



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2014 00475**

(22) Data de depozit: **14/12/2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/01/2023** BOPI nr. **1/2023**

(30) Prioritate:

**22/12/2011 US 13/334,522**

(41) Data publicării cererii:

**30/01/2015** BOPI nr. **1/2015**

(86) Cerere internațională PCT:

Nr. **US 2012/069898** **14/12/2012**

(87) Publicare internațională:

Nr. **WO 2013/096134** **27/06/2013**

(73) Titular:

• **LANDIS+GYR TECHNOLOGIES, LLC,**  
**6436 COUNTY ROAD 11, PEQUOT LAKES,**  
**MN, US**

(72) Inventatori:

• **HAUG STUART L., 4161 CEDAR TRAIL**  
**NW, HACKENSAK, MN, US;**  
• **WOLTER CHAD, 29802 BELGIAN DRIVE,**  
**BREEZY POINT, MN, US;**  
• **JOHNSON BRYCE D., 29280 CROW**  
**CIRCLE, BREEZY POINT, MN, US**

(74) Mandatar:

**ENPORA BRAND MANAGEMENT S.R.L.,**  
**STR. GEORGE CĂLINESCU NR. 52A, AP. 1,**  
**SECTOR 1, BUCUREȘTI**

(56) Documente din stadiul tehnicii:

**US 2005/0017847 A1; US 2003/0053553 A1;**  
**US 5535240 A; US 2003/0133473 A1;**  
**US 6965502 B2**

(54) **APARAT ȘI METODĂ DE PROCESARE SEMNALE DIGITALE,  
PENTRU COMUNICAȚII PLC, FOLOSIND LINIILE DE  
DISTRIBUȚIE A ENERGIEI ELECTRICE**



# RO 130016 B1

1            Prezenta invenție se referă la un aparat și la o metodă de procesare semnale digitale,  
2            pentru comunicații PLC, folosind liniile de distribuție a energiei electrice.

3            Prezenta invenție revendică prioritatea cererii de brevet SUA seria nr. 13/334,522  
4            depusă în 22.12.2011, al cărei conținut este încorporat aici, în întregime, ca referință.

5            Furnizorii de servicii întrebuintează rețelele distribuite pentru a furniza servicii  
6            clienților de pe largi suprafețe geografice. De exemplu, companiile de energie întrebuintează  
7            liniile pentru distribuirea energiei pentru a transporta energie de la una sau de la mai multe  
8            centrale generatoare (centrale electrice) către amplasamentele de client și comerciale  
9            deopotrivă. Centralele generatoare întrebuintează curent alternativ (c.a.) pentru a transmite  
10            energia electrică pe distanțe lungi prin intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice.  
11            Transmisia pe distanțe lungi poate să fie efectuată cu folosirea de tensiuni relativ ridicate.  
12            Substațiile poziționate în apropierea amplasamentelor de consumator asigură o coborâre a  
13            tensiunii de la tensiuni înalte la tensiuni mai joase (de exemplu, folosind transformatoare).  
14            Liniile pentru distribuția energiei electrice transportă această tensiune c.a. mai coborâtă de  
15            la substații la amplasamentele de consumator cu dispozitive de punct final.

16            Furnizorii de comunicații pot să utilizeze o rețea de comunicații distribuită pentru a  
17            furniza servicii de comunicații către abonații lor. În mod similar, companiile de energie  
18            electrică întrebuintează o rețea de linii pentru transportul energiei electrice, aparate de  
19            măsură și alte elemente de rețea pentru a furniza energie electrică consumatorilor dintr-o  
20            regiune geografică și pentru a primi date de la amplasamentele de consumator inclusiv, dar  
21            fără a se limita la acestea, date privind consumul măsurat de energie electrică. Un sistem  
22            poate să asigure aceste funcții de raportare folosind un set de dispozitive colectoare de date  
23            (colectoare) care sunt proiectate pentru a comunica cu dispozitivele de punct final apropiate.  
24            Cu toate acestea, comunicarea de date între un centru de comandă, colectoare și mai multe  
25            mii de dispozitive de punct final prin intermediul liniilor pentru transportul energiei electrice  
26            poate să fie o chestiune deosebit de provocatoare.

27            Numărul total de dispozitive de punct final contribuie la o mulțime de probleme care  
28            includ, energia de procesare de la punctul final, mărimea memoriei, costul punctului final,  
29            interferența de la energia c.a. și altele. De exemplu, procesarea semnalului digital al  
30            comunicațiilor dintre dispozitive poate să fie complicată de acești și de alți factori.

31            Aspecte ale prezentei dezvoltări au în vedere sisteme și metode pentru întrebuintarea  
32            cu circuite de recepție care urmăresc frecvența AC. Acestea cât și alte aspecte ale prezentei  
33            dezvoltări sunt exemplificate prin intermediul unui număr de implementări și aplicații ilustrate,  
34            dintre care unele sunt arătate în figuri și caracterizate în secțiunea de revendicări care  
35            urmează.

36            Modalități particulare de realizare a prezentei dezvoltări sunt îndreptate către un  
37            aparat pe bază de circuit care are un circuit de emițător-receptor configurat și aranjat pentru  
38            a comunica prin intermediul unor linii pentru distribuția energiei electrice folosind curentul  
39            alternativ (c.a.). Sunt configurate și aranjate unul sau mai multe circuite de procesare pentru  
40            a pune la dispoziție un modul de convertor analog la digital (ADC) configurat și aranjat pentru  
41            a furniza un semnal analog la modulul convertor digital (ADC) configurat pentru a genera un  
42            semnal digital de intrare de la un semnal analog care a fost primit la circuitul emițător-recep-  
43            torului. Acest semnal digital de intrare poate să fie un semnal digital supra-eșantionat, în care  
44            semnalul digital este supra-eșantionat în raport cu procesarea din aval (de exemplu, pro-  
45            cesarea pe baza FFT). Un modul decimator este configurat și aranjat pentru a produce, ca  
46            răspuns la o rată de decimare variabilă, o versiune decimată a semnalului digital de intrare  
47            prin decimarea semnalului supra-eșantionat pentru a reduce rata de eșantionare. Este  
48            configurat și aranjat un modul de semnal de referință pentru a genera un semnal de referință

# RO 130016 B1

care răspunde ratei de decimare. Un modul pentru modificarea decimării este configurat și aranjat pentru a modifica, ca răspuns la o indicare a schimbării într-o diferență de fază dintre semnalul de referință și c.a., rata de decimare pentru a contracara diferența de fază. Acest lucru poate să fie în mod deosebit folositor pentru menținerea unei corelații strânse între frecvențele de semnal transmise (care variază în conformitate cu frecvența c.a.) și procesarea semnalului (care poate să întrebuițeze un FFT cu o rată de eșantionare care variază în conformitate cu frecvența AC).

Alte modalități de realizare au în vedere metode pentru întrebuițarea unuia sau mai multor circuite ale unui dispozitiv receptor. O astfel de metodă poate să includă convertirea, folosind un convertor analog-digital (ADC) și un semnal digital de intrare de la liniile pentru distribuția energiei electrice care pot să transporte curent alternativ (c.a.) într-o formă digitală. Acest semnal digital de intrare poate să fie un semnal digital supra-eșantionat, în care semnalul digital este supra-eșantionat în raport cu procesarea din aval (de exemplu, procesare pe baza FFT).

Un circuit (circuite) pentru procesare poate să fie apoi întrebuițat pentru a decima semnalul digital de intrare în conformitate cu o rată de decimare. Un semnal de referință poate să fie generat de către circuitul de procesare care este sensibil la rata de decimare. Circuitul de procesare poate să fie întrebuițat de asemenea pentru a detecta o schimbare într-o diferență de fază dintre c.a. și semnalul de referință și pentru a modifica, ca răspuns la detectarea unei schimbări în diferența de fază, rata de decimare pentru a contracara schimbarea detectată în diferența de fază.

Descrierea pe scurt de mai sus nu intenționează să descrie fiecare modalitate de realizare ilustrată sau fiecare implementare a prezentei dezvoltări. Figurile și descrierea detaliată care urmează, inclusiv descrierea din revendicările anexate, descriu mai în detaliu unele dintre aceste modalități de realizare.

Diverse modalități de realizare cu caracter de exemplificare pot să fie mai deplin înțelese luând în considerare descrierea detaliată care urmează în conexiune cu desenele însoțitoare, în care:

Figura 1 este o diagramă bloc a unui exemplu de sistem de comunicație prin intermediul liniei de transport pentru energie electrică în care punctele finale comunică date cu unitățile colectoare, în concordanță cu modalități de realizare a prezentei dezvoltări;

Figura 2 ilustrează o diagramă bloc pentru un dispozitiv colector, în concordanță cu modalități de realizare a prezentei dezvoltări; și

Figura 3 ilustrează o altă diagramă bloc pentru un dispozitiv colector care poate să fie plasat într-o stație de distribuție, în concordanță cu modalitățile de realizare a prezentei dezvoltări.

Chiar dacă dezvoltarea este predispusă la diverse modificări și forme alternative, exemple ale acestora au fost prezentate cu caracter de exemplificare în desene și vor fi descrise în detaliu. Trebuie să fie înțeles, totuși, că intenția nu este aceea de a limita dezvoltarea la modalități de realizare particulare prezentate și/sau descrise. Dimpotrivă, intenția este aceea de a acoperi toate modificările, echivalențele și alternativele care cad sub spiritul și domeniul dezvoltării.

Aspecte ale prezentei dezvoltări sunt presupuse a fi aplicabile unei varietăți de dispozitive, sisteme și aranjamente diferite, inclusiv acelea care pot să fie implementate pentru circuite de receptor care comunică prin intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice. Chiar dacă prezenta dezvoltare nu este în mod necesar limitată la astfel de aplicații, diverse aspecte ale dezvoltării pot să fie avute în vedere prin intermediul unei discuții a diverselor exemple utilizând acest context.

# RO 130016 B1

1            Modalități de realizare a prezentei dezvoltări au în vedere circuite de receptor configura-  
2            rate și aranjate pentru a procesa semnale de comunicație care sunt primite prin intermediul  
3            liniilor pentru distribuția energiei electrice, care transportă energie electrică întrebunțând  
4            curent alternativ (c.a.). Circuitele de receptor pot să fie configurate pentru a procesa semnale  
5            primite folosind curentul alternativ (c.a.) ca o referință de coordonare. Frecvența liniei de c.a.  
6            este supusă la fluctuații semnificative ale frecvenței, iar receptorul este desemnat să  
7            compenseze aceste fluctuații realizând ajustări corespunzătoare la procesarea semnalului.

8            În concordanță cu anumite modalități de realizare a prezentei dezvoltări, cerințele de  
9            lățime de bandă ale unui sistem complex care comunică prin intermediul liniilor pentru  
10            distribuția energiei electrice sunt îndeplinite prin folosirea unui receptor care procesează un  
11            semnal primit în domeniul digital. În modalități de realizare particulare, procesarea  
12            semnalului include întrebunțarea unei transformate Fourier rapide (FFT) pentru a permite  
13            semnalului să fie reprezentat în domeniul de frecvență. Algoritmul FFT poate să fie conceput  
14            să se potrivească cu frecvențele de canal întrebunțate de către emițător. Modalitățile de  
15            realizare a prezentei dezvoltări sunt astfel îndreptate către compensarea schimbărilor  
16            frecvențelor de canal care rezultă din cauza schimbărilor corespondente ale frecvenței AC.

17            De exemplu, în anumite modalități de realizare, semnalele transmise pot să  
18            urmărească frecvența liniei de AC. De exemplu, un canal de frecvență fie determinat prin  
19            folosirea frecvenței liniei de c.a. ca un semnal de referință sau ceas. În acest exemplu, cana-  
20            lului de frecvență are o frecvență centrală care va varia după cum va varia frecvența liniei de  
21            AC. Acest lucru poate să fie deosebit de folositor pentru filtrarea armonicilor care pot să fie  
22            provocate de către AC-ul furnizor de energie electrică. Această frecvență c.a. și armonicile  
23            rezultante pot să varieze în jurul unei frecvențe ideale de aproximativ 60 de Hz în Statele  
24            Unite și în jurul a 50 de Hz în Europa. Aceste frecvențe standard, totuși, sunt relative  
25            arbitrare (de exemplu, definite de un standard care poate să fie schimbat în viitor) și nu  
26            limitează neapărat modalitățile de realizare diverse care sunt discutate în cele față.

27            Leșirea unei FFT poate să varieze în conformitate cu un număr de parametri de  
28            intrare. Unul dintre acești parametri este rata de eșantionare pentru semnalul digital trans-  
29            format de către FFT. Modalitățile de realizare a prezentei dezvoltări au în vedere ajustarea  
30            ratei de eșantionare care este furnizată de către FFT. Ajustarea ratei de eșantionare poate  
31            să fie realizată prin modificarea unei rate de decimare a semnalului supra-eșantionat pentru  
32            a contracara schimbările în frecvența AC.

33            Aspecte ale prezentei dezvoltări au în vedere un circuit de receptor dintr-un dispozitiv  
34            pentru colectarea datelor (colector) care este configurat și aranjat pentru a lega procesarea  
35            semnalului său (de exemplu, un algoritm FFT) destul de strâns de frecvența liniei pentru  
36            transportul energiei electrice pentru demodularea de date complexe pentru datele primite de  
37            la puncte finale.

38            Capacitatea de a lega efectiv și eficient poate să fie deosebit de folositoare pentru a autoriza  
39            un mare număr de canale de frecvență împachetate dens într-o lățime de bandă limitată, în  
40            care frecvențele de canal individual sunt menținute în toleranțe extrem de strânse. De  
41            exemplu prezenta dezvoltare poate să fie deosebit de folositoare pentru păstrarea orto-  
42            gonalității între subcanalele din întreaga lățime de bandă a sistemului.

43            În cazul unei modalități de realizare particulare, o rată de re-eșantionare a recep-  
44            torului din amonte urmărește îndeaproape frecvența liniei pentru transportul energiei electrice  
45            (de exemplu, la 1 parte per 10 milioane) și pentru a facilita demodularea semnalelor de punct  
46            final cu un receptor pe bază de FFT.

# RO 130016 B1

Modalitățile de realizare particulare ale prezentei dezvoltări au în vedere un aparat bazat pe un circuit, care are un circuit de emițător-receptor configurat și aranjat pentru a comunica prin intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice, care transportă energia electrică întrebunțând curent alternativ (c.a.) configurate și aranjate unul sau mai multe circuite de procesare pentru a asigura un modul convertor analog la digital (ADC) configurat pentru a genera un semnal digital de intrare de la un semnal analog care a fost primit la circuitul emițător-receptorului. Acest semnal digital de intrare poate să fie un semnal digital supra-eșantionat, în care semnalul digital este supra-eșantionat în raport cu procesarea din aval (de exemplu, procesarea pe baza FFT). Un modul decimator este configurat și aranjat pentru a produce, ca răspuns la o rată de decimare variabilă, o versiune decimată a semnalului digital de intrare prin decimarea semnalului supra-eșantionat pentru a reduce rata de eșantionare. Un modul generator de semnal de referință este configurat și aranjat pentru a genera un semnal de referință având o frecvență care este dependentă de rata de decimare. Un modul pentru modificarea decimării este configurat și aranjat pentru a modifica, ca răspuns la o indicație de schimbare într-o diferență de fază dintre semnalul de referință și c.a., rata de decimare pentru a contracara diferența de fază. Acest lucru poate să fie deosebit de folositor pentru menținerea unei corelații strânse între frecvențele semnalului transmis (care variază în conformitate cu frecvența c.a.) și procesarea semnalului (care poate să întrebunțeze o FFT cu o rată de eșantionare care variază în conformitate cu frecvența c.a.).

Alte modalități de realizare au în vedere metode pentru utilizarea unui circuit sau a mai multor circuite ale unui dispozitiv receptor. O astfel de metodă poate să includă transformarea, folosind un convertor analog-digital (ADC), și un semnal de intrare analog de la liniile pentru distribuția energiei electrice, care transportă energia electrică întrebunțând curent alternativ (c.a.), într-o formă digitală.

Acest semnal digital de intrare poate să fie un semnal digital supraeșantionat, în care semnalul digital este supra-eșantionat în raport cu procesarea aval (de exemplu, procesarea pe baza FFT). Un circuit (circuite) de procesare poate să fie întrebunțat pentru a decima semnalul digital de intrare în conformitate cu o rată de decimare. Poate să fie generat un semnal de referință de către circuitul de procesare, semnal care este dependent de rata de decimare. Circuitul de procesare poate să fie întrebunțat de asemenea pentru a detecta o schimbare într-o diferență de fază dintre c.a. și semnalul de referință și pentru a modifica, ca răspuns la detectarea unei schimbări în diferența de fază, a ratei de decimare pentru a contracara schimbarea detectată în diferența de fază.

Modalități de realizare mai particulare ale prezentei dezvoltări au în vedere un dispozitiv receptor care este configurat pentru a decoda canale de frecvență purtătoare ortogonale. De exemplu, multiplexarea cu diviziune ortogonală de frecvență (OFDM) este o metodă pentru a coda date digitale pe mai multe canale de frecvență purtătoare ortogonale. Natura ortogonală a canalelor de frecvență asigură ca să nu aibă loc intermodulația între sub-canale. De exemplu, poate să fie modularizată o FFT pentru un set dat de canale ortogonale și astfel încât fiecare canal este făcut separabil prin modalitatea de a fi capabil să respingă componente de la alte canale. Aspecte ale prezentei dezvoltări admit că o componentă a unei FFT modularizată corespunzător are legătură cu timpul de umplere al tamponului FFT (de exemplu, timpul reprezentat de un set complet de eșantioane de intrare). Dacă se corelează acest timp de umplere cu frecvența canalelor, FFT poate să reducă sau să elimine "scurgerea spectrală", care poate să fie provocată de o nepotrivire în această corelație. Astfel, proprietățile ortogonale ale canalelor sunt păstrate în mod efectiv la receptor.

# RO 130016 B1

1            Modalități specifice de realizare a prezentei dezvoltări admit faptul că nepotrivirea de  
2            corelație poate să rezulte atunci când ciclurile canalelor (un ciclu fiind reprezentat de o  
3            perioadă completă) nu sunt aliniate cu lungimea timpului de umplere. În cazul în care  
4            înregistrarea timpului conține un număr de cicli care nu este întreg poate avea loc scurgerea  
5            spectrală. Receptorul poate să fie configurat pentru a întrebuiți o FFT cu o anumită mărime  
6            (mărimea fiind numărul total de eșantioane). Rata de eșantionare ( $f_s$ ) reprezintă numărul de  
7            eșantioane pe o perioadă de timp (de exemplu, eșantioane /secundă) și, astfel, timpul de  
8            umplere este mărimea FFT împărțită la rata de eșantionare. Frecvența canalelor utilizează  
9            frecvența c.a. ca un punct de referință pentru generarea canalelor de frecvențe purtătoare.  
10           Receptorul este deci configurat pentru a ajusta timpul de umplere, întrebuițând o rată de  
11           eșantionare variabilă, pentru a menține o corelație între timpul de umplere și canalele de  
12           frecvență purtătoare. În cazul unor modalități particulare de realizare, rata de eșantionare  
13           variabilă corespunde cu un dispozitiv de reeșantionare/decimator care reduce rata de  
14           eșantionare a unui semnal supraeșantionat prin selectarea eșantioanelor din semnalul  
15           supra-eșantionat cu o rată variabilă. Această rată variabilă poate să fie considerată fie ca  
16           rata de decimare/reeșantionare, sau rata de eșantionare care rezultă de la rata de decimare.

17           Anumite aspecte și modalități de realizare a prezentei dezvoltări au în vedere dispo-  
18           zitive receptoare, și metodele corespondente, care pot să determine o ajustare a ratei  
19           decimatorului. De exemplu, modalități de realizare particulare admit faptul că receptorul  
20           poate să determine cantitatea de ajustare folosind un circuit de reacție.

21           Circuitul de reacție este destinat să producă o ajustare relativă la nepotrivirile dintre rata de  
22           decimare și frecvența AC, compensând în felul acesta nepotrivirile FFT care se referă la  
23           frecvențele de canal transmise. Pentru o frecvență c.a. dată, receptorul este capabil să deter-  
24           mine decimarea/rata de re-eșantionare dorită. În consecință, circuitul de reacție este  
25           configurat pentru a fi dependent de frecvența AC.

26           În cazul unor modalități particulare de realizare a prezentei dezvoltări, este generat  
27           un semnal de referință de la rata de decimare/re-eșantionare. Mai precis, frecvența sem-  
28           nalului de referință poate să fie setată pentru a genera un semnal de referință care are o  
29           frecvență ce corespunde cu frecvența ASC dorită pentru rata de decimare. Filtrul în buclă  
30           determină apoi ajustarea prin compararea semnalului de referință cu semnalul c.a. pentru  
31           a realiza o ajustare care compensează diferențele dintre cele două semnale. În cazul unei  
32           modalități de realizare, compararea include detectarea unei relații/diferențe de fază între cele  
33           două semnale. Modalități de realizare particulare admit că nu este cerută o potrivire exactă  
34           între faze (de exemplu, deviere de zero grade) atât timp cât relația de fază este constantă.  
35           În felul acesta, filtrul în buclă poate să utilizeze o derivată a fazei detectate pentru a calcula  
36           ajustarea pe baza unei rate de schimbare în relația de fază.

37           În anumite modalități de realizare a prezentei dezvoltări, frecvența semnalului de  
38           referință poate să fie setată la o valoare care corelează frecvențele purtătoare de canal  
39           virtual. Frecvențele purtătoare de canal virtual reprezintă frecvențele care se potrivesc cu  
40           rata de decimare. Aceste frecvențe purtătoare de canal virtual vor corespunde deci în mod  
41           egal în FFT folosind un semnal decimat la rata de decimare. Frecvența semnalelor de  
42           referință poate, deci, să fie setată la o frecvență de referință care ar rezulta în frecvențele  
43           purtătoare de canale virtuale în cazul în care frecvența de referință a fost frecvența c.a.  
44           actual. În felul acesta, o nepotrivire de frecvență dintre frecvența de referință și frecvența c.a.  
45           corespunde unei nepotriviri dintre rata de decimare și frecvența c.a. actuală.

46           În concordanță cu diverse modalități de realizare a prezentei dezvoltări, liniile pentru  
47           distribuția de energie electrică pot să transporte energie electrică care este furnizată de la  
48           una sau de la mai multe stații de generare (centrale electrice) către consumatori rezidențiali

# RO 130016 B1

și comerciali deopotrivă. Stațiile de generare întrebunțează c.a. pentru a transmite energie electrică la distanțe lungi prin intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice. Transmisia pe distanțe lungi poate să fie realizată folosind o tensiune relativ ridicată. Substațiile amplasate lângă pozițiile consumatorilor asigură o coborâre de la tensiunea înaltă la o tensiune mai coborâtă (de exemplu, folosind transformatoarele). Liniile pentru distribuția energiei electrice transportă această tensiune mai coborâtă c.a. de la substații la locațiile consumatorilor. Funcție de rețeaua de distribuție, tensiunile exacte și frecvențele c.a. pot să varieze. De exemplu, tensiunile pot să se găsească, în general, în domeniul 100-240 V (exprimate ca tensiune rădăcină medie pătratică) cu două frecvențe întrebunțate în mod obișnuit de 50 Hz și de 60 Hz. în Statele Unite, de exemplu, o rețea de distribuție poate să aprovizioneze locațiile de consumator cu 120 și/sau 240 V, la 60 Hz.

Figura 1 este o diagramă bloc a unui sistem, cu caracter de exemplificare, de comunicație prin intermediul unei linii pentru transportul energiei electrice în care punctele finale comunică date cu unități colectoare, în concordanță cu modalități de realizare a prezentei dezvoltării. Sistemul **100** de comunicație prin intermediul linii pentru transportul energiei electrice include o rețea de serviciu în care mai multe puncte finale **114** sunt cuplate (de exemplu, comunicativ cuplate) la unitățile colectoare **108** prin intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice **116**. în concordanță cu modalități de realizare a prezentei dezvoltării, punctele finale **114** pot să furnizeze date de la contoarele de utilități. De exemplu, pot să fie furnizate date de la contoarele pentru măsurarea energiei electrice, de la contoarele de gaze și de la contoarele de apă, care sunt instalate în respectivele rețele de gaze și de apă. Mai mult încă, în timp ce dezvoltarea prezentă se referă în general la punctele finale **114** ca furnizoare a măsurării datelor despre utilități (de exemplu, energie electric) prin intermediul unei rețele pentru distribuția energiei electrice, alte date pot de asemenea să fie comunicate.

Terminalele **114** pot să fie implementate pentru a monitoriza și a raporta diverse caracteristici de funcționare a rețelei de serviciu. De exemplu, în cadrul unei rețele pentru distribuția energiei electrice, aparatele de măsură pot să monitorizeze caracteristicile legate de consumul de energie electrică din rețea. Exemple caracteristice legate de consumul de energie electrică includ consumul total sau mediu de energie electrică, suprasarcinile, căderile de energie și schimbările de sarcină, printre alte caracteristici. în cazul rețelelor pentru distribuția gazelor și a apei, aparatele de măsură pot să măsoare caracteristici similare care sunt legate de consumul de gaze și de apă (de exemplu, debitul total și presiunea).

Punctele finale **114** raportează caracteristicile de funcționare ale rețelei prin intermediul canalelor de comunicație. Canalele de comunicație sunt porțiuni de spectru prin intermediul cărora sunt transmise datele. Frecvența centrală și lățimea de bandă ale fiecărui canal de comunicație pot să depindă de sistemul de comunicație în care sunt implementate. în cazul unor implementări, canalele de comunicație pentru aparatele de măsurare a utilităților (de exemplu, aparatele pentru măsurarea energiei electrice, gazelor și/sau apei) pot să fie transmise folosind rețelele de comunicație de linie pentru transportul energiei electrice care alocă lățime de bandă disponibilă între punctele finale în conformitate cu o tehnică de alocare de spectru cu acces multiplu prin repartție de frecvență ortogonală (OFDMA) sau cu o altă tehnică pentru alocarea de canal.

Atunci când punctele finale **114** sunt implementate în conexiune cu aparatele pentru măsurarea energiei electrice într-o rețea pentru distribuția energiei electrice, punctele finale transmit date de raportare care specifică informația actualizată a aparatului de măsură care poate să includă măsurări ale consumului total de energie electrică, consumul de energie

# RO 130016 B1

1 electrică pentru o perioadă de timp, vârfurile de consum de energie electrică, tensiunea  
instantanee, tensiunea de vârf, tensiunea minimă și alte măsurători legate de consumul de  
3 energie electrică și de managementul energiei electrice (de exemplu, informația despre  
sarcină). Fiecare dintre punctele finale poate să transmită de asemenea alte date, cum ar  
5 fi date de stare (de exemplu, operarea într-un mod normal de operare, modul de energie  
electrică de urgență, sau o altă stare cum ar fi o stare de revenire de după o oprire a energiei  
7 electrice).

În cazul unor implementări, simbolurile (care reprezintă unul sau mai mulți biți ce  
9 reprezintă date de raportare și/sau de stare) sunt transmise prin intermediul unor linii pentru  
distribuția energiei electrice **116** pentru o perioadă simbol specificată. O perioadă simbol este  
11 o perioadă de timp în care este comunicat fiecare simbol. Anumite modalități specifice de  
realizare au în vedere utilizarea simbolurilor defazate transmise multi-ton (MTPSK), deși pot  
13 să fie întrebuițate alte tipuri de scheme de multi-ton cu fază relativă (MTFSK) pot de ase-  
menea să fie întrebuițate. Pentru detalii anterioare suplimentare despre astfel de simboluri,  
15 se va face referire la publicația brevetului SUA nr. 20100164615, Sistem And Method For  
Relative Phase Shift Keying, cererea nr. 12/347,052, depusă pe 31 decembrie 2008, care  
17 este încorporată în întregime în cele de față ca referință.

În figura 1, punctele finale **114** transmit simboluri prin intermediul canalelor de  
19 comunicație către unitățile colectoare **108** respective. În cazul anumitor modalități de reali-  
zare, punctele finale **114** pot să fie alocate la locațiile consumatorilor (de exemplu, clădirile).  
21 Adesea, dar nu întotdeauna, transformatoarele **112** pot să fie amplasate lângă locațiile  
consumatorilor. Aceste transformatoare **112** asigură o coborâre a tensiunii înainte ca energia  
23 electrică c.a. să fie furnizată unui consumator. Unitățile de colectare **108** pot să includă  
circuitate (de exemplu, inclusiv unul sau mai multe procesoare) care sunt configurate și  
25 aranjate pentru a comunica cu punctele finale **114** prin intermediul liniilor pentru distribuția  
energiei electrice **116**. Unitățile colectoare **108** pot să includă de asemenea circuitate pentru  
27 interfațarea cu un centru de comandă **104**. Interfața cu centrul de comandă **104** poate să fie  
implementată întrebuițând diverse rețele de comunicație diferite inclusiv, dar fără a se limita  
29 la acestea, o rețea de arie largă (WAN) care utilizează ethernetul.

În conformitate cu anumite modalități de realizare a prezentei dezvăluiri, colectoarele  
31 sunt instalate în substații de distribuție **106** și sunt întrebuițate pentru a controla  
bidirecțional comunicația atât cu centrul de comandă **104** (de exemplu, amplasat în birourile  
33 companiei de utilități) cât și cu punctele finale **114** (de exemplu, amplasate în spațiile pentru  
aparatele de măsură de la sediile consumatorilor). În concordanță cu anumite modalități de  
35 realizare, colectoarele **108** sunt construite în conformitate cu o specificație de calculator de  
nivel industrial pentru a rezista mediului agresiv dintr-o substație.

În cazul anumitor modalități de realizare a prezentei dezvăluiri, colectoarele **108** sunt  
37 configurate pentru a primi date de la mai multe puncte finale diferite **114** în timp ce stochează  
39 date într-o bază de date locală. Un colector **108** poate de asemenea să acționeze pe baza  
datelor primite de la punctele finale **114** și datelor transmise de la punctele finale **114** către  
41 un centru de comandă **104**. De exemplu, în cazul unei rețele PLC, centrul de comandă **104**  
poate să primească date care indică faptul că consumul de energie electrică este  
43 semnificativ mai mare într-o porțiune anumită a rețelei de energie electrică decât în alte  
porțiuni ale rețelei de energie electrică. Pe baza acestor date, centrul de comandă **104** poate  
45 să aloce resurse adiționale acelei porțiuni particulare a rețelei (de exemplu, echilibrarea  
sarcinii) sau să furnizeze date către un operator al centralei electrice 102 (adică, să specifice  
47 că există un consum crescut de energie electrică în porțiunea particulară a rețelei de energie  
electrică).



# RO 130016 B1

În concordanță cu anumite modalități de realizare, centrul de comandă **104** asigură o interfață care permite altor dispozitive să acceseze datele care au fost primite de la punctele finale **114**. De exemplu, dispozitivele de utilizator ar putea să fie deținute de către operatorul furnizor de utilități, de către personalul de întreținere și/sau de către clienții furnizorului de utilități. Datele care identifică consumul crescut de energie electrică descrise în cele de mai sus pot să fie furnizate unui dispozitiv de utilizator accesibil operatorului sistemului **100**, care poate, la rândul său, să determine o acțiune corespunzătoare în ceea ce privește consumul crescut. În plus, datele care identifică o măsurare a timpului de utilizare și /sau o măsurare cerută a vârfului pot de asemenea să fie furnizate către dispozitive de utilizator. În mod similar, în cazul în care a avut loc o cădere a energiei electrice, centrul de comandă **104** poate să furnizeze către dispozitivele de utilizator datele care sunt accesibile pentru consumatori pentru a asigura informarea privind existența opririi alimentării și să furnizeze informații privind esimarea duratei acestei opriri.

Colectoarele **108** pot să comunice cu centrul de comandă **104** prin intermediul unei rețele de arie largă (WAN), al unei rețele de arie locală (LAN), al internetului, sau al altor rețele de comunicații. Aceste rețele de date pot să fie implementate ca o rețea cu cablu sau fără fir. Rețelele cu fir pot să includă orice rețea cu restricții de suport de informații inclusiv, dar fără a se limita la acestea, rețele implementate folosind conductor din sârmă metalică, material de fibră optică, sau ghiduri de undă. Rețele fără fir includ toate rețele de propagare în spațiul liber inclusiv, dar fără a se limita la acestea, rețele implementate folosind unde radio și rețele optice în aer liber.

Simboluri de la un anumit punct final pot să fie transmise prin oricare dintre miile de canale de comunicații din sistem. De exemplu, fiecărui punct final îi poate fi alocat un anumit canal folosind tehnica OFDMA sau o altă tehnică pentru alocarea de canal. Alocarea canalelor pentru punctele finale **114** poate să fie stocată, de exemplu, într-o bază de date de comunicații care este accesibilă colectoarelor **108**.

În concordanță cu modalitățile de realizare a prezentei dezvoltări, fiecare colector **108** poate să fie configurat pentru a se găsi în comunicație cu mii de terminale **114** și pot să existe mii de colectoare **108** în comunicare cu centrul de comandă **104**. De exemplu, un singur colector poate să fie configurat pentru a comunica cu peste 100.000 de dispozitive de punct final și un centru de comandă poate să fie configurat pentru a comunica cu peste 1.000 de colectoare.

Pot să existe milioane de puncte finale și multe mii dintre acestea pot să comunice cu același colector prin intermediul unei linii pentru distribuția energiei electrice partajată. În consecință, modalități de realizare a prezentei dezvoltări au în vedere comunicațiile coordonate cu utilizarea de protocoale pe bază de timp concepute cu atenție și a considerațiilor asociate.

De exemplu, colectoarele **108** pot să fie concepute pentru a demodula transmisiile de la dispozitivele de punct final **114** în domeniul digital folosind unul sau mai multe procesoare de semnal digital (DSP-uri). DSP-ul poate să includă (sau să primească o intrare de la) un convertor analog-digital (ADC) care produce un semnal de intrare digital care include semnale modulate pentru a transporta date, în care modularea întrebunțează frecvențe purtătoare corespondente.

DSP-ul poate demodula semnalul de intrare digital pentru a recupera datele. Anumite modalități de realizare a prezentei dezvoltări au în vedere transformarea semnalului de intrare digital în domeniul frecvenței ca parte a demodulării. Modalități de realizare mai specifice asigură transformarea aceasta cu utilizarea unei FFT. FFT poate să fie efectuată

# RO 130016 B1

1 pe o versiune decimată a semnalului de intrare digital, în care rata de decimare este depen-  
dentă de o frecvență a energiei c.a. transportată pe linia de energie electrică. Presupunând  
3 că alți parametri ai FFT, cum ar fi numărul total de eșantioane, sunt păstrați, o schimbare a  
ratei de decimare ar avea ca rezultat o schimbare a timpului dintre eșantioane. Prin modi-  
5 ficarea timpului dintre eșantioane, rata de eșantionare a intrării FFT este efectiv defazată  
pentru a supraveghea schimbările în frecvențele purtătoare, care pot să fie cauzate de  
7 schimbări ale frecvenței AC-ului.

Figura 2 ilustrează o diagramă bloc pentru un dispozitiv colector, în concordanță cu  
9 modalități de realizare a prezentei dezvoltării. Colectorul **202** include un circuit receptor **204**  
cuplat la liniile pentru distribuția energiei electrice **206**. În cazul anumitor modalități de  
11 realizare, circuitul receptor **204** poate să includă de asemenea componente de transmițător,  
adică, poate să fie de asemenea un emițător-receptor. ADC **208** transformă semnalul de la  
13 circuitul receptor **204** într-o, formă digitală.

Aspecte ale prezentei dezvoltării admit că, în timp ce ADC-urile pot să asigure rate  
15 de eșantionare înalte la costuri relative reduse, realizarea procesării semnalului la rate de  
eșantionare înalte poate să fie deosebit de complicată. Mai mult încă, decimarea de la o rată  
17 de eșantionare înaltă (supra-eșantionată) la o rată de eșantionare mai scăzută poate să  
aducă câștiguri de procesare, îmbunătățind sensibilitatea receptorului. În consecință, un  
19 modul decimator **212** poate să reducă rata de eșantionare a semnalului în conformitate cu  
o rată de decimare. Semnalul decimat poate să fie apoi furnizat la un modul pentru proce-  
21 sarea semnalului **220**. În cazuri de modalități de realizare specifice, modulul pentru proce-  
sarea semnalului **220** întrebuițează o FFT ca o parte a procesării semnalului și demodulării.  
23 De exemplu, comunicațiile datelor pot să întrebuițeze canale de frecvență ortogonală pentru  
a reduce sau pentru a elimina interferența dintre canale. FFT poate să fie desemnată să  
25 păstreze natura ortogonală a canalelor în timpul transformării atunci când frecvența canalelor  
este cunoscută. De exemplu, FFT poate să fie proiectată cu o mărime FFT care asigură ca  
27 timpul de umplere FFT să fie un număr întreg multiplu de perioadele de canal. În cazul în  
care frecvența de canal se schimbă, timpul de umplere FFT poate să nu mai fie un număr  
29 întreg multiplu de perioadele de canal. În consecință, diverse modalități de realizare a  
prezentei dezvoltării au în vedere ajustarea timpului de umplere inclusiv, de exemplu,  
31 ajustarea ratei de eșantionare a eșantioanelor întrebuițate pentru a umple tamponul FFT.

În concordanță cu modalități de realizare a prezentei dezvoltării, modulul decimator  
33 **212** este configurat pentru a opera la o rată de decimare variabilă. În felul acesta, un semnal  
digital de la un ADC care operează la o rată de eșantionare de  $N$  eșantioane/secundă care  
35 este decimat cu o rată de decimare variabilă de  $M$  produce un semnal care are o rată de  
eșantionare de  $N/M$ . În modalități de realizare specifice, rata de eșantionare  $N/M$  este variată  
37 astfel încât un număr de eșantioane, la rata de eșantionare  $N/M$ , corespunde cu un număr  
întreg multiplu de perioadele canalelor. De exemplu, o perioadă simbol folosită pentru  
39 protocoale de canal ortogonale poate să fie selectată astfel încât este un număr întreg  
multiplu de perioadele de canal. Astfel, rata de eșantionare  $N/M$  este variată pentru a asigura  
41 un număr de seturi de eșantioane pentru o perioadă simbol.

Aspecte ale prezentei dezvoltării admit că, datorită faptului că perioadele de canal  
43 sunt legate de frecvența AC-ului, rata de decimare  $M$  poate să fie de asemenea legată de  
frecvența AC-ului. Blocul ADC **208** furnizează semnalul digital detectorul pentru diferența de  
45 fază **216**. Un generator de semnal de referință **214** produce un semnal de referință care este  
de asemenea furnizat la detectorul pentru diferența de fază **216**. În concordanță cu modalități  
47 de realizare a prezentei dezvoltării, generatorul de semnal de referință **214** produce un

# RO 130016 B1

semnal de referință care are o frecvență ce este dependentă de rata de decimare a  
modulului decimator **212**. În modalități de realizare mai specifice, frecvența semnalului de  
referință corespunde cu o frecvență a c.a. care ar avea ca rezultat frecvențe de canal care  
se potrivesc cu rata decimatorului. De exemplu, dispozitivul emițător poate să genereze  
frecvențele purtătoare de canal pe baza actualei frecvențe c.a. Fac. Rata de decimare dorită  
poate deci să fie determinată ca o funcție de actuala Fac. Generatorul de semnal de referință  
**214** poate inversa acest proces și poate determina o Fac dorită de la actual rată de  
decimare. Atunci când Fac dorită (reprezentată de semnalul de referință) se potrivește cu  
Fac actual, rata decimatorului poate să fie presupusă a fi corectă; cu toate acestea, o  
nepotrivire între aceste frecvențe ar indica faptul că rata actuală de decimare trebuie să fie  
ajustată. 11

Aspecte ale prezentei dezvoltării recunosc faptul că Fac actuală nu trebuie să fie  
calculată folosind un modul pentru calcul frecvenței. Anumite modalități de realizare pot să  
compare semnalul de referință cu semnalul a.c. pentru a determina o nepotrivire a frecvenței.  
În particular, pentru detectarea diferenței de fază dintre cele două semnale poate să fie  
întrebuințat un modul **216** detector al diferenței de fază. Această diferență este apoi furnizată  
unui modul 218 pentru modificarea decimării (ratei de decimare). 17

Modulul 218 pentru modificarea decimării determină o ajustare care trebuie să fie adusă ratei  
de decimare. Această ajustare este furnizată atât modulului **214** generator de semnal de  
referință cât și modulului decimator **212**. În concordanță cu anumite modalități de realizare,  
modulul pentru modificarea decimării **218** este configurat pentru a răspunde la o schimbare  
a diferenței de fază (de exemplu, derivata diferenței de fază). Acest lucru poate să fie  
deosebit de folositor pentru simplificarea procesului de ajustare prin posibilitatea ca cele  
două semnale să se găsească în orice unghi de fază unul față de celălalt, atât timp cât  
frecvențele se potrivesc și diferența din diferența de fază nu se schimbă. 25

Figura 3 prezintă o altă diagramă bloc pentru un dispozitiv colector care poate să fie  
amplasat într-o substație de distribuție, în concordanță cu modalități de realizare a prezentei  
dezvoltării. Cu toate că aspecte ale prezentei dezvoltării nu sunt limitate la un standard  
specific de furnizare de energie electrică (de exemplu, ele se pot aplica la standarde din  
diferite țări, care sunt susceptibile la schimbări în viitor), substațiile pentru distribuția energiei  
electrice coboară energia electrică c.a. transmisă folosind trei faze. În consecință, figura 3  
prezintă ADC-uri **302** care sunt conectate la o fază respectivă. 31

În concordanță cu modalități de realizare a prezentei dezvoltării, intrarea transforma-  
torului de linie poate să fie întrebuințată ca o intrare pentru tensiunea de linie, spre deosebire  
de intrările de Fază A, Fază B, Fază C, care sunt intrările de transformator de curent utilizate  
pentru curenții de fază. Intrările de fază A-B pot să includă semnale de comunicație de la  
puncte finale. În consecință, fiecare fază este monitorizată și întrebuințată atunci când se  
primesc semnale de comunicație de la punctele finale. Componenta furnizoare de energie  
din aceste trei faze, este, totuși, dependent de încărcarea substației, care poate să varieze  
semnificativ. Tensiunea de linie, pe de altă parte, are în general o componentă de semnal  
c.a. mai stabilă și mai predictibilă. În consecință, anumite modalități de realizare utilizează  
frecvența c.a. de la tensiunea de linie pentru circuitul de reacție de control. 41

ADC-urile **302** produc fiecare o ieșire digitală la o rată înaltă de supraeșantionare.  
Decimatele variabile (pentru re-eșantionare) **304** decimează aceste semnale digitale la  
o rată de eșantionare redusă. Semnalele decimate sunt întrebuințate de către modulele de  
procesare 308. În anumite modalități de realizare, un modul de decimare fix **306** poate să  
fie implementat în plus față de decimatele variabile **304**. 47

# RO 130016 B1

1           Detectorul de fază **310** produce un semnal care reprezintă diferența de fază dintre  
semnalele digitale de la linia pentru distribuția energiei electrice și un semnal de referință  
3 produs de generatorul **316**. În cazul unei modalități de realizare particulare, generatorul de  
referință **316** este un sintetizator digital direct (DDS). În consecință, modulul detector de fază  
5 **310** detectează orice decalare de fază dintre tensiunea de linie digitizată și semnalul de  
referință. În cazul unei modalități de realizare particulare, decalarea de fază este detectată  
7 prin multiplicarea celor două semnale de intrare împreună. Rezultatul poate apoi să fie filtrat  
cu un filtru **312** (de exemplu, pentru a îndepărta zgomotul și frecvențele superioare frecvenței  
9 de bază a c.a.). Filtrul **312** poate să fie oricare dintr-un număr de diferite tipuri de filtru,  
inclusiv, dar fără a se limita în mod necesar la acestea, diferite tipuri de filtre, precum filtru  
11 trece jos, filtru trece sus, filtru oprește banda, sau filtru trece banda. Filtrul **312** poate să fie  
configurat și aranjat pentru a filtra armonice de linie și/sau componente de frecvență care  
13 sunt provocate de elementul pentru procesarea semnalului. De exemplu, ieșirea detectorului  
de fază conține suma diferenței celor două intrări, astfel încât pentru intrări de componentă  
15 care sunt apropiate de 60 Hz, ieșirea va fi un semnal care variază puțin în apropierea DC  
supraimpus cu o imagine apropiată de 120 Hz. Alte circuite de detector de fază sunt de  
17 asemenea posibile și filtrul **312** poate să fie configurat și aranjat în consecință.

Blocul derivativ **314** determină rata schimbării pentru ieșirea detectorului de fază **310**.  
19 în cazul unei modalități particulare de realizare, blocul derivativ **314** poate să fie modulat  
întrebuințând un modul controler proportional-integral-derivativ (PID). Modalitatea de  
21 realizare din figura 3 utilizează porțiunea derivativă a acestui controler ca o intrare la modulul  
**320** pentru ajustarea ratei de decimare. Ajustarea ratei de decimare este apoi folosită de  
23 către modulul 318 pentru determinarea ratei de eșantionare pentru a determina rata de  
eșantionare dorită. Semnalul derivat reprezintă o schimbare în fază, și dacă semnalul c.a.  
25 și semnalul de referință au frecvențe diferite ele pot să aibă o relație de fază care se schimbă  
în timp. După ce frecvențele sunt adaptate, diferența/unghiul de fază poate să rămână relativ  
27 constantă. În consecință, modulul **320** pentru rata de decimare poate să fie configurat pentru  
a furniza o ajustare a ratei de decimare care determină o ajustare a frecvenței semnalului  
29 de referință ceea ce contracarează faza care se schimbă. De exemplu, un unghi de fază  
crescător (valoare derivată pozitivă) poate să fie contracarat printr-o reducere a ratei de  
31 decimare. Un unghi de fază descrescător (valoare derivată negativă) poate să fie contracarat  
prin intermediul unei creșteri a ratei de decimare. Acesta este doar un exemplu, iar relația  
33 particulară dintre unghiul de fază și rata de decimare poate să fie setată funcție de cum este  
determinat unghiul de fază.

În concordanță cu modalitățile de realizare a prezentei dezvoltări, modulul derivativ  
35 **314** operează pe o porțiune a semnalului de ieșire a circuitului de reacție **312** care este în  
apropierea DC. În consecință, circuitul de reacție **312** poate să fie întrebuițat pentru a  
37 îndepărta armonice și interferența (de exemplu, porțiuni ale imaginii în apropiere de 120 Hz).  
în cazul unui exemplu nelimitativ, circuitul de reacție **312** poate să fie implementat ca un filtru  
39 trece jos, cum ar fi un filtru trece jos Butterworth cu 6 poli.

Un argument pentru selecția filtrului este reducerea întârzierii grupului crescând în  
41 același timp atenuarea armonicilor (120 Hz). De exemplu, o frecvență de colț (de exemplu,  
43 27,5 Hz) poate să fie selectată pentru a optimiza întârzierea de grup față de atenuare.  
Valorile particulare, inclusiv frecvența de colț, sunt ușor ajustabile funcție de aplicația  
45 specifică.

# RO 130016 B1

În concordanță cu anumite modalități de realizare a prezentei dezvoltări, amplitudinea intrării tensiunii de linie este pre-scalată (cum este semnalul referință) pentru a produce o ieșire a filtrului buclă **312** care se află între -1,0 și +1,0. O astfel de normalizare poate să fie deosebit de folositoare în aplicații care întrebunțează un modul controler PID, de exemplu, prin simplificarea procesului de amplificare a buclei.

Alte modalități de realizare au în vedere utilizarea uneia, sau ambelor ieșiri proporțională și integrală a modulului controler PID ca parte a circuitului de reacție de control. Ieșirea (ieșirile) suplimentare pot să fie deosebit de folositoare pentru dobândirea unei rapide legări la frecvența c.a. și/sau asigurarea unei precizii pe termen lung. Aspecte ale prezentei dezvoltări admit, totuși, că întrebunțarea părților proporțională și integrală ale reacției PID pot să complice acordarea buclei și pot uneori să crească instabilitatea. În cazul unei modalități de realizare, ieșirea modulului **320** pentru ajustarea ratei de decimare poate să fie determinată prin multiplicarea ieșirii modulului derivativ **314** cu un factor de amplificare. Pot să fie întrebunțate de asemenea algoritmi mai implicați dacă se dorește.

În cazul unei modalități particulare de realizare exemplificative și exemplare, frecvența semnalului de referință poate să fie controlată prin varierea ratei sale de eșantionare, dar, indiferent de frecvența de ieșire, generatorul de semnal de referință **316** produce întotdeauna același număr setat de cicli într-un număr setat de eșantioane. Aceasta are ca rezultat același număr de eșantioane de intrare pentru FFT-uri în numărul setat de cicli. Mai precis, aceeași rată de decimare care comandă rata de eșantionare pentru generatorul de referință **316** dirijează de asemenea rata de eșantionare pentru decimarea (re-eșantionarea) fazei A, fazei B și fazei C prin modulele de decimator variabil 304. De exemplu, frecvența c.a. care urmărește rata de re-eșantionare poate să fie reprezentată prin algoritmul  $A/(A * G * H)/(D * E * \text{frecvența c.a. actuală})$ , în care: A = rata de eșantionare (pe bază de cristal) a semnalului digital de intrare; D = o rată de decimator fixă; E = numărul de eșantioane de intrare FFT; G = perioada simbolului; și H = frecvența nominală a c.a.. Un număr de valori diferite poate să fie selectat ca putând fi corespunzător pentru aplicații (de exemplu, referitor la randamentul procesorului, memoria disponibilă și/sau lățimea de bandă de comunicare). O soluție optimă pentru o aplicație data poate să se bazeze de asemenea pe puterea emițătorului, zgomotul canalului și rata de eroare de bit dorită. Acești factori pot să fie deosebit de relevanți pentru selecția unei perioade simbol și a numărului aferent de ieșire DDS de referință per perioadă de simbol.

Aceste semnale și logicul asociat și funcționalitatea descrisă în conexiune cu figurile pot să fie implementate într-un număr de diferite moduri. În afară de cazul în care este altfel indicat, diverse sisteme de destinație generală și/sau circuite logice pot să fie întrebunțate cu programe în conformitate cu cunoștințele din cele de față, sau se pot dovedi utile pentru a construi un aparat și mai specializat care să execute metoda cerută. De exemplu, în conformitate cu prezenta dezvoltare, una sau mai multe dintre metode poate să fie implementată în cadrul unui circuit nemodificabil prin programarea unui procesor de destinație generală, unui alt circuit logic complet sau semi-programabil și/sau prin combinarea unui astfel de hardware și a unui procesor de destinație generală configurat cu software. În consecință, diversele componente și procese arătate în cadrul figurilor pot să fie implementate într-o varietate de forme pe bază de circuit, cum ar fi cele prin întrebunțarea de module care procesează date.

Este cunoscut faptul că aspecte ale dezvoltării pot să fie puse în practică cu configurații de sistem pe bază de calculator/procesor, altele decât cele descrise în mod expres în cele de față. Structura cerută pentru multe dintre aceste sisteme și circuite va fi evidentă din aplicația avută în vedere și din descrierea de mai sus.

# RO 130016 B1

1 Diversii termeni și diversele tehnici sunt utilizate de către specialiștii în tehnica din  
domeniu pentru a descrie aspecte care se referă la una sau la mai multe comunicații,  
3 protocoale, aplicații, implementări și mecanisme. O astfel de tehnică este descrierea unei  
implementări a unei tehnici exprimată în termenii unui algoritm sau ai unei expresii  
5 matematice. În timp ce astfel de tehnici pot să fie implementate, de exemplu, prin executarea  
codului pe un calculator, expresia acelei tehnici poate fi transformată și comunicată ca o  
7 formulă, algoritm, sau expresie matematică.

De exemplu, un bloc care desemnează "C=A+B" ca o funcție aditivă implementată  
9 în hardware și/sau software ieșire însumată (C) ca și în circuitele logice combinatoriale.  
Astfel, întrebuintarea formulei, algoritmului, sau a expresiei matematice ca descrieri trebuie  
11 să fie înțeleasă ca având o întrerupare fizică cel puțin în hardware (cum ar fi un procesor în  
care tehnicile prezentei dezvoltării pot să fie puse în parctică și de asemenea implementate  
13 ca modalitate de realizare).

În anumite modalități, instrucțiunile executabile de către calculator sunt stocate pentru  
15 executare într-o manieră în concordanță cu una sau cu mai multe dintre metodele prezentei  
dezvoltării. Instrucțiunile pot să fie folosite pentru a face ca un processor de destinație  
17 generală sau de destinație specială care este programat cu instrucțiunile să realizeze pașii  
metodei. Pașii pot să fie realizați de către componente de hardware specifice care au în  
19 componență logic nemodificabil pentru efectuarea pașilor, sau prin orice combinație de  
componente de calculator programate și de component hardware obișnuite.

În cazul unora dintre modalitățile de realizare, aspecte ale prezentei dezvoltării pot să  
21 fie furnizate ca un produs program de calculator, care poate să includă un mediu citibil de  
către calculator, care are stocate în interior instrucțiuni, care pot să fie utilizate pentru a  
23 programa un calculator (sau alte dispozitive electronice) ca să efectueze un proces în  
conformitate cu prezenta dezvoltare. În consecință, mediul citibil pe calculator include orice  
25 tip de medii/mediu citibil de către calculator corespunzător pentru stocarea instrucțiunilor  
electronice.

Diversele modalități de realizare descrise în cele de mai sus sunt puse la dispoziție  
29 ca modalitate de ilustrare și nu trebuie avute în vedere ca limitând dezvoltarea. Pe baza  
discuției de mai sus și a ilustrațiilor, specialiștii în tehnica din domeniu vor recunoaște cu  
31 ușurință faptul că modalitățile de realizare pot să fie aplicabile unui număr de aplicații care  
implică transmisia de date prin intermediul liniilor pentru distribuția de energie. Pot să fie  
33 făcute diverse modificări și schimbări fără a urma cu strictețe modalitățile de realizare cu  
caracter de exemplificare ilustrate și descrise în cele de față.

De exemplu, astfel de modificări pot să includă variante ale mecanismelor pentru  
35 sincronizarea (și/sau urmărirea) frecvenței liniei de c.a.. Astfel de modificări și schimbări nu  
se depărtează de la spiritul și domeniul prezentei dezvoltării, inclusiv aspectele expuse în  
37 revendicările care urmează.

# RO 130016 B1

## Revendicări

1. Aparat de procesare semnale digitale pentru comunicații PLC, folosind liniile de distribuție a energiei electrice, aparat, realizat pe bază de circuite, având în componență: 3
- un circuit de emițător-receptor (**204**) configurat și dispus pentru a comunica prin intermediul liniilor (**116**) de distribuție a energiei electrice, care transportă energie electrică utilizând un semnal de c.a.; 7
  - unul sau mai multe circuite de procesare (**108, 202**) configurate și dispuse pentru a furniza un modul convertor analogic-digital CAD (**208**), configurat pentru a genera un semnal digital de intrare pornind de la un semnal analogic care a fost recepționat la circuitul emițător-receptor (**204**) menționat; 11
- caracterizat prin aceea ca** mai are în alcătuire:
- un modul de subeșantionare (**212**), configurat pentru a produce un semnal digital de intrare subeșantionat, ca răspuns la o rată de subeșantionare, variabilă; 13
  - un modul generator semnal referință (**214**), configurat pentru a genera un semnal de referință având o frecvență dată de rata de subeșantionare, menționată, ca rezultat al ratei de subeșantionare; și 17
  - un modul modificare subeșantionare (**218**) configurat și dispus pentru a modifica rata de subeșantionare, ca răspuns la indicarea unei schimbări în ceea ce privește diferența de fază dintre semnalul de referință și semnalul de c.a., pentru a contracara diferența de fază. 19
2. Aparat, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** modulul generator semnal referință (**214**) este configurat și dispus pentru a genera semnalul de referință menționat, folosind un sintetizator digital direct, SDD. 21
3. Aparat, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** modulul de subeșantionare (**212**) este configurat și dispus pentru a stabili rata de subeșantionare, menționată, pentru fiecare perioadă a semnalului de c.a., la un număr fix de eșantioane de intrare FFT per perioadă. 27
4. Aparat, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** modulul modificare subeșantionare (**218**) pentru modificarea subeșantionării este configurat și dispus pentru a stabili rata de subeșantionare, menționată, pentru fiecare simbol transmis, la un număr fix de eșantioane de intrare FFT per simbol. 31
5. Aparat, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, în plus, un modul de procesare semnal (**220**) este configurat și dispus pentru a demodula semnalul digital de intrare, subeșantionat. 33
6. Aparat, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, în plus, un modul de procesare semnal (**220**) este configurat și dispus pentru a demodula semnalul digital de intrare, subeșantionat, în conformitate cu o tehnică de alocare spectrală cu acces multiplu cu diviziune în frecvență ortogonală OFDMA. 37
7. Aparat, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, în plus, unul sau mai multe circuite de procesare (**108, 202**) sunt configurate și dispuse pentru a asigura module în paralel pentru diverse canale care au frecvențe purtătoare diferite. 41
8. Aparat, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, în plus, unul sau mai multe circuite de procesare (**108, 202**) sunt configurate și dispuse pentru a asigura un modul de derivare (**314**) configurat și dispus pentru a indica o schimbare în ceea ce privește diferența de fază dintre semnalul de referință și semnalul de c.a.. 45

# RO 130016 B1

1           9. Aparat, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, în plus, acel unul sau  
mai multe circuite de procesare (**108, 202**) sunt configurate și dispuse pentru a asigura un  
3 modul de controler proporțional-integral-derivativ PID, în care respectivul modul de controler  
proporțional-integral-derivativ PID este configurat și dispus pentru a indica o schimbare în  
5 ceea ce privește diferența de fază dintre semnalul de referință și semnalul de c.a..

10. Aparat, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, în plus, acel unul sau  
7 mai multe circuite de procesare (**108, 202**) sunt configurate și dispuse pentru a asigura un  
modul de subeșantionare fixă, care realizează subeșantionarea semnalului digital de intrare,  
9 conform unei rate de eșantionare fixe.

11. Metodă de procesare semnale digitale pentru comunicații PLC, folosind liniile de  
11 distribuție a energiei electrice, metodă ce cuprinde:

13           - conversia într-un format digital, utilizând un modul convertor analogic-digital CAD  
(**208**), a unui semnal de intrare analogic provenit de la liniile (**116**) de distribuție a energiei  
electrice, care transportă energie electrică, folosind c.a.;

15           - utilizarea unui circuit de procesare (**108, 202**) în scopul de a  
17           - discrimina semnalul digital de intrare, în conformitate cu o anumită rată de  
subeșantionare;

19           - genera un semnal de referință ca răspuns la o anumită rată de subeșantionare;  
- detecta o schimbare în ceea ce privește diferența de fază dintre semnalul de c.a.  
și semnalul de referință; și

21           - modifica rata de subeșantionare, ca răspuns la detectarea unei schimbări în ceea  
ce privește diferența de fază, pentru a contracara schimbarea detectată referitoare la  
23 diferența de fază.

12. Metodă, conform revendicării 11, **caracterizată prin aceea că**, utilizând un circuit  
25 de procesare (**108, 202**) pentru a subeșantiona semnalul digital de intrare, include  
producerea unui semnal de subeșantionare care are o rată de eșantionare ce ține cont de  
27 schimbările de frecvență în ceea ce privește frecvențele purtătoare de canal, cauzate de  
schimbările corespondente referitoare la frecvența semnalului de c.a..

13. Metodă, conform revendicării 11, **caracterizată prin aceea că**, utilizând un circuit  
de procesare (**108, 202**) mai include detectarea unei schimbări în ceea ce privește diferența  
31 de fază, prin multiplicarea unui semnal digital subeșantionat, cu semnalul de referință  
menționat.

14. Metodă, conform revendicării 11, **caracterizată prin aceea că**, utilizând un circuit  
de procesare (**108, 202**) mai include detectarea schimbării referitoare la diferența de fază,  
35 prin multiplicarea unui semnal digital subeșantionat, cu semnalul de referință menționat și  
aplicarea unui filtru la ieșire, după efectuarea multiplicării.

15. Metodă, conform revendicării 11, **caracterizată prin aceea că**, utilizând un circuit  
de procesare (**108, 202**) mai include generarea semnalului de referință menționat prin  
39 ajustarea respectivului semnal de referință la o valoare a frecvenței care corelează  
frecvențele purtătoare ale canalelor virtuale, în ceea ce privește frecvența semnalului de  
41 referință, cu rata de subeșantionare.

16. Metodă, conform revendicării 11, **caracterizată prin aceea că**, utilizând un circuit  
43 de procesare (**108, 202**) mai include demodularea simbolurilor modulate în conformitate una  
dintre modulările de tip defazaj în cod de fază multiton, MTPSK, sau defazaj în cod de  
45 frecvență multiton, MTFSK, în care demodulare se utilizează semnalul digital de intrare,  
subeșantionat.



# RO 130016 B1

17. Metodă, conform revendicării 11, **caracterizată prin aceea că**, utilizând un circuit de procesare (**108, 202**) mai include demodularea semnalului digital de intrare, subeșantionat, în conformitate cu o tehnică de alocare spectrală cu acces multiplu cu diviziune în frecvență ortogonală, OFDMA. 1  
3
18. Metodă, conform revendicării 11, **caracterizată prin aceea că**, utilizând un circuit de procesare (**108, 202**) mai include modificarea ratei de subeșantionare pentru a contracara pierderea spectrală cauzată de lipsa unei corelații în ceea ce privește timpul de umplere FFT și frecvențele purtătoare de canal. 5  
7

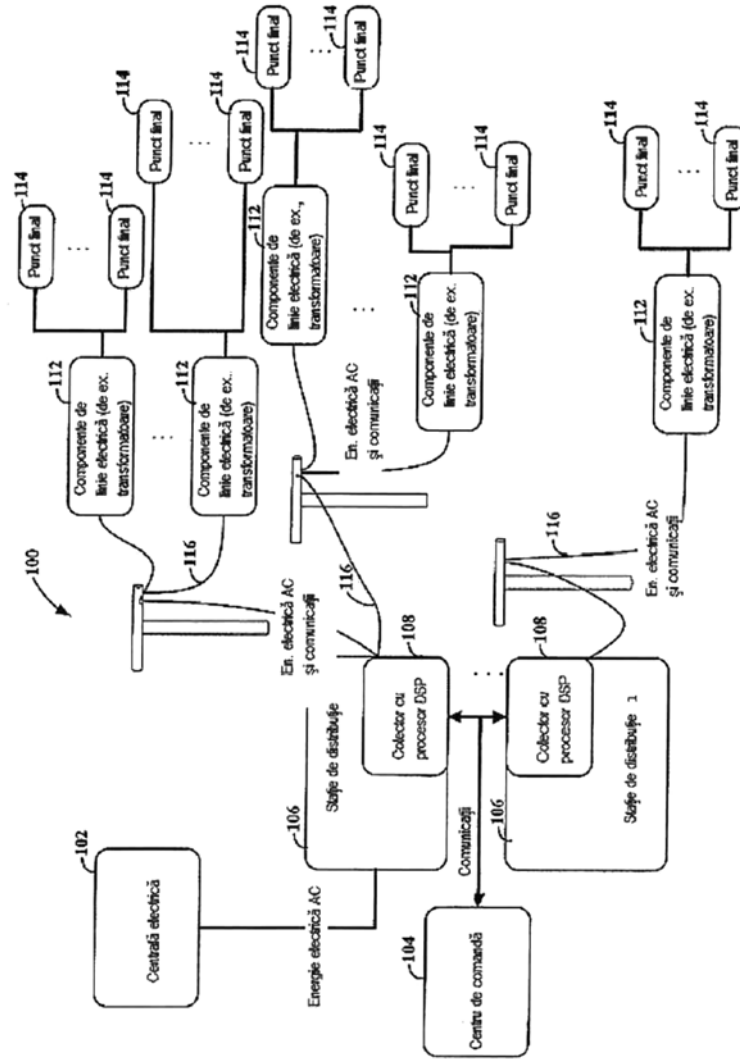


Fig. 1

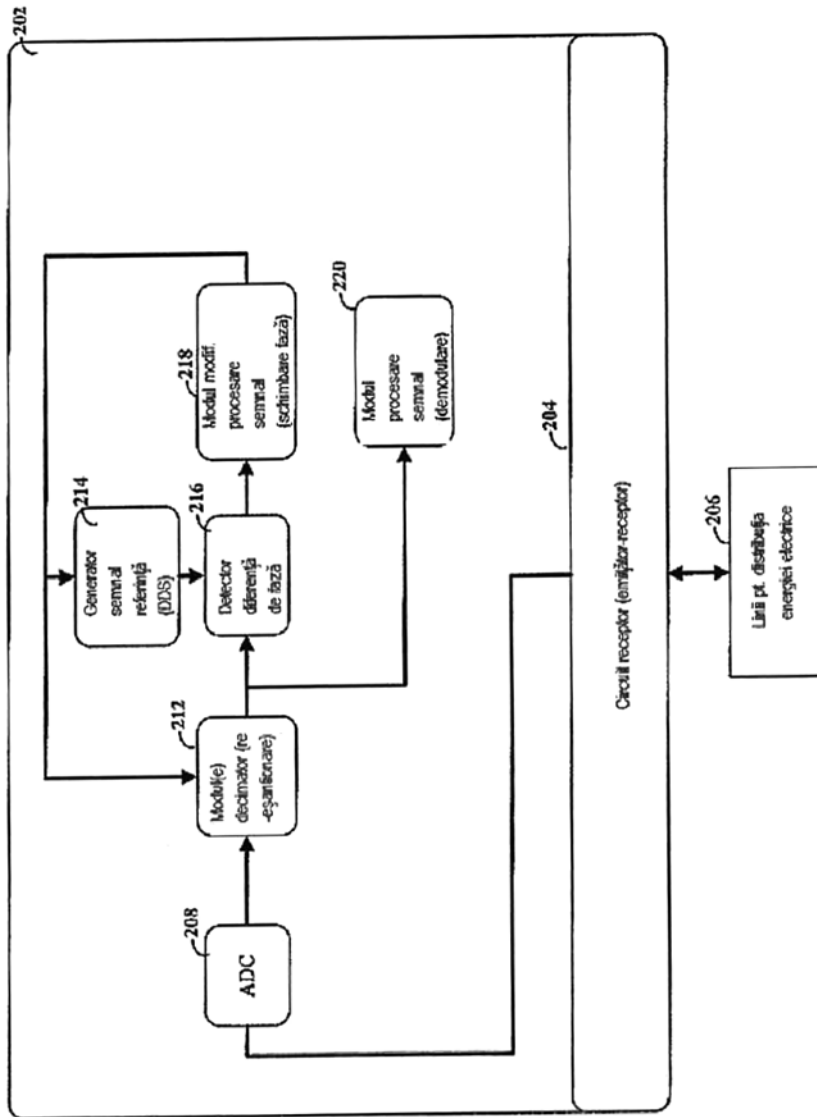


Fig. 2

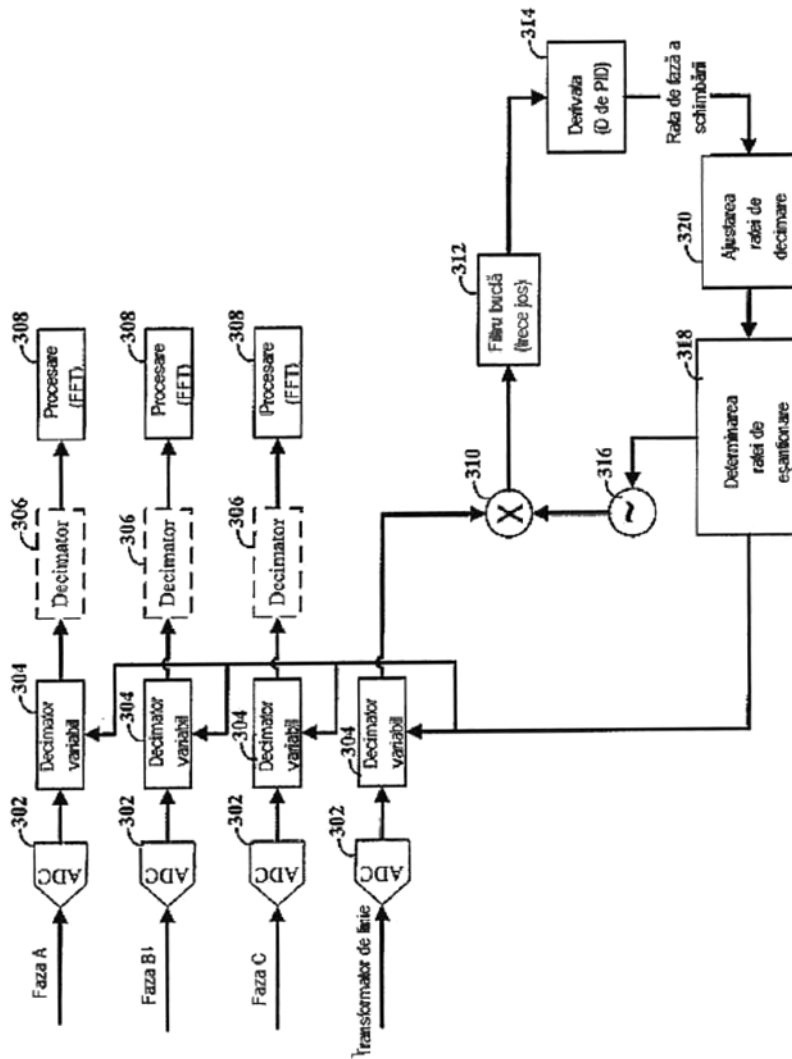


Fig. 3

