale transformatorului. Ansamblul disc izolant **10** prezintă decupări, pentru a permite o circulație a nanofluidului magnetic pe direcție longitudinală. Ansamblul tub izolant **11** prezintă, de asemenea, decupări, pentru a permite o circulație a nanofluidului magnetic și pe direcție transversală.

Forma geometrică a cuvei cu nervuri **20**, inclusiv a fundului cuvei cu nervuri, asociat **29**, ca și a capacului cuvei cu nervuri **30**, urmărește pe aceea a ansamblului părții active, fig. 2, pentru a se reduce la minimum volumul nanofluidului magnetic izolant și de răcire. La realizarea ansamblului cuvă cu nervuri **20**, s-a respectat următoarea tehnologie:

- găurirea ramei după sudură se realizează în concordanță cu găurirea ansamblului capac, așezat centrat și fixat provizoriu prin puncte de sudură;
- sudarea nervurilor de răcire, **13** și **14**, se realizează cu aliaj BAg, numai la interior, după o fixare prealabilă, prin bercluire la interior și cu puncte de sudură electrică la exterior;
- opritoarele **16** se fixează prin patru puncte de sudură;
- după sudarea ramei **15** și a opritoarelor **16**, se corectează planeitatea zonei de așezare, pentru a fixa garniturile;
- orientarea la sudură înclinată, a nervurilor **13** și **14**, respectă unghiurile din desenul de execuție.

Borna de întă tensiune **18**, ca și cele de joasă tensiune **21**, sunt scoase pe capacul cuvei **30**, prin treceri izolate standardizate.

RO 126613 B1

1 Eficientizarea sistemelor de izolare și de răcire, ale transformatoarelor de putere cu
 2 nanofluid magnetic, pe bază de ulei de transformator, conform invenției, depinde de dispune-
 3 rea înfășurărilor de joasă tensiune **9** și înaltă tensiune **8**, față de miezul magnetic **1**, **2**, **26** și
 4 **27**, precum și de poziționarea înfășurărilor **8** și **9** în raport cu cuva cu nervuri **20**. Prezenta
 5 invenție reduce pierderile totale, determinate de cele două componente, pierderile în gol și
 6 pierderile în scurtcircuit. Pentru un transformator de putere dat, pierderile de mers în gol
 7 reprezintă o mărime practic constantă. De asemenea, forma cuvei cu nervuri **20**, care
 8 închide ansamblul părții active a transformatorului, fig. 2 (cu agent de răcire nanofluid mag-
 9 netic), determină volumul nanofluidului magnetic, necesar, având influență asupra costurilor.

10 Încercarea la încălzire a transformatorului s-a efectuat conform SR EN 60076 - 2,
 11 comparativ, utilizând, ca agent de răcire, nanofluidul magnetic (tabelele 1 și 2) și apoi uleiul
 12 de transformator (tabelele 3 și 4). Practic, s-a alimentat înfășurarea secundară cu curentul
 13 de $I = 140$ A, corespunzător puterii 32 kVA. Încercarea s-a efectuat până când variația tem-
 14 peraturii lichidului de răcire și a înfășurărilor nu a depășit 1 K pe oră. Alimentarea a fost
 15 efectuată cu cabluri din cupru, cu secțiunea de 1×20 mm², iar înfășurarea de înaltă tensiune
 16 **8** a fost scurtcircuitată cu un cablu de 1×20 mm². Temperaturile pe cuva cu nervuri **20**, a
 17 transformatorului, izolatorul din porțelan, cu trecere izolată, tip condensator **17** și membrana
 18 elastică **19**, s-au măsurat cu sistemul computerizat Keithley Multimeter Integra 2700,
 19 utilizând termocuplele de tip J, **22**, **23** și **24**, fig. 5. Temperatura înfășurărilor a fost calculată,
 20 folosind metoda variației rezistenței, conform SR EN 60076 - 2. Pentru măsurarea tem-
 21 peraturii ambiante, s-au utilizat termocuplele amplasate la un metru în jurul transformatorului.

23 *Tabelul 1*

Înfășurări	Rezistența [Ω]		Temperatura ambiantă [°C]		Încălzirea Δθ [K]
	R ₀	R _t	θ ₀	θ _a	calculată
Înfășurare IT (8)	70,86	86,91	15	15	56,63
Înfășurare JT (9)	0,009067	0,01087	15	15	49,70

29 *Tabelul 2*

Puncte de măsură	Mediul ambiant [°C]	Încălzirea Δθ [K]
		Măsurată
Membrana elastică (19)	15	20,8
Cuva cu nervuri (20)	15	30,2
Izolatorul din porțelan (17)	15	24,4

37 *Tabelul 3*

Înfășurări	Rezistența [Ω]		Temperatura ambiantă [°C]		Încălzirea Δθ [K]
	R ₀	R _t	θ ₀	θ _a	calculată
Înfășurare IT (8)	70,86	88,28	15	15	61,45
Înfășurare JT (9)	0,009067	0,010927	15	15	51,37

Tabelul 4

Puncte de măsură	Mediul ambiant [°C]	Încălzirea $\Delta\theta$ [K]
		Măsurată
Membrana elastică (19)	15	21,6
Cuva cu nervuri (20)	15	30,7
Izolatorul din porțelan (17)	15	26,1

În fig. 7, se prezintă graficul variației, în timp, a temperaturii, comparativ nanofluid magnetic conform invenției și ulei de transformator, pentru cuva cu nervuri, reper 20.

În fig. 8, se prezintă graficul variației, în timp, a temperaturii, comparativ nanofluid magnetic conform invenției și ulei de transformator, pentru membrana elastică, reper 19.

În fig. 9, se prezintă graficul variației, în timp, a temperaturii, comparativ nanofluid magnetic conform invenției și ulei de transformator, pentru izolatorul din porțelan, cu trecere izolată, tip condensator, reper 17.

În fig. 5 (ansamblu transformator cu agent de răcire nanofluid magnetic), se prezintă și modul de dispunere al termocuplului 22, pe cuva cu nervuri 20, un alt termocuplu 23, pe membrana elastică 19, precum și un alt termocuplu 24, pe izolatorul din porțelan.

Înlocuirea uleiului clasic de transformator cu un nanofluid magnetic, având, ca lichid de bază, uleiul de transformator, conform invenției, aduce beneficii în funcționarea transformatorului, prin îmbunătățirea transferului căldurii de la părțile active, reprezentate de înfășurările 8 și 9, și circuitul magnetic 1, 2, 26 și 27, printr-un proces fizic convectiv și conductiv, către cuva cu nervuri 20 și, de aici, printr-un proces fizic convectiv și de radiație, către mediul exterior. De asemenea, utilizarea nanofluidului magnetic, având, ca lichid de bază, uleiul de transformator, conform invenției, îmbunătățește rigiditatea dielectrică a ansamblului.

RO 126613 B1

Revendicări

1

3 1.Transformator cu agent de răcire nanofluid, magnetic, alcătuit din partea activă,
miez magnetic cu înfășurările de înaltă tensiune (8) și joasă tensiune (9), fixată într-o cuvă
5 metalică (20) cu nervuri de răcire, cuvă (20) ce este constituită din două părți (12 și 25)
asamblate etanș, prin sudură moale și capabilă de deformație elastică, prin utilizarea unei
7 membrane elastice (19), pentru preluarea variației cu temperatura a volumului lichidului de
răcire, borna de înaltă tensiune (18) fiind amplasată pe partea superioară a cuvei cu nervuri
9 (20), printr-o trecere izolată al cărei izolator din porțelan (17) este de tip compozit, **caracte-**
rizat prin aceea că circuitul magnetic este de tip în manta, constituit din două miezuri iden-
11 tice (1 și 2, respectiv, 26 și 27), cu formă rectangulară, dispuse spate în spate, fiecare semi-
miez (1, 2, 26 și 27) fiind format prin rularea, pe un dorn, a benzilor din tablă silicioasă cu
13 lățime diferită, astfel ca să rezulte un circuit magnetic, a cărui coloană centrală, rectilinie să
fie în trepte, cu secțiunea încadrabilă într-un cerc, introducerea, pe coloană, a înfășurărilor
15 (8 și 9) realizându-se prin tăierea, în prealabil, a celor două miezuri identice (1 și 2, respectiv,
26 și 27), iar strângerea celor patru semimiezuri (1 și 2, respectiv, 26 și 27) în forma literei
17 U realizându-se printr-un sistem de coliere (5), pentru reîntregirea circuitului magnetic și
pentru a se asigura un întrefier minim.

19 2. Transformator conform revendicării 1, care prezintă înfășurarea de înaltă tensiune
(8), cu izolație de tip degresiv, cu o singură bornă izolată, cealaltă fiind legată la masă,
21 **caracterizat prin aceea că**, între fiecare strat și următorul al înfășurării (8), există un inter-
stițiu de 0,10...0,25 mm, care să permită o intensificare a circulației nanofluidului magnetic
23 și, implicit, a transferului de căldură către pereții cuvei cu nervuri (20) la care sunt atașate
un număr de nervuri (16) radiale de răcire (13 și 14).

25 3. Transformator conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** are un ansamblu
disc izolant (10) cu decupări, pentru a permite o circulație a nanofluidului magnetic pe
27 direcție longitudinală și un ansamblu tub izolant (11), care prezintă, de asemenea, decupări,
pentru a permite o circulație a nanofluidului magnetic și pe direcție transversală.

29 4.Transformator conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** menționata cuvă
cu nervuri (20) prezintă o formă geometrică, astfel încât să fie plasată în poziție verticală, și
31 **prin aceea că** fundul cuvei cu nervuri asociat (29), ca și capacul cuvei cu nervuri (30),
urmăresc forma geometrică a ansamblului părții active, pentru a se reduce la minimum
33 volumul nanofluidului magnetic, izolant și de răcire.

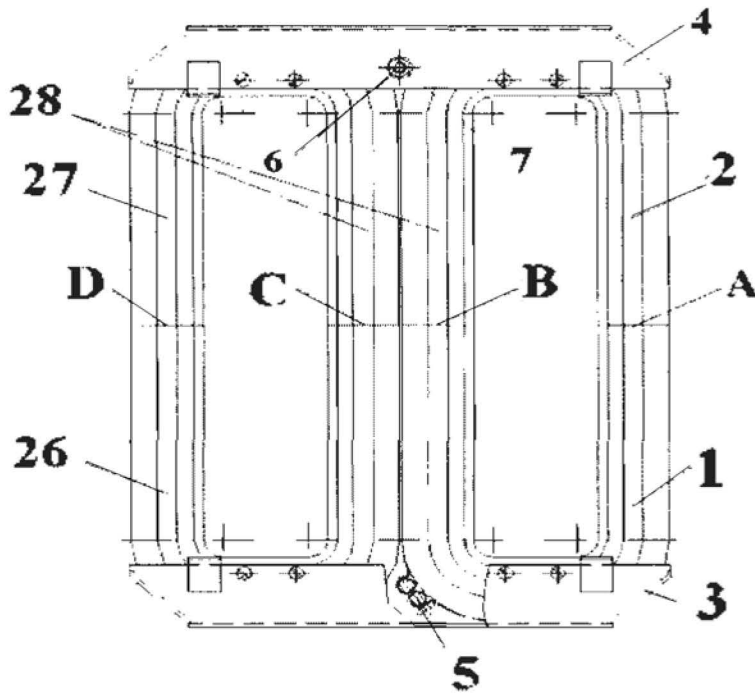


Fig. 1

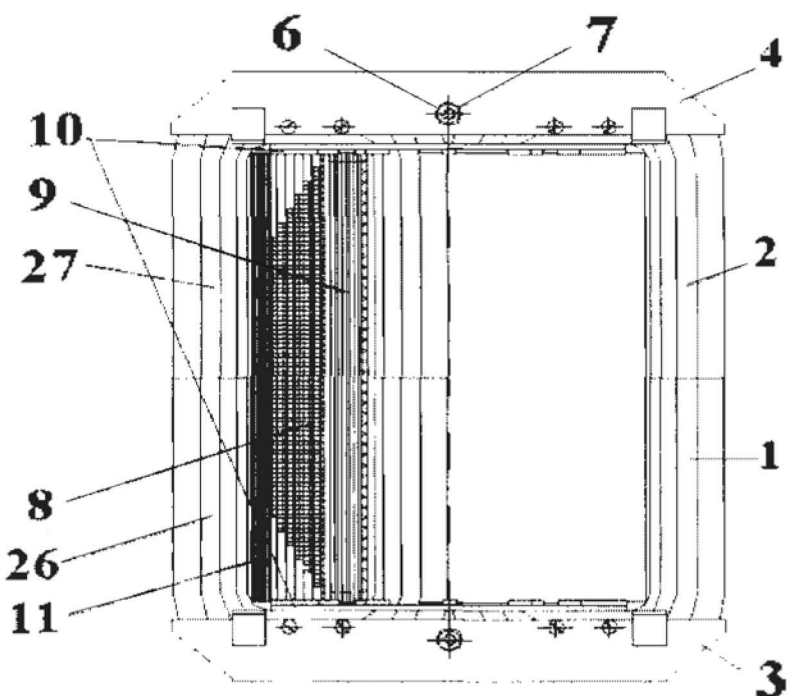


Fig. 2

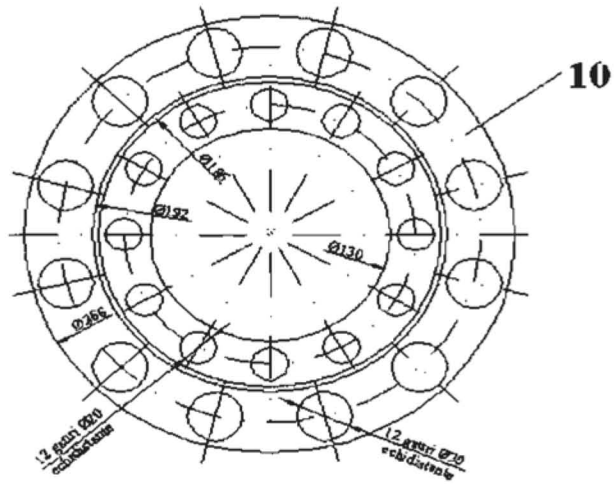


Fig. 3

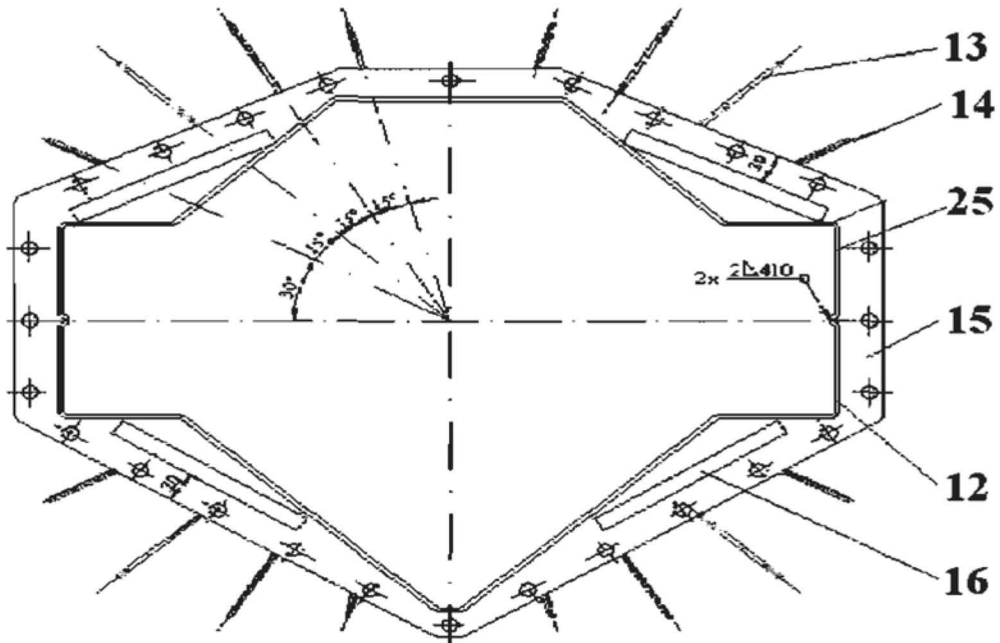


Fig. 4

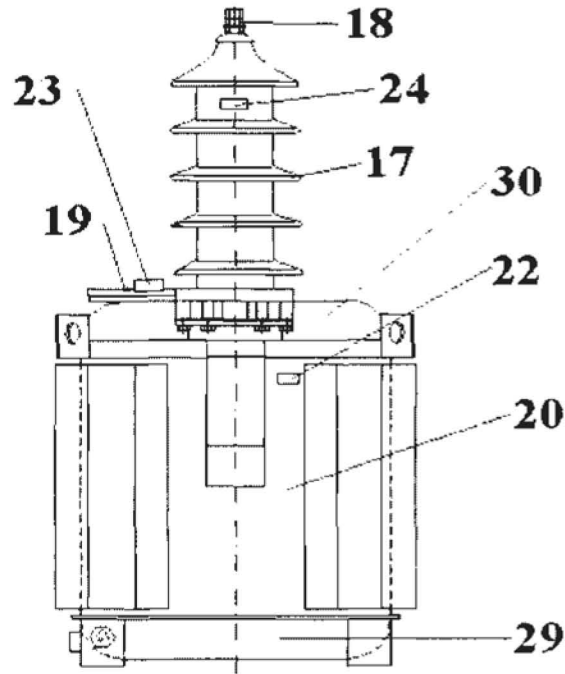


Fig. 5

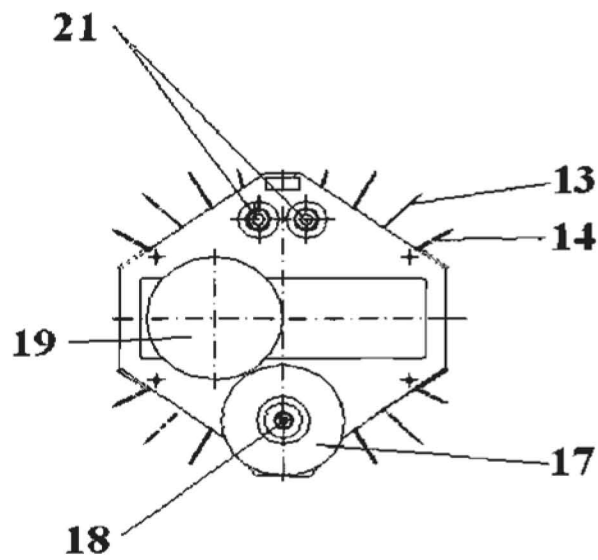


Fig. 6

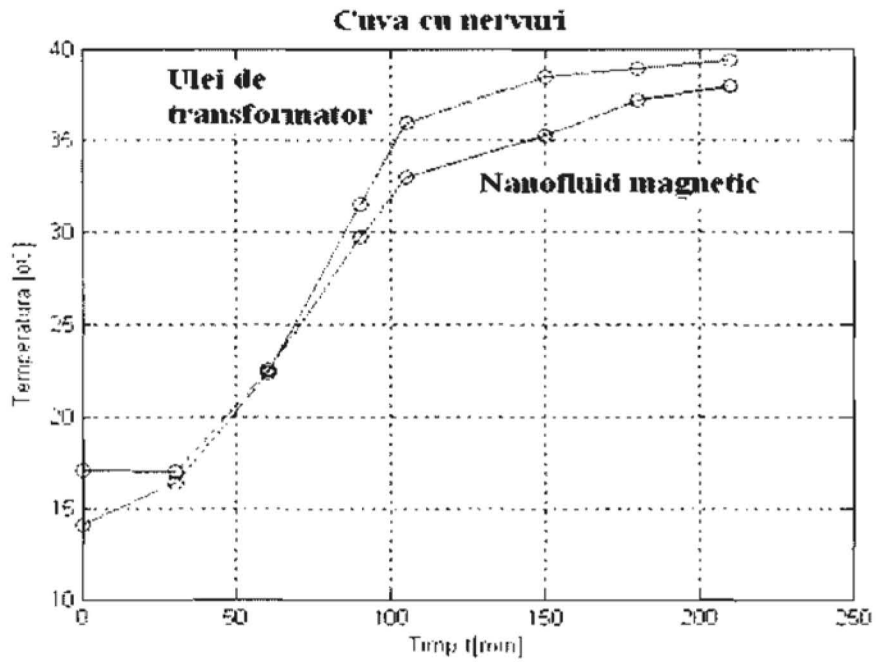


Fig. 7

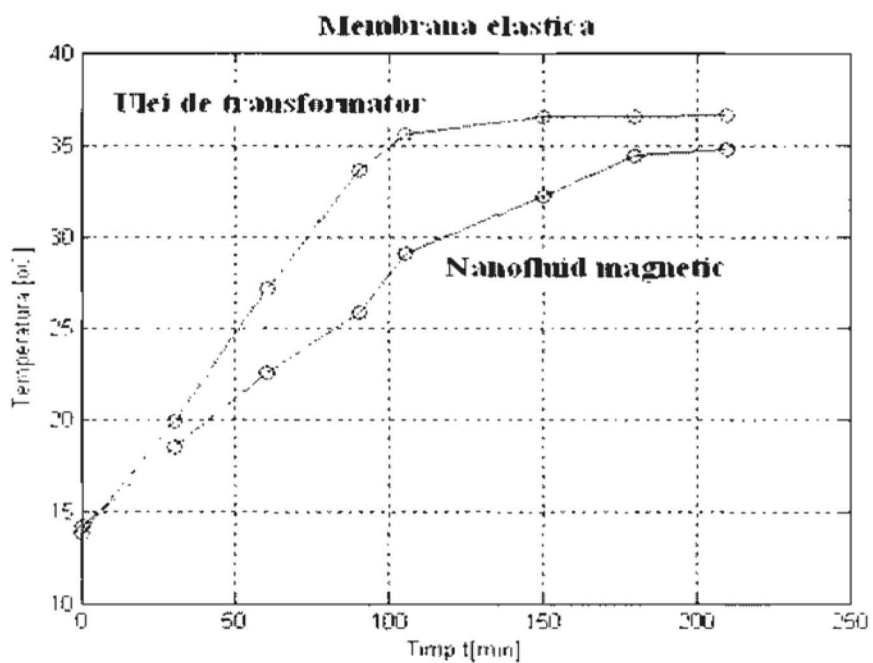


Fig. 8

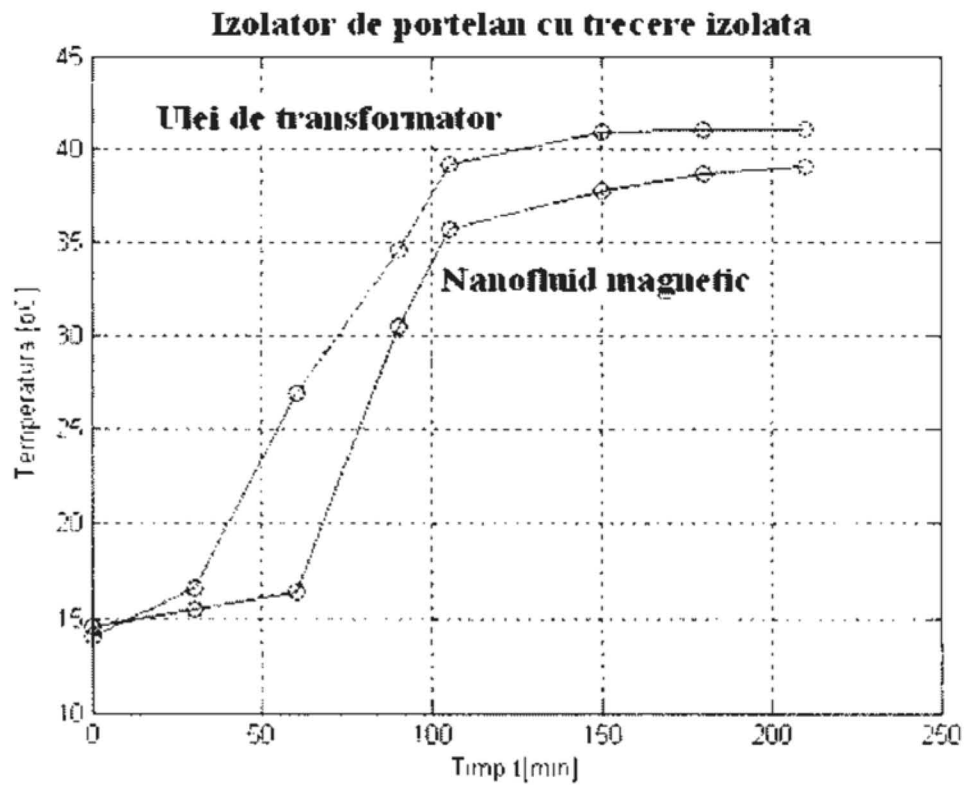


Fig. 9

