



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 01038

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

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

(71) Solicitant:
• NOVA INDUSTRIAL S.A., SPLAIUL UNIRII
NR.313, CLĂDIRA 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;
• ZAHĂRESCU SORIN-CONSTANTIN,
STR. DILIGENȚEI NR. 32, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;
• IONIȚĂ IRENE- MIHAELA,
ȘOS. PANTELIMON NR. 251, BL. 45,
AP. 128, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO

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

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un aparat și la o metodă pentru monitorizarea în timp real și sincronizat, analiza și înregistrarea perturbațiilor în funcționarea transformatoarelor de putere din sisteme de transport și/sau distribuție a energiei electrice. Aparatul conform invenției este alcătuit din 12 amplificatoare intrare curenți (1, ..., 12), 12 amplificatoare intrare tensiune (13, ..., 24), trei convertoare analog numerice (25, 26, 27) cu opt intrări, un microcontroler (28) pe 8 biți, pentru achiziție și comandă achiziție, un microcontroler (29) pe 32 biți, pentru achiziție și sincronizare, un modul PC (30) de prelucrare, stocare și transmitere a datelor, și un modul (31) de sincronizare a ceasului real cu receptor GPS. Metoda conform invenției constă în 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 de tensiune, sincronizat și cu o viteză mare de eșantionare, 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, achiziționarea, prelucrarea și stocarea în regim automat a datelor privind defectele și perturbațiile, simultan pe toate cele trei înfășurări ale unui transformator de putere trifazat, măsurarea și monitorizarea on-line a parametrilor energiei electrice, identificarea automată a perturbațiilor și a defectelor, comunicația bidirecțională, securizată, cu un centru de management al datelor/informațiilor, sincronizarea datelor măsurate cu referința de timp a centrului de management al datelor/informațiilor, și detecția, înregistrarea și alarmarea privind tentativele de acces neautorizat.

Revendicări: 2
Figuri: 8

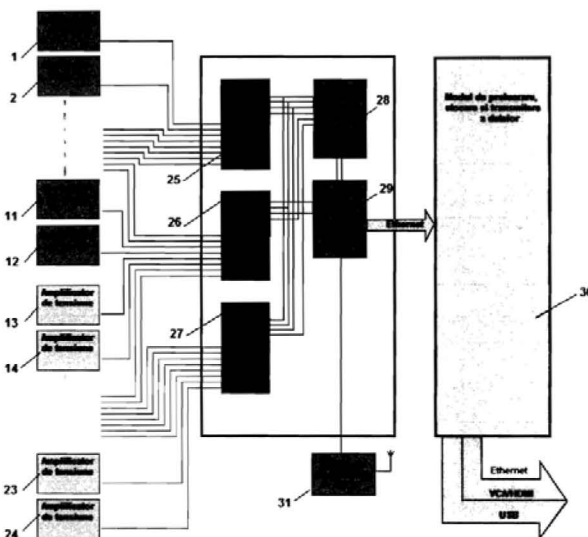


Fig. 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



TITLUL INVENȚIEI:

APARAT INTELIGENT SI METODA PENTRU MONITORIZAREA SI INREGISTRAREA PERTURBATIILOR LA TRANSFORMATOARELE DE PUTERE IN SISTEME DE TRANSPORT SI DISTRIBUTIE A ENERGIEI ELECTRICE

DESCRIERE

Domeniul tehnic al invenției

Prezentul document se refera la un aparat electronic inteligent, integrabil in rețelele inteligente de tip SMART GRIDS, pentru monitorizarea perturbatiilor si a parametrilor de calitate ai energiei electrice, la functionarea transformatoarelor de putere din sisteme de transport si/sau distributie a energiei electrice.

Prezentarea problemei tehnice ¹

In sistemele de transport si distributie a energiei electrice se produc perturbatii si defectiuni diverse, din cauze precum :

- conditii atmosferice (supratensiuni atmosferice care pot determina strapungerea izolatiei electrice la componentele rețelei electrice de transport sau distributie a energiei electrice);
- evenimente determinate de modificari in starea tehnica a echipamentelor sau a liniilor electrice de inalta tensiune
- ruperea unui conductor al liniei ca urmare a suprasolicitarilor (termice, mecanice, etc.) sau a imbatranirii, care determina caderea conductorului la pamant (deci scurtcircuit monofazat) sau scurtcircuitarea conductoarelor de pe faze diferite (deci scurtcircuit trifazat);
- defectarea unui echipament primar (transformator de putere, intreruptor, etc.) dintr-o statie electrica, care poate determina modificarea parametrilor energiei electrice tranzitate si/sau schimbarea configuratiei de functionare a sistemului;
- perturbatiile in functionarea sursei de energie electrica caracterizate de modificarea parametrilor tensiunii si curentului produs (valori eficace, valoril de varf, frecventa, armonici, etc.);
- accidente (comenzi operative eronate ca de exemplu comanda de deschidere sub sarcina a unui separator de inalta tensiune);

¹ Problema tehnica consta in formularea obiectivului prin a carui solutionare se obtine un succes in domeniul tehnic la care se refera inventia



- functionare in conditii anormale a transformatoarelor de putere;
- incidente determinate de furturi de componente vitale pentru liniile electrice aeriene (de exemplu taierea si furtul ancorelor stalpilor metalici care produc caderea stalpului);
- sabotaj intentionat.

Prin *perturbatii sau defectiuni* se intelege orice tip (sau natura) de anomalie in semnalul de curent alternativ sau in producerea, transportul si distributia energiei electrice.

Golurile de tensiune, cresterile de tensiune si intreruperile de tensiune sunt considerate de asemenea perturbatii (de scurta durata) in sistemele de curent alternativ.

- *Golurile de tensiune* sunt reduceri scurte in marime a tensiunii cu o durata de la milisecunde la cateva secunde.
- *Cresterile de tensiune* sunt cresteri scurte in marime a tensiunii cu o durata de la milisecunde la cateva secunde.
- *Intreruperile de tensiune* sunt scaderi mai severe in marime a tensiune. Pragul de intreruperi de tensiune este de obicei mai mic de 10% din tensiunea nominala.

Unele evenimente pot duce la restrictii sau intreruperi in functionarea sistemului pe arii extinse, in timp ce alte defecte pot crea conditii extrem de periculoase pentru consumatori (ca urmare a caderilor de tensiune sau a intreruperii alimentarii cu energie electrica).

Perturbatiile si defectiunile pot genera costuri importante si reparatii. In fiecare an, fonduri importante sunt pierdute din cauza perturbatiilor. Golurile de tensiune pot sa scoata din functiune echipamente electrice care au nevoie de energie electrica pentru a functiona in mod corespunzator si pot produce defecte la calculatoare. Desi cresterile de tensiune apar mai frecvent decat golurile de tensiune, efectele cresterilor de tensiune de multe ori pot fi mai devastatoare decat in cazul golurilor de tensiune. De exemplu, cresterea de tensiune poate provoca strapungerea izolatiei unor componente ale surselor de alimentare, efectul poate fi un unul gradual, cumulativ. Intreruperile de tensiune sunt scaderi mai severe in marime ale tensiunii, care pot provoca scoateri din functiune sau deteriorarea echipamentelor cauzate de suprasolicitari la repunerea in functiune.

Instiintarea rapida privind o defectiune produsa in sistemul de transport a energiei electrice poate oferi mai multe avantaje. In cazul in care un operator de sistem de transport este informat ca un eveniment este in curs sa se produca, atunci operatorul poate urma o procedura pentru reducerea consecintelor acestui eveniment. Pentru sistemele de transport a energiei electrice, de exemplu, un operator ar putea lua masuri pentru a localiza problema, minimizand astfel sau prevenind scoateri din functiune in cascada. Monitorizarea sistemelor de transport poate furniza, de asemenea, o oportunitate pentru consolidarea securitatii si a sigurantei in functionare.

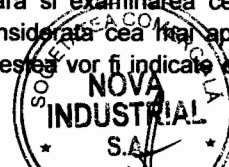
Prin implementarea unor sisteme de tip SMART-GRID care cuprind sisteme electronice inteligente pentru monitorizarea on-line , in timp real, a perturbatiilor si a calitatii energiei electrice, pot fi reduse mult costurile pe lantul de productie - transport - distributie - consum al energiei electrice si poate creste mult eficienta energetica.

Prezentarea stadiului tehnicii ²

Se cunoaste din brevetul US 5390106 A (14.02.1995) „*Analysis of disturbances in power systems*” o metoda pentru tratarea marimilor analogice, esantionate, care sa poata fi apoi utilizate de catre un sistem expert pentru analiza intr-o maniera uniforma atat a semnalelor analogice cat si a celor binare din sistemele electrice.

- Introducerea sistemelor de protectie si a inregistratoarelor de perturbatii numerice in sistemele electrice presupune producerea de cantitati enorme de informatii cu privire la fiecare aparitie a unei perturbatii. Pentru a face aceste informatii disponibile pentru deciziile de operare sau de mentenanta, este necesara introducerea filtrarii automate a informatiilor.
- Conform inventiei un semnal (curent sau tensiune) sinusoidal avand o anumita frecventa si amplitudine data, este schimbat instantaneu intr-un semnal sinusoidal stationar cu aceeasi frecventa dar cu amplitudine si faza schimbata. Semnalul stationar partial sinusoidal este apoi impartit intr-un numar de "stari", fiecare dintre ele fiind caracterizata printr-o amplitudine constanta si o faza constanta in raport cu o anumita referinta.
- Procesul de extragere a evenimentelor si a starilor dintr-un semnal analogic esantionat poate fi impartita in *doua etape*. *Etapa 1* este destinata a fi o identificare rapida a evenimentelor, in semnalul (curent, tensiune) supravegheat. La *Etapa 2*, starile si evenimentele sunt filtrate prin identificarea parametrilor de stare si de eveniment in intervalul de timp de inregistrare pentru etapa 1-a. Parametrii de stare si de eveniment obtinuti in acest mod vor fi folositi ca semnale de intrare intr-un sistem expert pentru a forma, impreuna cu datele binare, baza pentru analiza la nivel superior a sistemului electric.
- *Inconvenientul principal* al acestei inventii este solutia in sine, care asigura a precizie si o viteza relativ redusa in ceea ce priveste achizitia si prelucrarea datelor privind perturbatiile in sistemul electric.

² Considerat de solicitant a fi necesar pentru intelegerea, cercetarea documentara si examinarea cererii de brevet, cu indicarea documentelor care il fundamenteaza; se prezinta cel putin o solutie considerata cea mai apropiata de inventia revendicata; in situatia in care stadiul tehnicii cuprinde si cunostinte traditionale, acestea vor fi indicate explicit in descriere, inclusiv sursa acestora, daca este cunoscuta;



Se cunoaste din brevetul US 5550476 A (27.08.1996) „*Fault sensor device with radio transceiver*” un dispozitiv care poate detecta si distinge evenimente anormale de curent si de tensiune pe o linie electrica de curent alternativ de transport si distributie a energiei electrice , linie aeriana sau subterana.

- Senzorul poate detecta daca defectul momentan sau sustinut este din cauza unui defect monofazat caracterizat prin punerea la masa a unei faze a liniei electrice, defect bifazat prin scurtcircuitarea a doua faze a liniei electrice, sau defect trifazat prin scurtcircuitarea celor trei faze ale liniei.
- Dispozitivul poate detecta evenimente de tipul suprasarcini (care se produc pe cele trei faze sau pe doua sau pe una din cele trei faze ale liniei electrice). Evenimentele de tensiune detectate sunt de tipul linie deschisa, deschisa pe o faza sau pe doua dintre faze, cu o posibilitatea ca unul din conductoarele liniei sa cada. Dispozitivul poate identifica care dintre cele trei faze sau daca toate cele trei faze ale liniei sunt deschise sau la pamant.
- Dispozitivul de detectie poate fi atasat la o linie de transport sau de distributie aeriana sau subterana si transmite in mod automat un semnal de alarma sau informatii generale la un centru de control, centru de operare sau la orice statie electrica atunci cand el detecteaza un eveniment.
- Dispozitivul poate fi, de asemenea, programat si reprogramat de la distanta pentru asi modifica pragul de alarmare si timpul de actionare sau pentru a reseta aparatul cand a avut loc o defectiune.
- *Inconvenientele principale* al acestei inventii sunt : numarul redus al evenimentelor de curent (trei) care pot fi monitorizate on-line simultan, evenimentele de tensiune sunt sesizate indirect numai prin analiza datelor despre curentii pe linie, numarul redus de tipuri de perturbatii care pot fi monitorizate on-line, undele de curent si de tensiune nu sunt achizitionate, prelucrate si analizate on-line, etc.

Se cunoaste din brevetul US 20140136002 A1 (15.05.2014) „*Method for distributed waveform recording in a power distribution system*” o metoda destinata inregistrarii formelor de unda distribuite pentru monitorizarea si analiza unei defectiuni intr-un sistem de distributie a energiei electrice.

- Conform acestei inventii, metoda se bazeaza pe utilizarea: unei multitudini de dispozitive care inregistreaza formele de unda, conectate intr-o multitudine de nivele ierarhice in cadrul sistemului de distributie a energiei, unei multitudini de transformatoare de masura conectate la unitati de procesare date pe nivele ierarhice, unei multitudini de dispozitive electronice inteligente implementate ca



dispozitive la nivel de celule conectate la o bara a statiei si a unei unitati de procesare pe o multitudine de nivele ierarhice, unei multitudini de PC-uri client implementate ca dispozitive la nivel de statie conectate pe barele statiei intr-o multitudine de nivele ierarhice , metoda de inregistrare a formelor de unda cuprinzand:

- a) comunicarea, prin intermediul a cel puțin unui dispozitiv de nivel de proces, a datelor privind valorile masurate, esantionate, pe unitatea de procesare;
 - b) insemnarea si prelucrarea, prin intermediul uneia sau mai multor IED-uri configurate, a datelor privind valorile masurate, esantionate, comunicate de cel puțin un dispozitiv de nivel de proces pentru a identifica un eveniment;
 - c) emiterea, prin intermediul a cel puțin unui IED din multitudinea de IED-uri configurate si bazat pe identificarea unui eveniment sau a cel puțin unui calculator client dintr-o multitudine de calculatoare client, se declansaza o inregistrare a formei de unda la unul sau mai multe dispozitive dintre pluralitatea de dispozitive in sistemul de distributie a energiei electrice;
 - d) efectuarea inregistrarii formei de unda, de unul sau mai multe dispozitive dintre multitudinea de dispozitive din sistemul de distributie a energiei electrice, bazat pe comanda emisa pentru inregistrarea formei de unda .
- *Inconvenientele principale* al acestei inventii sunt : se admite ca inregistrarea formei de unda sa se faca cu viteza de esantionare insuficienta (256 esantioane pe o perioada unei sinusoidale sau mai mica, de exemplu 80 sau 32 esantioane pe o perioada a unei sinusoidale) pentru a detecta perturbatii de natura oscilatii sau cresteri rapide de tensiune; prelucrarea, identificarea unui eveniment si stocarea datelor nu se face la primul nivel ierarhic (cel de detectie si achizitie a formelor de unda) ci la cel de-al doilea nivel ceea ce implica reducerea vitezei de reactie (de alarmare in caz de evenimente periculoase pentru functionarea sistemului) sau chiar pierderea informatiei utile; sincronizarea preconizata pentru dispozitivele de achizitie a undelor (cateva microsecunde) asigura o insuficienta precizie pentru analizele postavarie, nu se face analiza calitatii energiei, etc.

Se cunoaste din brevetul WO 1992015956 A1 (17.09.1992) „*Line disturbance monitor and recorder system*”, un sistem de detectie a defectelor pentru monitorizarea a cel puțin unui parametru de functionare a unei linii de transport a energiei electrice de curent alternativ .

- Acesta include transductoare de curent si / sau tensiune conectate la linia electrica de transport pentru furnizarea unui semnal analogic reprezentativ pentru cel puțin un parametru variabil in timp al liniei electrice de transport al energiei electrice de curent alternativ. Un convertor analog-to-digital (A/D) converteste semnalul analogic in



semnale digitale. Un modul DSP (Digital Signal Processor) de mare viteza prelucreaza datele digitale si genereaza un semnal de declansare, atunci cand este detectata o perturbatie. O componenta DMA (Direct Memory Access) aplica un protocol de alocare de memorie secventiala pentru a adresa o multitudine de zone de memorie intr-o bucla de stocarea secventiala a datelor digitale, in locurile de stocare discrete ale zonei de memorie alocata. Conform unui protocol de alocare a memoriei pentru stare de avarie, componenta DMA sterge cel putin una din multitudinea de zone de memorie din bucla adresabila de DMA cand zona de memorie starsa include valorile stabilite de utilizator pentru pre-defect, defect si post - defect, care definesc anomalia de curent alternativ.

- *Inconvenientele principale* ale acestei inventii sunt : nu achizitioneaza pentru analiza, prelucrare si stocare undele de curent si de tensiune pentru analizele post avarie cu precizie; nu permite evaluarea parametrilor de calitate ai energiei electrice si alarmare in cazul neincadrarii acestor parametrii in limitele impuse , etc.

Se cunoaste din brevetul US 5899960 A (04.05.1999) „*Apparatus and method for power disturbance analysis and storage of power quality information*”, un sistem de monitorizare a energiei electrice cu capabilitati de procesare si stocare a semnalelor asociate. Fiecare ramnificatie a semnalului de energie trifazica este esantionat simultan pe o multitudine de canale pentru a capta valorile instantanee ale semnalului electric fara schimbarea markerului de timp intre canalele. Intr-o alta varianta de realizare, datele prelevate sunt convertite in domeniul de frecventa si parametrii privind calitatea energiei electrice a unui semnal electric sunt obtinuti in datele din domeniul de frecventa.

- In conformitate cu inventia, sistemul de monitorizare a energiei electrice capteaza perturbatii (impulsuri sau alte fluctuatii de interes) prezente pe unul sau mai multe semnale electrice de intrare si pastreaza in memoria disponibila, prin selectarea dinamica, anumite perturbatii pentru stocare si stergere. Strategiile de selectie se bazeaza pe stocarea numai a perturbatiilor care nu sunt repetitive in perturbatiile anterioare, iar la epuizarea capacitatii disponibile, sa se stearga perturbatiile in ordinea crescatoare a importantei.
- Stocarea disponibila (stocare tampon si disc) este conservata in continuare prin varierea spatiul de stocare ocupat de un singur impuls bazat pe timpul lui de scadere masurat.
- Datele istorice pentru un semnal electric sunt retinute si afisate prin impartirea semnalului electric in domeniul timp in segmente. O perturbatie detectata a semnalului electric formeaza o granita intre doua segmente. Pentru fiecare astfel de limita, valoarea permanenta a parametrului semnalului, cum ar fi radimul patratic



(RMS) de tensiune este stocata pentru cele doua segmente delimitate de granita. Esantioanele semnalului electric din imediata apropierea granitei sunt stocate astfel incat perturbatiile de interes sa poata fi inspectate cu atentie.

- Masuratori de tensiune si de curenți pentru un semnal electric dat sunt prelevate si digitalizate si apoi utilizate pentru a obtine un semnal privind puterea totala, un semnal privind distorsiunea armonica total, si un semnal privind puterea reactiva. Semnalele obtinute sunt apoi utilizate pentru a construi si afisa un grafic unic privind calitatea energiei electrice in care cele trei axe corespund celor trei semnale derivate.
- *Inconvenientele principale* al acestei inventii sunt : nu achizitioneaza (pentru analiza, prelucrare si stocare) undele de curenți si de tensiune ale curentului electric pentru analizele post avarie cu precizie; nu permite evaluarea parametrilor de calitate ai energiei electrice, nu permite alarmare in cazul neincadrării acestor parametrii in limitele impuse , etc.

Se cunosc de asemenea brevetele de inventie US 4484290 A (20.11.1984) „*A line disturbance monitor*”, US 4694402 A (15.09.1987) „*Waveform disturbance detection apparatus and method*”, EP 0863596 A1 (09.09.1998) „*Apparatus for waveform disturbance monitoring for an electric power system*”, US 7138924 B2 (21.11.2006) „*Disturbance direction detection in a power monitoring system*”, US 5216621 A (01.06.1993) „*Line disturbance monitor and recorder system*”, US 7519454 B2 (14.04.2009) „*Location determination of power system disturbances based on frequency responses of the system*”, US 5819203 A (06.10.1998) „*Apparatus and method for power disturbance analysis and storage*” US 4558379 A, (10.12.1985) „*Disturbance detection and recording system*”, US 5943246 (24.08.1999) „*Voltage detection of utility service disturbances*”

CONCLUZIE - Nici unul dintre aparatele si dispozitivele mentionate, nu acopera perturbatiile determinate de regimurile anormale de functionare a unui transformator de putere, perturbatiile tranzitorii la care acesta este solicitat, operatiile de masurare a parametrilor de calitate a energiei electrice la intrarea si respectiv la iesirea din transformator, operatiile de evaluare cu precizie a pierderilor de putere in transformator (pierderile la functionarea in gol, a pierderilor la functionarea in sarcina), operatiile de achizitie a formelor de unda pe termen lung (functia de logger) si functiile specifice integrării in rețelele inteligente SMART GRIDS.



Descrierea inventiei³

Prezenta inventie se refera la aparat electronic inteligent destinat monitorizarii perturbatiilor si a parametrilor de calitate a energiei electrice in sisteme de transport si/sau distributie a energiei electrice, in particular la un aparat care permite detectia, analiza, inregistrarea si transmiterea informatiilor privind perturbatiile de curent si de tensiune, respectiv calitatea energiei electrice intr-un anumit punct al sistemului (linie sau statie electrica) la un centru de monitorizare si control, centru de dispecer operational si/sau la camera de comanda a unei statii electrice.

Aparatul conform inventiei este menit sa se integreze in retelele inteligente tip SMART GRIDS de monitorizare si management on-line a perturbatiilor si a calitatii energiei electrice in sisteme de transport si distributie a energiei electrice, in scopul imbunatatirii cresterii sigurantei energetice si a calitatii serviciilor de transport si distributie a energiei electrice.

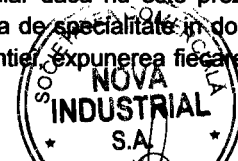
De asemenea echipamentul poate fi integrat in sistemele SCADA Operating si respectiv SCADA Monitoring.

Problemele tehnice pe care le rezolva inventia au la baza **integrarea informatiilor culese direct sau de la traductori privind undele de curent si de tensiune prin infasarile transformatorului de putere, intr-un proces automat de achizitie, prelucrare, afisare, stocare date, elaborarea rapoarte, transmisie date la centrul de management al functionarii sistemelor de transport sau de distributie a energiei electrice.**

Aparatul inteligent pentru monitorizarea perturbatiilor la transformatoarele de putere in sisteme de transport si distributie a energiei electrice conform inventiei, inlatura dezavantajele prezentate prin aceea ca:

- **achizitioneaza si prelucreaza automat formele undelor de curent si de tensiune, pe cele trei faze ale infasarilor transformatorului, prin esantionarea semnalelor sinusoidale de curent sau tensiune, sincronizat si cu o viteza mare de esantionare, si anume 512/256/128 esantioane / o perioada a semnalului sinusoidal;**
- analizeaza orice defect tranzitoriu si perturbatii ce afecteaza transformatorul de putere;
- colecteaza inregistrarile de defect si specifica parametrili acestora;
- furnizeaza de date cu privire la secventa inregistrarilor evenimentelor, defectele si perturbatiile dinamice, functionarea sistemelor de protectie (la analizele post incident, post avarie);

³ Expunerea inventiei, asa cum este revendicata, astfel incat problema tehnica, chiar daca nu este prezentata explicit, si mijloacele prin care aceasta a fost rezolvata sa poata fi intelese de catre o persoana de specialitate in domeniu; in cazul in care descrierea cuprinde un grup de inventii care respecta conditia de unitate a inventiei, expunerea fiecarei inventii din grup se efectueaza in mod distinct;



- furnizeaza date privind corectitudinea functionarii protectiilor aferente transformatorului (protectia diferentiala, protectia maximala, protectia Buchholz, etc.);
- monitorizeaza parametrii de calitate a energiei electrice la bornele de intrare si respectiv de iesire din transformator;
- asigura posibilitatea sincronizarii datelor masurate cu referinta de timp a centrului de management al datelor/informatiilor aferent sistemului de transport sau distributie a energiei electrice;
- determina si monitorizeaza online pierderile proprii ale transformatorului, contribuind astfel la eficientizarea consumului propriu tehnologic in sistemul de transport sau distributie a energiei electrice;
- stocheaza in memoria proprie a echipamentului, formele undelor semnalelor sinusoidale de curent si tensiune monitorizate online;
- asigura identificarea automata a defectiunilor caracterizate prin golurile de tensiune, cresterile de tensiune, intreruperile de tensiune, ora producerii, durata evenimentului;
- transmitere in timp real datelor masurate la centrul de management al datelor/informatiilor aferent sistemului de transport sau distributie a energiei electrice sau la consumatorii finali.

Aparatul, conform inventiei, furnizeaza date cu privire la **secventa inregistrarii evenimentelor, defectele si perturbatiile dinamice la cerere si stabileste limitele specifice** pentru a asigura ca acestea pot fi folosite in analiza evenimentelor. Echipamentul include /si nu este limitat la **oscilograf, inregistrator digital de defect, relee de protectie si inregistrator de fenomene tranzitorii**.

Aparatul, conform inventiei, inregistreaza **esantioanele curente ale curenților si tensiunilor masurate** de aparat cu o **frecventa suficient de mare de esantionare** (512 esantioane pe perioada) pentru a afisa defecte si perturbatiile tranzitorii. O inregistrare este in mod normal initiata in momentul in care o marime creste peste sau scade sub o valoare data. Inregistrarea rapida este folosita pentru a capta evenimentele tranzitorii care sunt de durata scurta cu o perioada de inregistrare de una-doua secunde.

Inregistrarea cu viteza mica este folosita pentru a captura perturbatii de termen scurt si lung cum ar fi oscilatiile de putere cu o frecventa de 128 de esantioane pe perioada.

Aparatul, conform inventiei, functioneaza ca inregistrator de defecte inregistrator dinamic a defectelor(DDR), data logger, oscilograf, monitor de calitate a energiei.

Ca inregistrator de defect aparatul, conform inventiei, poate monitoriza:

- tensiuni de faza fata de nul: minim 12 intrari;
- curenti de faza : minim 9 intrari;



- curent rezidual sau neutru : minim 3 intrari;
- Lungimea inregistrarii de defect: minim 3 s;
- Pretrigger: minim 0.5 s;
- Rata de inregistrare a evenimentului: 128 esantioane pe perioada;

Ca inregistrator dinamic a defectelor(Dynamic Disturbance Recording - DDR) aparatul, conform inventiei, poate monitoriza:

- Valori rms pentru :
 - tensiuni de faza fata de nul: minim 12 intrari;
 - curenti de faza : minim 9 intrari;
 - curent rezidual sau neutru : minim 3 intrari
- Frecventa;
- Puterea activa, reactiva si deformanta pe trei faze;
- Parametrii calitatii energiei electrice;
- THD si armonici pana la armonica 49;

Aparatul poate agrega valorile RMS masurate la 512 sau 128 de puncte pe perioada si le poate stoca la o rata de minim 50 de masuratori pe secunda.

Eticheta de timp a inregistrarilor de defect (Failure Registration - FR) si a fisierelor DDR are o precizie de ± 10 microsecunde UTC;

Ca Oscilograf si Data Logger aparatul, conform inventiei, poate inregistra minim 10 inregistrari de pana la 50 de perioade fiecare.

- Aparatul poate stoca datele inregistrate pe o perioada de 10 – 30 zile, in regim de FR si fisiere DDR, sau parametri de calitate ai energiei (128 esantioane/perioada pe fiecare canal)

Comunicatie:

- Interfete de retea – 100 Mbps Ethernet;
- Port Ethernet, 100 Mbps;
- Protocoale multiple: MODBUS TCP

Prezentarea avantajelor inventiei in raport cu stadiul tehnicii

Inventia se refera la metoda si sistem electronic inteligent care permite masurarea si monitorizarea on-line, in timp real, a parametrilor de consum si respectiv de calitate a energiei electrice, in orice punct de masurare in retele de productie, transport sau distributie a energiei electrice sau la consumatori, pentru a permite utilizatorilor luarea unor decizii rapide si eficiente. Sistemul electronic inteligent efectueaza captarea in timp real a formei undelor de curent/tensiune , prin esantionari cu viteze diferite, presetate, pentru a minimaliza cantitatea de date necesar a fi prelucrate in functie de scopul analizei.



Acest lucru este benefic intrucat permite analiza evenimentelor care necesita o captura de date cu rezolutie mare si respectiv a evenimente care necesita o captura de date cu rezolutie mai mica. Evenimentele de inalta rezolutie (cum sunt cresterile bruste in timp) sunt realizate cu o rata relativ ridicata de esantionare (512 esantioane/o perioada a unei sinusoidale), in timp ce evenimentele de joasa rezolutie (cum sunt cele caracterizate prin schimbari lente in timp, de tip SAG si SWELL) sunt realizate cu o rata de esantionare mai scazuta (256 sau 128 esantioane/o perioada a unei sinusoidale), evenimentele de joasa rezolutie putand fi astfel captate si stocate pe o perioada mai lunga de timp.

Presetarea vitezei de esantionare a datelor este optimizata, pentru a se minimaliza cantitatea de date folosite in vederea prelucrarii si respectiv a datelor ce se stocheaza de echipament.

Arhitecturile hardware conventionale nu asigura captarea formei de unda cu rate de esantionare multiple (functionare ca data-logger - achizitie si arhivare de date) privind energia electrica datorita operatiilor de efectuat atat pentru prelucrarea (limitari de performanta) si pentru managementul datelor, cat si pentru stocarea datelor privind forma de unda (limitare privind largimea benzii de memorare si respectiv capacitatea memoriei).

Prezentarea, pe scurt, a figurilor din desene

Se da, in continuare, un exemplu de realizare a aparatului inteligent pentru monitorizarea perturbatiilor la transformatoarele de putere in sisteme de transport si distributie a energiei electrice, conform inventiei inventiei, in legatura cu figurile .1 ÷ 7, respectiv foto 1, care reprezinta:

- fig. 1 Schema bloc de conectare a aparatului pentru achizitie date ;
- fig. 2 Schema bloc a echipamentului de achizitie sincronizata a datelor;
- fig. 3 Schema electrica a modului de intrare pentru curent;
- fig. 4 Schema electrica a amplificatorului de intrare pentru tensiune;
- fig. 5 Functia de transfer a circuitului amplificator cu izolare galvanica;
- fig. 6 Schema electrica a modului de conversie analog numeric;
- fig. 7 Schema electrica a modului de preluare date achizitie;
- foto 1 Aparatul NOVA P01 pentru monitorizarea perturbatiilor la transformatoarele de putere in sisteme de transport si distributie a energiei electrice.

Prezentarea in detaliu a inventiei revendicate

Aparatul conform inventiei (*Foto 1*) permite **achizitia sincronizata a formele de unda de curent si de tensiune la bornele aferente tuturor infasurarilor unui transformator de putere (figura 1), corespunzatoare unui transformator de putere cu trei infasurari,**



prelucrarea datelor, memorarea si transmiterea datelor pentru 24 de canale analogice de intrare. Aceste canale sunt dedicate , astfel incat 12 sunt intrari de masura curenti si celelalte 12 sunt intrari de masura tensiune .

Dupa cum se observa din *figura 2*, aparatul conform inventiei este format din urmatoarele module principale:

1. Amplificatoare de intrare curenti -12 submodule identice;
2. Amplificatoare de intrare tensiune-12 submodule identice;
3. Convertoare analog numerice cu 8 intrari-3 submodule identice;
4. Microcontroler 8 biti , achizitie si comanda achizitie;
5. Microcontroler 32 biti , preluare date achizitie si sincronizare;
6. Modul PC de prelucrare , stocare si transmitere a datelor;
7. Modul de sincronizare a ceasului real cu receptor GPS.

Amplificatorul de intrare pentru curenti este construit avand componenta de baza un traductor de curent Hall , cu bucla inchisa , produs de firma LEM . Este vorba de LTSR 6N-P.

Schema electrica a amplificatorului este prezaentata in *figura 3*.

Dintre caracteristicile principale ale traductorului se mentioneaza urmatoarele:

- Curent nominal configurabil hardware 2-3-6 A , avand relatia de iesire $U_0 = 0,625V_{cc}/I_N$
- Curent maxim masurat cu pastrarea liniaritatii $2 \times I_N$
- Banda de frecventa dc-120kHz
- Eroarea de masura 0,2% din valoarea masurata
- Tensiunea de mod comun 2,5V

In *figura 3* se mai observa un circuit AO, notat U6 , care este folosit in conexiune repetor . Acest circuit este folosit ca buffer pentru iesirea tensiunii de referinta a traductorului Hall , deoarece aceasta nu permite conectarea unor sarcini mai mici de 250 k Ω . Folosirea unor sarcini de impedanta ridicata in apropierea unor surse electromagnetice poate produce perturbatii serioase , de aceea s-a ales folosirea unui buffer conectat foarte aproape de traductor , astfel incat impedanta de iesire se translateaza in valori de ordinul ohmilor.

In realizarea fizica a amplificatorului de intrare s-a ales varianta unor module multiplu de 3. Impedanta de intrare a amplificatorului este egala cu impedanta traductorului de curent Hall.

Amplificatorul de intrare pentru tensiune este realizat ca amplificator cu izolatie galvanica (*figura 4*). Schema electrica a amplificatorului este prezentata in *figura 4*. Circuitul U1 este amplificatorul analogic cu izolatie , full diferential. Functia de transfer a acestui circuit este prezentata in *figura 5*.



//

Circuitul integrat U7 este sursa de alimentare dc/dc , cu izolare galvanica , necesara obtinerii tensiunii de alimentare pentru sectiunea izolata a amplificatorului de intrare.

Izolarea diferentiala a amplificatorului cu izolare galvanica are o componenta de mod comun a carei valoare este diferita in functie de tensiunea de alimentare. A fost necesara folosirea unui circuit de scalare, care sa transforme semnalul dat de amplificatorul de intrare cu izolatie intr-un semnal diferential dar cu o tensiune de mod comun egala cu zero. In acest scop s-a folosit amplificatorul operational full diferential U9 in schema din *figura 4* , a carei intrare pentru tensiunea de mod comun a fost conectat la potentialul GND.

Convertorul analog numeric este un circuit de conversie rapid , specializat pentru folosirea in analizoare de semnal. Schema electrica a modulului de conversie analog numeric este prezentata in *figura 6*. Sunt folosite 3 circuite convertoare analog numeric , pentru toate cele 24 de intrari . Fiecare circuit de conversie are in intrare cate un filtru RC de tip gama, cu rol de antialiasing . Circuitele integrate U5 si U8 , sunt generatoarele de clock, sincrone si de aceasi valoare dar pe canale diferite pentru toate cele trei convertoare. Circuitul U2 este microcontrolerul de achizitie si comanda achizitie , care stabileste ordinea de citire pentru fiecare convertor si care genereaza si semnalele de comanda pentru controlerul de preluare date achizitie.

Cele trei convertoare analog numerice sunt conectate in paralel pe magistrala de date seriala si sunt in mod SLAVE, adica comunicatia se face numai la comanda .

Ele vor achizitiona si transmite , comanda de microcontrolerul de achizitie si comanda achizitie , prin semnalele CS1 , CS2, si CS3 . Ordinea poate fi diferita in functie de aplicatie , dar va fi intotdeauna unul dupa celalalt. Timpul necesar pentru un ciclu este dat de rata de esantionare generala.

Rata maxima de esantionare a convertorului permite analiza cu 128 esantioane pe perioada, pentru fiecare dintre cele 24 de canale . Aceasta corespunde unei viteze de achizitie de minim 32 kbps pentru fiecare canal.

Microcontrolerul de 32 biti are rol de preluare de date sincron cu microcontrolerul de achizitie si comanda achizitie, la comanda acestuia si in acelasi timp de la circuitul de sincronizare a ceasului cu receptor GPS pentru eticheta de timp. Microcontrolerul de 32 biti va impacheta aceste date pentru transmiterea pe o interfata Ethernet catre modulul de prelucrare, stocare si retransmitere .

Schema electrica a modulului de preluare date este in *figura 7*.

Porturile prezente la conectoarele J9 si J10 sunt pentru semnalele de comanda sincronizare preluare date achizitie si respectiv date de la modulul de sincronizare timp real cu receptor GPS. Fiecare pachet de date preluat pe SPI este trimis catre controlerul de interfata



23-12-2015

10

ethernet care la randul sau este trimis pe interfata ethernet catre modulul de prelucrare si stocare.

Modulul de prelucrare si stocare a datelor este un PC de tip constructiv fanless aparatul permite rularea aplicatiei de prelucrare si stocare fara probleme . De asemenea , existenta a doua canale de comunicatie Ethernet Gigabyte onboard , imbunatateste semnificativ modul de lucru specific aplicatiei hardware propusa .

Pentru sincronizarea externa a ceasului se foloseste un receptor GPS .

Sistemul functioneaza avand la baza platforma Windows XP, completata de programe software de aplicatie si client dezvoltate pentru achizitie, prelucrare, stocare, transmitere, afisare date, emitere rapoarte, etc.

Pentru alimentarea intregului sistem s-a ales solutia unui convertor 12Vcc la sistemul ATX, incat aceasta tensiune, 12Vcc este mult mai usor de obtinut din aproape orice tip de alimentare ce ar putea fi impusa si orice gama de tensiune de intrare , inclusiv panouri solare.

Aparatul conform inventiei este cu racire pasiva, fara elemente in miscare, atribut ce-i confera fiabilitate crescuta si mentenanta redusa in exploatare.

Aparatul conform inventiei asigura comunicatia bidirectionala, la distanta, cu centrul de management al datelor si/sau cu clientul final, permitand prin aceasta:

- eliminarea deplasarii personalului pentru activitati operationale curente;
- verificarea si actualizarea securizata, de la distanta, a softului intern al aparatului;
- monitorizarea de la distanta a functionarii sistemului si semnalizarilor generate de acesta;
- sincronizarea referintei de timp la mai multe sisteme de masura monitorizate de centrul de management date;
- actualizarea modulului software referitor la eficienta energetica.

Aparatul conform inventiei asigura o capacitate ridicata de stocare a datelor masurate si prelucrate, inclusiv a formelor de unda, pe o perioada de minimum 30 zile, permitand analiza si extragerea datelor din memoria de stocare.

Aparatul conform inventiei asigura citirea locala si de la distanta a datelor monitorizate on-line.

Aparatul conform inventiei asigura comunicarea securizata a datelor, detecteaza si alarmeaza in cazul unor tentative de frauda informatica sau de utilizare neautorizata a retelei.

**



REVEDICARI

Un aparat inteligent, integrat in retele de tip SMART GRID, care asigura simultan detectia, caracterizarea si localizarea perturbatiilor in functionarea transformatoarelor de putere din sisteme de transport si/sau distributie a energiei electrice prin:

- monitorizarea in timp real si sincronizat in timp si achizitia, a undelor de curent si de tensiune care tranziteaza printr-un transformator de putere (prin esantionari cu viteze diferite, presetate, pentru a minimaliza cantitatea de date necesar a fi prelucrate in functie de scopul analizei.),
- analiza acestora pentru a defini natura si caracteristicile perturbatiilor dinamice sau/si a defectelor in interiorul transformatorului sau in sistem,
- analiza parametrilor de calitatea energiei electrice tranzitate,
- stocarea secventiala a informatiilor digitale,

Aparatul prezentat in *figura 2* este alcatuit din urmatoarele module principale:

1. Amplificator intrare curenti-12 submodule identice (poz. 1 - 12);
2. Amplificator de intrare tensiune-12 submodule identice (poz. 13 - 24);
3. Convertor analog numeric cu 8 intrari-3 submodule identice (poz. 25 - 27);
4. Microcontroler 8 biti , achizitie si comanda achizitie (poz. 28);
5. Microcontroler 32 biti , preluare date achizitie si sincronizare (poz. 29);
6. Modul PC de prelucrare , stocare si transmitere a datelor (poz. 30);
7. Modul de sincronizare a ceasului real cu receptor GPS (poz. 31).

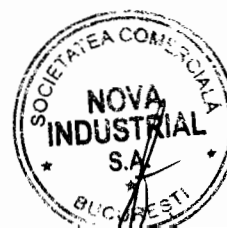
Medoda de masurare si monitorizare on-line a perturbatiilor de curent si de tensiune (scurtcircuite, supratensiuni, armonici, dezechilibre ale sistemului trifazic, calitatea energiei electrice, etc.), conform inventiei, asigura:

1. achizitionarea formelor undelor de curent si de tensiune, de pe o faza sau de pe cele trei faze ale retelei electrice, in orice punct de masura, prin esantionarea semnalelor sinusoidale de curent sau tensiune, sincronizat si cu o viteza mare de esantionare, si anume *512 esantioane/ o perioada* a semnalului de curent si de tensiune pentru semnalele rapid variabile in timp, de ex. supratensiuni de comutatie, oscilatiile de curent si de tensiune, etc.) , respectiv *128 esantioane/ o perioada* a semnalului sinusoidal pentru semnale variabile in timp mai lent (de ex. curenti de scurtcircuit, curentii si tensiunile de functionare, goluri de tensiune, nesimultaneitati in functionarea comutatoarelor de reglaj sub sarcina, dezechilibra de curent si/sau de tensiune , etc.) si pentru stocarea pe o perioada relativ lunga de timp (*minim 30 zile*);



2. stocarea continua, ca *inregistrator dinamic de defecte si ca data logger*, in memoria proprie a echipamentului, a perturbatiilor de curent si de tensiune la minimum 24 unde de curent si tensiune pe o perioada lunga de timp (minimum 30 zile), specifice pentru un transformator de putere, trifazat, cu trei infasurari ;
3. achizitionarea, prelucrarea si stocarea in regim automat a datele privind defectele si perturbatiile, simultan pe toate cele trei infasurari ale transformatorului de putere trifazat;
4. masurarea si monitorizarea on-line a parametrilor care caracterizeaza energia electrica la bornele a tuturor infasurarilor un transformator de putere trifazat cu trei infasurari.
5. identificarea automata a perturbatiilor si a defectelor;
6. comunicatia bidirectionala, securizata, cu centrul de management datelor/informatiilor si respectiv accesul securizat a acestuia, la datele stocate de sistemul de masura si monitorizare, pentru consultare si extragere de date, respectiv pentru verificarea periodica si actualizarea software-ului intern (partea nemetrologica);
7. sincronizarea datelor masurate cu referinta de timp a centrului de management al datelor/informatiilor;
8. detectia, inregistrarea si alarmare privind tentativele de acces neautorizat.

* *



DESENE

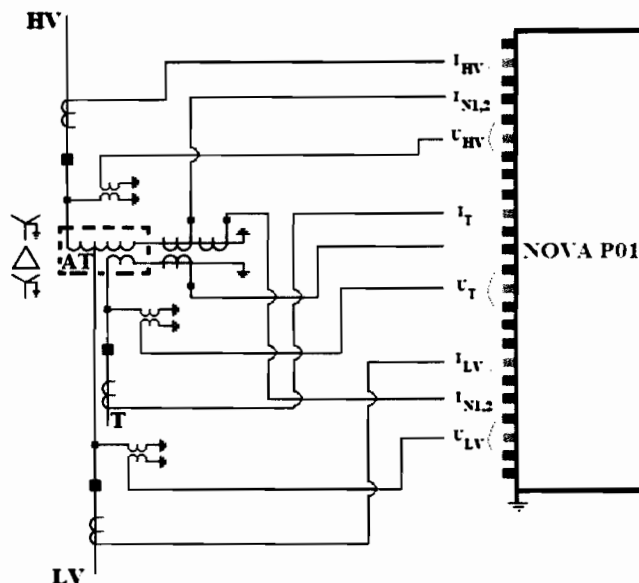


Fig. 1 Schema bloc de conectare a aparatului pentru achizitie date

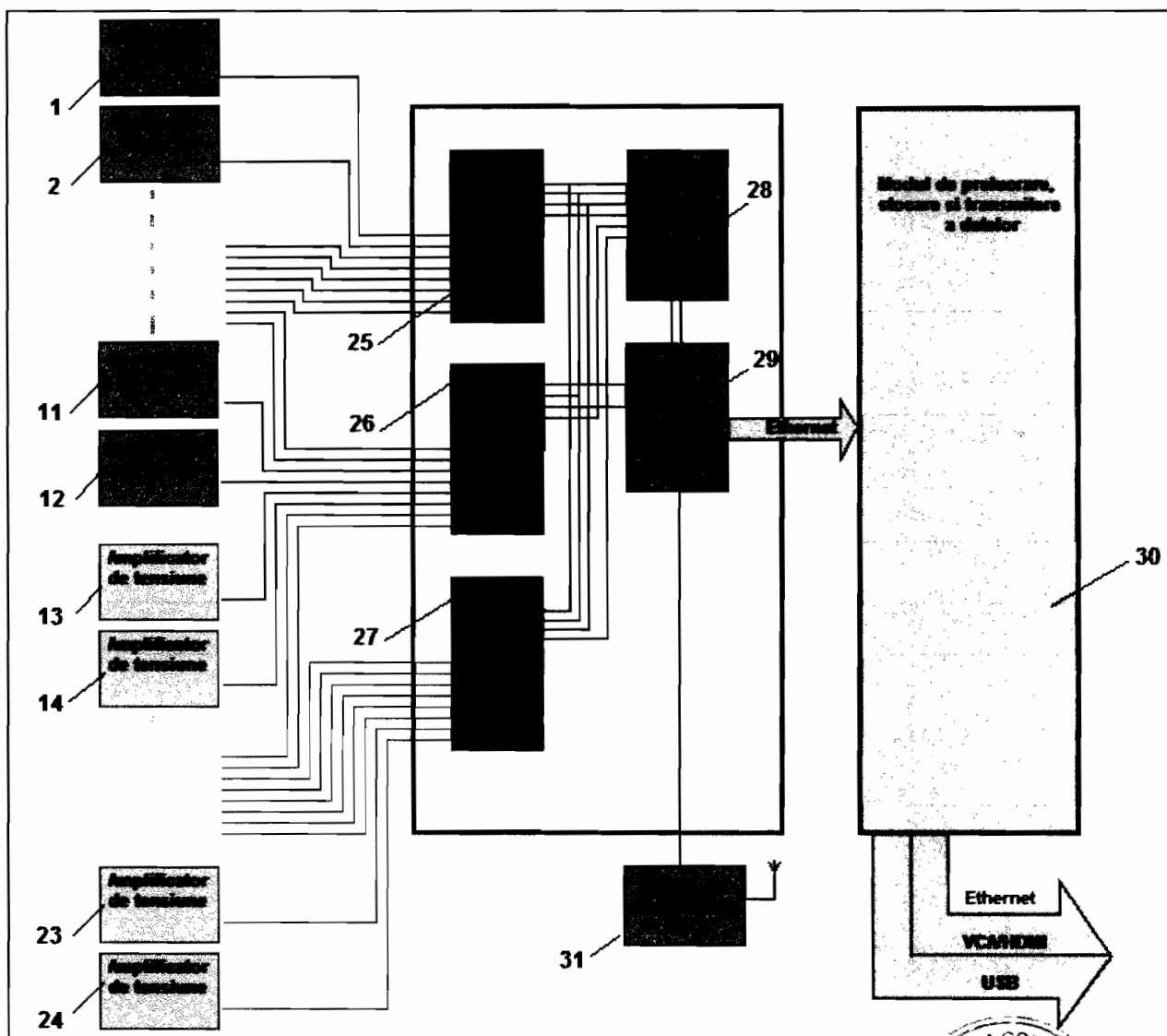


Fig. 2 Schema bloc a echipamentului de achizitie sincronizata a datelor

6

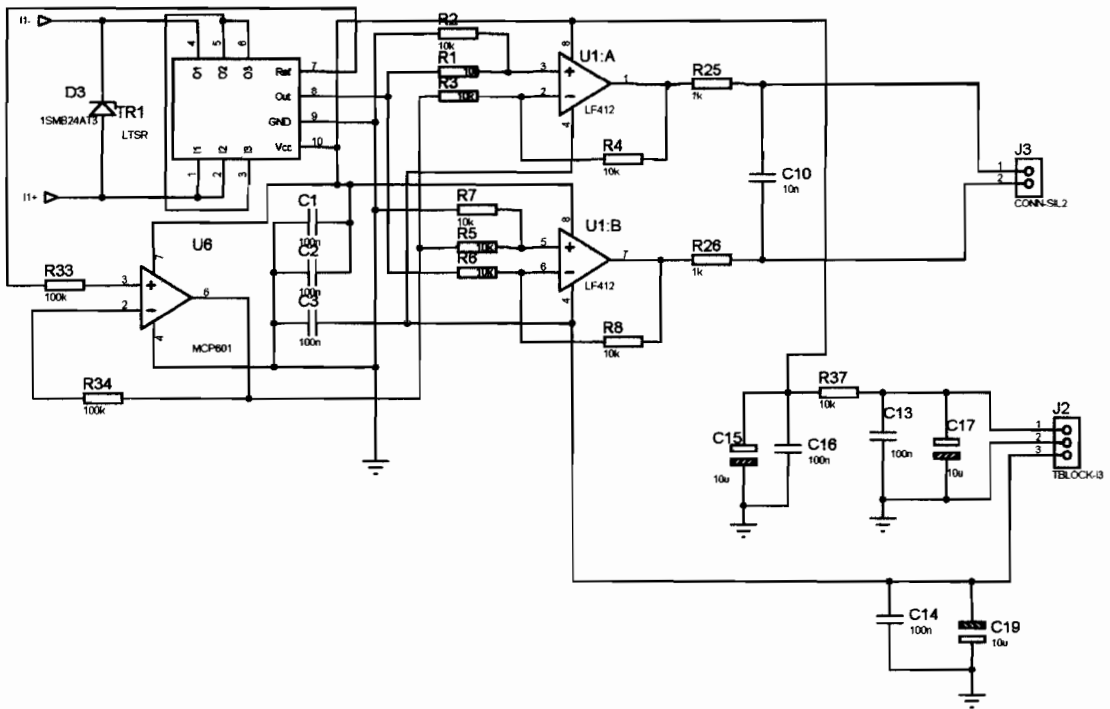


Fig. 3 Schema electrica a modului de intrare pentru curent

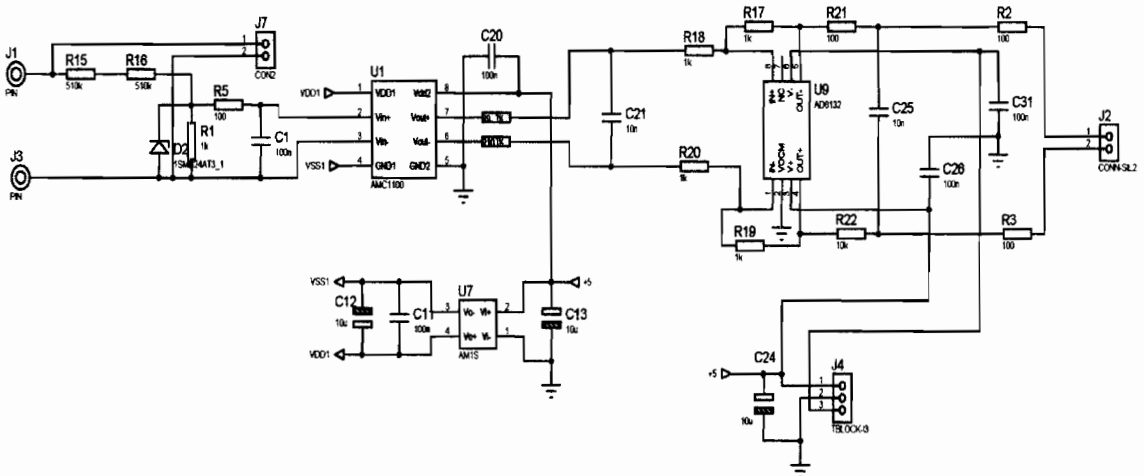


Fig. 4 Schema electrica a amplificatorului de intrare pentru tensiune

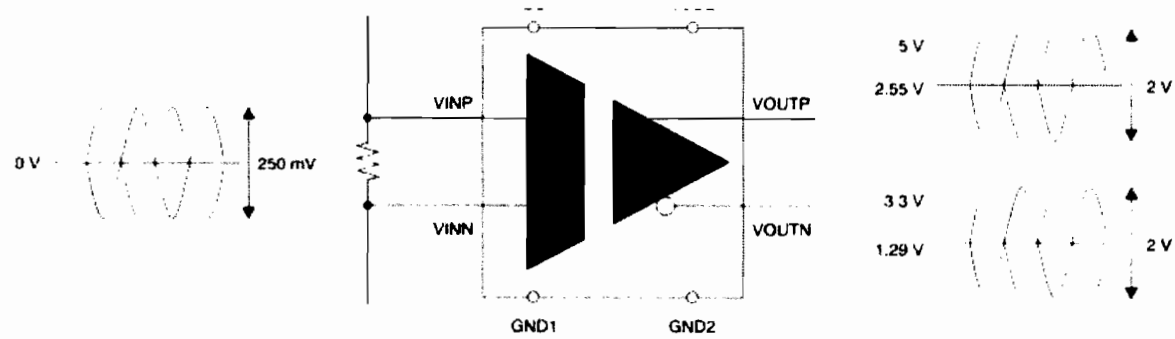


Fig. 5 Functia e transfer a circuitului amplificator cu izolare galvanica



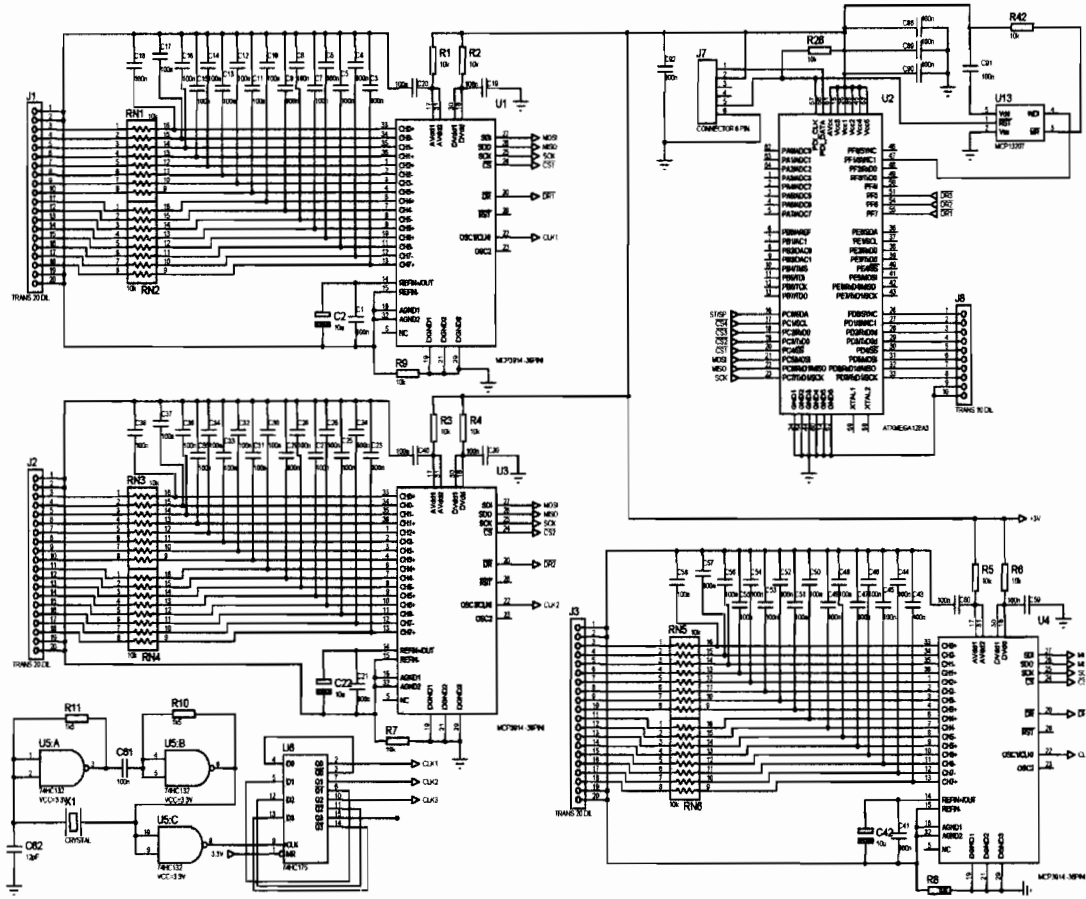


Fig. 6 Schema electrica a modului de conversie analog numeric

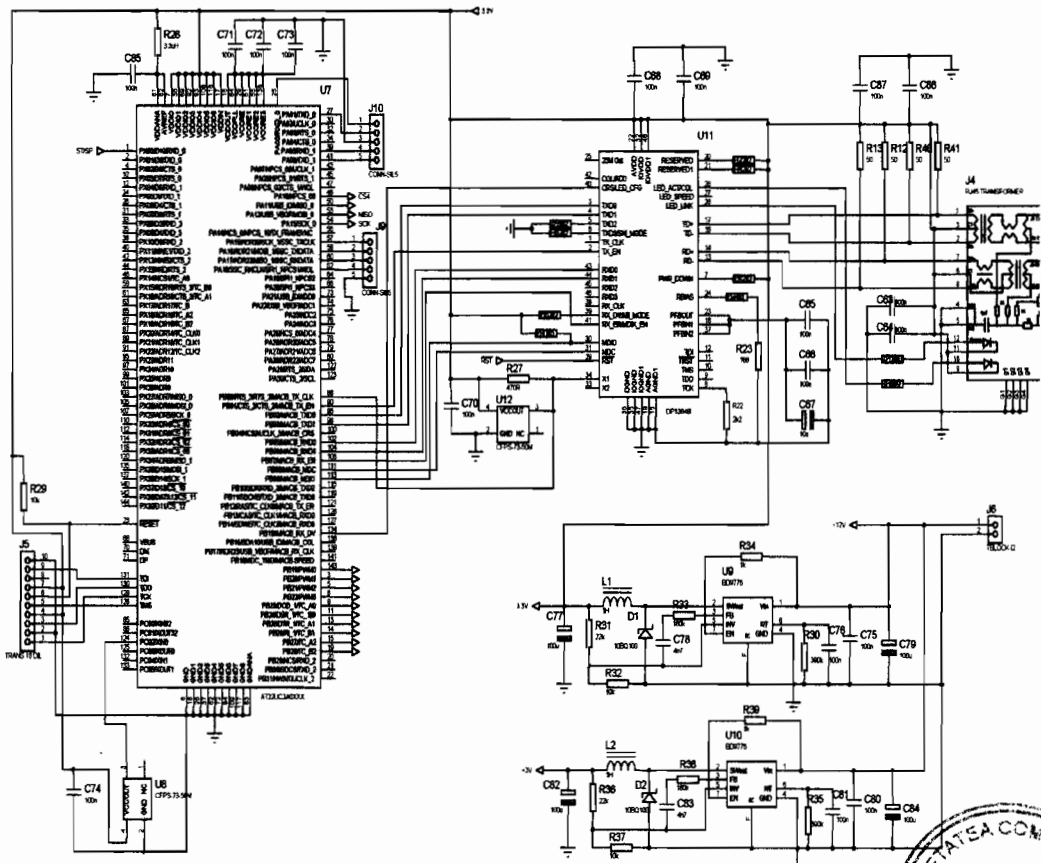


Fig. 7 Schema electrica a modului de preluare date achizitie



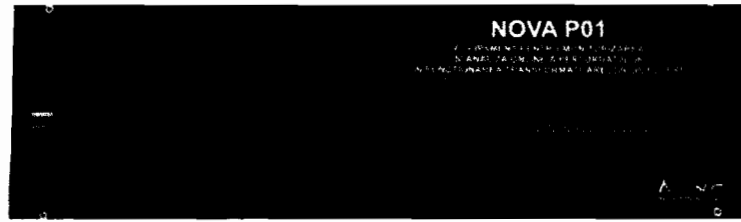


Foto 1 NOVA P01 Aparat inteligent pentru monitorizarea perturbatiilor la transformatoarele de putere in sisteme de transport si distributie a energiei electrice

* *

