

Frascati – 5 Dicembre 2008

"meeting" AMSAT Italia ad ESA/ESRIN

Presentazione sul tema:

Nuova Tecnica Packet Radio con Cancellazione d'Interferenza

IWØEHU – gennaro.gallinaro@space.it

IØJX – antonio.vernucci@space.it

della  Space Engineering S.p.A.

Novità del Mondo Professionale

Ricadute in Ambito Radioamatoriale

- La necessità di competere con reti terrestri sempre più evolute e performanti porta a prevedere, per le reti satellitari, l'impiego di tecniche avanzate che tendano principalmente ad incrementare:
 - la velocità trasmissiva (in bit/s)
 - e l'efficienza spettrale (in bit/s/Hz)
- Dette nuove tecniche (ad es. DVB-S2, *enhanced* DVB-RCS, ...) mal si prestano a sperimentazioni di tipo radioamatoriale:
 - le bande coinvolte e le potenze necessarie sono spesso troppo elevate
 - significativi costi dell'*hardware* in dipendenza dei forti *processing loads*
 - complessità realizzative che spesso eccedono le forze che possono essere messe in campo da *teams* di radioamatori
- Un'eccezione al riguardo è rappresentata da un nuovo sistema satellitare commerciale basato su una forma evoluta di *packet radio*:
 - che adotta un'architettura non troppo diversa da quelle tipicamente impiegate in ambito amatoriale
 - e che, *mutatis mutandis*, potrebbe quindi trovare impiego in quell'ambito

Il Nuovo Sistema a Pacchetto

Caratteristiche Generali

- Il nuovo sistema satellitare è in corso di realizzazione da parte di operatori commerciali, nell'ottica di fornire servizi di comunicazioni ad utenti mobili che utilizzino telefoni, PDA, e terminali veicolari, tra i quali:
 - **servizi *non real time*:**
 - ◆ **televisone interattiva**
 - ◆ **servizi *location based***
 - ◆ **gestione del traffico e delle flotte**
 - ◆ **raccolta dati di sensori**
 - **servizi *real-time*: principalmente comunicazioni di emergenza**
- Il sistema, che verrà dispiegato in Europa nel 2010 - 2011, è previsto servire decine di milioni di utenti equipaggiati con terminali di basso costo (*target* 100 Euro)
- Verrà allo scopo impiegato un nuovo satellite che opera nella banda dei 2 GHz (primo per l'Europa in questa banda)

Il Nuovo Sistema a Pacchetto

Modalità Comunicative

- **Architettura di comunicazione:**
 - il Terminale Utente trasmette dei brevi pacchetti destinati alla Stazione Nodale
 - la trasmissione dalla Stazione Nodale verso i Terminale Utente avviene invece utilizzando una portante continua a divisione di tempo, strutturata secondo lo standard DVB-SH (versione satellitare dello standard DVB per servizi mobili), eventualmente esteso e/o coadiuvato
 - il servizio viene assicurato anche quando la comunicazione con il satellite non sia possibile (ad es. negli *urban canyons*), grazie all'impiego di un gran numero di piccoli ripetitori terrestri
- **Principale linea guida del progetto:**
 - sfruttare quanto meglio possibile il collegamento da Terminale Utente a Stazione Nodale onde massimizzare il *throughput* e contenere quindi il costo del servizio
 - semplificare al massimo il Terminale Utente, anche ove ciò comporti una maggiore complessità della Stazione Nodale

Il Nuovo Sistema a Pacchetto

Tecnica Trasmissiva Avanzata

- Dette linee guida suggeriscono che la trasmissione a pacchetto da parte di Terminali Utente avvenga con le seguenti modalità:
 - emissione dei pacchetti del tutto casuale in modalità *Aloha* (quando la Stazione Nodale non segnali uno stato di congestione generale)
 - trasmissione a bassa velocità e di tipo *spread-spectrum* (fino a 5 MHz di banda), limitando così l'interferenza in caso di collisione temporale di pacchetti trasmessi da diversi Terminali Utente
 - adozione, presso la Stazione Nodale, di una tecnica iterativa di cancellazione dell'interferenza residua tra i pacchetti
- L'interferenza tra i pacchetti viene così fortemente ridotta:
 - la tecnica *Aloha spread-spectrum* tollera di per sé tollerante all'interferenza, fin quando il carico non superi un valore critico e lo sbilanciamento tra il livello dei pacchetti rimanga molto modesto
 - un ulteriore forte miglioramento si ha cancellando, dal segnale ricevuto, l'interferenza dei pacchetti già decodificati. E così via iterativamente per tutti i pacchetti (*Successive Interference Cancellation – SIC*)
- Ciò però comporta un forte *processing load* alla Stazione Nodale

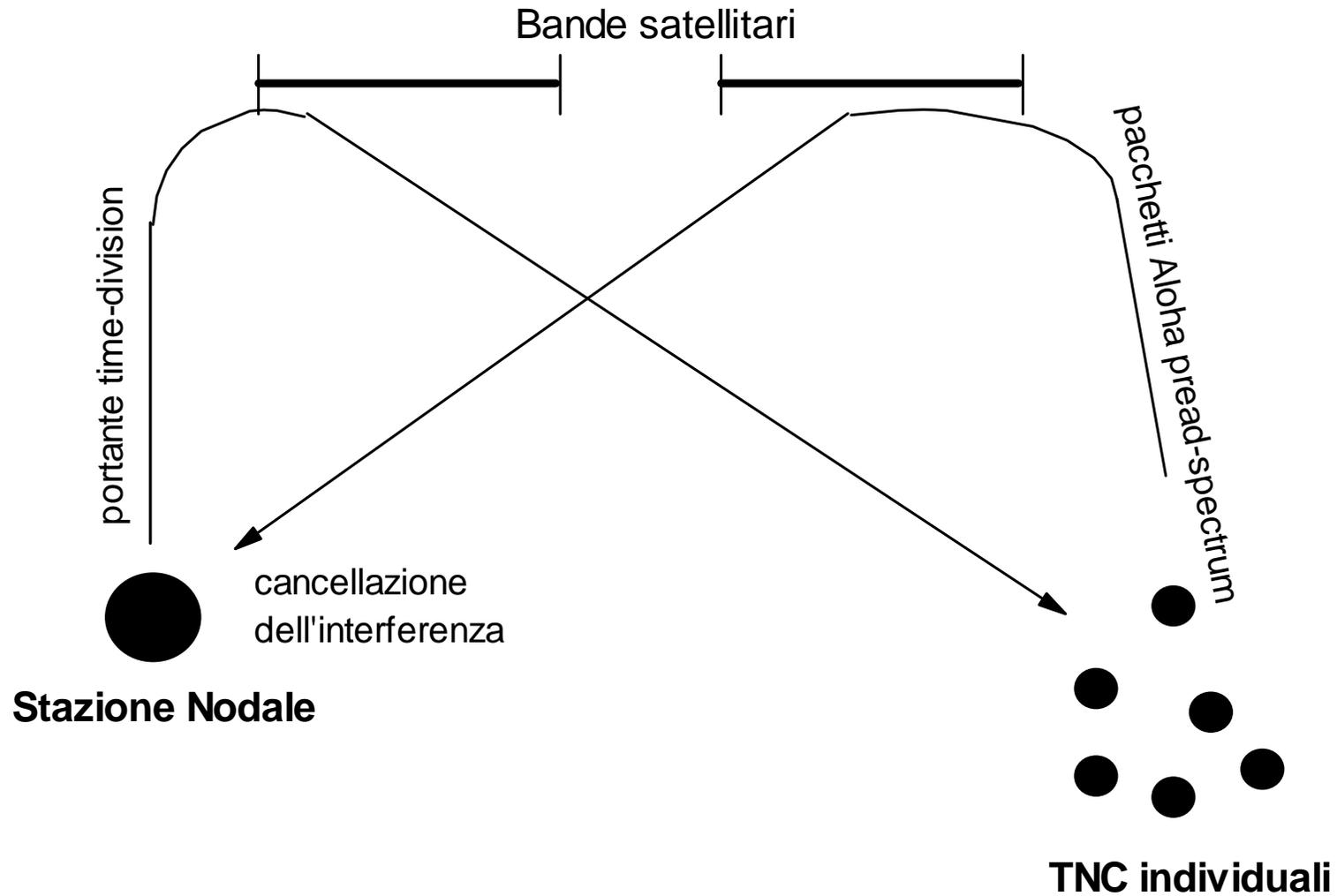
Il Nuovo Sistema a Pacchetto

Possibili Impieghi della Tecnica in Ambiti Amatoriali

- L'idea è di mettere in piedi una rete satellitare radioamatoriale (con finalizzazione da precisare) nella quale sia prevista:
 - la trasmissione *Aloha spread-spectrum* dei pacchetti in modalità connessa, invece dell'accesso CSMA
 - la cancellazione dell'interferenza tra i pacchetti
- Principali vantaggi:
 - *throughput* più elevato, specie in un contesto satellitare
 - minori ritardi
- Stante la forte capacità di *processing* richiesta per la cancellazione d'interferenza, questa sarebbe prevista solo alla Stazione Nodale. Conseguenze:
 - servizio compatibile con la topologia di tipo *client-server*
 - allocazioni di banda separate per i TNC individuali e per la Stazione Nodale
 - satellite di tipo trasparente con bande dell'ordine dei 100 kHz

Il Nuovo Sistema a Pacchetto

Possibile Topologia del Collegamento



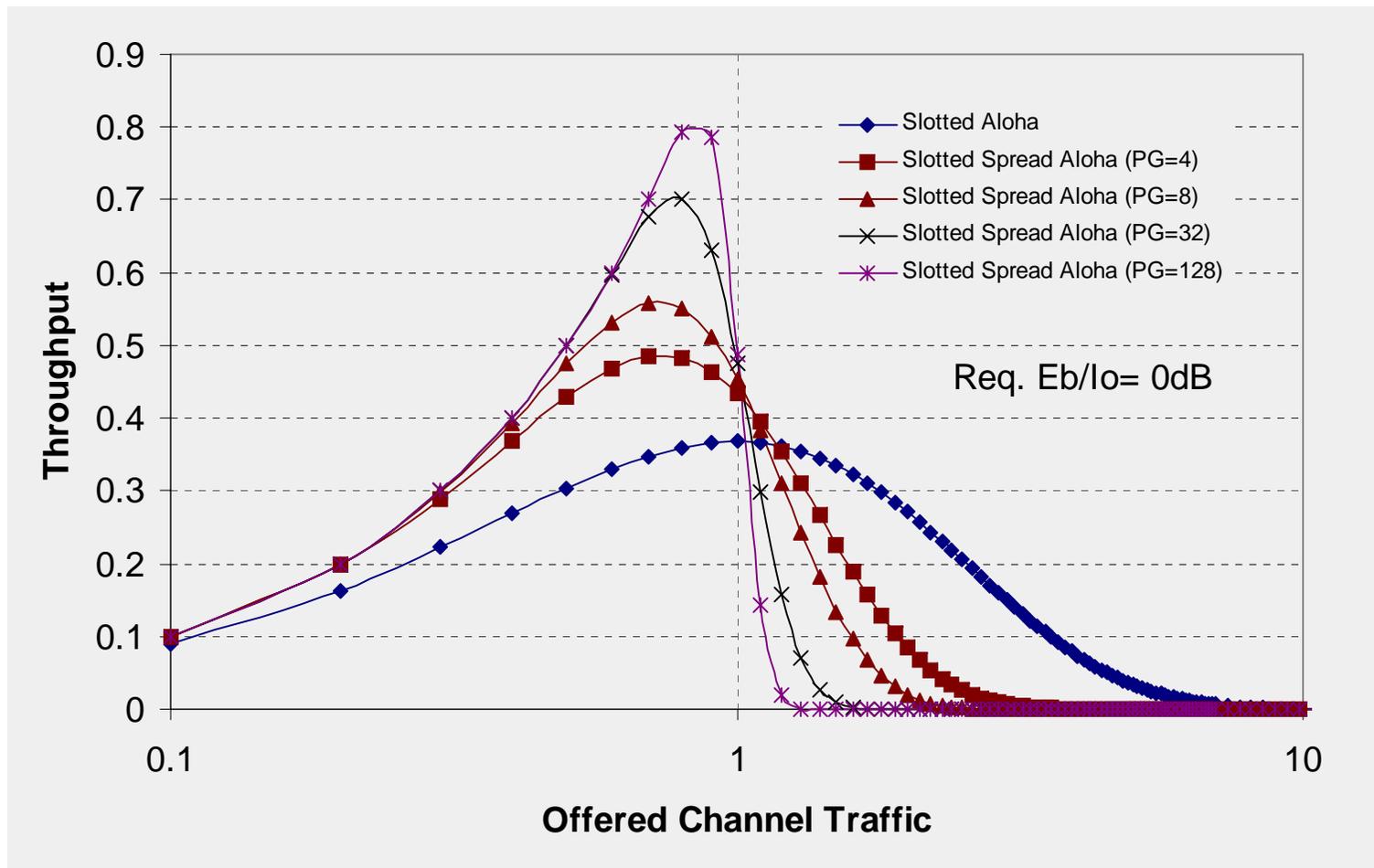
Il Nuovo Sistema a Pacchetto

Stato degli Sviluppi

- Il sistema commerciale in questione è stato oggetto di studi e di simulazioni al calcolatore che, per quanto riguarda il *physical layer*, sono state condotte dalla Space Engineering (progetto *MyReSys*)
- L'ESA ha recentemente emesso una richiesta d'offerta che si articola su:
 - una prima fase comprendente gli studi di dettaglio ed ulteriori simulazioni, e che si concluderà con l'emissione delle specifiche del sistema
 - una seconda fase che prevede il progetto, la realizzazione e la validazione in campo di un dimostratore del sistema basato su apparati che, pur se necessariamente prototipali, siano abbastanza vicini a quelli che verranno impiegati nel contesto operativo
- Nel seguito si illustra qualche principale risultato delle simulazioni sinora condotte onde fornire qualche indicazione quantitativa sulle prestazioni della nuova tecnica proposta

Valutazioni Quantitative

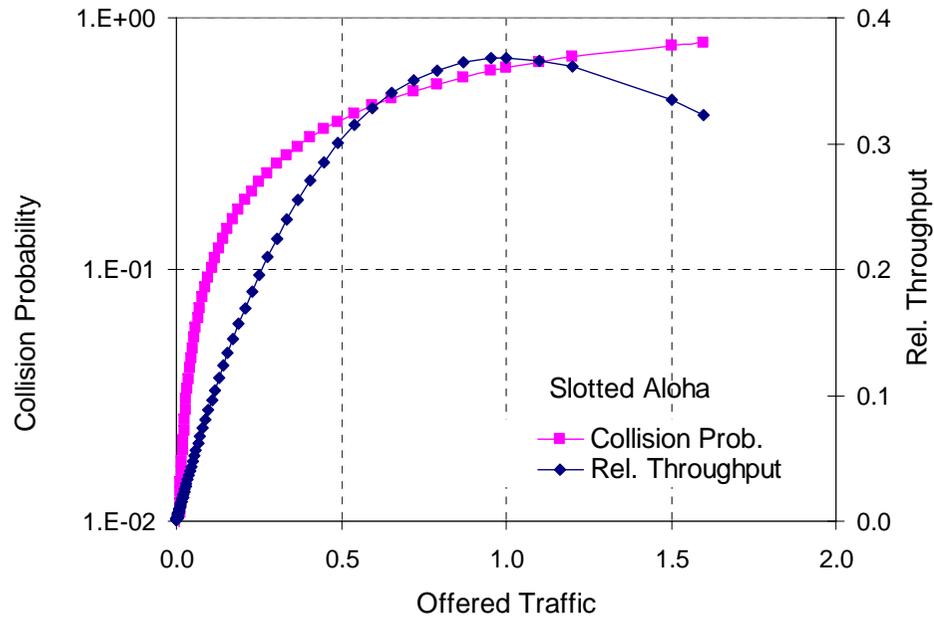
Prestazioni dello Slotted Aloha & Spread Aloha (1)



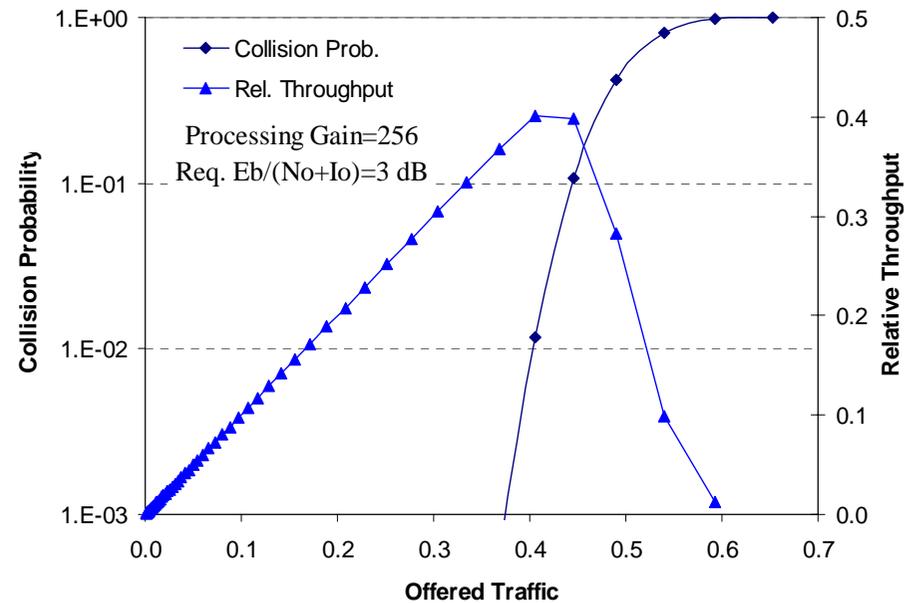
Valutazioni Quantitative

Prestazioni dello Slotted Aloha & Spread Aloha (2)

Slotted Aloha

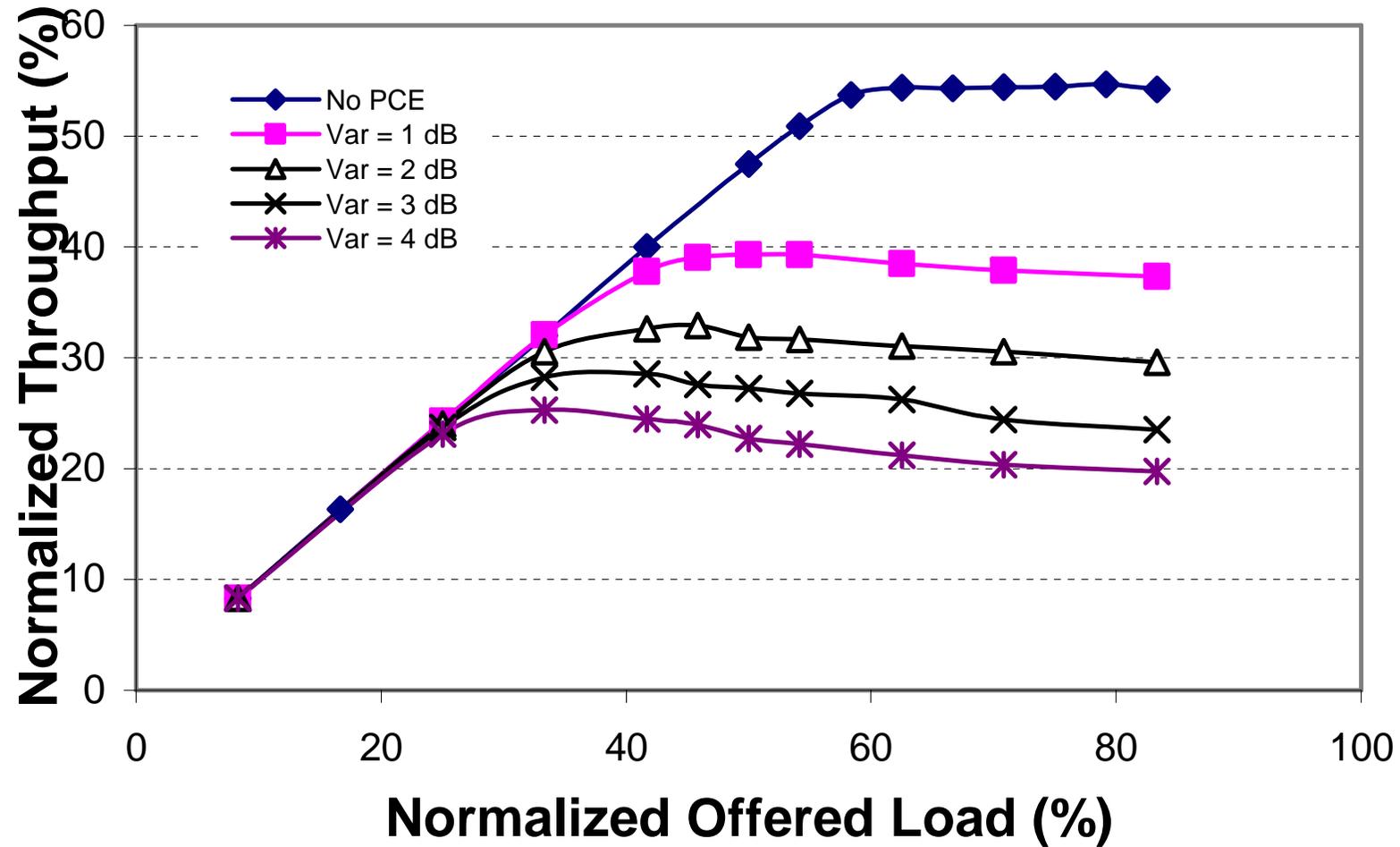


Spread Aloha



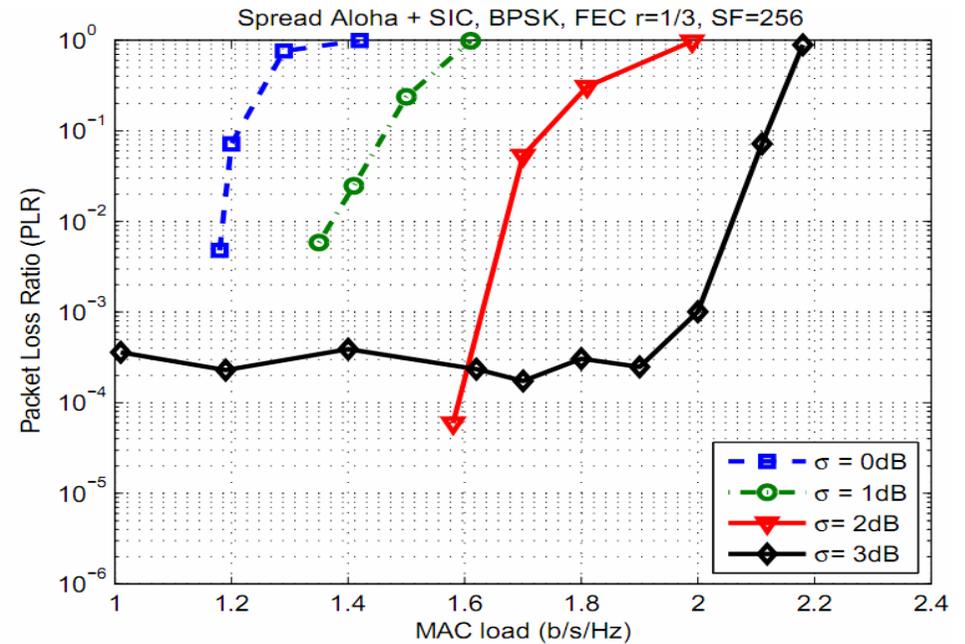
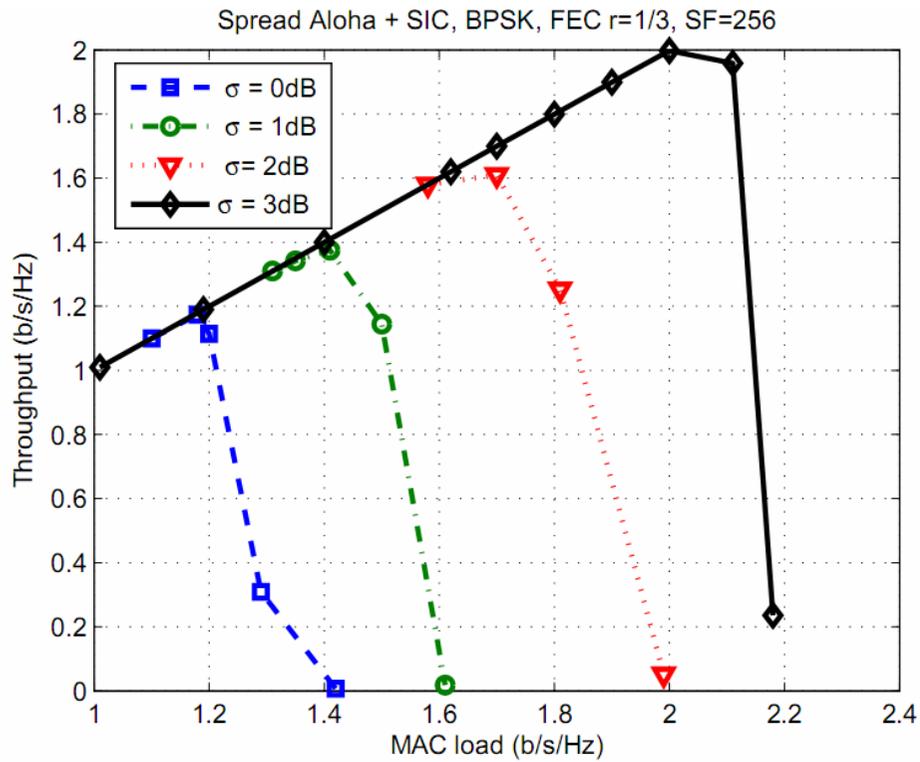
Valutazioni Quantitative

Sensibilità dello Spread Aloha agli Errori di Power Control



Valutazioni Quantitative

Prestazioni Spread Aloha + SIC



Conclusioni

- **Il sistema commerciale prevede l'utilizzo di terminali che:**
 - ricevono una portante TDM (DVB-SH) con banda di 5 MHz
 - trasmettono pacchetti a 10 kbit/s, con occupazione di circa 5 MHz di banda
- **Trasferendo la stessa tecnica di accesso in ambito amatoriale :**
 - la velocità di ricezione verrebbe principalmente limitata dai parametri (potenza, banda) del satellite utilizzato
 - la velocità di trasmissione sarebbe invece anche limitata dalla complessità risultante per il demodulatore della Stazione Nodale
- **Tecnica implementativa del demodulatore:**
 - l'approccio hardware, che risulta oggi inevitabile per supportare il *processing load* previsto per il sistema commerciale, sarebbe difficilmente proponibile in un contesto amatoriale, principalmente a causa dell'elevato costo dei *chips* programmabili (FPGA)
 - per contro l'approccio puramente software diviene fattibile quando si scalino i parametri di sistema a valori compatibili con il contesto radioamatoriale (ad es. bande non superiori a 100 kHz e velocità trasmissive non superiori a circa 1 kbit/s)
- **Si può pertanto concludere come la tecnica di accesso proposta possa trovare applicazione in ambiti caratterizzati da limitatezza delle risorse, tecniche ed economiche, quali tipicamente sono quelli amatoriali**