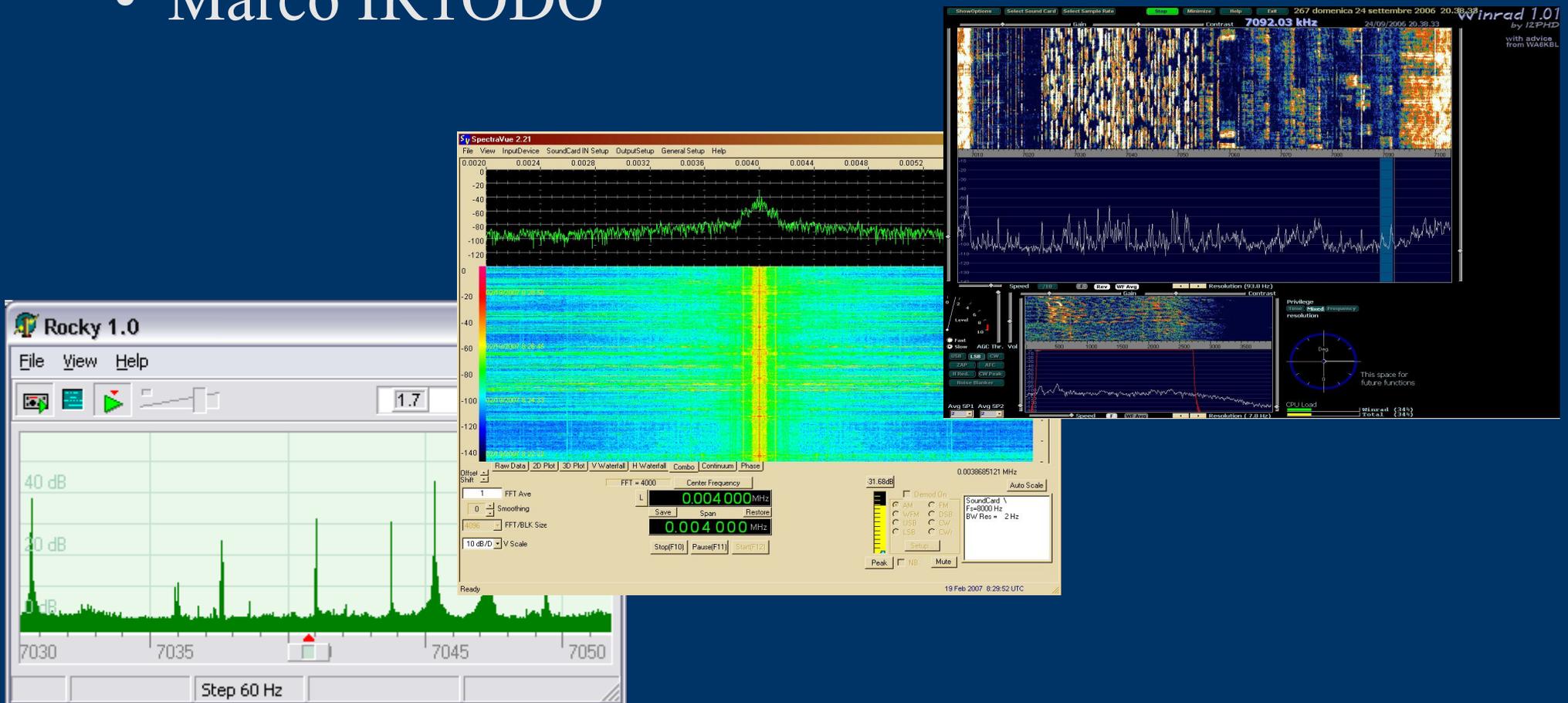


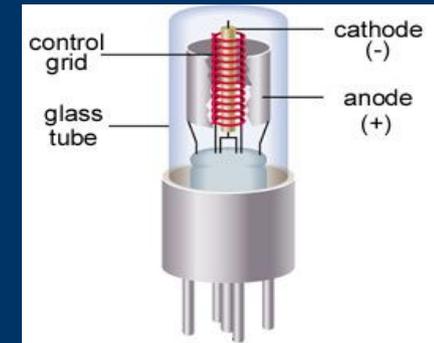
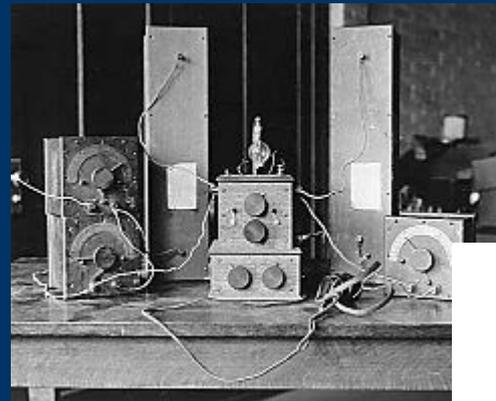
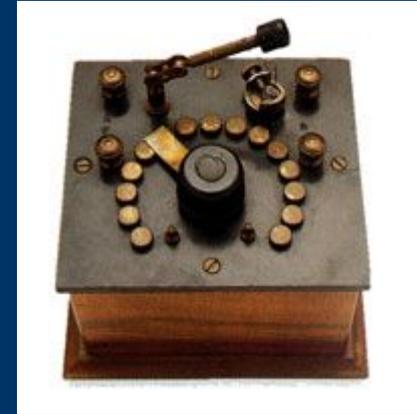
# SDR DAY – ARI Modena Marzo 2007

- Introduzione alla Software Defined Radio
- Marco IK1ODO



# Storia della Radio...

- All'inizio c'era il Coherer di Calzecchi-Onesti e Branly
- Poi venne la Galena
- Il Triodo
- L'amplificazione diretta
- La Reazione!
- La Supereterodina...



# Ere della Radio



- La radio elettromeccanica: Coherer, galena
- La radiotecnica: Dispositivi di amplificazione
- L'elettronica: sintetizzatori
- La microelettronica: microprocessori

Il ricevitore è sempre analogico, filtraggio e demodulazione (=passaggio dal segnale elettrico all'acustico o all'utilizzatore) sono processi fatti in modo ANALOGICO con tutte le limitazioni dell'elettronica (dinamica, distorsione, ecc).

# Evoluzione

```
realfft($real);  
realifft()  
Inverse of one-dimensional realfft [inplace].  
    realifft($real);  
fftnd()  
N-dimensional FFT (inplace)  
    fftnd($real,$imag);  
ifftnd()  
N-dimensional inverse FFT  
    ifftnd($real,$imag);  
fftconvolve()
```

```
case wsin5 : // sin^5  
for(j = 0; j < MainForm->polyfactor * size; j++)  
{  
    PolyFF1[j].re *= sin5[j];  
    PolyFF1[j].im *= sin5[j];  
}  
switch(MainForm->polyfactor)  
{  
    case 1 : dBcorr = 1.5311; break;  
    case 2 : dBcorr = 0.8511; break;  
    case 4 : dBcorr = 0.6683; break;  
}  
break;
```

*Dato che i nostri ricevitori NON HANNO più galene, spinterometri e VFO meccanici, la strada è definita dal processo evolutivo (Darwiniano?)*

## *CAMBIAMENTO DI PARADIGMA nell'SDR*

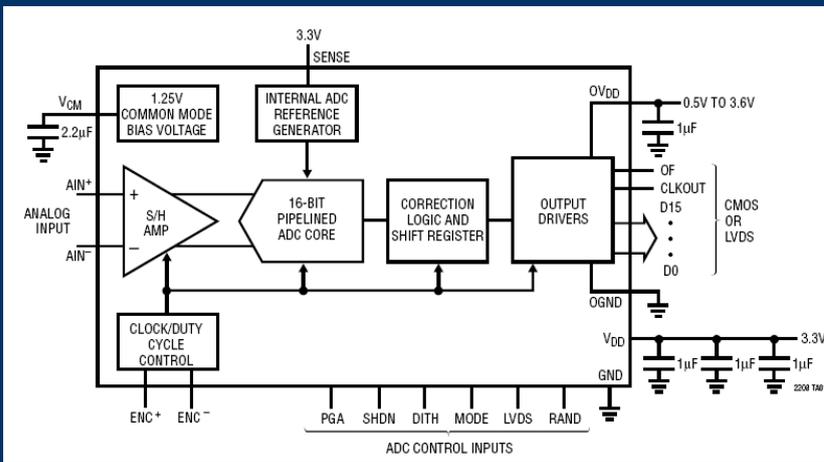
Il trattamento del segnale (sintonia, filtraggio, demodulazione, processo del segnale demodulato) nei ricevitori SDR è fatto dal SOFTWARE

# Ricevitore SDR

- Il ricevitore SDR è quello in cui il PROCESSO DEL SEGNALE è realizzato dal SOFTWARE
- Non sono SDR i vari ricevitori controllati dal computer in cui la demodulazione è fatta in HW
- 
- Il ricevitore SDR ideale:



# Ci vuole un convertitore A/D

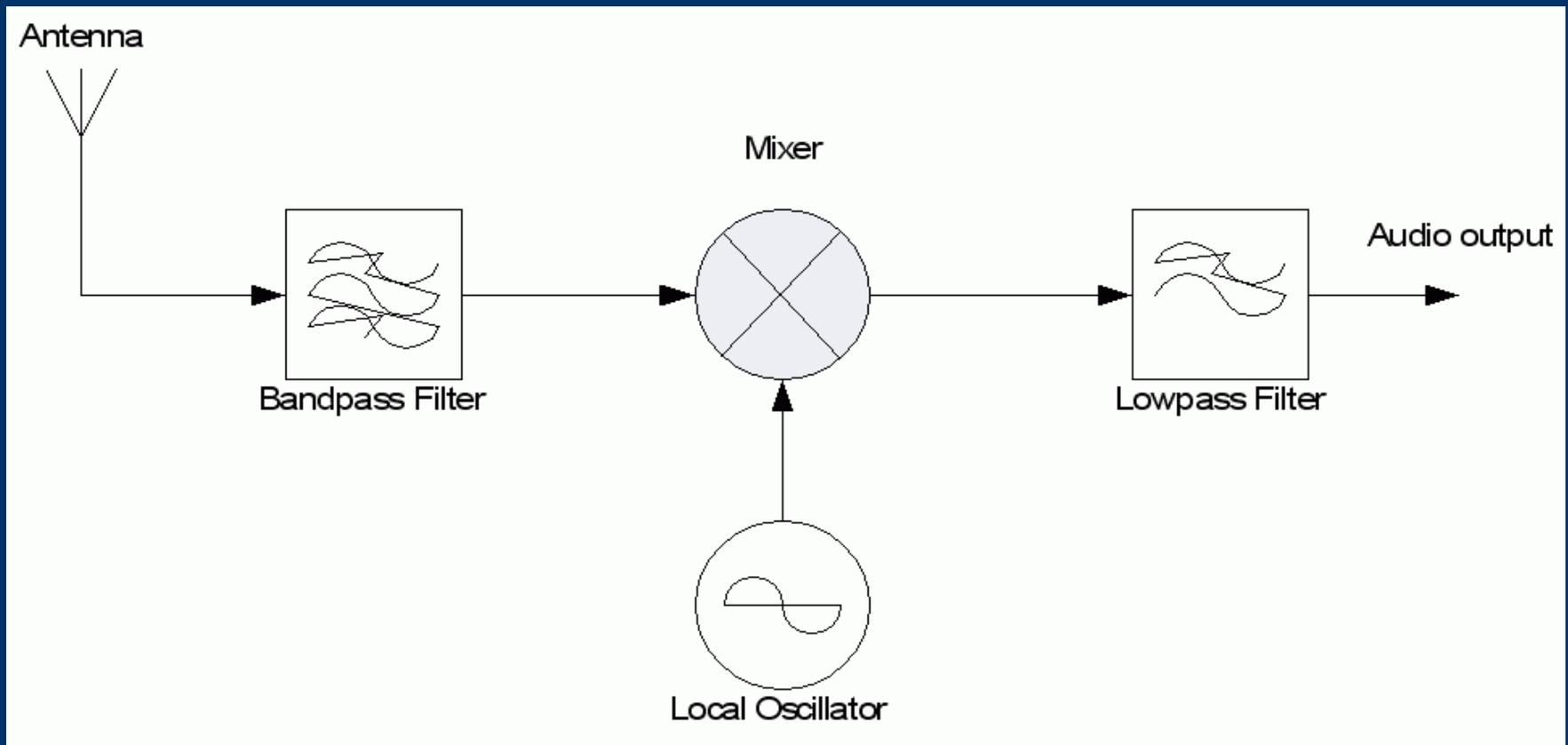


- Dove metterlo?
- Direttamente in antenna: ideale, ma...
- Alta dinamica richiesta (almeno 14 bit)
- Velocità (minimo 60MS/s per 30 MHz di banda)
- Consumo, costo, complessità
- Volume di informazione da trattare
- Carico del processore

*Alternativa low cost: il ricevitore a conversione (eterodina!)*

## Ricevitore a conversione diretta (DC receiver)

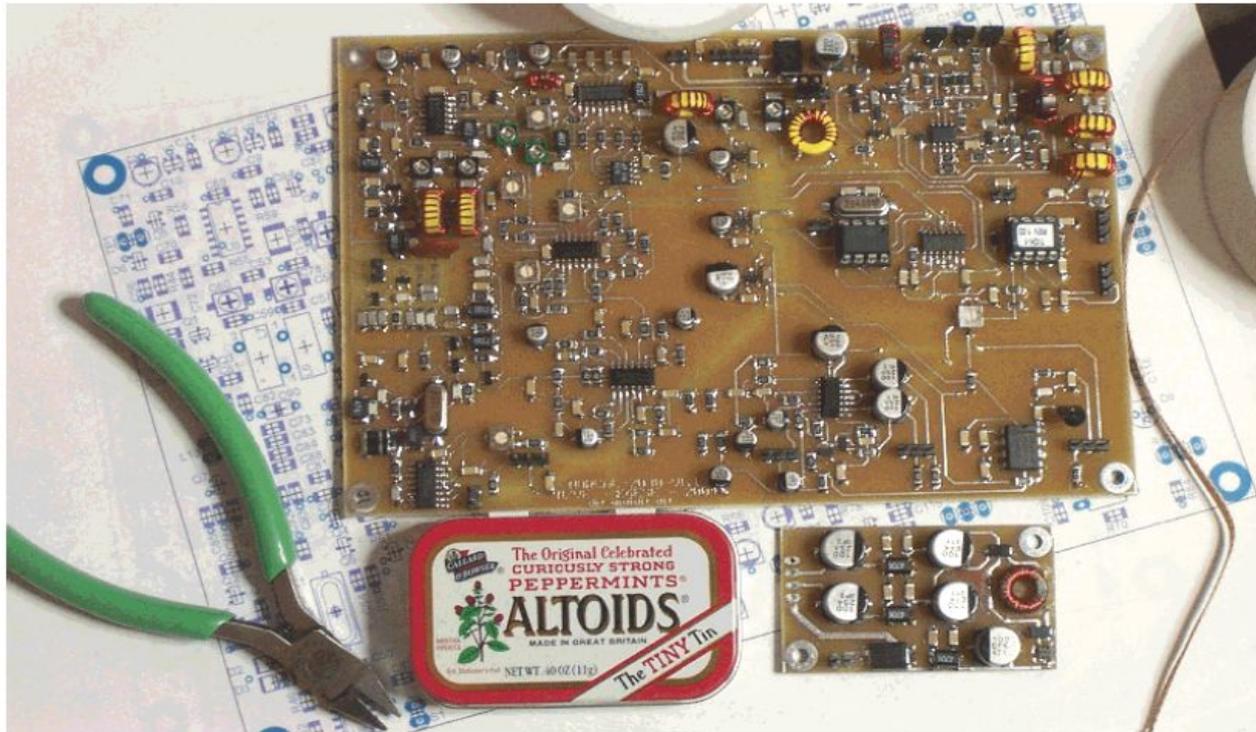
Semplice, buone prestazioni, problemi di risposta all'immagine  
( $IF=RF\pm LO$ )



# NC2030 di Dan N7VE

## Very High Performance Image Rejecting Direct Conversion Receivers

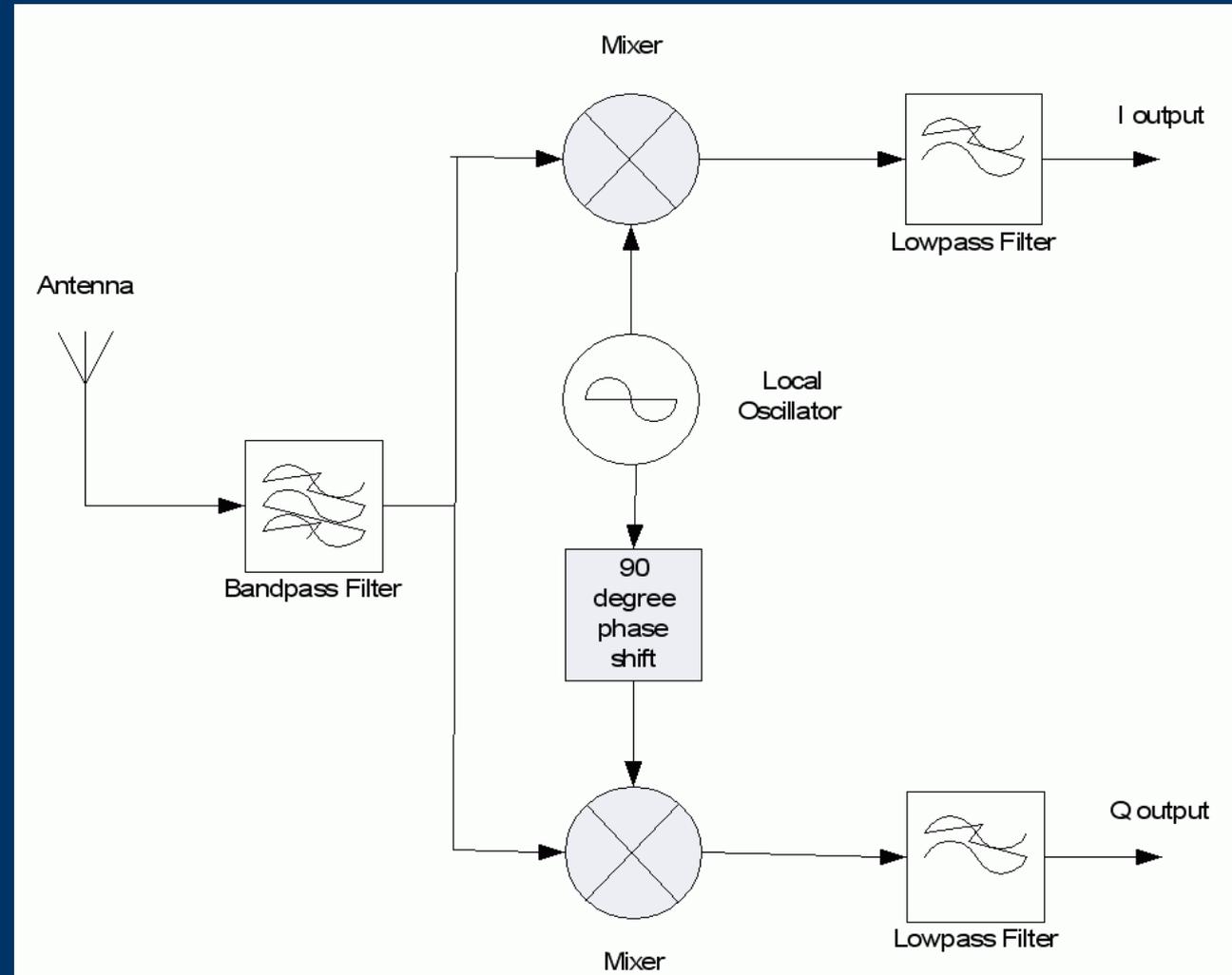
*Or how can an 11 ma receiver out perform the world's best  
ham transceivers?*



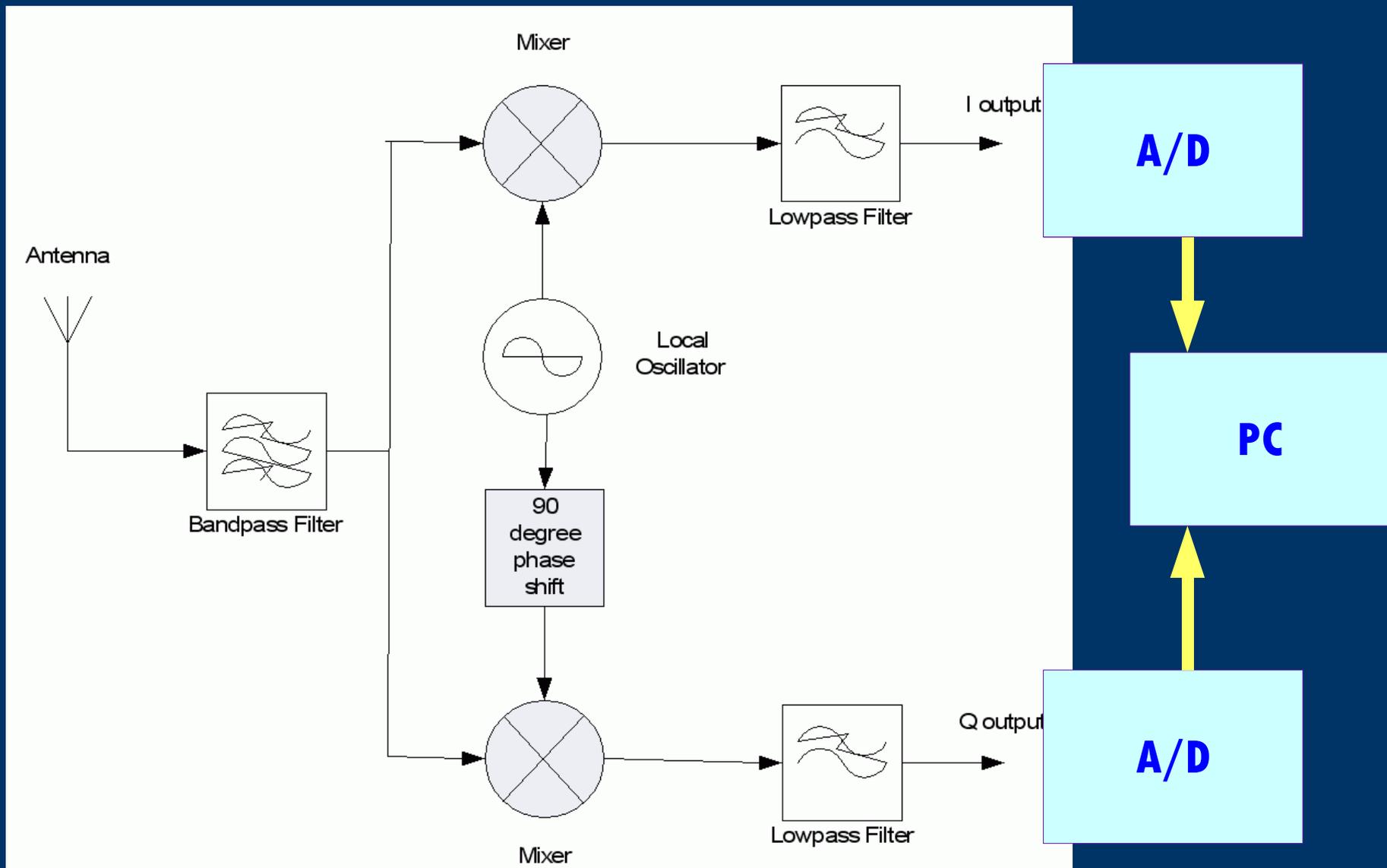
**Dan Tayloe, N7VE**

## Frontend SDR: mixers per I e Q (In fase e Quadratura)

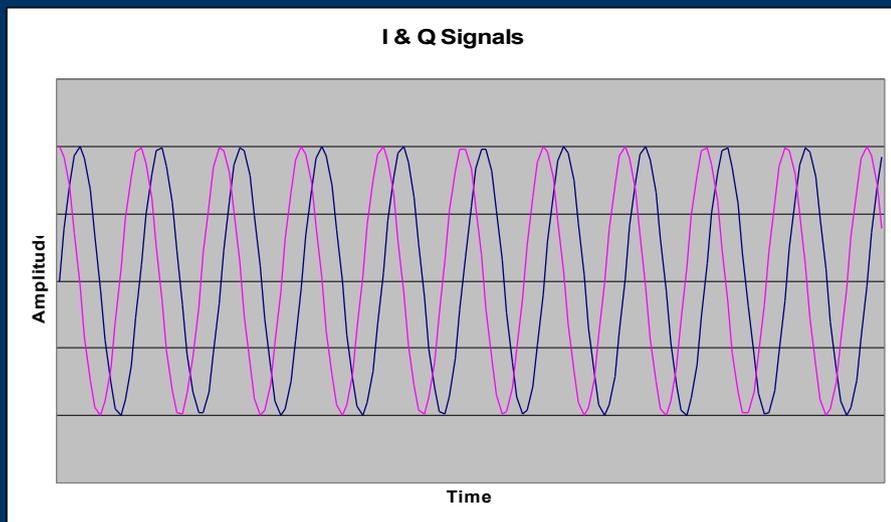
La presenza dei segnali I e Q permette la cancellazione dell'immagine e la demodulazione di QUALUNQUE modo di emissione



# Ricevitore SDR “NZIF” (Near Zero IF) – evoluzione del ricevitore a conversione diretta



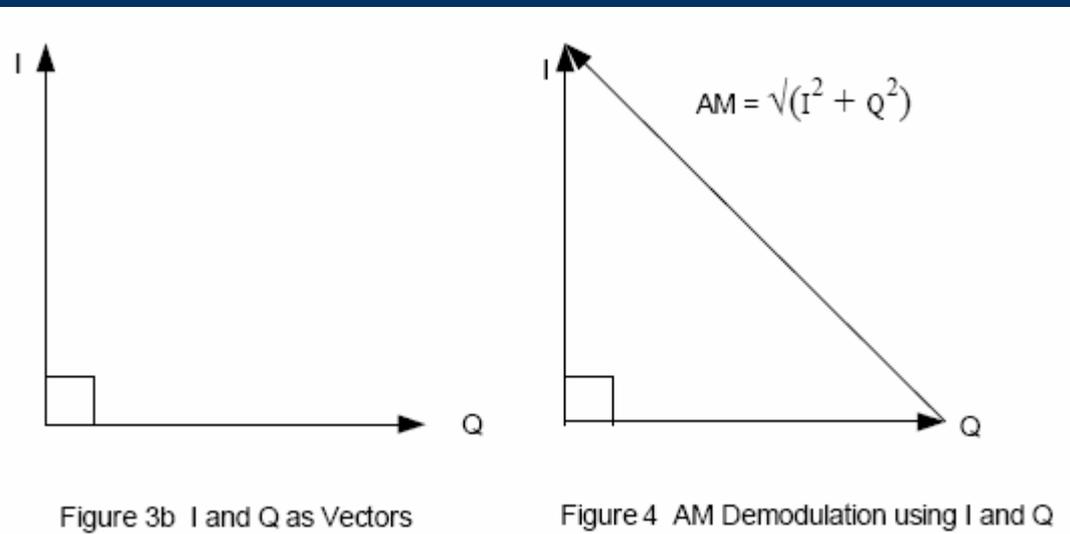
# Puntini sulle I e sulle Q...



Esempio di demodulazione AM: I e Q sono due vettori, basta fare la radice della somma dei quadrati (=raddrizzamento)

Dagli stessi segnali si ottengono CW e SSB (moltiplicazione per un segnale = mixing) e cancellazione della banda laterale indesiderata (somma con il segnale anticipato o ritardato di 90°)

Vedere RadCom, rubrica “SDR”



# *Il ricevitore SDR NZIF – Mixer e IF*

- Si può usare un mixer qualunque, ma di solito è derivato dal mixer di Dan Tayloe N7VE (QSD, Quadrature sampling detector) o varianti (AIQSD, ecc)
- Si usano integrati “bus switch” che hanno caratteristiche molto buone come interruttori (FST3125, FST3253...)
- Bisogna far precedere il mixer da un filtro o preselettore (il mixer QSD è sensibile alle armoniche dispari della frequenza di lavoro)
- Il mixer è seguito da un amplificatore ad alte prestazioni
- L'oscillatore locale può essere un quarzo, un DDS o un sintetizzatore – deve essere a 2 o 4 volte la F di lavoro
- Il tutto è collegato ad un convertitore A/D ad alte prestazioni: la scheda audio del PC

# RX HF QSD NZIF – PRO e CONTRO

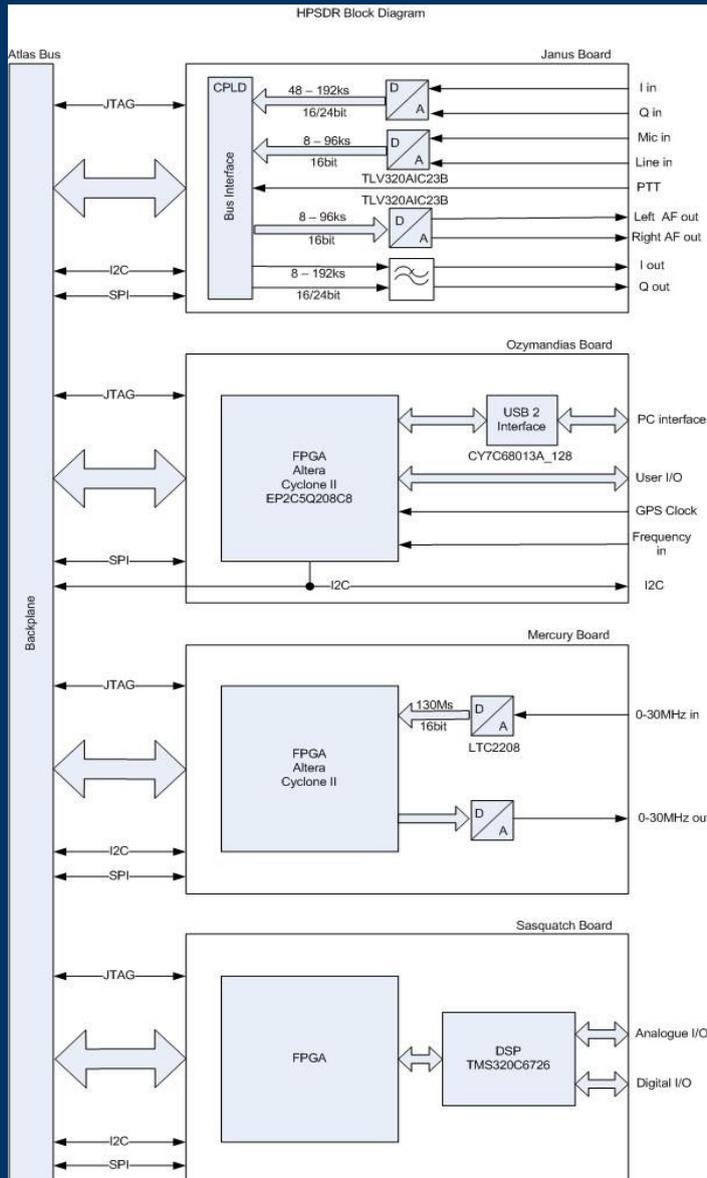
- + Grande semplicità, bassissimo costo (kits da 10\$)
  - + Tecniche alla portata di molti OM
  - + Grande disponibilità di kit, schemi, prodotti finiti
  - + possibilità di uso come catena IF per ricevitori esistenti
  - + Il modo migliore per “toccare con mano” l'SDR
- 
- Problemi di soppressione dell'immagine e dello “zero”
  - Possibilità di risposte spurie
  - Banda ricevibile limitata dal sampling rate del convertitore A/D (la banda totale è un pò meno del S/R)
  - Necessità di una scheda audio seria

## *Non solo QSD...*

Altre soluzioni amatoriali disponibili o in sviluppo (kits, autocostruzione, ricerca...) - per esempio:



- HPSDR [www.hpsdr.org](http://www.hpsdr.org)
- $\mu$ WSDR [uwsdr.berlios.de](http://uwsdr.berlios.de)
- N8VB [www.philcovington.com](http://www.philcovington.com)
- Linrad [www.nitehawk.com/sm5bsz/linuxdsp/linrad.htm](http://www.nitehawk.com/sm5bsz/linuxdsp/linrad.htm)
- ESS [www.expandedspectrumsystems.com/prod2.html](http://www.expandedspectrumsystems.com/prod2.html)
- FireFly [www.qrpkits.com/firefly.html](http://www.qrpkits.com/firefly.html)
- SDRZero [py2wm.qsl.br/SDR/SDRZero-2.html](http://py2wm.qsl.br/SDR/SDRZero-2.html)
- .... Il campo è in fermento, l'evoluzione è continua. Difficile essere aggiornati su tutto, ed è un BUON SEGNO



- High Performance Software Defined Radio
- Progetto di grande respiro, modulare, per un ricevitore HF allo stato dell'arte
- Circuitualmente molto complesso, lo sviluppo reale è riservato a pochi, però è tutto OPEN SOURCE (GNU)
- Prestazioni finali eccezionali, e grande espandibilità
- Team: Ray Anderson WB6TPU, Steve Bible N7HPR, Phil Covington N8VB, Rick Hambly W2GPS, Phil Harman VK6APH, Lyle Johnson KK7P, Ulrich Rohde N1UL, Bill Tracey KD5TFD e diversi altri

## *Progetti e prodotti*

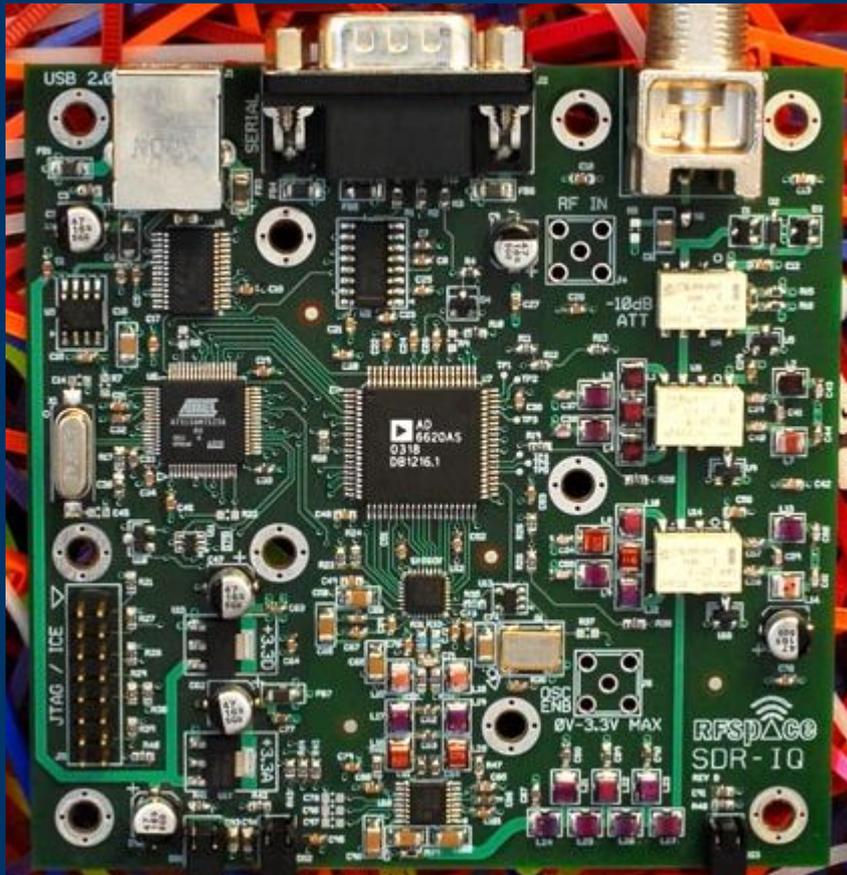
- SDR1000: il primo transceiver HF in SDR prodotto
- CiaoRadio di Claudio Re I1RFQ
- FDM77 e accessori da ELAD (PN)
- SDR-X: annunciato, RX HF + 50 Mhz
- QuickSilver QS1R di Phil N8VB – in sviluppo
- SoftRock – famiglia di RX e RTX mono/bibanda in kit – oltre 3000 pezzi venduti
- Cloni e derivati del SoftRock
- RFSPACE SDR14 e SDR-IQ
- Prodotti professionali (decine e decine)
- 
- Vedere [http://f4dan.free.fr/sdr\\_eng.html](http://f4dan.free.fr/sdr_eng.html)

# RFSpace

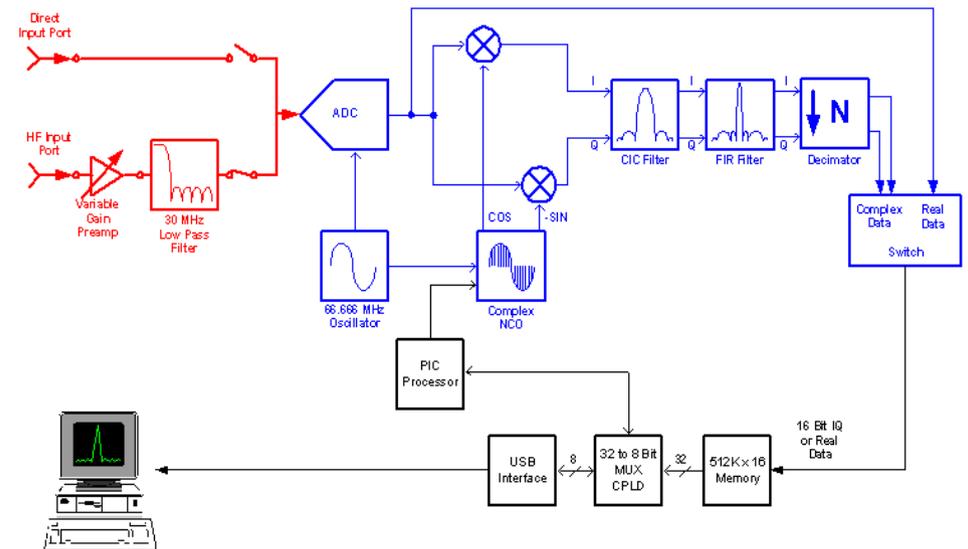
SDR14

Ricevitore/analizzatore  
di spettro

Possibilità di registrare  
Usi amatoriali e non



## SDR-14 FFT Spectrum Analyzer - Digital Receiver



SDR-IQ

Simile, più compatto

Low cost

500Hz-30MHz, max span 190kHz

Software in evoluzione, “gira” sotto  
WINRAD e SpectraVue

# Rohde&Schwarz EM510 – 30k€ !



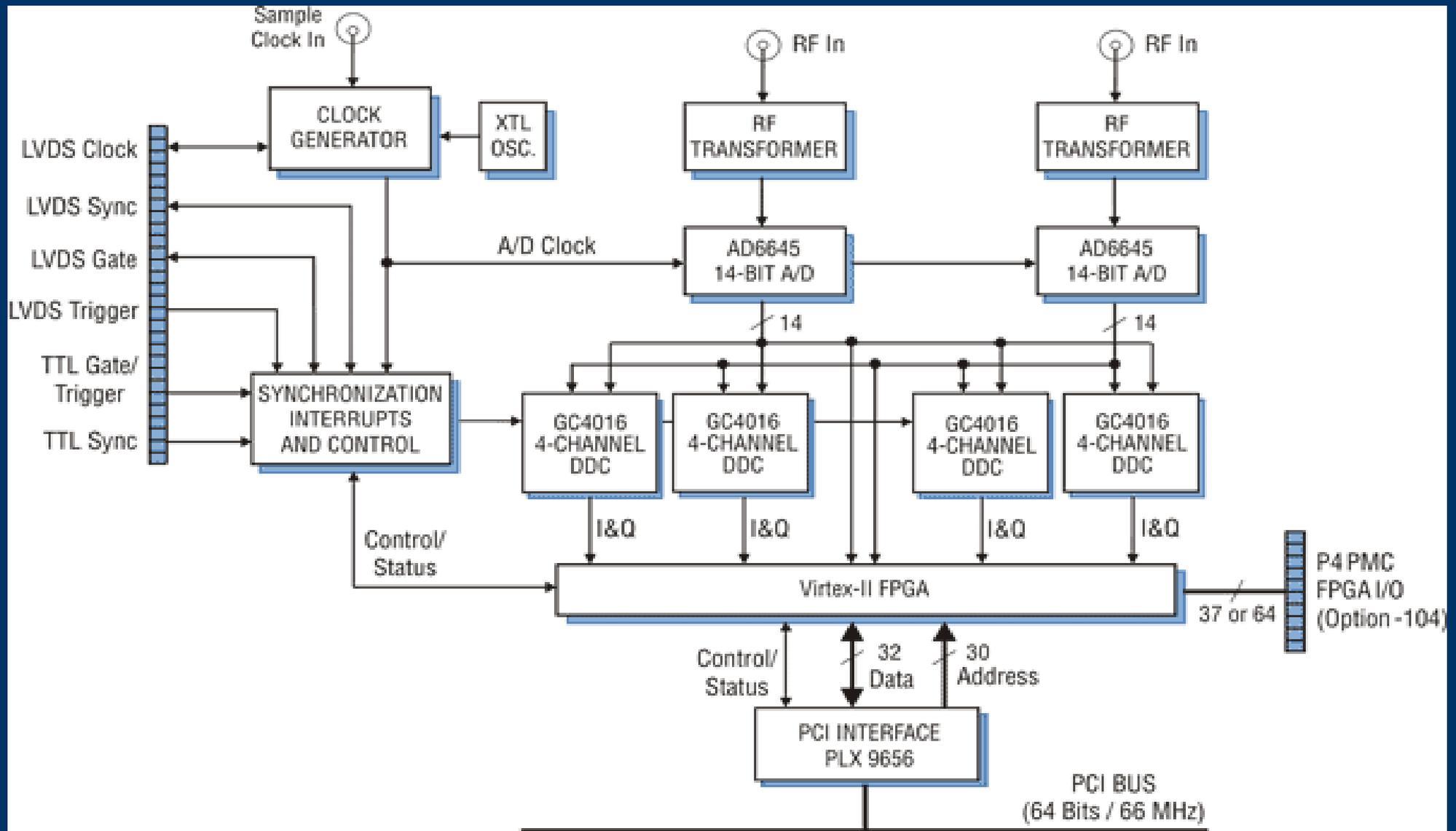
Version  
01.00

Dezember  
2006

## HF Digital Wideband Receiver R&S® EM510

Effiziente und vielseitige Lösung für die Funkerfassung

# Pentek – ricevitori SDR per uso MIL



# *Software per SDR*

- Molti programmi “girano” su quasi tutti gli hardware esistenti, pur di avere un I e Q
- Rocky (VE3NEA, nato per SoftRock)
- Winrad (I2PHD, uno dei più completi)
- KGKSDR (M0KGK, transceiver)
- POWERSDR (Flexradio, nato per SDR1000, ma gira anche su SoftRock)
- Spectraview (RFSpace, ma usabile su SoftRock)
- Altri in sviluppo, molte proposte
- **Campo aperto – servono softwaristi coraggiosi**

ShowOptions

Select Sound Card

Select Sample Rate

Stop

Minimize

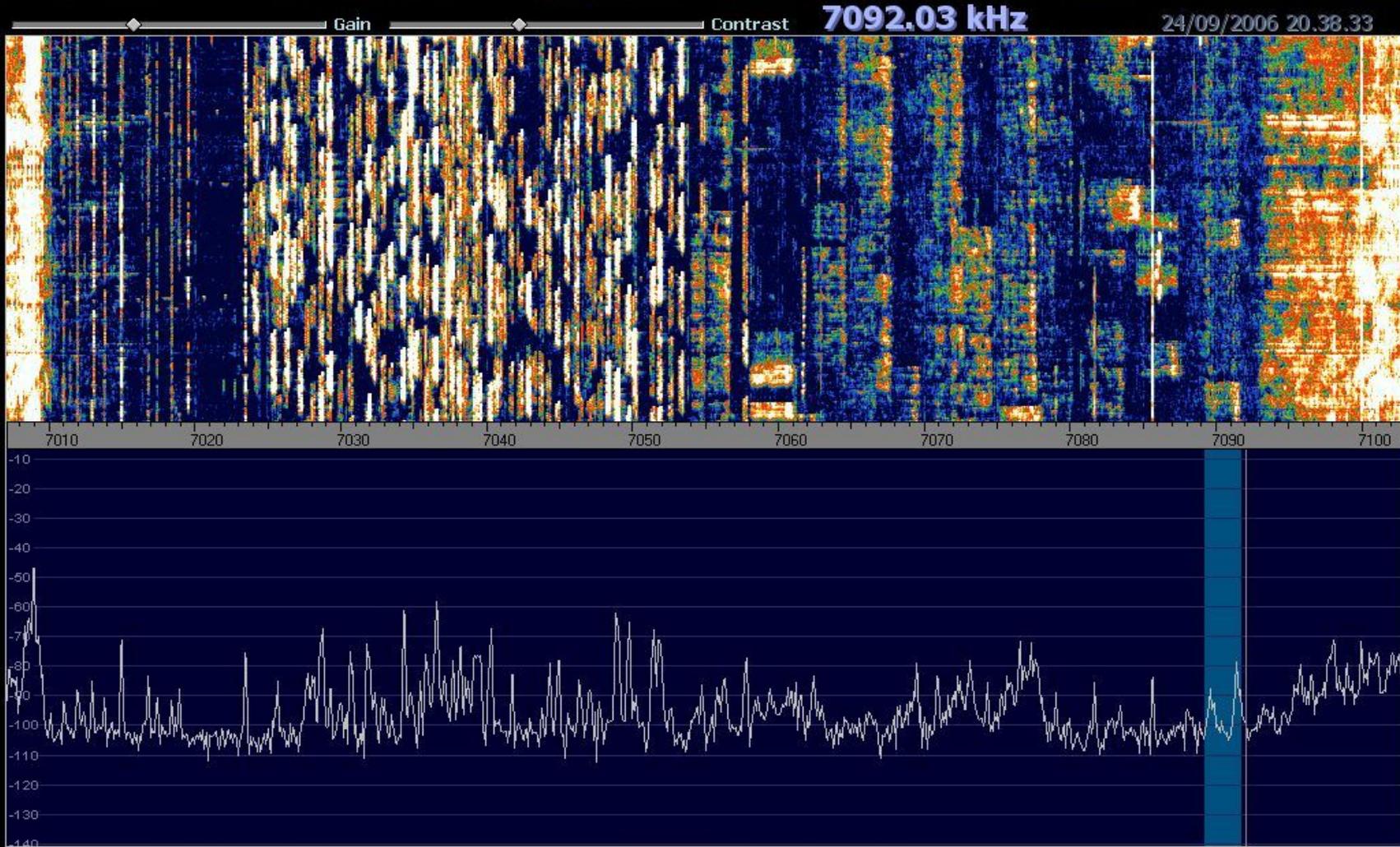
Help

Exit

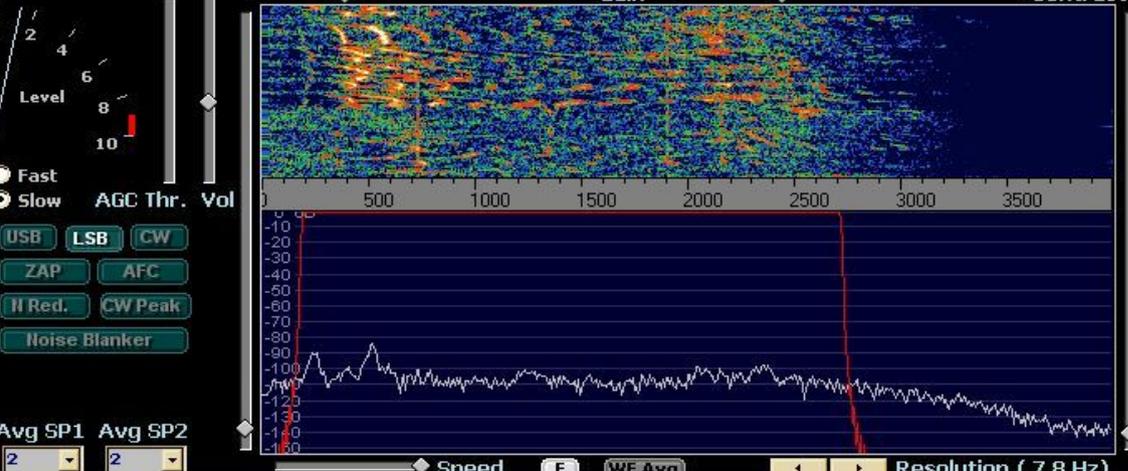
267 domenica 24 settembre 2006 20.38.33

Winrad 1.01  
by I2PHD

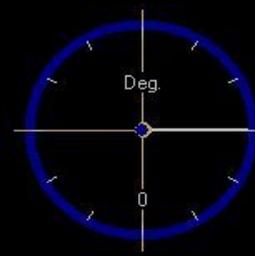
with advice  
from WA6KBL



Speed /10 F Rev WF Avg Resolution (93.8 Hz)



Privilege  
Time Mixed Frequency  
resolution



This space for  
future functions

CPU Load



Winrad (34%)  
Total (34%)

**SDR - WHY?**

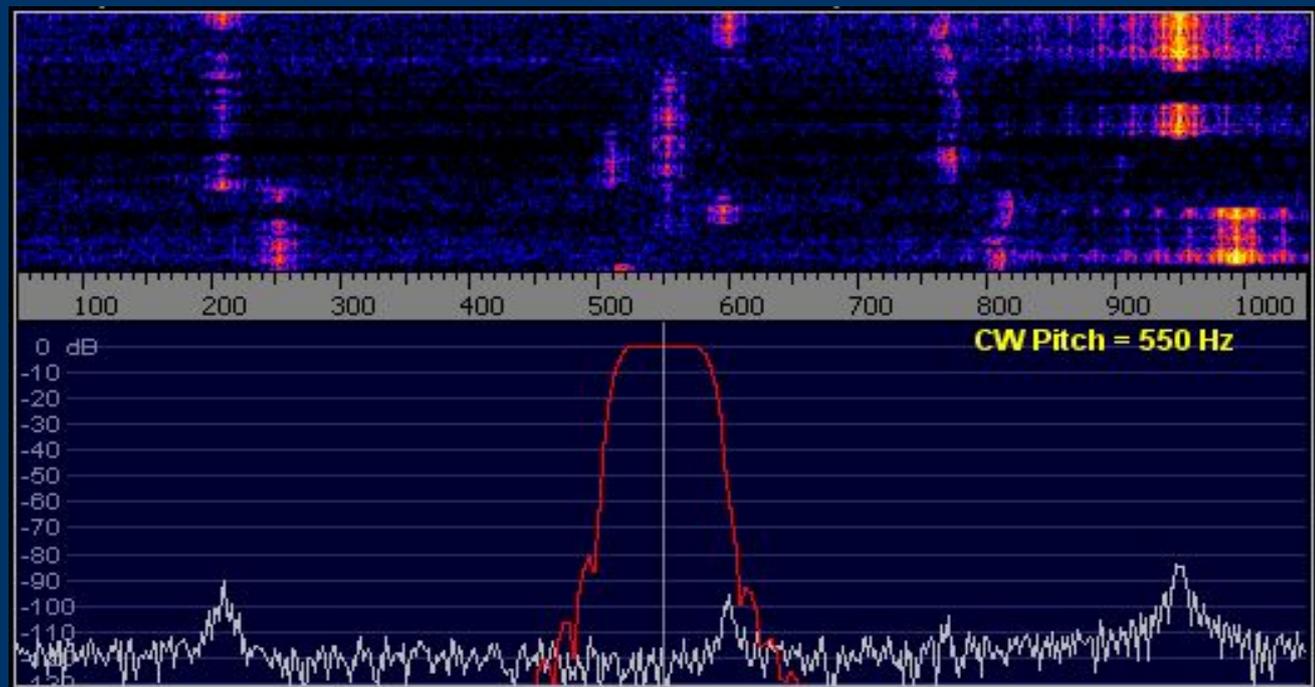
# *SDR – Perché?*

- Prestazioni: dinamica, selettività, qualità audio, interfacciamento con altri programmi di codifica/decodifica digitali
- Attualmente i ricevitori SDR offrono le prestazioni più elevate di ogni altra tecnica in HF
- Comodità di uso: visualizzazione dello spettro, waterfall, point-and-click, ricerca canali liberi, ricerca stazioni DX in bande poco affollate, operazione su segnali deboli
- Flessibilità: lo stesso HW può operare con differenti programmi per differenti applicazioni

# *Dinamica dei ricevitori SDR*

- ★ Superiore ad ogni altro metodo, con possibilità di ulteriore miglioramento.
- ★ Dati del ricevitore autocostruito di IK1ODO:
- ★ Sensibilità di -130dBm senza preamplificatore
- ★ Dinamica IMD di 108dB, non limitata dal roofing filter, per cui non degradata a piccole spaziature
- ★ Punto di intersezione del 3' ordine a +35dBm
- ★ Possibilità di avere ricevitori senza attenuatori, preselettori, preamplificatori (almeno in HF)
- ★ Possibilità di autocostruzione

# Selettività fantastica



- ◆ Continuamente variabile da un massimo pari al sampling rate fino a pochi Hz o frazioni, definita solo dal processo del segnale. Qualunque larghezza di filtro e/o shape possibile.
- ◆ Filtri notch multipli possibili
- ◆ Possibilità di processare segnali multipli entro la banda dell'A/D (come fa PSK31)
- ◆ Filtri “verticali” con fattori di forma non ottenibili in HW, reiezioni di 120dB, nessun ringing, risposta in banda piatta

# Qualità audio

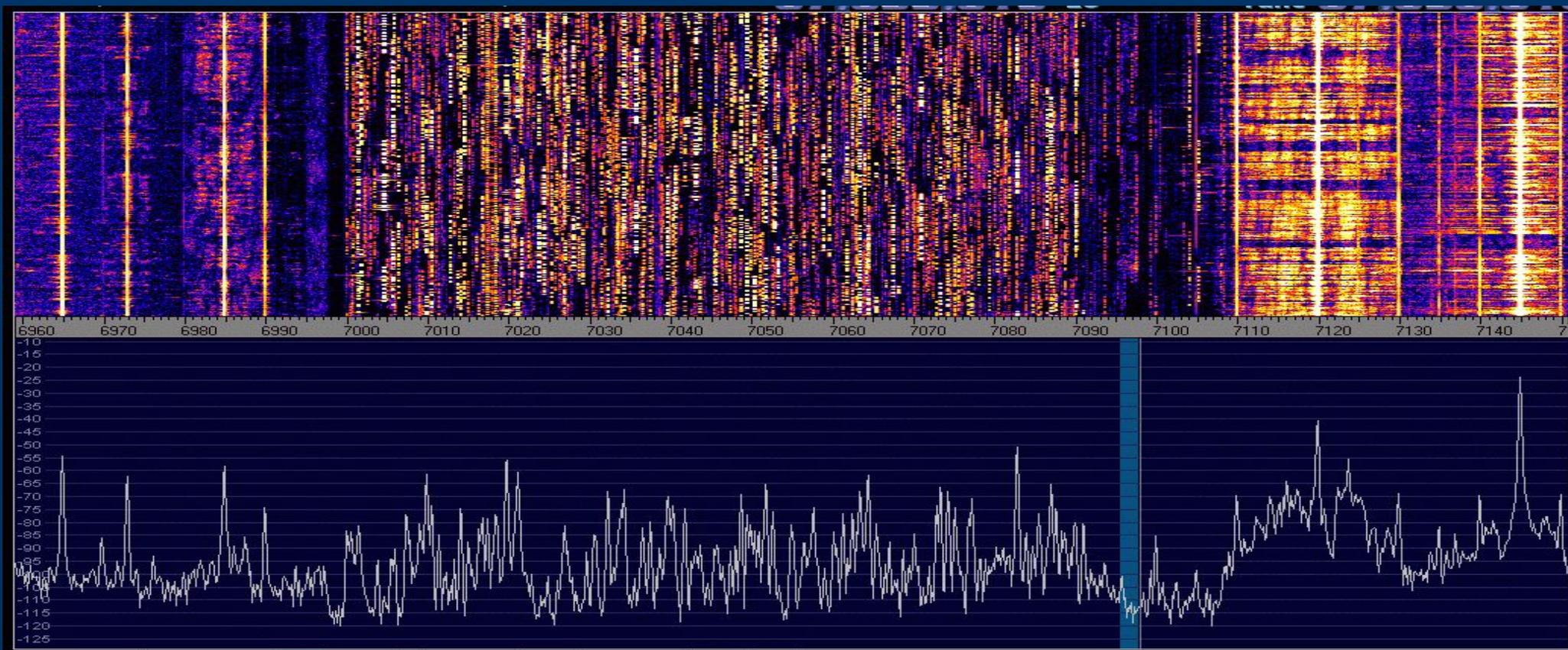
- Non limitata dalla distorsione dei demodulatori e dei filtri
- “come se foste direttamente connessi alla ionosfera” (da RadCom)
- Riduzione della fatica di ascolto, aumento dell'intelligibilità dei segnali

## ▣ **Interfacciamento**

- L'SDR si presta direttamente all'interfacciamento con altri programmi esistenti di demodulazione (MMTTY, PSK31...) tramite VAC (Virtual Audio Cable) o via DLL dedicate

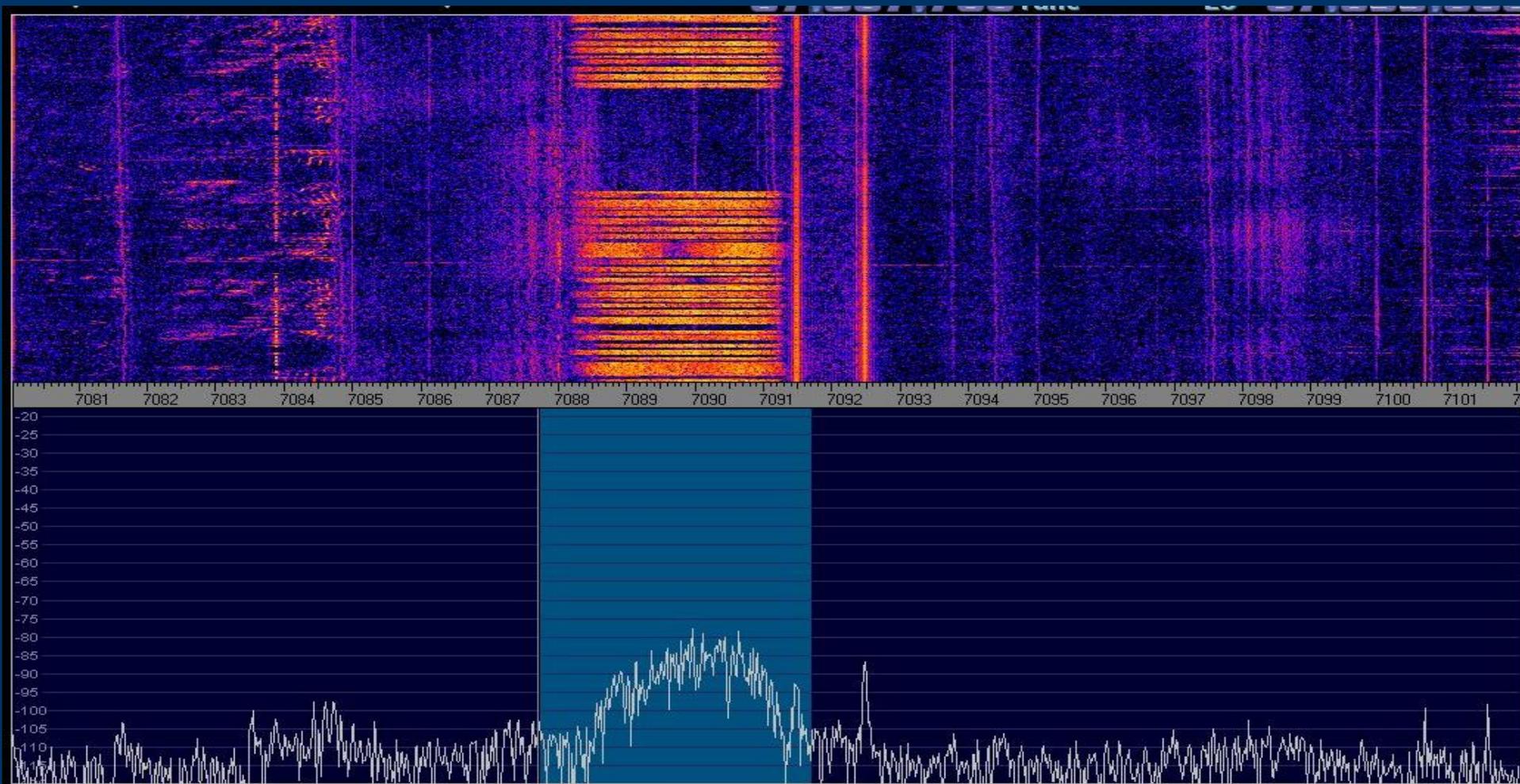
# Comodità di uso

- **Provare per credere... waterfall, possibilità di sintonizzare con un click di mouse, visualizzazione immediata di canali liberi e occupati, zoom sul canale, risoluzione di spettro di  $<1\text{Hz}$ , identificazione dei segnali, verifica della larghezza di banda del corrispondente, spettro audio...**



# Segnali deboli

Molti di coloro che operano su segnali deboli (MS, EME, DX VHF, beacons, LF, microonde) si sono negli anni abituati ad usare programmi di visualizzazione ed elaborazione dello spettro (SPECTRAN, Spectrum Lab, Spectrogram, WSJT, ecc. Ecc.) - L'SDR è la naturale evoluzione del metodo



# **Problemi dell'SDR -> soluzioni 1**

Il funzionamento dell'SDR dipende dal PC o da un HW dedicato con elevata potenza di calcolo (al momento non disponibile, in sviluppo su HPSDR) -> **processori dedicati**

Il PC deve essere potente (mai abbastanza!)  
-> **i PC evolvono in fretta (multicore)**

Alcuni HW richiedono schede audio costose  
-> **A/D integrato nell'RX come CiaoRadio / HPSDR**

Poco HW disponibile commercialmente  
-> **cambia tutto in sei mesi (siamo in periodo di boom)**

Latenza del segnale che può causare problemi in traffico veloce (contest, QSK) -> **uso di drivers ASIO**

Difficoltà nello sviluppo SW – richiede conoscenze ed impegno  
-> **come in tutte le tecniche nuove... bisogna coinvolgere i giovani!**

**Grande opportunità per il radiantismo italiano**

## ***Problemi dell'SDR -> soluzioni 2***

Limiti dell'HW – evidenziati dall'estrema dinamica del processo SW -> **ricerca sull'hardware**

Problemi di caratterizzazione: l'SDR ha caratteristiche diverse dai ricevitori tradizionali, e ha difetti (e pregi) differenti. I sistemi di misura tradizionali (MDS, selettività, IMD<sub>3</sub>, ecc) non dicono tutto, è necessario standardizzare altre misure (SFDR, IMD su segnali multipli, reiezione delle armoniche...) per poter comparare soluzioni diverse

-> **ricerca sui metodi di misura dei ricevitori SDR**

"When you can measure what you are speaking about, and express it in numbers, you know something about it. But when you cannot measure it, when you cannot express it in numbers, your knowledge is of a meagre and unsatisfactory kind. It may be the beginning of knowledge but you have scarcely in your thoughts advanced to the state of science."

J.J. Thompson, scopritore dell'elettrone

# SDR DAY – ARI Modena Marzo 2007

*Grazie per l'attenzione !  
73 and FB DX  
de IK1ODO*

*SPIN  
Electronics  
Amateur  
Radio  
Group*

