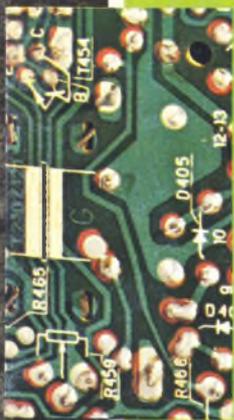


# RADIORAMA

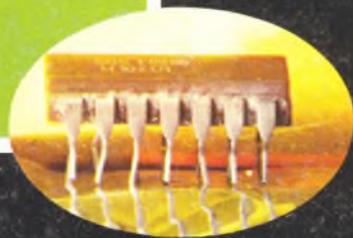
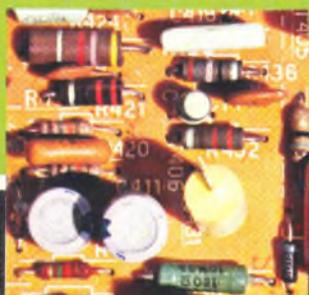
RIVISTA MENSILE EDITA DALLA SCUOLA RADIO ELETTRA  
IN COLLABORAZIONE CON POPULAR ELECTRONICS



LINEA DI  
RITARDO  
AUDIO



## «BUCKET BRIGADE»



**COSTRUITE IL DETECTIVE AUDIO \* LE NOVITA' NEL  
CAMPO DEI REGISTRATORI A NASTRO \* DIECI IDEE  
SBAGLIATE SUI MOBILI PER GLI ALTOPARLANTI**

# ELETRAKIT TRANSISTOR



Non è  
necessario  
essere tecnici  
per costruire  
questa  
modernissima  
radio  
a transistori.

La Scuola Radio Elettra Le permette di montare, con le Sue mani e senza alcuna difficoltà, un modernissimo ricevitore portatile MA-MF a 10 transistori, 5 diodi ed un diodo varicap; nel contempo, la Scuola Le offre un magnifico divertimento e la possibilità di conoscere a fondo l'apparecchio, di saperlo riparare da solo e di intraprendere, se vorrà, il cammino per raggiungere una specializzazione nel campo dell'elettronica.

Elettrakit/Transistor è un Corso per corrispondenza realizzato secondo i più attuali criteri propedeutici; è interamente corredato da illustrazioni a colori e ciò consente un rapido e sicuro controllo di ogni fase di montaggio fino al completamento del ricevitore.

Anche se Lei è giovanissimo, potrà trovare in questo montaggio un divertimento altamente

istruttivo; potrà scoprire così la Sua attitudine alla tecnica elettronica che La avvierà ad una carriera, quella del tecnico elettronico, che oggi è veramente la più ricca di prospettive economiche.

Richieda oggi stesso, senza alcun impegno da parte Sua, più ampie e dettagliate informazioni sul Corso Elettrakit/Transistor.

Scriva alla:

*Preso d'atto Ministero della  
Pubblica Istruzione N. 1391*



**Scuola Radio Elettra**

10126 Torino - Via Stellone 5 633  
Tel. (011) 674432

**LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA**

# RADIORAMA

RIVISTA MENSILE DIVULGATIVA CULTURALE DI ELETTRONICA RADIO E TELEVISIONE  
EDITA DALLA SCUOLA RADIO ELETTRA IN COLLABORAZIONE CON POPULAR ELECTRONICS

## SOMMARIO

### RADIORAMA N. 2

Anno XXIII -  
Febbraio 1978  
Spedizione in  
abbonamento postale  
Gr. III/70  
Prezzo: L. 800

Direzione - Redazione  
Amministrazione -  
Pubblicità:  
Radiorama, via Stellone 5,  
10126 Torino  
Tel. (011) 674.432  
(5 linee urbane)

### TECNICA INFORMATIVA

Novità nel campo dei registratori a nastro	11
Laboratorio test:	
– <i>Cuffia elettrostatica STAX SR-5</i>	20
– <i>Filtro separatore elettronico Pioneer SF-850</i>	23
– <i>Elaboratore dinamico di segnale Pioneer RG-1</i>	25
Espansore audio del locale di ascolto	41
Dieci idee sbagliate sui mobili per altoparlanti	53

### TECNICA PRATICA

Costruite il Detective - audio	5
Rumore negli altoparlanti	19
Linea di ritardo audio "Bucket - Brigade"	29
Il Panamix	46
Ricevitore a cristallo con diodo al silicio	64

### LE NOSTRE RUBRICHE

Quiz dei fusibili	40
L'elettronica e la medicina	44
Novità librerie	50
L'angolo dei club	58
Panoramica stereo	60

DIRETTORE RESPONSABILE: Vittorio Veglia.

DIRETTORE AMMINISTRATIVO: Tomasz Carver

REDAZIONE: Guido Bruno, Gianfranco Fecchia, Cesare Fornaro, Francesco Peretto, Sergio Serminato, Antonio Vespa

IMPAGINAZIONE: Giovanni Lojaco

AIUTO IMPAGINAZIONE: Giorgio Bonis, Marilisa Canegallo

SEGRETARIA DI REDAZIONE: Finalba Gamba

SEZIONE TECNICA COSTRUTTIVA: Scuola Radio Elettra - Popular Electronics

SEZIONE TECNICA INFORMATIVA: Consolato Generale Britannico; FIBIS - Engineering in Britain; IBM; IRCI - International Rectifier; ITT - Components Group Europe; Philips; SGS - Società Generale Semiconduttori; Siemens

HANNO COLLABORATO A QUESTO NUMERO  
Angela Gribaudo, Renata Pentore, Luigi Lusardi,  
Giuseppe Franzero, Isa Verastro, Lorenzo Sartoris,  
Adriana Bobba, Andrea Gonella, Mario Durandi,  
Gabriella Pretoto, Francesco Pautasso, Angela Valeo,  
Antonio Richiardi, Franca Morello

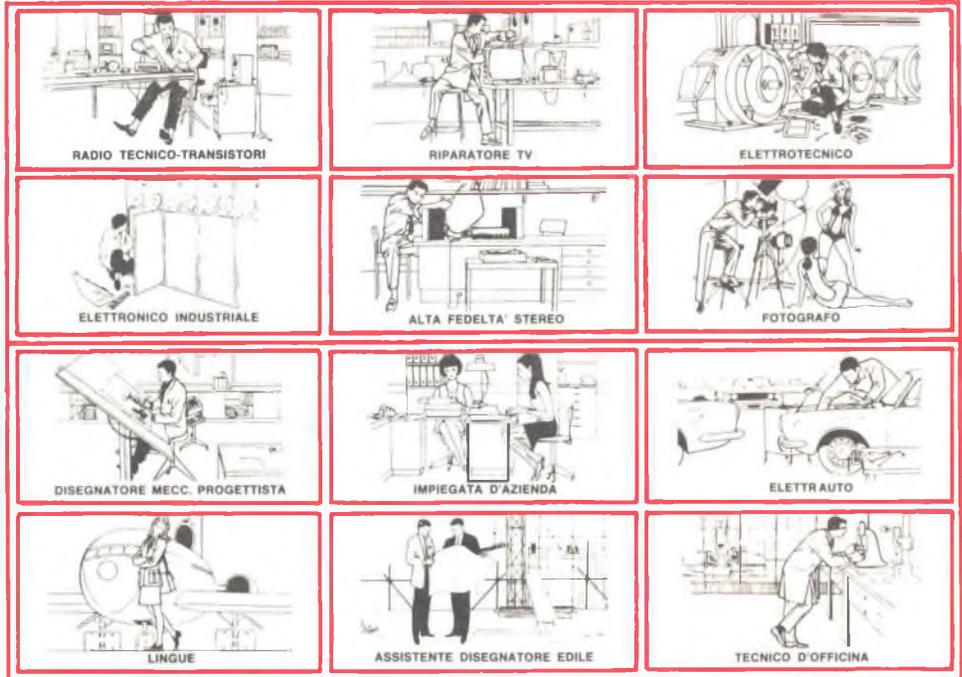
● Il contenuto dell'edizione americana è soggetto a copyright 1978 della ZIFF DAVIS PUBLISHING Co., One Park Avenue, New York 10016, N.Y. ● È vietata la riproduzione anche parziale di articoli, fotografie, servizi tecnici o giornalistici senza preventiva autorizzazione ● I manoscritti e le fotografie anche se non pubblicati non si restituiscono; verrà dato comunque un cenno di riscontro ● Pubblicazione autorizzata con numero 1096 dal Tribunale di Torino ● Spedizione in abbonamento postale, gruppo III ● La stampa di Radiorama è effettuata da litografia Interlito, via 24 Maggio 30/2, 10024 Moncalieri ● Pubblicità: RADIORAMA, via Stellone 5, 10126 Torino ● Distribuzione nazionale: Dienne Diffusione Milanese, via Taormina 28, tel. 68.83.407 20159 Milano ● RADIORAMA is published in Italy ● Prezzo del fascicolo L. 800 ● Abbonamento semestrale 16 fascicoli L. 4.500 ● Abbonamento per un anno (12 fascicoli): in Italia L. 8.000, all'estero L. 16.000 ● Copie arretrate, fino ad esaurimento, L. 800 il fascicolo ● In caso di aumento o diminuzione del prezzo degli abbonamenti verrà fatto il dovuto conguaglio ● I versamenti per gli abbonamenti e le copie arretrate vanno indirizzati a SCUOLA RADIO ELETTRA S.p.A. - Redazione RADIORAMA via Stellone 5, 10126 Torino (assegno circolare o bancario o cartolina vaglia), oppure possono essere effettuati sul C.C.P. N. 2/12930, Torino

2  
FEBBRAIO 78

# NOI VI AIUTIAMO A DIVENTARE "QUALCUNO"

Noi. La Scuola Radio Elettra. La più Importante Organizzazione Europea di Studi per Corrispondenza.

Noi vi aiutiamo a diventare "qualcuno" insegnandovi, a casa vostra, una di queste professioni (tutte tra le meglio pagate del momento):



Le professioni sopra illustrate sono tra le più affascinanti e meglio pagate: le imparerete seguendo i corsi per corrispondenza della Scuola Radio Elettra.

I corsi si dividono in:

## **CORSI TEORICO-PRATICI**

**RADIO STEREO A TRANSISTORI - TELEVISIONE - TRANSISTORI - ELETTRATECNICA - ELETTRONICA INDUSTRIALE - HI-FI STEREO - FOTOGRAFIA - ELETTRAUTO**

Iscrivendovi ad uno di questi corsi riceverete, con le lezioni, i materiali necessari alla creazione di un laboratorio di livello professionale. In più, al termine di alcuni corsi, potrete frequentare gratuitamente per una settimana i laboratori della Scuola, per un periodo di perfezionamento.

## **CORSO NOVITA'**

**ELETTRAUTO**

## **CORSI PROFESSIONALI**

**PROGRAMMAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI  
ESPERTO COMMERCIALE -  
IMPIEGATA D'AZIENDA -**

**DISEGNATORE MECCANICO  
PROGETTISTA - MOTORISTA  
AUTORIPARATORE - ASSISTENTE E  
DISEGNATORE EDILE -  
TECNICO DI OFFICINA - LINGUE**

## **CORSI ORIENTATIVO-PRATICI SPERIMENTATORE ELETTRONICO**

adatto ai giovani dai 12 ai 15 anni.

## **ELETTRAKIT TRANSISTOR**

un divertente hobby  
per costruire un portatile a transistori

## **NON DOVETE FAR ALTRO CHE SCEGLIERE...**

...e dirci cosa avete scelto. Scrivete il vostro nome, cognome e indirizzo, e segnalateci il corso o i corsi che vi interessano.

Noi vi forniamo, gratuitamente e senza alcun impegno da parte vostra, le più ampie e dettagliate informazioni in merito.

Scrivete a:



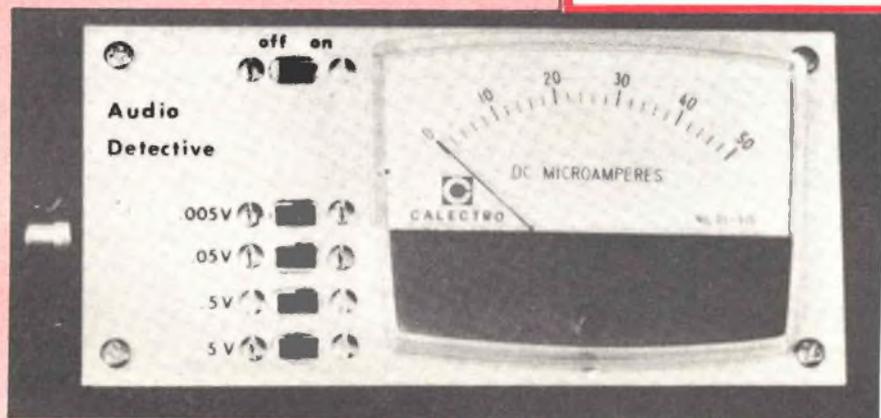
**Scuola Radio Elettra**

10126 Torino - Via Stellone 5/633

Tel. (011) 674432

COSTRUIRE IL

# DETECTIVE-AUDIO



ECCO UN SENSIBILE  
STRUMENTO  
PER LA PROVA E  
LA RIPARAZIONE  
DI CARTUCCE FONDI,  
MICROFONI E SISTEMI  
DI AMPLIFICAZIONE.

Il "detective-audio" è un sensibile voltmetro c.a. che si dimostrerà utile specialmente per le riparazioni di un sistema audio. Nella sua portata più bassa (5 mV) può essere usato per provare microfoni e molti tipi di cartucce fono; misurerà anche potenziali fino a 5 V (con una semplice modifica si potranno misurare potenziali fino a 50 V). Il responso dello strumento è piatto entro il 5%, da 15 Hz a 20 kHz.

L'apparecchiatura è alimentata a batterie, con un assorbimento di corrente di 1 mA, ed è di tipo portatile, essendo le sue dimensioni abbastanza ridotte. Per l'entrata viene usata una spina fono e la resistenza d'entrata è di 100 k $\Omega$ .

**Come funziona** - Il circuito, formato dal transistor Q1, da R19, C7 e D8, è un alimentatore stabilizzato che fornisce i 14 V necessari al circuito integrato IC1 (fig. 1). Grazie all'azione di C7, l'alimentazione sale lentamente per evitare che le correnti di carica dei condensatori C2, C3 e C4 danneggino lo

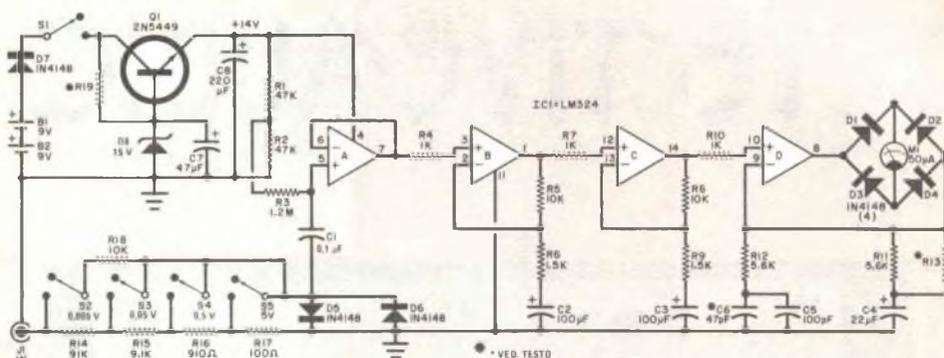


Fig. 1 - I primi tre amplificatori operazionali (IC1A - IC1B - IC1C) formano un sensibile amplificatore in c.a., mentre IC1D aziona lo strumento.

## MATERIALE OCCORRENTE

- B1-B2 = batterie da 9 V  
 C1 = condensatore ceramico da 0,1 µF - 50 V  
 C2-C3 = condensatori elettrolitici da 100 µF - 25 V  
 C4 = condensatore elettrolitico da 22 µF - 25 V  
 C5 = condensatore da 100 pF  
 C6 = condensatore da 47 pF (ved. testo)  
 C7 = condensatore elettrolitico da 47 µF - 25 V  
 C8 = condensatore elettrolitico da 220 µF - 25 V  
 D1 : D7 = diodi 1N4148 oppure 1N914 oppure BA209 e tipi equivalenti  
 D8 = diodo zener da 15 V  
 IC1 = circuito integrato National LM324  
 J1 = jack fono  
 M1 = strumento da 50 µA f.s.

- Q1 = transistor 2N5449 o TIS98  
 I seguenti resistori sono da 1/4 W:  
 R1-R2 = resistori da 47 kΩ  
 R3 = resistore da 1,2 MΩ  
 R4-R7-R10 = resistori da 1 kΩ  
 R5-R8-R18 = resistori da 10 kΩ  
 R6-R9 = resistori da 1,5 kΩ  
 R11-R12 = resistori da 5,6 kΩ  
 R13-R19 = ved. testo  
 R14 = resistore da 91 kΩ (ved. testo)  
 R15 = resistore da 9,1 kΩ (ved. testo)  
 R16 = resistore da 910 Ω (ved. testo)  
 R17 = resistore da 100 Ω (ved. testo)  
 S1 - S5 = commutatori a 1 via e 2 posizioni  
 Scatola adatta, supporti per le batterie, minuterie di montaggio e varie.

Per l'acquisto dei materiali rivolgersi alla I.M.E.R. Elettronica, Via Saluzzo 11 bis - 10125 Torino.

strumento; il diodo D7 ha il compito di proteggere il circuito da accidentali inversioni della polarità delle batterie.

La rete composta da R1, R2 e R3 stabilisce il livello di funzionamento a riposo di 7 V all'uscita di IC1A. Il collegamento diretto in c.c. tra gli stadi attraverso R4, R7 e R10 mantiene questa tensione alle uscite dei tre stadi successivi. L'alta impedenza di entrata all'entrata non invertitrice (+) di IC1A evita il carico dell'attenuatore d'entrata. I diodi D5 e D6, in unione con R18, ven-

gono usati per proteggere IC1 da tensioni d'entrata eccessivamente alte che potrebbero danneggiarlo.

Le parti B e C di IC1 amplificano il segnale audio proveniente da IC1A con guadagni di stadio determinati dai rapporti di R5 con R6 e di R8 con R9. I condensatori C2 e C3 accoppiano le correnti c.a. alla linea comune, per cui l'uscita c.a. di ciascuno stadio ha una escursione di circa 7 V c.c., lo stesso valore del livello di funzionamento a riposo.

La parte D di IC1 funziona da raddrizza-

tore di precisione e pilota dello strumento; R11 e R13 in parallelo stabiliscono il guadagno dello stadio. Variando il valore di R13, si deve calibrare lo strumento in modo che la corrente sia di  $50 \mu\text{A}$  f.s. quando vengono applicati 5 mV all'entrata (+) di IC1A. In parallelo a R11 è posto il resistore R12 in combinazione con C5 e C6 per fugare le frequenze più alte e regolare il responso in frequenza intorno a 20 kHz.

**Costruzione** - La disposizione circuitale non è critica, per cui si possono usare sia una basetta perforata con terminali di montaggio sia un circuito stampato; è però consigliabile impiegare uno zoccolo per IC1 onde evitare possibili danni dovuti al calore durante le saldature.

Dati i bassi livelli di segnale richiesti dal circuito, viene usata una sola linea comune, alla quale devono essere collegati tutti i punti di massa; si colleghi poi la linea comune alla scatola in un punto solo, preferibilmente al terminale di massa di J1. Se J1 è montato su un pannello metallico, non si facciano altri collegamenti alle parti metalliche.

Qualunque sia la disposizione adottata per il montaggio dei componenti, il controllo del circuito sarà grandemente facilitato se una parte viene montata e provata prima di passare alla successiva. E' consigliabile iniziare con la parte D del circuito integrato e con il circuito dello strumento. Poiché le correnti di carica di C2, C3 e C4 causeranno punte di corrente nello strumento, la tensione di funzionamento deve essere applicata lentamente per non danneggiare lo strumento.

Il circuito di prova rappresentato nella fig. 2-a viene usato per il controllo stadio per stadio. La tensione c.c. di funzionamento può essere fornita da una batteria o da un alimentatore da  $12 \div 15$  V c.c. Prima di dare tensione, ci si assicuri che il potenziometro sia nella posizione zero; il generatore di segnali deve essere in grado di fornire un'onda sinusoidale a bassa distorsione da 1 kHz che possa essere disposta ad uscita zero.

Montando la prima parte, si colleghi provvisoriamente R10 al punto A del circuito di prova. Si dia tensione e lentamente si regoli il potenziometro del circuito di prova per portare la tensione tra 12 V e 15 V. A mano a mano che la tensione aumenta, il movimento dello strumento sarà irregolare e andrà verso il fondo scala. Quando sarà stata fornita tutta la tensione, lo strumento dovrebbe

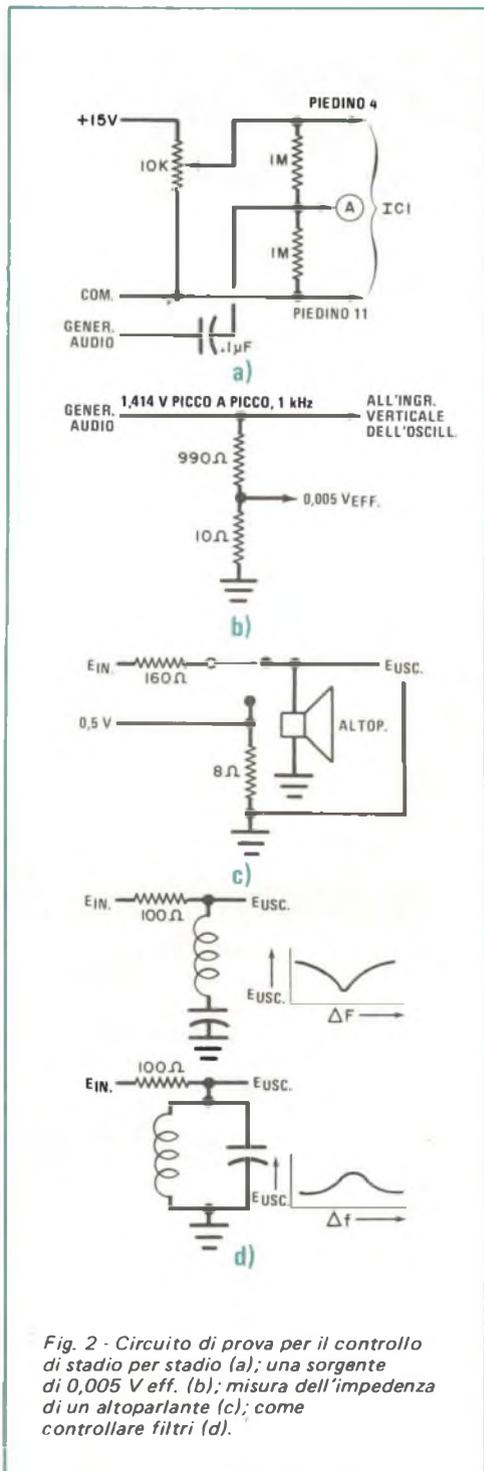
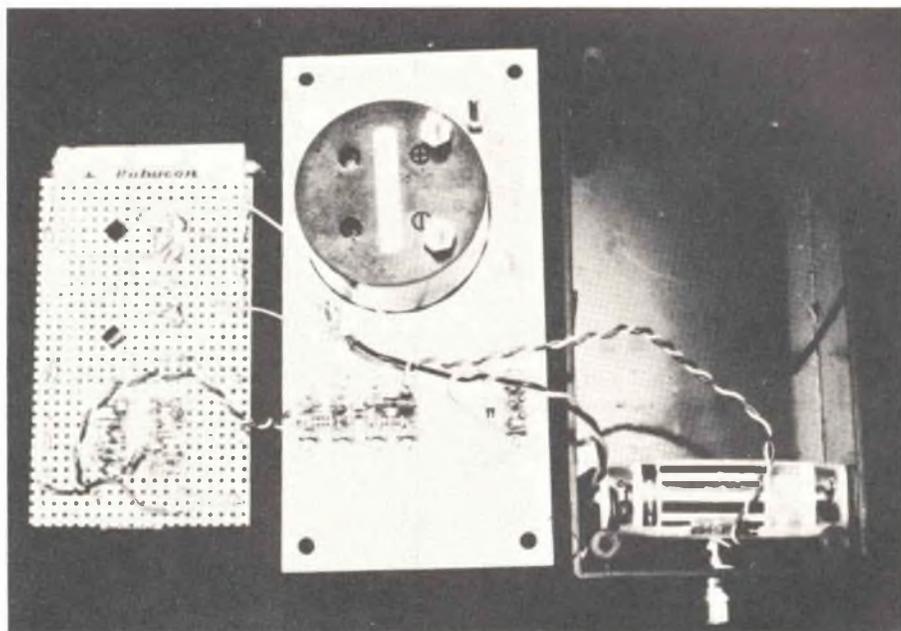
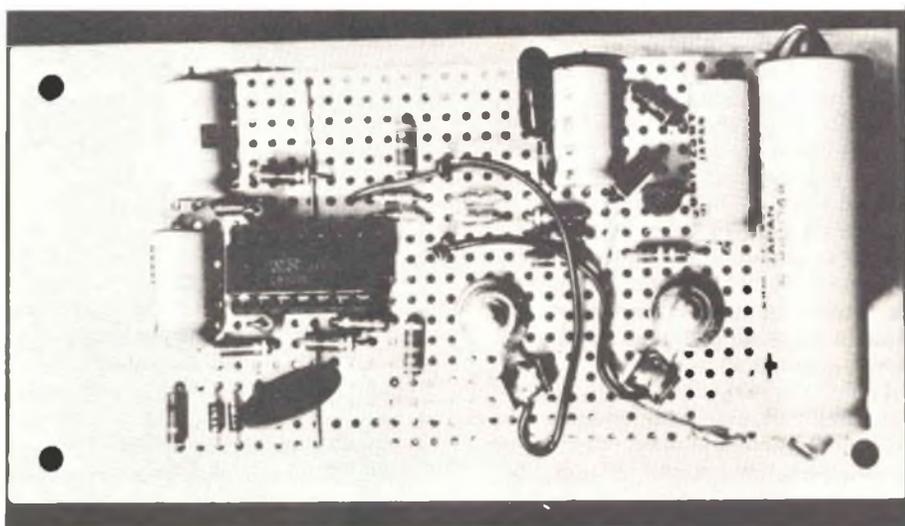


Fig. 2 - Circuito di prova per il controllo di stadio per stadio (a); una sorgente di 0,005 V eff. (b); misura dell'impedenza di un altoparlante (c); come controllare filtri (d).



*Veduta interna del prototipo del Detective-audio.*



*I componenti sono stati montati su una bassetta perforata.*

stabilirsi intorno allo zero iniziale.

Si accenda ora il generatore audio collegato al circuito di prova; aumentando l'uscita del generatore, lo strumento dovrebbe raggiungere il fondo scala quando il generatore fornisce 0,3 V eff. Ottenuto il corretto funzionamento di questa parte, si riduca a zero la tensione del circuito di prova, nonché l'uscita del generatore, staccando il collegamento a R10.

Si monti ora il resto del circuito (parti A, B e C di IC1), ripetendo per ogni parte la prova descritta, tenendo presente che le entrate a IC1A e IC1B devono essere di 5 mV eff. per un'indicazione a fondo scala dello strumento.

Si monti l'alimentatore, adottando, per R19, un resistore da 150 k $\Omega$ . La costante di tempo di R19-C7 determina la velocità di salita della tensione di funzionamento. Si scelga il valore di R19 in modo che il circuito entri in pieno funzionamento senza che lo strumento subisca colpi violenti. Nel prototipo, lo strumento si stabiliva a zero 7 s circa dopo l'accensione.

Si completi infine il montaggio collegando l'attenuatore d'entrata; i resistori usati nell'attenuatore possono essere tipi convenzionali al 5% oppure devono essere scelti con un ponte di misure di valore prossimo il piú possibile a quello specificato. Quanto piú precisi saranno i valori resistivi, tanto migliori saranno le indicazioni fornite dallo strumento.

Si accenda e si applichi a J1 un segnale audio di circa 5 mV eff. a 1 kHz per ottenere sullo strumento un'indicazione di fondo scala. Commutando la portata successiva piú alta, lo strumento dovrebbe indicare 1/10 di fondo scala; si porti lo strumento a fondo scala regolando la sorgente audio. Si commuti alla successiva portata piú alta (0,5 V) e si noti se lo strumento scende a 1/10 di fondo scala. Si ripeta la regolazione, controllando la portata successiva.

Per la calibratura finale e per il controllo del responso in frequenza si possono usare o un campione di calibratura da laboratorio oppure un oscilloscopio ad accoppiamento diretto in c.c. Se si impiega un oscilloscopio, si cominci con la calibratura, utilizzando una batteria nuova per torce elettriche (1,55 V). Si regoli l'oscilloscopio a 0,2 V per divisione e si colleghi la batteria all'entrata verticale dell'oscilloscopio. Si regoli il guadagno verticale dell'oscilloscopio stesso finché la trac-

cia risulta a 7 3/4 divisioni dalla posizione di zero. Se l'oscilloscopio ha una portata verticale differente, si usi una portata che produca una deflessione verso il fondo scala.

Si scelgano con cura i due valori resistivi, cosí come è riportato nella *fig. 2-b*, applicando 1,414 V da picco a picco a 1 kHz, com'è illustrato. Si colleghi l'uscita di 0,005 V eff. di questo partitore di tensione al jack J1 del Detective-Audio con l'attenuatore disposto per 0,005 V.

Si scelga per R13 un valore che dia un'indicazione di fondo scala dello strumento. Mantenendo l'uscita del generatore audio a questo livello costante, si riduca la frequenza finché lo strumento indicherà 0,0047 V. La frequenza del generatore dovrebbe essere inferiore a 20 Hz. Se si desidera un'attenuazione piú lenta, si aumenti il valore di C1; in questo modo è possibile portare il responso piatto fino a 10 Hz. Se è necessaria una frequenza piú bassa, bisogna aumentare i valori di C2, C3, C4 e C7 e diminuire il valore di R19.

Mantenendo l'uscita del generatore audio a 1,414 V da picco a picco, si aumenti la frequenza del generatore a 20 kHz. Se lo strumento indica un valore troppo basso, il responso alle frequenze alte deve essere regolato, aggiungendo piú capacità in parallelo a C6. Si faccia attenzione a non aggiungere troppa compensazione, in quanto ciò provocherebbe una "gobba" intorno al valore di 20 kHz.

Come tutti i voltmetri c.a., il Detective-Audio risponderà a quasi tutte le forme d'onda. Tuttavia, esso è calibrato per una onda sinusoidale e altre forme d'onda produrranno errate indicazioni dello strumento. Per esempio, un'onda sinusoidale di 9 V da picco a picco sarà indicata dal Detective-Audio con il valore di 3,2 V; un'onda quadra di 9 V avrà il valore di 5 V. Tuttavia, fintantoché la forma d'onda non cambia, si possono fare misure relative di forme d'onda non sinusoidali.

**Usi** - Il Detective-Audio può essere usato per la riparazione di un sistema di amplificazione destinato al pubblico; si inserisca il microfono da usare (con il giusto adattatore) in J1 e si parli nel microfono. Un microfono dinamico dovrebbe avere un'uscita di circa 1 mV e un microfono a condensatore (elettrete) dovrebbe generare da 4 mV a 5 mV. Il Detective-Audio può poi essere collegato

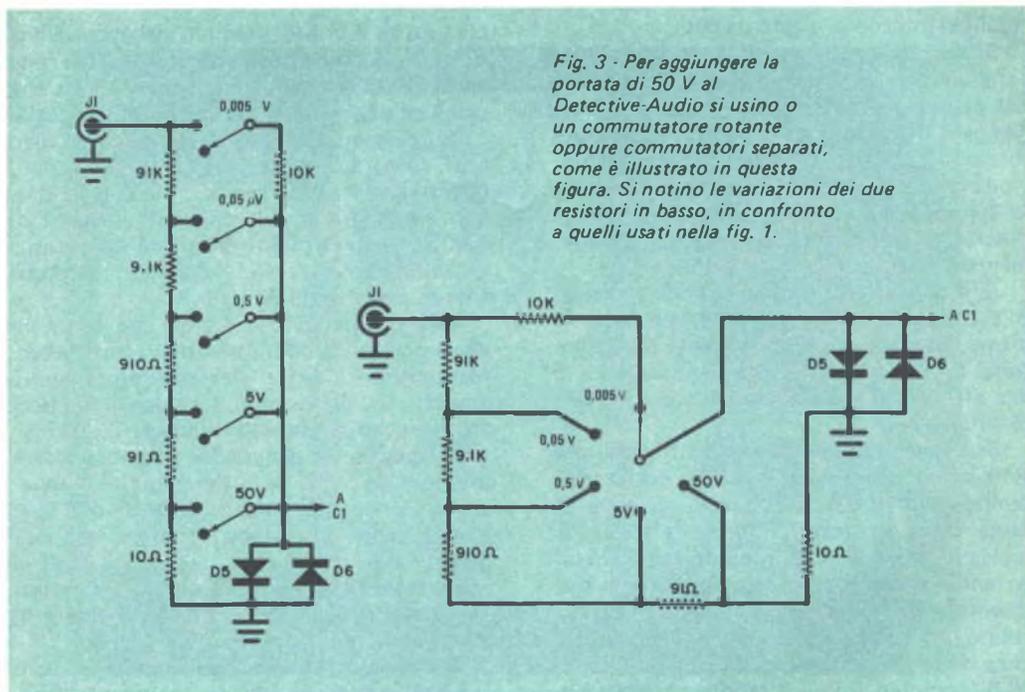


Fig. 3 - Per aggiungere la portata di 50 V al Detective-Audio si usino o un commutatore rotante oppure commutatori separati, come è illustrato in questa figura. Si notino le variazioni dei due resistori in basso, in confronto a quelli usati nella fig. 1.

all'uscita del mescolatore per provare il relativo stadio. Il procedimento continua così, stadio per stadio, attraverso tutto il sistema audio fino alle uscite per gli altoparlanti. Il livello del segnale diventerà progressivamente più alto. Alle uscite degli altoparlanti, 5 V su una linea di 8  $\Omega$  indicano appena più di 3 W.

Volendo determinare il guadagno di un amplificatore, si usi il Detective-Audio per misurare le tensioni di entrata e di uscita. Il guadagno in questo caso è dato semplicemente dalla tensione d'uscita divisa per la tensione d'entrata.

Per provare il responso in frequenza di un registratore a nastro, si applichi una nota di 1 kHz all'entrata ausiliaria del registratore e si scelga un livello che fornisca un comodo volume di riproduzione con il controllo di volume regolato a metà corsa. Si registrino parecchie frequenze differenti a questo stesso livello. Collegando un resistore da 8  $\Omega$  all'uscita per altoparlante esterno, si controlli la tensione generata ai capi del resistore per ciascuna frequenza; si tracci poi un grafico della tensione d'uscita in funzione della frequenza.

Per determinare l'impedenza di un altoparlante si usi il circuito riportato nella figura 2-c. Si scelga  $E_{IN}$  in modo che siano generati 0,5 V ai capi del resistore da 8  $\Omega$ . Si commuti poi sull'altoparlante e si misuri  $E_{USC}$ . L'impedenza dell'altoparlante a quella frequenza è data dalla formula:  $(Z_{USC}/0,5) \times 8$ . Per esempio, se  $Z_{USC}$  è 0,45 V, l'impedenza dell'altoparlante sarà:  $(0,45/0,5) \times 8$  ossia 7,2  $\Omega$ .

Si può controllare il responso in frequenza di un filtro usando il circuito della fig. 2-d. Mantenendo l'entrata costante, si vari la frequenza e si tracci un grafico di  $E_{USC}$  in funzione della frequenza. Nella fig. 2-d sono anche riportate tipiche curve di responso per circuiti risonanti in serie e in parallelo.

**Modifiche** - Lo schema della fig. 1 riporta l'attenuatore d'entrata che si estende per quattro portate da 0,005 V a 5 V. Se si desidera elevare il limite superiore, si usi l'attenuatore rappresentato nella fig. 3. Entrambe le versioni, una con cinque commutatori a slitta e l'altra con un commutatore rotante, estenderanno la portata a 50 V. ★

# Novità nel campo dei registratori a nastro

UNA RASSEGNA DELLE INNOVAZIONI PIU' RECENTI  
NEI REGISTRATORI A NASTRO E DEI NUOVI FORMATI.

... QUATTRO, TRE, DUE, UNO ...

- 0.0005** : accensione dell'oscillatore.
- 0.008** : inizio del programma di avvolgimento.
- 0.100** : via i freni; innesto dei perni di trasporto; inizio del movimento; aggancio delle testine.
- 0.520** : movimento stabilizzato; iniziano i programmi di R & R.
- 0.590** : circuiti di registrazione attivati.
- 0.750** : circuiti di riproduzione attivati.

Naturalmente non si tratta di un dialogo che ha luogo in una casamatta a Cape Kennedy, ma di un resoconto di ciò che avviene nell'interno di uno dei più recenti modelli di registratori a cassetta durante i primi tre quarti di secondo che intercorrono tra l'istante in cui viene premuto il tasto di arresto e l'istante in cui è premuto il tasto di registrazione. Tuttavia, la straordinaria rassomiglianza che sussiste con il ruolino d'operazione di una Missione di Controllo e che colpisce a prima vista, è stata volutamente sottolineata, per mettere in evidenza l'estremo grado di raffinatezza e di sofisticazione che caratterizza oggi le prestazioni offerte

da un gran numero di registratori. Vediamo brevemente qual è la situazione odierna per quello che concerne i registratori a cassetta ed a bobina, dedicando particolare attenzione agli sviluppi più recenti.

**Sistemi per la riduzione del rumore** - La larghezza ridotta della traccia e la bassa velocità di scorrimento del nastro contenuto nella cassetta rendono indispensabile l'adozione di un sistema per la riduzione del rumore, in modo da mantenere il livello del fruscio entro valori competitivi rispetto a quelli che caratterizzano i dischi fonografici ed i nastri in bobina.

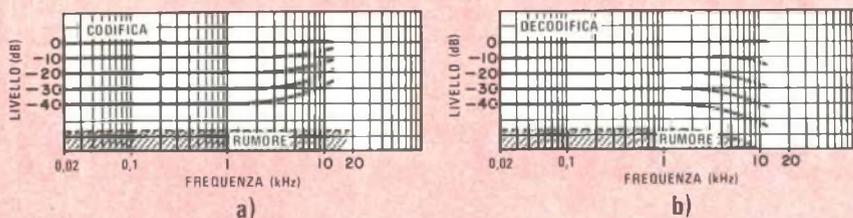


Fig. 1 - Il sistema per la riduzione del rumore Dolby B si avvale di una preenfasi sensibile al livello durante la registrazione e di una deenfasi complementare durante l'ascolto.

Sette anni fa veniva adottato per la prima volta in un registratore a cassetta (l'Advent 200) il sistema Dolby B. Oggigiorno, fatta eccezione per i registratori portatili più economici, è difficile trovare un registratore a cassetta che non sia dotato di questo utilissimo sistema, realizzato sia in forma integrata sia in forma discreta.

Per facilitare il confronto con alcuni sistemi messi a punto recentemente, che costituiscono un'alternativa al Dolby, è opportuno ricordare brevemente il funzionamento di quest'ultimo. La caratteristica di registrazione del Dolby B, disegnata nella fig. 1-a, riguarda *unicamente* le componenti del segnale ad alta frequenza e con basso livello, che vengono esaltate (preenfasi) in modo esattamente prestabilito prima di raggiungere la testina di registrazione; tutti gli altri segnali passano attraverso il circuito Dolby senza subire alcuna alterazione. Il procedimento di incisione aggiunge successivamente al segnale una certa quantità di fruscio, che però risulta, a quel punto, inferiore al livello delle componenti di alta frequenza, che potrebbero altrimenti essere mascherate. Durante la fase di riproduzione, viene utilizzato il medesimo circuito filtrante impiegato per effettuare il processo di preenfasi, al fine di restituire alle componenti di alta frequenza il loro livello originale (deenfasi), come è illustrato nella fig. 1-b. Il fruscio proprio del nastro viene trattato alla stregua di un segnale qualunque ad alta frequenza con basso livello, e viene quindi attenuato. Grazie a questo sistema, diviene possibile aumentare il valore globale del rapporto segnale/rumore di circa 10 dB.

Il sistema "ANRS" per la riduzione del rumore, proposto dalla JVC, funziona in modo molto simile al Dolby B, al punto che è possibile ascoltare mediante uno dei due sistemi il suono inciso su un nastro magnetico mediante l'altro sistema. Negli ultimi tempi, tuttavia, la JVC ha messo a punto un secondo sistema per la riduzione del rumore, chiamato "Super ANRS", il quale elabora le componenti ad alta frequenza con basso livello che non vengono interessate dal sistema Dolby e dal sistema ANRS normale. Il problema che affligge le cassette entro la gamma superiore del campo di dinamica (circa -15 VU ed oltre) è costituito non dal fruscio udibile, bensì dalla saturazione del nastro alle alte frequenze. La forte entità della preenfasi del segnale effettuata durante la registrazione, che costituisce una fase importante del processo di incisione di segnali sulle cassette, può dar luogo ad una notevole esaltazione delle componenti del segnale musicale ad alta frequenza e con basso livello, fino a provocare una saturazione del nastro magnetico. I circuiti del sistema Super ANRS rivelano la presenza di queste componenti ad alta frequenza pericolosamente elevate e le comprimono fino ad abbassarne il livello ad un valore accettabile per il nastro magnetico, prima di essere inviate alla testina di registrazione. Durante la riproduzione, il livello delle componenti ad alta frequenza viene ripristinato al valore originale. Grazie a questo procedimento, la cui caratteristica di registrazione e di riproduzione è disegnata, rispettivamente, nella fig. 2-a e nella fig. 2-b, diviene possibile effettuare la registrazione ad un livello complessivamente più elevato di

quello che sarebbe altrimenti consentito, permettendo così di aumentare il valore del rapporto segnale/rumore.

La JVC, tuttavia, non è l'unica società che ha messo a punto un sistema di elaborazione del segnale alternativo al Dolby B. La Dbx ha annunciato recentemente che tutti i prodotti della serie Teac saranno disponibili d'ora in poi sia nella versione dotata di sistema Dolby per la riduzione del rumore, sia del sistema dbx. A differenza di tutti i tipi discussi in precedenza, il sistema dbx, che ha già destato molto entusiasmo fra i professionisti della registrazione, non agisce solamente sulle componenti del segnale la cui frequenza ed il cui livello sono compresi entro regioni ben definite. Si tratta di un compressore-espansore totale con capacità 2:1 (o *compander*), che è in grado teoricamente di trasformare un registratore a cassetta, caratterizzato da un valore del rapporto segnale/rumore pari a 45 dB, in uno caratterizzato da un valore del rapporto segnale/rumore pari a 90 dB! Poiché una certa parte di questo enorme aumento viene utilizzata per migliorare altre caratteristiche, il valore della riduzione del rumore effettivamente dichiarato dalla società è leggermente più modesto, ed è pari a 30 dB; quello che si ottiene invece mediante il sistema Dolby B è pari solamente a 10 dB (il sistema dbx non è in grado, tuttavia, di decodificare cassette incise con il metodo Dolby, e viceversa). Inoltre, grazie all'estesissimo campo di dinamica consentito dal sistema dbx, non è necessario ricorrere all'uso di segnali per la regolazione del livello e per l'adattamento, che invece possono rendere difficoltoso l'uso del sistema Dolby (se si utilizza un nastro magnetico caratterizzato da una sensibilità complessiva più alta o più bassa di quella presentata dal nastro magnetico impiegato per effettuare la regolazione di un sistema Dolby, la risposta in frequenza risulta modificata quando il nastro viene riprodotto). Fino ad oggi il sistema dbx per la riduzione del rumore è stato disponibile solamente sotto forma di accessorio addizionale; ma dal momento che la Teac ne ha dato l'avvio, è molto probabile che altri fabbricanti seguano la medesima strada.

I tre sistemi esaminati fino a questo punto richiedono tutti che la risposta in frequenza sia costante, poiché, detto in parole povere, qualunque differenza che sussiste tra il segnale codificato ed il segnale risultante dal

processo di decodifica, dovuta ad errori nella risposta in frequenza, viene moltiplicata per un fattore che dipende dall'entità di compressione impiegata. Si supponga, per esempio, di adoperare il sistema dbx (il sistema Dolby oppure il sistema ANRS darebbero luogo a risultati simili, sebbene non altrettanto drastici); si presuma che il livello complessivo di registrazione + riproduzione risulti di -3 dB alla frequenza di 10 kHz e che si stia incidendo un segnale con frequenza pari proprio a 10 kHz, con livello effettivo pari a -30 VU. Il circuito per la riduzione del rumore effettua una compressione del segnale pari a 2:1, in modo che il livello del segnale inciso sul nastro magnetico risulta di -15 VU. Tuttavia, la perdita del segnale a questa frequenza, dovuta al nastro, è pari, in questo esempio, a 3 dB, per cui il livello del segnale prodotto dalla testina di lettura non raggiunge il valore di -15 VU, bensì quello di -18 VU. Ma il circuito di decodifica non è realizzato in modo da compensare questo errore, per cui l'espansione applicata al segnale è pari a 2:1, in modo che il livello a cui viene riprodotto il segnale è di -36 VU; la perdita totale risultante è dunque pari a 6 dB.

Il conseguimento di una risposta in frequenza costante entro una banda molto estesa per mezzo di un registratore a cassette esula naturalmente dal compito di un sistema per la riduzione del rumore; i progettisti dei registratori a cassette moderni cercano invece di realizzare queste prestazioni, spingendosi fundamentalmente lungo due strade: un maggior numero di combinazioni delle quantità di polarizzazione e di equalizzazione usate, in modo da soddisfare le specifiche richieste da nastri di qualità migliore; e testine migliori.

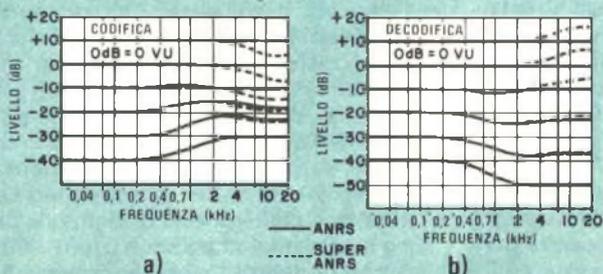
**I nuovi nastri** - Per diversi anni è stato possibile reperire, su qualunque registratore a cassetta di "qualità", un commutatore a due posizioni che permetteva di scegliere la polarizzazione, l'equalizzazione e (normalmente) la taratura dello strumento indicatore, per adattarsi sia alle cassette all'ossido di ferro sia a quelle al biossido di cromo. Vi è stata anche una notevole diffusione di cassette provviste di un piccolo intaglio posteriore, che consentivano di realizzare un sistema automatico di commutazione funzionante con un braccio sensibile alla presenza dell'intaglio. Tutto ciò presupponeva, natural-

mente, che vi fosse solamente una caratteristica fondamentale di polarizzazione e di equalizzazione, secondo cui bisognava regolare il registratore (come avviene per il biossido di cromo); questo stato di cose è quello che si è essenzialmente verificato subito dopo la messa a punto del nastro TDK SD. Fatta eccezione per le cassette "Classic", prodotte dalla 3M, ciò rimane valido per tutte le cassette prodotte negli Stati Uniti ed in Europa, le quali vengono costruite in modo da usare la polarizzazione "DIN" o "normale" (vi sono, naturalmente, diversità fra le risposte in frequenza presentate da questi nastri, ma fino ad ora non vi è stata nessuna proposta di aggiungere ulteriori posizioni del commutatore in modo da consentirne l'equalizzazione). Tuttavia, sono stati realizzati da alcune case giapponesi (Fuji, FX, Maxell UD e UD-XL, TDK Audua, Nakamichi EX e EX-II, ecc.) nuovi tipi di nastri, che richiedono sia una corrente di polarizzazione di maggiore intensità, sia (a seconda del tipo di registratore) piccoli cambiamenti nella curva di equalizzazione, e che consentono di conseguire una risposta alle alte frequenze altrettanto buona (oppure leggermente migliore) quanto quella offerta dai nastri al biossido di cromo. Ciò comporta l'impiego di un commutatore a tre posizioni - ALTO, NORMALE e CrO<sub>2</sub> - oppure l'indicazione (spesso non menzionata nel manuale di istruzioni) di quale tipo di polarizzazione adatto per nastri "ferrosi" sia stato usato. Successivamente, per aumentare la confusione, è stato introdotto il nastro al ferro-cromo (Sony FeCr e 3M Classic), costituito da uno strato sottilissimo di biossido di cro-

mo sovrapposto ad uno strato più spesso di ossido di ferro, che richiede ancora un'altra caratteristica di equalizzazione (oppure, qualche volta, un po' di manovre per regolare l'equalizzazione e la polarizzazione).

Per completare il quadro, i tipi più recenti di nastri ferrosi messi in commercio (TDK SA, Nakamichi SX e Maxell UD XL-II) sono costruiti in modo da funzionare con il livello di polarizzazione e la caratteristica di equalizzazione adatti per i nastri al biossido di cromo, offrendo però il vantaggio di un più elevato valore del rapporto segnale/rumore. Tutta questa serie di nastri rappresenta indubbiamente un progresso, ma aggrava i costi e rischia di aumentare la confusione dei consumatori se le piastre per registrazione devono mantenere una risposta il più possibile costante con qualunque tipo di nastro prodotto.

**Testine e sistemi di trascinamento** - Fin tantoché i registratori a cassetta erano dispositivi dai quali non ci si attendeva prestazioni ad alta fedeltà, essendo caratterizzati da una risposta in frequenza limitata a circa 12 kHz, una testina per registrazione e riproduzione il cui intraferro avesse una larghezza di circa 2 micron era considerata un compromesso soddisfacente. Ma un gran numero di piastre per registrazione moderne offre prestazioni di gran lunga migliori di quelle ottenute dai primi modelli, ed impiega, di conseguenza, testine magnetiche il cui intraferro è ben più sottile, dell'ordine di 1,5 micron. A meno di ricorrere a testine magnetiche basate su principi di funzionamento speciale (come, per esempio, le testine con traferro



*Fig. 2 - Caratteristiche di registrazione (a) e di riproduzione (b) del nuovo sistema della JVC Super ANRS. Effettua una compressione degli acuti di livello elevato per evitare la saturazione del nastro.*

focalizzato, prodotte dalla Nakamichi), non è assolutamente possibile fare in modo che il flusso magnetico penetri completamente (per una profondità di circa 5 micron) durante il ciclo di registrazione entro lo strato di ossido depositato sulla superficie del nastro.

L'impossibilità di effettuare il controllo della registrazione a mano a mano che questa viene eseguita (per far ciò sarebbe invece necessario usare due intraferri per registrare e per riprodurre separatamente) ha ostacolato fino all'ultimo la diffusione delle cassette come mezzo per ottenere registrazioni ad alta fedeltà. La Nakamichi, mettendo in commercio i modelli 1.000 e 700, dotati di testine separate per la registrazione (con intraferro di 5 micron) e per la riproduzione (con intraferro di 0,7 micron), e di un sistema di allineamento che consente di ottimizzare la regolazione per ogni cassetta (la risposta in frequenza che si ottiene con un gran numero di cassette particolarmente buone si estende oltre i 20 kHz), ha spazzato via tutti i dubbi, ma ad un prezzo che quasi nessun audiofilo può prendere in considerazione.

Attualmente vi sono sul mercato diverse piastre per registrazione a cassetta dotate di tre testine (Technics, Fisher, Sony e Hitachi), e questa sarà la strada che altri costruttori intraprenderanno. La Hitachi è presente sul mercato con un prodotto particolarmente interessante, rappresentato da una coppia di testine, rispettivamente per la riproduzione con intraferro di 1,2 micron, e per la registrazione con intraferro di 4 micron, racchiuse nella medesima conchiglia, che eliminano la necessità di effettuare una "regolazione fine" dell'azimuth di registrazione per ogni cassetta (come si fa invece per le testine Nakamichi). Il problema del materiale con cui costruire le testine (se farle, cioè, di ferrite oppure di permalloy) è abbastanza controverso, ma può essere risolto in modo semplice in base ai seguenti criteri: se si vuole dare la priorità alle considerazioni sull'usura, bisogna scegliere la ferrite; se si desiderano invece traferri molto stretti oppure si preferisce impiegare una corrente di polarizzazione con intensità molto elevata, la scelta logica è rappresentata dal permalloy.

I meccanismi di trascinamento adottati in un gran numero di registratori a cassetta moderni hanno beneficiato di tutti i vantaggi possibili offerti dagli sviluppi conseguiti

nei sistemi di controllo a semiconduttori. L'adozione di ruotismi e di perni di trascinamento servoassistiti, oggi molto diffusa, ha contribuito in generale a ridurre il valore delle fluttuazioni lente (wow) e rapide (flutter) della velocità. Un'altra realizzazione determinante a questo fine è rappresentata dal doppio perno di trascinamento, che isola il tratto di nastro che scorre in ogni istante davanti alle testine da qualunque eccentricità presente sia nella bobina datrice sia in quella raccogliitrice. Il trascinamento con due motori ha permesso di semplificare ulteriormente il meccanismo di guida e ne ha aumentato l'affidabilità. L'impiego di solenoidi controllati per mezzo di circuiti logici ha consentito di ottenere altre prestazioni, come il riavvolgimento automatico e, perfino, il "riavvolgimento con memoria" programmabile, secondo cui il nastro si riavvolge fino ad un punto prestabilito dopodiché ricomincia la riproduzione. Gli interessati all'acquisto di un registratore a cassetta dotato di inversione automatica possono trovarlo fra quelli prodotti dall'akai e dalla Dual.

I registratori a cassetta hanno iniziato la loro rapidissima corsa verso la popolarità semplicemente come dispositivi a batteria per la dettatura; ma dopo avere acquistato la dignità di apparecchi ad alta fedeltà, hanno sofferto, come scotto, di una minore portabilità. Oggigiorno, fortunatamente, questa tendenza è stata modificata. Desiderando un registratore di alta qualità ed in grado di essere alimentato per mezzo di batterie, si può scegliere fra i modelli prodotti dalla Sony, Nakamichi, JVC, Uher e Yamaha.

**Nuovi formati per le cassette** - L'unica nube che offusca l'orizzonte delle cassette odierne è costituita dal fatto che sono attualmente allo studio due nuovi tipi di cassette con dimensioni diverse, che minacciano di prendere il posto della cassetta standardizzata di vecchia data. Da una parte vi sono le ricerche condotte dalla Philips (che ha realizzato per prima il tipo attuale di cassetta) per la costruzione di un altro dispositivo portatile per la dettatura, più piccolo e che funziona a velocità inferiore di quella impiegata nei registratori a "cassetta". Molto probabilmente questo nuovo tipo di minicassetta troverà applicazione esclusivamente nel campo della registrazione della voce, anche se nessuno può predire con certezza che co-

sa accadrà.

Una minaccia ben piú immediata alla cassetta normale da 4,75 cm/s, usata attualmente, è rappresentata da un annuncio fatto recentemente da tre costruttori di piastre per registrazione (Sony, Technics della Panasonic e Teac). Queste tre ditte hanno raggiunto un accordo per la "normalizzazione" di un contenitore di nastro da loro denominato Elcaset, il quale riunisce sia i vantaggi consentiti da una cassetta piú compatta (il nuovo contenitore Elcaset è grande approssimativamente quanto una cartuccia ad otto tracce), sia quelli che derivano da un suono di qualità migliore (stando a tutte le indicazioni preliminari) e da una maggiore uniformità del movimento del nastro.

Per esempio, l'Elcaset sarà in grado di contenere un nastro da un quarto di pollice (circa 6,3 mm), cioè della medesima altezza usata nei registratori a bobine. Questo fatto, unito ad una velocità di scorrimento del nastro pari a 9,5 cm/s, dovrebbe consentire di avere un campo di dinamica molto piú esteso di quello ottenibile con le normali cassette (oppure un valore piú elevato del rapporto segnale/rumore). Inoltre, il nastro stesso viene spinto fuori dall'involucro dell'Elcaset contro le testine magnetiche, in modo che il grado di precisione (oppure l'eventuale imprecisione) con cui è realizzato l'involucro dell'Elcaset non esercita quasi nessuna influenza sulla regolarità dello scorrimento del nastro.

Nella *fig. 3* è mostrato uno schizzo del nuovo sistema di costruzione dell'Elcaset. Si osservi come un certo numero di "intagli di rivelazione" sia praticato direttamente entro l'involucro della cassetta per consentire la attuazione automatica di alcune prestazioni. Questi intagli in soprannumero possono essere usati per effettuare la scelta automatica dell'equalizzazione e della polarizzazione, in modo da consentire l'uso di questo contenitore con almeno tre tipi di nastro. Una tacca fornisce anche l'indicazione se sia necessario oppure no inserire i circuiti per la riduzione del rumore quando si desidera riprodurre un certo Elcaset, quale sia il lato che si sta riproducendo, ecc.

Verrà mantenuta la compatibilità fra i nastri stereofonici e monofonici (cosí come già avviene nel caso delle cassette normali); anche la distribuzione delle tracce, almeno per quello che riguarda le tracce per segnali sonori, sarà la medesima già usata attualmente

per le cassette normali, come è mostrato nella *fig. 4*. Si osservi, tuttavia, che vi sono due sottili tracce aggiuntive che corrono lungo il centro del nastro; queste saranno adibite alla registrazione di segnali di controllo - uno per ogni direzione del movimento del nastro - e potranno essere usate per memorizzare impulsi di sincronismo (per la proiezione di diapositive o di film), oppure per altri tipi di controllo di cui si potrà avere bisogno in futuro.

La Sony ha già realizzato almeno due piastre per registrazione da usare con i nuovi contenitori Elcaset, e sicuramente ne produrrà altre in futuro. Le tre case che hanno proposto il nuovo tipo di contenitore hanno annunciato che anche l'Aiwa e la Victor Company of Japan Ltd. (JVC) hanno deciso di adottare il nuovo formato Elcaset per i prodotti che esse metteranno in commercio e che saranno destinati al consumo privato. E' difficile prevedere quale sarà l'influenza che l'Elcaset eserciterà sul mercato della cassetta di tipo normale, attualmente in fase di espansione; ma certamente, grazie alle numerose ed importanti case che sostengono l'iniziativa, le prospettive di sviluppo dell'Elcaset sono rosee.

Il potenziale che esso racchiude in termini di alta fedeltà eserciterà sicuramente un richiamo notevole sull'audiofilo veramente esigente, che attualmente non si accontenta di nulla che non sia almeno un registratore a bobine di alta qualità.

**Registratori a bobine** - Questo tipo di registratore ha sempre raccolto i maggiori consensi fra il pubblico degli appassionati seri della registrazione, la cui piú grande aspirazione, d'altra parte sempre frustrata, è stata quella di possedere un apparecchio professionale uguale a quelli usati negli studi. Costoro hanno accettato con riserva l'adozione del formato in cui l'altezza del nastro è suddivisa in quattro tracce. Dopo tutto, l'uso del formato con due tracce consente ai professionisti di guadagnare 3 dB nel rapporto segnale/rumore e, se è previsto di effettuare un certo lavoro di montaggio dell'incisione magnetica, non si realizza neppure un risparmio di nastro magnetico. Inoltre, la velocità di scorrimento di 9,5 cm/s va senz'altro bene per riprodurre musica da sottofondo, ma è indubbiamente inadeguata per registrare qualsiasi cosa che abbia una pretesa di serietà! La seccatura di dover agganciare la



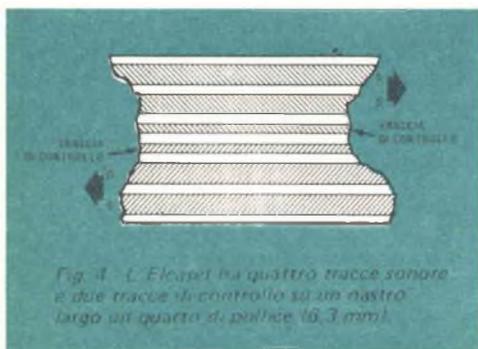
estremità del nastro è divenuta una specie di rito propiziatorio per l'ottenimento di una riproduzione il più possibile vicina a quella del programma dal vivo originale. E adesso che i registratori a cassetta hanno spinto i registratori a bobina di prezzo medio o basso completamente fuori dal mercato, gli entusiasti dei registratori a bobina possono prendere visione dei modelli attualmente presenti in commercio, con la soddisfazione di sapere di essere stati sempre nel giusto.

Per coloro che iniziano ora si possono menzionare i modelli con bobine da 26,6 cm e velocità di scorrimento di 19 cm/s e 38 cm/s, i quali vengono prodotti dalla maggior parte dei costruttori; quasi tutti i registratori a bobine sono ormai dotati, inoltre, di tre testine e di tre motori. L'adozione di bobine di grandi dimensioni ha provocato tutta una serie di problemi, come l'aumento delle tensioni alle quali è sottoposto il nastro, forze rotazionali più intense, esigenze più severe per il sistema frenante, che hanno avuto l'effetto salutare di costringere i costruttori di registratori a dedicare una cura maggiore al progetto dei meccanismi di trascinamento. Risultati positivi si sono ottenuti nell'impiego di motori più potenti e nell'introduzione massiccia di dispositivi logici per il controllo delle operazioni svolte dalle piastre per registrazione; circuiti allo stato solido rilevano il movimento del nastro e la sua velocità di scorrimento, ed impediscono l'esecuzione accidentale di comandi (ad esempio, il passaggio diretto dal riavvolgimento alla riproduzione senza prima effettuare un arresto completo) che potrebbero trasformare il nastro magnetico in una pioggia di coriandoli. Inoltre, l'adozione di solenoidi azionati mediante comandi logici con-

sente di ottenere in modo relativamente semplice il controllo totale a distanza, l'inversione automatica (Akay, Sony, Teac) ed il riavvolgimento con memoria (Teac e Revox).

Un discreto numero di costruttori di registratori a bobina ha fatto ricorso al trasporto realizzato mediante duplice perno e "anello chiuso" (Akay, Revox, Sony, Teac), trasporto che consente di isolare il nastro da qualunque urto trasmesso dalla bobina datrice. Il Sony TC-880 ed il Revox A 700 sfruttano questa caratteristica per fornire un contatore che effettua la lettura direttamente in minuti ed in secondi invece che in un numero di giri arbitrari. La Revox si spinge ancora più avanti, realizzando un dispositivo sensibile che controlla, mediante un sistema di asservimento, la bobina datrice e quella raccogliitrice, anche nel caso in cui i diametri delle due bobine non sono i medesimi. La Sony, per canto suo, introduce il sistema di misura sicuramente più perfezionato fra tutti quelli che possono essere alla portata dei dilettanti: un misuratore azionato mediante la luce, con campo di dinamica di 55 dB, la cui caratteristica può essere predisposta sia per misure VU, sia per misure di picco, sia per ritenere il valore del picco più alto incontrato. Anche in questo caso, un certo numero di apparecchi sono provvisti di motori di trasporto servocontrollati, in modo da regolare la velocità di scorrimento del nastro sia istantaneamente (cioè per eliminare il wow ed il flutter) sia entro un certo periodo di tempo (per esempio, per ottenere una tonalità variabile). Inoltre, un certo numero di apparecchi utilizza sistemi compositi di testine inseribili come un blocco unico, in modo da consentire la scelta fra il formato a mezza traccia e quello ad un quarto di traccia; altri apparecchi sono previsti per effettuare una regolazione della polarizzazione sia commutando interruttori appositi, sia regolando in modo continuo comandi disposti sul pannello frontale.

Anche se il suono quadrifonico non ha ottenuto un successo travolgente, l'accoglienza tributata ai registratori a quattro tracce dotati di sincronismo multiplo (Akai, Crown, Dokorder, Otari, Teac), è stata estremamente favorevole, ed ha sottolineato il desiderio di molti dilettanti di effettuare registrazioni con tracce multiple simili a quelle professionali, cioè di "riregistrare". Se questa tecnica sembra strana, si rammenti che frequentemente è necessario registrare otto, sedici, ventiquattro o perfino trentadue tracce



singole per produrre un pezzo tipico di musica pop, spesso entro un arco di tempo di alcuni giorni od addirittura di alcune settimane, e tutte le tracce devono venire alla fine miscelate insieme ("missaggio") per produrre un segnale stereofonico normale. Ogni traccia, però, deve venire registrata con perfetto sincronismo, pena l'impossibilità di effettuare il missaggio finale. Per realizzare ciò, ogni esecutore successivo ascolta (per mezzo di una cuffia) una riproduzione del programma che è già stato registrato; ma questa riproduzione *non* deve essere effettuata per mezzo della testina di riproduzione normale, altrimenti il segnale proveniente dall'esecutore risulta ritardato di una quantità di tempo pari a quella necessaria affinché il nastro compia il percorso tra la testina di registrazione e quella di riproduzione. Si ricorre allora ad un circuito denominato "sincronismo multiplo" (chiamato dai costruttori anche con altri termini), il quale converte temporaneamente una parte della testina di registrazione (dove è già stata incisa una traccia) in una testina di riproduzione. La fedeltà di questo tipo di riproduzione non è pari a quella che si ottiene successivamente dalla testina di riproduzione normale, ma è sufficiente per consen-

tire la registrazione simultanea.

Un registratore a quattro canali per uso domestico non possiede naturalmente la medesima flessibilità che caratterizza un registratore professionale, ma consente comunque di realizzare molte cose estremamente interessanti. Se le tracce 1, 2 e 3 vengono incise separatamente, possono poi essere combinate (aggiungendo ancora un quarto segnale dal vivo, se si vuole) ed incise sulla traccia 4; se il risultato è soddisfacente, si possono cancellare le tracce 1, 2 e 3 ed usarle ancora nella stessa maniera. In questo modo, è quasi sempre possibile soddisfare le esigenze di molti complessi musicali, poiché questi sono in grado di provare i loro arrangiamenti in modo talmente completo che, se dovessero per caso recarsi in uno studio di incisione, potrebbero risolvere le prove in un tempo veramente minimo. Tenendo conto dei prezzi elevatissimi che bisogna pagare oggi per accedere ad uno di questi studi, si vede che il risparmio consentito ripagherebbe il registratore a quattro canali in un tempo molto breve. Ma vi è anche un'altra considerazione da fare a lunga scadenza e, precisamente, che è divertente essere il proprio tecnico del suono. ★

---

## RUMORE NEGLI ALTOPARLANTI

A molti sarà accaduto, ogni qual volta il frigorifero si accende, di sentire un forte "pop" negli altoparlanti; e ciò accade solo quando si usa il giradischi; ma l'inconveniente non è dovuto a rumore nella rete perché si manifesta anche quando il cordone di rete del giradischi è staccato.

Il problema di eliminare questo "pop" non è di semplice soluzione, poiché il rumore può essere dovuto ad almeno due cause. Anzitutto, una vibrazione fisica può provocare un movimento transitorio della puntina (se non si è alzato il braccio dal disco quando è stato staccato il cordone di rete). Il montaggio antisonico del giradischi con spugna plastica dovrebbe eliminare il problema.

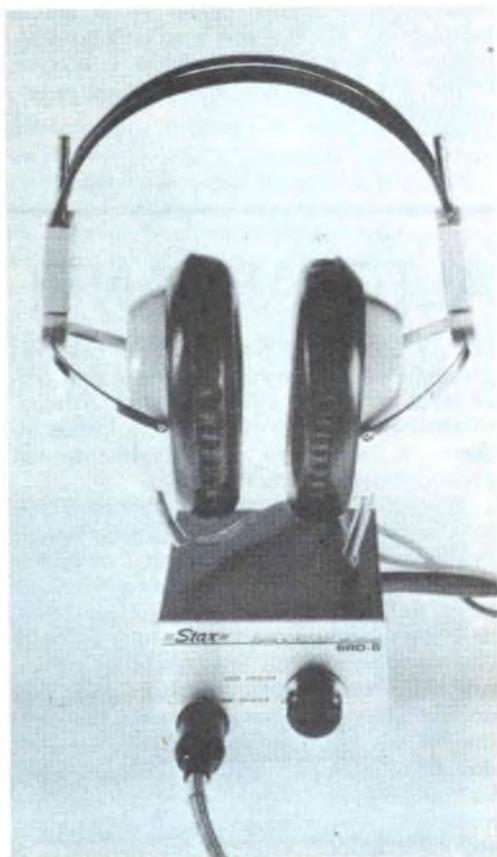
La causa più probabile è il forte campo magnetico generato dal motore del compressore del frigorifero nell'istante in cui si accende. Questo campo magnetico potrebbe

indurre un segnale transitorio nel cavo del preamplificatore, segnale che viene così amplificato ed inviato agli altoparlanti. Alternativamente, il campo magnetico potrebbe indurre un segnale su un collegamento nel preamplificatore fono stesso.

Questi problemi non hanno una facile soluzione; si potrebbe iniziare inserendo i fili del segnale fono in un pezzo di calza metallica tubolare in rame collegata a massa nel telaio dell'amplificatore; a sua volta, il telaio deve essere collegato ad una buona terra. Se l'inconveniente persiste, si dovrà schermare tutto il circuito preamplificatore fono con una rete metallica fine avvitata al telaio. Infine, si dovrà ruotare l'amplificatore in modo che il collegamento che capta il segnale sia parallelo alle linee di forza del campo magnetico: ciò indebolirà qualsiasi residuo segnale indotto. ★



# CUFFIA ELETTROSTATICA STAX SR-5



**PESO RIDOTTO,  
ALTISSIMO RENDIMENTO**

Le cuffie elettrostatiche prodotte dalla ditta giapponese Stax hanno ricevuto alti riconoscimenti per la loro qualità sonora. Il modello SR-5, denominato "altoparlante d'orecchio", è una cuffia molto leggera (pesa solo 390 g) e comoda in quanto gli auricolari, guarniti con cuscinetti morbidi riempiti di liquido, circondano completamente l'orecchio.

La cuffia è stata progettata per essere impiegata con il relativo adattatore modello SRD-6, il quale contiene un alimentatore di polarizzazione ed un trasformatore in salita racchiusi in una scatola da 19,5 x 9 x 6,5 centimetri che pesa 1,2 kg; poiché non è previsto un interruttore generale e consuma dalla rete solo circa 0,1 W, questo adattatore può essere lasciato sempre acceso.

L'adattatore viene collegato ai terminali d'uscita per altoparlante di un amplificatore o di un ricevitore; è dotato di uscite sia per la cuffia mod. SR-5 sia per gli altoparlanti che sostituisce. La cuffia è collegata sul pannello frontale dell'adattatore per mezzo di uno spinotto posto ad un capo di un cordone lungo 2,3 m. Un commutatore sul pannello frontale dell'adattatore ha due posizioni per inviare l'uscita dell'amplificatore alla cuffia o ai sistemi d'altoparlanti.

Per la cuffia e per l'adattatore sono state pubblicate caratteristiche separate, per cui è difficile interpretare il segnale di pilotaggio e i valori di distorsione per il sistema cuffia-adattatore. Tuttavia, l'entrata all'adattatore viene specificata in 8 W massimi di potenza continua a 1.000 Hz con picchi momentanei di 30 W. Il massimo livello di pressione sonora (SPL) per la cuffia è specificato in 110 dB, mentre la gamma di frequenze (non è data nessuna tolleranza) è compresa tra 30 Hz e 25 kHz.

Per ottenere i migliori risultati, si consiglia di usare la cuffia solo con i migliori amplificatori a valvole o a transistori ed inoltre non si deve collegare la cuffia stessa ad amplificatori il cui livello di potenza d'uscita sia sostanzialmente superiore a 15 W.

**Misure di laboratorio** - Come le misure del responso in frequenza di un altoparlante sono fortemente influenzate dall'ambiente circostante, così il "responso" di una cuffia è funzione critica dell'accoppiatore o "orecchio artificiale" su cui è montata. Anche con un accoppiatore normale, generalmente si verificano gravi irregolarità nelle misure del responso di una cuffia, nelle frequenze medie e alte, quando le dimensioni interne della cavità d'aria si avvicinano alle lunghezze d'onda del suono. Tuttavia, poiché gli accoppiatori sono più o meno unificati, è relativamente facile confrontare le misure dei responsi delle cuffie effettuate con lo stesso criterio.

Per le misure sulle cuffie, viene usato di solito un accoppiatore ANSI leggermente modificato. La cuffia modello SR-5 era pilotata con 2,8 V costanti attraverso l'adattatore mod. SRD-6, corrispondenti a 1 W su un carico di 8  $\Omega$ . Il responso in frequenza era estremamente piatto da circa 70 Hz a 600 Hz. Si sono notate moderate irregolarità alle frequenze più alte ed una caduta di bassa frequenza di circa 7 dB prima di passare

ad un responso piatto tra 40 Hz e 20 Hz. In totale, il responso era  $\pm 6$  dB da 45 Hz a 20 kHz, prestazione piuttosto buona per una cuffia misurata in questo modo.

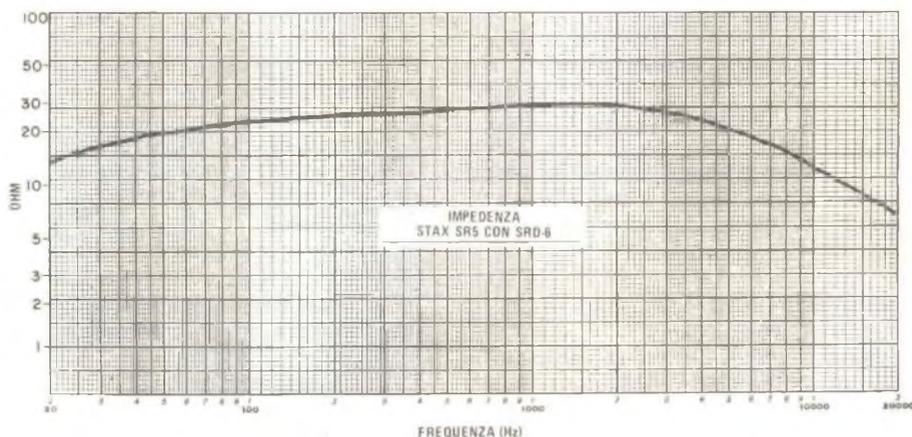
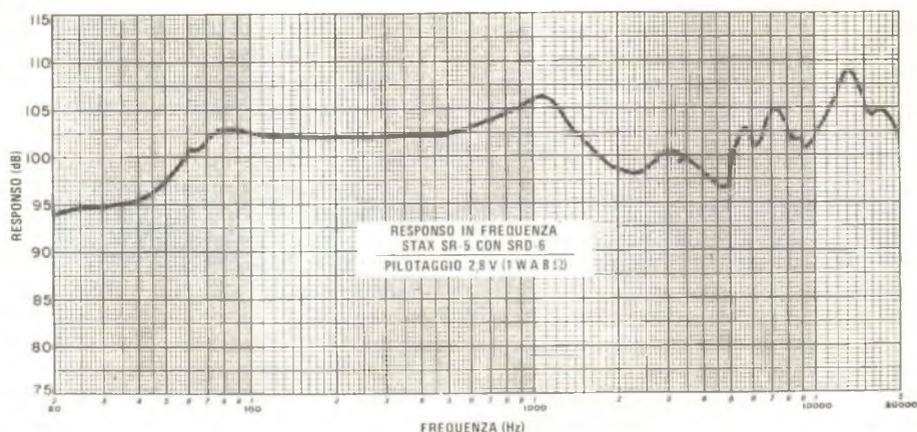
L'SPL medio alle frequenze medie era di 102 dB a 1 W, valore dal quale si può desumere che il valore massimo di 110 dB specificato potrebbe essere sviluppato con un'entrata appena superiore a 6 W; questo è in accordo con gli 8 W specificati del sistema. Nell'entrata dell'adattatore, l'impedenza era di circa 30  $\Omega$  nelle frequenze medie e scendeva a 15  $\Omega$  a 20 Hz ed a 8  $\Omega$  a 20 kHz.

La distorsione armonica d'uscita acustica della cuffia era molto bassa, specialmente in confronto con i migliori sistemi di altoparlanti. A 1.000 Hz e con 1 W di segnale pilota, la distorsione armonica totale era dello 0,25%, principalmente di terza armonica. A 10 W, diminuiva allo 0,19% ed era parimenti distribuita tra seconda e terza armonica. A 50 Hz, la distorsione era più alta: 1,6% a 1 W e 12,75% a 10 W. Quest'ultimo valore probabilmente riflette l'eccessiva escursione del diaframma necessaria per sviluppare una forte uscita a 50 Hz; tale condizione quasi certamente non si incontrerà in normali condizioni d'ascolto.

Alle frequenze alte, la distorsione armonica totale misurata variava alquanto con la frequenza e ciò a causa delle irregolarità nel responso; era infatti compresa tra 0,23% e 1,45% nella gamma tra 5 kHz e 10 kHz con 1 W di pilotaggio d'entrata.

**Commenti d'uso** - Proprio come con un sistema d'altoparlanti, una cuffia può essere meglio giudicata ascoltandola. Tuttavia, un confronto contemporaneo con due cuffie è difficile da fare, perché se ne può indossare solo una alla volta. Inoltre, non è possibile alcun confronto con un programma di riferimento dal vero. Tuttavia, la cuffia Stax è stata confrontata con una cuffia elettrostatica di alta qualità e con parecchie cuffie dinamiche eccellenti, usando una varietà sufficiente di materiale programmatico onde trarre alcune conclusioni definitive sulla qualità sonora della cuffia in oggetto.

La cuffia Stax impressiona subito favorevolmente per la sua eccezionale comodità durante l'ascolto; a differenza della maggior parte delle cuffie elettrostatiche che tendono ad essere pesanti e ingombranti, questa è realmente leggera. Anche se i cuscinetti circondano completamente le orecchie, non



esercitano una forte pressione né escludono completamente i suoni esterni; sotto questo aspetto, la cuffia Stax può essere collocata a metà tra le cuffie strettamente sigillate e quelle cosiddette "ad aria aperta".

La qualità sonora è inequivocabilmente eccellente. Anche ad alti livelli d'ascolto, la cuffia mantiene la sua chiarezza e trasparenza. La caduta nel responso alle frequenze basse rivelata dalle misure fatte con l'accoppiatore può esistere o meno in normali situazioni d'ascolto. D'altra parte, il suono soggettivo della cuffia Stax appariva più ampio e più dolce di quello di alcuni dei migliori sistemi d'altoparlanti.

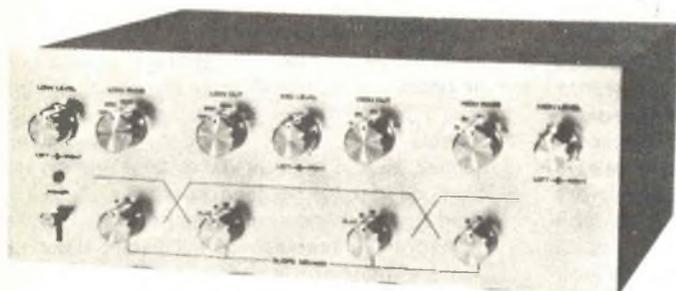
I soli rivali della cuffia Stax per quanto riguarda la qualità sonora erano le altre cuffie

elettrostatiche con le quali è stata confrontata. Il suono della cuffia Stax era sensibilmente più "aperto" ed almeno uguale a quello delle altre cuffie come chiarezza e definizione. La cuffia Stax era molto più comoda da indossare, tanto che non era possibile alcun paragone tra essa e le altre cuffie.

Senza alcuna esitazione, la cuffia modello SR-5 può essere consigliata a chiunque desidera sentire nei minimi dettagli che cosa è realmente registrato nei dischi e nei nastri che ascolta. Si sappia tuttavia che questa cuffia rivela inesorabilmente sia la distorsione sia il rumore insiti nel programma e pertanto è bene usarla solo in combinazione con le migliori apparecchiature di altissima qualità. ★

# FILTRO SEPARATORE ELETTRONICO

## PIONEER SF-850



## L'uso di un filtro separatore attivo migliora le prestazioni degli altoparlanti.

I filtri separatori passivi sono spesso accusati di degradare le prestazioni dei sistemi di altoparlanti che essi alimentano. In effetti, nel nucleo di ferro degli induttori e nei condensatori elettrolitici di un filtro passivo può avere origine una distorsione di non linearità; inoltre, in un filtro di questo genere si ha sempre una certa perdita di potenza, a causa della resistenza propria degli avvolgimenti degli induttori. Se poi si vuole avere per il woofer una frequenza di taglio molto bassa (intorno ai 200 Hz o ancora meno), un filtro separatore passivo può diventare molto costoso, a causa degli elevati valori di capacità e di induttanza richiesti. Infine, nel caso si desideri ottenere fronti di attenuazione con pendenza di 12 dB oppure di 18 dB per ottava (benché sulla effettiva convenienza di usare filtri con pendenze superiori ai 6 dB per ottava esistano opinioni contrastanti) un filtro passivo richiederebbe l'uso di componenti con tolleranza molto ristretta e, quindi, eccessivamente dispendiosi (almeno per quei sistemi che usano altoparlanti dal costo

moderato).

Tutte le difficoltà che sorgono con i filtri separatori passivi possono essere superate usando un filtro separatore attivo, seguito da un amplificatore per ognuno dei diversi altoparlanti del sistema. I filtri separatori attivi sono apparecchi relativamente economici (non richiedono l'uso dei componenti capaci di sopportare potenze elevate) e quasi del tutto privi di distorsione. Un altro loro pregio è quello di poter essere facilmente realizzati con frequenze di taglio e pendenze dei fronti variabili. Alla categoria dei filtri separatori attivi appartiene il Mod. SF-850 della Pioneer: un apparecchio che è in grado di eseguire tutte le funzioni di filtraggio richieste da un sistema stereofonico di altoparlanti a due oppure a tre vie. La frequenza di transizione tra il woofer e l'altoparlante per i toni medi e quella tra quest'ultimo ed il tweeter sono regolabili mediante commutatori separati.

Il filtro Mod. SF-850 misura 35 x 33 x 14 cm e pesa circa 5,5 kg.

**Descrizione generale** - Il selettore del filtro passa-basso che invia il segnale verso il woofer permette di scegliere le seguenti frequenze di taglio: 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 750 Hz e 1.000 Hz. Il selettore del filtro passa-alto che invia il segnale al tweeter ha invece le seguenti posizioni: 1.000 Hz, 2.000 Hz, 4.000 Hz, 6.000 Hz e 8.000 Hz. Queste stesse frequenze di taglio si ritrovano sui selettori dei due filtri, passa-alto e passa-basso, che inviano il segnale verso l'altoparlante per i toni medi. In corrispondenza di ogni selettore di frequenza vi è un commutatore che permette la scelta tra diverse pendenze dei fronti di attenuazione: 6 dB, 12 dB, oppure 18 dB/ottava. La presenza di questi commutatori consente di adottare pendenze diverse per i vari altoparlanti, accorgimento utile per migliorare la qualità del suono, oppure semplicemente per proteggere i tweeter da segnali ad alta frequenza aventi un livello eccessivo.

Le due manopole per la selezione della pendenza dei fronti relativi all'altoparlante per i toni medi hanno anche una posizione (FLAT) che dà al fronte pendenza nulla, cioè elimina il taglio; questa particolarità aumenta la flessibilità del filtro nell'uso con un sistema di altoparlanti a due vie, poiché permette di spostare la frequenza di transizione tra altoparlante principale e tweeter in un campo compreso tra 125 Hz e 8.000 Hz. Ciascuna delle tre uscite dell'apparecchio, una per ogni banda di frequenza, ha una sua regolazione di livello (mediante due manopole coassiali che agiscono l'una sul canale destro e l'altra su quello sinistro); una simile possibilità di regolazione è molto importante in un filtro separatore attivo, poiché permette di ottenere il giusto bilanciamento sonoro tra le varie bande di frequenza pur usando altoparlanti di diversa efficienza. Sul pannello posteriore dell'apparecchio, oltre a due prese jack di ingresso e a tre coppie di prese jack d'uscita (woofer, toni medi e tweeter) si trovano tre prese di rete, due delle quali collegate a valle dell'interruttore di alimentazione.

Il guadagno del filtro nelle bande passanti è nominalmente pari all'unità, e, secondo la casa costruttrice, l'alternazione massima nelle bande passanti è di 2 dB con qualunque posizione dei comandi. Le impedenze di ingresso e d'uscita sono rispettivamente di 100 k $\Omega$  e di 1 k $\Omega$ . La tensione massima di uscita ha un valore nominale di 3,5 V; per il

rapporto segnale/rumore, con tensione di uscita pari al valore nominale, la casa costruttrice dichiara un valore migliore di 85 dB, e per la distorsione armonica un valore minore dello 0,30%.

**Prove di laboratorio** - Nel corso delle prove effettuate si sono rilevate numerose curve di risposta, usando diverse frequenze di taglio e pendenze dei fronti. In ogni caso, le attenuazioni in corrispondenza delle frequenze di taglio indicate differivano meno di 1 dB dal valore teorico, pari a 3 dB. Il guadagno in banda passante, misurato con le manopole di regolazione del livello d'uscita poste al massimo, è risultato unitario, come indicato dalla casa costruttrice.

Non è stato possibile misurare il rumore di uscita, che era in ogni caso ben al di sotto dei 100  $\mu$ V, limite posto dagli strumenti di misura usati.

Ciò corrisponde ad un rapporto segnale/rumore migliore di 80 dB con segnale d'uscita di 1 V, e migliore di 91 dB con segnale di uscita pari a quello massimo nominale. Sia la distorsione armonica sia quella di intermodulazione sono risultate molto basse: si sono misurati meno di 0,025% con segnale di 1 V e circa 0,1% con il segnale d'uscita nominale di 3 V. Le creste del segnale sinusoidale di uscita hanno cominciato ad apparire squadrate con segnali di 5 V.

**Impressioni d'uso** - Non disponendo, durante le prove, di un sistema di altoparlanti a due o tre vie fornito di accessi separati ai vari altoparlanti, si è simulato un sistema a tre vie mediante tre diversi altoparlanti a larga banda. Ciascun altoparlante era pilotato da un suo amplificatore di potenza, ed il filtro separatore era inserito tra il preamplificatore ed i tre amplificatori di potenza.

Attraverso una serie di prove eseguite con diverse combinazioni di frequenze di taglio e pendenze, ci si è convinti che una scelta casuale di questi parametri, quale quella che forzatamente si avrebbe nel caso si usasse un filtro separatore passivo non regolabile, ben di rado sarebbe tale da ottenere dagli altoparlanti le migliori prestazioni possibili. Si è inoltre constatato che la qualità del suono è influenzata non solo dalle frequenze di taglio selezionate, ma anche, e quasi in uguale misura, dalla pendenza scelta per i fronti.

Per chi ama esplorare le prestazioni dei diversi tipi di altoparlanti, un filtro separatore

elettronico completamente regolabile quale il Mod. SF-850 rappresenta senza dubbio uno degli strumenti piú utili ed interessanti. Il fatto di dover usare, quando si impiega un filtro separatore di tipo attivo, due o tre amplificatori di potenza, può sembrare a prima vista un grosso inconveniente; si deve però tenere presente che normalmente solo il woofer richiede un amplificatore veramente potente e con una ottima risposta ai bassi, mentre il tweeter e l'altoparlante per i toni medi richiedono in genere una potenza minore. Per il tweeter, in particolare, è consigliabile l'uso di un amplificatore di bassa po-

tenza, poiché tali altoparlanti possono essere facilmente danneggiati da un segnale con eccessiva potenza.

Non è il caso di addentrarsi, in questa sede, in una spinosa discussione sulla convenienza o meno, per quanto riguarda la qualità sonora, di ricorrere a piú amplificatori separati per i diversi toni; si può però affermare che la via piú semplice e conveniente per ottenere il massimo da un sistema a piú altoparlanti è quella di usare un filtro separatore attivo, e che il filtro Pioneer Mod. SF-850 è in grado di fare, davvero bene, tutto ciò che può essergli richiesto. ★



# ELABORATORE DINAMICO DI SEGNALE PIONEER RG-1

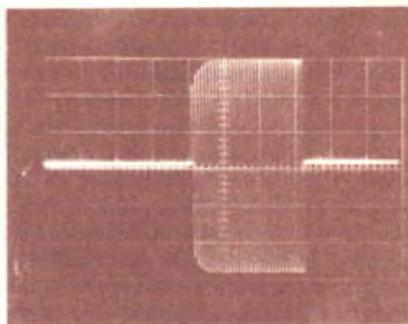
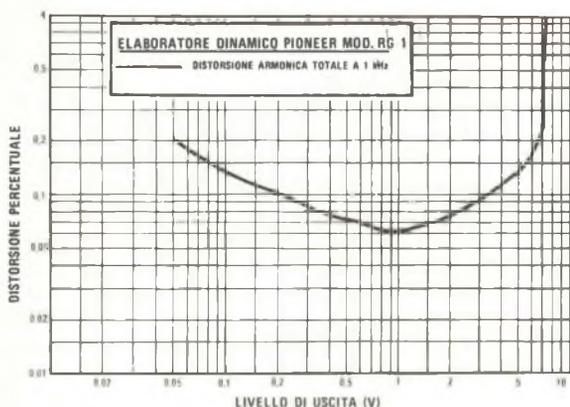


## RISTABILISCE IL CAMPO DI DINAMICA DEI PROGRAMMI SONORI

L'elaboratore dinamico di segnale modello RG-1 è progettato per ripristinare, per quanto possibile, al livello originale il campo di dinamica dei programmi sonori (sia stereofonici sia monofonici) registrati e radiotrasmessi, che hanno subito un processo di compressione o di limitazione. La via generalmente seguita per effettuare le correzioni è quella dell'espansione, secondo la quale i segnali con livello elevato vengono

resi ulteriormente piú ampi, per mezzo di un aumento automatico del guadagno, mentre i segnali il cui livello è piú basso vengono ulteriormente ridotti per mezzo di una diminuzione automatica del guadagno. L'apparecchio è previsto anche per ridurre in una certa misura il rumore.

Le dimensioni del modello RG-1 sono di 35 x 32 x 13,7 cm mentre il suo peso è di 5,3 kg.



Risposta ad un pacchetto di oscillazioni a 10.000 Hz.

**Caratteristiche generali** - L'elaboratore dinamico di segnale è un apparecchio dotato di una sola terminazione, che può essere impiegato con qualunque tipo di sorgente del programma sonoro; l'ammontare dell'espansione (guadagno) che esso esercita viene controllato dalle caratteristiche del segnale medesimo. I due componenti principali di un apparecchio espansore della dinamica sono costituiti da un amplificatore controllato in tensione e da uno speciale circuito che rileva il livello e la composizione spettrale del programma sonoro e genera un segnale di controllo opportuno. Quest'ultimo circuito, nella maggior parte dei casi, è la parte più critica dell'intero sistema; esso infatti può dar luogo, a causa di una scelta poco opportuna delle costanti del tempo di attacco e del tempo di spegnimento, ad un effetto poco naturale.

Il cuore dell'elaboratore dinamico di segnali mod. RG-1 è costituito da un circuito rivelatore di picco (il cui schema è di proprietà della casa costruttrice), il quale genera un segnale d'uscita praticamente esente da ondulazione, che non ha bisogno (o quasi) di essere filtrato. Tale caratteristica consente di ottimizzare il valore della costante di tempo, senza dovere sottostare alle limitazioni imposte dal valore elevato di questa, che è tipico dei normali circuiti rivelatori e dei filtri rettificatori. Il tempo di attacco è di 0,5 ms, mentre quello di spegnimento è di 80 ms.

I due canali stereofonici sono realizzati in modo da risultare autonomi l'uno rispetto al-

l'altro, adottando sezioni amplificatrici e circuiti di controllo completamente separati. Le uscite di questi ultimi due circuiti sono tuttavia miscelate tra loro in modo parziale, per consentire la regolazione del guadagno di ciascun canale ad opera di un segnale presente nell'altro canale (questa regolazione incrociata è meno pronunciata di quella che avviene in ogni canale ad opera del segnale presente in corrispondenza del proprio ingresso). Un sistema di regolazione del genere è necessario se si vuole conservare l'effetto di localizzazione in un programma stereofonico, evitando che la posizione apparente della sorgente si sposti da una parte all'altra al variare dei guadagni dei due canali.

Gli amplificatori a guadagno controllato presentano una risposta in frequenza piatta. Il valore massimo consentito del livello del segnale all'uscita di ogni canale è di 6,5 V, con una distorsione armonica totale inferiore all'1%. Il valore di questa è inferiore allo 0,1% in corrispondenza di un valore nominale del segnale di uscita pari a 1 V. La sezione "sensibile" presenta una risposta in frequenza sagomata, caratterizzata da un picco molto evidente alla frequenza di 2.500 Hz e da un decremento di 6 dB per ottava da entrambi i lati. Questo andamento particolare ha lo scopo di rendere l'elaboratore dinamico più suscettibile ai segnali con un forte contenuto musicale (lo spettro dei quali sia ricco tanto delle note musicali fondamentali quanto delle armoniche) e di renderlo, nel contempo, meno sensibile all'azio-

ne di controllo che può essere esercitata da segnali meno facilmente udibili, sia alle alte sia alle basse frequenze. Il valore dell'espansione può essere scelto a piacere per mezzo di un commutatore che si trova sul pannello frontale, e può essere posto pari a 6 dB, 8 dB, 10 dB, 12 dB o 14 dB. Lo schema dell'elaboratore dinamico è abbastanza complesso, comprendendo due circuiti integrati, ventidue transistori e venti diodi.

Sul pannello frontale si trovano il commutatore per l'espansione dinamica (DYNAMIC EXPANSION) e la manopola di controllo del segnale di ingresso. Quest'ultimo comando serve per regolare il livello del segnale al quale viene effettuata l'espansione. Sempre sul pannello frontale vi sono due strumenti indicatori, uno per ciascun canale, che misurano costantemente il valore di espansione (cioè dell'aumento di guadagno) che viene fornito. Altri tre interruttori a levetta sul pannello frontale sono adibiti, rispettivamente, all'accensione od allo spegnimento, all'inserzione od all'esclusione del circuito espansore, ed all'abilitazione del comando di controllo della registrazione (TAPE MONITORING), di cui è eventualmente provvisto l'amplificatore od il radio-ricevitore che si utilizza (l'elaboratore dinamico viene normalmente connesso tra i morsetti di ingresso e di uscita per il registratore). L'impedenza di ingresso è pari a 70 k $\Omega$ , mentre quella di uscita è pari a 300  $\Omega$ . La perdita fissa di inserzione, quando l'espansore è in funzione, è di 3 dB. Il rumore residuo in uscita dichiarato è inferiore a 65  $\mu$ V, pari a -84 dB rispetto al valore nominale di uscita di 1 V. Sul pannello posteriore si trovano i morsetti di ingresso e di uscita del segnale, i morsetti per il collegamento con il registratore a nastro, ed una singola presa di corrente, collegata direttamente al cordone di alimentazione.

**Misure di laboratorio** - La funzione di trasferimento tra l'ingresso e l'uscita dell'elaboratore dinamico è stata misurata entro un campo di dinamica del segnale di ingresso di 70 dB (da 1 mV fino a più di 2 V), usando il valore più elevato di espansione, cioè 14 dB. Il valore massimo del livello è risultato di circa 8 V, prima che le creste del segnale venissero squadrate. Il funzionamento dell'apparecchio è lineare per valori bassi del segnale di ingresso, fino ad un massimo di 10 mV (in corrispondenza della posizione più alta

del comando del livello di ingresso), come è anche segnalato nel libretto delle istruzioni. Da 10 mV fino a circa 200 mV, cioè per una dinamica di 26 dB, il guadagno veniva innalzato della quantità corrispondente al valore di espansione prescelto, rispetto al valore di guadagno non espanso. Da 200 mV fino a 2 V, cioè per una dinamica di 20 dB, la risposta era ancora lineare. Le indicazioni fornite dagli strumenti di misura corrispondevano abbastanza bene ai valori di espansione effettivamente misurati. La prova è stata eseguita solamente su un canale, ed il guadagno del canale restante era aumentato di una quantità inferiore di 3 dB rispetto a quella di cui era aumentato il guadagno del canale sotto misura, a causa della mescolazione dei segnali di uscita del circuito sensore.

Per ottenere il valore più alto di espansione, quando la sensibilità era massima, è stato sufficiente utilizzare un segnale di ingresso di 0,2 V alla frequenza di 1.000 Hz, oppure un segnale di 0,15 V alla frequenza di 2.500 Hz. Il livello del rumore di uscita risultava inferiore alla sensibilità massima di cui lo strumento di misura usato nel corso delle prove era capace, cioè a 100  $\mu$ V, pari a più di 80 dB al di sotto del livello di riferimento di 1 V. La distorsione armonica totale del segnale di uscita risultava mascherata dal rumore fino ad un livello del segnale di circa 1 V, raggiungendo, a questo livello, lo 0,062%; saliva leggermente fino a misurare lo 0,09% a 3 V e lo 0,225% al valore massimo consentito del segnale di uscita, pari a 6,5 V.

Non è stato possibile misurare l'andamento effettivo della risposta dell'elaboratore dinamico al variare della frequenza, poiché il circuito sensibile alla frequenza modificava il valore del guadagno a mano a mano che quella cambiava. Le prove eseguite confermano che il circuito espansore è caratterizzato da una risposta in frequenza accentuata in corrispondenza a 2.500 Hz. Il tempo di attacco del circuito espansore è stato misurato utilizzando un pacchetto di oscillazioni sinusoidali a 10 kHz. L'osservazione oscillografica della risposta dell'elaboratore ha permesso di accertare, come è chiaramente visibile nella figura, che il segnale di uscita raggiunge il livello corrispondente all'espansione completa nel tempo prescritto, pari a 0,5 ms. Variando improvvisamente il livello del segnale di ingresso, costituito da un'oscillazione con frequenza di 1.000 Hz, in modo da ottenere un segnale impulsivo con ampiezza

pari a 28 dB, e misurando la risposta dell'elaboratore per mezzo di un registratore grafico a carta, si è potuto rilevare che il tempo di attacco e quello di spegnimento risultavano più brevi del tempo di reazione della penna scrivente del registratore grafico, pari a 200 dB/s. Tuttavia, la traccia grafica del segnale di uscita, dopo essere diminuita di 25 dB quasi istantaneamente, impiegava ancora 1,5 s per scendere in modo lineare dei 3 dB residui.

**Impressioni d'uso** - Anche se le misure a cui è stato sottoposto in laboratorio l'elaboratore dinamico hanno confermato che l'apparecchio possiede caratteristiche decisamente superiori (od almeno uguali) a quelle dichiarate dal fabbricante, è necessario impiegare un apparecchio di tal genere per un uso specifico per poterne valutare le prestazioni. Si è utilizzato l'elaboratore dinamico in diversi sistemi per la riproduzione sonora, usandolo per ascoltare un gran numero di brani musicali, per alcune settimane; si è così potuto constatare che il funzionamento di questo apparecchio è assolutamente naturale, e che, nella maggior parte dei casi, è anche inavvertibile: con esso ci si abitua molto facilmente ad ascoltare della musica sottoposta al processo di espansione, al punto che un brano musicale non "espanso" produce un'impressione di suono blando ed artificiale.

Il punto debole della maggior parte degli apparecchi espansori di dinamica è costituito dalla tendenza che questi hanno a "pompare", dando luogo così ad improvvisi aumenti del livello sonoro, oppure ad un elevato fruscio di fondo. Si è tentato con molto impegno di indurre l'elaboratore dinamico modello RG-1 a comportarsi in questo modo poco naturale, riportando generalmente solo insuccessi. Talvolta si riceve l'impressione, specialmente quando si sta espandendo al massimo un brano musicale in cui compare un solo strumento oppure una voce solista, che il volume sonoro cambi più del necessario; il fenomeno non costituisce però un cattivo funzionamento dell'elaboratore dinamico, ma indica semplicemente che si sta usando un valore eccessivamente alto di espansione per il brano musicale in ascolto. Diminuendo il valore di espansione impiegato per l'ascolto di programmi di musica da camera, oppure di voci soliste, secondo quanto è spiegato nel libretto delle istruzioni, si è

sempre eliminato il problema.

Con programmi musicali relativamente rumorosi (per esempio, radiotrasmissioni stereofoniche in MF deboli, registrazioni su cassette non "dolbyzzate", vecchie incisioni fonografiche) può capitare, in certe situazioni, di avvertire i cambiamenti del guadagno dell'apparecchio espansore sotto forma di una modulazione del livello del rumore di fondo. Bisogna dire, tuttavia, per mettere le cose nella giusta prospettiva, che è necessario cercare appositamente tali programmi musicali ed usare il valore più alto di espansione per esaltare il fruscio.

Se si seguono le istruzioni che accompagnano l'apparecchio e se si fa un uso intelligente di esso, si possono ricavare prestazioni pressoché perfette, tra le migliori di questa categoria di dispositivi. Regolando in modo opportuno il livello di ingresso ed il valore dell'espansione, si può usare l'apparecchio come espansore in salita (in modo, cioè, da rendere più forti i passaggi già forti, e lasciando inalterati i passaggi più deboli), oppure come espansore in discesa (cioè, lasciando inalterati i segnali forti e riducendo ancor di più il livello dei segnali deboli e del rumore), oppure ancora come una combinazione dei due sistemi. L'ampliamento del campo di dinamica è ugualmente efficace in tutti i modi; in particolare, la riduzione del rumore conseguibile è senz'altro una delle caratteristiche più utili tra quelle che contraddistinguono l'apparecchio. Esso è compatibile con quasi tutti gli altri sistemi che effettuano la riduzione del rumore; quando viene impiegato con uno di questi sistemi, si ottengono risultati veramente eccezionali.

Questo elaboratore dinamico della Pioneer costituisce un accessorio estremamente utile per qualunque sistema musicale di riproduzione sonora. Il prezzo di vendita è molto interessante, considerati i vantaggi che esso consente. Per apprezzare fino in fondo le prestazioni di cui l'elaboratore dinamico è capace - cioè ristabilire il campo di dinamica di un segnale che è stato compresso in studio e ridurre il rumore di circa 6 dB (in aggiunta alla riduzione del rumore fornita da qualunque altra apparecchiatura presente nel sistema) - è necessario effettuare prove di ascolto in casa, usando il modello RG-1 per riprodurre brani già familiari: in tal modo ci si rende conto completamente come l'apparecchio contribuisca in modo determinante a creare una riproduzione realistica. ★

# LINEA DI RITARDO AUDIO "BUCKET BRIGADE"



**CON QUESTA LINEA  
DI RITARDO,  
L'UTENTE PUO' SIMULARE  
UN PIU' AMPIO  
LOCALE D'ASCOLTO;  
E' USATA  
ANCHE DA COLORO  
CHE SI DEDICANO  
A REGISTRAZIONI E  
DAI MUSICISTI  
PER OTTENERE  
SPECIALI EFFETTI SONORI.**

Riproducendo musica registrata, il suono derivante varia sensibilmente a seconda del locale in cui ci si trova; se questo è troppo "vivo" o troppo "morto", il suono appare innaturale. Un locale con arredamento ultramoderno e molte vetrate, produce sulla musica un effetto "rimbalzante"; se invece sono presenti pesanti drappaggi, tappeti e mobili molto imbottiti, con scarse superfici libere, l'effetto si avvicina a quello di una camera anecoica, con scarsa riflessione del suono.

In quest'ultimo caso, non essendo conveniente rifare l'arredamento, si può aggiungere al sistema audio un dispositivo di ritardo di tempo per creare un ambiente più naturale, cioè si può creare un'eco (ritardo di tempo del segnale audio) e riverberazione (riflessioni posteriori) ed ottenere un suono più vivo.

Fino a poco tempo fa, il solo mezzo per ottenere un ritardo del segnale audio era quello di ricorrere ad apparecchiature elettroniche molto costose. Attualmente invece, grazie ad un nuovo tipo di circuito integrato, il Bucket Brigade, si può costruire un sistema di ritardo, sia in mono sia in stereo, con una spesa relativamente modesta. Collegato tra la sorgente di segnale e il preamplificatore, oppure tra il preamplificatore e l'amplificatore di potenza (ai jack di ascolto nastro, possibilmente), questo circuito fornisce un segnale d'eco regolabile che può esaltare il suono nella maggior parte degli ambienti domestici d'ascolto. Con poche varianti nei collegamenti, esso può anche essere usato come fasatore/flangia creando un effetto sonoro per registrazioni su nastro e per chitarra elettrica.

Il circuito integrato Bucket Brigade è un registro di spostamento tipo MOS che contiene due registri di cinquecentododici stadi in un solo involucro a quattordici piedini. Quando un segnale viene applicato all'entrata del Bucket Brigade, e un generatore orologio pilota il circuito integrato, il segnale passa attraverso ciascuno stadio finché esce ritardato di un discreto intervallo di tempo. Sommando il segnale ritardato a quello originale, si simula la riverberazione.

Oltre a fornire un ambiente realistico, il Bucket Brigade può anche essere usato con un registratore a nastro per simulare il suono stereo proveniente invece da sorgenti sonore monofoniche, per la "doppia voce" e come "fasatore/flangia".

**Particolari tecnici** - Potendo ritardare un segnale audio, si possono creare molti utili effetti sonori, il più ovvio dei quali è quello di simulare l'eco, sebbene i ritardi forniti dal Bucket Brigade siano troppo brevi per essere considerati come echi distinti. Facendo ricircolare il segnale ritardato con un guadagno ridotto, ci si può avvicinare al naturale decadimento degli echi in un locale riverberante. Aggiungendo un certo guadagno durante la ricircolazione del segnale ritardato, si può creare sulla musica un innaturale effetto di "molla di porta".

Ritardando uno strumento o una voce di 30 ms o 40 ms e sommando il segnale ritardato al segnale originale, si renderà l'uscita sonora più piena e si conferirà ad essa l'effetto di un maggior numero di voci o strumenti rispetto all'originale. Questa tecnica usata comunemente viene detta "doppia voce".

Un altro comune effetto del ritardo breve è uno strano suono risultante da una tecnica detta "fasatura" o "flangiatura di bobina". Il nome è derivato dal suo uso originale in cui un registratore a nastro veniva usato per creare il ritardo di tempo, mentre una mano posta sul bordo della bobina erogatrice di nastro variava il ritardo per produrre l'effetto acustico.

Questo effetto può essere creato totalmente con mezzi elettronici ritardando il segnale da 0,5 ms a 5 ms mentre si somma o si sottrae il segnale ritardato dal segnale originale.

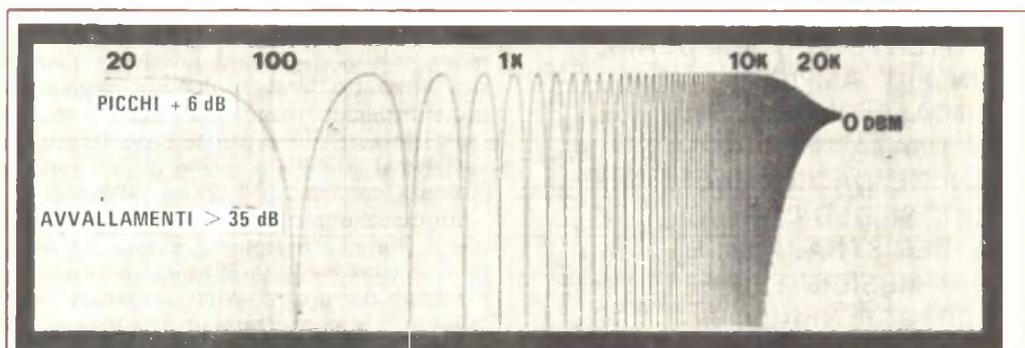


Fig. 1 - In un filtro a pettine, la frequenza tra gli avvallamenti si regola variando la frequenza orologio.

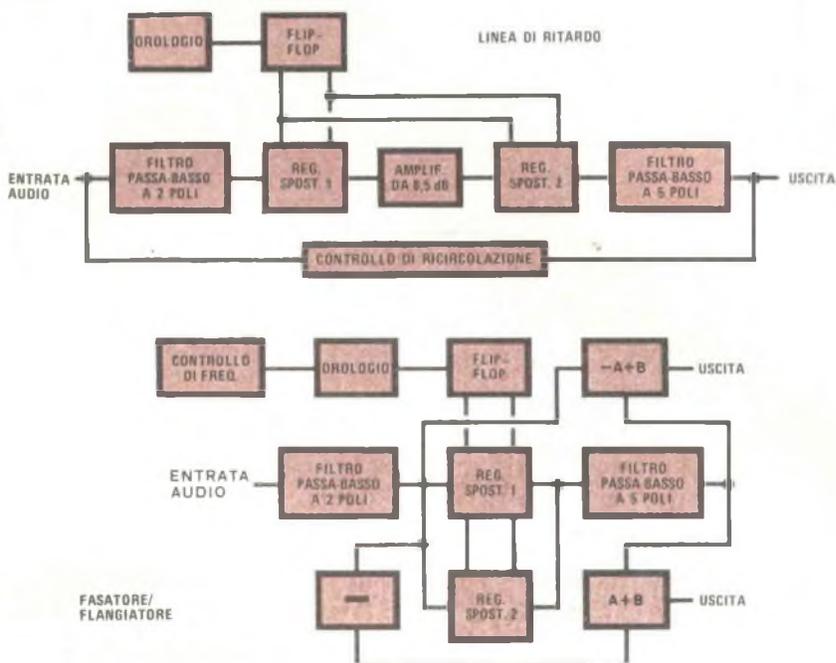


Fig. 2 - Schemi base a blocchi dei circuiti della linea di ritardo e di fasatura/flangiatura

Nel modo fasatura/flangiatura, la frequenza e i suoi multipli, le cui lunghezze d'onda sono uguali al ritardo di tempo, saranno completamente cancellati mentre tutte le altre frequenze saranno rinforzate. Il risultato è un filtro a pettine la cui frequenza tra gli avvallamenti viene regolata variando la frequenza orologio (fig. 1). In questo modo si può dare una qualità tonale a suoni non tonali come i tamburi, i cimbali e persino alcune voci.

Il modo fasatura/flangiatura può essere usato per simulare il suono stereofonico derivato da una sorgente di segnale monofonica. Per ottenere ciò, l'uscita in fase derivata, con la somma del segnale ritardato, va ad un canale, mentre l'uscita derivata con la differenza del segnale ritardato, va all'altro. Per l'ascoltatore, l'effetto di fase si cancella la-

sciando invece un discreto effetto pseudo-stereo.

Gli schemi base a blocchi della linea di ritardo e del fasatore/flangiatore sono rappresentati nella fig. 2. Le parti principali dei circuiti sono, naturalmente, i circuiti integrati Bucket Brigade che possono direttamente elaborare segnali analogici. I circuiti non richiedono costosi convertitori da analogico a numerico e da numerico ad analogico.

Quando l'impulso orologio proveniente dal flip-flop viene applicato al circuito integrato Bucket Brigade, la tensione continua presente all'entrata viene spostata nel registro. I singoli bit vengono trasferiti stadio per stadio con successivi impulsi orologio finché, dopo duecentocinquantesi impulsi, raggiungono la fine della linea e forniscono l'uscita.

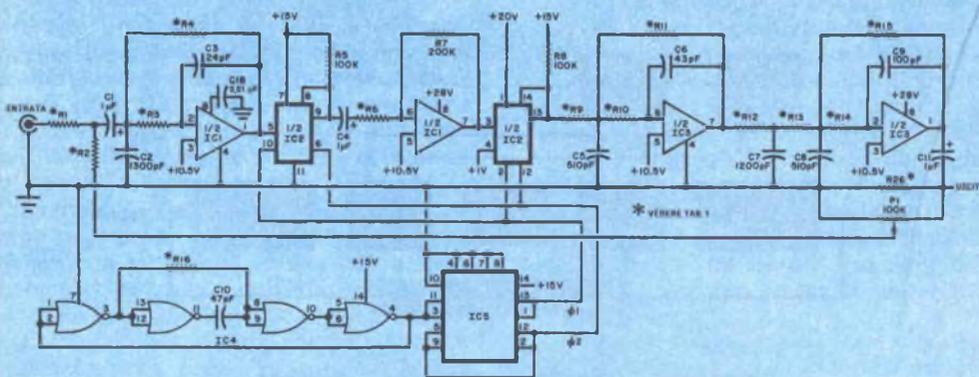


Fig. 3 - Schema della linea di ritardo per un canale.  
I valori dei resistori per differenti configurazioni di ritardo sono dati nella tabella relativa.

### TABELLA DEI VALORI DEI RESISTORI DI FILTRO

	A	B	C	D
	(Tutti i valori sono in kΩ)			
R1	100	200	300	390
R2	130	270	390	510
R3	36	75	110	150
R4	100	200	300	390
R6	75	75	75	75
R9	47	91	130	180
R10	43	82	130	160
R11	120	240	360	470
R12	10	20	30	39
R13	56	110	160	220
R14	33	68	100	130
R15	68	100	200	270
R16	110	240	360	470
R26	200	200	200	200

A = 10 ms o meno, -3 dB a 15.000 Hz  
 B = 20 ms o meno, -3 dB a 7.500 Hz  
 C = 30 ms o meno, -3 dB a 5.000 Hz  
 D = 40 ms o meno, -3 dB a 3.800 Hz

### MATERIALE OCCORRENTE PER LA LINEA DI RITARDO

C1-C4-C11 = condensatori elettrolitici da 1 μF, 25 V  
 C2 = condensatore al polistirolo da 1.300 pF, 5%  
 C3 = condensatore al polistirolo da 24 pF, 5%  
 C5-C8 = condensatori al polistirolo da 510 pF, 5%  
 C6 = condensatore al polistirolo da 43 pF, 5%  
 C7 = condensatore al polistirolo da 1.200 pF, 5%  
 C9 = condensatore al polistirolo da 100 pF, 5%  
 C10 = condensatore al polistirolo da 47 pF, 5%  
 C18 = condensatore ceramico a disco da 0,01 μF  
 IC1-IC3 = amplificatori operazionali doppi 1458  
 IC2 = registro di spostamento analogico doppio MN3001 (Matsushita)  
 IC4 = porta NOR quadrupla CMOS 4001 oppure MC14001  
 IC5 = Doppio flip-flop DCMOS 4013 oppure MC14013  
 P1 = potenziometro da 100 kΩ  
 R1-R2-R3-R4-R6-R9-R10-R11-R12-R13-R14-R15-R16-R26 = ved. la tabella  
 R5-R8 = resistori da 100 kΩ - 1/4 W, 5%  
 R7 = resistore da 200 kΩ - 1/4 W, 5%

Per l'acquisto dei materiali rivolgersi alla I.M.E.R. Elettronica,  
 Via Saluzzo 11 bis - 10125 Torino.

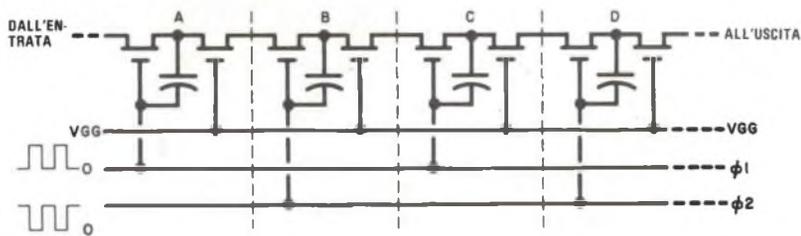
## ANALOGIA DEL REGISTRO DI SPOSTAMENTO BUCKET BRIGADE

Il nome "Bucket Brigade" (la cui traduzione letterale significa "brigata del secchio") rievoca l'immagine di una fila di uomini che si passano l'un l'altro secchi d'acqua per spegnere un focolaio di incendio. Il registro di spostamento analogico Bucket Brigade funziona in modo simile e per questo motivo ha assunto tale denominazione. Nel caso del registro di spostamento, tuttavia, i secchi sono condensatori integrati posti direttamente in una piccola parte di circuito PMOS. Ciascun frammento di PMOS racchiude piú di mille di tali condensatori: piú precisamente, un condensatore e due transistori MOS sono racchiusi in ciascuno stadio; lungo la linea vengono fatti passare pacchetti di cariche elettriche da stadio a stadio.

Cosí come è difficile versare acqua fuori e dentro un secchio contemporanea-

mente, parimenti è difficile caricare e scaricare nello stesso tempo un condensatore. Questo problema viene superato nel registro di spostamento utilizzando due orologi sfasati. Quando il primo orologio è alto, i "secchi" dispari vengono immessi nei successivi, "secchi" pari; quando il secondo orologio è alto, i "secchi" pari vengono immessi nei successivi "secchi" dispari; in questa maniera, le singole cariche vengono trasferite lungo la linea uno stadio alla volta.

Il disegno è una rappresentazione schematica di quattro tipici stadi del registro di spostamento analogico MN3001. Ogni circuito integrato MN3001 contiene due registri di spostamento di cinquecentodici stadi. Si noti che gli stadi A e C sono collegati ad un orologio, mentre gli stadi B e D sono collegati all'altro orologio per ottenere la relazione dispari/pari.



La forma d'onda d'uscita viene spianata da un filtro passa-basso e riproduce qualunque segnale presente all'entrata ma ritardato nel tempo di duecentocinquantasei volte il periodo della frequenza orologio (si tenga presente che il periodo è pari al reciproco della frequenza). Per esempio, se la frequenza orologio è 100.000 Hz, il ritardo sarebbe  $256 \times 1/100.000 = 2,56$  ms.

Poiché il segnale audio all'entrata viene campionato ad una frequenza determinata dalla frequenza orologio, un limite teorico pari alla metà della frequenza orologio rap-

presenta la piú alta frequenza audio che si può far passare con una certa affidabilità. Tuttavia, a causa di limitazioni pratiche è piú ragionevole progettare il circuito per un terzo della frequenza orologio. I circuiti possono essere posti in serie per ottenere piú lunghi ritardi di tempo ad alte frequenze orologio, ma l'aumento del rumore nei circuiti collegati in serie potrebbe superare l'aumento della larghezza di banda.

Nel modo ritardo, i due registri di spostamento sono collegati in serie, il che consente l'uso di una frequenza pari al doppio della

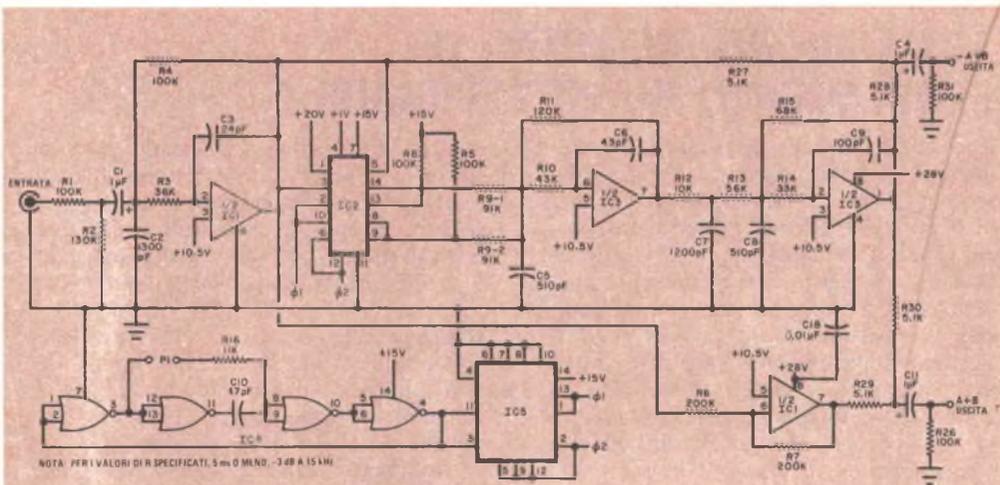


Fig. 4 - Schema del circuito fasatore/flangiatore.

**MATERIALE OCCORRENTE PER IL CIRCUITO FASATORE/FLANGIATORE**

- C1 - C11 = usare gli stessi condensatori già specificati per la Fig. 3
- C18 = condensatore ceramico a disco da 0,01 µF
- IC1 - IC5 = gli stessi specificati per la Fig. 3
- R1 R4-R5 R8-R26 R31 = resistori da 100 kΩ - 1/4 W, 5%

- R2 = resistore da 130 kΩ - 1/4 W, 5%
- R3 = resistore da 36 kΩ - 1/4 W, 5%
- R6-R7 = resistori da 200 kΩ - 1/4 W, 5%
- R9-1: R9-2 = resistori da 91 kΩ - 1/4 W, 5%
- R10 = resistore da 43 kΩ - 1/4 W, 5%
- R11 = resistore da 120 kΩ - 1/4 W, 5%
- R12 = resistore da 10 kΩ - 1/4 W, 5%
- R13 = resistore da 56 kΩ - 1/4 W, 5%
- R14 = resistore da 33 kΩ - 1/4 W, 5%
- R15 = resistore da 68 kΩ - 1/4 W, 5%
- R16 = resistore da 11 kΩ - 1/4 W, 5%
- R27: R30 = resistori da 5,1 kΩ - 1/4 W, 5%

frequenza orologio. Però, una doppia larghezza di banda di un solo registro di spostamento può essere programmata per lo stesso ritardo di tempo. Anche in questo modo a doppia larghezza di banda, la frequenza orologio richiesta per un ritardo di 40 ms limita la larghezza di banda ad una frequenza massima del segnale d'entrata di 3.750 Hz, che sono adeguati per la voce ma non per molti strumenti musicali. Nella maggior parte delle applicazioni in cui il segnale ritardato viene aggiunto al segnale originale, la riduzione della larghezza di banda sarà mascherata dai segnali a frequenze alte presenti nell'origi-

nale. Per compensare la normale attenuazione del segnale, tra i due registri di spostamento viene usato un amplificatore di 8,5 dB.

Nel modo fasatura/flangiatura, il ritardo massimo richiesto è di circa 5 ms, che è abbastanza breve da consentire l'uso di un solo registro di spostamento senza compromettere la larghezza di banda. Il secondo registro di spostamento è perciò collegato in parallelo con il primo per migliorare il rapporto segnale/rumore. I segnali vengono sommati in fase, mentre il rumore si somma e si sottrae casualmente.

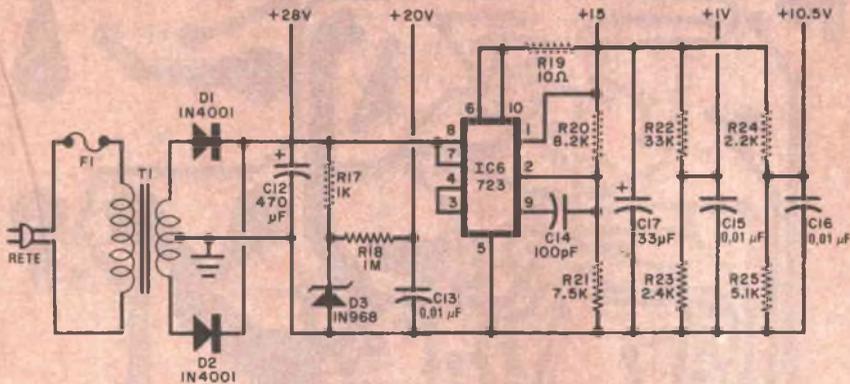


Fig. 5 - Schema del circuito alimentatore.

### MATERIALE OCCORRENTE PER L'ALIMENTATORE

C12 = condensatore elettrolitico da 470  $\mu$ F, 35 V

C13-C15-C16 = condensatori a disco da 0,01  $\mu$ F

C14 = condensatore a disco da 100 pF

C17 = condensatore elettrolitico da 33  $\mu$ F, 25 V

D1-D2 = diodi raddrizzatori 1N4001

D3 = diodo zener 1N968 (20 V)

F1 = fusibile da 0,1 A

IC6 = stabilizzatore di tensione di precisione 723

R17 = resistore da 1 k $\Omega$  - 1/4 W, 5%

R18 = resistore da 1 M $\Omega$  - 1/4 W, 5%

R19 = resistore da 10  $\Omega$  - 1/4 W, 5%

R20 = resistore da 8,2 k $\Omega$  - 1/4 W, 5%

R21 = resistore da 7,5 k $\Omega$  - 1/4 W, 5%

R22 = resistore da 33 k $\Omega$  - 1/4 W, 5%

R23 = resistore da 2,4 k $\Omega$  - 1/4 W, 5%

R24 = resistore da 2,2 k $\Omega$  - 1/4 W, 5%

R25 = resistore da 5,1 k $\Omega$  - 1/4 W, 5%

T1 = trasformatore d'alimentazione con due secondari da 28 V, 50 mA ciascuno

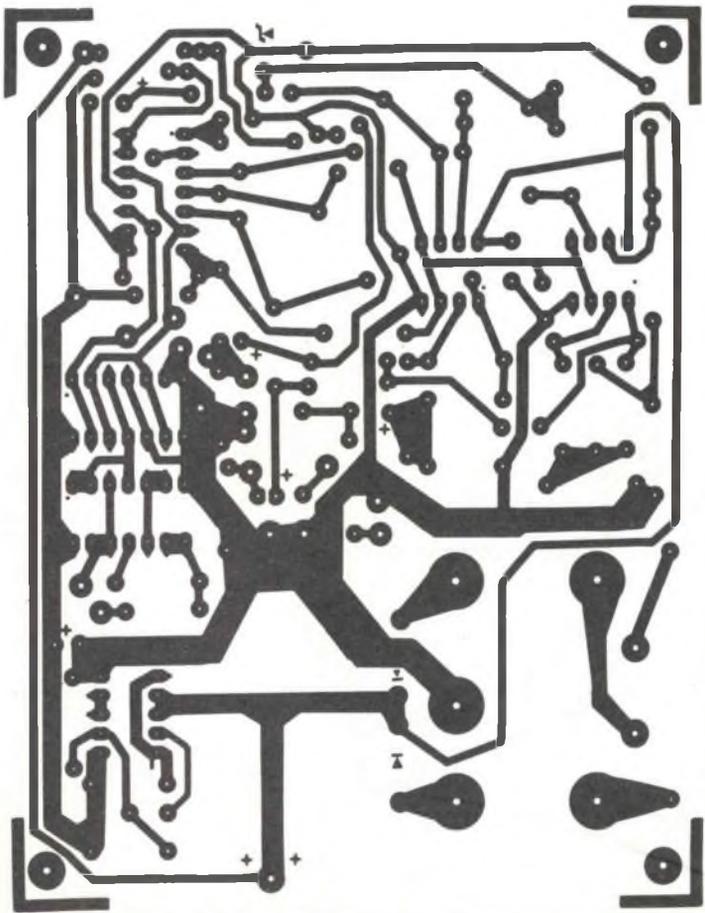
Telaio, cordone di rete, 4 jack fono, 2 manopole di controllo, gommini, distanziatori, filo per collegamenti, stagno, minuterie di montaggio e varie.

**Come funziona** - Gli schemi delle configurazioni a linea di ritardo e di fasatura/flangiatura del circuito sono riportati rispettivamente nella fig. 3 e nella fig. 4. In entrambi i casi, la porta quadrupla NOR IC4 è collegata come multivibratore astabile funzionante ad un valore pari al doppio della desiderata frequenza orologio. L'uscita di IC4 va al flip-flop IC5, il quale fornisce un paio di impulsi d'uscita orologio (sfasati di 180° tra loro) con cicli di funzionamento del 50%. Questi impulsi pilotano poi i registri di spostamento in IC2. Il resistore R16, che determina la frequenza, è fisso nella configura-

zione di ritardo mentre un resistore può essere aggiunto, per mezzo di due connettori, per variare la frequenza orologio nel fasatore/flangiatura.

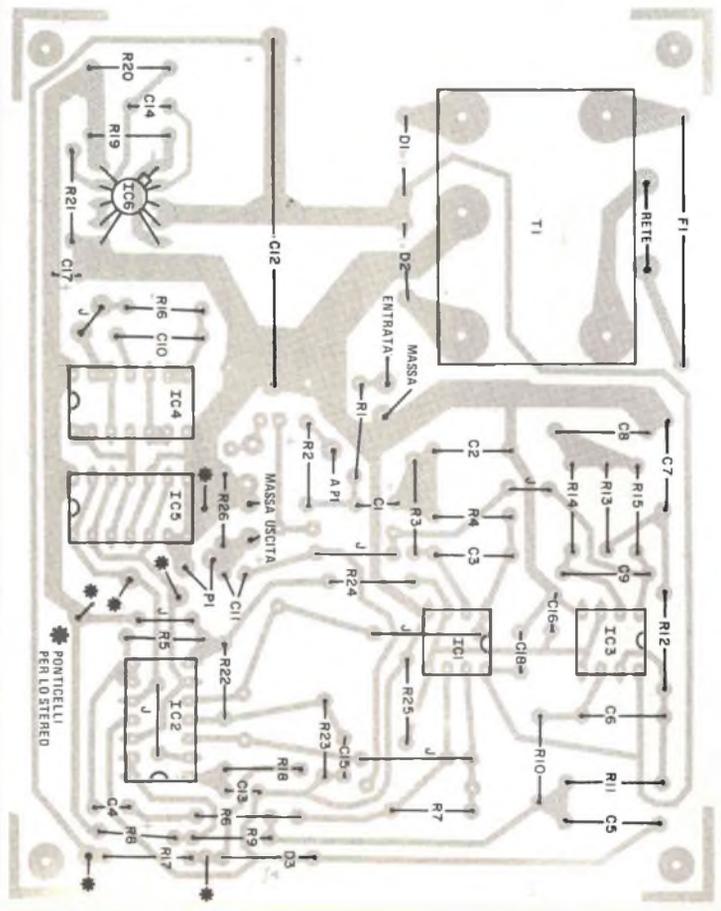
Il segnale audio d'entrata è condizionato da sette poli di filtraggio passa-basso nel quale vengono usati IC3 e metà di IC1. I filtri forniscono un'attenuazione totale di 42 dB per ottava al di sopra della frequenza d'accordo. Per esempio, se il filtro fosse accordato a 5 kHz, un segnale di 10 kHz verrebbe attenuato oltre 100:1.

Quando i filtri vengono progettati con amplificatori operazionali ad alto guadagno,



**A**

Fig. 6 - Nel particolare (a) sono riportati il disegno e il piano di foratura del circuito stampato. Può essere usato per entrambi i canali della linea di ritardo o per il fasatore/flangiatore; in (b) è visibile la disposizione dei componenti per un canale della linea di ritardo, comprendente anche l'alimentazione.



**B**



è possibile ottenere alle loro uscite, prima dell'attenuazione, un aumento con l'andamento di 6 dB/ottava per polo. Tali filtri vengono denominati "sottosmorzati". Scegliendo con cura il giusto bilanciamento di sezioni filtro (RC) sottosmorzate e sovrasmorzate, è possibile progettare un filtro piatto nella desiderata banda passante in modo che sia 3 dB sotto alla frequenza d' accordo ed abbia un andamento di attenuazione di 6 dB moltiplicato per il numero dei poli; questo è ciò che è stato fatto nei circuiti di linea di ritardo e fasatura/flangiatura.

Per determinare i valori dei resistori di filtro da usare, è necessario ricorrere a qualche calcolo; per semplificare le cose, si possono scegliere i giusti valori dei resistori in base alla tabella "Valori dei resistori di filtro" di pag. . Si usi questa tabella per scegliere i valori dei resistori relativi al solo circuito di ritardo di tempo (i valori dei resistori di filtro specificati nella fig. 4 e nel relativo elenco dei materiali forniranno un ritardo ottimo di 5 ms, con l'uscita 3 dB sotto a 15 kHz per il fasatore/flangiatore).

L'alimentatore è rappresentato nella fig. 5. In esso viene usato uno stabilizzatore di tensione, IC6, per generare l'uscita d'alimentazione principale di 15 V. Il registro di spostamento richiede alimentazioni di +1 V e +20 V. La linea a +20 V viene ottenuta usando il diodo zener D3, mentre la linea a

+1 V viene derivata dal partitore di tensione composto da R22 e R23. Poiché gli amplificatori operazionali vengono fatti funzionare con un'alimentazione singola, è necessario avere per questi circuiti integrati, la linea d'alimentazione di 10,5 V come punto di riferimento nel circuito.

**Costruzione** - Il disegno in grandezza naturale e il piano di foratura del circuito stampato (eguale per entrambe le configurazioni circuitali ma con collegamenti differenti, come dovuto) sono riportati nella fig. 6-a. Nella fig. 6-b e nella fig. 6-c è possibile osservare la disposizione dei componenti per la linea di ritardo e per il fasatore/flangiatore.

Prima di installare qualsiasi componente sul circuito stampato, si montino e si saldino al loro posto i ponticelli; si proceda poi al montaggio dei componenti, seguendo la fig. 6-b o la fig. 6-c, a seconda del modo di funzionamento desiderato. Si faccia attenzione ad orientare correttamente tutti i dispositivi semiconduttori ed i condensatori elettrolitici; inoltre, occorre maneggiare con cura i dispositivi MOS per evitare danni dovuti a cariche statiche. I circuiti integrati si possono montare direttamente sul circuito stampato oppure si possono usare zoccoli. Si utilizzi un saldatore di bassa potenza (da 25 W a 35 W) e filo di stagno sottile facendo attenzione a non provocare con lo stagno

## CARATTERISTICHE DICHIARATE

### Linea di ritardo:

Responso in frequenza	Da 15 Hz a 15 kHz (+2/ -3 dB)
Distorsione totale armonica	Tipicamente inferiore all'1% (1.000 Hz, 1 V eff.)
Impedenza d'entrata	Maggiore di 100 kΩ
Livello di saturazione	1,77 V eff. (5 V da picco a picco)
Rapporto segnale/rumore	Tipicamente 50 dB sotto 0 dBm

### Fasatore/flangiatore:

Responso in frequenza	Da 15 Hz a 15 kHz (+2/ -3 dB)
Distorsione totale armonica	Tipicamente inferiore allo 0,75% (1.000 Hz, 1 V eff.)
Impedenza d'entrata	Superiore a 100 kΩ

## VALUTAZIONE PRATICA

Le configurazioni di ritardo di tempo e di fasatura/flangiatura terranno occupati coloro che si dedicano a registrazioni domestiche per molte ore se non addirittura per giorni. Anche se gli effetti non sono così evidenti come quelli ottenuti con sistemi professionali, questo sistema presenta però il vantaggio non indifferente di avere un costo moderato rispetto al prezzo esorbitante dei sistemi professionali.

L'effetto di flangiatura si sente solo quando il potenziometro è in movimento, quando il filtro a pettine variabile passa attraverso la larghezza di banda audio per creare il suono "flangiante". A riposo il suono filtrato a pettine è notevole, ma non è tanto evidente come ci si aspetterebbe osservando i picchi e gli avvallamenti che si ottengono a intervalli regolari nella curva di responso in frequenza.

Anche se probabilmente non si avrà occasione di usare il flangiatore come generatore da mono a stereo, non si trascuri questo modo di funzionamento per l'esaltazione di un dispositivo riverberante a singola uscita. La riverberazione è molto diffusa in natura e le uscite flangiate, se

collegate a sinistra e a destra, rappresentano un notevole miglioramento su un normale ritorno riverberante mono. Quando viene usato in questa applicazione, il potenziometro rimane a riposo.

Applicando la flangiatura ad una registrazione, si usi una sola uscita. Per un interessante effetto Doppler, si provi a combinare le due uscite facendo ruotare rapidamente il potenziometro. Meglio ancora, si sostituisca il potenziometro normale con un altro senza arresti (si colleghi l'elemento resistivo in serie a R16 e il cursore all'una o all'altra estremità dell'elemento).

Nella linea di ritardo, il controllo di ricircolazione deve essere usato con parsimonia. Un controllo scarso produce molto effetto e l'effetto di "molla di porta" può facilmente sfuggire al controllo. Costruendo entrambe le configurazioni circuitali, si può provare a collegare la flangiatura nel circuito di ricircolazione della linea di ritardo. Il piccolo ritardo in più nel ritorno del segnale crea ancora più echi nell'uscita della linea di ritardo: inoltre concorre a far sì che la "molla di porta" diventi un rumore continuo.

cortocircuiti tra piste di rame molto ravvicinate.

La disposizione dei componenti relativa al secondo circuito stampato per una linea di ritardo stereo è riportata nella *fig. 6-d*. Si noti che la parte alimentazione non è ripetuta: l'alimentazione e gli impulsi orologio si ottengono mediante collegamenti al primo circuito stampato.

Si saldino alle piste pezzi di filo per collegamenti da collegare ai potenziometri e ai jack esterni; si pratichino poi fori per il cordone di rete, per i jack, per i potenziometri e per il montaggio del circuito stampato in una scatola di alluminio da 12,7 x 10,1 x 7,6 cm; i fori per il cordone di rete e per i jack

devono essere praticati in un pannello direttamente opposto a quello in cui sono stati fatti i fori per i potenziometri.

Si usino viti e distanziatori per montare l'insieme dei circuiti stampati sul fondo della scatola di alluminio. Volendo una linea di ritardo stereo, si monti il secondo circuito stampato sopra il primo con corti distanziatori e viti, dopo aver effettuato i collegamenti di alimentazione e di pilotaggio orologio; tali collegamenti devono essere fatti prima di fissare insieme i due circuiti stampati. Infine si colleghino e si saldino le estremità libere dei fili per collegamenti provenienti dai circuiti stampati ai giusti terminali dei jack e dei potenziometri. ★

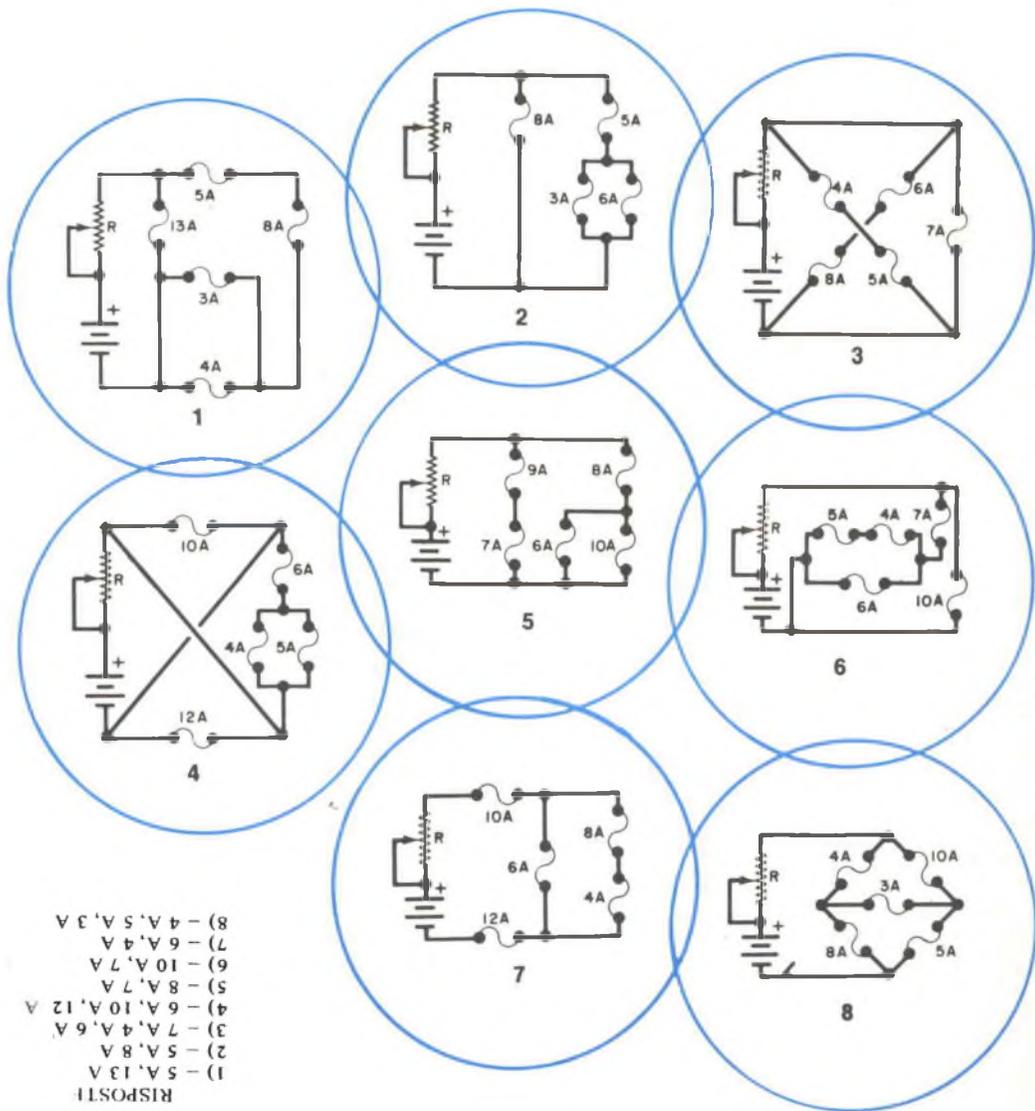
# QUIZ DEI FUSIBILI

LE NOSTRE  
RUBRICHE

Uno dei piú importanti componenti in un circuito elettronico è il fusibile, il quale protegge tutto il sistema da sovraccarichi di corrente. I progettisti di circuiti, i tecnici ed i dilettanti dovrebbero conoscere i vari tipi di fusibili e come usarli.

Per controllare la vostra esperienza in materia, provate a risolvere i seguenti problemi.

Per ciascun circuito sotto rappresentato, si determini l'ordine in cui i fusibili si fonderanno quando la resistenza  $R$  viene lentamente ridotta a zero. Si supponga che la batteria possa fornire qualsiasi intensità di corrente e che ciascun fusibile abbia una resistenza interna di  $1 \Omega$ , qualunque sia la sua corrente caratteristica.



---

# ESPANSORE AUDIO DEL LOCALE D'ASCOLTO

## UN SISTEMA NUMERICO DI RITARDO PRODUCE UNA RIVERBERAZIONE CONTROLLABILE

Il campo audio finora è stato in genere considerato come puramente analogico, staccato, per quanto è possibile, dall'elettronica numerica. Sono stati compiuti alcuni tentativi di produrre amplificatori di potenza numerici ma, sino ad oggi, i circuiti numerici non hanno fatto nessuna presa sulla vera generazione e riproduzione di segnali. L'uso di accessori secondari numerici, come misuratori di livello, temporizzatori o contatori, non fa parte della generazione o riproduzione del segnale audio.

Le cose possono cambiare, tuttavia, con l'avvento di un nuovo sistema di riverberazione, denominato "Sistema numerico di ritardo di tempo" (detto anche espansore del locale d'ascolto), presentato dalla Audio Pulse Div. of Hybrid Systems (Bedford Research Park, Crosby Dr., Bedford, MA).

Nel reale spazio acustico, i vari suoni ri-

flessi arrivano all'orecchio più tardi dei suoni primari diretti e quanto più grande è la sala da concerto, tanto più tardi arrivano i suoni riflessi. Ovviamente, questo concetto non è nuovo, bensì è già stato considerato. I primi sistemi di riverberazione sono passati dall'uso di molle meccaniche a dispositivi elettronici a carica d'accoppiamento. I sistemi di ritardo di tempo commerciali, usati in studi di registrazione, sono attualmente di gran lunga troppo costosi per un uso domestico.

**Tecniche numeriche** - La tecnica usata nell'espansore di spazio comporta l'equivalente di 150.000 transistori sotto forma di circuiti integrati. L'operazione viene compiuta codificando ciascun canale di una coppia stereo in forma numerica (una serie di impulsi) e depositando gli impulsi in un registro

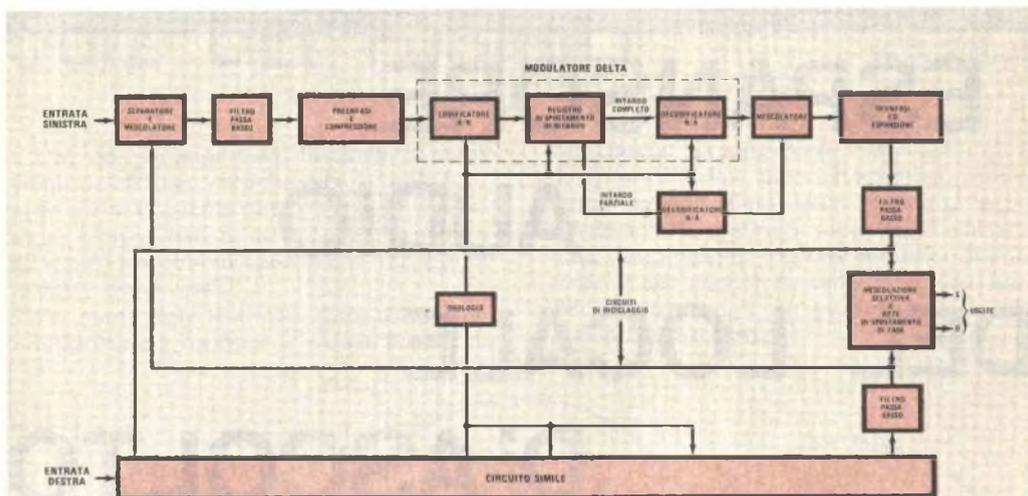


Fig. 1 - I segnali stereo convenzionali vengono ritardati di intervalli di tempo scelti, poi vengono riciclati a canali incrociati per produrre una riverberazione che simula la sala da concerto. Non è necessaria una sorgente speciale di programma.

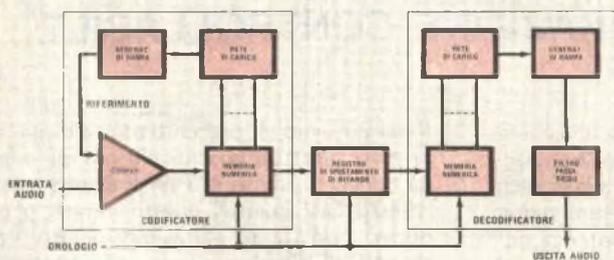


Fig. 2 - La parte principale del sistema è la modulazione delta con circuito di memoria, rappresentata in questa figura sotto forma di schema a blocchi.

di spostamento. Quest'ultimo può essere considerato come un lungo tubo cavo, nel quale possono essere inserite in serie differenti palle colorate, che rappresentano gli 1 e gli 0 della logica numerica. Se le varie palle colorate vengono inserite secondo una sequenza particolare, esse verranno fuori dall'altra estremità del tubo esattamente nello stesso ordine. La lunghezza del tubo determina l'entità del tempo (ritardo) necessario

alle palle per andare dall'entrata all'uscita. Nel registro elettronico di spostamento, un gruppo di livelli di tensione rappresenta i predeterminati 1 e 0 ed un impulso di sincronismo li fa avanzare. Il numero di "cellule" nel registro determina allora il tempo necessario agli impulsi per passare attraverso il registro.

La tecnica usata non è la modulazione codificata ad impulsi, nella quale un gruppo di

impulsi rappresenta l'ampiezza istantanea del segnale d'entrata (sistema che richiede da dieci a dodici impulsi per gruppo per riprodurre una vasta gamma di segnali musicali). Nell'espansore di spazio viene usata invece una "modulazione delta" in un circuito che genera una serie continua di impulsi la cui frequenza riflette le variazioni da momento a momento nel livello del segnale d'entrata. E' questo un efficiente metodo di codificazione, perché sono necessari circa metà impulsi al secondo.

Un sistema singolo di ritardo di tempo può simulare con precisione solo un suono riflesso, ovvero una sola eco. Per fornire l'ambiente creato da molti suoni riflessi in una sala da concerto ed evitare l'effetto dell'eco singola, nell'espansore di spazio viene usata una tecnica di riciclaggio a canale incrociato. Ogni lato della coppia stereo viene non solo ritardato ma anche riciclato indietro verso il lato opposto ad un livello ridotto, che corrisponde alla normale attenuazione di un'onda sonora riflessa e riflessa ancora. Di conseguenza, i segnali composti di uscita audio destro e sinistro contengono decine di segnali ritardati, che decadono esponenzialmente in ampiezza, in modo molto simile alla riverberazione con ritardo del suono in una sala da concerto.

Un altro effetto che si ha in una sala da concerto è che l'energia riverberata che arriva alle orecchie dell'ascoltatore è in fase molto casuale e raramente presenta un'esatta simmetria destra-sinistra. Per fornire questo effetto, l'espansore di spazio ha una rete di spostamento di fase la quale assicura che i segnali ritardati abbiano un carattere non localizzato tipico dell'energia del campo di riverberazione in uno spazio acustico.

**Circuito di riciclaggio** - Lo schema a blocchi della *fig. 1* mostra uno dei circuiti di riciclaggio. L'elemento più importante del sistema è il blocco di ritardo di modulazione con memoria, rappresentato più dettagliatamente nella *fig. 2*. In esso sono implicati tre elementi: un codificatore A/N (analogico/numerico), per elaborare il segnale d'entrata, un registro di spostamento per fornire il ritardo di tempo, un decodificatore N/A (numerico/analogico) per riconvertire l'informazione numerica in forma analogica.

L'entrata audio viene applicata ad un comparatore, che è essenzialmente un amplificatore operativo ad alto guadagno a cir-

cuito aperto. L'uscita può essere costituita dall'intera tensione di alimentazione o può essere zero a seconda della relazione tra le due entrate; non esiste un'uscita intermedia. In questo circuito, la seconda entrata al comparatore proviene da un generatore di rampa, la cui uscita può essere compresa tra un limite inferiore e superiore, a seconda dell'entrata. Se l'entrata audio al comparatore è maggiore di quella proveniente dal generatore di rampa, l'uscita del comparatore è un 1 logico; se invece l'entrata audio è inferiore a quella del generatore di rampa, l'uscita del comparatore è uno 0 logico.

Perciò, l'uscita del generatore di rampa viene confrontata con l'entrata audio e l'uscita del comparatore è essenzialmente un segnale d'errore, che indica se la tensione di rampa è al di sopra od al di sotto della tensione audio d'entrata.

L'uscita del comparatore è applicata ad una memoria numerica a breve termine, formata da un gruppo di cellule che possono essere disposte nello stato 1 o nello stato 0. Ogni pochi microsecondi (determinati dal sistema orologio) lo stato del comparatore viene trasferito nella memoria che immagazzina i dati numerici e contiene una recente storia dell'entrata.

A mano a mano che gli impulsi orologio continuano, i dati numerici della memoria vengono immessi in una rete di carico, che genera una tensione per controllare l'uscita del generatore di rampa.

L'uscita della memoria viene anche fornita al registro di spostamento. Gli stessi impulsi orologio che azionano la memoria codificatrice numerica fanno avanzare pure il ritardo del registro di spostamento. L'uscita del registro è identica all'entrata, ma ritardata. Quando gli impulsi ritardati arrivano al decodificatore, vengono immagazzinati in una memoria simile a quella del codificatore; poi, a mano a mano che gli impulsi orologio procedono, i dati vengono trasferiti ad una rete di carico simile a quella del codificatore.

La rete di carico controlla un altro generatore di rampa per ricostruire l'entrata audio originale. Un filtro passa-basso elimina i bruschi angoli della forma d'onda e fornisce una replica piana del segnale originale.

Si noti che nella *fig. 1* il modulatore delta ha due uscite: una è l'intero ritardo del registro, mentre un parziale ritardo viene prelevato dal registro di spostamento più oltre nella memoria. ★

# L' elettronica e la medicina

## L' ELABORATORE ELETTRONICO IN MEDICINA

### PARTE 4'

#### L' AUTOMAZIONE DEL LABORATORIO DI ANALISI

La registrazione delle misure delle analisi di laboratorio mediante gli elaboratori elettronici può avvenire in due modi diversi: immissione "fuori linea" (cioè mediante schede perforate od appositi terminali) di risultati finali già elaborati in precedenza; registrazione diretta "in linea" dei valori letti dagli strumenti, ricorrendo ad un apposito elaboratore elettronico per il controllo del processo di analisi ed il calcolo dei risultati.

Alla Clinica Universitaria di Vienna, per la



*Identificazione dei campioni secondo le istruzioni date dall'elaboratore centrale IBM. Sul video compare la lista delle apparecchiature necessarie per effettuare le analisi; il tecnico registra magneticamente sulla provetta i dati del paziente controllandone l'esattezza sul piccolo visore.*

realizzazione del Wielab (Wiener Labor-system), sistema di automazione del laboratorio di analisi cliniche nell'ambito del piú generale sistema informativo Wamis, è stata scelta la seconda alternativa.

L'automazione del laboratorio mediante un Sistema/7 IBM, a sua volta collegato ad un altro elaboratore di maggiore capacità, comporta tra l'altro un impegno sensibile per la posa dei cavi di trasmissione; nel caso di Vienna, i dati provengono infatti da laboratori situati a circa cento metri di distanza l'uno dall'altro. Bisogna inoltre tenere conto delle possibilità di futuri sviluppi, prevedendo altri collegamenti od un uso diverso e piú efficace dell'intero sistema di elaborazione. Oltre alle misure ed alle informazioni aggiuntive, compresa l'identificazione dei campioni, è poi necessario trasmettere altri dati, in modo che il numero di linee e di connessioni richieste da ogni strumento di analisi viene ad essere compreso fra venti e cinquanta.

Nel sistema Wielab le trasmissioni dai trentadue strumenti collegati avvengono lungo una singola linea. Un'unità di controllo ed appositi dispositivi per la selezione e l'accoppiamento delle linee assicurano il miglior livello qualitativo delle trasmissioni, evitando disturbi ed interferenze.

**L'identificazione dei campioni** - Uno dei problemi centrali dell'automazione di laboratorio è la sicura corrispondenza tra le misure e l'identificazione del paziente. Senza l'elaboratore, una gran parte del tempo infatti deve venire dedicata a questo lavoro, per cui anche la sola riduzione, o l'eliminazione, di questo carico possono essere considerate un motivo sufficiente per l'automazione. Bisogna poi tenere presenti i problemi che derivano dalla sovrapposizione tra il flusso dei dati e quello dei campioni, che devono venire divisi a seconda del numero di esami e passati ai singoli strumenti.

Appare cosí indispensabile accoppiare ai campioni l'identificazione del paziente corrispondente, in modo che anche quest'ultima possa essere comunicata direttamente all'elaboratore assieme al valore misurato; un'automazione di questo tipo può essere raggiunta soltanto se ciascun contenitore porta una identificazione leggibile automaticamente dalla macchina.

A Vienna, per la piú sicura identificazione automatica dei campioni, è stato studiato uno speciale metodo di memorizzazione ma-

gnetica: anelli di plastica servono da supporti di registrazione, grazie a fili metallici in essi inglobati. Questi anelli, che vengono applicati alle normali provette, sono utilizzabili piú volte ed hanno dimensioni esterne unificate, in modo che i medesimi dispositivi di lettura e di scrittura possono essere usati indipendentemente dal tipo della provetta. Sono state anche realizzate apposite macchine per la magnetizzazione e la lettura dei fili metallici, tutte fornite di visualizzatori ottici, che consentono di controllare immediatamente le informazioni registrate sui fili.

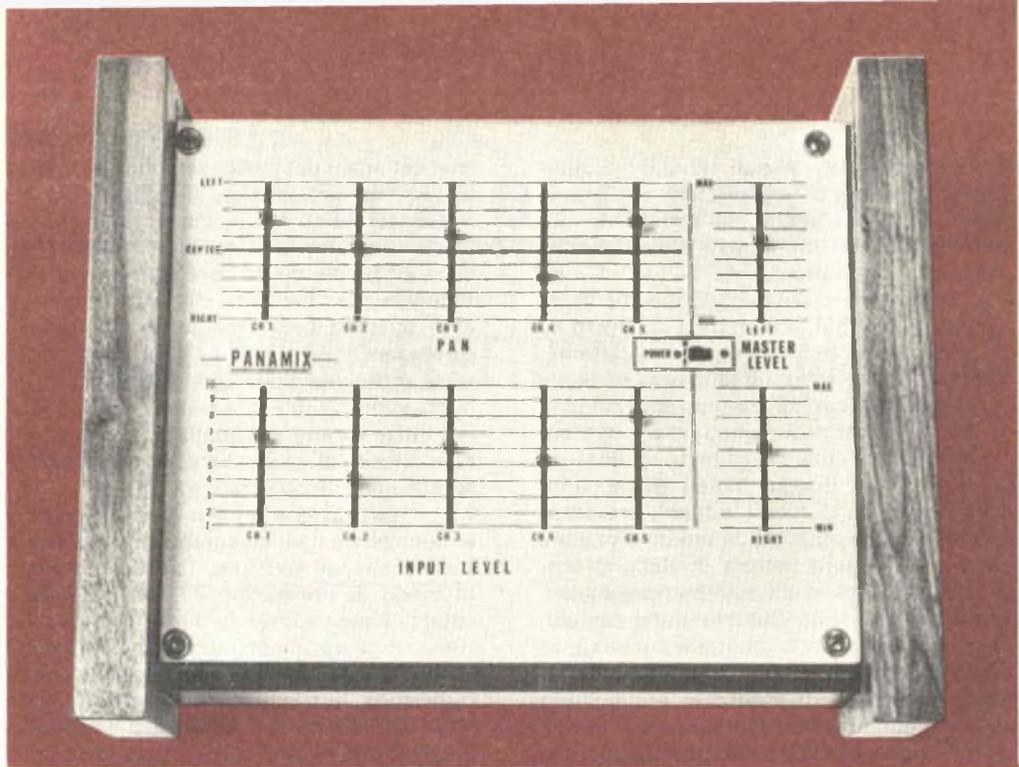
La registrazione dei dati di identificazione è controllata dall'elaboratore e, per tutta l'operazione di scrittura, l'anello è bloccato in modo da impedire che i dati trasmessi al sistema siano incompleti. Il dispositivo di lettura per gli strumenti tipo Eppendorf è collegato ai condotti di aspirazione in modo meccanico; la trasmissione dei dati di identificazione avviene al momento stesso dell'aspirazione e, mediante un test meccanico, viene assicurato il corretto posizionamento dell'anello prima che venga abbassata la testa di lettura.

Quando i campioni devono essere suddivisi in varie provette, i dati di identificazione vengono trascritti, sotto il controllo dell'elaboratore, su tutte le provette necessarie.

Gli strumenti di analisi sono forniti di dispositivi di lettura manuali od automatici, in modo che i dati (misure, identificazione ed altre informazioni) possono essere comunicati a tutti i posti di lavoro che ne hanno necessità.

**Un terminale per il laboratorio** - La registrazione in linea di tutti i dati richiede non solo l'identificazione dello strumento e del nome del paziente ma anche la possibilità di un vero e proprio dialogo fra operatore ed elaboratore. Questa esigenza appare particolarmente importante per quegli strumenti che non possono offrire risultati completi, ma solamente misure da combinare poi con altri dati, per esempio i valori di calibrazione, in modo da arrivare al referto completo.

Nell'ambito del sistema Wielab è stato cosí progettato e realizzato uno speciale terminale di laboratorio, che permette questo dialogo. Per tutti gli stadi di lavoro sono previsti tasti funzionali che assicurano, attraverso un apposito programma di controllo, il corretto svolgimento dell'analisi e l'esatta comunicazione dei dati all'elaboratore. ★



# IL PANAMIX

**Economico mescolatore audio stereo/mono a cinque entrate che consente lo spostamento dei canali.**

Il Panamix è un mescolatore stereo/mono che può accettare fino a cinque entrate contemporaneamente ed ha piena possibilità di spostamento dei canali; a differenza di molti altri mescolatori, consente di portare ciascuna sorgente programmatica completamente a sinistra, completamente a destra od in qualsiasi punto intermedio.

Tutti i controlli, compresi quelli d'entrata ed i principali di livello, sono potenziometri a slitta che conferiscono al progetto l'aspetto e la "sensazione" di un pannello mescolatore da studio. Inoltre, nel Panamix vengono usati componenti facilmente reperibili, come gli amplificatori operazionali tipo 741. Il consumo di corrente è tanto basso che le batterie da 9 V per transistori sono una sorgente pratica ed economica di alimentazione.

Il circuito - Con riferimento allo schema (fig. 1), si possono identificare tre parti distinte. La prima è costituita dal controllo del livello d'entrata (R1 per il canale 1), un potenziometro da 10 k $\Omega$ ; presenta un'impedenza resistiva costante di 10 k $\Omega$  e fornisce un segnale di ampiezza variabile alla seconda parte, il circuito di spostamento dei canali. Per l'entrata del canale 1, tale circuito di spostamento è composto da R2, R16 e dal potenziometro R3. A mano a mano che il cursore di R3 viene portato verso l'alto, nell'uscita destra appare un segnale sempre minore, mentre ne appare uno sempre maggiore nell'entrata sinistra. Se poi il cursore viene portato verso il basso, la posizione apparente della sorgente di segnale si sposta da sinistra a destra. Anche se la posizione del controllo

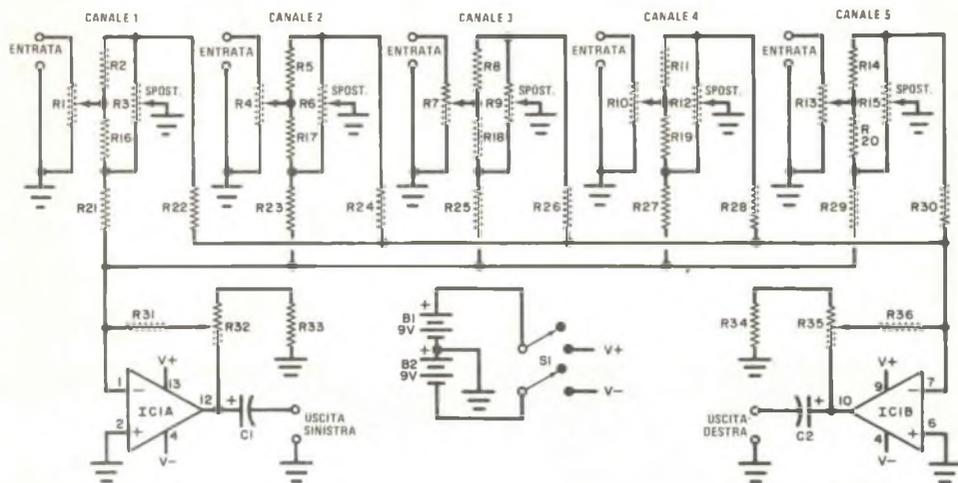


Fig. 1 - Lo schema mostra come cinque canali d'entrata sono mescolati in un'uscita stereo da un sommatore con amplificatore operazionale.

## MATERIALE OCCORRENTE (PER LA PARTE ELETTRICA)

B1-B2 = batterie da 9 V per transistori  
C1-C2 = condensatori elettrolitici da 1  $\mu$ F.  
16 V

IC1 = amplificatore operazionale doppio  
tipo 747

R1-R3-R4-R6-R7-R9-R10-R12-R13-R15-R32-  
R35 = potenziometri a slitta da 10 k $\Omega$   
R2-R5-R8-R11-R14-R16  $\div$  R31-R36 = resi-

stori da 10 k $\Omega$  - 1/4 W, 5%  
R33-R34 = resistori da 1 k $\Omega$  - 1/4 W, 5%  
S1 = interruttore doppio a levetta  
Attacco per le batterie, circuito stampato  
da 25,5 x 18 cm; sette jack miniatura o  
RCA o da 6,4 mm; filo per collegamenti;  
stagno, viti da lamiera e da legno,  
minuterie di montaggio e varie.

Per l'acquisto dei materiali rivolgersi  
alla I.M.E.R. Elettronica,  
Via Saluzzo 11 bis - 10125 Torino.

di spostamento influisce sull'uscita totale della parte di spostamento dei canali, la variazione non è avvertibile ad orecchio.

Le uscite sinistra e destra della parte di spostamento dei canali vengono poi elaborate dalla terza parte che svolge le funzioni di somma delle uscite e di controllo di livello. Per l'uscita del canale sinistro, la terza parte è composta da R21, R23, R25, R27, R29, R31, R32, R33, C1 e IC1A. Questi componenti formano un sommatore con amplificatore operazionale il cui guadagno, compensando le perdite nella parte di spostamento dei canali, è di circa 15 dB sopra il livello del segnale d'entrata. L'impedenza d'uscita di ciascuna parte di IC1, un amplificatore operazionale doppio 747, è di circa 75  $\Omega$ ; questa piloterà quasi tutti i preamplificatori o

amplificatori di potenza con impedenza di entrata da media ad alta. Ciascuna uscita è accoppiata capacitivamente per isolare in continua lo stadio d'uscita dai jack d'uscita.

**Costruzione** - E' consigliabile montare il Panamix facendo uso di un circuito stampato da 25,5 x 18 cm; nella fig. 2 sono riportati il disegno del circuito stampato (in scala 1 : 2), il piano di foratura e la disposizione dei componenti. Si inizi il montaggio inserendo tutti i resistori fissi e saldandoli al loro posto; si monti poi e si saldi IC1 usando uno zoccolo per circuiti integrati.

I potenziometri a slitta hanno tre terminali (uno ad un'estremità e due nell'altra) e due linguette nel centro. Si inserisca ciascun potenziometro con cura in modo che le due

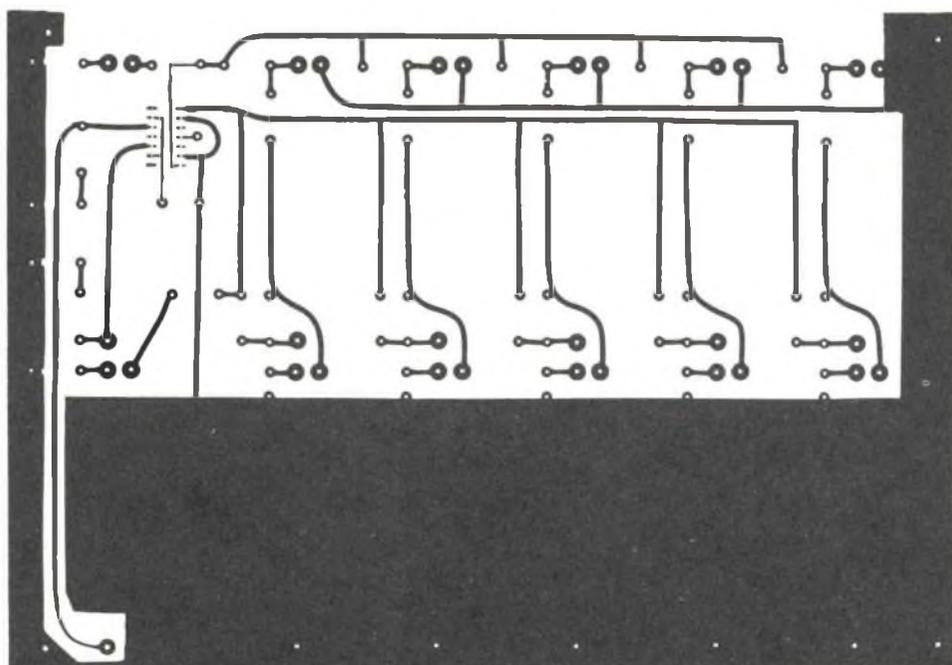


Fig. 2 - Disegno (in scala 1 : 2) e piano di foratura del circuito stampato; sotto è riportata la disposizione dei componenti.

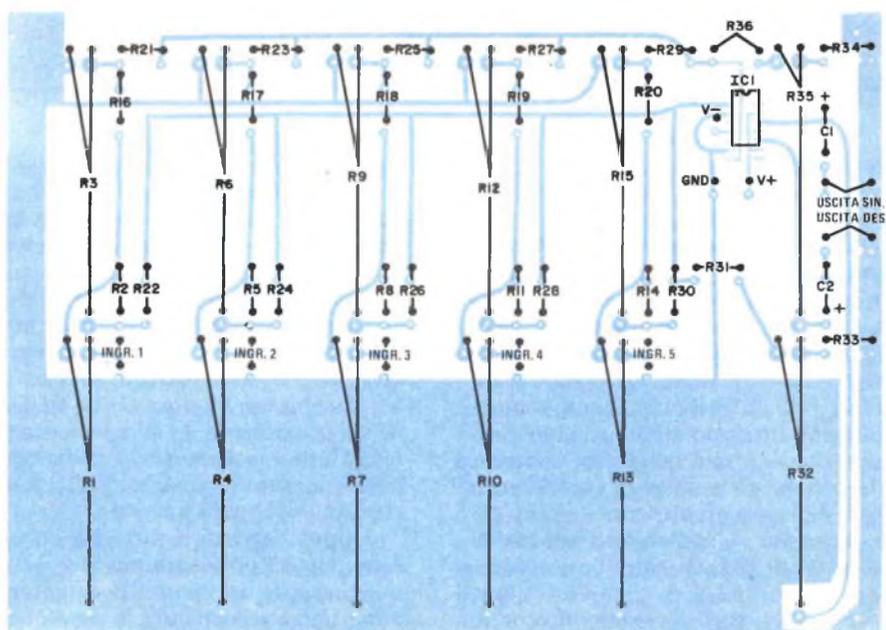
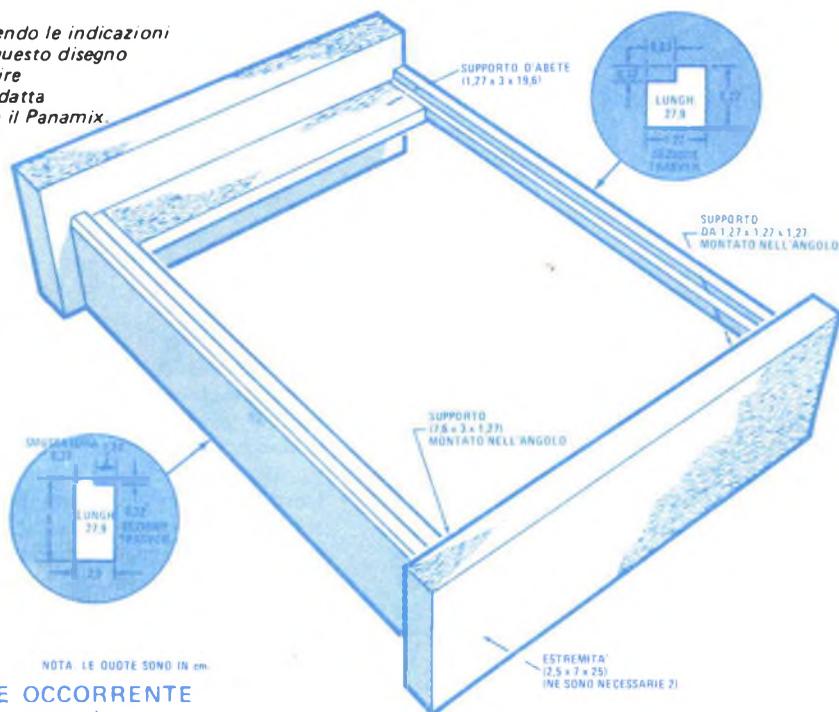


Fig. 3 - Seguendo le indicazioni riportate in questo disegno si può costruire una scatola adatta a racchiudere il Panamix.



NOTA: LE QUOTE SONO IN cm.

#### MATERIALE OCCORRENTE (PER LA SCATOLA)

- 1 pezzo di masonite da 27,9 x 21,6 x 0,32 cm
- 2 pezzi di legno duro da 25 x 7,6 x 2,54 cm
- 1 pezzo di legno duro da 27,8 x 5 x 2,54 cm
- 1 pezzo di legno duro da 27,8 x 1,27 x 1,27 cm
- 1 supporto di abete da 19,6 x 3 x 1,27 cm
- 1 supporto di abete da 7,6 x 3 x 1,27 cm
- 1 supporto di abete da 1,27 x 1,27 x 1,27 cm

linguette tocchino il circuito stampato e il corpo del potenziometro sia perpendicolare al circuito stampato stesso. Dopo aver correttamente sistemato i potenziometri, si saldino al loro posto; si dispongano poi C1, C2, R33 e R34 dal lato delle piste di rame, in quanto il circuito stampato deve essere montato in un'apposita cassetta. Si colleghino fili per i jack d'entrata e d'uscita e per S1 dal lato delle piste per evitare che disturbino il movimento dei potenziometri a slitta. Tutti i collegamenti d'entrata e d'uscita devono essere schermati. La scelta dei connettori è facoltativa. Nel prototipo, per i collegamenti d'entrata e d'uscita sono stati usati jack fono miniatura, ma si possono anche impiegare jack fono RCA o normali jack fono da 6 mm.

Poiché il circuito assorbe soltanto  $\pm 4$  mA,

per l'alimentazione vengono usate due batterie da 9 V per transistori; naturalmente, il Panamix si può anche alimentare con un alimentatore a rete.

A questo punto, il Panamix è elettricamente completo; è ora necessario costruire un mobiletto adatto per il mescolatore e a tale scopo nella fig. 3 è riportato il disegno per costruire un'apposita cassetta.

Il pannello frontale è formato con un pezzo di masonite da 27,9 x 21,6 x 0,32 cm, come si vede nella fotografia. Si devono praticare dodici tagli da 57 x 3,2 mm per i controlli a slitta ed un foro da 6,4 mm per l'interruttore generale S1. Si consiglia di usare legno duro per tutte le parti tranne che per i supporti del circuito stampato che devono essere realizzati in abete. Per ottenere una

buona rigidità meccanica ed un aspetto elegante si possono usare colla bianca e traversine da 6,4 mm.

Dopo aver montato la scatola ed il pannello frontale, si fissi il pannello al suo supporto usando viti da legno; si capovolga poi la scatola e si inserisca S1 nel suo foro di montaggio. Si sistemi ora il circuito stampato in modo che i controlli a slitta si muovano liberamente nelle fessure praticate all'uopo sul pannello frontale. Potrà essere necessario piegare leggermente i terminali dei controlli per ottenere un movimento dolce, facendo però attenzione a non danneggiare i potenziometri, il circuito stampato o le piste di rame. Quando il circuito stampato è stato ben allineato, deve essere fissato ai supporti di abete con viti da lamiera autofilettanti. Si inseriscano a pressione le manopole su ciascun controllo a slitta.

Il pannello posteriore deve essere realizzato con lamierino di alluminio da 30,5 x 3,8 cm. Si pieghi il pezzo di alluminio ad angoli retti a 1,27 cm da ciascuna estremità per conferirgli la forma a U. Poi si fissi il pannello alla scatola mediante viti da lamiera o da legno inserite attraverso i lati del lamierino. Lungo il pannello posteriore si praticino

fori di montaggio per i connettori che si intende usare e si fissino i jack al pannello. Si sistemino le batterie in qualsiasi posto comodo per una facile sostituzione; è consigliabile costruire una staffetta di fissaggio per le batterie utilizzando un pezzo di lamierino di alluminio; si fissi poi tale staffetta alla scatola con viti da lamiera o da legno.

**Uso del mescolatore** - Il Panamix consente molte differenti funzioni di mescolazione, come ad esempio convertire in stereo una rappresentazione musicale incisa su quattro canali, mescolare una conferenza fatta davanti a più microfoni in una o due piste per la registrazione o per l'indirizzo al pubblico, ecc. Si deve solo ricordare che l'integrità della posizione di spostamento dei canali rispetto alle indicazioni riportate sul pannello frontale viene mantenuta solo quando entrambi i controlli principali di livello sono disposti per un uguale volume. Una differenza notevole tra i livelli dei canali d'uscita sposterà su un lato il centro apparente. E' consigliabile pertanto effettuare esperimenti per acquistare una buona pratica. Per l'uso mono, si portino tutti i controlli di spostamento su un lato e si usi il giusto canale d'uscita. ★



## LE NOSTRE RUBRICHE

### NOVITÀ LIBRARIE

**"IL LIBRO DEI CB" di Andrea Tosi - Ed. Vallecchi - IL MILLEPIEDI - L. 4.500.**

Che cos'è la banda cittadina - Come funziona il ricetrasmittitore - I misteri della radiopropagazione - Le antenne - Come si realizzano gli apparecchi in scatola di montaggio - Chi sono i radioamatori e gli SWL - Baracchini e antenne presenti sul mercato italiano - Le leggi che regolano le ricetrasmissioni dilettantistiche - I libri e le riviste utili. Tutti questi argomenti ed altre utili informazioni sono trattati nell'interessante testo che presentiamo. Esso rappresenta quindi uno strumento essenziale per i radioamatori della banda cittadina e in particolare per coloro che hanno appena acquistato un baracchino o che stanno per acquistarlo. L'autore, uno specialista della materia, spiega come si diventa radioamatori della "27" e come si usa un ricetrasmittitore per collegarsi con centinaia di amici vicini e lontani. Tutti i problemi della ricetrasmissione in banda cittadina, da quelli giuridici a quelli tecnici, sono esposti con un linguaggio semplice e diretto, così come potrebbe fare, via radio, un vecchio CB ad un nuovo amico.

Presca d'atto Ministero della  
Pubblica Istruzione N. 1391



# TRA QUALCHE MESE POTRAI ESSERE UN ELETTRAUTO SPECIALIZZATO

L'Elettrauto deve essere oggi un tecnico preparato, perchè le parti elettriche degli autoveicoli sono sempre più progredite e complesse e si pretendono da esse prestazioni elevate.

E' necessario quindi che l'Elettrauto possieda una buona preparazione tecnica e conosca a fondo l'impiego degli strumenti e dell'attrezzatura di controllo.

## PUOI DIVENTARE UN ELETTRAUTO SPECIALIZZATO

con il nuovo Corso di Elettrauto per corrispondenza della Scuola Radio Elettra.

E' un Corso che parte da zero e procura non solo una formazione tecnica di base, ma anche una valida formazione professionale.



Se vuoi

- qualificarti
- iniziare una nuova attività
- risolvere i quesiti elettrici della tua auto

questa è la tua occasione !

**COMPILATE RITAGLIATE IMBUCATE**  
spedire senza busta e senza francobollo

francatura a carico  
del destinatario da  
addebitarsi sul conto  
credito n. 126 presso  
l'Ufficio P.I. di Torino  
A.D. - Aut. Dir. Prov.  
P.I. di Torino n. 23616  
1048 del 23-3-1955



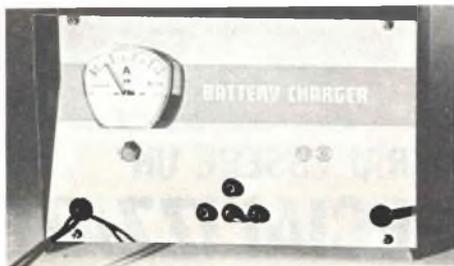
## Scuola Radio Elettra

10100 Torino AD

## E' UN CORSO PRATICO (CON MATERIALI)

Per meglio comprendere i fenomeni che intervengono nei circuiti elettrici, il Corso prevede la fornitura di una ricca serie di materiali e di attrezzature didattiche. Riceverai, compresi nel costo del Corso, un misuratore per il controllo delle tensioni e delle correnti continue, che realizzerai tu stesso; inoltre riceverai un saldatore, diversi componenti elettrici ed elettronici, tra cui transistori per compiere svariate esercitazioni ed esperienze, che faciliteranno la tua preparazione. Inoltre, avrai modo di costruire pezzo per pezzo, con le tue mani, un moderno

## CARICABATTERIE:

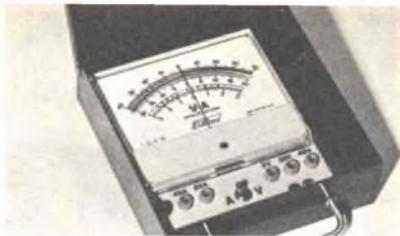


interessante apparecchio, indispensabile per l'elettrauto, che può caricare qualsiasi batteria per autoveicoli a 6 V, 12 V e 24 V. Realizzato secondo le più recenti tecniche costruttive, esso prevede dispositivi automatici di protezione e di regolazione, ed è dotato di uno strumento per il controllo diretto della carica. Inoltre, monterai tu stesso, con i materiali ricevuti, un

## VOLTAMPEROMETRO PROFESSIONALE

strumento tipico a cui l'elettrauto ricorre ogniqualvolta si debba ricercare un guasto e controllare i circuiti elettrici di un autoveicolo.

**LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA**



## AMPIO SPAZIO E' DEDICATO ALLA FORMAZIONE PROFESSIONALE

Nel Corso è previsto l'invio di una serie di Schemari e Dati auto, contenenti ben 200 schemi di autovetture, autocarri, furgoni, trattori agricoli, motoveicoli, ecc.; una raccolta di Servizi Elettrauto dedicati alla descrizione, manutenzione e riparazione di tutte le apparecchiature elettriche utilizzate negli autoveicoli. Completano la formazione tecnica una serie di dispense di Motori, di Carburanti, di Tecnologia,

## IMPORTANTE

Al termine del Corso, la Scuola Radio Elettra ti rilascerà un attestato comprovante gli studi da te seguiti.

## COI TEMPI CHE CORRONO...

...anche se oggi hai già un lavoro, non ti sentirai più sicuro se fossi un tecnico specializzato? Sì, vero? E allora non perdere più tempo! Chiedici informazioni senza impegno.

Compila, ritaglia e spedisce questa cartolina. Riceverai gratis e senza alcun impegno da parte tua una splendida, dettagliata documentazione a colori.

Scrivi indicando il tuo nome, cognome, indirizzo. Ti risponderemo personalmente.



**Scuola Radio Elettra**

10126 Torino - Via Stellone 5 633

Tel. (011) 674432



**INVIATEMI GRATIS TUTTE LE INFORMAZIONI RELATIVE AL CORSO DI**

**633**

# ELETTAUTO

PER CORTESIA, SCRIVERE IN STAMPATELLO

MITTENTE:

NOME \_\_\_\_\_

COGNOME \_\_\_\_\_

PROFESSIONE \_\_\_\_\_ ETA \_\_\_\_\_

VIA \_\_\_\_\_ N. \_\_\_\_\_

CITTÀ \_\_\_\_\_

COD. POST. \_\_\_\_\_ PROV. \_\_\_\_\_

MOTIVO DELLA RICHIESTA: PER HOBBY   
PER PROFESSIONE O AVVENIRE



# 10

## IDEE SBAGLIATE SUI MOBILI PER ALTOPARLANTI

Nel campo dell'alta fedeltà e della stereofonia, gli sperimentatori hanno apportato il loro valido contributo con parecchi interessanti e fantasiosi (e spesso imperfetti) mobili per altoparlanti. Molti di essi sono stati adottati e prodotti commercialmente; ma la produzione commerciale non è certamente una prova di merito. Si pensi, ad esempio, all'altoparlante economico inserito in una scatola dalle pareti sottili e senza imbottitura; questo "fiasco commerciale" venne denominato "generatore di cavità" e suonava realmente male come ci si poteva aspettare. Sono poi stati costruiti i bass-reflex con aperture a forma di  $f$  come quelle di un violino per avere (si suppone) più bassi musicali. Per non parlare poi dell'altoparlante a "sportelli di gatto", il quale aveva nella parte posteriore una piccola porta oscillante. Probabilmente, questa soluzione doveva essere un compromesso per coloro che non potevano scegliere tra una scatola sigillata e una con un'apertura.

Alcuni bizzarri sistemi d'altoparlanti sono buoni ma non sempre funzionano bene come i loro progettisti pensano. Un dilettante alle prime armi interpreta non esattamente la teoria dei mobili d'altoparlanti trascurando particolari nascosti e pensando che non vi è nulla di più facile da fare che una semplice scatola per altoparlanti.

Circolano molte idee sbagliate circa i mobili per altoparlanti; ciò che si dice a proposito dei sistemi d'altoparlanti può derivare da concezioni errate, spesso incoraggiate da noti fabbricanti nella loro pubblicità. Per esempio, un normale radioricevitore da tavolo venne presentato con l'affermazione che il

suo mobile di legno gli dava "la stessa morbida risonanza conferita dalla grande mensola della nonna". Oltre a suggerire che la risonanza è buona, questa dichiarazione avvalorava una idea sbagliata circolata per molto tempo, le cui radici risalgono probabilmente a trecento anni fa; proprio in considerazione della sua "età", verrà trattata per prima.

### 1

#### I MOBILI D'ALTOPARLANTI IN LEGNO HANNO UN BUON TONO

Questa convinzione risale certamente alla misteriosa arte di fabbricare violini che raggiunse il suo apice nel XVII secolo e precisamente al periodo in cui furono sviluppati metodi nuovi per usare certi legni che producevano strumenti di grande valore. Ma un altoparlante non è uno strumento musicale e la sua funzione è quella di convertire energia elettrica in energia acustica senza nulla aggiungere al segnale originale.

Il legno è solo uno dei molti materiali adatti per mobili di altoparlanti; materiali compatti come i mattoni o il cemento sono migliori. La popolarità del legno è dovuta alla sua leggerezza e al suo aspetto. I materiali densi, avendo una maggiore rigidità, sono meno inclini a vibrare e ad aggiungere falsi toni; pertanto può essere usato qualsiasi materiale che sia acusticamente opaco, sufficientemente rigido e ben smorzato.

## 2

### I PANNELLI DEL MOBILE DEVONO AVERE UNA BASSA RISONANZA

Questa potrebbe essere definita una idea errata "di alto livello", perché è spesso ritenuta valida anche da persone che, sotto altri aspetti, sono ben informate circa i sistemi d'altoparlanti. Essi sanno che tutti i pannelli, come gli altoparlanti, hanno una risonanza. La regola generale per gli altoparlanti è la seguente: con una bassa risonanza va tutto bene, con un'alta risonanza invece va tutto male.

Per i pannelli del mobile è vero l'inverso. A differenza degli altoparlanti, le pareti del mobile non dovrebbero produrre alcun suono. Costruendo un pannello più rigido si ottengono due vantaggi: si riduce l'ampiezza di qualsiasi vibrazione abbassandone il livello sonoro e si eleva la frequenza di risonanza del pannello. I bassi superiori e le frequenze medie possono più facilmente essere assorbiti usando, nel mobile, materiale di smorzamento acustico.

## 3

### I LISTELLI DI RINFORZO DEI PANNELLI DEVONO ATTRAVERSARE LA DIMENSIONE CORTA DEL PANNELLO

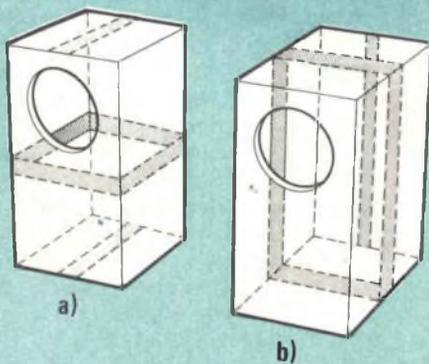


Fig. 1 - I listelli sono generalmente posti attraverso le dimensioni corte dei pannelli (a). I listelli posti in verticale (b) rendono i pannelli più rigidi.

Questa è una credenza comune, spesso avvalorata dalla matematica, che i listelli di rinforzo incollati in orizzontale a metà della scatola (fig. 1-a) conferiscano maggiore rigidità dei listelli posti in verticale (fig. 1-b). Anche se è giusto credere che un listello corto sia più rigido di uno lungo, non si deve dimenticare che lo scopo è quello di dare maggiore rigidità ai pannelli, non ai listelli.

Secondo un'altra teoria i listelli devono essere montati diagonalmente, in quanto, in questo modo, un listello può opporsi a tensioni in due direzioni.

Circa quindici anni or sono, furono condotti alcuni esperimenti per trovare gli effetti prodotti da varie specie di listellature. Dagli esperimenti risultò che un pannello con una risonanza fondamentale di 60 Hz risuonava a 100 Hz con un listello trasversale, a 115 Hz con un listello diagonale ed a 160 Hz con un listello per lungo. Si concluse perciò che il listello per lungo era il più efficace, in quanto divideva il pannello nelle due parti più strette possibili. Idealmente, un listello dovrebbe essere installato leggermente fuori centro in modo da dividere il pannello in due parti disuguali; i lati opposti del mobile, che hanno le stesse dimensioni, dovrebbero avere listellature disuguali.

## 4

### TUTTI I PANNELLI DEL MOBILE DELL'ALTOPARLANTE DOVREBBERO ESSERE SPESSI DUE CENTIMETRI

Si tratta di una vecchia regola empirica, valida quando per la maggior parte i mobili d'altoparlanti erano modelli da pavimento, ora però che i mobili d'altoparlanti hanno molte dimensioni, assumono varie forme e contengono materiali insoliti, gli spessori dei pannelli devono essere adattati alle esigenze individuali del mobile.

Il legno compensato spesso si rivela una scelta felice per i pannelli grandi. I pannelli posteriori di legno compensato, per esempio, dovrebbero essere spessi almeno 2 cm. Ma questa regola non è più attendibile per un altoparlante mi-

niatura.

Se si usano altri materiali, il peso di questi è una buona guida per determinare lo spessore adatto; vi sono però alcune eccezioni. Si consideri, per esempio, un mobile con pareti di acciaio sottile. Potrebbe essere soddisfacentemente rigido e tuttavia produrre un suono non adeguato a causa dello scarso smorzamento. Pertanto, se si pensa che sorgeranno problemi di smorzamento dei pannelli, è opportuno provare a battere i pannelli e poi ascoltare: si dovrebbe sentire un tonfo smorto anziché un suono di tamburo cavo.

**5**

### IL MATERIALE DI SMORZAMENTO E' UTILE PER ELIMINARE IL RIMBOMBO DEI BASSI, MA TROPPO PUO' CAUSARE ATTENUAZIONE DELLE FREQUENZE ALTE

Per assorbire suoni indesiderati, vengono usati vari materiali fonoassorbenti come la lana di vetro, fibre di cotone ed altre simili sostanze. Questi assorbenti sono più efficaci nella banda delle frequenze medie ed è questa una caratteristica da non sottovalutare. Le riflessioni delle frequenze medie dentro il mobile interferiscono sul cono dell'altoparlante per produrre un responso duro; il giusto uso di materiale fonoassorbente può essere molto utile a riprodurre un suono piacevole.

Imbottire il mobile influisce poco nel controllo del rimbombo dei bassi (molto meno dello smorzamento elettrico dell'altoparlante), ma può influire sulla gamma dei bassi. L'imbottitura, assorbendo e restituendo calore, modifica le condizioni della propagazione del suono nel mobile facendo sì che da adiabatica diventi isoterma. Questa variazione riduce la velocità del suono, accorciando la lunghezza d'onda; in effetti, il mobile si comporta come se fosse più grande. A causa dell'aumentata resistenza acustica, un mobile imbottito riduce il rendimento dell'altoparlante.

La seconda parte di questa idea sbagliata, e cioè che un eccessivo uso di materiale fonoassorbente può deprimere gli alti, è un caso comune di giudizio errato. Imbottire l'interno del mobile spesso elimina un'eccessiva brillantezza. Gli ascoltatori poco esperti talvolta interpretano la riduzione dei picchi nelle frequenze medie come una perdita delle note alte.

**6**

### LA FORMA ESTERNA DI UN MOBILE PER ALTOPARLANTI NON HA EFFETTO SUL SUONO

Uno dei problemi più comuni dei mobili per altoparlanti è dato dalla loro forma a scatola. Le pareti dei pannelli opposti producono riflessioni interne ma, in genere, il problema è solubile. Esternamente, gli angoli bruschi e la proiezione dei bordi anteriori della scatola producono effetti di diffrazione quando le onde sonore raggiungono quegli angoli. Le onde sonore diffratte si sovrappongono producendo interferenze distruttive e ineguale responso in frequenza. Idealmente, la parte frontale del mobile dovrebbe essere curvata, rispetto all'altoparlante, come una sfera. Come soluzione di compromesso, gli angoli anteriori dei mobili a forma di scatola possono essere costruiti esenti da proiezioni e persino arrotondati o smusati.

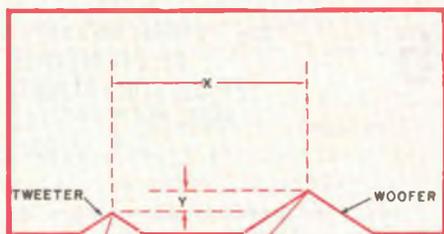
**7**

### UN ALTOPARLANTE DOVREBBE ESSERE CENTRATO NEL SUO PANNELLO

Un altoparlante sistemato nel centro del suo pannello è esteticamente perfetto, ma può suonare male. Se è posto equidistante da tutti i lati, può favorire la formazione di onde stazionarie nella scatola. Gli altoparlanti centrati aggravano anche il problema della diffrazione di cui si è parlato al punto 6.

## 8

PER ASSICURARE  
IL FUNZIONAMENTO  
IN FASE,  
E' SUFFICIENTE  
COLLEGARE  
I WOOFER ED I TWEETER  
CON LA GIUSTA POLARITA'  
E MONTARLI  
SULLO STESSO PANNELLO



*Fig. 2 - Le differenze delle lunghezze del percorso del suono dovute alla distanza orizzontale tra woofer e tweeter (x) e alle profondità dei coni (y) producono nell'ascoltatore distorsione di fase.*

La maggior parte degli appassionati audio sa che occorre mettere in fase gli altoparlanti in un sistema stereo oppure a quattro canali; inoltre, occorre rispettare le polarità collegando woofer e tweeter ad un filtro di incrocio. Ma vi sono altre, più sottili, cause di distorsione di fase, una delle quali è l'ineguale lunghezza del percorso, rispetto a varie sorgenti sonore.

La distorsione di fase degli altoparlanti venne osservata per la prima volta nel 1935, quando alcuni tecnici audio di Hollywood notarono un'eco nella sequenza di danza a tip-tap effettuata da una diva dello schermo. Individuarono la sorgente dell'eco nell'altoparlante del teatro, un grande sistema a trombe a due vie e capirono che la causa di questo inconveniente era da imputare all'ineguale lunghezza del percorso del suono.

Il percorso della tromba dei bassi era più lungo di 2,4 m rispetto a quello della tromba degli alti. I bruschi transienti della danzatrice misero in evidenza un genere di distorsione che era passato inosservato nella musica e nel parlato.

Più altoparlanti posti in un pannello comune possono produrre suoni con percorsi di distanza differente almeno in due modi. Il cono del woofer, per la sua maggiore profondità, è generalmente situato parecchi centimetri dietro il cono del tweeter, che non è molto profondo; talvolta v'è una distanza laterale tra i coni (fig. 2). Queste due distanze introducono spostamento di fase in qualsiasi suono riprodotto dai coni. Quando la differenza tra le lunghezze dei percorsi è pari a metà lunghezza d'onda, l'angolo di fase è di  $180^\circ$ , e ciò causa cancellazione. Per i woofer e i tweeter il problema della fase si estende attraverso la banda di frequenze in cui il loro responso si sovrappone, generalmente circa mezza ottava ai lati della frequenza d'incrocio.

La distorsione di fase può anche manifestarsi quando un altoparlante ben progettato è posto di lato. Se questa posizione pone una distanza orizzontale tra gli altoparlanti con bande di frequenza che si sovrappongono, si può avere distorsione di fase eccetto che nell'unica posizione d'ascolto in cui le lunghezze dei percorsi sono uguali.

## 9

CON UN BUON PROGETTO,  
UNA PICCOLA SCATOLA  
PUO' DARE SIA UN  
BUON RENDIMENTO  
SIA UNA COMPLETA  
GAMMA DI BASSI

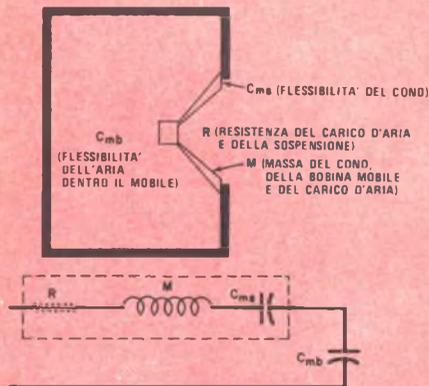
Gli altoparlanti compatti possono riprodurre bassi di bassa frequenza (com'è provato dagli altoparlanti a sospensione acustica); ma per ottenere un woofer con una risonanza ultrabassa (una necessità in una scatola piccola), gli esperti devono aumentare sia la flessibilità sia la massa del cono. La seconda legge sul movimento di Newton dice che una massa in più richiede maggiore energia per accelerarla; perciò gli altoparlanti a

sospensione con piena gamma acustica hanno scarso rendimento.

Un cono leggero abbastanza flessibile non può dare sia un buon rendimento sia una piena gamma di bassi in una scatola piccola. Prima di tutto, con la flessibilità ultraalta si incontrano vari problemi pratici: un cono flessibile è difficile da proteggere se deve essere spedito. Ci sono poi limiti teorici. La risonanza fondamentale di un altoparlante varia inversamente con il quadrato della sua flessibilità. Perciò, per ridurre la frequenza di risonanza di un altoparlante, solo aumentando la flessibilità, per esempio, da 60 Hz a 30 Hz, la flessibilità deve essere quadruplicata. Per ottenere una risonanza di 15 Hz con lo stesso altoparlante, la flessibilità dovrebbe essere aumentata di sedici volte rispetto al suo valore originale. Ma un simile altoparlante, anche se pratico, sarebbe inutile in una scatola piccola. Un circuito elettrico equivalente al circuito meccanico dell'altoparlante nella scatola (fig. 3) mostra che la flessibilità dell'aria racchiusa è in serie con la flessibilità del cono. Se due capacità sono in serie, la capacità più piccola ( $C_{mb}$ ) limita la capacità totale (o flessibilità) indipendentemente dall'altra capacità (flessibilità).

Questo esempio è relativo ad un sistema d'altoparlanti a mobile chiuso; quelli reflex hanno teoricamente un rendimento di 3 dB sui mobili chiusi ma, per un buon funzionamento reflex, il volume minimo del mobile è maggiore di quello di un mobile chiuso.

Fig. 3 - Lo schema elettrico in basso è equivalente al circuito meccanico di un altoparlante in un mobile.



Qualsiasi progettista di altoparlanti può ottenere da un piccolo altoparlante alto rendimento e limitata gamma di bassi o può avere basso rendimento e completo responso ai bassi, ma non tutte le tre caratteristiche.

## 10 I MOBILI BASS-REFLEX RIMBOMBANO SEMPRE. ECCO PERCHÉ SONO DETTI SCATOLE RIMBOMBANTI

Questa idea errata è sorta in seguito alla competizione tra mobili chiusi e reflex. Secondo alcuni, qualsiasi genere di bassi è desiderabile, mentre i sostenitori dei mobili chiusi affermano che gli altoparlanti reflex danno una sola nota di bassi. E' errato, sotto due aspetti, ritenere che un sistema reflex rimbomberebbe inevitabilmente più di un sistema a mobile chiuso. Qualsiasi genere di woofer dinamico, particolarmente se il suo Q è alto, può rimbombare. Gli altoparlanti economici con piccoli magneti hanno un Q più alto di quelli con adeguate intensità di campo magnetico nel traferro della bobina mobile. I mobili reflex ben progettati non producono una maggiore quantità di fastidioso rimbombo di altri tipi.

In un sistema reflex che rimbomba eccessivamente, il mobile può essere troppo grande o troppo piccolo per la prestazione ottima. In entrambi i casi, si copra l'apertura e si faccia funzionare l'altoparlante come in un sistema a mobile chiuso. Se il rimbombo persiste, il problema è da ricercare altrove.

Probabilmente si nutrono più idee sbagliate circa i sistemi di altoparlanti che su qualsiasi altro componente audio e non c'è da meravigliarsi se si considera quanto sia difficile misurare e analizzare il comportamento degli altoparlanti; l'idea errata può sorgere quando qualcuno scambia l'effetto con la causa, la forma con la funzione o persino prestazioni inferiori con prestazioni superiori. Le idee sbagliate elencate in questo articolo sono solo alcuni esempi e perciò è probabile che se ne possano scoprire molte altre.

★

# Le nostre rubriche l'angolo dei



A cura di FRANCO RAVERA

## A ROMA IL CLUB APERTO ANCHE IL SABATO POMERIGGIO

Oltre alla domenica mattina, come è ormai tradizione da lunghi anni, il Club di Roma è attualmente aperto anche il sabato pomeriggio, dalle 16,30 alle 19,30, per rispondere meglio alle esigenze dei sempre più numerosi Allievi associati.

Recentemente, abbiamo avuto occasione di passare presso il Club romano il pomeriggio di un giorno feriale ed a dimostrazione della popolarità di cui il Club stesso gode, abbiamo notato come alcuni Allievi di passaggio, vedendo la sede aperta, siano venuti a fare una sia pur breve visita fuori programma al Club.

Ricordiamo che presso il Club di Roma gli Allievi possono sempre contare sulla qualificata esperienza del presidente sig. Mammoliti e sulla premurosa assistenza dei fratelli Lattanzio e degli Agenti della Scuola. Tra questi ultimi, il più assiduo risulta finora essere il sig. Tenderini, che già svariate domeniche si è recato al Club per tenere i contatti con gli Allievi che conosce personalmente.

Al Club sono cordialmente invitati, oltre agli Allievi della Scuola Radio Elettra, anche tutti gli Amici romani che desiderano prendere visione dei corsi della Scuola e delle attrezzature che ciascun Allievo riceve e realizza personalmente.

Per informazioni, rivolgersi in via Preneestina, 72 - Roma - ogni sabato dalle 16,30 alle 19,30 ed ogni domenica dalle 9,30 alle 12,30 o telefonare ai numeri 75.44.88 oppure 29.07.35 di Roma.



Roma - Un gruppo di Allievi romani, con familiari ed amici, presentano gli auguri per un felice 1978 (foto dell'Allievo Rocco Petrunti).

## VENETO

A Mellaredo di Pianiga, lungo la strada statale Treviso - Padova all'altezza del km 33,400, ha cominciato a funzionare da qualche tempo un nuovo Club che accoglie gli Allievi della Scuola Radio Elettra ogni sabato pomeriggio dalle ore 15 alle ore 20.

La sede del Club è facilmente accessibile, per chi voglia servirsi di mezzi pubblici, da un servizio di autocorriere che transitano ogni mezz'ora sulla linea Treviso - Padova, mentre l'individuazione del Club stesso è facilissima poiché sulla strada statale è stata posta una vistosa insegna.

L'Agente di zona della Scuola Radio Elettra (sig. Antonio Milan - via Noalese Nord, 69 - tel. (041) 41.99.14 - Mellaredo di Pianiga) è a disposizione degli Allievi per fornire qualsiasi informazione su questa iniziativa che consentirà agli Alunni del Veneto di disporre di un nuovo punto locale di incontro.

Roma - Da sinistra, il sig. Mammoliti, presidente del Club di Roma e buon amico di tutti gli Allievi locali con la signora Mammoliti e le bambine, il signor Ravera di Radiorama ed i fratelli Nicola ed Antonio Lattanzio.



## TROFEO BOCCIOFILO SCUOLA RADIO ELETTRA

Il trofeo bocciofilo, organizzato dal gruppo dipendenti della Scuola Radio Elettra, è stato vinto per la seconda volta consecutiva dal signor Elso Sogne, al quale vanno le congratulazioni della Direzione della Scuola e dei colleghi.

*Il dottor Vittorio Veglia consegna il premio al signor Sogne (a sinistra). Al centro, il Cav. Angelo Maggiorotto, vincitore di una precedente edizione del trofeo.*



*Carlo Barberis, giovanissimo Allievo della Scuola Radio Elettra, molto appassionato di elettronica, ha scelto il corso Sperimentatore Elettronico, creato espressamente dalla Scuola per divertire e, nel contempo, istruire i ragazzi della sua età.*



*Le squadre "scapoli" ed "ammogliati" costituite tra i dipendenti della Scuola Radio Elettra si sono affrontate recentemente in una partita di calcio, vinta dagli scapoli. L'incontro è stato arbitrato dal dott. Veglia.*



## panoramica



Molti veri appassionati di alta fedeltà hanno sentito almeno una volta il desiderio di modificare una delle loro apparecchiature per renderla più personale o per migliorarne la qualità ma probabilmente pochi si sono accinti nell'impresa, tenuto conto della complessità delle moderne apparecchiature audio. E' però interessante notare come esistano persone che hanno fatto di queste modifiche il loro mestiere: esse offrono cioè versioni delle più conosciute apparecchiature audio modificate in base alle richieste dei clienti. Vediamo che tipo di modifiche apportano questi esperti, perché lo fanno e quali sono le reali caratteristiche di alcuni dei prodotti usciti dalle loro mani.

**Un Dynaco raddoppiato** - La Dynaco è una ditta tradizionalmente tollerante verso le modifiche non autorizzate, e dimostra in questo campo una larghezza di vedute abbastanza insolita; di conseguenza sul mercato è assai facile incontrare apparecchiature derivate da prodotti Dynaco.

Il più prestigioso apparecchio di questa ditta modificato da un progettista americano è un potenziamento dell'amplificatore Stereo 400, che, nella versione modificata, viene denominato "Double 400". E' questa una modifica che richiede una notevole mole di lavoro. L'apparecchio deve essere innanzitutto completamente smontato, in modo da avere sottomano le piastre posteriori su cui sono montate le alette di raffreddamento,

che vengono successivamente lavorate con il trapano in modo da poter accettare un numero di transistori di uscita doppio rispetto a quello originale. I fili di uscita dall'alimentatore vengono poi derivati sino ad un connettore montato sul fianco dell'apparecchio; a tale connettore viene successivamente collegata una scatola esterna contenente condensatori, che quadruplicano la capacità dell'alimentatore rispetto alla versione originale. Sul pannello frontale viene montato un commutatore che permette di scavalcare i circuiti di ingresso dell'amplificatore (compresi i comandi di guadagno ed il circuito di protezione brevettato "Dynaguard"); diverse modifiche vengono anche fatte sulle piastre dove è montato il circuito pilota, ed infine viene aggiunto il ventilatore di raffreddamento che la stessa Dynaco offre come accessorio aggiuntivo.

Come si può constatare, non si tratta di profonde modifiche che alterino sostanzialmente il progetto dell'amplificatore; viene spontaneo a questo punto domandarsi quali siano i miglioramenti che si possono trarre dall'unità modificata; senza alcun dubbio, la versione modificata dell'apparecchio offre un suono migliore nella maggior parte dei casi pratici, intendendo con questo termine la situazione di carico, notevole ed imprevedibile, che un amplificatore deve affrontare quando ad esso siano collegati numerosi altoparlanti.

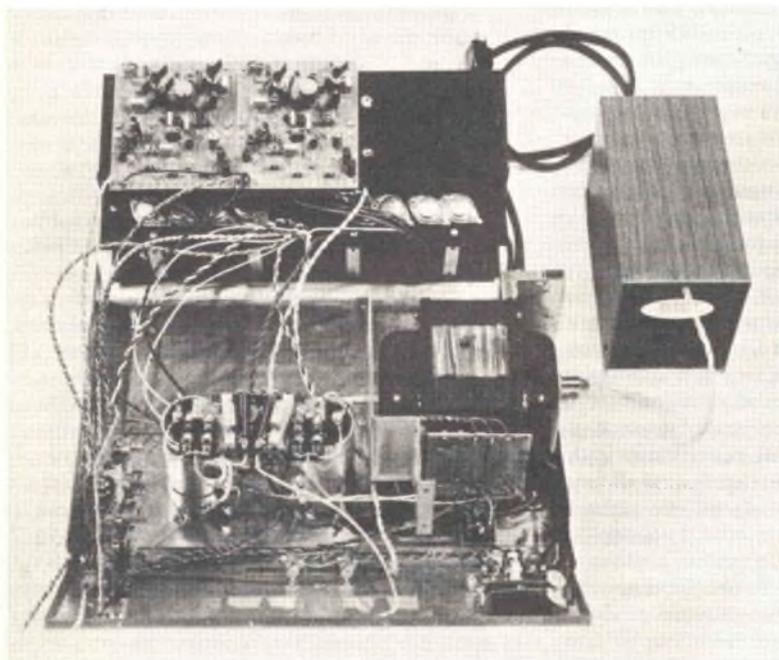
Il miglioramento delle prestazioni è vero-

similmente dovuto alla diminuita impedenza interna dell'alimentatore ed all'aumentato numero di volt-ampere che il circuito di uscita può erogare. Per una esatta comprensione di ciò che avviene sarebbe necessario addentrarsi in una di quelle complicate discussioni sulle sfavorevoli relazioni temporali tra la tensione e la corrente richieste ad un amplificatore da un tipico altoparlante; senza addentrarsi in questo argomento, basti precisare che la differenza tra il suono emesso dall'amplificatore originale e quello fornito dalla versione modificata consiste in un sensibile cambiamento nei bassi (che può considerarsi un miglioramento più o meno grande, a seconda dei gusti soggettivi) ed in una diminuzione nel livello soggettivo di rumore. Tale diminuzione di rumore può forse stupire, ma è stata constatata, da molti ascoltatori, che hanno avvertito, durante l'audizione di alcuni brani musicali, una silenziosità di fondo che sembra mancare al suono emesso dall'amplificatore nella versione originale (presumibilmente non esiste una significativa differenza tra i rumori di fondo delle due versioni in assenza di segnale, ma nel modello non modificato il livello di rumore sale quando incomincia il programma musicale).

Tutte le persone che hanno avuto modo di discutere le prestazioni dell'amplificatore modificato, dopo un confronto con la versione originale, sono d'accordo sui miglioramenti ottenuti, è però anche vero che l'amplificatore "Double 400", oltre ad un più piacevole ascolto da parte degli audiofili più esigenti, comporta anche un notevole aumento di prezzo.

La situazione può dunque essere riassunta così: la Dynaco, pur riconoscendo i meriti della versione modificata, non ne ha previsto la produzione in serie per una questione di mercato; l'apparecchio è infatti interessante solo per un limitato numero di appassionati di alta fedeltà dai gusti molto raffinati e disposti a spendere di più per ottenere di più. E' ormai accertato che l'amplificatore Stereo 400 prodotto dalla Dynaco è un temibile concorrente per tutti gli altri amplificatori presenti sul mercato con un prezzo analogo; resta solo da vedere se lo sia anche la sua versione modificata; cosa assai verosimile.

**Un preamplificatore svuotato** - La versione modificata del preamplificatore Dynaco PAT - 5 ha avuto una evoluzione piuttosto complicata; sono già comparse sul mercato



*L'amplificatore "Double 400" è una versione potenziata dell'amplificatore di potenza Stereo 400 della Dynaco.*

americano parecchie varianti, e si parla di altre nuove versioni.

Nelle modifiche, è stato adottato un procedimento inverso a quello normalmente seguito nel progettare un amplificatore: quello di togliere componenti dall'apparecchio, cercando di fare in modo che il funzionamento resti impeccabile. La maggior parte del lavoro è stata dedicata allo stadio ad alto livello, che è costruito intorno a due circuiti integrati (uno per canale); il primo passo è stata la ricerca di un circuito integrato che potesse essere usato come sostituto di quello originale e che fosse nello stesso tempo veloce il più possibile. Utilizzando questo circuito integrato nel preamplificatore, è stato possibile eliminare dal circuito tutti i componenti necessari per la compensazione in frequenza. Successivamente sono stati eliminati i condensatori di uscita ed alcuni altri componenti, così che lo stadio finale comprende, allorché sono esclusi anche i circuiti di regolazione di tono, solo tre componenti. Qualche cambiamento è stato anche apportato alla distribuzione della tensione di alimentazione positiva e nei circuiti dell'alimentatore. In alcuni punti sono stati montati condensatori al tantalio e resistori a strato metallico sono stati sostituiti a quelli a carbone.

Il preamplificatore PAT - 5 modificato si presenta come una realizzazione più discutibile dell'amplificatore Double 400; gli esperti non sono neppure d'accordo sul fatto che tutte le modifiche abbiano apportato miglioramenti; in ogni caso il prototipo ha superato bene una prova piuttosto severa (che, a dire il vero, non deve necessariamente essere superata da ogni buon preamplificatore): il confronto con il collegamento diretto ed il metodo dell'inversione di fase.

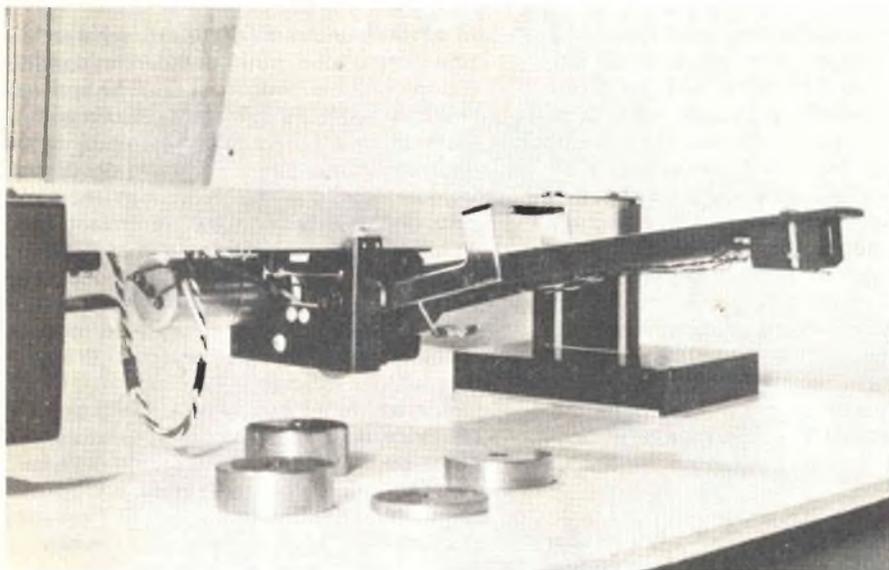
Il confronto con il collegamento diretto consiste nel comparare il segnale audio in uscita dal preamplificatore con quello trasmesso da un semplice filo che lo scavalca; la prova può essere condotta con successive commutazioni da una via all'altra, oppure (e in ciò consiste il metodo dell'inversione di fase) sommando i segnali provenienti dalle due vie, dopo avere invertito la fase di uno di essi. In teoria, i due segnali dovrebbero cancellarsi reciprocamente, dando luogo ad un segnale di uscita nullo; tutto ciò che si ode è dunque dovuto ad errori commessi dal preamplificatore nel trattare il segnale.

Il confronto mediante inversione di fase non permette di decidere se un preamplifica-

tore è scadente, poiché una mancata cancellazione potrebbe anche essere dovuta ad un semplice ritardo introdotto dal preamplificatore, e questo ritardo non porta certo alcuna degradazione del segnale; quando però un preamplificatore supera brillantemente la prova, si può essere certi che si tratta di un apparecchio eccellente: il preamplificatore PAT-5 modificato ha dato in questa prova risultati davvero sorprendenti.

Per la maggior parte del tempo, non si è udito nulla, neppure un po' di rumore; solo durante passaggi musicali a livello estremamente alto (il brano scelto per la prova era una recente registrazione della "Turandot" edita dalla London; la prima scena dell'opera chiama in causa probabilmente le più "feroci" forme d'onda musicali che si possono incontrare nelle normali esecuzioni) si udiva talvolta un leggero "tst" dato da rumore alle alte frequenze. A parte questa lievissima imperfezione, si può concludere che lo stadio ad alto livello del preamplificatore PAT - 5 modificato può tranquillamente servire come pietra di paragone per la valutazione di altri apparecchi analoghi, e che l'unità deve considerarsi senza alcuna pecca dal punto di vista della risposta in frequenza e della linearità di fase.

**Un braccio quasi inesistente** - I bracci dei giradischi sono inevitabilmente una fonte di guai per il segnale musicale; questo è forse il motivo per cui a molti di essi è stata data una forma il più possibile attraente. Lo scopo di un braccio è quello di servire come una piattaforma, rigida ed imperturbabile, per sostenere la testina fonorivelatrice; mentre da una parte non è stato ancora inventato alcun dispositivo che possa sostituire validamente il braccio, dall'altra è vero che ben pochi di essi possono in pratica considerarsi barre rigide, e che tutti sono soggetti a perturbazioni, sia provocate dalla reazione acustica, sia dovute a vibrazioni di altro genere, sia causate da ondulazioni nella superficie del disco. L'unica ragionevole soluzione per questi problemi è quella di progettare un braccio che, unito alla testina fonorivelatrice, risuoni ad una frequenza non troppo bassa (sopra i 10 Hz); una grande attenzione deve però anche essere dedicata ai perni di rotazione, al bilanciamento ed alla distribuzione delle masse, poiché tutti questi fattori hanno una notevole influenza sul comportamento finale del braccio.



*Il braccio Shreve-Rabco, derivato dai mod. SL-8E della Rabco, è composto da ventidue pezzi di legno di balsa; con il braccio vengono forniti nove contrappesi.*

Per diverse ragioni, il principio del braccio con movimento radiale in linea retta porta, se ben realizzato, a notevoli vantaggi; tuttavia non sono molti i bracci di questo tipo fatti come si deve, anche perché il principio di funzionamento stesso ha in sé alcuni lati deboli, il primo dei quali sta nel fatto che questi bracci eliminano la forza centripeta, che è invece presente nei bracci rotanti di tipo tradizionale, e che finisce per avere una azione stabilizzatrice e smorzante; lo stesso effetto ha, sempre nei bracci tradizionali, il sistema di compensazione della forza centripeta. Di conseguenza, un braccio radiale, essendo privo di queste forze stabilizzatrici, per funzionare bene deve essere perfettamente costruito.

Il braccio Shreve-Rabco, una versione modificata del braccio Rabco SL-8E non più in produzione, rappresenta un tentativo, davvero ben riuscito, di braccio radiale costruito senza difetti. Il braccio vero e proprio, di gradevole aspetto, è costruito con ventidue pezzi di legno di balsa, con l'eccezione di un blocchetto di magnesio che alloggia le boccole per i perni di supporto e di una barra filettata di nylon, che regge il contrappeso. La leva di contatto per il meccanismo di

avanzamento è stata inoltre assottigliata sino a ridurla ad un sottile filo (regolabile) e tutto il sistema di sollevamento è stato riprogettato. Insieme con il braccio vengono forniti nove contrappesi filettati: andrà scelto quello che bilancia la testina preferita stando vicino il più possibile al perno di sostegno.

Tutti gli accorgimenti di cui sopra sono stati presi al fine di minimizzare la massa equivalente del braccio. I perni di sostegno, ad ago, sono quelli originali del braccio Rabco, sottoposti però ad una nuova rettificazione, e poggiano su boccole autolubrificanti della migliore qualità. Il sistema di supporto e l'allineamento della testina vanno, dopo il montaggio, regolati "ad orecchio"; questo ultimo particolare, all'inizio lasciava piuttosto perplessi, sino a che una dimostrazione pratica non ha convinto di quanto la cosa possa funzionare; oltre a tutto, questo metodo di regolazione ha il vantaggio di non richiedere alcuna strumentazione e di mirare direttamente alla soddisfazione dei gusti personali.

Le prestazioni di questo braccio sono ovviamente eccezionali: se bilanciato a dovere, resta "incollato" al solco qualunque sia la forza di appoggio scelta per la puntina, e dà

sempre la sensazione di una grande stabilità. L'esemplare trovato, nel riprodurre un passaggio molto difficile di musica per pianoforte da un normale disco acquistato in negozio, dava un suono all'altezza di quello che si potrebbe ottenere da una copia del nastro magnetico originale della registrazione (cosa che quasi nessun giradischi è in grado di fare). Se poi si sceglie la testina giusta, questo braccio è in grado di filtrare tutto il rumore proveniente dalla granulosità dell'impasto del disco e di eliminare completamente il rombo del giradischi.

Occorre però tenere conto che questo braccio è estremamente costoso, viene fabbricato in pochissimi esemplari, è difficile da costruire, da mettere a punto e persino da spedire.

**Convengono le modifiche?** - Chi ritenga di essere un audiofilo veramente appassiona-

to e abbia una certa pratica di apparecchiature elettroniche, potrà prendere in considerazione l'idea di procurarsi qualche apparecchiatura audio modificata. Naturalmente si corrono alcuni rischi: per esempio, se un preamplificatore senza condensatori di uscita, quale quello prima descritto, viene collegato all'amplificatore sbagliato, possono sorgere danni insospettiti; e se si acquista un oggetto sofisticato quale il braccio Shreve-Rabco, si deve badare a seguire alla lettera le istruzioni (ovviamente fornite in inglese), anche se talvolta si sarebbe tentati di apportare qualche variante.

Inoltre, la garanzia emessa dalla casa costruttrice dell'apparecchio sottoposto a modifica può divenire a discrezione della casa stessa un inutile pezzo di carta, e si potranno anche avere complicazioni al momento in cui si richiederà qualche messa a punto.

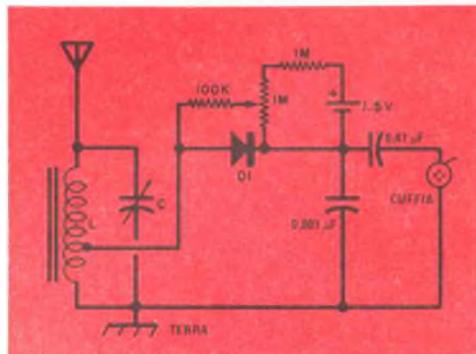
★

## Ricevitore a cristallo con diodo al silicio

Coloro che si cimentano nei primi esperimenti di elettronica realizzano quasi sempre un piccolo ricevitore a cristallo. In uno di questi montaggi sono stati usati un'antenna a ferrite, un condensatore variabile di sintonia MA, condensatori ceramici e una cuffia a cristallo. Anche se il ricevitore funzionava, riceveva però solo stazioni molto vicine, in quanto come rivelatore era stato usato un diodo al silicio.

Affinché un diodo al silicio possa condurre, si deve superare il potenziale di barriera (0,7 V), cosa che solo un segnale molto forte può fare. E' perciò meglio usare un diodo al germanio che ha un potenziale di barriera di 0,2 V.

Il circuito che riportiamo nella figura, tuttavia, è un ricevitore a cristallo piuttosto singolare che fa uso di un diodo al silicio. La sintonia si effettua mediante il condensatore variabile C. L'antenna a ferrite (L) ha una presa a bassa impedenza; il potenziometro da 1 M $\Omega$  applica in parallelo al diodo una tensione di polarizzazione compresa tra 0 V e 0,75 V. In questo modo il potenziometro funziona come controllo di sensibilità. Alla massima sensibilità (polarizzazione diretta di 0,7 V), attraverso il diodo potranno pas-



sare segnali debolissimi.

Se collegato ad una buona antenna (un filo lungo oppure un'antenna a quadro rotante) questo piccolo ricevitore fornirà prestazioni sorprendenti. In funzionamento, si noterà un punto in cui, avanzando il controllo di sensibilità, il segnale scomparirà completamente. Ciò accade quando il diodo conduce completamente. Per la migliore sensibilità, si riporti leggermente indietro il controllo. Si usino una cuffia o un auricolare ad alta impedenza e una pila ad alta capacità che durerà per un tempo lunghissimo. ★

# ELETTRONICA... scienza o magia?



Due fili in un bicchiere d'acqua e... la lampadina si accende.

È opera di un mago? No.

Potrà essere opera vostra quando avrete esplorato a fondo i misteri di una scienza affascinante: l'**ELETTRONICA**. Chi, al giorno d'oggi, non desidera

esplorare questo campo?

Addentratevi dunque nei segreti dell'elettronica sotto la guida della **SCUOLA RADIO ELETTRA**, che propone oggi un nuovo, interessante Corso per corrispondenza: **SPERIMENTATORE ELETTRONICO**.

COMPILATE RITAGLIATE IMBUCATE  
spedire senza busta e senza francobollo

Francatura a carico  
del destinatario da  
addebitarsi sul conto  
credito n. 126 presso  
l'Ufficio P.T. di Torino  
A.D. - Aut. Dir. Prov.  
P.T. di Torino n. 23516  
1048 del 23-3-1955



## Scuola Radio Elettra

10100 Torino AD



## APPASSIONA I RAGAZZI

Sbalordirete gli amici con esperimenti che veramente sanno di magia, e ne desterete l'invidia, quando mostrerete loro l'interfono, l'organo elettronico, il giradischi, e tutti gli altri apparecchi costruiti da voi con tanta facilità.

## PIACE AI GENITORI

Non sapete a quali studi indirizzare vostro figlio?

Il Corso Sperimentatore Elettronico è un test per saggiarne le inclinazioni. Se già frequenta una scuola di indirizzo tecnico-scientifico, in breve si appassionerà alle materie che prima gli parevano tanto noiose, e sbalordirà i professori per il livello della sua preparazione.

## NON C'È PERICOLO DI SCOSSE ELETTRICHE

Tutti i circuiti sperimentali realizzati nel Corso vengono fatti funzionare con bassa tensione elettrica, fornita da batterie da 4,5 volt.

## PIACE A TUTTI

Seguire le **16 lezioni del Corso Sperimentatore Elettronico** sarà per tutti un hobby appassionante e utile, una porta aperta su innumerevoli possibilità di specializzazione



I **250 componenti del Corso** permettono di compiere più di **70 esperimenti** e di realizzare apparecchi di alta qualità che **resteranno di proprietà dell'Allievo.**

## E NON È TUTTO

Ci sono ancora molte cose che dovete sapere!

Compilate, ritagliate (oppure ricopiate su cartolina postale) e spedite, senza affrancare, questo tagliando che vi dà diritto a ricevere, gratis e senza alcun impegno da parte vostra, una splendida e dettagliata documentazione a colori. Scrivete, indicando il vostro nome, cognome e indirizzo: vi risponderemo personalmente.



**Scuola Radio Elettra**

Via Stellone 5/633  
10126 Torino

633

**INVIATEMI GRATIS TUTTE LE INFORMAZIONI RELATIVE AL CORSO**

## SPERIMENTATORE ELETTRONICO

MITTENTE:

NOME \_\_\_\_\_

COGNOME \_\_\_\_\_

PROFESSIONE \_\_\_\_\_

ETA \_\_\_\_\_

VIA \_\_\_\_\_

N. \_\_\_\_\_

CITTÀ \_\_\_\_\_

COD. POST. \_\_\_\_\_

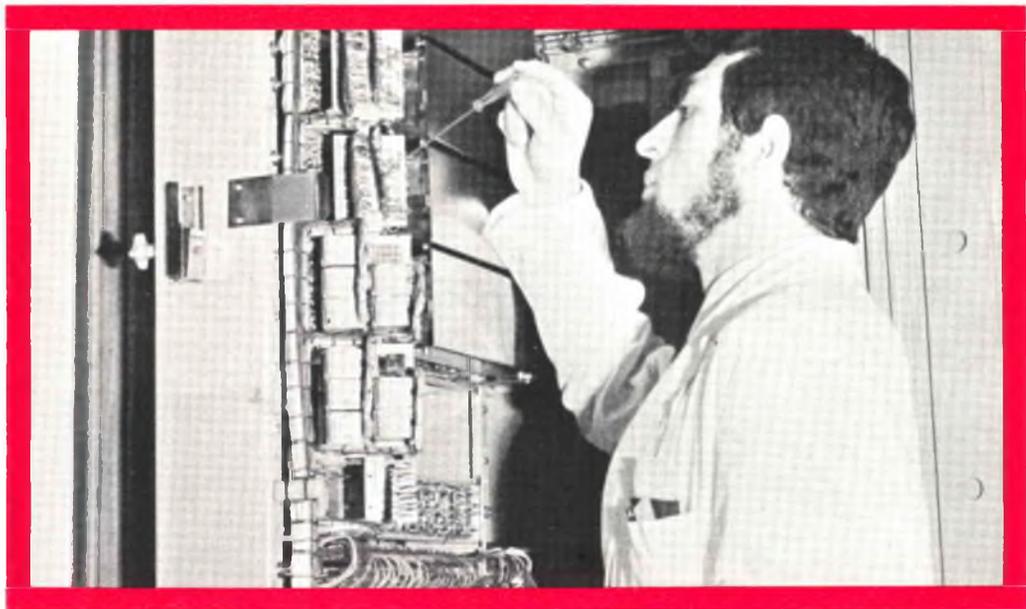
PROV. \_\_\_\_\_

MOTIVO DELLA RICHIESTA:

PER HOBBY

PER PROFESSIONE O AVVENIRE





## UN TECNICO IN ELETTRONICA INDUSTRIALE È UN UOMO DIVERSO

Pensi all'importanza del lavoro nella vita di un uomo. Pensi a sé stesso e alle ore che passa occupato in un'attività che forse non La interessa.

Pensi invece quale valore e significato acquisterebbe il fatto di **potersi dedicare ad un lavoro non solo interessante** — o addirittura entusiasmante — **ma anche molto ben retribuito.**

Un lavoro che La porrebbe in grado di affrontare la vita in un modo diverso, più sicuro ed entusiasta.

Questo è quanto può offrirLe una **specializzazione in ELETTRONICA INDUSTRIALE.** Con il Corso di Elettronica Industriale Lei riceverà a casa Sua le lezioni; potrà quindi studiare quando Le farà più comodo senza dover abbandonare le Sue attuali attività. Insieme alle lezioni riceverà anche i materiali che Le consentiranno di esercitarsi sugli stessi problemi che costituiranno la Sua professione di domani.

Questi materiali, che sono più di 1.000, sono compresi nel costo del Corso e resteranno di Sua proprietà; essi Le

permetteranno di compiere interessantissime esperienze e di realizzare un **allarme elettronico**, un **alimentatore stabilizzato protetto**, un **trapano elettrico** il cui motore è adattabile ai più svariati strumenti ed utensili industriali, un **comando automatico di tensione** per l'alimentazione del trapano, e molti montaggi sperimentali.

Lei avrà inoltre la possibilità di seguire un periodo di **perfezionamento gratuito di una settimana** presso i laboratori della Scuola, in cui potrà acquisire una esperienza pratica che non potrebbe ottenere forse neppure dopo anni di attività lavorativa.

Richieda, senza alcun impegno da parte Sua, dettagliate informazioni sul Corso di Elettronica Industriale per corrispondenza.

*Preso d'atto Ministero della Pubblica Istruzione N. 1391*



**Scuola Radio Elettra**

10126 Torino - Via Stellone 5 633

Tel. (011) 674432

**LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA**



# CORSO DI FOTOGRAFIA

per corrispondenza

tecnica di ripresa  
e di stampa  
ingrandimento  
sviluppo del  
colore  
smaltatura  
ecc.

QUESTI SONO SOLO ALCUNI  
DEGLI ARGOMENTI TRAT-  
TATI NEL CORSO DI FO-  
TOGRAFIA. RICHIEDA  
SENZA ALCUN IMPE-  
GNO DA PARTE SUA  
DETTAGLIATE IN-  
FORMAZIONI SUL  
CORSO DI FOTO-  
GRAFIA SCRIVENDO A

Pres. d'atto Ministero della Pubblica Istruzione N. 1391



**Scuola Radio Elettra**  
10126 Torino - Via Stellone 5/633  
Tel. (011) 674432