

# RADIORAMA

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

*Il rapporto di onde stazionarie*

*Costruite un identometro per transistori*

*Dal rivelatore al transistor*

*Circuito a tiristore per flash elettronici*

**Trasmissioni di immagini TV  
con raggio laser**



# 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



**Scuola Radio Elettra**

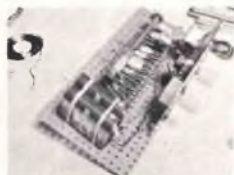
10126 Torino - Via Stellone 5 633

Tel. (011) 674432

### MONTERETE TRA L'ALTRO



UN ORGANO  
ELETTRONICO



UN  
RICEVITORE MA

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

NOVEMBRE 1975

# RADIORAMA

## SOMMARIO

---

### L'ELETTRONICA NEL MONDO

I sensori di immagine allo stato solido sostituiranno i tubi da ripresa TV?	5
Un modello matematico per l'inquinamento atmosferico	29
Una nuova era per la misurazione precisa del tempo	32
Dal rivelatore al transistor	57

### L'ESPERIENZA INSEGNA

Circuito a tiristore per flash elettronici	13
Il rapporto di onde stazionarie	33

### IMPARIAMO A COSTRUIRE

Identometro per transistori	19
Costruite un sistema TV laser	40

### LE NOSTRE RUBRICHE

L'angolo dei club	10
Panoramica stereo	23
Novità librerie	56
Tecnica dei semiconduttori	60

### LE NOVITA' DEL MESE

Contatore di frequenza 5381A della Hewlett-Packard	22
Accumulatori ermetici al piombo Gates	30
Ricevitore stereofonico Sylvania RS-4744	53

**RADIORAMA** - Anno XX - N. 11  
Novembre 1975 - Spedizione in  
abbonamento postale - Gr. III/70  
Prezzo del fascicolo L. 800

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

C.C.P. 2/12930

# ELETRAKIT TRANSISTOR



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

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

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

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

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

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

Scriva alla:



**Scuola Radio Elettra**

10126 Torino - Via Stellone 5/633

Tel. (011) 674432

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

# I SENSORI DI IMMAGINI ALLO STATO SOLIDO SOSTITUIRANNO I TUBI DA RIPRESA TV?

Una panoramica sui sensori con dispositivi ad accoppiamento di carica e su quelli ad esplorazione sequenziale di fotodiodi

Una telecamera sperimentale non più grande di un pacchetto di sigarette, un apparecchio che legge automaticamente i prezzi sulle etichette alla cassa di un supermercato, una macchina che permette ai ciechi di leggere caratteri stampati, sono dispositivi che è stato possibile realizzare grazie all'uso dei sensori di immagine allo stato solido, un particolare genere di circuiti integrati.

Un sensore di immagine può contenere centinaia, od anche migliaia, di piccoli elementi fotosensibili su una sola piastrina di silicio; esso è normalmente montato in un contenitore per circuiti integrati di dimensioni standard, ed incapsulato da un coperchio di materiale trasparente. Allorché una

immagine viene focalizzata sul sensore, normalmente mediante un obiettivo come illustrato nella *fig. 1*, è possibile, esplorando elettronicamente i singoli elementi fotosensibili, ottenere una copia dell'immagine stessa.

**La disposizione degli elementi fotosensibili** - In un sensore di immagine gli elementi fotosensibili possono essere disposti in modo da formare sia una semplice riga, sia un reticolo bidimensionale che copre tutta l'area di un rettangolo.

Un sensore avente una sola riga di elementi fotosensibili può essere usato anche per rilevare un'immagine bidimensionale, spostandola continuamente rispetto al sensore

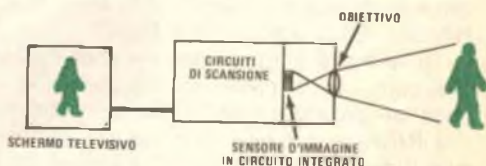
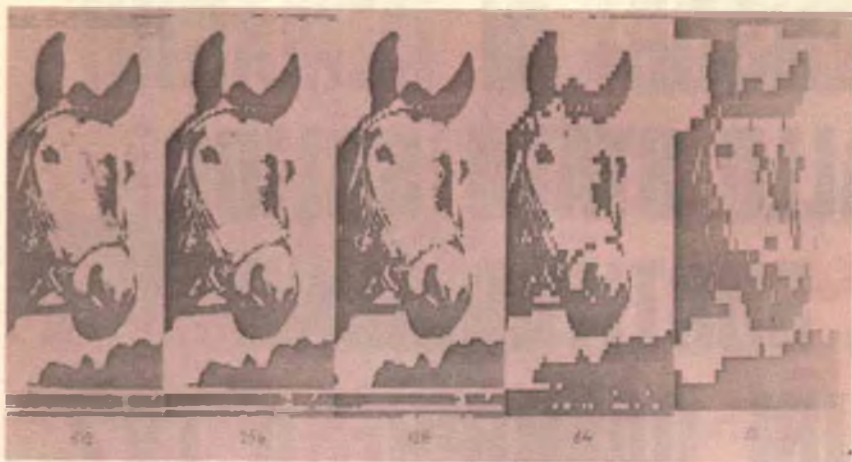


Fig. 1 - Esempio di sistema sensore di immagini.



*Fig. 2 - Questa serie di fotografie mostra come la risoluzione influenzi la qualità dell'immagine. Il numero degli elementi fotosensibili usati dal sensore aumenta procedendo da destra a sinistra.*

stesso, in modo che di essa venga esplorata una riga per volta. Il numero di elementi fotosensibili contenuti nella riga determina la risoluzione dell'immagine. L'effetto di tale risoluzione sulla qualità dell'immagine è mostrato nella *fig. 2*, in cui è rappresentato lo stesso soggetto esplorato con cinque diversi sensori. La figura all'estrema destra è quella ottenuta mediante un sensore costituito da una riga di trentadue elementi fotosensibili, ed è quella con la minor risoluzione; la figura all'estrema sinistra, ottenuta mediante un sensore con 512 elementi allineati, è quella con la più alta risoluzione.

Il vantaggio offerto da un sensore bidimensionale, rispetto ad uno con una singola riga di elementi, è evidente: un'immagine bidimensionale può essere riprodotta senza doverla esplorare riga per riga. Nella *fig. 3* è mostrato un sistema nel quale un obiettivo focalizza le immagini su un sensore bidimensionale, avente 2.500 elementi fotosensibili. I singoli elementi fotosensibili sono esplorati elettronicamente, ed il segnale video ottenuto è poi portato ad un tubo a raggi catodici. Il sensore usato è il Reticon Mod. RA 50 x 50, illustrato nella *fig. 4*.

Nella *fig. 5* è riprodotto un apparecchio che consente ai ciechi di leggere: esso è stato progettato presso la Stanford University (USA) e si avvale di un sensore d'immagine bidimensionale con 144 elementi (6 x 24). Una minuscola telecamera contenente tale sensore viene fatta scorrere sulla pagina

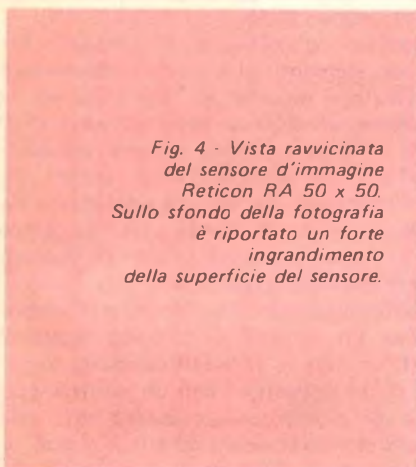
da leggere ed il segnale d'uscita viene poi portato ad un trasduttore tattile, anch'esso con 144 elementi, che il cieco "sente" con la punta delle dita. Questo apparecchietto, denominato Optacon, è attualmente prodotto dalla Telesensory Systems Inc.

**Tipi di sensori d'immagine** - Le tecniche per realizzare un sensore di immagine in circuito integrato sono diverse; le due più comuni sono quella che fa uso di dispositivi ad accoppiamento di carica (CCD) e quella in cui si ricorre all'esplorazione sequenziale di un insieme di fotodiodi. Entrambe si basano sulla sensibilità alla luce propria del silicio, sensibilità che può essere osservata conducendo il semplice esperimento illustrato nella *fig. 6*: allorché una luce intensa colpisce il campione di silicio, la sua resistenza elettrica diminuisce. Tale diminuzione è dovuta al cosiddetto fenomeno di fotogenerazione, consistente nel fatto che dall'interazione tra luce e silicio vengono generati portatori di carica (buchi ed elettroni), i quali sono appunto i responsabili della diminuzione di resistenza. Più precisamente, ogni fotone che cade sul silicio genera un buco ed un elettrone (cioè quella che viene talvolta chiamata una coppia buco-elettrone).

Il silicio non risponde in ugual modo a tutte le diverse lunghezze d'onda della luce: i sensori di immagine al silicio sono perciò molto più sensibili alla luce rossa e al vicino infrarosso di quanto non lo siano alla luce



*Fig. 3 - Sistema completamente a semiconduttori per la ripresa di immagini, il quale fa uso di un sensore con reticolo da 50 x 50 elementi. L'immagine rilevata è visualizzata su un tubo a raggi catodici.*



*Fig. 4 - Vista ravvicinata del sensore d'immagine Reticon RA 50 x 50. Sullo sfondo della fotografia è riportato un forte ingrandimento della superficie del sensore.*



*Fig. 5 - Apparecchio di lettura per ciechi: viene usato esplorando le lettere mediante un sensore tenuto nella mano destra, e tenendo contemporaneamente la sinistra su un trasduttore tattile.*

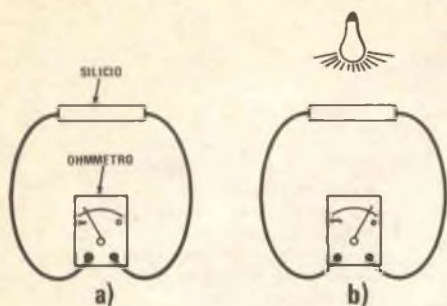


Fig. 6 - Un pezzetto di silicio esposto ad una debole luce presenta elevata resistenza elettrica (a); aumentando l'intensità della luce, la resistenza invece si abbassa (b).

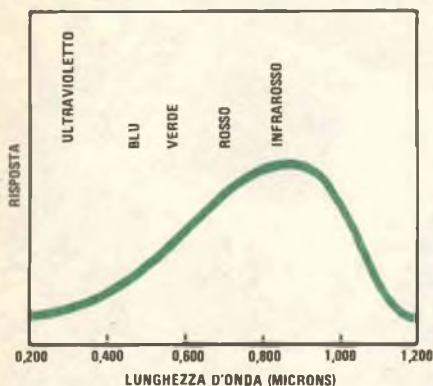


Fig. 7 - Risposta spettrale del silicio ai vari colori della luce.

azzurra, che ha lunghezza d'onda minore. La sensibilità di un sensore d'immagine ai diversi colori è espressa dalla curva di risposta spettrale riportata nella fig. 7.

**Sensori di tecnica CCD** - I sensori d'immagine che fanno uso di dispositivi ad accoppiamento di carica hanno un grande vantaggio su quelli ad esplorazione sequenziale di fotodiodi: i loro elementi fotosensibili possono venire maggiormente addensati ed essere in numero più elevato. L'elemento fondamentale dei dispositivi CCD è un condensatore di tipo MOS: con un reticolo di tali condensatori si ottiene un sensore d'immagine. La caratteristica basilare della tecnica CCD è la possibilità di ottenere il trasferi-

mento della carica di ciascun condensatore MOS a quello che gli sta a fianco.

Il funzionamento di un sensore di immagine di questo tipo è illustrato schematicamente nella fig. 8. Ciascun condensatore può essere considerato come un piccolo "secchiello", capace di contenere una certa carica. Quando la luce colpisce il sensore, a causa del citato fenomeno di fotogenerazione, in ogni secchiello si raccoglie una carica, la cui entità dipende dalla quantità di luce che colpisce l'areola in cui il secchiello è localizzato. L'informazione video viene portata all'esterno trasferendo velocemente la carica da un secchiello all'altro e misurando le cariche che si presentano all'uscita. In questo processo tutti i secchi vengono svuotati della loro carica, e può quindi avere inizio un nuovo ciclo.

Il sensore d'immagine con maggior numero di elementi attualmente disponibile sul mercato è proprio del tipo CCD, ed ha un reticolo di 100 x 100 elementi (cioè 10.000 in tutto). Questo sensore, prodotto dalla Fairchild Semiconductor, genera già ottime immagini, ma ha una risoluzione ancora ben minore di quella usata in campo TV. Per uguagliare quest'ultima risoluzione (almeno quella corrispondente allo standard televisivo usato negli Stati Uniti), si dovrebbe costruire un sensore in circuito integrato con  $512 \times 320 = 163.840$  elementi; lo sviluppo di un dispositivo con un numero così elevato di elementi rappresenta una vera sfida alle capacità dell'industria elettronica. Recentemente la RCA ha annunciato la realizzazione sperimentale di un sensore che si avvicina molto a questa risoluzione.

#### Esplorazione di un reticolo di fotodiodi -

In questi sensori di immagine gli elementi sensibili sono fotodiodi MOS. Un fotodiodo del genere, polarizzato inversamente e posto in un ambiente buio, viene attraversato solo da una corrente di fuga di minima entità, detta "corrente di oscurità". Allorché la luce colpisce il diodo, vengono generati portatori di carica e la corrente aumenta tanto più quanto più è intensa la luce.

Il funzionamento di un sensore a scansione sequenziale di fotodiodi è illustrato schematicamente nella fig. 9, in cui sono rappresentati quattro diodi che vengono selezionati l'uno dopo l'altro da un commutatore rotante. Si noti che in parallelo a ciascun diodo è disegnato un piccolo conden-



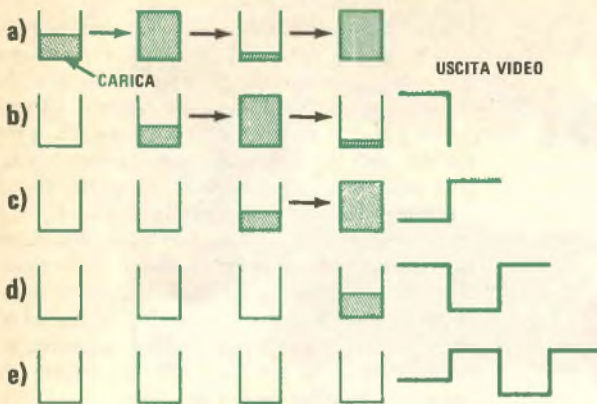


Fig. 8 - In un sensore con dispositivi ad accoppiamento di carica (CCD) il segnale video d'uscita si ottiene trasferendo le cariche da sinistra verso destra.

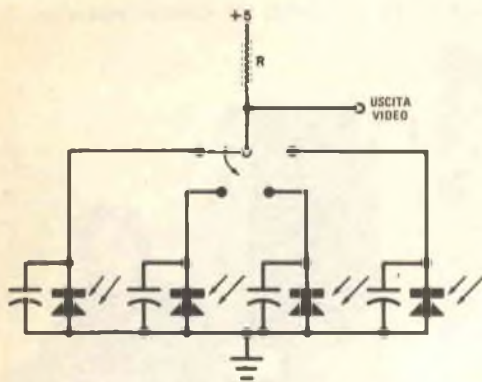


Fig. 9 - I fotodiodi di questo sensore vengono esplorati sequenzialmente da un commutatore.

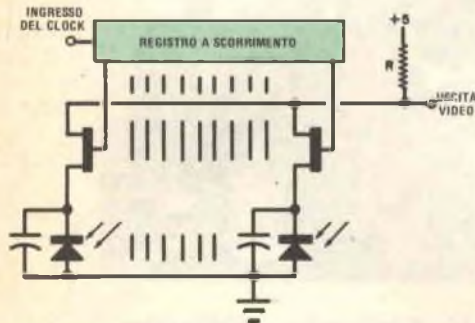


Fig. 10 - In un sensore ad esplorazione di fotodiodi con scansione autonoma, tutti i transistori necessari al processo di scansione sono contenuti nello stesso circuito integrato del sensore.

satore, ma si tratta non di un condensatore vero e proprio, bensì della capacità stessa dei diodi. Allorché un diodo viene selezionato dal commutatore, la sua capacità si carica attraverso la resistenza sino alla tensione di 5 V, che è quella di alimentazione. Quando il commutatore passa su un altro diodo, il condensatore comincia a scaricarsi attraverso il proprio fotodiodo; se la luce che colpisce il diodo è nulla, la piccola corrente di oscurità scaricherà solo parzialmente il condensatore; salendo il livello di luce, la corrente aumenta, ed il condensatore si scaricherà sempre di più. Quando il commutatore seleziona nuovamente il diodo in questione, il condensatore si ricarica a 5 V; all'uscita compare allora il segnale video, originato dalla caduta di tensione sul resistore e che sarà tanto più forte quanto più il condensatore sarà stato scaricato. Questo genere di funzionamento viene denominato "ad immagazzinamento di carica".

Nei sensori d'immagine ad esplorazione sequenziale di fotodiodi, come elementi di commutazione vengono usati transistori MOS. In pratica, i fotodiodi non sono altro che i diodi costituiti dalla coppia sorgente-substrato degli stessi transistori MOS. Come illustrato nella fig. 10, i transistori MOS vengono sequenzialmente "sbloccati" dagli impulsi provenienti da un registro a scorrimento, comandato da un segnale di temporizzazione o "clock". I sensori d'immagine che comprendono in un unico circuito integrato anche il registro a scorrimento possono essere definiti "a scansione autonoma"; a questa categoria appartiene il sensore di immagine Reticon, precedentemente citato. ★

# l'angolo dei

# Club

## LOMBARDIA:

### il primo Club è nato a Bergamo

L'iniziativa di riunirsi in "CLUB" dove poter svolgere una attività tecnica in comune si sviluppa sempre di più tra gli Allievi ed ex Allievi della Scuola Radio Elettra di Torino.

Questa nuova possibilità di incontrarsi per scambiare informazioni ed esperienze tecniche collegate con il corso che ogni singolo Allievo sta seguendo o ha seguito in passato suscita un vivo e crescente entusiasmo tra gli iscritti, che praticamente da sempre ne sollecitavano la realizzazione presso la Scuola.

I vari gruppi di Alunni si sono con il tempo fatti numericamente più consistenti ed attualmente, grazie alla volontà degli Allievi stessi, all'interessamento dei vari funzionari locali della Scuola ed all'appoggio della Scuola stessa che segue la attività dei Club con disponibilità e simpatia, questi punti di incontro si stanno rapidamente moltiplicando. Roma, Genova, Foggia, Novara, Fondi, Palermo hanno iniziato la serie ed oggi la nostra attenzione è rivolta in particolare a Bergamo, mentre in due punti opposti d'Italia, Como e Catania, l'apertura di un nuovo Club è imminente.

A Bergamo la realizzazione del Club è stata notevolmente facilitata dalla ospitalità generosamente concessa da una associazione già precedentemente esistente: il "Circolo

Culturale Radiantistico" che ha sede a Bergamo in Via S. Alessandro 45. Alla prima riunione di un gruppo di Allievi della Scuola Radio Elettra, svoltasi recentemente, hanno preso parte il dottor Stefano Locatelli, presidente del Circolo Culturale Radiantistico, ed i suoi collaboratori ed amici, geom. Baggi e geom. Viganò, oltre a diversi soci.

I dirigenti del Circolo hanno illustrato brevemente lo scopo e l'attività della associazione, che promuove e sviluppa una interessante divulgazione nel campo del radiantismo, aiutando i soci anche praticamente, ad esempio con lo svolgimento di lezioni di telegrafia ed altre utili iniziative.

Sono state spiegate anche le ragioni di collaborazione che hanno suggerito e permesso la possibilità di offrire ospitalità al

1



2

1. Esercitazioni di telegrafia pratica.

2. Un angolo del locale destinato a laboratorio di esercitazioni.

3



5



4



3. *BERGAMO - Brava sosta per il brindisi e per la foto-ricordo.*

4. *Uno dei più giovani Allievi, Osvaldo Carbonari, tra il sig. Averara (a destra) e il sig. Flore (a sinistra).*

5. *Allievi e simpatizzanti ascoltano le brevi parole di saluto.*

gruppo di Allievi della Scuola Radio Elettra appartenenti al nuovo "Club Amici di Bergamo della Scuola Radio Elettra" ora costituito.

Da parte della Scuola era presente il sig. Franco Ravera giunto in mattinata da Torino, che ha salutato con piacere i diversi Allievi presenti, tra i quali ricordiamo i signori Pasquale Mauro, Pier Luigi Cassina, Antonio Averara, Attilio Vitali, Osvaldo Carbonari, ed altri.

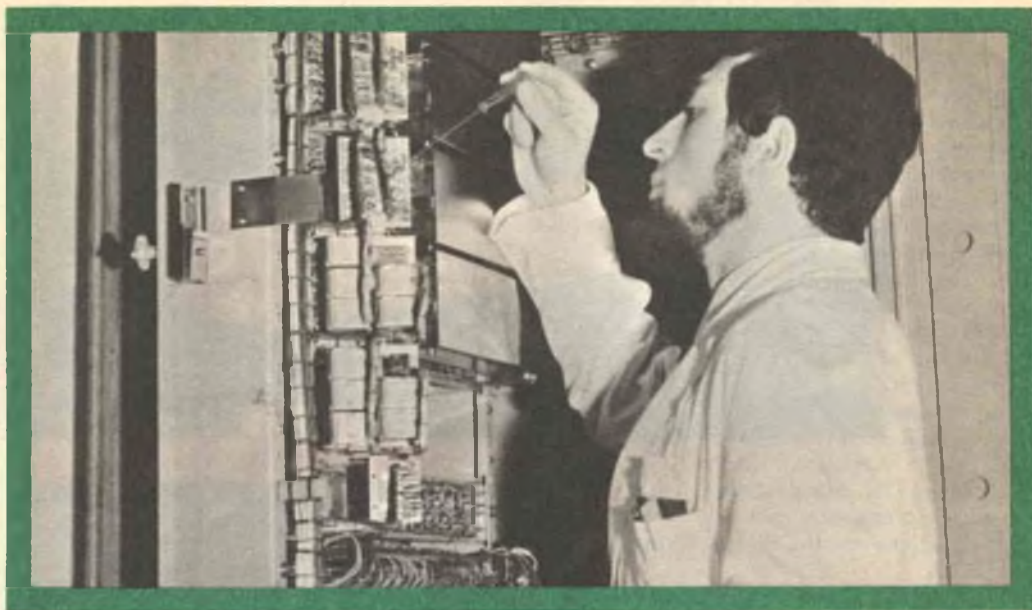
A centinaia e centinaia di Allievi residenti in Bergamo e provincia è stata inviata in questi giorni una lettera con l'invito a prendere contatto con il Club, per partecipare attivamente al suo consolidamento e alla organizzazione delle varie iniziative. L'appuntamen-

to per gli Allievi e simpatizzanti della Scuola Radio Elettra è fissato per la domenica mattina, dalle ore 10 in poi, in Via S. Alessandro 45 - piano terreno - Bergamo, presso la sede del Circolo Culturale Radiantistico.

Il circolo suddetto è aperto invece per i soli Radiantisti le sere del martedì e del giovedì dalle ore 21.

Agli Allievi che hanno contribuito e contribuiranno al buon andamento del Club formuliamo i migliori auguri di ottima riuscita, auguri estesi naturalmente a tutti i soci del Circolo Culturale Radiantistico; Radiorama ospiterà volentieri anche in avvenire eventuali notizie e fotografie relative alla attività svolta.

Franco Ravera



## 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

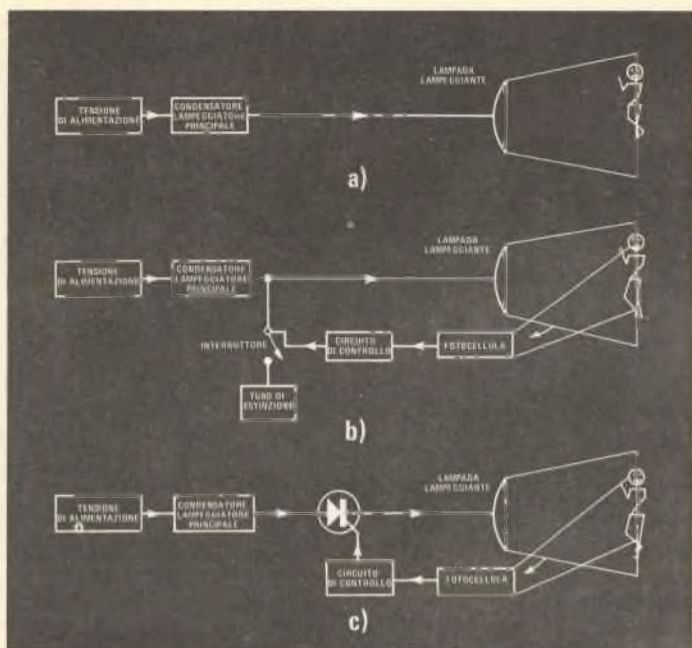
# CIRCUITO A TIRISTORE PER FLASH ELETTRONICI

**Come un semplice SCR fornisce riciclaggio piú rapido, piú lampi per carica e ricarica piú rapida per i piú recenti lampeggiatori elettronici automatici.**

I lampeggiatori elettronici hanno messo "l'azione di fermata" alla portata di tutti gli appassionati di fotografia. Inoltre, grazie alle proprietà di immagazzinamento del condensatore elettrolitico ed all'uso di lampade a gas di lunga durata, hanno anche eliminato la necessità di sostituire lampadine usate. Il piú importante perfezionamento apportato alla tecnologia dei lampeggiatori elettronici si può far risalire al 1965, quando la Honeywell Photographic presentò un lampeggiatore elettronico automatico, che eliminava la necessità di regolare il diaframma per soggetti posti a distanze differenti.

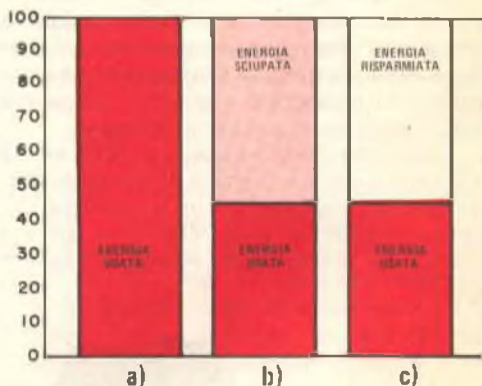
Ora l'elettronica ha creato un'altra novità nel campo della tecnologia dei lampeggiatori automatici, aggiungendo un controllo a tiristore, un SCR che scatta il lampo e ferma la scarica del condensatore quando il soggetto





*In questi tre schemi a blocchi molto semplificati sono rappresentati i componenti principali dei vari tipi di lampeggiatori elettronici. In a) si vede il tipo manuale meno complesso. Lo schema b) mostra come è stata aggiunta una fotocellula con circuito di controllo e tubo di estinzione per dissipare l'energia in più. In c) un tiristore aggiunto nel circuito interrompe la corrente proveniente dal condensatore lampeggiatore principale.*

*Energia usata da tre lampeggiatori elettronici che illuminano la stessa scena. In a) il lampeggiatore manuale sfrutta tutta la tensione immagazzinata nel condensatore lampeggiatore. La giusta esposizione si ottiene regolando il diaframma della macchina fotografica. In b), un tipo a tubo di estinzione, l'esposizione viene controllata dal lampeggiatore. Solo il 45 per cento dell'energia viene usata per esporre la pellicola. Il lampeggiatore c) impiega la stessa quantità di tempo e di energia del tipo b) per illuminare adeguatamente la scena, ma l'energia non usata rimane nel condensatore lampeggiatore, con conseguente minore quantità di corrente richiesta dalla batteria e più rapido riciclaggio tra due lampi*



ha ricevuto luce sufficiente. Come risultato si ottengono più lampi per carica di batteria, riciclaggio più rapido per l'istantanea successiva e tempo di carica più breve.

**Un lampo di luce** - Ricordiamo le varie fasi nella produzione elettronica di un lampo di luce. Anzitutto, la tensione continua erogata da una batteria, la normale sorgente di

alimentazione di un lampeggiatore elettronico, viene convertita in alternata per mezzo di un circuito oscillatore, quello che produce il caratteristico fischio udibile nei lampeggiatori elettronici. Una volta generata, la tensione alternata viene elevata di valore da un trasformatore, quindi viene convertita di nuovo in tensione continua da un raddrizzatore, dopodiché viene immagazzinata nel

condensatore elettrolitico principale del lampeggiatore. Nei lampeggiatori moderni, i condensatori possono immagazzinare potenziali fino a 350 V. Il condensatore è collegato ad un tubo a gas, generalmente xenon, anche se vengono usati pure altri tipi di gas.

A questo punto, tutto è pronto per far scattare il lampo. Ora è necessario un impulso ad alta tensione per ionizzare il gas nel tubo lampeggiatore e renderlo conduttivo, in modo che l'energia possa scorrere nel tubo dove sarà convertita in luce. Questo impulso ad alta tensione viene creato quando i contatti dell'otturatore della macchina fotografica si chiudono, provocando la scarica di un piccolo condensatore in una bobina fissata alle pareti del tubo lampeggiatore. Dopo che la carica del condensatore lampeggiatore si è esaurita, cessa la ionizzazione del gas, che diventa non conduttivo; può allora ricominciare il ciclo di carica. Una volta che il ciclo si è completato, il che viene indicato da una lampadina spia, il lampo può di nuovo essere scattato.

**Lampeggiatore automatico** - L'esposizione di una pellicola si basa su due fattori: tempo ed intensità. Nei lampeggiatori anteriori al 1965, il fattore tempo (durata del lampo) era fissato, nella maggior parte dei casi, ad un millesimo di secondo; quindi, l'intensità doveva essere controllata variando l'apertura dell'obiettivo della macchina fotografica.

Il lampeggiatore automatico Honeywell 660 impiegava il primo "circuito di estinzione" e funzionava sulla variabile del tempo. Invece di una durata di lampo di un millesimo di secondo, il lampeggiatore dava un impulso fulmineo, la cui durata era compresa tra un millesimo di secondo e un trentamillesimo di secondo. Il tempo di esposizione veniva preso dalla macchina fotografica e l'operatore lo riportava sul lampeggiatore. Il fotografo doveva solo predisporre il diaframma seguendo le istruzioni del fabbricante, basate sull'intensità della luce del flash e sulla sensibilità della pellicola. Il lampeggiatore controllava allora la durata della luce.

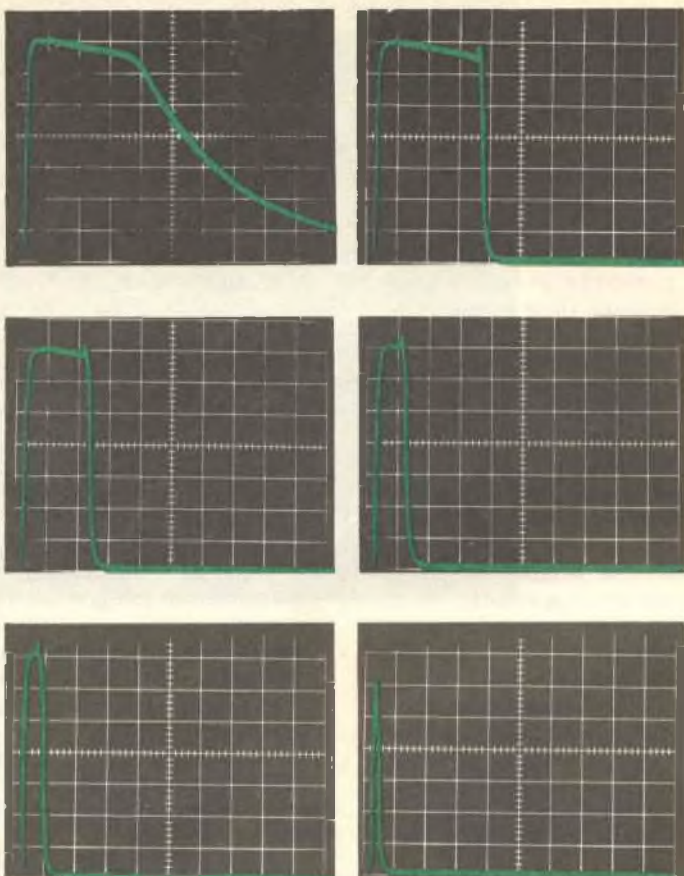
Vediamo ora il funzionamento di questo lampeggiatore. La luce emanata dal tubo lampeggiatore viene riflessa contro il lampeggiatore stesso, dove viene rivelata da una fotocellula. Questa è collegata ad un piccolo condensatore di tempo, il cui valore è stato

scelto accuratamente in base a criteri noti (diaframma da usare con la sensibilità della pellicola, intensità della luce, distanza), che si sommano ad un campione di esposizione. La quantità di luce che colpisce la fotocellula può essere regolata o usando piccole aperture o per mezzo di filtri a densità neutra posti davanti ad essa. In questo modo, la fotocellula può essere "ingannata", facendole "credere" che per illuminare la scena occorra un tempo due, tre o quattro volte superiore. Rispondendo alla quantità di luce che la colpisce, la fotocellula regola la carica del condensatore di tempo. Questo, una volta raggiunta la sua piena carica nel circuito di estinzione, chiude un altro interruttore che devia la corrente proveniente dal condensatore lampeggiatore in un altro tubo, con una resistenza più bassa. Qui, l'energia viene spesa sotto forma di calore e di luce.

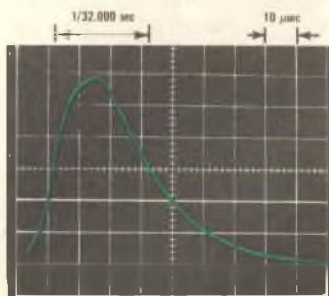
Questo secondo tubo non viene mai visto dal fotografo e la sua luce non serve per il procedimento fotografico; rappresenta solo un modo comodo per dissipare l'energia non necessaria proveniente dal condensatore lampeggiatore. Con tale sistema e con piccoli lampeggiatori elettronici sono state ottenute durate del lampo fino ad un settantamillesimo di secondo, tempo tanto breve da consentire la ripresa di proiettili che forano una tavola di legno, di palloncini che scoppiano, ecc.

Tutto ciò era sufficiente per entusiasmare la maggior parte dei fotografi, ma lasciava aperto ancora un problema. Anche se l'idea del tubo di estinzione conferiva ai lampeggiatori un'enorme flessibilità, questi tubi sciupavano energia. Non c'era un mezzo pratico per arginare l'energia che dal condensatore andava al tubo lampeggiatore. Ne conseguiva che il fotografo poteva ottenere solo un numero limitato di lampi per batteria o per carica. Nel caso di una batteria ricaricabile al nichel-cadmio, si potevano ottenere circa da quaranta a sessanta lampi.

**Controllo a tiristore** - Verso la fine del 1972, la Braun ha presentato il primo lampeggiatore con circuito in serie controllato a tiristore. La novità tanto attesa è venuta sotto la forma di un piccolo raddrizzatore controllato al silicio (SCR), denominato tiristore. Funzionante come un interruttore elettronico, questo piccolo dispositivo a stato solido può sopportare la corrente prove-



Queste tracce oscillografiche sono state ricavate simulando varie distanze di lavoro, mediante la regolazione di una serie di schermi posti di fronte ad un lampeggiatore Braun 2000 e poi misurando la forma d'onda risultante del lampo per mezzo di un fotomoltiplicatore e di un oscilloscopio regolato a 0,2 msec per divisione. La durata effettiva del lampo varia da un massimo di 1/1000 di sec (che equivale ad usare il lampeggiatore manualmente od alla sua massima distanza di lavoro) ad un minimo di 1/32.000 di sec (usando il lampeggiatore alla minima distanza di lavoro). Il picco nella forma d'onda delle quattro tracce centrali è dovuto all'accensione del tubo lampeggiatore. Questa è una caratteristica di alcuni degli ultimi lampeggiatori a risparmio di energia con tiristori.



Si è usato un oscilloscopio ad alta velocità per controllare la durata del lampo del Braun 2000, regolato per dare il lampo più breve di 1/32.000 di sec. La misura della larghezza dell'impulso è stata fatta a metà altezza della forma d'onda.



niente dal condensatore lampeggiatore ed arrestarla nel preciso momento in cui il circuito di controllo dell'esposizione dice che il soggetto ha ricevuto luce sufficiente. Invece di avere un circuito in parallelo, che devia semplicemente l'energia data dal condensatore lampeggiatore, abbiamo ora un circuito in serie, che consente all'energia in eccesso di rimanere nel condensatore lampeggiatore.

Il tiristore presenta molti vantaggi, tra i quali la possibilità di commutarsi in conduzione e rimanere in conduzione fino a che la corrente che scorre attraverso un circuito in continua cade a zero o vicino a zero. Può essere aperto se riceve un brevissimo impulso a bassa energia dalla direzione opposta. L'impulso per l'interruzione, naturalmente, proviene dal circuito di tempo con il suo piccolo condensatore collegato alla fotocellula.

Usato in un lampeggiatore elettronico, il tiristore svolge due compiti. Anzitutto, interrompe la corrente che scorre dal condensatore principale lampeggiatore, regolando così la durata del lampo nello stesso modo del circuito di estinzione in parallelo. Consente inoltre all'energia non usata di rimanere nel condensatore lampeggiatore invece di essere sciupata. Ciò, a sua volta, assicura un altro vantaggio: il tempo di riciclaggio può essere ridotto perché la batteria può, molto rapidamente, fornire la piccola quantità di energia necessaria per ricaricare il condensatore. L'energia della batteria può così essere risparmiata, consentendo un numero maggiore di lampi per carica.

Un tipo di lampeggiatore con tiristore in serie ripete il ciclo in circa 2,5 sec, dopo aver illuminato una scena a 3 m di distanza. Nel fare questo, sfrutta solo il 22% dell'energia del condensatore lampeggiatore; tuttavia, se lo stesso lampeggiatore viene usato per illuminare un soggetto a 6 m di distanza, sfrutterà il 90% dell'energia immagazzinata e richiederà 6 sec per la ricarica. A distanze di 75 cm, il tempo di riciclaggio sarebbe compreso tra 0,26 sec e 0,33 sec. Nel modo manuale (con la fotocellula coperta) od a distanze prossime al limite in cui il lampeggiatore può adeguatamente illuminare la scena, il tiristore non riceve l'impulso di inversione dal circuito di tempo. Apre invece il circuito dopo che la tensione nel condensatore lampeggiatore si è avvicinata a zero (generalmente circa 1,5 V).

Il risparmio della carica della batteria di-

pende dall'immagazzinamento di energia nel condensatore lampeggiatore. Prima che il tiristore apparisse nei lampeggiatori, era necessario ogni volta fornire abbastanza energia per portare alla piena carica un condensatore completamente scarico. Ora il tiristore ha ridotto notevolmente la necessità di energia rispetto a quella richiesta prima per ricaricare un condensatore parzialmente scarico. In alcuni casi, se il lampeggiatore viene usato esclusivamente alle distanze di lavoro più ravvicinate nelle quali la durata del lampo è la più breve, non è insolito ottenere da settecento a mille lampi per carica di una batteria al nichel-cadmio. Nell'uso manuale, queste stesse batterie fornirebbero solo circa sessanta lampi per carica. Poiché nessuno scatta fotografie esclusivamente a distanze di 75 cm, il numero di lampi più comune per carica è compreso tra cento e duecento.

E' improbabile che i lampeggiatori elettronici controllati a tiristore possano saturare il mercato nel prossimo futuro; questo tipo di lampeggiatore ha senso solo con i modelli più potenti. I lampeggiatori di bassa potenza richiedono in genere tutta la carica del condensatore per illuminare scene a distanze superiori a 3 m; quindi, non vi sarebbe risparmio di energia incorporando in essi un circuito a tiristore. Solo lampeggiatori che sfruttano una piccola quantità di energia per lampo rendono il circuito a tiristore pratico e necessario.

Un altro fattore che impedisce l'uso incondizionato del tiristore nei lampeggiatori elettronici, è che questo tipo di SCR è costoso e difficile da costruire. Il controllo della qualità deve essere molto severo e ciò riduce il numero dei tiristori disponibili. Per questo motivo i fornitori stentano a soddisfare le richieste per i lampeggiatori ora in produzione.

**Chi li fabbrica** - Chi desidera un lampeggiatore controllato a tiristore, può richiederlo ad un negozio di articoli fotografici scegliendo tra i seguenti tipi: Argus modello 1272 o modello 1275; Auto Spiralite Thy 1000; Bell & Howell modello 880; Braun Vario Computer 2000 FO22 o FO27; Honeywell Auto Strobolar 470; Metz Mecablitz 402 o 217; Rollei modello 36 RE o modello 140 RES; Vivitar Auto Thyristor modello 292 o modello 352. Anche le ditte Canon, Minolta e Nikon producono questo tipo di lampeggiatore elettronico. ★



# CORSO KIT HI-FI STEREO

**Non è necessario essere tecnici per costruire un amplificatore Hi-Fi!** Il metodo Eletrakit 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.

Eletrakit 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 Eletrakit è facilissimo e veramente nuovo poiché, seguendone le istruzioni, Lei dovrà soltanto sovrapporre le parti, contrassegnate con un simbolo, sul circuito stampato che riporta gli stessi contrassegni e bloccarle con punti di saldatura. Sarà un vero divertimento per Lei vedere come con sole 10 lezioni riuscirà a completare il montaggio del Suo apparecchio, che in breve sarà perfettamente funzionante. Eletrakit Le manda a casa tutto il materiale necessario (transistori, mobile, ecc.), Lei non dovrà procurarsi nulla: **tutto è compreso nel prezzo** e tutto resterà Suo!

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

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

SE VOLETE REALIZZARE UN  
COMPLESSO DI AMPLIFICAZIONE  
RICHIEDETE INFORMAZIONI  
GRATUITE ALLA



**Scuola Radio Elettra**

10126 Torino Via Stellone 5/33

LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA

Identifica i terminali di un transistor incognito,  
indica la polarità p-n-p o n-p-n e se il transistor è guasto.



# IDENTOMETRO per transistori

Per potere inserire un transistor in un circuito è indispensabile sapere di che tipo è (se n-p-n o p-n-p) ed identificarne i terminali; anche il beta è interessante, ma in molte applicazioni non è essenziale.

L'identometro che presentiamo è stato progettato appunto per determinare rapidamente i terminali ed il tipo di un transistor. Si basa sul fatto che un transistor bipolare può funzionare, ma male, se si invertono i terminali di emettitore e di collettore senza invertire anche l'alimentazione. Poiché un transistor ha tre terminali, è possibile collegarli in sei modi differenti. Con un transistor inserito nel circuito di prova, l'identometro ha un commutatore per effettuare i sei differenti collegamenti; quando si arriva a quello giusto, si accende una lampadina, la quale indica pure se il transistor in esame è di tipo n-p-n o p-n-p.

**Come funziona** - Lo schema del circuito è riportato nella *fig. 1*. Si noti che T1 ha due secondari: uno di alimentazione per i circuiti Q1-LED1 e Q2-LED2 e l'altro per il transistor incognito. Il transistor Q1 si satura quando la tensione del secondario in alto nello schema è nel semiciclo positivo e la sua base è positiva. Il transistor Q2 si satura quando il suo collettore ha una tensione

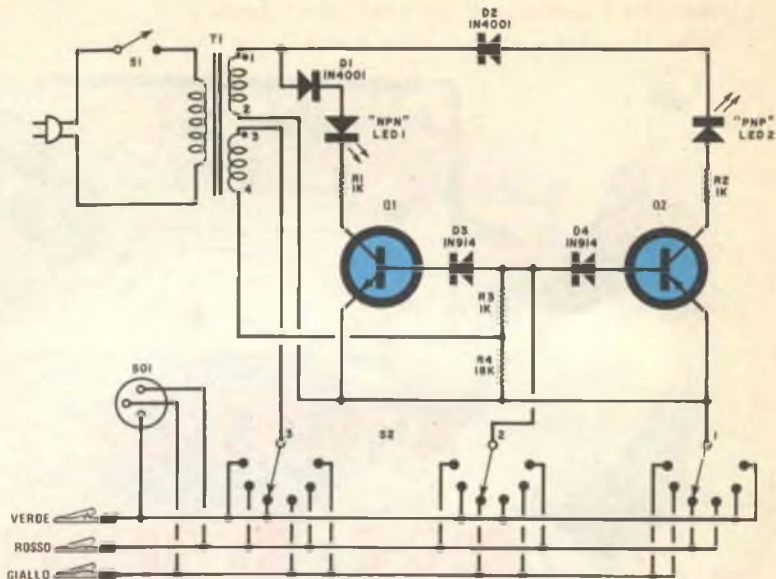
negativa e la sua base è negativa. I due secondari del trasformatore devono essere in fase, come è indicato dai puntini presso i terminali 1 e 3.

Il circuito è equivalente ad un dispositivo logico OR esclusivo, il quale ha un'uscita solo quando le due entrate sono a livelli differenti. I segnali alto o basso vengono forniti dal transistor in prova e dalla polarità istantanea della rete in quel momento. La combinazione è una sola polarità per i transistori n-p-n e la polarità opposta per i tipi p-n-p. Questa distinzione consente l'identificazione del tipo.

Con la corretta fasatura del secondario 3-4 di T1, i segnali OR esclusivi vengono accettati dal pilota del LED, che può reagire ad un segnale compatibile durante il suo semiciclo dell'alternata. I diodi D3 e D4 impediscono che piccole differenze nei livelli di tensione possano mandare in conduzione i transistori pilota.

**Costruzione** - Per costruire l'identometro ed usare i circuiti stampati rappresentati nella *fig. 2*, si devono apportare alcune modifiche meccaniche a due componenti. I terminali del trasformatore T1 devono essere tagliati in modo che si adattino al circuito stampato. Come si vede nella *fig. 3*, occorre

Fig. 1 - Il transistore in prova si inserisce nello zoccolo SO1 o si collega alle pinzette a bocca di coccodrillo colorate.



## MATERIALE OCCORRENTE

- D1-D2 = diodi 1N4001 \*
- D3-D4 = diodi 1N914, opp. 1N4148 \*
- LED1-LED2 = diodi emettitori di luce MLED 653 \*
- Q1 = transistore BC317 \*
- Q2 = transistore BC320, opp. BC303 \*
- R1-R2-R3 = resistori da 1 k $\Omega$  - 1/2 W
- R4 = resistore da 18 k $\Omega$  - 1/2 W
- S1 = interruttore semplice
- S2 = commutatore rotante a tre vie e sei posizioni \*
- SO1 = zoccolo per transistori
- T1 = trasformatore per filamenti da 12 V - 300 mA (modificato) \*
- Scatoletta di plastica, pinzette isolate a bocca di coccodrillo (una rossa, una gialla e una verde), manopola con indice, cordone di rete, minuterie di montaggio e varie.

\* Oltre ai normali componenti, quelli segnati con asterisco sono reperibili presso la F.A.R.T.O.M. - via Filadelfia 162 - 10137 Torino, tenendo presente che tra l'ordinazione ed il ricevimento dei materiali occorrono in media da 30 a 60 giorni.

inoltre aggiungere due altre linguette per un nuovo avvolgimento. Il rochetto di plastica fusa di questo trasformatore consente l'aggiunta dei due nuovi terminali (3 e 4 nello schema). I sei terminali saranno poi distanziati, tre su ciascun lato, di 1 cm circa.

Sul nucleo originale si avvolgano quarantasei spire di filo smaltato da 0,15 mm (lo spazio è sufficiente, ma ci vuole un po' di

pazienza) assicurandosi che il nuovo avvolgimento sia avvolto nella stessa direzione dell'avvolgimento a 12 V già presente sul trasformatore, per avere la giusta fasatura. Nel caso si dovesse avvolgere il nuovo secondario in modo errato, sarà facile collegarne i terminali in modo esatto o modificare il circuito stampato.

I terminali di S2 devono essere modificati come si vede nella fig. 3, in modo che il commutatore si adatti al circuito stampato com'è rappresentato nella fig. 2. Il pannello frontale si contrassegna come nella fotografia in testa all'articolo, identificando le sei posizioni del commutatore. Si installi SO1 e si montino i LED in piccoli gommini, identificandoli esattamente. Quindi si installi il commutatore sul pannello frontale e si fissi ad esso, per mezzo di distanziatori, il circuito stampato più grande. Si noti che il circuito stampato più grande ha un piccolo distanziatore che va montato nel foro praticato presso il centro del circuito stampato del commutatore rotante.

Si pratichino tre fori per i terminali colorati di prova e si guarniscano questi fori con gommini. Alle estremità dei terminali si colleghino pinzette a bocca di coccodrillo colorate. A partire dall'alto del pannello, il terminale più in basso (verde) è su una linea

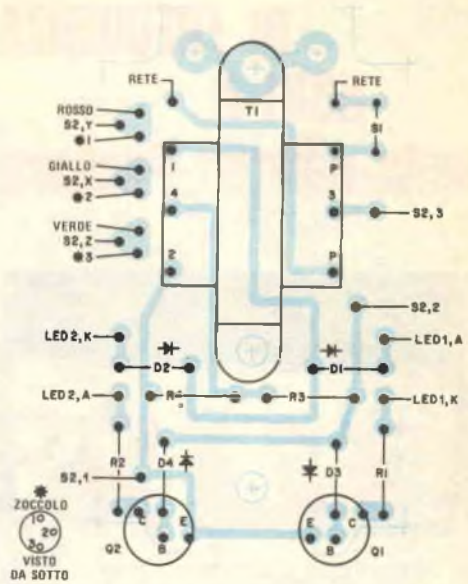
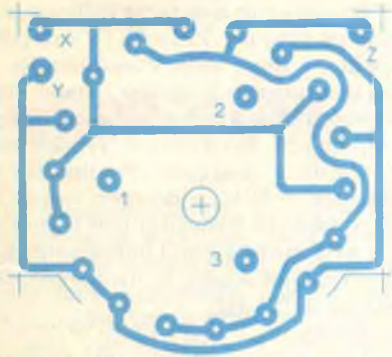
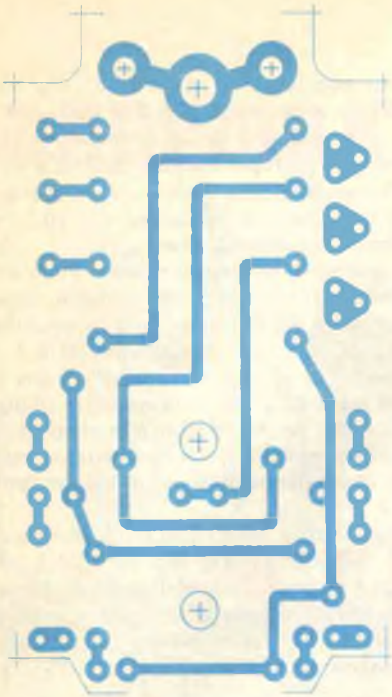


Fig. 2 - A sinistra in alto è illustrato il circuito stampato principale ed a destra è indicata la disposizione dei componenti. Il circuito stampato qui a lato è per il commutatore rotante.

relativa al terminale di emettitore di SO1; il terminale centrale (giallo) è la base; ed il filo in alto (rosso) è il collettore.

**Uso** - Si colleghino, in qualsiasi ordine, i terminali colorati di prova al transistor incognito, si dia tensione e si ruoti S1 fino a che uno dei LED si illumina. Ci si assicuri che ciò avvenga solo in una posizione del commutatore; questa posizione identificherà i terminali del transistor mentre il LED ne segnerà il tipo.

Se il transistor in esame è guasto (interrotto, in cortocircuito od in perdita) può avvenire che non si accenda nessuna delle luci o che una od entrambe si accendano in diverse posizioni del commutatore.

L'identometro non può controllare FET e non funzionerà se il transistor è collegato in un circuito. Controllando transistori di potenza, particolarmente al germanio, si potranno avere alcuni risultati imprevedibili, a causa dell'alta corrente di perdita di questi dispositivi. ★

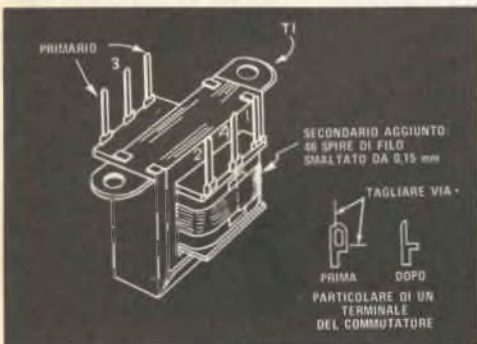


Fig. 3 - Si aggiunga un avvolgimento con relativi terminali al trasformatore e si modifichino, com'è illustrato, i terminali del commutatore.

# CONTATORE DI FREQUENZA 5381 A della Hewlett-Packard



Se si considera il numero sempre maggiore di circuiti sensibili alla frequenza impiegati nei moderni apparecchi elettronici (filtri nei ricevitori stereofonici, filtri separatori nei sistemi di altoparlanti, filtri per SSB, RTTY e SSTV negli apparati per radioamatori) diventa sempre più utile disporre di un buon contatore di frequenza. Questo strumento è inoltre quasi indispensabile per controllare la precisione di taratura delle scale tracciate sui quadranti dei generatori a radiofrequenza e ad audiofrequenza. La precisione e la ripetibilità di tali scale, parametri pur sempre molto importanti, diventano particolarmente critiche quando si tratta di lavorare su circuiti filtranti complessi, che funzionano bene solo se sono sintonizzati in modo perfetto.

In commercio esiste un buon numero di contatori di frequenza che danno una sicura garanzia di funzionamento, e di recente è comparso un nuovo tipo, abbastanza economico, il Mod. 5381A della Hewlett-Packard.

Questo apparecchio, che può essere considerato uno strumento da laboratorio, ha un indicatore a sette cifre, realizzato mediante diodi fotoemettitori, e copre un campo di frequenza che va da 10 Hz a 80 MHz (è cioè adatto all'uso nelle principali bande CB e dei radioamatori). La sensibilità è di 25 mV sino a 20 MHz e di 50 mV sino a 80 MHz. La precisione è di  $\pm 1$  cifra, più o meno la precisione dell'oscillatore della base-tempi inter-

na, equipaggiato con un cristallo che ha un invecchiamento minore di 0,3 parti per milione al mese, una deriva termica non superiore a  $\pm 10$  parti per milione da 0 °C a 40 °C, ed uno spostamento di solo  $\pm 1$  parte per milione in seguito a variazioni del 10% nella tensione di alimentazione.

Il tempo di conteggio è selezionabile manualmente tra 0,1 sec, che consente una risoluzione di 10 Hz, 1 sec, con risoluzione di 1 Hz, 10 sec, con risoluzione di 0,1 Hz. L'impedenza di ingresso è pari ad una resistenza da 1 M $\Omega$  con una capacità di 50 pF in parallelo. Anche quando è predisposto per la massima sensibilità, lo strumento sopporta senza alcun danno tensioni di ingresso sino a 200 V.

Il contatore Mod. 5381A è semplice; le sue dimensioni sono di 9 x 16 x 24,5 cm ed il peso è di circa 2 kg. Nell'apparecchio è incorporato un supporto ripiegabile, mediante il quale si può far assumere allo strumento una posizione inclinata.

**Impressioni d'uso** - Dopo aver effettuato con il contatore in questione l'allineamento di numerosi filtri per SSB e SSTV e di circuiti trappola, e dopo avere controllato la frequenza di conteggio in diversi sistemi numerici, si può dichiarare che l'indicatore a sette cifre di questo strumento è veramente di lettura facile e gradevole. Predisposto per l'indicazione in MHz, si possono leggere con facilità i valori di frequenza con la precisione di 1 kHz, mentre con l'indicazione in Hz è stato possibile leggere le frequenze con la risoluzione di 0,1 Hz.

Lo strumento è stato usato pure in periodi in cui la tensione della rete di alimentazione aveva considerevoli variazioni e, grazie all'eccellente precisione che esso presenta anche per diminuzioni del 5%  $\pm$  8% della tensione di alimentazione, non si sono avuti problemi nel regolare i diversi generatori di frequenza richiesti per le varie tarature.

Si sono controllati ed allineati reciprocamente numerosi apparecchi per la banda CB; dopo questa operazione le comunicazioni tra essi sono risultate molto più chiare. Grazie al contatore, è stato anche possibile riallineare sugli stessi apparecchi i circuiti di chiamata, che hanno così ripreso a funzionare alla perfezione.

Per usi con frequenze ancora più elevate, la Hewlett Packard dispone del contatore Mod. 5382A, che arriva sino a 225 MHz. ★

# panoramica



## I MICROFONI

E' comprensibile che chi intende acquistare un buon microfono vada in cerca di tecnici e si consulti con esperti, come i tecnici della registrazione. I pareri in proposito potranno essere molto utili, ma rischiano nello stesso tempo di essere eccessivi, poiché i tecnici suddetti, nel loro lavoro, non fanno uso di un solo microfono, ma di molti esemplari, ciascuno adatto per determinati impieghi.

Qualcuno fra gli esperti sostiene che per cogliere il suono vivace e pieno del tamburo basso (quello che viene normalmente azionato a pedale) conviene avvalersi di un microfono a bobina mobile, anche se la sua risposta alle alte frequenze non è molto buona, mentre per cogliere il suono più secco del tamburo muto è meglio ricorrere ad un microfono a condensatore, con risposta estremamente uniforme alle alte frequenze. In effetti, anche se l'insieme dei tamburi usati in un complesso pop viene spesso considerato come un solo strumento, per captarne il suono possono essere usati da tre a

sei microfoni posti attorno, sopra e, talvolta, persino dentro i tamburi.

Una chitarra elettrica, oltre che dal vero e proprio strumento musicale, è costituita anche dai trasduttori induttivi, posti sotto ciascuna corda, e dall'insieme di amplificatore ed altoparlante da cui esce il suono. Il tecnico di registrazione ha in questo caso due possibilità: registrare il suono emesso dall'altoparlante (che in fondo è parte integrante dello strumento e contribuisce a determinarne il timbro sonoro), oppure andare a prelevare il segnale direttamente dai trasduttori, posti sotto le corde della chitarra, e portarlo al banco di registrazione.

Talvolta si seguono entrambe le vie; in tal caso, i due segnali possono venire subito miscelati, oppure registrati su due piste diverse del nastro e miscelati in seguito. In qualche occasione il suono della chitarra viene registrato in stereofonia, per conferirgli una maggiore spaziosità sonora (di solito, si preferisce però eseguire una registrazione monofonica dello strumento, e creare la sua "posizione" nel segnale stereo, dosando l'entità dei segnali inviati sul canale sinistro e su quello destro della registrazione definitiva). Nel caso della registrazione in stereofonia e

se si contano anche i trasduttori posti sulla chitarra, sono necessari almeno tre microfoni per captare l'esecuzione di un solo chitarrista. Vi è inoltre la possibilità di ricorrere anche a dispositivi con accoppiamento non acustico, cioè ad un tipo di microfono che si fissa sulla cassa dello strumento e ne coglie le vibrazioni meccaniche.

Tutti questi dispositivi possono essere sfruttati in modo selettivo, secondo il gusto del tecnico, in modo da ottenere per ogni strumento il suono che più si adatta ad un determinato pezzo musicale. In fondo bisogna ricordare che la fama di uno studio di registrazione dipende anche dalle particolari sonorità che caratterizzano le registrazioni da esso curate.

Negli studi di registrazione i microfoni vengono spesso usati in modo non ortodosso, per esempio, talvolta si sistema un microfono dentro il tamburo basso. In questo caso non si deve pensare di poter impiegare uno dei microfoni a nastro, eccellenti ma assai fragili, molto in voga nel passato, poiché il primo colpo sulla membrana del tamburo riuscirebbe a distruggerlo. Anche tra i microfoni a condensatore attualmente disponibili sono pochi quelli che riescono a sopportare questo trattamento senza presentare una forte distorsione. Il problema del sovraccarico del microfono deve pertanto essere preso in seria considerazione negli impieghi professionali.

Parecchie delle considerazioni fatte precedentemente non sono molto importanti per il dilettante appassionato di registrazione, che non avrà mai a disposizione la serie di microfoni della Neumann, RCA, AKG, Sennheiser, ed anche Sony, utilizzati in ogni grande studio professionale. Egli lavorerà con due o tre microfoni al massimo, appendendoli in zone dove è impossibile che vengano sovraccaricati dal suono di uno strumento; i microfoni inoltre vengono generalmente impiegati per raccogliere il suono d'insieme e non quello dei singoli strumenti.

Per quest'ultimo scopo il microfono più adatto è quello con una risposta in frequenza uniforme il più possibile. Questa affermazione non è così ovvia come potrebbe sembrare, e susciterà probabilmente le critiche di molti appassionati di registrazione (ed anche di molti professionisti). Per esempio, un microfono da impiegare vicino alla sorgente sonora, specialmente per raccogliere la voce, potrebbe avere una risposta in fre-

quenza che scende gradualmente verso le basse frequenze, ed eventualmente anche una zona di esaltazione sulle frequenze medio-alte. Queste caratteristiche compensano l'eccesso di basse frequenze che si manifesta nella maggior parte dei microfoni direzionali quando vengono impiegati in prossimità della sorgente sonora, e che migliora l'articolazione dei suoni vocali. In molte applicazioni, però, i microfoni sono tenuti tanto distanti che questo effetto non crea alcun problema.

Pur se talvolta un'esaltazione delle frequenze medio-alte (indicata anche come "esaltazione della presenza") continua ad essere una caratteristica desiderabile, nella maggior parte dei casi non si ha il tempo né l'opportunità di valutare tali sottigliezze, e quindi si preferiscono microfoni con risposta in frequenza uniforme (spesso accade infatti di udire per la prima volta la musica che si vuole registrare solo quando la registrazione è già iniziata). E' bene ricordare che in certi microfoni la compensazione dell'effetto di prossimità e, in qualche caso, anche l'esaltazione della presenza possono essere controllate mediante commutatori posti sul microfono stesso.

**Risposta in frequenza** - La risposta in frequenza di un microfono può essere ottenuta semplicemente misurando con uno strumento il segnale di uscita; anche se non esiste, come nel caso degli altoparlanti, il problema di rilevare un campo acustico di complessa configurazione, le prove sui microfoni hanno un problema in comune con quelle sugli alto-



*Fig. 1 - Diagramma polare di sensibilità di un microfono omnidirezionale (a sinistra) e di un microfono cardioide (a destra).*



parlanti: la direzionalità dell'oggetto in esame. Anche i microfoni, come gli altoparlanti, sono direzionali, talvolta per volontà del progettista e talvolta per motivi accidentali (ad esempio, a causa degli effetti di diffrazione dell'involucro sul suono che tende a raggiungere la membrana).

I due tipi di microfono normalmente a disposizione dei dilettanti sono quello onnidirezionale, cioè che risponde nello stesso modo (almeno in teoria) ai suoni provenienti da tutte le direzioni, e quello cardioide; con questo termine si intende un microfono che ha risposta massima per i suoni che gli arrivano in direzione frontale (in qualsiasi direzione sia rivolta la sua fronte) e risposta nulla per i suoni che gli arrivano posteriormente. I diagrammi polari della *fig. 1* mostrano queste due caratteristiche di direzionalità; ragionando a tre dimensioni si può immaginare il cerchio del microfono onnidirezionale come una sfera ed il diagramma del tipo a cardioide come un pomodoro visto di fianco.

Un microfono direzionale, come quello con diagramma cardioide, viene ovviamente usato quando non si desidera captare i suoni provenienti dal retro, come i rumori del pubblico o la riverberazione dell'ambiente, in particolare gli echi, tutti suoni che sarebbero fastidiosi od eccessivi.

Vi sono anche altri tipi di microfoni direzionali, come quelli bidirezionali che presentano un diagramma polare "ad otto" (o, per continuare nell'analogia tridimensionale, un diagramma simile ad un manubrio da ginnastica con il manico ridotto a zero) e quelli supercardioide ed ipercardioide; in questi ultimi la forma "a pomodoro" del tipo cardioide viene ristretta fino ad assumere la forma di un peperone (e talvolta quella di un peperoncino affusolato); spesso sono presenti piccoli lobi secondari che indicano l'incompleta eliminazione dei suoni provenienti dalla zona posteriore. Alcuni di questi microfoni sono molto apprezzati dai professionisti, sia per le loro caratteristiche di direzionalità, sia per altre qualità particolari, ma ben di rado essi fanno parte dell'equipaggiamento del dilettante.

Torniamo ora a parlare della risposta in frequenza. Come è noto ad ogni audiofilo, il diagramma di direzionalità di un altoparlante varia con il variare della frequenza: ai bassi tende ad essere onnidirezionale, mentre alle alte frequenze tende a divenire super-

cardioide; la stessa cosa accade per i microfoni, anche se con variazioni meno vistose della direzionalità. La *fig. 2* mostra il diagramma polare di un microfono cardioide a quattro diverse frequenze, mentre nella *fig. 3* è indicata la risposta in frequenza ai suoni provenienti esattamente dalla direzione frontale (cioè formanti zero gradi con l'asse del microfono) nonché ai suoni provenienti da due diverse angolazioni. Si noti che se il diagramma polare della *fig. 2* fosse dato per tutte le frequenze, la *fig. 3* potrebbe essere direttamente derivata dal diagramma stesso.

Come il lettore certamente saprà, la risposta in frequenza che si rileva all'ascolto di un altoparlante posto in una determinata stanza può essere considerata una combinazione delle sue risposte in frequenza nelle varie direzioni, poiché le riflessioni da parte delle pareti fanno giungere all'orecchio dell'ascoltatore anche i suoni emessi con una angolazione di 60 gradi, di 90 gradi, di 180 gradi, ecc. Allo stesso modo, la risposta in frequenza di un microfono (cioè quello che esso "sente") è la risultante delle risposte alle diverse angolazioni, poiché esso capta anche i suoni riflessi dalle pareti.

Ne consegue (almeno così sembra) che l'effettiva risposta in frequenza di un microfono non può essere considerata semplicemente la curva misurata in direzione frontale, ma in realtà la somma di diverse curve, quali quelle rappresentate nella *fig. 3*, che si combinano in un modo dipendente dalle caratteristiche dell'ambiente in cui avviene la registrazione. Poiché ben di rado si può prevedere il comportamento dell'ambiente, si va incontro a minori sorprese utilizzando un microfono con la risposta in frequenza che cambi poco con il variare dell'angolo di incidenza. Il microfono le cui curve sono rappresentate nella *fig. 2* e nella *fig. 3*, è abbastanza buono sotto questo aspetto; altri microfoni possono essere migliori o peggiori; si badi che per alcuni tipi sarà difficile reperire, anche presso il costruttore, i dati relativi.

**Tipi di microfono** - I tipi di microfono che possono interessare un appassionato di registrazione sono tre: a bobina mobile, a nastro, a condensatore. Il tipo a bobina mobile è costruito in modo molto simile ad un altoparlante (particolarmente ad un tweeter a cupola). Durante il funzionamento, il cono (o la cupola) viene mosso avanti ed indietro dalle onde sonore incidenti, ed un magnete

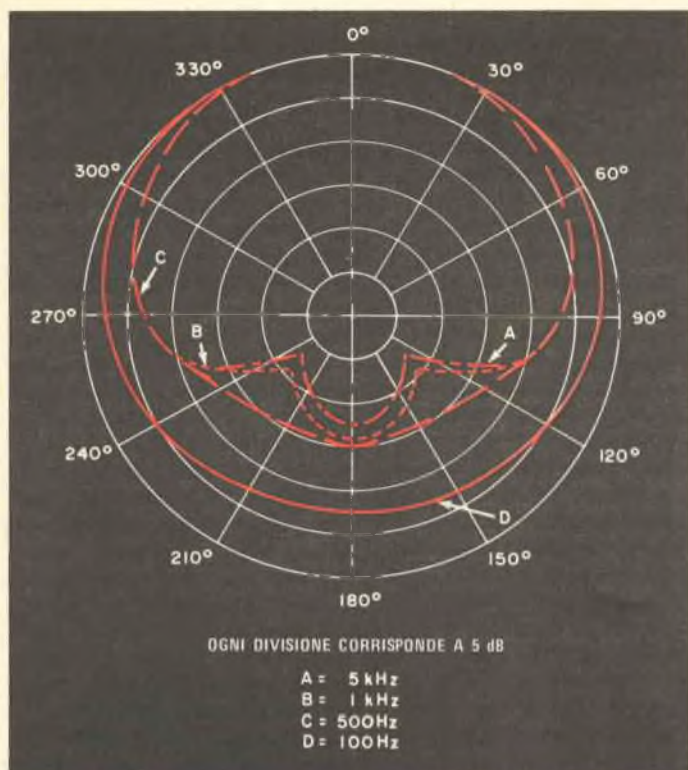


Fig. 2 - Diagramma polare di sensibilità di un microfono cardiode a quattro diverse frequenze.

permanente induce una tensione sulla bobina solidale con esso. Il microfono a nastro fa uso di una leggerissima membrana costituita da un nastro di metallo ondulato, che si sposta entro un campo magnetico e sul quale si induce il segnale di uscita. Un microfono a condensatore è costituito invece da una leggera membrana, posta in prossimità di una piastra di materiale conduttore; poiché la membrana è polarizzata o da una sorgente esterna di tensione continua o da una carica elettrostatica in esso inclusa (elettrete), allorché essa si sposta rispetto alla piastra fissa sotto l'azione delle onde acustiche, le risultanti variazioni di capacità modulano la tensione d'uscita.

La risposta in frequenza di questi tre tipi di microfono un tempo dipendeva soprat-

tutto dalla massa propria della membrana e dell'equipaggio mobile, e risultava piuttosto scadente nei tipi a bobina mobile, buona nei tipi a nastro, ed ottima nei tipi a condensatore. I miglioramenti apportati ai materiali ed alle tecniche di costruzione hanno permesso di ottenere un certo livellamento nelle prestazioni dei diversi tipi di microfono, cosicché oggi è possibile ottenere dai tre tipi risultati se non identici almeno sempre accettabili. Naturalmente, i prezzi dei microfoni di qualità variano da modello a modello; per esempio, i microfoni a nastro sono di costruzione alquanto complessa, e perciò il loro prezzo non scende praticamente mai al di sotto delle 70.000 lire; con una spesa appena superiore alle 100.000 lire, è già possibile però fare una buona scelta tra mi-

crofoni dei tre diversi tipi.

A questo punto conviene spendere qualche parola per esaminare il problema della robustezza meccanica e della resistenza al sovraccarico acustico. Per non incorrere nei fenomeni di sovraccarico del microfono, è necessario evitare di porre il microfono stesso molto vicino alla sorgente sonora. Chi invece avesse intenzione di farlo, farà bene ad orientare la sua scelta verso un microfono del tipo a bobina mobile, che è considerato il più adatto a sopportare gli scuotimenti provocati da livelli sonori molto alti, come quelli provenienti dagli ottoni, dai tamburi e dagli strumenti elettronici in genere. Anche i microfoni a condensatore possono talvolta venire sistemati molto vicino alla fonte del suono, ma con essi si rischia qualche sorpresa. I microfoni a nastro hanno invece fama di essere molto fragili e passibili di danni, spesso irreversibili, alla prima sollecitazione un po' brusca. Moltissimi microfoni a nastro sono effettivamente assai delicati; la casa costruttrice Beyer afferma invece che i suoi modelli sono in grado di sopportare livelli sonori superiori a 130 dB, sfiorando così i limiti di sopportazione tipici dei microfoni a bobina mobile; altrettanto robusti vengono dichiarati i microfoni a condensatore Group 128.

Per quanto riguarda le proprietà direzionali, i microfoni a bobina mobile e quelli a condensatore in pratica possono essere costruiti in modo da ottenere qualunque diagramma di direzionalità; teoricamente si potrebbe dire altrettanto dei microfoni a nastro, ma in commercio non ci risulta siano reperibili microfoni di questo tipo con caratteristica onnidirezionale.

**Impedenza, sensibilità, ecc.** - Quando il filo del microfono è piuttosto lungo, sarà assolutamente necessario usare un microfono a bassa impedenza, perché così si eviterà di captare rumori e di avere perdite alle alte frequenze. Poiché questa è una regola fondamentale, praticamente tutti i costruttori di registratori hanno dotato i loro apparecchi di ingressi adatti a microfoni a bassa impedenza (in genere, nelle caratteristiche è precisato: "adatto per microfoni con impedenza da 150  $\Omega$  a 600  $\Omega$ "). Praticamente, qualunque microfono che possa interessare un appassionato di alta fedeltà è oggi reperibile con un'impedenza che cade in questo campo, ma alcuni modelli possono essere commu-

tati anche su un'impedenza più alta.

La sensibilità (che viene espressa come la tensione d'uscita che si ottiene con uno specificato livello sonoro e con il microfono chiuso su una determinata impedenza) è un parametro che richiede un discorso un po' più lungo. Come già detto, è preferibile tenere i microfoni alquanto distanti dagli strumenti musicali, ma così facendo i livelli sonori risultano ovviamente bassi, per cui è necessario dare la preferenza a microfoni molto sensibili. Per questa ragione spesso si usano microfoni a condensatore, che hanno sempre un proprio preamplificatore (di solito incorporato nell'involucro stesso del microfono ed alimentato da una batteria a stilo). Grazie a tale preamplificatore, un microfono a condensatore può avere il livello d'uscita più adatto e può funzionare bene con impedenze di carico comprese in una gamma assai estesa; è però necessario tenere presente che in questo caso, nel computo del rumore, si deve considerare anche il rumore prodotto dall'amplificatore microfonico. Microfoni con segnale d'uscita troppo basso, d'altra parte, creerebbero problemi per quanto riguarda il rapporto segnale/rumore nel preamplificatore del registratore. Microfoni con segnale d'uscita molto elevato metterebbero invece in difficoltà le persone abituate a registrare ponendosi molto vicino alla sorgente sonora, poiché gran parte dei registratori ha un preamplificatore posto prima della regolazione del livello di registrazione e quindi suscettibile d'essere mandato in saturazione. Per ovviare a questo inconveniente diverse ditte, tra cui la Shure e la Electro-Voice, vendono attenuatori passivi, costituiti da una rete di resistenze e montati in un contenitore che ne consente una facile inserzione sulla linea del microfono.

Tra i microfoni dal prezzo accessibile per un dilettante, sono veramente pochi i modelli con segnale d'uscita talmente alto da fuori del campo usuale da non permettere una registrazione decente di voci o di suoni strumentali. Chi volesse proprio trovare il microfono che meglio di ogni altro si adatta al proprio registratore, dovrebbe disporre dei dati relativi al rumore ed al livello di saturazione degli ingressi microfonici del proprio apparecchio, delle caratteristiche di sensibilità relative a microfoni di marche diverse (espresse possibilmente in unità tali da poter essere confrontate fra loro, cosa non sempre vera), nonché di dati riguardanti i livelli

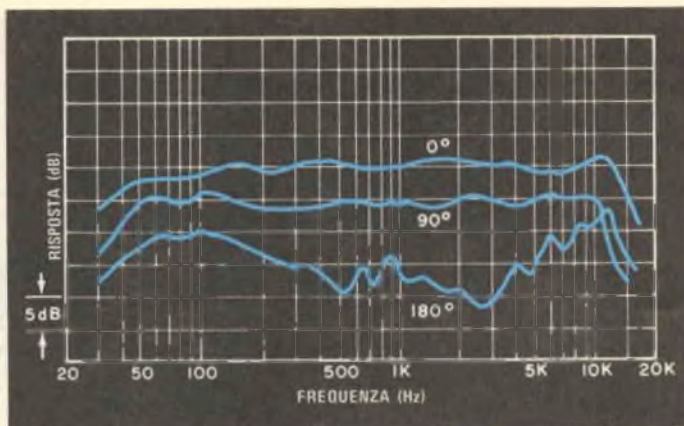


Fig. 3 - Risposta in frequenza di un microfono cardioide misurata in corrispondenza dell'asse frontale e per due diverse altre angolazioni.

sonori che si raggiungono nel corso di esecuzioni dal vivo (dati questi difficili da reperire, e sui quali non si può fare molto affidamento). Riteniamo invece che per tali persone sia più conveniente rivolgersi per consigli alla casa costruttrice del proprio registratore, nei cui laboratori certamente sono state fatte molte prove, forse anche con quello stesso tipo di microfono che si intende acquistare.

Chiedere consiglio alla casa costruttrice è utile specialmente se si intende acquistare un microfono di qualità. E' bene però non domandare genericamente "quale microfono devo usare?", ma cercare di conoscere un po' le caratteristiche dei microfoni disponibili sul mercato e restringere la scelta fra pochi tipi, facendosi consigliare solo nella decisione finale. Nello scrivere alla casa costruttrice è importante indicare (in modo conciso) anche il genere di registrazioni a cui ci si vuol dedicare.

Come già detto, è preferibile registrare tenendosi ad una certa distanza dagli esecutori, perché in questo modo si riceve anche una buona dose di suono dovuto alla riverberazione dell'ambiente; la stessa riverberazione che si ode dal posto dove normalmente ci si siede in una sala da concerto e che rende perciò più realistica la registrazione. E' bene specificare, per maggiore chiarezza, che quando si parla di microfoni "distanti dal-

l'esecutore" si intendono quelli sistemati, per esempio, al bordo del palcoscenico o poco più in là (ad un'altezza variabile tra 1,5 m e 3,5 m).

Questa tecnica è soggetta a molte critiche: ad esempio i nastri male si adatterebbero, in quanto contenenti suoni troppo deboli o confusi, a venire radiodiffusi in MA (riteniamo però che disponendo di buoni altoparlanti si otterrebbe comunque un buon ascolto) e sarebbero di scarso interesse anche per gli altri scopi commerciali. Le registrazioni fatte personalmente sono però eseguite per soddisfare i propri gusti, risultato che non sempre si ottiene con le registrazioni esistenti in commercio, ed è proprio questa la ragione che spinge l'appassionato a rifornirsi di registratore, di microfoni, di treppiedi, di cavi e di chilometri di nastro per partire alla ricerca di un'esecuzione musicale.

Coloro che desiderano maggiori informazioni sui microfoni, possono leggere il libro (in inglese) di Lou Burroughs: "Microphones: Design and Application", al quale sono ispirati il testo e le figure di questo articolo. Il prezzo di tale volume è un po' alto, si aggira sulle 20.000 lire, ma si tratta di un testo chiaro e prezioso, anche per i consigli che dà sull'argomento della manutenzione. Chi desidera procurarselo, può richiederlo alla Sagamore Publishing Co., 980 Old Country Road, Plainview, N. Y. 11803, USA. ★



## UN MODELLO MATEMATICO PER L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Un nuovo modello matematico, che simula la diffusione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi città, è stato sviluppato da un gruppo di scienziati del Laboratorio di Ricerca IBM a San José (California).

Questo modello permette di riprodurre "realisticamente", mediante l'elaboratore elettronico, le complesse interazioni esistenti tra configurazione geografica e condizioni meteorologiche che danno luogo a sensibili variazioni nella composizione atmosferica di un'area urbana.

Con le informazioni ottenute attraverso la simulazione, la quale riproduce le caratteristiche fisiche ed atmosferiche della città di St. Louis, i ricercatori si propongono di migliorare la validità delle loro previsioni circa gli effetti prodotti dalle varie fonti d'inquinamento di una grande città.

Il modello di simulazione, attraverso l'esame delle principali correlazioni, consente di valutare le ripercussioni che una determinata alterazione atmosferica od ambientale può produrre sugli altri fattori considerati. Attraverso l'immissione degli opportuni dati nell'elaboratore appaiono su un terminale video gli effetti prodotti da questa alterazione sulla distribuzione delle sostanze inquinanti. E' così possibile valutare, ad esempio, le conseguenze del cambiamento di velocità e di direzione del vento, della presenza di uno strato di inversione termica, della formazione di una corrente ascensionale e di ogni altra pos-

sibile variazione meteorologica od atmosferica.

Attualmente, i ricercatori di San José, in collaborazione con il Centro di Ricerca IBM-Italia di Venezia, stanno raccogliendo i principali dati geografici necessari per simulare, attraverso il modello, la composizione atmosferica della zona di Venezia e per studiare i relativi fenomeni di inquinamento.

Fondato sul principio fisico generale della conversione della massa, il nuovo modello si basa su una serie di equazioni di "diffusione e concentrazione", che descrivono la propagazione dei gas attraverso l'atmosfera, fornendo i valori della loro concentrazione in determinati punti dell'area considerata.

Poche città tuttavia hanno la possibilità di raccogliere l'enorme massa di dati necessari a soddisfare le equazioni del modello: questo potrebbe spiegare la scarsa diffusione del suo impiego. In mancanza di informazioni sufficientemente dettagliate, vengono perciò impiegati modelli più semplici ma, ovviamente, meno accurati.

Negli esami effettuati dai ricercatori della IBM sono stati considerati anche gli effetti dovuti alle fonti d'inquinamento (scariche di impianti di riscaldamento domestico, piccole industrie, automobili, ecc.) situate in ciascuna delle milleduecento zone in cui l'area urbana e suburbana di St. Louis è stata suddivisa per effettuare la simulazione.

# ACCUMULATORI ERMETICI AL PIOMBO GATES



*Batteria Gates da 12 V - 5 Ah, costituita da sei elementi ermetici; a fianco è visibile la stessa batteria completa di custodia e terminali.*

In un'apparecchiatura elettrica od elettronica che debba disporre di energia autonoma, l'accumulatore finora ha sempre presentato una serie di problemi di assai difficile soluzione. Escludendo gli apparecchi che per le loro prestazioni potevano limitarsi alle comuni pile a secco, da sostituire una volta scariche, per tutte le altre apparecchiature civili, industriali, scientifiche o di sicurezza si ponevano queste tre possibili scelte.

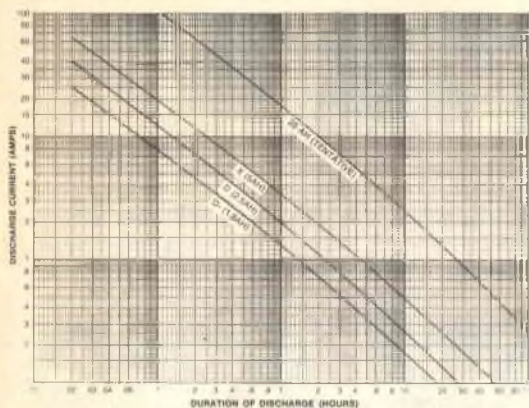
**1) Accumulatori al piombo di tipo tradizionale** - Si tratta delle batterie usate largamente su autovetture, veicoli industriali, locomotori. L'elettrolita liquido è in contatto con l'atmosfera, dove trovano sfogo i gas liberati durante i cicli di carica/scarica. Questo tipo è ottimo dove esiste una buona

ventilazione, mentre crea problemi in impieghi stazionari perché l'acqua, evaporando, porta con sé vapori di acido solforico che si diffondono nelle vicinanze, danneggiando e corrodendo le parti esposte; richiede inoltre frequenti controlli e rabbocchi di acqua distillata per mantenere la capacità delle batterie.

**2) Accumulatori al piombo "senza manutenzione"** - Sono stati creati per apparecchi portatili, in quanto l'elettrolita è trattenuto da una sostanza gelificante. Questo innegabile vantaggio, che li rende pratici e maneggevoli come richiedono gli apparecchi portatili, si traduce in svantaggio perché l'acqua, una volta evaporata, non può essere ripristinata, portando all'essiccazione interna della batteria; a questo punto occorre sostituire la batteria stessa, con un sensibile onere di



*Elementi singoli Gates da 2 V - 1,8 Ah, 2,5 Ah, 5 Ah.*



*Tempi di scarica di pile a varie correnti.*

materiale e mano d'opera. Presentano problemi perché i gas liberati portano con sé vapori di acido solforico, altamente corrosivi; inoltre la loro impedenza interna è abbastanza elevata, pregiudicando e limitando la capacità di scariche elevate.

3) *Accumulatori al nichel-cadmio* - Sono gli accumulatori ermetici per eccellenza; hanno una lunga durata e funzionano in ogni posizione; possono quindi essere collocati vicino a circuiti elettrici od elettronici senza pericolo di corrosioni. Presentano tuttavia alcuni problemi: costo abbastanza elevato (in alcuni casi addirittura proibitivo), elementi da 1,2 V in luogo dei 2 V degli accumulatori al piombo, inversione di polarità dell'elemento in caso di scariche a fondo (che impedisce la successiva ricarica) e l'effetto "memoria", per cui la batteria non eroga una quantità di corrente superiore a quella richiesta nei precedenti cicli di scarica.

Gli accumulatori ermetici al piombo Gates rappresentano una autentica novità, in quanto riassumono il meglio dei diversi sistemi finora conosciuti, eliminando contemporaneamente i fattori negativi.

La loro costruzione veramente ermetica annulla il pericolo di esalazioni e la necessità di ripristinare l'acqua nell'elettrolita.

Al vantaggio del basso prezzo (dovuto alla struttura al piombo) rispetto al costo elevato degli accumulatori al nichel-cadmio,

si unisce quello della lunga durata: dato il riciclo completo che avviene all'interno della batteria, nulla andando disperso, la vita degli accumulatori Gates è di almeno otto-dieci anni, secondo il costruttore.

Un'altra interessante caratteristica è l'alta capacità di scarica: la costruzione interna delle griglie in piombo, avvolte a spirale e separate da materiale poroso, consente infatti un'elevata utilizzazione dei materiali attivi anche con alti rapporti di scarica. Inoltre le batterie Gates sono particolarmente efficienti in impieghi che richiedono scariche ad impulsi di elevato valore come avviamento di motori o lampeggiatori.

La presenza dell'elettrolita liquido consente prestazioni eccezionali alle basse temperature; la robustezza meccanica è notevole, grazie alla struttura cilindrica in acciaio, solida e resistente ad urti o vibrazioni.

Il funzionamento è possibile in ogni posizione, il che consente di installare le batterie Gates senza alcun vincolo. Infine, vi è la possibilità di sostituire singoli elementi: in caso di guasto, non è dunque necessario eliminare l'intera batteria, bensì è sufficiente sostituire il solo elemento avariato, con un sensibile risparmio.

Da questi dati appare evidente come gli accumulatori ermetici al piombo Gates rappresentino un'ottima soluzione, sia dal punto di vista economico sia da quello delle prestazioni, come riserve di energia in impianti fissi o stazionari (apparecchiature di sicurezza antifurto e antiincendio, lampade di emergenza, centrali telefoniche), in apparecchi portatili (utensili elettrici, fanali, televisori, strumenti), in impieghi sottomarini (boe, lampeggiatori, lampade) e su palloni aerostatici, radiotrasmettenti, ecc.

Gli elementi Gates sono disponibili a 2 V da 1,8 Ah, 2,5 Ah a 5 Ah e possono venire raggruppati in formazioni aventi diverse configurazioni per realizzare le tensioni e le potenze necessarie nella forma meglio rispondente alle singole esigenze di spazio, di volume e di costo. Per la loro bassa impedenza interna possono essere messi in parallelo senza alcun problema. Fra breve verrà iniziata la produzione di un elemento da 2 V - 25 Ah.

Per eventuali ulteriori informazioni, è possibile rivolgersi al rappresentante generale per l'Italia: ditta Enzo Hruby, viale Teodorico 22, 20149 Milano, tel. (02) 367.636 - 368.262. ★

# UNA NUOVA ERA PER LA MISURAZIONE PRECISA DEL TEMPO

La misurazione del tempo ebbe origine dall'osservazione del sole: la prima inalterabile unità di misura che l'uomo ebbe a disposizione fu infatti il giorno. In seguito, il movimento apparente del sole venne osservato con precisione sempre maggiore, misurando lo spostamento delle ombre nel corso della giornata con l'ausilio di una scala graduata. Da allora in poi, nel corso dei secoli, l'uomo continuò a studiare metodi più perfezionati per misurare e dividere il tempo in parti sempre più piccole, alla ricerca di una precisione sempre maggiore. Ciò era necessario poiché il tempo influisce in maniera determinante su ogni evento della nostra vita.

Dapprima un meccanismo a ruote dentate, cui era accoppiato un pendolo, consentì di scandire i secondi; in seguito l'orologio a bilanciere permise di dividere il secondo in decimi; infine, l'avvento dell'elettronica ha reso possibile per la prima volta l'impiego dei cristalli di quarzo, i quali hanno portato alla realizzazione di orologi a quarzo a bassa frequenza, in cui il secondo è diviso in migliaia di parti.

**Il quarzo** - Quanto può essere preciso un orologio in cui si generano quattro milioni di vibrazioni al secondo? Presso i laboratori della Philips è stato studiato attentamente il problema e per venticinque anni è stata approfondita l'indagine sui cristalli di quarzo e sull'effetto piezoelettrico di questo materiale. Ne è scaturita così una vasta conoscenza del problema e dei metodi per ottenere i migliori risultati dall'applicazione pratica delle proprietà del quarzo alla moderna scienza dell'elettronica. In tal modo è nata la misurazione Philips del tempo: sfruttando le proprietà di vibrazione del quarzo ad alta frequenza.

**Che cos'è l'effetto piezoelettrico** - Il quarzo è un materiale che si trova in natura; non muta, non è usurabile, ed il suo reticolo cristallino è determinato da una precisa legge.

Se si applica energia elettrica ad un capo di una barretta di quarzo, essa comincia a

piegarsi. Se l'energia viene applicata subito dopo all'altro capo e se questa operazione alternativa viene continuamente ripetuta ad una determinata frequenza, la bacchetta comincerà a vibrare spontaneamente perché entrerà in risonanza.

**Il quarzo ad alta frequenza** - Il quarzo si trova in natura allo stato impuro. Poiché per gli usi a cui viene destinato deve possedere una costituzione particolare, viene preparato sinteticamente dalla Philips.

Questo quarzo sintetico viene "invecchiato" artificialmente, in modo tale che eventuali cambiamenti nella temperatura e nello stato del materiale non possano mai portare ad inopportuni cambiamenti nella frequenza di risonanza.

La frequenza di risonanza del quarzo Philips ad alta frequenza è di oltre quattro milioni di vibrazioni al secondo (4.194.304 per la precisione).

I quattro milioni e più di vibrazioni per secondo vengono divisi ventidue volte per 2 mediante un minicomputer, cioè un circuito integrato. Questa singola vibrazione per secondo, determinata dal divisore di frequenza, è assolutamente precisa: è il tempo dei cristalli di quarzo ad alta frequenza Philips.

L'intera energia necessaria per attivare e mantenere questo processo è fornita da due semplici pile.

**Prime applicazioni** - Le proprietà del quarzo Philips ad alta frequenza sono state sfruttate per anni per la perfetta sintonizzazione dei ricevitori radio. Si pensi ai vari apparecchi per comunicazioni, come i radiotelefonici, che devono operare senza alcuna possibilità di interferenza.

Le proprietà del quarzo si sono anche dimostrate importanti nei televisori a colori Philips.

Il fatto che solo ora sia stato possibile impiegare il quarzo e le sue proprietà per la misurazione sempre più accurata del tempo è strettamente collegato con il perfezionamento della tecnologia dei circuiti integrati.

★



# IL RAPPORTO DI ONDE STAZIONARIE

**CHE COS'È, COME INFLUISCE SULLE COMUNICAZIONI,  
COME E QUANDO OCCORRE PRENDERE MISURE CORRETTIVE.**

Il rapporto di onde stazionarie (o SWR) è un termine usato spesso nelle comunicazioni dilettantistiche e CB. Generalmente se ne parla come di un fattore elettromagnetico che devasta in tutti i modi i sistemi di comunicazione. Ad esso si attribuiscono molti strani poteri, come l'abilità di distruggere i tubi od i transistori d'uscita, di rendere difficile il giusto carico dei trasmettitori, di neutralizzare una gran parte della potenza d'uscita, di causare distorsioni e persino di far riscaldare il cavo coassiale fino a farne fondere l'isolamento.

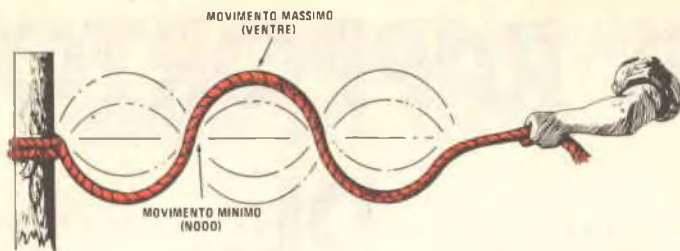
Ecco, in realtà, che cos'è il SWR, come influisce sui sistemi di comunicazione e come si può rimediare ad esso.

**Che cos'è** - SWR è l'abbreviazione dell'espressione inglese "Rapporto di onde stazionarie" (Standing Wave Ratio) e può essere di tre tipi: rapporto di onde stazionarie di tensione (VSWR), rapporto di onde stazionarie di corrente (CSWR) e rapporto di onde stazionarie di potenza (PSWR). Viene defi-

nito come il rapporto tra il parametro massimo (tensione, corrente, potenza) ed il minimo misurati lungo un tratto di linea di trasmissione. Perché le onde "stazionano" su una linea? Consideriamo una tipica installazione trasmittente.

Il trasmettitore manda un treno di onde sinusoidali lungo la linea di trasmissione, il "tubo" radio che porta la potenza verso il carico. Se l'impedenza dell'antenna è uguale all'impedenza d'uscita del trasmettitore ed a quella della linea, l'impedenza di tutto il sistema è costante e, poiché  $V = IZ$  (cioè la tensione è pari al prodotto tra la corrente e l'impedenza), la tensione e la corrente effettive lungo la linea sono costanti, i massimi sono uguali ai minimi, ed il SWR è 1, o come si dice comunemente, 1 : 1 (si legge "uno a uno").

Tuttavia, se l'impedenza dell'antenna è differente da quella d'uscita del trasmettitore e da quella della linea, il treno d'onde usato per la relazione  $V = IZ$  della linea assume una nuova relazione per il brusco



*Fig. 1 - Onde stazionarie su una corda: queste onde vengono prodotte dalla combinazione di onde che si dirigono in direzioni opposte.*

cambio di impedenze. Per adeguarsi alle leggi cui obbediscono le onde elettromagnetiche, parte della potenza viene rimandata indietro nella linea ed appare un nuovo treno d'onde che scende lungo la linea verso il trasmettitore. Quando due onde dirette in direzioni opposte si incontrano, ne risulta un'onda che sta ferma sulla linea, fenomeno che si può verificare con un semplice esperimento (fig. 1).

Si leghi una corda od un pezzo di spago a qualche oggetto rigido e fisso, come un albero od un palo, quindi si afferrì l'estremità libera della corda e si cominci ad agitarla su e giù. Lungo la corda si genererà un treno d'onde simili a quelle inviate da un trasmettitore lungo la linea di trasmissione. Quando le onde raggiungono il punto in cui la corda è fissata, trovano una nuova condizione: il palo non consente loro di propagarsi perché è un oggetto fisso e non flessibile e quindi le onde vengono riflesse e tornano indietro lungo la corda. Questa situazione è analoga a quella di un carico terminale di una linea di trasmissione, provvisto di un'impedenza diversa da quella della linea. Si vedrà allora apparire sulla corda un'onda che non si muove, generata dalla combinazione tra le onde dirette e riflesse e denominata "onda stazionaria". I punti della corda che appaiono esenti da vibrazioni vengono detti "nodi" ed i punti di massima vibrazione vengono chiamati "ventri" o "antinodi".

**Che cosa fa il SWR** - Quando un disadattamento di impedenze genera su una linea

un'onda stazionaria, la distribuzione della tensione e della corrente lungo la linea viene turbata. Nella fig. 2 è stata disegnata la tensione tra i conduttori di una linea di trasmissione in funzione della lunghezza della linea. Una famiglia di curve appare quando varie impedenze vengono usate per terminare la linea. Quando  $Z_L$  (impedenza di carico) è di  $50 \Omega$ , vediamo che il valore effettivo della tensione lungo la linea rimane costante a  $150 \text{ V}$ . Questo valore è stato determinato mediante l'equazione  $P = V^2/Z$ , nella quale  $P = 450 \text{ W}$  e  $Z = 50 \Omega$ . Le tensioni minime e massime ( $V_{\max}$  e  $V_{\min}$ ) sono entrambe di  $150 \text{ V}$  e il SWR, definito come  $V_{\max}/V_{\min}$ , è di  $150 \text{ V}/150 \text{ V}$ , ovvero di  $1:1$ .

Quando al termine della linea vi è un carico di  $25 \Omega$ , sulla linea appare un'onda stazionaria di tensione.  $V_{\min}$  è pari a  $100 \text{ V}$  ed appare all'estremità di trasmettitore della linea e con multipli interi della lunghezza d'onda.  $V_{\max}$  è pari a  $200 \text{ V}$  ed appare a multipli dispari di un quarto di lunghezza d'onda. Il SWR è di  $200 \text{ V}/100 \text{ V}$ , ovvero di  $2:1$ . Quando alla linea viene collegato un carico di  $100 \Omega$ , i valori di  $V_{\max}$  e  $V_{\min}$  sono gli stessi sopra indicati, salvo che i  $200 \text{ V}$  di  $V_{\max}$  appaiono all'estremità di trasmettitore della linea ed a multipli interi di una mezza lunghezza d'onda, mentre  $V_{\min}$  ( $100 \text{ V}$ ) appare a multipli dispari di un quarto di lunghezza d'onda.

Un caso più particolare è rappresentato quando un carico di  $500 \Omega$  si trova al termine della linea di  $50 \Omega$ . In questo caso  $V_{\max}$  è pari a  $272 \text{ V}$  ed appare all'estremità

di trasmettitore della linea,  $V_{\min}$  è pari a 27,2 V ed appare a multipli dispari di un quarto di lunghezza d'onda. Il SWR è quindi di 272 V/27,2 V, cioè di 10 : 1. Vediamo che una tensione elevata si trova nel punto di collegamento fra trasmettitore e linea di trasmissione. Questa tensione può superare il valore massimo sopportabile dal dispositivo o dai dispositivi attivi nell'amplificatore finale ad accoppiamento diretto e distruggerli. I transistori sopportano molto meno che i tubi i sovraccarichi di tensione e la maggior parte di essi, in queste condizioni, viene istantaneamente distrutta. Anche valvole robuste si bruceranno se sottoposte a prolungato funzionamento in queste condizioni.

Se facciamo terminare la linea con un'impedenza di 5  $\Omega$ , notiamo un  $V_{\min}$  di 27,2  $\Omega$  al punto di uscita del trasmettitore ed a multipli interi di una mezza lunghezza d'onda ed un  $V_{\max}$  di 272 V a multipli dispari di un quarto di lunghezza d'onda. Anche in

questo caso, come sopra, il SWR è di 10 : 1.

Valori alti di SWR faranno assumere in certi punti, lungo la linea di trasmissione, un'alta differenza di potenziale tra i conduttori. Nei sistemi VHF o UHF, in rapporto con la potenza ammissibile del cavo, con la potenza d'uscita del trasmettitore e con il SWR, questa differenza di potenziale sarà abbastanza grande da causare punti caldi dovuti a perdite nel dielettrico o persino archi tra i conduttori. Nei sistemi RF i punti caldi appaiono nei massimi di corrente a causa degli effetti  $I^2R$ . Un SWR elevato può rendere molto critico l'accordo di un trasmettitore, e richiedere grandi variazioni nelle posizioni dei controlli per una piccola variazione di frequenza; ciò perché gli effetti reattivi di una linea disadattata variano con la frequenza come il SWR.

La reattanza è l'opposizione offerta alla corrente alternata da un'induttanza o da una capacità. Essa viene espressa in ohm ma non è una resistenza; la reattanza pura non dissi-

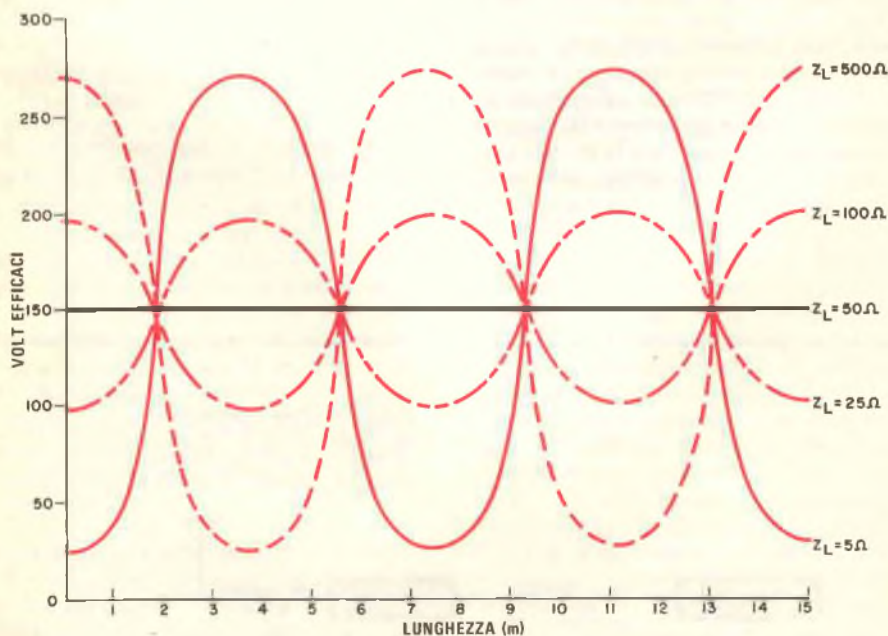


Fig. 2 - Tensioni misurate lungo una linea di trasmissione da 50  $\Omega$ , alimentata con 450 W di RF a 20 MHz e collegata a carichi diversi. Le onde stazionarie di tensione vengono generate quando la linea è disadattata.

pa potenza ma fa ritornare una parte della potenza al generatore durante ogni ciclo. Una linea non terminata con la sua impedenza caratteristica si comporta in questo modo rimandando indietro un treno d'onde. Quantità uguali di reattanze capacitive ed induttive si cancellano a vicenda. Per esempio, una reattanza induttiva di  $25 \Omega$  combinata con una reattanza capacitiva di  $25 \Omega$  produce una reattanza netta di zero ohm.

I controlli di accordo e di carico di un trasmettitore introducono quantità di reattanze induttive o capacitive per cancellare le proprietà reattive della linea. Se queste regolazioni vengono effettuate correttamente, il trasmettitore "vede" un carico puramente resistivo. L'impedenza, il termine che abbiamo usato per descrivere la relazione tra la tensione e la corrente in linee di trasmissione e carichi, è la somma vettoriale della resistenza e della reattanza in un circuito.

Se l'impedenza caratteristica della linea ( $Z_0$ ) e l'impedenza del carico ( $Z_L$ ) sono puramente resistive, il SWR può essere ottenuto da:  $SWR = R_L/R_0$  per  $R_L$  maggiore di  $R_0$  e  $SWR = R_0/R_L$  per  $R_0$  maggiore di  $R_L$ . Per esempio, se  $R_0 = 50 \Omega$  e  $R_L = 25 \Omega$ , il SWR è di  $50 \Omega/25 \Omega$ , ovvero di 2 : 1.

Finora, non abbiamo parlato della perdita di potenza come di uno degli effetti seriamente dannosi del SWR in un sistema di comunicazione. Molti operatori considerano la potenza d'uscita come un bene più prezioso dell'oro e non si adattano all'idea di

perderne un po' negli elementi resistivi o reattivi del sistema. Anche se è vero che il SWR indica che una parte dell'uscita del trasmettitore non raggiunge l'antenna, la quantità di potenza perduta nella maggior parte delle situazioni non giustifica le preoccupazioni che desta.

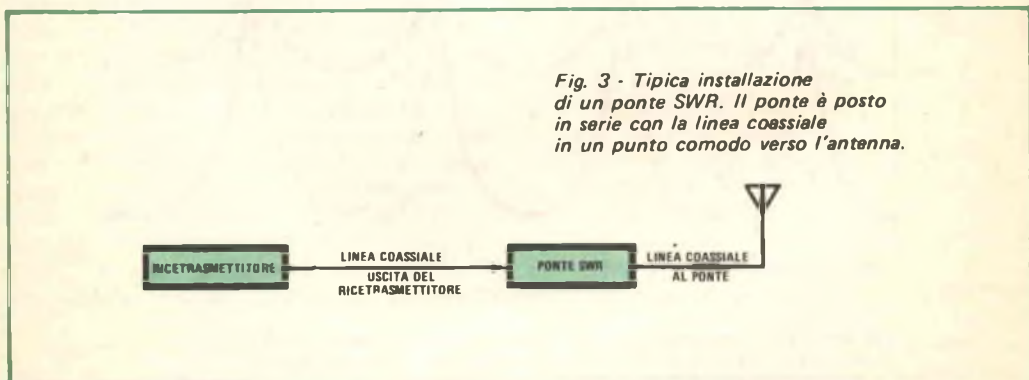
Come possiamo determinare quanta parte di potenza viene rimandata al trasmettitore? Una quantità detta coefficiente di riflessione ( $P_r$ ) dà questa informazione; tale coefficiente viene definito con la seguente formula:

$$P_r = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{SWR - 1}{SWR + 1}$$

Se una linea ha un SWR di 2 : 1, il coefficiente di riflessione è  $(2 - 1)/(2 + 1)$  ovvero  $1/3$ . Ciò significa che un terzo dell'onda di tensione inviato lungo la linea dal trasmettitore viene rimandato indietro. Poiché la potenza  $P$  è pari a  $V^2/Z$ , la parte di potenza rimandata indietro è uguale a  $P_r^2$ , ossia a  $1/9$ . La parte di potenza fornita all'antenna (trascurando le perdite nella linea) può essere espressa come rapporto tra  $P$ , la potenza che raggiunge il carico, e  $P_m$ , la potenza che raggiungerebbe il carico se il sistema fosse adattato, usando la formula seguente:

$$\frac{P}{P_m} = (1 - P_r)^2 = \frac{4 \times SWR}{(SWR + 1)^2}$$

La perdita di potenza con un SWR di 2 : 1 non è superiore all'11% (cioè a 0,5 dB),



*Fig. 3 - Tipica installazione di un ponte SWR. Il ponte è posto in serie con la linea coassiale in un punto comodo verso l'antenna.*

perciò né l'orecchio umano, né la maggior parte degli S meter potrebbe avvertire tale differenza. Solo quando il SWR arriva a 5 : 1 si può notare la riflessione della metà della potenza d'uscita del trasmettitore. Questa può sembrare una grande perdita di potenza ma sarà indicata, su un S meter, come una diminuzione di 3 dB nell'intensità del segnale. Quando un S meter è ben tarato, un'unità S è uguale a 6 dB e perciò la diminuzione dell'intensità del segnale provocata da un SWR di 5 : 1 sarà solo di mezza unità S. Molti operatori sarebbero imbarazzati nel percepire la differenza ad orecchio. Tuttavia, come abbiamo detto, non si dovrebbe consentire l'esistenza di una tale situazione.

**Come si misura il SWR** - Se, in un certo punto lungo la linea di trasmissione, misuriamo l'ampiezza dell'onda di tensione che si dirige verso il carico e poi l'onda di tensione riflessa, possiamo fare il rapporto tra queste grandezze ed ottenere il VSWR, così come possiamo misurare la potenza ed ottenere il PSWR. I dispositivi che lasciano passare energia in una sola direzione vengono denominati accoppiatori direzionali. Un indicatore di SWR può essere fatto inserendo nella linea due accoppiatori direzionali e collegandoli agli strumenti che indicheranno le grandezze del parametro che si vuole misurare.

In commercio sono disponibili molti indicatori di SWR. Il tipo più comune viene denominato riflettometro o ponte SWR. Un tipico riflettometro comprende due jack (ai quali vengono collegati i cavi dell'uscita del trasmettitore e dell'antenna), uno strumento sensibile con la scala tarata direttamente in SWR, un controllo di sensibilità che viene usato per calibrare l'apparato e un commutatore che serve a collegare lo strumento ad uno dei due accoppiatori direzionali. I prezzi di questi riflettometri sono relativamente modesti e proprio ad essi, e non ai modelli più costosi e complessi, si riferisce il discorso che segue.

**La verità circa i riflettometri** - I riflettometri del tipo sopra accennato sono adeguati per la maggior parte degli scopi dilettantistici e CB, ma vi sono alcuni particolari che occorre conoscere prima di usarli ed ottenere risultati significativi. Innanzitutto, si tenga presente che i riflettometri sono pre-

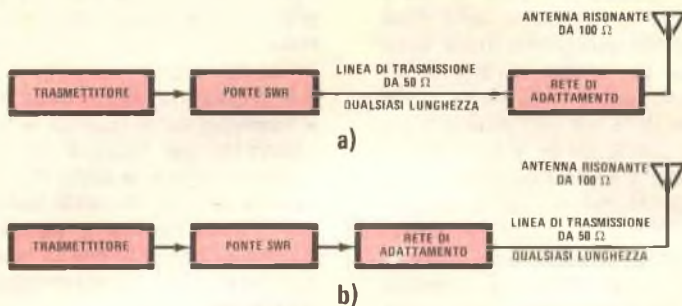
visti per dare una indicazione relativa del SWR, ma la precisione varia da un'unità all'altra e si possono avere indicazioni che non rispecchiano esattamente le condizioni sulla linea.

Se fosse possibile collegare il riflettometro in qualsiasi punto della linea (il che non è conveniente in quanto la linea deve essere interrotta per inserire il riflettometro), si potrebbe ottenere dallo strumento una vasta gamma di valori di SWR. Ma ciò non significa che il SWR sia diverso da un punto all'altro, ma semplicemente che la linea, in certi punti, "nasconde" il vero valore del SWR al riflettometro.

Chi dispone di un ponte SWR ed ha fatto alcuni esperimenti con l'antenna, avrà già incontrato una situazione di questo genere. Dopo aver installato una nuova antenna, si collega ad essa la linea di discesa e poi la si fa arrivare giù fino al trasmettitore. All'entrata della linea nel trasmettitore, si collega il ponte e si accorda il trasmettitore: dopo aver regolato il ponte, si legge un SWR di 1,5 : 1. Se in seguito, per qualche ragione, si deve spostare il trasmettitore ed aggiungere un pezzo di linea di trasmissione per la nuova posizione, quando si rifarà l'accordo si troverà un SWR di 3 : 1. Come si può giustificare questa variazione, dal momento che le frequenze non sono state cambiate e l'antenna non è stata alterata?

La ragione del SWR più alto sta nelle proprietà di una linea di trasmissione disadattata. Un disadattamento stabilisce non solo onde stazionarie di tensione, di corrente e di potenza, ma anche una certa impedenza. Se il disadattamento è grave, ma la linea di trasmissione è un multiplo dispari di un quarto di lunghezza d'onda, gli effetti reattivi della linea sono nascosti dal riflettometro e dal trasmettitore, se lo strumento viene inserito nella linea vicino al trasmettitore. Nel primo caso citato sopra, la linea si avvicinava a questa speciale lunghezza, ma quando la lunghezza è stata cambiata, la vera situazione sulla linea non veniva più nascosta.

Si può aver notato che alcune antenne mobili vengono vendute con un pezzo di linea di trasmissione collegato, il quale, secondo le istruzioni del fabbricante, non deve essere tagliato, bensì arrotolato e posto in qualche punto lungo il percorso che la linea deve seguire. Il pezzo di linea è di un quarto d'onda o di un multiplo dispari. Tali antenne normalmente funzionano con un alto SWR,



*Fig. 4 - Configurazioni di reti di adattamento. Queste si regolano per presentare al trasmettitore un'impedenza di 50  $\Omega$ . Un disadattamento può ancora apparire sull'antenna in rapporto con il punto in cui è inserita la rete di adattamento.*

ma la lunghezza della linea viene scelta per nascondere al trasmettitore.

Come si può vedere, non si può avere una fiducia assoluta nella lettura di un riflettometro. Esiste però un mezzo semplice per assicurarsi se il SWR indicato dal riflettometro si avvicina al vero SWR. La fig. 3 mostra una configurazione di installazione tipica di un riflettometro. Questo può essere inserito in qualsiasi punto lungo la linea di trasmissione ma, come già detto, può dare indicazioni differenti nei vari punti. Qual è allora il vero valore di SWR? Se il ponte viene collegato nel punto di alimentazione dell'antenna, con l'antenna collegata direttamente al jack d'uscita del ponte SWR, il riflettometro indicherà il vero SWR sulla linea. Tuttavia, questo è un punto scomodo per collegare il ponte, in quanto la maggior parte delle antenne è posta a considerevole distanza dall'apparato trasmittente, fuori dalla vista dell'operatore.

A causa di questa difficoltà, quasi tutti gli strumenti SWR sono inseriti sulla linea vicino al trasmettitore o vicino alla posizione dell'operatore. In un'installazione del genere, si deve collegare un pezzo di linea di trasmissione usando un adattatore femmina doppio e spinotti coassiali ben installati tra la linea ed il ponte. Il prolungamento deve essere lungo meno di  $1/8$  di lunghezza d'onda. Dopo aver installato il prolungamento,

si accordi il trasmettitore e si noti il SWR. Se è cambiato sostanzialmente dall'indicazione precedente, si può essere certi che un alto SWR esiste sulla linea e che qualsiasi indicazione bassa è falsa. La prova si può anche fare accorciando la linea di trasmissione, ma ciò in genere non conviene perché qualsiasi taglio sulla linea è permanente.

**Che cosa fare circa il SWR** - Quando si è certi che il ponte SWR dice la verità e si trova un SWR di 3 : 1, che cosa si deve fare? Trafficare con la linea di trasmissione o con l'antenna oppure lasciare le cose come sono? La risposta dipende dal tipo di linea di trasmissione che si ha e dalle limitazioni del trasmettitore.

Se quest'ultimo è costruito per sopportare un "SWR infinito", si può tollerare un tale disadattamento e la perdita di potenza non degraderà seriamente l'intensità del segnale. Tuttavia, se si usa un trasmettitore che può sopportare un SWR massimo di 2 : 1 e si lavora ad un'uscita prossima alla potenza massima sopportabile dalla linea di trasmissione coassiale, allora si devono prendere provvedimenti per rendere il disadattamento meno grave o per far apparire le cose in quel modo.

Forse il mezzo più facile per ottenere ciò, se il carico è altamente reattivo (come un ministilo od altro tipo di antenna carica-

ta), consiste nell'accorciare la linea di trasmissione coassiale per una tollerabile impedenza sul lato di trasmissione. Ciò tuttavia non risolve veramente il problema del disadattamento.

Il sistema migliore per correggere un disadattamento consiste nel regolare l'impedenza dell'antenna o della linea di trasmissione per un buon SWR. I ricetrasmittitori ed i trasmettitori di tipo commerciale sono costruiti, per la maggior parte, per funzionare con carichi compresi tra  $50 \Omega$  e  $75 \Omega$  e tollerano un disadattamento massimo di 2 : 1. La gamma di impedenze sulla quale il ricetrasmittitore può funzionare è quindi compresa tra  $25 \Omega$  e  $150 \Omega$ . Se si lavora su una banda sola, quella degli 11 metri o su una delle bande dilettantistiche tra 7 MHz e 30 MHz, si può usare un semplice dipolo per la copertura di tutta la banda. Il SWR dovrebbe essere di 2 : 1 pur se varia con l'altezza dal suolo.

Anche la maggior parte delle antenne verticali può coprire un'intera banda con la stessa gamma di SWR. Vi è un accorgimento per il buon funzionamento di tutte le antenne verticali. Per ottenere un SWR decente e una radiazione efficiente, si deve usare un buon sistema di terra. Se l'antenna è montata sul tetto, si deve installare un sistema radiale, usando almeno cinque fili di un quarto d'onda, i quali devono scendere leggermente verso il tetto.

Un buon sistema radiale avrà fino a duecento o più fili radiali. Poiché il filo di rame oggi è costoso, se si vuole economizzare, si possono usare fili di alluminio.

Regolando il sistema radiale di un'antenna verticale, o l'altezza di un dipolo dal suolo o "l'adattatore gamma" di un'antenna a fascio, si cambia l'impedenza nel punto di alimentazione dell'antenna fino ad un valore prossimo il più possibile a quello dell'impedenza caratteristica della linea di alimentazione, riducendo così il disadattamento. Questo è il modo più efficace per ridurre il SWR.

Un altro sistema consiste nell'usare reti di adattamento. Questi dispositivi si comportano come trasformatori ad impedenza variabile, convertendo una vasta gamma di carichi agli ideali  $52 \Omega$ . Le reti di adattamento accordano anche qualsiasi reattanza che la linea di trasmissione può presentare al trasmettitore, rendendo più facile il carico dello stadio d'uscita. Se un trasmettitore

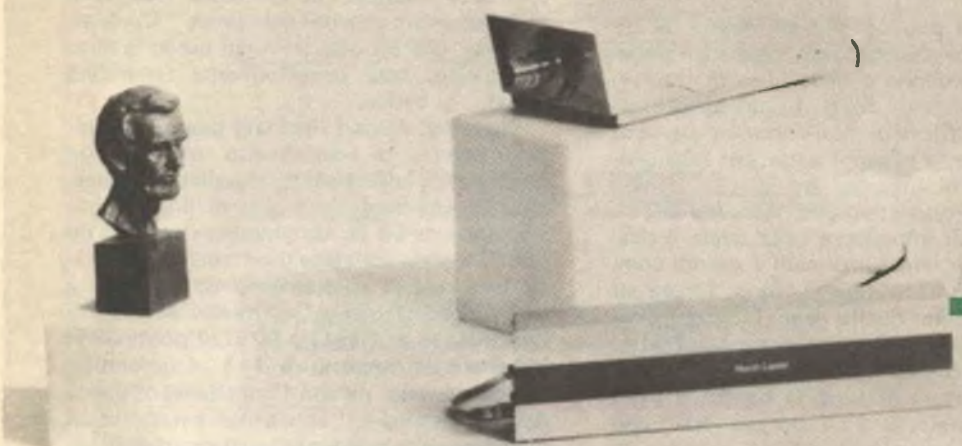
ha una rete d'uscita a  $\pi$  o se viene usata una rete di adattamento, il SWR non contribuisce ad una perdita di potenza nel sistema. La rete viene regolata per presentare la giusta quantità di reattanza necessaria per cancellare quella del carico. Qualsiasi potenza, che sia riflessa in giù lungo la linea dal carico, sarà semplicemente rimandata indietro al carico.

Nella *fig. 4* sono riportate due configurazioni per reti di adattamento. In a) si vede una rete di adattamento installata all'estremità d'antenna di un pezzo di linea di trasmissione da  $50 \Omega$ . Un'antenna risonante da  $100 \Omega$  è stata collegata direttamente all'uscita della rete di adattamento. Se si regola la rete di adattamento in modo da ridurre l'impedenza di  $100 \Omega$  a  $50 \Omega$ , il ponte SWR indicherà un rapporto di 1 : 1. Questa indicazione è vera perché l'impedenza d'uscita del trasmettitore, l'impedenza caratteristica della linea e l'impedenza trasformata dell'antenna sono tutte di  $50 \Omega$ . Non ci sono onde stazionarie sulla linea.

In b) è riportato un altro caso: la rete di adattamento è situata all'estremità di trasmettitore, appena dopo il ponte SWR. Tra la rete di adattamento e l'antenna, la cui impedenza è di  $100 \Omega$ , si collega una linea di trasmissione da  $50 \Omega$ . Anche se si regola la rete di adattamento per ottenere sul riflettometro una lettura di 1 : 1, non si riesce però ad ottenere la condizione perfettamente adattata del caso a), in quanto, pur se la rete di adattamento inganna il trasmettitore, presentando un'impedenza di  $50 \Omega$  per l'uscita del trasmettitore, si ha ancora un SWR sulla linea di trasmissione dovuto al disadattamento tra la linea di alimentazione e l'antenna.

In quali casi si può trascurare il SWR? Se si lavora ad una potenza d'uscita molto al di sotto della massima sopportabile dalla linea di trasmissione, e se non si eccede il disadattamento tollerabile dal trasmettitore, si può non tenere conto del SWR. Se invece l'accordo del trasmettitore diventa difficoltoso, le linee di trasmissione si riscaldano o gli amplificatori d'uscita saltano, allora si deve ricorrere ad uno dei mezzi di adattamento di cui si è parlato.

Si tenti anzitutto di regolare l'antenna; se poi esistono ancora problemi, ci si assicuri che la linea di trasmissione ed i connettori relativi siano in buone condizioni. Come ultima risorsa, si può ricorrere all'uso di un adattatore d'antenna per linee coassiali. ★



*Sul numero di Luglio del 1970, a pag. 11, abbiamo pubblicato i piani costruttivi del primo laser sperimentale. In seguito, abbiamo continuato periodicamente a tenere al corrente i lettori sugli sviluppi del laser. Ad esempio, sul numero di Agosto del 1970 (a pag. 5) sono stati forniti i particolari su come usare il laser per ottenere ologrammi tridimensionali, mentre sul numero di Gennaio del 1971 (a pag. 49) è stata illustrata la costruzione di un sistema di comunicazione a voce con laser.*

*Ora, presentiamo un'altra novità: i piani per costruire un sistema video laser per dilettanti.*

Il sistema laser TV che descriviamo può dare un'idea anticipata di quelli che saranno i mezzi di comunicazione del futuro. Nel sistema vi sono due dispositivi principali: uno è l'insieme composto dal tubo laser e dal modulatore trasmettitore video che funziona in unione con una camera TV di basso costo;

l'altro è il rivelatore ricevitore modulatore RF, la cui uscita si immette in un comune televisore.

Il tubo laser usato nel sistema è del tipo all'elio-neon ed è costruito secondo gli ultimi ritrovati a catodo di alluminio; viene usato in unione con i circuiti a stato solido di modulazione e di rivelazione.

Con il sistema laser TV ci si può aspettare una portata anche di 15 m senza uno speciale sistema ottico; per una portata maggiore si può usare un telescopio e/o una lente convergente, come vedremo in seguito.

**Sistema completo** - Lo schema a blocchi del sistema laser TV completo è riportato nella *fig. 1*. Il segnale d'uscita (video od audio, non entrambi contemporaneamente) proveniente dalla camera TV è tipicamente dell'ordine di 1 V da picco a picco. Questo segnale viene immesso nel modulatore laser, il quale è stato progettato per dare un guadagno di 2 mA/V. Quindi, l'uscita video di 1 V da picco a picco, proveniente dalla camera TV, dopo essere passata attraverso il



**COSTRUIRE UN**

# SISTEMA TV LASER

**ORA E' POSSIBILE TRASMETTERE  
E RICEVERE IMMAGINI TV  
IN BIANCO E NERO  
AD UNA NOTEVOLE DISTANZA  
MEDIANTE UN COLLEGAMENTO  
VIDEO A RAGGIO LASER**



modulatore, viene convertita in un segnale di 2 mA da picco a picco che pilota a corrente il tubo laser.

Il guadagno del tubo laser è di circa 0,1 mW/mA, mentre il rivelatore laser ha un guadagno di 1,25 mA/mW. L'oscillatore RF nel rivelatore è accordabile sulla gamma dei canali bassi VHF, non usati nella zona.

L'uscita del modulatore RF è un segnale modulato in ampiezza (MA) che è regolabile da zero a 5 mV efficaci; questo segnale può essere introdotto, mediante una piattina da 300  $\Omega$ , nei terminali d'antenna VHF di un comune televisore.

**Circuito laser/modulatore** - Nell'alimentatore per il laser/modulatore, rappresentato schematicamente nella *fig. 2*, il trasformatore T1, i condensatori C5 ÷ C8 ed i diodi D9 ÷ D14 sono collegati in modo da formare un duplicatore di tensione, che serve come alimentazione principale ad alta tensione; questo alimentatore fornisce al tubo laser circa 1.700 V. I diodi D1 ÷ D8 ed i condensatori C1 ÷ C4 formano due altri duplicatori

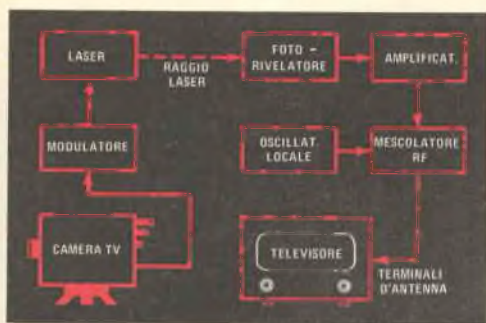


Fig. 1 - Schema a blocchi del collegamento video laser.

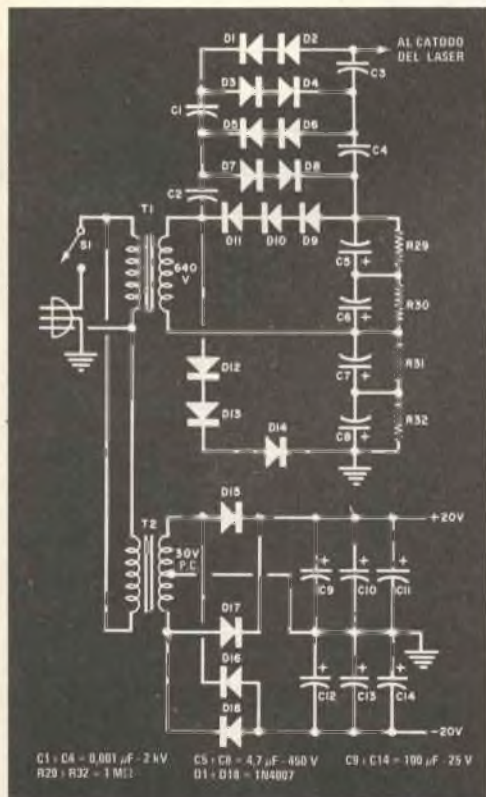


Fig. 2 - Metà dell'alimentazione ad alta tensione cade quando il laser si avvia. L'alimentazione a bassa tensione è più convenzionale.

Fig. 3 - Il responso in frequenza dell'amplificatore video è stato adattato per migliorare il responso del tubo laser. Il video in uscita modula il raggio laser.

## Materiale

- C1 + C4 = condensatori ceramici a disco da 0,001  $\mu$ F - 2 kV \*
- C5 + C8 = condensatori elettrolitici con terminali assiali da 4,7  $\mu$ F - 450 V \*
- C9 + C14 = condensatori elettrolitici per montaggio verticale da 100  $\mu$ F - 25 V \*
- C15 + C18 = condensatori elettrolitici per montaggio verticale da 1  $\mu$ F - 50 V \*
- C19 = condensatore a disco da 0,15  $\mu$ F \*
- C20 = condensatore elettrolitico per montaggio verticale da 22  $\mu$ F - 10 V \*
- C21-C22 = condensatori a disco da 200 pF - 100 V \*
- C23-C24 = condensatori a disco da 100 pF - 100 V \*
- C25 = condensatore a disco da 25 pF - 100 V \*
- D1 + D18 = raddrizzatori da 1.000 V picco inverso - 1 A (tipo 1N4007 o simili) \*
- J1 = jack fono miniatura a circuito chiuso \*
- J2 = jack BNC \*
- L1-L2 = impedenze da 10 mH
- Q1 = transistor 2N4124, opp. BC317 \*
- Q2-Q3-Q4 = transistori 2N4123, opp.



di tensione, i quali sono "ammucchiati" sopra l'alimentatore principale ad alta tensione per ionizzare il gas nel tubo laser. Non appena la ionizzazione è completa, nel tubo laser comincia a scorrere corrente; tuttavia, i valori dei condensatori  $C1 \div C4$  sono troppo bassi per sostenere la corrente di 5 mA del tubo, per cui la tensione di avviamento cade e rimane solo la tensione principale di mantenimento.

Il trasformatore T2, i relativi raddrizzatori (D15  $\div$  D18) ed i condensatori di filtro (C9  $\div$  C14) formano l'alimentazione a bassa tensione, la quale fornisce le linee a +20 V e -20 V per le parti a bassa tensione del modulatore.

L'amplificatore ad alta impedenza Q1

(fig. 3) preamplifica i segnali a basso livello del microfono di circa 0,1 V da picco a picco al livello di 1 V da picco a picco, necessario per pilotare Q2 ed ottenere tutta la modulazione del 15%. L'entrata video ad alto livello di 1 V da picco a picco, presente in J2, ed il collettore di Q1 sono entrambi accoppiati in c.a. alla base di Q2 e, quindi, tra loro. Pertanto, usando l'entrata J1 (audio) o l'entrata J2 (video) sarà necessario staccare l'entrata che non viene usata; questo è importante per evitare interferenze tra i due segnali e per non imporre un carico sul collettore di Q1.

I transistori Q2, Q3, Q4 forniscono ognuno un certo guadagno alle frequenze più basse ed uno stadio ciascuno di esaltazione

## Dispositivi TV di classe 1

*Recentemente si è verificata una proliferazione di giochi elettronici previsti per essere usati con normali televisori. Questi cosiddetti dispositivi di classe 1 applicano un segnale RF a basso livello direttamente ai terminali d'antenna del televisore. Poiché però possono produrre interferenze, negli Stati Uniti la FCC (Commissione Federale per le Comunicazioni) ha imposto restrizioni sulla fabbricazione, sulla vendita e sull'uso di questi dispositivi, di cui il rivelatore/modulatore RF di questo articolo fa parte.*

*In base a questi regolamenti, le caratteristiche che i dispositivi TV di classe 1 devono avere sono le seguenti:*

- 1) devono funzionare su un canale assegnato per le trasmissioni circolari TV VHF o UHF;
- 2) devono trasmettere il segnale RF al televisore per mezzo di filo o cavo;
- 3) il livello d'uscita RF deve essere inferiore a 6 mV efficaci su un'uscita di 300  $\Omega$ ;
- 4) un commutatore con 60 dB di isolamento deve essere usato per commutare i terminali d'antenna tra l'antenna TV ed il dispositivo di classe 1;
- 5) la potenza di inviluppo di picco di qualsiasi emissione spuria a frequenze di 3 MHz o più, proveniente da entrambi i bordi del normale canale TV che si usa, deve essere 30 dB o più sotto la potenza

*di inviluppo di picco del segnale nella banda;*

- 6) l'intensità di campo irradiata dal dispositivo deve essere inferiore a 15  $\mu\text{V}/\text{m}$  alla distanza di 80 cm dal rivelatore/modulatore;
- 7) il dispositivo deve essere di tipo formalmente approvato dalla FCC.

*Nel caso di un dispositivo di classe 1 sotto forma di scatola di montaggio (che per ora pare sia disponibile solo sul mercato americano), soltanto il fabbricante della scatola di montaggio deve ottenere l'approvazione del modello.*

*I regolamenti sopra elencati, vigenti negli Stati Uniti, si riferiscono solo alla parte rivelatrice/modulatrice RF del sistema laser TV. Nessuna restrizione specifica è imposta invece per il trasmettitore laser. Per quanto riguarda il commutatore di isolamento, nel sistema laser TV non ne è prevista l'installazione, ma staccando l'antenna del televisore si obbedisce ai regolamenti. Si tenga presente che non è legale tenere collegati contemporaneamente al televisore l'uscita del rivelatore e l'antenna TV.*

*Il rivelatore/modulatore RF, comunque, rientra nei modelli approvati dalla FCC Americana. Tuttavia, si raccomanda di seguire attentamente le istruzioni di montaggio date in questo articolo.*

delle frequenze alte, cominciando da circa 250 kHz fino a circa 1 MHz. Le caratteristiche di esaltazione vengono ottenute mediante le reti RC usate come carichi di emettitore per i transistori. Inoltre, vi sono due trappole a largo accordo, composte da C24-L1-R16 e C25-L2-R22, centrate a 160 kHz e 330 kHz.

Nella fig. 4-a si vede il responso in frequenza del solo tubo laser. Il forte picco a 170 kHz causerebbe gravi sovraoscillazioni sui rapidi bordi degli impulsi di sincronismo TV o su qualsiasi brusco transiente da bianco a nero. Inoltre, la larghezza di banda di -3 dB è solo di 250 kHz con una corrispondente scarsa risoluzione d'immagine.

Perciò, per spianare il responso in frequenza e per estenderlo oltre i 500 kHz, nel modulatore sono combinati circuiti di esaltazione e trappole, onde ottenere il responso compensato riportato nella fig. 4-b.

Combinando le curve di responso a) e b), il sistema completo, composto dal tubo laser e dal modulatore, ha la caratteristica di responso in frequenza illustrata nella figura 4-c, la quale è adeguata per la maggior parte delle applicazioni.

Il segnale compensato in frequenza viene trasferito a Q5, il quale si comporta come sorgente di corrente sia per la polarizzazione c.c. (regolata a 5 mA mediante R33), sia per le correnti di segnale c.a. per il tubo laser. Salvo una piccola corrente attraverso R27 e R28, la corrente prodotta da Q5 scorre anche attraverso Q6 e Q7, il resistore di carico R26 ed il tubo laser. Q6 e Q7, entrambi da 300 V, sono collegati in serie, affinché si comportino come un solo transistor con una tensione di rottura di 600 V.

**Circuito rivelatore** - Nella fig. 5, il fototransistore Q1 è collegato come un fotodiode e fornisce un segnale di 40  $\mu$ A da picco a picco in relazione con l'intensità del raggio laser. Ne consegue un segnale video di 200 mV sulla base di Q2.

Il transistor Q3 è uno stadio oscillatore Hartley, la cui frequenza di funzionamento è determinata da L1 (stampata sul circuito stampato), da C7 e da C8. Il condensatore C7 è regolabile per consentire al circuito di funzionare sulla frequenza compresa tra 60 MHz e 72 MHz.

La portante VHF è accoppiata in c.a. attraverso C6, al diodo mescolatore D1, per cui ne risulta un segnale VHF videomodula-

**ATTENZIONE:** Non guardare mai nel raggio laser o direttamente nella sua riflessione.

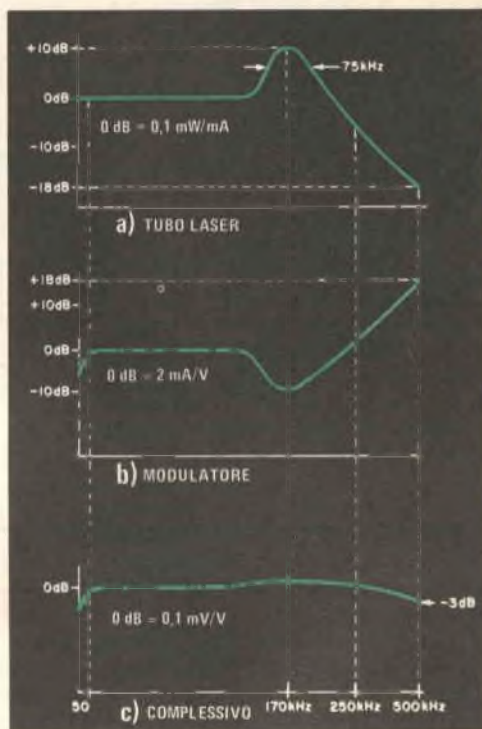


Fig. 4 - Le curve di responso del tubo laser (a) e del modulatore (b) si combinano per conferire al sistema un responso complessivo piatto (c).

to di circa 5 mV efficaci con il controllo di livello RF portato per la massima uscita. Il segnale RF va direttamente, per mezzo di una piattina da 300  $\Omega$ , ai terminali d'antenna VHF. Si noti tuttavia che, quando l'uscita del rivelatore viene collegata ai terminali d'antenna del televisore, il normale cavo d'antenna TV deve essere staccato.

Il diodo zener D2 fornisce la polarizzazione c.c. di 3,6 V per Q2 e serve come stabilizzatore dell'alimentazione c.c. del circuito oscillatore Q3.

**Montaggio del sistema** - Ad eccezione del tubo laser, dei jack J1 e J2, del trasformatore T1 e dell'interruttore S1, tutti i componenti della fig. 2 e della fig. 3 si montano

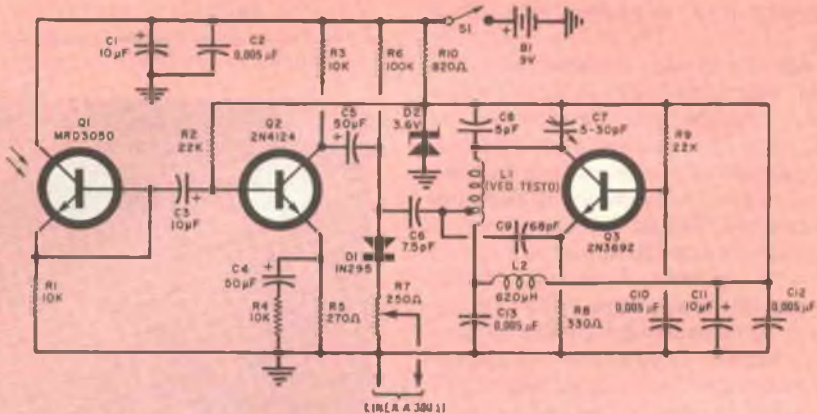


Fig. 5 - Il fotorelevatore modula l'oscillatore sulla frequenza compresa tra 60 MHz e 72 MHz per generare un segnale che viene inviato, tramite una piattina da 300  $\Omega$ , ai terminali d'antenna del televisore.

## Materiale per il rivelatore/modulatore RF

- B1 = batteria da 9 V\*
- C1-C3-C11 = condensatori elettrolitici da 10  $\mu\text{F}$  - 10 V\*
- C2-C10-C12-C13 = condensatori a disco da 0,005  $\mu\text{F}$ \*
- C4-C5 = condensatori elettrolitici da 50  $\mu\text{F}$  - 10 V\*
- C6 = condensatore a mica argentata da 7,5 pF
- C7 = compensatore ceramico miniatura da 5-30 pF\*
- C8 = condensatore a mica argentata da 5 pF\*
- C9 = condensatore a mica argentata da 68 pF\*
- D1 = diodo 1N295, opp. AAZ15\*
- D2 = diodo zener da 3,6 V (tipo 1N747 o simili)\*
- L1 = bobina RF (stampata sulla basetta)
- L2 = impedenza RF da 620  $\mu\text{H}$
- Q1 = fototransistore Motorola tipo MRD-3050\*
- Q2 = transistor 2N4124, opp. BC317\*

- Q3 = transistor 2N3692, opp. BC317\*
  - R1-R3-R4 = resistori da 10 k $\Omega$  - 0,5 W,  $\pm 10\%$ \*
  - R2-R9 = resistori da 22 k $\Omega$  - 0,5 W,  $\pm 10\%$ \*
  - R5 = resistore da 270  $\Omega$  - 0,5 W,  $\pm 10\%$ \*
  - R6 = resistore da 100 k $\Omega$  - 0,5 W,  $\pm 10\%$ \*
  - R8 = resistore da 330  $\Omega$  - 0,5 W,  $\pm 10\%$ \*
  - R10 = resistore da 820  $\Omega$  - 0,5 W,  $\pm 10\%$ \*
  - R7 = potenziometro semifisso da 250  $\Omega$  per circuiti stampati e montaggio verticale\*
  - S1 = interruttore semplice (facoltativo)\*
- Scatola di protezione, circuito stampato, supporto per la batteria, connettore per il cavo d'uscita (facoltativo), piattina da 300  $\Omega$ , filo per collegamenti, due distanziatori, minuterie di montaggio e varie.

\* Oltre ai normali componenti, quelli segnati con asterisco sono reperibili presso la F.A.R.T.O.M., via Filadelfia 167, 10137 Torino, tenendo presente che tra l'ordinazione e l'invio dei materiali occorrono in media da 30 a 60 gg.

su un solo circuito stampato. Il disegno in grandezza naturale di questo circuito e la disposizione dei componenti del sistema laser modulatore sono presentati nella *fig. 6*. Il disegno del circuito stampato, per evitare di riportarlo in scala ridotta, è stato diviso in due parti, perciò il bordo in alto della figura di sinistra di pag. 49 deve combaciare con il bordo in basso della figura di destra di pagina 48, con le piste di massa allineate.

Montando il circuito stampato come indicato nella *fig. 6*, si faccia attenzione ad orientare correttamente i componenti. Si presti particolare attenzione alle polarità dei condensatori elettrolitici, al collegamento dei transistori e dei terminali di T2. Si tenga presente che T2 ed il tubo laser si montano sul lato delle piste del circuito stampato. Inoltre, tutti i resistori (salvo R26 e R29 ÷ R32), nonché le bobine L1 e L2, vanno montati in posizione verticale. Il resto dei componenti invece si può sistemare sul circuito stampato nel modo convenzionale. Si noti inoltre che solo C5, C6, C7 e C8 sono condensatori con terminali assiali, previsti per essere montati in piano aderenti al circuito stampato, mentre gli altri sono del tipo da montare verticali.

Nel circuito laser vengono generate *tensioni potenzialmente assai pericolose*, che potrebbero risultare anche fatali; di conseguenza, è essenziale che tutto l'insieme sia racchiuso entro una robusta custodia, preferibilmente metallica. Per evitare il contatto con qualsiasi punto ad alta tensione del circuito una volta che il sistema è montato, si usino solo viti di nailon per fissare qualsiasi pezzo entro la custodia. Si scelga una custodia abbastanza grande per contenere il tubo laser, il complesso del circuito stampato ed il trasformatore T1. Si montino il jack fono miniatura a circuito chiuso J1, il jack BNC J2 e l'interruttore S1 sul pannello posteriore della custodia, e da un altro foro di tale pannello si faccia uscire il cordone di rete a tre conduttori, fissato con un fermacavo di plastica. Si può anche guarnire il foro con un gommino passacavo, fissando il cordone mediante un nodo.

Il foro d'uscita per il raggio laser deve essere praticato nel pannello frontale della custodia, direttamente in linea con il percorso del raggio laser; si usi una punta da trapano di 6,35 mm. Se possibile, come guarnizione del foro si monti sul foro stesso una flangia tubolare con un anello esterno

di ferro, il quale serve per sostenere le varie lenti con montatura a magneti circolari nel caso si vogliano fare altri esperimenti con il laser.

Si saldino connettori ad innesto ad una estremità di due cavi per 5 kV, uno rosso ed uno nero, lunghi 8 cm circa e si ricoprano le connessioni con tubetto isolante. Si saldi quindi l'estremità libera del cavo rosso al punto A e l'estremità libera del cavo nero al punto C sul lato delle piste del circuito stampato.

Si pratichino fori da 3,25 mm nei punti contrassegnati con la X sul circuito stampato e si sistemi in ciascun foro una staffa di montaggio per il tubo. Si orienti il tubo laser in modo che la sua estremità di connessione ai piedini sia rivolta verso T2 e che il piedino di anodo sul collo stretto punti verso il cavo rosso. Si sistemi quindi il tubo nelle sue staffe e lo si fissi con ancoraggi di gomma, facendo attenzione a *non afferrare mai il tubo stesso per i suoi colli stretti*.

Si infili il connettore del cavo rosso nel piedino d'anodo del tubo laser; quindi si localizzi il piedino di catodo sul lato opposto a quello d'anodo del tubo e si infili in esso il connettore del cavo nero.

Si saldino fili per collegamenti, lunghi circa 25 cm (preferibilmente di colori diversi per una facile identificazione), agli altri fori del circuito stampato e si infilino pezzi di tubetto isolante, lunghi circa 25 mm, sopra i fili collegati ai punti del secondario di T1. Si monti poi il circuito stampato nella custodia, usando viti di nailon e distanziatori isolati.

Si sistemi T1 sul fondo della custodia e si localizzino i fili provvisti di tubetto isolante. Si facciano passare questi fili lungo la facciata dei componenti del circuito stampato e si provveda a collegarli saldandoli al secondario di T1 dopo averli eventualmente accorciati. Si completino poi i collegamenti facendo riferimento alla *fig. 2*, alla *fig. 3* ed alla *fig. 6*.

Il montaggio del rivelatore è molto semplice. Eccettuato il connettore d'uscita del fototransistore Q1 (*fig. 5*) e l'interruttore generale, tutti gli altri componenti si montano su un piccolo circuito stampato, di cui sono riportati il disegno in grandezza naturale e la disposizione dei componenti nella *fig. 7*. Si noti che la bobina L1 fa parte delle piste del circuito stampato.

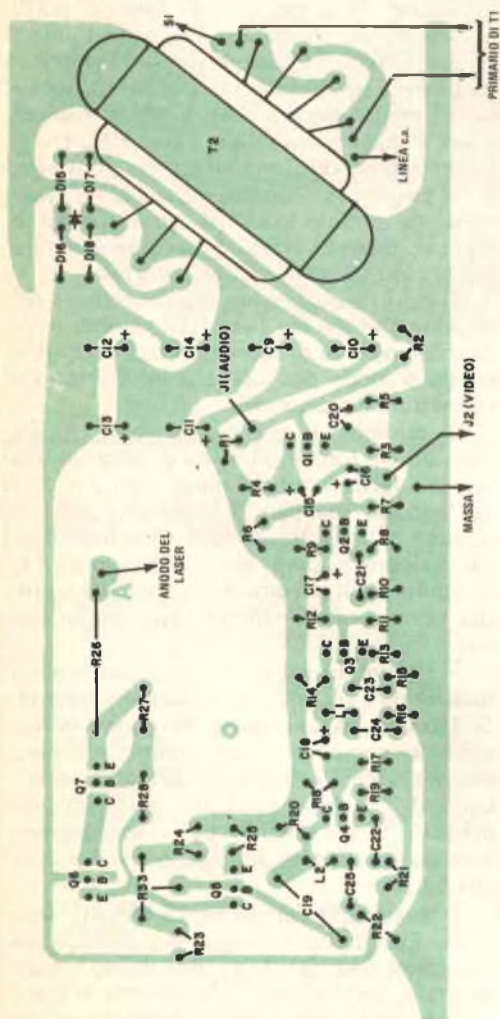
I componenti si montano nel modo con-

venzionale, avendo cura di rispettare le polarità dei condensatori elettrolitici e dei transistori. Il transistore Q1 si sistema in un foro praticato su una parete della scatola metallica, in modo che la sua lente punti verso l'esterno, fissandolo al suo posto con una goccia di collante plastico o resinoso.

Si fissa la batteria sul fondo della scatola, sotto il circuito stampato, per mezzo di un apposito supporto. L'interruttore generale

ed il connettore del cavo d'uscita si montano sul pannello posteriore della scatola.

**Collaudo del sistema** - Prima di applicare tensione al laser modulatore, si verifichi attentamente il montaggio di tutti i componenti, alla ricerca di eventuali errori; si controllino inoltre le saldature, accertandosi anche che non esistano cortocircuiti dovuti a gocce di stagno tra le piste.





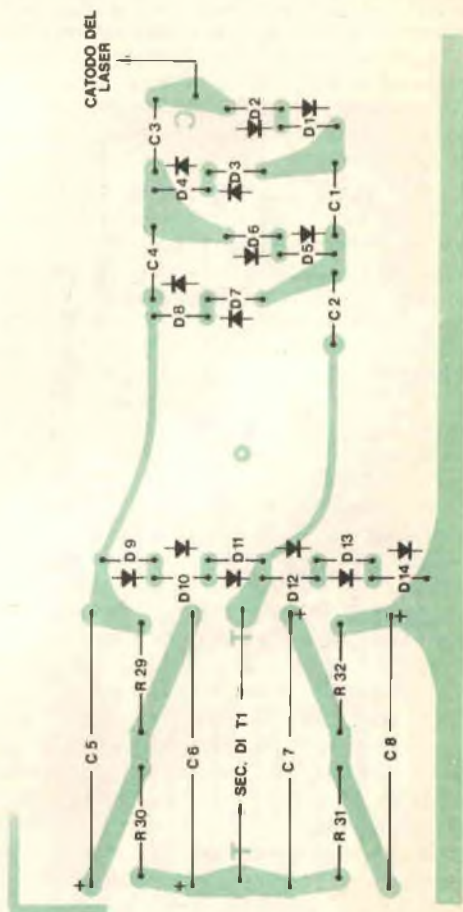
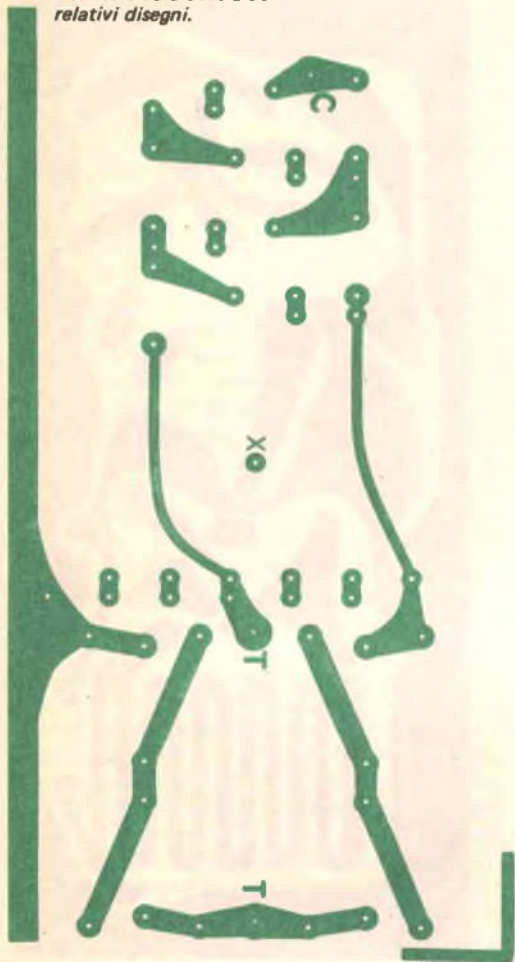
lare, si stacchino dal circuito il primario di T1, Q6 ed il tubo laser.

Si colleghi provvisoriamente un resistore da  $1.000 \Omega$  -  $0,5 \text{ W}$  tra il collettore di Q5 e la linea a  $-20 \text{ V}$  e si dia tensione. Ora, usando un analizzatore ad alta impedenza (può servire un tipo da  $20.000 \Omega/\text{V}$ ) si verifichi che l'alimentatore fornisca  $+20 \text{ V c.c.}$  e  $-20 \text{ V c.c.}$  Essendo il carico di collettore provvisorio, il collettore di Q5 sarà a circa

$-15 \text{ V}$ . Si regoli R33 per ottenere esattamente una tensione di  $5 \text{ V}$  ai capi del resistore da  $1.000 \Omega$  montato provvisoriamente. Si può anche inserire un milliamperometro in serie con il resistore e regolare R33 per ottenere esattamente una corrente di  $5 \text{ mA}$ . Si spenga e si stacchi il cordone di rete dalla presa.

Ora si colleghi T1 nel circuito. Si ricordi, prima di dare tensione, che sull'estremità ne-

*Fig. 6 - Il disegno in grandezza naturale del circuito stampato per l'alimentatore e per il modulatore è riportato al centro in due parti separate. La disposizione dei componenti è illustrata invece rispettivamente a sinistra ed a destra dei relativi disegni.*

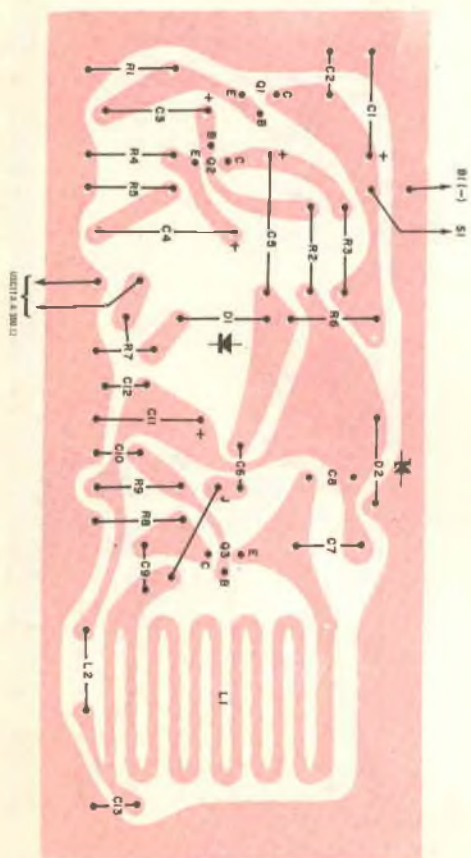


gativa di C5 e sul filo di catodo (nero) sono presenti tensioni potenzialmente molto pericolose. Si sistemi il filo di catodo lontano da massa e dai circuiti a bassa tensione. La tensione di avviamento in cima a C3 può essere controllata, ma lo strumento ha un effetto di carico sul circuito; quindi, non ci si aspetti di leggere più di 3,5 kV, effettuando la misura con la portata di 5 kV con un analizzatore da 20.000  $\Omega/V$ . Si spenga e si stacchi la spina di rete dalla presa, ma non si tocchi alcuna parte del circuito per circa cinque minuti, cioè fino a che le cariche d'alta tensione dei condensatori non si siano dissipate.

Quando il pericolo è scomparso, si stacchi il resistore provvisorio dal circuito di collettore di Q5 e si ricollegli Q6. Si colleghi il terminale di anodo al tubo ed uno strumento da 10 mA f.s. in serie con il piedino di catodo del tubo stesso e con il filo di catodo (nero), assicurandosi che il milliamperometro ed i fili di collegamento siano ben distanziati da massa e dai circuiti a bassa tensione.

Si inserisca la spina in una presa di rete e si dia tensione. Dopo un breve ritardo, il gas nel tubo laser dovrebbe ionizzarsi dando una luminescenza arancione (attenzione: non si deve mai guardare il raggio laser né diret-

**Fig. 7** - Nel disegno in grandezza naturale del circuito stampato per il rivelatore modulatore (riportato a destra) si nota la bobina oscillatrice RF stampata. Nel disegno a sinistra è illustrata invece la disposizione dei componenti.



tamente nel raggio riflesso).

Ora, il milliamperometro dovrebbe indicare una corrente di 5 mA; diversamente, si ritocchi R33 per ottenere tale valore di corrente. Quindi si spenga e si stacchi la spina dalla presa di rete, senza toccare nulla fino a che le cariche d'alta tensione nei condensatori elettrolitici non siano scomparse. Quindi, si stacchi il milliamperometro e si ricollegli il filo nero al piedino di catodo del tubo laser.

Si dia nuovamente tensione al sistema, e facendo la massima attenzione, si misurino le tensioni collettore-emettitore di Q6 e Q7, le quali dovrebbero essere circa uguali; se non lo sono significa che c'è qualcosa di sbagliato, per cui si dovrà rivedere il circuito alla ricerca dell'irregolarità.

Il rivelatore, dal momento che impiega come alimentazione solo una batteria a bassa tensione, è più sicuro da maneggiare del laser-modulatore. L'emettitore di Q1 dovrebbe essere a 0 V in assenza di luce che entri nel fototransistore attraverso la sua lente. Con il raggio laser che colpisce la superficie sensibile di Q1, l'emettitore sarà a circa 2 V (uno strumento da 20.000  $\Omega/V$ , per il carico che impone, farà però scendere questa tensione a 1,6 V).

Si colleghi la linea d'uscita RF ai terminali d'antenna di un normale televisore, dopo avere staccato l'antenna normale. Si regoli C7 per il funzionamento sulla gamma scelta, scegliendo un canale che non viene usato nella zona. Ora, modulando il laser con una camera TV, un oscilloscopio dovrebbe mostrare il segnale video composto sull'emettitore di Q1 ad un livello di circa 220 mV da picco a picco. Per questa prova si può usare un oscilloscopio di qualsiasi tipo. La forma d'onda sul catodo di D1 sarà il segnale RF videomodulato, funzionante ad un livello di circa 5 mV da picco a picco. Può essere necessario regolare R6 per ottenere il giusto livello di segnale.

Se non si dispone di un oscilloscopio, si regoli il potenziometro R7 a metà corsa. Si commuti il televisore sul canale non usato. Molto lentamente, si regoli C7 per ottenere un'immagine chiara e distinta sullo schermo del televisore, mentre si videomodula il laser. Quindi, si regolino R7 ed i controlli di luminosità e contrasto del televisore per ottenere la migliore qualità d'immagine. Inoltre, se la camera TV non ha una vasta gamma di controllo automatico del guadagno, anche

la sua lente deve essere regolata per la migliore immagine.

**Impianto ed uso** - Nell'impiantare il sistema laser TV, si tenga presente che il soggetto da trasmettere deve essere illuminato adeguatamente. Si evitino i soggetti che hanno contrasti molto brillanti e molto scuri vicini tra loro. Si metta accuratamente a fuoco la camera e si scelga la migliore apertura dell'obiettivo per il soggetto da trasmettere.

Montando il laser modulatore ed il ricevitore, si usino supporti solidi per evitare vibrazioni e spostamenti che potrebbero far sì che il raggio laser non colpisca il fototransistore, con conseguenti interruzioni nella trasmissione.

Il raggio non collimato del laser ha una divergenza caratteristica di 1 milliradiante, che fa diventare il punto largo circa 1 m di diametro alla distanza di 1.000 m. Quindi, volendo trasmettere a lunga distanza, si deve cercare, mediante collimazione, di mantenere il raggio stretto il più possibile. Il collimatore è semplicemente un telescopio usato al rovescio, con il raggio laser introdotto nell'oculare ed uscente dall'estremità larga del telescopio. A tale scopo si può usare un telescopio di tipo sia riflettente sia rifrangente.

Quanto maggiore è la potenza del telescopio usato, tanto superiore sarà la portata che ci si può attendere e tanto più stretto il raggio laser. Tuttavia, aumentando la portata, l'allineamento ottico diventa un fattore critico. Quindi, per il telescopio si usi un supporto robusto.

La portata può anche essere aumentata con una lente che raccolga la luce nella parte rivelatrice, il che è paragonabile all'uso di una antenna ad alto guadagno per le onde radio. A prezzo ragionevole, si possono acquistare lenti di Fresnel leggere, in plastica, della superficie di circa 68 cm<sup>2</sup>, le quali sono eccellenti per raccogliere la luce; tali lenti vanno messe a fuoco sulla superficie sensibile del fototransistore del rivelatore.

L'allineamento a lunghe distanze può essere semplificato in molti modi. Si usi un tipo di montaggio rigido ed un sistema di posizionamento a verniero per puntare il raggio laser. Si effettui l'allineamento di notte, quando il brillante raggio rosso del laser si può vedere più facilmente. Per l'impianto notturno, un catarifrangente per biciclette sarà utile per seguire il raggio verso il bersaglio del rivelatore. ★

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



# I PROGRAMMATORI

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

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

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

**PROGRAMMAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI**  
In ogni settore dell'attività umana i calcolatori elettronici

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

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

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



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

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

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

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



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

169 dpi



# Ricevitore stereofonico Sylvania RS-4744



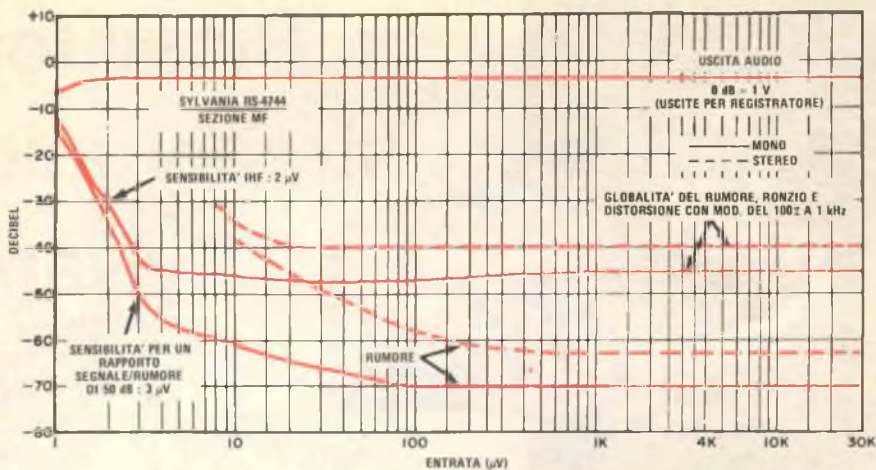
L'apparecchio che presentiamo è il più perfezionato ricevitore per MA e MF stereo prodotto dalla Sylvania. Il decodificatore dei segnali stereo, montato nel sintonizzatore per MF, utilizza un circuito ad aggancio di fase (PLL), e la potenza nominale di uscita dei suoi amplificatori è di ben 60 W per canale. Mediante un commutatore, il segnale di uscita può essere inviato a due diversi sistemi di altoparlanti; è inoltre possibile mandare ad una coppia di altoparlanti posteriori un segnale, ottenuto da quello differenza, per creare da un segnale stereofonico un effetto quadrifonico simulato.

**Descrizione generale** - Il segnale di ingresso ed il tipo di funzionamento vengono selezionati mediante un gruppo di dodici commutatori a pulsante. Per quanto riguarda il segnale di ingresso, è possibile la scelta tra due ingressi fono per testine magnetiche (uno dei quali, azionando un commutatore posto sul pannello posteriore, può essere predisposto per ricevere una testina ceramica), un sintonizzatore per MF, un sintonizzatore per MA, un ingresso ausiliario. Due commutatori permettono inoltre la riproduzione da due diversi registratori a nastro e consentono di inviare ad essi i segnali che arrivano al ricevitore, con controllo del nastro contemporaneo alla registrazione (tape monitoring); è pure possibile riversare il segnale da un registratore all'altro.

Quando entrambi i commutatori dei due ingressi fono sono premuti, il segnale proveniente da un microfono inserito nell'apposita presa sul pannello frontale viene inviato agli altoparlanti ed alle uscite per registratore. Altri interruttori a pulsante servono per inserire: il dispositivo di silenziamento nel passaggio tra le stazioni in MF; la compensazione fisiologica del comando di volume; il filtro passa-basso ed il filtro passa-alto (questi filtri fanno uso di circuiti attivi ed hanno fronti con pendenza di 12 dB/ottava, invece dei fronti a 6 dB/ottava che caratterizzano i filtri della maggior parte dei ricevitori). Un commutatore a pulsante serve infine per selezionare il funzionamento monofonico o quello stereofonico.

Oltre ai normali comandi di tono, quello dei bassi e quello degli alti, su questo apparecchio è anche presente una regolazione dei toni medi, la cui azione è centrata all'incirca sui 1.000 Hz. I comandi di tono hanno una tacca di arresto nella posizione centrale (risposta piatta).

Sull'apparecchio si trovano tutte le prese di ingresso e di uscita usuali in un impianto stereo; tra esse vi sono anche le uscite dei preamplificatori e gli ingressi degli amplificatori di potenza; le corrispondenti prese sono normalmente collegate da un cavallotto, facilmente asportabile per inserire nel sistema equalizzatori attivi, filtri, ecc. Per l'antenna da usare nella ricezione in MF esi-



stono un ingresso a  $300 \Omega$  ed un ingresso a  $75 \Omega$ , mentre per la ricezione in MA sono disponibili un'antenna interna a ferrite ed una presa per un'eventuale antenna esterna. Per il collegamento degli altoparlanti si usano morsetti a molla con rivestimento isolante; un'altra coppia di morsetti (contrassegnata con la scritta PQ4) ed un interruttore posto accanto ad essa servono per inviare su una coppia di altoparlanti i canali posteriori del segnale quadrifonico costruito artificialmente.

La protezione dell'apparecchio è affidata a circuiti elettronici interni ed a tre interruttori automatici; questi ultimi proteggono rispettivamente l'ingresso della rete d'alimentazione e le uscite verso i due altoparlanti; il ripristino degli interruttori dopo lo scatto avviene con la semplice pressione di un pulsante. Sul pannello posteriore esistono infine tre prese di rete, una delle quali collegata a valle dell'interruttore d'alimentazione.

Il ricevitore, che è fornito di un mobiletto rifinito in legno di noce, misura  $45 \times 38 \times 15$  cm e pesa 11,8 kg.

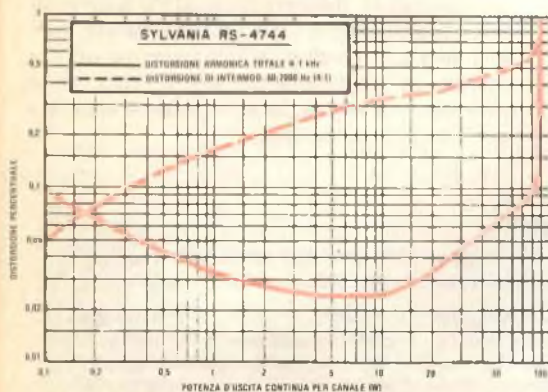
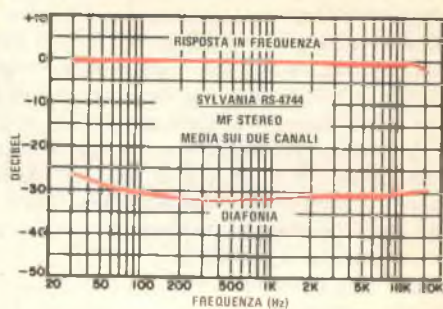
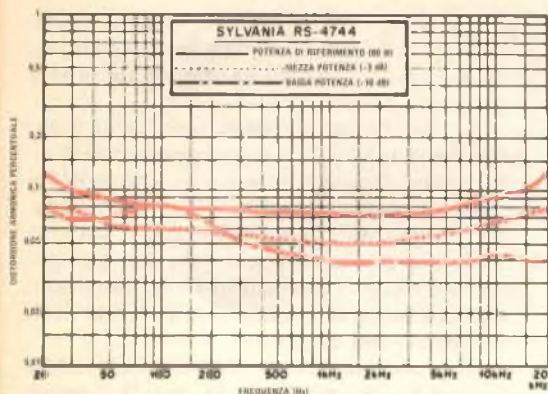
**Prove di laboratorio** - Durante i controlli effettuati, il ricevitore ha rispettato, spesso con buon margine, tutte le caratteristiche nominali dichiarate dal costruttore.

Il sintonizzatore per MF ha mostrato una sensibilità IHF di  $2 \mu V$  nel funzionamento

monofonico e di  $8 \mu V$  in stereofonia (questo ultimo è anche risultato essere il livello di soglia per cui si ha il passaggio automatico in stereofonia e si esclude il silenziamento automatico). Per raggiungere un rapporto segnale/rumore di 50 dB, è stata necessaria una tensione di ingresso di  $3 \mu V$  nel funzionamento monofonico e di  $35 \mu V$  in stereofonia.

La distorsione misurata con tensione di ingresso di  $1.000 \mu V$  è risultata dello 0,5% in mono e dell'1% in stereo (questi valori potrebbero essere dimezzati ritoccando la sintonia del ricevitore per ciascuna tensione di ingresso, ma tale procedura non sarebbe in accordo con le norme IHF riguardanti l'effettuale delle prove). Il valore massimo del rapporto segnale/rumore è risultato di 70 dB nel funzionamento monofonico e di 63 dB in stereofonia.

Il decodificatore del segnale multiplex, che utilizza un circuito ad aggancio di fase, fornisce una separazione stereo eccezionalmente uniforme al variare della frequenza: sono stati misurati circa 32 dB su quasi tutto lo spettro audio, 28,5 dB a 30 Hz e 29,5 dB a 15 kHz. La risposta in frequenza nella ricezione in MF è risultata uniforme entro  $\pm 0,5$  dB da 30 Hz a 13 kHz; essa si abbassa di circa 2 dB a 15 kHz, a causa dei filtri passa-basso inseriti sulle uscite del segnale audio. Questi filtri consentono un'otti-



ma soppressione della frequenza pilota a 19 kHz, il cui livello è risultato 72 dB al di sotto del segnale utile in presenza di una modulazione del 100%. La risposta in frequenza del sintonizzatore per MA ha i punti di taglio a 6 dB su 85 Hz e su 3.400 Hz.

Il valore nominale di potenza degli amplificatori è apparso assai cautelativo: a 1.000 Hz si è riscontrato che le creste della sinusoide in uscita cominciano ad essere tagliate con circa 81,5 W per canale, con entrambi i canali pilotati contemporaneamente e chiusi su 8 Ω. Nelle stesse condizioni si è rilevato un valore di 87,5 W con carichi di 4 Ω, e di 56,5 W con carichi di 16 Ω.

La distorsione armonica totale, a 1.000

Hz, è risultata minore dello 0,1% con potenze d'uscita per canale da 0,1 W a circa 80 W; in quasi tutto il campo essa si mantiene sotto lo 0,03%. La distorsione di intermodulazione è risultata dello 0,05% con 0,1 W, è salita allo 0,3% con 10 W ed ha raggiunto lo 0,5% con la potenza nominale di 60 W. Anche con potenze di uscita molto basse, cioè intorno ai 3 mW, la distorsione di intermodulazione è risultata non superiore allo 0,25%. Alla potenza nominale di 60 W per canale, od a potenze inferiori, la distorsione armonica totale è risultata mediamente minore dello 0,08%; essa ha raggiunto un massimo di 0,13% a 20 Hz ed a 20 kHz, con potenza d'uscita pari al valore nominale.

Per ottenere dall'amplificatore una potenza d'uscita di 10 W è risultato necessario, sull'ingresso ad alto livello, un segnale di 88 mV; in queste condizioni il rapporto S/R è risultato di 77,5 dB. La sensibilità degli ingressi fono è apparsa molto buona: 0,82 mV; ciononostante, la saturazione di tali ingressi si è manifestata solo con segnali di ben 82 mV. Il rapporto S/R relativo agli ingressi fono, misurato con 10 W di uscita, è risultato di 72,5 dB e la caratteristica di equalizzazione molto vicina alla curva prescritta dalla RIAA: entro  $\pm 0,5$  dB da 20 Hz a 20 kHz. Si è constatato che tale equalizzazione non viene influenzata in modo significativo dall'induttanza della testina fonorivelatrice usata; in molti amplificatori si manifestano invece, a causa di questa influenza, abbassamenti di diversi decibel alle frequenze superiori ai 10 kHz.

La compensazione fisiologica del volume

esalta solo le basse frequenze, ed in grado moderato. Sui filtri, che hanno fronti eccellenti a 12 dB/ottava, si sono misurate frequenze di taglio a -3 dB di 70 Hz e di 4 kHz. La regolazione dei toni bassi e di quelli acuti ha rivelato le caratteristiche usuali delle regolazioni di tono effettuate sui circuiti di controreazione; sui bassi viene fatta variare la frequenza di inflessione e sugli alti la pendenza, con punto di inflessione a 1.500 Hz. La regolazione dei toni medi agisce, se a mezza corsa, soprattutto a 500 Hz; a fondo corsa essa determina invece una esaltazione, od un abbassamento, con massimo di 10 dB a 1.200 Hz.

**Impressioni d'uso** - Nel corso delle prove, il ricevitore Mod. RS-4744 si è rivelato un apparecchio con prestazioni largamente superiori alla media. Il suo sintonizzatore è eccellente ed ha una scala tarata in modo molto preciso (la frequenza indicata è risultata precisa entro 100 kHz sull'intera gamma MF). L'azione del dispositivo di silenziamento è

molto buona: il suo intervento viene segnalato da un "click" chiaramente avvertibile, ma non accompagnato da scariche di rumore o da altri disturbi.

Le caratteristiche degli amplificatori audio montati sull'apparecchio possono senz'altro essere considerate superiori a quelle dei ricevitori di prezzo equivalente; normalmente, si deve infatti stanziare una cifra ben superiore per avere apparecchi con pari potenza d'uscita. La versatilità delle regolazioni è sicuramente all'altezza delle richieste degli ascoltatori più esigenti.

Il suono quadrifonico simulato ottenibile da questo apparecchio crea, con la maggior parte dei programmi stereofonici, un eccellente effetto di ambiente. Per poter ottenere un funzionamento soddisfacente, è però indispensabile disporre di quattro sistemi di altoparlanti aventi un'efficienza uguale, poiché nell'apparecchio non è inserito un comando di bilanciamento avanti-retro, né è prevista una regolazione di volume separata per i canali posteriori. ★

# NOVITÀ LIBRARIE

**APPLICAZIONI DEI RIVELATORI PER INFRAROSSO** - pagg. 182, L. 12.000 - Biblioteca Tecnica Philips, Edizioni CELI, Bologna.

La rivelazione dell'infrarosso, la misura dell'infrarosso e l'immagine ad infrarosso stanno trovando impieghi sempre più numerosi e diversi nei campi dell'industria e della medicina. Riveste perciò carattere di viva attualità il libro dedicato all'argomento, edito recentemente dalla CELI.

Nell'opera è trattata innanzitutto la natura della radiazione infrarossa, quindi sono descritti i metodi di rivelazione e sono indicate numerose applicazioni tipiche. Vengono poi esaminate le tecniche di polarizzazione e di amplificazione impiegate con i rivelatori fotoconduttivi, poiché queste possono avere un effetto considerevole sulla stabilità complessiva.

Si considerano quindi in dettaglio i rivelatori di fiamma e gli allarmi antiincendio, le unità di protezione contro la mancanza di fiamma e quelle per il controllo di fiamma, gli allarmi antifurto passivi, i termometri a radiazione per temperature elevate (oltre i 100 °C) e per temperatura ambiente.

Un capitolo è dedicato alla descrizione di un microscopio ad infrarosso, destinato soprattutto ad esaminare la distribuzione della temperatura sulla superficie di transistori e di circuiti integrati. Un altro capitolo illustra un sistema di scansione TV ad infrarosso a circuito chiuso, interessante perché è semplice, economico e leggero (in commercio si trovano vari sistemi di scansione termica con alta definizione ottica, però si tratta generalmente di apparati complessi, costosi ed ingombranti).

Si passa infine a trattare l'analisi dei gas con l'infrarosso e si conclude con lo studio delle caratteristiche e delle prestazioni dei rivelatori MTC (a tellururo di mercurio e cadmio) alla lunghezza d'onda di 5  $\mu$ m ed a temperatura ambiente.

Il volume è completato da una sintetica bibliografia e da un breve indice analitico.



# DAL RIVELATORE AL TRANSISTORE

## CENTO ANNI DI RADDRIZZATORI A CRISTALLO

Nel novembre 1874 Ferdinand Braun, professore di liceo a Lipsia e più tardi ordinario di Fisica sperimentale presso l'Università di Strasburgo, pubblicò una relazione "sulla conduzione di corrente nei solfuri", la quale attirò l'attenzione degli specialisti su un fenomeno da lui scoperto nell'analisi della conducibilità dei cristalli di solfuro: l'intensità della corrente che passa nel cristallo dipende dalla direzione della corrente stessa. Neppure Braun, però seppe dare una spiegazione di questo scostamento della legge di Ohm. Egli suppose che l'effetto raddrizzatore fosse causato da uno strato gassoso tra cristallo e conduttore oppure che l'origine del fenomeno dovesse essere ricercata nella stessa struttura del cristallo.

Un effetto analogo venne riscontrato da Werner von Siemens nel 1876, nel corso di un esperimento sulla sensibilità luminosa del selenio. Anch'egli citò l'effetto di raddrizzamento come un "fenomeno strano e pieno di contraddizioni" e sospettò che la causa risiedesse in uno strato limite soggetto ad effetti elettrolitici.

Solo venticinque anni dopo Braun impiegò il raddrizzatore a cristallo come rivelatore di onde elettromagnetiche, che sostituì così il "coherer". Con lo sviluppo della telegrafia senza fili, cui Braun ha dato un notevole contributo con il trasmettitore che porta il suo nome, il rivelatore a cristallo ha

assunto una importanza sempre maggiore. Circa cinquanta anni fa i primi radioascoltatori si ponevano con le loro cuffie davanti al "detector" ed armeggiavano intorno al dispositivo per migliorare la ricezione, disponendo la punta del conduttore in un'opportuna posizione del cristallo. Negli anni venti, accanto ai raddrizzatori a punta di contatto apparvero cristalli raddrizzatori a superfici piane, che trovarono un vasto impiego nel campo della corrente alternata, sostituendo come "raddrizzatori a secco" i raddrizzatori elettrolitici che risultavano poco stabili. Questa serie ebbe inizio nel 1926 con i raddrizzatori ad ossidulo di rame, cui seguirono nel 1930 i raddrizzatori al selenio.

Tutti i raddrizzatori a cristallo si basavano su un contatto metallo-semiconduttore (così almeno si credeva allora) e si cercò di pervenire ad una spiegazione fisica del fenomeno. Un contributo decisivo a questa ricerca fu dato da Walter Schottky, il quale nel 1939 pubblicò la teoria della zona di carica spaziale a densità elettronica ridotta: a causa del diverso valore del lavoro di estrazione degli elettroni in un metallo ed in un semiconduttore, nel caso di una opportuna combinazione dei materiali i portatori di carica del semiconduttore possono passare nel metallo; si crea così una zona di carica spaziale con ridotta densità di portatori, che ha l'effetto di una giunzione; a seconda della pola-



*Ferdinand Braun,  
ordinario di Fisica sperimentale  
presso l'Università  
di Strasburgo, scoprì nel 1874  
l'effetto raddrizzatore  
dei cristalli di solfuro.*

rità della tensione applicata, questa zona a densità di portatori ridotta scompare (condizione di conduzione) oppure si allarga (condizione di interdizione).

Intorno al 1930 i tubi elettronici sostituirono il rivelatore a punta di contatto. Circa dieci anni più tardi i raddrizzatori a punta di contatto tornarono di attualità, in quanto gli effetti dovuti al tempo di transito nei diodi a tubo ne rendevano impossibile l'impiego alle frequenze molto alte utilizzate nella tecnica radar. Al posto dei cristalli naturali di zolfo comparvero cristalli puri di germanio e silicio di esatto drogaggio. Intorno al 1940 ne trassero origine i diodi a punta di contatto al germanio e al silicio come vengono impiegati ancora oggi. Già alla fine del 1942 presso la Siemens di Berlino era in corso la produzione di raddrizzatori al germanio.

Nel 1948 Brattain e Barden scoprirono l'effetto transistor. Due conduttori a punta, disposti su un cristallo di germanio per analizzarne le proprietà superficiali, portarono all'amplificatore a cristallo. Nel 1949 Shockley elaborò la teoria delle giunzioni super-

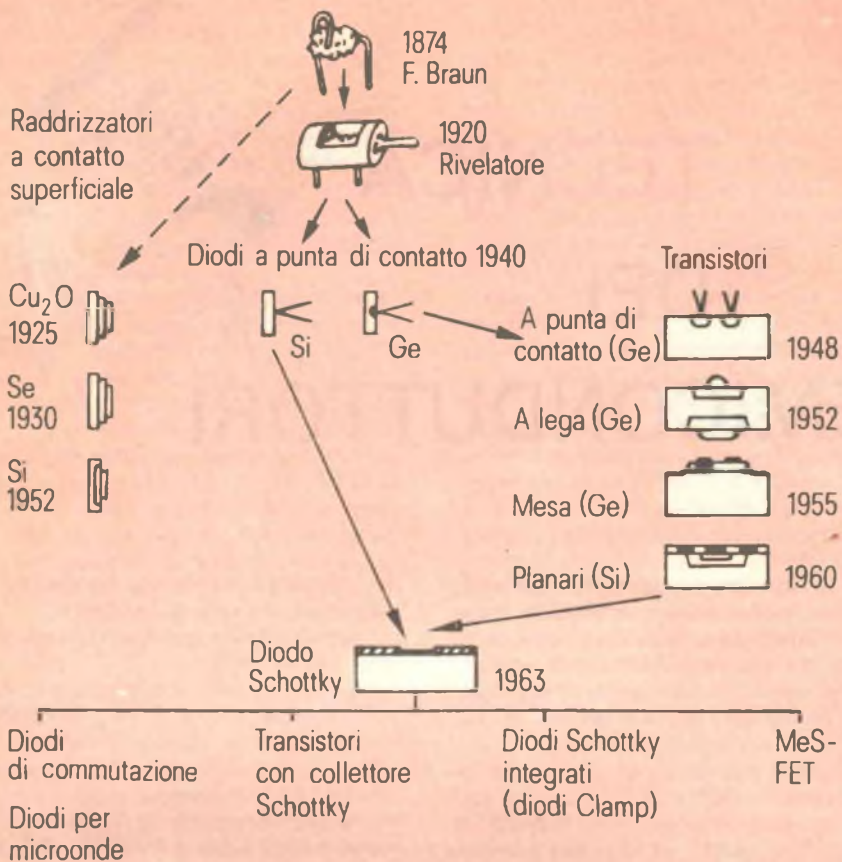
ficiali p-n, che divenne la base dei raddrizzatori p-n e del transistor. All'effetto raddrizzatore del contatto metallo-semiconduttore si contrapponeva ora la teoria delle giunzioni p-n. Si provò inoltre che anche i raddrizzatori al selenio ed i diodi a punta di contatto al germanio, formati con impulsi di corrente, posseggono giunzioni p-n.

Per tensioni e correnti elevate si trovò adatto il raddrizzatore p-n al silicio, ma si ebbero difficoltà nella fabbricazione di monocristalli di silicio purissimo. Ad Erlangen, in Germania, E. Spence riuscì a produrre, nel 1954, raddrizzatori di silicio purissimo, che inizialmente avevano superfici attive di pochi millimetri quadrati. Oggi sono disponibili raddrizzatori al silicio con superfici del cristallo sino a  $12 \text{ cm}^2$ , adatti per tensioni fino a 6 kV e correnti di oltre 1.000 A. La struttura venne ampliata con una zona a debole conduzione, situata tra le zone p e n, ottenendo raddrizzatori pin e psn.

Nei primi venticinque anni dell'era del transistor, dai tipi a punta di contatto si è passati ai transistori a lega per giungere poi nel 1960 ai transistori mesa e planari. Inol-



*Walter Schottky, ordinario di  
Fisica teorica all'Università di Rostock,  
diede un valido contributo  
alle ricerche nel campo  
dei semiconduttori; da lui prendono  
il nome i famosi diodi Schottky.*



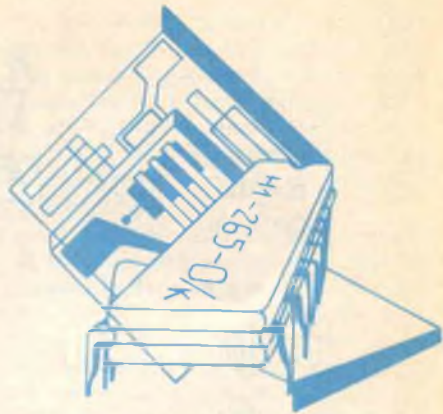
*Tappe di evoluzione dei dispositivi a semiconduttori.*

tre, la tecnologia del silicio planare può essere utilizzata non solo per le giunzioni p-n, ma anche per i contatti metallo-semiconduttori. Nel "diodo Schottky" (1963) sono riunite le vantaggiose caratteristiche in alta frequenza dei diodi a punta di contatto puntiforme ed i vantaggi di stabilità meccanica ed elettrica dei componenti a semiconduttori planari.

I due tipi di raddrizzatori, diodi p-n e diodi Schottky, si diversificano soprattutto nel comportamento dinamico. Con i diodi p-n nel caso di passaggio i portatori di carica si diffondono attraverso la giunzione p-n ed aumentano i portatori minoritari nelle zone di conduzione. Invertendo la polarità nel

senso di interdizione, questi portatori di carica devono dissolversi prima che l'effetto di interdizione possa esplicarsi. La commutazione è soggetta ad un effetto iniziale. Nel contatto metallo-semiconduttore sono coinvolti solo portatori maggioritari e praticamente non si verifica alcun effetto di immagazzinamento. Per questo motivo i diodi metallo-semiconduttore sono impiegabili anche per applicazione di microonde (varactor, miscelatori, diodi a valanga, ecc.). Inoltre, il diodo a contatto Schottky ha trovato impiego come diodo clamping nonché nei transistori ad effetto di campo (MOS-FET).

# TECNICA DEI SEMICONDUTTORI



Chi è solito usare un normale ohmmetro, certamente si sarà trovato spesso in imbarazzo nell'interpolare un valore nella parte compressa della scala non lineare di tali strumenti. Per porre rimedio a ciò, si è progettato un ohmmetro a scala lineare, di cui nella *fig. 1* è riportato lo schema.

Il circuito è composto da due amplificatori operazionali (IC1 e IC2) e da una sorgente di tensione di riferimento stabilita da R1. Le portate, scelte da S1, sono quattro, e la lettura si effettua mediante un voltmetro. BP1 e BP2 sono i terminali tra i quali si inserisce il resistore incognito, Rx, di cui si vuole determinare il valore.

La tensione di riferimento, ottenuta da R1, stabilizzata dal ripetitore di tensione IC1, viene applicata all'entrata non invertitrice di IC2; nello stesso tempo, l'uscita di IC2 viene riportata indietro nella sua entrata invertitrice per mezzo di un partitore di tensione composto dal resistore incognito, Rx, e da uno dei resistori di portata, R2-R3-R4-R5. Ne risulta che la tensione d'uscita di IC2 è pari alla tensione di riferimento più il prodotto tra la tensione di riferimento ed il rapporto tra il resistore incognito e quello di portata scelto. Quando viene usato un voltmetro per misurare la differenza di potenziale tra l'entrata non invertitrice di IC2 e la sua uscita, la tensione di riferimento iniziale viene cancellata e ne consegue una lettura direttamente proporzionale al valore

del resistore incognito, condizione questa essenziale per una scala lineare.

Nel prototipo sono stati usati amplificatori operazionali tipo 741C, ma è possibile utilizzare un solo amplificatore doppio tipo 747 oppure altri tipi 741; naturalmente, i collegamenti ai piedini varieranno in relazione con il tipo prescelto. Il selettore di portata S1 è un commutatore rotante ad una via e quattro posizioni; R1 è un normale potenziometro lineare; R2-R3-R4-R5 sono piccoli potenziometri semifissi; lo strumento di lettura è un voltmetro elettronico ad alta impedenza. Per il funzionamento è necessaria un'alimentazione doppia da 18 V stabilizzata.

Il dispositivo può essere incorporato in un voltmetro a FET, disponendo un interruttore a pulsante tra l'uscita di IC2 e l'entrata del voltmetro onde evitare letture fuori scala quando i terminali sono aperti.

Tranne che per stabilire la portata di lettura del voltmetro, la regolazione della tensione di riferimento, R1, non è assolutamente critica. Si consiglia di calibrare lo strumento usando resistori di metà scala di alta precisione (toll.  $\pm 1\%$  o migliori) come campioni per regolare i potenziometri di portata. Come resistori campione, al posto di Rx, si possono utilizzare resistori da 50  $\Omega$ , 500  $\Omega$ , 5.000  $\Omega$  e 50.000  $\Omega$  per ottenere le portate 0-100  $\Omega$ ; 0-1.000  $\Omega$ ; 0-10.000  $\Omega$ ; 0-100.000  $\Omega$ .

**Prodotti nuovi** - La Siliconix ha posto sul mercato una serie di transistori ad effetto di campo di un certo interesse, fra cui due FET VHF/UHF ed una nuova serie di FET doppi monolitici accoppiati.

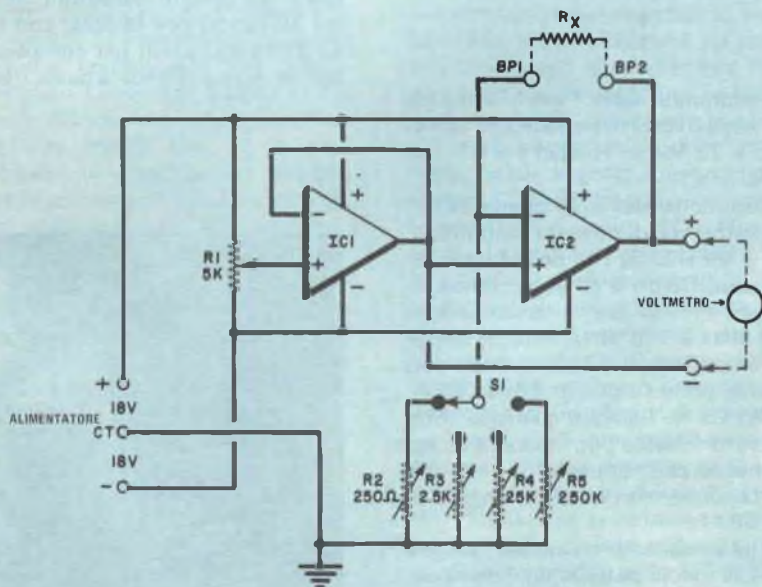
I nuovi dispositivi VHF/UHF sono essenzialmente il popolare JFET per alte frequenze a canale  $n$  tipo U310, fornito in involucro resinoso TO-92 oppure in involucro ceramico OD-81; questi dispositivi possono essere usati come amplificatori, oscillatori o mescolatori.

I nuovi JFET doppi della Siliconix, denominati serie E410, sono dispositivi a canale  $n$  in involucro resinoso previsti per amplificatori differenziali per frequenze medie e piccoli segnali e che richiedono una tensione base-emettitore appaiata, alto rapporto di rigetto a modo comune e bassa conduttanza d'uscita. Le tre unità (tipi E410, E411 e E412) hanno una tensione massima base-base di  $\pm 40$  V, una tensione massima caratteristica base-emettitore o base-collettore di  $-40$  V ed una corrente massima di base di 50 mA, per una dissipazione complessiva dell'involucro di 350 mW. Il rapporto di ri-

getto a modo comune è di almeno 70 dB.

Oltre a questi nuovi FET, la Siliconix ha progettato una nuova serie di diodi a bassa capacità ed alta impedenza, previsti per circuiti che richiedono tosatura, aggancio e protezione contro le sovratensioni. Denominati serie PAD (pico-ampere-diode), i nuovi dispositivi presentano piccolissime correnti di perdita che vanno da 1 pA (PAD-1) a 100 pA (PAD-100) e capacità interelettrodiche estremamente basse, che vanno da 0,8 pF a 2 pF. La caduta di tensione tipica per tutte le unità è di 0,8 V in senso diretto e la corrente massima diretta è di 50 mA con dissipazione massima del dispositivo pari a 300 mW.

La General Electric ha presentato una nuova serie di varistori a bassa tensione. Funzionando in un certo modo come diodi zener contrapposti, questi dispositivi sono ideali per la protezione di costosi transistori di potenza contro i picchi transienti di tensione in circuiti induttivi ad alta corrente come gli alimentatori, gli invertitori, i convertitori, gli allarmi, i comandi a solenoide e gli amplificatori audio. Fisicamente simili a condensatori ceramici a disco, i nuovi di-



*Fig. 1 - Schema di ohmetro a scala lineare in cui vengono impiegati due circuiti integrati. Quando il circuito è correttamente bilanciato (per mezzo del commutatore di portata e dei potenziometri), l'indicazione data dallo strumento è direttamente proporzionale al valore del resistore incognito.*

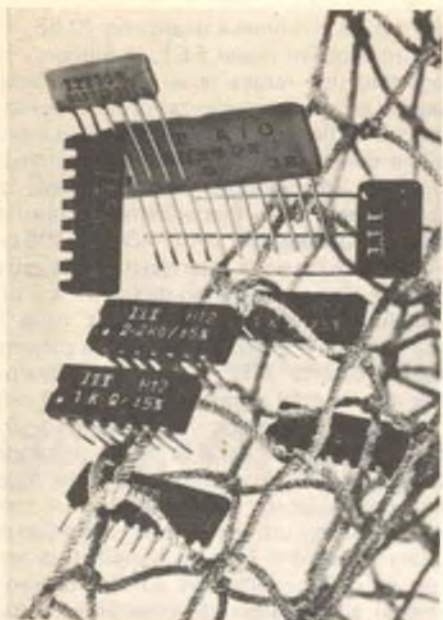


Fig. 2 - Reti resistive in film sottile e film spesso.

positivi, denominati serie "ZA", vengono offerti con tensioni caratteristiche che vanno da 26 V c.c. e 20 V c.a. efficaci a 81 V c.c. e 60 V c.a. efficaci.

Sono invece della Motorola cinque nuovi robusti transistori RF di potenza (denominati MFR230 ÷ MFR234), che dovrebbero interessare i radioamatori e gli appassionati di comunicazioni. Previsti per la banda mobile radio da 40 MHz a 110 MHz, i nuovi dispositivi sono amplificatori pilota e finali dati rispettivamente per un'uscita di 1,5 W, 3,5 W, 7,5 W, 15 W, 25 W. I singoli guadagni sono mantenuti entro 10 dB e può essere tollerato il funzionamento con rapporto di onde stazionarie di tensione, con qualsiasi angolo di fase, fino a 30:1.

La RCA ha presentato tre nuove famiglie di transistori di media potenza ed otto nuovi amplificatori operazionali a circuito integrato per impieghi generici.

Le serie RCA29/SDH, RCA31/SDH e RCA41/SDH sono rispettivamente versioni a singola diffusione e base ometassiale dei tipi RCA29, RCA31, RCA41 e sono previste per

una grande varietà di applicazioni di commutazione e di amplificazione, come stabilizzatori in serie ed in parallelo e come stadi pilota e d'uscita di amplificatori ad alta fedeltà. Questi dispositivi vengono forniti in involucri JEDEC TO-22AB.

La serie RCA29/SDH ha tempi tipici di conduzione e di interdizione di 2,3  $\mu$ sec e 6  $\mu$ sec rispettivamente, con un beta minimo di 15 misurato a 1 A. I  $V_{CEO}$  caratteristici vanno da 40 V a 100 V, a seconda del tipo. Con tempi di conduzione e di interdizione simili, ma con un beta minimo di 10 misurato a 3 A, la serie RCA31/SDH viene offerta con  $V_{CEO}$  paragonabili. Infine, la serie RCA41/SDH ha tempi tipici di conduzione e di interdizione di 3,2  $\mu$ sec e 3,7  $\mu$ sec, un beta minimo di 15 a 3 A e tensioni caratteristiche di 40 V, 60 V e 80 V, a seconda del tipo.

Denominati tipi CA107T, CA207T, CA307T, CA101T, CA101AT, CA201T, CA201AT e CA301AT, i nuovi amplificatori operazionali a circuito integrato della RCA sono sostitutivi diretti di tipi industriali normali come i 107, 207, 307, 101, 101A, 201, 201A e 301A, con involucri e disposizione dei piedini consimili. Sono dispositivi per alimentazione doppia, con alta impedenza d'entrata, adatti per comparatori, generatori di forma d'onda a bassa frequenza, tem-



Fig. 3 - Termistore per la smagnetizzazione dei tubi a raggi catodici dei televisori a colori.

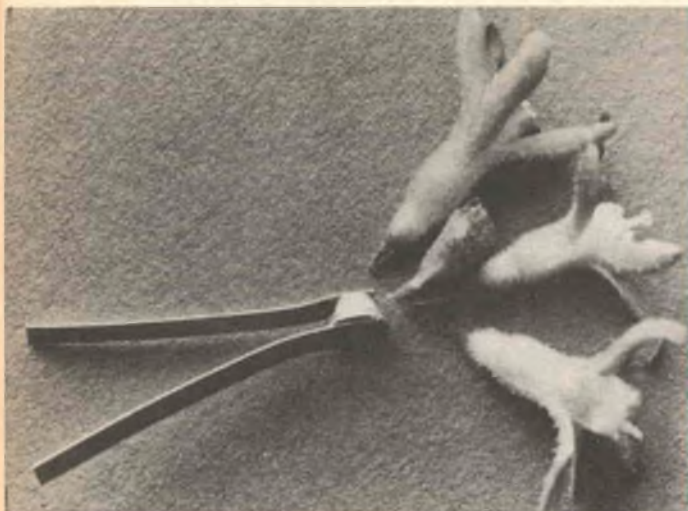


Fig. 4 - Nuovo diodo Schottky BAT 14 realizzato recentemente dalla Siemens.

porizzatori a lunghi intervalli, amplificatori sommatore e multivibratori. Questi otto nuovi dispositivi vengono forniti in involucri ad otto terminali tipo TO-5.

L'esigenza di circuiti elettrici sempre più complessi, che comportano problemi di compattezza sempre maggiori, deve essere costantemente tenuta in considerazione nello sviluppo di nuovi componenti. Per questo motivo la Divisione Componenti della ITT è ora in grado di offrire reti resistive in film spesso o in film sottile (fig. 2), in tipi standard secondo le esigenze del cliente. I campi di applicazione comprendono quello dei computer, della telefonia, dell'elettronica civile e quello delle telecomunicazioni.

Grazie alla forma compatta (tecnologia del film sottile in esecuzione "Dual-in-line", oppure in esecuzione "In-Line", tecnologia del film spesso in esecuzione "In-Line"), ed alla grande varietà di configurazioni di resistenze disponibili, è possibile all'utilizzatore semplificare i problemi derivanti dal montaggio, dall'immagazzinamento e dall'approvvigionamento.

I circuiti resistivi in film spesso (con tolleranze e configurazioni secondo le richieste del cliente) sono disponibili nei valori nominali da  $50 \Omega$  fino a  $500 \text{ k}\Omega$ , per potenze di  $0,55 \text{ W/cm}^2$  a  $70^\circ\text{C}$ .

Le esecuzioni, secondo la tecnica del film sottile (esistono anche serie standard fornibili da stock), possono essere disponibili con valori di resistenza da  $50 \Omega$  fino a

$500 \text{ k}\Omega$ , con potenza di dissipazione di  $140 \text{ mW}$  per ogni singola resistenza, e per una temperatura di lavoro di  $70^\circ\text{C}$ .

Grazie ad uno speciale procedimento di produzione, mediante il quale lo strato resistivo viene depositato su un substrato ceramico, si è ottenuto un collegamento tra terminali e ceramica tanto affidabile da rendere possibile con questi circuiti di rete l'impiego del procedimento di saldatura continua.

Nel campo dei componenti discreti la ITT ha prodotto tre diodi luminosi di colore rosso, verde e giallo, denominati rispettivamente: CQY 65 (diodo a luce rossa al fosforo arseniuro di gallio), CQY 66 (diodo a luce verde al fosforo di gallio), CQY 67 (diodo a luce gialla al fosforo di gallio).

Progettati per applicazioni generali nei moderni circuiti elettronici, essi hanno caratteristiche compatibili con i circuiti integrati ed inoltre un basso consumo di potenza, insensibilità alle vibrazioni e lunga durata.

Questi diodi luminosi hanno la custodia di plastica le cui dimensioni sono quelle del vigente standard mondiale (3 mm di diametro), ma la loro principale caratteristica è un prezzo basso dovuto alla vasta produzione.

Un'altra novità della ITT è il termistore PT34P (fig. 3), progettato specificatamente per essere impiegato nella smagnetizzazione automatica dei tubi a raggi catodici dei televisori a colori.

Il dispositivo, adatto per tutti i tipi di televisori da  $90^\circ$  e  $110^\circ$  e fino a  $26''$ , compren-

de due termistori a coefficiente di temperatura positivo connessi elettricamente e termicamente.

Il suo principale vantaggio è quello di essere un circuito smagnetizzante completo che richiede, oltre alla bobina smagnetizzante, solo una resistenza fissa. Il circuito suddetto permette di impiegare una bobina di resistenza relativamente bassa, per cui il suo costo è ridotto al minimo.

La International Rectifier ha inserito nella sua gamma di produzione un nuovo diodo di potenza a disco "Hockey-Puk", previsto per tensioni fino a 4.000 V.

La serie, denominata 501PD, ha una corrente media di 500 A con 84 °C di temperatura del contenitore e viene offerta per tensioni da 2 kV a 4 kV con picchi non ripetitivi massimi di 4,4 kV.

Questi dispositivi, data la loro elevata tensione, troveranno vantaggiosa applicazione negli equipaggiamenti che in precedenza richiedevano due o più diodi in serie; ne risulteranno una semplificazione del progetto ed un miglioramento del rendimento finale.

I diodi a disco sono particolarmente adatti per impieghi con scambiatori di calore raffreddati ad acqua, mentre, adottando il sistema di due radiatori posti sui due lati del diodo, può essere facilmente realizzato il raffreddamento ad aria forzata. Un nuovo diodo Schottky, denominato BAT 14 ed illustrato nella *fig. 4*, è stato prodotto dalla Siemens per l'impiego in rivelatori e miscelatori a basso rumore di fondo fino a 6 GHz, secondo la tecnologia epitassiale planare al silicio.

Un particolare processo consente di ottenere diodi, disponibili in custodie diverse, con basse capacità di dispersione e con struttura meccanica stabile. Ogni pezzo viene invecchiato per più di duecentocinquanta ore a 25 mA (in direzione di conduzione), immagazzinato per oltre cento ore a 200 °C e quindi controllato per constatarne la tenuta.

La resistenza massima in serie (in direzione di conduzione) è di 8 Ω, la capacità dello strato di sbarramento è minore di 0,35 pF, mentre il coefficiente di rumore complessivo massimo è di 6,5 dB (misurato a 4 GHz); in questo valore è pure compreso un fattore di rumore in FI (frequenza intermedia) di 1,5 dB. Il BAT 14 è il primo di una serie di diodi Schottky previsti per impieghi nella banda fino a 18 GHz.

# RADIORAMA

**DIRETTORE RESPONSABILE**  
Vittorio Veglia

**DIRETTORE AMMINISTRATIVO**  
Tomasz Carver

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

**IMPAGINAZIONE**  
Giovanni Lojaciono

**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 Gribaudo	Valerio Commisso
Davide Bruni	Gabriella Pretoto
Fabrizio Maina	Maurilio Biagi
Renata Pentore	Franca Morello
Randolfo Botto	Ernesto Fornengo
Alberto Bracchino	Ida Verrastro
Adriana Bobba	Lucio Vassallo

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 1975 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 L. 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).



# 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 !

✂

633

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

*PER CORTESIA, SCRIVERE IN STAMPATELLO*

MITTENTE:

NOME .....

COGNOME .....

PROFESSIONE .....

VIA ..... ETA' .....

..... N. ....

COMUNE .....

CAP ..... PROV. ....

MOTIVO DELLA RICHIESTA: PER HOBBY   
PER PROFESSIONE O AVVENIRE

✂

## E' UN CORSO PRATICO (CON MATERIALI)

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

## CARICABATTERIE:



interessante apparecchio, indispensabile per l'eletttrauto, che può caricare qualsiasi batteria per autoveicoli a 6 V, 12 V e 24 V. Realizzato se-

condo 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'eletttrauto ricorre ogniqualvolta si debba ricercare un guasto e controllare i circuiti elettrici di un autoveicolo.

## 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 Eletttrauto** dedicati alla descrizione, manutenzione e riparazione di tutte le apparecchiature elettriche utilizzate negli autoveicoli. Completano la formazione tecnica una serie di dispense di **Motori**, di **Carburanti**, di **Tecnologia**,

## IMPORTANTE

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

## COI TEMPI CHE CORRONO...

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

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



**Scuola Radio Elettra**

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



**Scuola Radio Elettra**  
10100 Torino AD



COMPILATE RITAGLIATE IMBUCATE  
spedire senza busta e senza francobollo

Franchitura a carico del destinatario sul conto corrente n. 158 presso l'Ufficio P.T. di Torino A.O. - Aut. Dir. Prov. P.T. di Torino, 28/95 3048 del 23-3-1955

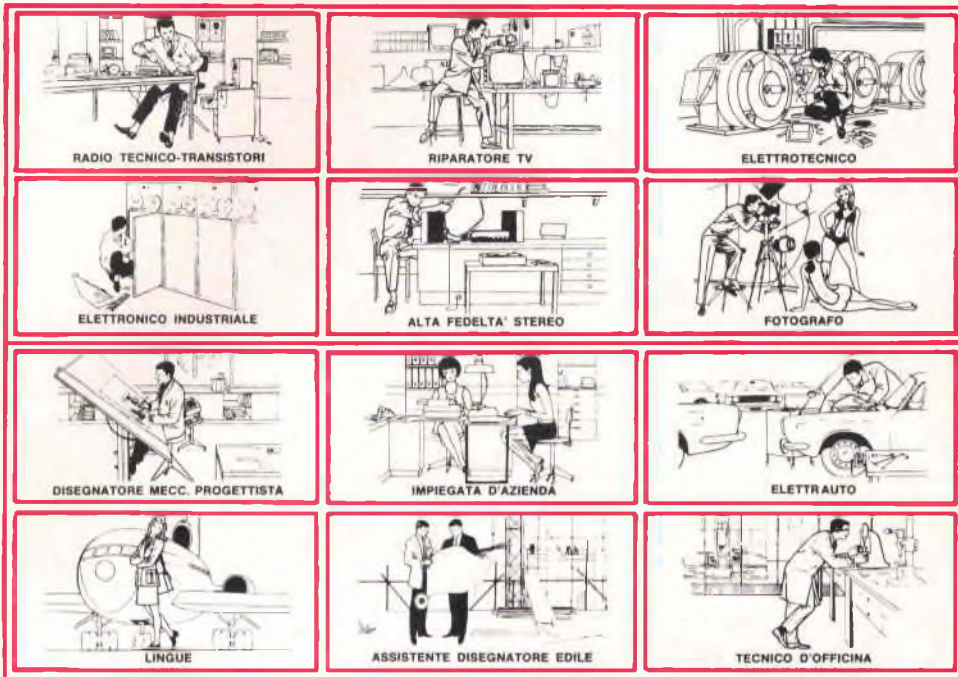


**LE LEZIONI ED  
I MATERIALI SONO  
INVIATI PER CORRISPONDENZA**

# 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 - ELETTROTECNICA - ELETTRONICA INDUSTRIALE - HI-FI STEREO - FOTOGRAFIA - ELETTRAUTO**

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

## **CORSO NOVITA' ELETTRAUTO**

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

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

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

adatto ai giovani dai 12 ai 15 anni.

## **ELETTRAKIT TRANSISTOR**

un divertente hobby per costruire un portatile a transistori

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

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

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

Scrivete a:



**Scuola Radio Elettra**

10126 Torino - Via Stellone 5/633

Tel. (011) 674432



# CORSO DI FOTOGRAFIA

per corrispondenza

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

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

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