

CDMA

Mc128k, Giorgio Ghisotti

Indice

1	CDMA	1
1.1	Modulazione a spettro espanso	1
1.2	Trasmissione tramite codici	2
1.3	Reti cellulari	3

1 CDMA

Il sistema di trasmissione Code Division Multiple Access è uno dei metodi utilizzabili per condividere un media in comune fra più dispositivi che intendono comunicare con una stazione.

Mentre in altri casi si riservano bande oppure slot temporali con il CDMA si utilizza un metodo diverso che fa uso di codici ortogonali e modulazione a spettro espanso per distinguere diversi segnali trasmessi nella stessa banda.

1.1 Modulazione a spettro espanso

Supponiamo di dover trasmettere un impulso rettangolare di larghezza T e centrato in $\frac{T}{2}$ (denominato $f_m(t)$); la sua trasformata risulta essere un seno cardinale (sinc) con il primo zero in $\frac{1}{T_c}$.

Se si accorcia la durata dell'impulso (portandola a T_C) si ha che la trasformata viene "allargata" come in fig.??.

L'impulso più stretto viene denominato **chip**, e per motivi che saranno subito chiari, la larghezza di un chip deve essere un sottomultiplo di T tale che $T = gT_C$.

1.2 Trasmissione tramite codici

Si vuole trasmettere un segnale $m(t)$ composto da una sequenza di bit $(1, 0)$, codificati con $+1$ e -1 (dato da x_n) come in fig.??.

$$m(t) := \sum_n x_n f_m(t - nT) \quad (1.1)$$

Periodicizzando la sequenza di chip $p_C(t)$ si ottiene:

$$p(t) := \sum_n p_C(t - nT) \quad (1.2)$$

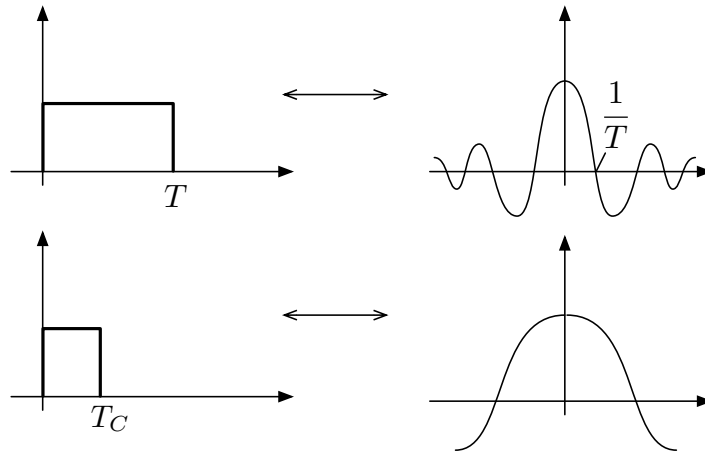


Figura 1: Trasformata dell'impulso rettangolare

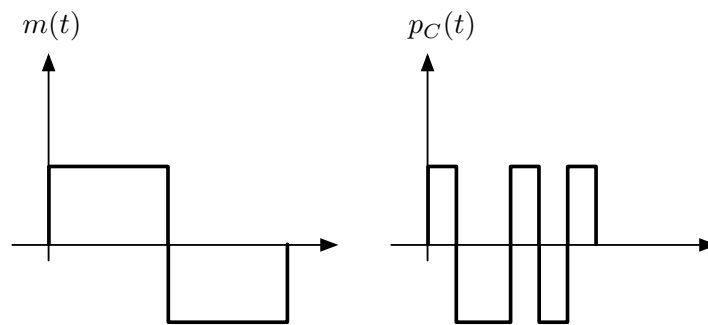


Figura 2: Funzione in entrata e codice

Moltiplicando il segnale $m(t)$ per $p(t)$ si ottiene un segnale con una frequenza più elevata composto da serie di sequenze di chip, ribaltati in alcuni punti dal segnale $m(t)$ quando assume il valore -1 .

Il segnale in uscita $m(t)p(t)$ ha uno spettro più allargato di quello in entrata $m(t)$, quindi stiamo trasmettendo a spettro espanso, con una banda $B = \frac{1}{T_c}$. Lo spettro sottende la stessa area, ma è più "sparpagliato", diventando effettivamente più robusto ad interferenze a banda stretta e fading.

Le sequenze di chip non sono casuali, ma vanno progettate in modo specifico da ottenere sequenze ortogonali fra di loro di tipo pseudo-noise (PN) (per non fare capire ad un intercettatore quale spreading è stato usato).

Normalmente non si utilizzano codici perfettamente ortogonali, ma quasi. Questo servirà successivamente per quando si vogliono trasmettere più segnali distinguibili fra di loro.

Il canale di trasmissione è rappresentato in fig.??.

Lo **spettro** del segnale in entrata viene "allargato", modulato e trasmesso. Quando viene ricevuto si fa in modo di moltiplicarlo per la stessa sequenza di chip in modo da "restringerlo" nuovamente per poi demodularlo. Il vantaggio fondamentale è che un eventuale segnale di interferenza rappresentato da $A_{int}(t)$ a banda ristretta non altera notevolmente il segnale trasmesso. Basta capire che quando la banda viene nuovamente "ristretta" in contemporanea altri segnali

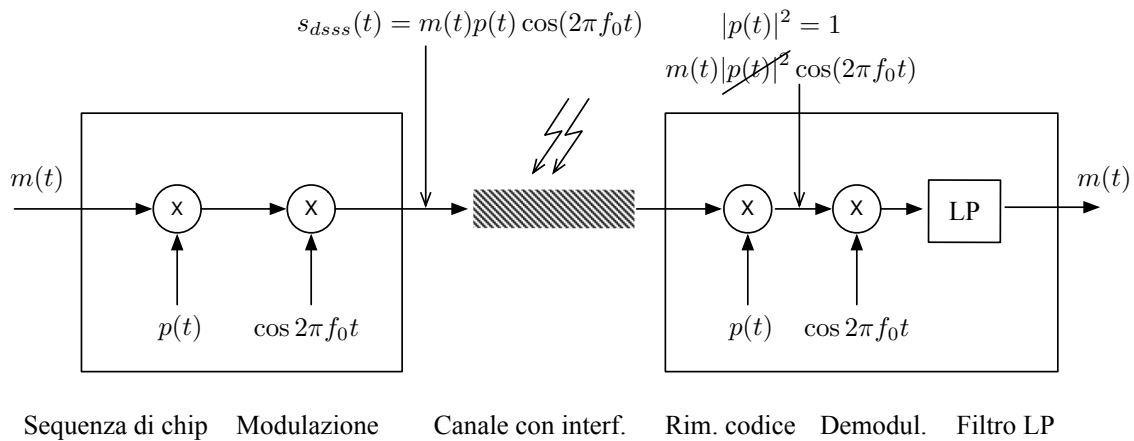


Figura 3: Trasmissione CDMA

vengono "allargati", compreso lo spettro della interferenza, che a questo punto avrà la densità spettrale di potenza fuori dalla banda filtrata. Si veda fig.?? per capire.

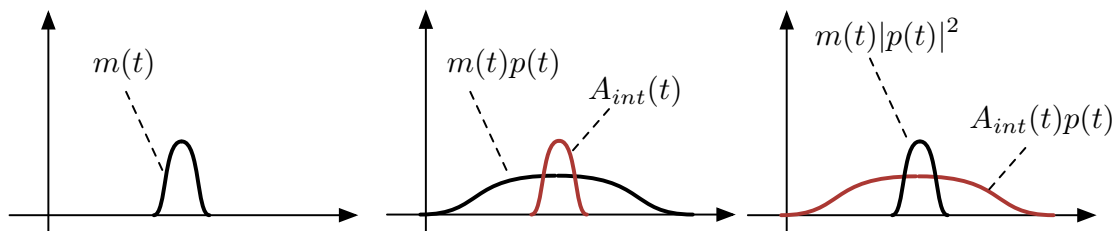


Figura 4: Spettri del segnale e del disturbo

1.3 Reti cellulari

Volendo utilizzare il sistema CDMA per condividere una banda fra più utenti si può fare uso di codici ortogonali fra loro per "selezionare" meglio lo spettro interessato.

Più segnali vengono moltiplicati (sempre nel dominio delle frequenze) per diversi codici, e vengono trasmessi attraverso lo stesso media (aria) nella stessa banda. Il segnale ricevuto dalla cella risulta essere la somma di tutti quelli inviati, ma moltiplicando il tutto per uno dei codici può "estrarre" il segnale originale scartando gli altri.

Il vantaggio del CDMA è che rispetto a sistemi come il TDMA/FDMA dove il numero di utilizzatori è fissato dal progetto (per esempio assegnando bande o slot temporali), in questo caso è possibile variare dinamicamente il numero di utenti durante l'utilizzo; questo è ideale per reti in cui si collegano e scollegano un numero variabile di dispositivi.

Il bit-error rate di un sistema CDMA con BPSK è dato da:

$$BER = \frac{1}{2} \text{erfc}(\sqrt{SNR}) \quad (1.3)$$

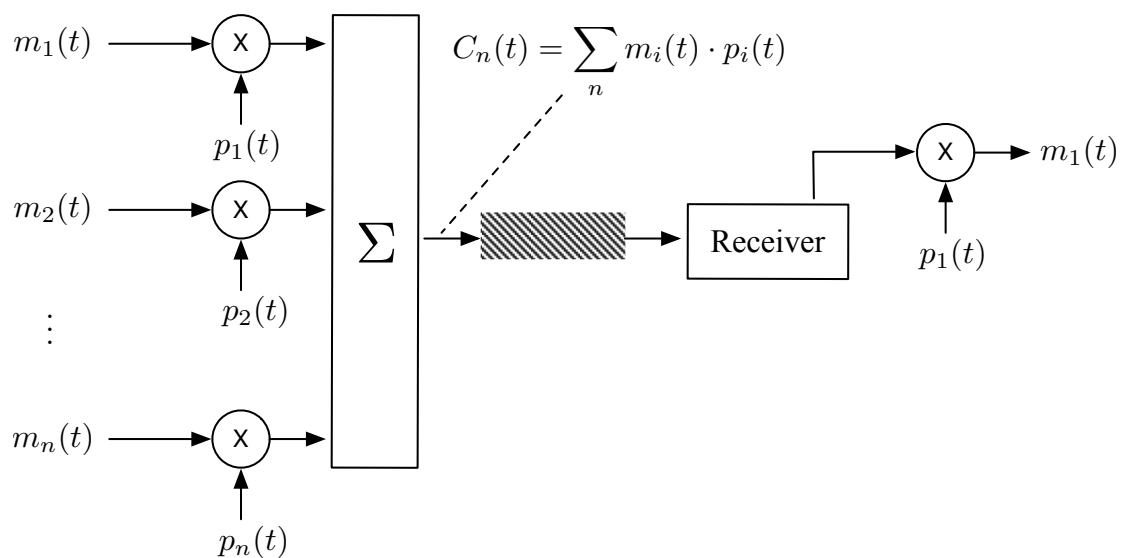


Figura 5: Utilizzo multiutente

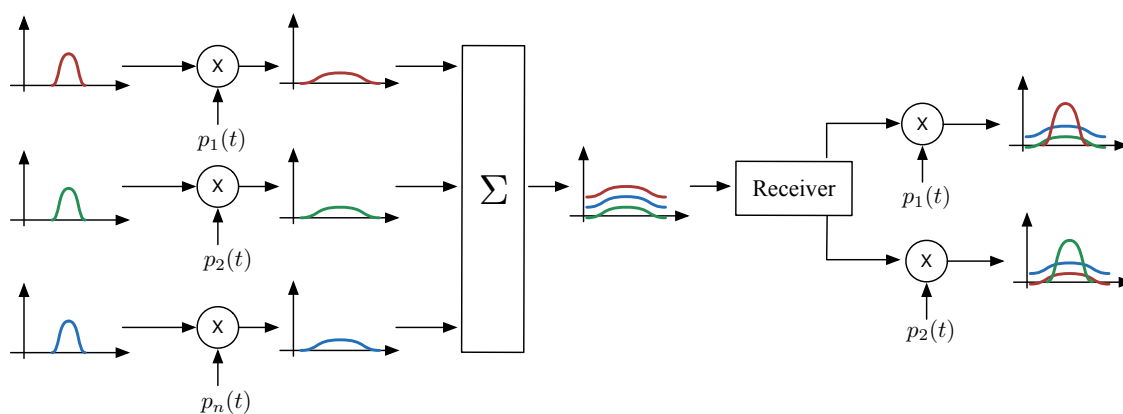


Figura 6: Utilizzo multiutente (spettri)