

Università degli studi di Trieste



Laurea Magistrale in Ingegneria
Elettronica e delle Telecomunicazioni

**STUDIO DI UN SISTEMA DI
COOPERATION DIVERSITY PER RETI
DI SENSORI ZIGBEE IMPLEMENTATI
SU SOFTWARE DEFINED RADIO**

Tesi di Laurea in Trasmissione Numerica

Laureando: Matteo Davanzo

Relatore: Chiar.mo Prof. Fulvio Babich

Indice degli argomenti

- Sistemi e tecniche allo studio
 - Le reti di sensori wireless
 - Diversità vs Cooperation
- Parte Sperimentale
 - Realizzazione del setup per le misure
 - Implementazione degli algoritmi di cooperation
 - Risultati
- Conclusioni

Le reti di Sensori wireless

- Larga applicazione in ambiente industriale, militare, ambientale, medico
- Reti a portata “personale”
- Requisiti fondamentali: Scalabilità, efficienza energetica, throughput non elevato
- Protocollo: IEEE 802.15.4 (ZigBee)
 - Bit rate non elevata
 - Basso consumo di potenza

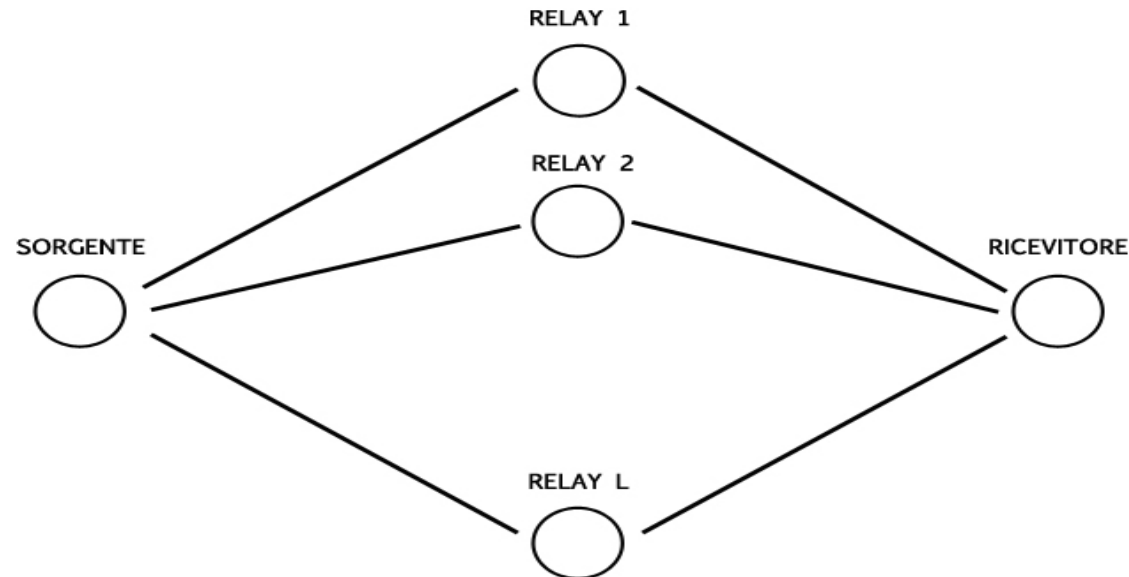
Problematiche wireless

- Canale radio mobile:
 - Propagazione per cammini multipli: fading
 - Mobilità
 - Shadowing
- Problema di affidabilità della comunicazione
- Soluzione: diversità
- Diversità: dotare il ricevitore di più repliche scorrelate dello stesso segnale

Problematiche della Diversità

- Diversità di polarizzazione: percorsi indipendenti limitati a $L=2$
- Diversità di frequenza: richiede risorse di banda maggiori, non sempre disponibili
- Diversità di tempo: non utilizzabile in sistemi a bassa mobilità
- Diversità di spazio: difficoltà di installazione delle antenne multiple su dispositivi di dimensioni ridotte

Cooperation Diversity



- Diversità con l'utilizzo al ricevitore di una sola antenna
- Repliche indipendenti giungono da percorsi diversi attraverso i nodi RELAY (in istanti di tempo distinti)

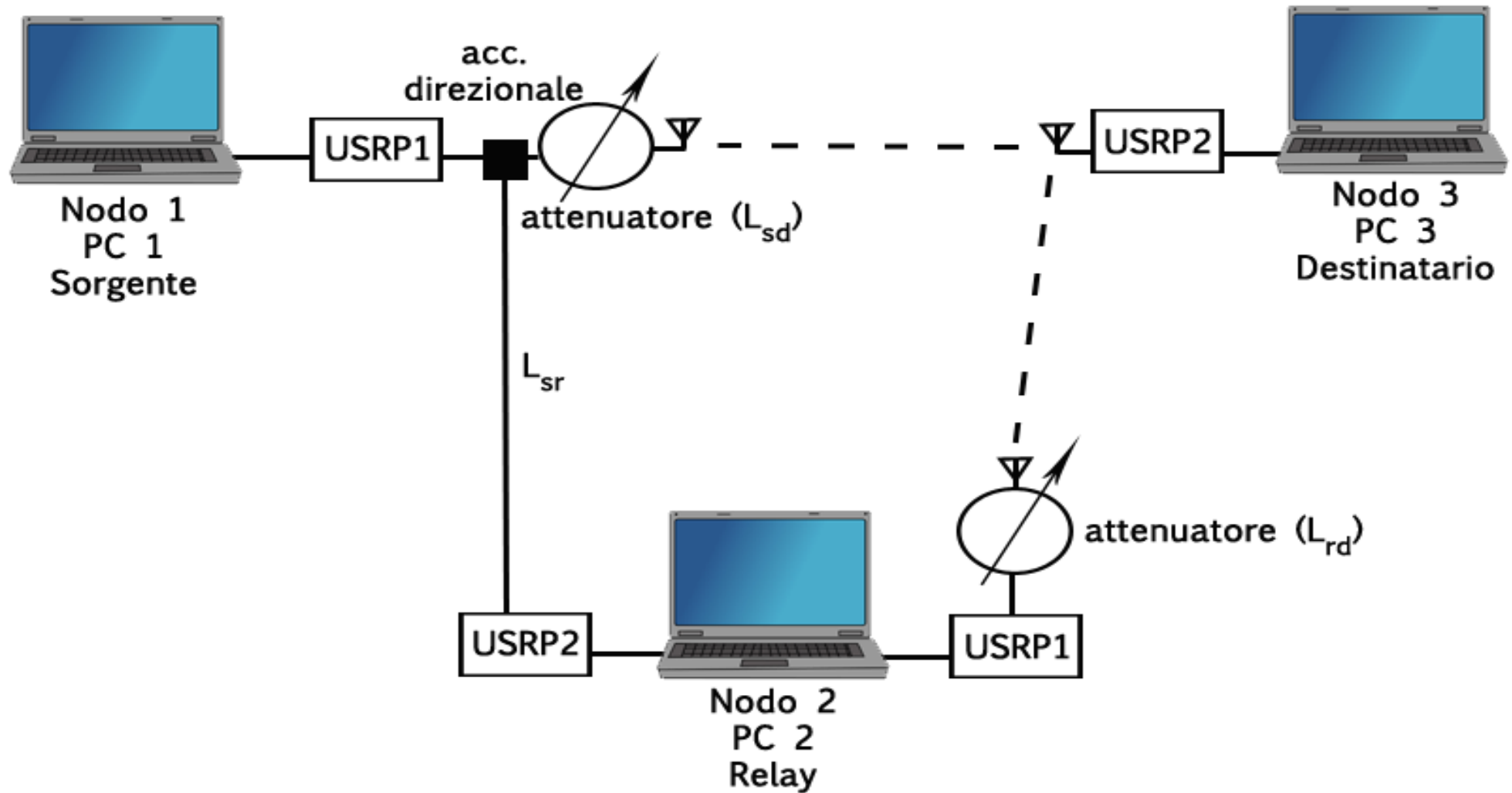
Realizzazione della rete

- Software Defined Radio (SDR): realizzazione via software di strutture di rete specifiche su hardware generico
- Utilizzo di piattaforme radio: Universal Software Radio Peripheral (USRP)
- Gnu radio: piattaforma di sviluppo software per l'implementazione di SDR

Tipi di hardware

- ASIC: circuiti per elaborazione specifica
 - Elaborazione a RF e in banda base “cristallizzati” nel silicio
 - Il chip fa solo quello per cui è stato ideato
- SDR: elaborazione SW su HW generico
 - Elaborazione RF su apposite piattaforme
 - Elaborazione in banda base programmabile
 - Ideale per prototipi

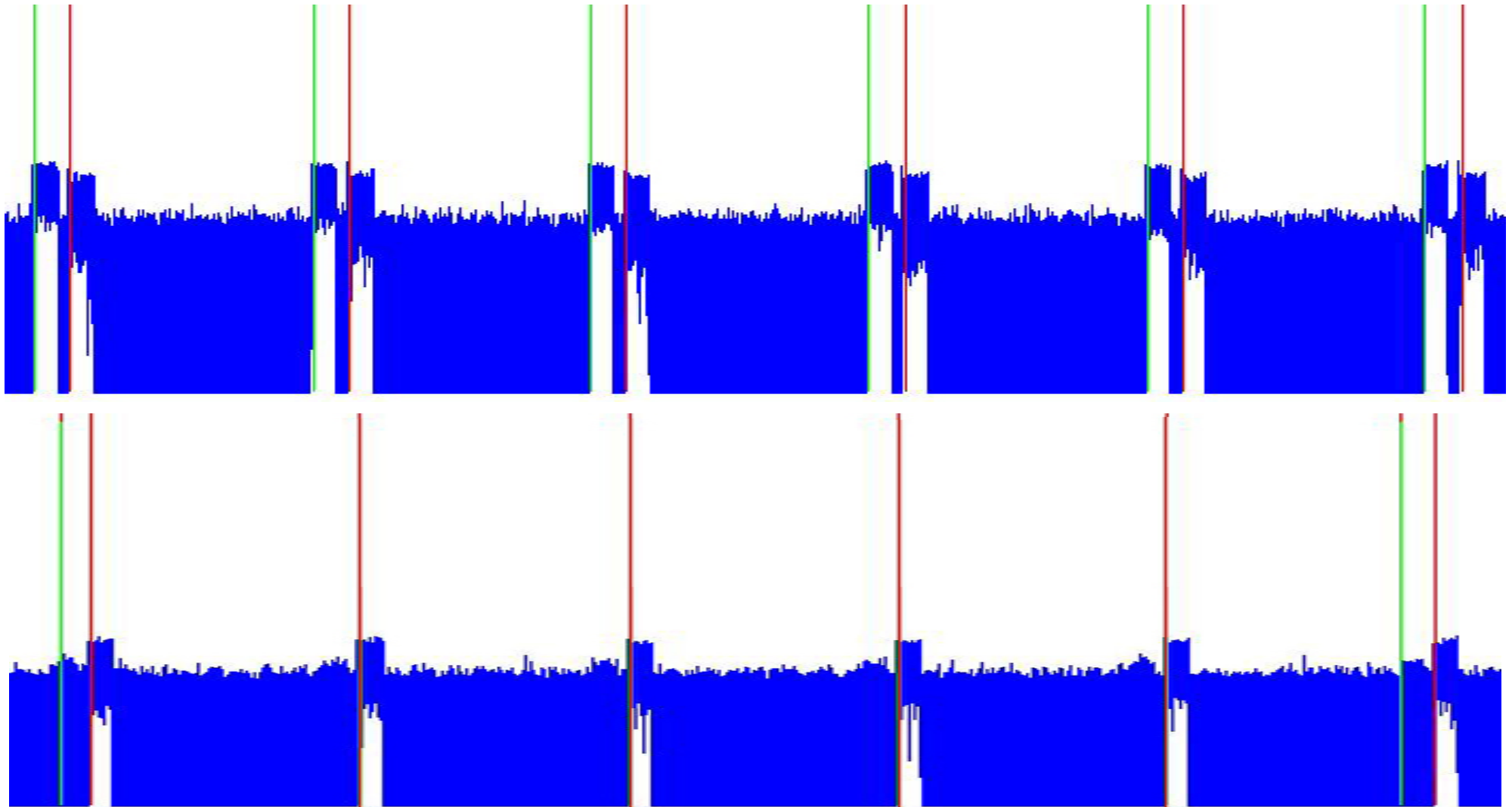
Realizzazione fisica



Cooperation

- Relay: strategia Decode and Forward
- Cooperation: combinare i segnali ricevuti in modo costruttivo (tecnica Maximal Ratio Combining)
- Pesatura: un segnale molto rumoroso deve contribuire poco alla cooperation (andrebbe a distruggere i valori del segnale buono)
- Catena di ricezione realizzata offline in MATLAB

Esempio di segnale ricevuto



Implementazione software cooperation

- Il software cerca i pacchetti dati nella traccia
- Verifica se due pacchetti corrispondono
- Cooperation: campioni corrispondenti vengono pesati e sommati
- Crea una nuova traccia con i pacchetti derivanti dalla cooperation
- Decodifica la traccia

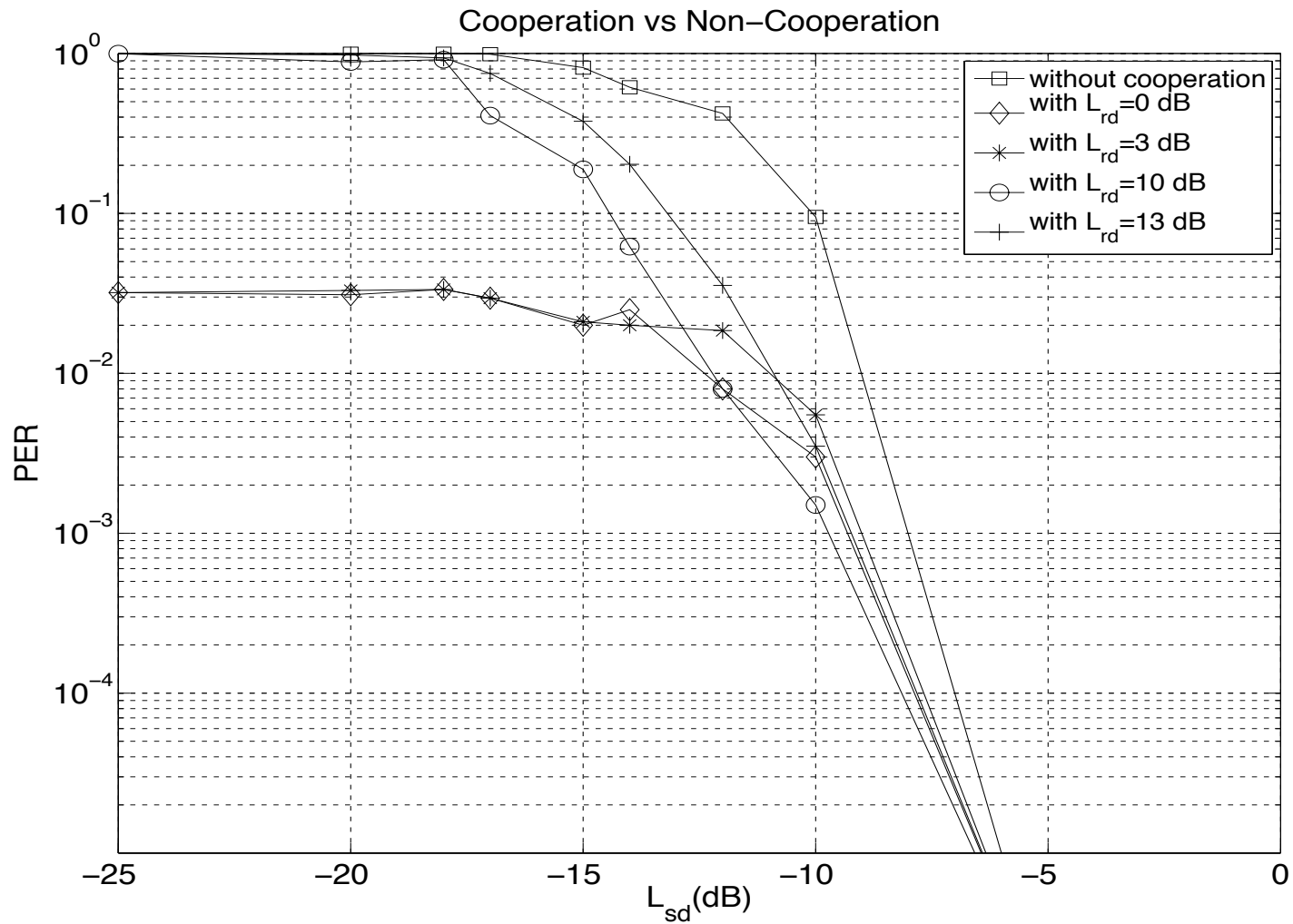
Risultati delle misure

- Si calcola il PER (Packet Error Rate) per ciascuna misura realizzata:

$$\text{PER} = \frac{\text{pacchetti_errati} + \text{pacchetti_non_ricevuti}}{\text{pacchetti_inviati}}$$

- Si costruiscono dei grafici che mettono in relazione il PER con l'attenuazione in dB presente sulla tratta diretta

Risultati



Conclusioni

- Si ottengono prestazioni migliori rispetto al caso non cooperativo per tutti i valori di attenuazione sperimentati
- Ad esempio:
 - $L_{sd} = 12$ dB, $L_{rd} = 13$ dB
 - PER migliore di 10 volte
- Risparmio in termini di potenza trasmessa

Grazie per l'attenzione