

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2007 00922**

(22) Data de depozit: **28.12.2007**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.06.2014** BOPI nr. **6/2014**

(41) Data publicării cererii:
30.06.2009 BOPI nr. **6/2009**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN SUDURĂ
ȘI ÎNCERCĂRI DE MATERIALE - ISIM
TIMIȘOARA, BD. MIHAI VITEAZU NR.30,
TIMIȘOARA, TM, RO**

(72) Inventatori:
• **DEHELEAN DORIN, STR.SOCRATE
NR.10/A, TIMIȘOARA, TM, RO;**
• **COJOCARU RADU, BD.REGELE CAROL I
NR.2, AP.4A, TIMIȘOARA, TM, RO;**
• **VERBIȚCHI VICTOR,
STR. DUMITRU KIRIAC, NR.10, AP.11,
TIMIȘOARA, TM, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**RO 54995; RO 92174; RO a 2007 00726 A0;
US 2004050182 A1; JP 2003294553 A**

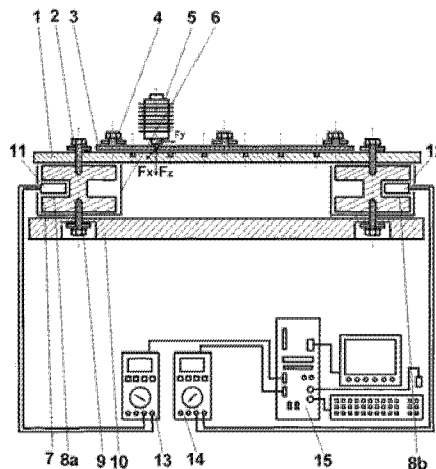
(54) SISTEM DE MĂSURARE A FORȚELOR LA ECHIPAMENTE INDUSTRIALE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un sistem pentru măsurarea forțelor statice în vederea verificării, monitorizării și arhivării parametrilor de funcționare ai unui echipament sau utilaj industrial. Metoda conform invenției constă în măsurarea deformațiilor unui element deformabil, prin folosirea unui traductor Hall, pentru intensitatea câmpului magnetic din anumite spații întrefier din elementul deformabil, respectiv, prin fabricarea unui traductor capacitiv pentru anumite interstiiții din elementul deformabil, semnalele date de aceste traductoare fiind măsurate cu ajutorul unor aparate cu o clasă de precizie determinată, calibrarea întregului sistem de măsurare a forțelor fiind făcută pe baza relațiilor de proporționalitate dintre semnalul electric - deformare - forță. Sistemul conform invenției este constituit dintr-o placă (1) de bază prin care trec niște șuruburi (4) de prindere de pe o parte (2) superioară, pe placa (1) de bază fiind amplasate și fixate cu șuruburi (4) niște piese (3) aferente procesului tehnologic, asupra cărora acționează forțele F_x , F_y și F_z , produse de niște scule (5) în timpul unui proces tehnologic, forțe care trebuie măsurate, în partea de jos a plăcii (1) fiind niște caneluri (6) în care sunt amplasate niște termocuple, iar sub placa (1) de bază fiind amplasate niște traductoare (7) mecanice multidirecționale forță - deformare, dispuse în niște carcase (8) rigidizate cu niște șuruburi (9) de prindere din partea inferioară față de o masă (10) de translație a echipamentului industrial, astfel încât în niște interstiiții executate în corpul traductoarelor (7) să poată fi poziționate niște traductoare (11) Hall sau niște traductoare

(12) capacitive conectate la niște aparate (13) tipizate de măsurare a tensiunilor, respectiv, la niște aparate (14) tipizate de măsurare a curenților din traductoare (11 și 12), aparatele (13 și 14) fiind prevăzute cu facilități și software propriu pentru achiziții de date pe un computer (15) al echipamentului.

Revendicări: 1
Figuri: 1



Examinator: fizician RADU ROBERT



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de acordare a acesteia

RO 123608 B1

1 Invenția se referă la un sistem de măsurare a forțelor statice, în vederea verificării,
monitorizării și arhivării parametrilor de funcționare ai echipamentelor industriale. În particular,
3 invenția se aplică la sisteme de poziționare și de acționare care dezvoltă forțe de 2...20 kN,
de la echipamente de sudare mecanizată și automatizată, cu sau fără conducere
5 computerizată.

În situația actuală, forțele se măsoară cu traductoare de forță specializate, bazate pe
7 un element care se deformează în domeniul elastic, în care deformațiile sunt proporționale cu
eforturile mecanice, aplicate asupra elementului, iar deformațiile sunt transformate într-un
9 semnal electric, cu ajutorul unor senzori rezistivi (mărci sau timbre tensometrice) sau inductive.
Prin calibrare, se stabilește relația de proporționalitate dintre semnalul electric, pe de o parte,
11 și deformație, pe de altă parte. De asemenea, prin calibrare, se stabilește relația de
proporționalitate dintre deformație și efortul mecanic realizat, în cazul în care nu se cunoaște
13 modulul de elasticitate E , al elementului deformabil. Acesta este principiul metodelor indirecte
de măsurare a forțelor. În esență, se măsoară de fapt deformația, care este transformată
15 într-un semnal de altă natură. Deși transformările dintr-o mărime fizică în alta și schimbarea
naturii fizice a semnalelor utilizate necesită anumite ipoteze simplificatoare, iar acestea pot
17 atrage cu sine erori de lipsă de proporționalitate, se consideră că principiul de măsurare este
corect și exact. În această situație, se poate enunța ipoteza că este posibil să se utilizeze orice
19 metodă de măsurare a deformației, în scopul măsurării indirecte a forței.

Sistemele actuale de măsurare a forțelor au dezavantajele următoare: gabarit mai
21 mare al ansamblului traductorului și dificultăți de amplasare, dificultăți în proiectare și execuție,
dar și un cost mai ridicat al traductorului și al sistemului de măsurare.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în măsurarea forțelor statice, în
23 vederea monitorizării, verificării și arhivării parametrilor de funcționare ai echipamentelor și
utilajelor.

Sistemul conform invenției este constituit, în principal, din niște elemente deformabile,
27 multidirecționale, dintr-un traductor Hall și unul capacitiv, care furnizează niște semnale
electrice, în funcție de deformările măsurate, și din niște aparate tipizate de măsură, prevăzute
29 cu facilități și software propriu, pentru achiziții de date pe un computer.

Sistemul de măsurare a forțelor, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

31 - permite realizarea unor elemente deformabile, cu rol de traductor mecanic
forță-deformație, cu funcție liniară de dependență, în domeniul deformațiilor elastice. Aceste
33 elemente pot fi concepute și executate în funcție de dimensiunile și caracteristicile pieselor
echipamentelor unde ele se montează în scopul măsurării forțelor;

35 - face posibilă utilizarea anumitor aparate de măsură tipizate, având o anumită clasă
de precizie, pentru determinarea unor semnale electrice direct sau invers proporționale cu
37 intensitatea câmpului magnetic sau cu capacitatea electrică, ca mărimi intermediare pentru
măsurarea deformației și a forței;

39 - permite etalonarea și calibrarea ansamblului sistemului de măsurare a forțelor, pentru
un anumit domeniu al forțelor, în funcție de solicitările specifice, existente în elementele
41 componente ale echipamentului industrial. Calibrarea se efectuează pe o mașină de încercări
mecanice, având o clasă de precizie superioară. Calibrarea se efectuează pentru fiecare
43 direcție de solicitare a elementului de deformare cu rol de traductor mecanic;

45 - asigură achiziția rezultatelor măsurătorilor pe computerul sistemului automat al echi-
pamentului industrial la care se efectuează măsurătorile de forță, prin software-ul specializat
47 pentru achiziția de date și prin facilitățile proprii, ale aparatelor de măsurare tipizate utilizate;

47 - are un cost relativ scăzut, datorită faptului că metoda de măsurare se bazează, în cea
mai mare parte, pe aparate tipizate;

RO 123608 B1

- valoarea raportului performanță/cost este foarte avantajoasă, întrucât performanțele pot avea un nivel ridicat, iar cheltuielile sunt relative reduse, comparativ cu metodele de măsurare bazate pe traductoare multidimensionale pentru forțe și sisteme de achiziție a datelor de utilizare generală, care sunt prea ample pentru scopul propus.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu figura, care reprezintă sistemul de măsurare a forțelor la echipamente industriale.

Sistemul de măsurare a forțelor pentru echipamente industriale este constituit dintr-o placă de bază **1**, prin care trec șuruburile de prindere de pe partea superioară **2**, pe placa de bază fiind amplasate piesele **3**, aferente procesului tehnologic, asupra cărora acționează forțele care trebuie măsurate, iar piesele procesului tehnologic sunt prinse, de placa de bază, cu șuruburile de fixare **4**, și asupra pieselor acționează scula **5**, a procesului tehnologic, iar în partea de jos a plăcii de bază, se află carcasa **6**, în care se amplasează elementele **7**, deformabile, iar în corpul fiecărui element **7**, deformabil, au fost executate anumite spații întrefier **8a**, respectiv, anumite interstii **8b**, ambele având forma unor fante înguste, aceste elemente fiind rigidizate cu șuruburile de prindere din partea inferioară **9**, față de masa de translație **10**, a echipamentului industrial, astfel încât, conform invenției, forțele se transmit asupra elementelor **7**, deformabile, iar în spațiile întrefier **8a**, executate în corpul acestora, sunt poziționate traductoare Hall **11**, respectiv, în interstiiile **8b**, sunt amplasate traductoare capacitive **12**, conectate la aparate tipizate de măsurare a tensiunilor **13**, respectiv, la aparate tipizate de măsurare a curenților **14**, în circuitele traductoarelor Hall, respectiv, capacitive, aparatele fiind prevăzute cu facilități și software propriu, pentru achiziții de date pe computerul **15**, al echipamentului industrial, iar sistemul de măsurare propriu-zis, format din componentele menționate la pozițiile **7**, **8a**, **8b**, **11**, **12**, **13**, **14** și **15**, este etalonat și calibrat în prealabil pe o mașină de încercări mecanice la tracțiune și la compresiune, în scopul determinării caracteristicilor deformație - semnal electric - forță, pentru toate direcțiile de aplicare a forțelor care trebuie măsurate, în așa fel încât ansamblul componentelor descrise, având caracteristicile determinate, definite tehnic aici, constituie sistemul de măsurare a forței la echipamente industriale, ca obiectul original al invenției sau entitatea materială, originală, de principiu, a invenției.

Principiul propus pentru măsurarea forțelor cu senzori magnetici sau capacitivi este descris în continuare.

Sistemul propus de măsurare a forțelor, conform invenției, își bazează modul de funcționare pe măsurarea deformațiilor unui element deformabil, special conceput, prin utilizarea unui traductor Hall, pentru intensitatea câmpului magnetic din anumite spații întrefier din elementul deformabil, respectiv, prin utilizarea unui traductor capacitiv, pentru anumite interstii din elementul deformabil. Semnalele date de traductoarele respective sunt măsurate cu anumite aparate tipizate, având clasa de precizie dată de către producător. Se efectuează calibrarea întregului sistem de măsurare a forțelor, pe baza relațiilor de proporționalitate dintre semnalul electric - deformație - forță. Prin aceasta, se înlătură dezavantajele menționate, referitoare la sistemele actuale.

Semnalul electric dat de către traductorul Hall este o tensiune electromotoare U_{eH} , proporțională cu intensitatea câmpului magnetic H :

$$U_{eH} = k_H \cdot H \quad (1)$$

unde k_H este constanta efectului Hall specifică traductorului utilizat.

RO 123608 B1

1 Pentru determinarea intensității câmpului magnetic, se aplică legea lui Ohm, pentru
circuitul magnetic în care este inclus un magnet permanent:

$$\Phi = \frac{M}{R_m} \quad (2)$$

7 unde: Φ [Wb] este fluxul magnetic în circuitul magnetic considerat; M [A] este magnetizația
magnetului permanent; R_m [H^{-1}] este reluctanța magnetică a circuitului magnetic în care se află
9 traductorul Hall.

11 Neglijând tensiunea magnetică în circuitul feromagnetic, comparativ cu tensiunea
magnetică în întrefier, relația de mai sus obține forma următoare:

$$\mu_0 HS = \frac{M}{d} \quad (3)$$

15 unde: μ_0 [Hm^{-1}] este permeabilitatea magnetică a întrefierului; S [m^2] este suprafața
17 întrefierului; d [m] este lungimea întrefierului.

19 De aici, rezultă valoarea intensității câmpului magnetic în întrefier, unde se află
traductorul Hall:

$$H = \frac{M}{d} \quad (4)$$

23 Tensiunea electromotoare dată de către traductorul Hall, indicată de către un aparat
tipizat de măsurare a tensiunii, are expresia următoare:

$$U_{eH} = \frac{k_H M}{d} \quad (5)$$

29 Se constată că tensiunea măsurată este invers proporțională cu întrefierul, respectiv,
cu deformația și cu forța.

În cazul traductorului capacitiv plan, capacitatea electrică este dată de relația:

$$C = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S}{k_i d} \quad (6)$$

35 unde: ϵ_r [adimensional] este permitivitatea dielectrică relativă a materialului din care
este realizat traductorul capacitiv; ϵ_0 [Fm^{-1}] este permitivitatea dielectrică a vidului; S [m^2] este
37 suprafața armăturilor traductorului capacitiv plan; $k_i d$ [m] este distanța dintre armături, care
reprezintă o parte k_i a interstițiului d , în care se află traductorul capacitiv.

39 Această capacitate poate fi măsurată într-un circuit de curent alternativ, alimentat la
tensiune U , de joasă sau de înaltă frecvență, având impedanța capacitivă Z_c , în care se
41 determină un curent I , definit prin relația:

$$I = \frac{U}{Z_c} \quad (7)$$

45 Se ține cont de expresia impedanței capacitive:

$$Z_c = \frac{1}{\omega C} \quad (8)$$

RO 123608 B1

Astfel, relația devine:

$$I = U\omega C \quad (9)$$

unde ω [Hz] este pulsația tensiunii interne de funcționare a circuitului de măsurare a capacității:

$$\omega = 2\pi f \quad (10)$$

Explicitând relația de definiție a capacității, curentul care se măsoară este:

$$I = \frac{2\pi U f \epsilon_r \epsilon_0 S}{k_i d} \quad (11)$$

Se constată că și în acest caz, semnalul dat de către traductor este invers proporțional cu interstițiul în care se află traductorul, respectiv, invers proporțional cu deformația și cu forța. Acest lucru poate reprezenta un avantaj la variații mici ale interstițiului, care corespund la valori ridicate ale forței. În acest domeniu, sensibilitatea traductorului este relativ mai ridicată.

Pentru comparație, se prezintă relațiile de definiție a unui traductor inductiv. Inductivitatea bobinei traductorului inductiv este dată de relația:

$$L = \frac{N^2 S}{l} \quad (12)$$

unde N este numărul de spire al bobinei; S [m²] este suprafața miezului feromagnetic al bobinei; l [m] este deschiderea întrefierului circuitului feromagnetic al bobinei.

Introducând bobina traductorului într-un circuit de curent alternativ, alimentat la tensiunea U , de joasă sau de înaltă frecvență, a cărei impedanță inductivă este Z_L , se determină curentul I , având expresia:

$$I = \frac{U}{Z_L} \quad (13)$$

Se are în vedere relația de definire a impedanței inductive:

$$Z_L = \omega L \quad (14)$$

Expresia curentului devine astfel:

$$I = \frac{U}{\omega L} \quad (15)$$

Ținând cont de expresiile anterioare, relația curentului măsurat este:

$$I = \frac{U l}{\omega N^2 S} \quad (16)$$

Se constată că valoarea curentului măsurat este direct proporțională cu lungimea l , a întrefierului circuitului magnetic al traductorului, respectiv, cu deformația și cu forța.

De asemenea, pentru comparație, se prezintă relațiile de definiție a unui traductor rezistiv, de tipul timbrului tensometric.

Rezistența traductorului este dată de relația:

$$R = \frac{\rho l}{S} \quad (17)$$

unde ρ [Ω m] este rezistivitatea electrică a materialului traductorului; l [m] este lungimea conductorului electric al traductorului; S [m²] este secțiunea conductorului traductorului.

RO 123608 B1

1 Introducând traductorul într-un circuit de curent continuu sau de curent alternativ,
alimentat la tensiunea U , se determină curentul I , având expresia:

$$3 \quad I = \frac{U}{R} \quad (18)$$

5 Ținând cont de expresia anterioară, relația curentului măsurat este:

$$7 \quad I = \frac{US}{\rho l} \quad (19)$$

9 Se constată că valoarea curentului măsurat este invers proporțională cu lungimea l ,
11 a conductorului electric al traductorului, respectiv, cu deformația și cu forța. Pentru
traductorul rezistiv, se consideră că lungimea variază sub efectul forței aplicate. Dar este vorba
13 de o alungire mecanică, realizată prin intermediul adezivului cu care este prins traductorul de
un element metalic, supus deformațiilor. Proprietățile acestui adeziv se pot degrada în timp,
15 ceea ce se poate repercuta în mod negativ asupra caracteristicii de calibrare a traductorului.
El trebuie verificat periodic și eventual recalibrat.

17 Invenția poate fi aplicată industrial la utilaje de sudare prin frecare, în special, la
sudarea prin frecare cu element activ rotitor (FSW), oferind o modalitate pentru monitorizarea,
19 în timp real, a forțelor dezvoltate în timpul procesului tehnologic, ca parametri de proces,
permițând astfel îmbunătățirea calității îmbinărilor sudate.

21 De asemenea, invenția se poate aplica la utilajele de prelucrare prin așchiere, în scopul
perfecționării parametrilor proceselor de prelucrare a metalelor și a maselor plastice, pentru
23 ridicarea nivelului de calitate.

RO 123608 B1

Revendicare

Sistem de măsurare a forțelor pentru echipamente industriale, **caracterizat prin aceea că** este constituit dintr-o placă (1) de bază, prin care trec niște șuruburi (2) de prindere de pe partea superioară, pe placa (1) de bază fiind amplasate și fixate, cu ajutorul unor șuruburi (4) de prindere, piesele (3) aferente procesului tehnologic, asupra cărora acționează forțele care trebuie măsurate (F_x , F_y și F_z), produse de o sculă (5) în timpul unui proces tehnologic, iar sub placa (1) de bază, se află niște carcase (6) în care sunt amplasate niște elemente deformabile (7), în ale căror corpuri sunt executate anumite spații întrefier (8a), respectiv, anumite interstii (8b), ambele având forma de fante, în care sunt poziționate câte un traductor Hall (11), respectiv, un traductor capacitiv (12), elementele (7) deformabile fiind rigidizate cu niște șuruburi (9) de prindere din partea inferioară față de o masă de translație (10) a echipamentului industrial, astfel încât forțele imprimare de scula (5) se transmit asupra elementelor (7) deformabile, deformațiile elementelor (7) fiind sesizate de către traductoare (11 și 12), care sunt conectate la niște aparate tipizate de măsurare a tensiunilor (13), respectiv, de măsurare a curenților (14), și un computer (15) pentru achiziții de date, iar în scopul determinării caracteristicilor deformație - semnal electric - forță, sistemul este etalonat și calibrat în prealabil pe o mașină de încercări mecanice la tracțiune și la compresiune, pentru toate direcțiile de aplicare a forțelor care trebuie măsurate.

(51) Int.Cl.
G01L 1/14 (2006.01),
G01L 1/12 (2006.01),
G01L 5/16 (2006.01)

