



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	102000900874845
Data Deposito	15/09/2000
Data Pubblicazione	15/03/2002

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	06	F		

Titolo

PROCEDIMENTO E DISPOSITIVO PER LA GENERAZIONE DI CODICI, AD ESEMPIO CODICI PER APPLICAZIONI CDMA.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Procedimento e dispositivo per la generazione di codici, ad esempio codici di canalizzazione per applicazioni CDMA"

di: STMicroelectronics Srl, nazionalità italiana,
Via C. Olivetti 2, Agrate Brianza (MI)

Inventori designati: Alessandro Lattuca, Giuseppe
Avellone, Ettore Messina e Agostino Galluzzo

Depositata il: 15 settembre 2000

* * *

 2000A 000871

TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce alla generazione di codici ed è stata sviluppata con particolare attenzione alla possibile applicazione per la generazione di codici di canalizzazione utilizzabili per comunicazioni CDMA (acronimo per Code Division Multiple Access).

Nei sistemi di comunicazione esistono diverse tecniche che consentono di accedere ad un canale comune per trasmettere informazioni secondo le tipiche modalità di un accesso multiplo.

Una soluzione tradizionale prevede di suddividere la larghezza di banda disponibile del canale in un numero N di sottocanali. A ciascun utilizzatore che desidera trasmettere informazione viene quindi assegnato un particolare sottocanale.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

Questa tecnica è correntemente denominata FDMA (acronimo per Frequency Division Multiple Access).

Un'altra tecnica opera invece nel dominio del tempo, per cui la suddetta operazione di suddivisione per consentire l'accesso multiplo viene attuata suddividendo un intervallo di tempo T_f , chiamato correntemente tempo o intervallo di trama (frame time), in una pluralità di N sotto-intervalli che non si sovrappongono fra loro, ciascuno di durata T_f/N . A ciascun utilizzatore che desidera trasmettere informazione viene quindi assegnata una particolare fetta (slot) temporale nell'ambito di ciascuna trama. Questa tecnica viene correntemente denominata TDMA (acronimo per Time Division Multiple Access).

Un'ulteriore tecnica, alternativa rispetto alle tecniche FDMA e TDMA viste in precedenza, prevede di consentire a più utilizzatori di condividere un certo canale o sotto-canale tramite l'utilizzazione di segnali ad allargamento di spettro (Spread Spectrum o, in breve SS). Adottando questa soluzione, a ciascun utilizzatore viene assegnata una sequenza codificata di canalizzazione, univoca per ciascun utilizzatore. Tale sequenza permette all'utilizzatore stesso di distribuire o allargare il segnale di informazione sulla banda di frequenza

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUIX
s.r.l.

assegnata. In questo modo, i segnali provenienti da diversi utilizzatori possono essere separati al ricevitore tramite cross-correlazione fra il segnale ricevuto e ciascuno dei codici di canalizzazione possibili assegnati ai vari utilizzatori. Realizzando questa operazione di codifica in maniera da avere cross-correlazioni relativamente piccole, è possibile minimizzare la diafonia (crosstalk) in sede di demodulazione dei segnali ricevuti da diversi trasmettitori. Questa tecnica di accesso multiplo è appunto denominata CDMA.

Nelle applicazioni CDMA, gli utilizzatori accedono al canale in modo casuale, per cui le varie trasmissioni di segnale sono suscettibili di sovrapporsi completamente tanto nel tempo quanto in frequenza. Nel ricevitore, l'operazione di demodulazione di separazione di questi segnali è resa possibile in quanto il segnale viene distribuito in frequenza attraverso il codice di canalizzazione.

Ad esempio, riferendosi - per semplicità di illustrazione - al caso in cui siano presenti quattro utilizzatori, è possibile attuare uno schema di accesso multiplo CDMA utilizzando quattro codici di canalizzazione, comprendenti ciascuno quattro cifre binarie. Ciascun utilizzatore è così in grado

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

di distribuire o allargare il suo segnale, il che porta alla formazione di quattro segnali a spettro allargato, che risultano comunque ortogonali fra loro quando sovrapposti per formare un segnale CDMA. Al ricevitore, il segnale composito rigenerato viene ricevuto ed il segnale corrispondente a ciascun utilizzatore può essere separato dagli altri sfruttando appunto l'ortogonalità delle relative codifiche.

Tutto quanto detto in precedenza corrisponde a criteri ben noti nella tecnica e che, come tali, non richiedono di essere descritti in maggior dettaglio in questa sede.

In sintesi, un trasmettitore operante in un sistema CDMA utilizza i codici di canalizzazione per condividere il canale di propagazione comune. Dall'altra parte il ricevitore (Terminal Equipment, in breve TE) deve essere in condizioni di generare tutti i codici di canalizzazione utilizzati così da poter demodulare i segnali ricevuti dai vari trasmettitori, separandoli fra loro.

Tenuto conto delle velocità di trasmissione correntemente utilizzate (ad esempio 3,84 MHz nello standard UMTS, acronimo per Universal Mobile Telecommunication System), velocità oltretutto destinate a crescere sempre più nel tempo, è

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

importante essere in grado di generare i codici in questione in modo semplice e rapido, evitando di dare origine a assorbimenti di energia troppo elevati, soprattutto tenendo conto dell'esigenza di operare nell'ambito di terminali mobili.

La presente invenzione è stata sviluppata con particolare attenzione alla possibile applicazione a due classi di codici di canalizzazione correntemente denominati codici di Walsh Hadamard (in breve, WH) ed Orthogonal Variable Spreading Factor (o, in breve, OVSF).

Per generale informazione sui codici di Walsh Hadamard si possono utilmente consultare i volumi di riferimento "Digital Communications" di J. Proakis, editore McGraw-Hill, pp.422 e successive, e "Introduction to Spread Spectrum Communication" di Roger L. Peterson, editore Prentice Hall, pp.542 e successive.

Per generale informazione sui codici OVSF e sullo standard UMTS si può far riferimento allo standard 3G TS 25.213 V3.2.0 UMTS standard document, Release 2000-03.

L'invenzione è però applicabile in generale a tutti i codici che presentino le stesse caratteristiche dei codici WH e OVSF a cui si farà riferimento nel seguito.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

La particolare attenzione portata a questi due tipi di codici di canalizzazione è data dal fatto che gli stessi sono stati scelti in vista della possibile utilizzazione nell'ambito dello standard UMTS già citato in precedenza.

Ad ulteriore chiarimento, la figura 1 illustra in modo comparato le caratteristiche dei codici di canalizzazione WH (figura 1a) e OVSF (figura 1b) per valori di lunghezza L rispettivamente pari a 2, 4 e 8.

In generale, tanto i codici WH quanto i codici OVSF possono essere visti come funzione vettoriale di due variabili, ossia:

- la lunghezza (L), e
- l'indice ($I = 0$ a $L-1$).

La lunghezza è in generale una potenza di 2 (ovverosia 2^n , con n intero) e ciascun codice può essere visto come corrispondente alla riga i -esima di una corrispondente matrice WH/OVSF in cui ciascun elemento di matrice è un numero binario antipodale (vale a dire ± 1).

Nelle soluzioni fino ad oggi proposte per la generazione di codici quali appunto i codici WH e OVSF, è prevista la generazione dei codici stessi in modo del tutto indipendente.

Si verifica peraltro che la generazione del codice WH risulta più semplice (quindi meno onerosa in termini di complessità circuitale) richiedendo tipicamente - ad esempio per un codice con lunghezza L pari ad 8 - una complessità circuitale dell'ordine di 200 porte.

La generazione del codice OVSF risulta in generale più onerosa. Ad esempio è stata recentemente proposta una soluzione in cui, per generare un codice OVSF di lunghezza L pari ad 8, si ricorre ad un circuito con complessità dell'ordine di 400 porte.

In talune applicazioni insorge però l'esigenza di poter generare entrambi i codici.

Ad esempio, riferendosi all'applicazione UMTS già più volte citata in precedenza, gli standard statunitensi (ad esempio lo standard IS95CDMA) prevedono l'impiego di codici WH, mentre in ambito europeo si è affermato, sempre per la stessa applicazione, l'impiego di codici OVSF.

Per consentire la realizzazione di sistemi, in particolare di terminali mobili suscettibili di operare con standard diversi, risulta quindi importante disporre di soluzioni che consentano di generare entrambi i codici in modo semplice e rapido, minimizzando l'assorbimento di energia.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

Tutto questo evitando di dover ricorrere ad una soluzione puramente additiva, basata sull'impiego di un primo generatore per la generazione dei codici WH e di un secondo generatore (distinto dal primo) per la generazione dei codici OVSF. Soluzione, questa, che - riferendosi agli ordini di complessità circuitale a cui si è fatto riferimento in precedenza - comporterebbe l'impiego di circuiti con una complessità circuitale dell'ordine di 600 porte logiche.

La presente invenzione si prefigge lo scopo di fornire una soluzione in grado di superare gli inconvenienti e le difficoltà a cui si è fatto riferimento in precedenza.

Secondo la presente invenzione, tale scopo viene raggiunto grazie ad un procedimento avente le caratteristiche richiamate in modo specifico nelle rivendicazioni che seguono. L'invenzione si riferisce anche al corrispondente dispositivo.

In sostanza, la soluzione secondo l'invenzione si basa sul riconoscimento del fatto che i codici quali i codici WH ed i codici OVSF (si rammenta ancora una volta che tale proprietà, pur essendo riscontrabile nei due codici citati, non è esclusiva di tali due codici) differiscono fra loro solo per la posizione di riga di ciascun codice nell'ambito

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

della rispettiva matrice. In altre parole la presente invenzione sfrutta la possibile esistenza di:

- un primo codice (nell'esempio di attuazione illustrato nel seguito, il codice OVSF) comprendente un insieme di stringhe di simboli, ciascuna stringa di simboli di tale insieme avendo una lunghezza data (L) ed essendo identificata da un indice dato (I), e

- un secondo codice (nell'esempio di attuazione illustrato nel seguito, il codice WH) comprendente un insieme corrispondente di rispettive stringhe di simboli, le rispettive stringhe di simboli di detto insieme corrispondente essendo ciascuna identica ad una stringa di simboli di detto un codice ed essendo identificata da un rispettivo indice corrispondente (I) di detto altro codice.

Il tutto con la conseguente possibilità di determinare, per l'indice dato identificativo di ciascuna stringa di simboli del primo codice, il rispettivo indice corrispondente che identifica la stringa identica del secondo codice.

Questo fatto può essere immediatamente apprezzato osservando la figura 2 e notando che per la lunghezza $L = 2$ i due codici WH e OVSF corrispondono di fatto fra loro, mentre le matrici corrispondenti alle lunghezze di codice $L = 4$ e $L =$

8 presentano righe di identico contenuto, con l'unica differenza data dalla possibile collocazione in posizioni diverse.

Ad esempio, riferendosi per semplicità alla lunghezza $L = 4$, è immediato notare che nelle due matrici rappresentative dei codici WH (figura 1a) e OVSF (figura 1b) la prima e l'ultima riga sono identiche fra loro, mentre la seconda e la terza riga risultano invertite fra loro, con la seconda riga della matrice del codice WH che corrisponde alla terza riga della matrice del codice OVSF e la terza riga del codice WH che corrisponde alla seconda riga della matrice del codice OVSF.

Le stesse considerazioni valgono in modo identico nel caso della lunghezza $L = 8$. Senza volersi dilungare in dettaglio, si apprezzerà ad esempio che anche in questo caso la prima e l'ultima riga delle matrici (indici 0 e 7) dei due codici sono identiche fra loro mentre invece, ad esempio, la seconda riga (indice 1) della matrice del codice WH corrisponde alla quinta riga (indice 4) della matrice del codice OVSF.

In sostanza, quindi, la soluzione secondo l'invenzione si basa sul riconoscimento del fatto che, dovendo generare due codici che presentano la suddetta caratteristica, è possibile ricorrere ad

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

una soluzione in cui viene impiegato un unico generatore di codice (che genera le stringhe di numeri binari corrispondenti alle varie righe delle rispettive matrici) e tale generatore viene commutato dalla funzione di generazione del primo codice alla funzione di generazione del secondo codice semplicemente modificando l'indice che identifica ciascun specifica stringa nell'ambito della rispettiva matrice.

L'invenzione verrà ora descritta, a puro titolo di esempio non limitativo, con riferimento ai disegni annessi, nei quali:

- la figura 1, dedicata all'illustrazione delle proprietà generali dei codici WH e OVSF, è già stata descritta in precedenza,

- la figura 2 illustra sotto forma di schema a blocchi, la tipica architettura di un dispositivo per la generazione di codici WH/OVSF operante secondo l'invenzione,

- le figure 3 a 5 illustrano tre diverse possibili forme di attuazione di uno degli elementi illustrati nella figura 2, e

- la figura 6 illustra, anche in questo caso sotto forma di uno schema a blocchi, la possibile collocazione di un dispositivo secondo l'invenzione nell'ambito di un terminale TE di un sistema CDMA.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

In sostanza, il dispositivo rappresentato nella figura 2, indicato nel complesso con 10, consente di generare sulla sua uscita 11, in alternativa, codici di Walsh Hadamard (WH) ovvero codici OVVSF in funzione di quattro parametri di ingresso:

- la lunghezza L del codice da generare, fornita su un primo ingresso 12,
- l'indice del codice OVVSF che si vuole generare, fornito su un ingresso 13,
- l'indice del codice WH che si vuole generare, fornito su un ingresso 14, e
- un segnale di selezione, presentato su un ingresso 15, indicativo del fatto che il codice da generare è un codice OVVSF ovvero un codice WH.

La funzione di generazione dei codici viene svolta da un modulo generatore 16 - di tipo di per sé noto - che è essenzialmente un generatore di codici di Walsh Hadamard.

Come già detto nella parte introduttiva della presente descrizione, a parità di altri parametri - la generazione dei codici WH risulta più semplice (in termini di onerosità circuitale) rispetto alla generazione dei codici OVVSF.

Sotto questo punto di vista, la forma di attuazione al momento preferita della presente invenzione sfrutta appunto la possibilità di

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

utilizzare lo stesso generatore (e quello con struttura più semplice) per generare entrambi i tipi di codice.

Il generatore 16 opera in funzione di due parametri di ingresso costituiti rispettivamente dalla lunghezza L, ricevuta su ramo 120 della linea di ingresso 12, e del corrispondente indice identificativo del codice (ossia della riga della matrice) WH che si intende generare. Il parametro viene ricevuto su una corrispondente linea di ingresso indicata con 121.

Le rimanenti parti del dispositivo 10 rappresentato nella figura 2 sono costituite essenzialmente da un multiplexer 17 e da un circuito di mappatura 18, quest'ultimo suscettibile di essere implementato ricorrendo alle diverse soluzioni descritte nel seguito con riferimento alle figure 3 a 5.

La funzione del multiplexer 17 è essenzialmente quella di trasferire sulla linea di ingresso 121 del generatore 16:

- quando il segnale presente sull'ingresso 15 indica che il dispositivo 10 deve generare un codice WH, semplicemente l'indice WH ricevuto sull'ingresso 14, o

- quando il segnale presente sulla linea di ingresso 15 indica che il dispositivo 10 è destinato a generare un codice OVSF, un altro indice "mappato" (generato secondo i criteri meglio illustrati nel seguito) presente su una linea 122 proveniente dal modulo 18.

Lo schema della figura 3 illustra una possibile prima forma di implementazione del modulo 18.

In questo caso, il cuore del modulo 18 è semplicemente costituito da una tabella di confronto (look-up table o LUT, di solito implementata sotto forma di una RAM o di un componente equivalente) in cui è memorizzata la corrispondenza fra gli indici OVSF e gli indici WH.

Ad esempio, facendo di nuovo riferimento alla figura 1, ed in particolare alle matrici corrispondenti al valore di lunghezza $L = 4$, nella tabella 180 è memorizzato il fatto che, ad esempio, il codice OVSF di indice 2 (terza riga nella relativa matrice della figura 1b) corrisponde al codice WH di indice 1 (seconda riga della matrice della figura 1a).

Di conseguenza, quando il dispositivo 10 viene pilotato per generare, ad esempio, il codice OVSF di indice 2 (terza riga della relativa matrice), il

modulo 18 (qui rappresentato dalla tabella 180) converte l'indice 2 del codice OVSF nell'indice 1 del codice WH, trasmettendo il corrispondente ingresso verso il generatore 16. Quest'ultimo agisce come se dovesse generare il codice WH di indice 1, mentre il dispositivo 10 nel suo complesso "vede" il codice generato come codice OVSF di indice 2.

Analogamente, sempre riferendosi alla figura 1, supponendo di voler generare il codice OVSF di indice 4 (quinta riga della rispettiva matrice), il corrispondente dato di ingresso alimentato sulla linea 13 della tabella 180 viene convertito, sull'uscita 122, come indice mappato di valore pari a 1 del codice WH. Anche in questo caso il generatore 16 genera il corrispondente codice (in particolare come codice WH di indice 1 - seconda riga della rispettiva matrice) mentre questa operazione viene vista globalmente dal dispositivo 10 come generazione del codice OVSF di indice 4 e lunghezza 8.

Detto altrimenti, quando il dispositivo 10 viene comandato, agendo sulla linea 15, in modo da generare i codici WH, il modulo 18 risulta di fatto inattivo, in quanto il multiplexer 17 trasferisce semplicemente gli indici applicati sull'ingresso 14 all'ingresso 121 del generatore 16.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

Al contrario, quando (per effetto di una variazione di valore del segnale presente sulla linea 15) il dispositivo 10 viene convertito alla generazione dei codici OVSF, il modulo 18 entra in gioco facendo sì che gli indici del codice OVSF forniti sull'ingresso 13 vengano "mappati" ovvero convertiti negli indici WH che corrispondono alla generazione di un'identica stringa di codice, producendo, per effetto dell'applicazione degli indici mappati sull'ingresso 121, la corrispondente azione da parte del generatore 16.

Si apprezzerà peraltro che, nel caso di alcuni indici, la suddetta azione di mappatura può esplicarsi pura e semplice identità (si vedano ad esempio, oltre alla matrice $L=2$, la prima e l'ultima riga delle matrici $L=4$ e $L=8$ rappresentate nelle figura 1, dove tali righe, corrispondenti agli indici 0 e 3 ovvero 0 e 7, sono identiche per il codice WH e per il codice OVSF).

Attuare la suddetta operazione di mappatura (conversione dell'indice OVSF presentato sull'ingresso 13 nel corrispondente indice WH emesso sulla linea 122) tramite una pura e semplice tabella di conversione può risultare oneroso in termini di implementazione circuitale, soprattutto al crescere del valore L . Per questo motivo la figura 4 si

riferisce ad una variante di attuazione in cui la
 suddetta azione di mappatura viene realizzata
 tramite un algoritmo suscettibile di essere
 implementato tramite un modulo elaborativo 181.
 Quest'ultimo è suscettibile di essere costituito, ad
 esempio, da una funzione elaborativa dedicata
 nell'ambito di un'unità elaborativa più complessa
 (si veda al riguardo anche lo schema della figura
 6). In pratica, l'algoritmo implementato è quello
 esprimibile nella forma seguente.

$$\begin{aligned}
 M(i) = [& 2 \cdot M(i/2) \\
 & 2 \cdot M(i/2) + 1] \quad i = 2, 4, 8, \dots, L
 \end{aligned}$$

$$M(1) = [0] \quad \quad \quad 1 = [1 \ 1 \ \dots \ 1]$$

dove 1 è un vettore colonna di i elementi pari a
 1

Nel seguito viene fornito un esempio di
 generazione del vettore di mapping nel caso in cui
 L=8.

$$L = 8 \Rightarrow i = 2, 4, 8$$

- 1° PASSO

$$\begin{aligned}
 M(2) = [& 0 \\
 & 1]
 \end{aligned}$$

- 2° PASSO

$$M(4) = [2 \ M(2)$$

$$2 \ M(2) + 1] = [0$$

2

...

1

3]

- 3° PASSO

$$M(8) = [2 \ M(4)$$

$$2 \ M(4) + 1] = [0$$

4

2

6

...

1

5

3

7]

Quest'ultimo vettore rappresenta il vettore di mapping risultante dall'applicazione dell'algoritmo.

Il principale vantaggio legato al ricorso di una soluzione algoritmica (che, beninteso, è suscettibile di essere vantaggiosamente integrata con la soluzione basata sull'impiego di una tabella di confronto così come illustrata nella figura 3) sta nel fatto di consentire una certa qual riduzione dell'occupazione di memoria, consentendo in ogni

caso la generazione di tutti gli indici di mappatura necessari per riempire la tabella quale la tabella 180 della figura 3.

Un ulteriore vantaggio è legato al fatto che il ricorso ad un algoritmo consente un più facile adattamento a possibili variazioni del valore di lunghezza L.

In sostanza, il dato di ingresso i corrisponde al valore di lunghezza L. L'algoritmo consente di generare un vettore di indici il quale vettore raccoglie gli indici di mappatura corrispondenti ad una certa lunghezza di codice OVSF. Di conseguenza, se il valore di lunghezza L cambia, il vettore di mappatura deve essere nuovamente calcolato. La lunghezza L viene quindi utilizzata nell'algoritmo per calcolare il vettore mentre l'indice OVSF rappresenta la posizione di riga nell'ambito del vettore. Ciascun elemento del vettore corrisponde al valore di indice di mappatura desiderato.

Ancora un'altra soluzione di attuazione del modulo di mappatura 18 è quella rappresentata nella figura 5.

Qui, la stringa di bit rappresentativa dell'indice OVSF, presentata sull'ingresso 13, alimenta un modulo 182 che realizza l'inversione della posizione dei bit della stringa binaria che

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

identifica l'indice in questione. In pratica, con l'operazione di inversione, il bit più significativo (MSB) diventa il bit meno significativo (LSB) e viceversa.

La stringa di bit così invertita alimenta un registro a scorrimento 183 che ne realizza uno spostamento o shift (con rientro) verso destra di n di posizioni. Il numero n è identificato con la relazione seguente:

$$n = A - \log_2 L.$$

Nella suddetta relazione, il parametro L indica la lunghezza delle stringhe di codice mentre la grandezza A corrisponde al numero di bit necessari per rappresentare la massima lunghezza di codice che deve essere generata (ad esempio 9 bit se la massima lunghezza di parola di codice è pari a 512, pari appunto a 2^9).

La variante di attuazione rappresentata nella figura 5 si caratterizza evidentemente come quella che ha minori esigenze in termini di occupazione di memoria, in quanto - almeno virtualmente - la mappatura dell'indice OVSF nel corrispondente indice WH può essere attuata sul momento, praticamente in tempo reale.

Lo schema della figura 6 rappresenta infine una possibile architettura di apparecchiatura terminale

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

TE utilizzabile nell'ambito di un sistema CDMA basato sull'impiego della presente invenzione.

In termini essenziali, il terminale TE della figura 6 può essere visto come idealmente suddiviso in una sezione analogica 100 e di una sezione digitale 101.

La sezione analogica comprende in generale lo stadio di front-end a radio frequenza 102 (realizzato secondo criteri noti, che non richiedono di essere illustrati in questa sede) a cui fanno capo la catena ricevente 103 e la catena trasmittente 104, anch'esse comprendenti (secondo criteri di per sé noti) una sezione di interfaccia a radiofrequenza e una sezione di conversione.

In particolare, nella catena ricevente 103 il segnale viene convertito in banda base e digitalizzato nello stadio di conversione ricevente. Il segnale digitale viene quindi sottoposto a de-spreading in un banco di correlatori 105 così da ottenere il segnale di ricezione destinato ad alimentare lo stadio a bassa velocità (low rate) 106 del transceiver.

In modo duale, il segnale codificato proveniente dallo stadio 106 viene sottoposto ad allargamento di spettro (spreading) in corrispondenti moduli 106 in vista della modulazione e della conversione in

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLO D'OUX
s.r.l.

frequenza verso l'alto attuata nella catena di trasmissione 104.

Tanto i correlatori 105 quanto i moduli di spreading 106 operano in funzione di due tipi di codici, ossia i codici di scrambling (tipici dello schema Spread Spectrum utilizzato, generati in un corrispondente generatore 107) ed i codici di canalizzazione CDMA (generati in un corrispondente blocco di generazione 108 il cui nucleo è appunto costituito dal dispositivo 10 illustrato nella figura 2).

In particolare, la sezione di transceiver digitale può essere suddivisa in due sotto-stadi operanti con velocità diverse. Uno stadio con una velocità di campionamento elevata (circa 10 MHz, nel caso dello standard UMTS) ed una sezione a bassa velocità di campionamento (fino a 500 KHz per le operazioni di elaborazione FDD UMTS).

Si apprezzerà in generale che il dispositivo destinato a sovrintendere alla generazione dei codici di canalizzazione costituisce di solito una parte comune di entrambe le catene di trasmissione di ricezione. I codici di canalizzazione vengono utilizzati per le funzioni di spread/de-spread del segnale di informazione. Di conseguenza, il

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

corrispondente generatore 108 risulta collegato tanto ai correlatori 105 quanto ai moduli 106.

Di preferenza, la collocazione del dispositivo di generazione dei codici di canalizzazione è nella parte del transceiver operante alla velocità più elevata.

Naturalmente, fermo restando il principio dell'invenzione, i particolari di realizzazione e le forme di attuazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto descritto ed illustrato, senza per questo uscire dall'ambito della presente invenzione.

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUIX
s.r.l.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per generare un codice comprendente un insieme di stringhe di simboli, ciascuna stringa di simboli di detto insieme avendo una lunghezza data (L) ed essendo identificata da un indice dato (I), caratterizzato dal fatto che comprende le operazioni di:

- provvedere un generatore (16) suscettibile di generare un altro codice comprendente un insieme corrispondente di rispettive stringhe di simboli; le rispettive stringhe di simboli di detto altro codice essendo ciascuna identica ad una stringa di simboli di detto un codice ed essendo identificata da un rispettivo indice corrispondente (I) di detto altro codice,

- determinare, per l'indice dato (I) identificativo di ciascuna stringa di simboli di detto un codice, un rispettivo indice corrispondente che identifica la stringa identica in detto altro codice, e

- generare ciascuna stringa di simboli di detto un codice a partire dal rispettivo indice dato (I) generando, tramite detto generatore (16), la stringa identica di detto altro codice; detto generatore (16) generando detta stringa identica in funzione

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

del rispettivo indice corrispondente determinato a partire da detto rispettivo indice dato (I).

2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto un codice e detto altro codice sono codici con caratteristiche di ortogonalità.

3. Procedimento secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detto un codice e detto altro codice sono codici di canalizzazione per trasmissioni CDMA.

4. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 3, caratterizzato dal fatto che detto un codice e detto altro codice sono scelti nel gruppo costituito dai codici di Walsh Hadamard e dai codici OVSP.

5. Procedimento secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detto un codice è un codice OVSP e detto altro codice è un codice di Walsh Hadamard.

6. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 5, caratterizzato dal fatto che comprende l'operazione di creare una tabella di corrispondenza (180) fra gli indici dati (I) che identificano le stringhe di simboli di detto un codice e gli indici corrispondenti che identificano

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

le stringhe di simboli identiche di detto altro codice.

7. Procedimento secondo la rivendicazione 4 o la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che gli indici dati di detto codice di Walsh Hadamard vengono determinati a partire dagli indici dati di detto codice OVVSF secondo la relazione

$$M(i) = [2 \cdot M(i/2) \\ 2 \cdot M(i/2) + 1] \quad i = 2, 4, 8, \dots, L$$

$$M(1) = [0] \quad 1 = [1 \ 1 \ \dots \ 1]$$

dove:

- 1 è un vettore colonna di i elementi pari a 1, e
- L è la lunghezza data delle stringhe dei simboli di codici, e
- M(i) è un vettore che raggruppa i valori di mappatura degli indici corrispondenti ad una lunghezza data (L) del codice OVVSF, e
- l'indice OVVSF rappresenta la posizione di riga nell'ambito del vettore.

8. Procedimento secondo la rivendicazione 4 o la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che gli indici (I) di detto codice Walsh Hadamard vengono determinati a partire dagli indici di detto codice OVVSF attraverso le operazioni di:

- esprimere l'indice OVVSF come numero binario,

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

- invertire l'ordine dei bit di detto numero binario,

- sottoporre il numero binario invertito ottenuto tramite inversione dell'ordine dei bit ad uno shift destro con ricircolo di n posizioni, dove n è identificato secondo la relazione

$$n = A - \log_2 L$$

dove L indica la lunghezza delle stringhe dei codici ed A è il numero di bit necessario per rappresentare la lunghezza di codice massima da generare,

l'ulteriore numero binario ottenuto tramite detto shift destro esprimendo l'indice corrispondente del codice Walsh Hadamard.

9. Dispositivo per generare un codice comprendente un insieme di stringhe di simboli, ciascuna stringa di simboli di detto insieme avendo una lunghezza data (L) ed essendo identificata da un indice dato (I), il dispositivo essendo caratterizzato dal fatto di comprendere:

- un generatore (16) di codice per generare un altro codice comprendente un insieme corrispondente di rispettive stringhe di simboli; le rispettive stringhe di detto altro codice essendo ciascuna identica a una stringa di simboli di detto un codice

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

ed essendo identificata da un rispettivo indice corrispondente (I) di detto altro codice, e

- un circuito di mappatura (18) per determinare, per l'indice dato (I) identificativo di ciascuna stringa di simboli di detto un codice, il rispettivo indice corrispondente che identifica la stringa identica in detto altro codice; il dispositivo (10) generando ciascuna stringa di simboli di detto un codice a partire dal rispettivo indice dato (I) generando, tramite detto generatore di codice (16), la stringa identica di detto altro codice in funzione dell'indice corrispondente determinato a partire da detto indice dato tramite detto circuito di mappatura (18).

10. Dispositivo secondo la rivendicazione 9, caratterizzato dal fatto che detto un codice e detto altro codice sono codici con caratteristiche di ortogonalità.

11. Dispositivo secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che detto un codice e detto altro codice sono codici di canalizzazione per trasmissioni CDMA.

12. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 9 a 11, caratterizzato dal fatto che detto un codice e detto altro codice sono scelti nel

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

gruppo costituito dai codici di Walsh Hadamard e dai codici OVVSF.

13. Dispositivo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che detto generatore di codice (16) è un generatore di codice di Walsh Hadamard e detto circuito di mappatura (18) è configurato per determinare, a partire da ciascun indice dato (I) che identifica una stringa di simboli di un codice OVVSF, il rispettivo indice corrispondente che identifica la stringa di simboli identica in un codice di Walsh Hadamard.

14. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 9 a 13, caratterizzato dal fatto che detto circuito di mappatura (18) comprende un elemento di memoria (180) in cui è memorizzata una tabella di corrispondenza fra gli indici dati di detto un codice e i rispettivi indici corrispondenti di detto altro codice.

15. Dispositivo secondo la rivendicazione 12 o la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che detto circuito di mappatura (18) comprende un modulo di calcolo (181) per determinare gli indici che identificano le stringhe di simboli di detto codice di Walsh Hadamard a partire dagli indici che identificano le stringhe di dati di detto codice OVVSF secondo la relazione

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OUX
s.r.l.

$$M(i) = [2 \cdot M(i/2)$$

$$2 \cdot M(i/2) + 1] \quad i = 2, 4, 8, \dots, L$$

$$M(1) = [0]$$

$$1 = [1 \ 1 \ \dots \ 1]$$

dove:

1 è un vettore colonna di i elementi pari a 1, e

- L è la lunghezza data delle stringhe dei simboli di codici, e

- M(i) è un vettore che raggruppa di valori di mappatura degli indici corrispondenti ad una lunghezza data (L) del codice OVFS, e

- l'indice OVFS rappresenta la posizione di riga nell'ambito del vettore.

16. Dispositivo secondo la rivendicazione 12 o la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che detto circuito di mappatura (18) comprende:

- un primo modulo (182) per memorizzare gli indici che identificano le stringhe di simboli di detto codice OVFS come numero binario,

- un modulo di inversione e scorrimento (183) per sottoporre ad inversione dell'ordine dei bit detto numero binario sottoponendo quindi il numero binario invertito così ottenuto ad uno shift destro con ricircolo di n posizioni, l'ulteriore numero binario ottenuto tramite detto shift esprimendo in forma binaria il rispettivo indice corrispondente

BUZZI, NOTARO &
ANTONIELLI D'OLIX
s.r.l.

identifica la stringa di bit identica in detto codice di Walsh Hadamard, e

- un ulteriore modulo di calcolo (184) per determinare il valore n delle posizioni coinvolte da detto shift destro con ricircolo a partire dalla relazione:

$$n = A - \log_2 L$$

dove L indica la lunghezza delle stringhe dei codici ed A è il numero di bit necessario per rappresentare la lunghezza di codice massima da generare.

17. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 9 a 16, caratterizzato dal fatto che comprende un selettore (15, 17) suscettibile di attivare detto generatore di codici (16) alternativamente, in una prima ed in una seconda condizione di funzionamento, in cui detto generatore di codici (16) genera rispettivamente:

- le stringhe di simboli di detto altro codice a partire dai rispettivi indici corrispondenti che identificano le stringhe di simboli di detto altro codice, e

- le stringhe di simboli di detto un codice sotto forma di stringhe identiche di detto altro codice; dette stringhe identiche essendo generate utilizzando gli indici corrispondenti determinati da

BUZZI, NOTARO &
ANTONELLI D'OUX
s.r.l.

detto circuito di mappatura (18) a partire dagli indici dati che identificano le stringhe di detto un codice.

18. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 9 a 17, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo è integrato in un unico blocco di generazione dei codici con un generatore di codici di scrambling (107) in un terminale per comunicazioni CDMA.

19. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 9 a 18, caratterizzato dal fatto di essere incorporato in un terminale per comunicazioni CDMA, il dispositivo essendo configurato per cooperare tanto con la catena di ricezione (103) quanto con la catena di trasmissione (104) di detto terminale.

20. Dispositivo secondo la rivendicazione 19, caratterizzato dal fatto di essere configurato per cooperare tanto con i correlatori (105) compresi nella catena di ricezione (103) del terminale quanto con i moduli di spreading (106) compresi nella catena di trasmissione (104) del terminale stesso.

Il tutto sostanzialmente come descritto ed illustrato e per gli scopi specificati.

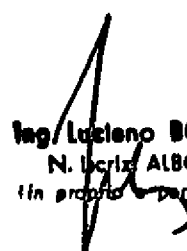

Ing. Luciano BOSOTTI
N. Iscriz. ALBO 260
In proprio e per gli altri

Fig. 2

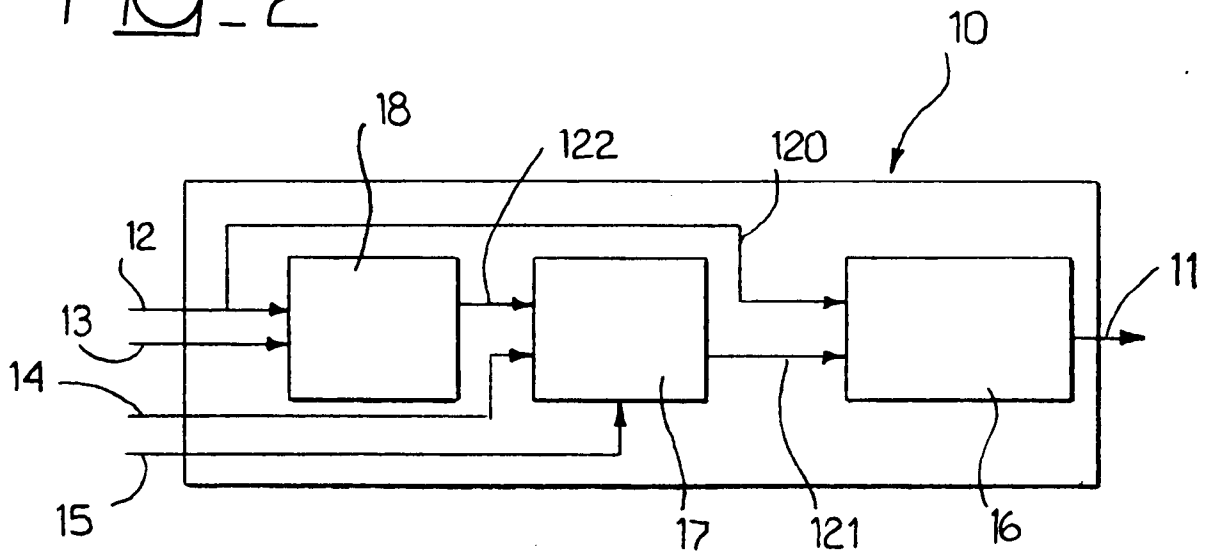


Fig. 3

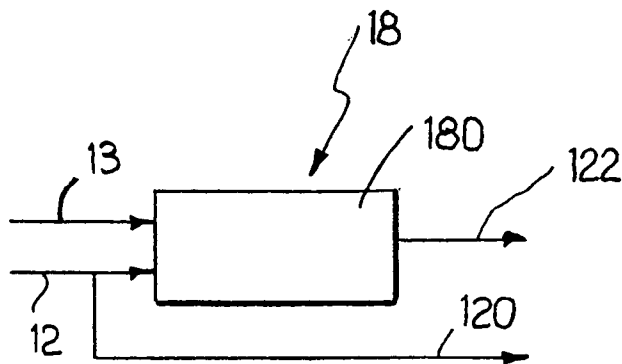
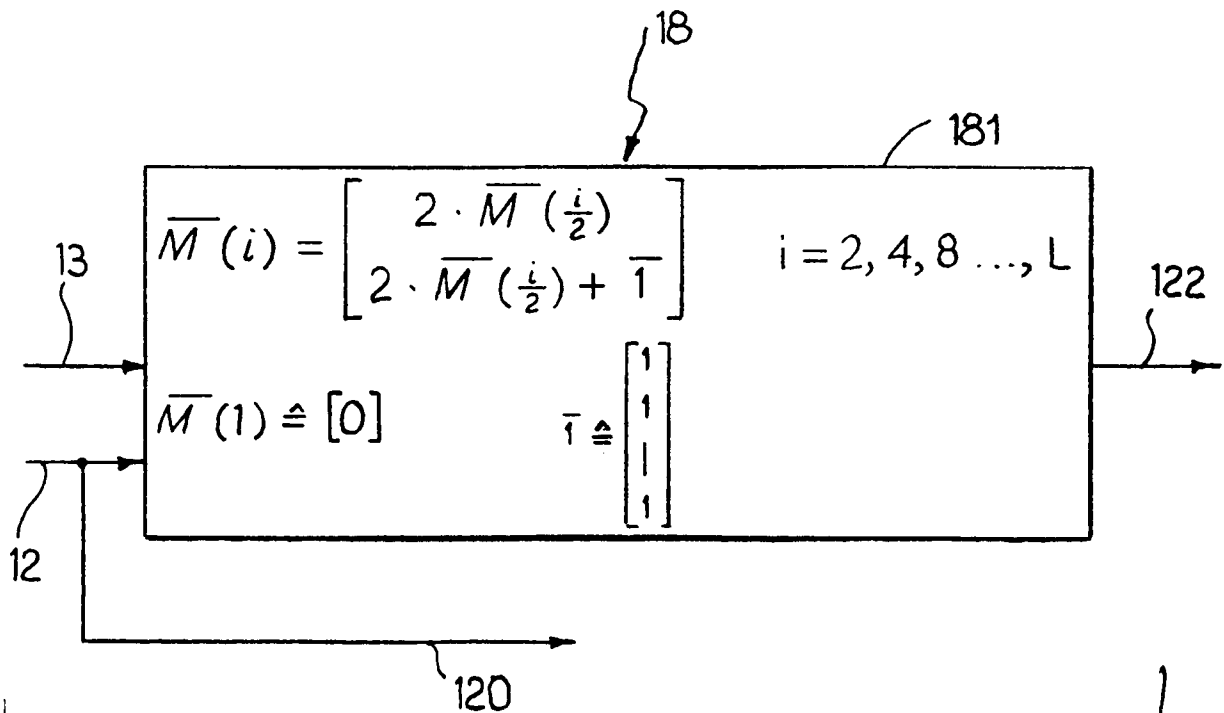


Fig. 4



C.C.S.A.A.
Torino

Ing. Luciano BOSOTTI
N. Inviz. ALBO 26

Fig. 5

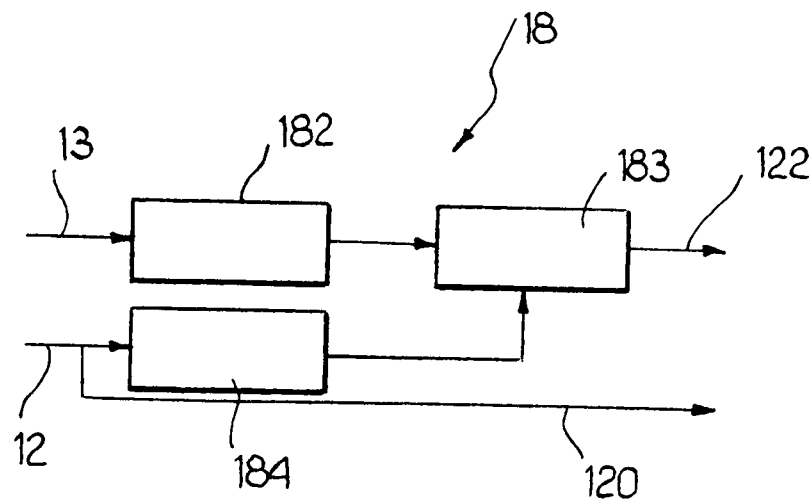
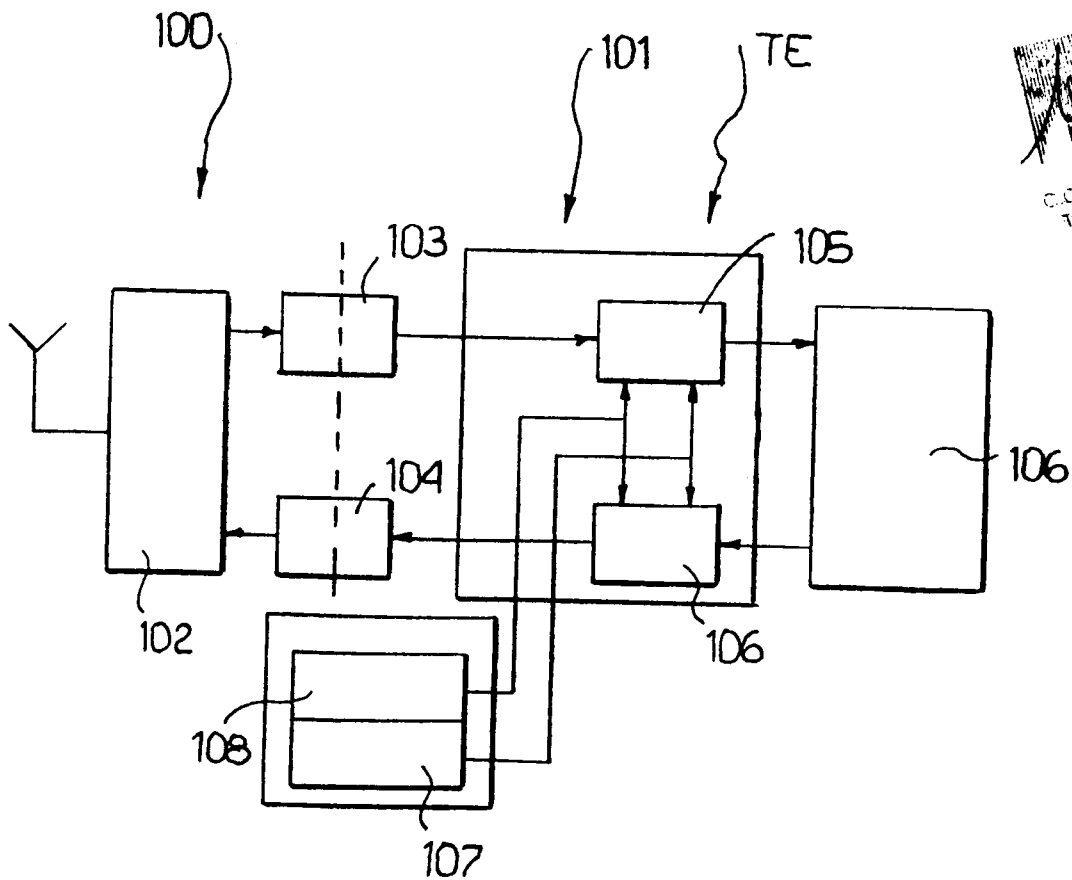


Fig. 6



C.C.P.A.A.
Torino