

**Sergio Cartoceti, IK4AUY**  
**Romano Cartoceti, I4FAF**

Nostro articolo ultimato nel mese di luglio 2004 e pubblicato su Radio Rivista di maggio 2005, pagg. 22-28, organo ufficiale dell' [ARI](#) Associazione Radioamatori Italiani, editore Ediradio srl. Questa è la versione originale riveduta, ampliata ed aggiornata dall'autore dei testi, Sergio Cartoceti, IK4AUY. **Last update: May 02, 2005.**

Il “nostro” TRX HF CDG2000.

Interessante esperienza di autocostruzione in alta tecnologia.

La ricerca di Colin Horrabin, G3SBI in particolare, George Fare, G3OGQ, Dave Roberts, G8KBB <sup>1</sup>, con l'ausilio di strumentazione da laboratorio adeguata, in origine supportata da un centro di ricerche inglese, ha prodotto buoni frutti, il CDG2000, ovvero un transceiver HF per radioamatori autocostruttori con le prestazioni essenziali ovvero quelle più importanti per poter dire sia oggettivamente, in laboratorio, sia soggettivamente, alla prova dei fatti “On The Air”, che un ricevitore è effettivamente un buon ricevitore anche durante condizioni estreme di affollamento dello spettro HF. In parole semplici l'obiettivo è mantenere sensibilità e selettività sul canale desiderato per una ricezione nitida, anche in presenza di forti segnali adiacenti, che possono essere causa di segnali prodotti internamente all'RX di intermodulazione, purchè i segnali adiacenti siano emessi da apparati puliti ovvero generati da TX con bassa intermodulazione e sintetizzatori di frequenze a basso rumore composito. Non sono previsti passband tuning, filtri notch, noise blanker, per mantenere la realizzazione non eccessivamente complessa, la CPU gestisce la possibilità di aggiungere una scheda accessoria commerciale DSP a livello audio. La loro esperienza ci è stata presentata dal giugno '02 al dicembre '02 nella rivista della RSGB Radcom, solo per la parte inerente al canale RX e relativo sintetizzatore di frequenze. Un ulteriore completamento relativamente alla parte TX in modalità transceiver e finale da 10 W out, con circuiti più tradizionali per mantenere una certa semplicità dell'insieme, ci è stato offerto in un secondo momento da parte dei medesimi autori con documenti, schemi, master per realizzare le basette, elenco componenti, in formato pdf consultabili sul sito internet ospitato dal Warrington ARC che ha appoggiato e motivato chi volesse cimentarsi in tale “challenge” di autocostruzione, certamente un progetto impegnativo, lungo da completare, non privo di problemi da risolvere ed inevitabili piccoli errori da scovare, componenti da reperire, performances da controllare con strumentazione da laboratorio appropriata. Questo trx, il CDG2000, appartiene a quella categoria di radio con un connubio oculato tra tecnologia digitale ed analogica di buona qualità, assistito da un vero e proprio computer incorporato nell'hardware, ma radio “stand alone”, che semplifica l'operatività, interfaccia funzioni utente, con menù agevoli una volta assegnate le varie funzioni ai pulsanti delle tastiere programmabili da pannello. Le cosiddette SDR “software defined radio” utilizzano oggi maggior integrazione digitale, nel CDG2000 abbiamo ancora almeno una IF/AGC completamente analogica. Pare che sia allo studio da parte degli autori un'evoluzione ulteriore tramite utilizzo di tecnologia digitale DSP a livello IF. Nell'attuale versione del CDG2000 l'immunità elevata all'intermodulazione è ottenuta grazie ad una serie di scelte progettuali appropriate: il mixer H-mode (perdita di circa 5 dB, input IP3 tra i +36 e +39 dBm) è posto dopo i filtri passabanda di front-end di tipo Butterworth per una minore perdita d'inserzione <sup>2</sup> (circa 2 o 3 dB e input IP3 tra +35 e +43 dBm, al meglio con i coil kit della Lodestone Pacific con differenze anche di 13 dB nella IP3 usando bobine già avvolte di altra marca), commutati rigorosamente da relays meccanici con l'accorgimento di far scorrere modesta corrente tra i contatti “DC wetted” tecnica utile a proteggere i contatti dall'ossidazione nel tempo, ed è seguito da diplexer e primo filtro roofing passabanda in

prima IF largo solo quanto basta per la SSB (circa 3 KHz), in una implementazione originale ed ottimale di tutto il canale RX, in particolare il front-end, particolarmente sensibile nel contributo alle performances, con un pignolo controllo della perdita d'inserzione di ogni stadio che ha consentito di evitare l'uso di preamplificatori senza sacrificare troppo il MDS (noise floor). Altro fattore importante è l'uso di un sintetizzatore che dichiara rumore di fase ridotto nei pressi del carrier del tipo PLL ad un solo loop con VFO di riferimento a DDS e divisione della frequenza generata dal VCO con modulo variabile controllato in automatico dalla CPU a seconda del range di frequenza. L'unico comparatore di fase-frequenza usato è del tipo avanzato "no dead zone"<sup>3</sup> ed il VCO è a doppia bobina di tank ed ampiamente bufferato. La dolcezza e dinamica elevata del circuito AGC/IF analogico (qui è stato adottato il progetto di W7AAZ pubblicato in precedenza in QST<sup>4</sup>) consentono ore e ore di piacevole esperienza d'ascolto. L' S-meter è del tipo digitale a bar led per evidenziare in modo dinamico le variazioni ed opportunamente affiancato da una indicazione puntuale numerica nel formato S+dB. La linearità in dB in tutto il range dinamico dell'AGC, circa 120 dB, è molto buona pertanto contemporaneamente e a fianco della tradizionale unità di misura del segnale è stata predisposta, tramite conversione analogica digitale e CPU, lettura espressa in - dBm, presente soltanto in ricevitori e strumentazione professionale. E' apprezzabile un buon audio in cuffia e soprattutto una buona tenuta del ricevitore ai disturbi da canali adiacenti, ripeto, purchè il corrispondente che li occupa non splatter di suo o abbia rumore di fase del proprio sintetizzatore meno che ottimale. Inizialmente gli autori non pensavano di supportare il loro lavoro oltre, ma tante sono state le richieste che hanno deciso di commissionare circa 100 basette professionali per ogni porzione circuitale (circa 9 basette per mettere assieme un apparato) oramai quasi esaurite, ora hanno ripristinato la disponibilità. Un solo commento su queste basette: sono veramente ben fatte. Altri hanno tentato di duplicarle. Preciso pertanto che non esistono kit completi, ma ci si deve arrangiare, inoltre la filosofia degli autori è che ognuno di noi possa apportare qualcosa di proprio, senza snaturare ovviamente il progetto di base. Lo scambio di eventuali problemi tra coloro che si stanno cimentando può avvenire nel gruppo di discussione Yahoo dedicato al CDG2000 accessibile anche dal sito internet del Warrington ARC che ora conta circa 250 iscritti. Decidemmo di ricorrere alle loro basette da assemblare per recuperare tempo, comunque mio padre Romano, I4FAF, ha dedicato, anche se non continuativamente, da gennaio '04 a luglio '04 per assemblarle, risolvere problemi, ottimizzarle. La nascita del mio primo figlio a fine dicembre 2003 ha felicemente elevato I4FAF al grado di nonno. Questo sforzo notevole, anche monetario perché i componenti acquistati in piccole quantità costano di più che all'industria che beneficia di economie in tal senso, trova ora compensazione morale nei risultati. Questo progetto è stato dato alla luce dagli autori inglesi tra il '01-'02 e supportato con alcuni aggiornamenti e modifiche dei file on-line nel corso del '03. Oggi vedo con piacere che anche l'industria per i radioamatori ha dato qualche segnale di rottura tecnologica rispetto al tram -tram in termini di performances a cui le black boxes ci avevano abituati, adagiati su modeste variazioni da un modello all'altro, per non "bruciare" troppo presto un determinato prodotto, anche se la tecnologia già da anni era a conoscenza ad esempio dei mixer a RF H-Mode (studiati e messi a punto proprio da G3SBI uno dei progettisti del CDG2000) ovvero mixer a commutazione doppio bilanciati, anche se non implementati attorno all'integrato FST3125M, IC suggerito opportunamente da I7SWX agli autori del CDG2000, in quanto già da anni prima venivano realizzati (con valori di IP3 anche oltre e comunque attorno a + 40 dBm) o con SD5000/SD5400<sup>5</sup> della Calogic oppure in modo ibrido con 4 D-MOSFET spesso pilotati in genere da divisori per 2 o 4 per ottenere efficacemente e con semplicità i necessari segnali sfasati per pilotare i gate, usati quali commutatori, nella sequenza opportuna. Bisogna poi tenere a mente che anche in questo caso in una applicazione broadband il bilanciamento del mixer stesso è correlato alla frequenza ed a questo proposito abbiamo osservato durante i nostri personali esperimenti sui mixer H-mode portati avanti in parallelo, ma autonomamente rispetto al corposo contributo sul tema di I7SWX, che anche in un mixer H-mode con O.L. a frequenza diretta, senza divisioni, lo squadratore 74AC86 usato ha le due uscite che non consentono un bilanciamento al top su ampi spettri, pertanto la presenza di un "balance adjustment"

può essere usato a nostro vantaggio ed efficacemente per ottimizzare il bilanciamento, con aumento dell'isolamento tra i porti, in determinate bande critiche tipo attorno ai 40 metri ove la densità e potenza dei segnali in genere sollecita maggiormente il primo mixer in un front-end (penso all'isolamento RF-IF a meno che non siano presenti dei filtri RF tra antenna e primo mixer che restringono la banda passante). Rimando al mio articolo che la ARRL ha pubblicato sulla rivista solo tecnica QEX di Luglio-Agosto 2004 dal titolo "A Doubly Balanced "H-mode" Mixer for HF"<sup>6</sup> in cui abbiamo riassunto le ns. esperienze eseguite nei primi sei mesi del 2003 e , con autorizzazione di Kato, JA9TTT, anche un nostro sunto delle sue risultanze strumentali comparative tra il mixer H-Mode a doppio bilanciamento con 3 trasformatori e la versione con due trasformatori proposta da I7SWX. Anche noi abbiamo sperimentato trasformatori avvolti manualmente (ispirati dal tentativo di I7SWX e di Kato, JA9TTT) per comodità di reperibilità delle ferriti binoculari Amidon, con la precisazione che gli avvolgimenti devono essere perfettamente identici per non introdurre asimmetrie evitabili se si impiegano trasformatori commerciali tipo il TT4-1A della Mini-Circuits, consigliato da Colin, G3SBI, per il range HF il quale mi ha confidato in corrispondenza circolare assieme a George, G3OGQ, via e-mail, di averlo selezionato dopo aver testato ben 15 tipi diversi di trasformatori misurati per la migliore IP3 con test set-up di dinamica idonea a misurare IP3 di oltre +40 dBm e, si badi, un normale analizzatore di spettro con 70-80 dB di dinamica libera da spurie di intermodulazione del 3° ordine a due toni non è in grado di misurarla, ma occorre una SFDR di almeno 95-100 dB garantita solo da strumentazione selezionata di fascia alta di performances a costi elevatissimi. Colin Horrabin G3SBI si è avvalso di strumentazione con elevata SFDR sin dall'inizio dei suoi test sui mixer H-mode nella versione a 3 trasformatori poiché supportato dal "Science and Engineering Research Council's Darebury Laboratory (vedi Handbook 2004 ARRL, p. 15.29). Circa la SFDR e analizzatori di spettro e misurazioni in alta dinamica si veda il nostro articolo in 3 parti pubblicato su RR 7/8-03, pp 29-33, RR 10/03, pp 34-38, RR 11/03, pp 36-38, anche se l' esempio citato riguardava i preamplificatori push-pull da noi presentati, con alta dinamica attorno a +42 dBm di IP3, il problema della tecnica di misurazione è il medesimo. A fine luglio '03 inviai a mezzo e-mail a Giancarlo, I7SWX, le risultanze pubblicate da Kato, JA9TTT, sul proprio sito WEB personale poi da Giancarlo richiamate sulle pagine di Radio Rivista 11/03 questo perchè il Kato, JA9TTT, disponeva di un sistema di test con SFDR di almeno 90-95 dB indispensabile per poter misurare la dinamica di tali mixer, cosa di cui lo stesso I7SWX ha dichiarato in tale articolo di non disporre. In base alle prove fatte dal JA9TTT è in conclusione emerso che la IP3 appare solo lievemente migliore nella versione a 3 trasformatori rispetto a quella con due trasformatori proposta da I7SWX. Da un punto di vista pratico la nostra preferenza personale è caduta sulla versione a 3 trasformatori perché meccanicamente troviamo più semplice avvolgerli in trifilare anziché in pentafile come prevede la versione a due trasformatori, ma ripeto è solo una scelta personale. Essendo in contatto anche con l'amico Doug, KF6DX, editore della rivista QEX (ARRL), KF6DX, che notoriamente accoglie solo articoli tecnici essendo dedicata al 100% quale forum di interscambio per sperimentatori inviai pure a lui tali risultanze assieme a breve nota circa le nostre prime esperienze in proposito secondo le nostre metodologie di test (pubblicata in lettere all'editore QEX 9-10/2003). L'ARRL valutò originale e completo il nostro approccio e panoramica circa l' H-mode mixer per HF così ne seguì l'accettazione del nostro articolo sul tema, pubblicato però solo ora in QEX 07-08/2004. Ciò premesso nel CDG2000 da noi assemblato abbiamo usato i 3 trasformatori da noi avvolti anche se previsti dagli autori inglesi i già citati TT4-1A. L'architettura del front-end nel CDG2000 è superlativa (riteniamo migliore rispetto a quella del "PIC a STAR" di G3XJP, altra serie di articoli pubblicati da Radcom) poiché ha risolto alla radice eventuali problemi di minor isolamento del porto RF-IF su certe bande, evitando alla radice il deterioramento della IP3 degli stadi che seguono il primo mixer, ponendo dopo il mixer ed il diplexer passivo un filtro a quarzo passabanda di roofing speciale, quindi non è stato impiegato nessun stadio attivo di amplificazione prima di esso fonte inevitabile di intermodulazione. Nell'ambito radio per radioamatori usualmente diffuse, a parte un ricevitore della AOR AR7030, RX-340 HF DSP Receiver della TEN-TEC ed il più datato Watkins-Johnson

HF1000A che dichiarano “3rd Order Intercept .... +30 dBm typical” ed i professionali Rohde and Schwarz R&S XK2000EK transceiver, con IP3 tipica di +35 dBm, ed i ricevitori R&S EK895, 896, solo il nuovissimo IC-7800 della Icom dichiara IP3 di +40 dBm usando un mixer con una rete di D-MOS FET pur tuttavia differisce dal CDG2000 per il fatto che il primo roofing filter pare avere un passabanda minimo di 6 KHz e non di 2,4 - 3 KHz. Il transceiver che dovrebbe costituire la risposta Yaesu in campo HF/6metri all’ Icom presentato a Dayton nel maggio 2004 è l’ FTDX9000 che dichiara pure IP3 di + 40 dBm, ma la brochure preliminare precisa che verrà utilizzato un roofing filter in prima IF con passabanda sino a circa 3 KHz. Ma a che prezzi! Avviamo già apprezzato i test di laboratorio ARRL sull’ ORION della Ten-Tec che utilizza come primo mixer una quaterna di JFet tradizionali infatti la IP3 si aggira sui + 25 dBm, rispettabili, impiega vantaggiosamente roofing filter anche più stretti di 3 KHz, a seconda del modo in uso e si pone ad oggi in vetta ai più diffusi apparati radioamatoriali (a parte IC-7800, con qualche distinguo, comunque pur sempre un apparato entusiasmante e l’ FTDX9000 che non è ancora in commercio e quindi non è ancora stato testato) quando si considerano segnali interferenti distanziati tra loro pochi KHz (ad esempio 5 KHz o meno, anziché 20 KHz) situazione che rispecchia maggiormente la realtà operativa durante i contest o durante aperture in cui le bande sono piuttosto piene. Ho già avuto modo di sottolineare l’importanza che ha un roofing filter stretto correlato al modo in uso come efficace protezione alla IMD diversamente si notano usualmente peggioramenti di parecchi dB nel test, importantissimo per un ricevitore, della *IMD DR di terzo ordine* con due toni spazati prima 20 KHz e poi solo 5 KHz o meno. Su questo punto Tom, W8JI, è talmente concorde che ha recentemente predisposto una tabella di test da lui eseguiti su alcuni apparati ordinata proprio in base a questo importante parametro, sul proprio sito web [www.w8ji.com](http://www.w8ji.com), sezione ricevitori, con due toni spazati solo 2 KHz. Ovviamente non esiste un livello ottimale di *IMD DR 3° ordine*, in teoria più è alto il valore meglio è, ma Tom realisticamente indica che valori attorno a 80 dB consentono di non incorrere in problemi di disturbi prodotti internamente dal ricevitore nel 99% dei casi così che la principale causa di disturbi resta la scarsa qualità di alcuni segnali realmente presenti in banda. Si veda anche la presentazione alla Convention di Dayton, maggio 2004, con tabelle di prove su RX preparata da Rob Sherwood, NC0B, dal titolo “Radios Used in a Contest Environment” disponibile al sito [www.sherweng.com/presentation.html](http://www.sherweng.com/presentation.html).

Per comodità di confronto con il CDG2000 riporto una sintesi di dati importanti per un ricevitore secondo le prove eseguite dal laboratorio ARRL e presentati per esteso in QST di gennaio e agosto 2004 (banda 14 MHz, Preamplifier 1 ON, filtro 500 Hz) su due recentissimi apparati HF di fascia alta:

Apparato	IMD DR 3°		Blocking DR		IP3 (preamp on/off)		IP2	MDS(500Hz)
	20KHz	5KHz	20KHz	5KHz	20KHz	5KHz		
Ten-Tec ORION	94	93	128	129	+13(+23)	+11 (+22)	+63	-136dBm
ICOM IC-7800	103	84	138	112	+21(+37)	+7,7(+22)	+87	-138dBm

Il rumore composto del sintetizzatore è stato misurato inferiore a – 136 dBc/Hz tra 2 KHz e 20 KHz dal carrier per l’Orion e per IC-7800 è decrescente e raggiunge i – 130 dBc/Hz a circa 8 KHz dal carrier e inferiore a -140 dBm oltre i 18 KHz circa. Dal lato TX l’ IC-7800 impiega a vantaggio una configurazione tutta a mosfet (recenti della ST) a 48V con minor IMD negli ordini dal 5° in su.

**Sintesi delle principali caratteristiche del CDG2000 dichiarate dagli autori inglesi:** in SSB la sensibilità-soglia di rumore è a circa -130dBm, IP3 attorno a +40dBm e una *IMD DR 3° ordine* (anche detta SFDR o IP3 DR) di 113dB usando la formula:  $IMD DR 3^{\circ} = 2/3 * (IP3 - MDS)$  <sup>7</sup>.

Si osserva la bontà di questi valori associati alla pulizia del sintetizzatore usato come oscillatore locale che gli autori inglesi indicano con rumore composito di -130 dBc/Hz a 5 KHz dal carrier e circa -140 dBc/Hz a 10 KHz, misura che non ci è possibile verificare direttamente. Riportiamo documentazione fotografica dettagliata della nostra realizzazione, mentre per chi fosse interessato a visionare gli schemi di progetto originali rimando esclusivamente all'articolo originale in Radcom ed al sito web del Warrington ARC. Si può notare dalle nostre foto quanto sia importante anche la cura meccanica in una realizzazione RF con accurate schermature per tutte le unità, in modo particolare per la sezione sintetizzatore VCO, l'unità filtri stretti IF in cui bisogna garantire una reiezione ultima elevata, l'unità IF-AGC che è estremamente sensibile quindi concentra in una basetta un' elevatissima amplificazione e bisogna evitare assolutamente che l'oscillatore BFO, di frequenza +/- 1,5 KHz attorno ai 9 MHz, disturbi la linea di AGC scavalcando i filtri passabanda presenti nella basetta IF, gli ottimi INRAD per SSB (BW a -6 dB 2,475 KHz, BW a -60 dB 3,613 KHz, fattore di forma 1,5) e CW (fattore di forma 2 per la versione con BW a -6 dB 570 Hz) <sup>8</sup>. Alcune modifiche da noi predisposte riguardano la messa a punto di nostra basetta (su idea originale di W7AAZ in Experimental Methods in RF Design, W7ZOI-W7PUA-KK7B, edito da ARRL 2003) con possibilità di implementare un canale RX opzionale per il pick-up del noise idoneo a pilotare il blanking gate predisposto sullo stesso mixer h-mode qui presentato rigorosamente nella versione originale ovvero con segnali I e Q ottenuti opportunamente da un divisore per 2, pure necessario nell'architettura del sintetizzatore stesso, e con 3 trasformatori (anziché i 2 trasformatori già abbondantemente documentati negli articoli di I7SWX). Per una efficace azione quale NB è fondamentale verificare l'isolamento in dB tra l'ingresso RF e l'uscita IF del mixer stesso. Altra nostra esperienza che qui riportiamo è la realizzazione di apposita basetta di prova del diplexer e roofing filter a 9 MHz, sulla base dello schema originale in Radcom (e nel sito Web del Warrington ARC), modificata solo per ospitare alcuni compensatori variabili al posto di quelli fissi originariamente previsti, poiché alla prova dei fatti, sebbene questo circuito sia particolarmente raffinato e perfetto da un punto di vista teorico, con i componenti reali è estremamente critico nell'ottimizzazione. Impiega 4+4 quarzi sulla stessa frequenza di 9 MHz di caratteristiche omogenee ed è necessario avvolgere diverse bobine toroidali, due di queste sono accoppiatori ibridi. Questa configurazione più complessa utilizza due filtri passabanda da 4 quarzi cadauno combinati con una accoppiatore ibrido all'ingresso ed un combinatoro ibrido all'uscita e consente una chiusura ottimale a larga banda del filtro a 50 Ohm con una impedenza più stabile per cancellazione degli errori. Inoltre splittando il segnale sui due rami il filtro complessivamente beneficia di una minore intermodulazione. Rimando alla puntuale descrizione in "The CDG2000 HF Transceiver" in Radcom 07/2002, pp18-24. Il problema è la perdita di inserzione effettiva rispetto a quella di progetto per rispettare l'importante obiettivo di raggiungere adeguata sensibilità complessiva dell'RX senza ricorrere a preamplificatori prima della selettività di media frequenza. Ne abbiamo cablati 2 a regola d'arte e acquistato induttanzimetro e capacimetro di precisione per selezionare ogni singolo componente, ma il risultato era il medesimo: perdita di 8 dB. Dopo varie e-mail con G3OGQ e G3SBI ci demoralizzammo ulteriormente visto che confermavano una perdita di circa 2-3 dB nella loro prima versione ottimizzata in laboratorio. A questo punto che fare? Una differenza di 5-6 dB era eccessiva. Per non rovinare le belle basette dell'unità front-end decidemmo di ridisegnare autonomamente una nostra basetta solo per questa porzione circuitale, diplexer e roofing filter, oltretutto utile in generale per altri impieghi dopo un qualsiasi mixer con prima IF a 9 MHz. Abbiamo così opportunamente aggiunto dei compensatori variabili per ottimizzare il tutto sotto monitoraggio strumentale costante sia della perdita di inserzione, sia della forma del filtro passa banda e nel caso di un VNA (Vector Network Analyser) anche il ritardo di fase (group delay). Vi segnalò oltre al progetto di VNA di N2PK anche il recentissimo progetto di N5EG Tom McDermott e Karl Ireland "A Low-Cost, PC Based Network Analyser, in QEX (ARRL) Luglio-Agosto 2004 con interfaccia USB al computer e provvisto di software di gestione" <sup>9</sup>. Senza ulteriori modifiche abbiamo finalmente ottenuto un miglioramento netto da una perdita iniziale di 8 dB a 3 dB che reputiamo realistica ed accettabile ed una modesta ondulazione di testa del filtro nella

gamma passante di circa 3 KHz che è leggermente asimmetrica rispetto il centro di 9 MHz circa – 1,6 KHz sotto a meno 3 dB e circa + 1,4 KHz a – 3 dB, senza comprimere il fattore di forma dell'altro filtro INRAD di 2,4 KHz presente nella successiva unità IF. Causa frequente di errore è il montaggio dei due trasformatori che agiscono da accoppiatori ibridi in ingresso e uscita ai due gruppi di filtri da 4 quarzi l'uno, come capitato anche a noi all'inizio, da controllare secondo lo schema. Ringraziamo Eraldo, I4SBX, che si è prestato ad effettuare la verifica del nostro filtro roofing definitivo con un analizzatore di reti vettoriale a RF ovvero con il VNA by N2PK da lui professionalmente realizzato, ed ha opportunamente elaborato i dati con Excel che consente di combinare i vari parametri misurati in un solo e significativo grafico, quello analitico con uno span totale fine di 10 KHz in asse X, che comprende sia il fattore di forma, il "return-loss" e "phase-delay" in relazione alla frequenza. L'altro grafico è la curva di attenuazione del filtro panoramica ovvero con un maggiore span totale di 30 KHz. Eraldo mi conferma che da un filtro a 4 quarzi in serie al segnale non si potrebbe ottenere di più, assolutamente appropriato nell'uso quale roofing dopo un mixer con un ottimo valore di return loss al peggio di 14 dB che è pari ad un ROS di 1,5:1, ciò significa che lo splitter di ingresso e di uscita lavorano bene sulla chiusura a 50 Ohm, ritardo di fase tutto sommato omogeneo nel passabanda e perdita di inserzione da 2,5 dB a max 4 dB nell'estremo alto del passabanda. Siamo veramente soddisfatti del risultato. La perdita d'inserzione cumulativa attraverso i filtri passa banda, mixer, roofing filter è di circa -10 dB ed il guadagno dell'unità IF con amplificatore a 4 FET in parallelo al netto della perdita del filtro SSB INRAD è di circa + 10 dB, pertanto il segnale già filtrato in stretta banda passante perviene alla unità di massima amplificazione IF/AGC con nessuna o modestissima perdita, situazione appropriata ed indicata nel progetto di quest'ultima come ottimale al fine di non deteriorare il *noise floor*. Altra sperimentazione è stata eventuale sostituzione del rivelatore a prodotto per ssb-cw, nel CDG2000 costituito da un mixer passivo a diodi (SBL1 Mini-Circuits), con un rivelatore del tipo sample and hold in origine presentatoci anni fa dal ben noto Ulrich Rohde in QST, 11/1992<sup>10</sup>, ma provando ad utilizzare IC della medesima famiglia di Fast Bus impiegato nel mixer H-mode, alla ricerca di minor IMD anche in banda audio. Al momento abbiamo ultimato l'unità rivelazione e audio con l'originale SBL1, apportando comunque migliorie alla sezione audio, poiché tale sperimentazione richiede ulteriori indagini e tempo. In breve questa applicazione specifica di rivelatore sample and hold con IF a frequenza relativamente bassa e posto dopo una catena IF che ha già provveduto ad elevare l'entità del segnale, non è strettamente necessario un trasformatore d'ingresso così è eliminata ulteriore possibile fonte di intermodulazione. I ringraziamenti agli autori inglesi del CDG2000 sono doverosi. In conclusione questa realizzazione richiede tanto tempo, passione, competenza-esperienza e strumentazione per poter giungere al termine con i risultati sperati e l'appoggio di qualche ditta per il reperimento di tutta la componentistica idonea. Come evoluzione di questo progetto, ora funzionante sul tavolo come qrp a 10 W<sup>11</sup>, sarà la sperimentazione di un finale a mosfet a 48V da 200 W, ma certamente I4FAF avrà ancora un bel pò da fare per ricablare tutte le unità in un contenitore definitivo e di aspetto gradevole. Ringraziamo ancora Eraldo, I4SBX, per il suo qualificato aiuto in alcune prove strumentali. Nostro sito Web <http://xoomer.virgilio.it/sergiocartoceti/index.htm>.

### Note – Bibliografia:

<sup>1</sup> "The CDG2000 HF Transceiver" by G3SBI, G3OGQ, G8KBB in rivista Radcom (RSGB) da giugno a dicembre 2002. Anche nel sito Web del Warrington Amateur Radio Club [www.warc.org.uk/](http://www.warc.org.uk/)

<sup>2</sup> Sergio Cartoceti, IK4AUU, Romano Cartoceti, I4FAF, "Front-end HF con filtri passa banda e preamplificatori ad alto livello", parte prima RR 9/02, pp 20-26, parte seconda RR 10/02, pp 21-27. Sergio Cartoceti, IK4AUU, "A High-Level Accessory Front End for the HF Amateur Bands", QEX (ARRL) Marzo-Aprile '03, pp 45-56, una errata corregge nel ns sito WEB, e dati di prova in lettera all'editore QEX 05-06/03, pp 63.

<sup>3</sup> Data Sheet del 74HCT9046A è disponibile nel sito Philips Semiconductors

<sup>4</sup> W. Carver, W7AAZ (ex K6OLG), “A High Performance AGC/IF Subsystem”, QST, maggio 1996 pp 39-44 (articolo presente anche nel CD allegato al libro Experimental Methods in RF Design, ARRL, 2003. Errata corregge in Dec 1996 QST, p. 71. Nel ns sito web, sezione dedicata all'autocostruzione, abbiamo la foto della ns. realizzazione che risale al 1997 sul primo layout originale predisposto in un package che era disponibile presso ARRL. La basetta IF/AGC per il CDG2000 differisce nella disposizione componenti ed ha minor spazio per il filtro interstadio e non consente molte opzioni nel caso si volesse utilizzare un filtro pb a cristallo commerciale anziché quello previsto di 3 quarzi.

<sup>5</sup> Da ultimo un ottimo trattato in U. Rohde, DJ2LR/KA2WEU, “Theory of intermodulation and Reciprocal Mixing”, parte 2, QEX, gennaio/febbraio 2003, pp 21-31

<sup>6</sup> Sergio Cartoceti, IK4AUY, “A Doubly Balanced H-mode Mixer for HF”, QEX luglio/agosto 2004, pp 23-32 e lettera all'editore pubblicata da QEX settembre-ottobre 2003 circa anteprema ns. autonome esperienze sui mixer H-mode e segnalazione sito WEB circa i risultati prove eseguite da Kato, JA9TTT, da lui immessi sul Web sin dal luglio 2003, versione originale a 3 trasformatori e versione proposta da I7SWX a 2 trasformatori.

<sup>7</sup> Per ampia discussione sulle principali misurazioni circa le prestazioni dei ricevitori e procedure di prova si veda Sergio Cartoceti, IK4AUY, Romano Cartoceti, I4FAF, “Front-End HF, Filtri e Ricevitori: misurazioni e simulazioni. Il significato delle principali sigle e formule che caratterizzano la progettazione dei singoli stadi e le prove dei nostri ricevitori”, in tre parti, RR 7/8-03, pp 29-33, RR 10/03, pp 34-38, RR 11/03, pp 36-38.

<sup>8</sup> Per i filtri INRAD sono disponibili i grafici del fattore di forma. Quelli a 9 MHz sono elencati sotto la voce filtri per sperimentatori, sito Web [www.qth.com/inrad/](http://www.qth.com/inrad/)

<sup>9</sup> Con modica spesa si veda nostro articolo “Visualizzazione della risposta in frequenza di filtri passa banda HF in dB” in RR 7-8/02, pp 26-29. Oppure analizzatore di spettro con tracking, ma meglio ancora l'impiego di un VNA ovvero un analizzatore di reti vettoriale del tipo recensito da I7SWX in RR 4/04, progetto di N2PK, da 50 KHz a 60 MHz, in <http://users.adelphia.net/~n2pk/> oppure il recentissimo ed avanzato VNA da 200 KHz a 100 MHz con interfaccia USB “A Low-Cost 100 MHz Vector Network Analyser with USB Interface” in QEX luglio/agosto 2004 by Tom McDermott, N5EG, W Karl Ireland, pp 3-14, ma le info pratiche sono nel sito del Tucson Amateur Packet Radio (TAPR) <http://www.tapr.org/> e gli schemi, descrizione, software sono disponibili in particolare in <ftp://ftp.tapr.org/pub/n5eg/> .

<sup>10</sup> U. Rohde, DJ2LR/KA2WEU, “Recent Advances in Shortwave Receiver Design”, QST, 11/92, p 53

<sup>11</sup> Sergio Cartoceti, IK4AUY, Romano Cartoceti, I4FAF, Roberto Danieli, IK4AVZ, “Lineare HF QRP a Mosfets”, RR 04/00, pp 23-29. Per una panoramica su apparati HF che utilizzano Mosfets ed in particolare circa il nuovo IC-7800 mia pagina Web ospitata da Adam VA7OJ/AB4OJ <http://www.qsl.net/ab4oj/icom/ic7800/7800txdev.html>