



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00779**

(22) Data de depozit: **29.09.2009**

(41) Data publicării cererii:
30.06.2011 BOPI nr. **6/2011**

(71) Solicitant:
• **ASTI CONTROL S.A., CALEA PLEVNEI
NR.139, CORP B, SECTOR 6, BUCUREȘTI,
B, RO**

(72) Inventatori:
• **PETRESCU CĂTĂLIN DUMITRU,
STR. AROMEI NR.3, BL.L3, SC.1, AP.32,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;**

• **ȘTEFĂNOIU DAN, STR. BĂICULEȘTI
NR.19, BL.D9, AP.50, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **STAMĂTESCU GRIGORE, CALEA
PLEVNEI NR.141, BL.3, ET.5, AP.17,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **NICULA OCTAVIAN, STR. PRAVĂȚ
NR.14, BL.P7, SC.6, ET.3, AP.116,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(54) **PROCEDEU DE CODIFICARE ȘI DECODIFICARE A
DATELOR NUMERICE PENTRU TRANSCIVERELE RADIO
DE MICĂ PUTERE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de codificare și decodificare a datelor numerice, pentru transceiverele radio de mică putere. Procedeu conform invenției cuprinde o etapă de codificare a datelor numerice care sunt transmise sub forma pachetelor de date, codificarea fiind realizată la nivel de pachet de date printr-un semnal analogic, format dintr-un preambul cu rol de stabilizare și sincronizare a recepției, și un număr de segmente de semnal care codifică informația prin modificarea fazei unui set de purtătoare sinusoidale între segmentele consecutive, și o etapă de decodificare, în care se

monitorizează în permanență semnalul recepționat, în scopul detectării secțiunii de sincronizare, detecția bazându-se pe evaluarea, printr-un bloc de comparare cu o valoare de prag, a valorii funcției de intercorelație între semnalul recepționat și un șablon corespunzător semnalului de sincronizare, raportată la energia semnalului recepționat.

Revendicări: 4
Figuri: 6



Descrierea invenției

Invenția se referă la un procedeu de lărgire a razei de acțiune a transceiverelor de mică putere utilizat în telecomunicații pentru transmiterea de date numerice.

Pentru codificarea datelor sub forma unor semnale compatibile cu caracteristicile canalului de comunicație radio sînt cunoscute procedee care folosesc pentru codificare semnale binare deoarece acestea pot fi generate și interpretate de către dispozitivele numerice de prelucrare a datelor. Semnalele au doar două nivele de tensiune, valorile 0 sau 1 codificîndu-se prin intervalele de timp dintre tranzițiile care au loc între aceste nivele.

În procedeul implementat în brevetul US 2007/0130497A1 decodificarea corectă a informației din semnalul recepționat este condiționată de o valoare ridicată a raportului semnal/zgomot, fapt care limitează distanța la care se poate realiza comunicația.

Dezavantajul procedeeului mai sus menționat constă în gradul ridicat de sensibilitate la zgomotele care afectează semnalul în timpul propagării. Posibilitatea de decodificare corectă a informației scade puternic în cazul rapoartelor semnal/zgomot foarte scăzute (sub 10dB), informația decodificată devenind inutilizabilă iar raza de acțiune este limitată.

Procedeul, potrivit invenției, înlătură dezavantajul menționat mai sus, deoarece codifică informația prin modificarea unor parametri care descriu un semnal analogic pe durata unor intervale de timp. În acest mod, decodificarea fiecărui bit utilizează un întreg segment din semnalul codificat nu doar momentul în care are loc o tranziție de nivel. Se reduce astfel sensibilitatea la zgomot a procesului de decodificare deoarece efectul zgomotului poate fi redus prin tehnici de identificare a parametrilor semnalului.

În mod surprinzător, s-a constatat că prin utilizarea unei metode de modulație cu grad ridicat de imunitate la zgomot, procedeul prezentat permite lărgirea razei de acțiune a transceiverelor de mică putere înlăturînd dezavantajul menționat mai sus.

Se dă, în continuare, un exemplu nelimitativ de realizare a invenției și în legătură cu:

- Figura 1 care prezintă procesul de transmitere a informației numerice prin canalul de comunicație radio;
- Figura 2 care prezintă structura semnalului prin care se codifică informația dintr-un pachet de date;
- Figura 3 care prezintă schema bloc a modulatorului;
- Figura 4 care prezintă schema blocului de codificare a unui segment de date;
- Figura 5 care prezintă schema bloc a demodulatorului;
- Figura 6 care prezintă schema blocului de decodificare a unui segment de date;

În procedeul, conform invenției, datele numerice care trebuie transmise sînt codificate de către modulatorul 1 care generează semnalul analogic ce va fi transmis de secțiunea de emisie a transceiverului radio 2. Semnalul radio se propagă prin canalul de comunicație 3 unde este afectat de o serie de perturbații de tipul zgomotelor, caracteristicii de frecvență neuniforme sau ecourilor. Semnalul recepționat de către secțiunea de recepție a transceiverului 4 este decodificat de demodulatorul 5 care extrage informația numerică conținută în semnal.

Procedeul se referă la tehnica de modulație utilizată precum și la modalitatea de implementare a funcțiilor modulatorului 1 respectiv a demodulatorului 5.

Informația este transmisă sub forma unor pachete de date de dimensiune fixă. Este posibilă transmiterea unui volum de date de orice dimensiune prin împărțirea acestuia în mai multe pachete cu dimensiunea dată. Modalitatea de împărțire și de organizare a transmiterii pachetelor în vederea recuperării corecte a informației nu face obiectul procedurii prezentat. În continuare se va considera, de exemplu, o dimensiune a pachetului de date de 512 biți.

Pentru transmiterea unui pachet de date, se utilizează semnalul analogic x de durată finită. Semnalul este generat prin eșantioanele x_k de către modulatorul 1. În continuare se va considera, de exemplu, o frecvență de eșantionare de 64 KHz.

Semnalul începe cu preambulul 6 format din secțiunea de stabilizare 7 și secțiunea de sincronizare 8. Semnalul din secțiunea de stabilizare este necesar pentru a permite secțiunii de recepție din transceiver să-și adapteze parametrii în funcție de intensitatea semnalului recepționat. Durata semnalului este dependentă de caracteristicile transceiverului și se încadrează între 5 și 15 msec. Relația de definire a valorilor eșantioanelor pentru o durată a semnalului de stabilizare de 15 msec este:

$$x_{st}(k) = \sin\left(\frac{8\pi k}{256}\right), \quad k = 0 \dots 959$$

Semnalul din secțiunea de sincronizare are rolul de a marca poziția de referință din cadrul semnalului care va fi utilizată pentru extragerea corectă a segmentelor care codifică datele. Durata secțiunii de sincronizare este egală cu cea a acestor segmente și se încadrează între 1 și 5 msec. Relația de definire a valorilor eșantioanelor pentru o durată a segmentului de codificare a datelor de 4 msec este:

$$x_{ss}(k) = \begin{cases} \sin\left(\frac{8\pi k}{256}\right), & k = 0 \dots 31 \\ -\sin\left(\frac{2\pi}{256} \left(\frac{(k-32)^2}{16} + 5(k-32) \right)\right), & k = 32 \dots 159 \\ x_{ss}(319-k), & k = 160 \dots 319 \end{cases}$$

După transmiterea preambulului urmează un număr de S segmente de semnal 9 prin care se codifică informația. În continuare se va considera, de exemplu, un număr de segmente S=16 ceea ce conduce la codificarea a câte 32 de biți în fiecare segment.

Segmentul este format dintr-o secțiune de codificare date 10 care este obținută prin însumarea unui număr de F semnale purtătoare sinusoidale de frecvențe diferite. Codificarea efectivă a informației se realizează prin modificarea fazei fiecărei purtătoare relativ la faza aceleiași purtătoare din cadrul segmentului anterior. Se utilizează P valori distincte ale fazei alese uniform în intervalul $[0 \dots 2\pi]$. În continuare se va considera, de exemplu, un număr de frecvențe purtătoare F=16 și un număr P=4 de valori distincte ale fazelor $\left(0, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2}\right)$ ceea ce permite codificarea a 2 biți prin faza fiecărei purtătoare.

Asocierea dintre valorile celor biți codificați și variațiile de fază se face astfel încât combinațiile de biți corespunzătoare variațiilor de fază adiacente să difere între ele doar printr-un singur bit. Pentru valoarea $P=4$ considerată ca exemplu, se utilizează următoarele asocieri:

- 00 – variație de fază 0 ($0+0j$ în complex);
- 01 – variație de fază $\frac{\pi}{2}$ ($0+j$ în complex);
- 11 – variație de fază π ($-1+0j$ în complex);
- 10 – variație de fază $\frac{3\pi}{2}$ ($0-1j$ în complex).

Relația de definire a valorilor eșantioanelor pentru un segment de codificare a datelor pentru o durată a segmentului de codificare a datelor de 5 msec este:

$$x_{sc}(k) = \frac{1}{16} \sum_{i=1}^{16} \sin\left(\frac{2\pi ik}{256} + \varphi_i\right), \quad k = 0 \dots 255$$

unde φ_i este faza purtătoarei i definită în funcție de biții codificați de aceasta și faza aceleiași purtătoare din cadrul segmentului anterior.

Pentru obținerea unei sensibilități reduse la incertitudinile de detectare a poziției de referință marcată de secțiunea de sincronizare din preambul precum și la efectele ecourilor suprapuse peste semnalul recepționat, secțiunea de codificare a datelor este urmată de extensia prin periodicitate a acesteia 11. Relația care definește eșantioanele acestei extensii pentru o durată de 1 msec (25% din durata segmentului de codificare a datelor) este:

$$x_{ep}(k) = x_{sc}(k), \quad k = 0 \dots 63$$

Pentru implementarea modulatorului, cei 512 biți din pachetul de date 12 sînt repartizați în grupe de cîte 32 către 16 blocuri de codificare segment 14. Eșantioanele de semnal corespunzătoare celor 16 segmente sînt combinate împreună cu cele ale preambulului de către blocul de asamblare 15, rezultînd semnalul care codifică pachetul de date. Deoarece valorile eșantioanelor preambulului nu depind de informația codificată, valorile acestora sînt stocate într-un șablon preambul 13.

Pentru implementarea blocului de codificare segment cei 32 de biți de intrare sînt repartizați în grupe de cîte 2 către 16 blocuri de codificare faze 16. Aceste blocuri asociază fiecărei combinații de 2 biți valoarea variației de fază corespunzătoare reprezentată în complex. Aceste valori cît și conjugatele lor obținute de la blocurile de conjugare 17 sînt aplicate unui bloc de calcul a Transformatei Fourier Inverse (de dimensiune 256) 18 implementată în variantă rapidă. Datorită modului în care sînt introduse valorile fazelor, cele 256 de eșantioane obținute la ieșirea blocului calcul a Transformatei Fourier Inverse au valori reale și reprezintă exact suma celor 16 purtătoare sinusoidale.

Blocul de extensie periodică 19 realizează copierea primelor 64 de eșantioane din cele 256 generate în continuarea acestora rezultînd astfel un semnal format din 320 de eșantioane.

Schema de modulație utilizată este o adaptare a tehnicii de Multiplexare cu Divizare în Frecvențe Ortogonale (OFDM) la particularitățile transceiverelor de mică putere. Principala modificare adusă se referă la codificarea utilizând un semnal real.

În cazul metodei OFDM clasice, toate intrările în blocul de calcul a Transformatei Fourier Inverse reprezintă fazele unei purtătoare. Semnalul astfel obținut este un semnal avînd valorile eșantioanelor reprezentate de numere complexe. Acest semnal este utilizat pentru modularea în cuadratură a purtătoarei de radiofrecvență, partea reală a semnalului modulînd componenta de tip cosinus iar cea imaginară componenta de tip sinus.

Deoarece transceiverele radio de mică putere realizează modularea în amplitudine sau frecvență a purtătoarei de radiofrecvență printr-un singur semnal, nu este posibilă utilizarea semnalelor complexe. Din acest motiv, procedeul propus face apel la un semnal real obținut prin modificarea modului de introducere a valorilor fazelor la intrarea blocului de calcul a Transformatei Fourier Inverse.

Demodulatorul 5 este format dintr-o coadă de eșantioane 20 care păstrează, în permanență un număr de eșantioane egal cu cel corespunzător secțiunii de codificare a datelor (256 în cazul exemplului prezentat). În permanență, se evaluează energia porțiunii de semnal existentă în coadă prin intermediul blocului de calcul energie 21. Deasemenea, porțiunea de semnal din coadă este comparată cu un șablon de semnal de sincronizare 23 prin intermediul unui bloc de calcul a funcției de intercorelație 22. Modulul de calcul raport 24 evaluează raportul dintre valoarea funcției de intercorelație și energia semnalului recepționat. Prezența secțiunii de sincronizare în coada de eșantioane este detectată de comparatorul de prag 25 și declanșează procesul de extragere a secțiunilor de codificare a datelor din semnalul recepționat. Acest proces este realizat de către modulul de extragere secțiuni 26 și presupune citirea conținutului cozii de eșantioane la momente de timp egale cu multiplii întregi ai duratei unui segment relativ la momentul detectării prezenței semnalului de sincronizare.

Cele S secțiuni de codificare date extrase sînt trimise către blocurile de decodificare date 27 care furnizează informația conținută în semnalul modulat (cîte 32 de biți pe secțiune conform exemplului prezentat). Pachetul de date recepționat 28 este obținut prin colectarea tuturor biților furnizați de blocurile de decodificare date.

Blocul de decodificare date este format din blocul de calcul al Transformatei Fourier Directe 29 implementată în variantă rapidă care extrage informația de fază (reprezentată în complex) corespunzătoare tuturor purtătoarelor de date. Faza curentă a fiecărei purtătoare este preluată de către blocurile de decodificare a fazei 30 care o compară cu cea din segmentul anterior și decide care sînt valorile celor 2 biți codificați. Informația conținută în secțiunea de codificare date se obține prin combinarea tuturor biților furnizați de blocurile de decodificare a fazei.

Revendicări

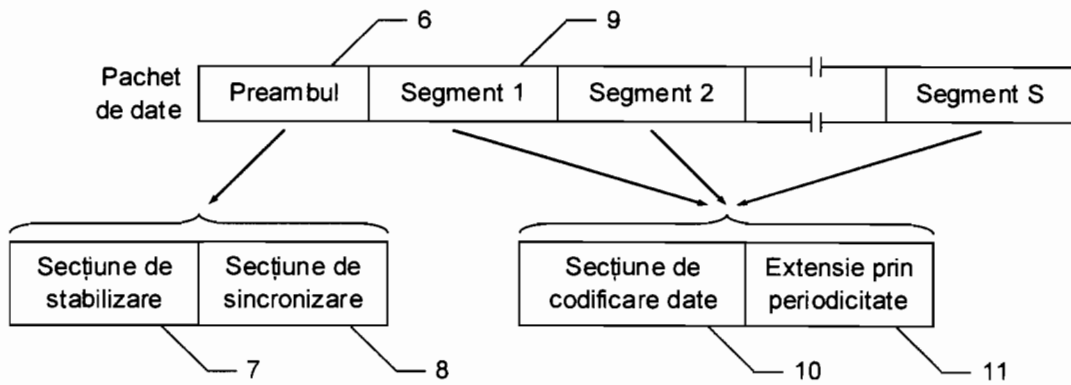
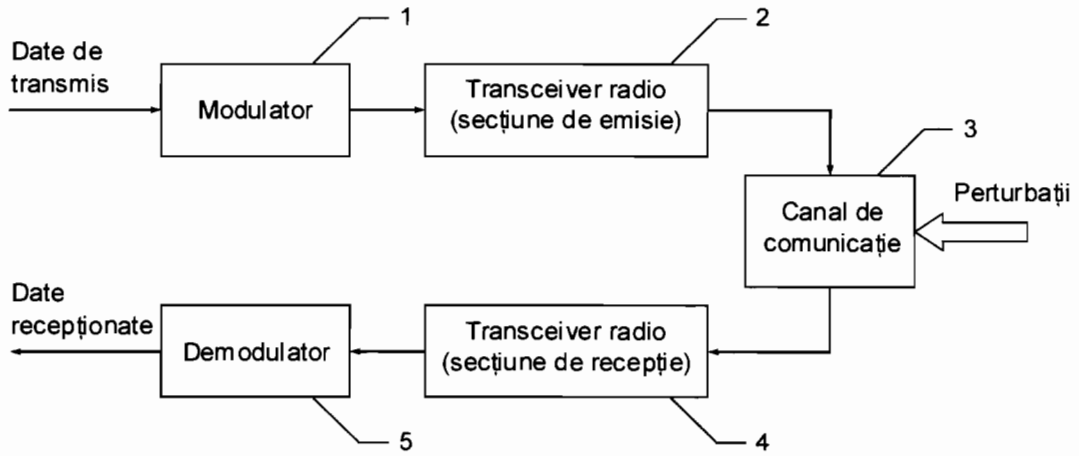
1. Procedeu de codificare si decodificare caracterizat prin aceea că utilizează o tehnică de modulație cu imunitate ridicată la zgomot prin aceasta lărgind raza de acțiune a transceiverelor de mică putere. Datele sînt codificate la nivel de pachet printr-un semnal analogic format dintr-un preambul (6) cu rol de stabilizare și sincronizare a recepției și un număr de segmente de semnal (9) care codifică informația prin modificarea fazei unui set de purtătoare sinusoidale între segmentele consecutive.

2. Procedeu de codificare și decodificare conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că utilizează un semnal cu valori reale pentru codificarea informației fiind o adaptare a tehnicii de Multiplexare cu Divizare în Frecvențe Ortogonale (OFDM) la particularitățile transceiverelor de mică putere care nu permit utilizarea semnalelor cu valori complexe. Generarea semnalului cu valori reale este posibilă datorită modului în care sînt introduse valorile fazelor purtătoarelor în blocul de calcul al Transformatei Fourier Inverse (18).

3. Procedeu de codificare conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că utilizează un preambul format dintr-o secțiune de stabilizare (7) cu durata cuprinsă între 5 și 15 msec și o secțiune de sincronizare (8) destinată marcării poziției de referință din cadrul semnalului necesară pentru extragerea corectă a segmentelor care codifică datele.

4. Procedeu de decodificare conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că monitorizează în permanență semnalul recepționat în scopul detecției secțiunii de sincronizare. Detecția se bazează pe evaluarea printr-un bloc de comparare cu o valoare de prag (25) a valorii funcției de intercorelație dintre semnalul recepționat și un șablon corespunzător semnalului de sincronizare (23) raportată la energia semnalului recepționat.

Desene explicative



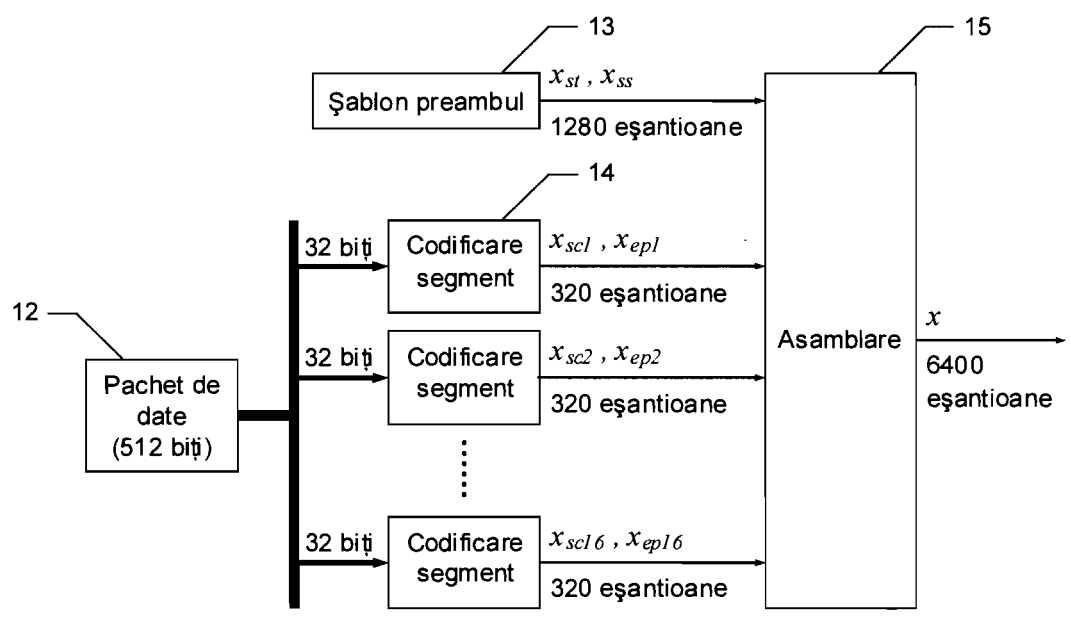


Fig. 3

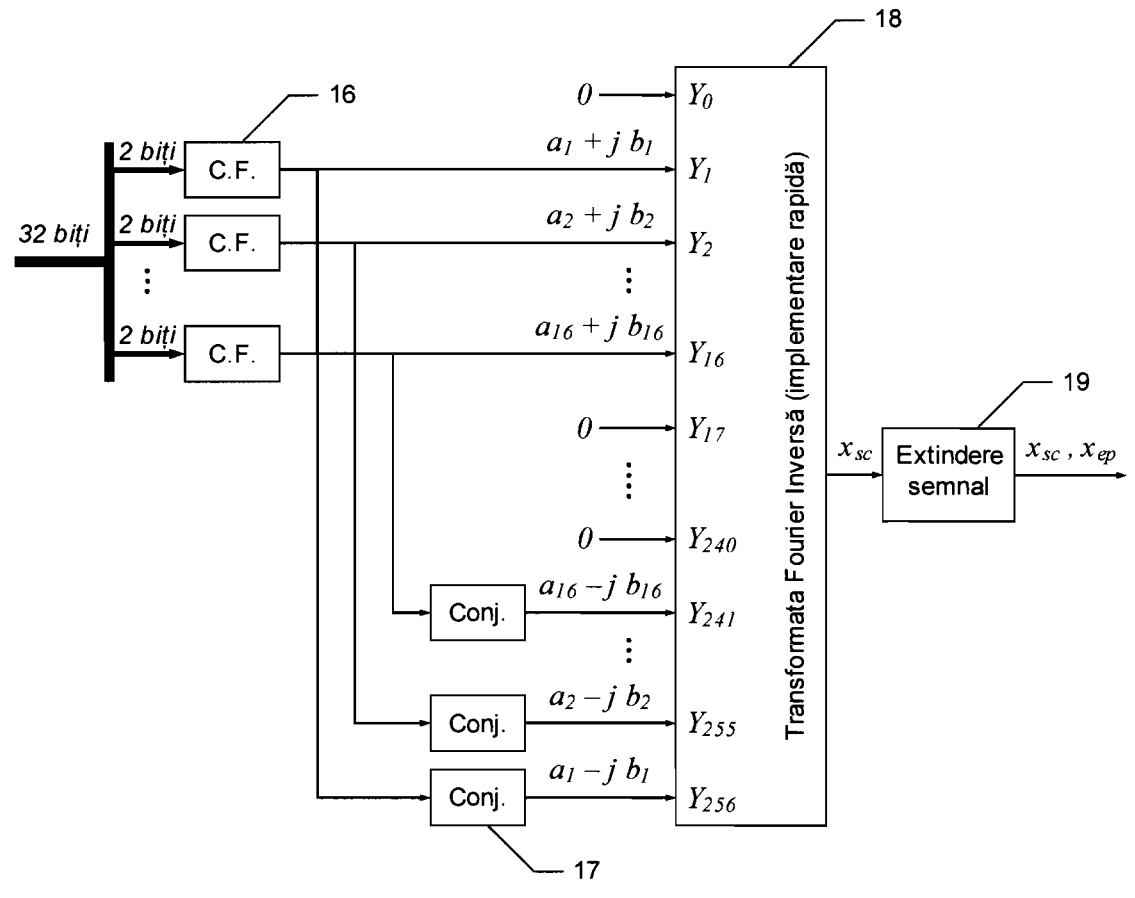


Fig. 4

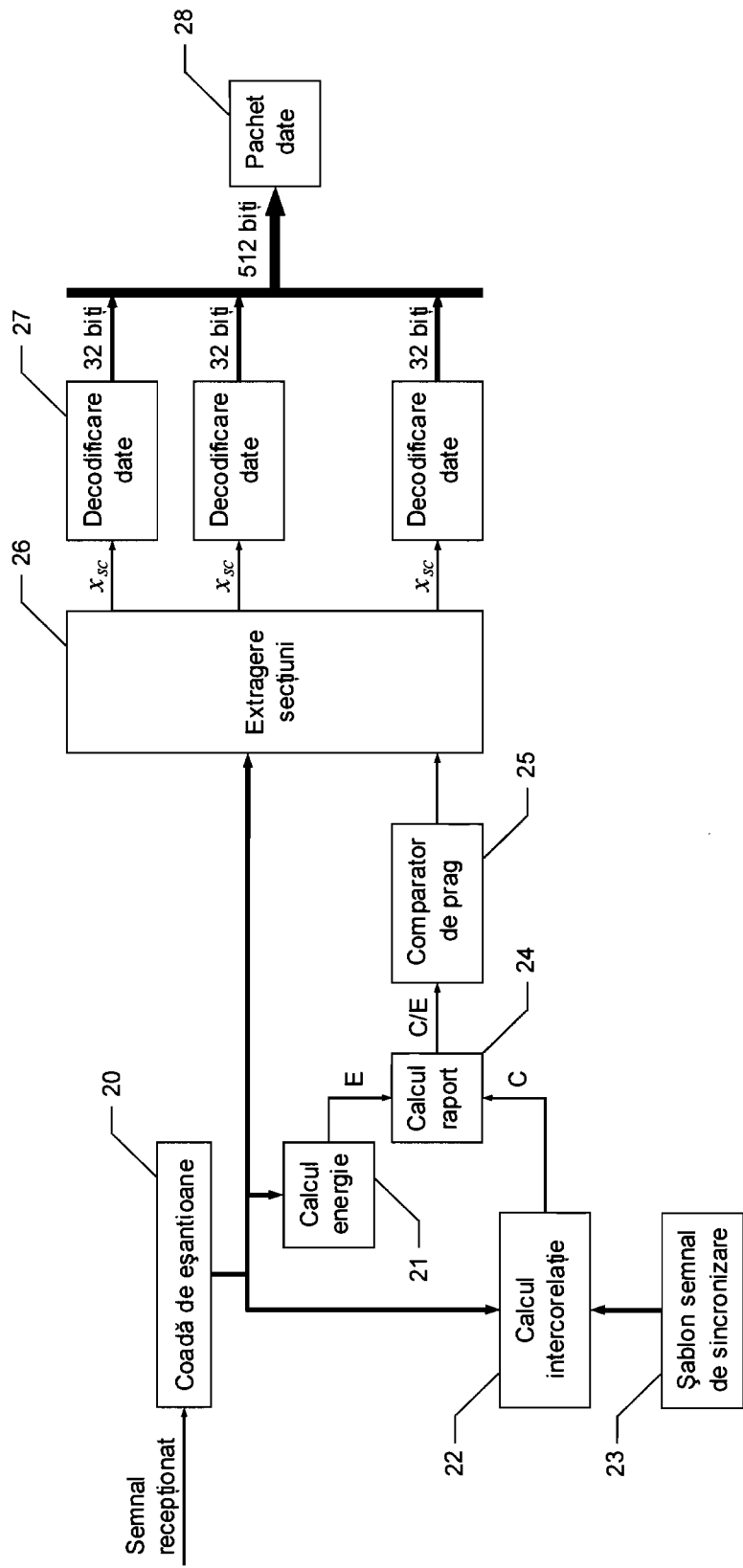


Fig. 5

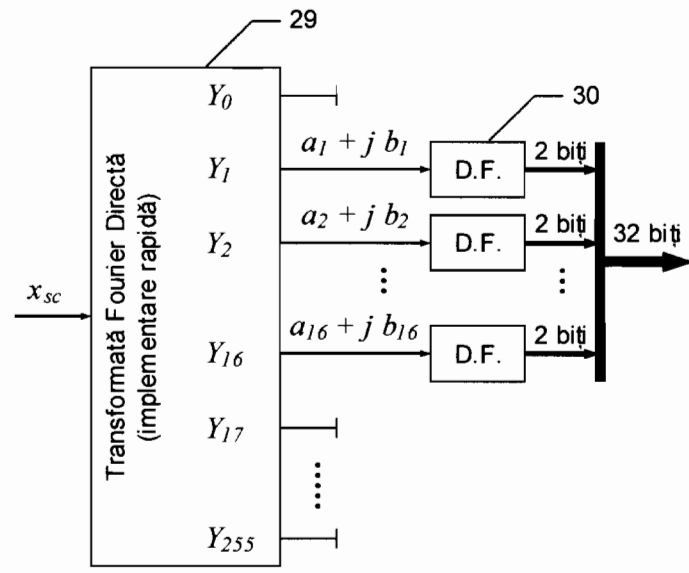


Fig. 6