

# Implementazione dei ponti microonde Tv analogici per l'uso digitale

*La maggior parte dei ponti microonde analogici prodotti negli ultimi anni possono essere facilmente modificati per l'utilizzo digitale con modulazione QPSK. In questa nota tecnica vogliamo esporre le principali considerazioni sulla questione e analizzare le più importanti modifiche correlate a tale trasformazione*

\* Ingegnere, Presidente della ABE Elettronica

La transizione al digitale preoccupa molti broadcaster, ma non è detto che tutto il parco strumenti esistente debba essere "rottamato". Infatti le soluzioni analogiche più recenti e "intelligenti" possono essere upgrade al digitale. Raccogliamoli qui, in forma di "appunti tecnici", alcune "dritte" atte a effettuare tale trasformazione. Ovviamente le considerazioni in questione possono valere per una pluralità di soluzioni presenti sul mercato, ma nel merito dei parametri considerati e delle specifiche indicazioni il riferimento diretto è con i prodotti della ABE Elettronica.

## Modulatore IF

Il modulatore IF analogico a 70MHz deve essere sostituito da un modulatore QPSK che abbia la stessa IF a 70MHz e livelli di uscita e di impedenza compatibili (ad es. la serie DME che viene equipaggiata anche con uno o più codificatori MPEG-2).

## Banda IF/RF - capacità di informazione

Con riferimento alla maschera di emissione standard dei ponti analogici, il modulatore digitale può essere configurato per un Symbol Rate sino a circa 15MS/s. Usando 15MS/s e un Code Rate di 7/8, il Bit Rate del pontino

stream di entrata al modulatore è di 24Mb/s: sufficiente per contenere 4 programmi video, ciascuno con doppio audio con ottima qualità broadcast (circa 6Mb/s per ciascun programma Tv). È possibile usare Symbol Rates più elevati che sono accettabili per il ponte, ma la banda occupata sarà maggiore. Usando invece Symbol Rates più bassi è possibile occupare bande inferiori (ad es. 7MHz), ovviamente con capacità di contenere meno programmi. Si veda anche il capitolo a seguire "Impostazioni del modulatore QPSK".

## Linearità di ampiezza / fase

I ponti microonde analogici impiegano normalmente amplificatori saturati e limitatori. Le modulazioni digitali (e specialmente le QAM) richiedono amplificazioni lineari senza saturazioni o limitazioni. La modulazione QPSK è tra le modulazioni digitali meno sensibili ai problemi di linearità: per il suo utilizzo è consigliabile usare gli amplificatori ad una potenza di 3dB inferiore rispetto alla saturazione ed impiegare dei controlli automatici di guadagno al posto dei limitatori. Nonostante ciò, utilizzando modulatori digitali QPSK con ponti analogici standard che impiegano amplificatori saturati e limitatori, il risultato è accettabile

anche se le "spalle" dello spettro RF di uscita sono elevate sulle frequenze immediatamente adiacenti la banda di emissione (questo è l'effetto della non linearità di amplificazione).

## Rumore di fase degli oscillatori locali. Stabilità di frequenza

Nella normalità dei casi le prestazioni degli oscillatori locali standard utilizzati nei ponti analogici ABE sono sufficienti per l'utilizzo digitale con modulazione QPSK.

## Demodulatore IF

Il demodulatore IF analogico a 70MHz deve essere sostituito con un adeguato decodificatore QPSK, abitualmente chiamato IRD (Integrated Receiver Decoder, ovvero Ricevitore - Decodificatore Integrato). Normalmente gli IRD hanno una frequenza di entrata IF in banda "L" (da 950 a 2150MHz circa): è necessario pertanto interporre un convertitore di frequenza tra l'uscita IF 70MHz del ricevitore microonde e l'entrata dell'IRD (ad es. il modulo convertitore ABE 70/985MHz).

Si veda anche la nota tecnica "Ponti microonde Tv digitali - esempio di configurazione".

## Comparazione delle prestazioni tra ponti Tv analogici e digitali

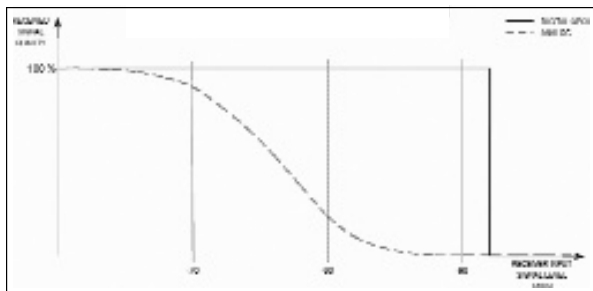
Con un ponte Tv analogico a

modulazione di frequenza, quando il segnale di entrata al ricevitore scende sotto una certa soglia, la qualità di uscita dei segnali video e audio si deteriora progressivamente. In pratica, il minimo segnale accettabile in condizione di "fading" è di circa -70dBm. Per contro (si veda il diagramma nella tabella 1) la qualità dell'uscita di un ponte digitale non degrada con il ridursi del segnale di entrata del ricevitore sino ad una soglia (normalmente intorno ai -90dBm) oltre la quale il segnale sparisce. L'esatto valore di soglia dipende da diversi fattori, tra cui il Code Rate, il Symbol Rate, la cifra di rumore del ricevitore, ecc.

## Riepilogo

Riepilogando, l'implementazione del digitale sui ponti microonde porta notevoli vantaggi:

- un singolo ponte può essere utilizzato per trasportare quattro (o più) programmi video / audio.
- le prestazioni del ponte non degradano progressivamente con la riduzione del segnale ricevuto ma rimangono costanti sino ad una soglia molto bassa.
- in pratica (e veramente considerevole) la soglia di ricezione aumenta di circa 20dB, consentendo al ponte di mantenere elevate prestazioni con un maggiore margine di fading o di usare potenza RF più bassa od antenne più piccole per coprire la medesima tratta. ▶



**Tabella 1: raffronto fra ponti microonde analogici e digitali**

**Impostazioni del modulatore QPSK**

Bit Rate del Transport Stream di entrata, Symbol Rate, Code Rate e banda occupata a frequenza dei dati (Bit Rate) del flusso di entrata (Transport Stream) del modulatore QPSK dipendono dalle impostazioni di frequenza di simbolo (Symbol Rate) e dalla quantità di dati aggiunti per la correzione dei possibili errori di ricezione (FEC – Forward Error Correction), ovvero dal codice di correzione impiegato (Code Rate). Il Symbol Rate è determinato dalle impostazioni di frequenza di clock e da un fattore di divisione.

La frequenza standard del clock è (nel caso del modulatore QPSK ABE) di 60MHz, determinata da un oscillatore interno a quarzo. Con i rapporti di divisione supportati dal modulatore (:2, :4, :8, :16, :24) è possibile impostare il Symbol Rate tra 2,5MS/s e 30MS/s. Se è richiesto uno specifico Symbol Rate (ad esempio 27,5MS/s) deve essere utilizzata una differente frequenza di clock (ad esempio 55MHz). Come opzione può essere utilizzato un oscillatore sintetizzato interno. In alternativa può essere inoltre impiegata una sorgente di clock esterna. Si noti che il modulatore QPSK ha una funzione automatica di adattamento del Transport

Stream che può aggiungere pacchetti di dati nulli (null packets – Bit-Stuffing) o, in certe condizioni, rimuoverli. In questo modo il Bit Rate del Transport Stream di entrata viene adattato a quello impostato nel modulatore per mezzo del Symbol Rate e del Code rate (le note riportate nella tabella esemplificativa in particolare si riferiscono al caso del modulatore ABE. Resta peraltro vero che anche altri analoghi apparati possono seguire la stessa logica, naturalmente si dovranno chiedere in tal senso le opportune indicazioni al proprio fabbricante). Per calcolare l'esatto Bit Rate del Transport Stream, procedere come segue:

**Bit rate del transport stream di entrata/banda IF & RF richiesta - con oscillatore clock symbol rate a 60MHz**

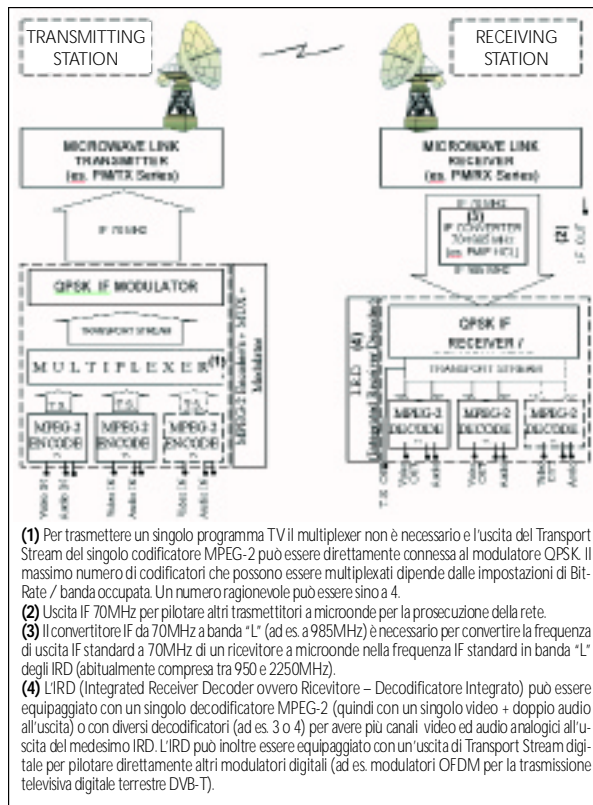
Fattore di divisione (Impostazione del modulatore)	Symbol Rate (MS/s)	Banda IF-RF approssimativa richiesta A – 3dB(MHz)	Bit Rate di entrata in funzione del Code Rate (anche considerando la codifica Reed Solomon) (Mbit/s)				
			Code Rate 1/2	Code Rate 2/3	Code Rate 3/4	Code Rate 5/6	Code Rate 7/8
2	30	39	27,647	36,862	41,470	46,078	48,382
4	15	19,5	13,823	18,431	20,735	23,039	24,191
8	7,5	9,75	6,911	9,215	10,367	11,519	12,095
16	3,75	4,875	3,455	4,607	5,183	5,759	6,047
24	2,5	3,25	2,303	3,071	3,455	3,839	4,031

Bit Rate del T.S. di entrata = Symbol Rate  
**x2** per modulazione QPSK  
**:8x7** esempio per code rate 7/8  
**:204x188** per codifica REED SOLOMON  
 - Code Rate più piccoli (ad es. 7/8) corrispondono a FEC più bassi (ad es. 1 su 8); Code Rates più grandi (ad es. 1/2) corrispondono a FEC più elevati (ad es. 1 su 2). La differenza è il

rapporto tra segnale e rumore (o disturbo): per esempio, un Code Rate di 1/2 consentirà un

margine di segnale di circa 4dB superiore comparato con un Code Rate di 7/8.

**Ponti microonde Tv digitali - esempio di configurazione**



- (1) Per trasmettere un singolo programma TV il multiplexer non è necessario e l'uscita del Transport Stream del singolo codificatore MPEG-2 può essere direttamente connessa al modulatore QPSK. Il massimo numero di codificatori che possono essere multiplexati dipende dalle impostazioni di Bit-Rate / banda occupata. Un numero ragionevole può essere sino a 4.
- (2) Uscita IF 70MHz per pilotare altri trasmettitori a microonde per la prosecuzione della rete.
- (3) Il convertitore IF da 70MHz a banda "L" (ad es. a 985MHz) è necessario per convertire la frequenza di uscita IF standard a 70MHz di un ricevitore a microonde nella frequenza IF standard in banda "L" degli IRD (abitualmente compresa tra 950 e 2250MHz).
- (4) L'IRD (Integrated Receiver Decoder ovvero Ricevitore – Decodificatore Integrato) può essere equipaggiato con un singolo decodificatore MPEG-2 (quindi con un singolo video + doppio audio all'uscita) o con diversi decodificatori (ad es. 3 o 4) per avere più canali video ed audio analogici all'uscita del medesimo IRD. L'IRD può inoltre essere equipaggiato con un'uscita di Transport Stream digitale per pilotare direttamente altri modulatori digitali (ad es. modulatori OFDM per la trasmissione televisiva digitale terrestre DVB-T).

Se avete trovato interessante questa raccolta di appunti tecnici, allora dovete sapere che a febbraio 2003 verrà organizzata una giornata di seminario tecnico (relatore l'ing. Roberto Valentin) sul tema: **"Transizione del Tv Broadcasting dall'analogico al digitale (Ponti a microonde - Trasmettitori)"**. Il tema verrà affrontato in modo organico e la trattazione degli argomenti comprenderà spiegazioni sia teoriche che di tipo tecnico-pratico. Vi sarà anche la possibilità di rivolgere domande per chiarire dubbi e vedere apparati in funzione. Oltre che per i tecnici, cui l'incontro è principalmente orientato, verranno fornite anche informazioni utili per gli editori. Il seminario, che sarà gratuito, si terrà presso la ABE Elettronica S.p.A. di Caravaggio (BG) - Via Leonardo da Vinci 92 - tel. 0363 351007 - www.abe.it. La prenotazione è obbligatoria (si suggerisce di farlo per tempo, data la limitata disponibilità di posti).