

# RADIORAMA

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

**ESPANSORI  
DELL' AMBIENTE  
DI ASCOLTO**

**RECEIVER CONTROLS:**  
VOLUME, BALANCE, BASS, TREBLE, CATHEDRAL, CLUB, LARGE HALL, SMALL HALL, INPUT LEVEL, AMBIENCE DECAY, AMBIENCE LEVEL.

The image displays a purple stereo receiver with two large red volume knobs and several smaller knobs and sliders. Below the receiver are six panels, each showing a different room arrangement and color scheme: blue, red, purple, green, orange, and dark red. The text 'ESPANSORI DELL' AMBIENTE DI ASCOLTO' is overlaid across the top panels.



# Supertester 680 R / R come Record !!

IV 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*

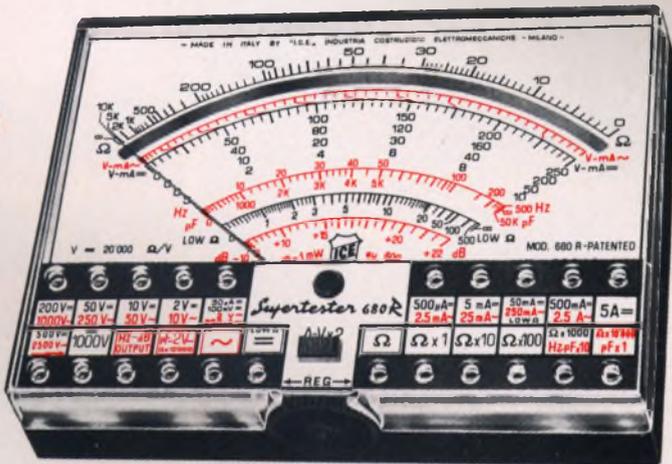
ampiezza del quadrante e minimo ingombro (mm. 128x95x32)  
precisione e stabilità di taratura (1% in C.C. - 2% in C.A.)  
semplicità, facilità di impiego e rapidità di lettura!  
robustezza, compattezza e leggerezza (300 grammi)  
accessori supplementari e complementari (vedi sotto)  
protezioni, prestazioni 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 2 V. a 2500 V. massimi.
- VOLTS C.C.: 13 portate: da 100 mV. a 2000 V.
- AMP. C.C.: 12 portate: da 50 µA a 10 Amp.
- AMP. C.A.: 10 portate: da 200 µA a 5 Amp.
- 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. Limitatore statico che permette allo strumento induttore ed al raddrizzatore a lui accoppiato, di poter sopportare sovraccarichi accidentali ed erronei anche mille volte superiori alla portata scelta !!!  
Strumento antiurto con speciali sospensioni elastiche. Fusibile di tipo standard (5 x 20 mm) con 4 ricambi, a protezione errate inserzioni di tensioni dirette sul circuito ohmmetrico.



**PREZZO: SOLO LIRE 35.500 + IVA**  
franco nostro stabilimento completo di puntali, pila e manuale d'istruzione. Astuccio inclinabile in resinpelle con doppio fondo per puntali ed accessori.

## 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: Ico (Ico) - Iebo (Ieo) - Ices - Icer - Vce sat - Vbe HFE (h) per i TRANSISTORS e Vf - Ir per i diodi.



### MULTIPLICATORE 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.



### VOLTMETRO ELETTRONICO

con Testistori ad effetto di campo (FET) MOD. I.C.E. 660

Resistenza di 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.



### TRASFORMATORE

MOD. 616 I.C.E.

Per misurare 1 - 5 - 25 - 50 - 100 Amp. C.A.



### AMPEROMETRO A TENAGLIA

*Amperclamp* MOD. 692

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. - Completo di astuccio istruzioni e riduttore a spina Mod. 29



### PUNTALE PER ALTE TENSIONI

MOD. 18 I.C.E. (25000 V. C.C.)



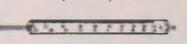
### LUXMETRO MOD. 24 I.C.E.

a due scale da 2 a 200 Lux e da 200 a 20.000 Lux. Ottimo pure come espositometro !!



### SONDA PROVA TEMPERATURA

MOD. 36 I.C.E. istantanea a due scale: da -50 a + 40 °C e da + 30 a + 200 °C



### SHUNTS SUPPLEMENTARI

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



### WATTMETRO MONOFASE

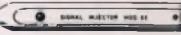
MOD. 34 I.C.E. a 3 portate: 100 - 500 e 2500 Watts.



### Esso serve per individuare e localizzare rapidamente guasti ed interruzioni in tutti i circuiti a B.F. - M.F. - VHF - e UHF (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.

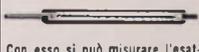
### SIGNAL INJECTOR MOD. 63

Iniettore di segnali.



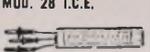
### GAUSSOMETRO MOD. 27 I.C.E.

Con esso si può misurare l'esatto campo magnetico continuo in tutti quei punti ove necessiti conoscere quale densità di flusso sia presente in quel punto (vedi altoparlanti, dinamo, magneti, ecc.).



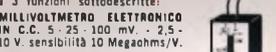
### SEQUENZIOSCOPIO MOD. 28 I.C.E.

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



### ESTENSORE ELETTRONICO MOD. 30

a 3 funzioni sottodescritte: MILLIVOLTMETRO ELETTRONICO IN C.C. 5 - 25 - 100 mV. - 2,5 - 10 V. sensibilità 10 Megaohms/V. NANO / MICRO AMPEROMETRO 0,1 - 1 - 10 µA. con caduta di tensione di soli 5 mV. PIROMETRO MISURATORE DI TEMPERATURA con corredo di termocoppa per misure fino a 100 °C - 250 °C e 1000 °C.



**PREZZI ACCESSORI (più I.V.A.):** Prova transistor e prova diodi Transtest Mod. 662: L. 21.900 / Moltiplicatore resistivo Mod. 25: L. 8.000 / Voltmetro elettronico Mod. 660: L. 45.000 / Trasformatore Mod. 616: L. 14.500 / Amperometro a tenaglia Amperclamp Mod. 692: L. 24.200 / Puntale per alte tensioni Mod. 18: L. 12.500 / Luxmetro Mod. 24: L. 21.900 / Sonda prova temperatura Mod. 36: L. 19.000 / Shunts supplementari Mod. 32: L. 12.500 / Wattmetro monofase Mod. 34: L. 28.300 / Signal injector Mod. 63: L. 12.500 / Gaussometro Mod. 27: L. 19.000 / Sequenzioscopio Mod. 28: L. 12.500 / Estensore elettronico Mod. 30: L. 24.200

**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

### RADIORAMA N. 4

Anno XXVI -  
Aprile 1981  
Prezzo: L. 1.000

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

### TECNICA INFORMATIVA

|   |    |
|---|----|
| Espansori dell'ambiente di ascolto:           |    |
| — <i>I suoni diretti e i suoni riflessi</i>   | 4  |
| — <i>Dispositivi analogici e numerici</i>     | 8  |
| — <i>L'aggiunta del suono d'ambiente</i>      | 10 |
| — <i>Procedura delle prove</i>                | 12 |
| — <i>Risultati delle prove</i>                | 14 |
| — <i>Considerazioni conclusive</i>            | 16 |
| Laboratorio test:                             |    |
| — <i>Testina fonorilevatrice Empire EDR.9</i> | 24 |
| Memorie di massa                              | 45 |

### TECNICA PRATICA

|   |    |
|---|----|
| Come progettare e costruire alimentatori - Parte 1 <sup>a</sup> | 28 |
| Allarme per la porta del frigorifero                            | 40 |
| Oscilloscopio sperimentale a stato solido                       | 50 |
| Un induttanzimetro - capacimetro di precisione                  | 58 |

### LE NOSTRE RUBRICHE

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| L'angolo dei club             | 38 |
| Novità librarie               | 49 |
| L'angolo dello sperimentatore | 54 |

# 4

APRILE 1981

DIRETTORE RESPONSABILE: Vittorio Veglia.

DIRETTORE AMMINISTRATIVO: Tomasz Carver.

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

IMPAGINAZIONE: Giovanni Lojaccono, Giorgio Bonis, Adriana Piovano.

SEGRETARIA DI REDAZIONE: Rinalba Gamba.

SEZIONE TECNICA COSTRUTTIVA: Scuola Radio Elettra - Popular Electronics.

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

HANNO COLLABORATO A QUESTO NUMERO: Lorenzo Baiardi, Renata Pentore, Claudio Panero, Angiola Gribaudo, Giuseppe De Martino, Ida Verrastro, Lorenzo Sartoris, Adriana Bobba, Gabriella Pretoto, Mario Durando, Angela Valeo, Filippo Bossa, Andrea Venditti, Giuseppe Picollo.

● Il contenuto dell'edizione americana è soggetto a copyright della ZIFF-DAVIS PUBLISHING, Co. One Park Avenue, New York 10016, N.Y. ● E' vietata la riproduzione anche parziale di articoli, fotografie, servizi tecnici o giornalistici senza preventiva autorizzazione ● I manoscritti e le fotografie anche se non pubblicati non si restituiscono, verrà dato comunque un cenno di riscontro ● Pubblicazione autorizzata con numero 1096 dal Tribunale di Torino ● Spedizione in abbonamento postale, gruppo III ● Stampa effettuata dalle Edizioni Piemonte S.p.A., via Marconi, 36 - 12049 Trinità (Cuneo) ● 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. 1.000 ● Abbonamento semestrale (6 fascicoli): L. 5.500 ● Copie arretrate, fino ad esaurimento, L. 1.000 il fascicolo ● In caso di aumento o diminuzione del prezzo degli abbonamenti verrà fatto il dovuto conguaglio ● I versamenti per gli abbonamenti e le copie arretrate vanno indirizzati a: SCUOLA RADIO ELETTRA S.p.A. - Redazione RADIORAMA, via Stellone 5, 10126 Torino (assegno circolare o bancario o cartolina-vaglia), oppure possono essere effettuati sul C.C.P. n. 17742107, Torino.



La maggior parte delle registrazioni non riesce a dare all'ascoltatore la sensazione di stare veramente ascoltando musica "dal vivo"; la cosa è dovuta a diverse ragioni, una delle quali, forse la più importante, è che le caratteristiche acustiche degli ambienti di ascolto che si possono trovare nelle normali abitazioni sono totalmente diverse da quelle di una sala da concerto o di un night-club. In altre parole, in un appartamento il suono indiretto, cioè quello che è determinato dai fenomeni di riflessione e di assorbimento, è ben diverso da quello che si ha in un auditorium. Di conseguenza, l'ascoltatore riceve sensazioni decisamente falsate dalle dimensioni della stanza, dal materiale delle pareti, ecc.

Tra gli appassionati di riproduzione audio sta crescendo l'interesse per una nuova categoria di apparecchi, nati per creare un'apparente espansione dell'ambiente di ascolto dal punto di vista acustico. Tutti questi apparecchi introducono un ritardo nel segnale musicale per simulare diversi gradi di riverberazione d'ambiente, rendendo così più realistica la musica riprodotta. In questo articolo saranno descritti i modelli reperibili sul merca-

to, esaminando per ciascuno di essi il principio di funzionamento e le prestazioni.

## I SUONI DIRETTI E I SUONI RIFLESSI

Il primo suono che raggiunge un ascoltatore situato in un punto qualsiasi della sala d'ascolto è quello diretto; la nostra capacità di localizzare con esattezza la sorgente sonora è strettamente legata a questo segnale, il quale è poi subito seguito da una serie di altri segnali, riflessi dalle superfici della stanza e, quindi, caratterizzati da un più lungo percorso tra sorgente e ascoltatore. In generale, i suoni che arrivano per ultimi hanno un contenuto di alte frequenze ridotto rispetto a quelli che giungono per primi, e ciò a causa dell'assorbimento da parte dell'arredamento della stanza e degli ascoltatori. Questa miscela di suoni diretti e riflessi induce nell'ascoltatore le sensazioni relative alle dimensioni ed alle proprietà acustiche della stanza, nonché quelle inerenti la sua posizione rispetto alla sorgente sonora. Una registrazione in cui mancassero questi suoni riflessi, o indiretti, apparirebbe sorda e priva di vita; ma quasi tutte le registrazioni contengono alme-

# ESPANSORI DELL'AMBIENTE DI ASCOLTO

- In che modo una linea di ritardo può migliorare la riproduzione del suono
- Descrizione di otto diversi modelli
- Confronto tra le prestazioni

*di Julian Hirsch*

no una parte dei suoni riflessi, generatisi nell'ambiente dove è avvenuta l'esecuzione. Questi suoni indiretti sono captati o da microfoni opportunamente piazzati oppure tramite altri accorgimenti. Se l'operazione è fatta nel modo giusto, il risultato che si ottiene è certamente più piacevole e naturale di quello che si avrebbe se non fossero presenti i suoni d'ambiente.

Sfortunatamente, il programma musicale viene poi di norma riascoltato in una stanza che differisce drasticamente da quella in cui è avvenuta l'esecuzione; il locale d'ascolto ha infatti caratteristiche sue proprie di riflessione e di ritardo (in genere quest'ultimo è assai più breve di quello del locale originale). Le caratteristiche acustiche dell'ambiente d'ascolto tendono così a scontrarsi con quelle del locale in cui è avvenuta la registrazione e l'ascoltatore si rende conto di stare ascoltando un suono artificiale. In conclusione, per quanto il suono d'ambiente della sala di esecuzione sia stato ben inserito nella registrazione, questa non risulterà naturale se riprodotta in un locale che abbia dimensioni e proporzioni diverse.

Una delle tecniche più promettenti svilup-

pate per risolvere questo problema consiste nel suono quadrifonico, che si dimostra ancora la soluzione migliore. In teoria è possibile inserire i suoni d'ambiente in una registrazione quadrifonica e riprodurli con pieno successo in una stanza d'ascolto differente da quella in cui è avvenuta l'esecuzione. I necessari ritardi temporali sono "incorporati" nella registrazione e consentono ai quattro altoparlanti di ricreare l'acustica della sala originaria. Alcune delle prime registrazioni quadrifoniche si dimostrarono in grado di dare questo risultato, ma le compagnie discografiche cominciarono presto a ricercare effetti strani e sensazionali che, pur se capaci di suscitare meraviglia, erano completamente privi di realismo. Inoltre, per la riproduzione quadrifonica era necessario affrontare la spesa per un secondo amplificatore e per una altra coppia di altoparlanti: come risultato si è avuto il rifiuto della quadrifonia da parte di molti potenziali utenti.

Nello stesso periodo in cui la quadrifonia cominciava a registrare una flessione sul mercato dell'alta fedeltà, alcune ditte annunciarono lo sviluppo di sintetizzatori d'ambiente, basati su dispositivi di ritardo. I principi su

cui si fondava il funzionamento di questi apparecchi erano noti da molti anni, ma la loro realizzazione pratica è risultata possibile soltanto dopo la comparsa sul mercato di adatti circuiti integrati. Lo scopo di tali apparecchi è quello di ritardare elettronicamente i normali segnali musicali stereofonici (normalmente con ritardi più numerosi e differenti fra loro per simulare diversi cammini del suono) e di far ricircolare i segnali ritardati in modo da ricreare approssimativamente l'effetto delle riflessioni multiple nella sala. Quando questi suoni ritardati sono riprodotti da una seconda coppia di altoparlanti, sistemati sui lati o sul fondo della stanza, la "spaziosità" di una grande sala da concerto può essere trasferita con ottimi risultati anche in un locale molto più piccolo.

Gli espansori d'ambiente della prima generazione erano piuttosto costosi e, appena l'entusiasmo iniziale da essi suscitato si fu esaurito, cominciarono ad apparire evidenti le loro limitazioni. Oggigiorno gli audiofili possono acquistare sintetizzatori d'ambiente della seconda, od anche della terza generazione da almeno otto case costruttrici diverse; questi nuovi apparecchi cercano di superare, spesso con buon successo, quasi tutte le limitazioni proprie delle prime unità, benché nessuno di essi sia totalmente privo di qualche problema. Gli apparecchi in questione hanno tuttora un prezzo piuttosto elevato e, data la loro complessità, sono probabilmente destinati a restare un costoso accessorio per un impianto ad alta fedeltà. Forse si potrà verificare una certa riduzione dei costi se i circuiti di ritardo verranno incorporati nei normali amplificatori.

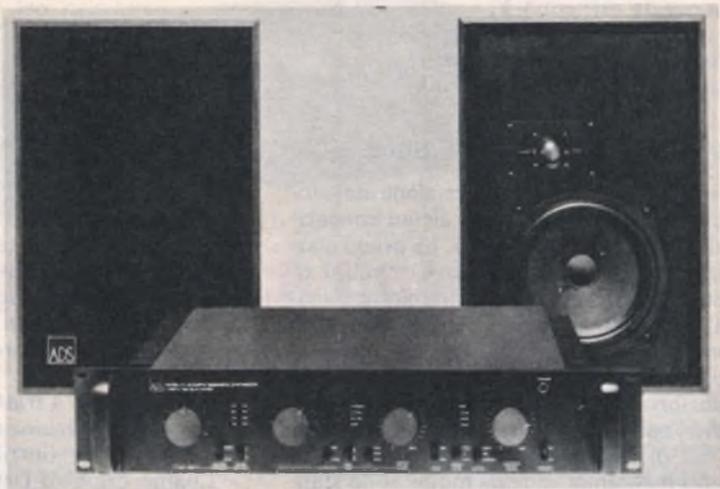
Per controllare i progressi della tecnica nel campo dei sintetizzatori d'ambiente, basati su dispositivi di ritardo, si è effettuato un confronto tra i principali modelli di apparecchiature non professionali, reperibili sul mercato, ben coscienti che simile operazione avrebbe comportato parecchie difficoltà, a causa della natura essenzialmente soggettiva di tutto il processo. Su questi apparecchi non solo è difficile portare a termine le misure classiche, ma queste non sono probabilmente in grado di rivelare granché circa i pregi ed i difetti dei singoli apparecchi, se non ad un esperto nel progetto di tali apparecchiature. I dati numerici con cui vengono normalmente caratterizzati i preamplificatori e gli amplificatori di potenza non possono fornire precisazioni esaurienti in merito al

*Il "Mod. 10 Acoustic Dimension Synthesizer" della ADS (Analog & Digital Systems) è definito dalla casa costruttrice "un apparecchio della terza generazione". Esso incorpora un amplificatore di potenza, che può erogare 100 W per canale su carichi di 4  $\Omega$ , ed è accompagnato da due compatti altoparlanti, le cui caratteristiche sono state ottimizzate per questa applicazione.*

*Si tratta di un apparecchio con funzionamento di tipo numerico, basato su una particolare forma di modulazione delta; la memoria di ritardo è costituita da registri a scorrimento. L'apparecchio consente la scelta, mediante un apposito commutatore (STAGE DISTANCE, cioè "distanza dal palcoscenico"), tra quattro diversi ritardi esterni; se abbassato, questo commutatore fa diminuire il ritardo, se alzato lo fa aumentare; quando viene rilasciato, spinto da una molla, ritorna nella sua posizione centrale. Il ritardo selezionato è indicato da una fila di LED posti sul pannello frontale ed è espresso in piedi: 10, 24, 33 e 45 (equivalenti rispettivamente a 3,3 m, 7,9 m, 10,8 m e 14,8 m); poiché la velocità del suono nell'aria è di circa 34 cm/ms, questi numeri possono facilmente essere tradotti in unità temporali. Un secondo ritardo, selezionato in modo analogo mediante un commutatore contrassegnato dalla scritta HALL SIZE (cioè, dimensioni della stanza), può assumere diversi valori identificati dalle diciture: CLUB, SM. HALL (piccola sala), LG. HALL (grande sala) e CATHEDRAL (cattedrale). Ogni azione su questo commutatore fa variare contemporaneamente due tempi di ritardo, il cui rapporto reciproco è scelto in modo da dare i migliori risultati.*

*Il livello istantaneo del segnale musicale è indicato da quattro LED, contrassegnati con le scritte: PEAK (picco), -10 dB, -20 dB e -40 dB. Un selettore di ingresso ed un comando di livello permettono all'apparecchio Mod. 10 di accettare segnali in un ampio campo dinamico; il miglior funzionamento del sistema si ha quando qualche diodo lampeggia saltuariamente, ma quello PEAK resta sempre spento. Altri comandi permettono di regolare il livello d'uscita del segnale ritardato, il grado di riverberazione e l'iniezione sui canali anteriori di una parte del segnale ritardato; quest'ultima funzione è contrassegnata dalla scritta STAGE DEPTH (cioè, "profondità del palcoscenico"). Interruttori a levetta servono per selezionare la frequenza di taglio superiore dei canali ritardati (tra 5.000 Hz, 8.000 Hz e 13.000 Hz) e per inviare verso gli altoparlanti posteriori i segnali ritardati o quelli diretti.*

*Una caratteristica esclusiva dell'apparecchio ADS Mod. 10 è il commutatore contrassegnato con la scritta SOURCE AMBIENCE; con questo commutatore nella posizione MONO, i circuiti di ritardo si comportano nel modo usuale nei confronti sia dei segnali monofonici sia di quelli stereofonici. Un problema associato ai sistemi che cercano di sintetizzare l'acustica dell'ambiente è il cosiddetto "effetto dell'an-*



## ADS MOD. 10

nunciatore nella caverna": quando si regola il sistema con la quantità di riverberazione più adatta alla maggior parte della musica, la voce dell'annunciatore, che spesso interviene nella ricezione di una stazione in MF, arriva come se questi stesse parlando molto distante dall'ascoltatore, al fondo di una profonda caverna. Questo effetto appare molto poco naturale, perciò alquanto sconcertante ed in grado di annullare l'atmosfera di realismo ottenuta grazie al sistema di ritardo.

La ADS ha quasi completamente superato questo problema dotando il suo apparecchio di un modo di funzionamento che viene selezionato portando in posizione STEREO il commutatore SOURCE AMBIENCE. In queste condizioni ai circuiti di ritardo viene inviato solo il segnale differenza tra i due canali stereo (segnale S-D); questo accorgimento non soltanto fornisce un suono molto gradevole per la maggior parte dei segnali stereofonici trasmessi dalle stazioni a modulazione di frequenza, ma, poiché gli annunciatori sono normalmente piazzati al centro, non ritarda per nulla la loro voce. Essi perciò vengono uditi come se fossero in posizione centrale, e la loro voce non risulta spostata dagli effetti del ritardo e della riverberazione. Il sistema non è certo perfetto, ma è tale da migliorare sensibilmente uno dei pochi "punti deboli" insiti nel processo di espansione apparente dell'ambiente di ascolto, ottenuto mediante dispositivi di ritardo.

Sul pannello posteriore dell'apparecchio sono accessibili separatamente sia le uscite dall'unità di ritardo, sia gli ingressi per l'amplificatore di potenza; è inoltre disponibile una seconda

coppia di uscite (DELAY 2), sulle quali si trova un segnale con lo stesso ritardo delle uscite principali (ma con diverso genere di riverberazione), che simula le riflessioni dal soffitto e dalla parete posteriore della sala da concerto. Queste uscite possono essere collegate ad un altro amplificatore di potenza, che alimenti altoparlanti posti sul soffitto e sulla parete posteriore dell'ambiente d'ascolto; si ottiene così un ulteriore perfezionamento dell'effetto globale.

Una presa per cuffia, di tipo jack e montata sul pannello frontale, permette di inviare verso una cuffia stereofonica una miscela dei diversi segnali: quello diretto e quelli ritardati in diverso modo. L'inserzione di una cuffia in questa presa esclude gli altoparlanti posteriori. L'interruttore di alimentazione del Mod. 10 ha una caratteristica di intervento ritardata, ed impiega diversi secondi a portare l'apparecchio in condizioni di funzionamento, evitando in questo modo ogni rumore transitorio.

Gli altoparlanti ADS L10, forniti con l'apparecchio, sono compatti e del tipo a due vie; essi fanno uso di un woofer da 18 cm e di un tweeter da 25 mm a calotta morbida. Ciascuno di essi è alto 38 cm, largo 25 cm, profondo 16,5 cm e pesa 5,7 kg.

L'apparecchio ADS Mod. 10 ha un mobiletto completamente rifinito in nero, largo 40 cm, profondo 30 cm ed alto 9 cm. Con l'installazione di un paio di staffe aggiuntive, può diventare largo 48,3 cm ed essere montato in un telaio di dimensioni standard. Il peso dell'apparecchio è di 10,7 kg; non risulta che esso sia importato in Italia.

suono emesso da questi apparecchi. Nonostante queste difficoltà, si è cercato di compiere qualche sondaggio ulteriore, anziché ascoltare semplicemente i diversi modelli per valutare i loro meriti ed i loro difetti.

## DISPOSITIVI ANALOGICI E NUMERICI

Prima di passare alla descrizione dei singoli apparecchi, esaminiamo alcuni concetti su cui si basa il loro progetto. La prima classificazione che si può fare per i circuiti di ritardo è la loro distinzione tra circuiti analogici e circuiti numerici, ognuno dei quali presenta ovviamente vantaggi ed inconvenienti. Dapprima sarà esaminato il principio di funzionamento dei dispositivi analogici, quindi si passerà all'esame di quelli numerici.

Linee di ritardo analogiche costituite da elementi meccanici, cioè da molle, sono state usate per molti anni nei dispositivi di riverberazione; uno degli apparecchi provati (il Modello 6000 Series Two della Phase Linear) faceva ancora uso di molle per ottenere ritardi particolarmente lunghi. I più moderni circuiti di ritardo analogici ricorrono invece a circuiti elettronici, che eliminano alcune pecche di funzionamento normalmente associate alle molle.

Tali circuiti analogici di ritardo usano attualmente, come componenti fondamentali, circuiti integrati del tipo conosciuto come "Dispositivi a Trasferimento di Carica" (o CTD, dal termine inglese "Charge-Transfer Devices"). Questi circuiti, che per la precisione sono registri a scorrimento di tipo analogico comandati da un orologio temporizzatore (clock), possono a loro volta essere suddivisi in due categorie. La prima ad essere sviluppata è stata quella comunemente nota con il nome di "bucket brigade" (termine che può essere tradotto "brigata del secchio"); questa denominazione deriva dall'analogia con l'accorgimento che spesso si adotta per spegnere gli incendi: quello di organizzare una catena di uomini che si passano secchi d'acqua, in modo da trasferirli anche a considerevole distanza.

In questo tipo di registro a scorrimento analogico un campione dell'ampiezza istantanea del segnale d'ingresso viene raccolto nell'istante in cui arriva un impulso di clock e viene usato per caricare un piccolo condensatore d'ingresso, incorporato nel circuito integrato. Quando arriva il successivo impulso di clock, la carica così raccolta viene tra-

sferita, attraverso un MOSFET, al condensatore successivo del registro a scorrimento, lasciando il primo condensatore libero di essere caricato con il successivo campione del segnale di ingresso. Al termine della sequenza di condensatori, le tensioni analogiche che costituiscono i campioni del segnale sono prelevate (ritardate del tempo che è occorso loro per percorrere una serie di centinaia, o addirittura di migliaia, di elementi di memoria temporanea) e filtrate in modo da ricostruire la forma d'onda originale. Il ritardo totale è determinato dal numero di elementi di immagazzinamento contenuti nel registro a scorrimento e dalla frequenza di clock.

I dispositivi a trasferimento di carica della seconda generazione sono invece indicati con la sigla CCD (iniziali dei termini inglesi "Charge-Coupled Devices", cioè "dispositivi ad accoppiamento di carica"); sotto molti aspetti questi sono simili ai dispositivi "bucket brigade", ma in essi si ha il trasferimento, anziché di cariche elettriche da un condensatore all'altro, di livelli di polarizzazione da un MOSFET all'altro. Ciascun campione del segnale d'ingresso polarizza un FET in un determinato punto della sua caratteristica di funzionamento e questo livello di polarizzazione viene trasferito da un FET al successivo, sino al termine del registro a scorrimento. Il flusso dei livelli di polarizzazione in uscita, continuamente variabili, viene usato per costruire una versione ritardata del segnale di ingresso. Sotto l'aspetto delle prestazioni, i CCD permettono di ottenere un ritardo maggiore ed un più elevato rapporto segnale/rumore rispetto ai dispositivi del tipo "bucket brigade". Come nel caso precedente, il tempo di ritardo totale dipende dal numero degli elementi di memoria (MOSFET invece di condensatori) e dalla frequenza dell'oscillatore di temporizzazione.

I dispositivi di ritardo di tipo numerico fanno uso o della modulazione PCM ("Pulse Code Modulation", cioè "modulazione a codice di impulsi") o di quella DM ("Delta Modulation" cioè "modulazione delta"). In entrambi i casi il segnale analogico è innanzitutto convertito in un segnale numerico mediante un convertitore A/N (analogico-numerico), alla cui uscita si trova un gruppo di segnali binari che indicano l'ampiezza del segnale nell'istante in cui esso è stato campionato. Nella modulazione delta il risultato finale dell'operazione di codifica è invece un



## SOUND SPACE CONTROL MOD. 500 DELLA ADVENT

*Il Mod. 500 è un apparecchio numerico del tipo PCM, che fa uso di una memoria RAM. Il tempo di ritardo, selezionabile tra 1 ms e 100 ms a passi di 1 ms, è indicato da un ampio visualizzatore a due cifre, realizzato con dispositivi a sette segmenti. La cifra che compare sull'indicatore, compresa tra 0 e 99, è sempre 1 ms inferiore al ritardo reale. Per selezionare il ritardo desiderato, si deve agire sul commutatore contrassegnato con la scritta SIZE (cioè "dimensione"), spostandolo in alto per far aumentare il ritardo ed in basso per farlo diminuire; il commutatore è richiamato da una molla nella sua posizione centrale. La variazione del tempo di ritardo avviene a passi di 1 ms ed alla cadenza di circa 10 ms al secondo. Due indicatori a sbarretta fluorescente con luce verde indicano se il livello del segnale è all'interno del campo di corretto funzionamento; in caso di sovraccarico lampeggiano invece due indicatori rossi. Un commutatore a tre posizioni serve a selezionare, in base all'ampiezza del segnale in arrivo, una fra tre possibili sensibilità d'ingresso.*

*Un altro comando importante di questo apparecchio è una manopola che regola con continuità l'entità della riverberazione. Manopole più piccole comandano il volume, i toni bassi e quelli alti. Il comando dei toni alti, quando viene spostato dal minimo, inietta sull'uscita una certa quantità di segnale ad alta frequenza*

*(oltre i 6.000 Hz) non ritardato; la risposta della linea di ritardo cade infatti rapidamente al di sopra dei 6.000 Hz. Un commutatore a tre posizioni permette di escludere dall'uscita il segnale ritardato o di sostituirlo con quello non ritardato; un altro commutatore consente di mandare a zero il segnale (non ritardato), inviato verso gli altoparlanti anteriori. Un altro commutatore ancora, posto sul pannello posteriore e contrassegnato con la scritta DELAY (cioè "ritardo"), offre la possibilità di usare il Mod. 500 come una semplice linea di ritardo (cioè senza mescolazione e riverberazione), i cui due canali possono essere posti in cascata, così da ritardare un segnale monofonico sino a 100 ms. Sull'apparecchio non esiste interruttore di alimentazione, poiché esso è previsto per essere collegato ad una delle prese di rete, poste sul pannello posteriore dell'amplificatore a cui l'apparecchio viene accoppiato e collegate a valle dell'interruttore di alimentazione.*

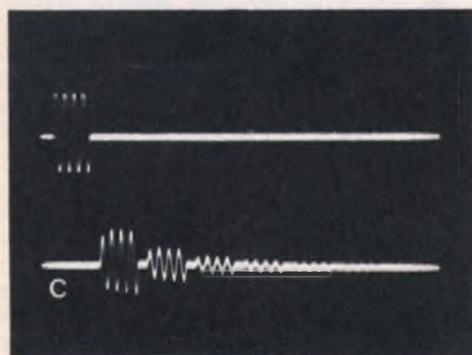
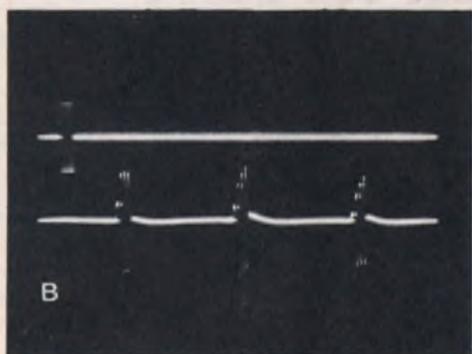
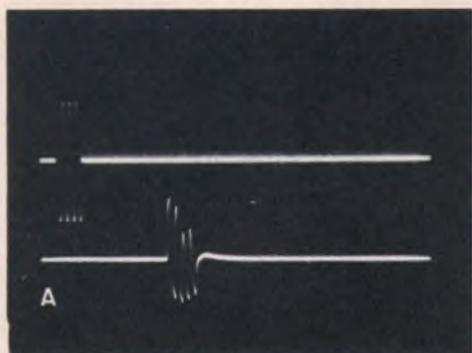
*L'apparecchio "Sound Space Control" Modello 500 della Advent è rifinito completamente in nero, con scritte e tacche di riferimento in bianco. Gli spigoli del mobiletto e del pannello sono arrotondati, in modo da farlo sembrare più piccolo di quanto non lo sia in realtà; misura 40 cm di larghezza, 27 cm di profondità e 8 cm di altezza; il suo peso è di 4,7 kg ed il prezzo di vendita supera il milione di lire.*

segnale che indica la variazione in ampiezza rispetto al campione precedente. Questa informazione viene usata, dopo essere stata debitamente ritardata, per ricostruire la forma d'onda d'ingresso.

Dopo che un segnale è stato codificato in forma numerica, l'informazione binaria viene trasferita lungo un registro a scorrimento, composto da una successione di flip-flop collegati tra loro. Il trasferimento avviene su comando di un oscillatore di clock e, come nel

caso dei sistemi analogici, il ritardo totale è funzione del numero di celle del registro e della frequenza di clock. In alcuni dispositivi numerici il ritardo è ottenuto immagazzinando per qualche tempo l'informazione binaria in una memoria ad accesso casuale (RAM), prelevandola poi per la successiva elaborazione.

Trascorso un tempo corrispondente al ritardo desiderato, il segnale codificato sotto forma numerica e memorizzato nel registro



*Fig. 1 - Forme d'onda tipiche in uscita:  
 A) con un singolo ritardo (scala orizzontale  
 di 5 ms/cm); B) con ritardi multipli (scala  
 di 10 ms/cm); C) con ritardo singolo unito  
 a ricircolazione per simulare una riverberazione  
 con estinzione progressiva (scala di 5 ms/cm).*

a scorrimento o nella RAM viene portato ad un convertitore numerico-analogico (N/A). In un sistema PCM il convertitore N/A ricostruisce direttamente il segnale d'ingresso in forma analogica, mentre in un sistema a modulazione delta l'uscita dal convertitore N/A non è una replica del segnale d'ingresso, ma piuttosto un segnale che indica quanto è variato il segnale stesso. Il segnale in uscita dal convertitore comanda un generatore di rampe, la cui tensione d'uscita (dopo essere passata in un filtro passa-basso) costituisce il segnale di ingresso ricostruito. In pratica, tutti gli apparecchi di ritardo esistenti sul mercato incorporano qualche dispositivo speciale, avente lo scopo di evitare una degradazione del rapporto segnale/rumore e di permettere ad un circuito, con una gamma dinamica di funzionamento relativamente ristretta, di accettare segnali con livelli dispersi in una fascia molto ampia. A questo scopo, tutti gli apparecchi di questo genere adottano una forma di preenfasi e di deenfasi e, in molti casi, un insieme compressore-espansore (compander).

## L'AGGIUNTA DEL SUONO D'AMBIENTE

Come già detto in precedenza, un sintetizzatore d'ambiente deve fornire numerosi e diversi ritardi per poter offrire un effetto veramente realistico. La maggior parte dei modelli in commercio dispone perciò almeno di due diversi ritardi e di dispositivi per far ricircolare il segnale in modo da ottenere un effetto di riverberazione. Questo risultato si consegue portando una parte del segnale di uscita di un canale all'ingresso dell'altro canale; in tal modo si ha un effetto di riverberazione che richiede circa un secondo o più per estinguersi completamente, proprio come succede in un auditorium. Nella fig. 1 sono mostrati tre rilievi oscilloscopici del segnale in uscita, ottenuti con apparecchiature di ritardo aventi rispettivamente un solo ritardo, ritardi multipli ed un solo ritardo con ricircolazione. La quantità di riverberazione che si deve aggiungere al segnale dipende sia dal segnale stesso, sia dai gusti personali. Una registrazione molto "dry", cioè priva di suoni riflessi, avrà in genere bisogno di una considerevole quantità di riverberazione, mentre una registrazione caratterizzata già da un suono "live", cioè con una certa quantità di suoni riflessi, rischia di diventare troppo confusa se si esage-

ra con la riverberazione.

Una delle differenze fondamentali tra le diverse apparecchiature provate consisteva nella coerenza o meno dei segnali presenti sulle due uscite ritardate. Quando un segnale monofonico viene inviato ad entrambi gli ingressi di un dispositivo di ritardo e le due uscite ritardate appaiono in fase, si dice che esse sono *coerenti*. Alcuni progettisti ritengono che questa sia una caratteristica desiderabile, mentre altri sostengono che non vi deve essere una relazione di fase fissa tra le due uscite ritardate; questa affermazione è basata sull'ipotesi che le riflessioni multiple, presenti in realtà in una sala da concerto, non hanno tra loro una relazione di fase definita. Per questo motivo alcune apparecchiature di ritardo contengono circuiti che provocano una dispersione casuale delle fasi dei segnali in uscita. Nella *fig. 2* sono mostrati altri tre rilievi oscilloscopici, effettuati all'uscita di apparecchiature rispettivamente con uscite coerenti, parzialmente coerenti e non coerenti.

Collegare un espansore d'ambiente ad un sistema stereofonico è un'operazione molto semplice e che non cambia per tutti gli apparecchi di questo genere. Il punto migliore per inserire un espansore è quello tra l'uscita del preamplificatore e l'ingresso dell'amplificatore di potenza; in questo modo il comando di volume del preamplificatore può agire sul livello dell'intero segnale musicale. Questo punto è accessibile in quasi tutti gli amplificatori, anche in quelli che incorporano un preamplificatore. L'apparecchio di ritardo è munito di uscite sia per i canali posteriori sia per quelli anteriori; questi ultimi vanno nuovamente portati all'amplificatore di potenza; in alcuni modelli, tra l'ingresso e l'uscita per questi canali si ha un semplice collegamento diretto, mentre in altri apparecchi vi è uno stadio attivo, grazie al quale nei canali anteriori può venire iniettata una certa quantità di segnale ritardato.

I canali posteriori (quelli a cui viene inviato il segnale ritardato) richiedono un secondo amplificatore stereofonico di potenza; non è necessario però un modello con comandi elaborati. La potenza d'uscita di questo secondo amplificatore deve essere, come regola generale, pari alla metà di quella dell'amplificatore che alimenta i canali anteriori. In alcuni apparecchi di ritardo provati era incorporato l'amplificatore per i canali posteriori; è chiaro che la scelta di un modello



*Fig. 2 - In qualche apparecchio le componenti del segnale ritardato sono coerenti, cioè in fase (A) come nel Mod. 902 della Bozak. In altri casi, come nel Mod. 500 della Advent, si ha solo una coerenza parziale (B). Altri apparecchi ancora, come il Mod. One della Audio/Pulse, presentano uscite incoerenti (C).*

di questo genere o di uno senza amplificatore dipende soprattutto se si ha o no un secondo amplificatore sotto mano. I canali per il segnale ritardato richiedono anche una coppia di altoparlanti addizionali, il cui posizionamento ottimo e le caratteristiche delle quali dovrebbero essere dotati sono oggetto di lunghe discussioni tra coloro che usano normalmente apparecchiature di ritardo.

In genere si sente affermare che gli altoparlanti posteriori dovrebbero essere sistemati sui muri laterali della stanza, preferibilmente davanti all'ascoltatore. Qualunque sia il posto in cui essi vengono piazzati, è soprattutto importante che gli stessi non vengano uditi come sorgenti sonore distinte (talvolta si ottengono i migliori risultati collocandoli nella zona di unione tra muro e soffitto, o sul pavimento, rivolti verso l'alto). Per essere ulteriormente sicuri che gli altoparlanti posteriori non siano localizzabili all'ascolto, è bene che essi abbiano una forte dispersione spaziale. Non è invece necessaria un'estesa risposta in frequenza, poiché la maggior parte delle apparecchiature di ritardo ha una banda relativamente stretta verso le alte frequenze, in accordo con il fatto che i segnali della riverberazione effettiva hanno scarso contenuto di alte frequenze. Uno dei più interessanti effetti soggettivi della sintesi d'ambiente, effettuata mediante dispositivi di ritardo, è un'apparente esaltazione della risposta ai bassi del sistema audio; con questo sistema si ha inoltre l'impressione che il volume globale del suono sia più alto: tutto ciò senza che gli altoparlanti aggiunti diano davvero un sostanziale contributo alla potenza sonora alle basse frequenze ed in generale.

Alcune ditte che incorporano amplificatori di potenza nelle loro apparecchiature di ritardo forniscono a richiesta anche gli altoparlanti. Benché alcuni di questi apparecchi di ritardo siano equipaggiati con una ricca serie di comandi, il funzionamento dell'impianto di riproduzione viene in genere comandato (a parte un allineamento iniziale) soltanto mediante i comandi del preamplificatore principale. Una volta che i comandi del dispositivo di ritardo sono stati posizionati in modo da ottenere l'effetto voluto, essi vanno ritoccati solamente per riadattarli ad un segnale musicale di genere diverso. Uno degli svantaggi insiti nella sintesi d'ambiente mediante dispositivi di ritardo consiste proprio nel fatto che le quantità ottime di ritardo e di riverberazione non sono uguali per

tutti i generi di musica; è perciò necessario un ritocco dei comandi ogni volta che si cambia genere.

Dopo aver esaminato i principi di funzionamento delle unità di ritardo, sia analogiche sia numeriche, il lettore potrà farsi una conoscenza dettagliata degli otto apparecchi che sono stati sottoposti a prove nei laboratori, leggendo le notizie fornite in proposito negli otto inserti che accompagnano questo articolo.

## PROCEDURA DELLE PROVE

I dati forniti dai vari costruttori, sia sotto forma di caratteristiche nominali, sia come risultati di misure, erano o molto scarsi (come quelli della SAE) od estremamente dettagliati (come quelli della ADS). Anziché controllare con misure i dati segnalati dai costruttori, si è preferito considerarli veritieri (anche perché si trattava di dati piuttosto difficili da interpretare, a meno di non possedere una notevole esperienza nel campo specifico).

Ci si è limitati alle misure della risposta in frequenza nelle diverse condizioni di ritardo e di funzionamento; in quasi tutti i casi si è anche misurato il rumore e la distorsione in uscita. Inviando su un ingresso treni d'onda sinusoidali con frequenza di 1.000 Hz e con cadenza di ripetizione pari a 4 Hz, si sono osservate su un oscilloscopio le uscite ritardate e con riverberazione, per vedere come fossero distribuiti gli impulsi ritardati e di riverberazione e se la forma d'onda fosse fortemente alterata. Una delle prove più interessanti è consistita nell'alimentare entrambi gli ingressi con un generatore di rumore rosa, collegando le due uscite ritardate ai canali X e Y di un oscilloscopio. Questa prova ha mostrato infatti quando le uscite ritardate erano coerenti, parzialmente coerenti, o con fasi completamente casuali.

La prova più significativa che si può fare su un sintetizzatore d'ambiente è forse quella d'ascolto, in quanto permette di sentire che cosa cambia nel suono e provare se è più facile o meno regolare l'apparecchio in modo da ottenere i migliori risultati. Certo una prova del genere è completamente soggettiva, ma è sempre possibile fare un confronto diretto tra i diversi apparecchi. Per il Mod. 10 della ADS, che comprende l'amplificatore e gli altoparlanti e che è stato sistemato in una stanza a parte, non si sono potuti fare con-

# AUDIO/ PULSE MODEL ONE



La Audio/Pulse è stata la prima casa costruttrice di apparecchiature audio ad immettere sul mercato del largo consumo un dispositivo di ritardo numerico; questo apparecchio, il Model One, è tuttora in produzione, pur se affiancato dal meno costoso Model Two, che incorpora anche un amplificatore di potenza (ma non comprende gli altoparlanti).

L'apparecchio Model One fa uso della modulazione delta e usa registri a scorrimento come elementi di memoria. I comandi presenti sull'apparecchio possono sembrare insoliti, ma sono stati appositamente progettati per evitare la presenza di un eccessivo numero di manopole e di commutatori pur senza sacrificare minimamente la flessibilità di funzionamento dell'apparecchiatura. Sul pannello frontale sono sistemati solamente una fila di LED, che fungono da indicatori di livello, e due potenziometri lineari che regolano il livello d'uscita sui due canali ritardati. I rimanenti comandi sono costituiti da pulsanti, sistemati su un pannello leggermente rientrato posto al di sopra del pannello frontale. Per adattare il livello di ingresso al campo dinamico di funzionamento dei convertitori A/N dell'apparecchio, si deve agire su uno dei sei pulsanti adibiti a tale scopo; ciò provoca contemporaneamente un'attenuazione del segnale d'ingresso ed un incremento di guadagno degli stadi che elaborano il segnale analogico ricostruito, così da mantenere costante il

livello in uscita. Una regolazione completamente errata di questo comando può dar luogo sia a rumore sia a distorsione udibile sugli altoparlanti posteriori; l'esatto posizionamento si ottiene però molto facilmente grazie agli indicatori a LED.

L'apparecchio Audio/Pulse Model One è caratterizzato da quattro tempi di ritardo iniziale, che vengono selezionati tra un gruppo di sei mediante un pulsante, le cui due posizioni sono contrassegnate con le scritte SHORT (corto) e LONG (lungo). I ritardi disponibili variano da 8 ms a 94 ms. I segnali ritardati vengono fatti ricircolare per un periodo di tempo, che dipende dalla posizione dei cinque pulsanti con i quali si seleziona il tempo di estinzione (DECAY TIME); questi pulsanti possono essere azionati singolarmente od in gruppo e permettono di avere tempi di estinzione della riverberazione che vanno da 0,2 s a 1,2 s. Questo apparecchio è anche dotato di uscite supplementari, che permettono di inviare segnali più o meno ritardati ad altoparlanti addizionali, sistemati nella zona anteriore o posteriore dell'ambiente d'ascolto, in modo da formare un impianto di riproduzione a sei, od anche ad otto canali.

L'apparecchio Model One della Audio/Pulse è montato in un mobiletto rifinito in nero, con pannelli laterali in legno di noce; è largo 37 cm, profondo 25,5 cm, alto 11,4 cm ed il suo peso è di 4,6 kg.

fronti diretti con altre unità. Il Mod. 902 della Bozak si è ottenuto in visione solo per poche ore, per cui le prove sono state piuttosto limitate; si sono però trascurati i suoi amplificatori e non si è fatto uso degli altoparlanti, in modo da poter valutare i suoi circuiti di ritardo più o meno nelle stesse condizioni adottate per gli altri modelli.

Per le prove comparative d'ascolto si sono collegati in parallelo gli ingressi di tutti i di-

positivi di ritardo, alimentandoli con lo stesso preamplificatore. Le uscite dei segnali ritardati sono state poi collegate agli ingressi ad alto livello dell'amplificatore che alimentava gli altoparlanti posteriori (una coppia di casse AR-7, montate nella zona di unione tra muro e soffitto, proprio per la conduzione delle prove). Come altoparlanti frontali si sono quasi sempre utilizzate casse AR-LST, compiendo però qualche prova anche con

casce di altro tipo. Si è cercato di regolare i vari apparecchi di ritardo in modo da ottenere più o meno le stesse condizioni di funzionamento, anche se ciò è stato possibile solo approssimativamente, poiché i vari apparecchi usano combinazioni diverse di segnali ritardati e poiché alcuni di essi non hanno una scala di taratura. Perciò nelle prove di confronto si è sempre fatto in modo che il volume dei canali posteriori fosse lo stesso per i diversi apparecchi; questa disposizione è stata controllata escludendo gli altoparlanti anteriori e commutando i canali posteriori dall'una all'altra unità. Si è anche registrato su una cassetta il segnale presente sulle uscite del segnale ritardato di ciascun apparecchio; questa registrazione è stata fatta usando sempre lo stesso brano musicale e con diverse regolazioni degli apparecchi; con questi accorgimenti è stato possibile ascoltare il suono ritardato di tutti gli apparecchi in condizioni perfettamente controllate.

La maggior parte delle prove però è consistita semplicemente nell'ascolto di dischi e di trasmissioni in MF, passando da un apparecchio all'altro per vedere quanto ciascuno di essi poteva migliorare il suono (o peggiorarlo, se regolato in modo non corretto). Queste prove hanno richiesto parecchie settimane di lavoro e hanno permesso di trarre alcune conclusioni, lasciando però anche qualche dubbio irrisolto.

## RISULTATI DELLE PROVE

I dati ricavati dalle prove (elencati nella tabella di pag. 20) mostrano che, almeno nella maggior parte dei casi, le larghezze di banda dei circuiti di ritardo coincidono con i valori dichiarati dalle case costruttrici. I valori misurati per il rapporto segnale/rumore non sono invece sempre confrontabili con i valori nominali, poiché questi ultimi prevedono quasi sempre una pesatura del rumore secondo la curva normalizzata A; questa pesatura porta il rumore al di sotto del limite minimo di misura (-80 dB rispetto a 1 V); inoltre il rumore di alcuni apparecchi varia leggermente a seconda della disposizione dei vari comandi. Ciò che è importante sapere, per quanto riguarda il rumore, è che esso risultava impossibile da udire all'uscita di tutti gli apparecchi provati, almeno quando si sono fatti funzionare in base alle indicazioni del costruttore.

Le distorsioni armoniche totali, misurate sui canali ritardati con tensione d'uscita di 1 V, erano disperse su un'ampia fascia: da molto meno dell'1%, sino a circa il 2%; questa distorsione non ha però molta importanza pratica, poiché, quando l'impianto è allineato in modo corretto, il suono emesso dagli altoparlanti posteriori non è mai avvertito come proveniente da una sorgente separata. Inoltre la distorsione è composta interamente da componenti di ordine basso e non è perciò fastidiosa neppure se si ascoltano solo i canali ritardati.

Le unità provate differivano però sensibilmente sotto due punti di vista: il limite superiore della banda passante per i canali ritardati variava da pochi kilohertz a 13.000 Hz. Nelle linee di ritardo analogiche le alte frequenze si abbassavano sensibilmente se si aumentava il ritardo; questo effetto poteva però essere compensato con circuiti opportuni, come nell'apparecchio Sound Concepts SD 550. I sistemi numerici avevano invece una banda costante, indipendente dal ritardo scelto; ciò però non significa che essi avessero una banda larga, ma semplicemente che tale banda era costante. L'apparecchio Modello 500 della Advent, ad esempio, aveva una banda passante fissa di 6.000 Hz, e il Mod. Audio/Pulse Model One una banda fissa di 7.000 Hz. La banda dell'apparecchio Mod. 10 della ADS, invece, poteva arrivare al sorprendente valore di 13.000 Hz; la ADS stessa suggerisce però di usare la massima larghezza di banda consentita dal suo apparecchio solamente con registrazioni di qualità eccezionali; in pratica, tenuto conto del contenuto spettrale del suono riverberante che si cerca di imitare, non sembra vi sia ragione di andare oltre gli 8.000 Hz.

La coerenza tra i due canali ritardati è apparsa totale nel caso degli apparecchi della Sound Concepts, della SAE e della Bozak; parziale nel caso dell'apparecchio della Advent e totalmente assente negli apparecchi della ADS, della Audio/Pulse e della Phase Linear. Tutte queste case costruttrici sostengono che il proprio modo di procedere è quello corretto, per cui è piuttosto difficile capire come stanno realmente le cose. A rigor di logica sembrerebbe ragionevole ritenere che i suoni dovuti a riflessioni multiple non siano mai in fase sui due lati della stanza; ciò farebbe pensare che un dispositivo con uscite coerenti non possa essere in grado di simulare i suoni d'ambiente che si hanno



## AUDIO/PULSE MODEL TWO

L'apparecchio Model Two, un dispositivo di ritardo della seconda generazione, impiega parzialmente gli stessi circuiti utilizzati nel precedente Model One, in particolare il sistema di "modulazione delta con memoria", che serve a convertire il segnale d'ingresso analogico in forma numerica. L'immagazzinamento del segnale numerico è però effettuato in una RAM anziché in un registro a scorrimento, come nel Model One. Inoltre nel Model Two sono incorporati due amplificatori, con potenza nominale di 25 W per canale su carichi da 8 Ω nella banda da 40 Hz a 8.000 Hz e con distorsione armonica totale non superiore allo 0,50%. La banda passante a piena potenza di questi amplificatori è certo più ristretta che quella di un qualsiasi moderno amplificatore, anche di modeste pretese; si deve però tener presente che la frequenza di taglio superiore dei canali ritardati è di soli 8.000 Hz, per cui la limitazione di banda dell'amplificatore non compromette le prestazioni dell'insieme.

Come aspetto esterno il Model Two è simile ad altri apparecchi della seconda generazione ed è molto diverso dal Model One; ha circa le stesse dimensioni di quest'ultimo ed è inserito in un mobiletto rifinito in nero con spigoli arrotondati. La sua estetica è abbastanza simile a quella dell'apparecchio Mod. 500 della Advent. Al posto dei pulsanti, il Model Two usa manopole per quasi tutte le funzioni di comando. Un potenziometro, contrassegnato con la scritta INPUT LEVEL, deve essere regolato in base al livello del segnale d'ingresso, aiutandosi con una fila di LED che fungono da indicatori di livello. Questo comando non è accoppiato con un sistema regolatore del livello d'uscita (come invece succede per l'analogo comando a pulsanti del Model One) ed è perciò necessario ritoccare il potenziometro che agisce sul livello di uscita (OUTPUT LEVEL) ogni volta che si muove il potenziometro d'ingresso. I comandi di tono, uno per i bassi (BASS) e l'altro per gli acuti (TREBLE), agiscono solamente sui canali ritardati.

Dopo che tali comandi sono stati regolati in modo da adattarsi alle necessità degli altoparlanti e dell'ambiente di ascolto, essi non hanno più bisogno di essere toccati.

Il funzionamento dell'intero apparecchio è comandato da un commutatore contrassegnato con la scritta FUNCTION, il quale è dotato di quattro posizioni: SHORT DELAY, DEFEAT, LONG DELAY e DIRECT. Con il commutatore sulla posizione SHORT DELAY, il segnale subisce ritardi iniziali di 19 ms, 33 ms e 51 ms; nella posizione LONG DELAY i ritardi sono invece di 39 ms, 66 ms e 103 ms; la posizione DEFEAT serve a silenziare le uscite del segnale ritardato, e la posizione DIRECT a portare a tali uscite il segnale non ritardato. Come il precedente Model One, anche l'apparecchio Model Two ha uscite incoerenti, cioè con relazioni reciproche di fase del tutto casuali.

Un ultimo potenziometro (AMBIENCE) di tipo lineare, montato orizzontalmente, regola la composizione del segnale che viene fatto ricircolare nell'apparecchio. Nella posizione MIN si ha ricircolazione (e quindi esaltazione) soprattutto dei segnali con ritardo più corto, mentre in posizione MAX sono i segnali con ritardo maggiore ad essere esaltati, dando luogo quindi al massimo effetto di riverberazione. Sul pannello posteriore dell'apparecchio sono montati due interruttori automatici, che proteggono gli altoparlanti dei canali posteriori, una presa jack (INPUT) che serve a portare all'apparecchio il segnale proveniente da un preamplificatore, due prese jack a cui giunge direttamente il segnale d'ingresso per essere portato all'amplificatore principale, una presa a norme DIN per pilotare, qualora la struttura dell'impianto lo renda più conveniente, l'apparecchio con il segnale degli altoparlanti frontali, e infine uscite per il segnale ritardato, che servono a pilotare un amplificatore esterno nel caso in cui la potenza di quello incorporato non fosse sufficiente.

L'apparecchio Audio/Pulse Two è largo 38 cm, profondo 27 cm, alto 9 cm ed il suo peso è di 6,4 kg.

in realtà. D'altra parte si deve tenere presente che i segnali sui due canali di un programma di registrazione stereofonica non sono mai in fase tra loro (se così fosse la registrazione stessa sarebbe monofonica); per questa ragione anche da un apparecchio con uscite coerenti usciranno in realtà segnali con relazione di fase reciproca del tutto casuale. Probabilmente la differenza tra i due sistemi diverrebbe avvertibile solo se essi fossero usati per riprodurre registrazioni monofoniche; le prove di ascolto sembravano appunto confermare questa ipotesi.

Un'altra particolarità rilevata è stata l'elevata potenza richiesta agli amplificatori per i canali posteriori. L'amplificatore incorporato nell'apparecchio della Bozak era soltanto da 35 W per canale (su carichi da 8  $\Omega$ ), ma quello dell'apparecchio Bozak poteva erogare ben 100 W per canale su altoparlanti da 4  $\Omega$ . Potenze del genere possono sembrare eccessive se si pensa che gli altoparlanti posteriori non devono mai essere avvertiti come sorgenti separate. In realtà, gli altoparlanti posteriori vengono sempre fatti funzionare con una potenza appena più bassa di quella che si invia agli altoparlanti anteriori (all'incirca da -3 dB a -6 dB); essi non sono però avvertiti come sorgenti di suono, a causa dell'effetto Haas, che porta a localizzare il suono in base ai primi segnali che giungono all'orecchio. Grazie a questo effetto l'ascoltatore non ha alcun dubbio sulla direzione da cui sta arrivando il suono (quella determinata dagli altoparlanti anteriori); il suono che gli giunge qualche millisecondo più tardi dagli altoparlanti dei canali ritardati viene percepito soltanto come rumore di ambiente e non come un segnale musicale a sé (se però agli altoparlanti posteriori si invia il segnale non ritardato, le cose cambiano in modo drastico, pur se il livello dei canali posteriori è mantenuto costante).

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Vengono ora riassunti i risultati dell'indagine condotta sugli apparecchi espansori dell'ambiente d'ascolto, la cui scelta è cosa del tutto soggettiva. L'esperienza fatta con questi apparecchi ha dimostrato che le prove e le specifiche tradizionali sono di ben scarsa utilità per l'appassionato di alta fedeltà, quando deve effettuare una scelta tra vari tipi di questi prodotti. Se infatti gli effetti, di solito fastidiosi, della distorsione e del

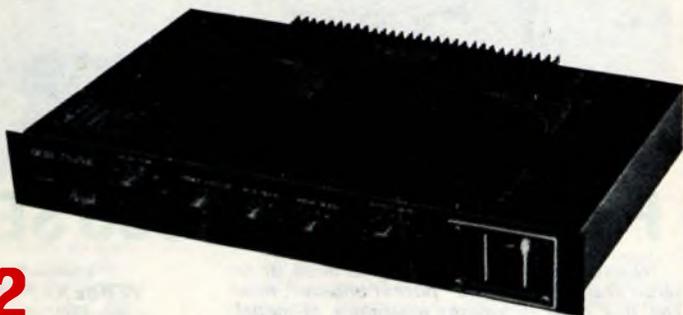
rumore sono in genere inavvertibili (ed è davvero così per tutti gli apparecchi provati e per quanta attenzione sia stata posta nelle prove d'ascolto), la scelta va esclusivamente fatta in base ai ritardi ed alla riverberazione ottenibili e, entro certi limiti ed in minor misura, in base alla banda passante disponibile sui canali ritardati.

In base all'esperienza, si ritiene che un insieme di diversi tempi di ritardo possa dare una simulazione più realistica del suono presente in una sala da concerto di quanto non possa farlo un solo tempo di ritardo, anche con l'aggiunta di riverberazione. Ciò probabilmente è vero, anche se, per sostenere questa affermazione, non si ha altro argomento che l'esperienza personale. Per essere precisi, ciascun apparecchio provato è stato in grado di dare un forte incremento nella qualità del suono. Per migliorare il realismo della musica riprodotta in casa, un buon sistema di ritardo è capace in effetti di fare qualcosa di più che ogni altro provvedimento che richieda più o meno lo stesso stanziamento (sul milione di lire), sempre supponendo che l'impianto cui sono collegati i canali anteriori sia già di buona qualità.

D'altra parte bisogna tenere presente che ciascun apparecchio provato poteva dar luogo, se non allineato a dovere, ad un suono decisamente innaturale ed artificioso; alcuni avevano una maggiore tendenza di altri a dare questo effetto. Ad esempio, l'apparecchio Mod. 6000 della Phase Linear ha potuto essere regolato in modo da dare una riverberazione davvero molto lunga, che riusciva intollerabile con la maggior parte dei generi di musica; con alcuni pezzi corali l'effetto era però straordinariamente realistico. Invece il Mod. 10 della ADS, tra tutti gli apparecchi esaminati, è stato quello che agiva meno pesantemente sul suono.

Per la verità, se è vero che i diversi apparecchi hanno fornito un suono più o meno simile, non è altrettanto vero che abbiano dato un suono uguale; si possono quindi fare alcune distinzioni. Ad esempio un apparecchio che non può essere confuso con nessun altro è quello della Phase Linear; la sua drastica attenuazione delle alte frequenze, accompagnata da una generale esaltazione delle frequenze medio-basse, rendeva il suono dei canali posteriori, se ascoltati da soli, estremamente pastoso e pesante; quando però il dispositivo veniva correttamente usato come espansore d'ambiente, il suo suono

## BOZAK MOD. 902



L'apparecchio Mod. 902 della Bozak, che incorpora un amplificatore con potenza di 35 W per canale, è il secondo apparecchio del genere prodotto da questa casa costruttrice. Esso impiega come unità di ritardo il più recente tipo di registro a scorrimento analogico: un dispositivo a trasferimento di carica, in grado di offrire maggior ritardo e più alto rapporto segnale/rumore rispetto ai primi dispositivi "bucket brigade" ad accoppiamento di carica (CCD). Il tempo di ritardo può essere regolato con continuità da 20 ms a 120 ms mediante la grossa manopola posta sul pannello frontale; un'altra grossa manopola serve a regolare il livello d'uscita. I rimanenti comandi, sebbene di tipo non tradizionale, sono molto pratici.

Una piccola manopola, contrassegnata con la scritta SIGNAL BLEND, se ruotata completamente in senso orario, fa arrivare agli altoparlanti il solo segnale ritardato; quando invece è ruotata tutta in senso antiorario, invia il solo segnale non ritardato (diretto); con la manopola in una posizione intermedia, il suono che giunge agli altoparlanti posteriori è una miscela (variabile a piacere) di suono ritardato e diretto. La riverberazione è comandata da una manopola contrassegnata con la scritta DELAY REMIX, che consente una transizione graduale da un suono completamente "sordo" ad uno decisamente "vivo". Il comando contrassegnato con la scritta TREBLE CONTOUR serve invece ad attenuare o ad esaltare, a seconda dei gusti dell'utente, le componenti ad alta frequenza del segnale ritardato. Quando il ritardo è di 25 ms, la risposta in frequenza del canale di ritardo è uniforme sino a circa 6.000 Hz; questo limite scende a circa 2.000 Hz quando il ritardo è di 120 ms. Nella zona destra del pannello fronta-

le è sistemato un indicatore di livello di tipo nuovo, che copre una gamma dinamica di circa 40 dB, in due campi da 20 dB ciascuno. Questo dispositivo fa uso di file di LED e commuta automaticamente il campo di misura al variare del segnale in arrivo. Il livello di ciascuno dei due canali è in ogni istante chiaramente indicato dall'altezza della striscia luminosa rossa, di fianco alla quale è riportata la scala di taratura. L'ampiezza massima consentita per il segnale d'ingresso è quella che corrisponde al punto contrassegnato come 0 dB; se questo punto viene superato, si illumina la scritta CLIP (taglio).

L'apparecchio Mod. 902 incorpora un amplificatore con potenza nominale di 35 W per canale su carichi di 8  $\Omega$ , e viene fornito con due altoparlanti Mod. DS1800 della stessa Bozak; si tratta di due casse acustiche piuttosto piccole, destinate ad essere piazzate sul pavimento e con caratteristica di irradiazione diretta verso l'alto. Sul pannello dell'apparecchio sono anche sistemate alcune prese jack da cui può essere prelevato, a basso livello, il segnale ritardato; tali prese sono previste per l'uso con un amplificatore di potenza esterno. La Bozak vende pure una versione di questo apparecchio, denominata Mod. 901, che comprende i soli circuiti di ritardo ed è quindi priva dell'amplificatore di potenza e degli altoparlanti.

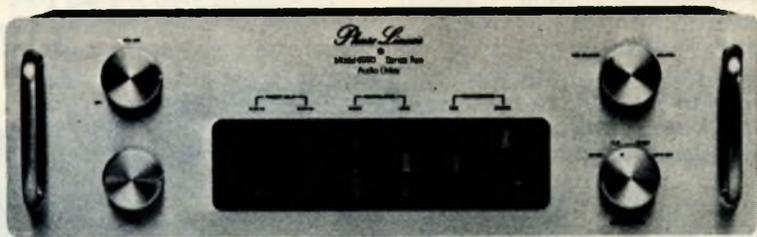
Il Model 902 è contenuto in un mobiletto interamente rifinito in nero; sul pannello superiore sono serigrafate le curve caratteristiche ed uno schema a blocchi dell'apparecchio. Quest'ultimo misura 45 cm di larghezza, 30 cm di profondità, 6,5 cm d'altezza ed il suo peso è di 6,5 kg. Il prezzo del sistema completo, compresi gli altoparlanti, è inferiore al milione e mezzo di lire.

non era particolarmente criticabile.

La vera differenza tra i diversi apparecchi sta però nel loro rapporto verso gli utenti, cioè nella facilità o meno con cui è possibile regolarli in modo da ottenere esattamente l'effetto voluto. Nella parte che segue si è

cercato di riassumere le conclusioni su questo punto; è chiaro però che si tratta di conclusioni puramente soggettive.

Il dispositivo di ritardo più facile da regolare è risultato il Mod. 500 Sound Space Control della Advent; il comando di dimen-



## PHASE LINEAR 6000 SERIES TWO

Questo apparecchio impiega un'unità di ritardo analogica del tipo "bucket brigade", nonché una linea di ritardo meccanica (a molle) per ottenere tempi di riverberazione sino a 4 s. La maggior parte delle funzioni di comando è ottenuta con diciotto commutatori a pulsante, raggruppati sul pannello. Quattro grosse manopole servono, rispettivamente, per regolare il volume degli altoparlanti anteriori e posteriori (separatamente), per inviare agli altoparlanti posteriori il segnale diretto (cioè non ritardato) o quello ritardato e per selezionare una delle quattro diverse possibili risposte in frequenza per i canali posteriori. Le quattro risposte sono: quella nominalmente uniforme, quella con taglio alle basse frequenze (LO CUT), quella con taglio alle alte frequenze (HI CUT) e quella con entrambi i tagli.

Questo apparecchio della Phase Linear ha due costanti di tempo primarie: una di 15 ms o di 20 ms ed un'altra di 60 ms o di 90 ms; la scelta tra i due valori dipende dalla frequenza di temporizzazione (clock) usata. Per ciascuna costante di tempo possono essere selezionati tre livelli di segnale (+3 dB, 0 dB e -3 dB). Sono inoltre presenti due gruppi di segnali ricircolanti, identificati con i termini SHORT e LONG (le due diciture stanno a significare che i segnali sono stati fatti ricircolare rispettivamente lungo il registro da 15 ms, o da 20 ms o lungo il registro da 60 ms o da 90 ms). I livelli dei segnali ricircolati possono anch'essi essere selezionati tra +3 dB, 0 dB e -3 dB.

sione (SIZE) costituito da una sola levetta e la piccola manopola che regola la riverberazione sono infatti i soli comandi su cui, dopo l'allineamento fatto all'atto dell'installazione, si è dovuto agire per regolare l'apparecchio. Il dispositivo è così poco critico sotto l'aspetto del livello d'ingresso che non occorre più toccarlo dopo la regolazione iniziale. Nonostante la semplicità dei comandi, l'apparecchio ha però anche tutta la flessibilità che serve e offre un suono stupendo.

L'apparecchio più accessoriato e perfezionato di tutto il gruppo (per quanto riguarda le prestazioni e non necessariamente i circuiti interni) è stato il Mod. 10 della ADS, il

I comandi raggruppati sotto la scritta REVERBERATION agiscono sui segnali che vengono fatti passare sulla linea di ritardo meccanica. I pulsanti contraddistinti con il termine SOURCE servono a prelevare il segnale d'ingresso per la sezione di riverberazione da uno dei due registri principali: da quello con ritardo maggiore (LONG) o da quello con ritardo minore (SHORT); il pulsante che porta la scritta MASTER CLOCK si utilizza invece per cambiare la frequenza di temporizzazione di circa il 20%. Questa variazione agisce su tutte le funzioni di ritardo del Mod. 6000 e rappresenta perciò una possibile regolazione fine del ritardo stesso. I pulsanti TIME servono a selezionare le diverse prese di segnale sulla linea meccanica di ritardo, che danno tempi di riverberazione di 1 s, 2 s o di 4 s. L'apparecchio Mod. 6000 non è dotato di indicatore di sovraccarico, né di alcun altro dispositivo per l'indicazione del livello del segnale; la sua gamma dinamica di funzionamento è però sufficientemente ampia per accettare il normale segnale d'uscita da un preamplificatore.

L'aspetto estetico di questo apparecchio della Phase Linear è simile a quello degli altri apparecchi della linea Series Two della stessa Casa, con il pannello frontale leggermente dorato e le manopole intonate ad esso.

L'apparecchio è largo 49,5 cm, profondo 25,5 cm ed alto 14 cm; il suo peso è di circa 9 kg ed il prezzo di vendita supera il milione di lire.

quale ha una sovrabbondanza di comandi, parecchi dei quali hanno sul suono un effetto così leggero da essere spesso inavvertibile. Tutti questi comandi rendono il pannello frontale eccessivamente affollato, nonostante per molti di essi siano usati interruttori a levetta miniaturizzati, per cui è risultato difficile muovere un comando senza rischiare di toccare accidentalmente un altro. Gli svantaggi di questa complessità sono però in gran parte ripagati dalla qualità del suono che si ottiene con tale modello. Questo apparecchio ha impressionato soprattutto nella riproduzione dei dischi monofonici, ai quali conferiva un senso di ambiente superiore a

## SAE MOD. 4100



Quando si sono fatte le valutazioni di questo apparecchio, non erano ancora disponibili né una lista completa di caratteristiche nominali, né un definitivo manuale di istruzioni. Nel manuale provvisorio vi erano soltanto una descrizione dei comandi fondamentali e l'indicazione che il Mod. 4100 ha tre tempi di ritardo separati, denominati *SHORT* (breve), *MEDIUM* (medio) e *LONG* (lungo), corrispondenti all'incirca a ritardi di 10 ms, 30 ms e 50 ms.

I comandi dell'apparecchio sono costituiti da tre commutatori a pulsante e da diversi potenziometri a spostamento lineare, montati orizzontalmente. Un pulsante, contrassegnato con la scritta *DIRECT*, quando è premuto, invia il segnale d'ingresso non ritardato alle uscite posteriori; quando invece questo pulsante è alzato, sulle uscite posteriori si ha un segnale ritardato. Il Mod. 4100 è progettato in modo da essere compatibile con sistemi quadrifonici ed ha alcune prese jack per l'ingresso dei segnali posteriori derivati da una sorgente esterna.

Premendo il pulsante contrassegnato con la scritta *DISCRETE*, i segnali dei canali posteriori, che arrivano dall'unità esterna, sono portati direttamente alle prese d'uscita; ciò permette il normale funzionamento a quattro canali quando l'apparecchio è collegato ad un impianto quadrifonico. Premendo infine il pulsante denominato *BLEND*, si inietta una parte dei segnali ritardati verso le uscite per i canali anteriori; questo accorgimento serve a migliorare il suono d'ambiente nell'ascolto di alcuni programmi musicali, registrati ponendo il micro-

fono molto vicino all'esecutore.

Un potenziometro con la scritta *INPUT LEVEL* serve ad adattare la sensibilità dell'apparecchio all'ampiezza del segnale che arriva all'ingresso; a questo scopo è di aiuto il LED segnalatore dei picchi di segnale (*PEAK*). Una volta che questo comando viene sistemato in modo tale che il LED non lampeggi nemmeno nei picchi più elevati del segnale musicale, non sono più necessarie ulteriori regolazioni. Ciascuno dei tre circuiti di ritardo ha il suo proprio comando di livello (i tre comandi sono denominati *SHORT*, *MEDIUM* e *LONG*) ed i tre segnali sono sommati tra loro. Il potenziometro contrassegnato con la scritta *REGENERATION* regola l'entità del segnale ritardato che viene fatto ricircolare attraverso i circuiti di ritardo per produrre l'effetto di riverberazione. L'ultimo potenziometro è quello con la scritta *OUTPUT LEVEL*, che serve a regolare il livello d'uscita. Poiché i tre segnali ritardati vengono sommati, ogni cambiamento sostanziale in uno dei tre comandi di livello dei circuiti di ritardo può richiedere un aggiustamento del comando per il livello d'uscita, che agisce soltanto sui canali ritardati.

L'apparecchio SAE Mod. 4100 ha l'aspetto estetico tipico dei prodotti della SAE, con il mobiletto rifinito in nero e le fiancate in legno di noce.

Le sue dimensioni sono: larghezza 40 cm, profondità 21,5 cm, altezza 7,5 cm; il suo peso è di 3,2 kg ed il prezzo è leggermente inferiore al milione di lire.

quello ottenibile con molti dischi stereofonici. Inoltre, gli altoparlanti che accompagnano il Mod. 10 sono poco ingombranti e danno un suono eccellente.

Il Mod. 902 della Bozak ha potuto essere sperimentato per poco tempo; comunque si è potuto constatare che è un apparecchio molto semplice da usare.

Le prestazioni dell'apparecchio Model One della Audio/Pulse come dispositivo di ritardo sono risultate eccellenti, ma la necessità di ritoccare i commutatori del livello d'ingresso ogni volta che si manifestava un sostanziale cambiamento di livello all'ingresso è stata sconcertante. Inoltre quando si

azionavano i commutatori del tempo di estinzione e del livello si udiva qualche rumore all'uscita.

Per quanto riguarda la qualità del suono e gli effetti di ritardo, l'apparecchio Model Two della Audio/Pulse è sembrato del tutto simile al Model One ed a diversi altri apparecchi: esso cioè è riuscito a dare un effetto d'ambiente molto soddisfacente, ma nello stesso tempo ha potuto anche essere regolato in modo tale da fornire un'eco esagerata e assai poco naturale, naturalmente con la possibilità di ottenere tutte le condizioni intermedie.

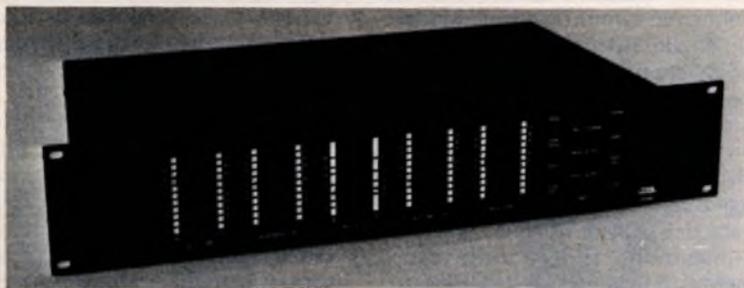
Dal punto di vista dell'utente, la princi-

**CARATTERISTICHE MISURATE**

| Modello               | Punto di taglio alle alte frequenze -3 dB rispetto a 1 kHz (kHz)              | S/R non pesato riferito a 1 V in uscita (dB) | Distorsione armonica totale con uscita di 1 V a 1 kHz (%)   | Campo di tensione utile all'ingresso | Uscite ritardate coerenti | Note  |
|-----------------------|---|--|---|--------------------------------------|---------------------------|---|
| ADS                   | 12,2  | 66   | 0,14  | Non misurato                         | No                        | Amplificatore incorporato (100 W/canale su 4 Ω)                             |
| Advent                | 6 (il suono non ritardato può essere esaltato di 11 dB sui canali posteriori) | 72   | 0,3   | 0,015-3,0                            | Parzialmente              |   |
| Audio/Pulse Model One | 7 (il comando Contour può esaltare di 10 dB i suoni nella banda 40 ÷ 60 Hz)   | 54-63  | Non misurato  | Non misurato                         | No                        | Amplificatore incorporato (35 W/canale su 8 Ω)                              |
| Audio/Pulse Model Two | Non misurato  | Non misurato                                 | Non misurato  | Non misurato                         | Non misurato              |   |
| Bozak                 | 7,7   | 60 (più di 80 con pesatura A)                | 0,5 con uscita di 0,25 V (1 V all'ingresso)                 | 0,03-1,75                            | Si                        | Una forte rigenerazione fa comparire all'uscita elevate componenti a 400 Hz |
| Phase Linear          | 4,5 Short   | Più di 80                                    | 2 con uscita di 1 V<br>0,45 con uscita di 0,3 V             | 3 max                                | No                        |   |
| SAE                   | 5   | 57-60  | 0,2 con uscita di 1,8 V molto più alta alle basse frequenze | 0,08 o più alta                      | Si                        |   |
| Sound Concepts        | 8   | 70   | 0,8   | Non misurato                         | Si                        |   |

**CARATTERISTICHE NOMINALI INDICATE DAL COSTRUTTORE**

| Modello               | Numero di ritardi iniziali | Campo dei ritardi iniziali (ms) | Ritardo più lungo (ms) | Tempo di riverberazione (s) | Campo di sensibilità all'ingresso (V) | S/R (dB)     | Banda passante dei circuiti di ritardo (kHz) |
|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------|--|
| ADS                   | 3                          | 10-40                           | 100                    | 0-1,6                       | 0,75-3                                | 80           | 13   |
| Advent                | 2                          | 1-100                           | 100                    | Non indicato                | 0,3-3                                 | 80           | 6  |
| Audio/Pulse Model One | 4                          | 8-94                            | 94                     | 0,2-1,2                     | 0,14-2                                | 65           | 8  |
| Audio/Pulse Model Two | 3                          | 19-103                          | 103                    | 0,1-0,6                     | 0,05-3,3 V (low)<br>1,2-60 V (high)   | 72           | 8  |
| Bozak                 | 1                          | 20-120                          | 120                    | Sino a diversi secondi      | Non indicato                          | Non indicato | 7,7  |
| Phase Linear          | 2                          | 15-90                           | 90                     | 0,2-4                       | 2,5 max                               | 94           | 6 (short)<br>2,5 (long)                      |
| SAE                   | 3                          | 10-50                           | 50                     | Non indicato                | Non indicato                          | Non indicato | Non indicato                                 |
| Sound Concepts        | 1                          | 5-50<br>100 (in mono)           | 50<br>100 (in mono)    | Non indicato                | Non indicato                          | 85           | 8  |



## MOD. SD550 DELLA SOUND CONCEPTS

Uno dei primi dispositivi di ritardo, previsti per l'impiego negli impianti domestici per alta fedeltà, è stato un apparecchio della Sound Concepts. Il Mod. SD550 è già un apparecchio della seconda generazione; si tratta di un sistema che impiega circuiti di ritardo del tipo "bucket brigade" e che è previsto per essere accoppiato a sistemi o stereofonici od a quattro canali. Il funzionamento dell'apparecchio è comandato da cinque potenziometri lineari e da quattro commutatori a bilanciere. Un potenziometro (DELAY TIME) serve a far variare il ritardo in un campo da 5 ms a 50 ms; un altro potenziometro (REVERBERATION) con una scala tarata in unità arbitrarie da 0 a 10 dosa la quantità di segnale che, prelevato all'uscita di un canale ritardato, viene iniettato all'ingresso dell'altro canale.

La risposta alle alte frequenze di un qualsiasi dispositivo del tipo "bucket brigade" cade rapidamente al crescere del ritardo; fortunatamente, questo effetto è in accordo con il naturale assorbimento alle alte frequenze che si verifica in una sala da concerto sui segnali più ritardati; non si ha perciò alcun effetto acustico innaturale e grottesco. Qualcuno però sostiene che sia desiderabile, o addirittura necessaria, una buona larghezza di banda anche per i canali ritardati; la Sound Concepts soddisfa anche costoro mediante un opportuno sistema di regolazione. Il potenziometro a cursore, contrassegnato con la scritta HI FREQ ROLLOFF, è infatti provvisto di due scale di regolazione: l'una, in decibel che va da +6 dB a -3 dB e l'altra, in millisecondi, che si estende da 5 ms a 50 ms; quando questo potenziometro è posizionato in modo da indicare un valore pari al ritardo che si sta usando, le alte frequenze sono esaltate di quel tanto che basta a mantenere quasi uniforme la risposta in frequenza sino a 8.000 Hz, frequenza in corrispondenza della quale si ha il punto di taglio nominale a -3 dB. Un potenziometro con la scritta FRONT MIX LEVEL regola la quantità di segnale ritardato che viene inviato verso le uscite per gli altoparlanti frontali; un altro potenziometro, con la

scritta REAR LEVEL, comanda il livello d'uscita globale dei canali di ritardo.

Il commutatore contrassegnato con la scritta DELAY RANGE pone in parallelo gli ingressi per i due canali e mette in cascata i circuiti di ritardo, allo scopo di ottenere un'uscita monofonica ritardata sino a 100 ms. Il commutatore REAR OUTPUT serve ad inviare verso le uscite posteriori il segnale ritardato, oppure i canali posteriori di un sistema quadrifonico. Il commutatore DELAY MIX consente di iniettare i segnali ritardati sui canali anteriori; l'ampiezza del segnale iniettato dipende dal potenziometro FRONT MIX, precedentemente citato. Il commutatore contrassegnato con la scritta INPUT permette infine di applicare il processo di ritardo ai normali segnali monofonici o stereofonici, oppure ai canali anteriori di un sistema quadrifonico. La Sound Concepts sostiene che quest'ultimo tipo di impiego offre spesso risultati più naturali di quelli che si avrebbero usando un semplice decodificatore per quadrifonia.

L'apparecchio Mod. SD550 della Sound Concepts è eccezionalmente poco critico per quanto riguarda il livello del segnale da ritardare. Incorporato nell'apparecchio vi è un complesso compressore-espansore con rapporto di compressione 2:1, che riduce il rumore interno a livelli trascurabili. Non esiste praticamente il rischio di sovraccaricare l'apparecchio con il segnale in uscita da un normale preamplificatore; in effetti, esso non ha neppure sul pannello frontale una manopola per la regolazione del livello, come quasi tutti gli altri apparecchi simili. Sul pannello posteriore esistono tuttavia due comandi, regolabili con un cacciavite, e alcuni LED che segnalano la condizione di sovraccarico; questi due comandi sono però tarati in sede di costruzione ed è meglio non muoverli.

L'apparecchio Model SD550 è rifinito in nero; misura 39,5 cm di larghezza, 23 cm di profondità, 9 cm di altezza ed il suo peso è di 3,2 kg; è anche disponibile con un pannello frontale adatto al montaggio su un telaio di dimensioni normalizzate (19 pollici). Non risulta che sia importato in Italia.

pale differenza tra il Model One ed il Model Two è l'insieme dei comandi, che sul secondo è notevolmente semplificato; il Model Two, infatti, ha un sistema di comandi simile a quello dell'apparecchio della Advent, ed è altrettanto facile da usare; l'unica eccezione sta nel fatto che il modello della Audio/Pulse richiede, stando alle indicazioni del dispositivo a LED incorporato, un più frequente aggiustamento del comando di livello al variare del segnale. Poiché, quando si fa questa operazione, si deve anche regolare nuovamente il livello d'uscita, l'operazione risulta certamente assai più complessa di quella richiesta dal modello della Advent, con il suo commutatore a tre posizioni che esige minori attenzioni. Si è però constatato che la regolazione della sensibilità d'ingresso, nel Model Two, è assai meno critica che nel Model One e che in pratica, fino a quando qualcuno dei LED verdi lampeggia, il rumore all'uscita è sotto il limite di udibilità.

Considerando il prezzo decisamente più basso del Model Two rispetto al Model One, il funzionamento più semplice e l'amplificatore incorporato, questo apparecchio è davvero interessante. Il suono emesso dal Model Two non è così naturale quanto quello degli apparecchi della Advent e della ADS, ma le differenze sono davvero minime.

L'apparecchio Mod. SD 550 della Sound Concepts è stato usato per parecchio tempo e si è constatato che è uno dei dispositivi più facili da mettere a punto; esso non solo era privo di rumore, ma non si è mai riusciti a veder lampeggiare le spie di sovraccarico poste sul pannello posteriore. Nonostante la relativa semplicità dello schema di produzione e di elaborazione dei ritardi che esso è capace di offrire, tale apparecchio ha fornito un suono del tutto naturale, almeno fino a quando non si è inserita la massima riverberazione; in quest'ultima condizione si è avuto talvolta un suono rimbombante.

Il Mod. 4100 della SAE è particolarmente interessante, poiché ha tutta la versatilità che si può desiderare ed è in grado di fornire un suono che, nella maggior parte delle prove d'ascolto condotte, si è dimostrato all'altezza di quello ottenibile con gli altri apparecchi.

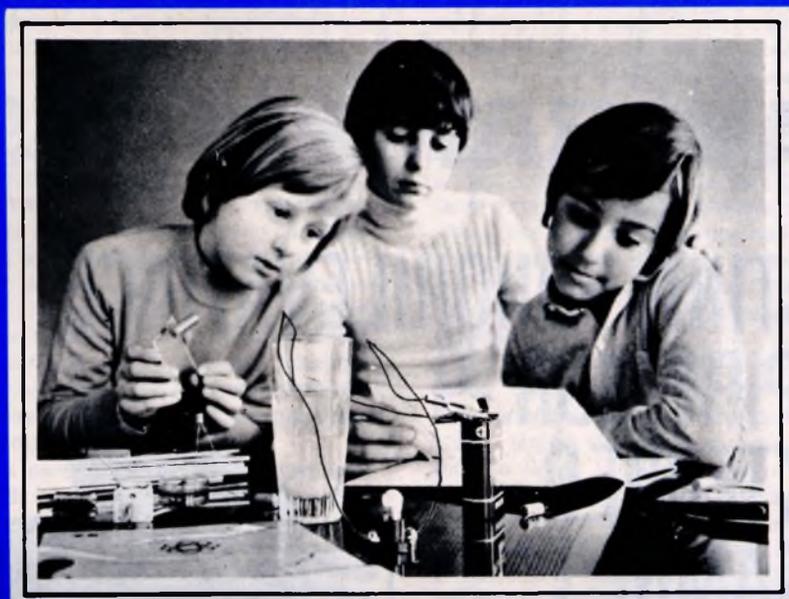
Per quanto riguarda la facilità d'uso, un preciso manuale d'istruzioni avrebbe potuto chiarire i vari problemi che si sono presentati. Nelle prove si sono infatti dovuti sistemare i diversi comandi procedendo per tentativi, e si sono incontrati due problemi: il

primo relativo al modo in cui vengono sommati i tre segnali ritardati, che influisce sul volume globale del suono ritardato quando si fanno variare i ritardi; il secondo relativo al comando di rigenerazione che, quando è tenuto troppo in alto, produce un suono falso; se il suo campo di azione fosse limitato alla metà, non ci sarebbero inconvenienti. Si è anche constatato che, pur essendo un apparecchio dotato di dispositivi del tipo "bucket brigade", i ritardi sono fissi ed il sistema sembra equalizzato in modo da dare una risposta in frequenza uniforme. Il limite superiore della banda passante resta cioè fisso a circa 5.000 Hz, qualunque sia la posizione dei comandi di livello.

L'apparecchio Mod. 6000 della Phase Linear ha invece sorpreso per la complessità dei comandi: su un pannello sono infatti disposti ben diciotto pulsanti. In realtà si è poi constatato che, con un po' di pratica, esso non è così difficile da usare come può sembrare a prima vista, restando pur sempre il meno semplice da manovrare tra gli apparecchi esaminati. Si ritiene inoltre che la scarsità di alte frequenze sia talvolta avvertibile e criticabile; l'apparecchio ha una manopola che serve ad attenuare le alte frequenze, ma non si è riusciti a comprendere a che cosa essa possa servire, poiché l'apparecchio avrebbe soprattutto la necessità di una notevole esaltazione delle alte frequenze. Un altro inconveniente di questo apparecchio è la facilità con cui può essere regolato in modo da dare effetti non naturali.

Per concludere, qualunque sia l'apparecchio di ritardo usato, la cosa più importante da tenere presente è la seguente: se si sente il suono provenire dagli altoparlanti posteriori, il loro volume è eccessivo! Il volume dei canali ritardati deve essere alzato sino a che essi risultino udibili e quindi va riportato indietro sino a quando i canali non siano più avvertibili come sorgenti sonore separate. Per controllare l'efficacia del sistema, si provi ad escludere gli altoparlanti posteriori (molte unità di ritardo hanno un commutatore che permette di fare tale operazione, la quale però si può compiere anche sull'amplificatore). Se il livello è corretto, escludendo gli altoparlanti posteriori il suono si contrarrà nella zona frontale, divenendo più sordo e privo di vita. Rimettendo in funzione il sistema per la sintesi del suono d'ambiente, si resterà meravigliati dal fatto di averne potuto fare a meno sino a quel momento. ★

# ELETTRONICA



## scienza o magia?

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

E opera di un mago? No.

Potrà essere opera vostra quando avrete esplorato a fondo i misteri di una scienza affascinante: **L'ELETTRONICA**.

Chi, al giorno d'oggi, non desidera esplorare questo campo?

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

Tutti possono trovare nel Corso innumerevoli spunti di passatempo o di specializzazione futura.

Genitori, insegnanti, amici vedranno con sorpresa i ragazzi ottenere un'ottima preparazione tecnico-scientifica, senza fatica e divertendosi, grazie alle **16 appassionanti lezioni del Corso SPERIMENTATORE ELETTRONICO**.

Queste, arricchite da **250 componenti**, permettono di compiere più di **70 esperimenti** e di realizzare apparecchi di alta qualità (fra gli altri, un organo elettronico, un interfono, un ricevitore MA, un giradischi) che **restano di proprietà dell'Allievo**.

E non c'è pericolo di scosse elettriche: tutti i circuiti funzionano con bassa tensione fornita da batterie da 4,5 volt.

Richiedete oggi stesso, senza alcun impegno da parte vostra, più ampie e dettagliate informazioni sul **CORSO SPERIMENTATORE ELETTRONICO**.

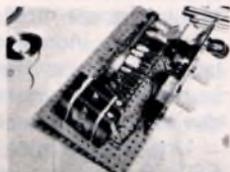
Scrivate alla

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

### MONTERETE TRA L'ALTRO



UN ORGANO  
ELETTRONICO



UN  
RICEVITORE MA



**Scuola Radio Elettra**

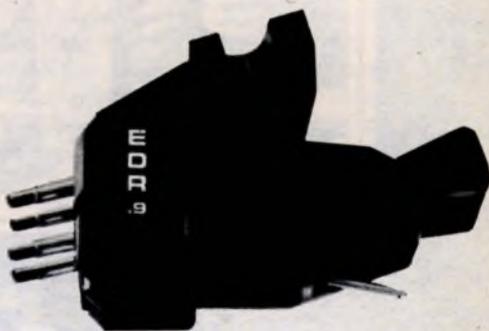
10126 Torino - Via Stellone 51 633

Tel. (011) 674432

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

# LABORATORIO TEST

## TESTINA FONORILEVATRICE EMPIRE EDR. 9 « EXTENDED DYNAMIC RESPONSE »



Il modello EDR. 9 "Extended Dynamic Response" (risposta dinamica estesa) è una testina a riluttanza variabile e ferro mobile, simile ad altre già prodotte dalla Empire; essa però è munita di un nuovo sistema inerziale di smorzamento per la puntina ed è stata progettata per essere relativamente insensibile ai carichi capacitivi. Inoltre, è dotata di una bobina a bassa induttanza, di un sistema "a puntina accordata" e di una puntina del tipo "Large Area of Contact" (grande area di contatto); quest'ultima è la versione Empire della puntina Shibata, progettata originariamente per la riproduzione dei dischi CD-4 ed attualmente usata dalla maggior parte delle case costruttrici nei loro modelli di testine più perfezionati. Questo genere di puntina offre i vantaggi di una grande capacità di lettura alle alte frequenze e di un ridotto consumo dei dischi stereofonici.

La testina in oggetto è munita di un blocchetto porta puntina sostituibile, sul quale è impernata una staffa che può essere abbassata per proteggere la puntina, e viene fornita in una confezione comprendente un pen-

nellino per la pulizia, una fiala di liquido detergente per la puntina, un piccolo cacciavite e gli accessori per il montaggio; il tutto è contenuto in un cilindro di plastica trasparente, a sua volta inserito in un involucro di pelle nera.

**Descrizione generale** - Come altre testine della Empire, il Mod. EDR. 9 racchiude nel suo involucro in plastica quattro bobine magneticamente schermate. Tre magneti fissi incanalano il flusso tra le espansioni polari delle bobine; la parte posteriore del tubicino in alluminio che porta la puntina è fissata ad un tubetto in materiale ferroso, che si inserisce tra le quattro espansioni polari; mentre la puntina segue le modulazioni del solco, l'armatura ferrosa modula il flusso tra le espansioni polari, inducendo una tensione nelle relative bobine, collegate in serie a due a due in modo da formare le uscite elettriche dei due canali stereofonici.

Una caratteristica che distingue la testina EDR. 9 è la bassa induttanza delle sue bobine (circa 250 mH), la quale rende la risposta

in frequenza della testina stessa relativamente indipendente dalla capacità del carico. La maggior parte delle testine magnetiche hanno un'induttanza compresa tra 500 mH e 750 mH, che inevitabilmente risuona con la capacità dei cavi che le collegano all'amplificatore stesso, così da alterare la risposta in frequenza nella zona più alta della banda audio. I progettisti di testine normalmente usano questa risonanza elettrica per equalizzare la risonanza meccanica del sistema che regge la puntina, al fine di ottenere una risposta in frequenza globale ragionevolmente uniforme. Come conseguenza si ha però una dipendenza più o meno critica da un determinato valore di capacità, che non sempre è sotto il controllo dell'utente; perciò non è possibile avere sempre una risposta in frequenza uguale a quella nominale della testina.

Un'altra particolarità di questa testina è il sistema di sostegno della puntina, denominato "tuned stylus" (cioè a "puntina accordata"). La risonanza meccanica della puntina è inevitabile, poiché deriva dall'interazione tra l'elasticità del materiale vinilico del disco e la massa efficace della puntina, riferita alla sua punta estrema. Questa risonanza, se non viene combattuta in qualche modo, introduce un picco nella risposta alle alte frequenze; normalmente, essa è smorzata da un elastomero simile a gomma, che sostiene l'asta della puntina e che spesso serve come elemento per il suo incernieramento; tuttavia, se lo smorzamento introdotto è tanto forte da spianare la risonanza, il comportamento della testina ai transistori può risultare peggiorato. Un altro problema consiste nel fatto che le caratteristiche dei materiali usati per lo smorzamento possono cambiare con il tempo e con le variazioni di temperatura.

La Empire ha progettato uno smorzatore inerziale in miniatura che è stato incorporato nel sistema di sostegno per la puntina EDR. 9; questo sistema è analogo a quello usato da molti costruttori di giradischi per lo smorzamento dei bracci e consiste nel formare una "trappola" risonante mediante la massa del contrappeso e l'elasticità del supporto. Questa "trappola" riduce notevolmente l'ampiezza della risonanza a bassa frequenza del sistema braccio-testina che nasce dall'interazione tra la massa totale del sistema, riferita alla puntina, e l'elasticità del sistema di sostegno della stessa puntina.

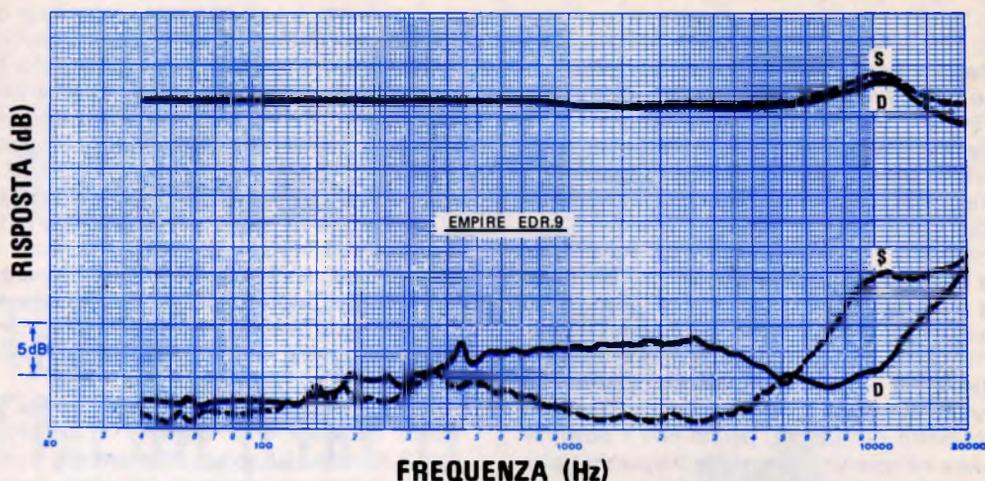
Nella testina in esame, all'estremità posteriore della sbarretta che sostiene la pun-

tina è fissata una piccolissima sbarretta di ferro; essa è fissata al tubicino di alluminio mediante un accoppiamento elastico, che le permette di risonare ad una frequenza tale da ridurre l'ampiezza della risonanza principale della sbarretta di sostegno, senza però introdurre uno smorzamento eccessivo. La caratteristica di smorzamento della sbarretta è stata scelta in modo da dare l'uniformità desiderata nella risposta globale, senza che si abbia una dipendenza critica dalla risonanza elettrica del circuito (la risonanza elettrica dovrebbe manifestarsi ben al di là della banda audio, grazie alla bassa induttanza della testina).

L'estremità della puntina è sagomata in modo da avere un'ampia area di contatto con i fianchi del solco, mantenendo nello stesso tempo un raggio di curvatura molto piccolo lungo la direzione di modulazione del solco stesso, per cui la puntina ha un'elevata capacità di seguire segnali anche ad alta frequenza. Sulla sbarretta cava di alluminio è montata la nuda puntina di diamante, per cui risulta minimizzata la massa efficace della puntina.

**Misure di laboratorio** - La testina EDR. 9 è stata provata su un braccio con massa di 20 g; l'insieme ha fornito una risonanza alle basse frequenze nella zona tra 7 Hz e 8 Hz, con un'ampiezza di circa 5 dB. Come carico per la testina è stata usata una resistenza da 47 k $\Omega$  in parallelo con una capacità da 100 pF. Si è anche misurata la risposta in frequenza che si ha con una capacità globale di 335 pF, cioè quella tipica nel normale funzionamento di molti giradischi. Il solo effetto dell'elevata capacità è stato un aumento di circa 2 dB nell'ampiezza del segnale d'uscita alle frequenze superiori a 10 kHz.

La risposta misurata con il disco di prova CBS STR100 ha confermato i dati forniti dalla Empire: si è rilevato un picco piuttosto largo, centrato su 10 kHz, di moderata entità (precisamente di 2,5 dB). La risposta in frequenza della testina, riferita al livello misurato a 1 kHz, è risultata compresa entro  $\pm 2$  dB da 20 Hz a 20 kHz. La separazione tra i canali è apparsa molto buona: il valore misurato era compreso tra 25 dB e 30 dB nella zona delle frequenze centrali, tra 20 dB e 27 dB a 10 kHz e risultava di 15 dB a 20 kHz. Risposte in frequenza molto simili sono state ottenute con i dischi di prova B & K 2009 e JVC 1007. Poiché la EDR. 9



Risposta globale e diafonia per i canali destro e sinistro.

ha una risposta nominale che arriva sino ai 35 kHz, si è fatta una misura anche con un disco di prova JVC 1005, che porta frequenze variabili da 1 kHz a 50 kHz; la tensione d'uscita è risultata compresa entro una fascia di  $\pm 2$  dB sino a circa 40 kHz, dove la separazione è risultata di circa 12 dB.

Quando si è usata la testina con una forza di appoggio pari a 1,25 g, cioè la massima nominale, essa si è dimostrata in grado di leggere il livello degli 80 micron sul disco del German HiFi Institute, nonché i toni da 30 cm/s a 1 kHz. Toni a bassa frequenza con livello molto alto sono risultati riproducibili anche con una forza d'appoggio di 0,75 g, cioè quella minima nominale. L'angolo verticale della puntina, misurato con il disco CBS STR160, è risultato relativamente grande, cioè di  $30^\circ$ . La tensione all'uscita della testina, misurata usando le bande di livello standard da 3,54 cm/s del disco di prova STR100, è risultata di 3,75 mV su ciascun canale, con una differenza tra i due canali inferiore a 0,8 dB.

La distorsione di lettura è stata misurata con i dischi Shure TTR102 e TTR103. Il disco di prova TTR102 è stato creato per eseguire prove di intermodulazione con frequenze di 400 Hz e di 4 kHz. La distorsione di intermodulazione è risultata del 2,2% a 6,7 cm/s, cioè piuttosto bassa e prossima al livello della distorsione intrinseca del disco. Tale distorsione aumentava linearmente con la velocità, sino a raggiungere l'11% a

27 cm/s. Il disco TTR103 è servito invece per controllare la fedeltà nel seguire il solco con treni d'onda a 10,8 kHz, aventi involuppo sagomato in modo particolare; la distorsione è risultata dello 0,7%, cioè molto bassa, a 15 cm/s ed aumentava linearmente sino a raggiungere il 2,5% a 30 cm/s. Benché sia difficile correlare queste distorsioni misurate con gli effetti udibili, un graduale aumento della distorsione, come quello riscontrato, è preferibile ad una situazione in cui essa rimane bassa sino a raggiungere una certa velocità critica, per poi aumentare rapidamente quando la puntina non riesce più a seguire il solco.

La risposta osservata con le onde quadre a 1 kHz del disco di prova CBS STR112 è coerente con la risposta in frequenza misurata sulla testina. Ad eccezione di una sola sovraoscillazione alla frequenza di 10 kHz, cioè relativamente bassa, l'onda quadra è apparsa perfetta. La lieve "oscillazione" ad alta frequenza, che è comparsa sull'intera onda quadra, è caratteristica di questo disco di prova e può essere rilevata soltanto con una testina la cui risposta si estenda sino a 40 kHz.

**Impressioni d'uso** - Dall'esame della risposta in frequenza misurata sulla testina EDR. 9 si può dedurre che il sistema "a puntina accordata" ottiene l'effetto di sostituire la normale singola risonanza alle alte frequenze della sbarretta di sostegno con due risonanze di intensità ridotta, situate l'una

**CARATTERISTICHE TECNICHE**

| Caratteristica             | Valore nominale  | Valore misurato                              |
|----------------------------|--|--|
| Risposta in frequenza      | 20-35.000 Hz $\pm$ 1,75 dB                                     | 20-35.000 Hz $\pm$ 2 dB                      |
| Separazione                | 20 dB a 20-500 Hz<br>30 dB a 500-15.000 Hz                     | —<br>Confermato<br>Confermato (ved. grafico) |
| Elasticità                 | 20 dB a 15-20.000 Hz   | —  |
| Capacità di lettura        | 28 x 10 <sup>-6</sup> cm/dyne<br>38 cm/s a 1.000 Hz<br>e 0,9 g | Non rilevato                                 |
| Bilanciamento tra i canali | 0,75 dB a 1.000 Hz   | 0,8 dB                                       |
| Angolo di lettura          | 20°  | 30° (STR160)                                 |
| Impedenza di carico        | 47.000 $\Omega$  | —  |
| Capacità di carico         | da 100 a 150 pF  | Confermato                                   |
| Uscita                     | 0,9 $\mu$ V/cm/s   | 1,06 $\mu$ V/cm/s                            |
| Induttanza                 | 250 mH   | —  |

al di sotto e l'altra al di sopra della risonanza originale. L'induttanza della testina e la capacità di carico spianano il picco superiore, mentre quello inferiore non viene del tutto eliminato ed è visibile come un innalzamento della curva di risposta intorno a 10 kHz.

A causa dell'ampiezza relativamente piccola di questo innalzamento (circa 2,5 dB), esso non introduce alcuna colorazione indesiderata nel suono. Si è provato a riprodurre il rumore rosa registrato sul disco di prova CBS STR140 prima con questa testina e poi con una di altro tipo, la cui risposta era praticamente uniforme sino a 20 kHz, senza avvertire alcuna differenza nel bilanciamento tonale e nell'esaltazione delle alte frequenze. Il suono della testina EDR. 9 è dolce e privo di sforzo, il che rivela una risposta molto uniforme ed una grande capacità di seguire il solco.

Quando si sono riprodotti i dischi della serie "Audio Obstacle Course" prodotta dalla Shure, la testina EDR. 9 non ha avuto difficoltà a riprodurre il livello 4 di ciascuna sezione dei dischi ERA III ed ERA IV. Al livello 5, cioè il massimo, di quasi tutte le bande di ciascun disco si è cominciato ad udire un principio di suono sforzato, segno che la capacità di seguire il solco cominciava a diminuire; il suono dei tamburi bassi sul disco ERA III e gli "a solo" di flauto e di arpa sul disco ERA IV sono però stati riprodotti al livello 5 senza alcuna difficoltà. Questo comportamento è in buon accordo con i risultati

delle misure fatte sulla distorsione di lettura.

Questa testina ha la capacità di seguire fedelmente il solco senza una diminuzione improvvisa, con conseguente immediato forte aumento della distorsione, quando si supera un certo livello di registrazione; la sua distorsione aumenta invece gradualmente ed impercettibilmente, sino a quando non diventa avvertibile all'ascolto sotto forma di suono sforzato, ma non aspro. Poiché ben pochi dischi richiedono alte velocità della puntina, come quelle massime dei dischi di prova, si può affermare che la testina EDR. 9, nel riprodurre un qualsiasi disco in commercio che contenga normali brani musicali, non sarà mai portata a lavorare vicino ai suoi limiti.

Se di per sé il suono di questa testina non può essere un fattore determinante e preferenziale, la EDR. 9 offre però alcuni vantaggi rispetto ad altre testine a ferro mobile: a tutti i fini pratici essa non è influenzata da cambiamenti nella capacità di carico; non occorre perciò controllare se il giradischi su cui viene montata è equipaggiato o meno con cavetti di collegamento a bassa capacità (come lo è la maggior parte dei moderni giradischi), né è necessaria l'aggiunta di una capacità sull'ingresso fono dell'amplificatore per spianare la risposta della testina. In altre parole, la testina EDR. 9 offrirà in qualunque impianto le stesse prestazioni che si sono ottenute in laboratorio, particolarità questa non certo da sottovalutare. ★

---

# Come

# PROGETTARE E COSTRUIRE ALIMENTATORI

---

Quando si progettano o si costruiscono apparati elettronici, specialmente quelli di tipo a larga scala nei quali vengono usati molti transistori e/o circuiti integrati, l'impegno maggiore è rivolto alla creazione del circuito finale e del circuito stampato. Il progetto dell'alimentatore invece viene spesso trascurato, il che non è giustificato, in quanto un progetto, anche se ben ideato e montato, può funzionare in modo appena accettabile se l'alimentatore non fornisce la giusta tensione alla corrente richiesta. Questo problema si aggrava quando l'alimentatore deve fornire forti intensità di corrente, come nei circuiti numerici con molti circuiti integrati, specialmente nei microcomputer. L'alimentatore merita quindi una speciale attenzione, perché spesso rappresenta l'elemento essenziale per il successo di un progetto elettronico.

Nel presente articolo, suddiviso in due parti, si parlerà degli elementi basilari degli alimentatori, di alcuni concetti di progetto, ecc., per cui al termine di esso i lettori do-

vrebbero essere in grado di progettare alimentatori a bassa tensione ed alta corrente adatti per qualsiasi progetto.

**Trasformatori** - Il trasformatore è generalmente un convertitore di tensione, che riduce la normale tensione alternata di 220 V della rete in tensioni più basse, richieste dall'elettronica a stato solido. La maggior parte dei circuiti costituiti da elementi separati funziona con tensioni comprese tra 1,5 V e 28 V; i sistemi IC lineari funzionano nella gamma compresa tra  $\pm 4,5$  V e  $\pm 18$  V; i circuiti CMOS richiedono tra 4 V e 18 V e i circuiti TTL l'uso di una linea d'alimentazione a 5 V strettamente stabilizzata.

Poiché un trasformatore ha un rendimento molto elevato, diminuendo la tensione di rete nell'avvolgimento secondario si aumenta la corrente disponibile per qualsiasi livello di tensione. I VA (tensione moltiplicato corrente) primari sono quasi uguali ai VA secondari, cioè:  $E_{pri} \times I_{pri} = E_{sec} \times I_{sec}$ , equazione nella quale  $E_{pri}$  è il potenziale dell'avvol-

---

# parte prima

## Elementi basilari sui trasformatori, raddrizzatori, filtri, stabilizzatori di tensione e circuiti di protezione.

---

gimento primario,  $I_{pri}$  è la corrente primaria,  $E_{sec}$  è la tensione del secondario e  $I_{sec}$  è la corrente secondaria.

**Raddrizzatore** - Il raddrizzatore converte la tensione alternata proveniente dal secondario del trasformatore in corrente continua pulsante (c.c.). Il raddrizzatore più semplice è il circuito a mezz'onda rappresentato nella *fig. 1*.

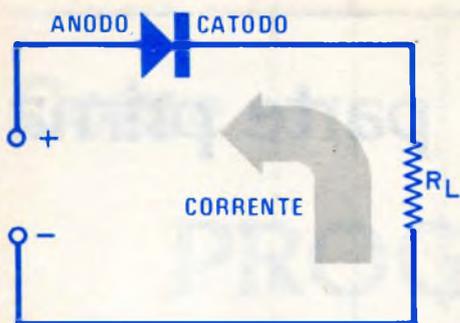
Tutti i raddrizzatori, sia a valvole sia a stato solido, funzionano sullo stesso principio: conducono corrente in una sola direzione. Come si vede nella *fig. 1-A*, quando un'onda sinusoidale alternata viene applicata all'entrata di questo circuito, la corrente passa attraverso il raddrizzatore soltanto quando il suo anodo è più positivo del suo catodo. Durante l'altra metà del ciclo alternato, il raddrizzatore è polarizzato inversamente (*figura 1-B*) ed impedisce così il flusso di corrente attraverso il carico esterno,  $R_L$ .

Le forme d'onda relative al raddrizzatore a mezz'onda sono rappresentate nella *figu-*

*ra 1-C*; quella in alto è la forma dell'onda sinusoidale alternata applicata all'entrata, mentre quella in basso mostra l'uscita continua pulsante raddrizzata ai capi di  $R_L$ . Si noti che l'uscita continua pulsante esiste soltanto quando la forma d'onda in entrata è nella sua alternanza positiva. Poiché metà della forma d'onda d'entrata non viene usata, il raddrizzatore a mezz'onda sciupa molta energia elettrica. Inoltre questo tipo di raddrizzamento crea difficoltà nel filtraggio dell'uscita in corrente continua pura senza componenti di ronzio.

Il raddrizzatore a mezz'onda ha un potenziale medio d'uscita pari a circa 0,45 volte il potenziale efficace applicato e il suo ronzio ammonta al 120%. A complicare i problemi di progetto concorre pure il fatto che il trasformatore usato deve avere un valore di VA primari maggiore del 40% rispetto a quello che sarebbe necessario se fosse usato il raddrizzamento ad onda intera.

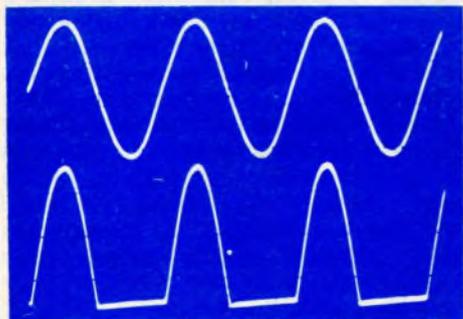
Nella *fig. 2-A* è illustrato un classico raddrizzatore ad onda intera con trasformatore



A



B



C

Fig. 1 - Il diodo polarizzato in senso diretto (A) conduce, mentre il diodo polarizzato in senso inverso non conduce (B). Nel particolare C) la traccia superiore è la c.a. in entrata e la traccia inferiore la c.c. pulsante ai capi del carico.

provvisto di presa centrale. In qualsiasi picco alternato, un'estremità del secondario del trasformatore è positiva, mentre l'altra estremità è negativa. La presa centrale è a un potenziale pari alla metà di quello dell'intero secondario; perciò, se la presa centrale viene usata come riferimento comune, alle due estremità del secondario si troveranno potenziali uguali ed opposti rispetto alla presa centrale.

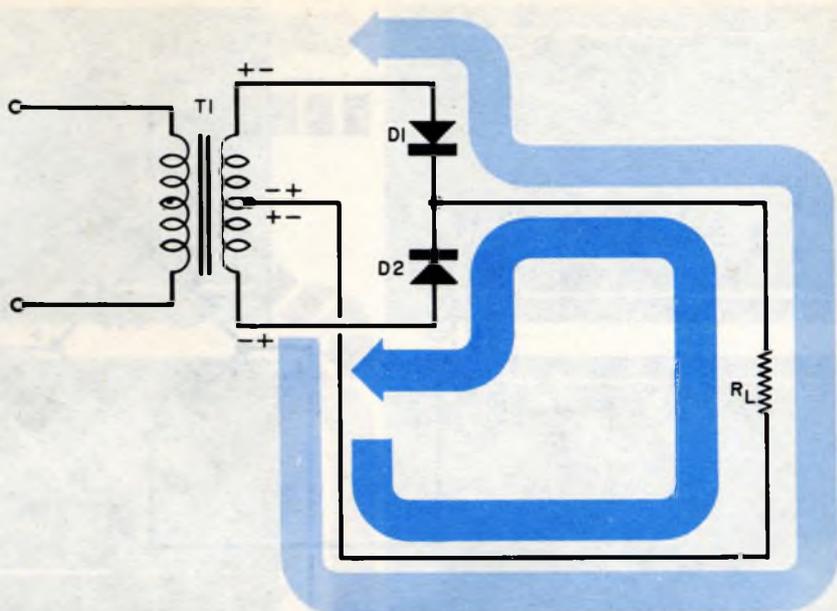
Si consideri ora il caso in cui il terminale superiore del secondario sia più positivo del terminale inferiore: in tale eventualità la corrente scorre, dalla presa centrale comune, attraverso  $R_L$  e il raddrizzatore D1 polarizzato in senso diretto (con l'anodo più positivo del catodo) e ritorna al trasformatore. Durante questo periodo, D2 è polarizzato in senso inverso a causa del potenziale negativo presente sul suo anodo, quindi nessuna corrente può scorrere attraverso esso.

Nell'altro mezzo ciclo, D1 diventa polarizzato in senso inverso mentre D2 conduce: la corrente allora scorre dalla presa centrale attraverso  $R_L$  e il diodo D2 polarizzato in senso diretto e ritorna al secondario del trasformatore. Si noti che, in entrambi i casi, la corrente scorre attraverso il carico nella stessa direzione e ciò produce attraverso  $R_L$  la forma d'onda raddrizzata, disegnata nella traccia in basso della fig. 2-B; in sostanza, la parte negativa dell'onda sinusoidale applicata è stata "ripiegata verso l'alto" per produrre la forma d'onda di frequenza doppia rappresentata in tale figura.

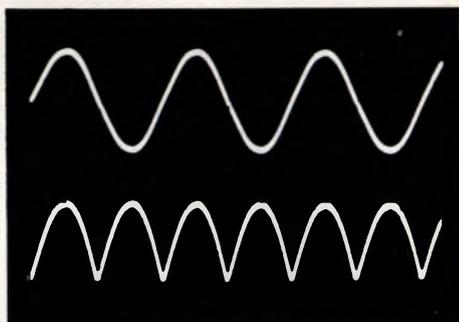
Il circuito a ponte illustrato nella fig. 3 è un altro tipo di raddrizzatore ad onda intera; in esso, per il raddrizzamento, viene impiegato un "ponte" di diodi (da D1 a D4). Il secondario del trasformatore non ha presa centrale e il ponte di diodi fornisce il punto di riferimento negativo (talvolta massa). I due "angoli" del ponte contrassegnati con il "+" e con il "-" vanno ai terminali positivo e negativo del condensatore di filtro.

Il circuito raddrizzatore a ponte, dal momento che impiega tutto il potenziale secondario, produce un potenziale d'uscita (c.c. pulsante) doppio rispetto a quello di un ordinario raddrizzatore ad onda intera che impieghi lo stesso trasformatore. Presenta però l'inconveniente di fornire per determinati VA primari, soltanto la metà della corrente erogata dal raddrizzatore ad onda intera. In certe occasioni è possibile superare questa corrente e assorbire dal secondario del tra-

A



B



*Fig. 2 - In A) è rappresentato un raddrizzatore ad onda intera; in B) la traccia superiore è la tensione alternata primaria di T1, mentre la traccia inferiore è la tensione continua pulsante.*

sformatore quasi tutta la corrente caratteristica senza causare danni, ma ciò non è sempre affidabile.

Il potenziale d'uscita medio continuo di un alimentatore ad onda intera non filtrato è circa 0,9 volte il potenziale efficace applicato, ovvero circa due volte la tensione ottenuta da un raddrizzatore a mezz'onda. Entrambi i tipi di raddrizzatori ad onda intera hanno una componente di ronzio d'uscita di circa il 48%, perciò necessitano di filtraggio per produrre la corrente continua richiesta dai circuiti elettronici. Inoltre, la frequenza di ronzio in un circuito raddrizzatore ad onda intera è di 100 Hz, il doppio della

frequenza di rete.

**Filtri** - Il filtro spiana l'uscita continua pulsante per creare la corrente continua quasi pura richiesta dal carico dei circuiti elettronici.

Il raddrizzatore a mezz'onda produce un impulso c.c. per ogni ciclo c.a. (fig. 1-C), mentre l'alimentatore ad onda intera produce due impulsi c.c. per ogni ciclo (fig. 2-B). Queste forme d'onda mostrano la differenza tra le frequenze di ronzio: 50 Hz per i raddrizzatori a mezz'onda e 100 Hz per quelli ad onda intera, e rivelano che la frequenza più alta dell'uscita del raddrizzatore ad onda

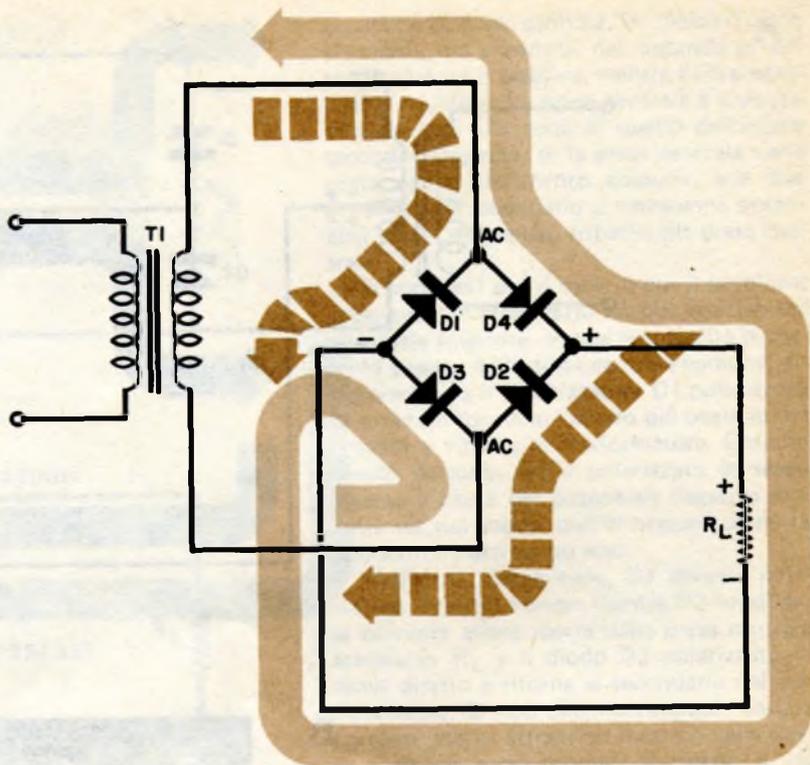


Fig. 3 - Un raddrizzatore a ponte ad onda intera. Le fasce interrotte mostrano il flusso della corrente durante ciascuna metà del ciclo alternato in entrata.

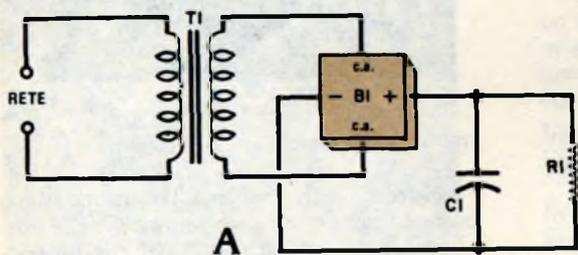
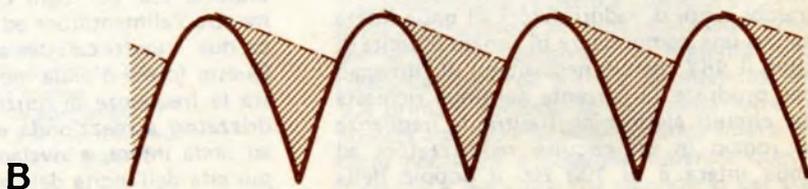
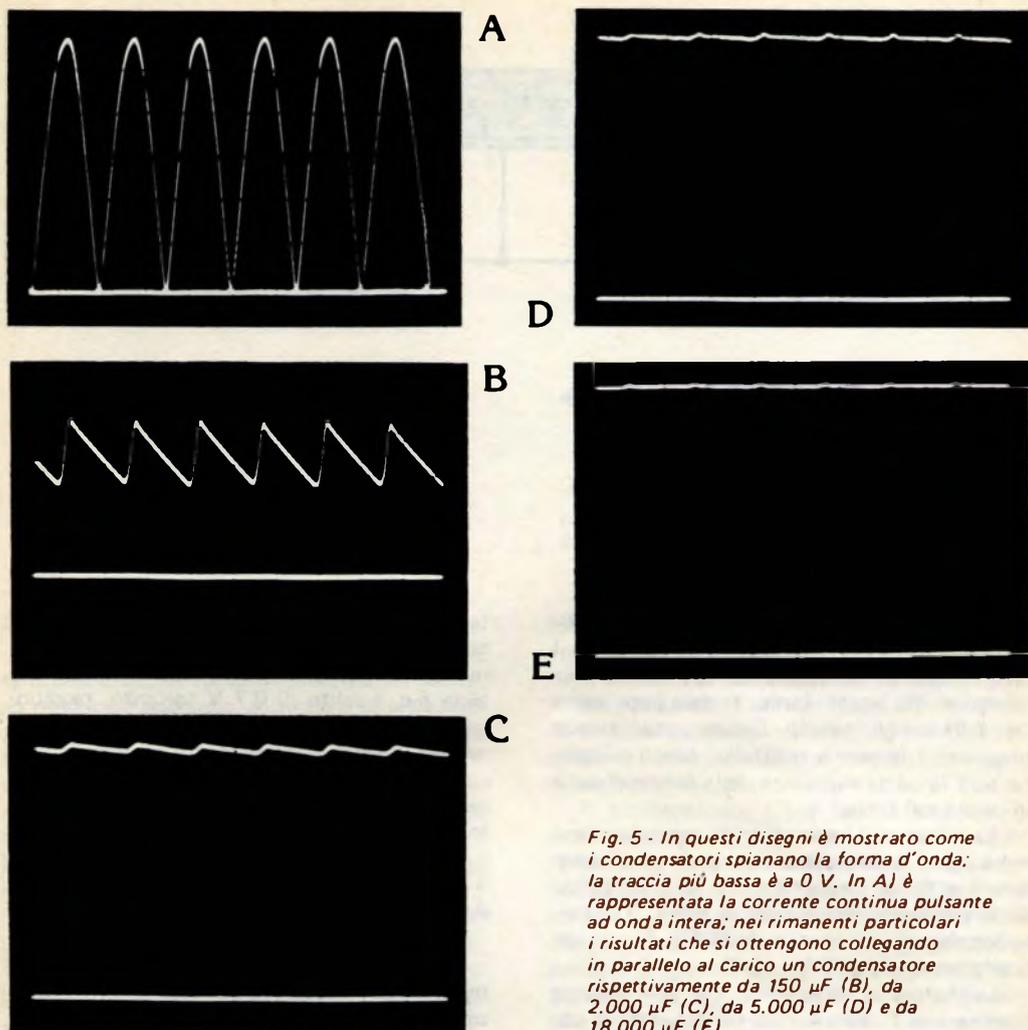


Fig. 4 - Semplice alimentatore con condensatore di filtro (A). Le forme d'onda disegnate nel particolare B) mostrano come il condensatore riempie i vuoti tra le semionde per spianare il ronzio.



B



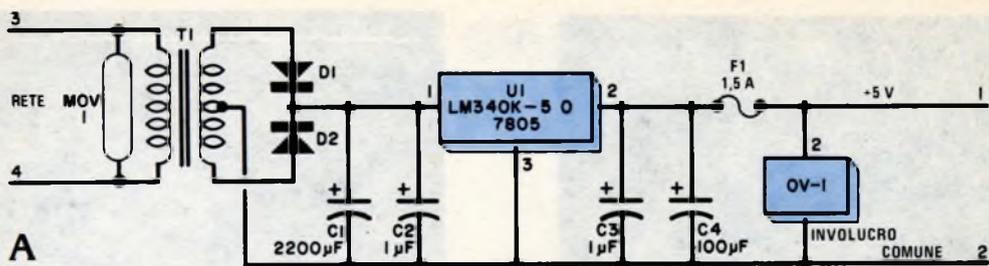
*Fig. 5 - In questi disegni è mostrato come i condensatori spianano la forma d'onda: la traccia più bassa è a 0 V. In A) è rappresentata la corrente continua pulsante ad onda intera; nei rimanenti particolari i risultati che si ottengono collegando in parallelo al carico un condensatore rispettivamente da 150  $\mu\text{F}$  (B), da 2.000  $\mu\text{F}$  (C), da 5.000  $\mu\text{F}$  (D) e da 18.000  $\mu\text{F}$  (E).*

intera è più facile da filtrare. Nella *fig. 4-A* è raffigurato il solito condensatore di alto valore presente negli alimentatori; in questo circuito il raddrizzatore a ponte è rappresentato come un blocco, perché molto spesso si ricorre ad un complesso raddrizzatore a ponte anziché ad un gruppo di quattro diodi raddrizzatori distinti.

Il condensatore di filtro C1 è collegato direttamente in parallelo al raddrizzatore ed il suo valore è critico per le prestazioni dell'alimentatore. Tale valore non dovrebbe essere inferiore a 1.000  $\mu\text{F}$  per ampere di corrente d'uscita, ma molti esperti in materia

affermano che occorrono come minimo 2.000  $\mu\text{F}$  per ampere. In ogni caso, è meglio usare valori non inferiori a 1.000  $\mu\text{F}$  in progetti che assorbono una corrente di 1 A o meno. Un tipico alimentatore c.c. da 5 V - 4 A per un piccolo computer numerico richiederebbe, per un buon filtraggio, non meno di 8.000  $\mu\text{F}$ .

La forma d'onda rappresentata nella *figura 4-B* illustra come il condensatore di filtro riduce il livello delle pulsazioni nella forma d'onda d'uscita rettificata. Il condensatore C1 si carica fino a che sale la c.c. pulsante ad esso applicata. Quando viene raggiunto il



A



B

Fig. 6 - Il circuito A) è un tipico alimentatore positivo stabilizzato a bassa corrente. Nello stabilizzatore negativo B) si notino le differenze tra i numeri dei piedini.

potenziale di picco e la forma d'onda raddrizzata comincia a scendere verso zero, il condensatore restituisce la sua carica per riempire gli spazi (aree tratteggiate nella fig. 4-B) tra gli impulsi. Ovviamente, quanto maggiore è la carica restituita, tanto più piana sarà la parte superiore della forma d'onda in uscita dal filtro.

Le cinque forme d'onda rappresentate nella fig. 5 sono state ottenute da un alimentatore a bassa tensione da 5 A, utilizzando differenti valori di capacità di filtro. Il circuito impiegato era quello della fig. 4, con un trasformatore da 13 V - 10 A.

La forma d'onda della fig. 5-A mostra l'uscita non filtrata ai capi del resistore di carico (la linea di base rappresenta il livello di 0 V, mentre il picco della forma d'onda c.c. pulsante è di poco inferiore a 19 V). Nella fig. 5-B si vede il risultato che si ottiene collegando un condensatore da 150 µF in parallelo al carico; si noti che il ronzio è stato ridotto ed ha preso la forma dell'uscita filtrata della fig. 4-B. Un voltmetro c.c. collegato ai capi del carico indicava circa 13 V in assenza di filtraggio, mentre con il condensatore da 150 µF installato indicava 16,8 V.

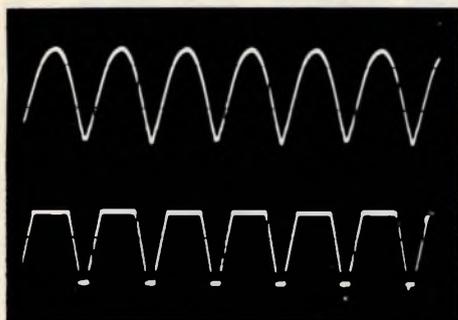
Il collegamento di un condensatore da 2.000 µF in parallelo al carico produceva la forma d'onda della fig. 5-C; il ronzio è stato ridotto sostanzialmente e il potenziale c.c. medio è salito a circa 18 V. La situazione è risultata ancora migliore nel caso rappresen-

tato nella fig. 5-D, quando si è inserito un condensatore da 5.000 µF; il ronzio è diminuito fino a sparire quasi del tutto e il potenziale c.c. è salito di 0,7 V soltanto, raggiungendo i 18,7 V. La forma d'onda della figura 5-E illustra il caso in cui in parallelo al carico vi è un condensatore da 18.000 µF, che produce minore ronzio ma nessun aumento del potenziale c.c. d'uscita. Si tenga presente che ciò vale per un alimentatore da 4 A, nel quale la capacità data dalla formula dovrebbe essere di 8.000 µF.

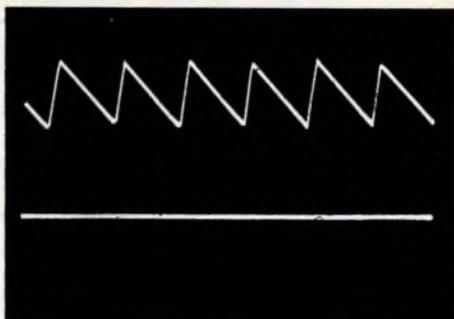
**Stabilizzatori di tensione** - I circuiti che mantengono costante il loro potenziale di uscita su una vasta gamma di variazioni del carico vengono denominati "stabilizzatori di tensione". La maggior parte dei computer e tutti i circuiti TTL funzionano meglio con tali tipi di alimentatori stabilizzati.

Gli stabilizzatori di tensione per bassi livelli di corrente sono ragionevolmente semplici; fino a 5 A si possono usare IC stabilizzatori a tre terminali convenzionali e di basso costo. Il circuito di un alimentatore in cui viene usato uno stabilizzatore a tre terminali è rappresentato nella fig. 6-A.

Esistono famiglie diverse ma essenzialmente simili di IC stabilizzatori a tre terminali. La serie più comune è la LM309, che comprende il tipo LM309H, un dispositivo da 100 mA in involucro TO-5, e il tipo LM309K, un dispositivo da 1 A, racchiuso



*Fig. 7 - La forma d'onda in basso mostra come uno stabilizzatore limita i picchi della corrente continua pulsante rettificata.*



*Fig. 8 - La forma d'onda in alto è quella che si ottiene prima della stabilizzazione; quella in basso mostra come è stato eliminato il ronzio.*

in involucro TO-3.

Esiste anche la serie LM340, nella quale la tensione d'uscita viene indicata da un suffisso numerico aggiunto al numero di serie. Ad esempio, il tipo LM340-5 è uno stabilizzatore da 5 V, mentre il modello LM340-12 è un dispositivo da 12 V. Questi elementi sono disponibili con uscite fino a 24 V e vengono forniti con due tipi di involucro: l'involucro K per una capacità di 1 A e l'involucro T per una capacità di 750 mA.

I dispositivi LM320 sono essenzialmente uguali ai dispositivi LM340, ad eccezione del fatto che sono stati progettati per tensioni d'uscita negative. Si noti che i numeri dei piedini dello stabilizzatore negativo rappresentato nella *fig. 6-B* sono differenti da quelli dello stabilizzatore positivo; di ciò si deve tenere conto, altrimenti può derivarne un danno irreparabile quando l'alimentatore viene acceso.

Un'altra ben nota famiglia di stabilizzatori è la serie 7800 (positivo) e 7900 (negativo), in cui il potenziale d'uscita è indicato dalle due ultime cifre della sigla (ad esempio +5 V per il 7805 e +12 V per il 7812).

Come si vede nella *fig. 6-A*, tutti gli stabilizzatori a tre terminali devono avere condensatori di fuga del rumore (C2 e C3) collegati tra i loro terminali d'entrata e d'uscita e la massa. Per questi condensatori di fuga i vari fabbricanti specificano valori differenti, ma quelli più comuni sono compresi tra

0,33  $\mu\text{F}$  e 2  $\mu\text{F}$ . Questi filtri del rumore devono essere collegati vicini il più possibile ai terminali dello stabilizzatore; se si adottano i valori più bassi, i condensatori devono essere di tipo ceramico a disco; se invece si impiegano i valori più alti, si devono usare condensatori al tantalio.

Il condensatore C4 è facoltativo, ma risulta utile specialmente quando le richieste di corrente sono molto dinamiche. La sua capacità in genere è dell'ordine di 100  $\mu\text{F}$  per ampere o circa un decimo del valore del condensatore di filtro principale. Questo condensatore aggiuntivo non viene usato in modo specifico per il filtraggio, ma per fornire una "copertura" contro le cadute di tensione d'uscita in condizioni di carico transitorie.

E' necessario usare un condensatore di filtro prima di uno stabilizzatore per i motivi messi in evidenza nella *fig. 7*; la traccia superiore è la c.c. pulsante ottenuta dal raddrizzatore, mentre la traccia in basso rappresenta l'uscita dello stabilizzatore quando il condensatore di filtro C1 viene staccato dal circuito. La forma d'onda d'uscita non filtrata ma stabilizzata sale ad ogni ciclo, finché raggiunge il punto di taglio dello stabilizzatore, punto in cui viene tosata.

Esaminiamo ora le forme d'onda della *fig. 8*: anche se esse appaiono simili a quelle della *fig. 5*, in realtà sono differenti. Infatti nella *fig. 5* la traccia in basso veniva usata per indicare la linea di base di 0 V, mentre

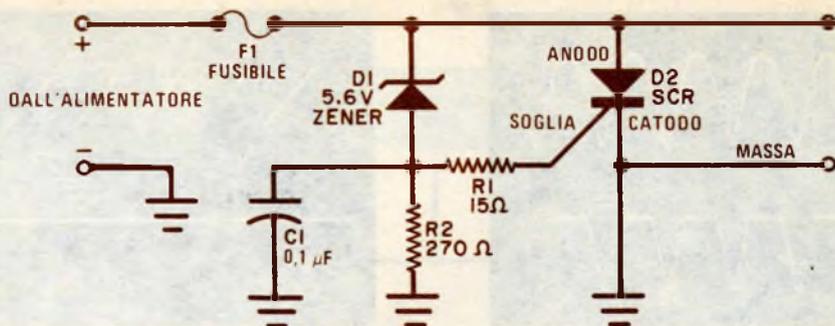


Fig. 9 - Il circuito di protezione contro le sovratensioni, denominato "sbarra di ferro", conduce quando la linea a 5 V supera la tensione di rottura del diodo zener.

nella fig. 8 le tracce illustrano l'entrata (in alto) e l'uscita (in basso) di uno stabilizzatore a tre terminali. Queste tracce sono state accoppiate all'oscilloscopio in modo da sopprimere la componente c.c. e mostrare su una scala più grande la componente di ronzio. La forma d'onda prima della stabilizzazione della traccia superiore è stata rilevata usando nel canale verticale dell'oscilloscopio una sensibilità di 0,2 V/cm, mentre per la traccia in basso è stata usata una sensibilità di 0,01 V/cm. Anche con una sensibilità 20 volte superiore, sull'oscilloscopio non appare nella forma d'onda d'uscita un ronzio visibile.

**Protezione contro le sovratensioni** - Sfortunatamente, vi sono casi in cui nello stabilizzatore si verifica qualche evento che permette alla tensione d'uscita di salire sopra il livello richiesto. Tale dannosa situazione può essere evitata con un circuito di protezione contro le sovratensioni del tipo di quello riportato nella fig. 9. Questo circuito viene denominato "sbarra di ferro" perché funziona cortocircuitando l'uscita a massa, proprio come farebbe una sbarra di metallo conduttore se fosse collegata all'uscita dell'alimentatore.

Normalmente, il potenziale d'alimentazione (in questo caso +5 V) è troppo basso per consentire la conduzione del diodo zener D1; di conseguenza, il raddrizzatore SCR presenta un'alta impedenza, che lo rende "invisibile" alla linea c.c. Quando il potenziale sulla linea d'alimentazione supera 5,6 V, D1 conduce e genera una tensione ai capi di

R2, la quale viene poi applicata, attraverso R1, alla porta del SCR che passa in conduzione. Quando ciò avviene, il cortocircuito che ne risulta fa fondere il fusibile F1 e interrompe l'alimentazione. Anche se questo circuito può sembrare un po' primitivo, è estremamente efficace e può prevenire danni ad un costoso sistema collegato all'alimentatore.

Volendo adottare il circuito di protezione della fig. 9, si scelga un SCR che possa sopportare il doppio circa della corrente normalmente fornita dall'alimentatore. Inoltre, per F1 si impieghi un fusibile normale ad interruzione rapida.

Alcuni circuiti di cui si parlerà nella seconda parte dell'articolo impiegano dispositivi di protezione contro le sovratensioni simili al tipo "OV-1" inserito nel circuito della fig. 6-A.

**Limitazione della corrente** - Questa caratteristica si trova generalmente in alimentatori che impiegano circuiti stabilizzatori più sofisticati di quelli precedentemente descritti. Essenzialmente, un resistore di basso valore viene collegato in serie al terminale d'uscita dello stabilizzatore e la corrente assorbita dal carico genera una piccola caduta di tensione ai capi di tale resistore. Questa tensione viene applicata ad un comparatore-amplificatore, che interrompe l'alimentazione se il carico assorbe una corrente eccessiva.

Nella seconda parte di questo articolo saranno presentati altri criteri di progetto e di alcuni sarà descritto il sistema costruttivo.

(segue)



## UN TECNICO IN ELETTRONICA INDUSTRIALE È UN UOMO DIVERSO

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

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

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

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

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

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

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

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

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



**Scuola Radio Elettra**

10126 Torino - Via Stellone 51633

Tel. (011) 674432

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

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



*A cura di FRANCO RAVERA*

### **FLASH DAI CLUB**

#### **MESSINA**

Il Club APE (Amici Peloritani dell'Elettronica) di Messina ricorda agli Allievi ed Amici di ogni età che la sede è aperta ogni sabato dalle 17,30 alle 20,00 in via Monsignor Bruno, isolato 326, n. 3. Come sempre, gli animatori ed Allievi piú esperti sono a disposizione di chi desidera confrontare le proprie esperienze ed arricchirle con la collaborazione di altri appassionati.

Il Club dispone di alcune delle principali attrezzature che gli Allievi della Scuola Radio Elettra ricevono in dotazione per montarle personalmente seguendo i vari corsi per corrispondenza.

Naturalmente, al Club di Messina sono i benvenuti anche gli Amici delle province vicine e di Reggio Calabria!

#### **TUTTI POSSONO COLLABORARE CON LA SCUOLA RADIO ELETTRA**

Spesso Allievi ed Amici ci fanno pervenire espressioni di entusiasmo e di apprezzamento per i corsi che stanno seguendo e si dimostrano orgogliosi di manifestare la propria simpatia facendo conoscere la Scuola ad altri giovani residenti nelle varie città.

Nel ringraziare per questa spontanea ed importantissima dimostrazione di stima e di amicizia, ricordiamo che tutti possono collaborare con la Scuola Radio Elettra segnalando ed illustrando i vari corsi ai propri conoscenti.

E' possibile richiedere opuscoli relativi ai diversi programmi di studio direttamente alla Scuola per parlarne con i propri amici, oppure prelevare gli opuscoli stessi presso il piú vicino Club.

In caso di iscrizione di un amico, la pratica può essere perfezionata direttamente compilando l'apposito modulo e consegnan-

dolo al Club della propria zona, oppure al consulente della Scuola con cui si è eventualmente in contatto, o naturalmente facendolo pervenire direttamente alla segreteria della Scuola a Torino.

Presentando l'iscrizione di un amico, ed avendo cura di segnare sul relativo modulo il proprio nome, cognome, indirizzo ed eventuale numero di matricola come presentatore, si avrà diritto ad un premio di collaborazione. Per coloro che viceversa sono interessati ad una collaborazione piú coordinata ed aspirano quindi a divenire veri e propri informatori, segnaliamo che la cosa risulta talvolta possibile per determinate città o regioni, a seconda delle esigenze locali.

Per divenire consulenti informatori della Scuola in forma continuativa, esistono evidentemente procedure e norme ben precise: citiamo comunque che, come elementi basilari, occorre avere raggiunto la maggiore età, disporre di un mezzo per potersi spostare nella zona prevista per divulgare le varie informazioni, e possedere doti di comunicativa per stabilire con facilità quel rapporto di amicizia e di collaborazione che deve sempre essere presente nelle visite informative.

Le persone interessate a questo tipo di attività possono scrivere alla Scuola, indirizzando specificatamente al Servizio Seven - Scuola Radio Elettra - via Stellone 5 - 10126 Torino. In risposta, riceveranno un questionario informativo da compilare e ritornare alla Scuola per fornire maggiori ragguagli sulla propria candidatura.

Osserviamo con piacere che quasi tutti i consulenti informatori della Scuola Radio Elettra provengono dagli Allievi ed ex-Allievi e ciò costituisce indubbiamente un riconoscimento ed una indubbia garanzia di serietà e di preparazione.

#### **AL CLUB MEGLIO ANDARE CON LE PROPRIE LEZIONI**

Può accadere che parecchi Allievi abbiano bisogno contemporaneamente, al Club, di consultare la stessa lezione. Può anche verificarsi, inoltre, che Allievi dello stesso corso di Radio o di Televisione abbiano bisogno del medesimo gruppo di lezioni, che può tuttavia risultare diverso specialmente nella parte pratica, a causa degli aggiornamenti che frequentemente vengono apportati alle lezioni.

Di conseguenza, è preferibile che ciascun Allievo, recandosi al Club, abbia cura di portare con sé le proprie lezioni.

UNA PROFESSIONE NUOVISSIMA PER I GIOVANI CHE HANNO FRETTA DI AFFERMARSI E DI GUADAGNARE. MOLTO.

PRESA D'ATTO DEL MINISTERO DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE NUMERO 1391



# I PROGRAMMATORI

Davvero non c'è tempo da perdere. Entro i prossimi 5 anni saranno necessari almeno 100.000 tecnici qualificati nella Programmazione ed Elaborazione dei Dati, altrimenti migliaia di calcolatori elettronici, già installati, rischieranno di rimanere bloccati e inutilizzati.

Del resto, già oggi per le Aziende diventa difficile trovare dei giovani preparati in questo campo (basta guardare gli annunci sui giornali).

Per venire incontro alle continue richieste e per offrire ai giovani la possibilità di un impiego immediato, di uno stipendio superiore alla media e di una carriera rapidissima, la SCUOLA RADIO ELETTRA ha istituito un nuovissimo corso per corrispondenza:

**PROGRAMMAZIONE SU ELABORATORI ELETTRICI**

In ogni settore dell'attività umana i calcolatori elettronici

hanno assunto il ruolo di centri vitali, motori propulsori dell'intero andamento aziendale. Per questo non possono rimanere inattivi. E per questo le Aziende commerciali o industriali, pubbliche o private, si contendono (con stipendi sempre più alti) i giovani che sono in grado di "parlare" ai calcolatori e di sfruttarne in pieno le capacità.

**LA SCUOLA RADIO ELETTRA VI FA DIVENTARE PROGRAMMATORI IN POCHI MESI.**

Attenzione: a questo corso possono iscriversi tutti; non si richiede una preparazione precedente, ma solo attitudini alla logica.



Seguendo, a casa Vostra, il nostro corso di Programmazione su Elaboratori Elettronici, imparerete tutti i più moderni "segreti" sul "linguaggio" dei calcolatori. E li imparerete non con difficili e astratte nozioni, ma con lezioni pratiche

e continui esempi. La Scuola Radio Elettra dispone infatti di un modernissimo e completo Centro Elettronico dove potrete fare un turno di pratica sulla Programmazione, che vi consentirà un immediato inserimento in una qualsiasi Azienda.

**IMPORTANTE:** al termine del corso la Scuola Radio Elettra rilascia un attestato da cui risulta la Vostra preparazione. Nel Vostro interesse, richiedeteci subito maggiori informazioni.

**Mandateci il vostro nome, cognome e indirizzo: vi forniremo, gratis e senza alcun impegno, una splendida e dettagliata documentazione a colori.**



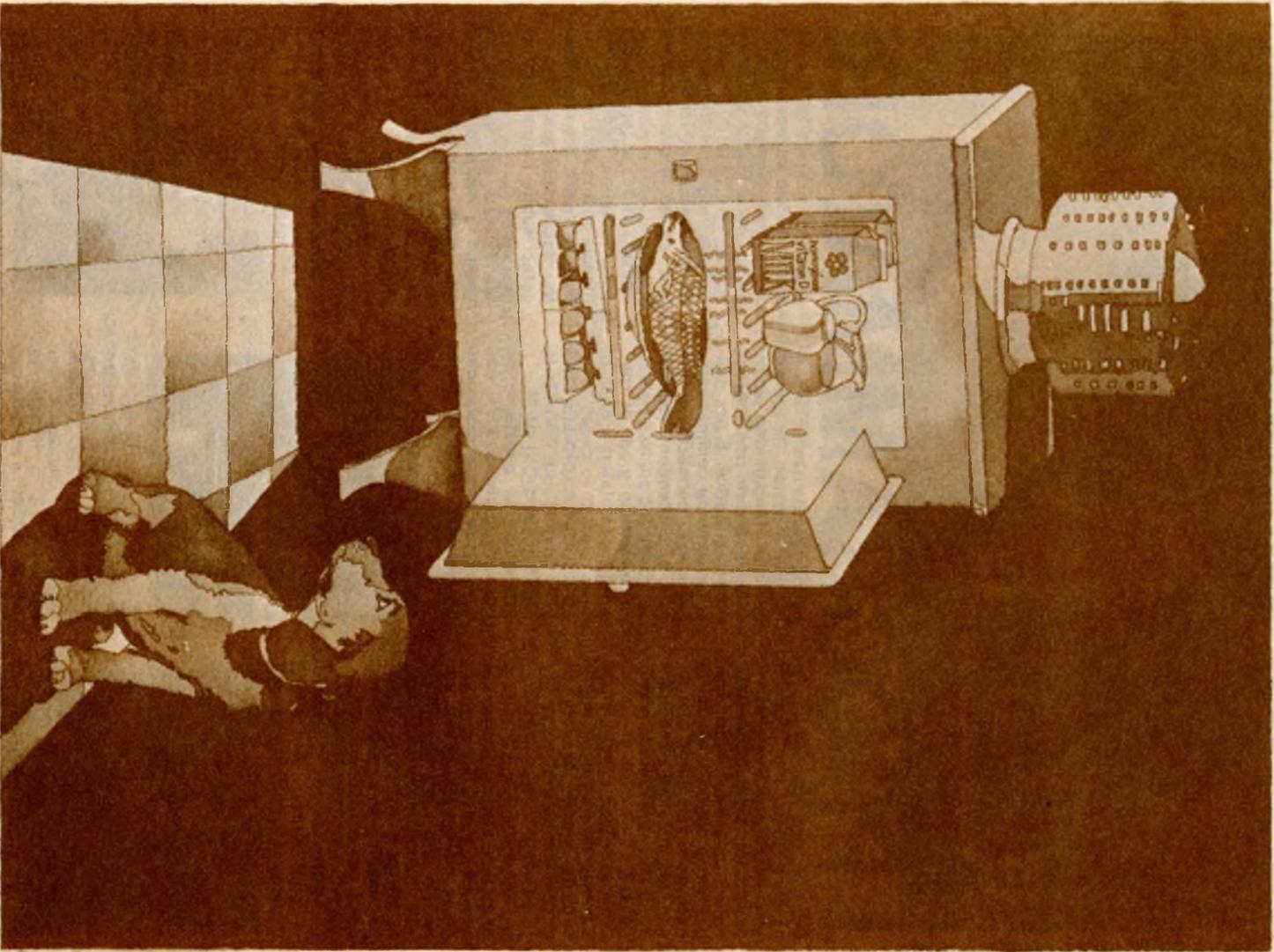
**Scuola Radio Elettra**

Via Stellone 5/ 633  
10126 Torino

101



LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA



Kärlen Shändeeff

# ALLARME PER LA PORTA DEL FRIGORIFERO

I frigoriferi sono gli elettrodomestici che consumano una maggiore quantità di energia elettrica. Ogni volta che si apre la porta fuoriesce aria fredda e l'aria calda che ne prende il posto deve essere raffreddata. Per risparmiare energia, occorre quindi limitare al minimo indispensabile il tempo in cui la porta rimane aperta. Per conseguire tale scopo, si può ricorrere al sistema d'allarme che descriviamo, denominato appunto "Fridge Alarm"; si tratta di un dispositivo fotoelettrico, che viene attivato non appena la porta del frigorifero viene aperta e la luce interna si accende e che emette un insistente segnale bitonale se la porta non viene chiusa entro un determinato numero di secondi.

**Il circuito** - Come si può rilevare dalla *fig. 1*, quando la luce colpisce la superficie sensibile di Q1, questo passa in conduzione e provoca la saturazione di Q2. Ciò porta il piedino 1 di IC1 vicino al potenziale di massa e consente al temporizzatore di cominciare a funzionare (*fig. 2*). Poiché la tensione ai capi di C1 è inizialmente zero, IC1 viene portato immediatamente in funzionamento ed il tempo viene controllato da R8, R1 e C1.

Durante la sequenza di temporizzazione, l'uscita di IC1 sul piedino 3 rimane alta (quasi al valore di V c.c.) e mantiene all'interdizione IC2 e IC3, perché il piedino 1 di questi circuiti integrati è collegato a tale linea.

*emette un suono  
dopo un tempo predeterminato  
se la porta dell'elettrodomestico  
è lasciata aperta*

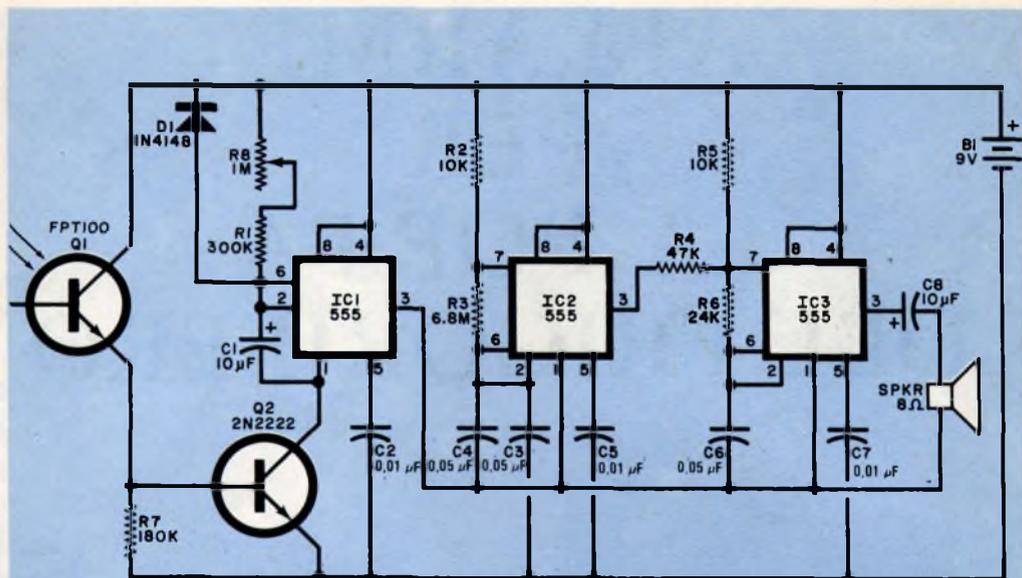


Fig. 1 - L'azione di temporizzazione del circuito viene iniziata dalla luce che colpisce Q1.

## MATERIALE OCCORRENTE

**B1** = batteria da 9 V  
**C1** = condensatore al tantalio da 10  $\mu\text{F}$  - 25 V  
**C2-C5-C7** = condensatori a disco da 0,01  $\mu\text{F}$   
**C3-C4-C6** = condensatori a disco da 0,05  $\mu\text{F}$   
**C8** = condensatore elettrolitico da 10  $\mu\text{F}$  - 25 V  
**D1** = diodo 1N4148 o simile  
**IC1-IC2-IC3** = temporizzatori 555  
**Q1** = fototransistore FPT100 o tipo equivalente  
**Q2** = transistor 2N2222 o tipo simile  
**R1** = resistore da 300  $\text{k}\Omega$  - 1/4 W, 10%  
**R2-R5** = resistori da 10  $\text{k}\Omega$  - 1/4 W, 10%  
**R3** = resistore da 6,8 M $\Omega$  - 1/4 W, 10%  
**R4** = resistore da 47  $\text{k}\Omega$  - 1/4 W, 10%  
**R6** = resistore da 24  $\text{k}\Omega$  - 1/4 W, 10%  
**R7** = resistore da 180  $\text{k}\Omega$  - 1/4 W, 10%  
**R8** = potenziometro semifisso da 1 M $\Omega$   
**SPKR** = altoparlante miniatura da 8  $\Omega$   
 Supporto per la batteria, contenitore di plastica trasparente, collante gommoso al silicone, filo per collegamenti, minuterie varie.

Per l'acquisto dei materiali rivolgersi alla ditta SVETI-MAR - via L. Ballardini 126 - 10148 Torino.

La maggior parte dei condensatori elettrolitici e di quelli all'alluminio possono avere rilevanti correnti di perdita; quindi non devono essere usati in circuiti temporizzatori. Per evitare questo problema, si è utilizzato un condensatore al tantalio per C1. Usando le costanti di tempo specificate, R8 può essere predisposto per periodi di tempo da 4 s a 17 s. Questa gamma è stata scelta perché il tempo medio necessario per accedere ad un frigorifero è di circa 8 s. Poiché C1 si scarica attraverso D1 e la resistenza interna di 15  $\text{k}\Omega$  di IC1, il piedino 7 di quest'ultimo viene lasciato libero, cioè non viene collegato.

Se la luce che colpisce Q1 viene interrotta durante il ciclo di temporizzazione, Q1 e Q2 vanno all'interdizione e il condensatore di tempo C1 si scarica rapidamente attraverso D1 e IC1, riportando il temporizzatore allo stato primitivo. Nell'oscurità Q1 ha un'altissima resistenza collettore-emettitore. Con Q2 all'interdizione, la corrente di riposo

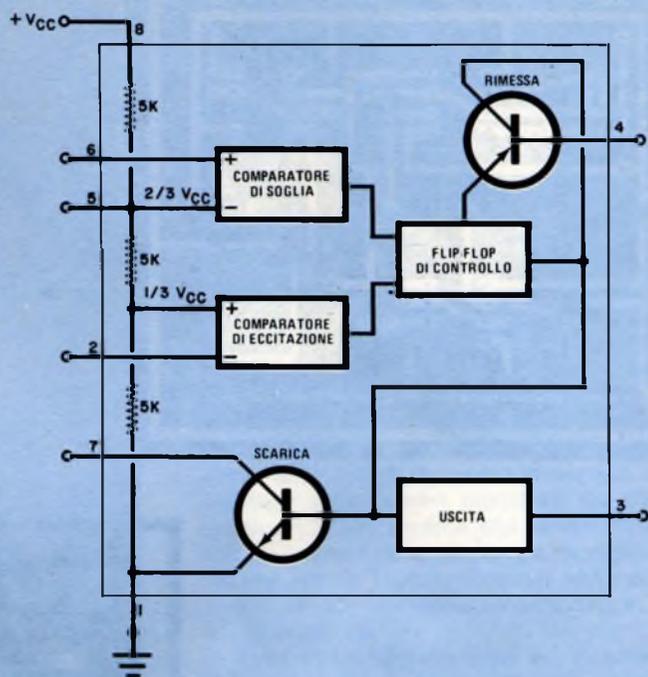


Fig. 2 - Schema a blocchi dei principali circuiti interni agli IC 555. Per questa applicazione, un 555 viene usato come temporizzatore e gli altri due come multivibratori astabili.

è estremamente bassa.

Se la luce che colpisce Q1 è costante, il ciclo di temporizzazione continua e l'uscita sul piedino 3 di IC1 va bassa; ciò pone a massa effettivamente i piedini 1 di IC2 e di IC3, attivando questi IC.

I circuiti integrati IC2 e IC3 sono collegati per funzionare come multivibratori astabili. La frequenza di oscillazione di IC2 è di circa 4 Hz; questo segnale a 4 Hz "modula" IC3, mentre l'uscita di IC3 aziona direttamente un piccolo altoparlante.

Il suono bitonale viene creato collegando l'estremità di R4 connessa a IC2 alternativamente tra V c.c. e massa ad una frequenza di 4 Hz.

Quando il piedino 3 di IC2 è alto, la combinazione del parallelo di R4 e R5 produce una nota di circa 500 Hz; quando invece il piedino 3 è basso, R4 viene effettivamente collegato a massa e ciò riduce la tensione sul piedino 7 di IC3. Poiché C6 deve ora caricarsi all'80% e poi scaricarsi al 40%

di questo nuovo valore per attivare i comparatori dentro IC3, viene generata una nota di circa 330 Hz. Le due note si alternano ad una frequenza di 4 Hz finché il circuito è attivato.

**Costruzione** - Tutti i componenti, ad eccezione di B1, del suo eventuale supporto e del piccolo altoparlante, si possono montare su un circuito stampato, del tipo di quello rappresentato in grandezza naturale nella fig. 3; in tale figura sono pure riportati il piano di foratura e la disposizione dei componenti.

Se si usa un fototransistore non contrassegnato, i terminali di Q1 si possono identificare con l'aiuto di un ohmmetro e di una sorgente luminosa.

Il progetto può essere montato entro una scatola trasparente, purché abbastanza grande da contenere il circuito, che permetta il passaggio di una quantità di luce sufficiente per portare Q1 in conduzione.

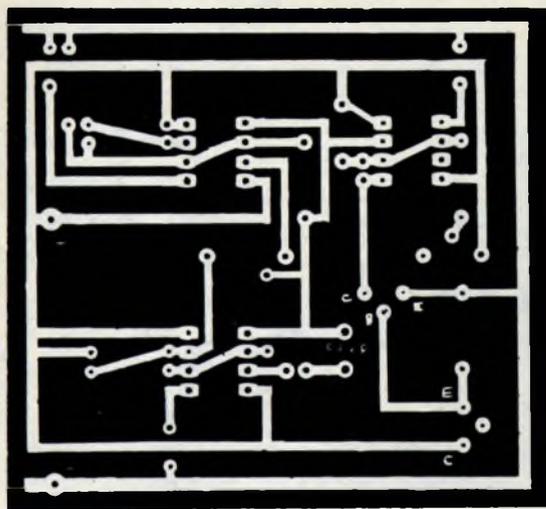
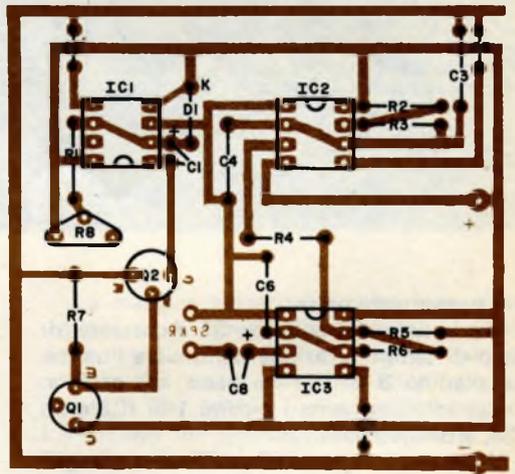


Fig. 3 - Illustrazione del circuito stampato adatto al montaggio del prototipo e disposizione dei componenti.



E' meglio fissare l'altoparlante sul fondo del contenitore, incollandolo con collante al silicone dopo aver praticato numerosi fori per l'uscita del suono. L'altoparlante e il circuito stampato si devono collegare tra loro con filo da 0,8 mm e in modo che il circuito stampato si trovi in una posizione tale da consentire la massima esposizione alla lampada che illumina Q1.

A montaggio ultimato, l'allarme si può provare sistemandolo in un posto oscuro e puntandogli contro una luce: dopo un

certo numero di secondi dovrebbe suonare. Si contino i secondi che intercorrono tra il tempo di accensione della luce e il suono dell'allarme e, se necessario, si regoli R8 per il desiderato ritardo tra i due eventi.

Si ponga il "Fridge Alarm" dentro il frigorifero, in un punto in cui possa ricevere un'ottima illuminazione da parte della lampadina del frigorifero stesso; si evitino le zone in cui può cadere del liquido, e dove vi sia la possibilità di interrompere la luce della lampada. ★

# MEMORIE DI MASSA

Un gran numero di utili ed interessanti applicazioni degli elaboratori per uso amatoriale richiede dispositivi per la memoria di massa con funzionamento controllato mediante programma. Anche se è possibile usare una semplice interfaccia per cassette audio, esistono altri sistemi maggiormente automatizzati e di uso più pratico per realizzare la memoria di massa.

**Applicazioni per le memorie di massa** - La contabilità domestica è una di quelle applicazioni degli elaboratori per cui è necessario servirsi di memorie di massa. In questo caso ci si aspetterebbe che il metodo adottato consenta di effettuare contabilità in partita doppia, con tutte le entrate e tutte le uscite ripartite in un certo numero di conti a seconda del tipo di voce. Una volta alla settimana, oppure tutte le volte che se ne presenta la necessità, nuovi movimenti dovrebbero poter venire introdotti nei conti relativi. L'ideale sarebbe che venisse memorizzata la descrizione di ciascun movimento, insieme con la registrazione del movimento stesso, del suo ammontare e della data in cui esso è avvenuto.

Tutti i mesi, oppure tutte le volte che lo si desidera, il sistema dovrebbe ricevere una istruzione con la richiesta da parte dell'utente di calcolare e di stampare lo stato finanziario aggiornato.

Inoltre, se i conti fossero tenuti nella forma opportuna, dovrebbe essere possibile richiedere la compilazione della denuncia dei redditi.

La quantità di memoria di massa necessaria per eseguire queste funzioni può raggiungere, tuttavia, dimensioni ragguardevoli. Supponendo che il sistema di contabilità presenti un grado medio di dettaglio, con un numero di conti pari a trenta e con venticinque movimenti in media all'anno per ciascun conto, il sistema dovrebbe memorizzare 2250 movimenti per conservare i dati relativi a tre anni.

Supponendo che ciascuna descrizione occupi trenta byte di memoria, che la data ne richieda quattro e che ne occorran altri quattro per memorizzare l'importo, sarebbe necessario per questa applicazione un totale di 85 k byte.

I giochi che si autoistruiscono costituiscono un'altra interessantissima applicazione per una memoria di massa.

Risulta spesso più facile ottenere risultati

migliori di quelli che si possono conseguire ricorrendo ad un approccio diretto, se si cerca di implementare un gioco complesso scrivendo il programma relativo ad esso in base ad un approccio orientato all'autoapprendimento. Un tale gioco, come ad esempio quello della dama, si può svolgere scrivendo un programma che conosca solamente le regole. A mano a mano che nuove giocate condotte con avversari umani vengono effettuate dal programma, tutti gli errori gravi compiuti da esso e tutte le tattiche messe in opera dall'avversario e che conducono alla vittoria vengono memorizzati in opportuni registri. Il programma teoricamente è in grado di giungere ad un livello di bravura appena più basso di quello del miglior avversario e non risente di errori "stupidi". E' anche possibile mantenere memorizzati dati intermedi, relativi a vari livelli di bravura. Tali insiemi di dati possono crescere fino ad occupare gran parte della memoria; essi sono anche soggetti a cambiamenti frequenti a mano a mano che il programma apprende. Risulta utile poter disporre di un accesso veloce ai dati incorporati nella memoria, in maniera da poter giocare con un certo ritmo.

Altre applicazioni che richiedono l'impiego di memorie di massa comprendono l'elaborazione di testi per la stesura di lettere, di relazioni e di altri documenti. Il procedimento di redazione può implicare numerose modifiche, come inserimenti ed eliminazioni di gruppi di parole del testo. Può anche risultare utile poter trasferire un blocco di parole da una parte ad un'altra del documento. La quantità di memoria richiesta in tal caso dipende dal genere di documento; una tesi, ad esempio, può aver bisogno di 300 k byte, un articolo di 30 k byte ed una lettera di 3 k byte.

L'inserimento di lunghi paragrafi in un documento può causare qualche problema nel caso di alcuni tipi di memoria di massa.

#### **Terminologia delle memorie di massa**

Nel corso degli anni sono stati conati numerosi termini per descrivere i sistemi per le memorie di massa; il più importante è forse quello che indica la capacità di memorizzazione disponibile in linea, posseduta da un sistema. Tale capacità rappresenta la quantità di dati che possono essere richiamati direttamente dal programma senza che sia necessario l'intervento di un operatore per cambiare i nastri, ecc.

In tutti i sistemi di memoria di massa i dati sono organizzati secondo dei blocchi, indicati anche in italiano con il termine inglese di record. Durante il trasferimento di dati fra il sistema di memorizzazione e l'elaboratore, è necessario spostare un intero record. Alcuni sistemi fanno uso di dimensioni fisse per i record, il che significa che tutti i record possiedono la medesima lunghezza. La maggior parte dei sistemi a nastro, tuttavia, prevede l'impiego di record con lunghezza variabile, il che significa che un record può avere una lunghezza o di un solo byte oppure del valore desiderato. Si osservi che l'impiego di record di breve lunghezza può comportare una diminuzione notevole della capacità di memorizzazione, a causa della presenza degli intervalli che sussistono fra record adiacenti.

La velocità di trasferimento (in inglese "transfer rate") di un sistema costituisce una misura della velocità con la quale i dati possono venire letti oppure scritti nella memoria di massa. Spesso questa capacità viene specificata ulteriormente mediante l'indicazione di una velocità di trasferimento di gruppi di dati ("burst" transfer rate) e di una velocità di trasferimento media ("average" transfer rate). La velocità per gruppi di dati rappresenta il valore effettivo della velocità con la quale i dati vengono letti oppure scritti; la velocità media viene misurata rispetto ad un trasferimento di dati molto lungo, che può interessare diverse migliaia di byte. Essa è generalmente più piccola della velocità di trasferimento per gruppi di dati a causa della presenza degli intervalli che sussistono fra i blocchi di dati, oppure a causa del tempo impiegato per cercare il blocco di dati successivo.

In un sistema di memorizzazione ad accesso sequenziale tutti i dati vengono memorizzati come una lunga successione di record. Il meccanismo che consente l'accesso (generalmente costituito da una testina magnetica) può trovarsi in corrispondenza di un punto qualunque lungo la successione. Nei sistemi più semplici sono consentiti solamente due tipi di operazioni: il riavvolgimento (posizionamento della testina in corrispondenza dell'inizio della successione) e la lettura in avanti, a partire dalla posizione occupata correntemente dalla testina. La scrittura di nuovi dati viene sempre effettuata alla fine della successione. I sistemi ad accesso sequenziale di tipo più

s sofisticato possono consentire l'operazione di lettura all'indietro e l'operazione di ricerca veloce, effettuata in entrambe le direzioni. In alcuni sistemi si possono anche aggiornare record situati in mezzo alla successione.

I record di dati in un sistema di memorizzazione ad accesso casuale sono organizzati secondo schiere rettangolari, formate da colonne e da righe. Un certo record viene letto, oppure scritto, semplicemente fornendo i numeri d'ordine della colonna e della riga in cui si trova inserito. Il dispositivo di memorizzazione si dirige direttamente verso la posizione richiesta, normalmente senza intraprendere alcuna ricerca. E' possibile riscrivere a volontà su record singoli. I sistemi per la memorizzazione ad accesso casuale sono sempre basati sull'impiego di record con lunghezza fissa.

**Sistemi di memoria di massa a nastro** - Il nastro, specialmente quello montato in cassette, rappresenta un mezzo economico e molto diffuso per la realizzazione di memorie di massa. La capacità di memorizzazione in linea, presentata da una cassetta C-60, ad esempio, è compresa fra 50 k byte (quando viene utilizzato il formato audio definito in base al "sistema a nastro per utente di elaboratore", denominato in inglese CUTS e conosciuto anche con il nome di formato Kansas City) e 600 k byte (quando viene usato il formato numerico "registrazione a codificazione di gruppo", messo a punto dalla Digital Group). Le velocità di trasferimento sono comprese fra circa 25 byte al secondo per registrazioni audio normali ed oltre 1000 byte al secondo per registrazioni numeriche di alta qualità. La maggior parte dei sistemi a nastro adoperati negli elaboratori per applicazioni amatoriali consente di utilizzare record caratterizzati da valori della lunghezza variabili, con un limite massimo consentito per quest'ultima.

Il nastro magnetico è essenzialmente un mezzo di memorizzazione ad accesso sequenziale. I record di dati vengono incisi su esso nel verso della sua lunghezza, lasciando spazi non incisi fra record successivi, in modo da consentire l'avvio e l'arresto del movimento. Il reperimento di un certo record depositato sul nastro e la lettura dei dati in esso contenuti, cioè il travaso di questi nella memoria dell'elaboratore, costituiscono un'operazione fondamentale. Se la posi-

zione del record non è conosciuta, la cosa migliore da fare è quella di riavvolgere il nastro e di effettuare la sua lettura fino a che il record desiderato non viene individuato e trasferito in memoria. Questo processo, naturalmente, può richiedere diversi minuti anche con un sistema basato su cassette numeriche ad elevate prestazioni.

Un sistema per aumentare la velocità può essere quello di creare e di mantenere un record "indice", posto all'inizio del nastro, contenente informazioni sulle posizioni di tutti gli altri record che si trovano sul nastro. In tal caso il programma legge l'indice e lo mantiene in memoria per tutto il tempo che un certo nastro si trova nel lettore di nastro. Quindi, in un sistema semplice, è necessario decidere se far scorrere il nastro in avanti e leggerlo, oppure se riavvolgere tutto il nastro e cominciare la lettura dall'inizio. In un sistema con possibilità di lettura durante il riavvolgimento, il tempo impiegato mediamente per la ricerca del record desiderato può essere ancora abbreviato leggendo all'indietro, anziché riavvolgendo il nastro, in tutti quei casi in cui ciò può risultare utile.

Un sistema caratterizzato da una ricerca molto veloce consente di contare i record presenti nel nastro ad una velocità che può essere da due a dieci volte più elevata di quella di trascinamento normale del nastro in una qualsiasi delle sue direzioni. Quando il numero di record richiesto è stato surpassato, la normale velocità di lettura viene ripristinata ed il record interessato viene letto. Grazie all'elevata velocità di ricerca, il tempo medio impiegato per effettuare una ricerca casuale su nastri da 600 k byte può essere portato ad un valore inferiore a trenta secondi, nel caso di un sistema a cassetta attualmente reperibile sul mercato.

Le applicazioni descritte precedentemente richiedono un frequente aggiornamento dei record di dati (lettura, modifica e scrittura). Nel caso di un sistema a nastro di semplici prestazioni, l'unico sistema per effettuare l'aggiornamento è quello di copiare il "vecchio nastro", trasferendone il contenuto su uno nuovo, dopo aver apportato le modifiche desiderate ai record che si intendono aggiornare. Oltre a richiedere l'impiego di due unità a nastro, questo procedimento può risultare alquanto lento quando si vogliono apportare modifiche a singoli record disposti casualmente, come nel caso dei

giochi. In alcuni sistemi dalle prestazioni sofisticate è possibile aggiornare il contenuto di record disposti a metà del nastro, purché la lunghezza del nuovo record sia uguale a quella del record originale. Nel caso in cui la lunghezza dei record è destinata ad aumentare, come nelle applicazioni connesse con la contabilità, è conveniente iniziare con un record di notevole lunghezza riempito di zeri, quindi sostituire gradualmente gli zeri con i nuovi dati a mano che si procede con l'aggiornamento. L'inserimento e l'eliminazione di grandi quantità di dati possono essere più convenientemente effettuati servendosi della tecnica basata sull'aggiornamento e sulla successiva copiatura nel caso in cui venga impiegato un sistema di memoria di massa a nastro.

#### **Sistemi di memoria di massa a disco -**

Un sistema di memoria di massa basato sull'impiego di dischi possiede numerose caratteristiche estremamente interessanti. La capacità di memorizzazione in linea è compresa approssimativamente fra 300 k byte, nel caso di sistemi che impiegano dischi di tipo flessibile (in inglese "floppy disk"), ed oltre 200 M byte nel caso di alcuni sistemi commerciali ad elevate prestazioni. Il campo delle velocità di trasferimento è considerevolmente più ristretto, essendo compreso fra 32 k byte al secondo per i sistemi che impiegano i dischi flessibili, e 1,5 M byte al secondo per i grossi sistemi con dischi rigidi.

Sebbene la maggior parte dei sistemi di memoria di massa basati sull'impiego di dischi sia molto costosa, quelli nei quali sono utilizzati dischi flessibili sono di costo ragionevole e stanno diventando sempre più numerosi fra gli utenti di sistemi amatoriali. Il disco vero e proprio è contenuto in una busta flessibile di materiale plastico con lato di 20,30 cm e spessore di 1,6 mm; ogni disco è in grado di memorizzare più di 300 k byte e può essere inserito od estratto dall'unità disco in un paio di secondi.

A differenza dei nastri, i dischi per le memorie di massa sono dispositivi ad accesso casuale. La loro superficie circolare è suddivisa in un certo numero di tracce concentriche; ciascuna traccia a sua volta è poi suddivisa in un certo numero di settori, ed il tutto equivale alla matrice rettangolare secondo cui sono organizzati i record ed a

cui si è accennato precedentemente. Ogni settore contiene un record di dati che ha dimensioni fisse. Per accedere ad un settore particolare, la testina magnetica viene dapprima spostata (in modo da trovarsi disposta in corrispondenza della traccia giusta) con un movimento radiale verso l'interno o verso l'esterno e questa fase è chiamata ricerca. Successivamente il sistema rimane in attesa che il settore specifico, grazie alla rotazione del disco, venga a trovarsi al di sotto della testina e quindi ne effettua la lettura. Il tempo richiesto per eseguire queste operazioni varia, ma non dipende dalla posizione occupata dai dati sulla superficie del disco. Tutti i sistemi a disco consentono di aggiornare il contenuto di singoli settori.

Un disco di tipo flessibile può possedere, ad esempio, 77 tracce ognuna delle quali è suddivisa in 32 settori, per un totale di 2464 possibili record di dati. Ciascun record può contenere un numero utile di byte pari a 128. Lo spostamento della testina da una traccia all'altra richiede approssimativamente 10 ms per ciascuna traccia; ad una velocità di rotazione di 360 giri al minuto, sono necessari 166 ms affinché il disco compia una rotazione completa. In tal modo, l'intervallo di tempo più lungo, necessario per trovare e per leggere un record, è appena inferiore ad un secondo. La durata dell'intervallo medio è inferiore alla metà di tale valore. Poiché una ricerca effettuata sull'intera superficie del disco richiederebbe un tempo considerevolmente più lungo, una forma di indice viene sempre conservata in modo che siano conosciute le posizioni esatte della traccia e del settore.

Un sistema di memoria di massa basato sull'impiego di dischi di tipo flessibile rappresenta quasi l'ideale per gli esempi di applicazione fatti. Il sistema per la contabilità, ad esempio, può essere organizzato in modo che ogni movimento venga registrato su un settore. Con questo sistema un archivio finanziario che copra un periodo di tre anni può essere sistemato su un disco di tipo flessibile. Nel caso del programma per il gioco, è possibile effettuare numerose volte l'accesso casuale e l'aggiornamento dei dati durante l'intervallo che l'elaboratore impiega per studiare la propria mossa. Anche l'inserimento e l'eliminazione delle grosse quantità di dati, richiesti nel caso in cui si applichi la

memoria di massa all'elaborazione di testi, possono essere facilmente eseguiti. Grazie all'elevata velocità con cui è possibile eseguire l'accesso casuale ai record, il testo inserito può venire memorizzato in qualunque posizione libera del disco.

I record cancellati vengono semplicemente marcati come non utilizzati e possono essere riutilizzati qualora se ne presenti la necessità. La scelta ordinata dei record non solamente è possibile servendosi di un'unica unità a disco, ma è anche relativamente facile da eseguire. Nel caso invece di un sistema basato sull'impiego di nastri, sono necessarie almeno tre unità a nastro e numerose operazioni di aggiornamento e copiatura.

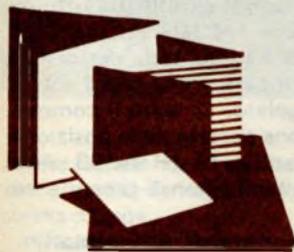
**Gli errori** - E' noto che i mezzi che supportano le registrazioni magnetiche possono presentare sfortunatamente difetti e possono venire danneggiati se maneggiati con poca cura. Il risultato che si ottiene a causa della presenza di un difetto è che il dato che viene registrato sopra esso è soggetto a manifestare un errore. Dal momento che l'alterazione anche di un solo bit può portare a conseguenze

disastrose, è necessario applicare metodi opportuni, che consentano di rilevare la presenza di tali errori e di correggerne le conseguenze.

Gli errori possono venire scoperti servendosi di parecchi metodi; quello più comune è basato sull'impiego di un byte di controllo somma posto alla fine del record. Tale byte di controllo è semplicemente dato dalla somma di tutti i byte di dati che si trovano nel record, presi senza considerare la presenza di eventuali superi della capacità del record medesimo. Se la somma dei dati risultanti dalla lettura è uguale al numero contenuto nel byte di controllo somma relativo al record registrato, il dato viene considerato letto senza errori.

Per evitare che un dato venga scritto sopra un tratto del supporto magnetico che presenta qualche difetto, tale dato viene generalmente riletto e confrontato dopo che è stato registrato; se in questo processo si rileva qualche errore, il record viene cancellato e riscritto nuovamente nello stesso posto, oppure su un altro settore.

★



**LE NOSTRE  
RUBRICHE**

## **Novità Librarie**

**IL MANUALE DEL RADIOAMATORE E  
DEL TECNICO ELETTRONICO**

di **Guido Silva** (i2 EO)

pagg. 367, L. 18.000

Faenza Editrice, Faenza.

L'Autore si propone di portare a conoscenza del tecnico, sia esso radioamatore o professionista, un'ampia raccolta (oltre 100 grafici a tutta pagina) di diagrammi di attualità tecnica, con opportuno commento e relativi esempi pratici di impiego. Il tutto è ripreso da articoli e grafici delle principali riviste

mondiali, con ampio consenso di Editori ed Autori. Le Tavole sono integrate da grafici dello stesso Autore.

L'opera si propone di facilitare il compito pratico a chi vuole calcolare e costruire un dispositivo radio o un apparato di misura, senza avere le necessarie cognizioni matematiche. La scelta dei temi è stata dettata dall'esperienza di laboratorio dell'Autore, sperimentatore da antica data. La traduzione dalle principali lingue ed i disegni sono pure opera dell'Autore che ha impiegato nella stesura del testo oltre 2 anni.

La stampa del testo è chiara, la presentazione e l'impaginazione sono generalmente buone. A tale proposito, l'unico appunto che si può muovere è — come ci ha fatto rilevare lo stesso Autore dell'opera — che alcuni grafici risulterebbero più leggibili se fossero meno ridotti e che per qualche Tavola sarebbe più opportuna la stampa fuori testo.

Il prezzo del libro, compatibilmente con la mole dei grafici, è molto contenuto. Il volume, che per la parte induttanze comporta ben 30 diagrammi, a giudizio dei tecnici che l'hanno esaminato colma una lacuna molto sentita nel campo dell'elettronica pratica-sperimentale.

# OSCILLOSCOPIO SPERIMENTALE A STATO SOLIDO

In un articolo dello scorso mese di Febbraio è stato descritto un complesso a LED da 160 elementi; come già anticipato in quella sede, proponiamo ora il progetto di un oscilloscopio sperimentale a stato solido, che impiega appunto tale complesso come schermo display.

Come si può rilevare dalla *fig. 1* (in cui è rappresentato lo schema dell'oscilloscopio), in funzionamento un segnale applicato all'entrata non invertitrice dell'amplificatore operazionale 741 viene amplificato e trasferito ad un convertitore A/D, composto da comparatori quadrupli LM339 e da un codificatore di priorità 74147.

L'uscita digitale del 74147 è un complesso di 4 bit, il quale, dopo essere stato decodificato da un decodificatore 1 di 10 tipo 74145, attiva una delle dieci file orizzontali di LED.

Una delle sedici colonne verticali di LED viene attivata contemporaneamente da un circuito orizzontale di scansione, composto da un temporizzatore 555, da un contatore a 4 bit 74193 e da un decodificatore 1 di 16 del tipo 74154. Il 555 serve come base dei tempi, la cui frequenza di scansione viene controllata da un potenziometro da 1 M $\Omega$ . Il 74193 e il 74154 formano un generatore di sequenza da 0 a 15, che scandisce una per volta le sedici colonne di LED.

Poiché vengono attivate solamente una fila e una colonna di LED per volta, un LED solo del complesso si accende in ogni istante. Quando la frequenza di scansione è più veloce di 20 o 30 scansioni complete al secondo, i singoli LED si accendono in una linea spezzata, che dà una rappresentazione figurativa approssimata della metà positiva della forma d'onda che appare all'uscita dell'am-

plificatore operazionale 741.

Tre sezioni di una porta quadrupla NAND 7400 aggiungono una caratteristica di eccitazione semplice ma molto utile. Quando il piedino 14 del 74193 viene messo a massa, portando il commutatore di modo nella posizione "Funzionamento libero", il circuito di deflessione scandisce continuamente le colonne di LED. Un'accurata regolazione del potenziometro della base dei tempi fermerà la forma d'onda che viene mostrata. Qualsiasi deriva, anche se molto piccola, della forma d'onda in entrata richiederà un ritocco della base dei tempi; altrimenti la forma d'onda che appare si sposterà attraverso lo schermo da sinistra a destra o da destra a sinistra, come si verificava prima che il potenziometro fosse regolato. Quando il commutatore di modo viene portato nella posizione "Triggerata", il piedino 14 del 74193 viene rimesso a 0000, quando non è presente un segnale d'entrata.

Un segnale d'entrata di sufficiente ampiezza per attivare il comparatore di bassissimo ordine LM339 farà andare il piedino 6 del 7400 da alto a basso e ciò consentirà al 74193 di compiere una scansione completa delle colonne del display.

Se il segnale d'entrata è ancora presente quando la scansione è finita, inizia immediatamente un'altra scansione; se invece tale segnale non è più presente, l'oscilloscopio aspetta che il segnale ritorni prima di iniziare una nuova scansione. Di conseguenza, nel modo triggerato l'oscilloscopio si blocca automaticamente sulla forma d'onda ricorrente e fa apparire la sua parte in salita, la quale ha origine nella prima colonna di LED. Un LED collegato alla rete di porta trigger indica quando si ha eccitazione, il che non si po-

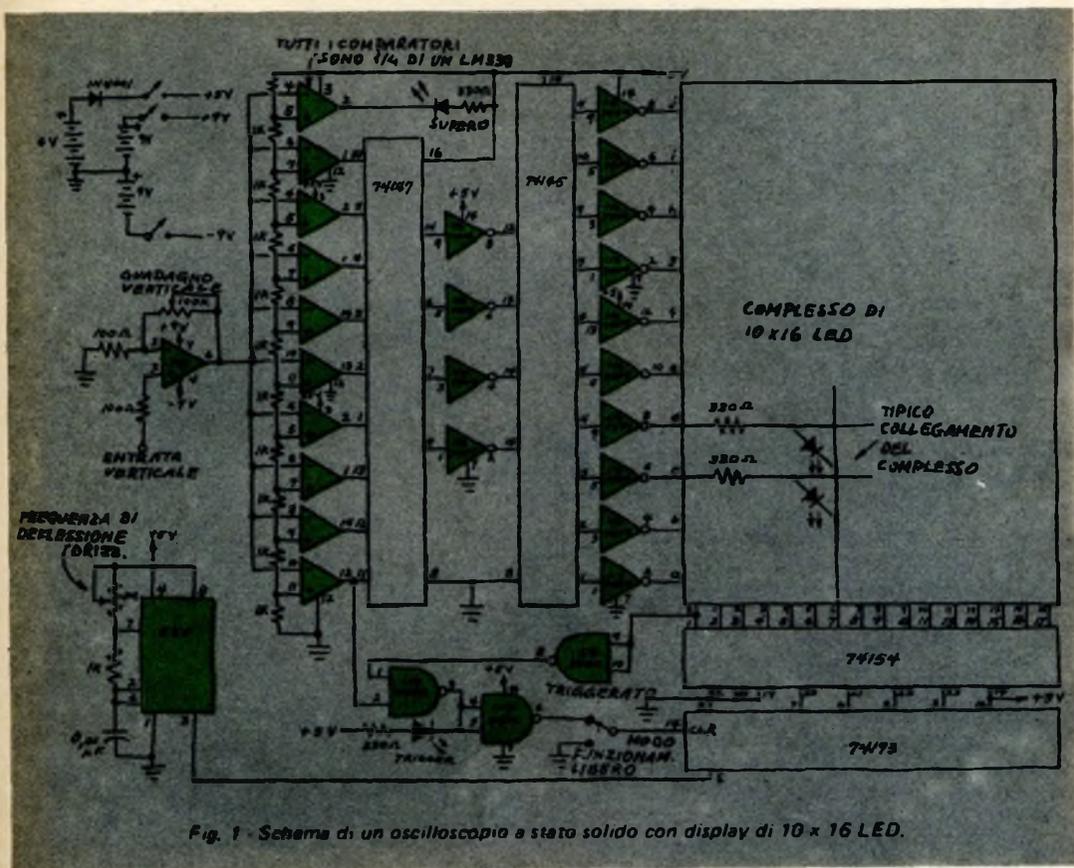


Fig. 1 Schema di un oscilloscopio a stato solido con display di 10 x 16 LED.

trebbe sapere se il guadagno venisse posto tanto in alto da impedire l'osservazione della forma d'onda.

Quando l'oscilloscopio è predisposto nel modo triggerato, la forma d'onda che viene mostrata può essere espansa o compressa cambiando la frequenza di deflessione orizzontale. Parimenti, l'altezza della forma d'onda può essere aumentata o diminuita regolando il potenziometro di guadagno verticale. Un LED di supero, collegato all'uscita del comparatore LM339 di ordine più alto, indica quando il guadagno è troppo alto e quindi la parte superiore della forma d'onda è fuori dallo schermo.

Anche se è considerevolmente più facile montare il circuito pilota che non il complesso display a LED, si deve procedere con molta attenzione alla sua costruzione, perché può risultare alquanto difficile trovare e correggere eventuali errori di collegamento.

Il prototipo del circuito pilota è stato montato sullo stesso tipo di basetta usata per il display, adottando la tecnica di collegamento da punto a punto con fili avvolti. Nella fig. 2 si può vedere come i componenti principali sono stati sistemati nella parte superiore della basetta; si noti che il jack fono miniatura, il quale serve come entrata verticale dell'oscilloscopio, deve essere installato dal lato frontale della basetta.

Dopo aver collegato tra loro tutti i componenti installati sulla basetta, si devono eseguire i collegamenti alla basetta del display, al potenziometro per la base dei tempi, al potenziometro del guadagno verticale e all'alimentatore, saldando pezzetti di filo ai relativi terminali di rame del connettore presente sul bordo della basetta.

Le posizioni delle linee usate per il resto del circuito oscilloscopico sono precisate nella tabella che segue.

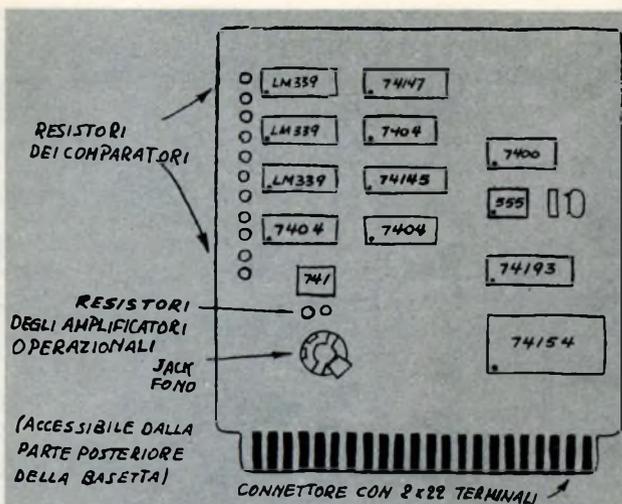


Fig. 2 - Disposizione delle parti principali dell'oscilloscopio sperimentale su una basetta dotata di un connettore con 2 x 22 terminali.

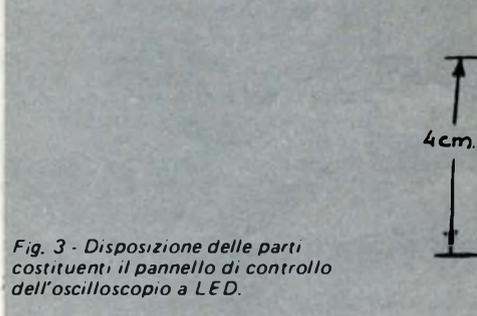


Fig. 3 - Disposizione delle parti costituenti il pannello di controllo dell'oscilloscopio a LED.

### Circuito oscilloscopico

- 5 V
- Massa
- Catodo del LED di supero
- Controllo di guadagno verticale
- Controllo di guadagno verticale
- Controllo di defless. orizzontale
- Controllo di defless. orizzontale
- Commutatore di modo:
  - piedino 6 del 7400
  - massa
  - piedino 14 del 74193
- Catodo del LED trigger
- 9 V
- + 9 V

### Zoccolo

- 1
- 2
- 3
- M
- N
- S
- T
- U
- V
- W
- X
- Y
- Z

le basette circuitali. Si può usare una limetta per separare le due strisce, formandone quattro distinte.

Dopo aver completato il circuito dell'oscilloscopio, si asporti la parte superiore di una seconda basetta circuitale e si installino su essa l'interruttore generale triplo, il commutatore trigger a una via e due posizioni, nonché i potenziometri di guadagno verticale e di deflessione orizzontale. La fig. 3 illustra la disposizione di queste parti sulla relativa basetta, la quale fungerà da pannello di controllo dell'oscilloscopio. I suoi componenti devono essere collegati ai terminali di rame, secondo le posizioni indicate nella tabella o personalmente stabilite.

Per sostenere le basette che costituiscono l'oscilloscopio si può ricorrere ad un supporto unico, oppure si possono utilizzare tre zoccoli a 44 terminali, su cui si avvolgeranno i fili, montandoli distanziati di 25 mm tra loro.

Il prototipo dell'oscilloscopio è stato ali-

mentato con due batterie da 9 V e con una batteria da 6 V, composta da quattro pile alcaline inserite in un supporto di plastica. Le batterie sono state collegate all'oscilloscopio mediante tre appositi attacchi connettori.

Prima di dare tensione al circuito si ricontrollino con cura tutti i collegamenti, per accertarsi di non aver commesso errori, o trascurato qualche collegamento.

Si costruisca una sonda per l'oscilloscopio, usando un pezzo di cavetto schermato flessibile, uno spinotto fono miniatura, un attacco di prova e una pinzetta a bocca di coccodrillo. Per le prove iniziali si utilizzi un'onda a rampa o a triangolo con un'am-

piezza di pochi volt e una frequenza di poche centinaia di hertz; si effettuino le prime prove in un locale scarsamente illuminato, perché il complesso dei LED non è così brillante come un normale tubo a raggi catodici.

Se l'oscilloscopio non funziona, ci si accerti che la tensione d'alimentazione sia applicata ai punti dovuti. Si provi poi a cambiare le posizioni dei controlli di guadagno e della base dei tempi ed anche quella trigger del commutatore di modo. Se l'oscilloscopio non funziona ancora, si dovrà rivedere tutto il circuito, procedendo per gradi. Ad esempio, si riveda il circuito di deflessione orizzontale controllando prima se il temporizzatore 555 pulsa, poi si verifichi se il 74193 sta contando e così via.

Ottenuto il regolare funzionamento dell'oscilloscopio, con un po' di pratica si potranno osservare molte forme d'onda; quelle a punta, a triangolo e a rampa sono le forme che vengono meglio riprodotte. Le onde sinusoidali invece vengono leggermente distorte dalla scarsa risoluzione dello schermo, mentre i bordi in salita e in discesa delle onde quadre hanno generalmente una luminosità molto scarsa. Spesso, come si vede nella fig. 4, parecchi LED di una colonna verticale appariranno accesi, ma generalmente è possibile risolvere la forma d'onda che viene mostrata.

Questo oscilloscopio sperimentale, anche se la sua risoluzione è scarsa e se il progetto della sua parte verticale lascia molto a desiderare, dimostra che si può costruire un simile strumento compatto con schermo piatto.

Dopo aver realizzato l'oscilloscopio, volendo si possono calibrare le parti verticale e orizzontale con l'aiuto di un voltmetro e di un generatore di segnali o di un oscilloscopio convenzionale. E' anche possibile migliorare il progetto; ad esempio, il convertitore A/D della parte verticale può essere alquanto semplificato usando un singolo circuito integrato convertitore A/D. La sensibilità della serie di comparatori verticali può essere variata sostituendo il resistore da 1 M $\Omega$  in cima al partitore di tensione con un resistore fisso di valore differente o, meglio ancora, con un potenziometro da 1 M $\Omega$ . Parimenti, si può ottenere una vasta gamma di frequenze di deflessione orizzontale sostituendo l'unico condensatore di tempo con un gruppo di condensatori fissi di valore diverso, commutabili con un commutatore rotante.

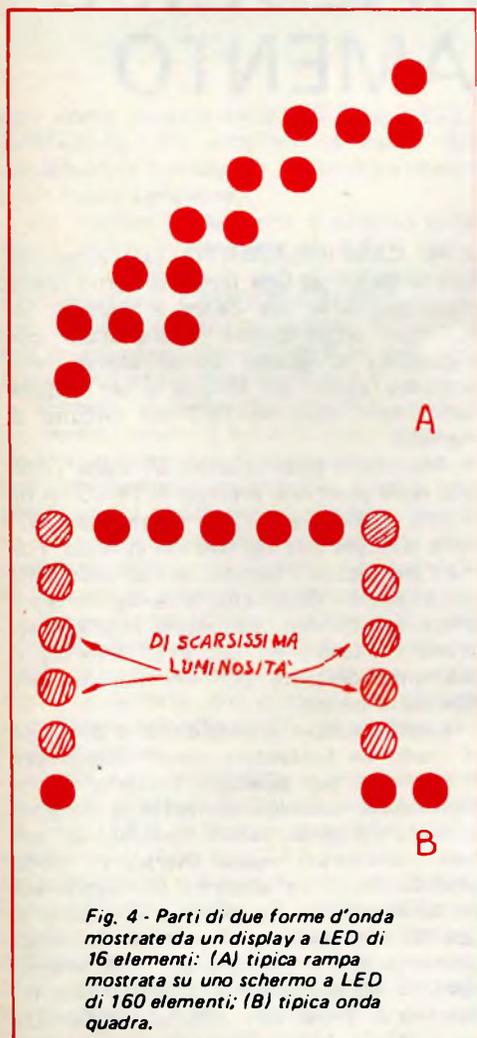
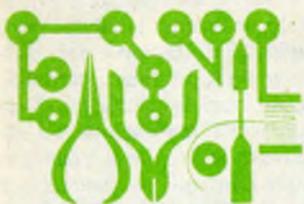


Fig. 4 - Parti di due forme d'onda mostrate da un display a LED di 16 elementi: (A) tipica rampa mostrata su uno schermo a LED di 160 elementi; (B) tipica onda quadra.

★



## L'Angolo dello Sperimentatore

# CIRCUITO ANALOGICO A CAMPIONAMENTO E TENUTA

Gli appassionati di microprocessori sono costantemente in cerca di un metodo semplice per interfacciare piccoli elaboratori o circuiti di controllo con il mondo esterno dei segnali analogici. Un circuito analogico ben noto e molto usato nelle operazioni di interfaccia è il circuito a campionamento e tenuta ad amplificatore operazionale (noto anche con il termine inglese "sample and hold circuit").

Un circuito a campionamento e tenuta immagazzina in un condensatore la tensione istantanea presente al suo ingresso; la tensione immagazzinata, che può rappresentare qualsiasi grandezza fisica, dall'intensità della luce che colpisce una fotocellula ad un segnale audio, può essere poi tradotta in forma numerica mediante un convertitore analogico numerico ed essere elaborata da un microprocessore.

Un circuito a campionamento e tenuta offre però moltissime altre applicazioni in campo analogico.

**Semplice circuito a campionamento e tenuta** - La *fig. 1* mostra lo schema elettrico di un circuito a campionamento e tenuta molto semplice, ma alquanto funzionale. Il componente chiave di questo circuito è il condensatore C1; quando il commutatore S1 è momentaneamente portato in posi-

zione CAMPIONAMENTO, tale condensatore si carica ad una tensione pari a quella d'ingresso, e la sua carica è "sentita" da IC1, un amplificatore operazionale con impedenza d'ingresso molto elevata, che potrebbe essere un NE536 o un dispositivo simile, con un FET sul circuito di ingresso.

Allorché il commutatore S1 viene riportato nella posizione centrale di TENUTA (in pratica, lasciato aperto), il condensatore C1 viene staccato dall'ingresso del circuito. Poiché l'impedenza d'ingresso dell'amplificatore operazionale è molto alta, la carica immagazzinata nel condensatore resta imprigionata in esso e la tensione ai capi di C1 rimane praticamente costante per un considerevole periodo di tempo.

L'amplificatore operazionale è collegato in modo da funzionare come "inseguitore di tensione" con guadagno unitario; questa disposizione circuitale permette di misurare la carica del condensatore mediante un normale multimetro, senza alterare in modo sensibile la carica elettrica immagazzinata nel condensatore. Se invece si collegasse ai capi del condensatore un normale voltmetro con impedenza di ingresso relativamente bassa, il condensatore si scaricherebbe rapidamente. Dopo aver misurato l'ampiezza del campione di tensione, il commutatore

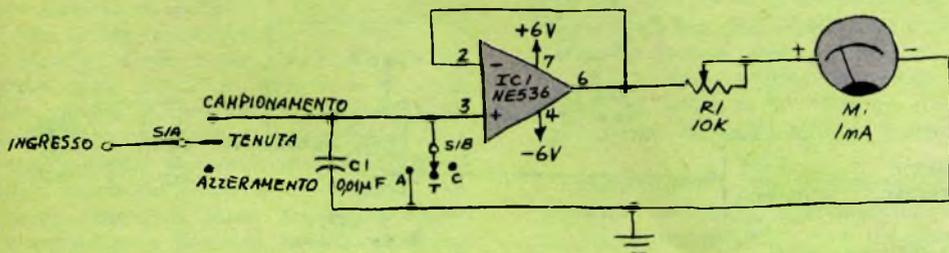


Fig. 1 - Schema di un circuito a campionamento e tenuta sperimentale.

può essere portato nella posizione AZZERAMENTO, per annullare la carica del condensatore e preparare il circuito a ricevere un nuovo campione.

Per mettere in funzione il circuito della fig. 1, si usi una batteria da 1,5 V come tensione d'ingresso e, con il commutatore sulla posizione CAMPIONAMENTO, si regoli il potenziometro di taratura R1 sino a che lo strumento non indichi 0,15 mA, corrispondenti ad una tensione di 1,5 V.

Volendo, è anche possibile fare a meno del potenziometro e del milliamperometro e inserire un voltmetro direttamente sull'uscita dell'amplificatore operazionale. Poiché tale amplificatore è collegato in modo da formare un circuito inseguitore di tensione con guadagno unitario, la tensione alla sua uscita sarà uguale a quella presente al suo ingresso; ciò però non significa che l'amplificatore operazionale sia superfluo: esso consente di ottenere quell'impedenza d'ingresso estremamente elevata, che consente di rilevare la tensione presente su C1 senza scaricarlo in breve tempo.

Dopo aver campionato la tensione d'ingresso, si riporti il commutatore in posizione TENUTA e si osservi l'indicazione dello strumento di misura; se C1 è un condensatore al polistirolo o Mylar di alta qualità, cioè con bassissime perdite, la tensione d'uscita resterà costante per parecchio tempo; condensatori di qualità inferiore, compresi certi tipi ceramici a disco, perderanno invece la loro carica molto più velocemente, il che sarà messo in evidenza

dal lento spostarsi verso il basso della lancetta dello strumento.

Per aumentare il tempo utile di tenuta del circuito, si può usare un condensatore più grande di quello indicato nella fig. 1; in tal caso sarà però necessario un più lungo intervallo di campionamento per permettere al condensatore di caricarsi sino a raggiungere la tensione d'ingresso; ciò, in particolare, se la sorgente da cui proviene il campione di tensione ha un'elevata impedenza interna.

Si noti che, se non si dispone di un NE536 o di un amplificatore operazionale analogo con FET d'ingresso, si può realizzare questo circuito dimostrativo con un normale 741; in questo caso però si dovrà portare la capacità di C1 al valore di 1 µF o maggiore, poiché la tensione immagazzinata tenderà a scendere molto più rapidamente che in un circuito realizzato con un amplificatore operazionale avente un FET all'ingresso, essendo l'impedenza d'ingresso del 741 molto più bassa.

**L'aggiunta di un comando numerico** - Il circuito descritto si presta molto bene per studiare il principio di funzionamento di un circuito a campionamento e tenuta; per l'uso pratico è invece più conveniente il circuito illustrato nella fig. 2, in cui il processo di campionamento e tenuta è comandato attraverso livelli logici, anziché tramite un commutatore meccanico. Come è possibile rilevare confrontando i due circuiti, il commutatore a più posizioni che serviva per le

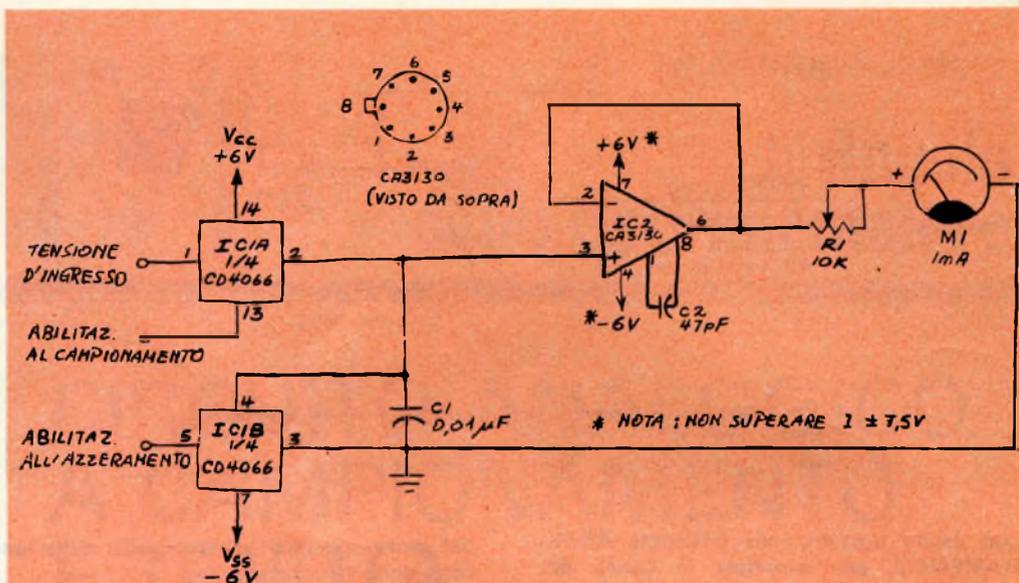


Fig. 2 - Circuito a campionamento e tenuta con comando numerico e circuiti integrati del tipo CMOS. Per prelevare un campione si deve portare al livello logico superiore l'ingresso "ABILITAZIONE AL CAMPIONAMENTO"; per azzerare occorre portare al livello logico superiore l'ingresso "ABILITAZIONE ALL'AZZERAMENTO".

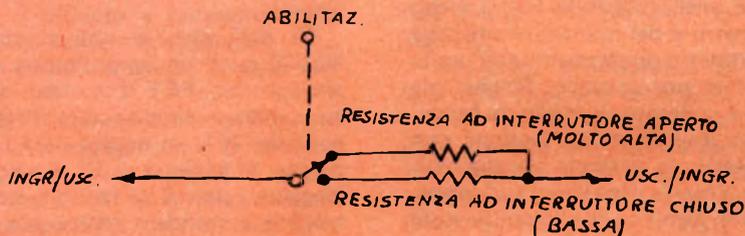


Fig. 3 Circuito equivalente di un semplice interruttore analogico.

operazioni di CAMPIONAMENTO, TENU-TA e AZZERAMENTO è stato sostituito in questo nuovo circuito da due degli interruttori analogici che si trovano nel circuito integrato CD4066 (un interruttore analogico quadruplo).

Inoltre, al posto dell'amplificatore ope-

razionale NE536 si è usato un CA3130, un amplificatore operazionale con ingresso a MOSFET, ma il circuito funzionerebbe altrettanto bene anche con un NE536, che non richiede il condensatore C2 ed i cui piedini hanno le stesse connessioni.

L'interruttore analogico è un circuito

di cui non si è ancora parlato in questa rubrica; come la porta a tre stati descritta nel numero di Dicembre 1979, a pag. 30, l'interruttore analogico ha un ingresso di ABILITAZIONE e due terminali che servono come punti di ingresso e di uscita del segnale. L'interruttore analogico però può trasmettere o bloccare, oltre ai livelli logici, anche tensioni analogiche (variabili); come un normale interruttore meccanico, esso può lasciar passare un segnale in entrambe le direzioni; il circuito equivalente di questo dispositivo è riportato nella *fig. 3*.

Sempre a proposito del CD4066, si fa presente che esso appartiene alla famiglia degli interruttori analogici di tipo CMOS, tutti con molte interessanti possibilità di applicazione. Gli interruttori di tale dispositivo sono "aperti" quando sull'ingresso di ABILITAZIONE si trova il livello logico inferiore e "chiusi" quando sull'ingresso di ABILITAZIONE si ha invece il livello logico superiore. La resistenza ad interruttore aperto è di circa  $10^{11} \Omega$ , mentre quella ad interruttore chiuso è mediamente di  $80 \Omega$ .

Per prelevare un campione di tensione mediante il circuito rappresentato nella *fig. 2*, l'ingresso ABILITAZIONE AL CAMPIONAMENTO, che normalmente è tenuto nello stato logico inferiore, deve essere portato per breve tempo allo stato superiore. Il campione di tensione prelevato viene immagazzinato in C1 e vi resta sino a quando l'ingresso ABILITAZIONE ALL'AZZERAMENTO, anch'esso normalmente tenuto allo stato logico inferiore, non è portato allo stato superiore; questa manovra permette al condensatore C1 di scaricarsi a massa attraverso IC1B.

Se l'ingresso ABILITAZIONE ALL'AZZERAMENTO viene riportato allo stato logico inferiore, C1 può nuovamente immagazzinare la tensione presente sull'ingresso, sempre che l'ingresso ABILITAZIONE AL CAMPIONAMENTO sia ancora al livello superiore. Ovviamente, se quest'ultimo ingresso è al livello logico inferiore, C1 non può ricevere il nuovo campione sino a quando tale ingresso non sia portato al livello superiore (normalmente i due ingressi di ABILITAZIONE non dovrebbero essere portati contemporaneamente al livello logico superiore, poiché in tal caso la sorgente del segnale verrebbe collegata a massa attra-

verso una via a bassa impedenza).

Come si può constatare, i possibili stati in cui può trovarsi il circuito sono parecchi; ciascuno di essi può essere selezionato mediante un segnale logico a 2 bit. Le osservazioni sulla taratura dello strumento misuratore e sul valore di C1, fatte per il circuito precedente, valgono anche in questo caso.

**Applicazioni** - La più immediata utilizzazione del circuito a campionamento e tenuta, illustrato nella *fig. 2*, è un dispositivo analogico di memoria capace di immagazzinare, con l'aiuto di un trasduttore, informazioni quali il valore di una temperatura, l'intensità di una sorgente di luce, il grado di una pressione o il valore di una qualsiasi altra grandezza analogica, che potrà poi essere utilizzato per una successiva elaborazione.

Il circuito può anche essere usato come temporizzatore; a questo scopo basterà sostituire lo strumento di misura M1 e la relativa resistenza R1 con un LED, avente in serie un resistore da  $330 \Omega$ . Il LED resterà acceso sino a quando la tensione ai capi di C1 non scenderà al di sotto della soglia di emissione del LED stesso. Aumentando la capacità C1, aumenterà la durata del ritardo; lo stesso effetto si potrà ottenere aumentando la tensione di ingresso, sino ad un massimo pari a VCC.

Con questo circuito è possibile anche generare insoliti effetti sonori; allo scopo basta collegare l'uscita del circuito ad un oscillatore comandato in tensione, quale il generatore di funzioni 566 od un oscillatore a rilassamento con transistor e ad unigiunzione. Per ottenere un effetto di sirena si deve collegare una resistenza di elevato valore (ad esempio da  $1 M\Omega$ ) tra il piedino 4 di IC1B e C1; quando l'ingresso ABILITAZIONE ALL'AZZERAMENTO viene portato allo stato logico superiore, la tensione di uscita diminuisce lentamente; di conseguenza, l'oscillatore comandato in tensione genera un suono simile appunto a quello di una sirena. Per ottenere invece il suono di una sirena, crescente in frequenza, basterà collegare un'altra resistenza di alto valore tra il piedino 1 di IC1A e l'ingresso del segnale (terminale TENSIONE D'INGRESSO).

Per entrambi i circuiti sono possibili numerose altre applicazioni, che i lettori potranno tentare di sperimentare. ★

# UN INDUTTANZIMETRO- CAPACIMETRO DI PRECISIONE

**Realizzato mediante un frequenzimetro digitale ed un circuito oscillatore libero**

La valutazione del coefficiente di autoinduzione di una bobina, a partire da alcuni  $nH (10^{-9} H)$  fino a qualche centinaio di  $\mu H (10^{-6} H)$ , non è cosa agevole, in particolare se si desidera una considerevole precisione di lettura.

Molti schemi di simili strumenti sono stati proposti in tutti questi anni: uno dei più validi è riportato nella *fig. 1*, che ne illustra il funzionamento; si tratta di una variante al noto oscillatore quarzato di Butler, servito dai transistori T1 e T2, in cui gli elementi del C.O. (circuito oscillante), invece del quarzo, sono un condensatore *calibrato* Cs di circa 80 pF e l'induttanza Lx in esame, tra loro in serie.

Segue uno stadio separatore, pure a transistori (T3).

Restando costante il valore capacitivo di Cs (a mica metallizzata o meglio NPO), la frequenza generata dall'oscillatore dipende in massima parte dal valore di Lx: l'induttanza incognita. La frequenza generata è molto stabile.

Con la solita formula, noti f (letta sul frequenzimetro) e Cs, si ricava facilmente, mediante un semplice calcolatore, il valore di Lx.

Nella *fig. 2* è illustrato il telaietto dal lato dei componenti, nella *fig. 3* la pista stampata, e nella *fig. 4* uno dei morsetti espressamente realizzati; la *fig. 5* e la *fig. 6* riportano invece la fotografia dell'apparato, visto rispettivamente da sopra e da sotto.

I tre morsetti, del tipo rappresentato nella *fig. 4*, sono molto compatti e quotati in dimensioni naturali; essi devono essere torniti ed argentati oppure cromati. Al tondino da 5 mm lungo 7 mm, si dovrà lasciare un peduncolo lungo 3 mm, di  $\varnothing$  2 mm circa. Sarà opportuno forare lo stesso sino a metà, con una punta da 1,5 mm, in modo da poterlo ribattere poi delicatamente sulla basetta e quindi saldarlo alla pista. Questa procedura è valida per tutti i tre terminali. Il foro diametrale passante, per l'ancoraggio dei terminali della bobina in esame, andrà fatto con una punta da 1,5 mm. All'interno del foro verticale occorre una filettatura da 3 M ed una vite di pari passo lunga 0,5 cm, a testa piana.

Le dimensioni della basetta sono di 68 mm x 44 mm, esattamente quelle della *fig. 2* e della *fig. 3*. È opportuno realizzarla in fibra di vetro. I transistori sono di tipo BSX 26 della ATES-SGS. Il testo originale

suggeriva il tipo BF 199 della Telefunken.

Il circuito della parte "induttanzimetro" è stato tratto dal numero di Ottobre 1979 di "cq DL" (la Rivista dei Radioamatori tedeschi), a firma di DC 6NN, Horatschek. Si tratta di un dispositivo molto razionale e di sicuro affidamento; realizzato in più esemplari, si è dimostrato validissimo nella misura di induttanze di valori compresi tra 5 nH e  $800 \div 1.000 \mu\text{H}$ . Tutti i resistori impiegati sono da 1/4 W ed i condensatori di tipo ceramico ultracompatto. Si ritiene che la soluzione ideale per poter impiegare direttamente i grafici della fig. 7 e della fig. 8 sia quella di ricorrere ad un parallelo di condensatori: uno da 68 pF fisso, NPO per Cs; l'altro un compensatore, pure NPO, di circa 20 pF, sistemato sotto il telaio e solidamente ancorato ad esso.

La capacità esatta prevista di 82,9 pF sarà da ritenersi praticamente raggiunta (ammessa una limitatissima tolleranza) quando, con l'induttanza campione da 100  $\mu\text{H}$  (di cui si parlerà in seguito) inserita sui morsetti B e C (con le due sezioni della piastrina C provvisoriamente in cortocircuito), si leggerà sul fre-

quenzimetro connesso all'uscita un valore di

$$f = \sqrt{\frac{25330}{100 \times 82,9}} = \sqrt{3,055488} = 1,747995 \text{ MHz.}$$

Il circuito di alimentazione è classico ed è riportato nella fig. 9. La tensione di lavoro è di 12 V. Lo stabilizzatore può essere un integrato FUA7812UC della Fairchild o un tipo analogo. Il trasformatore di alimentazione deve fornire almeno 12,6 V c.a. (meglio se 15 V) al secondario. Il raddrizzatore è a ponte e l'elettrolitico di filtraggio è da 1.000  $\mu\text{F}$  - 35 V lavoro.

L'apparato, a realizzazione avvenuta, necessita di un'elementare taratura; per prima cosa, accertata l'esattezza del suo montaggio, lo si colleghi all'alimentatore. La corrente totale deve essere dell'ordine dei 14 mA. Appurato ciò, ci si procuri un'induttanza campione di valore compreso tra 100  $\mu\text{H}$  e 600  $\mu\text{H}$  massimi. Tale induttanza è *assolutamente necessaria* per poter operare con elementi di fatto precisi; nel caso non si potesse

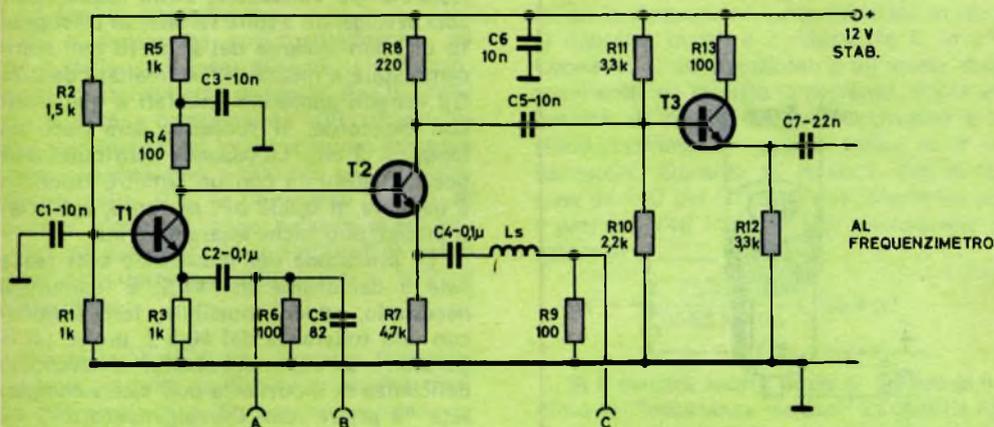


Fig. 1 - Schema elettrico dell'induttanzimetro-capacimetro.

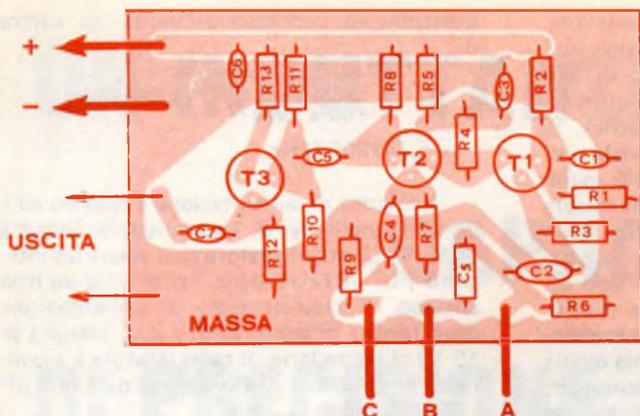


Fig. 2 - Circuito stampato, in grandezza naturale, visto dal lato dei componenti.

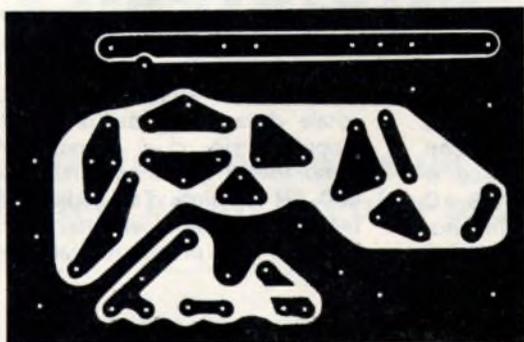


Fig. 3 - Circuito stampato, in grandezza naturale, visto dal lato inferiore.

A B C

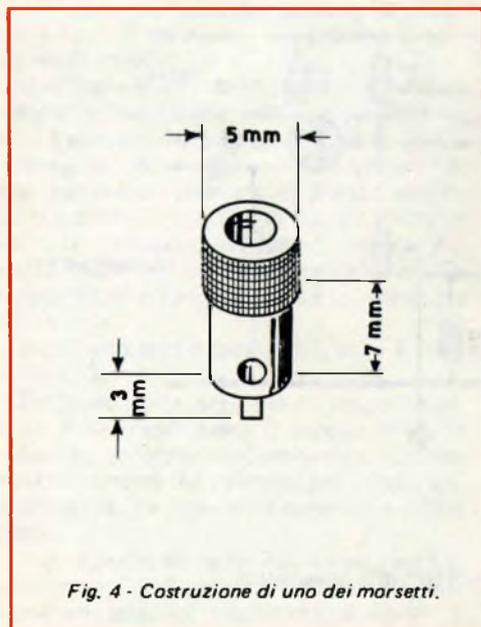


Fig. 4 - Costruzione di uno dei morsetti.

reperirla già collaudata, potrà essere realizzata avvolgendo a spire serrate, su un supporto di buon isolante del  $\varnothing$  di 19 mm esatti, cento spire e mezza di filo smaltato da 0,25. Gli estremi andranno ancorati a due rivetti con capicorda. Il supporto sarà poco più lungo di 3 cm. La capacità distribuita della bobina, misurata con un Qmetro Boonton, è risultata di 0,368 pF; pertanto, agli effetti pratici, può anche essere ignorata.

La precisione dell'induttanza così realizzata è dell'ordine del  $\pm 1\%$ . E' comunque necessario, appena possibile, farla calibrare con una tolleranza del  $\pm 0,5\%$ , presso un laboratorio all'uopo attrezzato. Un'eventuale deficienza di induttanza può essere compensata "a priori" con l'avvolgimento di 2 ÷ 3 spire in più.

L'eccesso di induttanza sarà compensato allontanando tra loro le prime e le ultime spire; esse andranno poi fissate con "trottilit fluido" (Q-dope). Si ricordi comunque che una taratura esatta e definitiva della bobina potrà essere condotta a termine solo dopo

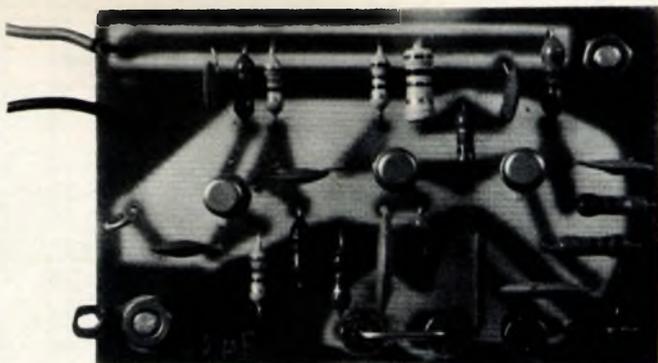


Fig. 5 - Fotografia dell'apparato visto da sopra.

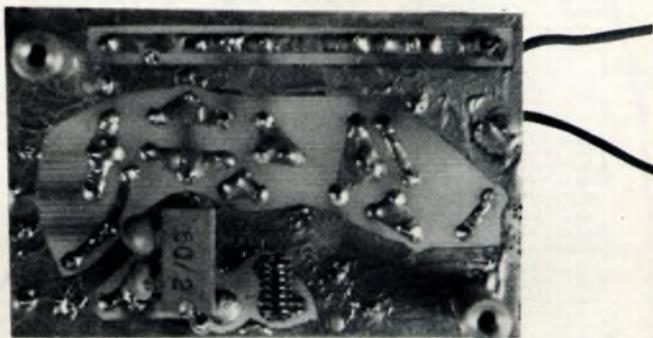


Fig. 6 - Fotografia dell'apparato visto da sotto.

3 ÷ 4 mesi di assestamento.

Si è constatato sperimentalmente, ad opera dello scrivente, durante il collaudo, che l'induttanzimetro proposto da DC 6NN, con la bobina campione da 100  $\mu\text{H}$  inserita tra i terminali B e C, può benissimo misurare anche capacità sino a 500 pF, con una precisione dello 0,5 ÷ 1% (questi valori, di qualche picofarad, sono proprio quelli piú critici da valutare). Oltre i 500 pF la precisione della lettura si riduce al 5 ÷ 10% ed anche meno.

**Per la taratura di Cs** - Secondo l'articolo originale, inserita la bobina campione tra i due terminali B e C, occorre valutare la capacità totale ed effettiva del condensatore Cs inserito nel suo circuito. La formula impiegata è sempre la solita, ben nota ai Radioamatori:

$$C_s = \frac{25330}{f^2 \cdot L}$$

in cui la frequenza  $f$  viene misurata in MHz, la capacità in pF e l'induttanza  $L$  in  $\mu\text{H}$ . Connesso il frequenzimetro all'uscita dello strumento ed inserita la corrente, dopo una ventina di minuti di funzionamento e di stabilizzazione, si legga il valore di  $f$  sul contatore. Durante la taratura con la bobina da 100  $\mu\text{H}$  ( $\pm 0,5\%$ ) si è riscontrata una  $f$  pari a 1,748 MHz, al che corrisponde un valore di

$$C_s = \frac{25330}{3,0555 \times 100} = 82,9 \text{ pF.}$$

Si è cercato subito dopo di ridurre al minimo la "induttanza residua"  $L_s$  propria dell'apparato (ridottissima in vista dei morsetti), per poter apprezzare direttamente i valori induttivi piú piccoli. Si è però trovato che non è lecito (in accordo con la teoria) scendere sotto un certo livello, che si è accertato sperimentalmente inferiore a 0,26  $\mu\text{H}$ , come si preciserà ancora in seguito. Sotto questo valore infatti il frequenzimetro non fornisce

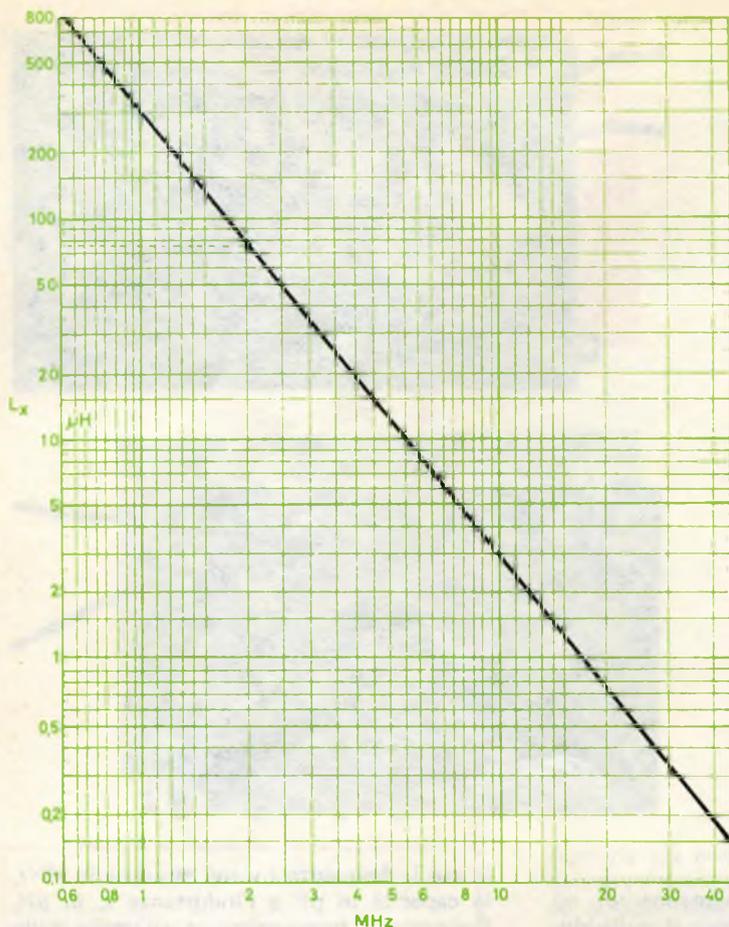


Fig. 7 - Grafico di taratura dell'induttanzimetro.

dati attendibili, in quanto l'oscillatore diviene aperiodico e non presenta una sua fisionomia ben definita agli effetti della frequenza generata.

Inserita stabilmente nel circuito una  $L_s$  concentrata, come nella *fig. 1* e nella fotografia della *fig. 6*, si è riscontrata la piena funzionalità dell'apparato. Con i morsetti B e C in cortocircuito, si è rilevata una

$$f = 34,278273 \text{ MHz,}$$

da cui si ottiene:

$$L_s = \frac{25.330.000}{34,278^2 \times 82,9} = \frac{25.330.000}{97405,9484} = 260,045 \text{ nH.}$$

Di questo valore si dovrà sempre tener conto nel caso in cui si debbano misurare induttanze molto piccole. Infatti la formula

per la ricerca esatta del valore incognito di  $L_x$  è la seguente:

$$L_x = \left( \frac{25.330.000}{f^2 \cdot C_s} \right) - L_s$$

in cui  $C_s$  è espresso in pF,  $L_s$  e  $L_x$  in nH,  $f$  in MHz. Per  $L_x$  in  $\mu\text{H}$ , ovviamente la formula diviene:

$$L_x = \left( \frac{25330}{f^2 \cdot C_s} \right) - \left( \frac{L_s}{1000} \right).$$

Qualora si volesse risalire con il calcolo alla frequenza di oscillazione in MHz, essendo noti i valori di  $L_x$ ,  $L_s$  e  $C_s$  rispettivamente in nH e pF, si troverebbe:

$$f = \sqrt{\frac{25.330.000}{(L_x + L_s) \cdot C_s}}.$$

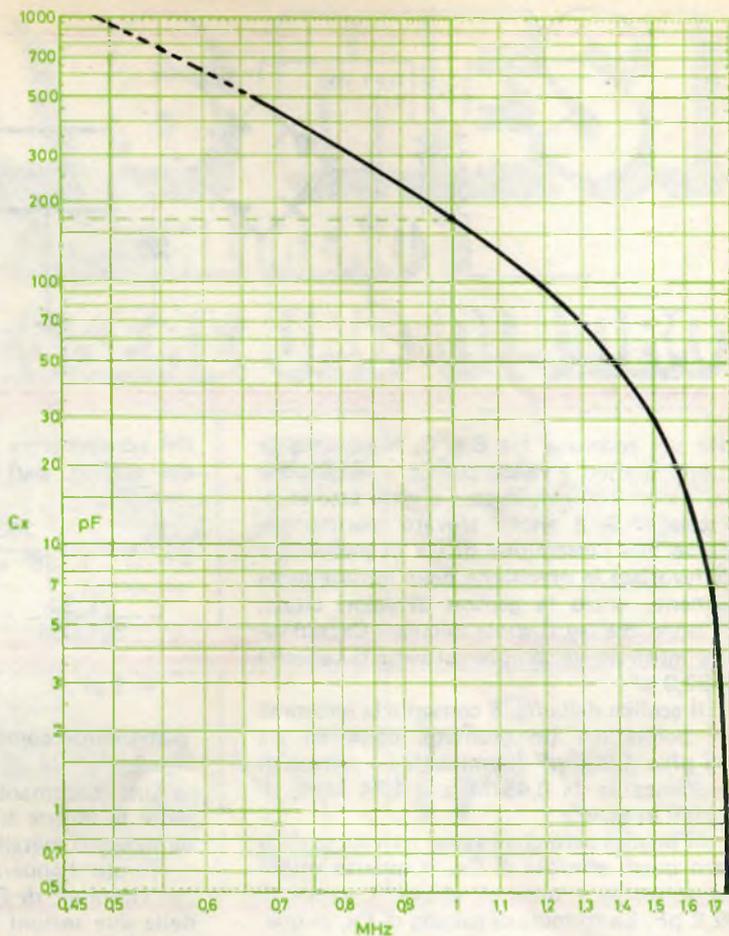


Fig. 8 - Grafico di taratura del capacimetro.

Naturalmente il calcolo è valido anche se si vuole conoscere a quale frequenza si accorderà una data  $L_x$  con  $C_s$ .

Su queste premesse è stato tracciato il diagramma della *fig. 7*, il quale permette, letto il valore di  $f$  sul contatore, di risalire al valore di  $L_x$ , per  $C_s$  nota e costante = 82,9 pF. Il grafico in parola copre la gamma da 0,6 MHz a 45 MHz, corrispondente a valori di  $L_x$  da 0,15  $\mu\text{H}$  a 800  $\mu\text{H}$ .

E' ovvio che, per valori di  $C_s$  diversi dalla campionatura, il lettore si dovrà ritracciare il grafico, non come ordinata, ma come ascissa.

Il criterio di lettura è il solito: connessa l'induttanza incognita tra i morsetti B e C, il frequenzimetro indicherà il valore di  $f$ , che andrà letto sull'ascissa del grafico della *fig. 7*; tracciando la perpendicolare al punto identificato sull'ascissa, si incontrerà la trasversale in una data posizione da cui, de-

viando a sinistra, sull'ordinata, si leggerà il valore di  $L_x$ . Per una lettura molto precisa, come si è detto, si dovrà sempre sottrarre l'induttanza residua  $L_s = 260$  nH.

In tal modo se connettendo in B e C una data  $L_x$  si legge sul frequenzimetro una  $f = 2$  MHz il valore di  $L_x$  sarà:

$$L_x = \frac{25330}{4 \times 82,9} = 76,3872 \mu\text{H}.$$

Agli stessi andranno sottratti i 260 nH in circuito, ottenendo:

$$L_x = 76387 \text{ nH} - 260 \text{ nH} = 76127 \text{ nH}$$

(in pratica, 76  $\mu\text{H}$ , come nell'esempio riportato nella *fig. 7*).

Nella *fig. 8* è tracciato un grafico per l'identificazione dei valori capacitivi incogniti, connessi tra i terminali A e B (cioè in parallelo a  $C_s$ ), con l'induttanza campione da

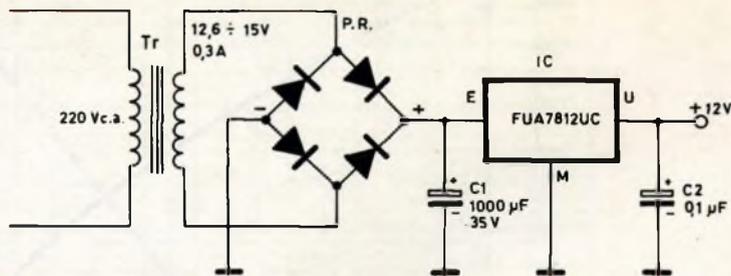


Fig. 9 - Schema classico dell'alimentatore.

100  $\mu\text{H}$  connessa tra B e C. Naturalmente questo grafico è valido per  $C_s = 82,9 \text{ pF}$  e per  $L_x = 100 \mu\text{H}$ ; in caso diverso esso va ritracciato. Si è anche trovato sperimentalmente che l'inserzione di  $C_x$  in parallelo a  $C_s$  favorisce la precisione della lettura, naturalmente entro la gamma di valori citata. E' ovvio che, se si vuole calcolare  $C_x$ , dal valore misurato va sempre sottratta la capacità di 82,9 pF.

Il grafico della fig. 8 consente la lettura di  $C_x$  per valori (in ordinata) compresi tra 0,5 pF e 1.000 pF (nominali). La gamma di frequenza va da 0,45 MHz a 1,74 MHz, riportati in ascissa.

Si precisa però che i valori letti sul grafico sono *quelli effettivi* di  $C_x$ , in quanto risulta già sottratto a tutti gli effetti il valore di 82,9 pF. La formula di calcolo di  $C_x$ , in questo caso, risulta la seguente:

$$C_x = \frac{25330}{f^2 \cdot (L_x + L_s)} - C_s,$$

in cui  $C_x$  e  $C_s$  sono espressi in pF,  $f$  in MHz,  $L_x = 100 \mu\text{H}$ ,  $L_s = 0,260 \mu\text{H}$ . L'esempio riportato nella fig. 8 riguarda la frequenza di 1 MHz cui corrisponde, dal calcolo, una capacità di circa 170 pF. Infatti

$$C_x = \frac{25330}{1 \times 100,26} - 82,9 \cong 252,64 - 82,9 = 169,74 \text{ pF}.$$

Da un confronto con varie capacità campione è risultato che il grafico in parola è particolarmente valido e preciso. Un secondo esempio: si legga sul frequenzimetro una frequenza di 1,735 MHz; la capacità effettiva

del condensatore  $C_x$  risulterà, dal calcolo e dal grafico, pari a circa 1 pF. In effetti:

$$\begin{aligned} C_x &= \frac{25330}{1,735^2 \times 100,26} - 82,9 = \\ &= \frac{25330}{301,805} - 82,9 = 83,93 - 82,9 \cong \\ &\cong 1 \text{ pF}, \end{aligned}$$

esattamente come riportato sul grafico della fig. 8.

Una raccomandazione prima di finire: durante le misure si tenga il telaietto lontano da superfici metalliche.

Tarato l'apparato agli effetti del valore "in circuito" di  $C_s$ , si tolga il cortocircuito dalle due sezioni della piastrina C del disegno della fig. 3 e si inserisca al suo posto la bobinetta di "compensazione" del valore già calcolato di circa 260 nH; essa comprende sette spire di filo di rame smaltato da 0,6 mm, avvolto molto teso su una punta da trapano elicoidale del  $\varnothing$  di 2,8 mm; la sua lunghezza è di 6,5 mm. Va notato che, disponendo la microbobina nel suo senso naturale, cioè perpendicolare all'altra  $L_x$  da misurare, l'errore dovuto alla mutua induzione tra l'induttanza incognita e quella in serie è ridotto al minimo.

Termina così la trattazione dell'Induttanzimetro-Capacimetro: uno strumento tanto valido e preciso quanto semplice di concezione, di costruzione e di impiego.

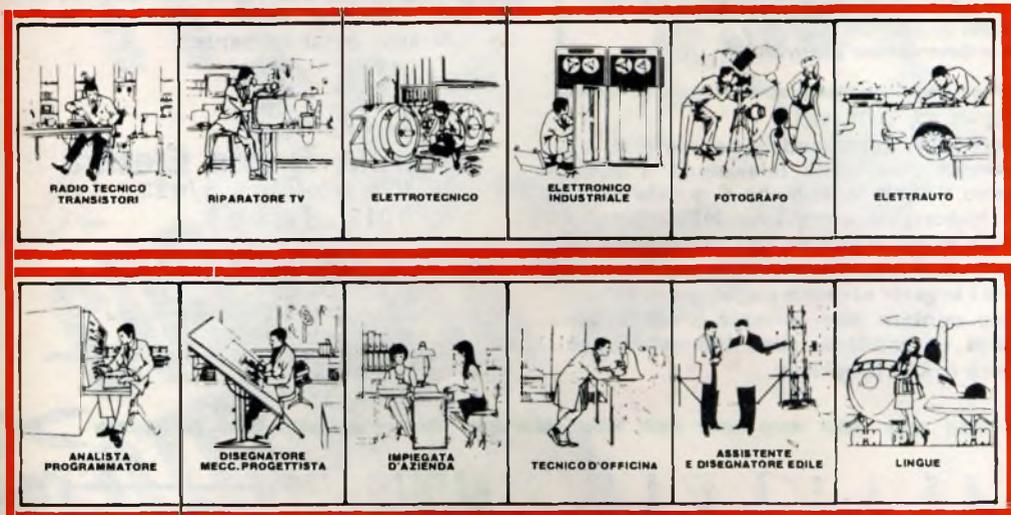
Guido Silva

(Estratto con varianti da "Il Manuale del Radioamatore e del tecnico elettronico" di G. Silva - i2 EO, testé pubblicato per i tipi della Faenza editrice).

# TRA 6 MESI

( O ANCHE MENO )

## POTRAI ESSERE UNO DI LORO



### TRA 6 MESI

Ti pare impossibile? E invece è possibilissimo. Vedi, noi abbiamo preparato dei corsi per corrispondenza che insegnano l'essenziale. Non tanta teoria, tante parole che, in fin dei conti, finiscono per confondere. Noi ti insegnamo veramente ciò che serve. Ed è quanto interessa alle aziende: che tu sappia lavorare, che tu sia un tecnico, un professionista.

### PUOI DIVENTARE UN TECNICO

con i corsi di Specializzazione Tecnica (vedi l'elenco completo sul retro). I corsi partono da zero (non occorre alcuna preparazione specifica di base) e, lezione per lezione, ti rendono padrone della materia. Sono corsi dove lo studio è soprattutto pratico. Con le lezioni, la Scuola ti invia infatti i materiali per realizzare strumenti e apparecchi che restano di tua proprietà.

### PUOI DIVENTARE "QUALCUNO"

con i corsi di Qualificazione Professionale. Si tratta di corsi più semplici, ma che, grazie anche alle attrezzature didattiche che completano le lezioni, ti danno una valida preparazione, consentendoti di trovare un lavoro interessante e ben retribuito. Addirittura ti permettono di metterti in proprio.

### CON LA SCUOLA RADIO ELETTRA SEI LIBERO!

Certo. Con la Scuola Radio Elettra sei libero di scegliere, libero di continuare il corso o di fermarti.

Paghi al ricevimento di ogni lezione che tu hai richiesto. E sei tu a decidere quando le lezioni devono esserti inviate.

E non sei obbligato ad impegnarti per tutto il corso.

Ogni lezione costa mediamente poche migliaia di lire: una spesa veramente insignificante se pensi che c'è di mezzo il tuo avvenire.

Ecco alcuni dei corsi organizzati dalla  
**SCUOLA RADIO ELETTRA.**

**CORSI DI SPECIALIZZAZIONE  
TECNICA (con materiali)**

Radio Stereo a Transistori - Televisione  
Bianco-Nero e Colori - Elettrotecnica -  
Elettronica Industriale - Hi-Fi Stereo - Fo-  
tografia - Eletturato.

**CORSI DI QUALIFICAZIONE  
PROFESSIONALE**

Programmazione ed elaborazione dei da-  
ti - Disegnatore Meccanico Progettista -  
Esperto Commerciale-Impiegata d'Azienda -  
Tecnico d'Officina - Motorista Auto-  
riparatore - Assistente e Disegnatore Edi-  
le e i modernissimi corsi di Lingue.

**CORSO ORIENTATIVO PRATICO  
(con materiali)**

Sperimentatore Elettronico.

**CORSO TV COLORI!**

Il corso TV comprende una parte di ap-  
profonditi studi sulla televisione a colori.  
Il corso ti svela le tecniche di questa recen-  
te e importante conquista dell'elettronica.  
La TV a colori è ancora un mistero per qua-  
si tutti; quei pochi tecnici che ne conosce-  
ranno i segreti, saranno pagati a peso d'oro!  
Senza contare che, durante il corso, co-  
struirai un modernissimo televisore che  
resterà di tua proprietà.

**IMPORTANTE**

Al termine di ogni corso la Scuola Radio  
Elettra ti rilascia un attestato che dimo-  
stra gli studi da te seguiti.

**COI TEMPI CHE CORRONO...**

...anche se oggi hai già un lavoro, non ti  
sentiresti più sicuro se fossi un tecnico  
specializzato? Sì, vero? E allora non per-  
dere più tempo! Chiedici informazioni sen-  
za impegno.

Compila, ritaglia e spedisce questa carto-  
lina. Riceverai gratis e senza alcun im-  
pegno da parte tua una splendida, detta-  
gliata documentazione a colori sul corso  
scelto.

Scrivi indicando il tuo nome, cognome, in-  
dirizzo e il corso che ti interessa. Ti ri-  
sponderemo personalmente.



**Scuola Radio Elettra**  
Via Stellone 5/633  
10126 Torino

PRESA D'ATTO DEL MINISTERO  
DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE N. 1391

La Scuola Radio Elettra è associata  
alla A.I.S.CO.  
Associazione Italiana Scuole per Corrispondenza  
per la tutela dell'allievo.



633

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

(segnare qui il corso o i corsi che interessano)

**PER CORTESIA, SCRIVERE IN STAMPATELLO**

MITTENTE

NOME

COGNOME

PROFESSIONE

VIA

CITTA

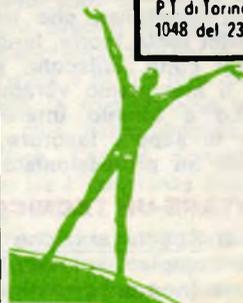
COD. POST.

PROV.

MOTIVO DELLA RICHIESTA:

PER HOBBY   
PER PROFESSIONE O AVVENIRE

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





# CORSO DI FOTOGRAFIA

Preso d'atto Ministero della Pubblica Istruzione N. 1391

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 SCRIVEN-  
DO A

**Scuola Radio Elettra**  
10126 Torino - Via Stellone 5/63  
Tel. (011) 674432

# I NOSTRI LIBRI DI SCUOLA

**in 30 anni  
oltre 400.000 giovani  
sono diventati  
tecnici qualificati  
con i Corsi per Corrispondenza  
della Scuola Radio  
Elettra**

Scegli tra i corsi sotto elencati quello che ritieni più interessante ed adatto alle tue aspirazioni. Scrivi indicando il corso ed i corsi prescelti. Riceverai, gratuitamente e senza alcun impegno da parte tua, una splendida documentazione a colori.



LA SCUOLA  
RADIO ELETTRA  
AGISCE CON  
PRESA D'ATTO  
DEL MINISTERO  
DELLA PUBBLICA  
ISTRUZIONE  
N. 1391

LA SCUOLA  
RADIO ELETTRA  
È ASSOCIATA  
ALLA A.I.S.CO.  
ASSOCIAZIONE  
ITALIANA  
SCUOLE PER  
CORRISPONDENZA  
PER LA TUTELA  
DELL'ALLIEVO

## **CORSI DI SPECIALIZZAZIONE TECNICA (con materiali)**

RADIO STEREO A TRANSISTORI - TELEVISIONE BIANCO E NERO ED A COLORI - ELETTROTECNICA - ELETTRONICA INDUSTRIALE - AMPLIFICAZIONE STEREO - FOTOGRAFIA - ELETTRAUTO

## **CORSI DI QUALIFICAZIONE PROFESSIONALE**

PROGRAMMAZIONE SU ELABORATORI ELETTRONICI - DISEGNATORE MECCANICO PROGETTISTA - ESPERTO COMMERCIALE - IMPIEGATA D'AZIENDA - TECNICO D'OFFICINA - MOTORISTA AUTORIPARATORE - ASSISTENTE E DISEGNATORE EDILE - LINGUE (FRANCESE, INGLESE, TEDESCO).

## **CORSO ORIENTATIVO-PRATICO (con materiali)**

SPERIMENTATORE ELETTRONICO (adatto ai giovani dai 12 ai 15 anni).



**Scuola Radio Elettra**

10126 Torino - Via Stellone 5/633

Tel. (011) 674432

perché anche tu valga di più