

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2006 00217**

(22) Data de depozit: **24.05.2006**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29.06.2012** BOPI nr. 6/2012

(41) Data publicării cererii:
30.11.2007 BOPI nr. 11/2007

(73) Titular:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE
ASACHI" DIN IAȘI,
BD. PROF. D. MANGERON NR.67, IAȘI, IS,
RO

(72) Inventatori:
• PLEȘCA ADRIAN-TRAIAN,
ALEEA ROZELOR NR.2, BL.D1, SC.A, ET.2,
AP.10, IAȘI, IS, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 99157; K. NAKAMURA, M. KAWAKAMI,
M. MAEDA, H.SATO, O. ICHINOKURA,
"APPLICATION OF ORTHOGONAL-CORE
TRANSFORMER TO SERIES
COMPENSATION FOR POWER SYSTEM",
IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS,
VOL.37, NR.4, PP.2858-2861, JULY 2001;
US 2003/0210040 A1

(54) **METODĂ ȘI APARAT DE MĂSURARE A PERMEABILITĂȚII
MAGNETICE DIFERENȚIALE ȘI A DERIVATEI SALE LA
MATERIALE MAGNETICE ȘI DISPOZITIVE
ELECTROMAGNETICE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă pentru măsurarea permeabilității magnetice diferențiale și a derivatei sale la materiale feromagnetice, și la un dispozitiv feromagnetic, cum ar fi o reactanță inductivă comandată sau un amplificator de frecvență, ori altele asemenea. Metoda conform invenției constă în folosirea unor tensiuni electromotoare ale căror valori instantanee sunt proporționale cu mărimile de măsurare a tensiunii induse prin cuplaj transformatoric și, respectiv, prin cuplaj magnetic ortogonal, la care curentul de magnetizare este de formă triunghiulară, sau o zonă rectilinie de utilizare din sinusoida curentului, care, la trecerile prin zero, are o regiune aproximativ liniară, fiind înregistrat cel puțin un ciclu de histerzis etalonat, care se divide în patru porțiuni, ce se aproximează analitic, și apoi, prin derivări succesive, se obțin mărimile căutate.

Revendicări: 4
Figuri: 2

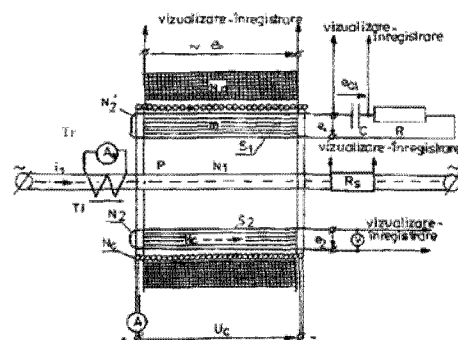


Fig. 1



RO 123460 B1

1 Inventția se referă la o metodă și un aparat de măsurare a permeabilității magnetice
diferențiale și a derivatei sale la materiale feromagnetice și dispozitive electromagnetice:
3 reactanțe inductive comandate, amplificatoare magnetice, multiplicatoare de frecvență,
transformatoare speciale în particular și la orice mecanism electromagnetic în general.

5 Se cunoaște o metodă și un aparat (RO 99157), utilizate pentru testarea nedistructivă
a proprietăților magnetostructurale ale materialelor diamagnetice, paramagnetice, feromag-
7 netice și ferimagnetice, care înregistrează răspunsul materialului testat la un câmp magnetic
exterior, iar evaluarea măsurătorilor se face prin analiza cantitativă a curbei de răspuns
9 înregistrate. Pot fi detectate în acest mod remanența și permeabilitatea materialelor,
stresurile reziduale după sudare și tratare termică, defectele structurale ale materialelor și
11 grosimea unui material. Dezavantajul acestei invenții este că nu oferă o metodă de măsurare
și înregistrare consacrată privind permeabilitatea magnetică diferențială și a derivatei
13 acesteia.

15 Practic, testarea diverselor materiale magnetice, în vederea măsurării permeabilității
magnetice diferențiale și a derivatei sale, se realizează în laboratoare specializate cu
echipamente complexe și foarte costisitoare.

17 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este determinarea permeabilității
magnetice diferențiale și a derivatei sale pentru diferite materiale magnetice și dispozitive
19 electromagnetice.

21 Metoda de măsurare a permeabilității magnetice diferențiale și a derivatei sale la
materiale magnetice și dispozitive electromagnetice, conform invenției, rezolvă problema de
mai sus, prin aceea că un eșantion din materialul magnetic care se dorește a fi testat se
23 introduce în miezul unui transformator, se alimentează în curent alternativ primarul transfor-
matorului, se măsoară niște tensiuni electromotoare din secundarele transformatorului, aflate
25 în cuplaj transformatoric cu primarul, se adaugă o înfășurare suplimentară, alimentată în
curent continuu, al cărei câmp magnetic va magnetiza longitudinal eșantionul de material
27 magnetic, și o bobină cu număr mare de spire în circuitul magnetic al transformatorului, se
măsoară tensiunea electromotoare care apare la bornele bobinei suplimentare, datorită
29 cuplajului magnetic ortogonal și se calculează expresia permeabilității magnetice diferențiale
și a derivatei acesteia, folosind tensiunile electromotoare măsurate în condițiile în care
31 derivata curentului din primarul transformatorului se consideră constantă.

33 Aparatul pentru măsurarea permeabilității magnetice diferențiale și a derivatei sale
la materiale feromagnetice și dispozitive electromagnetice, conform metodei, constă într-un
transformator alcătuit dintr-un miez toroidal, obținut din bandă feromagnetică spiralată,
35 realizată din materialul magnetic supus testării, străbătut de un conductor, primarul, parcurs
de un curent alternativ, din niște secundare, un solenoid alimentat în curent continuu pentru
37 realizarea magnetizării ortogonale și o bobină colectoare, în scopul obținerii tensiunilor
electromotoare proporționale cu mărimile magnetice investigate, ieșirile putând fi conectate
39 la un osciloscop sau calculator.

Avantajele invenției sunt următoarele:

41 - permite înregistrarea și măsurarea permeabilității magnetice și a derivatei sale la
materiale feromagnetice și dispozitive electromagnetice;

43 -oferă posibilitatea de a calcula tensiunile electromotoare induse, luând în
considerare și forma acestora;

45 - se poate realiza o proiectare mai riguroasă a dispozitivelor electromagnetice de
orice tip;

47 - se pot proiecta și obține noi aplicații bazate pe proprietățile permeabilității magnetice
diferențiale și a derivatei acesteia;

RO 123460 B1

- se pot evidenția mai bine caracteristicile magnetice ale materialelor feromagnetice moderne cu permeabilitate magnetică ridicată, ciclul de histerezis rectangular etc.;	1
- constituie o modalitate nouă de apreciere a materialelor feromagnetice.	3
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1 și 2, care reprezintă:	5
- fig. 1, construcția aparatului de măsurare a permeabilității magnetice diferențiale și a derivatei sale;	7
- fig. 2a, ciclul de histerezis $B_1 = f(H_1)$ pentru un eșantion de material magnetic testat;	9
- fig. 2b, caracteristica $\mu_d = f(H_1)$ pentru eșantionul de material magnetic testat al cărui ciclu de histerezis este prezentat în fig. 2a;	11
- fig. 2c, caracteristica $d\mu_d/dH_1 = f(H_1)$ pentru eșantionul de material magnetic testat al cărui ciclu de histerezis este prezentat în fig. 2a;	13
- fig. 2d, caracteristica $\mu_d = f(\omega t)$ pentru eșantionul de material magnetic testat al cărui ciclu de histerezis este prezentat în fig. 2a;	15
- fig. 2e, caracteristica $d\mu_d/dH_1 = f(\omega t)$ pentru eșantionul de material magnetic testat al cărui ciclu de histerezis este prezentat în fig. 2a;	17
- fig. 2f, reprezentarea grafică a condiției $di_1/dt = \text{const}$ - derivata curentului prin primarul transformatorului.	19
Metoda de măsurare a permeabilității magnetice diferențiale și a derivatei sale, conform invenției, constă în obținerea unor tensiuni electromotoare e_1 , e_2 în secundarele S_1 , S_2 ale unui transformator Tr , ce are ca miez m un eșantion din materialul magnetic ce se dorește a fi analizat. Primarul P acestui transformator Tr este parcurs de un curent alternativ i_1 , valoarea și forma acestuia putând fi înregistrate prin intermediul unui șunt R_s . De la unul dintre secundare S_1 , folosind un circuit electric de integrare, se obține un semnal proporțional e_{c1} cu inducția magnetică, care, împreună cu semnalul de curent, proporțional cu intensitatea câmpului magnetic, permite înregistrarea ciclului de histerezis la materialul magnetic studiat. De la un alt secundar S_2 , se obține tensiunea electromotoare indusă e_2 prin cuplaj transformatoric, care este proporțională cu permeabilitatea magnetică diferențială, în condițiile în care derivata curentului din primarul P al transformatorului Tr se consideră constantă. Această condiție se îndeplinește în vecinătatea trecerii prin zero a curentului, atunci când porțiunea de sinusoidă se poate considera aproximativ liniară.	21
Adăugând o înfășurare alimentată în curent continuu N_c , va apare un câmp magnetic H_c , care magnetizează longitudinal eșantionul de material magnetic m , practic ortogonal în comparație cu câmpul magnetic alternativ circular, produs de curentul din primar i_1 . Adăugând apoi o bobină suplimentară N_2 , se obține la bornele acesteia o tensiune electromotoare e_0 , datorită cuplajului magnetic ortogonal, tensiune ce este proporțională cu derivata permeabilității magnetice, în condițiile în care derivata curentului din primarul P al transformatorului Tr se consideră constantă.	23
Aparatul, prezentat în fig. 1, este format dintr-un miez toroidal m , cu secțiune dreptunghiulară, obținut prin înfășurarea unui eșantion din bandă feromagnetică spiralată din materialul supus verificării.	25
Miezul m este magnetizat circular de un câmp magnetic alternativ $H_1(\omega t)$, produs de un curent $i_1(\omega t)$, de asemenea alternativ, obținut de la o sursă reglabilă de curent. Valoarea curentului este măsurată prin intermediul unui transformator de curent TI , asociat cu un ampermetru A_1 (sau fără transformatorul de curent, în funcție de valoarea acestuia). Curentul alternativ $i_1(\omega t)$ parcurge un conductor, practic primarul P , al unui transformator ($N_1 = 1$ spiră), în serie cu acesta fiind montat un șunt adecvat, R_s , pentru înregistrarea acestuia.	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47

RO 123460 B1

1 În cuplaj transformatoric cu primarul P, se află două secundare:

2 - S_1 , de la care cu ajutorul unui circuit RC, folosind tensiunea e_{c1} , proporțională cu
3 inducția B_1 , și tensiunea de la bornele șuntului R_s , proporțională cu curentul $i_1(\omega t)$, respectiv,
4 câmpul $H_1(\omega t)$, se poate obține ciclul de histerezis al materialului sau al dispozitivului la care
5 s-a folosit;

6 - S_2 , a cărui tensiune electromotoare e_2 este proporțională cu permeabilitatea
7 magnetică diferențială, μ_d , în anumite condiții.

Tensiunea electromotoare e_2 a cuplajului transformatoric are expresia:

9

$$11 \quad e_2 = -\frac{d\Psi_1}{dt} = -S_{FE} N_2 \frac{dB_1}{dt} = -S_{FE} N_2 \frac{dB_1}{dH_1} \frac{dH_1}{dt} = k_2 \mu_d \frac{dH_1}{dt} = k_2 \mu_d \frac{di_1}{dt}$$

13 care pentru derivata curentului, $di_1/dt = \text{const}$, devine proporțională cu permeabilitatea
14 dinamică:

15

$$e_2 = k_d \mu_d.$$

17 Dacă la dispozitiv se adaugă un solenoid cu N_c spire, alimentat de la o sursă de
18 curent continuu reglabilă U_c , acesta va produce un câmp magnetic H_c , care magnetizează
19 longitudinal (după generatoare) miezul m , ortogonal câmpului alternativ circular H_1 . În acest
20 caz, dacă se mai adaugă o bobină cu număr mare de spire N_0 , atunci la bornele acesteia
21 apare o tensiune electromotoare alternativă, e_0 , datorită cuplajului magnetic ortogonal:

23

$$25 \quad e_0 = -\frac{d\Psi_0}{dt} = -S'_{Fe} N_3 \frac{dB_0}{dt} = -S'_{Fe} N_3 H_c \frac{d\mu_d}{dt} = k_0 \frac{d\mu_d}{dH_1} \frac{dH_1}{dt} = k'_0 \frac{d\mu_d}{dH_1} \frac{di_1}{dt}$$

27 Pentru $di_1/dt = \text{const}$, se obține:

29

$$e_0 = k_0'' \frac{d\mu_d}{dH_1}$$

31 Aparatul conform invenției permite conectarea ieșirilor la dispozitive moderne de
32 înregistrare, cum ar fi un osciloscop digital sau un calculator echipat cu placă de achiziție de
33 date. În continuare, se prezintă oscilogramele înregistrate cu metoda și aparatul conform
34 invenției, pentru un eșantion de material magnetic cu ciclul de histerezis $B_1=f(H_1)$, prezentat
35 în fig. 2a. Ciclul de histerezis poate fi divizat în patru porțiuni: 1-2, 2-3, 3-4 și 4-1, ce pot fi
36 approximate prin expresii matematice. Prin derivarea acestora în raport cu H_1 , se poate obține
37 caracteristica $\mu_d=f(H_1)$ sau caracteristica $\mu_d=f(i_1)$, prezentată în fig. 2b. Oscilograma tensiunii
38 electromotoare e_2 , în funcție de câmpul magnetic H_1 sau curentul i_1 , oferă direct
39 caracteristica $\mu_d=f(H_1)$ sau $\mu_d=f(i_1)$, etalonată corespunzător, dacă este respectată condiția
40 $di_1/dt = \text{const}$, respectiv, $dH_1/dt = \text{const}$.

41 Analog, derivarea funcției $\mu_d=f(H_1)$ conduce la caracteristica derivatei permeabilității
42 magnetice $d\mu_d/dH_1$, în funcție de câmpul H_1 sau curentul i_1 , așa cum se arată în fig. 2c. Atât
43 permeabilitatea magnetică diferențială μ_d , cât și derivata sa, pot fi reprezentate direct, în
44 funcție de timp - a se vedea fig. 2d și 2e.

45 Condiția $di_1/dt = \text{const}$. se poate obține dacă curentul $i_1(\omega t)$ are o formă triunghiulară,
46 sau la un curent sinusoidal, dacă porțiunea de sinusoidă a acestuia cuprinde $\pm H_{m1}$, în zona
47 aproximativ liniară a sinusoidelor (fig. 2f), practic în vecinătatea trecerii curentului prin zero.

RO 123460 B1

Revendicări

1. Metodă de măsurare a permeabilității magnetice diferențiale și a derivatei sale la materiale magnetice și dispozitive electromagnetice, **caracterizată prin aceea că** un eșantion din materialul magnetic care se dorește a fi testat se introduce în miezul (m) unui transformator (Tr), se alimentează în curent alternativ primarul (P) transformatorului (Tr), se măsoară niște tensiuni electromotoare (e_1, e_2) din secundarele (S_1, S_2) transformatorului (Tr), aflate în cuplaj transformatoric cu primarul (P), se adaugă o înfășurare suplimentară (N_c), alimentată în curent continuu, al cărei câmp magnetic va magnetiza longitudinal eșantionul de material magnetic (m) și o bobină cu număr mare de spire (N_c) în circuitul magnetic al transformatorului (Tr), se măsoară tensiunea electromotoare (e_0) care apare la bornele bobinei suplimentare (N_2), datorită cuplajului magnetic ortogonal și se calculează expresia permeabilității magnetice diferențiale și a derivatei acesteia, folosind tensiunile electromotoare măsurate (e_2 și e_0) în condițiile în care derivata curentului din primarul (P) transformatorului (Tr) se consideră constantă. 3
5
7
9
11
13
15
2. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** tensiunea electromotoare (e_2), indusă prin cuplaj transformatoric, culeasă la bornele înfășurării secundare (S_2) a transformatorului (Tr) este proporțională cu permeabilitatea magnetică diferențială, în condițiile în care derivata curentului din primarul (P) transformatorului (Tr) este constantă. 17
19
3. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** tensiunea electromotoare (e_0), care apare datorită cuplajului magnetic ortogonal, culeasă la bornele bobinei cu număr mare de spire (N_2), este proporțională cu derivata permeabilității magnetice, în condițiile în care derivata curentului din primarul (P) transformatorului (Tr) este constantă. 21
23
4. Aparat pentru măsurarea permeabilității magnetice diferențiale și a derivatei sale la materiale magnetice și dispozitive electromagnetice, care aplică metoda de la revendicarea 1, **caracterizat prin aceea că** acesta constă într-un transformator (Tr) alcătuit dintr-un miez toroidal (m), obținut din bandă feromagnetică spiralată, realizată din materialul magnetic supus testării, străbătut de un conductor (P), primarul, parcurs de un curent alternativ (i_1), din niște secundare (S_1, S_2), un solenoid (N_c) alimentat în curent continuu pentru realizarea magnetizării ortogonale și o bobină colectoare (N_2), în scopul obținerii tensiunilor electromotoare proporționale cu mărimile magnetice investigate, ieșirile putând fi conectate la un osciloscop sau calculator. 25
27
29
31

(51) Int.Cl.

G01N 15/08 (2006.01);

G01N 27/72 (2006.01);

G01R 33/14 (2006.01)

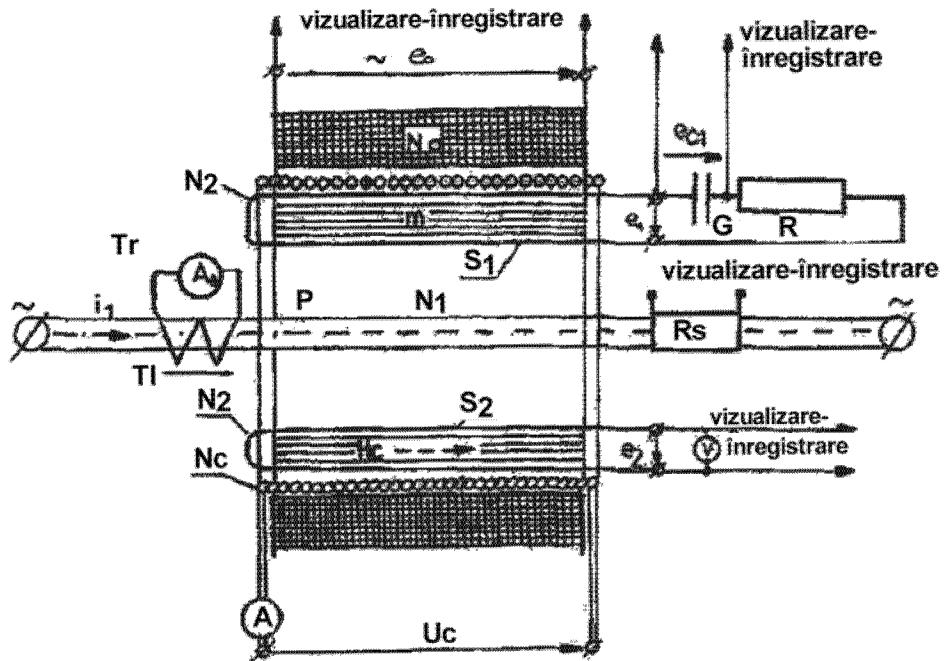


Fig. 1

(51) Int.Cl.

G01N 15/08 (2006.01);

G01N 27/72 (2006.01);

G01R 33/14 (2006.01)

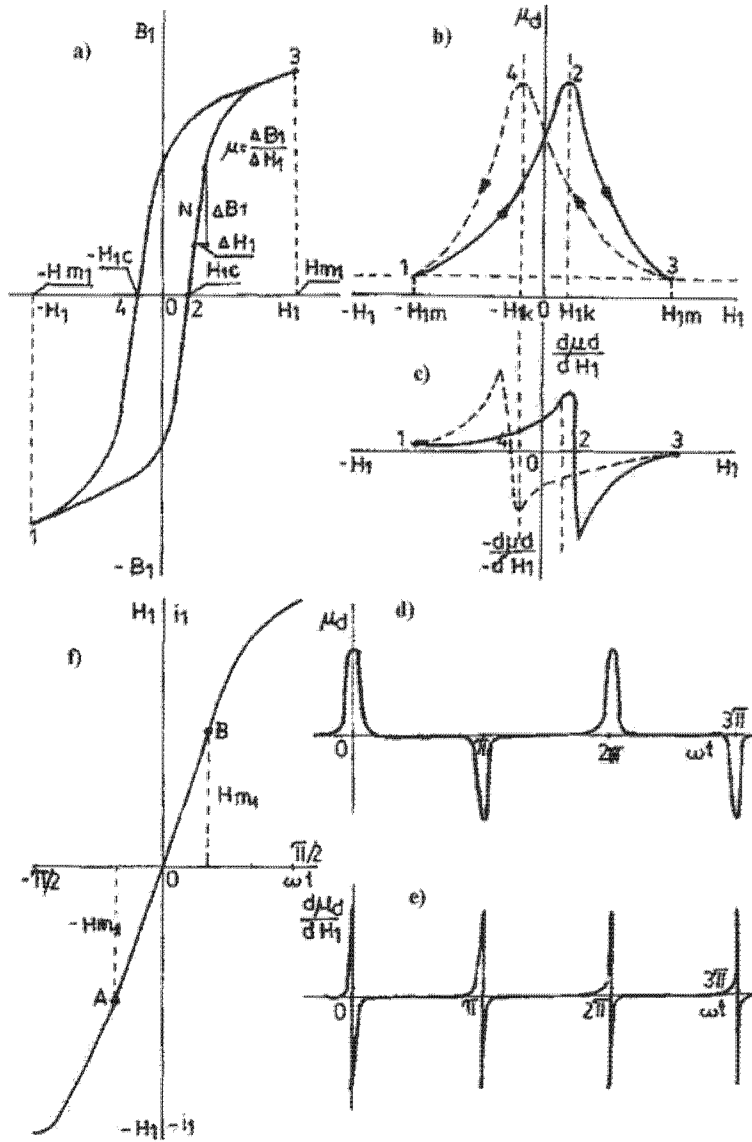


Fig. 2



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 312/2012