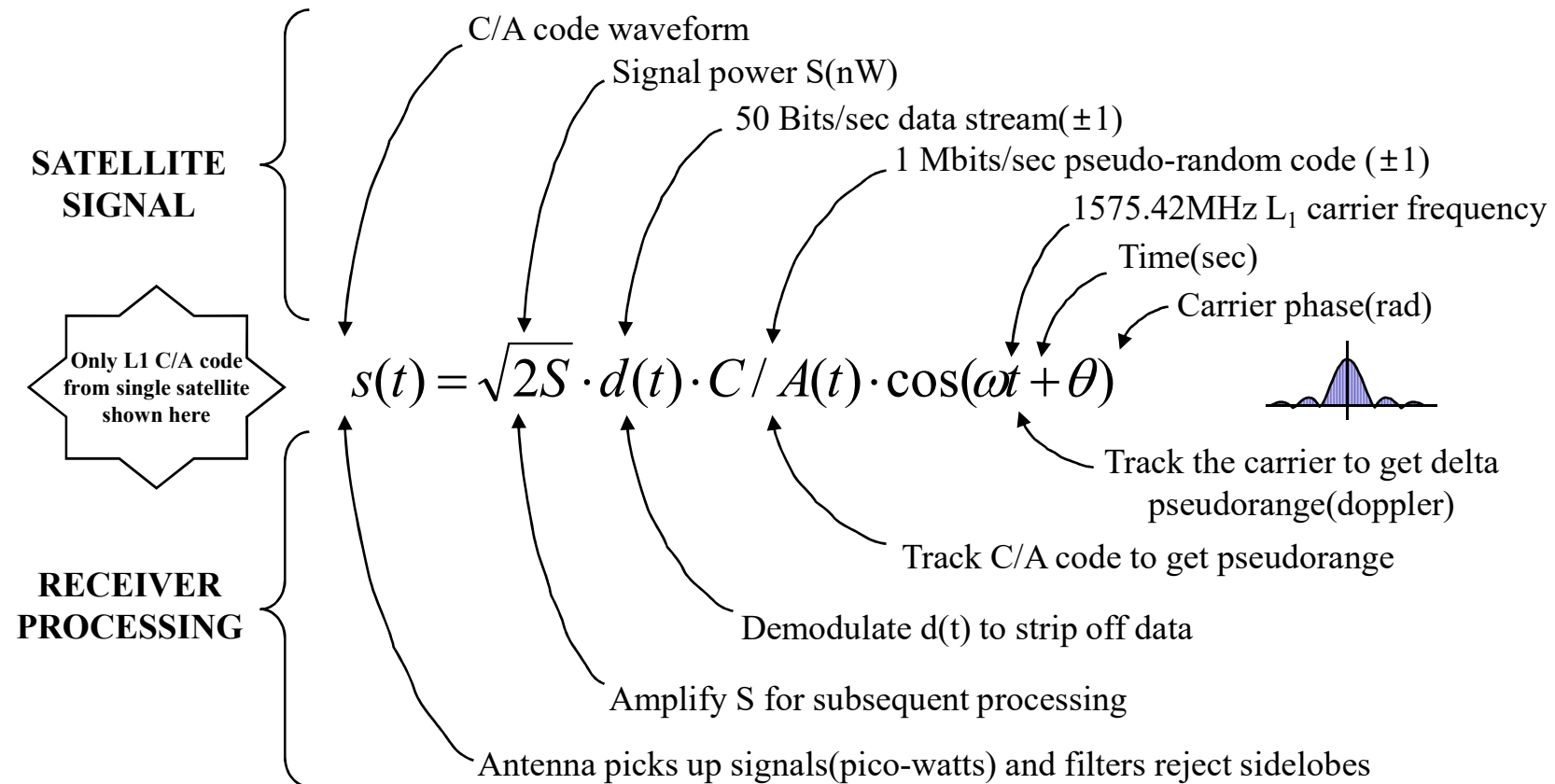

Il Ricevitore GPS

Pierfrancesco Lombardo

Elaborazione del segnale GPS nel ricevitore



Funzioni del ricevitore GPS

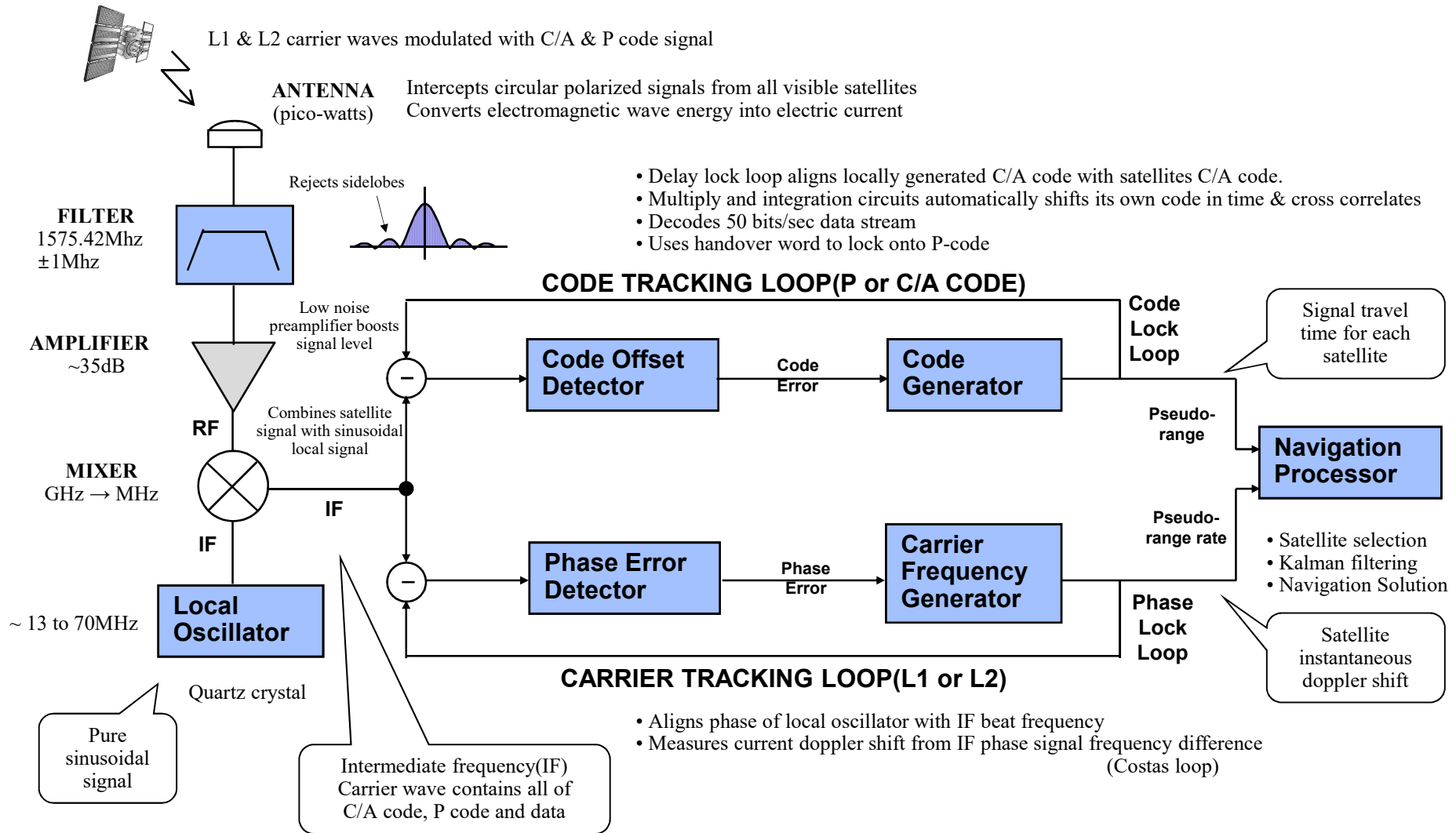
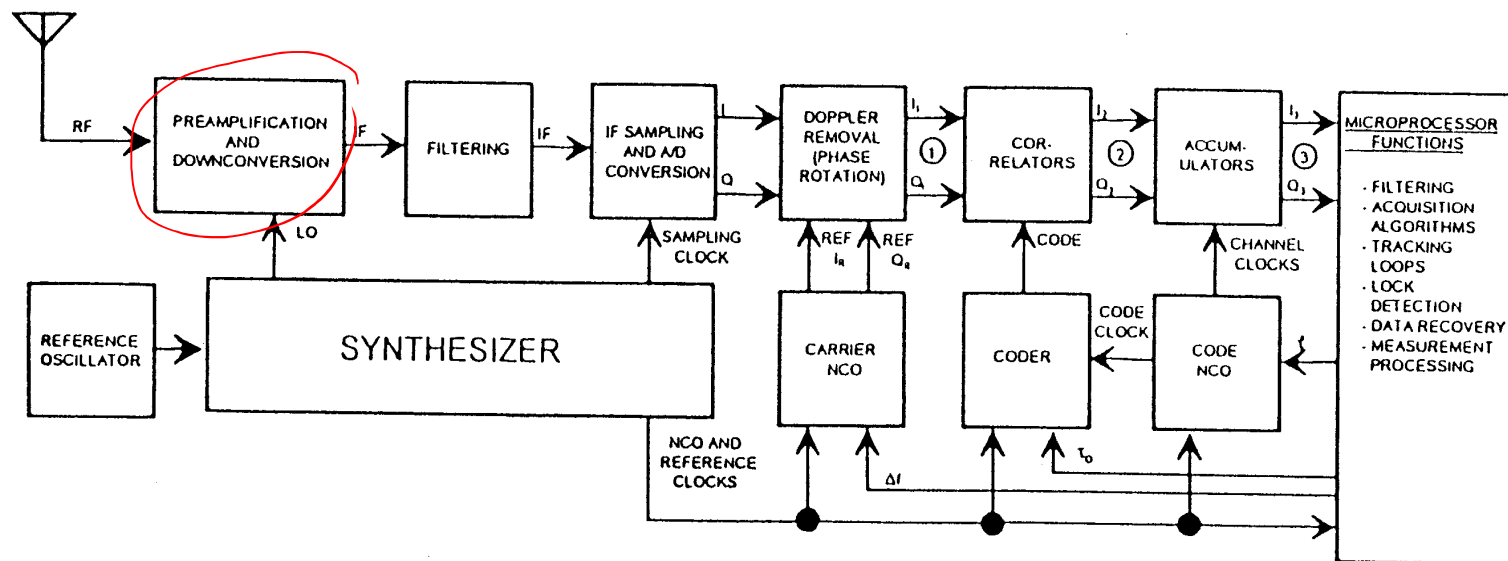
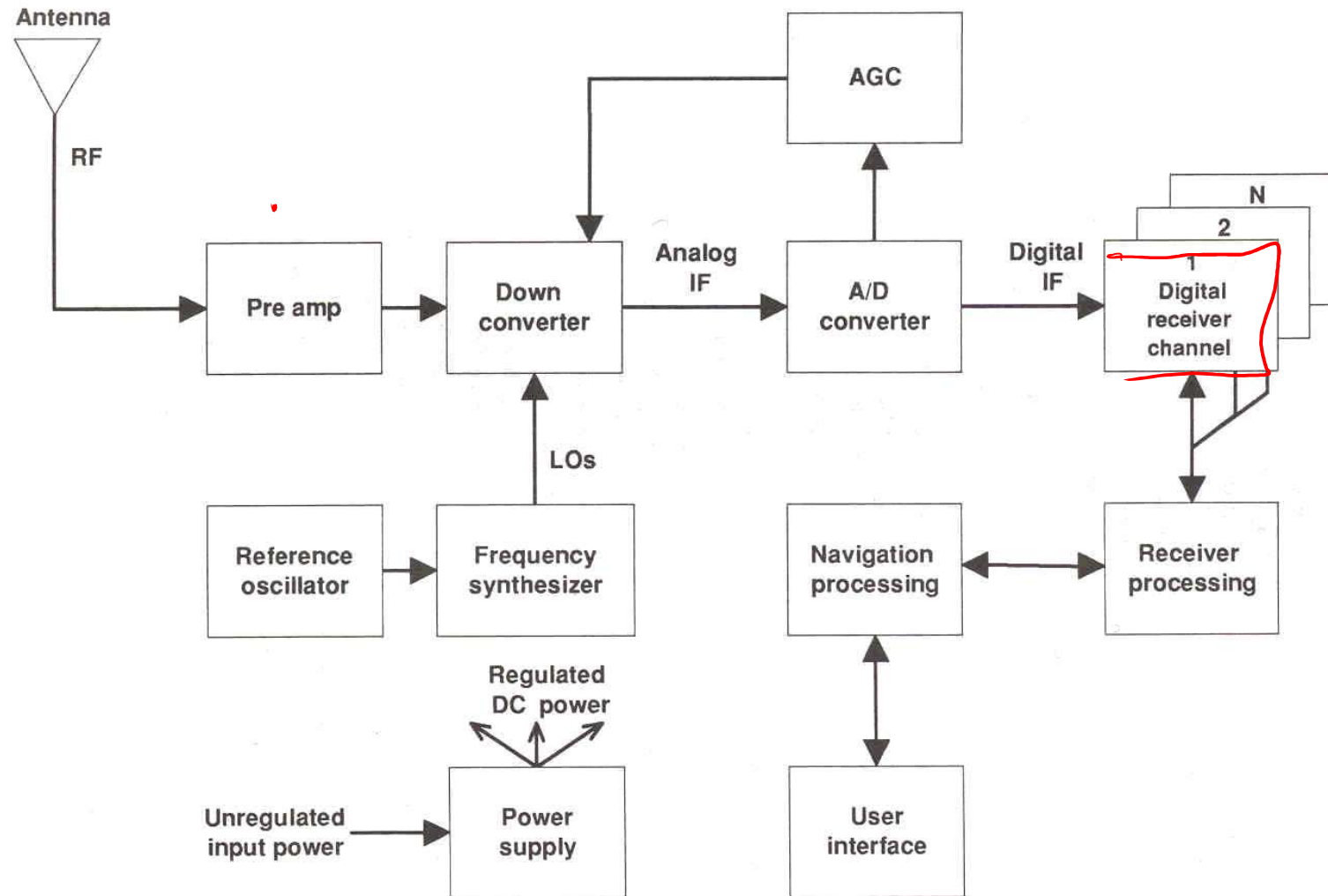


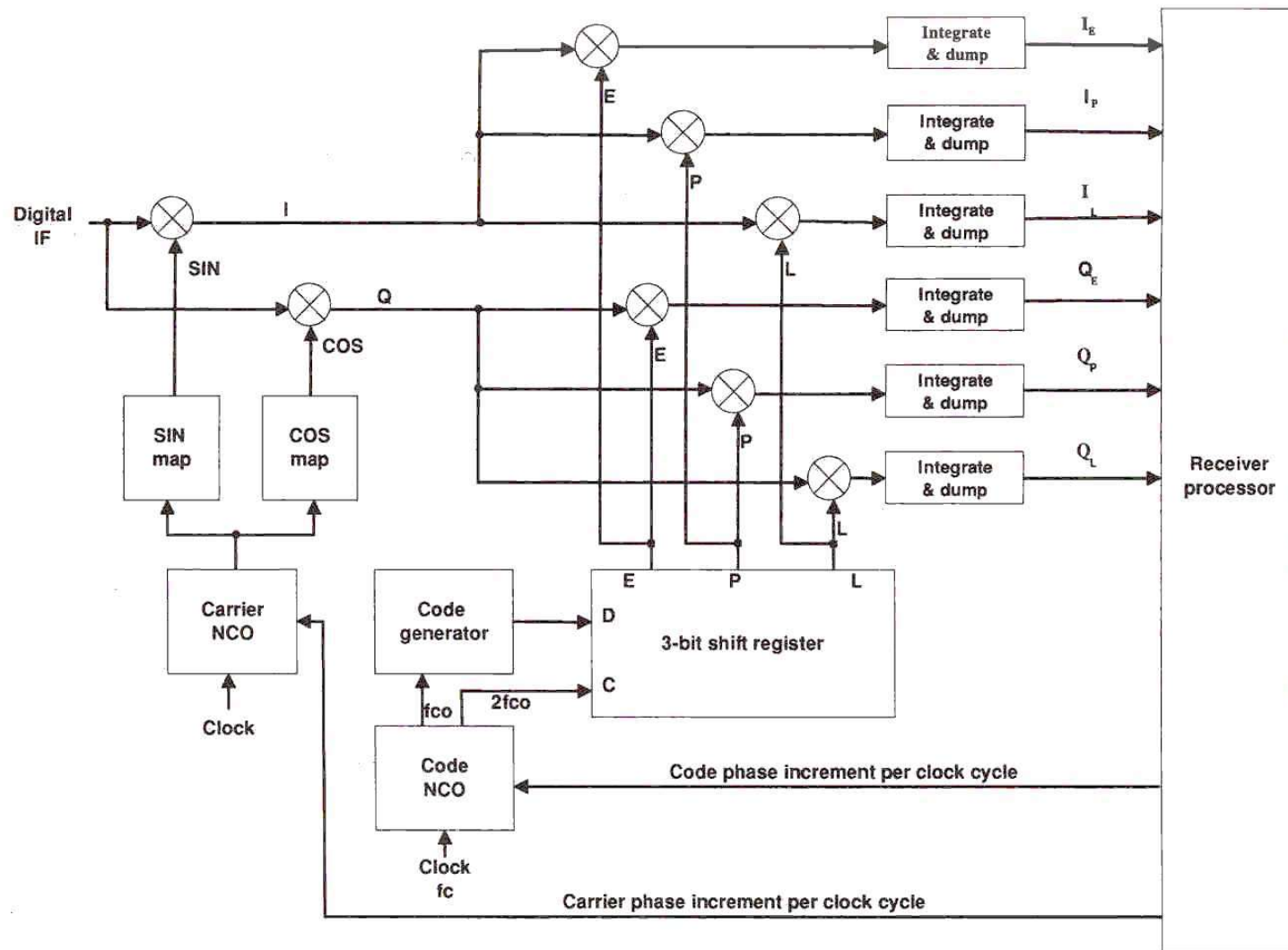
Diagramma a blocchi funzionali del ricevitore GPS



Sezioni Analogica e Digitale del ricevitore GPS

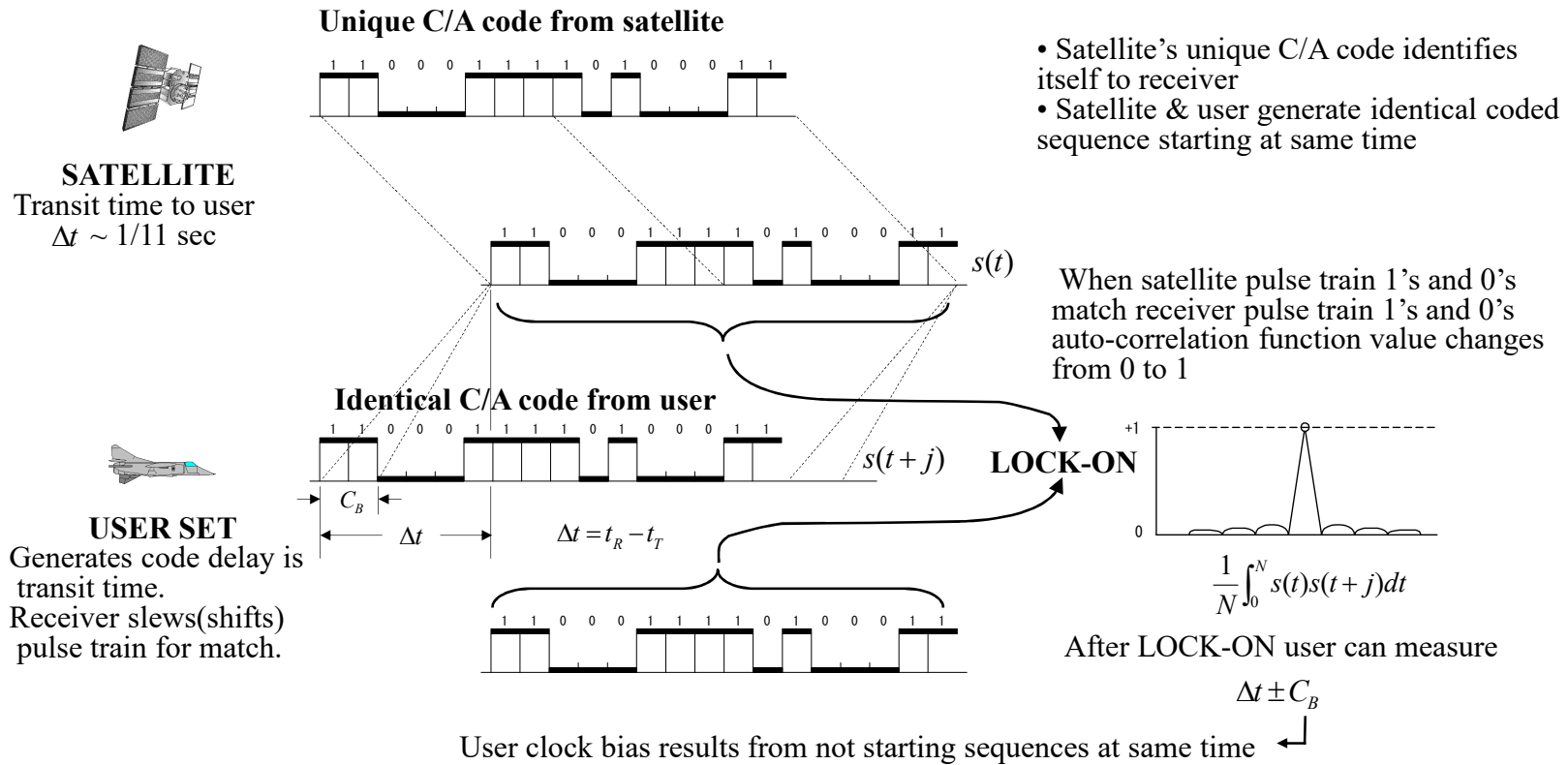


Schema del ricevitore GPS -Analogico

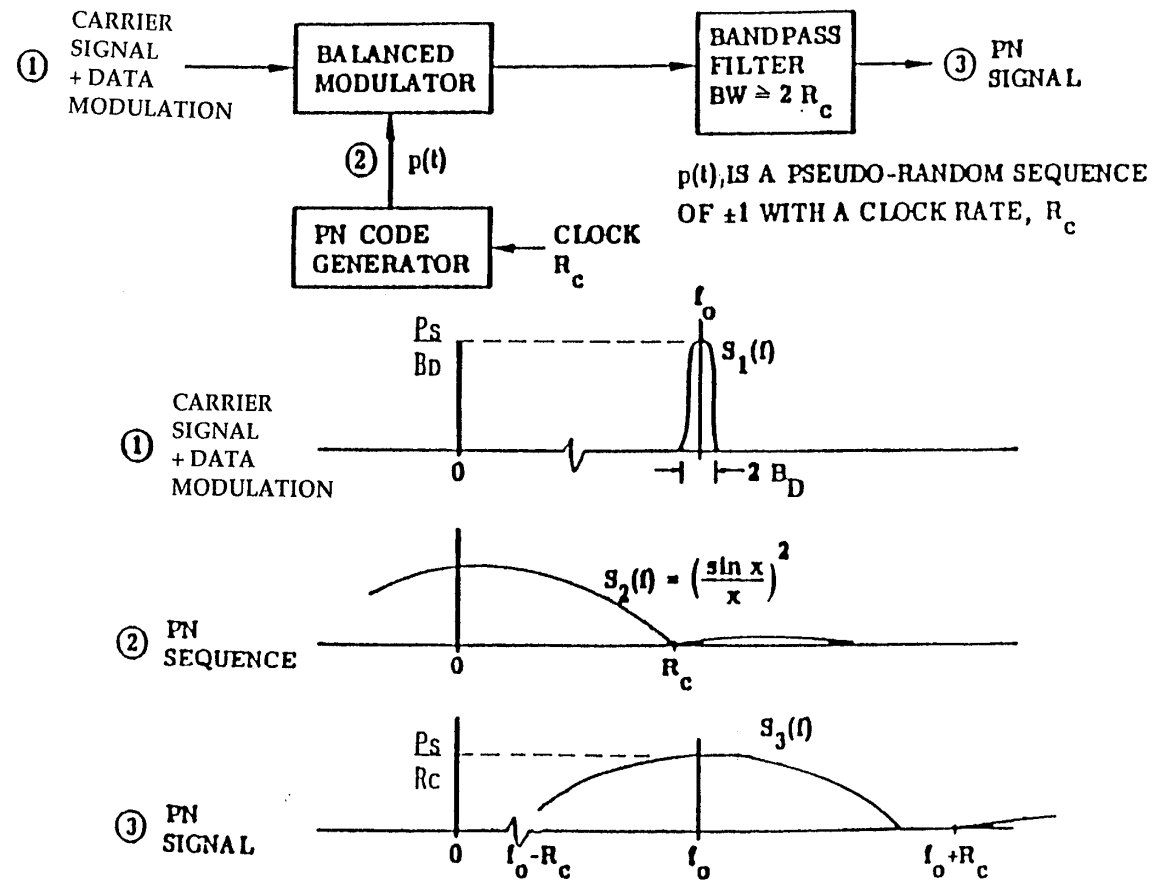


Compressione dei codici con filtro adattato

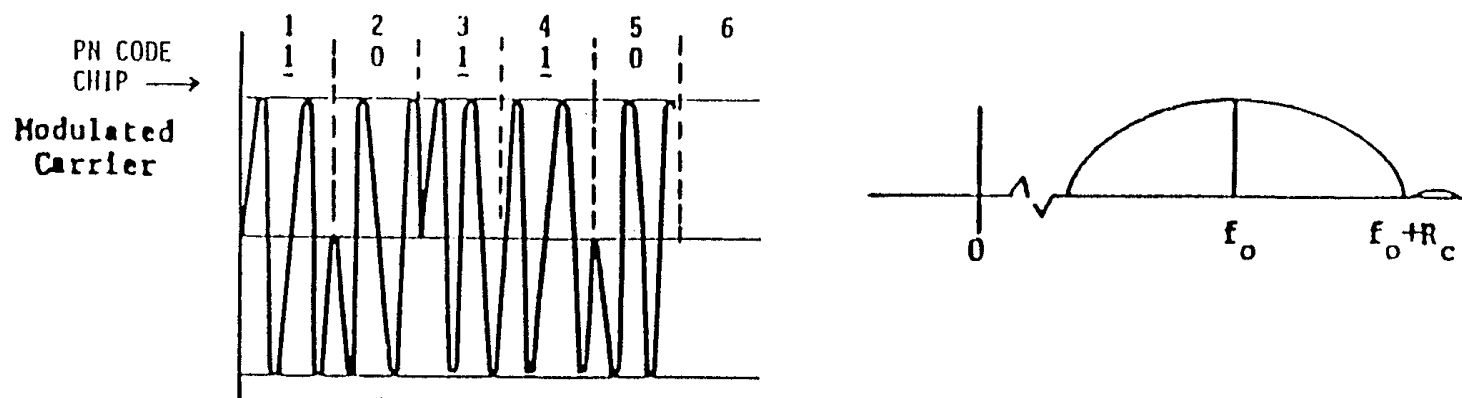
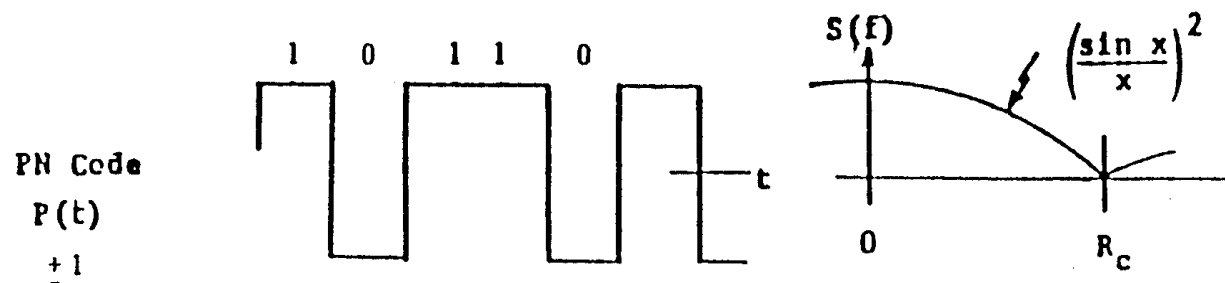
Real-time Code Matching is Used to Identify Satellite and Measure Signal Travel Time



Richiamo sulla espansione di banda con i PRN

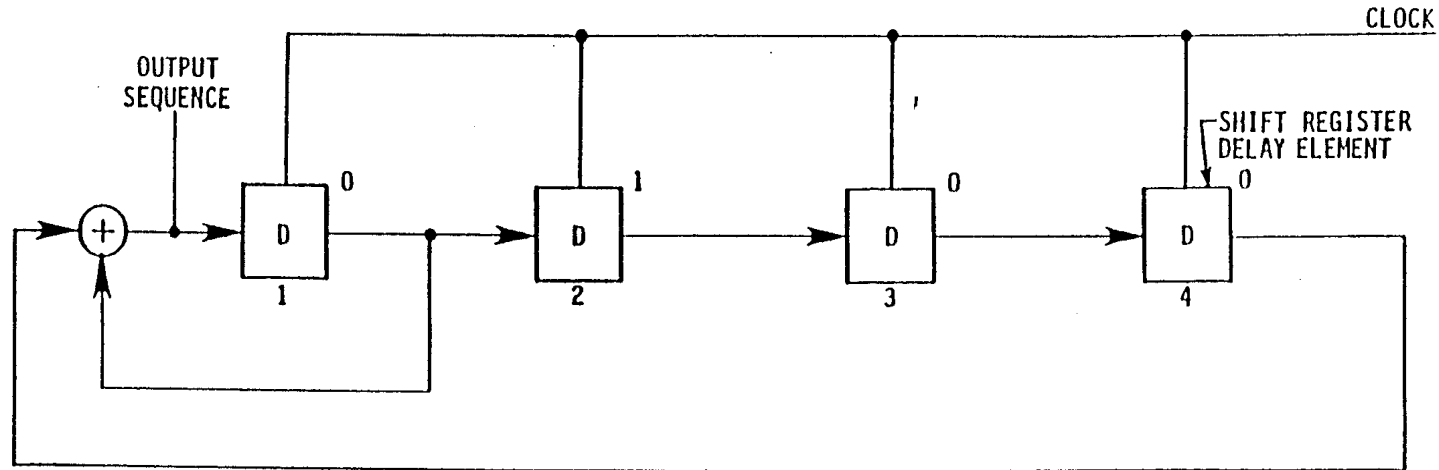


Codici e forme d'onda PRN

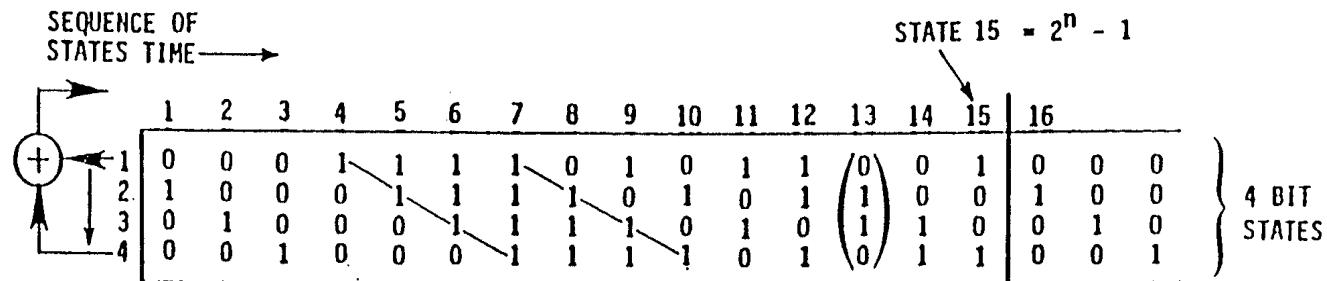


Rigenerazione di PRN nel ricevitore

n = 4 FOUR STAGE FEEDBACK SHIFT REGISTER

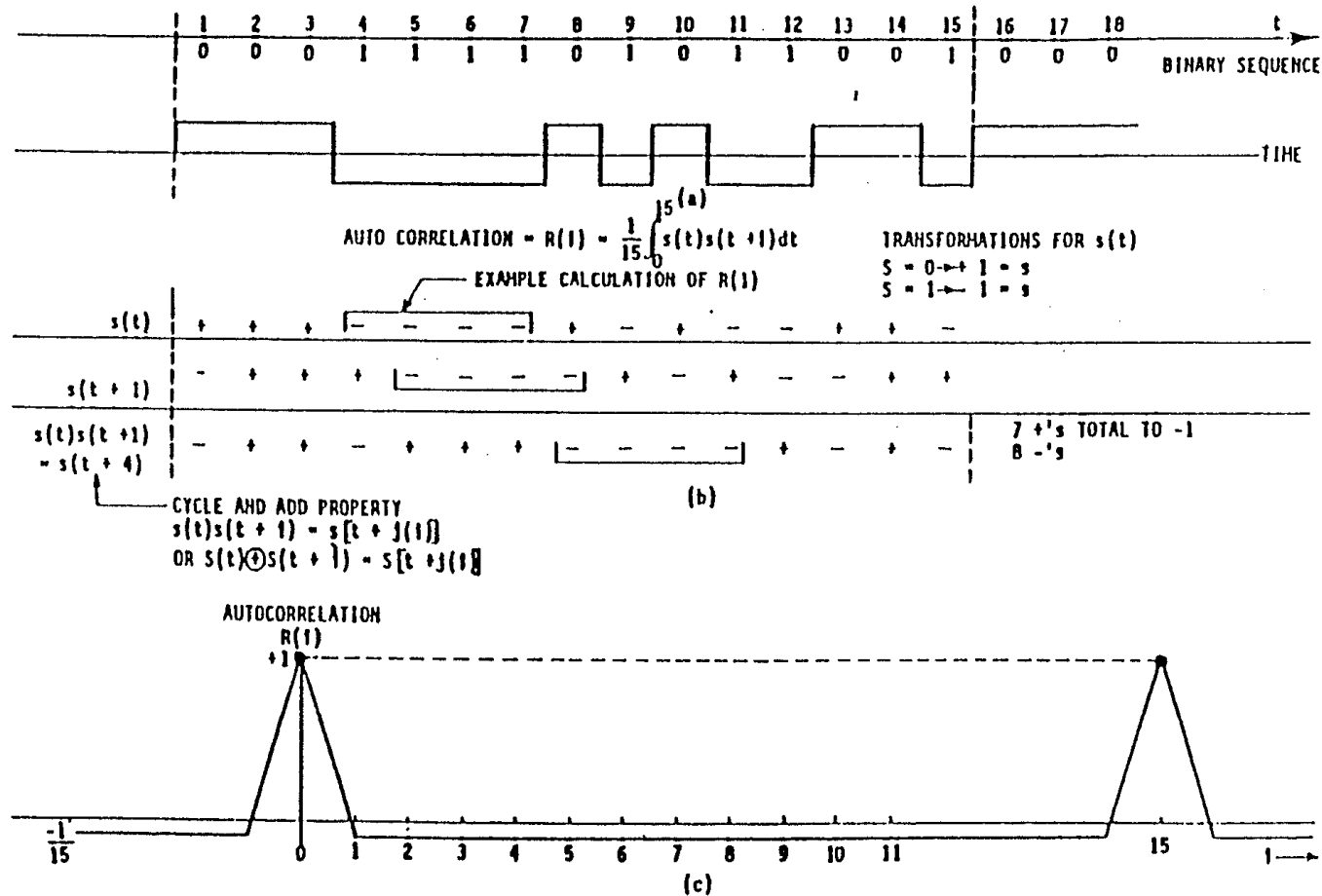


(a)

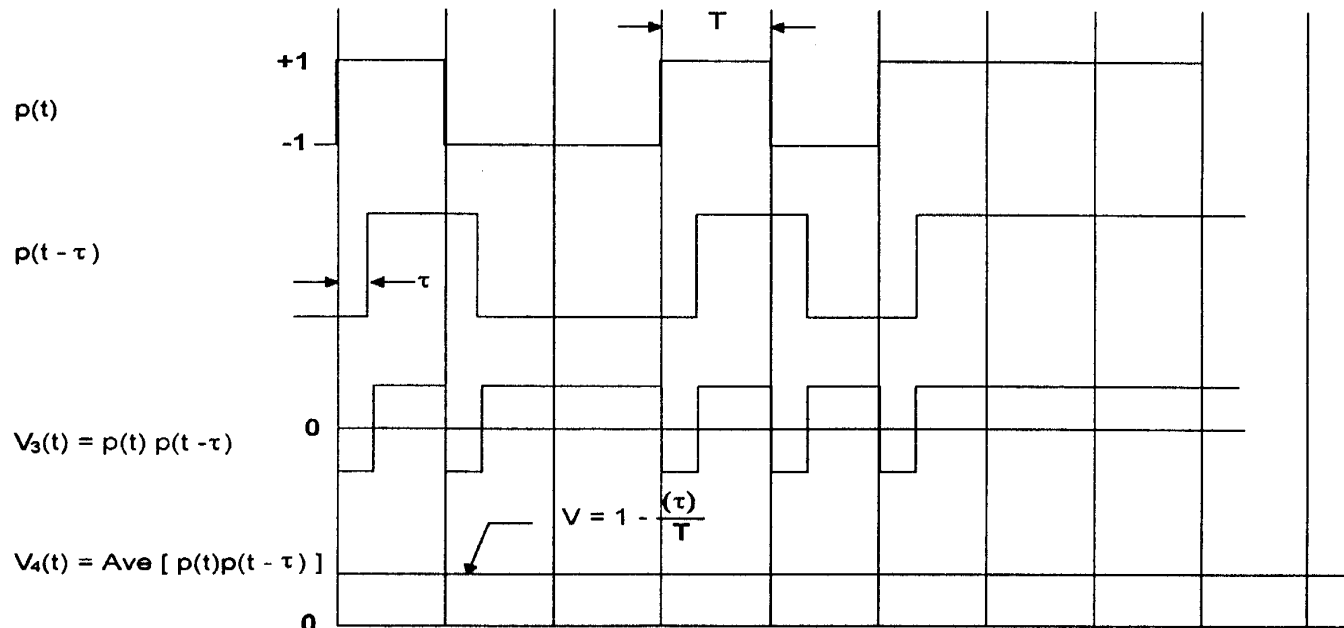
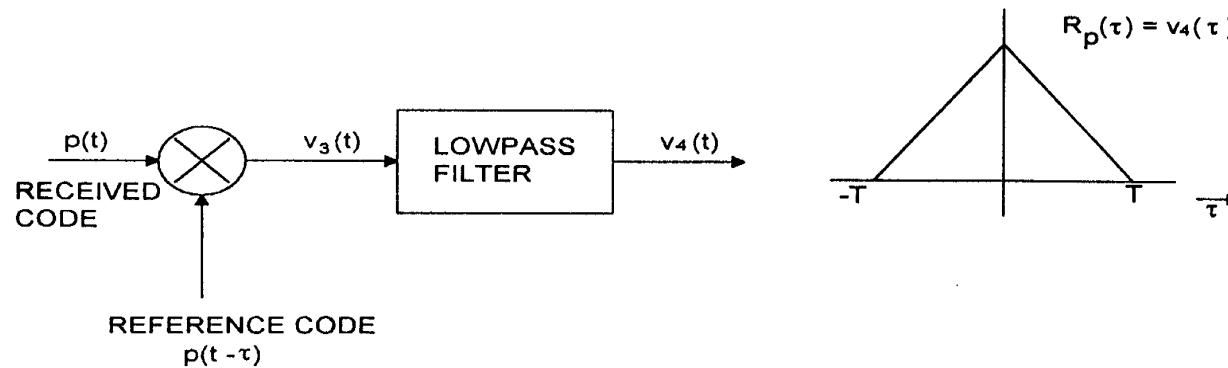


(b)

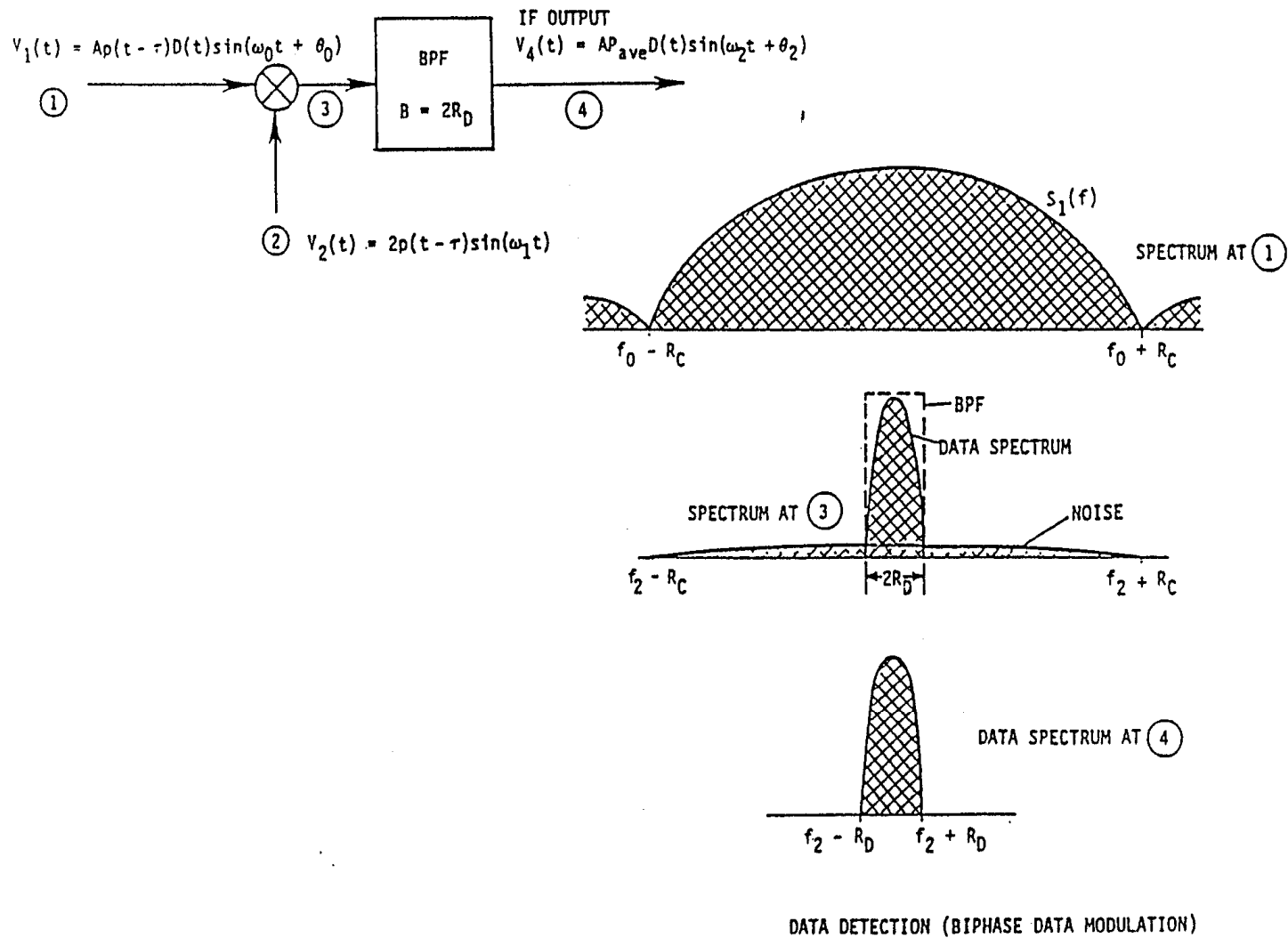
Uscita del filtro: Autocorrelazione di PRN



Forme d'onda in un correlatore di codice PRN



Compression dello spettro e demodulazione

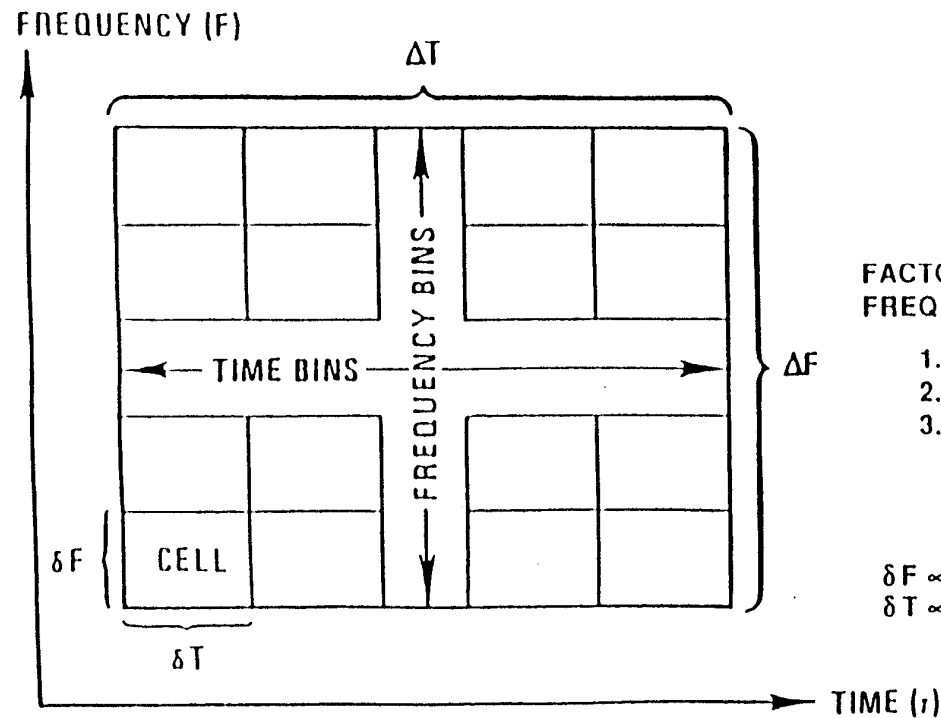


Aggancio del codice C/A

Ricerca: limiti sulle zone di incertezza

FACTORS DETERMINING LIMITS OF TIME UNCERTAINTY

1. RELATIVE CLOCK TIMING (CODE EPOCH)
2. PROPAGATION DELAY
3. RELATIVE CLOCK INSTABILITY



FACTORS DETERMINING LIMITS OF FREQUENCY UNCERTAINTY

1. RELATIVE OSCILLATOR FREQUENC
2. DOPPLER FREQUENCY
3. RELATIVE OSCILLATOR INSTABILIT'

$$\delta F \propto (\text{DETECTOR BANDWIDTH})$$

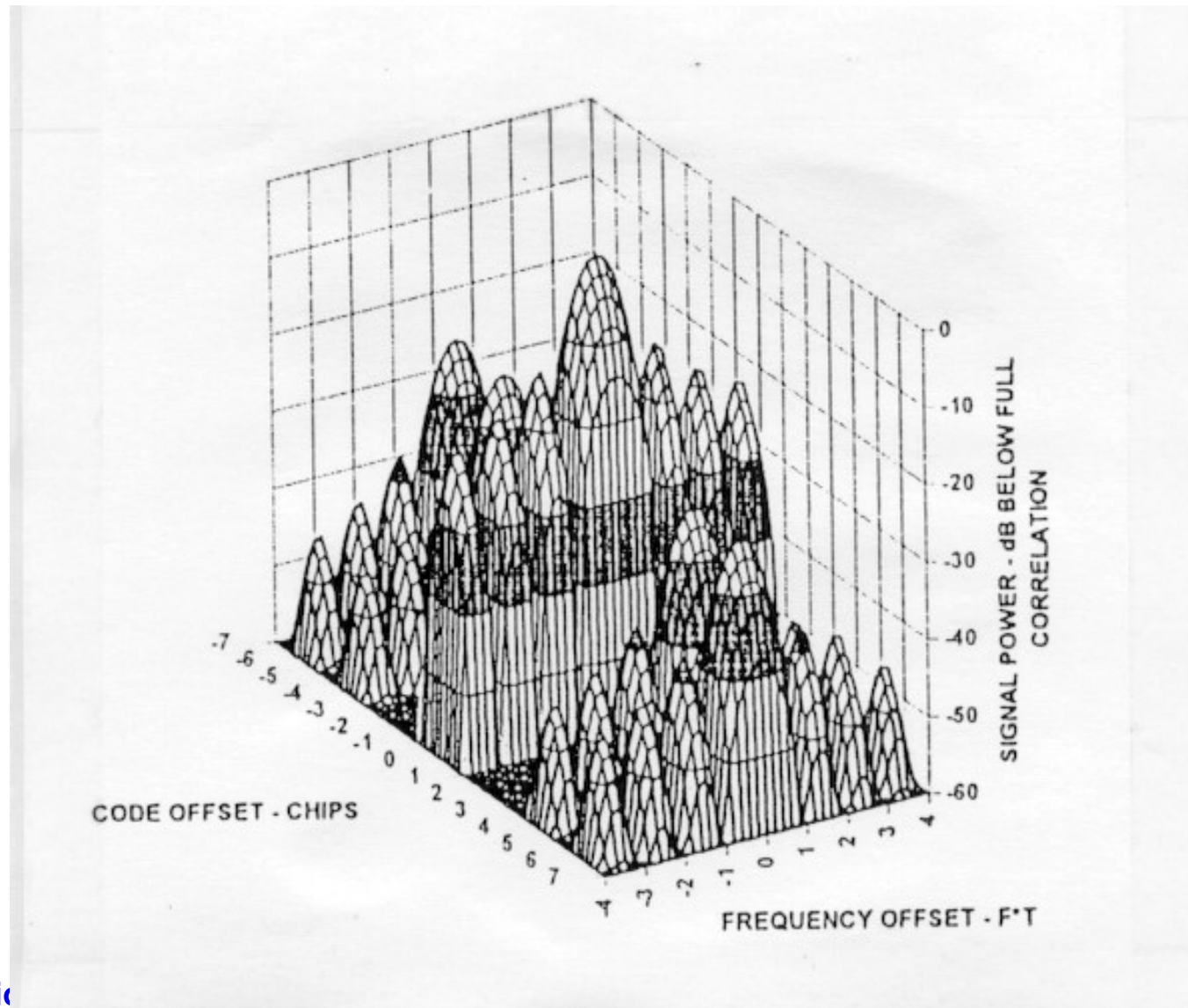
$$\delta T \propto (1 / (\text{CODE RATE})) \text{ or possibly } 0.5 \text{ chi}$$

Algoritmo di ricerca

- Frequenza portante
 - Assegna allo NCO la frequenza Doppler di portante stimata
- Frequenza di codice
 - Assegna allo NCO di codice la Doppler di codice stimata
- Generatore di codice
 - Inizializza il generatore di codice allo pseudorange stimato (meno l'incertezza)
- Sweep Rate
 - Assegna allo NCO di codice la frequenza di codice + sweep rate
 - oppure, salta di passi di codice (steal clock cycles),
 - Cerca a partire dai ritardi più piccoli per evitare multipath
- Misura la potenza

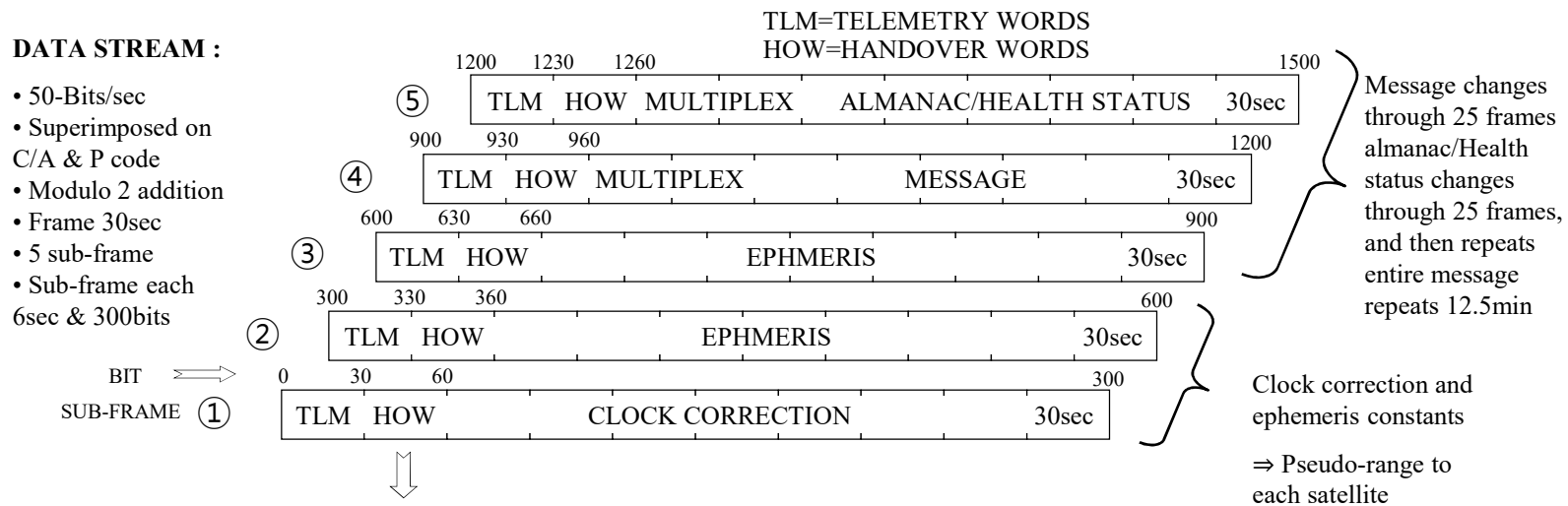
$$P_L = \sum_{k=1}^L (I_k^2 + Q_k^2)$$

Ricerca bidimensionale

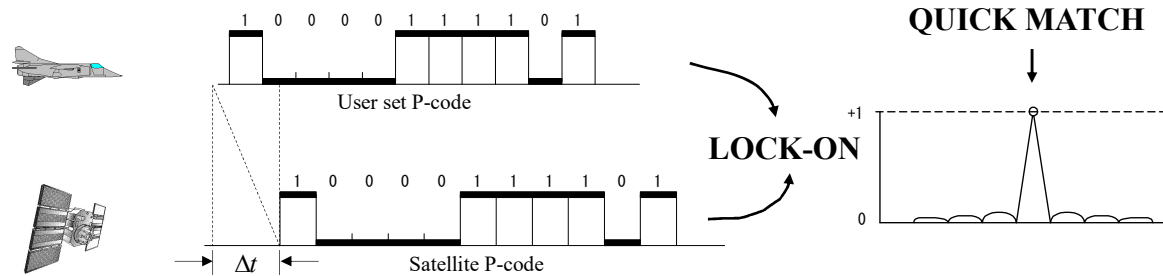


Aggancio e compressione del codice P

P-Code Receivers Match to C/A Code First and Then Decode 'Handover Word' to Match to P-Code



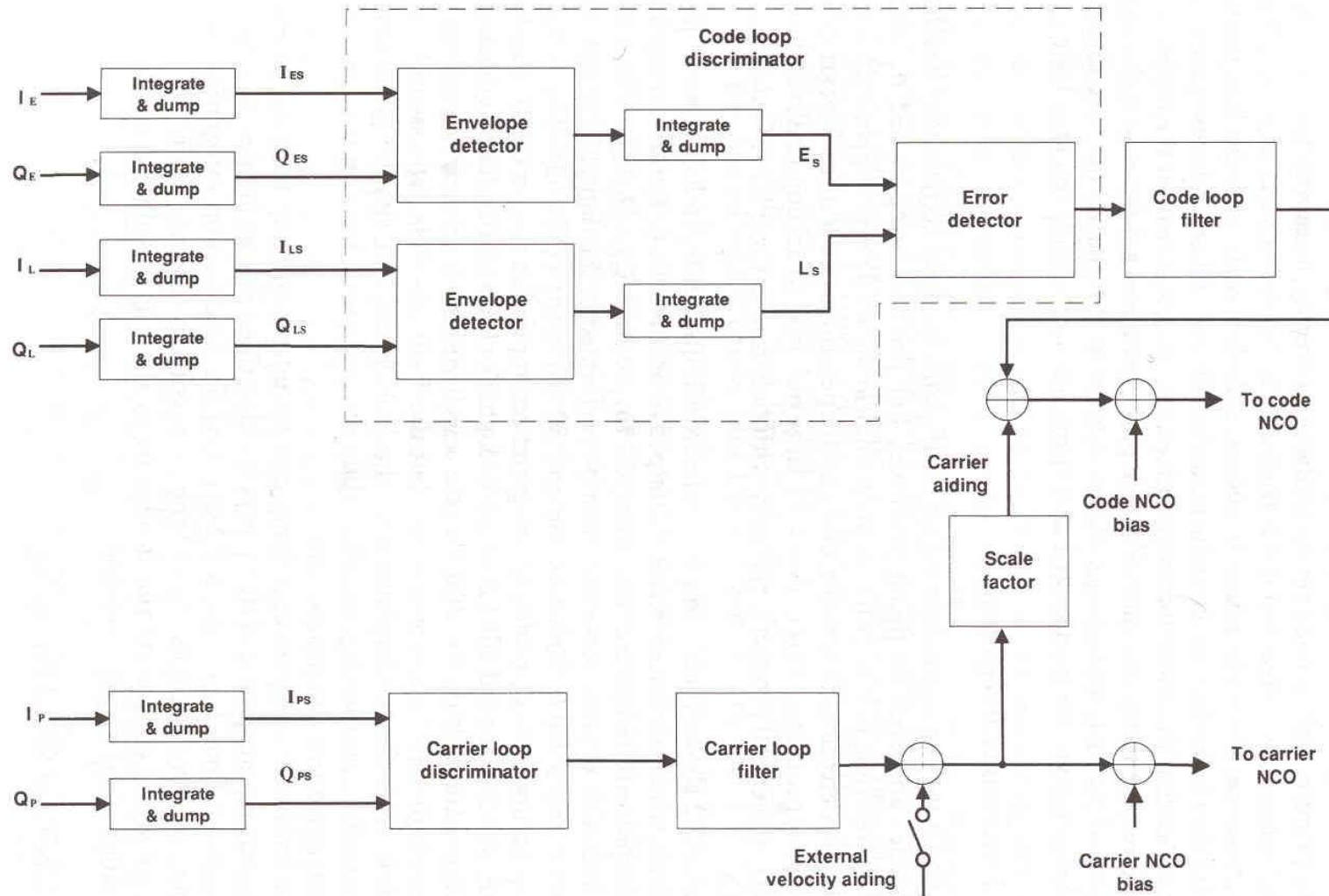
"HANDOVER WORD" contains a set of constants allowing user receiver to generate current P-code.



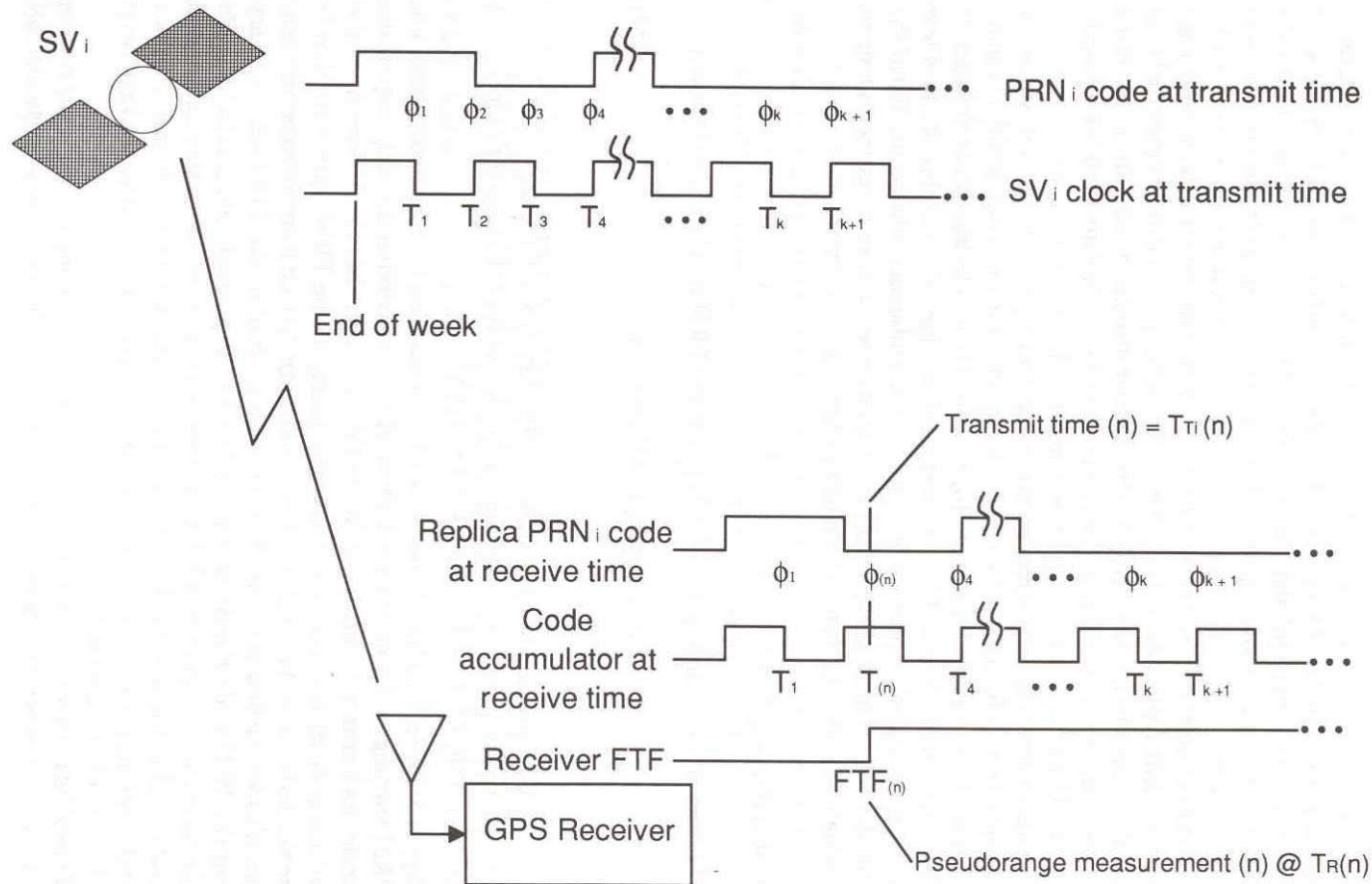
Loop di Tracking

- Loop di tracking della portante
 - Phase lock loop (PLL)
(necessario per demodulazione coerente I&Q)
 - Sensibile alla dinamica dell'utente
 - Serve anche a misurare accuratamente la fase della portante (che cambia con la Doppler)
 - FLL (Frequency Lock Loop)
 - Più robusto alla dinamica dell'utente
 - Tollera stress dinamici
- Loop di tracking del codice
 - l'accuratezza richiesta è molto migliore dell'inverso della banda (cioè della larghezza dell'impulso compresso): $1/1\text{MHz}=1\mu\text{s} \leftrightarrow 300\text{ m}$
 - Serve avere accuratezza migliore di 1/100 di tale valore
 - Con semplice rivelazione su impulso singolo dovrei avere un SNR elevatissimo
 - La soluzione è nella media su tanti impulsi (che aumenta lo SNR equivalente)
 - Si deve però tenere conto della dinamica satellite utente, quindi LOOP di TRACKING
- DLL (Delay Lock Loop)

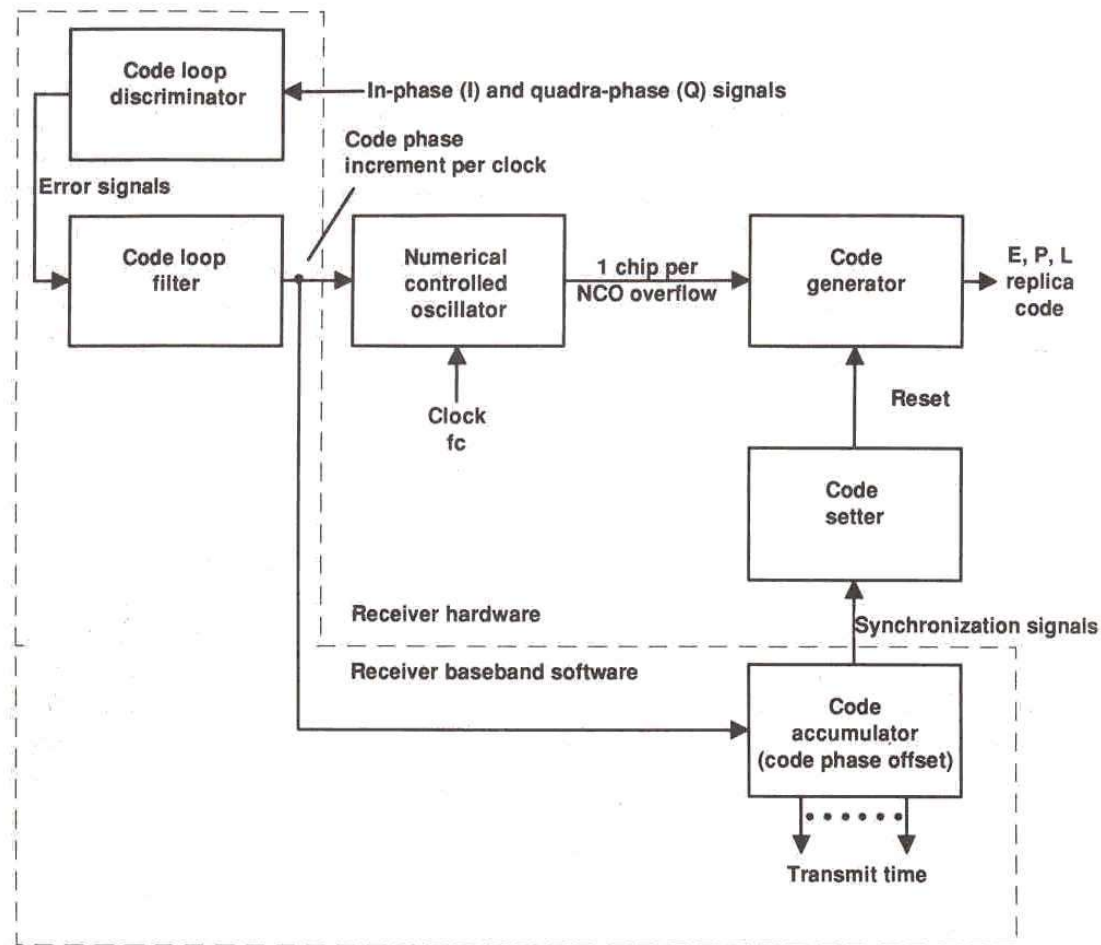
Porzione in BB del ricevitore - Digitale



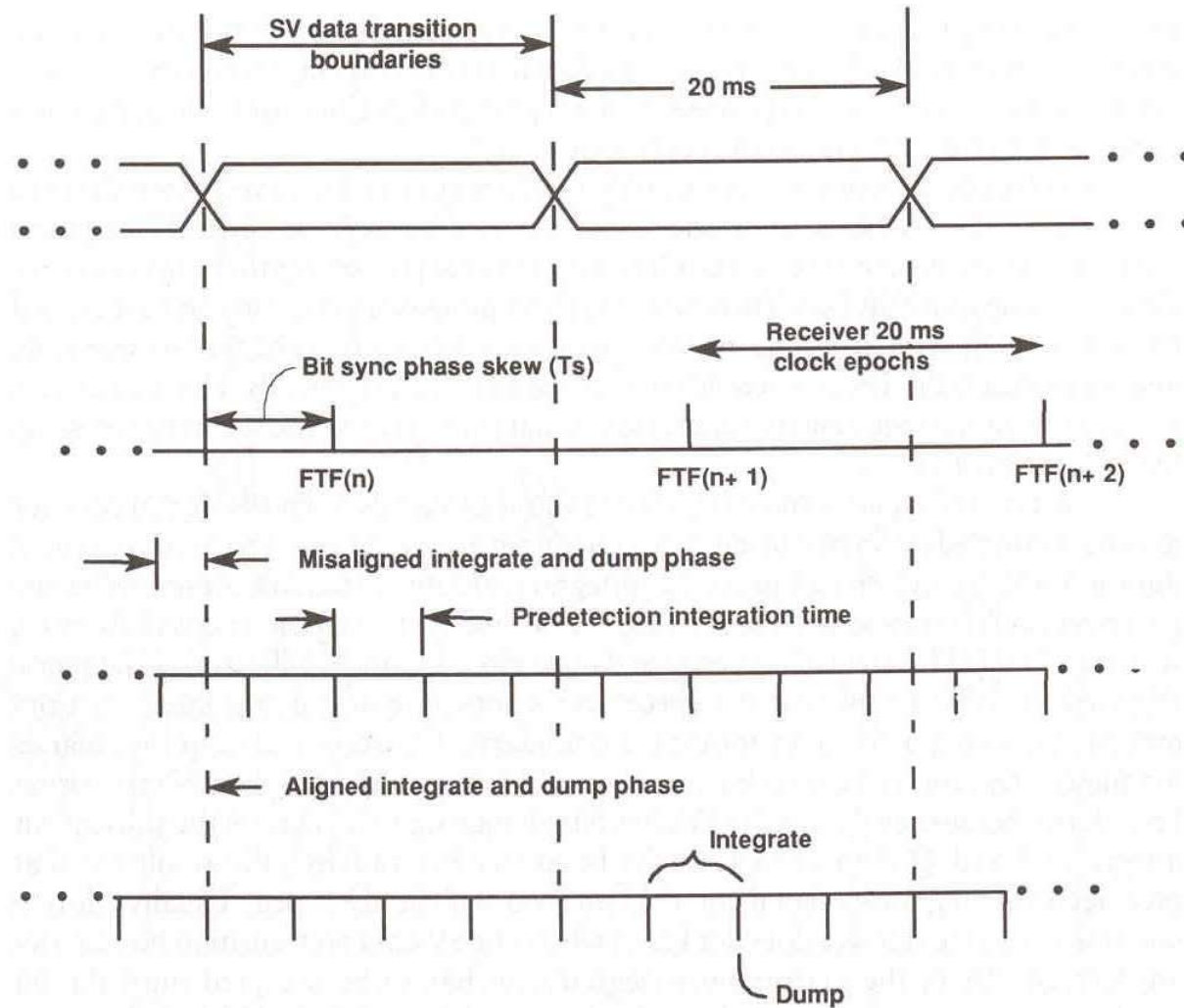
Relazione fra uscita del DLL e pseudorange



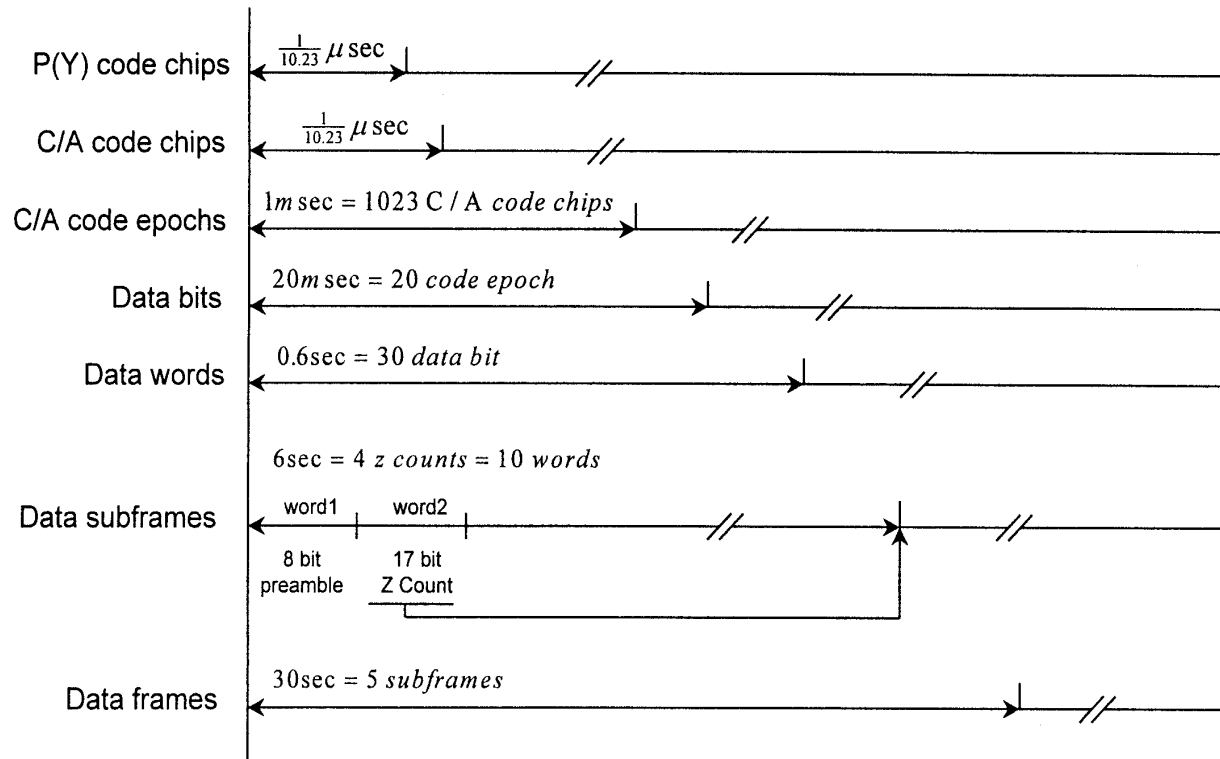
Relazione fra uscita del DLL e pseudorange



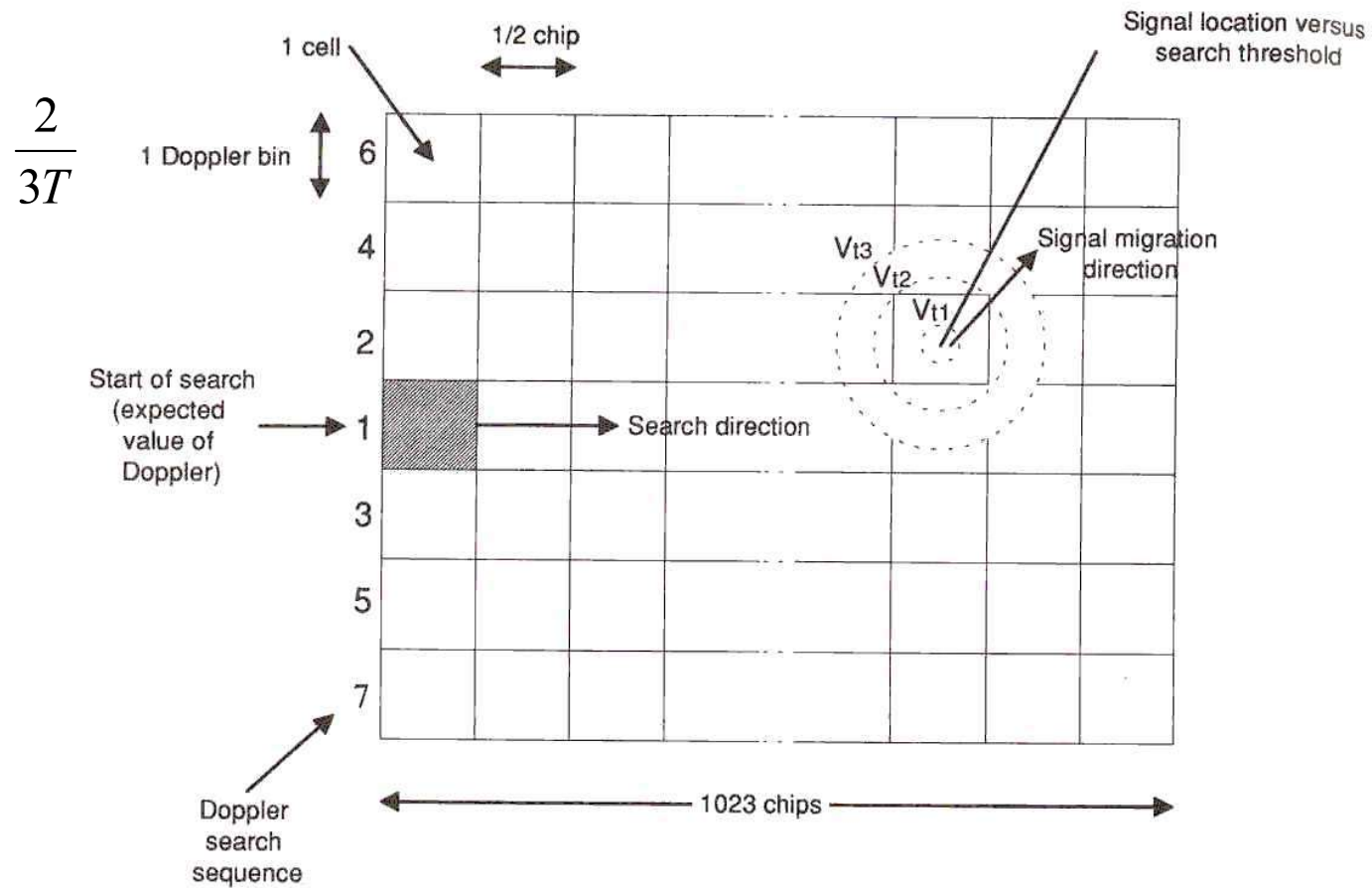
Integrazione pre-detection



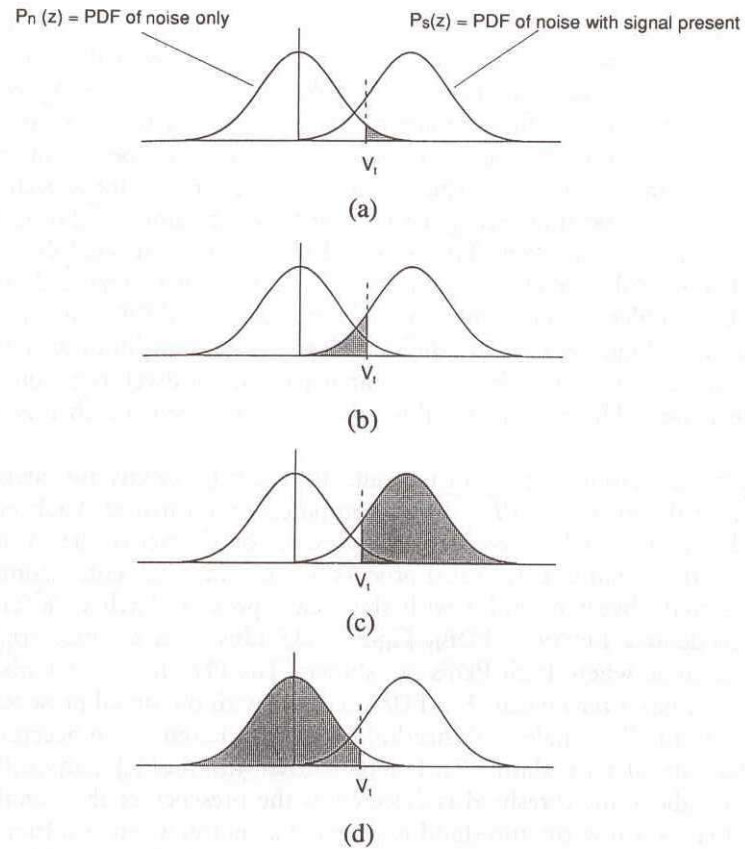
Temporizzazione



Acquisizione del segnale



Probabilità di rivelazione del segnale



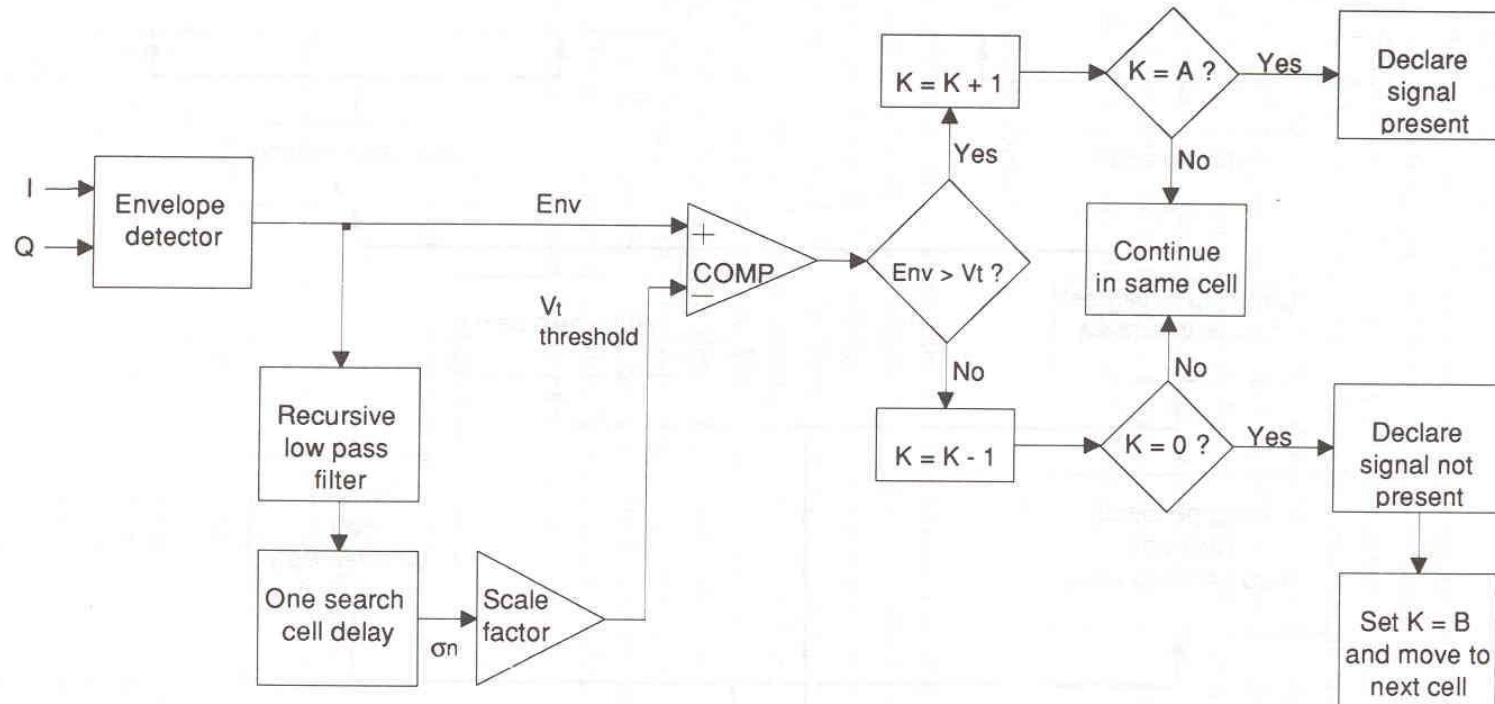
Valori di probabilità di rivelazione

s/n_0 (ratio)	P_d (dimensionless)	C/N_0 (dB-Hz)			
		$T = 0.001$ sec	$T = 0.0025$ sec	$T = 0.005$ sec	$T = 0.010$ sec
1.0	0.431051970	30.00	26.02	23.01	20.00
2.0	0.638525844	33.01	29.03	26.02	23.01
3.0	0.780846119	34.77	30.79	27.78	24.77
4.0	0.871855378	36.02	32.04	29.03	26.02
5.0	0.927218854	36.99	33.01	30.00	26.99
6.0	0.959645510	37.78	33.80	30.79	27.78
7.0	0.978075147	38.45	34.47	31.46	28.45
8.0	0.988294542	39.03	35.05	32.04	29.03
9.0	0.993845105	39.54	35.56	32.55	29.54

$$s/n_0|_{dB} = c/n_0|_{dB} + 10 \log_{10}(T)$$

- Valori riportati per $P_{fa} = 16\%$

Rivelatore con ricerca di Tong



- il filtro ricorsivo serve solo a stimare il livello di rumore (uno dei modi possibili/ vedi CFAR)
- $B = 1$ o 2 , a seconda dell'affidabilità desiderata
- A = numero di volte che deve essere rivelato per essere considerato trovato

Radiotecnica e Radiolocalizzazione

Prestazioni di acquisizione dell'algoritmo di Tong (I)

- numero medio di misure richieste per dismettere una cella contenente solo rumore
- velocità di ricerca (tutte tranne una contengono rumore):

$$N_n = \frac{1}{1 - 2P_{fa}}$$

$$R_s = \frac{d}{N_n T} = \frac{d(1 - 2P_{fa})}{T} \quad (\text{chips} / \text{s})$$

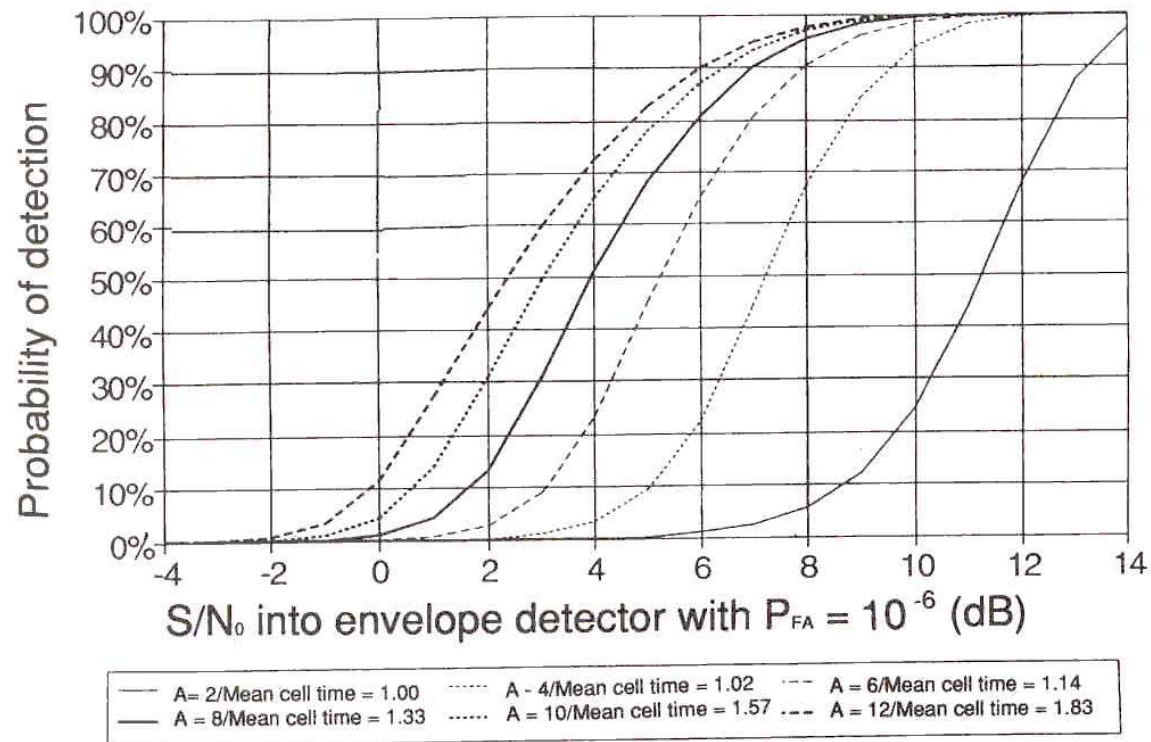
- P_{FA}

$$P_{FA} = \frac{\left(\frac{1 - P_{fa}}{P_{fa}}\right)^B - 1}{\left(\frac{1 - P_{fa}}{P_{fa}}\right)^{A+B-1} - 1}$$

- P_D

$$P_D = \frac{\frac{(1 - P_d)^B}{P_d}}{\frac{(1 - P_d)^{A+B-1}}{P_d} - 1}$$

Prestazioni di acquisizione dell' algoritmo di Tong (II)



- le prestazioni migliorano al crescere di A, ma questo si paga con un aumento del tempo di ricerca

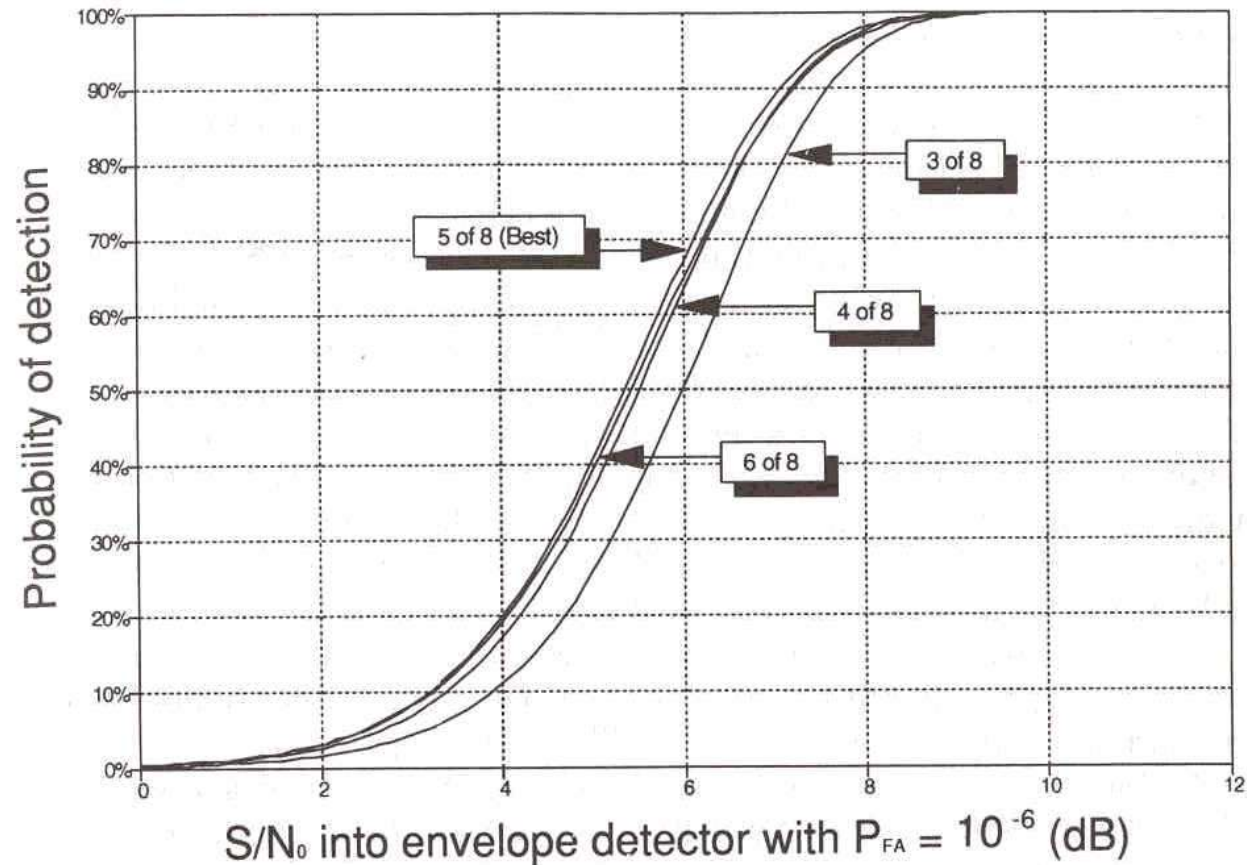
Rivelatore M/N

- le prestazioni si calcolano in modo semplice a partire dalla Bernoulliana:

$$P_{FA} = \sum_{n=M}^N \binom{N}{n} P_{fa}^n (1 - P_{fa})^{N-n} = 1 - \sum_{n=0}^{M-1} \binom{N}{n} P_{fa}^n (1 - P_{fa})^{N-n} = 1 - B(M-1; N, P_{fa})$$

$$P_D = \sum_{n=M}^N \binom{N}{n} P_d^n (1 - P_d)^{N-n} = 1 - \sum_{n=0}^{M-1} \binom{N}{n} P_d^n (1 - P_d)^{N-n} = 1 - B(M-1; N, P_d)$$

Prestazioni del rivelatore M/N



- scelta ottimale : $M=5/8$

Radiotecnica e Radiolocalizzazione