

Sincronizzatore dei bit e scrambler dei dati a 1.2288 Mbps

Matjaz Vidmar, S53MV

(traduzione Andrej Santin, IV3KCB)

All'inizio del packet-radio l'interfaccia tra il computer e la radio era ben definita. Il modem, o in qualsiasi altro modo si chiamava, visto dalla stazione radio doveva comportarsi come l'altoparlante, il microfono e il pulsante PTT. Questo tipo di segnali erano necessari anche per gli RTX FM a larga banda 70 cm e 23 cm, essendo possibile al limite usarli anche per trasmettere in fonia. Progettando collegamenti ancora più veloci per il packet-radio, questo sistema non è più valido, perché un segnale fonia non riuscirà mai a passare attraverso un RTX PSK.

Aumentando la velocità della trasmissione dei dati aumenta anche la banda di frequenza occupata e perciò bisogna utilizzare le bande in microonde. A queste frequenze però, essendo le perdite nei cavi molto alte, si preferirebbe montare l'RTX il più vicino possibile all'antenna. Anche il collegamento tra RTX e modem non può eccedere una certa lunghezza. Ad esempio, per evitare distorsioni e attenuazioni dovute alle capacità parassite, i modem Manchester devono essere collegati agli RTX WBFM con al massimo qualche metro di cavo schermato.

Indipendentemente dal tipo di RTX che useremo sarà bene definire l'interfaccia tra RTX e computer. Dopo

averci pensato un po' su, ho deciso di usare un'interfaccia con segnali TTL (0-5V) su cavo coassiale da 75 ohm. Per evitare o almeno attenuare le distorsioni dovute a disadattamenti, la linea è terminata da entrambi le parti con l'impedenza caratteristica del cavo.

Sebbene sia possibile costruire RTX FM e PSK che siano in grado di far passare anche la componente continua del segnale modulante, questo non è tanto facile. Per togliere la componente continua va perciò inserita un'interfaccia tra RTX e computer, come ad esempio un modem Bell-202 o un Manchester che generano un segnale AFSK.

Nel mondo digitale, per ovviare al problema della componente continua, basta assicurare che il numero degli uno e degli zero trasmessi sia uguale (o quasi) e che questi siano casualmente mescolati tra di loro. Per fortuna per il segnale packet-radio, grazie al meccanismo dell'inserzione degli zeri (bit stuffing), è facile costruire uno scrambler dalla parte trasmittente e un descrambler dalla parte ricevente.

Lo scrambling (randomization in inglese) semplicemente aggiunge al segnale utile un segnale pseudocasuale (pseudorandom) prima di trasmetterlo. Nel ricevitore viene fatta l'operazione inversa, togliendo il segnale casuale che è stato aggiunto

per ricavare il segnale utile. Da non confondere lo scrambling con il criptaggio anche se a prima vista sembrano uguali. Nello scrambling il codice pseudocasuale è noto e viene generato utilizzando degli shift register (registri a scorrimento) e porte EXOR per la retroazione lineare.

Un segnale scramblato in questo modo è facile da descrablare anche se non conosciamo esattamente come è stato scramblato. Infatti i matematici da anni conoscono un semplice algoritmo che velocemente risolve il codice con cui è stato scramblato il segnale. Ecco perché il valore di criptaggio di uno scrambler simile è nullo. Perciò non c'è ragione a non utilizzarlo per i collegamenti radioamatoriali già che semplifichiamo le nostre apparecchiature e perfino limitiamo i disturbi ad altri utilizzatori.

Il primo che ha utilizzato lo scrambler nel packet-radio è stato K9NG nel suo modem 4800 bps usando il polinomio $1 + X^{12} + X^{17}$. Il modem di K9NG è poi stato ripreso da G3RUH migliorando la parte analogica, ma aggiungendo un DPLL complicatissimo per raggiungere i 9600 bps. Anche il mio scrambler/descrambler utilizza lo stesso polinomio, essendo sufficiente uno shift register a 17 bit e due porte EXOR.

Lo schema elettrico del sincronizzatore dei bit con scrambler per i 1.2288 Mbps è in **figura 1**. Il circuito

dei dati. Il segnale dell'oscillatore a quarzo da 9.8304 MHz viene diviso per 8 dal primo 74HC161. L'altro 74HC161 viene utilizzato come sfasatore pilotato dai due contatori avanti/indietro 74HC191. Lo shift register 74HC164 e una porta EXOR servono per incrementare/decrementare i contatori ad ogni cambiamento di stato del segnale all'ingresso. In questo modo si è ottenuto un DPLL equivalente ad uno che funziona ad 256 volte la velocità dei dati ovvero a 315MHz.

Il DPLL pilota anche il circuito DCD, controllando se le transizioni del segnale all'ingresso avvengono al momento opportuno. Il valore viene mediato da una rete RC per un tempo di 500 microsecondi che è molto al di sotto del tempo di commutazione in trasmissione. La comparazione della tensione DCD viene effettuata semplicemente con una delle porte CMOS del commutatore 74HC157.

Il circuito del sincronizzatore dei bit è stato previsto per il funzionamento in simplex. L'uscita del DPLL pilota il clock di trasmissione e di ricezione dell'interfaccia seriale Z8530, ma è agganciata al segnale d'ingresso solo in ricezione. In trasmissione il DPLL divide per 8 il segnale dell'oscillatore a quarzo, essendo disabilitato il rivelatore delle transizioni (74HC164) dal segnale RTS (PTT).

Il clock rigenerato dal DPLL serve anche per pilotare lo scrambler/descrambler. Nel circuito ho usato un vecchio shift register 4006, perché al suo interno ci sono ben 18 stadi. Volendo usare la famiglia 74 HCxx si impiegavano almeno tre circuiti integrati. Questa semplificazione però non è indolore, perché il 4006 è un po' lento e bisogna ritardare i dati all'ingresso rispetto al clock con un condensatore da 1 nF (tra pin 6 e la massa). L'ingresso del 4006 viene pilotato da un D-flip-flop (metà 74HC74) per "pulire" il segnale in ricezione.

La commutazione tra scrambler in trasmissione e descrambler in rice-

zione viene fatta con un 74HC157. Questo viene usato anche per disabilitare i segnali RXD e DCD in trasmissione per evitare di sovraccaricare l'interfaccia DMA-SCC.

L'interfaccia verso il RTX è costituita dal circuito integrato 74HC04. Il segnale in trasmissione viene amplificato da quattro invertitori collegati in parallelo, per pilotare correttamente il cavo coassiale a bassa impedenza fino alla radio. All'ingresso ci sono due resistenze da 330 ohm il che equivale ad un'impedenza d'ingresso un po' più alta. Anche in questo caso il segnale viene amplificato da una porta del 74HC04. La sesta porta viene invece utilizzata per pilotare il BD137 che serve da PTT. Al contrario degli altri modem qui non c'è nessun circuito watchdog per il trasmettitore!

Il sincronizzatore dei bit con scrambler per 1.2288 Mbps è montato su uno stampato monofaccia 60 mm x 120 mm (**figura 2**, disposizione componenti **figura 3**). Fate attenzione a non dimenticare i sei ponticelli. Con uno di questi scegliamo la fase del clock d'uscita. Per usarlo con l'interfaccia DMA-SCC con il Z8530 bisogna collegarlo verso massa. Le resi-

stenze, l'impedenza e l'elettrolitico sono montati orizzontalmente, mentre il quarzo e il BD137 vanno montati verticalmente.

Il circuito necessita di una sola taratura. Il trimmer del DCD va regolato in modo, che in presenza di solo rumore all'ingresso del RTX, il LED si sia appena spento. L'interfaccia viene collegata al SuperVozelj come un qualsiasi modem, basta non dimenticare di aggiungere il collegamento del clock. Ovviamente il RTX collegato alla parte opposta deve avere la stessa interfaccia TTL per cavo coassiale 75 ohm.

Nella progettazione dell'interfaccia TTL nel RTX bisogna fare attenzione al segnale TXM. Durante la ricezione su questo segnale ritroviamo rigenerato e ritardato il segnale che stiamo ricevendo, il quale potrebbe disturbare il funzionamento della radio.