



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 00878

(22) Data de depozit: 08.09.2011

(41) Data publicării cererii:
30.04.2013 BOPI nr. 4/2013

(71) Solicitant:
• SIMTECH INTERNATIONAL SRL,
STR. FETEȘTI NR. 52, BL. T3, ET. 4,
AP. 19, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• TĂNĂSESCU GABRIEL, STR. FETEȘTI
NR. 52, BL. T1, ET. 5, AP. 51, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;

• NOTINGHER PETRU,
STR.DRUMUL TABEREI NR.103, BL.A10,
SC.E, ET.2, AP.67, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• CONSTANTINESCU GABRIEL,
STR. GHEORGHE PETRAȘCU NR. 14,
BL. B9, SC. 4, ET. 2, AP. 128, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) SISTEM ȘI METODĂ DE MONITORIZARE DIAGNOSTICARE
ON-LINE A SISTEMELOR DE IZOLAȚIE ALE
TRANSFORMATOARELOR DE MEDIE ȘI MARE PUTERE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem și la o metodă de monitorizare - diagnosticare a sistemelor de izolație ale transformatoarelor de putere (SMD SITP) care sunt utilizate pentru evaluarea sistemelor de izolație ale transformatoarelor electrice de medie și mare putere. Sistemul conform invenției este alcătuit dintr-un bloc (STem) senzori de temperatură, un senzor (SC) de curent, un senzor (ST) de tensiune, un bloc (CMCABS) de măsură a curenților de absorbție/resorbție, care transmite semnale unui traductor (TV) de vibrații, mai multe elemente (PEP și PPV) a căror poziție este cunoscută, un calculator (PC 104) de achiziție, care transmite semnalele de bază unui server (SBD) bază de date, iar semnalele achiziționate de la senzori sunt transferate serverului (SBD) bază de date pentru stocare, prelucrare și analiză. Metoda conform invenției utilizează o aplicație specializată de monitorizare și diagnosticare, și este compusă din patru subaplicații specializate: o subaplicație (Eserver) de achiziție, transmisie și prelucrare primară a datelor on-line, o subaplicație (Estocare) de stocare on-line, o subaplicație (EMonitor) de vizualizare locală și la distanță, on-line, și o subaplicație (DiagElectric) de diagnosticare off-line.

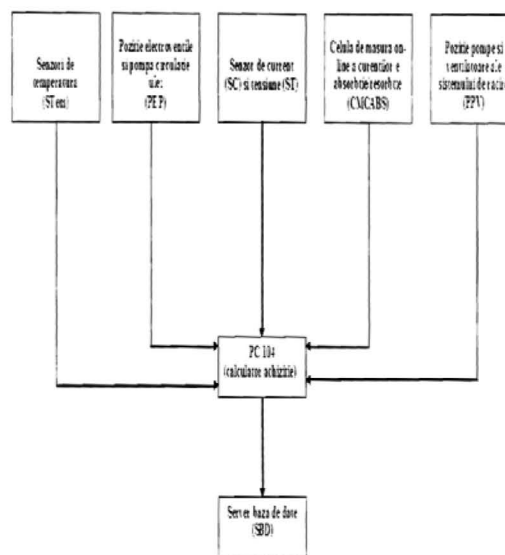


Fig. 1

Revendicări: 5
Figuri: 16

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, 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).



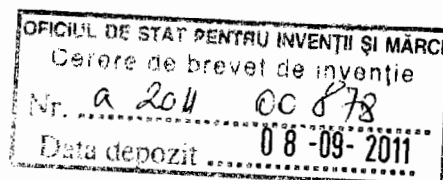
SISTEM SI METODA DE MONITORIZARE – DIAGNOSTICARE ON-LINE A SISTEMELOR DE IZOLATIE ALE TRANSFORMATOARELOR DE MEDIE SI MARE PUTERE

Prezenta invenție se referă la un sistem de monitorizare – diagnosticare a sistemelor de izolație ale transformatoarelor de putere (SMD SITP) care este utilizat pentru evaluarea sistemelor de izolație ale transformatoarelor electrice de medie și mare putere.

Transformatoarele de putere sunt cele mai scumpe echipamente electrice dintr-o stație de transformare de înaltă tensiune, costul lor putând atinge și 60 % din valoarea acesteia. Scoaterea neprogramată (accidentală) temporară sau definitivă din funcțiune a unui transformator de putere poate conduce la perturbări importante în alimentarea cu energie a consumatorilor, respectiv la reducerea calității acesteia, prin producerea de întreruperi în alimentare, reducerea frecvenței, a tensiunii etc. Din aceste motive, utilizatorii transformatoarelor de putere au nevoie să cunoască în timp real starea transformatoarelor pentru a putea lua deciziile cele mai bune cu privire la mentenanța predictivă a echipamentelor și la planificarea lucrărilor de întreținere, reparare și/sau înlocuirea acestora.

Cum performanțele în exploatare ale mașinilor electrice depind în mod esențial de stările sistemelor de izolație, sistemele de diagnosticare și monitorizare se referă, în principal, la această componentă a transformatoarelor de putere. Cercetările efectuate în ultimii ani de principalii fabricanți și utilizatori de transformatoare din SUA, Germania, Marea Britanie, Franța, Germania, Elveția, Japonia, China etc. se referă, în deosebi, la diagnosticarea și monitorizarea sistemelor de izolație. Scopul acestor cercetări constă în stabilirea parametrilor care dau informațiile cele mai complete privitoare la stările sistemelor de izolație și a valorilor lor limită, realizarea de echipamente pentru măsurarea valorilor parametrilor alesi și achiziționarea rezultatelor și realizarea unor softuri performante de prelucrare și interpretare a datelor, semnalarea depășirilor valorilor limită admisibile și luarea unor decizii privind eventualele deconectări ale transformatoarelor.

În cadrul CIGRE s-au constituit grupuri de lucru pentru elaborarea unor metodologii de diagnosticare și monitorizare, iar majoritatea conferințelor și



simpozioanelor internationale privitoare la echipamentele electrice trateaza acest subiect.

Metodele si echipamentele cunoscute se axeaza pe anumiți parametri (temperatura uleiului electroizolant, curenti, tensiuni, etc.). Echipamentele existente nu prezinta on-line parametri importanti (rezistivitatea de volum a uleiului electroizolant, tangenta unghiului de pierderi a uleiului electroizolant, etc.) pentru analiza sistemelor de izolatie ale transformatoarelor de putere, nu prezinta software-uri de diagnosticare a starilor transformatoarelor si nici nu utilizeaza datele obtinute prin masuratori off-line.

Problema tehnica pe care o rezolvă invenția constă în aceea că se propune, pe langa parametri consacrați (curentul si tensiunea, temperatura uleiului electroizolant, descarcarile partiale etc.), un echipament de masurare on-line a curentilor de absorbtie/resorbtie, aferenti uleiului de transformator, ce ne permite obtinerea de parametri vitali pentru starea sistemului de izolatie (rezistivitatea de volum a uleiului electroizolant, tangenta unghiului de pierderi a uleiului electroizolant, permitivitatea relativa a uleiului electroizolant, continutul de apa si gradul de imbatranire al sistemului de izolatie). In acest sens a fost realizata o celula pentru masurarea curentilor care se monteaza pe cuva transformatorului si prin care circula uleiul adus direct din cuva in timpul functionarii acestuia. Masurarea curentilor se face cu un echipament specializat.

Sistemul de monitorizare – diagnosticare on-line a sistemelor de izolatie ale transformatoarelor de medie si mare putere, înlătură dezavantajele sistemelor de monitorizare – diagnosticare existente prin aceea că este compus dintr-o componentă hardware ce cuprinde senzori de temperatură, de curent, de tensiune, rele intermediare, celula de masura curenti de absorbtie/resorbtie, placi de achizitie, calculator si alte echipamente necesare infrastructurii solutiei de monitorizare, echipamente raspunzatoare pentru calitatea achizitiei si a transmisiei datelor, si componenta software care este compusa din achizitie, stocare, vizualizare desktop, fiind raspunzatoare pentru prelucrarea datelor, vizualizarea si stocare pe un termen indelungat a datelor.

Metodă de monitorizare și diagnosticare, care este pusă în aplicare de sistemul prezentat mai sus utilizează o aplicație specializată de monitorizare și diagnosticare care este compusă din patru sub-aplicații specializate, astfel o subaplicație de achiziție, transmisie și prelucrare primară a datelor on-line, o subaplicație de stocare on-line, o sub-aplicație de vizualizare locală și la distanță on-line și o sub-aplicație de diagnosticare off-line, care, la rândul ei, în scopul realizării unor diagnosticări parțiale,

conține mai multe sub-aplicații de diagnosticare a datelor offline specifice pentru determinarea stării sistemului de izolație, pentru determinarea stării înfășurărilor, pentru determinarea principalelor caracteristici electrice, pentru determinarea stării sistemului de răcire și a unor caracteristici diverse, pentru determinarea stării echipamentului sau pentru estimarea duratei de viață rămase.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- echipamentul realizat va permite și achiziționarea, stocarea și prelucrarea unor informații rezultate din măsurătorile inițiale sau măsurătorile off- și/sau on-line ai altor parametri caracteristici ai sistemelor de izolație, utili pentru evaluarea stărilor de îmbătrânire a SITP și luarea de decizii privind eventualele deconectări ale mașinilor electrice și evitarea defectării lor;

- partea de vizualizare și analiză nu afectează sistemul de achiziție, stocare și prelucrare a datelor on-line.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile 1, 163, care reprezintă:

Fig.1. Schema bloc a sistemului de monitorizare on-line

Fig.2. Celula de ulei on-line

Fig.3. Arhitectura soluției de monitorizare

Fig.4. Diagrama sub-aplicației de achiziție, transmisie și prelucrare primară a datelor on-line EServer

Fig.5. Diagrama sub-aplicației de stocare a datelor on-line EStocare

Fig.6. Diagrama sub-aplicației de vizualizare locală sau la distanță on-line EMonitor

Fig.7. Interfața EMonitor

Fig.8. Diagrama sub-aplicației de diagnosticare off-line DiagElectric

Fig.9. Diagrama sub-aplicației de diagnosticare off-line DiagElectric pentru determinarea stării sistemului de izolație

Fig.10. Diagrama sub-aplicației de diagnosticare off-line DiagElectric pentru determinarea stării înfășurărilor

Fig.11. Diagrama sub-aplicației de diagnosticare off-line DiagElectric pentru determinarea stării CRS

Fig.12. Diagrama sub-aplicației de diagnosticare off-line DiagElectric pentru determinarea stării sistemului de răcire

Fig.13. Diagrama sub-aplicatiei de diagnosticare off-line DiagElectric i pentru determinarea starii transformatoarelor de curent de tip inclus

Fig.14. Diagrama sub-aplicatiei de diagnosticare off-line DiagElectric pentru determinarea starii echipamentului

Fig.15. Interfata Diag Electric

Fig.16. Diagrama sub-aplicatiei de diagnosticare off-line DiagElectric pentru modelul analizei pentru estimarea duratei ramase de viata

Sistemul de monitorizare și diagnosticare, conform fig.1, conține un bloc senzori de temperatură **STem**, un senzor de curent **SC**, un senzor de tensiune **ST**, un bloc masura a curenților de absorbtie/resorbtie **CMCABS** care transmite semnale unui traductor de vibrații **TV**, mai multe elemente a caror pozitie este cunoscuta (**PEP** si **PPV**), un calculator de achizitie (**PC 104**) care transmite semnalele unui server bază de date **SBD**. Semnalele achizitionate de la senzori sunt transferate serverului baza de date pentru stocare, prelucrare si analiza.

Așa cum se observă din fig.1, structura sistemului de achiziție este modulară, putându-se realiza și monta ușor, fără a afecta celelalte componente (senzori, calculator, rețea etc.). Legăturile de la senzori vor intra în șirurile de cleme ale cutiei în care sunt dispuse echipamentele de achiziție. Toate cablurile vor fi inscripționate pentru a se ști de unde vin. Toate semnalele ce intră în șirul de cleme vor merge după cum urmează:

- semnalele de la termocuple vor merge direct in **PC 104** ;
- semnalele de tensiune si curent vor merge in traductoarele corespunzatoare, apoi in **PC 104** ;
- semnalele aferente pozitiilor electroventilelor si pompa de circulatie ulei vor merge direct in **PC 104**;
- semnalele de la celula de masura on-line a curenților de absorbtie/resorbtie vor merge direct in **PC 104** ;
- semnalele aferente pozitiilor pompelor si ventilatoarelor aferente sistemului de racire vor merge direct in **PC 104**;

In acest mod toate semnalele ajung la PC 104, iar apoi, prin interfata seriala RS 232, calculatorului, unde sunt achizitionate, stocate si prelucrate.

Senzorul de curent (**SC**) este de tip SINEAX I 538 cu separare galvanica între primar si secundar, putand fi alimentat din secundarele transformatoarelor de curent

folosite pentru masura curentilor de sarcina ai transformatorului monitorizat. In cazul nostru folosim traductoare ce in primar suporta maxim 5 A, iar in secundarul traductoarelor vom obtine un semnal 4 – 20 mA.

Senzorul de curent (**ST**) este de tip SINEAX U 539 cu separare galvanica intre primar si secundar, putand fi alimentat din secundarele transformatoarelor de tensiune folosite pentru masura tensiunilor. In cazul nostru folosim traductoare ce in primar suporta maxim 100 V, iar in secundarul traductoarelor vom obtine un semnal 4 – 20 mA.

Senzorul de temperatura ulei (**Stem**) de tip AKM 48003-2 este folosit pentru a detecta temperatura din uleiul electroizolant, dar si a mediului se utilizează termometre cu rezistenta PT 100 cu conectare prin trei conductori. Acestia se instalează în teaca special amenajată pe transformator, respectiv în exteriorul transformatorului. Convertorul de măsurare, montat în cofret, se încadrează în următoarea gamă: introducerea măsurării : conexiune $\Omega/3$ – conductor PT 100 ; precizia măsurării : 0.1 °C/cifra ; intervalul de măsurare : -40 °C ...+ 120 °C. Valoarea în semnal 4...20 mA este furnizată sistemului de achiziție.

Blocul de masura on-line (**CMCABS**) a curentilor de absorbtie – resorbtie este compus din :

➤ **Celula de ulei – tip IRLAB CL2 – fig.2**

Principiul de măsurare al acestei metode (măsurarea curentilor de absorbtie/resorbtie) constă în aplicarea unei tensiuni la bornele unui condensator având drept dielectric uleiul de măsurat. În această situație condensatorul format este unul cilindric având ca armături doi cilindrii concentrici între care se găsește proba de măsurat.

Principalele caracteristici tehnice ale celulei IRLAB CL2 sunt următoarele:

- electrozii și vas din oțel inoxidabil;
- volum de lichid: 200 cm³;
- temperatură de operare: 0 – 100 °C;
- capacitatea geometrică având drept dielectric aer: C₀=23 pF;
- factor de pierderi în prezența aerului: $\text{tg}\delta_0 < 10^{-6}$ la 50 Hz;
- tensiunea maximă admisibilă: 300 V;
- diametrul: 100 mm;
- înălțimea: 135 mm (incluzând conectorii).

Conform principiului de măsurare adaptat geometriei celulei sunt conectate direct la celulă două componente de bază și anume: sursa de tensiune continuă necesară încărcării și polarizării probei de ulei și amplificatorul de curent (fig.6,8)

➤ **sursa de tensiune**

Constă într-un convertor dc-dc capabil să genereze o tensiune continuă, linear controlabilă într-un domeniu cuprins între 0.....1000 Vdc. Puterea utilă furnizată este de 4 W ceea ce permite utilizarea unui curent de lucru maxim de 4 mA.

➤ **Blocul de comutare al modului de lucru absorbție / resorbție**

Se compune din două relee normal deschise care pot conecta proba fie la sursa de tensiune fie la masa de măsurare sau cu releele nealimentate proba este deconectată și de la sursă și de la masă. Releele utilizate sunt de tip reed special destinate utilizării la tensiuni înalte (5000 Vdc max.) având o capacitate între armăturile deschise de 6 pF. Comutarea se realizează prin comandă de la calculatorul încorporat în sistem și este condiționată cu starea sursei de tensiune și modul de lucru.

➤ **Amplificatorul de curent**

Pentru măsurarea curenilor de absorbție / resorbție SMD utilizează un amplificator de transimpedanță ce acoperă un domeniu de 10 decade de măsurare comutabile cuprinse între valorile de sensibilitate de 10^{-13} V/A până la 10^{-4} V/A. Amplificatorul este prevăzut cu filtre trece jos pentru reducerea zgomotului în cazul măsurărilor în curent continuu de valori foarte mici (fA...pA) precum și cu posibilitatea de măsurare în bandă largă (400 Hz max.)

➤ **Sistemul de condiționare termică al celulei**

Având în vedere că temperatura de lucru impusă prin standard este de 90 °C celula este condiționată termic cu ajutorul unui manifold rezistiv cu putere maximă de 800 W, comandat cu ajutorul unui regulator de temperatură. Reglajul de temperatură se poate realiza în mod continuu sau secvențial

➤ **Senzorul de temperatura pentru celula**

Pentru a detecta temperatura mediului ambiant se folosește termocuplu tip K. Intervalul de măsurare : -40 °C ...+ 250 °C.

➤ **Sistemul hidraulic al celulei**

Este compus din ansamblul de conducte și elemente de control al curgerii uleiului după cum urmează:

- Un electroventil normal închis pe circuitul de intrare al uleiului în celulă.
- Un electroventil normal închis pe circuitul de ieșire al uleiului în celulă.
- O pompă de ulei pe circuitul de ieșire lucrând în regim de aspirație (sucțiune)

Toate componentele circuitului hidraulic sunt dimensionate să lucreze în siguranță până la o presiune mai mare de 5 bar (presiunea maxim admisă pentru celulă)

Pentru preluarea pozițiilor electroventilelor și a pompei de circulație a uleiului (**PEP**) se folosesc contactele acestora normal deschise, așa încât în **PC 104** vom ști tot timpul pozițiile acestora.

Pentru preluarea pozițiilor ventilatoarelor și a pompelor aferente sistemului de răcire (**PPV**) se folosesc contactele acestora normal deschise, așa încât în **PC 104** vom ști tot timpul pozițiile acestora.

Calculatorul tip **PC-104** are următoarele caracteristici principale:

Model: Intel® Atom™ N450 1.66 GHz Processor

Memorie: DDR2 667 SDRAM up to 2 GB, On board 2 GB flash (4 GB optional)

Domeniul temperaturilor de lucru: -40 ~ 85° C

Dimensiuni standard: 96 x 90 mm, PC/104-Plus expansion connector

Supports embedded software APIs and Utilities

Sistemul de interfețe:

- PCM-3718HO-CE

Interfață cu funcții multiple dispunând de:

- 16 canale single sau 8 diferențiale pentru achiziția semnalelor analogice.
- Amplificare reglabilă.
- 1 canal de ieșire semnal analogic.
- Rezoluție 12 bit
- Rata de eșantionare 100 ks/s

Serverul baza de date (**SBD**) este mașina care stochează toată informația preluată de mașina de achiziție și pune informația la dispoziția serverului web, rețelei locale din stație (IntraLAN) sau unui calculator conectat la internet prevăzut cu o

aplicatie desktop speciala. Masina isi va face singura o copie de siguranta la un anumit interval de timp. Serverul de date are trei legaturi una catre internet, una catre retea locala din statie si o legatura catre masina de achizitie (sistem de operare de tip Microsoft Windows Server 2003, Baza de date : Microsoft SQL Server 2005).

Firewall-ul este o masina optionala folosita pentru o sporire a securitatii serverului de date. El reprezinta poarta de intrare din internet a serverului de date. Masina se poate inlocui si cu un router (sistem de operare Linux).

Sistemul de izolatie al transformatoarelor de putere

Izolatia solida

Materialele pe baza de celuloza au doua functii :

a) cresterea stabilitatii dielectrice a izolatiei in raport cu un strat de ulei de grosime egala ;

b) mentinerea unei anumite distante intre suprafetele cu potentiale electrice diferite .

Izolatia solida (hartie, prespan, transformerboard) folosita in transformatoare este pe baza de celuloza.

Celuloza este o substanta macromoleculara naturala cu molecula liniara, un hidrat de carbon polimer- $(C_6H_{10}O_5)_n$.Lanturile moleculare se grupeaza in micle (tuburi subtiri) care se aranjeaza in acelasi mod, formand fibrile si apoi fibre celulozice. Aceasta structura explica porozitatea (40÷50%) si absorbtia de apa foarte mare a produselor pe baza de celuloza.

Hartia celulozica este un amestec de trei componente: polimer de celuloza cu o ridicata greutate moleculara; semi-celuloza, co-polimeri de mica greutate moleculara; lignina, care este un polimer aromatic. Degradarea hartiei este dependenta de mediul ambiant si poate antrena degradarea hidrolitica, oxidativa si termica .

Oxidarea este procesul principal in degradarea hartiei . Sub actiunea oxigenului, macromoleculele celulozei depolimerizeaza, lungimea lor scade si proprietatile mecanice se inrautatesc . De asemenea, oxigenul favorizeaza reactiile chimice ale celulozei cu apa, in urma carora creste numarul de grupari polare si se reduc "proprietatile dielectrice".

Izolatia unui transformator incarcat in mod corespunzator, in exploatare, cand temperatura lui este ridicata se mentine in bune conditii, fara masuri speciale . Dimpotriva, izolatia unui transformator aflat in rezerva sau in stare de depozitare

absoarbe umiditatea din mediul ambiant . La temperaturi ale mediului ambiant in jur de 10 °C, continutul de umiditate din izolatia de hartie devine periculos pentru calitatile izolante ale hartiei, cu toate ca uleiul are un continut redus de apa . De aceea se impune controlul periodic al Riz a transformatoarelor din rezerva si alternarea lor in functionare, astfel incat fiecare transformator sa stea in rezerva un timp cat mai scurt .

Rigiditatea dielectrica (E_s) si rezistivitatea se reduc ca urmare a intensificarii procesului de conductie electrica . Intr-adevar, in cazul umezirii corpurilor, purtatorilor de sarcina uzuali (ioni, electroni, etc.) li se adauga purtatori aditionali : ioni rezultati din disocierea impuritatilor continute in apa sau a impuritatilor solubile din materialul propriuzis, ioni de hidrogen si oxigen rezultati din disocierea apei, molecule ale dielectricului, grupe de molecule de apa incarcate cu sarcina electrica (a caror miscare sub actiunea campului electric este, in esenta, o electroforeza lenta a fazei solide) etc.

Umiditatea contribuie, de asemenea, la inrautatirea caracteristicilor mecanice, indeosebi a rezistentei la tractiune, a alungirii la rupere, etc . Si in acest caz, efectul umiditatii este mai important pentru corpurile impure sau in cazul in care apa contine impuritati solubile .

Umiditatea modifica tensiunea de aparitie a descarcarilor electrice prin eliberarea hidrogenului si oxigenului (ca urmare a electrolizei apei), formandu-se bule de gaz care se dezvoltă continuu pana ajung suficient de mari pentru ca in ele sa se produca PD la tensiuni mai reduse decat in cazul materialului uscat.

Izolatia lichida

Uleiul are functia de izolant si, de asemenea, functia de a transfera caldura catre bateria de racire. In timpul exploatarii uleiul de transformator imbatraneste, pierzandu-si, in raport de conditiile de lucru, calitatile dielectrice si unele proprietati fizico- chimice.

Un factor care reduce calitatile uleiului in decursul exploatarii il formeaza contactul dintre ulei si aerul din atmosfera (care contine oxigen si umiditate). Dupa cum se stie, rezultatul oxidarii uleiului electroizolant este formarea de acizi si de noroiuri (sludge). Noroiul produs se vor depune pe cuva transformatorului incetinind procesul de racire. Noroiul actioneaza ca o bariera intre ulei si sistemul de racier, precum si intre miez si infasurari si sistemul de racire. Uneori, noroiul poate bloca circulatia uleiului prin radiatoare. Ca rezultat, izolatia transformatorului si infasurarile devin prea calde si pot apare defectiuni.

Caracteristicile electrice ale uleiului sunt influentate de continutul de apa care se poate gasi sub doua forme in ulei : forma de apa libera (emulsie sau suspensie) si forma de solutie (apa de compozitie) sau absorbita chimic, existand intre cele doua elemente legaturi electrostatice . S-a constatat ca apa continuta sub forma de solutie nu are o influenta sensibila asupra rigiditatii dielectrice, in schimb, apa libera continuta in ulei provoaca o scadere simtitoare a proprietatilor dielectrice. Sub actiunea campului electric, moleculele uleiului disociaza, rezultand apoi produse insolubile in ulei . Produsele care sunt insolubile in ulei (gudroanele) nu modifica proprietatile esentiale ale acestuia ; ele se depun pe suprafetele infasurarilor acestora si ale cuvelor, ingreunand procesul de racire a transformatoarelor.

Cantitatea de umiditate care poate fi dizolvata in ulei creste rapid odata cu cresterea temperaturii uleiului. Uleiul absoarbe mai multa umiditate la temperatura ridicata. Oricum, daca uleiul electroizolant este racit, creste continutul de apa libera ceea ce provoaca, asa cum s-a amintit mai sus, o scadere simtitoare a proprietatilor dielectrice.

În ceea ce privește **monitorizarea și diagnosticarea on-line** a transformatoarelor de putere trebuie făcută distincție între monitorizare și diagnosticare. Monitorizare înseamnă achiziție de date, dezvoltarea senzorilor și dezvoltarea metodelor pentru determinarea condiției mașinilor electrice. Diagnosticarea este pasul următor monitorizării și cuprinde interpretarea datelor măsurate “off-line” (indirect) și “on-line” (direct).

În timpul funcționării, transformatoarele de putere sunt supuse la numeroase solicitări. Acestea sunt de natură termică, electrică și mecanică și au ca rezultat, în general, degradarea sistemului de izolație. Degradarea presupune reducerea calității izolației. Descărcările locale pot duce la distrugerea înfășurărilor și pot rezulta puncte calde. Fenomenul degradării trebuie folosit pentru obținerea de informații necesare măsurătorilor. Pentru estimarea duratei de viață rămase și pentru realizarea unui sistem de avertizare rapid, cele mai importante mărimi măsurate, pentru monitorizarea “on-line”, sunt : analiza încărcarea mașinii, analiza gazelor dizolvate in ulei, analiza umiditatii din sistemul de izolație, analiza starii trecerilor isolate, analiza CRS, analiza curenților de absorbție / resorbție, analiza starii schipamentului. Parametrii urmăriți la monitorizarea on-line sunt: temperatura înfășurărilor; temperatura ambiantă; curentul și tensiunea din stator; intensitatea descărcărilor parțiale; nivel vibrații; turația.

Pentru estimarea duratei de viață rămasă și pentru realizarea unui sistem de avertizare rapid se urmăresc următorii parametri: Temperatura uleiului ; Temperatura infasurarilor ; Temperatura miezului ; Concentratie apa in ulei ;Valorile rezistivitatii de volum, a tangentei unghiului de pierderi si a permitivitatii uleiului electroizolant ;Valoarea curentului si a tensiunii din primar ; Starea/comanda sistemului de racire.

Sistemul de monitorizare constă din trei componente de bază: senzori **STemp, ST, SC, CMCABS, PEP, PPV** , calculatorul de achizitie **PC 104** serverul bază de date **SBD**, echipat cu un sistem de achiziție, pentru analiză și prelucrarea datelor. Structura echipamentului de monitorizare este prezentata in Tabelul 1.

Valoare masurata	Nr.	Observatii
Curent		-
Tensiune	1	-
Temperatura ulei/ambient	2	-35 ° C ÷ + 120 ° C
Stare ventilatoare	18 max	-
Stare pompe	6 max	-
Celula masura curenti de absorbtie – resorbtie	1	0.1 mA ÷ 0.1 pA

Tabelul.1. Valorile masurate in cadrul echipamentului de monitorizare

Datorita **arhitecturii software-lui** solutia de monitorizare este extrem de flexibila, asa cum este prezentat in fig.3.

Componenta de vizualizare – diagnosticare ofera :

- achizitia si stocarea cu vizualizare locala;
- achizitia si stocarea cu vizualizare la distanta;
- achizitia si stocarea cu vizualizare locala si la distanta;
- achizitionarea datelor oferite de catre mai multe sisteme electrice cu stocare pe un singur server sau pe mai multe servere;

Tehnologiile folosite in dezvoltarea software-lui sunt tehnologii folosite in aria enterprise, de aceea solutia software oferita de catre Simtech International se catalogheaza ca o solutie software enterprise.

Software-ul este compus din 4 parti:

- o sub-aplicatie on-line de achizitie, transmisie si prelucrare primara a datelor (**EServer**);

- o sub-aplicatie de stocare (**EStocare**);
- o sub-aplicatie de vizualizare locala si la distanta (**EMonitor**);
- o sub-aplicatie de diagnosticare off-line (**Diag Electric**);

Un beneficiu important al solutiei de monitorizare oferite de catre Simtech International este faptul ca partea de vizualizare si analiza nu afecteaza sistemul de achizitie, stocare si prelucrare a datelor on-line.

Sub-aplicația de achiziție, transmisie și prelucrare primară a datelor on-line **EServer**, conform fig. 4, constă dintr-un prim pas **P1** la care se porneste subaplicația **EServer**, apoi la al doilea pas **P2** se inițializează achiziția datelor de la timpul $t=0$, la pasul **P3** se introduc datele furnizate de **PC 104**, care sunt tensiuni, curenți, temperaturi, curenți de absorbție/resorbție, semnale preluate de la pompe, ventilatoare, electroventile, la pasul **P4** se calculează coeficientul de încărcare, temperatura medie a înfășurării, conținut gaze dizolvate în ulei, temperatura ulei calculate, temperature hot-spot, rezistența termică, încărcarea maximă, pierderile în transformator, timpi de încărcare în regim de urgență de lungă și scurtă durată, viteza de îmbătrânire termică a izolației, valoarea conținutului de apă în ulei și hartie, număr plot, curent total comutat, durata de viață consumată/ramasă, calificative on-line și off-line, indice de sănătate, inclusiv erorile acestora față de valorile nominale, la ultimul pas **P5** se realizează incrementarea timpului cu Δt ($t=t+\Delta t$) la sfârșitul achiziției și prelucrării primare a datelor după care se revine la pasul **P2** de unde se reia o nouă achiziție de date de la un alt moment de timp.

Aplicația **EServer** este nucleul sistemului de monitorizare și lucrează cu echipamentele hardware identificând informațiile achiziționate și le oferă în rețea. **EServer** recunoaște fiecare tip de senzor și detine protocolul de comunicație cu senzorii. Prelucrarea datelor achiziționate se face într-un mod particularizat fiecărui domeniu careia este destinată soluția de monitorizare. Achiziția de pe un server poate urmări mai multe echipamentele electrice (motor, transformator, etc), rata de esanționare fiind reglabilă. **EServer** funcționează sub mediul Microsoft Windows Server sub forma unui web service.

Sub-aplicația **EStocare** este o aplicație care rulează sub mediul Microsoft Windows Server, preia datele oferite de către **EServer** și le stochează într-o bază de date. **EStocare** se poate configura pentru a satisface nevoile fiecărui beneficiar. Stocarea poate fi configurată pentru un singur sau mai multe servere de achiziție. **EStocare** este independentă de mediul bazei de date folosit, poate să lucreze cu cele

mai recunoscute sisteme de baze de date relationale si anume Oracle, MS SQL, MySQL, PostgreSQL. Intervalul la care se face stocarea este si el configurabil. O alta facilitate importanta este faptul ca daca se doreste stocarea datelor de la un nou server de achizitie, stocarea celorlalte servere de achizitie aflate sub monitorizare nu este intrerupta si nici vizualizarea. Acest lucru facandu-se fara a afecta in vreun fel sistemul de monitorizare.

Aceasta parte a sistemului este responsabila, de asemenea, cu memorarea alarmelor care apar pe durata monitorizarii. O alarma este descrisa complet de momentul aparitiei depasirii unei anumite limite. De mentionat este ca aceasta aplicatie poate lipsi, daca beneficiarul sistemului nu doreste o diagnosticare pe o perioada lunga. Din fig.5 se observa simplitatea interfetei.

Facilitatile oferite de catre Estocare sunt : stocarea datelor independent de tipul bazei de date folosite, configurarea intervalului de stocare de la distanta prin intermediul aplicatiilor de vizualizare, stocarea simultana a mai multor puncte aflate sub monitorizare.

Sub-aplicatia **EMonitor** (fig.6-7) este o aplicatie desktop care ruleaza sub mediul Microsoft Windows si a fost creata pentru ca operatorul sa poata analiza si vizualiza on-line local datele achizitionate si stocate de catre sistemul de monitorizare. Tot prin intermediul acestei aplicatii se pot vizualiza si analiza istorice ale parametrilor.

Sub-aplicația de vizualizare on-line a datelor, locală sau la distanță **EMonitor** sau **WebConsole**, conform fig. 6, constă dintr-un prim pas **P12** la care se pornește sub-aplicația **EMonitor**, la pasul **P13** se inițializează vizualizarea locală sau la distanță de la timpul $t=0$, la pasul **P14** se introduc datele furnizate de sub-aplicația **Estocare**, la pasul **P15** se vizualizează blocurile de analiză încărcare, analiza umiditatea sistemului de izolare, analiza gaze dizolvate în ulei, analiza descărcări parțiale, stare CRS, stare treceri izolate, stare echipament răcire, diagnosticarea off-line, calculul duratei de viață onsumate/restante, iar la pasul **P17** se realizează incrementarea timpului cu Δt ($t=t+\Delta t$) la sfârșitul vizualizării on-line a datelor după care se revine la pasul **P13** de unde se reia o nouă vizualizare de date de la un alt moment de timp.

Facilitatile oferite de catre EMonitor sunt : afisarea datelor online in format numeric si grafic, functii de analiza (analiza incarcare, analiza gaze dizolvate , analiza umiditate , analiza racire , analiza CRS – comutator de reglaj sub sarcina, analiza treceri izolate , analiza determinare stare transformator/analiza imbatranire , analiza off-line , calculul duratei de viata consummate/restante), interogare baza de date .

Sub-aplicația de diagnosticare a datelor off-line **DiagElectric** pentru determinarea stării mașinii electrice supravegheate (conform fig. 8), constă dintr-un prim pas **P18** la care se pornește sub-aplicația de diagnosticare **DiagElectric**, la următorul pas **P19** se introduc toate datele mașinii electrice supravegheate ca: rezistențe de izolație, capacitate, tangenta unghiului de pierderi a înfășurărilor; rezistențe de izolație treceri izolate, parametrii ulei electroizolant etc.; determinări globale ca descărcări parțiale, curenți de absorbție/resorbție, vibrații, termografie etc.; rezistențe ohmice ale înfășurărilor; stare sistem răcire; stare transformatoare de current de tip inclus, la pasul **P20** se realizează determinarea stării sistemului de izolație, determinarea stării înfășurărilor, determinarea stare sistem racire, determinarea stării comutatorului de ploturi și determinarea stării transformatoarelor de current de tip inclus, la pasul **P21** se realizează diagnosticarea stării echipamentului, iar la ultimul pas **P22** se oprește sub-aplicația de diagnosticare **DiagElectric**. Pe baza datelor introduse din buletinele de măsurători, cu ajutorul subaplicației de diagnosticare a datelor **DiagElectric** se poate determina starea unui transformator de putere într-o anumită perioadă de timp, și în anumite condiții (de exploatare, de climă etc.), afișându-se, dacă este cazul, mesaje pentru avertizarea operatorului, în cazul depășirii limitelor la anumiți parametri. Dacă valorile măsurate sunt în limitele admisibile, la sfârșit, se memorează toate valorile parametrilor în baza de date (fig.15). Diagnosticarea se poate realiza și parțial fie pentru determinarea stării sistemului de izolație (fig. 9), fie pentru determinarea stării înfășurărilor (fig.10), fie pentru determinarea stării CRS (fig. 11), fie pentru determinarea stării sistemului de răcire (fig.12) și a transformatoarelor de current de tip inclus (fig. 13), fie pentru determinarea stării echipamentului (fig. 14), prin câte o sub-aplicație de diagnosticare a datelor **DiagElectric** specifică. Sub-aplicația de diagnosticare a datelor off-line **DiagElectric** pentru determinarea stării sistemului de izolație, conform fig. 9, constă din pasul **P23** la care se pornește sub-aplicația specifică **DiagElectric**, la pasul **P24** se introduc datele de intrare specifice sistemului de izolație ca: rezistențe de izolație, capacitate, tangenta unghiului de pierderi a înfășurărilor; determinări globale ca descărcări parțiale, curenți de absorbție/resorbție, vibrații, termografie etc., la pasul **P25** se calculează rata de creștere a rezistentelor de izolație, a capacității, a tangentei unghiului de pierderi dielectrice, la pasul **P26** se realizează comparația dintre parametrii sistemului de izolație ca: rezistențele de izolație cu valorile limită, tangenta unghiului de pierderi cu valorile limită, parametrii uleiului cu cei limita, , nivelul vibrațiilor cu cele limită, nivelul descărcărilor parțiale cu cele limită, curba

curenților de absorbție cu cea inițială, cu valori impuse de CEI, la pasul **P27** se afișează date și alarme (dacă este cazul), iar la ultimul pas **P28** se oprește sub-aplicația specifică **DiagElectric**. Sub-aplicația de diagnosticare a datelor off-line **DiagElectric** pentru determinarea stării înfășurărilor, conform fig. 10, constă din pasul **P29** la care se pornește sub-aplicația specifică **DiagElectric**, la pasul **P30** se introduc datele de intrare specifice înfășurărilor ca: rezistențe ohmice primar și secundar, analiza răspunsului în frecvență, la pasul **P31** se calculează eroarea între faze și eroarea pe aceeași fază, la pasul **P32** se realizează comparația dintre parametrii înfășurărilor ca: rezistențele ohmice cu valorile de fabrică, erorile cu valorile limită, erorile aparute la analiza răspunsului în frecvență, la pasul **P33** se afișează date și alarme (dacă este cazul), iar la ultimul pas **P34** se oprește sub-aplicația specifică **DiagElectric**. Sub-aplicația de diagnosticare a datelor off-line **DiagElectric** pentru analiza stării comutatorului de reglaj sub sarcină, conform fig. 11, constă din pasul **P35** la care se pornește sub-aplicația specifică **DiagElectric**, la pasul **P36** se introduc datele de intrare specifice principalelor caracteristici electrice ca: parametrii masurați ai uleiului din CRS, poziția acestuia, numărul plotului și numărul de comutări, la pasul **P37** se realizează comparații: parametrii masurați ai uleiului și numărul de comutări, cu valorile prescrise sau impuse, la pasul **P38** se afișează date și alarme (dacă este cazul), iar la ultimul pas **P39** se oprește sub-aplicația specifică **DiagElectric**.

Sub-aplicația de diagnosticare a datelor off-line **DiagElectric** pentru determinarea stării sistemului de răcire și a unor caracteristici diverse, conform fig. 12, constă din pasul **P40** la care se pornește sub-aplicația specifică **DiagElectric**, la pasul **P41** se introduc datele de intrare specifice sistemului de răcire etc. ca: rezistențe de izolație/ohmice ale pompelor și ventilatoarelor, dacă există pierderi de ulei etc., la pasul **P42** se realizează comparația dintre parametrii sistemului de răcire și a unor caracteristici diverse ca: starea sistemului de răcire cu cea normală, valoarea întrefierului cu cea prescrisă, valoarea rezistențelor ohmice/izolație cu cele prescrise, la pasul **P43** se afișează date și alarme (dacă este cazul), iar la ultimul pas **P44** se oprește sub-aplicația specifică **DiagElectric**. Sub-aplicația de diagnosticare a datelor off-line **DiagElectric** pentru determinarea stării transformatoarelor de curent de tip inclus inclus, conform fig. 13, constă din pasul **P45** la care se pornește sub-aplicația specifică **DiagElectric**, la pasul **P46** se introduc datele de intrare specifice stării echipamentului ca: rezistențe de izolație, rezistențe ohmice, curba voltampermetrică etc., la pasul **P47** se realizează comparații: rezistențele de izolație și rezistențele ohmice

cu valorile prescrise, curba voltampermetrica cu cea de fabrica, la pasul **P48** se afișează date și alarme (dacă este cazul), iar la ultimul pas **P49** se oprește sub-aplicația specifică **DiagElectric**. Sub-aplicația de diagnosticare a datelor off-line **DiagElectric** pentru determinarea stării echipamentului, conform fig. 14, constă din pasul **P50** la care se pornește sub-aplicația specifică **DiagElectric**, la pasul **P51** se introduc datele de intrare specifice stării echipamentului ca: calificative de la fiecare bloc de analiză, rapoarte de expertiză, analize etc., la pasul **P52** se calculează calificativul general, se determină durata de viață rămasă și se precizează timpul de mentenanță, la pasul **P53** se afișează date și alarme (dacă este cazul), iar la ultimul pas **P54** se oprește sub-aplicația specifică **DiagElectric**.

Aplicația specializată de monitorizare și diagnosticare, conform invenției, permite o evaluare a tuturor parametrilor la un moment dat, precum și evoluția acestora în timp. Cu alte cuvinte, evoluția fiecărui parametru, pe lângă faptul că este comparată cu valoarea limită (afișându-se și un mesaj de eroare în cazul depășirii acesteia), este monitorizată, putând fi vizualizată în orice moment. Se reușește, pe lângă realizarea unei excelente baze de date, și urmărirea evoluției fiecărui parametru, putându-se diagnostica corect și fără echivoc starea mașinii monitorizate. Cu ajutorul acestei aplicații specializate, pentru monitorizarea și diagnosticarea mașinilor electrice de putere, conform invenției, se poate determina cu precizie starea acestora și rezerva duratei de viață, asigurând cunoașterea (vizualizarea) stării mașinilor electrice în orice moment. De asemenea, se pot prelucra datele în scopul stabilirii tendinței de evoluție în timp a parametrilor mașinilor electrice.

Determinarea stării transformatorului cuprinde :

- Determinarea stării echipamentului de izolație ;

În cadrul acestei etape se determină :

- ✓ Starea izolației înfășurărilor
- ✓ Analiza uleiului electroizolant - prelevarea probelor de ulei din cuva, conservator și ruptor ;
- ✓ Starea trecerilor izolate
- ✓ Starea izolației schelelor, miezului, pachetelor de tole (rezistența de izolație R60 a schelelor față de masă) – cazul unităților mari de transformatoare ;

- ✓ Determinarea continutului de apa (masurarea curentilor de absorbtie/resorbtie, maximul tensiunii de restabilire si panta acesteia) – acestea se executa dupa proceduri adoptate de beneficiar ;
 - ✓ Determinarea nivelului descarcarilor partiale ;
 - ✓ Determinarea nivelului de zgomot.
- Determinarea starii infasurarilor;
- In aceasta etapa se efectueaza:
- ✓ Masurarea rezistentelor ohmice ale infasurarilor
 - ✓ Analiza raspunsului in frecventa: determinarea amprentei unitatii de transformare si compararea rezultatelor masuratorilor cu cele masurate anterior (se aplica un semnal de frecventa inalta la una din bornele unitatii de transformare si se inregistreaza raspunsul la celelalte borne, apoi se compara cele trei caracteristici intre ele si fata de cele inregistrate anterior);
- Determinarea starii comutatorului de ploturi ;
- In cadrul evaluarii comutatorului, se urmaresc, pe langa verificarea vizuala si functionala :
- ✓ Evaluarea starii uleiului din comutator :
 1. rigiditatea dielectrica ;
 2. aspect ;
 3. continut de apa ;
 4. analiza gazelor dizolvate in ulei ;
 - ✓ Numarul total de comutari ;
- Determinarea starii echipamentului de racire :
- ✓ starea motoarelor de ventilatie si a pompelor circulatie ulei -- pe langa controlul vizual si functional, se determina rezistenta de izolatie R60 a electropompelor si electroventilatoarelor ;
 - ✓ vitezele de circulatie aer si ulei ;
- Determinarea starii transformatoarelor de Lepolar de tip inclus
- ✓ Stare izolatie;
 - ✓ Rezistente ohmice infasurari secundare ;

- ✓ Verificarea caracteristicii de magnetizare (curba volt-ampermetrica) ;

Sub-aplicația de diagnosticare și analiză pentru estimarea duratei de viață rămase (conform fig.16) constă într-un prim pas **P55** în care se introduc rezultatele măsurătorii off-line, la pasul **P56** se introduc rezultatele obținute la analiza off-line ca: încercări cu tensiune alternativă, încercări cu tensiune continuă, încercări nestandardizate, la pasul **P57** se realizează analiza rezultatelor, la pasul **P58** se introduce istoricul mașinii electrice supravegheate, la pasul **P59** se introduc datele generale și statistice ca: puncte slabe, rată de defect, aprecieri făcute de experți, alte date statistice, la pasul **P60** se calculează probabilitatea de defect, la pasul **P61** se calculează analiza siguranței în exploatare, iar la ultimul pas **P62** se calculează valoarea estimată a duratei sigure de viață rămase. Estimarea duratei de viață rămase se va efectua pe baza modelului din fig.16, luând în considerare și rezultatele determinării stărilor transformatorilor de putere prin monitorizare off-line. Conform analizei off-line (realizată cu ajutorul monitorizării offline), prima problemă care se pune este determinarea stării transformatorilor de putere. Rezultatele obținute la determinarea stării transformatorilor de putere cu ajutorul monitorizării off-line sunt analizate pentru a putea estima atingerea limitelor de către aceștia. Urmează analiza globală a parametrilor pentru fiecare componentă a transformatorului, rezultând o concluzie (starea unității, gradul de îmbătrânire). Pe baza datelor generale și statistice se pot determina, în funcție de analiza efectuată, rate de defect. Urmează analiza din punctul de vedere al siguranței în exploatare. Analiza rezultatelor împreună cu probabilitățile de defect din viața transformatorilor de putere asigură estimarea duratei sigure de viață a transformatorilor de putere. Exemplul de realizare a invenției, prezentat mai sus, nu este în nici un caz unul limitativ, existând și alte modalități de realizare a sistemului și metodei de monitorizare și diagnosticare fără a ieși din cadrul invenției de față.

REVENDICARI

1. Sistemul de monitorizare și diagnosticare on-line a sistemelor de izolație ale transformatoarelor de medie și mare putere, **caracterizat prin aceea că** este constituit dintr-un bloc senzori de temperatură **STem**, un senzor de curent **SC**, un senzor de tensiune **ST**, un bloc masura a curenților de absorbție/resorbție **CMCABS** care transmite semnale unui traductor de vibrații **TV**, mai multe elemente a caror poziție este cunoscută (**PEP** și **PPV**), un calculator de achiziție (**PC 104**) care transmite semnalele unui server bază de date **SBD**. Semnalele achiziționate de la senzori sunt transferate serverului baza de date pentru stocare, prelucrare și analiză.

2. Metodă de monitorizare și diagnosticare, care este pusă în aplicare de sistemul de la revendicarea 1, **caracterizată prin aceea că** utilizează o aplicație specializată de monitorizare și diagnosticare este compusă din patru sub-aplicații specializate, astfel o sub-aplicație de achiziție, transmisie și prelucrare primară a datelor on-line (**Eserver**), o sub-aplicație de stocare on-line (**Estocare**), o subaplicație de vizualizare locală și la distanță on-line (**EMonitor**) și o sub-aplicație de diagnosticare off-line (**DiagElectric**).

3. Metodă de monitorizare și diagnosticare, conform revendicării 2, **caracterizată prin aceea că** în scopul monitorizării sub-aplicația de achiziție, transmisie și prelucrare primară a datelor on-line (**Eserver**) inițializează achiziția datelor (**P2**) de la timpul $t=0$, apoi se introduc datele furnizate (**P3**) de calculatorul de achiziție (**PC 104**), care sunt tensiuni, curenți, temperaturi, turație, vibrații, semnale preluate de la senzorii montați pe mașina electrică supravegheată, se calculează (**P4**) se calculează coeficientul de încărcare, temperatura medie a înfășurării, conținut gaze dizolvate în ulei, temperatura ulei calculate, temperature hot-spot, rezistența termică, încărcarea maximă, pierderile în transformator, timpi de încărcare în regim de urgență de lungă și scurtă durată, viteza de îmbătrânire termică a izolației, valoarea conținutului de apă în ulei și hartie, număr plot, curent total comutat, durata de viață consumată/ramasă, calificative on-line și off-line, indice de sănătate, inclusiv erorile acestora față de valorile nominale, iar la ultimul pas (**P5**) se realizează incrementarea timpului cu Δt la sfârșitul achiziției și prelucrării primare a datelor, după care se revine la al doilea pas (**P2**) de unde se reia o nouă achiziție de date de la un alt moment de timp, după care sub-aplicația de stocare on-

line (**Estocare**) introduce datele (**P8**) furnizate de sub-aplicația de achiziție (**Eserver**), stochează datele (**P9**) primite în serverul baza de date (**SBD**), precum și stochează (**P10**) alarmele, dacă este cazul, iar sub-aplicația de vizualizare locală și la distanță on-line (**EMonitor**) vizualizează (**P156**) blocurile de analiză încărcare, analiza umiditatea sistemului de izolație, analiza gaze dizolvate în ulei, analiza descărcări parțiale, stare CRS, stare treceri izolate, stare echipament răcire, diagnosticarea off-line, calculul duratei de viață onsumate/restante, iar la pasul **P17** se realizează incrementarea timpului cu Δt la sfârșitul vizualizării on-line a datelor după care se revine la pasul de inițializare a vizualizării (**P13**) de unde se reia o nouă vizualizare de date de la un alt moment de timp.

4. Metodă de monitorizare și diagnosticare, conform revendicării 2, **caracterizată prin aceea că** în scopul diagnosticării stării mașinii electrice supravegheate sub-aplicația de diagnosticare off-line (**DiagElectric**) introduce toate datele mașinii electrice (**P19**) supravegheate ca: rezistențe de izolație, capacitate, tangenta unghiului de pierderi a înfășurărilor; rezistențe de izolație treceri izolate, parametrii ulei electroizolant etc.; determinări globale ca descărcări parțiale, curenți de absorbție/resorbție, vibrații, termografie etc.; rezistențe ohmice ale înfășurărilor; stare sistem răcire; stare transformatoare de current de tip inclus, apoi (**P20**) se realizează determinarea stării sistemului de izolație, determinarea stării înfășurărilor, determinarea stare sistem racire, determinarea stării comutatorului de ploturi și determinarea stării transformatoarelor de current de tip inclus, după se realizează diagnosticarea (**P21**) stării echipamentului, iar la ultimul pas (**P22**) se oprește sub-aplicația de diagnosticare **DiagElectric**.

5. Metodă de monitorizare și diagnosticare, conform revendicării 2 și 4, **caracterizată prin aceea că** în scopul realizării unor diagnosticări parțiale subaplicația de diagnosticare off-line (**DiagElectric**) conține mai multe sub-aplicații de diagnosticare a datelor off-line specifice (**DiagElectric**) pentru determinarea stării sistemului de izolație, pentru determinarea stării înfășurărilor, pentru determinarea principalelor caracteristici electrice, pentru determinarea stării sistemului de răcire și a unor caracteristici diverse, pentru determinarea stării echipamentului sau pentru estimarea duratei de viață rămase.

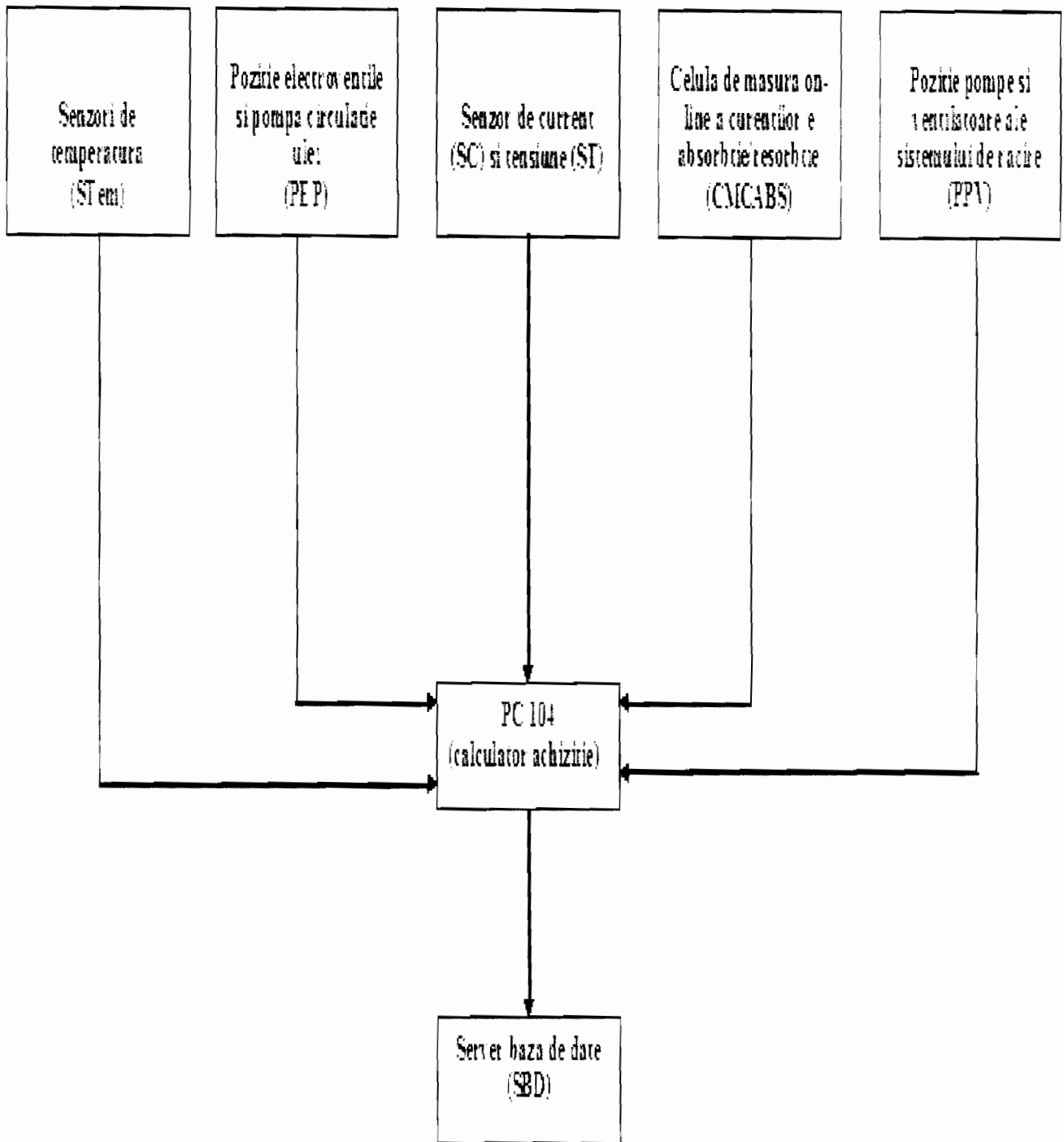


Fig. 1.

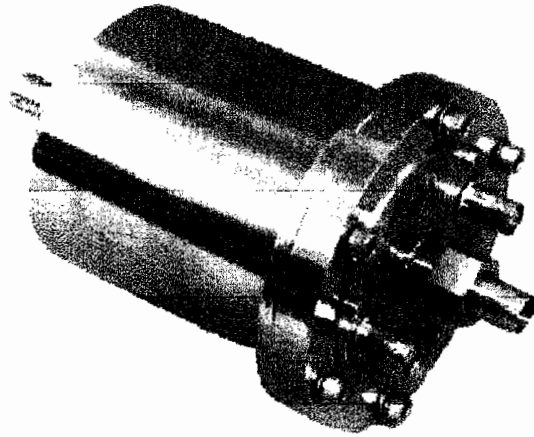


Fig.2.

PC 104 - calculator de achizitie

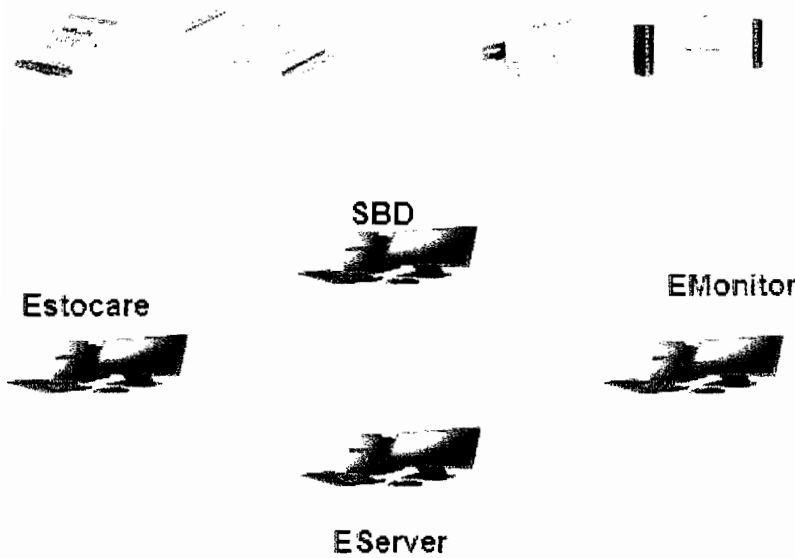


Fig.3

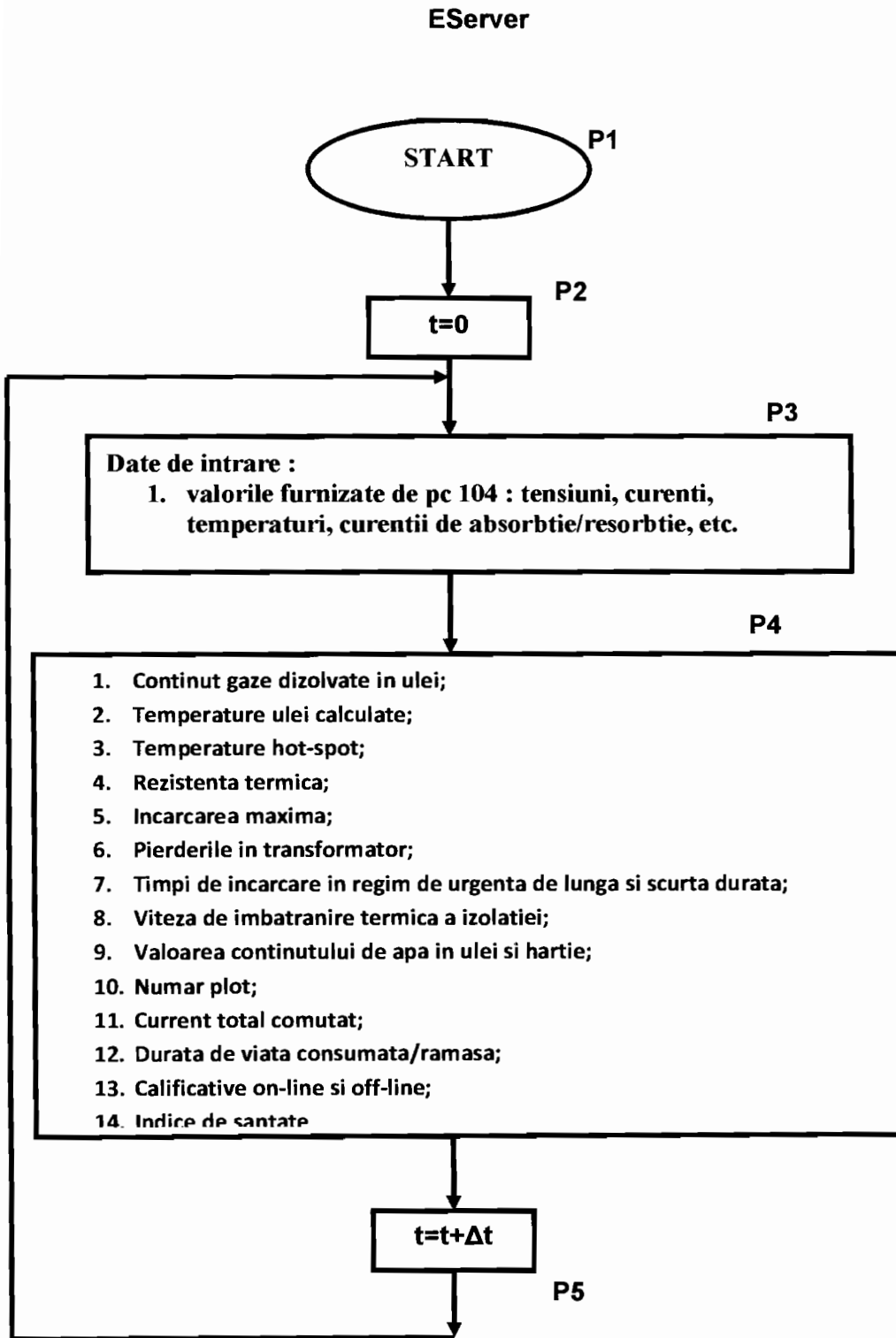


Fig.4.

EStocare

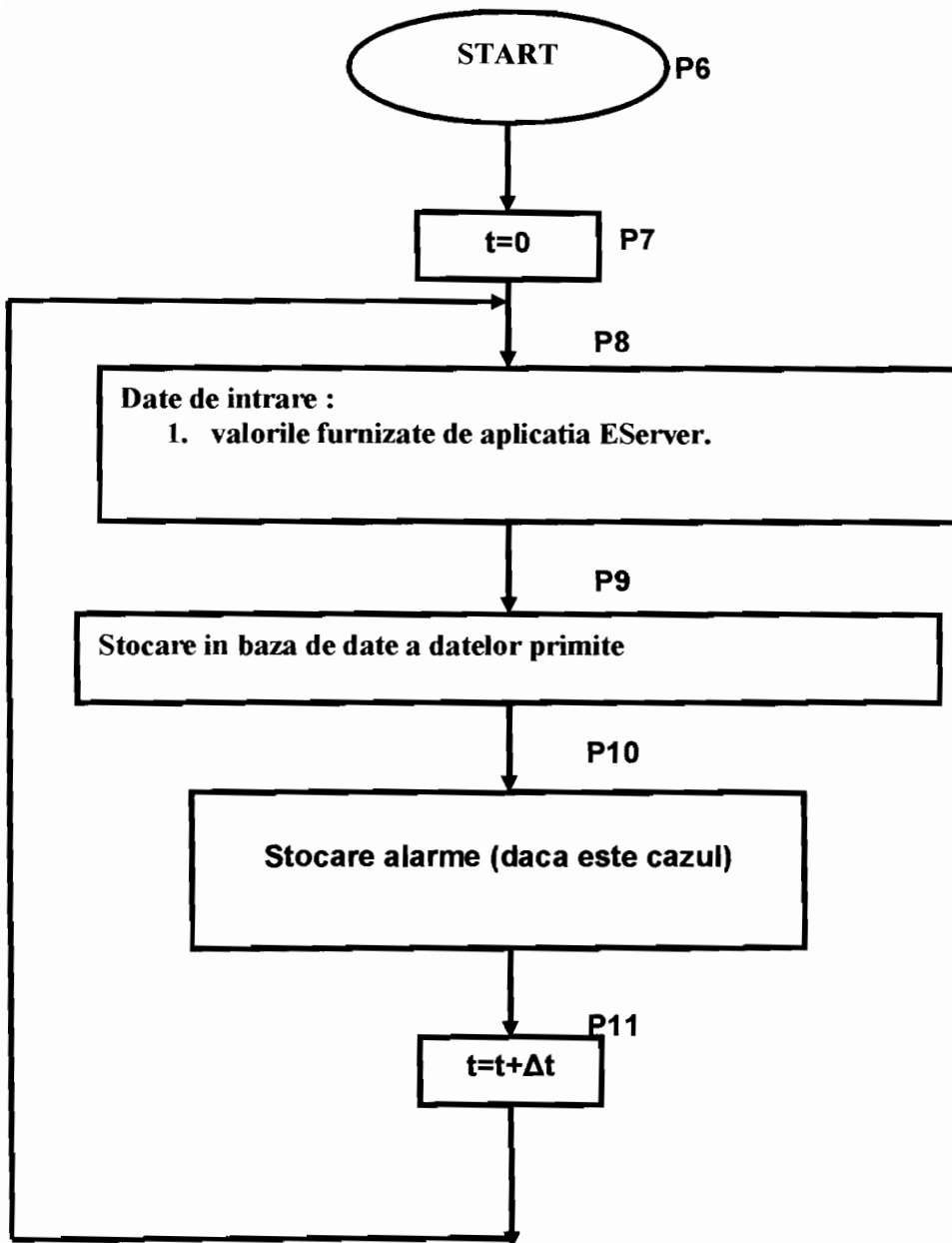


Fig.5.

EMonitor

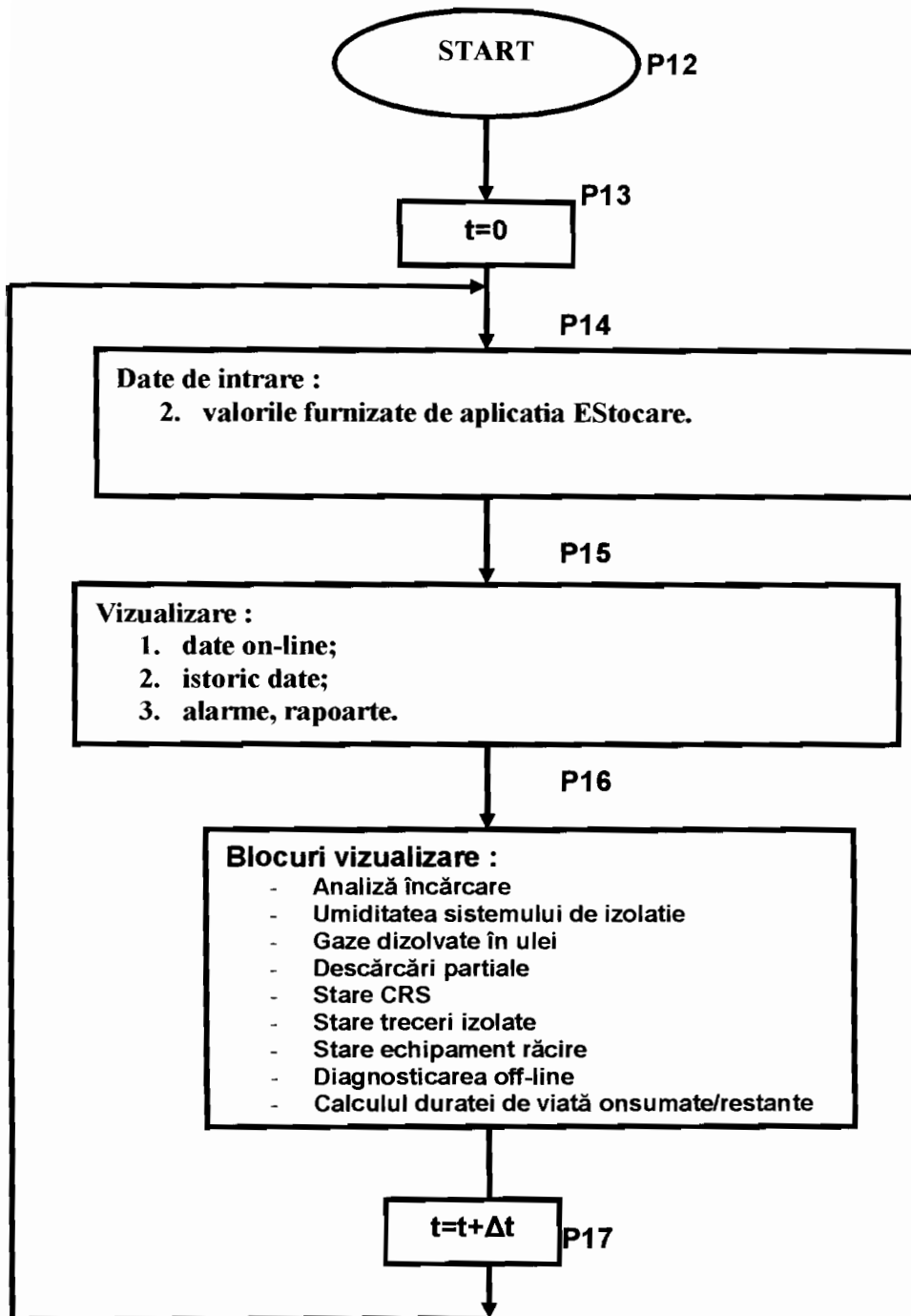


Fig.6.

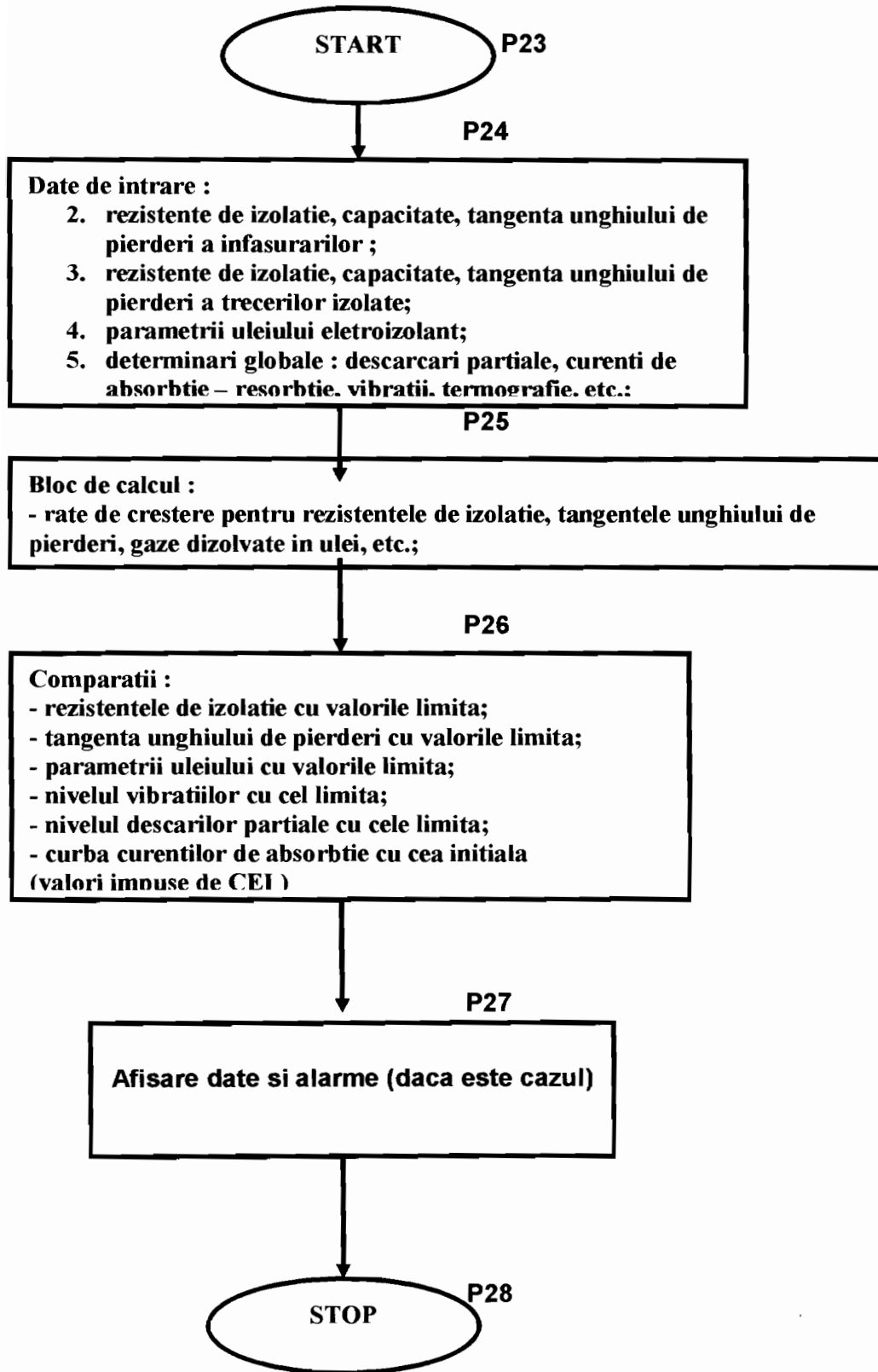


Fig.9.

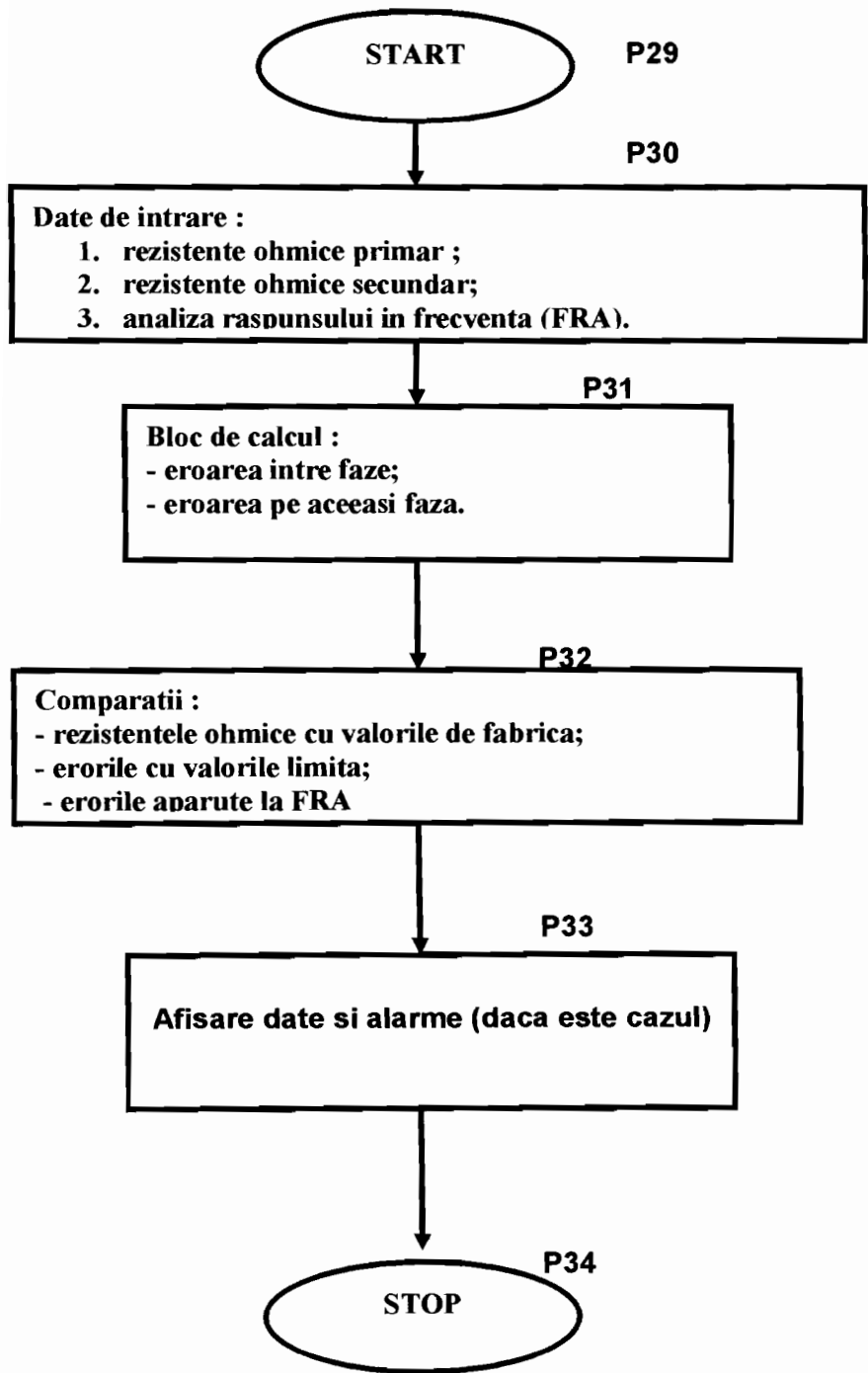


Fig.10.

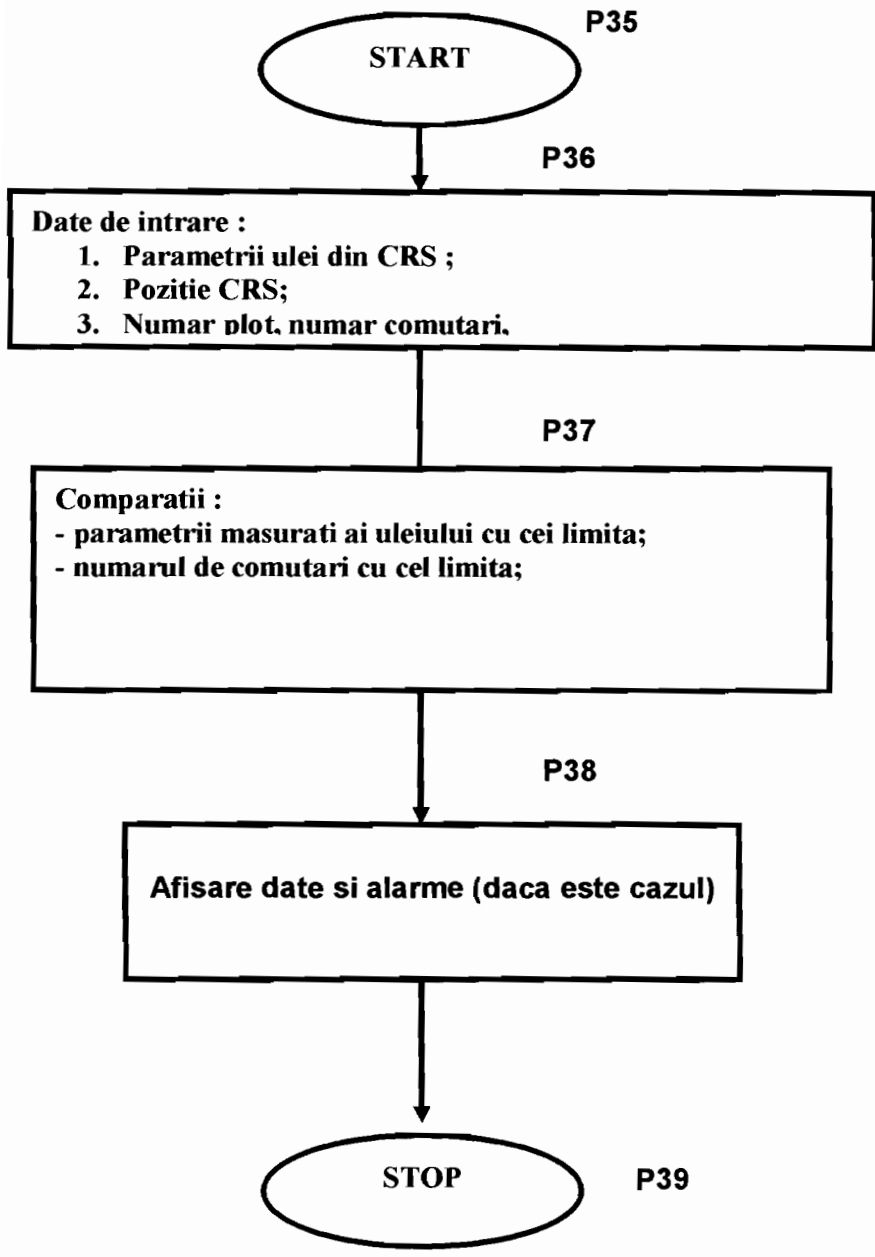


Fig.11.

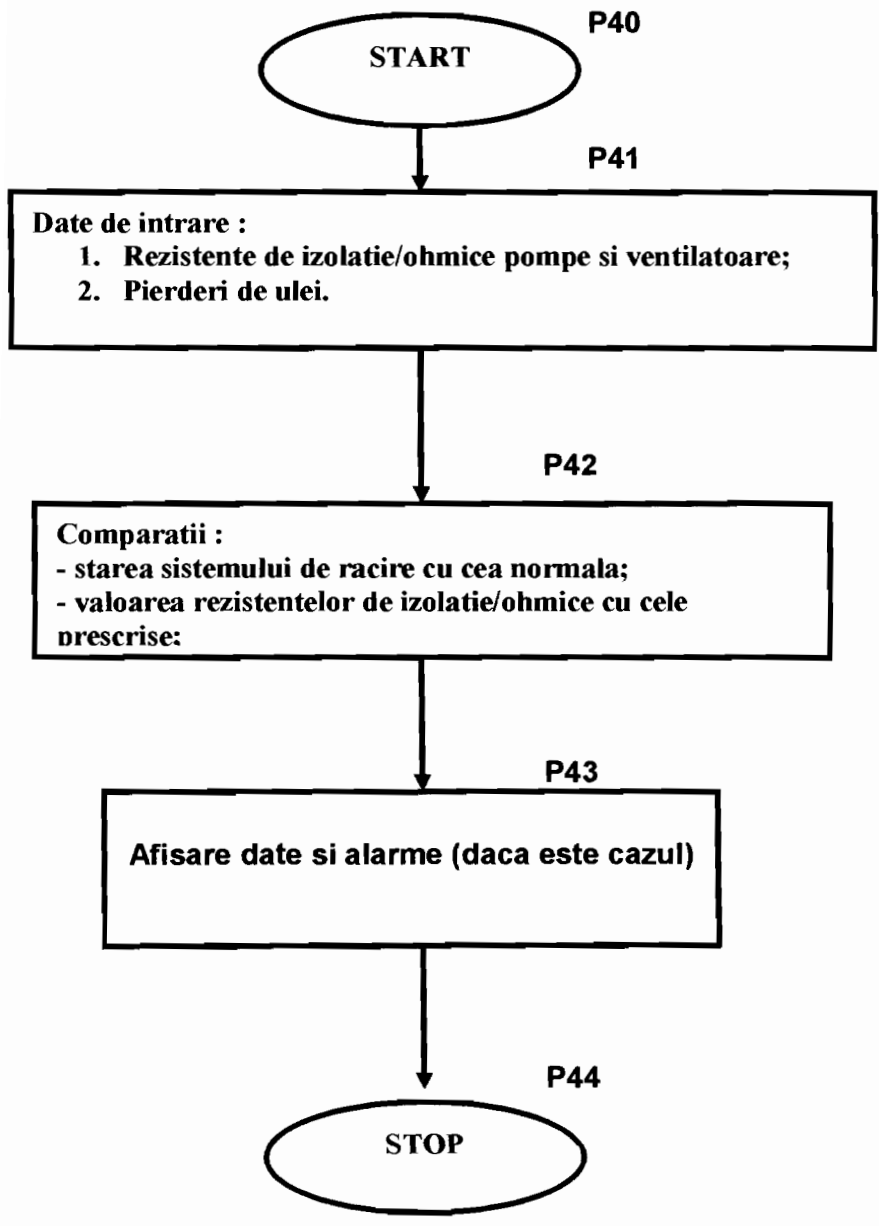


Fig.12.

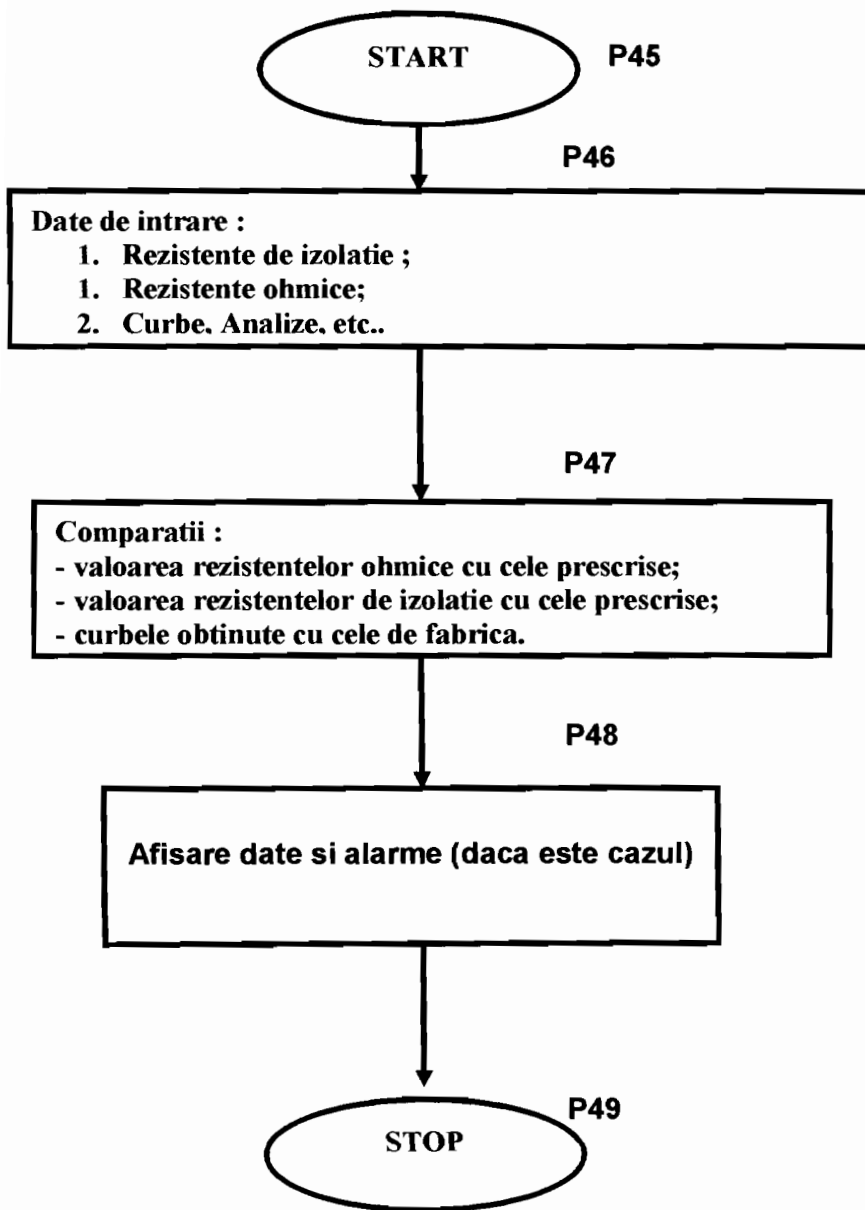


Fig.13.

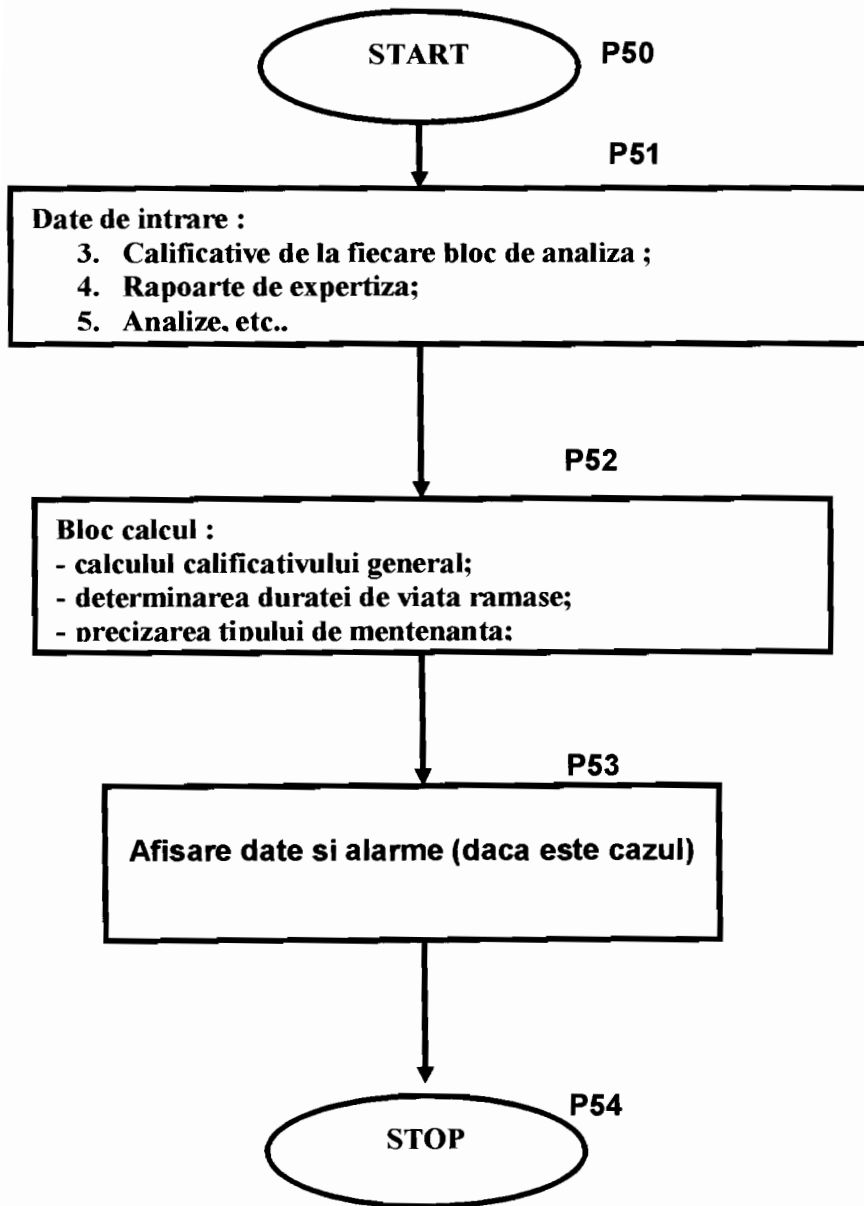
Determinare stare echipament

Fig.14.

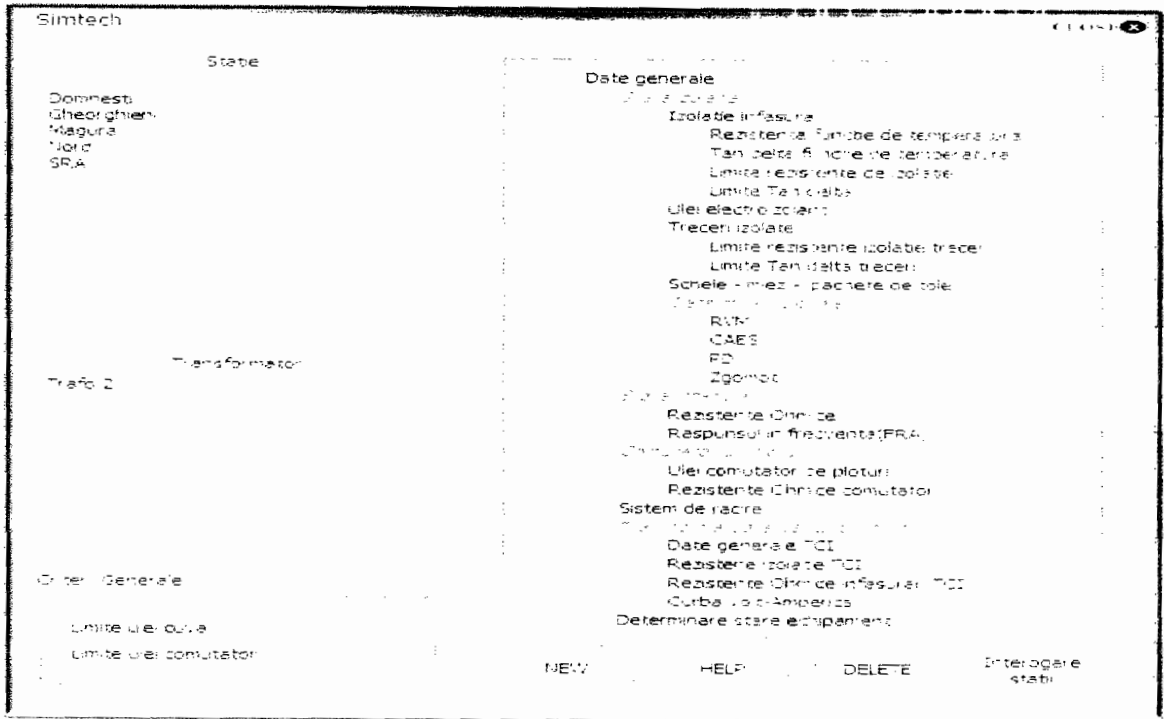


Fig.15.

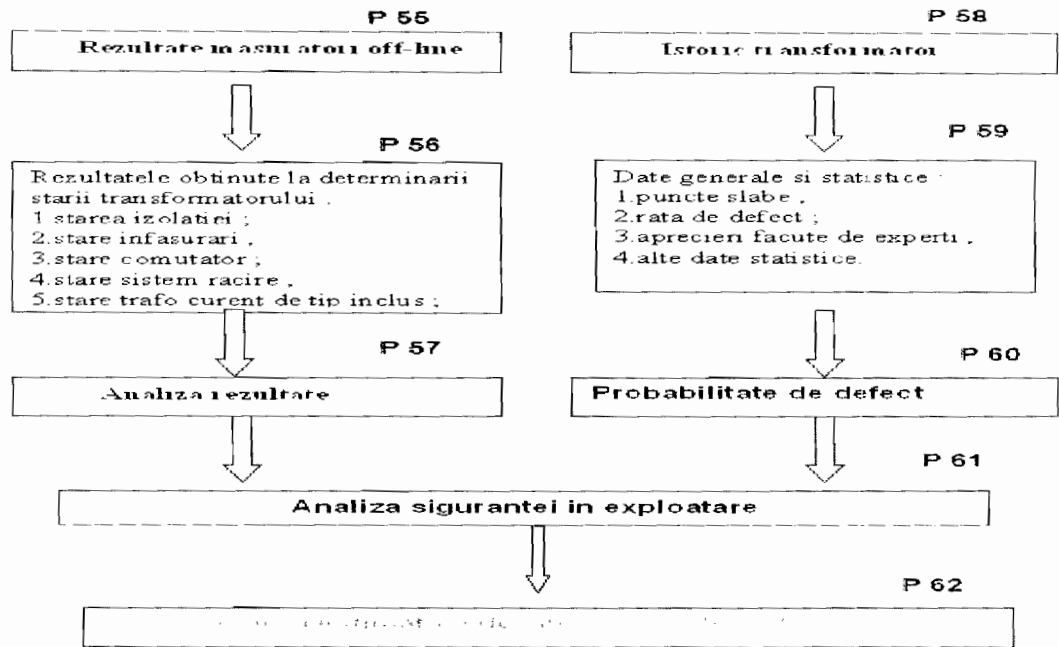


Fig.16.