



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2015 00048**

(22) Data de depozit: **23/01/2015**

(41) Data publicării cererii:
29/07/2016 BOPI nr. 7/2016

(71) Solicitant:
• **ICPE S.A., SPLAIUL UNIRII NR. 313,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **HANTILA IOAN FLOREA, STR. RITMULUI
NR. 2, BL. 439, SC. A, ET. 6, AP. 18,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **MARINESCU STELIAN, ALEEA BĂIUȚ
NR. 4, BL. C 7 BIS, SC. B, ET. 3, AP. 52,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **STANCIU VIOREL, ȘOS. MIHAI BRAVU
NR. 2, BL. 60B, SC. A, ET. 3, AP. 15,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **ANDREI PAUL CRISTIAN,
BD. N. GRIGORESCU NR. 43, BL. B1,
SC. 1, AP. 2, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,
RO;**
• **MARICARU MIHAI, ȘOS. IANCU LUI
NR. 33, BL. 105A, SC. A, ET. 4, AP. 13,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **STÂNCULESCU MARILENA,
STR. N. CONSTANTINESCU NR. 12, BL. 15,
SC. A, ET. 4, AP. 13, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO**

(54) **DISPOZITIV ȘI METODĂ PENTRU DETERMINAREA
CARACTERISTICII STATICE B-H A MATERIALELOR
FEROMAGNETICE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv și la o metodă pentru determinarea caracteristicii statice B-H, inducție magnetică - intensitatea câmpului magnetic, a materialelor feromagnetice, cu aplicații în industria electrotehnică. Dispozitivul conform invenției este format dintr-un circuit magnetic în care una dintre laturile exterioare conține o piesă (4) a cărei caracteristică B-H urmează să fie determinată, celelalte laturi (1, 2, 3) ale circuitului magnetic fiind realizate din materiale cu caracteristici B-H cunoscute, iar în centrul circuitului laturile (2, 3) formând un jug median, întrerupt de un întrefier, din două bobine (5, 6) plasate în cele două ferestre ale circuitului magnetic, parcurse de curenții i_1 și i_2 , dintr-o placă având sonde (10) Hall, plasată în întrefierul din jugul median, sondele (10) fiind egal distribuite de-a lungul întrefierului, astfel încât din suma componentelor transversale ale inducțiilor magnetice detectate de aceste sonde (10) să rezulte că fluxul magnetic din jugul median este nul. Metoda conform invenției constă în alimentarea celei de-a doua bobine (6) cu un curent i_2 având anumite valori, crescătoare cu un pas Δi_2 , după care se caută valoarea curentului i_1 din prima bobină (5) pentru care fluxul magnetic din jugul median este nul, obținându-se astfel un șir de perechi de curenți ai celor două bobine (5, 6), iar pentru determinarea caracteristicii B-H a unei piese (4), se ia prima pereche de

curenți, se determină câmpul magnetic și fluxul, presupunând că relația B-H pornește liniar din origine, cu o pantă μ , se găsește valoarea pantei $\mu^{(1)}$ pentru care fluxul este nul, după care se determină valoarea maximă a inducției magnetice din piesă (4), caracteristica B-H fiind descrisă de dreapta de pantă $\mu^{(1)}$, panta determinându-se prin metoda secantei, și apoi se continuă procedura, obținând în final caracteristica B-H liniară pe porțiuni.

Revendicări: 3
Figuri: 3

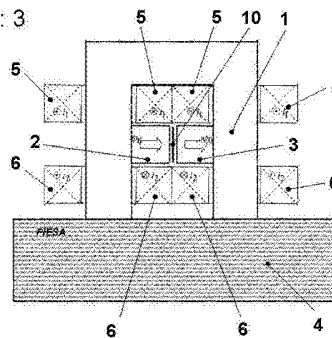
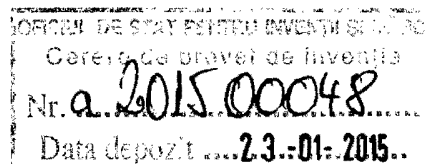


Fig. 1



36



Dispozitiv si metoda pentru determinarea caracteristicii statice B-H a materialelor feromagnetice

Inventia se refera la un dispozitiv si metoda pentru determinarea caracteristicii statice B-H a materialelor feromagnetice, cu aplicatii in industria electrotehnica.

Se cunosc dispozitive si metode pentru determinarea caracteristicii B-H a materialelor feromagnetice. La toate, sunt folosite esantioane din materialul studiat, avand o geometrie speciala, impusa de instalatie, iar curentul de excitatie este variabil in timp. De exemplu, Cadrul Epstein masoara caracteristici B-H pentru tole de anumite dimensiuni, ce formeaza cele 4 laturi ale circuitului magnetic. La colturi aceste tole se intretes pentru a reduce reluctanta intrefierului. Se admite ca de-a lungul circuitului magnetic intensitatea campului magnetic si inductia magnetica sunt constante si ca urmare valoarea curentul ce alimenteaza bobinele de excitatie este proportionala cu intensitatea campului magnetic H , iar inductia magnetica B este proportionala cu integrala in timp a tensiunii de la bornele bobinei de masurare a fluxului magnetic (variabil in timp).

Pentru micșorarea erorilor introduse de neuniformitatea campului se utilizeaza esantioane de forma toroidale, care sunt relativ greu de produs.

Alt dispozitiv este Testerul unitolă (SST), de preferat cu două juguri. Esantionul format dintr-o singura tola are rolul de a face aproape neglijabila reluctanta jugurilor. Intensitatii campului magnetic se poate obtine prin masurarea curentului de excitatie, dar utilizarea unui cordon Rogowski, plasat de-a lungul tolei, elimina caderile de tensiune magnetica din juguri. Evident, campul magnetic trebuie sa fie variabil in timp.

Aceste dispozitive si metode prezinta urmatoarele dezavantaje:

- necesita esantioane cu geometrie speciala, cu dimensiuni specifice bine definite;

- campului magnetic este neuniform, fluxul magnetic de dispersie (care nu trece prin esantion) nu este nul si caderile de tensiune magnetica la colturi nu sunt nule, iar ca urmare, nu se pot preciza cu exactitate valorile intensitatii campului magnetic si a inductiei magnetice masurate;

- curentul de excitatie este variabil in timp pentru a produce tensiune la bornele de masurare a fluxului magnetic;

- o valoare mai mare a tensiunii la bornele bobinei de masurare a fluxului magnetic, implica o modificare mai rapida in timp a campului magnetic, iar aparitia curentilor turbionari influenteaza acuratetea masurarii;

- la metoda unitola, utilizarea cordonului Rogowski are dezavantajul ca valoarea tensiunii magnetice masurate de acesta depinde de distanta fata de tola.

Problema pe care o rezolvă invenția este determinarea caracteristicii statice B-H a materialelor feromagnetice, utilizand un circuit magnetic in care sunt masurati curentii a 2 bobine si este controlata valoarea nula a fluxului magnetic pe un jug median. Folosind acesti curenti, un program de camp magnetic stationar pentru medii neliniare permite ridicarea caracteristicii B-H.

Inventia inlatura dezavantajele mentionate prin aceea ca:

- nu necesita producerea unui camp magnetic uniform pentru a determina caracteristica B-H;

- nu necesita esantioane cu geometrie speciala, se poate determina caracteristica B-H pentru orice forma de piesa, singura conditie fiind existenta unor zone plane pe suprafata piesei, unde sa se poata atasa dispozitivul de masurare, iar alimentarea cu curent continuu a bobinelor dispozitivului propus in inventie produce o forta magnetica de atractie catre piesa;

- pentru viteza mare de obtinere a caracteristicii si acuratete relativ mare, pot fi utilizate esantioane cu forme simple;

- nu sunt masurate valorile inductiei magnetice si a intensitatii campului magnetic, ci se face simpla masurare a doi curenti;

- neuniformitatea campului magnetic nu influenteaza acuratetea masurarii,

- masurarea inductiei magnetice nu este conditionata de variatia in timp a acesteia;

Se da in continuare un exemplu de realizare a inventiei, in legatura cu figurile 1,2,3, care reprezinta:

-fig.1, Schema de principiu a dispozitivului;

-fig.2, Jug median fara intrefier;

-fig.3, Dispozitiv cu esantion

Conform inventiei, dispozitivul se compune dintr- un circuit magnetic 1,2,3,4 ca in Fig.1 sau Fig.3, in care una din laturile exterioare contine piesa (esantionul) 4 a carei caracteristica B-H urmeaza sa fie determinata. Materialele celorlalte laturi ale circuitului magnetic 1,2,3, au caracteristici B-H cunoscute, cu permeabilitate magnetic statica relative buna. In centru se afla un jug median 2,3, intrerupt de un intrefier. In cele 2 ferestre ale circuitului magnetic sunt plasate 2 bobine 5,6, parcurse de curentii i_1 si i_2 . Se alimenteaza bobina 6, cu valori ale curentului i_2 , crescatoare cu un pas Δi_2 . Pentru fiecare valoare a lui i_2 , se cauta valoarea curentului i_1 din bobina 5 pentru care rezulta fluxul magnetic nul ($\varphi_0=0$) in jugul median 2,3. In intrefierul din jugul median sunt plasate mai multe sonde Hall (10), in puncte egal distribuite de-a lungul intrefierului, astfel incat suma componentelor transversale ale inductiilor magnetice detectate de aceste sonde sa fie nula si deci fluxul magnetic din jugul median este nul $\varphi_0=0$.

Conform inventiei, in loc de intrefier, jugul median (Fig.2) poate contine o piesa 7 (ferosonda), cu ajutorul careia se poate stabili ca fluxul magnetic prin jugul median este nul $\varphi_0=0$. Caracteristica B-H a piesei 7 este puternic crescatoare pana in cotul de saturatie, dupa cotul de saturatie avand o permeabilitate dinamica mult mai mica (de ex., aliajul FINEMET). Piesa 7 are o mica fereastra astfel incat pe cele 2 laturi ale ferestrei se pot plasa 2 bobine 8,9, cu numar egal de spire si inseriate, astfel incat sa produca un flux magnetic propriu φ_s in jurul ferestrei. Pe una din laturile ferestrei, fluxul φ_s se aduna fluxului φ_0 , in timp ce pe latura opusa, se scade din φ_0 . Bobinele 8,9 sunt alimentate cu o tensiune sinusoidala astfel incat, atunci cand fluxul φ_0 este nul, inductia magnetica din laturile ferestrei sa atinga punctual de saturatie, fara a-l depasi. Daca φ_0 nu este nul, punctual de saturatie este depasit si "reluctanta" piesei 7 scade. La o valoare data a curentului i_2 , cautam curentul i_1 pentru care valoarea efectiva a curentului din bobina 8,9 este minima. Atunci $\varphi_0=0$.

Conform inventiei, metoda de determinare a caracteristicii B-H a piesei (esantionului) este urmatorul :

Se procedeaza la masurari pe dispozitiv, se alimenteaza bobina 6, cu valori ale curentului i_2 , crescatoare cu un pas Δi_2 . Pentru fiecare valoare a lui i_2 , se cauta valoarea curentului i_1 din bobina 5 pentru care rezulta fluxul magnetic nul ($\varphi_0=0$) in jugul median 2,3. Urmare a masuratorilor obtinem un sir de perechi $(i_2^{(k)}, i_1^{(k)})$ ai curentilor din bobinele 5 si 6. Pentru prima pereche $(i_2^{(1)}, i_1^{(1)})$ se determina campul magnetic $(\mathbf{B}, \mathbf{H})$ care verifica ecuatiile:

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J}, \quad (1)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0, \quad (2)$$

$$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{B}}{\mu_0}, \text{ in aer}, \quad (3)$$

$$\mathbf{H} = F(\mathbf{B}), \text{ in materialul magnetic al dispozitivului}. \quad (4)$$

unde $\mathbf{J}$ este densitatea de curent impusa de curentii $i_2^{(1)}, i_1^{(1)}$ ce strabat cele 2 bobine. Pentru piesa studiata, se presupune ca relatia B-H porneste liniar din origine, cu o panta μ (se admite ca materialul piesei este izotrop si omogen):

$$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{B}}{\mu}. \quad (5)$$

Se determina apoi fluxul φ_0 , Se cauta valoarea $\mu^{(1)}$ pentru care $\varphi_0=0$. Se determina valoarea maxima $B^{(1)}$ din piesa (esantion). Pentru $B \in [0, B^{(1)}]$ caracteristica B-H este descrisa de dreapta de panta $\mu^{(1)}$:

$$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{B}}{\mu^{(1)}}. \quad (6)$$

Cautarea valorii $\mu^{(1)}$ se poate face prin metoda secantei.

In continuare, pentru perechea $(i_2^{(2)}, i_1^{(2)})$, se determina campul magnetic care verifica ecuatiile (1),..., (4). Pentru piesa cercetata, se cauta prelungirea liniara a caracteristicii B-H peste valoarea $B^{(1)}$. Deci se cauta panta $\mu^{(2)}$ pentru care $\varphi_0=0$.

Aceasta panta este valabila pentru $B \in [B^{(1)}, B^{(2)}]$, unde $B^{(2)}$ este noua valoare maxima a inductiei magnetice din piesa (esantion). Extinderea caracteristicii B-H este:

$$H = \begin{cases} \frac{B}{\mu^{(1)}}, & \text{pt. } B \in [0, B^{(1)}] \\ H - H^{(1)} = \frac{B - B^{(1)}}{\mu^{(2)}}, & \text{pt. } B \in [B^{(1)}, B^{(2)}] \end{cases} \quad (7)$$

Se continua procedura, obtinand in final caracteristica B-H liniara pe portiuni a piesei 4. Aproximarea liniara pe portiuni este cu atat mai fina cu cat alegem pasul Δi_2 mai mic.

Inventia are urmatoarele avantaje:

- nu este necesara producerea unui camp magnetic uniform pentru a determina caracteristica B-H;

- se poate determina caracteristica B-H pentru orice forma de piesa, singura conditie fiind existenta unor zone plane pe suprafata piesei, unde sa se poata atasa circuitul magnetic de masurare. alimentarea cu curent a bobinelor dispozitivului produce o forta magnetica de atractie catre piesa;

- sunt masurati doar cei 2 curenti bobinele 5,6, in conditiile fluxului magnetic nul din jugul median $\varphi_0=0$;

- nu este necesara masurarea fluxului magnetic din jugul median, ci doar asigurarea ca acest flux are valoare nula (asemanator puntii Wheatstone);

- deoarece fluxul din jugul median este nul, valoarea reluctantei acestui jug nu influenteaza masurarea si nici calculul campului magnetic;

- la calculul campului magnetic, forma si materialul din jugul median pot fi alese arbitrar;

- metoda de masurare nu este conditionata de variatia in timp a curentilor din bobine.

Revendicari

1. Dispozitiv pentru determinarea caracteristicii statice B-H a materialelor feromagnetice, caracterizat prin aceea ca este format dintr-un circuit magnetic (1,2,3,4), in care una din laturile exterioare contine piesa (esantionul) (4) a carei caracteristica B-H urmeaza sa fie determinata, in centru se afla un jug median (2,3), intrerupt de un intrefier, in cele 2 ferestre ale circuitului magnetic sunt plasate 2 bobine (5,6), parcurse de curentii i_1 si i_2 , in intrefierul din jugul median este plasata o placa cu sonde Hall (10), egal distribuite de-a lungul intrefierului, astfel incat din suma componentelor transversale ale inductiilor magnetice detectate de aceste sonde sa rezulte ca fluxul magnetic din jugul median este nul $\varphi_0=0$.

2. Dispozitiv pentru determinarea caracteristicii statice B-H a materialelor feromagnetice, conform revendicarii 1, caracterizat prin aceea ca intrefierul din jugul median este inlocuit cu o piesa (7), cu ajutorul careia se procedeaza astfel incat fluxul magnetic prin jugul median este nul $\varphi_0=0$, caracteristica B-H a piesei (7) este puternic crescatoare pana in cotul de saturatie, dupa cotul de saturatie avand o permeabilitate dinamica mult mai mica, piesa (7) are o mica fereastră, pe cele 2 laturi ale ferestrei se pot plasa 2 bobine (8,9), cu numar egal de spire si inseriate, astfel incat sa produca un flux magnetic propriu φ_s in jurul fereastrei, pe una din laturile ferestrei, fluxul φ_s se aduna fluxului φ_0 , in timp ce pe latura opusa, se scade din φ_0 , bobinele (8,9) sunt alimentate cu o tensiune sinusoidala astfel incat, atunci cand fluxul φ_0 este nul, inductia magnetica din laturile ferestrei sa atinga punctul de saturatie, daca φ_0 nu este nul, punctul de saturatie este depasit si "reluctanta" piesei (7) scade, la o valoare data a curentului i_2 , cautam curentul i_1 pentru care valoarea efectiva a curentului din bobina (8,9) este minima, iar atunci $\varphi_0=0$.

3. Metoda de determinare a caracteristicii statice B-H a materialelor feromagnetice, caracterizata prin aceea ca se alimenteaza bobina (6), cu valori ale curentului i_2 , crescatoare cu un pas Δi_2 , pentru fiecare valoare $i_2^{(k)}$ a lui i_2 , se cauta

valoarea $i_j^{(k)}$ a curentului i_j din bobina (5) pentru care fluxul magnetic din jugul median (2,3) este nul ($\varphi_0=0$), se obtine un sir de perechi de curenti $(i_2^{(k)}, i_1^{(k)})$, $k=1,2,\dots$ ai celor 2 bobine (5,6), astfel incat fluxul magnetic din jugul median sa fie nul, iar ca **metoda si program de calcul** pentru "constructia succesiva" a caracteristica B-H a piesei (esantionului) se procedeaza astfel: pentru prima pereche $(i_2^{(1)}, i_1^{(1)})$ se determina campul magnetic si fluxul φ_0 , presupunand ca relatia B-H porneste liniar din origine, cu o panta μ , se gaseste valoarea $\mu^{(1)}$ pentru care $\varphi_0=0$, se determina valoarea maxima $B^{(1)}$ din piesa (esantion) si pentru $B \in [0, B^{(1)}]$ caracteristica B-H este descrisa de dreapta de panta $\mu^{(1)}$, cautarea valorii $\mu^{(1)}$ se face prin metoda secantei, se determina campul magnetic si fluxul φ_0 , pentru perechea $(i_2^{(2)}, i_1^{(2)})$, admitand prelungirea liniara a caracteristicii B-H peste valoarea $B^{(1)}$ pentru piesa cercetata, se obtine panta $\mu^{(2)}$ pentru care $\varphi_0=0$, aceasta prelungire liniara este valabila pentru $B \in [B^{(1)}, B^{(2)}]$, unde $B^{(2)}$ este noua valoare maxima a inductiei magnetice din piesa (esantion) si se continua procedura, obtinand in final caracteristica B-H liniara pe portiuni.

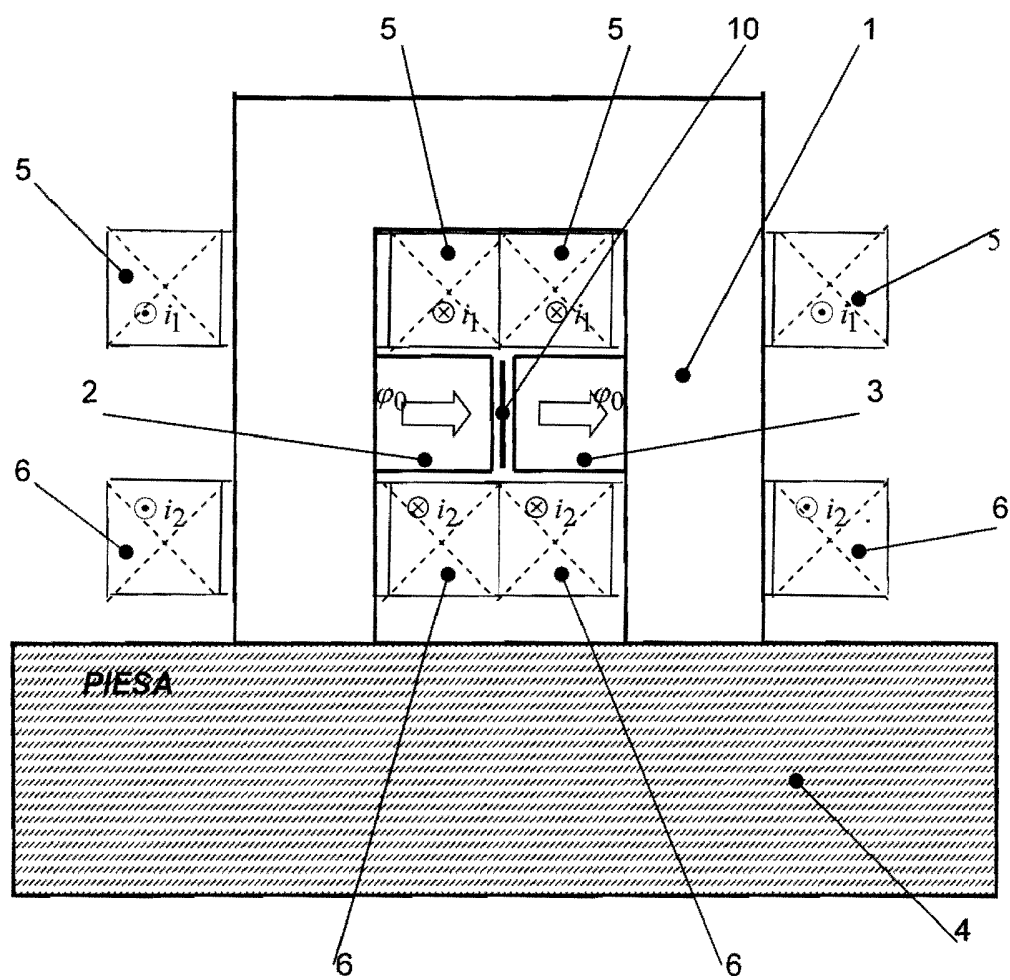


Fig.1, Schema de principiu a dispozitivului

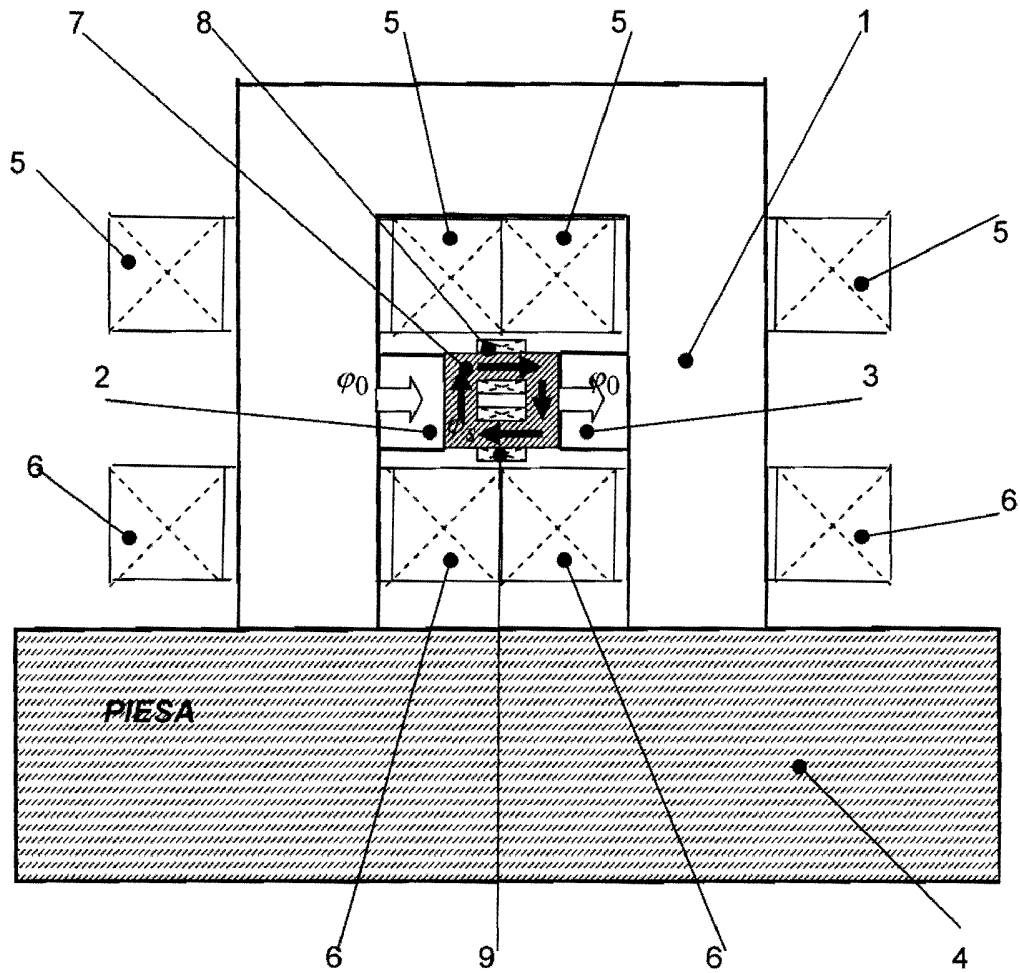


Fig.2, Jug median fara intrefier

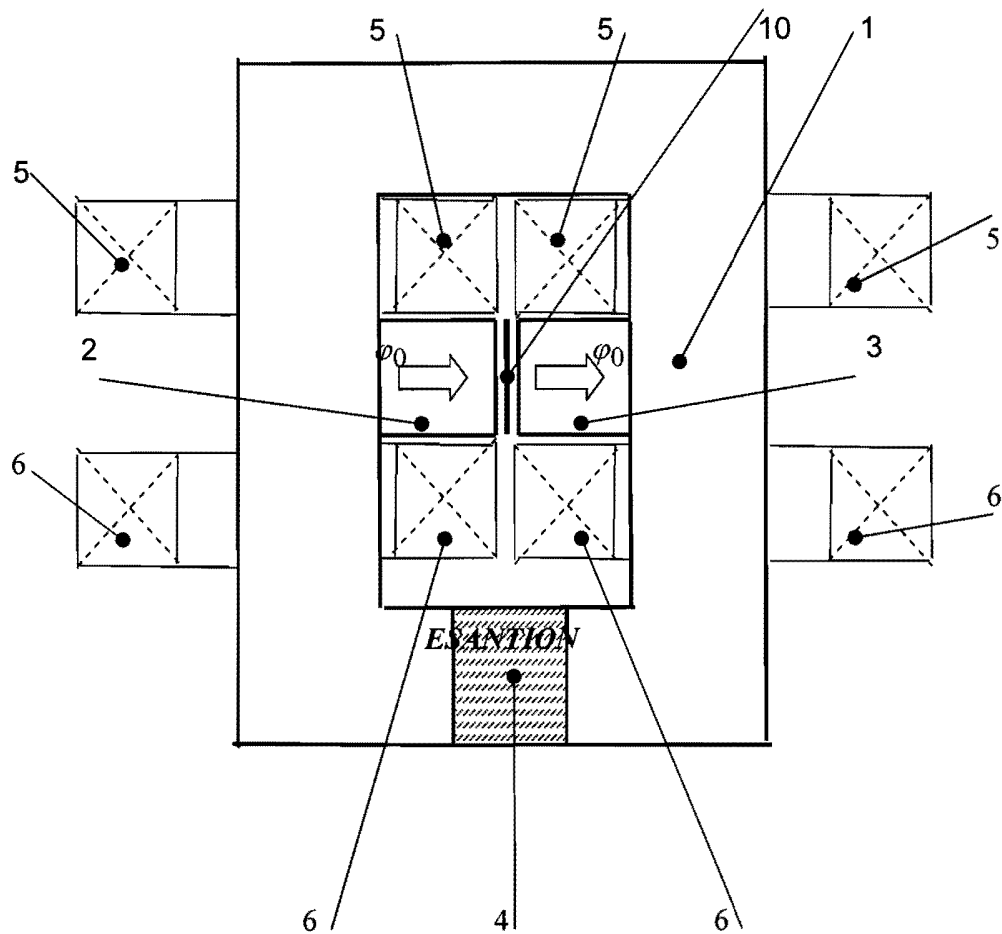


Fig.3, Dispozitiv cu esantion