



## 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)



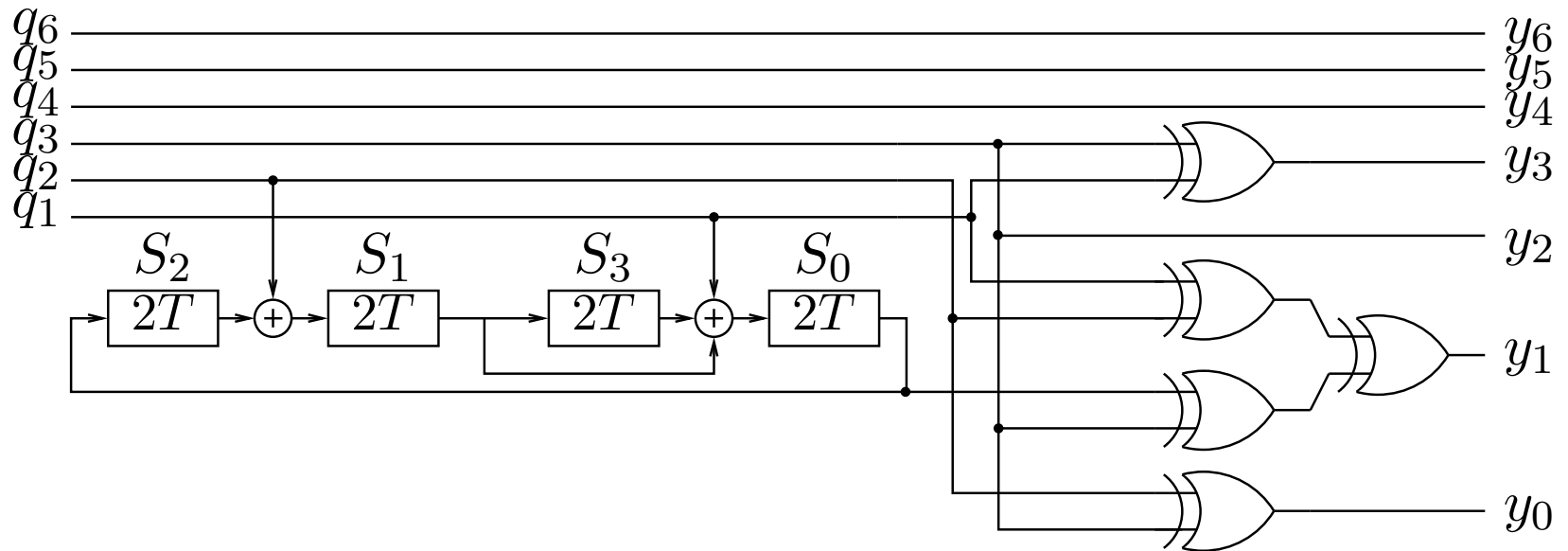
# A Case Study: Modem a singola portante Selta

- 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.

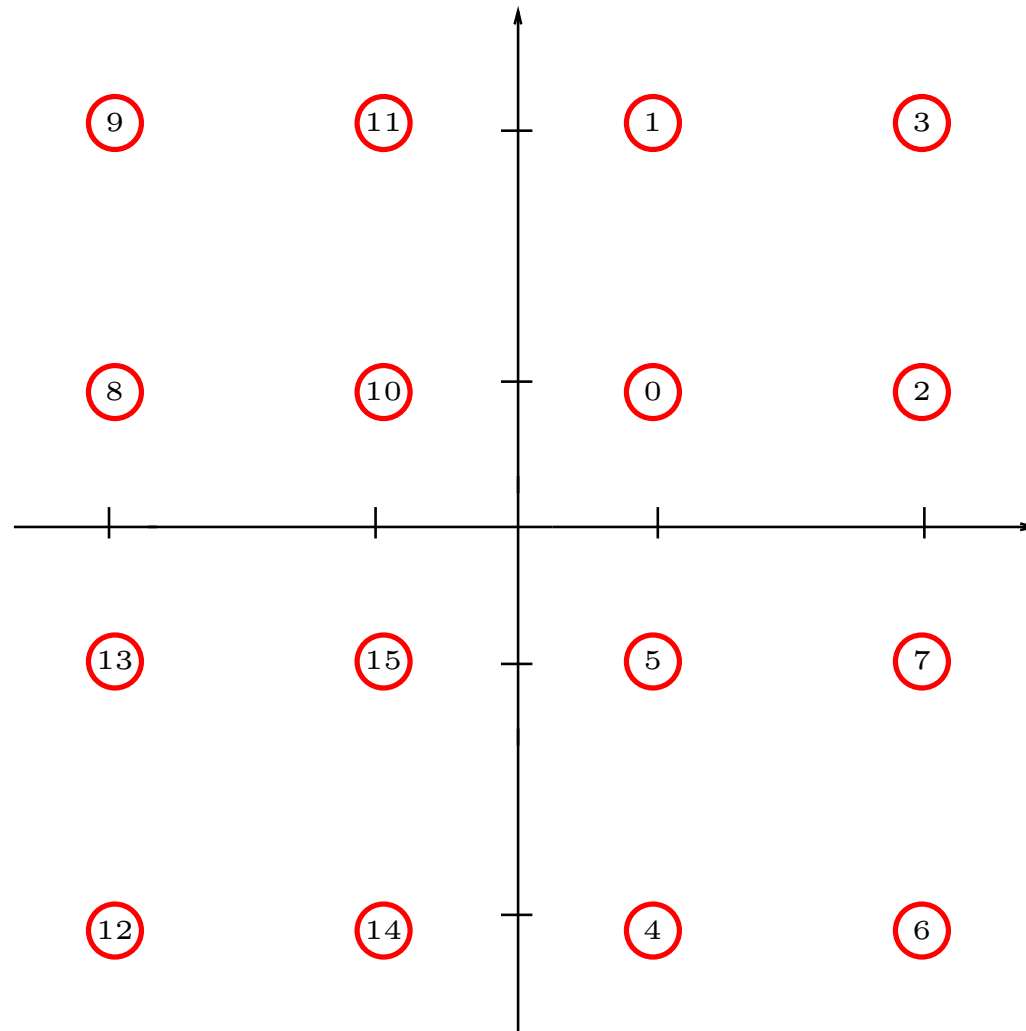






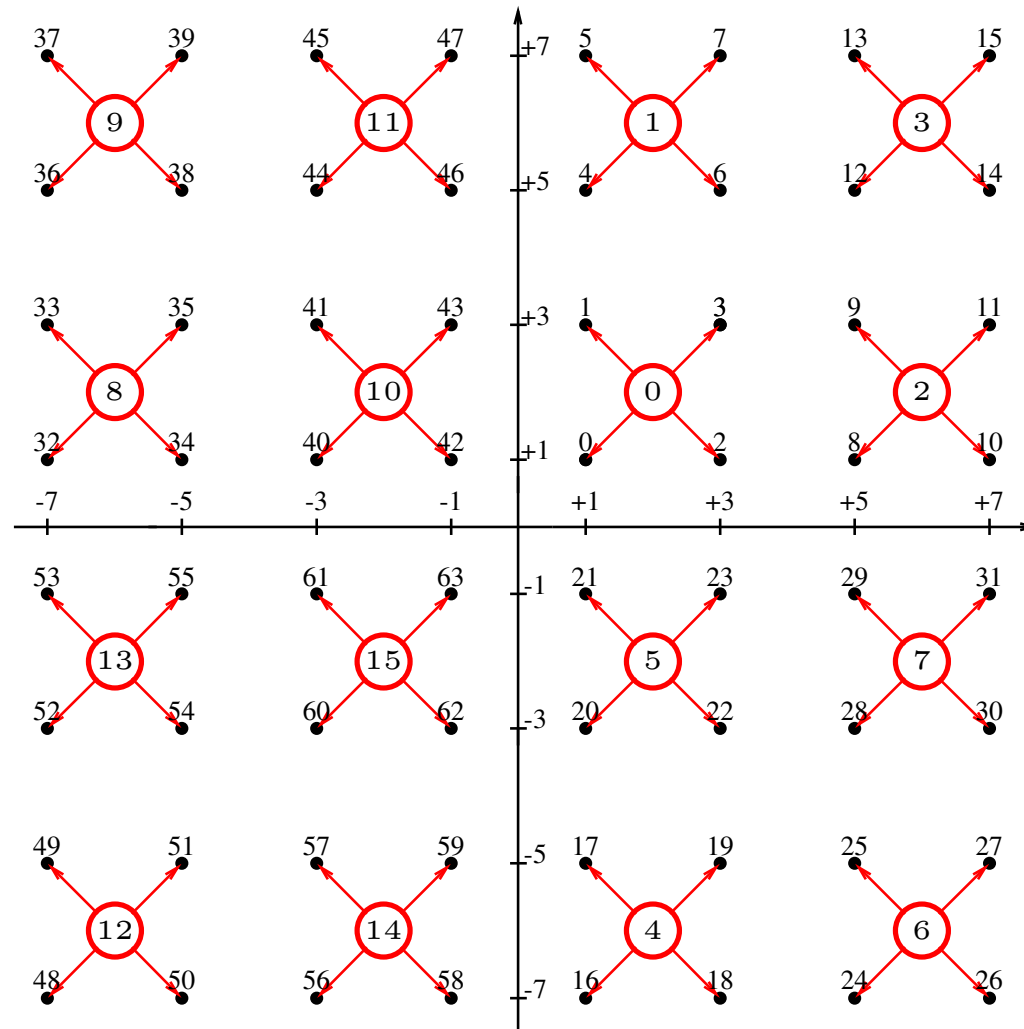


# Singola portante: algoritmo di mapping





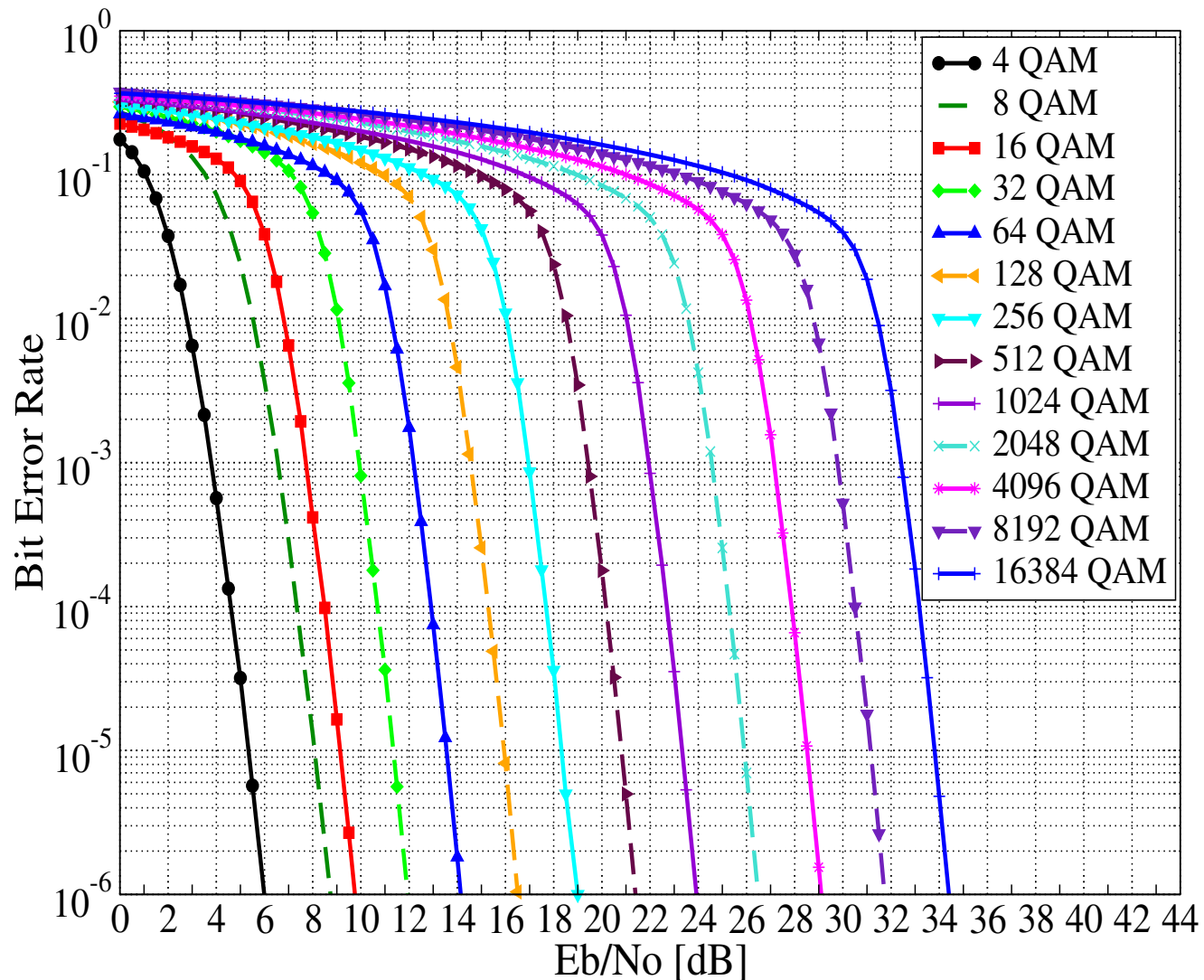
# Singola portante: algoritmo di mapping





# Singola portante: prestazioni

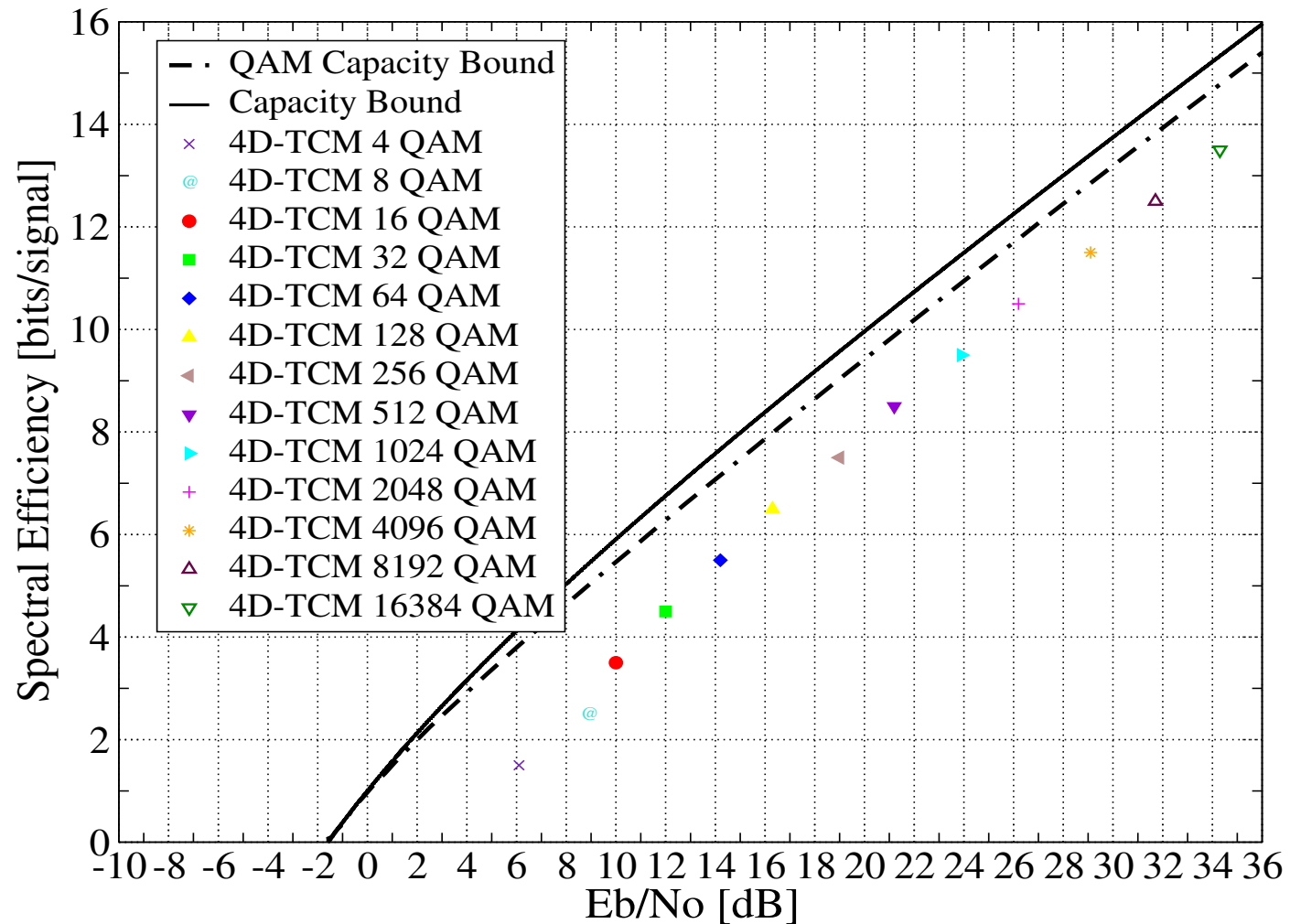
## ● Analisi delle prestazioni del codice a 16 stati





# 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

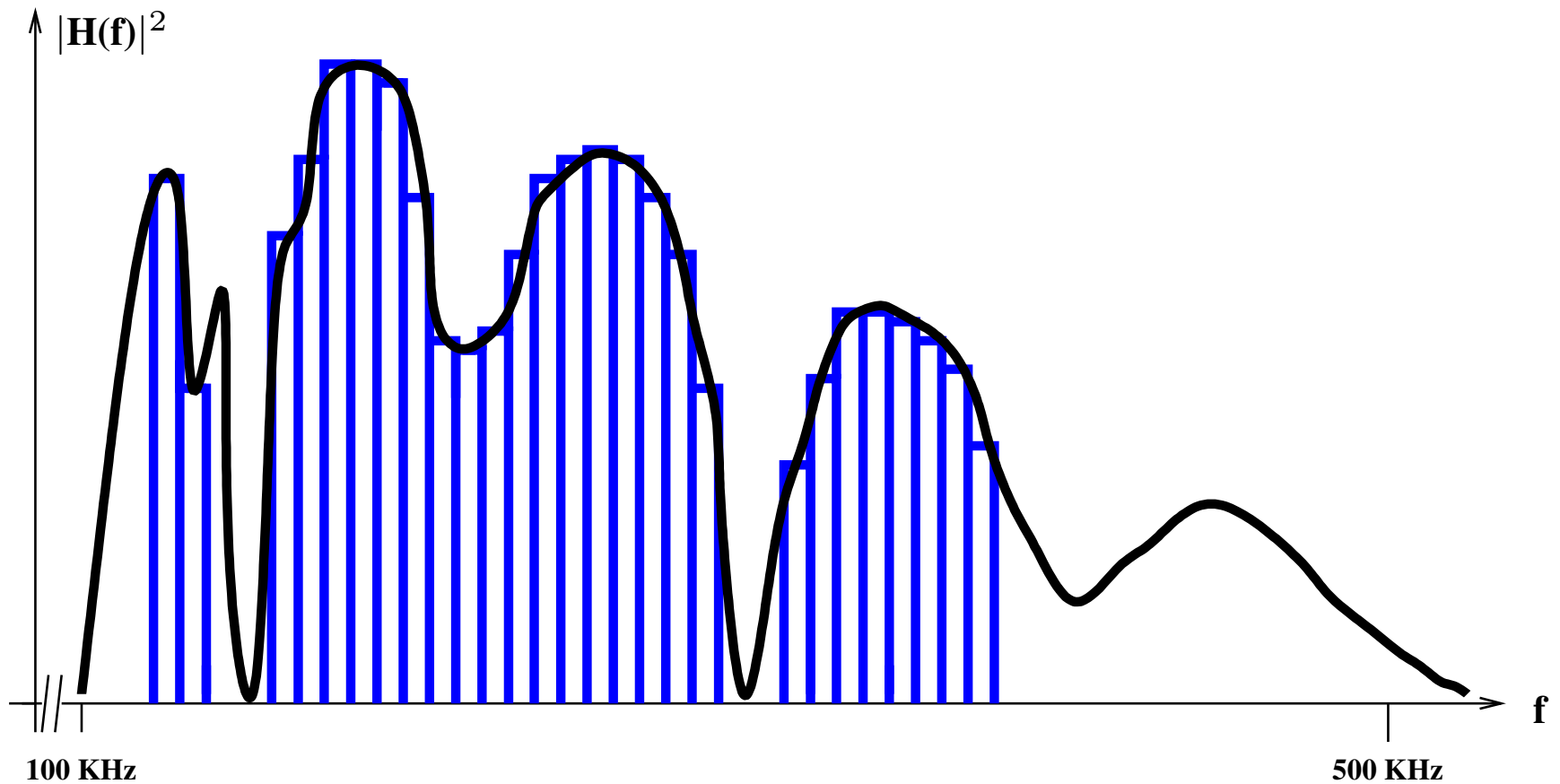
- Modem di “terza generazione” caratterizzato da elevati livelli di programmabilità, adattabilità alle condizioni della linea e flessibilità.
- Studio di fattibilità di un sistema di trasmissione digitale a larga banda su elettrodotti basato sulle tecnologie OFDM e DMT (Discrete MultiTone).
- Progetto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

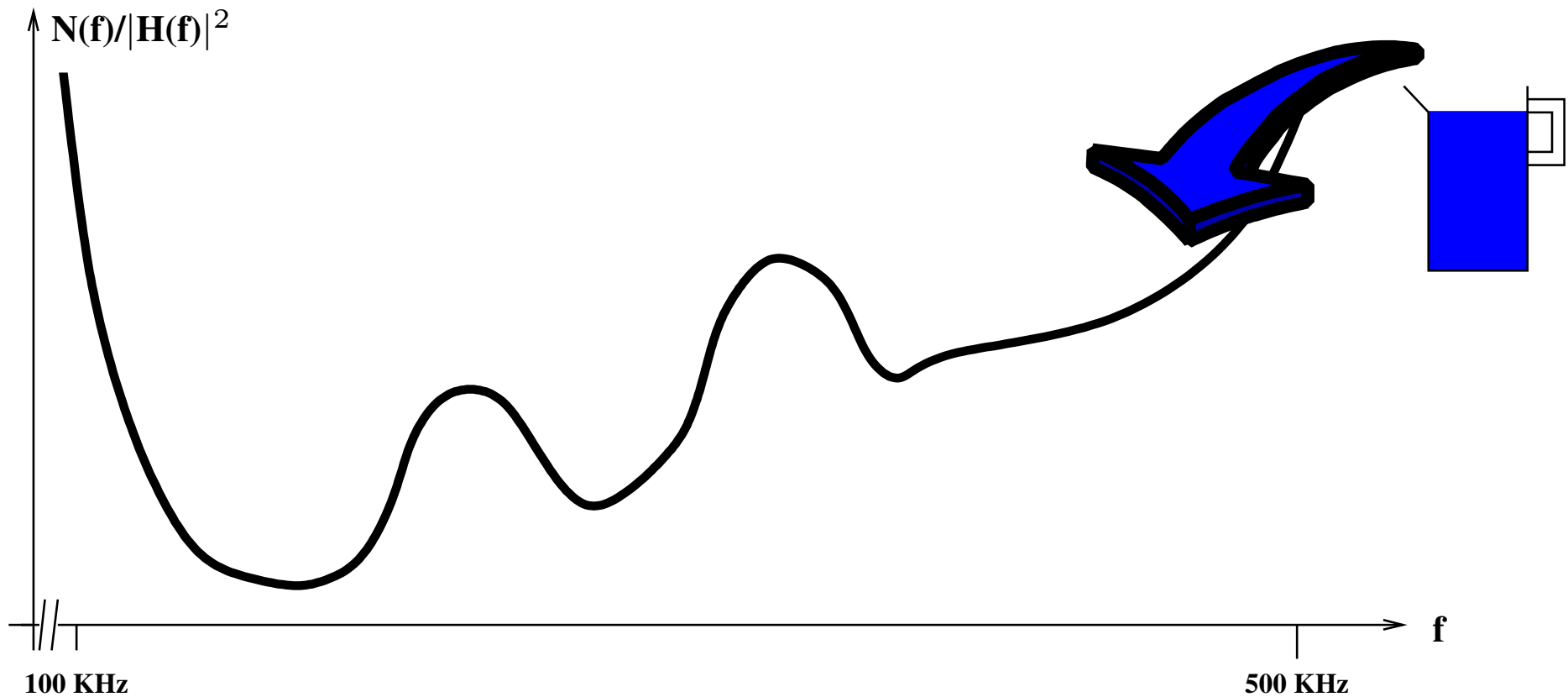
- Obiettivo: massimizzare la quantità di informazione trasferibile.





# Sistema multiportante: motivazioni

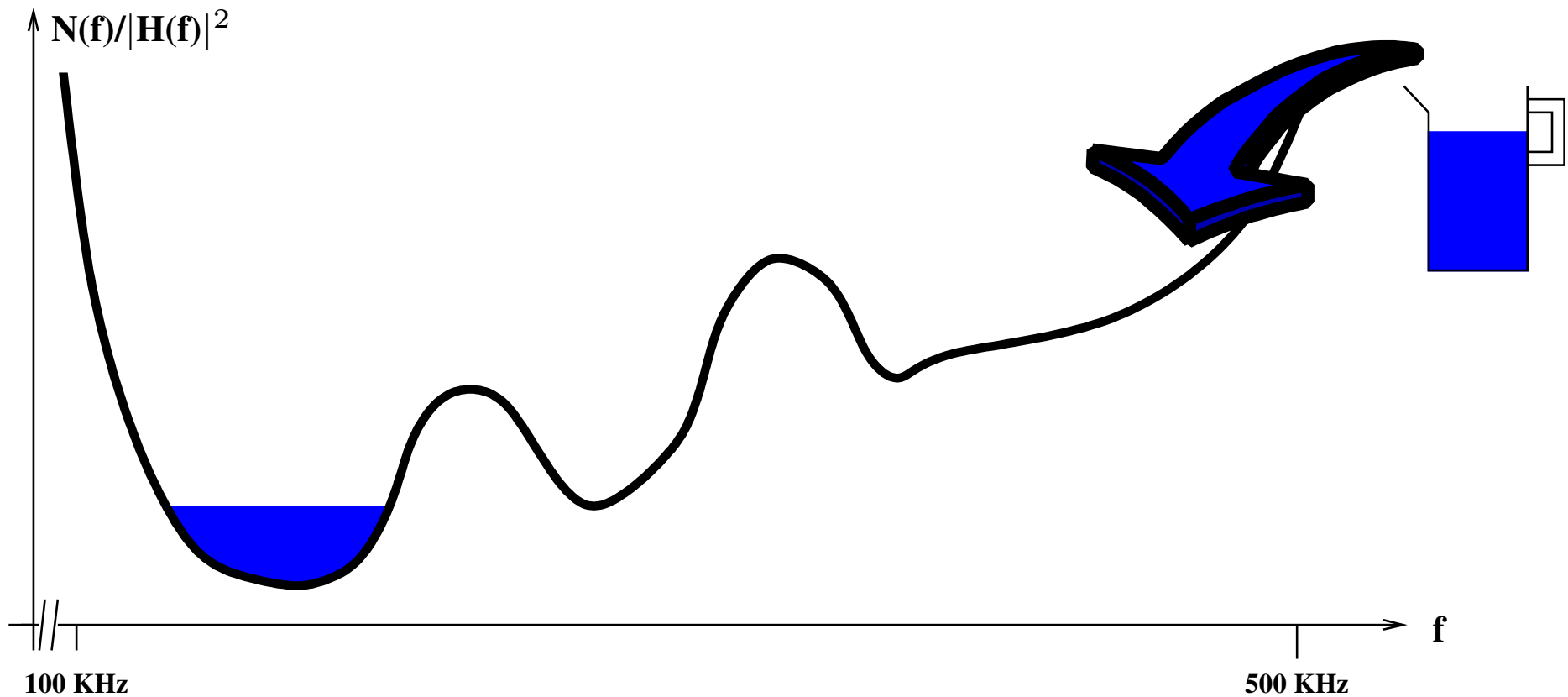
- Soluzione: allocazione ottimale della potenza da trasmettere (water-filling).





# Sistema multiportante: motivazioni

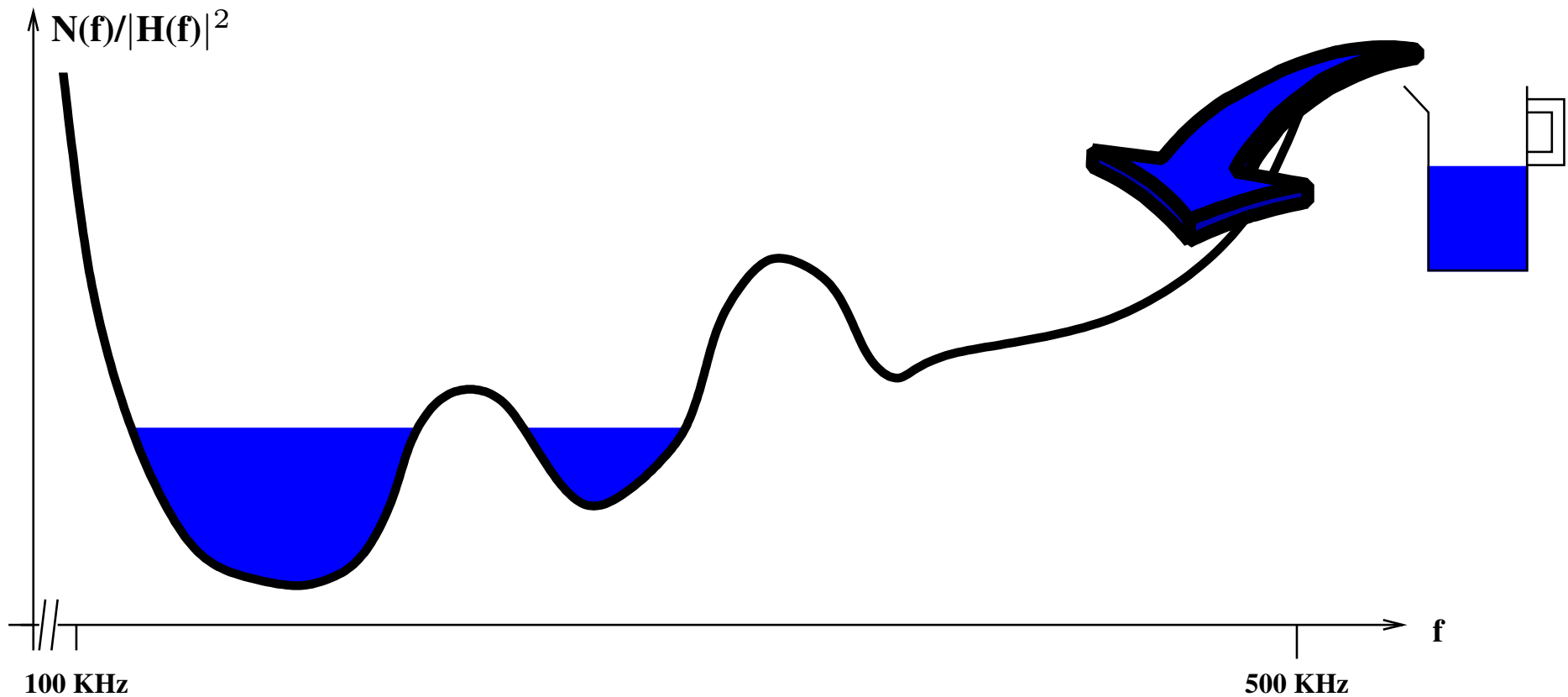
- Soluzione: allocazione ottimale della potenza da trasmettere (water-filling).





# Sistema multiportante: motivazioni

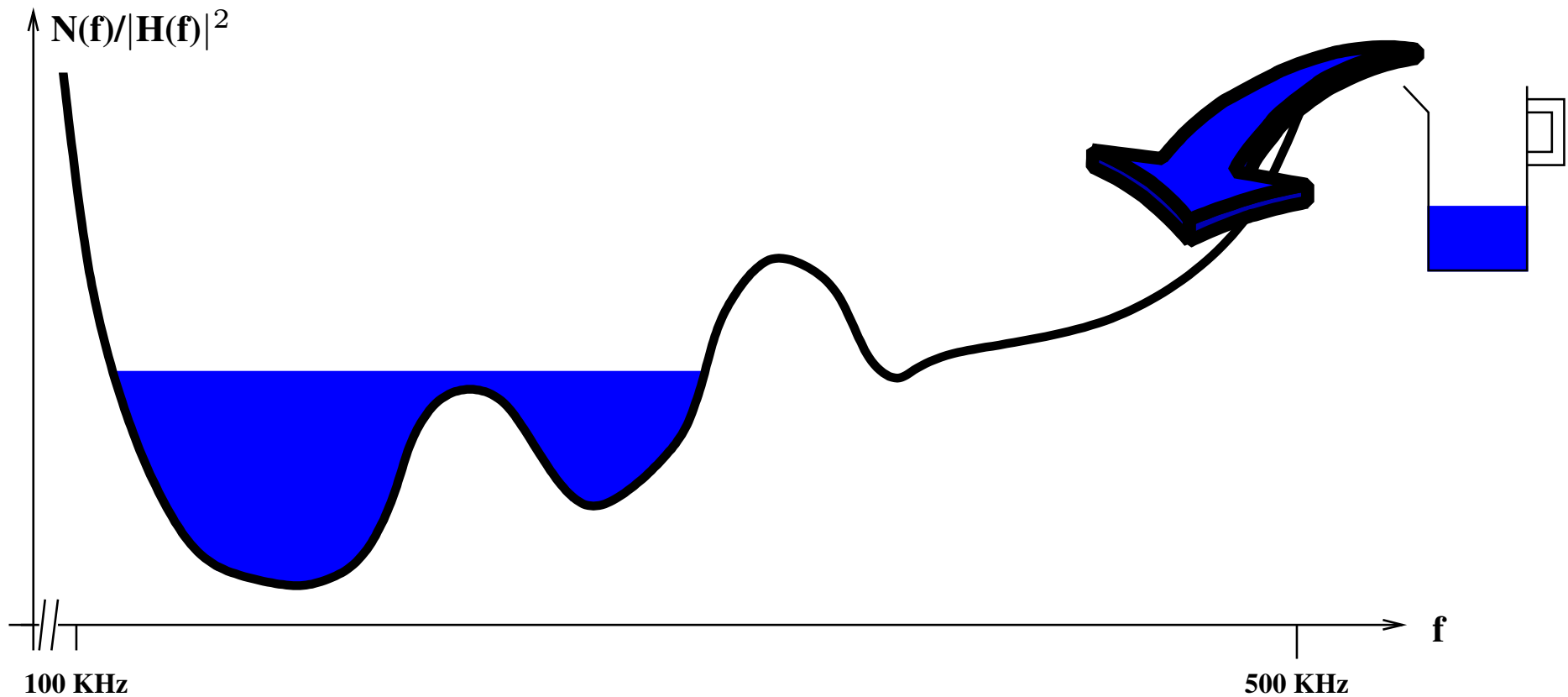
- Soluzione: allocazione ottimale della potenza da trasmettere (water-filling).





# Sistema multiportante: motivazioni

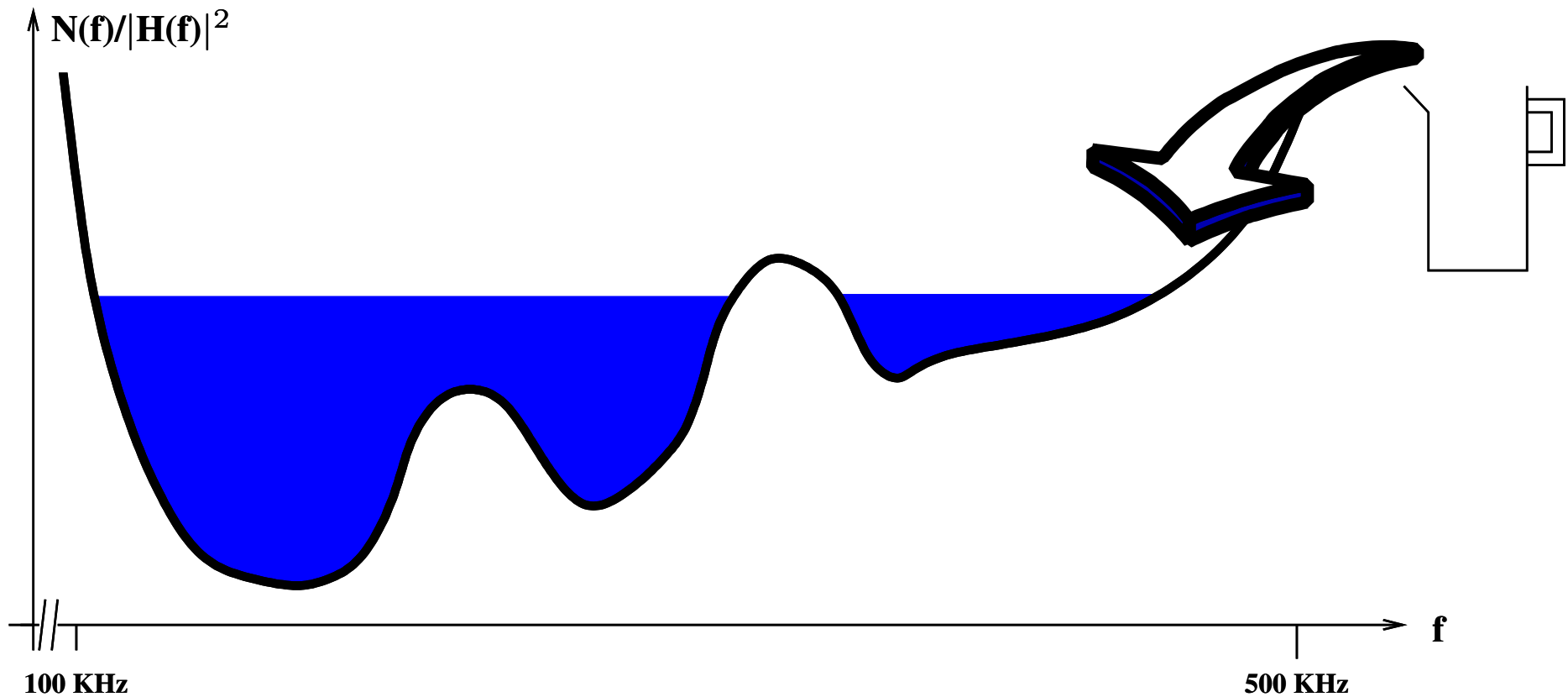
- Soluzione: allocazione ottimale della potenza da trasmettere (water-filling).





# Sistema multiportante: motivazioni

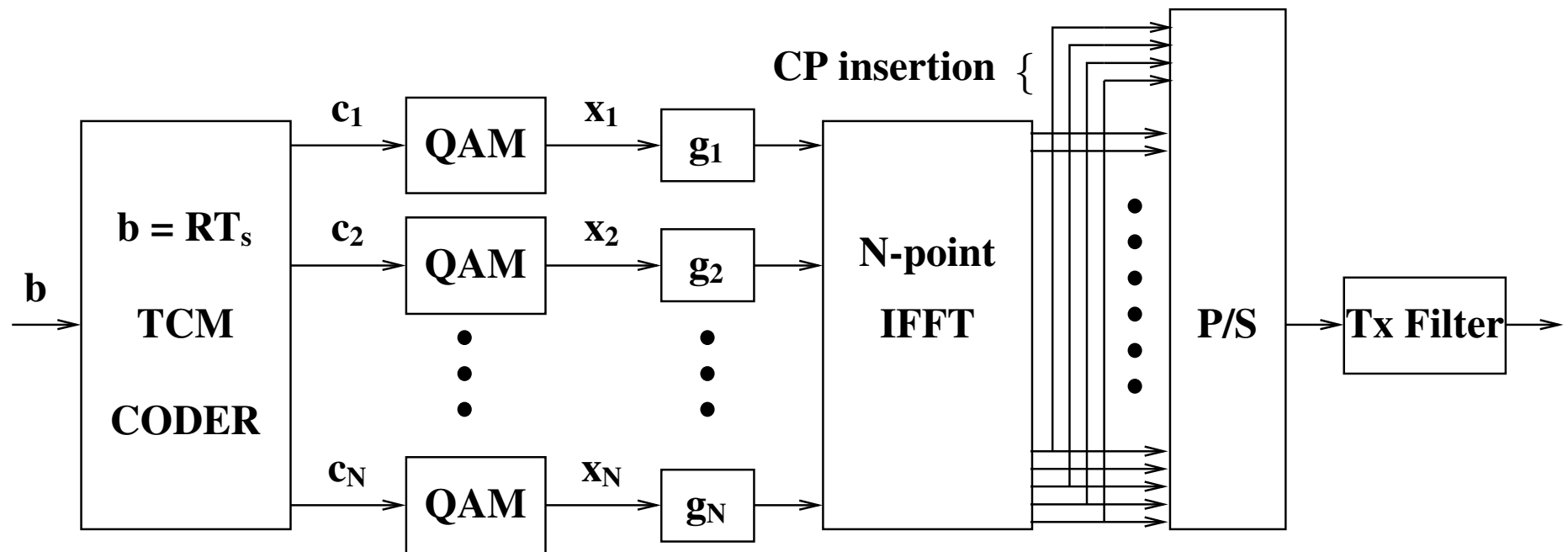
- Soluzione: allocazione ottimale della potenza da trasmettere (water-filling).





# Sistema multiportante: schema a blocchi

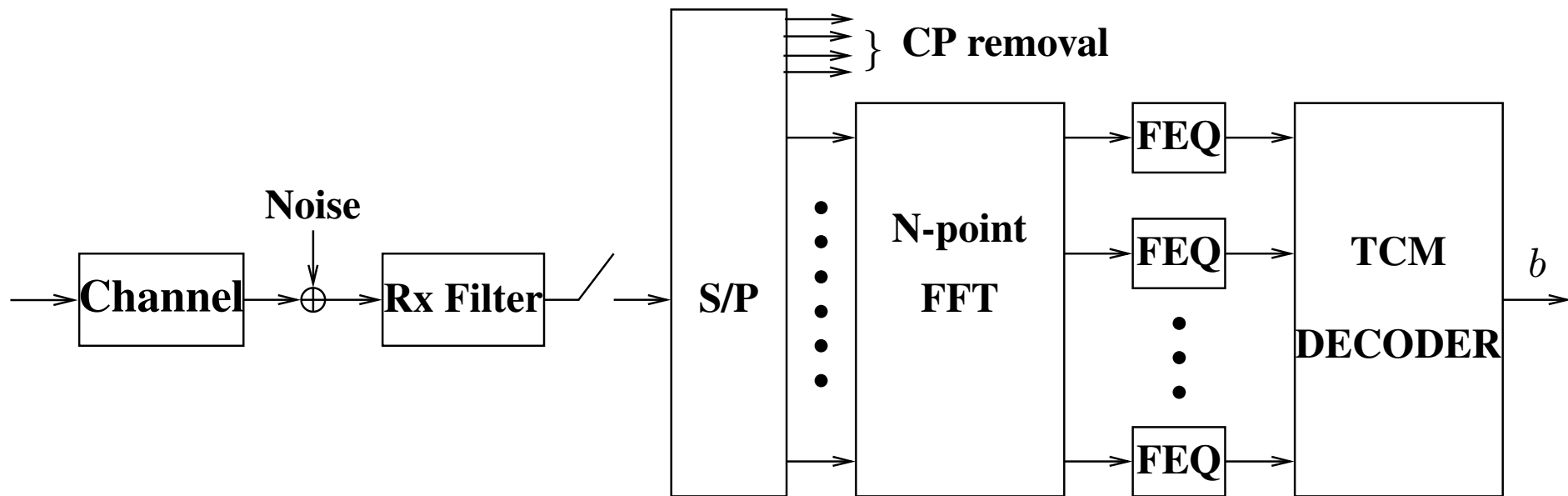
- L'operazione di modulazione e demodulazione avviene interamente in ambito numerico, utilizzando algoritmi di trasformata veloce di Fourier (FFT).





# Sistema multiportante: schema a blocchi

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

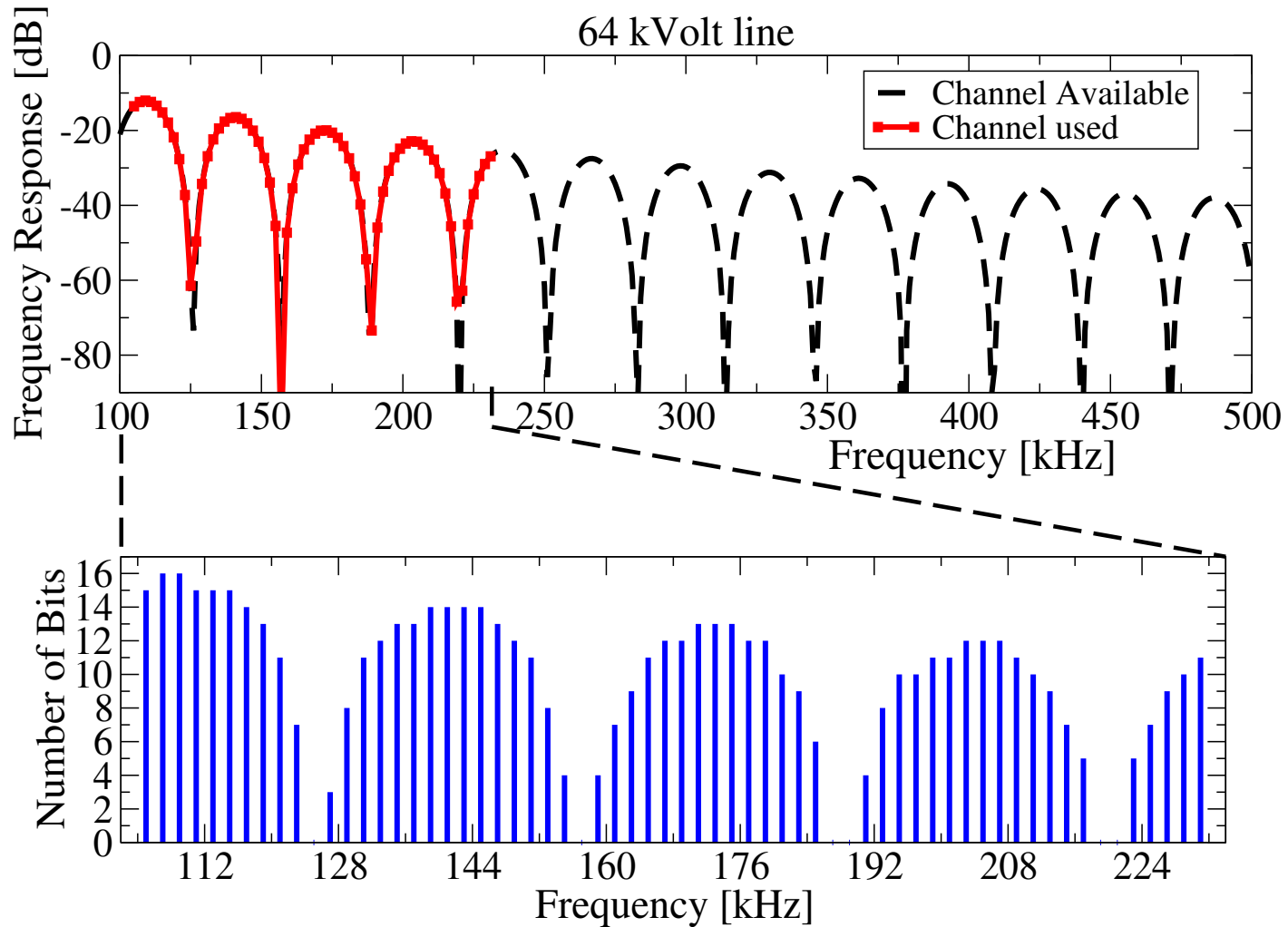






# Sistema multiportante: risultati numerici

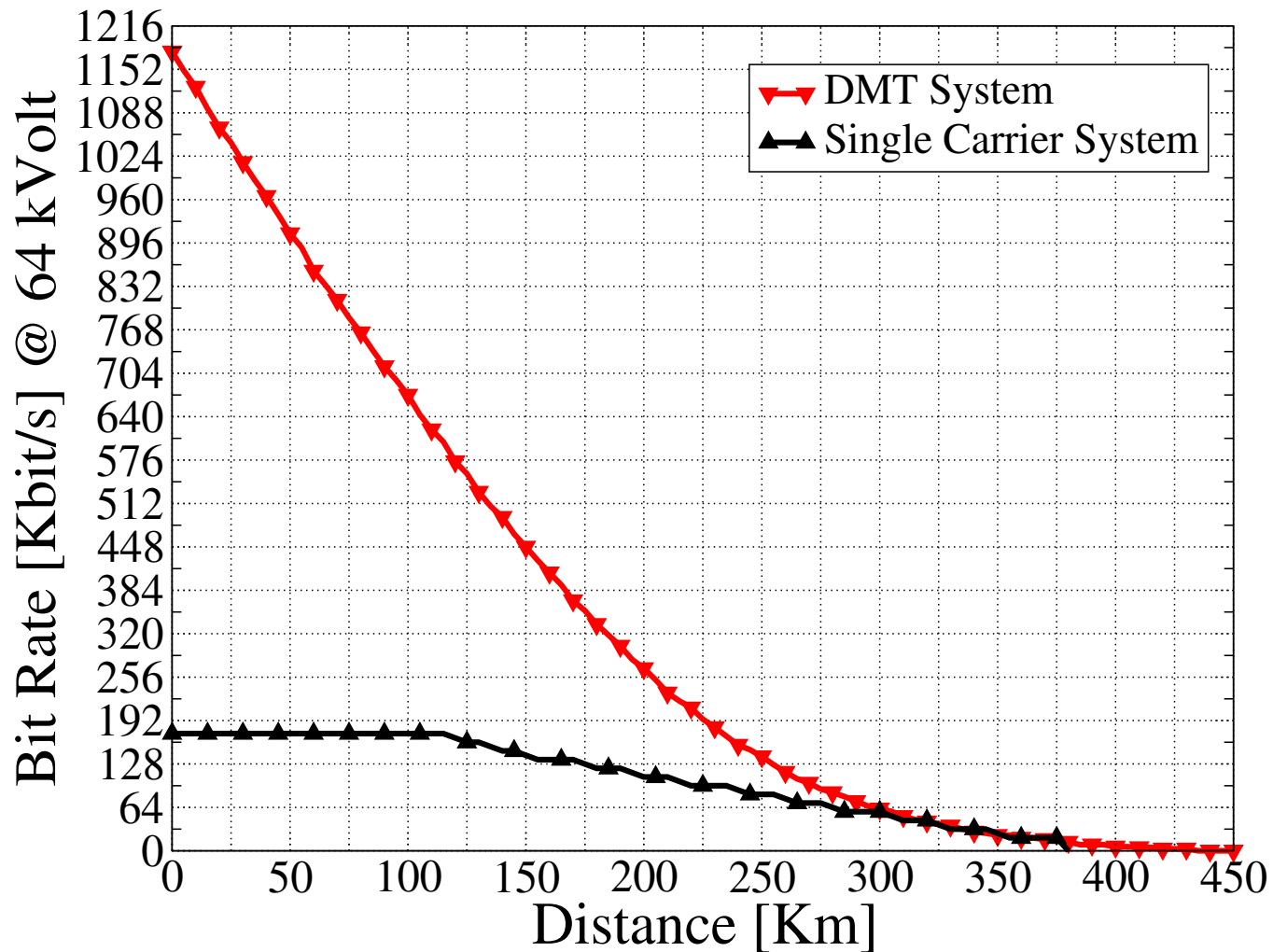
- Risposta in ampiezza del canale e profilo di caricamento.





# Sistema multiportante: risultati numerici

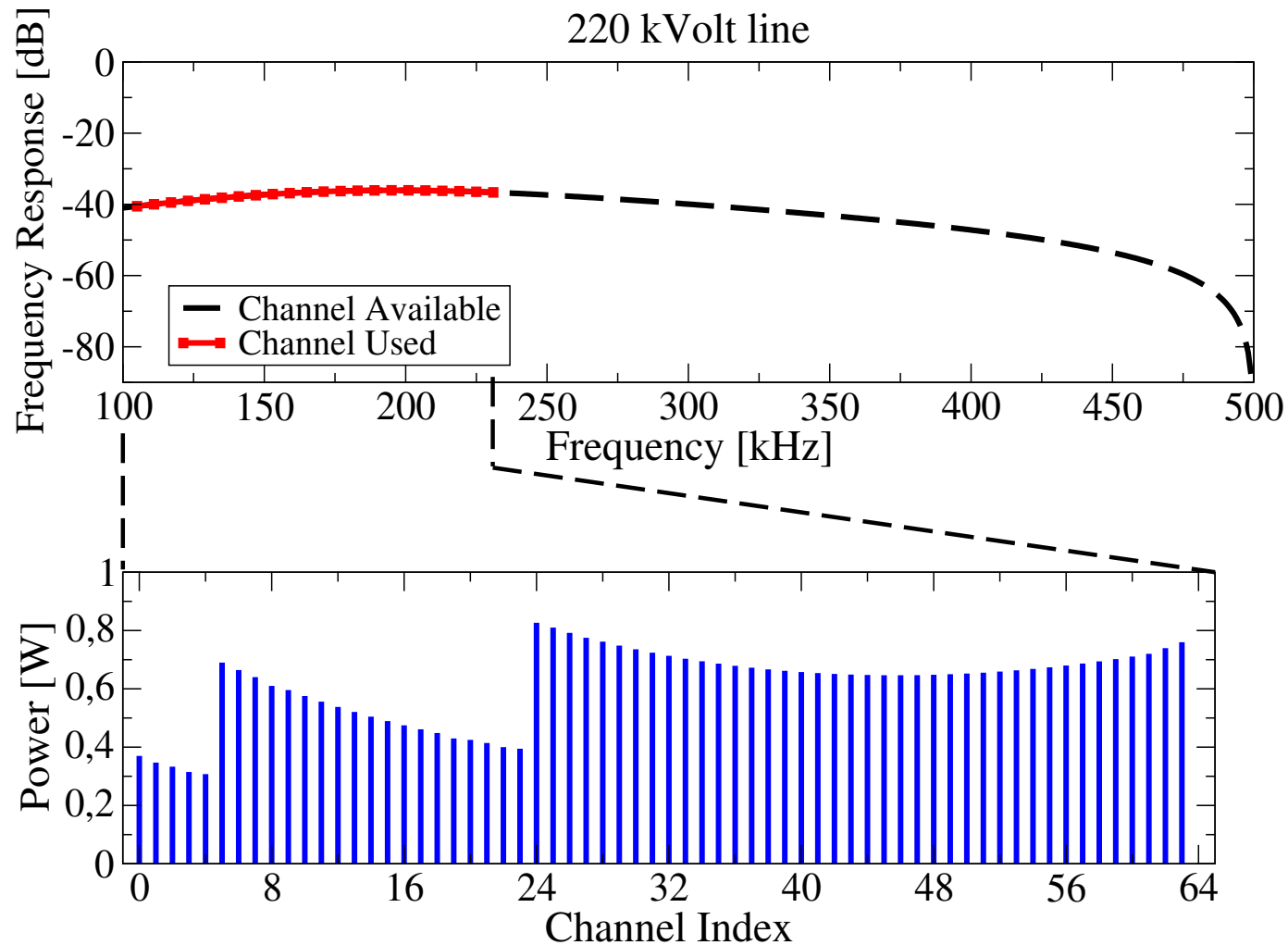
- Confronto tra singola portante e multiportante.





# Sistema multiportante: risultati numerici

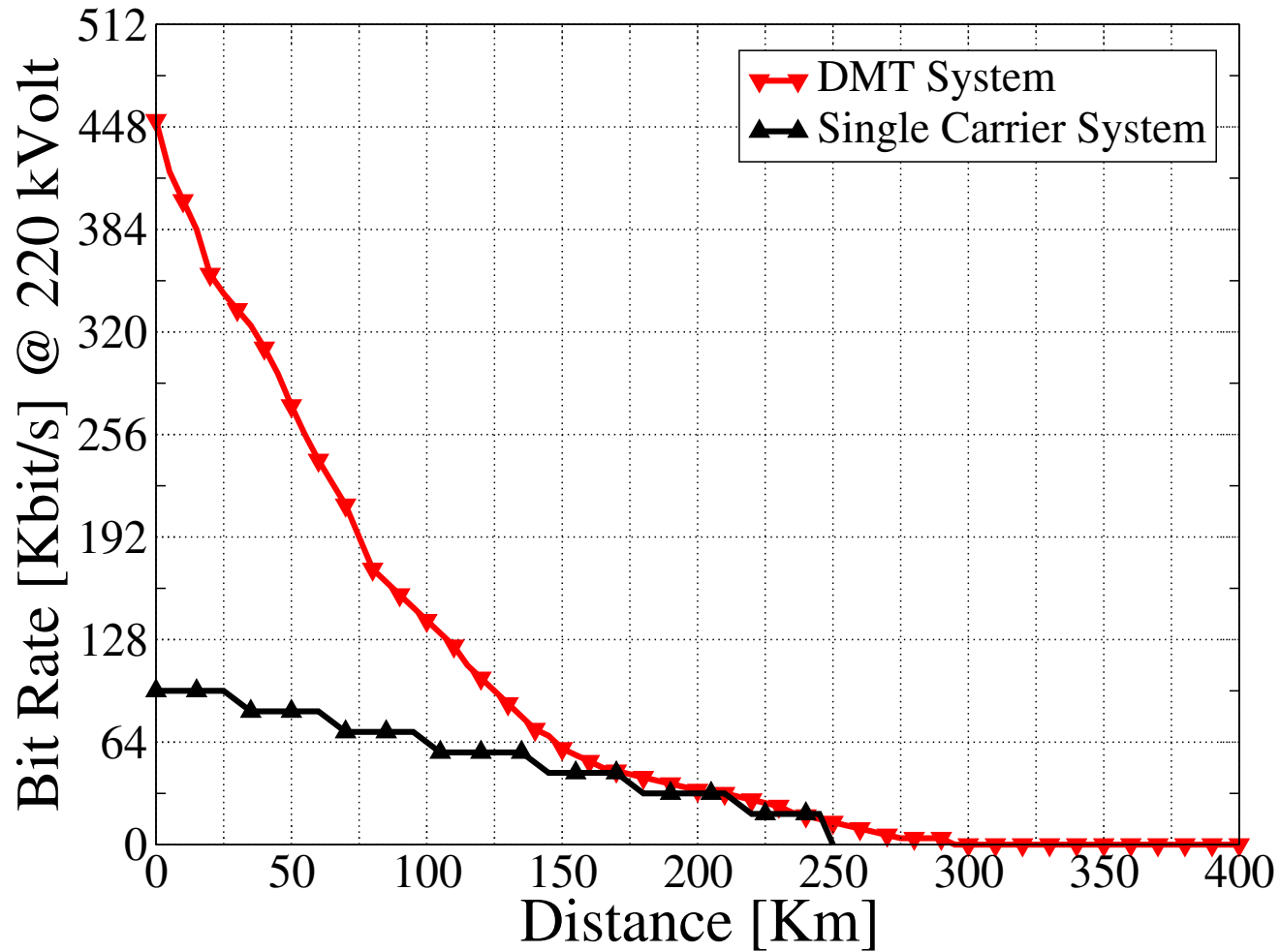
- Risposta in ampiezza del canale e profilo di potenza.





# Sistema multiportante: risultati numerici

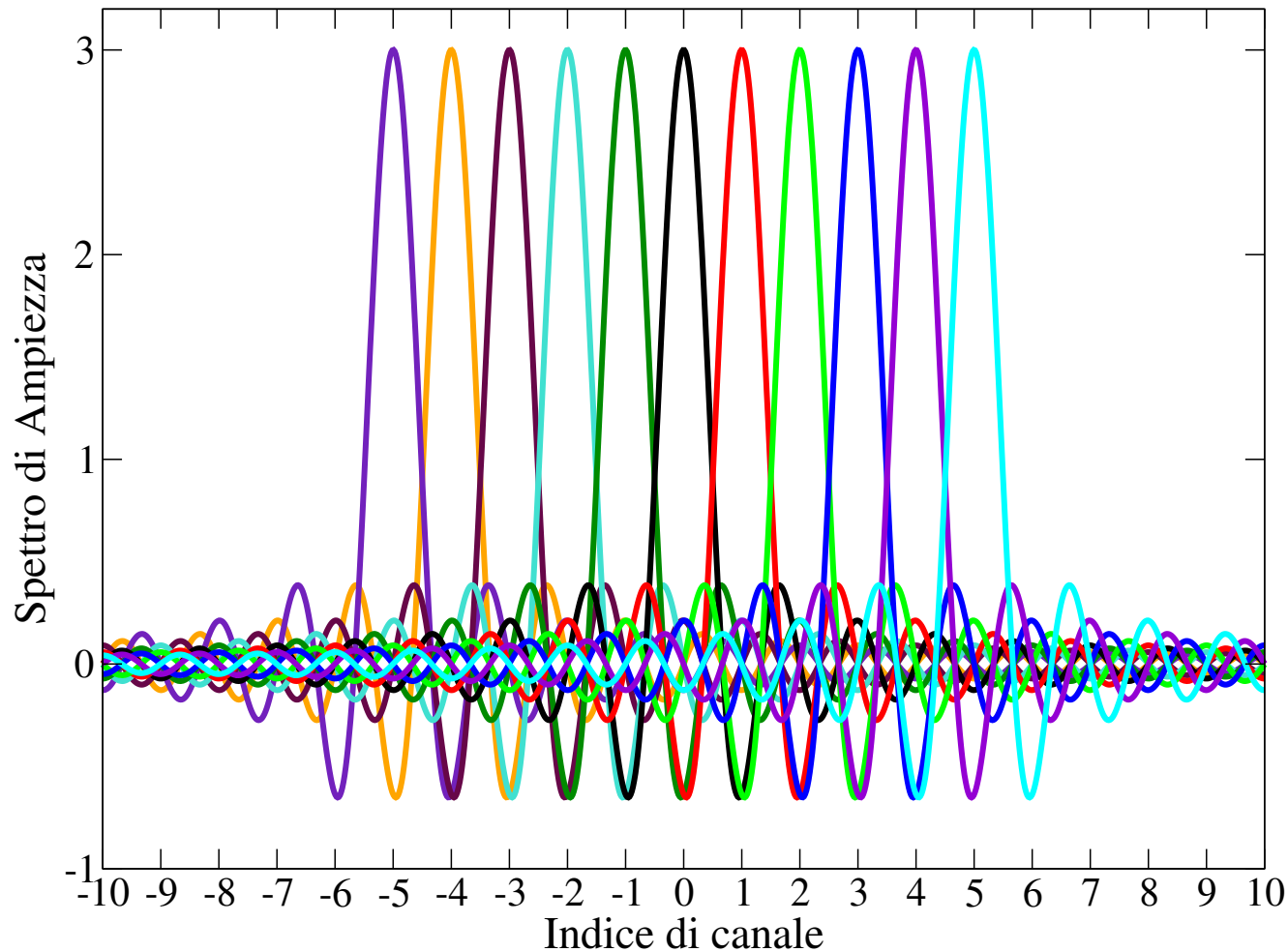
- Confronto tra singola portante e multiportante.





# Sistema multiportante: banchi di filtri

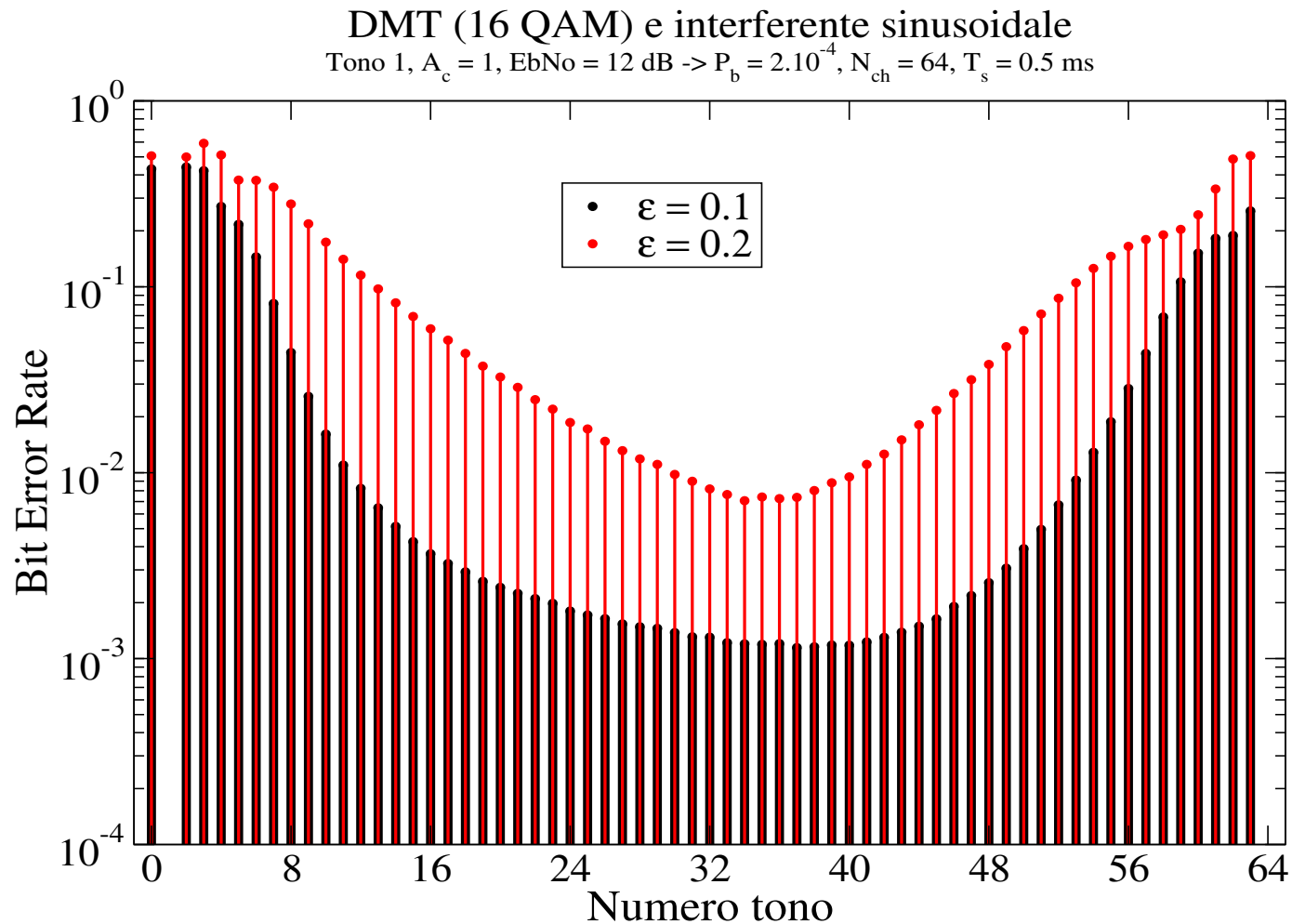
- Il sistema DMT ha canali poco selettivi in frequenza.





# Sistema multiportante: banchi di filtri

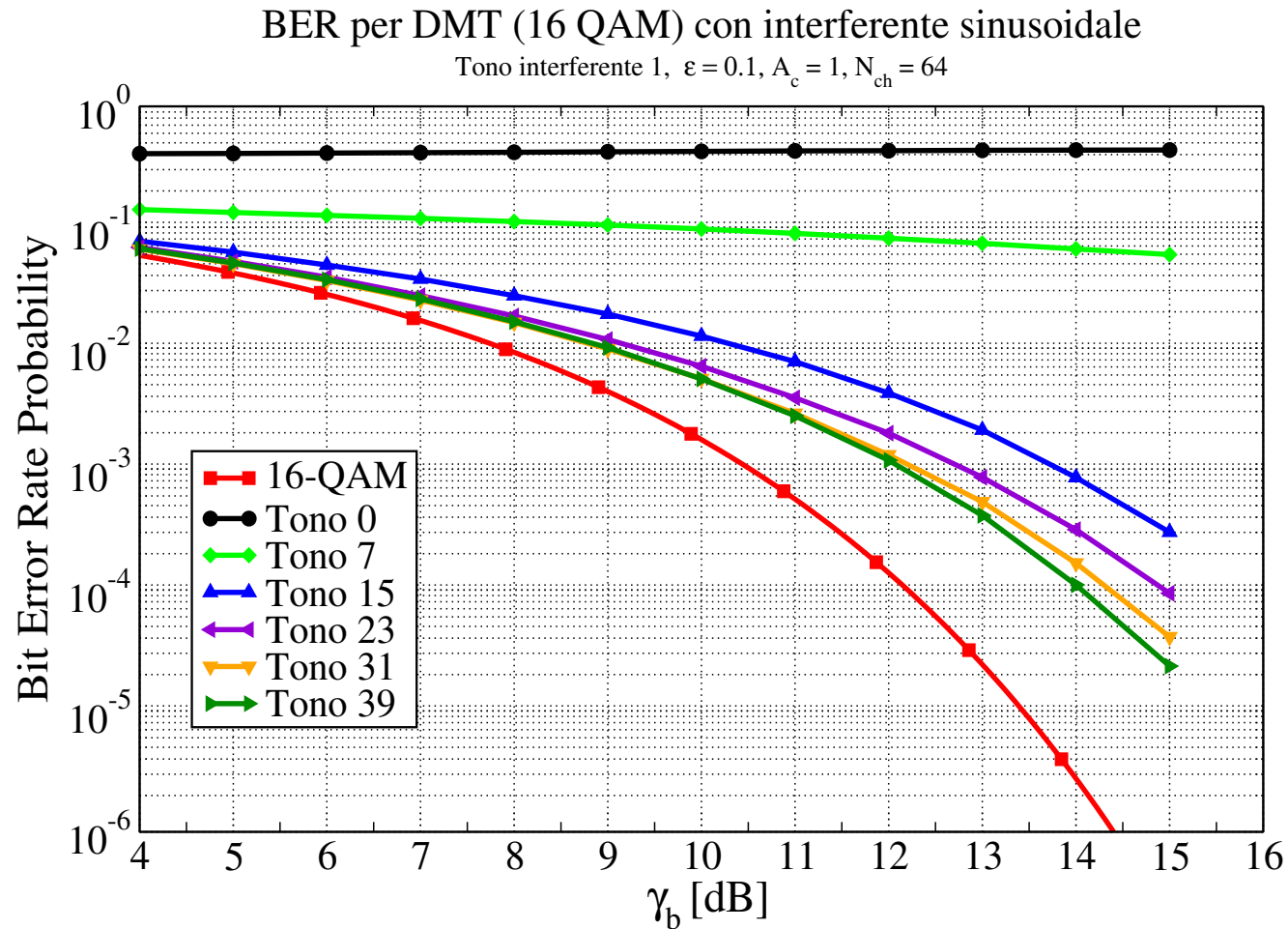
- Il sistema DMT ha canali poco selettivi in frequenza.





# Sistema multiportante: banchi di filtri

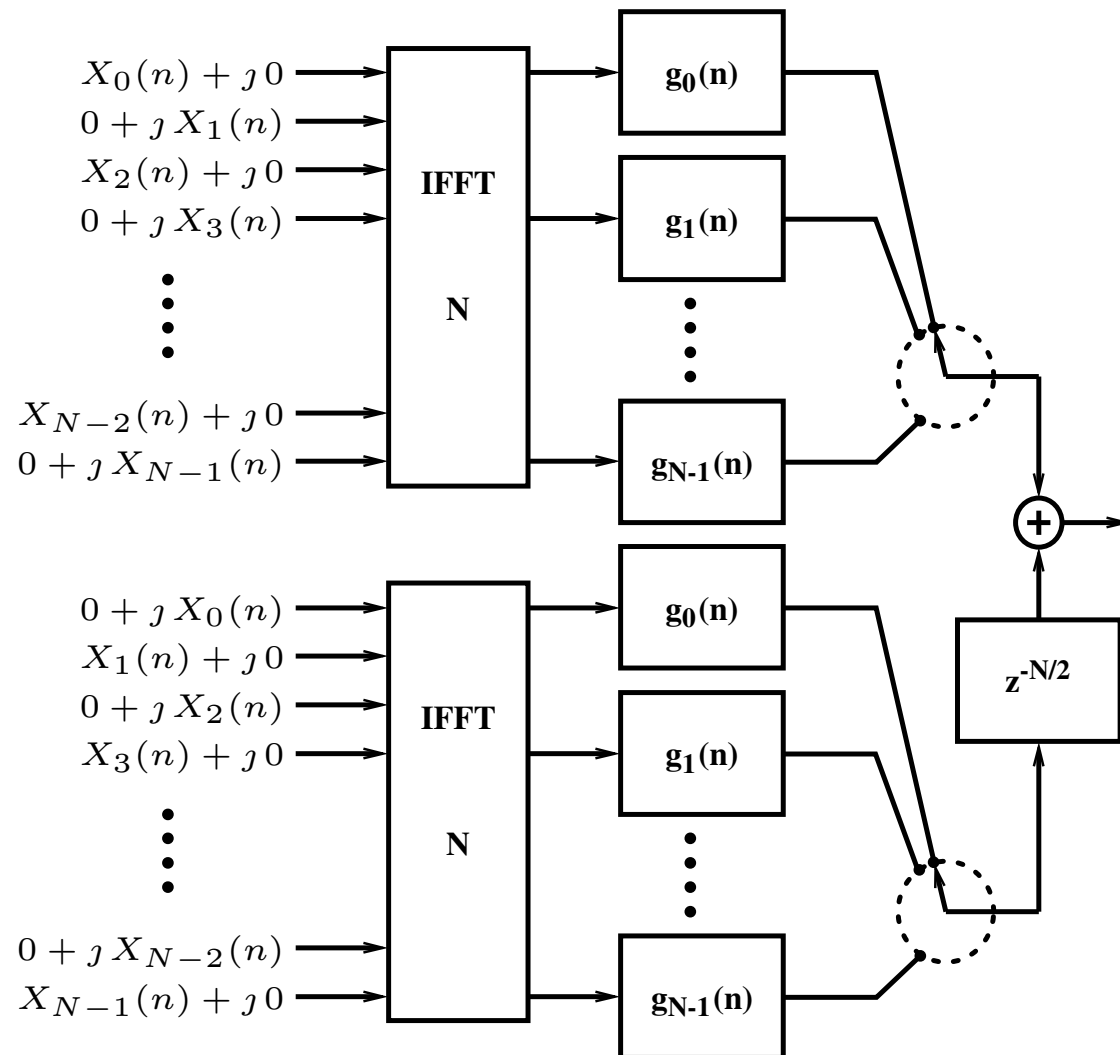
- Il sistema DMT ha canali poco selettivi in frequenza.





# Sistema multiportante: banchi di filtri

- Soluzione al problema: banchi di filtri.

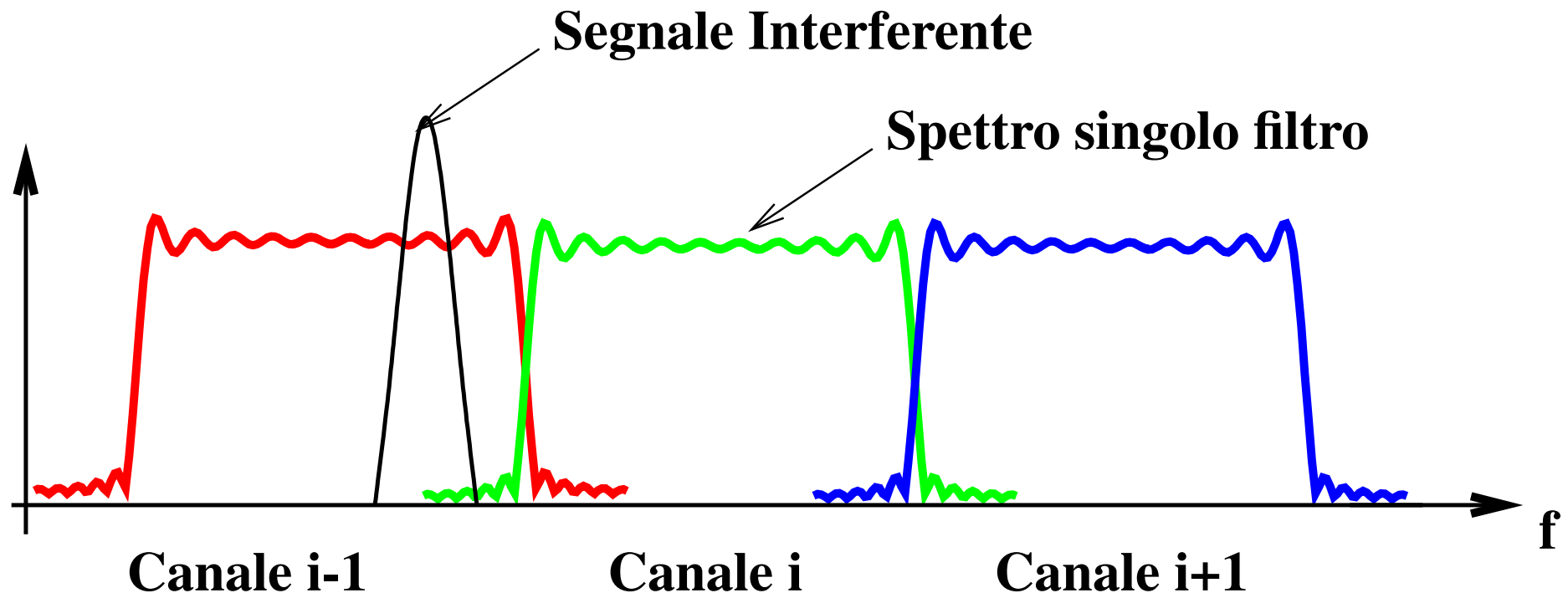






# Sistema multiportante: banchi di filtri

- 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 sovracampionamento 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 sovracampionamento 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 sovracampionamento 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 sovracampionamento in ricezione.