WEAK SIGNALS, come ricevere e trasmettere SEGNALI DEBOLI usando i modi digitali messi a punto da Joe Taylor, K1JT

WSPR, JT65B

Per comunicare in HF ed in EME

Mario Armando Natali, I0NAA

mario.i0naa@gmail.com

8, Novembre 2008

SOMMARIO

- Weak signals : definizioni e limiti
- Focus su WSPR
- Focus su JT65B
- Prova pratica (WSPR)
- Conclusioni

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

DEFINIAMOLI

- I segnali radio definiti "segnali deboli " hanno livelli che sono vicinissimi al rumore.
- Il rumore viene determinato da numerosi fattori quali le caratteristiche dell'antenna e del ricevitore, ed il rumore ricevuto dall'antenna.
- La potenza del segnale rilevato alla stazione ricevente e' determinato dal potenza effettivamente irradiata dal trasmettitore , dal guadagno del sistema ricevente e dall'attenuazione di tratta.

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

PERCHE' CI INTERESSA LAVORARE CON I SEGNALI DEBOLI

BECAUSE IS DIFFICULT !

Joe Taylor

Communication and experimentation in the weaksignal domain represents the future of what will be left of Amateur Radio
SETI League

"... Non vogliate negar l'esperienza
di retro al sol, del mondo sanza gente.
Considerate la vostra semenza
fatti non foste a viver come bruti
ma per seguir virtute e canoscenza"

(Dante Alighieri, Divina Commedia, Inferno canto XXVI, 116-120)

Perche' ci permette di affinare al massimo il nostro sistema di ricetrasmissione mantenendo viva quella parte dell' HAM SPIRIT rivolta alla sperimentazione ed alla conoscenza

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

UN PO' DI NOMENCLATURA

Logaritmi

Funzione matematica che consente di gestire numeri molto grandi e molto piccoli semplicemente

Log (1000000) =6 Log(1)=0 Log (0.000001) = -6

dB

dB e' una abbreviazione per decibels . E' una espressione matematica che rappresenta il rapporto fra due grandezze

Potenza RF

Puoa' essere potenza in trasmissione o potenza in ricezione. Si esprime in Watt on in dBm

PdBm= 10xLog(Pmw)

1 Watt = 1000 mW= 30dBM

Attenuazione

SI misura in dB e rappresnta il rapporto fra la potenza incidente in un DUT e la potenza in uscita.

Se in un sistema si perde meta' della potenza l'attenuazione sara' di 3dB

EIRP

Potenza effettivamente irradiata si misura in dBm o in Watt e rappresenta la potenza che il sistema irradia effettivamente tenendo in considerazione le perdite sui cavi ed il guadagno in antenna.

Sa si trasmette con 30 dBm (1W) e si ha una antenna con 10dBi di guadagno si ha una EIRP di 40dBm ovvero 10Watt

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

PERCHE' SEGNALI DEBOLI

I segnali che arrivano al nostro sistema ricevente possono essere deboli per due motivi :

ATTENUAZIONE DI TRATTA → WSJT

BASSA POTENZA IN TRASMISSIONE → WSPR

Una volta che il segnale debole e' arrivato al nostro sistema ricevente questo deve "ESTRARRE" l'informazione dal rumore

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

POTENZA DEL SEGNALE : L'ATTENUAZIONE DI TRATTA

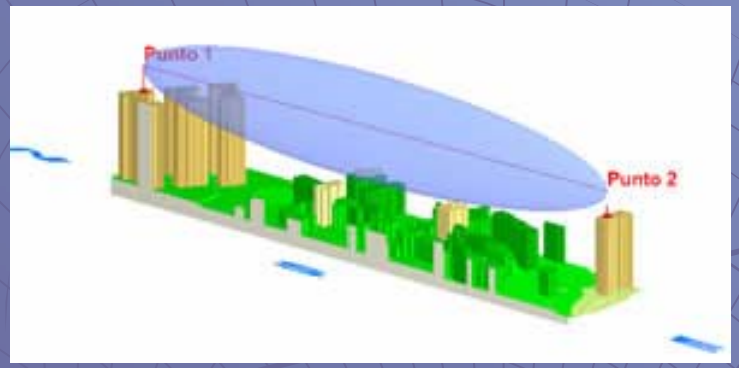
L'attenuazione di tratta in spazio libero e' la diminuzione del segnale radio a causa della lunghezza del tratto percorso.

Attenuazione in spazio libero (dB) = 32.4 + 20xLog F(MHz) + 20xLog R(Km)				
Tratta (KM)	Frequenza (Mhz)	Attenuazione spazio libero (dB)	Peggioramento (dB)	Potenza necessaria (Watt)
100	14	95	-	**1**
100	50	106	11	4
100	144	116	9	11
100	430	125	10	36
100	1290	135	10	114
100	10000	152	18	674
100	24000	160	8	1709

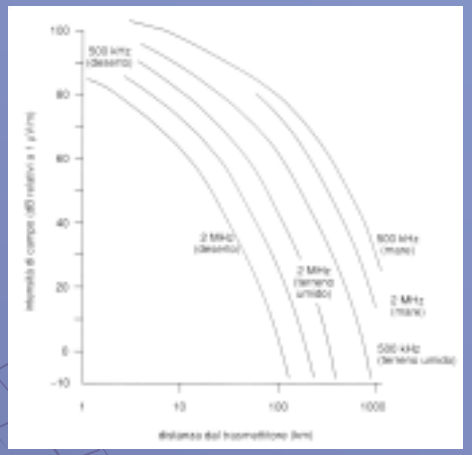
- L'attenuazione di tratta in spazio libero varia al variare delle frequenza.
- L'attenuazione reale e' generalmente nelle nostre applicazioni molto piu' alta a causa di altri fattori.

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

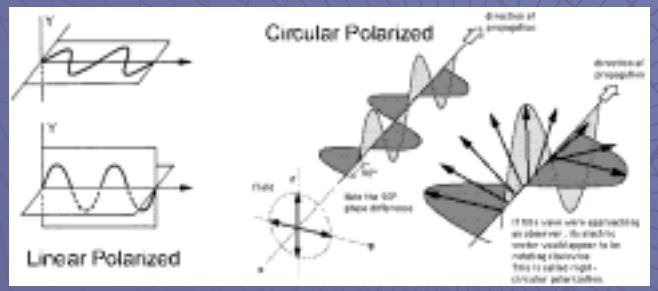
POTENZA DEL SEGNALE : ALCUNI FATTORI CHE INFLUENZANO L'ATTENUAZIONE DI TRATTA



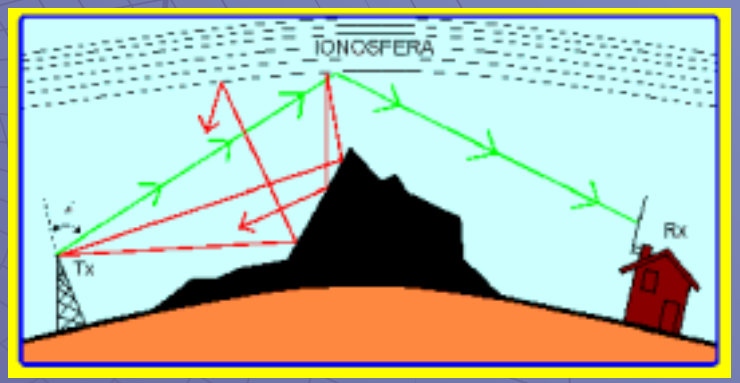
Ellissoide di Fresnel



Tipo di "terreno" (TX 1KW)



Differenze di polarizzazione



Riflessione ionosferica

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

IL RUMORE

- Il rumore puo' causato da fattori naturali od artificiali.
- In un radioricevitore vi sono due sorgenti di rumore . Il rumore captato dall'antenna ed il rumore introdotto internamente dal ricevitore. Il rumore captato dall'antenna dipende dall'effettiva temperatura che l'antenna "vede" nella direzione di puntamento. Il rumore introdotto dal ricevitore dipende da fattori intrinseci (progettazione e costruzione) e naturali (rumore termico).
- Alla fine degli anni venti i ricercatori dei laboratori Bell studiavano la possibilità di realizzare canali telefonici intercontinentali ed il problema del rumore captato dalle antenne andava indagato a fondo. Il risultato di questo studio fu quello di mettere a punto degli strumenti matematici che consentirono di trattare il rumore di natura aleatoria come se fosse un segnale deterministico. In pratica come un segnale normale
- Durante lo stesso studio fu trovata la famosa " radiazione di fondo" dell'universo interpretata come eco del big bang (5K -→ 3K).

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

POTENZA DEL RUMORE – IL RUMORE TERMICO

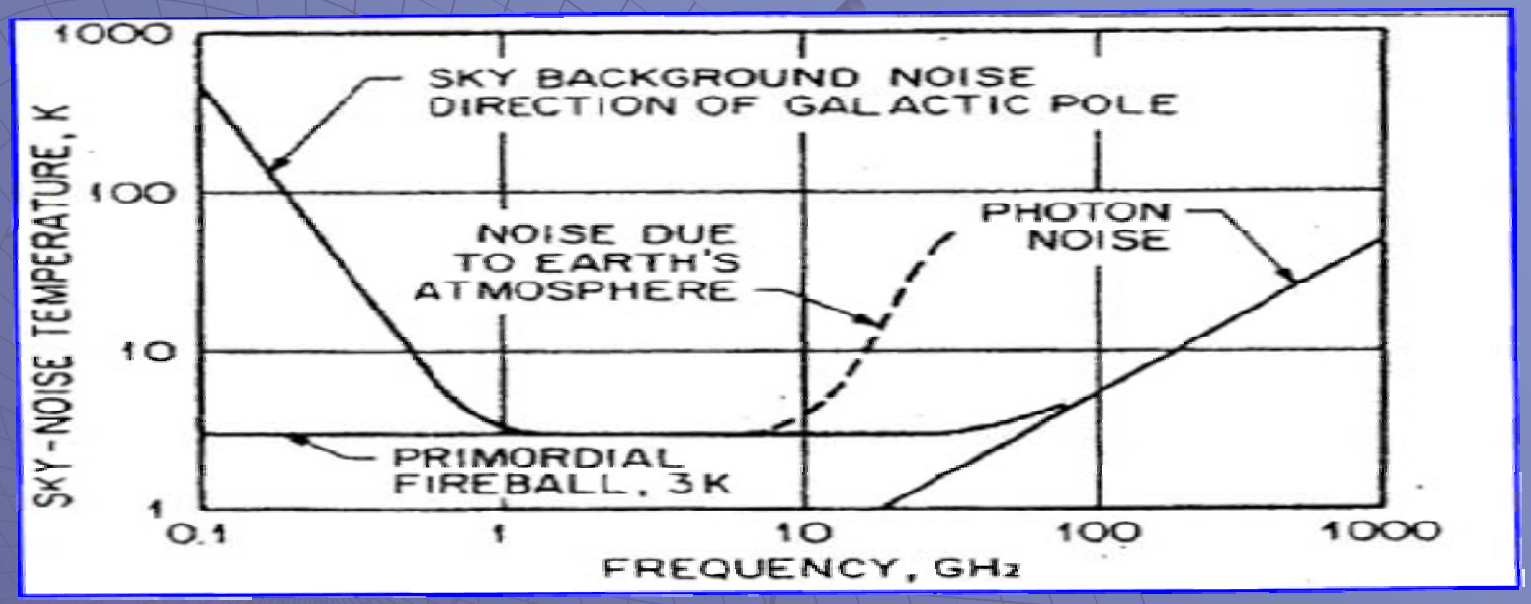
- La sorgente di rumore principale e' il rumore termico dovuto alla "agitazione" termica degli elettroni nei conduttori.
- Poiche' nell'universo tutto e' al di sopra dello zero assoluto (-273° C) ogni conduttore genera rumore.
- Ogni resistenza genera una tensione di rumore pari a $e=\sqrt{4KTRB}$

  Dove K e' una costante, T e' la temperatura in gradi Kelvin , R e' il valore delle resistenza e B e' la larghezza di banda in hertz.
- Convertendo la equazione precedente in potenza si ottiene la potenza in Watt ---→ P=KTB
- Tutte le resistenze emettono la stessa densita' di rumore che e' proporzionale alla temperatura.
- Supponendo una larghezza di banda di 2,500Hz alla temperatura di riferimento di 290°K si avranno –140dBm di potenza di rumore (0.000010pW → 0.00000000000000001 W !).

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

POTENZA DEL RUMORE – IL RUMORE GALATTICO

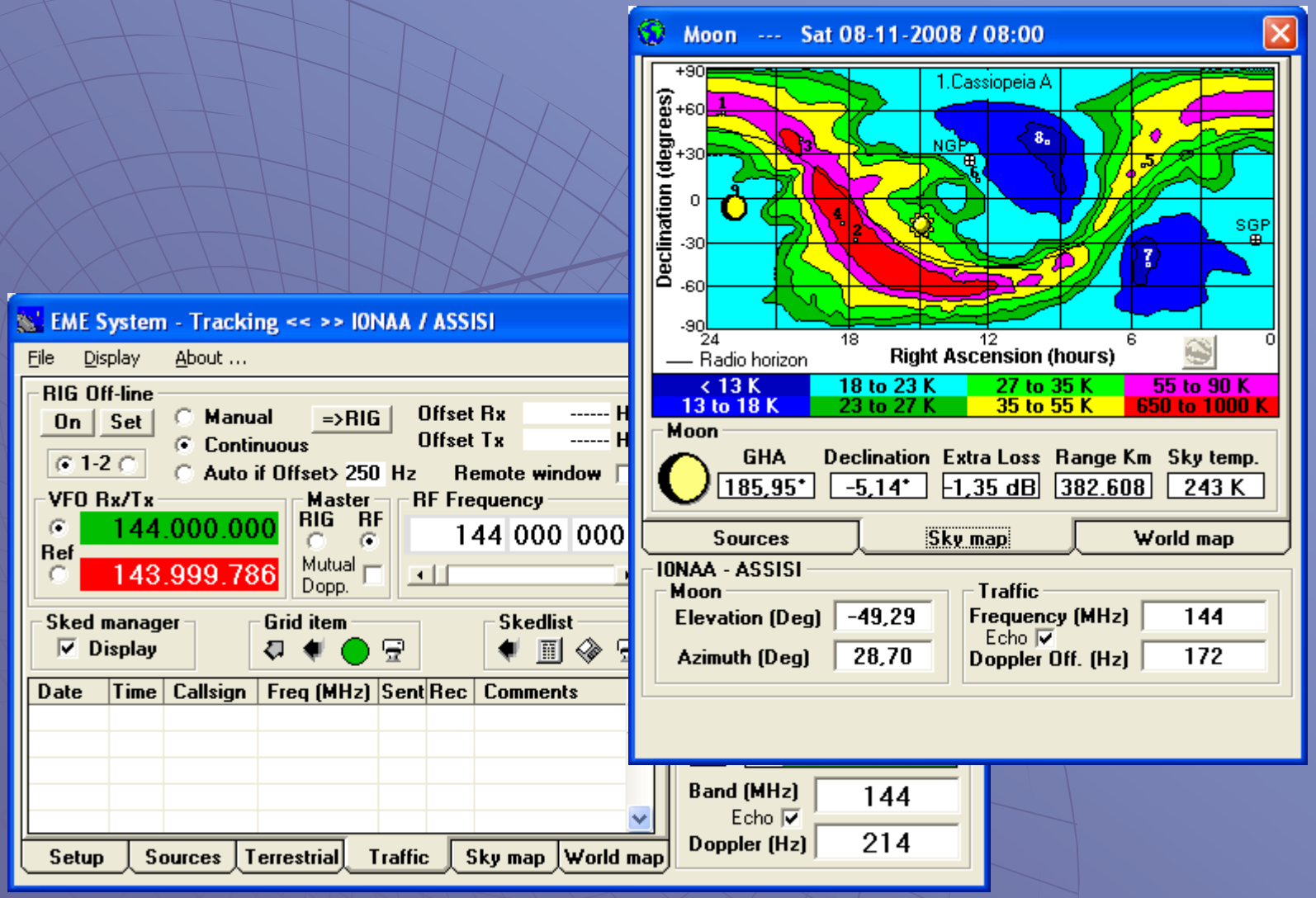
- Il rumore che arriva al nostro sistema viene captato dall'antenna ed e' fortemente dipendente dalla frequenza e dal puntamento dell'antenna.



Si misura in gradi Kelvin usando come concetto quello gia' visto di resistore riscaldato.

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

POTENZA DEL RUMORE – IL RUMORE GALATTICO



WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

IL RAPPORTO SEGNALE RUMORE

Il fattore fondamentale da tenere in considerazione per poter “decodificare” un segnale dal rumore e’ il rapporto fra segnale e rumore e non i valori assoluti di essi.

$$SNR = \frac{P_{segnale}}{P_{rumore}} \quad con \quad 0 \leq SNR < \infty$$

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

IL RAPPORTO SEGNALE RUMORE : COME SI OTTIMIZZA

Quando si effettuano collegamenti in HF poco si puo' fare poiche' il rumore esterno (Atmosferico e generato dall'uomo) e' estremamente alto (migliaia di gradi K). L'unica rimedio possibile e' quello di usare antenne direttive puntandole in direzioni verso le quali il "man made" noise e' minore. Ovviamente questo e' difficilmente attuabile ed e' abbastanza casuale.

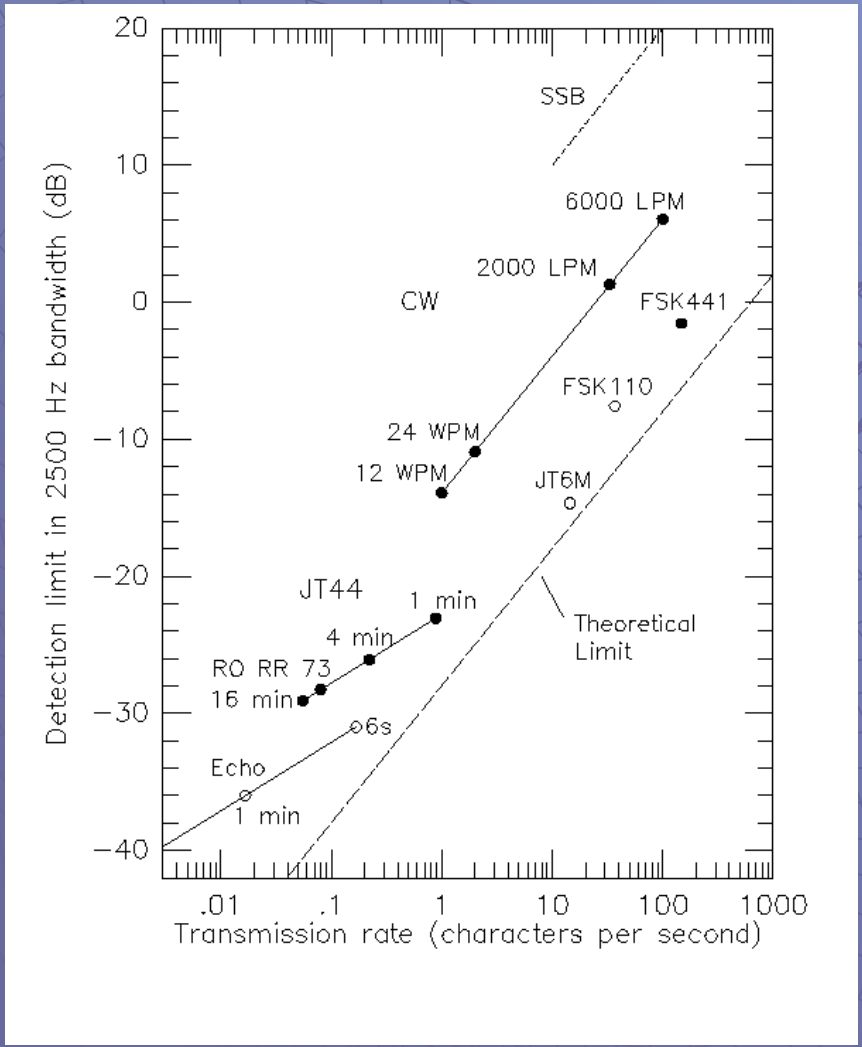
Quando si sale di frequenza (al di sopra dei 30-40Mhz) e si ha la possibilita' di elevare le antenne, il rumore dominante comincia ad essere quello galattico e, quindi, attraverso il puntamento verso zone del cielo meno "rumorose" , questo puo' essere minimizzato (collegamenti EME).

Per quanto riguarda il nostro sistema di ricezione la soluzione e' quella di avere antenne ad alto guadagno (quindi a fascio piu' stretto) e preamplificatore a basso rumore VICINO all'antenna.

IL PREAMPLIFICATORE MIGLIORA LE CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI RICEZIONE MA NULLA PUO' CONTRO IL RUMORE ESTERNO : E' INUTILE SPRECARE SOLDI !!!!!!

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

I LIMITI



	Soglia S/N (dB)
SSB	10
CW (ottimi operatori !)	-18
JT65B (mediato con algoritmo FEC KV)	-27
WSPR	-29
WSPR	-32

SOGLIA S/N NEGATIVA NON SIGNIFICA CHE IL RUMORE E' SUPERIORE AL SEGNALE !!!!!

E' ANCHE CHIAVE DIMINUIRE IL "RATE" DI TRASMISSIONE PER PREMETTERE COMUNICAZIONI A BASSO S/N.

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

Le possibilita'

WSPR consente QSO "consistenti" in tutto il mondo con < 1W

JT65B consente collegamenti EME fino ad ora impensabili :

144: 9A4VQ, 3el quad, no preamp, 15m RG-213, 300W in shack, wkd on 28.11.2007

```
220500  0  -27  2.9  315  3 *      HB9Q 9A4QV JN75
220700  0  -28  2.9  315  2 *      HB9Q 9A4QV JN75
220900  0  -30 -1.4  315 36 *
221100  2  -30      308  3   RO
221300  2  -30      303  3   RRR
221500  2  -30      297  3   73
```

432: VE2DSB, 1x22 el yagi, 80ft LDF4-50 cable, 30W in shack, wkd on 28.11.2007

```
223300  2  -21  2.7  151  2 *      HB9Q VE2DSB FN35          1   0
223500  5  -28      155  3   RO
223700  9  -26      160  4   73
```

1296: G4BAO, 4x23el yagi, 30W at antenna, antenna at 45° elevation moon at 55°, wkd 01.06.2008

```
101500  1  -25  2.4 -188  7 #      G4BAO JO02        OOO   1   0
101700  1  -25  2.3 -250  8 #      G4BAO JO02        OOO   1   0
101900  1  -28 -1.7 -277  7 *
102100  1  -29     -332  2   RO
102300  1  -28     -380  3   RRR
102500  2  -27     -415  3   73
```

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

EME : IL FOGLIO DI CALCOLO

PARAMETRI DI INGRESSO			PARAMETRI DI USCITA		
Potenza TX	Watt	500	**Potenza TX**	dBW	26,9897
Perdita linea TX	dB	1,0	**Guadagno antenna TX**	dBd	13,86
Guadagno antenna TX	dBi	16,0	**EIRP**	Watt	15811
			EIRP	dBm	71,99
			EIRP	dBw	41,99
Frequenza	Mhz	144,00			
Distanza Luna	Km	380.000	**RADAR Equation**	dB	46,81
Diametro Luna	Km	3.470	**Attenuazione di tratta**	dB	**251,59**
Reflectivity of Moon surface	%	7			
Guadagno antenna RX	dBi	12,40	**Guadagno antenna RX**	dBd	10,26
Guadagno (perdita) linea prima LNA	dB	0,10	**Temperatura di rumore linea prima LNA**	K	6,75
			Guadagno (perdita) linea prima LNA	G	0,98
			Cifra di rumore linea prima LNA	f	1,02
Cifra di rumore LNA	dB	0,35	**Temperatura di rumore LNA**	K	24,34
Guadagno LNA	dB	25,00	**Guadagno LNA**	G	316,23
			Cifra di rumore LNA	f	1,08
Guadagno (perdita) linea dopo LNA	dB	1,00	**Temperatura di rumore linea dopo LNA**	K	75,09
			Guadagno (perdita) linea dopo LNA	G	0,79
			Cifra di rumore linea dopo LNA	f	1,26
Cifra di rumore ricevitore	dB	4,00	**Temperatura di rumore ricevitore**	K	438,45
			Cifra di rumore ricevitore	f	2,51
Bandwidth B	Hz	2500	**Cifra di rumore sistema ricevente**	f	1,12
Tsky alla frequenza indicata	K	290	**Cifra di rumore sistema ricevente**	dB	0,48
			Temperatura di rumore sistema ricevente	K	33,69
			Temperatura di Rumore globale (incluso Tsky)	K	323,69
			Potenza di Rumore globale (incluso Tsky)	dBw	-169,52
			SNR	**dB**	**-27,68**
Revisione	***1.0***				
Data	***10-Dicembre-2006***				

Joe Taylor

K1JT

Joseph H. Taylor Jr.

The Nobel Prize in Physics 1993

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

Eme Conference, Firenze 8,9,10 Agosto 2008

I "LUNATICI" A CONGRESSO A FIRENZE, JOE TAYLOR HA PRESENTATO UFFICIALMENTE WSPR

WSPR

WSPR

- WSPR (Weak Signal Propagation Reporter) e' un programma di comunicazione che usa la scheda audio del PC per trasmettere e ricevere messaggi strutturati usando algoritmi di correzione errore .

- WSPR ha periodi di trasmissione di 2 minuti . In ricezione esamina 200Hz di banda ed in quel segmento decodifica i segnali WSPR ricevuti.

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

WSPR : CARATTERISTICHE

- I messaggi trasmessi sono costituiti dal nominativo + il locatore + la potenza in dBm -→ I0NAA JN63 37
- La modulazione e' FSK 4 toni con 1.46 hertz di separazione
- La trasmissione inizia 2 secondi dopo i minuti pari 00:00:02 00:02:02 etc.
- La larghezza di banda e' circa 6Hz

FREQUENZE WSPR (USB)

1.8366	18.1046
3.5926	21.0946
7.0746	24.9246
10.1386	28.1246
14.0956	50.293

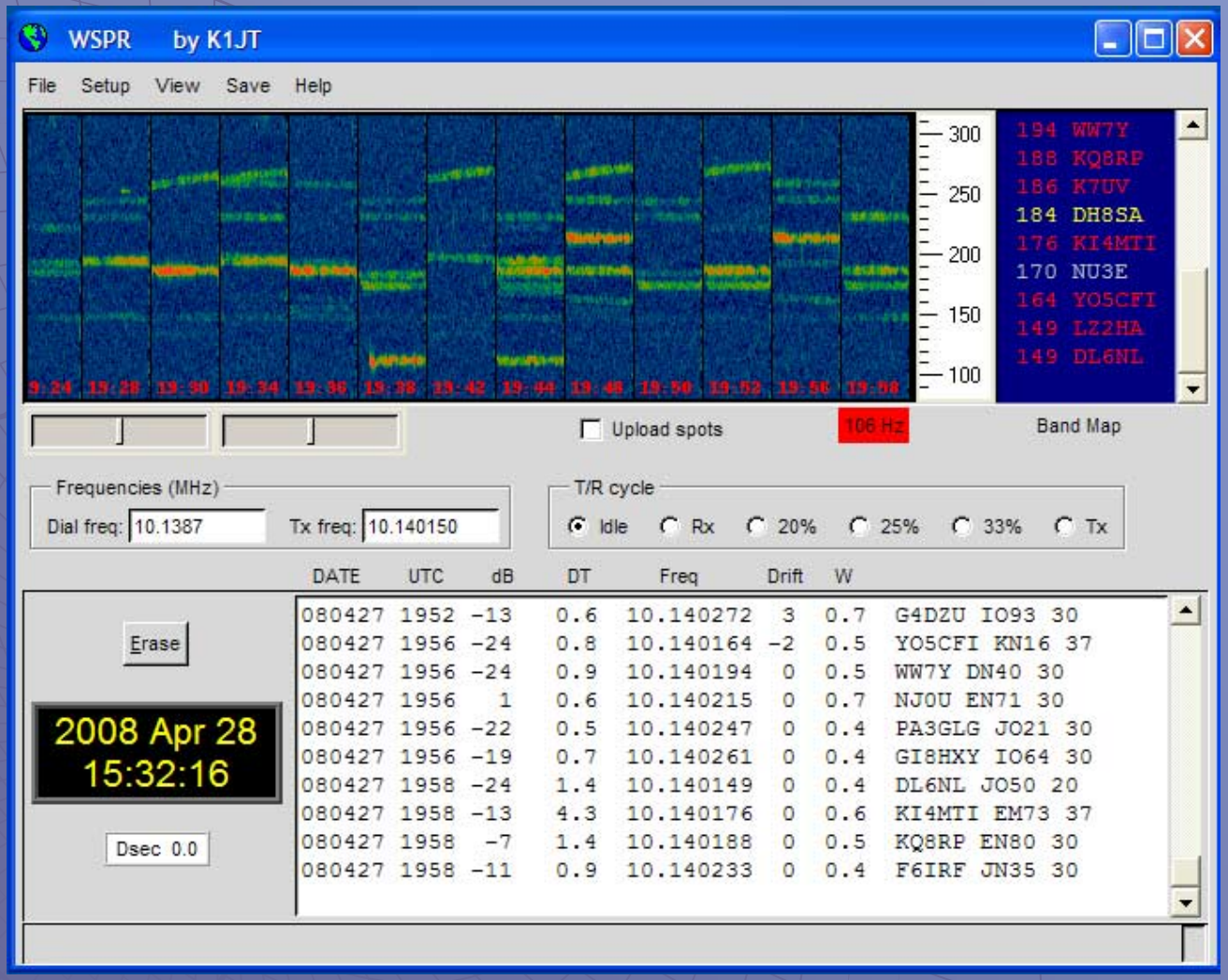
WSPR : WEB

Web Resources

- http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/
  - WSPR programma e guida
- http://WSPRnet.org/
  - Spot database
  - Propagation map
  - Forum
  - User blogs

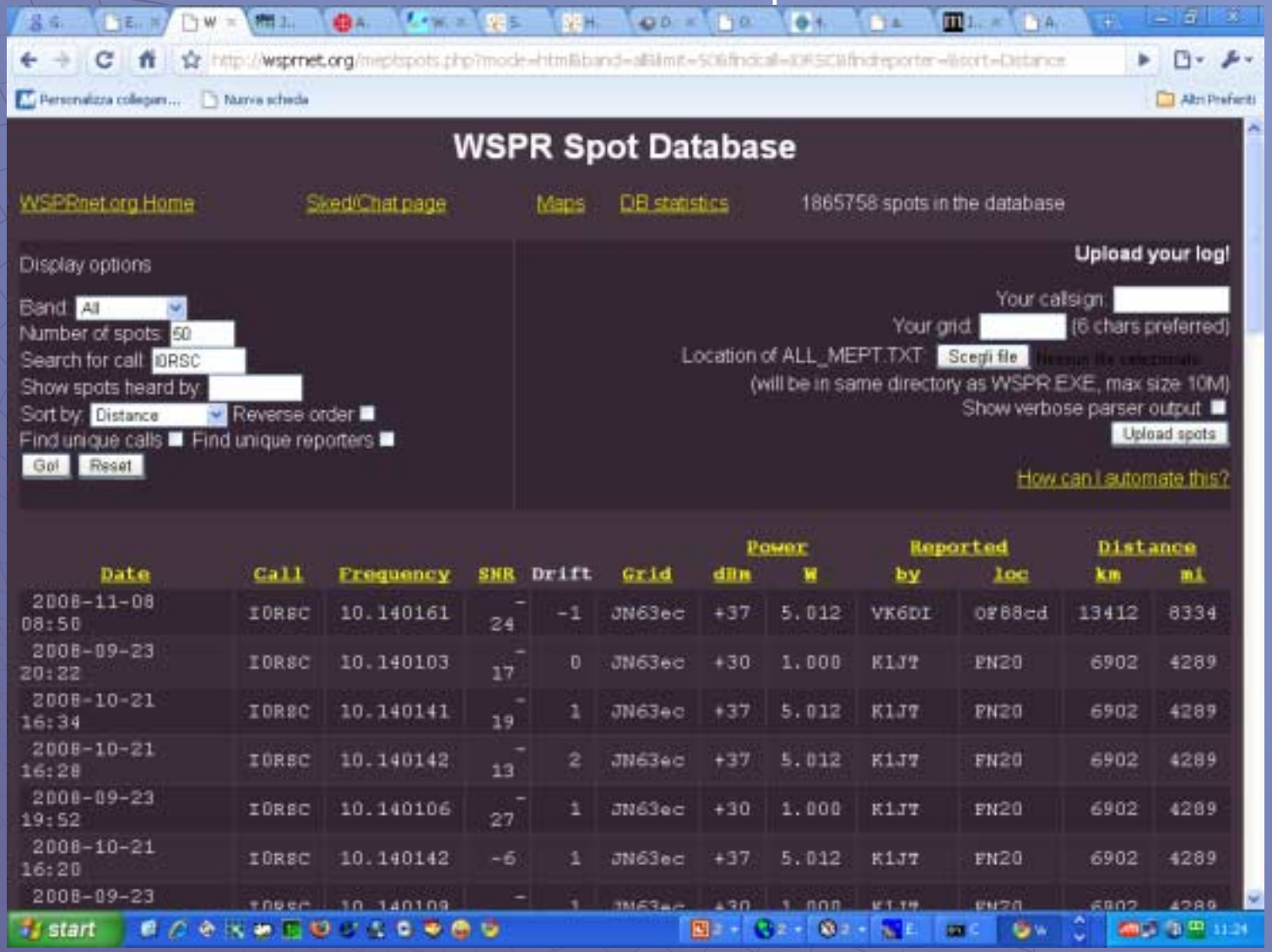
WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

WSPR : Screenshot



WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

WSPR : Database spot



WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

WSPR :BATCH per inviare automaticamente gli spot

```
:A
CLS
@ECHO ON
"C:\programmi\WSPR\curl.exe" -F allmept=@"C:\ProgramMI\WSPR\ALL_MEPT.TXT" -F call=I0NAA -F grid=JN63HB http://wsprnet.org/meptspots.php
@ECHO OFF
ECHO %TIME%
ping -n 200 127.0.0.1 >nul
goto A
```

Digitare il programma sopra riportato facendo attenzione ai direttori effettivi ed al giusto nominativo / locatore e salvare con estensione .bat

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

WSPR : Installazione

1. Si effettua il download dal sito visto in precedenza e si esegue il programma.

2. Si collega il ricetrasmettitore alla scheda audio (audio in ed audio out) con semplici cavetti schermati.

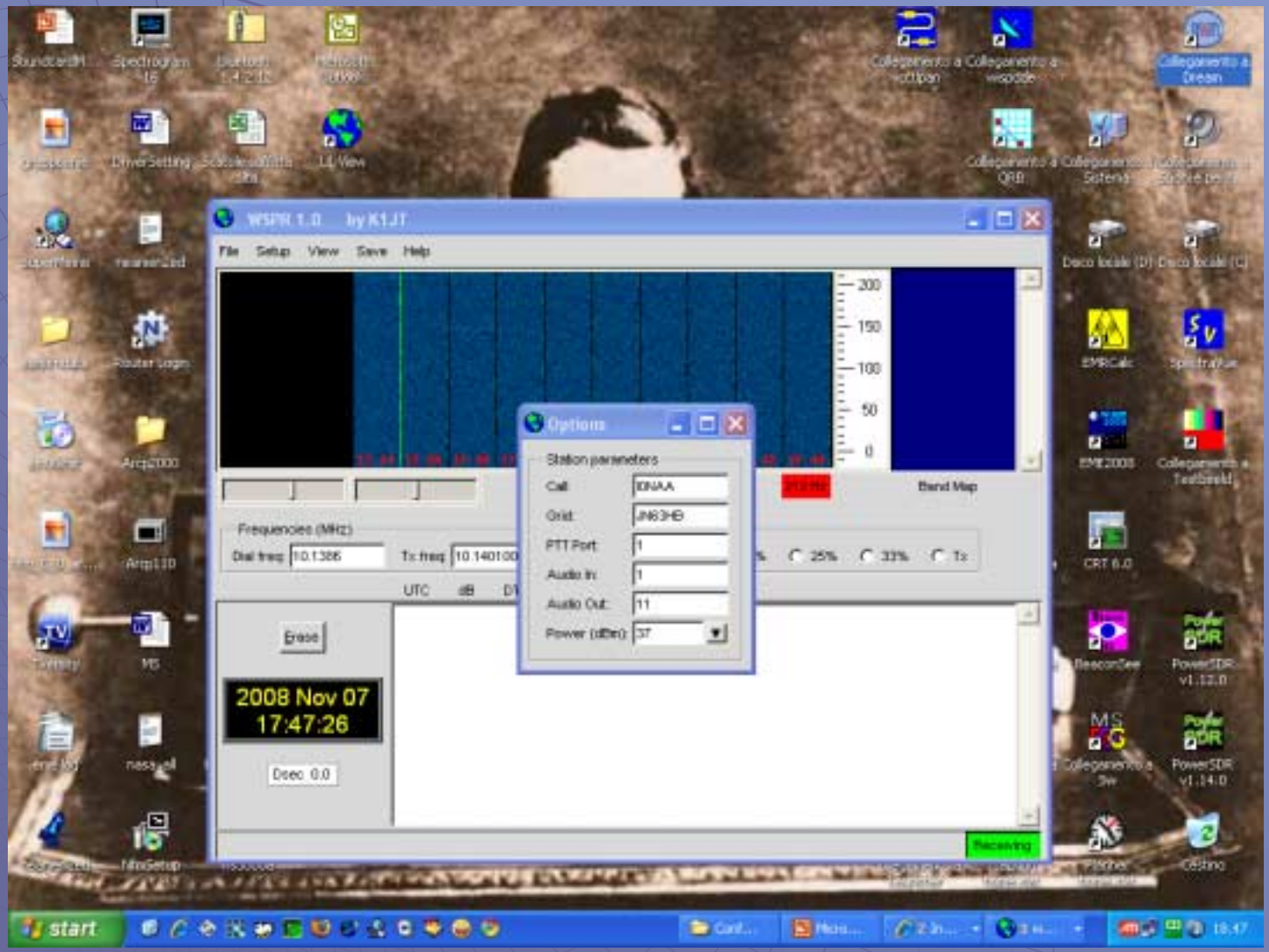
3. Si collega il PTT (tramite un transistor di isolamento od un relay) ad una parallela .

4. Si settano i parametri nella tab opzioni.

5. Si settano volumi audio di trasmissione e ricezione (suggerisco di usare JT65B che puo' girare in contemporanea).

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

WSPR



WSJT

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

WSJT

- WSJT e' un set di programmi dedicati alle comunicazioni digitali a bassissima potenza.
- Il modo " ECCELLENTE" di WSJT e' il JT65B usato largamente per comunicazioni EME.
- JT65B ha periodi di trasmissione di 1 minuto . In ricezione esamina 600Hz di banda ed in quel segmento decodifica i segnali JT65B ricevuti.

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

WSJT : CARATTERISTICHE

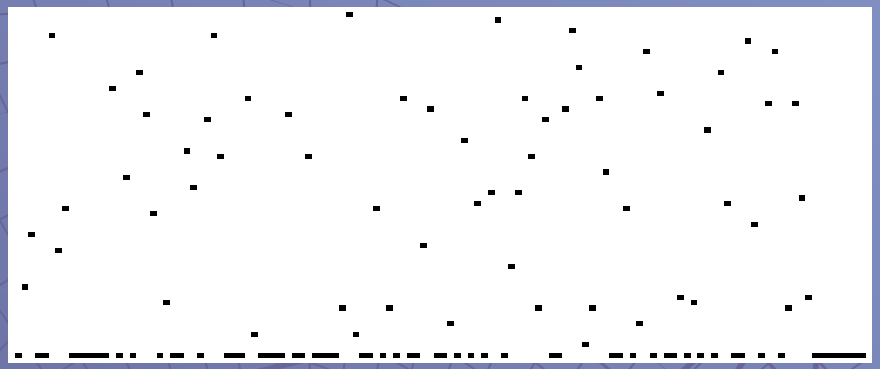
Un messaggio standard in JT65 consiste di 72 bit di informazione utente, 15 bit di locatore ed un bit che indica il tipo di messaggio.

Un algoritmo chiamato REED SALOMON con FEC comprime il messaggio in 63 toni (+ reference) ed il programma trasmette il tutto in FSK.

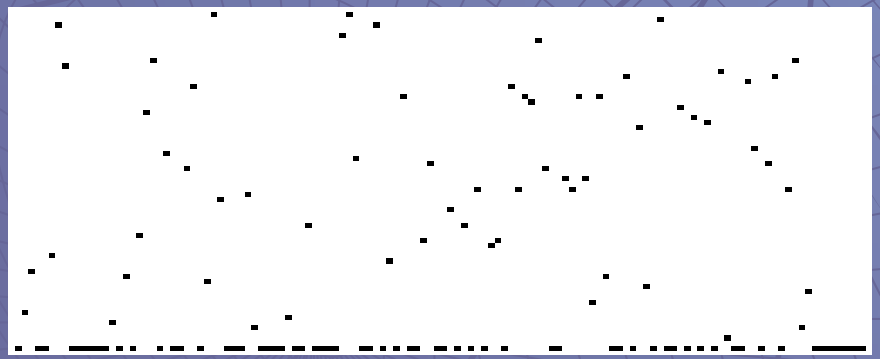
	JT65	WSPR
Message lenght	72	50
Modulation	65-FSK	4-FSK
Keying rate (baud)	2.69	1.46
Transmission lenght	46.8 Sec	110.6 Sec.
Larghezza di banda	355 Hz	5.9 Hz

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

WSJT : CARATTERISTICHE



VK7MO K1JT FN20

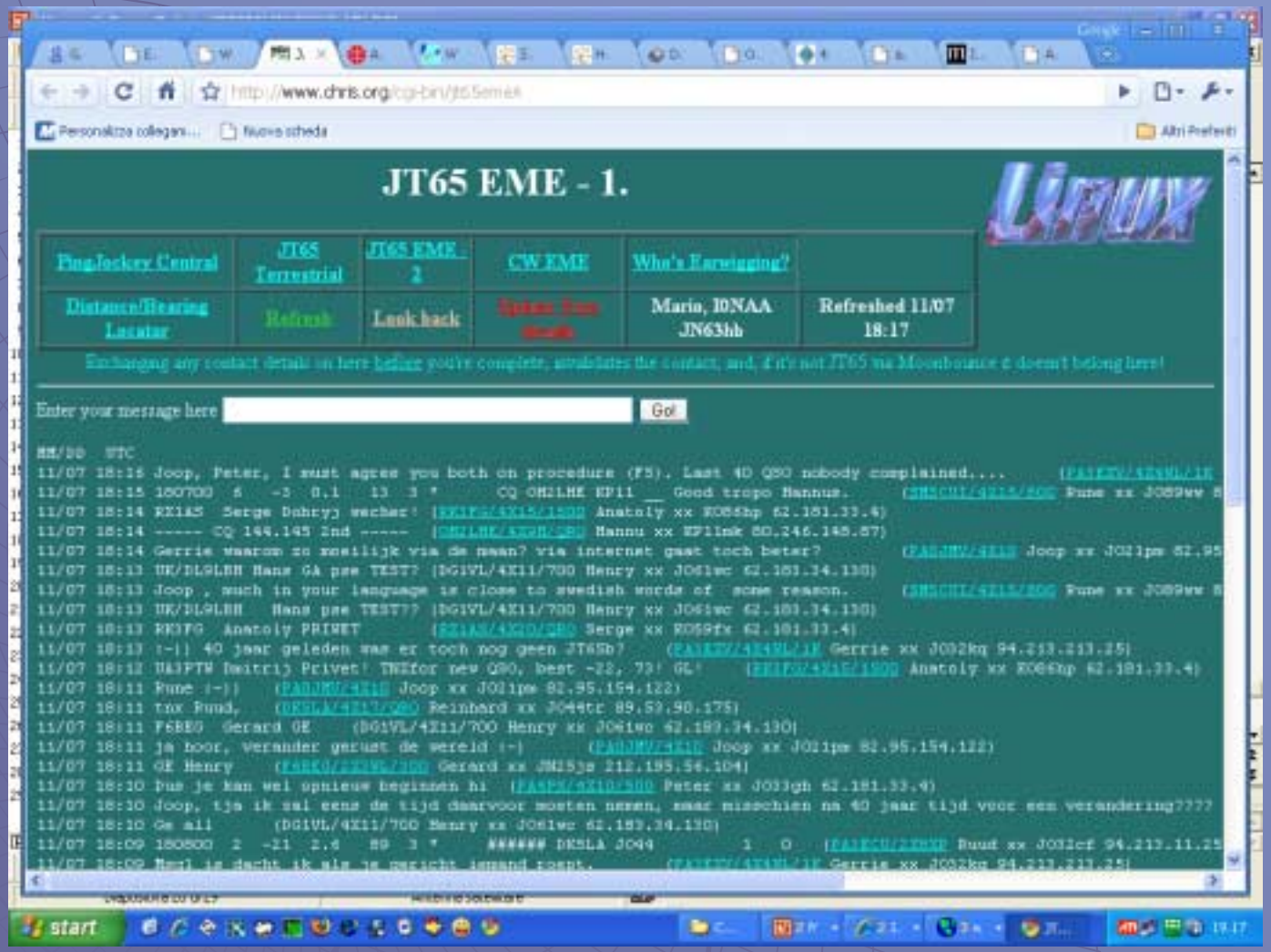


VK7MP K1JT FN20

Il sistema di codifica e' estremamente complesso e piccolissime differenze nel messaggio generano trasmissioni totalmente differenti

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

WSJT : WEB



http://www.chris.org/cgi-bin/jt65emeA

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

WSPR : Installazione

1. Si effettua il download dal sito visto in precedenza e si esegue il programma.

2. Si collega Il ricetrasmettitore alla scheda audio (audio in ed audio out) con semplici cavetti schermati.

3. Si collega il PTT (tramite un transistor di isolamento od un relay) ad una parallela.

4. Si settano i parametri nella tab opzioni.

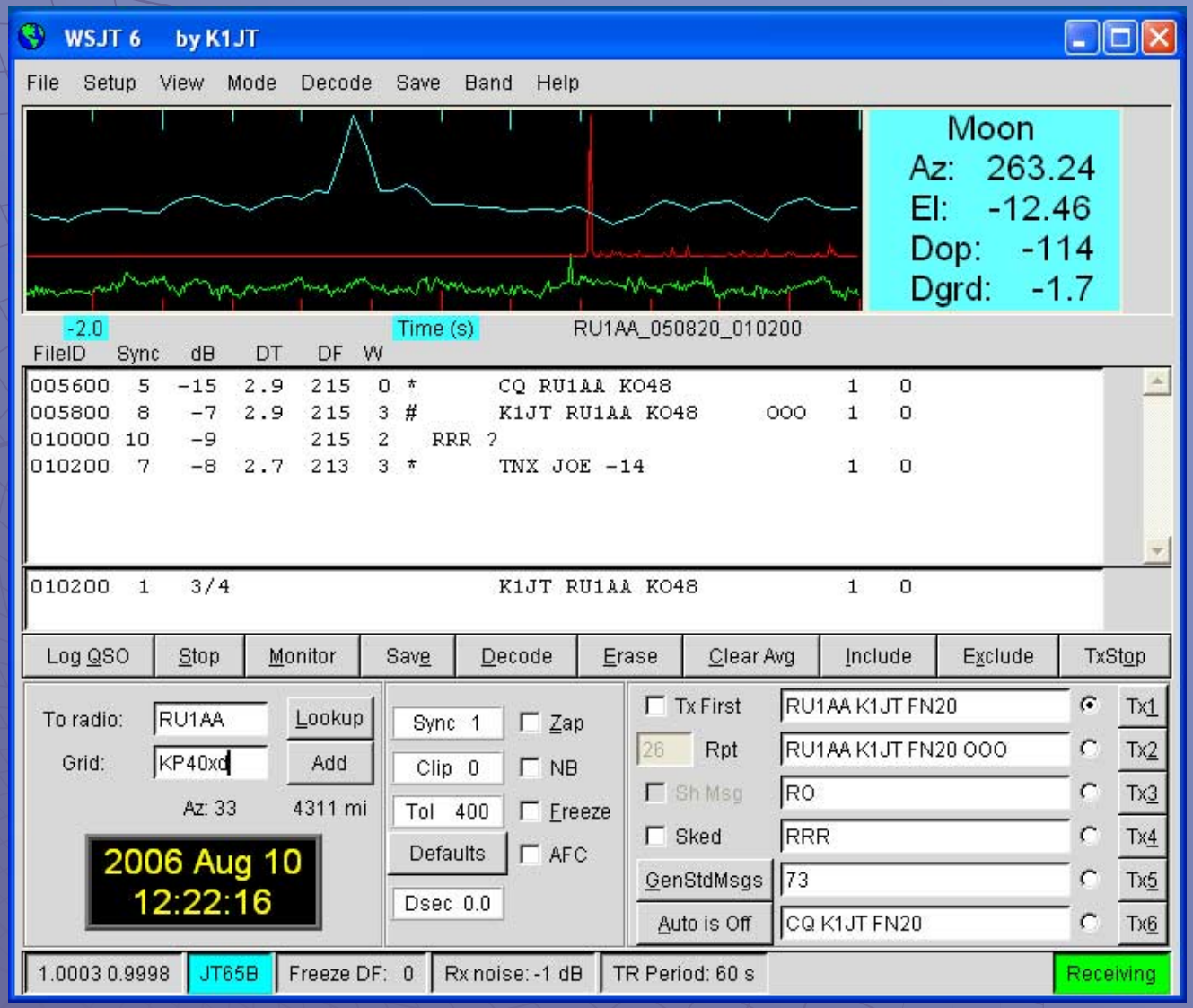
5. Si setta il volume fino ad ottenere 0dBm sul “waterfall”

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

WSPR : Installazione

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

WSPR : Installazione



PROVA PRATICA

WEAK SIGNALS, SEGNALI DEBOLI

WSPR : Prova pratica

- La prova pratica si effettuera' collegandosi via internet ad un sistema remoto (I0NAA) che sta gia' girando WSPR.

- Il collegamento sara' attuato tramite S/W LogMeIn .

- LogMeIn (software gratuito) consente di comandare totalmente un PC remoto e, quindi, consente di operare una stazione radioamatariale da qualsiasi parte del mondo.

CONCLUSIONI

3 ELEMENTI QUAD 300W

JH1KRC

PREGETTO BIG DISH : PARABOLA DA 32 METRI OPERATA IN 1290 E 144

Una stazione EME ben equipaggiata si puo' anche avvicinare alla radioastronomia..o al SETI.

STAY HUNGRY, STAY FOOLISH , STAY TUNED.....