PRECURSORI SISMICI E VLF

Giuseppe Accardo

IW0BZD

SERATA TECNICA

ARI Roma

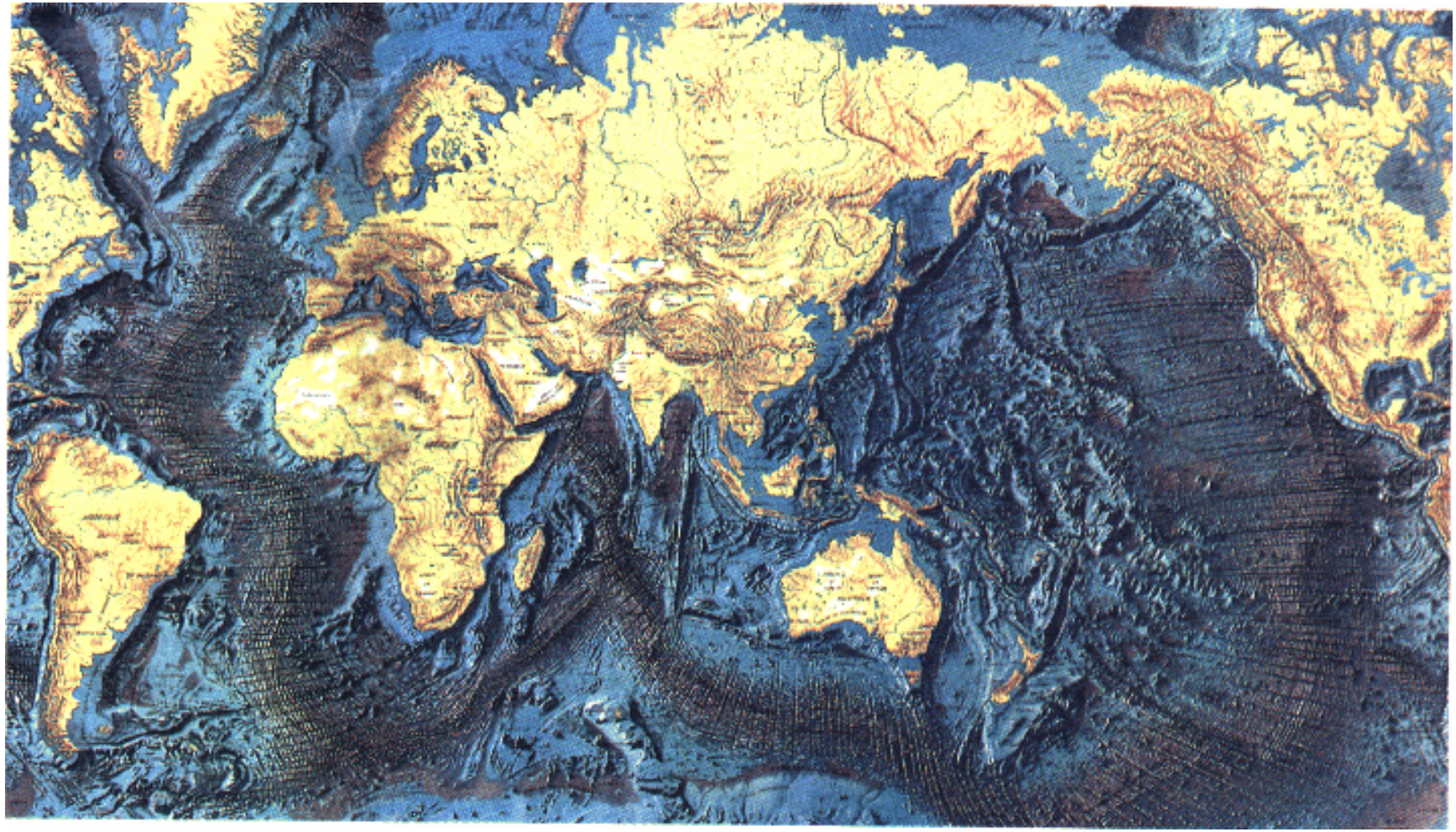
Iniziai l'ascolto molti anni fa proprio in concomitanza del riscontro di anomalie elettromagnetiche nella porzione alta delle decametriche, cessati improvvisamente allo scatenarsi di un evento sismico.

Tali anomalie, dapprima passate solamente come interessanti fenomeni, successivamente vengono confermate dalla ripetizione dell'evento.

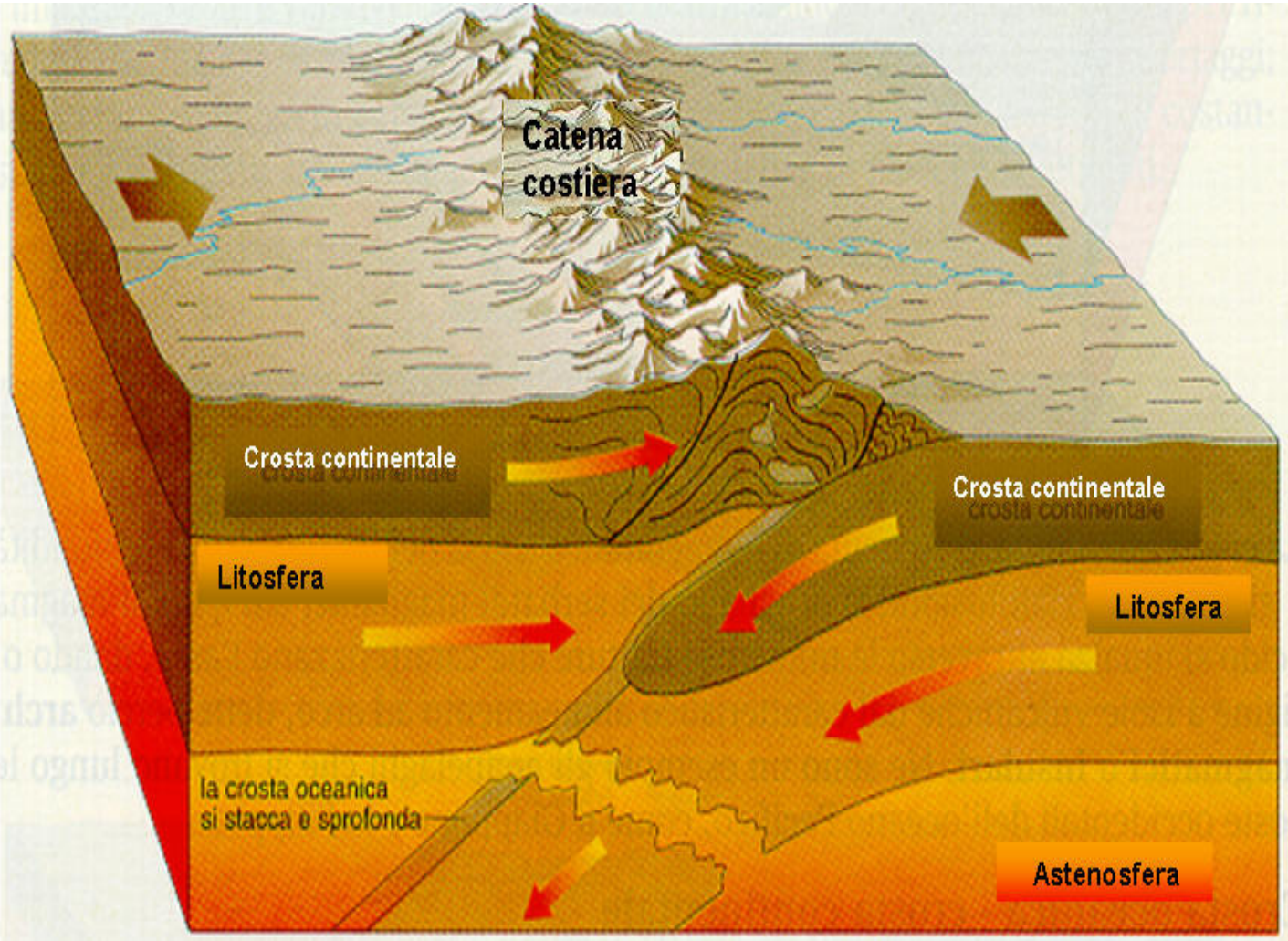
A seguito di una serie di osservazioni concomitanti legati agli eventi Friulani del 1976, l'interesse verso questo tipo di osservazioni diventa sempre più vivo fino al punto che per un lungo periodo di tempo l'ascolto in banda VLF dei segnali naturali è stata l'attività radio preponderante.

Cenni di Geofisica

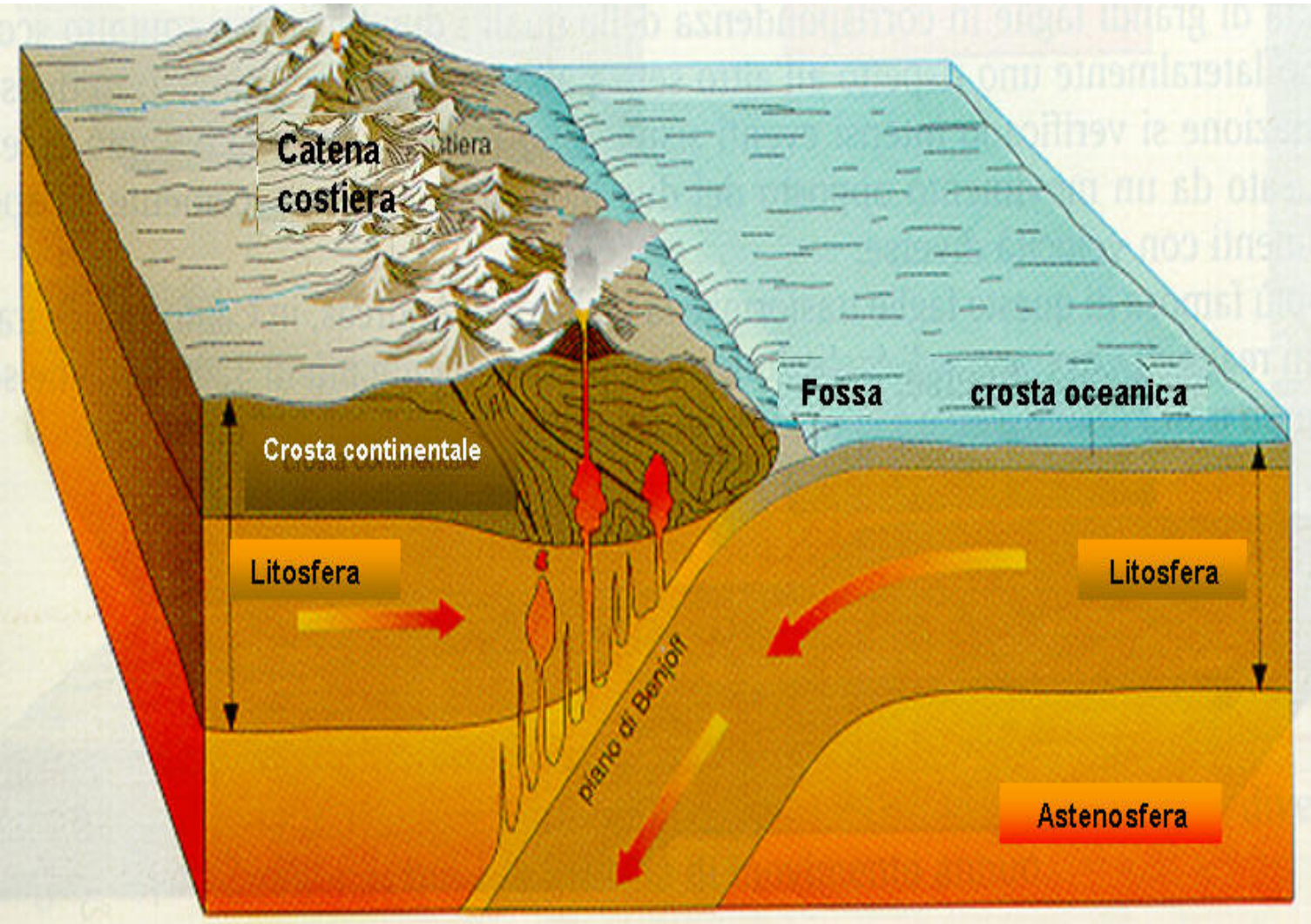
- I fenomeni sismici sono eventi naturali che si verificano in conseguenza dei naturali e continui movimenti della crosta terrestre.
- La struttura stessa della terra favorisce il verificarsi degli eventi.
- La terra non è una struttura immutabile nel tempo ma un a struttura dinamica in continuo lento ed inesorabile movimento.
- La crosta terrestre galleggia su una strato fluido di rocce fuse ad altissima temperatura e presenta delle fratture che delimitano le placche.
- Le placche si muovono spingendosi l'una contro l'altra.
- Una conseguenza dei movimenti è la distruzione delle roccie (rifuse nel mantello) e la generazione di nuove rocce (eruzioni vulcaniche o apporto di materiali sulle dorsali).
- Nelle zone di contatto si formano delle discontinuità (fratture) dette faglie e sono proprio le faglie per la loro morfologia a dar luogo ai terremoti.
- Lo spessore della crosta terrestre continentale è di circa 35Km mentre la crosta oceanica è 0/10Km.



Le Placche continentali



Spinta delle Placche continentali e zona di subduzione



Spinta delle Placche continentali oceaniche e zona di subduzione

Energie in gioco

- I movimenti della crosta terrestre avvengono sulla parte superficiale della crosta.
- La profondità epicentrale media si aggira intorno ai 10Km o molto meno ed interessa maggiormente le faglie più ”giovani” dette faglie plioceniche.
- Le faglie più giovani sono le faglie a maggior rischio.
- I fattori da considerare, per meglio spiegare l’ambiente dove si origina la meccanica sismica, sono in linea di massima la temperatura e la pressione elevata.
- La temperatura, man mano che scendiamo nel sottosuolo, cresce (dopo i primi 30 m) di circa 2,5 / 3 °C per ogni 100m di profondità ed è facile capire che ad una profondità epicentrale media di circa 6 Km la temperatura sarà già all’incirca di 200 °C (valore legato alle condizione del suolo e della conducibilità termica delle rocce).
- All’aumentare della pressione aumenta anche il punto di ebollizione dell’acqua.

Fisica dei precursori Elettromagnetici

La Fisica dei precursori elettromagnetici, basata sulle osservazioni e sulle teorie del prof. **Ezio Roberto Mognaschi** docente dell’univ. Di Pavia (**IW2GOO**), ci porta a concludere che nelle profondità della crosta terrestre gli sforzi dovuti al normale spostamento delle zolle continentali accumulano tensione meccanica nelle zone critiche (faglie) .Questa fase dura generalmente per diversi anni.

- Quando la compressione supera la capacità elastica della roccia, si formano delle microfratture che causano una deformazione che aumenta il volume della roccia stessa (dilatanza).

- In questa fase le rocce sono sottosature di acqua e le microfratture si dispongono in genere parallelamente all'asse di massima compressione.

- Si è evidenziato sperimentalmente che la dilatanza avviene in media con uno sforzo che corrisponde a circa la metà di quello necessario a generare la frattura conseguente all'evento sismico.

- L'acqua presente nella vicina falda proprio a causa della dilatanza tende a penetrare all'interno della roccia fratturata tendendo a saturare la roccia, tuttavia il tempo necessario all'acqua per saturare la roccia è piuttosto lungo e il processo che genera nuove microfratture è più veloce di quello che ne permette la saturazione.

- L'interazione continua tra i due processi rende le rocce sottosature.

- L'acqua riesce infine a saturare la roccia e a questo punto gli sforzi di compressione sono tali che la roccia microfratturata satura non è più in grado di sostenerli in quanto l'acqua presente all'interno degli interstizi, essendo quasi incompressibile, riduce la capacità elastica della roccia.

- E' a questo punto che inizia e si propaga la frattura decisiva che genera l'evento sismico.

- Durante il fenomeno della dilatanza, che può durare da alcune ore a diversi giorni, si possono modificare alcuni parametri fisici misurabili, come la resistività elettrica, l'altezza della falda, l'emissione di gas radon o di gas idrogeno e possono verificarsi occasionalmente anche sciami microsismici.

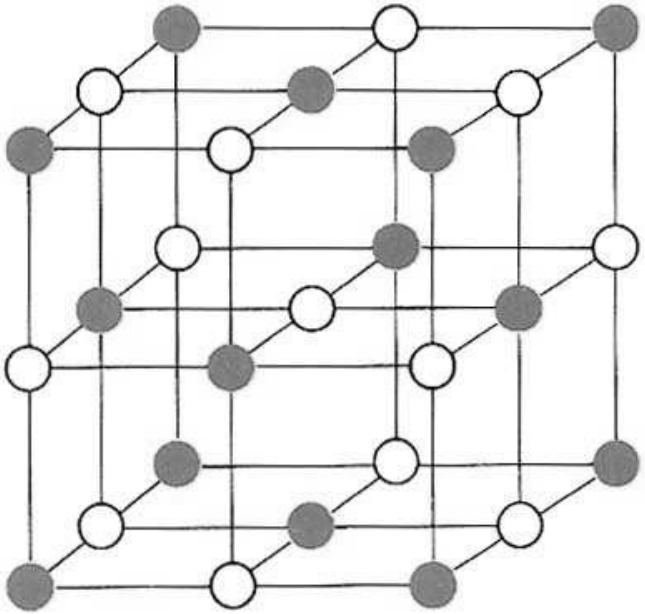
- Studi nel campo delle bande ULF (tra 0.1 e 10 Hz), ELF e VLF (tra 10 Hz e 30 kHz) e fino a circa 80KHz hanno evidenziato delle anomalie che potrebbero essere considerate precursori di un evento sismico.

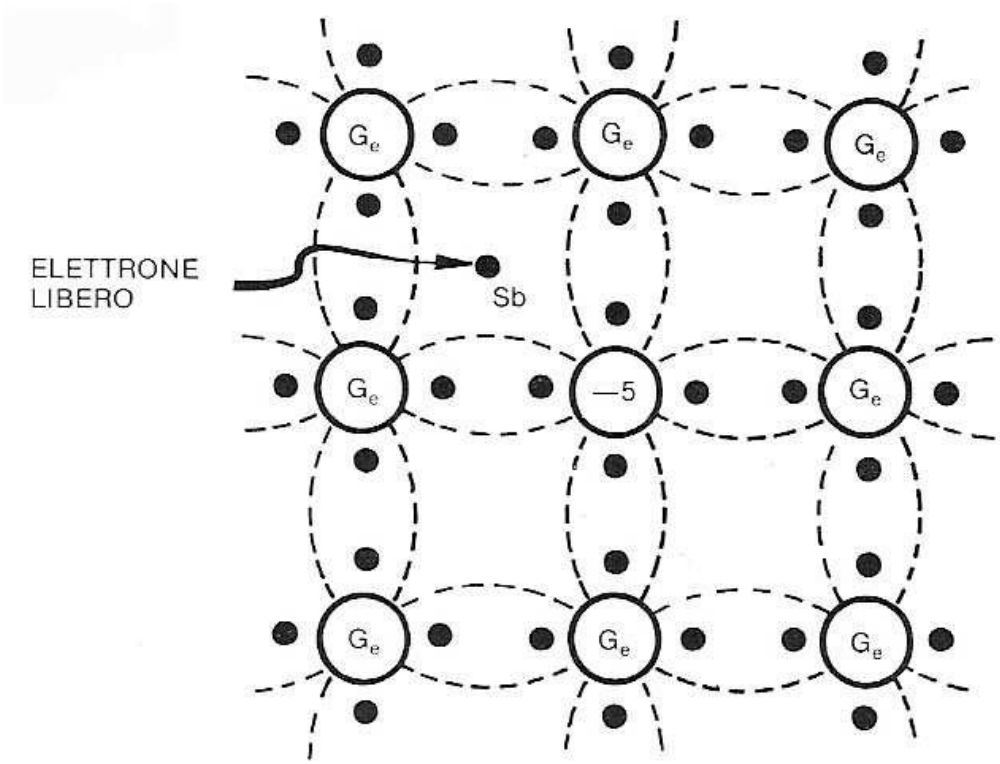
- Anche la rilevazione di variazioni dell'ampiezza del rumore di fondo rilevabile mediante apparati radio ha avvalorato l'ipotesi.

- Affinché si possa verificare l'emissione elettromagnetica delle rocce è indispensabile che queste siano di tipo cristallino.

Genesi elettromagnetica

Qualche tempo prima del sisma, da alcune ore a qualche giorno, il fenomeno della dilatanza aumenta in modo esponenziale, causando microfratture che si propagano in modo ramificato all'interno del materiale cristallino.





In dettaglio:

- Si verifica la rottura dei legami cristallini con produzione di intensi campi elettrici;
- la roccia favorisce l'effetto non essendo un buon conduttore;
- i campi elettrici vengono generati dal disequilibrio provocato dalla rottura delle strutture molecolari cristalline;
- la conseguenza è la formazione di ioni di segno opposto che vengono a trovarsi l'uno di fronte all'altro a piccola distanza;
- questa condizione genera dei piccoli dipoli elettrici che rimangono in vita durante il periodo di rilassamento della roccia a seguito della frattura;
- il tempo di vita dei dipoli elettrici è molto limitato, dell'ordine di 10^{-4} secondi e dipende dalla resistività della roccia e dalla sua costante dielettrica;
- tuttavia, pur essendo un tempo brevissimo, è sufficiente per consentire ai dipoli di generare un campo elettromagnetico;
- gli atomi posizionati su un lato della roccia microfratturata, essendo sottoposti alle forze elettromagnetiche "di richiamo" da parte di quelli posti sulla faccia opposta, causano un'oscillazione dei dipoli elettrici che a loro volta generano onde elettromagnetiche;
- tuttavia i dipoli sono troppo piccoli rispetto alla lunghezza d'onda emessa per poter essere efficienti;
- gli strati di roccia tra l'ipocentro e la superficie schermano parzialmente i segnali;
- il rumore irradiato si limita ad essere rilevabile solo nelle zone circostanti l'epicentro.

Precursori Elettromagnetici

Cosa cerchiamo:

- Un evento elettromagnetico che precede un evento meccanico, o comunque un evento che ha origine minuti, ore, giorni, mesi prima del verificarsi di un terremoto;
- Una qualsiasi forma di anomalia che precede sistematicamente un evento sismico;
- Una variazione di rumore di fondo precedente un evento sismico (tale rumore cessa in concomitanza dell'evento);
- Segnali elettrici particolari riconducibili con certezza ad una facies geologica.

Qualsiasi evento deve essere ripetibile e sistematico, l'evento isolato non costituisce, se pur interessante, alcuna prova scientificamente utilizzabile.

Metodologie

- Monitoraggio dello spettro radio in banda ELF / SLF /ULF mediante ricezione diretta e registrazione grafica dei segnali;
- Monitoraggio delle variazioni di livello del segnale di emittenti campione in Banda VLF;
- Monitoraggio in banda VHF;
- Monitotoraggio diretto a campionamento veloce dei segnali in banda SLF.

In questa fase ci occupiamo solamente dei due primi sistemi.

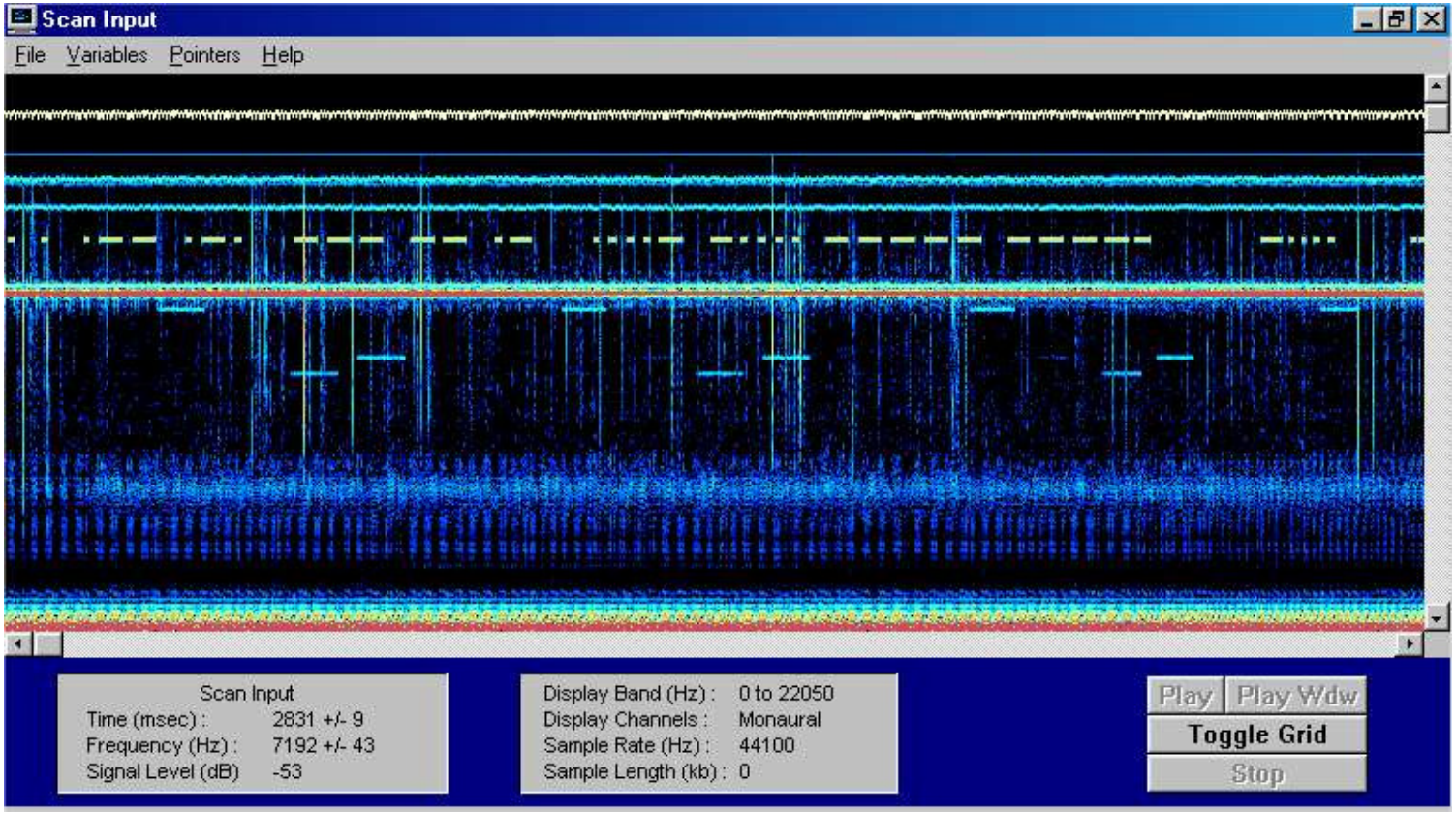
Perché le VLF

Le VLF, che costituiscono un regno quasi inesplorato, sono le frequenze più basse dello spettro elettromagnetico. La scelta delle VLF è data unicamente per le loro caratteristiche, come la capacita di propagarsi attraverso quali rocce e acqua,che ne fanno le frequenze ipoteticamente ideali per l'ascolto di segnali geologici originati nella regione crostale.

Il termine VLF si associa generalmente alla prima parte dello spettro delle onde radio che coprono la banda di frequenza che dalla corrente continua arriva a 30KHz dello spettro radio. In realtà il termine VLF indica le frequenze comprese fra 3KHz e 30KHz.

Per esattezza di definizione, questa prima parte dello spettro delle onde radio deve essere terminolgicamente suddivisa secondo il piano di ripartizione delle frequenze ITU (International Telecomunication Union - http://www.itu.int) universalmente riconosciuto e riportato nella tabella.

Banda		**Frequenza**	**Lunghezza d'onda**
-	**-**	<3 Hz	> 100.000 Km
Extremely low frequency	**ELF**	3-30 Hz	100,000 Km – 10,000 Km
Super low frequency	**SLF**	30–300 Hz	10,000 Km – 1000 Km
Ultra low frequency	**ULF**	300–3000 Hz	1000 Km – 100 Km
Very low frequency	**VLF**	3–30 KHz	100 Km – 10 Km



SPETTROGRAMMA larga banda fino a 22KHz Magnetico

Filtro sulla parte bassa dello spettro

In telegrafia emittente RDL

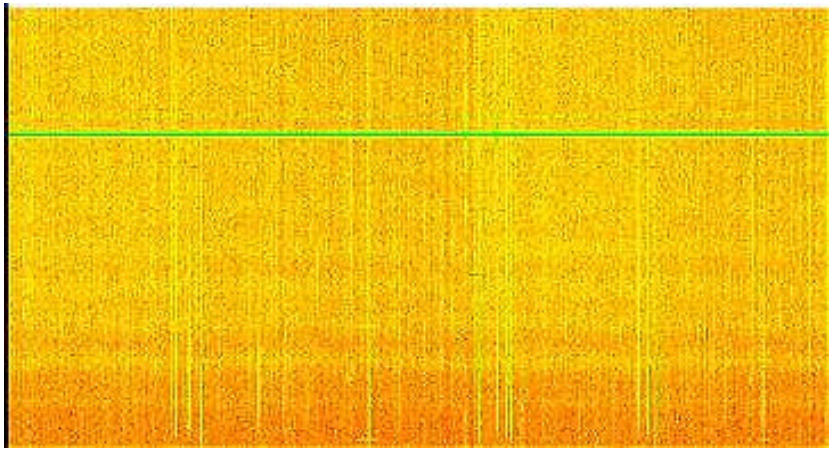
Stazioni OMEGA ed altre emittenti

Cosa si riceve:

Non appena messo a punto il sistema ci saranno dei segnali sempre presenti nello spettro ricevuto:

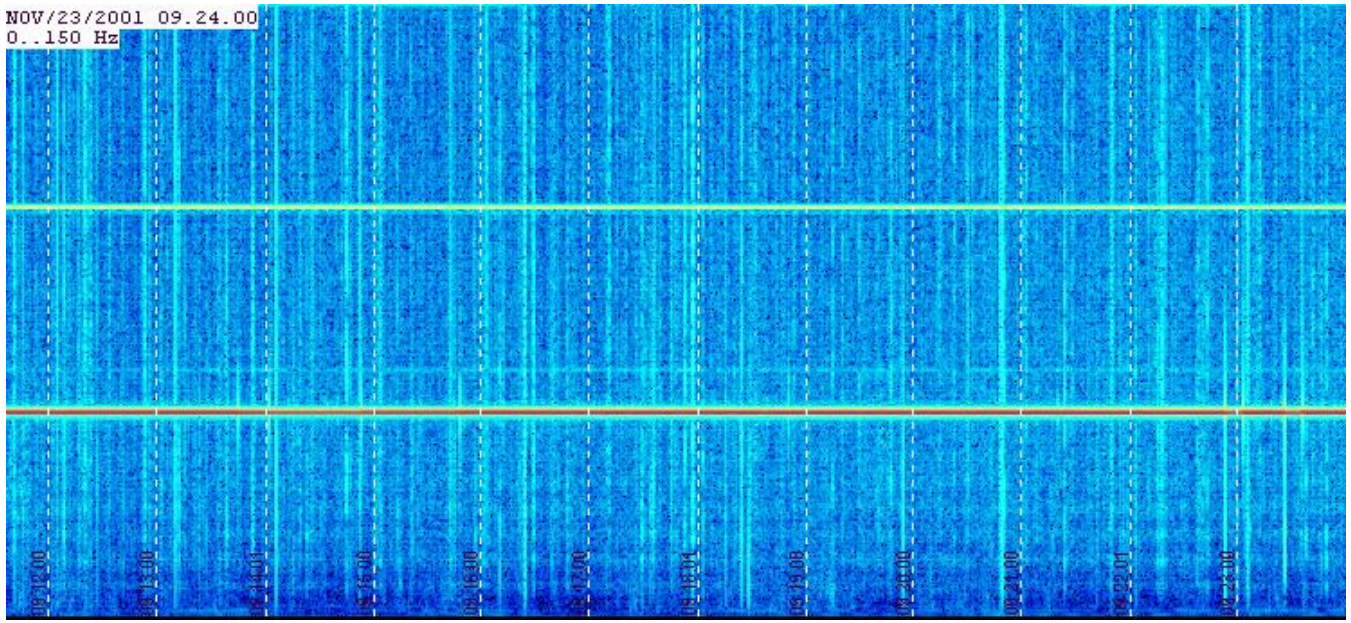
- Le Risonanze di Schumann, risonanze elettromagnetiche globali eccitate dalle scariche elettriche dei fulmini nella cavità formata fra la superficie terrestre e la ionosfera. Sono caratterizzate da un gruppo di picchi nella porzione di spettro delle (ELF).
- La frequenza della tensione di rete di 50 Hz.
- La frequenza della tensione di rete dei 60 Hz se il sistema è cosi sensibile da riceverla.
- Salendo più in altro le varie emittenti radiofoniche militari civili e campioni di tempo unite alle stazioni di radiolocalizzazione.

Ricevere questi segnali è di per se un grande successo e la loro qualità ci da un indice della “buona salute” del sistema.



Spettro da 0.2mHz a 70Hz elettrico

Risonanze di Schumann, la linea verde sono i 50Hz della rete elettrica



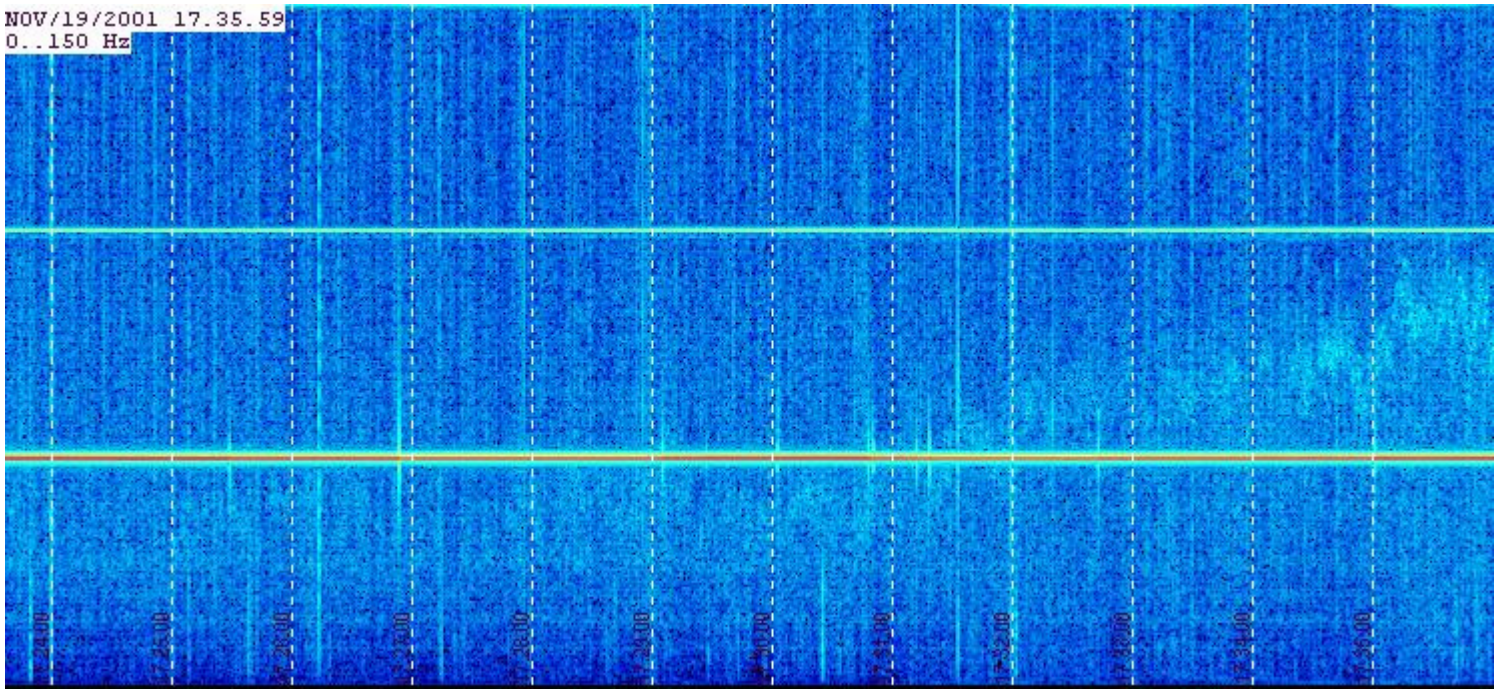
Spettro da 1Hz a 150Hz Risonanze di Schumann,

in rosso frequenza rete 50Hz

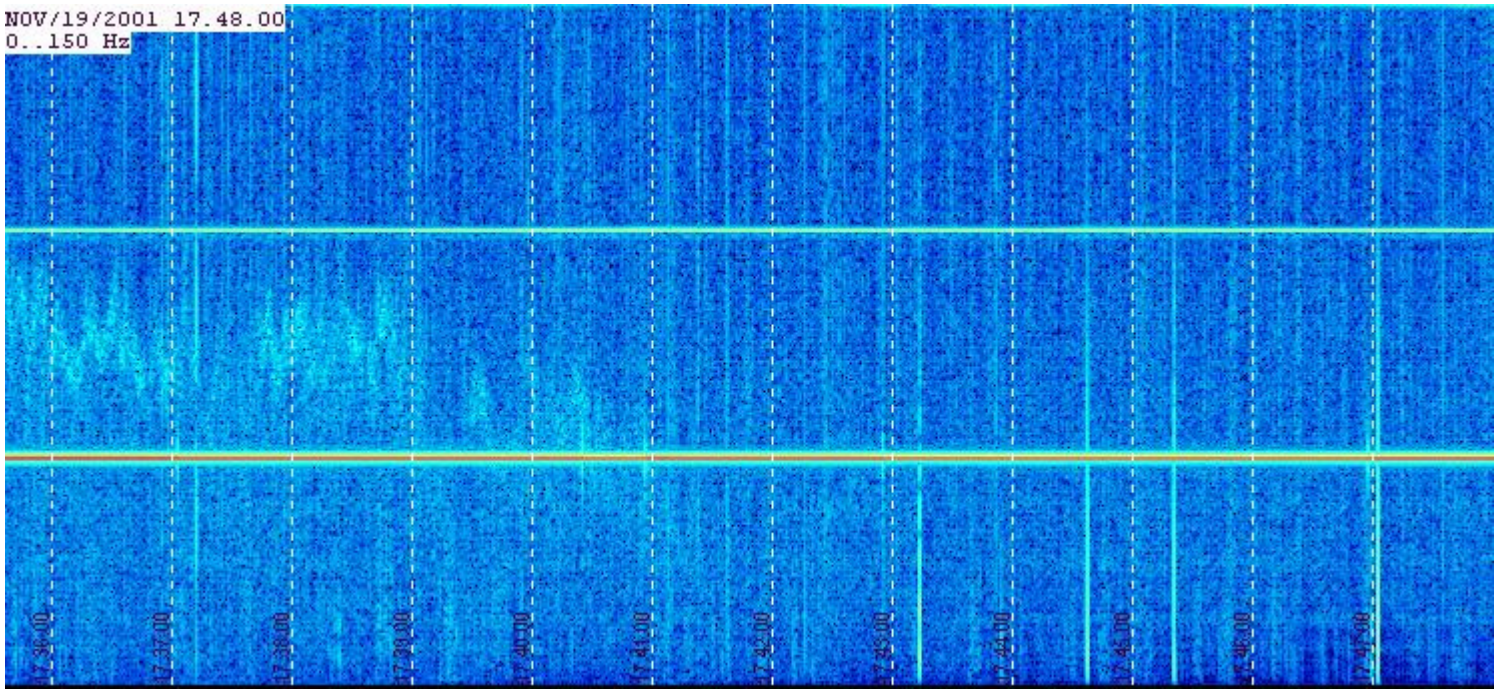
subito sopra un DX, i 60 Hz della rete americana,

la linea in verde la prima armonica dei 50 Hz rete elettrica

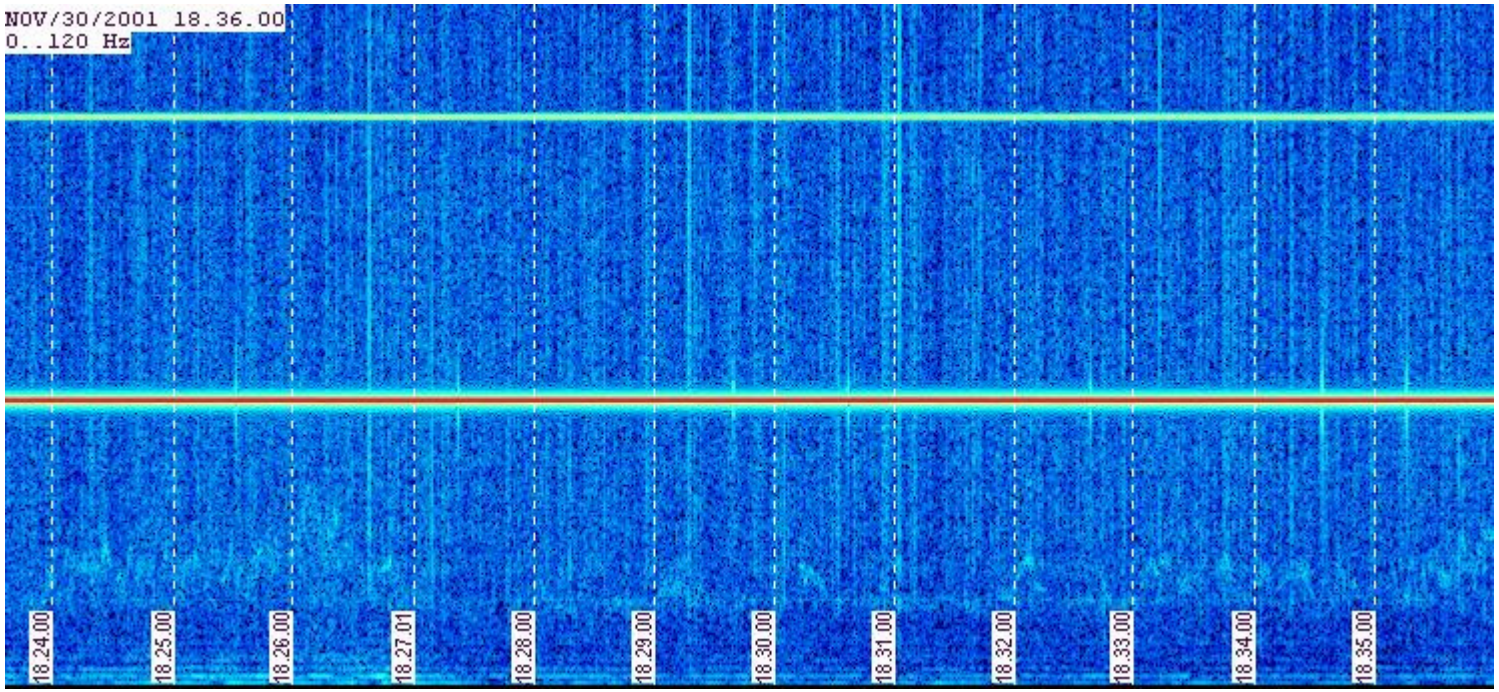
Alcuni esempi di ricezione segnali di origine geofisica



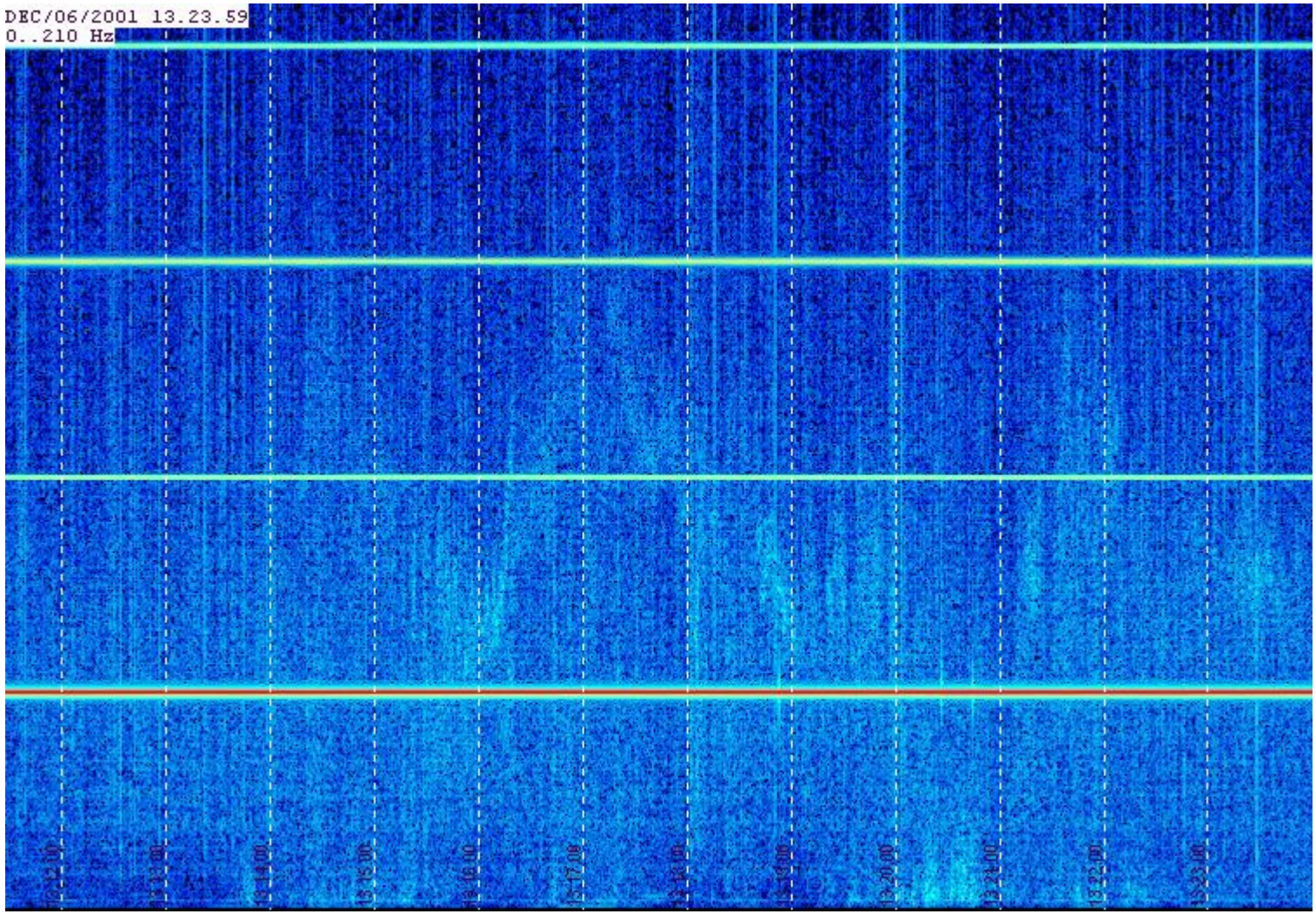
Spettro 0/150Hz, campo elettrico, evidenza di un’anomalia in salita di frequenza



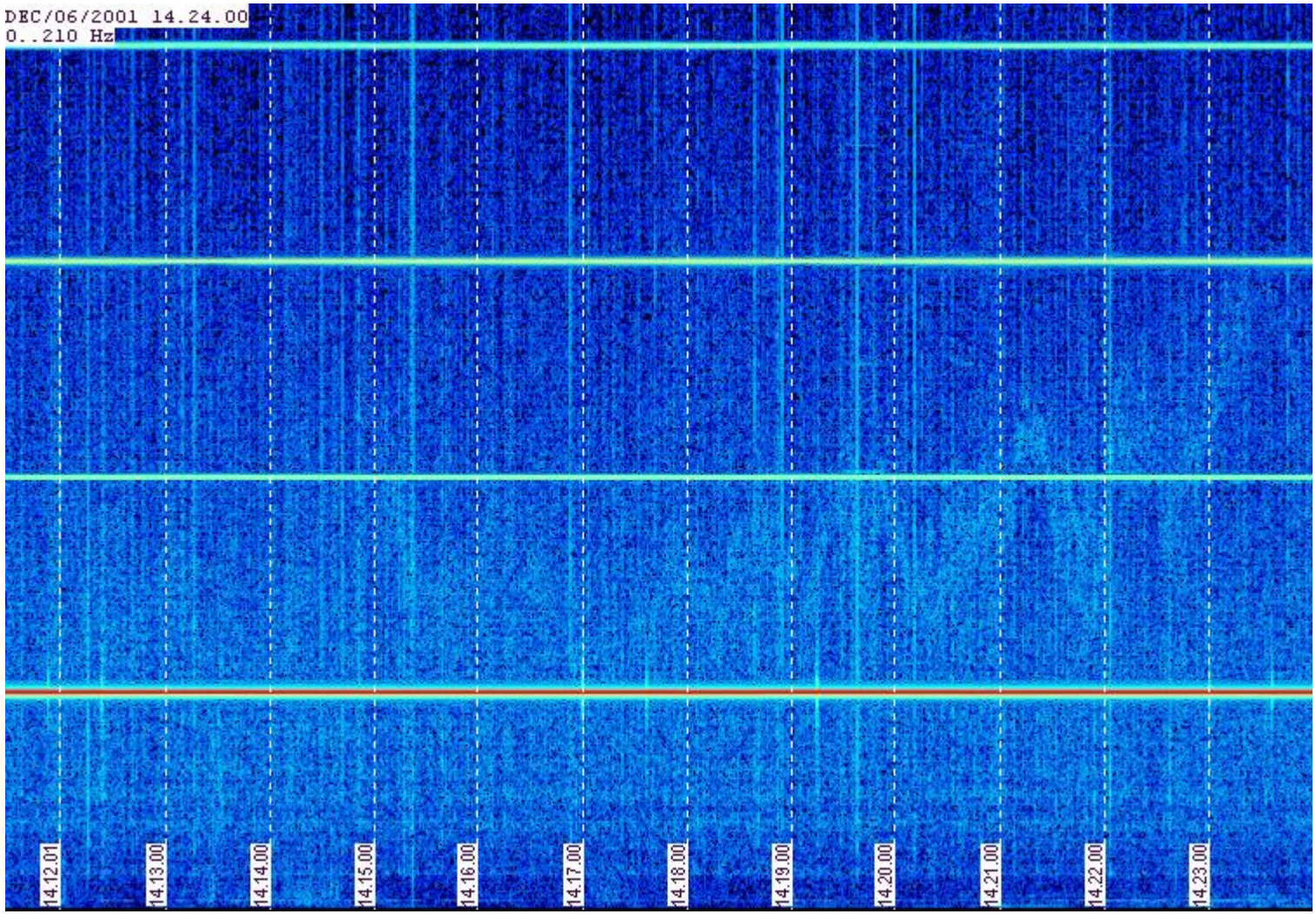
Spettro 0/150Hz, campo elettrico, evidenza di un’anomalia in fase finale



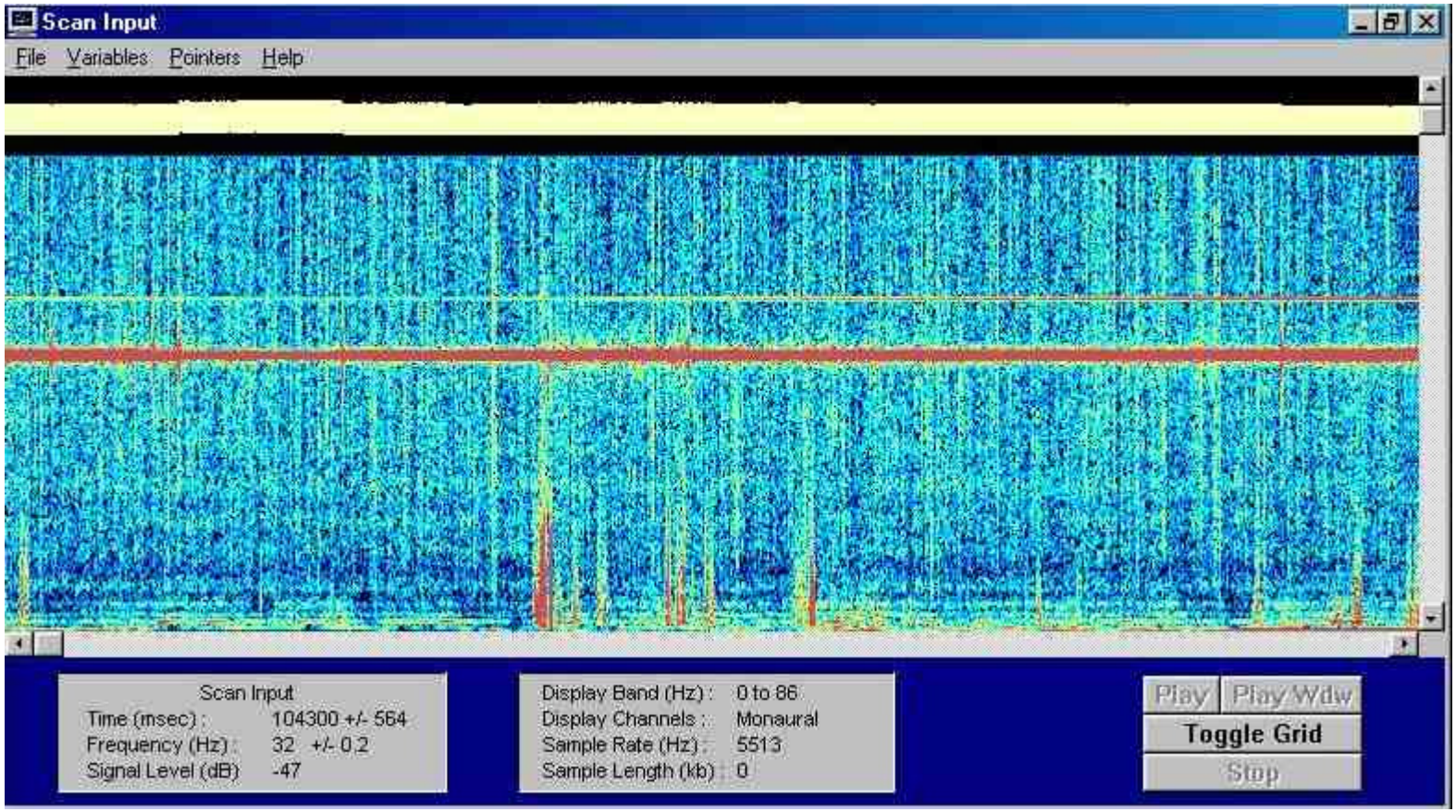
Inizio anomalia intorno ai 9/25Hz



Anomalia molto intensa fra 0/150Hz



Anomalia fase crescente fra 50 e 150Hz



Spettro campo elettrico banda 0,2 / 86Hz sample rate 5512Hz registrato 2/11/2001 UTC 14.48.30, Software Spectrogram.

Si notano:

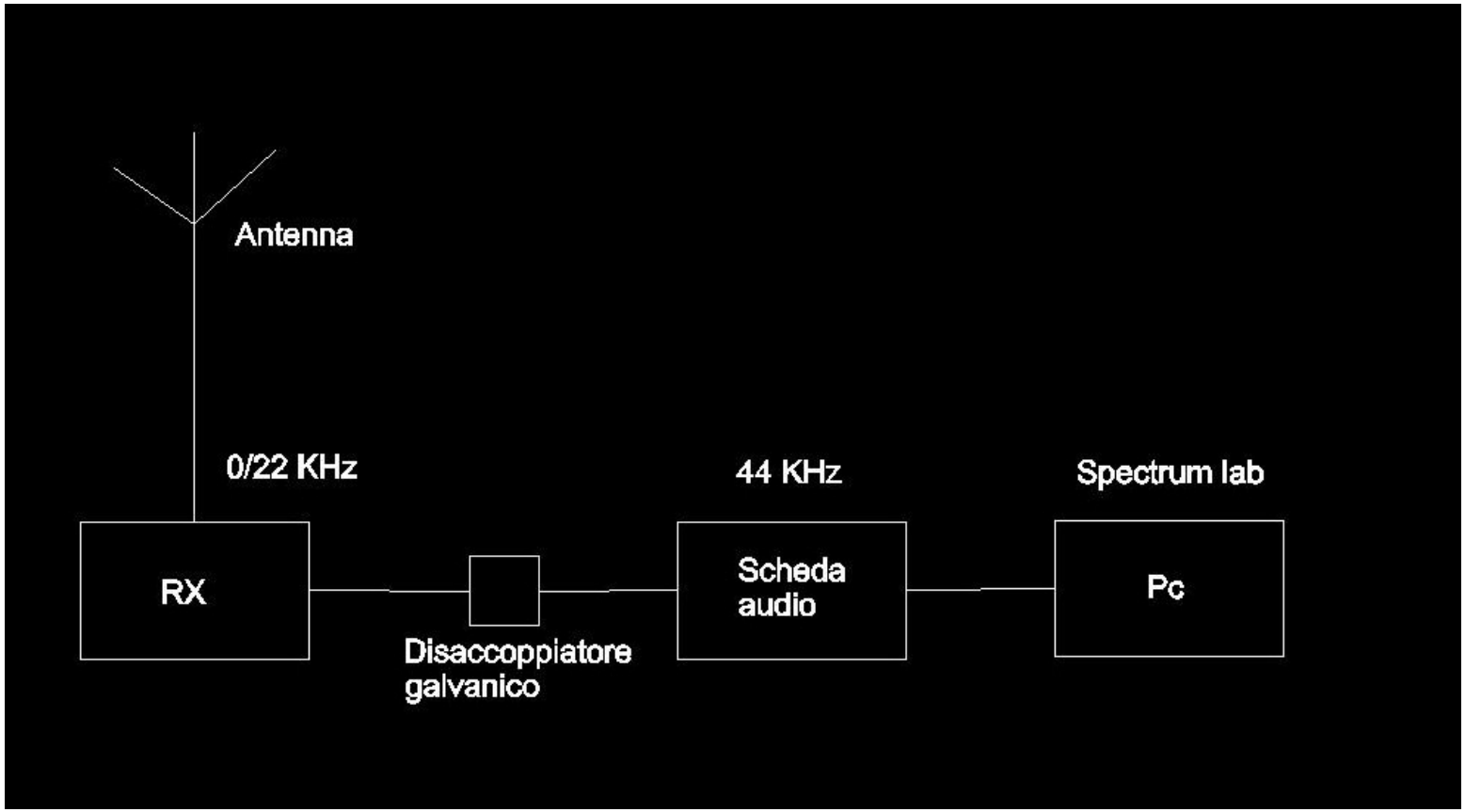
- Segnali nella parte più bassa dello spettrogramma di alta intensità riconducibili ad attività geofisica non sismogenica.
- Le risonanze di Schumann
- La linea dei 50HZ rete elettrica e quella dei 60Hz rete Americana

La Stazione ricevente

Ricevitori e antenne

Sistema ricevente campo elettrico e magnetico in funzione negli anni “90

Loop



Schema a blocchi di una stazione Ricevente VLF

L'impiego di sistemi Ricevitore/Antenna diversi per il campo elettrico o magnetico non è limitato semplicemente a ricevere l'una o l'altra componente.

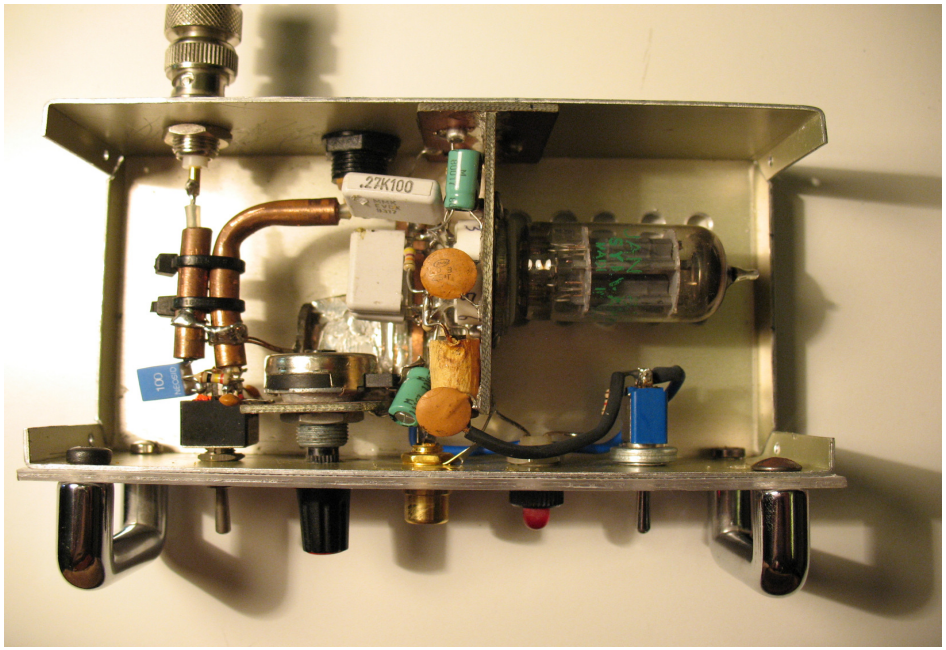
Esistono delle diversità sostanziali sulle modalità di ricezione dei segnali.

Se si decide di ricevere la componente elettrica ci si orienta su un ricevitore di campo elettrico e come antenna si impiega generalmente un corto stilo “wips” oppure un antenna di tipo filare di discrete dimensioni. Antenne cortissime o filari presentano una elevatissima impedenza all’ingresso del ricevitore.

Se invece optiamo per ricevere la componente magnetica del segnale costruiremo un ricevitore di campo magnetico e lo collegheremo a delle antenne tipo “loop”, solenoidi con o senza ferriti ed altri accorgimenti necessari per raccogliere il maggior segnale possibile. Questi sistemi di antenna presentano all’ingresso del ricevitore impedenze abbastanza basse.

Sistema RX VLF 0.2 milli-Hz 22KHz

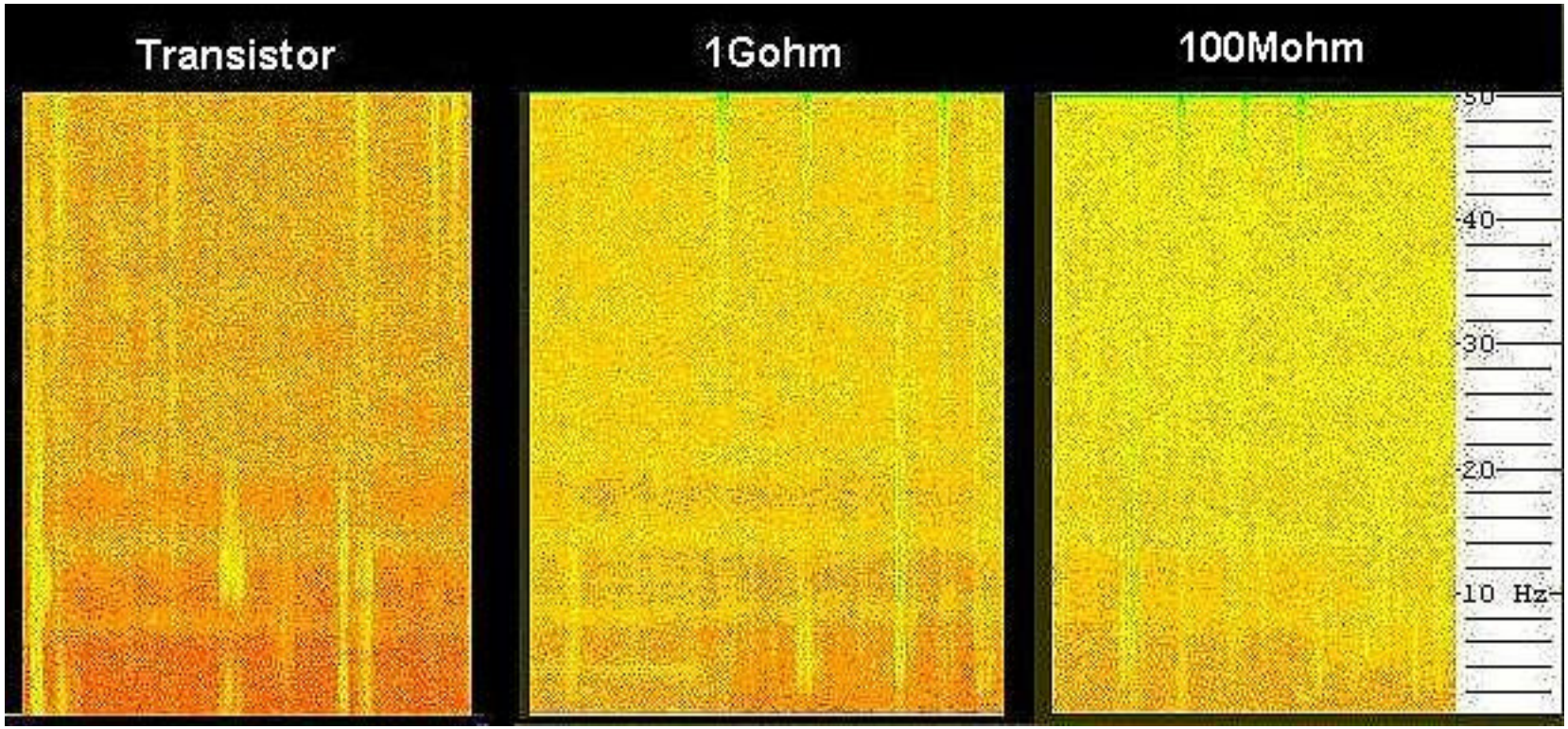
Con scheda audio dedicata



Interno RX valvolare

Note pratiche di ricezione

RUMORE ed adattamento di impedenza

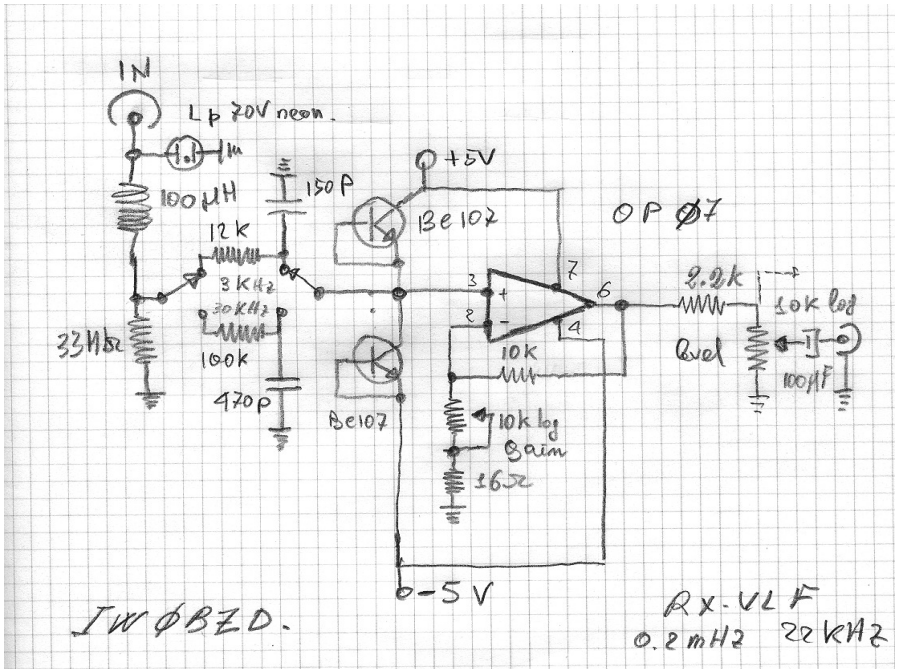


Esempio di ottimizzazione del sistema antenna ricevitore variando l'impedenza di ingresso del ricevitore utilizzando una wips da poco più di un metro. Lo spettro visualizzato è 0/50Hz, il ricevitore di campo elettrico è il valvolare.

Il rumore presente in banda è causato da tanti fattori, primo fra tutti dalla caratteristica stessa della banda. Una regola essenziale per minimizzare il rumore è quella di ottenere per quanto possibile un perfetto adattamento di impedenza fra antenna e ricevitore.

Un piccolo e robusto stilo, se ben adattato, consente di vedere in modo chiaro le Risonanze di Schumann. Per adattare l'antenna è necessario intervenire sulla resistenza di ingresso del ricevitore. Ricordiamoci che uno stilo di un metro presenta una impedenza elevatissima a queste frequenze (da diverse centinaia di Mohm a qualche Gigaohm). Mentre un lungo coassiale, costituente una elevata capacita con un "cappello capacitivo" posto alla sommità, avrà una impedenza più bassa (da qualche megaohm ad un centinaio di megaohm) .

Schema elettrico ricevitori



Ricevitore campo elettrico 02.milliHz /22KHz

Ricevitore dotato di filtro ingresso con due selezioni

Limitatore a 3KHz

Limitatore 22KHz

Guadagno regolabile

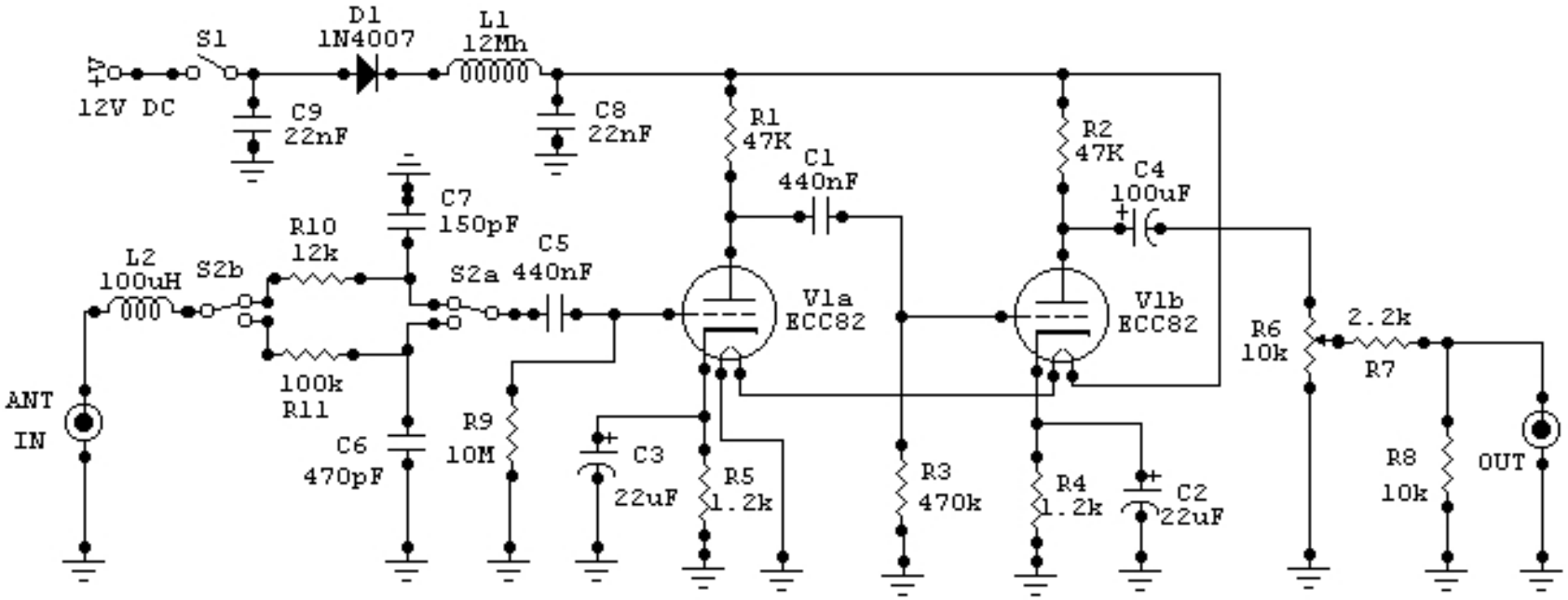
Ampiezza uscita regolabile

Usa un OP07 simile al classico 741 ma con una cifra di rumore estremamente bassa

Impedenza di ingresso adattabile

Accoppiamento in DC eliminabile se necessario.

VALVOLARE



Ricevitore valvolare dotato di filtri ingresso con taglio a 3KHz e 22KHz a guadagno fisso, amplificazione media, regolazione livello uscita, alimentato a 12V, assorbimento irrisorio. Caratteristica principale assoluta linearità e silenziosità da pochi Hz fino a 22KHz. Impedenza antenna adattabile intervenendo sul valore di R9. Per aumentare la dinamica C1 e C5 possono essere portati fino a 1uF.

Non è un RX sensibile come quello con operazionale, ma gli scopi a cui è dedicato sono diversi, viene impiegato dove è importante lavorare al di sotto del noise di banda

Collegamento alla scheda audio.

Per evitare i rientri di rete attraverso il PC si utilizza un sistema di accoppiamento audio del “Line-in” della scheda audio verso il ricevitore VLF isolato galvanicamente.

L’isolamento galvanico si ottiene mediante un trasformatore da circa 600ohm con rapporto 1/1.

In questo modo riusciamo ad avere una certa pulizia di segnale tale da consentire la ricezione netta della 50Hz di rete visibile come una unica riga presente sullo spettrogramma.

È chiaro che in caso di forte umidità e pioggia le cose potrebbero drammaticamente cambiare. Al variare dei coefficienti di isolamento degli elettrodotti e della conducibilità dell’aria avremo dei forti “spike” di tensione visibili chiaramente sullo spettrogramma, ma questo non ci dovrebbe creare problemi in quanto in questi casi è più prudente scollegare tutto per precauzione.

Per verificare la bontà dell’accoppiamento dei singoli componenti del sistema di ascolto possiamo utilizzare proprio il segnale della 50Hz captata dal ricevitore.

Se riceviamo una sinusoide perfetta priva di creste e distorsioni il sistema funzionerà correttamente

Se invece vediamo una sinusoide scomposta ed irregolare ci sono sicuramente problemi di accoppiamento.

Attenzione: il trasformatore non è un elemento lineare, quindi la sua risposta agli estremi di banda potrebbe essere molto diversa a secondo del componente utilizzato.

Per la visualizzazione della sinusoide si può impiegare direttamente il monitor di ingresso presente sul software che impiegheremo per la ricezione VLF o un qualsiasi oscilloscopio a bassa frequenza, anche di tipo software scelto fra i vari freeware presenti su internet.

Schede audio e BF

Una ultima nota riguarda la scheda audio: per la ricezione delle VLF va bene qualsiasi scheda audio, ma una certa attenzione non guasta soprattutto se siamo interessati alle SLF.

Dovendo trattare segnali compresi fra pochi milliHz ed un centinaio di Hz non tutte le schede presenti sul mercato hanno un comportamento lineare o comunque amplificano correttamente al di fuori della banda audio a cui sono destinate.

Ho avuto modo di testare una scheda audio commerciale esterna su porta USB ed ho notato la differenza che è data sia dalla qualità dell'hardware sia dalla qualità dei driver software forniti a corredo.

La scheda audio esterna, essendo vista dal sistema come una seconda scheda audio, consente di assegnarla in modo preferenziale ed impiegarla per la visualizzazione delle VLF in modo dedicato senza necessità di ritoccare i parametri di settaggio software, lasciando la scheda a bordo del PC dedicata alle altre attività della macchina.

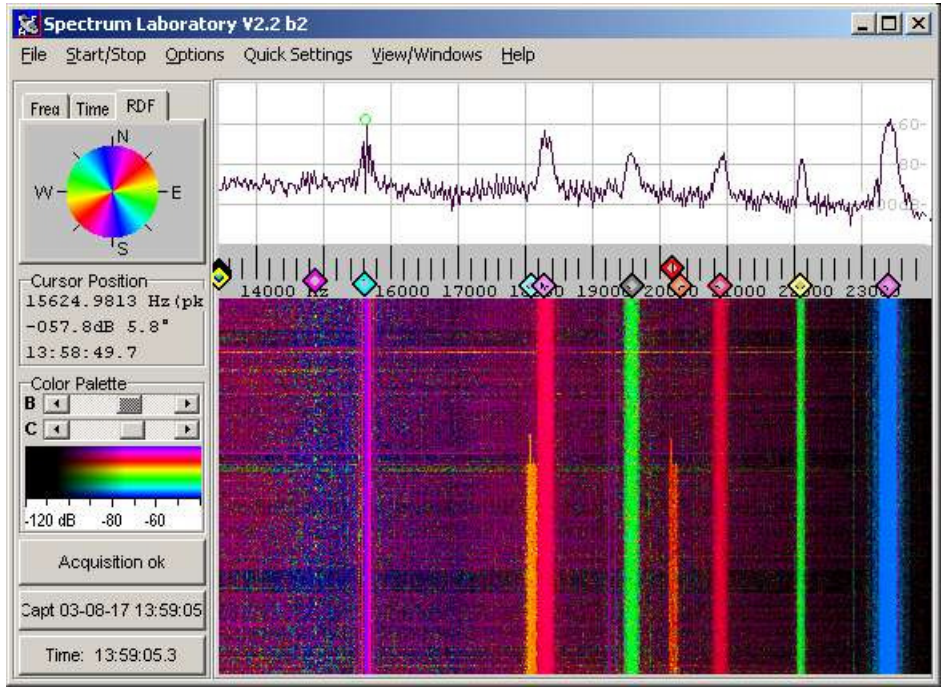
Teniamo sempre presente che molte caratteristiche proprie delle schede audio non servono per i nostri scopi, anzi sono dannose. Vanno esclusi dalla catena software: surround, equalizzatori di ambiente e tutte quelle "finezze" oggi presenti sulla maggior parte dei driver software che accompagnano le moderne schede audio. Anche i suoni di sistema vanno eliminati, pena trovarseli mixati allo spettrogramma.

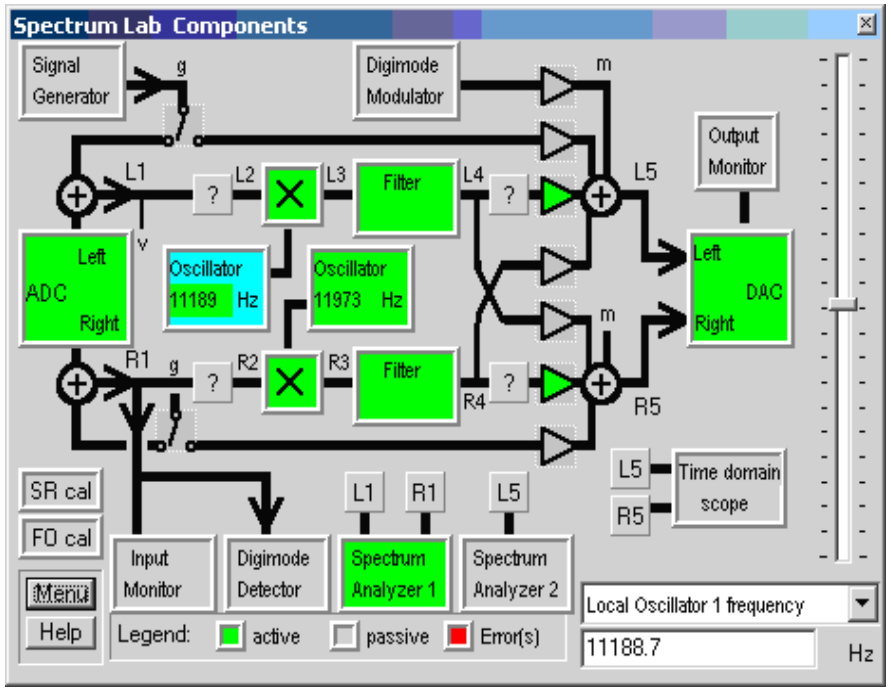
Una soluzione è impiegare i driver ASIO, sviluppati per ridurre la latenza nei sistemi che servono gli studi di registrazione professionali. I driver sono freeware e funzionano molto bene con la maggioranza delle schede audio di mercato. I risultati in termini di latenza sono sorprendenti: con una scheda commerciale si passa da 700ms a 12ms.

Software

DL4YHF's Amateur Radio Software: Audio Spectrum Analyzer ("Spectrum Lab")

www.qsl.net/dl4yhf/spectra1.html





Altri metodi avanzati: monitoraggio livello emittenti in banda VLF fra 16KHz 78KHz

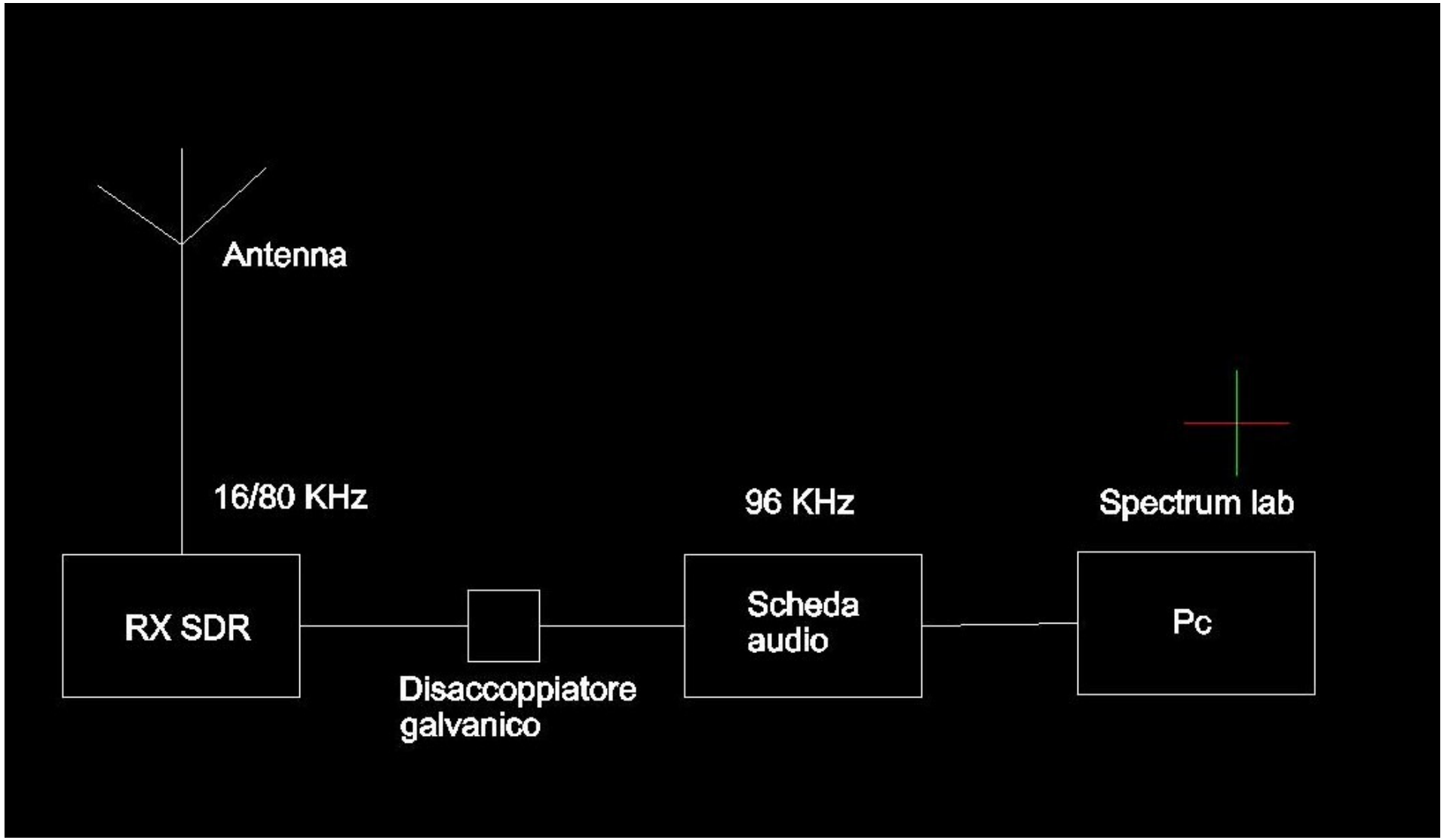
Un sistema nuovo, molto avanzato, prevede la ricezione non più dei segnali EM emessi direttamente dalle faglie ma sfrutta l'effetto degli stessi su altri segnali.

Nel corso degli anni si è osservato che prima di un evento sismico esistono spesso delle repentine variazioni di segnale rilevabili su stazioni riceventi.

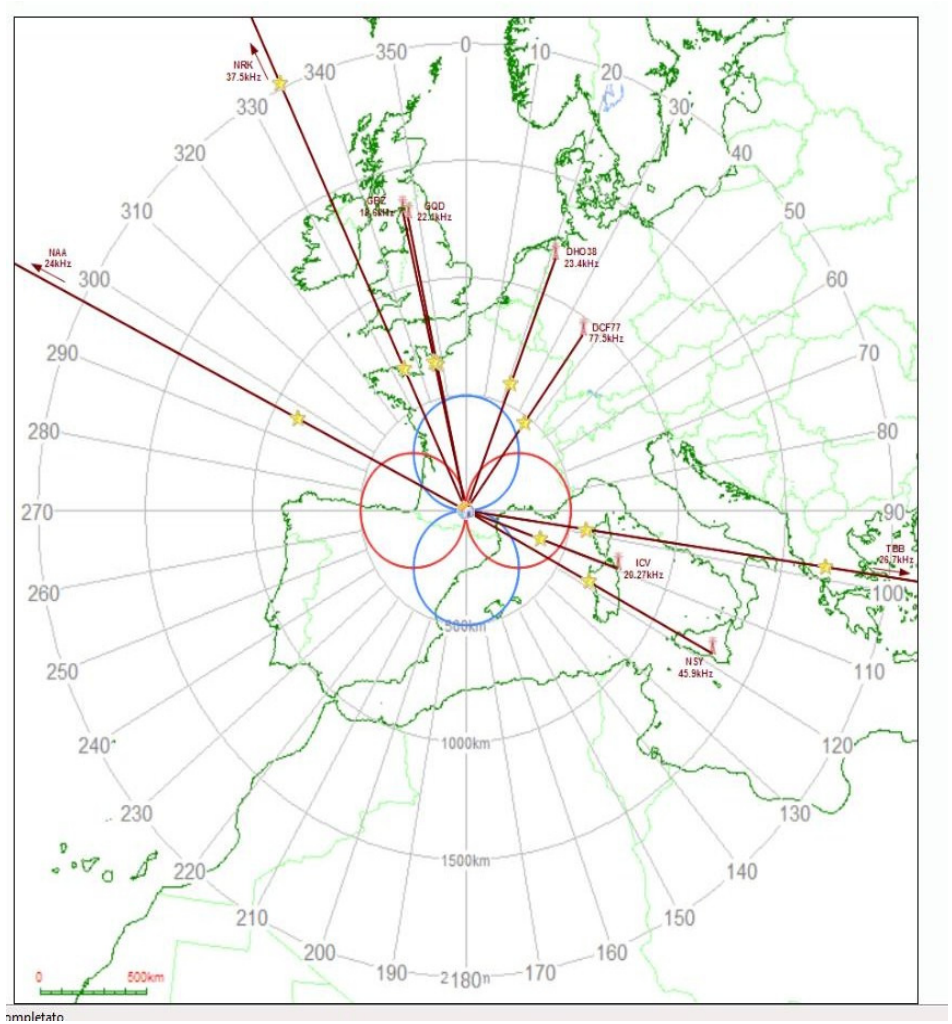
In pratica si è avuto riscontro del fatto che se abbiamo un ricevitore sintonizzato su una stazione radio trasmittente remota, e la direttrice che congiunge i due sistemi passa in prossimità di una zona epicentrale si verificano variazioni apprezzabili del segnale ricevuto.

Tale sistema definito a correlazione presenta di per se molti vantaggi.

- Molto semplice da gestire
- Il software esiste già ed è freeware
- Può impiegare un qualsiasi ricevitore che copra lo spettro interessato
- Si presta molto bene all'impiego delle tecnologie SDR a bassissimo costo
- Si monitorizza un unico parametro certo



Sistema Ricevente per monitoraggio simultaneo dei livelli di segnale in banda VLF



L'idea di progetto prevede di monitorare un certo numero di stazioni sufficientemente stabili ed abbastanza prossime di frequenza dislocate a raggiera intorno ad una stazione ricevente.

Ricevere detti segnali e plottarli con un grafico giornaliero che rileva le intensità medie per ciascuna emittente.

L'andamento della curva non sarà mai continuo ma ha comunque sempre una certa forma definita e periodica influenzata dalle variazioni della propagazione ed dal passaggio dal giorno alla notte.

I segnali dovrebbero seguire sempre lo stesso andamento diversificato solo dalla loro posizione geografica rispetto all'avanzamento della "gray line". Una sostanziale variazione di forma di questa curva rispetto alle altre ci potrebbe suggerire l'approssimarsi di un evento sulla direttrice interessata alla variazione.

Questo sistema ha anche il vantaggio di richiedere poche stazioni, ben dislocate, per poter avere una sufficiente e vasta telemetria dell'area interessata.

Call sign	Frequency Hz	*Location*	Locator:
JXN	16400	*Novik, Norway*	JP66wx
VTX	17000	*Vijaya Narayanam, India*	MJ88vj
SAQ	17200	*Grimeton, Sweden*	JO67ec
RDL	18100	*Location uncertain*	
NTS	18600	*Woodside, Victoria, Australia*	QF31lm
GBZ	19600	*Anthorn, UK*	IO84iv
NWC	19800	*Harold E. Holt, North West Cape, Exmouth, Australia*	OG78be
FTA	20900	*Sainte-Assise, France*	JN18gn
NPM	21400	*Pearl Harbour, Lualuahei, HI*	BL01wk
HWU	18300	*Rosnay, France also* 21750 22600	JN06or
GQD	22100	*Skelton, UK*	IO84nr
NDT	22200	*Ebino, Japan*	PM52jb
DHO38	23400	*Rhauderfehn, Germany*	JO33tb
NAA	24000	*Cutler, ME*	FN64ip
NLK	24800	*Oso Wash, Jim Creek, WA*	CN98ae
NML	25200	*La Moure, ND*	EN06ti
TBB	26700	*Bafa, Turkey*	KM37pj
NRK/TFK	37500	*Grindavik, Iceland*	HP83su
JJY-40	40000	*Ohtakadoya-yama, Japan*	QM07ki
NAU	40800	*Aguada, Puerto Rico*	FK68jj
NSY	45900	*Niscemi, Italy*	JM77fd
MSF	60000	*Anthorn, UK*	IO84iv
WWWB	60000	*Fort Collins, Colorado*	DN70lq
JJY-60	60000	*Hagane-yama, Japan*	PM53cl
FUG	62600	*La Régine, France*	JN13bj
FUE	65800	*Kerlouan, France*	IN78tp
HBG	75000	*Prangins, Switzerland*	JN36dj
DCF77	77500	*Mainflingen, Germany*	JO40ma

VLF

Lista emittenti

OPERATIVE

16,4 KHz

77.5KHz

Aggiornata 21/12/2009

La scelta delle VLF in questo caso è abbastanza scontata per i seguenti motivi:

- Stazioni stabili in frequenza (stazioni campione di tempo o militari)
- Segnali sufficientemente potenti nell'arco delle 24 ore
- Le emittenti sono abbastanza vicine in frequenza fra loro per essere comprese tutte contemporaneamente nello spettro ricevibile di una scheda audio e software SDR.

Cosa prevede il progetto:

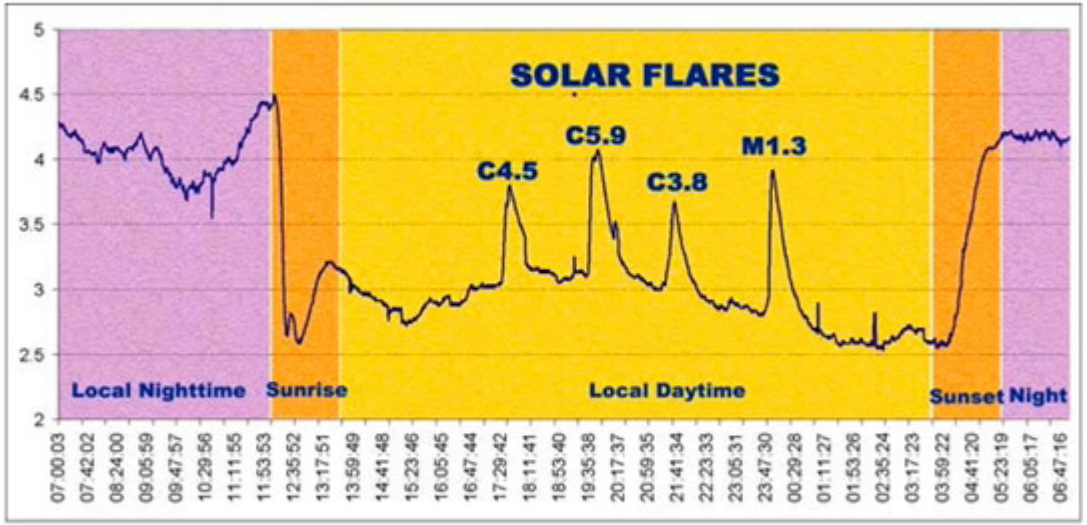
- Antenna il classico stilo (WIPS) o meglio una loop
- Ricevitore a tecnologia SDR di facile realizzazione in quanto deve ricevere una sola frequenza centrale di 38KHz
- Una scheda audio con un campionamento sufficiente a coprire lo spettro di interesse

  98KHz coprono 44KHz di banda

  196KHz copriono 98KHz di banda
- Personal computer
- Software Spectrum Lab

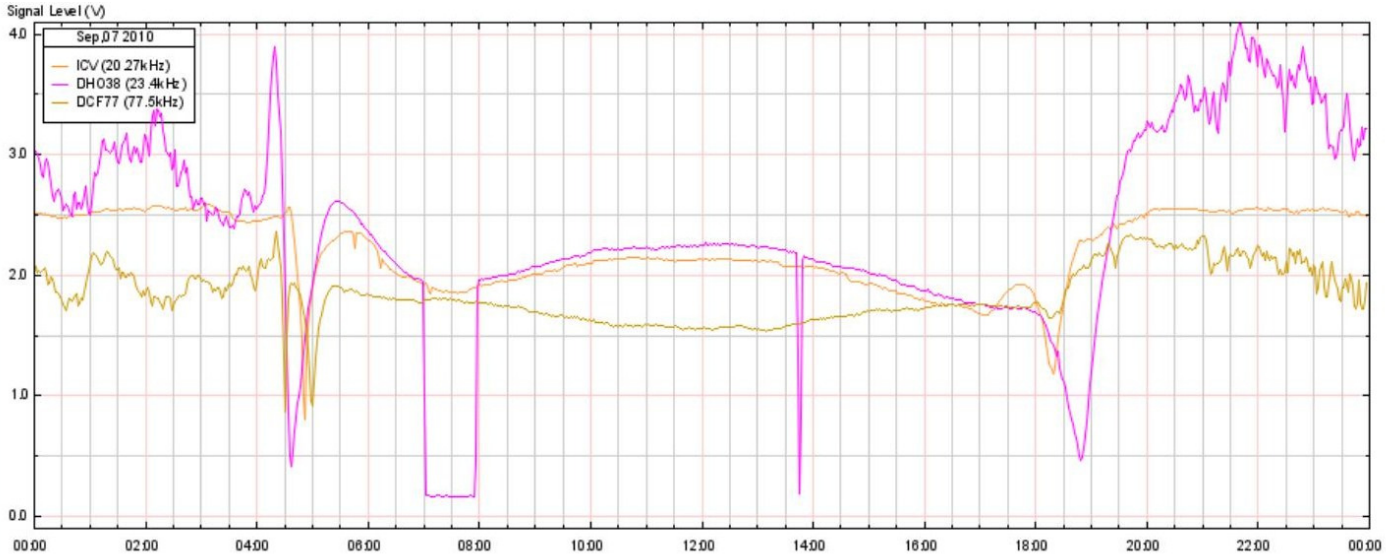
Analogie con il progetto SID MONITOR (Sudden Ionospheric Disturbance)

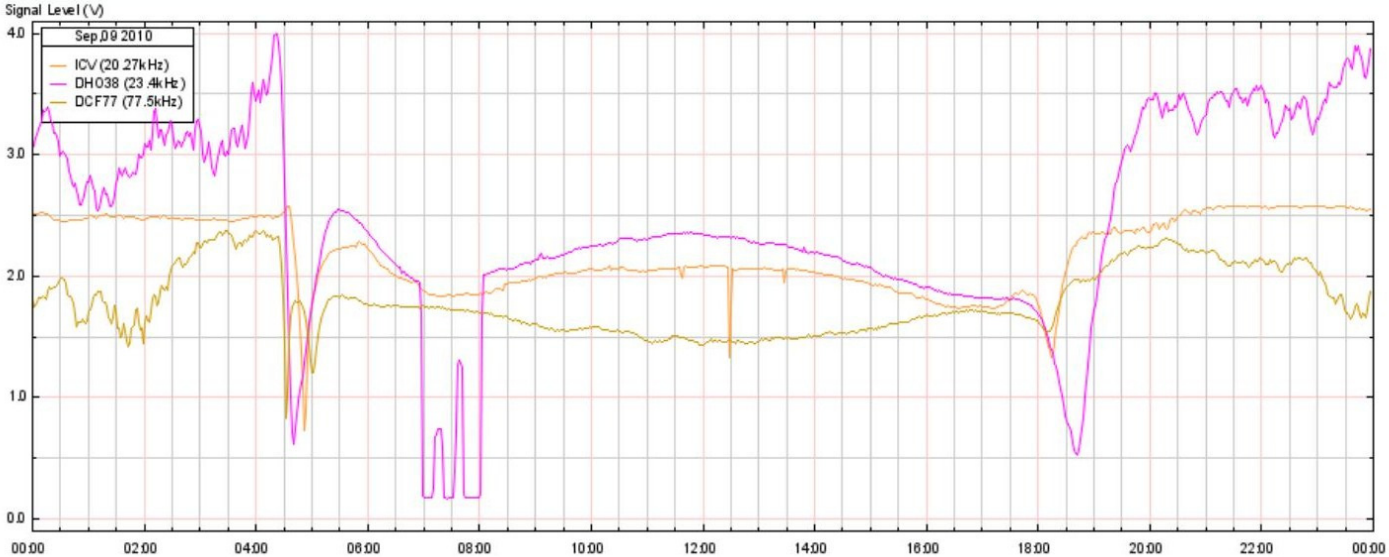
Un sistema analogo viene impiegato per il monitoraggio dell'attività del Sole (brillamenti, emissioni di massa coronale)



Il progetto studia l'influenza che questi eventi possono avere sull'atmosfera Terrestre, sui satelliti di comunicazione e ricerca, sui sistemi di trasmissione dell'energia. Il SID monitor (Sudden Ionospheric Disturbance) è uno strumento che consente di studiare l'influenza dell'attività solare sulla propagazione delle onde radio a bassissima frequenza (VLF).

http://sidstation.lionelloudet.homedns.org/home-en.xhtml


Signal Level (V)
Sep.07 2010
ICV (20.27kHz)
DH038 (23.4kHz)
DCF77 (77.5kHz)
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
00:00
02:00
04:00
06:00
08:00
10:00
12:00
14:00
16:00
18:00
20:00
22:00
00:00


Signal Level (V)
Sep.09 2010
ICV (20.27kHz)
DH038 (23.4kHz)
DCF77 (77.5kHz)
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
00:00
02:00
04:00
06:00
08:00
10:00
12:00
14:00
16:00
18:00
20:00
22:00
00:00

SCOPO DEL PROGETTO

Realizzare un sistema automatico sintonizzato simultaneamente su un certo numero di emittenti VLF stabili.

Il sistema sovra essere in grado di:

- Operare autonomamente h24.
- Effettuare la funzione di plottaggio giornaliero in real time del livello di segnale delle emittenti radio selezionate su diverse frequenze.
- Identificare scostamenti significativi del livello di segnale delle emittenti ed identificare le direttrici interessate tenendo in considerazione le naturali variazioni medie di segnale (es: grey-line)
- Correlare i dati acquisiti con gli eventi sismici rilevati lungo le direttrici acquisite.

NOTE:

- Solo una ripetizione sistematica dell'evento può portare a prendere in considerazione i risultati ottenuti.
- Un evento sismico verificato nella linea di una direttrice porterà ad un istantaneo ristabilimento del livello normale di segnale.

Note propagative del segnale di emittenti in banda 16/77KHz

Il segnale di una emittente in banda VLF si propaga in due modi

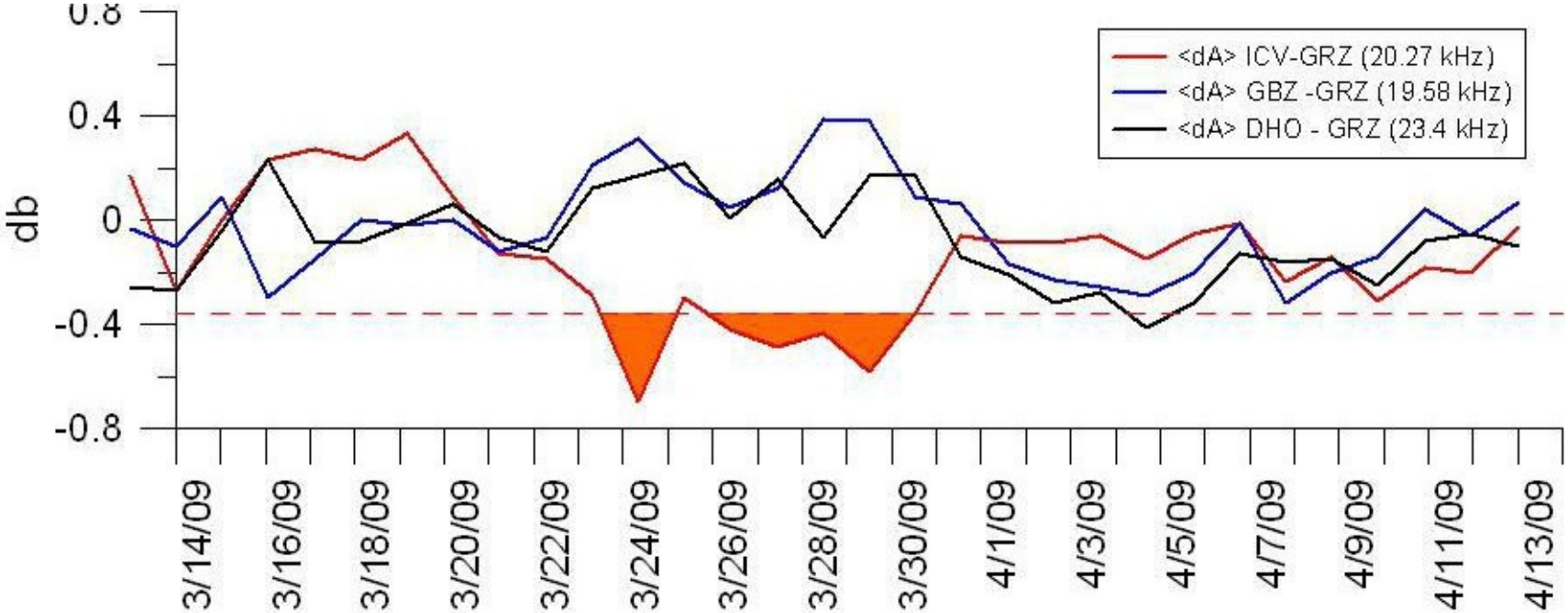
Segnale di terra

Segnale ionosferico

Il segnale che si propaga regolarmente attraverso riflessioni ionosferiche subisce tutte le influenze apportate dall'attività solare, infatti il progetto SID è basato proprio su questo. Subisce effetti del passaggio in grey-line, variazioni cicliche giorno notte, e viene influenzato dai brillamenti solari ed emissioni di massa coronale .

L'attenuazione del segnale è mediamente quadratica come tutti i segnali radio.

La componente del segnale che si propaga via terra, invece, viene influenzata dalle variazioni di tipologia dei materiali attraversati. L'attenuazione media del segnale è lineare. Quindi la componente di terra del segnale che si propaga lungo un direttrice (linea che congiunge il TX con il ricevitore), passando attraverso i materiali crostali superficiali, ne subisce l'influenza.



Anomalies in VLF radio signals prior the Abruzzo earthquake (A. Rozhnoi) - lungo periodo

Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 9, 1727–1732, 2009

Stazione trasmittente ICV dalla Sardegna 20.7KHz ascolto dalla Russia

Come avviene in ottica, un raggio di luce (onda elettromagnetica) viene deviato quando cambia mezzo di propagazione seguendo il fenomeno della rifrazione. Se aumentiamo o diminuiamo la densità del mezzo attraversato ci sarà una conseguente variazione di propagazione del raggio di luce.

Il nostro caso è analogo: l'onda di terra viene influenzata dai materiali attraversati, quindi quando si verificano fenomeni geologici che comportano un aumento della compressione degli strati interessati, con conseguente variazione della densità degli stessi, si avrà una significativa variazione del segnale ricevuto.

Questo metodo previsionale non è nuovo, è uno dei metodi adottati oramai da molti anni, nelle sue possibili variazioni, sia da ricercatori Russi che Giapponesi.

Bibiografia

www.qsl.net/iw0bzd

www.vlf.it

http://sidstation.lionelloudet.homedns.org/home-en.xhtml

www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/9/1727/2009/

http://earthquake.usgs.gov

http://www.ceri.memphis.edu/seismic/heli/

http://www.itacomm.net/ph/manno.pdf

http://www.fesn.org/precursori_sismici.htm

http://www.seis.sc.edu/gee/about.html