

In un'era a così alta tecnologia, gli spazi di sperimentazione ancora accessibili agli appassionati di radio frequenza rimangono ben pochi. Se da una parte sofisticati componenti elettronici quali i processori sono diventati talmente diffusi da risultare inflazionati e presto obsoleti, dall'altra componenti in passato comuni sono usciti dal processo produttivo dei beni di consumo diventando rari e conseguentemente preziosi. Per chi ancora ama sperimentare con il

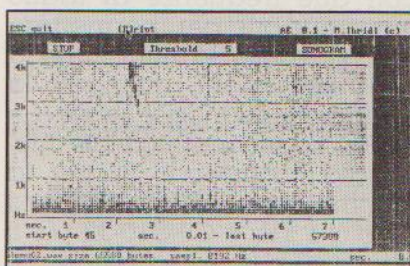
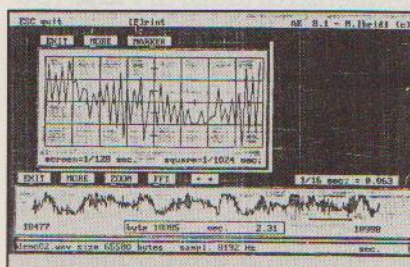
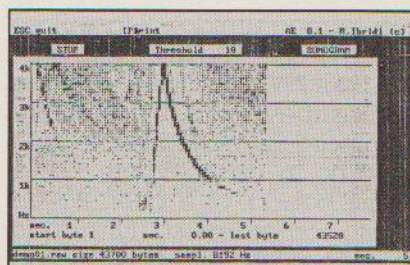
Radio. Emissioni a radio frequenza generate da fenomeni naturali non ancora pienamente compresi e immenso terreno di ricerca anche per i ricercatori dilettanti, sono frontiera che è ancora possibile affrontare con mezzi limitati e tanta passione.

In queste pagine verrà presentato un ricevitore adatto allo studio della fenomenologia Natural Radio delle **ELF** e di facile realizzazione. A completamento di tale progetto è disponibile il software (**Ms-Dos** con scheda

ELIRCA 2, RX per ELF

di Marco Ibridi I4IBR

Alcune schermate del software AE per l'analisi spettrale delle emissioni ELF



saldatore in mano, poche sono le possibilità di competere a livello prestazionale (ovviamente al giusto compromesso economico) con il più modesto dei prodotti «consumer» che il mercato delle radiocomunicazioni offre. Ma è proprio dove il mercato non è ancora arrivato che si affaccia la frontiera che più affascina lo sperimentatore del mondo hertziano. E le **ELF** (**E**xtremely **L**ow **F**requency) sotto i 3 kHz sono una di queste frontiere. È in questa banda di frequenze (sconfinando nelle VLF sin verso i 10 kHz) che si manifestano le affascinanti emissioni Natural

audio) per l'analisi spettrale delle emissioni **ELF**, che potrà essere richiesto all'autore.

Descrizione

Il ricevitore è composto come dallo schema a blocchi di fig. 1.

L'elemento fondamentale è costituito dall'amplificatore in configurazione **cascade** microamp che impiega i FET T1 e T2. Dotato di alta impedenza di ingresso (circa 1,2 MΩ) esso, data la particolarità della gamma ricevuta, determina le caratteristiche fondamentali del ricevitore.

Fig. 1 - Schema a blocchi rx ELF ELIRCA 2

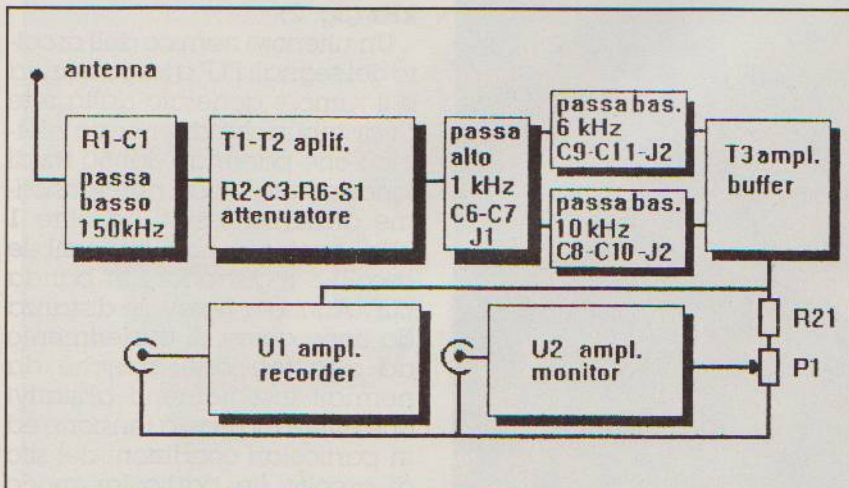
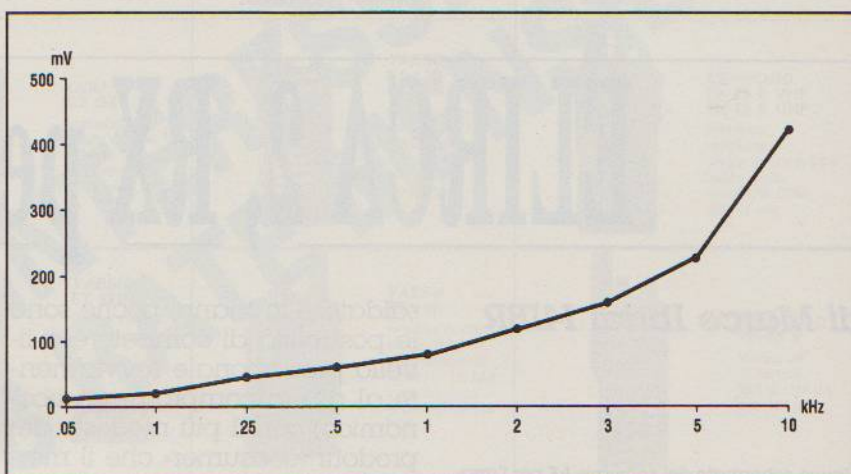
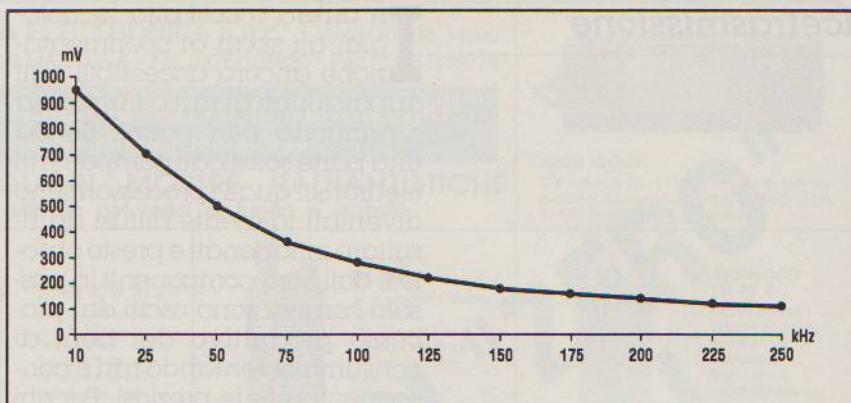
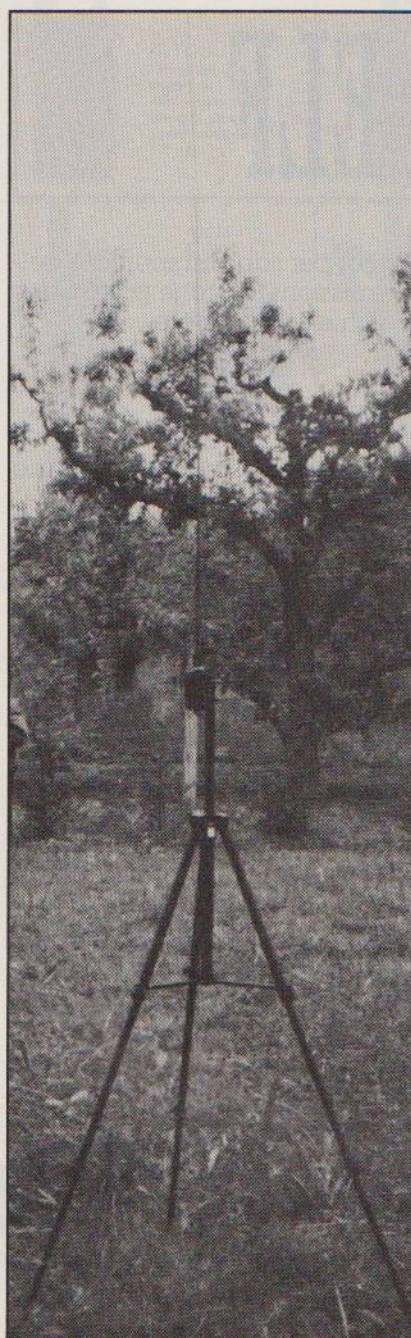


Fig. 2 - Filtro passa basso - $f_o = 150 \text{ kHz}$

Fig. 3 - Filtro passa alto - $f_o = 1 \text{ kHz}$

re: basso rumore di fondo, buona amplificazione ed ampia banda passante. Poiché una eccessiva amplificazione può essere controproducente a queste frequenze generando autoscillazioni di tipo Larsen dovute all'effetto pick-up dell'antenna, è previsto un attenuatore ottenuto mediante controreazione. (R2-C3-R6-S1).

Vista l'alta impedenza di in-



gresso e l'enormità delle lunghezze d'onda in gioco, l'antenna non potrà che essere aperiodica e di ridotte dimensioni per evitare la saturazione dello stadio amplificatore, da parte dei forti segnali BC (broadcasting) presenti in gamma OL ed OM. A tal scopo è stato applicato un filtro di ingresso passa-basso (R1-C1) con frequenza di taglio di **150 kHz** (fig. 2).

Un ulteriore nemico dell'ascolto dei segnali ELF a larga banda è il rumore generato dalla rete di distribuzione di energia elettrica che partendo dai **50 Hz** di fondamentale con numerosissime armoniche sino ad oltre **1 kHz**, spesso rende impossibile ascolti e registrazioni in banda ELF. Anche a notevole distanza da linee aeree di trasferimento ad alta tensione, nonché da normali insediamenti abitativi che utilizzano bassa tensione ed in particolari condizioni del sito di ascolto (in particolar modo

con terreno umido), il fastidioso ronzio di corrente alternata ricopre i deboli segnali ELF. Pur con la consapevolezza di non potere eliminare completamente tale disturbo in un ricevitore ELF a larga banda, si è ottenuto un giusto compromesso utilizzando un filtro passa-alto passivo con frequenza di taglio di **1 kHz**. (C6-C7-J1), fig. 3.

Data l'ampia banda passante dello stadio amplificatore d'ingresso è stato necessario inserire un filtro passa-basso a valle del precedente filtro passa-alto, ottenendo così un completo stadio passa-banda. Il filtro passa-basso utilizzato è stato configurato con due frequenze di taglio commutabili per permettere l'ascolto delle stazioni Omega ($f=10 \text{ kHz}$) o per restringere la banda eliminando le stesse ($f=6 \text{ kHz}$). La sezione circuitale interessata comprende S2 per la commutazione, C9-C11-J2 per il filtro a 6 kHz e C8-C10-J2 per il filtro a 10 kHz.

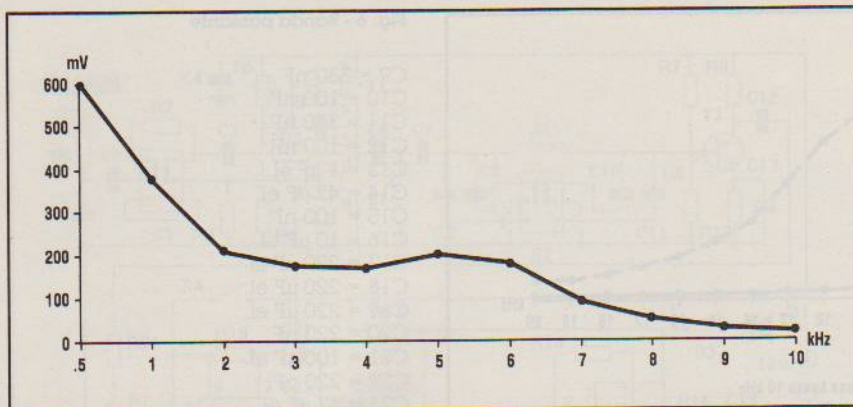


Fig. 4 - Filtro passa basso - $f_o = 6$ kHz

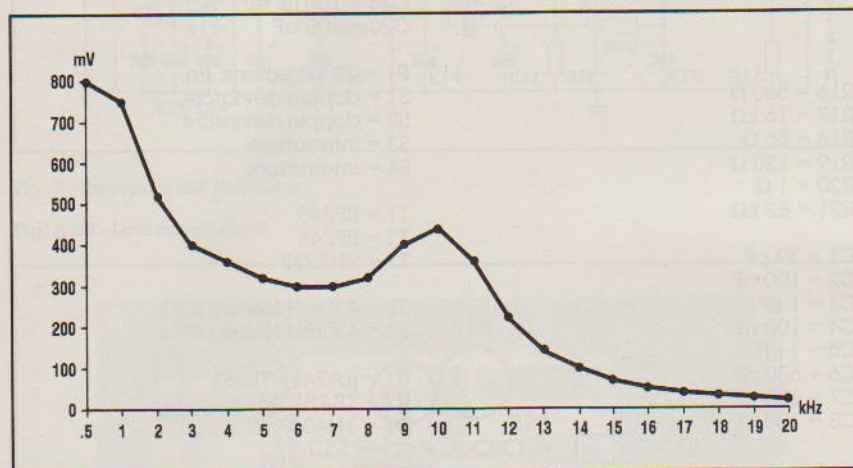


Fig. 5 - Filtro passa basso - $f_o = 10$ kHz

In fig. 4 e 5 sono riportate le curve di risposta dei due filtri, mentre in fig. 6 è riportata la banda-passante complessiva.

Per compensare le perdite dei filtri passivi visti nelle precedenti sezioni circuitali, all'uscita del passa-banda troviamo lo stadio amplificatore buffer con T3 in uscita su carico costante rappresentato da R21 + P1. Il segnale di già buon livello arriverà ad U1 per una ulteriore amplificazione e separazione con una uscita a bassa impedenza per il registratore magnetico mentre P1 regolerà il livello di ingresso allo stadio monitor, con uscita in cuffia, pilotato da U2. In fig. 7 è riportato lo schema completo del ricevitore sin qui descritto.

Realizzazione

Pur non avendo a che fare con un montaggio ad alta frequenza è buona norma realizzare un cablaggio pulito, e con buoni

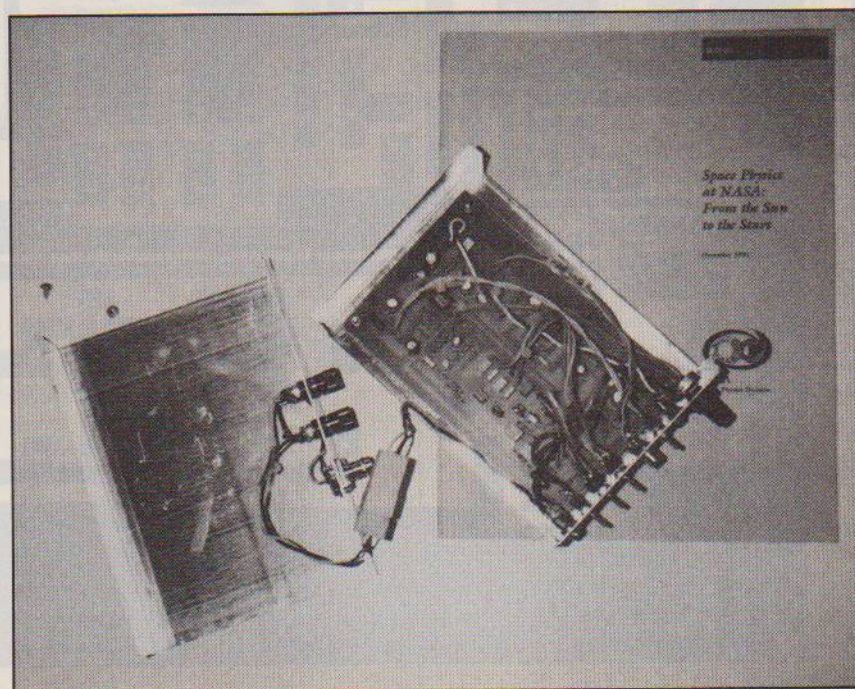
ritorni a massa, per evitare facili autooscillazioni. A tale scopo, anche se non strettamente necessario, è stato predisposto il circuito stampato riportato in

fig. 1. Per tale stampato si è normalizzato l'uso di condensatori in poliestere a passo 5 e di condensatori elettrolitici verticali sempre a passo 5. In fig. 2 è riportato il piano di montaggio dei vari componenti, mentre dalla fig. 3 si ottiene la filatura complessiva delle parti esterne al circuito stampato.

Utilizzo

Come riportato in apertura, il ricevitore andrà utilizzato con una antenna di ridotte dimensioni ed a polarizzazione verticale. Questa dovrà essere collegata al ricevitore con un corto spezzone (**max 50 cm**) di comune cavo elettrico o di cavo coassiale e posta ad una distanza ottimale da terra di circa **1,5/2 metri**. Per ridurre al minimo la possibilità di autooscillazioni è inoltre richiesto un efficiente, e corto, collegamento a terra.

Poiché l'installazione di un ricevitore di tali caratteristiche deve necessariamente avvenire lontano da utenze di energia elettrica a corrente alternata, è evidente che l'ascolto sarà pos-



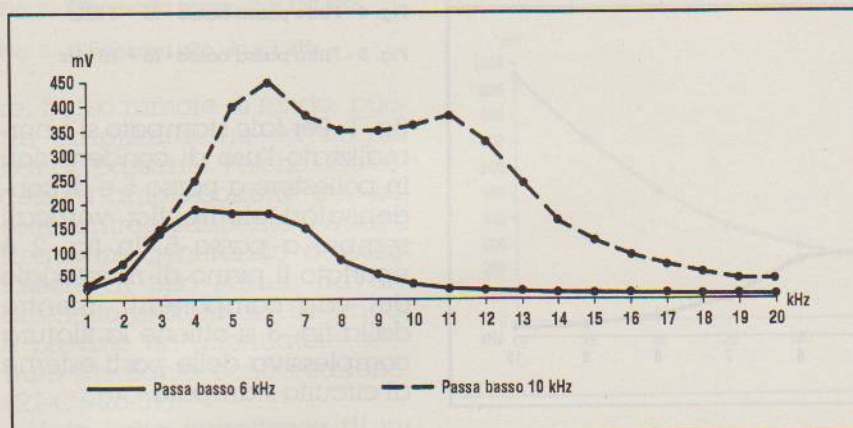


Fig. 6 - Banda passante

C9 = 330 nF
 C10 = 100 nF
 C11 = 330 nF
 C12 = 100 nF
 C13 = 1 μ F el.
 C14 = 47 μ F el.
 C15 = 100 nF
 C16 = 10 μ F el.
 C17 = 220 μ F el.
 C18 = 220 μ F el.
 C19 = 220 μ F el.
 C20 = 220 nF
 C21 = 100 μ F el.
 C22 = 220 pF
 C23 = 47 μ F el.
 C24 = 100 μ F el.
 C25 = 100 μ F el.
 C26 = 100 nF

Componenti ricevitore ELIRCA 2

R1 = 27 k Ω
 R2 = 22 k
 R3 = 1,2 M Ω
 R4 = 100 k Ω
 R5 = 100 k
 R6 = 470 k
 R7 = 33 k
 R8 = 10 k
 R9 = 10 k
 R10 = 4,7 k
 R11 = 100 Ω
 R12 = 100 k Ω
 R13 = 100 k
 R14 = 3,9 k
 R15 = 2,2 k

R16 = 560 Ω
 R17 = 15 k Ω
 R18 = 56 Ω
 R19 = 120 Ω
 R20 = 1 Ω
 R21 = 82 k Ω

C1 = 39 pF
 C2 = 100 nF
 C3 = 1 μ F
 C4 = 100 nF
 C5 = 1 μ F
 C6 = 680 nF
 C7 = 680 nF
 C8 = 100 nF

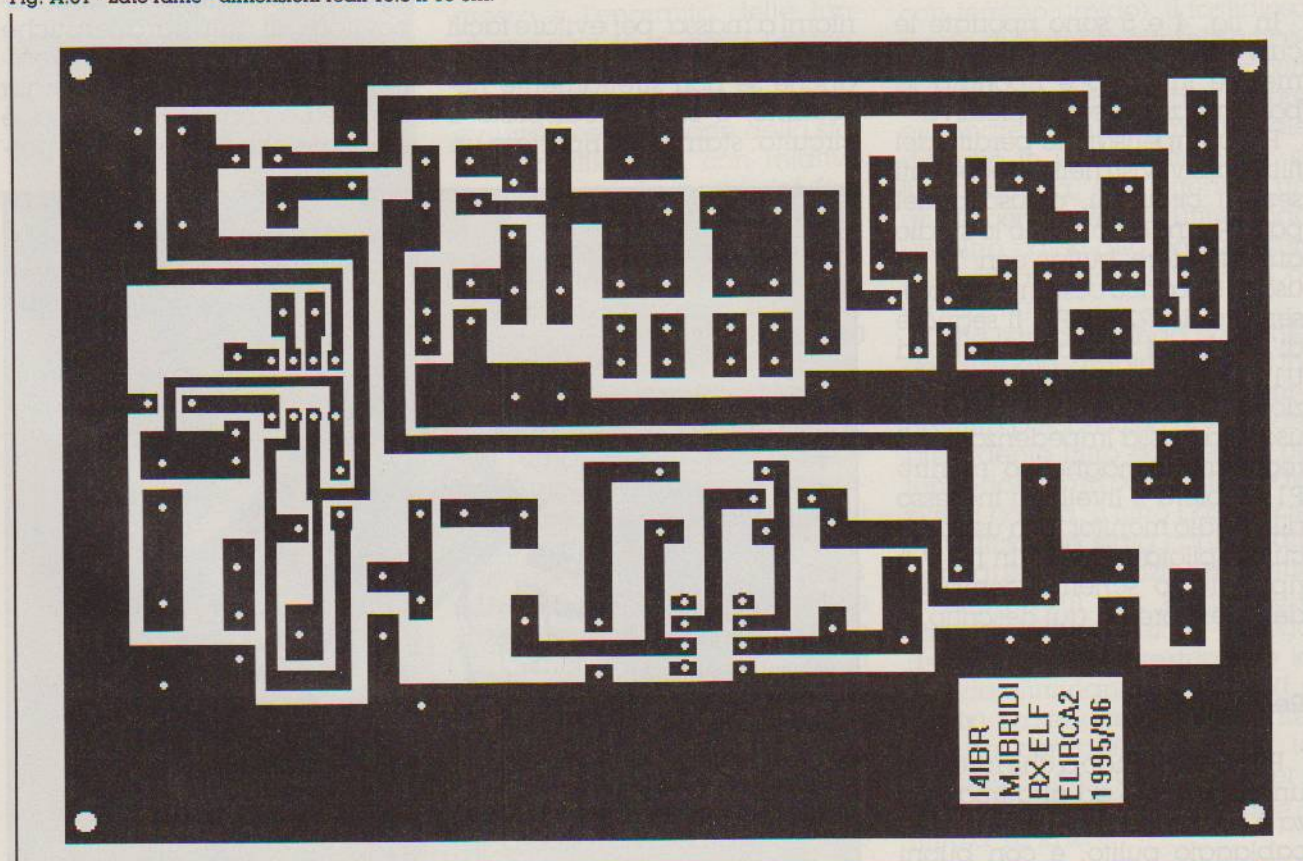
P1 = 22 k Ω potenz. lin.
 S1 = doppio deviatore
 S2 = doppio deviatore
 S3 = interruttore
 S4 = interruttore

T1 = BF245
 T2 = BF245
 T3 = 2N2222

J1 = 4,7 mH Neosid 4,7 k
 J2 = 4,7 mH Neosid 4,7 k

U1 = μ A741 - TL081
 U2 = TBA820M
 D1 = 1N4007

Fig. A.01 - Lato rame - dimensioni reali 10,5 x 16 cm.



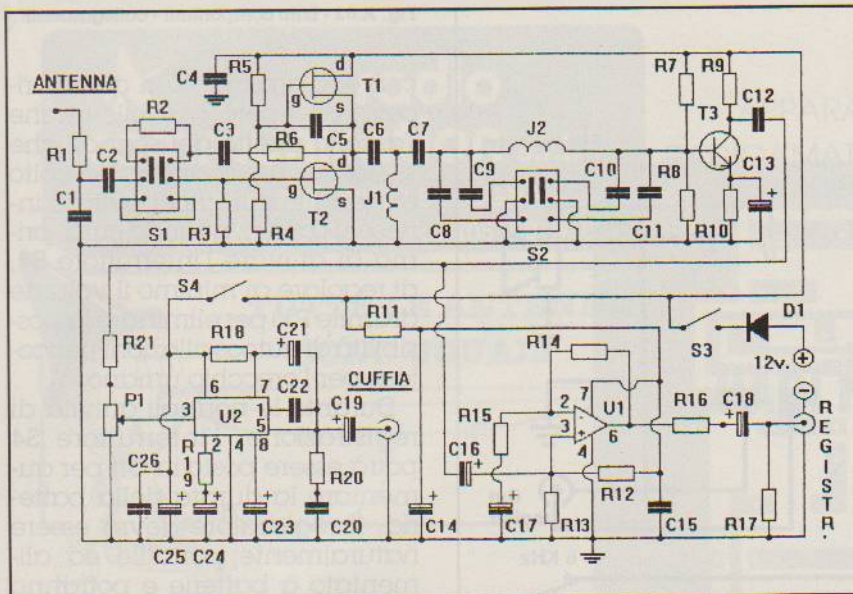
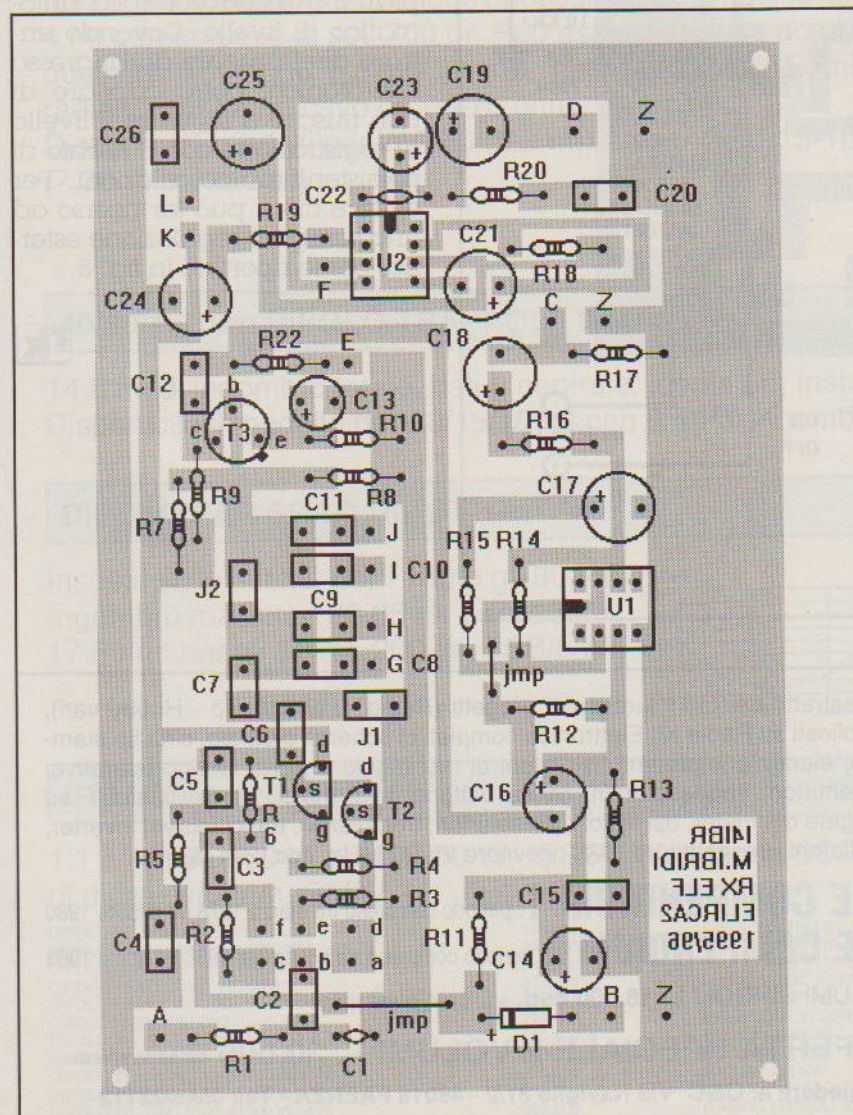


Fig. 7 - Ricevitore ELF ELIRCA 2

Fig. A.02 - Lato componenti

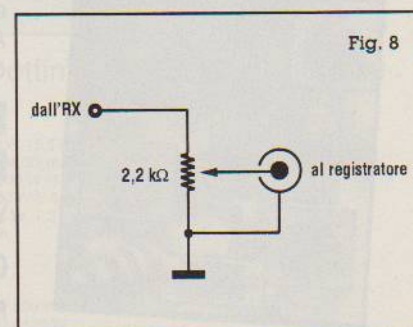


sibile solo all'aria aperta e lontano dai normali insediamenti abitativi ed industriali, nonché da eventuali elettrodotti. La distanza minima consigliata, per non avere fastidiosi ronzii di corrente alternata, è di circa **200/300 metri** variabili a seconda della natura del terreno o di particolari condizioni ambientali come, ad esempio, il terreno umido a causa di pioggia. Altro vincolo importantissimo è l'impossibilità, riconosciuta sperimentalmente, di ricevere (con apparati come quello descritto) segnali **ELF** in prossimità di alberi di qualsiasi tipo, anche di modeste dimensioni.

L'impianto d'antenna consigliato per utilizzare al meglio questo ricevitore, è costituito da un treppiede dell'altezza di circa **1,5 metri** (ottimo un cavalletto per uso fotografico) che oltre a supportare fisicamente il ricevitore e la relativa alimentazione, costituita da una batteria ermetica al piombo da **1,3 Ah**, reccherà al vertice uno stilo della lunghezza di **1,5/2 metri** (buoni risultati sono stati ottenuti utilizzando una antenna a nastro d'acciaio di provenienza militare).

Un robusto picchetto di terra completerà necessariamente l'installazione.

Normalmente l'attività di ricerca sperimentale di emissioni radio di origine naturale (**Radio Natura**) in gamma ELF avviene registrando su nastro magnetico una sessione di ascolto, per poi successivamente analizzare le registrazioni alla ricerca di fenomeni che potrebbero non essere evidenti all'ascolto diretto o addirittura non rilevabili dal



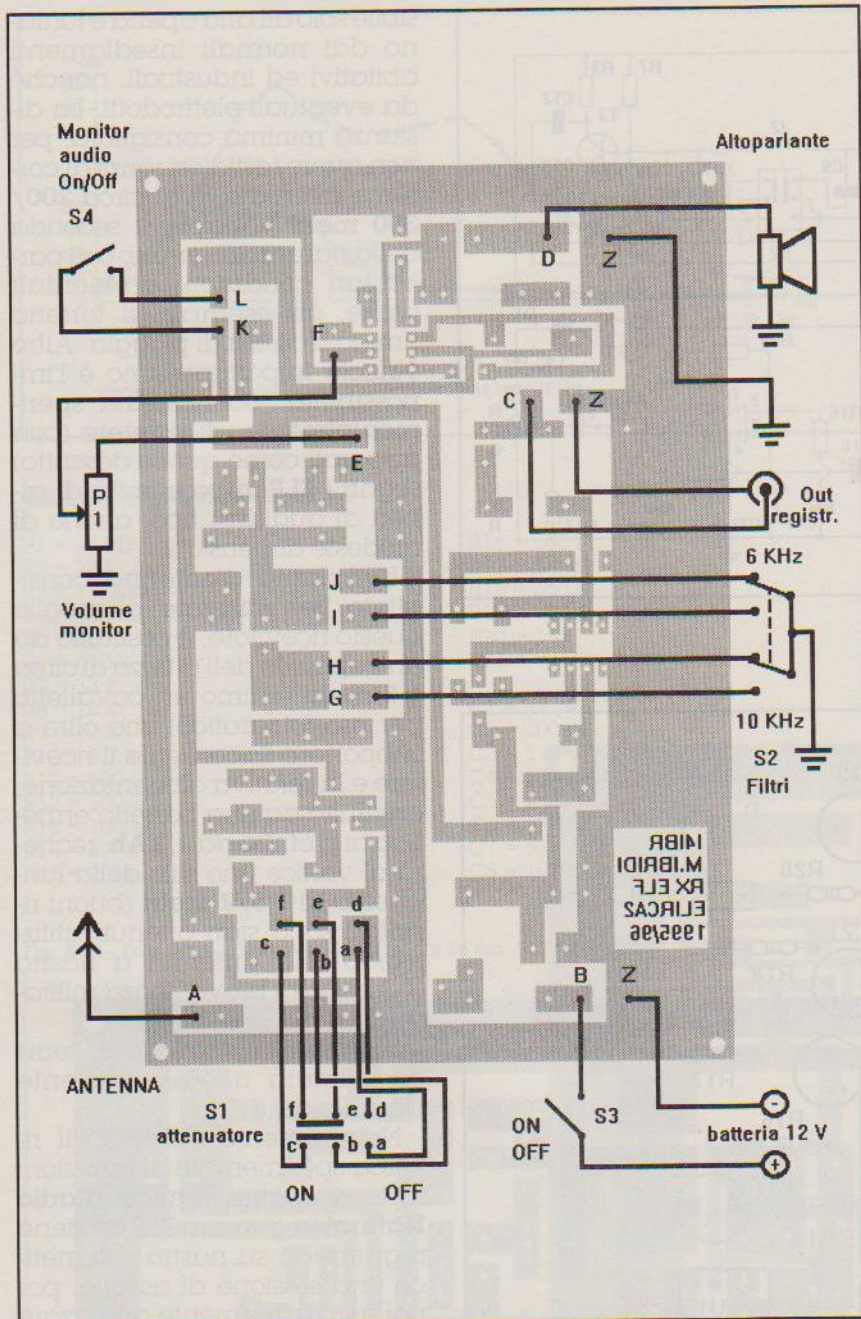


Fig. A.03 - Lato componenti - collegamenti.

cervello umano. Con questo ricevitore è però possibile anche l'ascolto diretto dei segnali che si stanno registrando. L'ascolto avverrà in cuffia per evitare inneschi Larsen, avendo cura, prima di attivare l'interruttore S4, di regolare al minimo il volume (tramite P1) per eliminare la possibilità di autooscillazioni pericolose per l'orecchio umano.

Durante le normali attività di registrazione, l'interruttore S4 potrà essere posto in Off per aumentare la durata della batteria. Il registratore dovrà essere naturalmente portatile ed alimentato a batterie e potranno essere utilizzati anche economici Cassette-Corder purché dotati di ingresso microfonico ma soprattutto senza controllo automatico di livello. Dovendo entrare direttamente dall'ingresso microfonico, potrà capitare di non riuscire a regolare il livello di registrazione con il rischio di persistenti autooscillazioni. Per evitare ciò si può far ricorso ad una semplice regolazione esterna, come riportato in fig. 8.

