

# RO 122167 B1

1 Prezenta invenție se referă în general la domeniul contoarelor electrice de energie.  
2 Mai particular, prezenta invenție se referă la contoarele electrice de energie cu sisteme  
3 pentru compensarea variațiilor de frecvență în sursele de alimentare cu energie electrică  
4 care este asigurată la contoarele de energie.

5 Transferul de energie prin curenți și tensiuni alternative este esențial realizat la  
6 frecvențe nominale, de obicei la 50 Hz sau 60 Hz. Istoric, mici variații în frecvența nominală  
7 de alimentare au fost de mic interes la wattorămetrele electromecanice. Contoarele electro-  
8 mecanice au fost limitate la metrica bazică cum ar fi wattorămetrele sau varorămetrele  
9 folosind transformatoare cu înfășurări culisante de fază și în general acuratețea rezultatelor  
10 nu a depins de frecvență.

11 Dereglările recente din industrie au creat o piață pentru produse facilitând distribuția  
12 eficientă și monitorizarea energiei electrice. În trecut, întreprinderile care constituiau  
13 infrastructura nu aveau informația adecvată pentru monitorizarea și reglarea energiei  
14 electrice în sistemul de distribuție.

15 Un motiv de monitorizare a frecvenței de alimentare este creșterea interesului și  
16 preocupării de a măsura cu acuratețe armonicile sistemului de utilizare a energiei electrice.  
17 Istoric, în practica contoarelor au fost numai mici preocupări pentru armonice, dar interesul  
18 de astăzi este mult mai ridicat datorită creșterii sarcinilor consumatorilor care generează  
19 armonici într-un sistem de întreprinderi. Aceste armonici pot cauza încărcări VA pe  
20 transformatoare care să fie mai mari decât se așteaptă, ca și din cauza notei de plată a  
21 consumatorului care continuă până când puterea armonică ajunge în realitate până la  
22 încărcarea sistemului. Compensarea frecvenței este dorită pentru a se obține măsurări cu  
23 acuratețe a cantității de armonici pe semnalele de curent și tensiune.

24 În ultimii ani, contoarele de energie au devenit mai mult contoare digitale cu  
25 convertoare analog-digital (ADC) și procesare digitală. Mai recent, contoarele de electricitate  
26 digitale au început să includă caracteristici instrumentale adiționale care permit utilizatorului  
27 să citească aproape instantaneu valorile obținute cum ar fi unghiurile de fază de la o  
28 tensiune la alta, unghiurile de fază de la un curent la o tensiune, pe factorii de putere pe  
29 fază, pe tensiunile de fază, pe curenții de fază, pe armonicile de tensiune pe fază, pe  
30 armonicile de current pe fază, pe fază și wații sistemului, pe fază și volt-amperii ai sistemului  
31 (VA), pe fază și volt-amperii reactivi ai sistemului (VAR) și distorsiunile armonice totale pe  
32 tensiunile și curenții de fază. O problemă care trebuie luată în considerare este problema  
33 dependenței de frecvență, în special pe valorile cum ar fi armonicile de curent și tensiune pe  
34 fază.

35 Contoarele digitale tind să proceseze repetitiv eșantioane la intervale de timp fixate  
36 și deși unele mărimi pot fi calculate ca un set de eșantioane la un interval, alte mărimi sunt  
37 de dorit să depășească una sau mai multe perioade de ciclu linear. Când o rată fixată de  
38 eșantioane implică un număr fix de eșantioane pe o perioadă de ciclu linear, rezultatele sunt  
39 în general compensate pentru variații în frecvența de rețea ca să se evite rezultatele eronate.  
40 Mijloace tipice de reglare a tensiunilor RMS, a curenților RMS și a puterii aparente  
41 Volt-Amper (VA) sunt să detecteze trecerile prin zero ale semnalului și să facă media  
42 rezultatelor unui număr de eșantioane care apar în aceea perioadă flexibilă. Oricum, alte  
43 multe calcule complicate, cum ar fi armonicile, nu pot fi total compensate pentru măsurătorile  
44 și calculele interimare făcute după aceea.

45 Prezenta invenție se referă la o metodă, un sistem și un produs program de calculator  
46 pentru măsurarea parametrilor electrici dependenți de frecvență la un contor de energie  
47 într-un sistem electric care asigură energia electrică de frecvențe diferite care îmbunătățesc  
abilitatea contorului de a măsura semnalele pentru determinarea valorilor diferitelor frecvențe

# RO 122167 B1

și armonici ale frecvenței fundamentale, a semnalelor AC și de asemenea a puterii (watt, VAR și VA) de la produsul de tensiune și curenți de frecvențe specifice. Frecvența de rețea este determinată și compensată anterior realizării măsurătorilor de parametri dependenți de frecvență sau determinării parametrilor dependenți de frecvență. 1  
3

Într-o variantă de realizare a prezentei invenții, o metodă de măsurare a parametrilor electrici dependenți de frecvență la un contor de energie într-un sistem electric care asigură energia electrică de frecvențe diferite, cuprinde următoarele etape: 5  
7

- selectarea formei de undă de referință care are o trecere prin zero pozitivă;
- sincronizarea a două forme de undă ideale cu numita formă de undă de referință, numitele două forme de undă ideale având fiecare o frecvență ideală; 9

- obținerea unei forme de undă a semnalului de intrare, și 11
- determinarea unei amplitudini a semnalului de numita frecvență ideală din forma de undă a semnalului de intrare; 13

- unde numitele două forme de undă ideală sunt funcție de numita frecvență și sunt aproximativ la 90° una față de alta, o formă de undă ideală reprezentând o componentă activă și cealaltă formă de undă reprezentând o componentă în cuadratură. Metoda mai cuprinde etapa de măsurare a frecvenței energiei electrice. 15  
17

Măsurarea frecvenței cuprinde determinarea unui interval de timp între o mulțime de eșantioane ale formei de undă a semnalului și numărarea unui număr de eșantioane între o mulțime de treceri prin zero ale numitei forme de undă a semnalului. 19

Metoda mai conține și etapele de: 21

- multiplicarea numitei forme de undă a semnalului de intrare prin numita formă de undă ideală în fază pentru a produce un produs în fază pentru fiecare eșantion al mulțimii de eșantioane într-un ciclu linear, pentru cel puțin un ciclu linear; 23

- adăugarea numitului produs în fază pentru fiecare eșantion la un acumulator de însumare în fază ca să producă o valoare de însumare în fază; 25

- multiplicarea numitei forme de undă a semnalului de intrare prin numita formă de undă ideală în cuadratură ca să producă un produs în cuadratură pentru fiecare eșantion din numita mulțime de eșantioane într-un ciclu linear, pentru mulțimea de cicluri lineare ; și 27  
29

- adăugarea numitului produs în cuadratură pentru fiecare din numitul eșantion la un acumulator de însumare în cuadratură ca să producă o valoare de însumare în cuadratură. 31

Determinarea unghiului semnalului de frecvență ideală în interiorul formei de undă a semnalului de intrare în raport cu numita formă de undă de referință se face în conformitate cu tabelul: 33  
35

Semnul mărimii în fază	Semnul mărimii în cuadratură	Calculul unghiului (în grade)
+	+	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 0^\circ$
-	+	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 180^\circ$
-	-	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 180^\circ$
+	-	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 360^\circ$

Sistemul de măsurare a parametrilor electrici dependenți de frecvență la un contor de energie într-un sistem electric care asigură energia electrică de frecvențe diferite, conține: 43

- mijloace pentru selectarea formei de undă de referință care are o trecere prin zero pozitivă; 45

# RO 122167 B1

1 - mijloace pentru sincronizarea a două forme de undă ideale cu numita formă de undă  
de referință, numitele două forme de undă ideale având fiecare o frecvență ideală;

3 - mijloace pentru măsurarea unei forme de undă a semnalului de intrare ; și

5 - mijloace pentru determinarea unei amplitudini a semnalului de numita frecvență  
ideală din forma de undă a semnalului de intrare;

unde numitele două forme de undă ideale sunt funcție de numita frecvență și sunt  
7 aproximativ la  $90^\circ$  una față de alta, o formă de undă ideală reprezentând o componentă  
activă și cealaltă formă de undă ideală reprezentând o componenta in cuadratură.

9 Produsul program de calculator pentru aplicarea metodei de măsurare a parametrilor  
electrici dependenți de frecvență la un contor de energie, care conține mijloace ce măsoară  
11 parametrii electrici dependenți de frecvență într-un sistem electric care asigură energia  
electrică de frecvențe diferite printr-un contor de energie, realizează următorii pași:

13 - măsurarea frecvenței energiei electrice;

- selectarea formei de undă de referință care are o trecere prin zero pozitivă;

15 - sincronizarea a două forme de undă ideale cu numita formă de undă de referință,  
numitele două forme de undă ideale având fiecare o frecvență ideală;

17 - obținerea unei forme de undă a semnalului de intrare; și

19 - determinarea unei amplitudini a semnalului de numita frecvență ideală în interiorul  
formeii de undă a semnalului de intrare;

unde numitele două forme de undă ideale sunt funcție de numita frecvență și sunt  
21 aproximativ la  $90^\circ$  una față de alta, o formă de undă ideală reprezentând o componentă  
activă și cealaltă formă de undă ideală reprezentând o componentă reactivă.

23 Și alte aspecte ale prezentei invenții vor deveni mai evidente din următoarea  
descriere detaliată a invenției, care va fi luată în considerare cu următoarele desene  
25 însoțitoare în care:

-fig. 1 reprezintă o diagramă bloc care prezintă componentele funcționale ale unui  
27 contor și interfețele lor conform prezentei invenții; și

-fig. 2A și 2B reprezintă un exemplu de metodă DFT (Discrete Fourier Transformation)  
29 în conformitate cu prezenta invenție.

Prezenta invenție se referă la o metodă, un sistem și un produs program de calculator  
31 pentru măsurarea parametrilor electrici dependenți de frecvență la un contor de energie  
într-un sistem electric care asigură energia electrică de frecvențe diferite care îmbunătățesc  
33 abilitatea contorului de a măsura semnalele pentru determinarea valorilor diferitelor frecvențe  
și armonici ale frecvenței fundamentale, a semnalelor AC (tensiune și curent). Frecvența de  
35 rețea este determinată și compensată anterior realizării măsurărilor de parametri  
dependenți de frecvență sau determinării parametrilor dependenți de frecvență.

37 Cele mai obișnuite contoare de energie cu dispozitive semiconductoare digitale  
măsoară semnalele de tensiune și curent pe una sau pe trei faze și le procesează pentru  
39 generarea de mărimi în scopul întocmirii plății (cum ar fi wattmetrele, contoarele de energie  
sau contoarele de energie reactivă). Ele sunt de asemenea capabile de determinare a unei  
41 largi varietăți de mărimi de aparate de măsură. În plus, aceste contoare sunt de asemenea  
capabile de procesare a acestor mărimi care să determine atât validarea alimentării la  
43 contoarele electrice în sine cât și alți parametri neobișnuiți cum ar fi armonicile.

Potrivit prezentei invenții metoda și sistemul pentru măsurarea parametrilor electrici  
45 dependenți de frecvență la un contor de energie într-un sistem electric care asigură energia  
electrică de frecvențe diferite vor fi descrise acum cu referire la figuri. Se apreciază că pentru  
47 specialiștii în domeniu descrierea va fi făcută în raport cu figurile doar cu titlu de exemplu și

## RO 122167 B1

nu se intenționează a se limita sfera de protecție a invenției. De exemplu, în timpul descrierii unei variante preferate a metodei și sistemului de detecție, un contor este folosit doar pentru a ilustra invenția. În orice caz, astfel de exemple sunt date numai în scopul clarității descrierii metodelor și sistemelor din prezenta invenție și nu se intenționează să se limiteze invenția. Pe lângă aceasta, exemple de realizare sunt folosite în descriere unde prezenta invenție este funcțională cu un contor electric obișnuit de energie. Acel contor nu intenționează să limiteze invenția, astfel încât invenția să poată fi în egală măsură aplicabilă și cu alte sisteme de contorizare.

Prezenta invenție asigură caracteristici de detecție și compensare a variațiilor frecvenței de rețea în legătură cu măsurarea unei singure faze sau energiei electrice polifazate. Fig. 1 reprezintă o diagramă bloc care arată componentele funcționale ale unui contor de energie și interfețelor lui la care prezenta invenție este aplicabilă. Contorul este descris în cererea PCT cu titlu "Contor de energie cu sisteme de diagnostic și monitorizare a cantității de energie" nr. **PCT/US97/18547**, care are data de înregistrare la 16 octombrie 1997 (Mandatar Docket nr. ABME-0237). Cum este reprezentat în fig.1, un contor pentru măsurarea energiei electrice trifazate de preferat include un display tip LCD digital **30**, un circuit integrat de măsurare (IC) **14** care, de preferat, conține niște convertori A/D și un DSP (Digital Signal Processor) programabil și un microcontroller **16**.

Semnalele de curent și tensiune analogice care se propagă peste liniile de distribuție de putere între un generator de putere al furnizorului de servicii și utilizatori ai energiei electrice sunt dirijate prin divizorii de tensiune **12A**, **12B**, **12C** și transformatoarele de curent sau șunturile **18A**, **18B** respective **18C**. Ieșirile divizorilor rezistivi **12A-12C** și transformatoarele de curent **18A-18C** sau semnale de curent și tensiune dirijate sunt furnizate ca intrări în contorul IC **14**. Convertorii A/D din contorul IC **14** convertesc semnalele de curent și tensiune dirijate în reprezentări digitale ale semnalelor de curent și tensiune analogice. Într-o variantă preferată, conversia A/D este făcută așa cum se descrie în brevetul **US 5544089** din 6 august 1996 și care are titlul "Contor electric programabil folosind convertori multiplexați analog-digitali" titular ABB Power T&D Company. Reprezentările de curent și tensiune digitale intră apoi în microcontrolerul **16** prin magistrala de transmisie IIC **36**.

Microcontrolerul **16** interacționează de preferat cu contorul IC **14** și cu unul sau mai multe dispozitive de memorie prin magistrala de transmisie IIC **36**. O memorie, de preferat o memorie nevolatilă cum ar fi un EEPROM **35**, este destinată să memoreze datele curentului și tensiunii pe fază nominale și datele de prag ca și programe și date de programe. După alimentare, după o cădere de tensiune sau o comunicare de date alterate, de exemplu date selectate stocate în EEPROM **35** pot fi descărcate în memoria RAM și datele RAM asociate cu contorul IC **14**, cum se arată în figura 1. DSP-ul sub controlul microcontrolerului **16** care procesează semnalele de curent și tensiune digitale potrivit cu programele descărcate și datele memorate în memoria RAM și datele RAM.

Pentru realizarea măsurătorilor frecvenței de rețea și compensării, contorul IC **14** monitorizează frecvența de rețea de exemplu, peste două cicluri liniare. Se poate înțelege că numărul de cicluri de linie este de preferat programabil și un număr diferit de cicluri de linie poate fi folosit pentru măsurători desemnate.

După alimentarea la rețea de instalare, poate fi realizată o încercare de durată să identifice și/sau să verifice funcționarea electrică. Contorul poate fi preprogramat pentru folosire pentru o alimentare indicată sau poate determina alimentarea folosind o încercare de durată. Când testul de funcționare este folosit să identifice modul de funcționare se face

# RO 122167 B1

1 o determinare inițială a numărului de elemente active. În acest punct, fiecare element (adică  
2 1, 2 sau 3 elemente) este verificat ca tensiune. Odată numărul de elemente identificat, multe  
3 tipuri de alimentări pot fi eliminate de pe lista de tipuri de alimentări posibile. Unghiul de  
4 tensiune de fază relativ la faza A poate fi calculat și comparat la fiecare unghi de fază pentru  
5 rotațiile abc sau cba în raport cu alimentările posibile rămase. Dacă o alimentare validă este  
6 găsită din comparațiile unghiului de fază, tensiunea de alimentare este determinată preferabil  
7 prin compararea măsurătorilor de tensiune RMS pentru fiecare fază cu tensiunile de fază  
8 nominale pentru alimentarea de identificare. Dacă tensiunile alimentării nominale pentru  
9 alimentarea de identificare se potrivesc cu valorile măsurate cu un grad de toleranță  
10 acceptabil, o alimentare validă este identificată și rotația fazei, tensiunea de alimentare și  
11 tipul de alimentare sunt preferabil afișate. Alimentarea poate fi blocată, adică informația de  
12 alimentare este stocată într-o memorie, de preferat o memorie nevolatilă, cum ar fi EEPROM  
13 **35**, manual sau automat. Tipurile de alimentări includ 4 fire în stea, 3 fire în stea, 4 fire în  
14 triunghi, 3 fire în triunghi, sau o singură fază. Când tipul de alimentare este cunoscută în  
15 avans și blocată, încercarea de durată verifică preferabil pentru a se asigura ca fiecare  
16 element să primească potențialul de fază la un procentaj predeterminat din unghiurile fazei  
17 nominale pentru alimentările cunoscute. Tensiunile de fază sunt de asemenea măsurate și  
18 comparate cu tensiunile nominale de alimentare pentru a determina dacă au un grad de  
19 toleranță predeterminat la tensiunile de fază nominale. Dacă tensiunile și unghiurile de fază  
20 sunt în limitele specifice, rotația fazelor, tensiunea de alimentare, tipul de alimentare sunt  
21 afișate pe un display al contorului. Dacă o alimentare validă nu este găsită în încercarea de  
22 durată pentru căderile de alimentare indicate, un cod de eroare a sistemului, care indică o  
23 alimentare invalidă, este afișat și blocat pe display pentru a se asigura că este notată  
24 căderea și evaluată pentru a se corecta eroarea.

25 Contorul din fig.1 asigură de asemenea citirea la contoarele îndepărtate, monitori-  
26 zarea calității tensiunii îndepărtate și reprogramarea printr-un port optic **40** și/sau un conector  
27 optic **38**. Deși comunicațiile optice pot fi folosite în legătură cu portul optic **40**, conectorul  
28 optic **38** poate fi adaptat pentru comunicații RF sau comunicații electronice de exemplu via  
29 modem.

30 Sistemul pentru realizarea detecției și compensării frecvenței de rețea potrivit  
31 prezentei invenții este de preferat implementat în softul integrat, unde astfel de operațiuni pot  
32 fi făcute prin programarea corectă a tabelelor de date. Oricum, sistemul din prezenta invenție  
33 poate fi implementat în calculatoare de uz general folosind software-ul, sau exclusiv în  
34 hardware pus special, sau combinații din cele două.

35 Tipul de alimentare la care contorul este conectat este determinat așa cum este  
36 descris mai sus. După ce tipul de alimentare este determinat, amplitudinile tensiunilor de  
37 fază sunt verificate. Dacă amplitudinile tensiunilor de fază scad din parametrii permiși la toate  
38 fazele, apoi tensiunea nominală pe fază este determinată. Determinarea unui tip valid și unei  
39 tensiuni de alimentare nominală validă pentru acest tip definește detecția unei funcționări  
40 valide.

41 Unghiurile de fază tensiune-tensiune sunt folosite în determinarea tipului de  
42 alimentare. Determinarea unghiului de fază poate fi făcută în mai multe feluri, incluzând  
43 numărarea eşantioanelor între trecerile prin zero de tensiuni similare sau date de o  
44 DFT(Transformată Fourier Discretă) între una din tensiunile de fază de interes și un semnal  
45 ideal declanșat de altă tensiune de interes. Cele mai multe tehnici de măsurare a unghiurilor  
46 de fază între două semnale sinusoidale sunt dependente de frecvență. Astfel, determinarea  
47 tipului de alimentare la care contorul este conectat este un exemplu de determinare  
48 dependentă de frecvență.

# RO 122167 B1

Presupunând că contorul de energie realizează eșantioane discrete la intervale fixe de timp, unghiul echivalent între fiecare eșantion este direct proporțional cu frecvența de rețea. Această proporționalitate la frecvența de rețea dă naștere la erori la măsurarea unghiului de fază tensiune-tensiune în ambele metode descrise mai sus, dacă nu este folosită compensarea în frecvență.

Pentru realizarea compensării frecvenței, este de dorit să fie cunoscută frecvența actuală. Când un contor se știe că eșantionează semnalele la intervale discrete de timp, numărarea eșantioanelor între trecerile prin zero (cicluri de linie) poate fi folosită ca o metodă de determinare a frecvenței de rețea prezente. Mai mult de un ciclu de rețea poate fi folosit dacă media numărului de eșantioane pe ciclul de rețea este calculată. Orice număr întreg de cicluri de linie (mai mare sau egal cu unu) poate fi folosit, dar cu cât este mai mare numărul de cicluri de linie, cu atât este mai exactă valoarea frecvenței de rețea actuală.

Un exemplu de metodă de compensare pentru variațiile frecvenței de rețea conform prezentei invenții este reprezentată în figurile 2A și 2B. O DFT (Transformată Fourier Discretă) este folosită să determine conținutul unui semnal de frecvență particular într-un semnal de intrare. O frecvență particulară la care ne referim aici este o frecvență ideală. O formă de undă de referință este de asemenea folosită pentru sincronizarea formei de undă ideale, descrisă mai jos. Semnalul de intrare la care ne referim aici este o formă de undă de intrare și poate fi făcut dintr-o frecvență fundamentală și orice număr de armonici ale sale.

Așa cum se descrie în detaliu mai jos, DFT este determinată prin multiplicarea formei de undă de intrare cu două forme de undă ideale de aceeași frecvență ideală. O formă de undă ideală este decalată cu  $90^\circ$  față de altă formă de undă ideală, adică o formă de undă ideală este componentă activă și altă formă de undă ideală este componentă reactivă. Forma de undă de intrare este astfel multiplicată separat prin două forme de undă ideale. În implementarea de eșantioane digitală preferată, produsele sunt calculate pentru un număr programabil X de cicluri de linie complete. Un singur ciclu este folosit în descriere pentru simplificarea explicațiilor, dar aceleași concepte se aplică pentru folosire pe media multiplelor cicluri de linie.

Este de dorit să se determine cu acuratețe unghiul de fază între frecvențele fundamentale a două semnale în timp real (forma de undă de intrare și forma de undă de referință). Pentru determinarea cu acuratețe a unghiului de fază folosind DFT, frecvența de rețea actuală este folosită ca frecvență ideală a două forme de undă ideale și cele două forme de undă ideale sunt sincronizate cu forma de undă de referință. Se va nota că forma de undă de referință nu a fost analizată, ea este folosită numai ca o referință.

Dacă frecvența de rețea reală (de formă de undă de intrare și formă de undă de referință) nu este cunoscută și diferă de cea nominală și două forme de undă de intrare sunt ale frecvenței de rețea nominale, atunci rezultatul va fi eronat în comparație cu unghiul real. În plus, problemele legate de sincronizarea frecvenței de asemenea conduc la erori în calculul amplitudinii în comparație cu amplitudinile actuale.

Pe deasupra, într-un sistem de eșantionare digital, referința sau sincronizarea unei forme de undă ideale cu o formă de undă repetitivă în timp real (cum ar fi forma de undă de referință) pune unele probleme. Orice eroare în sincronizare translatează o eroare directă în valoarea unghiului de fază rezultat. Un punct de referință pe o formă de undă repetitivă este trecerea prin zero. Trecerile prin zero se determină prin calcularea produsului a două eșantioane succesive. Dacă produsul este pozitiv, apoi nici o trecere prin zero nu este întâlnită. Dacă produsul este negativ și un prim eșantion este negativ, o trecere prin zero este întâlnită.

# RO 122167 B1

1 Variația în unghiurile de fază ale armonicilor poate cauza treceri prin zero care nu se  
întâlnesc exact în punctul de zero grade al frecvenței fundamentale. În aplicațiile reale,  
3 tensiunile sunt tipic dominate de fundamentală și o mică variație în locul unghiular al trecerii  
prin zero nu face o diferență semnificativă.

5 Obiectivul este sincronizarea formei de undă ideală cu forma de undă de referință.  
Totuși, dacă forma de undă ideală nu este inițială până când o trecere prin zero a fost văzută  
7 în datele de eșantionare actuale, forma de undă ideală rămâne în urmă față de forma de  
undă actuală atât cât durează un eșantion de timp.

9 Pentru rezolvarea problemelor notate anterior, câteva metode pot fi folosite. Cu-  
noașterea frecvenței de rețea poate fi folosită la compensarea variațiilor frecvenței de rețea  
11 de la cea nominală. Cunoașterea frecvenței de rețea prezentată poate fi realizată **1** prin  
măsurarea frecvenței de rețea prezentată chiar anterior măsurării oricărei mărimi dependente  
13 de frecvență, sau **2**, prin măsurări periodice ale frecvenței de rețea prezentă și stocarea  
valorii medii. Prima metodă durează mai mult când se dorește o măsurare dar rezultă o  
15 frecvență de rețea detectată mai aproape de timpul real de măsurare și de asemenea  
folosește mai puțină memorie de stocare, în comparație cu a doua metodă de determinare  
17 unei medii a frecvenței de rețea pe o bază continuă. Totuși, metoda de mediere permite  
îmbunătățirea acurateții de la medierea pe durată mai lungă a frecvenței de rețea și o  
19 îmbunătățire a vitezei când o singură măsurătoare este necesar să fie făcută (fără timp  
adițional cerut să se facă prima măsurătoare).

21 Frecvența de rețea a tensiunii nu se schimbă de obicei în valori mari și de obicei nu  
foarte repede. Așa că variante de exemple de realizare preferate folosesc o variație ușoară  
23 a primei metode menționate mai sus. În această metodă poate fi un număr de măsurători  
făcute, număr care este dependent de toate frecvențele. Aceste măsurători sunt grupate  
25 împreună astfel încât ele vor fi făcute toate cât mai repede posibil una după alta și o singură  
măsurătoare a frecvenței de rețea este făcută de la începutul secvenței de măsurare și  
27 aceeași frecvență reglată este folosită ca frecvență ideală să genereze două forme de undă  
ideale pentru fiecare măsurătoare DFT.

29 Anterior pasului **101**, o cerere de instrumentare este făcută prin microcontrolerul **16**  
la contorul IC **14** să determine actuala frecvență de rețea. După pasul **101**, o cerere de  
31 compensare a frecvenței de rețea este făcută prin contorul IC **14** de la microcontrolerul **16**,  
de-a lungul unui număr de cicluri liniare X, care sunt folosite în eșantion. La pasul **105**, un  
33 semnal de referință (adică, o formă de undă de referință) este eșantionat. La pasul **109**,  
forma de undă de referință este verificată pentru determinarea unei treceri prin zero. Dacă  
35 nu, alt eșantion al formei de undă este obținut la pasul **105**.

37 Dacă o trecere prin zero a formei de undă de referință este detectată la pasul **109**,  
apoi forme de undă ideale sunt sincronizate și inițiate la pasul **113**. Un numărător de ciclu  
este setat la un număr de cicluri de linie ce sunt eșantionate la pasul **117**. Acumulatorii de  
39 însumare **1** și **2** (referire la un acumulator de însumare în fază și respectiv la un acumulator  
de însumare în cuadratură) și numărătorul de eșantioane este inițializat (setare la zero)  
41 la **121**. Un eșantion al formei de undă de intrare este obținut la pasul **125**. Forma de undă  
de intrare este multiplicată de forma de undă ideală în fază, la pasul **129** și produsul este  
43 adăugat la acumulatorul de însumare în fază. Forma de undă de intrare este multiplicată de  
forma de undă ideală în cuadratură, la pasul **133** și produsul este adăugat la acumulatorul  
45 de însumare în cuadratură.

47 La pasul **137**, numărătorul de eșantioane este incrementat și la pasul **141** se  
eșantionează forma de undă de referință să determine dacă o trecere prin zero pozitivă a  
fost întâlnită. Dacă forma de undă de referință nu este la o trecere prin zero pozitivă, alt

# RO 122167 B1

eșantion de formă de undă de intrare este obținut și procesarea continuă la pasul 125. Dacă forma de undă de referință este la o trecere prin zero pozitivă la pasul 141, apoi numărătorul de cicluri este decrementat, la pasul 145. La pasul 149, valoarea numărătorului de cicluri este verificată. Dacă valoarea nu este zero, apoi alt eșantion al formei de undă de intrare obținut și procesarea continuă la pasul 125. Dacă valoarea numărătorului de cicluri este zero la pasul 149, atunci mărimea în fază și mărimea în cuadratură este determinată la pasul 153. Mărimea în fază este egală ca valoare cu valoarea din acumulatorul de însumare în fază divizată prin numărul de eșantioane și mărimea în cuadratură este egală ca valoare cu mărimea din acumulatorul de însumare în cuadratură divizat prin numărul de eșantioane.

Mărimile (medii) în fază și în cuadratură rezultate sunt proporționale cu componenta activă și reactivă ale semnalului de frecvență ideală în forma de undă de intrare. Amplitudinile mărimilor (medii) în cuadratură și în fază rezultate sunt determinate la pasul 161, prin rădăcina pătrată din suma pătratelor mărimilor în fază și în cuadratură. Amplitudinea este echivalentă cu produsul dintre valoare RMS a semnalului de frecvență ideală din forma de undă ideală și valoarea RMS al fiecăreia din formele de undă ideale. (Se presupune că valorile RMS ale celor două forme de undă ideale sunt aceleași. De obicei, valoarea de vârf a formei de undă ideală este 1, rezultând o valoare RMS de  $(1/\sqrt{2})$ .) Așa că divizând amplitudinea rezultată cu valoarea RMS a uneia din formele de undă ideale, amplitudinea semnalului frecvenței ideale din forma de undă de intrare este determinată.

Unghiul semnalului de frecvență ideală din forma de undă de intrare determinată la pasul 165, în raport cu semnalele de intrare ideale prin folosirea termenilor în cuadratură și în fază. Unghiul de fază rezultat este determinat de:

Semnul mărimii în fază	Semnul mărimii în cuadratură	Calculul unghiului (în grade)
+	+	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 0^\circ$
-	+	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 180^\circ$
-	-	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 180^\circ$
+	-	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 360^\circ$

Deși termenii în cuadratură și în fază sunt funcție de valorile RMS ale celor două forme de undă ideale, valorile RMS ale celor două forme de undă ideale nu trebuie îndepărtate ca la determinarea amplitudinii. Deoarece ele au valori identice atât la termenii în cuadratură cât și în fază, și funcția arctg este realizată prin câtul valorii în cuadratură pe valoarea în fază, valorile RMS de la cele două forme de undă ideale se anulează.

Pentru determinarea unghiului de fază tensiune-tensiune al frecvenței de linie fundamentală, numărătoarea de eșantioane este mai puțin complexă, dar folosirea de DFT pentru această aplicație permite o funcție comună care să fie folosită în scopuri multiple. În plus, la detectarea unghiurilor de fază nominale, această funcționalitate permite detectarea valorilor de armonici individuale de frecvențe înalte. Disponibilitatea acestei funcționalități în plus, abilitează calculul mărimilor RMS, permițând calculul total al mărimilor de armonice distorsionate.

Astfel prezenta invenție reglează măsurările de frecvență variabilă, datorită variațiilor în frecvența de rețea prin determinarea frecvenței de rețea anterioară măsurării unei mărimi variabile de frecvență. În plus, reglarea este făcută prin schimbarea frecvenței ideale a celor două forme de undă ideale folosite la măsurătorile în cuadratură și în fază.



# RO 122167 B1

1 Pe lângă asta, frecvența de rețea actuală este determinată fie prin măsurarea  
frecvenței imediat anterioare măsurătorii sau pe bază repetitivă continuă și folosind ultima  
3 valoare detectată ca la frecvența de rețea actuale.

Deși au fost ilustrate și descrise cu referințe anumite variante de realizare specifice,  
5 nu se intenționează de a se limita prezenta invenție la detaliile arătate. Astfel, modificări  
variate pot fi făcute în detalii în spiritul și gradul de echivalență al revendicărilor și fără  
7 îndepărtarea de invenție.

## 9 Revendicări

11 1. Metodă de măsurare a parametrilor electrici dependenți de frecvență la un contor  
de energie într-un sistem electric care asigură energia electrică de frecvențe diferite,  
13 **caracterizată prin aceea că** conține :

- 15 - selectarea formei de undă de referință care are o trecere prin zero pozitivă;
- 17 - sincronizarea a două forme de undă ideale cu numita formă de undă de referință,  
numitele două forme de undă ideale având fiecare o frecvență ideală;
- 19 - obținerea unei forme de undă a semnalului de intrare, și  
- determinarea unei amplitudini a semnalului de numita frecvență ideală din forma de  
undă a semnalului de intrare;
- 21 - unde numitele două forme de undă ideală sunt funcție de numita frecvență și sunt  
aproximativ la 90° una față de alta, o forma de undă ideală reprezentând o componentă  
activă și cealaltă formă de undă reprezentând o componentă în cuadratură.

23 2. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** mai cuprinde etapa  
de măsurare a frecvenței energiei electrice.

25 3. Metodă conform revendicării 2, **caracterizată prin aceea că** măsurarea numitei  
frecvențe cuprinde determinarea unui interval de timp între o mulțime de eșantioane ale  
27 formei de undă a semnalului și numărarea unui număr de eșantioane între o mulțime de  
tregeri prin zero a numitei forme de undă a semnalului.

29 4. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** mai conține  
determinarea unui unghi al numitului semnal de frecvență ideală în interiorul formei de undă  
31 a semnalului de intrare în raport cu numita formă de undă de referință.

5. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** mai conține:

- 33 - multiplicarea numitei forme de undă a semnalului de intrare prin numita formă de  
undă ideală în fază pentru a produce un produs în fază pentru fiecare eșantion al mulțimii  
35 de eșantioane într-un ciclu linear, pentru cel puțin un ciclu linear;
- 37 - adăugarea numitului produs în fază pentru fiecare eșantion la un acumulator de  
însurare în fază ca să producă o valoare de însumare în fază;
- 39 - multiplicarea numitei forme de undă a semnalului de intrare prin numita formă de  
undă ideală în cuadratură ca să producă un produs în cuadratură pentru fiecare eșantion din  
numita mulțime de eșantioane într-un ciclu linear, pentru mulțimea de cicluri lineare ; și
- 41 - adăugarea numitului produs în cuadratură pentru fiecare din numitul eșantion la un  
acumulator de însumare în cuadratură ca să producă o valoare de însumare în cuadratură.

43 6. Metodă conform revendicării 5, **caracterizată prin aceea că** mai conține pasul de  
determinare a unei mărimi în faza și a unei mărimi în cuadratură.

45 7. Metodă conform revendicării 6, care mai conține numărarea unui număr de  
eșantioane în mulțimea de cicluri lineare pentru determinarea unui cont de eșantioane  
47 **caracterizată prin aceea că** numita mărime în fază=numita valoare de însumare în  
fază/numitul cont de eșantioane și numita mărime în cuadratură=numita valoare de însumare  
49 în cuadratură/numitul cont de eșantioane.

# RO 122167 B1

8. Metodă conform revendicării 6, **caracterizată prin aceea că** numita amplitudine și unghi al numitului semnal al numitei frecvențe ideale în interiorul formei de undă a semnalului de intrare sunt responsabile de numita mărime în fază și numita mărime în cuadratură. 1  
3

9. Metodă conform revendicării 8, **caracterizată prin aceea că** mai conține determinarea amplitudinii numitului semnal al numitei frecvențe ideale prin rădăcina pătrată a sumei de pătrate a numitelor mărimi în fază și cuadratură înmulțite printr-un factor scalar care este o funcție de valoarea RMS a uneia din formele de undă ideale. 5  
7

10. Metodă conform revendicării 8, **caracterizată prin aceea că** determinarea numitului unghi conține determinarea numitului unghi în conformitate cu tabelul: 9  
11

Semnul mărimii în fază	Semnul mărimii în cuadratură	Calculul unghiului (în grade)	
+	+	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 0^\circ$	13
-	+	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 180^\circ$	15
-	-	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 180^\circ$	
+	-	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 360^\circ$	17

11. Sistem (14, 16) de măsurare a parametrilor electrici dependenți de frecvență la un contor de energie într-un sistem electric care asigură energia electrică de frecvențe diferite, **caracterizat prin aceea că** conține: 19  
21

- mijloace pentru selectarea formei de undă de referință care are o trecere prin zero pozitivă; 23

- mijloace pentru sincronizarea a două forme de undă ideale cu numita formă de undă de referință, numitele două forme de undă ideale având fiecare o frecvență ideală; 25

- mijloace pentru măsurarea unei forme de undă a semnalului de intrare; și

- mijloace pentru determinarea unei amplitudini a semnalului de numita frecvență ideală din forma de undă a semnalului de intrare; 27

unde numitele două forme de undă ideale sunt funcție de numita frecvență și sunt aproximativ la  $90^\circ$  una față de alta, o formă de undă ideală reprezentând o componentă activă și cealaltă formă de undă ideală reprezentând o componentă în cuadratură. 29  
31

12. Sistem conform revendicării 11, **caracterizat prin aceea că** cuprinde în continuare mijloace de măsurare a frecvenței energiei electrice. 33

13. Sistem conform revendicării 12, **caracterizat prin aceea că** mijloacele pentru măsurarea numitei frecvențe conțin mijloace pentru determinarea unui interval de timp între o mulțime de eşantioane ale formei de undă a semnalului și mijloace pentru numărarea unui număr de eşantioane între o mulțime de treceri prin zero ale numitei forme de undă a semnalului. 35  
37

14. Sistem conform revendicării 11, **caracterizat prin aceea că** mai conține mijloace pentru determinarea unui unghi al numitului semnal de numita frecvență ideală în interiorul formei de undă a semnalului de intrare în raport cu numita formă de undă de referință. 39  
41

15. Sistem conform revendicării 11, **caracterizat prin aceea că** mai conține:

- mijloace pentru înmulțirea numitei forme de undă a semnalului de intrare prin numita formă de undă ideală în fază ca să producă un produs în fază pentru fiecare eşantion al mulțimii de eşantioane într-un ciclu linear, pentru cel puțin un ciclu linear; 43  
45

# RO 122167 B1

1 - mijloace pentru adăugarea numitului produs în fază pentru fiecare eşantion la un  
acumulator de însumare în fază ca să producă o valoare de însumare în fază;

3 - mijloace pentru multiplicarea numitei forme de undă a semnalului de intrare prin  
numita formă de undă ideală în cuadratură pentru a produce un produs în cuadratură pentru  
5 fiecare eşantion din numita mulțime de eşantioane într-un ciclu linear, pentru mulțimea de  
cicluri lineare; și

7 - mijloace pentru adăugarea numitului produs în cuadratură pentru fiecare din numitul  
eşantion la un acumulator de însumare în cuadratură pentru a produce o valoare de  
9 însumare în cuadratură.

11 16. Sistem conform revendicării 15, **caracterizat prin aceea că** mai conține mijloace  
pentru determinarea unei mărimi în fază și unei mărimi în cuadratură.

13 17. Sistem conform revendicării 16, care mai conține mijloace pentru numărarea unui  
număr de eşantioane în mulțimea de cicluri lineare pentru determinarea unui cont de  
eşantioane, **caracterizat prin aceea că** numita mărime în fază = numita valoare de  
15 însumare în fază/ numitul cont de eşantioane; și numita mărime în cuadratură = numita  
valoare de însumare în cuadratură/ numitul cont de eşantioane.

17 18. Sistem conform revendicării 16, **caracterizat prin aceea că** numita amplitudine  
și unghi al numitului semnal al numitei frecvențe ideale în interiorul formei de undă de semnal  
19 de intrare sunt responsabile de numita mărime în fază și numita mărime în cuadratură.

21 19. Sistem conform revendicării 18, **caracterizat prin aceea că** mai conține mijloace  
pentru determinarea amplitudinii numitului semnal al numitei frecvențe ideale prin rădăcina  
pătrată a sumei de pătrate a numitelor mărimi în fază și cuadratură approximate printr-un  
23 factor scalar care este o funcție de valoarea RMS a uneia din formele de undă ideale.

25 20. Sistem conform revendicării 18, **caracterizat prin aceea că** numitele mijloace  
pentru determinarea numitului unghi conțin determinarea numitului unghi în conformitate cu  
tabelul:

Semnul mărimii în fază	Semnul mărimii în cuadratură	Calculul unghiului (în grade)
+	+	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 0^\circ$
-	+	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 180^\circ$
-	-	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 180^\circ$
+	-	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 360^\circ$

35 21. Produs program de calculator pentru aplicarea metodei de măsurare a para-  
metrilor electrici dependenți de frecvență la un contor de energie, care conține mijloace ce  
37 măsoară parametrii electrici dependenți de frecvență într-un sistem electric care asigură  
energia electrică de frecvențe diferite printr-un contor de energie și realizează următorii pași:

39 - măsurarea frecvenței energiei elctrice;

- selectarea formei de undă de referință care are o trecere prin zero pozitivă;

41 - sincronizarea a două forme de undă ideale cu numita formă de undă de referință,  
numitele două forme de undă ideale având fiecare o frecvență ideală;

43 - obținerea unei forme de undă a semnalului de intrare; și

45 - determinarea unei amplitudini a semnalului de numită frecvență ideală în interiorul  
forme de undă a semnalului de intrare;

47 unde numitele două forme de undă ideale sunt funcție de numita frecvență și sunt  
aproximativ la  $90^\circ$  una față de alta, o formă de undă ideală reprezentând o componentă  
activă și cealaltă formă de undă ideală reprezentând o componentă reactivă.

# RO 122167 B1

22. Produs program de calculator conform revendicării 21, **caracterizat prin aceea** 1  
**că** realizează pașii de determinare a unui interval de timp între o mulțime de eșantioane ale 3  
forme de undă a semnalului și numărarea unui număr de eșantioane între o mulțime de 3  
trecheri prin zero ale numitei forme de undă a semnalului.
23. Produs program de calculator conform revendicării 21, **caracterizat prin aceea** 5  
**că** mai realizează pasul de determinare a unui unghi al numitului semnal de numita frecvență 7  
ideală cu numita formă de undă a semnalului în raport cu numita formă de undă de referință. 7
24. Produs program de calculator conform revendicării 21, **caracterizat prin aceea** 9  
**că** mai realizează pașii de: 9
- multiplicare a numitei forme de undă a semnalului de intrare prin numita formă de 11  
undă ideală în fază ca să producă un produs în fază pentru fiecare eșantion al mulțimii de 11  
eșantioane într-un ciclu linear, pentru cel puțin un ciclu linear;
  - adăugarea numitului produs în fază pentru fiecare eșantion la un acumulator de 13  
însurare în fază ca să producă o valoare de însurare în fază;
  - multiplicarea numitei forme de undă a semnalului de intrare prin numita formă de 15  
undă ideală în cuadratură ca să producă un produs în cuadratură pentru fiecare eșantion din 17  
numita mulțime de eșantioane într-un ciclu linear, pentru mulțimea de cicluri lineare ; și 17
  - adăugarea numitului produs în cuadratură pentru fiecare din numitul eșantion la un 19  
acumulator de însurare în cuadratură ca să producă o valoare de însurare în cuadratură. 19
25. Produs program de calculator conform revendicării 24, **caracterizat prin aceea** 21  
**că** mai realizează pasul de determinare a unei mărimi în fază și unei mărimi în cuadratură. 21
26. Produs program de calculator conform revendicării 25, care mai realizează pasul 23  
de numărare a unui număr de eșantioane în mulțimea de cicluri lineare pentru determinarea 23  
unui cont de eșantioane, **caracterizat prin aceea că** numita mărime în fază=numita valoare 25  
de însurare în fază/ numitul cont de eșantioane; și numita mărime în cuadratură=numita 25  
valoare de însurare în cuadratură/numitul cont de eșantioane.
27. Produs program de calculator conform revendicării 25, **caracterizat prin aceea** 27  
**că** numita amplitudine și unghi al numitului semnal al frecvenței ideale cu numita formă de 27  
undă a semnalului de intrare sunt responsabile de numita mărime în fază și numita mărime în 29  
cuadratură. 29
28. Produs program de calculator conform revendicării 27, **caracterizat prin aceea** 31  
**că** mai realizează pasul de determinare a amplitudinii numitului semnal a numitei frecvente 31  
ideale prin rădăcina pătrată a sumei de pătrate a numitelor mărimi în fază și cuadratură 33  
multiplicate printr-un factor scalar care este o funcție de valoarea RMS a uneia din formele 35  
de undă ideale. 35
29. Produs program de calculator conform revendicării 27, **caracterizat prin aceea** 37  
**că** determină numitul unghi în conformitate cu tabelul: 37

Semnul mărimii în fază	Semnul mărimii în cuadratură	Calculul unghiului (în grade)	
+	+	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 0^\circ$	39
-	+	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 180^\circ$	41
-	-	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 180^\circ$	43
+	-	$\arctg(\text{cuadratură}/\text{în fază}) + 360^\circ$	

(51) Int.Cl.

G01R 21/133 (2006.01);

G01R 23/02 (2006.01);

G01R 25/08 (2006.01);

G06F 19/00 (2006.01)

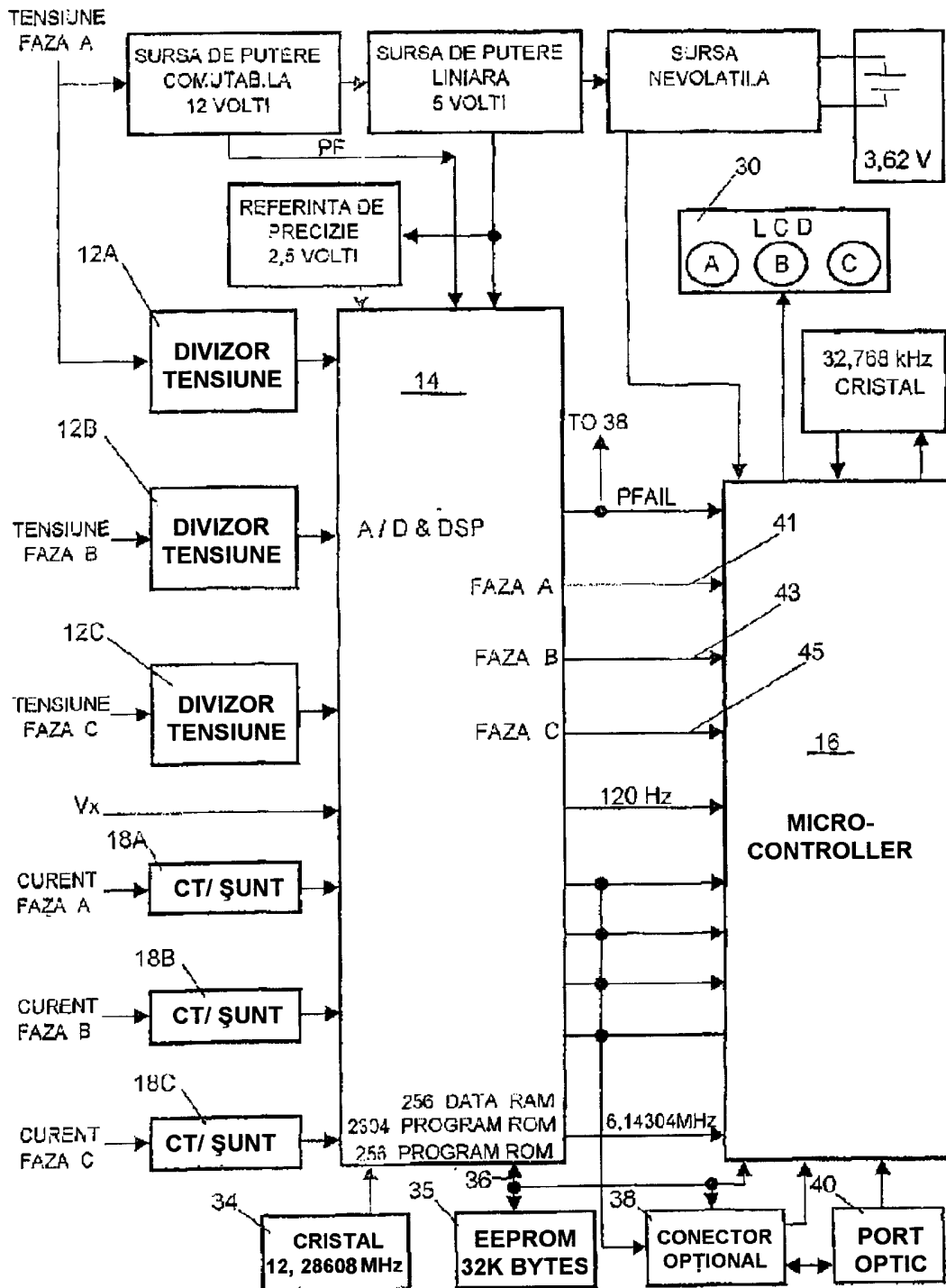


Fig. 1

(51) Int.Cl.

G01R 21/133 (2006.01);

G01R 23/02 (2006.01);

G01R 25/08 (2006.01);

G06F 19/00 (2006.01)

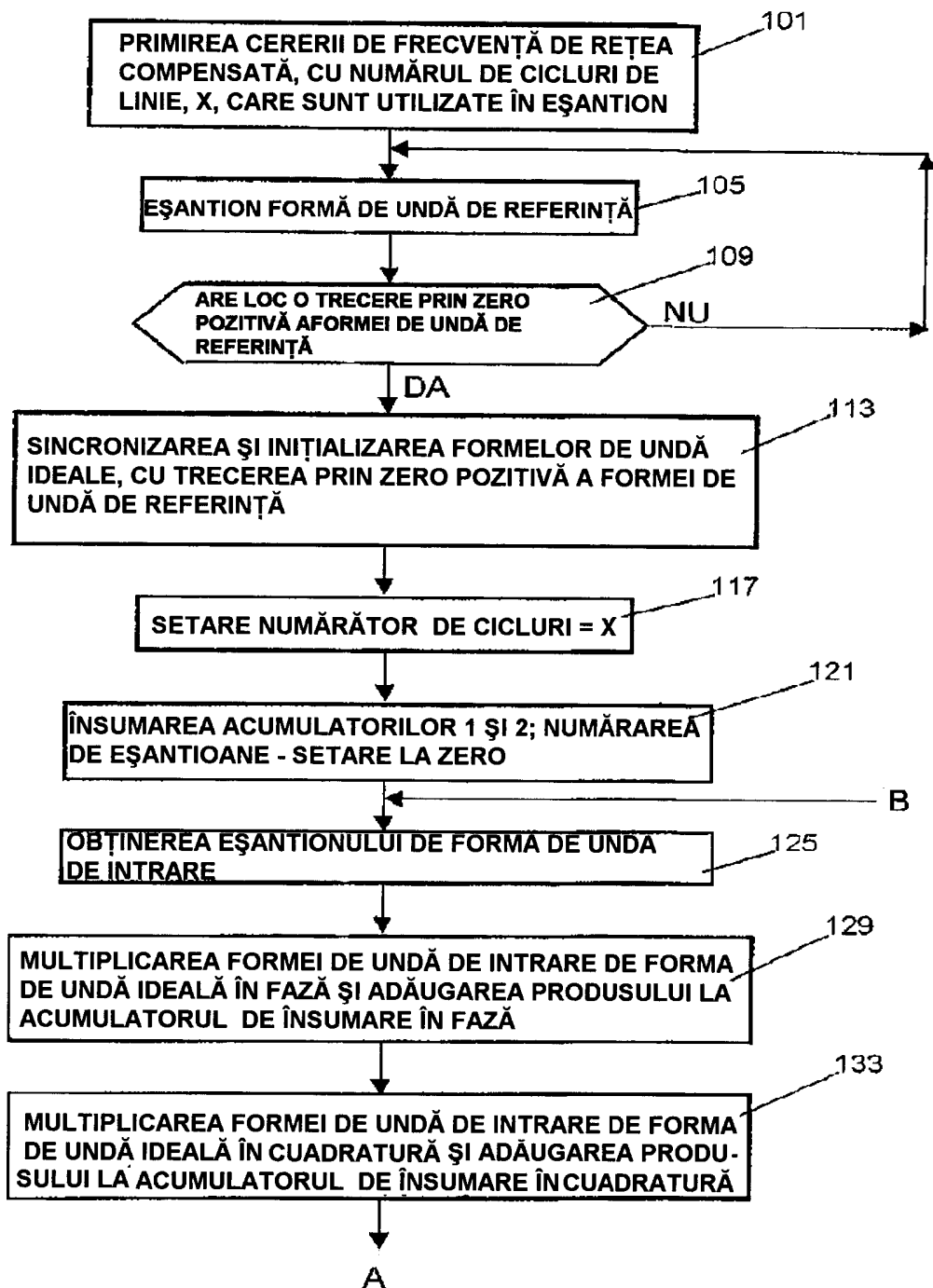


Fig. 2A

(51) Int.Cl.

G01R 21/133 (2006.01);

G01R 23/02 (2006.01);

G01R 25/08 (2006.01);

G06F 19/00 (2006.01)

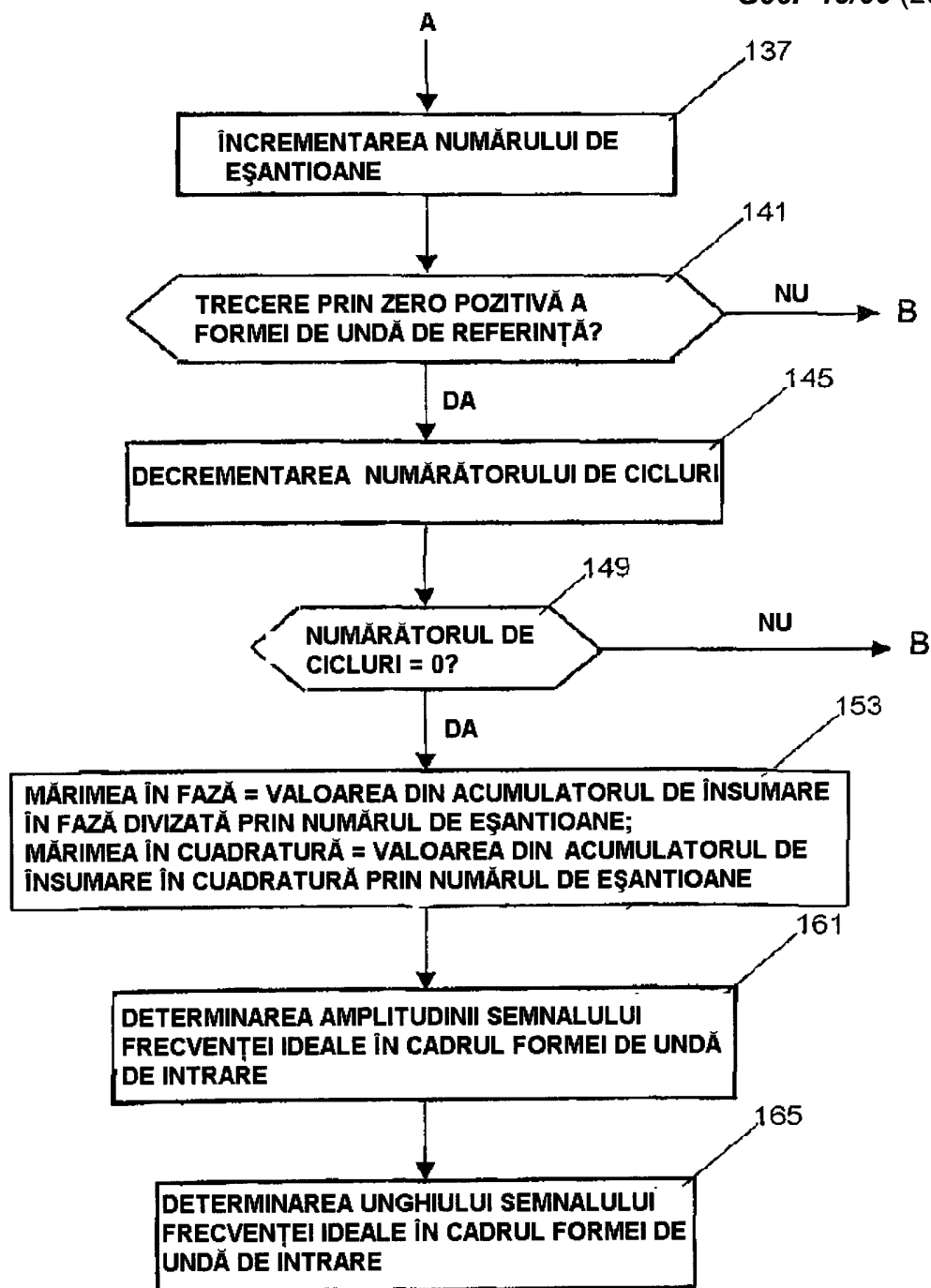


Fig. 2B

