

SINTETIZZATORE DI RISACCA



UK 847

CARATTERISTICHE TECNICHE:

Alimentazione:	18 Vc.c.
Impedenza di uscita:	< 10 k Ω
Corrente assorbita:	10 mA
Transistori impiegati:	6 x BC208B oppure BC108B - 2 x BC238
Diodi impiegati:	2 x 1N914
Dimensioni:	145 x 77 x 49
Peso del sintetizzatore:	200 g

Un sistema per portarsi in casa il mare e poterne fare l'uso che si vuole.

Il sintetizzatore ottiene con un sistema elettronico un effetto acustico che ripete il frangersi delle onde sugli scogli o sulla spiaggia.

Il suo uso va dall'effetto rilassante che il rumore di questo tipo può provocare, all'uso come effetto sonoro per le più svariate applicazioni. Il sintetizzatore è molto più versatile della registrazione del fenomeno naturale; in quanto con la semplice regolazione di due potenziometri si possono ottenere effetti variabili all'infinito, a seconda dei gusti o delle necessità.

Il circuito è abbastanza complesso da garantire un risultato di ottima fedeltà. L'alimentazione è indipendente con batterie a secco.

Si sono adottate soluzioni molto brillanti per ottenere i vari effetti che si sovrappongono in natura quando si sente il frangersi delle onde.

Il complesso deve essere accoppiato ad un amplificatore di bassa frequenza con ottima resa dei toni bassi.

Chi non ha sognato qualche volta di poter lavorare o riposare in riva al mare dove le onde frangendosi sugli scogli o sulla spiaggia producono un rumore che sembra fatto apposta per distendere i nervi. Basta chiudere gli occhi e vi sembrerà di avere vicino il mare che con il suo ritmico rumore esercita un benefico effetto sul vostro sistema nervoso.

Ma l'UK 847 ha anche un'utilizzazione più pratica di quella che finora abbiamo prospettato. Supponiamo che abbiate bisogno di un sottofondo adatto per esibirvi in una di quelle struggenti canzoni che parlano di onde, di chiaro di luna, di amore sulla barca. Il rumore del mare in sottofondo renderà il tutto molto più suggestivo.

Supponiamo che dobbiate sonorizzare il film che avete girato l'estate scorsa al mare, e che suscita in voi tanti bei ricordi durante l'inverno, quando siete alle prese con il lavoro di tutti i giorni. Un bel rumore di onde starebbe proprio bene dietro a certi panorami, ma dove andare a prendere il rumore delle onde in pieno inverno, se abitate magari in una fumosa città continentale, dalla quale il mare è molto distante.

Con l'elettronica si risolvono davvero tutti i problemi e, naturalmente, anche questo.

Se avete queste necessità oppure se vi piace semplicemente sentire il rumore del mare, potete risolvere il problema con una spesa infinitamente minore di quella necessaria per costruirvi una casa sulla costa. L'UK 847 si costruisce in qualche ora di piacevole e distensiva attività e, collegato col vostro amplificatore preferibilmente ad alta fedeltà, vi porterà il mare in casa.

Ed allora vediamo un momento come funziona questo «sintetizzatore di risacca», cogliendo anche l'occasione per assimilare qualche nozione di elettronica.

DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

La base del circuito è un generatore di rumore «bianco» costituito dal transistor TR7 di cui si utilizza soltanto il diodo base-emettitore. Il rumore bianco è un insieme di vibrazioni o (agitazione molecolare) che coprono con continuità un vasto spettro di frequenze. Il nome gli viene per analogia con la luce bianca che è un insieme di vibrazioni luminose mescolate insieme, che comprendono con continuità tutto lo spettro della luce visibile. Il diodo base-emettitore di TR7 è polarizzato in senso inverso dall'intera tensione della batteria di alimentazione, ossia 18 V attraverso la resistenza R105. Se il diodo fosse perfetto non succedrebbe nulla, in quanto nessuna corrente potrebbe passare attraverso questo circuito. Ma il diodo, essendo perfetto, una certa corrente passa sempre in una giunzione polarizzata inversamente ed è dovuta ai cosiddetti portatori minoritari che si generano nella regione neutra presente tra lo strato N e lo strato P, e prodotti per la maggior parte per effetto termico. Tale corrente, detta corrente di saturazione cresce infatti con l'aumentare della temperatura. Essendo dovuta ad elementi portatori di carica di natura discontinua (in termini tecnici, quantizzati) il loro passaggio provocherà un rumore elettrico simile a quello prodotto da un getto di piccolissimi pallini lanciati contro una superficie fissa. In regime normale la corren-

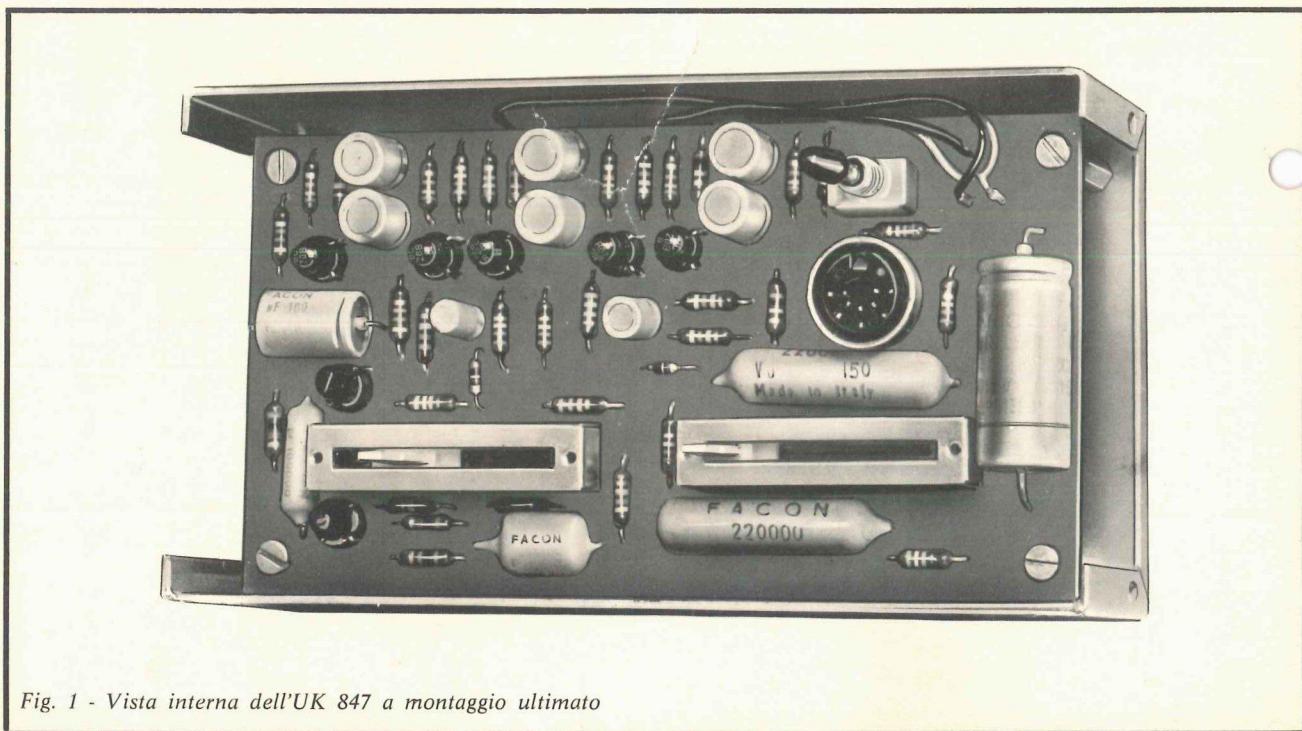


Fig. 1 - Vista interna dell'UK 847 a montaggio ultimato

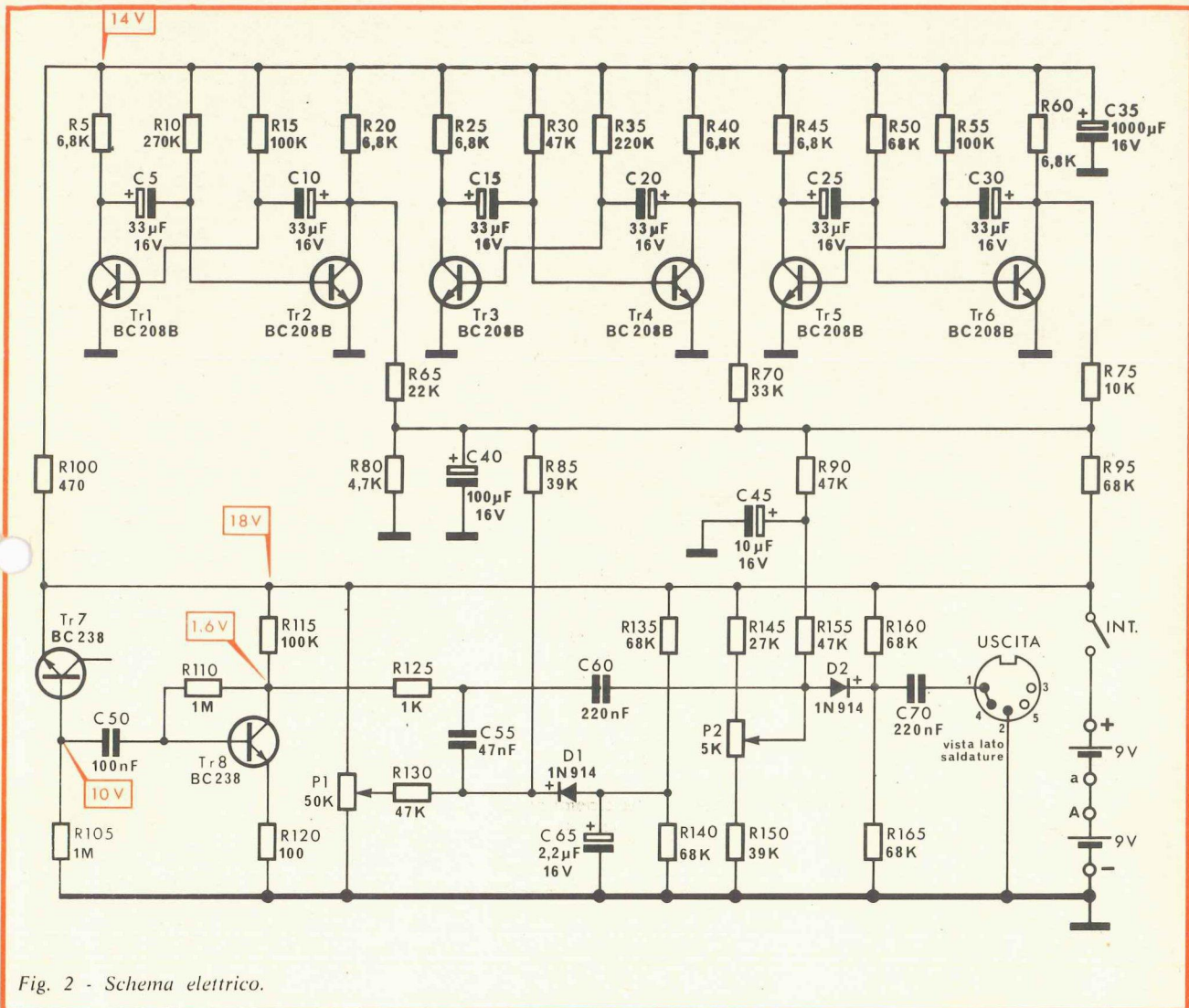


Fig. 2 - Schema elettrico.

te di saturazione è molto piccola e quindi il rumore piuttosto basso, altrimenti non sarebbe possibile ottenere amplificatori ad alta sensibilità in quanto il segnale verrebbe sopraffatto dal rumore.

C'è però un sistema per ottenere da un diodo un rumore molto maggiore del normale sfruttando un fenomeno detto «moltiplicazione a valanga».

La moltiplicazione a valanga succede quando il campo elettrico nello spazio neutro (ossia dove il potenziale passa da positivo a negativo) è grande abbastanza da fornire ai portatori di carica un'energia sufficiente da rompere i legami che tengono gli elettroni degli atomi nelle loro orbite, e da renderli liberi e perciò in grado di trasportare delle cariche elettriche. Si tratta di un effetto meccanico e l'andamento del fenomeno assume un aspetto di reazione a catena analogo a quello che si ha nella bomba atomica con i neutroni. Infatti, se non fosse presente una resistenza limitatrice, il fenomeno assumerebbe l'aspetto di un'esplosione e la giunzione verrebbe distrutta. Grazie alla presenza della resi-

stenza R105, l'effetto valanga si stabilizza ad un certo valore.

Il rumore prodotto viene raccolto come variazione della tensione di caduta ai capi di R105, ed applicato tramite il condensatore C50 alla base di TR8 che funziona semplicemente da amplificatore ad emettitore comune.

A questo punto noi disponiamo di un rumore continuo opportunamente amplificato, di natura analogica a quello che si sente in un apparecchio radio negli intervalli dove non esistono stazioni. Dovremo ora manipolare questo rumore in modo da ottenere quanto ci interessa. Tutto il resto del circuito è destinato ad effettuare questa modulazione.

Nella parte alta dello schema vediamo tre multivibratori funzionanti a frequenze diverse, le cui uscite mescolate insieme forniscono una serie di impulsi di tensione disposti in modo casuale o quasi, ai capi della resistenza R80. Il condensatore C40 rende meno ripidi i fianchi degli impulsi forniti dai multivibratori con il suo effetto di livellamen-

to. Prima di arrivare all'uscita il segnale uscente da TR8, passa attraverso due tipi di filtri. Uno di questi è un filtro passa basso formato dal diodo D1, dai condensatori C55 e C65, e dalle resistenze P1, R125, R130, R140. Questo sistema costituisce un filtro controllato a tensione, quindi le sue caratteristiche nei confronti della frequenza passante, varia con la tensione.

L'elemento che provoca questa dipendenza è il diodo D1. La caratteristica che in un diodo fa dipendere la corrente passante dalla tensione applicata ai suoi estremi, non è lineare. Ossia non si può dire che la corrente è data semplicemente dalla tensione moltiplicata per una grandezza costante come avviene per le normali resistenze con la legge di Ohm.

Basti pensare al fatto che anche in un diodo ideale, quando la tensione cambia di segno, la corrente passa bruscamente da un valore infinito ad un valore zero. Altre non linearità intervengono quando si passa dal caso ideale al caso reale. Ad un certo punto della regola-

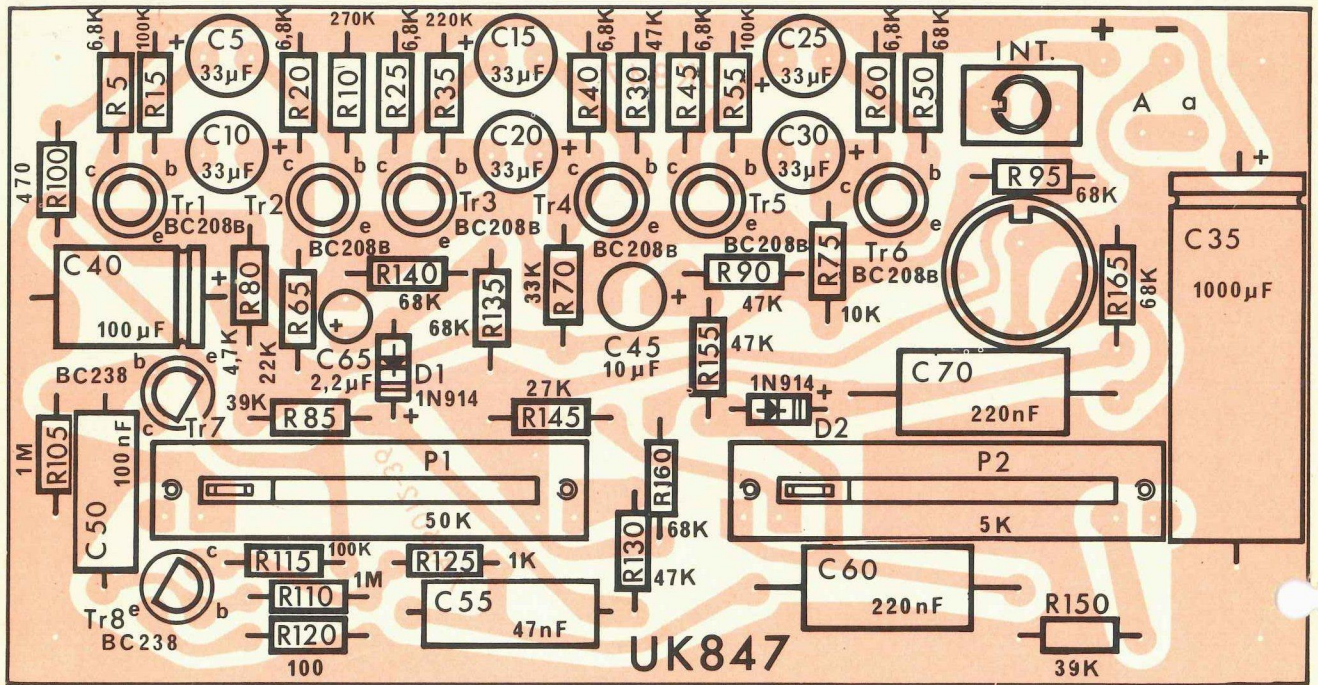


Fig. 5 - Serigrafia del circuito stampato.

zione di P1 il diodo D1 sarà polarizzato in senso diretto, permettendo così il passaggio sia della corrente continua che della corrente modulata ad essa sovrapposta, che proviene dal condensatore C55. Tale corrente modulata sarà mandata a massa con preferenza per le frequenze più alte attraverso il parallelo di C65 e di R140. Maggiore sarà la polarizzazione positiva su D1 e maggiore sarà la quota parte di frequenze alte scaricate a massa. Ma la variazione della tensione di polarizzazione ai capi del diodo non si limita all'effetto del potenziometro P1. Al terminale positivo del diodo arrivano anche gli impulsi provenienti dal gruppo di multivibratori, attraverso la resistenza R85. La quota parte delle frequenze non scaricate a massa, vengono avviate all'uscita, in percentuale variabile sia con la posizione di P1 che con la modulazione introdotta dagli impulsi casuali. Il suono risultante è quindi quello della risacca.

Ossia il rumore dell'onda che arriva e poi cresce per l'avanzare dell'onda sulla riva, e quindi diminuisce mentre l'onda ritorna verso il mare; in una continua ripetizione. Quindi già a questo punto abbiamo ottenuto lo scopo prefisso, ma, il risultato è ancora troppo meccanico, dovuto ad onde tutte uguali in ampiezza, cosa che non si verifica in natura.

Si introduce quindi un altro elemento allo scopo di rendere il risultato ancora più verosimile.

Un attenuatore sempre controllato in tensione è disposto sul cammino del segnale. Questo è formato dal partitore R145-P2-R150, dal diodo D2 e dalla resistenza R165. La regolazione della polarizzazione fissa al diodo avviene come per il caso precedente. Il segnale della

polarizzazione variabile arriva attraverso il filtro passabasso formato da R90, C45, R155, che elimina le componenti a frequenza più alta. Il filtro a diodo però non si comporta più come una resistenza variabile verso massa come nel caso precedente, ma come una resistenza variabile verso l'uscita, ossia, con terminologia più comune, come un attenuatore. Come prima la risposta in frequenza varierà con la tensione di polarizzazione, ma entro limiti più ristretti. L'effetto predominante sarà un passaggio del segnale, che arriva da C60, quasi completo, delle sue armoniche ma con ampiezza variabile in rapporto alla variazione della resistenza diretta del diodo con la polarizzazione.

E così siamo arrivati all'uscita, non resta che collegarci ad un amplificatore con banda molto estesa verso i bassi ed ascoltare il rumore della risacca nell'altoparlante. Oppure ci possiamo collegare a qualsiasi altro dispositivo riproduttore o di registrazione.

Per chi non ne conoscesse ancora il funzionamento diremo due parole sul comportamento dei multivibratori. Il multivibratore funziona con i transistori pilotati come interruttori. La forma d'onda all'uscita sarà quindi di tipo rettangolare, con tensioni che vanno bruscamente dal valore sviluppato sul carico dal transistore in interdizione a quello sviluppato dal transistore in saturazione, e viceversa. Il fenomeno si ripete in continuità con frequenza costante, come vedremo qui di seguito.

Prendiamo in considerazione soltanto il primo multivibratore, in quanto i tre sono uguali in tutto tranne che per la frequenza di funzionamento. Il multivibratore è formato dai transistori TR1 e

TR2, dai resistori di carico R5 ed R20, dai resistori di base R10 ed R15 e dai condensatori C5 e C10.

Supponiamo che all'inserzione della alimentazione sia in conduzione per primo il transistore TR1. Il potenziale al suo collettore tende a portarsi verso valori negativi. La variazione relativa viene trasferita dal condensatore di accoppiamento C5 in precedenza caricato attraverso R5 e la giunzione base-emettitore di TR2 alla base del transistore TR2. La presenza nella base di un potenziale negativo mantiene il transistore all'interdizione. Col passare del tempo il condensatore C5 termina di scaricarsi attraverso il resistore R10 ed il tratto collettore-emettitore di TR1 che, come ricordiamo, si trova sempre in conduzione. Quando la tensione del condensatore tende ad annullarsi, ossia finisce di scaricarsi C5, nel punto di collegamento della base di TR2 la tensione tende a divenire positiva, in quanto manca la caduta sul condensatore, e ad un certo punto TR2 passa in conduzione. Ora è il potenziale al collettore di TR2 ad andare verso valori negativi provocando il manifestarsi di una tensione negativa sulla base di TR1 che passa alla interdizione. Il tutto dura finché C10 finisce di scaricarsi. A questo punto avviene il basculamento inverso ed il ciclo prosegue all'infinito.

La frequenza di ripetizione del fenomeno è dato dai valori dei gruppi C5-R10 e C10-R15 rispettivamente per le due metà dell'onda. Se i resistori non sono uguali, come avviene nel nostro caso, avremo una forma d'onda asimmetrica. La durata di ciascuna delle due semionde sarà all'incirca uguale a 0,7 RC.

Una limitazione alla libera scelta dei campi di variazione di questi tempi è data dal fatto che la corrente che passa nelle resistenze deve essere sempre sufficiente a pilotare in conduzione il transistor alla cui base essa è applicata. Quindi i resistori non possono assumere valori grandi a piacere.

MECCANICA

L'intero complesso, completo di batterie di alimentazione, è disposto in un compatto contenitore metallico, di facile smontaggio per la revisione o la sostituzione delle batterie.

I comandi sono sistemati sul pannello anteriore e sono di facile manovra.

Il collegamento con l'amplificatore avviene da una presa unificata ed esce pure dal pannello anteriore.

Le dimensioni sono contenute, e quindi l'UK 847 non presenta particolari problemi d'ingombro.

MONTAGGIO

Cominceremo con il montaggio dei componenti sul circuito stampato.

Per facilitare il compito dell'esecutore pubblichiamo la fig. 3 dove appare la serigrafia del circuito stampato, sulla quale abbiamo sovrapposto l'esatta disposizione dei componenti.

Diamo per prima cosa alcuni consigli generali utili a chiunque si accinga ad effettuare un montaggio su circuito stampato.

Il circuito stampato presenta una faccia sulla quale appaiono le piste di rame ed una faccia sulla quale vanno disposti i componenti.

I componenti vanno montati aderenti alla superficie del circuito stampato, paralleli a questa, fatta eccezione per alcuni che sono predisposti per il montaggio verticale.

Dopo aver piegato i terminali in modo che si possano infilare correttamente nei fori praticati sulla piastrina del circuito stampato, e dopo aver verificato sul dito il loro esatto collocamento, si possono onare i componenti nei fori suddetti.

Si effettua quindi la saldatura usando un saldatore di potenza non eccessiva agendo con decisione e rapidità per non surriscaldare i componenti.

Non esagerare con la quantità di stagno, che deve essere appena sufficiente per assicurare un buon contatto. Se la saldatura non dovesse riuscire subito perfetta, conviene interrompere il lavoro, lasciare raffreddare il componente, e quindi ripetere il tentativo.

Tale precauzione vale soprattutto per i componenti a semiconduttore in quanto una eccessiva quantità di calore trasmessa attraverso i terminali alla piastrina di semiconduttore, potrebbe alterarne permanentemente le caratteristiche se non addirittura distruggerne le proprietà.

Una volta effettuata la saldatura bisogna tagliare con un tronchesino i terminali sovrabbondanti che superano di 2-3 mm la superficie delle piste di ra-

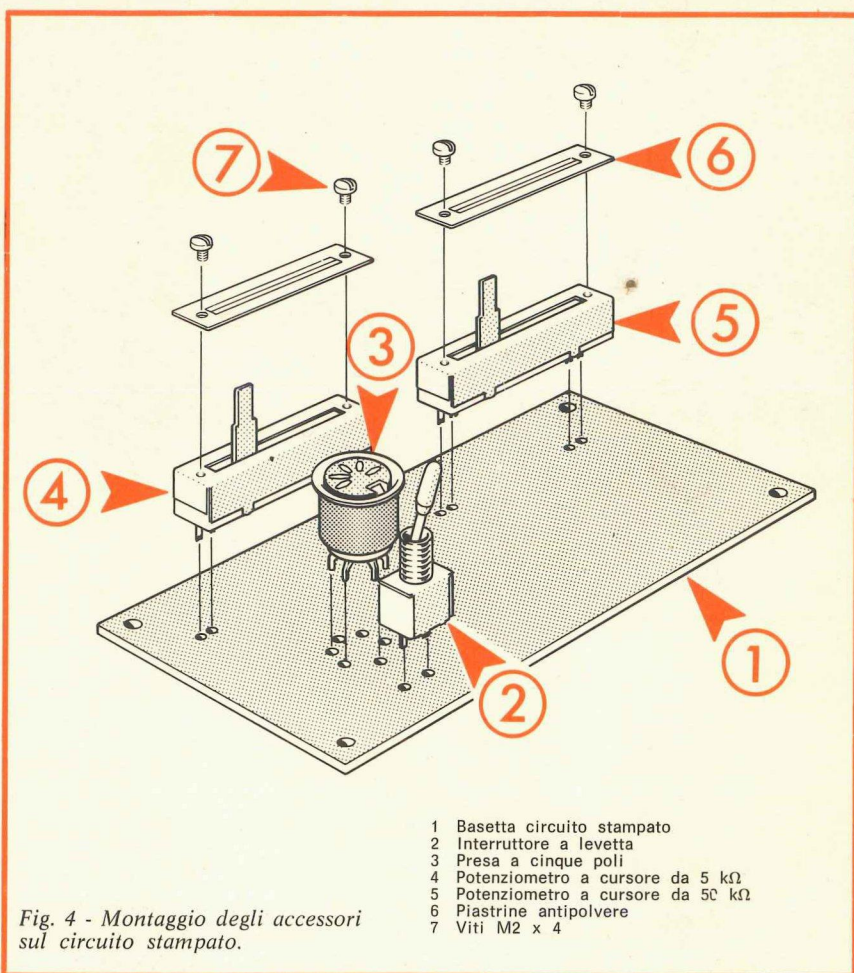


Fig. 4 - Montaggio degli accessori sul circuito stampato.

- 1 Basetta circuito stampato
- 2 Interruttore a levetta
- 3 Presa a cinque poli
- 4 Potenziometro a cursore da 5 kΩ
- 5 Potenziometro a cursore da 50 kΩ
- 6 Piastrine antipolvere
- 7 Viti M2 x 4

me. Durante la saldatura bisogna porre la massima attenzione a non stabilire ponti di stagno tra piste adiacenti.

Per il montaggio di componenti polarizzati come diodi, transistori, condensatori elettrolitici ecc. bisogna curare che l'inserzione avvenga con la corretta polarità pena il mancato funzionamento dell'apparecchio ed eventualmente la distruzione del componente al momento della connessione con la sorgente di energia. Nelle fasi di montaggio che riguardano componenti polarizzati faremo specifica menzione del fatto e daremo tutte le indicazioni per la corretta disposizione.

Per il montaggio dei transistori sono stati previsti appositi zoccoli, quindi la loro saldatura non costituisce un problema.

1ª FASE - Montaggio del circuito stampato

Montare le resistenze R5 (6,8 kΩ), R10 (270 kΩ), R15 (100 kΩ), R20 (6,8 kΩ), R25 (6,8 kΩ), R30 (47 kΩ), R35 (220 kΩ), R40 (6,8 kΩ), R45 (6,8 kΩ), R50 (68 kΩ), R55 (100 kΩ), R60 (6,8 kΩ), R65 (22 kΩ), R70 (33 kΩ), R75 (10 kΩ), R80 (4,7 kΩ), R85 (39 kΩ), R90 (47 kΩ), R95 (68 kΩ), R100 (470 Ω), R105 (1 MΩ), R110 (1 MΩ), R115

(100 kΩ), R120 (100 Ω), R125 (1 kΩ), R130 (47 kΩ), R135 (68 kΩ), R140 (68 kΩ), R145 (27 kΩ), R150 (39 kΩ), R155 (47 kΩ), R160 (68 kΩ), R165 (68 kΩ).

Montare i condensatori C50 (100 nF), C55 (47 nF), C60 (220 nF), C70 (220 nF).

Montare i quattro ancoraggi per collegamenti esterni contrassegnati da: +, -, A, a.

Gli ancoraggi vanno infilati con la parte affusolata nel foro predisposto per ciascuno di essi nel circuito stampato e quindi saldati sulla corrispondente piazzola in rame. La parte tubolare degli ancoraggi serve alla saldatura del cavetto per la connessione esterna.

Montare i condensatori elettrolitici: C5, C10, C15, C20, C25, C30 (33 μF 16 V), C35, (1.000 μF 16 V), C40 (100 μF 16 V), C45 (10 μF 16 V), C65 (2,2 μF 16 V). I condensatori elettrolitici sono componenti polarizzati, quindi bisogna far bene attenzione a disporre i connettori secondo la polarità stampigliata sull'involucro, che deve corrispondere a quella indicata sul circuito stampato. Per ulteriore controllo diremo che di norma il terminale negativo è connesso con l'involucro esterno di alluminio.

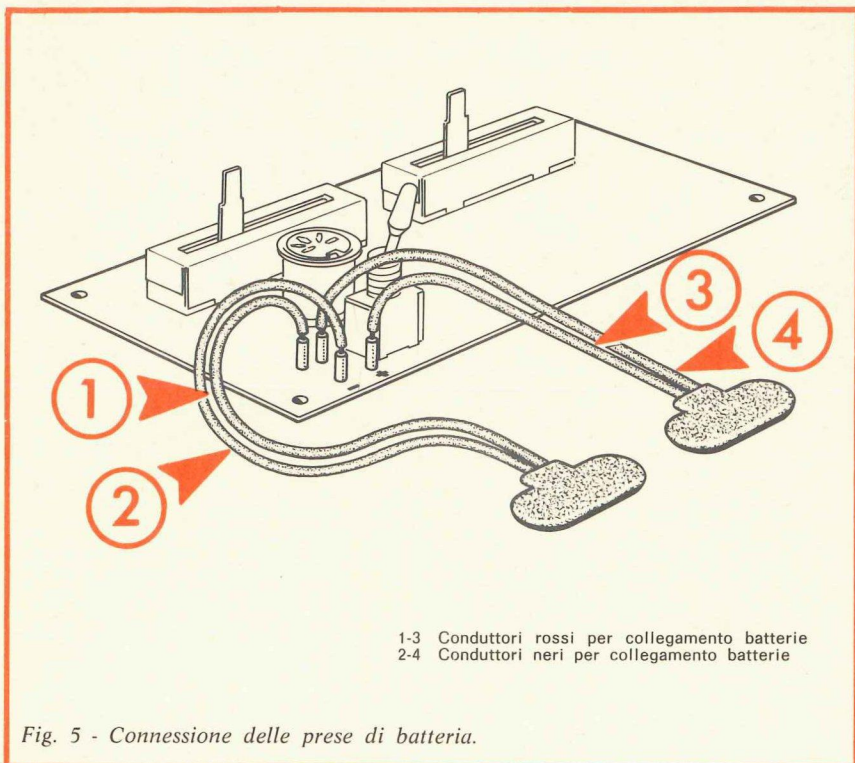


Fig. 5 - Connessione delle prese di batteria.

□ Montare i due diodi D1 e D2 (1N 914). Questi componenti sono polarizzati, ed il polo positivo, contrassegnato dal segno + sullo schema, corrisponde all'anellino stampigliato sull'involucro del diodo.

□ Montare gli 8 zoccoli per transistori.

□ Montare i transistori TR1, TR2, TR3, TR4, TR5, TR6 (BC208B), TR7, TR8 (BC238) accorciando a circa 6 mm i terminali ed infilandoli negli zoccoli. Questi componenti sono polarizzati ed i loro terminali di emettitore, base, collettore, devono essere inseriti nei fori del circuito stampato contrassegnati dalle lettere e, b, c. Tenere presente che sulla serigrafia di fig. 3 gli elettrodi dei transistori sono visti dal lato opposto a quelli dei terminali.

□ Controllare accuratamente il montaggio, la corretta disposizione dei componenti e l'efficienza delle saldature. La massima attenzione va dedicata ai componenti polarizzati, in quanto un errato collegamento di uno di essi potrebbe compromettere la riuscita del montaggio ed anche danneggiare i componenti all'inserzione delle batterie.

2° FASE - Montaggio degli accessori sul circuito stampato - (fig. 4).

□ I potenziometri, l'interruttore e la presa di uscita devono essere montati nella giusta disposizione dal lato dei componenti. I terminali di connessione devono essere fatti passare nei fori predisposti allo scopo sul circuito stampato e quindi saldati dal lato delle piste di rame.

□ Sul circuito stampato (1) montare l'interruttore (2) curando che le posizioni della levetta ad interruttore chiuso ed aperto corrispondano alle analoghe indicazioni del pannello frontale.

□ Montare la presa a cinque fori (3). Data la disposizione asimmetrica dei piedini non ci possono essere errori di connessione.

□ Montare i due potenziometri a cursore P1 (5) da 50 kΩ e P2 (4) da 5 kΩ.

□ Fissare sui potenziometri (4) e (5) le piastrelle antipolvere (6) mediante le viti (7).

3° FASE - Connessione delle prese di batteria - (fig. 5)

□ Connettere agli ancoraggi in precedenza predisposti sul circuito stampato, le due prese polarizzate per batteria. Le prese sono dotate di due treccie di connessione colorate una in rosso ed una in nero. La trecciola nera (2) di una delle prese va collegata all'ancoraggio - del circuito stampato. La trecciola rossa (1) della stessa presa va collegata all'ancoraggio a sottostante al precedente. La trecciola rossa (3) della seconda presa va collegata all'ancoraggio + del circuito stampato, mentre la trecciola nera (4) deve essere collegata allo ancoraggio ancora libero A.

4° FASE - Montaggio finale - (fig. 6)

□ Sulla semiscatola inferiore del mobiletto (1) fissare le due clips portabatte-

ria (2), facendo uso delle viti (4) da M3 x 4 e dei dadi (3).

□ Montare sul circuito stampato (5) le quattro colonnine distanziali esagonali (6) fissandole con le viti (7) da M3 x 4.

□ Disporre nella scatola (1) il circuito stampato completo di distanziali in modo che i potenziometri siano posizionati dalla parte dei portabatteria, e fissarlo con le quattro viti (8) da M3 x 4.

□ Infilare sul complesso montato in precedenza il coperchio (9), facendo in modo che gli organi di comando dei potenziometri e dell'interruttore vadano ad infilarsi nelle rispettive forature di passaggio.

□ Fissare il coperchio (9) con le quattro viti autofilettanti (10).

□ Avvitare il dado (11) sulla filettatura dell'interruttore.

□ Infilare a pressione le manopole di comando dei potenziometri (12) sulle levette che fuoriescono dalle fessure, verificare che lo scorrimento avvenga con facilità.

□ Collegare le due batterie da 9 V ciascuna, ad interruttore spento.

□ Per concludere montare sul fondo della scatola i quattro feltrini autoadesivi (13), togliendo la protezione in carta che ricopre lo strato adesivo.

Il dispositivo è così completamente montato e siccome non necessita di particolari operazioni di messa a punto, è anche pronto per l'uso. Non resta che collegarlo all'amplificatore e verificare che le regolazioni esterne funzionino nel modo dovuto.

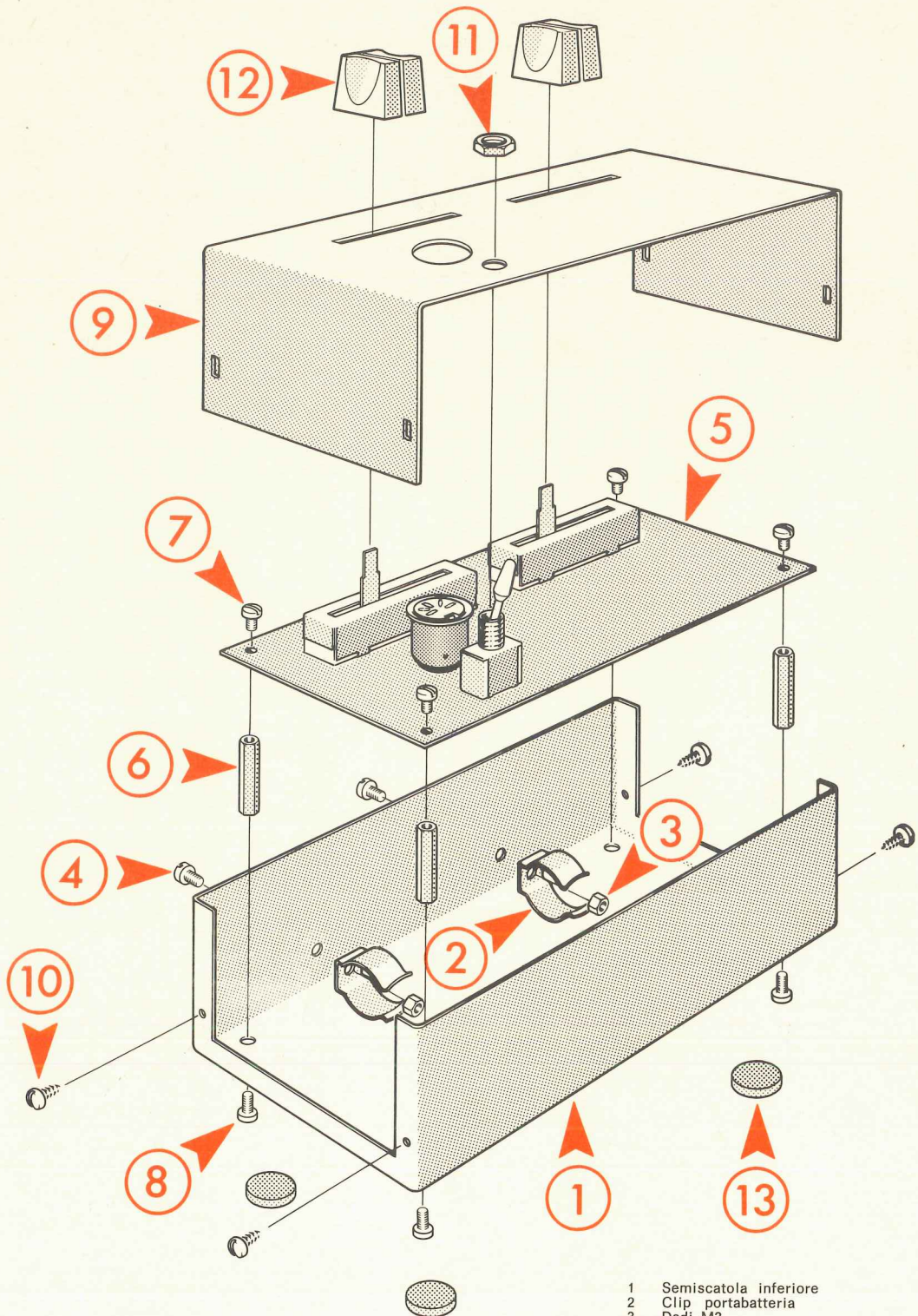
Per adattare il sintetizzatore di risacca ad una condizione di funzionamento che approssimi al massimo la realtà, bisogna agire sui comandi esterni dei potenziometri P1 e P2.

Dopo aver collegato il sintetizzatore ad un opportuno amplificatore, si porti il cursore di P2 completamente verso P1. In questo modo avremo la minima attenuazione. Si regoli quindi P1 per avere le variazioni di tono che si desidera. Si regoli quindi P2 fino ad ottenere il volume medio che risulta più gradito. L'effetto più naturale si ottiene quando il rumore passa in certi momenti per lo zero, simulando il fermarsi dell'onda prima del ritorno. Si noterà una certa influenza reciproca tra P1 e P2, quindi bisognerà agire di seguito sui due potenziometri alternativamente prima di ottenere il migliore risultato.

Le caratteristiche dell'amplificatore a cui l'apparecchio è collegato influiranno anche loro sul risultato. La banda deve essere particolarmente estesa verso i toni bassi, in modo che la riproduzione del rombo della risacca risulti riprodotto nel modo più fedele possibile.

Per ottenere un risultato ancora più naturale si potrà agire sul controllo dei toni bassi, aumentandone il passaggio.

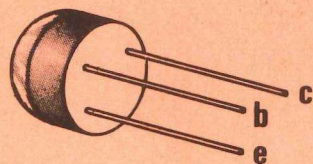
Oltre a tutto, invece della capricciosa risacca naturale avremo la possibilità di ottenere in ogni momento la risacca che più ci piace e più ci ispira.



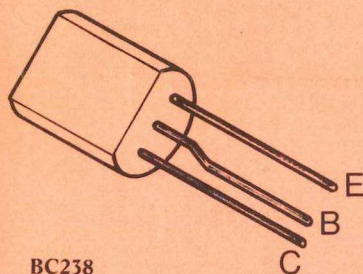
- 1 Semiscatola inferiore
- 2 Clip portabatteria
- 3 Dadi M3
- 4 Viti M3 x 4
- 5 Baseetta circuito stampato
- 6 Colonnine distanziali esagonali
- 7-8 Viti M3 x 4
- 9 Coperchio
- 10 Viti autofilettanti 2,2 x 6,5
- 11 Dado fissaggio interruttore
- 12 Manopole comando potenziometri a cursore
- 13 Feltrini autoadesivi

Fig. 6 - Montaggio finale.

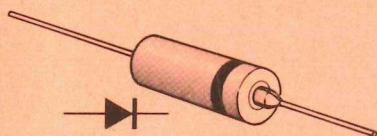
**DISPOSIZIONE DEI TERMINALI
DEI SEMICONDUTTORI
IMPIEGATI**



BC208B



BC238



1N914

ELENCO DEI COMPONENTI

N.	Sigla	Descrizione
6	R5-R20-R25- R40-R45-R60	resistori da 6,8 k Ω - 0,33 W
1	R10	resistore da 270 k Ω - 0,33 W
3	R15-R55-R115	resistori da 100 k Ω - 0,33 W
4	R90-R130- R30-R155	resistori da 47 k Ω - 0,33 W
1	R35	resistore da 220 k Ω - 0,33 W
6	R50-R95-R135- R140-R160-R165	resistori da 68 k Ω - 0,33 W
1	R65	resistore da 22 k Ω - 0,33 W
1	R70	resistore da 33 k Ω - 0,33 W
1	R75	resistore da 10 k Ω - 0,33 W
1	R80	resistore da 4,7 k Ω - 0,33 W
2	R85-R150	resistori da 39 k Ω - 0,33 W
1	R100	resistore da 470 Ω - 0,33 W
2	R105-R110	resistori da 1 M Ω - 0,33 W
1	R120	resistore da 100 Ω - 0,33 W
1	R125	resistore da 1 k Ω - 0,33 W
1	R145	resistore da 27 k Ω - 0,33 W
6	C5-C10-C15 C20-C25-C30	condensatori elettrolitici 33 μ F - 16 V
1	C35	condensatore elettrolitico 1000 μ F - 16 V
1	C40	condensatore elettrolitico 100 μ F - 16 V
1	C45	condensatore elettrolitico 10 μ F - 16 V
1	C50	condensatore da 100 nF - 125 V
1	C55	condensatore da 47 nF - 125 V
2	C60-C70	condensatori da 220 nF - 125 V
1	C65	condensatore elettrolitico 2,2 μ F - 16 V
1	P1	potenziometro a cursore lineare da 50 k Ω
1	P2	potenziometro a cursore lineare da 5 k Ω
6	TR1-TR2-TR3- TR4-TR5-TR6	transistori BC208B o BC108B
2	TR7-TR8	transistori BC238
2	D1-D2	diodi 1N914
8	—	zoccoli per transistori
1	—	assieme circuito stampato
4	—	ancoraggi per circuito stampato
1	—	interruttore
2	—	prese polarizzate per batterie
2	—	clips a molla supporto batterie
4	—	distanziatori esagonali L = 27 mm
1	—	semiscatola inferiore
1	—	coperchio
4	—	feltri autoadesivi
2	—	antipolvere per potenziometri
4	—	viti M2 x 4 nichelate
2	—	manopole a tasto
1	—	presa per circuito stampato
10	—	viti M3 x 4
2	—	dadi M3
4	—	viti autofilettanti da 2,2 x 5
1	—	confezione stagno