

ECHOES

METEOR SCATTER CON RTL-SDR

VERSIONE 0.23 – 3 OTT 2018



Copyright © Giuseppe Massimo Bertani, 2017, 2018
 Quest'opera è rilasciata nei termini della licenza Creative Commons
 Attribuzione – NonCommerciale – Condividi Allo Stesso Modo 4.0
 il cui testo è disponibile alla pagina Internet
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>
 o scrivendo a Creative Commons,
 PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

Indice generale

1	Introduzione.....	2
2	Acronimi.....	3
3	Riferimenti.....	4
4	Panoramica.....	5
4.1.	Dipendenze esterne.....	5
4.2.	Core	6
5	Installazione.....	8
5.1.	Windows platform.....	8
5.2.	Piattaforma Windows.....	8
5.3.	Piattaforma Linux	8
5.4.	Raspberry-PI.....	9
6	Uso.....	10
6.1.	Lancio dalla linea di comando.....	10
6.2.	Lancio dal desktop.....	12
6.3.	La finestra principale.....	14
6.3.1	Pulsanti.....	14
6.3.2	Device settings.....	15
6.3.3	Impostazioni FFT.....	15
6.3.4	Impostazioni di cattura e formato di grafici e file dati.....	17
6.3.5	Impostazioni rapporti.....	19
6.3.6	Preferenze.....	21
6.3.7	Status bar.....	21
6.4.	La finestra waterfall	21
6.4.1	Pannelli grafici.....	21
6.4.2	Controlli del waterfall	23
6.4.3	Controlli per i grafici.....	24
6.4.4	Filtri arresta-banda (notch) (Novità in 0.20).....	24
7	Echoes al lavoro.....	26
7.1.	Modi operativi.....	26

7.1.1 Modalità di registrazione continua.....	26
7.1.2 Modalità di registrazione periodica.....	26
7.1.3 Modalità di registrazione automatica.....	26
7.2. Dai punti FFT ai pixel.....	28
7.3. Examples	29
7.4. Naming convention e contenuto dei file.....	34
7.4.1 File di configurazione.....	34
7.4.2 File di log.....	34
7.4.3 Foto.....	35
7.4.4 Tabella statistica CSV.....	35
7.4.5 File dati.....	37
7.4.6 Rapporto giornaliero.....	41
7.4.7 Rapporto completo.....	41
7.5. Test patterns.....	43

1 Introduzione

Echoes è un software di analisi spettrale radio dispositivi RTL-SDR, progettato appositamente per il *meteor scatter*.

I dispositivi RTL-SDR sono delle *Software Defined Radio* molto economiche basati sul chipset RTL2832U Realtek, che si trova normalmente nei *dongle* DVB-T (sintonizzatori per TV digitale da connettersi al PC via USB).

Antti Palosaari, Eric Fry e Osmocom hanno trovato una funzionalità non documentata del chip che permette l'accesso diretto ai dati I/Q del segnale radio ricevuto. Tramite un software driver sviluppato *ad hoc* è stato quindi possibile utilizzare il dongle come una radio digitale SDR a larga banda.

Questo driver deve essere installato in alternativa a quello ufficiale fornito generalmente nel CD-ROM che accompagna il dongle.

Echoes non demodula né decodifica segnali di origine umana. Il suo scopo principale è quello di analizzare e registrare la potenza totale del segnale radio e generare immagini e dati tabulari (CSV, GNUplot) in presenza di particolari picchi in una ristretta gamma selezionata di frequenze. Dal momento che non v'è alcuna demodulazione, non v'è alcun supporto audio, ad eccezione di una notifica sonora quando viene rilevato un evento.

Echoes esprime la potenza di uscita dBfs - decibel a fondo scala - poiché il segnale di uscita dal RTL-SDR non è calibrato. Il valore zero dBfs indica l'ampiezza massima del segnale stesso. Valori più bassi danno dBfs negativi, fino a circa -150 a seconda dell'hardware.

Una conversione a dBm richiede di moltiplicare i dBfs per un fattore di conversione a seconda del proprio hardware e la frequenza di lavoro prescelta.

2 Acronimi

Acronimo	Significato
DVB-T	Digital video tuner
RTL	Realtek: produttore del chip RTL-8139.
SDR	Software Defined Radio
UI	User Interface, interfaccia utente (a caratteri)
GUI	Graphical User Interface, interfaccia utente grafica
GRAVES	<i>Grand Réseau Adapté à la Veille Spatiale</i> , stazione radar situata a Digione (F) che monitora i detriti spaziali.
RPM	Redhat Package Manager, formato dei pacchetti software Linux originario della distribuzione RedHat e adottato da molte altre tra cui OpenSuse.
OM	“Old Man” radioamatore
OSS	Open Source Software
RF	Radiofrequenza
FFT	Fast Fourier Transform

3 Riferimenti

1. RTL-SDR la libreria open source:
<http://www.rtl-sdr.com>
2. Elenco dei dispositivi supportati da RTL-SDR. Alcuni di loro sono obsoleti e non più disponibili:
<http://sdr.osmocom.org/trac/wiki/rtl-sdr>
3. FFTW - la libreria FFT più veloce del mondo - è utilizzata in *Echoes* per produrre lo spettrogramma. Vedi <http://www.fftw.org>
4. GPUFFT - FFT per GPU di Raspberry PI (futuro)
5. *Echoes* è stato sviluppato in linguaggio C ++, con il toolkit QT5. <http://www.qt.org>
6. IMO tecnica del meteor scatter <https://www.imo.net/observations/methods/radio-observation/reflection/>.
7. IMO osservazioni radio di meteoriti in pratica
<https://www.imo.net/observations/methods/radio-observation/practical/>
8. GRAVES descrizioni del radar possono essere trovate su Wikipedia o qui:
<http://f6crp.pagesperso-orange.fr/ba/graves.htm> (in più accurate francese,)
9. Driver Zadig WinUSB: <http://zadig.akeo.ie/>
10. GNUplot home page: <http://www.gnuplot.info/>
11. dati I/Q: <http://whiteboard.ping.se/SDR/IQ>
12. dBFS vs. dBfs: <http://dsp.stackexchange.com/questions/19615/converting-raw-iq-to-db>
13. Arch Linux ARM Wiki: <https://archlinuxarm.org/wiki>
14. Nongles N3 RTL-ricevitore SDR <http://www.nongles.com/detail-n3-receiver.html>
15. Gruppo Astrofili della Bassa Bergamasca <http://www.gabb.it>
16. [Using qirx SDR and DAB signals to calibrate RTL-SDR dongles](#)

4 Panoramica

4.1. Dipendenze esterne

La Fig. 1 sottostante mostra una stazione meteor-scatter RTL-SDR schematizzata a blocchi. Il presente manuale tratta solo il blocco giallo in basso. Le altre caselle sono i componenti hardware e software di cui *Echoes* necessita per fare il suo lavoro.

Maggiori informazioni su questi componenti si possono trovare seguendo i link forniti (par.3), ma non è necessario conoscerne il funzionamento interno per poter utilizzare il programma con profitto.

ECHOES DEPENDENCIES

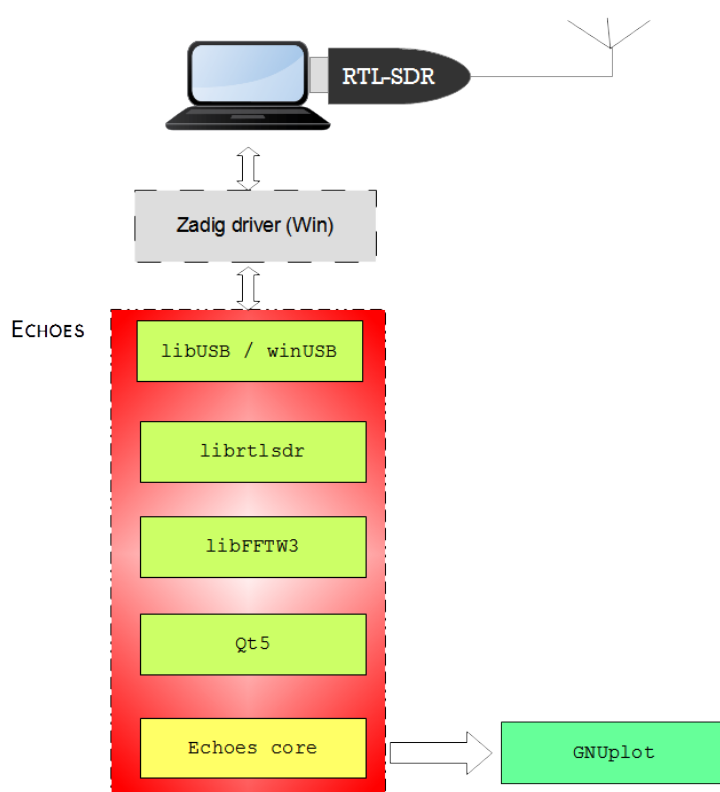


Fig. 1: Componenti software e hardware necessari per il funzionamento di *Echoes*

Il tool Zadig è richiesto solo per installare i driver libusb / WinUSB. Se è già stato utilizzato HDSDR sulla stessa macchina, probabilmente questa operazione è già stata eseguita. Questi driver sono necessari per accedere a funzioni delle porte USB che normalmente sono gestiti dal sistema operativo. Si noti che il driver originale in dotazione con i dongle DVB-T non dovrebbe mai essere installato se si utilizza il dongle come RTL-SDR.

librtlsdr è una libreria OSS disponibile in binario sia per Windows che per Linux. Essa viene distribuita insieme ad alcuni programmi testuali di utilità per giocare con il vostro dongle (**RTL-fm** per esempio, è un semplice ricevitore radio).

libfftwt3 libreria che implementa la FFT a suo dire “...più veloce del mondo”. Come semplice utente, mi fido di questa dichiarazione fino a notizia contraria.

QT5 è la quinta versione delle librerie GUI multiplatforma e relativi strumenti di Trolltech (allora Nokia, oggi proprietà di M\$). *Echoes* utilizza solo le librerie e strumenti Qt con licenza OSS.

Infine, **Gnuplot** è un programma per generare grafici partendo da dati tabulari. Viene richiamato da *Echoes* in fase di post-processing. Se non si desidera generare grafici, non è necessario installarlo.

4.2. Core

Vediamo ora che cosa c'è all'interno del blocco giallo di Fig. 1. La Fig. 2 ne rappresenta il contenuto, esploso anch'esso come schema a blocchi:

ECHOES CORE

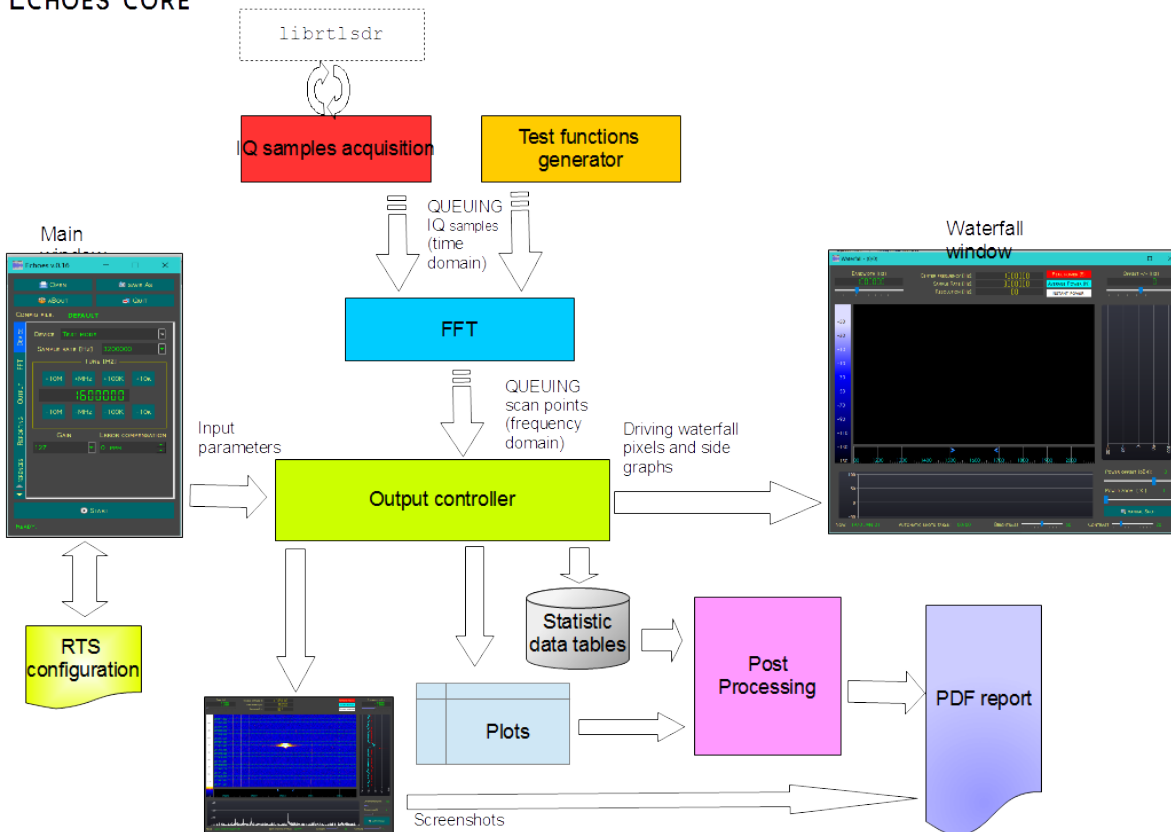


Fig. 2: Schema a blocchi funzionali di *Echoes*

Una volta impostati i parametri desiderati nella finestra principale, premendo il pulsante “Vai” il ciclo principale (*output controller* - blocco verde) avvia il *thread* di acquisizione radio (*IQ samples acquisition* - blocco rosso) che legge a pieno ritmo dal dongle i campioni di segnale di radio in dominio del tempo

Se il dongle non è presente, il ciclo principale avvia in alternativa il *thread* del generatore di funzioni di test (*test functions generator* - blocco giallo). Questo genera dei campioni fittizi per

stimolare il codice di visualizzazione, registrazione e cattura di eventi.

I campioni in dominio del tempo vengono poi inoltrati al thread FFT (blocco azzurro). Quello che ne esce è una sequenza di valori che specificano la potenza del segnale di ingresso nel dominio della frequenza.

Il numero di questi valori dipende dalla frequenza di campionamento e dalla risoluzione scelta. Ogni sequenza (*scansione*) prodotta dall'FFT, dopo qualche elaborazione, viene visualizzata come riga sullo spettrogramma e, a seconda della modalità operativa scelta, salvata su file.

Questi file di dati, una volta terminata la sessione di acquisizione, vengono poi processati (*post-processing* blocco rosa), per generare un rapporto (di colore grigio). Le impostazioni modificate nelle finestre vengono salvate in un file di configurazione di default (*RTS configuration* - blocco giallo / bianco) che viene ricaricato automaticamente al successivo avvio del programma. Queste impostazioni possono essere salvate con nomi diversi e recuperate in future sessioni.

5 Installazione

I pacchetti di installazione della versione 0.18 sono disponibili per le piattaforme Windows sia 32 che 64bit. Sono inoltre disponibili un pacchetto RPM per x86_64 e XZ per Raspberry-PI (distribuzione Arch).

5.1. Windows platform

5.2. Piattaforma Windows

Il pacchetto di installazione per Windows (*install-echoes-0.23-Win32.exe* , *install-echoes-0.23-Win64.exe*) sono stati testati sotto Win7 e Win10.

Un prerequisito per l'installazione è la presenza di *WinUSB.dll* o libreria equivalente. Tali librerie sono disponibili su Zadig <http://zadig.akeo.ie/> .

In fase di installazione, quando Zadig richiede quale *dll* installare, selezionare *WinUSB.dll*.

Avviando quindi l'installazione di *Echoes*, se l'installer trova una diversa versione del programma già installata sul computer, questo richiederà all'utente di rimuoverla prima di procedere.

Dal momento che l'installer non tiene conto della versione del programma, è sempre possibile ritornare ad una versione precedente, qualora l'ultima installata non funzioni come previsto.

L'installazione di un pacchetto produce un file di log *echoes-install.log* che viene salvato nella directory *Documenti*. Tale file consente di analizzare a posteriori eventuali problemi di installazione.

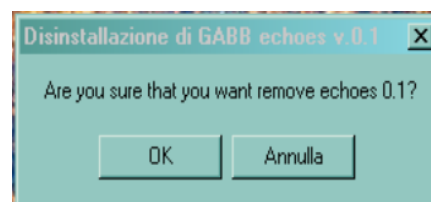


Fig. 3: Richiesta di rimozione di una versione già installata

5.3. Piattaforma Linux

Sotto Linux, è disponibile il pacchetto RPM per x86_64. La distribuzione di riferimento è OpenSuse Leap42 ma dovrebbe funzionare anche per altre distribuzioni basate su RPM una volta che le dipendenze siano soddisfatte.

Le dipendenze di *Echoes* sono:

- *RTL-SDR library*
- *RTL-SDR-devel* (solo a scopo di sviluppo)
- *fftw* (versione 3 o 2)
- *Qt* (versione 5) tra cui *QtCharts*
- *PulseAudio* o *sox*
- *GNUplot* (opzionale)

distribuzioni diverse di Linux potrebbero chiamare questi pacchetti binari con nomi leggermente diversi, causando così il fallimento dell'installazione. Se comunque riuscite a stabilire che questi software siano effettivamente presenti sulla vostra macchina, provate con:

```
rpm -i --nodeps echoes-0.18-0.x86_64.rpm --force
```

Il pacchetto verrà così installato senza tenere conto delle dipendenze. Se ci avete visto giusto, il programma funzionerà. Altrimenti potrete comunque rimuoverlo, sempre tramite rpm.

5.4. Raspberry-PI

A causa della migrazione verso QT5, il mio Raspberry PI B+ (1° generazione) è stato aggiornato alla distribuzione *ArchLinux*, essendo l'unica che comprenda Qt5 incluso QtCharts. Questo pacchetto fa sempre parte di Qt ma fino a due anni fa non era disponibile con licenza OSS, per questo motivo è difficile trovarlo incluso in una distribuzione che non sia molto recente.

Echoes gira, ma ancora troppo lentamente per poter essere utilizzato con profitto. Una riga di scansione richiede circa 400ms per apparire nel waterfall. Per questo motivo, in fase di avvio ho dato la possibilità di avviare il programma in modalità console (riga di comando **-c**, vedi 6.1) per consentire l'esecuzione di *Echoes* senza server grafico (*Xorg*), risparmiando un po' di memoria e di tempo. In questo modo non si potranno catturare screenshots ma si possono salvare comunque gli spettri attivando il plot e generando le immagini in seguito mediante *GNUplot*

Ho acquistato in seguito un PI B+ di terza generazione che si è dimostrato molto più performante, grazie al suo 1GB di RAM riesce a far girare *Xorg* con prestazioni comparabili a quelle di un netbook, anche se per un uso continuo è necessario installare i dissipatori e la ventolina.

Sfortunatamente però, produce anche molto rumore elettrico che si evidenzia con una sequenza a pettine di righe verticali sullo spettrogramma. Ho provato a cambiare sia la sorgente di alimentazione che a spegnere la ventolina ma non è servito a nulla.

Potrebbe essere un problema del mio RPI in quanto, tramite Facebook, ho ricevuto dei commenti da un utente *Echoes* che lo sta facendo girare su una scheda analoga senza evidenziare questo difetto.

6 Uso

6.1. Lancio dalla linea di comando

Il dongle RTL-SDR deve essere già inserito nella presa USB prima di avviare il programma perché non sarà riconosciuto in seguito.

Digitando

```
echoes -h<enter>
```

dal prompt dei comandi, viene visualizzato il seguente elenco di opzioni. In Windows, è necessario avviare il programma dalla cartella in cui risiede l'eseguibile, dal momento che la procedura di installazione non inserisce *Echoes* nel *path* di sistema.

```
RF spectrum analyzer for RTL-SDR devices v.0.12
Architecture: x86_64 ABI: x86_64-little_endian-llp64
(C)Giuseppe Massimo Bertani 2016.

Usage : echoes [options]

Options:
-?, -h, --help    Displays this help.
-l <language>     loads the language qm file specified (defaults to local
                  language, otherwise english).
-s <config>       loads the settings from user config file given.
-w <wdName>       sets this directory as working directory instead of
                  $HOME/.echoes
-n <level>        log level:
                  0: do not create a program log
                  1: only fatal messages (crashes) are logged
                  2: logs fatal and critical messages (alerts about possible
                     crashes)
                  3: logs warnings too (the program does not behave as expected)
                  4: logs status messages too (useful for console mode).
                  5: logs everything including debug messages (huge logs!).

-c               console mode: acquisition starts automatically, no windows
                  will be shown.
-r               restores the hardcoded default settings (config_file if given
                  will be ignored).
-v               verbose debug output on text console.
```

Fig. 4: Opzioni da linea di comando

Per un uso normale, nessuna di queste opzioni sarà necessaria; *Echoes* può essere avviato senza argomenti semplicemente cliccando sulla sua icona e altre impostazioni possono essere eseguite attraverso la sua interfaccia grafica, ma in casi particolari potrebbe essere necessario utilizzarle.

- L'opzione **-c** avvia *Echoes* in modalità console UI. Le impostazioni utilizzate sono quelle di default, a meno che un file di configurazione non venga specificato con l'opzione **-s**. Per avviare echoes in questa modalità, occorre utilizzare la linea di comando tramite un **xterm** (Linux) oppure il prompt dei comandi **cmd.exe** (Windows) e l'acquisizione parte immediatamente.

Questa modalità di funzionamento è adatta per stazioni *headless* e Raspberry PI. Girando

senza GUI, non verranno catturate foto del waterfall, ma se nel file di configurazione è stata attivata la generazione GNUpot, si potrà utilizzare GNUpot per visualizzare dei grafici molto simili alle foto.

I file di configurazione possono essere preparati e testati prima con la GUI, per essere poi salvati e riaperti in modalità console UI.

- **Solo Linux:** Avviando Echoes come `/usr/bin/echoes -c` da un `xterm`, il programma girerà all'interno di quella finestra, senza aprirne di altre. Questo comportamento corrisponde su Windows a lanciare `echoes -c` dalla finestra comandi `cmd.exe` ma a tutti gli effetti, in entrambi i casi c'è sempre un sistema grafico in esecuzione che occupa memoria e tempo di CPU.

Linux tuttavia – a differenza di Windows - può essere avviato senza sistema grafico. Tale modalità può essere impostata mediante il comando: `systemctl set-default multi-user.target` mentre inserendo il comando `/usr/bin/console_echoes -c ...` in calce al file `/etc/rc.d/boot.local`, Echoes verrà avviato automaticamente al riavvio successivo come servizio, senza necessità di effettuare il login. L'output testuale di Echoes si potrà leggere tramite il comando `journalctl -f | grep echoes`.

console-echoes è semplicemente un alias per **echoes**. Se chiamato con questo nome, il programma riconosce che si vuole avviarlo escludendo completamente il supporto grafico.

- La lingua utilizzata nella GUI viene selezionata automaticamente a seconda delle impostazioni di localizzazione del sistema operativo. Attualmente, l'unica alternativa alla lingua di default (inglese) è la lingua italiana e verrà utilizzata automaticamente visualizzato automaticamente sui PC localizzati in Italia. Se invece si desidera utilizzare una lingua diversa occorre specificare il file di traduzione con l'opzione `-l`. Questa opzione è utile per provare nuove traduzioni senza toccare le cartelle del programma e senza richiedere privilegi di amministratore.
- *Echoes* di default produce molto testo di debug, che si può leggere nel file `echoes.log`, sotto la cartella di lavoro predefinita. Questo file viene ricreato da zero ogni volta che *Echoes* viene lanciato. Impostando l'opzione `-n 0` questo file non verrà prodotto, risparmiando così un po' di tempo di CPU e risorse del disco. Specificando numeri più alti (fino a 5, con valore predefinito 3) si otterranno dei log progressivamente più verbosi.
- Le impostazioni della GUI possono essere salvate in file RTS personalizzati, premendo il tasto “Salva” e specificando un percorso e un nome di file. L'estensione RTS verrà aggiunta automaticamente. Questi file possono essere ricaricati in sessioni future, specificando l'opzione `-s` seguita dal nome del file RTS, eventualmente preceduto dal percorso se si trova in una cartella diversa da quella di lavoro (vedi opzione `-w`).
- Per impostazione predefinita, ogni volta che si avvia, *Echoes* cerca nella cartella di lavoro un file di configurazione di default chiamato `default.rts` (a meno che non ne sia stato specificato uno diverso mediante l'opzione `-s`). Questo file viene aggiornato con i parametri attuali impostati attraverso la GUI ogni volta che l'acquisizione viene avviata o quando il programma termina regolarmente, premendo il tasto “Uscita”. In questo modo, le impostazioni del programma rimangono persistenti tra sessioni consecutive. L'opzione `-r` può essere impostata qualora si desideri ripristinare i parametri alle impostazioni “di fabbrica” (`-s` sarà ignorato in questo caso).

- I messaggi di debug registrati in *echoes.log* possono essere visualizzati in tempo reale nella console specificando l'opzione **-v** . In questo modo, il messaggio verrà scaricato su *stderr* . (In Windows, ciò significa che essi appariranno nella finestra del prompt dei comandi che si apre automaticamente con quelle del programma.)
- La cartella di lavoro di default (generalmente chiamata *.echoes*) normalmente viene creata nella cartella *home* dell'utente, ma è possibile specificarne una diversa attraverso l'opzione **-w**. In questa directory verranno memorizzati i file generati dal programma (screenshot, file di dati, configurazioni, report). Anche questa opzione, come **-c**, è stata pensata per le stazioni headless, per consentire il salvataggio dei dati su dischi rimovibili.

6.2. Lancio dal desktop

Ovviamente, *Echoes* può essere lanciato anche cliccando l'icona sul desktop. In questo caso il programma viene lanciato senza argomenti, utilizzando i parametri di default. Sotto la piattaforma Windows, l'applicazione apre tre finestre come mostrato in Fig. 5

1. La “finestra principale” (a destra) contiene i controlli per impostare i parametri di acquisizione e registrazione.
2. La “finestra waterfall” (al centro) contiene l'output grafico in tempo reale del programma. Lo spettrogramma è affiancato dalla una scala dei colori e, sotto, da una scala di frequenza. Ancora più sotto viene visualizzato il grafico della potenza totale istantanea in dominio della frequenza mentre a destra scorre il grafico della potenza totale in dominio del tempo.
3. Ultima è la “finestra console” (a sinistra) che si apre automaticamente su piattaforme Windows per visualizzare alcuni messaggi di stato e gli avvisi generati dal driver rtl-sdr. Inoltre questa finestra può visualizzare anche il log del programma (*echoes.log*) quando *Echoes* viene avviato con l'opzione **-v** . Sotto Linux, lo stesso comportamento si ottiene avviando il programma dall'emulatore di terminale, che non viene aperto automaticamente.

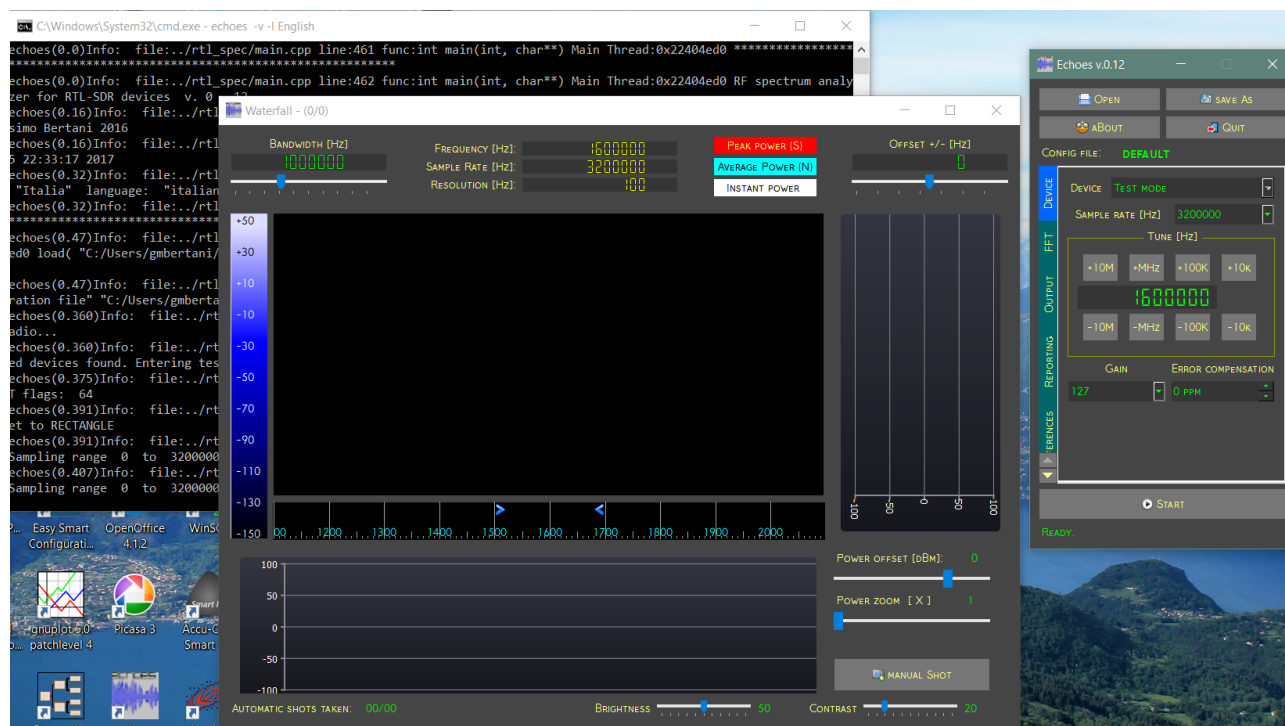


Fig. 5: Echoes launched on Windows10

6.3. La finestra principale

Questa finestra controlla l'acquisizione dei dati e il comportamento generale del programma. E' una piccola finestra, suddivisa in schede. I campi variabili nella finestra hanno colore verde, mentre i testi fissi e pulsanti sono di colore giallo. Passando col mouse sopra i controlli compariranno dei suggerimenti (si possono disabilitare come preferenza (6.3.6)).

Dopo l'avvio del programma (a meno che un file di configurazione sia stato specificato al prompt dei comandi tramite opzione `-s`) il programma si configura seguendo le impostazioni presenti in *default.rts*. La prima volta che il programma viene avviato, se tale file non è già presente nella cartella di lavoro, verrà creato con impostazioni “di fabbrica”.

Ogni volta che si avvia l'acquisizione, tutte le impostazioni vengono implicitamente salvate in questo file. L'utente può salvare tali impostazioni mediante il pulsante “Salva” in file dedicati per essere recuperati in seguito.

Alcuni dei parametri che venivano salvati nei file *rts* erano in effetti dipendenti dal dispositivo e dalla sua configurazione hardware / software, come ad esempio la dimensione delle finestre (schermi più grandi consentono dimensioni maggiori) oppure il percorso dove è installato GNUplot (che varia a seconda del sistema operativo utilizzato) o il conteggio quotidiano degli eventi registrati. Conservare tali dati nei file *rts* li rendeva meno portabili.

Ora invece queste informazioni vengono salvate come impostazioni locali (nel registry di Windows, oppure in un file dedicato sotto la cartella *.config* in Linux).

6.3.1 Pulsanti

I due pulsanti sulla parte superiore “Apri” e “Salva con nome” consentono configurazione personalizzati dall'utente (estensione *.rts*). Subito sotto c'è il pulsante “Uscita”: il primo apre una finestra di dialogo con la versione del programma mentre il secondo si spiega da sé.

Si noti che non c'è un semplice pulsante “Salva”; questa operazione può essere eseguita premendo “Salva con nome”, quindi premere “Ok”, dal momento che il nome del file proposto è il nome dell'ultimo file di configurazione aperta. Il nome della configurazione attiva compare subito sotto i tasti.

L'ultimo pulsante è “Vai / Stop”, in fondo, che inizia avvia il ciclo di acquisizione dati. Sotto di esso, sulla barra di stato, compaiono messaggi sullo stato del programma ed eventuali messaggi di errore. Mentre acquisizione è attiva, la maggior parte dei controlli della finestra principale sono bloccati ad eccezione dei pulsanti per l'acquisizione Stop and Quit. I controlli sulla finestra Waterfall invece sono sempre disponibili.



Fig. 6: Finestra principale con i pattern di test attivati. Scheda dispositivo.

6.3.2 Impostazioni del dispositivo

La scheda “Dispositivo” consente di controllare i parametri dei dispositivi RTL-SDR collegati su USB. Quando si avvia l'acquisizione, la finestra principale non consente più di modificare le impostazioni attive, ma rimangono comunque visibili. Quando una o più dongle sono collegati alla USB, il nome di quello selezionato viene visualizzato mediante il controllo “Dispositivo”. Cliccando su di esso, è possibile selezionare il dongle desiderato per l'acquisizione. Il nome del dongle può essere salvato nel file di configurazione in modo che riaprendo lo stesso file di configurazione, verrà utilizzato quel dongle.

Il controllo “Campionamento” mostra l'impostazione della frequenza di campionamento attuale (SR). I valori selezionabili sono memorizzati nel driver di dispositivo e possono essere visualizzati facendo clic sulla freccia a destra, che permette di selezionare un nuovo valore.

Sotto la frequenza di campionamento, ci sono i controlli della frequenza di sintonia, un display simil-LCD che mostra la frequenza in Hz contornata da pulsanti di impostazione della stessa. In alternativa, cliccando con il tasto destro sul LCD, una finestra di dialogo permette di inserire una precisa frequenza attraverso la tastiera del PC.

Anche per il controllo “Guadagno” i valori possibili dipendono dal dispositivo scelto e possono essere selezionati mediante il tasto freccia sulla destra. Si noti che Echoes disabilita sempre l'AGC purtroppo non è possibile via software disabilitarlo completamente.

Il controllo “Errore PPM” consente di inserire un offset - espresso come parti per milione [ppm] della frequenza di sintonia - per compensare l'errore del sintonizzatore.

Il suo valore va ricavato sperimentalmente in quanto differisce da un dispositivo all'altro. Si può provare – avendo a disposizione un trasmettitore – di generare una portante ad una frequenza precisa, come 144.000.000 hz e vedere se sul waterfall compare la caratteristica riga verticale in prossimità di tale frequenza; quindi correggerla, agendo sul controllo “Errore PPM”, finché non si riuscirà ad avvicinare il più possibile la linea verticale alla tacca dei 144.000 khz. Un metodo alternativo è trattato dall'articolo [16].

Ricordare quindi di scriversi il valore di errore ricavato, ad esempio su una etichetta adesiva da incollarsi sul dongle. Il valore di correzione rimane memorizzato nel file di configurazione ma occorre ricordarsi che tale file dovrà essere utilizzato solo con quel particolare dongle che abbiamo utilizzato per le misure. Ogni dongle avrà perciò bisogno di un file di configurazione dedicato.

Novità in 0.22: il valore di compensazione può essere inserito con una precisione di due cifre decimali. La parte intera viene applicata all'hardware, analogamente a quanto accadeva nelle versioni precedenti. La parte frazionaria invece viene applicata come un offset trasparente alla finestra waterfall, consentendo una regolazione più fine.

6.3.3 Impostazioni FFT

La seconda scheda “FFT” racchiude i controlli che hanno effetto sulla qualità spettrogramma.

Il controllo “Window” consente di selezionare il tipo di finestra da applicare all'FFT per migliorare il livello di rumore. Ci sono cinque possibili finestre selezionabili, quella di default è la più semplice “rettangolare”.

“Risoluzione” regola la risoluzione della FFT impostando la copertura in Hz del punto FFT. Per motivi prestazionali, la FFT trasforma il segnale di ingresso in un certo numero di punti-frequenza che devono essere una potenza di due, quindi le risoluzioni disponibili hanno valori precisi a seconda della frequenza di campionamento.

Il numero risultante di punti può essere ottenuta dividendo la frequenza di campionamento dal passo di risoluzione e il risultato deve essere una potenza di due.

Più piccolo è il passo di risoluzione, minore è il livello di rumore (N) e più alto è il tempo necessario per ricavare dal dongle un buffer di campioni sufficientemente lungo.

La dimensione del buffer dei campioni I/Q può essere regolata come percentuale della frequenza di campionamento: per esempio, con 250 kHz e dimensione 100% (il default) significa un buffer di 250.000 campioni I/Q equivalenti a 500.000 bytes.

Quando il buffer è più corto occorre meno tempo per riempirlo e quindi il thread di acquisizione girerà più velocemente. Purtroppo però, questo significa anche eseguire la FFT più frequentemente per produrre un waterfall di qualità comunque inferiore. Per queste ragioni, difficilmente avrete bisogno di cambiare questo parametro, ma è stata data comunque la possibilità di farlo.

L'acquisizione radio (Fig. 2 Blocco rosso) e l'algoritmo FFT (blocco ciano) lavorano in parallelo su due cicli indipendenti(*thread*), dove il primo gira a piena velocità, mentre il secondo gira secondo la cadenza determinata dal controllo “Intervallo di scansione”. Questo fa sì che l'intervallo venga applicato solo sul rinfresco del waterfall e non sulla velocità di acquisizione che è sempre la massima consentita dalla frequenza di campionamento e dalla risoluzione in Hz scelta.

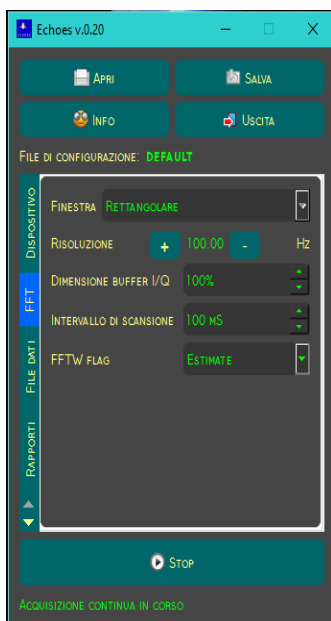


Fig. 7: scheda FFT

Quando l'intervallo scelto è troppo piccolo, la FFT quindi riprocessa gli stessi campioni già elaborati nei cicli precedenti, col risultato che i pixel sul waterfall “si allungano” in verticale e sulla la riga di stato, posta nella parte inferiore della finestra, compare il messaggio “Acquisizione troppo lenta”. Per evitare questo, occorre aumentare il passo di risoluzione e/o l'intervallo di scansione.

Un hardware più potente (multi-core) consente una acquisizione più brillante in quanto l'algoritmo FFT viene eseguito più velocemente, ma il vero collo di bottiglia è rappresentato dal tempo minimo necessario per cui si deve campionare il segnale radio in ingresso affinché la FFT produca un risultato affidabile per la risoluzione richiesta (teorema di Shannon).

L'ultimo controllo “flag FFTW” permette di selezionare le prestazioni di FFT; i livelli disponibili sono “Estimated”, “Measure” e “Patient”.

Il livello predefinita è “Estimated” in quanto permette di avviare rapidamente il ciclo di FFT impostando i parametri interni del algoritmo su valori stimati. I livelli superiori (Measure e Patient) consentono a FFTW di calcolare dei parametri più accurati e quindi prestazioni migliori eseguendo implicitamente dei test sull'hardware prima di avviare il ciclo di acquisizione. Per questo motivo a seconda del livello scelto, l'acquisizione potrà partire con alcuni secondi di ritardo da quando si è cliccato sul bottone “Vai”.

6.3.4 Impostazioni di cattura e formato di grafici e file dati.

La scheda “File dati” comprende i controlli che hanno effetto sulla cattura dei picchi e la registrazione di dati. Ci sono tre modalità di funzionamento in cui *Echoes* può operare, a seconda di come vengono impostati i seguenti controlli. Il contenuto dei file di dati in uscita dipende dal modo di funzionamento prescelto (vedi anche par.7).

Prendo in considerazione “Genera file GNUplot” per primo, perché se non è impostato, i file dati per GNUplot non verranno generati.

Quando la modalità di funzionamento è “automatico”, *Echoes* cattura immagini del waterfall in presenza di picchi S-N. Quando “Genera file GNUplot” è impostato, i dati relativi alle scansioni vengono registrati su file (**.DAT**). Quando si lavora senza GUI, quando non è possibile catturare schermate, tale file è l'unico modo per ricostruire a posteriori lo spettrogramma..

A termine acquisizione, i file *dat* catturati vengono corredati da un file di comando GNUplot (**.PLT**).

Aperto tale file con GNUplot, tutti i grafici relativi agli eventi catturati verranno visualizzati in sequenza.

Maggiori informazioni su questi file sono spiegati più avanti.

Consideriamo ora il primo controllo, “Scatta xx sec dopo il picco”: esso agisce solo sulla cattura di immagini, non sui file *dat*, ritardando lo scatto della foto di xx secondi dopo il rilevamento del fronte di salita dell'evento, in modo che l'immagine rappresenti l'evento nella sua interezza.

“Scatta fino a yy foto” specifica il numero di immagini da catturare prima di arrestare l'acquisizione automaticamente.

“Copertura foto” riguarda invece solo i file dati (*.dat* e *.csv*). Mentre il periodo di copertura di una foto è determinata automaticamente dall'altezza del waterfall e dall'intervallo di aggiornamento scelto, il periodo di copertura di un evento quando viene catturato nei file deve essere specificato mediante questo controllo. Questo è anche l'intervallo di tempo che intercorre tra una foto e la successiva quando si lavora in modalità periodica.

La “Soglia superiore” quando impostata, determina la soglia S-N raggiunta la quale si apre un nuovo evento. Se impostata a zero, il rilevamento automatico è inibito.

La “Soglia inferiore” quando impostata, determina la soglia S-N raggiunta la quale un evento aperto viene chiuso. Il tempo trascorso tra l'attraversamento della soglia superiore e la caduta sotto la soglia inferiore determina la durata dell'evento. Queste soglie dovrebbero essere scelte con attenzione, perché se la soglia inferiore è troppo bassa, un evento iniziato non verrà mai chiuso, impedendo qualunque ulteriore rilevamento.

Novità 0.22: le soglie si possono ora specificare con una precisione di due decimali

I controlli “Scansioni mediate per calcolo N” e “Intervallo di selezione” controllano lavorano insieme.



Fig. 8: Scheda "file dati"

L' intervallo di selezione è un intervallo di frequenza, espressa in % della banda visualizzata nel waterfall, regolabile simmetricamente rispetto al centro, ed è rappresentato dalle due frecce azzurre. *Echoes* calcola il valore di rumore N facendo la media, per ogni scansione, di tutti i punti FFT che rientrano in questo intervallo, mentre il livello di picco S è il valore più alto rilevato in ogni scansione. Lo scopo dell'intervallo di rilevamento è quello di limitare il rilevamento di falsi positivi a causa di aerei, satelliti, ecc restringendo le frequenze da considerare in un intervallo intorno alla frequenza del segnale originale che viene riflesso dalla meteora. La cosa migliore sembra quindi mantenere l'intervallo più stretto possibile.

Purtroppo, più si abbassa questo intervallo e più aumenta la varianza di N, poiché il numero di punti considerati per il calcolo della media diminuisce. Una ampia varianza N provocherà quindi il rilevamento di un maggior numero di falsi positivi. Per limitare questa varianza, il controllo “Scansioni mediate per calcolo N” consente di specificare il numero delle ultime scansioni da mediare per calcolare un valore di N più stabile; più alto è il numero, il più piatta apparirà la linea celeste sul grafico della potenza totale a fianco del waterfall.

Il controllo “Unisci se separati meno di xx ms” consente di considerare due picchi consecutivi come appartenenti allo stesso evento anziché ad eventi separati, se sono distanziati tra loro meno del tempo specificato. Questa caratteristica si sta rilevando molto utile ai fini di una più precisa discriminazione tra eventi iperdensi e ipodensi, specie quando si utilizza un radar a scansione come il *Graves* come sorgente del segnale.

Spesso infatti, gli echi iperdensi caratterizzati da durate dell'ordine della decina di secondi appaiono sullo spettrogramma come tracce verticali tratteggiate. Le versioni precedenti del programma tendevano a considerare tali eventi come una sequenza di eventi consecutivi, misto iperdensi e ipodensi, diminuendo l'affidabilità dei relativi conteggi.

Il valore di default del controllo è 1000 mS, ma per il *Graves* il valore 4500 sta dando i migliori risultati.

Novità 0.22: il controllo “Spazio riservato” consente di definire lo spazio minimo da tenere libero su disco, in megabyte, in modo che l'acquisizione non finisca per riempire tutto lo spazio causando problemi al sistema. Quando lo spazio libero scende sotto questo limite, l'acquisizione viene arrestata. Lo spazio libero attuale viene visualizzato immediatamente al di sotto.

“Tipo Grafico” seleziona il formato di file di dati per GNUplot, adattandolo al tipo di grafico che si intende rappresentare: “2D mappa colori” (simile al waterfall), “3D prospettiva” e “2D potenza”.

Echoes lavora esclusivamente con il tempo UTC; tutti i riferimenti temporali presenti nei file dati e nel waterfall sono in UTC oppure (per i **.dat**) in secondi relativi all'inizio acquisizione.

6.3.5 Impostazioni rapporti

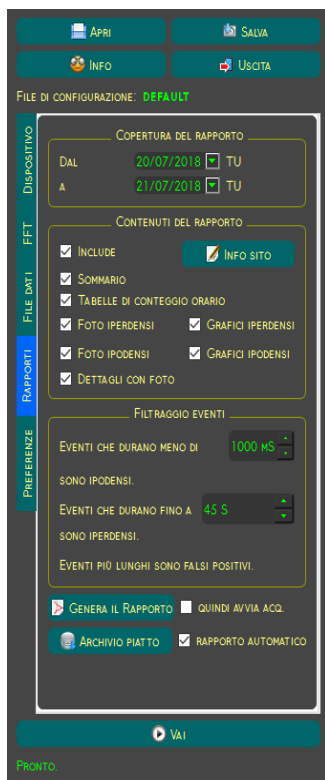


Fig. 9 La scheda rapporti

Ogni volta che viene arrestata l'acquisizione, *Echoes* riprocesa (*post-processing*) i dati raccolti, allo scopo di sintetizzare i dati raccolti e renderli più presentabili, tentando di separare gli eventi generati da meteoriti dai falsi positivi. I rapporti riguardano solamente le sessioni di acquisizione automatica, in quanto le altre modalità non consentono di identificare degli eventi.

A mezzanotte UTC, i file dati generati durante tutta la giornata vengono spostati in una apposita sottocartella archivio (vedi par. 7.6) avente lo stesso nome del giorno trascorso.

Il più semplice di questi file è il “rapporto giornaliero” (7.4.4): si tratta di una tabella .csv contenente il conteggio orario degli eventi catturati, un giorno ogni riga, suddivisi nelle 24 ore più il totale giornaliero. Gli eventi vengono raccolti da tutti i file .csv statistici (7.4.6) generati mediante la configurazione in uso e presenti nella cartella di lavoro. Il file rimane aperto per tutta la durata dell'acquisizione, e ad ogni mezzanotte viene appesa una nuova riga. L'archiviazione per questo file quindi consiste solo in una copia della situazione attuale.

Il “rapporto completo” può essere creato automaticamente, spuntando la casella “Rapporto automatico” oppure creato su richiesta dell'utente, premendo il tasto “Genera Rapporto”.

Il rapporto completo è un lungo file HTML suddiviso in 4 sezioni:

1. Informazioni sulla stazione ricevente
2. Tabella riepilogo eventi, suddivisi in iperdensi, ipodensi e falsi positivi.
3. Tabelle di conteggio orario a scale di colore
4. Sequenza delle foto scattate (oppure dei plot, se le foto non sono presenti) corredate delle informazioni statistiche degli eventi correlati e suddivisi in iperdensi e ipodensi.

Il contenuto del rapporto può essere personalizzato agendo sui seguenti controlli:

Nella casella “Copertura del rapporto”, si deve inserire il periodo di giorni da includere nel rapporto. Per impostazione predefinita il campo “A” è impostato sulla data corrente, mentre “Da” è sul giorno precedente. L'utente deve modificare, se necessario, queste date prima di generare il rapporto.

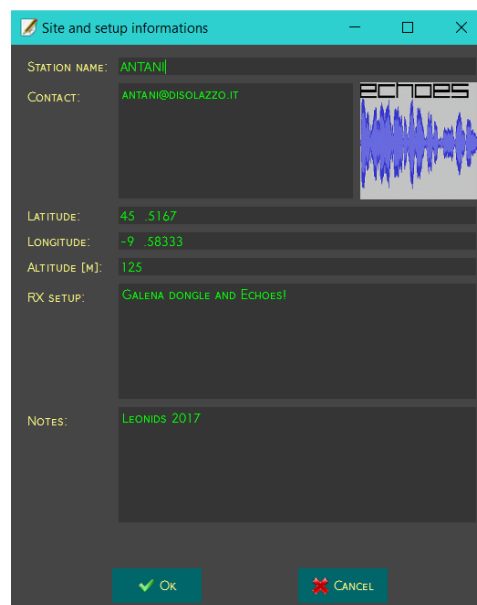


Fig. 10: Finestra di inserimento delle informazioni di sito

Nella cornice “Contenuti del rapporto” si possono impostare le seguenti opzioni:

“Includi info sito”: cliccando sul pulsante, viene visualizzata una finestra di dialogo, con alcuni campi che possono essere personalizzati: nome e logo della stazione, posizione geografica, *setup* e i contatti, oltre a una breve descrizione del contenuto del rapporto da generare. Il logo scelto tramite questa finestra apparirà anche sopra il waterfall (vedi Fig. 15) in modo da personalizzare le foto eseguite.

I dati inseriti sono persistenti, ovvero vengono salvati nel file di configurazione. Se tuttavia l'opzione non viene selezionata, queste informazioni di sito non compariranno nel rapporto.

Il “Sommario” è una breve descrizione del contenuto del rapporto, seguito da una tabella dove tutti gli eventi catturati vengono elencati e suddivisi tra ipodensi, iperdensi e falsi positivi.

“Tabelle di conteggio orario”: vengono incluse delle tabelle che riportano le stesse informazioni inserite nel rapporto giornaliero, ma rappresentate con delle scale di colore per dare una migliore comprensione dell'intensità di eventi in ogni ora dei giorni considerati. Le tabelle inserite sono tre, che riguardano i complessivi, gli iperdensi e gli ipodensi. I falsi positivi non vengono inclusi nel conteggio.

Totali senza falsi positivi:

ora UTC:	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Totale
11/12/2017	19	12	10	21	17	21	20	22	19	20	21	12	9	12	14	9	6	9	23	27	31	32	40	38	464
12/12/2017	29	16	14	31	34	41	30	24	25	29	18	30	14	14	15	15	17	14	22	43	53	68	92	81	769
13/12/2017	50	23	19	36	61	42	58	47	34	29	25	27	36	33	12	11	17	21	43	54	18	0	0	0	696
14/12/2017	1	1	0	1	0	1	0	2	20	19	4	34	23	36	24	14	10	19	28	36	33	74	52	41	473
15/12/2017	33	34	29	31	35	28	33	25	24	35	25	33	49	26	25	27	25	31	15	38	45	22	25	29	722
16/12/2017	20	23	30	27	31	46	32	60	41	31	38	30	28	24	17	30	30	22	42	28	32	30	38	20	750
17/12/2017	22	31	13	25	19	43	27	41	40	25	48	65	38	27	41	47	23	20	27	25	42	25	15	15	742
18/12/2017	16	16	17	47	25	25	49	37	30	18	37	18	12	22	30	24	15	20	22	23	22	0	0	0	525

Fig. 11: Tabella di conteggio orario complessivo Geminidi 2017

Il rapporto continua includendo le foto degli eventi; selezionando “Foto/grafici iperdensi” verranno inserite solo le foto e/o i grafici degli eventi iperdensi, mentre selezionando anche “Foto/grafici ipodensi” verranno inseriti anche questi ultimi, ottenendo un report molto lungo, probabilmente troppo per essere anche utile. Si noti che per includere i grafici (Fig. 20) nel report è necessario anche configurare e abilitare la generazione di grafici GNUplot.

L'ultima opzione “Dettagli con foto” allegherà ad ogni foto i dati statistici riguardanti l'evento, che vengono presi dal .csv statistico (7.4.4). Si possono anche inserire solo i dettagli senza le foto.

Nell'ultimo riquadro della scheda “Rapporti” si inseriscono le soglie temporali da applicare per discriminare gli eventi ipodensi e iperdensi dai falsi positivi.

La casella “quindi avvia acq.” a fianco del pulsante “Genera rapporto” consente di riavviare automaticamente l'acquisizione al termine della generazione del rapporto, dato che questa può richiedere un tempo lungo per terminare.

Novità in 0.22: Il bottone “Archivio piatto” consente di creare una copia dei files presenti in archivio in una singola cartella selezionabile tramite finestra di dialogo, tralasciando quindi tutta la gerarchia di cartelle (Fig. 27) e miscelando file di dati e immagini.

“Rapporto automatico”: se impostato, a mezzanotte UTC l'acquisizione viene arrestata, e subito dopo la generazione del rapporto quotidiano, viene generato anche quello completo, coprendo l'intervallo di tempo specificato.

La data “A:” deve corrispondere al giorno appena trascorso affinché venga generato il rapporto. A seguito della generazione del rapporto, queste date vengono aggiornate automaticamente e salvate nel file di *rts* di configurazione mantenendo lo stesso intervallo di giorni. L'acquisizione viene quindi riavviata automaticamente.

Infine, le immagini del rapporto sono dei link relativi a file che risiedono nell'archivio. Il file *html* del rapporto non va mai spostato dalla cartella dove viene creato (la cartella di lavoro) senza spostare/copiare il relativo archivio.

6.3.6 Preferenze

L'ultima scheda della finestra principale consente di impostare delle preferenze personali dell'utente. Alcuni non gradiscono di vedere le griglie sovrapposte al waterfall o ai grafici, per cui da qui si possono rimuovere (“Mostra la griglia...”). Anche i tooltip possono risultare fastidiosi una volta che l'utente diventa abbastanza esperto nell'uso *Echoes* da non avere più bisogno di suggerimenti. Quindi è prevista l'apposita opzione “Disabilita suggerimenti”.

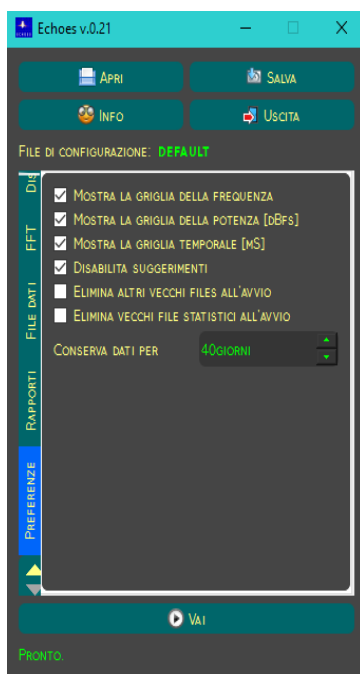


Fig. 12: Scheda preferenze

“Cancella dati vecchi all'avvio”: quando è impostato, tutti i file di dati (*.dat .plt .csv*) presenti nella directory di lavoro prodotti con il file di configurazione attuale saranno cancellati all'inizio acquisizione. Questa opzione è utile quando si sperimentano nuovi valori per i parametri di acquisizione ma occorre ricordarsi di deselectionarla prima di salvare la configurazione definitiva da utilizzarsi in osservazione, altrimenti si rischia di perdere dati accumulati in giorni (sperimentato personalmente).

“Cancella tutte le foto prodotte”: si comporta come il controllo precedente ma solo per le foto (*.png*).

“Conserva dati per zz giorni” permette di impostare l'età massima dei file prodotti dall'acquisizione e memorizzati nella cartella di lavoro, al fine di preservare lo spazio su disco. I file più vecchi verranno

eliminati automaticamente all'avvio acquisizione. Questa eliminazione viene effettuata solo sui file generati mediante il file di configurazione attualmente aperto (il suo nome è mostrato appena sotto i pulsanti) senza toccare eventuali altri presenti.

Il pulsante “Trovalo” appare quando *Echoes* non riesce a trovare GNUplot da solo. Quando si preme il pulsante, una finestra di dialogo “Apri file” si apre per selezionare il file eseguibile corretto di GNUplot (*wgnuplot.exe* sotto Windows, o semplicemente *gnuplot* sotto Linux).

6.3.7 Status bar

E' un breve testo variabile nella parte inferiore della finestra che descrive lo stato del programma. A causa della forma della finestra, i testi lunghi vengono troncati, si possono leggere per intero come

suggerimento, che appare muovendoci sopra il mouse. I suggerimenti devono però essere abilitati nella scheda “Preferenze” (6.3.6).

Normalmente il testo visualizzato è “Pronto” il che significa che il programma è pronto ad accettare nuovi comandi. Quando l'acquisizione è avviata, questa barra mostra la modalità operativa (continua / periodica / automatica) (7.1).

Un altro messaggio che può apparire è “Acquisizione troppo lenta”, che significa che il parametro “Intervallo di rinfresco” scelto (6.3.3) è troppo piccolo e supera il tempo richiesto per l'acquisizione di una scansione.

6.4. La finestra waterfall

6.4.1 Pannelli grafici

Questa finestra, che rappresenta graficamente l'uscita della FFT, è divisa in 3 riquadri:

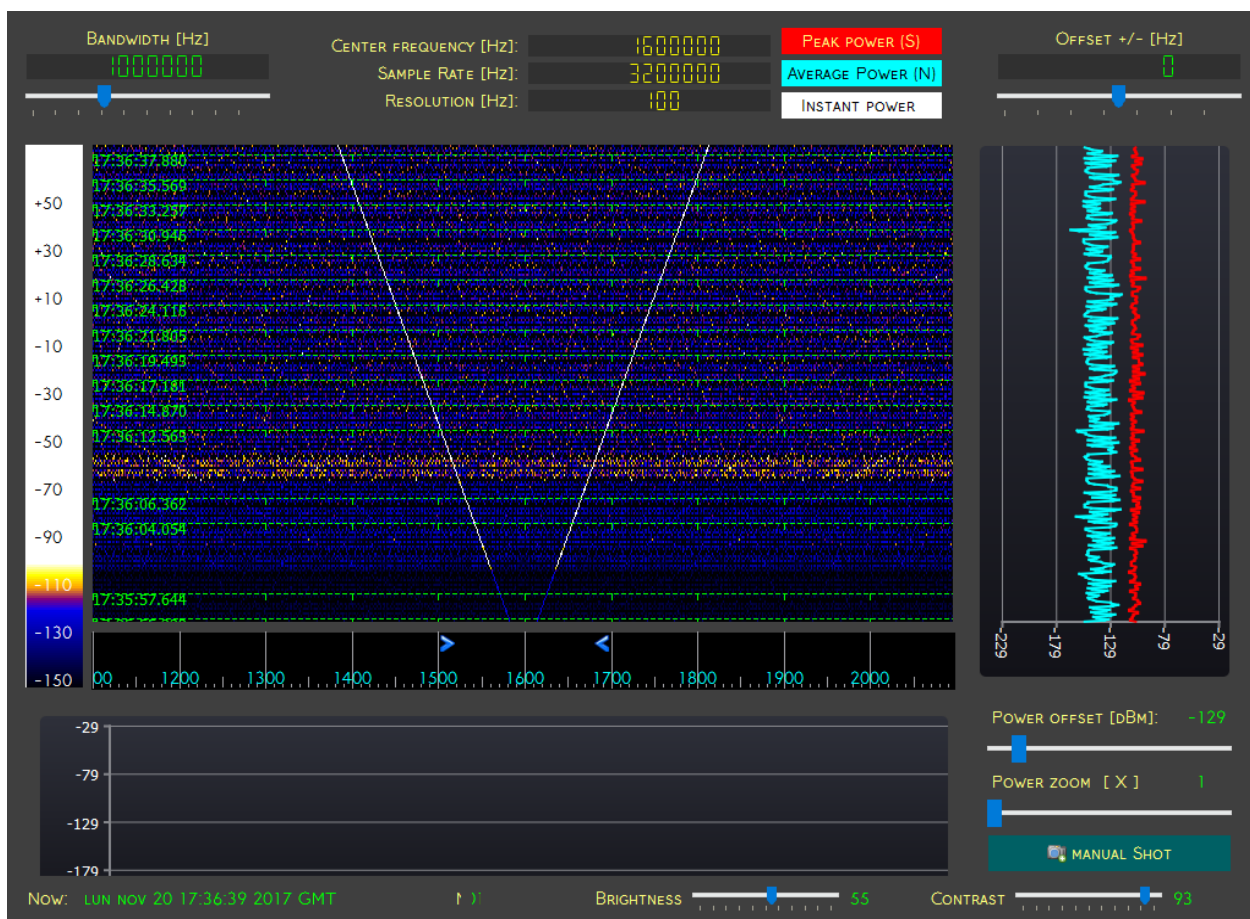


Fig. 13: Finestra waterfall durante l'esecuzione del test in modalità continua

Al centro è lo spettrogramma a cascata (“Waterfall”) con l'asse del tempo in Y, frequenza in X e scorrimento verso il basso. Alla sua sinistra è situata la scala dei colori, può essere regolata con gli slider “Luminosità” e “contrasto” posti in fondo alla finestra.

A seconda della frequenza di campionamento impostata, la banda prescelta e la dimensione della finestra (che può essere ingrandita o ridotta), ogni pixel può rappresentare un singolo punto di FFT oppure il valore massimo di n punti adiacenti di FFT perché risoluzioni strette (come ad esempio 1.91 Hz) producono molte migliaia di punti ($2^{17} = 131072$), mentre la risoluzione dello schermo varia generalmente intorno poche migliaia di pixel in larghezza. Per questo motivo, un cambio di risoluzione o frequenza di campionamento produce un cambiamento del valore di rumore N e quindi del colore dello sfondo che deve poi essere riadattato agendo sugli slider.

Durante lo scorrimento, la griglia del tempo e quella della frequenza sono tracciate in verde (colore non presente nella scala dei colori) con il tempo UTC stampato sul lato sinistro. La cascata è infatti una rappresentazione 2D di dati 3D, poiché i valori dBFS sono rappresentati da colori anziché da punti su un asse Z.

Sul lato destro, un grafico chiamato “potenza totale” scorre insieme al waterfall e rappresenta la potenza media di ciascuna linea di scansione (in celeste) ovvero il “livello di rumore” (abbreviato “N”) e il suo valore massimo (in rosso) ovvero la “potenza di picco” (abbreviata “S”).

I valori di S & N non vengono calcolati sull' intera scansione, ma su una porzione di esso, centrato alla frequenza centrale del waterfall e di ampiezza impostabile in percentuale nella scheda “File dati” (6.3.4) controllo “intervallo di selezione”.

Questo intervallo è rappresentato dalle frecce blu appena sotto la cascata, sulla scala della frequenza e può essere ingrandita fino a coprire l'intera scansione (100%). Il valore N è invece il risultato di una media regolabile, che può essere anch'esso impostata nella stessa scheda.

Infine, sotto la cascata è il grafico della “potenza istantanea”, in cui i valori di potenza dell'intera banda sono rappresentati in Y con la relativa frequenza in X e non sono influenzati dall'intervallo di selezione.

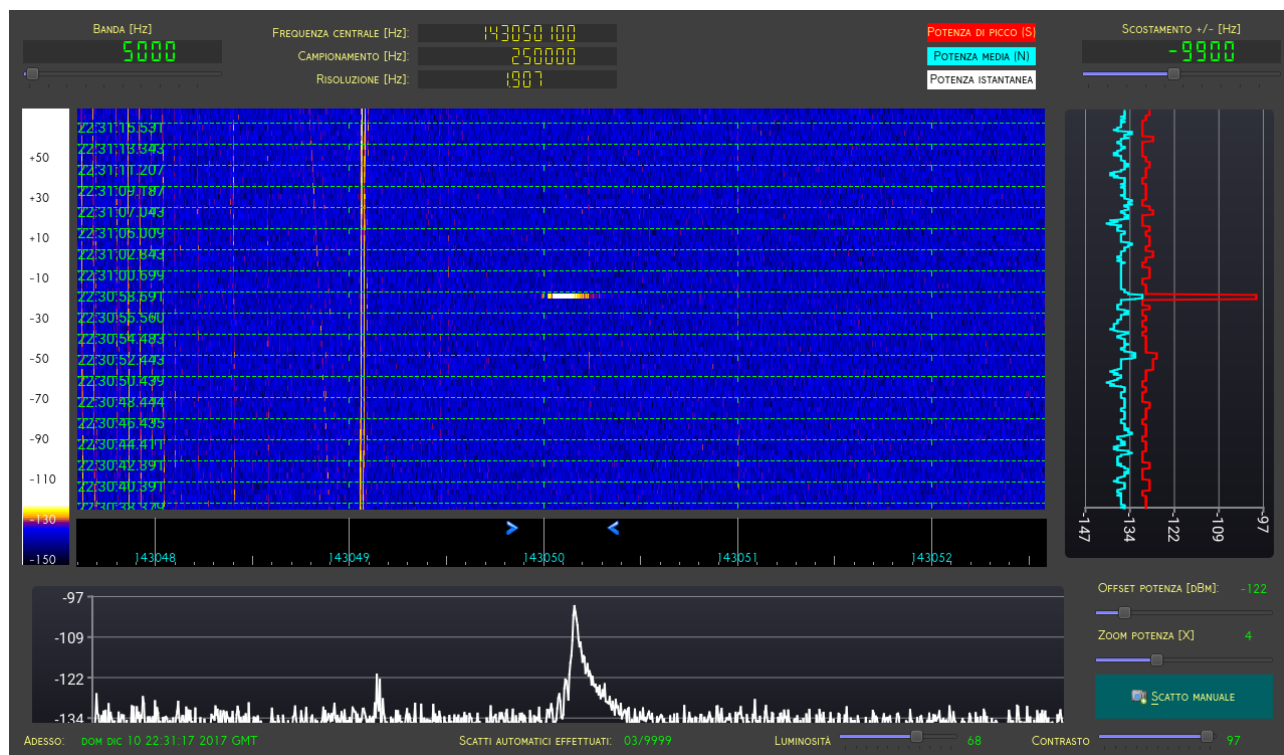


Fig. 14: Cattura del waterfall di un eco meteorico del segnale radar GRAVES

6.4.2 Controlli del waterfall

Gli slider sulla parte superiore della finestra influenzano il waterfall ed il grafico di potenza istantanea. La banda mostrata nel waterfall può essere regolata mediante i due slider “Banda” e “Scostamento” posti nei due angoli superiori della finestra. Per default, ogni volta che il controllo “Tune” (Finestra principale, scheda “Dispositivo” 6.3.2) viene modificato, la banda visualizzata viene reimpostata uguale alla frequenza di campionamento, mentre lo scostamento è riportato a zero e bloccato.

Agendo sullo slider “Banda”, l'intervallo di frequenza rappresentato dal waterfall si stringe, come evidenziato dalla scala di frequenza in basso. Lo slider “Scostamento” viene quindi sbloccato e consente di scorrere l'intervallo visualizzato in su ed in giù all'interno della frequenza di campionamento, causando quindi una differenza tra la frequenza di sintonia e la “frequenza centrale” visualizzata nel waterfall. E' appunto questa frequenza che viene visualizzata nel controllo LCD in alto, insieme alla frequenza di campionamento e la risoluzione. Queste ultime due informazioni sono le stesse impostate nella finestra principale e vengono replicate qui in modo che le immagini generate catturando il waterfall le riportino.

6.4.3 Controlli per i grafici

Gli slider “Zoom potenza” e “Offset potenza”, nell'angolo inferiore destro della finestra, hanno effetto sui grafici laterali di potenza totale ed istantanea.

Lo slider dello zoom riduce/ingrandisce l'intervallo di dBfs rappresentato, mentre lo slider offset scorre l'intervallo di dBfs rappresentato in entrambe le direzioni.

Immediatamente sotto gli slider si trova il pulsante "Scatto manuale". Quando viene premuto, viene scattata una foto alla finestra waterfall. Queste foto vengono conteggiate separatamente da quelle scattate in modalità automatica, inoltre non viene tracciato nulla dei file dati.

6.4.4 Filtri arresta-banda (notch) (Novità in 0.20)

Cliccando col tasto destro sulla barra delle frequenze è possibile definire un filtro notch centrato sulla frequenza cliccata. Una piccola finestra pop-up consente di regolare la larghezza della banda da bloccare in Hz, fino ad un massimo di 99999 Hz. Il valore può essere aggiustato tramite lo slider oppure inserito direttamente da tastiera. Una volta confermato il valore, nella posizione cliccata

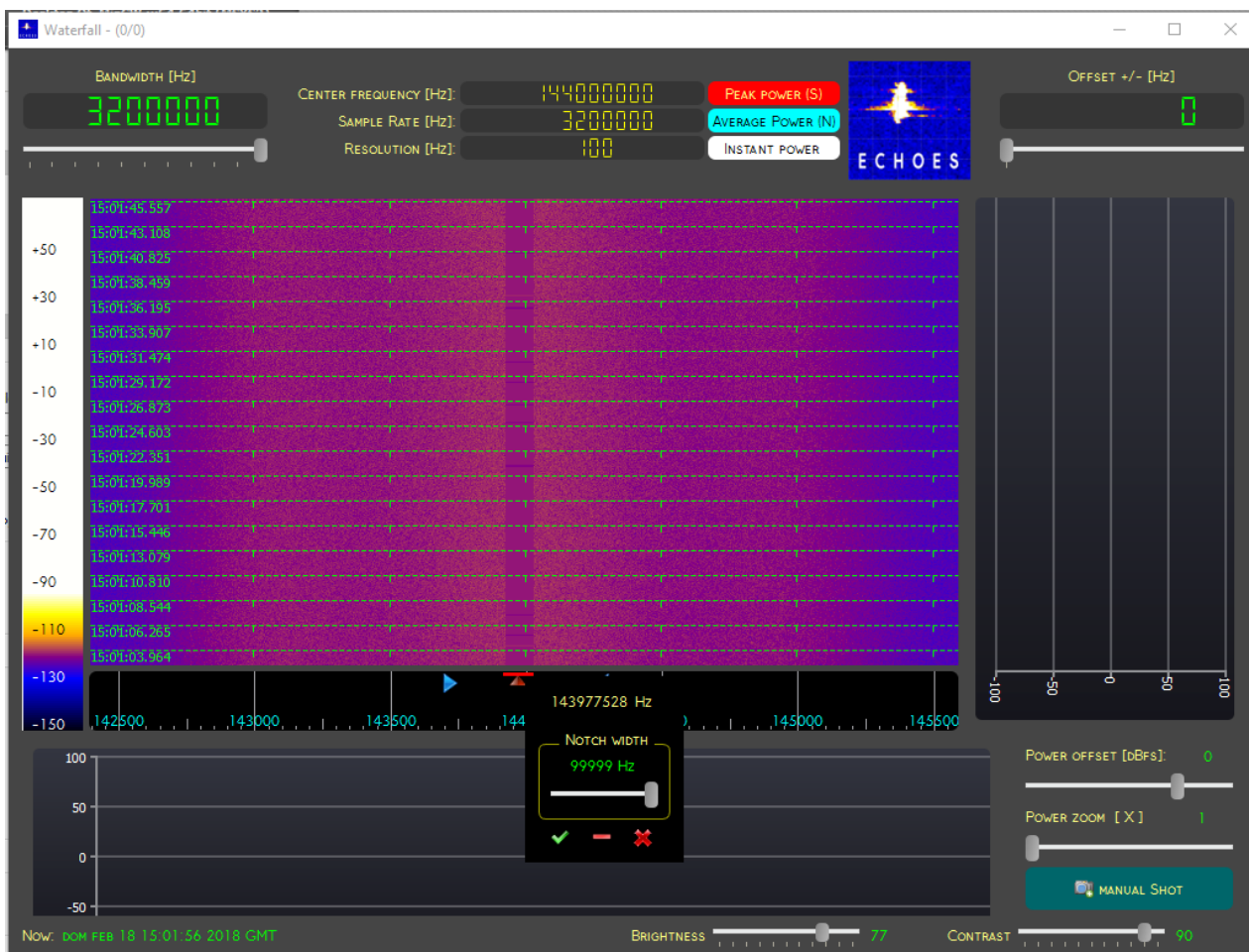


Fig. 15: Setting / editing a notch filter.

compare un triangolino rosso, mentre un segmento rosso indicherà visivamente la larghezza di banda bloccata.

E' possibile aggiungere tutti i filtri che si vuole, l'unica condizione è che le rispettive bande non si sovrappongano.

L'effetto del filtro notch sul waterfall è quello di sostituire, nella banda di frequenza bloccata, il valore del segnale prodotto dalla FFT con il valore N calcolato nella scansione precedente. Questa sostituzione si applica anche ai grafici e ai file dati registrati.

I filtri possono essere modificati cliccando col tasto destro sopra il triangolino rosso ed eventualmente rimossi cliccando sul segno “meno” .

7 *Echoes* al lavoro

7.1. Modi operativi

Esistono tre modalità operative in cui *Echoes* può funzionare: Continua, Periodica e Automatica, ma non esiste uno specifico controllo della GUI per selezionarne una. La modalità operativa si seleziona infatti mediante una combinazione di impostazioni nella finestra principale (scheda "File dati": 6.3.4):

Scatta fino a X foto	Soglia superiore	Modalità operativa risultante
Zero	Zero	Continua
Non-zero	Zero	Periodica
Non-zero	Non-zero	Automatica

Tab. 1: Tavola della verità dei modi operativi

Nel caso in cui le impostazioni operate nella finestra principale non permettano di selezionare una modalità operativa o determinino una configurazione incongruente, il messaggio "Parametro errato" apparirà nella barra di stato, nella parte inferiore della finestra principale.

7.1.1 Modalità di registrazione continua

Quando "Scatta fino a..." e "Soglia superiore" sono entrambi impostati su zero, il programma registra continuamente le statistiche di ogni scansione nel file CSV statistico (7.4.4), se GNUplot è stato abilitato, anche il relativo file *.dat* fa lo stesso. Questa modalità è adatta per registrare la potenza totale (tipo di grafico "2D potenza") in un unico diagramma continuo come mostrato in in Fig. 25. Si possono usare anche gli altri tipi di grafico ma non sono consigliabili in questa modalità poiché tendono a crescere fino a dimensioni ingestibili.

7.1.2 Modalità di registrazione periodica

Impostando un valore in "Scatta fino a...", *Echoes* scatterà foto ad intervalli regolari ("Copertura foto"), senza effettuare alcun rilevamento di eventi. Nel file CSV statistico viene salvata una riga di informazioni statistiche per ogni scansione, come per la modalità continua, ma il nome della foto correlata viene salvato insieme a ciascuna riga di scansione. Se GNUplot è stato abilitato, i file *.dat* prodotti corrisponderanno alle foto e contraddistinti con lo stesso numero progressivo.

7.1.3 Modalità di registrazione automatica

Quando "Copertura foto" e "Soglia superiore" sono entrambi impostati su valori diversi da zero, *Echoes* rileverà i picchi: quando la differenza (S-N) oltrepassa la soglia superiore, viene avviato internamente un conto alla rovescia ("Scatto xx secondi dopo il picco"). Quando questo scade, viene scattata una foto al Waterfall, accompagnata dal suono di notifica ("ping").

Per essere in grado di catturare eventi lunghi, questo ritardo dovrebbe essere impostato in modo da attivarsi pochi secondi prima che l'inizio dell'evento scivoli fuori dallo schermo.

Al momento di scattare la foto, il "grafico di potenza istantaneo" recupera dalla memoria i dati della

scansione ricevuta xx secondi prima, che conteneva il picco rilevato, e la riproduce, in modo che lo scatto registri simultaneamente il picco di potenza nel dominio della frequenza, nel dominio del tempo (grafico "potenza totale") ed entrambi nello spettro.

Simultaneamente, quando l'uscita GNUplot è abilitata e (S-N) oltrepassa la soglia superiore, la parola "CATTURA" appare sotto il waterfall ed *Echoes* inizia a memorizzare i dati delle scansioni fino a quando (S-N) cade sotto la soglia inferiore, chiudendo l'evento. La parola CATTURA scompare e - in questo momento - i dati in memoria vengono memorizzati in un file dati GNUplot, numerati allo stesso modo della foto relativa.

Il contenuto del file CSV delle statistiche è diverso in modalità automatica rispetto alle altre due; anziché memorizzare una riga di dati statistici ad ogni scansione visualizzata, la scrittura viene eseguita solo al fronte di salita, al raggiungimento del picco dell'evento e al fronte di discesa.

Quindi solo 3 righe vengono scritte su disco per ciascun evento. La terza riga include anche i risultati di alcuni calcoli eseguiti quando l'evento è attivo, come la durata totale e l'area in pixel coperti dall'eco sul waterfall.

L'area è stata aggiunta tra i dati statistici perché dovrebbe rendere più veloce il discriminare gli echi più interessanti raccolti in una sessione di registrazione che copre diversi giorni guardando prima la tabella CSV, invece di dover sfogliare uno a uno alcune migliaia di foto automatiche.

7.2. Dai punti FFT ai pixel

Il numero di punti di frequenza prodotti dall'algoritmo FFT, che formano una scansione, è espresso dal rapporto tra la frequenza di campionamento e la risoluzione scelta. Se quest'ultima è molto spinta, il numero di punti risultanti può essere molto più grande del numero di pixel di larghezza del waterfall, quindi i punti di scansione sono mediati e ridimensionati per adattarsi ad essa (la sottile freccia viola in Fig. 16.) Che rimane ancora centrata sulla frequenza di sintonia (la freccia rosa).

Tuttavia, il waterfall visualizza, in genere, solo una parte dell'intera scansione; per il meteor scatter questa selezione è una pratica normale, poiché la massima estensione spettrale di un'eco meteorica è inferiore a 10kHz e lavorare su una parte degli spettri rende l'eco più evidente nelle foto e nei grafici. Questa selezione è chiamata "larghezza di banda" (*bandwidth*) ed è rappresentata dalla grande freccia blu.

Questa selezione si può spostare lungo l'intera scansione di una quantità "scostamento" (*offset*) (freccia marrone) relativa alla frequenza di sintonia. La somma della frequenza di sintonia e di questo scostamento definisce la "frequenza centrale" visualizzata sopra il waterfall.

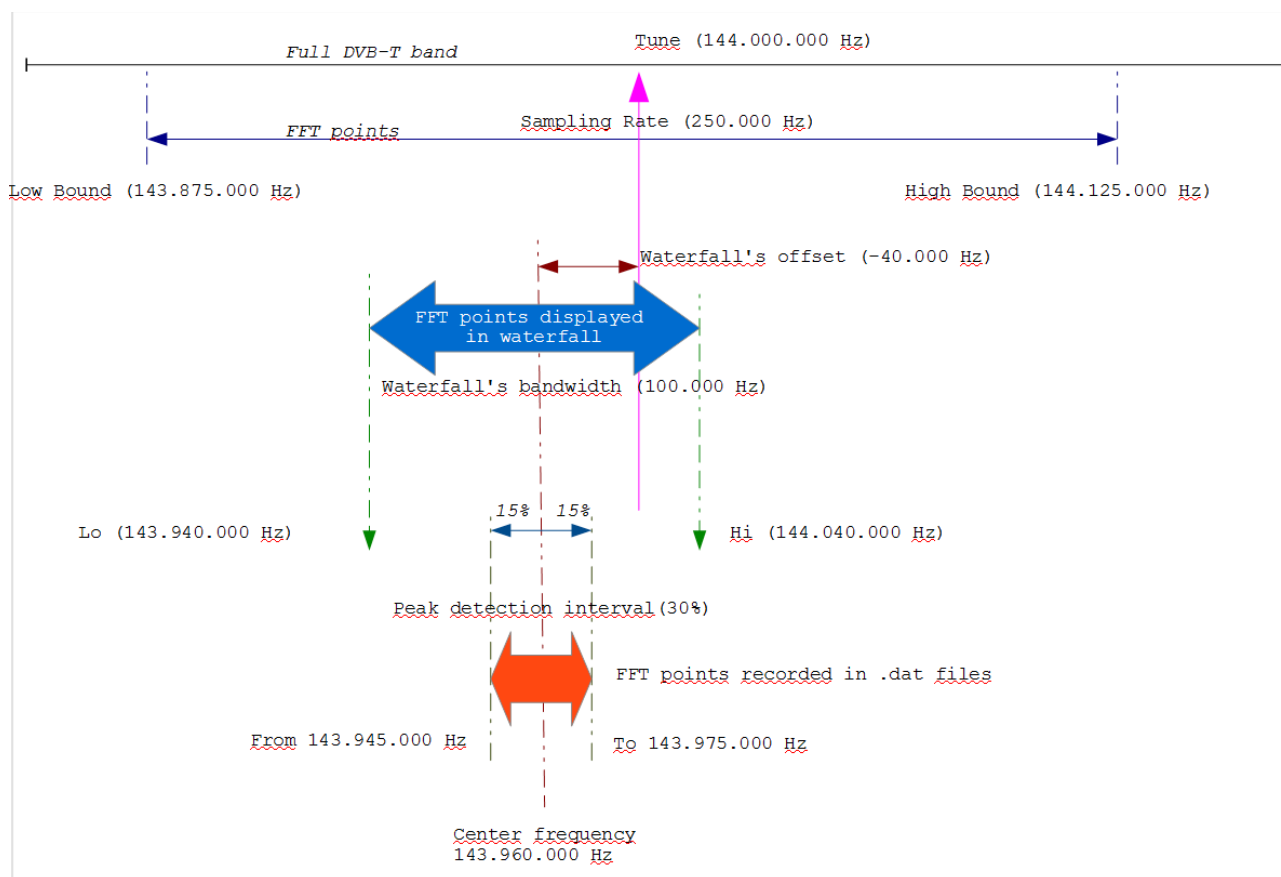


Fig. 16: Esempio di come si passa dallo spettro prodotto dalla FFT alla visualizzazione sul waterfall e al salvataggio dati su file

L' "intervallo di rilevamento" (par. 6.3.4) definisce una porzione più stretta della larghezza di banda visualizzata (freccia arancione). I dati registrati sui file *.dat* trama riguardano tutti i pixel che rientrano in questo intervallo.

7.3. Esempi

Le seguenti immagini sono state scattate con Echoes v.0.17 tra l' 11 ed il 18 dicembre 2017 durante lo sciame delle Geminidi.

La mia stazione è costruita attorno a un ricevitore RTL-SDR che è un po' più sofisticato dei normali dongle DVB-T: il Nongles N3 [rif.14].

L'antenna è una Yagi a 3 elementi e nel mezzo c'è un filtro notch 88-108Mhz per limitare l'interferenza causata dalle radio commerciali.

La frequenza di sintonizzazione era 143.060 kHz con lo scostamento a -9900 Hz per ottenere la frequenza della portante del radar GRAVES (143.050 kHz) quasi nel mezzo del mio range di rilevamento del picco (12%) ("quasi" perché non avevo ancora impostato la correzione dell'errore ppm per il mio dispositivo).

La frequenza di campionamento era di 250 kHz, la frequenza minima consentita dal mio dispositivo. Altri parametri importanti sono il guadagno rx impostato al massimo (49dB), la risoluzione FFT (1,9 Hz), l'intervallo di rinfresco (80 mS), la copertura foto (30 s), il ritardo allo scatto 15s dopo il rilevamento del picco e le soglie: superiore 13 dBfs e inferiore 7 dBfs. Infine, la larghezza di banda del waterfall era 5kHz.

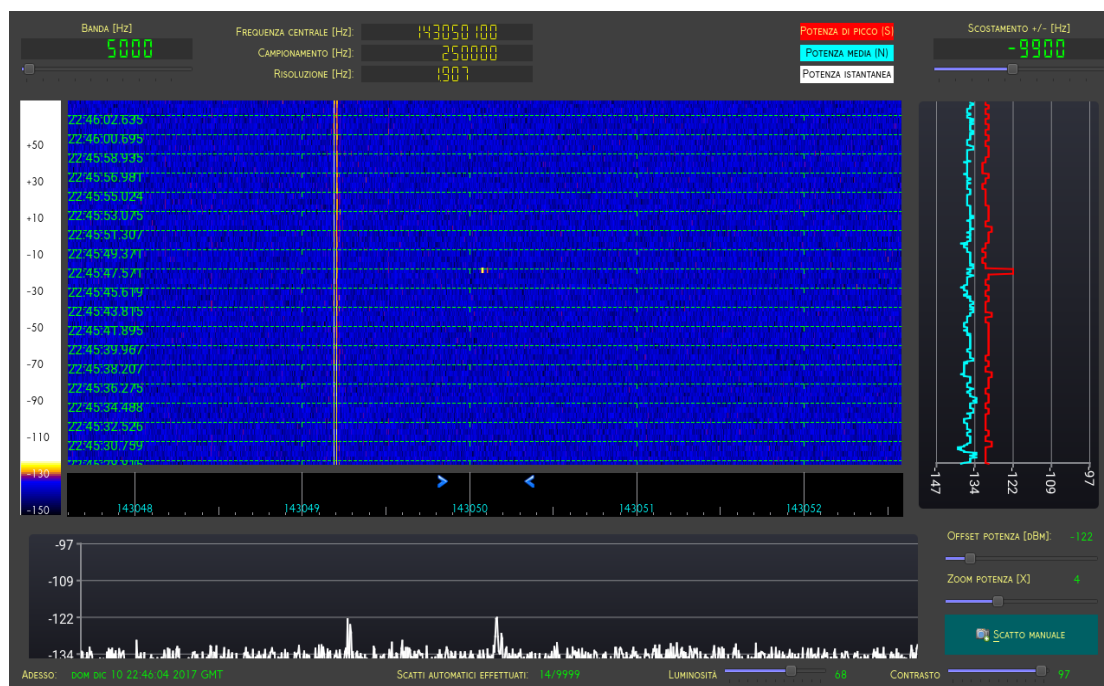


Fig. 17: Eco ipodenso con "intruso"

(Ora, il mio consiglio è di dare un'occhiata alla pagina Web IMO [rif. 6 a pagina 4] e poi continuare a leggere da qui)

La maggior parte degli eventi catturati assomiglia al piccolo punto al centro del waterfall in Fig. 17.

La linea verticale dritta a sinistra è una fonte indesiderata, può essere esterna - un vero segnale radio proveniente dall'etere - o un'interferenza prodotta da alcuni dispositivi elettrici ed elettronici vicino alla stazione: monitor, PC TV, motori, luci natalizie. .. (tali disturbi si possono nascondere con un filtro notch 6.4.4).

La linea retta potrebbe anche essere un vero riflesso radar causato da un aereo. Questi echi appaiono come linee continue dritte che possono spostarsi lentamente verso sinistra o destra degli spettri per scomparire improvvisamente dopo alcuni minuti.

Gli scopi di un intervallo di rilevamento stretto sono due: il primo è quello di limitare attivazioni indebite della registrazione eventi a causa di questi echi, il secondo è quello di ridurre la quantità di dati registrati sui file *.dat* per GNUplot, dato che i pixel al di fuori dell'intervallo non verranno registrati.

Nonostante quel segnale indesiderato, l'immagine mostra anche una vera eco di meteora, che ha attivato la registrazione e lo scatto della foto: quel piccolo punto bianco al centro dello spettrogramma.

Gli eventi ipodensi, come questo, sono prodotti da piccole meteore che bruciano rapidamente producendo pochissimo plasma rimanendo invisibili agli occhi umani (magnitudine oltre la sesta).

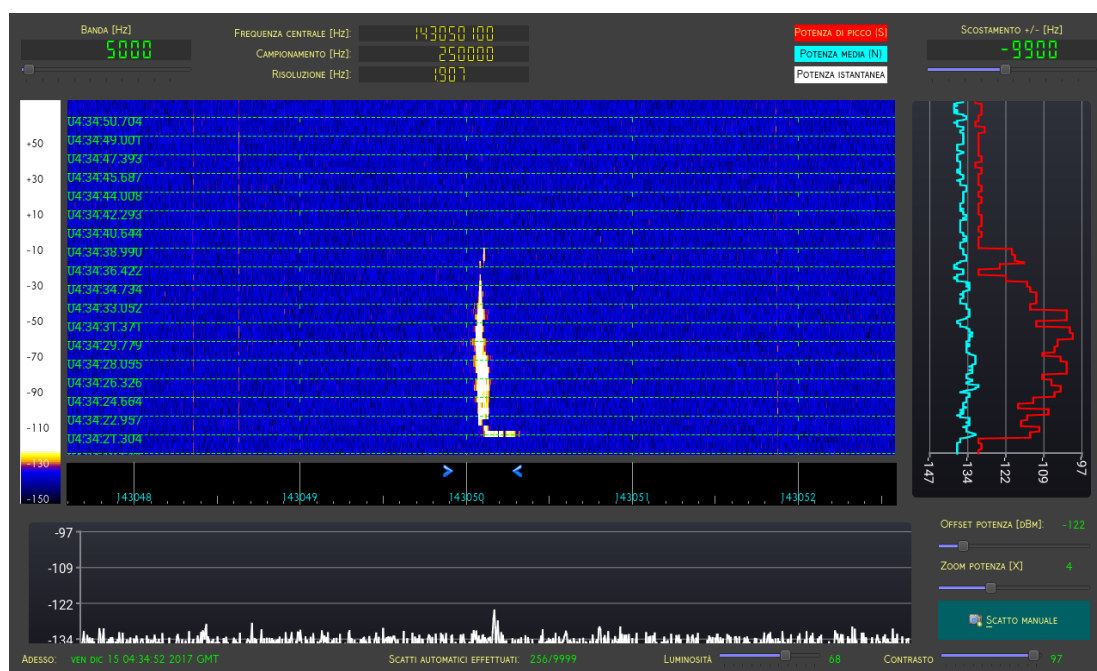


Fig. 18: Eco iperdenso

La foto in Fig. 18 mostra un evento iperdenso. Tali eventi sono generalmente attribuiti a oggetti più massicci o bolidi.

Il pattern orizzontale è indice della velocità con cui l'oggetto si stava allontanando dalla stazione (effetto Doppler con frequenza in diminuzione) prima di bruciare, mentre la strisciata verticale indica la persistenza della ionizzazione causata dall'ablazione che come si può vedere è durata per diversi secondi prima di sparire.

A volte, i pattern orizzontali e verticali sono uniti in modi curiosi, come in Fig. 19 che assomiglia a una sovrapposizione di due eventi separati con pattern diversi.

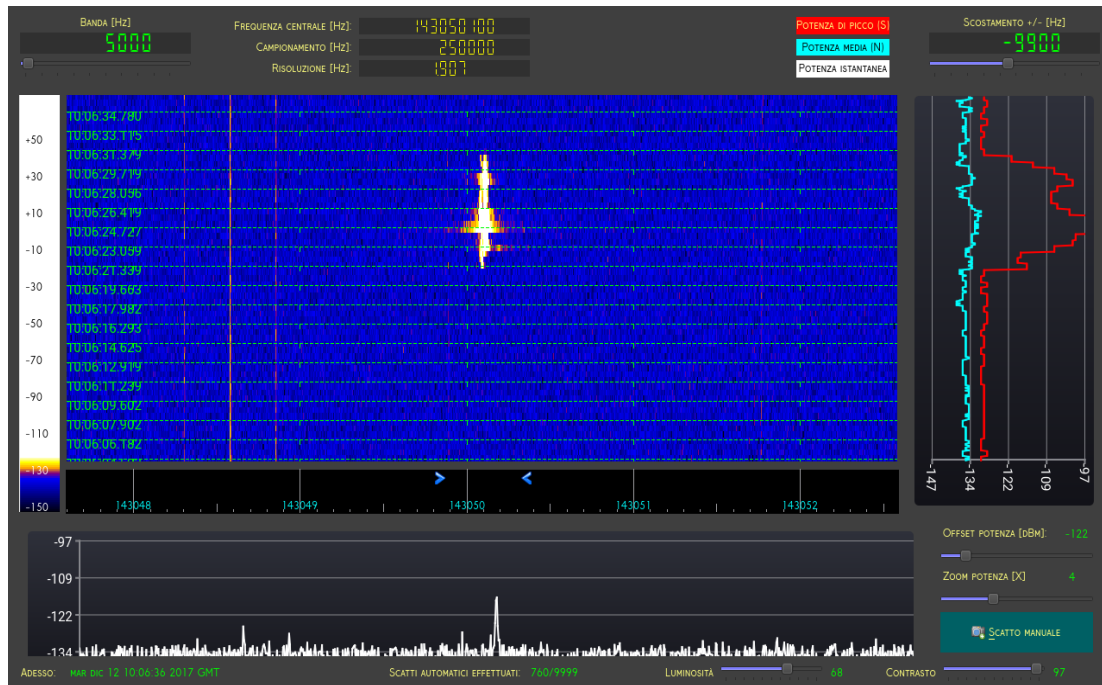


Fig. 19: Questa foto ha catturato un evento probabilmente dovuto a due echi simultanei.

Quando si producono grafici 2D con mappatura dei colori, lo stesso evento appare come in Fig. 20 quando lo si apre con GNUplot. Le frequenze sull'asse X coprono l'intervallo di rilevamento, evidenziato dalle frecce blu, mentre sull'asse Y ci sono i secondi trascorsi dall'inizio dell'acquisizione (che è iniziata alla data e ora incluse nel nome del file e mostrate sopra il grafico). Maggiori informazioni sui file GNUplot si trovano alla par.7.4.5

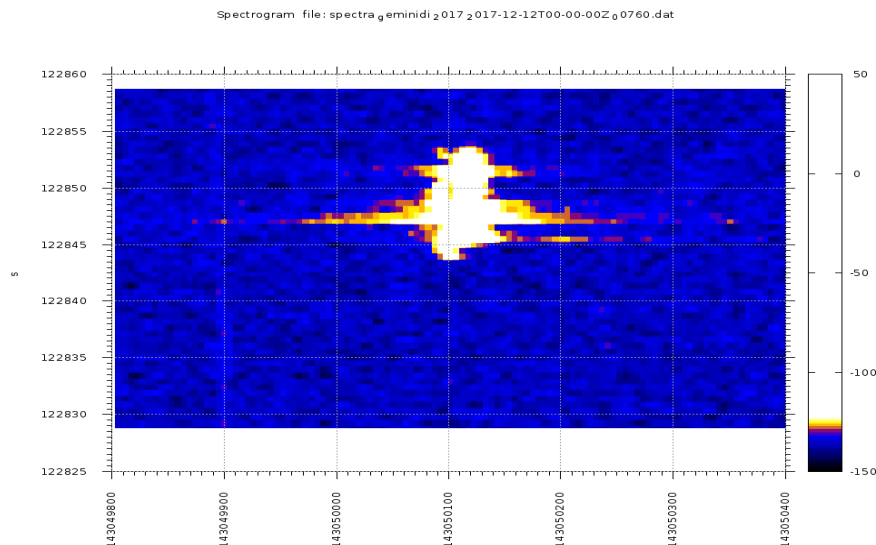


Fig. 20: Lo stesso evento della figura precedente come viene rappresentato mediante GNUplot, in mappa colori 2D

In alcuni eventi ipodensi, la coda ionizzata potrebbe non apparire sul waterfall, come in Fig. 21. Sembra che la meteora sia stata “illuminata” dal GRAVES prima di bruciare. Questo accade perché il GRAVES è un radar che analizza il cielo per settori, seguendo una sequenza nota; quindi potrebbe essere che il segnale abbia illuminato la meteora mentre si avvicinava alla Terra, ma quando è bruciata, il GRAVES stava illuminando un altro settore del cielo. Oppure potrebbe anche essere che la ionizzazione è stata riflessa da qualche parte lontano dalla mia antenna, che quindi non ha potuto rilevarla.

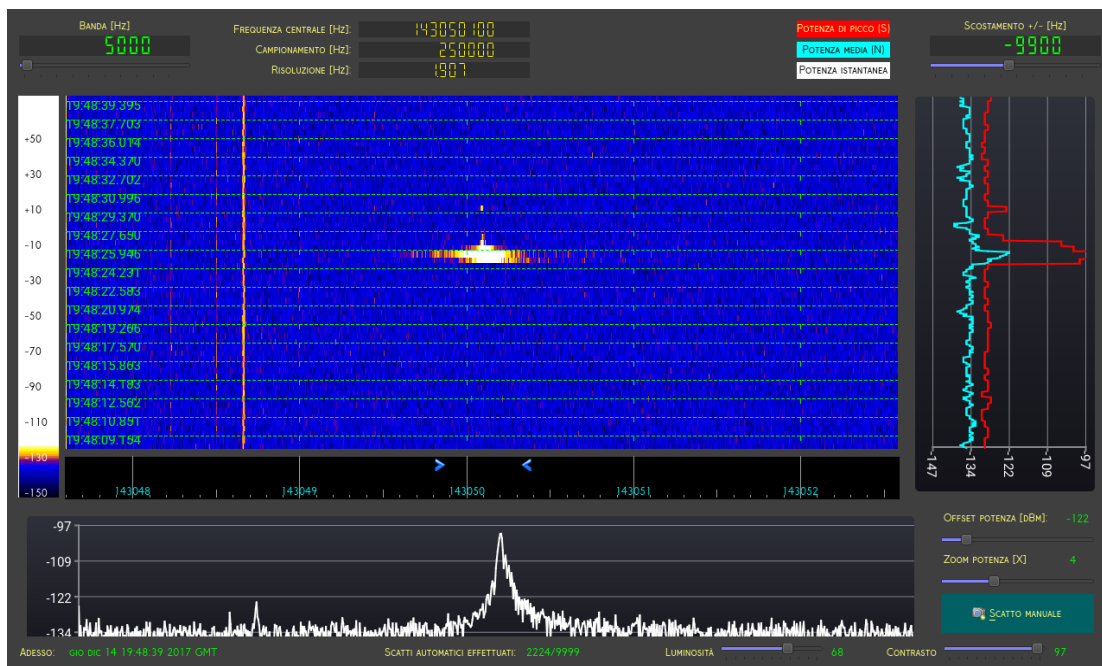


Fig. 21: Evento iperdenso di breve durata

L'ultimo esempio (Fig.) Mostra due fonti frequenti di eventi falsi: la Stazione Spaziale Internazionale (linea tratteggiata obliqua) e un aereo (linea continua obliqua).

È abbastanza facile verificare se l'ISS stava transitando sopra la nostra stazione quando riceve una tale linea tratteggiata guardando le effemeridi della ISS su siti web come “Heavens Above” (<http://www.heavens-above.com/>) , mentre per gli aerei non è altrettanto semplice associare una traccia ad un velivolo specifico data la quantità di aerei in volo nella porzione di cielo inquadrata dal Graves, come si può vedere da siti come “Flightradar” (<https://www.flightradar24.com>).

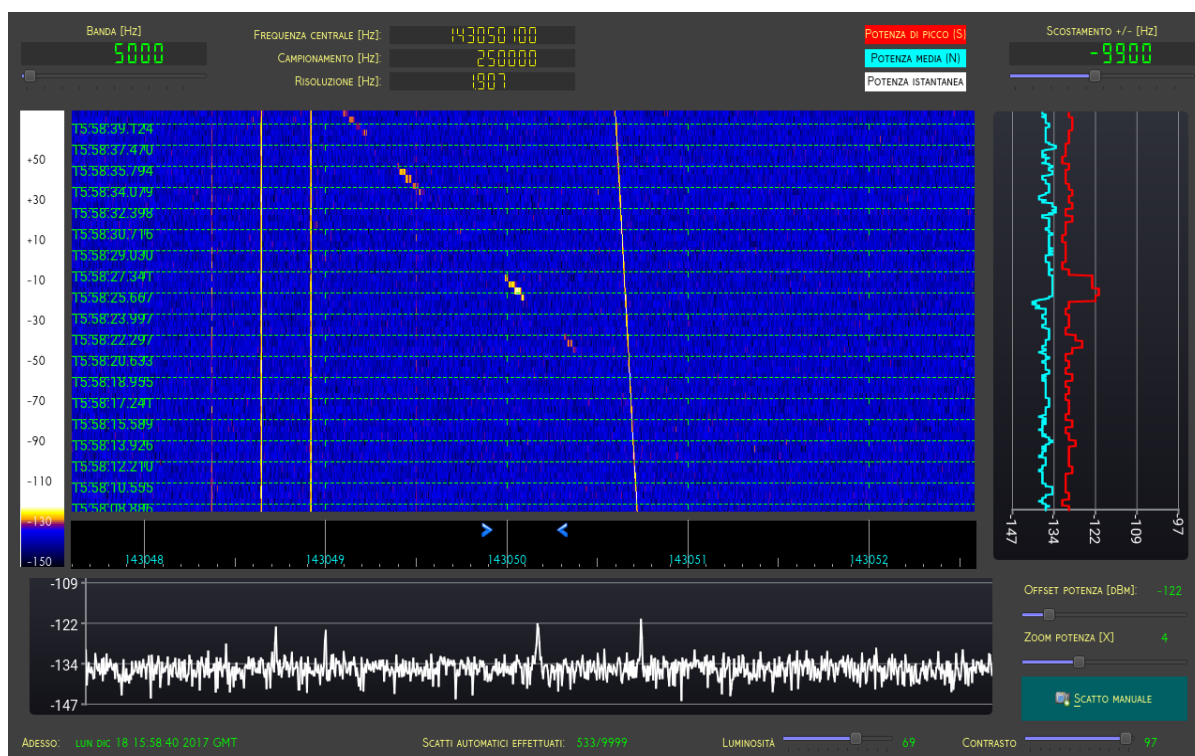


Fig. 22: traccia di ISS con aerei

7.4. Naming convention e contenuto dei file

Echoes legge e scrive i seguenti file durante l'esecuzione:

7.4.1 File di configurazione

I file di configurazione sono file di testo che possono essere creati premendo il pulsante "Salva con nome" ed assegnando loro un nome per salvare le impostazioni attuali del programma, per poterle ripristinare in successive sessioni. I file contengono una lista di righe in formato "chiave = valore". Se necessario, possono essere modificati a mano con un editor di testo. In caso di dati errati inseriti (ad esempio, un valore non compreso nell'intervallo consentito), *Echoes* lo sostituirà con un'impostazione predefinita.

7.4.2 File di log

Il file *echoes.log* è un log di sistema creato nella directory di lavoro, sovrascrivendolo se già presente. Può essere interessante consultarlo solo a scopo di debug, per tenere traccia di ciò che il programma stava facendo appena prima di un arresto anomalo. Il parametro `-n` alla riga di comando consente di regolare la sua verbosità, che può essere incrementata quando sono necessari ulteriori dettagli. I livelli definiti sono:

-n	mnemonic	meaning
0	NONE	Il log file non viene mai creato
1	FATAL	Registra solo gli errori fatali che causano l'arresto immediato
2	CRITICAL	Registra anche errori critici che causano la perdita di funzionalità
3	WARNING	Registra anche gli avvisi relativi a situazioni anomale che potrebbero causare la perdita futura di funzionalità
4	INFO	Registra anche alcuni dettagli sullo stato interno del programma che non sono presentati sulla GUI
5	DEBUG	Registra anche messaggi criptici e prolissi per scopi di sviluppo/debug

Tab. 2: livelli di log

Sulla piattaforma Linux, *Echoes* utilizza **syslog** per registrare i messaggi di log, quindi *echoes.log* non verrà creato per evitare inutili ridondanze.

Il testo inviato a **syslog** può comunque essere inviato direttamente allo standard output specificando il parametro `-v` nella riga di comando.

7.4.3 Foto

Sono immagini *.png* catturate dal waterfall mentre l'acquisizione viene eseguita in modalità automatica o periodica. Il loro nome file è codificato come segue:

autoshot_<nome configurazione>_<modalità di acquisizione>_<data in formato ISO-8601>_<nnnnn> .dat

dove le ultime 5 cifre sono il numero progressivo di evento (in modalità automatica) oppure di schermata (modalità periodica) che si ritrova alla colonna 1 del file CSV statistico.

Le foto possono essere richieste manualmente in qualsiasi momento, indipendentemente dalla modalità di acquisizione selezionata, premendo il pulsante "Scatto manuale" nell'angolo in basso a destra della finestra waterfall.

I numeri degli scatti manuali seguono una progressione diversa (*mmmmm*) da quelli automatici (*nnnnn*) e sono denominati come segue:

manshot_<nome configurazione>_<modalità di acquisizione>_<data in formato ISO-8601>_<mmmmm> .dat

7.4.4 Tabella statistica CSV

Questi file sono etichettati come segue:

scan_<nome configurazione>_<modalità di acquisizione>_<data in formato ISO-8601> .csv

e sono tabelle di valori separati da punto e virgola dove ogni riga contiene i 23 campi descritti di seguito:

1. Numero evento: quando si acquisisce in modalità continua o periodica, si tratta di un numero progressivo di scansione per cui ogni riga riceve un numero diverso. La numerazione inizia da 1 ad ogni sessione di acquisizione.

In modalità automatica invece, il programma riesce a rilevare eventi: vengono quindi prodotte tre righe per ogni evento, dove la prima contiene le informazioni relative al fronte di salita, la seconda riguarda il picco massimo e la terza il fronte di discesa che chiude l'evento. Tutte e tre le righe saranno numerate con lo stesso progressivo di evento.

2. Data della scansione (o evento) nel formato locale.
3. Ora UTC inclusi millisecondi.
4. Inizio banda [Hz]: la frequenza più bassa visualizzata sul waterfall, a piena banda.
5. Fine banda [Hz]: la frequenza più alta visualizzata sul waterfall, a piena banda.
6. Banda [Hz]: ampiezza della banda visualizzata sul waterfall (differenza tra i campi # 5 e # 4).
7. Risoluzione [Hz]: risoluzione FFT.
8. Soglia superiore [dBfs]: valore (S-N) che quando ecceduto, attiva la registrazione di un evento.
9. Soglia inferiore [dBfs]: valore (S-N) sotto il quale viene terminato un evento attivo.
10. Inizio intervallo di rilevamento [Hz]: frequenza più bassa dell'intervallo di rilevamento.
11. Fine intervallo di rilevamento [Hz]: frequenza più alta dell'intervallo di rilevamento.
12. Picco (S) [dBfs]: il segnale più alto nell'intervallo di rilevamento.
13. Rumore (N) [dBfs]: valore medio filtrato della scansione acquisita.

14. Differenza (S-N) [dBfs]: differenza tra i campi #12 e #13.
15. Picco [Hz]: frequenza in cui è stato trovato il picco #12.

I seguenti campi vengono sempre generati per mantenere fisso il numero di colonne, ma sono significativi solo nella modalità di acquisizione automatica:

16. Durata [mS]: differenza di tempo tra il fronti di discesa e quello di salita. Questo valore è diverso da zero solo nella terza riga, quella del fronte di discesa.
17. Doppler [Hz]: differenza tra le frequenze dei picchi di colonna #15 dei fronti di discesa e quello di salita, per calcolare l'effetto Doppler.
18. Area eco [pixel]: è una colonna sperimentale che vorrebbe migliorare la discriminazione di eventi falsi. Questo valore è diverso da zero solo nella terza riga (fronte di discesa). Il numero di pixel adiacenti al #15, con valore superiore alla soglia inferiore #9 viene sommato e questa operazione viene ripetuta finché non viene trovato il fronte di discesa. La somma di punti risultante dovrebbe dare, in forma numerica, "l'estensione" dell'evento, oltre alla sua intensità che è già rappresentata da #14.

Novità in 0.22:

19. Area intervallo [pixel]: è una colonna sperimentale che vorrebbe migliorare la discriminazione di eventi falsi. Questo valore è diverso da zero solo nella terza riga (fronte di discesa). Si tratta dell'area coperta dal rettangolo che ha come base l'intervallo di rilevamento (#11 - #10) e come altezza la durata dell'evento (#16).
20. Conteggio picchi: numero di punti in tutta l'area eco che superano la soglia superiore #8, incluso il picco massimo #12, Questo valore è diverso da zero solo nella terza riga (fronte di discesa).
21. Velocità LOS [m/s]: velocità apparente dell'eco, calcolata a partire dal #17 considerando come frequenza di riferimento la frequenza centrale del waterfall (compresa tra #4 e #5).
22. Stato evento: "fall", "peak" o "raise" identificano la tipologia delle tre righe di ogni evento.
23. Nome istantanea: nome della foto correlata con questo evento. Sono numerate progressivamente ed il numero deve corrispondere a quello della colonna #1.

Per evitare problemi durante l'importazione in fogli di calcolo, il punto decimale potrebbe essere un punto o una virgola, a seconda della localizzazione del sistema. Le seguenti righe sono state estratte da un file CSV statistico in esecuzione in modalità continua:

```
Evento n.;Data;Ora UTC;Inizio banda [Hz];Fine banda [Hz];Banda [Hz];Risoluzione [Hz];Soglia
superiore [dBfs];Soglia inferiore [dBfs];Inizio intervallo [Hz];Fine intervallo [Hz];Picco massimo
(S) [dBfs];Rumore (N) [dBfs];Picco massimo (S-N) [dBfs];Picco massimo [Hz];Durata [mS];Doppler
[Hz];Area eco [pixel];Area intervallo [pixel];Conteggio picchi;Velocit? LOS [m/s];Stato evento;Nome
istantanea
1;23/07/2018;22:02:59.171;142271000;143169000;898000;100;0;0;142405700;143034300;-122,841;-
126,734;3,89359;142894350;0;0;0;0;0;-;
2;23/07/2018;22:02:59.193;142271000;143169000;898000;100;0;0;142405700;143034300;-122,518;-
126,732;4,21472;142849356;0;0;0;0;0;-;
3;23/07/2018;22:02:59.209;142271000;143169000;898000;100;0;0;142405700;143034300;-122,284;-
126,734;4,44935;142855918;0;0;0;0;0;-;
4;23/07/2018;22:02:59.225;142271000;143169000;898000;100;0;0;142405700;143034300;-123,048;-
126,734;3,68569;142986212;0;0;0;0;0;-;
```

[illegible]

In teoria il numero di righe incluse nella stessa foto è pari a

ma in pratica, questo numero può essere superato nel caso in cui la velocità richiesta sia troppo alta (il messaggio "Acquisizione troppo lenta" appare sulla barra di stato).

```
Evento n.;Data;Ora UTC;Inizio banda [Hz];Fine banda [Hz];Banda [Hz];Risoluzione [Hz];Soglia superiore [dBfs];Soglia inferiore [dBfs];Inizio intervallo [Hz];Fine intervallo [Hz];Picco massimo (S) [dBfs];Rumore (N) [dBfs];Picco massimo (S-N) [dBfs];Picco massimo [Hz];Durata [mS];Doppler [Hz];Area eco [pixel];Area intervallo [pixel];Conteggio picchi;Velocit? LOS [m/s];Stato evento;Nome istantanea
```

2;23/07/2018;20:17:05.801;142601000;143499000;898000;100;17;16.2;142735700;143364300;-113,509;-150;36,491;143054686;0;0;0;0;0;0;Raise;autoshot_default_automatico_2018-07-23_00002.png
2;23/07/2018;20:17:05.801;142601000;143499000;898000;100;17;16.2;142735700;143364300;-112,837;-150;37,1632;143046250;0;0;0;0;0;0;Peak;autoshot_default_automatico_2018-07-23_00002.png
2;23/07/2018;20:17:05.833;142601000;143499000;898000;100;17;16.2;142735700;143364300;-113,131;-126,45;13,3191;143054686;110;0;339;1340;1;0;Fall;autoshot_default_automatico_2018-07-23_00002.png

3;23/07/2018;20:17:28.395;142601000;143499000;898000;100;17;16.2;142735700;143364300;-112,355;-150;37,645;143046250;0;0;0;0;0;0;Raise;autoshot_default_automatico_2018-07-23_00003.png
3;23/07/2018;20:17:28.395;142601000;143499000;898000;100;17;16.2;142735700;143364300;-113,509;-150;36,491;143054686;0;0;0;0;0;0;Peak;autoshot_default_automatico_2018-07-23_00003.png
3;23/07/2018;20:17:28.411;142601000;143499000;898000;100;17;16.2;142735700;143364300;-112,525;-126,522;13,9974;143046250;109;0;330;1340;1;0;Fall;autoshot_default_automatico_2018-07-23_00003.png

La copertura massima di un file CSV statistico arriva a 24h. Alla mezzanotte UTC, il CSV corrente

viene chiuso e ne viene creato uno nuovo, con il conteggio degli eventi che riparte da 1.

7.4.5 File dati

I file dati vengono prodotti solo quando è stata impostata la casella di controllo "Genera file GNUplot" (6.3.4) indipendentemente dalla modalità di acquisizione, nel formato selezionato tramite il selettore "Tipo di grafico". Per ogni sessione di acquisizione, viene creato un file di comando GNUplot (.plt). Contiene i comandi GNUplot necessari per visualizzare correttamente i file di dati (.dat) generando grafici.

Consideriamo ora i tipi di grafico "2D mappa colori" e "Prospettiva 3D".

Il nome convenzionale di questi file è formato da:

spectra_<nome configurazione>_<modalità di acquisizione>_<data in formato ISO-8601> .plt

i file di comando sono semplici file di testo ASCII, quindi possono essere modificati in seguito, per soddisfare meglio le esigenze dell'utente. Ci sono molti esempi sul sito gnuplot.info per imparare a personalizzare i grafici.

All'apertura del file di comando con GNUplot, verrà avviata una presentazione sequenziale di tutti i file di dati generati durante la sessione. Apparirà una piccola finestra di dialogo per visualizzare il grafico successivo, fino all'ultimo, oppure interrompere la presentazione. La finestrina può essere trascinata in un angolo con il mouse. La finestra di stampa supporta alcuni comandi da tastiera / mouse per ingrandire / spostare / ruotare il grafico. I grafici possono anche essere salvati come file immagine.

I file dati sono sempre file ASCII. Quelli prodotti in modalità periodica o automatica seguono questa denominazione convenzionale:

spectra- _<nome configurazione>_<modalità di acquisizione>_<data in formato ISO-8601> _<nnnnn> .dat

dove le ultime 5 cifre sono il numero di riferimento evento / schermata (colonna #1 in statistica CSV). In modalità continua, questo numero non sarà presente.

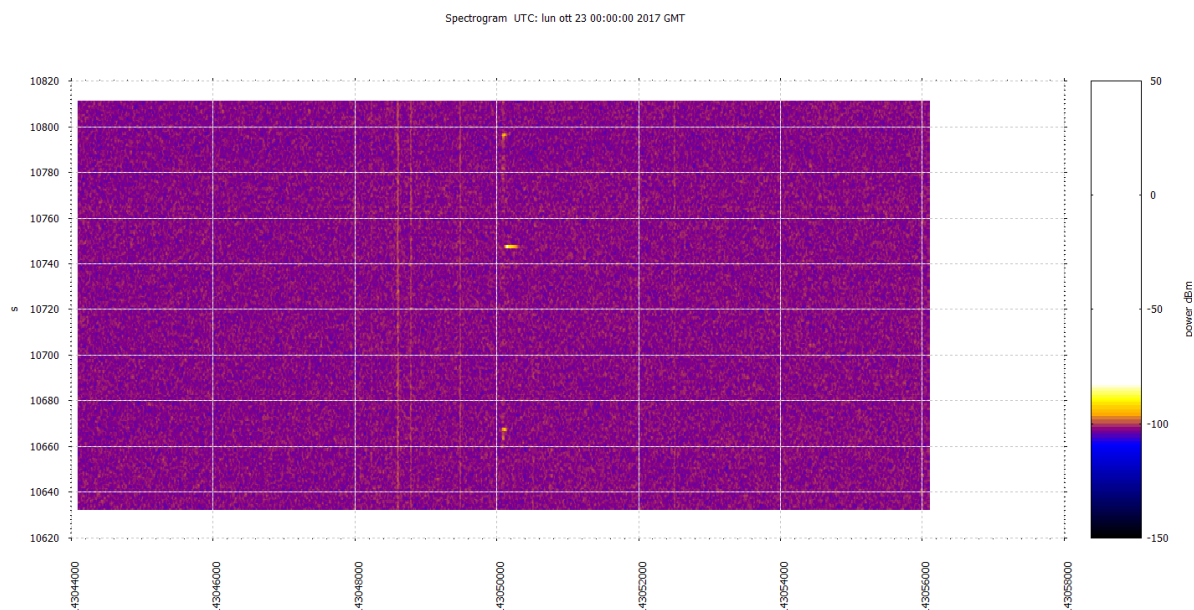


Fig. 23: Grafico 2D a mappa di colori di un eco catturato del radar GRAVES.

Le seguenti righe provengono da un file dati, generato durante l'esecuzione di un pattern di test. Non ci sono differenze nel formato dei dati per i grafici 2D e 3D, potrebbero essere entrambi tracciati dagli stessi dati. È solo il file di comando GNUplot che fa la differenza.

Ogni linea rappresenta le tre informazioni registrate in un pixel del waterfall. Il numero di pixel registrati per scansione è infatti limitato all'intervallo di rilevamento del picco impostato (6.3.4) per mantenere il file compatto.

La prima colonna è il tempo in secondi, a partire dall'inizio della sessione di acquisizione (la data / ora assoluta di inizio sessione della sessione è codificata nel nome file).

La seconda colonna è la frequenza del punto FFT in Hz, (quando si eseguono i test pattern non è presente alcun dongle, quindi nessun sintonizzatore. La frequenza di sintonia è sempre impostata per default come metà della frequenza massima di campionamento: 1,6 MHz).

La terza colonna è la potenza in dBfs.

37.100	2092897	-105.22				
37.100	2094318	-103.77				
37.100	2095738	-102.57				
37.100	2097159	-106.38				
37.100	2100000	-104.60	37.100	-104.61	-101.41	3.20 <--- ultimo punto della scansione
						<--- fine scansione
37.200	1100000	-105.05				<--- inizio scansione successiva
37.200	1101420	-104.32				
37.200	1102840	-102.98				
37.200	1104261	-105.25				

quando ciascuna scansione termina, le seguenti 4 colonne vengono aggiunte all'ultima riga:

La quarta colonna è una ripetizione del primo: tempo in secondi.

La quinta colonna è il livello medio del segnale nella scansione (N).

La sesta colonna è il livello massimo del segnale nella scansione (S).

La settima e ultima colonna è la differenza (S-N) nella scansione.

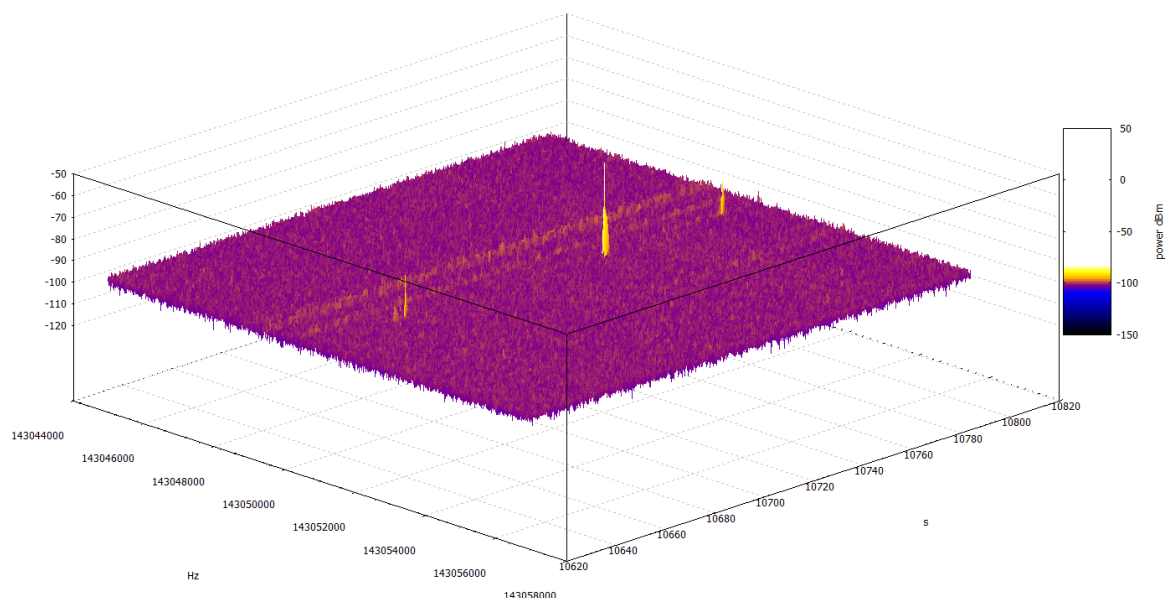


Fig. 24: Gli stessi dati della figura precedente, ma rappresentati in prospettiva 3D

Considerando ora il tipo di grafico "potenza totale 2D", il file dati prodotto contiene solo le righe contenenti le ultime quattro colonne appena descritte. Il grafico di potenza totale infatti viene disegnato in base solo a valori statistici della scansione, non sugli spettri completi. Questa caratteristica rende questo formato più attraente per le registrazioni continue poiché il file dati occupa meno spazio sul disco rispetto ai dati spettrali completi (per quanto ristretto sia l'intervallo scelto). Il grafico risultante assomiglia al grafico "potenza totale" alla destra del waterfall (par. 6.4.1) ma in più riporta anche la differenza (S-N).

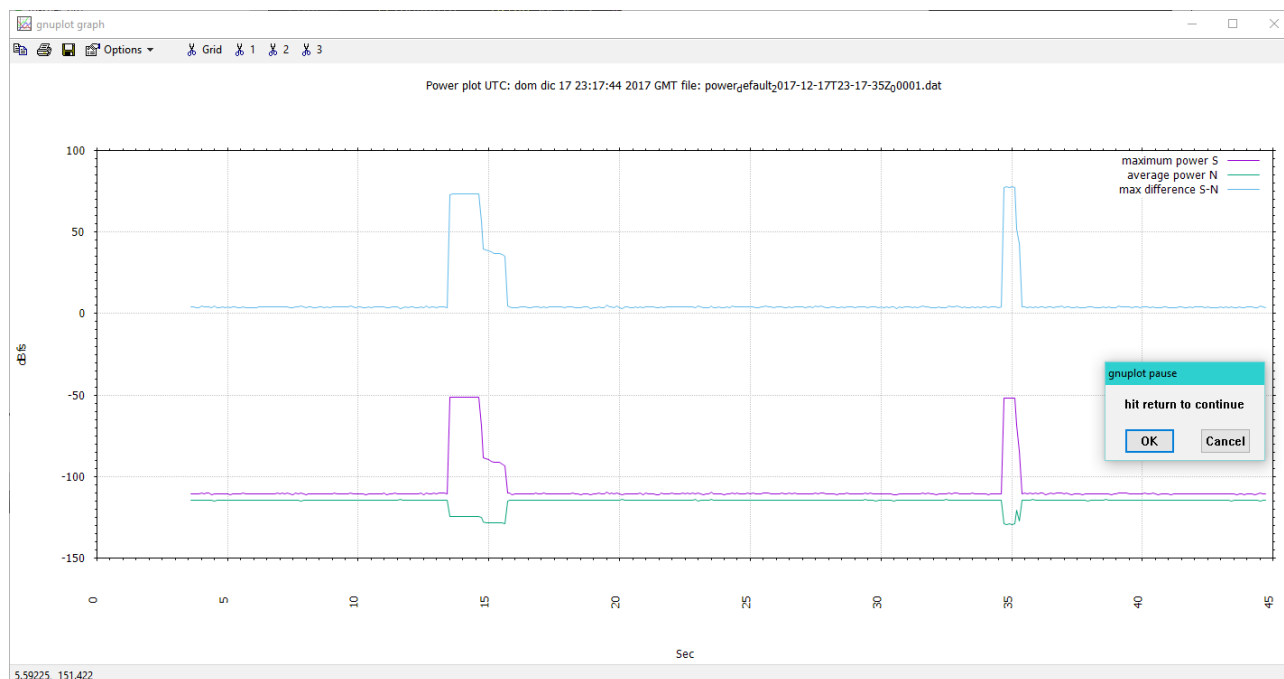


Fig. 25: Esempio di grafico di potenza totale 2D

I file dati di potenza prodotti in modalità periodica o automatica sono denominate in base a questa convenzione:

`power_<nome configurazione>_<modalità di acquisizione>_<data in formato ISO-8601>_<nnnnn>.dat`

dove le ultime 5 cifre sono il numero di riferimento evento / schermata (colonna 1 in statistica CSV). In modalità continua, il numero non è presente.

7.4.6 Rapporto giornaliero

È una semplice tabella CSV che riprende i conteggi di tutti gli eventi catturati contenuti nei file CSV statistici trovati nella directory di lavoro generati con la configurazione attiva in quel momento.

Per ogni giorno coperto da quei file viene inserita una riga, gli eventi trovati vengono contati separatamente ora per ora e discriminati secondo la loro durata: iperdensi, ipodensi e falsi. L'ultimo gruppo di colonne più a destra contiene i totali giornalieri. Questo file viene rigenerato automaticamente ogni volta che l'acquisizione viene fermata.

Questi file sono etichettati come:

`daily_<nome configurazione>.csv`

Per evitare la creazione di report giornalieri ridondanti, *Echoes* elimina i rapporti esistenti trovati nella directory di lavoro prima di crearne uno nuovo (sempre relativamente alla configurazione attiva).

Viene creato un solo report giornaliero per configurazione. Ad ogni mezzanotte UTC, una nuova riga viene appesa al file prima di essere copiato nella cartella archivio.

	A	B	C	D	E	F	G	FF	FG	FH	FI	FJ	FK	FL	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT	F
1	Echoes Daily Report																					
2	Date:	00h							23h													
3		Max S [dBm]	Avg N [dBm]	Total	overdenses	underdenses	fakes		Max S [dBm]	Avg N [dBm]	Total	overdenses	underdenses	fakes		Daily totals						
4	mar mag 1 2018	-	-	0	0	0	0		-110.65	-131.723	5	0	5	0		169	30	139	0			
5	mer mag 2 2018	-101.901	-131.276	7	0	7	0		-101.901	-130.599	11	1	10	0		153	12	141	0			
6	gio mag 3 2018	-989.257	-129.041	5	0	5	0		-870.339	-128.406	3	0	3	0		122	13	109	0			
7	ven mag 4 2018	-870.339	-128.515	2	0	2	0		-	-	0	0	0	0		198	22	176	0			
8	sab mag 5 2018	-	-	0	0	0	0		-928.481	-124.771	2	0	2	0		5	2	3	0			
9	dom mag 6 2018	-105.961	-125.112	1	0	1	0		-106.593	-126.675	5	1	4	0		132	37	95	0			
10	lun mag 7 2018	-984.671	-126.64	3	1	2	0		-100.543	-123.534	3	0	3	0		120	14	106	0			
11	mar mag 8 2018	-987.516	-120.651	3	0	3	0		-114.575	-132.227	3	1	2	0		115	12	103	0			
12																						
13																						

Fig. 26: Rapporto giornaliero (particolare)

7.4.7 Rapporto completo

Il rapporto completo è un documento *.html* dinamico che viene creato solo su richiesta nella directory di lavoro. Può essere aperto con un browser e salvato in formato *.pdf* per renderlo un documento più portatile e compatto.

Il nome del file report prodotto segue questa convenzione:

<nome configurazione>-<data inizio>_to_<data fine>.html

Per cui, generando più report per lo stesso periodo temporale, questi si sovrascriveranno implicitamente. I contenuti di questo file sono già stati descritti al par. 6.3.5

7.5. Archivio giornaliero

Nelle precedenti versioni del programma, la cartella di lavoro era un grande contenitore per tutti i file generati durante l'acquisizione. L'unica forma di manutenzione automatica prevista era la cancellazione dei file più vecchi di un certo numero di giorni (6.3.6).

Da esperienza personale, ho potuto vedere che in un mese di acquisizione consecutiva la mia stazione ha raccolto circa 50GB di dati misti tra foto, file dati, statistiche, decisamente scomodi da analizzare. Anche volendo produrre un report completo, avrebbe richiesto molto tempo e prodotto un file esageratamente lungo.

Dalla versione 0.21, *Echoes* crea e gestisce una gerarchia di cartelle a 4 livelli, partendo dalla cartella di lavoro, per suddividere i file prodotti durante l'acquisizione (Fig. 27). Alla mezzanotte UTC, tutti i file prodotti durante la giornata vengono spostati nella cartella corrispondente alla propria configurazione (*rts*) e giorno trascorso, suddivisi tra tabelle statistiche, foto, file dati e a loro volta suddivisi in iperdensi / ipodensi e falsi positivi. Il report giornaliero viene copiato e non spostato.

Al primo livello viene creata una cartella con lo stesso nome del file di configurazione in esecuzione.

Sotto di essa, al secondo livello, ad ogni mezzanotte UTC viene creata una cartella nominata come il giorno appena trascorso. La data è specificata in formato ISO in modo che l'ordinamento in base al nome determini anche ad un ordinamento in base alla data.

Il numero complessivo delle cartelle giornaliere presenti al secondo livello dipende dall'età massima dei dati consentita nelle preferenze. Quelle più vecchie del numero di giorni specificato, vengono cancellate.

Al terzo livello troviamo una prima suddivisione dei file per tipologia, ovvero tre cartelle foto, file

dati gnuplot e statistici. Insieme alle tre cartelle si trova anche una copia del rapporto giornaliero.

Il quarto livello viene creato solo per le foto e i file gnuplot, per suddividerli in base alla durata dell'evento (ipodensi/iperdensi e falsi positivi). I file gnuplot prevedono anche un quinto livello, perché grafici di tipo diverso come gli spettri e la potenza totale necessitano di file comandi diversi per essere rappresentati. Questa ulteriore differenziazione non è realmente necessaria, dal momento che possono essere prodotti, in una singola sessione di acquisizione, solo una delle due tipologie di grafici, ma potrebbe tornare utile in futuro.

Al termine dell'archiviazione, la cartella di lavoro conterrà solo i file di configurazione *rts* e il log del programma.

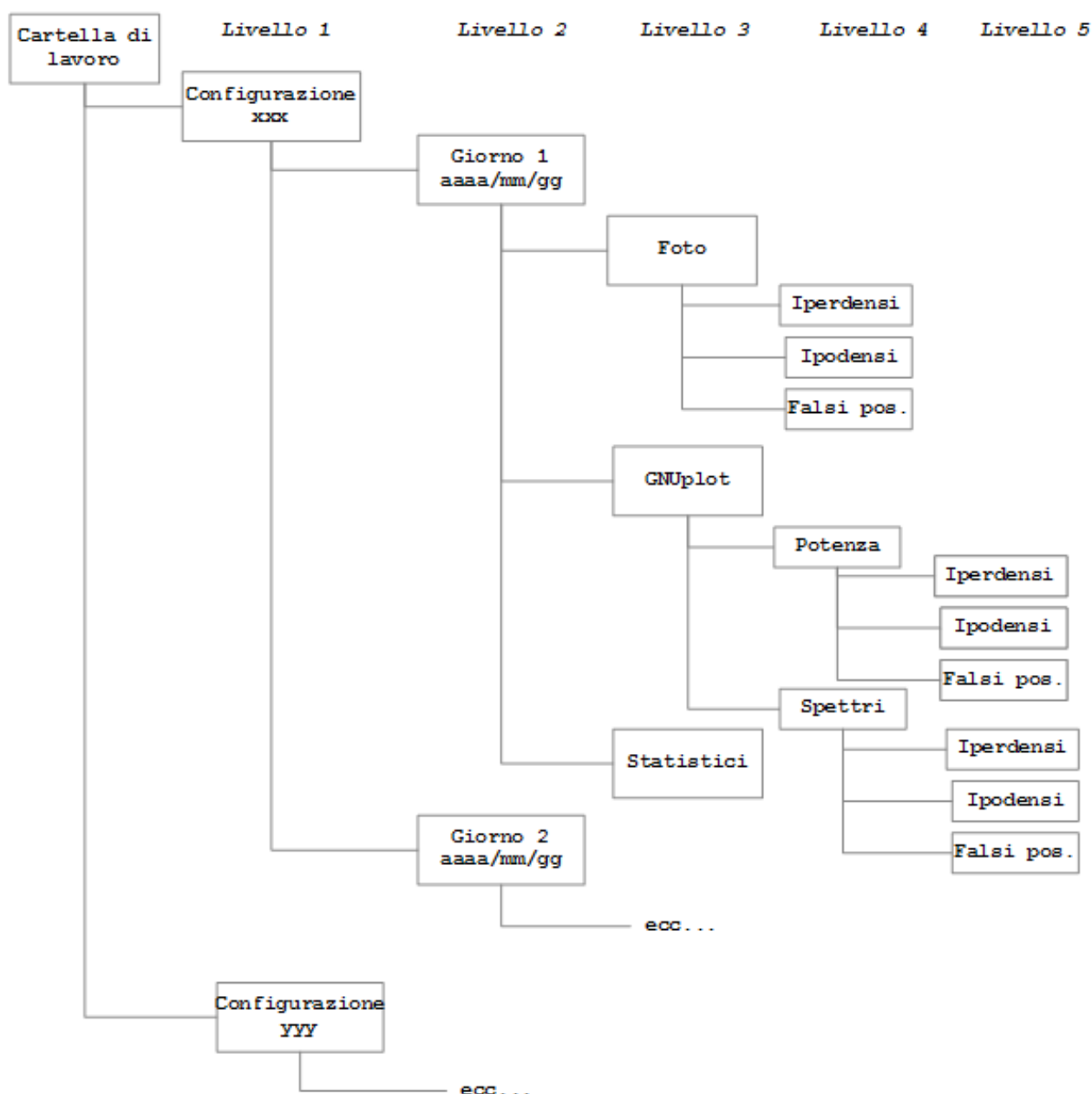


Fig. 27: Gerarchia di cartelle per l'archivio giornaliero

ATTENZIONE:

La struttura dell'archivio riflette la struttura interna del file *daily_counters.ds* che viene creato nella cartella <Configuration xxx> . Se il contenuto di questo file non corrisponde alla struttura dell'archivio (per esempio a causa di cancellazioni manuali di sottocartelle) la generazione del rapporto completo potrebbe non funzionare, né in automatico né in manuale.

7.6. Test patterns

Quando non sono collegati i dongle RTL-SDR, il programma inizia a chiedere di avviare la riproduzione del modello di test. Dopo aver premuto "Ok", nella prima scheda ("Dispositivo") della finestra principale "Test pattern" viene visualizzato sotto il controllo "Device" (Fig. 6) .

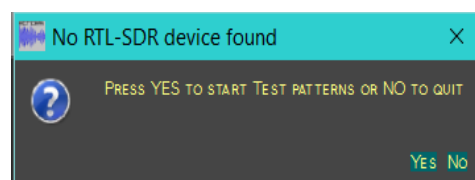


Fig. 28: Richiesta di attivazione dei test patterns.

I modelli di test sono nati principalmente per scopi di sviluppo, ma possono essere un modo semplice per testare alcune funzionalità del programma anche senza chiavi hardware.

I modelli disponibili sono due. Quando si avvia in modalità continua, il generatore di funzioni (blocco giallo in Fig. 2) Produce un'onda sinusoidale ampia, risultante negli spettri mostrati in Fig. 13. Le caratteristiche di questa onda possono essere modificate agendo sulla frequenza di campionamento (frequenza massima), guadagno (controllo dell'ampiezza dell'onda) e della risoluzione (passo di scansione) (paragrafi 6.3.2 e 6.3.3).

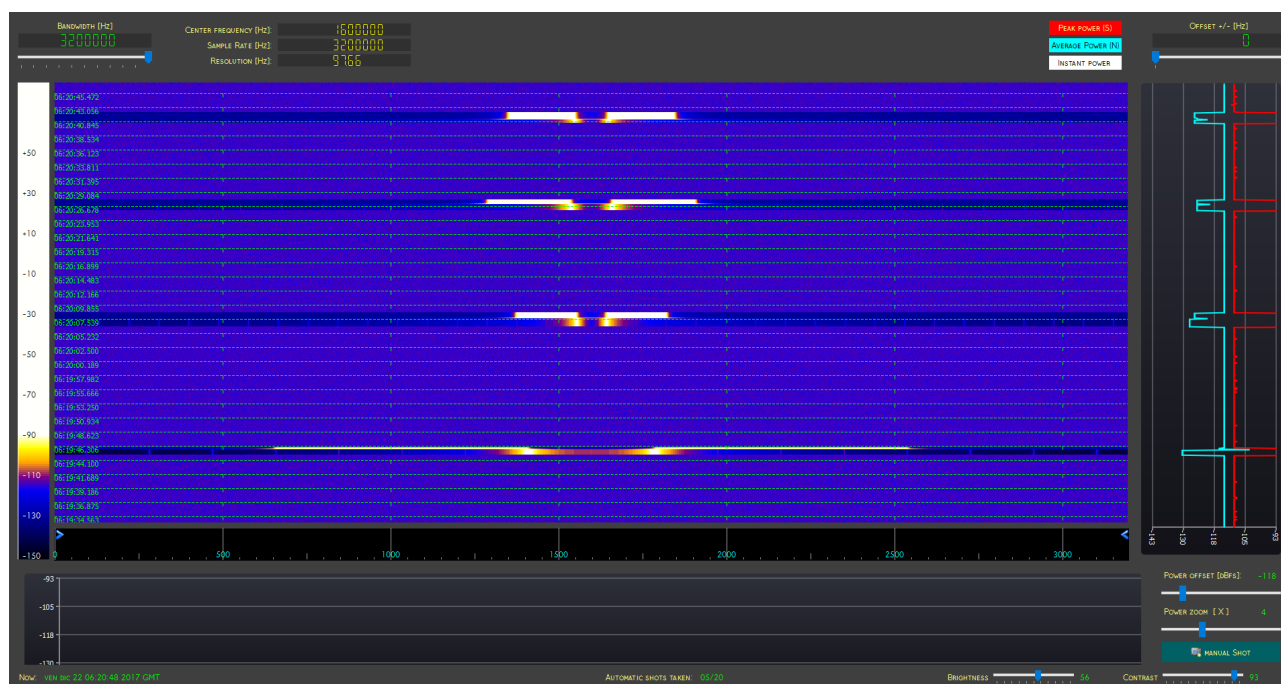


Fig. 29: test patterns in automatic mode

Con le modalità periodiche e automatiche, il generatore di funzioni produce degli eventi simmetrici distanziati da un intervallo di tempo pseudo-casuale compreso tra 100 e 600 volte l'intervallo di aggiornamento.

