

# RADIORAMA

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



**DIVERTITEVI CON I  
DADI ELETTRONICI**

---

**LE CARATTERISTICHE  
DEGLI APPARATI CB**

---

**CIRCUITI PER  
GENERARE VOCI E  
TIMBRI DIVERSI  
NELLA MUSICA  
ELETTRONICA**

---

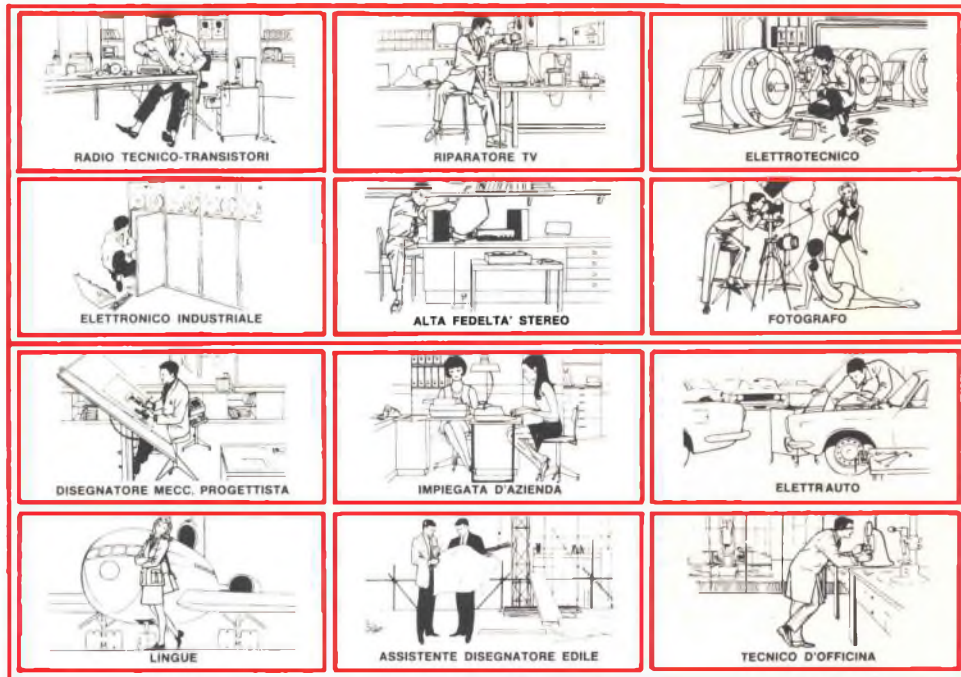
## lampada di emergenza



# NOI VI AIUTIAMO A DIVENTARE "QUALCUNO"

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

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



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

I corsi si dividono in:

## **CORSI TEORICO-PRATICI**

**RADIO STEREO A TRANSISTORI -  
TELEVISIONE - TRANSISTORI -  
ELETTECNICA - ELETTRONICA  
INDUSTRIALE - HI-FI STEREO -  
FOTOGRAFIA - ELETTAUTO**

Iscrivendovi ad uno di questi corsi riceverete, con le lezioni, i materiali necessari alla creazione di un laboratorio di livello professionale. In più, al termine di alcuni corsi, potrete frequentare gratuitamente per 2 settimane i laboratori della Scuola, per un periodo di perfezionamento.

## **CORSO NOVITA'**

**ELETTAUTO**

## **CORSI PROFESSIONALI**

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

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

## **CORSI ORIENTATIVO-PRATICI**

**SPERIMENTATORE ELETTRONICO**

adatto ai giovani dai 12 ai 15 anni.

## **ELETTAKIT TRANSISTOR**

un divertente hobby  
per costruire un portatile a transistori

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

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

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

Scrivete a:



**Scuola Radio Elettra**

10126 Torino - Via Stellone 5/633

Tel. (011) 674432

MAGGIO 1976

# RADIORAMA

## SOMMARIO

### TECNICA INFORMATIVA

Generatore di forme d'onda	
Heath-Schlumberger SG1271	10
Tiristore per 3.200 V	12
Ricevitore MA-MF stereo Sansui 771	17
Circuiti per generare voci e timbri diversi nella musica elettronica	23
Elettromagneti miniatura per unità di memoria a dischi	32
Caratteristiche degli apparati CB	43
Multimetro digitale PM 2513 Philips	63
Televisione senza fili	64

### TECNICA PRATICA

Lampada di emergenza	5
Divertitevi con i dadi elettronici	13
Progettate un alimentatore su misura	35
Economico misuratore di basse frequenze	54

### LE NOSTRE RUBRICHE

Novità librerie	12
L'angolo dei club	20
Panoramica stereo	49
Tecnica dei semiconduttori	57

**RADIORAMA** - Anno XXI - N. 5  
Maggio 1976 - Spedizione in  
abbonamento postale - Gr. III/70  
Prezzo del fascicolo L. 800

Direzione - Redazione  
Amministrazione - Pubblicità:  
Radorama, via Stellone 5,  
10126 Torino, tel. (011) 674432  
(5 linee urbane)

C.C.P. 2/12930





*"Il maestro Dino Messina ci ha scritto da Bruxelles congratulandosi per l'attenzione dedicata dalla rivista ai problemi del suono e degli strumenti musicali, per una tecnica sempre più perfezionata al servizio della creazione artistica (ved. gli articoli "Circuiti chiave e VCA per strumenti musicali elettronici" e "Come scegliere un organo elettronico" dei numeri di dicembre 1975 e gennaio 1976 di RADIORAMA).*

*Dino Messina (funzionario della Comunità Economica Europea, nato a Tunisi, italiano di origine, vive e lavora a Bruxelles) è un noto ed apprezzato compositore, con un retroterra musicale saldamente ancorato alla grande tradizione classica. E, fra l'altro, ne è prova il suo premiato impegno nel musicare otto poemetti de "I Fiori del Male" di Charles Baudelaire.*

*Continuando, ricordiamo alcune tappe fondamentali della sua carriera: ha vinto il primo premio della canzone letteraria francofona nel 1966 a Bruxelles; ha pubblicato alcune composizioni con le Messagerie Musicali di Milano; è in trattative per la composizione della colonna musicale di un film di grande rilievo che andrà in tempi brevissimi in cantiere. I frequenti viaggi che egli compie in patria rappresentano per il compositore, come per ogni autore, il momento essenziale del ritorno alle origini, la scintilla primigenia dell'ispirazione.*

*Ma la sua dedizione alla Musa Euterpe e lo scrupolo con cui adempie alle delicate responsabilità del suo ufficio non gli impediscono di dedicare anche la massima attenzione ai problemi tecnici dell'esecuzione musicale".*

# lampada di emergenza



\* **si accende automaticamente  
quando manca  
l'energia elettrica**

\* **ha un circuito ad onda  
intera per  
la carica della batteria**

\* **si può usare anche  
come lanterna**

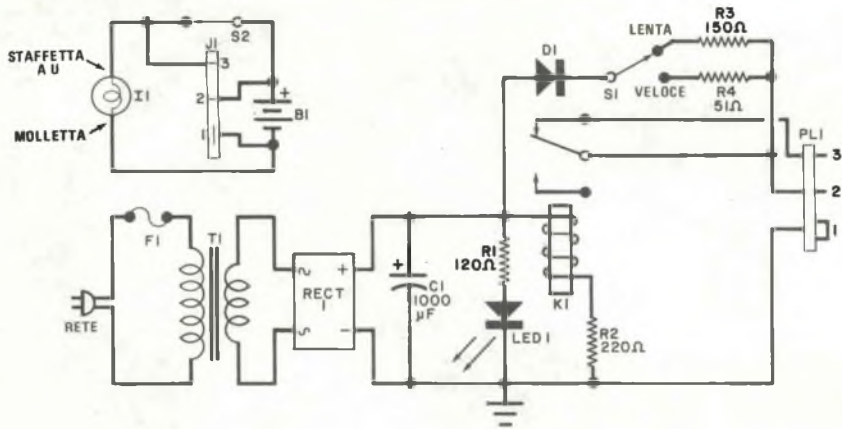
\* **è compatta ed  
elegante**

La lampada di emergenza che presentiamo è in grado di accendersi automaticamente quando manca l'energia elettrica per un secondo o più e di fornire parecchie ore di luce prima che sia necessaria la ricarica (il ritardo di un secondo è stato previsto per evitare possibili lampeggiamenti). Comprende inoltre un caricabatterie, che mantiene completamente cariche le normali batterie al nichel-cadmio. La lampada in questione è di linea elegante e di piccole dimensioni, e si può anche usare come lanterna portatile.

E' semplice da costruire, in quanto richiede materiali facilmente reperibili e la modifica di un'economica lanterna portatile.

**Come funziona** - Lo schema della lampada d'emergenza è riportato nella *fig. 1*. Il trasformatore T1, RECT1 (un raddrizzatore a ponte ad onda intera) ed il condensatore di filtro C1 formano un alimentatore c.c. a bassa tensione. Quando al circuito viene applicata la tensione di rete, LED1 si accende e la corrente attraverso LED1 viene limitata da R1. L'alimentatore fornisce la corrente di carica per la batteria B1, composta da due pile al nichel-cadmio. Il diodo D1 impedisce che la batteria si scarichi attraverso il LED. La corrente di carica viene limitata da R3 o da R4. Quando il commutatore S1 si trova nella posizione "Lenta", R3 fa scorrere 33 mA nella batteria; quando S1 viene portato nella posizione "Veloce", R4 fa scorrere nella batteria 100 mA che caricano B1 più rapida-





**Fig. 1 - Schema della lampada d'emergenza. Una mancanza di energia elettrica disaziona il relé K1 e la lampadina viene alimentata.**

## MATERIALE OCCORRENTE

- B1 = due pile al nichel cadmio da 1,25 V - 1,2 A/h  
 C1 = condensatore elettrolitico da 1.000  $\mu$ F - 16 V per montaggio verticale  
 D1 = raddrizzatore al silicio da 1 A - 50 Vpi  
 F1 = fusibile da 0,25 A  
 J1 = jack d'alimentazione a tre conduttori  
 K1 = relé da 6 V a 1 via e 2 posizioni  
 LED1 = diodo emettitore di luce  
 PL1 = spina d'alimentazione a tre conduttori  
 R1 = resistore da 120  $\Omega$  - 1 W  
 R2 = resistore da 220  $\Omega$  - 0,5 W  
 R3 = resistore da 150  $\Omega$  - 0,5 W  
 R4 = resistore da 51  $\Omega$  - 2 W  
 RECT1 = raddrizzatore a ponte da 2 A - 50 Vpi  
 S1 = commutatore a pallina a 1 via e 2 posizioni  
 S2 = interruttore a pulsante (fornito con la lanterna)  
 T1 = trasformatore per filamenti da 6,3 V - 300 mA  
 Scatoletta da 10 x 6 x 15 cm, lanterna, attacchi per fusibile, supporto metallico per la batteria, blocchetto di legno da 10 cm<sup>2</sup> e spesso 2,5 cm, angolare di alluminio da 2 cm spesso 3 mm, distanziatori metallici da 6 mm, circuito stampato o basetta perforata, cordone di rete, gommini passacavo, viti per legno, plastica adesiva, decalcomanie, filo per collegamenti, stagno e minuterie varie.

mente.

La tensione c.c. aziona anche il relé K1. Poiché la bobina del relé viene azionata in condizioni normali (tensione di rete presente), può darsi che il relé tenda a scaldarsi troppo. Per evitare ciò, in serie alla bobina è stato posto il resistore R2, il quale abbassa l'intensità della corrente continua che scorre nella bobina e la mantiene fredda. Il circuito tra la batteria e la lampadina (I1) viene controllato dai contatti del relé. In presenza di tensione di rete, attraverso la lampadina non può scorrere corrente.

Tuttavia, quando la tensione di rete manca, la bobina del relé viene disazionata ed i contatti completano il circuito tra la batteria e la lampadina. Questa allora si accende automaticamente, fornendo un'illuminazione di emergenza. Per evitare che la lampada possa lampeggiare quando la tensione di rete manca solo per una frazione di secondo (per esempio, quando il compressore del frigorifero rimbalza), si è fatto in modo che occorra circa un secondo perché la tensione ai capi di C1 scenda al punto da far aprire il relé. Le proprietà esponenziali del circuito RC spianano qualsiasi variazione istantanea della tensione di rete.

La torcia elettrica è un'unità completa che si collega all'alimentazione per mezzo di una presa e di una spina a tre conduttori. Quando si desidera usare la lanterna indipen-

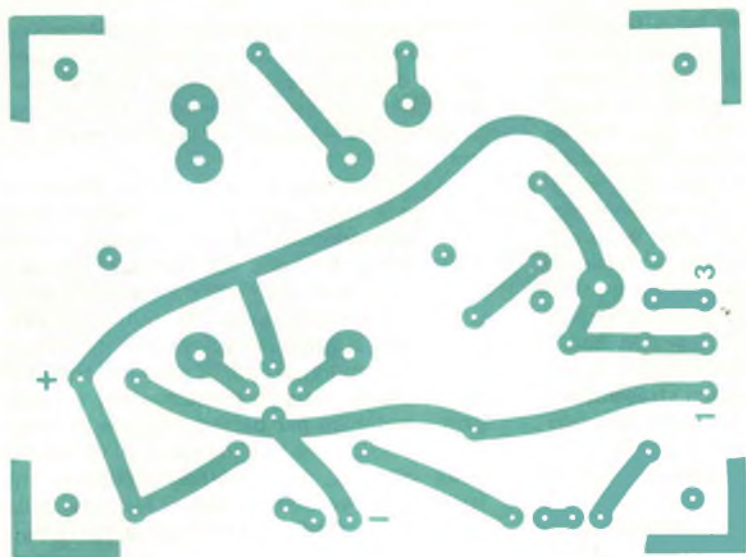
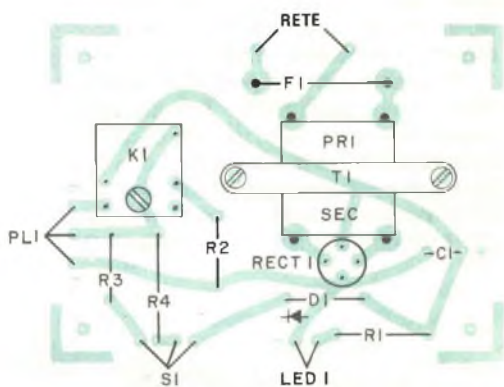


Fig. 2 - Illustrazione del circuito stampato usato per il montaggio del prototipo e disposizione dei componenti.

dentemente, l'interruttore S2 sostituisce le commutazioni del relé chiudendo il circuito tra la batteria e la lampadina.

**Costruzione** - La lanterna di emergenza è composta da due unità: una torcia elettrica portatile e la base di ricarica nella quale si inserisce.

I componenti che formano il circuito di ricarica devono essere montati su un circuito stampato o su una basetta perforata. Il disegno del circuito stampato e la disposizione dei componenti sono riportati nella *fig. 2*. Si montino i componenti sul circuito stampato prestando la massima attenzione alle polarità di C1, di D1, dei terminali del LED e di RECT1. Si allinei il raddrizzatore in modo che il punto nella parte superiore dell'involucro sia rivolto a nord. Il piedino rivolto a nord è l'uscita + CC, il sud è negativo, e l'est e l'ovest sono le entrate CA dal secondario del trasformatore. Il fusibile F1 può essere montato sul pannello posteriore mediante un portafusibile da pannello oppure sul circuito stampato usando normali attacchi per fusibile. I due fili da 10 cm devono essere collegati da LED1 alle giuste piste del circuito stampato. Da questo devono partire tre fili da 10 cm per S1 e tre fili da 25 cm per PL1. Nella scatoletta di base si praticino fori per i distanziatori del circuito stampato, per i piedini di gomma, per il LED, per S1 e



per il cordone di rete. Si faccia passare questo cordone attraverso l'apposito foro usando un gommino passacavo oppure un fermacavo e si colleghino i conduttori al primario del trasformatore. Quindi, si monti il circuito stampato nella scatoletta usando distanziatori metallici da 0,65 cm.

Nel prototipo (*fig. 3*) sono stati usati connettori Cinch-Jones ma possono servire anche connettori di altro tipo. Si praticino nel blocchetto di legno due fori di montaggio ed attraverso il coperchio della scatoletta un foro per i fili di PL1; nel foro si monti un gommino passacavo.

La spina PL1 si monta su un blocchetto di legno da 9 x 9 x 2 cm rifinito con plastica

adesiva color noce. Si pratichino fori nella facciata inferiore per le viti di montaggio (assicurandosi che queste non siano passanti), per PL1 e per le due rotaie metalliche di guida, tenendo presente che i fori di queste devono attraversare completamente il blocchetto. Le rotaie devono essere fatte con angolari di alluminio da  $2 \times 0,3$  cm, arrotondandone gli angoli e praticando poi due fori per le viti di fissaggio. Si dispongano le rotaie in modo che si adattino alla torcia elettrica scelta e si pratichino fori nella parte superiore del blocchetto di legno in linea con quelli delle rotaie di guida. Si faccia in modo di dare alle rotaie un aspetto opaco sfregandole, nel senso della lunghezza, con lana d'acciaio sottile, sotto l'acqua corrente. Quindi, si fissino le rotaie al blocchetto usando viti per legno da 1,25 cm.

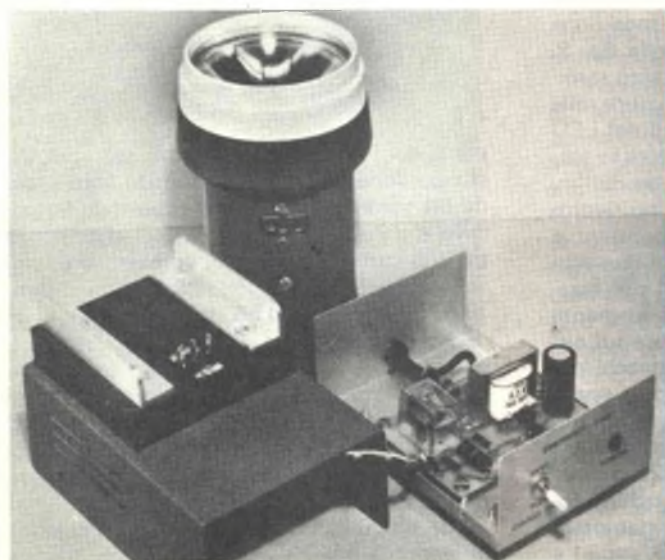
Si fissi la spina PL1 al blocchetto di legno e si saldino ad essa i fili provenienti dal circuito stampato. Si monti il blocchetto nella parte superiore del coperchio della scatoletta, allineando i fori già fatti e si fissi il blocchetto al coperchio mediante viti da legno.

A questo punto si può effettuare il montaggio finale dell'insieme base-sistema di ricarica. Prima di tutto, usando decalcomanie, si facciano le iscrizioni sul pannello frontale, quindi si protegga il tutto con parecchie mani di vernice acrilica trasparente a spruzzo, che impedirà alle lettere di sbiadirsi. Quando

la vernice si sarà essiccata, si fissi S1 nel suo foro di montaggio. Se il LED non ha un collarino di montaggio, lo si fissi mediante un gommino passacavo. Si sistemi infine il coperchio sulla scatoletta fissandolo con le apposite viti.

A questo punto è necessario modificare la lanterna a mano che si è scelta, smontandola ed individuando la "linea di stampo" che si trova lungo la metà dell'involucro (questa può essere usata per centrare con precisione il jack di alimentazione J1). Sul fondo dell'involucro si pratichi un foro che si adatti al jack da montare, quindi si facciano altri fori per le viti di fissaggio del jack e per un supporto metallico per batterie. Invece di effettuare le saldature nell'interno dell'involucro della lanterna, si colleghino i componenti fuori dell'involucro, come illustrato nella *fig. 4*. Si sostituisca la lampadina con un'altra per tensione più bassa (ved. inserto a lato).

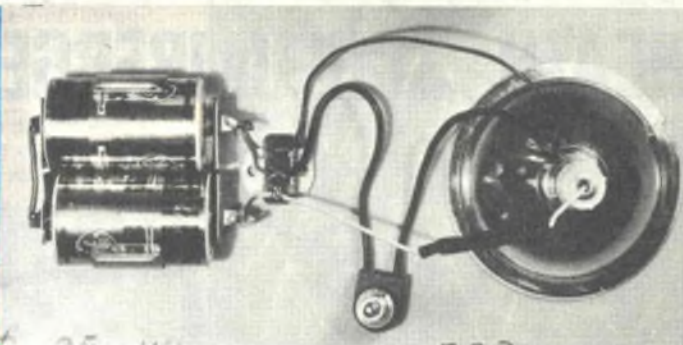
Non si saldi il filo della lampadina al rivetto d'ottone nella parte posteriore del dado di sostegno della lampadina, ma si asporti la molla di compressione e si faccia passare il filo attraverso il foro nel rivetto, quindi si saldi il filo stesso ad una spira della molla e si rimetta al suo posto quest'ultima. Per rendere più comoda la sostituzione della lampadina, si monti un connettore in linea nel filo tra la molla ed il terminali del jack J1. Con



*Fig. 3 - La base con il circuito di ricarica è rappresentata senza coperchio. La torcia elettrica si inserisce nello zoccolo sul blocco di legno.*



*Fig. 4 - La modifica della torcia elettrica si effettua piú agevolmente con i componenti fuori dall'involucro.*



**Scelta della lampadina** - La batteria di alimentazione usata nella lanterna di emergenza, se completamente carica, ha una capacità di 1,2 Ah a 2,5 V. Ciò significa che può fornire una corrente di 1,2 A per un'ora, una corrente di 0,6 A per due ore, di 0,3 A per quattro ore e così via. Ovviamente, quanto minore è la corrente richiesta dalla batteria, tanto piú a lungo la corrente potrà continuare a scorrere. Ciascuno quindi deve decidere personalmente per quanto tempo la lanterna deve funzionare prima che le batterie si scarichino completamente.

Per coloro che risiedono in una zona soggetta a frequenti ma brevi interruzioni di energia elettrica, questo tempo di scarica non è troppo importante; se invece si hanno interruzioni di energia rare ma prolungate, la durata della sorgente di alimentazione deve essere estesa.

Questi fattori si devono tenere in considerazione nella scelta della lampadina. Il tipo PR-2, che assorbe 0,5 A a 2,4 V, scaricherà la batteria in circa due ore e un quarto; se invece si sceglie una lampadina tipo PR-4, le batterie dureranno circa il 45% in piú, in quanto questa lampada assorbe solo 0,27 A a 2,3 V. Anche se la PR-4 produrrà meno luce della PR-2, molti la preferiranno perché richiede meno corrente. Se si desidera una durata ancora piú lunga (ed un livello luminoso inferiore) si può scegliere una lampadina che assorba una corrente minore od aggiungere in serie alla lampadina un resistore limitatore di corrente.

la lanterna viene fornita una staffetta a U che si adatta al corpo della lanterna stessa. A questa staffetta si saldano due fili, uno dei quali si collega al terminale 3 di J1 e l'altro a S2, come si vede nello schema. Si noti che S2 è l'interruttore originale della lampadina. Si fissi la staffetta a U allo zoccolo di base della lanterna. Si completino i collegamenti di J1 e S2 e poi si installino nel supporto metallico le due batterie al nichel-cadmio da 1,25 V. Si rimonti infine la lanterna.

**Prova** - Prima di dare tensione, si effettui un controllo finale di tutti i collegamenti. Quindi, posta da parte la lanterna, si inserisca il cordone di rete in una presa di corrente. Si dovrebbe sentire un distinto clic quando il relé viene azionato e il LED dovrebbe accendersi. Se tutto è a posto, si inserisca la lanterna nella parte base-ricarica. Se I1 si accende, la si spenga con l'interruttore S2. Se questo interruttore non spegne la lampadina, si stacchi il cordone di rete dalla presa e si ricontrolli tutto il montaggio. Si lascino caricare le batterie per circa dieci minuti con S1 nella posizione "Veloce", quindi si simuli una mancanza di energia elettrica staccando dalla presa il cordone di rete. La lanterna dovrebbe accendersi dopo un ritardo di circa un secondo. Se tutto va bene, si inserisca di nuovo il cordone nella presa di rete e si carichino le batterie per almeno sedici ore.

**Uso** - La lanterna deve essere posta dove è maggiormente necessaria un'illuminazione di sicurezza. Dopo la carica iniziale (con S1 in posizione "Veloce"), si usi la carica "Lenta", in quanto in tal modo si prolungherà la durata utile delle batterie e si avrà anche un consumo inferiore.

★

# GENERATORE DI FORME D'ONDA HEATH - SCHLUMBERGER SG-1271

**UN GENERATORE  
A LARGA BANDA  
DISPONIBILE IN SCATOLA  
DI MONTAGGIO  
O PRONTO PER L'USO**



Gli strumenti di misura stanno diventando sempre piú perfezionati, senza peraltro raggiungere prezzi astronomici. Un eccellente esempio è dato dalla schiera dei generatori di forme d'onda (denominati anche "generatori di funzioni") oggi disponibili sul mercato, i quali vanno rapidamente sostituendo i tradizionali generatori di segnali audio. Un generatore di forme d'onda è sempre caratterizzato da un campo di frequenza assai esteso (normalmente da meno di 10 Hz sino a 1 MHz o piú) e dalla possibilità di scegliere tra diverse forme d'onda d'uscita: sinusoidale, quadra e triangolare. Il costo di uno di questi apparecchi è normalmente superiore del 50% a quello di un normale generatore di segnali.

Al gruppo di generatori di forme d'onda recentemente apparsi sul mercato appartiene lo Heath-Schlumberger Mod. 1271, disponibile montato, oppure in scatola di montaggio con la denominazione Heathkit Modello IG-1271. In entrambe le versioni lo strumento copre il campo da 0,1 Hz a 1 MHz; la frequenza è selezionata mediante un commutatore (FREQUENCY MULTIPLIER) a sei posizioni, a ciascuna delle quali corrisponde la gamma di una decade, e tramite un comando ad azione continua (FREQUENCY). Il circuito che fornisce in uscita le forme d'onda sinusoidale, quadra e triangolare

soporta senza danni il cortocircuito, ha una impedenza d'uscita di 50  $\Omega$  e può dare un segnale con ampiezza sino a 10 V da picco a picco.

La precisione in frequenza dello strumento è del 13% rispetto al valore indicato dal quadrante, mentre il livello d'uscita si mantiene entro  $\pm 1,5$  dB sull'intero campo di frequenza. Il comando per la regolazione del livello del segnale d'uscita (ATTENUATOR) è sdoppiato: un commutatore rotante a sei posizioni copre, a passi di 10 dB, un campo di 50 dB; una manopola coassiale al suddetto commutatore comanda un potenziometro, con il quale si può ottenere un'attenuazione supplementare che va da 0 a 20 dB. Sommando le azioni dei due comandi, lo strumento ha un campo di attenuazione di 70 dB, cioè assai ampio.

La sinusoide d'uscita ha una distorsione massima del 3% nel campo di frequenza da 5 Hz a 100 kHz. I tempi di salita e di discesa dell'onda quadra sono entrambi di 100 nsec. La simmetria dell'onda triangolare è tale che la durata della rampa di salita e quella della rampa di discesa differiscono per meno del 10%. L'assorbimento di potenza dalla rete di alimentazione in c.a. è di soli 15 W.

Le dimensioni del generatore sono 22,5 cm di profondità, 18,5 cm di larghezza e

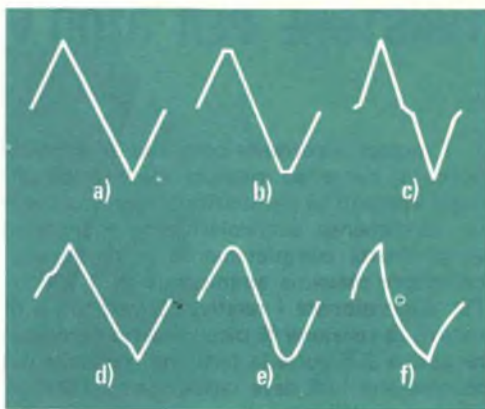
7,5 cm di altezza; queste misure non tengono conto dell'ingombro della maniglia ripiegabile che serve anche come supporto. Il peso è di circa 2 kg.

Lo strumento usato per le prove era il Mod. SG-1271, cioè la versione già montata e pronta per l'uso. Circa la realizzazione della scatola di montaggio non sono necessarie particolari istruzioni in quanto non presenta difficoltà. E' sufficiente quindi leggere quanto è esposto nel manuale di montaggio e funzionamento, fornito con i materiali.

**Impressioni d'uso** - L'ampia gamma di frequenza coperta dallo strumento potrebbe sembrare a prima vista addirittura eccessiva ed in parte inutile, ma ad un esame più approfondito è facile ricredersi. Il controllo e la riparazione dei moderni circuiti a larga banda richiedono strumenti capaci di lavorare su un campo di frequenze assai ampio; è infatti normale controllare anche come tali circuiti si comportino con frequenze d'ingresso che escono dai limiti del normale funzionamento.

A tutti sarà certo chiara l'utilità delle forme d'onda sinusoidale e quadra, ma qualcuno potrà domandarsi dove sia utile una forma d'onda triangolare. In realtà le possibili utilizzazioni sono molte. Tanto per fare un esempio, una forma d'onda triangolare è assai comoda nel valutare visivamente la distorsione di un'apparecchiatura audio. A differenza della forma sinusoidale, la cui deformazione comincia ad essere visibile all'oscilloscopio solo quando la distorsione supera il  $7\% \pm 8\%$ , una forma d'onda triangolare mette in evidenza l'esistenza di gradi di distorsione ben più bassi.

La forma d'onda a) della figura è triangolare, con spigoli vivi e priva di ogni irregolarità o distorsione. Se si invia un'onda del genere in un amplificatore e se ne alza la ampiezza sino a raggiungere il livello di saturazione, tale livello sarà chiaramente individuabile come quello per cui le punte nette del triangolo cominciano ad apparire tagliate, come mostrato nel disegno b). Se si continua ad aumentare il livello, si entra nella condizione di saturazione e l'appiattimento delle creste risulta sempre più marcato. Il tipo di distorsione che si manifesta nel passaggio della forma d'onda per lo zero risulta pure assai evidente in questa prova, come mostrato nel disegno c), dove si nota chiara-



mente la deviazione del fianco dell'onda dal suo andamento rettilineo ideale.

Con altrettanta facilità si notano le variazioni nel guadagno dell'amplificatore; tali variazioni si manifestano in genere con l'effetto mostrato nel disegno d). Un'onda triangolare avente frequenza unica può sostituire diverse ottave di onde sinusoidali nel controllo delle regolazioni dei toni bassi od alti. Un abbassamento della curva di risposta alle alte frequenze si manifesta con la distorsione mostrata nel disegno e), mentre un abbassamento alle basse frequenze deformerà l'onda come mostrato nel disegno f).

Un altro lavoro in cui forme d'onda triangolari aventi frequenza molto bassa si rivelano molto utili e comode è la prova dei sistemi di servocomando.

#### Prove di laboratorio e di impiego pratico

Si è controllato questo generatore di forme d'onda mediante un oscilloscopio di qualità ed un analizzatore di distorsione. Appena estratto dal suo imballo, lo strumento ha mostrato di rispettare in pieno le caratteristiche nominali indicate dalla casa costruttrice. Dopo aver effettuato alcune semplici regolazioni, come spiegato sul manuale d'uso, le suddette prestazioni nominali sono state ampiamente superate.

Si è lasciato in servizio per qualche settimana lo strumento usandolo per il controllo e la ricerca dei guasti su circuiti diversi, tra i quali apparecchiature audio di elevata qualità, apparecchi numerici, apparati per radioamatori e realizzazioni sperimentali: in nessuna prova lo strumento è risultato difettoso.

★



## TIRISTORE PER 3200 V

I motori a corrente continua di notevole potenza, come ad esempio quelli impiegati negli impianti di laminazione, possono avere un rendimento particolarmente economico se si sfrutta completamente la tensione di collettore massima ammissibile di 1.200 V. Per dimensionare i relativi convertitori a tiristori, la tensione di picco inversa deve essere pari a 2,5 volte la tensione nominale del motore e quindi deve raggiungere i 3.000 V. Questo coefficiente di sicurezza tiene anche conto di possibili sovratensioni di rete.

Con i tiristori disponibili finora non era possibile, con un solo tiristore, coprire il campo di tensione di 3 kV, ma se ne dovevano collegare in serie almeno due. Il nuovo tiristore Bst R 68 sviluppato dalla Siemens consente di ridurre a metà il numero dei tiristori necessari per questi convertitori a corrente continua di notevole potenza. Possibilità di risparmio esistono anche nel caso di impianti di trasmissione di energia a cor-



*Illustrazione del tiristore Bst R 68, prodotto dalla Siemens.*

rente continua ad alta tensione, per i quali erano disponibili finora soltanto tiristori con 2.500 V di tensione di picco inversa.

Per realizzare il tiristore a diffusione completa è necessaria una pressione di 15.000  $A_N$ . La corrente limite permanente ammissibile è di 800 A, mentre il valore massimo istantaneo è di 13.400 A. Il tiristore ha uno spessore di 26 mm e pesa 550 g. ★

## NOVITA' LIBRARIE

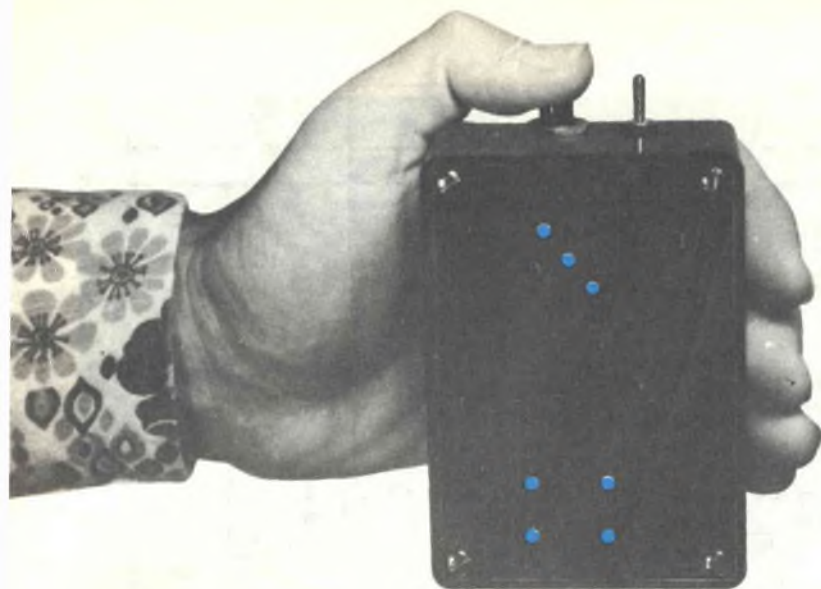
**DAL NUMERO ALLA STRUTTURA** breve storia della matematica moderna, di Bruno D'Amore e Maurizio L. M. Matteuzzi, pagg. VI-234, L. 4.800 - Zanichelli Editore, Bologna.

Per sua stessa natura, la letteratura matematica si è sempre presentata come materia ostica, difficile da penetrare; la matematica, cioè, resta una disciplina di studio avvolta nel mistero, quasi una materia a sé stante.

L'opera "DAL NUMERO ALLA STRUTTURA breve storia della matematica moderna", di Bruno D'Amore e Maurizio L. M. Matteuzzi (pagg. VI-234, lire 4.800), pubblicata da Zanichelli ed inserita nella collana "I saggi", si prefigge lo scopo di narrare gli sviluppi della matematica dal 1600 ai giorni nostri, mediante una carrellata su personaggi noti e poco noti, vissuti e tuttora viventi; un lungo racconto nel quale il protagonista è una matematica attiva, non stantia, una matematica che "sente" l'esigenza del suo tempo, che sviluppa le idee dell'epoca cui appartiene. Le ricerche matematiche non sono mai disgiunte dal pensiero filosofico o dalle altre discipline scientifiche, ma seguono la storia dell'uomo, fornendo pretesti per delimitare i campi di ricerca o per ampliarne altri.

**STRUMENTI PER IL LABORATORIO RADIO-TV**, di Romano Rosati, pagg. XII-343, Lire 16.000 - Edizioni C.E.L.I., Bologna.

Dal momento che per un tecnico radio-TV è indispensabile conoscere il funzionamento e l'uso degli strumenti di misura, in questo libro si spiega come funzionano e come si usano i vari strumenti di misura e si discutono le caratteristiche generali di quelli più importanti per la riparazione radio-TV. La trattazione è prevalentemente generica, perciò sarà sempre necessario per il tecnico leggere con cura anche le istruzioni del fabbricante degli strumenti di misura.



# DIVERTITEVI CON I DADI ELETTRONICI

## GIOCO DI FORTUNA ELETTRONICO CON TTL E LED

Quello dei dadi è uno dei piú vecchi giochi noti all'uomo. Nei tempi antichi, i dadi venivano ricavati da ossa, con varie caratteristiche sulle sei facce, mentre oggi siamo arrivati ai dadi elettronici. Anche se in questa versione moderna del gioco basata sull'azionamento di pulsanti qualcosa di caratteristico è andato perduto, le probabilità di vincere o di perdere sono le stesse, ed anche migliori, in quanto non vi sono irregolarità meccaniche a modificare le probabilità. Inoltre, i dadi elettronici possono essere usati al buio e non emettono quel tipico rumore che può dare fastidio.

I dadi elettronici che descriviamo si possono costruire facilmente e sono racchiusi in una semplice scatoletta; rappresentano un gioco ideale per bambini ed adulti di qualsiasi età.

**Come funziona** - Come si vede nella *fig. 1*, tre dei sei invertitori di IC5 sono collegati

con C1 e R2 per formare un oscillatore che funziona a circa 1 MHz. Un quarto invertitore di IC5 viene usato come separatore per pilotare il primo circuito dei dadi (IC1). Questo IC è un contatore diviso per 12, composto da un diviso per 2 (non usato) e da un diviso per 6 (usato). Le uscite del contatore vengono decodificate da un invertitore in IC5, due porte NAND in IC3, e due porte AND in IC4. Le uscite decodificate pilotano poi direttamente i sei LED che formano la faccia di uno dei dadi.

L'uscita (riporto) del primo dado viene usata per pilotare il circuito del secondo dado, formato da IC2 e dai restanti elementi degli altri IC.

Quando l'interruttore di rotolamento, S2, viene azionato, l'oscillatore viene collegato al primo dado ed il suo circuito passa attraverso i suoi stati alla frequenza di un milione di volte al secondo; il secondo dado passa invece attraverso i suoi stati a circa centoses-

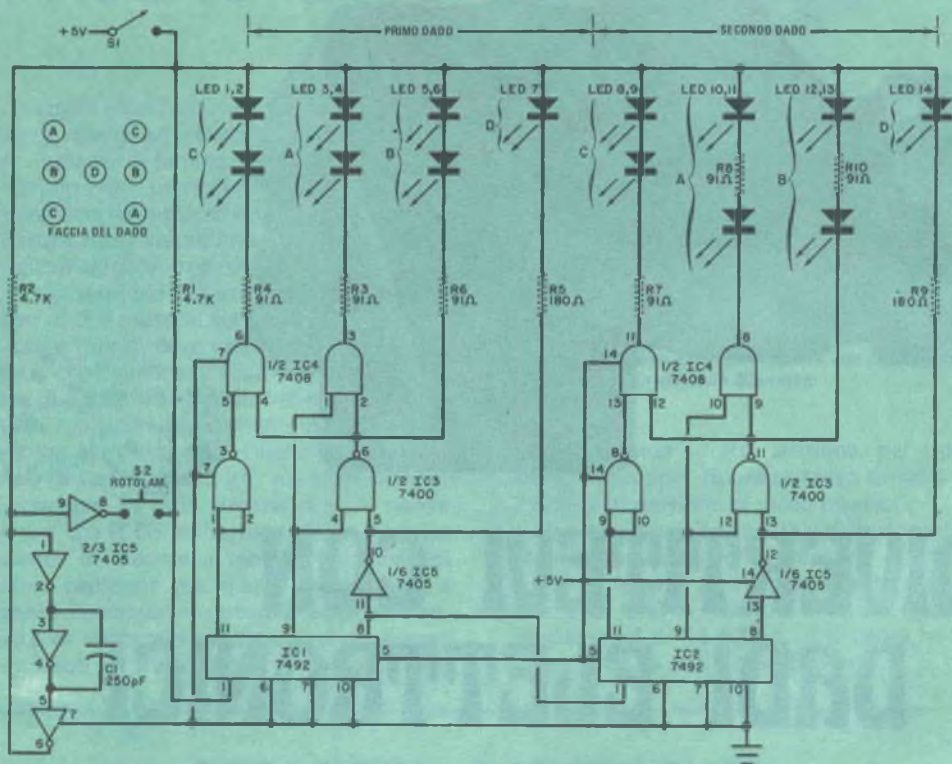
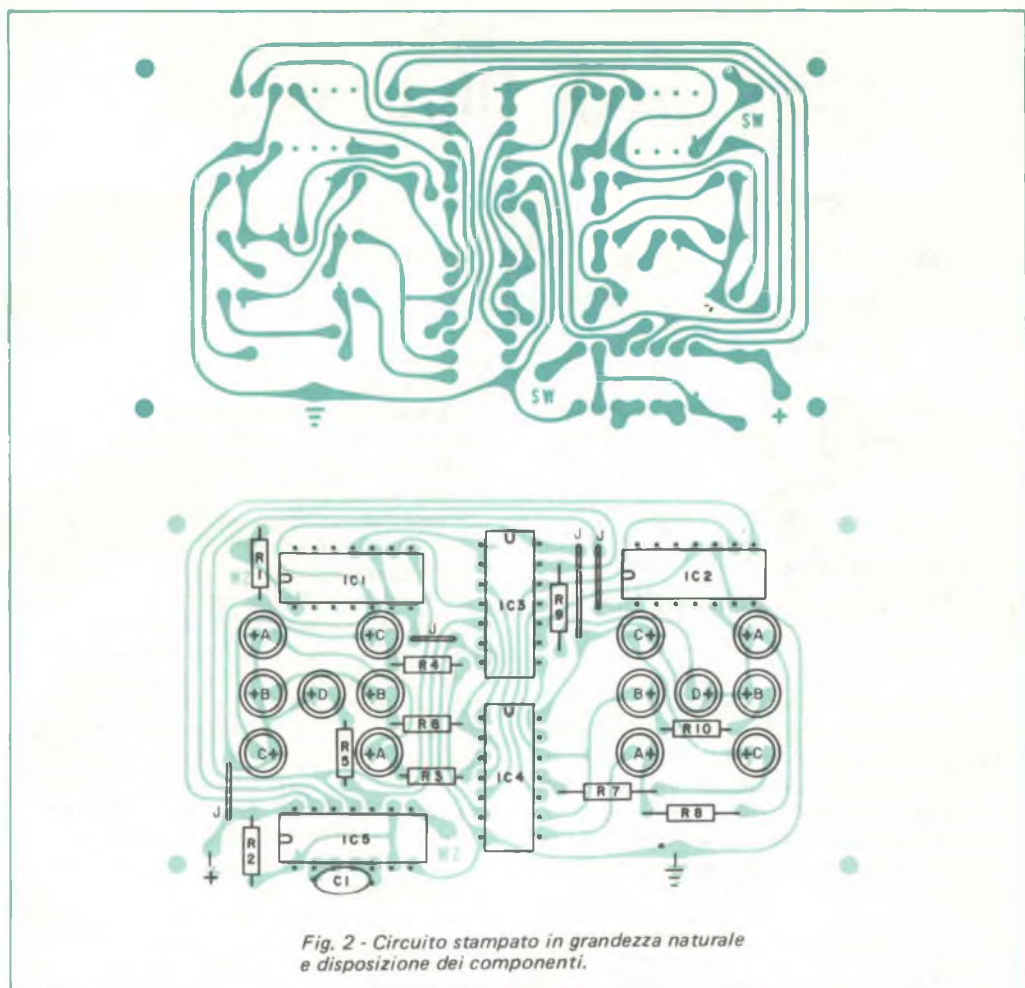


Fig. 1 - Tre invertitori sestupli formano un oscillatore a 1 MHz per i contatori le cui uscite vengono indicate sui LED per formare i dati.

## MATERIALE OCCORRENTE

- B1 = quattro pile al nichel-cadmio (ved. testo)
  - C1 = condensatore a disco da 250 pF - 10 V
  - IC1-IC2 = contatori divisori per 12 tipo 7492
  - IC3 = porta NAND quadrupla a due entrate tipo 7400
  - IC4 = porta AND quadrupla a due entrate tipo 7408
  - IC5 = invertitore sestuplo tipo 7405
  - LED1 ÷ LED14 = Led rossi (appaiati, ved. testo)
  - R1-R2 = resistori da 4,7 kΩ - 1/2 W, 5%
  - R3-R4-R6-R7-R8-R10 = resistori da 91 Ω - 1/2 W, 5%
  - R5-R9 = resistori da 180 Ω - 1/2 W, 5%
  - S1 = interruttore semplice
  - S2 = interruttore a pulsante normalmente aperto
- Supporto per batterie, scatoletta di plastica, minuterie di montaggio e varie.





santaseimila volte al secondo. Quando S2 viene rilasciato, l'indicazione dei LED è veramente casuale ed offre le stesse probabilità che si avrebbero con due dadi teoricamente perfetti.

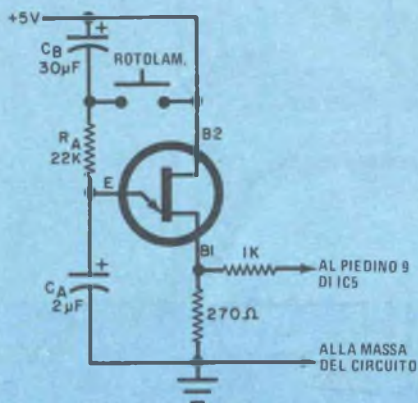
**Costruzione** - La disposizione delle parti e dei collegamenti non è particolarmente critica, ma occorre rendere corto il più possibile il collegamento tra l'oscillatore a 1 MHz ed il primo contatore (IC1). Volendo, si può usare un circuito stampato come quello rappresentato nella *fig. 2*.

I LED si possono montare in due modi. Il primo consiste nel disporli direttamente sul circuito stampato, nei rispettivi posti, facen-

do in modo che le loro parti superiori sporgano almeno 4 ÷ 6 mm sopra i circuiti integrati. Il coperchio superiore della scatola dovrà essere forato in modo che i sette LED di ciascun dado siano visibili dall'esterno. Il circuito stampato potrà poi essere fissato al coperchio superiore usando adatte minuterie di montaggio. I LED devono essere scelti opportunamente (collegandoli ad una sorgente di 5 Vc.c. con un resistore da 180 Ω - 1/2 W in serie), tenendo presente che devono accendersi tutti con la stessa luminosità.

Dopo che il coperchio della scatola è stato forato per i LED, lo si deve ricoprire con un filtro antiabbagliante che oscuri i LED non accesi.

# CIRCUITO DI LANCIO



Provando i dadi elettronici, si sono eseguiti esperimenti per trovare il modo di produrre un rotolamento simile all'effetto ottenuto quando si lanciano dadi normali. Ciò può essere fatto usando il circuito riportato sopra, per sostituire la parte oscillatrice a tre invertitori della figura 1.

L'uscita del transistor ad unigiunzione è collegata al piedino 9 di IC5, mentre il piedino 8 di IC5 è collegato direttamente al punto di unione tra R1 ed il piedino 1 di IC1. Il resistore R1 del circuito originale è necessario perché il 7405 (invertitore sestuplo) ha il collettore aperto nel suo transistor d'uscita.

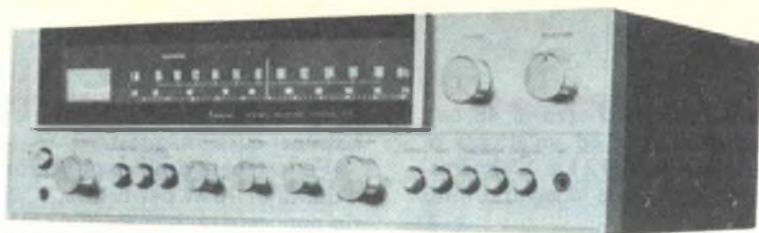
Quando viene premuto l'interruttore a pulsante di rotolamento, il transistor ad unigiunzione forma un oscillatore convenzionale, la cui frequenza è determinata da RA e da CA, i cui valori si possono variare a piacere. Quando l'interruttore a pulsante viene rilasciato, l'alimentazione c.c. viene staccata dal circuito di tempo e CB viene introdotto in circuito. A mano a mano che la carica in CB diminuisce, al circuito di tempo viene applicata una tensione sempre minore e la frequenza d'oscillazione diminuisce. Ciò fa rallentare l'indicazione dei dadi e, quando la tensione cade quasi a zero, i dadi cessano di rotolare. Premendo di nuovo il pulsante, il rotolamento ricomincerà. Il valore di CB può essere modificato per variare la durata del rallentamento.

Le batterie si fissano sul fondo della scatola e sopra esse si pone un pezzo di spugna plastica in modo da tenere ben fissi il circuito stampato ed i LED, impedendo che le parti si possano muovere. Naturalmente, con questo sistema, non è necessario che il circuito stampato sia fissato alla scatola. Nel prototipo, sono state usate batterie al nichel-cadmio. Anche se il loro costo iniziale è piuttosto alto, offrono il vantaggio di poterle ricaricare parecchie volte.

Il secondo sistema per montare i LED consiste nel forare il coperchio, nell'incollare i LED nei fori e nel collegarli, mediante pezzetti di filo, al circuito stampato.

**Uso** - Dando tensione, i dadi dovrebbero illuminarsi in combinazione. Lo stato iniziale è determinato soprattutto da disadattamenti nelle soglie degli IC e varierà a seconda degli IC usati. Quindi, lo stato di partenza non è casuale e non deve essere usato come lancio dei dadi.

Quando viene premuto il pulsante di rotolamento, tutti i quattordici LED si accendono. Alcuni saranno più brillanti di altri a causa di differenze nel loro ciclo di lavoro. Quando il pulsante viene rilasciato, quella che si presenta è una combinazione casuale di rotolamento.



# RICEVITORE MA-MF STEREO

SANSUI 771

Il ricevitore MA-MF stereo Mod. 771 della Sansui rientra nella categoria dei ricevitori di prezzo medio. La sua potenza d'uscita nominale, su carichi di  $8 \Omega$  e con entrambi i canali contemporaneamente in funzione, è di 32 W per canale, nella banda  $20 \text{ Hz} \pm 20 \text{ kHz}$  e con distorsione minore dello 0,5%. Il suo sintonizzatore per MF ha una sensibilità IHF nominale di  $2 \mu\text{V}$  ed una distorsione nominale inferiore allo 0,4% nel funzionamento monofonico ed allo 0,6% in stereofonia.

**Descrizione generale** - L'insieme dei comandi del ricevitore occupa i tre quarti del pannello frontale. Un selettore, contrassegnato con la scritta SPEAKERS, permette di commutare l'uscita dell'apparecchio su uno qualsiasi dei tre sistemi di altoparlanti, oppure di escludere tutti gli altoparlanti e permettere l'ascolto in cuffia; in tal caso, quest'ultima va collegata all'apposita presa esistente sul pannello frontale.

I comandi di tono consistono in due manopole, l'una per gli alti e l'altra per i bassi, ciascuna delle quali ha undici arresti: uno in posizione centrale e cinque per lato. Anche il comando del bilanciamento ha un arresto in posizione centrale.

Una serie di pulsanti permette di eseguire le seguenti operazioni: accensione (POWER); silenziamento audio (AUDIO MUTING), consistente in un abbassamento di 20 dB nel livello d'uscita per una momentanea sospensione dell'ascolto; inserzione del filtro passabasso (LOW); inserzione del filtro passa-alto (HIGH); inserzione della compensazione fisiologica della regolazione di volume (LOUDNESS); passaggio al funzionamento monofonico (MONO); attivazione del dispositivo per il silenziamento nel passaggio tra le stazioni nella ricezione in MF (FM MUTING); predi-

sposizione per l'ascolto contemporaneo alla registrazione (TAPE MONITORING) sull'uno e sull'altro dei due attacchi per registratore.

Sul pannello frontale esiste anche una presa microfonica, contrassegnata con la scritta MIC; quando in tale presa viene inserito un microfono, all'amplificatore viene portato il segnale da esso generato, qualunque sia la posizione del selettore della sorgente di segnale.

La parte superiore del pannello frontale è quasi interamente occupata dalla finestra attraverso la quale si osservano, su sfondo nero, la scala di sintonia, la scritta FM STEREO che si illumina in rosso quando viene ricevuta una stazione che trasmette in stereofonia, ed uno strumento di misura che indica l'intensità dei segnali ricevuti, sia in MA sia in MF. La manopola di sintonia (TUNING) e quella per la scelta della sorgente del segnale (SELECTOR) sono sistemate anch'esse nella parte superiore del pannello frontale, alla destra del quadrante di sintonia. Le diverse posizioni di quest'ultimo selettore sono contrassegnate dalle scritte PHONO, FM AUTO, FM, AUX 1, AUX 2.

Sul pannello posteriore si trovano gli ingressi e le uscite del ricevitore, tra cui i morsetti, del tipo a molla ed isolati, per il collegamento degli altoparlanti, ed i terminali per il collegamento dell'antenna per MF (sia per un'antenna da  $300 \Omega$ , sia per una da  $75 \Omega$ ) e dell'antenna a filo per MA. Sempre nella parte posteriore dell'apparecchio è posta un'antenna estensibile in ferrite per MA. In parallelo ad uno dei due gruppi di prese per registratore è anche collegato un connettore a norme DIN. Esistono infine due prese di rete, una delle quali collegata a valle dell'interruttore di alimentazione.



Il ricevitore ha una larghezza di 48 cm, una profondità di 30 cm ed un'altezza di 13,5 cm; il suo peso è di 12 kg. L'apparecchio è fornito con un mobile in legno rifinito in noce.

**Misure di laboratorio** - Le caratteristiche dichiarate dal costruttore per gli amplificatori audio sono apparse assai cautelative. Con un segnale a 1.000 Hz, le creste della sinusoide in uscita hanno cominciato ad apparire tagliate solo con una potenza di 53 W per canale, su un carico di 8  $\Omega$ ; tale valore è salito a 71,5 W con un carico di 4  $\Omega$ , ed è sceso a 33 W con un carico di 16  $\Omega$ . Alla potenza nominale di 32 W per canale, a mezza potenza, e ad un decimo della potenza nominale, la distorsione armonica è risultata mediamente di circa lo 0,1%, e non ha mai superato lo 0,27% tra 20 Hz e 20 kHz.

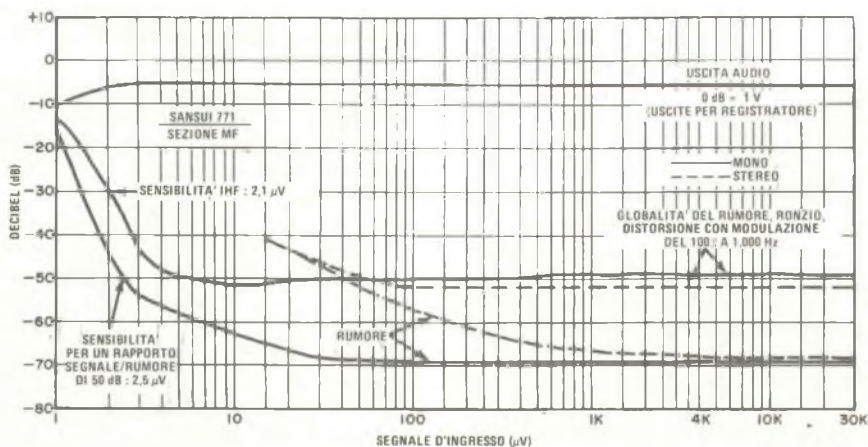
Per la distorsione armonica totale a 1.000 Hz si sono rilevati valori che scendono lentamente passando da una potenza d'uscita di 0,1 W per canale, dove la distorsione è dello 0,25%, alla potenza di 40 W per canale, dove la distorsione è dello 0,07%. La distorsione di intermodulazione ha rivelato un andamento simile, e scende dallo 0,56% per 0,1 W, allo 0,3% per 40 W. Con livelli di potenza molto bassi, compresi tra 1 mW e 100 mW, la distorsione di intermodulazione è risultata dell'1%; questo valore rivela la presenza di un leggero effetto di distorsione nei punti dove la forma d'onda passa per lo zero. Questa distorsione non è però risultata avvertibi-

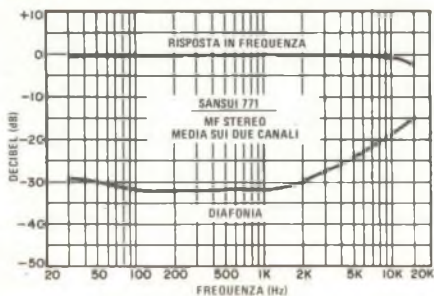
le all'ascolto, dati i livelli di potenza molto bassi per cui si manifesta.

Per ottenere dagli amplificatori la potenza d'uscita di 10 W per canale, è stato necessario applicare un segnale di 43 mV agli ingressi ausiliari, oppure un segnale di 1,1 mV agli ingressi fono. In queste condizioni il rapporto segnale/rumore è risultato, per entrambi gli ingressi, di -71 dB, cioè un valore assai buono. Il preamplificatore degli ingressi fono ha rivelato un campo di funzionamento eccezionalmente ampio, poiché ha cominciato a dar segni di sovraccarico solo con un segnale di 225 mV all'ingresso.

Le regolazioni di tono e la compensazione fisiologica della regolazione di volume hanno mostrato le caratteristiche usuali; in particolare, la suddetta compensazione esalta sia le basse sia le alte frequenze allorché il comando di volume è portato verso il basso. Sui filtri passa-basso e passa-alto si è misurata una pendenza di 6 dB/ottava, con il punto di taglio a -3 dB rispettivamente a 3.600 Hz ed a 110 Hz. L'equalizzazione degli ingressi fono è risultata conforme alla curva normalizzata della RIAA con un errore minore di 0,5 dB da 60 Hz a 20 kHz; l'errore sale a -2,5 dB sui 30 Hz. L'equalizzazione alle alte frequenze è apparsa lievemente influenzata dall'induttanza della testina fonorilevatrice usata (più o meno come per la maggior parte degli amplificatori): a seconda della testina usata si può avere una perdita da 2 dB a 5 dB sui 15 kHz.

Sul sintonizzatore per MF si è misurata



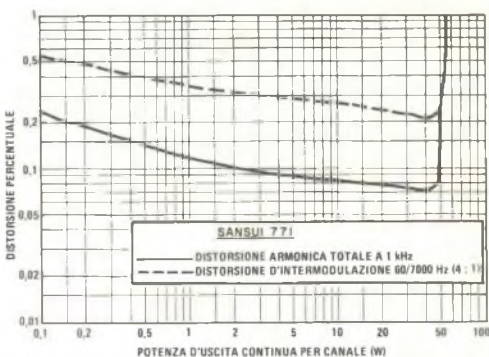
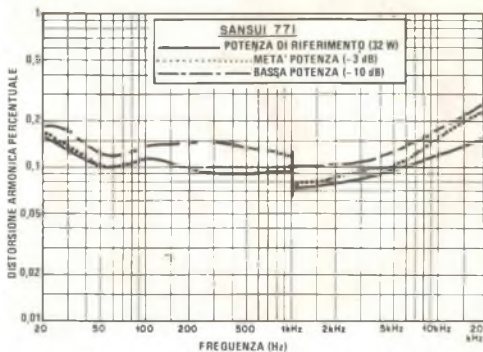


una sensibilità IHF di  $2,1 \mu\text{V}$ ; la sensibilità per un rapporto segnale/rumore di 50 dB è risultata, grazie all'efficienza degli stadi limitatori, di  $2,5 \mu\text{V}$  nel funzionamento monofonico e di  $40 \mu\text{V}$  in stereofonia. Il valore massimo del rapporto segnale/rumore è risultato di 69 dB nel funzionamento monofonico e di 66 dB in stereofonia. Il valore minimo della distorsione è apparso invece dello 0,37 per cento in mono e dello 0,28%, cioè ancora minore, in stereofonia.

Il rapporto di cattura del sintonizzatore è risultato di 1,4 dB per un segnale di ingresso di  $1.000 \mu\text{V}$  e la reiezione della MA è risultata di 63 dB, cioè molto buona. La reiezione del segnale immagine e la selettività per canali alternati sono apparse anch'esse eccezionalmente buone, tenuto conto del prezzo di questo ricevitore: esse sono risultate rispettivamente di 80 dB e di 84 dB. Le soglie per il silenziamento automatico nel passaggio tra le stazioni e per la commutazione automatica in stereofonia sono risultate entrambe di  $15 \mu\text{V}$ .

Nel funzionamento stereofonico la risposta in frequenza del sintonizzatore per MF è risultata quasi perfettamente uniforme sull'intera banda audio: entro  $\pm 0,5 \text{ dB}$  da 30 Hz a 11 kHz, e con un abbassamento di 3 dB sui 15 kHz. Il residuo della portante pilota a 19 kHz all'uscita audio è risultato di 70 dB al di sotto del segnale utile che si ha in presenza della modulazione massima. La separazione tra i canali stereo è risultata assai uniforme, intorno ai 30 dB tra i 30 Hz ed i 2 kHz; essa scende a 18,5 dB sui 10 kHz ed a 15 dB sui 15 kHz.

La risposta in frequenza del sintonizzatore per MA, misurata tra i punti di taglio a 6 dB, si estende da 170 Hz a 3.300 Hz.



**Impressioni d'uso** - Giudicato in base alle sue caratteristiche nominali, il ricevitore stereofonico Sansui Mod. 771 sembra assai simile ai ricevitori di pari prezzo esistenti sul mercato. Se si esaminano però i risultati delle misure e si valutano le sue prestazioni effettive, si constata che, sotto molti aspetti, il Mod. 771 può essere paragonato con apparecchi di prezzo alquanto più elevato.

Le prestazioni essenziali del sintonizzatore per MF e degli amplificatori audio del ricevitore Mod. 771 rispettano con notevoli margini i limiti dichiarati dal costruttore; inoltre nel funzionamento pratico del ricevitore, che è apparso nel complesso assai dolce, non si è riscontrato alcun inconveniente. Questo apparecchio rappresenta quindi senz'altro una scelta conveniente per coloro che desiderano potenze d'uscita e prestazioni globali un po' superiori a quelle offerte dai ricevitori di basso prezzo.

★



# l'angolo dei

# Club

## APERTO IL CLUB ETNA PER GLI ALLIEVI DI CATANIA DELLA SCUOLA RADIO ELETTRA

Anche a Catania, splendida ed accogliente città adagiata in riva al limpido mare della Sicilia, gli Allievi ed Amici della Scuola Radio Elettra possono ora disporre di un punto d'incontro.

Sorto per la tenace volontà degli Allievi stessi, in collaborazione e con il prezioso appoggio del Funzionario locale della Scuola, il nuovo Club ha cominciato a funzionare verso la fine del 1975 ed è stato visitato recentemente dal Direttore della Scuola Radio Elettra di Torino, Dott. Vittorio Veglia, che ha accolto con gioia l'invito giunto alla Scuola.

Il Club di Catania, che ha assunto il nome di "Club ETNA - Amici di Catania della Scuola Radio Elettra", è situato sulla centralissima via Etnea nel cuore della città e costituisce un validissimo aiuto sul piano tecnico ed umano per le migliaia di giovani che ogni anno si rivolgono alla Scuola Radio Elettra di Torino per essere aiutati a crearsi

una specializzazione tecnica che consenta loro di affrontare l'avvenire con maggiore sicurezza e serenità.

Presso il Club esiste un laboratorio attrezzato con strumenti ed apparecchi forniti dalla Scuola e tutti gli Allievi che lo desiderano possono e potranno sempre trovare un consiglio ed un aiuto disinteressato ed amichevole da parte di altri Allievi che stanno frequentando o hanno già frequentato i corsi per corrispondenza della Scuola.

Parlare dell'incontro con gli Allievi di Catania è veramente difficile perché non esistono forse parole sufficientemente efficaci a descrivere l'entusiasmo, il calore, l'affetto che gli Allievi ed Amici catanesi hanno voluto dimostrare al Direttore della loro grande Scuola.

I locali del Club, pur ampi e spaziosi, erano gremiti all'inverosimile e non sapremo probabilmente mai quanti potessero essere i presenti. Difficile anche registrare tutti gli interventi dei numerosi Allievi che costituiscono l'organizzatissimo Consiglio Direttivo del Club, che hanno esposto al Dottor Veglia ed ai Soci presenti i progetti e le aspirazioni del Club nelle sue varie iniziative, dalla costituzione della squadra di calcio (richiesta dall'addetto allo sport) alla organizzazione di una visita alla Sede della Scuola a Torino (proposta dall'addetto al turismo) alla installazione di una piccola stazione radiantistica (auspicata dagli incaricati sezione radio e da numerosi Allievi).

Vivi applausi hanno riscosso la piccola Rossella Primo, che ha proceduto al tradizionale taglio del nastro inaugurale, il papà, Dott. Antonio Primo, per le sue parole e per il determinante appoggio prestato, l'attore Filippo Spadaro che ha recitato per i presenti alcune poesie dialettali di Martoglio e tutti coloro che hanno preso la parola.

Sentiamo il dovere di ringraziare vivamente, sia da parte della Scuola ma soprattutto a nome degli Allievi siciliani che beneficieran-



*Un gruppo di Allievi  
presente al Club  
in occasione  
della inaugurazione.*





*Rossella Primo, tra la mamma signora Giovanna Vigneri Primo e la nonna, taglia il nastro inaugurale.*



*Il Presidente, Antonino Angelico, il Dr. Vittorio Veglia, il Vice Presidente Salvatore Scalisi, ed il cassiere Salvatore Zappalà.*



*L'attore Filippo Spadaro ha recitato con grande bravura alcune poesie dialettali di Martoglio.*

no di questa preziosa realizzazione, l'Agente locale della Scuola, i suoi familiari e collaboratori che hanno preso parte al festoso incontro, i signori Antonino Angelico, presidente del Club, Salvatore Scalisi (vice presidente), Giuseppe Longhitano (segretario), Salvatore Pirrone (vice segretario), Salvatore Zappalà (cassiere), Francesco Marletta (vice cassiere), Francesco Librizzi (capo sez. radio), Francesco Bombaci (vice capo sez. radio), Pietro Catania (capo sez. elettrotecnica), Paolo Militone (addetto relazioni pub-



*Un momento dell'incontro del Dr. Veglia con gli Allievi del Club ETNA.*



*Il più giovane Allievo di Catania, Giuseppe Castorina (11 anni) iscritto al corso di Sperimentatore Elettronico, riceve le felicitazioni del Dr. Veglia e dell'inviato di Radiorama, Sig. Ravera.*



*Il Club dispone di attrezzature per le esperienze pratiche degli Allievi.*

bliche), Salvatore Garozzo (incaricato stampa), Paolo Bona (incaricato turismo), Salvatore Grasso (economo), Biagio Amata e Giovanni Gugliotta (sez. elettronica industriale), Sebastiano Galantucci (sez. fotografia), Vincenzo Guarino (sez. Hi-Fi), Carmelo Mirabella e Maria Rinaldi (sez. corsi professionali e impiegatizi), Salvatore Grasso (incaricato sport), Luigi Barbera, Cosimo Cantore, Giacomo Mandrà, Antonino Gemmellaro, Giuseppe Caponetto, Salvatore Di Mauro (responsabili apertura Club) e tutti singolarmente gli Allievi che hanno voluto dimostrare una volta di più la soddisfazione per la scelta fatta al momento in cui divennero Alunni della Scuola Radio Elettra.

Ricordiamo che il Club ETNA - Amici di Catania della Scuola Radio Elettra - è aperto in Catania - via Etnea, 193 - 3° piano (secondo ingresso sempre aperto anche da via Rizzari, 5) con il seguente orario:

- da lunedì a venerdì dalle 18 alle 20
- sabato dalle 17 alle 20
- domenica mattina dalle 10 alle 12.

Per qualsiasi informazione è sufficiente telefonare al n. 271.735 di Catania.



## FLASH DAI CLUB

### FIRENZE

*E' in formazione il nuovo Club tra gli Allievi della Toscana, con sede a Firenze in via Danimarca 22. Mentre promettiamo di parlarne presto, segnaliamo che per informazioni si può telefonare al 599.131 di Firenze.*

ROMA - tel. 06/290.735

*Cinque lunghi anni di viva ed intensa attività rappresentano un traguardo importante. Ne parleremo nei prossimi numeri.*

GENOVA - tel. 010/470.758

*Pare che, oltre alla attività tecnica, anche la squadra di calcio se la cavi piuttosto bene. Speriamo continui così!*

PALERMO - tel. 091/256.601

*Si avvicina il primo anniversario della fondazione, che verrà probabilmente festeggiato domenica 16 maggio. E' prevista, in quella occasione, una visita a Palermo del Dott. Vittorio Veglia, Direttore della Scuola Radio Elettra di Torino.*

*Franco Ravera*

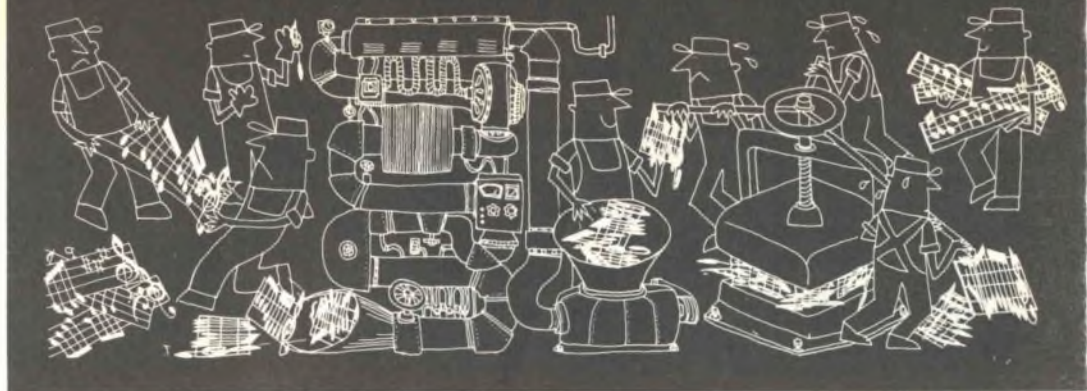
## CALCIO: TERZA CATEGORIA-GIRONE B

LA SQUADRA "AMICI SCUOLA RADIO ELETTRA" DI GENOVA  
AL SECONDO POSTO A META' CAMPIONATO



A TUTTI LE PIU' VIVE CONGRATULAZIONI ED I SINCERI  
AUGURI DELLA SCUOLA RADIO ELETTRA E RADIORAMA





# CIRCUITI PER GENERARE VOCI E TIMBRI DIVERSI NELLA MUSICA ELETTRONICA

LE TECNICHE PER RICAVARE ELABORATE NOTE MUSICALI DA SEMPLICI  
FREQUENZE FONDAMENTALI

La maggior parte degli strumenti musicali elettronici genera le frequenze fondamentali delle note nella forma d'onda che piú è adatta ai circuiti generatori stessi; per convertire un'onda sinusoidale, o a dente di sega, o quadrata, in suoni diversi e musicalmente interessanti se ne deve alterare l'andamento temporale e lo spettro di frequenza, in modo tale da simulare il suono di uno strumento musicale tradizionale, oppure in modo da creare

un nuovo genere di suono o di effetto speciale.

Per creare il voluto andamento temporale dell'involuppo di una nota (ved. articoli "Circuiti chiave e VCA per strumenti musicali elettronici", pubblicati nei numeri di Dicembre 1975 e Gennaio 1976 di Radiorama), si genera anzitutto una forma d'onda avente il tempo di attacco, la durata, le caratteristiche di estinzione e l'effetto d'eco desiderati



Sintetizzatore  
"Synthi KS"  
della EMS.



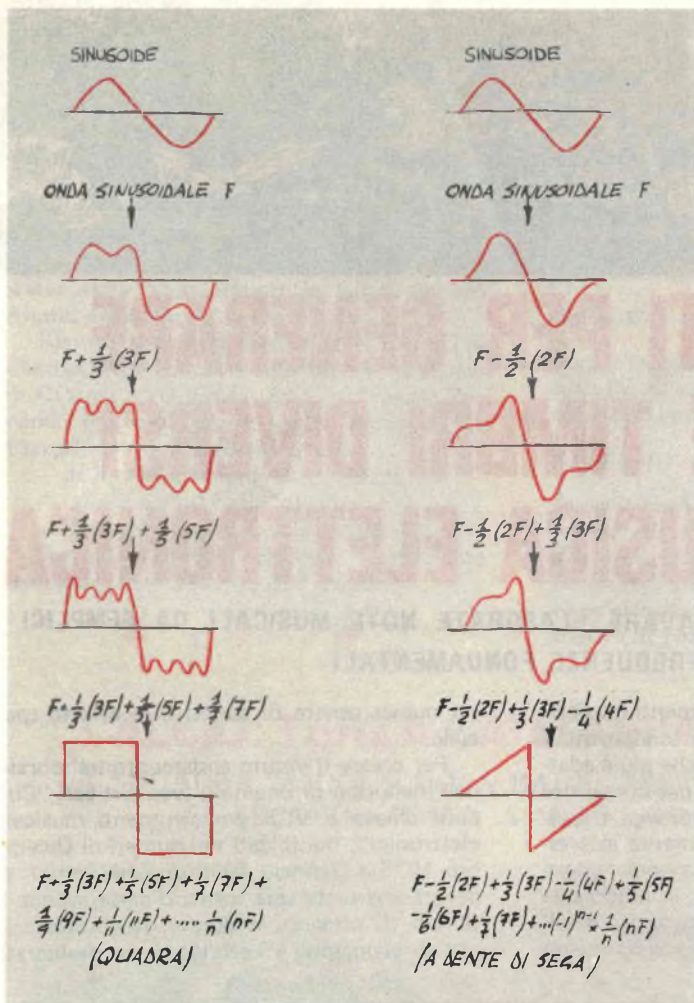


Fig. 1 - Forme d'onda complesse possono essere scomposte in una serie di onde sinusoidali.

per l'involuppo; tale forma d'onda viene poi moltiplicata, in un opportuno circuito combinatorio, con un segnale avente la frequenza della nota desiderata.

Sino a questo punto abbiamo però esaminato solo metà del problema: il suono di una tromba che emetta una nota continua è infatti assai differente da quello di un clarinetto che faccia altrettanto, anche quando i due strumenti suonano la stessa nota e non si prendono in considerazione le caratteristiche di attacco e di estinzione del suono. La differenza che esiste tra il suono di due strumenti musicali di tipo diverso sta in quello che viene chiamato "timbro" (o "colorazione") del

suono. Per sintetizzare i diversi timbri vengono utilizzati appositi circuiti, di tipo diverso, soprattutto filtri; questi ultimi sono spesso del tipo a frequenza di taglio variabile. La nota musicale finale è dunque il risultato dell'abbinamento di un timbro adatto e dell'involuppo prescelto.

**Il timbro delle note** - Le differenze di timbro o colorazione fra le note si ottengono attraverso la presenza delle componenti armoniche, di componenti non armoniche (ma aventi ben determinate relazioni matematiche con la frequenza fondamentale), di note multiple o "in coro", nonché di sorgenti di

rumore di diverso tipo (soffi, ronzii, rumori e variazioni casuali, nonché segnali acustici di altro genere). Selezionando la corretta combinazione di questi elementi, si può generare praticamente qualsiasi timbro desiderato. Se si moltiplica la forma d'onda corrispondente al timbro prescelto per quella esprimente l'inviluppo desiderato, si può ottenere qualsiasi nota musicale.

Le armoniche sono le componenti più facili da trattare, ma da sole non sono sempre sufficienti. Se i punti per cui una forma d'onda musicale passa per lo zero hanno una periodicità fissa e ben determinata, quella forma d'onda può essere scomposta in una serie di onde sinusoidali, una alla frequenza fondamentale e le altre armoniche, ciascuna con una determinata fase; il processo matematico con cui può avvenire tale scomposizione è conosciuto con il nome di "Analisi di Fourier".

Nella *fig. 1* viene indicato come un'onda sinusoidale e le sue armoniche possono venire sommate in modo da costruire tre forme d'onda basilari per la musica elettronica: l'onda quadra, l'onda sinusoidale e l'onda a dente di sega. Il processo di creazione di una nuova forma d'onda, eventualmente assai complessa, è indicato con il nome di "sintesi". Mentre l'analisi e la sintesi costituiscono spesso il modo migliore per stabilire quale è il timbro desiderato e in che modo lo si può ottenere, raramente si ricorre alla sintesi diretta per generare i diversi timbri degli strumenti musicali elettronici; tanto per fare un esempio, si pensi che un'onda quadra può essere generata molto più semplicemente con un multivibratore bistabile piuttosto che sommando una grande quantità di onde sinusoidali.

Un'onda sinusoidale indistorta non contiene alcuna armonica, ed all'ascolto ha un timbro simile a quello di un flauto. L'onda quadra contiene invece tutte e solo le armoniche dispari, di ampiezza decrescente con il crescere del loro ordine, e dà un suono morbido, simile a quello prodotto da taluni strumenti a fiato quali il clarinetto o dalle canne d'organo chiuse. L'onda a dente di sega contiene tutte le armoniche, anche qui con ampiezza decrescente con il crescere dell'ordine, e produce un suono brillante simile a quello degli strumenti ad arco, il quale, se modificato con filtri passa-banda, diventa simile a quello della tromba o di altri strumenti della famiglia degli ottoni. Poiché tutte le

armoniche che possono essere necessarie sono presenti nella forma d'onda a dente di sega, essa rappresenta un tipo di onda che può essere considerato "universale" nel campo degli strumenti musicali elettronici; partendo da questo tipo d'onda, è facile costruire innumerevoli timbri realistici. Anche altre forme d'onda analoghe potrebbero servire come base, ma sorgerebbero diverse difficoltà nella creazione dei vari timbri; la forma d'onda triangolare, per esempio, ha armoniche troppo deboli per poter essere utilizzata convenientemente, mentre una forma d'onda ad impulsi ha un contenuto di armoniche persino eccessivo.

I metodi per passare dall'una all'altra delle forme d'onda basilari sono illustrati nella *fig. 2*. Un'onda sinusoidale o triangolare diventa quadra se prima la si amplifica fortemente e poi la si fa passare in un circuito limitatore; si badi bene che questo procedimento può essere eseguito con una sola onda alla volta, se si vuole evitare il nascere di una forte distorsione di intermodulazione. Una onda a dente di sega diventa un'onda quadra se ad essa si somma un'analoga onda a dente di sega avente frequenza doppia, ampiezza dimezzata e segno invertito; si noti che questa operazione, del tutto lineare, può essere eseguita su diverse note insieme.

Per passare da un'onda quadra ad un'onda a dente di sega si può usare un divisore binario ed un generatore di scale. La precisione che si ottiene con tale metodo è migliore di quanto non sembri a prima vista; in una scala di sedici scalini, la prima armonica a mancare è la sedicesima, la successiva è la trentaduesima e così via; sotto tutti gli altri aspetti questa forma d'onda è uguale a quella a dente di sega.

Quando da una forma d'onda complessa si vuole invece ritornare all'onda sinusoidale, basta ricorrere ad un filtro passa-banda o passa-basso. Per ottenere una buona soppressione della seconda e della terza armonica è necessario un filtro a fronti ripidi (elevato fattore di merito o "Q"); però, quanto più ripido è il filtro, tanto più limitato è il numero di note diverse per le quali può essere usato. In pratica si usano filtri con banda passante di un terzo di ottava, o al massimo di mezza ottava, sia di tipo fisso, sia con frequenze di taglio variabili.

Combinando opportunamente le armoniche, si riesce ad imitare assai bene molti strumenti musicali. Le componenti che non

sono armoniche possono però avere anche esse grande importanza, e di solito sono molto più difficili da trattare elettronicamente. Le componenti non armoniche nel pianoforte, ad esempio, sono prossime alle armoniche e sono dovute alla rigidità trasversale delle corde dello strumento; esse sono particolarmente presenti sulle note basse e divengono progressivamente più acute (cioè spostate verso le alte frequenze) con l'aumentare dell'ordine dell'armonica. Per questa ragione le corde del pianoforte non vengono accordate in modo da vibrare sull'esatto valore teorico di frequenza, perché se ciò venisse fatto le componenti non armoniche delle note basse sarebbero fuori accordo con le note alte. Per tale motivo le note inferiori di un pianoforte vengono accordate in modo da risultare leggermente basse, e quelle superiori leggermente alte; si ottiene così un suono d'insieme più caldo e gradevole.

Un'altra caratteristica delle note del pianoforte è quella di essere prodotte dalla vibrazione simultanea di tre corde che il martelletto colpisce nello stesso istante. Naturalmente le tre corde sono regolate in modo da risuonare quasi del tutto, ma non proprio del tutto, all'unisono; questo fatto dà al suono del pianoforte quella morbidezza e quel calore che lo caratterizzano; anche un'intera orchestra di violini produce del resto un suono più ricco che non un singolo violino. Gli effetti di coro, che, come abbiamo visto, rendono più caldo il suono, si possono ottenere elettronicamente facendo uso di svariate sorgenti di note, o ritardando in modi differenti (modulazione "Doppler") la nota proveniente da una stessa sorgente, oppure ancora facendo ricorso a speciali unità di ritardo a nastro magnetico.

Altri esempi di strumenti il cui suono è ricco di componenti non armoniche sono i carillon e le campane d'orchestra, che hanno una notevole quantità di componenti separate da un intervallo di quinta (rapporto di frequenza 5:3) e da altri intervalli ancora, tipici del suono delle campane vere e proprie. Ogniquale volta si vogliono creare intenzionalmente insieme di suoni costituenti un accordo musicale, è necessario avere gruppi di suoni le cui frequenze non sono semplicemente le une multiple dell'altra; del resto è molto spesso possibile far uso di note già disponibili nello strumento.

I rumori aggiuntivi - soffi, ronzii, ecc. -

vengono sommati a parte. Negli strumenti musicali tradizionali tali rumori sono in genere non voluti, e costituiscono disturbi dovuti alle caratteristiche fisiche dello strumento stesso; tipici esempi sono il fruscio dell'aria in una canna d'organo, il rumore del vapore nella calliope (una specie di piccolo organo), le vibrazioni dovute alle risonanze di un violino di qualità scadente, o a quelle di una chitarra, le vibrazioni indotte "per simpatia", ecc. Il rumore costituisce invece un elemento essenziale negli strumenti a percussione, il cui suono è essenzialmente dato da un rumore filtrato. In questo caso la pratica usuale è quella di partire da un rumore bianco, o rosa, e di filtrarlo; la larghezza di banda con cui avviene il filtraggio dipende da quanto il suono finale deve avvicinarsi ad una nota ben definita. Piccole quantità di rumore e leggeri slittamenti di frequenza sono talvolta introdotti per spezzare la monotona precisione delle note generate elettronicamente.

**Struttura armonica** - Una volta stabilito quali armoniche si vogliono nel suono di uno strumento, rimane ancora da decidere se si preferisce una identica struttura armonica su tutte le note, o una struttura armonica diversa con il cambiare della frequenza della nota, oppure una via di mezzo fra le due.

Gli strumenti musicali sono fondamentalmente filtri passa-banda acustici. La campana di una tromba è vagamente simile ad un risonatore cilindrico; la cassa della chitarra e quella del violino non sono altro che cavità risonanti. Queste risonanze dipendono dalle dimensioni fisiche dello strumento e non cambiano; poiché sono fisse, è evidente che la struttura armonica delle note che passano attraverso i risonatori cambia con la frequenza. Quasi tutti gli strumenti musicali tradizionali operano dunque un filtraggio su frequenze fisse, che altera in modo diverso il contenuto armonico delle note; un filtro fisso agisce infatti in modo differente sulle armoniche di frequenze diverse. Se lo scopo che si vuole raggiungere con uno strumento musicale elettronico è quello di imitare gli strumenti tradizionali, si dovranno usare circuiti che introducono un'enfasi (od una deenfasi) fissa su ben determinate bande di frequenza.

Il suono tipico di certi organi elettronici, una volta indicato con il termine "suono Hammond", ed oggi più comunemente chia-



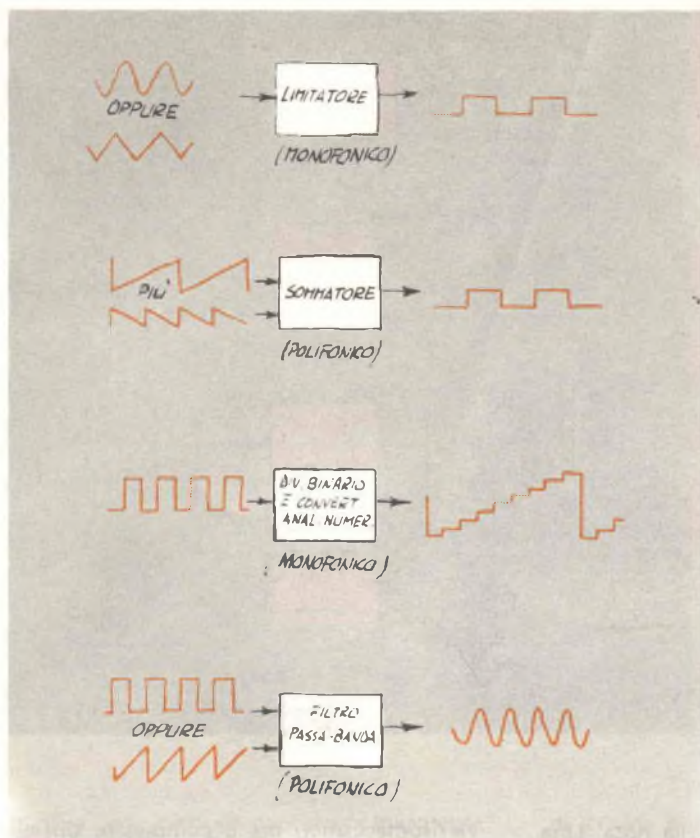


Fig. 2 - Trasformazione delle forme d'onda fondamentali.

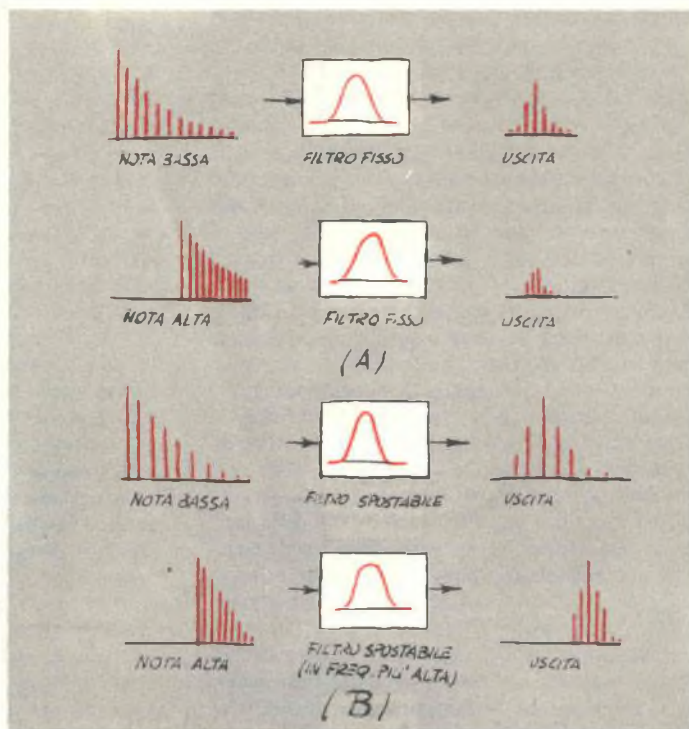
mato "suono del sintetizzatore", è caratterizzato dal fatto che tutte le sue note hanno identica struttura armonica. Nel sistema elettromeccanico dell'organo Hammond vi erano ruote dentate d'acciaio che ruotavano in sincronismo; con il ruotare delle ruote si generava una serie di armoniche, che venivano poi sommate in modo opportuno alla fondamentale; tutte le note venivano trattate nello stesso modo ed avevano una struttura armonica identica. Si può ottenere il medesimo risultato con un sintetizzatore se si fa uso di un filtro comandato in tensione le cui frequenze di taglio si spostano con la frequenza della nota: è cioè necessario un filtro variabile per ottenere una struttura armonica fissa.

Le due tecniche sopra descritte non sono intrinsecamente l'una migliore dell'altra. La scelta dipende da ciò che si desidera ottenere: l'imitazione del suono di uno strumento tradizionale risulterà spesso falsa se fa uso

di una struttura armonica fissa; d'altra parte le note a struttura armonica fissa hanno una maggiore flessibilità e sono più adatte alla creazione di suoni nuovi (le due tecniche fondamentali di filtraggio sono messe a confronto nella fig. 3). Il grande vantaggio di un sintetizzatore elettronico è che si possono adottare entrambe le tecniche con grande facilità.

Un'altra buona ragione che giustifica l'uso di filtri spostabili in frequenza è quella di permettere al contenuto armonico della nota di cambiare nel tempo. In molti strumenti musicali le armoniche più alte si smorzano in un tempo più breve di quelle basse; nel pianoforte, invece, le risonanze che nascono "per simpatia" possono far nascere nuove armoniche qualche istante dopo che la nota ha avuto inizio. Questi effetti si possono ottenere aggiungendo un filtro variabile all'uscita del filtro fisso per la formazione del timbro e spostando le frequenze di taglio del secon-

*Fig. 3 - Un filtro fisso (a) altera il contenuto armonico da nota a nota. Con un filtro spostabile (b) la composizione spettrale della nota in uscita è indipendente dalla sua frequenza.*



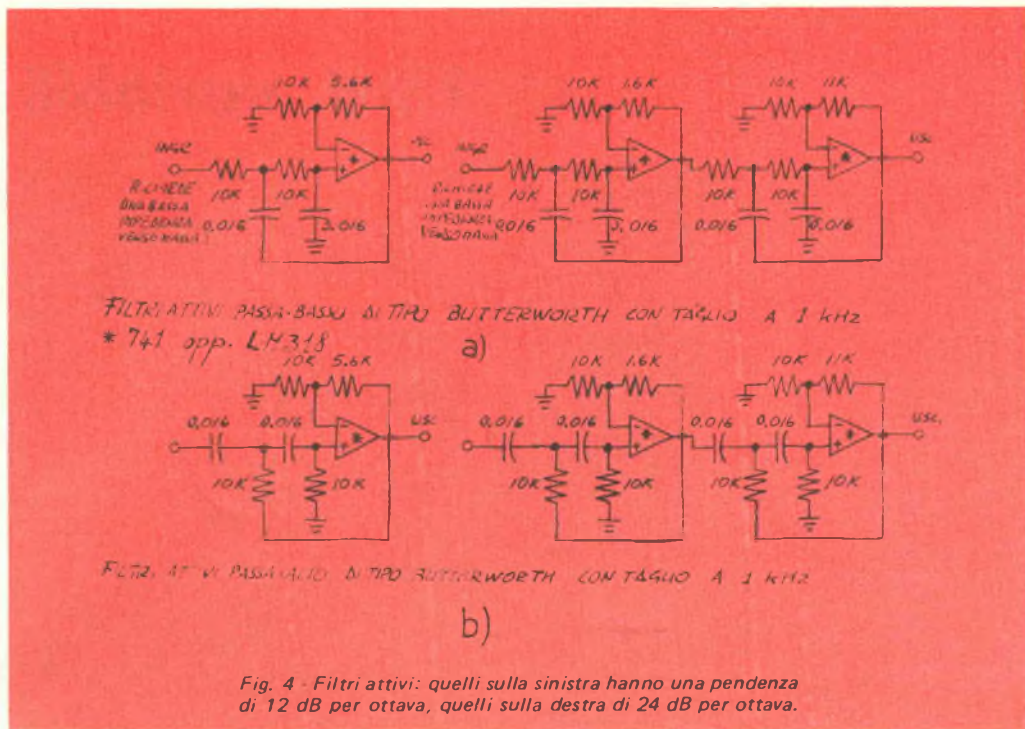
do filtro con lo smorzarsi della nota. Una struttura armonica variabile nel tempo, in particolare durante il periodo di estinzione della nota, è la chiave per ottenere un'imitazione realistica del suono degli strumenti musicali tradizionali.

**Tecniche per la sintesi del timbro** - Le vie che si possono seguire per sintetizzare elettronicamente un dato timbro musicale sono sostanzialmente quattro. Partendo da una forma d'onda, o da più forme d'onda, contenenti un numero di armoniche maggiore di quello necessario e con relazioni di ampiezza diverse da quelle richieste, si può ricorrere ad un filtraggio, cioè si può effettuare una sintesi "sottrattiva". Il filtraggio sottrattivo è oggi il metodo a filtraggio fisso più usato, sia negli organi elettronici sia nei circuiti dei sintetizzatori.

Il secondo metodo è quello "additivo", secondo il quale diverse onde sinusoidali in relazione armonica tra loro vengono riunite, con le dovute ampiezze, in modo da fornire la nota desiderata. Questo procedimento è stato largamente impiegato nei primi organi

elettromeccanici, ma è complesso, difficile da programmare ed ha notevoli limitazioni, poiché sarebbero spesso necessarie troppe armoniche per ottenere una buona sintesi. Inoltre, quando si volesse sintetizzare il suono di uno strumento musicale tradizionale, bisognerebbe provvedere a far cambiare il contenuto armonico con l'altezza delle note.

Un terzo metodo è quello "non lineare", consistente nell'inviare un'onda a frequenza fondamentale su un diodo, od in qualche altro componente non lineare, in modo da generare armoniche, che vengono poi filtrate con il metodo sottrattivo. In taluni organi elettronici per uso domestico, i circuiti della pedaliera monofonica ricorrono al raddrizzamento a mezz'onda di un segnale sinusoidale per ottenere la forte seconda armonica necessaria ad imitare il suono del "diapason" dell'organo. Il metodo non lineare ha però molte limitazioni intrinseche: l'ampiezza del segnale di ingresso è piuttosto critica, deve cioè essere molto precisa se si vuole che il sistema non lineare generi la giusta armonica; inoltre il metodo è strettamente monofonico, può cioè generare una sola nota alla vol-



ta. Due note immesse contemporaneamente in un circuito non lineare darebbero luogo ad una distorsione di intermodulazione intollerabile.

Il quarto metodo per la sintesi del timbro è quello che può essere chiamato "di copiatura". In questo caso la nota è generata direttamente nella forma d'onda desiderata, partendo da una specie di modello o "copia" della forma d'onda della nota che si vuole emettere. Allo scopo si può ricorrere ad esempio ad una memoria logica del tipo a sola lettura (ROM, dalle parole "Read Only Memory") seguita da un convertitore numerico-analogico. Nella memoria viene immagazzinata l'esatta forma d'onda desiderata; quanto più veloce sarà la cadenza con cui la memoria viene ciclicamente letta, tanto più alta sarà la nota generata, mentre la forma d'onda rimarrà sempre la stessa, e così anche la sua struttura armonica. La stessa cosa si può ottenere con un cervello elettronico, su cui timbro ed inviluppo possono essere contemporaneamente programmati con facilità. Vantaggi considerevoli di questa tecnica sono l'estrema flessibilità e la grande facilità

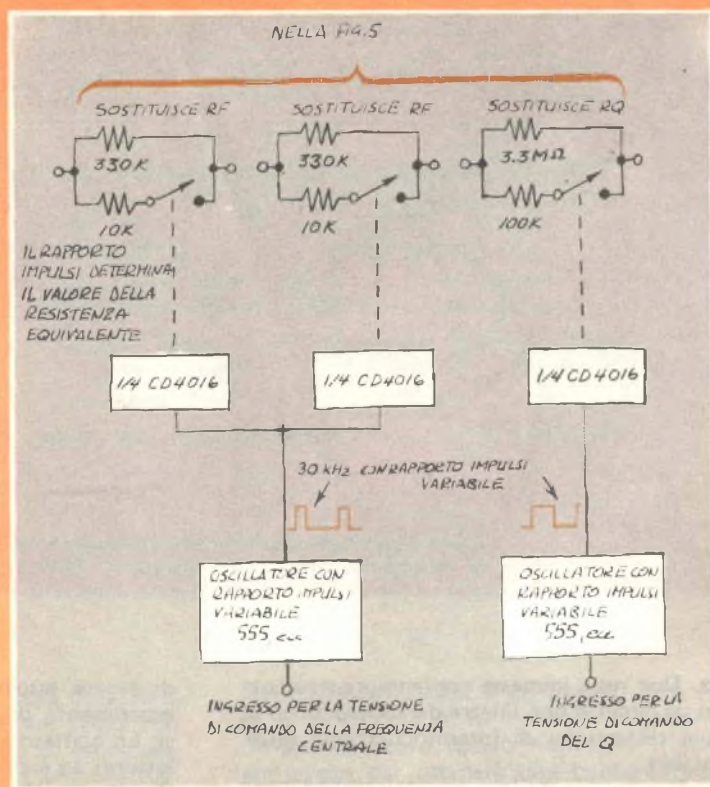
di creare nuovi suoni. Chi voglia fare un esperimento di questo tipo dovrà procurarsi: un contatore binario; una memoria a sola lettura, ad esempio il tipo 7489; un convertitore numerico-analogico, quale il modello MC1406 o il tipo MC1408 (entrambi della Motorola).

Potremo elencare anche un quinto metodo per la generazione del timbro: quello "del rumore", ma in realtà tale metodo non è altro che un caso particolare del filtraggio sottrattivo. Invece di rimuovere o di esaltare le armoniche di una forma d'onda fissa, si attenuano o si amplificano le diverse zone di uno spettro di rumore; si tratta dunque ancora di un filtraggio sottrattivo.

**Circuiti filtranti** - La tecnica del filtraggio sottrattivo, come abbiamo già detto, è la più usata negli strumenti musicali elettronici moderni. In origine si usavano filtri RC, di tipo fisso, con uno o due induttori (componenti assai costosi), messi solo dove erano assolutamente necessari: la relativa rozzezza dei filtri è la causa della scarsa capacità di imitazione degli strumenti musicali tradizio-



# Filtri variabili



Un commutatore a CMOS aggiunto al circuito della fig. 5 permette di ottenere un filtro passa-banda comandato in tensione, di alte prestazioni.

Chi si domandasse come sia possibile far variare elettronicamente, cioè con l'invio di un segnale elettrico di comando, le frequenze di taglio di un filtro attivo, tenga presente che qualunque componente in grado di cambiare il proprio valore di resistenza sotto l'azione di un segnale

di comando (quale un FET, una lampada ad incandescenza, o un insieme di LED e fotocellula) consente, in linea di principio, di risolvere il problema; si devono però tenere nella dovuta considerazione fattori quali la linearità, la dissipazione, l'adattabilità ai circuiti ed il costo.

nali da parte degli organi elettronici meno costosi. Oggi ci si sta invece orientando sui filtri attivi, circuiti che, facendo uso di resistenze, condensatori e amplificatori operazionali (molto spesso il poco costoso 741), danno le stesse prestazioni di filtri che, senza l'uso di elementi attivi, richiederebbero l'impiego di costosissimi induttori.

I vantaggi più considerevoli dei filtri attivi sono il basso costo, la facilità di messa a punto in frequenza e la totale assenza di problemi di chiusura e terminazione; quest'ultima particolarità permette di collegare diversi filtri in cascata senza che si influenzino reciprocamente. Alcuni tipi di filtri attivi sono per di più regolabili elettronicamente: è cioè

# elettronicamente

Oggi però esiste anche un altro metodo per costruire un filtro variabile elettronicamente; esso si basa sull'impiego di interruttori per segnali analogici realizzati in circuito integrato, con tecnica CMOS, quali ad esempio i dispositivi CD4016 della RCA e MC14016 della Motorola. Il metodo è adatto per quei filtri attivi che sono essenzialmente degli integratori, quali il passa-basso della fig. 4 ed il passa-banda della fig. 5. La realizzazione circuitale del sistema di comando secondo questo metodo è illustrata nella figura qui di lato.

L'idea che è alla base di questo metodo consiste nel far sì che un resistore fisso si comporti come se fosse variabile; una volta che si è raggiunto questo risultato, comandando una coppia di resistori si può ottenere tutto ciò che si riesce a fare con un potenziometro doppio, cioè anche cambiare a piacere le frequenze di taglio di un filtro. E' così possibile spostare un filtro da nota a nota o, cosa ancor più interessante, spostarlo durante l'emissione di una singola nota; in questo modo le possibilità di sintesi dei suoni si allargano notevolmente.

Il circuito integrato CD4016 è un interruttore quadruplo per segnali analogici che permette ad esempio di collegare, e di staccare, con grande rapidità un resistore in un circuito. Variando il rapporto tra il periodo di tempo durante il quale l'interruttore è chiuso e quello per cui l'interruttore è aperto, è possibile fare in modo che il resistore, visto dal circuito in cui

viene ciclicamente inserito, assuma mediamente un valore qualsiasi compreso tra il suo valore reale e l'infinito. L'unica condizione da rispettare è che la frequenza con cui avvengono le commutazioni sia molto più grande della massima frequenza che interessa il circuito; in questo caso le capacità presenti nel circuito possono "livellare" il valore di resistenza, che passa di continuo da un dato livello ad infinito e viceversa, su un livello medio, dipendente dal rapporto tra i tempi di apertura e di chiusura dell'interruttore. Per un filtro passa-banda con frequenza centrale a 400 Hz, per esempio, la cadenza minima di commutazione è di 8 kHz; per filtri con frequenza centrale più elevata, la cadenza di commutazione deve essere proporzionalmente aumentata.

Gli interruttori possono venire comandati da una sorgente di onde rettangolari ad alta frequenza, con rapporto-impulsi variabile. Tale sorgente può essere facilmente realizzata con circuiti logici integrati del tipo CMOS. Per le prime prove si potranno invece usare circuiti integrati 555 o 8038; il circuito potrà in un secondo tempo essere completato con un dispositivo per la regolazione del rapporto-impulsi attraverso una tensione di comando. Si noti che prima dello sviluppo di questa tecnica, filtri passa-banda con buona stabilità ed elettronicamente spostabili in frequenza potevano essere realizzati solo ad un costo notevole. Tale tecnica offre dunque la possibilità di eseguire nuovi esperimenti e interessanti realizzazioni nel campo della musica elettronica.

possibile spostare le frequenze di taglio o la banda passante per mezzo di una tensione, o parola logica, di comando. Ciò permette di spostare il filtro da una nota all'altra o di cambiare la struttura armonica di una nota nei diversi istanti del suo periodo di in-viluppo.

Nella fig. 4 sono mostrate due coppie di

filtri attivi, passa-alto e passa-basso, del tipo Butterworth con pendenze di 12 dB e di 24 dB per ottava, mentre nella fig. 5 è illustrato il circuito di un filtro attivo passa-banda ad un solo polo. Per le frequenze più alte, e quando si vogliono fattori di merito elevati, si fa uso di amplificatori operazionali migliori del 741, quale il modello LM318



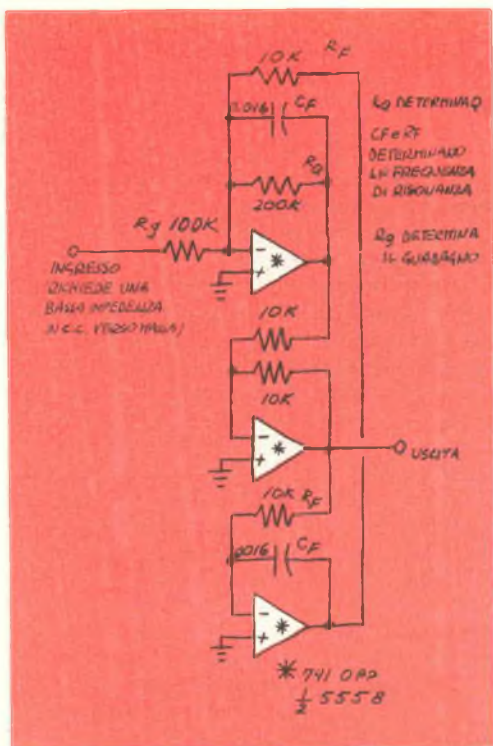


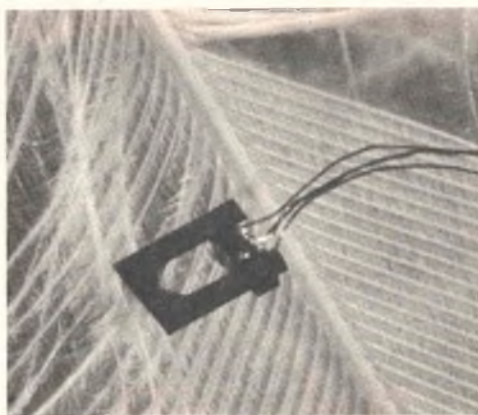
Fig. 5 - Filtro passa-banda di tipo biquadratico con frequenza centrale di 1 kHz e  $Q = 20$ .

della National, che può direttamente sostituire il 741, avendo anche le stesse connessioni ai piedini.

Per cambiare le frequenze di taglio e di risonanza di questi filtri è sufficiente scalare i valori di tutti i condensatori. Ad esempio, se si raddoppiano i valori di capacità, la frequenza di taglio passa da 1.000 Hz a 500 Hz. Si possono anche scalare i valori delle resistenze, ma bisogna che i valori di tutte quelle che determinano la frequenza siano uguali tra loro; la stessa regola vale per i condensatori.

Il filtro attivo fisso viene impiegato per sintetizzare la voce degli strumenti tradizionali, generalmente partendo da un'onda a dente di sega, eccezion fatta per alcuni strumenti a fiato che richiedono onde quadre. Un pesante filtraggio, sino ad ottenere onde praticamente sinusoidali, è necessario per imitare il flauto, l'ottavino e le voci più dolci dell'organo. \*

## ELETTROMAGNETI MINIATURA PER UNITÀ DI MEMORIA A DISCHI



I sistemi elettromagnetici utilizzati nelle unità di memoria a dischi per la lettura e registrazione delle superfici dei dischi sono estremamente piccoli e leggeri come una piuma. La costruzione di questi sistemi richiede la massima precisione, perché devono sfiorare la superficie del disco ad una distanza costante ed estremamente ridotta: nel caso del modello Unidata 3455, per esempio, la distanza è di soli 1,6 millesimi di millimetro ( $1,6 \mu\text{m}$ ) con una rigorosa tolleranza di  $\pm 10\%$ .

Per costruire le bobine di questi elettromagneti si avvolge un filo del diametro di  $50 \mu\text{m}$  (sottile come un capello) attorno ad un giogo magnetico con una sezione di  $0,5 \times 0,25 \text{ mm}$ .

Per avere un'idea delle dimensioni di questi piccoli giochi magnetici basti pensare che in un ditale possono esserne collocati circa tremila!

Il sistema elettromagnetico completo viene quindi sistemato in un corpo ceramico definito "volante" perché, grazie alla sua particolare costruzione, è in grado di scorrere sul cuscino d'aria creato dal disco magnetico rotante, mantenendo una distanza di circa  $1 \mu\text{m}$  dalla superficie del disco.

Naturalmente, il lato del corpo ceramico rivolto verso il disco magnetico deve essere estremamente liscio; la massima rugosità ammessa è di  $0,03 \mu\text{m}$ , ossia eventuali rigature e graffiature superficiali non possono superare la profondità di trenta milionesimi di millimetro. \*





# TRA QUALCHE MESE POTRAI ESSERE UN ELETTRAUTO SPECIALIZZATO

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

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

## PUOI DIVENTARE UN ELETTRAUTO SPECIALIZZATO

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

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



Se vuoi

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

questa è la tua occasione !

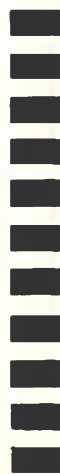
COMPILATE RITAGLIATE IMBUCATE  
spedire senza busta e senza francobollo

Francatura a carico  
del destinatario da  
addebitare sul conto  
credito n. 126 presso  
l'Ufficio P.I. di Torino  
A.D. - Aut. Dir. Prov.  
P.I. di Torino n. 23816  
1048 del 23 - 3 - 1955



## Scuola Radio Elettra

10100 Torino AD



## E' UN CORSO PRATICO (CON MATERIALI)

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



## AMPIO SPAZIO E' DEDICATO ALLA FORMAZIONE PROFESSIONALE

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

## IMPORTANTE

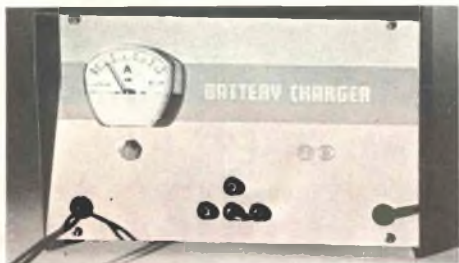
Al termine del Corso, la Scuola Radio Elettra ti rilascerà un attestato comprovante gli studi da te seguiti.

## COI TEMPI CHE CORRONO...

...anche se oggi hai già un lavoro, non ti sentirai più sicuro se fossi un tecnico specializzato? Sì, vero? E allora non perdere più tempo! Chiedici informazioni senza impegno. Compila, ritaglia e spedisce questa cartolina. Riceverai gratis e senza alcun impegno da parte tua una splendida, dettagliata documentazione a colori.

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

## CARICABATTERIE:



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

## VOLTAMPEROMETRO PROFESSIONALE

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

  
**Scuola Radio Elettra**

10126 Torino - Via Stellone 5 633

Tel. (011) 674432

LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA

INVIATEMI GRATIS TUTTE LE INFORMAZIONI RELATIVE AL CORSO DI

633

# ELETTAUTO

PER CORTESIA, SCRIVERE IN STAMPATELLO

MITTENTE:

NOME \_\_\_\_\_

COGNOME \_\_\_\_\_

PROFESSIONE \_\_\_\_\_ ETÀ \_\_\_\_\_

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

CITTÀ \_\_\_\_\_

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

MOTIVO DELLA RICHIESTA: PER HOBBY   
PER PROFESSIONE O AVVENIRE

# PROGETTATE UN ALIMENTATORE SU MISURA

**Seguendo una semplice procedura, è possibile costruire un alimentatore da rete di qualità professionale, dimensionato esattamente in base alle proprie esigenze.**

Tutti i circuiti elettronici che fanno uso di componenti attivi richiedono un alimentatore; l'uso di una batteria è conveniente nei casi in cui l'assorbimento è minimo, o quando si tratta di alimentare apparecchi portati-

li; ma quando la potenza richiesta non è indifferente, o è addirittura elevata, è assai più pratico un alimentatore collegato alla rete in corrente alternata.

In questo articolo è spiegato come progettare un alimentatore da collegare alla rete; gli elementi essenziali di un tale apparecchio, che verranno via via esaminati, sono: il complesso del trasformatore, del raddrizzatore e del filtro antironzio, che è presente in tutti gli alimentatori; il circuito di stabilizzazione della tensione e della corrente; ed infine il circuito di amplificazione dell'errore, presente negli alimentatori più perfezionati. A seconda delle esigenze, l'alimentatore progettato sarà più o meno completo.

**La parte essenziale** - Nella *fig. 1* è riportato lo schema di un alimentatore molto semplice. Il trasformatore di alimentazione abbassa la tensione di rete sino ad un valore vicino a quello richiesto dal circuito che si vuole alimentare (in qualche caso, dove siano richieste alte tensioni, il trasformatore dovrà invece elevare la tensione di rete; in questo



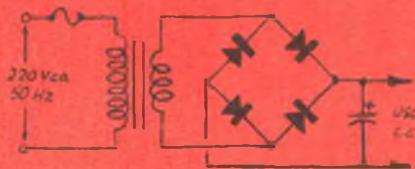


Fig. 1 - Schema di un semplicissimo alimentatore: il trasformatore abbassa la tensione di rete, i diodi la raddrizzano ed il condensatore livella la tensione d'uscita.

tensione di 12 V, con una corrente massima di 500 mA (0,5 A); in tal caso servirà uno di quei trasformatori da 12,6 V e 0,5 A, facilmente reperibili in commercio. Qualora non si riesca a trovare un trasformatore i cui valori nominali di tensione e di corrente corrispondano a quelli desiderati, converrà scegliere un trasformatore il cui secondario abbia valori di tensione e/o corrente superiori ad essi; nel caso sia il valore di tensione ad essere più alto del dovuto, si dovrà inserire nel circuito un opportuno resistore di caduta, od un altro sistema di regolazione, che abbassi opportunamente la tensione. In ogni caso non si dovrà usare un trasformatore con tensione o corrente nominale inferiore al valore richiesto.

Per maggior sicurezza è bene incorporare sempre un fusibile nei propri alimentatori; la scelta del valore nominale di corrente di questo fusibile, inserito nel circuito dell'avvolgimento primario del trasformatore, è assai semplice. Si determina anzitutto il rapporto tra la tensione di rete e quella al secondario del trasformatore; si divide poi il valore di corrente che si ha nel secondario del trasformatore per il valore del rapporto precedentemente determinato; si moltiplica infine per 5 il valore trovato: questo sarà il valore nominale di corrente del fusibile da montare, supposto che esso sia del tipo lento; se invece si vuole usare un fusibile rapido, si dovrà moltiplicare per 10 anziché per 5 il valore trovato.

Applicando questa procedura all'esempio sopra citato si ottiene:

$$220 \text{ V} : 12 \text{ V} = 18,3$$

e

$$500 \text{ mA} : 18,3 = 27,3 \text{ mA}$$

che sarà il valore della corrente nel circuito del primario; infine:  $27,3 \text{ mA} \times 5 = 136,5 \text{ mA}$  per un fusibile lento, oppure  $27,3 \text{ mA} \times 10 = 273 \text{ mA}$  per un fusibile rapido.

Nella fig. 2 sono rappresentati i tre schemi fondamentali di raddrizzatori usati negli alimentatori ad una sola polarità. Il raddrizzatore ad una sola semionda dà luogo a difficoltà di filtraggio, ed il suo uso è perciò conveniente solo quando si tratta di alimentare circuiti non particolarmente critici. Il raddrizzatore ad onda intera e quello a ponte danno un ronzio con frequenza doppia di quella del ronzio dato dal circuito ad una sola semionda (100 Hz, invece che 50 Hz) e che di conseguenza è più facile da filtrare; questo è un vantaggio notevole per l'uso con quei circuiti, particolarmente critici, che ri-

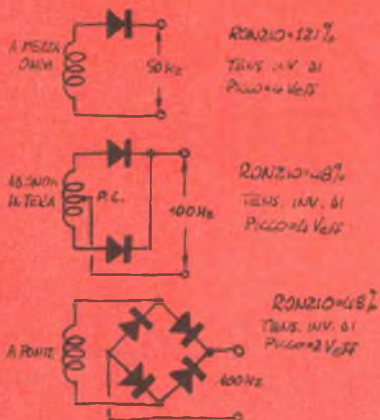


Fig. 2 - Tre tipi di raddrizzatore a singola polarità e relative caratteristiche.

articolo il discorso sarà però sempre riferito agli alimentatori per bassa tensione). La bassa tensione del secondario del trasformatore arriva poi al raddrizzatore, dove viene convertita in una tensione continua pulsante; il sistema di filtraggio provvede infine a livellare la tensione d'uscita ed a renderla simile a quella ottenibile da una batteria.

La scelta del trasformatore va fatta in base alla tensione ed alla corrente richieste dal carico che si intende alimentare. Supponiamo ad esempio che il carico richieda una

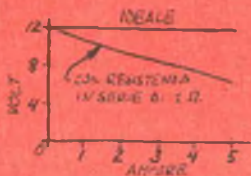


Fig. 3 - In un alimentatore ideale la tensione resta costante qualunque sia la corrente assorbita; in pratica la tensione si abbassa a causa della resistenza interna dell'alimentatore stesso.

cià da usare per il condensatore; in pratica sarà sempre meglio scegliere un valore maggiore, ad esempio 5.000  $\mu\text{F}$ .

La tensione nominale del condensatore è pure un parametro molto importante; essa deve essere maggiore del valore di picco della tensione sul secondario del trasformatore. Nell'esempio citato, 12,6 V è il valore efficace; per ottenere il valore di picco bisogna moltiplicare il valore efficace per 1,414; si ha cioè 12,6 V (eff)  $\times$  1,414 = 18 V (picco). Per avere un margine di sicurezza si potrà ad esempio scegliere un condensatore con tensione nominale di 25 V.

**Qualche osservazione** - Il semplice alimentatore di cui è stato descritto il progetto presenta un inconveniente intrinseco: la sua tensione d'uscita è tutt'altro che costante e, se non si provvede a stabilizzarla in qualche modo, varierà con il cambiare del carico e con il variare della tensione di rete. Mentre per alcune applicazioni è sufficiente una tensione di alimentazione approssimativamente costante, per taluni circuiti (apparecchiature numeriche particolarmente critiche, strumenti di misura, ed anche qualche apparecchiatura audio) la sua precisione è essenziale.

Nella *fig. 3* è mostrato come varia la tensione d'uscita di un alimentatore da 12 V avente una resistenza interna di 1  $\Omega$ . Si osservi che quando la corrente erogata raggiunge 1 A, la tensione di uscita si abbassa di 1 V, cioè scende a 11 V. Per fare in modo che la tensione resti costante con la corrente, cioè che la curva caratteristica dell'alimentatore abbia l'andamento ideale, è necessario ricorrere a qualche sistema di stabilizzazione elettronica della tensione.

La curva caratteristica di un alimentatore dipende soprattutto dalla resistenza degli avvolgimenti del trasformatore. Nell'alimentatore preso ad esempio, la tensione d'uscita sarà di circa 18 V in assenza di carico e scenderà, supponiamo di 2 V, a pieno carico, risultando così di 16 V. Ciò significa che la resistenza interna dell'alimentatore è tale da provocare una caduta di 2 V con una corrente di 500 mA, cioè quella che rappresenta il pieno carico per l'alimentatore in esame. Facendo riferimento alla legge di Ohm, si calcola:  $R = V / I = 2 \text{ V} / 500 \text{ mA} = 4 \Omega$ . Nella *fig. 4* sono tracciate la curva caratteristica dell'alimentatore con resistenza interna di 4  $\Omega$  e quella che si ottiene aggiungendo altri 8  $\Omega$  in serie all'uscita (con questa ag-

chiedono una tensione perfettamente livellata.

Il raddrizzatore ad onda intera impone l'uso di un trasformatore con secondario dotato di presa centrale e con tensione totale doppia di quella del secondario del trasformatore da usare per il circuito a ponte (a parità di tensione d'uscita); in compenso la corrente nominale può essere la metà di quella del secondario richiesto per il circuito a ponte. Ciascuno dei raddrizzatori usati nel circuito a ponte deve avere una tensione inversa di picco (PIV) almeno pari al doppio del valore efficace della tensione presente al secondario del trasformatore; i diodi usati per il circuito ad onda intera devono avere invece tensione inversa di picco almeno pari a quattro volte il suddetto valore efficace.

Per dimensionare il circuito di filtraggio si calcoli anzitutto la resistenza equivalente del carico che sarà collegato all'alimentatore, dividendo il valore della tensione d'uscita per quello della corrente assorbita (nell'esempio fatto: 12 V/0,5 A = 24  $\Omega$ ); si determini quindi la durata del periodo della tensione di ronzio (1/100 Hz = 10 msec); a questo punto si sarà in grado di decidere il valore minimo di capacità che deve avere il condensatore di filtraggio.

Il suddetto valore di capacità deve essere tale da dare una costante di tempo almeno pari a tre volte il periodo della tensione di ronzio. Mettendo questa condizione sotto forma di equazione si ha:  $C = 3TC/R = (3 \times 10 \text{ msec}) / 24 \Omega = 1.250 \mu\text{F}$ ; quest'ultimo rappresenta il valore minimo di capa-

giunta si riesce ad alimentare esattamente con 12 V un carico che assorbe 500 mA).

Se per costruire un alimentatore si usa un trasformatore la cui tensione di uscita è più alta del valore richiesto, si dovrà abbassarla mediante un resistore di caduta; se però si incorpora nell'alimentatore un sistema di regolazione elettronica, il resistore di caduta non è più necessario. Dall'esame della *fig. 4* si può trarre un'osservazione interessante: la variazione che si ha nella tensione d'uscita passando dalla condizione di assenza di carico ad una corrente di 500 mA è di 2 V, cioè pari a circa l'11% della tensione in assenza di carico; la variazione che invece si ha passando a soli 100 mA è di 0,4 V, cioè solo il 2% della tensione in assenza di carico. Da questa osservazione si può trarre una regola utile: per avere una tensione di uscita con limitate variazioni è bene che la corrente assorbita sia sempre solo una piccola parte di quella massima erogabile dall'alimentatore.

Un altro metodo per limitare le variazioni nella tensione di uscita conseguenti al mutare del carico è quello di collegare all'uscita dell'alimentatore un resistore "di zavorra" che assorba permanentemente una certa corrente. In tal modo le variazioni di assorbimento del carico pesano percentualmente meno sulla corrente totale, e quindi provocano minori cambiamenti nella tensione di uscita. Si badi però che nessun accorgimento del genere protegge in alcun modo contro le variazioni dovute a cambiamenti della tensione di rete; per avere una protezione in questo senso è necessario adottare un sistema di stabilizzazione, o regolazione, elettronica.

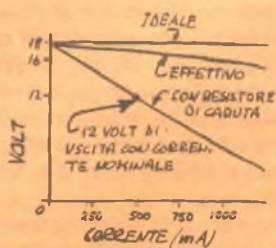
**Stabilizzazione della tensione** - Il tipo più semplice di circuito per la stabilizzazione della tensione è quasi certamente quello che usa un diodo polarizzato inversamente. Superata la tensione di rottura inversa, la caduta di tensione ai capi del diodo rimane costante anche quando la corrente nel diodo stesso aumenta (naturalmente solo fino al punto in cui il diodo si brucia). Il diodo zener è un dispositivo previsto proprio per lavorare nella zona oltre la rottura, ovviamente senza arrivare al punto di distruzione; il valore di tensione per cui si manifesta la rottura è detto "tensione di zener" (e sarà quello su cui il regolatore a diodo zener manterrà stabilizzata la tensione).

I diodi zener sono disponibili per una

grande varietà di potenze dissipabili e di tensioni di zener: tra esse si trovano tutti i valori di tensione di alimentazione comunemente usati nei moderni circuiti elettronici. Esistono diodi zener di bassa potenza, di media potenza, ed anche per potenze assai elevate.

Progettare uno stabilizzatore a diodo zener da inserire in un alimentatore significa calcolare la resistenza e la dissipazione del resistore di caduta da porre in serie al diodo, e determinare la potenza massima che il diodo zener deve essere in grado di dissipare.

Dalle curve tracciate nella *fig. 5* è possibile vedere che l'azione stabilizzante del diodo zener è buona sino a che la corrente assorbita dal carico non supera quella del diodo zener. La corrente nominale di quest'ultimo deve quindi risultare sempre maggiore di quella richiesta dal carico. Se il carico assorbe una corrente di 0,5 A, poiché è bene scegliere una corrente di zener cinque volte più grande di quella del carico, si dovrà usare uno zener da 2,5 A. Se la tensione sul carico deve essere di 12 V, ricordando che la potenza può ottenersi come prodotto tra corrente e tensione ( $P = V \times I$ ), si deduce che il diodo deve poter dissipare una potenza pari a  $12 V \times 2,5 A = 30 W$ . Un diodo zener con una simile dissipazione nominale sarebbe certo assai costoso; la stabilizzazione mediante un semplice diodo zener risulta dunque conveniente solo dove siano richieste correnti abbastanza basse. Ad esempio, un diodo zener da 12 V e con dissipazione di 1 W può sopportare una corrente massima di 83,3 mA, e quindi è adatto per stabilizzare la tensione



*Fig. 4 - Andamenti ideale ed effettivi del convertitore c.a./c.c. descritto nel testo.*



su un carico che assorba al massimo una ottantina di milliampere, come si può vedere dalla fig. 5.

Si supponga di usare un trasformatore ed un raddrizzatore che diano all'uscita una tensione di 17 V; il regolatore a diodo zener dovrà abbassarla fino a 12 V: ciò significa che sul resistore di caduta dovrà manifestarsi una tensione di 5 V. A questo punto si può calcolare il valore del resistore di caduta con la formula:  $R = V / I = 5 \text{ V} / 83,3 \text{ mA} = 60 \Omega$ ; più precisamente, questo è il valore minimo che deve avere il resistore di caduta affinché il diodo zener non si distrugga a causa di un eccesso di corrente. Se il resistore viene scelto con un valore di resistenza pari a quello minimo, un eventuale aumento nella tensione di rete fa salire la corrente al di sopra del valore massimo ammissibile, e fa bruciare il diodo; per evitare un fatto del genere si badi a dimensionare il resistore di caduta sempre in base alla massima caduta di tensione che può essere richiesta su esso. A questo punto si può passare a calcolare quale deve essere la dissipazione nominale del resistore; la formula da usare in questo caso è la seguente:  $P = V \times I = 5 \text{ V} \times 83 \text{ mA} = 0,4 \text{ W}$ ; il resistore dovrà dunque avere una potenza nominale almeno pari a questo valore. Sarà bene comunque, per maggior sicurezza, montare un resistore da 1 W.

In conclusione, lo stabilizzatore a diodo zener è semplice da progettare, ma rappresenta una soluzione assai costosa per quegli alimentatori che devono erogare una corrente elevata. Esso però è conveniente, e in ef-

fetti assai usato, nei casi in cui la corrente richiesta è molto bassa, ad esempio quando viene accoppiato ad un circuito amplificatore di corrente.

**Stabilizzazione mediante transistori in serie** - Ancora con un diodo zener usato per ottenere una tensione ben stabilizzata che serve come riferimento, la stabilizzazione della tensione d'uscita di un alimentatore

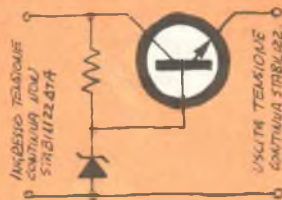


Fig. 6 - Semplice stabilizzatore che usa un diodo zener ed un transistor di caduta, collegato nella configurazione a collettore comune. Questo genere di configurazione dà luogo ad un guadagno di corrente senza guadagno di tensione.

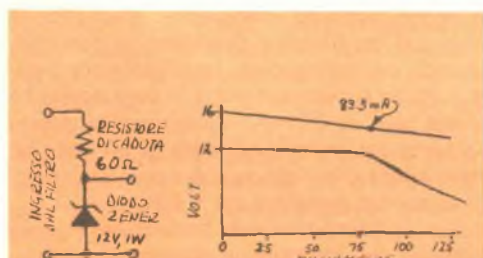


Fig. 5 - Stabilizzatore a diodo zener. L'andamento della tensione d'uscita è prossimo a quello ideale, tranne che per valori elevati di corrente.

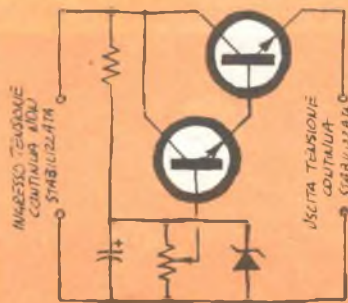


Fig. 7 - Schema completo di uno stabilizzatore con transistori in serie. La presenza del secondo transistor permette di usare un diodo zener a bassa dissipazione; il potenziometro serve a far variare la tensione d'uscita.

può essere ottenuta usando come elemento di caduta un transistor, collegato nella configurazione del tipo a collettore comune, che realizza un guadagno di corrente con guadagno di tensione nullo. La struttura di un circuito stabilizzatore di questo tipo è illustrata nella fig. 6.

Il semplice stabilizzatore a diodo zener non è conveniente per l'alimentatore da 500 mA di cui si è citato il progetto a titolo di esempio; la soluzione più semplice è allora quella di ricorrere allo stabilizzatore con

transistore in serie (o transistore di caduta).

Per prima cosa si dovranno determinare le condizioni di polarizzazione e la dissipazione nominale del transistor da usare. Il guadagno di corrente del transistor di caduta determina la dissipazione che si avrà nel diodo zener; se il guadagno di corrente è per esempio pari a 10, usando lo stesso diodo zener da 1 W precedentemente citato, lo stabilizzatore potrà alimentare carichi che assorbono fino a 833 mA. Quanto più alto è il beta del transistor, tanto meglio andranno le cose; per aumentare il guadagno di corrente si ricorre talvolta a due transistori collegati in un circuito del tipo Darlington, come mostrato nella fig. 7.

Se la tensione che arriva dall'insieme trasformatore-raddrizzatore è di 16 V, e se il carico richiede solo 12 V, sul transistor dovranno cadere 4 V; poiché l'assorbimento massimo del carico è di 500 mA, la dissipazione nominale del transistor dovrà essere almeno pari a  $600 \text{ mA} \times 4 \text{ V} = 2,4 \text{ W}$ . È evidente che quasi sempre il transistor di caduta richiederà un'aletta od una piastra di raffreddamento per poter funzionare con la massima sicurezza.

Per determinare il valore minimo della corrente di base nominale del transistor, si divide la massima corrente richiesta dal carico per il  $\beta$  del transistor; quindi:  $I_{B\text{min}} = I_{\text{max}}/\beta = 500 \text{ mA}/10 = 50 \text{ mA}$ , ma per avere un margine di sicurezza si moltiplichino per 2 questo valore. Il diodo zener usato per creare la tensione fissa di riferimento potrà avere anch'esso una corrente nominale, ed effettiva, di 100 mA, cioè una dissipazione nominale di 1,2 W ( $P = I \times V = 100 \text{ mA} \times 12 \text{ V} = 1,2 \text{ W}$ ). Se si volesse usare un diodo zener con dissipazione nominale di 1 W, si dovrà cambiare transistor, scegliendone uno con un maggior guadagno di corrente. Usando per esempio un transistor con  $\beta$  pari a 20, la corrente minima di base dovrebbe essere solo di 25 mA; raddoppiando questo valore si otterrà una corrente di 50 mA; basterà allora che il diodo abbia una dissipazione nominale superiore agli 0,6 W.

Lo stabilizzatore con transistor in serie presenta un ulteriore vantaggio: la "amplificazione" della capacità, cioè la capacità presente nel circuito di base del transistor viene trasferita, con valore moltiplicato, sul circuito di emettitore e collettore. Più precisamente, ponendo in parallelo al diodo zener un condensatore elettrolitico, il circuito sta-

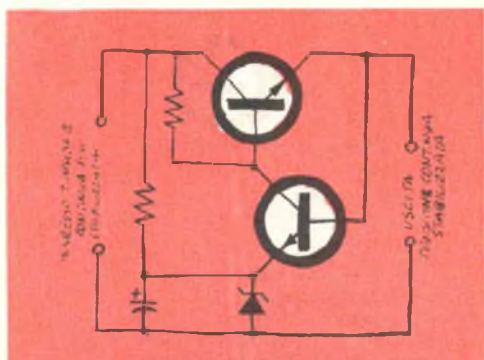
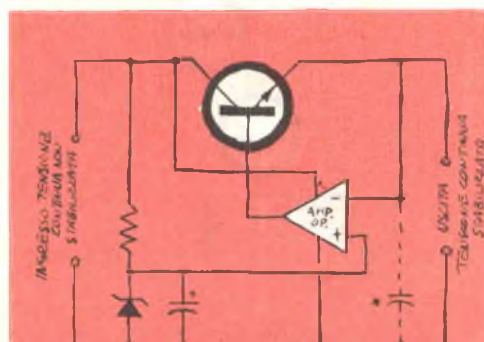


Fig. 8 - Stabilizzatore con amplificatore d'errore. Nel testo è spiegato come determinare i valori dei componenti.



● PUÒ ESSERE NECESSARIO UN CONDENSATORE ELETTROLITICO  
Fig. 9 - Stabilizzatore che usa come amplificatore d'errore un amplificatore operazionale, il quale ha il vantaggio di presentare un guadagno elevato.



bilizzatore si comporterà nei confronti del ronzio come un condensatore avente capacità  $\beta$  volte superiore a quella realmente presente nel circuito di base. Per il calcolo di questa capacità si usano le formule date in precedenza per il dimensionamento del condensatore di filtraggio.

Si può realizzare un alimentatore con tensione di uscita regolabile a piacere collegando un potenziometro in parallelo al diodo zener, ed inviando alla base del transistor la tensione variabile prelevata dal cursore del potenziometro stesso. Si tenga presente che per un buon funzionamento la corrente che passa nel potenziometro deve essere diverse volte piú grande della corrente assorbita dalla base del transistor; la corrente che scorre nel diodo zener dovrà a sua volta essere pari a circa il doppio di quella che passa nel potenziometro.

**Stabilizzazione mediante amplificazione dell'errore** - Il semplice stabilizzatore con transistor in serie non è privo di inconvenienti; per esempio, esso non compensa sufficientemente le variazioni della tensione di uscita dovute a cambiamenti della tensione di rete. Il comportamento dell'alimentatore può essere migliorato se si provvede in qualche modo a rilevare le variazioni nella tensione d'uscita ed a riportarle indietro, invertite, per comandare il transistor di caduta. Questo transistor provvederà così a riabbassare la tensione d'uscita ogniqualvolta questa tenda a salire, e viceversa; tutto il sistema, in questo caso, è controllato dall'amplificatore rivelatore dell'errore.

Un semplice amplificatore di errore può essere costituito da uno stadio ad emettitore comune, che realizza la necessaria inversione di segno (*fig. 8*); questo tipo di amplificatore deve ovviamente intervenire solo quando è effettivamente presente un errore nella tensione di uscita rispetto al suo valore teorico. Ciò può essere ottenuto in due modi diversi, ma il sistema piú usato è quello di inviare sull'emettitore del transistor amplificatore d'errore una tensione pari a quella desiderata in uscita.

Nel circuito della *fig. 8*, il diodo zener serve come sorgente della tensione di riferimento; quando la tensione di uscita si sposta al di sopra di tale tensione, il transistor amplificatore passa in conduzione e provoca l'abbassamento della tensione di uscita. Questo circuito è in grado di garantire una buona

stabilizzazione della tensione d'uscita, sia nei confronti delle variazioni dovute a mutamenti del carico, sia per quanto riguarda quelle causate da cambiamenti nella tensione di rete.

Il procedimento per la determinazione della corrente di base del transistor di caduta e di quella del diodo zener resta quello precedentemente esposto; il valore del resistore posto sul collettore del transistor amplificatore d'errore deve essere scelto in modo da garantire una sufficiente corrente di base al transistor di caduta. Nell'esempio fatto, la differenza tra la tensione desiderata (12 V) e quella fornita dal raddrizzatore (16 V) è di 4 V; con questo salto di tensione, per avere una corrente di base di 25 mA, occorre un resistore non superiore a 160  $\Omega$ ; un resistore da 80  $\Omega$  darà la voluta corrente totale di 50 mA. Se dal calcolo si ottiene per il resistore un valore di resistenza non compreso nella serie dei valori normalizzati, si potrà scendere ad un compromesso: se ad esempio non si ha a disposizione un resistore da 80  $\Omega$ , se ne potrà montare uno da 100  $\Omega$  ed il circuito funzionerà ugualmente.

Quando si desidera disporre di una tensione di uscita variabile, si può fare in modo di ricavare una tensione variabile dal circuito del diodo zener usando un potenziometro, nel modo spiegato in precedenza. E' anche possibile mettere il potenziometro nel circuito di base del transistor amplificatore d'errore, ma così facendo a tale transistor giungerà solo una frazione di ogni variazione della tensione di uscita; quindi sarà come se il guadagno dell'amplificatore d'errore venisse ridotto.

Il guadagno (o, in altre parole, la sensibilità) dell'amplificatore d'errore è un parametro importante; per avere una buona stabilizzazione il resistore posto sul collettore del transistor amplificatore dovrebbe avere valore elevato, così da determinare un alto guadagno. E' evidente che quanto piú il guadagno è alto, tanto piú lo stabilizzatore sarà efficiente nel correggere eventuali variazioni della tensione d'uscita.

Per aumentare il guadagno dell'amplificatore d'errore si può agire in diversi modi; ad esempio si può usare al posto di un solo transistor di caduta una coppia di transistori collegati secondo lo schema Darlington; così facendo la corrente di base richiesta è minore, ed il resistore di collettore può essere piú alto. Un altro metodo consiste nell'impiegare



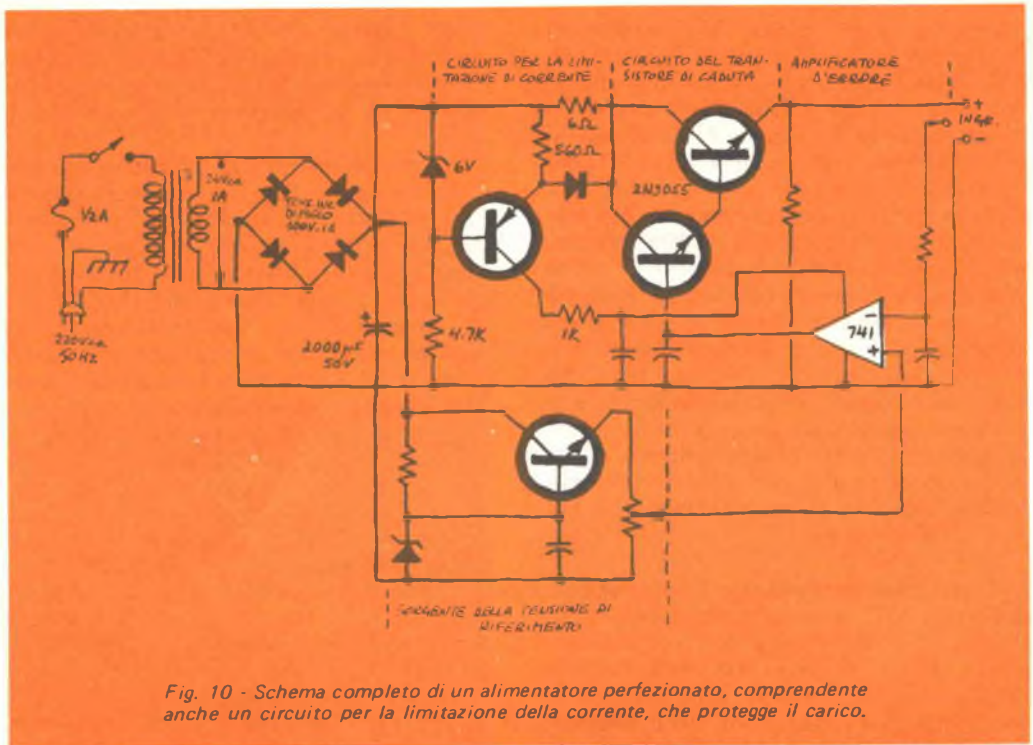


Fig. 10 - Schema completo di un alimentatore perfezionato, comprendente anche un circuito per la limitazione della corrente, che protegge il carico.

un amplificatore d'errore a più stadi, od usare al suo posto un amplificatore operazionale in circuito integrato; quest'ultima soluzione ha anche il pregio di essere poco costosa.

**Stabilizzatore con circuito integrato** - L'uso di un amplificatore operazionale in circuito integrato permette di realizzare un eccellente stabilizzatore di tensione; se con esso si pilota un transistor di caduta del tipo per alte correnti, si può stabilizzare la tensione anche ai capi di carichi con assorbimento molto forte; l'impiego di un amplificatore operazionale come amplificatore d'errore è per di più molto semplice.

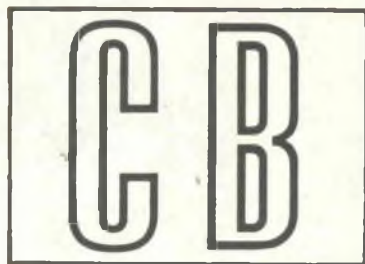
All'ingresso senza inversione (quello contrassegnato con il +) dell'amplificatore operazionale viene inviata la tensione di riferimento, cioè quella che si desidera ottenere sul carico; all'ingresso con inversione (quello contrassegnato con il -) si invia invece la tensione da stabilizzare: l'amplificatore operazionale amplificherà, invertendolo di segno, l'errore esistente tra queste due tensioni e lo invierà al transistor di caduta. Il fatto

che la tensione di riferimento debba essere applicata all'ingresso ad alta impedenza di un amplificatore operazionale offre il vantaggio di poter usare un diodo zener per basse correnti.

Nella fig. 9 è mostrato un esempio di stabilizzatore che usa come amplificatore di errore un amplificatore operazionale; il dimensionamento di un simile circuito è semplice, si devono però rispettare tutti i limiti nominali indicati dal costruttore per l'amplificatore operazionale, e riportati nei relativi fogli descrittivi.

**Limitazione di corrente** - Nella fig. 10 si vede lo schema di un alimentatore stabilizzato assai perfezionato; nell'alimentatore è anche incorporato un circuito che pone un ben determinato limite alla corrente che può fluire nel carico. Per introdurre un circuito del genere nel proprio alimentatore, si dovranno scegliere per i componenti valori tali da porre il limite di corrente al livello giudicato il massimo ammissibile per il carico che si intende alimentare. ★

# CARATTERISTICHE DEGLI APPARATI



LA CONOSCENZA E L'ESATTA  
INTERPRETAZIONE DI QUESTI DATI  
SONO DI FONDAMENTALE IMPORTANZA  
PER UN UTENTE CB

Un CB non esperto nel campo della tecnica delle comunicazioni che desidera acquistare un ricetrasmittitore, probabilmente troverà enigmatico il foglio di caratteristiche che accompagna un apparecchio del genere. Chi invece è in grado di interpretare i dati elencati su quel foglio, può farsi un'idea chiara delle prestazioni che ciascun particolare apparato può offrire.

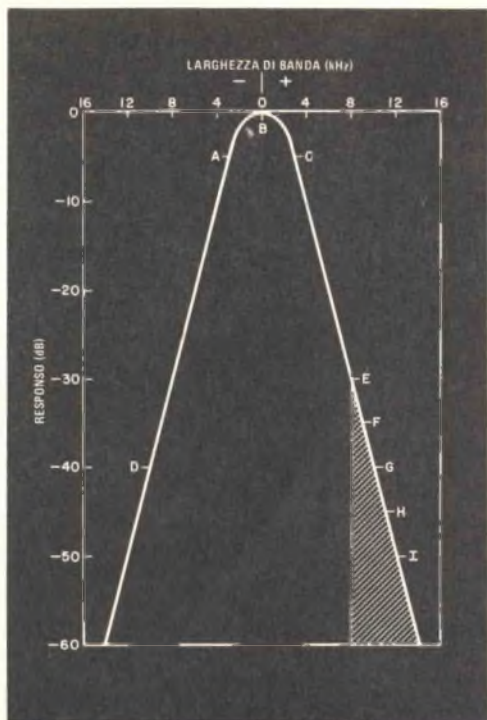
Diamo allora un'occhiata alla parte ricevente di un ricetrasmittitore CB, la quale è veramente più importante del trasmettitore. Infatti, qualunque sia l'intensità del segnale trasmesso, non si può stabilire un contatto con un'altra stazione se non la si può sentire.

**Caratteristiche dei ricevitori** - La caratteristica più importante di un ricevitore è la *sensibilità*, la quale si compone di due parti: la prima esprime l'intensità minima del segnale alla quale il ricevitore può rispondere e viene misurata in microvolt ( $\mu V$ ); la seconda fornisce il rapporto tra il segnale ed il rumore generato dai circuiti del ricevitore.

Se questo rumore interno è abbastanza alto, maschera il segnale e rende la ricezione impossibile. Pertanto, anche se è importante

avere un basso valore per la sensibilità, è altrettanto importante che il rapporto segnale/rumore (S/N) o (segnale + rumore)/rumore (S + N)/N sia alto il più possibile. Combinate, le due caratteristiche indicano quanta sensibilità utile ci si può aspettare dal ricevitore. Il rapporto S/N viene espresso in decibel e il valore più comune è di 10 dB (il segnale è 3,2 volte il valore del livello di rumore).

Negli Stati Uniti, l'Associazione delle Industrie Elettroniche (EIA) e la FCC, la Federazione americana che disciplina le trasmissioni dei radioamatori, hanno stabilito requisiti minimi per gli apparati CB; gli apparati ben progettati si adeguano o superano questi valori. Nel caso della sensibilità del ricevitore, il valore EIA per un ricevitore MA è di 1  $\mu V$  per un rapporto (S + N)/N di 10 dB, usando una nota di 1 kHz per modulare la portante del 30%; non è però insolito trovare ricetrasmittitori con una sensibilità caratteristica di 0,5  $\mu V$  o meno. Poiché questo valore, per le tolleranze dei componenti, può variare, molti fabbricanti indicano il valore del caso peggiore aggiungendovi l'espressione "o meno" oppure "almeno".



*Fig. 1 - Curva di selettività di un ricevitore MA con larghezza di banda di 6 kHz a 6 dB sotto e larghezza di banda di 20 kHz a 40 dB sotto.*

*Il segnale viene accordato al centro (in B). L'area tratteggiata può essere occupata da un canale adiacente a 10 kHz con portante (in G) modulata con 2 kHz.*

*Le componenti di banda laterale più bassa (F e E) saranno 35 e 30 dB sotto.*

*Le componenti di banda laterale più alta (H e I) saranno ulteriormente attenuate.*

La sensibilità di un ricevitore SSB si misura applicando all'entrata un segnale non modulato. La frequenza del segnale di prova viene regolata per produrre una nota di 1 kHz all'uscita del ricevitore ed il suo livello viene poi regolato per produrre il desiderato rapporto tra l'uscita del ricevitore ed il rumore in assenza di segnale ai terminali d'uscita. Il valore EIA per la sensibilità SSB è di  $0,5 \mu\text{V}$  per un rapporto  $(S + N)/N$  di 10 dB invece

del valore di  $1 \mu\text{V}$  della MA. Spesso si possono trovare valori compresi tra  $0,1 \mu\text{V}$  e  $0,25 \mu\text{V}$  per lo stesso rapporto  $(S + N)/N$ . Occasionalmente, per un ricevitore si può trovare la caratteristica di "sensibilità utile". Questo valore è il minimo segnale d'entrata necessario per produrre metà della potenza d'uscita audio del ricevitore per un dato rapporto  $(S + N)/N$ .

La selettività, un'altra caratteristica importante, indica l'abilità di un ricevitore di differenziare il segnale desiderato da quello adiacente. Questa caratteristica viene anche detta reiezione del canale adiacente e viene espressa come rapporto in decibel. Questo valore indica quanto deve essere più forte un segnale di canale adiacente (distante 10 kHz) per interferire con una ricezione intelligibile del canale desiderato. Talvolta, la selettività viene dichiarata come la banda passante FI, che è la larghezza della "finestra" attraverso la quale il ricevitore può vedere per rivelare segnali di intensità specificata.

La fig. 1 mostra un tipico responso FI con una banda passante larga 6 kHz ( $\pm 3$  kHz) per segnali di 6 dB sotto il massimo responso (punti A e C) e larga 20 kHz ( $\pm 10$  kHz) a 40 dB sotto (punti D e G). Il responso BF di un ricevitore può essere stimato approssimativamente dimezzando la banda passante tra i punti a 6 dB (i valori di 2 kHz o 3 kHz sono considerati ottimi), mentre l'abilità di rigettare i segnali adiacenti può essere valutata dimezzando la banda passante tra punti di attenuazione più alta. Per esempio, una banda passante di 20 kHz ( $\pm 10$  kHz) 40 dB sotto significa che un segnale distante 10 kHz dovrebbe essere 40 dB più alto (100 volte più forte) del segnale desiderato perché i due possano apparire di uguale intensità all'uscita del ricevitore.

La selettività dipende non solo dalla banda passante FI ma anche dalla caratteristica di desensibilizzazione del ricevitore, la quale indica di quanto l'intensità di un segnale desiderato apparirà ridotta da un segnale adiacente. Questa attività deteriorerebbe ulteriormente la selettività, ovvero la caratteristica di reiezione del canale adiacente. La caratteristica EIA per la reiezione del canale adiacente è di 30 dB; tipicamente, sarà compresa tra 30 dB e 50 dB.

La selettività SSB viene comunemente definita come la banda passante del responso della banda laterale desiderata nei punti a 6 dB. Viene inoltre specificata la banda pas-



sante ad un certo punto piú basso della curva di selettività, generalmente 60 dB. Una caratteristica supplementare che si dovrebbe conoscere è la soppressione della banda laterale indesiderata ad una certa specifica frequenza audio (circa 1 kHz). Questa caratteristica indica la differenza rivelata nell'intensità del segnale tra due segnali SSB di intensità uguale presenti sulle due bande laterali dello stesso canale. La caratteristica EIA per la soppressione della banda laterale indesiderata è di 40 dB a 1 kHz (la nota usata per modulare le bande laterali). Per molti rice-trasmittitori SSB di nuova fabbricazione vengono specificati valori da 50 dB a 70 dB a 1 kHz.

*La reiezione di un segnale spurio*, espressa in decibel, indica come il ricevitore può discriminare tra un segnale desiderato ed un altro su una qualche frequenza diversa dal canale adiacente. Non importa da chi è generato il segnale spurio, se dal ricevitore o da qualche trasmettitore distante; il rapporto di reiezione però deve essere alto il piú possibile: un ricevitore deve rispondere solo alla stazione sulla quale è accordato. La caratteristica EIA per la reiezione di segnale spurio in MA è di 25 dB, eccettuata la reiezione immagine (generata internamente) che è di 10 dB. La reiezione immagine è l'abilità di un ricevitore di ignorare le frequenze in relazione algebrica con quella del segnale desiderato e quella della FI. La reiezione immagine di ricevitori a conversione singola con FI di 455 kHz raramente è migliore di 10 dB (il che è piuttosto scarso), ma ricevitori con FI piú alta si comportano meglio, avendo valori di reiezione che vanno tipicamente da 40 dB a 80 dB.

La reiezione tipica per altri segnali spuri si aggira sui 50 dB. La caratteristica EIA SSB specifica un rapporto di reiezione di responso spurio di 35 dB, un responso immagine di 20 dB e una reiezione della FI di 60 dB.

*La sensibilità della soglia di silenziamento* indica l'intensità del segnale per la quale il silenziamento può essere regolato per attivare l'audio del ricevitore pur silenziando il rumore di fondo in assenza di segnale. Una sensibilità massima consente il silenziamento del ricevitore senza perdita dei segnali deboli. Il cosiddetto silenziamento stretto è la soglia massima dell'intensità del segnale per la quale il silenziamento può essere regolato. La caratteristica EIA per la sensibilità della soglia di silenziamento stabilisce che essa non

deve essere inferiore a 1  $\mu\text{V}$  in MA e a 0,5  $\mu\text{V}$  in SSB e non superiore a 1.000  $\mu\text{V}$  (MA), ed a 500  $\mu\text{V}$  (SSB) e neppure inferiore a 30  $\mu\text{V}$ . In pratica, un silenziamento stretto compreso tra 30  $\mu\text{V}$  e 100  $\mu\text{V}$  dovrebbe essere adeguato.

*La cifra di merito del controllo automatico di guadagno*, espressa in decibel, indica la variazione dell'uscita audio per una data variazione dell'entrata RF. Un buon controllo automatico di guadagno ha una bassa cifra di merito (idealmente 0 dB). Nell'uso pratico, ridurrà al minimo la necessità di regolare continuamente il controllo di volume per ridurre elevati segnali provocati da forti stazioni. La caratteristica EIA minima per la MA tollera una variazione di uscita audio di 30 dB per una variazione di entrata RF di 94 dB tra 1  $\mu\text{V}$  e 50.000  $\mu\text{V}$ . Generalmente, la variazione maggiore si ha quando i livelli d'entrata sono sotto 5-10  $\mu\text{V}$ , quando si ha la minima azione del controllo automatico di guadagno. Al di sopra di questo punto, l'uscita rimane piú costante.

*L'uscita BF* è la massima potenza d'uscita BF del ricevitore ad un livello di distorsione specificato. Viene generalmente misurata a 1.000 Hz su una determinata impedenza di carico, per lo piú di 8  $\Omega$ . La caratteristica EIA è di 2 W con non piú del 10% di distorsione. Tipicamente, l'uscita audio sarà compresa tra 1,5 W e 4 W con il 10% o meno di distorsione. In zone silenziose 1 W sarà adeguato, mentre una maggiore uscita sarà necessaria in zone piú rumorose.

*Il responso BF* indica l'uniformità della uscita audio lungo tutta la gamma di frequenze di modulazione. Viene generalmente espresso come la banda passante audio sulla quale l'uscita viene mantenuta entro una gamma specificata ( $\pm X\text{dB}$  oppure da  $-X\text{dB}$  a  $+Y\text{dB}$ ). La caratteristica EIA per la MA restringe il responso audio entro una gamma da  $-14\text{ dB}$  a  $+2\text{ dB}$  del livello d'uscita a 1.000 Hz per una banda passante da 300 Hz a 3.000 Hz. La maggior parte dei fabbricanti, tuttavia, specifica la gamma di frequenze per una deviazione di livello di 3 dB o 6 dB. Per la SSB, la caratteristica EIA del responso BF è da  $+3\text{ dB}$  a  $-6\text{ dB}$  su una banda passante di 2.100 Hz.

*La cifra di merito della limitazione del rumore* indica come un impulso di rumore può essere soppresso ricevendo un segnale. Viene espressa in decibel in relazione con il grado di soppressione per un dato rapporto segna-

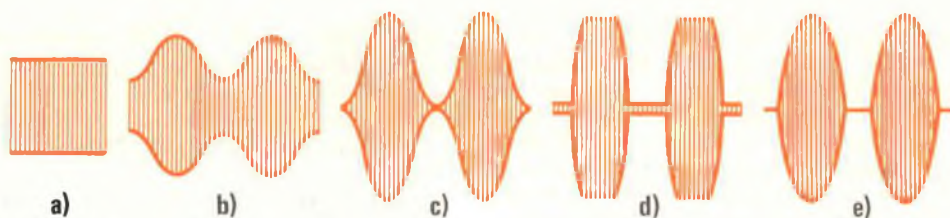


Fig. 2 - Involuppi RF di un trasmettitore MA: portante non modulata (a); modulazione del 50% (b); modulazione del 100% (c). La tosatura (d) e la sovrarmodulazione (e) provocano interferenze.

le/rumore. La caratteristica EIA per la prestazione di limitazione del rumore è di 10 dB. Tuttavia, ciò vale solo per punte di rumore di breve durata, come quelle prodotte dai sistemi di accensione delle autovetture, mentre i rumori del generatore, della rete e di altro genere non saranno necessariamente attenuati altrettanto efficacemente.

La sensibilità del S-meter indica il livello del segnale d'entrata necessario per registrare una lettura di S-9; può variare tra 10  $\mu\text{V}$  e 1.000  $\mu\text{V}$  a seconda dei ricevitori. Tuttavia, la caratteristica abituale è compresa tra 50  $\mu\text{V}$  e 100  $\mu\text{V}$ . Una unità S viene definita come una variazione di 6 dB nell'intensità del segnale. La maggior parte degli S-meter non è calibrata con precisione e molti fabbricanti non forniscono carte di calibrazione. Questi strumenti si intendono come indicatori relativi, non assoluti, dell'intensità del segnale.

**Caratteristiche del trasmettitore** - La caratteristica che la maggior parte degli utenti della CB considera per prima in un trasmettitore è la potenza d'uscita RF. Per un trasmettitore MA, questa caratteristica stabilisce la quantità di portante che appare nel suo carico nominale. A piena modulazione, la potenza d'uscita di picco è quattro volte quella della portante. Solo una piccola parte, tuttavia, è potenza utile di parlato. La caratteristica EIA stabilisce che la potenza d'uscita della portante non superi i 4 W con l'apparato funzionante a rete o con 13,8 V c.c.

I trasmettitori CB a valvole generalmente hanno un'uscita compresa tra 3 W e 3,5 W, mentre quelli a stato solido producono da 3,5 W a 4 W. Si noti però che nessuno può avvertire la differenza tra un segnale di 3 W e un segnale di 4 W.

In SSB, non c'è una portante sulla quale una caratteristica di potenza possa essere basata. Come unità di misura viene usata una quantità denominata "potenza di involuppo

di picco" (PEP). E' questa la potenza d'uscita alla cresta della forma d'onda modulata. Secondo i regolamenti più recenti, l'uscita PEP massima è di 12 W, e, nella maggior parte dei casi, gli apparati più recenti producono questo livello; per le apparecchiature più vecchie, generalmente l'uscita PEP è compresa tra 8 W e 10 W. A differenza della trasmissione MA, tutta l'uscita SSB è potenza utile di parlato.

La percentuale di modulazione MA indica la quantità di modulazione della portante. Il valore ottimo è il 100%. La maggior parte degli apparati CB possono modulare dal 90% al 100%, tuttavia, la differenza tra questi due valori non è percepibile ad orecchio. Nella fig. 2 sono riportati involuppi RF con vari gradi di modulazione. Alcuni dei commenti che seguono si basano su questi disegni.

La distorsione MA armonica indica la qualità del segnale modulato per un dato livello di modulazione. La caratteristica EIA specifica un massimo di distorsione del 10% quando la portante viene modulata all'80% con una nota a 1.000 Hz. La prestazione tipica è dell'ordine del 7 ÷ 10% di distorsione a 90 ÷ 100% di modulazione. Livelli di distorsione molto più alti e scarsa comprensibilità si possono avere per sovrarmodulazione.

Lo spettro di modulazione di un trasmettitore MA indica lo spettro di frequenze occupate dal segnale modulato. E' questa una misura importante (anche se raramente viene precisata) che indica l'interferenza potenziale su stazioni in altri canali. Cause di interferenze possono essere la sovrarmodulazione che genera una vasta banda di componenti spuri e l'eccessiva tosatura. Sono queste condizioni di funzionamento assai comuni per molti apparati CB, compresi quelli che impiegano qualche forma di controllo automatico della modulazione. La caratteristica EIA, in conformità con i regolamenti vigenti, impiega una nota di 2.500 Hz. I prodotti di

modulazione da 4 kHz a 8 kHz distanti dalla portante devono essere almeno 25 dB sotto il livello della portante non modulata; quelli distanti da 8 kHz a 10 kHz devono essere almeno 35 dB sotto. Qualsiasi prodotto distante piú di 20 kHz deve essere 50 dB sotto il livello della portante non modulata. Tipicamente, usando la prova a nota singola, l'interferenza sul canale adiacente sarà almeno da 40 dB a 50 dB sotto.

*I prodotti di distorsione di intermodulazione SSB (IM)* indicano se il segnale si estende oltre la normale banda passante. I prodotti IM, causati da alinearità o sovrarmodulazione del trasmettitore, possono produrre interferenze e deteriorare la soppressione della banda laterale indesiderata. Per la misura, si usano due note di ampiezza uguale in relazione non armonica, come 1.000 Hz e 1.600 Hz, per modulare contemporaneamente il trasmettitore. Prodotti di distorsione di ordine dispari vengono generati se il trasmettitore non è stato progettato o pilotato correttamente. Appaiono su multipli dispari della frequenza differenza tra le due note di prova, come terzo, quinto, settimo prodotto ecc. distante dalla frequenza "portante" e con intensità sempre piú decrescente.

La misura viene generalmente specificata come segue: i prodotti di distorsione di ordine X sono almeno YdB sotto il livello di picco delle due note di uguale ampiezza usate per la prova. Tra gli altri riferimenti vi sono la potenza d'uscita media (PEP/2) e l'uscita PEP specificata. L'uso di questi riferimenti fa aumentare da 3 dB a 6 dB la misura di distorsione ma solo le prestazioni sembrano migliori. La caratteristica EIA e i regolamenti vigenti richiedono che i prodotti di distorsione SSB distanti da 2 kHz a 6 kHz dal centro del canale siano almeno 25 dB sotto la potenza d'uscita media. Tali prodotti, se distanti da 6 kHz a 10 kHz, devono essere 35 dB sotto. Parimenti, devono essere 22 dB (da 2 kHz a 6 kHz) e 32 dB (da 6 kHz a 10 kHz) sotto l'ampiezza della nota di prova. Tipicamente, i prodotti di terzo ordine vanno da 19 dB a 22 dB sotto con maggiore attenuazione per i prodotti di ordine piú alto.

*La soppressione della portante* indica quanto la portante viene attenuata al di sotto di un livello d'uscita di riferimento. La caratteristica EIA stabilisce che la portante deve essere almeno 40 dB sotto il livello delle due note di prova o 46 dB sotto l'uscita PEP specificata. Tipicamente, la portante sarà da

40 dB a 50 dB sotto la PEP specificata.

*Responso BF del trasmettitore* - La definizione di questa caratteristica è simile a quella data per il responso BF del ricevitore. La caratteristica EIA per trasmettitori MA è la stessa di quella data per i ricevitori, salvo per il fatto che viene consentita un'attenuazione di 6 dB per ottava da 2.500 Hz a 3.000 Hz. Per la SSB, la caratteristica richiede una banda passante minima di 2.000 Hz ed una massima di 3.000 Hz su una gamma compresa tra - 6 dB e +3 dB. Si vedano le caratteristiche del ricevitore per l'attenuazione delle frequenze basse in SSB. Anche se il limite superiore di frequenza per la comprensibilità delle comunicazioni a voce viene generalmente stabilito a 3.000 Hz, il limite di larghezza di banda autorizzato è di 8.000 Hz per la MA e di 4.000 Hz per la SSB, con un limite massimo superiore del responso BF pari a 4.000 Hz.

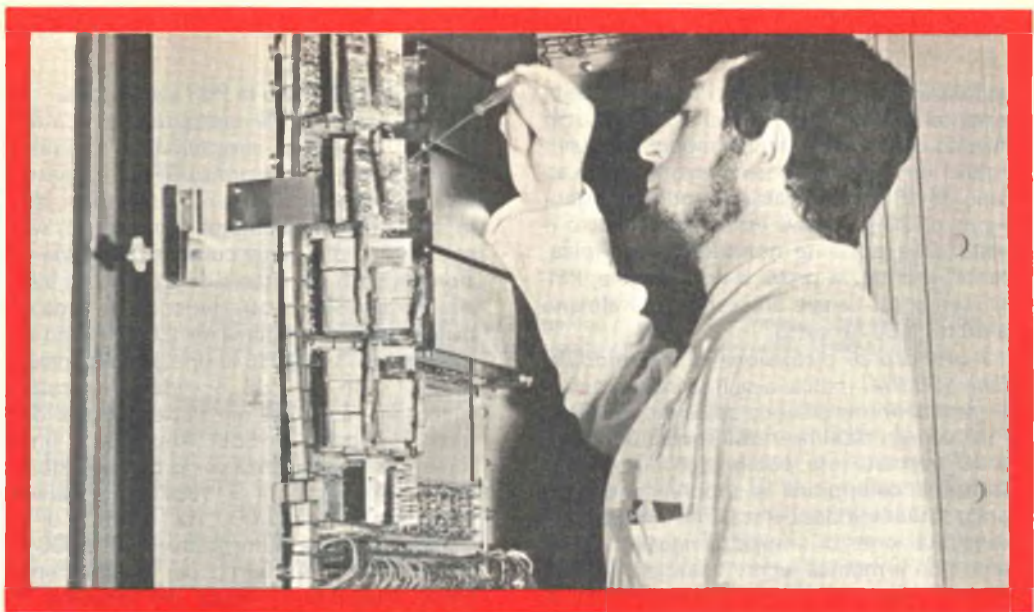
*Le caratteristiche di soppressione della banda laterale indesiderata* sono le stesse di quelle date per i ricevitori.

*Le emissioni spurie* indicano l'intensità di altri segnali trasmessi al di fuori della normale banda passante. Ciò è in relazione specialmente con le armoniche RF, principale causa di interferenze (come quelle TV) ad altri servizi. La caratteristica EIA ed i regolamenti vigenti stabiliscono che qualsiasi emissione spuria di un trasmettitore MA che sia distante 20 kHz o piú dal centro della larghezza di banda autorizzata sia almeno  $[43 + 10 \log_{10} (\text{potenza media in watt})]$  dB sotto la potenza d'uscita media. Per le emissioni SSB, il limite di frequenza è di 10 kHz. Ai livelli di potenza CB, ciò comporta circa 50 dB sotto, ovvero un'attenuazione di 100.000 volte l'uscita della fondamentale.

*La stabilità di frequenza* limita la frequenza d'uscita entro una certa gamma del valore nominale. La tolleranza legale per la stabilità di frequenza è dello 0,005% della frequenza assegnata al canale, ossia 1.350 Hz sulla banda CB. Questa stabilità deve essere mantenuta entro una vasta gamma di tensioni di alimentazione e di temperature ambiente (come da - 30 °C a + 50 °C).

Nel caso in cui nel trasmettitore vi sia un controllo "chiarificatore", come in molti apparati SSB, per un funzionamento legale la sua gamma deve essere un po' inferiore alla tolleranza di frequenza. Nella maggior parte dei casi, la sua gamma è di  $\pm 800$  Hz centrata sulla frequenza assegnata. ★





## 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 due settimane** 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.



**Scuola Radio Elettra**

10126 Torino - Via Stellone 5/633

Tel. (011) 674432

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

# panoramica



## LA SCELTA DI UN'ANTENNA PER MF

La maggior parte delle persone che ascoltano le radiodiffusioni in MF necessiterebbe di un sintonizzatore per MF altamente perfezionato, che consenta ottime prestazioni per quanto concerne il rapporto segnale/rumore, l'assenza di distorsione e la separazione stereofonica. Ma anche un sintonizzatore molto perfezionato non basta a garantire la miglior sensibilità, il massimo numero di stazioni ascoltabili ed una perfetta immunità dalle interferenze esterne.

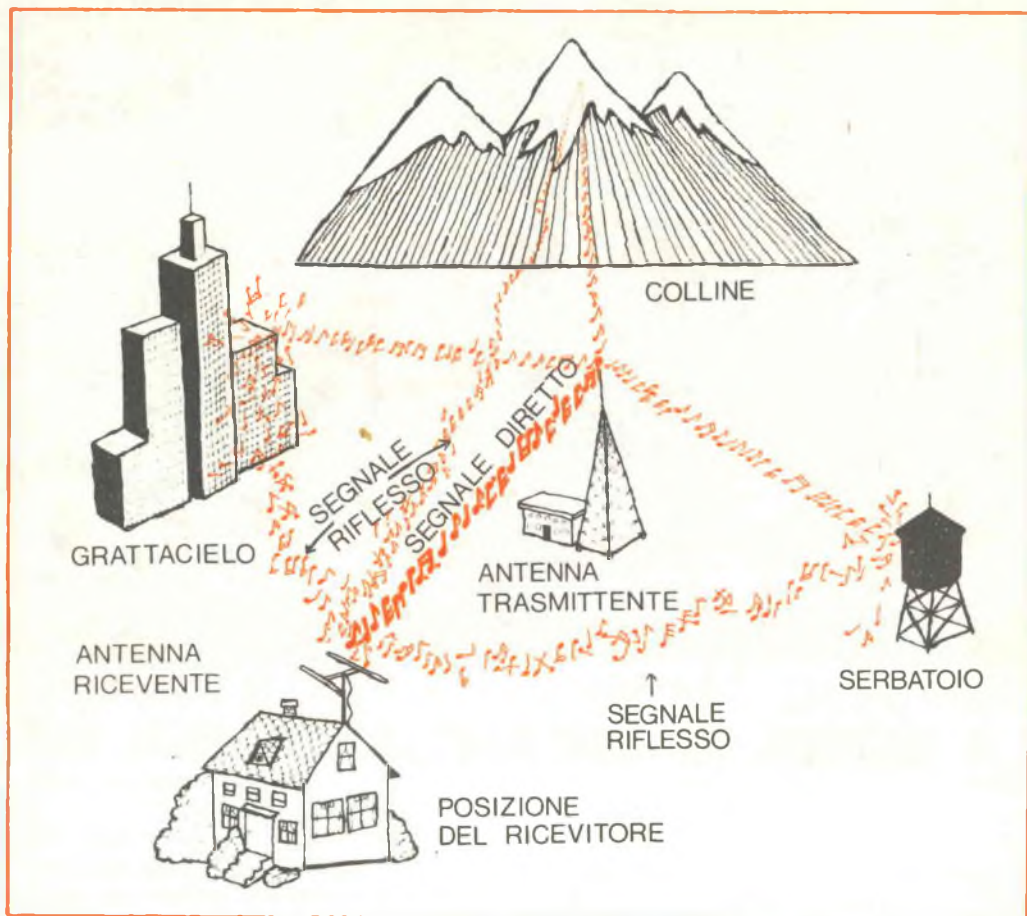
Occorre fare una precisa distinzione tra le due diverse funzioni di un sintonizzatore: quella di ricevitore (cioè di apparecchio per captare le onde elettromagnetiche) e quella di elaboratore di segnali (cioè di mezzo per trattare il segnale, sufficientemente forte e pulito, che è stato precedentemente captato nello spazio). Molti sintonizzatori superperfezionati esistenti in commercio - pur eccellenti in entrambe le funzioni - si distinguono dai modelli meno costosi soprattutto per la capacità di elaborazione dei segnali (in modo da ottenere bassa distorsione, minimo rumo-

re, ecc.); come ricevitori, invece, la loro superiorità non è particolarmente marcata. In pratica quindi chi ha problemi di ricezione può spesso risolverli più direttamente con l'impiego di un'ottima antenna collegata ad un sintonizzatore di buone prestazioni. Non è facile però riuscire a trovare un'antenna che si possa considerare "ottima", ed i numerosi modelli esistenti in commercio contribuiscono più che altro a confondere le idee.

I progettisti di antenne sono piuttosto retti a fornire dettagliate descrizioni delle loro realizzazioni. Si potrebbe pensare che essi temano di rivelare qualcosa ad imitatori poco scrupolosi, ma bisogna tener presente che nessun prodotto è così in vista, e quindi facile da esaminare e da copiare, come un'antenna; la vera causa della loro reticenza sta invece nella natura stessa del problema, che poco si presta ad una soluzione puramente teorica.

Tutto questo non deve però scoraggiare chi è interessato alla questione, in quanto è





sufficiente possedere qualche nozione teorica sulle antenne e conoscere il significato di alcuni termini specifici per riuscire a procurarsi un'antenna per MF che rappresenti l'ottimo per la località in cui la si vuole installare.

**Guadagno** - La prima funzione di un'antenna è naturalmente quella di fornire al ricevitore un segnale forte il più possibile; un'antenna, cioè, deve essere caratterizzata da una elevata sensibilità o "guadagno". È importante sapere che tale guadagno è valutato rispetto alle prestazioni dell'antenna a dipolo, il più semplice tipo di antenna con buona efficienza, costituita da due sbarrette metalliche di lunghezza adatta a ricevere le frequenze della banda MF (fig. 1-a). Il diagramma di

direzionalità dell'antenna ha approssimativamente la forma di un otto (fig. 1-b), con massima sensibilità nelle direzioni che formano angoli di  $90^\circ$  e  $270^\circ$  con la perpendicolare alle sbarrette costituenti l'antenna stessa; i segnali che arrivano nella direzione parallela alle sbarrette sono invece scarsamente captati.

Come detto sopra, il dipolo è l'antenna di riferimento che si usa per valutare le prestazioni di antenne più complesse. Esso è molto semplice da costruire: il dipolo ripiegato - realizzato con piattina per TV montata in forma di T - è spesso incluso negli imballaggi dei sintonizzatori.

Per molti anni i progettisti di antenne hanno concentrato i loro sforzi sul guadagno, allo scopo di superare il problema della rumorosità dei sintonizzatori; a parere di molti



esperti, in questo campo si sono oggi raggiunti i migliori risultati possibili, ed il lavoro di ricerca si è spostato soprattutto sulla direttività.

**Direttività** - Con i moderni sintonizzatori, di grande sensibilità ed a bassissimo rumore, l'uso di un'antenna con elevato guadagno non è più necessario, eccezion fatta per alcune zone marginali; anzi, l'alto guadagno può essere addirittura dannoso se di esso beneficiano tutti i segnali che arrivano all'antenna.

Si deve infatti tener presente che il segnale che si vuol ricevere arriva quasi sempre da moltissime direzioni differenti, come se fosse generato da numerose sorgenti diversamente localizzate (il fenomeno viene denominato "ricezione attraverso percorsi multipli"). Una sola di queste sorgenti è l'antenna trasmittente; le altre sono punti di riflessione del segnale, quali colline, serbatoi per acqua, alti edifici, ed in generale qualunque ostacolo che si elevi sul terreno e sia almeno in parte costituito da materiali conduttori. Come per un biliardo, questi ostacoli fanno rimbalzare le onde elettromagnetiche che arrivano su essi, deviandone la traiettoria rettilinea. Questi segnali riflessi possono poi arrivare all'antenna del ricevitore, aggiungendosi al segnale che giunge direttamente dal trasmettitore e provocando inconvenienti.

La causa di questi inconvenienti è da attribuire al fatto che segnali riflessi arrivano all'antenna del ricevitore più tardi di quelli diretti, in quanto il cammino percorso dalle onde riflesse è sempre più lungo. La differenza di fase tra i due segnali dà luogo, nel processo di somma, ad una notevole distorsione della forma d'onda originariamente trasmessa dalla stazione a radiofrequenza.

La presenza di percorsi multipli provoca dunque stridenti distorsioni nella ricezione audio in MF (particolarmente per frequenze e volumi sonori elevati) ed immagini sdoppiate nella ricezione televisiva. A questi inconvenienti si può quasi sempre porre rimedio con un'antenna ricevente molto direttiva, poiché è assai improbabile che dalla stessa direzione dell'onda diretta arrivi anche un'onda riflessa con ritardo ed ampiezza apprezzabili.

**Antenne e sintonizzatori** - Un'antenna con elevato guadagno può servire a portare un segnale ricevuto al di sopra del livello di

sensibilità del sintonizzatore, e quindi a rendere ricevibili stazioni altrimenti fuori portata. Un'antenna altamente direttiva ha invece un effetto analogo su altre caratteristiche del sintonizzatore, in particolare il rapporto di cattura, la soppressione della MA e la selettività. Come è noto, la selettività esprime la insensibilità di un ricevitore ai segnali aventi frequenza prossima a quella della stazione che si sta ricevendo; con un'antenna direttiva puntata nella direzione del trasmettitore che interessa, diversa da quella della stazione che disturba, non si rende più necessaria una grande selettività del ricevitore. Se però la stazione che disturba si trova nella stessa direzione di quella che si vuole ascoltare, una antenna direttiva non può ovviamente essere di aiuto.

Il rapporto di cattura e la soppressione della MA esprimono in pratica la capacità di un ricevitore ad eliminare gli effetti dei percorsi multipli. In particolare, il rapporto di cattura indica l'abilità del sintonizzatore nel sopprimere un segnale più debole di quello utile, ma con la stessa frequenza (si noti che i segnali riflessi hanno la stessa frequenza media di quello utile, e sono più deboli di esso). La soppressione della MA esprime invece l'insensibilità del ricevitore alle fluttuazioni di ampiezza del segnale utile, fluttuazioni che possono essere causate dalla presenza di percorsi multipli, o da diversi altri fattori.

I due parametri citati esprimono dunque l'abilità di un sintonizzatore nell'ignorare rispettivamente la MF spuria e la MA del segnale da ricevere. I migliori sintonizzatori esistenti sul mercato sono ottimi sotto questo punto di vista, ma in ogni caso i risultati possono essere migliorati con l'adozione di un'antenna adeguata. Un'antenna altamente direzionale riduce l'ampiezza dei segnali riflessi e quindi rende meno gravoso il compito del sintonizzatore per quanto riguarda il rapporto di cattura; ad alleggerire il compito del ricevitore per quanto riguarda la soppressione della MA contribuiscono invece sia il guadagno sia la direttività dell'antenna.

**Che tipo di antenna?** - Quattro sono i tipi fondamentali di antenne per MF disponibili: le antenne da montare sul tetto e progettate appositamente per la ricezione in MF (di tipo Yagi o log-periodiche); le antenne nate per la TV, anch'esse da installare sul tetto; le antenne per MF interne, del tipo co-

munemente chiamato "baffo"; le antenne interne costituite da un semplice dipolo. La scelta migliore tra questi quattro tipi dipende dalla località in cui ci si trova e dal tipo di sintonizzatore che si possiede.

Le antenne per MF da montare sul tetto sono in genere una versione dell'antenna Yagi o di quella log-periodica, e talvolta un incrocio tra le due. La classica antenna Yagi ha un solo elemento attivo collegato al ricevitore, mentre gli altri elementi hanno una funzione passiva ed agiscono come riflettori (in questo caso si tratta di una riflessione che non dà luogo a dannosi percorsi multipli) o nel senso di conferire direttività all'antenna. Nell'antenna log-periodica gli elementi collegati al ricevitore sono invece numerosi; l'azione dei vari elementi si combina in modo da dar luogo ad un guadagno su una determinata banda, più o meno larga, di frequenza. In entrambi i tipi sopra citati, la lunghezza degli elementi cresce lungo l'antenna, che assume così approssimativamente la forma di una freccia puntata verso la stazione desiderata (fig. 2).

Entrambi i tipi possono essere altamente direttivi ed avere un guadagno elevato, ma ambedue hanno difetti, come ad esempio variazioni di impedenza (causa di perdite nell'accoppiamento tra antenna e ricevitore), ridotta banda utile, sensibilità alle interferenze. Dire a priori quali tra questi difetti sia il più tollerabile è cosa impossibile, poiché tutto è in relazione alle condizioni locali di rice-

zione (e talvolta le condizioni cambiano spostandosi anche di poco). La scelta dell'antenna non può quindi essere fatta solo in base a valutazioni teoriche; comunque, un tipo di antenna che soddisfi un altro ascoltatore situato nella medesima zona rappresenta sempre una soluzione adeguata.

**Altre soluzioni** - Un'antenna TV può servire ottimamente per ricevere la MF, purché non abbia incorporato un circuito trappola per la banda MF (circuito che viene montato a richiesta sulle antenne più perfezionate). La banda MF è situata approssimativamente al centro della banda televisiva VHF, e di conseguenza si manifestano talvolta interferenze tra i due servizi; il citato circuito trappola serve proprio per evitare che al televisore giungano i segnali delle trasmissioni MF.

L'uso della medesima antenna, priva di circuito trappola, per la ricezione sia della MF sia della TV, può dar luogo a diversi problemi.

In qualche caso il funzionamento sarà soddisfacente anche con l'antenna collegata direttamente ai due apparecchi; in molti casi invece potrà essere necessario usare un demiscelatore di segnali, ma anche così possono talvolta manifestarsi inconvenienti, soprattutto per quanto riguarda la ricezione della immagine televisiva.

Anche se molti esperti non sono d'accordo, a volte un'antenna interna può dare risultati pienamente soddisfacenti, soprattutto

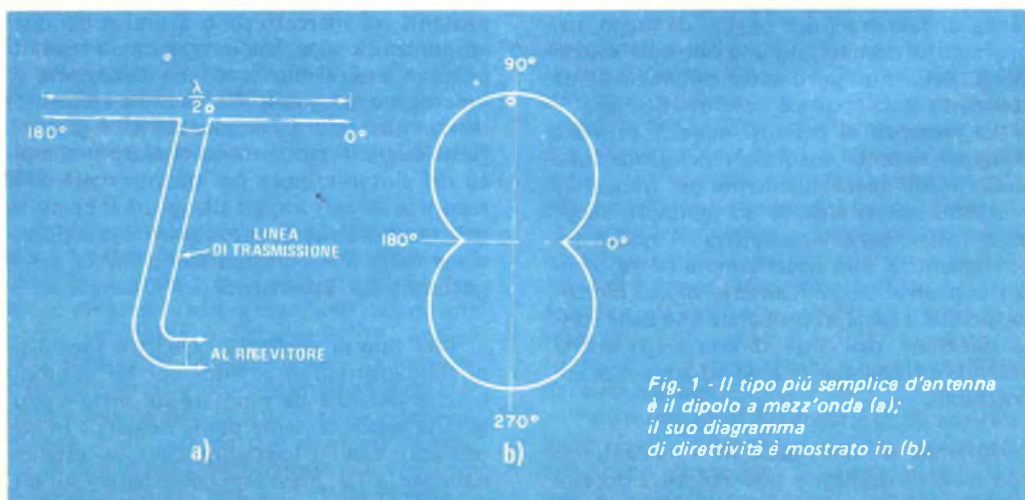


Fig. 1 - Il tipo più semplice d'antenna è il dipolo a mezz'onda (a); il suo diagramma di direttività è mostrato in (b).

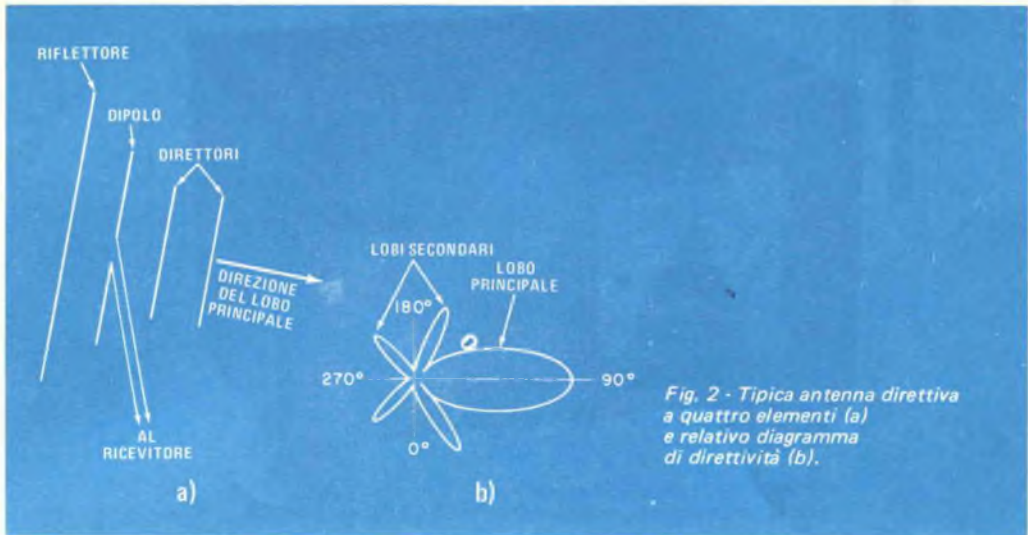


Fig. 2 - Tipica antenna direttiva a quattro elementi (a) e relativo diagramma di direttività (b).

nelle aree urbane, dove il guadagno non è un parametro critico e dove gli inconvenienti nascono soprattutto a causa dei percorsi multipli. Un'antenna del tipo a "baffo" è mediamente direttiva, cioè poco sensibile ai segnali che arrivano lateralmente; rispetto ad un dipolo fabbricato con piattina, essa ha il grande vantaggio di essere rigida (e quindi facilmente posizionabile con l'orientamento voluto) e di avere gli elementi allungabili telescopicamente, così da poter essere accordati sulla lunghezza d'onda voluta. In genere però i risultati ottenibili con antenne di questo tipo non sono particolarmente brillanti.

L'ultima alternativa è quella di costruirsi personalmente l'antenna; in questo modo si ottengono spesso ottimi risultati, ma non è possibile in questo articolo fornire al riguardo le spiegazioni necessarie.

**Accessori** - Dopo avere scelto l'antenna, che normalmente sarà del tipo da montare sul tetto, si deve scegliere la linea di trasmissione e decidere se sia o meno necessario un supporto rotante d'antenna.

Esistono due tipi fondamentali di conduttori per il collegamento dell'antenna al ricevitore: il cavo coassiale (sbilanciato) e la linea con due fili conduttori simmetrici, o piattina (bilanciata). Il cavo coassiale non risente della posizione in cui è montato e delle condizioni atmosferiche; la sua attenuazione,

per alcuni tipi, è abbastanza bassa, e la sua impedenza caratteristica (per il tipo RG-59) è di  $75 \Omega$ . Se l'antenna o l'ingresso del sintonizzatore sono sbilanciati, per il collegamento del cavo coassiale è necessario usare un dispositivo di conversione da bilanciato a sbilanciato (denominato "balun").

La linea bilanciata è anche adatta all'uso ma, a meno che non sia del tipo schermato, può dar luogo ad inconvenienti; infatti, quando viene piegata con angoli troppo vivi, o montata vicino ad oggetti metallici, oppure quando è bagnata, la sua impedenza caratteristica si scosta parecchio dai  $300 \Omega$  nominali. Questo tipo di linea inoltre si deteriora rapidamente sotto l'azione degli agenti atmosferici. I problemi sollevati dall'uso della piattina non schermata sono in definitiva tali da renderla sconsigliabile. La linea bilanciata del tipo schermato è invece protetta dagli agenti atmosferici, ha perdite minori ed ha l'immunità al rumore propria del cavo coassiale; può risultare però difficile da reperire sul mercato.

Un supporto rotante, contenente un motore che permette di puntare l'antenna nella direzione desiderata, non influenza direttamente le prestazioni di un'antenna; esso è necessario se si vuole usare un modello altamente direttivo ed ascoltare stazioni che si trovano in direzioni diverse.





# ECONOMICO MISURATORE DI BASSE FREQUENZE

QUATTRO PORTATE DA 5 Hz A 50 kHz

Per gli sperimentatori che lavorano molto nel campo delle audiofrequenze ma che non si possono permettere l'acquisto di un moderno misuratore di frequenze, presentiamo un'unità di basso costo e facile da costruire che può benissimo servire allo scopo. Lo strumento misura frequenze (sinusoidali od onde quadre) da 5 Hz a 50 kHz in quattro portate commutabili e la sua sensibilità è di 0,2 V efficaci sulla maggior parte delle gamme.

**Come funziona** - Come si vede nella *fig. 1*, il segnale d'entrata in J1 viene amplificato da Q1, un FET ad alta impedenza d'entrata. In IC1, un amplificatore differenziale in c.c. collegato come trigger di Schmitt, la forma d'onda viene squadrata, quindi viene ulteriormente amplificata da Q2, un altro FET. Il diodo zener D1 limita le escursioni d'uscita a 9,1 V.

La forma d'onda passa poi all'insieme di diodi IC2, il cui circuito comprende conden-

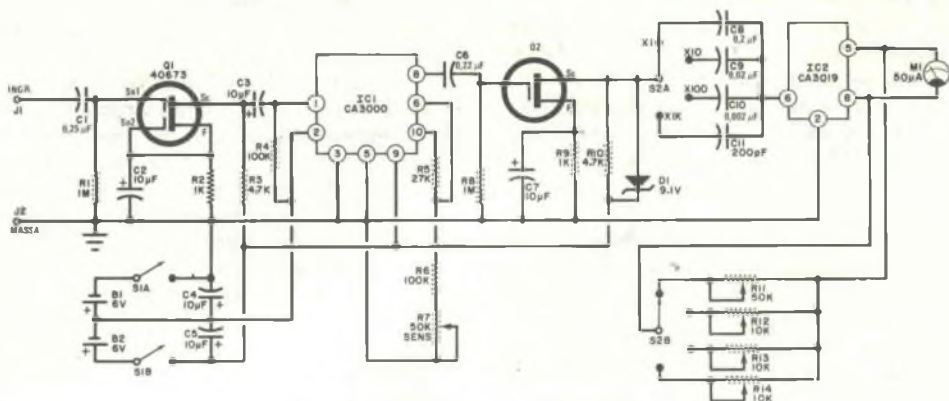


Fig. 1 - L'alta impedenza d'entrata viene fornita dal FET Q1. IC1 è un trigger di Schmitt e IC2 un complesso di diodi.

## MATERIALE OCCORRENTE

B1-B2 = batteria da 6 V (4 pile AA in serie)

C1 = condensatore ceramico od a carta da 0,25  $\mu$ F - 100 V

C2-C3-C4-C5-C7 = condensatori elettrolitici da 10  $\mu$ F - 6 V

C6 = condensatore ceramico od a carta da 0,22  $\mu$ F - 12 V

C8 = condensatore ceramico od a carta da 0,2  $\mu$ F - 12 V, 10%

C9 = condensatore ceramico od a carta da 0,02  $\mu$ F - 12 V, 10%

C10 = condensatore ceramico od a carta da 0,002  $\mu$ F - 12 V, 10%

C11 = condensatore ceramico od a carta da 200 pF - 12 V, 10%

D1 = diodo zener da 9,1 V - 1 W

IC1 = amplificatore in c.c. RCA tipo CA3000

IC2 = complesso di diodi RCA tipo CA3019

J1-J2 = boccole isolate (una rossa ed

una nera)

M1 = strumento da 50  $\mu$ A

Q1 = FET a doppia porta RCA tipo 40673

Q2 = FET tipo Motorola MPF102

R1-R8 = resistori da 1 M $\Omega$  - 1/2 W, 10%

R2-R9 = resistori da 1 k $\Omega$  - 1/2 W, 10%

R3-R10 = resistori da 4,7 k $\Omega$  - 1/2 W, 10%

R4-R6 = resistori da 100 k $\Omega$  - 1/2 W, 10%

R5 = resistore da 27 k $\Omega$  - 1/2 W, 10%

R7-R11 = potenziometri per circuiti stampati da 50 k $\Omega$

R12-R13-R14 = potenziometri per circuiti stampati da 10 k $\Omega$

S1 = interruttore doppio

S2 = commutatore rotante a 2 vie e 5 posizioni esente da posizioni di cortocircuito (una posizione non viene usata)

Scafoletta di alluminio, supporti per le pile, filo, stagno, minuterie di montaggio e varie.

satori e resistori commutabili rispettivamente mediante S2A e S2B, i quali differenziano l'onda quadra in una serie di brevi impulsi di ampiezza fissa. La c.c. rettificata dal complesso dei diodi aziona lo strumento M1. La indicazione media di M1 è proporzionale al numero di impulsi al secondo provenienti dal differenziatore ed il numero degli impulsi è determinato dalla frequenza dell'entrata.

**Costruzione** - Poiché sono in gioco solo

basse frequenze, la disposizione delle parti e dei collegamenti dello strumento non è critica. Nel prototipo sono state usate piste di rame adesive, ma si può adottare anche un sistema piú semplice, cioè una basetta perforata con ancoraggi e zoccoli per montare i componenti.

La scafoletta deve essere di dimensioni tali da consentire il montaggio dei commutatori, dello strumento e delle boccole d'entrata sul pannello frontale. Si monti la ba-

setta circuitale mediante distanziatori sul fondo della scatola e si sistemino le batterie su supporti fissati al pannello posteriore. Le iscrizioni sul pannello frontale si possono fare con decalcomanie. Con la dovuta attenzione, si asporti il coperchio frontale dello strumento M1 e si sostituisca l'iscrizione Hz all'iscrizione  $\mu A$  sulla scala dello strumento.

**Calibratura** - Per calibrare il misuratore, è necessario un generatore audio (od un'altra sorgente di frequenza nota) che copra la gamma da 50 Hz a 50 kHz.

Prima di dare tensione al misuratore, occorre assicurarsi che l'indice dello strumento indichi esattamente zero; se necessario, si agisca sulla vite d'azzeramento per portare l'indice in questa posizione.

Si ruoti il commutatore di PORTATA S2 in posizione  $\times 1000$  e si dia tensione. Si colleghi l'uscita alta del generatore di segnali a J1 e la massa a J2, quindi si regoli il generatore audio per un'uscita di 20.000 Hz a 0,2 V eff.

ficaci. Non è escluso che si debba regolare il potenziometro R14 per evitare che lo strumento vada fuori scala.

Si regoli R7 (nel circuito di IC1) per la massima indicazione dello strumento, si riduca leggermente l'uscita del generatore audio e si regoli di nuovo R7 per la massima indicazione. Si ripeta l'operazione fino a che non si ottiene la massima sensibilità e cioè la più bassa uscita del generatore che farà dare una indicazione a M1.

Si regoli il generatore di segnali audio a 50 Hz e circa 1 V eff. e si porti il commutatore di PORTATA in posizione  $\times 1$ . Si regoli il potenziometro R11 per ottenere una lettura di 50 (fondo scala) sullo strumento.

Si porti il generatore di segnali audio a 500 Hz ed il commutatore di portata in posizione  $\times 10$ . Si regoli R12 per ottenere sullo strumento un'indicazione di 500 a fondo scala.

Si ripetano queste operazioni per le portate  $\times 100$  e  $\times 1000$  usando entrate di 5.000 Hz e 50.000 Hz e regolando rispettivamente R13 e R14.

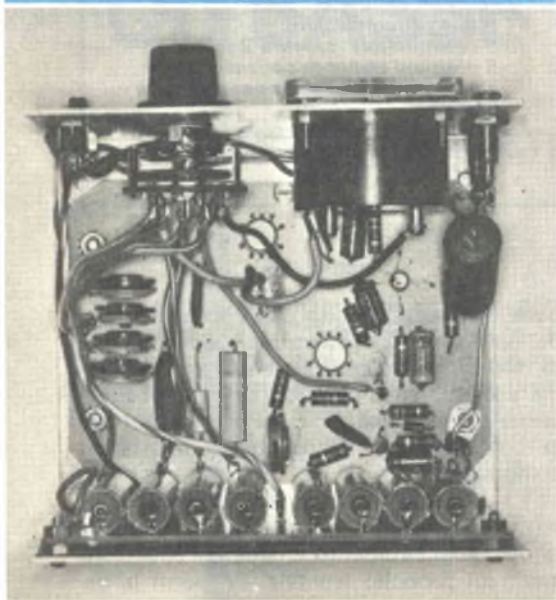
Si stacchi il generatore audio e si chiuda la scatola metallica.

**Uso** - La resistenza d'entrata di  $1 M\Omega$  e l'alta impedenza di Q1 impongono un carico minimo su qualsiasi circuito in prova. La sensibilità base di 0,2 V eff. è buona da circa 30 Hz a 40 kHz, ma la sensibilità effettiva dipende dal particolare tipo di FET usato per Q1. Da 5 Hz a circa 30 Hz la sensibilità è di circa 0,4 V eff. La tensione massima d'entrata è determinata soprattutto dalla tensione caratteristica di Q1, il quale non ha protezione interna a diodo.

Misurando una frequenza incognita, si usi prima la portata più alta e poi si commuti lo strumento sulle portate più basse finché si ottiene un'indicazione. Se la tensione del segnale incognito non è più alta della sensibilità base del misuratore (almeno 0,2 V eff.), si può osservare un'errata indicazione di frequenza. Si misuri sempre il valore di tensione della frequenza incognita prima di effettuare la misura di frequenza. Se necessario, si usi qualche tipo di partitore di tensione all'entrata del frequenzimetro.

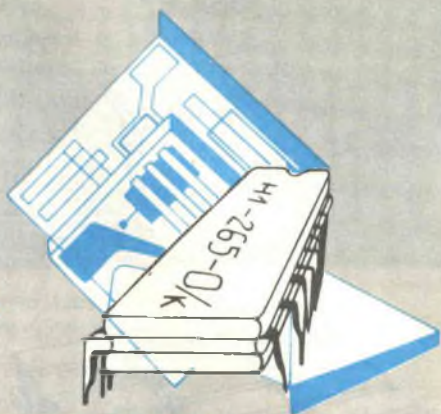
Ad intervalli periodici, si controllino le tensioni delle batterie e, se necessario, si rifaccia la calibratura del frequenzimetro per compensare le variazioni dovute all'invecchiamento dei componenti. ★

*La fotografia mostra la disposizione delle parti adottata nella costruzione del prototipo.*





# TECNICA DEI SEMICONDUTTORI



Presentiamo in questo articolo un singolare dispositivo a semiconduttori, relativamente semplice, con il quale gli appassionati di elettronica potranno sbalordire amici e conoscenti, dando una dimostrazione del suo curioso funzionamento. Per questa sorprendente esercitazione non sarà necessario disporre di un banco pieno di strumenti, ma basterà procurarsi un normale modulo termoelettrico ed una adatta sorgente di alimentazione in c.c.

Si stenda anzitutto su un tavolo un foglio di alluminio (di quelli che si trovano in commercio per uso cucina) spiegando ai presenti che il suo scopo è quello di proteggere la superficie del tavolo, mentre in realtà il foglio servirà per disperdere il calore. Si mostri poi il dispositivo termoelettrico, presentandolo con un vago discorsetto, e lo si sistemi sul foglio di alluminio, chiedendo ad uno dei presenti di appoggiare una mano su esso in modo da tenerlo premuto contro il tavolo. Si colleghino i terminali del dispositivo all'alimentatore (che potrà essere anche una normale batteria di pile) e si preghi poi la persona che sta tenendo fisso il modulo sul tavolo di non lasciarlo sino a che esso "non si scaldi".

Dopo pochi secondi la superficie del modulo comincerà a raffreddarsi, a meno che non si sia commesso l'errore di appoggiarlo sul foglio con la faccia sbagliata. A questo punto è molto probabile che chi sta tenendo la mano appoggiata sul dispositivo la sollevi

ed appaia già piuttosto stupito; il fenomeno sorprenderà poi tutti i presenti quando questi, osservando il modulo, vedranno dopo pochi istanti formarsi sulla sua superficie un velo di brina. Si potrà allora dare una delle seguenti spiegazioni: a) precisare di che genere di dispositivo si tratta; b) dire che l'oggetto esaminato è un condizionatore in miniatura da usare... nelle capsule spaziali per pigmei; c) sostenere che si tratta di una resistenza di riscaldamento difettosa, che diviene fredda anziché calda.

Il dispositivo si potrà poi utilizzare per diversi impieghi pratici, come per raffreddare lo stadio d'uscita di un amplificatore di potenza, o per mantenere le bevande ad una temperatura ragionevolmente bassa. Gli studenti potranno anche servirsene per compiere interessanti dimostrazioni scientifiche, od esperimenti che richiedano un raffreddamento.

Si noti che i dispositivi termoelettrici non sono affatto una novità assoluta: gli scienziati conoscono infatti dispositivi del genere da più di un secolo e mezzo, più precisamente dal 1821, quando lo scienziato tedesco Thomas Seebeck scoprì che in un circuito elettrico chiuso su sé stesso e composto da due metalli diversi scorre una corrente elettrica ogni volta che i due punti di giunzione tra metalli differenti sono tenuti a temperature diverse. Questo fenomeno, denominato effetto Seebeck, è sfruttato ormai da molti anni nelle cosiddette termocoppie, dispositi-

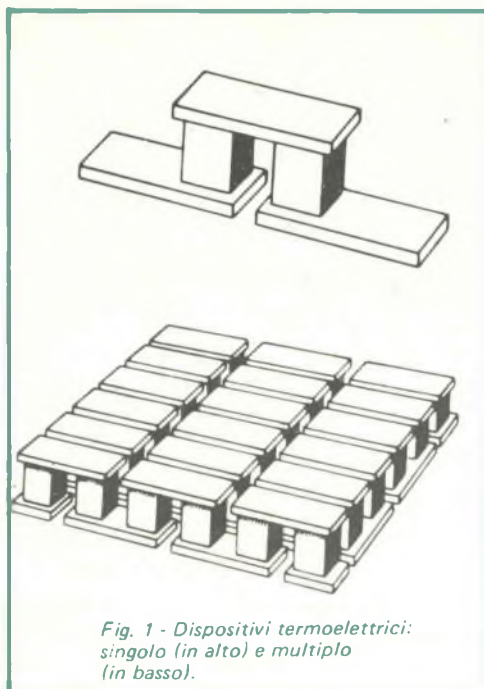


Fig. 1 - Dispositivi termoelettrici: singolo (in alto) e multiplo (in basso).

vi sensibili alla temperatura, utilizzati anche per la realizzazione di termometri.

Un importante passo avanti fu compiuto nel 1834, allorché lo scienziato francese Jean Peltier osservò che l'energia termica poteva essere trasferita attraverso la superficie di giunzione tra due metalli diversi facendo scorrere una corrente elettrica nella giunzione stessa; la giunzione può comportarsi cioè come una "pompa di calore". Questo fenomeno è conosciuto con il nome di "effetto Peltier".

I moduli termoelettrici del giorno d'oggi sono fabbricati con materiali semiconduttori, ed una moderna cella di Peltier (fig. 1-a) consiste in due piccoli segmenti di materiale semiconduttore, l'uno di tipo *p* e l'altro di tipo *n*, collegati insieme da un ponticello metallico; le connessioni elettriche vengono effettuate agli estremi liberi delle barrette di semiconduttore. I moduli termoelettrici disponibili in commercio sono quasi tutti dispositivi multipli, ottenuti collegando un gran numero di celle elementari, in modo tale che risultino in serie per quanto riguarda la corrente elettrica, ma in parallelo dal punto di vista del trasferimento del calore, co-

me illustrato nella fig. 1-b.

Per il funzionamento, si applica una tensione continua al modulo (o singola cella) con il polo positivo collegato alla barretta di tipo *n* ed il negativo alla barretta di tipo *p*. Il trasferimento di calore da una faccia all'altra del modulo ha luogo come risultato della continua formazione di nuovi portatori di carica e della loro migrazione, attraverso gli elementi semiconduttori, verso i terminali dell'alimentatore. Entro certi limiti, quanto maggiore è la corrente elettrica che attraversa la cella, tanto più intenso sarà il trasferimento di calore; affinché il processo possa continuare è ovviamente necessario che il calore trasferito venga portato via da un'apposita piastra di dispersione. All'interno della cella si ha però anche una generazione di calore, dovuta al passaggio della corrente elettrica, proprio come avviene in un resistore.

A causa dell'ultimo fenomeno citato, oltre un certo valore di corrente il calore generato internamente supera quello trasferito ed a questo punto il dispositivo non costituisce più una efficiente pompa di calore. In pratica per ciascun modulo è specificato un ben determinato valore di corrente a cui corrisponde il massimo trasferimento di calore. La direzione del flusso di calore può essere

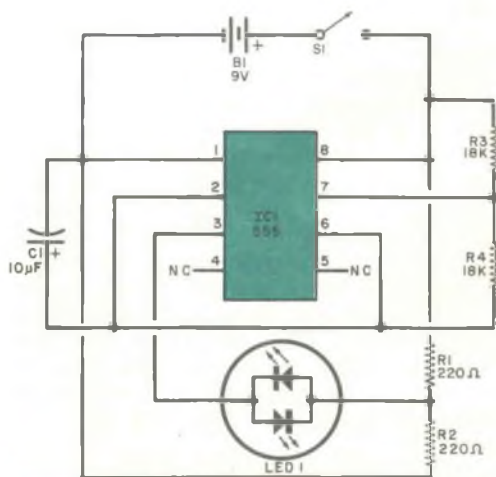


Fig. 2 - Questo semplice circuito lampeggiatore a LED impiega un circuito integrato 555 ed un LED doppio.

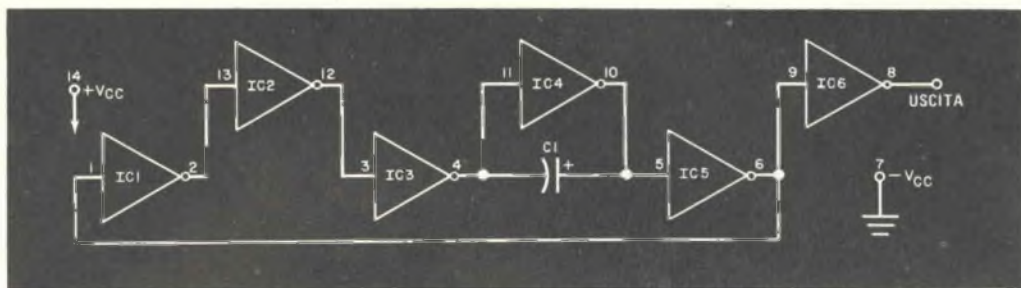


Fig. 3 - Per questo generatore di onde quadre occorrono solamente un circuito integrato a sei invertitori, un condensatore di reazione ed una sorgente di alimentazione.

invertita semplicemente rovesciando le polarità della tensione applicata; un solo dispositivo può servire perciò sia come refrigeratore sia come riscaldatore.

Un modulo termoelettrico è però anche un dispositivo dal duplice aspetto: esso serve, come già spiegato, per pompare calore, ma può essere fatto funzionare anche come generatore elettrico di bassa potenza, provocando un trasferimento forzato di calore attraverso esso, cioè riscaldando un lato del modulo e raffreddando l'altro. Tale tecnica è già stata utilizzata per la generazione di energia elettrica a scopi civili e militari in località isolate.

I moduli termoelettrici Peltier sono oggi messi in commercio da diverse grandi ditte costruttrici di semiconduttori, ed alcuni modelli sono disponibili presso i distributori di prodotti elettronici industriali o si trovano sui cataloghi delle principali organizzazioni di vendita per corrispondenza. I prezzi variano, come ovvio, a seconda del tipo e della estensione del modulo, ma in generale sono dell'ordine di quelli dei transistori di media potenza per UHF. Oltre ai moduli stessi, diverse case costruttrici offrono dettagliati manuali con suggerimenti per l'applicazione pratica.

Il dispositivo A1357 della Jermyn può essere considerato un esempio tipico di modulo termoelettrico di media potenza; la sua capacità di raffreddamento massima è di 20 W e la massima corrente ammessa è di 9 A, con 2 V in c.c. Questo elemento, che può essere alimentato da un raddrizzatore collegato alla rete avente ronzio residuo non superiore al 15%, è capace di sviluppare un gradiente massimo di temperatura di 60 °C, purché la faccia calda non abbia una tempe-

ratura superiore ai +45 °C.

Per esigenze di spazio non è possibile elencare qui tutte le ditte che attualmente fabbricano dispositivi termoelettrici; quelle sottocitate offrono comunque una scelta di dispositivi che possono essere di particolare interesse per chi ha fatto dell'elettronica il suo passatempo preferito:

- Borg-Warner Thermoelectrics - Wolf & Algonquin Roads, Des Plaines, IL 60018 (USA);
- Cambridge Thermionic Corporation - 445 Concord Avenue, Cambridge, MA 02138 (USA);
- Jermyn - 712 Montgomery Street, San Francisco, CA 94111 (USA).

**Circuiti a transistori** - Nella fig. 2 è riportato il progetto di un lampeggiatore a LED, il quale fa uso di un singolo circuito integrato temporizzatore, di pochi altri componenti, e di un LED doppio (a luce rossa e verde), che emette alternativamente lampi rossi e verdi, con una cadenza determinata dal valore del condensatore C1. Questo circuito può risultare utile nei modellini e nei giocattoli, oppure per la realizzazione di luci di indicazione o di allarme nei sistemi di sorveglianza ed antifurto.

Poiché non presenta alcun parametro critico e fa uso di componenti facilmente reperibili, questo lampeggiatore può essere facilmente realizzato nel laboratorio di qualsiasi dilettante. Il circuito integrato IC1 è un normale tipo 555; i resistori sono da 1/4 W o da 1/2 W; C1 è un condensatore elettrolitico da 10  $\mu$ F con tensione di lavoro da 10 V a 15 V; LED1 è un diodo fotoemettitore dop-





*Questo radar doppler a semiconduttori, da impiegare per la rivelazione della presenza e del movimento di oggetti, è prodotto a basso costo dalla Ampere.*

pio (rosso/verde) MV5491. La tensione di alimentazione è fornita da una normale batteria da 9 V, attraverso l'interruttore semplice S1. Al posto del diodo doppio MV5491, è possibile usare una coppia di LED semplici; i due diodi dovranno in tal caso essere collegati l'uno in senso inverso all'altro, come illustrato nel disegno. Il valore di C1 potrà invece essere cambiato per modificare la cadenza di lampeggio.

Il circuito illustrato nella *fig. 3* colpisce soprattutto per la sua semplicità; si tratta di un oscillatore ad onda quadra che richiede due soli componenti: un circuito integrato con sei invertitori ed un condensatore di reazione, oltre ovviamente ad una sorgente di tensione continua per l'alimentazione. Questo circuitino può essere sfruttato come componente di un generatore di forme d'onda, come oscillatore ad onda quadra per segnali di prova, come generatore di note in uno strumento musicale, come sorgente di "clock" per un circuito numerico, oppure per l'iniezione di segnali nella ricerca dei guasti su radio e televisori, e persino, con l'aggiunta di un tasto telegrafico in serie all'alimentazione, come oscillatore per la pratica dell'alfabeto Morse.

Per la realizzazione, è consigliabile usare un circuito integrato 7404 ed un condensatore elettrolitico da 30  $\mu$ F, ed alimentare il circuito con una tensione continua compresa tra 4,5 V e 5,5 V; altri circuiti integrati analoghi ("hex inverter", cioè invertitori sestupli), però, possono probabilmente funziona-

re altrettanto bene, purché si adotti una tensione di alimentazione che rientri nel campo prescritto per il dispositivo usato. Nel montare il circuito è anche possibile includere un commutatore a diverse posizioni, con il quale selezionare i diversi valori di C1, e quindi diverse frequenze di funzionamento.

**Per saperne di piú** - Preziose informazioni sui piú moderni dispositivi a semiconduttore e sulle loro applicazioni, con relativi esempi, possono essere tratte, oltre che dalle pagine delle riviste specializzate, dalle pubblicazioni edite dalle principali case costruttrici. Benché gran parte di queste pubblicazioni si rivolgano piú che altro ai progettisti di professione e riguardino argomenti specializzati, molte di esse sono di interesse generale e la loro consultazione risulterà assai utile agli studenti ed ai dilettanti in possesso di un minimo di preparazione.

Molte pubblicazioni del genere si possono trovare presso i rivenditori di materiale elettronico, altre presso i rappresentanti locali delle diverse case costruttrici; alcune invece debbono essere richieste direttamente alla casa. La maggior parte di questi libretti (generalmente in lingua inglese) viene inviata gratuitamente; solo per alcuni di essi, in particolare per quelli piú voluminosi, viene richiesto un modico compenso.

Qui di seguito è riportato un breve elenco delle pubblicazioni che possono presentare un particolare interesse per i lettori.

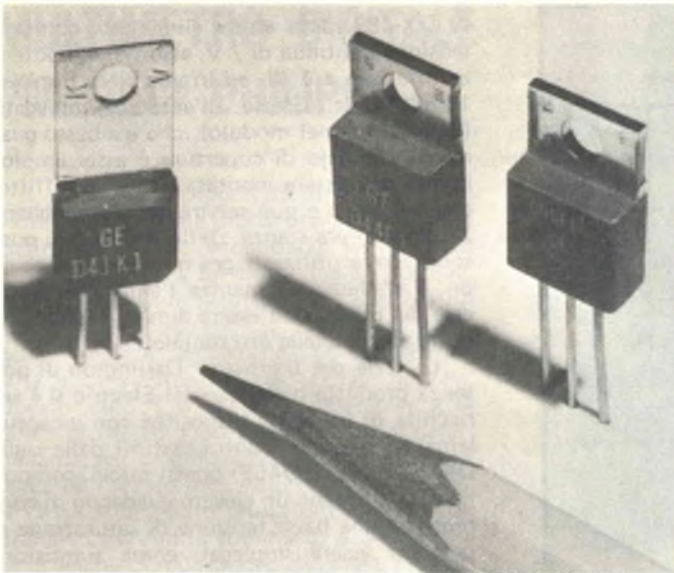
**Della RCA Solid State Division**  
(Box 3200, Somerville, NJ 08876, USA)

*Understanding CMOS*, Publ. CPI-279: "Capire i CMOS".

Si tratta di un libretto di ottanta pagine, organizzato sotto forma di un testo che porta il lettore a conoscere ed a familiarizzarsi con la tecnologia dei circuiti MOS complementari.

*Thyristors / Rectifiers Pocket Directory*, Publ. TRP-440A: "Catalogo tascabile dei tiristori e raddrizzatori". È un catalogo tascabile che descrive piú di cinquecento dispositivi prodotti dalla RCA, tra cui raddrizzatori, SCR, ITR, Triac, Diac.

*RCA Solid State IR Emitters, Isolators, and Laser Diodes*, Publ. OPT-113A: "Dispo-



*Questi nuovi transistori complementari di potenza Darlington della General Electric presentano un elevato guadagno di corrente.*

sitivi a semiconduttori nell'infrarosso prodotti dalla RCA: Emettitori, Isolatori e Diodi Laser". Si tratta di una interessante pubblicazione di sei pagine, fatta in modo da poter essere inserita in un quaderno a fogli mobili od attaccata al muro, che fornisce le informazioni fondamentali sui citati dispositivi della RCA.

*Linear IC Wall Chart, Publ. LIC-247A: "Manifesto dei circuiti integrati lineari".* Si tratta di un tabellone stampato su carta pesante, destinato ad essere appeso al muro. Su esso compare un riassunto dei dati tecnici e degli schemi funzionali relativi ai circuiti integrati lineari prodotti dalla RCA.

**Della Siliconix Inc.**  
(2201 Laurelwood Road, Santa Clara, CA 95054, USA)

*Designing Junction FET Input Op Amps, Application note AN74-3: "Il progetto degli amplificatori operazionali con ingressi su FET a giunzione".* Questo libretto, di diciotto pagine, spiega i criteri da seguire nel progetto degli amplificatori direzionali aventi sugli ingressi transistori ad effetto di campo.

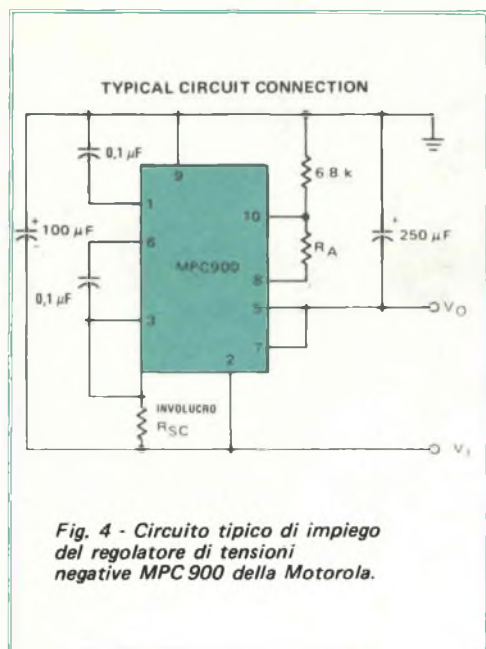
**Della Motorola Semiconductor Products Division**  
(Box 20912, Phoenix, AZ 85036, USA)

*Generate Custom Waveforms Digitally, Application note AN-589: "La generazione numerica delle forme d'onda".* Questa pubblicazione di sei pagine descrive il metodo per la generazione di una qualunque forma d'onda richiesta usando contatori a circuiti integrati, una memoria a sola lettura (ROM), ed un convertitore numerico-analogico di tipo monolitico; sono illustrate anche alcune possibili applicazioni.

*Battery-Powered 5-MHz Frequency Counter, Application note AN-717: "Contatore di frequenza da 5 MHz alimentato a batteria".* Questo fascicolo di dieci pagine descrive un contatore di frequenza che arriva sino a 5 MHz, alimentato a batterie e realizzato mediante circuiti logici CMOS, così da presentare un basso assorbimento di potenza. Progettato per l'uso con una sorgente di alimentazione da 12 V, tale alimentatore può essere completato con indicatori numerici di diversi tipi.

**Della Hamlin Inc.**  
(Lake and Grove Streets, Lake Mills, WI 53551, USA)

*Liquid Crystal Display Application Manual: "Manuale di applicazione degli indicatori a cristalli liquidi".* Questo libretto di dodici pagine, scritto come introduzione al-



l'applicazione dei cristalli liquidi, tratta molti argomenti, quali: "Che cosa sono gli indicatori a cristalli liquidi", "Che cosa è un cristallo liquido", "Come funziona un indicatore a cristalli liquidi", "I tipi di cristalli liquidi esistenti", "Applicazioni", "Altri tipi di indicatori". Tra gli argomenti trattati, una delle migliori spiegazioni è quella che descrive la differenza tra cristalli liquidi ad-effetto di campo e cristalli liquidi a diffusione dinamica.

**Prodotti nuovi** - La Ampere Electronic Corporation ha messo in commercio un nuovo componente a semiconduttori che offre interessanti possibilità agli appassionati di elettronica; si tratta di un modulo per microonde che racchiude in un unico involucro un intero sistema per la rivelazione della presenza e del movimento di oggetti, funzionante secondo il principio del radar doppler, nella banda X delle microonde.

Questo dispositivo è in grado di rivelare una persona in movimento alla distanza di circa 30 m ed è adatto per svariate applicazioni, quali i sistemi antifurto o di allarme che segnalano la vicinanza di altri veicoli su autocarri, autobus ed automobili. Denomina-

to DX-489, deve essere alimentato con una tensione continua di 7 V, assorbe una potenza inferiore a 1 W, ed irradia circa 8 mW a 10,525 GHz. Grazie all'antenna impiegata (incorporata nel modulo), che è a basso guadagno, l'angolo di copertura è assai ampio; l'unità può essere montata a filo del soffitto o di un muro e può servire per la sorveglianza di un'intera stanza. Deflettori esterni possono essere utilizzati per modificare il campo d'irradiazione, mentre l'ampiezza verticale del raggio può essere diminuita senza ridurre anche quella orizzontale.

La serie dei transistori Darlington di potenza prodotta dalla General Electric si è arricchita di tre nuovi dispositivi con incapsulamento plastico, contraddistinti dalle sigle D41K, D44E e D45E; questi nuovi componenti presentano un elevato guadagno di corrente ed una bassa tensione di saturazione e possono essere impiegati come transistori pilota, di regolazione e di amplificazione. Il Dispositivo D41K è previsto per una corrente massima di 2 A, ha un beta minimo di 10.000 a 200 mA, ed è il complementare p-n-p del già esistente D40K. I tipi D44E e D45E, rispettivamente n-p-n e p-n-p, costituiscono una coppia complementare per correnti intorno ai 10 A ed hanno un beta minimo di 1.000 a 5 A. Tutti questi dispositivi sono contrassegnati mediante un codice a colori per la facile identificazione delle unità p-n-p e di quelle n-p-n.

La Motorola Semiconductor Products Division ha messo in commercio il circuito integrato regolatore di tensione negativa tipo MPC 900, che costituisce il complementare del già esistente regolatore per tensione positiva MPC 1000. Il nuovo dispositivo, che richiede per il suo funzionamento pochi componenti esterni (come illustrato nella figura 4), ha una tensione massima d'ingresso di -35 V, e fornisce in uscita una tensione regolabile di valore compreso tra -4 V e -30 V. Il regolatore MPC 900 è montato in un contenitore di tipo TO-3 e può fornire al carico una corrente massima di 10 A, senza necessità di un transistore di potenza esterno; la sua capacità di dissipazione interna è di 100 W. La protezione del dispositivo è assicurata da un circuito di sovraccarico regolabile. I dispositivi MPC 900 e MPC 1000 possono essere usati in coppia in quelle applicazioni che richiedono tensioni di alimentazione complementari con massa comune. ★



# MULTIMETRO DIGITALE PM 2513 PHILIPS

La Philips ha progettato ultimamente un multimetro digitale molto compatto, di alta qualità e di tipo economico, denominato PM 2513, il quale ha molte qualità positive.

Il componente principale di questo strumento è un circuito LSI, che svolge parte delle funzioni analogiche, la conversione A/D e la valutazione del segnale digitale. Questo chip LSI riduce notevolmente la quantità dei componenti ed è quindi determinante per le dimensioni ridotte, la leggerezza ed il costo moderato dello strumento. Il circuito integrato pilota direttamente un display LED molto luminoso, a  $3\frac{1}{2}$  cifre a sette segmenti, con punto decimale automatico. Il display è in posizione arretrata rispetto alla superficie dello strumento ed è perciò facilmente leggibile anche in condizione di illuminazione molto forte. E' dotato di dispositivi per l'indicazione della polarità, del fuori scala e dello stato della batteria.

Le normali funzioni del multimetro vengono selezionate mediante pulsanti, la gamma tramite commutatore rotante. Per misure di tensione e resistenza viene usata la stessa presa di ingresso. In tal modo per circa il 90% dell'uso dello strumento non è necessario cambiare posizione ai puntali di misura. Le tensioni c.a. e c.c. vengono misurate in cinque gamme, rispettivamente da 0,1 V a 600 V e da 0,1  $\Omega$  a 1.000  $\Omega$ .

La risoluzione è di 100  $\mu$ V nella gamma 0,1 V e la precisione è  $\pm 0,2\%$  del fondo scala,  $\pm 0,3\%$  della lettura per le misure c.c. e  $\pm 0,2\%$  del fondo scala  $\pm 1\%$  della lettura per le misure c.a. Gli errori dovuti al carico dello strumento sul circuito sul quale si esegue la misura sono eliminati dall'elevata impedenza d'ingresso (10 M $\Omega$ ).

Le cinque gamme di corrente c.a. e c.c. vanno da 100  $\mu$ A a 1 A fondo scala con una risoluzione di 100  $\mu$ A nella gamma piú bassa. Le resistenze vengono misurate con una risoluzione di 0,1  $\Omega$ . La precisione per le misure di corrente e di resistenza è 0,2% del fondo scala  $\pm 1,5\%$  della lettura. La precisione globale è perciò migliore di un ordine di grandezza rispetto a quella degli strumenti analogici. Il tempo di risposta è molto basso: in media 1 sec per ogni misura.



Un'altra caratteristica fondamentale del PM 2513 è la possibilità di eseguire misure di temperatura mediante sonda opzionale. Per questo scopo lo strumento è stato dotato di un selettore di funzione e di un predispositore di gamma. Le misure di temperatura superficiale si possono perciò eseguire semplicemente e con economicità nella gamma da  $-50^{\circ}\text{C}$  a  $+200^{\circ}\text{C}$ , con una risoluzione di  $0,1^{\circ}\text{C}$  e una precisione di  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Questa caratteristica è molto importante quando si progettano circuiti e per la ricerca di guasti, in quanto consente di individuare componenti surriscaldati, che spesso sono responsabili di cattivo funzionamento. La durata media di una misura di temperatura va da 7 sec a 10 sec e la misura può essere eseguita su aree piccolissime.

Su tutte le gamme di tensione si possono applicare fino a 1.000 V c.c. continui come pure tensioni TV. Le gamme di corrente sono protette mediante una combinazione diodo/fusibile. Nella custodia dello strumento sono inseriti i fusibili di ricambio. La tensione di rete può essere applicata nelle gamme di misura delle resistenze per 30 sec. Per questo tempo il display indica la condizione di sovraccarico. Se la tensione di rete non viene disinserita dopo questo periodo si brucia solamente un resistore del circuito di ingresso.

Il PM 2513 viene normalmente alimenta-

to mediante sei pile standard a secco da 1,5 V. Per aumentare la durata delle pile i circuiti dello strumento vengono mantenuti in condizione di quiescenza e vengono alimentati per 25 sec, mediante un pulsante speciale, ogni volta che si esegue la misura. Questa soluzione consente di eseguire fino a diecimila misure con piena luminosità del display con un solo gruppo di pile.

A scelta, lo strumento viene fornito con un gruppo di pile ricaricabili o con alimentazione da rete. In questo caso l'indicazione del display è continua.

Grazie alle ampie gamme, all'elevata precisione ed alle caratteristiche speciali, il PM 2513 può essere usato con vantaggio nella maggior parte delle applicazioni di laboratorio. Il suo costo moderato lo rende però particolarmente conveniente per lavori di servizio ed in campo didattico. ★



## TELEVISIONE SENZA FILI

Una ditta inglese ha messo a punto un sistema tele-audio-visivo, che permette la trasmissione d'immagini, dati e suoni bidirezionali ad una distanza di 100 m in luoghi in cui è impossibile installare cavi.

Il sistema si basa su un circuito chiuso, in cui i cavi sono stati aboliti, e sul principio delle radiazioni infrarosse modulate su una lunghezza d'onda di 900 nm. L'apparecchio è corredato di due radio ricetrasmittenti, di due dispositivi di controllo e di un video con una presa per un videoregistratore a nastro. Può essere alimentato sia con la normale tensione di rete sia con una batteria a 12 V e funziona ad una temperatura ambiente che va dai 5 °C ai 45 °C.

Gli accessori disponibili consistono in un sistema di controllo telecomandato delle varie installazioni, e in un sistema di leve per la alimentazione del computer e dei registratori di dati.

Per mezzo di lenti è possibile evitare la distorsione delle immagini mantenendo il livello qualitativo pressoché ottimale. Tutte le caratteristiche elencate permettono l'installazione di questi apparecchi presso ditte e magazzini, nonché nelle stazioni e negli aeroporti, eliminando così i cavi, che non sono certo estetici. ★

# RADIORAMA

**DIRETTORE RESPONSABILE**  
Vittorio Veglia

**DIRETTORE AMMINISTRATIVO**  
Tomasz Carver

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

**IMPAGINAZIONE**  
Giovanni Lojacono

**AIUTO IMPAGINAZIONE**  
Giorgio Bonis  
Marilisa Canegallo

**SEGRETARIA DI REDAZIONE**  
Rinalba Gamba

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

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

**HANNO COLLABORATO**  
A QUESTO NUMERO

Angela Gribaud  
Danilo Uliana  
Aldo Monti  
Adriana Bobba  
Enzo Piemontese  
Renata Pentore  
Lucio Vassallo

Ida Verrastro  
Alessandro Baldo  
Franca Morello  
Silvano Lunardelli  
Gabiella Pretoto  
Sergio Dionisio  
Fabio Marino

RADIORAMA, rivista mensile divulgativa culturale di elettronica, radio e televisione, edita dalla SCUOLA RADIO ELETTRA in collaborazione con POPULAR ELECTRONICS ● Il contenuto dell'edizione americana è soggetto a copyright 1976 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 ● La stampa di Radiorama è effettuata da litografia interna della SCUOLA RADIO ELETTRA ● Pubblicità: RADIORAMA, via Stellone 5, 10126 Torino ● Distribuzione nazionale: Diemme Diffusione Milanese, via Taormina 28, tel. 68.83.407 - 20159 Milano ● RADIORAMA is published in Italy ● Prezzo del fascicolo: L. 800 ● Abbonamento semestrale (6 fascicoli): L. 4.500 ● Abbonamento per un anno (12 fascicoli): in Italia L. 8.000, all'estero L. 16.000 ● Copie arretrate, fino ad esaurimento, L. 800 il fascicolo ● In caso di aumento o diminuzione del prezzo degli abbonamenti verrà fatto il dovuto conguaglio ● I versamenti per gli abbonamenti e le copie arretrate vanno indirizzati a: RADIORAMA, via Stellone 5, 10126 Torino (assegno circolare o bancario o cartolina-vaglia), oppure possono essere effettuati sul C.C.P. N. 2/12930, Torino ● Prezzi delle inserzioni pubblicitarie: quarta di copertina a quattro colori L. 160.000; controcopertina Lire 100.000; pagina a due colori L. 100.000; pagina a un colore L. 80.000; mezza pagina L. 50.000; un quarto di pagina L. 30.000; un ottavo di pagina L. 20.000 (+ tasse).

# FOTOGRAFO PROFESSIONISTA



## o fotoamatore evoluto

### UN CORSO COMPLETO

Il corso di fotografia, è stato studiato in modo da creare una formazione artistica e tecnica di alto livello. Le lezioni del corso sono state redatte in modo semplice, di facile comprensione, pur mantenendo inalterata l'indispensabile precisione richiesta dalla materia.

### UN CORSO RICCO DI MATERIALI

Fin dall'inizio del corso, gli allievi riceveranno con le lezioni i materiali per la formazione di un completo laboratorio bianco-nero e colori. Oltre a: materiale fotografico, vaschette, torchio per stampa a contatto, spirali, 300 compo-



**Scuola Radio Elettra**

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

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

Franchetta a carico  
del destinatario da  
addebitarsi sul conto  
credito n. 126 presso  
l'Ufficio P.T. di Torino  
A.D. - Aut. Dir. Prov.  
P.I. di Torino n. 23616  
1048 del 23-3-1955



**Scuola Radio Elettra**

10100 Torino AD







nenti ed accessori da camera oscura, il corso comprende un ingranditore professionale con porta-filtri per il colore, per negativi fino a un formato di 6x9; un timer da camera oscura; una smaltatrice elettrica; un completo parco lampade. Il tutto resterà di proprietà dell'allievo.

#### UN CORSO COMODO

Sarà lo stesso allievo a regolare l'invio delle lezioni e dei materiali, secondo la propria disponibilità di tempo. Ogni lezione si paga direttamente al postino e

costa mediamente poche migliaia di lire.

#### UNA GARANZIA DI SERIETA'

Tra i vostri conoscenti c'è certamente qualcuno che ha già frequentato uno dei tanti corsi Scuola Radio Elettra. Sia un tecnico in elettronica, in elettrotecnica, in elaborazione dei dati su calcolatore..., chiedete il suo giudizio.



**SVILUPPO PELLICOLE BIANCO-NERO E A COLORI**

**IMPORTANTE: AL TERMINE DEL CORSO LA SCUOLA RADIO ELETTRA RILASCIÀ UN ATTESTATO DA CUI RISULTA LA VOSTRA PREPARAZIONE.**



**SALA DI POSA E PARCO LAMPAD E**

#### VOLETE SAPERNE DI PIU'?

Fate anche voi come oltre cento mila giovani in tutta Italia, che sono diventati tecnici qualificati grazie ai corsi della Scuola Radio Elettra. Ritagliate, compilate e spedite la cartolina pubblicata qui in basso. Riceverete gratuitamente e senza alcun impegno da parte Vostra un interessante opuscolo a colori sul corso di fotografia e sugli altri corsi della Scuola.



**Scuola Radio Elettra**

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



633

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

# FOTOGRAFIA

**PER CORTESIA, SCRIVERE IN STAMPATELLO**

**MITTENTE:**

NOME \_\_\_\_\_

COGNOME \_\_\_\_\_

PROFESSIONE \_\_\_\_\_ ETÀ \_\_\_\_\_

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

CITTÀ \_\_\_\_\_

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

MOTIVO DELLA RICHIESTA: PER HOBBY   
PER PROFESSIONE O AVVENIRE



# ELETTRONICA



## scienza o magia?

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

È opera di un mago? No.

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

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

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

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 **resteranno 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.

Scrivete alla

### MONTERETE TRA L'ALTRO



UN ORGANO  
ELETTRONICO



UN  
RICEVITORE MA



**Scuola Radio Elettra**

10126 Torino - Via Stellone 5/633

Tel. (011) 674432

LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA





# CORSO KIT HI-FI STEREO

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

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

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

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

LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA

SE VOLETE REALIZZARE UN  
COMPLESSO DI AMPLIFICAZIONE  
RICHIEDETE INFORMAZIONI  
GRATUITE ALLA



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