

# RADIORAMA

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



## TUTTO SULLA BASSA FREQUENZA

# SPECIALTE

**Guida alla progettazione di  
preamplificatori fono**

**Costruite il "DELTA GRAPH"  
equalizzatore di bande d'ottava**

**L'audio-elettronica oggi**

**Misuratore di potenza audio  
con lettura a LED**

**I punti importanti  
nella scelta di un sistema  
di altoparlanti**

# BF





# Supertester 680 R / R come Record !!

III SERIE CON CIRCUITO ASPORTABILE!!

4 Brevetti Internazionali - Sensibilità 20.000 ohms / volt

STRUMENTO A NUCLEO MAGNETICO schermato contro i campi magnetici esterni!!!

Tutti i circuiti Voltmetrici e amperometrici di questo nuovissimo modello 680 R montano

RESISTENZE A STRATO METALLICO di altissima stabilità con la PRECISIONE ECCEZIONALE DELLO 0,5%!!

IL CIRCUITO STAMPATO PUO' ESSERE RIBALTATO ED ASPORTATO SENZA ALCUNA DISALDATURA PER FACILITARE L'EVENTUALE SOSTITUZIONE DI QUALSIASI COMPONENTE.



Record di

ampiezza del quadrante e minimo ingombro! (mm. 128x95x32)  
precisione e stabilità di taratura! (1% in C.C. - 2% in C.A.)  
semplicità, facilità di impiego e rapidità di lettura!  
robustezza, compattezza e leggerezza! (300 grammi)  
accessori supplementari e complementari! (vedi sotto)  
protezioni, prestazioni e numero di portate!

E' COMPLETO DI MANUALE DI ISTRUZIONI E GUIDA PER RIPARARE DA SOLI IL SUPERTESTER 680 R IN CASO DI GUASTI ACCIDENTALI.

## 10 CAMPI DI MISURA E 80 PORTATE !!!

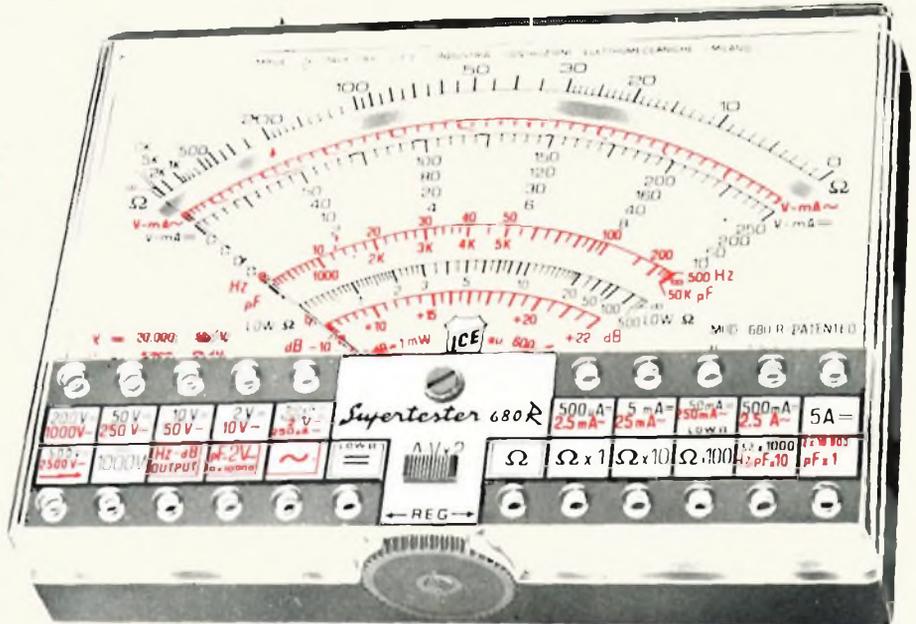
- VOLTS C.A.: 11 portate da 100 mV a 2000 V.
- VOLTS C.C.: 13 portate da 50 µA a 10 Amp.
- AMP C.C.: 12 portate da 200 µA a 5 Amp.
- AMP C.A.: 10 portate da 10 V a 2500 V.
- OHMS: 6 portate da 1 decimo di ohm a 100 Megaohms.
- Rivelatore di REATTANZA: 1 portata da 0 a 10 Megaohms.
- CAPACITA': 6 portate da 0 a 500 pF - da 0 a 0,5 µF e da 0 a 50.000 µF in quattro scale.
- FREQUENZA: 2 portate da 0 a 500 e da 0 a 5000 Hz.
- V. USCITA: 9 portate da 10 V a 2500 V.
- DECIBELS: 10 portate da -24 a +70 dB.

Inoltre vi è la possibilità di estendere ancora maggiormente le prestazioni del Supertester 680 R con accessori appositamente progettati dalla I.C.E. Vedi illustrazioni e descrizioni più sotto riportate. Circuito elettrico con speciale dispositivo per la compensazione degli errori dovuti agli sbalzi di temperatura.

Speciale bobina mobile studiata per un pronto smorzamento dell'indice e quindi una rapida lettura. Limitatore statico che permette allo strumento indicatore ed al raddrizzatore a lui accoppiato, di poter sopportare sovraccarichi accidentali ed erronei anche mille volte superiori alla portata scelta!!!

Strumento anticonto con speciali sospensioni elastiche. Fusibile, con cento ricambi, a protezione errate inserzioni di tensioni dirette sul circuito ohmetroico. Il marchio I.C.E. è garanzia di superiorità ed avanguardia assoluta ed indiscussa nella progettazione e costruzione degli analizzatori più completi e perfetti.

**PREZZO SPECIALE** propagandistico L. 23.500 franco nostro stabilimento completo di puntali, pila e manuale d'istruzione. Per pagamenti all'ordine, od alla consegna, omaggio del relativo astuccio antiurto ed antimacchia in resipiente speciale resistente a qualsiasi strappo o lacerazione. Detto astuccio da noi BREVETTATO permette di adoperare il tester con un'inclinazione di 45 gradi senza doverlo estrarre da esso, ed un suo doppio fondo non visibile, può contenere oltre ai puntali di dotazione, anche molti altri accessori. Colore normale di serie del SUPERTESTER 680 R: grigio.



## IL TESTER PER I TECNICI VERAMENTE ESIGENTI !!!

### ACCESSORI SUPPLEMENTARI DA USARSI UNITAMENTE AI NOSTRI "SUPERTESTER 680"



#### PROVA TRANSISTORS E PROVA DIODI

**Transtest**  
MOD. 662 I.C.E.  
Esso può eseguire tutte le seguenti misure: I<sub>cho</sub> (I<sub>co</sub>) - I<sub>leo</sub> (I<sub>eo</sub>) - I<sub>leo</sub> - I<sub>leo</sub> - I<sub>leo</sub> - I<sub>leo</sub> - V<sub>be</sub> (V<sub>be</sub>) per i TRANSISTORS e V<sub>I</sub> - I<sub>r</sub> per i diodi. Minimo peso: 250 gr. - Massimo ingombro: 128 x 85 x 30 mm. Prezzo L. 13.200 completo di astuccio - pila - puntali e manuale di istruzione.

#### MOLTIPLICATORE RESISTIVO MOD. 25



Permette di eseguire con tutti i Tester I.C.E. della serie 680 misure resistive in C.C. anche nella portata Ω x 100.000 e quindi possibilità di poter eseguire misure fino a Mille Megaohms senza alcuna pila supplementare. Prezzo L. 3.600

#### VOLTMETRO ELETTRONICO con transistori a effetto di campo (FET) MOD. I.C.E. 660

Resistenza d'ingresso 11 Mohms. Tensione C.C. da 100 mV a 1000 V. Tensione picco-picco da 2,5 V a 1000 V. Impedenza d'ingresso P.P. 1,6 Mohms con 10 pF in parallelo. Ohmmetro da 10 K a 100.000 Megaohms. Prezzo L. 40.000

#### TRASFORMATORE MOD. 616 I.C.E.

Per misurare 1,5 - 25 - 50 - 100 Amp. C.A. Dimensioni: 60 x 70 x 30 mm. Peso 200 gr. con astuccio. Prezzo L. 9.000

#### AMPEROMETRO A TENAGLIA

**Amperclamp**  
per misure amperometriche immediate in C.A. senza interrompere i circuiti da esaminare - 7 portate: 250 mA, 2,5 - 10 - 25 - 100 - 250 e 500 Amp. C.A. - Peso: solo 290 grammi. Tascabile! - Prezzo L. 14.500 completo di astuccio, istruzioni e riduttore a spira Mod. 29.



#### PUNTALE PER ALTE TENSIONI MOD. 18 I.C.E. (25000 V. C.C.)



Prezzo netto L. 6.000

#### LUXMETRO MOD. 24 I.C.E. a due scale da 2 a 200 Lux e da 200 a 20.000 Lux. Ottimo pure come esposimetri!!!



Prezzo netto L. 13.200

#### SONDA PROVA TEMPERATURA istantanea a due scale da -50 a +40°C e da +30 a +200°C



Prezzo netto L. 11.500

#### SHUNTS SUPPLEMENTARI (100 mV) MOD. 32 I.C.E. per portate amperometriche: 25-50 e 100 Amp. C.C.



Prezzo netto: L. 6.000 cad.

#### SIGNAL INJECTOR MOD. 63

Iniettore di segnali. Esso serve per individuare e localizzare rapidamente guasti ed interruzioni in tutti i circuiti a B.F. - M.F. - V.H.F. e U.H.F. (Radio, televisori, registratori, ecc.). Impiega componenti allo stato solido e quindi di durata illimitata. Due Transistori montati secondo il classico circuito ad oscillatore bloccato danno un segnale con due frequenze fondamentali di 1000 Hz e 500.000 Hz. Prezzo L. 6.000



#### GAUSSOMETRO MOD. 27 I.C.E.

Con esso si può misurare l'esatto campo magnetico continuo in tutti quei punti ove necessità conoscere quale densità di flusso sia presente in quel punto: (vedi alto parlanti, dinamo, magneti ecc.) Prezzo L. 11.500



#### SEQUENZIOSCOPIO MOD. 28 I.C.E.

Con esso si rivela la esatta sequenza di fase per il giusto senso rotatorio di motori elettrici trifasi. Prezzo L. 6.000



OGNI STRUMENTO I.C.E. È GARANTITO. RICHIEDERE CATALOGHI GRATUITI A:

**I.C.E.** VIA RUTILIA, 19/18 20141 MILANO - TEL. 531.554/5/6

# RADIORAMA

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

## SOMMARIO

### TECNICA INFORMATIVA

#### RADIORAMA N. 9

Anno XXII -  
Settembre 1977  
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)

C.C.P. 2/12930

Guida alla progettazione di preamplificatori fono	4
Laboratorio test:	
— <i>Preamplificatore Epicure mod. Quattro</i>	21
— <i>Registratore a cassette Dual Deluxe</i>	23
— <i>Sistema di altoparlanti Jensen OPC 21</i>	26
L'audio elettronico oggi	37
I punti importanti nella scelta di un sistema di altoparlanti	58

### TECNICA PRATICA

Misuratore di potenza audio con lettura a Led	11
Come abbassare l'uscita di un alimentatore	19
La registrazione stereo con un registratore a 4 canali	29
Terre elettriche per le apparecchiature elettroniche	34
Costruite il "Delta-Graph": equalizzatore di bande d'ottava	45

### LE NOSTRE RUBRICHE

L'angolo dello sperimentatore	17
L'angolo dei Club	43
Panoramica stereo	53
Novità in elettronica	64



**DIRETTORE RESPONSABILE:** Vittorio Veglia.

**DIRETTORE AMMINISTRATIVO:** Tomasz Carver.

**REDAZIONE:** Guido Bruno, Gianfranco Flecchia, Cesare Fornaro, Francesco Peretto, Sergio Serminato, Antonio Vespa.

**IMPAGINAZIONE:** Giovanni Lojacono.

**AIUTO IMPAGINAZIONE:** Giorgio Bonis, Marilisa Canegallo.

**SEGRETARIA DI REDAZIONE:** Rinalba Gamba.

**SEZIONE TECNICA COSTRUTTIVA:** Scuola Radio Elettra - Popular Electronics - Philips - G.B.C.

**SEZIONE TECNICA INFORMATIVA:** Consolato Generale Britannico, EIBIS - Engineering in Britain; IBM, IRCI - International Rectifier; ITT - Standard Corporation; Philips, S.G.S. - Società Generale Semiconduttori, Siemens.

**HANNO COLLABORATO A QUESTO NUMERO:**  
Angela Gribaudo, Ettore Pollone, Ida Verrastrò, Gigi Arcano, Filippo Maestrelli, Cesare Baudò, Franca Morello, Fausto Giannini, Adriana Bobba, Angelo Quaranta, Renata Pentore, Ugo Borgnino, Gabriella Pretoto, Antonio Ravusi.

● Il contenuto dell'edizione americana è soggetto a copyright 1977 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 preventi va 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 interna della SCUOLA RADIO ELETTRA. ● Pubblicità: RADIORAMA, via Stellone 5, 10126 Torino. ● Distribuzione nazionale: Diemme Diffusione Milanese, via Taormina 28, tel. 68.83.407 - 20159 Milano. ● RADIORAMA is published in Italy. ● Prezzo del fascicolo: L. 800. ● Abbonamento semestrale (6 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: 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.



# GUIDA ALLA PROGETTAZIONE DI PREAMPLIFICATORI FONO

PERCHE' VIENE ADOTTATA L'EQUALIZZAZIONE SECONDO LE NORME RIAA, ED IN QUALE MODO QUESTA INFLUISCE SUL PROGETTO DEI PREAMPLIFICATORI

Gli appassionati dell'alta fedeltà hanno sempre accordato, e continuano ad accordare, le loro preferenze al disco fonografico considerandolo come la sorgente per eccellenza dei programmi musicali. Per tale motivo, la verifica minuziosa delle specifiche tecniche della sezione fono dei preamplificatori commerciali costituisce un passo d'obbligo.

Nel presente articolo verrà preso in considerazione il sistema di equalizzazione RIAA, di uso pressoché universale, e verrà esaminata l'influenza che questo esercita sul progetto dei preamplificatori fonografici. Vengono anche presentati alcuni circuiti tipici di preamplificatori che fanno uso di circuiti inte-

grati a basso rumore ed inoltre vengono fornite alcune nozioni utili per coloro che desiderano eseguire la progettazione per proprio conto.

I preamplificatori fonografici si differenziano dagli altri tipi di preamplificatori solamente per quanto riguarda la risposta in frequenza, che è designata appositamente per compensare (equalizzare) le caratteristiche di incisione. Se un segnale con ampiezza costante e con frequenza variabile tra 20 Hz e 20 kHz viene inciso su un disco fonografico, si ottiene, in fase di riproduzione, un segnale il cui andamento in frequenza è simile a quello disegnato nella *fig. 1*. Questo grafico,

che rappresenta il livello del segnale di uscita di una cartuccia fonografica in funzione della frequenza, mostra come il segnale di ingresso con ampiezza costante abbia subito una deformazione estremamente pronunciata. La equalizzazione in fase di riproduzione, che è eseguita mediante il preamplificatore fonografico, corregge questa deformazione e ripristina il segnale applicato caratterizzato da un'ampiezza costante. Per comprendere il motivo per il quale si rende necessario eseguire questo processo di elaborazione, è opportuno esaminare alcuni aspetti del procedimento di incisione.

### **La registrazione e la caratteristica RIAA -**

I solchi esistenti su un disco fonografico vengono incisi per mezzo di una punta sagomata a forma di bulino, messa in movimento da due trasduttori animati di moto vibratorio e disposti ad un angolo retto l'uno rispetto all'altro (*fig. 2*). La punta per l'incisione vibra da parte a parte in sincronismo con le variazioni del segnale applicato alle bobine del meccanismo per il taglio. Questo sistema è chiamato a "taglio laterale", in contrapposizione al vecchio metodo, denominato a "taglio verticale". Lo spostamento del solco in avanti ed all'indietro rispetto al proprio centro che risulta da questo procedimento è conosciuto con il nome di modulazione del solco. L'ampiezza di questa modulazione non può superare un certo valore se non si vuole incorrere nel fenomeno della "sovra-incisione"; in altre parole, la punta che effettua l'incisione può rompere la parete che delimita il solco, intaccando quella che delimita il solco precedentemente tracciato. Il valore del rapporto che intercorre fra il valore massimo dell'ampiezza del solco consentito prima che si verifichi il fenomeno della sovra-incisione ed il valore minimo della medesima che permette di ottenere un rapporto segnale/rumore accettabile (generalmente 58 dB) determina il campo della dinamica di una registrazione. In base a misure sperimentali è stato stabilito che il valore di questo rapporto è compreso fra 32 dB e 40 dB.

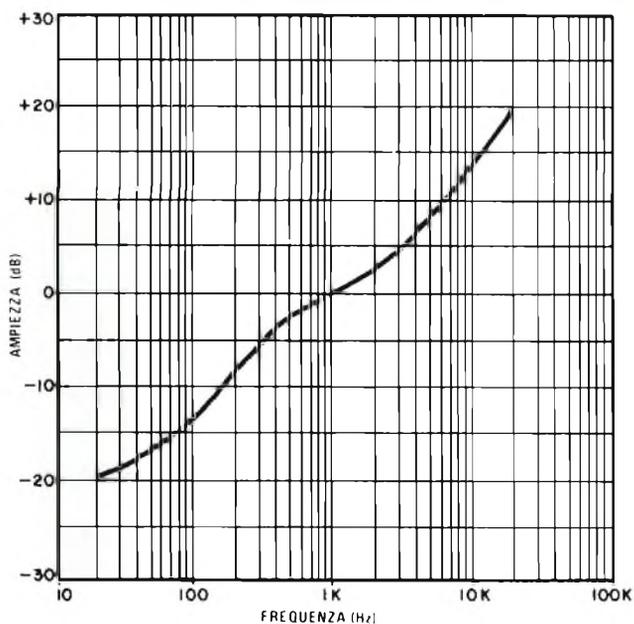
Il valore del rapporto segnale/rumore (S/R) dipende soprattutto dalla qualità del materiale vinilico di cui è costituito il disco. La granulosità presentata dalla superficie di un disco fonografico agisce come una sorgente di rumore. Durante il processo di incisione il bulino viene riscaldato in modo da ridurre la granulosità e, quindi, in modo da

rendere minimo il rumore intrinseco del disco. Naturalmente, se viene utilizzato materiale vinilico di alta qualità (con piccoli grani), il livello del rumore globale diminuisce. Una circostanza interessante è costituita dal fatto che il livello del rumore prodotto dal materiale vinilico tende ad essere dieci volte più grande di quello generato dal preamplificatore. Il rumore a larga banda (rumore bianco) prodotto dalle irregolarità superficiali del disco assume molto spesso il valore di  $10 \mu\text{V}$ .

L'ampiezza di un segnale audio viene registrata su un disco fonografico sotto la forma di ampiezza della modulazione del solco, e la sua frequenza è data dal ritmo secondo cui cambia la modulazione del solco stesso. Tutto ciò sembra essere abbastanza semplice, ma in pratica le cose sono un po' più complesse, come risulta dal grafico della *fig. 1*, che non è costituito da una linea retta orizzontale centrata al valore di 0 dB, anche se al sistema è stato inviato un segnale di ampiezza costante.

Le variazioni sono dovute ad alcune peculiarità della testina di incisione. A causa della costituzione fisica di questa, la risposta in frequenza rispetto alla velocità (cioè la velocità, espressa in cm/s, alla quale la testina di incisione si sposta quando viene pilotata mediante un certo segnale di ingresso) presenta un picco di risonanza alla frequenza di 700 Hz circa. Per controbilanciare tale fenomeno poco desiderabile e per dar luogo ad una velocità di uscita indipendente dalla frequenza, vengono aggiunte alcune bobine che introducono una controreazione; perciò la testina di incisione è considerata come un dispositivo che si muove con velocità costante.

Nella *fig. 1* è mostrata la curva di pre-equalizzazione che deve essere applicata ai segnali inviati alla testina di incisione. L'andamento caratteristico della curva di equalizzazione è dovuto a due ragioni precise: innanzitutto le basse frequenze sono attenuate per evitare il fenomeno della sovra-incisione; in secondo luogo, l'esaltazione delle componenti ad alta frequenza migliora il rapporto segnale/rumore. Poiché le bobine che pilotano la testina di incisione hanno un comportamento essenzialmente induttivo, l'impedenza che esse presentano varia al variare della frequenza. Se un segnale d'ingresso con valore costante dà origine ad una tensione costante ai capi delle bobine, l'intensità della corrente risultante e, quindi, il campo magnetico ed il ritmo secondo cui avviene la vi-



*Fig. 1 - La caratteristica di registrazione RIAA esalta gli alti ed attenua i bassi.*

brazione risultano essere variabili al variare della frequenza. Questo modo di funzionamento è chiamato registrazione ad ampiezza costante.

Se, viceversa, un segnale d'ingresso di livello costante dà origine ad una corrente con intensità costante attraverso le bobine di pilotaggio, la tensione e l'ampiezza del movimento di taglio risultanti divengono grandezze variabili con la frequenza. Questo modo di funzionamento è chiamato registrazione a velocità costante.

La testina di incisione gode di un solo vantaggio rispetto alla frequenza nel caso in cui l'ampiezza del segnale di ingresso è mantenuta costante; tale vantaggio è costituito, rispettivamente, dal ritmo della vibrazione (velocità costante con pilotaggio in corrente) e dallo spostamento della vibrazione (ampiezza costante con pilotaggio in tensione).

I termini velocità costante ed ampiezza costante tendono a creare confusione; ma l'idea fondamentale è che questi termini abbiano significato solamente nel caso in cui

venga applicato un segnale di ingresso con ampiezza costante, e che vengano adottati gli stessi termini per descrivere il comportamento risultante della testina di incisione al variare della frequenza. Cambiando il livello del segnale di ingresso si ottiene una variazione dell'ampiezza nel caso della registrazione con ampiezza costante, ed una variazione della velocità nel caso della registrazione con velocità costante. L'entità di questi cambiamenti è indipendente dalla frequenza del segnale di ingresso. Per esempio, se un segnale di ingresso con livello pari a 10 mV dà origine ad una variazione dell'ampiezza del valore di 0,025 mm (nel caso della registrazione con ampiezza costante) e ad una velocità di 5 cm/s (nel caso della registrazione con velocità costante) ne consegue che una variazione del livello del segnale di ingresso che faccia salire questo al valore di 20 mV dà origine ad una ampiezza di 0,05 mm e ad una velocità 10 cm/s, indipendentemente dalla frequenza.

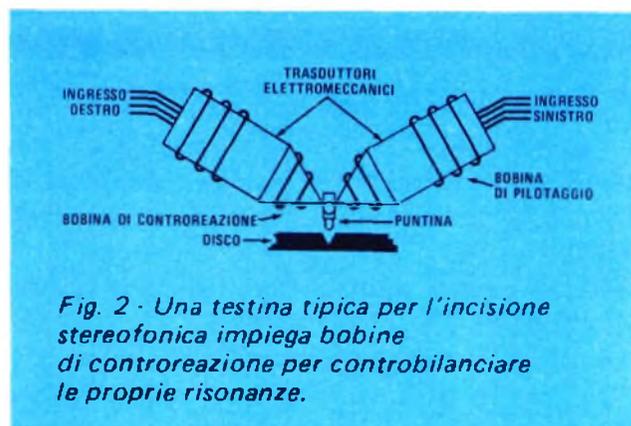
Ognuno di questi due metodi di registrazione è affetto da un inconveniente connesso con il campo della dinamica. Le registrazioni effettuate con il metodo della velocità costante (*fig. 3-a*) presentano due caratteristiche facilmente osservabili: l'ampiezza cambia in modo inversamente proporzionale con la frequenza e la sua pendenza è costante entro l'intero campo di frequenza. Questo comportamento fa sì che la registrazione effettuata con velocità costante sia l'ideale quando vengono impiegati fonorivelatori magnetici, poiché essi sono dispositivi a velocità costante. Una cartuccia magnetica costituisce un generatore attivo, realizzato, per esempio, con un elemento magnetico che si muove in una bobina (o viceversa). Il livello del segnale di uscita da esso prodotto è proporzionale alla velocità dello spostamento attraverso il campo magnetico, e quindi è direttamente proporzionale alla velocità entro il solco fonografico.

Tuttavia, a causa della variazione dell'ampiezza con la frequenza che si verifica in questo sistema, sorgono problemi seri in corrispondenza alle frequenze più alte e a quelle più basse. La variazione dell'ampiezza del solco risulta pari a 1024 : 1 entro il campo di frequenza di dieci ottave che si estende da 20 Hz fino a 20 kHz. Se si assume la frequenza di 1.000 Hz come valore di riferimento per stabilire il grado nominale della ampiezza di modulazione dell'incisione, le

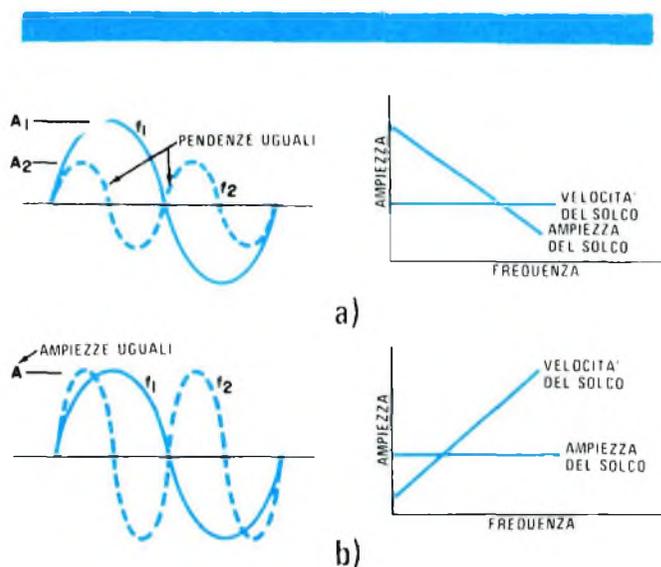
ampiezze risultanti alle basse frequenze sono talmente grandi che si verifica il fenomeno della sovraincisione. Alle alte frequenze la ampiezza del solco risulta essere così piccola che è impossibile ottenere valori accettabili per il rapporto segnale/rumore; addirittura si può verificare il caso in cui la punta per l'incisione non subisce alcuno spostamento.

Facendo riferimento alla *fig. 3-b*, è possibile osservare due caratteristiche fondamentali della registrazione effettuata con ampiezza costante. In questo caso l'ampiezza del solco è costante al variare della frequenza, e non si manifesta, pertanto, il grave inconveniente che si verifica nel caso delle registrazioni effettuate con velocità costante. Ma in questo caso la velocità del solco risulta direttamente proporzionale alla frequenza, e subisce una variazione pari a 1024 : 1 entro il campo di frequenza che interessa. Poiché i fonorivelatori magnetici sono dispositivi che funzionano con velocità costante, e non con ampiezza costante, il livello del segnale di uscita che essi generano subisce un incremento pari a 6 dB per ogni ottava, cioè raddoppia in ampiezza al raddoppiare della frequenza. Per equalizzare un simile sistema sarebbe necessario disporre di una dinamica di 60 dB nel preamplificatore, il che non risulterebbe affatto pratico.

La soluzione a questo problema consiste nel provare ad ottenere il comportamento migliore, sfruttando le caratteristiche dei due sistemi di registrazione e ricorrendo ad un metodo che si avvale di una curva di ampiezza costante modificata in cui i segnali, la cui frequenza cade nella banda intermedia, vengono incisi con il sistema a velocità costante. La curva di equalizzazione RIAA che si adotta in fase di riproduzione è disegnata nella *fig. 4*; l'andamento ideale è mostrato con la linea punteggiata, mentre l'andamento effettivo è disegnato a tratto intero. Vi sono tre valori di frequenza che sono presi normalmente come punti di riferimento, e che vengono talvolta denominati "costanti di tempo". Questa denominazione è frutto dell'abitudine invalsa per lungo tempo di indicare i valori della frequenza di taglio o di inflessione per mezzo della costante di tempo di un circuito RC equivalente che consente di ottenere l'andamento in frequenza in questione. La costante di tempo  $T$  viene misurata in secondi ed è data dal prodotto di  $R$ , espresso in ohm, e di  $C$ , espresso in farad ( $T = RC$ ). La relazione che sussiste fra  $T$  ed il va-



*Fig. 2 - Una testina tipica per l'incisione stereofonica impiega bobine di controreazione per controbilanciare le proprie risonanze.*



*Fig. 3 - In una registrazione a velocità costante (a), l'ampiezza del solco varia con la frequenza. In una registrazione ad ampiezza costante (b), la velocità del solco varia con la frequenza.*

lore  $f$  della frequenza di taglio (in hertz) è dato dall'equazione  $T = 1/(2\pi f)$ , ed il valore della costante di tempo che si ottiene, rispettivamente, per  $f_1$ , per  $f_2$  e per  $f_3$  è pari a  $3.180 \mu s$ ,  $318 \mu s$  e  $75 \mu s$ . La frequenza  $f_2$  è denominata frequenza di scambio poiché essa corrisponde al punto in cui si passa dal sistema di registrazione con ampiezza costante al sistema di registrazione con velocità costante. In modo analogo,  $f_3$  rappresenta la frequenza di scambio alla quale la registrazione viene effettuata nuovamente con ampiezza costante.

**Fonorivelatori ceramici ed a cristallo** - Prima di inoltrarci nella descrizione dei cir-

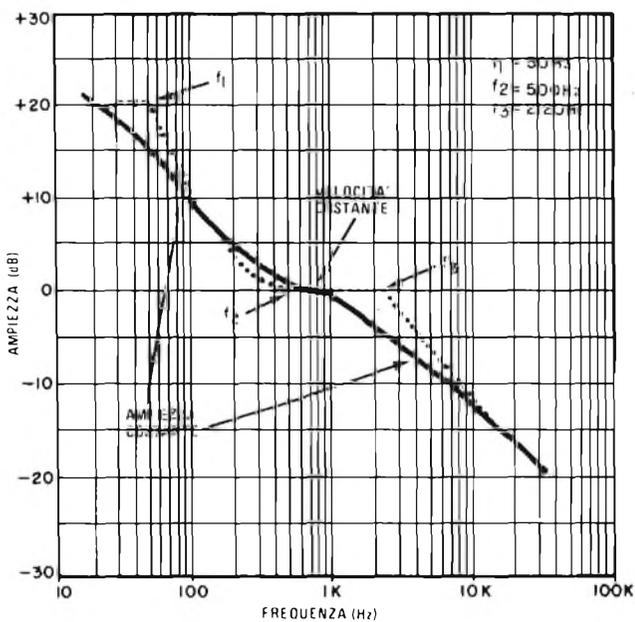


Fig. 4 - La curva RIAA di equalizzazione nella fase di riproduzione effettua una compensazione della caratteristica di registrazione mostrata nella fig. 1.

cuisti indispensabili per effettuare l'equalizzazione necessaria durante la fase di riproduzione con cartucce magnetiche, è opportuno parlare brevemente dei trasduttori ceramici e a cristallo. I trasduttori ceramici ed a cristallo, a differenza di quelli magnetici (che sono dispositivi a velocità costante) sono dispositivi ad ampiezza costante. Per tale motivo essi non necessitano di alcuna equalizzazione, poiché il segnale in uscita che forniscono presenta un andamento intrinsecamente piatto. Se, però, questi trasduttori vengono impiegati in un sistema che adotta la curva di equalizzazione RIAA, si verificano alcune variazioni nel livello del segnale di uscita. Facendo riferimento alla fig. 4, si è già avuto occasione di osservare che la gamma di frequenza compresa tra  $f_2$  e  $f_3$  costituisce la porzione della curva a velocità costante. Quando un trasduttore ad ampiezza costante viene impiegato in corrispondenza di questa zona, il livello del segnale di uscita da esso generato subisce un decremento di 12 dB passando da 500 Hz a 2.120 Hz.

Ma tale fatto non costituisce un problema così serio come si potrebbe pensare. I trasduttori piezoelettrici di questo tipo tendono infatti ad avere una pessima risposta in frequenza e vengono usati solamente nei sistemi audio a bassa o media fedeltà di riproduzione. In questo caso si verifica invece un fatto interessante, e cioè non è necessario l'impiego di un preamplificatore. Il livello del segnale di uscita risulta talmente elevato (da 100 mV a 2 V) che la cartuccia è in grado di pilotare direttamente un amplificatore di potenza, senza che sia necessaria alcuna preamplificazione, dopo che il segnale è stato fatto passare attraverso i circuiti passivi per la regolazione del volume e del tono.

**Progetti moderni** - A differenza dei fonorivelatori ceramici ed a cristallo, le cartucce magnetiche generano segnali di uscita con livelli molto bassi, che richiedono, quindi, una preamplificazione preliminare. Il valore tipico del segnale di uscita generato da alcune cartucce magnetiche fra le più diffuse, alla velocità di 5 cm/s, è qui di seguito ripor-

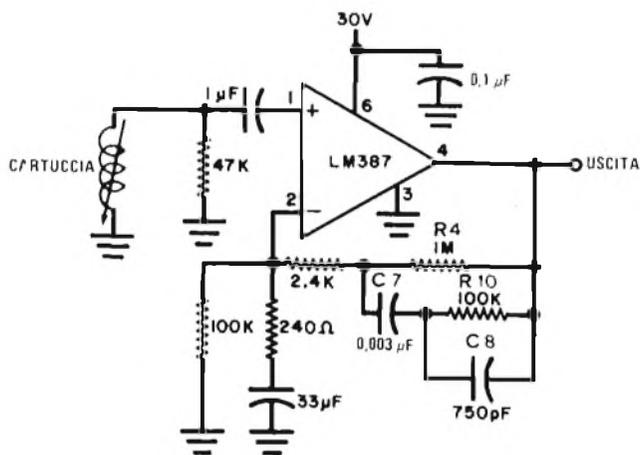
Costruttore	Modello	Livello di uscita (mV) a 5 cm/s
Empire Scientific	999	5
	888	8
Shure	V-15	3,5
	M91	5
Pickering	V-15 AT4	5

Questi livelli di uscita sono direttamente proporzionali alla velocità, di modo che una cartuccia che genera una tensione di 5 mV a 5 cm/s produce un livello di 1 mV a 1 cm/s. La specifica tecnica corrispondente è di 1 mV/cm/s. Se si desidera impiegare la sensibilità di una cartuccia per ricavare informazioni utili per il progetto di un preamplificatore, è necessario conoscere il valore tipico ed il valore massimo consentito della velocità impressa durante la riproduzione di dischi stereofonici. Le caratteristiche di registrazione RIAA impongono che la velocità massima di registrazione sia pari a 25 cm/s entro la banda di frequenza compresa fra 800 Hz e 2.500 Hz. La velocità adottata normalmente per incidere i dischi per alta fedeltà ha un valore compreso fra 3 cm/s e 5 cm/s.

Lo schema elettrico di un preamplificatore che impiega un circuito integrato a basso rumore, in grado di elaborare correttamente segnali musicali sottoposti ad un processo di preenfasi secondo la curva RIAA, è illustrato nella *fig. 5*. Il valore delle frequenze di inflessione  $f_1$ ,  $f_2$  e  $f_3$  viene fissato, rispettivamente, dalle combinazioni C7-R4, C7-R10 e C8-R10. Adottando i componenti con i valori specificati, il circuito è in grado di pilotare un amplificatore di potenza con un limite di sovraccarico del segnale di ingresso del valore di 5 V eff quando riceve il segnale generato da una cartuccia dotata di una sensibilità pari a 0,5 mV/cm/s. Poiché il valore massimo del livello del segnale di uscita prodotto dalla cartuccia è pari a 12,5 mV a 25 cm/s, il valore necessario del guadagno in centro banda è pari a  $5 \text{ V} / 12,5 \text{ mV} = 400$ . Il resistore da 2,4 k $\Omega$  è inserito per sta-

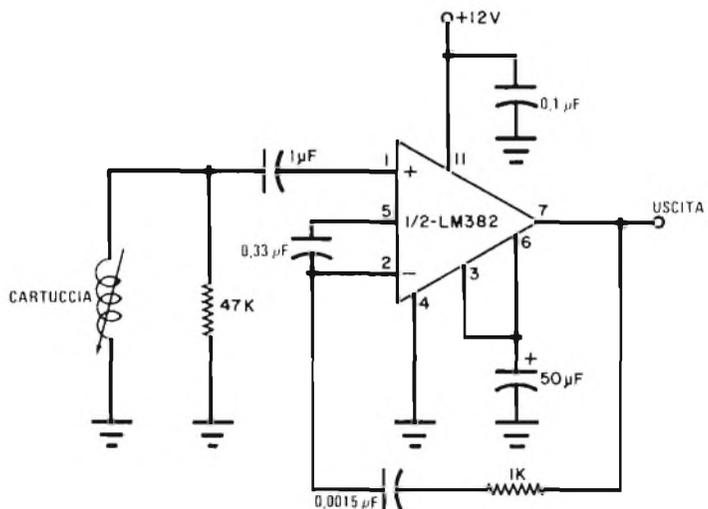
bilizzare il funzionamento dell'amplificatore operazionale, poiché l'unità LM387 non è compensata per il guadagno unitario. Un circuito integrato LM381 può essere utilizzato al posto dell'IC LM387 modificando in modo opportuno la denominazione dei piedini.

E' possibile realizzare un preamplificatore fonografico a basso rumore molto semplice impiegando il circuito integrato LM382, che è dotato internamente di una matrice di resistori. Il circuito è illustrato nella *fig. 6* ed è stato ottimizzato per essere alimentato mediante una tensione continua compresa fra 12 V e 14 V. Il valore di riferimento a 0 dB del guadagno, misurato nel centro banda, è pari a 46 dB (200) e non può venire modificato facilmente. Se si desidera cambiare il valore del guadagno oppure quello della tensione di alimentazione è consigliabile scegliere un'unità LM381 o LM387.

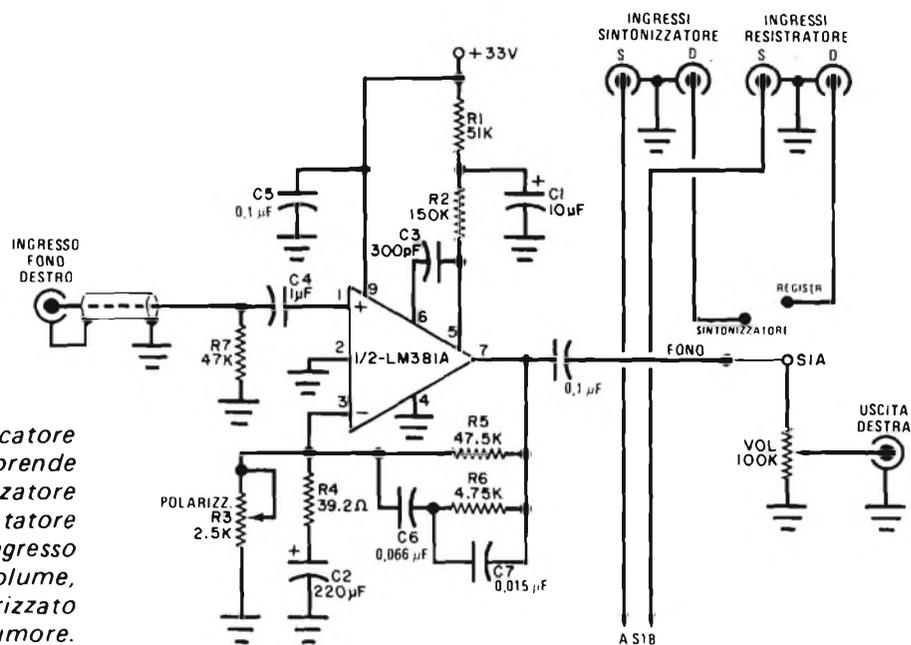


*Fig. 5 - Schema elettrico di un preamplificatore fono ad un canale che impiega il circuito integrato LM387.*

*Fig. 6 - Questo preamplificatore fono impiega il circuito integrato LM382 ed un numero minimo di componenti.*



*Fig. 7 - Questo preamplificatore completo comprende gli ingressi fono, sintonizzatore e registratore, il commutatore per la selezione dell'ingresso e la regolazione del volume, ed è caratterizzato da un basso livello di rumore.*



Lo schema elettrico di un minipreamplificatore a bassissimo rumore impiegante il circuito integrato LM381A è riportato nella *fig. 7*. La densità della corrente che scorre nel primo stadio di LM381A è stata aumentata in modo da ottenere le prestazioni ottimali dalle cartucce magnetiche per quello che riguarda il rumore. Questo preamplificatore comprende gli ingressi per il sintonizzatore e per il registratore, un commutatore per la selezione del modo di funzionamento ed il controllo di volume collegato meccanicamente. E' stato omesso il circuito per la regolazione del tono, ma può venire facilmente aggiunto se si desidera. La risposta in frequenza del circuito rispetta la curva RIAA con una tolleranza di  $\pm 0,6$  dB. Il guadagno di riferimento a 0 dB è pari a 41,6 dB (120), in modo che viene generato un segnale di uscita con ampiezza pari a  $1,5 V_{eff}$  quando viene applicato un segnale d'ingresso con livello nominale pari a  $12,5 mV_{eff}$ . Con una tensione di alimentazione di 33 V è disponibile un campo di dinamica maggiore di +25 dB per un tipico segnale di ingresso del valore di 5 mV alla frequenza di 1.000 Hz. Il valore limite di sovraccarico del segnale di ingresso è pari a 91 mV alle frequenze intermedie. Il valore del rapporto segnale/rumore,

riferito ad un livello di ingresso di 10 mV, è migliore di -85 dB, mentre il valore del rumore di uscita globale non pesato è inferiore a  $100 \mu V$  con l'ingresso posto in cortocircuito. Per rendere minimo il rumore e per seguire da vicino la curva di riproduzione RIAA è consigliabile utilizzare resistori a film metallico e condensatori con stretta tolleranza.

**Conclusioni** - Il sistema di equalizzazione RIAA serve per imprimere la maggior quantità possibile di informazione sulla superficie di un disco di vinile, tenuto conto delle limitazioni intrinseche dovute al processo di incisione ed al materiale impiegato (il procedimento effettivamente seguito per costruire un disco non è stato descritto dettagliatamente nel presente articolo; è possibile reperire tale descrizione nella rubrica "Panoramica Stereo" pubblicata su Radiorama nel numero di Luglio-Agosto 1976). Fortunatamente, la tecnologia moderna dei circuiti integrati ha reso possibile la progettazione di preamplificatori fono che possono essere riprodotti ad un costo moderato e che forniscono prestazioni eccellenti in termini di risposta in frequenza, livello del rumore e distorsione. ★

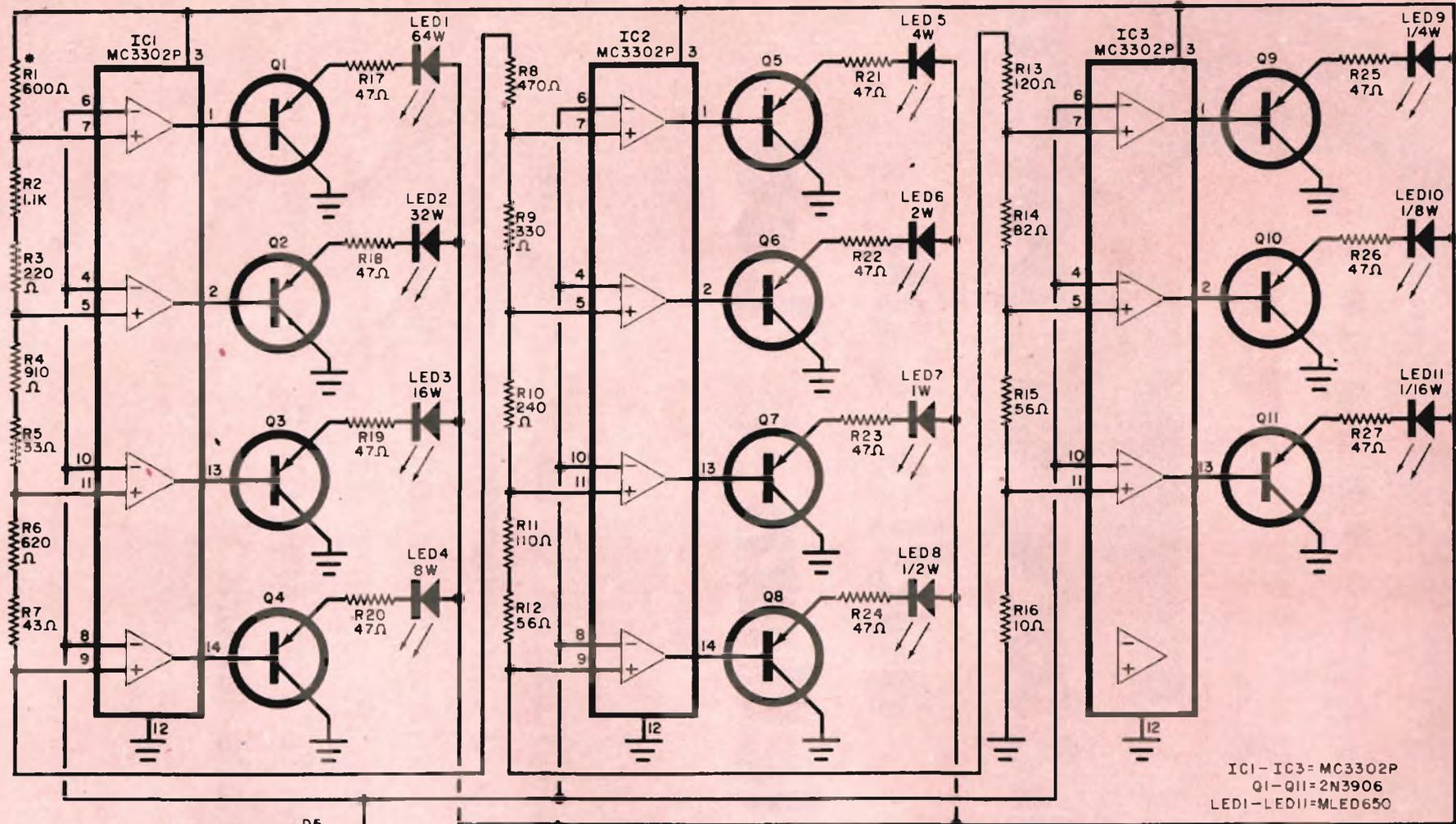


# Misuratore di potenza audio con lettura a Led

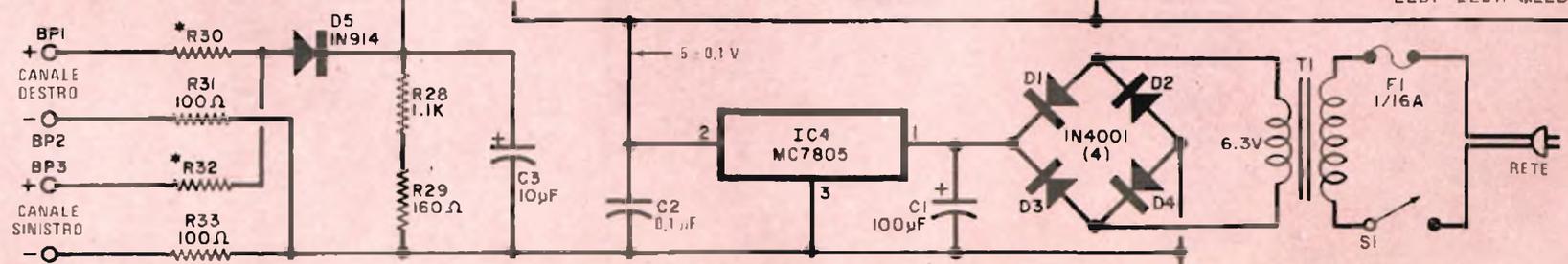
- Misura l'uscita di un amplificatore
- Indica il bilanciamento degli altoparlanti
- Confronta i rendimenti degli altoparlanti
- Può anche essere usato come misuratore d'uscita con sistemi di presentazione di facile lettura

Quanta potenza eroga effettivamente un amplificatore audio? Com'è il bilanciamento dei canali stereo? Qual è il più efficiente degli altoparlanti? Queste sono solo poche delle molte domande alle quali è difficile ri-

spondere senza possedere alcuni strumenti molto sofisticati. Con il misuratore di potenza audio che descriviamo, il cui costo è ragionevole, si può rispondere a molte delle domande che possono sorgere circa un siste-



IC1 - IC3 = MC3302P  
 Q1 - Q11 = 2N3906  
 LED1 - LED11 = MLED650



\* 4Ω = 3.6K (PUO' ESSERE UN POTENZIOMETRO DA 5KΩ, 25KΩ O 50KΩ) \* PUO' ESSERE UN POTENZIOMETRO DA 1KΩ  
 8Ω = 10K (VED. TESTO)  
 16Ω = 24K

## MATERIALE OCCORRENTE

BP1 ÷ BP4 = morsetti isolati (due rossi e due neri)

C1 = condensatore elettrolitico da 100  $\mu$ F, 25 V

C2 = condensatore ceramico da 0,1  $\mu$ F 100 V

C3 = condensatore elettrolitico da 10  $\mu$ F 15 V

D1 ÷ D4 = diodi 1N4001 o simili

D5 = diodo 1N914 o simile

F1 = fusibile da 1/16 A con relativo portafusibile

IC1-IC2-IC3 = comparatori quadrupli Motorola MC3302P

IC4 = stabilizzatore da 5 V Motorola MC7805CP

LED1 ÷ LED11 = MLED 650 o simili

Q1 ÷ Q11 = transistori 2N3906 oppure BC307

I seguenti resistori sono da 1/2 W, 5%

R1 = resistore da 600  $\Omega$  (ved. testo)

R2-R28 = resistori da 1,1 k $\Omega$

R3 = resistore da 220  $\Omega$

R4 = resistore da 910  $\Omega$

R5 = resistore da 33  $\Omega$

R6 = resistore da 620  $\Omega$

R7 = resistore da 43  $\Omega$

R8 = resistore da 470  $\Omega$

R9 = resistore da 330  $\Omega$

R10 = resistore da 240  $\Omega$

R11 = resistore da 110  $\Omega$

R12-R15 = resistori da 56  $\Omega$

R13 = resistore da 120  $\Omega$

R14 = resistore da 82  $\Omega$

R16 = resistore da 10  $\Omega$

R17 ÷ R27 = resistori da 47  $\Omega$

R29 = resistore da 160  $\Omega$

R30-R32 = ved. schema

R31-R33 = resistori da 100  $\Omega$

S1 = interruttore semplice

T1 = trasformatore per filamenti da 6,3 V

Scatola adatta, cordone di rete, gommini per i LED, decalcomanie per le iscrizioni, minuterie di montaggio e varie.

*Fig. 1 - Se la tensione del segnale d'entrata raddoppia, gli undici comparatori accendono i relativi LED.*

ma audio. Lo strumento in oggetto ha un sistema di presentazione a LED di facile lettura e può essere anche usato come misuratore d'uscita. Gli undici LED (diodi emettitori di luce), disposti in fila, indicano da 1/16 W a 64 W e sono sistemati in modo che ogni LED successivo indichi un raddoppiamento della potenza d'uscita audio; ciò significa che le luci si accendono in sequenza a intervalli di 3 dB. Un aumento di 3 dB equivale ad un raddoppiamento di potenza; poiché l'orecchio umano ha una sensibilità logaritmica, 3 dB sono all'incirca la variazione minima che può essere avvertita.

Lo strumento è in grado di funzionare con altoparlanti da 4  $\Omega$ , 8  $\Omega$  o 16  $\Omega$  modificando semplicemente i valori di due resistori. Il punto a 0 dB, o riferimento, è stato arbitrariamente stabilito a 1 W.

**Funzionamento del sistema** - Lo strumento (fig. 1) può essere considerato un convertitore da analogico a numerico per il fatto che rileva la tensione istantanea ai capi di un altoparlante (un segnale analogico) e la converte in un'indicazione numerica che fa accendere i LED. La sola differenza tra il sistema e la convenzionale conversione analogica-numerica è data dal fatto che in questo caso esiste una relazione non lineare (logaritmica) fra l'entrata e l'uscita. Gli undici livelli sono usati per creare variazioni di 2048:1 (anziché una variazione di 11:1, come sarebbe se il sistema fosse lineare).

La tensione misurata ai capi dei terminali dell'altoparlante viene convertita in potenza usando l'equazione non lineare:  $P = E^2/R$  nella quale E è la tensione misurata e R è l'impedenza dell'altoparlante. Quindi gli undici stadi sono progettati per accendere i rispettivi LED al desiderato livello di potenza. La Tab. 1 mostra i valori correlati di tensione e potenza per gli undici stadi usati in questo strumento e per tre differenti impedenze d'altoparlante. Si noti che, quando l'impedenza raddoppia, i valori di tensione si spostano di una linea. Ciò significa che uno specifico valore di tensione (ad esempio 2,00) corrisponde ad un livello di potenza di 1 W ai capi di un altoparlante da 4  $\Omega$ , di 1/2 W ai capi di un altoparlante da 8  $\Omega$  e di 1/4 W ai capi di un altoparlante da 16  $\Omega$ . Perciò lo stesso circuito può essere usato per tutti i tre tipi di impedenze cambiando semplicemente i valori dei resistori d'entrata (R30 e R32).

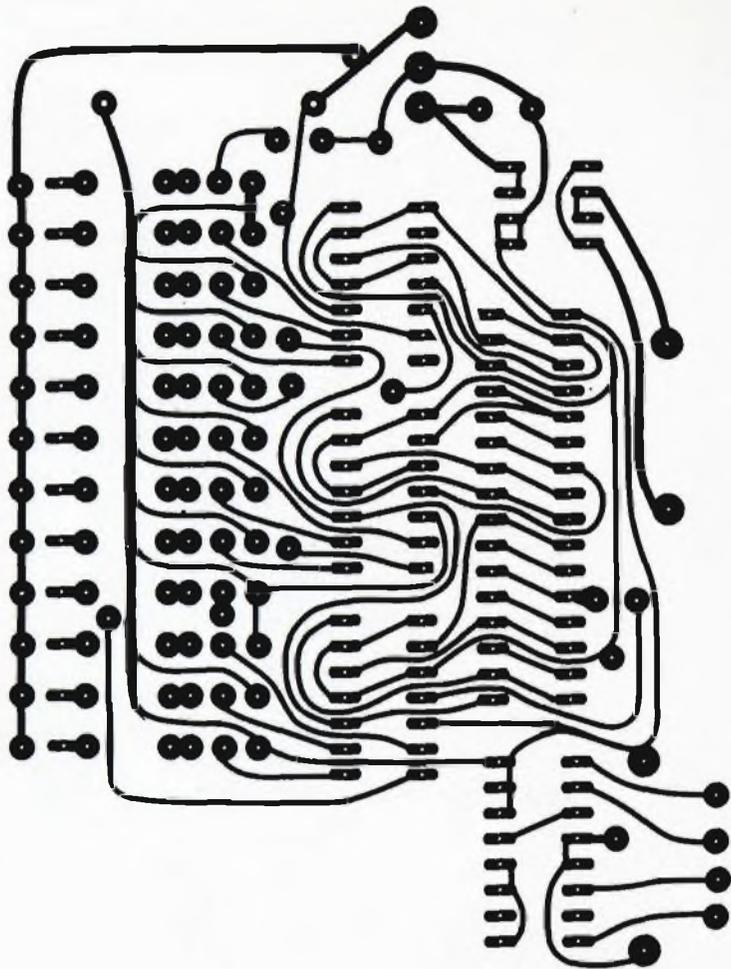
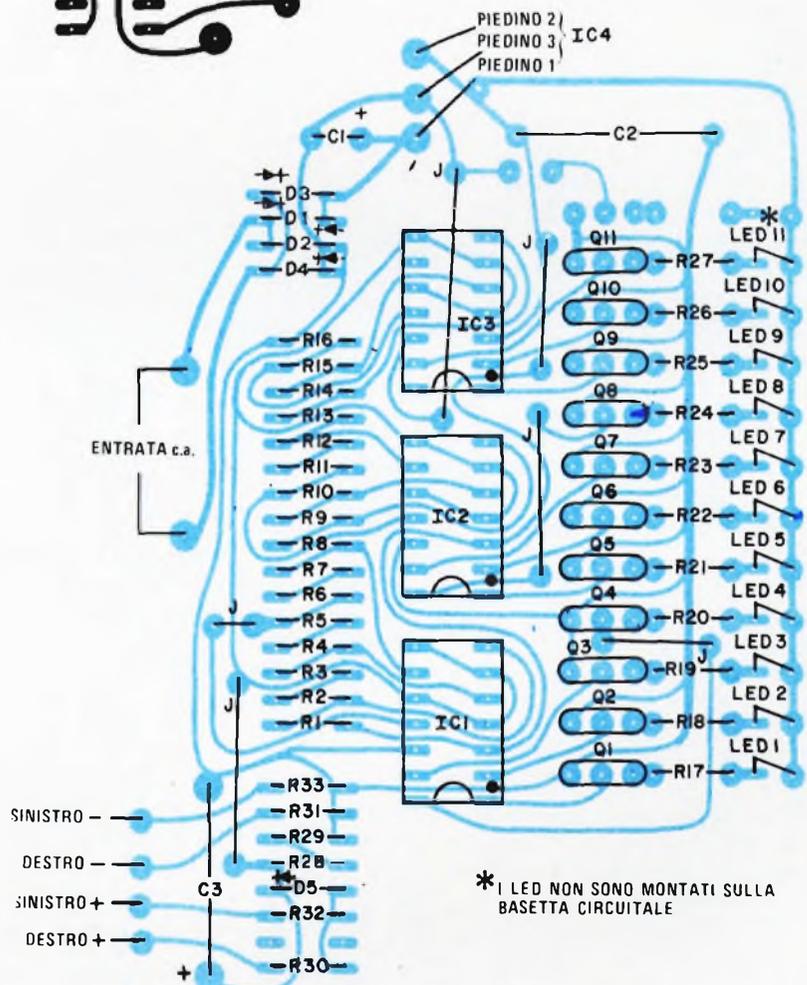


Fig. 2 - Circuito stampato e disposizione dei componenti dello strumento di potenza audio.



**Il circuito** - Il circuito d'entrata è composto dai resistori da R30 a R33, dal diodo D5 e da un filtro RC composto da R28, R29 e C3. Il filtro ha una costante di tempo di circa 80 Hz. I resistori R31 e R33 nelle entrate comuni (-) consentono l'uso del circuito con amplificatori che non hanno una massa comune per entrambi i canali; essi forniscono un riferimento a bassa impedenza per il circuito, ma non hanno effetto sulla polarizzazione dell'amplificatore.

I resistori R30 e R32 "riflettono" un'alta impedenza alla sorgente di programma perché i loro valori non sono significativi in parallelo con i pochi milliohm d'impedenza di uscita della maggior parte degli amplificatori. Questi resistori assumono la media algebrica della tensione ai capi di ciascun altoparlante, il che fa indicare allo strumento di potenza la potenza media fornita dall'amplificatore. Ciò potrebbe essere esteso all'uso in un sistema a quattro canali aggiungendo due altri resistori, tutti del valore di 20 k $\Omega$ , per mantenere il rapporto 5:1.

Il diodo D5 evita che le semionde negative del segnale audio portino le entrate del comparatore sotto massa causando possibili danni e rettifica anche il segnale in modo che lo strumento indichi una certa potenza media anziché la potenza di picco che il filtro a 80 Hz (passa-basso) fornisce. Il filtro è stato scelto per dare un buon responso ai LED e fornire ancora una commutazione dei LED abbastanza lenta da poter essere seguita con l'occhio.

Gli undici comparatori differenziali in IC1, IC2 e IC3 forniscono uscite logiche basate sugli stati delle loro entrate. Se un'entrata non invertitrice (+) è più alta della relativa entrata invertitrice, l'uscita del comparatore è alta e viceversa.

Le entrate invertitrici di tutti i comparatori sono collegate insieme e pilotate dal segnale d'entrata. Le entrate non invertitrici sono tensioni di soglia determinate dal partitore di tensione composto dai resistori da R1 a R16; i valori del partitore sono basati sui desiderati incrementi del livello di potenza. Poiché le entrate dei comparatori non devono essere più alte o più basse della tensione di alimentazione, il circuito d'entrata forma un rapporto di 5:1 e le soglie corrispondenti sono ridotte in modo simile. Quando l'uscita di ciascun comparatore si commuta dallo stato alto allo stato basso, il relativo transistore conduce, facendo accendere il LED.

Ciascun LED richiede circa da 20 mA a 40 mA, mentre i comparatori possono assorbire solo 2 mA; perciò devono essere usati i transistori con resistori in serie (da R17 a R27) per limitare la corrente dei LED. Se si desidera una maggiore luminosità, i resistori in serie possono essere scelti con un valore ridotto a 22  $\Omega$ .

L'alimentatore è un complesso convenzionale trasformatore-diodo-filtro con uno stabilizzatore di tensione (IC4) per fornire 5 V; il condensatore C2 viene usato per la soppressione dei transienti.

**Costruzione** - Il circuito dello strumento può essere montato su una basetta perforata, oppure può essere usato un circuito stampato (*fig. 2*). Si noti che i LED non sono montati sulla basetta circuitale, ma sono collegati alle giuste piste di rame del circuito stampato mediante pezzi di filo isolato.

Prima di installare i comparatori (IC1, IC2, IC3) si costruisca e si provi l'alimentatore, tenendo presente che il trasformatore non è montato sulla basetta circuitale. Si installino IC3 e il LED da 1/16 W (LED 11). Si colleghi il terminale positivo di una delle entrate dello strumento (BP1 o BP3) alla linea di 5 V c.c. e si colleghino gli altri terminali di entrata a massa. Quando viene data tensione, LED11 dovrebbe accendersi; in caso contrario, può darsi sia stato collegato alla rovescia. Si interrompa la tensione al circuito e si installino gli altri due circuiti integrati e gli altri LED, tenendo presente che i fili per i LED devono essere abbastanza lunghi per arrivare al pannello frontale della scatola scelta.

Con una delle entrate positive dello strumento collegata all'alimentazione di 5 V, dovrebbero accendersi i quattro LED che indicano i valori più bassi (-12 dB, -9 dB, -6 dB, -3 dB). Con entrambe le entrate positive collegate ai 5 V, dovrebbero accendersi i sei LED che indicano i valori più bassi (-12 dB, -9 dB, -6 dB, -3 dB, 0 dB, 3 dB). Questa prova indica se il circuito funziona regolarmente. Se si vuole, facendo riferimento alla *Tab. 2* che dà i valori di tensioni di soglia ideali (anche se è ammessa una tolleranza del 5%), si possono controllare le tensioni di soglia.

La precisione del sistema è in relazione diretta con il rapporto del partitore d'entrata e con i livelli di tensione delle rispettive soglie. Con resistori al 5%, il sistema ha una

precisione assoluta del 5%. Come R1 può essere usato un potenziometro per la calibratura; in questo modo è possibile correggere la regolazione del partitore d'entrata per la tensione di riferimento di soglia dell'alimentatore e disporre qualsiasi soglia specifica al suo esatto valore. Per calibrare lo strumen-

per confrontare i rendimenti di vari altoparlanti.

Si colleghino i terminali d'entrata ai capi delle uscite dell'amplificatore, rispettando le polarità. Se un gruppo di terminali viene invertito, i LED indicheranno la differenza di potenza fornita a ciascun canale. In questo

TABELLA 1 TENSIONI PER I LIVELLI DI POTENZA SCELTI			
Potenza	Tensione	Tensione	Tensione
(W)	(Ai capi di 4 $\Omega$ )	(Ai capi di 8 $\Omega$ )	(Ai capi di 16 $\Omega$ )
1/16	0,5	0,707	1,00
1/8	0,707	1,00	1,41
1/4	1,00	1,41	2,00
1/2	1,41	2,00	2,83
1	2,00	2,83	4,00
2	2,83	4,00	5,66
4	4,00	5,66	8,00
8	5,66	8,00	11,3
16	8,00	11,3	16,0
32	11,3	16,0	22,6
64	16,0	22,6	32,0

TABELLA 2 TENSIONI DI SOGLIA IDEALI		
IC	Piedino	Tensione
1	7	4,395
1	5	3,070
1	11	2,133
1	9	1,470
2	7	1,001
2	5	0,670
2	11	0,436
2	9	0,270
3	7	0,153
3	5	0,070
3	11	0,011

to con un potenziometro per R1, si regoli il potenziometro finché la tensione al piedino 7 di IC2 sia esattamente di 1,001 V. Tutte le altre soglie dovrebbero avere allora una precisione del 2,5% o migliore.

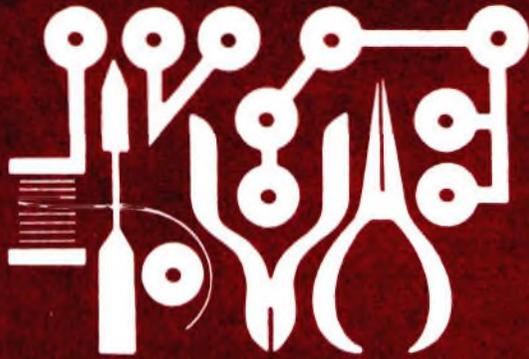
Se non si è soddisfatti di una precisione del 5% (o persino del 2,5%) si tenga presente che questo è uno strumento di potenza che indica l'uscita continuamente variabile di un sistema audio e inoltre che non è uno strumento da laboratorio.

**Uso dello strumento** - Oltre che per indicare l'uscita istantanea di un amplificatore, lo strumento può anche segnalare il bilanciamento dei canali e il responso dei controlli delle note alte e basse; potrà anche servire come misuratore d'uscita per registrazione e

modo è possibile usare lo strumento come indicatore del bilanciamento dei canali e/o della separazione dei canali.

Nella prova del responso delle note basse, lo strumento indicherà l'entità di amplificazione o di taglio fornita dal controllo dei bassi. Per la prova del controllo delle note alte, all'amplificatore deve essere applicata una sola frequenza e ciò perché la maggior parte della potenza si trova nelle frequenze più basse, mentre la presenza di frequenze più alte nella prova dei bassi non è significativa.

I rendimenti relativi di altoparlanti possono essere controllati collegando lo strumento all'uscita dell'amplificatore e misurando la potenza d'uscita necessaria per fornire un certo livello standard d'ascolto. ★



## l'angolo dello sperimentatore

# SINTETIZZATORI DI STRUMENTI A PERCUSSIONE

Chiunque si sia interessato di musica elettronica ed abbia maneggiato parecchi circuiti basilari, si sarà convinto che i circuiti di intonazione sono di gran lunga i più difficili ma anche i più divertenti. Naturalmente, possono essere molto complessi da realizzare, ma si è poi ampiamente ricompensati dal successo della sintesi elettronica della singolare intonazione o timbro di un particolare strumento musicale.

Gli strumenti a percussione sono tra i più semplici da simulare ed è facile entrare nel campo della musica elettronica realizzando un sintetizzatore a percussione. Tra gli strumenti a percussione vi sono la campana, il gong, i piatti, il triangolo, lo xilofono, il tamburello e il tamburo, per cui un sintetizzatore a percussione avrà molti usi.

Chi intende dedicarsi a ciò, dovrà innanzitutto studiare le forme d'onda prodotte dallo strumento che si deve sintetizzare. Chi non si è mai interessato alla musica elettronica, avrà sicuramente una sorpresa. I normali strumenti musicali producono alcune straordinarie forme d'onda e, per peggiorare ancora le cose, l'ampiezza (intensità del segnale) della forma d'onda durante i primi 100 ms è generalmente irregolare e spesso unica. Per esempio, il violoncello ha un tempo di salita lento e d'ampiezza graduale, mentre la tuba ha un rapido tempo di salita che si presenta sotto la forma di una punta di alta ampiezza seguita dal rimanente inviluppo del suono. Se si desidera avere maggiori informazioni sugli inviluppi sonori di questi e di altri strumenti, non a percussione, si può fare riferimento all'articolo "Imitazione degli strumenti musicali con suoni sintetici" comparso nel numero di Dicembre 1976

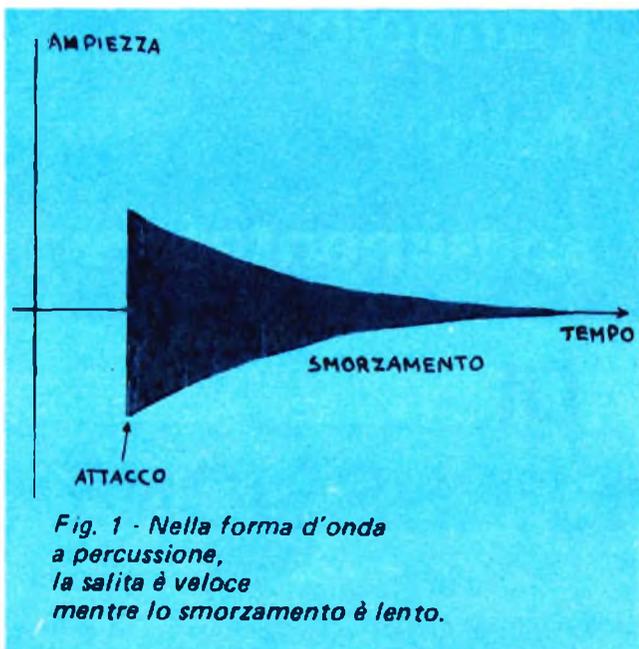
della nostra rivista.

Gli strumenti a percussione, invece, producono un inviluppo sonoro piuttosto regolare; nella *fig. 1* è riportata una versione alquanto semplificata della forma d'onda prodotta da un tipico strumento a percussione. Come si può notare, la forma d'onda consiste in un forte attacco con rapido tempo di salita seguito da un graduale smorzamento. Nel caso di una campana, l'attacco è costituito dal suono iniziale di grande ampiezza prodotto quando la campana viene colpita dal suo battaglio; lo smorzamento è costituito dal suono vibrante che rappresenta la naturale frequenza di risonanza della campana.

Dopo aver definito le relazioni tra frequenza e ampiezza dei suoni che devono essere simulati, si può cominciare a progettare un circuito. Fortunatamente il compito è abbastanza facile, perché il suono vibrante, cioè l'effetto che si vuole simulare, è un problema comune e persino fastidioso in molti circuiti elettronici.

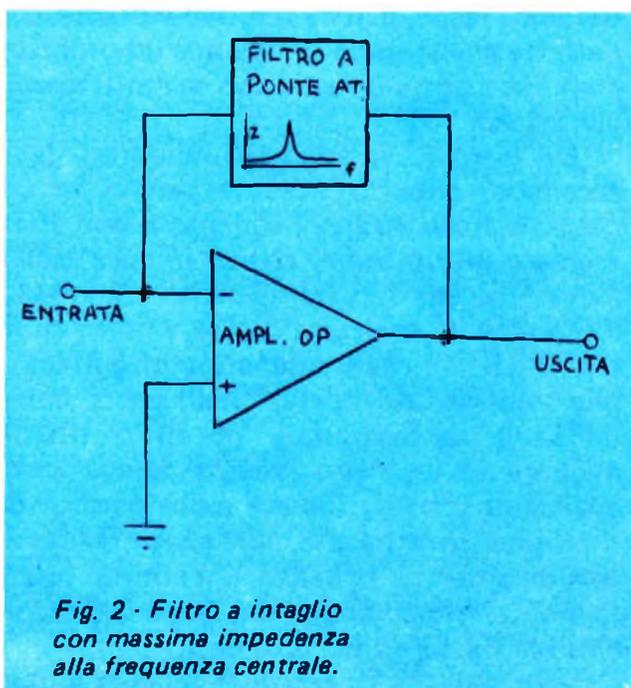
Un filtro attivo ad intaglio rappresenta un eccellente circuito vibrante perché ha una naturale frequenza di risonanza e può essere regolato ad un punto critico in cui l'oscillazione può essere esternamente stimolata e internamente smorzata. Come è noto, un filtro attivo impiega transistori, o meglio uno o più amplificatori operazionali, per simulare un filtro convenzionale. Un filtro attivo è migliore di un filtro passivo perché ha un guadagno interno (invece delle perdite dei filtri passivi) e perché può essere realizzato con un'altissima impedenza d'entrata (qualità molto desiderabile) e una bassa impedenza d'uscita (fattore anch'esso positivo).

Nella *fig. 2* è riportato lo schema a bloc-



chi di un tipico filtro ad intaglio attivo nel quale viene impiegato un solo amplificatore operazionale e nella *fig. 3* è mostrato il circuito funzionante. L'azione di filtraggio avviene nella rete a doppio T formata da R1 e R2 e dai relativi componenti. Il filtro a intaglio a doppio T, conosciuto già da qualche tempo, viene spesso usato per bloccare il ronzio a 50 Hz in amplificatori e in altri circuiti. L'amplificatore operazionale fornisce il guadagno di compensazione e può essere collegato a circuiti esterni.

Volendo, si può far funzionare il circuito così come si presenta, collegando semplicemente un altoparlante miniatura all'uscita



per mezzo di un trasformatore adattatore con primario da 1.000  $\Omega$  e secondario da 8  $\Omega$ ; si avranno però i migliori risultati collegando il circuito ad un amplificatore audio esterno.

Ecco come funziona il circuito: il potenziometro viene regolato in modo che il filtro cominci appena ad oscillare e poi la manopola viene portata indietro finché l'oscillazione cessa. Dopo aver fatto questa regolazione, un piccolissimo segnale d'entrata sul piedino 2 dell'amplificatore operazionale simulerà un attacco oscillante seguito da un graduale smorzamento dell'oscillazione. Per applicare un segnale d'entrata basta toccare con un dito la piastra al tocco che può essere costituita da un pezzo di filo nudo per collegamenti. L'amplificatore operazionale di precisione, tipo LM308, ha una tipica resistenza d'entrata di 40 M $\Omega$  e accetta anche la piccola tensione di rumore data dal corpo umano.

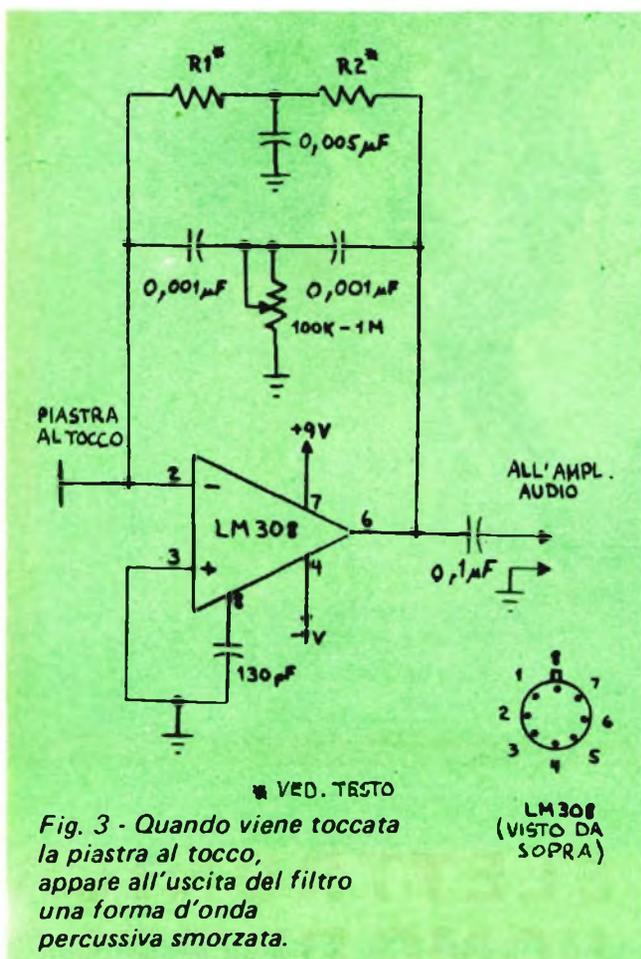
L'andamento della frequenza del circuito è molto simile a quello riportato nella *fig. 1*; come risultato si ottiene un simulatore di percussione molto efficace e realistico. Per avere i migliori risultati, si dovranno probabilmente effettuare parecchie regolazioni del potenziometro. Se il circuito continua ad oscillare senza smorzamento, si ritorni indietro con il potenziometro stesso.

Se si adotta per R1 e R2 un valore di circa 100 k $\Omega$ , il circuito produce un suono di campana molto realistico quando si tocca appena il piedino 2. Si può variare la frequenza di risonanza per simulare molti altri strumenti a percussione cambiando i valori di R1 e R2. Naturalmente, per ottenere la migliore intonazione di ciascuno strumento, si dovrà regolare il potenziometro; si provino i valori indicati qui di seguito per ottenere gli effetti specificati.

#### STRUMENTO VALORI DI R1 e R2

Triangolo	33 k $\Omega$
Piccola campana	47 k $\Omega$
Campana media	150 k $\Omega$
Grande campana	470 k $\Omega$
Tamburo	1 M $\Omega$

Una stretta gamma d'accordo concorrerà a regolare il circuito per l'intonazione ottima, per cui è desiderabile usare per il potenziometro il valore più basso possibile; se 100 k $\Omega$  non sono sufficienti, si usino valori fino a 1 M $\Omega$ .



In questo circuito possono essere impiegati vari tipi di amplificatori operazionali, ma alcuni di essi potrebbero non rispondere ad un segnale d'entrata al tocco. In questo caso, si colleghi semplicemente un resistore del valore di poche migliaia di ohm tra il positivo dell'alimentazione e il piedino 2 dell'amplificatore operazionale attraverso un interruttore a pulsante normalmente aperto. Si preme poi il pulsante per suonare la campana, colpire il tamburo e così via. Per un effetto a "dindon" si inserisca un piccolo condensatore (da  $0,001 \mu\text{F}$  circa) al posto del resistore. Premendo il pulsante, si ottiene un brusco "din" e rilasciandolo si sente un risonante "don". Questo impianto costituisce un ottimo campanello per porta.

Infine, se dopo aver realizzato questo progetto introduttivo ci si sente portati per la musica elettronica, si provi a costruire un completo sintetizzatore a percussione usando parecchi filtri regolati per simulare vari strumenti. Si può persino costruire un realistico xilofono impiegando un filtro distinto per ciascuna nota. ★

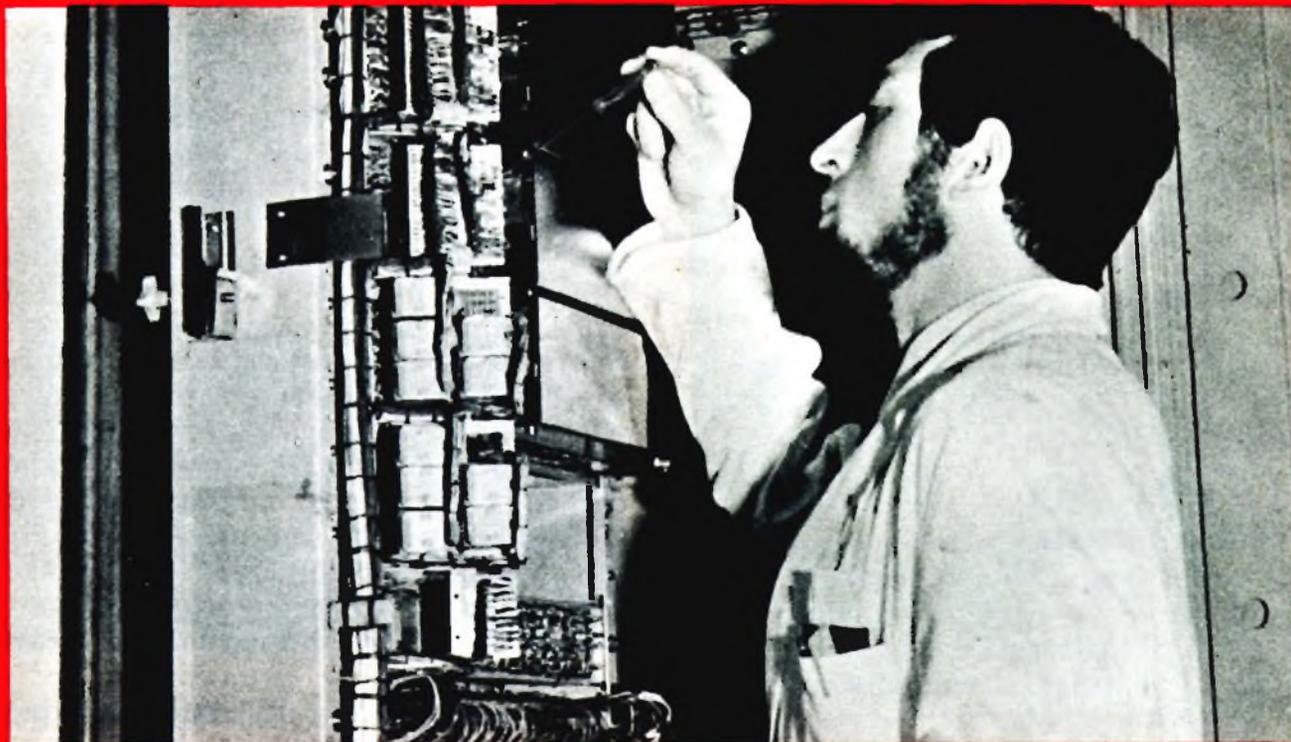
## COME ABBASSARE L'USCITA DI UN ALIMENTATORE

Se volete abbassare a 12 V c.c. l'uscita di un alimentatore da 24 V c.c. - 1 A, in modo da poter alimentare in casa un giranastro per auto e un ricetrasmittitore mobile CB, esistono tre semplici soluzioni.

Anzitutto, si potrebbe inserire un diodo zener da 12 V tra l'uscita a 24 V c.c. e il filo a +12 V c.c. del giranastro. Tuttavia, con

1 A massimo, occorrerebbe un diodo zener con una dissipazione di 12 W. Si potrebbero collegare in parallelo due diodi zener appaiati da 12 V, 10 W, senonché i diodi zener di alta potenza possono essere costosi. In alternativa, potrebbero essere usati un diodo zener di bassa potenza da 12 V, un resistore limitatore ed un transistor di transito.

Una soluzione più economica consiste nell'usare un IC stabilizzatore da 12 V; il piedino d'entrata deve essere collegato al +24 V, il piedino d'uscita al terminale +12 V del giranastro e l'involucro dello stabilizzatore deve essere munito di un adeguato dissipatore di calore e collegato ad entrambe le masse. Tuttavia, considerate le limitazioni dell'alimentatore in oggetto, può essere ottenuto solo 1 A massimo a 12 V. Molti giranastri e ricetrasmittitori assorbono circa 1,5 A; ottenere maggiore corrente d'uscita significherebbe modificare il trasformatore dell'alimentatore e il circuito incorporato di stabilizzazione. ★



## 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

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

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



# PREAMPLIFICATORE EPICURE

## MOD. QUATTRO



Il modello Quattro della Epicure ha un aspetto insolito per un preamplificatore Hi-Fi. Il pannello ed il mobiletto sono di colore nero satinato ed i bordi del pannello sono accentuati da strisce di legno in noce. Tutti i controlli disposti sul pannello frontale sono potenziometri di tipo a slitta o commutatori a pulsante.

Le dimensioni dell'apparecchio sono di 46,5 x 24 x 14 cm ed il suo peso è di 4 kg.

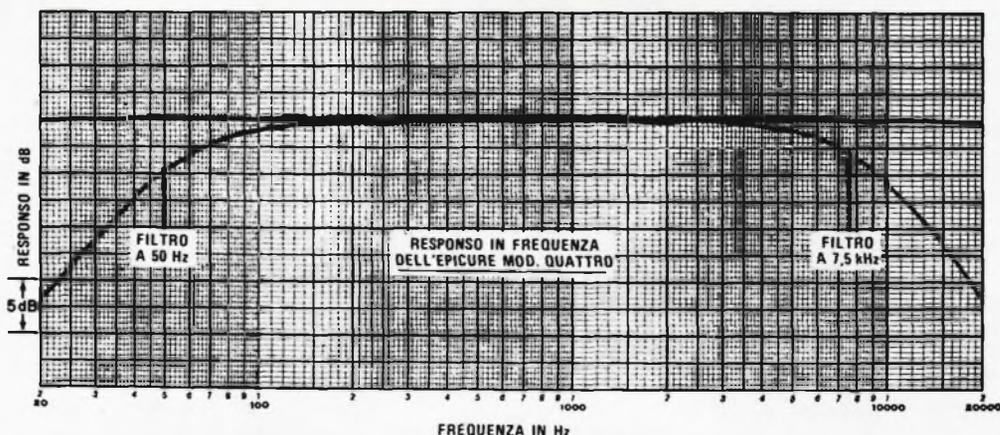
**Descrizione generale** - I potenziometri verticali a slitta per i controlli dei bassi e degli alti, ciascuno dei quali svolge un paio di controlli, sono situati a sinistra del pannello frontale. Le loro posizioni centrali, indicate come PIATTE, sono leggermente a scatto. Sul lato destro del pannello si trovano i due controlli di VOLUME e quello di bilanciamento dei canali.

Tutti gli altri controlli sul pannello frontale sono commutatori a pulsante sistemati in gruppi funzionali. Il gruppo dei controlli dei FILTRI e del TONO comprende commutatori per i filtri taglia-basso e taglia-alto da 50 Hz e 7.500 Hz, che hanno pendenze caratteristiche di 12 dB per ottava. I circuiti di controllo di tono possono essere completamente esclusi dal sistema, premendo il pulsante BYPASS. Alternativamente, le fre-

quenze di rovesciamento e le massime frequenze di esaltazione-taglio possono essere alterate da un pulsante marcato 9 dB/18 dB.

Sotto il primo gruppo di pulsanti vi sono i quattro controlli per registratore a nastro, anch'essi commutatori a pulsante. Possono essere collegati e controllati dal preamplificatore due registratori a nastro. La riproduzione da entrambi i registratori può essere seguita premendo il corrispondente pulsante TAPE MONITOR. Inoltre, la riproduzione di un registratore può essere immessa nel nastro dell'altro registratore mediante i pulsanti TAPE COPY, permettendo all'utente di seguire contemporaneamente entrambi i registratori.

I pulsanti SORGENTE di PROGRAMMA (posti alla destra dei controlli per i registratori a nastro) servono per scegliere le entrate dal NASTRO 1, NASTRO 2, FONO 1, FONO 2, AUSILIARIA o SINTONIZZATORE. Dopo questi pulsanti si trova l'interruttore generale. Quando viene data tensione, la parola "Epicure" sul pannello frontale si illumina. L'ultimo gruppo di commutatori è costituito dai selettori di modo di programma, i quali offrono la scelta tra funzionamento STEREO, Stereo inverso, MONO (sinistro + destro) e fra entrata sinistra o destra che appaiono in entrambi i canali.



Oltre ai vari jack di entrata e di uscita, sulla parte posteriore del preamplificatore vi sono quattro piccole manopole di controllo, che servono per regolare la sensibilità fono per ciascun canale di entrata fono su una gamma di circa 7 dB. Questi controlli consentono l'accordo dei livelli di riproduzione da due differenti cartucce e permettono il bilanciamento di qualsiasi differenza di livello tra i due canali di ciascuna cartuccia. Due di sei prese accessorie nella parte posteriore sono commutate.

Le caratteristiche del preamplificatore sono del tutto rispondenti a quelle dichiarate e consentono prestazioni in accordo con gli ultimi ritrovati della tecnica. Il responso in frequenza viene specificato pari a  $\pm 0,25$  dB da 20 Hz a 20 kHz attraverso l'entrata fono e da 10 Hz a 100 kHz attraverso le entrate ad alto livello. Gli spostamenti di fase a 20 kHz sono di 2 gradi attraverso l'entrata a basso livello e di 5 gradi attraverso le entrate ad alto livello; il livello di rumore viene specificato migliore di 100 dB sotto l'entrata fono di 10 mV o di 1 V d'entrata ad alto livello.

Anche se l'uscita specificata è di 2,5 V, la massima uscita disponibile è superiore a 5 V. Il sovraccarico d'entrata fono viene dichiarato di 150 mV, mentre la distorsione armonica totale (THD) dello 0,05% o meno nella gamma audio fino ad un'uscita di 2,5 V. Viene indicata persino la capacità d'entrata: 37 pF per il fono e 47 pF per le parti d'entrata ad alto livello.

Un relé a ritardo di tempo, con una pausa di 2,5 s, consente all'amplificatore di potenza di stabilizzarsi prima che le uscite del preamplificatore siano attivate.

**Misure di laboratorio** - Come era prevedibile dalle caratteristiche pubblicate, la misu-

ra delle prestazioni del preamplificatore ha messo a dura prova le capacità dei più perfezionati strumenti di prova. A 2,5 V d'uscita, la THD era dello 0,03% a 20 Hz, dello 0,016% a 1.000 Hz e dello 0,042% a 20 kHz. Tuttavia, le misure della THD comprendono rumore e ronzio che, bassi come sono, diventano comparabili a livelli di componenti armoniche di bassissimo valore ed influiscono sulla lettura dello strumento. Inoltre, a 20 Hz, la distorsione residua del generatore di prova era dello 0,02% e perciò la maggior parte della distorsione misurata era presente nel segnale d'entrata.

Con l'aiuto dell'analizzatore di spettro Hewlett-Packard modello 3580A, si è determinato che la distorsione effettiva presente a 20 Hz ed a 1.000 Hz era il residuo del generatore di segnali rispettivamente di 0,02% e 0,0025%. La distorsione alle frequenze alte misurata a 15 kHz in modo che potesse essere compresa la terza armonica nella gamma di 50.000 Hz dell'analizzatore di spettro era dello 0,025%. L'uscita veniva tosata a 8 V ma persino con 7 V d'uscita la distorsione non aumentava oltre i punti del livello di uscita di 2,5 V, salvo a 20 kHz dove era dello 0,14% con 7 V d'uscita.

La distorsione per intermodulazione (IM) oscillava dallo 0,006% allo 0,007% tra 1 V e 2,5 V d'uscita. Era soltanto 0,02% a 7 V. A basse uscite, saliva leggermente allo 0,09% con 80 mV.

Al massimo guadagno, un'entrata ad alto livello di 0,1 V produceva un'uscita di riferimento di 1 V. La misura di rumore a larga banda, che comprendeva una certa ricezione da stazioni locali di radiodiffusione, era 64,5 dB sotto 1 V. Con il carico, il rumore d'uscita era sotto la soglia minima di misura di 100  $\mu$ V, ovvero migliore di 80 dB sotto 1 V. Le misure attraverso le entrate fono erano

identiche alle misure ad alto livello segnale-umore. L'analizzatore di spettro ha rivelato che il ronzio di rete attraverso le entrate fono (caricate con una cartuccia magnetica) era 65 dB sotto 1 V. Al massimo guadagno, il ronzio era 84 dB sotto 1 V.

La sensibilità fono con 1 V d'uscita era tra 0,65 mV e 1,5 mV, secondo le posizioni dei controlli di sensibilità fono. Le corrispondenti entrate di sovraccarico erano di 85 mV e 190 mV. La modulazione incrociata tra i due canali era 70 dB sotto a 1.000 Hz.

Il responso in frequenza, come specificato, era piatto entro  $\pm 0,25$  dB da 20 Hz a 20 kHz attraverso le entrate ad alto livello e fono. L'equalizzazione fono non veniva virtualmente influenzata dall'induttanza della cartuccia, con meno di 1 dB di variazione fino a 17 kHz. Attraverso le entrate ad alto livello, il responso in frequenza era piatto fino al limite inferiore di 5 Hz del generatore di segnali, era sotto 1 dB a 58 kHz e sotto 3 dB a 110 kHz. La velocità di funzionamento del preamplificatore, specificata come  $4,8$  V/ $\mu$ s, era di circa  $5$  V/ $\mu$ s, rendendo la distorsione IM transiente molto improbabile.

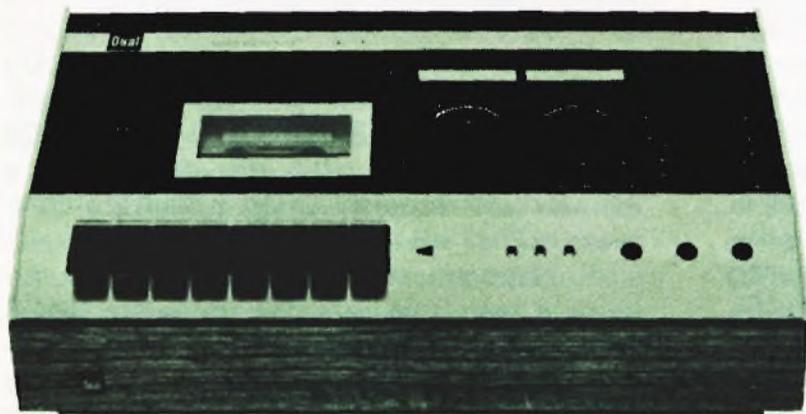
A seconda della posizione dei controlli di tono, le frequenze di discesa potevano essere variate da circa 40 Hz a 350 Hz nella gamma

dei bassi e da 1.500 Hz a 3.000 Hz nella gamma degli alti. I filtri avevano un responso di 3 dB sotto a 65 Hz e 6.500 Hz.

**Commenti d'uso** - Le prove d'ascolto generalmente non sono conclusive quando si tratta di un'apparecchiatura elettronica dalle prestazioni pressoché ideali come il modello Quattro. Normalmente, poiché non ci si può aspettare di udire nessuna colorazione da uno strumento virtualmente esente da distorsione, qualsiasi anomalia udibile può essere attribuita a cause esterne. Tenendo presente quanto sopra, si è collegato il preamplificatore al corrispondente amplificatore di potenza modello Uno della Epicure e si sono ascoltati programmi sia fono sia da sintonizzatori MF.

Durante le prove si è constatata una chiarezza tale che persino i programmi MF sembrava suonassero meglio attraverso i componenti Epicure.

Oltre ad essere un ottimo apparato, il modello Quattro è anche costruito in modo robusto. In esso viene impiegato un trasformatore d'alimentazione avvolto a toroide per ridurre al minimo i campi esterni di ronzio; l'apparecchio dispone inoltre di tre alimentazioni distinte stabilizzate. ★



## REGISTRATORE A CASSETTE DUAL DELUXE

Il nome Dual, da lungo tempo associato a giradischi, appare ora su un registratore stereo a cassette deluxe. Questo registratore bidirezionale è stato progettato per registrare e riprodurre in entrambe le direzioni, senza che l'utente debba rovesciare la cassetta a metà corsa: l'operazione di inversione è automatica durante la riproduzione e il regi-

stratore può essere predisposto per ripetere indefinitivamente.

Per il trasporto a motore singolo viene usato il medesimo motore che aziona il giradischi modello 1229Q della stessa ditta. Un pesante volano filtra le pulsazioni della coppia motore che potrebbero provocare flutter e due cinghie distinte fanno ruotare il perno

di trascinamento e quelli del nastro. I controlli di funzionamento disposti a tastiera possono essere premuti in qualsiasi sequenza senza rischio di danneggiare il nastro.

Il registratore ha la base rifinita in noce; le sue dimensioni sono di 42 x 30 x 11,5 cm e il peso è di 7 kg.

**Descrizione generica** - Il registratore è basicamente orizzontale con caricamento dall'alto. Tuttavia, si può anche far funzionare verticalmente usando gli appositi piedini di montaggio forniti con l'apparecchio. Premendo il tasto EJECT, il coperchio della cassetta si apre lentamente; questo coperchio mantiene la cassetta sotto una leggera pressione per evitare che possa cadere quando il registratore funziona verticalmente.

E' previsto un commutatore per ottimizzare sia la polarizzazione sia l'equalizzazione per nastri STD (ossido di ferro) e CrO<sub>2</sub> (biossido di cromo). Normalmente, questo commutatore si lascia in posizione STD anche se può essere manualmente spostato nella posizione CrO<sub>2</sub> in qualsiasi momento; se una cassetta CrO<sub>2</sub> ha la giusta intaccatura sul bordo, il commutatore si porterà automaticamente in posizione CrO<sub>2</sub> quando la cassetta stessa viene inserita.

I controlli a tastiera di pianoforte appaiono convenzionali, ma sono più numerosi del solito. Le funzioni dei tasti sono: STOP, CONT PLAY (il solo che si aggancia meccanicamente e che deve essere premuto una seconda volta per sganciarlo), RECORD (contrassegnato con una sbarra rossa), velocità normale ed alta in entrambe le direzioni, e PAUSE. Frece rosse illuminate indicano la direzione di spostamento del nastro. Piccole lampadine spia segnalano livelli momentanei di registrazione che superano +3 dB, la posizione di RECORD ed il funzionamento DOLBY. Vi sono anche un jack per cuffia adatto per cuffie a bassa impedenza da 8 Ω a 16 Ω e due jack da 6 mm per microfoni dinamici di impedenza da bassa a media. Non vi è un interruttore generale; per accendere il registratore, basta premere uno dei tasti di funzionamento. Il registratore viene spento completamente quando il nastro finisce o quando viene premuto il tasto STOP.

Due strumenti di livello illuminati, che possono essere lasciati in piano oppure angolati verso l'alto di circa 30° per una migliore visibilità di fronte al registratore, sono calibrati da -20 dB a 0 dB in nero per i normali

livelli di funzionamento ed in rosso da 0 a +5 dB per livelli più alti. Il simbolo Dolby è posto sulle scale degli strumenti nel punto a +3 dB, che corrisponde alla normale calibratura Dolby di 200 nanoweber/metro (il sistema interno di calibratura del registratore produce, con la sua nota di prova, un'indicazione di riproduzione di 0 dB). Gli strumenti sono costruiti per avere il responso balistico di un vero misuratore d'uscita.

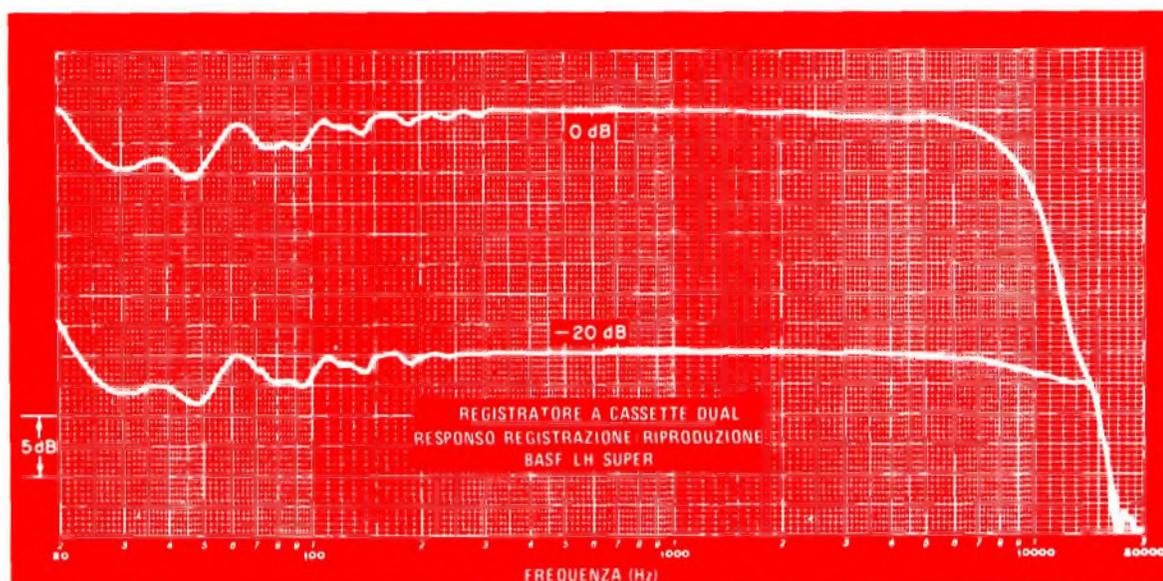
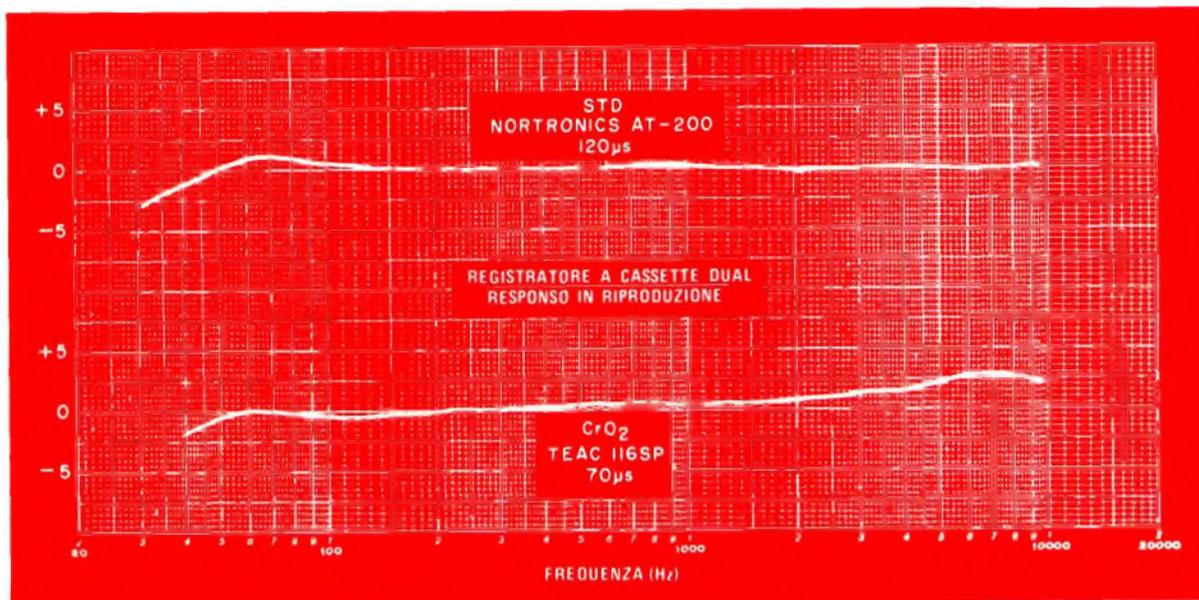
Quattro piccoli pulsanti neri davanti agli strumenti servono per la registrazione MONO (mettendo in parallelo i due canali), per il controllo automatico di livello (ALC), per inserire e disinserire i circuiti Dolby e per iniettare una nota di prova per la calibratura del sistema Dolby. Quattro controlli a cacciavite sopra il registratore sono previsti per eseguire regolazioni di calibratura, separatamente per ciascun canale e per i nastri STD e CrO<sub>2</sub>.

Per regolare i livelli di registrazione vengono usati controlli del tipo a slitta. La riproduzione dal registratore è ad un livello fisso. Nella parte posteriore vi sono jack fono per le entrate e le uscite di LINEA ed uno zoccolo DIN. Quando un microfono viene inserito in uno dei jack per microfono, la corrispondente entrata di linea viene esclusa e sostituita dal microfono.

**Misure di laboratorio** - Si è misurato il responso in frequenza in riproduzione del registratore usando un nastro Nortronics AT200 per l'equalizzazione STD (120 μs) e un nastro Teac 116SP per l'equalizzazione CrO<sub>2</sub> (70 μs). Il responso STD è risultato compreso fra +1,5 dB e -3 dB da 31,5 Hz a 10.000 Hz (molto piatto, ±0,5 dB, da 100 Hz a 10 kHz). Il responso CrO<sub>2</sub> è risultato compreso tra +3 dB e -2 dB da 40 Hz a 10 kHz.

Il responso totale registrazione/riproduzione è stato misurato con un nastro BASF LH Super (per il quale il registratore era polarizzato) e con un nastro TDK KR per la polarizzazione CrO<sub>2</sub>. Ad un livello di -20 dB entrambi i nastri davano essenzialmente lo stesso responso, entro ±2,5 dB da 20 Hz a 14 kHz. Il responso utile si estendeva fino alle frequenze audio più basse: raggiungeva infatti un massimo a 20 Hz. Il responso era lo stesso in entrambe le direzioni del movimento del nastro.

Sul registratore sono stati provati parecchi altri nastri di alta qualità all'ossido di ferro ed al ferrocromo, e si sono riscontrate



piccole differenze tra loro. Per esempio, i nastri TDK ED e SA davano quasi esattamente gli stessi risultati dei nastri BASF LH e TDK KR (l'uscita dal nastro SA era di circa 3 dB maggiore). Il nastro Maxell UDXL dava un responso straordinariamente piatto alle frequenze alte, piatto quasi come una riga fin oltre 15 kHz prima di scendere, mentre lo Scotch Classic, un nastro al ferrocromo, dava un leggero picco a 15 kHz. Tutti i nastri erano entro la tolleranza di  $\pm 2,5$  dB del registratore per tutta la gamma di frequenze specificata.

In riproduzione, un normale nastro di livello Dolby produceva un'indicazione di +4 dB sullo strumento (1 dB oltre il segno Dolby sulla scala dello strumento). Il funzionamento dei circuiti Dolby, tra le caratteristiche di registrazione e di riproduzione, era eccellente a -20 dB ed a -30 dB, con meno di

1 dB di variazione nel responso in frequenza quando i circuiti Dolby venivano inseriti e disinseriti.

Per registrare ad un livello di 0 dB, era necessaria un'entrata di 70 mV di linea e di 0,2 mV di microfono. La risultante uscita in riproduzione era di 0,78 V con nastro CrO<sub>2</sub> e di 0,85 V con nastro STD, corrispondenti ad indicazioni sullo strumento di +0,5 dB e di +1,5 dB.

La distorsione armonica totale (THD) in riproduzione ad un livello di 0 dB era dell'1,3%. Per raggiungere il normale livello di riferimento THD del 3%, il livello d'entrata doveva essere elevato a +7,5 dB con nastro STD ed a +5,5 dB con nastro CrO<sub>2</sub>. Il rapporto segnale/rumore, riferito al livello del 3%, era di 54,5 dB con entrambi i nastri. Con il sistema Dolby inserito, il rapporto segnale/rumore è risultato ottimo: di 67,5 dB

con nastri normali e di 66 dB con nastri CrO<sub>2</sub>. Il livello di rumore aumentava di 11 dB attraverso le entrate per microfono, ma l'aumento nelle posizioni normali era minimo.

L'indicatore di picco cominciava ad accendersi a +2 dB. Come dichiarato, la balistica degli strumenti era pari a quella dei misuratori d'uscita professionali. Gli strumenti indicavano 100% dei loro valori di riposo con impulsi sonori di 0,3 s.

Quando il commutatore ALC viene premuto, i normali controlli di guadagno vengono disinseriti. Il guadagno viene rapidamente ridotto quando un segnale appare all'entrata del registratore ed aumenta molto gradualmente quando il livello scende. E' impossibile forzare lo strumento a deflettere oltre il segno di +3 dB, anche momentaneamente, usando il controllo ALC. Per la maggior parte del tempo, gli indici stanno ben al di sotto del punto 0 dB. A causa di ciò, è impossibile con il tasto ALC fare una registrazione distorta, ma la compressione udibile ed il "re-

spiro" quando il guadagno cambia rendono questa caratteristica usabile solo per registrazioni a voce.

La velocità di funzionamento del trasporto era entro lo 0,1% del valore nominale (4,7 cm/s) ed il flutter era insolitamente basso; i risultati erano identici in entrambe le direzioni del movimento del nastro. Le alte velocità erano veramente tali: una cassetta C60 passava da un'estremità all'altra in soli 49 s.

**Commenti d'uso** - Nelle sue funzioni base di registrazione e di riproduzione, questo registratore è alla pari con i migliori registratori a cassette del momento; in più, offre la possibilità di registrare e riprodurre in entrambe le direzioni.

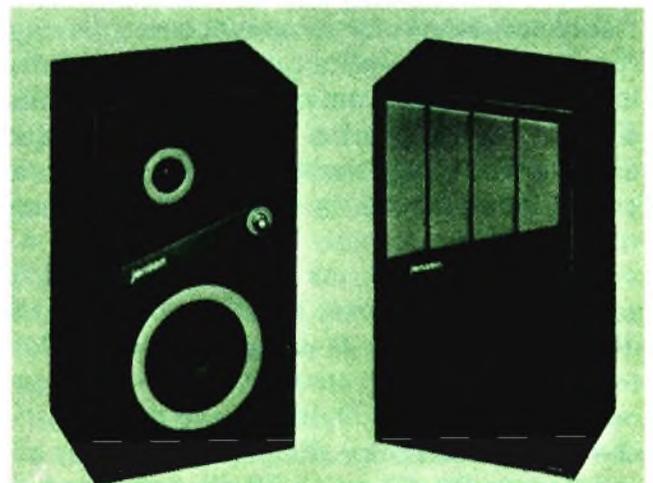
Ha alcune peculiari caratteristiche di funzionamento che l'utente deve imparare. Per esempio, per evitare cancellazione accidentale di materiale già registrato, in registrazione il rovesciamento del nastro deve essere iniziato manualmente. La linguetta di sicu-

# SISTEMA DI ALTOPARLANTI JENSEN OPC 21

La ditta Jensen ha progettato una serie di sistemi d'altoparlanti, di linea nuova ed elegante, provvisti di ciò che essa definiva "Concetto di prestazioni ottime" o, in breve, OPC. Secondo la Jensen, i sistemi d'altoparlanti OPC possono sopportare una potenza superiore rispetto ai precedenti sistemi di dimensioni paragonabili. Il sistema d'altoparlanti di costo più basso della serie è il modello a due vie OPC 21; ha le dimensioni di

46,5 x 28 x 21 cm e pesa solamente 6,4 kg, il che lo qualifica come un vero sistema d'altoparlanti "da scaffale".

Il mobile è ricoperto di materiale vinilico color legno con una griglia di plastica perforata di colori contrastanti chiari e marrone scuro. Attraverso la griglia, vi è una striscia diagonale di plastica translucida marrone dietro la quale è sistemata una manopola per il controllo di livello del tweeter; a questa manopola si accede sollevando la striscia di



rezza sulla cassetta, che deve essere generalmente asportata per proteggere i lati della cassetta stessa contro registrazioni indesiderate, blocca la funzione di registrazione in entrambe le direzioni; lo stesso avviene se viene rimossa una sola linguetta. Quindi, entrambe le linguette devono essere presenti sulla cassetta per ottenere la funzione di registrazione.

Il rovesciamento automatico del movimento del nastro in riproduzione rappresenta una grande comodità, specialmente con una cassetta il cui programma continua nel lato successivo, ma questa caratteristica non si può bloccare. Perciò, se non si desidera riprodurre l'altro lato di una cassetta, occorre spegnere il registratore. L'azione di rovesciamento è così dolce e rapida che si può anche non avvertire se non si presta la massima attenzione. La caratteristica di polarizzazione automatica del nastro, anch'essa molto comoda, dipende dal fatto che la cassetta abbia o no il bordo posteriore intaccato (per i nastri CrO<sub>2</sub>). La maggior parte delle

cassette ha questa intaccatura, mentre molti tipi vecchi ne sono privi.

I controlli di trasporto funzionano molto dolcemente e in modo positivo. I tasti non rimangono bloccati, perciò dalle luci spia molto visibili si può osservare il modo di funzionamento e la direzione del movimento del nastro. Data la vicinanza dei tasti tra loro e la mancanza di un'indicazione visiva tra gli stessi, è consigliabile osservare i tasti quando questi vengono azionati. D'altra parte, si può anche andare direttamente da una velocità e da una direzione a qualsiasi altra velocità e direzione senza dover prima azionare il tasto STOP. La ricerca veloce di un programma viene effettuata premendo contemporaneamente il tasto STOP e quello di movimento veloce. Il nastro si ferma istantaneamente quando il tasto di movimento veloce viene rilasciato. Il rumore ed il flutter bassi del registratore sono eccellenti, il che, unito all'eccellente versatilità di funzionamento, rende il registratore a cassette Dual degno di considerazione per gli audiofili più esigenti. ★

plastica.

Tutta la griglia può essere tolta per osservare un woofer da 20,3 cm con bordo di plastica flessibile e un tweeter da 7 cm del tipo a cono; un anello di spugna plastica che circonda il tweeter ha lo scopo di spianare il responso. Incassati nella parte posteriore del mobile vi sono connettori isolati a molla per il collegamento al cavo proveniente dall'amplificatore.

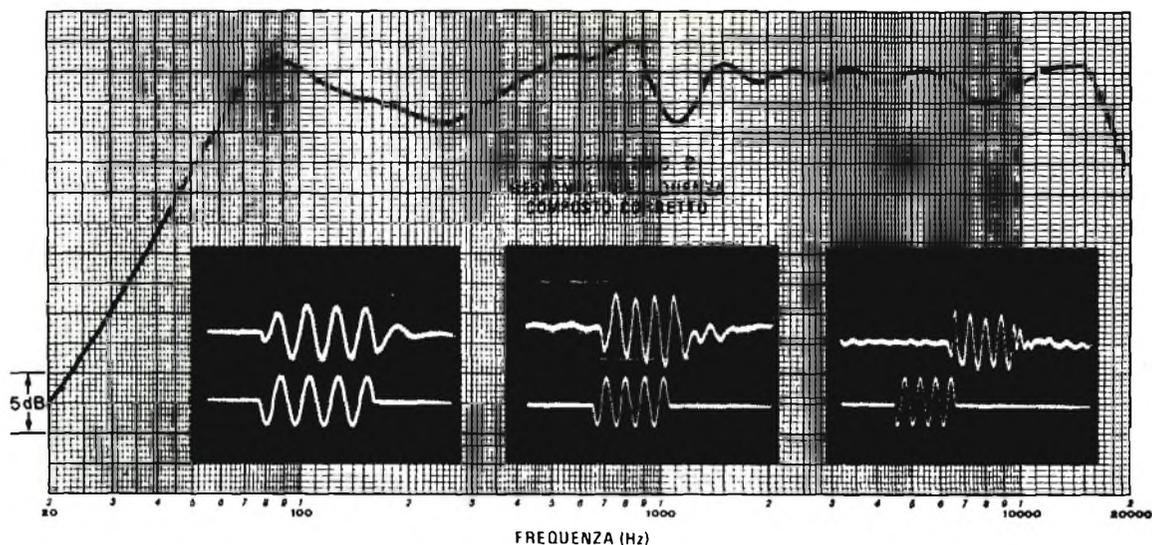
**Misure di laboratorio** - Il responso in frequenza del sistema d'altoparlanti al di sopra dei 1.500 Hz era eccezionalmente piano, variando di soli  $\pm 1,5$  dB fino a 16 kHz. È stata riscontrata una certa irregolarità nella curva di responso a circa 1.000 Hz, con una variazione di circa  $\pm 3$  dB nell'ottava da 750 Hz a 1.500 Hz. Alle frequenze più basse, l'uscita scendeva leggermente con un minimo a 250 Hz, saliva poi ad un massimo a 85 Hz e poi, abbassando la frequenza, scendeva con l'andamento di 12 dB per ottava.

Il controllo di livello delle frequenze alte poteva escludere completamente il tweeter; il suo effetto cominciava a circa 2.000 Hz che probabilmente è la frequenza d'incrocio tra il tweeter e il woofer. Date le dimensioni

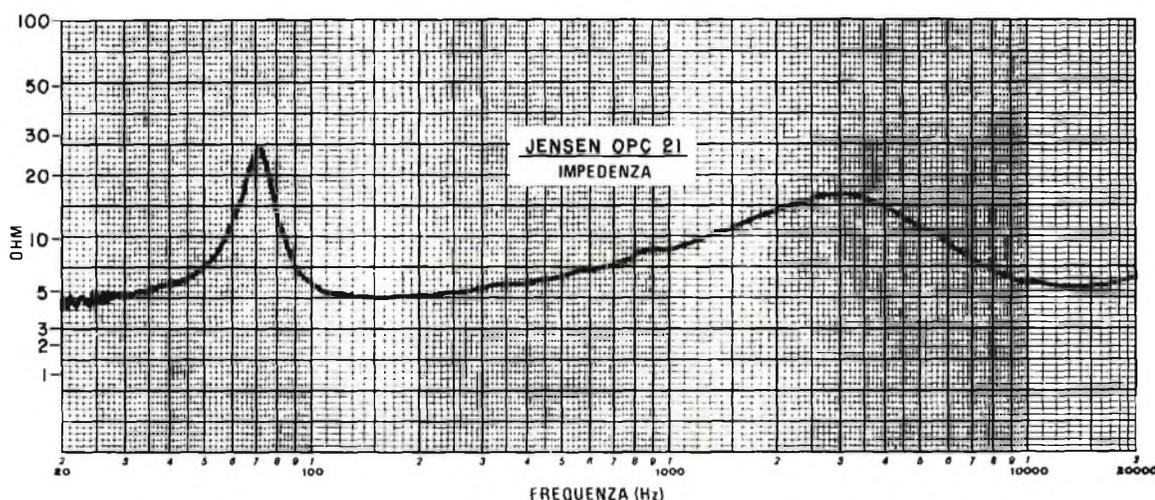
e il costo, il sistema d'altoparlanti presenta caratteristiche di distorsione ai bassi molto buone. Da 100 Hz fino a 55 Hz, con un livello di pilotaggio di 1 W, la distorsione armonica totale (THD) era inferiore all'1%; saliva alle frequenze più basse: 5% a 40 Hz e 7,5% a 35 Hz. Con un'entrata di 10 W, la distorsione era circa 2,5% nella gamma 80 ÷ 100 Hz, aumentava all'8% a 50 Hz e al 14,5% a 35 Hz. Si è misurata anche la distorsione con il livello di pilotaggio regolato per mantenere un livello di pressione sonora (SPL) costante di 90 dB alla distanza di 1 m dal sistema d'altoparlanti; tale distorsione era simile alla curva di pilotaggio di 1 W fino a 70 Hz; da questo punto saliva più rapidamente alle frequenze più basse: 2,1% a 60 Hz e 6,6% a 50 Hz.

L'impedenza del sistema era appena inferiore a 5  $\Omega$  a 20 Hz e nella gamma da 100 Hz a 200 Hz; era compresa tra 5  $\Omega$  e 16  $\Omega$  da 200 Hz a 20 kHz. Al picco di risonanza bassa di 73 Hz, l'impedenza raggiungeva un massimo di circa 28  $\Omega$ .

Come in molti sistemi d'altoparlanti a sospensione acustica, il rendimento del modello OPC 21 era veramente basso. Con la potenza d'entrata di 1 W nelle frequenze medie, il livello di pressione sonora alla distanza



*I responsi agli impulsi sonori sono dati per 100 Hz, 800 Hz e 5.000 Hz (da sinistra a destra).*



di 1 m è stato misurato in 89 dB. Il responso agli impulsi sonori era generalmente buono, con solo un moderato transiente all'inizio e alla fine di ciascun impulso e senza sovraoscillazione sostenuta.

**Commenti d'uso** - Nella prova d'ascolto condotta confrontando suoni veri e registrati, il sistema d'altoparlanti si è comportato in modo ammirevole. Era evidente fin dall'inizio che il suo suono era essenzialmente musicale e ben bilanciato. Le frequenze estreme, al di sopra dei 10 kHz, dove molti sistemi d'altoparlanti difettano, erano forti e producevano la necessaria vitalità nei suoni. L'irregolarità alle frequenze medie poteva essere avvertita come una leggera colorazione che non è stato possibile eliminare completamente con un adatto equalizzatore di banda d'ottava. Tale irregolarità tuttavia poteva essere notata solo durante il confronto con il suono originale.

Ascoltando vari materiali programmatici, si è rimasti favorevolmente impressionati dal-

la dolcezza e dal bilanciamento del sistema. Infatti, l'OPC 21 è un sistema d'altoparlanti "peso-piuma" che, per quanto riguarda la qualità sonora, entra nella categoria dei "pesi-medi"; naturalmente, non ci si può aspettare che un sistema d'altoparlanti delle dimensioni e prezzo dell'OPC 21 riproduca bassi profondi e potenti. Tuttavia, riducendo leggermente il livello del tweeter, il bilanciamento può essere regolato per evitare un suono "sottile".

Anche se il modello OPC 21 non ha un fusibile di protezione e non vengono fornite raccomandazioni circa la potenza, è presumibile che esso possa essere usato con successo e sicurezza con qualsiasi ricevitore o amplificatore di potenza in grado di fornire una potenza d'uscita fino a circa 40 W per canale; tuttavia, se si prevede di adottare potenze maggiori, è consigliabile l'uso di fusibili.

Il modello OPC 21 è tra i più "ascoltabili" sistemi d'altoparlanti di piccole dimensioni. ★

# LA REGISTRAZIONE STEREO CON UN REGISTRATORE A 4 CANALI

La registrazione di programmi musicali dal vivo costituisce un'impresa ricca di soddisfazione per un appassionato delle registrazioni stereofoniche a nastro. Tuttavia, la cosa non è così semplice come potrebbe sembrare, poiché per avere una buona registrazione stereofonica è necessario impiegare una buona tecnica di incisione.

Questi "trucchi del mestiere" hanno una influenza determinante sulla qualità della registrazione finale. Nel presente articolo vengono descritti alcuni metodi messi a punto per l'esecuzione di registrazioni dal vivo che si avvalgono di un registratore a quattro canali seguito da uno stadio miscelatore stereofonico e che consentono di esaltare le qualità del suono.

**La disposizione dei microfoni** - Il primo problema da risolvere è la sistemazione dei microfoni; è estremamente importante scegliere la posizione giusta di questi in modo da evitare che nasca un "buco nel mezzo" (questa situazione si verifica durante la riproduzione di programmi stereofonici, quando si ha l'impressione che le sorgenti siano localizzate a sinistra e a destra, ma non vi sia nulla al centro). Un tempo si cercava di ovviare a questo inconveniente ricorrendo ad un sistema di ripresa composto da tre microfoni; attualmente però, grazie ai registratori a quattro tracce, è possibile colmare quel

**SUGGERIMENTI  
CIRCA LA  
DISPOSIZIONE DEI  
MICROFONI ED  
IL MESSAGGIO  
PER OTTENERE  
REGISTRAZIONI  
STEREOFONICHE  
MIGLIORI**

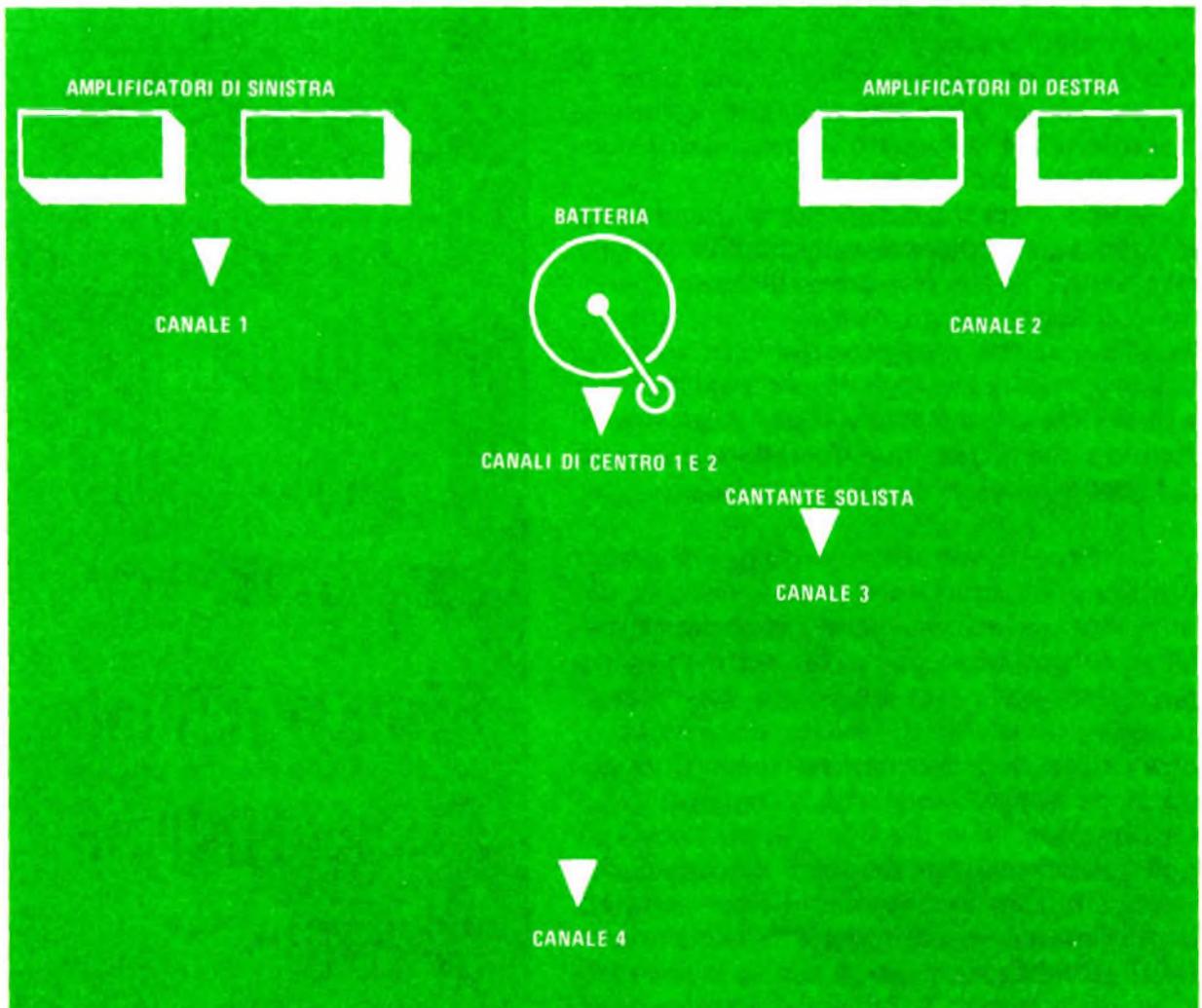
vuoto senza introdurre l'incertezza direzionale che invece si ottiene con l'uso di tre microfoni e di registratori a due tracce. In pratica, avendo a disposizione un registratore a quattro tracce, è piú conveniente ricorrere alla tecnica di ripresa che si avvale di tre microfoni abbinata al sistema adottato in studio di incidere separatamente alcune sorgenti di segnali.

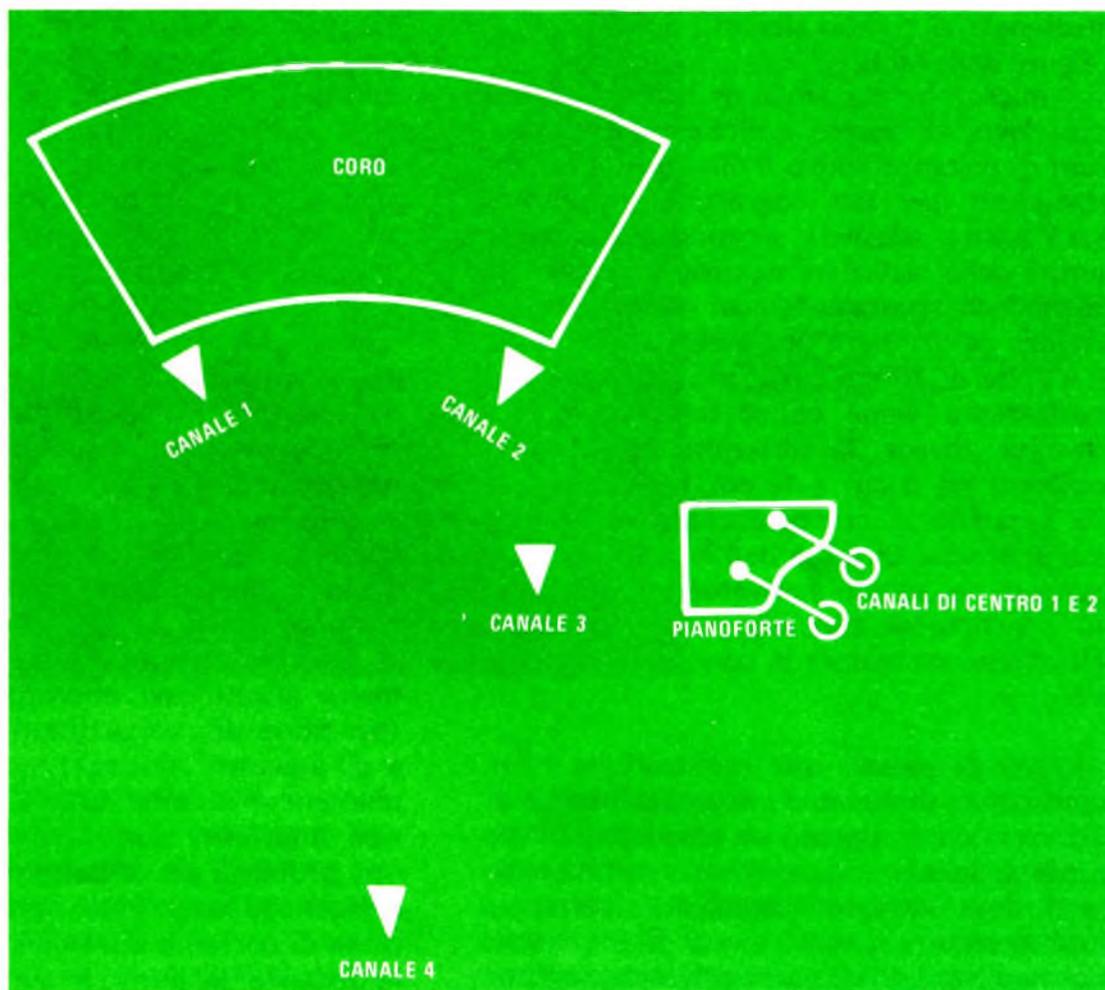
Nella *fig. 1* è disegnata la disposizione tipica da adottare quando si deve registrare un complesso musicale. I canali 1 e 2 sono adibiti, rispettivamente, all'incisione del canale sinistro e del canale destro. Il suono della batteria viene ripreso al di sopra della testa del batterista e davanti al tamburo basso; i segnali prodotti da questi due microfoni vengono missati e trasferiti sui canali 1 e 2 come sorgente "centrale" (ripresa singola di una sorgente sonora mediante microfono). Il segnale vocale del solista è inciso sul canale 3, mentre sul canale 4 è inciso un segnale che è

generato mediante un microfono posto ad una distanza compresa fra 5 m e 9 m; tale distanza produce un ritardo di  $15 \div 30$  ms, che costituisce probabilmente il tempo ideale di riverberazione per ottenere la migliore chiarezza sonora durante la riproduzione. Tutti i microfoni, fatta eccezione per quello assegnato al solista, hanno un diagramma direzionale del tipo a cardioide, e dovrebbero essere tutti trasduttori di alta qualità in grado di ricevere segnali sonori di forte intensità trasformandoli in segnali elettrici affetti da una minima distorsione.

Nella *fig. 2* è illustrata quale tecnica di ripresa mediante microfoni occorre adottare durante la registrazione di canti corali. Il segnale acustico proveniente dal pianoforte è riprodotto sia sul canale sinistro sia su quello destro, ed i microfoni sono collocati entrambi ad una distanza di almeno 30 cm dagli strumenti a corda. I segnali elettrici generati da questi vengono missati sul canale 1 e sul

*Fig. 1 - Disposizione tipica per registrare un complesso musicale.*





*Fig. 2 - Le tecniche di ripresa con microfoni per registrare un coro comprendono un pianoforte a destra.*

canale 2 come sorgente di centro e sorgente di destra. I solisti vengono riprodotti sul canale 3, mentre il canale 4 è adibito ancora una volta al segnale generato dal microfono distante.

La riproduzione musicale che si ottiene durante la fase di ascolto, adoperando, rispettivamente, il canale 1 ed il canale 2 come canale sinistro e canale destro, il canale 3 come canale centrale, ed il canale 4 come canale posteriore, risulta essere una replica molto veritiera del suono originale.

Si osservi come si sia fatto ricorso alla tecnica di ripresa che si avvale di tre microfoni, con l'aggiunta favorevole del fatto che il solista (o i solisti) risulta separato dagli strumenti ed in chiara posizione centrale, indipendentemente dalla posizione assunta dall'ascoltatore. Il suono ritardato proveniente dal canale 4 contribuisce a creare una pienezza del suono che non potrebbe essere altrimenti conseguita, mentre la presenza di un

ritardo fa sí che alcuni dettagli sonori normalmente mascherati risultino udibili. Negli studi di registrazione vengono adoperate linee di ritardo elettroniche o elettromeccaniche per creare il medesimo effetto.

Il numero ideale di microfoni è generalmente pari a sei in totale, in modo da poter riprodurre i segnali sinistro, destro, centrale e posteriore, e lasciando due microfoni per la ripresa individuale degli strumenti. Nella fase iniziale del messaggio di registrazioni eseguite dal vivo su tracce multiple è d'obbligo l'uso di cuffie di ascolto in grado di assicurare un buon isolamento acustico. E' anche consigliabile impiegare un microfono omnidirezionale di alta qualità per il cantante principale. Questo tipo di microfono raccoglie il suono proveniente dagli strumenti circostanti, colmando così "il buco nel centro". In secondo luogo, un microfono omnidirezionale di buona qualità è generalmente più insensibile di un microfono a cardioide uni-

direzionale ai rumori sibilanti dovuti al movimento delle labbra.

Il microfono che riprende il canto del solista dovrebbe essere collocato ad almeno 5 cm di distanza dietro il microfono dell'annunciatore (per tale operazione può essere usato nastro adesivo), in modo da ridurre l'entità delle variazioni del livello del segnale dovute agli spostamenti del microfono. La distanza dei cantanti può essere a volte nulla ed a volte di 10 cm circa; se il microfono di registrazione viene collocato in posizione arretrata, invece, la variazione risultante è compresa fra 5 cm e 15 cm, rendendo così più semplice la compensazione. In questo caso si sfrutta la legge dell'inverso del quadrato, di modo che aumentando la distanza più prossima si addolciscono le variazioni della pressione sonora in corrispondenza del microfono.

**Prima di passare alla registrazione** - Per organizzare i preparativi prima che inizi l'esecuzione occorre almeno un'ora; a prescindere infatti dalla propria efficienza, capita sempre di dover cercare le prese della corrente, di dover ridurre il rumore, ecc. È importante controllare il livello di registrazione approfittando delle prove che il complesso esegue in via preliminare. Si effettui una registrazione di prova di questi suoni e poi, quando vi è un po' di silenzio, si ascolti ciò che è stato inciso, ponendo attenzione al bilanciamento fra gli strumenti, ai segnali generati dai microfoni (per vedere se vi sono tutti), ecc. Queste prove naturalmente non assicurano che tutto sia in perfetta regola, poiché l'acustica dell'ambiente di ascolto è soggetta ancora a cambiare quando la sala sarà piena di gente, ma comunque si è già in grado di eseguire una regolazione abbastanza buona che richiederà solamente piccole correzioni in seguito.

Non risulta sempre possibile eseguire regolazioni preliminari del livello durante la registrazione di cori, comunque è molto più facile controllare il bilanciamento mediante le cuffie durante l'esecuzione di quanto non accada nel caso dei complessi rock. È opportuno accertarsi che il direttore del coro sia a conoscenza del fatto che si intende fare una registrazione, in modo da ottenere il permesso per disporre i propri strumenti prima della serata in cui si svolge l'esecuzione musicale.

Se è possibile, si cerchi di esaminare il

luogo in cui verrà effettuata la registrazione prima del giorno in cui si terrà l'esecuzione musicale, e si veda di fare uno schizzo della pianta e della disposizione degli strumenti e dei solisti da riprendere: con questa informazione è più facile predisporre la disposizione dei microfoni. Naturalmente, le testine magnetiche del registratore devono essere pulite e demagnetizzate prima dell'esecuzione musicale, i nastri magnetici già incisi dovranno essere del tutto cancellati, a meno che non si usi nastro nuovo per effettuare la registrazione. Questo è molto importante, specialmente nel caso in cui si utilizzi un nastro magnetico ad alto livello ed a basso rumore, per evitare che le incisioni precedenti eseguite sul nastro possano "saltar fuori" ed essere udibili nel sottofondo.

Sarà inoltre opportuno tenere a portata di mano alcuni cavi microfonici di prolunga (per porre una certa distanza fra l'operatore e gli esecutori musicali), nastro adesivo (per mantenere insieme tutti i cavi in modo da non interferire con i movimenti) ed infine una prolunga per la corrente, molto robusta e piuttosto lunga (può infatti accadere che la presa di corrente più vicina si trovi a notevole distanza dal punto in cui saranno collocati gli strumenti).

**Il missaggio** - Quando la registrazione è stata portata a termine, è molto probabile che gli amici degli esecutori musicali desiderino copie di questa per poterle ascoltare con i propri registratori stereofonici. A questo punto interviene l'operazione di missaggio, che serve proprio a combinare le quattro tracce originali ed a reregistrare il tutto per ottenere un suono stereofonico.

Se si porrà una certa cura nell'effettuare tale operazione, si può ottenere un risultato ancor più chiaro e piacevole di quello conseguibile partendo da una registrazione originale su due canali. Volendo, si possono eliminare i tempi morti fra le diverse canzoni, oppure cambiare l'ordine di queste. L'apparecchio migliore da usare per effettuare il missaggio è costituito da un miscelatore microfonico dotato di ingressi di linea. Chi non possiede un simile apparecchio, può costruire un miscelatore passivo utilizzando sei resistori a basso rumore da  $33\text{ k}\Omega$ , una scatola contenitrice e sei prese a jack di linea (fig. 3).

I problemi che sorgono durante il missaggio sono costituiti essenzialmente dal fatto che la riproduzione finale viene eseguita me-

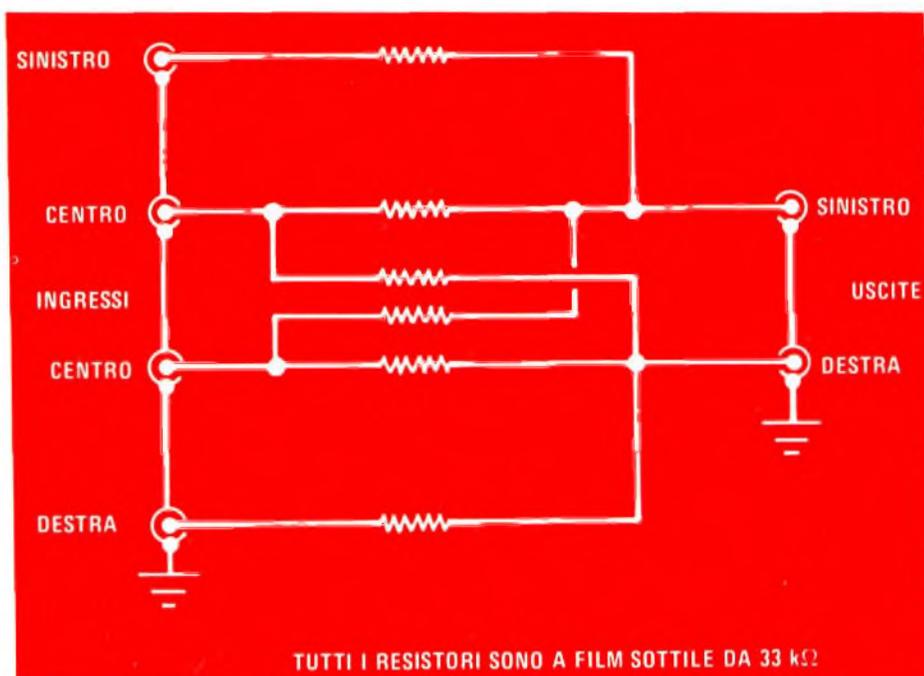


Fig. 3 - Un miscelatore passivo utilizza sei resistori da 33 k $\Omega$ , una scatola per il montaggio e sei jack di linea.

dianete un'apparecchiatura che non si conosce e che può presentare una risposta in frequenza limitata, un campo di dinamica esiguo, ecc. Quando una registrazione ad alta fedeltà viene riprodotta mediante un apparecchio stereofonico di scarsa qualità, è molto probabile che gli strumenti in sottofondo scompaiano del tutto, sopraffatti dai prodotti di distorsione dello strumento predominante. Due case discografiche americane devono gran parte della loro fortuna al fatto di aver realizzato dischi che fornivano un suono molto buono sia quando venivano riprodotti mediante il migliore degli apparecchi sia quando erano riprodotti con un qualunque ricevitore MA. E' utile conoscere alcune tecniche fondamentali adottate da tali ditte e che sono riportate qui di seguito.

Prima di tutto, bisogna diminuire l'escursione del volume; è molto diverso avere quattro canali a livelli medi di volume che salgono ad un valore di picco oppure avere due canali che salgono ad un valore di picco, pertanto è necessario compensare questa differenza.

In secondo luogo, è piú conveniente utilizzare due sistemi di altoparlanti, scegliendone due dotati di buone caratteristiche per effettuare le prime regolazioni del volume, mentre gli altri due possono essere costituiti da altoparlanti economici per auto. La necessità di mantenere il volume a livelli costanti diviene evidente quando si utilizza la seconda coppia di altoparlanti. E' molto con-

veniente bilanciare il volume globale con quello della voce del cantante conduttore. Si riduca il livello del segnale prodotto dal complesso e si innalzi quello prodotto dal cantante durante le parti cantate, e quindi si innalzi nuovamente il livello del segnale prodotto dal complesso durante i passaggi strumentali. Non è necessario introdurre una variazione notevole; molto spesso è sufficiente effettuare una correzione di 3 dB per mantenere il livello sonoro entro i limiti ottimali. Il quarto canale può venire attenuato fortemente durante la maggior parte del missaggio ed essere innalzato solamente durante i passaggi strumentali.

In terzo luogo, si usino due cuffie con bilanciamento sinistra-destra sicuro, in modo che l'informazione relativa al centro risulti veramente centrata. Per effettuare questa regolazione è piú importante fidarsi del proprio udito che degli strumenti indicatori.

**Conclusioni** - L'esperienza costituisce veramente la migliore maestra dei metodi di missaggio. Seguendo questi suggerimenti, non è necessario aspettare a lungo per essere in grado di realizzare missaggi ottenendo registrazioni a due canali migliori di quelle registrate direttamente. Naturalmente, si è sempre in grado di restituire vita all'esecuzione musicale, ogni volta che lo si desidera, ricorrendo alla registrazione originale a quattro tracce. ★

# TERRE ELETTRICHE PER LE APPARECCHIATURE ELETTRONICHE

## Gli apparecchi ad alta frequenza funzionano meglio usando buone tecniche di messa a terra

Molti dei problemi che comunemente incontra chi usa apparecchiature di alta frequenza, e in particolare quelle per radiocomunicazioni, possono essere risolti adottando una buona terra a bassa resistenza. Per esempio, una giusta messa a terra può risolvere il problema della bassa sensibilità (supponendo che l'apparato abbia un'alta sensibilità), della generazione di armoniche, degli effetti di modulazione incrociata e della rivelazione di segnali indesiderati.

In genere, le tubature per l'acqua costituiscono il sistema piú facilmente accessibile in qualsiasi località per una vera terra di bassa resistenza. Non si faccia affidamento, come terra, sul conduttore di "terra" di un impianto elettrico a tre fili; molto spesso, infatti, il conduttore di "terra" in realtà non è altro che la linea "comune" dell'impianto.

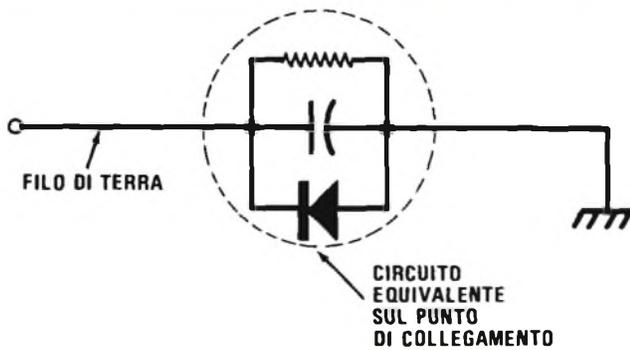
In questo articolo verranno descritti i metodi per effettuare una buona connessione elettrica-meccanica ad una terra esistente ed accessibile, si parlerà del procedimento da seguire nei casi in cui non è accessibile un tubo dell'impianto dell'acqua fredda ed infine saranno trattati i problemi che si possono incontrare nell'effettuare la messa a terra.

**Collegamenti a terra** - Molti sistemi di ter-

ra risultano inefficienti a causa dei collegamenti non perfetti effettuati; com'è illustrato nella *fig. 1*, un collegamento a terra può presentare resistenza, capacità e rettificazione quando non è ben eseguito elettricamente e meccanicamente. Questo tipo di terra spesso deriva da un collegamento "sporco" le cui caratteristiche variano con il tempo, con la temperatura e con l'umidità. Anche l'effetto raddrizzatore è dovuto a "sporco" o ruggine non asportati prima di effettuare il collegamento.

Quasi certamente l'effetto raddrizzatore è causa di inconvenienti; può provocare infatti armoniche, effetti di modulazione incrociata e rivelazione di segnali indesiderati. Tipico esempio di tale problema si ha con un sintonizzatore stereo MF in cui si ha interferenza tra due differenti stazioni locali; se la stazione interferente appare in parecchi punti sulla scala, è probabile che il raddrizzatore di terra generi armoniche. Se l'interferenza si manifesta su tutta la scala, il raddrizzatore può rivelare il segnale locale e trasferirlo direttamente alla parte audio del sintonizzatore o del ricevitore.

Rimediare ad un collegamento a terra inefficiente è relativamente semplice; prima di tutto, ci si assicuri che il punto di collega-



*Fig. 1 - Circuito equivalente di un collegamento a terra poco efficiente che può causare numerosi problemi.*

mento sia pulito, fino al metallo nudo. Si asporti qualsiasi tipo di sporco o grasso e si usi tela smerigliata o paglia di ferro per eliminare la ruggine o altri ossidi, asciugando poi accuratamente la zona pulita.

Chi ha la fortuna di disporre di un impianto di acqua fredda con tubi di rame e possiede un saldatore di grande potenza, può avvolgere un pezzo di calza metallica (un pezzo di schermo tolto da un cavo coassiale, per esempio) intorno al collegamento e saldarlo. Si ricopra completamente con stagno la calza metallica e il punto di collegamento per avere una giunzione elettricamente e meccanicamente perfetta. L'operazione può essere resa più facile se è possibile chiudere l'acqua e svuotare il tubo per eliminare l'effetto di dissipazione del calore dell'acqua e rendere più facile la saldatura. Inoltre, non si tenti di effettuare la saldatura vicina ad una giuntura saldata nel tubo, ma si esegua la saldatura stessa distante almeno 30 cm dai punti di giunzione, per evitare la possibilità di perdite d'acqua quando questa viene di nuovo immessa nel tubo. Dopo aver effettuato la saldatura e aver collegato il filo di terra dell'apparato alla calza metallica, si ricoprono la calza metallica ed entrambe le saldature con sigillante al silicone o meglio ancora con gomma al silicone per rendere il tutto impermeabile all'umidità.

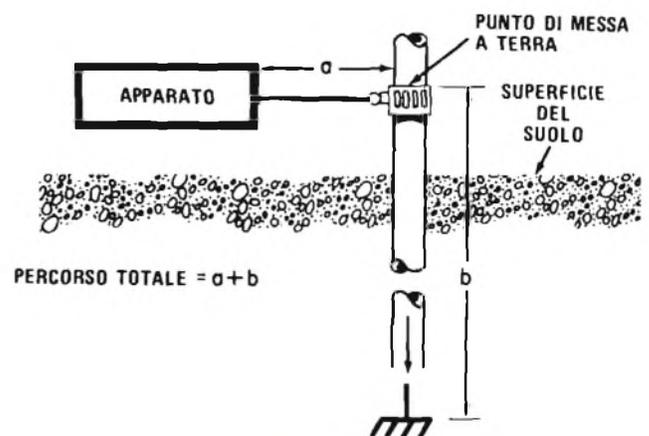
Se l'impianto non è fatto con tubi di rame ma, per esempio, con tubi di ferro galvanizzato, il sistema migliore per fare il collegamento è quello di ricorrere ad un morsetto di terra o ad una fascia per tubi con fessure che si ripiegano ai bordi per "mordere" nel metallo. Anche in questo caso si cominci con un punto di collegamento pulito e asciutto. Si montino il morsetto o la fascia,

stringendoli abbastanza per assicurare un buon contatto elettrico e meccanico. Si colleghi il filo di terra dell'apparecchio al morsetto od alla fascia e si renda il collegamento impermeabile all'umidità.

**Il problema della terra "perfetta"** - Anche una terra "perfetta" può essere fonte di inconvenienti e tale situazione si verifica quando l'apparato ad alta frequenza è distante dalla terra un multiplo dispari di un quarto di lunghezza d'onda. In questo caso, il numero dispari di quarti di lunghezza d'onda si comporta come un trasformatore con la conseguenza di un'alta impedenza verso terra. In simile situazione si provi a fare il collegamento a terra in un punto differente o si usi un filo di lunghezza diversa tra l'apparato e il collegamento a terra.

E' probabile che si debba fare qualche prova pratica per eliminare il problema del "numero dispari", ma ne varrà la pena se la difficoltà viene superata. Si tenga solo presente che il percorso totale tra l'apparato e la terra è dato, come si vede nella *fig. 2*, dalla lunghezza del filo più la lunghezza del tubo tra il punto di collegamento e la terra vera e propria.

**Dove non esiste un accesso** - Se si deve far funzionare l'apparato in una zona ove nessun tubo di acqua fredda fornisce un accesso a terra, si dovrà creare questa condizione: il modo più semplice consiste nel piantare in terra uno o più tondini o tubi metallici lunghi 1,8 m o 2,5 m ed effettuare



*Fig. 2 - La distanza totale dalla terra comprende quella che va dall'apparato al tubo e quella che va dal tubo alla terra vera e propria.*

i collegamenti. Un tondino solo può non essere sufficiente; in questo caso si dovranno piantare in terra tre o quattro tondini distanziati tra loro da 1 m a 2 m e collegarli insieme con filo di grossa sezione.

Generalmente andranno bene uno o parecchi pezzi di tondino o di tubo infissi nel terreno; se ciò non si verifica è perché la resistenza del suolo varia da una località all'altra. L'elenco che segue riporta i valori tipici di resistenza per vari tipi di suolo riferita alla resistenza di 1  $\Omega$  dell'acqua marina:

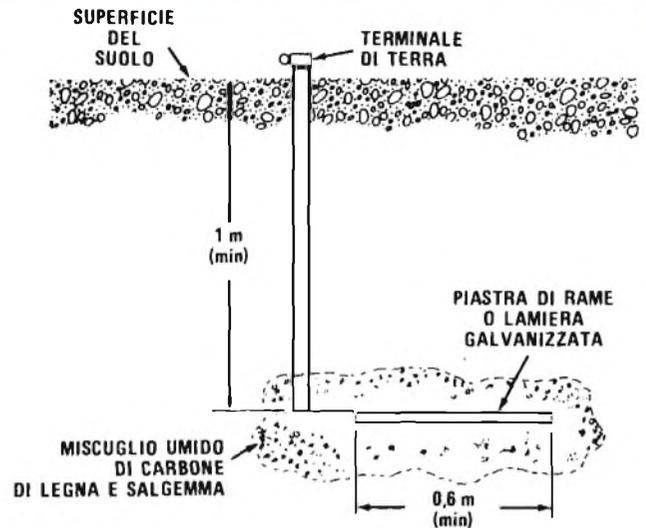
- suolo ricco, pianura 300  $\Omega$
- colline, boschi 750  $\Omega$
- suolo roccioso, secco, sabbioso 2.500  $\Omega$
- area industriale 5.000  $\Omega$

Se il suolo è povero, per ottenere una terra di bassa resistenza si dovrà tentare un altro sistema, che comporterà molto lavoro, giustificato però dal fatto che permetterà di risolvere tutti (o quasi) i problemi di terra. Il sistema consiste nel sotterrare pochi decimetri quadrati di lamiera di rame o di lamiera galvanizzata cui si collegano uno o più pezzi di tondino o di tubo.

Come regola generale, quanto più profondamente si sotterrerà la lamiera e/o quanto più grande sarà la sua area, tanto migliore sarà la terra. In pratica, si provi con una profondità di più di un metro e con una lamiera avente un'area di 40 dm<sup>2</sup>. Prima di interrare la lamiera, si rivesta il fondo della fossa con un miscuglio di carbone di legna e salgemma per uno spessore di circa 15 cm, innaffiando poi il miscuglio. Si colleghi quindi il tondino (o i tondini) alla lamiera e si cali questa nella fossa facendo seguire un altro strato di miscuglio carbone di legna-salgemma, innaffiando anche questa volta il miscuglio; si riempia infine la fossa con terra schiacciandola bene e si innaffi il suolo senza farlo diventare fangoso affinché il tutto si assesti ed assuma una buona conduttività. Per i particolari, si veda la fig. 3.

Dopo aver fatto il collegamento di terra al tondino, si innaffi periodicamente la zona per evitare che si secchi e per fare in modo che mantenga un buon contatto a bassa resistenza con la terra.

**Operazioni finali** - Ottenuto un buon punto di collegamento per l'accesso ad una terra a bassa resistenza, si deve prendere in considerazione l'apparato in relazione al luogo in cui deve funzionare. Quindi, la prima cosa da fare è sistemare l'impianto elettrico che cir-



*Fig. 3 - Particolari del metodo da seguire per fare una buona terra seppellendo una piastra metallica.*

conda l'apparato stesso.

Se esso è posto su un tavolo metallico, si colleghi a terra il tavolo; se il tavolo è di legno, si stenda un filo di terra intorno al piano o si inchiodi uno schermo metallico al lato inferiore del piano del tavolo e si colleghi lo schermo a terra. Se l'apparato funziona in un locale provvisto di tappeti, è buona pratica porre sotto il tappeto alcuni fili collegati a terra; si colleghino poi a terra con fili separati le parti metalliche esposte di impianti di illuminazione. Non si colleghino in serie gli infissi per collegarli a terra con un filo solo. Collegare a terra gli infissi di impianti di illuminazione è buona norma per evitare i disturbi causati da lampade fluorescenti. Infine, si colleghino a terra le incastellature di tutti i motori elettrici posti vicini abbastanza per causare disturbi. Anche in questo caso, si stenda un filo di terra distinto per ciascun motore.

Il modo più semplice per collegare a terra l'apparato è generalmente anche il migliore; se vari apparati sono vicini tra loro, andrà bene un solo filo collegato a ciascuno dei loro telai e poi al punto di terra.

Un ultimo consiglio: ottenuto il corretto funzionamento di tutto il complesso, si controlli periodicamente il sistema di terra per accertarsi che sia integro. In questo modo si potrà essere sicuri di ottenere il massimo dal sistema di terra per molti anni. ★

# L' AUDIO - ELETTRONICA OGGI

**PANORAMICA DEGLI ULTIMI SVILUPPI, COMPRESO L'AMPLIFICATORE IN CLASSE D, E DEI PASSI AVANTI COMPIUTI RECENTEMENTE IN QUESTO CAMPO IN DIVERSE DIREZIONI.**

**I ricevitori** - Un gran numero di case costruttrici, le cui vendite nel campo dei componenti audio sono costituite prevalentemente dai ricevitori, si è spinto ultimamente in altre direzioni, cercando di produrre tutti i tipi di componenti, a causa dell'interesse sempre maggiore dimostrato dagli acquirenti per i componenti cosiddetti "separati" (amplificatori basici di grande potenza, unità di preamplificazione e di controllo molto sofisticate, sintonizzatori di qualità elevatissima). Sono appena passati poco più di due anni da quando alcuni costruttori hanno infranto la barriera dei "100 W per canale"; oggi sembra che il livello della potenza di uscita al quale mira un numero crescente di costruttori sia costituito da 160 W per canale.

Il progetto dei più moderni ricevitori non tende però ad aumentare solamente la potenza di uscita; molti apparecchi sono dotati di circuiti per il controllo dei toni dalle caratteristiche sempre più sofisticate, simili a quelli che una volta potevano essere trovati soltanto nei preamplificatori separati, oppure nei modelli di amplificatori integrati più costosi. Si fa sempre più strada l'impiego di

un terzo circuito per la regolazione dei toni, che funziona nella banda delle frequenze intermedie (chiamato "controllo di presenza" durante i primi anni dell'alta fedeltà), adottato pure nei ricevitori di prezzo medio ed alto. Questi usano anche circuiti per la regolazione dei toni alti e bassi, con possibilità di scelta delle frequenze di taglio, aumentando in tal modo la propria versatilità e consentendo di sagomare opportunamente la curva di risposta in corrispondenza delle frequenze estreme, senza però influenzare in modo negativo la risposta alle frequenze intermedie. Rispettando i desideri dei puristi dell'alta fedeltà, che rabbriviscono davanti ai ricevitori equipaggiati con qualsiasi tipo di circuito per la regolazione dei toni, i ricevitori dotati di questi tipi più versatili di circuiti di regolazione possiedono anche commutatori che consentono di scavalcare completamente i comandi per il controllo dei toni.

Gli accessori aggiuntivi-più utili di natura elettrica od elettronica, progettati per essere usati con i componenti per alta fedeltà, sono eventualmente inglobati entro i componenti medesimi. Un esempio di ciò è rappresentato dal filtro passa-alto o passa-basso, nato come un accessorio sotto forma di "scatola nera", che oggi costituisce invece una parte integrante dei ricevitori moderni ed è visibile su quasi tutti i pannelli frontali.

L'ultima realizzazione nella categoria dei dispositivi addizionali è l'equalizzatore grafico, il quale rappresenta il non plus ultra degli apparecchi che servono per effettuare la compensazione tonale. Il suo principio di

funzionamento si basa sulla suddivisione dello spettro in un gran numero di bande (da cinque a ventiquattro) in modo da effettuare una regolazione fine della risposta in frequenza complessiva. Un costruttore ha incorporato un equalizzatore grafico dotato di cinque controlli a slitta in almeno tre ricevitori di medio prezzo da esso prodotti, eliminando in tal modo le tradizionali manopole rotative dei controlli dei bassi e degli alti.

Inoltre, prendendo a prestito altre caratteristiche avanzate tipiche dei componenti "separati", alcuni costruttori hanno aumentato il numero di strumenti indicatori della sintonia, usualmente pari a due nella maggior parte dei ricevitori, aggiungendo altri due strumenti il cui compito è solamente quello di misurare il valore medio od il valore istantaneo della potenza di uscita inviata verso gli altoparlanti che sono collegati. Gli strumenti indicatori della potenza montati nei ricevitori non sono altro che un nuovo mezzo per regolare visivamente il bilanciamento dei canali, costituendo anche una misura di sicurezza per evitare di sovraccaricare il sistema di altoparlanti, quando questo è caratterizzato da un valore della potenza massima d'ingresso inferiore a quello della potenza massima di uscita del ricevitore al quale esso è collegato.

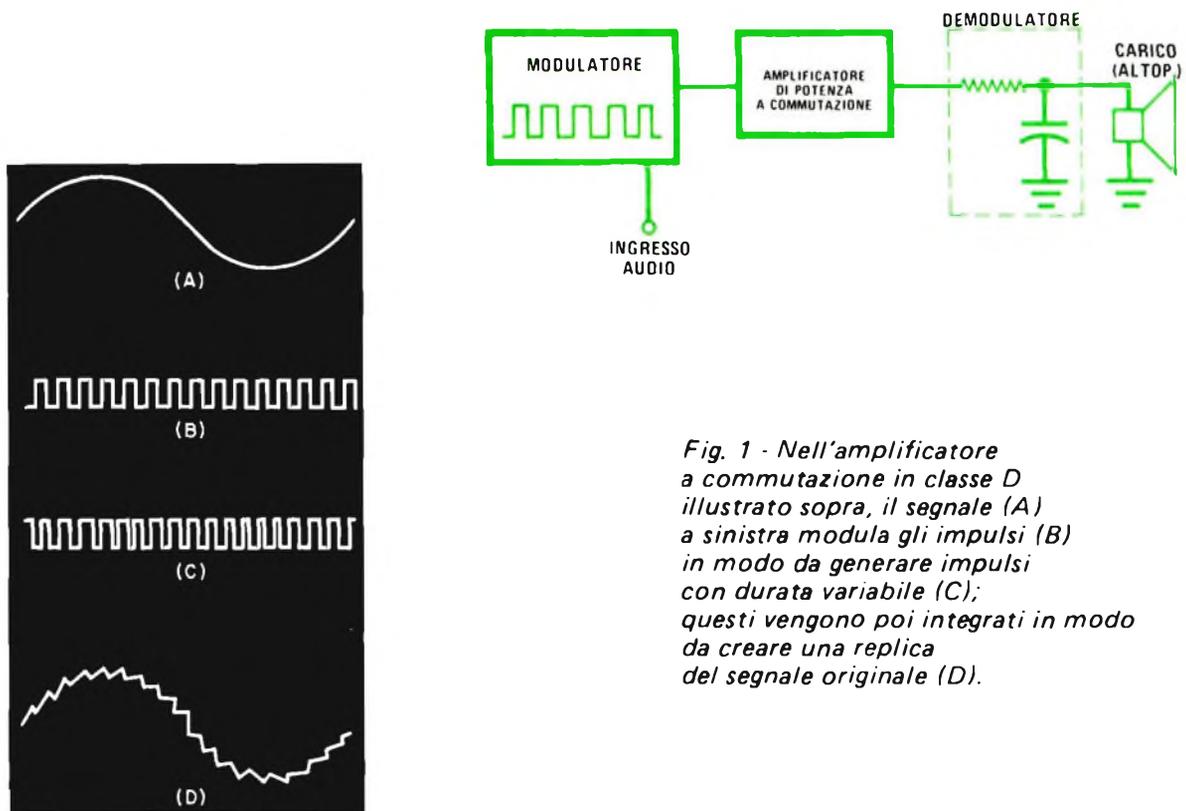
Non sempre le caratteristiche dei nuovi ricevitori risultano visibili esternamente. I circuiti ad aggancio di fase (PLL), che vengono montati nei ricevitori e nei sintonizzatori per rendere piú stabile il funzionamento delle sezioni multiplex stereofoniche, sono divenuti componenti di impiego pressoché normale in quasi tutti gli apparecchi, fatta eccezione per quelli piú economici. L'impiego dei circuiti ad aggancio di fase ha consentito di raggiungere valori di separazione pari a 40 dB o piú. Questi valori si mantengono inalterati anche nel corso degli anni, grazie al fatto che i circuiti ad aggancio di fase non possiedono né bobine di regolazione né condensatori che possono causare instabilità con il tempo, uscendo di taratura.

Un'altra innovazione apportata ai ricevitori stereofonici, che può non essere visibile osservando l'apparecchio dall'esterno, è costituita dall'uso di due circuiti di alimentazione completamente indipendenti per i due canali di amplificazione. I vantaggi derivanti dall'uso di questa tecnica consistono, a detta di coloro che la propongono, nella riduzione della modulazione tra i canali e della distorsione di intermodulazione (IM) alle basse fre-

quenze e della distorsione armonica. Il doppio circuito di alimentazione può essere realizzato sia impiegando due trasformatori di potenza completamente separati, sia utilizzando due avvolgimenti secondari separati avvolti su un unico trasformatore; ciascun avvolgimento è collegato al proprio circuito, composto dal rettificatore e dal filtro, il quale alimenta uno dei due canali. Vengono sempre piú usati trasformatori di potenza con avvolgimenti toroidali per fornire l'energia ai ricevitori di grande potenza, poiché essi consentono di sfruttare in modo migliore lo spazio disponibile nel telaio e perché possiedono caratteristiche di regolazione migliori.

Gli strumenti indicatori della sintonia sono adibiti allo svolgimento di molteplici funzioni in alcuni nuovi ricevitori. I commutatori disposti sul pannello modificano il funzionamento di alcuni strumenti indicatori del livello del segnale, in modo che essi indichino la deviazione MF (una tecnica di misura molto comoda, che risulta particolarmente utile quando si deve formare un sistema di registrazione per trascrivere su nastro magnetico un programma MF e del materiale stereofonico MF). Un numero sempre maggiore di questi strumenti indicatori viene anche usato come indicatore di percorsi multipli, consentendo in tal modo di effettuare l'orientamento ottimo delle antenne per MF, e rendendo minimi i segnali interferenti dovuti ai ritardi ed alle riflessioni. Un costruttore ha invertito la direzione secondo cui avviene la deflessione dell'ago mobile dello strumento indicatore ed ha modificato il circuito dello strumento in modo che questo indichi quando viene raggiunto il valore migliore del rapporto segnale/rumore (silenziamiento MF), invece che indicare semplicemente quando è stato raggiunto il massimo dell'intensità del segnale (le due situazioni possono non avere la medesima sintonia).

**I sintonizzatori** - Il numero crescente di stazioni emittenti in MF, che affollano il quadrante nella maggior parte delle aree metropolitane, ha creato un dilemma per molti progettisti di circuiti ad alta frequenza. Teoricamente è necessario avere a disposizione sezioni ad alta frequenza ed a frequenza intermedia, caratterizzate da una grande larghezza di banda (cosí pure i circuiti rivelatori MF), se si desidera che il segnale audio ottenuto sia affetto dalla minore distorsione



*Fig. 1 - Nell'amplificatore a commutazione in classe D illustrato sopra, il segnale (A) a sinistra modula gli impulsi (B) in modo da generare impulsi con durata variabile (C); questi vengono poi integrati in modo da creare una replica del segnale originale (D).*

possibile. Ma una risposta con una larga banda intrinseca comporta una bassa selettività nei confronti del canale adiacente e del canale alternato, e questo va a discapito della capacità di discriminare le stazioni che appaiono molto vicine fra loro sulla scala di sintonia.

Un'indagine compiuta di recente negli Stati Uniti sulle stazioni radio MF riporta che vi sono sessantasette stazioni che coprono con le loro emissioni un'area comprendente tre stati; fra queste non meno di diciotto sono distanziate fra loro in frequenza di una quantità pari solamente alla larghezza della banda occupata da un canale MF (200 kHz). Non meno di ventiquattro stazioni di bassa potenza, che trasmettono nell'area, funzionano esattamente sulla stessa frequenza, facendo affidamento, pertanto, su un valore eccellente del rapporto di cattura dei ricevitori, anche se queste stazioni "appaiate" possono trovarsi in aree geografiche opposte.

Una soluzione molto logica al problema è stata adottata da un piccolo numero di costruttori nei ricevitori di loro produzione. In-

vece di giungere ad un compromesso fra le esigenze di una buona selettività e di una bassa distorsione presentate dal circuito, essi hanno progettato apparecchiature in grado di funzionare con una larghezza di banda selezionabile. Se l'utente abita in una zona in cui non sussiste il problema del sovrappollamento delle stazioni, per cui queste non risultano l'una addosso all'altra, egli può scegliere la posizione del commutatore che consente di effettuare la ricezione adottando una banda larga per la frequenza intermedia, e può quindi godere un ascolto affetto da una piccolissima distorsione quando si sintonizza su una stazione che trasmette un segnale di buona qualità. Altrimenti, nel caso gli capiti di sintonizzarsi su una porzione della scala in cui c'è un sovrappollamento di stazioni (in frequenza), egli deve semplicemente azionare il commutatore che produce il restringimento della banda per procurarsi la possibilità di sintonizzarsi sulla stazione di sua scelta, a scapito della distorsione che assume un valore alquanto più elevato, senza essere disturbato dalle interferenze prodotte dai segnali che corrispondono al canale adia-

cente od al canale alternato.

Diversi fabbricanti di sintonizzatori hanno adottato nelle loro apparecchiature il sistema di sintonia piú preciso che esista, costituito da un insieme di circuiti digitali con aggancio di fase. Le frequenze generate dall'oscillatore locale sono divise e comparate (in quello che è l'equivalente di un circuito ad alta frequenza ad aggancio di fase) con un segnale di riferimento, generato da un oscillatore controllato a cristallo contenuto nel sintonizzatore. Poiché la precisione della sintonizzazione è pari semplicemente ad una funzione della precisione della frequenza prodotta dal cristallo, questi sintonizzatori possono essere considerati altrettanto precisi nella selezione della frequenza quanto i trasmettitori che operano nelle stazioni stesse. Alcuni modelli sono dotati di visualizzatore numerico, generalmente realizzato con i LED, che consente di leggere il valore della frequenza.

Dal momento che questo sistema con "controllo superautomatico della frequenza" ricorre quasi sempre alla sintonia eseguita mediante una tensione continua ed a diodi varactor (che prendono il posto dei comuni condensatori di sintonia a sezioni multiple e collegati meccanicamente), diviene possibile effettuare una preselezione oppure una preprogrammazione delle stazioni predilette. La "memorizzazione" delle stazioni scelte viene spesso realizzata inserendo una batteria a bassa tensione ed a lunga durata, la quale ha il compito di fornire energia alla memoria anche quando il sintonizzatore è spento. Naturalmente, nel caso dei sintonizzatori che funzionano con circuiti sintetizzatori di frequenza, non è necessario usare gli strumenti indicatori di sintonia; ma anche diversi sintonizzatori funzionanti secondo il normale principio hanno consentito di eliminare l'uso di qualsiasi strumento indicatore sul pannello frontale, sostituendo questi con indicatori del livello del segnale realizzati con i LED, ed addirittura ricorrendo all'uso di due LED che devono illuminarsi con uguale intensità quando la sintonia è stata effettuata correttamente al centro del canale. Questa tecnica è stata applicata negli ultimi tempi anche ai ricevitori di classe piú economici, che incorporano tutte le funzioni in un solo apparecchio.

**Amplificatori e preamplificatori** - I fabbricanti di amplificatori separati, per non

farsi sopraffare dai costruttori di ricevitori del tipo "tutti gli apparecchi in uno", hanno anch'essi in catalogo diverse innovazioni circuitali.

L'amplificatore in classe D, od amplificatore a commutazione, prematuramente annunciato e sperimentato circa tre anni fa, è ancora oggetto di intensa aspettativa da parte degli audiofili piú accaniti, i quali sono stati galvanizzati dalle promesse di un circuito allo stato solido piú efficiente, in grado di erogare una forte potenza mantenendosi ad una temperatura moderata e che richiede una ventilazione minima, funzionante secondo il principio del "campionamento" della forma d'onda del segnale audio ad una frequenza molto elevata (500 kHz). Gli amplificatori in classe B, che sono stati per lungo tempo il fondamento dell'elettronica allo stato solido per le applicazioni nel campo audio, sono convertitori abbastanza efficienti di energia continua quando sono chiamati ad erogare la potenza massima; sono tuttavia relativamente inefficienti quando devono erogare potenza ai livelli di ascolto normali (livelli musicali). Un amplificatore in classe D progettato correttamente è in grado invece di raggiungere un'efficienza dell'80% od anche piú quando è chiamato ad erogare una potenza pari a quella nominale.

In un amplificatore in classe D, il segnale audio di ingresso è usato per far variare la durata degli impulsi che formano un treno di impulsi con frequenza di 500 kHz (ved. *fig. 1*). L'efficienza della sezione amplificatrice risulta piú alta di quella offerta da un amplificatore funzionante in classe B, grazie al valore inferiore del ciclo di lavoro. Una rete integratrice "legge" il valore medio della durata degli impulsi e ricostituisce la forma del segnale audio. Le armoniche ad alta frequenza dei fronti dell'onda a "dente di sega", che costituisce la forma d'onda rigenerata, risultano inaudibili.

Ma gli amplificatori in classe D non sono gli unici a promettere una maggiore efficienza, un peso ridotto ed una costruzione compatta. Un altro costruttore ha messo a punto un circuito, denominato "Serie E" (noto anche con il nome di amplificatore in classe G), il quale, pur non funzionando secondo un principio cosí totalmente diverso come l'amplificatore in classe D, è in grado di aumentare l'efficienza degli amplificatori audio in modo considerevole.

Il circuito "Serie E" utilizza due coppie

di transistori di uscita in ciascun canale. La prima coppia, alimentata con una bassa tensione di alimentazione, amplifica i segnali di basso livello oppure la prima parte ascendente dei segnali di alto livello. Quando una forma d'onda audio supera un livello predeterminato, la seconda coppia di transistori di uscita, alimentati per mezzo di una tensione di valore molto piú elevato, "prende il posto" della prima coppia con un'azione di ricordo molto graduale. Dal momento che quest'ultimo paio di transistori si trova normalmente nello stato di disattivazione quando non è utilizzato, si ottiene, grazie a tale tecnica di "passaggio", un risultato notevole dal punto di vista dell'efficienza; questa risulta essere maggiore entro le rispettive zone di lavoro di ogni coppia di transistori. Le prime realizzazioni del circuito dovrebbero essere pronte sotto forma di ricevitore. Ancora un altro costruttore di amplificatori ha realizzato un amplificatore da 100 W per canale con "riserva di corrente"; esso è costituito in realtà da un amplificatore in classe A (dotato di un circuito in grado di supplire la corrente), che interviene quando la richiesta di corrente diviene elevata, e che funziona utilizzando un circuito per la correzione degli errori.

Alcuni amplificatori di potenza basilari comprendono ora, oltre agli strumenti indicatori che misurano il valore medio della potenza, una serie di indicatori a LED tarati in modo tale che ognuno di essi si accenda ad intervalli di 3 dB. La combinazione formata dai LED e dagli strumenti indicatori consente all'utente di controllare visivamente la differenza che sussiste fra il valore "medio" della potenza erogata dall'amplificatore stereofonico ed il valore di picco dei transistori musicali, valore quest'ultimo che risulta spesso maggiore del precedente di 10 dB o 20 dB in ampiezza. Quest'ultimo fenomeno può dar luogo però ad un sovraccarico dell'amplificatore durante brevi periodi senza essere percepito dall'ascoltatore.

Prendendo atto della grande disparità fra il valore medio della potenza ed il valore di picco della medesima che oggi sussiste nelle sorgenti di programmi musicali con largo campo di dinamica, almeno un fabbricante ha messo in commercio un circuito di nuova concezione, per la rivelazione della potenza, che effettua un paragone tra il valore della distorsione istantanea del segnale di uscita ed il segnale di ingresso, che è totalmente esente

dalla distorsione. Qualora questo confronto riveli una differenza significativa fra le forme d'onda dei due segnali, l'amplificatore "limita" istantaneamente il livello della potenza di uscita, in modo da mantenere basso il valore nominale della distorsione in qualunque situazione. Un indicatore luminoso si accende ogniqualvolta il circuito limitatore entra in azione, in modo tale che l'utente possa ridurre il volume di ascolto per ripristinare l'intero campo di dinamica. Per quello che riguarda le sezioni di controllo delle unità preamplificatrici e le sezioni di controllo degli amplificatori di tipo integrato, sembra che si stiano sviluppando due linee di tendenza. Secondo la prima linea, alcuni costruttori offrono un numero sempre crescente di controlli e di possibilità di commutazione su queste unità separate. La grande diffusione di cui godono certi tipi di accessori esterni, come gli equalizzatori grafici, i dispositivi per la riduzione del rumore e quelli per l'espansione del campo di dinamica, ha dato origine alla necessità di dotare gli apparecchi di un numero maggiore di circuiti per effettuare il "monitor", in modo tale da consentire l'inserzione di questi dispositivi nel sistema audio. In tal modo, mentre la maggior parte dei ricevitori è in grado di vantare almeno due circuiti di monitor, i preamplificatori e gli amplificatori integrati comprendono spesso tre o piú di tali punti di interruzione del circuito. Sono altresí diffuse le prese d'ingresso fono multiple; in alcuni preamplificatori di nuova concezione è possibile effettuare il collegamento con una cartuccia fonografica a bobina mobile con bassa tensione di uscita.

La seconda linea secondo cui si sviluppano i preamplificatori sembra essere caratterizzata dall'assenza totale di ogni manopola di controllo e di qualsiasi tipo di commutatore. Oggi è disponibile una grande varietà di telai di controllo in grado solamente di eseguire la preamplificazione "basilare" e la scelta del programma. Questa categoria, che estremizza il concetto di separazione fra gli apparecchi separati, punta soprattutto su prestazioni caratterizzate da un valore bassissimo di distorsione, sulla capacità di amplificazione di segnali di alto livello, e su una risposta in frequenza estremamente piatta, lasciando tutti i fronzoli dei circuiti di controllo agli apparecchi di classe meno raffinata. Vi sono anche preamplificatori di costo elevato costruiti da un numero ristretto di

industrie. Questi apparecchi non fanno altro che amplificare (introducendo un rumore estremamente basso) il livello di tensione del segnale prodotto dalle cartucce con bobina mobile. In effetti, considerando il numero sempre crescente di equalizzatori separati disponibili, comincia a diventare sempre migliore per l'audiofilo l'idea di disporre di un preamplificatore basilare (magari provvisto solamente di un circuito semplicissimo per il controllo di tono, formato da un filtro con frequenze di taglio fisse) e di aggiungere apparecchi separati per effettuare la regolazione dei toni senza introdurre nessuna ridondanza nel sistema.

Per quello che riguarda i circuiti stessi di preamplificazione per gli ingressi fono, si va sempre più estendendo l'impiego di dispositivi ad alta tensione per costituire la parte iniziale dei preamplificatori; molti dispositivi del genere sono alimentati per mezzo di un circuito di alimentazione bipolare, in modo tale da poter ricevere segnali caratterizzati da un campo di dinamica esteso, venendo incontro, quindi, alle preferenze che gli acquirenti aggiornati su tali unità di controllo manifestano. Vi sono alcuni preamplificatori in grado di ricevere, stando alle specifiche dichiarate dal fabbricante, un segnale di ingresso con livello di 500 mV o più. Questo valore è superiore di più di 46 dB a quello della sensibilità nominale, pari a 2,5 mV, richiesto dagli stessi preamplificatori per erogare il segnale di uscita massimo dichiarato. Aggiungendo a questo il valore del rapporto segnale/rumore, pari a circa 60 dB (dal livello nominale del segnale di ingresso al livello residuo del rumore e del ronzio), si vede che questi circuiti preamplificatori possiedono una dinamica di 100 dB; tale valore risulta di gran lunga superiore a quello del campo di dinamica posseduto da qualsiasi incisione fonografica che sia mai stata prodotta.

**Gli accessori** - A mano a mano che la scatoletta nera di ieri viene incorporata negli apparecchi completi di oggi, altri dispositivi addizionali prendono il suo posto. Vi sono due aree distinte verso cui si indirizza oggi l'interesse dei ricercatori. La prima di esse riguarda il miglioramento del campo di dinamica e del rapporto segnale/rumore. In quest'area è disponibile un gran numero di apparecchiature, come l'espansore dinamico, i dispositivi unilaterali per la riduzione del rumore (quelli che non richiedono l'esecu-

zione di alcuna operazione sul programma originale quando questo viene registrato per la prima volta, in contrapposizione ai dispositivi per la riduzione del rumore bilaterali, come il Dolby, il dbx e l'ANRS) ed il filtro dinamico di rumore. La seconda categoria dei dispositivi addizionali è relativamente nuova ed è diretta verso un tentativo di simulare la resa acustica degli auditori negli ambienti di ascolto domestici. Il sistema di riproduzione sonora quadrifonico costituisce un tentativo che, nei suoi aspetti iniziali, può essere sostituito efficacemente dai sistemi puramente elettronici, i quali introducono un ritardo temporale e possono essere regolati dall'utente in modo da variare il ritardo ed il parametro di decadimento. La collocazione fisica degli altoparlanti risulta molto meno critica che nel caso dei sistemi a quattro canali.

Due diversi modi per conseguire questo scopo sono già rappresentati da alcuni prodotti presenti sul mercato. Uno di essi fa ricorso ad un sistema interamente analogico, conosciuto come circuito integrato "bucket brigade" (che può essere tradotto come "schiera di contenitori"), funzionante secondo un ritmo impresso mediante un orologio digitale. Il secondo sistema si basa sulla conversione analogica-digitale del segnale audio di ingresso, seguita dall'invio della sequenza di impulsi digitali codificati verso registri a scorrimento ("shift register") e, infine, dalla riconversione nella forma di un segnale audio ritardato per mezzo di un convertitore digitale-analogico. Una volta che il segnale si trova nella forma digitale, può venire ritardato della quantità voluta.

Sono in corso esperimenti seri in cui lo "spazio" racchiuso dall'ambiente di ascolto è suddiviso in un numero di settori pari ad un massimo di sedici. Nel sistema di simulazione vengono immessi programmi per elaboratore elettronico, che contengono informazioni relative ad una specifica sala per concerti; i tempi di ritardo relativi ad ogni settore (insieme con altre caratteristiche identificanti del segnale riflesso da quel settore) vengono impressi nel sistema di riproduzione a sedici canali. Questo sistema viene attualmente impiegato per condurre studi di acustica, ma non è da escludere che in futuro questo elegante simulatore di sale da concerto diventi reperibile in dimensioni ridotte e ad un costo adeguato, e che quindi possa divenire l'accessorio di moda. ★

# Le nostre rubriche

## ***l'angolo dei***



A CURA DI FRANCO RAVERA

### **Eletto il nuovo Consiglio Direttivo del "Club Etna Amici di Catania della Scuola Radio Elettra"**

A Catania si sono svolte recentemente le elezioni per il rinnovo del Consiglio Direttivo.

Il Presidente del Seggio Elettorale dott. Primo, dopo le operazioni di scrutinio, ha comunicato i seguenti risultati: votanti numero 180 - Eletti per ordine di preferenze: 1) Scalisi Salvatore; 2) Milazzo Giuseppe; 3) Bona Paolo; 4) Calì Antonino; 5) Angelico Antonino; 6) Puglisi Antonino; 7) Grasso Salvatore; 8) Bombaci Francesco; 9) Piscopo Francesco; 10) Sciuto Vincenzo.

Volendo tentare un commento sulla scorta dei risultati si nota l'affermazione ottenuta dal Sig. Salvatore Scalisi.

L'aver ottenuto l'85% dei voti sa di favola e gli dimostra come tanto lavoro, tante difficoltà affrontate per i Soci, le moltissime realizzazioni legate al Suo nome, non siano cadute nel nulla e come i fatti ancora una volta siano stati gli unici a determinare la fiducia.

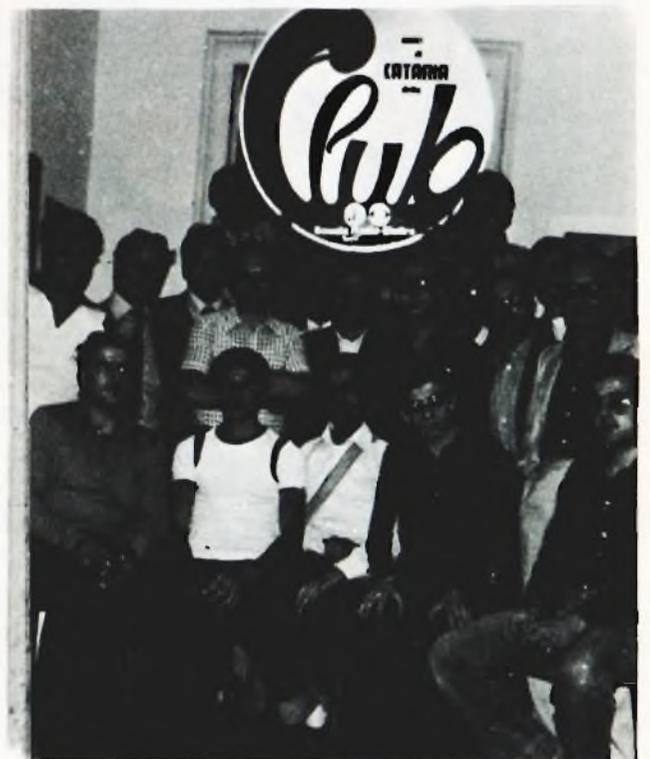
I nuovi eletti del Consiglio Direttivo, riunitisi per l'assegnazione delle cariche, hanno eletto ad unanimità Presidente il Sig. Salvatore Scalisi ed hanno fissato una nuova riunione per assegnare le varie cariche sociali.

G. Vigneri



*Catania: da sinistra, i signori Primo, Rallo, Ravera, Scalisi e Calì in occasione di un recente incontro.*

*Catania: un gruppo di Allievi presso il Club Etna - Amici di Catania della Scuola Radio Elettra (via Etnea, 193 - Catania) dove gli Allievi possono recarsi ogni giorno feriale dalle 18 alle 20.*





TORINO



1 La squadra "G. S. Virtus - Scuola Radio Elettra" riunita.

2 Il dott. Veglia, Direttore della Scuola Radio Elettra, consegna un ricevitore radio a transistor a Pierangelo Giuliani, vincitore del "Premio Sportman".

3 In primo piano il Presidente del G. S. Virtus, signor Giuliani, tra la signora Giuliani e l'animatore signor Sogne.

4 Il dott. Veglia si congratula con l'allenatore Elio Onesti ed il massaggiatore Gianni Pibiri.



2

3

4

Le foto sono di Adolfo MATTEA.



Per esigenze di spazio la pubblicazione di alcune altre foto del G. S. Virtus - Scuola Radio Elettra viene rinviata ad uno dei prossimi numeri.

Per i più esperti

**COSTRUIRE IL**



**«DELTA  
GRAPH»**

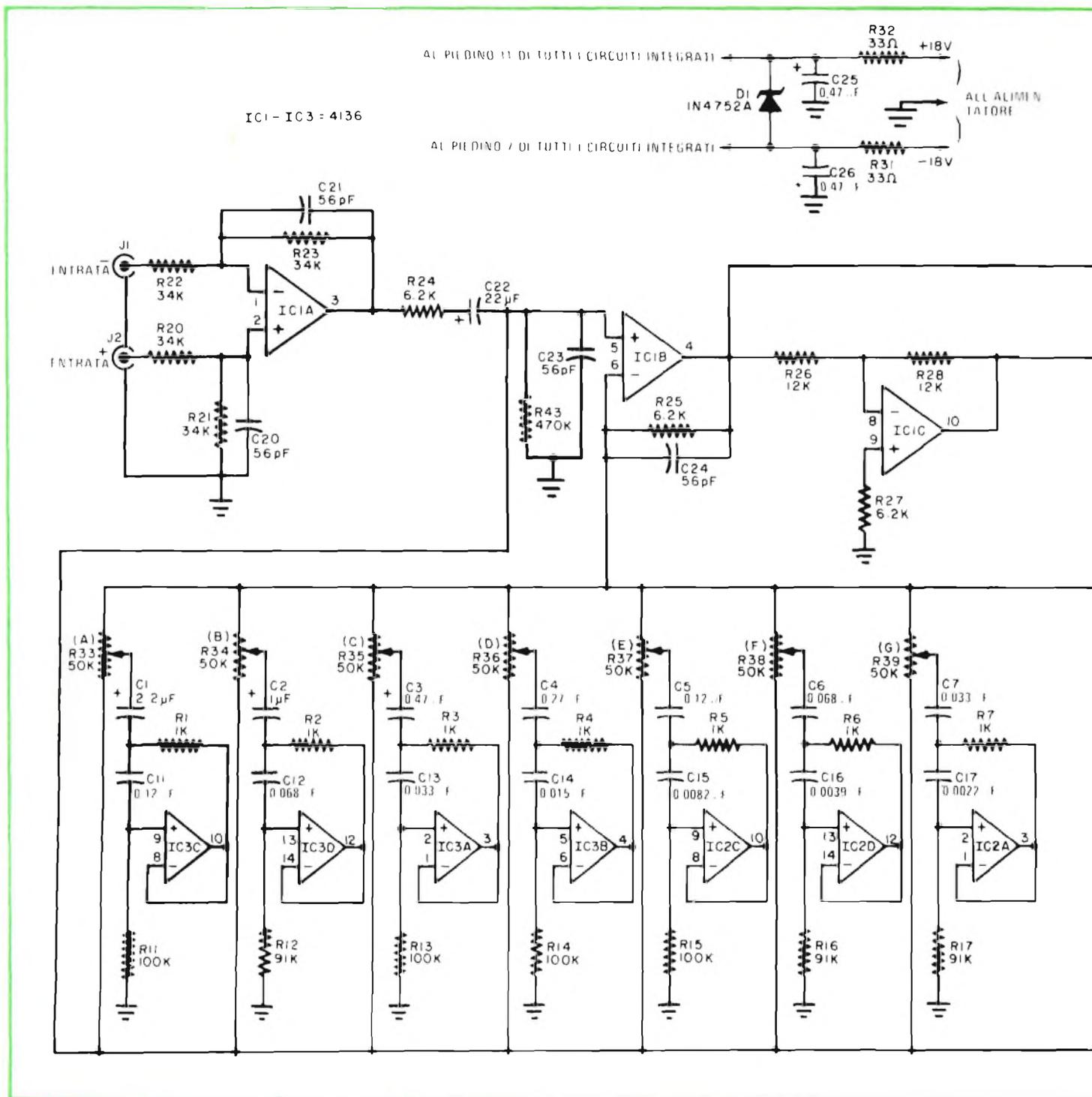
**EQUALIZZATORE DI  
BANDE D'OTTAVA**

- **Progetto modulare**
- **Induttori artificiali**
- **Controllo su dieci ottave**

L'equalizzatore di banda a dieci ottave, denominato Delta-Graph, può risolvere molti problemi in sistemi audio domestici e professionali. In casa, può essere usato ad esempio per compensare non solo una scadente acustica ambientale, ma anche le differenze nei responsi di cartucce fono, amplificatori e sistemi d'altoparlanti. Per coloro che si impegnano seriamente nelle registrazioni oppure per applicazioni professionali, il Delta-Graph può essere usato per esaltare od attenuare uno o più strumenti nel procedimento di mescolazione e per modificare i

segnali d'entrata allo scopo di creare speciali effetti sonori.

Caratteristiche salienti di questo equalizzatore sono il basso costo, il progetto modulare, l'uso di stadi con amplificatori operazionali e induttori artificiali, il collegamento flessibile con vari dispositivi audio ed infine bassissime cifre di rumore (ved. per le caratteristiche la tabella di pag. 49). Per ottenere la massima flessibilità, un circuito universale d'entrata e uscita con capacità di pilotaggio ad alto livello fornisce entrate bilanciate a bassa impedenza e normali uscite singole. I



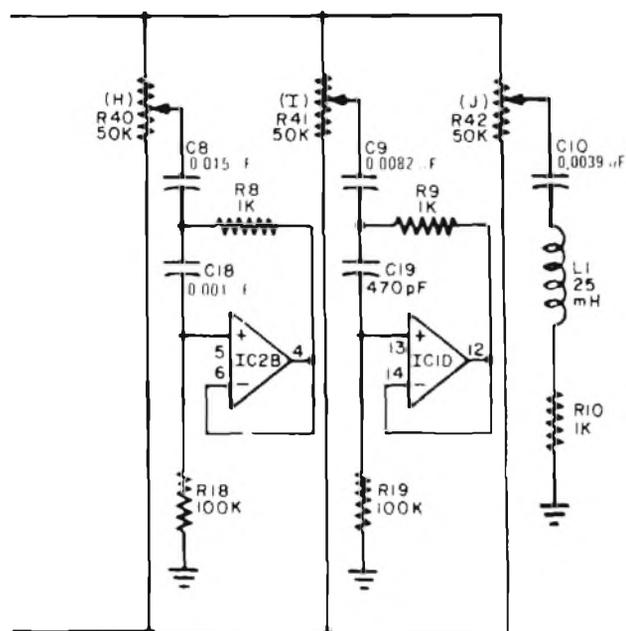
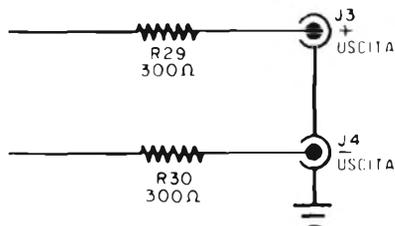
dieci potenziometri a slitta dell'equalizzatore (uno per ciascuna ottava) sono sistemati su una linea orizzontale per fornire un'indicazione grafica delle regolazioni fatte sul sistema sonoro. I controlli danno una gamma di esaltazione e di taglio di 15 dB in ciascuna direzione per un totale di 30 dB di controllo in ciascuna ottava. L'equalizzatore può essere costruito per sistemi monofonici, stereofonici od a quattro canali.

**Il circuito** - Molti equalizzatori attivi of-

frono un limitato numero di bande di controllo (generalmente cinque), il che significa che ciascun controllo deve coprire due o più ottave; naturalmente questo sistema non consente regolazioni distinte di tutte le ottave nella gamma audio. Un sistema migliore consiste nel dividere la gamma audio in dieci ottave, com'è fatto appunto nel Delta-Graph, in questo modo, ciascuna ottava può essere regolata individualmente con alta precisione.

I circuiti di controllo generalmente impiegati negli equalizzatori attivi adottano costo-

Fig. 1 - Schema di un canale equalizzatore modulare. Per un sistema stereo sono necessari due di questi circuiti e ne servono quattro per i sistemi quadrifonici.



si e ingombranti induttori fisici per ottenere il controllo di bande distinte; nel Delta-Graph, invece, vengono usati speciali circuiti "giratori" che simulano elettronicamente gli induttori; in questo modo non solo si mantengono bassi i costi e ridotte le dimensioni, ma si ottiene anche un preciso e prevedibile controllo di banda. Usando giratori in tutte le bande, tranne in quella piú alta, l'equalizzatore è altamente immune ai campi elettromagnetici, ha livelli di saturazione prevedibili con precisione e può simulare una vasta

## MATERIALE OCCORRENTE PER IL MODULO EQUALIZZATORE (per ogni canale)

- C1 = condensatore al tantalio da 2,2  $\mu\text{F}$  - 50 V, 20%
- C2 = condensatore al tantalio da 1  $\mu\text{F}$  - 50 V, 20%
- C3-C25-C26 = condensatori al tantalio da 0,47  $\mu\text{F}$  - 50 V, 20%
- C4 = condensatore Mylar da 0,27  $\mu\text{F}$  - 50 V, 10%
- C5-C11 = condensatori Mylar da 0,12  $\mu\text{F}$  - 50 V, 10%
- C6-C12 = condensatori Mylar da 0,068  $\mu\text{F}$  - 50 V, 10%
- C7-C13 = condensatori Mylar da 0,033  $\mu\text{F}$  - 50 V, 10%
- C8-C14 = condensatori Mylar da 0,015  $\mu\text{F}$  - 50 V, 10%
- C9-C15 = condensatori Mylar da 0,0082  $\mu\text{F}$  - 50 V, 10%
- C10-C16 = condensatori Mylar da 0,0039  $\mu\text{F}$  - 50 V, 10%
- C17 = condensatore Mylar da 0,0022  $\mu\text{F}$  - 50 V, 10%
- C18 = condensatore Mylar da 0,001  $\mu\text{F}$  - 50 V, 10%
- C19 = condensatore a disco da 470 pF, 50 V, 20%
- C20-C21-C23-C24 = condensatori a disco da 56 pF - 50 V, 20%
- C22 = condensatore elettrolitico per montaggio verticale da 22  $\mu\text{F}$ , 16 V con involucro di alluminio
- D1 = diodo zener da 33 V, 1 W 1N4752A o simili
- IC1-IC2-IC3 = circuiti integrati amplificatori operazionali quadrupli 4136PC
- J1-J2-J3-J4 = jack fono (facoltativi)
- L1 = induttore toroidale da 25 mH
- R1 ÷ R10 = resistori da 1 k $\Omega$  - 1/4 W opp. 1/2 W, 10%
- R11-R13-R14-R15-R18-R19 = resistori da 100 k $\Omega$  - 1/4 W opp. 1/2 W, 10%
- R12-R16-R17 = resistori da 91 k $\Omega$  - 1/4 W opp. 1/2 W, 10%
- R20-R21-R22-R23 = resistori da 34 k $\Omega$  - 1/4 W opp. 1/2 W, 10%
- R24-R25-R27 = resistori da 6,2 k $\Omega$ , 1/4 W - opp. 1/2 W, 10%
- R26-R28 = resistori da 12 k $\Omega$  - 1/4 W opp. 1/2 W, 10%
- R29-R30 = resistori da 300  $\Omega$  - 1/4 W opp. 1/2 W, 10%
- R31-R32 = resistori da 33  $\Omega$  - 1/4 W opp. 1/2 W, 10%
- R33 ÷ R42 = potenziometri a slitta con smorzamento al silicene e scatto centrale
- R43 = resistore da 470 k $\Omega$  - 1/4 W opp. 1/2 W, 10%

Scatola adatta, circuito stampato, morsettiera a otto terminali, manopole per i potenziometri a slitta, lamierino di alluminio da 1,5 mm per il pannello posteriore, striscia di unione tra i potenziometri e staffetta per l'alimentatore, quattro distanziatori di plastica, cavetto schermato audio, filo per collegamenti, stagno, minuterie di montaggio e varie.

gamma di induttanze senza che sia necessario variare le dimensioni con apprezzabili aumenti di costo.

Lo schema del modulo equalizzatore base monofonico è riportato nella *fig. 1*. Si noti che nelle prime nove bande vengono usati circuiti giratori, mentre nella decima viene utilizzato un induttore miniatura (la captazione di ronzio e la saturazione non sono fattori importanti nella banda di frequenza più alta).

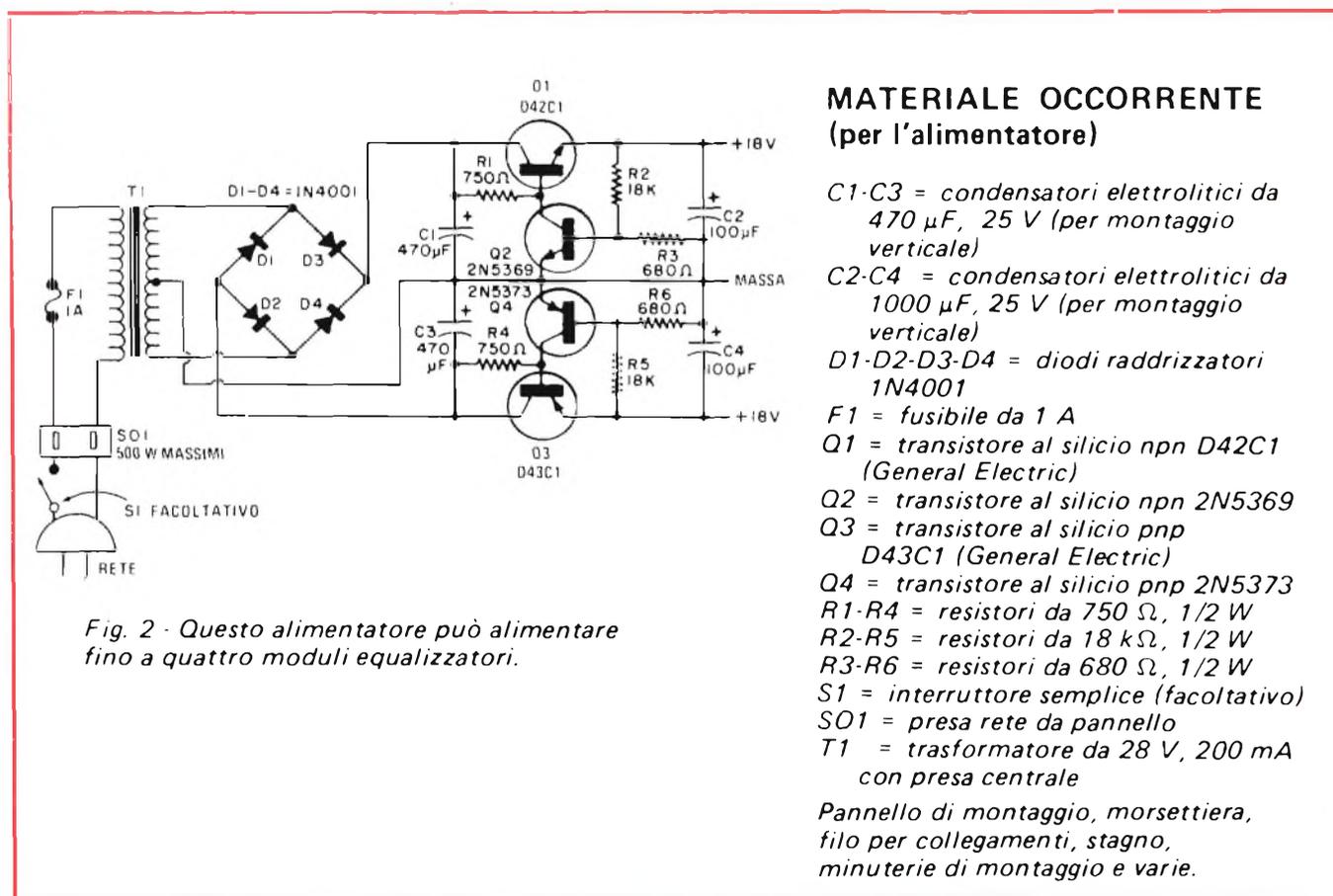
Altri stadi attivi nel circuito forniscono le entrate e uscite bilanciate che tanto spesso vengono usate nelle registrazioni professionali e in applicazioni di indirizzo al pubblico. I resistori R20-R21-R22 e R23 formano uno stadio d'entrata bilanciato con precisione per una vera reiezione differenziale alta a modo comune nel sistema a linea bilanciata. Quando si desidera un'entrata sbilanciata, come nei sistemi audio domestici, l'entrata invertitrice del modulo (-) può essere collegata a massa e il segnale può essere applicato all'entrata non invertitrice (+).

I condensatori C21, C24, C25 e C26 stabilizzano il funzionamento degli amplificatori operazionali; i condensatori C20, C22 e C23 forniscono una graduale attenuazione

del responso in frequenza oltre il limite superiore dello spettro audio per limitare il rumore e l'interferenza RF. Il resistore R43 porta a potenziale di massa l'amplificatore operazionale equalizzatore IC1B nella sua entrata +.

L'uscita dell'equalizzatore è fissata da R29 e R30 in 600  $\Omega$  bilanciati o in 300  $\Omega$  per l'uscita singola, tali resistori assicurano anche la protezione contro i cortocircuiti. Anche se gli amplificatori operazionali tipo 4136 hanno una protezione incorporata contro i sovraccarichi, questo costituisce un ulteriore fattore di sicurezza (gli amplificatori operazionali sono anche stati scelti per le loro alte velocità di funzionamento e per le loro superiori caratteristiche di rumore). Lo stadio d'uscita fornirà facilmente tensione e corrente sufficienti per pilotare in tosatatura una dozzina di tipici amplificatori di potenza, anche se gli amplificatori vengono collegati in parallelo tra loro; inoltre esso piloterà gli amplificatori senza aumento della distorsione armonica totale o di intermodulazione e senza alcuna perdita nel registro dei bassi.

I resistori R26, R27 e R28 formano con IC1C un'uscita sfasata di 180° dall'entrata +. Nelle applicazioni a uscita singola, un'uscita



*Fig. 2 - Questo alimentatore può alimentare fino a quattro moduli equalizzatori.*

## CARATTERISTICHE DICHIARATE

**Responso in frequenza:** da 20 Hz a 20.000 Hz  $\pm 0,5$  dB

**Gamma dinamica:** rumore d'uscita maggiore di 105 dB sotto la massima uscita da 20 Hz a 20.000 Hz

**Rapporto segnale/rumore:** migliore di 90 dB con riferimento ad un'uscita specificata di  $2 V_{eff}$ , da 20 Hz a 20.000 Hz

**Centri della banda:** 31,25 Hz - 62,5 Hz - 125 Hz - 250 Hz - 500 Hz - 1.000 Hz - 2.000 Hz - 4.000 Hz - 8.000 Hz - 16.000 Hz nominali

**Gamma di regolazione:**  $\pm 15$  dB massimi (gamma totale 30 dB)

**Distorsione armonica totale:** inferiore allo 0,1% all'uscita specificata da 20 Hz a 20.000 Hz

**Distorsione per intermodulazione:** inferiore allo 0,01% all'uscita specificata con 60 Hz e 7.000 Hz mescolati con rapporto di 4 : 1; tipicamente inferiore allo 0,003%

**Uscita specificata:**  $2,0 V_{eff}$ , su un carico di 10.000  $\Omega$

**Uscita di tosatura:**  $10,0 V_{eff}$ , su 10.000  $\Omega$  con uscita singola;  $20,0 V_{eff}$ , su 10.000  $\Omega$  bilanciati

**Impedenza d'entrata:** 68 k $\Omega$  a uscita singola; esternamente disposta con resistore terminale tra 600  $\Omega$  e 100.000  $\Omega$

**Impedenza d'uscita:** 300  $\Omega$  con uscita singola; 600  $\Omega$  con uscita bilanciata

NOTA - Tutti i controlli a 0 dB.

può essere prelevata da un punto, mentre l'altro punto viene lasciato libero. Entrambe le uscite possono essere usate in applicazioni che richiedono amplificatori pilotati "a ponte".

Il diodo zener D1 protegge gli amplificatori operazionali dalle sovratensioni e dai transienti d'alimentazione e, con l'aggiunta di resistori limitatori di corrente esterni, consente il funzionamento con alimentazioni ad alta tensione. I resistori limitatori di corrente interni (R31 e R32) sono i piú adatti per il funzionamento con l'alimentatore della *fig. 2*, fornendo inoltre un maggiore isolamento al rumore e al ronzio d'alimentazione.

L'alimentatore della *fig. 2* è stato progettato per fornire  $\pm 18$  V con corrente fino a 200 mA. Poiché la corrente nominale assorbita da ciascun modulo equalizzatore è di 50 mA, l'alimentatore può sopportare fino a quattro moduli per l'equalizzazione di un sistema quadrifonico.

**Costruzione** - E' meglio montare i moduli equalizzatori e l'alimentatore su circuiti stampati, i cui disegni in grandezza naturale, piani di foratura e disposizione dei componenti sono riportati nella *fig. 3*. Si usino un saldatore di bassa potenza e filo di stagno sottile.

Si cominci a montare il modulo equalizzatore; si sistemino prima i resistori ed i condensatori, poi il diodo e la bobina toroidale (tagliando via i terminali non usati), poi i circuiti integrati ed infine i potenziometri a slitta. Si faccia attenzione ad orientare esattamente tutti i componenti.

I potenziometri devono essere fissati insieme mediante una striscia di alluminio lunga 22,2 cm, larga 9,53 mm e spessa 1,6 mm, per evitare che si possano spostare quando si azionano i cursori a slitta. Si pratichino sulla striscia fori da 3,16 mm distanziati di 19 mm, cominciando a 9,5 mm da un'estremità.

Si asporti l'isolante ad entrambe le estremità di un pezzo di filo per collegamenti lungo 3,8 cm, si saldi ad un'estremità un capocorda e l'altra estremità alla pista "supporto di massa dei potenziometri" nel circuito stampato. Si sistemi la striscia di alluminio sulle parti superiori dei potenziometri a slitta allineando i fori della striscia con quelli filettati nei potenziometri. Con una vite munita di rondella si avviti il secondo potenziometro e con lo stesso sistema si fissino alla striscia gli altri nove potenziometri.

Si tagli un pezzo di lamiera di alluminio spessa 1,5 mm nelle dimensioni di 20,3 x 12,1 cm e si pratichino in esso, lungo una delle estremità piú corte, fori da 4,8 mm situandoli e distanziandoli esattamente in linea con le piste di entrata, di uscita e di alimentazione sul circuito stampato. Si monti la morsettiera a otto contatti in modo che i suoi terminali da saldare passino attraverso i fori senza toccare la piastra metallica; si pratichino poi i fori per i distanziatori che saranno usati tra il circuito stampato ed il pannello posteriore. Si usino distanziatori da 12,4 mm fissandoli con viti autofilettanti. Si saldino i capicorda della morsettiera alle

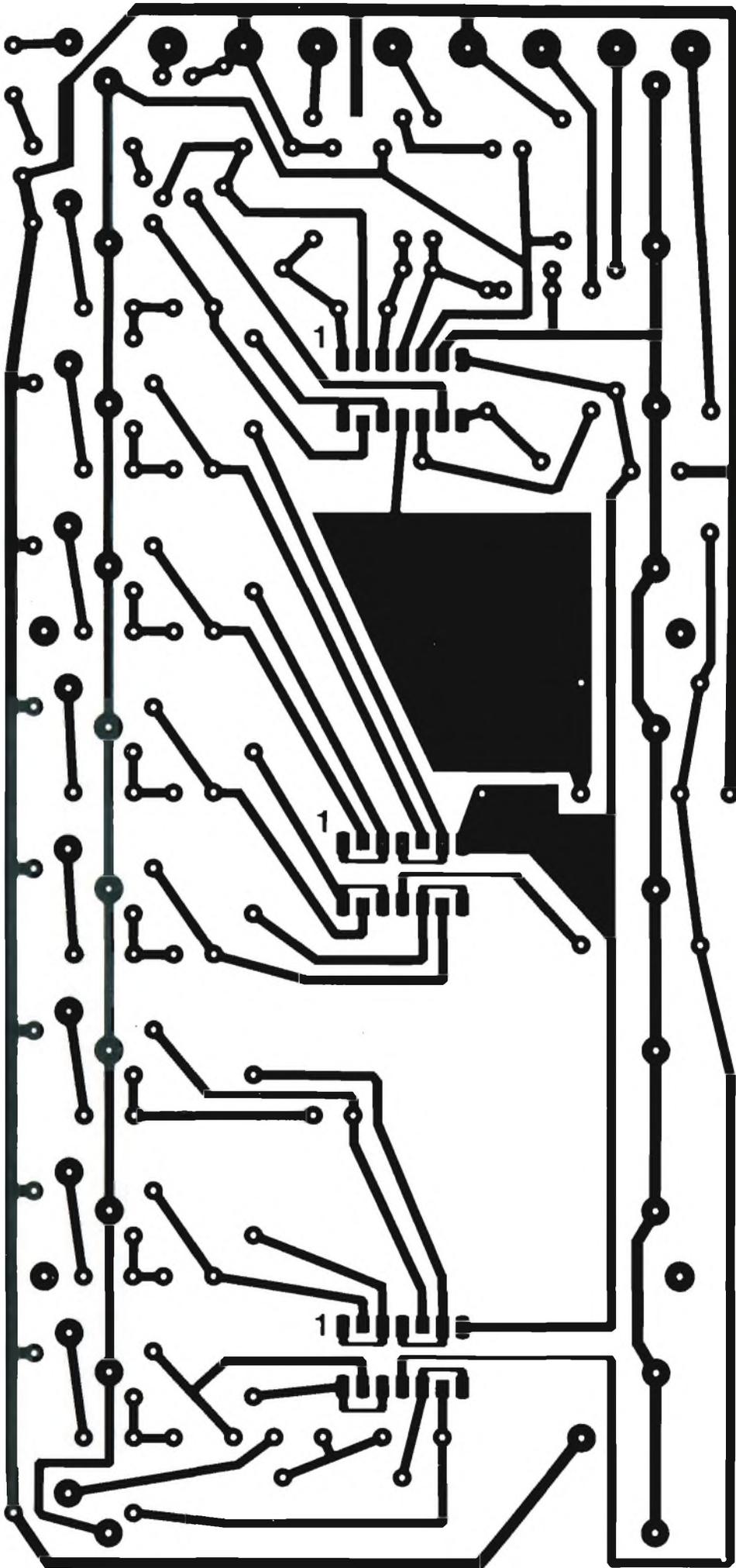
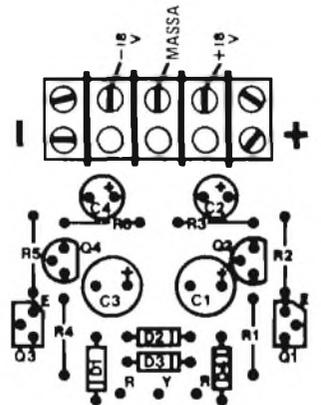
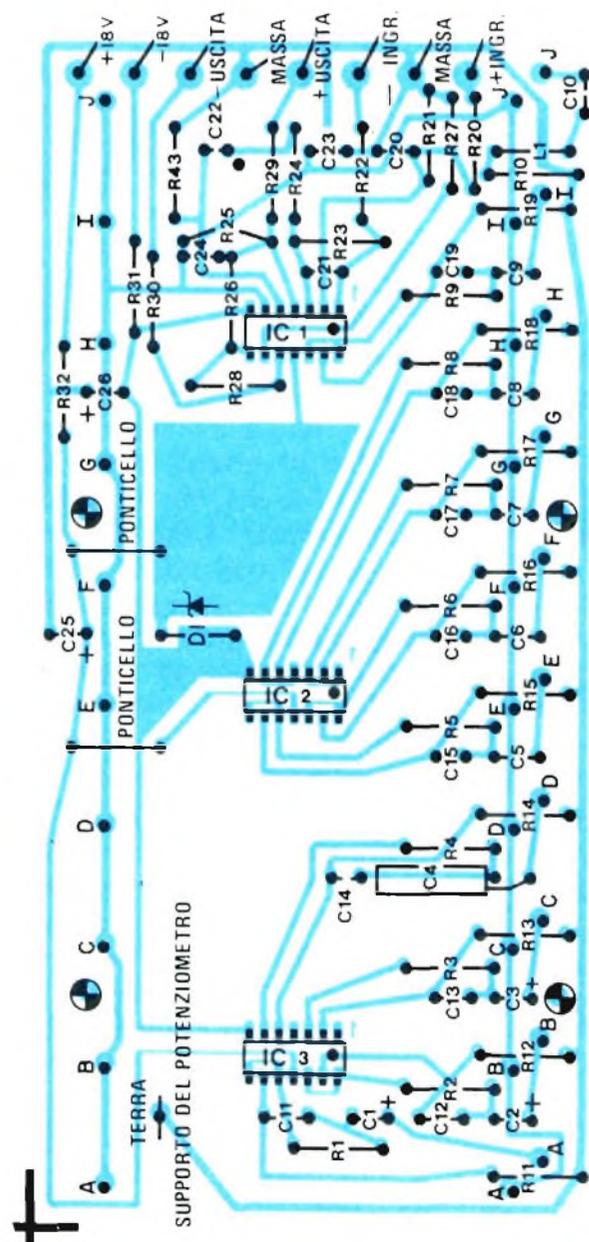
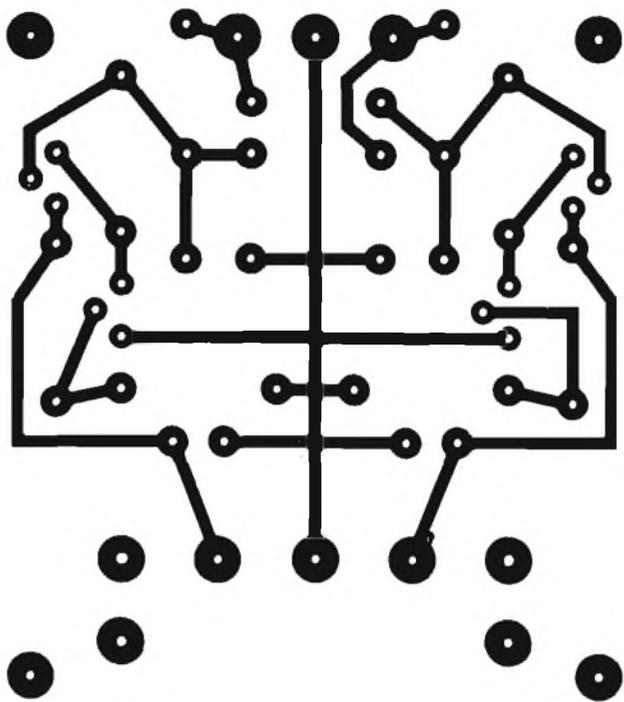


Fig. 3 - Disegni in grandezza naturale e piani di foratura dei circuiti stampati necessari; e riportata inoltre la disposizione dei componenti per il modulo equalizzatore e per l'alimentatore.





piste sul circuito stampato.

Si monti il circuito stampato dell'alimentatore, seguendo con attenzione la guida riportata nella *fig. 3*, facendo in modo di orientare esattamente i condensatori elettrolitici, i diodi raddrizzatori ed i transistori. Con viti adatte, si fissi la morsettiera a otto contatti. Si noti che il trasformatore, il fusibile con il suo supporto e la presa rete accessoria si montano fuori del circuito stampato; per fare ciò sarà necessaria una piastra posteriore di alluminio spessa 1,5 mm, delle dimensioni di 16,5 x 7 cm, che dovrà essere piegata ad angolo retto lungo il lato corto a 3,2 cm dal bordo; la parte corta verticale della staffetta serve per montare il fermacordone, la presa rete accessoria ed il portafusibile. Si pratichino poi i fori di montaggio per il trasformatore e per il circuito stampato alimentatore. Si montino ai rispettivi posti la presa rete, il portafusibile ed il trasformatore. Con riferimento alla *fig. 2*, si effettuino i collegamenti del circuito primario di T1, connettendo direttamente le estremità del cordone di rete alla presa se non si usa un interruttore generale. Se si intende usare S1, si modifichi il circuito com'è illustrato e si preveda il montaggio dell'interruttore sul pannello frontale della scatola nella quale è racchiuso l'equalizzatore. Si infili un fermacordone di plastica sul cordone di rete, fissandolo nel foro della staffetta.

Si disponga il circuito stampato alimentatore presso il lato del secondario del trasformatore e si colleghino, saldandoli, i terminali secondari alle piste esatte del circuito stampato; quindi, si usino distanziatori da 6 mm per fissare il circuito stampato alla staffetta.

Il modulo (o i moduli) equalizzatore e l'alimentatore, montati completamente, si possono disporre affiancati collegandoli provvisoriamente tra loro, secondo lo schema della *fig. 4*, per controllarne il funzionamento (si noti che lo schema illustra i collegamenti di un sistema stereo domestico; per una versione monofonica, non si tenga semplicemente conto delle parti poste a sinistra della morsettiera del canale A. Intendendo invece costruire un equalizzatore quadrifonico, occorre aggiungere i canali C e D esattamente allo stesso modo del canale B, rappresentato sempre nella *fig. 4*, accanto al canale A).

Durante le prove (e il funzionamento pratico), l'equalizzatore può essere installato, nel sistema sonoro, tra il preamplificatore e

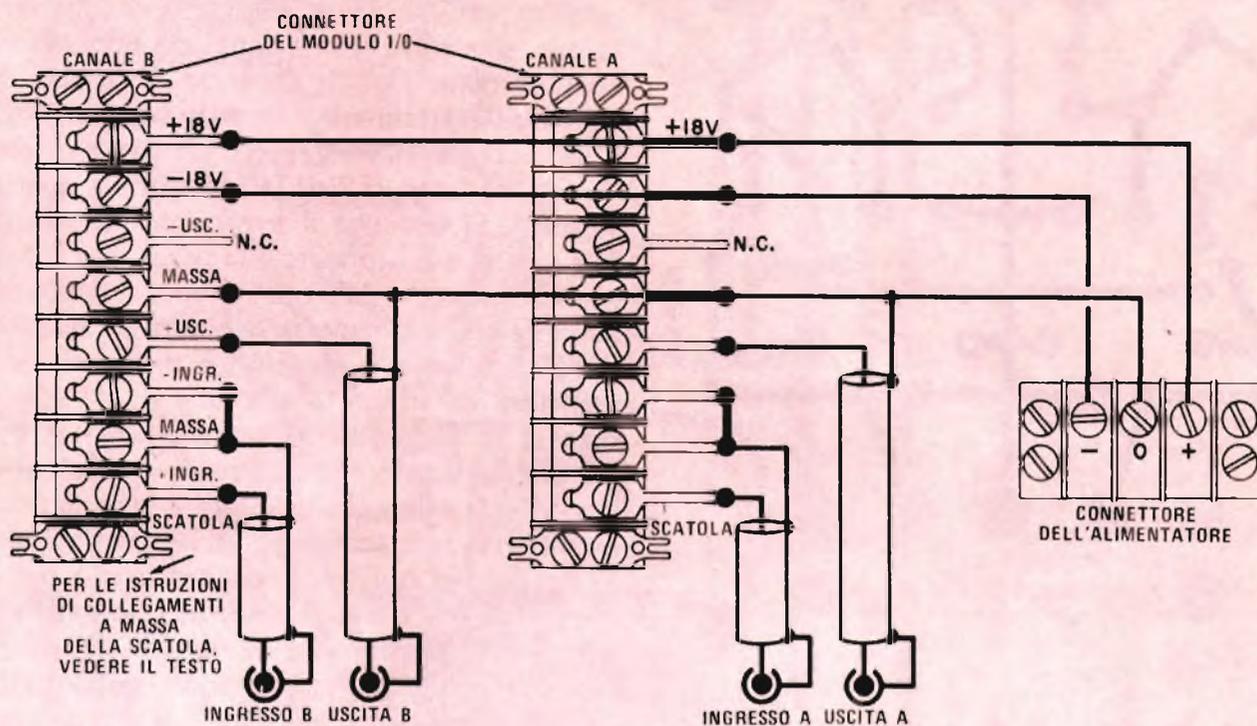


Fig. 4 - Schema dei collegamenti per un sistema stereo domestico. Per un sistema monoaurale si elimini il canale B; per un sistema a quattro canali si aggiungano i canali C e D, collegandoli esattamente come il canale B è collegato al canale A.

l'amplificatore di potenza. Effettuando i collegamenti tra l'equalizzatore ed il sistema sonoro si usi cavetto schermato audio. L'equalizzatore può anche essere collegato nel sistema mediante i circuiti di ascolto nastro, cosa che consentirà di includerlo o escluderlo dal sistema semplicemente per mezzo del commutatore d'ascolto nastro del ricevitore o del preamplificatore.

**Montaggio finale** - Dopo aver controllato che l'equalizzatore funzioni, lo si stacchi dal sistema sonoro; si montino poi il modulo (o i moduli) e l'alimentatore in una scatola adatta (non si dimentichi di montare l'interruttore generale, se si desidera usarlo, in una posizione opportuna sul pannello frontale della scatola).

Così come il circuito è stato progettato, le masse audio dell'equalizzatore e della scatola sono separate e collegate a terminali sul pannello posteriore attraverso la morsetteria. Se si usa una scatola non conduttrice (ad esempio un mobiletto di legno, una scatola di pla-

stica, ecc.), si colleghino semplicemente insieme le masse dei moduli alla massa d'entrata. Quando si montano i moduli in una scatola metallica e le scatole dei moduli sono fisicamente collegate a massa, è opportuno lasciare liberi i terminali di massa della scatola, di modo che il circuito di massa audio rimane collegato alla scatola in un solo punto di tutto il sistema; si eviteranno così ritorni per il circuito di massa.

**Conclusioni** - Usando l'equalizzatore in un sistema sonoro, si scoprirà una certa entità di interazione tra i controlli; questa però è una condizione normale. Si troverà pure che, per ottenere dal sistema il miglior suono equalizzato, si devono fare molti esperimenti posizionando in molti modi i vari controlli a slitta. Tuttavia, una volta che il sistema è stato ben equalizzato, non si avrà più necessità di ritoccare i controlli, a meno che non si cambino i sistemi d'altoparlanti, l'amplificatore o la cartuccia o non si sposti il sistema in un altro locale. ★



Questo articolo è dedicato soprattutto a coloro che hanno acquistato da poco il loro primo sistema audio e, nella fretta di installarlo, non hanno curato tutti i dettagli né hanno fatto le regolazioni necessarie per sfruttare al massimo le prestazioni offerte dal sistema stesso. Forniremo, qui di seguito, alcuni consigli per la manutenzione e parleremo di un paio di accessori che si potrebbero dimostrare utili anche ai più esperti audiofili.

**La guerra con i vicini di casa** - Coloro che abitano in un appartamento e che sanno quanto fastidio può dare al vicino di casa alzare il volume del proprio sistema audio, apprezzeranno sicuramente questo accessorio. È sorprendente scoprire quanto rumore viene trasmesso non attraverso l'aria ma attraverso la struttura del fabbricato; un pesante altoparlante posato sul nudo pavimento provocherà inevitabilmente vibrazioni nelle strutture inferiori e questi impulsi possono propagarsi, con perdite molto piccole, nei luoghi più strani e remoti. La soluzione a questo problema consiste nel montare l'altoparlante antifonicamente nei punti in cui può appoggiarsi sulla struttura portante del fabbricato.

Si tenga presente inoltre che anche la più piccola spesa può dare grandi miglioramenti; ad esempio, i semplici quadratini di gomma che vengono di solito usati per i piedini dei mobili possono risolvere egregiamente il problema. Un tappeto posto sotto l'altoparlante

darà un risultato ancora migliore. Nei casi peggiori, si può costruire un insieme antifonico usando un foglio di spugna plastica inserito tra due fogli di legno compensato, assicurandosi però che la spugna non sia tanto compressa da perdere la sua elasticità.

Un ottimo sistema di isolamento consiste nel collocare gli altoparlanti su una piattaforma di legno compensato montando, in ogni punto in cui la piattaforma tocca il pavimento o i muri, uno zoccolo di gomma che funge da separatore. Sicuramente, adottando questo sistema, nessun coinquilino sarà disturbato dal complesso audio.

Un altro importante fattore nella trasmissione del rumore è costituito dai condotti di ventilazione che vengono fatti nei bagni e nelle cucine degli appartamenti. Se si prevede una seduta d'ascolto, questi condotti possono essere otturati con pezzi di spugna, ma può anche essere utile chiudere alcune porte strategiche nell'appartamento prima che si inizino le riproduzioni musicali.

**Collegamenti sonori** - Qualsiasi conduttore che collega un altoparlante ad un amplificatore consentirà all'altoparlante di emettere suoni; un collegamento inadeguato però scupperà parte della potenza dell'amplificatore, degraderà il fattore di smorzamento e, sottilmente ma in modo misurabile, influirà sul responso in frequenza. Raramente qualcuno di questi difetti sarà chiaramente udibile, ma non è il caso di crearsi fastidi quando questi

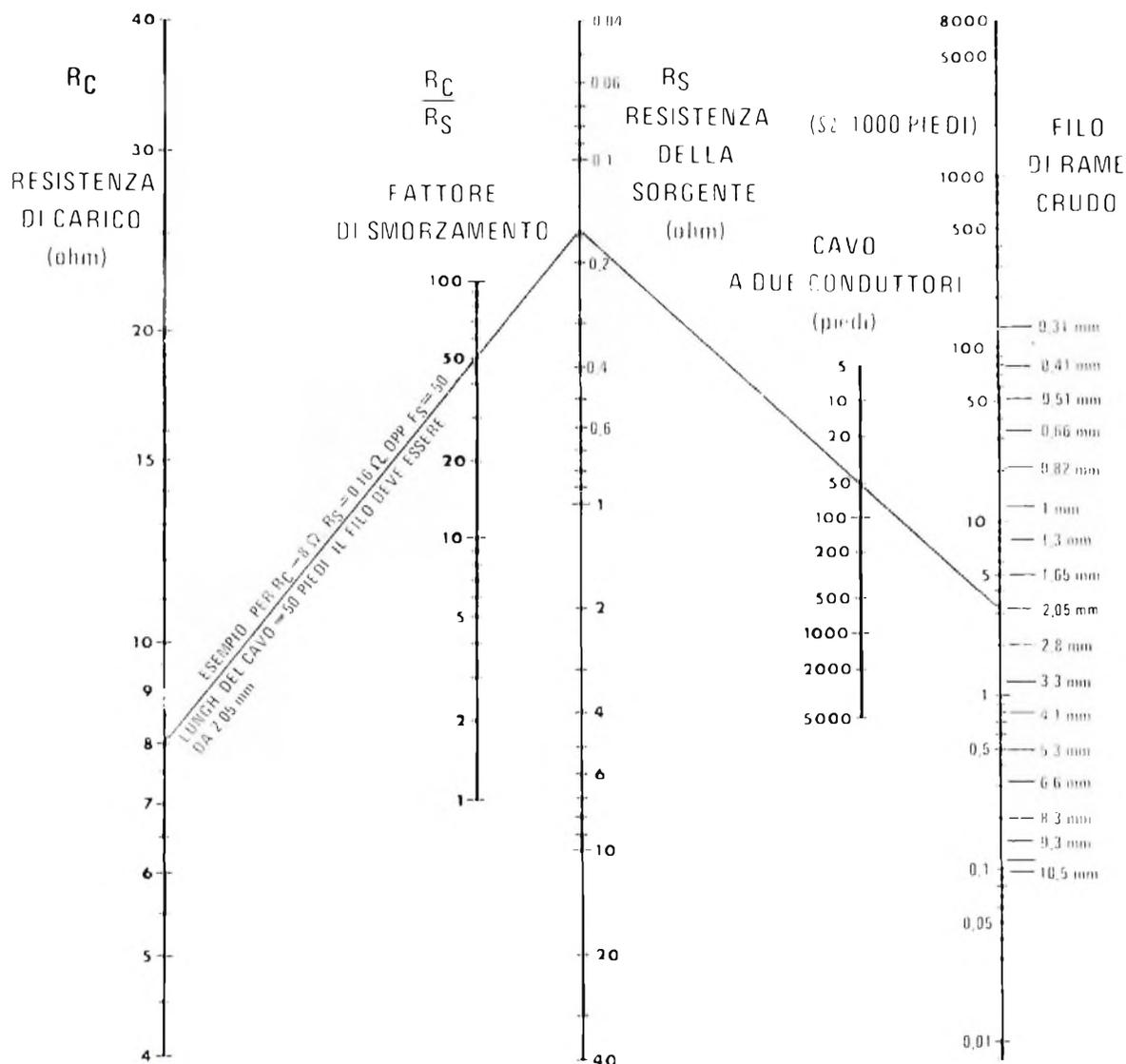


Fig. 1 - Abaco che mette in relazione la lunghezza del cavo, le dimensioni del filo e il fattore di smorzamento. Per resistenza di carico e fattore di smorzamento determinati, si possono definire le dimensioni e la lunghezza del filo. Si tenga presente che questo abaco è stato ricavato da una pubblicazione non italiana, pertanto le misure di lunghezza sono riportate in "piedi" (un piede equivale a 30 cm circa).

possono essere facilmente evitati. L'abaco della fig. 1 sintetizza le pratiche seguite dagli installatori professionisti. Comunque, chiunque non voglia o non possa misurare le dovute lunghezze dei cavi, tenga presente che per la maggior parte delle installazioni domestiche, dove l'amplificatore e gli altoparlanti sono sistemati nello stesso locale, sarà sufficiente un cordone di rete a due conduttori da  $1 \text{ mm}^2$ .

**La pulizia ha la sua importanza** - Quando un amplificatore è in uso, l'aria circola in grandi quantità attraverso esso e naturalmente l'aria porta con sé polvere; questa quando si accumula sui dissipatori di calore e sul telaio, tende a contenere il calore che poi può provocare guasti ai condensatori e ad altri

componenti. Almeno una volta all'anno è buona norma togliere il coperchio dell'amplificatore (o degli altri apparati elettronici) ed eliminare la polvere con uno straccio inumidito con detersivo neutro. Le valvole, se esistono, devono essere tolte e lavate accuratamente; particolare cura meritano i ventilatori posti nella parte posteriore dei motori dei registratori a nastro.

Anche i dissipatori di calore fissati ai transistori montati su circuito stampato richiedono un trattamento di pulizia; generalmente, in vicinanza di transistori pilota e di potenza si noterà una sostanza grassa, il cui scopo è di migliorare il rendimento dei dissipatori di calore e che perciò deve essere lasciata intatta il più possibile.

Approfittando del fatto che sono stati ri-

mossi i coperchi, si potrebbe (disponendo di un voltmetro adatto) controllare se le tensioni d'alimentazione sono comprese entro la tolleranza e se nessun condensatore di accoppiamento è in perdita. Se sui lati freddi dei condensatori d'accoppiamento si misureranno apprezzabili livelli c.c., sicuramente in un prossimo futuro si noteranno strane degradazioni sonore. Se le tensioni d'alimentazione e i condensatori d'accoppiamento sono a posto, si possono rimontare i coperchi con ragionevole sicurezza di buone prestazioni per un altro anno. Prima però di chiudere il tutto, si spruzzino tutti i controlli ed i commutatori con un buon liquido per pulire i contatti dei sintonizzatori TV. Infine, reinserendo l'apparato nel sistema, ci si assicuri che tutti i collegamenti siano stretti e che i cavi di collegamento non siano intermittenti.

**La puntina fono** - Una delle cause più frequenti di suono imperfetto è dovuta alla puntina fono sporca. Gli esperti smentiscono decisamente coloro che ritengono che le enormi pressioni esercitate per seguire un disco polverizzino e spazzino via qualsiasi corpo estraneo che si può accumulare sulla puntina.

Per pulire una puntina sporca si possono adottare varie soluzioni. Si pieghi semplicemente un panno in modo da formare una punta aguzza, si immerga rapidamente la punta nell'alcool e la si sfregi delicatamente intorno alla punta e alla base della puntina. In breve tempo, il pezzettino di diamante dovrebbe presentare la solita luce giallastra. In seguito, la puntina deve essere mantenuta pulita ed è sufficiente spazzolarla con una spazzola morbida dopo ogni riproduzione. Secondo gli esperti, si deve spazzolare la puntina solo in avanti, tuttavia non dovrebbero sorgere gravi inconvenienti anche se si usa la spazzola in tutti i sensi. Comunque, spazzolando la puntina, è opportuno tenere gli altoparlanti in funzione; un rumore abbastanza forte per danneggiare la puntina può probabilmente anche distruggere gli altoparlanti e in questo modo si sa sempre come regolarsi.

Per controllare il consumo della puntina, (per coloro che usano molto il giradischi è consigliabile due volte l'anno), ci si rivolga ad un laboratorio provvisto di un buon microscopio adatto a questo scopo. Si tenga presente tuttavia che molti microscopi hanno profondità di campo insufficiente, illumi-

nazione inadeguata o altre limitazioni. Si insista nel voler esaminare personalmente la puntina dopo che è stata vista dal commerciante e ciò non per diffidenza (anche se a qualcuno è stata venduta una puntina nuova mentre la vecchia era ancora in perfette condizioni) ma per impratichirsi circa l'aspetto di una puntina consumata. Non sempre è facile giudicare quando una punta di diamante è da sostituire. Alcune puntine ellittiche non presentano mai i punti piatti e i bordi bruschi che sono così dannosi per i dischi; diventano invece più arrotondate e infine assumono un profilo virtualmente conico o sferico. In questo caso, il suono che si ottiene dai dischi rimane la migliore indicazione di un consumo eccessivo. Quando la puntina comincia a strisciare sul fondo del solco del disco (evenienza indicata generalmente da un intollerabile aumento del rumore) deve essere sostituita.

E' del tutto inutile insistere sui danni che una puntina consumata può provocare ad un disco; si tratta infatti di un fatto noto ed accertato.

**Allineamento** - Un insieme cartuccia-puntina deve essere ben allineato con il solco del disco, altrimenti questo non verrà seguito come è necessario. Anche se molti ritengono che l'allineamento della cartuccia non sia critico, esso può influenzare molto negativamente il suono, particolarmente con dischi difficili. Purtroppo in pratica un perfetto allineamento è difficilissimo da ottenere; la regolazione dell'angolo di traccia laterale tenta di assicurare che l'asse longitudinale della cartuccia sia perfettamente parallelo alla tangente del solco del disco nel punto in cui la puntina fa contatto. Questa tangenzialità è molto importante nei solchi interni dove maggiore è la curvatura dei solchi e dove le forme d'onda registrate sono più corte. In molti giradischi la regolazione della sporgenza della puntina può essere usata per tentare di ottenere questa tangenzialità, ma molti giradischi vengono venduti senza specifiche istruzioni per effettuare tale regolazione. In questo caso, si può costruire il goniometro rappresentato nella *fig. 2*, per la cui realizzazione può servire una cartolina da 7,5 x 13 cm. Si pratichi ad un'estremità un foro che entri forzato nel perno del giradischi; si tracci poi una linea diritta radiale dal centro del foro all'altra estremità della cartolina. Si traccino parecchie linee perpendico-

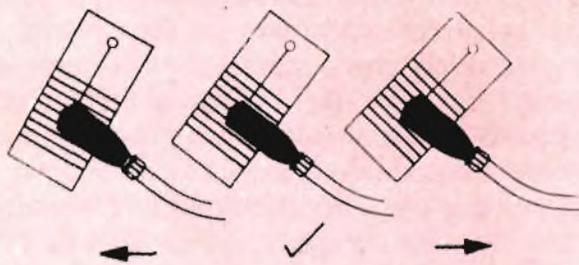


Fig. 2 - Il disegno al centro mostra il corretto allineamento della cartuccia.

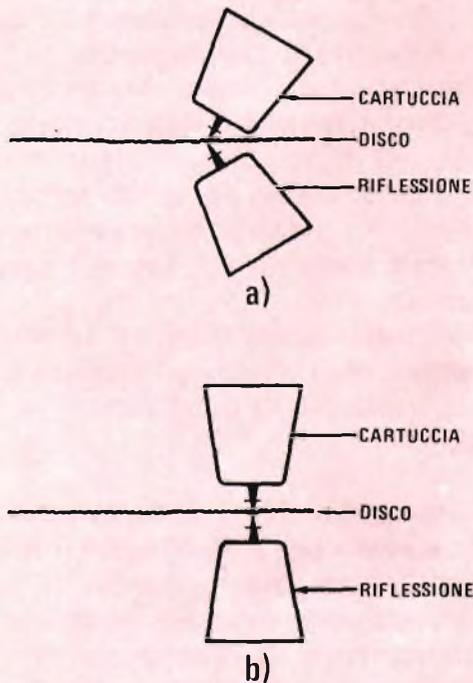


Fig. 3 - La cartuccia deve essere allineata con la propria immagine riflessa nello specchio.

lari alla prima e si pratici poi un piccolo forellino a metà della linea radiale a circa 6,5 cm dal foro del perno. Infilando il foro nel perno del giradischi e la puntina fono nel forellino, la sagoma della cartuccia, vista dall'alto, dovrebbe essere in quadro con le linee perpendicolari del goniometro; se non lo è, si provi a spostare avanti o indietro la cartuccia nel suo involucro. Se la cartuccia è montata dritta dentro l'involucro, si è effettuato il miglior allineamento possibile ad occhio nudo.

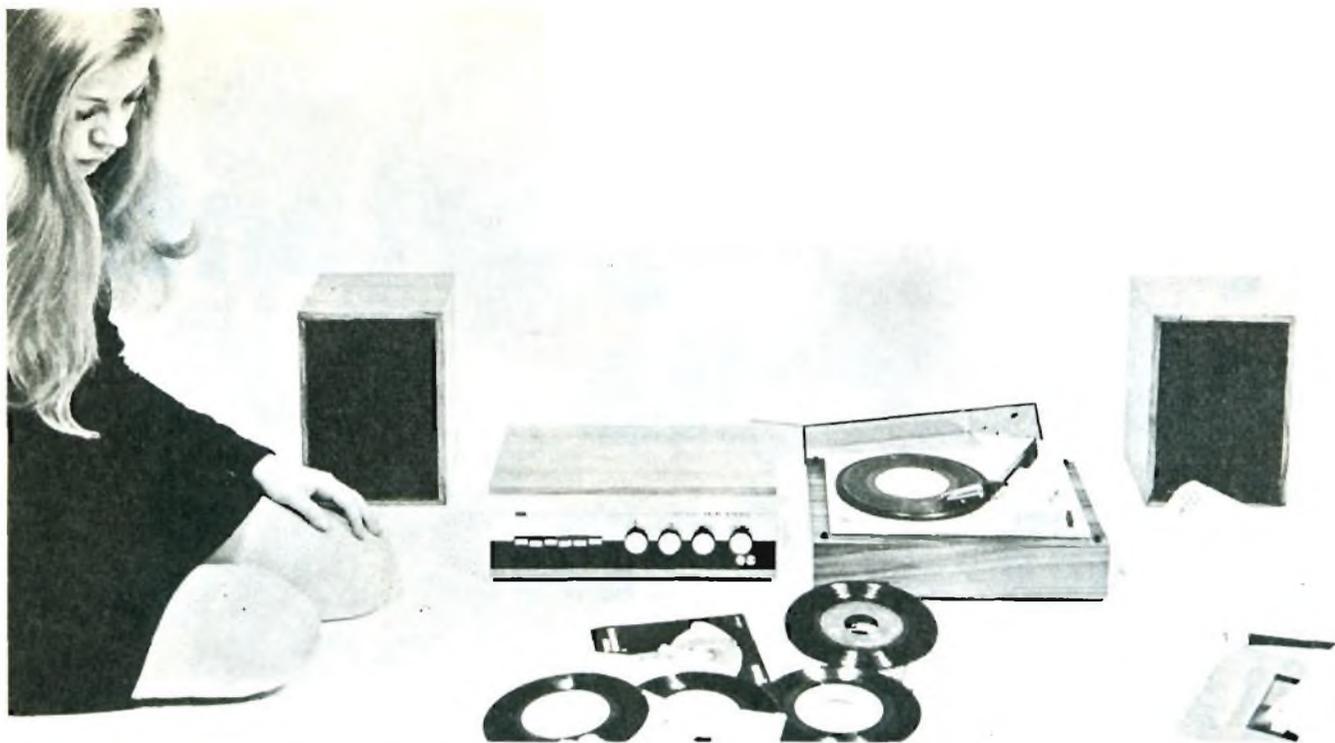
Anche la regolazione dell'angolo di traccia verticale è un'operazione da fare ad occhio, con lo scopo di assicurarsi che la cartuccia, vista di lato, sia perfettamente parallela alla superficie del disco. Il piano di riferimento per questa regolazione è generalmente quello superiore della cartuccia, anche

se in alcuni casi ciò è dubbio. Se la cartuccia non è parallela, si potrà mettere a posto utilizzando spessori nelle viti di montaggio o alzando o abbassando la base del braccio. Si noti che questa è una regolazione di compromesso che non sarà assolutamente valida per tutti i dischi.

La regolazione dell'azimut (cioè assicurarsi che la puntina, vista di fronte, sia verticale rispetto alla superficie del disco) è la più facile da effettuare. Il procedimento generalmente consigliato consiste nel porre uno specchietto tascabile sul piatto del giradischi, abbassare la puntina su esso e fare in modo che la cartuccia e la sua riflessione siano perfettamente allineate (fig. 3). Sfortunatamente, la maggior parte di tali specchietti è argentata nella superficie posteriore e perciò la riflessione avviene ad una certa distanza dalla cartuccia, complicando così la regolazione. Al posto dello specchietto si può usare un vero disco il quale, se ben illuminato e visto dall'angolo giusto, darà una riflessione adeguata.

**Acquisto di un nuovo giradischi** - Il componente che si consuma più rapidamente in un sistema economico è generalmente il cambiadischi, il cui meccanismo di cambio può diventare irregolare o anche solo "stanco" e rumoroso. Si tenga presente che anche un sistema compatto di tipo economico può spesso essere collegato ad un giradischi esterno escludendo quello incorporato; se il sistema è di qualità ragionevolmente buona, i dischi non verranno danneggiati.

A questo piano può sorgere un ostacolo, perché nella maggior parte dei giradischi di modesta qualità vengono usate cartucce ceramiche mentre un buon giradischi è generalmente previsto per accettare cartucce di grande flessibilità che esercitano basse pressioni sul disco, cioè, in altre parole, cartucce magnetiche, perché vi è una grave carenza di cartucce ceramiche di alta qualità. Tuttavia, per un amplificatore progettato per cartucce ceramiche, l'uscita di una cartuccia magnetica deve essere equalizzata e alquanto amplificata. Sarà necessario quindi un preamplificatore fono esterno da collegare al giradischi. In commercio si trovano tali preamplificatori, di ogni tipo e prezzo, e collegarli a qualsiasi amplificatore non dovrebbe presentare difficoltà insormontabili; si tenga solo presente che i collegamenti di massa devono essere efficienti. ★



Preso d'atto Ministero della Pubblica Istruzione N. 1391

# CORSO KIT HI-FI STEREO

**Non è necessario essere tecnici per costruire un amplificatore Hi-Fi!** Il metodo Elettrakit permette a tutti di montare, per corrispondenza, un modernissimo amplificatore Hi-Fi a transistori, offrendo un magnifico divertimento e la possibilità di conoscere a fondo l'apparecchio.

Elettrakit Le offre la sicurezza di costruirsi a casa Sua, con poca spesa e senza fatica, **un moderno ed elegante amplificatore Hi-Fi a transistori**: il mobile è compreso. Il metodo Elettrakit è facilissimo e veramente nuovo poiché, seguendone le istruzioni, Lei dovrà soltanto sovrapporre le parti, contrassegnate con un simbolo, sul circuito stampato che riporta gli stessi contrassegni e bloccarle con punti di saldatura. Sarà un vero divertimento per Lei vedere come con sole 10 lezioni riuscirà a completare il montaggio del Suo apparecchio, che in breve sarà perfettamente funzionante. Elettrakit Le manda a casa tutto il materiale necessario (transistori, mobile, ecc.), Lei non dovrà procurarsi nulla: **tutto è compreso nel prezzo** e tutto resterà Suo!

L'Allievo riceve tutti i componenti necessari per costruirsi il complesso Hi-Fi formato dall'amplificatore 4 + 4 W, da due cassette acustiche provviste di altoparlanti speciali, e da un giradischi stereofonico a tre velocità, con i relativi mobiletti come in figura.

Lei potrà montare questi magnifici apparecchi con le Sue mani divertendosi e imparando!

SE VOLETE REALIZZARE UN  
COMPLESSO DI AMPLIFICAZIONE  
RICHIEDETE INFORMAZIONI  
GRATUITE ALLA



**Scuola Radio Elettra**

10126 Torino Via Stellone 5/633

LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA

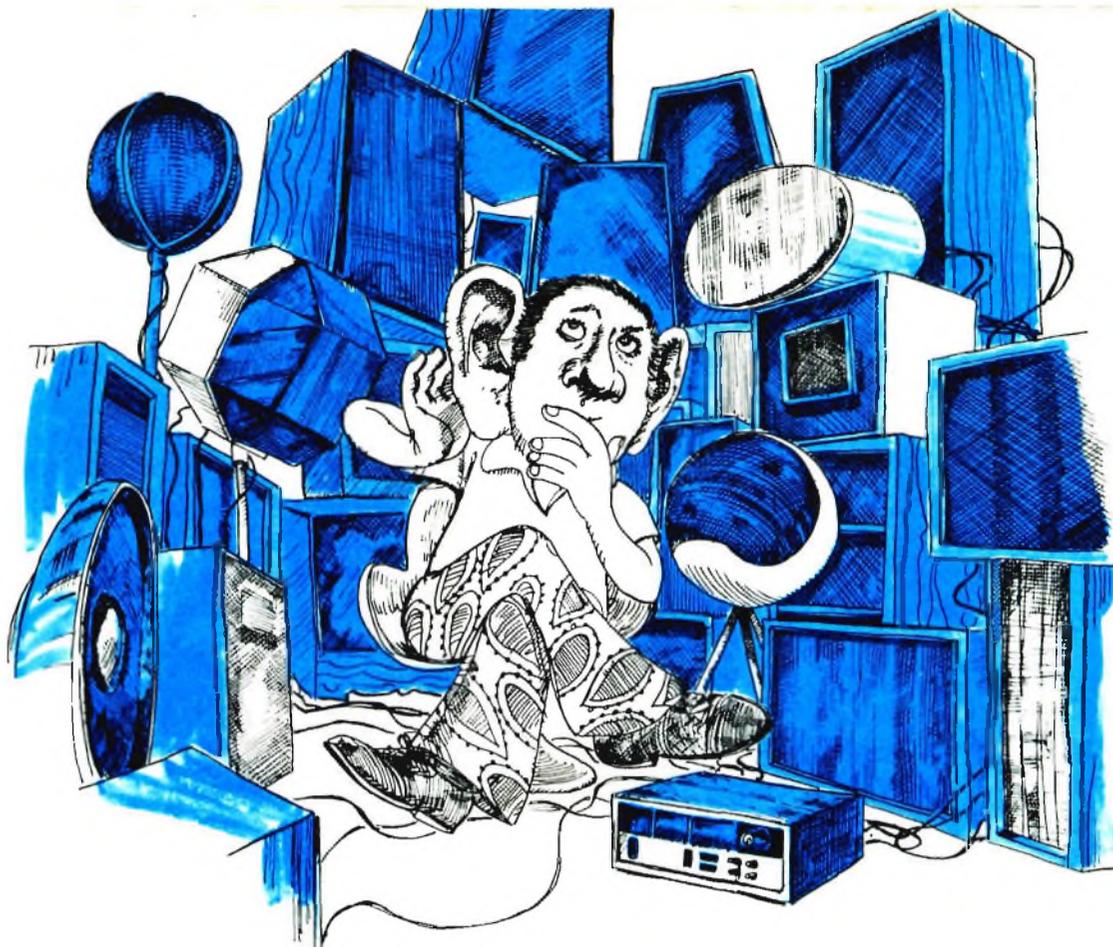
# I punti importanti nella scelta di un sistema di altoparlanti

## Le qualità importanti per una buona riproduzione

La scelta del sistema di altoparlanti può influenzare la qualità del suono di un impianto per alta fedeltà più di quanto non possa fare quella di ogni altro componente; gli altoparlanti devono perciò essere scelti con la massima cura e dopo aver preso in attenta considerazione tutte le loro caratteristiche; ovviamente, ciò è molto più facile da dire che da fare.

La maggior parte degli audiofili non conosce quali siano i criteri fondamentali su cui basarsi per la scelta di un sistema di altoparlanti, e così finisce per acquistare un certo modello solo sulla base dell'aspetto esterno, del numero dei singoli altoparlanti, delle dimensioni del woofer, del tipo di tweeter, ecc. Certamente, tutti questi elementi hanno un'influenza sul suono emesso, ma non offrono al potenziale acquirente una concreta indicazione su quali saranno in pratica le prestazioni dell'insieme. A determinare que-

ste ultime, ed in definitiva l'effettivo valore di un sistema di altoparlanti, intervengono infatti anche molti altri fattori, quali ad esempio le tolleranze di fabbricazione oppure la consulenza di architetti o esperti di acustica. Quando si decide di acquistare un sistema di altoparlanti, l'obiettivo è quello di trovare il prodotto che fornisce le migliori prestazioni a parità di costo. Se non si procede con i giusti criteri, l'esame di un gran numero di altoparlanti alla ricerca di quello più conveniente rischia, per diversi motivi, di confondere le idee anziché chiarirle. Prima di tutto, nel visitare diversi rivenditori di altoparlanti, ci si accorgerà che le affermazioni di ciascuno di essi sono in genere in contrasto con quelle degli altri; in secondo luogo, se non si conoscono a fondo i giusti criteri per giudicare un altoparlante in una prova pratica, si rischia di non riuscire a valutare appieno ogni altoparlante che il venditore fa ascoltare. Inoltre, molti negozianti mancano della capacità e/o delle attrezzature necessarie per effettuare validi confronti tra altoparlanti diversi. Come risultato di tutto ciò, molti scelgono i loro altoparlanti senza essere riusciti a fare prove valide e precise, e spesso si ritrovano con un prodotto che non rappresenta il meglio di ciò che avrebbero potuto permettersi, se non addirittura con un sistema di altoparlanti decisamente scadente. L'acquisto di un sistema di altoparlanti risulterà soddisfacente sotto ogni profilo solo se si ha un'idea veramente precisa di che cosa cercare ed a che cosa prestare orecchio



al momento della prova d'ascolto. Si tenga anzitutto presente che la funzione di ogni altoparlante è quella di trasformare l'energia elettrica fornita dall'amplificatore in onde sonore che riproducono il piú possibile esattamente il suono dell'esecuzione originale. Il giudicare la precisione con cui un sistema di altoparlanti riproduce il suono può diventare un procedimento preciso e scientifico se si procede per passi, valutando una alla volta le varie caratteristiche che verranno via via elencate in questo articolo.

**Equilibrio tonale** - L'equilibrio tonale, talvolta indicato anche con il termine di "equilibrio tra le ottave", esprime la capacità di un sistema di altoparlanti di riprodurre suoni compresi in ciascuna delle dieci ottave coperte dalla banda audio, senza esaltare od attenuare il volume dei suoni compresi in qualcuna di esse. L'equilibrio tonale è il parametro che piú di ogni altro influenza le caratteristiche del suono emesso da un sistema di altoparlanti. L'equilibrio tonale di un sistema di altoparlanti è importante per due ragioni: prima di tutto, dipende da esso se le relazioni reciproche tra la componente fondamentale e le armoniche di un suono sono conservate nella riproduzione; se queste relazioni non sono conservate, il timbro del suono riprodotto differirà alquanto da quello originale. In secondo luogo, dalla bontà dell'equilibrio tonale dipende in pratica il tempo in cui si può ascoltare musica prima che l'udito risulti affaticato.

Per meglio comprendere gli effetti dell'equilibrio tonale di un sistema di altoparlanti, conviene esaminare la struttura di un tipico suono musicale. Quasi tutti i suoni sono composti da una frequenza fondamentale e da una serie di armoniche multiple della fondamentale. Per esempio, il suono di un clarinetto che emetta il DO centrale è composto da una fondamentale avente frequenza di 262 Hz, da una seconda armonica con frequenza di 524 Hz, da una terza armonica a 768 Hz, da una quarta armonica a 1.048 Hz, e cosí via. Le varie armoniche differiscono in livello tra loro e dalla fondamentale.

La struttura armonica del suono emesso da uno strumento costituisce ciò che ne caratterizza il timbro; ovviamente, se un sistema di altoparlanti esalta od attenua notevolmente una porzione dello spettro audio (scarso equilibrio tonale), si avrà una variazione nel livello delle componenti sonore (fondamentale o armoniche) che cadono in quella porzione; risulterà cioè alterata la struttura armonica del suono che giunge all'ascoltatore.

Per giudicare l'equilibrio tonale di un sistema di altoparlanti, occorre ascoltare attentamente un certo numero di registrazioni musicali, cercando di stabilire quanto il timbro del suono riprodotto sia prossimo a quello del suono originale. La prova riesce piú agevole se si procede mediante il confronto reciproco di due sistemi di altoparlanti, usando ciascuno di essi come elemento di paragone per l'altro.

Poiché un sistema di altoparlanti con perfetto equilibrio tonale deve riprodurre un buon suono con tutti i generi di musica, è opportuno effettuare i confronti con brani musicali di tutte le categorie, anche se i gusti personali sono ristretti ad un solo tipo di musica. Questa prova è molto importante al fine di evitare il rischio di essere ingannati dal fatto che un certo modello di altoparlante risponde, ad esempio, in modo particolarmente favorevole ad un determinato brano musicale. Nel riquadro che accompagna questo articolo sono elencate alcune registrazioni particolarmente adatte per valutare l'equilibrio tonale di un altoparlante.

Il criterio fondamentale per giudicare l'equilibrio tonale in una prova di confronto è semplicemente quello di stabilire quale dei due sistemi di altoparlanti emetta il suono piú prossimo a quello reale.

Affinché i risultati di una serie di prove siano pienamente significativi, è essenziale che nel corso del confronto tutti i sistemi di altoparlanti siano fatti funzionare allo stesso livello sonoro. Se infatti uno dei sistemi suonasse ad un livello anche di poco superiore ad un altro, non si riuscirebbero a cogliere i sottili dettagli dell'equilibrio tonale proprio dei sistemi messi a confronto; quasi sempre il sistema che emette il suono piú forte, indipendentemente dalla sua qualità intrinseca, sembra il migliore al momento del confronto. Questo aspetto del problema è abbastanza serio, poiché i vari altoparlanti forniscono in genere livelli sonori diversi a parità di potenza erogata dall'amplificatore. Per superare questo ostacolo, nei migliori negozi di altoparlanti, sull'impianto che viene usato per le dimostrazioni, vengono impiegati commutatori mediante i quali è possibile variare il livello dei singoli altoparlanti. E' possibile così ottenere tra i livelli sonori quella precisa uniformità che rende pienamente significativo il confronto. Se non si dispone dei suddetti commutatori, il comando di volume dell'amplificatore deve essere ritoccato ogni volta che si cambia altoparlante.

**Gamma di frequenza** - Le frequenze limite (superiore e inferiore) di un sistema di un altoparlante caratterizzano la sua gamma di frequenza. L'estensione dell'udito umano copre in genere il campo che va da 16 Hz a 18 kHz, cioè approssimativamente dieci ottave: un buon sistema di altoparlanti deve essere in grado di riprodurre la maggior parte

possibile delle frequenze comprese in questo campo. Mentre alle alte frequenze molti dei moderni sistemi di altoparlanti vanno al di là delle limitazioni dell'orecchio umano, ben pochi sono quelli che anche solo si avvicinano al limite dei 16 Hz: in effetti, la quasi totalità dei sistemi di altoparlanti, anche di ottima qualità, non riproduce i suoni al di sotto dei 40 Hz se non con un considerevole peggioramento della qualità. Di conseguenza, quando si tratta di giudicare quanto sia estesa la risposta in frequenza di un sistema di altoparlanti, si deve prima di tutto porre attenzione a come l'altoparlante riesce a scendere in frequenza, sotto i 50 Hz, senza provocare una eccessiva distorsione. Una buona risposta ai bassi piú profondi è importante perché il sistema possa riprodurre in modo accurato i suoni delle canne d'organo, del tamburo basso, del contrabbasso, del controfagotto, della chitarra bassa e di altri strumenti musicali che, come questi, possono emettere suoni al di sotto dei 50 Hz.

Molte persone si lasciano trarre in inganno da sistemi di altoparlanti la cui risposta è stata fortemente esaltata nella zona dei medio-bassi (tra i 50 Hz ed i 100 Hz), con lo scopo di mascherare le carenze sui bassi profondi. Un sistema di altoparlanti di questo tipo emette in genere una gran quantità di bassi, e dà spesso un suono rimbombante, che manca però della nitidezza e della profondità del suono originale emesso dallo strumento che cerca di imitare.

Prima di valutare, eventualmente mediante confronti, la risposta ai bassi profondi, è necessario procurarsi una o piú registrazioni che contengano suoni a bassa frequenza molto evidenti; nell'elenco che accompagna l'articolo sono indicate, alla voce "Gamma di frequenza", alcune registrazioni adatte allo scopo.

Nelle prove per la valutazione dei bassi profondi, come del resto per ogni altra prova di confronto, è molto importante che tutti gli altoparlanti presi in esame vengano ascoltati allo stesso livello sonoro e con la stessa posizione relativa all'ascoltatore. Poiché molti altoparlanti non riproducono i bassi piú profondi, la manopola di volume dell'amplificatore deve essere posizionata in una prova preventiva utilizzando un brano musicale che contenga prevalentemente toni medi e alti. Procedendo in questo modo si riuscirà ad avvertire l'effettiva differenza nella risposta ai bassi profondi tra diversi sistemi di altopar-

lanti, semplicemente passando da uno all'altro nel corso di passaggi musicali che chiamino in causa una notevole quantità di basse frequenze.

#### **Angolo di diffusione alle alte frequenze -**

Una particolarità di tutti i dispositivi per la riproduzione del suono è quella di dare, a mano a mano che il suono emesso sale di tono (cioè cresce in frequenza), una diffusione spaziale delle onde sonore emesse con un angolo sempre meno ampio. Alle frequenze più alte, cioè, il suono risulta concentrato in un fascio molto stretto, che si estende frontalmente all'altoparlante. Una situazione del genere rappresenta ovviamente un inconveniente, poiché inevitabilmente fa sì che l'equilibrio tonale non sia uguale nelle diverse zone dell'ambiente di ascolto: le zone che si trovano in direzione degli altoparlanti hanno una abbondanza di toni alti, mentre le zone non coperte dal citato fascio di diffusione soffrono di una carenza nella risposta agli acuti.

Se l'angolo di diffusione del suono è stretto, per ascoltare un brano musicale con il dovuto equilibrio tonale è necessario collocarsi esattamente di fronte all'altoparlante; ciò pone ovviamente fastidiosi limiti alla sistemazione degli altoparlanti nell'ambiente di ascolto. Un sistema di altoparlanti con grande angolo di diffusione dà invece un suono praticamente invariato qualunque sia il punto del locale in cui si trova l'ascoltatore; l'equilibrio tonale della musica risulterà in definitiva poco influenzato dalla posizione in cui viene sistemato l'altoparlante.

La valutazione di quanto sia ampio l'angolo di dispersione di un altoparlante alle alte frequenze può essere effettuata confrontando il contenuto di alte frequenze del suono che si ascolta stando esattamente di fronte ad esso, con il contenuto di alte frequenze percepibile in diversi punti situati ed una certa distanza dall'asse dell'altoparlante. Quanto più è angolata la posizione per cui l'equilibrio tonale alle alte frequenze può considerarsi ancora buono, tanto migliori sono le caratteristiche di diffusione. Se un altoparlante ha un buon angolo di diffusione, non si dovrebbe avvertire un significativo cambiamento nell'equilibrio tonale anche spostandosi di 45° rispetto al suo asse.

Quando si fanno confronti tra altoparlanti diversi, si tenga presente che in questa prova si intende comparare gli angoli di diffusio-

ne, e non l'equilibrio tonale; perciò invece dell'usuale metodo di confronto consistente nel commutare ripetutamente da un altoparlante all'altro, è conveniente prendere in esame un sistema di altoparlanti per volta, determinando la relativa caratteristica di dispersione, e confrontare successivamente i dati raccolti per i vari sistemi. Il sistema di altoparlanti per cui risulta massimo lo scostamento dall'asse ancora compatibile con un buon equilibrio tonale è quello che ha il maggiore angolo di diffusione.

Si raccomanda di eseguire le prove con il commutatore dell'amplificatore posto su MONO e con il comando di bilanciamento ruotato in modo tale che solo uno dei due canali sia attivo; questo accorgimento elimina ogni possibilità di interferenza tra i due altoparlanti dell'impianto (è evidente che se vi fosse interferenza i risultati della prova non sarebbero molto significativi).

Le registrazioni da usare per la valutazione dell'angolo di diffusione devono contenere una notevole quantità di suoni ad alta frequenza (nell'elenco citato sono incluse alcune registrazioni adatte allo scopo). Alcuni usano, per valutare l'angolo di diffusione degli altoparlanti, il rumore che esce dal sintonizzatore per MF allorché non è sintonizzato su alcuna stazione; si tratta infatti di un "soffio" che chiama in causa una dose non indifferente di alte frequenze.

**Risposta ai transitori** - La capacità di un altoparlante di riprodurre con fedeltà improvvisi innalzamenti nel livello sonoro viene indicata con il termine di "risposta ai transitori". Suoni con caratteristiche quasi "esplosive" possono essere generati da quasi tutti gli strumenti musicali, in particolare da quelli a percussione allorché sono percossi o pizzicati; anche la voce umana nel pronunciare le consonanti "b", "p" e "t", produce suoni impulsivi di questo genere.

I transitori sonori sono musicalmente assai importanti, poiché conferiscono all'esecuzione vivacità ed espressione; e i musicisti ne fanno spesso un accorto uso per creare la voluta atmosfera.

Per valutare la bontà della risposta ai transitori propria di un sistema di altoparlanti e per fare confronti tra altoparlanti diversi, occorre disporre di ottime registrazioni che comprendano brani di pianoforte, tamburi, chitarra, banjo, campane e piatti. Nella prova è bene porre particolare attenzione al mo-

## DISCHI CONSIGLIATI PER LE PROVE DI ASCOLTO

Riportiamo qui di seguito un elenco delle registrazioni adatte a valutare le diverse caratteristiche dei sistemi di altoparlanti. Per controllare una data prestazione si scelga una delle registrazioni elencate sotto la voce che interessa.

### Equilibrio tonale

Cat Stevens: *Numbers*, A&M CS5749

Joni Mitchell: *Court and Spark*, Asy. 1001

Holst: *The Planets*, London CS6734

Bach: *Three Cantatas*, Advent D1016

Frank Sinatra: *Ol'Blue Eyes Is Back*, Reprise 2155

Quincy Jones: *Body Heat*, A&M 3617

### Gamma di frequenza

Saint-Saens: *Symphony No. 3 in C*, Columbia MS6469

Pink Floyd: *Dark Side of the Moon*, Harvest SMA11163

Richard Strauss: *Also Sprach Zarathustra*, London CS6609

Bob James: *Volume 1*, CTI 6043

### Angolo di diffusione

Rick Wakeman: *Journey to the Center of the Earth*, A&M 3621

### Transitori

Peter Frampton: *Frampton*, A&M4512

Thelma Houston and The Pressure Cooker: *I've Got the Music In Me*, Sheffield Lab 2

Igor Kipnis: *The English Harpsichord*, Angel SB3816

### Definizione spaziale

The Carpenters: *Horizon*, A&M 4530

Bernard Hermann: *The Mysterious Film World of Bernard Hermann*, London SPC21137

mento in cui iniziano le note emesse, ed a quanto tale inizio risulti netto. In generale, un sistema di altoparlanti con buona risposta ai transitori fornisce una musica molto realistica e ricca di dettagli (nel nostro elenco sono citate alcune registrazioni ricche di transitori adatte per questa prova).

**Definizione spaziale** - E' difficile indicare esattamente che cosa si intende con il termine "definizione spaziale", poiché non esistono precisi metodi per valutare questa caratteristica; essa deve invece essere giudicata basandosi sull'impressione soggettiva dell'ascoltatore.

In termini generali, parlando di "definizione spaziale" si intende indicare la capacità di un altoparlante di ricreare nella musica riprodotta le caratteristiche di riverberazione proprie dell'ambiente in cui è avvenuta l'esecuzione musicale e di dare all'ascoltatore la sensazione della precisa posizione dei vari strumenti ed esecutori vocali; ci si riferisce cioè alla bontà e precisione "dell'immagine sonora" ricreata dall'altoparlante. Per esempio, un sistema di altoparlanti con eccezio-

nale definizione sonora, nel riprodurre l'esecuzione di un piccolo insieme orchestrale potrà dare l'idea della esatta posizione occupata da ogni singolo strumento; lo stesso sistema sarà anche in grado, nel riprodurre l'esecuzione di una grande orchestra sinfonica, di far avvertire la vastità della sala da concerti in cui l'orchestra sta suonando. In altre parole, una buona definizione spaziale è ciò che aggiunge "realismo" al suono di un buon sistema di altoparlanti conferendo all'immagine sonora da esso creata un senso tridimensionale.

Per valutare le caratteristiche di definizione sonora è consigliabile ascoltare dapprima una registrazione con un cantante solista avente alle spalle un piccolo complesso; si giudichi la capacità del sistema di altoparlanti di assegnare alla voce ed ai vari strumenti una precisa posizione. Una registrazione eccellente per questo scopo è la prima tra quelle riportate nell'elenco alla voce "Definizione spaziale". Si dovrà successivamente ascoltare la registrazione di un'esecuzione orchestrale (si veda la seconda registrazione elencata) per controllare come venga ricreata la

atmosfera della sala da concerto. Sarà opportuno, durante questa prova, chiudere gli occhi e cercare di visualizzare la posizione dei differenti suoni.

**Efficienza** - Con il termine "efficienza" viene indicato il rendimento acustico di un sistema di altoparlanti, cioè il rapporto tra la potenza elettrica erogata dall'amplificatore (espressa in watt) e il livello di pressione sonora generato dall'altoparlante (espresso in dB). In altre parole, l'efficienza di un sistema di altoparlanti indica quanti watt sono necessari per ottenere da quel sistema un determinato livello sonoro. I sistemi di altoparlanti ad alta efficienza richiedono all'amplificatore una potenza più alta di quella che è invece necessaria se si usano sistemi con bassa efficienza, ottenendo in ogni caso lo stesso livello sonoro.

**Compatibilità di potenza** - Uno dei punti più importanti da tenere presente nella scelta di un sistema di altoparlanti è la compatibilità tra le sue caratteristiche di potenza e quelle dell'amplificatore con cui dovrà essere accoppiato. Quattro sono i fattori fondamentali da prendere in considerazione per valutare la potenza che l'amplificatore dovrà fornire all'altoparlante: l'efficienza del sistema di altoparlanti, il volume della sala in cui è installato l'impianto, il genere di arredamento ed il livello sonoro a cui si desidera ascoltare la musica.

Per ogni possibile combinazione di queste quattro variabili esiste un valore minimo di potenza dell'amplificatore che garantisce l'ottenimento del desiderato livello di ascolto, unito ad una buona qualità del suono. Se si usa un amplificatore la cui potenza nominale è inferiore al citato valore minimo, l'amplificatore può risultare sovraccaricato durante i passaggi musicali di maggiore intensità; il suono risulterà di conseguenza distorto. Questo tipo di distorsione (clipping) viene a crearsi in quanto l'amplificatore non è in grado di erogare tutta la potenza necessaria a riprodurre fedelmente il segnale audio alla sua massima ampiezza, e perciò taglia il picco superiore e quello inferiore della relativa forma d'onda; con altre parole si dice che l'amplificatore distorce poiché va in saturazione.

Molti costruttori specificano per i loro altoparlanti un valore di potenza minima; tale valore è quello che in genere fornisce ri-

sultati soddisfacenti per un ascoltatore che non richieda livelli sonori particolarmente alti e si trovi in un ambiente di ascolto il cui volume non sia superiore ai 40 m<sup>3</sup>. Per ambienti di ascolto con un volume superiore, la potenza dell'amplificatore va aumentata proporzionalmente: se il volume è il doppio, per ottenere lo stesso livello sonoro sarà necessario raddoppiare anche la potenza.

Locali delimitati da superfici molto assorbenti quali tende e tappeti, arredati con molti mobili, o aventi porte normalmente aperte, richiedono una potenza supplementare. Se si desidera poi ascoltare la musica ad un livello altissimo, la potenza dell'amplificatore deve essere ulteriormente aumentata; si tenga presente a questo scopo che un raddoppio della potenza determina un aumento appena avvertibile nel livello sonoro. Per riassumere, chi vuole ascoltare musica ad altissimo volume in una grande sala dalle pareti rivestite di tendaggi non troverà di certo sufficiente un amplificatore la cui potenza nominale sia appena uguale al valore minimo indicato dal costruttore del sistema di altoparlanti.

Sia ben chiaro che il valore di potenza minima indicato per un altoparlante non va confuso con la potenza che esso è in grado di sopportare, la cui entità è pure indicata dai costruttori. Molte persone hanno acquistato l'altoparlante sbagliato proprio perché hanno scelto un modello con potenza massima pari alla potenza nominale dell'amplificatore di cui disponevano. Quando un costruttore specifica che un certo modello è un "sistema di altoparlanti da 30 W", intende semplicemente indicare che 30 W rappresentano la massima potenza che il sistema può sopportare *con continuità* senza danneggiarsi. Se la potenza minima richiesta da un certo sistema di altoparlanti non è specificata dal costruttore, è possibile chiedere informazioni in proposito al negoziante, che naturalmente deve essere competente ed onesto.

Per conoscere la potenza che l'amplificatore dovrà fornire ad un sistema di altoparlanti, si parta dunque anzitutto dalla potenza minima indicata dal costruttore, maggiorandola poi, se necessario, in base alle dimensioni ed all'arredamento della stanza, nonché in base al livello di ascolto desiderato. Se possibile, sarà molto utile ascoltare nella propria sala l'intero impianto che si sta per acquistare e prendere solo allora la decisione definitiva. ★

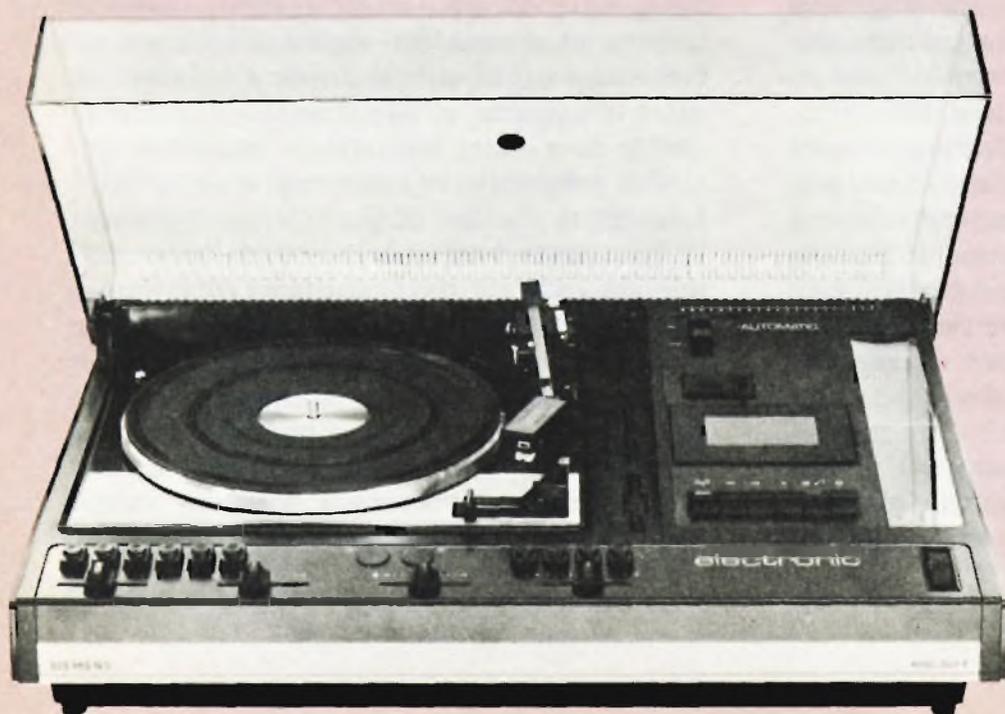
# NOVITÀ IN **ELETRONICA**

Questo nuovo microfono tetraedrico, che costituisce la base del sistema di diffusione sonora Ambisonic, viene sottoposto a controllo da parte di un tecnico del laboratorio della società inglese IMF Products, che, assieme all'Associazione Nazionale per lo Sviluppo e le Ricerche, sta mettendo a punto tale nuova apparecchiatura. L'Ambisonic, a differenza dei sistemi stereofonici tradizionali che creano l'illusione di un suono separato a condizione che l'ascoltatore non si allontani dagli altoparlanti durante l'audizione, sarà invece in grado di ottenere notevoli risultati di fedeltà anche quando l'ascoltatore sarà in movimento, creandogli così la sensazione di trovarsi nel mezzo dell'orchestra.

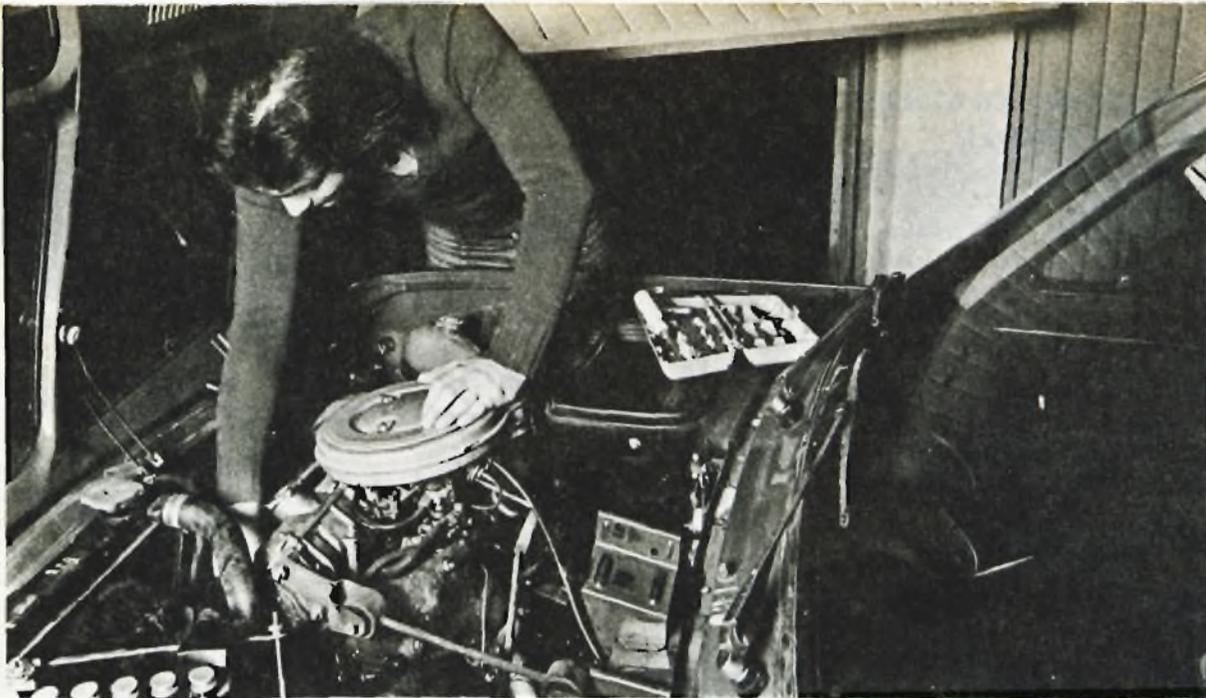


In questa nuova combinazione Siemens Klangmeister RS 321 sono raggruppati in un unico apparecchio il sintonizzatore per lo stereo, il bistereo ed il "quadro-sound", nonché il giradischi completamente automatico ed il registratore a cassette. La compattezza dell'apparecchio offre molti vantaggi: facilità di comando, ingombro ridotto, eliminazione dei cavi esterni per

collegare fra loro i tre elementi separati, possibilità di registrare direttamente su nastro e con facilità sia dischi sia trasmissioni radiofoniche, senza contare il notevole risparmio rispetto al prezzo di tre apparecchi separati. E' inoltre possibile, con tale apparecchio, diffondere una trasmissione stereo contemporaneamente in due locali. La potenza di uscita è di 2 x 15 W sinusoidali, pari a 2 x 25 W musicali e l'apertura del coperchio trasparente è regolabile con continuità.



Preso d'atto Ministero della  
Pubblica Istruzione N. 1391



# TRA QUALCHE MESE POTRAI ESSERE UN ELETTRAUTO SPECIALIZZATO

L'Elettrauto deve essere oggi un tecnico preparato, perché 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.T. di Torino  
A.D. - Aut. Dir. Prov.  
P.T. di Torino n. 23616  
1048 del 23-3-1955



## Scuola Radio Elettra

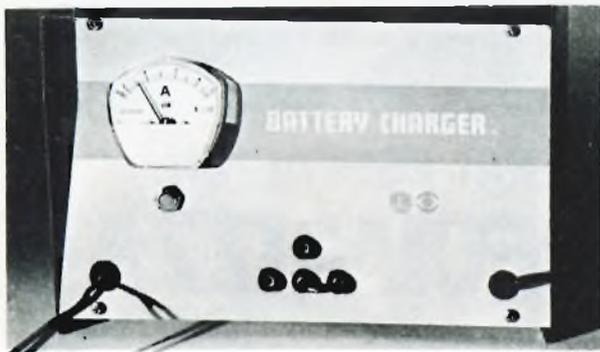
10100 Torino AD



## 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! Chiedi 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 \_\_\_\_\_ ETÀ \_\_\_\_\_

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

CITTÀ \_\_\_\_\_

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

MOTIVO DELLA RICHIESTA: PER HOBBY   
PER PROFESSIONE O AVVENIRE



# 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):



RADIO TECNICO-TRANSISTORI



RIPARATORE TV



ELETTROTECNICO



ELETTRONICO INDUSTRIALE



ALTA FEDELTA' STEREO



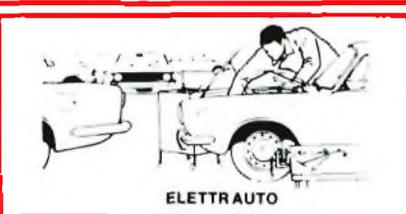
FOTOGRAFO



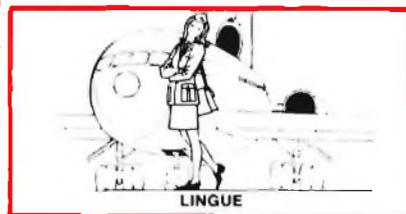
DISEGNATORE MECC. PROGETTISTA



IMPIEGATA D'AZIENDA



ELETTRAUTO



LINGUE



ASSISTENTE DISEGNATORE EDILE



TECNICO D'OFFICINA

Preso d'atto Ministero della Pubblica Istruzione N. 1391

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 -  
ELETTROTECNICA - 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 2 settimane 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 forniremo, 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



# 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  
VENDO A

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



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