



Università degli studi di Trieste  
Facoltà di Ingegneria  
Laurea Specialistica in Ingegneria delle Telecomunicazioni

---

Prova Finale in Trasmissione Numerica

# L'IMPATTO DELLE ANTENNE SWITCHED BEAM IN RETI WIRELESS DI SENSORI

Relatore:

Chiar.mo Prof. Fulvio Babich

Correlatore:

Dott. Massimiliano Comisso

Dott. Aljosa Dorni

Laureando:

Mouhammad Issa

A.A. 2010/2011



# Motivazione

- **Obiettivo:**

Studio dell'impatto delle antenne switched-beam e flat-topped in reti di sensori wireless.

- **Realizzazione:**

Estensione del simulatore ibrido NS-2 Matlab.

- **Risultati:**

Vantaggi in termini di throughput e trasmissioni simultanee.



# Sommario

- Wireless Sensor Network
- Standard IEEE 802.15.4
- Antenne switched-beam e flat-topped
- Simulatore
- Risultati
- Conclusioni e sviluppi futuri

# Wireless Sensor Network

- **Sensori Wireless**
  - Dispositivi elettronici che misurano grandezze fisiche
  - Trasmettono le misure a un sistema di elaborazione
- **Wireless Sensor Network**
  - Reti composte da sensori wireless
  - Per applicazioni:
    - Ambientali
    - Mediche
    - Industriali e domotiche

# IEEE 802.15.4

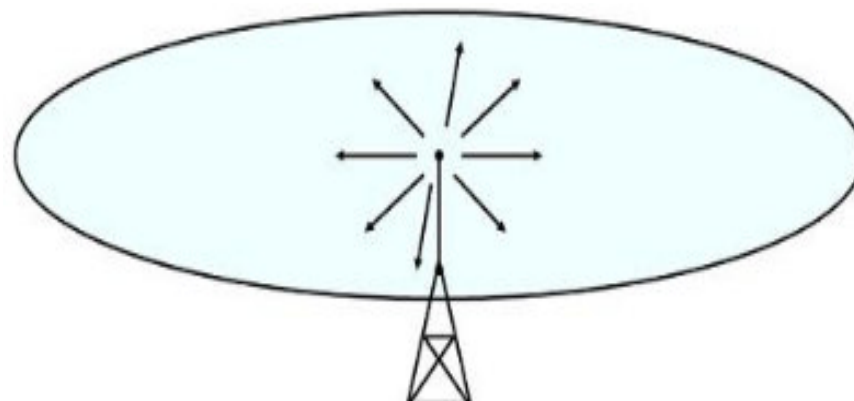
- **Standard utilizzato in WSN**
  - Livello fisico
  - Livello MAC
- **Sviluppato per:**
  - Basso consumo
  - Basso costo
- Di conseguenza un basso bit rate

# IEEE 802.15.4 (2)

Banda di Freq	Modulazione	Bit Rate
868-868.6 MHz	BPSK	20 kbps
902-928 MHz	BPSK	40 kbps
2400-2483.5 MHz	O-QPSK	250 kbps

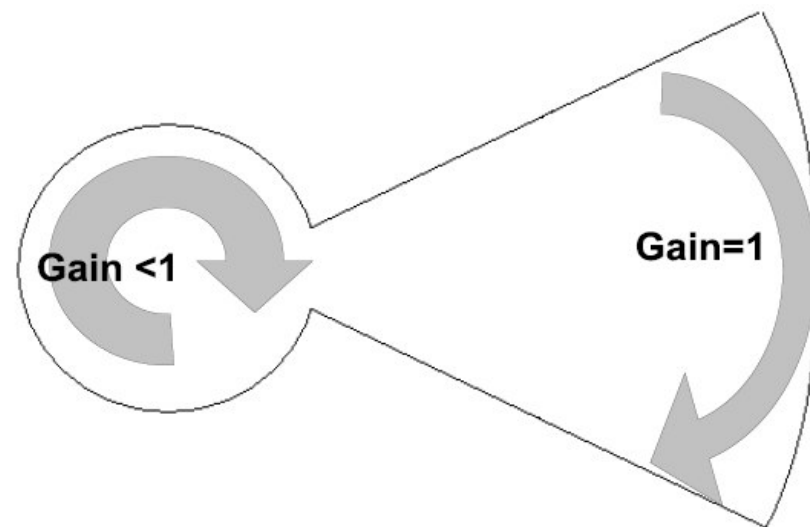
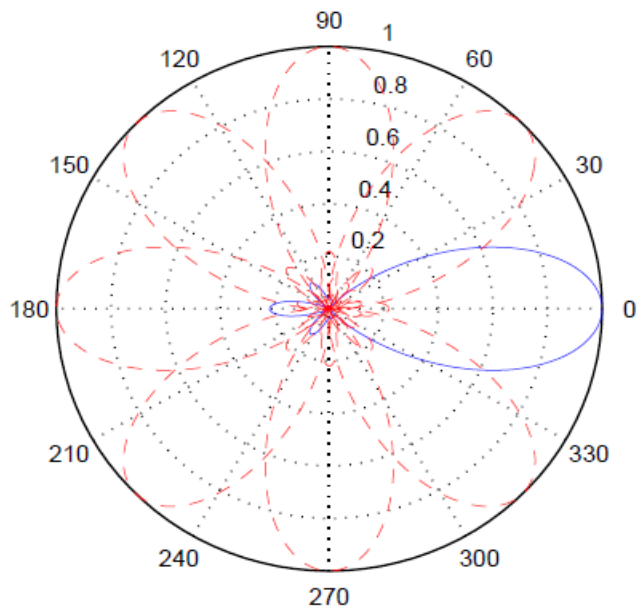
# Antenne

- **WSN usano antenne omnidirezionali**
  - **Basso throughput dovuto a:**
    - Interferenze e Multipath
    - Non permettono trasmissioni simultanee



# Antenne (2)

- **Soluzione proposta:**
  - **Direzionalità:**
    - Switched-beam antenna
    - Flat-topped antenna





# Antenne (3)

- **Antenne switched-beam**

- Antenna con diagrammi di radiazione preimpostati
- Coprono 360 gradi
- Viene usato un diagramma in base all'esigenza

- **Antenne flat-topped**

- Diagramma con guadagno uno in fascio limitato
- Il resto con guadagno medio minore di uno
- Viene ruotato per coprire 360 gradi



# Matlab

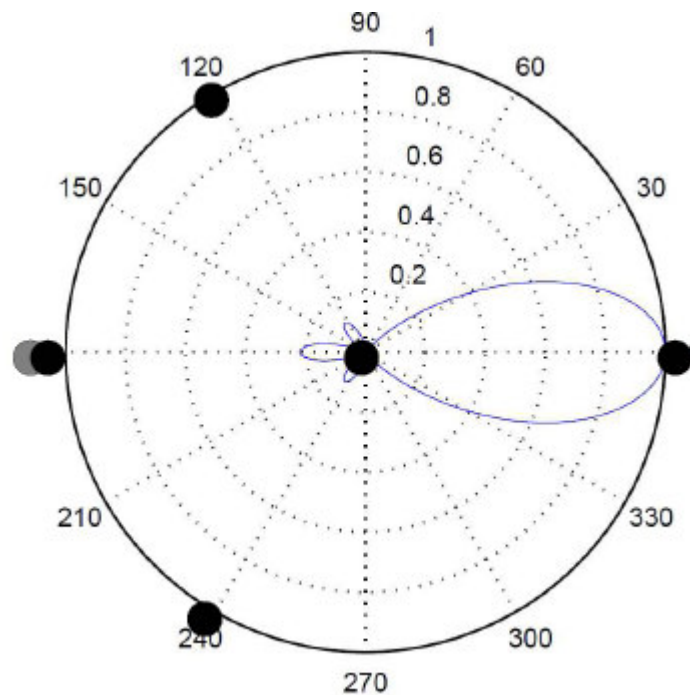
- **Implementata la funzione GPG che calcola il diagramma di radiazione**
  - Simula una schiera circolare di 6 elementi radianti
  - Stima le direzioni di arrivo con algoritmo MUSIC
  - Calcola le eccitazioni della schiera con algoritmo LMS
  - Ritorna il diagramma di radiazione

# Matlab (2)

- **MUSIC, MULTIPLE Signal Classification**
  - Tecnica di stima direzione di arrivo
  - Con riferimento spaziale
  - Rumori incorrelati
  
- **Constrained Least Mean Square**
  - Massimizza il rapporto segnale rumore interferenza
  - Stima i pesi da applicare su elementi schiera

# Matlab (3)

- **Calcolo del diagramma di radiazione di base**
  - Utilizzati 6 nodi in posizioni diverse
  - 4 nodi interferenti

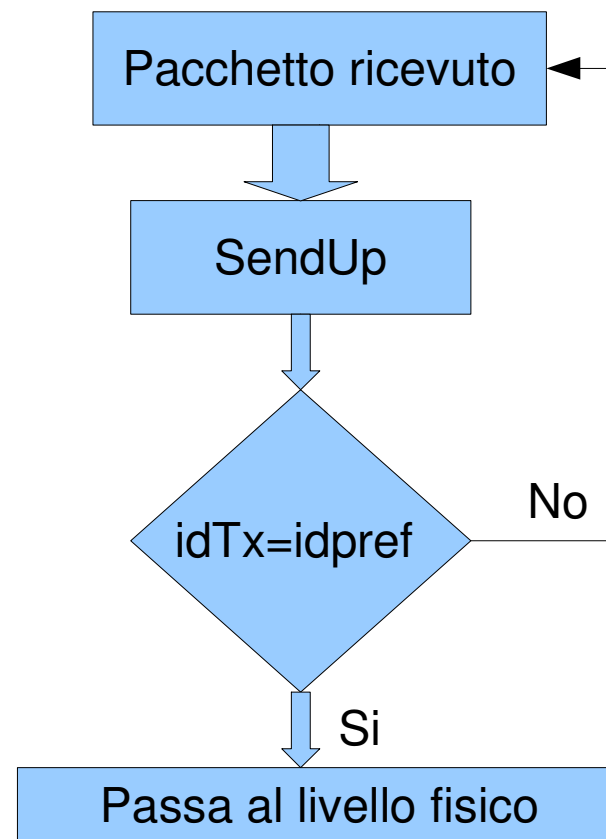


# Realizzazione

- **Utilizzato il simulatore di rete NS-2**
  - Creata una classe in C++ per simulare le antenne
  - Interfaccia Matlab - NS-2 per calcolare il diagramma di radiazione
- **Simulazioni in diverse topologie di rete**
  - Confronto nel caso di:
    - Antenna switched-beam
    - Antenna flat-topped
    - Antenna omnidirezionale

# Simulatore

- Modifiche sul codice sorgente del simulatore
  - Nodi ricevono solo dal nodo preferito



## Simulatore (2)

- Estrapolato tempo di trasmissione
- Aggiunta possibilità di ottenere l'id del nodo trasmettitore
- Aggiunta possibilità di ottenere le coordinate nodo trasmettitore
- Aggiunto controllo del SINR

↳ Garantire perdita pacchetti  $< 1\%$

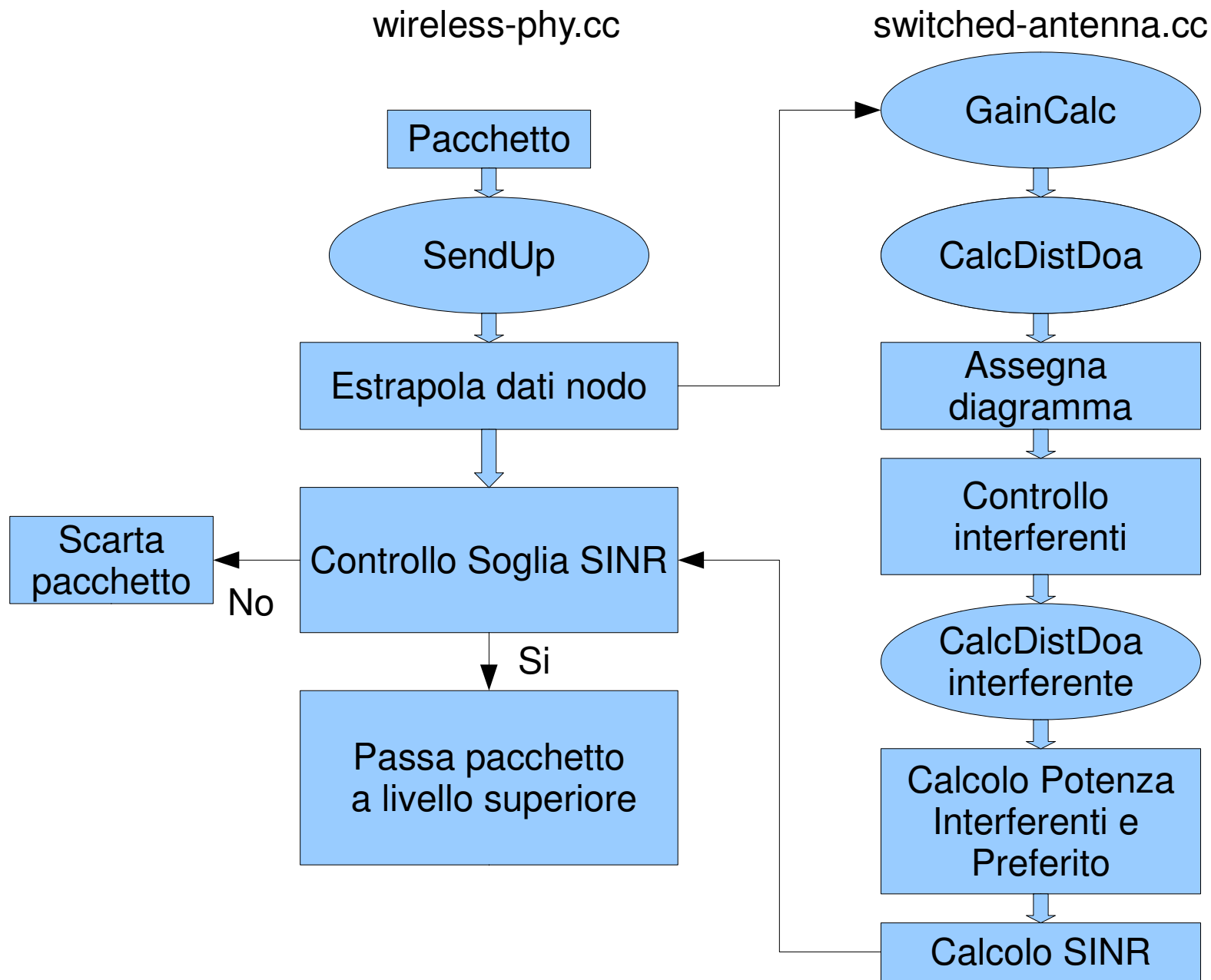
# Simulatore (3)

- **La classe SwitchedAntenna**
  - **Usata da ogni nodo in ricezione**
  - **Contiene:**
    - Id nodo preferito
    - Coordinate del nodo
    - Numero elementi schiera
    - Numero nodi nella simulazione
- **Controlla le coordinate in caso di mobilità**
- **Chiama GPG in Matlab per il diag. di radiazione**
- **Ruota il diagramma di radiazione in altre posizioni**



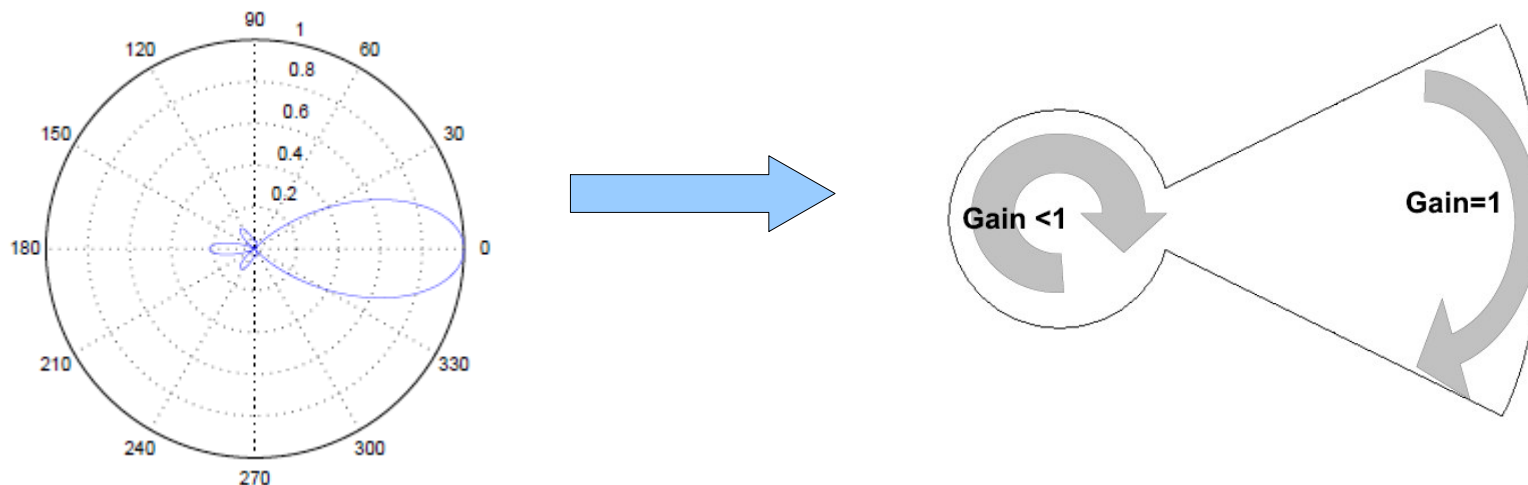
# Simulatore (4)

- **Contiene diverse funzioni**
  - GainCalc:
    - Assegna diagramma di radiazione
    - Calcola il guadagno
    - Calcola e ritorna il valore di SINR
  - CalcDistDoa:
    - Calcola distanza dal nodo trasmettitore
    - Calcola direzione di arrivo nodo trasmettitore
  - GetRxGain:
    - Ritorna il guadagno calcolato



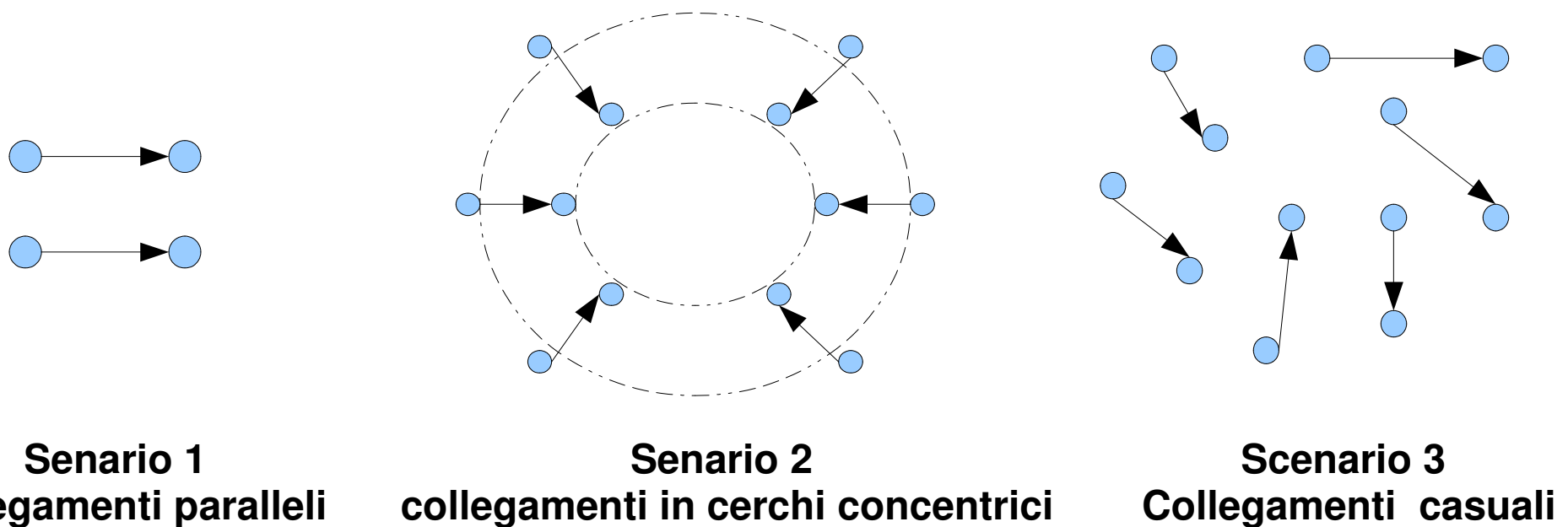
# Simulatore (5)

- La classe FlatToppedAntenna
  - Stesse procedure di prima
  - Calcolo del lobo a 3 dB
    - Modificato il diagramma calcolato da GPG
      - Calcolo angolo con guadagno  $< 1/2$  (3dB)
      - Guadagno fascio messo a uno
      - Altre direzioni con guadagno calcolato medio



# Scenario

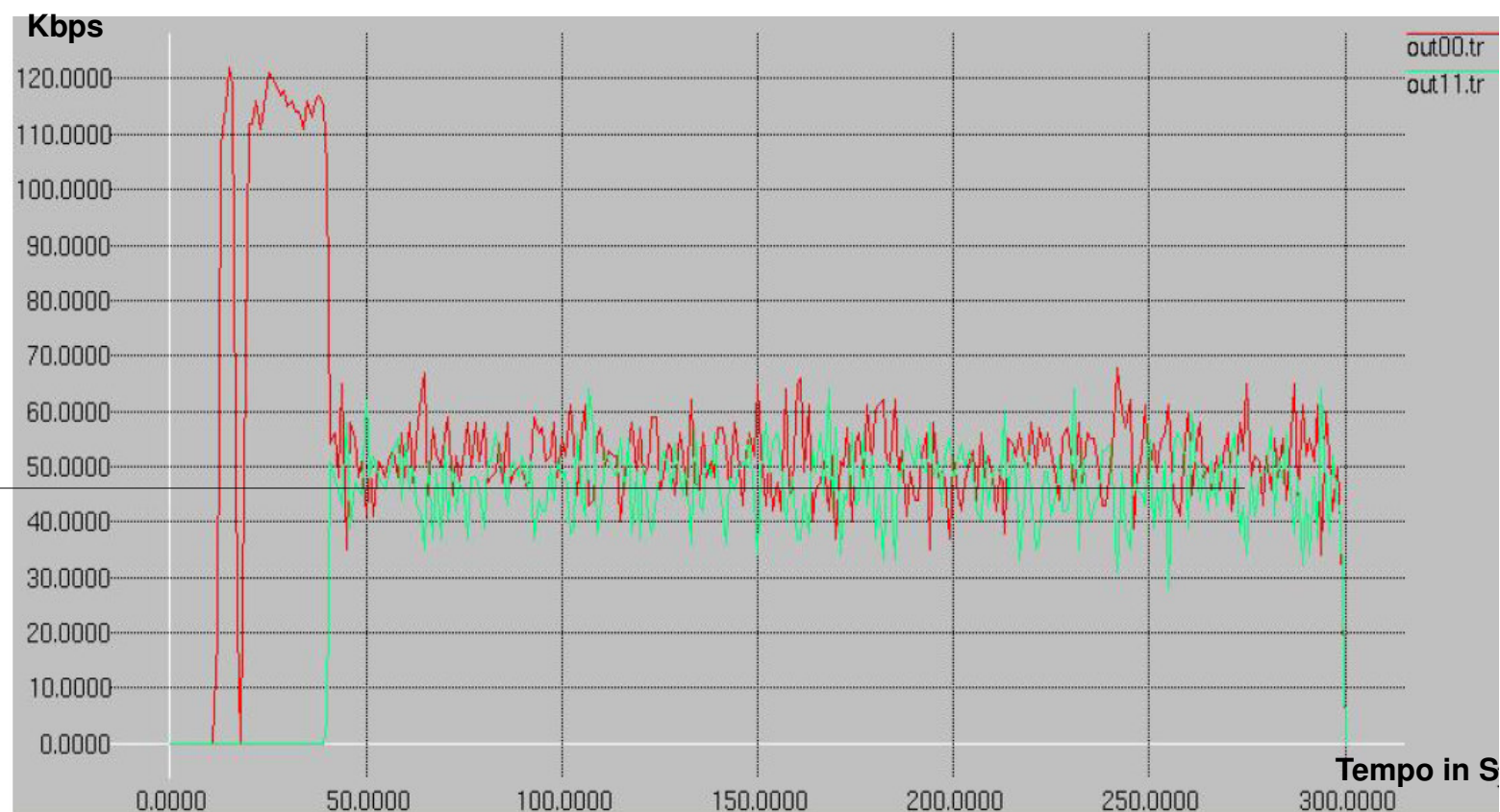
- **Simulati tre scenari:**
  - Ciascuno con:
    - Antenna omnidirezionale
    - Antenna flat-topped
    - Antenna switched-beam



## Nodi in due collegamenti paralleli con antenna omnidirezionale

- Throughput aggregato 96 kbps

Throughput per collegamento circa 48 kbps



## Nodi in due collegamenti paralleli con antenna switched-beam

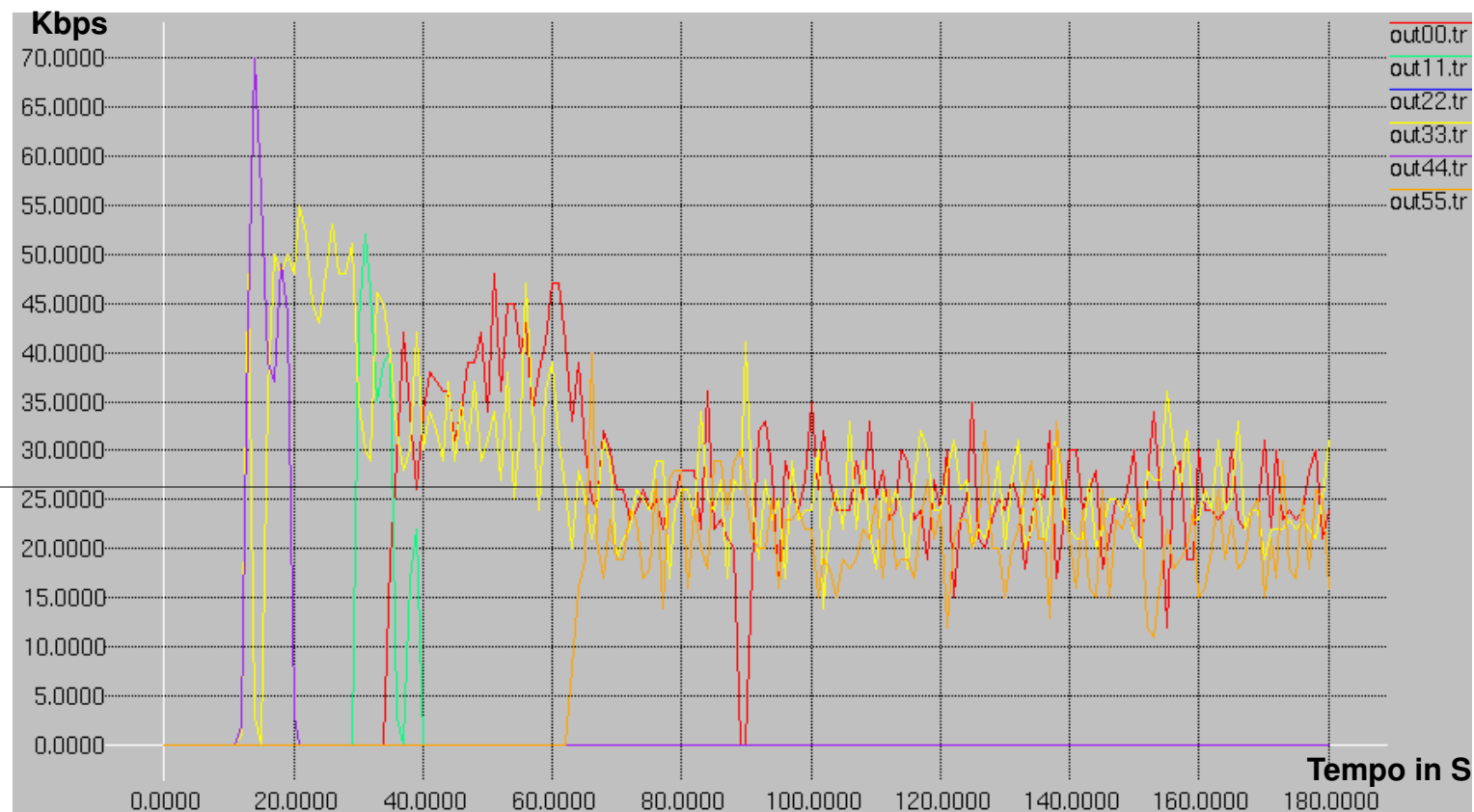
- Throughput aggregato 248 kbps



## Nodi in cerchi con antenna omnidirezionale

- Throughput aggregato 80kbps

Throughput per collegamento circa 27 kbps

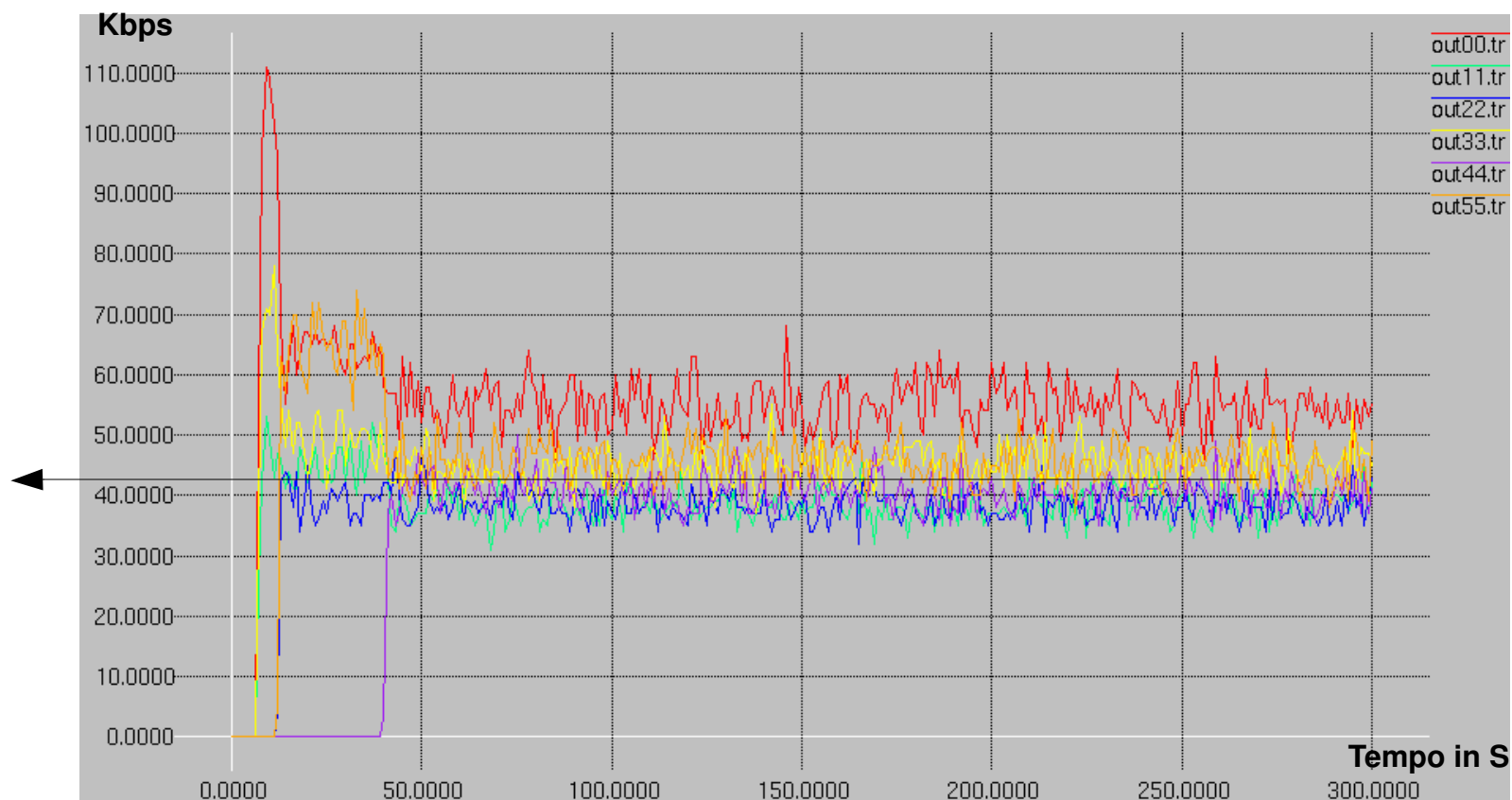




## Nodi in cerchi con antenna switched-beam

- Throughput aggregato 240kbps
- Comunicazioni simultanee

Throughput per collegamento circa 40 kbps





# Risultati

- Risultati in termini di throughput aggregato:

	Omnidirezionale	Flat-Topped	Switched-Beam
<b>Due Collegamenti</b>	96 kbps	130 kbps	248 kbps
<b>Cerchi concentrici</b>	80 kbps	180 kbps	240 kbps
<b>Posizioni casuali</b>	115 kbps	205 kbps	231 kbps

# Conclusioni

- **Sviluppata estensione NS-2**
- **Introdotta direzionalità in ricezione**
- **Utilizzate antenne switched-beam e flat-topped**
- **Vantaggi della direzionalità**
  - Comunicazioni simultanee tra i nodi
    - ↳ Aumento del throughput

# Sviluppi Futuri

- **Utilizzo della nuova classe sia in trasmissione che in ricezione**
  - Modifiche al livello MAC
- **Valutazione dell'impatto sui consumi utilizzando direttività**
- **Utilizzo di tecniche di codifica di canale**