

Radioastronomia



Come costruirsi un radiotelescopio

Come posso costruire un radiotelescopio?

Non esiste un'unica risposta a tale domanda, molti sono i progetti che si possono fare in base al tipo di ricerca scelta

Vi illustrerò come noi abbiamo costruito il nostro radiotelescopio

Qual'è il nostro scopo?

Abbiamo costruito un radiotelescopio
per la rivelazione degli sciami
meteoritici

Uno degli scopi dell'esperienza è di
evidenziare una correlazione (su tempi
sufficientemente lunghi) tra il valore medio
delle misure acquisite in una notte e i dati
tabulati dall'almanacco astronomico

Il fenomeno fisico

Il segnale captato dall'antenna, di tipo VLF (very low frequency) è legato ad eventi di ionizzazione più o meno casuali dello strato superiore dell'atmosfera terrestre che causano radiazione elettromagnetica. Lo spazio compreso fra la superficie terrestre e la ionosfera si comporta come una guida d'onda per i segnali VLF i quali, a causa dello strato riflettente ionizzato, rimangono confinati all'interno dell'atmosfera. La radiazione elettromagnetica in questa gamma presenta caratteristiche propagative abbastanza uniformi, con ridotti fenomeni di evanescenza rispetto alle frequenze più elevate. E' possibile studiare fenomeni meteorici attraverso la ricezione della radiazione elettromagnetica incoerente causata dall'impatto dei bolidi con l'atmosfera terrestre.

Quale luogo scegliere?

Prima di incominciare le nostre acquisizioni abbiamo verificato l'effettiva "pulizia" della banda di ricezione nella zona d'installazione del ricevitore. Ogni interferenza e disturbo causato da altri esperimenti all'interno della frequenza interessata avrebbero minato fortemente le misure, già rese difficili dal forte "inquinamento" elettromagnetico che affligge l'atmosfera.

Quale frequenza usare?

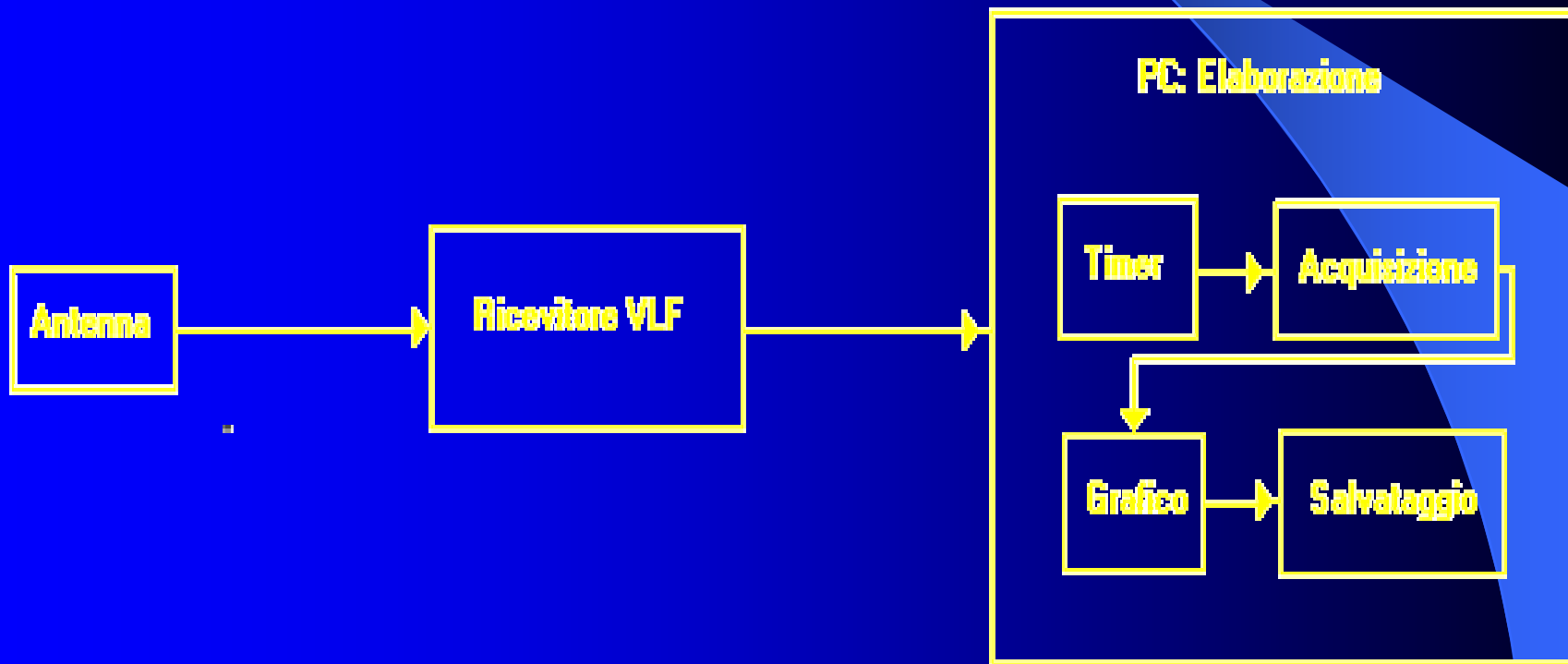
La frequenza scelta per l'esperimento, come già detto, varia tra 1.5-7.5 kHz e viene definita VLF. La banda effettiva, per rilevare sciame meteoritici e attività temporalesche, spazia tra

1-13 kHz. I motivi principali di questa scelta sono da imputare al rumore di fondo: infatti a frequenze inferiori agli 1.5 kHz c'è la concreta possibilità di captare disturbi dovuti ad apparecchiature elettroniche; mentre a frequenze superiori ai 7.5 kHz si è riscontrata la presenza di segnali artificiali come quelli trasmessi dalla rete americana Omega (10.30-13.60 kHz) utilizzata per la radiolocalizzazione dei sommergibili in navigazione.

E il rumore di fondo?

Questi segnali indesiderati nascono nel mezzo trasmissivo e negli apparati: si possono avere interferenze provenienti dall'ambiente circostante, oppure componenti indesiderate originate dallo stesso segnale utile, o da fluttuazioni aleatorie nelle proprietà fisiche del mezzo trasmissivo dei circuiti. Il rumore può avere origine all'interno o all'esterno del circuito che elabora il segnale.

Schema a blocchi dell'apparato



Componenti principali

L'antenna utilizzata è di tipo filare e, anche se è la parte più grande del circuito, non è la più importante dell'apparato.

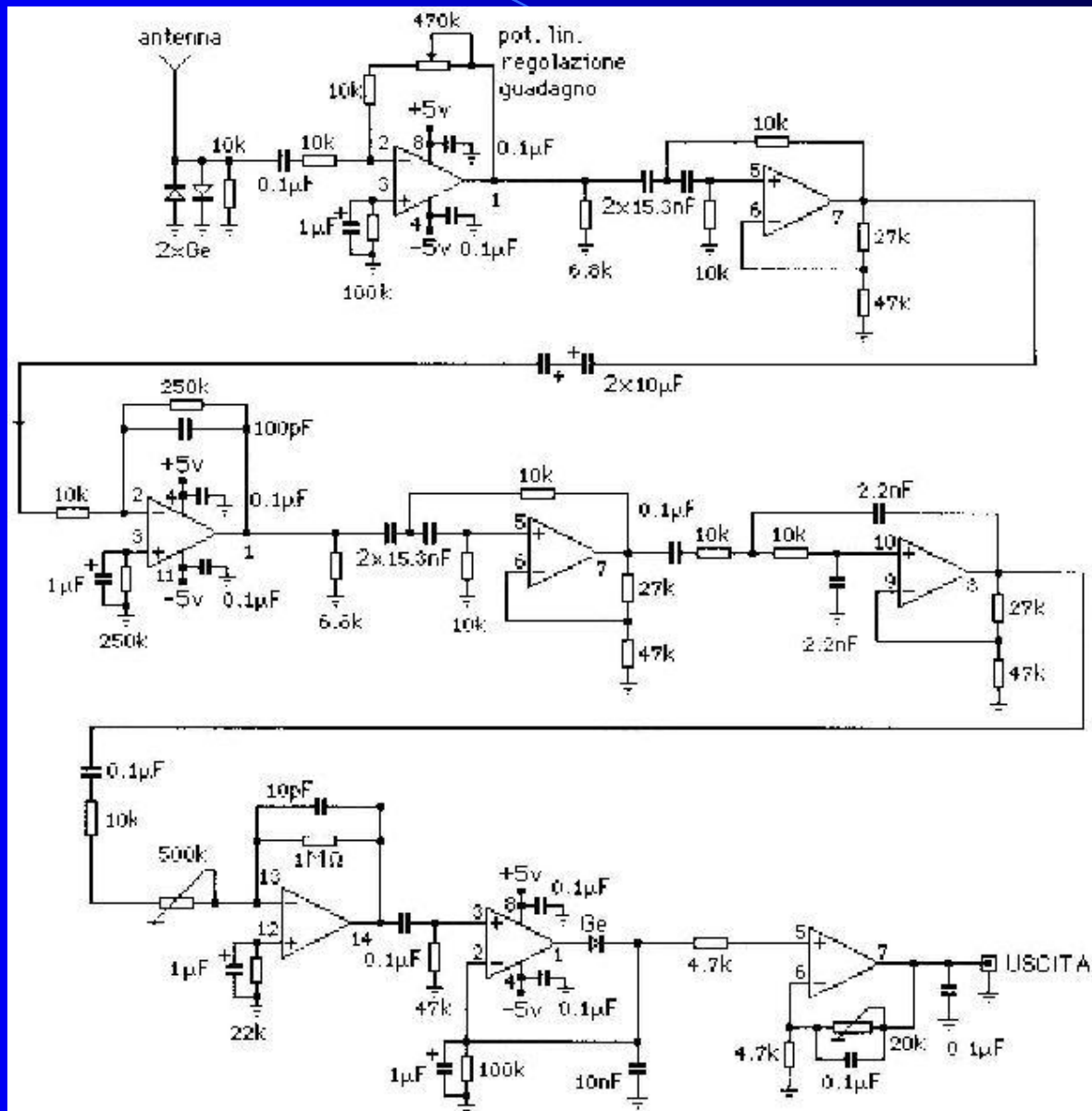
Il ricevitore è un complesso elettronico che ha il compito di selezionare (filtrare), le frequenze sulle quali si vuole lavorare, e permetterne l'amplificazione così da poterne ricavare le informazioni ricercate.

Gli apparati ausiliari fondamentali utilizzati sono l'alimentatore, la scheda acquisizione dati, il PC.

Antenna

La configurazione dell'antenna è quella che comunemente viene indicata come filare. Si tratta di un comunissimo filo elettrico che si usa per impianti civili di sezione pari a 1.5 mmq e della lunghezza approssimativa di 35 m. Tale antenna è stata posizionata ad un'altezza approssimativa di 4 m dal terreno in direzione NO-SE. Considerando che la lunghezza d'onda del segnale ricevuto è in media dell'ordine dei 60 km, possiamo facilmente vedere come tale antenna è solo 1/2000 della lunghezza d'onda incidente. Un'estremità è stata collegata al circuito ricevente, mentre l'altra è stata agganciata ad un isolante.

Circuito



Descrizione

Il circuito utilizzato consta di otto operazionali e dunque di otto diversi elementi. Nel ricevitore è prevista una protezione contro le cariche elettrostatiche che possono localizzarsi sull'antenna e danneggiare il circuito d'ingresso del primo amplificatore operazionale. La protezione consiste in una coppia-clamper di diodi al germanio collegati in opposizione di polarità tra l'antenna e la terra, con in parallelo una resistenza da 10 k Ω . In ogni caso è indispensabile effettuare un ottimo collegamento a terra.

Primo elemento

Il primo elemento è un amplificatore invertente con feedback negativo in cui è posto un potenziometro per poter amplificare, a piacere, il segnale tra le 4 e le 48 volte. Comunque, dopo i primi test si è deciso di posizionare il guadagno al minimo in quanto abbiamo riscontrato una forte attività che tendeva a saturare lo strumento. Si noti che sul pin positivo si è posto in parallelo una capacità ed una resistenza per compensare l'offset dovuto alle correnti di polarizzazione. La resistenza usata deve essere il parallelo tra $470\text{ k}\Omega$ e $10\text{ k}\Omega$.

Secondo elemento

Il secondo elemento è un filtro passa alto che lascia passare tutte le frequenze superiori a 1.5 kHz circa. Subito dopo si trovano due capacità poste in serie che tagliano le componenti continue del segnale ricevuto.

Terzo elemento

Il terzo elemento è un altro amplificatore invertente con feedback negativo ad amplificazione fissa pari a 25 volte. Anche qui sul pin positivo si trovano in parallelo una capacità e una resistenza per compensare l'offset. Il condensatore da 100 pF posto in parallelo con la resistenza da 250 k Ω serve a cortocircuitare i disturbi di frequenza elevata.

Quarto elemento

Il quarto elemento è esattamente identico al secondo. La capacità che lo segue ha il compito di tagliare la componente continua del segnale.

Quinto elemento

Il quinto elemento è semplicemente un Sallen&Key modificato che non lascia passare i segnali con frequenza superiore ai 7.5 kHz. Il fatto che sul feedback negativo si trovino due resistenze da 27 e 47 k Ω fa sì che il filtro amplifichi il segnale di 1.5 volte. La capacità che segue ha il solito compito di tagliare le componenti continue.

Sesto elemento

Il sesto elemento è un amplificatore invertente con feedback negativo con guadagno, regolabile tramite un trimmer, che varia tra 2 e 20 volte. Si è scelto di regolare il guadagno al massimo e il motivo verrà illustrato tra breve. Notiamo come anche in questo caso sul pin positivo sia stato posto un parallelo tra una capacità e una resistenza per compensare l'offset e come alla resistenza di $1\text{ M}\Omega$ sia stata posta in parallelo una capacità da 10 pF sempre con l'intento di cortocircuitare i disturbi causati da frequenze elevate. Notiamo, ormai come di consuetudine, che dopo anche tale stadio si trova una capacità con l'intento di tagliare le componenti continue del segnale.

Settimo elemento

Il settimo elemento è un rivelatore di picco, la tensione d'uscita segue quella in ingresso e mantiene il valore massimo raggiunto per un tempo teoricamente infinito. Se la tensione in entrata supera quella ai capi della capacità, il diodo conduce caricando il condensatore; se la tensione cala, il diodo si interdice e interrompe il circuito di retroazione isolando la capacità dall'uscita. Tale compito è esplicato dal diodo al germanio, elemento importantissimo e insostituibile in quanto il segnale trasmesso per passare deve avere una differenza di potenziale almeno di 0.2 V, valore raggiungibile nel nostro caso posizionando il guadagno al massimo nel sesto stadio. Un diodo al silicio non avrebbe dato gli stessi risultati in quanto lascia passare segnali con differenza di potenziale almeno di 0.6 V.

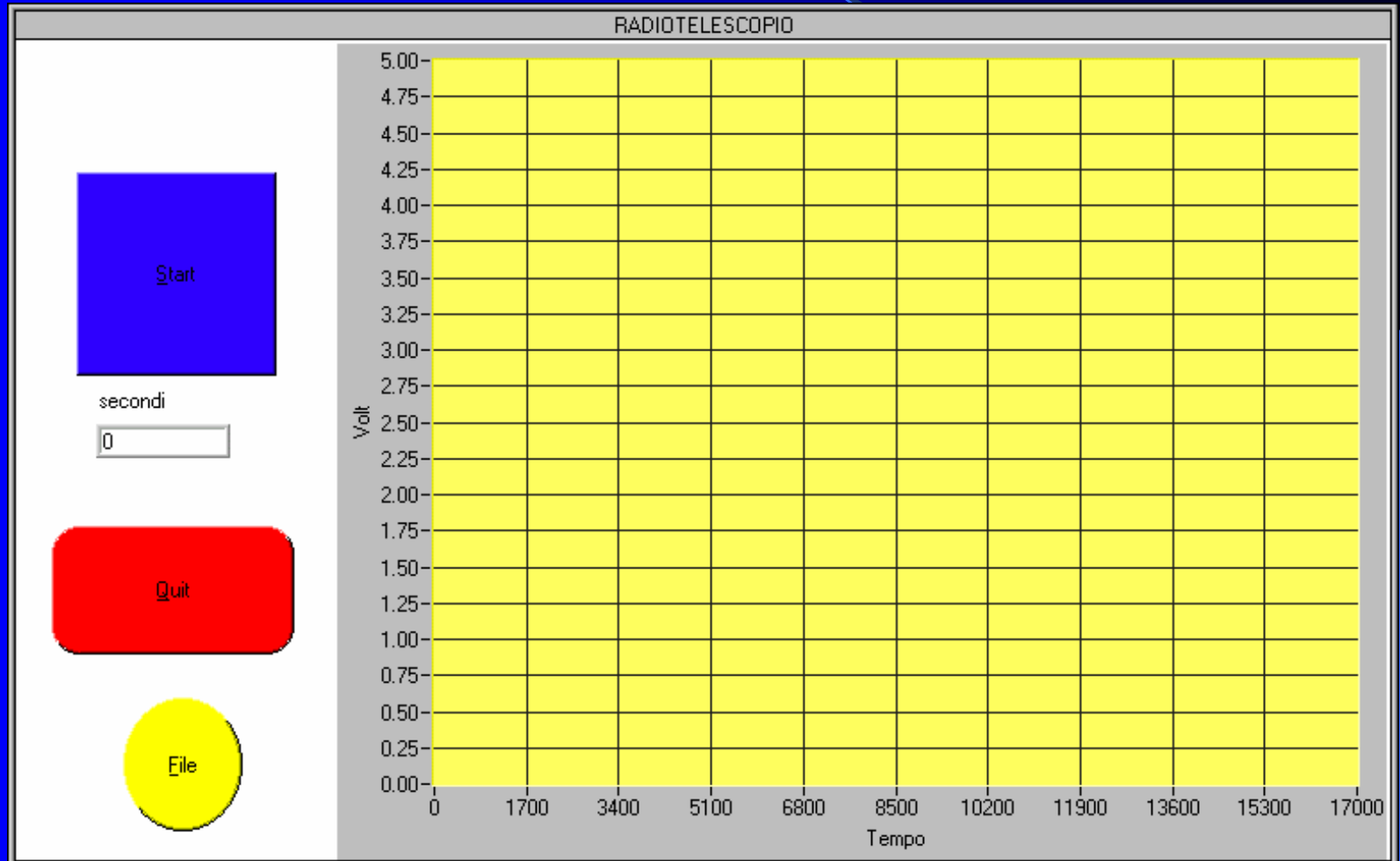
Ottavo elemento

L'ottavo elemento è un integratore non invertente che da' in uscita un valore compreso tra 0 e 5 V. La resistenza da 20 k Ω serve per evitare il caso che un leggero offset nel segnale d'ingresso, o offset intrinseci del 741, tendano a caricare il condensatore, portando la tensione d'uscita a saturazione e dunque minando la funzionalità dell'integratore stesso (la tensione sul condensatore determina infatti quella d'uscita).

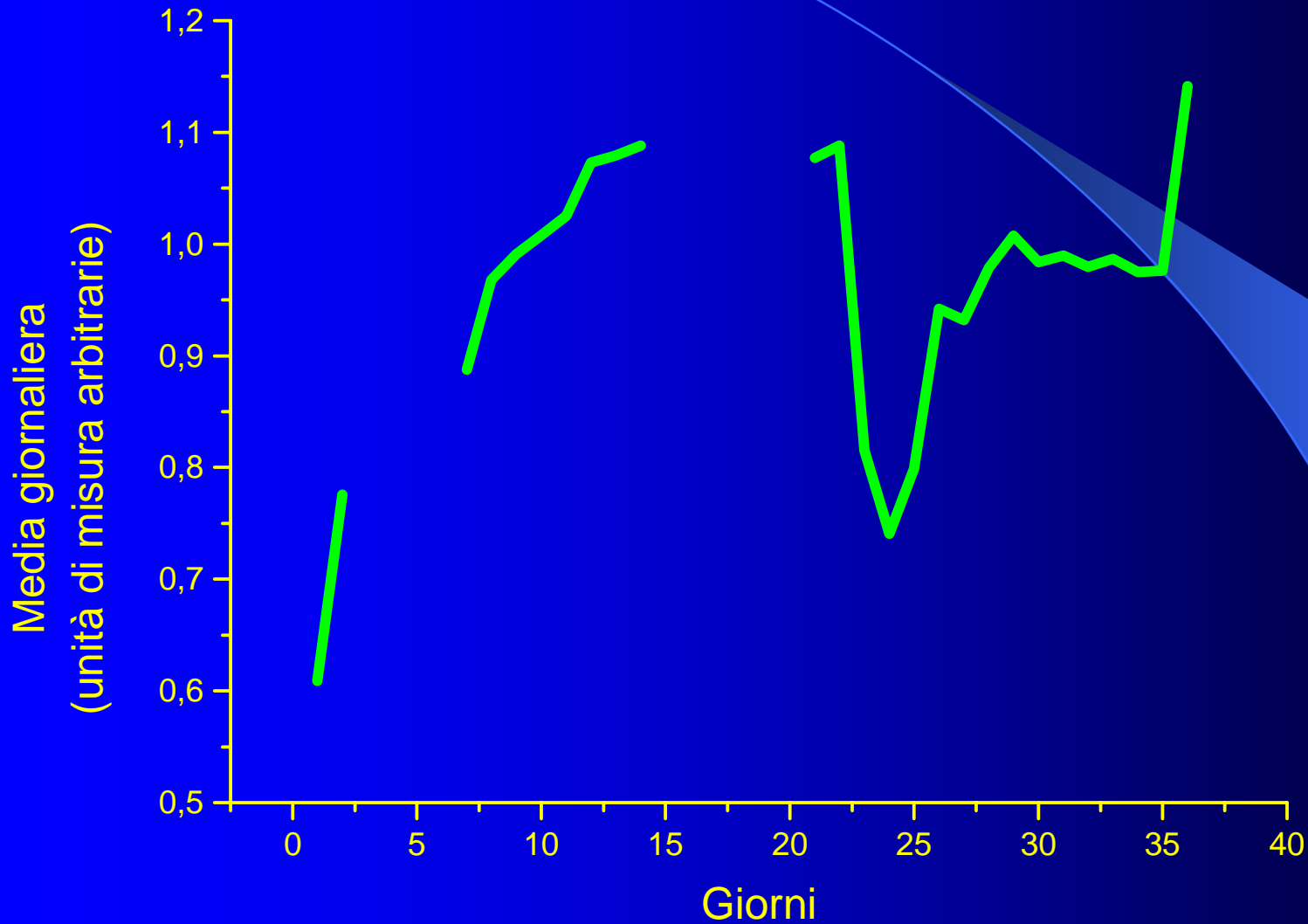
Acquisizione

Il circuito è alimentato da un generatore di corrente con tensione in uscita pari a 5.000 ± 0.005 V, stabile entro l'uno per mille, caratteristica indispensabile di un alimentatore per radioastronomia. Il segnale viene captato dall'antenna che, collegata al ricevitore VLF, trasforma l'energia elettromagnetica incidente in una differenza di potenziale (segnale utile). Tramite il ricevitore, costituito da apparati elettronici che amplificano il debole segnale fornito dall'antenna, i valori di differenza di potenziale vengono acquisiti dalla scheda elettronica che li trasmette al PC.

Pannello principale



Andamento esperimento



(il numero 1 è identificativo del giorno 22/06/2000)

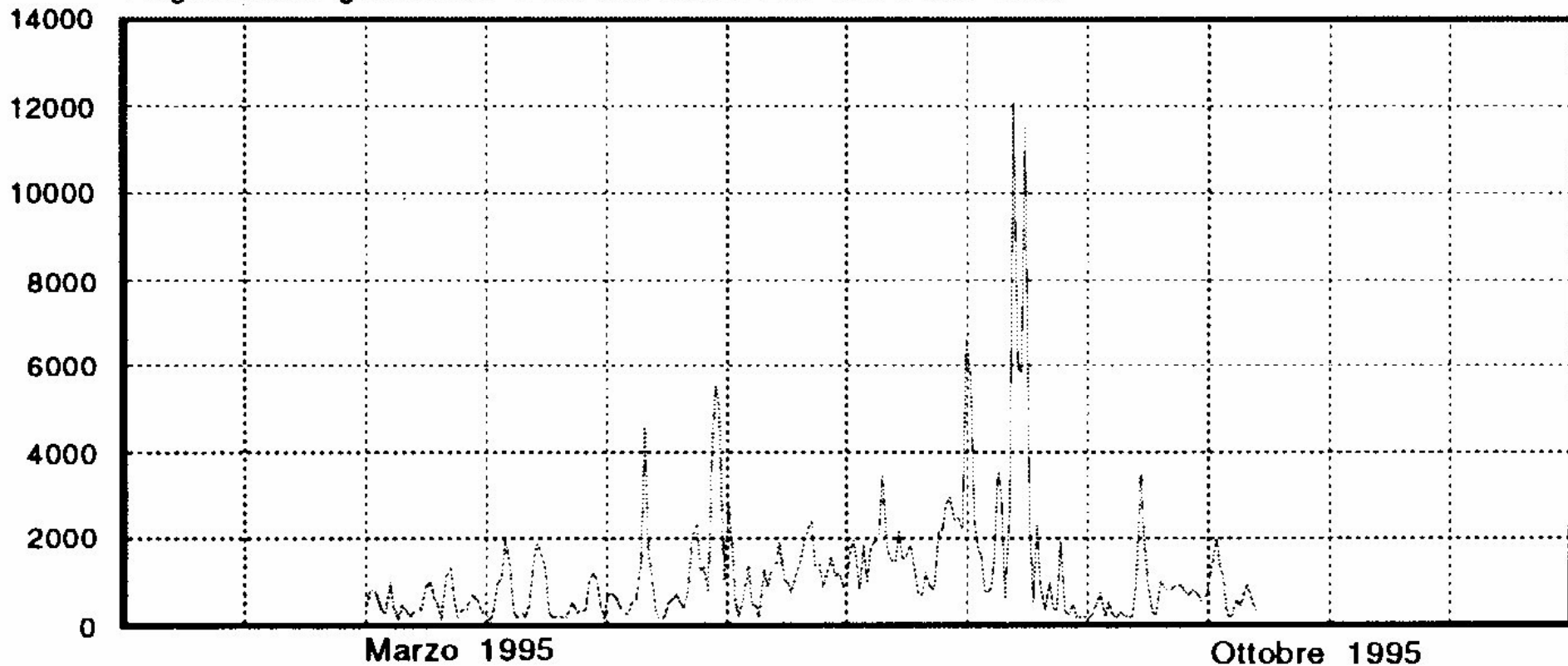
Correlazione valori

Data	Media Registrata	Evento	Data	Media Registrata	Evento
			12-lug	1,07721	
22-giu	0,60879		13-lug	1,08813	Beta CAP ZHR=2
23-giu	0,7758	Temporale	14-lug	0,81546	
			15-lug	0,74056	
28-giu	0,88764		16-lug	0,7989	
29-giu	0,96761	Rho SGR ZHR=14	17-lug	0,94202	AQL ZHR=5
30-giu	0,99093		18-lug	0,9319	Omicron DRA ZHR=5
01-lug	1,0079		19-lug	0,97893	
02-lug	1,02541		20-lug	1,0074	Alpha CYN ZHR=8
03-lug	1,07281		21-lug	0,98386	
04-lug	1,07918	Temporale	22-lug	0,98961	CAS ZHR=4
05-lug	1,08822	Gamma DRA ZHR=3, VUL ZHR=3, Temporale	23-lug	0,97963	
			24-lug	0,98672	Alpha CAP ZHR=17
			25-lug	0,97489	
			26-lug	0,97611	
			27-lug	1,14148	CYN* ZHR=9

Cosa dovremmo trovare?

Radiazione VLF [1.5 - 7.5 KHz]

Registrazioni giornaliere dalle ore 01.00 alle ore 04.00 GMT



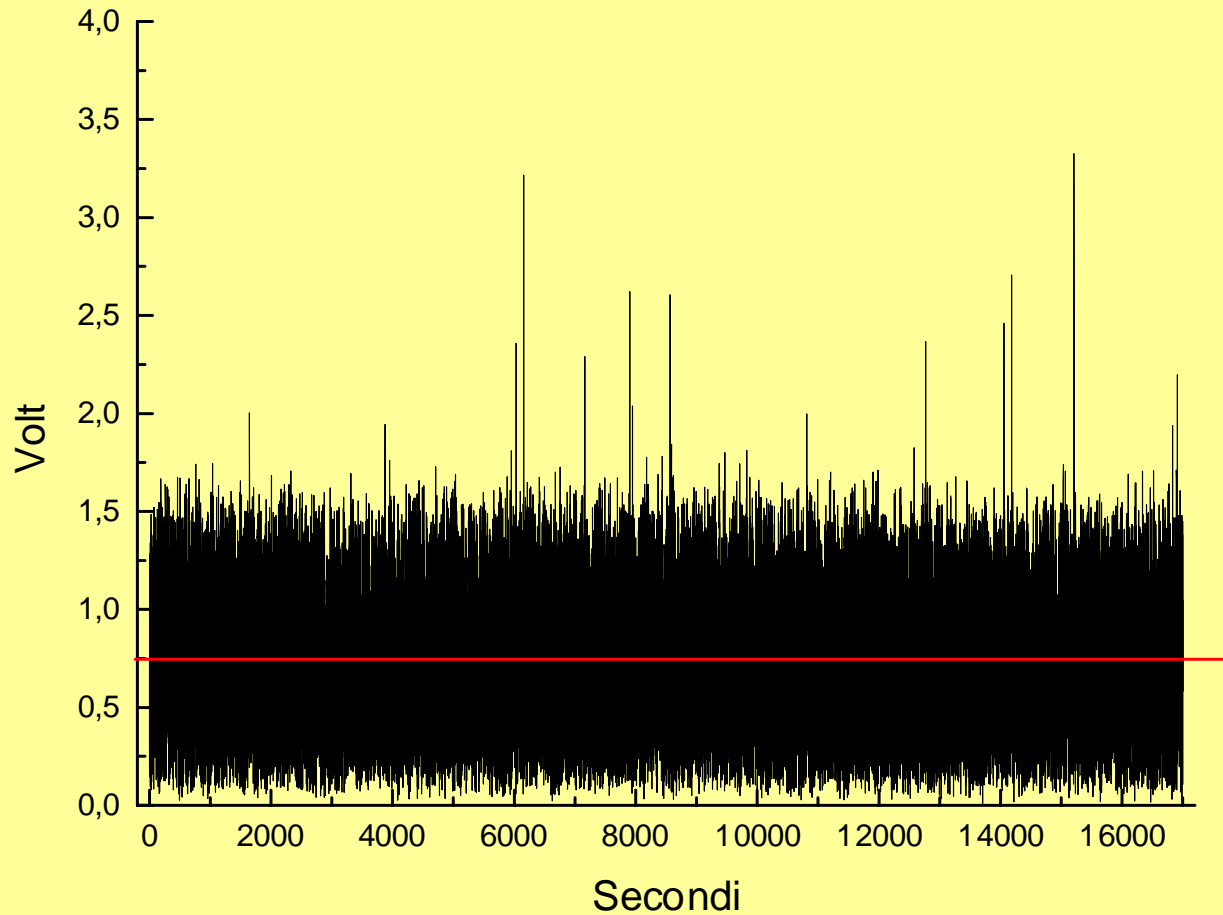
Marzo 1995

Ottobre 1995

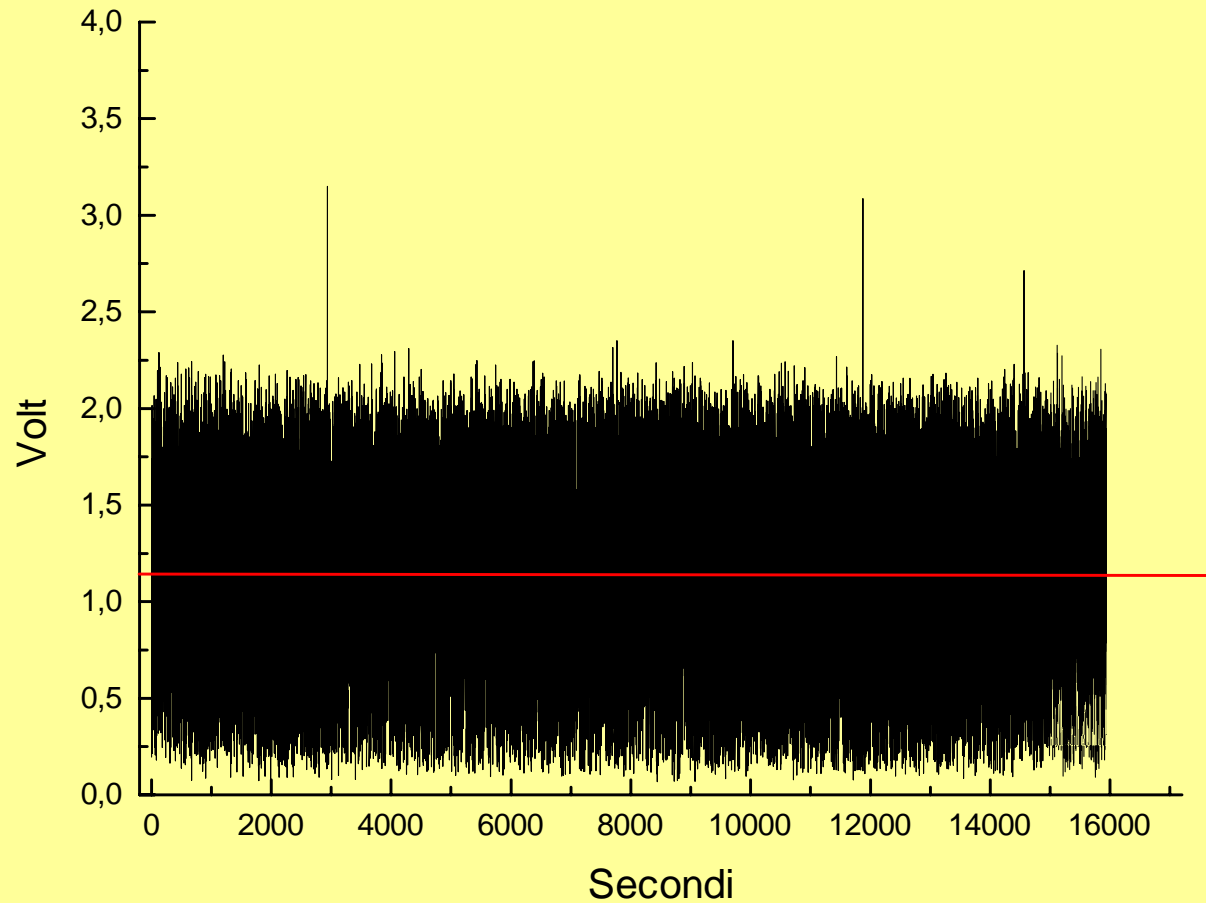
Fulmini o meteore?

Tale strumento è stato costruito e concepito per l'individuazione degli sciami meteoritici, tuttavia esso è in grado di captare fulmini, scosse sismiche e in generale qualsiasi segnale operi nella frequenza di lavoro. Solo uno studio dei dati permette di distinguere tali fenomeni.

Attività normale



Massimo sciame meteoritico



Attività temporalesca

