



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

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

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

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

(71) Solicitant:  
• **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,  
CALEA BUCUREȘTI NR. 144, CRAIOVA,  
DJ, RO;**  
• **ROSEAL S.A., STR. NICOLAE BĂLCESCU  
NR. 5/A, ODORHEIU SECUIESC, HR, RO**

(72) Inventatori:  
• **PISLARU DĂNESCU LUCIAN,  
STR. STÎNJENILOR NR. 19, BL. 6, SC. 1,  
AP. 4, SINAIA, PH, RO;**  
• **MACAMETE ELENA,  
ALEEA SANDULEȘTI NR. 2, BL. OD 7, SC. F,  
AP. 237, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **TELIPAN GABRIELA,  
STR. ION CĂMPINEANU 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. A, ET. 4, AP. 16, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **NOURĂȘ FLORICA, STR. MĂCEȘULUI  
NR. 15, CRAIOVA, DJ, RO;**  
• **PĂDURARU NICOLAE,  
CALEA BUCUREȘTI, BL. M9, SC. A, AP. 17,  
CRAIOVA, DJ, RO;**  
• **VEKAS LADISLAU, STR. S. BARNUTIU  
NR. 11A, SC. A, AP. 27, TIMIȘOARA, TM,  
RO;**  
• **STOIAN FLORIANA DANIELA,  
STR. NICOLAE ILIESCU NR. 14/A, SC. A,  
ET. 3, AP. 13, TIMIȘOARA, TM, RO;**  
• **BORBATH ISTVÁN,  
STR. NICOLAE BĂLCESCU NR. 8,  
ODORHEIU SECUIESC, HR, RO;**  
• **BORBATH TUNDE,  
STR. NICOLAE BĂLCESCU NR. 8,  
ODORHEIU SECUIESC, HR, RO;**  
• **MOREGA ALEXANDRU, BD. CEHLĂUL  
NR. 24, BL. 106, SC. 1, ET. 6, AP. 35,  
BUCUREȘTI, B, RO;**  
• **MOREGA MIHAELA, BD. CEHLĂUL  
NR. 24, BL. 106, SC. 1, ET. 6, AP. 35,  
BUCUREȘTI, B, RO**

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

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un transformator electric cu agent de răcire nanofluid magnetic, utilizat în cadrul sistemului energetic și al rețelilor de transport și distribuție a energiei electrice. Transformatorul electric, conform invenției, este alcătuit dintr-o parte activă, constând dintr-un circuit magnetic de tip în manta, constituit din două miezuri identice de formă rectangulară, dispuse spate în spate, fiecare miez fiind alcătuit din câte două semimiezuri (1, 2 și 26, 27) formate prin rularea pe un dorn a unor benzi de tablă silicioasă, de lățime diferită, astfel încât să rezulte un circuit magnetic a cărui coloană centrală, rectilinie, să fie în trepte, de secțiune încadrabilă într-un cerc, și din niște înfășurări (8 și 9) de înaltă tensiune și, respectiv, de joasă tensiune, partea activă astfel formată fiind fixată într-o cuvă (20) metalică, prevăzută cu nervuri de răcire (13 și 14), cuva (20) fiind constituită din două părți asamblate etanș, prin sudură moale și capabilă de deformare elastică, și prin utilizarea unei membrane (19) elastice pentru preluarea variației cu temperatura a volumului lichidului de răcire, la partea superioară a cuvei (20) fiind amplasată o bornă (18) de înaltă tensiune, printr-o trecere izolată, al cărei izolator (17) de porțelan este de tip compozit.

Revendicări: 5  
Figuri: 9

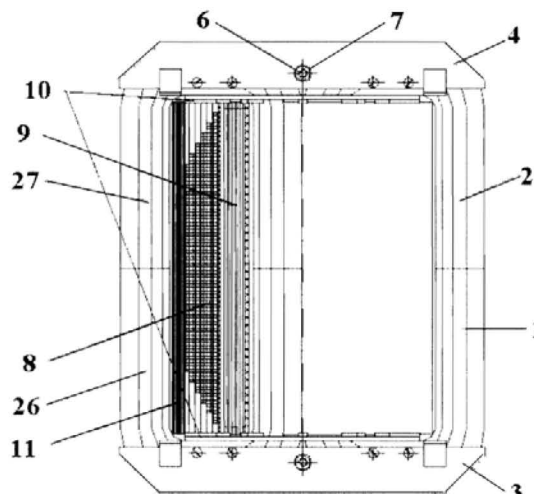
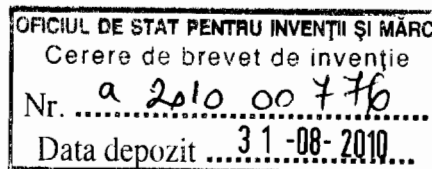


Fig. 2

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 CU AGENT DE RACIRE NANOFIUID MAGNETIC

Inventia se refera la un transformator electric cu agent de racire nanofluid magnetic utilizat in cadrul sistemului energetic si al retelelor de transport si distributie a energiei electrice.

Se cunosc transformatoare electrice care folosesc ca agent de racire uleiul de transformator.

La transformatoarele de putere cunoscute, care utilizeaza pentru racire uleiul de transformator, aflate in fabricatia curenta sunt urmatoarele dezavantaje:

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

- nu se profita, în mod optim, de avantajele sortimentelor de tablă silicioasă laminată la rece cu cristale orientate, de calitate superioară cu pierderi specifice reduse, prin însași 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;

- prezența întrefierului incontrolabil ca urmare a toleranțelor inevitabile la tăierea tolelor și, mai ales, la împachetarea lor, obligatoriu manuală, face să crească nivelul 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;

- volum important de manoperă și de energie, pe utilaje complexe, determinat de tăierea unei cantități impresionante de tole cu o varietate dimensională foarte mare, amplificată 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 intenționat, de vârfuri ascuțite la îmbinările de colț exterioare, pentru facilitarea cedării de căldură acumulată de miez;

- 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 inițiale, nu poate fi evitat când trebuie desfăcute jugurile și reconstituite apoi după introducerea bobinelor;

- prezența în mod inevitabil al schelelor și a tiranților prin miez sau a pieselor din metale magnetice, de strângere colaterale, conduce la pierderi suplimentare provocate, în 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 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 de repere costisitoare din material nemagnetic de tip inox.

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:

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

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

c) Referitor la agentul de racire:

- uleiul clasic de transformator realizeaza transferul de caldura de la partile active catre cuva cu nervuri printr-un proces fizic convectiv;

- proprietatile dielectrice ale uleiului de transformator sunt afectate in timp de factorul temperatura.

Scopul inventiei este inlocuirea uleiului clasic de transformator, utilizat ca agent de racire pina in prezent, cu un nanofluid magnetic, pentru imbunatatirea transferului caldurii dezvoltate in partile active, catre mediul inconjurator si imbunatatirea proprietatilor dielectrice, pentru cresterea sigurantei in functionare.

Problema tehnica pe care o rezolva inventia consta in realizarea unui transformator, conform unor solutii constructive cu caracter special, ce foloseste ca agent de racire un nanofluid magnetic pe

baza de ulei de transformator, cu micșorarea dimensiunilor de gabarit, intrucit dimensionarea cuvei cu nervuri tine cont de forma și gabaritul ansamblului parti active ( înfasurari și miezul magnetic).

Transformator cu agent de racire nanofluid magnetic, conform inventiei, inlatura dezavantajele de mai sus prin aceea ca, circuitul magnetic este de tip în *manta*, constituit din doua miezuri identice de formă rectangulară (tor turtit), dispuse spate în spate, fiecare semimiez este format prin rularea pe un dorn a benzilor de tablă silicioasă de lățime diferită astfel ca să rezulte un circuit magnetic a cărui coloană centrală, rectilinie, să fie în trepte, de secțiune 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, rectificate pentru evitarea exfolierii tolelor în zona de tăiere și pentru a se asigura un întrefier minim, strângerea celor patru semimiezuri, de forma literii U, pentru reîntregirea circuitului magnetic, se realizează printr-un sistem de coliere.

Avantajele inventiei sunt urmatoarele:

- se reduce greutatea și dimensiunile față de transformatoarele de putere cunoscute de 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 (cuva – 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 reduce 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 avînd rolul de a facilita manevrarea ansamblului și nu strângerea propriu-zisă a miezului;
- pentru consolidarea miezului nu mai sunt necesare schele de motaj greoaie, care să asigure o strângere puternică impusă unui miez împachetat și inițial "înfoiat" 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 executie al circuitului magnetic, precum și timpul de execuție al acestora;
- se reduc sensibil condițiile ce favorizează apariția regimurilor deformante în forma sinusoidală a curentului și 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 tranzitate.

Se da în continuare un exemplu de realizare al inventiei în legatura cu figurile: 1...10, care reprezintă:

- fig. 1., Ansamblu miez magnetic, conform inventiei;
- fig. 2., Ansamblu parti active, conform inventiei;
- fig. 3., Ansamblu disc izolant;
- fig. 4, Sectiune ansamblu cuva cu nervuri, conform inventiei;
- fig. 5, Ansamblu transformator cu agent de racire nanofluid magnetic, conform inventiei;
- fig 6, Ansamblu transformator cu agent de racire nanofluid magnetic, vedere de sus, conform inventiei;
- fig 7 Variatia în timp a temperaturii, comparativ nanofluid magnetic conform inventiei și ulei de transformator, pentru cuva cu nervuri, reper 20.
- fig 8., Variatia în timp a temperaturii, comparativ nanofluid magnetic conform inventiei și ulei de transformator, pentru membrana elastica, reper 19.
- fig. 9 variatia în timp a temperaturii, comparativ nanofluid magnetic conform inventiei și ulei de transformator, pentru izolatorul de portelan cu trecere izolata tip condensator, reper 17.

31-09-2010

3

Transformatorul conform inventiei, utilizeaza ca agent de racire un nanofluid magnetic. Acest nanofluid magnetic reprezinta o suspensie coloidala ultrastabila de nanoparticule magnetice, dispersate în diferite lichide de bază, in cazul nostru ulei de transformator.

Nanofluidurile magnetice prezintă proprietăți de transfer de căldură și dielectrice superioare fluidelor clasice (de ex., uleiul de transformator), și pot fi utilizate pentru îmbunătățirea circulației fluidice în înfășurările unui transformator, contribuind, de ex., la sporirea capacității sale de a transfera caldura dezvoltata in infasurari si circuitul magnetic catre exteriorul cuvei. Nanofluidurile magnetizabile utilizate în aplicații de transfer termic, alternativă pentru fluidele nemagnetice uzuale, au o concentrație scăzută de nanoparticule magnetice.

Inlocuirea uleiului clasic de transformator cu un nanofluid magnetic, avind ca lichid de baza "ulei de transformator", aduce beneficii în funcționarea transformatorului atât din punct de vedere termic cât și dielectric prin imbunatatirea rigiditatii dielectrice, cu 4% - 5%. Nanoparticulele magnetice monodomenice de dimensiuni nanometrice (1- 15 nm) sunt dispersate ultrastabil in mediul de baza nepolar, fiecare dintre nanoparticulele magnetice mono-domenice fiind invelit printr-un strat monomolecular de stabilizant organic chemisorbit, de regula acid oleic. Stabilizantul ce acopera fiecare nanoparticula magnetica, care are dimensiunea potrivita (sub 15 nm), impiedica contactul direct dintre particule prin mecanismul de respingere sterica. Fractia volumica a nanoparticulelor magnetice este relativ mica, de ordinul a 1 %. Rezulta ca nanofluidului magnetic obtinut initial va fi diluat la concentratia impusa de aplicatie.

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

In urma caracterizarii nanofluidului magnetic utilizat ca agent de racire la transformatoarele electrice se pot specifica unele particularitati cum sunt:

- Curba de magnetizare completa si analiza magnetogranulometrica realizata pe baza acesteia arata ca dimensiunea medie magnetica a nanoparticulelor este sub 7 nm.
- Curbele de vascozitate sunt newtoniene, iar curbele de tip Arrhenius evidentiaza o energie de activare a curgerii practic de aceeasi valoare la cele doua probe investigate.
- Datele de magnetizare si de curgere indica o stabilitate coloidala ridicata a probei de nanofluid magnetic, respectiv indica existenta unei fractiuni reduse de aglomerate de particule.

Inlocuirea uleiului clasic de transformator cu un nanofluid magnetic se poate realiza si pentru transformatoarele aflate în exploatare.

Transformatorul electric, conform inventiei, de medie tensiune si putere ce utilizeaza un nanofluid magnetic ca agent de racire este alcatuit din partea activă, miez magnetic 1, 2, 26, 27 cu înfășurările de IT (înalță tensiune), 8 și JT (joasă tensiune), 9 fixată într-o cuvă metalică 20 cu nervuri de racire 13, 14. Aceasta este constituită din două parti asamblate etanș 12, 25, prin sudură moale și capabilă de deformăție elastică prin utilizarea unei membrane elastice 19 pentru preluarea variației cu temperatura a volumului lichidului de racire. Borna de înaltă tensiune 18 este amplasata pe partea superioara a cuvei cu nervuri 20 printr-o trecere izolată a cărui izolator de portelan 17 este de tip compozit. Circuitul magnetic este de tip în *manta*, constituit din doua miezuri identice 1,2 respectiv 26, 27 de formă rectangulară (tor turtit), dispuse spate in spate. Fiecare semimiez 1, 2, 26, 27, este format prin rularea pe un dorn a benzilor de tablă silicioasă de lățime diferită astfel ca să rezulte un circuit magnetic a cărui coloană centrală, rectilinie, să fie în trepte, de secțiune încadrabilă într-un cerc. Pentru introducerea pe coloană a înfășurărilor 8, 9, cele două miezuri sunt tăiate în prealabil, iar zonele de secționare A, B, C, D, rectificate într-un dispozitivul special conceput pentru evitarea exfolierii tolelor în zona de tăiere si pentru a se asigura un întrefier minim; strângerea celor patru

semimiezuri, de forma literii U, pentru reîntregirea circuitului magnetic, se realizează printr-un sistem de coliere 5. Partea activă, miez magnetic 1, 2, 26, 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 transferului de căldură de către nanoparticulele din nanofluidul magnetic în prezența câmpului electromagnetic. Înfășurările de înaltă tensiune 8, și joasă tensiune 9, sunt concentrice, din conductoare de cupru, plasate pe coloana centrală a miezului, 28.

Înfășurarea de înaltă 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, 14.

Înfășurarea de joasă tensiune 9 este din folie de cupru de grosime 0,2 mm astfel încât pe fiecare strat se dispune o singură spirală. Decuparea la ambele capete ale foliei de 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, 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 fixa garniturile;
- orientarea la sudura înclinată a nervurilor 13, 14 respectă unghiurile din desenul de execuție.

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

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

Inercarea la încălzire a transformatorului s-a efectuat conform SR EN 60076 – 2, comparativ, utilizând ca agent de răcire nanofluidul magnetic (Tabelul 1, Tabelul 2) și apoi uleiul de transformator, (Tabelul 3, Tabelul 4). Practic, s-a alimentat înfășurarea secundară cu un curentul de  $I = 140\text{A}$  corespunzător puterii 32kVA. Inercarea s-a efectuat până când variația temperaturii lichidului de răcire și a înfășurărilor nu a depășit 1K pe ora. Alimentarea a fost efectuată cu cabluri de cupru cu secțiunea de  $(1 \times 20)\text{mm}^2$ , iar înfășurarea de înaltă tensiune 8 a fost scurtcircuitată cu cablu de  $(1 \times 20)\text{mm}^2$ . Temperaturile pe cuva cu nervuri 20 a transformatorului, izolatorul de portelan

cu trecere izolata tip condensator 17 si membrana elastica 19 s-au măsurat cu sistemul computerizat Keithley Multimeter Integra 2700 utilizind termocuple de tip J, 22, 23, 24, fig. 5. Temperatura infasarilor a fost calculata folosind metoda variatiei rezistentei, conform SR EN 60076 – 2. Pentru masurarea temperaturii ambiante sau utilizat termocuple amplasate la 1m in jurul transformatorului.

Tabelul 1

Infasurari	Rezistenta [ $\Omega$ ]		Temperatura ambianta [ $^{\circ}\text{C}$ ]		Incalzirea $\Delta\theta$ [K]
	$R_0$	$R_t$	$\theta_0$	$\theta_a$	calculata
Infasurare IT (8)	70.86	86.91	15	15	56.63
Infasurare JT (9)	0.009067	0.01087	15	15	49.70

Tabelul 2

Puncte de masura	Mediu ambiant [ $^{\circ}\text{C}$ ]	Incalzirea $\Delta\theta$ [K]
		Masurata
Membrana elastica (19)	15	20.8
Cuva cu nervuri (20)	15	30.2
Izolatorul de portelan (17)	15	24.4

Tabelul 3

Infasurari	Rezistenta [ $\Omega$ ]		Temperatura ambianta [ $^{\circ}\text{C}$ ]		Incalzirea $\Delta\theta$ [K]
	$R_0$	$R_t$	$\theta_0$	$\theta_a$	calculata
Infasurare IT (8)	70.86	88.28	15	15	61.45
Infasurare JT (9)	0.009067	0.010927	15	15	51.37

Tabelul 4

Puncte de masura	Mediu ambiant[°C]	Incalzirea $\Delta\theta$ [K]
		Masurata
Membrana elastica (19)	15	21.6
Cuva cu nervure (20)	15	30.7
Izolatorul de portelan (17)	15	26.1

In fig. 7 se prezinta graficul variatiei in timp a temperaturii, comparativ nanofluid magnetic conform inventiei si ulei de transformator, pentru cuva cu nervuri, reper 20.

In fig. 8 se prezinta graficul variatiei in timp a temperaturii, comparativ nanofluid magnetic conform inventiei si ulei de transformator, pentru membrana elastica, reper 19.

In fig. 9 se prezinta graficul variatiei in timp a temperaturii, comparativ nanofluid magnetic conform inventiei si ulei de transformator, pentru izolatorul de portelan cu trecere izolata tip condensator, reper 17.

In fig. 5, (Ansamblu transformator cu agent de racire nanofluid magnetic), se prezinta si modul de dispunere al termocuplului 22 pe cuva cu nervuri 20, un alt termocuplu 23 pe membrana elastica 19 precum si un alt termocuplu 24 pe izolatorul de portelan.

Inlocuirea uleiului clasic de transformator cu un nanofluid magnetic, avind ca lichid de baza "uleiul de transformator", conform inventiei, aduce beneficii în funcționarea transformatorului prin imbunatatirea transferului caldurii de la partile active, reprezentate de infasurari 8, 9 si circuitul magnetic 1, 2, 26, 27, printr-un proces fizic convectiv si conductiv catre cuva cu nervuri 20 si de aici printr-un proces fizic convectiv si de radiatie catre mediul exterior. De asemenea, utilizarea nanofluidului magnetic, avind ca lichid de baza "uleiul de transformator", conform inventiei, imbunatateste rigiditatea dielectrica a ansamblului.

## Revendicari

1. Transformatorul cu agent de racire nanofluid magnetic este alcatuit din partea activă, miez magnetic cu înfășurările de *IT* (*înalță tensiune*), și *JT* (*joasă tensiune*), fixată într-o cuvă metalică cu nervuri de racire, aceasta este constituită din două parti asamblate etanș, prin sudură moale și capabilă de deformație elastică prin utilizarea unei membrane elastice pentru preluarea variației cu temperatura a volumului lichidului de racire, borna de înaltă tensiune este amplasata pe partea superioara a cuvei cu nervuri printr-o trecere izolată a cărui izolator de portelan este de tip compozit **caracterizat prin aceea** ca circuitul magnetic este de tip în manta, constituit din doua miezuri identice (1), (2) respectiv (26), (27) de formă rectangulară (tor turtit), dispuse spate în spate, fiecare semimiez (1), (2), (26), (27) este format prin rularea pe un dorn a benzilor de tablă silicioasă de lățime diferită astfel ca să rezulte un circuit magnetic a cărui coloană centrală, rectilinie, să fie în trepte, de secțiune încadrabilă într-un cerc; pentru introducerea pe coloană a înfășurărilor (8), (9), 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, de forma literii U, pentru reîntregirea circuitului magnetic, se realizează printr-un sistem de coliere (5).

2. Transformator conform revendicarii 1, prezinta înfășurarea de înaltă tensiune (8), cu izolație de tip degresiv, cu o singură bornă izolată cealaltă fiind legată la masă, **caracterizat prin aceea ca** între fiecare strat și următorul al înfășurării (8) 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 numar de (16) nervuri radiale de răcire, (13), (14).

3. Transformator conform revendicarii 1, **caracterizat prin aceea ca** are un ansamblul disc izolant (10) cu decupari, pentru a permite o circulatie a nanofluidului magnetic pe directie longitudinala, iar ansamblul tub izolant (11) care prezinta de asemenea decupari pentru a permite o circulatie a nanofluidului magnetic si pe directie transversala.

4. Transformator conform revendicarii 1, **caracterizat prin aceea ca** prezinta o forma geometrică speciala a cuvei cu nervuri (20), plasata în poziție verticală, precum și a fundului cuvei cu nervuri asociat (29) ca și a capacului cuvei cu nervuri (30) care urmărește pe aceea a ansamblului părții active, fig. 2, pentru a se reduce la minimum volumul nanofluidului magnetic izolant și de răcire.

5. Transformator conform revendicarii 1, **caracterizat prin aceea ca** transferul de căldură este intensificat de către nanoparticulele din nanofluidul magnetic în prezența câmpului electromagnetic, și permite îmbunătățirea transferului caldurii de la partile active, reprezentate de înfășurari (8), (9) și circuitul magnetic (1), (2), (26), (27), printr-un proces fizic convectiv și conductiv către cuva cu nervuri (20) iar printr-un proces fizic convectiv și de radiație către mediul exterior; precum și îmbunătățirea rigidității dielectrice, cu 4% - 5%.



8

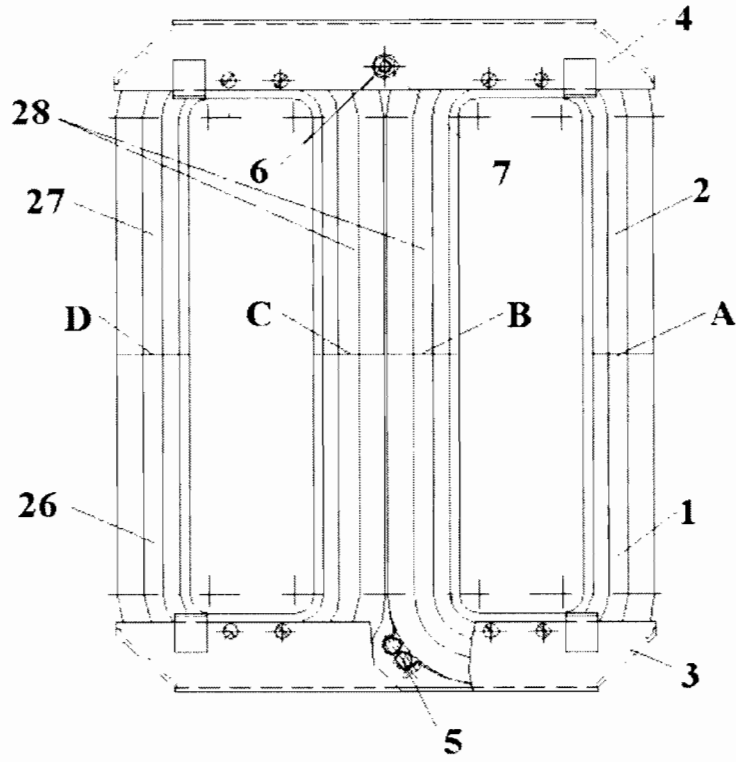


Fig.1

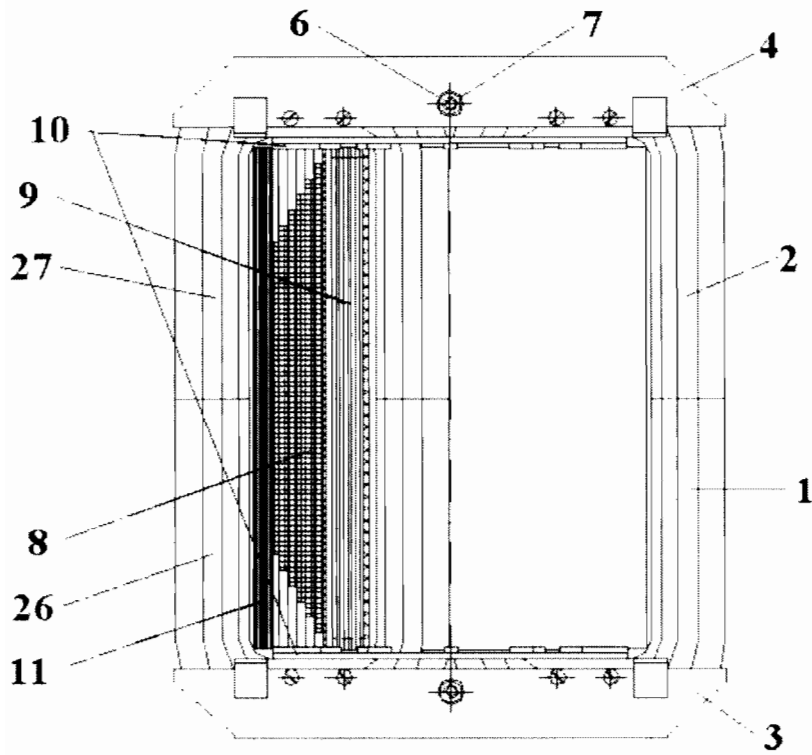


Fig. 2

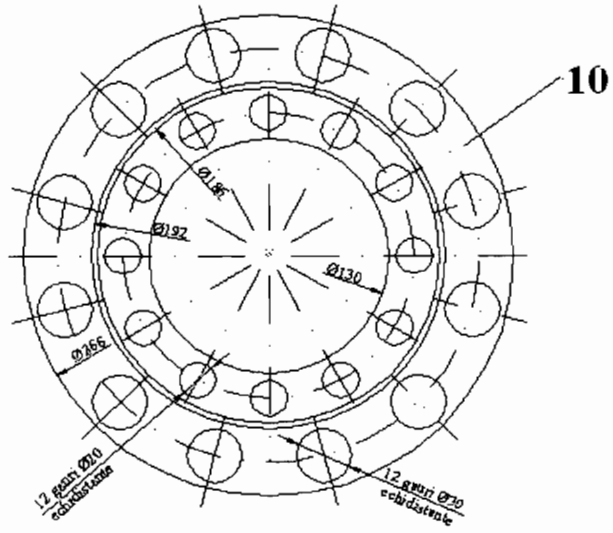


Fig.3

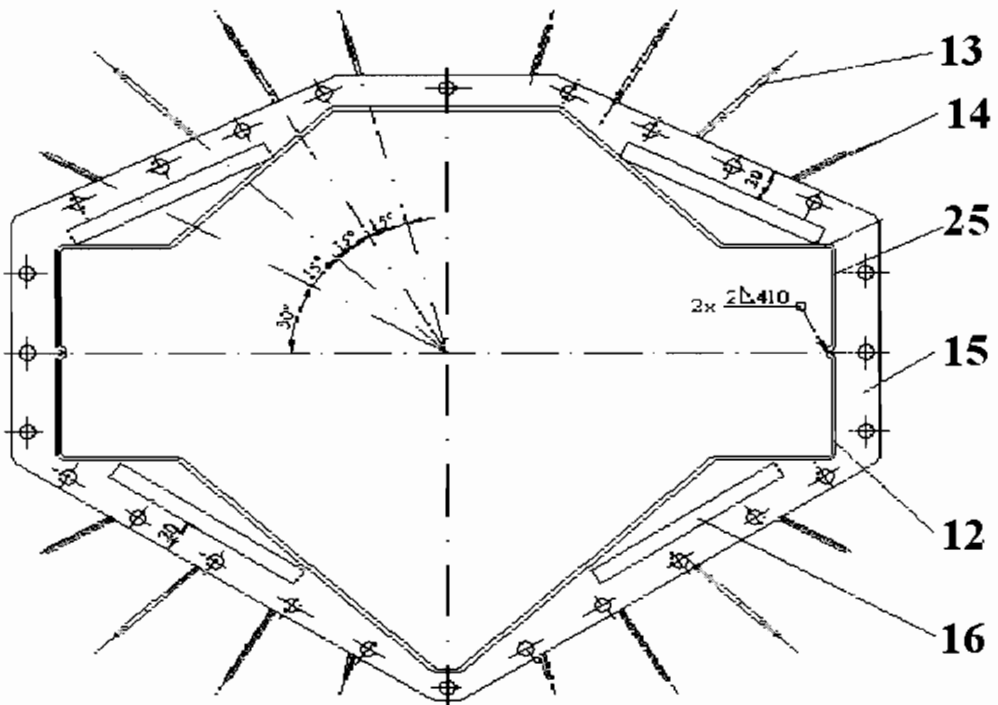


Fig. 4

10

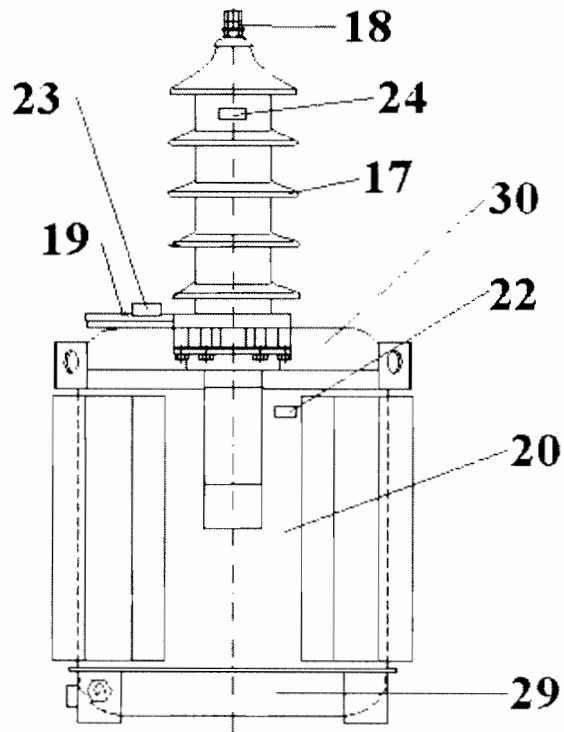


Fig. 5

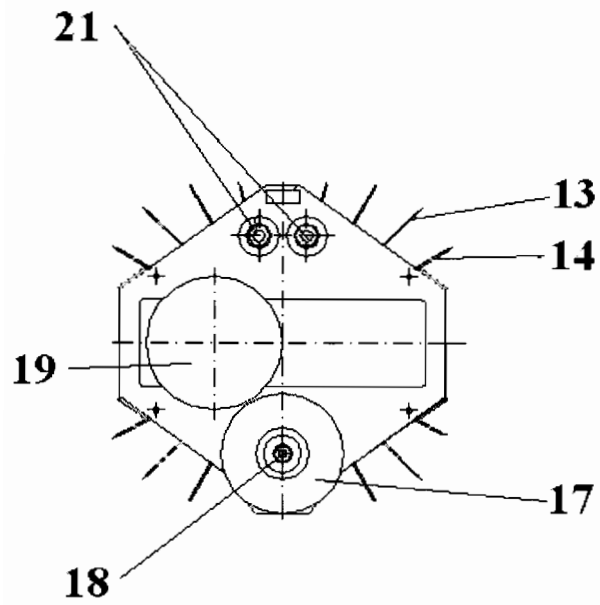


Fig. 6

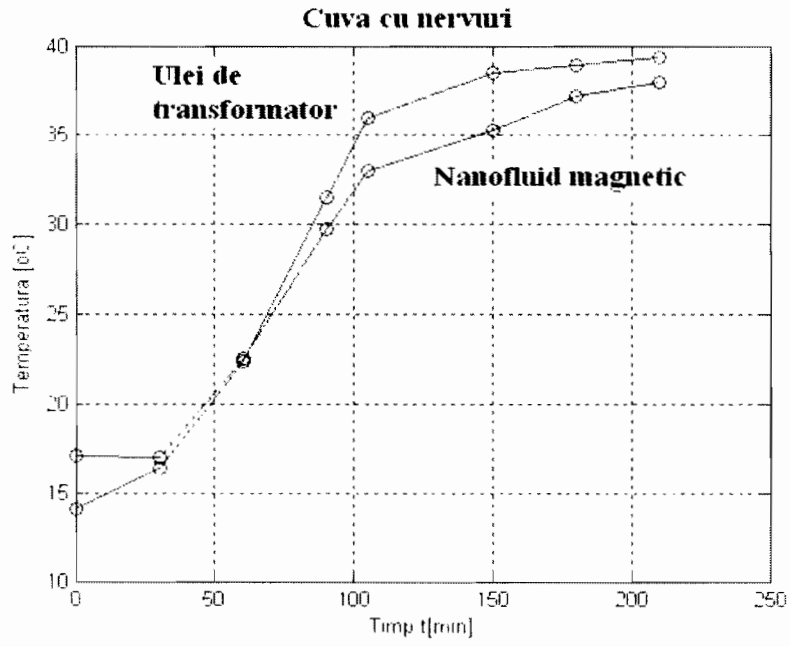


Fig. 7

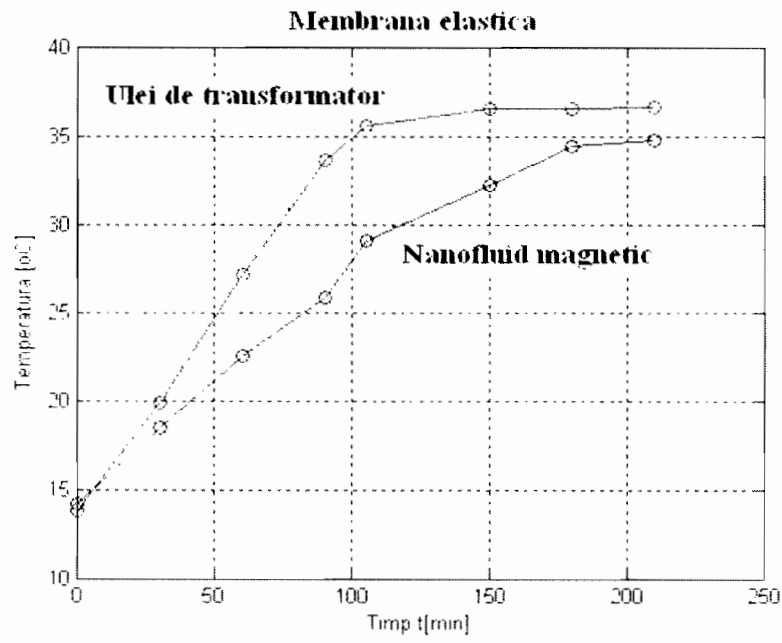


Fig. 8

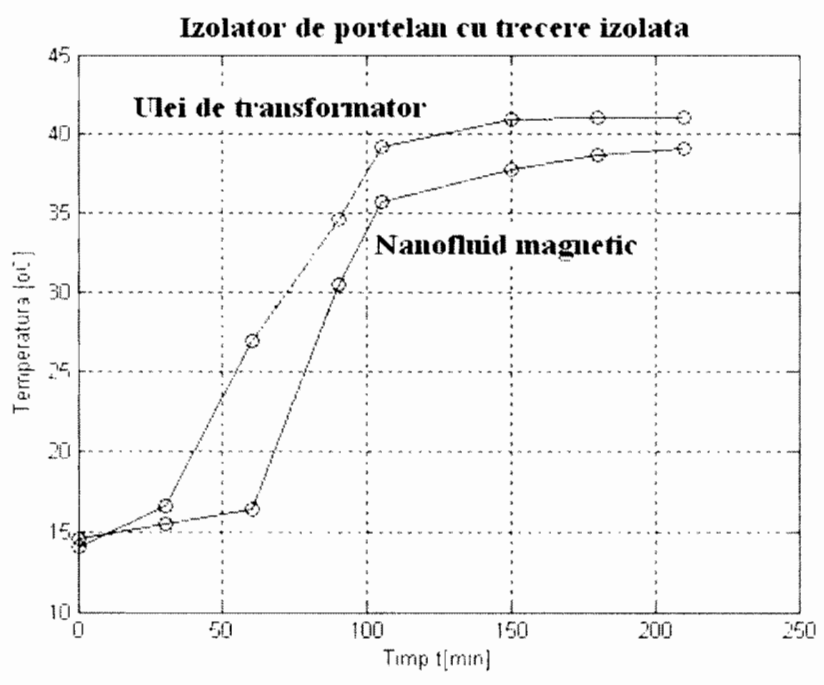


Fig. 9