



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2014 00477**

(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 13/335,399**

(41) Data publicării cererii:

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

(86) Cerere internațională PCT:

Nr. **US 2012/069879** **14/12/2012**

(87) Publicare internațională:

Nr. **WO 2013/096132** **27/06/2013**

(73) Titular:

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

(72) Inventatori:

• **MORRIS MICHEAL D.,** **17679 BROWNS**  
**LN, BRAINERD, MN, US;**  
• **PELLETIER DALE SCOTT,** **13590**  
**KIMBERLY RD, CROSSLAKE, 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 2011/0051820 A1; US 2010/0289578 A1;**  
**US 2011/0200123 A1; US 2011/0206140 A1;**  
**US 2006/0038662 A1**

(54) **TRANSMIȚĂTOR ȘI METODĂ PENTRU COMUNICAȚIA  
PRIN LINIA PENTRU TRANSPORTUL ENERGIEI ELECTRICE**



# RO 130027 B1

1            Prezenta invenție se referă la un transmițător și la o metodă pentru comunicația prin  
linia pentru transportul energiei electrice.

3            Prezenta cerere de brevet de invenție revendică prioritatea cererii de brevet  
**US 13/334502**, depusă la data de 22.12.2011, al cărei conținut este inclus în totalitate prin  
5 referință.

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

17            Furnizorii de comunicații pot să utilizeze o rețea de comunicații distribuită pentru a  
furniza servicii de comunicații către abonații lor. În mod similar, companiile de energie  
19 electrică întrebunțează o rețea de linii pentru transportul energiei electrice, aparate de  
măsură și alte elemente de rețea pentru a furniza energie electrică consumatorilor dintr-o  
21 regiune geografică și pentru a primi date de la amplasamentele de consumator (de exemplu,  
inclusiv, dar fără a se limita la acestea, date privind consumul măsurat de energie electrică).  
23 Un sistem poate să asigure aceste funcții de raportare folosind un set de dispozitive  
colectoare de date (colectoare) care sunt proiectate pentru a comunica cu dispozitivele de  
25 punct final apropiate. Cu toate acestea, comunicarea de date între un centru de comandă,  
colectoare și mai multe mii de dispozitive de punct final prin intermediul liniilor pentru  
27 transportul energiei electrice poate să fie o chestiune deosebit de provocatoare. Numărul  
total de dispozitive de punct final contribuie la o mulțime de probleme care includ, fără a se  
29 limita la acestea, sincronizarea, lățimea de bandă de comunicare, preocupările pentru costuri  
cum ar fi eficiența energetică a dispozitivelor. Eficiența energetică poate să fie o preocupare  
31 deosebită pentru dispozitivele de punct final configurate pentru a continua comunicarea  
datelor ca răspuns la întreruperile curentului.

33            Prezenta dezvăluire are în vedere sisteme și metode pentru pentru utilizarea cu  
comunicații coordonate între dispozitive și prin intermediul liniilor pentru transportul energiei  
35 electrice. Aceste aspecte cât și altele ale prezentei dezvăluiri sunt exemplificate printr-un  
număr de implementări și aplicații ilustrate, unele dintre acestea fiind prezentate în figuri și  
37 caracterizate în cadrul secțiunii de revendicări care urmează.

In cazul unei modalități de realizare, un circuit transmițător furnizează transmisia de date de  
39 la dispozitive de punct final către dispozitivele colectoare prin intermediul liniilor pentru  
distribuția energiei electrice. Transmițătorul include un circuit de amplificator configurat  
41 pentru a primi și transforma un prim semnal de date într-un semnal codat în modulație de  
densitate de impuls (PDM) care folosește impulsuri de frecvență înaltă care introduc  
43 componente de înaltă frecvență. Un filtru frece jos al transmițătorului este configurat pentru  
a filtra componentele de frecvență înaltă ale semnalului codat PDM pentru a produce un al  
45 doilea semnal de date, care este o amplificare a primului semnal de date. Este configurat un  
circuit de cuplare a transmițătorului pentru a cupla comunicativ cel de-al doilea semnal de  
47 date de la filtrul frece jos la liniile pentru distribuția energiei electrice. Circuitul de cuplare  
filtrează frecvența c.a. a liniilor pentru distribuția energiei electrice și împiedică ca tensiunea  
49 ridicată a liniilor pentru distribuția energiei electrice să deterioreze circuitul transmițător.

# RO 130027 B1

În cazul unei alte modalități de realizare, este pusă la dispoziție o metodă pentru comunicarea de date prin intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice întrebuintând c.a.. Un prim semnal de date este amplificat prin intermediul unui circuit de procesare prin transformarea primului semnal de date într-un semnal codat PDM și filtrarea componentelor de frecvență înaltă ale semnalului codat PDM pentru a produce un al doilea semnal de date amplificat. Semnalul de date amplificat este comunicat de la circuitul de prelucrare către liniile pentru distribuția energiei electrice, în timp ce se filtrează frecvența liniei pentru transportul energiei electrice și este împiedicată deteriorarea circuitului de prelucrare de către tensiunea ridicată a liniilor pentru distribuția energiei electrice.

Descrierea pe scurt de mai sus nu are în intenție să descrie fiecare modalitate de realizare ilustrată sau fiecare implementare a prezentei dezvoltării. Figurile și descrierea detaliată care urmează, inclusiv cea descrisă în revendicările anexate, descriu în special câteva dintre aceste modalități de realizare.

Diversele exemple de modalități de realizare pot să fie înțelese în întregime luând în considerare descrierea detaliată care urmează, în legătură cu desenele însoțitoare, în care:

- fig. 1A este o diagramă bloc a unui mediu rețea care are puncte finale configurate pentru transmisia de date prin intermediul unei rețele pentru distribuția energiei electrice, compatibilă cu una sau cu mai multe modalități de realizare a prezentei dezvoltării;

- fig. 1B este o diagramă bloc a unui circuit transmițător inclus în mediul rețea prezentat în fig. 1A, compatibil cu una sau cu mai multe modalități de realizare a prezentei dezvoltării;

- fig. 2 este o diagramă bloc a unui circuit transmițător de punct final, compatibil cu una sau cu mai multe modalități de realizare a prezentei dezvoltării;

- fig. 3 este o diagramă bloc a circuitului transmițător de punct final prezentat în fig. 2 adaptat pentru configurarea automată a amplificării, compatibilă cu una sau cu mai multe modalități de realizare a prezentei dezvoltării; și

- fig. 4 prezintă o schemă logică a unei metode pentru transmiterea de date prin intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice, compatibilă cu una sau cu mai multe modalități de realizare a prezentei dezvoltării.

Dat fiind faptul că dezvoltarea poate să fie supusă la diverse modificări și forme alternative, exemple ale acestora au fost prezentate cu titlu de exemplu în desene și vor fi descrise în detaliu. Trebuie să fie înțeles, totuși, că intenția nu este aceea de 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 în spiritul și domeniul dezvoltării.

Aspecte ale prezentei dezvoltării sunt presupuse a fi aplicabile unei diversități de diferite tipuri de dispozitive, sisteme și aranjamente pentru coordonarea comunicațiilor dintre mai multe niveluri de dispozitive care utilizează liniile pentru distribuția energiei electrice în calitate de purtătoare de comunicații. Dat fiind faptul că prezenta dezvoltare nu este în mod necesar limitabilă la astfel de aplicații, diverse aspecte ale dezvoltării pot să fie înțelese prin intermediul unei discuții a diverselor exemple care întrebuintează acest context. Modalități de realizare cu caracter de exemplificare ale acestei dezvoltării includ diferite metode și circuite pentru procesarea și transmiterea de semnale de date. Compatibile cu prezenta dezvoltare, anumite modalități de realizare au în vedere circuite de transmițător care pot să fie întrebuintate în dispozitivele de punct final pentru comunicarea prin intermediul liniilor pentru distribuția de energie electrică.

# RO 130027 B1

1 Una sau mai multe modalități de realizare pun la dispoziție un transmițător de energie  
2 eficient. Un circuit de amplificator al transmițătorului transformă un prim semnal de date  
3 într-un semnal codat în modulație de densitate de impuls (PDM). PDM este o formă de  
4 modulație întrebuințată pentru a reprezenta un semnal analog sub o formă digital binară. În  
5 cazul unei codări PDM, valorile de amplitudine specifice ale semnalului analog sunt repre-  
6 zentate prin densitatea relativă a impulsurilor de date binare. Modularea lății de impuls  
7 (PWM) este un tip de codare PDM, în care impulsurile sunt distanțate egal în timp cu o  
8 distanță care corespunde cu o rată de eșantionare sau o frecvență de codare. Amplitudinea  
9 fiecărui eșantion este reprezentată de către lățimea impulsului corespondent. Codarea PDM  
10 permite semnalului să fie ușor amplificat în forma binară. În unele dintre modalitățile de  
11 realizare, semnalul PDM codat poate să fie amplificat pe durata procesului de codare PDM.

12 Un filtru trece jos al transmițătorului este întrebuințat în continuare pentru a filtra  
13 componentele de înaltă frecvență ale semnalului codat PDM pentru a produce o versiune  
14 amplificată a primului semnal de date inițial. Un circuit de cuplare al transmițătorului este  
15 configurat pentru a cupla comunicativ semnalul de date amplificat de la filtrul trece jos la  
16 liniile pentru distribuția de energie electrică. Circuitul de cuplare filtrează frecvența c.a. a  
17 liniilor pentru distribuție de energie electrică și împiedică deteriorarea transmițătorului de  
18 către tensiunile ridicate din liniile pentru distribuția de energie electrică.

19 În unele dintre modalitățile de realizare, codarea PDM este realizată prin utilizarea  
20 unui amplificator de Clasa D. Un amplificator de clasa D este un amplificator de comutare,  
21 în care semnalul de ieșire este fie în întregime admis, fie în întregime oprit. Această carac-  
22 teristică este folositoare în codarea semnalelor binare, cum ar fi codarea PDM, și reduce în  
23 mod semnificativ consumul de putere în comparație cu un amplificator liniar, care este  
24 întrebuințat pentru amplificarea semnalelor analoge.

25 Codarea PDM întrebuințează o frecvență de rată de impuls care este mai mare decât  
26 o frecvență a primului semnal de date, ceea ce permite filtrului trece jos să îndepărteze  
27 componentele de frecvență ridicată ale semnalului codat PDM să producă o versiune ampli-  
28 ficată a semnalului de date inițial. În același fel, rata de impuls poate de asemenea să fie  
29 setată ca să fie mai mare decât frecvența c.a. a liniilor pentru distribuția de energie electrică  
30 astfel încât filtrarea trece sus poate să fie întrebuințată pentru a comunica semnalul de date  
31 amplificat către liniile pentru distribuția energiei electrice în timp ce se filtrează frecvențele  
32 c.a. de la transmițător.

33 În unele dintre implementări, transmițătorul poate să fie configurabil pentru a  
34 întrebuința frecvențe purtătoare diferite dintre mai multe frecvențe purtătoare. În unele dintre  
35 modalitățile de realizare, transmițătorul este configurat pentru a ajusta amplificarea trans-  
36 mițătorului la un nivel corespunzător pentru o frecvență selectată dintre mai multe frecvențe  
37 purtătoare. Transmițătorul include un circuit pentru a selecta una dintre mai multe frecvențe  
38 purtătoare și pentru a modula semnalul purtător pentru a coda biți de date în scopul  
39 producerii primului semnal de date. Un circuit al transmițătorului pentru detectarea curentului  
40 este configurat în sensul detectării curentului furnizat către liniile pentru distribuția de energie  
41 electric de la circuitul de cuplare. Un circuit de reacție inversă ajustează amplificarea  
42 circuitului amplificator ca o funcție de curentul detectat și de frecvența selectată dintre mai  
43 multe frecvențe purtătoare.

44 În concordanță cu diverse modalități de realizare a prezentei dezvăluiri, liniile pentru  
45 distribuția energiei electrice pot să transporte energie electrică care este furnizată de una  
46 sau de mai multe centrale generatoare (centrale electrice) către amplasamentele consu-  
47 matorilor rezidențiali și comerciali deopotrivă. Centralele generatoare întrebuințează curentul

# RO 130027 B1

alternativ c.a. pentru a transmite energia pe distanțe lungi prin intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice. Transmiterea la distanță poate să fie realizată cu folosirea unei tensiuni relativ ridicate. Substațiile localizate în apropierea consumatorilor asigură o coborâre de la tensiunea înaltă la o tensiune mai joasă (de exemplu, folosind transformatoare). Liniile pentru distribuția energiei electrice transportă această tensiune mai coborâtă de c.a. de la substații către amplasamentele consumatorilor. Funcție de rețeaua de distribuție, tensiunile și frecvențele c.a. exacte pot să varieze. De exemplu, tensiunile pot să se găsească, în general, în intervalul 100-480 V (exprimate ca tensiune rădăcină medie pătratică) cu două frecvențe întrebuintate în mod obișnuit de 50 Hz și de 60 Hz. În Statele Unite, de exemplu, o rețea de distribuție poate să furnizeze consumatorului 120 V și/sau 480 V la 60 Hz.

Fig. 1A este o diagramă bloc a mediului de rețea pentru comunicarea prin linia pentru transportul energiei electrice (PLC) **100** în care transmițătoarele de punct final **103** comunică date cu unitățile colectoare, în concordanță cu modalitățile de realizare a prezentei dezvoltării. Mediul rețea **100** include o rețea de serviciu **101** în care sunt cuplate mai multe dispozitive de punct final **102a-102f** (de exemplu, cuplate comunicativ) cu unitățile colectoare **104a, 104b**. În concordanță cu modalitățile de realizare a prezentei dezvoltării, punctele finale **102** pot să furnizeze date de la aparatura de măsurare. De exemplu, pot să fie furnizate date de la contoarele de energie electrică, de la contoarele de gaze și/sau de la contoarele de apă, care sunt instalate în rețelele respective pentru distribuția gazelor și a apei. Pentru ușurința descrierii, modalitățile de realizare și exemplele sunt descrise în principal cu referire la punctele finale **102** ca furnizoare de măsurarea datelor de utilități (de exemplu, energia electrică) prin intermediul unei rețele pentru distribuția energiei electrice. Cu toate acestea, modalitățile de realizare nu sunt astfel limitate și este de înțeles că și alte date pot de asemenea să fie comunicate de asemenea de către dispozitivele de punct final.

Comunicarea datelor prin intermediul rețelelor pentru distribuția utilităților este dificilă din cauza mediilor de transmitere și a numărului total de dispozitive de punct final, ceea ce contribuie la mai multe probleme printre care sincronizarea, lățimea de bandă pentru comunicare și costurile implicate. De exemplu, transmițătoarele de date pentru liniile de distribuție trebuie să aibă posibilitatea de a lucra cu tensiunile ridicate care sunt inerent prezente pe liniile pentru transportul energiei electrice. De asemenea, este adesea disponibilă pentru transmisie o lățime de bandă de frecvență mai joasă. În cazul uneia sau al mai multor modalități de realizare, transmițătoarele de punct final **103** sunt configurate pentru a folosi avantajul transmisiei în benzile de frecvență joasă, disponibile pentru multe medii de transmitere de utilități, pentru a pune la dispoziție o transmisie eficientă energetic a semnalelor de date dintr-o astfel de rețea. După cum este explicat cu referire la fig. 1B de mai jos, transmițătoarele de punct final pot coda semnalele de date de frecvență joasă folosind codarea PDM, ceea ce dă posibilitatea ca semnalele să fie cu ușurință decodate folosind filtrarea trece jos la un moment ulterior.

Rețeaua pentru distribuția energiei electrice **100** prezentată în fig. 1A poate să prezinte de asemenea schimbări dinamice de impedanță care pot să facă dificilă comunicarea din cauza adăugării și scoaterii altor dispozitive de punct final **102**, reconfigurării rețelei pentru a echilibra sarcinile de energie (prin comutatorul **105**), reconfigurarea benzilor de frecvență alocate transmițătoarelor, factorilor de mediu (de exemplu, gheață de liniile pentru transmiterea energiei electrice), etc. Drept rezultat al schimbărilor de impedanță a rețelei, transmițătoarele de punct final **103** pot să necesite să ajusteze amplitudinea semnalelor transmise către colectoarele **104**. După cum s-a discutat cu referire la fig. 3 de mai jos, în cazul uneia sau al mai multor modalități de realizare, transmițătorul de punct final **103** poate să fie de asemenea configurat pentru a detecta și pentru a regla amplificarea transmițătorului **103** ca răspuns la schimbările de impedanță.

# RO 130027 B1

1 Punctele finale **102** pot să fie implementate pentru a monitoriza și pentru a raporta  
diverse caracteristici de funcționare ale rețelei de serviciu **101**. De exemplu, în cadrul unei  
3 rețele pentru distribuția energiei electrice, aparatele de măsură pot să monitorizeze  
caracteristicile legate de consumul de energie electrică din rețea, inclusiv, de exemplu,  
5 consumul mediu sau total de energie electrică, supratensiunile energiei electrice, căderile  
de energie electrică și schimbările de sarcină, printre alte caracteristici. În cadrul rețelelor  
7 pentru distribuția gazelor și apei, aparatele de măsură pot măsura caracteristicile similare  
care sunt legate de consumul de gaze și apă (de exemplu, debitul total și presiunea).

9 Atunci când punctele finale **102** sunt implementate ca aparate de măsurare a energiei  
electrice într-o rețea pentru distribuția energiei electrice, contoarele pentru energia electrică  
11 transmit date de raportare care specifică informația de măsurare actualizată care poate să  
includă măsurări ale consumului total de energie electrică, consumul de energie electrică  
13 pentru o perioadă de timp specificată, consumul de vârf de energie electrică, tensiunea  
instantanee, tensiunea de vârf, tensiunea minimă și alte mărimi măsurate legate de  
15 consumul de energie electrică și de administrarea energiei electrice (de exemplu, informația  
de sarcină). Fiecare dintre contoarele de energie electrică poate să transmit de asemenea  
17 alte date, cum ar fi date de stare (de exemplu, operarea într-un anumit mod de funcționare,  
modul de urgență pentru energie electrică, sau alte date de stare cum ar fi o stare de  
19 revenire după o întrerupere a energiei electrice).

În fig. 1, punctele finale **102a-102c** și **102d-102f** transmit date prin intermediul liniilor  
21 pentru distribuția de energie electrică către unitățile de colectare, respectiv **104a**, **104b**.  
Unitățile de colectare **104** pot să includă circuite (de exemplu, inclusiv unul sau mai multe  
23 procesoare de date) care sunt configurate și aranjate pentru a comunica cu punctele finale  
prin intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice. Unitățile colectoare **104** pot să  
25 includă de asemenea circuite pentru interfațarea cu un centru de comandă **112** la un centru  
de utilități local sau într-o altă locație. Interfața cu central de comandă **112** poate să fie  
27 implementată folosind o varietate de rețele de comunicații, inclusiv, dar fără a se limita la  
aceasta, o rețea generală de date (WAN) cu folosirea Ethernet-ului.

În conformitate cu anumite modalități de realizare a prezentei dezvăluiri, colectoarele  
29 pot să fie instalate în centralele electrice, în substațiile electrice, transformatoare, etc., pentru  
a controla comunicația bidirecțională dintre central de comandă **112** (de exemplu, amplasat  
31 la un centru pentru utilități) și punctele finale (de exemplu, amplasate în locațiile supuse  
contorizării de la amplasamentele de consumator). Această trimitere și primire de mesaje  
33 poate să fie în legătură cu un singur punct final, sau poate să fie difuzată simultan la un grup  
de puncte finale sau chiar poate să fie trimisă la toate punctele finale conectate la colec-  
35 toarele **104**. În concordanță cu anumite modalități de realizare, colectoarele **104** sunt cons-  
37 truite în conformitate cu specificațiile unui calculator din categoria calculatoarelor industriale,  
în scopul de a rezista în mediul aspru al unei substații.

În anumite modalități de realizare a prezentei dezvăluiri, un colector **104** poate să  
39 primească date de la multe puncte finale diferite **102** în timp ce stochează datele într-o bază  
de date locală. În unele dintre modalitățile de realizare, un colector poate acționa pe baza  
41 datelor care au fost primite de la punctele finale și să transmit datele primite de la punctele  
43 finale la un centru de comandă **112**. De exemplu, într-o rețea PLC, centrul de comandă **112**  
poate să primească date care indică faptul că consumul de energie electric este semnificativ  
45 mai ridicat într-o anumită porțiune a rețelei decât în alte porțiuni ale rețelei de energie elec-  
47 trică. Pe baza acestor date, centrul de comandă **112** poate să aloce resurse suplimentare  
către acea anumită porțiune a rețelei (adică, echilibrare de sarcină) sau să furnizeze date  
49 care specifică faptul că există un consum de energie electrică crescut într-o anumită  
porțiune, specificată, a rețelei de energie electrică.

# RO 130027 B1

În concordanță cu anumite modalități de realizare, centrul de comandă **112** furnizează o interfață care permite dispozitivelor de utilizator **118** să acceseze datele primite de către centrul de comandă **112** prin intermediul rețelei de date **110**. De exemplu, dispozitivele de utilizator **118** ar putea să fie deținute de către operatorul furnizor de utilități, de către personalul de întreținere și/sau de către clienții furnizorului de utilități. De exemplu, datele care identifică consumul crescut de energie electrică descrise în cele de mai sus pot să fie furnizate la un dispozitiv de utilizator **118**, care poate, la rândul său, să determine o acțiune corespunzătoare care privește consumul crescut. În mod suplimentar, datele care identifică o măsurare a timpului de utilizare și/sau o măsurare cerută a vârfului pot să fie de asemenea furnizate către dispozitivul de utilizator **118**. În mod similar, în cazul în care a avut loc o întrerupere a energiei electrice, centrul de comandă **112** poate să furnizeze date către dispozitivele de utilizator **118** care sunt accesibile consumatorilor pentru a furniza informație care se referă la existența întreruperii și să furnizeze în mod potențial informația care estimează durata întreruperii.

Rețeaua de date **110** poate să fie o rețea de arie largă (WAN), o rețea de arie locală (LAN), internetul, sau orice altă rețea de comunicație. Rețeaua de date **110** poate să fie implementată ca o rețea prin cablu sau fără fir. Rețelele prin cablu pot să includă orice rețele impuse de către mediu, inclusiv, dar fără a se limita la acestea, rețele implementate cu folosirea conductorilor cu sârmă metalică, cu material de fibră optică, sau ghiduri de undă. Rețelele fără fir includ toate rețelele de propagare liberă în spațiu inclusiv, dar fără a se limita la acestea, rețele implementate întrebunțând unde radio și rețele optice în spațiu liber.

Transmițătoarele de punct final **103** pot să fie configurate pentru a transmite date către colectoarele **104** folosind un număr diferit de tehnici pentru modularea datelor, inclusiv manipulare prin deplasarea frecvenței (FSK), manipularea prin defazare (PSK, de exemplu, cuadratura PSK sau 8PAK), manipularea multiplă prin deplasarea frecvenței (MFSK, de exemplu, 2 din 9, sau 2 din 46 MFSK), modulația de amplitudine în cuadratură (QAM, de exemplu 16 sau 256 QAM), etc. Simbolurile de date codate de la un anumit punct final pot să fie transmise printr-unul dintre miile de canale de comunicație într-un system PLC. Canalele de comunicație pot să fie alocate din diverse porțiuni ale spectrului peste care sunt transmise datele. Frecvența centrală și lățimea de bandă ale fiecărui canal de comunicații pot să depindă de sistemul de comunicații în care sunt implementate. În unele dintre implementări, mai multe canale de comunicație pot să întrebunțeze fante de timp pentru a opera în una sau în mai multe benzi de frecvență partajate. De exemplu, fiecărui punct final îi poate fi alocat un anumit canal în conformitate cu o tehnică de alocare prin multiplexarea ortogonală cu diviziune de frecvență (OFDMA) sau cu o altă tehnică pentru alocarea canalului. Alocările de canal pentru punctele finale **102a-102c** și **102d-102f** care comunică cu anumite colectoare **104a**, **104b** pot să fie stocate, de exemplu, la centrul de comandă **112** și/sau colectoarele **104a**, **104b**.

În concordanță cu modalități de realizare a prezentei dezvăluiri, fiecare colector **104** poate să fie configurat pentru a se găsi în comunicare cu mii de puncte finale **102** și mii de colectoare **104** pot să fie în conexiune cu centrul de comandă **112**. De exemplu, un singur colector poate să fie configurat pentru a comunica cu peste 100.000 de puncte finale și un centru de comandă poate să fie configurat pentru a comunica cu peste 1.000 de colectoare. În felul acesta, pot să fie milioane de puncte finale totale și multe mii de puncte finale pot să comunice cu același colector prin intermediul unei linii pentru distribuția energiei electrice partajată. În consecință, modalități de realizare a prezentei dezvăluiri sunt direcționate către comunicații de coordonare, întrebunțând cu grijă protocoalele și considerațiile proiectate pe bază de timp.

# RO 130027 B1

1 Fig. 1B este o diagramă bloc a unui circuit de transmițător aranjat într-un mediu rețea  
prezentat în cadrul fig. 1A. După cum a fost descris în cele de mai sus, transmițătoarele **103a**  
3 și **103b** comunică date de la respectivele puncte finale **102a** și **102b**, către un circuit colector  
**104a**, întrebunțând liniile pentru distribuția energiei electrice c.a. **120**. Fiecare transmițător  
5 include un amplificator **160** configurat pentru a primi un semnal de date și pentru a coda  
semnalul de date primit folosind codarea PDM. Semnalele **124** codate PDM sunt filtrate de  
7 un filtru trece jos configurat pentru a filtra componente de înaltă frecvență funcție de frec-  
vența de eșantionare a codorului PDM. Atunci când componentele de înaltă frecvență ale  
9 semnalelor codate PDM sunt îndepărtate, este produsă o versiune amplificată **126** a  
semnalului de date inițial **122**.

11 Semnalul de date amplificat **126** este comunicat către liniile pentru distribuția de  
energie electrică **120** pentru transmiterea de către un circuit de cuplare **164**. Circuitul de  
13 cuplare **164** filtrează frecvența energiei electrice c.a. de pe liniile de distribuție **120** și  
împiedică tensiunile ridicate ale liniilor pentru distribuția energiei electrice **120** să deterioreze  
15 filtrul trece jos **162** sau circuitele codorului PDM **160**.

Circuitul de cuplare poate să fie implementat, de exemplu, folosind un transformator  
17 pentru a izola liniile pentru distribuția energiei electrice de filtrul trece jos și/sau de ampli-  
ficator. Circuitul de cuplare include un condensator în serie care este implementat pe partea  
19 primarului unui transformator și un condensator în serie pe partea secundarului transfor-  
matorului. Circuitul transformator-condensator rezultat al circuitului de cuplare poate să fie  
21 configurat pentru a pune la dispoziție, de exemplu, o cale de semnal trece banda. Filtrul trece  
banda poate să fie configurat pentru a trece semnalele într-un domeniu de frecvență utilizat  
23 pentru comunicație, blocând în același timp frecvența liniei pentru transportul energiei  
electrice c.a. de la a afecta ieșirea amplificatorului. Pentru calea de semnal trece banda  
25 poate să fie întrebunțat un număr de diferite domenii de frecvență. De exemplu, frecvențele  
de semnal de 500 Hz - 100 KHz pot să fie întrebunțate în anumite modalități de realizare  
nelimitative. S-a descoperit că un domeniu de 2 KHz - 20 KHz asigură în mod surprinzător  
27 canale de comunicație de calitate pe distanțe lungi. Fig. 2 este o diagramă bloc a unui circuit  
de emițător-receptor de punct final **200** care poate să fie întrebunțat pentru a implementa  
transmițătoarele prezentate în fig. 1A și 1B. În această implementare cu caracter de  
31 exemplu, codarea PDM este realizată folosind un amplificator **210** de Clasa D. După cum  
a fost descris în cele de mai sus, un amplificator audio de Clasa D este un amplificator cu  
33 comutare care are o ieșire care este complet deschisă sau complet închisă. Atunci când este  
implementat cu utilizarea de tranzistor CMOS, consumul de energie electrică al amplificării  
35 este redus în mod semnificativ în comparație cu amplificatorul liniar al aceluiași nivel de  
ieșire dat fiind faptul că energia electrică nu este consumată atunci când amplificatorul  
37 comutator este în starea complet deschis sau în starea complet închis, ci este consumată  
atunci când se comută între cele două. În plus, amplificatorul de Clasă D nu generează atâta  
39 căldură ca un amplificator de linie.

Această implemetare cu caracter de exemplificare este de asemenea destinată către  
41 transmiterea semnalelor diferențiale. Circuitul amplificator este configurat pentru a trans-  
forma un semnal de date **220** în primul și cel de-al doilea semnal codat PDM **222** și **224**.  
43 Filtrele trece jos **212** și **214** sunt configurate pentru a filtra componentele de înaltă frecvență  
ale primului și celui de-al doilea semnal codat PDM **222** și **224** pentru a produce prima și a  
45 doua component diferențială **226** și **228** ale semnalului de date amplificat, care este transmis  
prin circuitul de cuplare **218** prin intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice **230**  
47 și **232**.



# RO 130027 B1

Ca un exemplu ilustrativ, o undă sinusoidală cu date codate care are un domeniu de  
frecvență (de exemplu, de la 2 KHz la 20 KHz) poate să fie introdusă la amplificatorul **210**  
de Clasa D care este întrebuițat pentru a efectua codarea PDM a simbolurilor de date.  
Amplificatorul de clasă D transformă unda sinusoidală de date codate în două fluxuri de  
impuls **222** și **224**, de exemplu, într-o configurație în punte H. Fluxurile de impuls PDM au  
o rată de eșantionare care este mai mare decât frecvența semnalului de date codat. De  
exemplu, fiecare dintre cele două fluxuri de impuls PDM **222** și **224** poate să fie un semnal  
de 200 KHz. Fiecare semnal PDM este trecut printr-un filtru trece jos pentru a îndepărta  
componenta de 200 KHz și pentru a produce semnalul diferențial **226** și **228**, care este  
versiunea amplificată a undei sinusoidale de intrare **220**. După cum a fost descris cu referire  
la fig. 1A, semnalul de undă sinusoidală amplificat este cuplat la linia pentru transportul  
energiei electrice prin intermediul unei rețele de cuplare care include, de exemplu, un  
condensator în serie pe partea primarului unui transformator și un condensator în serie pe  
partea de secundar (de linie) a transformatorului. Rețeaua transformator-condensator a  
circuitului de cuplare **218** furnizează o cale de semnal pentru semnalul de 2 KHz - 20 KHz,  
blocând în același timp posibilitatea ca frecvența liniei pentru transportul energiei electrice  
de 60 Hz să deterioreze filtrele trece jos **212** și **214** sau amplificatorul **210**.

Fig. 3 este o diagramă bloc a unui circuit emițător-receptor de punct final prezentat  
în fig. 2, adaptat pentru configurația cu amplificare automată în conformitate cu una sau cu  
mai multe dintre modalitățile de realizare. În unele dintre implementări, transmițătorul poate  
să fie configurabil pentru a întrebuița diferite benzi de frecvențe pentru diferite canale de  
date ale punctelor finale. Cu toate acestea, caracteristicile de impedanță ale transmițătorului  
și sarcina pot să varieze pentru diferite frecvențe. Această schimbare a impedanței poate  
avea ca rezultat o creștere/descreștere neintenționată a amplitudinii semnalelor transmise.  
În cazul în care amplitudinea la care sunt transmise datele de către punctele finale este prea  
coborâtă, colectorul s-ar putea să nu primească datele care sunt transmise de către  
dispozitivele de punct final. Cu toate acestea, în cazul în care amplitudinea semnalului este  
prea ridicată, transmisia de date poate să interfereze cu transmisia de date de la alte puncte  
finale de pe canalele de comunicație învecinate. Una sau mai multe dintre modalitățile de  
realizare poate să configureze setările de intensitate a semnalului transmițătorului confi-  
gurabil **300** pentru a contracara schimbările de amplitudine atunci când se comută benzile  
de frecvență întrebuițate pentru transmisie. În una sau în mai multe modalități de realizare,  
intensitatea semnalului unui semnal poate să fie ajustată, după cum este arătat aici, prin  
ajustarea setării intensității semnalului (de exemplu, o amplificare) a transmițătorului de punct  
final **304**. În unele dintre modalitățile de realizare, generatorul de semnal de date **302** poate  
să fie configurat de asemenea la intensitatea semnalului **314**, ca răspuns la circuitul de  
control al nivelului semnalului **308**, care poate să fie utilizat de asemenea pentru a ajusta  
intensitatea semnalului transmițătorului configurabil. De exemplu, în cazul unei implementări,  
circuitul pentru controlul nivelului semnalului **308** poate să fie configurat pentru a realiza  
ajustarea fină a intensității semnalului folosind generatorul de semnal de date și pentru a  
realiza ajustarea grosieră a intensității semnalului utilizând transmițătorul de punct final **304**.

Transmițătorul configurabil **300** include un circuit generator de semnal de date **302**  
configurat pentru a selecta o bandă de frecvență purtătoare indicată **310** și pentru a coda  
date de intrare **312** folosind frecvența purtătoare selectată, pentru a produce semnal codat  
de date **314**. Semnalul de date codat este amplificat și transmis întrebuițând un transmițător  
**304**, care poate să fie implementat în mod similar pentru transmițătorul prezentat în fig. 2.

# RO 130027 B1

1 Un circuit pentru detectarea curentului **306** măsoară o ieșire de curent de la transmițătorul  
2 **304** către liniile pentru distribuția energiei electrice **316** și **318**. Un circuit **308** pentru controlul  
3 nivelului semnalului ajustează creșterea intensității semnalului transmițătorului **304** ca pe o  
funcție de frecvența purtătoare și curentul ieșit detectat.

5 Fig. 4 prezintă o schemă logică a unei metode pentru transmiterea datelor prin  
intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice cu una sau mai multe modalități de  
7 realizare. Un semnal de date de frecvență scăzută de la un dispozitiv de punct final este  
primit de către un transmițător la blocul **402**. O densitate de impuls este determinată pentru  
9 semnalul de date la blocul **404** întrebuițând o rată de eșantionare/de impuls înaltă. În cazul  
în care densitatea de impuls determinată nu este egală cu setarea densității de impuls de  
11 curent a amplificatorului la blocul de decizie **406**, setarea densității de impuls a amplifica-  
torului de Clasă D este ajustată la blocul **408** la densitatea de impuls determinată. Forme de  
13 undă binare ale setării densității de impuls sunt generate folosind amplificatorul de Clasă D  
la blocul **410**. Determinarea densității de impuls poate, de exemplu, să fie determinată prin  
15 compararea semnalului de date cu o undă triunghiulară care are o frecvență egală cu rata de  
eșantionare/de impuls pentru a determina dacă semnalul este mai mare decât sau mai mic  
17 decât unda triunghiulară. Ieșirea binară generată de comparație poate apoi să fie  
întrebuițată pentru a comanda un amplificator de Clasa D care poate să crească în mod  
19 eficient amplitudinea ieșirii binare.

Componentele de înaltă frecvență ale semnalului codat PDM sunt filtrate la blocul  
21 **412**, după cum a fost descris în cele de mai sus, pentru a produce o versiune amplificată a  
semnalului de date. Semnalul de date amplificat este comunicat unui set de linii pentru  
23 distribuția energiei electrice folosind o cale de semnal la blocul **414** pentru transmiterea sem-  
nalului de date amplificat prin intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice. După  
25 cum a fost descris în cele de mai sus, calea de semnal este configurată pentru a filtra frec-  
vența de semnalele c.a. ale liniilor pentru distribuția energiei electrice și pentru a împiedica  
27 deteriorarea circuitului de transmițător, folosit pentru a efectua etapele din blocurile de la **402**  
la **412**, de tensiunile înalte prezente pe liniile pentru distribuția energiei electrice.

29 Semnalele, logica și funcționalitatea asociate, descrise în legătură cu figurile, pot să  
fie implementate în numeroase diferite modalități. În afară de cazul în care se indică altfel,  
31 diverse sisteme de uz general și/sau circuite logice pot să fie întrebuițate cu programe în  
conformitate cu cunoștințele din cele de față, sau se pot dovedi folositoare pentru a construi  
33 un aparat și mai specializat care să efectueze metoda indicată. De exemplu, în conformitate  
cu prezenta dezvoltare, una sau mai multe dintre metode pot să fie implementate într-un  
35 circuit cablat, prin programarea unui procesor de uz general, sau alte circuite logice  
programabile sau semi-programabile și/sau prin combinarea unui astfel de hardware cu un  
37 procesor de uz general, configurat software. În consecință, diversele componente și procese  
prezentate în figuri pot să fie implementate într-o mare varietate de forme, bazate pe circuit,  
39 ca de exemplu utilizând module de circuit de procesare date.

Este recunoscut faptul că aspecte ale dezvoltării pot să fie aplicate în practică cu  
41 configurații de sistem pe bază de calculator/procesor, altele decât cele care au fost descrise  
în mod expres în cele de față. Structura cerută pentru o varietate de astfel de sisteme și  
43 circuite va fi evidentă din solicitare și din descrierea de mai sus.

Diversii termeni și tehnici sunt întrebuițate de specialiștii în tehnica din domeniu  
45 pentru a descrie aspect legate de una sau mai multe dintre comunicații, protocoale, aplicații,  
implementări și mecanisme. O astfel de tehnică este descrierea unei implementări a unei  
47 tehnici exprimată în termenii unui algoritm sau expresie matematică. În timp ce astfel de

# RO 130027 B1

tehnici pot să fie implementate, de exemplu, prin executarea codului pe un calculator, exprimarea acelei tehnici poate să fie purtată și comunicată ca o formulă, algoritm, sau expresie matematică.	1 3
De exemplu, un bloc care desemnează "C=A+B" ca o funcție aditivă implementată în hardware și/sau software ar lua două intrări (A și B) și ar produce o ieșire însumată (C) ca și în circuitele logice combinatoriale. Astfel, întrebuițarea formulei, algoritmului, sau a expresiei matematice ca descrieri trebuie să fie înțeleasă ca având o întrupare fizică cel puțin în hardware (cum ar fi un procesor în care tehnicile prezentei dezvoltării pot să fie puse în practică și, de asemenea, implementate ca modalitate de realizare).	5 7 9
În anumite modalități, instrucțiunile executabile de către calculator sunt stocate pentru 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 procesor de uz general sau specializat, care este programat prin instrucțiuni, să realizeze pașii metodei. Pașii pot să fie realizați de către componente de hardware specifice care au în componență logic nemo-dificabil pentru efectuarea pașilor, sau prin orice combinație de componente de calculator programate și de component hardware obișnuite.	11 13 15
În cazul unora dintre modalitățile de realizare, aspecte ale prezentei dezvoltării pot să 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 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 tip de medii/mediu citibil de către calculator corespunzător pentru stocarea instrucțiunilor electronice.	17 19 21 23
Diversele modalități de realizare descrise în cele de mai sus sunt puse la dispoziție 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 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.	25 27
Pot să fie 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 schimbări pot să includă variante ale mecanismelor pentru sincronizarea (și/sau urmărirea) frecvenței liniei c.a.. Astfel de modificări și schimbări nu se depărtează de la spiritul și domeniul prezentei dezvoltării, inclusiv aspectele expuse în revendicările care urmează.	29 31 33

# RO 130027 B1

## Revendicări

1

3

1. Transmițător pentru comunicația prin linia pentru transportul energiei electrice ca cuprinde un circuit transmițător (**103**) configurat și dispus în scopul de a comunica prin intermediul liniilor (**120**) de distribuție a energiei electrice care transportă energie electrică folosind c.a., circuit transmițător (**103**) care operează la o frecvență a liniei pentru transportul energiei electrice **caracterizat prin aceea că** circuitul transmițător (**103**) cuprinde:

5

7

- un circuit amplificator (**210**) configurat și dispus în scopul de a primi un prim semnal de date în forma unei unde purtătoare care este modulată pentru a reprezenta biți de date, precum și de a transforma primul semnal de date într-un semnal codat (PDM) în modulație cu densitate de impuls folosind impulsurile de înaltă frecvență care introduc componente de frecvență înaltă;

9

11

- un filtru trece jos (**212, 214**) configurat și dispus în scopul de a filtra componentele de frecvență înaltă ale unui semnal codat PDM pentru a produce un al doilea semnal de date, astfel încât cel de-al doilea semnal de date este o amplificare a primului semnal de date; și

13

15

17

- un circuit de cuplare (**210**) configurat și dispus în scopul de a cupla, din punct de vedere al asigurării comunicației, cel de-al doilea semnal de date de la filtrul trece jos (**212, 214**) la liniile (**120**) de distribuție a energiei electrice și pentru a filtra frecvența liniei pentru transportul energiei electrice.

19

21

2. Transmițător, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** cel de-al doilea semnal de date este un semnal diferențial care are o primă componentă diferențială și o a doua componentă diferențială, în care transmițător,

23

25

- circuitul amplificator (**210**) este configurat pentru a transforma primul semnal într-un prim semnal codat PDM și un al doilea semnal codat PDM; iar

27

29

- filtrul trece jos (**212, 214**) este configurat și dispus în scopul de a filtra componentele de înaltă frecvență ale primului semnal codat PDM și ale celui de-al doilea semnal PDM, pentru a produce respectivele prima și a doua componentă diferențială ale celui de-al doilea semnal de date.

31

3. Transmițător, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** cel de-al doilea semnal de date are o frecvență și o fază care sunt aceleași cu frecvența și faza primului semnal de date, având o amplitudine mai mare decât a primului semnal de date.

33

35

4. Transmițător, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** semnalul codat PDM este codat folosind o frecvență a ratei impulsurilor care este mai mare decât o frecvență a primului semnal de date.

37

5. Transmițător, conform revendicării 4, **caracterizat prin aceea că** frecvența ratei impulsurilor este mai mare sau egală cu 300 kHz; și primul semnal de date are o frecvență mai mică sau egală cu 20 kHz.

39

6. Transmițător, conform revendicării 5, **caracterizat prin aceea că** în care primul semnal de date are o frecvență mai mare de 2 KHz.

41

7. Transmițător, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** circuitul amplificator (**210**) este un amplificator de clasă D.

43

8. Transmițător, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** circuitul de cuplare (**210**) include:

45

- un transformator;

- un prim condensator cuplat în serie la înfășurarea primară a transformatorului; și

47

- un al doilea condensator cuplat în serie la înfășurarea secundarului transformatorului.

# RO 130027 B1

9. Transmițător, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** primul semnal de date este un semnal de date codat cu decalaj de fază. 1
10. Transmițător, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** în care semnalul codat PDM este codat folosind modulația în lățime a pulsurilor. 3
11. Transmițător, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** mai cuprinde: 5
- un circuit pentru generarea semnalului de date configurat și dispus în scopul de a selecta una dintre mai multe frecvențe purtătoare; și de a modula un semnal purtător, care are una dintre multiplele frecvențe purtătoare, pentru a coda biții de date pentru producerea primului semnal de date; 7
  - un circuit pentru detectarea curentului configurat și dispus în scopul de a detecta curentul furnizat către liniile pentru distribuția energiei electrice de către circuitul de cuplare; și 9
  - un circuit de reacție configurat și dispus în scopul de a ajusta o amplificare a circuitului amplificator în funcție de curentul detectat și de frecvența purtătoare selectată dintre multitudinea de frecvențe purtătoare. 13
12. Transmițător, conform revendicării 11, **caracterizat prin aceea că** circuitul de reacție este configurat și dispus în scopul de a ajusta amplificarea circuitului amplificator (210) prin setarea amplificării circuitului amplificator (210) la o setare de amplificare mai joasă a circuitului amplificator (210); iar ca răspuns la curentul detectat ca fiind mai mic decât un curent de referință, prin creșterea amplificării circuitului amplificator (210). 17
13. Transmițător, conform revendicării 11, **caracterizat prin aceea că** setarea amplificării circuitului de amplificare (210) la amplificarea țintă determinată circuitul de reacție este configurat și dispus în scopul de a ajusta amplificarea circuitului amplificator (210), ca răspuns la modificarea impedanței de sarcină. 21
14. Metodă pentru comunicația prin linia pentru transportul energiei electrice în scopul comunicării de date prin intermediul liniilor (120) de distribuție a energiei electrice care transportă energie electrică de c.a., comunicare de date care operează la o frecvență egală cu frecvența liniei electrice, **caracterizată prin aceea că**, utilizând un circuit de procesare configurat și dispus în scopul amplificării unui prim semnal de date, metoda cuprinde următoarele etape: 23
- conversia primului semnal de date într-un semnal codat, prin modularea densității impulsurilor (PDM); 25
  - filtrarea componentelor de înaltă frecvență ale semnalului codat PDM pentru a produce un al doilea semnal de date, ce este o amplificare a primului semnal de date; 27
  - comunicarea, de la circuitul de procesare, la liniile (120) de distribuție a energiei electrice, a celui de-al doilea semnal de date; și 29
  - filtrarea frecvenței liniei electrice dintre liniile (120) de distribuție a energiei electrice și circuitul de procesare. 31
15. Metodă, conform revendicării 14, **caracterizată prin aceea că** cel de-al doilea semnal de date este un semnal diferențial care are o primă și o a doua componentă diferențială, și în care metodă circuitul de procesare este configurat în scopul de a realiza convertirea primului semnal într-un prim semnal codat PDM și un al doilea semnal codat PDM, precum și de a realiza filtrarea componentelor de înaltă frecvență ale primului și celui de-al doilea semnal codat PDM, pentru a produce respectivele prima și a doua componentă diferențială ale celui de-al doilea semnal de date. 33
16. Metodă, conform revendicării 14, **caracterizată prin aceea că** semnalul codat PDM este codat utilizând o frecvență a ratei impulsului care este mai mare decât o frecvență a primului semnal de date. 37

# RO 130027 B1

1           17. Metodă, conform revendicării 16, **caracterizată prin aceea că** frecvența ratei  
impulsurilor este mai mare sau egală cu 20 kHz, iar primul semnal de date are o frecvență  
3 mai mică sau egală cu 20 kHz.

5           18. Metodă, conform revendicării 17, **caracterizată prin aceea că** primul semnal de  
date are o frecvență mai mare de 2 kHz.

7           19. Metodă, conform revendicării 14, **caracterizată prin aceea că** conversia primului  
semnal de date în semnalul codat PDM include procesarea primului semnal de date, folosind  
amplificatorul de clasă D.

9           20. Metodă, conform revendicării 14, **caracterizată prin aceea că** metoda cuprinde  
următoarele etape:

- 11           - selectarea unei frecvențe din multitudinea de frecvențe purtătoare; și
- 13           - modularea unui semnal purtător, având frecvența selectată din multitudinea de  
frecvențe purtătoare, pentru a coda biți de date în scopul de a produce un prim semnal de  
date;
- 15           - detectarea curentului furnizat de către liniile (120) de distribuție a energiei electrice,  
de către cel de-al doilea semnal de date;
- 17           - ajustarea câștigului amplificării primului semnal de date, în funcție de curentul  
detectat și de frecvența selectată din multitudinea de frecvențe purtătoare.

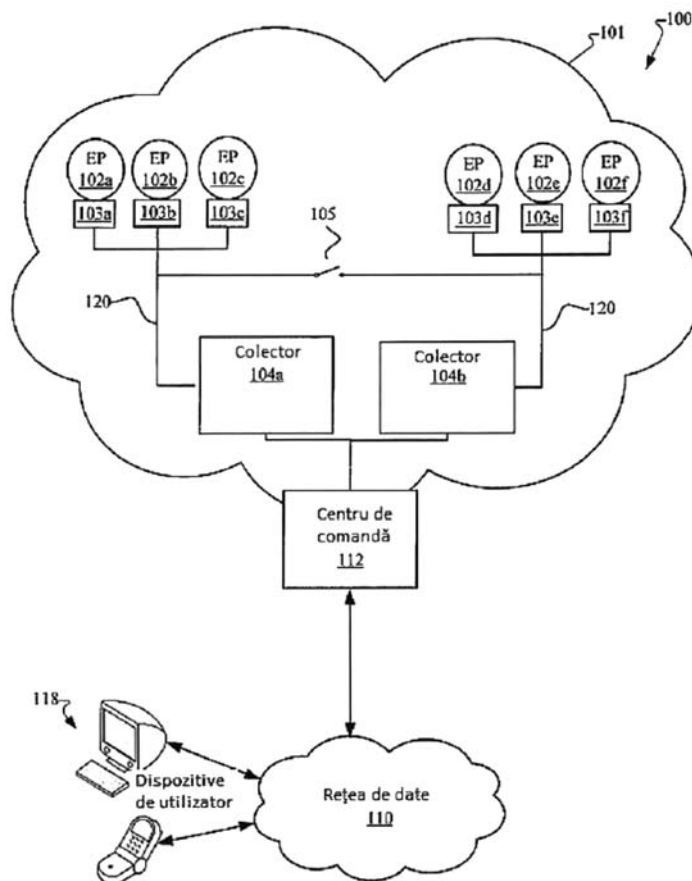


Fig. 1A

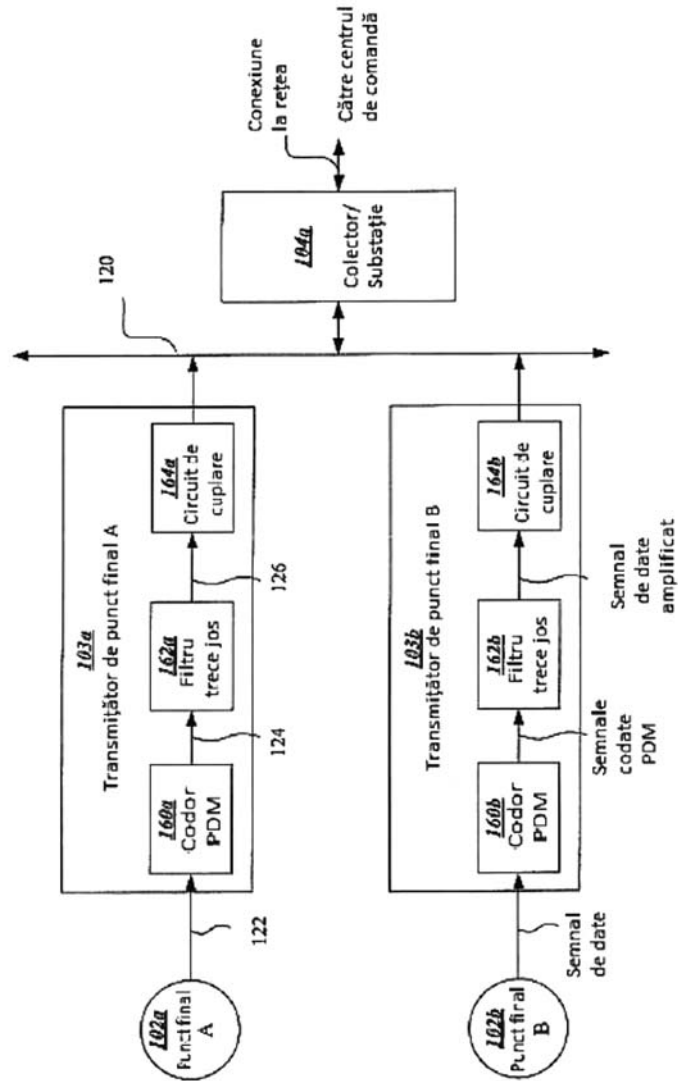


Fig. 1B



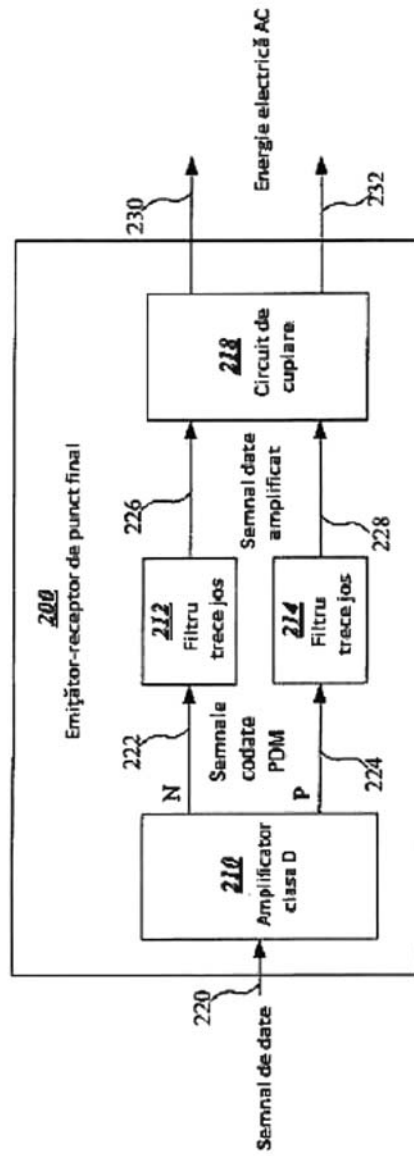


Fig. 2

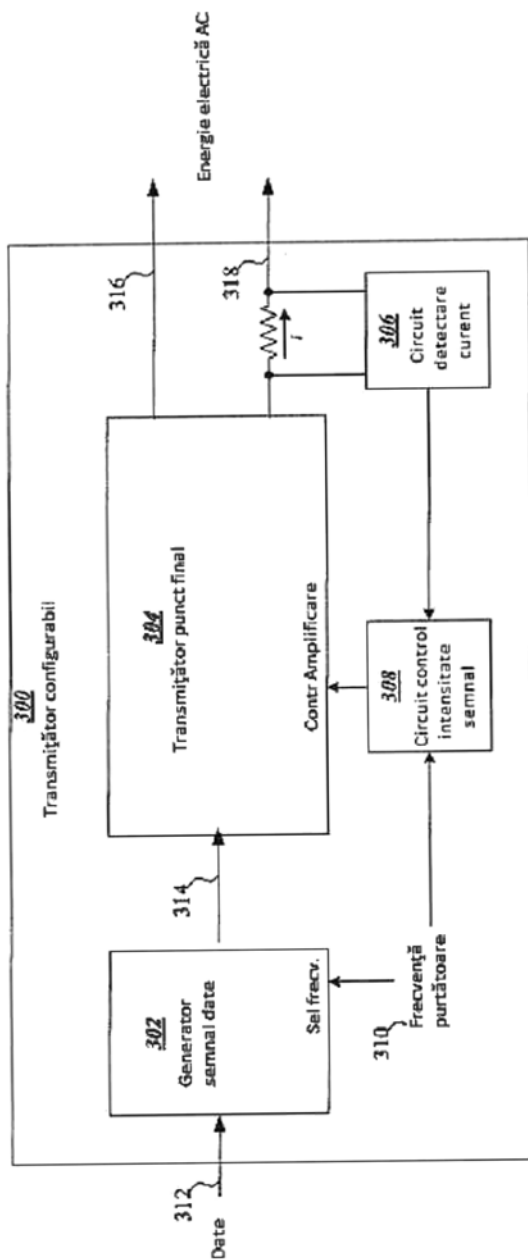


Fig. 3

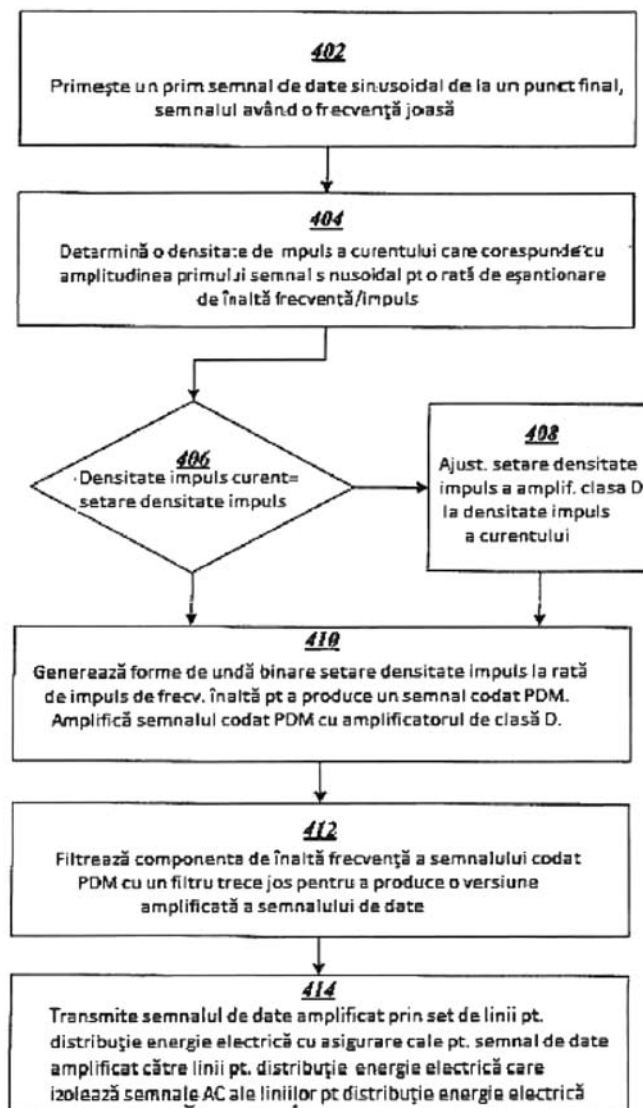


Fig. 4

