



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2014 00477

(22) Data de depozit: 14.12.2012

(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

(71) Solicitant:
• LANDIS+GYR TECHNOLOGIES,
LLC, 6436 COUNTY ROAD 11,
PEQUOT LAKES, MN, US

(72) Inventatori:
• MORRIS MICHEAL D.,
17679 BROWNS LN, BRAINERD, US, 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,
BUCUREȘTI

(54) TRANSMIȚĂTOR PENTRU COMUNICAȚIA PRIN LINIA
PENTRU TRANSPORTUL ENERGIEI ELECTRICE CU
CIRCUIT DE AMPLIFICARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la sisteme și metode pentru utilizarea cu comunicații coordonate între dispozitive, prin intermediul liniilor de transport al energiei electrice. Sistemul conform invenției este un circuit de transmisie ce conține un circuit amplificator configurat și aranjat pentru a primi un prim semnal de date în forma unei unde purtătoare, ce este modulată pentru a reprezenta biți de date și pentru a transforma primul semnal de date într-un semnal codat în modulație cu densitate de impuls (PDM), folosind impulsuri de înaltă frecvență, care introduc componente de înaltă frecvență, un filtru trece jos configurat și aranjat pentru a filtra componentele de frecvență înaltă ale unui semnal codat PDM pentru a produce un al doilea semnal de date, care să fie o amplificare a primului semnal de date, și un circuit de cuplare configurat și aranjat pentru a cupla comunicativ cel de-al doilea semnal de date, de la filtrul trece jos, la liniile pentru distribuția energiei electrice, și pentru a filtra frecvența liniei pentru transportul energiei electrice. Metoda conform invenției constă în folosirea unui circuit de prelucrare configurat și aranjat pentru a amplifica un prim semnal de date, prin convertirea primului semnal de date într-un semnal codat, prin modularea densității de impuls (PDM) și prin filtrarea componentelor de înaltă frecvență ale semnalului codat PDM, pentru a produce un al doilea semnal de date, care este o amplificare a primului semnal de date, comunicarea celui de-al doilea semnal de date de la circuitul de prelucrare la liniile pentru distribuția energiei electrice, și filtrarea frecvenței liniei electrice între liniile pentru distribuția energiei electrice și circuitul de prelucrare.

Revendicări: 20
Figuri: 4

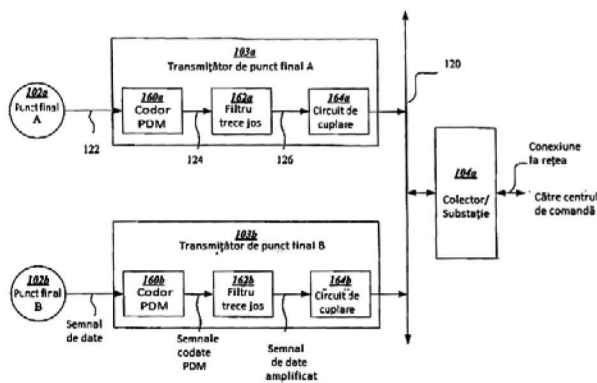


Fig. 1

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



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MARCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. *a 2014 00477*
Data depozit *14.12.2014*

113

TRANSMIȚĂTOR PENTRU COMUNICAȚIA PRIN LINIA PENTRU TRANSPORTUL ENERGIEI ELECTRICE CU CIRCUIT DE AMPLIFICARE

DOCUMENT BREVET ÎNRUDIT

Acest document brevet revendică prioritate față de cererea de brevet SUA seria nr. 13/335,399 depusă în 22 decembrie 2011, al cărei conținut este încorporat prin referință în întregime.

STADIUL TEHNICII MONADIALE

Furnizorii de servicii întrebunțează rețelele distribuite pentru a furniza servicii clienților de pe largi suprafețe geografice. De exemplu, companiile de energie întrebunțează 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 (AC) pentru a transmite 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. Substațiile poziționate în apropierea amplasamentelor de consumator asigură o coborâre a tensiunii de la tensiuni înalte la tensiuni mai joase (de exemplu, folosind transformatoare). Liniile pentru distribuția energiei electrice transportă această tensiune AC mai coborâtă de la substații la amplasamentele de consumator cu dispozitive de punct final.

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 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 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). 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 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 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 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 deosebită pentru dispozitivele de

punct final configurate pentru a continua comunicarea datelor ca răspuns la întreruperile curentului.

DESCRIEREA PE SCURT

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

În cazul unei modalități de realizare, un circuit transmițător furnizează transmisia de date de la dispozitive de punct final către dispozitivele colectoare prin intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice. Transmițătorul include un circuit de amplificator configurat 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 componente de înaltă frecvență. Un filtru trece jos al transmițătorului este configurat pentru a filtra componentele de frecvență înaltă ale semnalului codat PDM pentru a produce un al 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 date de la filtrul trece jos la liniile pentru distribuția energiei electrice. Circuitul de cuplare filtrează frecvența AC a liniilor pentru distribuția energiei electrice și împiedică ca tensiunea ridicată a liniilor pentru distribuția energiei electrice să deterioreze circuitul transmițător.

În cazul unei alte modalități de realizare, este pusă la dispoziție o metodă pentru comunicarea de date prin intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice întrebuițând AC. 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 dezvoltări. Figurile și descrierea detaliată care urmează, inclusiv cea descrisă în revendicările anexate, descriu în special câteva dintre aceste modalități de realizare.

SCURTĂ DESCRIERE A DESENELOR

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

Figura 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;

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

Figura 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;

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

Figura 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.

DESCRIEREA DETALIATĂ

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 întrebunțează 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

întrebuințate în dispozitivele de punct final pentru comunicarea prin intermediul liniilor pentru distribuția de energie electrică.

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

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

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

Codarea PDM întrebuințează o frecvență de rată de impuls care este mai mare decât o frecvență a primului semnal de date, ceea ce permite filtrului trece jos să îndepărteze componentele de frecvență ridicată ale semnalului codat PDM să producă o versiune amplificată a semnalului de date inițial. În același fel, rata de impuls poate de asemenea să fie setată ca să fie mai mare decât frecvența AC a liniilor pentru distribuția de energie electrică astfel încât filtrarea trece sus poate să fie întrebuințată pentru a comunica semnalul de date

amplificat către liniile pentru distribuția energiei electrice în timp ce se filtrează frecvențele AC de la transmițător.

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

În concordanță cu diverse modalități de realizare a prezentei dezvoltări, liniile pentru distribuția energiei electrice pot să transporte energie electrică care este furnizată de una sau de mai multe centrale generatoare (centrale electrice) către amplasamentele consumatorilor rezidențiali și comerciali deopotrivă. Centralele generatoare întrebuințează curentul alternativ AC 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 AC de la substații către amplasamentele consumatorilor. Funcție de rețeaua de distribuție, tensiunile și frecvențele AC 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 întrebuințate 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.

Figura 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 dezvoltări. 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 dezvoltări,

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 distribuirea 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 figura 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 PDM folosind filtrarea trece jos la un moment ulterior.

Rețeaua pentru distribuția energiei electrice 100 prezentată în figura 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 figura 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.

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 rețele pentru distribuția energiei electrice, aparatele de măsură pot să monitorizeze caracteristicile legate de consumul de energie electrică din rețea, inclusiv, de exemplu, consumul mediu sau total de energie electrică, supratensiunile energiei electrice, căderile de energie electrică și schimbările de sarcină, printre alte caracteristici. În cadrul rețelelor 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).

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 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 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 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 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 revenire după o întrerupere a energiei electrice).

În figura 1, punctele finale 102a-102c și 102d-102f transmit date prin intermediul liniilor 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 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 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 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 pot să fie instalate în centralele electrice, în substațiile electrice, transformatoare, etc., pentru a controla comunicația bi-direcțională dintre central de comandă 112 (de exemplu, amplasat 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

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 colectoarele 104. În concordanță cu anumite modalități de realizare, colectoarele 104 sunt construite în conformitate cu o specificație de calculator de nivel industrial în scopul de a rezista în mediul aspru al unei substații.

În anumite modalități de realizare a prezentei dezvoltări, un colector 104 poate să 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 datelor care au fost primite de la punctele finale și să transmit datele primite de la punctele 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 electrică este semnificativ mai ridicat într-o anumită porțiune a rețelei decât în alte porțiuni ale rețelei de energie electrică. 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 care specifică faptul că există un consum de energie electrică crescut în porțiunea specificată a rețelei de energie electrică.

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 rețea

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 întrebuintând 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), manipulare prin defazare (PSK, de exemplu, cuadratura PSK sau 8PAK), manipulare 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 întrebuinteze 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, 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 dezvoltări, 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 dezvoltări sunt direcționate către comunicații de coordonare, întrebuintând cu grijă protocoalele și considerațiile proiectate pe bază de timp.

Figura 1B este o diagramă bloc a unui circuit de transmițător aranjat într-un mediu rețea prezentat în cadrul figurii 1A. După cum a fost descris în cele de mai sus,

transmițătoarele 103a și 103b comunică date de la respectivele puncte finale 102a și 102b, către un circuit colector 104a, întrebuițând liniile pentru distribuția energiei electrice AC 120. Fiecare transmițător 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 un filtru trece jos configurat pentru a filtra componente de înaltă frecvență funcție de frecvența de eșantionare a codorului PDM. Atunci când componentele de înaltă frecvență ale semnalelor codate PDM sunt îndepărtate, este produsă o versiune amplificată 126 a semnalului de date inițial 122.

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 cuplare 164 filtrează frecvența energiei electrice AC de pe liniile de distribuție 120 și împiedică tensiunile ridicate ale liniilor pentru distribuția energiei electrice 120 să deterioreze filtrul trece jos 162 sau circuitele codorului PDM 160.

Circuitul de cuplare poate să fie implementat, de exemplu, folosind un transformator pentru a izola liniile pentru distribuția energiei electrice de filtrul trece jos și/sau de amplificator. Circuitul de cuplare include un condensator în serie care este implementat pe partea primarului unui transformator și un condensator în serie pe partea secundarului transformatorului. Circuitul transformator-condensator rezultat al circuitului de cuplare poate să fie configurat pentru a pune la dispoziție, de exemplu, o cale de semnal trece banda. Trece banda poate să fie configurat pentru a trece semnale într-un domeniu de frecvență utilizat pentru comunicație, blocând în același timp frecvența liniei pentru transportul energiei electrice AC de la a afecta ieșirea amplificatorului. Pentru calea de semnal trece banda poate să fie întrebuițat un număr de diferite domenii de frecvență. De exemplu, frecvențele de semnal de 500 Hz – 100 KHz pot să fie întrebuițate în anumite modalități de realizare nelimitative. S-a descoperit că un domeniu de 2 KHz – 20 KHz asigură în mod surprinzător canale de comunicație de calitate pe distanțe lungi. Figura 2 este o diagramă bloc a unui circuit de emițător-receptor de punct final 200 care poate să fie întrebuițat pentru a implementa transmițătoarele prezentate în figurile 1A și 1B. În această implementare cu caracter de 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 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 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 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 căldură ca un amplificator de linie.

Această implementare cu caracter de exemplificare este de asemenea destinată către transmiterea semnalelor diferențiale. Circuitul amplificator este configurat pentru a transforma un semnal de date 220 în primul și cel de-al doilea semnal codat PDM 222 și 224. 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 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 și 232.

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 întrebuințat 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 de 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 figura 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.

Figura 3 este o diagramă bloc a unui circuit emițător-receptor de punct final prezentat în figura 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 întrebuința 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/descrștere 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 configurabil 300 pentru a contracara schimbările de amplitudine atunci când se comută benzile de frecvență întrebuintate 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 întrebuintând un transmițător 304, care poate să fie implementat în mod similar pentru transmițătorul prezentat în figura 2. Un circuit pentru detectarea curentului 306 măsoară o ieșire de curent de la transmițătorul 304 către liniile pentru distribuția energiei electrice 316 și 318. Un circuit 308 pentru controlul nivelului semnalului ajustează creșterea intensității semnalului transmițătorului 304 ca pe o funcție de frecvența purtătoare și curentul ieșit detectat.

Figura 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 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 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 curent a amplificatorului la blocul de decizie 406, setarea densității de impuls a amplificatorului de Clasă D este ajustată la blocul 408 la densitatea de impuls determinată. Forme de 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 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 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 eficient amplitudinea ieșirii binare.

Componentele de înaltă frecvență ale semnalului codat PDM sunt filtrate la blocul 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 distribuția energiei electrice folosind o cale de semnal la blocul 414 pentru transmiterea semnalului de date amplificat prin intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice. După cum a fost descris în cele de mai sus, calea de semnal este configurată pentru a filtra frecvența de semnalele AC ale liniilor pentru distribuția energiei electrice și pentru a împiedica 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.

Semnalele și logica asociate și funcționalitatea descrise în conexiune cu figurile pot să fie implementate într-un număr de diferite modalități. În afară de cazul în care este indicat altfel, diverse sisteme de destinație generală 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 un aparat și mai specializat care să efectueze metoda indicată. De exemplu, în conformitate cu prezenta dezvăluire, una sau mai multe dintre metode pot să fie implementate în circuite nemodificabile prin programarea unui procesor de destinație generală, în alte circuite logice complet sau semi programabile și/sau printr-o astfel de

combinație de hardware și un procesor de destinație generală configurat cu software. În consecință, diversele componente și procese prezentate în figuri pot să fie implementate într-o mare varietate de forma bazate pe circuit, cum ar fi prin utilizarea de module de circuit pentru prelucrarea datelor.

Este recunoscut faptul că aspecte ale dezvoltării pot să fie aplicate în practică cu 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 circuite va fi evidentă din solicitare și din descrierea de mai sus.

Diverșii termeni și tehnici sunt întrebuințați de specialiștii în tehnica din domeniu 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 tehnici exprimată în termenii unui algoritm sau expresie matematică. În timp ce astfel de 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.

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, întrebuințarea 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 parctică și de asemenea implementate ca modalitate de realizare).

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 processor de destinație 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 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 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.

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 transmiterea de date prin intermediul liniilor pentru distribuția de energie.

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 AC. Astfel de modificări și schimbări nu se depărtează de la spiritul și domeniul prezentei dezvoltări, inclusiv aspectele expuse în revendicările care urmează.

Revendicări

1. Circuit de transmițător configurat și aranjat pentru a comunica prin intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice care transportă energie electrică folosind curent alternativ (AC) care operează la o frecvență a liniei pentru transportul energiei electrice, circuitul transmițător având în componență:

un circuit amplificator configurat și aranjat pentru a:

primi un prim semnal de date în forma unei unde purtătoare care este modulată pentru a reprezenta biți de date; și

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;

un filtru trece jos configurat și aranjat pentru 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

un circuit de cuplare configurat și aranjat pentru a cupla comunicativ cel de-al doilea semnal de date de la filtrul trece jos la liniile pentru distribuția energiei electrice și pentru a filtra frecvența liniei pentru transportul energiei electrice.

2. Transmițător în conformitate cu revendicarea 1, în care:

cel de-al doilea semnal de date este un semnal diferențial care are o primă componentă diferențială și o a doua componentă diferențială;

circuitul amplificator este configurat pentru a transforma primul semnal în primul semnal codat PDM și un al doilea semnal codat PDM; și

filtrul trece jos este configurat și aranjat pentru 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.

3. Transmițător în conformitate cu revendicarea 1, în care cel de-al doilea semnal de date are o frecvență și o fază care sunt aceleași cu frecvența și faza primului semnal de date și are o amplitudine mai mare decât a primului semnal de date.

4. Transmițător în conformitate cu revendicarea 1, în care semnalul codat PDM este codat folosind o frecvență de rată de impuls care este mai mare decât o frecvență a primului semnal de date.

5. Transmițător în conformitate cu revendicarea 4, în care:

frecvența de rată de impuls este mai mare decât sau egală cu 300 KHz; și
primul semnal de date are o frecvență mai mică decât sau egală cu 20 KHz.

6. Transmițător în conformitate cu revendicarea 5, în care primul semnal de date are o frecvență mai mare de 2 KHz.

7. Transmițător în conformitate cu revendicarea 1, în care circuitul amplificator este un amplificator de Clasa D.

8. Transmițător în conformitate cu revendicarea 1, în care circuitul de cuplare include:

un transformator;
un prim condensator în serie cuplat la înfășurarea primară a transformatorului; și
un al doilea condensator în serie cuplat la înfășurarea secundarului transformatorului.

9. Transmițător în conformitate cu revendicarea 1, în care primul semnal de date este un semnal de date codat cu decalaj de fază.

10. Transmițător în conformitate cu revendicarea 1, în care semnalul codat PDM este codat întrebunțând modulația de lățime a impulsului.

11. Transmițător în conformitate cu revendicarea 1, care are de asemenea în compoziție:

un circuit pentru generarea semnalului de date configurat și adaptat pentru a:

selecta una dintre mai multele frecvențe purtătoare; și

pentru a modula un semnal purtător, care are una dintre mai multele
frecvențe purtătoare, pentru a coda biți de date pentru producerea
primului semnal de date;

un circuit pentru detectarea curentului configurat și aranjat pentru a detecta curentul furnizat către liniile pentru distribuția energiei electrice de către circuitul de cuplare;
și

un circuit de reacție inversă configurat și aranjat pentru a:

ajusta o amplificare a circuitului amplificator ca o funcție de curentul detectat și de frecvența purtătoare selectată dintre mai multe frecvențe purtătoare.

12. Transmițător în conformitate cu revendicarea 11, în care circuitul de reacție inversă este configurat și aranjat pentru a ajusta amplificarea circuitului amplificator prin efectuarea pașilor care includ:

setarea amplificării circuitului amplificator la o setare de amplificare mai joasă a circuitului amplificator;

și

ca răspuns la curentul detectat ca fiind mai mic decât un curent de referință, creșterea amplificării circuitului de amplificare.

13. Transmițător în conformitate cu revendicarea 11, în care după setarea amplificării circuitului de amplificare la amplificarea țintă determinată circuitul de reacție inversă este configurat și aranjat pentru a ajusta amplificarea circuitului de amplificare ca răspuns la schimbări în impedanța de sarcină.

14. Metodă pentru comunicarea datelor prin intermediul liniilor pentru distribuția energiei electrice care transportă energie electrică folosind curent alternativ (AC) care operează la o frecvență a liniei electrice, metoda având în componență:

întrebuințarea unui circuit de prelucrare configurat și aranjat pentru a amplifica un prim semnal de date prin realizarea operațiilor inclusiv:

convertirea primului semnal de date într-un semnal codat prin modularea densității de impuls (PDM); și

filtrarea componentelor de înaltă frecvență ale semnallui codat PDM pentru a produce un al doilea semnal de date, cel de-al doilea semnal de date fiind o amplificare a primului semnal de date;

comunicarea celui de-al doilea semnal de date de la circuitul de prelucrare la liniile pentru distribuția energiei electrice; și

filtrarea frecvenței liniei electrice între liniile pentru distribuția energiei electrice și circuitul de prelucrare.

15. Metodă în conformitate cu revendicarea 14, în care:

cel de-al doilea semnal de date este un semnal diferențial care are o primă componentă diferențială și o a doua componentă diferențială; și circuitul de prelucrare este configurat pentru:

convertirea primului semnal în primul semnal codat PDM și un al doilea semnal codat PDM; și

filtrarea componentelor de înaltă frecvență ale primului și ale 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.

16. Metodă în conformitate cu revendicarea 14, în care semnalul codat PDM este codat utilizând o frecvență de rată de impuls care este mai mare decât o frecvență a primului semnal de date.

17. Metodă în conformitate cu revendicarea 14, în care:

frecvența de rată de impuls este mai mare decât sau egală cu 20 KHz; și primul semnal de date are o frecvență mai mică decât sau egală cu 20 KHz.

18. Metodă în conformitate cu revendicarea 14, în care primul semnal de date are o frecvență mai mare de 2 KHz.

19. Metodă în conformitate cu revendicarea 14, în care transformarea primului semnal de date în semnalul codat PDM include prelucrarea primului semnal de date cu amplificatorul de clasă D.

20. Metodă în conformitate cu revendicarea 14, având de asemenea în componență:

selectarea unei frecvențe dintre mai multe frecvențe purtătoare; și

modularea unui semnal purtător, având frecvența selectată dintre mai multe frecvențe purtătoare, pentru a coda biți de date în scopul producerii primului semnal de date;

detectarea curentului furnizat către liniile pentru distribuția de energie electrică de către cel de-al doilea semnal de date;

ajustarea unei mărimi a amplificării primului semnal de date ca o funcție de curentul detectat și de frecvența selectată dintre mai multe frecvențe purtătoare.

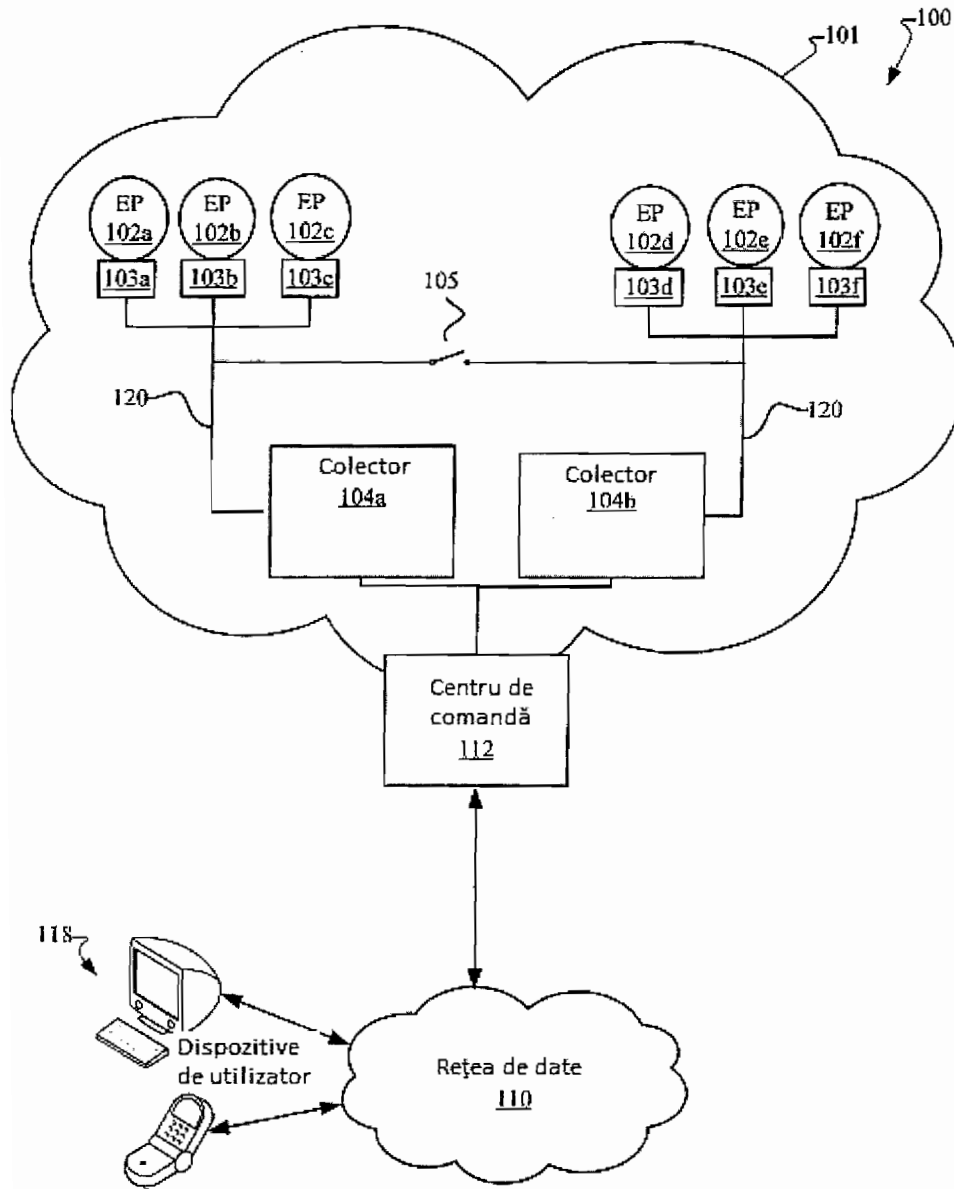


FIG. 1-A

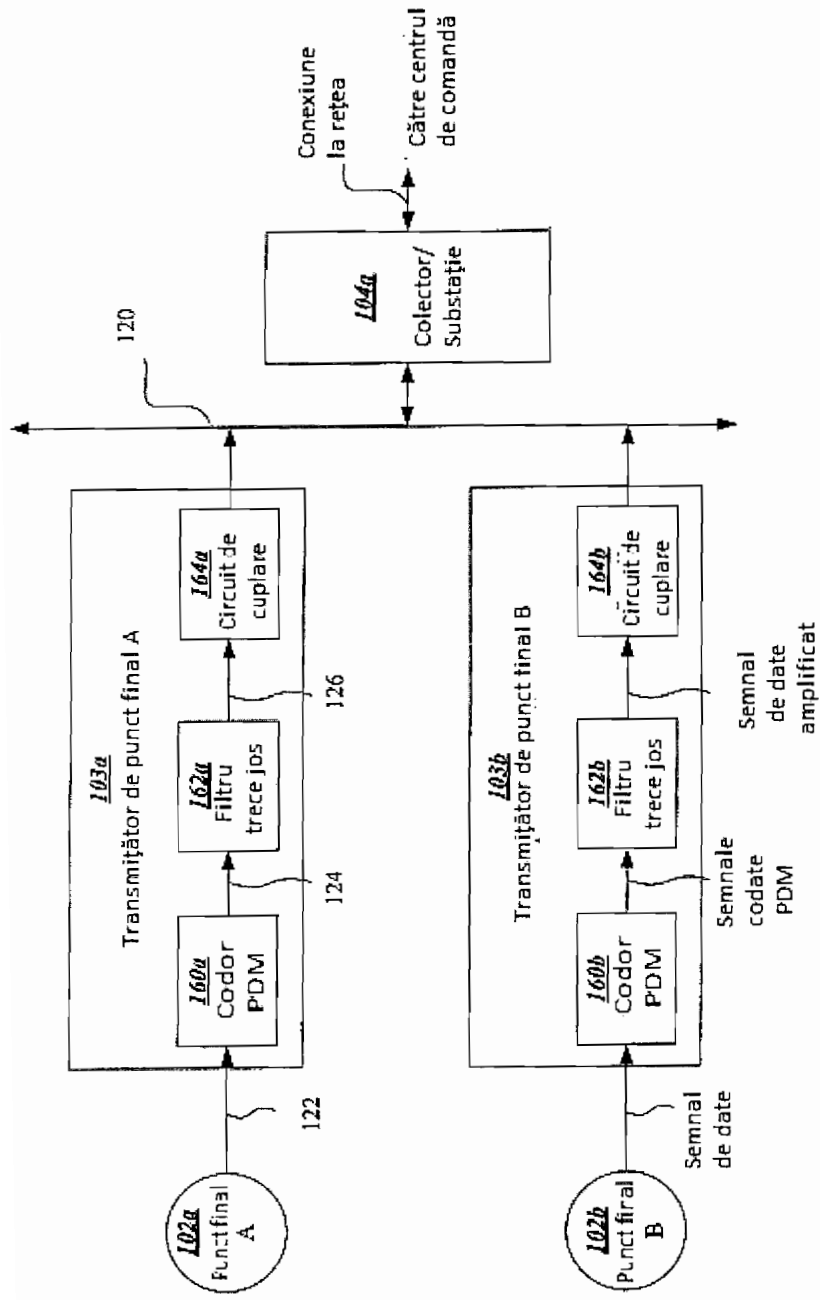


FIG. 1-B

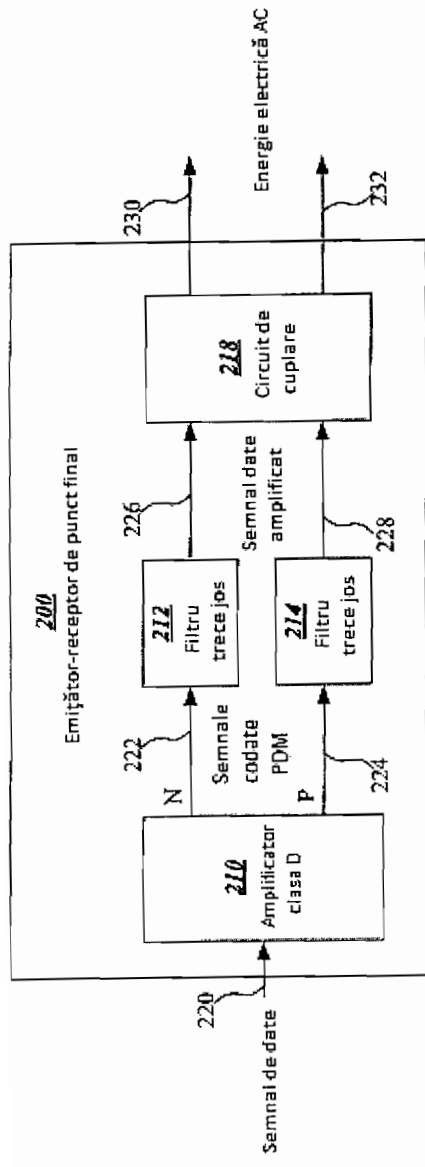


FIG. 2

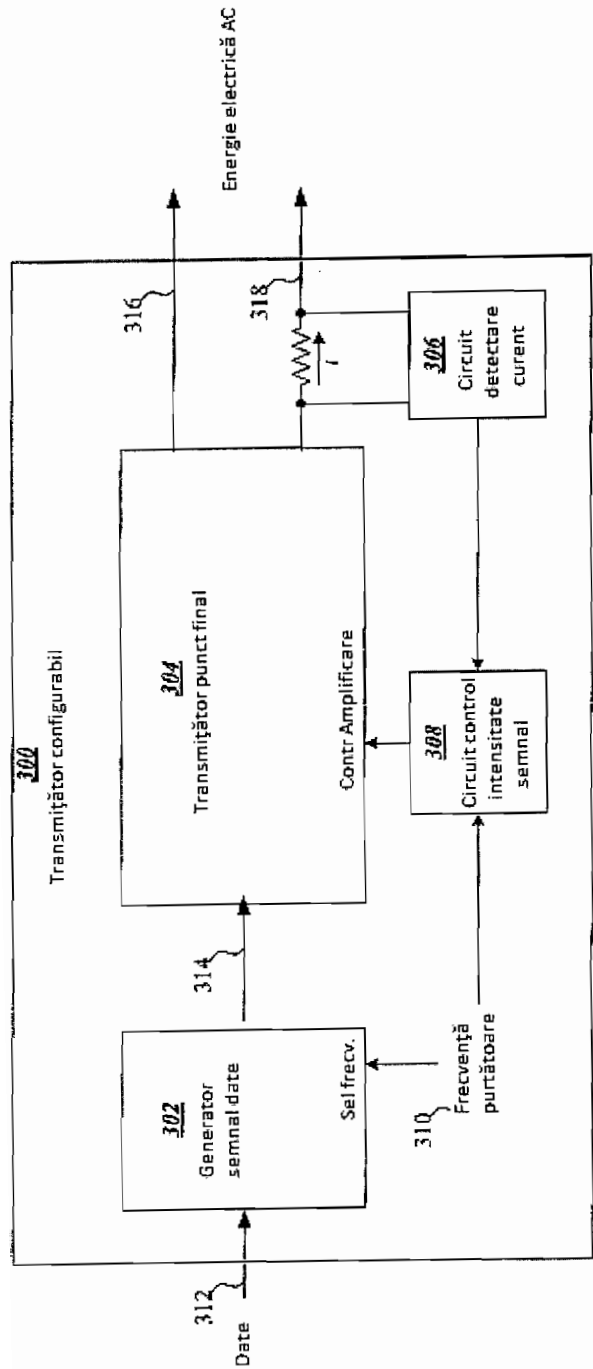


FIG. 3

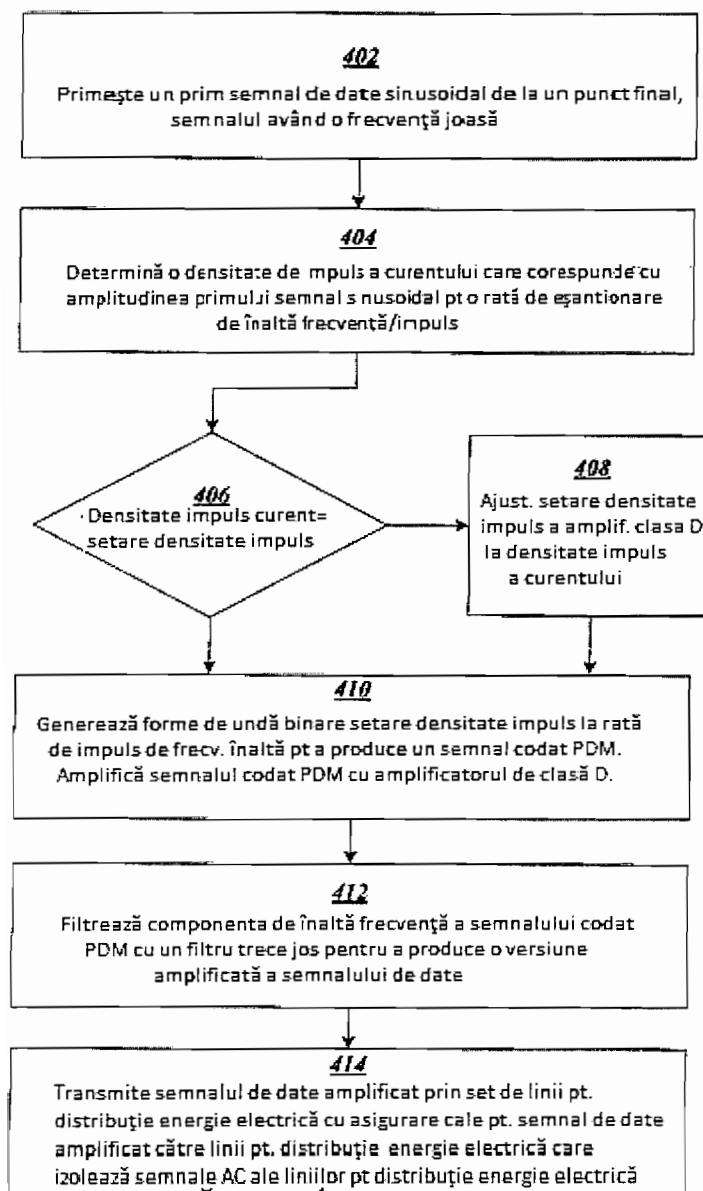


FIG. 4