



Comunicazioni su Linee Elettriche

Dottorando: *Riccardo Pighi*

Tutor: Prof. Ing. *Riccardo Raheli*

Dottorato in Tecnologie dell'Informazione XVIII Ciclo
Presentazione del Progetto di Tesi di Dottorato



Indice della Presentazione

- Progetto di un sistema di comunicazione a singola portante:
 - Studio di codici
 - Algoritmo di mapping
 - Analisi delle prestazioni



Indice della Presentazione

- Progetto di un sistema di comunicazione a singola portante:
 - Studio di codici
 - Algoritmo di mapping
 - Analisi delle prestazioni
- Progetto di un sistema di comunicazione multiportante:
 - Motivazioni
 - Allocazione ottima delle risorse
 - Schema a blocchi di un sistema multiportante
 - Risultati numerici e considerazioni



Indice della Presentazione

- Progetto di un sistema di comunicazione a singola portante:
 - Studio di codici
 - Algoritmo di mapping
 - Analisi delle prestazioni
- Progetto di un sistema di comunicazione multiportante:
 - Motivazioni
 - Allocazione ottima delle risorse
 - Schema a blocchi di un sistema multiportante
 - Risultati numerici e considerazioni
- Completamento dell'attività:
 - Algoritmi di sincronizzazione
 - Applicazione di tecniche di codifica avanzate



A Case Study: Modem a singola portante Selta

- Il sistema può operare:
 - In modalità full-duplex su banda di 16 kHz con cancellazione d'eco
 - In modalità half-duplex su bande separate da 8 kHz



A Case Study: Modem a singola portante Selta

- Il sistema può operare:
 - In modalità full-duplex su banda di 16 kHz con cancellazione d'eco
 - In modalità half-duplex su bande separate da 8 kHz
- La trasmissione avviene attraverso uno schema congiunto di codifica e modulazione TCM:
 - con costellazioni bidimensionali (QAM)
 - con costellazioni multidimensionali (prodotto cartesiano di punti appartenenti a QAM)



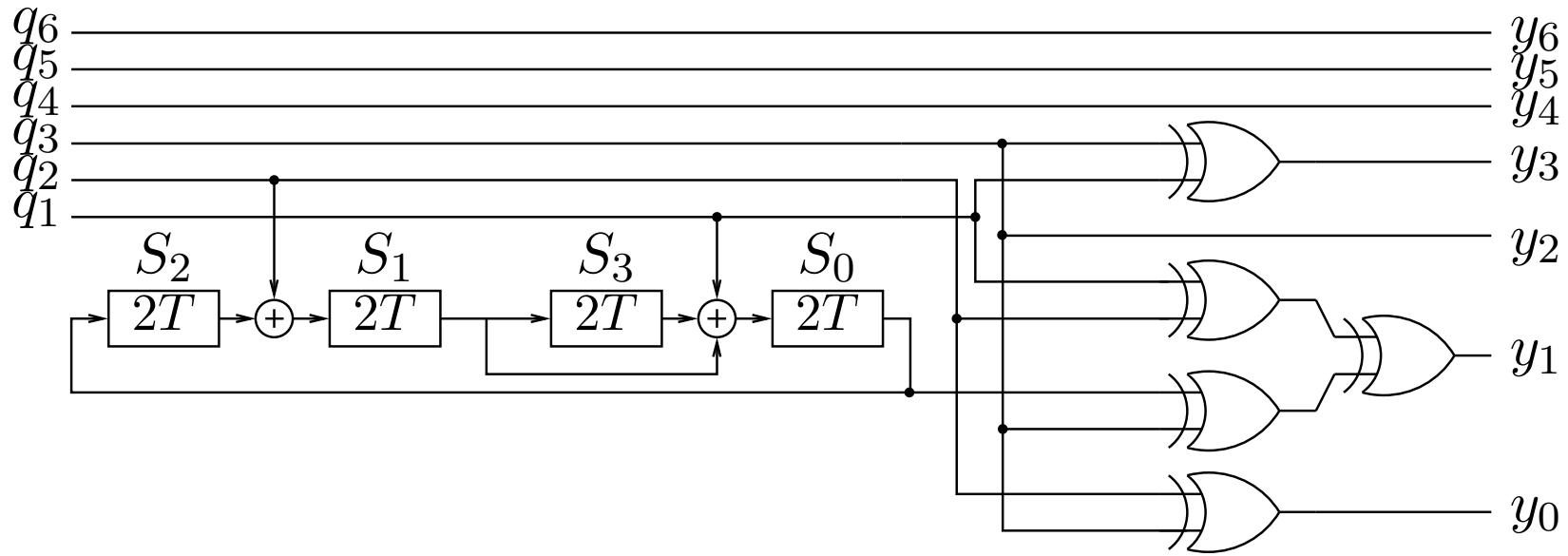
A Case Study: Modem a singola portante Selta

- Il sistema può operare:
 - In modalità full-duplex su banda di 16 kHz con cancellazione d'eco
 - In modalità half-duplex su bande separate da 8 kHz
- La trasmissione avviene attraverso uno schema congiunto di codifica e modulazione TCM:
 - con costellazioni bidimensionali (QAM)
 - con costellazioni multidimensionali (prodotto cartesiano di punti appartenenti a QAM)
- Il modem è caratterizzato da un tasso di informazione variabile (da 19.2 kbit/s a 172.8 kbit/s)



Singola portante: studio di codici

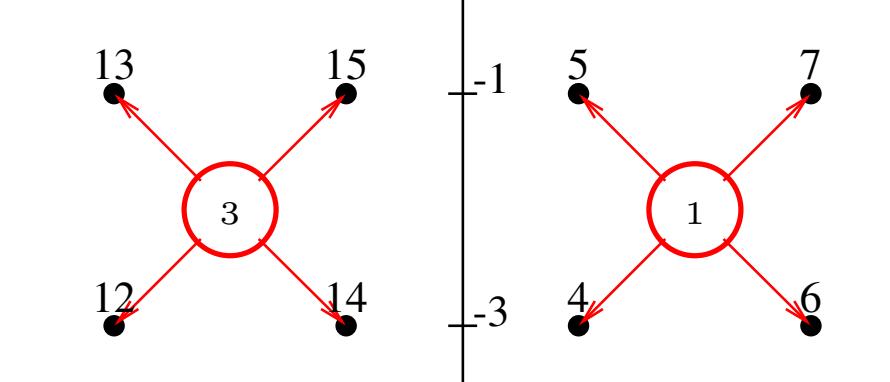
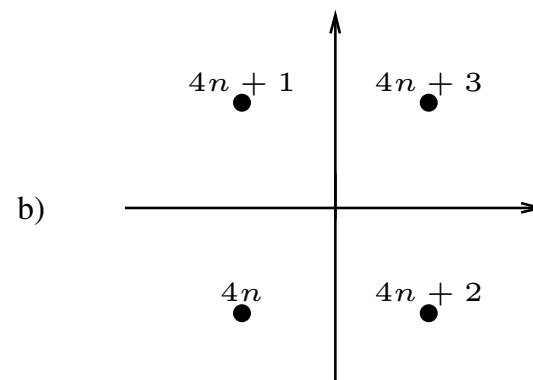
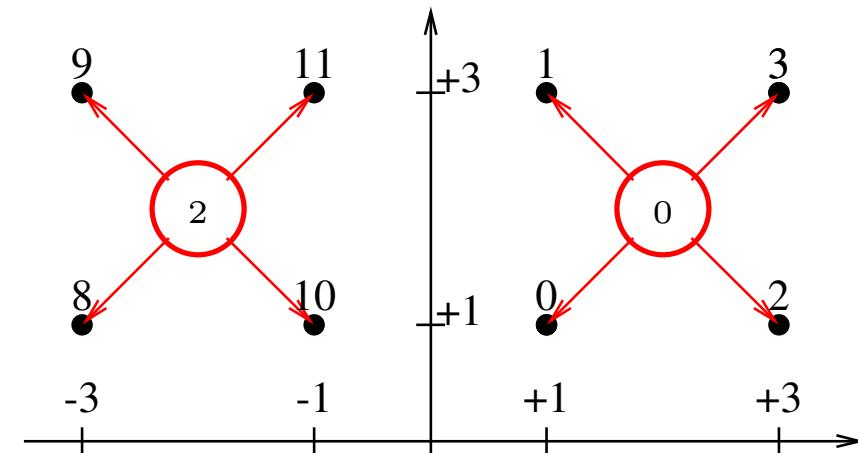
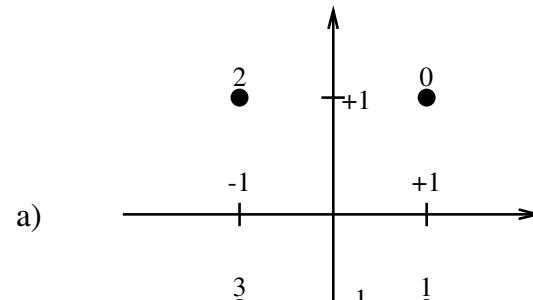
- Progetto di un codice TCM multidimensionale a 16 stati.





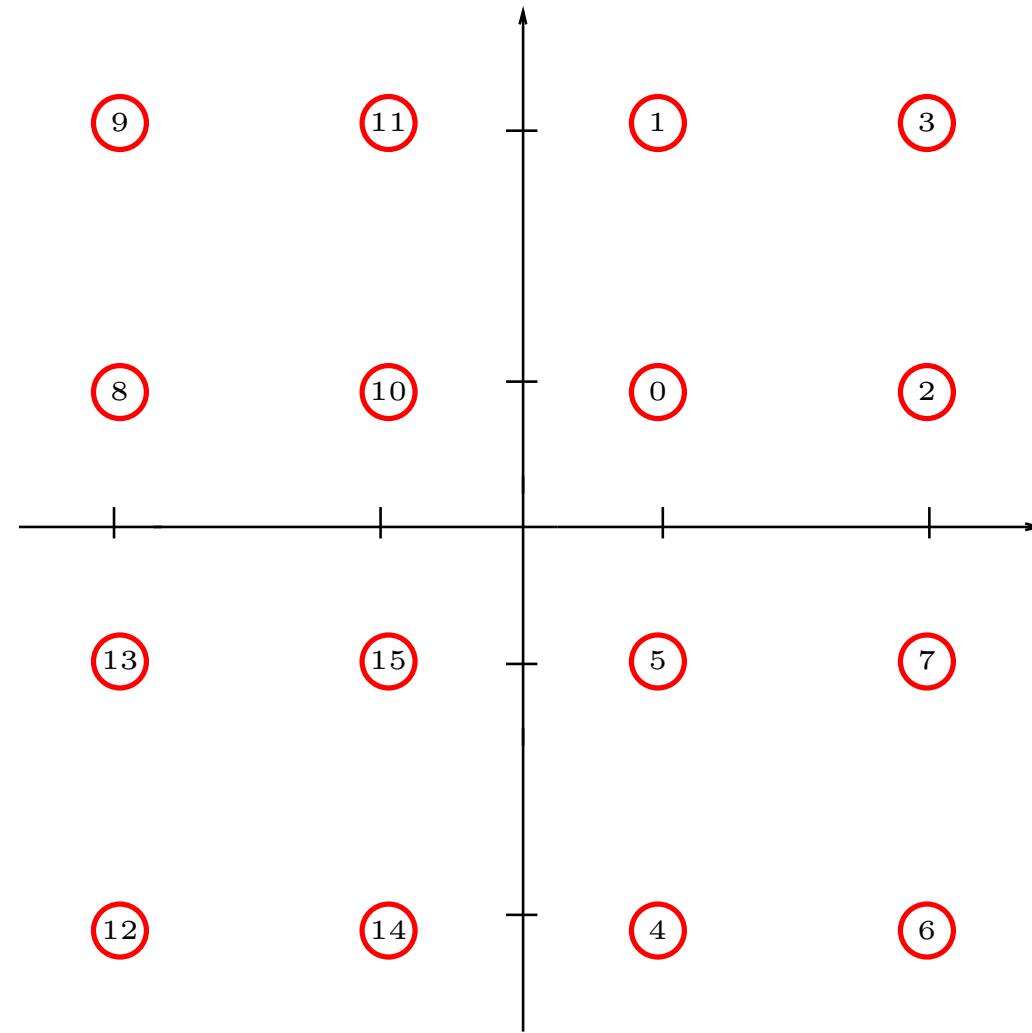
Singola portante: algoritmo di mapping

- È stato sviluppato un algoritmo di mapping ricorsivo, computazionalmente efficiente



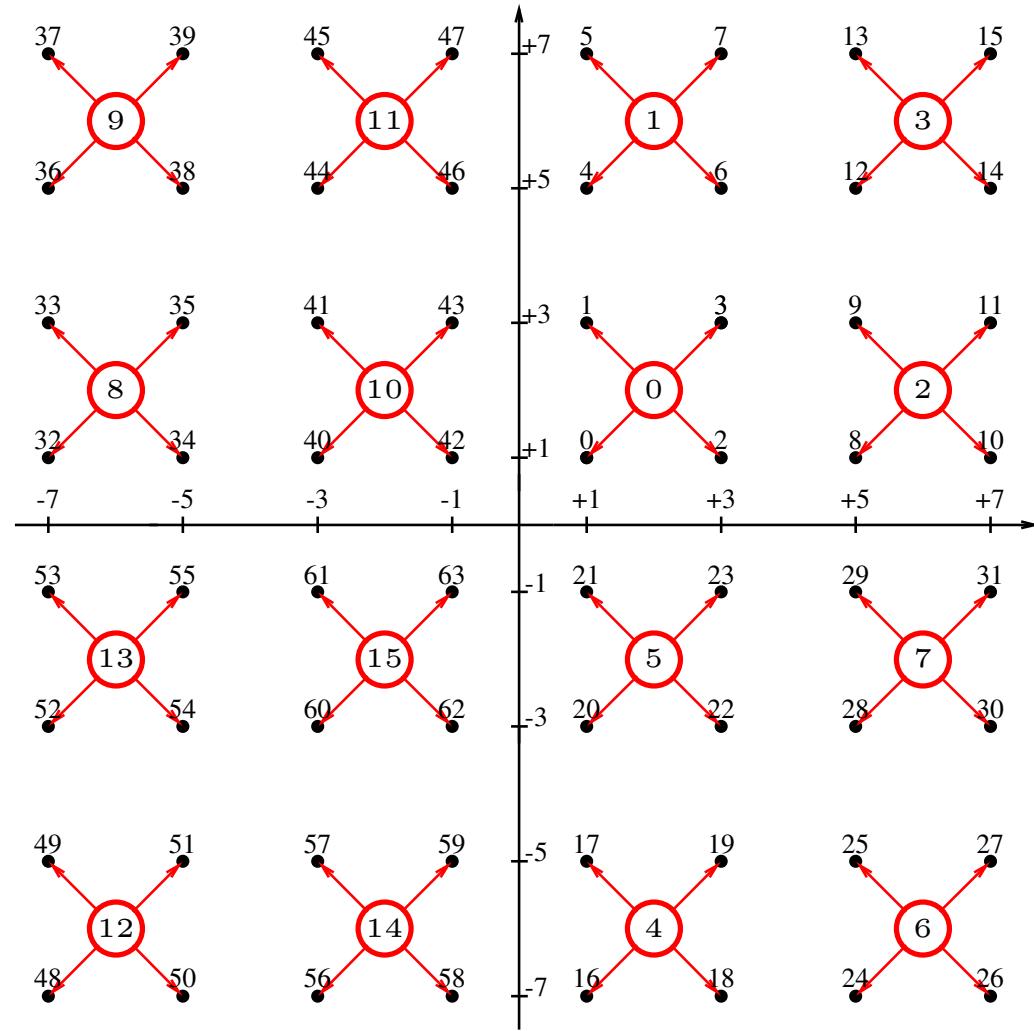


Singola portante: algoritmo di mapping





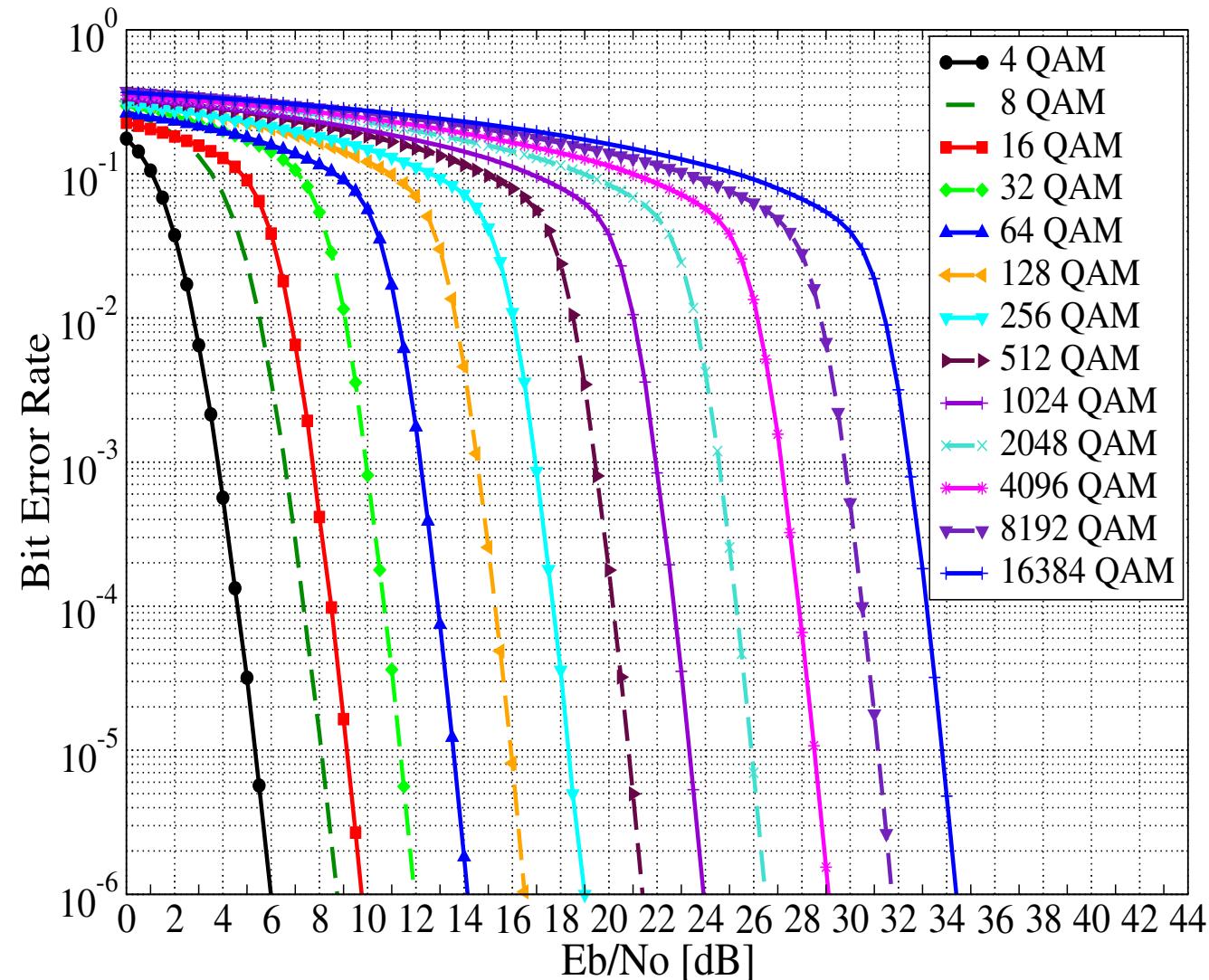
Singola portante: algoritmo di mapping





Singola portante: prestazioni

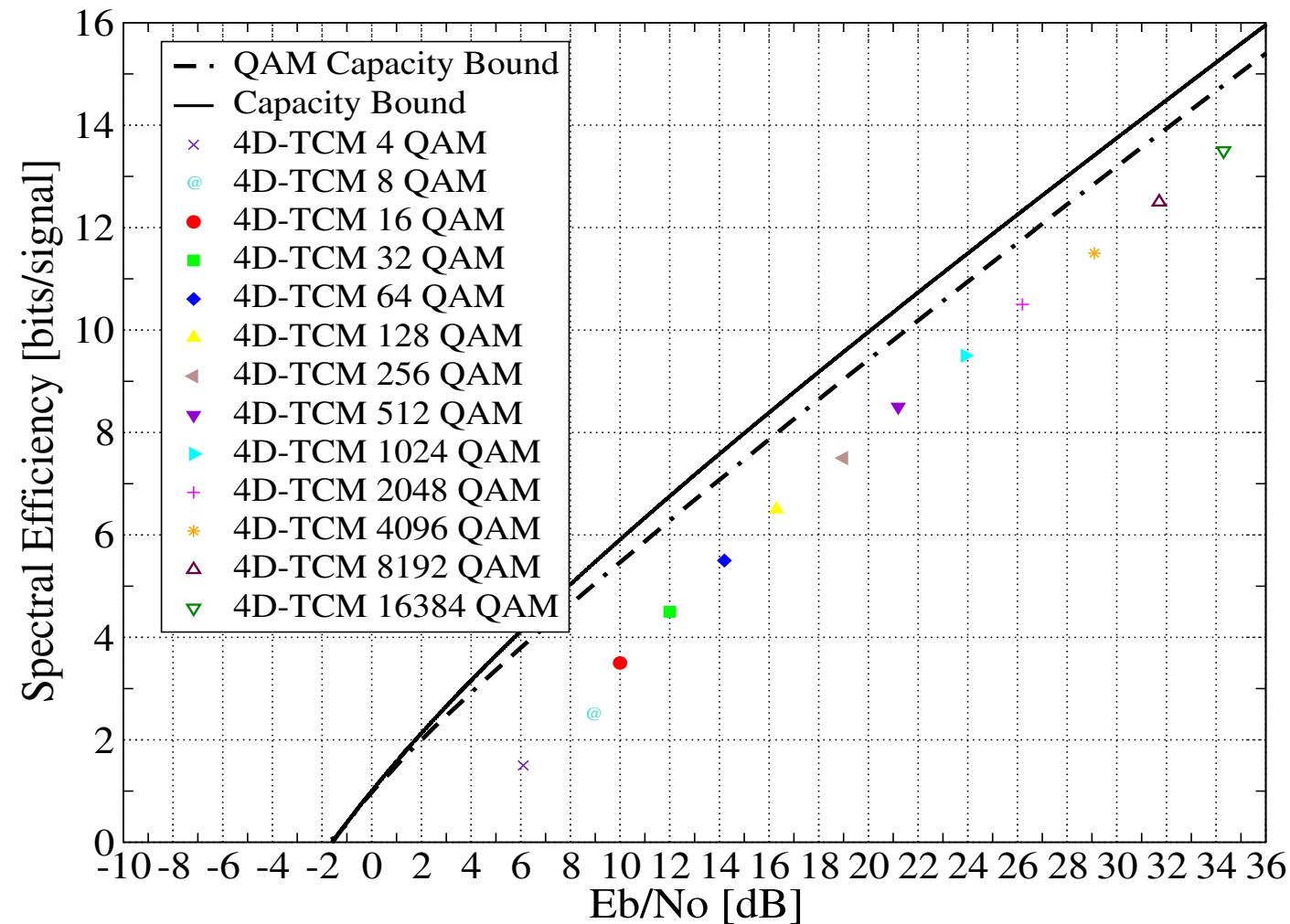
- Analisi delle prestazioni del codice a 16 stati





Singola portante: prestazioni

- Efficienza spettrale del sistema di codifica ($\text{BER}=10^{-6}$)





A Case Study: Sistema multiportante Selta

- Modem di “terza generazione” caratterizzato da elevati livelli di programmabilità, adattabilità alle condizioni della linea e flessibilità.



A Case Study: Sistema multiportante Selta

- Modem di “terza generazione” caratterizzato da elevati livelli di programmabilità, adattabilità alle condizioni della linea e flessibilità.
- Studio di fattibilità di un sistema di trasmissione digitale a larga banda su elettrodotti basato sulle tecnologie OFDM e DMT (Discrete MultiTone).



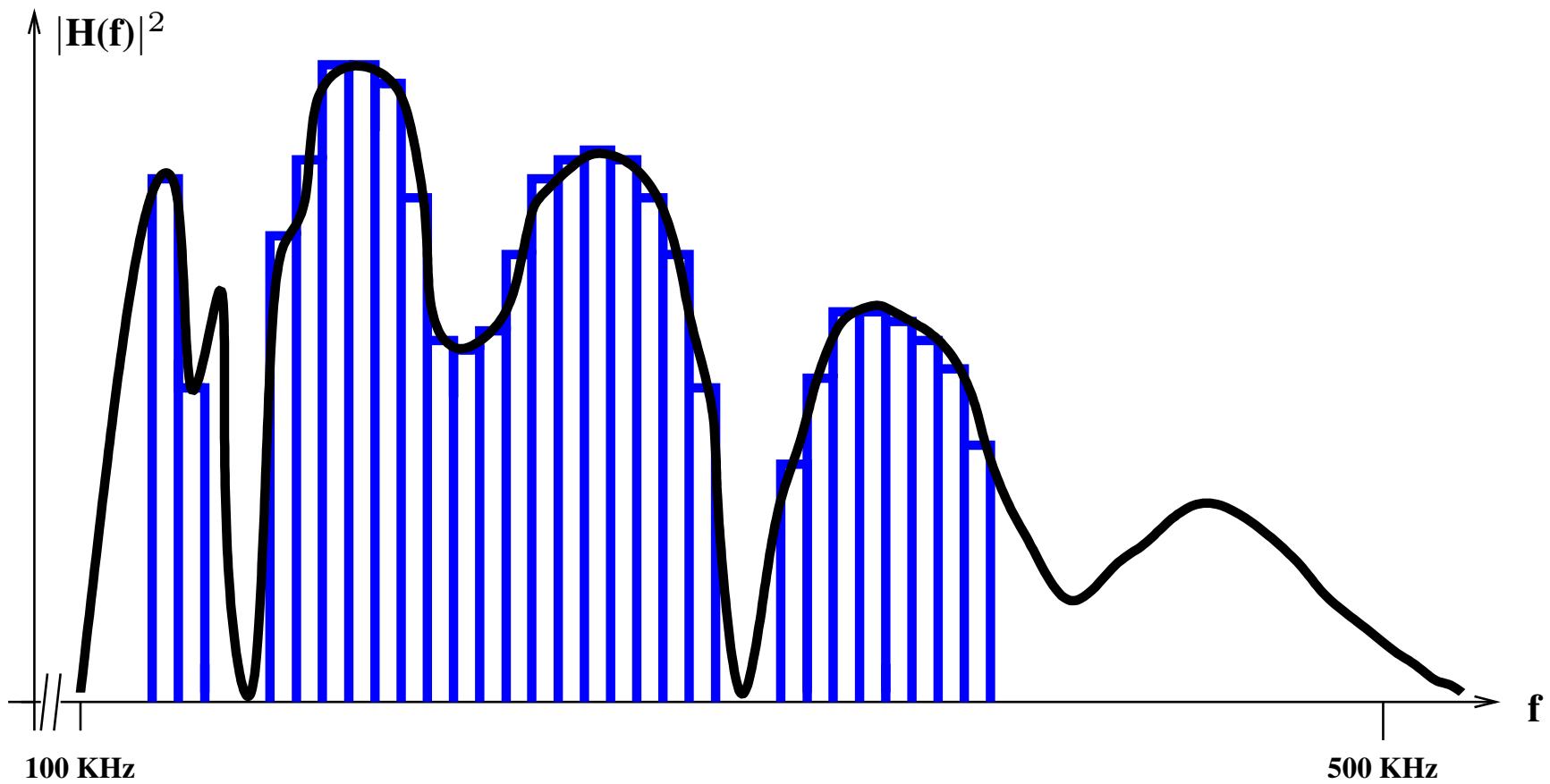
A Case Study: Sistema multiportante Selta

- Modem di “terza generazione” caratterizzato da elevati livelli di programmabilità, adattabilità alle condizioni della linea e flessibilità.
- Studio di fattibilità di un sistema di trasmissione digitale a larga banda su elettrodotti basato sulle tecnologie OFDM e DMT (Discrete MultiTone).
- Progetto di massima di un modem digitale tenendo conto di:
 - normative esistenti (banda disponibile e potenza consentita)
 - caratteristiche dei dispositivi di accoppiamento (elevato costo, difficoltà nella sostituzione).



Sistema multiportante: motivazioni

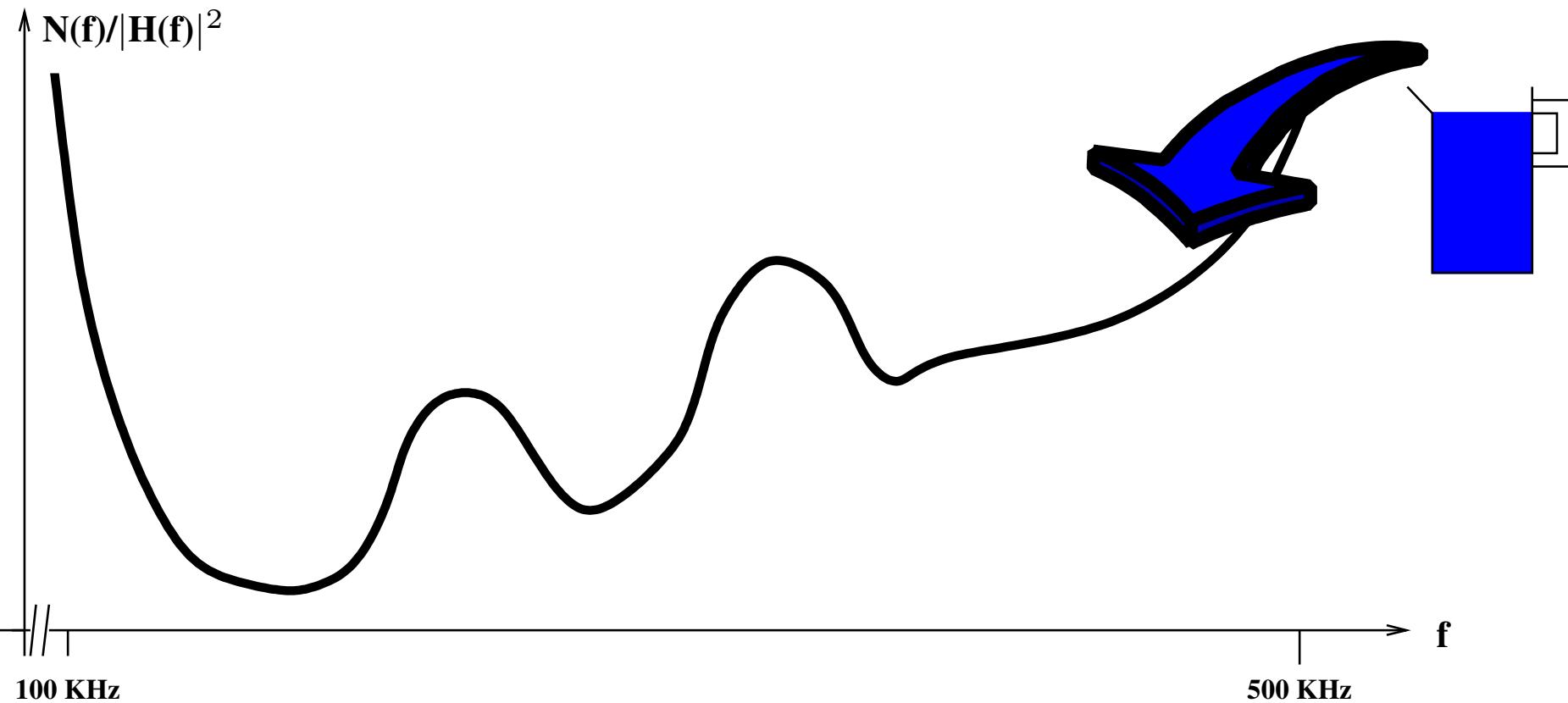
- Obiettivo: massimizzare la quantità di informazione trasferibile.





Sistema multiportante: motivazioni

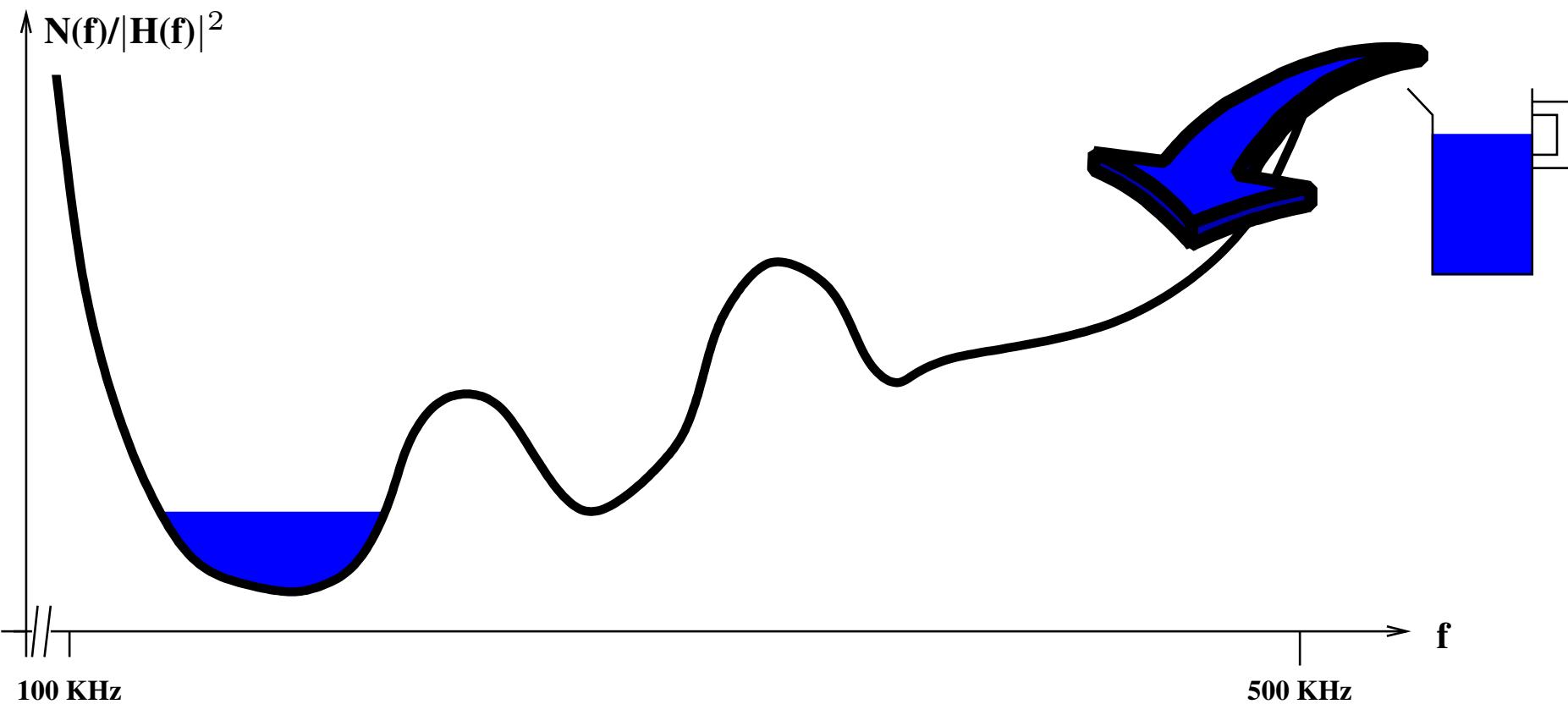
- Soluzione: allocazione ottimale della potenza da trasmettere (water-filling).





Sistema multiportante: motivazioni

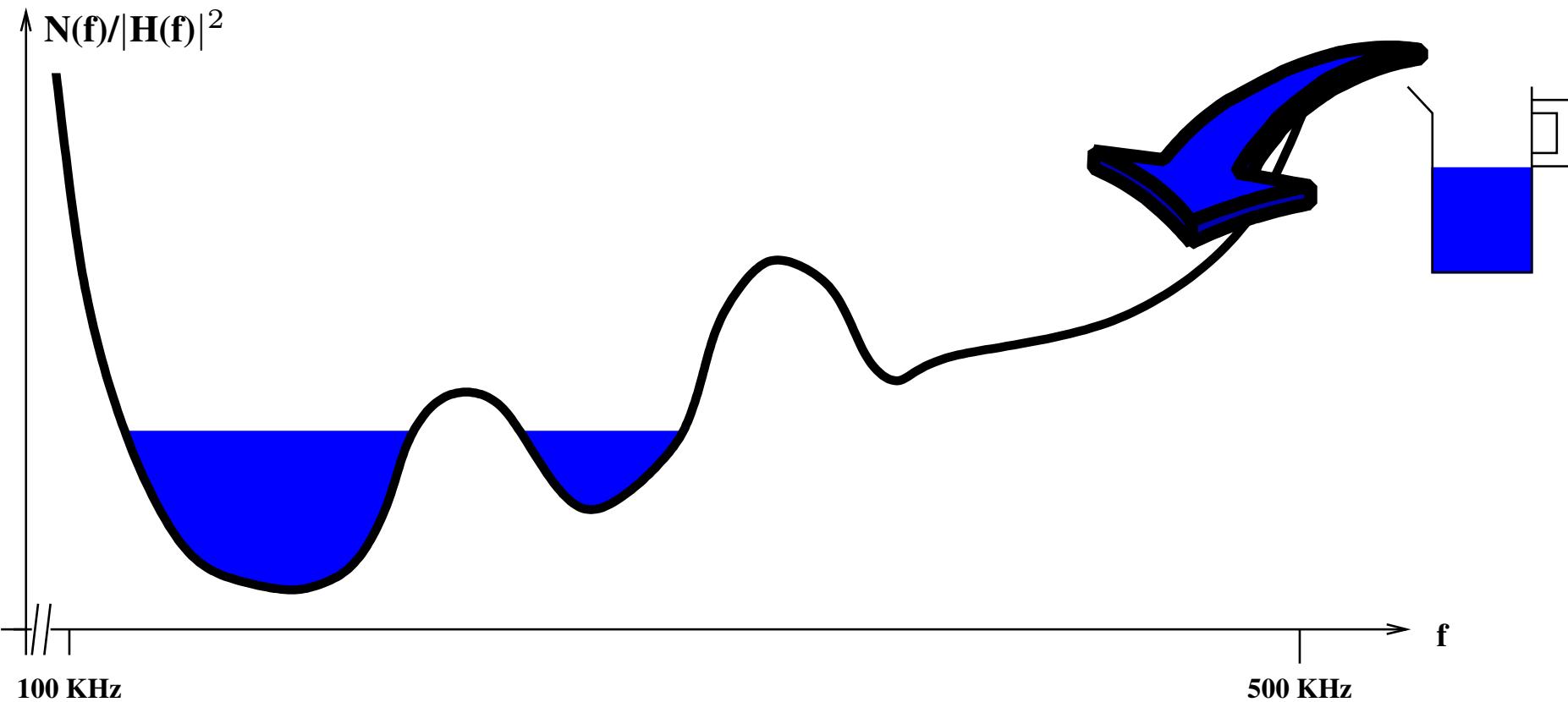
- Soluzione: allocazione ottimale della potenza da trasmettere (water-filling).





Sistema multiportante: motivazioni

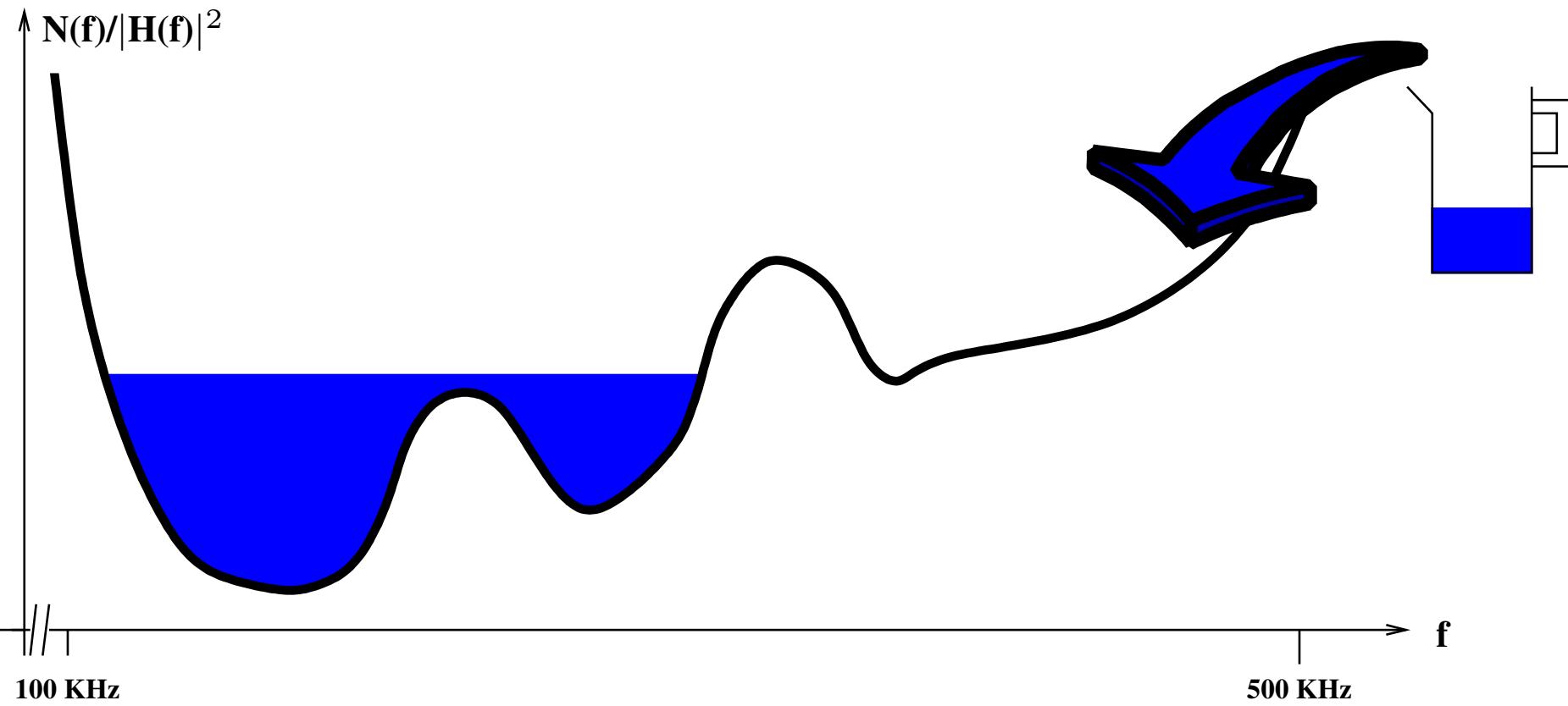
- Soluzione: allocazione ottimale della potenza da trasmettere (water-filling).





Sistema multiportante: motivazioni

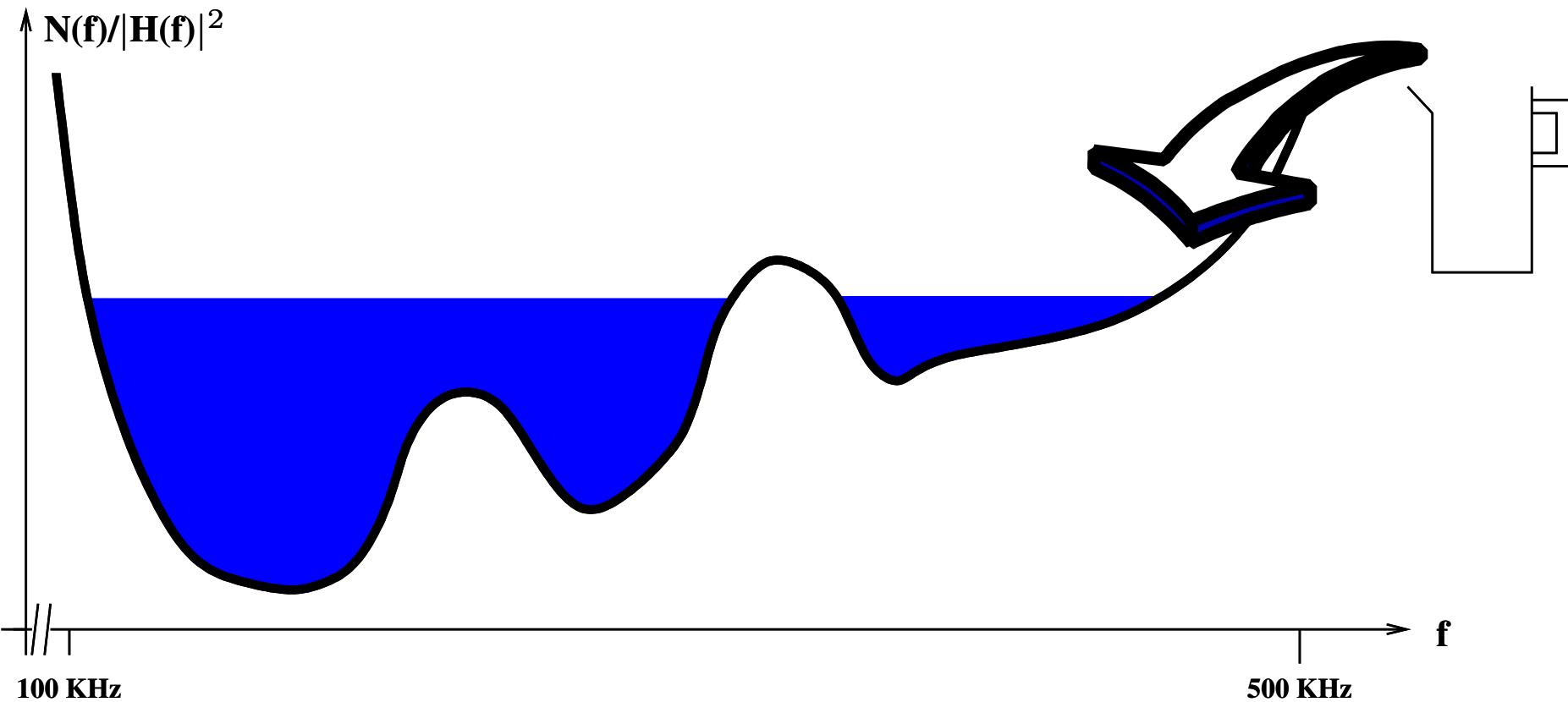
- Soluzione: allocazione ottimale della potenza da trasmettere (water-filling).





Sistema multiportante: motivazioni

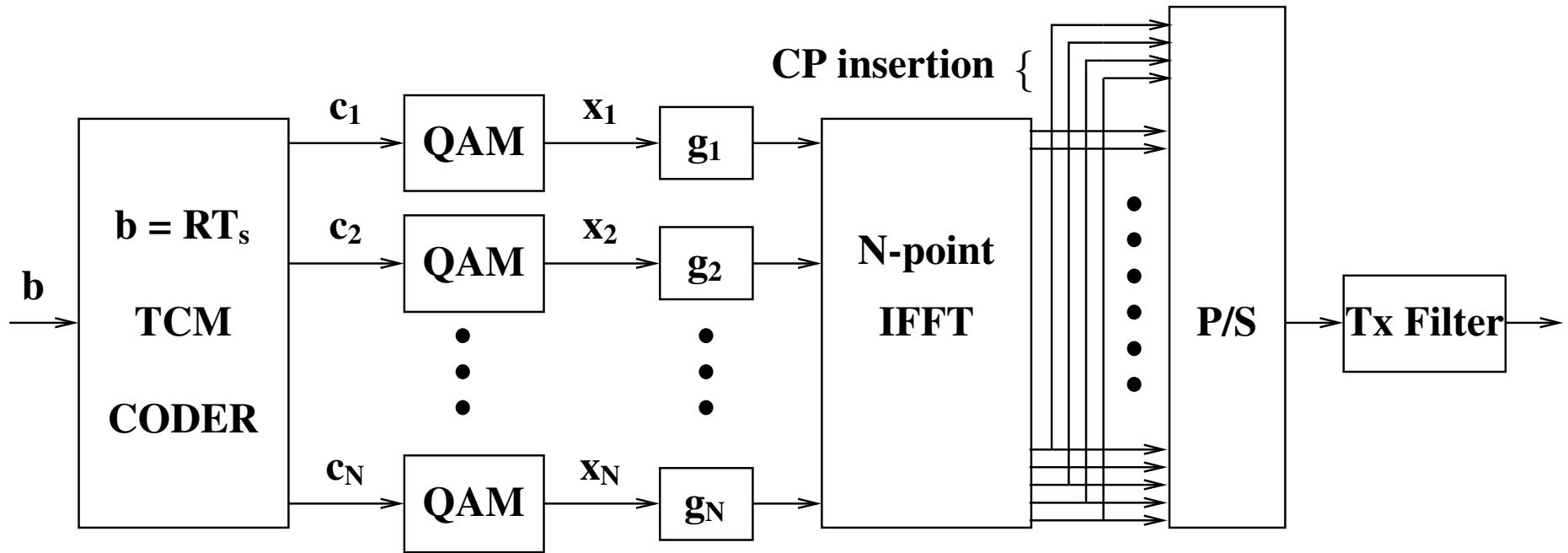
- Soluzione: allocazione ottimale della potenza da trasmettere (water-filling).





Sistema multiportante: schema a blocchi

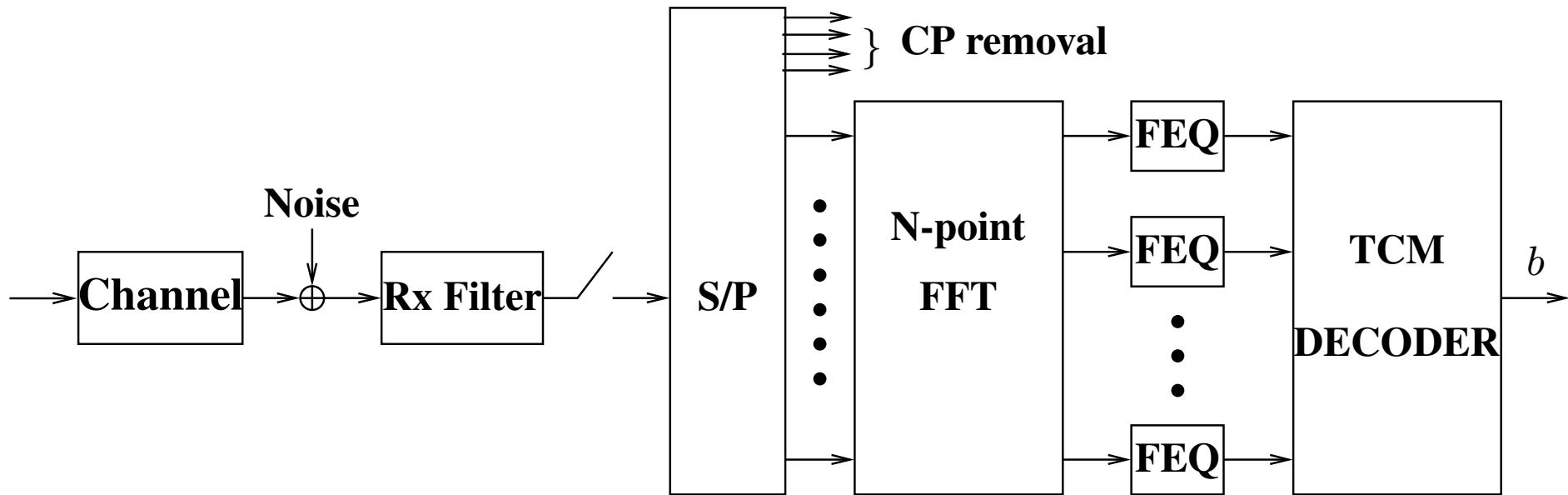
- L'operazione di modulazione e demodulazione avviene interamente in ambito numerico, utilizzando algoritmi di trasformata veloce di Fourier (FFT).





Sistema multiportante: schema a blocchi

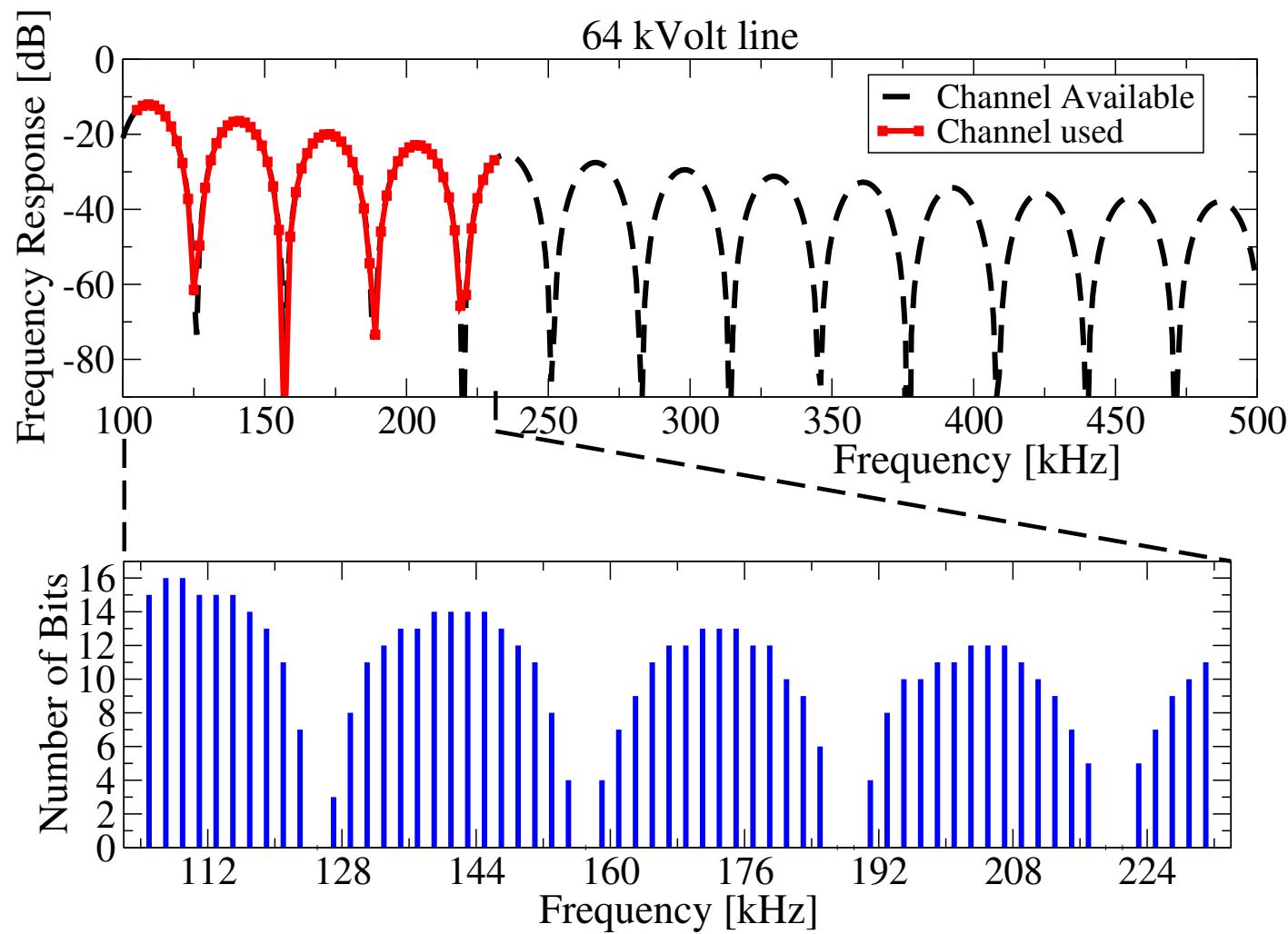
- L'operazione di modulazione e demodulazione avviene interamente in ambito numerico, utilizzando algoritmi di trasformata veloce di Fourier (FFT).





Sistema multiportante: risultati numerici

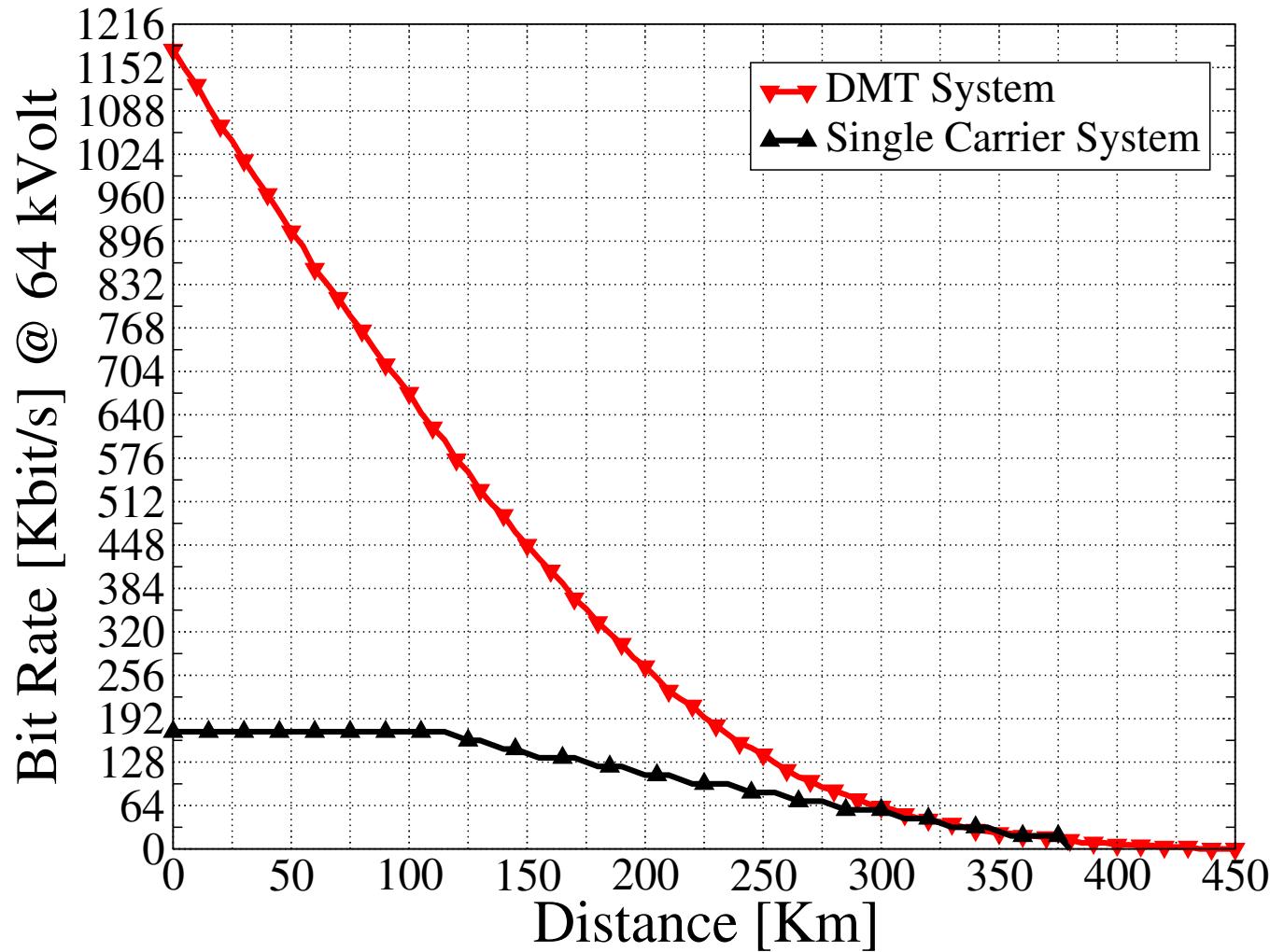
- Risposta in ampiezza del canale e profilo di caricamento.





Sistema multiportante: risultati numerici

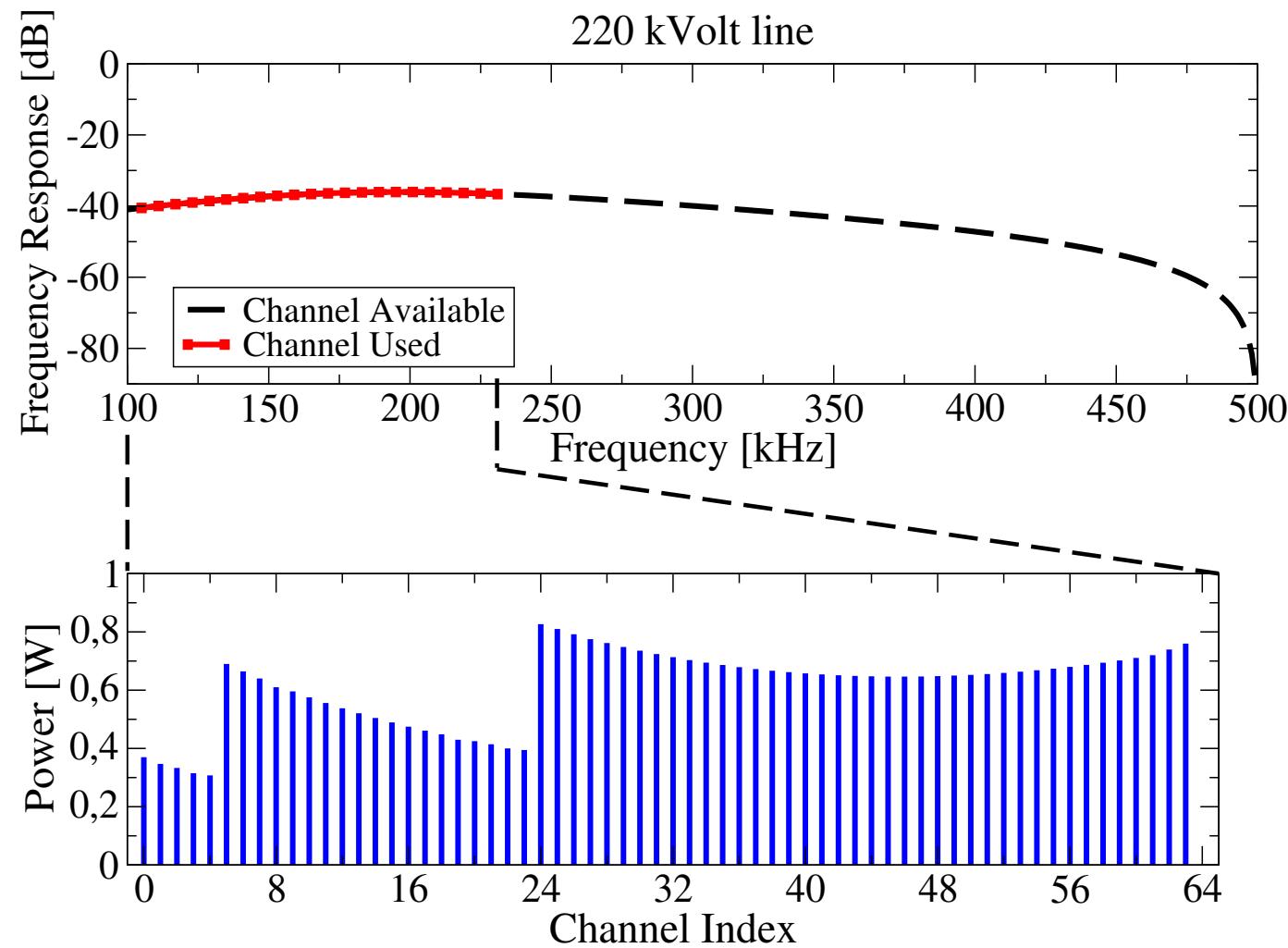
- Confronto tra singola portante e multiportante.





Sistema multiportante: risultati numerici

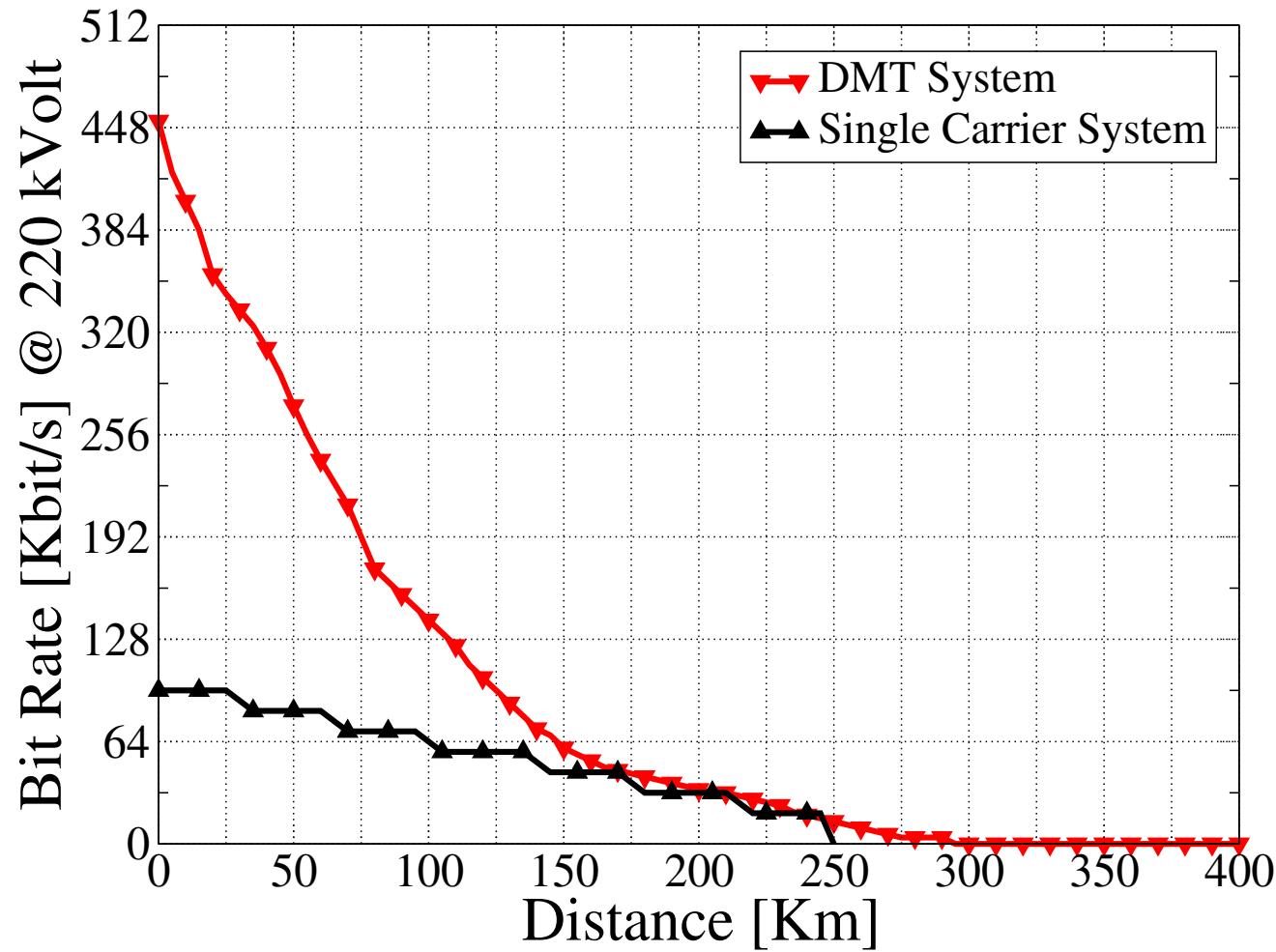
- Risposta in ampiezza del canale e profilo di potenza.





Sistema multiportante: risultati numerici

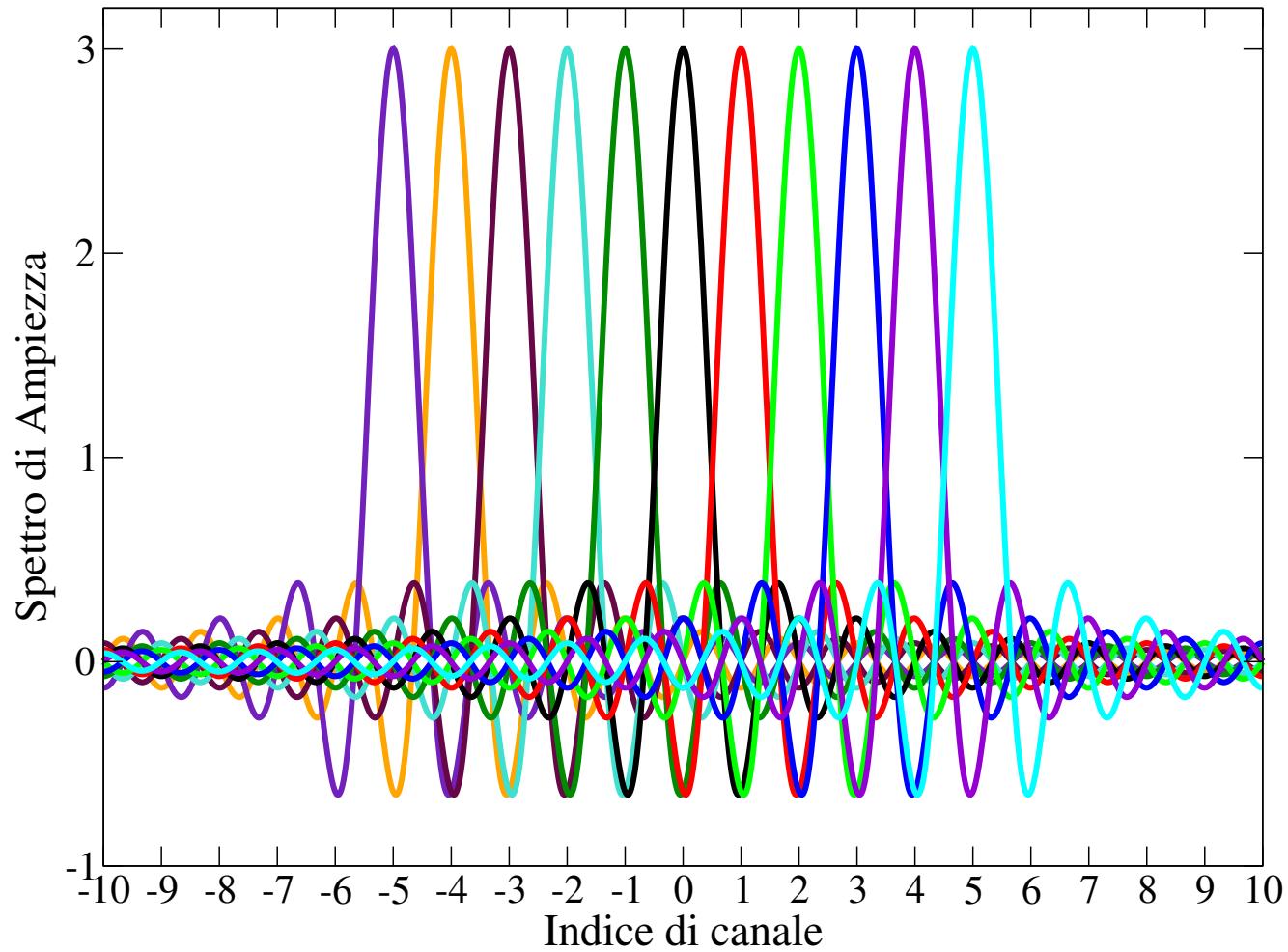
- Confronto tra singola portante e multiportante.





Sistema multiportante: banchi di filtri

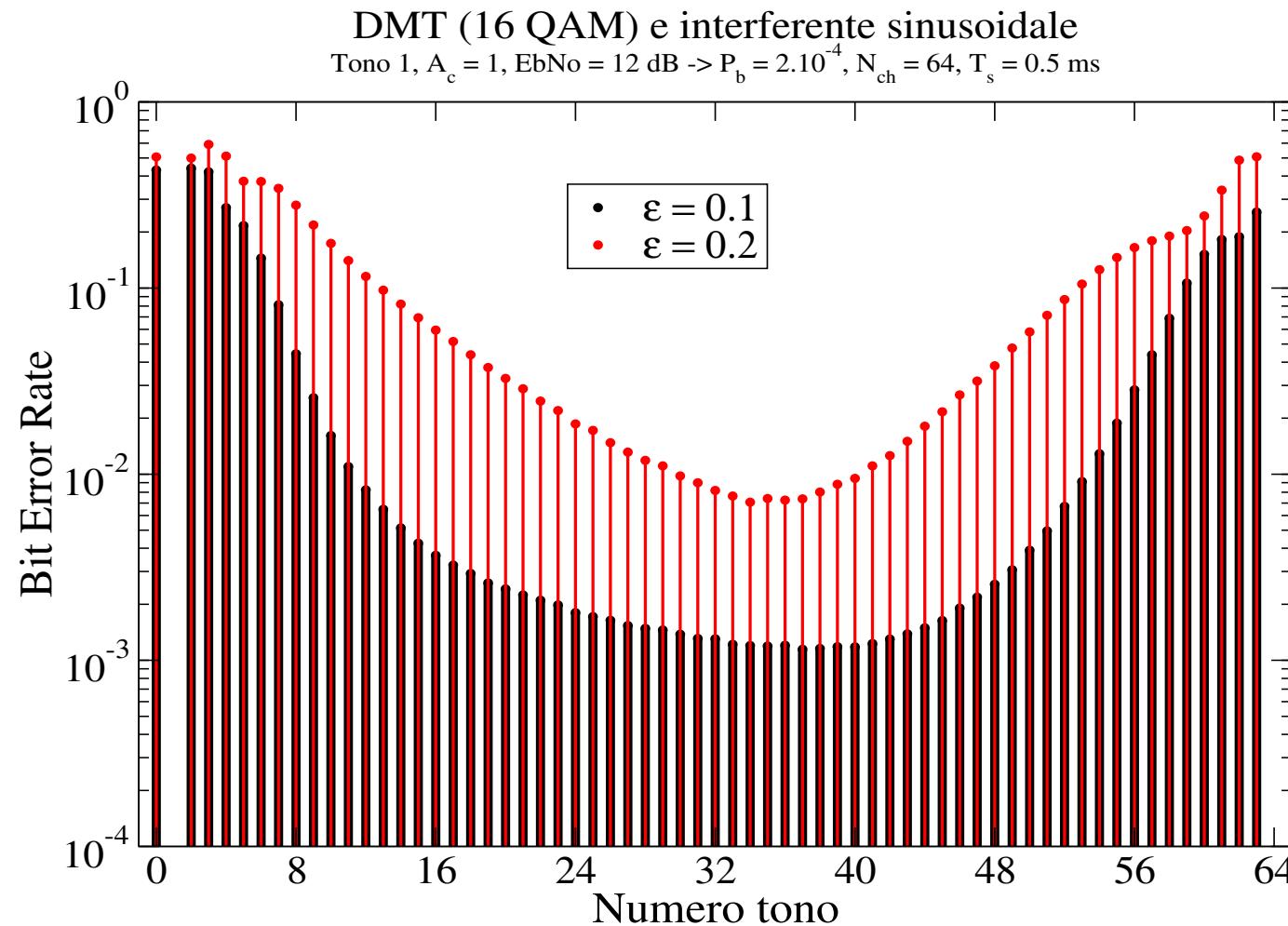
- Il sistema DMT ha canali poco selettivi in frequenza.





Sistema multiportante: banchi di filtri

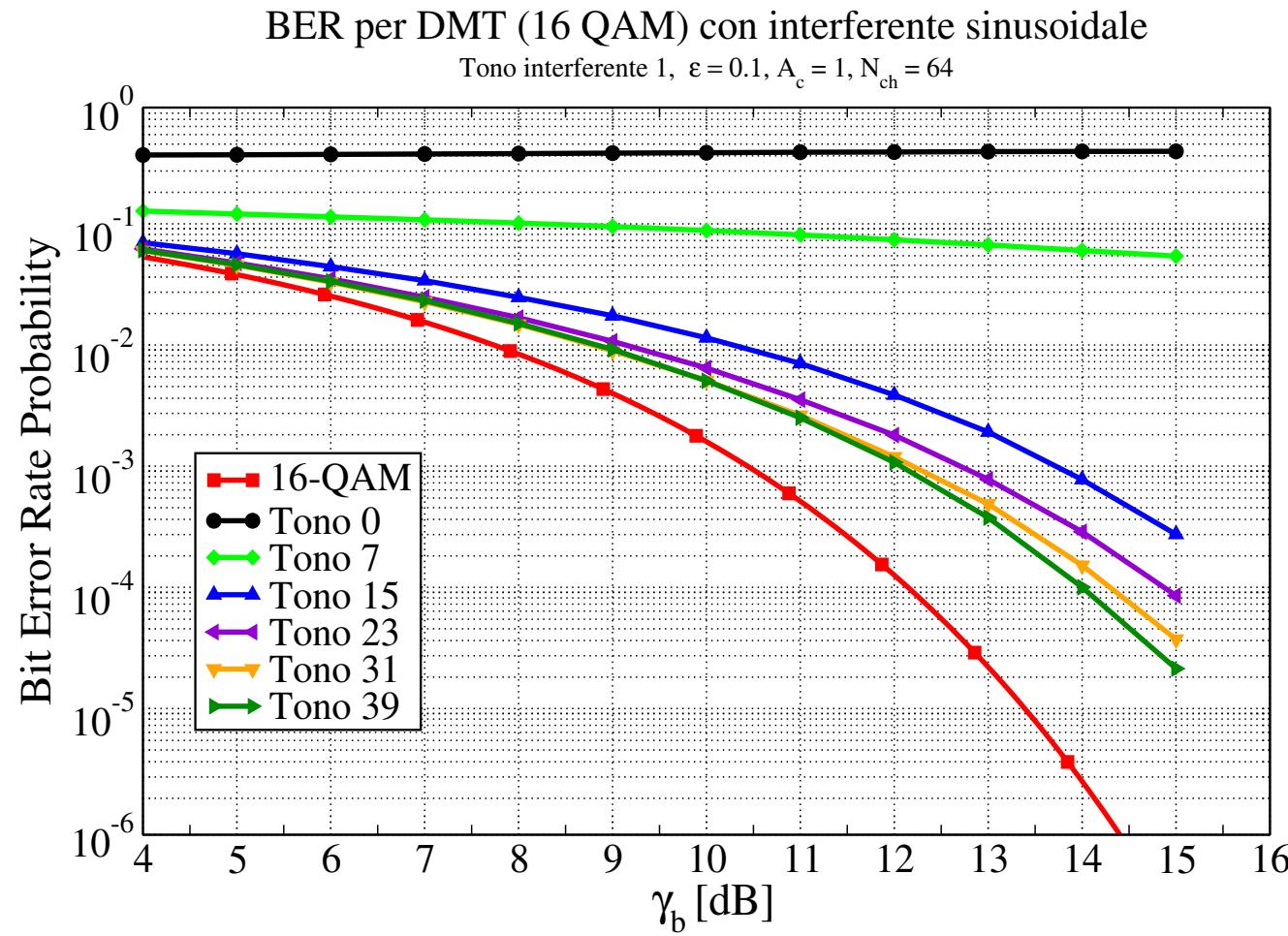
- Il sistema DMT ha canali poco selettivi in frequenza.





Sistema multiportante: banchi di filtri

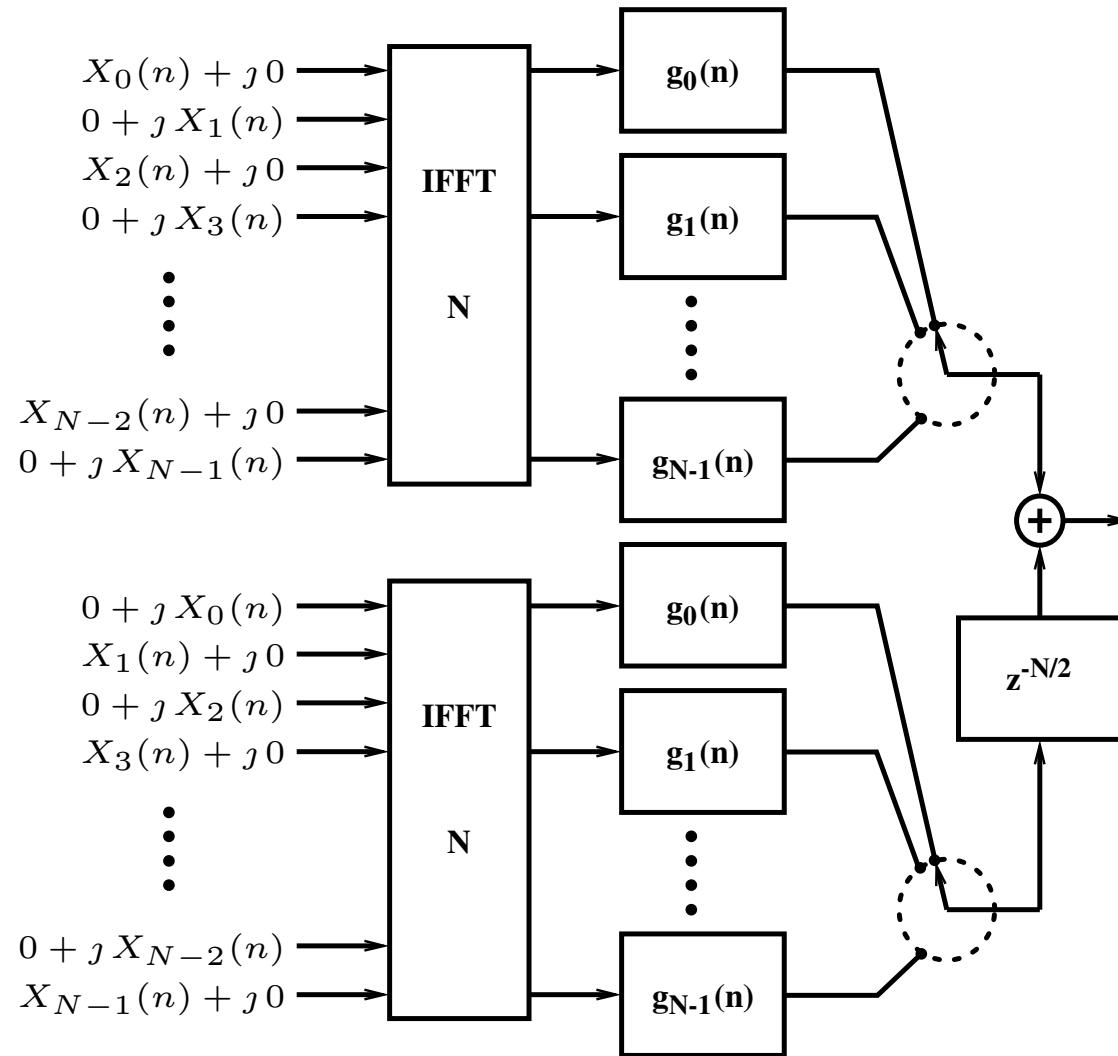
- Il sistema DMT ha canali poco selettivi in frequenza.





Sistema multiportante: banchi di filtri

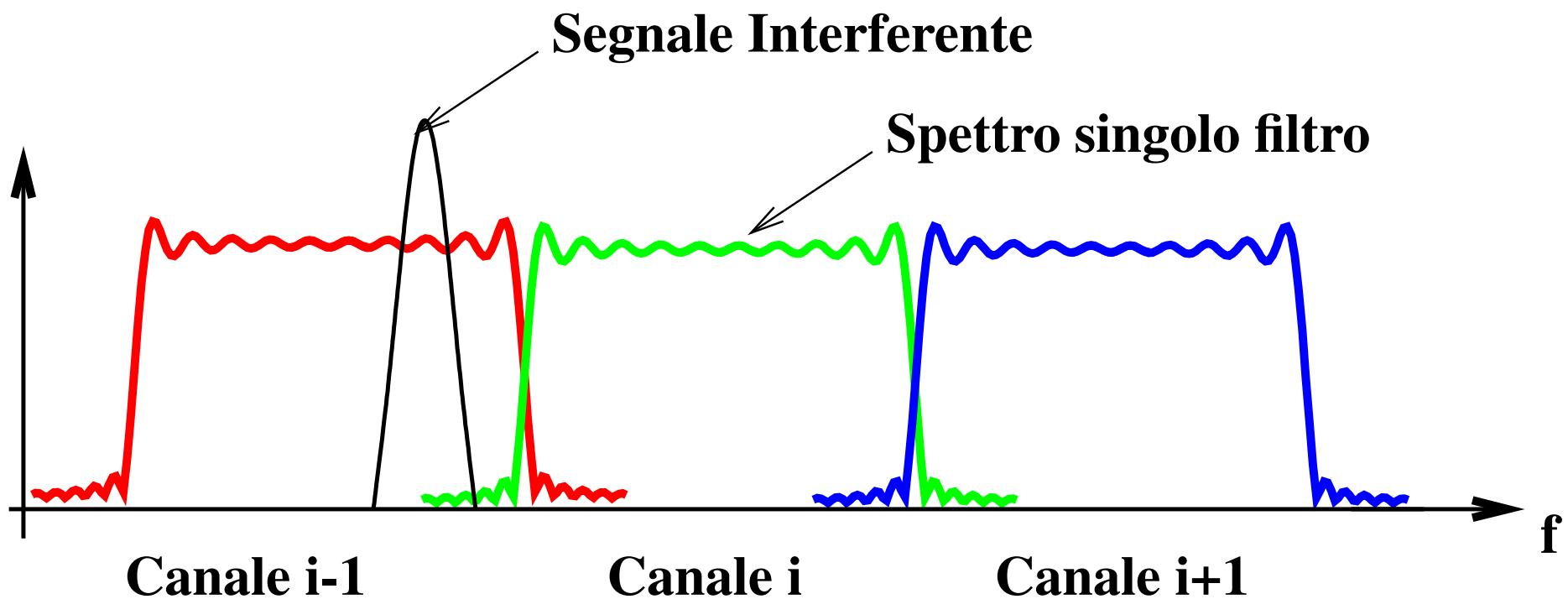
- Soluzione al problema: banchi di filtri.





Sistema multiportante: banchi di filtri

- Soluzione al problema: banchi di filtri.





Completamento dell'attività

- Progetto di algoritmi per la sincronizzazione:
 - Possibilità di impiegare portanti pilota
 - Possibilità di impiegare simboli pilota da spedire all'interno del flusso di dati
 - Sincronizzazione mediante sovraccampionamento ed interpolazione.



Completamento dell'attività

- Progetto di algoritmi per la sincronizzazione:
 - Possibilità di impiegare portanti pilota
 - Possibilità di impiegare simboli pilota da spedire all'interno del flusso di dati
 - Sincronizzazione mediante sovraccampionamento ed interpolazione.
- Applicazione di tecniche di codifica avanzate:
 - Progetto di codici LDPC per sistemi multiportante.



Completamento dell'attività

- Progetto di algoritmi per la sincronizzazione:
 - Possibilità di impiegare portanti pilota
 - Possibilità di impiegare simboli pilota da spedire all'interno del flusso di dati
 - Sincronizzazione mediante sovraccampionamento ed interpolazione.
- Applicazione di tecniche di codifica avanzate:
 - Progetto di codici LDPC per sistemi multiportante.
- Compensazione degli effetti non lineari:
 - Studio di tecniche di predistorsione in trasmissione o sovraccampionamento in ricezione.