



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2015 01038**

(22) Data de depozit: **23/12/2015**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/02/2023** BOPI nr. **2/2023**

(41) Data publicării cererii:
29/04/2016 BOPI nr. **4/2016**

(73) Titular:
• **NOVA INDUSTRIAL S.A., SPLAIUL UNIRII
NR.313, CLĂDIREA ELECTROCOND, ET.1,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **MOLDOVEANU CONSTANTIN,
STR.COLENTINA NR.2, SC.3, ET.5, AP.105,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **BREZOIANU VIRGIL,
STR.LEONTE FILIPESCU NR.31A,
VOLUNTARI, IF, RO;**

• **VASILE AURELIAN,
STR.STELIAN MIHALE NR.13, BL.PM 93,
AP.25, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **AVRĂMESCU MARIUS, STR. URANUS
NR. 98, BL. U8, AP. 88, SECTOR 5,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **ZAHARESCU SORIN-CONSTANTIN,
STR. DILIGENȚEI NR. 32, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **IONIȚĂ IRENE-MIHAELA,
ȘOS. PANTELIMON NR. 251, BL. 45,
AP. 128, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**US 2014136002 A1; US 5390106 A;
US 5550476 A**

(54) **APARAT INTELIGENT ȘI METODĂ PENTRU
MONITORIZAREA ȘI ÎNREGISTRAREA PERTURBAȚIILOR
LA TRANSFORMATOARELE DE PUTERE ÎN SISTEME DE
TRANSPORT ȘI DISTRIBUȚIE A ENERGIEI ELECTRICE**



RO 131069 B1

1 Prezenta invenție se referă la aparat electronic inteligent destinat monitorizării pertur-
bațiilor și a parametrilor de calitate a energiei electrice în sisteme de transport și/sau
3 distribuție a energiei electrice, în particular la un aparat care permite detecția, analiza,
înregistrarea și transmiterea informațiilor privind perturbațiile de curent și de tensiune, res-
5 pectiv calitatea energiei electrice într-un anumit punct al sistemului (linie sau stație electrică)
la un centru de monitorizare și control, centru de dispecer operațional și/sau la camera de
7 comandă a unei stații electrice.

Aparatul conform invenției este menit să se integreze în rețelele inteligente tip
9 SMART GRIDS de monitorizare și management on-line a perturbațiilor și a calității energiei
electrice în sisteme de transport și distribuție a energiei electrice, în scopul îmbunătățirii
11 creșterii siguranței energetice și a calității serviciilor de transport și distribuție a energiei
electrice.

13 De asemenea echipamentul poate fi integrat în sistemele SCADA Operating și
respectiv SCADA Monitoring.

15 În sistemele de transport și distribuție a energiei electrice se produc perturbații și
defecțiuni diverse, din cauze precum:

17 - condiții atmosferice (supratensiuni atmosferice care pot determina străpungerea
izolației electrice la componentele rețelei electrice de transport sau distribuție a energiei
19 electrice);

21 - evenimente determinate de modificări în starea tehnică a echipamentelor sau a
liniilor electrice de înaltă tensiune;

23 - ruperea unui conductor al liniei ca urmare a suprasolicităților (termice, mecanice
etc.) sau a îmbătrânirii, care determină căderea conductorului la pământ (scurtcircuit
monofazat) sau scurtcircuitarea conductoarelor de pe faze diferite (scurtcircuit trifazat);

25 - defectarea unui echipament primar (transformator de putere, întreruptor etc.) dintr-o
stație electrică, care poate determina modificarea parametrilor energiei electrice tranzitate
27 și/sau schimbarea configurației de funcționare a sistemului;

29 - perturbațiile în funcționarea sursei de energie electrică caracterizate de modificarea
parametrilor tensiunii și curentului produs (valori eficace, valori de vârf, frecvență, armonici
etc);

31 - accidente (comenzi operative eronate, ca de exemplu, comanda de deschidere sub
sarcină a unui separator de înaltă tensiune);

33 - funcționare în condiții anormale a transformatoarelor de putere;

35 - incidente determinate de furturi de componente vitale pentru liniile electrice aeriene
(de exemplu tăierea și furtul ancorelor stâlpilor metalici care produc căderea stâlpului);

- sabotaj intenționat.

37 Prin perturbații sau defecțiuni se înțelege orice tip (sau natură) de anomalie în sem-
nalul de curent alternativ sau în producerea, transportul și distribuția energiei electrice.

39 Golurile de tensiune, creșterile de tensiune și întreruperile de tensiune sunt consi-
derate, de asemenea, perturbații (de scurtă durată) în sistemele de curent alternativ.

41 Golurile de tensiune sunt reduceri scurte în mărime a tensiunii cu o durată de la
milisecunde la câteva secunde.

43 Creșterile de tensiune sunt creșteri scurte în mărime a tensiunii cu o durată de la
milisecunde la câteva secunde.

45 Întreruperile de tensiune sunt scăderi mai severe în mărime a tensiunii. Pragul de
întreruperi de tensiune este de obicei mai mic de 10% din tensiunea nominală.

47 Unele evenimente pot duce la restricții sau întreruperi în funcționarea sistemului pe
arii extinse, în timp ce alte defecte pot crea condiții extrem de periculoase pentru consu-
49 matori (ca urmare a căderilor de tensiune sau a întreruperii alimentării cu energie electrică).

RO 131069 B1

Perturbațiile și defecțiunile pot genera costuri importante și reparații. În fiecare an, fonduri importante sunt pierdute din cauza perturbațiilor. Golurile de tensiune pot să scoată din funcțiune echipamente electrice care au nevoie de energie electrică pentru a funcționa în mod corespunzător și pot produce defecte la calculatoare. Deși creșterile de tensiune apar mai frecvent decât golurile de tensiune, efectele creșterilor de tensiune de multe ori pot fi mai devastatoare decât în cazul golurilor de tensiune. De exemplu, creșterea de tensiune poate provoca străpungerea izolației unor componente ale surselor de alimentare, efectul poate fi un unul gradual, cumulativ. Întreruperile de tensiune sunt scăderi mai severe în mărime ale tensiunii, care pot provoca scoateri din funcțiune sau deteriorarea echipamentelor cauzate de suprasolicitări la repunerea în funcțiune.

Înștiințarea rapidă privind o defecțiune produsă în sistemul de transport a energiei electrice poate oferi mai multe avantaje. În cazul în care un operator de sistem de transport este informat că un eveniment este în curs să se producă, atunci operatorul poate urma o procedură pentru reducerea consecințelor acestui eveniment. Pentru sistemele de transport a energiei electrice, de exemplu, un operator ar putea lua măsuri pentru a localiza problema, minimizând astfel sau prevenind scoateri din funcțiune în cascadă. Monitorizarea sistemelor de transport poate furniza, de asemenea, o oportunitate pentru consolidarea securității și a siguranței în funcționare.

Prin implementarea unor sisteme de tip SMART-GRID care cuprind sisteme electronice inteligente pentru monitorizarea on-line, în timp real, a perturbațiilor și a calității energiei electrice, pot fi reduse mult costurile pe lanțul de producere - transport - distribuție - consum al energiei electrice și poate crește mult eficiența energetică.

Se cunoaște din cererea de brevet **US 5390106 A**, data de publicare 14.02.1995, cu titlul "Analysis of disturbances in power systems", o metodă pentru tratarea mărimilor analogice, eșantionate, care să poată fi apoi utilizate de către un sistem expert pentru analiza într-o manieră uniformă atât a semnalelor analogice cât și a celor binare din sistemele electrice.

Introducerea sistemelor de protecție și a înregistratoarelor de perturbații numerice în sistemele electrice presupune producerea de cantități enorme de informații cu privire la fiecare apariție a unei perturbații. Pentru a face aceste informații disponibile pentru deciziile de operare sau de mentenanță, este necesară introducerea filtrării automate a informațiilor.

Conform invenției un semnal (curent sau tensiune) sinusoidal având o anumită frecvență și amplitudine dată, este schimbat instantaneu într-un semnal sinusoidal staționar cu aceeași frecvență dar cu amplitudine și faza schimbată. Semnalul staționar parțial sinusoidal este apoi împărțit într-un număr de "stări", fiecare dintre ele fiind caracterizată printr-o amplitudine constantă și o fază constantă în raport cu o anumită referință.

Procesul de extragere a evenimentelor și a stărilor dintr-un semnal analogic eșantionat poate fi împărțit în două etape. Etapa 1 este destinată a fi o identificare rapidă a evenimentelor în semnalul (curent, tensiune) supravegheat. La etapa 2, stările și evenimentele sunt filtrate prin identificarea parametrilor de stare și de eveniment în intervalul de timp de înregistrare pentru etapa 1. Parametrii de stare și de eveniment obținuți în acest mod vor fi folosiți ca semnale de intrare într-un sistem expert pentru a forma, împreună cu datele binare, baza pentru analiza la nivel superior a sistemului electric.

Inconvenientul principal al acestei invenții este soluția în sine, care asigură o precizie și o viteză relativ redusă în ceea ce privește achiziția și prelucrarea datelor privind perturbațiile în sistemul electric.

RO 131069 B1

1 Se cunoaște din cererea de brevet **US 5550476 A**, data de publicare 27.08.1996 cu
titlul "Fault sensor device with radio transceiver", un dispozitiv care poate detecta și distinge
3 evenimente anormale de curent și de tensiune pe o linie electrică de curent alternativ de
transport și distribuție a energiei electrice, linie aeriană sau subterană.

5 Senzorul poate detecta dacă defectul momentan sau susținut este din cauza unui
defect monofazat caracterizat prin punerea la masă a unei faze a liniei electrice, defect bifa-
7 zat prin scurtcircuitarea a două faze a liniei electrice, sau defect trifazat prin scurtcircuitarea
celor trei faze ale liniei.

9 Dispozitivul poate detecta evenimente de tipul suprasarcini (care se produc pe cele
trei faze, sau pe două, sau pe una din cele trei faze ale liniei electrice). Evenimentele de ten-
11 siune detectate sunt de tipul linie deschisă, deschisă pe o fază sau pe două dintre faze, cu
posibilitatea ca unul din conductoarele liniei să cadă. Dispozitivul poate identifica care dintre
13 cele trei faze sau dacă toate cele trei faze ale liniei sunt deschise sau la pământ.

15 Dispozitivul de detecție poate fi atașat la o linie de transport sau de distribuție aeriană
sau subterană și transmite în mod automat un semnal de alarmă sau informații generale la
un centru de control, centru de operare sau la orice stație electrică atunci când el detectează
17 un eveniment.

19 Dispozitivul poate fi, de asemenea, programat și reprogramat de la distanță pentru
a-și modifica pragul de alarmare și timpul de acționare sau pentru a reseta aparatul când a
avut loc o defecțiune.

21 Inconvenientele principale al acestei invenții sunt: numărul redus al evenimentelor
de curent (trei) care pot fi monitorizate on-line simultan, evenimentele de tensiune sunt
23 sesizate indirect numai prin analiza datelor despre curenții pe linie, numărul redus de tipuri
de perturbații care pot fi monitorizate on-line, undele de curent și de tensiune nu sunt
25 achiziționate, prelucrate și analizate on-line etc.

27 Se cunoaște din cererea de brevet **US 2014136002 A1**, data de publicare 15.05.2014
cu titlul "Method for distributed waveform recording în a power distribution system", o metodă
destinată înregistrării formelor de undă distribuite pentru monitorizarea și analiza unei defec-
29 țuni într-un sistem de distribuție a energiei electrice.

31 Conform acestei invenții, metoda se bazează pe utilizarea: unei multitudini de dispo-
zitive care înregistrează formele de undă, conectate într-o multitudine de nivele ierarhice în
33 cadrul sistemului de distribuție a energiei, unei multitudini de transformatoare de măsură
conectate la unități de procesare date pe nivele ierarhice, unei multitudini de dispozitive
35 electronice inteligente (IED-uri) implementate ca dispozitive la nivel de celule conectate la
o bară a stației și a unei unități de procesare pe o multitudine de nivele ierarhice, unei multitu-
dini de PC-uri client implementate ca dispozitive la nivel de stație conectate pe barele stației
37 într-o multitudine de nivele ierarhice, metoda de înregistrare a formelor de undă cuprinzând:

39 a) comunicarea, prin intermediul a cel puțin unui dispozitiv de nivel de proces, a date-
lor privind valorile măsurate, eșantionate, pe unitatea de procesare;

41 b) însemnarea și prelucrarea, prin intermediul uneia sau mai multor IED-uri confi-
gurate, a datelor privind valorile măsurate, eșantionate, comunicate de cel puțin un dispozitiv
de nivel de proces pentru a identifica un eveniment;

43 c) emiterea, prin intermediul a cel puțin unui IED din multitudinea de IED-uri confi-
gurate și bazat pe identificarea unui eveniment sau a cel puțin unui calculator client dintr-o
45 multitudine de calculatoare client, se declanșează o înregistrare a formei de undă la unul sau
mai multe dispozitive dintre pluralitatea de dispozitive în sistemul de distribuție a energiei
47 electrice;

RO 131069 B1

d) efectuarea înregistrării formei de undă, de unul sau mai multe dispozitive dintre multitudinea de dispozitive din sistemul de distribuție a energiei electrice, bazat pe comanda emisă pentru înregistrarea formei de undă. 1
3

Inconvenientele principale al acestei invenții sunt: se admite ca înregistrarea formei de undă să se facă cu viteză de eșantionare insuficientă (256 eșantionare pe o perioadă a unei sinusoidale sau mai mică, de exemplu 80 sau 32 eșantioane pe o perioadă a unei sinusoidale) pentru a detecta perturbații de natură oscilații sau creșteri rapide de tensiune; prelucrarea, identificarea unui eveniment și stocarea datelor nu se face la primul nivel ierarhic (cel de detecție și achiziție a formelor de undă) ci la cel de-al doilea nivel, ceea ce implică reducerea vitezei de reacție (de alarmare în caz de evenimente periculoase pentru funcționarea sistemului) sau chiar pierderea informației utile; sincronizarea preconizată pentru dispozitivele de achiziție a undelor (câteva microsecunde) asigură o insuficientă precizie pentru analizele postavarie, nu se face analiza calității energiei etc. 5
7
9
11
13

Se cunoaște din cererea de brevet **WO 1992015956 A1**, data de publicare 17.09.1992, cu titlul "Line disturbance monitor and recorder system", un sistem de detecție a defectelor pentru monitorizarea a cel puțin unui parametru de funcționare a unei linii de transport a energiei electrice de curent alternativ. 15
17

Acesta include traductoare de curent și/sau tensiune conectate la linia electrică de transport pentru furnizarea unui semnal analogic reprezentativ pentru cel puțin un parametru variabil în timp al liniei electrice de transport a energiei electrice de curent alternativ. Un convertor analog-digital (A/D) convertește semnalul analogic în semnale digitale. Un modul DSP (Digital Signal Processor) de mare viteză prelucrează datele digitale și generează un semnal de declanșare, atunci când este detectată o perturbație. O componentă DMA (Direct Memory Access) aplică un protocol de alocare de memorie secvențială pentru a adresa o multitudine de zone de memorie într-o buclă de stocare secvențială a datelor digitale, în locurile de stocare discrete ale zonei de memorie alocată. Conform unui protocol de alocare a memoriei pentru stare de avarie, componenta DMA șterge cel puțin una din multitudinea de zone de memorie din bucla adresabilă de DMA când zona de memorie ștersă include valorile stabilite de utilizator pentru pre-defect, defect și post-defect, care definesc anomalia de curent alternativ. 19
21
23
25
27
29

Inconvenientele principale ale acestei invenții sunt: nu achiziționează pentru analiză, prelucrare și stocare undele de curent și de tensiune pentru analizele post avarie cu precizie; nu permite evaluarea parametrilor de calitate ai energiei electrice și alarmare în cazul neîncadrării acestor parametri în limitele impuse etc. 31
33

Se cunoaște din cererea de brevet **US 5899960 A**, data de publicare 04.05.1999, cu titlul "Apparatus and method for power disturbance analysis and storage of power quality information", un sistem de monitorizare a energiei electrice cu capabilități de procesare și stocare a semnalelor asociate. Fiecare ramificație a semnalului de energie trifazică este eșantionat simultan pe o multitudine de canale pentru a capta valorile instantanee ale semnalului electric fără schimbarea markerului de timp între canale. Într-o altă variantă de realizare, datele prelevate sunt convertite în domeniul de frecvență și parametri privind calitatea energiei electrice a unui semnal electric sunt obținuți în datele din domeniul de frecvență. 35
37
39
41

În conformitate cu invenția, sistemul de monitorizare a energiei electrice captează perturbații (impulsuri sau alte fluctuații de interes) prezente pe unul sau mai multe semnale electrice de intrare și păstrează în memoria disponibilă, prin selectarea dinamică, anumite perturbații pentru stocare și ștergere. Strategiile de selecție se bazează pe stocarea numai a perturbațiilor care nu sunt repetitive în perturbațiile anterioare, iar la epuizarea capacității disponibile, să se șteargă perturbațiile în ordinea crescătoare a importanței. 43
45
47

RO 131069 B1

1 Stocarea disponibilă (stocare tampon și disc) este conservată în continuare prin
2 varierea spațiului de stocare ocupat de un singur impuls bazat pe timpul lui de scădere
3 măsurat.

4 Datele istorice pentru un semnal electric sunt reținute și afișate prin împărțirea sem-
5 nalului electric în domeniul timp în segmente. O perturbație detectată a semnalului electric
6 formează o graniță între două segmente. Pentru fiecare astfel de limită, valoarea permanentă
7 a parametrului semnalului, cum ar fi rădăcina medie pătratică (RMS) de tensiune este sto-
8 cată pentru cele două segmente delimitate de graniță. Eșantioanele semnalului electric din
9 imediata apropiere a graniței sunt stocate astfel încât perturbațiile de interes să poată fi
10 inspectate cu atenție.

11 Măsurătorile de tensiune și de curent pentru un semnal electric dat sunt prelevate și
12 digitalizate și apoi utilizate pentru a obține un semnal privind puterea totală, un semnal
13 privind distorsiunea armonică totală, și un semnal privind puterea reactivă. Semnalele obți-
14 nute sunt apoi utilizate pentru a construi și afișa un grafic unic privind calitatea energiei
15 electrice, în care cele trei axe corespund celor trei semnale derivate.

16 Inconvenientele principale ale acestei invenții sunt: nu achiziționează (pentru analiză,
17 prelucrare și stocare) undele de curent și de tensiune ale curentului electric pentru analizele
18 post avarie cu precizie; nu permite evaluarea parametrilor de calitate ai energiei electrice,
19 nu permite alarmare în cazul neîncadrării acestor parametri în limitele impuse etc.

20 Se cunosc de asemenea cererile de brevet de invenție/brevetele **US 4484290 A**,
21 publicată în 20.11.1984, cu titlul "A line disturbance monitor", **US 4694402 A**, publicată în
22 15.09.1987, cu titlul "Waveform disturbance detection apparatus and method", **EP 0863596**
23 **A1**, publicată în 09.09.1998, cu titlul "Apparatus for waveform disturbance monitoring for an
24 electric power system", **US 7138924 B2**, publicată în 21.11.2006, cu titlul "Disturbance
25 direction detection in a power monitoring system", **US 5216621 A**, publicată în 01.06.1993,
26 cu titlul "Line disturbance monitor and recorder system", **US 7519454 B2**, publicată în
27 14.04.2009, cu titlul "Location determination of power system disturbances based on
28 frequency responses of the system", **US 5819203 A**, publicată în 06.10.1998, cu titlul
29 "Apparatus and method for power disturbance analysis and storage", **US 4558379 A**, publi-
30 cată în 10.12.1985, cu titlul "Disturbance detection and recording system", **US 5943246**,
31 publicată în 24.08.1999, cu titlul "Voltage detection of utility service disturbances".

32 Concluzie - Nici unul dintre aparatele și dispozitivele menționate, nu acoperă
33 perturbațiile determinate de regimurile anormale de funcționare a unui transformator de
34 putere, perturbațiile tranzitorii la care acesta este solicitat, operațiile de măsurare a para-
35 metrilor de calitate a energiei electrice la intrarea și respectiv la ieșirea din transformator,
36 operațiile de evaluare cu precizie a pierderilor de putere în transformator (pierderile la func-
37 ționarea în gol, a pierderilor la funcționarea în sarcină), operațiile de achiziție a formelor de
38 undă pe termen lung (funcția de logger) și funcțiile specifice integrării în rețelele inteligente
39 SMART GRIDS.

40 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția se referă la integrarea informațiilor
41 culese direct sau de la traductori privind undele de curent și de tensiune prin înfășurările
42 transformatorului de putere, procesul automat de achiziție, prelucrare, afișare, stocare date,
43 elaborare rapoarte, transmisie date la centrul de management al funcționării sistemelor de
44 transport sau de distribuție a energiei electrice.

45 Aparatul inteligent pentru monitorizarea perturbațiilor la transformatoarele de putere
46 în sisteme de transport și distribuție a energiei electrice conform invenției, înlătură dezavan-
47 tajele prezentate prin aceea că este alcătuit din 12 submodule identice de amplificatoare de

RO 131069 B1

intrare curenți și 12 submodule identice de amplificatoare de intrare tensiune, ale căror ieșiri se conectează la intrările a trei convertoare analog numeric ADC1 cu câte 8 intrări fiecare, care sunt conectate în paralel pe magistrala de date serială și vor achiziționa și transmite, comandate de un microcontroler pe 8 de biți de achiziție și comandă achiziție, iar un alt microcontroler pe 32 de biți va prelua datele sincron cu microcontrolerul pe 8 biți la comanda acestuia și în același timp de la un modul de sincronizare a ceasului real cu receptor GPS pentru eticheta de timp și va împacheta aceste date pentru transmiterea pe o interfață Ethernet către un modul de prelucrare, stocare și retransmitere a datelor.	1
Metoda de măsurare și monitorizare on-line a perturbațiilor de curent și tensiune, conform invenției, constă în:	3
- achiziționarea formelor undelor de curent și de tensiune de pe o fază sau de pe cele trei faze ale rețelei electrice, eșantionarea semnalelor sinusoidale de curent sau tensiune, sincronizat și cu o viteză mare de eșantionare, 512 respectiv 128 eșantioane/periodă);	5
- prelucrarea și stocarea continuă în memoria proprie a aparatului a perturbațiilor de curent și de tensiune pentru minimum 24 unde de curent și tensiune pe o perioadă lungă de timp, de minimum 30 zile;	7
- achiziționarea, prelucrarea și stocarea în regim automat a datelor privind defectele și perturbațiile, simultan pe toate cele trei faze, ale unei rețele trifazice de tensiune;	9
- identificarea automată a perturbațiilor și a defectelor;	11
- sincronizarea datelor măsurate cu referința de timp.	13
Avantajele invenției sunt următoarele:	15
- captarea în timp real de către sistemul electronic inteligent a formei undelor de curent/tensiune, prin eșantionări cu viteze diferite, presetate, pentru a minimaliza cantitatea de date necesar a fi prelucrate în funcție de scopul analizei.	17
- se poate realiza analiza evenimentelor care necesită o captură de date cu rezoluție mare și respectiv a evenimentelor care necesită o captură de date cu rezoluție mai mică. Evenimentele de înaltă rezoluție (cum sunt creșterile bruște în timp) sunt realizate cu o rată relativ ridicată de eșantionare (512 eșantioane/o perioadă a undei sinusoidale), în timp ce evenimentele de joasă rezoluție (cum sunt cele caracterizate prin schimbări lente în timp, de tip SAG și SWELL) sunt realizate cu o rată de eșantionare mai scăzută (256 sau 128 eșantioane/o perioadă a undei sinusoidale), evenimentele de joasă rezoluție putând fi astfel captate și stocate pe o perioadă mai lungă de timp.	19
- presetarea vitezei de eșantionare a datelor este optimizată, pentru a se minimaliza cantitatea de date folosite în vederea prelucrării și respectiv a datelor ce se stochează de echipament.	21
Arhitecturile hardware convenționale nu asigură captarea formei de undă cu rate de eșantionare multiple (funcționare ca data-logger - achiziție și arhivare de date) privind energia electrică datorită operațiilor de efectuat atât pentru prelucrarea (limitări de performanță) și pentru managementul datelor, cât și pentru stocarea datelor privind forma de undă (limitare privind lărgimea benzii de memorare și respectiv capacitatea memoriei).	23
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a aparatului inteligent pentru monitorizarea perturbațiilor la transformatoarele de putere în sisteme de transport și distribuție a energiei electrice, conform invenției invenției, în legătură cu fig. 1...8, care reprezintă:	25
- fig. 1, schema bloc de conectare a aparatului pentru achiziție date;	27
- fig. 2, schema bloc a echipamentului de achiziție sincronizată a datelor;	29
- fig. 3, schema electrică a modului de intrare pentru curent;	31
- fig. 4, schema electrică a amplificatorului de intrare pentru tensiune;	33
- fig. 5, funcția de transfer a circuitului amplificator cu izolare galvanică;	35

RO 131069 B1

- 1 - fig. 6, schema electrică a modului de conversie analog numeric;
- fig. 7, schema electrică a modului de preluare date achiziție;
3 - fig. 8, aparatul NOVA P01 pentru monitorizarea perturbațiilor la transforma-toarele de putere în sisteme de transport și distribuție a energiei electrice.

5 Aparatul furnizează date cu privire la secvența înregistrărilor evenimentelor, defectele și perturbațiile dinamice la cerere și stabilește limitele specifice pentru a asigura că acestea pot fi folosite în analiza evenimentelor. Echipamentul include/și nu este limitat la oscilograf, înregistrator digital de defect, relele de protecție și înregistrator de fenomene tranzitorii.

9 Aparatul înregistrează eșantioanele curenți și tensiunilor măsurate de aparat cu o frecvență suficient de mare de eșantionare (512 eșantioane pe perioadă) pentru a afișa defectele și perturbațiile tranzitorii. O înregistrare este în mod normal inițiată în momentul în care o mărime crește peste sau scade sub o valoare dată. Înregistrarea rapidă este folosită pentru a capta evenimentele tranzitorii care sunt de durată scurtă cu o perioadă de înregistrare de una-două secunde.

15 Înregistrarea cu viteză mică este folosită pentru a captura perturbații de termen scurt și lung cum ar fi oscilațiile de putere cu o frecvență de 128 de eșantioane pe perioadă.

17 Aparatul funcționează ca înregistrator de defecte, înregistrator dinamic a defectelor (DDR), data logger, oscilograf, monitor de calitate a energiei.

19 Ca înregistrator de defect aparatul, conform invenției, poate monitoriza:

21 - tensiuni de fază față de nul: minimum 12 intrări;

21 - curenți de fază: minimum 9 intrări;

23 - curent rezidual sau neutru: minimum 3 intrări;

23 - lungimea înregistrării de defect: minimum 3 s;

25 - pretrigger: minimum 0,5 s;

25 - rata de înregistrare a evenimentului: 128 eșantioane pe perioadă.

27 Ca înregistrator dinamic a defectelor (Dynam/c Disturbance Recording - DDR) aparatul, conform invenției, poate monitoriza:

29 - valori rms pentru:

29 - tensiuni de fază față de nul: minimum 12 intrări;

31 - curenți de fază: minimum 9 intrări;

31 - curent rezidual sau neutru: minimum 3 intrări.

33 - frecvența;

33 - puterea activă, reactivă și deformantă pe trei faze;

35 - parametrii calității energiei electrice;

35 - THD și armonici până la armonica 49.

37 Aparatul poate agrega valorile RMS măsurate la 512 sau 128 de puncte pe perioadă și le poate stoca la o rată de minimum 50 de măsurători pe secundă.

39 Eticheta de timp a înregistrărilor de defect (Failure Registration - FR) și a fișierelor DDR are o precizie de ± 10 microsecunde UTC.

41 Ca Oscilograf și Data Logger aparatul poate înregistra minimum 10 înregistrări de până la 50 de perioade fiecare.

43 Aparatul poate stoca datele înregistrate pe o perioadă de 10-30 zile, în regim de FR și fișiere DDR, sau parametri de calitate ai energiei (128 eșantioane/perioada pe fiecare canal).

45 Comunicație:

47 - Interfețe de rețea - 100 Mbps Ethernet;

47 - Port Ethernet, 100 Mbps;

- Protocele multiple: MODBUS TCP.

RO 131069 B1

Aparatul conform invenției (fig. 8) permite achiziția sincronizată a formelor de undă de curent și de tensiune la bornele aferente tuturor înfășurărilor unui transformator de putere (fig. 1), corespunzătoare unui transformator de putere cu trei înfășurări, prelucrarea datelor, memorarea și transmiterea datelor pentru 24 de canale analogice de intrare. Aceste canale sunt dedicate, astfel încât 12 sunt intrări de măsură curenți și celelalte 12 sunt intrări de măsură tensiune.

Aparatul inteligent, conform invenției, este alcătuit din 12 submodule identice amplificatoare de intrare curenți **1**,..., **12**, 12 submodule identice amplificatoare de intrare tensiune **13**,..., **24**, ale căror ieșiri se conectează la intrările a trei submodule identice - convertoare analog numerice ADC1 **25**, **26**, **27** cu câte 8 intrări fiecare, care sunt conectate în paralel pe magistrala de date serială, vor achiziționa și transmite, comandate de un microcontroler de 8 biți de achiziție și comanda achiziție **28**, iar un alt microcontroler pe 32 biți **29** va prelua datele sincron cu microcontrolerul de achiziție și comandă achiziție **28**, la comanda acestuia și în același timp de la un modul de sincronizare a ceasului cu receptor GPS **31** pentru eticheta de timp și va împacheta aceste date pentru transmiterea pe o interfață Ethernet către modulul de prelucrare, stocare și retransmitere a datelor **30**.

Mărimile de intrare (curent sau/și tensiune) supuse măsurării, trec prin amplificatoare de intrare **1**,..., **24**, apoi sunt convertite pentru trecerea de la forma analogică la echivalentul binar **25**,..., **29**, sunt transferate către o unitate de prelucrare, stocare și transfer **30** și în cele din urmă sunt transferate către utilizatorii locali sau la distanță.

Etajele (amplificatoarele) de intrare de curent sau tensiune, au rolul de a adapta nivelul semnalului supus măsurătorii la un nivel care să poată fi prelucrat cu certitudine de către următoarele etaje ale echipamentului. De asemenea aceste etaje au rolul de a adapta impedanțele de intrare la valori care nu influențează și nu modifică caracteristicile electrice ale semnalului din punctul de măsură unde sunt conectate.

În acest sens, etajele (amplificatoarele) de intrare pentru măsurarea curenților au o impedanță foarte mică, apropiată de zero, pentru ca puterea absorbită din semnalul de curent să fie cât mai mică și ne semnificativă din punct de vedere al perturbațiilor posibile de produs.

Etajele (amplificatoarele) de intrare pentru măsurarea curentului, au fost realizate cu traductoare de măsură cu efect HALL, cu banda de frecvență de 0-200 kHz și un transfer de până la 300% I_N . Impedanța proprie a circuitului primar este de 2 m Ω .

Schema electrică a amplificatorului este prezentată în fig. 3.

Etajele (amplificatoarele) de intrare pentru măsurarea tensiunilor, au o impedanță foarte mare, mai mare de 3 M Ω , întrucât fiind o conectare paralelă, este necesar ca puterea consumată să fie practic foarte mică. Aceste etaje (amplificatoare) de intrare de tensiune asigură o izolare galvanică între punctele de măsură și echipamentul de măsură. Prin aceasta se blochează propagarea unui defect apărut în una dintre părți (de intrare) către cealaltă (de după amplificatoare) și în același timp se asigură conectarea intrărilor de măsură în orice configurație.

Nivelul semnalului de intrare poate fi urmărit și măsurat într-o gamă largă, între 0-200% I_N/U_N .

Schema electrică a amplificatorului de tensiune este prezentată în fig. 4 iar funcția de transfer a acestui circuit este prezentată în fig. 5.

Etajele (amplificatoarele) de intrare pentru măsurarea tensiunilor, sunt amplificatoare cu izolare galvanică, având ca impedanță de intrare un divizor de tensiune, cu $R_i = 5 \text{ M}\Omega$. Banda de frecvență a acestor etaje este 0-100 kHz. Toate etajele asigură o izolare în tensiune de până la 2500 Vcc.

RO 131069 B1

1 Nivelul semnalelor la ieșirea etajelor (amplificatoarelor) este de $\pm 1,2 V_{cc}$, echivalent
unui nivel de intrare de 200% din nivelul nominal.

3 Ieșirea acestor etaje de intrare este de tip diferențial, prin aceasta asigurându-se
5 minimalizarea influențelor care pot apare foarte ușor pe nivelul de zero, nivel de referință
pentru semnalele periodice.

7 De la ieșirea etajelor (amplificatoarelor) de intrare, semnalele obținute sunt preluate
de către convertoarele analog numerice (CAN), **25**, ..., **27** în fig. 2.

8 Schema electrică a modului de conversie analog numeric este prezentată în fig. 6.

9 Aceste convertoare, cu 8 intrări analogice de tip diferențial, sunt de tipul front-end,
11 conțin 8 convertoare interne cu funcționare sincronă, 8 amplificatoare de intrare cu ampli-
ficare reglabilă (X1, X2, X4, X8, X16, X32) și de asemenea permit un reglaj de zero (offset)
13 pe fiecare canal. Pot asigura o rată de eșantionare reală de 125 ksps, simultan pe toate cele
8 canale, cu posibilitatea de transfer către un modul de achiziție pe o interfață de tip SPI cu
o viteză de până la 16 Mbps. Pot funcționa la cerere sau în bucla de achiziție continuă.

15 Toate cele trei convertoare funcționează sincron, având același generator de master
clock, și aceeași sursă de referință, astfel încât erorile care ar putea interveni în procesul de
17 conversie, între canale, să fie datorate exclusiv dispersiei caracteristicilor componentelor
electronice.

19 Controlerul **28** și **29** din fig. 2 au rolul de a coordona întreg procesul de achiziție, prin
închidere buclei de achiziție continue.

21 Controlerul **28**, cu rol de master, coordonează sincronizarea buclei de achiziție, în
23 sensul că face selecția fiecărui convertor analog numeric pentru a transmite, pe aceeași
interfață internă, datele unei achiziții, în funcție de semnalele de sincronizare primite. Fiecare
dintre cele trei CAN-uri, generează un semnal de DataReady (DR) atunci când conversia
25 este completă și în bufferul de ieșire se găsesc date noi, stabile, gata de trimis.

27 Controlerul **28** primește aceste semnale de sincronizare și selectează CAN-ul pentru
transmiterea datelor.

29 Datele se transferă simultan și către controlerul pe 16 biți **29** din fig. 2. În același timp
acest controler primește de la controlerul cu rol de master **28** date de identificare a
31 convertorului care transferă datele și amprenta de timp de la modulul GPS. Pachetul astfel
format se transferă către unitatea de prelucrare, stocare și transfer. Din pachetul de date
primit este detectat cărui convertor îi corespunde, în felul acesta fiecare mărime va fi
33 transferată către poziția din baza de date alocată.

35 Viteza de transfer pe interfața internă (SPI) de 16 Mbps, timpul de conversie de doar
8 μs (convertorul asigură o rată de eșantionare de 125 ksps) asigură în bucla de conversie
internă o rată de conversie 20 ksps pe oricare dintre canale, cu o diferență maximă de 25 μs
37 între două canale de măsură conectate la două convertoare diferite. Aceasta echivalează
cu introducerea unui defazaj de maximum 0,5 grade electrice de calea de măsură între două
39 mărimi selectate aleator.

41 Toate valorile obținute în circuitele de conversie și achiziție sunt transferate
nemodificate către unitatea de achiziție, prelucrare, stocare și transfer. Schema electrică a
acestui modul este prezentată în fig. 7.

43 Porturile prezente la conectoarele J9 și J10 sunt pentru semnalele de comandă
45 sincronizare preluare date achiziție și respectiv date de la modulul de sincronizare timp real
cu receptor GPS.

47 Fiecare pachet de date preluat pe SPI este trimis către controler de interfața ethernet
care la rândul său este trimis pe interfața ethernet către modulul de prelucrare și stocare.

RO 131069 B1

Modulul de prelucrare și stocare a datelor este un PC de tip constructiv fanless, aparatul permite rularea aplicației de prelucrare și stocare fără probleme. De asemenea, existența a două canale de comunicație Ethernet Gigabyte onboard, îmbunătățește semnificativ modul de lucru specific echipamentului.	1 3
Aparatul conform invenției este cu răcire pasivă, fără elemente în mișcare, atribut ce-i conferă fiabilitate crescută și mentenanța redusă în exploatare.	5
Aparatul funcționează având la bază platforma Windows XP, completată de programe software de aplicație și client dezvoltate pentru achiziție, prelucrare, stocare, transmitere, afișare date, emiterie rapoarte etc. Prelucrarea datelor se face conform protocoalelor prestabilite.	7 9
Metoda de măsurare și monitorizare on-line a perturbațiilor de curent și tensiune constă în:	11
- achiziționarea și prelucrarea automată a formelor undelor de curent și de tensiune pe cele trei faze ale înfășurărilor transformatorului, prin eșantionarea semnalelor sinusoidale de curent sau tensiune, sincronizat și cu o viteză mare de eșantionare, și anume 512/256/128 eșantioane/o perioadă a semnalului sinusoidal;	13 15
- analizarea oricărui defect tranzitoriu și a perturbațiilor ce afectează transformatorul de putere;	17
- colectarea înregistrărilor de defect și specificarea parametrilor acestora;	19
- furnizarea datelor cu privire la secvența înregistrărilor evenimentelor, defectele și perturbațiile dinamice, funcționarea sistemelor de protecție (la analizele post incident, post avarie);	21
- furnizarea datelor privind corectitudinea funcționării protecțiilor aferente transformatorului (protecția diferențială, protecția maximală, protecția Buchholz etc);	23
- monitorizarea parametrilor de calitate a energiei electrice la bornele de intrare și respectiv de ieșire din transformator;	25
- asigurarea posibilității sincronizării datelor măsurate cu referința de timp a centrului de management al datelor/informațiilor aferent sistemului de transport sau distribuție a energiei electrice;	27 29
- determinarea și monitorizarea online a pierderilor proprii ale transformatorului, contribuind astfel la eficientizarea consumului propriu tehnologic în sistemul de transport sau distribuție a energiei electrice;	31
- stocarea în memoria proprie a echipamentului, a formelor undelor semnalelor sinusoidale de curent și tensiune monitorizate online;	33
- asigurarea identificării automate a defecțiunilor caracterizate prin golurile de tensiune, creșterile de tensiune, întreruperile de tensiune, ora producerii, durata evenimentului;	35
- transmiterea în timp real a datelor măsurate la centrul de management al datelor/informațiilor aferent sistemului de transport sau distribuție a energiei electrice sau la consumatorii finali.	37 39
Bibliografie	41
US 4484290 A, 20.11.1984, Line disturbance monitor.	43
US 4553223 A, 12.11.1985, Static disturbance signal recording system having detachable programming terminal & programmable fixed part with selectively powered buffer memory.	45
US 4558379, 10.12.1985, Disturbance detection and recording system.	47
WO 1992015956 A1, 17.09.1992, Line disturbance monitor and recorder system.	

RO 131069 B1

- 1 US 5216621, 01.06.1993, Line disturbance monitor and recorder system.
EP 0573596 A4, 04.01.1995, Line disturbance monitor and recorder system.
- 3 US 5390106 A, 14.02.1995, Analysis of disturbances in power systems.
US 5550476 A, 27.08.1996, Fault sensor device with radio transceiver.
- 5 US 5899960 A, 04.05.1999, Apparatus and method for power disturbance analysis
and storage of power quality information.
- 7 US 6208949 B1, 27.03.2001, Method and apparatus for dynamical system analysis.
US 2014136002 A1, 15.05.2014, Method for distributed waveform recording in a
9 power distribution system.
- 11 US 8941491 B2, 27.01.2015, Methods, apparatus, and systems for monitoring
transmission systems.

RO 131069 B1

Revendicări

	1
1. Aparat inteligent, integrat în rețelele inteligente de tip SMART GRID, care asigură simultan detecția, caracterizarea și localizarea perturbațiilor în funcționarea transformatoarelor de putere din sistemele de transport si/sau distribuție a energiei electrice caracterizat prin aceea că este alcătuit din:	3
- 12 submodule identice de amplificatoare de intrare curenți (1 , ..., 12),	7
- 12 submodule identice de amplificatoare de intrare tensiune (13 , ..., 24),	9
- trei submodule identice de convertoare analog numerice ADC1 (25 , 26 , 27) cu câte 8 intrări fiecare reprezentate de ieșirile submodulelor de amplificatoare (1 , ..., 24), care sunt conectate în paralel pe magistrala de date serială,	11
- un microcontroler pe 8 de biți (28) de achiziție care comandă achiziția și transmiterea datelor de la cele trei convertoare ADC1 (25 , 26 , 27),	13
- un microcontroler pe 32 de biți (29) pentru preluarea datelor de achiziție și sincronizarea cu microcontrolerul pe 8 biți (28) la comanda acestuia,	15
- un modul de sincronizare a ceasului real cu receptor GPS (31) pentru eticheta de timp,	17
- un modul de prelucrare, stocare și retransmitere a datelor (30) pe o interfață Ethernet, de la microcontrolerul pe 32 de biți (29).	19
2. Metodă pentru un echipament inteligent de măsurare și monitorizare on-line a perturbațiilor de curent și de tensiune care constă în:	21
- achiziționarea formelor undelor de curent și de tensiune de pe o fază sau de pe cele trei faze ale rețelei electrice, eșantionarea semnalelor sinusoidale de curent sau tensiune, sincronizat și cu o viteză mare de eșantionare (512, respectiv 128 eșantioane/periodă);	23
- prelucrarea și stocarea continuă în memoria proprie a aparatului a perturbațiilor de curent și de tensiune pentru minimum 24 unde de curent și tensiune pe o perioadă lungă de timp (minimum 30 zile);	27
- achiziționarea, prelucrarea și stocarea în regim automat a datelor privind defectele și perturbațiile, simultan pe toate cele trei faze (ale unei rețele trifazice de tensiune);	29
- identificarea automată a perturbațiilor și a defectelor;	
- sincronizarea datelor măsurate cu referința de timp.	31

(51) Int.Cl.

G06F 17/00 (2006.01);

G01R 15/14 (2006.01);

G05B 15/02 (2006.01)

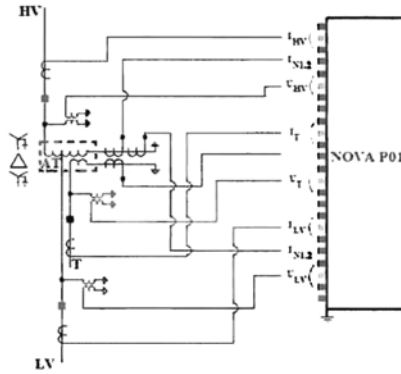


Fig. 1

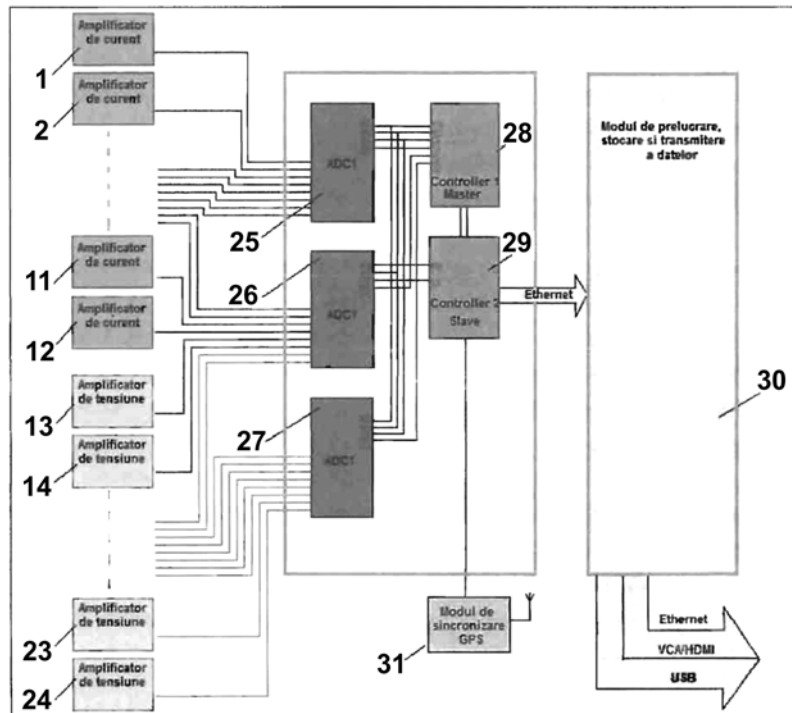


Fig. 2

RO 131069 B1

(51) Int.Cl.

G06F 17/00 (2006.01);

G01R 15/14 (2006.01);

G05B 15/02 (2006.01)

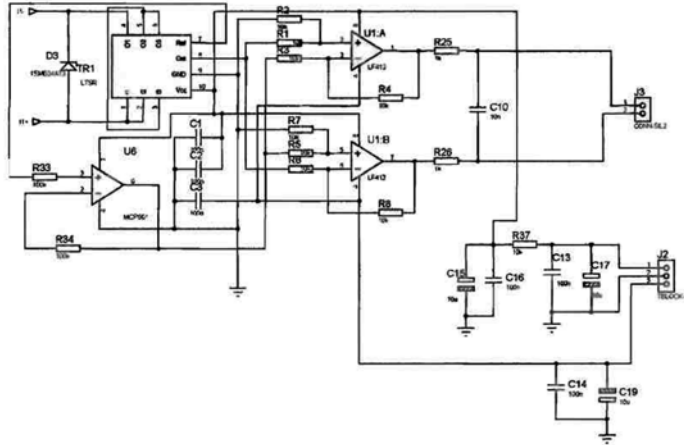


Fig. 3

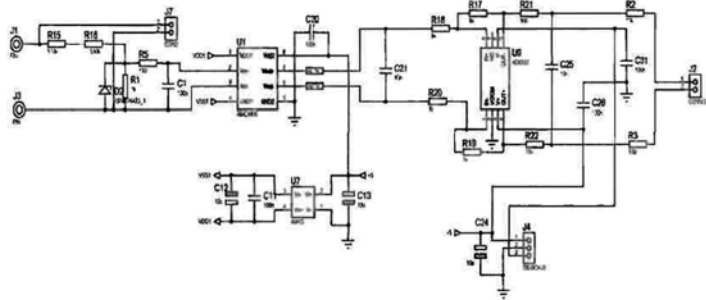


Fig. 4

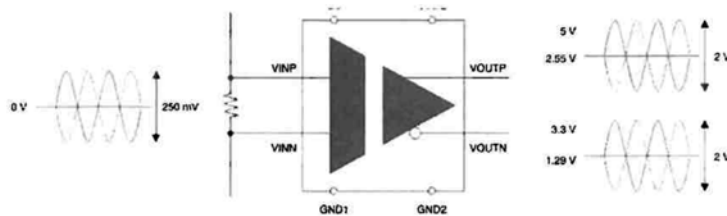


Fig. 5

RO 131069 B1

(51) Int.Cl.

G06F 17/00 (2006.01),

G01R 15/14 (2006.01),

G05B 15/02 (2006.01)

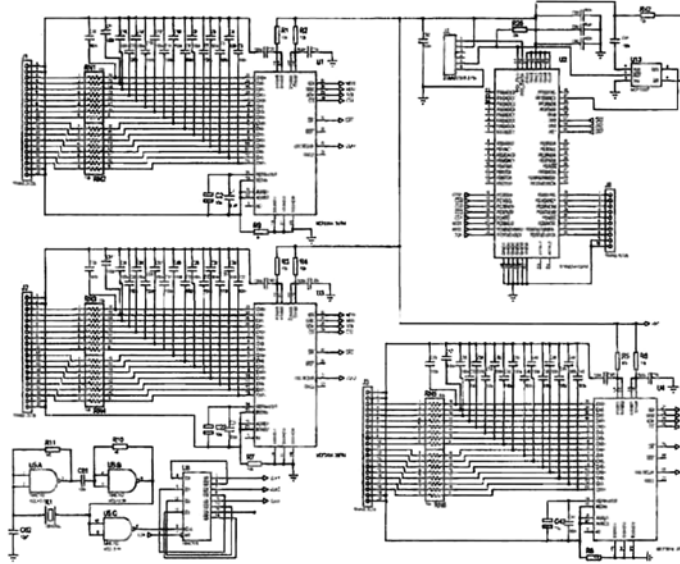


Fig. 6

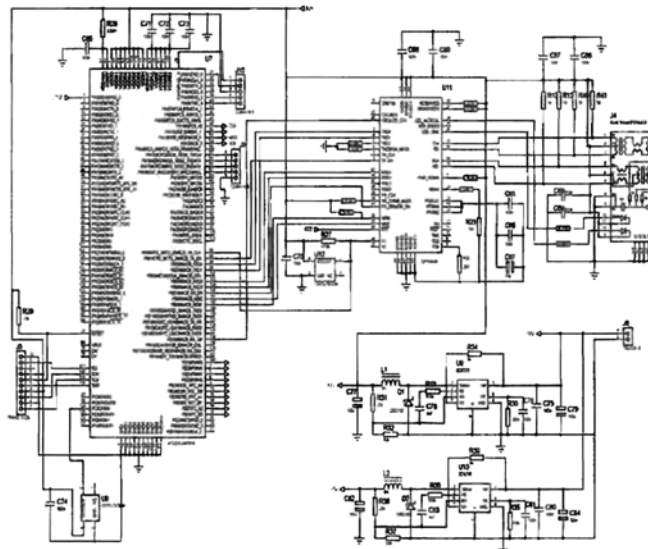


Fig. 7

(51) Int.Cl.

G06F 17/00 (2006.01);

G01R 15/14 (2006.01);

G05B 15/02 (2006.01)

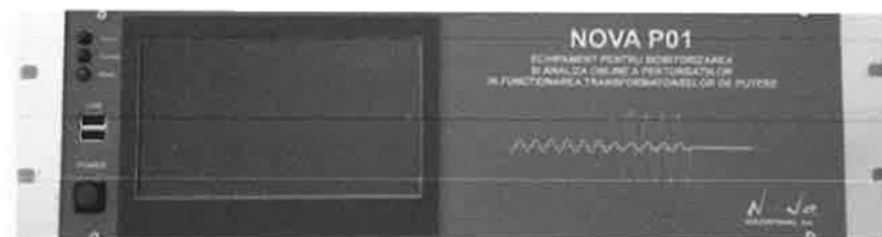


Fig. 8



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 51/2023