

Introduzione

Le comunicazioni spaziali rappresentano probabilmente uno dei settori di maggiore interesse dell'elettronica e delle telecomunicazioni, ad esse direttamente o indirettamente si debbono molti dei progressi scientifici degli ultimi 50 anni, numerose sono infatti le applicazioni nella vita quotidiana di idee e materiali derivati da attività spaziali. Queste comunicazioni erano un tempo adibite esclusivamente ad attività militare o scientifica e pertanto presentavano costi elevati e scarsa efficienza, l'avvento di servizi quale la tv digitale, la telefonia, il GPS ed altri le hanno rese maggiormente soggette alle leggi del mercato conseguentemente si è assistito ad un miglioramento progressivo delle prestazioni, dei costi e dell'efficienza.

In questa rapida evoluzione l'unico aspetto che non è mai stato messo in discussione è la modulazione adottata, infatti da sempre per la trasmissione in ambito spaziale di segnali non di servizio si utilizza la modulazione QPSK in quanto essa come vedremo individua il punto di minimo in un ideale spazio sui cui assi ci sono l'efficienza spettrale, la semplicità circuitale¹ e l'efficienza energetica².

L'argomento della Tesi si può pertanto definire datato ed in fondo ben conosciuto tuttavia il rapido e costante evolversi delle tecniche digitali, affiancato dai processi di integrazione su larga scala, consente di dire qualcosa di nuovo anche nella realizzazione di un modulatore QPSK, al riguardo basta osservare che attualmente le FPGA³ sono utilizzate in applicazioni spaziali soltanto per circuiti marginali mentre esse sono destinate ad un ruolo primario nelle future realizzazioni in virtù delle prestazioni in rapida ascesa, della loro riprogrammabilità a distanza e soprattutto della riduzione di costi e tempi di progettazione che implicitamente consentono.

Le specifiche tecniche dalle quali trae origine il modulatore QPSK sono state emesse dall'Alenia Aerospazio, una Società del gruppo Finmeccanica all'avanguardia nell'industria aerospaziale mondiale. Tra i suoi prodotti di maggior successo indubbiamente SkyPlex, un processore che consente l'accesso al satellite non più ad un unico flusso dati assemblato dalla stazione

¹che si traduce in spazi e pesi ridotti ovvero costi di lancio ridotti

²molta della energia del satellite viene utilizzata per comunicare, ottimizzando questo consumo si può aumentare sensibilmente la vita delle batterie e quindi del satellite stesso

³Field Programmable Gate Array

gateway, bensì a più flussi i quali vengono demodulati separatamente, opportunamente assemblati e successivamente di nuovo modulati ed inviati verso Terra in un unico flusso. I satelliti che attualmente utilizzano Skyplex sono gli HotBird 4 e 5, dei geostazionari appartenenti all'operatore EUTELSAT [4] impiegati prevalentemente per la televisione digitale, al riguardo la presenza di molteplici piccole emittenti che hanno accesso al satellite, sembra confermare l'idea che Skyplex abbia effettivamente rappresentato un modo nuovo di concepire le comunicazioni satellitari.

Le portanti utilizzate sono a 14GHz per HotBird 5 e 19GHz per HotBird 4, è naturalmente impensabile allo stato attuale della tecnologia digitale pensare di produrre direttamente questi segnali, tuttavia i vantaggi del digitale sono fortemente desiderati ed allora nella presente Tesi si propone una soluzione di compromesso ossia l'utilizzo di un modulatore digitale che modula una portante intermedia a 40MHz generata in forma digitale mediante un DDS⁴ a partire da un clock superiore a 160MHz, successive conversioni di frequenza analogiche traslano poi il segnale modulato alle frequenze realmente applicate all'amplificatore di potenza TWTA⁵ che alimenta l'antenna irradiante verso Terra. Le specifiche del modulatore digitale richiedono che esso sia in grado di accettare tre distinti data rate, 55Mbps, 82,5Mbps e 110Mbps, inoltre al fine di eliminare l'interferenza intersimbolica deve essere applicata una sagomatura d'impulso con spettro a coseno rialzato e $\alpha = 0,35$ quale fattore di roll-off.

⁴Direct Digital Frequency Synthesizer

⁵Travelling Wave Tube Amplifier