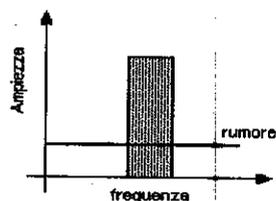


Comunicazioni in Spread Spectrum

il solito sistema radio

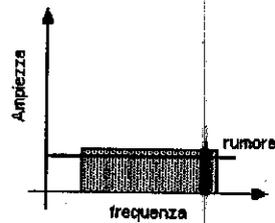
- trasmette in banda stretta con alta potenza
- usa filtri selettivi in ricezione
- risente dei segnali forti adiacenti
- produce interferenze



IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

il *nuovo* sistema radio

- trasmette in banda molto larga
- separa il segnale voluto in ricezione
- risente poco dei segnali di disturbo (adiacenti e non)
- non produce interferenze



IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

In due parole

Spread Spectrum

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

In due parole

Spread Spectrum

ovvero

spettro allargato

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Spread Spectrum & radioamatori

- a cosa serve
- come si trasmette
- come si riceve
- cosa comporta

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Spread Spectrum & radioamatori

- a cosa serve ⇒ comunicare
- come si trasmette ⇒ riutilizzare le bande
- come si riceve ⇒ separare eventuali
servizi permettendo
- cosa comporta accesso multiplo e
bassa interferenza

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Spread Spectrum & radioamatori

- a cosa serve ⇒ allargando 10-100
volte la banda
- come si trasmette necessaria per
trasmettere
- come si riceve l'informazione,
combinando questa
- cosa comporta con un segnale di
codice pseudo-casuale

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Spread Spectrum & radioamatori

- a cosa serve
 - come si trasmette
 - come si riceve
 - cosa comporta
- ⇒ restringendo la banda con il processo inverso ed estraendo le informazioni originali utilizzando una replica dello stesso codice (correlazione)

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Spread Spectrum & radioamatori

- a cosa serve
 - come si trasmette
 - come si riceve
 - cosa comporta
- ⇒ modifica dei ricevitori e dei trasmettitori
- ⇒ realizzazione di nuovi ricetrasmittitori
- ⇒ largo uso di microcontrollori ed elettronica digitale

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

si passa da un sistema
a divisione di frequenza
(FDMA)

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

ad un sistema
a divisione di codice
(CDMA)

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Spread Spectrum & radioamatori

- nel sistema FDMA la suddivisione è fatta sulla frequenza (canale)
- nel sistema CDMA la suddivisione è fatta sul codice (sequenza PRN)
- il codice diventa la *chiave* per ricevere le informazioni
- *chiavi diverse* possono quindi fornire informazioni *diverse*

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Metodi di allargamento della banda (spreading)

- Direct Sequence (DS)
o sequenza diretta
- Frequency Hopping
(FH) o salto di
frequenza
- Chirp o spazzolamento
- Time Hopping (TH) o
commutazione di
tempo

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

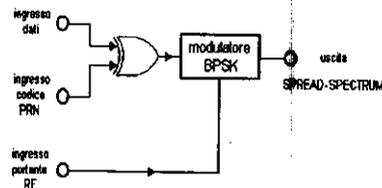
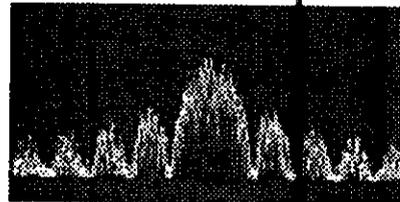
Metodi di allargamento della banda (spreading)

- Direct Sequence (DS) o sequenza diretta ⇒ Modulando la fase (tra 0° e 180° , cioè BPSK) una portante con un segnale codificato (PRN) di frequenza molto più elevata
- Frequency Hopping (FH) o salto di frequenza
- Chirp o spazzolamento
- Time Hopping (TH) o commutazione di tempo ⇒ un esempio: il sistema GPS

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Metodi di allargamento della banda (spreading)

- Direct Sequence (DS) o sequenza diretta
- Frequency Hopping (FH) o salto di frequenza
- Chirp o spazzolamento
- Time Hopping (TH) o commutazione di tempo



IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

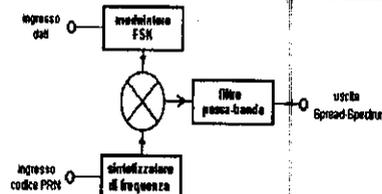
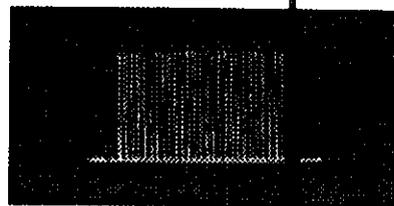
Metodi di allargamento della banda (spreading)

- Direct Sequence (DS) o sequenza diretta ⇒ Cambiando la frequenza della portante molto velocemente in base ad un elenco (PN) prestabilito
- Frequency Hopping (FH) o salto di frequenza ⇒ un esempio: i sistemi wireless dei PC
- Chirp o spazzolamento
- Time Hopping (TH) o commutazione di tempo

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Metodi di allargamento della banda (spreading)

- Direct Sequence (DS) o sequenza diretta
- Frequency Hopping (FH) o salto di frequenza
- Chirp o spazzolamento
- Time Hopping (TH) o commutazione di tempo



IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

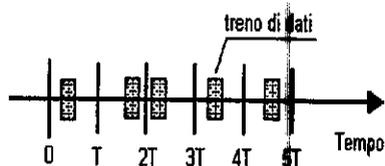
Metodi di allargamento della banda (spreading)

- Direct Sequence (DS) o sequenza diretta ⇒ La frequenza della portante viene spostata con velocità dipendente dai dati
- Frequency Hopping (FH) o salto di frequenza ⇒ si usa nei sistemi militari (radar e misurazione di distanze)
- Chirp o spazzolamento
- Time Hopping (TH) o commutazione di tempo

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Metodi di allargamento della banda (spreading)

- Direct Sequence (DS) o sequenza diretta
- Frequency Hopping (FH) o salto di frequenza
- Chirp o spazzolamento
- Time Hopping (TH) o commutazione di tempo



IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Metodi di allargamento della banda (spreading)

- Direct Sequence (DS) o sequenza diretta
 - Frequency Hopping (FH) o salto di frequenza
 - Chirp o spazzolamento
 - Time Hopping (TH) o commutazione di tempo
- ⇒ la portante viene commutata on-off dalla sequenza di codice (PRN)
l'allargamento dipende dalla velocità di commutazione

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

codici di allargamento PN (Pseudo-Noise)

- sequenze univoche di bit che si ripetono nel tempo
- la lunghezza dipende dal codice, ma l'effetto è simile ad un *rumore* da qui il nome Pseudo-Noise
- registri a scorrimento con retroazione lineare (LFSR)
- GOLD (LFSR multipli combinati con XOR)
- sequenze generate crittograficamente (codice Y dei GPS)

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

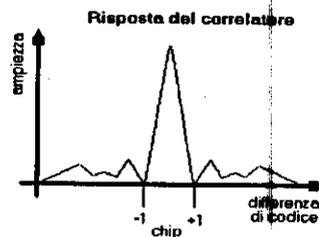
Correlazione

- processo fondamentale nella ricezione dei segnali Spread Spectrum
- misura quanto si assomigliano due segnali effettuandone la media temporale
- mixer e rivelatori a prodotto sono dei correlatori analogici

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Correlazione

- due segnali vengono confrontati per ogni singolo componente del codice (chip)
 - la replica locale viene mantenuta agganciata una volta trovato il massimo
- ⇒ si fa la somma tra bit uguali - bit diversi



IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Sincronizzazione

- i ricevitori Spread Spectrum devono acquisire, oltre alla frequenza e fase (se possibile) della portante, anche la fase del codice e la temporizzazione dei simboli
- dev'essere svolta velocemente e sicuramente

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Sincronizzazione

- può essere fatta mediante invio di
 - una sequenza di *epoca*
 - una sequenza di *fase*
- in ogni caso mediante opportune sequenze *univoche* di codice
- è sempre necessaria (sia in DS che in FH)

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Sincronizzazione DS

- il ricevitore deve acquisire il codice del trasmettitore
- l'avvenuto aggancio è segnalato dal correlatore, il cui scopo è di verificare continuamente il segnale ricevuto con quello riprodotto localmente
- si usa un preambolo all'inizio della trasmissione

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Sincronizzazione FH

- il ricevitore parte da una frequenza stabilita (frequenza di HOME)
- si invia un preambolo (oppure un tono)
- aggancio e mantenimento sono fatti analizzando la presenza del segnale sul canale in cui si salta
- la temporizzazione è determinante

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

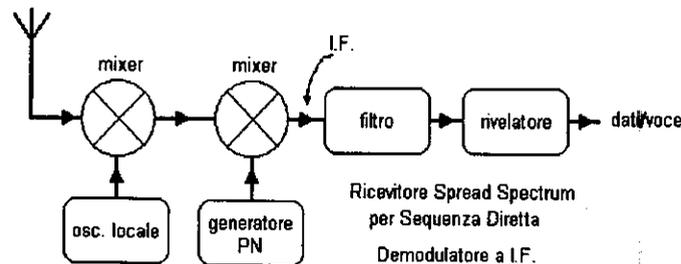
Proprietà del sistema DS

- è di fatto un sistema PSK ad alta velocità
- mantiene coerenza di fase tra i chip
- bassa densità energetica (sembra un rumore a larga banda per i ricevitori a banda stretta)
- accesso multiplo in base al codice

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Ricezione DS

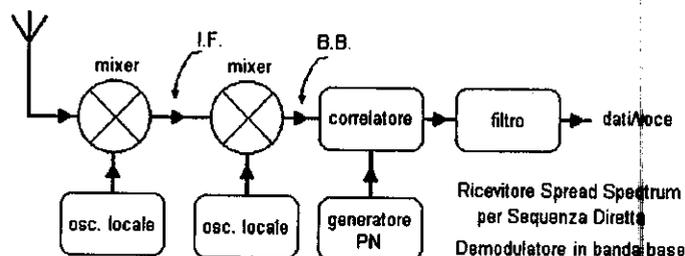
- effettuando l'operazione di despreading in media frequenza



IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Ricezione DS

- effettuando l'operazione di despreading in banda base



IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

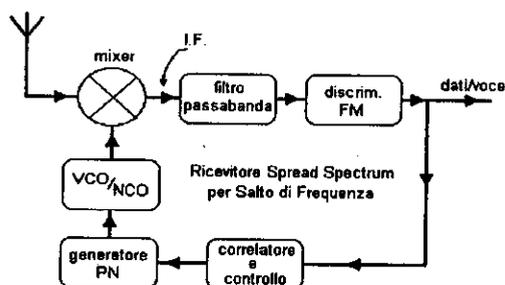
Proprietà del sistema FH

- è un sistema FSK
- non mantiene coerenza di fase nei salti
- alta intensità energetica (sembra una forte interferenza occasionale sul canale a banda stretta)

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

Ricezione FH

- rivelazione in banda base con controllo continuo dell'oscillatore del ricevitore



IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

esperimento in DS

- trasmissione dati da 0 a 40Kbit/sec
- in I.F. a 70MHz
- clock a 2.5MHz
- con trasmissione del riferimento

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

esperimento in FH

- trasmissione voce
- in banda UHF (435-436MHz)
- a 4 salti/sec

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

applicazioni possibili

- sistemi di comunicazione ibridi
 - transponder analogico/digitale per la ISS
 - (vedi presentazione dello scorso anno)
- sistemi di comunicazione digitale
 - rete dati terrestre (packet di nuova generazione)
- sistemi di trasmissione video digitale continuo (tipo web-cam) per uso meteorologico

IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001

conclusione

**si tratta di terreno inesplorato per i
radioamatori**

**può essere l'unica possibilità di impiego e
riutilizzo efficiente delle nostre bande,
specie nelle microonde**

**IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001**

**IW3QBN - Paolo Pitacco - Meeting
Treviso, 22 aprile 2001**