

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00378

(22) Data de depozit: 01/07/2022

(41) Data publicării cererii:  
30/01/2024 BOPI nr. 1/2024

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ,  
FARMACIE, ȘTIINȚE ȘI TEHNOLOGIE  
"GEORGE EMIL PĂLADE" DIN TÂRGU  
MUREȘ, STR. GH. MARINESCU, NR.38,  
50142, TÂRGU MUREȘ, MS, RO

(72) Inventatori:  
• GLIGOR ADRIAN, STR. PARÂNGULUI  
NR. 66/19, TÂRGU MUREȘ, MS, RO;  
• IANTOVICS LASZLO BARNÁ,  
STR. MORII, NR.29, SÎNTANA DE MUREȘ,  
MS, RO;  
• TURC ALEXANDRU MARIUS,  
STR. DECEBAL, NR.34, AP.13,  
TÂRGU MUREȘ, MS, RO;

(54) DISPOZITIV ȘI METODĂ PENTRU DIAGNOZĂ  
ȘI MENTENANȚĂ PREDICTIVĂ UTILIZATE ÎN INSTALAȚIA  
DE COMANDĂ ȘI MONITORIZARE A PARAMETRILOR UNEI  
LINII DE PRODUCȚIE CU ACȚIONĂRI ELECTRICE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv pentru diagnoză și întreținere predictivă utilizat în instalații de comandă și monitorizare a parametrilor unei linii de producție cu acționări electrice. Dispozitivul, conform invenției, este montat în instalația electrică a sistemului de acționare electrică în vederea asigurării întreținerii și protecției la suprasolicitare, parametrii de diagnoză furnizați operatorului uman sau unui sistem pentru planificarea producției fiind obținuți cu ajutorul modului (1) prin conectarea intrării acestuia corespunzătoare semnalelor de natură mecanică (2), semnalelor electrice (3) și semnalelor auxiliare (4) la sistemul de acționare (5), respectiv a portului de date (6) la un panou de comandă și monitorizare (8) al instalației de fabricație și a portului de test (7) la sistemul de acționare.

Revendicări: 2  
Figuri: 3

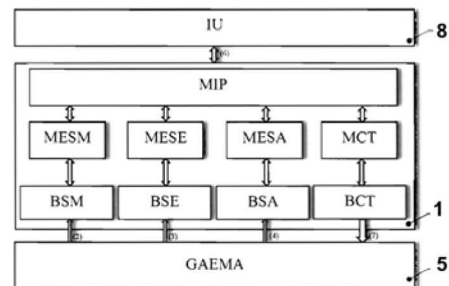


Fig. 1



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr. ....	a 222 00378
Data depozit .....	01-07-2022

24

## DISPOZITIV ȘI METODĂ PENTRU DIAGNOZĂ ȘI MENTENANȚĂ PREDICTIVĂ UTILIZATE ÎN INSTALAȚIA DE COMANDĂ ȘI MONITORIZARE A PARAMETRILOR UNEI LINII DE PRODUCȚIE CU ACȚIONĂRI ELECTRICE

Invenția se referă la un dispozitiv și o metodă utilizate în instalația de comandă și monitorizare a parametrilor electrici și mecanici, destinat a fi utilizat în cadrul liniilor de producție ce operează în condiții complexe și utilizează acționări electrice cu motoare asincrone cu rotorul în scurtcircuit, pentru diagnoza și mentenanța predictivă atât a componentelor sistemului de acționare cât și ansamblurilor ce compun aceste acționări din liniile de producție.

Sunt cunoscute instalații pentru monitorizarea și controlul echipamentelor electrice industriale în general (CBI RO134140 (A2) — 2020-05-29, Sistem inteligent de mentenanță predictivă a unor echipamente electrice industriale critice, Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci, București), sau a acționărilor electrice în particular (Antonino-Daviu, J. (2020). Electrical monitoring under transient conditions: A new paradigm in electric motors predictive maintenance. Applied Sciences, 10(17), 6137), cele mai moderne fiind reprezentate de module tip convertoare realizate cu componente de electronică de putere comandate digital, interconectate în sisteme de supervizare și control, unele integrate în cadrul unor soluții inteligente de tip Industrie 4.0 (Ayvaz, S and Alpay, K, Predictive maintenance system for production lines in manufacturing: A machine learning approach using IoT data in real-time, Expert Systems with Applications, 173, 2021, 114598) sau a unor soluții personalizate de management a instalațiilor deservite. Aceste soluții oferă avantajul de a permite implementarea automatizării multinivel, dar în principal cel al monitorizării și înregistrării consumurilor energetice, care pot oferi operatorului uman posibilitatea identificării pe baza experienței a apariției unor defecte ale componentelor din instalația în cauză.

Soluțiile cunoscute însă, prezintă următoarele dezavantaje:

- oferă doar o funcție, cum ar fi monitorizarea consumurilor energetice sau înregistrarea unor evenimente discrete legate de erori de comunicație, fără posibilitatea de adăugare a unor funcții de mentenanță predictivă;
- necesită costuri ridicate pentru orice funcționalitate suplimentară necesară;
- oferă funcții limitate de diagnoză și protecție ce vizează aspecte ale defectării referitoare suprasarcini sau scurtcircuite care survin când sistemul monitorizat se găsește în stare avansată de defect soluționabile prin intervenții majore și costisitoare sau chiar prin înlocuire totală;
- nu sunt cunoscute implementări ce integrează în același modul funcționalități bazate pe algoritmi de învățare automată care să utilizeze expertiza specialistului uman care le operează.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este aceea de a realiza un dispozitiv și de a aplica o metodă, integrată în sistemele de control și monitorizare din instalațiile de producție care utilizează acționări electrice prin urmărirea semnalelor electrice de tensiune și curent de la bornele de alimentare ale sistemelor de acționare și semnalele de natură mecanică recepționate de la senzorii de vibrații mecanice atașați echipamentului monitorizat și a vibrațiilor din spectrul audio aferente mediului de operare, respectiv prelucrarea acestora în vederea extragerii particularităților cunoscute la momentul implementării, furnizate de operatorul uman sau obținute automat pe durata operării, și care descriu starea de funcționare, iar în cazul apariției unor defecte sau semne precursore ale defectării informează operatorul uman sau sistemul de coordonare/monitorizare de la nivelul superior.

Dispozitivul pentru diagnoză și mentenanță predictivă utilizat în instalația de comandă și monitorizare a parametrilor unei linii de producție cu acționări electrice conform invenției este capabil să înlăture dezavantajele menționate anterior, prin modalitatea unică de utilizare a datelor multiple, de natură electrică sau vibrații și zgomote din mediul de lucru în timpul



operării sau în modul de test, obținute cu ajutorul senzorilor, prelucrate și transformate într-un set de trăsături caracteristice proprii sau a altora furnizate în timpul operării de specialistul uman sau transmise de alte sisteme similare aflate în funcțiune, interconectate la o rețea de date comună.

Dispozitivul pentru diagnoză și mentenanță predictivă utilizat în instalația de comandă și monitorizare a parametrilor unei linii de producție cu acționări electrice ce constituie obiectul invenției prezintă următoarele avantaje:

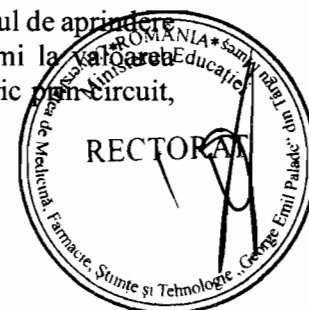
- permite furnizarea de informații privind starea sistemului monitorizat pentru o gamă largă de aplicații, cu cerințe mai mult sau mai puțin stricte de operare în anumiți parametri, care pot fi stabiliți la punerea în funcțiune sau ulterior ori de câte ori este nevoie;
- permite interconectarea cu module similare prin intermediul unei rețele de date în vederea obținerii de caracterizări de defect disponibile acelor module;
- permite interacțiunea cu specialistul uman în vederea valorificării experienței de exploatare a acestuia și operarea ulterioară la fel de eficientă cu sau fără prezența unui operator uman mai mult sau mai puțin specializat;
- permite prin intermediul tehnologiilor din sfera Internetului industrial al lucrurilor (IIoT) extinderea funcționalităților prin servicii inteligente implementate în cloud.

În cele ce urmează se prezintă modul de realizare a obiectului invenției în legătură cu figurile 1 - 3 care reprezintă:

- Fig. 1: Schema bloc a instalației de diagnoză și monitorizare a parametrilor sistemului de acționare electrică aferentă unui linii de fabricație;
- Fig. 2: Schema de principiu a circuitului de testare aferent unor modele ale defectelor electrice statorice;
- Fig. 3: Schema de conectare de principiu a dispozitivului pentru diagnoza și mentenanța predictivă utilizată în instalația de comandă și monitorizare a parametrilor unei linii de producție cu acționări electrice.

Dispozitivul pentru diagnoza și mentenanța predictivă utilizată în instalația de comandă și monitorizare a parametrilor unei linii de producție cu acționări electrice este alcătuit conform Fig. 1 dintr-un modulul (1) în a cărui componentă intră modulele BSM, BSE și BSA, ce conțin senzorii de vibrație mecanică, mărimi electrice și vibrații acustice conectați la grupul de acționare electrică cu motor asincron (GAEMA), alături de adaptoarele lor de semnal ce permit interconectarea acestora cu modulele de eșantionare și condiționare a semnalelor de vibrație mecanică (MESM), a semnalelor electrice (MESE) și auxiliare destinate vibrațiilor acustice (MESA), module capabile să ofere aceste semnale în format numeric modulului inteligent de procesare (MIP) implementat cu un sistem de calcul integrat (de exemplu SBC), care extrage caracteristicile de interes și le compară cu cele furnizate inițial, extrase ulterior în timpul operării sau testării, obținute de la expertul uman sau de la alte dispozitive similare, identificând starea de funcționare sau semne precursore ale defectării componentelor sau a elementelor conectate la GAEMA și apoi transmițând-o operatorului uman prin intermediul modulului de interfațare (UI) sau unui sistem central de monitorizare.

Conform invenției, caracteristici suplimentare de operare adecvată sau necorespunzătoare se achiziționează prin intermediul modulului de comandă în testare (MCT) prin intermediul căruia de stabilesc scenariile de test ale GAEMA prin intermediul blocului de comandă în testare (BCT) care comandă convertorul de putere al GAEMA, și care conține circuitul de modelare a defectelor electrice statorice (MDES), detaliat în Fig. 2, compus din blocul de comandă pe grilă cu separație galvanică (BCG) conectat electric în paralel cu blocul de rezistențe de putere (BRP) controlat prin comutație, respectiv corelat cu unghiul de aprindere al comutatoarelor electronice, pentru o gamă largă de valori, de la zero Ohmi la valoarea maximă disponibilă a rezistențelor adoptate, fără întreruperea curentului electric prin circuit,



independent pe fiecare fază, adoptat pentru reproductibilitatea în mod repetat și consistent a defectelor, la aceiași parametrii. Scenariile de testare includ funcționări în regim cu multiple grade dezechilibrare comandate numeric, contacte de alimentare imperfecte, defectări ale cablurilor de alimentare, obținute prin conectarea unor rezistențe de putere de valori prescrise numeric.

Conform invenției, conectarea dispozitivului în orice sistem echipat cu grupuri de acționare electrică cu mașini asincrone se realizează conform Fig. 3 prin includerea în circuitul de alimentare al GAEMA, dacă se consideră prescrierea unor caracteristici prin testarea ansamblului convertor de putere-motor electric sau în circuitul de alimentare al motorului electric, când este vizat acesta din urmă, respectiv conectarea senzorilor de vibrație la carcasa mașinii electrice, a senzorilor aferenți mărimilor electrice în circuitele de alimentare ale GAEMA și/sau a motorului electric, respectiv amplasarea senzorilor auxiliari (vibrații acustice) în proximitatea sistemului testat.



*REVENDICĂRI*

1. Dispozitivul pentru diagnoză și mentenanță predictivă utilizat în instalația de comandă și monitorizare a parametrilor unei linii de producție care utilizează acționări electrice se caracterizează prin aceea că poate fi utilizat pentru o gamă largă de puteri și defecte ale acționărilor electrice prin memorarea automată a parametrilor particulari de funcționare în condiții nominale și de defect controlate prin intermediu unui circuit cu funcția de modul pentru modelarea defectelor electrice statorice comandat numeric ce introduce o rezistență variabilă prin comanda unghiului de aprindere al comutatoarelor electronice însă fără întreruperea curentului electric în circuit.
2. Dispozitivul pentru diagnoză și mentenanță predictivă utilizat în instalația de comandă și monitorizare a parametrilor unei linii de producție care utilizează acționări electrice se caracterizează prin aceea că poate fi utilizat pentru obținerea unor modele fizice reproductibile repetat cu aceiași parametri, respectiv a datelor aferente necesare soluțiilor de învățare automată pentru o gamă largă de acționări electrice prin controlul numeric al regimurilor și parametrilor de funcționare independent sau combinat asociat defectelor în circuitul statoric, dezechilibrelor arborelui mecanic sau cuplajelor mecanice necorespunzătoare.



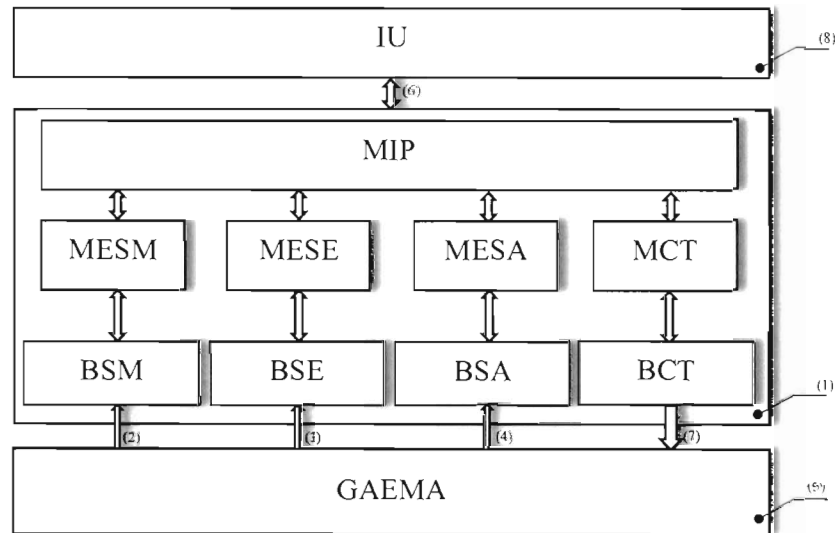
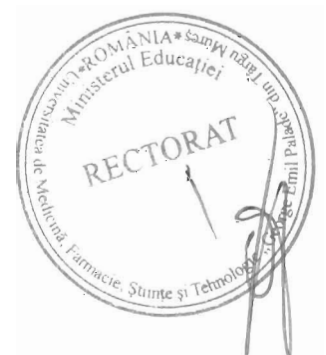


Figura 1. Schema bloc a instalației de diagnostică și monitorizare a parametrilor sistemului de acționare electrică aferentă unui linii de fabricație



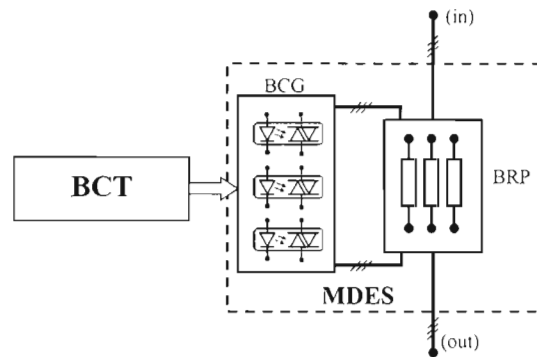


Figura 2. Schema de principiu a circuitului de testare aferent unor modele ale defectelor electrice statorice.



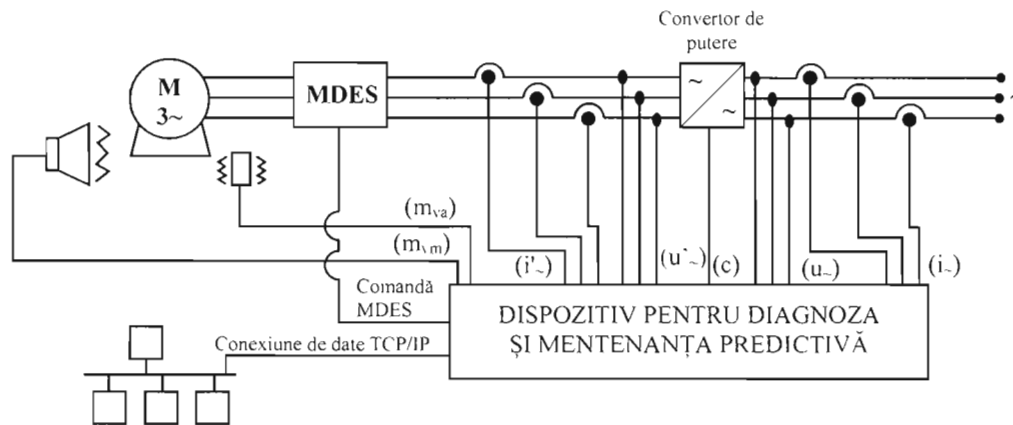


Figura 3. Schema de conectare de principiu a dispozitivului pentru diagnoza și mentenanța predictivă utilizată în instalația de comandă și monitorizare a parametrilor unei linii de producție cu acționări electrice ( $i_{\sim}$ ,  $i'_{\sim}$ ,  $u_{\sim}$ ,  $u'_{\sim}$  mărimi electrice, curenți tensiuni măsurate,  $m_{vm}$ ,  $m_{va}$  vibrații mecanice și acustice măsurate,  $c$  – semnal de comandă referință convertor de putere).