

## Semplice sperimentazione per la ricezione di trasmissioni DRM

Avevo iniziato questa sperimentazione qualche tempo fa con scarsi risultati, soprattutto a causa del poco tempo dedicato. L'idea era quella di togliermi la curiosità su cosa e come si ricevesse sulle onde medie e corte per ciò che riguarda le emissioni digitali broadcasting attivate negli ultimi anni, incoraggiato per la verità da Pino, IK0ZRR, già molto ferrato in materia.

I segnali DRM sono essenzialmente trasmissioni digitali a più canali con vari contenuti multimediali, che generalmente occupano una banda di una decina di kHz. La rivoluzione introdotta dalle schede sonore per PC (o meglio dalla possibilità di programmare il loro DSP interno) e la disponibilità di programmi gratuiti per la conversione del segnale digitale in dati multimediali semplifica di molto la sperimentazione.

Il segnale digitale si ascolta come un soffio largo alcuni kHz, prelevare il segnale audio direttamente dall'uscita del ricevitore spesso non è sufficiente, in quanto la banda passante audio è normalmente inferiore ai 10 kHz, inferiore quindi alla banda utilizzata per la trasmissione dei dati.

Il metodo più comune è quello di prelevare il segnale da una media frequenza, dove la larghezza di banda è sicuramente sufficiente, e convertirlo su una frequenza prossima a 12 kHz per poi iniettarlo nella scheda audio del computer. Il software si occuperà di fare il resto, ovvero la decodifica del segnale digitale, il display dei contenuti multimediali e la riproduzione dell'audio nelle casse del computer.

Il programma gratuito più comune si chiama Dream, una versione già compilata per Windows e' disponibile nella sezione "Download" del sito <http://www.grca.eu>. Il programma non richiede installazione, è sufficiente esplodere l'archivio zip in una cartella del computer ed eseguire il programma dream.exe.

Al contrario di altri programmi commerciali, Dream e' abbastanza di "bocca buona" per ciò che riguarda la frequenza centrale del segnale audio e decodifica segnali con frequenza centrale anche abbastanza lontana dai 12 kHz convenzionali, facendone quindi il software ideale per questo tipo di sperimentazione.

Tornando all'hardware, abbiamo quindi visto che il segnale ricevuto in onde medie o corte deve essere convertito in un segnale a bassa frequenza largo almeno una decina di kHz, per essere iniettato nella scheda sonora del computer. L'ampiezza del segnale audio disponibile suggerirà se utilizzare la presa "line" o "mic" del computer. Nel mio caso ho buoni risultati con entrambi gli ingressi. E' necessario verificare che i livelli del mixer della scheda audio siano adeguatamente regolati per l'ampiezza del segnale da convertire (livelli di registrazione mic o line) e per la sua riproduzione (livello wav e livello generale).

Descrivo nel resto dell'articolo la sperimentazione da me portata avanti con diversi metodi per la decodifica del segnale digitale DRM.

### **1. Il DRM dei poveracci**

Per la primissima sperimentazione ho sfruttato la relativa vicinanza alla stazione a onda media RAI su 846 kHz, passata in digitale da ormai qualche anno.

Per la ricezione del segnale ho realizzato ex-novo un ricevitore a superreazione (o regen, come direbbero gli anglofili), il cui schema è qui di seguito.

La semplicità realizzativa e la qualità del funzionamento sono sconcertanti. Ho utilizzato una bobina con nucleo in ferrite che permette una variazione da circa 150 a 350  $\mu\text{H}$ , scegliendo di non usare un condensatore variabile, in quanto interessato a una sola frequenza.

La sintonizzazione della stazione su 846 kHz è stata abbastanza semplice, con il soffio ben ricevibile anche senza una vera e propria antenna.

La semplicità dello schema non richiede molti commenti. Se l'emittente è nelle vicinanze, come antenna si può utilizzare un pezzo di filo. Con i valori indicati il circuito riceve su 846 kHz. Dopo le prove sulla piastra sperimentale ho utilizzato componenti fissi. Il valore della tensione di alimentazione non è critico, 9V o 12V vanno senz'altro bene. Potrebbe essere una buona idea stabilizzare l'alimentazione, se questa fosse un po' "ballerina".

Il segnale ricevuto può essere inviato all'ingresso microfonic della scheda audio, per essere poi processato dal programma. Nel mio caso è stato necessario "alzare" la frequenza audio per decodificare bene il segnale. Per far ciò ho sintonizzato il mio generatore RF su 858 kHz, connesso a un'antenna telescopica e regolato il livello finché il programma mostrava la corretta centratura e il segnale audio usciva ininterrotto dalle casse del computer.

Questo è un metodo molto rudimentale per realizzare una conversione diretta. Nel seguito dell'articolo mostro un circuito per ottenere lo stesso risultato in modo un po' più "elegante".

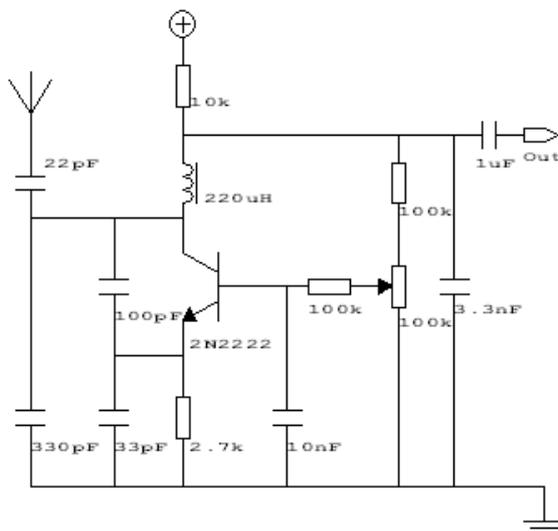


Fig 1 – Ricevitore regen 846 kHz

## 2. Utilizzando un ricevitore portatile Sony

Molti anni fa acquistai all'estero, appena messo in commercio, un ricevitore Sony portatile ICF2001D. Questo ricevitore ha delle caratteristiche veramente interessanti e tuttora lo utilizzo moltissimo, in particolare dai luoghi di villeggiatura. La copertura è completa per tutte HF, Onde Medie e Lunghe.

Come prevedibile, l'uscita audio della radio non era sufficientemente larga per decodificare correttamente il segnale ed è stato quindi necessario dare uno sguardo allo schema per trovare un punto dal quale prelevare un segnale abbastanza "largo" da poter essere utilizzato per i nostri scopi.

Questo ricevitore è a doppia conversione, con la seconda media frequenza a 455 kc/s, un valore di M.F. molto comune. La sperimentazione può essere quindi utile per l'utilizzo con altri ricevitori.

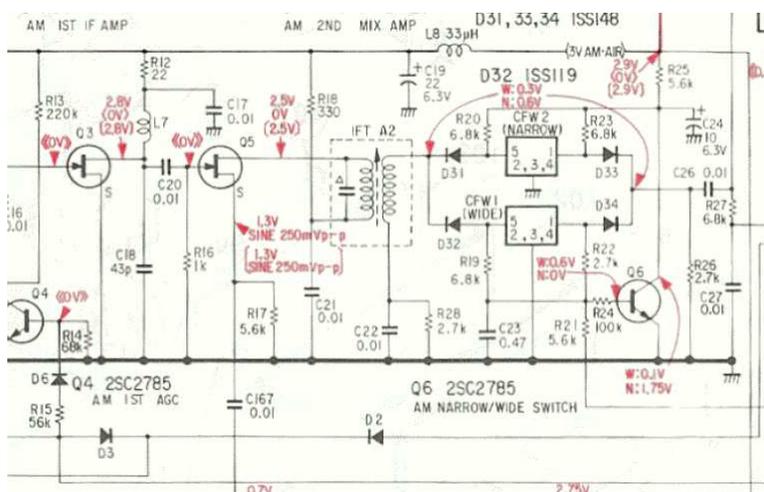


Fig 2 – Seconda MF dell'ICF2001D

La seconda MF è facilmente raggiungibile rimuovendo il coperchio posteriore della radio. Ho saldato un cavetto coassiale, l'ho fatto uscire dal retro del ricevitore e vi ho saldato una presa jack femmina da 3.5mm.

Per convertire il segnale così prelevato, ho realizzato un oscillatore Clapp, simile a un Colpitts, ma con il circuito RC risonante in serie, piuttosto che in parallelo. Personalmente, quando possibile, preferisco utilizzare questo circuito rispetto ad altri oscillatori. Il fatto che la bobina sia scarsamente caricata e che il partitore capacitivo abbia valori generalmente molto più elevati delle capacità di giunzione del transistor (o FET) garantisce, infatti, una migliore stabilità.

Il segnale generato dall'oscillatore (circa 467 kHz) viene miscelato con quello proveniente dalla media frequenza, con un prodotto intorno ai 12 kHz, adatto ai nostri scopi di decodifica.

Per la miscelazione ho usato un mixer integrato NE602 (che i pochi negozietti di componenti elettronici rimasti fanno pagare a peso d'oro!).

Nelle successive sperimentazioni la configurazione riguardante il mixer NE602 sarà simile a quella qui illustrata. Lo schema dell'oscillatore invece cambierà secondo la frequenza da convertire.

Potrebbe inoltre essere necessario "irrobustire" il segnale proveniente dalla Media Frequenza con un semplice stadio di amplificazione a transistor.

I due schemi qui di seguito mostrano le parti comuni utilizzate nel resto della sperimentazione, ovvero, la configurazione del mixer integrato e lo stadio di amplificazione per il segnale proveniente dalla Media frequenza del ricevitore. Quest'ultimo non è sempre necessario, è opportuno verificare il livello prelevato dalla M.F. prima di procedere alla sua realizzazione.

La configurazione del mixer integrato è tenuta volutamente minimale. I segnali da iniettare nei pin 1 (dalla M.F. del ricevitore) e 6 (dall'oscillatore) devono essere nell'ordine dei 200-300mV. Il segnale prelevato dal pin 4 può essere inviato verso l'ingresso line o mic della scheda audio del computer tramite un condensatore da 10-100 nF. L'alimentazione non dovrebbe superare 8V.

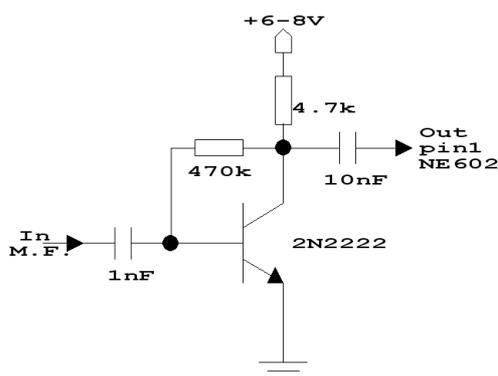


Fig 3 – Stadio ampli per M.F.

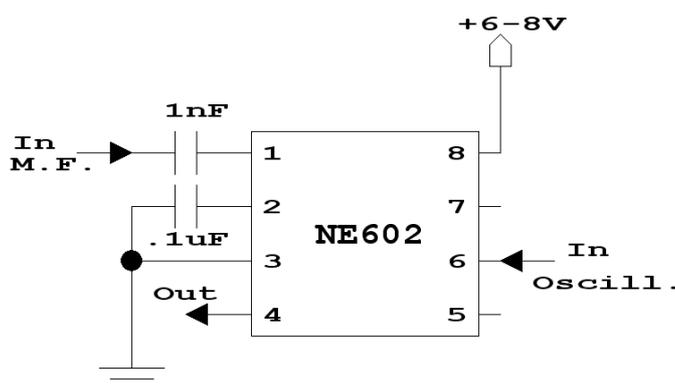


Fig 4 – Configurazione NE602

Come già menzionato, l'oscillatore per la prima sperimentazione deve risuonare intorno ai 467 kHz, così che la differenza con il segnale della M.F. (455 kHz) risulti proprio nei 12 kHz voluti.

Per fare questo tipo di conversione vengono generalmente usati oscillatori a quarzo (nel caso del mixer integrato NE602 e' sufficiente collegare il quarzo e una opportuna rete capacitiva ai terminali 6 e 7). Pur avendo a disposizione molti quarzi, non ho trovato nulla di utilizzabile allo scopo ed ho deciso quindi di provare a realizzare un oscillatore libero per poi valutare i risultati.

Come accennato, ho scelto di realizzare un oscillatore Clapp e devo dire che i risultati sono stati eccellenti. Questo tipo di circuito, con opportune modifiche e adattamenti, sarà usato anche per successive sperimentazioni.

Il circuito è abbastanza semplice e dovrebbe funzionare bene con i FET più comuni. Per il condensatore variabile sono sufficienti circa 40 pF in parallelo a un condensatore fisso da 330pF. Il secondo stadio è un buffer e il trimmer resistivo va regolato per ottenere 200-300 mV in uscita.

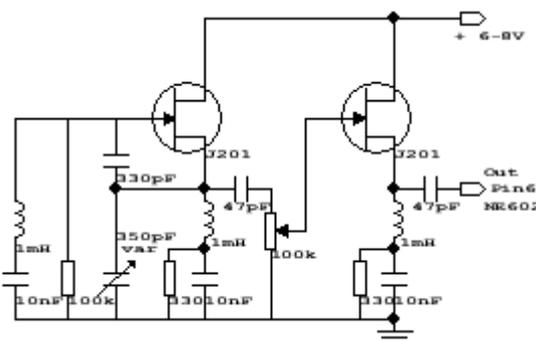


Fig 5 – Oscillatore a 467 kHz

I risultati complessivi sono stati molto confortanti e la buona qualità della ricezione è stata d'incoraggiamento per le successive sperimentazioni. La stabilità dell'oscillatore si è dimostrata più che sufficiente per la corretta decodifica del segnale.

Un suggerimento, valido anche per gli esempi successivi, è quello di usare più condensatori di piccolo valore, piuttosto che uno del valore esatto, in tutte le parti critiche del circuito oscillatore (nell'esempio precedente, questo vale per il partitore di feedback rappresentato dal condensatore da 130 pF e da quello variabile, e per il condensatore in serie alla bobina da 1 mH). La corrente RF totale viene infatti così ripartita tra più condensatori di basso valore, migliorando quindi la stabilità termica.

### 3. Kenwood TS-930S

Questo apparato è quello che uso di più per le HF (ho anche un IC-756 PROIII e una linea Drake 4B). Il ricetrans ha un'uscita per l'oscilloscopio a 100 kHz nel retro che, a prima vista, sembrava utilizzabile per prelevare il segnale da convertire.

Ho osservato il segnale con l'oscilloscopio ed ho quindi provato a realizzare un convertitore sulla piastra sperimentale.

I risultati sono stati da subito soddisfacenti ed ho deciso quindi di realizzare il circuito su piastra millefori. Questo è il circuito che ora ho permanentemente collegato e che uso quando voglio fare prove di ricezione DRM.

Grazie a questa configurazione, con il TS-930S collegato alle antenne HF che uso di solito per il traffico DX, sono riuscito ad ascoltare molte stazioni radio in digitale sulle onde medie e corte. Nell'appendice alla fine di quest'articolo ho incollato una serie di schermate di diverse emittenti ascoltate, compresi alcuni veri DX (ad es. Nuova Zelanda, India, Ecuador).

Lo schema dell'oscillatore da 112 kHz circa è quello in figura. Ho utilizzato un transistor al posto del FET usato per gli altri circuiti e, a questa frequenza, il circuito si è rivelato molto stabile anche senza buffer, con un'uscita anche più robusta del necessario.

Questo oscillatore è un Colpitts, con la consueta rete di controreazione sull'emettitore. Anche se il circuito è meno critico di quello esempio precedente, possono valere le stesse considerazioni riguardanti i condensatori da 4.7nF e 33nF e la loro sostituzione con più condensatori di valore inferiore in parallelo potrebbe migliorare ulteriormente le prestazioni.

Il segnale proveniente dalla M.F. del ricevitore era un po' debole ed è stato necessario usare l'amplificatore in fig. 3.

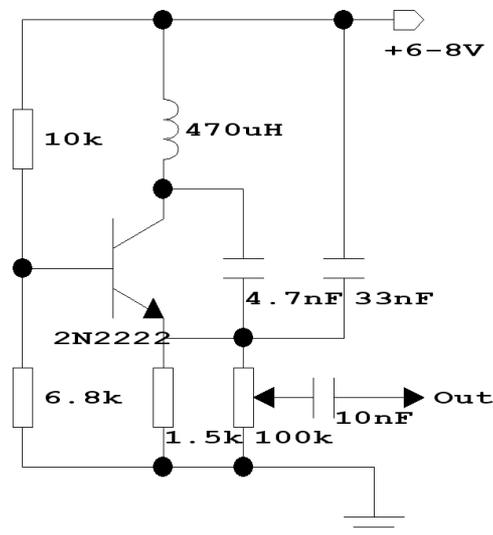


Fig 6 – Oscillatore a 112 kHz

### 4. Icom IC-R7000

Questo ricevitore copre la gamma 25MHz-2GHz, non molto utile per la sperimentazione DRM. Nella nostra zona (Roma) c'è tuttavia un'emittente sperimentale della RAI su 26060 kHz e nella zona di Milano dovrebbe esserne attiva un'altra su 26010 kHz.

Con il collega radioamatore IZ0ERI, fortunato possessore dell'IC-R7000, si è quindi deciso di sperimentare anche la ricezione con questo apparato.

L'IC-R7000 ha un'uscita di M.F a 10700 kHz. Questa frequenza comincia a essere un po' critica per essere convertita con un oscillatore libero. L'ideale sarebbe un quarzo a 10712 kHz, o uno con frequenza vicina, da utilizzare con un VXO. Non avendo a disposizione un quarzo di valore adeguato, abbiamo comunque deciso di procedere alla prova senza quarzo e osservare i risultati.

Lo schema dell'oscillatore è quello in figura 7. Questo è molto simile a quello di figura 5, con opportuni ritocchi sui valori dei componenti e con qualche minima modifica circuitale. Vista la frequenza in gioco, l'utilizzo di più condensatori di piccolo valore nella parte oscillante è più che mai importante e il condensatore variabile dovrebbe essere da pochi pF in parallelo a 2-3 condensatori fissi.

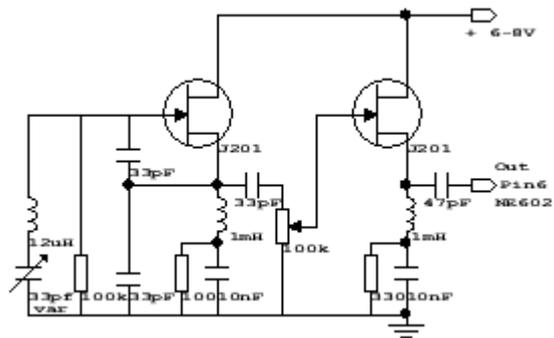


Fig 7 – Oscillatore a 10.7 MHz

La stabilità osservata al banco prova sembra essere molto buona, ma è importante vedere cosa accade all'atto pratico, quando si prova a decodificare i segnali.

Il segnale proveniente dall'uscita M.F. dell'IC-R7000 contiene anche una tensione continua di 9V. E' quindi indispensabile usare un condensatore prima di iniettare questo segnale verso il pin 1 dell'NE602 (v. fig. 4), o verso l'ingresso di uno stadio di amplificazione.

Purtroppo il segnale proveniente dalla M.F. era debolissimo e non abbiamo potuto provare con successo questo sistema. Abbiamo per ora sospeso questa sperimentazione in quanto e' necessario appurare la presenza di un eventuale guasto nell'apparato (oppure sarà necessario realizzare un circuito adeguato per irrobustire il segnale).

L'esperienza è stata comunque utile, perché ci ha dato modo di approfondire qualcosa che non era ancora molto chiaro per me.

## 5. Ricevitore a conversione diretta

Il segnale a 26060 kHz da usare per l'ultima sperimentazione di cui ho parlato, per me era molto forte ma, pur leggendo un buon rapporto segnale/disturbo, non riuscivo a decodificare l'audio. Anche il nome della stazione non era visibile dal software. Tutto ciò accadeva con il mio sistema di ricezione per il TS-930S (vedi capitolo 3. qui sopra).

Per cercare di capire qualcosa di più su questo segnale, ho deciso di sfruttare il mio generatore RF per realizzare un semplice ricevitore a conversione diretta.

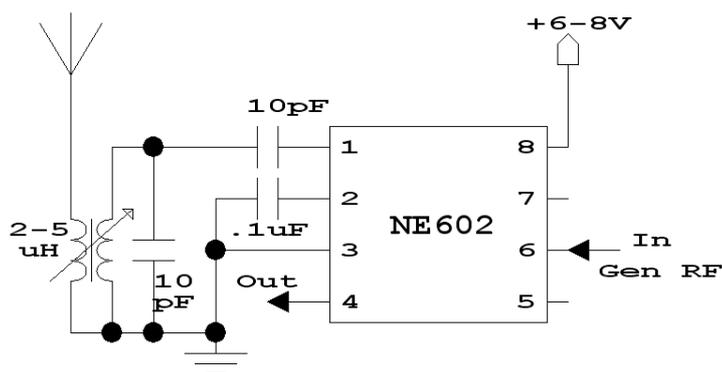


Fig 8 – RX a conversione diretta

Lo schema è illustrato in figura 7. Il segnale dal generatore, regolato intorno a 200-300 mV, è iniettato nel piedino 6 tramite un condensatore da una decina di pF. L'antenna è collegata a un circuito accordato su 26 MHz (se, come nel mio caso, si e' vicini alla stazione trasmittente e non ci sono interferenze, questo circuito può essere omesso e l'antenna può essere collegata al condensatore da 10pF sul piedino 1. Il piedino 4 e' connesso alla scheda sonora tramite un condensatore da 10-100 nF.

Regolando il generatore su 26060 kHz il soffio della trasmissione digitale era facilmente distinguibile e, una volta attivato il programma sul computer, è stato evidente il motivo per cui la decodifica con il mio TS-930S falliva: il segnale è ben più largo dei 10 kHz che ero abituato a vedere sulle altre emittenti. Evidentemente l'uscita M.F del mio Kenwood non è sufficientemente larga per questa emissione.

La qualità della ricezione con il semplice ricevitore a conversione diretta era ottima e la decodifica era continuativa, senza interruzioni. La frequenza del generatore deve essere regolata una quindicina di kHz più bassa della frequenza centrale (in questo caso, deve essere quindi intorno ai 26045 kHz).

Chi non possiede un generatore RF può realizzare, per la conversione diretta, un semplice oscillatore come quelli illustrati in precedenza, regolandolo sulla frequenza che intende ricevere.

## **6. Considerazioni conclusive**

Non posso definirmi un appassionato di trasmissioni digitali, ma devo dire che la sperimentazione portata avanti con il DRM mi ha dato modo di approfondire diverse tematiche.

E' simpatico avere a disposizione ciò che serve per decodificare i segnali digitali ed ho già avuto modo di meravigliare diversi ospiti, mostrando cosa si ottiene dal soffio che si ascolta ad esempio dove una volta di ascoltava Radio 2 nella zona di Roma.

Certo, il fascino della ricezione sulle onde medie è completamente stravolto. Un tempo mettevamo a buon uso il "DSP umano" durante l'ascolto di segnali analogici disturbati. Ora, con i segnali digitali, come dice il termine stesso, esistono solo due stati: o si ascolta o non si ascolta. Devo confessare che francamente questo non fa per me, rimango nonostante tutto legato alle trasmissioni analogiche e mi auguro che almeno nel campo radioamatoriale queste non saranno soppiantate in un futuro troppo vicino de quelle digitali.

Auguro buone sperimentazioni e, come si dice sempre in questi casi, rimango a disposizione per eventuali chiarimenti.

Marco F. Olivieri – IK0DWN – <mailto:ik0dwn@arrl.net>

## Appendice A – Cenni sull'utilizzo del software e riferimenti

Il software utilizzato per tutte le prove è disponibile gratuitamente su Internet in versione sorgente: <http://sourceforge.net/projects/drm/>

Il codice sorgente può essere compilato su diverse piattaforme. Per comodità metto a disposizione una copia già compilata è funzionante per Windows. E' sufficiente estrarre l'archivio in una cartella del computer ed eseguire il programma dream.exe. L'archivio è scaricabile dalla sezione "Download" del sito <http://www.grca.eu>

Una volta messa a punto una delle interfacce hardware sopra descritte, si fa partire il programma e si osserva ad esempio l'analisi spettrale, che deve essere simile a quella di fig. 9.

Normalmente, non e' necessario modificare alcun parametro nel software. Per ottenere la schermata di fig. 9, selezionare dal menù principale "View" e "Evaluation Dialog".

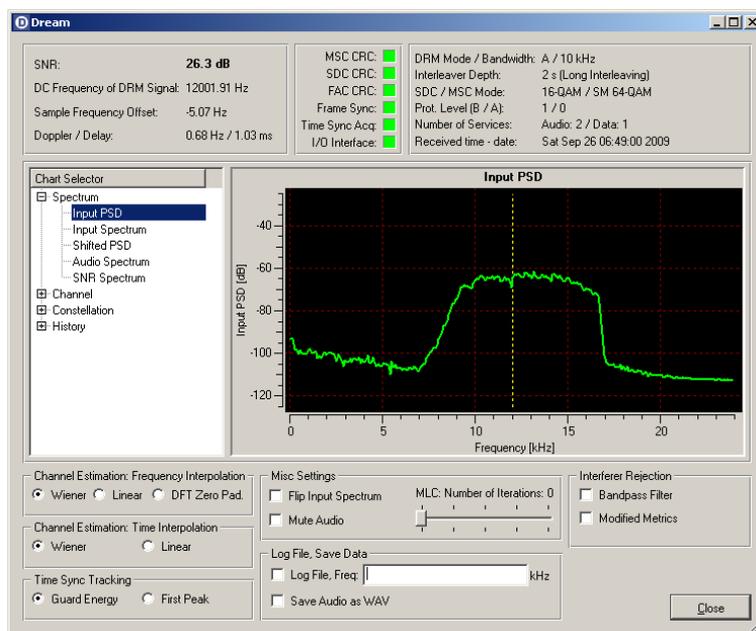


Fig 9 – Una buona ricezione DRM

Il valore in alto a sinistra (SNR) ci da un'idea sulla qualità della ricezione. Valori intorno a 20dB garantiscono una ricezione perfetta. E' raro riuscire a superare i 30dB.

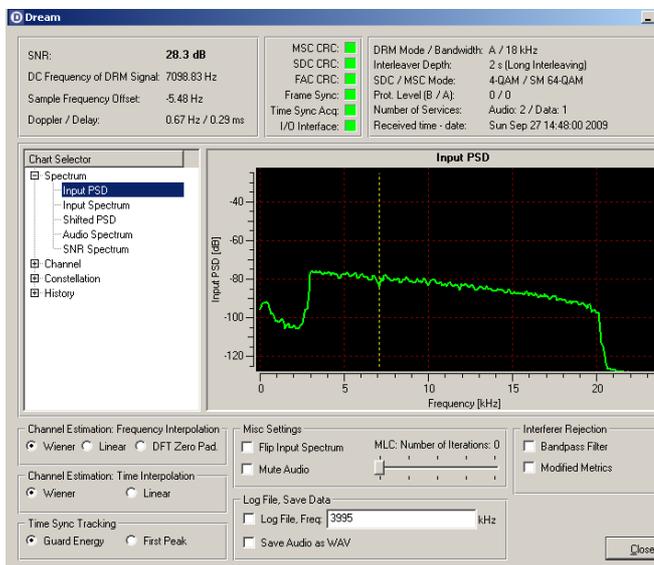


Fig 10 – Un segnale largo 18 kHz

La finestra principale del programma è quella visibile nelle numerose schermate che allego in appendice B.

Molto materiale descrittivo sul DRM e' disponibile online. Usando argomenti come "DRM" e "Radio" su uno dei motori di ricerca e' possibile trovare veramente di tutto. Mi limito quindi a segnalare un paio di siti "ufficiali" dai quali iniziare gli approfondimenti: <http://www.drm.org/> e <http://www.drmrx.org/>

In questi siti sono anche disponibili tabelle con orari e frequenze delle stazioni attive in HF e Onde Medie.

## Appendice B – Schermate di alcune stazioni ricevute

The following table summarizes the data presented in the eight screenshots:

Station Name	Format	Language	Bit Rate (kbps)	ID
BBC & DW	AAC(24 kHz)+SBR P-Stereo	English	17.46	14795336
HCJB GlobalVoice	AAC(24 kHz)+SBR Mono	No language specified	14.76	10629121
BNR Digital	AC(24 kHz) Mono	No language specified	14.76	2009
RTL Radio	AAC(24 kHz)+SBR Mono	German	17.46	14774673
Voice Of Russia	AAC(24 kHz)+SBR Mono	Russian	14.06	16711696
WAZ Nachrichten	Data Service: NewsService Journaline		14.40	14735618
HPT AIR KHAMPUR	AAC(24 kHz)+SBR Mono	Hindi	20.84	0
RAI Radiouno	AAC(12 kHz)+SBR Mono	Other language	12.46	14701057

Each screenshot also displays the 'dream' logo, the names of the researchers (Volker Fischer, Alexander Kurpiers), and the affiliation (Darmstadt University of Technology, Institute for Communication Technology). The interface includes an 'Input Level [dB]' meter and a 'Status' indicator for each station.

**Dream** View Settings ?

Volker Fischer, Alexander Kurpiers  
Darmstadt University of Technology  
Institute for Communication Technology

Input Level [dB]  
AAC(24 kHz)+SBR Mono / Spanish / No programme type

# REE Noblejas

Bit Rate: 17.46 kbps EEP / ID: 18193

Status:

1	REE Noblejas   AAC(24 kHz)+SBR Mono / Spanish / No programme type (17.46 kbps)
2	
3	
4	

**Dream** View Settings ?

Volker Fischer, Alexander Kurpiers  
Darmstadt University of Technology  
Institute for Communication Technology

Input Level [dB]  
AAC(24 kHz) Mono / Other language / Information

# Radio Romania In

Bit Rate: 0.00 kbps EEP / ID: 14701058

Status:

1	Radio Romania In   AAC(24 kHz) Mono / Other language / Information (0.00 kbps)
2	Radio Romania In   AAC(24 kHz) Mono / Other language / Varied (0.00 kbps)
3	Radio Romania In   AAC(24 kHz) Mono / Other language / News (0.00 kbps)
4	Data Service: Unknown Service (0.00 kbps)

**Dream** View Settings ?

Volker Fischer, Alexander Kurpiers  
Darmstadt University of Technology  
Institute for Communication Technology

Radio Romania International on  
DRM to Europe

Input Level [dB]  
AAC(24 kHz) Mono / No language specified / No programme type

# Radio Romania In

Bit Rate: 14.76 kbps EEP / ID: 14872984

Status:

1	Radio Romania In   AAC(24 kHz) Mono / No language specified / No programme type (14.76 kbps)
2	
3	
4	

**Dream** View Settings ?

Volker Fischer, Alexander Kurpiers  
Darmstadt University of Technology  
Institute for Communication Technology

RDP internacional transmitindo  
para a Europa, via DW Sines -  
Portugal

Input Level [dB]  
AAC(24 kHz)+SBR Mono / Portuguese / Social Affairs

# RDP Portugal

Bit Rate: 18.36 kbps EEP / ID: 14975232

Status:

1	RDP Portugal   AAC(24 kHz)+SBR Mono / Portuguese / Social Affairs (18.36 kbps)
2	
3	
4	

**Dream** View Settings ?

Volker Fischer, Alexander Kurpiers  
Darmstadt University of Technology  
Institute for Communication Technology

Input Level [dB]  
AAC(24 kHz)+SBR Mono / German / Information

# BR-B5akt

Bit Rate: 15.54 kbps EEP / ID: 14734101

Status:

1	BR-B5akt   AAC(24 kHz)+SBR Mono / German / Information (15.54 kbps)
2	BR-Journaline   Data Service: NewsService Journaline (1.92 kbps)
3	
4	

**Dream** View Settings ?

Volker Fischer, Alexander Kurpiers  
Darmstadt University of Technology  
Institute for Communication Technology

Input Level [dB]  
AAC(24 kHz)+SBR Mono / English / Varied

# RNZI

Bit Rate: 17.08 kbps EEP / ID: 54

Status:

1	RNZI   AAC(24 kHz)+SBR Mono / English / Varied (17.08 kbps)
2	
3	
4	

**Dream** View Settings ?

Volker Fischer, Alexander Kurpiers  
Darmstadt University of Technology  
Institute for Communication Technology

This is a DRM MW transmission  
1611KHz from Vatican Radio  
(Vatican City).

Input Level [dB]  
AAC(24 kHz)+SBR Mono / No language specified / Varied

# Vatican Radio

Bit Rate: 15.32 kbps EEP / ID: 14827780

Status:

1	Vatican Radio   AAC(24 kHz)+SBR Mono / No language specified / Varied (15.32 kbps)
2	
3	
4	

**Dream** View Settings ?

Volker Fischer, Alexander Kurpiers  
Darmstadt University of Technology  
Institute for Communication Technology

Input Level [dB]  
AAC(24 kHz)+SBR P-Stereo / English / Pop Music

# TDPradio

Bit Rate: 20.96 kbps EEP / ID: 14704673

Status:

1	TDPradio   AAC(24 kHz)+SBR P-Stereo / English / Pop Music (20.96 kbps)
2	
3	
4	