

SOFTWARE DEFINED RADIO

A.R.I. Sezione di IVREA

Serata tecnica del 20 Giugno 2008

Relatore: Augusto Michelini I1VOH

Premessa

Questa presentazione non ha la pretesa di essere una esauriente trattazione dell'argomento ma semplicemente una base di partenza per approcciare alle nuove tecniche di implementazione di apparecchiature per uso radioamatoriale basate sulle tecnologie digitali e informatiche con lo scopo di stimolare alla sperimentazione ed all'autocostruzione.

Che cosa si intende per Software Defined Radio (SDR) ?

- E' un apparato per radio comunicazione nella quale almeno una parte del processo di elaborazione del segnale che tradizionalmente viene realizzata, attraverso dei componenti hardware (mixers, filtri, modulatori, demodulatori etc.) viene invece implementata per mezzo di un software residente su una o più unità di calcolo (Personal Computer o CPU dedicate(DSP)).

Ma allora un apparato che incorpora un DSP può essere considerato un SDR?

- A rigore SI perché una parte della elaborazione del segnale viene implementata attraverso un software residente sul DSP.

Digital Signal Processing (Elaborazione Digitale del segnale)

- Consiste nella conversione in forma numerica di un segnale analogico e nella sua successiva elaborazione su una CPU (es. un PC) mediante algoritmi matematici che permettono di implementare funzioni di trasferimento di filtri, miscelatori, modulatori, demodulatori, controllo automatico di guadagno etc., praticamente ideali.

Perché DSP oggi?

- Le moderne tecnologie elettroniche e informatiche ci mettono oggi a disposizione:
- Convertitori A/D e D/A molto veloci (MSamples/sec) e con risoluzioni molto elevate (24 bits)
- CPU molto performanti (PC,DSP)
- Ambienti di sviluppo software potenti e confortevoli
- Il tutto a costi relativamente contenuti

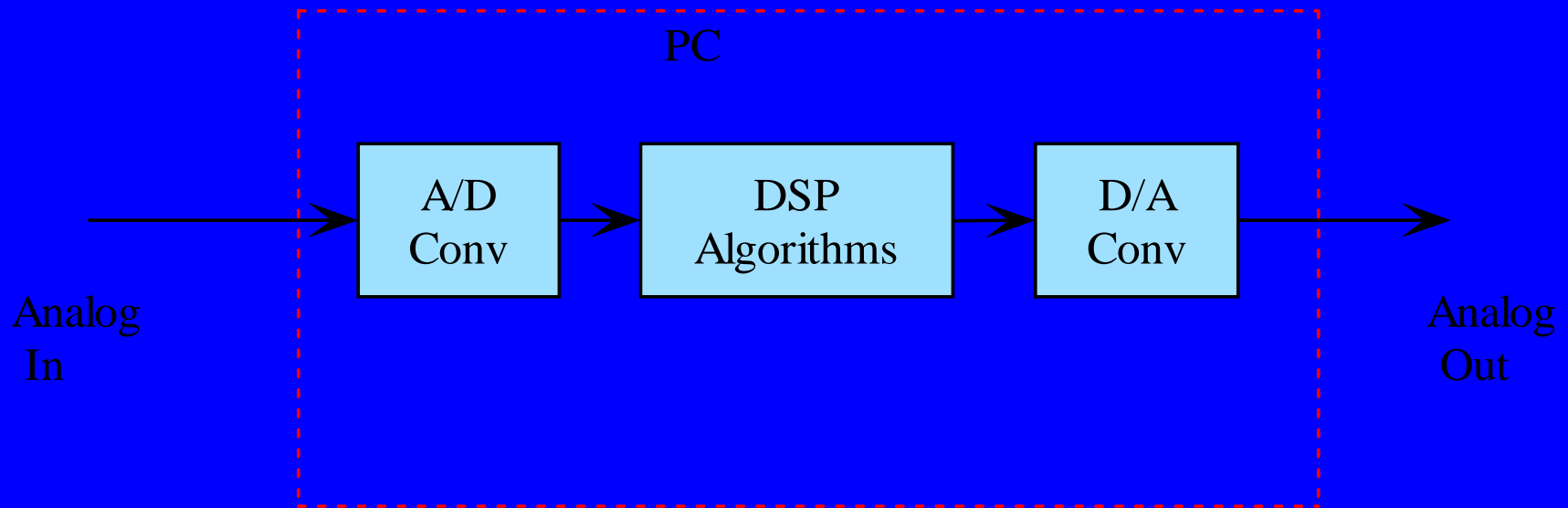
Vantaggi del DSP

- Il “circuito” di elaborazione del segnale è realizzato via software mediante algoritmi matematici
- Le sue prestazioni sono il frutto dell’ingegno di chi implementa gli algoritmi
- Esso è modificabile senza aggiungere o modificare componenti ed inoltre è stabile e ripetibile in quanto non soggetto alle tolleranze ed alle derive dei componenti

DSP

- Ovviamente le prestazioni complessive dell'apparato dipendono anche dalla qualità della scheda audio del PC (sample rate, numero di bits dei convertitori A/D, etc.) e dall'hardware che la precede (amplificatori, mixers etc.)

DSP



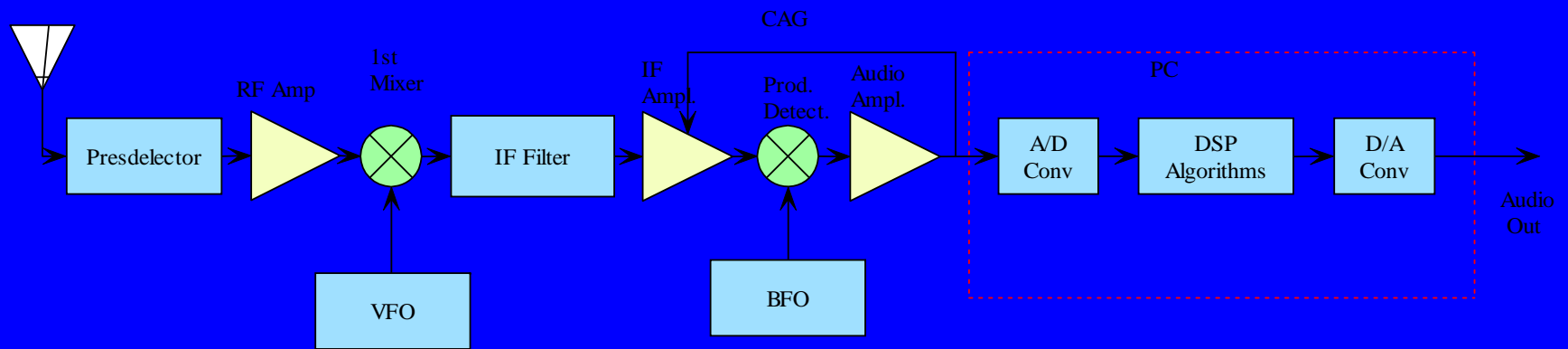
CLASSIFICAZIONE DELLE SDR

- F4DAN ha ideato una interessante classificazione delle SDR sulla base della posizione nella quale viene posta la catena di elaborazione digitale del segnale negli apparati di radiocomunicazione ovvero:

TIPO 1a

- Il segnale mono audio di un comune apparato viene inviato all'ingresso della scheda audio di un PC , viene convertito in digitale dal D/A converter e poi elaborato dalla CPU del PC per poi essere nuovamente convertito in analogico dal D/A converter ed inviato all'uscita della scheda audio oppure la decodifica delle trasmissioni digitali (CW,RTTY,PSK31) viene visualizzata sul display.

Tipo 1a



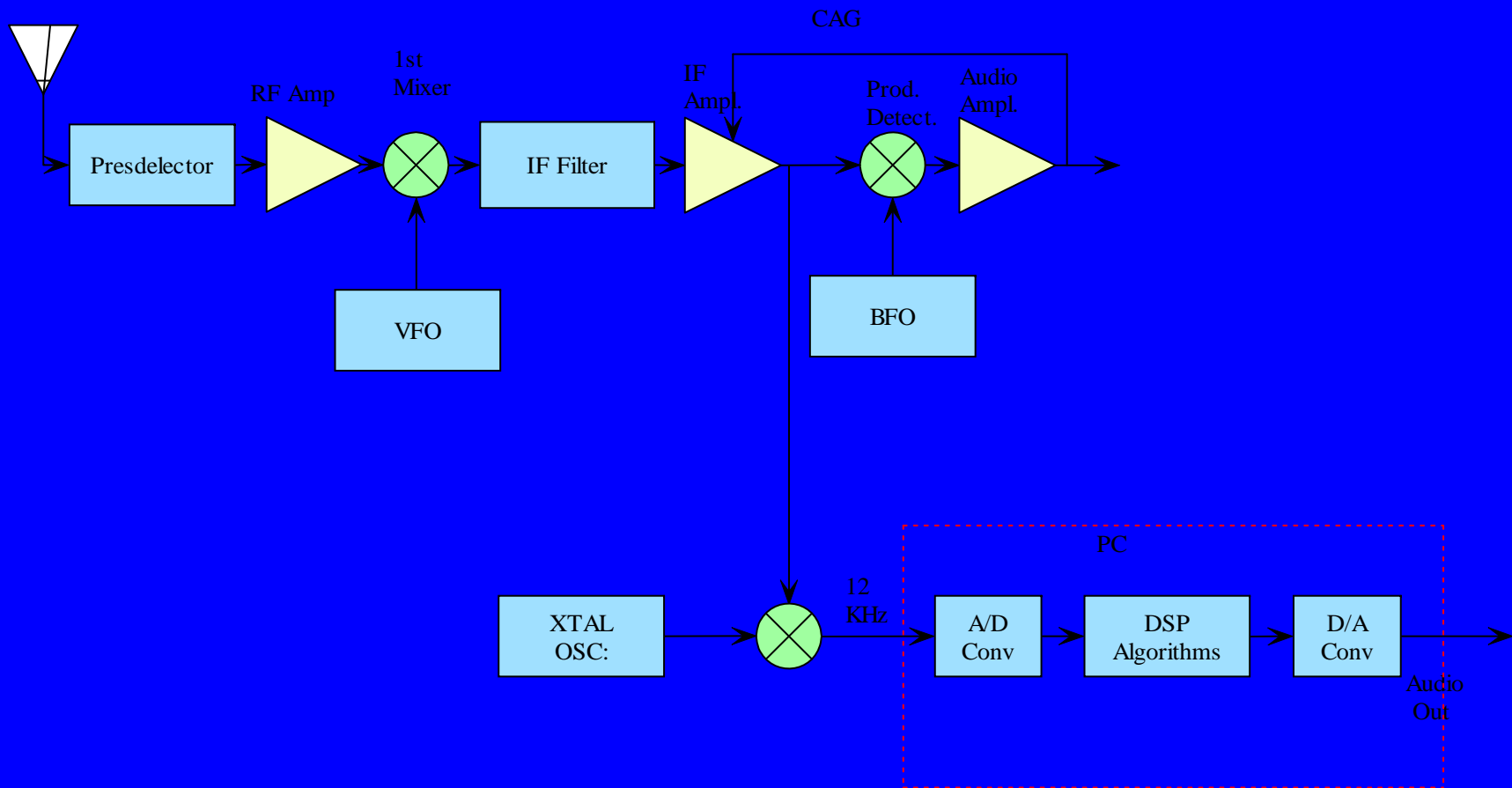
Tipo 1a

- I software che eseguono questo tipo di elaborazione sono ad esempio quelli per la codifica/decodifica del PSK31, Packet Radio , RTTY, AMTOR, etc. ed il filtraggio audio attraverso la sola scheda audio di un PC

Tipo 1b

- Il segnale di IF proveniente da un comune apparato , convertito intorno ai 12 Khz viene inviato all'ingresso mono della scheda audio di un PC qui convertito in digitale ed elaborato.
- Questa è la tecnica più diffusa per la decodifica delle trasmissioni broadcasting in digitale (DRM o Digital Radio Mondiale)

Tipo 1b



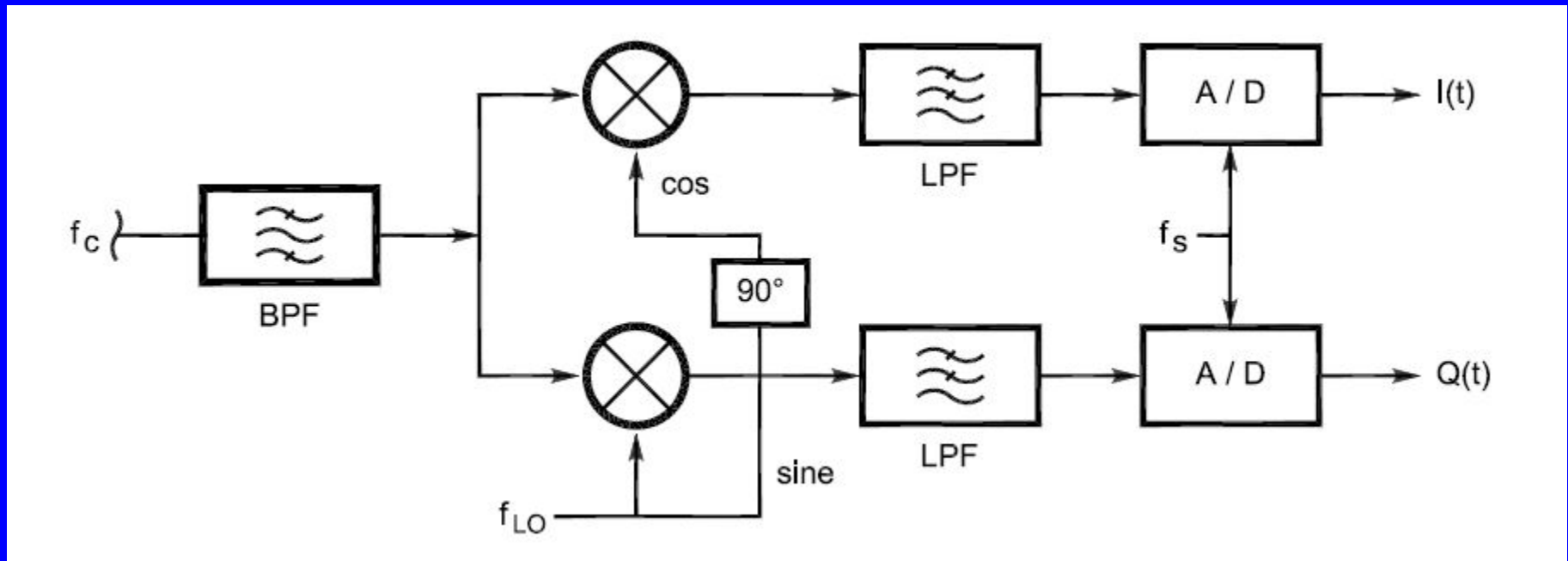
Tipo 1b

- Esistono apparati commerciali che funzionano secondo questa tecnica .
- Es.: l'italiana ELAD produce un ricevitore digitale basato su questo principio (FDM77)

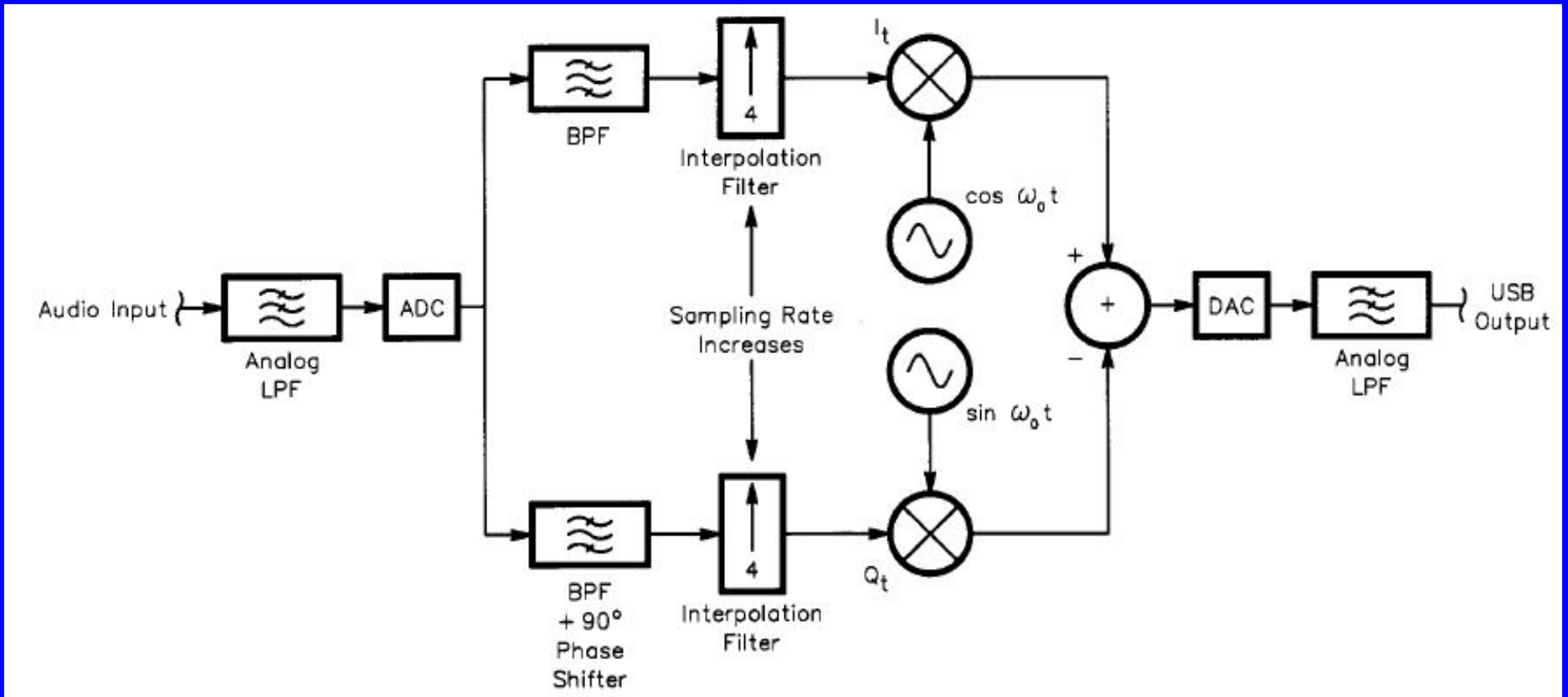
Tipo 1c

- I segnali I e Q di una IF audio vengono inviati agli ingressi stereo della scheda audio di un PC

Tipo 1c



Tipo 1c



Tipo 1c

- Esistono diverse realizzazioni di questa famiglia di apparati ad opera di una larga schiera di radioamatori.
- SoftRock (Yahoo group)
- SoftSamba (PY2OHH)
- DR2 / DT2 (YU1LM)
- In questa esposizione tratteremo la realizzazione di un apparato ricevente di questo tipo.

Tipo 1d

- Come il tipo 1c ma invece della scheda audio del PC si utilizza una scheda audio stereo ADC veloce che è poi connessa al PC attraverso un bus seriale ad alta velocità (Fire Wire, USB 2, Ethernet).
- Questo permette di ottenere frequenze di campionamento superiori (192Khz) e con maggiore risoluzione (20/24 bits).

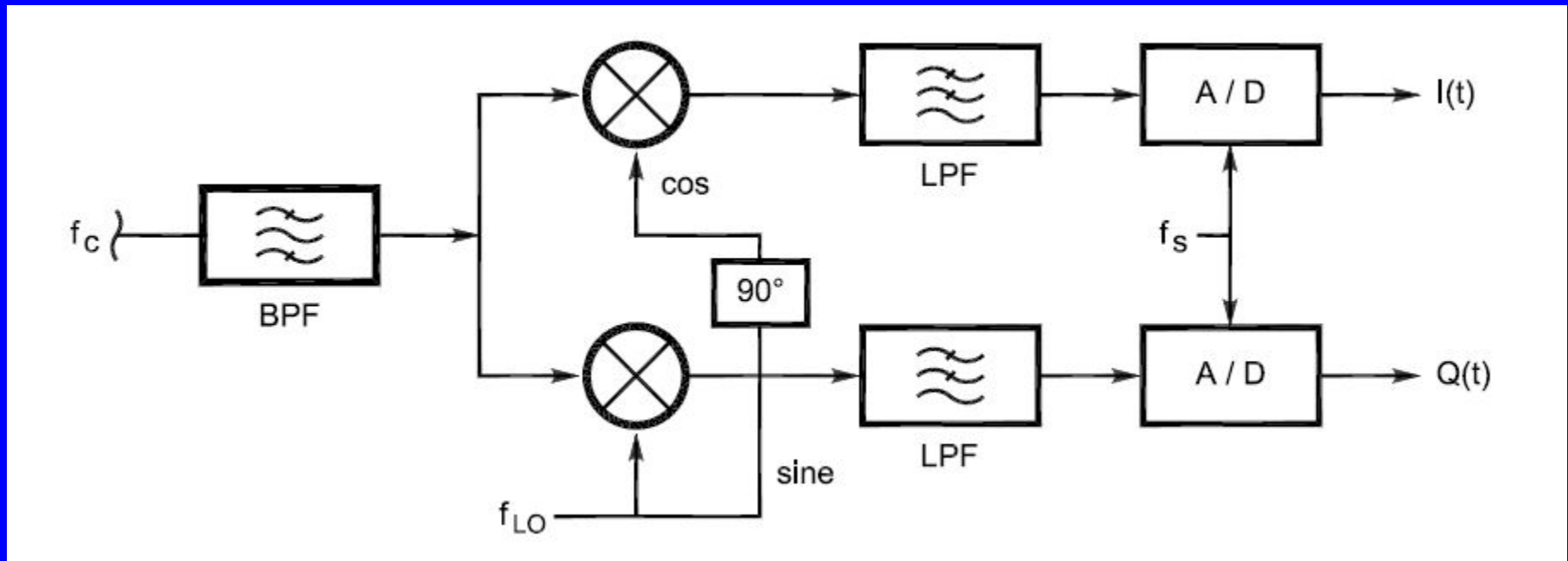
Tipi 2,3,4

- Si riferiscono ai casi in cui il segnale di antenna senza alcun tipo di elaborazione da parte di circuiti analogici, viene inviato a convertitori A/D ad altissima velocità ed elaborati da schede con DSP dedicati.

DR2 :SDR receiver di YU1LM

- Si tratta di un ricevitore SDR realizzato con componenti di facile reperibilità ma che consente prestazioni di tutto rispetto.
- L'autore dichiara un SFDR di 94dB , IP3 di +30 dBm , IF image rejection di 50dB e MDS -106 dBm
- Sul sito di YU1LM si può trovare tutta la documentazione per la realizzazione

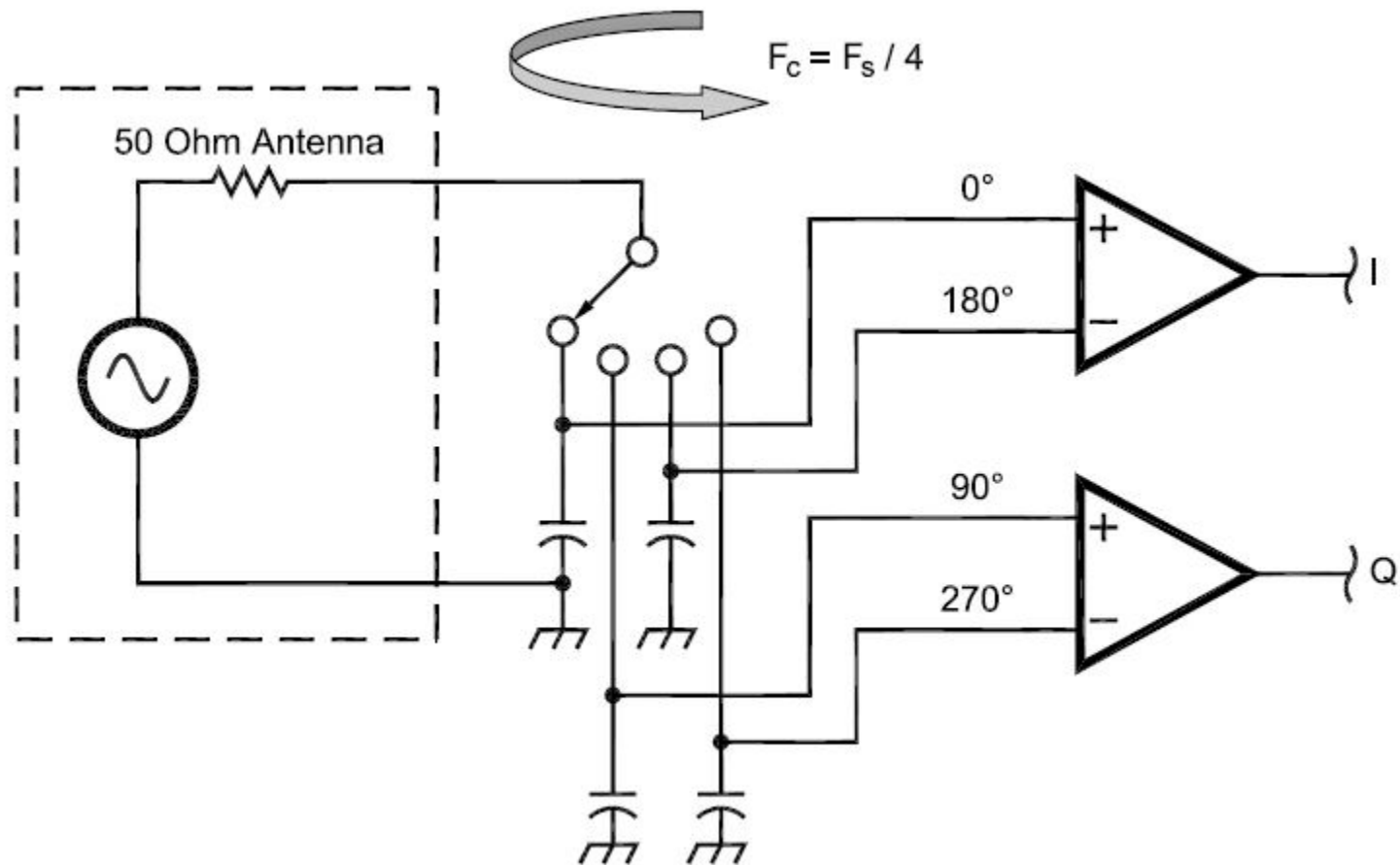
DR2 :SDR receiver di YU1LM



Taylor detector o QSD

- Il cuore del circuito è costituito da un QSD (Quadrature Sampling Detector) o Taylor Detector dal nome del suo inventore Dan Taylor N7VE.

Taylor detector o QSD



Taylor detector o QSD

- Il commutatore ruota ad una frequenza pari a 4 volte la frequenza del segnale da rivelare per cui ogni S/H campiona $\frac{1}{4}$ di ciclo del segnale in arrivo
- I segnali 0-180 e 90-270 gradi vengono sommati algebricamente ad ottenere i segnali IF in fase (I) e in quadratura (Q)

IL SOFTWARE

- Come abbiamo detto i segnali I e Q vengono inviati agli ingressi stereo della scheda audio del PC
- Qui un apposito software esegue la conversione A/D dei segnali e la loro elaborazione.

IL SOFTWARE

- E' disponibile una moltitudine di programmi che implementano una SDR tramite PC sia su sistema operativo Windows che Linux
- Winrad e SDRRadio di Alberto Bene I2PHD
- PowerSDR di FlexRadioSystems
- Rocky
- DSPRX

IL SOFTWARE



IL SOFTWARE

The screenshot displays the Winrad 1.31 software interface. At the top, there are menu options: ShowOptions, Select Sound Card, Select Sample Rate, Start, Minimize, Help, and Exit. The main display area shows a spectrum analyzer with a frequency range from 7060 to 7100 kHz and a dB scale from 0 to -125. The current frequency is 07.079.992 kHz, and the LO is 07.080.000 kHz. Below the main display, there are several control panels: a speed control panel with a speed of 710 and RBW of 46.9 Hz; a gain and contrast control panel; a phase control panel; and a privilege control panel with buttons for ZAP, AFC, N. Red., CW Peak, Noise Blanker, and Despread. The bottom right corner shows the date 19/06/2008 1.04.52, CPU Load, and Winrad (0%) Total (3%).

Winrad 1.31
by IZPHD
with advice
from WA6KBL

07.079.992 Tune LO 07.080.000

Speed 710 RBW 46.9 Hz

Gain Contrast

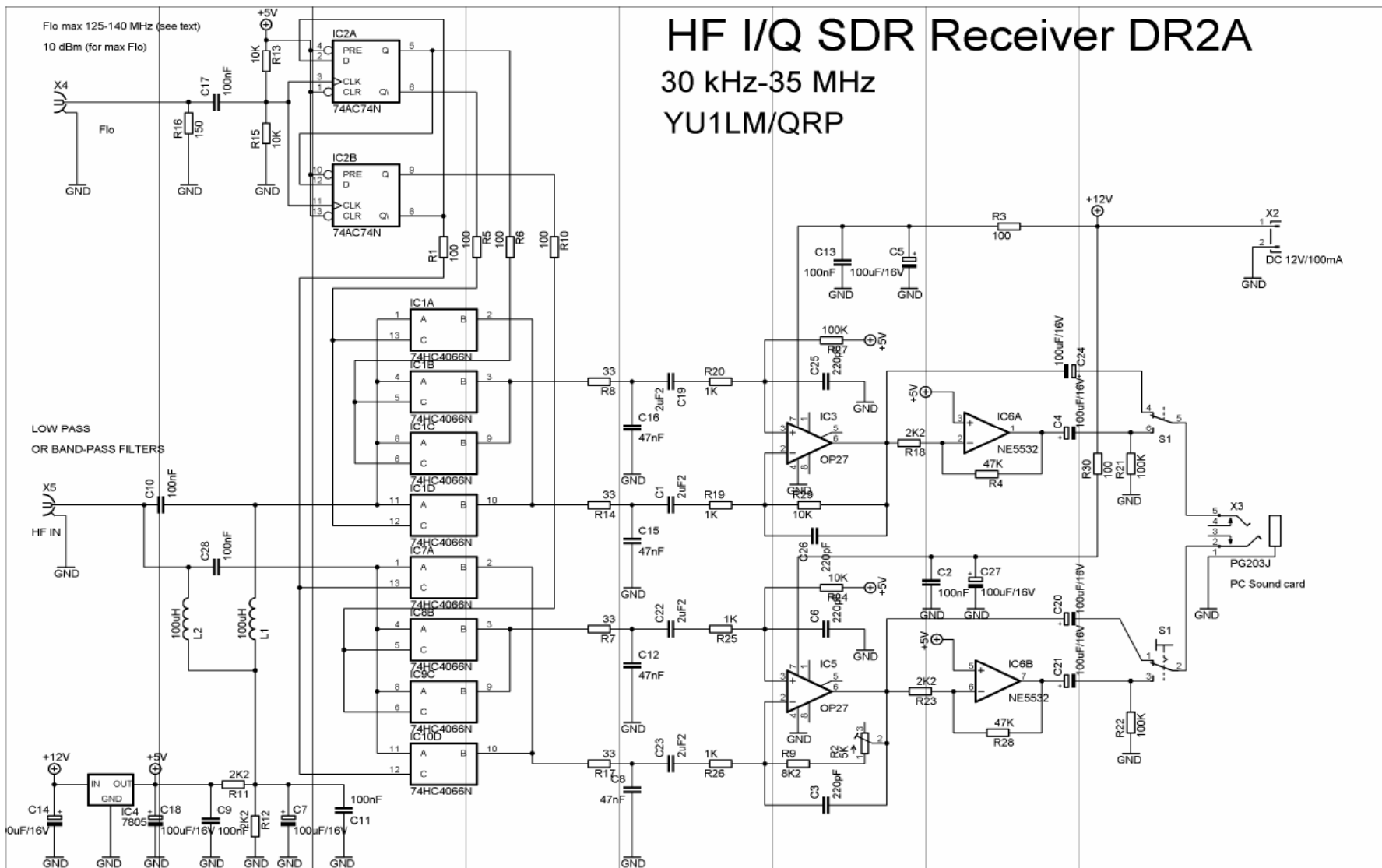
Phase

Avg SP1 Avg SP2

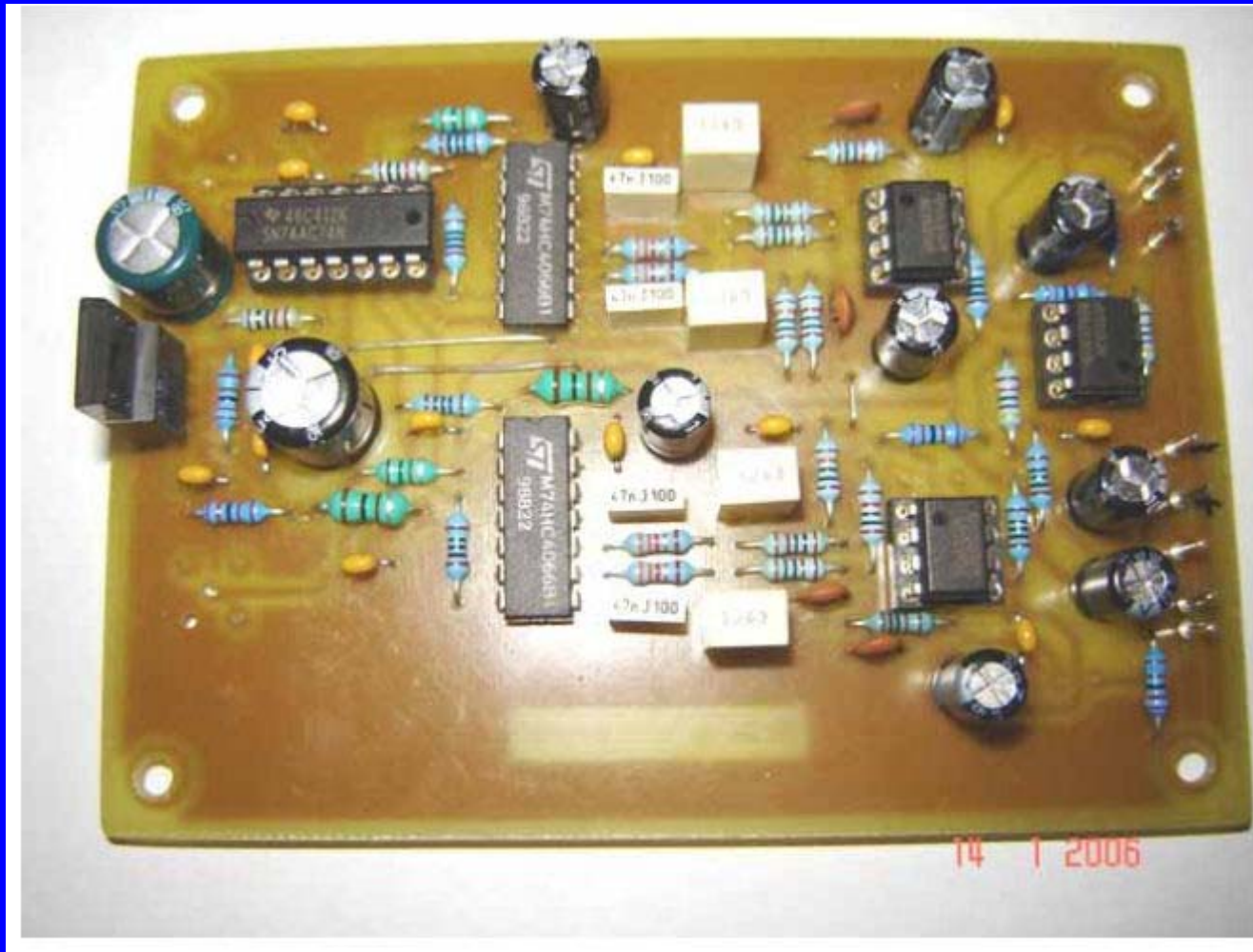
Speed WF Avg RBW 2.0 Hz

Privilege
Time Mix Freq.
resolution
ZAP AFC This space for
N. Red. CW Peak future functions
Noise Blanker
Despread
19/06/2008 1.04.52
CPU Load
Winrad (0%)
Total (3%)

DR2A :SDR receiver di YU1LM



DR2A :SDR receiver di YU1LM



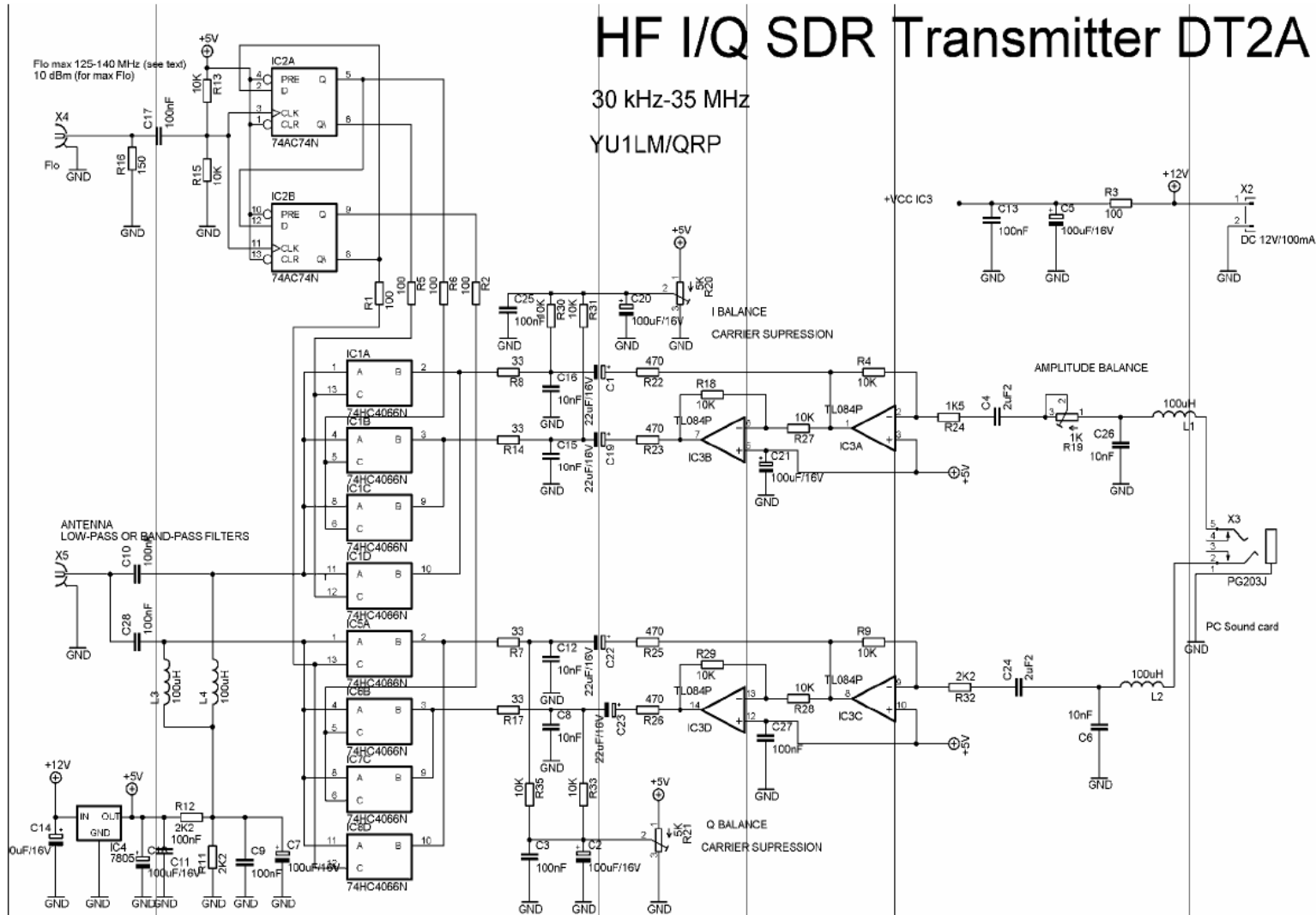
DT2A:SDR Transmitter di YU1LM

- In maniera del tutto analogica e “simmetrica” viene realizzato anche l’exciter SSB

DT2A

HF I/Q SDR Transmitter DT2A

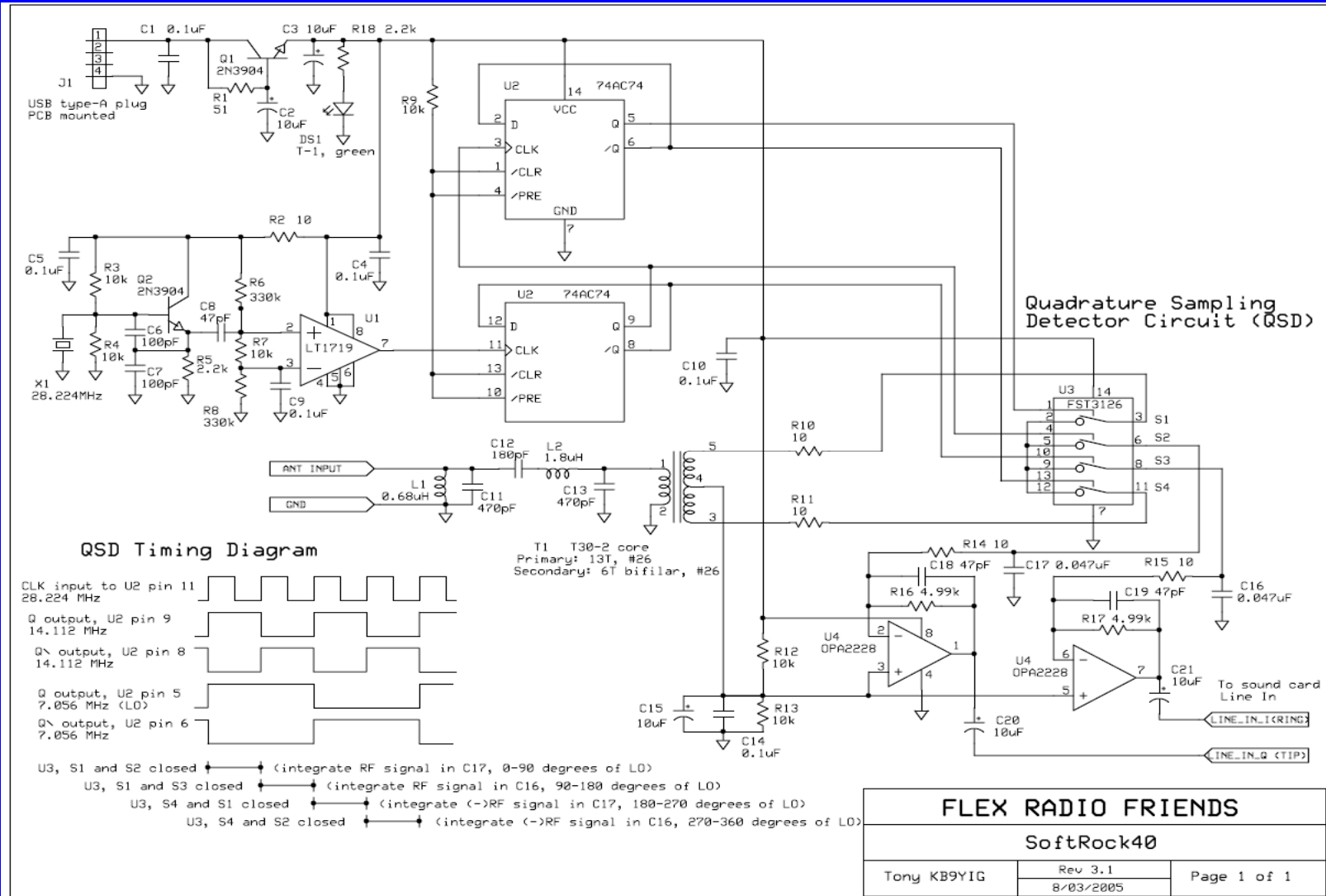
30 kHz-35 MHz
YU1LM/QRP



SoftRock

- Esistono altri progetti di SDR a cura di gruppi di radioamatori
- Uno dei più famosi è il SoftRock di cui esiste anche il kit di montaggio
- Sul Newsgroup di YAHOO relativo al SoftRock è disponibile tutta la documentazione.

SOFTROCK



IL VFO

- Come abbiamo visto questi apparati necessitano di un VFO che generi un segnale con frequenza pari a 4 volte la frequenza di utilizzo.
- Si rende pertanto necessario un VFO molto stabile , con basso rumore di fase e con una notevole estensione di frequenza:per coprire lo spettro delle HF (0.03-30 MHz) è necessario un VFO che copra da 0.12 a 120MHz!!!

IL VFO

- Un generatore di segnali a sintesi digitale diretta (DDS) appare quindi come la soluzione più idonea
- Il mercato dei semiconduttori offre componenti di facile utilizzo e di costo accessibile.
- Analog Device AD9851 , AD9951 etc.
- TCXO programmabili tipo Silicon Labs Si570
- E' necessario l'utilizzo di un microcontrollore (PIC,ST6,ATMEL,etc.)
- Questo argomento potrebbe essere oggetto di una prossima serata tecnica (ad es. quella sui microcontrollori PIC di Microchip prevista in calendario).

LINKS UTILI

<http://www.arrl.org/tis/info/sdr.html>

<http://www.yu1lm.qrpradio.com/index.htm>

<http://groups.yahoo.com/group/softrock40/>

<http://ewp.homelinux.net/SDRZero/>

http://www.ir3ip.net/in3klq/_private/firefly.htm

<http://www.flex-radio.com/index.html>

<http://www.g8jcf.dyndns.org/>

<http://www.weaksignals.com/>