

***STUDIO E SIMULAZIONE DI
TECNICHE AVANZATE PER
SISTEMI DI COMUNICAZIONE
DIGITALI MULTIPORTANTE
(OFDM) PER SATELLITI A BANDA
LARGA***

SUPERVISORE

Ing. Gennaro Gallinaro

AUTORE

Ing. Filippo Di Cecca



Space Engineering

Motivazioni

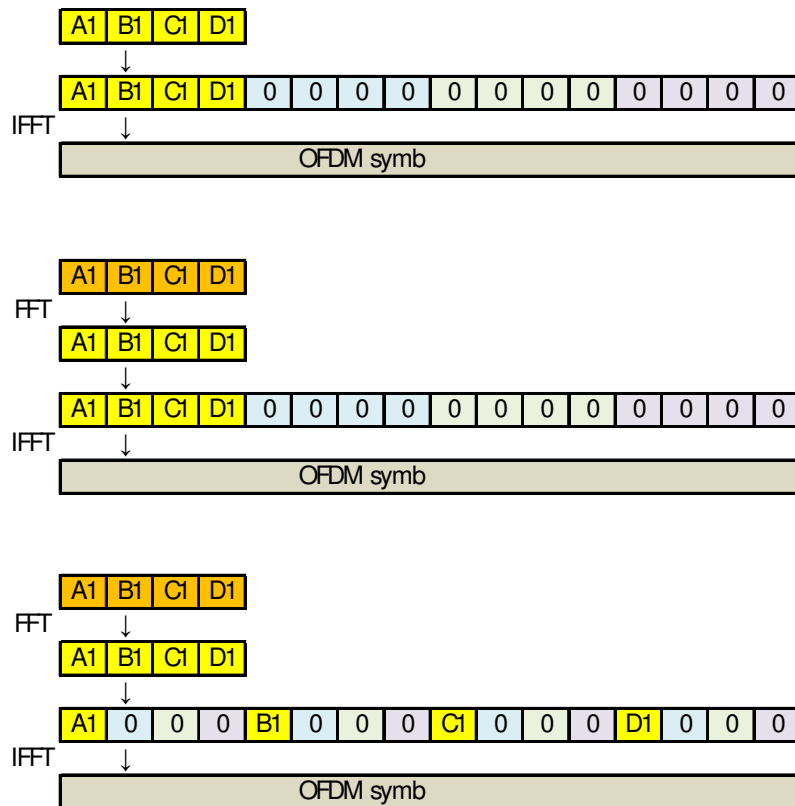
- Le limitazioni di banda e il costo della potenza a bordo del satellite richiedono l'impiego di tecniche volte a migliorare l'utilizzo della risorsa radio in termini di flessibilità e utilizzazione di banda
- Tecniche basate sullo OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) sono studiate sia nello scenario fisso che in quello mobile per cercare di sfruttarne la flessibilità e la idoneità agli scenari mobile e SFN (Single Frequency Network).
- La indipendenza di ogni sottoportante (o gruppo di sottoportanti) è in effetti impiegabile al fine di sfruttare al meglio sia le risorse di potenza che la banda di trasmissione del satellite

Obiettivi

- Selezionare uno schema di accesso multiplo al canale fra OFDMA, LFDMA ed IFDMA nello scenario canale di ritorno (RL) di un sistema fisso tenendo conto degli:
 - Effetti delle non linearità.
 - Effetti degli errori di sincronizzazione fra utenti.
- Risultati impiegati in studio ESA



Schemi di accesso

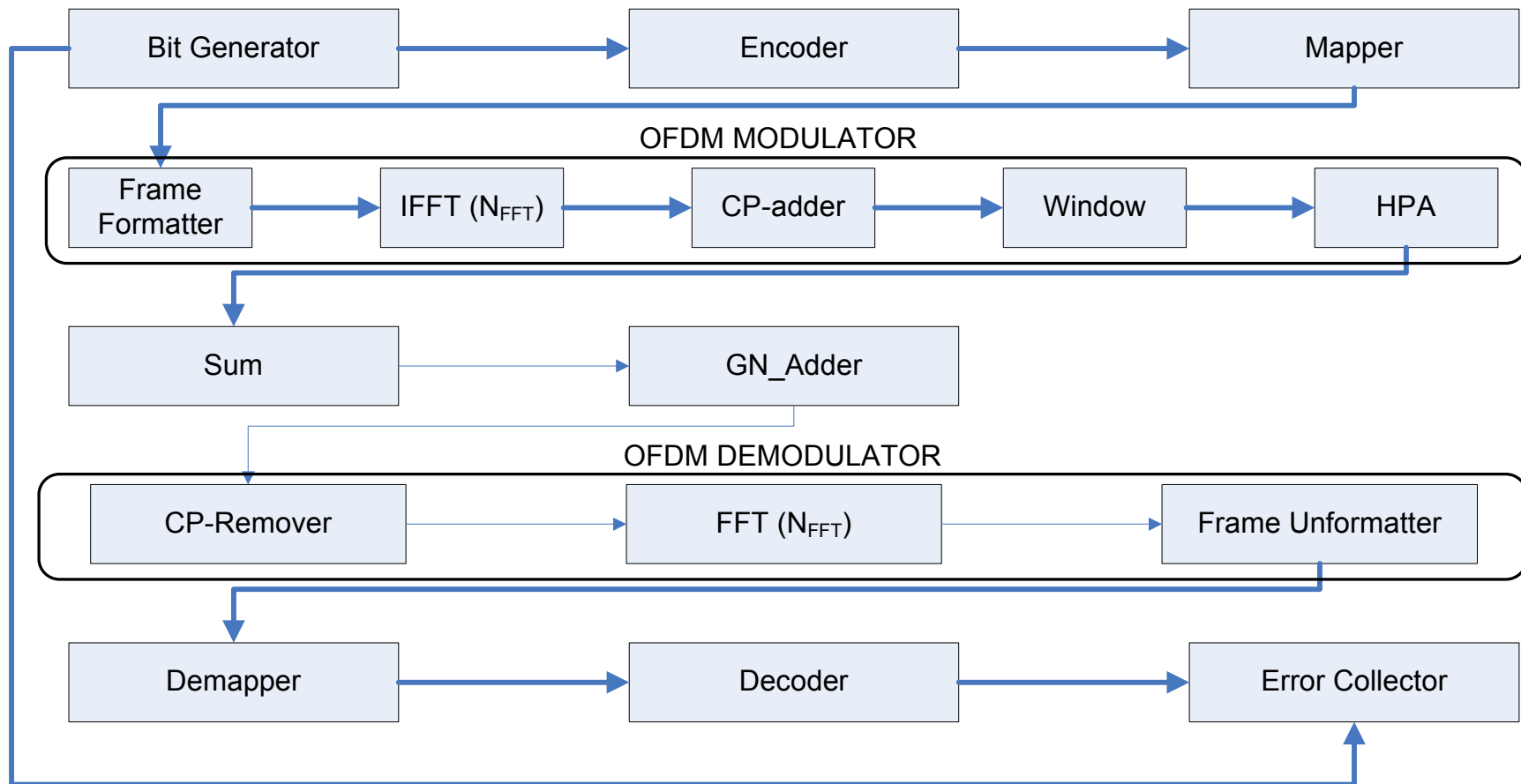


- OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)
- LFDMA (Localized Frequency Division Multiple Access)
- IFDMA (Interleaved Frequency Division Multiple Access)

Simulatore LiveWave: Principali caratteristiche

- La scelta è stata fatta sulla base dei risultati delle simulazioni del software **Livewave** di Space Engineering
 - Simulatore di strato fisico, scritto in C++, con struttura modulare
 - Sviluppato per studi ESA (mitigazione di interferenza in sistemi TDM)
 - Ho aggiunto moduli per realizzare le simulazioni basate su OFDM

Simulatore LiveWave: Diagramma a blocchi del simulatore



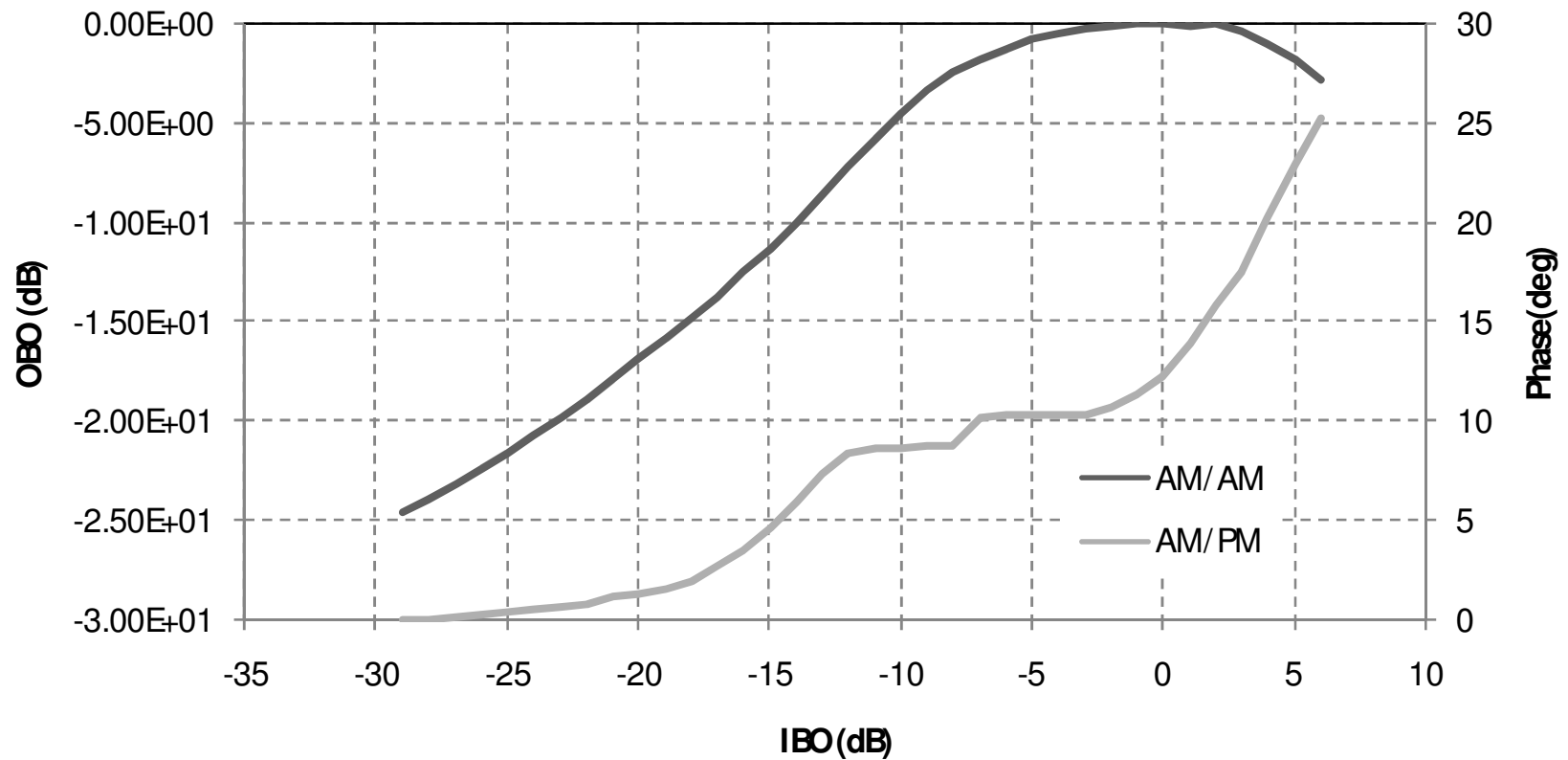
Simulatore LiveWave: Parametri di simulazione

Mapper	QPSK, 16QAM
Codificatore	Turbo DVB-RCS (duo-binario, 8 stati)
Rate di codifica	$\frac{1}{2}$
Lunghezza data word (frame)	424 bits (53 bytes, 1 pacchetto ATM)
Lunghezza IFFT, N_{FFT}	128 chips
Utenti simulati	3 (sincronizzazione), 15 (non linearità)
Toni per utente, N_{U}	8
Toni di guardia	8, 104
Schemi di accesso multiplo (RL)	OFDMA, LFDMA, IFDMA
CP (cycle prefix)	0, 16 chips

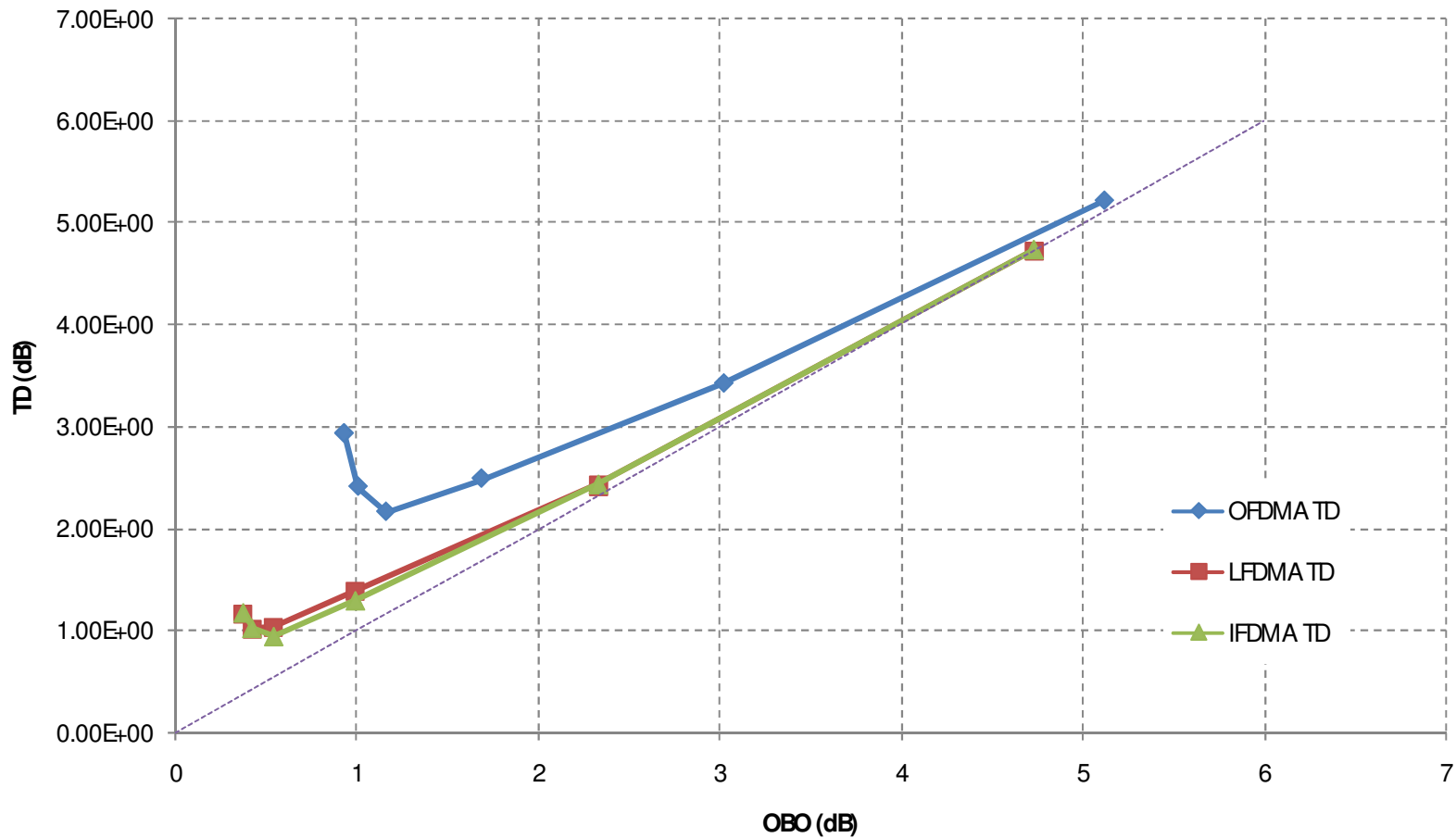
Non linearità: Obiettivi della simulazione

- Valutare le prestazioni dei vari schemi di accesso multiplo per il canale di ritorno (RL) in presenza di non linearità introdotta da amplificatore.
- Le prestazioni sono valutate impiegando le curve di total degradation che tengono in conto sia l'OBO effettivo che le perdite prestazionali (in termini di E_s/N_0) rispetto al caso lineare, introdotte dalla non linearità ad un valore target di BER (i.e. $BER=10^{-3}$).
 - Il minimo della curva di total degradation è il parametro usato per valutare i diversi schemi di accesso.
- $TD(OBO) = OBO + BER_performance_losses$

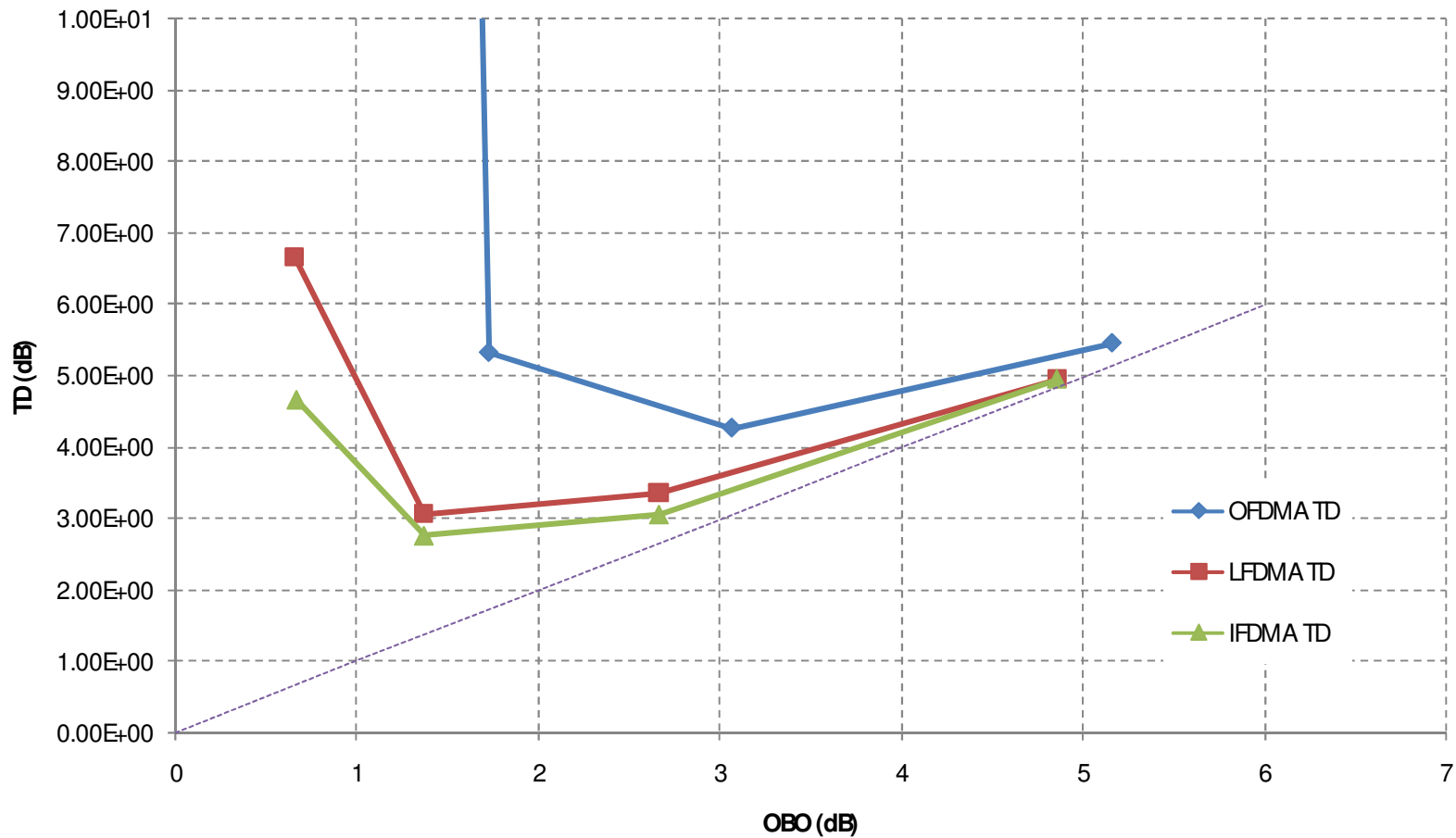
Non linearità: TWTA linearizzato (banda K)



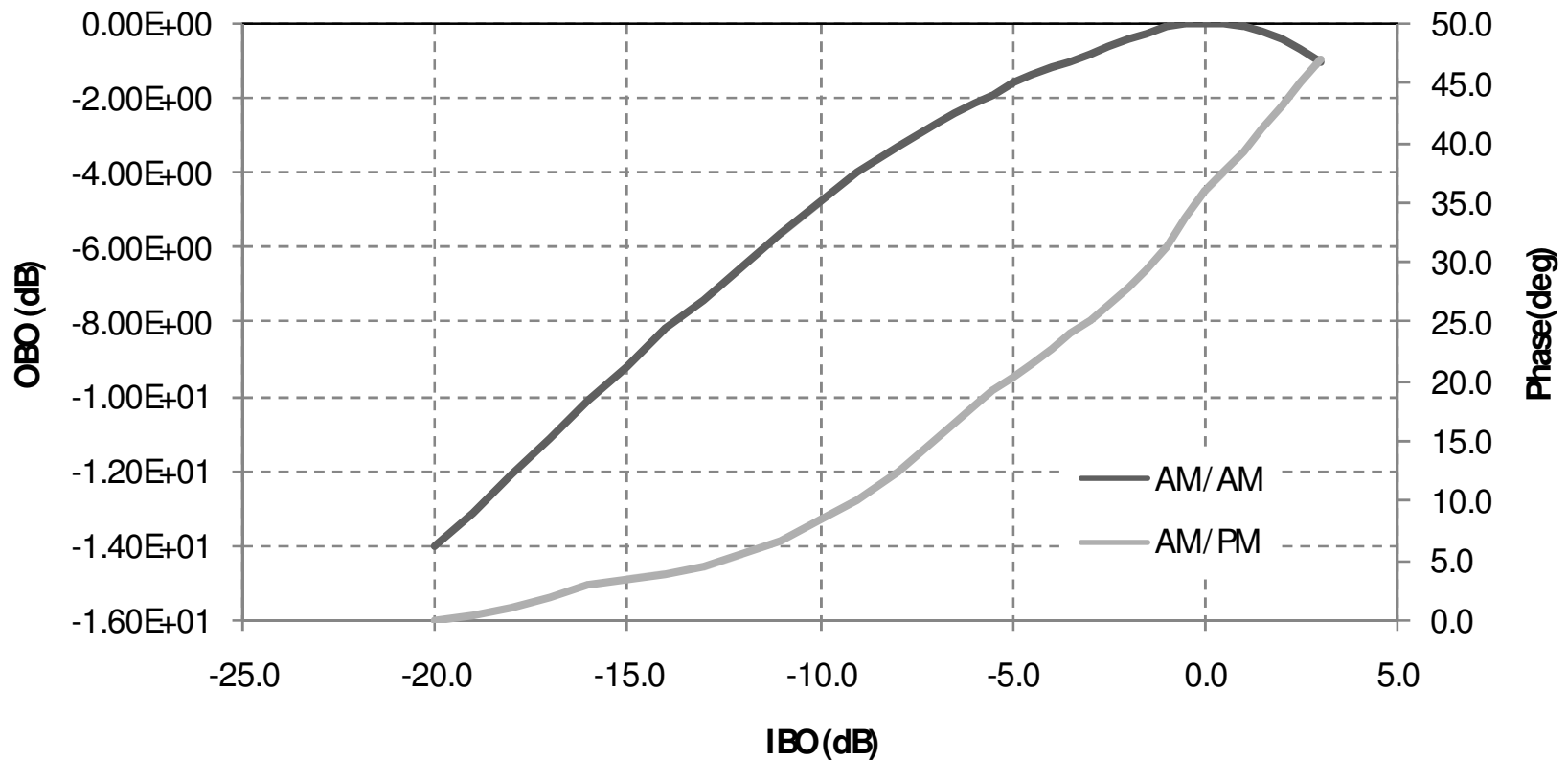
Non linearità: Total Degradation QPSK $\frac{1}{2}$ TWTA linearizzato (banda K)



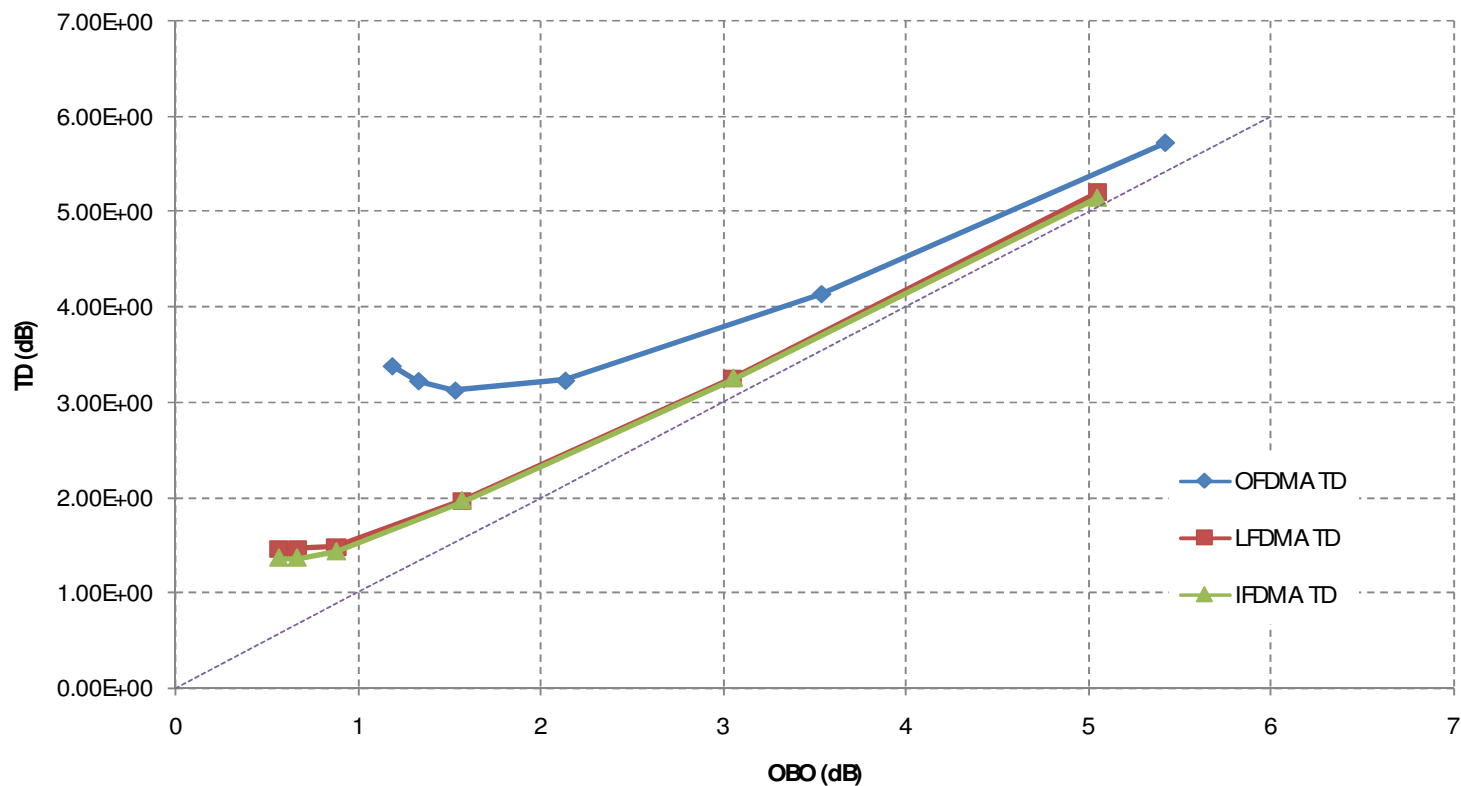
Non linearità: Total Degradation 16QAM $\frac{1}{2}$ TWTA linearizzato (banda K)



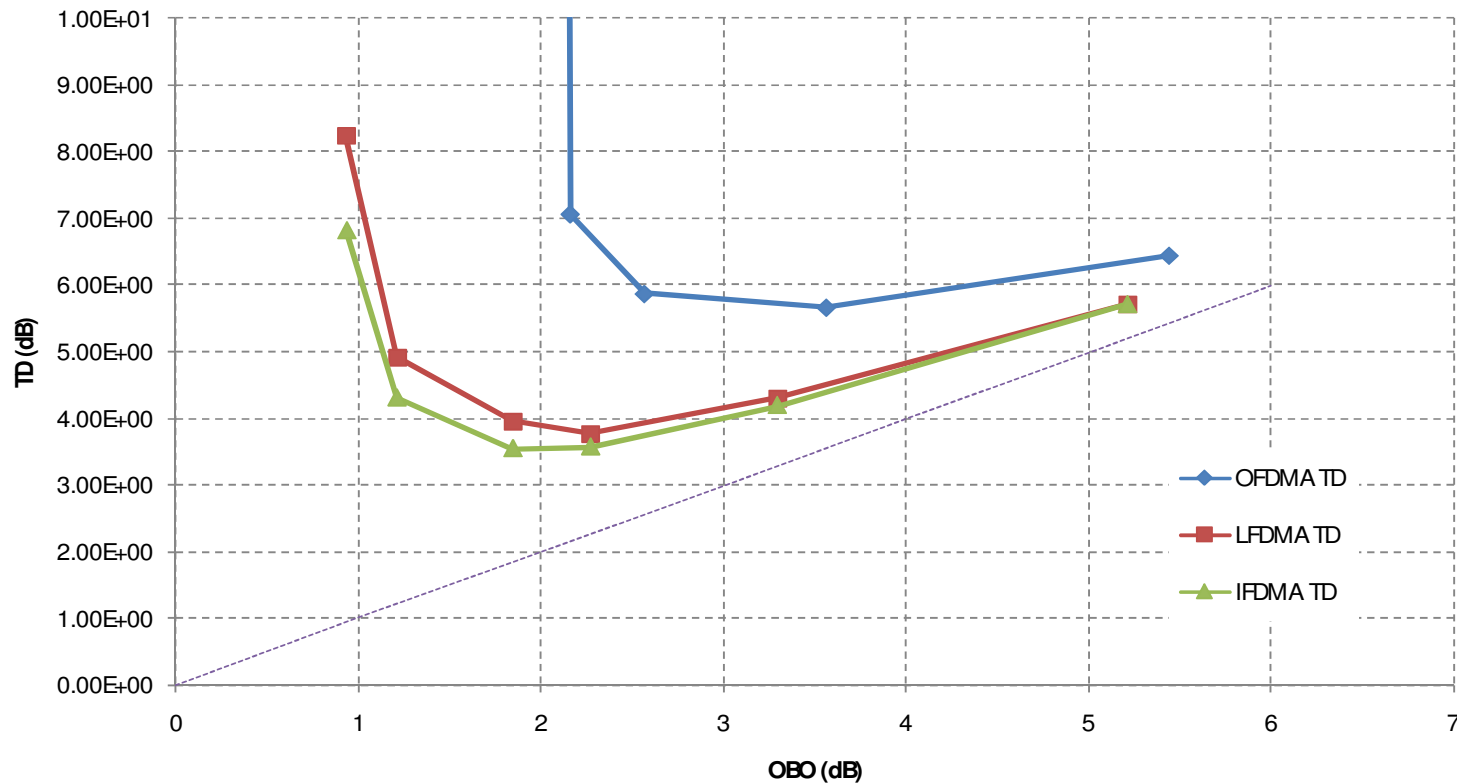
Non linearità: TWTA non linearizzato (banda S)



Non linearità: Total Degradation QPSK $\frac{1}{2}$ TWTA non linearizzato (banda S)



Non linearità: Total Degradation 16QAM $\frac{1}{2}$ TWTA non linearizzato (banda S)

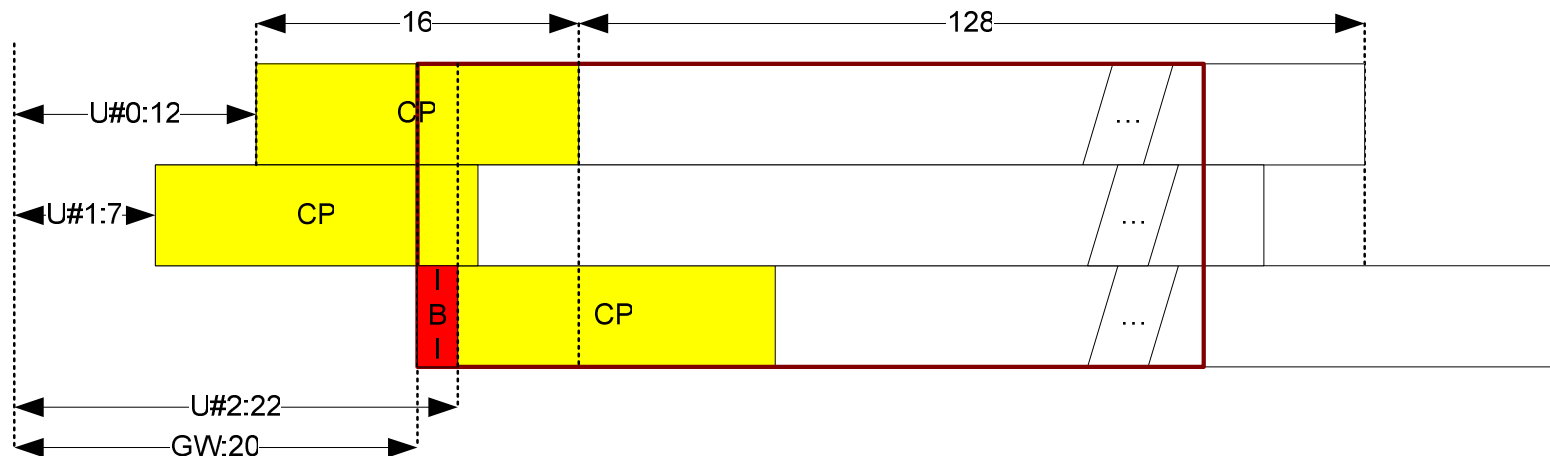


Non linearità: Conclusioni

- LFDMA e IFDMA hanno prestazioni superiori a quelle di un sistema OFDMA.
 - Questo è un risultato atteso. La FFT riduce le fluttuazioni di inviluppo del simbolo OFDM e quindi l'effetto della non linearità.
- LFDMA e IFDMA hanno prestazioni analoghe.
 - Le prestazioni dei due schemi di accesso sono, nella pratica, uguali.
 - Lo LFDMA ha una realizzazione più semplice dello IFDMA.
 - Lo LFDMA è stato scelto come schema di accesso al canale
- L'impatto delle curve AM/PM sulla TD è rilevante.
 - Impiegare un amplificatore linearizzato permette di ridurre la degradazione introdotta dalla non linearità.

Sincronizzazione: Introduzione

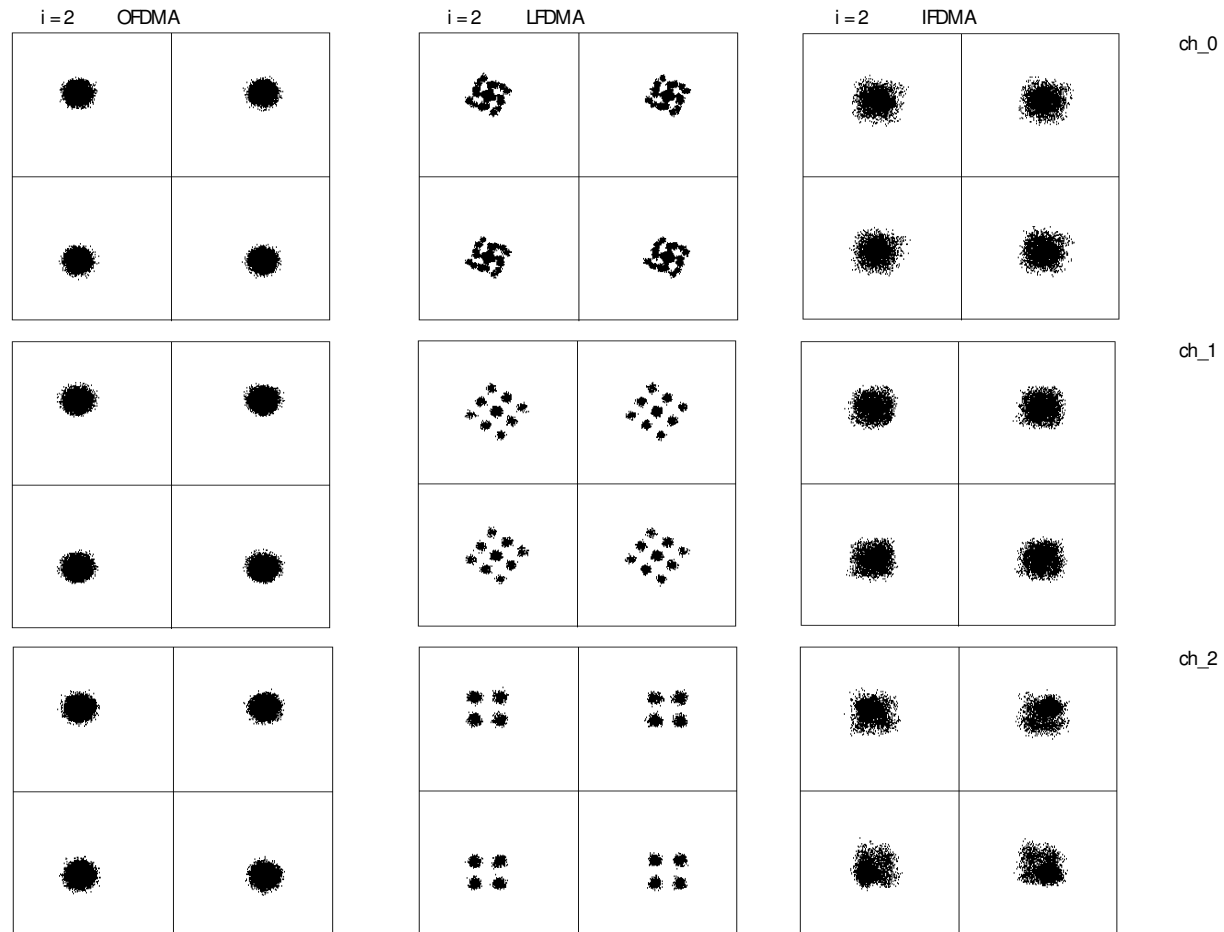
- Qualora nella finestra di FFT entri anche una porzione di un altro simbolo OFDM, si parla di interferenza inter-blocco (IBI).
 - L'interferenza IBI è misurata in chip (campioni) per ciascun utente.



Sincronizzazione: Diagrammi di scattering

- Diagrammi di scattering calcolati per 2 chip di IBI in assenza di rumore termico.
 - QPSK
 - 16QAM
- Si nota che per quanto l'IBI sia prodotta da un solo utente, gli effetti sono sentiti da tutti gli utenti.

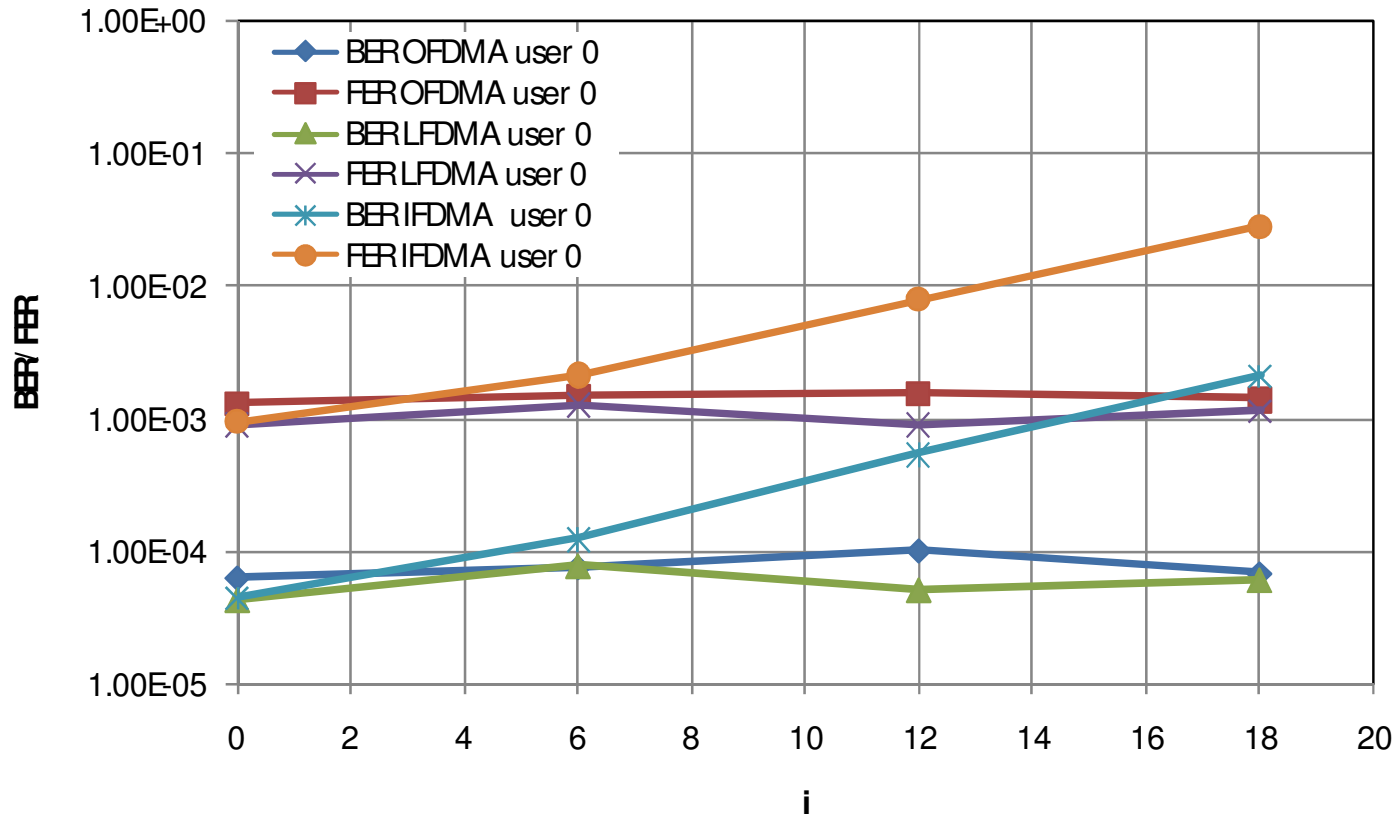
Sincronizzazione: Diagrammi di scattering (QPSK)



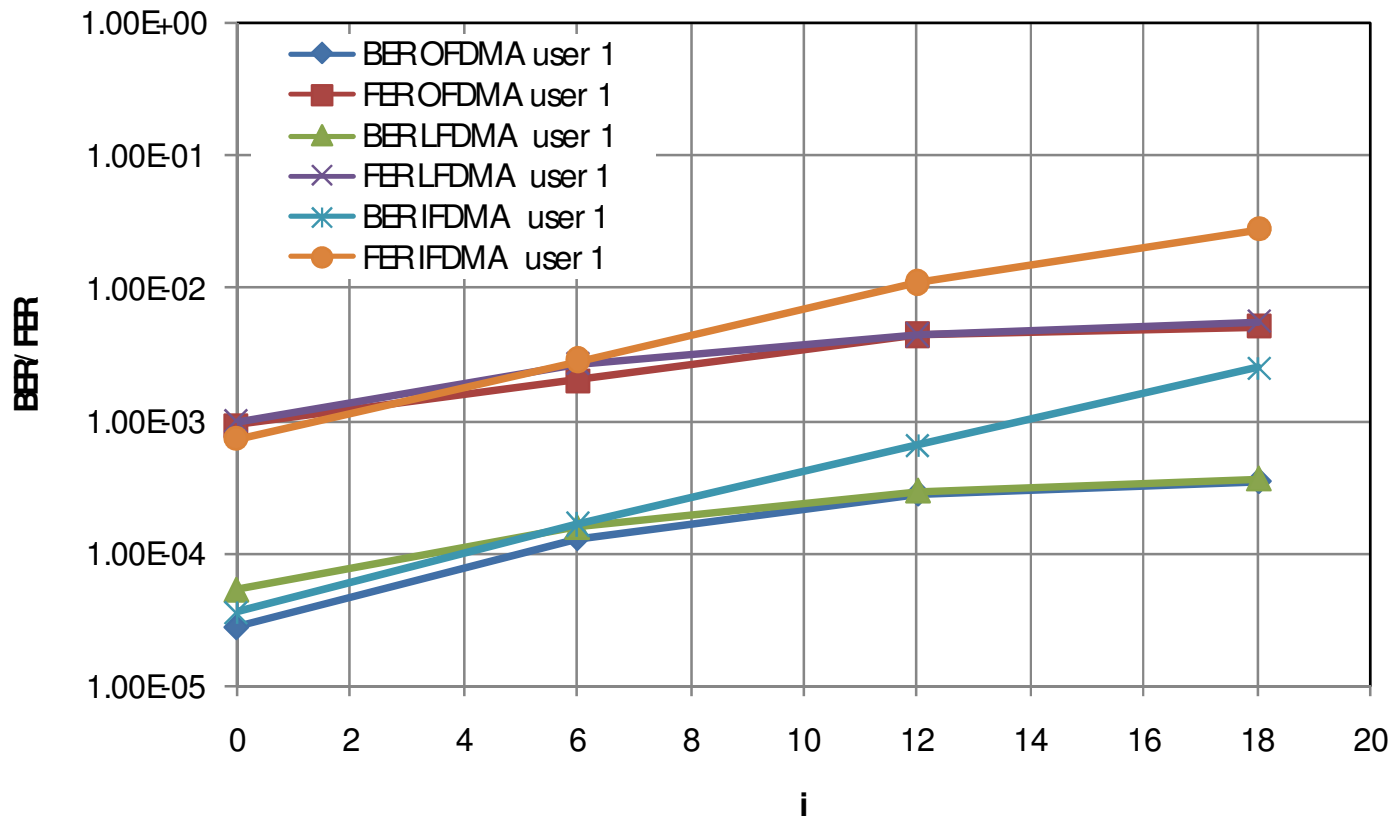
Sincronizzazione: Prestazioni (BER/FER, QPSK)

- Sono state studiate le prestazioni di BER/FER all'aumentare del numero di chip di IBI introdotti dal terzo utente.
- MODCOD: QPSK $\frac{1}{2}$.
- 3 utenti simulati con CP di 16 chip.
- Ogni sottoportante per effetto dell'IBI interferisce con le sottoportanti adiacenti (ICI – inter carrier interference).

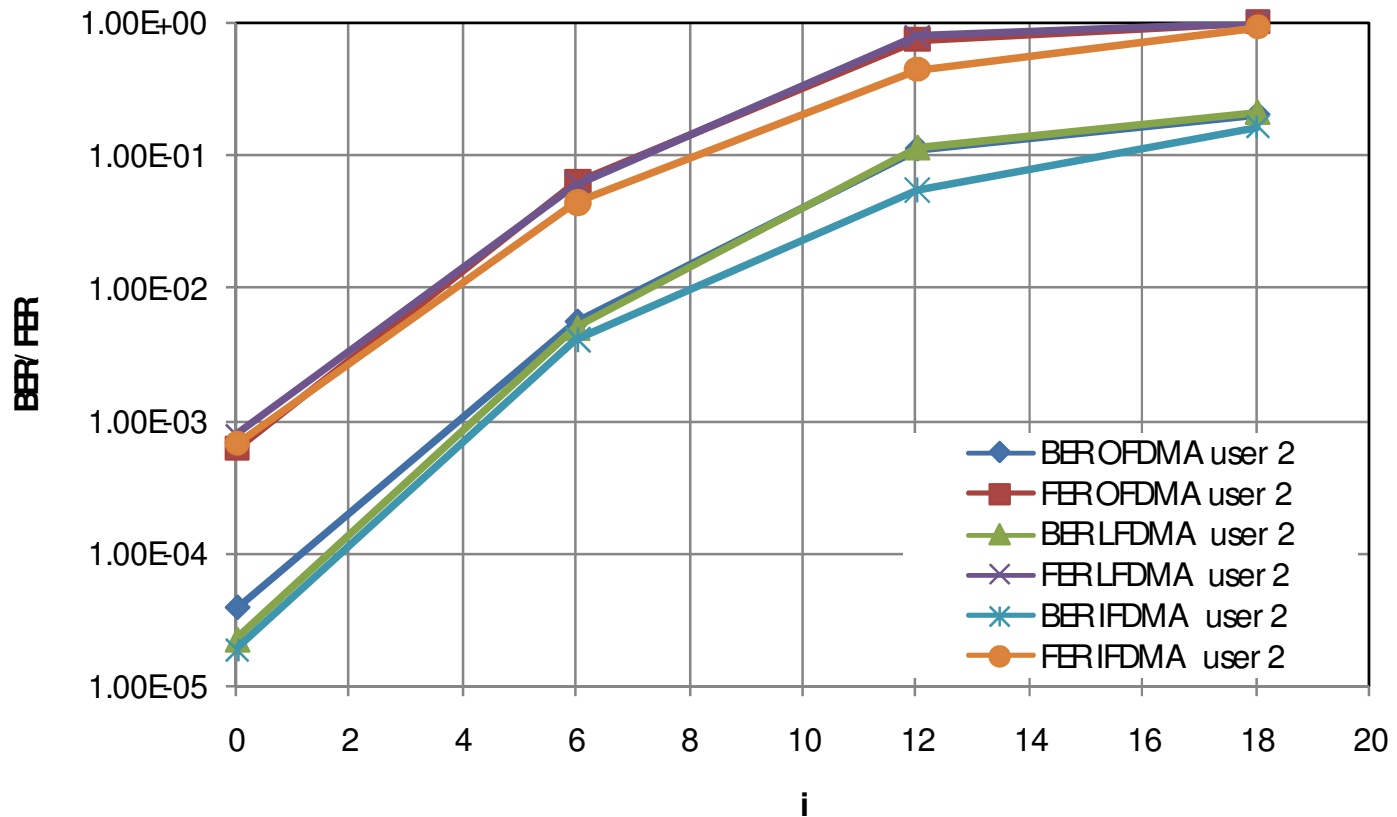
Sincronizzazione: Prestazioni (BER/FER, QPSK)



Sincronizzazione: Prestazioni (BER/FER, QPSK)

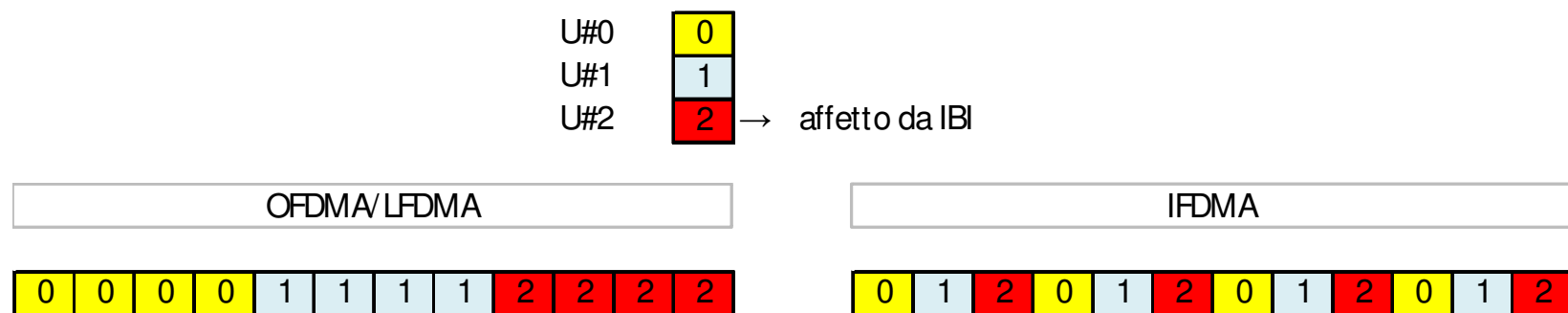


Sincronizzazione: Prestazioni (BER/FER, QPSK)



Sincronizzazione: Prestazioni (BER/FER, QPSK)

- Il comportamento osservato è spiegabile osservando la mappatura delle sottoportanti.
 - OFDMA e LFDMA sono più protette dall'ICI che riguarda quindi solo alcune sottoportanti del secondo utente.
 - IFDMA non offre alcuna protezione alle sottoportanti degli altri utenti.



Sincronizzazione: Conclusioni

- Gli effetti degli errori di sincronizzazione sono assorbiti dal prefisso ciclico (CP) in assenza di IBI
 - Tutti gli schemi di accesso sono equivalenti in queste condizioni.
- Se il CP non è sufficiente gli schemi OFDMA e LFDMA offrono maggiore protezione dagli effetti dell' IBI rispetto allo IFDMA
 - Gli schemi OFDMA e LFDMA offrono prestazioni analoghe. Lo OFDMA è meno complesso dal punto di vista realizzativo del LFDMA ma lo LFDMA è più protetto dell'OFDMA dai degrading prestazionali in presenza di ICI.
 - Lo LFDMA è quindi suggerito come schema di accesso al canale

Conclusioni della ricerca

	OFDMA	LFDMA	IFDMA
Non-linearity	-	+	+
No IBI – ideal timing recovery	+	+	+
Low IBI – ideal timing recovery	+	+	±
Medium IBI – ideal timing recovery	+	+	-

- La tabella riporta brevemente i risultati delle precedenti simulazioni.
 - L'uso del LFDMA non presenta le problematiche messe in luce dagli altri due sistemi.
- Lo schema di accesso multiplo suggerito, tenendo in conto i risultati del presente studio, è l' **LFDMA**

Grazie per l'attenzione!

Filippo Di Cecca

Space Engineering S.p.A.

Via dei Berio 91

00155 Roma

Tel. 06 22595349

E-mail: filippo.dicecca@space.it

06/02/2009

