

Appunti sulle Onde Lunghe

Claudio Pozzi, IK2PII

9 maggio 2009

Sommario

Raccolta dei quattro articoli introduttivi sulle onde lunghe, in particolare dedicati alla banda radioamatoriale dei 136 kHz, pubblicati sulla Newsletter della sezione ARI di Milano e sulla rivista Radio Kit nel 2004.

Gli articoli sono stati parzialmente aggiornati e sono stati corretti alcuni errori.

Indice

1	Classificazione delle onde lunghe.	3
2	Cosa si ascolta.	3
3	Un'antenna facile facile.	3
4	Preamplificatore ad alta impedenza.	5
5	I ricevitori.	5
6	Prove di ricezione.	5
7	Propagazione e rumore.	6
8	Antenne Loop.	6
8.1	Loop risonante.	6
8.2	Loop risonante con trasformatore.	6
8.3	Loop non risonante.	7
9	Un preamplificatore universale.	7
10	Costruzione dei circuiti.	8
11	Filtri.	8
11.1	Filtro passa basso.	8
11.2	Passa banda.	9
12	Strumentazione.	9
12.1	Per iniziare.	9
12.2	Uno strumento interessante a buon mercato.	9
12.3	Voltmetri selettivi e generatori di livello.	9
13	Software.	11

14	Un ricevitore a conversione diretta.	11
14.1	Introduzione.	11
14.2	Requisiti di progetto.	12
14.2.1	Frequenza.	12
14.2.2	Selettività.	12
14.2.3	Resistenza all'intermodulazione.	12
14.2.4	Sensibilità.	13
14.2.5	Stabilità in frequenza.	13
14.2.6	Guadagno.	13
14.2.7	Uscita audio.	13
14.3	Il ricevitore.	13
14.3.1	Oscillatore locale.	13
14.3.2	Filtro RF.	14
14.3.3	Mixer.	14
14.3.4	Bassa frequenza.	16
14.3.5	Taratura.	16
14.3.6	La versione finale.	16
14.4	Conclusioni.	16
15	Siti WEB.	18

Elenco delle figure

1	Schema antenna ferrite	3
2	Antenna ferrite	3
3	Schema del preamplificatore ad alta impedenza	5
4	Preamplificatore ad alta impedenza	5
5	Schema di antenna loop risonante	7
6	Loop risonante con trasformatore	7
7	Tube di ferrite e trasformatore	7
8	Schema del preamplificatore universale	8
9	Preamplificatore universale	8
10	Filtro passa-basso	8
11	Filtro passa-banda.	9
12	Transmission Measuring Set Marconi TF 2333	9
13	Schema a blocchi del voltmetro selettivo Siemens D2006.	10
14	IK4JSJ, QRSS 3 secondi, si legge PWR 3 W, la debole potenza con cui trasmetteva.	11
15	G3AQC, CW differenziale, in alto le linee ed in basso i punti.	11
16	I5TGC, modo Hellscriber	11
17	Il band plan dei 136 kHz.	12
18	Il ricevitore	13

19	Il ricevitore visto da dietro	13
20	Schema del ricevitore	15
21	La scatola schermata dell'oscillatore locale.	16
22	SPECTRAN come analizzatore di spettro.	18
23	Il segnale di DCF39, è circa 60 dB più forte del rumore di fondo.	18

Elenco delle tabelle

1	Classificazione delle onde lunghe	4
2	Stazioni facilmente ascoltabili	4
3	Intensità di alcune stazioni ^a	4
4	Caratteristiche di alcuni voltmetri selettivi ^a	10
5	Frequenze immagine	14

1 Classificazione delle onde lunghe.

Spesso viene associata alle onde lunghe la sigla “VLF”, si tratta di un errore grossolano. *Le onde lunghe si chiamano “LF”, con “VLF” si identificano le onde lunghissime.* La tabella 1 riporta la classificazione corretta delle onde radio tra 3 Hz e 300 kHz.

La porzione di LF assegnata ai Radioamatori è compresa tra 135,700 kHz e 137,800 kHz. Si tratta di 2,1 kHz, una porzione veramente ridotta, del tutto insufficiente per un solo canale SSB. La lunghezza d’onda è circa 2200 metri. Il traffico Radioamatori si svolge in CW (per QSO locali, qualche centinaio di chilometri) e, per distanze maggiori, usando modi, come il CW lento, che richiedono l’uso di un computer e di una scheda audio. Il programma più semplice da usare, ARGO, è opera di Alberto, I2PHD e Vittorio, IK2CZL e consente di visualizzare sullo schermo di un computer segnali molto deboli, inudibili anche ad un orecchio allenato.

2 Cosa si ascolta.

Prima di cimentarsi nella ricezione di Radioamatori è bene impraticarsi ad ascoltare alcune stazioni commerciali presenti in banda con segnali molto forti (50 dB più forti dei nostri segnali). Questo permette di valutare le prestazioni del sistema ricevente (antenna + radio) e di impraticarsi con il software di visualizzazione.

Nella tabella 2 sono riportate alcune frequenze su cui curiosare. Inoltre tra 250 e 500 kHz si ascoltano i radiofari aeronautici che ripetono continuamente il nominativo in telegrafia, l’emissione è una portante continua modulata in ampiezza con un tono di 1000 Hz circa.

Si nota che la porzione di banda a noi assegnata è in parte disturbata dalla stazione SXV. La stazione DCF39 è un utile beacon, quasi sempre presente, molto forte, con frequenza della portante abbastanza precisa.

Anche nelle VLF sono presenti segnali. Ad esempio da Grimeton (Svezia), ogni anno vengono fatte trasmissioni celebrative con una stazione storica del 1925. Il trasmettitore è un alternatore, potenza 200 kW e frequenza 17,1 kHz (pari a 18,6 km). Le emissioni in CW sono facilmente ricevibili in Italia collegando un’antenna adatta direttamente all’ingresso microfono della scheda audio del computer. Informazioni su questa stazione si trovano sul sito <http://www.alexander.n.se>

Sempre con la scheda audio ed antenne adeguate si possono ricevere facilmente altri segnali di origine non naturale, parecchie trasmissioni digitali (RTTY) tra 18 e 24 kHz e stazioni di radionaviga-

zione russe intorno ai 10 kHz. Chi è interessato ad approfondire l’argomento VLF ed ELF trova ottimi siti Internet facendo la ricerca con GOOGLE.

3 Un’antenna facile facile.

Scordatevi di ascoltare qualcosa in onde lunghe con un’antenna delle HF o con un pezzo di filo. Inizio a descrivere un’antenna utile per i primi ascolti ma che potrà essere usata in seguito per fare delle misure. Prendete una bacchetta di ferrite da una vecchia radio a transistor, più è grande meglio funziona. Eliminate gli avvolgimenti originali, ricopritela con un tubetto di cartone o plastica (o con un foglio di carta da disegno) ed avvolgete 250–300 spire di filo smaltato da 0,30 mm di diametro. Ogni 50 spire fate una presa. Montate il circuito come da figura 1, con un commutatore o dei morsetti per selezionare la presa sulla bobina. Il variabile CV deve avere una capacità elevata, ad esempio 3x450 pF. Eventualmente inserite in parallelo delle capacità fisse per centrare la banda che vi interessa. L’antenna è sensibile al campo magnetico e funziona decentemente anche dentro casa. Tra l’antenna ed il ricevitore (punti A e B) occorre inserire un preamplificatore/adattatore di impedenza.

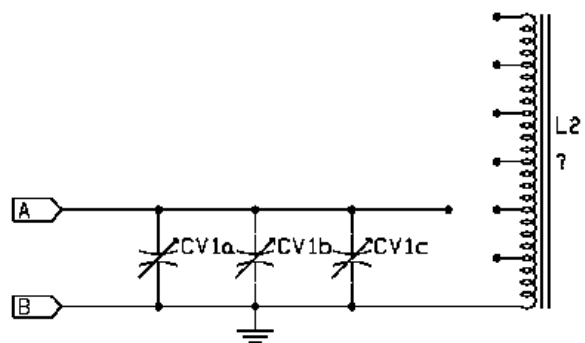


Figura 1: Schema antenna ferrite

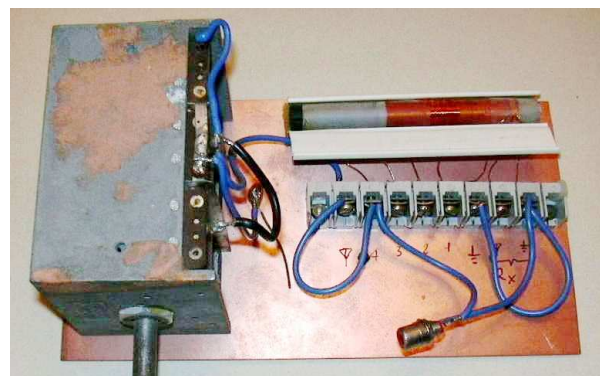


Figura 2: Antenna ferrite

Tabella 1: Classificazione delle onde lunghe

denominazione		da	pari a	a	pari a
onde lunghe	LF	300 kHz	1 km	30 kHz	10 km
onde lunghissime	VLF	30 kHz	10 km	3 kHz	100 km
	ULF	3 kHz	100 km	300 Hz	1000 km
	SLF	300 Hz	1000 km	30 Hz	10000 km
	ELF	30 Hz	10000 km	3 Hz	100000 km

Tabella 2: Stazioni facilmente ascoltabili

kHz	stazione	località	nazione	note
50,000				<i>a</i>
60,000	MSF	Teddington Rugby	UK	<i>a</i>
75,000	HBG	Neuchatel	Svizzera	<i>a</i>
77,500	DCF77	Mainflingen	Germania	<i>a</i>
128,930	DCF49		Germania	<i>c</i>
135,800	SXV	Marathon (KM28AD)	Grecia	<i>b</i> , <i>d</i>
138,830	DCF39		Germania	<i>c</i>
150				inizio broadcasting
153,000	??			
171,000	??			
189	RAI	Caltanissetta	Italia	
250				fine broadcasting

a campione di tempo e frequenza

b modulazione FSK (RTTY)

c portante, modulazione FSK (RTTY) ogni 10 secondi circa, ERP 60 ÷ 100 kW

d non sempre presente

Tabella 3: Intensità di alcune stazioni ^a

stazione	DCF39	DCF49	RAI 189 kHz	153 kHz	171 kHz
dBm	-80	-77	-87	-68	-68
s-meter	S8	S8	S7	S9+	S9+

^a ricevute a Milano, con l'antenna ferrite in casa

4 Preamplificatore ad alta impedenza.

Il preamplificatore deve avere una impedenza d'ingresso elevata, l'impedenza di uscita intorno a 50 ohm, basso rumore e capacità di trattare segnali di elevato livello senza intermodulare. Quello che ha dato i risultati migliori è opera di Jim Moritz M0BMU.

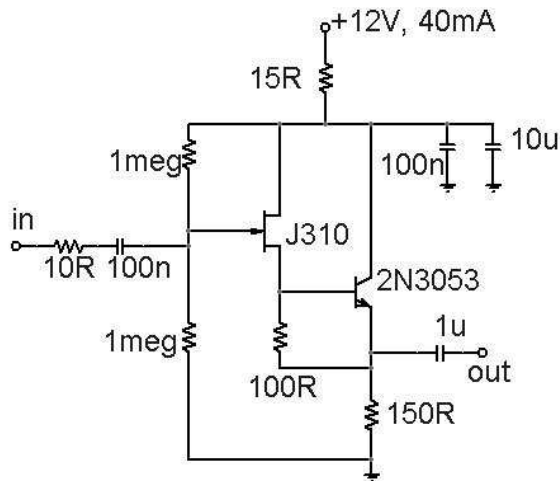


Figura 3: Schema del preamplificatore ad alta impedenza

Secondo M0BMU ha una impedenza di ingresso di 0,5 Mohm con in parallelo la capacità del FET, impedenza di uscita bassa, guadagno di 0,95 con un carico di 50 ohm, accetta in ingresso segnali fino a 1 V RMS. Il rumore, misurato con una banda passante di 400 Hz, è 0,05 microvolt. La banda passante va da qualche kilohertz ad alcuni megahertz.

Il FET J310 ha una gm di 10–20 mS, può essere sostituito con modelli simili aventi $I_{dss} > 8$ mA. Io ho provato con U310 e va bene, anche il BF245 ha dato risultati accettabili. Il transistor deve avere $H_{fe} > 50$ con corrente di 30 mA e Ft di qualche decina di MHz. Ad esempio BD131, BFY50, ZTX650, 2N3019. La tensione tra emettitore del transistor e massa deve essere circa 7 V.

Se si pilota un carico con capacità elevata (cavo coassiale lungo) mettere in serie all'uscita una resistenza da 22 ohm per evitare autooscillazioni. E' un ottimo preamplificatore ad alta impedenza, utile sia per misure di laboratorio sia come preamplificatore di antenne a loop accordato. Costruitelo su una piastrina a se stante per poterlo usare anche con l'antenna a loop che intendo descrivere in seguito.

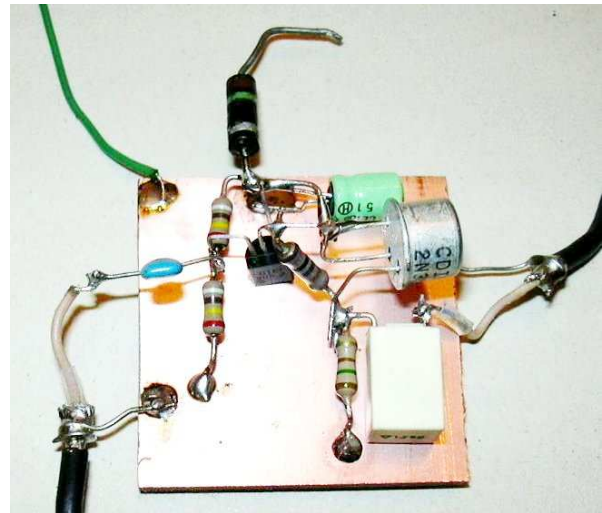


Figura 4: Preamplificatore ad alta impedenza

5 I ricevitori.

Molti ricetrasmittitori, anche tra più costosi, non ricevono bene le onde lunghe. I costruttori, a volte, riducono di proposito la sensibilità su queste frequenze per evitare fenomeni di desensibilizzazione e intermodulazione causati dalle broadcasting in onde medie. Un'altra causa di scarsa sensibilità è il diffuso impiego di diodi di scarsa qualità usati per commutare i filtri prima del mixer. Anche i trasformatori degli stadi RF e del mixer possono attenuare queste frequenze.

Alcuni apparati che hanno dato buoni risultati sono: EKD300, Racal 1792, Icom IC781, Icom IC761, Yaesu FT-990, Kenwood TS-850, alcuni ricevitori JRC. In alcuni casi (FT100D) disinserendo il preamplificatore interno all'apparato (IPO ON) la sensibilità in onde lunghe migliora ma resta comunque scarsa. Apparati poco sensibili possono essere usati inserendo un preamplificatore di segnale o un convertitore. Se volete fare traffico serio in LF dovette comunque usare un ricevitore che permetta di disinserire l'AGC e che abbia un'ottima stabilità in frequenza.

6 Prove di ricezione.

Con l'antenna descritta ed il vostro ricevitore potete verificare la situazione ricevendo alcune stazioni. Ad esempio il 15 febbraio 2004, alle ore 20,00 UTC, ho rilevato i segnali riportati in tabella 3.

Alcune stazioni erano affette da QSB profondo, ho riportato il segnale massimo riscontrato in un paio di minuti. Le misure sono state eseguite con un voltmetro selettivo Wandel&Goltermann SPM-15, banda passante di 25 Hz, centrato sulla portante.

7 Propagazione e rumore.

Le onde lunghe si propagano prevalentemente per onda di terra; a parità di potenza irradiata la distanza utile dipende dalla conducibilità del terreno (maggiore sul mare che sulla terra). Per ora basta sapere che usando potenze di qualche centinaio di watt si riescono a fare QSO in CW di qualche centinaio di chilometri. Usando la telegrafia lenta o QRSS, dove il punto ha una durata di tre secondi e la linea di 9 secondi, si fanno QSO di poche migliaia di chilometri, tutta Europa. Nei collegamenti transoceanici si aumenta la durata del punto fino a 60 secondi o più. In QRSS si riceve utilizzando la scheda audio ed un computer, appositi programmi realizzano filtri di banda larghi qualche frazione di Hz. I punti e le linee appaiono sullo schermo.

In 136 kHz è presente, nelle ore notturne, anche una propagazione per onda riflessa da parte della ionosfera. Tale propagazione ha permesso QSO transoceanici di diverse migliaia di chilometri. È stata notata una lenta variazione di fase sui segnali di onda riflessa, probabilmente dovuta all'effetto doppler provocato dal movimento degli strati riflettenti. In presenza contemporanea di onda di terra ed onda riflessa si nota QSB. Per maggiori approfondimenti far riferimento ai siti internet alla fine dell'articolo.

Le onde lunghe si propagano con minori perdite se la polarizzazione è verticale. Sembra che il campo elettrico verticale interferisca in misura minore con il terreno, che ha una sua resistività e quindi introduce perdite. Pertanto le antenne che hanno dato migliori risultati sono costituite da un filo verticale più alto possibile, almeno 10 metri, completato con un cappello capacitivo (fili orizzontali). Niente di nuovo, si tratta delle antenne Marconi e inverted L usate all'inizio del secolo scorso.

Più aumenta la lunghezza d'onda più il rumore affligge le nostre orecchie. Il fenomeno è ben noto a chi frequenta i 160 metri ma anche gli 80 metri. In onde lunghe il rumore è ancora maggiore. Si tratta sia di rumore di origine naturale (scariche atmosferiche, fulmini anche a distanza di migliaia di chilometri) sia di rumore di origine umana (apparecchiature elettriche varie, televisori, alimentatori switching, caricabatterie di telefonini, inverter etc).

Il *rumore naturale* è massimo in estate (temporali) e minimo in inverno ed è caratterizzato anche da una variazione giornaliera; le ore più favorevoli vanno da dopo mezzanotte alle prime ore del mattino. Il rumore di origine naturale si manifesta come scariche secche (fulmini) o come rumore continuo simile a un crepitio o fruscio. È maggiore a latitudini basse, nelle zone tropicali.

Il *rumore di origine umana* può essere sia impulsivo che continuo, si presenta come scariche, ronzii e fischi a frequenza spesso variabile. A volte compare o scompare in modo improvviso. Il rumore di

origine umana ha le stesse proprietà di un'onda elettromagnetica. È composto da un campo elettrico e da un campo magnetico. Nel regime di campo vicino, che a 136 kHz arriva alla distanza di anche un chilometro dalla sorgente, il campo magnetico si attenua più rapidamente di quello elettrico. Per questo motivo le antenne Loop, sensibili solo al campo magnetico (se ben bilanciate) offrono dei vantaggi rispetto a quelle filari: sono meno sensibili ai disturbi locali. Le antenne Loop sono anche direzionali e possono essere orientate o per il massimo segnale o per il minimo rumore.

8 Antenne Loop.

8.1 Loop risonante.

La classica antenna usata dagli SWL per le onde medie, è composta da un telaio sul quale sono avvolte alcune spire di filo portate in risonanza con un condensatore variabile. Presenta alcuni inconvenienti:

- il variabile va posizionato vicino all'antenna, scomodo da manovrare se l'antenna è all'esterno
- deve essere collegata ad un preamplificatore ad alta impedenza bilanciato, ogni sbilanciamento distorce i lobi di radiazione ma soprattutto rende l'antenna sensibile al campo elettrico
- il preamplificatore deve essere montato vicino all'antenna

Io non ho mai usato questo tipo di Loop, riporto comunque nella figura 5 uno schema esemplificativo. I morsetti A e B devono essere collegati ad un preamplificatore ad alta impedenza con ingresso bilanciato.

8.2 Loop risonante con trasformatore.

Non so chi ha realizzato per primo questo Loop, comunque l'idea è geniale.

Il Loop è composto da poche spire di filo grosso, collegate al primario di un trasformatore. Il secondario, con più spire, è collegato al cavo coassiale. Al termine del cavo coassiale viene inserito il condensatore di accordo, collegato ad un preamplificatore a FET ad alta impedenza; in questo modo il Loop rimane bilanciato grazie al trasformatore. Il cavo coassiale contribuisce, con la sua capacità, a determinare la frequenza di risonanza del sistema. Il cavo coassiale deve avere bassa capacità e buona schermatura per non captare disturbi. Ottimo quello per TV satellitare. Preamplificatore e condensatore di accordo stanno all'interno della stazione.

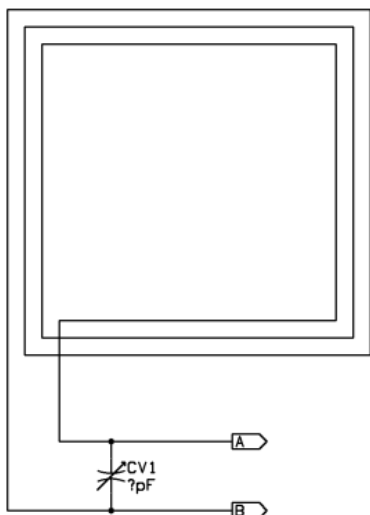


Figura 5: Schema di antenna loop risonante

Ho realizzato due Loop di questo tipo, entrambi con lato di 1,5 metri. Il primo ha tre spire di filo da 1,5 mm quadri, il secondo ha una sola spira di filo da 6 mm quadri ed è in funzione sul balcone a Milano, appoggiato al muro. Con questo ho ricevuto diversi OM dal nord Europa ed RN6BN dalla Russia nonostante il rumore in città sia molto elevato.

Il trasformatore è costituito da due tubi di ferrite di grosse dimensioni affiancati, vedi figura 7. Primario 3÷5 spire di filo grosso, secondario 15÷30 spire di filo più sottile. Occorre fare delle prove in quanto il numero di spire dipende dall'induttanza del Loop, dal tipo di ferrite usata e dalla capacità del cavo coassiale.

Cesare Tagliabue, I5TGC [3] ha descritto un Loop simile. Nell'articolo sono riportati alcuni dati riguardanti il trasformatore ed un preamplificatore a FET. Nel suo sito internet vi sono ulteriori informazioni oltre alla descrizione dell'antenna trasmittente che usa sui 136 kHz. Credo che Cesare sia l'unico OM che riesce ad irradiare un buon segnale dall'alto di un condominio.

8.3 Loop non risonante.

Una antenna Loop può essere usata in modo non risonante eliminando il condensatore di accordo e collegandola direttamente ad un preamplificatore con ingresso a basso rumore e bassa impedenza. Si perde il guadagno di tensione dovuto al Q della versione risonante, in compenso l'antenna diventa a banda larga. Conoscendo le dimensioni dell'antenna e il numero di spire e misurando il segnale ai morsetti dell'antenna si può calcolare il campo elettrico nello spazio che circonda l'antenna. Questo tipo di antenne è utile per fare misure di campo e per -

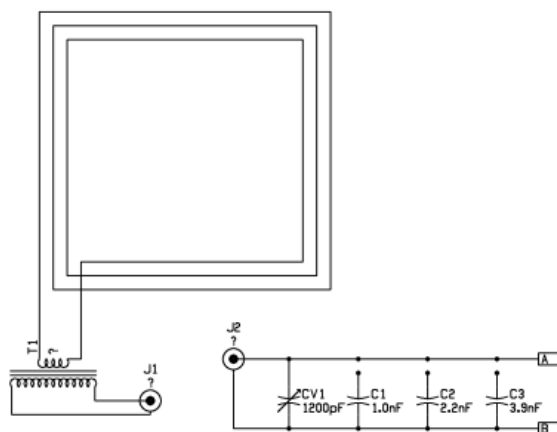


Figura 6: Loop risonante con trasformatore

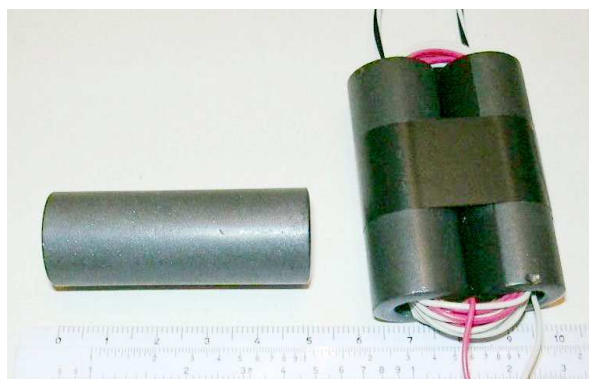


Figura 7: Tubo di ferrite e trasformatore

tarare, cioè conoscere l'efficienza, di altre antenne. Vedere la bibliografia.

9 Un preamplificatore universale.

Lo schema è sempre di Jim Moritz, M0BMU, che dichiara le seguenti caratteristiche:

- rumore inferiore a 0,02 microvolt, caricato su una impedenza di ingresso di 50 ohm
- impedenza di ingresso di 50 ohm (confermata dalle mie misure)
- impedenza di uscita molto bassa, data dalla R8 di 22 ohm, necessaria per assicurare la stabilità in caso di carichi capacitivi
- guadagno circa 22 dB, con un carico di 50 ohm

Nella figura 8 riporto uno schema che comprende alcune modifiche nel valore dei condensatori di accoppiamento, l'originale si trova in rete al sito <http://web.ukonline.co.uk/g3ldo/bploop.pdf> assieme alla descrizione di tre antenne Loop.

- Q1 = ZTX690B, ZTX650, 2N3019
- Q2 = 2N3053, BFY51, BC141, con dissipatore
- C1, C4 e C5 sono ceramici; in alternativa poliestere o tantalio rispettando le polarità

Le misure da me eseguite con un voltmetro selettivo Wandel&Golterman SPM-15 dotato di tracking generator, impedenze di ingresso e uscita 75 ohm:

- banda passante (a -3 dB): da 3 kHz a oltre 10 MHz
- guadagno 21 dB
- 1 dB compression point: -4 dBm input (+16 dBm output) a 500 kHz
- corrente assorbita: 80 mA

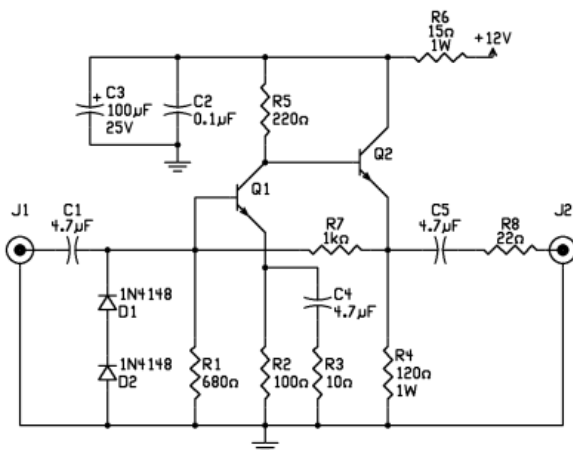


Figura 8: Schema del preamplificatore universale

Un ottimo preamplificatore universale, per ricevitori sordi e misure in laboratorio.

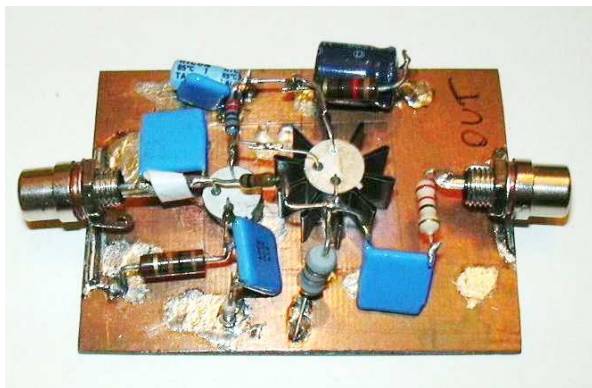


Figura 9: Preamplificatore universale

10 Costruzione dei circuiti.

Normalmente costruisco tutti i circuiti a radiofrequenza utilizzando il metodo “a pulce morta”. Il metodo garantisce un buon ritorno di massa e permette di fare modifiche al volo.

Ai meno esperti consiglio di fare una fotocopia dello schema, magari ingrandita, sulla quale riportare i valori dei componenti. Man mano che si eseguono i collegamenti si evidenziano fili e componenti sulla fotocopia con un pennarello evidenziatore giallo. Dopo aver montato il circuito si procede alla verifica di tutti i collegamenti, ripassando quelli verificati con un evidenziatore più scuro. Seguendo questa procedura è difficile che alla fine del montaggio rimangano errori.

11 Filtri.

“Le radio si fanno con i filtri”.

Anche quelle per le onde lunghe. I filtri sono utili anche da anteporre ai voltmetri selettivi per evitare il sovraccarico dovuto alle stazioni in onde medie. Ecco due filtri da usare come “mattoni” per costruire un ricevitore o un convertitore.

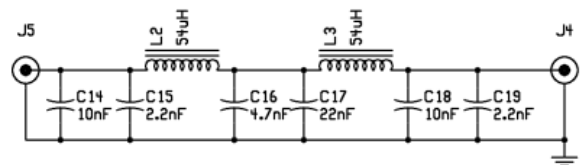


Figura 10: Filtro passa-basso

11.1 Filtro passa basso.

Il filtro di figura 10 ha una frequenza di taglio intorno ai 200 kHz e viene normalmente usato all’uscita dei trasmettitori per 136 kHz. In tal caso i condensatori devono essere ceramici o poliestere di ottima qualità e con una tensione di lavoro elevata, 1000 V per una potenza di 1 kW. Le induttanze sono 64 spire di filo smaltato da 1 mm di diametro avvolte su nuclei toroidali Amidon T200-2. Per impieghi in ricezione si possono usare induttanze più piccole e condensatori poliestere (o meglio polistirolo) da 100 V. Io uso questo filtro all’ingresso dei voltmetri selettivi oppure all’uscita di piccoli trasmettitori/beacon da qualche centinaio di milliwatt. Ottimo anche come filtro in ingresso nei convertitori in salita per ricevere le onde lunghe con ricevitori poco sensibili su queste frequenze.

11.2 Passa banda.

Il filtro di figura 11 é il solito filtro a due circuiti risonanti accoppiati per una banda passante di qualche kHz. Le bobine devono avere il nucleo regolabile. Si trovano da R.F. Elettronica ¹, n. di catalogo 5318.

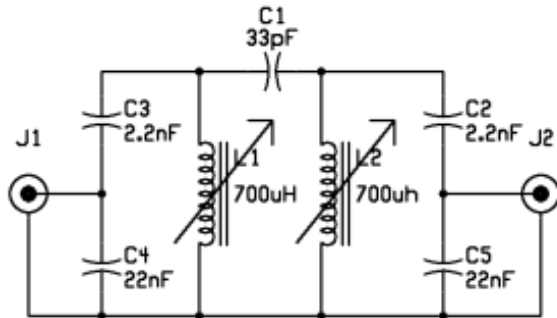


Figura 11: Filtro passa-banda.

12 Strumentazione.

12.1 Per iniziare.

Per allestire una stazione ricetrasmittente in onde lunghe non occorre una grande strumentazione. Ho costruito trasmettitore da 150 watt, un'altro da 500 watt ed un ricevitore a conversione diretta usando solo un tester ICE analogico, un frequenzimetro, un generatore/beacon quarzato. Per iniziare occorre:

- *tester analogico* ICE o simile: usato in posizione "dB output" misura ancora a 136 kHz
- *frequenzimetro*, meglio se legge con la risoluzione di 1 Hz
- *generatore di segnale*: basta anche un generatore di funzioni, oppure si può autocostruire utilizzando un quarzo CB da 27,400 MHz e dividendo per 200 ($27400\text{kHz}/200 = 137,000\text{kHz}$) ottimo come riferimento di frequenza, la precisione e la stabilità risultano moltiplicate per 200. Dopo il divisore mettere un filtro passa basso. Per lo schema far riferimento all'oscillatore locale del mio RX a conversione diretta sul mio sito WEB www.qsl.net/ik2pii.
- *misuratore di induttanze*: deve misurare valori compresi tra una decina di microHenry e qualche decina di milliHenry
- utile, ma non indispensabile, un oscilloscopio

¹R.F. Elettronica di Rota Franco - www.rfmicrowave.it

12.2 Uno strumento interessante a buon mercato.

Si tratta del "MF Transmission Measuring Set" Marconi TF 2333. E' composto da:

- generatore sinusoidale da 30 Hz a 550 kHz, molto stabile e pulito.
- attenuatore di uscita, impedenza di uscita 75 o 600 ohm non bilanciata oppure 150 o 600 ohm bilanciata, livello da 0 a -70 dBm a passi di un dB, con strumentino di controllo.
- misuratore di livello (non selettivo) con impedenza di ingresso 75 o 600 ohm non bilanciata oppure 150 o 600 ohm bilanciata, sensibilità da +20 a -60 dBm (legge fino a -70 dBm). Ha anche una uscita amplificata del segnale entrante.

Pregi: stabile, armoniche e spurie basse, misuratore di livello abbastanza preciso.

Difetti: piuttosto vecchio, usa ancora transistor al germanio, i commutatori non sono di buona qualità, la scala delle frequenze é poco espansa (ma basta usare un frequenzimetro esterno), il livello del generatore varia al variare del carico (ma si osservano le variazioni sullo strumento dell'attenuatore e si possono correggere), i cavi di alimentazione ricoperti in gomma devono essere sostituiti per sicurezza, non si trovano né schemi né manuali.

Trovandolo funzionante a poche decine di Euro é senz'altro a prendere in considerazione. É utile per tarare i filtri, per fare misure di Q e di return loss sulle antenne. Collegando all'uscita del generatore i due capi terminali dell'antenna in ferrite descritta in precedenza (senza condensatore di accordo) si realizza un beacon, utile per tarature di antenne.



Figura 12: Transmission Measuring Set Marconi TF 2333

12.3 Voltmetri selettivi e generatori di livello.

I voltmetri selettivi ("*selective level meter*" o "*pegelmesser*") sono ricevitori di misura per impiego telefonico.

Tabella 4: Caratteristiche di alcuni voltmetri selettivi ^a

Modello	da	a	filtri IF	Demod.	Generatore
Siemens D2006	2 kHz	17 MHz	3.1 kHz e 80 Hz	SSB	W2006
Siemens D2007	6 kHz	18.6 MHz	6 kHz, 1.74 kHz e 80 Hz	SSB	W2007
Siemens D2008 ^b					
Siemens D2055	200 Hz	620 kHz			W2055
Siemens D2057	200 Hz	1.6 MHz	80 Hz	NO	W2057
W&G SPM-3	2 kHz	612 kHz	120 Hz		PS-3
W&G SPM-6	6 kHz	18.6 MHz	1.74 kHz, 400 e 24 Hz	AM/SSB	PS-6
W&G SPM-60	200 Hz	18.6 MHz	1.74 kHz, 400 Hz	USB/LSB	
W&G SPM-12	200 Hz	6 MHz	1.74 kHz, 500 e 25 Hz		PS-12
W&G SPM-15	50 Hz	10 MHz	3.1 kHz, 25 Hz	USB/LSB	incorporato
HP3586	50 Hz	32.5 MHz	3.1 kHz, 400 e 20 Hz	USB/LSB	

^a fonti varie, non tutte verificate

^b versione digitale del D2007

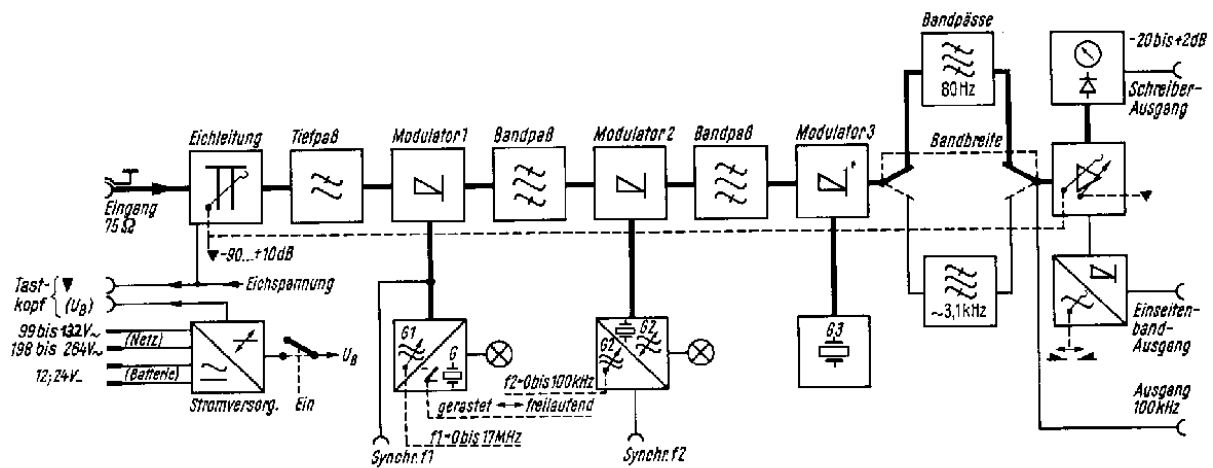


Bild 2 Übersichts-Blockschaltbild des Pegelmessers D2006

Figura 13: Schema a blocchi del voltmetro selettivo Siemens D2006.

Non hanno filtri in ingresso (basta aggiungerlo) e quindi attaccati direttamente ad una antenna soffrono per sovraccarico, hanno un filtro di media frequenza molto stretto (tipico 80 Hz), ma spesso anche un filtro largo 3,1 kHz. Molti hanno una uscita demodulata (AM, USB/LSB), sono molto stabili e precisi e permettono di misurare variazioni di livello di 1 dB o meno. Collegati ad un loop non risonante (10÷20 spire di filo da impianti elettrici avvolte su un diametro di 25÷30 cm) sono ottimi come misuratori di campo.

In genere sono accompagnati dal generatore di livello (“*level generator*” o “*pegelsender*”), un generatore di buona qualità che si aggancia in frequenza al voltmetro selettivo. Si viene a costituire un *analizzatore di spettro manuale* ad elevata dinamica ottimo per fare misure sulle antenne e sui filtri, anche sui filtri a quarzi.

Per un eventuale acquisto preferite un modello dotato anche di filtri IF larghi e demodulazione SSB e cercate anche il suo generatore di livello. Se l’oscillatore locale è sintetizzato o provvisto di lock sul frequenzimetro, e quindi ad elevata stabilità, all’uscita demodulata potrete collegare il computer ed usarlo come ricevitore.

Sul mio sito WEB è descritto un circuito da accoppiare al Siemens D2057 per realizzare un semplice generatore di livello sincronizzato in frequenza con il voltmetro selettivo.

13 Software.

Le comunicazioni a lunga distanza avvengono usando tecniche di trasmissione specifiche

- *telegrafia lenta o QRSS*: la durata del punto varia a seconda della distanza che si vuole coprire, partendo da tre secondi per collegamenti a livello continentale fino a 90 e più secondi per i QSO intercontinentali. Vedi figura 14.

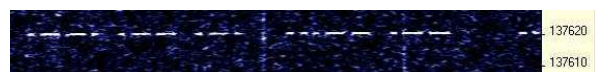


Figura 14: IK4JSJ, QRSS 3 secondi, si legge PWR 3 W, la debole potenza con cui trasmetteva.

- *telegrafia differenziale*: il punto viene trasmesso su una frequenza leggermente inferiore a quella della linea, da qualche decimo di Hertz a qualche Hertz. Vedi figura 15.

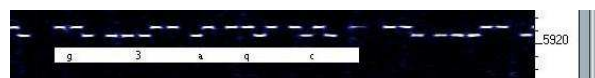


Figura 15: G3AQC, CW differenziale, in alto le linee ed in basso i punti.

- *Hellscriber*: i caratteri vengono composti per punti sullo schermo usando una modulazione FSK multifrequenza. Vedi figura 16.



Figura 16: I5TGC, modo Hellscriber

- *JASON*: un modo progettato e realizzato da Alberto, I2PHD, vengono trasmessi i caratteri con una codifica FSK multifrequenza.
- *altri modi digitali*

I metodi più usati sono la telegrafia lenta e quella differenziale. Ovviamente la ricezione ad orecchio è impossibile, si usa quindi un computer con la scheda audio collegata all’uscita del ricevitore, come per il BPSK o la RTTY.

Il software ha il compito di ricostruire il segnale audio, debole e sommerso dal rumore di fondo, e rappresentarlo in tempo reale sullo schermo. I programmi più usati sono stati realizzati da due OM italiani, Alberto I2PHD e Vittorio IK2CZL e sono disponibili su Internet.

ARGO è il programma più semplice da utilizzare per la ricezione della telegrafia lenta, va bene per le prime esperienze ed è stato usato per i QSO transcontinentali.

SPECTRAN è più complesso e più configurabile, contiene anche un analizzatore di spettro audio.

JASON è abbastanza semplice da usare ma le trasmissioni in questo modo sono rare.

Questi programmi sono liberamente scaricabili dal sito <http://www.weaksignals.com>.

La ricezione dei segnali in LF richiede molta pazienza, un QSO tipico dura almeno 15 minuti, inoltre l’attività non è costante ed è difficile trovare qualche segnale. L’attività è concentrata nei weekend e nelle ore notturne. È necessario inoltre fare molte prove per imparare a configurare nel modo migliore il ricevitore ed il software.

14 Un ricevitore a conversione diretta.

14.1 Introduzione.

In onde lunghe il traffico radio si svolge in telegrafia oppure utilizzando modi di emissione che richiedono l’utilizzo del computer e di un software appositamente realizzato. La SSB non viene utilizzata perché, a parte la difficoltà di generare una potenza sufficiente utilizzando amplificatori lineari in classe AB, l’antenna non possiede una larghezza di banda adeguata a causa del Q elevato della

bobina di carico. Inoltre la porzione di banda assegnata ai radioamatori non è sufficientemente larga per ospitare un canale SSB. Mentre per il CW classico qualunque ricevitore, purché abbia una buona sensibilità a 136 kHz, va bene, quando si utilizza un modo di emissione che richiede l'uso del computer sono richiesti al ricevitore altri requisiti.

La sensibilità, o meglio il rapporto segnale/rumore, di un ricevitore è inversamente proporzionale alla banda passante, minore la banda passante maggiore la sensibilità; tuttavia la banda passante deve anche essere sufficientemente ampia per far passare, senza distorsione, il segnale che si vuol ricevere. Nella telegrafia lenta, detta anche QRSS, il punto ha una durata variabile da 3 a 120 secondi, la linea una durata tripla. Nel caso del QRSS3 avremo punto di 3 secondi, linea di 9 secondi, intervalli tra simboli e caratteri rispettivamente di 3 e 9 secondi. Un QSO ha una durata di 15–20 minuti.

La banda passante minima necessaria per decodificare il QRSS3 è di circa 1/3 di Hz, impossibile da ottenere con filtri in media frequenza.

Il segnale di bassa frequenza viene inviato alla scheda audio di un computer. Il software realizza una serie di filtri con larghezza di 1/3 di Hz affiancati, una specie di “pettine”, e rappresenta sullo schermo l'intensità del segnale che passa da ogni filtro con un colore più o meno intenso a seconda del livello. Vedremo quindi comparire sullo schermo le linee e i punti in colore più intenso rispetto a quello del rumore di fondo, in corrispondenza del filtro da cui passano. *Ogni pixel dello schermo rappresenta il segnale che passa da un “filtro digitale”.*

La selettività che determina il minimo segnale ricevibile è quindi spostata dalla radio al computer, la selettività della radio deve solo eliminare i segnali forti che possono portare in saturazione la scheda audio.

I segnali che non hanno una intensità tale da saturare la scheda audio potrebbero essere abbastanza forti da far intervenire l'AGC del ricevitore e quindi ridurre la sensibilità; *questo non deve assolutamente accadere.* Anche le scariche atmosferiche hanno intensità sufficiente a far intervenire l'AGC; il loro effetto è quello di desensibilizzare il ricevitore per un tempo che dipende dalla costante di tempo dell'AGC. Per questi motivi quando si riceve con il computer è necessario disabilitare l'AGC del ricevitore.

Il segnale fuori banda più forte è la stazione tedesca DCF39 e si trova a 138,830 kHz; questa stazione può essere utilizzata come un beacon, comunque in Italia il suo segnale non è così forte, rispetto al rumore di fondo, da saturare la scheda audio. Per questi motivi ho provato ad usare alcuni ricevitori a conversione diretta che, anche se non hanno una gran selettività, hanno fornito risultati interessanti. La frequenza immagine, difetto congenito dei

ricevitori a conversione diretta semplici, è libera da segnali che possono creare interferenze.

L'articolo descrive l'ultimo nato di questa famiglia, che impiega un mixer bilanciato ad anello di diodi pilotato da un oscillatore locale ad onda quadra, adatto oltre che per il QRSS anche per il CW differenziale, JASON, HELLScriBER e per gli altri modi digitali.

14.2 Requisiti di progetto.

Dopo le prime prove, in cui ho utilizzato un NE602 come mixer, ho definito alcuni requisiti per il ricevitore ideale a conversione diretta per i 136 kHz. Dall'analisi di questi requisiti è risultato evidente che un ricevitore semplificato può fornire prestazioni simili a quelle di ricevitori molto sofisticati, in alcuni casi addirittura superiori. Inoltre la presenza della sola manopola del guadagno permette di concentrarsi sulla regolazione dei parametri del software, il vero cuore del ricevitore.

14.2.1 Frequenza.

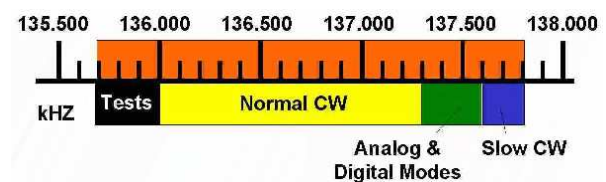


Figura 17: Il band plan dei 136 kHz.

Il ricevitore deve coprire le frequenze da 135,700 a 137,800 kHz, quindi una banda 2100 Hz, minore di quella necessaria per un canale SSB. Questo suggerisce la possibilità di avere la sintonia fissa.

14.2.2 Selettività.

Occorre una buona selettività in ingresso, a 136 kHz, per eliminare i segnali fuori banda sia in onde lunghe sia in onde medie. La selettività può essere facilmente ottenuta a queste frequenze con bobine ad olla, recuperate nel surplus da schede provenienti da centrali telefoniche, ma anche con bobine reperibili in commercio. Una selettività di 3 kHz a -3 dB è sufficiente anche a limitare un poco il rumore sulla frequenza immagine. Chi abita molto vicino a stazioni radio in onde medie o lunghe può inserire un ulteriore filtro passa basso.

14.2.3 Resistenza all'intermodulazione.

Nella mia zona (Lombardia) non ci sono segnali forti in banda. È sufficiente un mixer bilanciato ad anello di diodi. Anche con l'NE602, che non resiste

per niente all'intermodulazione, non ho avuto grossi problemi.

14.2.4 Sensibilità.

In onde lunghe il rumore atmosferico è molto elevato. Quindi si afferma, con ragione, che i ricevitori non devono essere molto sensibili. La sensibilità deve essere sufficiente a rivelare il rumore atmosferico. Utilizzando una antenna filare accordata non è necessario un preamplificatore prima del mixer. Tuttavia se si utilizzano antenne a loop poco efficienti è utile poter inserire prima del mixer un preamplificatore di $10 \div 20$ dB, preceduto da ulteriore filtro passa banda.

14.2.5 Stabilità in frequenza.

L'oscillatore locale deve essere molto stabile e possibilmente preciso. Se si usa il QRSS 30 ogni filtro software è largo 0,04 Hz. Poiché la durata di una linea è di 120 secondi l'oscillatore locale dovrebbe spostarsi meno di 0,04 Hz in 120 secondi, circa 0,3 ppm o 0,3 Hz/MHz. Se l'oscillatore locale si sposta il segnale esce da un "filtro digitale" per entrare nel filtro adiacente. Quindi va escluso un VFO. Circuiti come PLL e DDS sono stati scartati per semplificare il progetto.

14.2.6 Guadagno.

Deve essere regolabile per adattare il livello di uscita della bassa frequenza alle variazioni di rumore atmosferico e non saturare la scheda audio del computer.

14.2.7 Uscita audio.

Deve poter pilotare l'ingresso linea della scheda audio del computer, con un livello massimo di circa 0,7 V RMS su una impedenza di 600 ohm. Non è necessaria una uscita per altoparlante poiché si può usare quello del computer. Tra il ricevitore ed il computer è bene inserire un trasformatore 1:1 da 600 ohm per ridurre i disturbi che possono passare dal computer al ricevitore, come nelle interfacce per PSK31, SSTV etc.

14.3 Il ricevitore.

L'architettura ricalca il moderno ricevitore a conversione diretta, del quale sono disponibili in letteratura molte versioni. Per maggiori dettagli far riferimento all'eccellente manuale ARRL [1] indispensabile agli autocostruttori. Il ricevitore deve essere montato in una scatola metallica per schermarlo dalle interferenze che provengono dal computer e deve essere collegato a terra.

Il prototipo è stato costruito a blocchi, collaudati separatamente, che sono stati poi assemblati nella versione finale.

Nella figura 18 si vede il ricevitore, in alto su un telaio ci sono il mixer e la bassa frequenza. Il telaio è montato sopra la scatola dell'oscillatore locale; al centro si vede il preamplificatore, a sinistra il filtro aggiuntivo, in basso a destra ci sono l'amplificatore e il circuito di sintonia per antenne a loop.

Nella figura 19 a sinistra si nota il cavetto coassiale che esce dalla scatola dell'oscillatore e si collega al mixer.

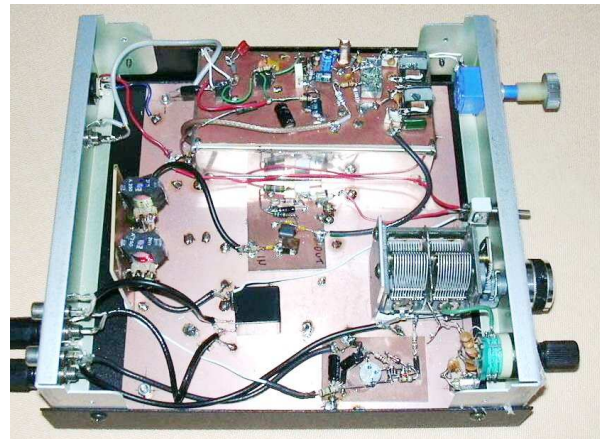


Figura 18: Il ricevitore

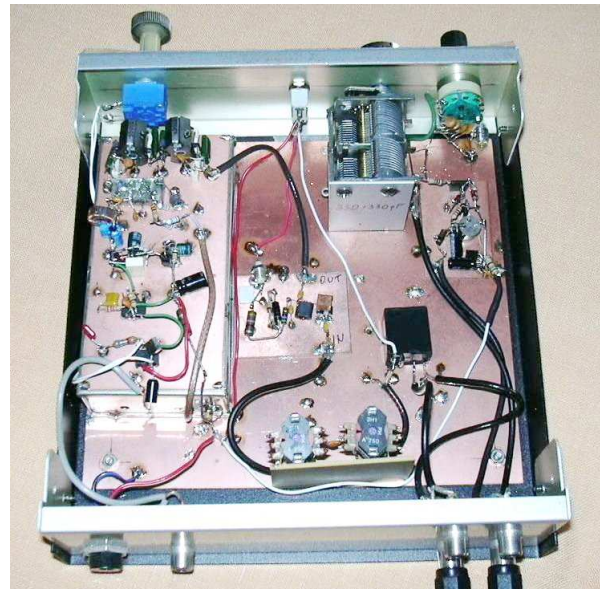


Figura 19: Il ricevitore visto da dietro

14.3.1 Oscillatore locale.

La banda riservata ai radioamatori va da 135,700 a 137,800 kHz. Scegliendo la frequenza del-

l'oscillatore locale (OL) di 135,500 kHz si ha la tabella 5.

Tabella 5: Frequenze immagine

RF	135,700 kHz	137,800 kHz
audio	200 Hz	2300 Hz
immagine	135,300 kHz	133,200 kHz

Quindi si riceve sulla stessa frequenza audio sia il segnale nella banda desiderata che la sua frequenza immagine. Fortunatamente tra 133 e 135 kHz non sono presenti segnali forti, almeno nella zona di Milano, quindi la frequenza immagine ha il solo effetto di peggiorare di 3 dB la cifra di rumore.

La parte di banda interessata dal traffico QRSS va da 137,600 a 137,800 kHz; il filtro passa banda in ingresso ha una certa attenuazione sulla frequenza immagine di questa porzione della banda (133,400 ÷ 133,200 kHz).

I software utilizzati (ARGO e SPECTRAN) permettono di visualizzare tutta la banda, quindi non è necessario un oscillatore locale sintonizzabile.

Un quarzo ex CB da 27,100 MHz diviso per 200 genera la frequenza di 135,500 kHz, con un'ottima precisione e stabilità. È importante che il trimmer Cv2 sia di ottima qualità in quanto determina la frequenza di oscillazione del quarzo. È preferibile mettere alcuni condensatori ceramici NP0 in parallelo ad un trimmer di piccola capacità per avere una regolazione delle frequenza più agevole. Se avete un trimmer a pistone di vetro va bene, in alternativa un trimmer ad aria o ceramico NP0.

Il trimmer Cv1 deve essere regolato per la massima uscita, verificando che spegnendo e riaccendendo l'oscillatore riparta sulla frequenza giusta. Non tentare di regolare la frequenza con questo trimmer.

Il FET Q4 adatta il livello alla catena di divisori, formata da un 74HC390 che divide per 100 seguito da un 74HC74 divisore per due. All'uscita Q di U5a abbiamo un'onda quadra, con duty cycle 1:1, di 135,500 kHz. Tre sezioni di un 74HC04 in parallelo amplificano (in corrente) questo segnale che viene disaccoppiato in continua tramite C22 ed applicato ad un attenuatore e poi alla porta OL del mixer.

L'oscillatore locale deve essere contenuto in una scatoletta completamente schermata, dalla quale esce un cavetto coassiale che si collega all'attenuatore, la calza dello schermo deve essere saldata a massa vicino a U3 e vicino al mixer. L'alimentazione deve entrare nella scatoletta tramite un condensatore passante seguito da una induttanza di qualche decina di microhenry e da un altro condensatore di bypass, collegato a massa vicino al passante, vedere la figura 21.

È indispensabile fare in modo che non esca RF dalla scatola dell'OL. I difetti che a volte vengono imputati ai ricevitori a conversione diretta sono quasi sempre causati da oscillatori locali poco schermati, il segnale di OL viene irradiato tramite i fili di alimentazione e raggiunge l'antenna rendendo il ricevitore rumoroso o instabile.

Per regolare il livello di OL procedere nel seguente modo: collegare una resistenza da 50 ohm dopo l'attenuatore, al posto del mixer, e mettere la sonda dell'oscilloscopio su questa resistenza. Regolare R12 per avere ai capi della resistenza un segnale di 1 V picco-picco, meglio poco più che poco meno, ricollegare il mixer al posto della resistenza da 50 ohm. Se non disponete di un oscilloscopio lasciate i valori indicati nello schema.

Mettendo un quarzo di frequenza più alta, ad esempio 27,500 MHz, e un filtro passa basso all'uscita si realizza un generatore utile come piccolo beacon.

14.3.2 Filtro RF.

Ho usato due bobine surplus avvolte su nuclei ad olla, con nucleo regolabile. In alternativa usare il modello 5318 del catalogo di R.F. Elettronica ².

14.3.3 Mixer.

Occorre usare un mixer bilanciato ad anello di diodi (DBM), con porte RF e OL adatte alla frequenza di 136 kHz e con livello di oscillatore locale +7 dBm. Ad esempio i modelli SRA8, TAK5, GRA6, SBL3, MD109, TFM3. Vedere il catalogo di R.F. Elettronica.

Nel mixer viene iniettato un segnale di OL ad onda quadra. Questa soluzione, che non ho mai trovato in progetti radioamatoriali, consente di semplificare notevolmente il circuito. I DBM ad anello di diodi funzionano molto bene utilizzati in questo modo purché l'onda quadra sia perfettamente simmetrica, con un duty cycle di 1:1. Il mixer converte sulla frequenza di uscita anche i segnali RF che battono con le armoniche dispari dell'oscillatore locale, tuttavia un buon filtraggio della banda che interessa sulla porta RF riduce questo effetto indesiderato. Verificando con l'oscilloscopio il segnale sulla porta OL di un DBM pilotato con un segnale perfettamente sinusoidale si nota che il segnale viene tosato dai diodi che entrano in conduzione ed assomiglia ad un'onda quadra.

²R.F. Elettronica di Rota Franco – www.rfmicrowave.it

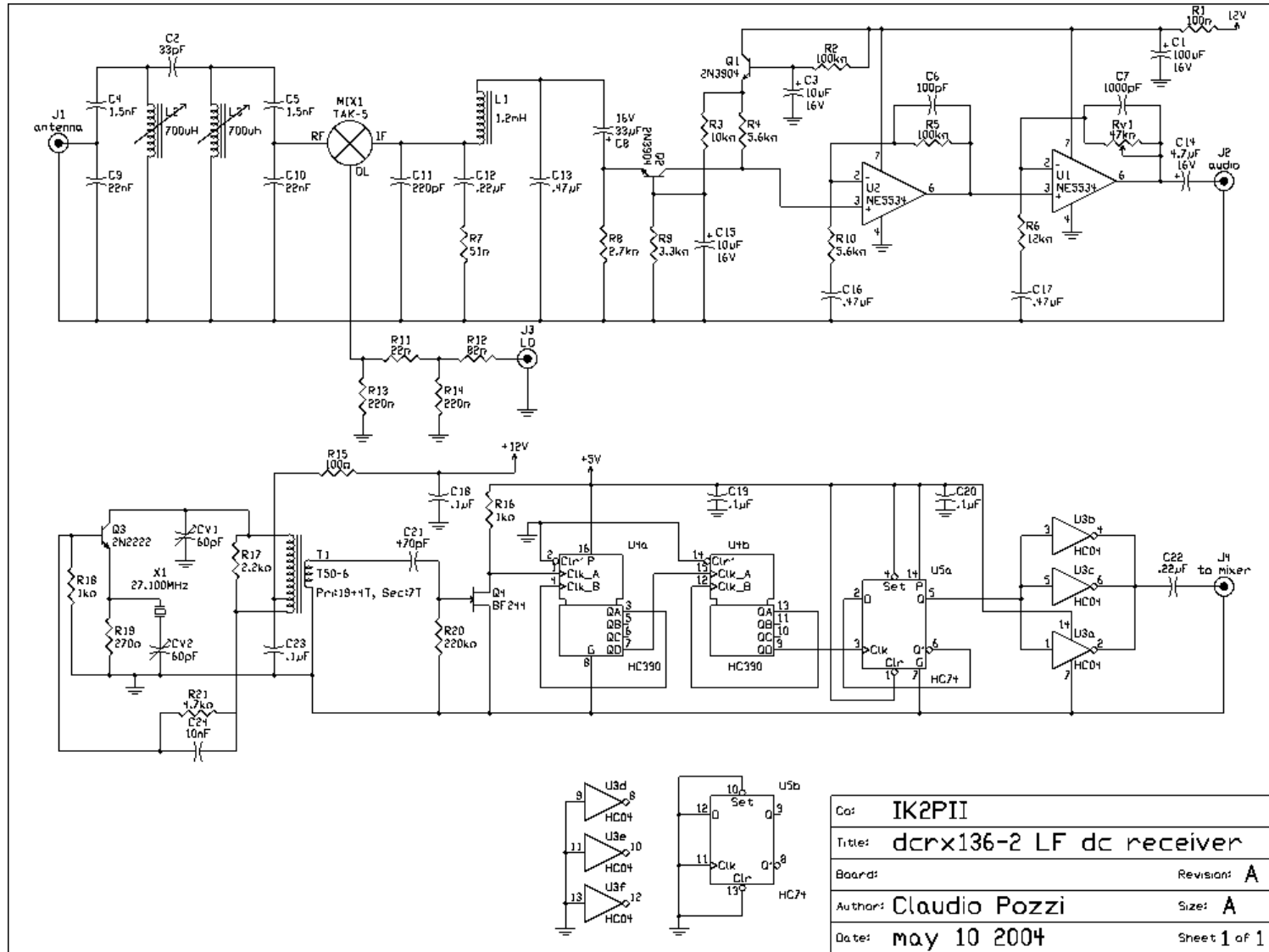


Figura 20: Schema del ricevitore

In impieghi professionali si inietta il segnale ad onda quadra nella porta IF (media frequenza), quella collegata direttamente ai diodi senza trasformatori interposti, per ottenere una portante modulata BPSK o per realizzare sistemi di comunicazione spread spectrum.

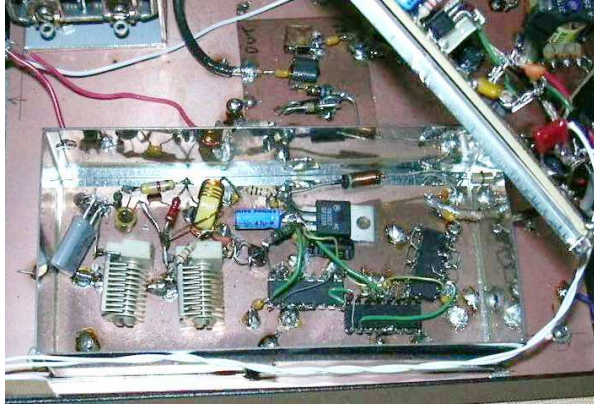


Figura 21: La scatola schermata dell'oscillatore locale.

14.3.4 Bassa frequenza.

La bobina L1 dovrebbe essere avvolta su un nucleo toroidale per evitare che capti ronzio. Il transistor Q2 presenta al mixer una impedenza di 50 ohm ed ha una cifra di rumore di circa 5 dB. Il transistor 2N3904 è un eccellente transistor per impieghi generali audio o RF in onde corte, molto economico. Non deve mancare nel cassetto degli autocostruttori perché può sostituire con vantaggio economico altri tipi di transistor.

Gli operazionali U1 ed U2 sono modelli a basso rumore, capaci di pilotare carichi con impedenza di 600 ohm; possono essere sostituiti da un unico NE5532 ma non da altri tipi.

Il potenziometro Rv1 regola il guadagno.

14.3.5 Taratura.

È molto semplice in quanto il computer con il programma SPECTRAN ci mostra sullo schermo i segnali ricevuti, proprio come un analizzatore di spettro, vedi figura 22.

Occorre iniettare un segnale attorno ai 136 kHz nel ricevitore, va bene anche un generatore di funzioni o un oscillatore realizzato con un NE555 seguiti da un attenuatore. Collegare il ricevitore alla scheda audio del PC e lanciare il programma SPECTRAN.

La prima volta che si lancia SPECTRAN occorre rispondere alle domande che il programma pone per procedere alla configurazione del mixer della scheda audio. Dal menu Mode selezionare "Preset NDB", premere il pulsante START e cliccare col tasto destro del mouse sulla parte inferiore dello

schermo: dovrebbe apparire una immagine simile a quella di figura 22.

Nella parte superiore, quella dell'analizzatore di spettro, compare il pippolo del segnale iniettato. Regolare il livello del segnale e il guadagno del ricevitore finché la banda verde/rossa sulla sinistra del display occupa circa un quarto dello spazio a disposizione. Regolare la frequenza a circa 1300 Hz (centro banda, 136,800 kHz). È possibile leggere sia la frequenza sia il livello, in dB relativi, del segnale più forte presente sullo schermo. Alla frequenza letta sul display occorre sommare la frequenza dell'oscillatore locale del nostro ricevitore, nella figura $135500 + 1335,94 = 136835,94$ Hz. Notare che si leggono i centesimi di Hz.

Regolare i nuclei del filtro passa banda a 136 kHz per avere il massimo livello del pippolo. Collegare ora l'antenna, dal menu Mode selezionare Preset QRSS3, portare al centro dello schermo la frequenza di 3330 Hz, che corrisponde a $(135,500 + 3,330) = 138,830$ kHz. Questa è la frequenza di DCF39, una stazione quasi sempre presente e facilmente ricevibile. Regolare la frequenza dell'oscillatore locale con Cv2 fino a portare il pippolo in corrispondenza di 3330,00 Hz. La frequenza è sufficientemente precisa. Vedere la figura 23.

Ovviamente chi possiede strumentazione di classe sa anche come usarla e quindi non mi dilungo su modalità di taratura più appropriate.

14.3.6 La versione finale.

Nella stessa scatola ho incluso, oltre al ricevitore, alcuni accessori che sono già stati descritti: il preamplificatore a FET ed il circuito di sintonia per l'antenna a loop accordato, con uscita portata all'esterno per collegarlo ad altri ricevitori ed un preamplificatore preceduto da un filtro a due circuiti accordati identici a quelli del ricevitore, di cui non fornisco lo schema in quanto può essere sostituito da quello di MOB MU.

Un relè permette di scegliere tra antenna filare e loop accordato.

14.4 Conclusioni.

Ho presentato quello che ritengo sia il ricevitore più semplice da autocostruire per ricevere i 136 kHz, che comunque offre prestazioni di tutto rispetto. Lo stesso ricevitore si presta a facili modifiche per essere impiegato su qualunque frequenza, basta modificare il filtro di ingresso e l'oscillatore locale; aggiungendo un amplificatore ed un filtro audio più selettivo diventa un ottimo ricevitore a conversione diretta.

L'accoppiata ricevitore a conversione diretta + programma SPECTRAN può essere impiegata come analizzatore di spettro low cost, ad esempio per

misurare i prodotti di intermodulazione di trasmettitori SSB; occorre in questo caso agire sulla parte bassa frequenza del ricevitore per ampliare la banda passante ed eventualmente ridurre il guadagno. Il programma SPECTRAN si presta a numerosi altri impieghi, collegato all'uscita audio di un ricevitore HF o per i 50 MHz permette di monitorare i beacon, che compaiono sullo schermo del PC molto prima che la propagazione si apra e diventino ascoltabili ad orecchio. Un altro impiego che propongo è quello di usare SPECTRAN per valutare l'intermodulazione in banda passante dei ricevitori, mandando in ingresso al ricevitore due segnali spazati di qualche centinaio di hertz. Il ricevitore si presta per operazioni in portatile, assieme ad un loop pieghevole ed a un PC portatile. Oppure può essere lasciato sempre acceso per dare uno sguardo ogni tanto alla banda mentre si usa il transceiver buono per fare QSO in HF.

Riferimenti bibliografici

- [1] W. HAYWARD, R. CAMPBELL, B. LARKIN
“Experimental Methods in RF Design”, ARRL
(2003)
- [2] PETER DODD G3LDO “The low frequency
experimenter’s handbook”, RSGB (2000)
- [3] CESARE TAGLIABUE I5TGC Antenna Loop
per la ricezione dei 137 kHz, *RadioRivista* **7/8**
2001, 35–36
- [4] P. ANTONIAZZI IW2ACD, M. ARECCO
IK2WAQ Calibrazione di antenne Loop per
LF tramite DCF39, *RadioRivista*, **11** **2002**,
36–41
- [5] ALBERTO BARBERA IK1YKO I Voltmetri
selettivi, *RadioRivista*, **1** **2000**, 50–51

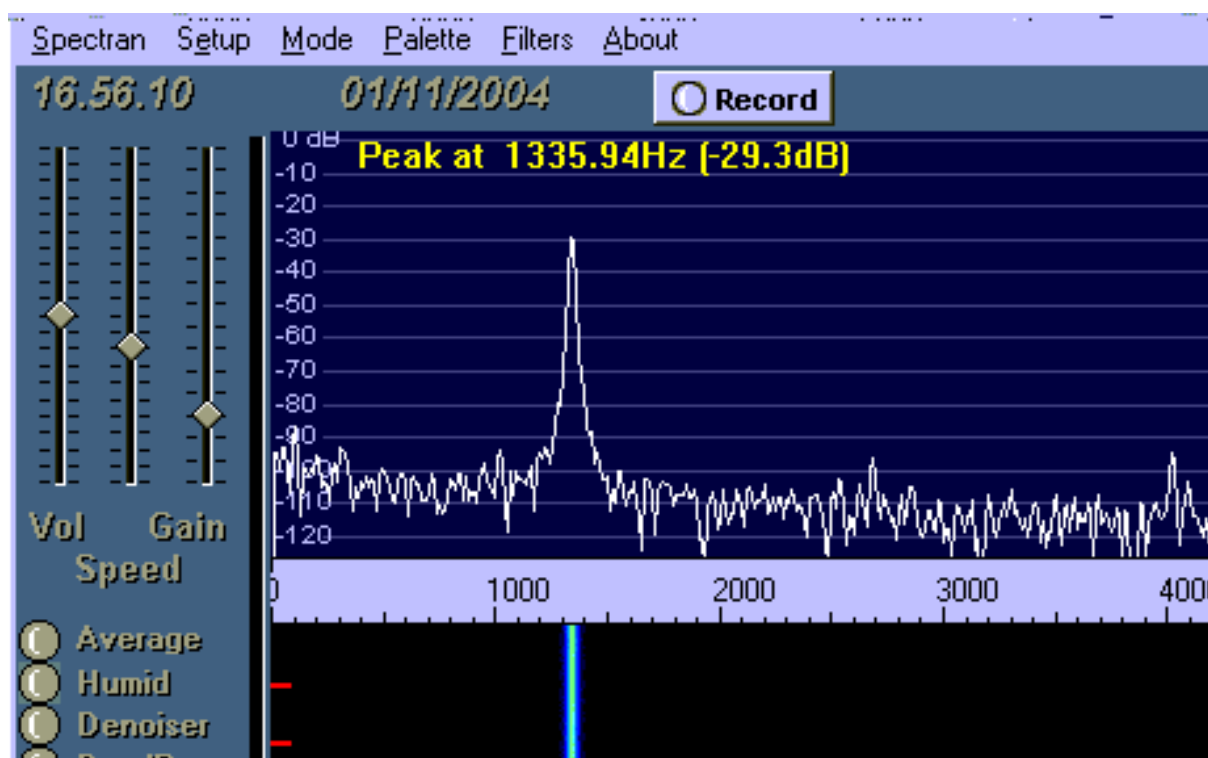


Figura 22: SPECTRAN come analizzatore di spettro.

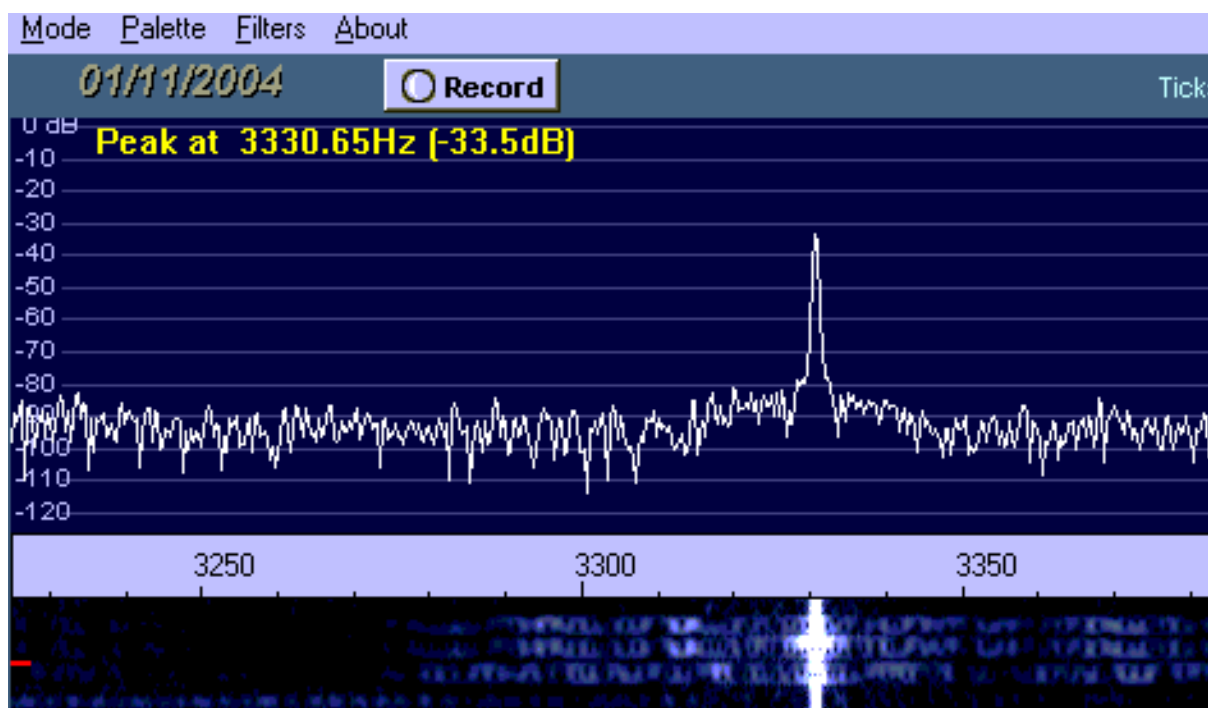


Figura 23: Il segnale di DCF39, è circa 60 dB più forte del rumore di fondo.

15 Siti WEB.

I siti WEB sono in continua evoluzione, pertanto i link potrebbero essere cambiati.

<http://www.qsl.net/on7yd/136ant.htm> Un vero e proprio trattato sulle antenne, con link a software di calcolo e simulazione. Inoltre sullo stesso sito si trova una introduzione ai modi di trasmissione a banda stretta e una grande raccolta di link ad altri siti. Il sito è in continuo aggiornamento

<http://www.vlf.it> Il sito di Renato Romero, IK1QFK. Per appassionati di LF, VLF ed ELF.

<http://www.vlf.it/rit-n4ywk.htm> Teoria sui Loop

<http://www.vlf.it/looptheo7/looptheo7.htm> di IK1ODO, i Loop non risonanti per onde lunghissime.

<http://web.ukonline.co.uk/g3ldo> Il sito di Peter Dodd. Discussione sui ricevitori, una interessante antenna loop.

<http://web.ukonline.co.uk/g3ldo/bploop.pdf> Preamplificatore e tre antenne Loop

<http://www.qru.de> Il sito di DK8KW contiene una descrizione della stazione DCF39, la spiegazione di come si opera in CW lento o QRSS, il band plan 136 kHz, elenchi di stazioni varie in onde lunghe ed altre interessanti pagine con molte fotografie della sua stazione.

<http://www.qru.de/noise.htm> Registrazione del rumore atmosferico.

<http://www.qru.de/MV61> seguire il link in fondo alla pagina per leggere un articolo sui voltmetri selettivi

<http://www.qru.de/dbuv.html> Come usare un Loop non risonante per calibrare altre antenne

<http://www.alan.melia.co.uk> Il sito di G3NYK. Propagazione, segnali, rumore.

<http://lwca.org/library/lfprop/adcock/lfprop6.htm> Articolo sulla propagazione.

<http://www.emachine.com/slm> di W5JGV, Using the HP3586 Selective Level Meter With ARGO, december 7,2002

<http://www.qsl.net/g4cnn> Elenchi di stazioni LF e VLF.

<http://www.qsl.net/dk2fi/lw/lfprop1.pdf> Articolo sulla propagazione e sul rumore.

<http://www.qsl.net/ik2pii> Sul mio sito un semplice TX, un RX a conversione diretta, un RX a conversione dedicato per il QRSS ed altro.

<http://www.weaksignals.com> Il sito da cui scaricare i programmi ARGO, SPECTRAN e JASON.

È possibile iscriversi ad una mailing list frequentata da OM attivi in LF mandando una e-mail all'indirizzo majordomo@blacksheep.org senza Subjet e con la frase "subscribe rsgb_lf_group" (senza virgolette) come unico testo del messaggio. I messaggi riguardano argomenti tecnici, notizie sull'attività LF, appuntamenti per QSO.