



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00878**

(22) Data de depozit: **08/09/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/12/2017** BOPI nr. **12/2017**

(41) Data publicării cererii:  
**30/04/2013** BOPI nr. **4/2013**

(73) Titular:  
• **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*

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**RO 125933 A2; RO a 2005 01046 A0**

(54) **SISTEM DE MONITORIZARE A SISTEMELOR DE IZOLAȚIE  
ALE TRANSFORMATOARELOR DE MEDIE ȘI MARE  
PUTERE**



1           Invenția se referă la un sistem de monitorizare a sistemelor de izolație ale transforma-  
toarelor electrice de medie și mare putere.

3           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  
5           acesteia. Scoaterea neprogramată (accidentală) temporară sau definitivă din funcțiune a unui  
transformator de putere poate conduce la perturbări importante în alimentarea cu energie  
7           a consumatorilor, respectiv la reducerea calității acesteia, prin producerea de întreruperi în  
alimentare, reducerea frecvenței, a tensiunii, etc. Din aceste motive, utilizatorii transfor-  
9           matoarelor 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  
11          la planificarea lucrărilor de întreținere, reparare și/sau înlocuire a acestora.

          Cum performanțele în exploatare ale mașinilor electrice depind în mod esențial de  
13          stările sistemelor de izolație, sistemele de diagnosticare și monitorizare se referă, în princi-  
pal, la această componentă a transformatoarelor de putere. Cercetările efectuate în ultimii  
15          ani de principalii fabricanți și utilizatori de transformatoare din SUA, Germania, Marea  
Britanie, Franța, Elveția, Japonia, China, etc. se referă, îndeosebi, la diagnosticarea și moni-  
17          torizarea sistemelor de izolație. Scopul acestor cercetări constă în stabilirea parametrilor care  
dau informațiile complete privitoare la stările sistemelor de izolație și a valorilor limită ale  
19          acestora, realizarea de echipamente pentru măsurarea valorilor parametrilor aleși, achizițio-  
narea rezultatelor, realizarea unor softuri performante de prelucrare și interpretare a datelor,  
21          semnalarea depășirilor valorilor limită admisibile și luarea unor decizii privind eventualele  
deconectări ale transformatoarelor.

23          În cadrul CIGRE (Conferința Internațională a Marilor Rețele Electrice), s-au constituit  
grupuri de lucru pentru elaborarea unor metodologii de diagnosticare și monitorizare, iar  
25          majoritatea conferințelor și simpozioanelor internaționale privitoare la echipamentele electrice  
tratează acest subiect.

27          Metodele și echipamentele cunoscute se axează pe anumiți parametri (temperatura  
uleiului electroizolant, curenți, tensiuni, etc.). Echipamentele existente nu prezintă on-line  
29          parametri importanți (rezistivitatea de volum a uleiului electroizolant, tangenta unghiului de  
pierderi a uleiului electroizolant, etc.) pentru analiza sistemelor de izolație ale transforma-  
31          toarelor de putere, nu prezintă softwareuri de diagnosticare a stărilor transformatoarelor și nici  
nu utilizează datele obținute prin măsurători off-line.

33          Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în verificarea sistemelor de izo-  
lație ale transformatoarelor de medie și mare tensiune, pe baza parametrilor cunoscuți de  
35          monitorizare, specifici acestora, cât și a curenților de absorbție/resorbție.

          Sistemul de monitorizare a sistemelor de izolație ale transformatoarelor de medie și  
37          mare putere, constituit dintr-un bloc senzori de temperatură, un senzor de curent, un senzor  
de tensiune, un calculator de achiziție care transmite semnalele achiziționate de la senzori  
39          la un server bază de date pentru stocare, prelucrare și analiză, conform invenției, înlătură  
dezavantajele de mai sus prin aceea că, pentru achiziționarea informațiilor necesare referi-  
41          toare la curenții de absorbție/resorbție, conține un bloc de măsură a curenților de absorb-  
ție/resorbție, montat pe cuva transformatoarelor, compus dintr-o celulă de ulei formată dintr-un  
43          condensator cilindric având ca armături doi cilindrii concentrici, iar ca dielectric proba de  
măsurat, o sursă de tensiune ce conține un convertor dc-dc ce generează o tensiune continuă  
45          aplicată la bornele condensatorului cilindric pentru a încărca și polariza proba de ulei, și un  
amplificator de curent prevăzut cu filtre trece jos, pentru reducerea zgomotului, în cazul  
47          măsurătorilor în curent continuu de valori cuprinse între fA și pA, precum și cu posibilitatea  
de măsurare în bandă largă, maximum 400 Hz.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Conform unui alt aspect al invenției, pentru comutarea modului de lucru, blocul de măsură a curenților de absorbție/resorbție mai conține două relee normal deschise care, alimentate, conectează proba fie la sursa de tensiune, fie la masa de măsurare, iar nealimentate deconectează proba și de la sursă și de la masă.                                                                                                                                                                                  | 1  |
| Conform unui alt aspect al invenției, pentru condiționarea termică a celulei, blocul de măsură a curenților de absorbție/resorbție mai conține un manșon rezistiv, comandat cu ajutorul unui regulator de temperatură care o poate regla în mod continuu sau secvențial, și un termocuplu pentru detectarea temperaturii mediului ambiant.                                                                                                                                                                    | 3  |
| Conform unui alt aspect al invenției, pentru controlul curgerii uleiului, blocul de măsură a curenților de absorbție/resorbție mai conține un sistem hidraulic, dimensionat să funcționeze până la o presiune maximă admisă pentru celulă, de 5 bar, compus dintr-un electroventil normal închis, dispus pe circuitul de intrare al uleiului în celulă, un electroventil normal închis pe circuitul de ieșire al uleiului în celulă, și o pompă de ulei pe circuitul de ieșire lucrând în regim de aspirație. | 5  |
| Avantajele invenției sunt următoarele:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 7  |
| - echipamentul realizat permite și achiziționarea, stocarea și prelucrarea unor informații rezultate din măsurătorile inițiale sau măsurătorile off- și/sau on-line ale altor parametri caracteristici ai sistemelor de izolație, utili pentru evaluarea stărilor de îmbătrânire ale sistemelor de izolație a transformatoarelor de putere, și luarea de decizii privind eventualele deconectări ale mașinilor electrice și evitarea defectării lor;                                                          | 9  |
| - partea de vizualizare și analiză nu afectează sistemul de achiziție, stocare și prelucrare a datelor on-line.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 11 |
| Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1...16, care reprezintă:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 13 |
| - fig. 1, schema bloc a sistemului de monitorizare on-line;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 15 |
| - fig. 2, celula de ulei on-line;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 17 |
| - fig. 3, arhitectura sistemului de monitorizare;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 19 |
| - fig. 4, diagrama sub-aplicației de achiziție, transmisie și prelucrare primară a datelor on-line EServer;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 21 |
| - fig. 5, diagrama sub-aplicației de stocare a datelor on-line EStocare;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 23 |
| - fig. 6, diagrama sub-aplicației de vizualizare locală sau la distanță on-line EMonitor;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 25 |
| - fig. 7, interfața EMonitor;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 27 |
| - fig. 8, diagrama sub-aplicației de diagnosticare off-line DiagElectric;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 29 |
| - fig. 9, diagrama sub-aplicației de diagnosticare off-line DiagElectric pentru determinarea stării sistemului de izolație;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 31 |
| - fig. 10, diagrama sub-aplicației de diagnosticare off-line DiagElectric pentru determinarea stării înfășurărilor;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 33 |
| - fig. 11, diagrama sub-aplicației de diagnosticare off-line DiagElectric pentru determinarea stării comutatorului de reglaj în sarcină (CRS);                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 35 |
| - fig. 12, diagrama sub-aplicației de diagnosticare off-line DiagElectric pentru determinarea stării sistemului de răcire;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 37 |
| - fig. 13, diagrama sub-aplicației de diagnosticare off-line DiagElectric pentru determinarea stării transformatoarelor de curent de tip inclus;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 39 |
| - fig. 14, diagrama sub-aplicației de diagnosticare off-line DiagElectric pentru determinarea stării echipamentului;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 41 |
| - fig. 15, interfața DiagElectric;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 43 |
| - fig. 16, diagrama sub-aplicației de diagnosticare off-line DiagElectric pentru modelul analizei pentru estimarea duratei rămase de viață.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 45 |

Sistemul de monitorizare si diagnosticare, conform fig. 1, conține un bloc senzori **STem** 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**, **PPV** utilizate pentru preluarea pozițiilor electroventilelor, a pompei de circulație a uleiului și a pompelor aferente sistemului de răcire, elemente a căror poziție este cunoscută, un calculator **PC 104** de achiziție care transmite semnalele unui server **SBD** bază de date. Semnalele achiziționate de la senzori sunt transferate serverului bază de date pentru stocare, prelucrare și analiză.

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 în calculatorul **PC 104** de achiziție;
- semnalele de tensiune și curent vor merge în traductoarele corespunzătoare, apoi în calculatorul **PC 104** de achiziție;
- semnalele aferente pozițiilor electroventilelor și pompa de circulație ulei vor merge direct în calculatorul **PC 104** de achiziție;
- semnalele de la celula de măsură on-line a curenților de absorbție/resorbție vor merge direct în calculatorul **PC 104** de achiziție;
- semnalele aferente pozițiilor pompelor și ventilatoarelor aferente sistemului de răcire vor merge direct în calculatorul **PC 104** de achiziție.

În acest mod, toate semnalele ajung la calculatorul **PC 104** de achiziție, apoi, prin interfața serială RS 232, calculatorului, unde sunt achiziționate, stocate și prelucrate.

Senzorul **SC** de curent este de tip SINEAX I 538, cu separare galvanică între primar și secundar, putând fi alimentat din secundarele transformatoarelor de curent folosite pentru măsura curenților de sarcină ai transformatorului monitorizat. În cazul de față, se utilizează traductoare care în primar suportă maximum 5 A, iar în secundarul traductoarelor vom obține un semnal 4...20 mA.

Senzorul **ST** de tensiune este de tip SINEAX U 539, cu separare galvanică între primar și secundar, putând fi alimentat din secundarele transformatoarelor de tensiune folosite pentru măsura tensiunilor. În cazul nostru, folosim traductoare care în primar suportă maximum 100 V, iar în secundarul traductoarelor vom obține un semnal 4...20 mA.

Senzorul **STem** de temperatură ulei de tip AKM 48003-2 este folosit pentru a detecta temperatura din uleiul electroizolant, dar și a mediului. Se utilizează termometre cu rezistență PT 100, cu conectare prin trei conductori. Aceștia 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 Q/3 - conductor PT 100; precizia măsurării: 0,1°C/cifră; intervalul de măsurare: -40...+120°C. Valoarea în semnal, de 4...20 mA, este furnizată sistemului de achiziție.

Blocul **CMCABS** de măsură on-line a curenților de absorbție/resorbție este compus din:

- a) Celula de ulei - tip IRLAB CL2 - fig. 2.

Principiul de măsurare al acestei metode (măsurarea curenților de absorbție/resorbție) 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 cilindri concentrici, între care se găsește proba de măsurat.

# RO 128324 B1

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Principalele caracteristici tehnice ale celulei IRLAB CL2 sunt următoarele:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1  |
| - electrozi și vas din oțel inoxidabil;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |
| - volum de lichid: 200 cm <sup>3</sup> ;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3  |
| - temperatura de operare: 0...100°C;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
| - capacitatea geometrică având drept dielectric aer: C <sub>0</sub> = 23 pF;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5  |
| - factor de pierderi în prezența aerului: tgδ <sub>0</sub> < 10 <sup>-6</sup> la 50 Hz;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |
| - tensiunea maximă admisibilă: 300 V;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7  |
| - diametrul: 100 mm;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
| - înălțimea: 135 mm (incluzând conectorii).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 9  |
| Conform principiului de măsurare adaptat geometriei celulei sunt conectate direct la celula două componente de bază, și anume: sursa de tensiune continuă, necesară încărcării și polarizării probei de ulei, și amplificatorul de curent.                                                                                                                                                                                                                                                                         | 11 |
| b) Sursa de tensiune                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 13 |
| 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.                                                                                                                                                                                                                                                                        | 15 |
| c) Blocul de comutare al modului de lucru absorbție/resorbție                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 17 |
| Se compune din două relee normal deschise, care pot conecta proba fie la sursa de tensiune, fie la masa de măsurare, iar 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. | 19 |
| d) Amplificatorul de curent                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 21 |
| Pentru măsurarea curenților de absorbție/resorbție, sistemul conform invenției utilizează un amplificator de transimpedanță ce acoperă un domeniu de 10 decade de măsurare comutabile, cuprinse între valorile de sensibilitate de la 10 <sup>-13</sup> până la 10 <sup>-4</sup> 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.).  | 23 |
| e) Sistemul de condiționare termică al celulei                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 25 |
| Având în vedere că temperatura de lucru impusă prin standard este de 90°C, celula este condiționată termic cu ajutorul unui manșon 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.                                                                                                                                                                                                                | 27 |
| f) Senzorul de temperatură pentru celulă                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 29 |
| Pentru a detecta temperatura mediului ambiant, se folosește termocuplu tip K. Intervalul de măsurare: -40...+250°C.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 31 |
| g) Sistemul hidraulic al celulei                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 33 |
| Este compus din ansamblul de conducte și elemente de control al curgerii uleiului, după cum urmează:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 35 |
| - un electroventil normal închis, pe circuitul de intrare a uleiului în celulă;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 37 |
| - un electroventil normal închis, pe circuitul de ieșire a uleiului din celulă;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 39 |
| - o pompă de ulei pe circuitul de ieșire, lucrând în regim de aspirație (sucțiune).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 41 |
| Toate componentele circuitului hidraulic sunt dimensionate să lucreze în siguranță până la o presiune mai mare de 5 bar (presiunea maximă admisă pentru celulă).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 43 |
| Pentru preluarea pozițiilor electroventilelor și a pompei PEP de circulație a uleiului, se folosesc contactele acestora normal deschise, astfel încât în calculatorul PC 104 vor exista informații actualizate referitoare la pozițiile acestora.                                                                                                                                                                                                                                                                  | 45 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 47 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 49 |

Pentru preluarea pozițiilor **PPV** ale ventilatoarelor și a pompelor aferente sistemului de răcire, se folosesc contactele acestora normal deschise, astfel încât în calculatorul **PC 104** vor exista informații actualizate referitoare la pozițiile acestora.

Calculatorul **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 opțional)

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

Interfața cu funcții multiple dispune 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 **SBD** bază de date este mașina care stochează toată informația preluată de mașina de achiziție și pune informația la dispoziția serverului web, rețelei locale din stație (IntraLAN) sau a unui calculator conectat la internet, prevăzut cu o aplicație desktop specială. Mașina își va face singură o copie de siguranță la un anumit interval de timp. Serverul de date are trei legături: una către internet, una către rețeaua locală din stație și o legătură către mașina de achiziție (sistem de operare de tip Microsoft Windows Server 2003, baza de date: Microsoft SQL Server 2005).

Firewallul este o mașină opțională, folosită pentru o sporire a securității serverului de date. El reprezintă poarta de intrare din internet a serverului de date. Mașina se poate înlocui și cu un router (sistem de operare Linux).

Sistemul de izolație al transformatoarelor de putere:

*Izolația solidă*

Materialele pe bază de celuloză au două funcții:

- a) creșterea stabilității dielectrice a izolației în raport cu un strat de ulei de grosime egală;
  - b) menținerea unei anumite distanțe între suprafețele cu potențiale electrice diferite.
- Izolația solidă (hârtie, preșpan, transformerboard) folosită în transformatoare este pe bază de celuloză.

Celuloza este o substanță macromoleculară naturală cu moleculă liniară, un hidrat de carbon polimer -  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Lanțurile moleculare se grupează în micle (tuburi subțiri) care se aranjează în același mod, formând fibrile și apoi fibre celulozice. Această structură explică porozitatea (40...50%) și absorbția de apă foarte mare a produselor pe bază de celuloză.

Hârtia celulozică este un amestec de trei componente: polimer de celuloză cu o ridicată greutate moleculară; semi-celuloză, co-polimeri de mică greutate moleculară; lignină, care este un polimer aromatic. Degradarea hârtiei este dependentă de mediul ambiant și poate antrena degradarea hidrolitică, oxidativă și termică.

Oxidarea este procesul principal în degradarea hârtiei. Sub acțiunea oxigenului, macromoleculele celulozei depolimerizează, lungimea lor scade și proprietățile mecanice se înrăutățesc. De asemenea, oxigenul favorizează reacțiile chimice ale celulozei cu apa, în urma cărora crește numărul de grupări polare și se reduc "proprietățile dielectrice".

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Izolația unui transformator încărcat în mod corespunzător, în exploatare, se menține în bune condiții, fără măsuri speciale, când temperatura lui este ridicată. Dimpotrivă, izolația unui transformator aflat în rezervă sau în stare de depozitare absoarbe umiditatea din mediul ambiant. La temperaturi ale mediului ambiant în jur de 10°C, conținutul de umiditate din izolația de hârtie devine periculos pentru calitățile izolante ale hârtiei, cu toate că uleiul are un conținut redus de apă. De aceea se impune controlul periodic al Riz a transformatoarelor din rezervă și alternarea lor în funcționare, astfel încât fiecare transformator să stea în rezervă un timp cât mai scurt.                                                                                                                                                      | 1<br>3<br>5<br>7     |
| Rigiditatea dielectrică ( $E_s$ ) și rezistivitatea se reduc ca urmare a intensificării procesului de conducție electrică. Într-adevăr, în cazul umezirii corpurilor, purtătorilor de sarcină uzuali (ioni, electroni, etc.) li se adaugă purtători adiționali: ioni rezultați din disocierea impurităților conținute în apă sau a impurităților solubile din materialul propriu-zis, ioni de hidrogen și oxigen rezultați din disocierea apei, molecule ale dielectricului, grupe de molecule de apă încărcate cu sarcină electrică (a căror mișcare sub acțiunea câmpului electric este, în esență, o electroforeză lentă a fazei solide), etc.                                                                                                                                                                                                           | 9<br>11<br>13<br>15  |
| Umiditatea contribuie, de asemenea, la înrăutățirea caracteristicilor mecanice, îndeosebi a rezistenței la tracțiune, a alungirii la rupere, etc. În acest caz, efectul umidității este mai important pentru corpurile impure sau în cazul în care apa conține impurități solubile.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 17                   |
| Umiditatea modifică tensiunea de apariție a descărcărilor electrice prin eliberarea hidrogenului și oxigenului (ca urmare a electrolizei apei), formându-se bule de gaz care se dezvoltă continuu până ajung suficient de mari pentru ca în ele să se producă fenomene de polarizare a dielectricilor la tensiuni mai reduse decât în cazul materialului uscat.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 19<br>21             |
| <i>Izolația lichidă</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 23                   |
| Uleiul are funcția de izolant și, de asemenea, aceea de a transfera căldură către bateria de răcire. În timpul exploatării, uleiul de transformator îmbătrânește, pierzându-și, în funcție de condițiile de lucru, calitățile dielectrice și unele proprietăți fizico-chimice.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 25                   |
| Un factor care reduce calitățile uleiului în decursul exploatării constă în contactul dintre ulei și aerul din atmosferă (care conține oxigen și umiditate). După cum se știe, rezultatul oxidării uleiului electroizolant este formarea de acizi și de noroaie (sludge). Noroiul produs se va depune pe cuva transformatorului, încetinind procesul de răcire. Noroiul acționează ca o barieră între ulei și sistemul de răcire, precum și între miez, înfășurări și sistemul de răcire. Uneori, noroiul poate bloca circulația uleiului prin radiatoare. Ca rezultat, izolația transformatorului și înfășurările devin prea calde și pot apărea defecțiuni.                                                                                                                                                                                               | 27<br>29<br>31<br>33 |
| Caracteristicile electrice ale uleiului sunt influențate de conținutul de apă, care se poate găsi sub două forme în ulei: forma de apă liberă (emulsie sau suspensie) și forma de soluție (apă de compoziție) sau absorbită chimic, existând între cele două elemente legături electrostatice. S-a constatat că apa conținută sub formă de soluție nu are o influență sensibilă asupra rigidității dielectrice; în schimb, apa liberă conținută în ulei provoacă o scădere simțitoare a proprietăților dielectrice. Sub acțiunea câmpului electric, moleculele uleiului disociază, rezultând apoi produse insolubile în ulei. Produsele care sunt insolubile în ulei (gudroanele) nu modifică proprietățile esențiale ale acestuia; ele se depun pe suprafețele înfășurărilor acestora și ale cuvelor, îngreunând procesul de răcire al transformatoarelor. | 35<br>37<br>39<br>41 |
| Cantitatea de umiditate care poate fi dizolvată în ulei crește rapid, odată cu temperatura uleiului. Uleiul absoarbe mai multă umiditate la temperatură ridicată. Oricum, dacă uleiul electroizolant este răcit, conținutul de apă liberă crește, ceea ce provoacă, așa cum s-a amintit mai sus, o scădere simțitoare a proprietăților dielectrice.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 43<br>45             |
| În ceea ce privește monitorizarea și diagnosticarea on-line a transformatoarelor de putere, trebuie făcută distincție între monitorizare și diagnosticare. Monitorizarea 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).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 47<br>49<br>51       |

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 încărcării mașinii, analiza gazelor dizolvate în ulei, analiza umidității din sistemul de izolație, analiza stării trecerilor izolate, analiza CRS, analiza curenților de absorbție/resorbție, analiza stării echipamentului. Parametrii urmăriți la monitorizarea on-line sunt: temperatura înfășurărilor; temperatura ambiantă; curentul și tensiunea din stator; intensitatea descărcărilor parțiale; nivelul vibrațiilor; turația.

Pentru estimarea duratei de viață rămase și pentru realizarea unui sistem de avertizare rapid se urmăresc următorii parametri: Temperatura uleiului; Temperatura înfășurărilor; Temperatura miezului; Concentrația apă în ulei; Valorile rezistivității de volum, a tangentei unghiului de pierderi și a permitivității uleiului electroizolant; Valoarea curentului și a tensiunii din primar; Starea/comanda sistemului de răcire.

Structura echipamentului de monitorizare este prezentată în tabel:

*Valorile măsurate în cadrul echipamentului de monitorizare*

| Valoare măsurată                             | Nr.    | Observații      |
|----------------------------------------------|--------|-----------------|
| Curent                                       |        | -               |
| Tensiune                                     | 1      | -               |
| Temperatura ulei/ambiant                     | 2      | -35...+120°C    |
| Stare ventilatoare                           | 18 max | -               |
| Stare pompe                                  | 6 max  | -               |
| Celula măsură curenți de absorbție/resorbție | 1      | 0,1 mA...0,1 pA |

Sistemul de monitorizare constă în trei componente de bază: senzori **STem** de temperatură, de tensiune **ST**, de curent **SC**, blocul **CMCABS** de măsură on-line a curenților de absorbție/resorbție, calculatorul **PC 104** de achiziție, serverul **SBD** bază de date, echipat cu un sistem de achiziție, pentru analiza și prelucrarea datelor.

Datorită arhitecturii softwareului, soluția de monitorizare este extrem de flexibilă, așa cum este prezentat în fig. 3.

Componenta de vizualizare-diagnosticare oferă:

- achiziția și stocarea cu vizualizare locală;
- achiziția și stocarea cu vizualizare la distanță;
- achiziția și stocarea cu vizualizare locală și la distanță;
- achiziționarea datelor oferite de către mai multe sisteme electrice cu stocare pe un singur server sau pe mai multe servere.

Tehnologiile folosite în dezvoltarea softwareului sunt tehnologii folosite în aria enterprise, de aceea soluția software oferită de către Simtech International se cataloghează ca o soluție software enterprise.

Softwareul este compus din 4 părți:

- o sub-aplicație on-line de achiziție, transmisie și prelucrare primară a datelor

**EServer;**

- o sub-aplicație de stocare **EStocare**; 1
- o sub-aplicație de vizualizare locală și la distanță **EMonitor**; 3
- o sub-aplicație de diagnosticare off-line **Diag Electric**; 3

Un beneficiu important al soluției de monitorizare oferite de către Simtech International este faptul că partea de vizualizare și analiză nu afectează sistemul de achiziție, stocare și prelucrare a datelor on-line. 5

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 pornește sub-aplicația **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 uleiului calculată, temperatura 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 hârtie, număr plot, curent total comutat, durata de viață consumată/rămasă, 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  $\Delta t$  ( $t = t + \Delta t$ ) 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. 7 9 11 13 15 17 19

Aplicația **EServer** este nucleul sistemului de monitorizare, lucrează cu echipamentele hardware identificând informațiile achiziționate și le oferă în rețea. **EServer** recunoaște fiecare tip de senzor și deține protocolul de comunicație cu senzorii. Prelucrarea datelor achiziționate se face într-un mod particularizat fiecărui domeniu căruia îi este destinată soluția de monitorizare. Achiziția de pe un server poate urmări mai multe echipamentele electrice (motor, transformator, etc.), rata de eșantionare fiind reglabilă. **EServer** funcționează sub mediul Microsoft Windows Server sub forma unui web service. 21 23 25 27

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 unul 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 relaționale, și anume Oracle, MS SQL, MySQL, PostgreSQL. Intervalul la care se face stocarea este și el configurabil. O altă facilitate importantă este faptul că, dacă se dorește stocarea datelor de la un nou server de achiziție, nici stocarea celorlalte servere de achiziție aflate sub monitorizare și nici vizualizarea nu sunt întrerupte. Acest lucru se realizează fără a afecta în vreun fel sistemul de monitorizare. 29 31 33 35 37

Această parte a sistemului este responsabilă, de asemenea, cu memorarea alarmelor care apar pe durata monitorizării. O alarmă este descrisă complet de momentul apariției unei depășiri a unei anumite limite. De menționat este că această aplicație poate lipsi, dacă beneficiarul sistemului nu dorește o diagnosticare pe o perioadă lungă. Din fig. 5 se observă simplitatea interfeței. 39 41

Facilitățile oferite de către **EStocare** sunt: stocarea datelor independent de tipul bazei de date folosite, configurarea intervalului de stocare de la distanță, prin intermediul aplicațiilor de vizualizare, stocarea simultană a mai multor puncte aflate sub monitorizare. 43 45

Sub-aplicația **EMonitor**, prezentată în fig. 6 și 7, este o aplicație desktop care rulează sub mediul Microsoft Windows și a fost creată pentru ca operatorul să poată analiza și vizualiza on-line local datele achiziționate și stocate de către sistemul de monitorizare. Tot prin intermediul acestei aplicații se pot vizualiza și analiza istorice ale parametrilor. 47 49

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 umidității sistemului de izolație, analiza gazelor dizolvate în ulei, analiza descărcărilor parțiale, stare CRS, stare treceri izolate, stare echipament răcire, diagnosticarea off-line, calculul duratei de viață consumate/restante, iar la pasul **P17** se realizează incrementarea timpului cu  $\Delta t$  ( $t=t+\Delta t$ ) 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.

Facilitățile oferite de către **EMonitor** sunt: afișarea datelor online în format numeric și grafic, funcții de analiză (analiză încărcare, analiză gaze dizolvate, analiză umiditate, analiză răcire, analiză CRS - comutator de reglaj sub sarcină, analiză treceri izolate, analiză determinare stare transformator/analiză îmbătrânire, analiză off-line, calculul duratei de viață consumate/restante), interogare bază 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, precum rezistențe de izolație, capacitate, tangenta unghiului de pierderi a înfășurărilor; rezistențe de izolație treceri izolate, parametri 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 curent de tip inclus, la pasul **P20** se realizează determinarea stării sistemului de izolație, determinarea stării înfășurărilor, determinarea stării sistemului de răcire, determinarea stării comutatorului de ploturi și determinarea stării transformatoarelor de curent 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 sub-aplicației 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, conform fig. 15. Diagnosticarea se poate realiza și parțial, fie pentru determinarea stării sistemului de izolație, conform fig. 9, fie pentru determinarea stării înfășurărilor, conform fig. 10, fie pentru determinarea stării CRS, conform fig. 11, fie pentru determinarea stării sistemului de răcire, conform fig. 12, și a transformatoarelor de curent de tip indus, conform fig. 13, fie pentru determinarea stării echipamentului, conform fig. 14, prin câte o sub-aplicație specifică de diagnosticare a datelor **DiagElectric**. 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, precum 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 rezistențelor de izolație, a capacității, a tangentei unghiului de pierderi dielectrice, la pasul **P26** se realizează comparația dintre parametrii sistemului de izolație, precum rezistențele de izolație cu valorile limită, tangenta unghiului de pierderi cu valorile limită, parametrii uleiului cu cei limită, nivelul vibrațiilor cu cele limită, nivelul descărcărilor

parțiale cu cele limită, curba curenților de absorbție cu cea inițială, cu valori impuse de Comisia Electrotehnică Internațională (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, precum 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, precum rezistențele ohmice cu valorile din fabrică, erorile cu valorile limită, erorile apărute 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, precum parametrii măsurați ai uleiului din CRS, poziția acestuia, numărul plotului și numărul de comutări, la pasul **P37** se realizează următoarele comparații: parametrii măsurați 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., precum rezistențe de izolație/ohmice ale pom-pelor și ventilatoarelor, dacă există pierderi de ulei, etc., la pasul **P42** se realizează comparația dintre parametrii sistemului de răcire și ai unor caracteristici diverse, precum 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, 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, precum rezistențe de izolație, rezistențe ohmice, curba voltampermetrică, etc., la pasul **P47** se realizează următoarele comparații: rezistențele de izolație și rezistențele ohmice cu valorile prescrise, curba voltampermetrică cu cea de fabrică, 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 precum 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,

1 și urmărirea evoluției fiecărui parametru, putându-se diagnostica corect și fără echivoc starea  
mașinii monitorizate. Cu ajutorul acestei aplicații specializate, pentru monitorizarea și diag-  
3 nosticarea mașinilor electrice de putere, conform invenției, se poate determina cu precizie  
starea acestora și rezerva duratei de viață, asigurând cunoașterea/vizualizarea stării  
5 mașinilor electrice în orice moment. De asemenea, se pot prelucra datele în scopul stabilirii  
tendinței de evoluție în timp a parametrilor mașinilor electrice.

7 Determinarea stării transformatorului cuprinde:  
a) Determinarea stării echipamentului de izolație;  
9 În cadrul acestei etape, se determină:  
- starea izolației înfășurărilor;  
11 - analiza uleiului electroizolant - prelevarea probelor de ulei din cuvă, conservator și  
ruptor;  
13 - starea trecerilor izolate;  
- starea izolației schelelor, miezului, pachetelor de tole (rezistența de izolație R60 a  
15 schelelor față de masă) - cazul unităților mari de transformatoare;  
- determinarea conținutului de apă (măsurarea curenților de absorbție/resorbție,  
17 maximul tensiunii de restabilire și panta acesteia) - se execută după proceduri adoptate de  
beneficiar;

19 - determinarea nivelului descărcărilor parțiale;  
- determinarea nivelului de zgomot.  
21 b) Determinarea stărilor înfășurărilor;  
În această etapă, se efectuează:  
23 - măsurarea rezistențelor ohmice ale înfășurărilor;  
- analiza răspunsului în frecvență: determinarea amprenteii unității de transformare  
25 și compararea rezultatelor măsurărilor cu cele anterioare (se aplică un semnal de frecvență  
întă la una din bornele unității de transformare și se înregistrează răspunsul la celelalte  
27 borne, apoi se compară cele trei caracteristici între ele și față de cele înregistrate anterior).

c) Determinarea stării comutatorului de ploturi;  
29 În cadrul evaluării comutatorului, se urmăresc, pe lângă verificarea vizuală și  
funcțională:

31 - evaluarea stării uleiului din comutator:  
1. rigiditatea dielectrică;  
33 2. aspect;  
3. conținut de apă;  
35 4. analiza gazelor dizolvate în ulei;  
- numărul total de comutări.  
37 d) Determinarea stării echipamentului de răcire:  
- starea motoarelor de ventilație și a pompelor circulație ulei - pe lângă controlul  
39 vizual și funcțional, se determină rezistența de izolație R60 a electropompelor și electroven-  
tilatoarelor;

41 - vitezele de circulație aer și ulei.  
e) Determinarea stării transformatoarelor:  
43 - stare izolație;  
- rezistențe ohmice ale înfășurărilor secundare;  
45 - verificarea caracteristicii de magnetizare (curba voltampermetrică).

Sub-aplicația de diagnosticare și analiză pentru estimarea duratei de viață rămase,  
47 conform fig. 16, constă într-un prim pas **P55** în care se introduc rezultatele măsurărilor  
off-line, la pasul **P56** se introduc rezultatele obținute la analiza off-line, precum încercări cu  
49 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 <b>P59</b> se introduc datele generale și statistice, precum punctele slabe, rata de defect, aprecieri făcute de experți, alte date statistice, la pasul <b>P60</b> se calculează probabilitatea de defect, la pasul <b>P61</b> se calculează analiza siguranței în exploatare, iar la | 1  |
| ultimul pas <b>P62</b> 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                                                                                                                | 3  |
| rezultatele determinării stărilor transformatoarelor de putere prin monitorizare off-line. Conform analizei off-line, realizată cu ajutorul monitorizării offline, prima problemă care se pune                                                                                                                 | 5  |
| este determinarea stării transformatoarelor de putere. Rezultatele obținute la determinarea stării transformatoarelor de putere cu ajutorul monitorizării off-line sunt analizate pentru a                                                                                                                     | 7  |
| putea estima atingerea limitelor de către acestea. Urmează analiza globală a parametrilor pentru fiecare componentă a transformatorului, rezultând o concluzie (starea unității, gradul                                                                                                                        | 9  |
| de îmbătrânire). Pe baza datelor generale și statistice se pot determina, în funcție de analiza efectuată, ratele de defect. Urmează analiza din punctul de vedere al siguranței în exploa-                                                                                                                    | 11 |
| tare. Analiza rezultatelor împreună cu probabilitățile de defect din viața transformatoarelor de putere asigură estimarea duratei sigure de viață a transformatoarelor de putere. Exemplul                                                                                                                     | 13 |
| de realizare a invenției, prezentat mai sus, nu este în niciun caz unul limitativ, existând și alte                                                                                                                                                                                                            | 15 |
| modalități de realizare a sistemului monitorizare, fără a ieși din cadrul invenției de față.                                                                                                                                                                                                                   | 17 |

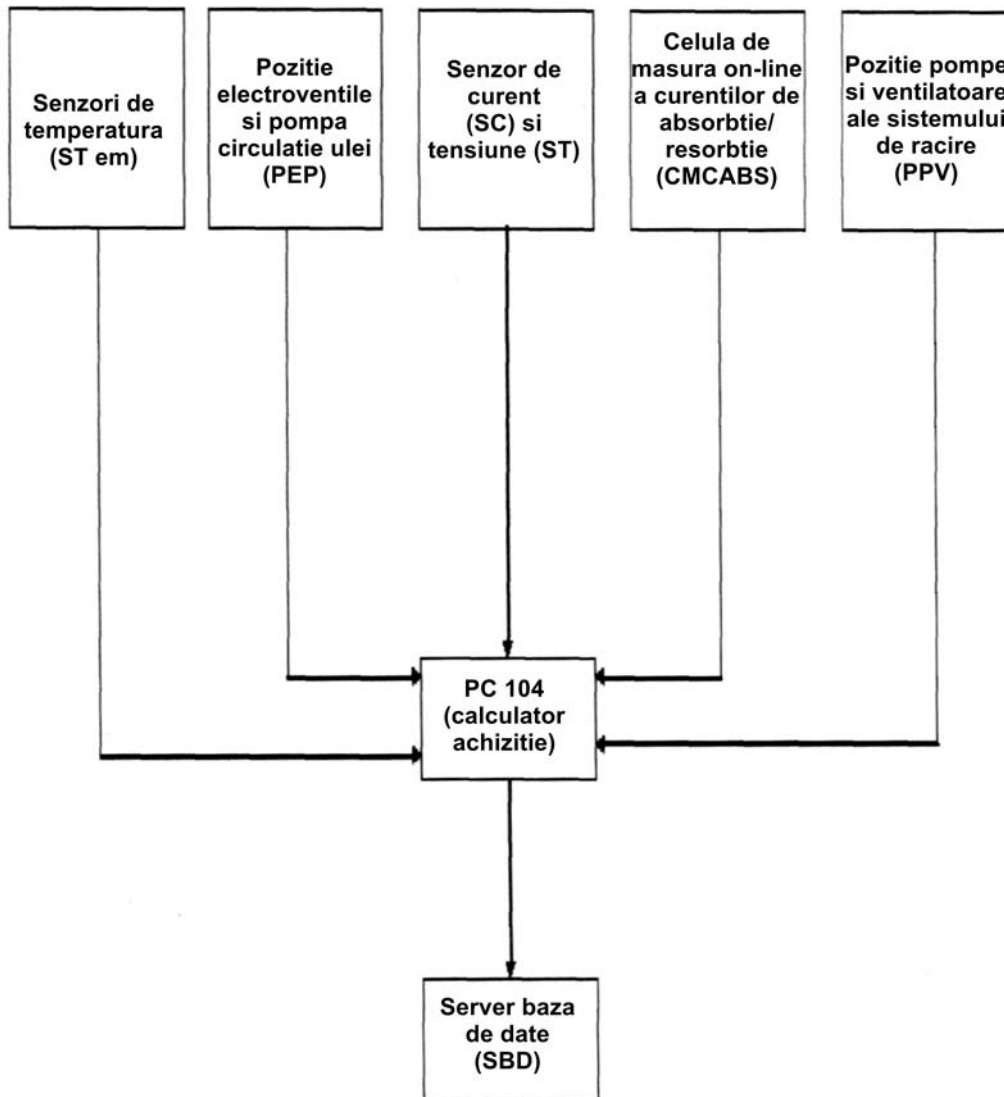
## Revendicări

1. Sistem de monitorizare a sistemelor de izolație ale transformatoarelor electrice de medie și mare putere, constituit dintr-un bloc (**STem**) senzori de temperatură, un senzor (**SC**) de curent, un senzor (**ST**) de tensiune, un calculator de achiziție (**PC104**) care transmite semnalele achiziționate de la senzori la un server bază de date (**SBD**) pentru stocare, prelucrare și analiză, **caracterizat prin aceea că**, pentru achiziționarea informațiilor necesare referitoare la curenții de absorbție/resorbție, conține un bloc (**CMCABS**) de măsură a curenților de absorbție/resorbție, montat pe cuva transformatoarelor, compus dintr-o celulă de ulei formată dintr-un condensator cilindric având ca armături doi cilindrii concentrici, iar ca dielectric proba de măsurat, o sursă de tensiune ce conține un convertor dc-dc ce generează o tensiune continuă, aplicată la bornele condensatorului cilindric pentru a încărca și polariza proba de ulei, și un amplificator de curent prevăzut cu filtre trece jos, pentru reducerea zgomotului, în cazul măsurărilor în curent continuu de valori cuprinse între fA și pA, precum și cu posibilitatea de măsurare în bandă largă, maximum 400 Hz.

2. Sistem, conform revendicării independente 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru comutarea modului de lucru, blocul (**CMCABS**) de măsură a curenților de absorbție/resorbție mai conține două relee normal deschise care, alimentate, conectează proba fie la sursa de tensiune, fie la masa de măsurare, iar nealimentate deconectează proba și de la sursă și de la masă.

3. Sistem, conform revendicării independente 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru condiționarea termică a celulei, blocul (**CMCABS**) de măsură a curenților de absorbție/resorbție mai conține un manșon rezistiv, comandat cu ajutorul unui regulator de temperatură care poate regla temperatura în mod continuu sau secvențial, și un termocuplu pentru detectarea temperaturii mediului ambiant.

4. Sistem, conform revendicării independente 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru controlul curgerii uleiului, blocul (**CMCABS**) de măsură a curenților de absorbție/resorbție mai conține un sistem hidraulic dimensionat să funcționeze până la o presiune maximă admisă pentru celulă de 5 bar, compus dintr-un electroventil normal închis, dispus pe circuitul de intrare al uleiului în celulă, un electroventil normal închis pe circuitul de ieșire al uleiului în celulă, și o pompă de ulei pe circuitul de ieșire, lucrând în regim de aspirație.



**Fig. 1**

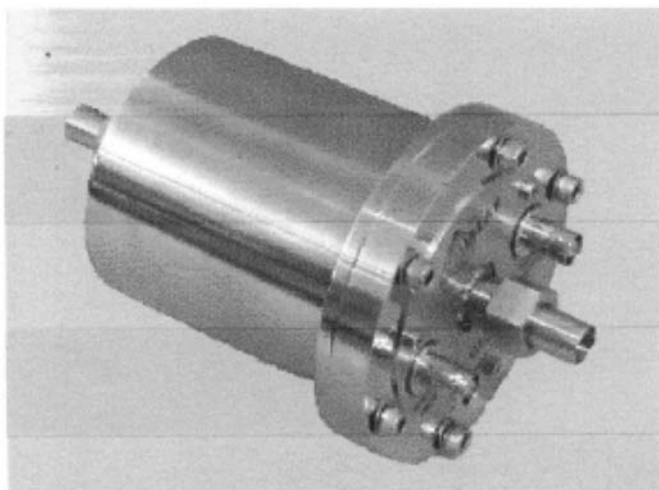


Fig. 2

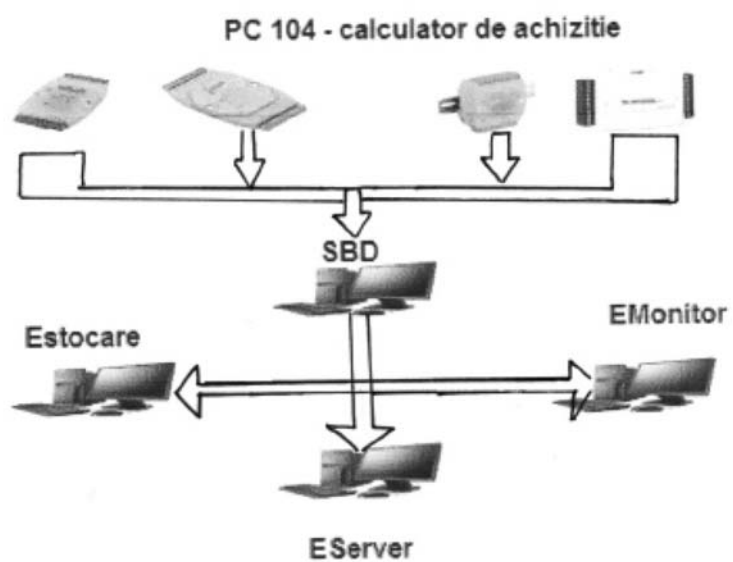
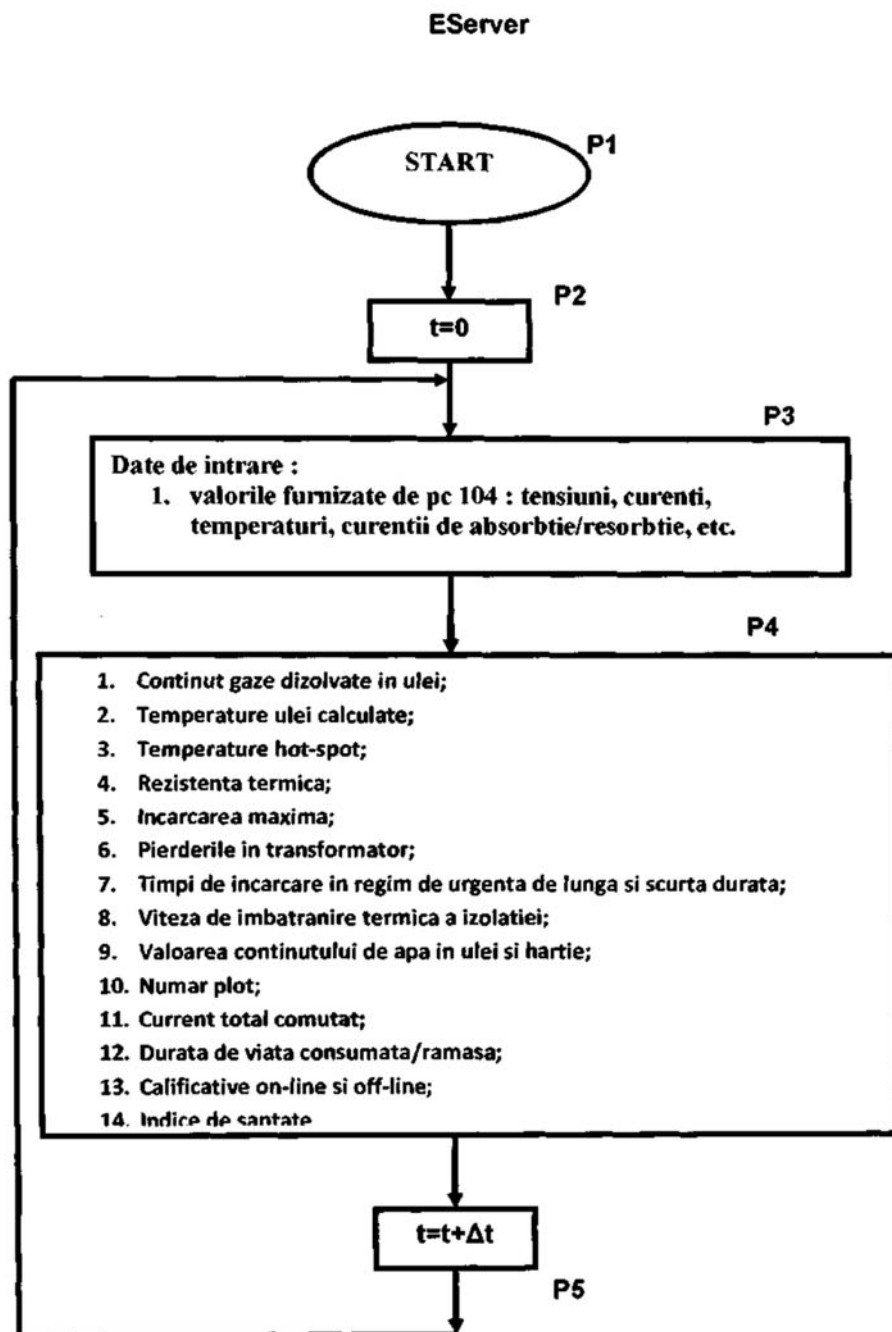


Fig. 3



## EStocare

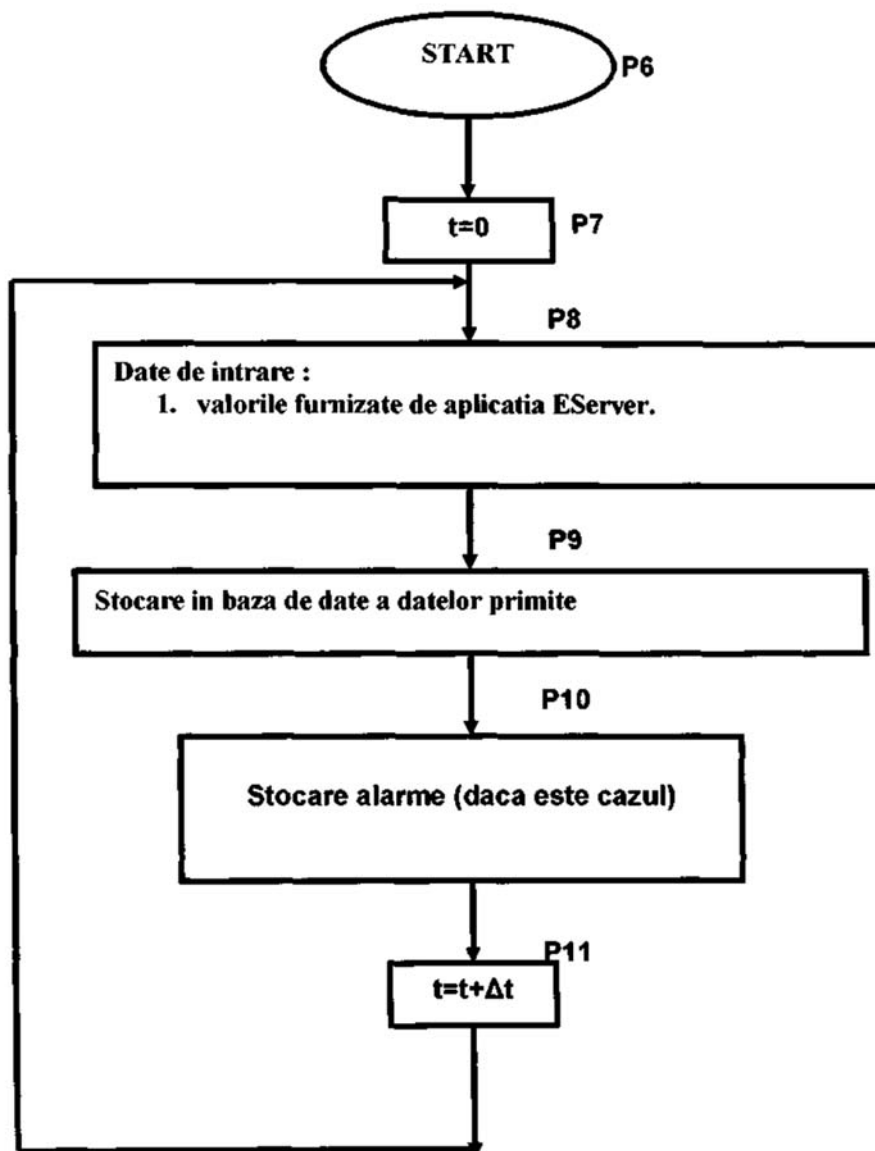


Fig. 5

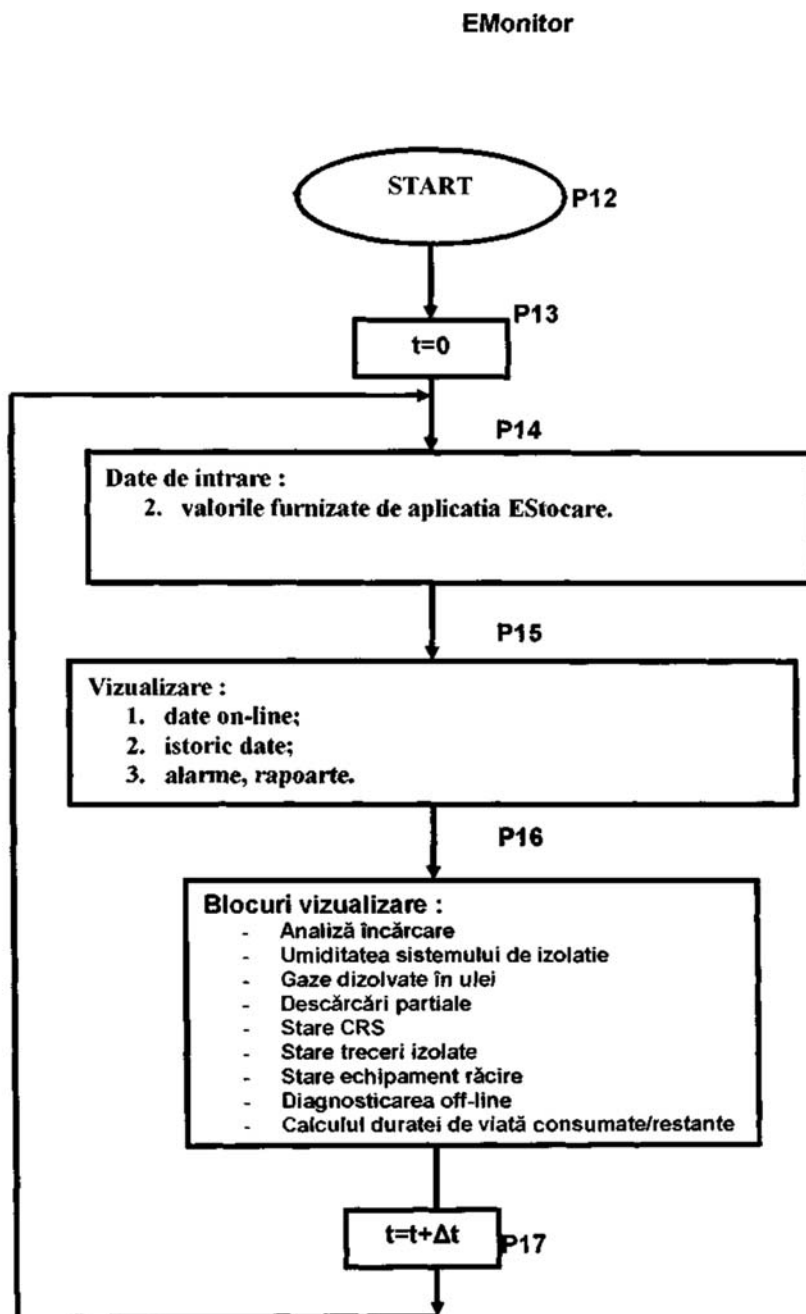


Fig. 6

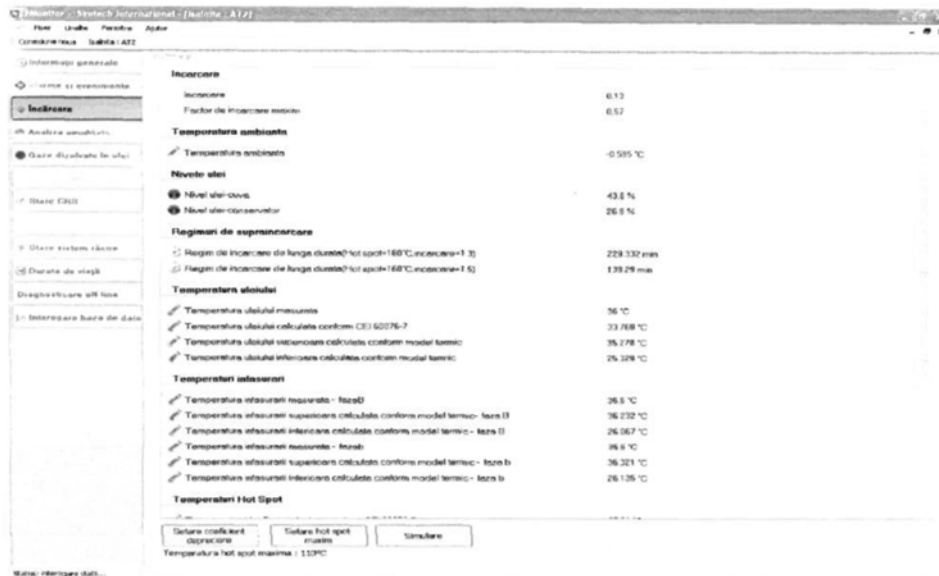


Fig. 7

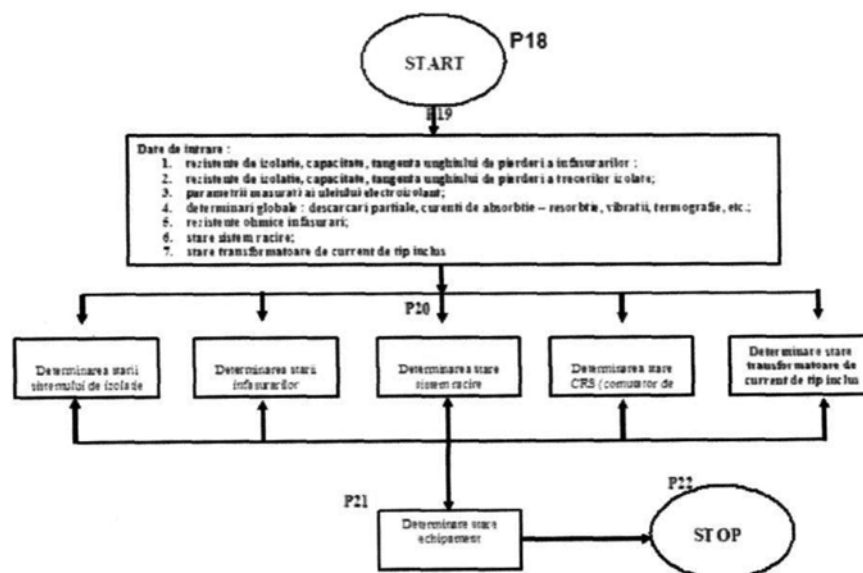


Fig. 8

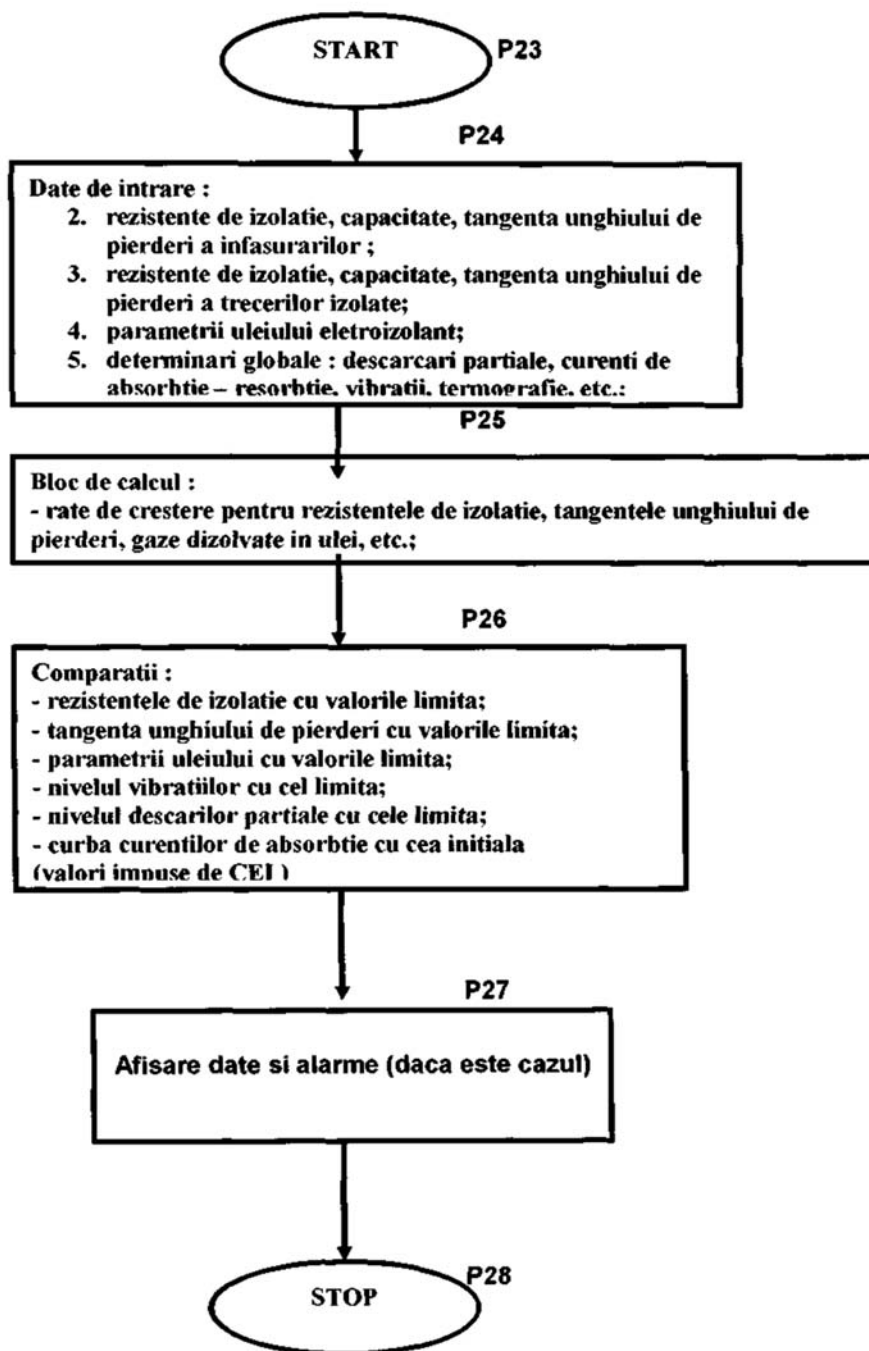


Fig. 9

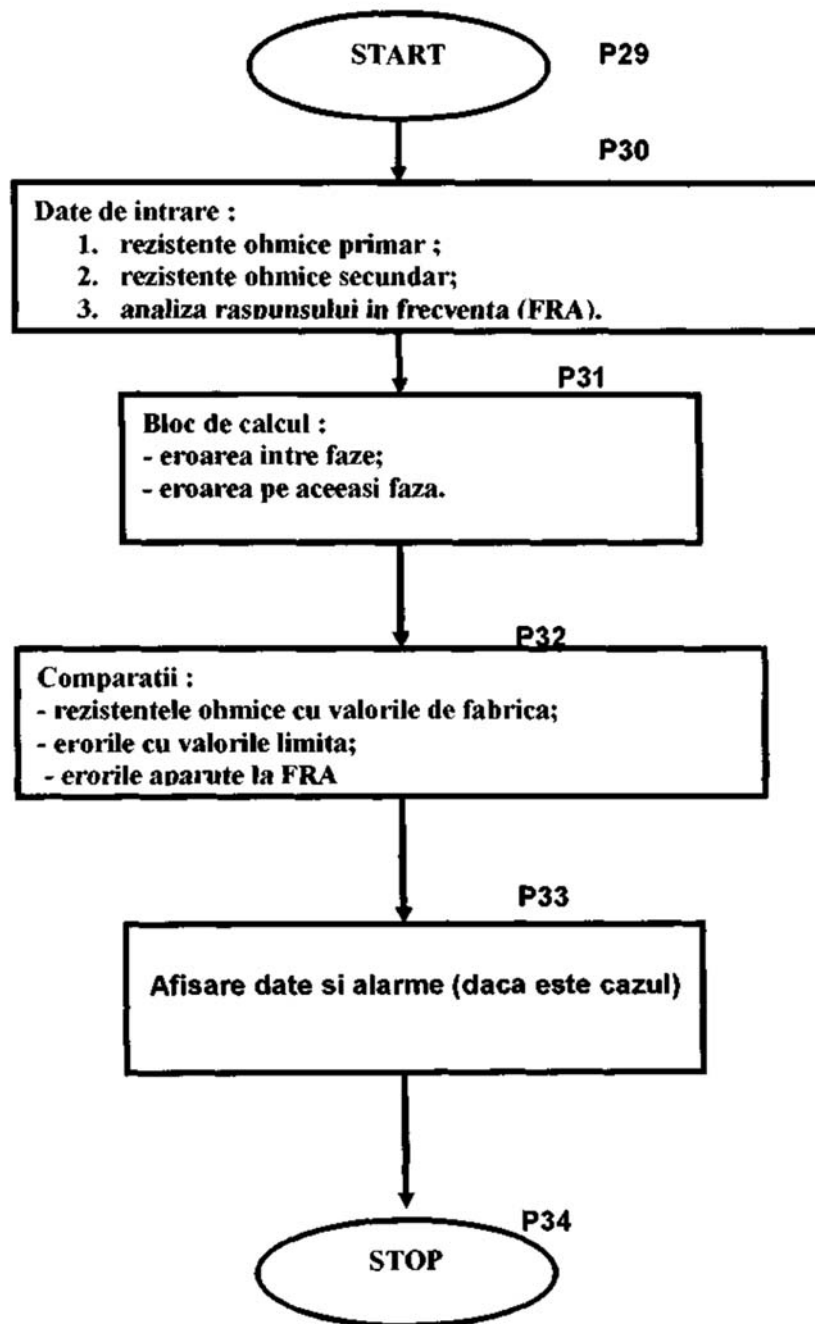


Fig. 10

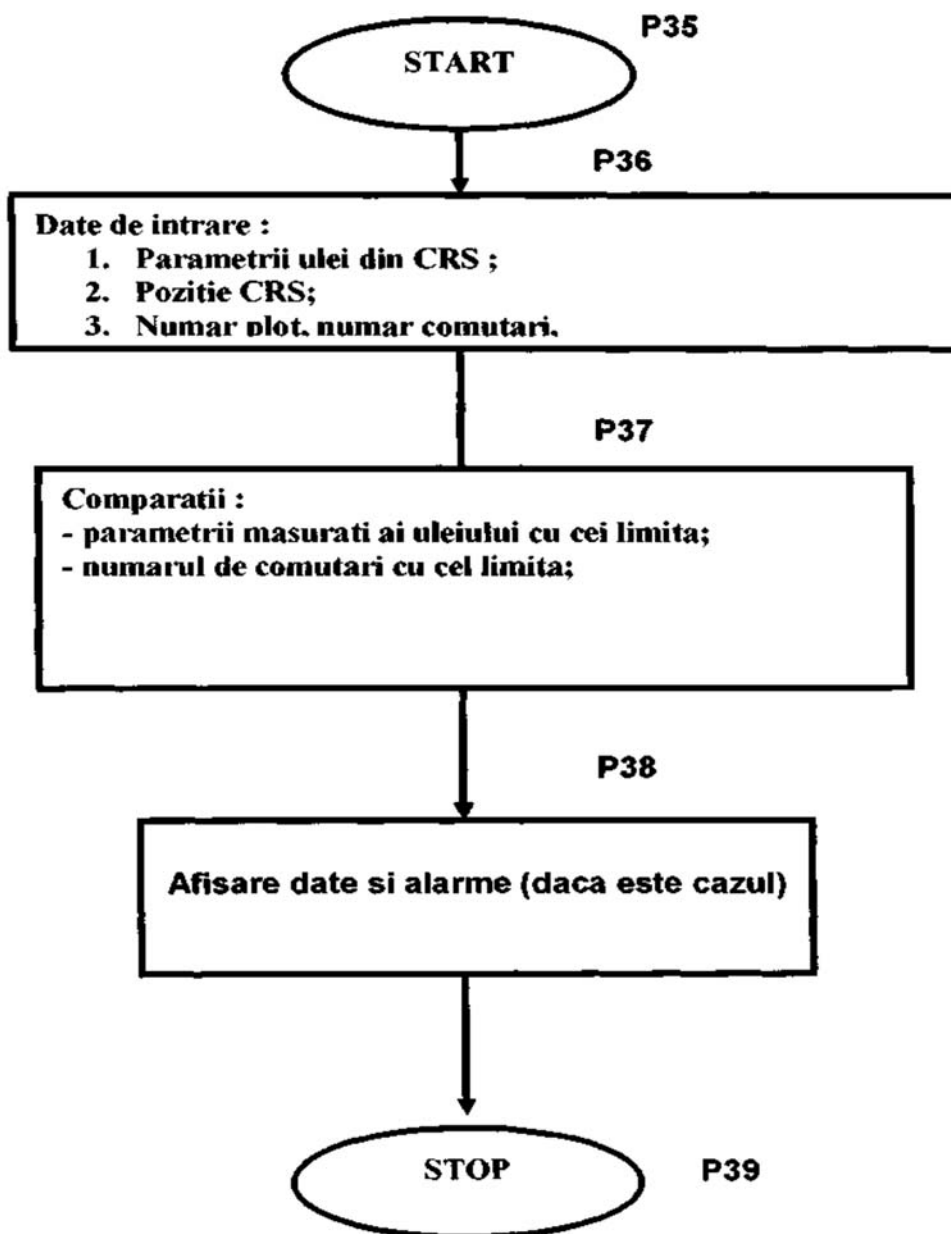


Fig. 11

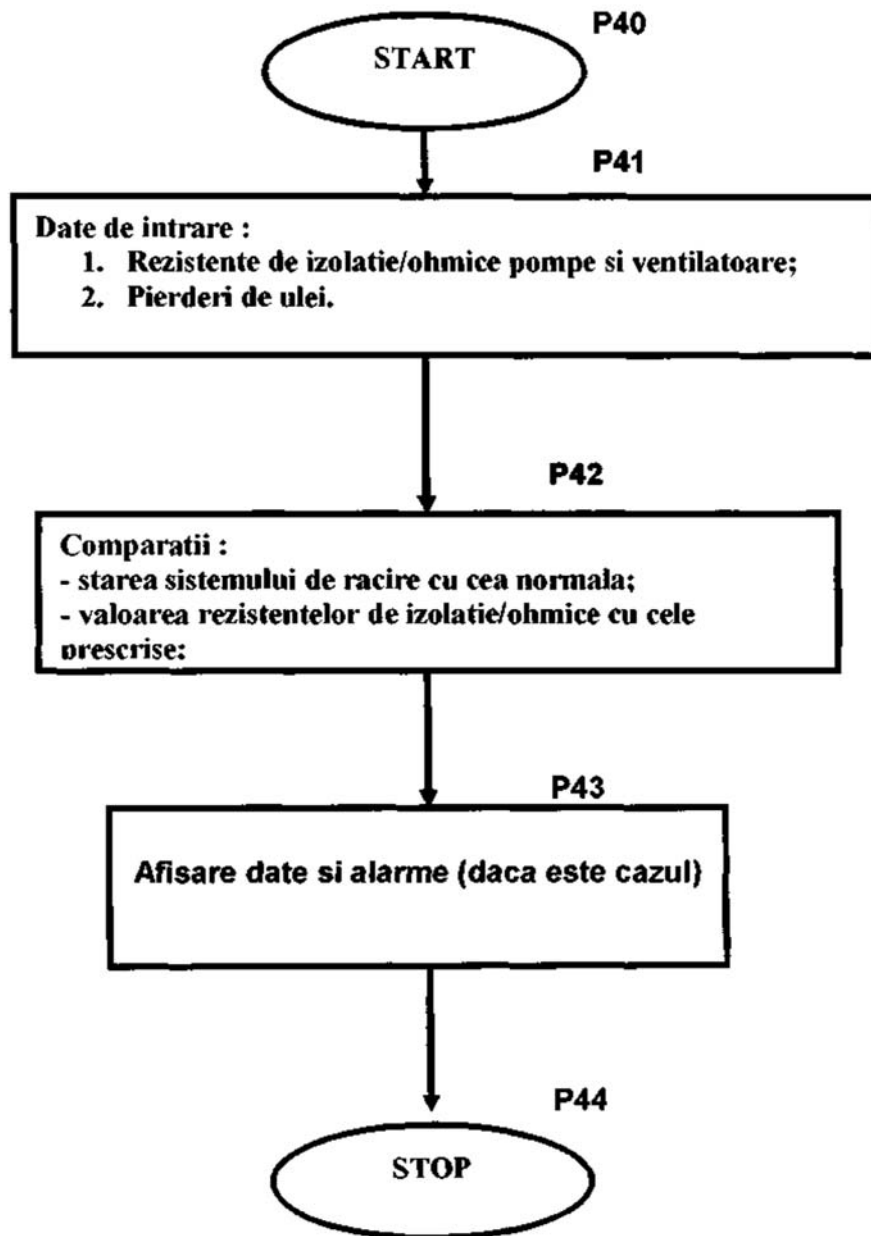


Fig. 12

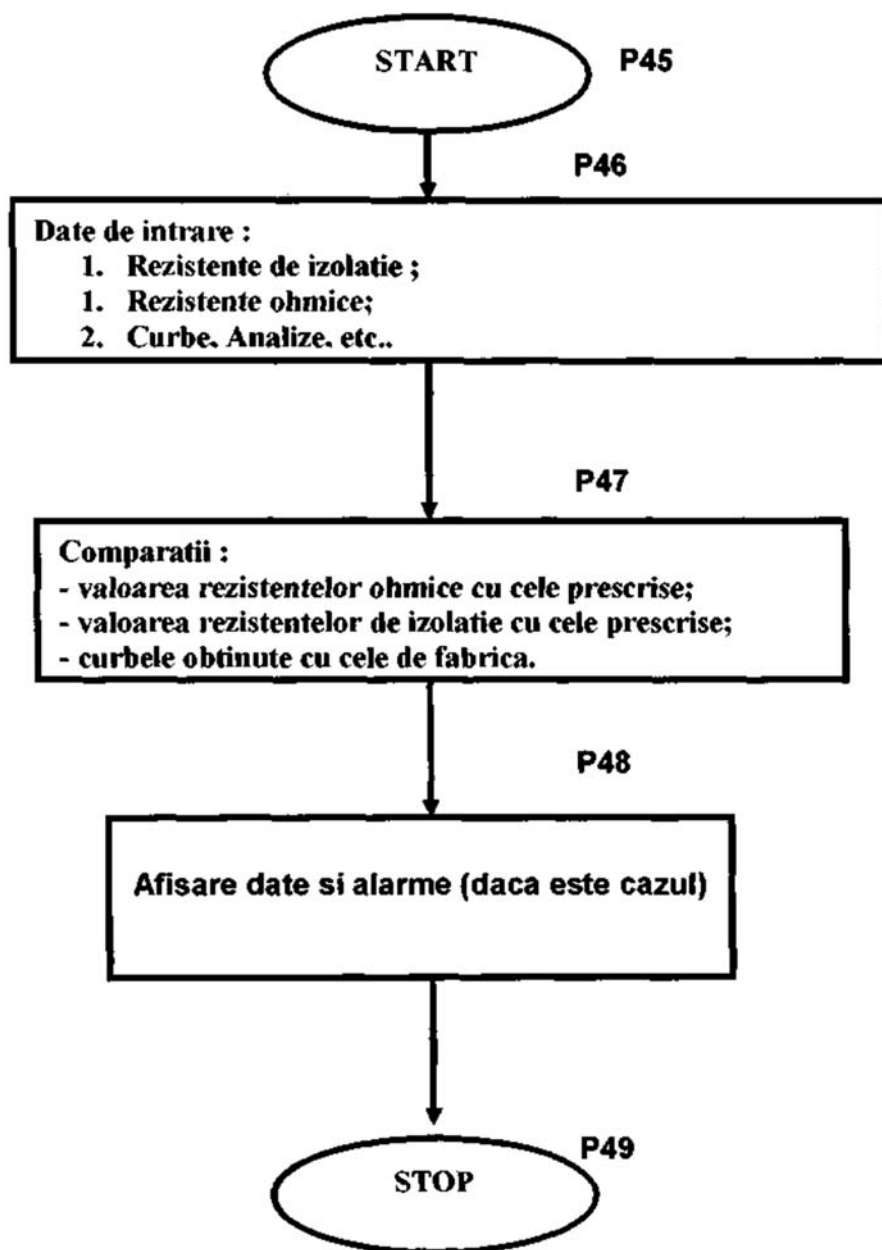


Fig. 13

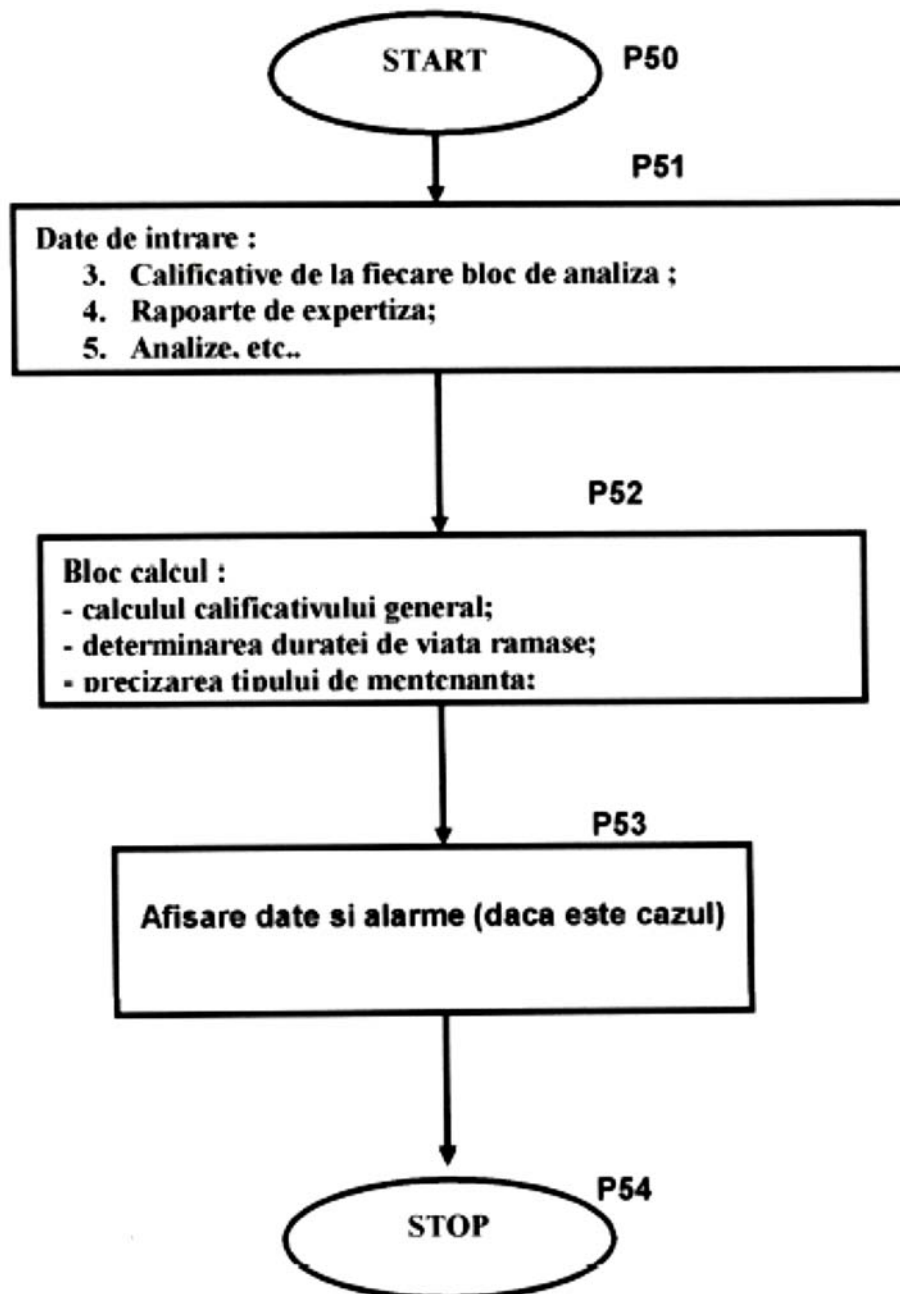


Fig. 14

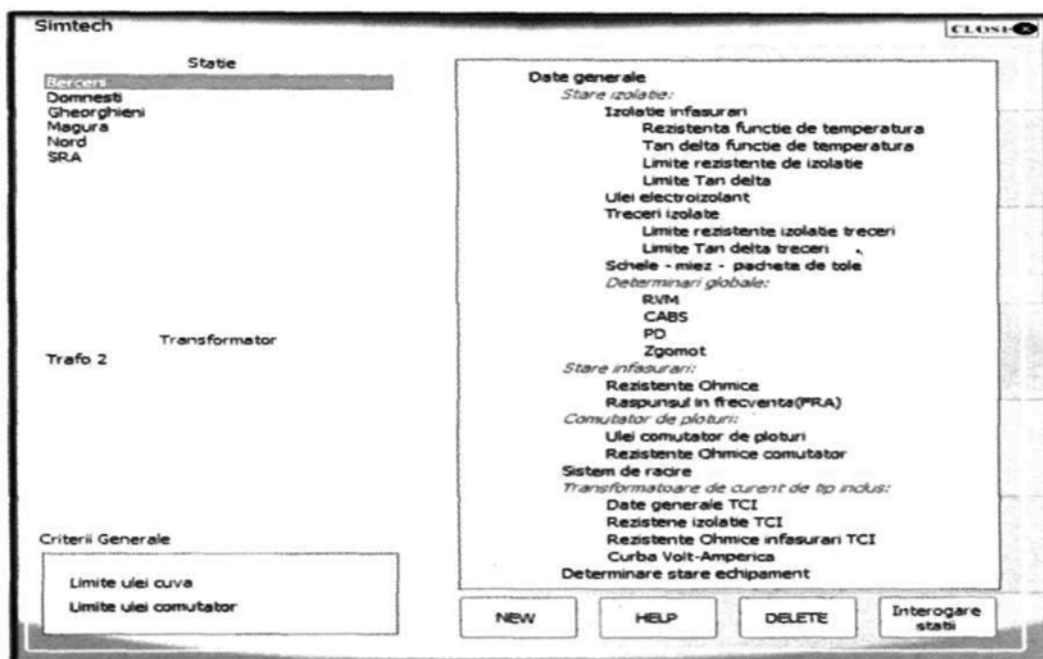


Fig. 15

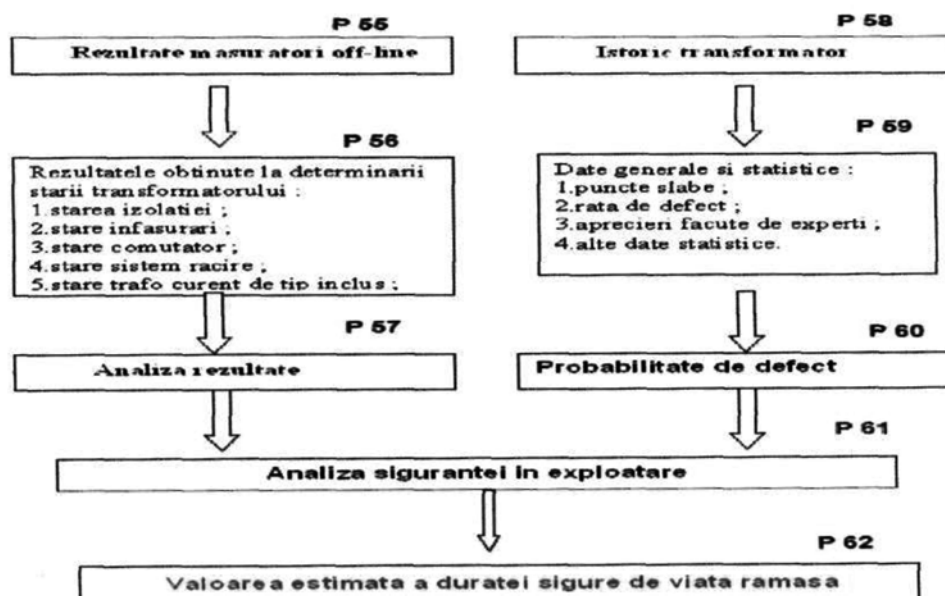


Fig. 16

