



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 00233

(22) Data de depozit: 18/04/2017

(41) Data publicării cererii:  
29/09/2017 BOPI nr. 9/2017

(71) Solicitant:  
• ADAM MARICEL, STR. PĂCURARI  
NR. 150, BL.589, SC. A, AP. 6, ET. 2, IAȘI,  
IS, RO;  
• MUNTEANU ADRIAN, STR.CANTA,  
NR.15, BL.450, SC.A, ET.4, AP.20, IAȘI, IS,  
RO;  
• PANCU CĂTĂLIN MIHAI, BD.SOCOLA,  
NR.8A, BL.H2, ET.5, AP.20, IAȘI, IS, RO;  
• ANDRUȘCĂ MIHAI, STR.DALIEI, NR.70,  
BL.D4, SC.C, ET.2, AP.9, LOC.DANCU,  
HOLBOCA, IS, RO

(72) Inventatori:  
• ADAM MARICEL, STR. PĂCURARI  
NR. 150, BL. 589, SC. A, AP. 6, ET. 2, IAȘI,  
IS, RO;  
• MUNTEANU ADRIAN, STR.CANTA,  
NR.15, BL.450, SC.A, ET.4, AP.20, IAȘI, IS,  
RO;  
• PANCU CĂTĂLIN MIHAI, BD.SOCOLA,  
NR.8A, BL.H2, ET.5, AP.20, IAȘI, IS, RO;  
• ANDRUȘCĂ MIHAI, STR.DALIEI, NR.70,  
BL.D4, SC.C, ET.2, AP.9, LOC.DANCU,  
HOLBOCA, IS, RO

(54) METODĂ ȘI APARAT PENTRU MONITORIZAREA  
ȘI DIAGNOSTICAREA BOBINELOR DE JOANTĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și aparat pentru monitorizarea și diagnosticarea bobinelor de joantă, destinate a fi utilizate în circuitele din tracțiunea electrică pe șine de rulare. Metoda conform invenției constă din determinarea curenților prin cele două semi-înfășurări primare ale unei bobine de joantă, determinarea temperaturilor pe bornele de contact, pe funiile de conexiune, pe carcasa metalică sau nemetalică a bobinei de joantă și a temperaturii mediului ambiant, determinarea nivelului uleiului și analiza valorilor acestor parametri, luând în considerare parametrii de material ai elementelor constructive și o bază de date istorice, cu înregistrările anterioare ale parametrilor, în vederea stabilirii stării tehnice a bobinei de joantă. Aparatul conform invenției cuprinde traductoare de curent (TC), de temperatură (TT) și de nivel (TN), care preiau informațiile referitoare la mărimile monitorizate, un bloc al intrărilor aparatului în concordanță cu mărimile monitorizate, o unitate de control și procesare a informațiilor, controlată cu un microcontroler, care analizează și procesează valorile parametrilor monitorizați, un modul de stocare date (MSD), un modul de configurare și afișare a parametrilor, interfețe de comunicații de tip RS 232, și un bloc de alimentare (BA).

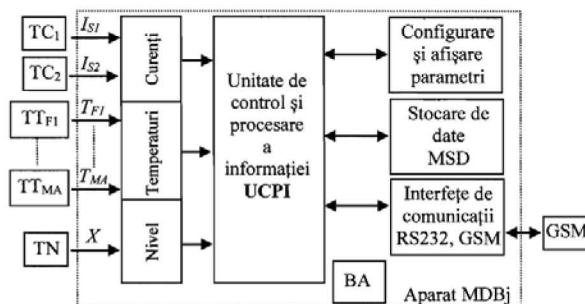
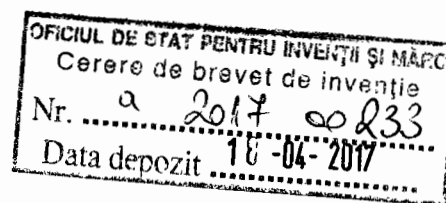


Fig. 4

Revendicări: 2  
Figuri: 4

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).





## METODĂ ȘI APARAT PENTRU MONITORIZAREA ȘI DIAGNOSTICAREA BOBINELOR DE JOANTĂ

Invenția se referă la o metodă care permite supravegherea on-line și diagnosticarea bobinelor de joantă, respectiv la un aparat, realizat pe baza acestei metode.

În cadrul activităților de mentenanță ale bobinelor de joantă s-au constatat adesea probleme legate de continuitatea circuitelor de retur ale curenților din tracțiunea electrică și anume, contacte electrice oxidate, strângerea insuficientă a bornelor de legătură, întreruperea (uneori lipsa) funiilor de legătură dintre bornele bobinei și șinele căii de rulare. Aceste probleme determină apariția unui dezechilibru între curenții de retur, prin șinele de rulare, mai mare decât cel maxim admis de 10% și care poate ajunge până la 100%. Acest fapt conduce la suprasolicitarea termică a semi-înfașurărilor bobinelor de la capetele sectorului de circulație pe care a apărut situația anormală, respectiv la blocarea (căderea) circuitului de control de pe acel sectorul de circulație. Totodată, în cazul bobinelor de joantă clasice, la care bobina funcționează imersată în ulei, s-a constatat frecvent nivel scăzut al uleiului în cuvă sau chiar lipsa acestuia, respectiv creșterea nivelului, în situația pătrunderii apei. În acest context, pentru a se limita impactul problemelor ce pot apare la bobinele de joantă, asupra circuitului de retur din tracțiunea electrică, se propune o metodă și un aparat pentru monitorizarea și diagnosticarea bobinelor de joantă.

Metoda și aparatul pentru monitorizarea și diagnosticarea bobinelor de joantă, **conform invenției**, înlătură neajunsurile menționate mai sus prin aceea că, prin cunoașterea *curenților* prin cele două semi-înfașurări primare ale bobinei de joantă, a *temperaturilor* pe

bornele de contact, pe funiile de conexiune, pe carcasa metalică sau nemetalică și a mediului ambiant, respectiv a *nivelului* uleiului (în cazul bobinei clasice) și prin analizarea valorilor acestor parametri (cu luarea în considerare a parametrilor de material ai elementelor constructive, a unei baze de date istorice, respectiv a înregistrărilor în timp real) se poate stabili starea tehnică a bobinei de joantă cu ajutorul aparatului care conține senzori/traductoare împreună cu blocurile de intrare aferente pentru monitorizarea parametrilor amintiți, o unitate de control și procesare a datelor achiziționate, un modul de stocare de date, interfețe de comunicații, un modul de configurare și afișare locală, respectiv un bloc de alimentare.

În continuare este descris un exemplu de realizare, în legătură și cu Fig.1, ..., 4 care prezintă:

- Fig.1, structura unui sistem de alimentare din tracțiunea electrică;
- Fig.2, schema electrică a bobinei de joantă în varianta simplă (a), dublă (b);
- Fig.3, parametrii monitorizați;
- Fig.4, schema de principiu a aparatului pentru monitorizarea și diagnosticarea bobinelor de joantă.

În Fig.1 este prezentată structura unui sistem de alimentare în curent alternativ monofazat la 25 kV – 50 Hz, din tracțiunea electrică feroviară, care cuprinde:

- sursa de alimentare (STE - stație/substație de tracțiune electrică);
- linie de contact (LC);
- consumator (LE - locomotivă electrică, ramă electrică);
- circuit de retur (S1, S2 - șine de cale ferată, Bj - bobina de joantă, FÎ - fider de întoarcere, Pp - priză de pământ).

În cazul sistemului de alimentare în curent alternativ monofazat la 25 kV - 50 Hz, din tracțiunea electrică, întoarcerea curentului de tracțiune la stația electrică se face prin șinele de rulare ale căii ferate, respectiv fiderii de întoarcere. Șinele de rulare S1 și S2 sunt secționare la anumite lungimi, numite sectoare de circulație (SC1, SC2, SC3), cu joante izolante (JI), în scopul controlului și semnalizării poziției materialului rulant, Fig.1. Trecerea curentului de tracțiune de la un sector de circulație, la altul, se face prin intermediul bobinelor de joantă, care asigură astfel continuitatea circuitului de întoarcere a curentului la sursa de alimentare. Bobinele de joantă sunt montate pe liniile electrificate, pentru asigurarea circuitului de retur al curentului de tracțiune electrică și pentru separarea curentului de semnalizare din circuitele aferente secțiunilor izolate ale sectoarelor de circulație, față de curentul de tracțiune.

Bobina de joantă este de fapt un transformator având un miez feromagnetic de tablă silicioasă pe care se montează două înfășurări: înfășurarea curentului de tracțiune (denumită principală sau primară și dimensionată la un curent nominal de  $2 \times 250$  A), care prezintă o priză mediană, având bornele de conexiuni: A1-M-A2; înfășurarea curentului de control (denumită auxiliară sau secundară) cu bornele B1-B2, Fig.2a. Din punct de vedere constructiv ele pot fi în varianta simplă (Fig.2a) sau dublă (Fig.2b). Se întâlnesc, în exploatare, bobine de joantă simple în carcasă de fontă (bobine clasice), respectiv bobine de joantă simple sau duble în carcase de poliamidă sau poliesther armate cu fibre de sticlă. Bobina de joantă clasică<sub>Bj</sub> cuprinde o carcasă de fontă în care este montat transformatorul realizat pe un miez magnetic de tip manta și care funcționează imersat în ulei de transformator.

În funcționarea normală a sistemului de alimentare a tracțiunii electrice, curentul total de tracțiune,  $I_{LC}$ , Fig.1, se va distribui aproximativ egal pe cele două șine ( $I_{S1} \approx I_{S2} \approx 0,5 I_{LC}$ ). Această repartiție aproximativ egală, a curentului total de tracțiune, se realizează dacă impedanțele (rezistențe, reactanțe) celor două căi ale circuitului de retur corespunzătoare unui sector de circulație sunt egale. Elementele unei căi, a unui sector de circulație, sunt: șina; o semi-înfășurare primară a unei bobine de joantă de la un capăt al sectorului, respectiv o altă semi-înfășurare primară a bobinei de joantă de la celălalt capăt al sectorului; conductoarele (funiile) de conexiune dintre bornele bobinelor de joantă și șină. La impedanțele acestor elemente se adaugă rezistențele corespunzătoare contactelor dintre funiile de conexiune și șină, respectiv dintre funiile de legătură și bornele bobinelor de joantă. În practică, impedanțele echivalente ale celor două căi nu sunt egale din considerente precum: asimetria izolării față de pământ a șinelor; influența șinelor vecine, a armăturilor metalice ale stâlpilor de susținere a liniei de contact, a construcțiilor metalice subterane etc. Pentru o bună funcționare a circuitelor de control se admite un dezechilibru între cei doi curenți de maximum 10%.

În exploatarea instalațiilor, din cadrul sistemului de alimentare a tracțiunii electrice, poate apare situația anormală de funcționare când dezechilibrul curenților depășește această limită maximă admisă. Creșterea dezechilibrului curenților se datorează creșterii valorilor unor rezistențe corespunzătoare contactelor dintre funiile de conexiune și șină, respectiv dintre funiile de legătură și bornele bobinelor de joantă. Creșterea valorilor unor rezistențe de contact este datorată, în principal, oxidării excesive a suprafețelor de contact, respectiv scăderii forțelor de apăsare pe contacte. Creșterea valorilor rezistențelor de contact și curenții de ordinul sutelor de amperi care traversează aceste contacte vor determina încălziri excesive

în zonele respective (pierderea de putere fiind dată de relația:  $R_c I^2$ , unde  $R_c$  este rezistența de contact, iar  $I$  – curentul care traversează contactul). Astfel, aceste încălzii excesive repetate pot determina, în final, întreruperea legăturii dintre o bornă a bobinei de joantă și una din șinele de cale ferată, caz în care se ajunge la un dezechilibru de 100%. În această situație, pe sectorul de circulație pe care s-a produs incidentul, curentul total de tracțiune,  $I_{LC}$ , Fig.1, va circula doar prin cealaltă șină, cea care a rămas conectată electric la bobinele de joantă. Astfel, pe durata de existență a acestei situații nedorite, semi-înfășurările celor două bobine de la capetele sectorului, cu legăturile electrice aferente, prin care se închide curentul total de tracțiune vor fi suprasolicitate din punct de vedere termic. Totodată, pe sectorul respectiv de circulație semnalul circuitului de control se va bloca.

Limitarea efectelor unui asemenea incident, respectiv înlăturarea pe cât este posibil a apariției acestei situații anormale, se poate realiza prin cunoașterea *curenților* prin cele două semi-înfășurări primare ale bobinei de joantă, a *temperaturilor* pe bornele de contact, pe funiile de conexiune, pe carcasa metalică sau nemetalică a bobinei și a temperaturii mediului ambiant, respectiv a *nivelului* uleiului (în cazul bobinei clasice) și prin analizarea valorilor acestor parametri (cu luarea în considerare a parametrilor de material ai elementelor constructive, respectiv a unei baze de date istorice, cu înregistrările anterioare ale parametrilor) se poate stabili starea tehnică a bobinei de joantă, Fig.3. Astfel, prin supravegherea curenților prin cele două semi-înfășurări primare ale bobinei de joantă,  $I_{S1}$  și  $I_{S2}$ , cu ajutorul traductoarelor de curent  $TC_1$  și  $TC_2$ , se poate determina cu ușurință dezechilibrul de curenți și preciza, eventuala întrerupere a unei conexiuni între o bornă a bobinei de joantă și una din șine (la dezechilibrul de 100%). Cunoașterea temperaturilor  $T_{A1}$ ,  $T_{A2}$ ,  $T_M$ ,  $T_{F1}$ ,  $T_{F2}$ ,  $T_{FM}$ ,  $T_C$  și  $T_{MA}$ , în diverse zone ale bobinei de joantă (bornele de conexiuni A1, A2 și M, conductoarele de conexiuni F1, F2 și FM, carcasa bobinei C și mediul ambiant MA) cu ajutorul traductoarelor de temperatură  $TT_{A1}$ ,  $TT_{A2}$ ,  $TT_M$ ,  $TT_{F1}$ ,  $TT_{F2}$ ,  $TT_{FM}$ ,  $TT_C$  și  $TT_{MA}$ , permite aprecierea stării zonelor electrice monitorizate.

Corelat și cu valorile curenților ce le străbat, o temperatură mai mare într-o zonă de contact (de exemplu  $T_{A1}$ ), față de o alta (de exemplu  $T_{A2}$ ), indică o creștere a rezistenței de contact în prima zonă, deci o degradare a stării contactului respectiv. Cunoașterea temperaturii pe carcasa bobinei ( $T_C$ ), permite aprecieri asupra surselor de căldură din interiorul carcasei bobinei, respectiv asupra condițiilor de răcire. Sursele de căldură sunt datorate, în principal, pierderilor prin efect Joule în înfășurările bobinei și în legăturile de conexiuni din interiorul carcasei, respectiv pierderilor prin histerezis și curenți turbionari din

circuitul magnetic. O creștere a temperaturii carcasei, la aceeași valoare a curentului, corelat și cu temperatura mediului ambiant, se poate datora: deteriorării zonelor de contact din interiorul bobinei; apariției unor spire în scurtcircuit; deteriorării circuitului magnetic; nivelului scăzut de ulei sau lipsa acestuia (în cazul bobinei de joantă clasice), nivelul de ulei  $X$  fiind supravegheat cu traductorul de nivel TN.

Schema de principiu a aparatului pentru monitorizarea și diagnosticarea bobinei de joantă, realizat pe baza metodei descrise, este prezentată în Fig.4. Aparatul, **conform invenției**, cuprinde: - traductoarele de curent TC, de temperatura TT și de nivel TN; - un bloc al intrărilor aparatului în concordanță cu mărimile monitorizate; - o unitate de control și procesare a informațiilor, UCPI, controlată cu microcontroler; - un modul de stocare de date, MSD; - un modul de configurare și de afișare a parametrilor aparatului; - interfețe de comunicații de tip RS 232, respectiv GSM; - bloc de alimentare, BA.

Traductoarele de curent TC, cele de temperatură TT și cel de nivel TN preiau informațiile despre mărimile monitorizate ale bobinei de joantă și le aplică intrărilor analogice (separate galvanic) ale aparatului. Valorile mărimilor supravegheate sunt transmise mai departe unei unități de control și procesare a informațiilor, UCPI, care prin analizarea și procesarea valorilor acestor parametri și luarea în considerare a parametrilor de material ai elementelor constructive, respectiv a unei baze de date istorice, cu înregistrările anterioare ale parametrilor, stabilește starea tehnică a bobinei de joantă.

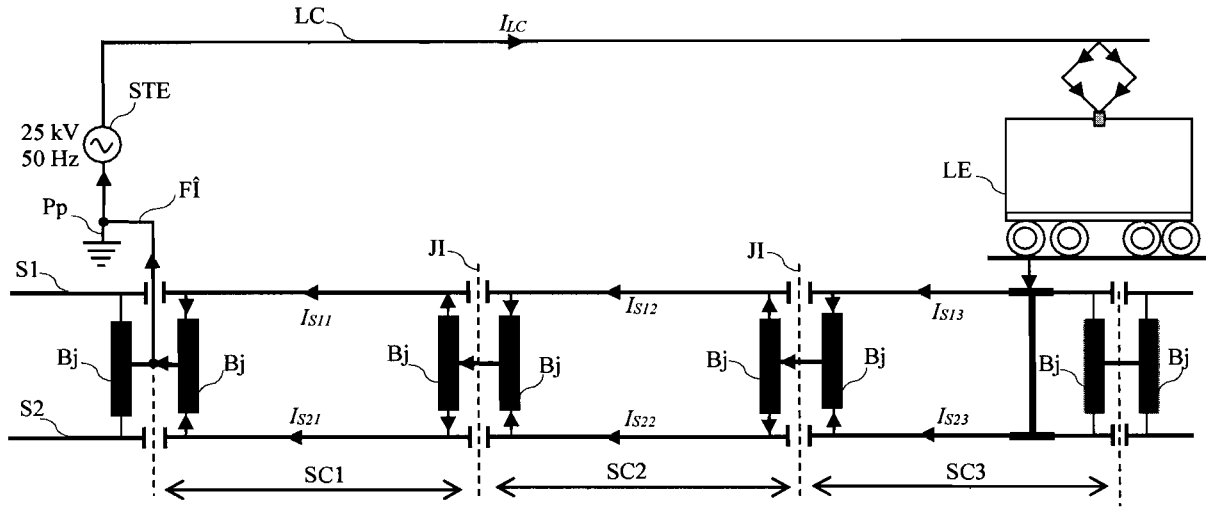
Prin intermediul modulului de configurare și de afișare, utilizatorul poate seta tipul bobinei de joantă monitorizate, localizarea acesteia, caracteristicile traductoarelor utilizate, valorile de prag ale parametrilor monitorizați, pragurile de dezechilibru ale curenților. Totodată, aparatul, prin blocul MSD, are posibilitatea de stocare locală a valorilor mărimilor supravegheate în momentul apariției unui eveniment (depășirea limitelor de prag, a întreruperii unei conexiuni etc.).

Aparatul este capabil să afișeze local și să transmită la distanță prin intermediul unui modem GSM, următoarele alarme:

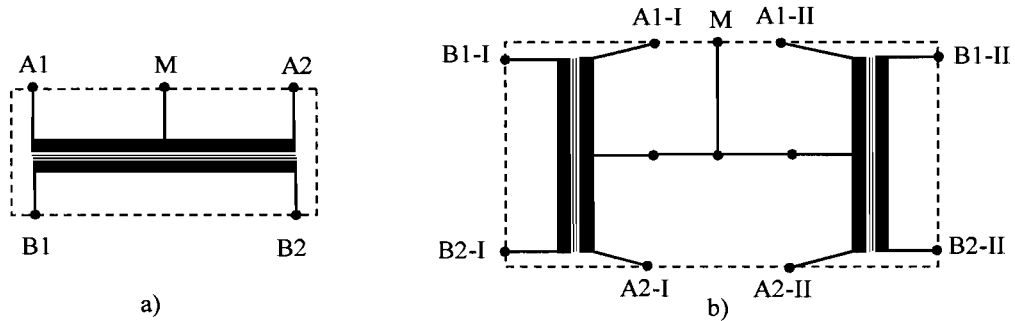
- depășirea unei limite minime/maxime de temperatură pentru fiecare dintre punctele de temperatură monitorizate;
- depășirea curentului maxim admis prin fiecare semiînfașurare a bobinei de joantă;
- depășirea unui dezechilibru maxim admis între curenții de pe fiecare șină;
- întreruperea unei funii de conexiune;
- scăderea/creșterea nivelului de ulei sub/peste pragurile prestabilite.

## REVENDICĂRI

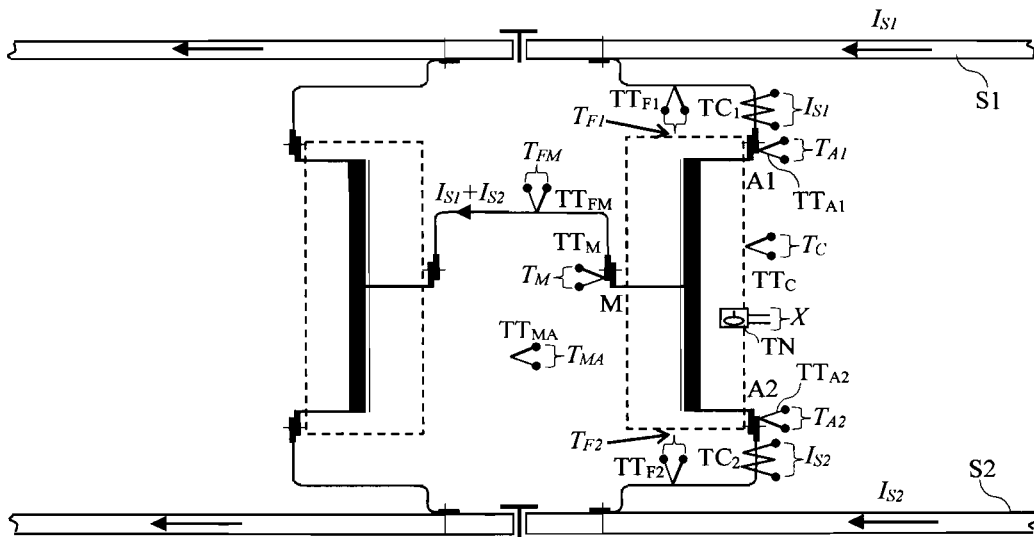
1. Metodă de supraveghere și diagnosticare a bobinelor de joantă **caracterizată prin aceea că** prin cunoașterea *curenților* prin cele două semi-înfășurări primare ale bobinei de joantă, a *temperaturilor* pe bornele de contact, pe funiile de conexiune, pe carcasa metalică sau nemetalică a bobinei și a temperaturii mediului ambiant, respectiv a *nivelului* uleiului (în cazul bobinei de joantă clasice) și prin analizarea valorilor acestor parametri cu luarea în considerare a parametrilor de material ai elementelor constructive, respectiv a unei baze de date istorice, cu înregistrările anterioare ale parametrilor, se poate stabili starea tehnică a bobinei de joantă.
2. Aparat pentru monitorizarea și diagnosticarea bobinelor de joantă, realizat pe baza metodei de supraveghere și diagnosticare a acestora, **caracterizat prin aceea că** este format din:
  - traductoarele de curent TC, de temperatura TT și de nivel TN care preiau informațiile despre mărimile monitorizate; - un bloc al intrărilor aparatului în concordanță cu mărimile monitorizate; - o unitate de control și procesare a informațiilor, controlată cu microcontroler, care analizează și procesează valorile parametrilor supravegheați și prin luarea în considerare a parametrilor de material ai elementelor constructive, respectiv a unei baze de date istorice, cu înregistrările anterioare ale parametrilor, stabilește starea tehnică a bobinei de joantă; - un modul de stocare de date, MSD; - un modul de configurare și de afișare a parametrilor aparatului; - interfețe de comunicații de tip RS 232, respectiv GSM; - bloc de alimentare, BA.



**Fig.1.** Structura unui sistem de alimentare din tracțiunea electrică

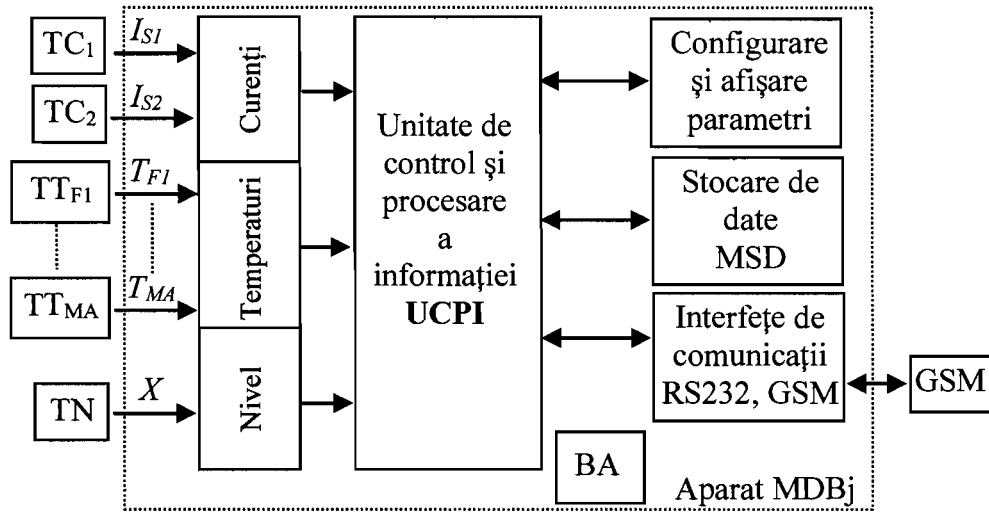


**Fig.2** Schema electrică a bobinei de joantă în varianta: a) simplă; b) dublă



**Fig.3** Parametrii monitorizați





**Fig.4** Schema de principiu a aparatului pentru monitorizarea și diagnosticarea bobinei de joantă