

"LESLIE"



di A. Rota

ELETTRONICO

I più sofisticati e costosi organi elettronici "da concerto" comprendono una grande varietà di accessori che vanno dal "second man" alla "camera dell' al programmatore automatico di accordi al generatore di ritmi supersofisticato. Tra questi sussidi, negli strumenti migliori in assoluto, vi è anche il Leslie elettronico che in un certo senso può essere definito l'ultimo epigono della categoria dei "Wha-Wha" ed è molto utile per colorire melodie esotiche o esaltare temi della cosiddetta "disco music". Normalmente, i generatori di effetto Leslie impegnano un "carosello" di diffusori, cioè un gruppo di altoparlanti fatti ruotare con un motorino, e tale assieme elettronico-elettromeccanico è quasi impossibile da autocostruire e da aggiungere agli organi che ne siano privi. Descriviamo qui un generatore di Leslie squisitamente elettronico, che a differenza dal complesso anzidetto non ha parti in movimento, può essere costruito con una notevole facilità e non pone problemi per il collegamento con gli organi e sintetizzatori. Il Leslie UK 264 dà un effetto straordinariamente affine a quello ricavato per via meccanica; anche un musicista esperto non riesce a distinguere tra questo "sintetizzatore" e la sorgente tradizionale, quindi si può dire che sia proprio un completamento ideale per gli strumenti musicali che ne siano sprovvisti tutti quelli che ricadono nella fascia di prezzi "intermedi".

Tra i tanti automatismi che arricchiscono i più rinomati organi elettronici, da alcuni anni figura il "Leslie effect generator", dispositivo dal molto interesse che consente di "modulare" il suono in modo specialissimo e così ottenere una speciale preziosità nell'esecuzione di melodie genere "South-Pacific" o romantico-esotiche; ma non solo queste si avvantaggiano del Leslie, per esempio anche il genere di consumo che va sotto l'etichetta di "disco-music" risulta più brillante se certi brani sono sot-

tolineati dal particolare effetto.

In cosa consiste la "modulazione" Leslie? Il collega Cattaneo ci ha suggerito una immagine efficace; basilarmente, tanto per capire il fenomeno si può pensare all'indiano Sioux che imita il Coyote nel film western emettendo un grido acuto e passandosi rapidamente la mano davanti alla bocca. Infatti, anche sul profilo "meccanico" il generatore tradizionale agisce similmente. Impiega degli "schermi" che sono fatti ruotare da un motore e passando davanti ad uno o più

diffusori ne attenuano ritmicamente il suono. In alternativa a questo sistema, il motore può addirittura ruotare gli altoparlanti, ed a nostro parere quest'altro Leslie è ancora più mareato perché allo alternarsi dello "smorzamento" del suono si somma un preciso effetto Doppler.

Purtroppo, solamente gli organi più costosi impiegano questo accessorio d'eccezione, diciamo quelli della classe Hammond, Yamaha e "parenti stretti". Chi non possiede un organo così lussuoso e vorrebbe completarlo con un sistema

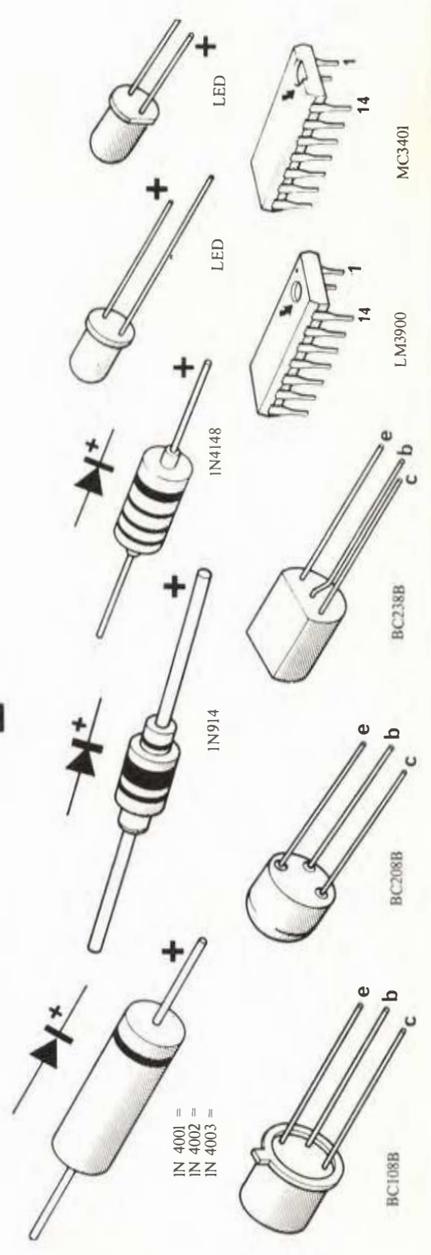
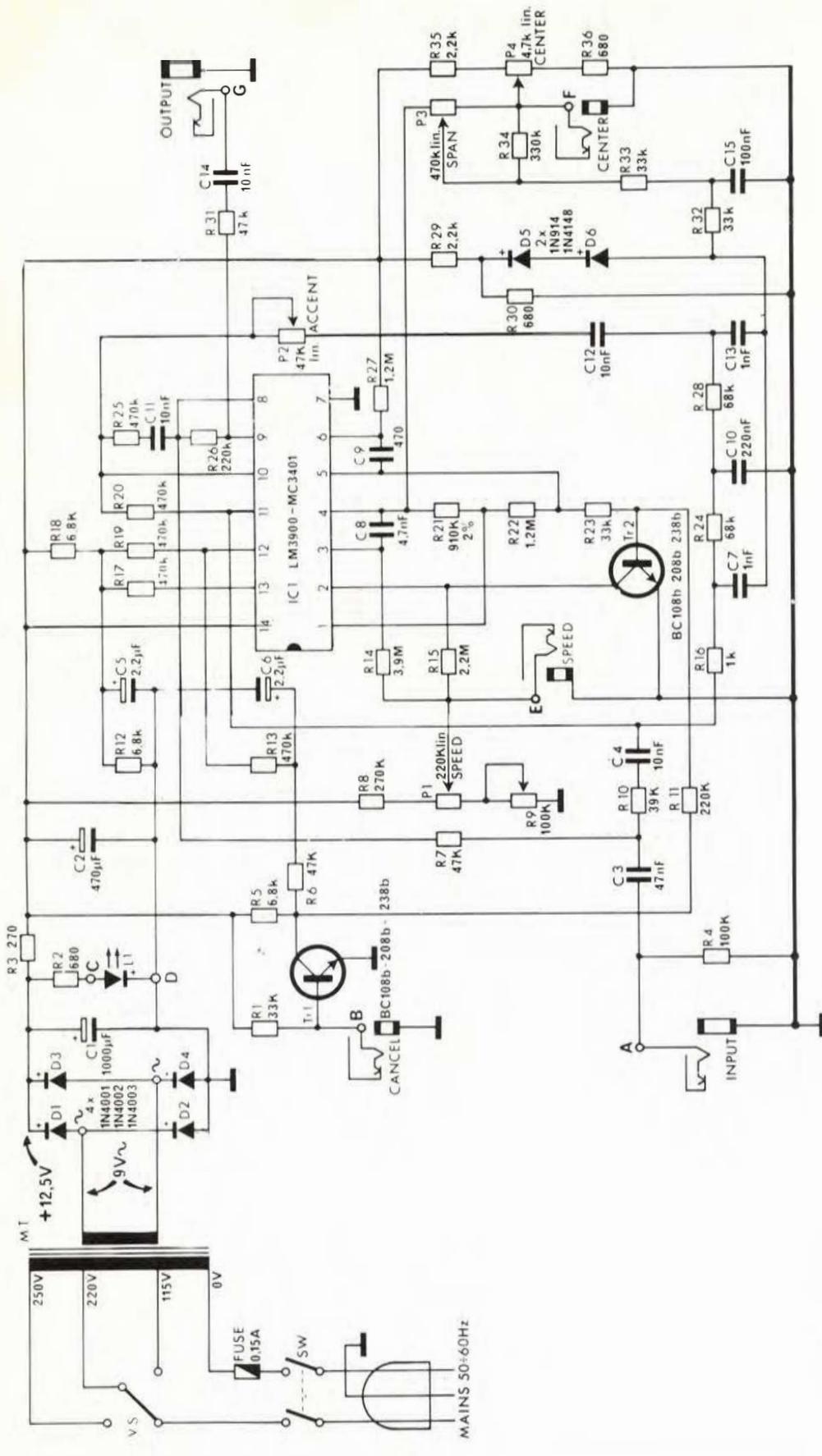
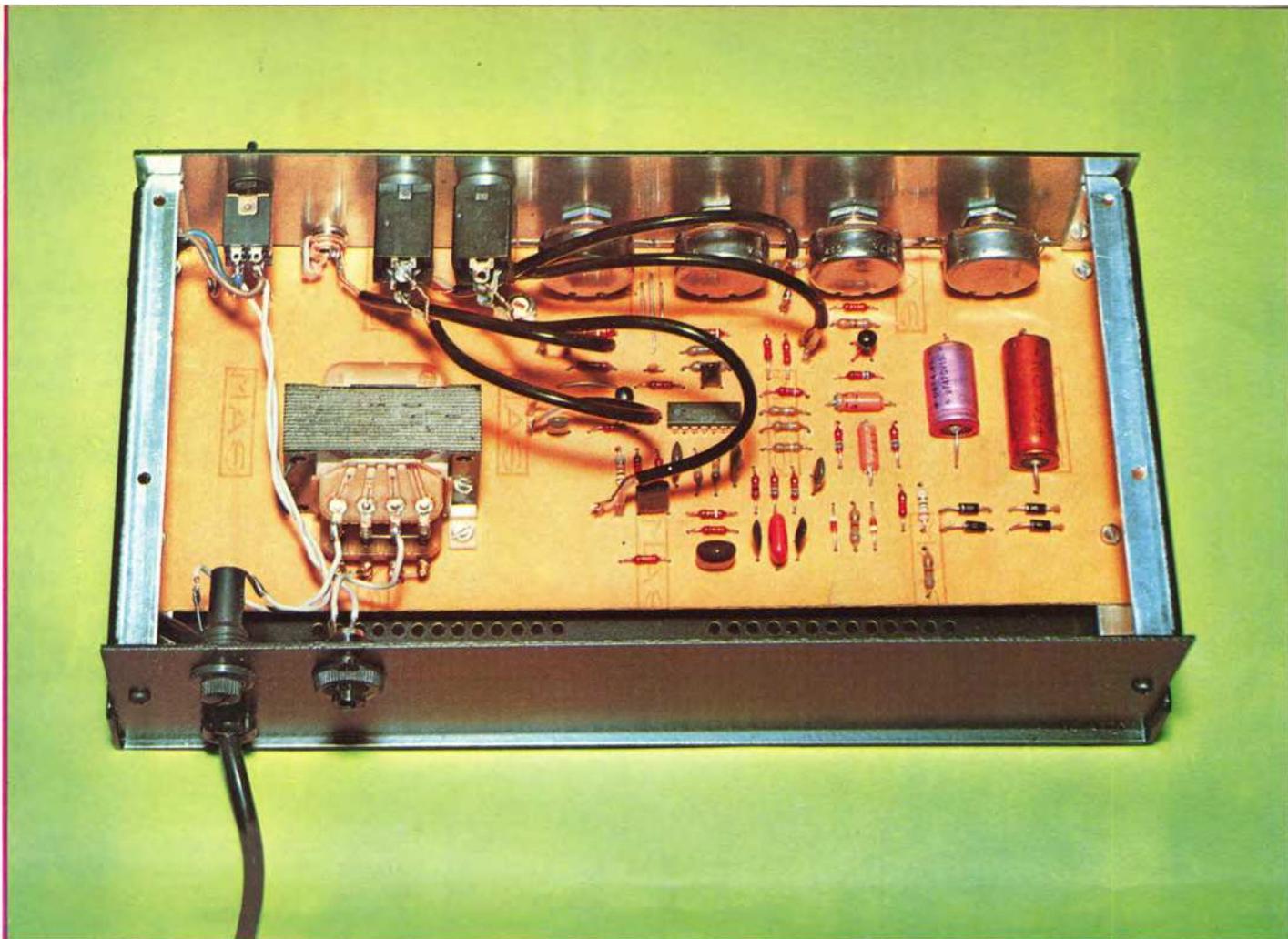


Fig. 1 - Schema elettrico del generatore di effetto "Laslett elettronico" e caratteristiche tecniche dei semiconduttori impiegati.



Vista interna del "Generatore di effetto leslie" a realizzazione ultimata.

di Leslie, come può fare? Mettersi a costruire aggeggi meccanici che ruotano gli schermi copiando dagli originali?

Poco pratico; già le stesse grandi industrie che producono organi completi di Leslie incontrano notevoli difficoltà nel rendere silenziosi i sistemi di trascinamento, e le meccaniche risultano assai complicate, realizzabili praticamente solo se si dispone di torni, frese, macchine piegatrici ed altre. Ed allora? Allora esponiamo qui la nostra alternativa: si tratta di un generatore di effetto Leslie completamente elettronico, *senza alcuna parte in movimento*.

Immaginiamo il lettore-musicista che in questo momento fa una smorfia; ricorda certi Leslie elettronici di alcuni anni addietro che davano risultati dubbi e non paragonabili a quelli dei "veri" sistemi Leslie.

Dimentichi, il lettore, quegli aggeggi; anche noi se avessimo voluto li avremmo potuti proporre all'epoca, ma non lo abbiamo fatto proprio perché il "sound" ottenuto non ci soddisfaceva affatto.

Se ora pubblichiamo il progetto di un simulatore elettronico di effetto Leslie, il motivo è che la ricerca, anche in questo campo ha dato i suoi frutti e che l'apparato funziona talmente bene da poter sostenere senza problemi il confron-

to con i sistemi "rotanti"; anche l'orecchio scaltrito di un musicista non riesce a distinguere una differenza reale tra l'effetto sintetizzato e quello ottenuto per via meccanica, il che è tutto dire. In più, lo apparecchio elettronico ha addirittura un grande vantaggio, rispetto a quello elettromeccanico, ed è la facilità di regolazione. Se infatti in un sistema rotante è difficile controllare qualcosa di più della *velocità* dell'asse e della posizione degli schermi, in un apparecchio elettronico, per contro, si possono facilmente esaltare certe frequenze ed attenuare le altre, agire sulla profondità d'intervento, sulla modulazione, ed insomma interallacciare innumerevoli funzioni. Il nostro apparecchio, per lasciar libere le mani all'esecutore prevede i principali controlli azionati a pedale, cioè l'ACCENT SPEED che corrisponde al controllo della velocità del motore nei sistemi tradizionali il CENTER che agisce sul tono generale quando con il comando SPAN si limita la banda, ed il CANCEL che blocca l'effetto.

Ma vediamo il circuito elettrico dell'apparecchio; potremo così apprezzare meglio le varie particolarità: figura 1.

Il "cuore" del *Leslie simulator* è un circuito piuttosto insolito, un quadruplo amplificatore operazionale Norton. Que-

sto, differisce dai noti, perché gli "op-amp" che sono compresi non hanno ingressi ad alta resistenza come i normali 702, 709, 741 ecc., bensì a *bassa resistenza*, ed a determinare la tensione di uscita non è la differenza di tensione tra i due ingressi (invertente e non invertente) bensì la *differenza di corrente* tra i due.

Ancora un dato differenzia i Norton dai normali amplificatori operazionali; i nostri, non necessitano della alimentazione negativa e positiva a *zero centrale*, ma possono essere alimentati da un sistema bipolare usuale, come un transistor.

Nel circuito, due amplificatori Norton (terminali 2 - 3 ed 1 - 6 per gli ingressi, 4 - 5 per le uscite) sono connessi in modo da formare un oscillatore VCO (controllato dalla tensione per la frequenza). Per capire bene le funzioni del settore, dobbiamo tener presente che ciascun Norton opportunamente reazionato tende a mantenere una corrente eguale negli ingressi, così come un "op-amp" usuale tende a mantenere uguali le tensioni. Se con un circuito opportuno noi facciamo circolare negli ingressi di ciascun amplificatore due correnti diverse, questo si comporterà allora in modo tale da raggiungere l'equilibrio.

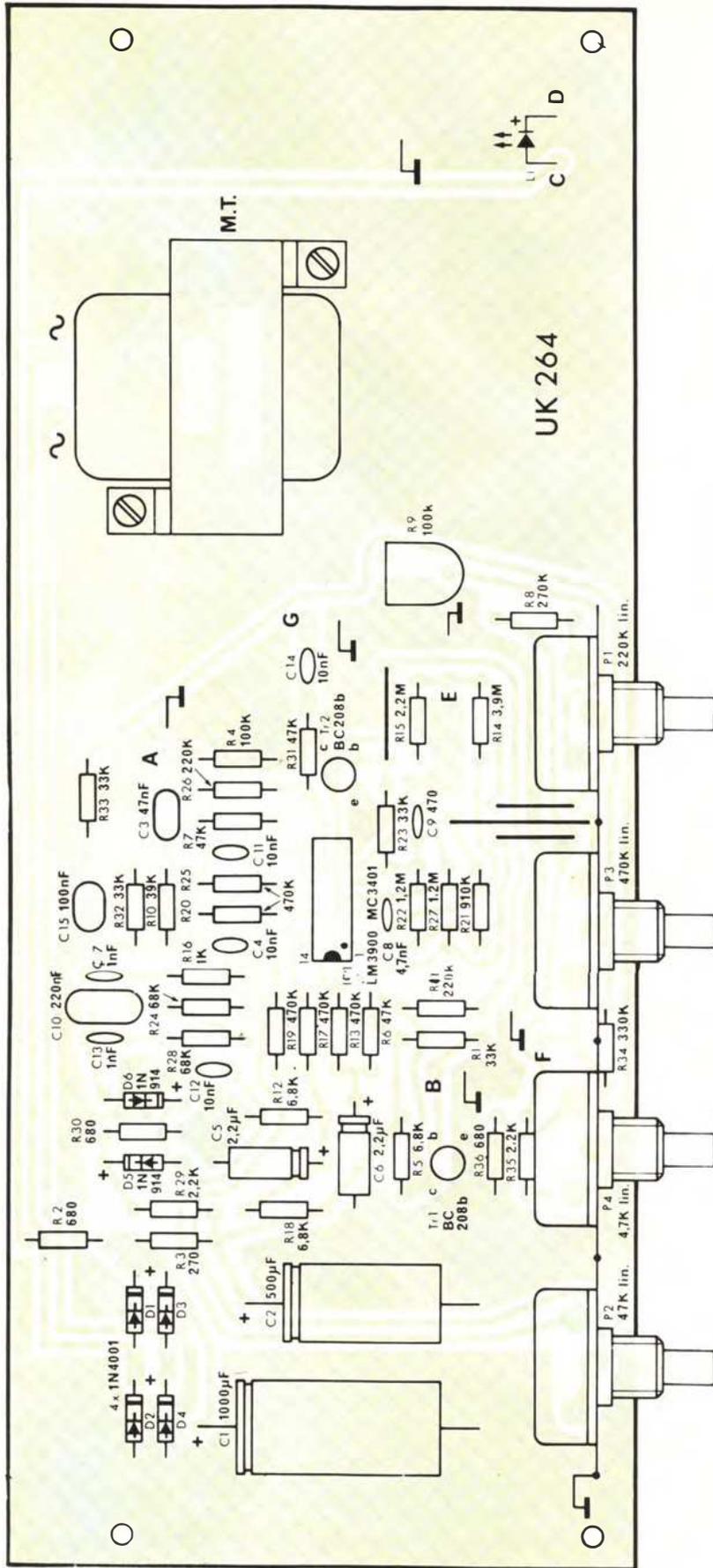


Fig. 2 - Disposizione dei componenti sulla bassetta del "Leslie elettronico".

Vediamo come lavora l'operazionale che è connesso ai terminali 2, 3 e 4. Tra l'ingresso che giunge al terminale 2 e la massa, come si vede nel circuito, è connesso il TR2 che può essere portato in conduzione o nell'interdizione tramite il circuito collegato alla base.

Poniamo che il TR2 sia interdetto. In tal caso, sia al terminale 2 che al terminale 3 dell'IC giungerà una corrente derivata dal positivo generale dell'alimentazione tramite R8, P1 ed R9 ed ai resistori R14 ed R15.

Come si nota, questi ultimi hanno valori diversi; R14 è quasi doppio di R15 e le correnti negli ingressi dell'amplificatore saranno in tal modo differenziate, cosicché il sistema operazionale tenderà ad aumentare la tensione in uscita per riequilibrarle. L'aumento della tensione nell'uscita sarà retrocessa dal C8 la cui corrente di carica si sommerà a quella del terminale 3. Ora, attraverso al C8, passa una certa corrente solo quando la tensione aumenta, ed allora l'operazionale deve aumentare la sua tensione di uscita in modo continuo e graduale (lineare) per far scorrere l'intensità di equilibrio nell'ingresso "3".

Avremo quindi una rampa di tensione rettilinea rispetto al tempo, ed inclinata con un angolo che dipende dal valore del C8 e dalle differenze percentuali delle correnti d'ingresso nel regime statico.

Ora, se non vi fossero limitazioni di sorta, stando così le cose, la rampa tenderebbe a salire all'infinito, che, in questo caso corrisponde al valore della tensione d'alimentazione. Ciò che serve per il Leslie invece, è una tensione d'uscita che abbia un andamento triangolare ricavata con una rampa di salita subito seguita da una in discesa.

Per ottenere questa funzione il secondo operazionale è connesso come un trigger di Schmitt. Una delle entrate riceve una corrente costante tramite R27 che serve per il confronto. All'altro ingresso è applicata la somma delle correnti che provengono dall'uscita del primo amplificatore attraverso R21 e dell'amplificatore trattato attraverso R22.

Vediamo la funzione sul piano della "logica". Allorché l'apparecchio inizia il lavoro, l'uscita 5 sarà praticamente a tensione 0 e tale sarà anche la tensione al terminale 4, quindi la corrente che giunge al piedino 1 sarà molto piccola rispetto a quella di riferimento applicata al terminale 6. Perdurando questo primo stato, la tensione di uscita rimarrà 0. Allorché le condizioni all'ingresso si invertano, in altre parole, allorché la corrente che circola nel terminale 1 superi anche di poco quella che vi è nel terminale 6, l'uscita a sua volta commuterà bruscamente assumendo un valore in tensione quasi pari a quella di alimentazione. Con il passar del tempo, la tensione all'uscita numero 4 crescerà con l'andamento a ram-

pa descritto in precedenza, sino a quando la corrente che passa attraverso R21 supererà quella che circola nella R27. A questo punto scatta la commutazione.

La tensione positiva ora rilevabile sul terminale perviene attraverso R23 alla base del Tr2 polarizzandolo sino alla conduzione, ed attraverso la resistenza R22 giunge all'ingresso 1 stabilizzando la condizione del trigger. Il transistor Tr2 in conduzione si comporta come un interruttore chiuso, e pone a massa il terminale 2; come abbiamo visto, questo è un ingresso, ed allora avremo un ingresso che non assorbe nulla. L'altro ingresso, 3, sarà quindi il solo alimentato attraverso R14. Ora, come sappiamo il Norton lavora in modo da riequilibrare il tutto, e per raggiungere l'equilibrio la sua tensione di uscita dovrà decrescere con un andamento uguale ma contrario a quello di salita esaminato in precedenza. Le funzioni continueranno a ripetersi nel modo osservato, sin che la diminuzione della tensione nel terminale 4 provocherà la diminuzione della corrente sul terminale 1, di quel tanto che sarà bastante a renderla inferiore all'intensità che circola nel terminale 6 nonostante il circuito formato da R30.

In tal modo l'operazionale commuterà a 0 la sua uscita, il ciclo sarà completo e riprenderà. Il risultato di tutto il gioco di equilibri che abbiamo minuziosamente descritto (in nessun altro modo il lettore avrebbe potuto comprendere la logica di funzionamento) sarà un'onda quadra proveniente dal trigger di chmitt in fase con un'onda triangolare. La frequenza dipende ovviamente dalla posizione del P1 in quanto la tensione al cursore determina, in combinazione con la carica del C8, la percentuale della corrente che arriva da R14 ed R15.

Secondo come è regolato P1 la frequenza può essere tra 0,3 e 15 Hz.

Proseguiamo l'analisi del circuito osservando che l'amplificatore Norton connesso ai terminali 11 e 12 per gli ingressi e con l'uscita che fa capo al terminale 10, funziona come filtro attivo passabanda controllato in tensione. Nella rete di controreazione di questo amplificatore, troviamo R24, R28, C7, C13, C10 filtro ad arresto di banda, che lavora in combinazione con la resistenza differenziale dei diodi D5 e D6. I diodi quando sono polarizzati direttamente, si comportano rispetto al filtro come una resistenza; se invece sono polarizzati inversamente assumono l'aspetto di una capacità, agendo in tal modo sulla larghezza della banda filtrata. Vediamo come agiscono le polarizzazioni: il partitore R29 - R30 mantiene il catodo del D5 ad una tensione di poco superiore al V. Un'altra tensione che può raggiungere gli 8 V giunge dal partitore variabile R35 - P4 - R36; contribuisce infine alla polarizzazione l'onda triangolare attenuata più o meno dal P3 (SPAN) che quindi

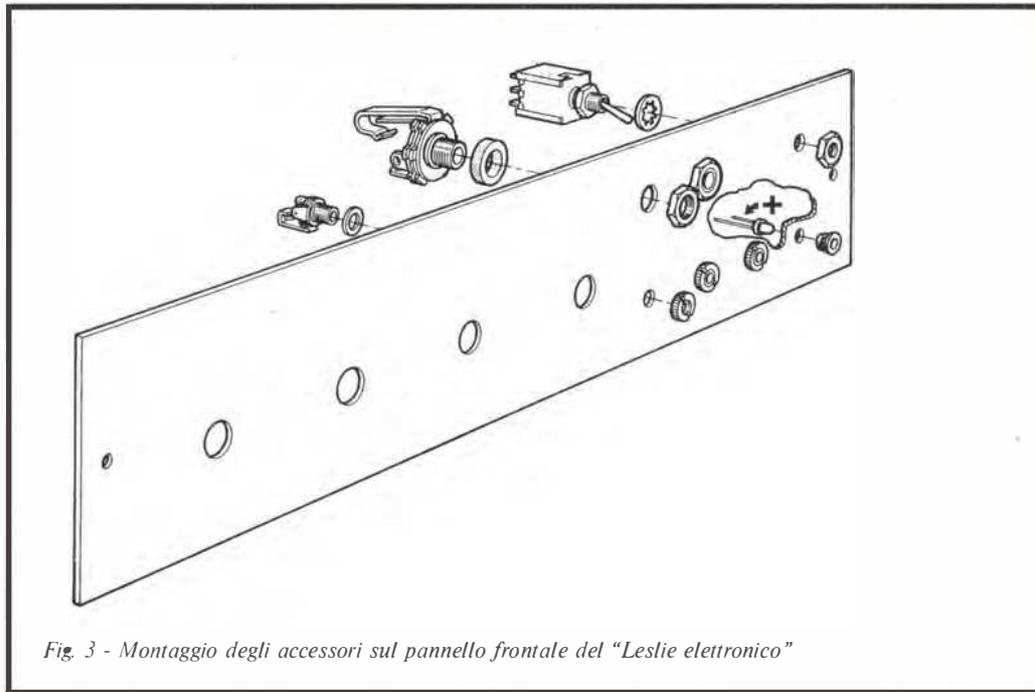


Fig. 3 - Montaggio degli accessori sul pannello frontale del "Leslie elettronico"

esercita un effetto minore o maggiore a seconda della posizione del cursore. La somma delle tensioni provenienti da CENTER e da SPAN, attraverso il passabasso R33 - R32 - C15 che elimina le armoniche superiori dell'onda triangolare, trasformandola così in una sinusoide anche se imperfetta, che è applicata all'anodo del D6. Il diodo conduce a seconda del semiperiodo. In pratica il circuito è tutto qui, e le ondulazioni che abbiamo fedelmente seguito terminale dopo terminale, riescono a simulare in modo straordinario il movimento meccanico cui abbiamo fatto cenno in precedenza.

Sempre in merito alla figura 1, dobbiamo però ancora far notare che TR1 è in pratica null'altro che un interruttore elettronico che serve per bloccare il generatore Leslie, e l'ultimo amplificatore Norton compreso nell'IC1, di cui non abbiamo ancora visto l'impiego, funziona appunto da amplificatore lineare prelevando i segnali all'uscita del filtro e da parte del segnale di ingresso (si osservi la connessione di R7) elaborandoli e portandoli all'uscita. L'alimentazione dell'apparecchio è classicamente ottenuta dalla rete-luce: tramite MT che eroga 9 V al secondario, il ponte rettificatore

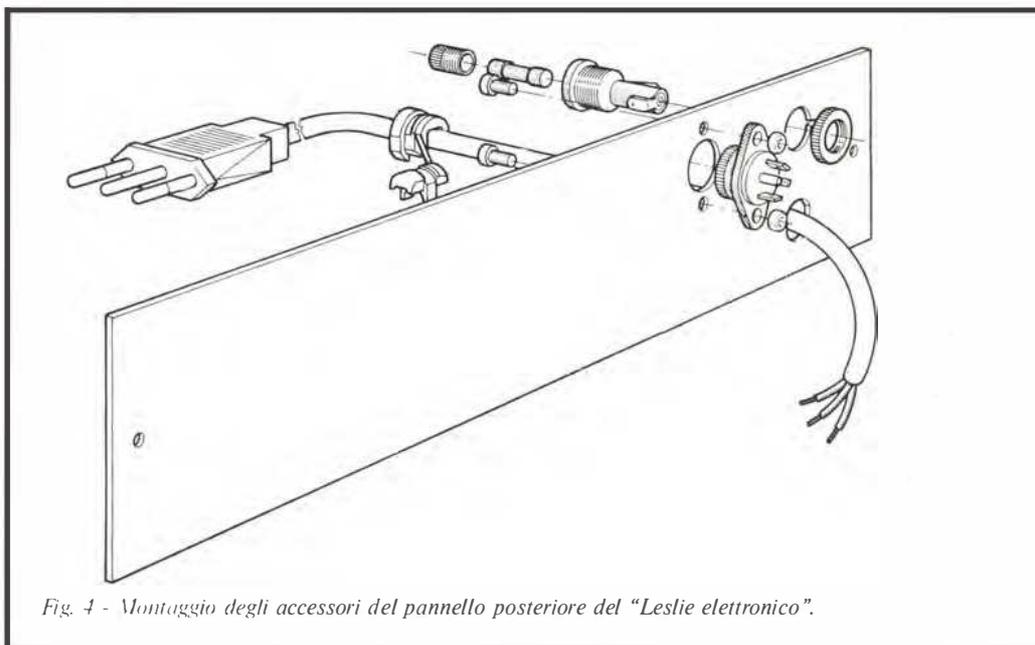


Fig. 4 - Montaggio degli accessori del pannello posteriore del "Leslie elettronico".

formato dai diodi D1, D2, D3, D4, infine il filtro spianatore che utilizza C1, C2, R3. Il diodo LED "L1" serve per indicare la messa in funzionamento del Leslie ed R2 evita che la giunzione sia percorsa da una intensità eccessiva.

Terminato così l'esame del circuito, vediamo la realizzazione pratica.

Il contenitore dell'apparecchio è compatto ed elegante, con la sua linea a profilo basso, sul pannello vi sono i controlli potenziometrici ACCENT, CENTER, SPAN, SPEED nonché le prese a jack di ingresso ed uscita e quelle che servono per i pedali CANCEL CENTER e SPEED. Sul pannello posteriore vi è

il fusibile, il cambiatensione e di qui fuoriesce il cordone di rete.

Il montaggio è semplice; si impiega un unico circuito stampato che regge addirittura anche il settore "alimentazione" con il relativo trasformatore: figura 2. Poiché l'apparecchio lavora in bassa frequenza e non impiega parti speciali, il

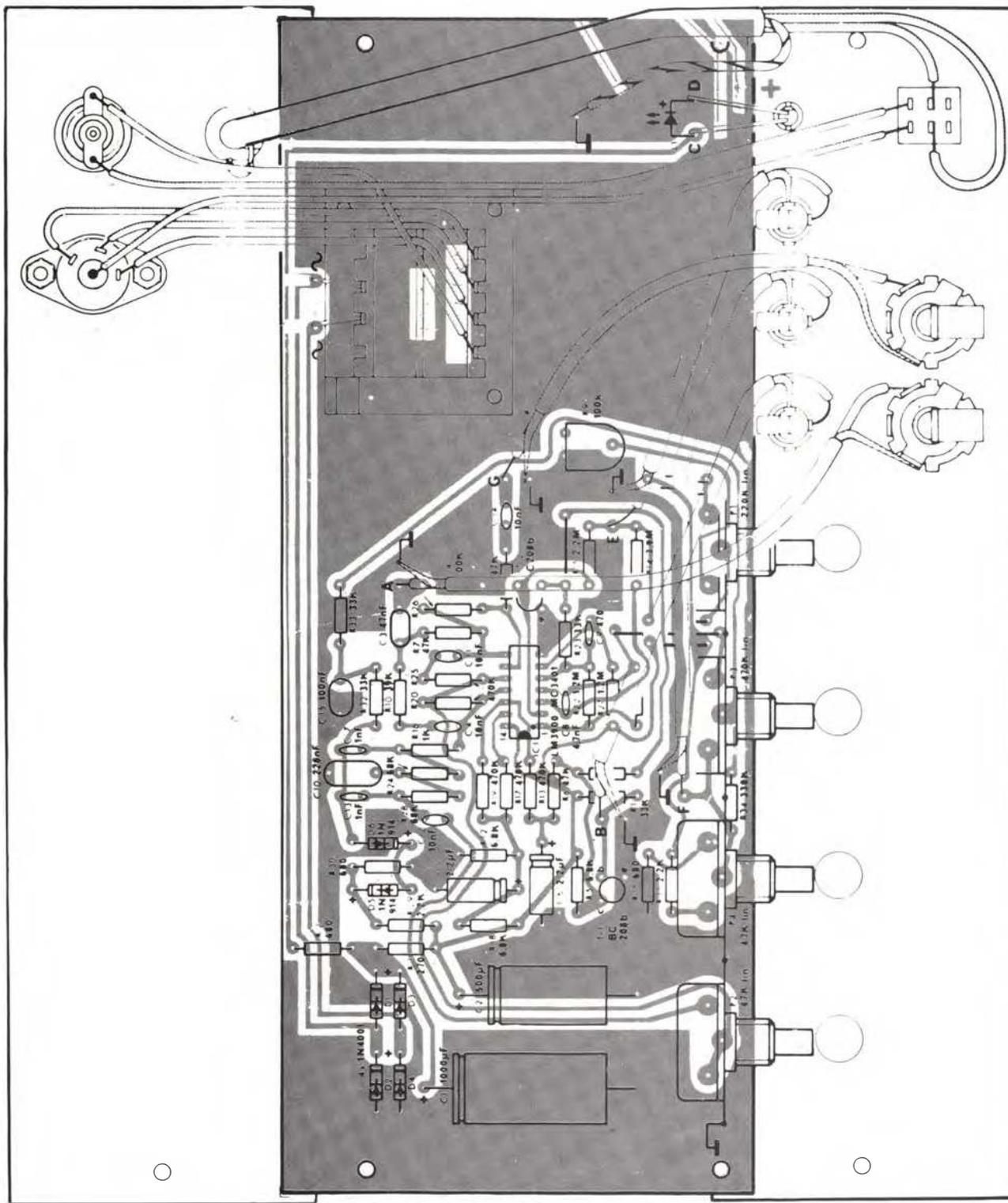


Fig. 5 - Cablaggio generale del "Leslie elettronico".

lavoro è perfettamente di routine. Come sempre, le operazioni di assemblaggio inizieranno dai resistori fissi, che essendo piuttosto numerosi devono essere ben osservati prima della connessione, ad evitare errori ed inversioni.

Dopo i resistori è bene cablare i ponticelli, quattro in tutto, che i più sbadati usano regolarmente dimenticare (!).

Seguiranno i componenti polarizzati, diodi ed elettrolitici, quindi i condensatori usuali. Connettendo le parti che hanno un lato positivo ed uno negativo, così come i transistori che seguiranno, si devono osservare con la massima attenzione i terminali, perché un errore è sempre possibile, specie quando si lavora in condizioni di illuminazione non proprio ottimali, o di sera, sottraendo qualche ora al riposo, come usano far gli sperimentatori ed i vari appassionati.

Dopo aver innestato e connesso il trimmer R9, si passerà all'IC1.

Attenzione alla tacca o al foro che distingue il verso di inserzione di quest'ultimo! Se l'integrato è connesso "al rovescio" smontarlo sarà assai difficile ed il recupero del pezzo integro quasi impossibile.

Per completare il circuito stampato si monteranno i potenziometri, il LED, i terminali ad innesto e per ultimo il trasformatore di alimentazione, che essendo la parte più pesante ed ingombrante del tutto non deve essere installato prima.

È ora il momento del controllo generale, che deve essere molto scrupoloso; prima di tutto si rileggeranno i valori di resistenza e capacità; poi si controlleranno *tutte le polarità* sempre con un riscontro preciso diretto al circuito elettrico ed al piano costruttivo di figura 2. Se vi è il minimo dubbio circa un terminale, un valore, un polo, si dovrà interrompere il check immediatamente e verificare la situazione. Solo *se si è certi* che tutto è regolare il controllo sarà proseguito.

La figura 5 mostra il completamento dell'apparecchio, con il montaggio degli accessori sul pannello e sul retro della scatola, ed il cablaggio relativo. Si osservino anche le figure 3 e 4.

Per collaudare il generatore, prima di tutto ci si deve accertare che il cambiamento sia nella posizione giusta, corrispondente alla rete disponibile, poi, tramite cavetti schermati si collegheranno i pedali ai jack appositi, quindi l'OUTPUT (uscita) sarà connessa alla presa "AUX" di un qualunque amplificatore HI - FI, monofonico, oppure stereo ma commutato in "Mono".

Per finire con la fase preparatoria, un ultimo cavetto schermato dall'INPUT sarà connesso ad una chitarra, un organo elettronico o altro "generatore". Tutti i Jack da impiegare devono avere il diametro di 6,3 mm.

La prova inizierà regolando R9 per la minima velocità tenendo disinserito il controllo SPEED.

ELENCO DEI COMPONENTI DELL'UK 264

R1-R23-R32-R33	:	:	resistori 33 kΩ ± 5% - 0,25 W
R2-R30-R36	:	:	resistori 680 kΩ ± 5% - 0,25 W
R3	:	:	resistore 270 Ω ± 5% - 0,25 W
R4	:	:	resistore 100 kΩ ± 5% - 0,25 W
R5-R12-R18	:	:	resistori 6,8 kΩ ± 5% - 0,25 W
R6-R7-R31	:	:	resistori 47 kΩ ± 5% - 0,25 W
R8	:	:	resistore 270 kΩ ± 5% - 0,25 W
R10	:	:	resistore 39 kΩ ± 5% - 0,25 W
R11-R26	:	:	resistori 220 kΩ ± 5% - 0,25 W
R13-R17-R19-R20-R25	:	:	resistori 470 kΩ ± 5% - 0,25 W
R14	:	:	resistore 3,9 MΩ ± 5% - 0,25 W
R15	:	:	resistore 2,2 MΩ ± 5% - 0,25 W
R16	:	:	resistore 1 kΩ ± 5% - 0,25 W
R21	:	:	resistore 910 kΩ ± 2% - 0,33 W
R22-R27	:	:	resistori 1,2 MΩ ± 5% - 0,25 W
R24-R28	:	:	resistori 68 kΩ ± 5% - 0,25 W
R29-R35	:	:	resistori 2,2 kΩ ± 5% - 0,25 W
R34	:	:	resistore 330 kΩ ± 5% - 0,25 W
R9	:	:	trimmer 100 kΩ
P1	:	:	potenziometro 220 kΩ lin.
P2	:	:	potenziometro 47 kΩ lin.
P3	:	:	potenziometro 470 kΩ lin.
P4	:	:	potenziometro 4,7 kΩ lin.
C1	:	:	cond. elettr. 1000 μF 16 V
C2	:	:	cond. elettr. 470 μF 16 V
C5-C6	:	:	cond. elettr. 2,2 μF 16 V
C3	:	:	cond. poliest. 47 nF ± 10% - 100 V
C4-C11-C12-C14	:	:	cond. poliest. 10 nF ± 10% - 100 V
C7-C13	:	:	cond. poliest. 1 nF ± 10% - 100 V
C8	:	:	cond. poliest. 4,7 nF ± 10% - 100 V
C10	:	:	cond. poliest. 220 nF ± 10% - 100 V
C15	:	:	cond. poliest. 100 nF ± 10% - 100 V
C9	:	:	cond. ceram. 470 pF ± 20% - 50 V
D1-D2-D3-D4	:	:	diodi 1N4001 (1N4002 - 1N4003)
D5-D6	:	:	diodi 1N914 (1N4148)
Tr1-Tr2	:	:	transistori BC208B (BC108B - BC238B)
IC1	:	:	circuito integrato LM3900 (MC3401)
1	:	:	trasformatore di alimentazione
1	:	:	circuito stampato
1	:	:	LED rosso con ghiera
13	:	:	ancoraggio per C.S.
20 cm	:	:	filo rame stagnato ø 0,7
80 cm	:	:	trecciola isolata 0,35 nero
80 cm	:	:	cavetto schermato
4	:	:	manopole nere con indice giallo
4	:	:	distanziatori cilindrici L = 4
2	:	:	distanziatori cilindrici L = 3
3	:	:	prese jack 2 poli ø 3,5
2	:	:	prese jack 2 poli ø 6,3
1	:	:	deviatore doppio a levetta nera
1	:	:	cordone di rete color nero
1	:	:	fermacavo
1	:	:	cambiatensione
1	:	:	portafusibile
1	:	:	fusibile 0,15 A rapido ø 5 x 20
1	:	:	pannello anteriore
1	:	:	pannello posteriore
?	:	:	fiancate
1	:	:	coperchio
1	:	:	fondo
4	:	:	gommini
12	:	:	viti autof. 2,9 x 6,5 +. croce brun.
8	:	:	viti N3 x 8 +. croce brun.
8	:	:	dadi M3
1	:	:	confezione stagno

Se il montaggio è ben fatto, l'apparecchio dovrebbe funzionare subito; notando una certa distorsione, quasi certamente il segnale che entra nel generatore Leslie avrà una ampiezza che supera 0,5 V eff, massimo valore accettabile, e deve essere attenuato con un'apposito controllo.

Se invece tutto è regolare, si potranno verificare i diversi effetti; i comandi hanno le seguenti funzioni:

SPEED: Varia la frequenza di pulsazione Leslie, e corrisponde al comando che regola la velocità del motore negli apparecchi elettomeccanici. Le pulsazioni possono essere portate da una ogni



Alle edicole
o
in abbonamento
e
presso tutti i
punti di vendita
GBC

È VERAMENTE UTILE E PRATICO...

★ **UNA SOLUZIONE** ai problemi di aggiornamento, pratica, efficace, completa, economica...

★ **UNA ESPOSIZIONE** chiara ed esauriente che verte sulla teoria e sulla pratica. Insegna a costruire numerosi apparecchi.

★ **DAI PRIMI ELEMENTI...** alle applicazioni più moderne. Per chi vuole diventare tecnico e per chi lo è già.



Chiedete, senza impegno, l'opuscolo che illustra in dettaglio i 2 corsi. Contiene i programmi, un modulo di iscrizione ed un tagliando per un abbonamento di prova. Scrivere chiaramente il proprio indirizzo, unendo Lit. 200 in francobolli.

ISTITUTO TECNICO di ELETTRONICA "G. MARCONI" Sez. B

Casella Postale 754 - 20100 Milano



È UN'OPERA CHE
NON INVECCHIA!

Rinnovo periodico
delle lezioni

Sono disponibili
le copertine
per una elegante
rilegatura
in 2 VOLUMI

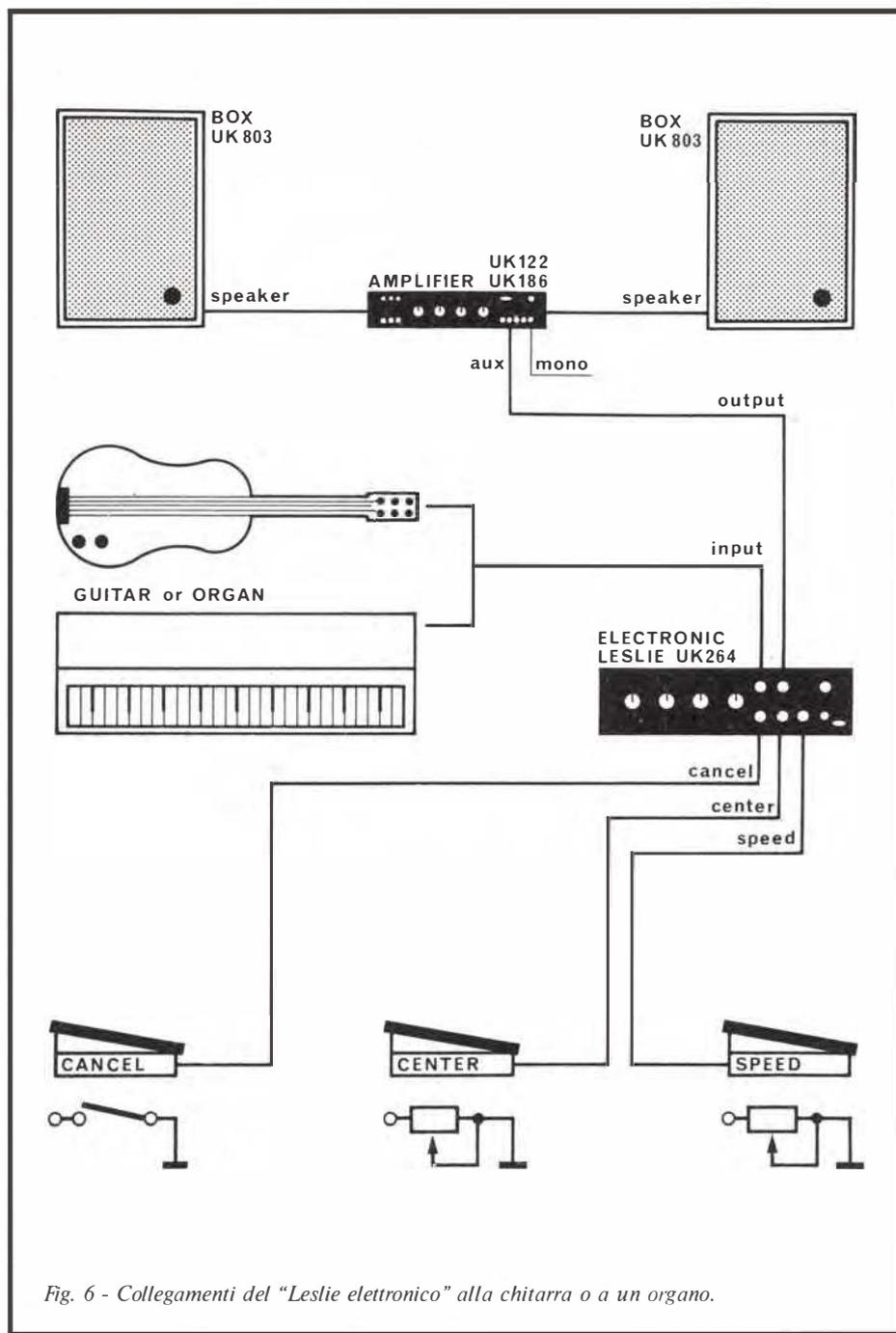


Fig. 6 - Collegamenti del "Leslie elettronico" alla chitarra o a un organo.

tre secondi, a 15 al secondo. Ruotando la manopola in senso orario, la vibrazione aumenta, come è normale.

ACCENT: Questo comando, praticamente permette di graduare la "presenza" dell'effetto Leslie, che può essere più intenso o più ovattato. L'ACCENT non interferisce con lo SPEED.

SPAN: Come abbiamo detto, questo controllo è tipico dei Leslies elettronici, ed ha una diretta influenza sulla banda passante. In pratica, allorché è ruotato completamente in senso orario (normale posizione di lavoro) la banda passante è massima, e regolando la manopola in senso antiorario via via la banda si restringe sino ad annullare l'effetto Leslie.

CENTER: Se il controllo SPAN che abbiamo appena rammentato è in posizione "normale" (tutto in senso orario) il CENTER non è operativo. Se invece lo SPAN è più o meno portato a metà tra i due fine-corsa, il CENTER funge da controllo "di tono" generale e regolando alternativamente i controlli SPAN e CENTER verso il termine antiorario, si può ottenere l'effetto "phaser" che i nostri amici "musicisti elettronici" ben conoscono per averlo udito nei vari sintetizzatori. I comandi dei pedali non agiscono quando la rispettiva regolazione è a fine corsa in senso antiorario. Infine, il pedale CANCEL serve per bloccare istantaneamente l'effetto Leslie.