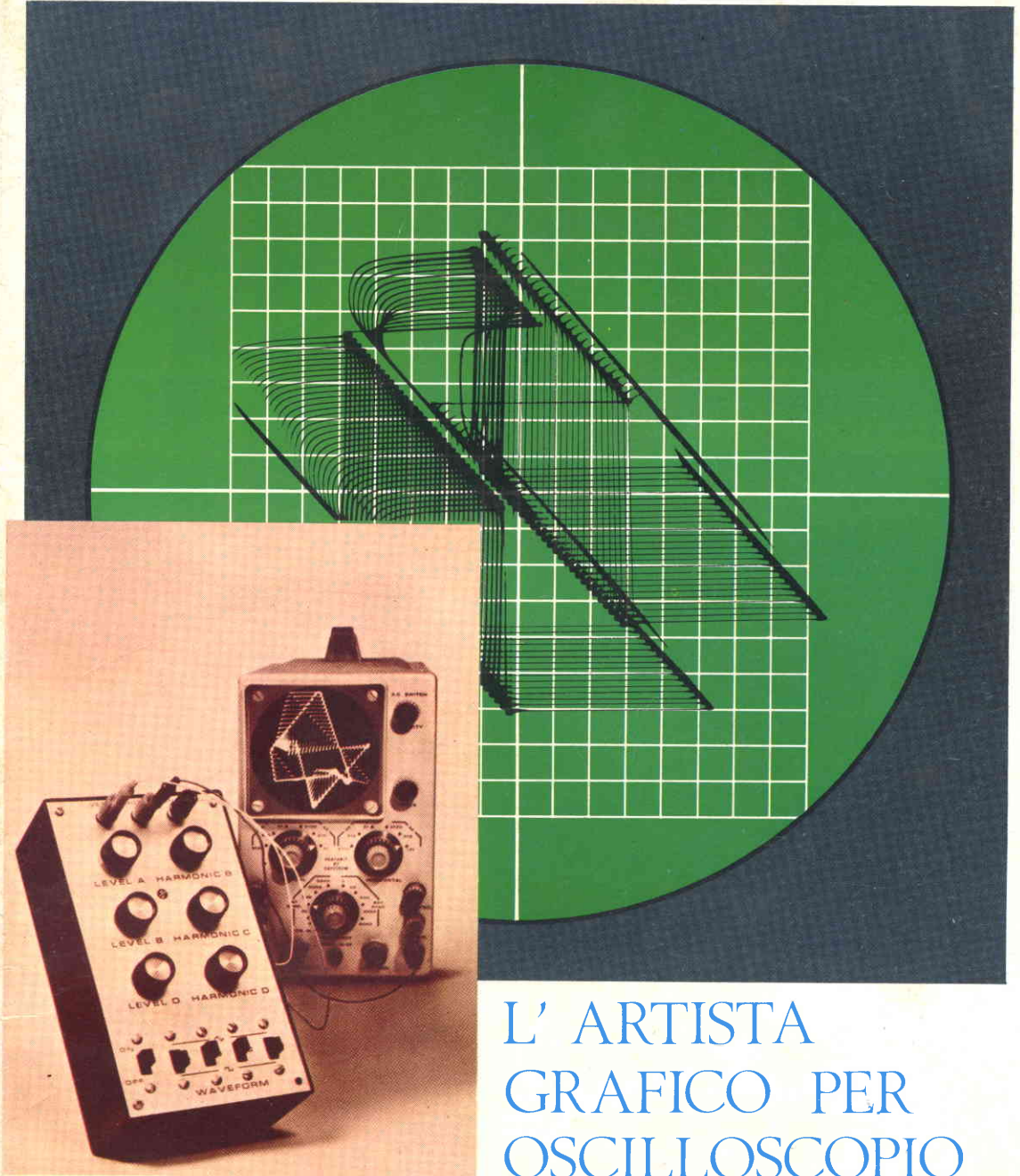


Anno XXII - N. 2 Febbraio 1977 - Lire 800 - Sped. abb. post. - Gr. III/70

RADIORAMA

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

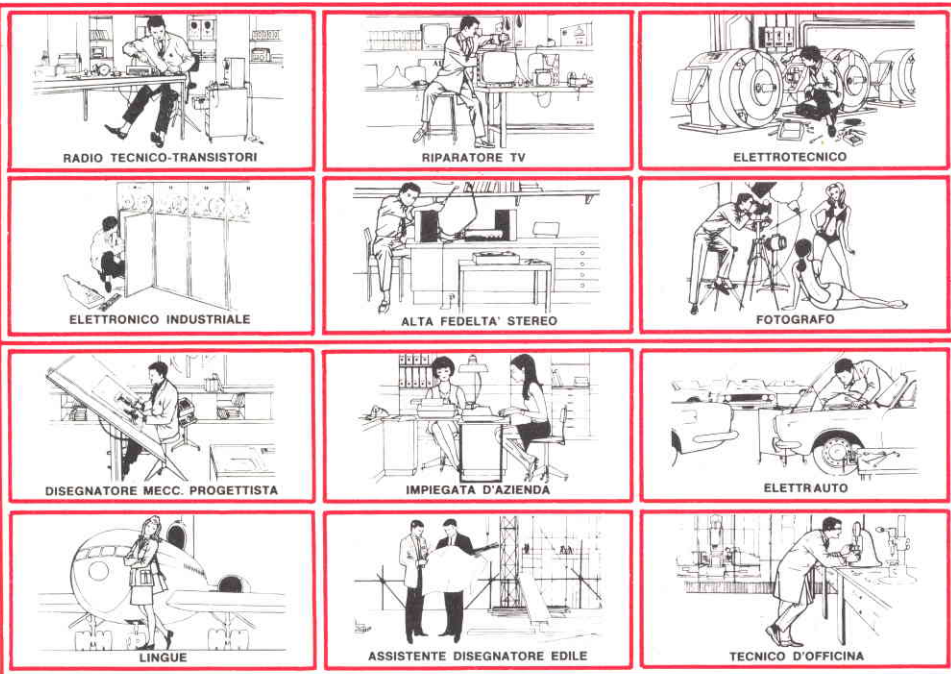


L'ARTISTA
GRAFICO PER
OSCILLOSCOPIO

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.

ELETRAKIT 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

RADIORAMA

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

SOMMARIO

RADIORAMA N. 2

Anno XXII -
Febbraio 1977
Spedizione in
abbonamento postale
Gr. III/70
Prezzo: L. 800

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

C.C.P. 2/12930

TECNICA INFORMATIVA

I falsi segnali dovuti agli interruttori nei circuiti logici digitali	4
Il progetto degli oscillatori a stato solido	19
Generatori d'involuppo e sequenziatori per la musica elettronica	41
Nuove norme industriali per le misure su sintonizzatori MF - 2ª Parte	52

TECNICA PRATICA

Costruite un alimentatore prestabilizzato	11
L'artista grafico per oscilloscopio	31
Provatempo personale	40
Il misterioso Nohistor	59

LE NOSTRE RUBRICHE

L'angolo dello sperimentatore	16
Novità in elettronica	28
L'angolo dei club	49
Tecnica dei semiconduttori	55
Novità librarie	62
Buone occasioni	64

DIRETTORE RESPONSABILE: Vittorio Veglia.

DIRETTORE AMMINISTRATIVO: Tomasz Carver.

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

IMPAGINAZIONE: Giovanni Lojacono.

AJUTO IMPAGINAZIONE: Giorgio Bonis, Marilisa Canegallo.

SEGRETARIA DI REDAZIONE: Rinalba Gamba.

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

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

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

● Il contenuto dell'edizione americana è soggetto a copyright 1977 della ZIFF-DAVIS PUBLISHING Co., One Park Avenue, New York 10016, N.Y. ● 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 ELETTA ● 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.

2
FEBBRAIO 1977

I FALSI SEGNALI DOVUTI AGLI INTERRUTTORI NEI CIRCUITI LOGICI DIGITALI

**PROVOCATI DAL RIMBALZO
DEI CONTATTI DEGLI INTERRUTTORI,
QUESTI SEGNALI POSSONO ESSERE
ELIMINATI USANDO
UN CIRCUITO DI INTERFACCIA.**

In quasi tutti i circuiti logici digitali trovano impiego gli interruttori meccanici, siano essi del tipo a levetta, od a pulsante, oppure dei relé. Molto spesso vengono utilizzati in un medesimo circuito logico più di uno di questi interruttori. Due caratteristiche fondamentali, che contraddistinguono questi dispositivi meccanici, devono essere tenute nella massima considerazione quando

essi vengono impiegati nei circuiti logici digitali e, precisamente, il rumore generato nell'atto della commutazione ed il tempo di commutazione.

Qualunque dispositivo meccanico per la commutazione dei segnali genera un rumore nel circuito elettrico a cui è connesso quando i contatti si stanno trasferendo da una posizione ad un'altra. Il fenomeno, che dura alcuni millisecondi, è dovuto al rimbalzo dei contatti che avviene ogniqualvolta il dispositivo meccanico viene azionato. Il contatto viene stabilito e viene interrotto alternativamente molte volte prima che la nuova posizione di riposo venga definitivamente raggiunta. L'intervallo di tempo durante il quale avviene il rimbalzo dei contatti prende il nome di "tempo di assestamento". Durante questo periodo vengono generati, in corrispondenza di ogni transizione, numerosi segnali spuri che possono mettere in azione i dispositivi elettronici digitali. Questi ultimi

sono infatti molto più veloci dei dispositivi meccanici per cui, se questi due tipi di dispositivi sono direttamente collegati tra loro, vengono prodotti falsi impulsi digitali. Per eliminare questo inconveniente è necessario interporre un circuito tra l'interruttore meccanico ed il dispositivo digitale con la funzione di "assorbire" i segnali spuri prodotti in seguito al rimbalzo dei contatti e di fornire al circuito digitale un segnale pulito.

Il rimbalzo dei contatti negli interruttori del tipo ad una via e due posizioni - Nella *fig. 1*, in alto, è illustrato lo schema elettrico di un interruttore del tipo ad una via e due posizioni e, in basso, un diagramma temporale, il quale rappresenta le variazioni del livello del segnale ai capi dell'interruttore che avvengono quando esso è azionato e sta commutando dalla posizione normalmente chiusa alla posizione normalmente aperta. All'inizio delle operazioni la barretta mobile, che costituisce l'elemento attraverso cui viene stabilita la continuità del circuito (interruttore chiuso) o mediante la quale viene interrotta la continuità del circuito (interruttore aperto), si trova in contatto con il terminale di chiusura (contatto di chiusura). Quando l'interruttore viene azionato, la barretta mobile inizia il suo movimento di allontanamento dal lato normalmente chiuso e la continuità del circuito elettrico viene interrotta.

Un primo rimbalzo avviene in questa prima fase di distacco, poiché l'elemento che costituisce il contatto di chiusura è dotato di una certa flessibilità ed elasticità per cui si muove cercando di inseguire la barretta mobile. Inizia così una serie di rimbalzi tra i due elementi interessati, cioè la barretta mobile ed il contatto di chiusura, che provocano una successione di chiusure e di interruzioni e che vengono chiamati "rimbalzi di interruzione del contatto".

A mano a mano che la barretta mobile prosegue il suo movimento, i rimbalzi di interruzione si estinguono. A questo punto subentra una nuova fase di "transito", durante la quale la barretta mobile non si trova in contatto né con l'elemento dell'interruttore che è normalmente chiuso né con quello che è normalmente aperto, ma a metà strada tra i due. Entrambi i contatti, sia quello di chiusura sia quello di apertura, si trovano ora nella condizione di aperto (a titolo informativo, precisiamo che esistono interruttori chiamati interruttori con cortocircuito costruiti in modo tale da formare il nuovo contatto prima di interrompere quello vecchio, ma anche in essi si può verificare il fenomeno del rimbalzo).

Durante la terza fase del processo di apertura dell'interruttore la barretta mobile raggiunge l'elemento dell'interruttore che costituisce il contatto di apertura e collide con

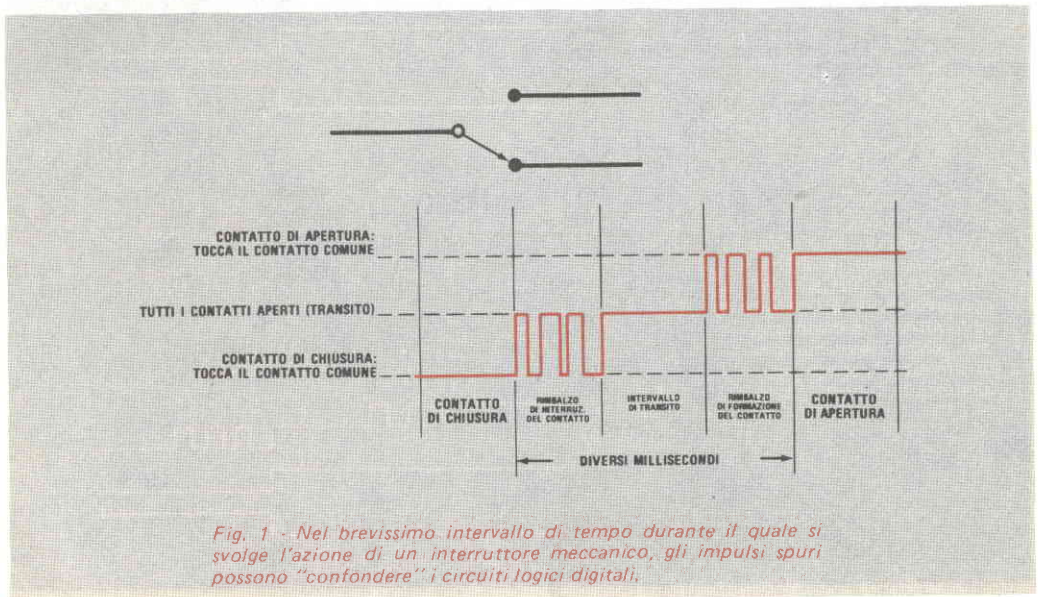


Fig. 1 - Nel brevissimo intervallo di tempo durante il quale si svolge l'azione di un interruttore meccanico, gli impulsi spuri possono "confondere" i circuiti logici digitali.

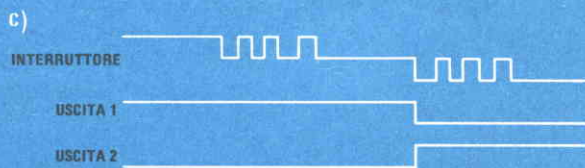
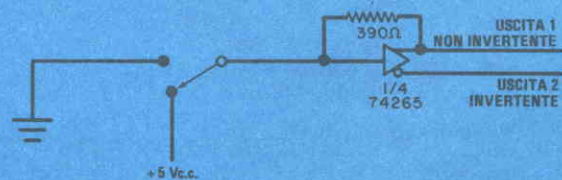
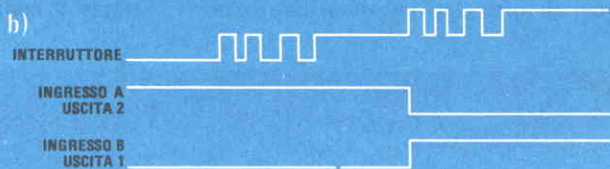
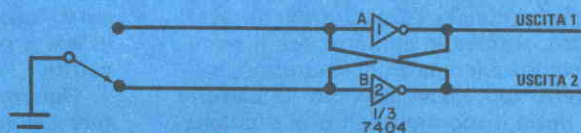
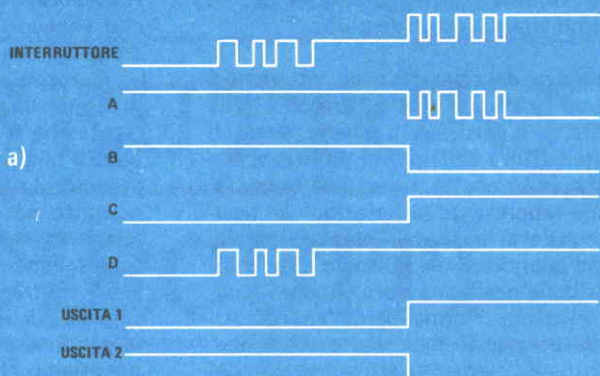
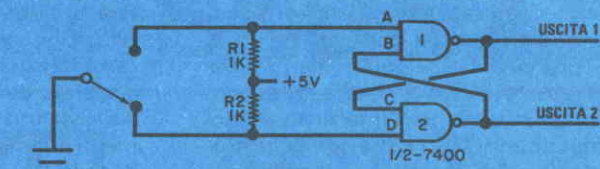


Fig. 2 - Circuiti di interfaccia:
 (a) circuito con semplice porta NAND;
 (b) circuito con invertitore;
 (c) circuito utilizzato in un dispositivo con uscita complementare, di cui è stata recentemente annunciata la produzione.

esso, dando così inizio ad una nuova serie di rimbalzi, chiamati "rimbalzi di formazione del contatto". Il contatto tra questi due elementi viene stabilito ed interrotto alternativamente, a causa dei rimbalzi di formazione, fino al momento in cui può essere definitivamente fissato, essendosi estinto il movimento meccanico delle due parti. A questo punto l'interruttore ha raggiunto lo stato operativo desiderato. Nella maggior parte degli interruttori il rimbalzo di formazione del contatto è molto più pronunciato del rimbalzo di interruzione.

La successione inversa dei fenomeni rispetto a quella che è stata ora descritta avviene quando l'interruttore ad una via e due posizioni è azionato nel senso inverso, cioè viene chiuso. I rimbalzi di interruzione del contatto avvengono in corrispondenza dell'elemento dell'interruttore che costituisce il contatto di apertura, mentre i rimbalzi di formazione del contatto avvengono in corrispondenza dell'elemento che costituisce il contatto di chiusura.

I circuiti di interfaccia per eliminare i segnali spuri negli interruttori ad una via e due posizioni - I circuiti digitali che vengono impiegati in unione con gli interruttori ad una via e due posizioni per renderne il funzionamento possibile con i circuiti logici digitali devono mascherare i segnali spuri che nascono in seguito ai contatti multipli dovuti sia ai rimbalzi di interruzione sia ai rimbalzi di formazione e devono generare al loro posto un singolo segnale, esente da rumore elettrico; ogniquale volta l'interruttore viene aperto oppure chiuso.

Nella *fig. 2* sono illustrati tre circuiti digitali in grado di eseguire quanto richiesto. Essi fanno uso di componenti logici della famiglia TTL e funzionano con logica positiva (si ricordi che la logica positiva attribuisce il valore logico uno al livello di tensione alto, ed il valore logico zero al livello di tensione basso).

Il circuito della *fig. 2-a* fa uso di due porte logiche del tipo NAND, accoppiate tra loro con una connessione incrociata, le quali formano un circuito a "catenaccio". Il funzionamento avviene nel modo seguente. Quando l'interruttore è a riposo, il valore logico zero, che corrisponde al livello di tensione zero, cioè alla tensione di terra, costituisce il segnale applicato all'ingresso D della porta 2 e costringe l'uscita, contrassegnata nella figura con la scritta "Uscita 2", ad assu-

mere il valore logico uno; questa, a sua volta, è connessa con l'ingresso B della porta 1, mentre all'ingresso A della medesima porta è presente un valore alto di tensione (derivante dalla tensione di 5 V attraverso il resistore R1). Questi due valori alti di tensione, presenti in corrispondenza dei due ingressi A e B della porta logica 1, costringono l'uscita, contrassegnata nella figura con la scritta "Uscita 1", ad assumere il valore logico zero.

Quando l'interruttore viene azionato, il segnale presente in corrispondenza dell'ingresso D della porta 2 cambia il proprio valore a causa del fenomeno del rimbalzo di interruzione del contatto; tuttavia i segnali presenti alle uscite 1 e 2 del circuito mantengono inalterato il loro valore, poiché la barretta mobile dell'interruttore non è ancora giunta a cortocircuitare verso terra il contatto collegato con l'ingresso A della porta logica 1 ed il valore logico zero, presente all'uscita 1, attraverso il collegamento di controreazione con l'ingresso C della porta 2 mantiene l'uscita di questa al valore logico uno. In questo modo il rimbalzo di interruzione non esercita alcuna influenza sui valori dei segnali presenti in corrispondenza delle uscite del circuito.

A mano a mano che la barretta mobile prosegue la sua corsa verso l'altro contatto dell'interruttore, le oscillazioni di interruzione del contatto si estinguono ed il movimento della barretta prosegue fino al momento in cui essa incontra il secondo contatto; nell'istante in cui avviene l'impatto tra la barretta ed il contatto di apertura, l'ingresso A della porta 1, connesso con questo contatto, viene cortocircuitato verso terra (valore logico zero): l'uscita 1 assume il valore logico uno e, insieme con questa, anche l'ingresso C assume il valore logico uno. D'altra parte il segnale presente all'ingresso D della porta 2 si trova al valore logico uno, per cui l'uscita 2 del circuito cambia il proprio stato logico passando dal valore uno al valore zero. A causa del collegamento esistente tra l'uscita 2 del circuito e l'ingresso B della porta 1, si stabilisce un effetto di controreazione che contribuisce ulteriormente a stabilizzare, sul valore logico uno, il segnale presente in corrispondenza della porta 1; in tal modo il circuito è stabile.

Il tempo di commutazione del circuito è estremamente breve; utilizzando porte NAND 7400, esso ha una durata di 52 nsec al massimo. In questo modo l'intervento del

circuito digitale di interfaccia ha modo di completarsi molto prima che il primo rimbalzo di formazione del contatto abbia l'opportunità di verificarsi. Il segnale presente in corrispondenza dell'ingresso A della porta 1 continua a seguire le variazioni imposte dai rimbalzi di formazione; tuttavia questi segnali spuri non esercitano nessuna influenza sul segnale di uscita. Quando l'interruttore viene azionato in senso inverso, le medesime operazioni ora descritte si succedono in senso invertito e l'uscita 2 del circuito riassume nuovamente il valore logico uno e l'uscita 1 il valore logico zero.

Un circuito un po' piú semplice, che svolge il medesimo compito, è mostrato nella *fig. 2-b*. Le porte NAND 7400 impiegate nel precedente circuito sono qui sostituite dagli invertitori 7404. Non è necessario l'uso dei resistori che si mettono comunemente all'uscita delle porte logiche (resistori "pull-up"). Il funzionamento di questo circuito è del tutto simile al funzionamento del circuito precedente; l'unica differenza tra i due è che in questo caso l'uscita di una porta logica viene sottoposta ad un cortocircuito della durata di circa 37 nsec tutte le volte che l'interruttore è azionato. Il cortocircuito non pregiudica però il buon funzionamento del dispositivo elettronico, in quanto le caratteristiche tecniche specificate dal costruttore ammettono la possibilità di un cortocircuito temporaneo di una singola uscita quando questa si trova nello stato logico uno.

Può essere interessante osservare che la sequenza dei falsi segnali dovuti al rimbalzo dei contatti può essere visualizzata per mezzo di un oscilloscopio collegato agli ingressi A e D del circuito della *fig. 2-a* mentre non può essere visualizzata se si collega l'oscilloscopio agli ingressi del circuito della *fig. 2-b*, a causa dell'accoppiamento diretto che sussiste in questo caso tra l'uscita e l'ingresso del suddetto circuito.

Sia il circuito mostrato nella *fig. 2-a* sia quello della *fig. 2-b* sono dotati di due uscite complementari e sono connessi con l'interruttore per mezzo di due linee di ingresso. Il numero di queste linee può essere ridotto ad uno solamente se l'interruttore è collegato in modo da poter scegliere, nelle due posizioni, o la tensione di +5 V o la tensione di terra, come è mostrato nella *fig. 2-c*. Il circuito di questa figura utilizza il componente integrato 74265, un dispositivo dotato di uscite complementari. Il collegamento, rea-

lizzato per mezzo di un resistore, esistente tra l'uscita 1 non invertente e l'ingresso, esercita un'azione di controreazione e svolge una azione di stabilizzazione del tutto simile a quella presente nel circuito a catenaccio riportato nella *fig. 2-b*.

Il rimbalzo dei contatti negli interruttori del tipo ad una via ed una posizione - Un interruttore del tipo ad una via ed una posizione è equivalente ad una delle due parti che compongono un interruttore del tipo ad una via e due posizioni; lo schema elettrico dell'interruttore ed il diagramma temporale, che rappresenta le variazioni del livello del segnale ai capi dell'interruttore che avvengono quando esso è azionato, sono mostrati nella *fig. 3*. Similmente a quanto succede per il tipo precedentemente descritto, quando l'interruttore è azionato, la barretta mobile dell'interruttore rimbalza contro il contatto fisso, dando luogo al fenomeno noto come "rimbalzo di interruzione del contatto". A differenza del caso precedente, però, il fenomeno si sviluppa soltanto in questa fase e nessun'altra perturbazione interviene fino al momento in cui l'interruttore viene azionato nuovamente per essere chiuso. Al momento della chiusura, la barretta mobile subisce nuovamente l'impatto contro il contatto fisso, per cui si instaura il fenomeno noto come "rimbalzo di formazione del contatto". Questo secondo tipo di rimbalzo, cioè il rimbalzo di formazione, è molto piú accentuato del primo tipo di rimbalzo, come già accadeva nel caso dell'interruttore ad una via e due posizioni. Quando si deve progettare un circuito digitale adatto ad eliminare l'inconveniente, il tempo necessario affinché il rimbalzo di formazione si estingua costituisce un fattore importante che deve essere tenuto in considerazione.

I circuiti di interfaccia per eliminare i segnali spuri negli interruttori ad una via e una posizione - Il metodo sul quale erano basati i circuiti precedenti per eliminare i falsi segnali dovuti al rimbalzo dei contatti perde la sua validità nel caso degli interruttori ad una via ed una posizione, poiché questi sono dotati solamente di un terminale di uscita anziché di due. Il principio sul quale si basano i circuiti di interfaccia consiste nel ritardare il segnale che proviene dall'interruttore. Il circuito digitale preposto a questo compito svolge la sua funzione attraverso le tre fasi

seguenti: (1) rivelazione della transizione dell'interruttore; (2) ritardo del segnale di uscita di un tempo sufficientemente lungo, affinché le oscillazioni si estinguano; (3) generazione di un segnale di uscita, il quale definisca la nuova posizione raggiunta dall'interruttore. Un circuito abbastanza semplice, in grado di eseguire il compito richiesto, è illustrato nella fig. 4.

In esso viene utilizzata una porta logica del tipo 7413 oppure 7414, che consiste in un trigger di Schmidt. Il funzionamento del circuito avviene nel seguente modo. Quando l'interruttore è aperto, come indicato nella figura, il valore della tensione presente all'ingresso A è pari a 5 V circa e la tensione di

uscita assume il valore logico zero. Nell'istante in cui si chiude l'interruttore, il segnale in corrispondenza dell'ingresso A assume il valore zero e l'uscita passa dal valore logico zero al valore logico uno. Quando la barretta mobile apre il contatto, ad ogni successivo rimbalzo dei contatti, la tensione nel punto A comincia a salire verso il valore di 5 V con una costante di tempo determinata dai valori di R1 e di C1. Tuttavia, la tensione di uscita rimane fissa al valore logico uno fintantoché la tensione di ingresso non raggiunge il valore di soglia, che è pari a 1,7 V quando la tensione sta salendo. Per ottenere un funzionamento sicuro, è necessario allora che la costante di tempo determinata da R1 e da

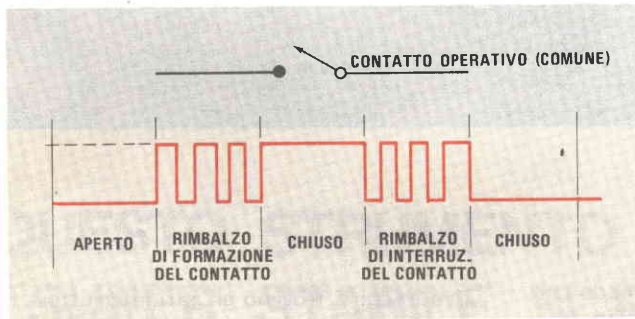


Fig. 3 - Diagramma temporale che indica schematicamente il funzionamento di un interruttore del tipo ad una via e una posizione, i cui contatti sono soggetti a rimbalzo.

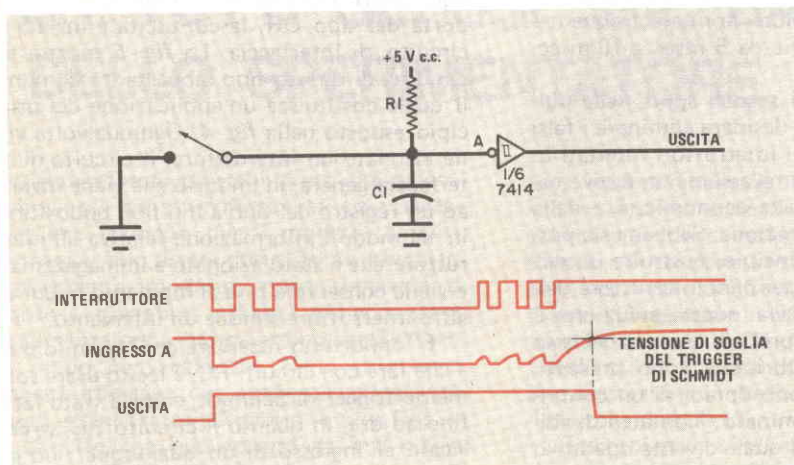
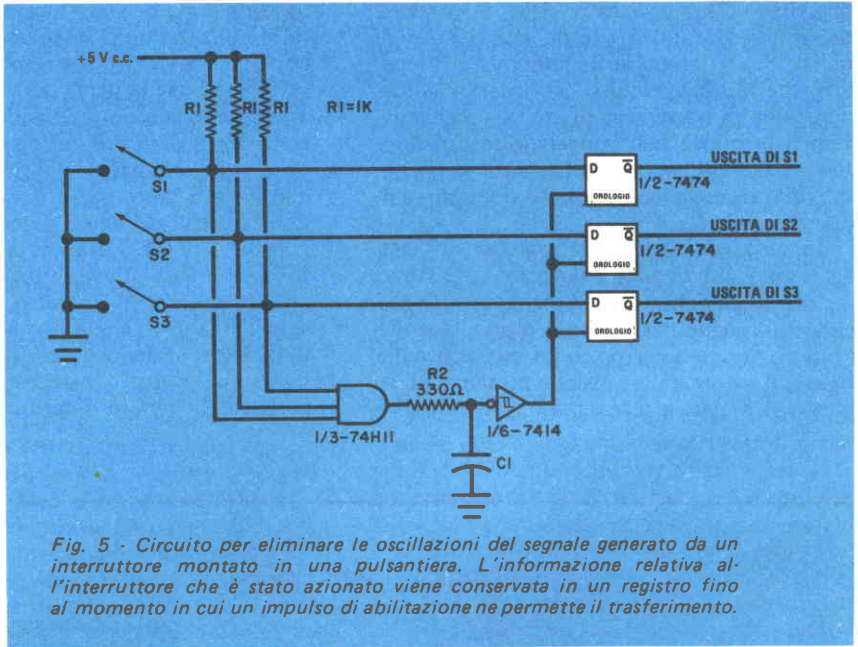


Fig. 4 - Un semplice trigger di Schmidt può essere utilizzato per eliminare le oscillazioni del segnale generato da un interruttore del tipo ad una via e una posizione a causa del fenomeno del rimbalzo dei contatti.



C1 sia sufficientemente grande, in modo tale che le oscillazioni dovute al rimbalzo tra i contatti abbiano il tempo di estinguersi prima che il valore della tensione di soglia venga raggiunto. Un valore normale frequentemente impiegato varia da 5 msec a 10 msec.

Come eliminare i segnali spuri nelle pulsantiere - Quando si desidera eliminare i falsi segnali generati dagli interruttori montati in pulsantiera, il problema assume un nuovo carattere, costituito dalla economicità e dalla praticità della realizzazione. Sebbene sia possibile, in linea di principio, costruire un circuito di interfaccia per ogni interruttore della pulsantiera, tuttavia questa soluzione è estremamente poco pratica, a causa del gran numero di interruttori che sono presenti. Molte pulsantiere sono dotate di un contatto particolare, denominato "contatto di abilitazione" (*stroke*), il quale diventa operativo tutte le volte che un interruttore qualunque della pulsantiera viene azionato. Il segnale presente in corrispondenza di questo contatto viene inviato al circuito di interfaccia e quindi utilizzato per rivelare lo stato opera-

tivo in cui si trovano gli altri interruttori. Se la pulsantiera non è dotata del contatto di abilitazione, i segnali che provengono da ogni interruttore vengono indirizzati ad una porta del tipo OR, la cui uscita è inviata al circuito di interfaccia. La *fig. 5* mostra un circuito di questo tipo, abbastanza comune, il quale costituisce un'applicazione del principio esposto nella *fig. 4*. Ogniqualvolta viene azionato un interruttore, il circuito di interfaccia genera un impulso che viene inviato ad un registro del tipo a flip-flop opportuno; in tal modo l'informazione relativa all'interruttore che è stato azionato è immagazzinata e viene conservata fino al momento in cui un altro interruttore subisce un intervento.

E' opportuno osservare che, quando si ha a che fare con circuiti RC, è lecito usare solamente trigger di Schmidt, come è stato fatto fino ad ora, in quanto il circuito RC, se collegato all'ingresso di un qualunque tipo ordinario di porta, può provocare oscillazioni del segnale di uscita. Il resistore che viene posto in serie (nel caso del circuito della *figura 5* si tratta di R2) non deve superare il valore di 330 Ω. ★

COSTRUIRE UN

ALIMENTATORE

PRESTABILIZZATO

QUESTO STRUMENTO SUPER STABILE SI PRESTA PER TUTTI GLI USI SUL BANCO DELLO SPERIMENTATORE

L'alimentatore prestabilizzato che descriviamo, utile sia ai professionisti sia ai dilettanti che lavorano con i moderni circuiti elettronici, può essere costruito ad un costo relativamente modesto, poco superiore a quanto si dovrebbe spendere per acquistare un alimentatore a bassa corrente stabilizzato nel modo convenzionale. Nello strumento vengono impiegati due economici circuiti integrati stabilizzatori di tensione tipo 723 in un circuito che può fornire da 3 V c.c. a 35 V c.c. con corrente di carico fino a 3 A. Il progetto non richiede massicci dissipatori di calore o ventilatori di raffreddamento.

Come funziona - Il circuito dell'alimenta-

tore, riportato nella *fig. 1*, può essere funzionalmente schematizzato come una sorgente alternata, un ponte raddrizzatore e due stabilizzatori di tensione in serie. Il prestabilizzatore, per mezzo di SCR1, controlla continuamente il potenziale in C1, in modo che il potenziale ai capi di Q1 rimane costante. Lo stabilizzatore d'uscita (IC2) è un circuito ad alte prestazioni, in grado di fornire una stabilizzazione dello 0,1%.

Sincronizzato con l'entrata alternata raddrizzata a 100 Hz, il circuito integrato prestabilizzatore IC1 è collegato ad un generatore di impulsi ritardato, che controlla la porta di SCR1 per dare conduzione al punto esatto richiesto durante ciascun semiciclo. La ten-

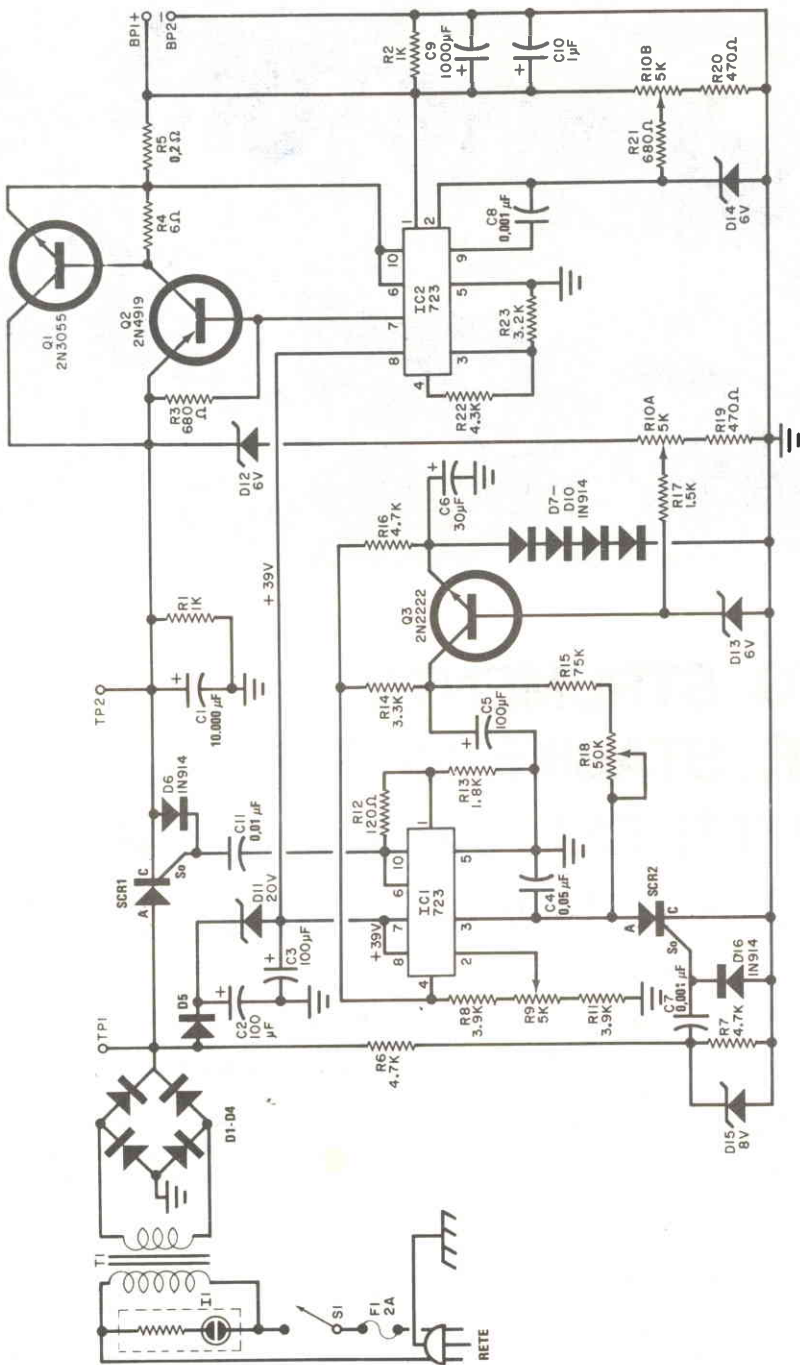


Fig. 1 - Per conferire all'alimentatore una super stabilità, vengono usati due circuiti integrati stabilizzatori di tensione.

MATERIALE OCCORRENTE

- BP1-BP2 = morsetti isolati (uno nero e uno rosso)
 C1 = condensatore elettrolitico da 10.000 μF - 50 V
 C2-C3 = condensatori elettrolitici da 100 μF - 65 V
 C4 = condensatore a disco da 0,05 μF
 C5 = condensatore elettrolitico da 100 μF - 10 V
 C6 = condensatore elettrolit. da 30 μF - 10 V
 C7-C8 = condensatori a disco da 0,001 μF
 C9 = condensatore elettrolitico da 1.000 μF - 50 V
 C10 = condensatore elettrolitico al tantalio da 1 μF - 50 V
 C11 = condensatore a disco da 0,01 μF
 D1 ÷ D4 = raddrizzatori da 100 V_{pi} - 3 A
 D5 = raddrizzatore da 100 V_{pi} - 1 A
 D6 ÷ D10 e D16 = diodi 1N914
 D11 = diodo zener da 20 V - 1 W
 D12 = diodo zener da 6 V 1N429 o simile
 D13-D14 = diodi zener da 6 V 1N1509 o simili
 D15 = diodo zener da 8 V - 400 mW
 F1 = fusibile ritardato da 2 A
 I1 = lampadina al neon da pannello con relativo resistore
 IC1-IC2 = circuiti integrati stabilizzatori di tensione 723
 Q1 = transistor 2N3055, opp. BDY20
 Q2 = transistor 2N4919, opp. BD238
 Q3 = transistor 2N2222, opp. BSW64
 R1-R2 = resistori da 1 k Ω - 2 W, 10%
 R3-R21 = resistori da 680 Ω - 1/2 W, 5%
 R4 = resistore da 6 Ω - 1 W, 5%
 R5 = resistore da 0,2 Ω - 2 W, 5%
 R6 = resistore da 4,7 k Ω - 1 W, 5%
 R7-R16 = resistori da 4,7 k Ω - 1/2 W, 5%
 R8-R11 = resistori da 3,9 k Ω - 1/4 W, 5%
 R9 = potenziometro miniatura da 5 k Ω
 per circuiti stampati
 R10 = potenziometro doppio a filo da 5 k Ω
 R12 = resistore da 120 Ω - 1/4 W, 5%
 R13 = resistore da 1,8 k Ω - 1/4 W, 5%
 R14 = resistore da 3,3 k Ω - 1/4 W, 5%
 R15 = resistore da 75 k Ω - 1/4 W, 5%
 R17 = resistore da 1,5 k Ω - 1/4 W, 5%
 R18 = potenziometro miniatura da 50 k Ω
 per circuiti stampati
 R19-R20 = resistori da 470 Ω - 1/2 W, 5%
 R22 = resistore da 4,3 k Ω - 1%
 R23 = resistore da 3,2 k Ω - 1%
 SCR1 = raddrizzatore 2N5169 Motorola
 SCR2 = raddrizzatore C106Y2 (G. E.)
 S1 = interruttore semplice
 T1 = trasformatore con secondario da 42 V - 3 A

Circuito stampato oppure basetta perforata, scatola adatta, dissipatore di calore, portafusibile, due zoccoli per i circuiti integrati, e minuterie varie

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

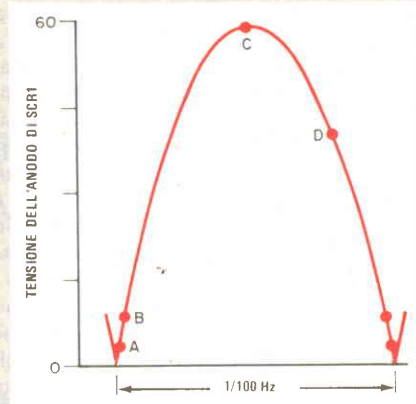


Fig. 2 - Gli eventi a sinistra sono contrassegnati con punti sulla curva.

SEQUENZA DEGLI EVENTI

- A) SCR2 passa in conduzione mentre C7 si carica; C4 poi si scarica e IC1 passa all'interdizione.
 B) D15 limita la tensione su C7; SCR2 passa all'interdizione e C4 comincia a caricarsi.
 C) C4 si è caricato oltre il livello di riferimento sul piedino 2 di IC1, facendo condurre il circuito integrato; un impulso eccitatore sul piedino 6, attraverso C11, fa passare in conduzione SCR1.
 D) La corrente di SCR1 diminuisce mentre la tensione di C1 aumenta. Quando la tensione ai capi di SCR1 è insufficiente per mantenere una corrente di circa 10 mA, SCR1 passa all'interdizione.

Nota: SCR1 passa in conduzione ed all'interdizione circa nei punti C e D della curva, quando il carico d'uscita assorbe 3 A a 35 V. Senza carico esterno, gli eventi C e D si verificano presso la fine dell'onda, com'è indicato dai punti non contrassegnati.

sione di polarizzazione applicata all'entrata invertitrice (piedino 2) di IC1 è regolabile per mezzo del potenziometro R9: essa determina il livello di riferimento dell'alimentatore.

La tensione stabilizzata con diodo zener

sul piedino 4 di IC1 fornisce anche corrente, attraverso R14, R15 e R18, a C4 e al piedino 3 (entrata non invertitrice). La corrente continua a scorrere fino a che non viene superata la tensione di riferimento. A questo punto, IC1 passa in conduzione. Il risultante impulso ad onda quadra dal piedino 6 del circuito integrato viene limitato a 9 V dai resistori sensibili alla corrente R12 e R13 ed è sufficiente sulla porta di SCR1 a portare in conduzione il raddrizzatore controllato al silicio.

Le costanti di tempo RC del circuito sono controllate dall'intensità della corrente che scorre attraverso Q3, corrente che, a sua volta, dipende dalla tensione di errore presente sul cursore di R10A. Un partitore di tensione composto da R16 e dai diodi D7, D8, D9 e D10 applica 2,4 V relativamente costanti all'emettitore di Q3, in modo che, quando la base del transistor va al di sopra di 3 V, vi sarà una caduta di tensione ai capi di R14 ed una corrispondente variazione della costante di tempo RC.

I condensatori C5 e C6 stabilizzano il funzionamento di Q3 per evitare che SCR1 conduca casualmente. Quando R10 è ruotato in senso antiorario, R17 e D13 proteggono da danni Q3 e D12.

Il metodo di sincronizzazione di IC1 con l'entrata raddrizzata è rappresentato graficamente nella *fig. 2*. Eccitato in conduzione dalla tensione che va verso il positivo, SCR1 passa all'interdizione quando cessa il segnale di porta e C4 si scarica sufficientemente per ridurre a un minimo la corrente di tenuta del raddrizzatore SCR. Il diagramma mostra anche perché la tensione secondaria di T1 deve essere superiore a quella che sarebbe normale in un alimentatore stabilizzato convenzionalmente. Il raddrizzatore SCR non può condurre finché il suo anodo è più positivo del catodo. Contemporaneamente deve scorrere un minimo di corrente di aggancio. Inoltre, SCR1 deve rimanere in conduzione fino a che l'energia assorbita da C1 dal carico di uscita non viene sostituita.

Poiché il potenziale ai capi di C1 sarà di 41 V alla massima uscita, la differenza di 18 V consente l'intervallo di tempo necessario per la massima corrente. Ciò significa anche che SCR1 conduce solo presso il picco o sul lato che va verso il negativo della forma d'onda. Il resistore R1 è un dispersore che porta la corrente minima di tenuta richiesta da SCR1.

Il potenziometro doppio R10 stabilisce il ritorno di segnale per entrambi i circuiti integrati stabilizzatori di tensione. E' meglio usare a tale scopo un potenziometro a filo, in modo che le due parti siano meglio appaiate. Così, se una tensione identica fosse presente ai capi di ciascun potenziometro, le tensioni ai cursori sarebbero molto vicine tra loro in qualsiasi posizione. Il potenziometro R10B campiona la tensione d'uscita e pilota IC2 nella giusta direzione per mantenere 3 V tra il cursore e massa. Il potenziometro R10A campiona la tensione ai capi di C1 e controlla la conduzione di SCR1, mantenendo anch'esso 3 V tra il cursore e la massa.

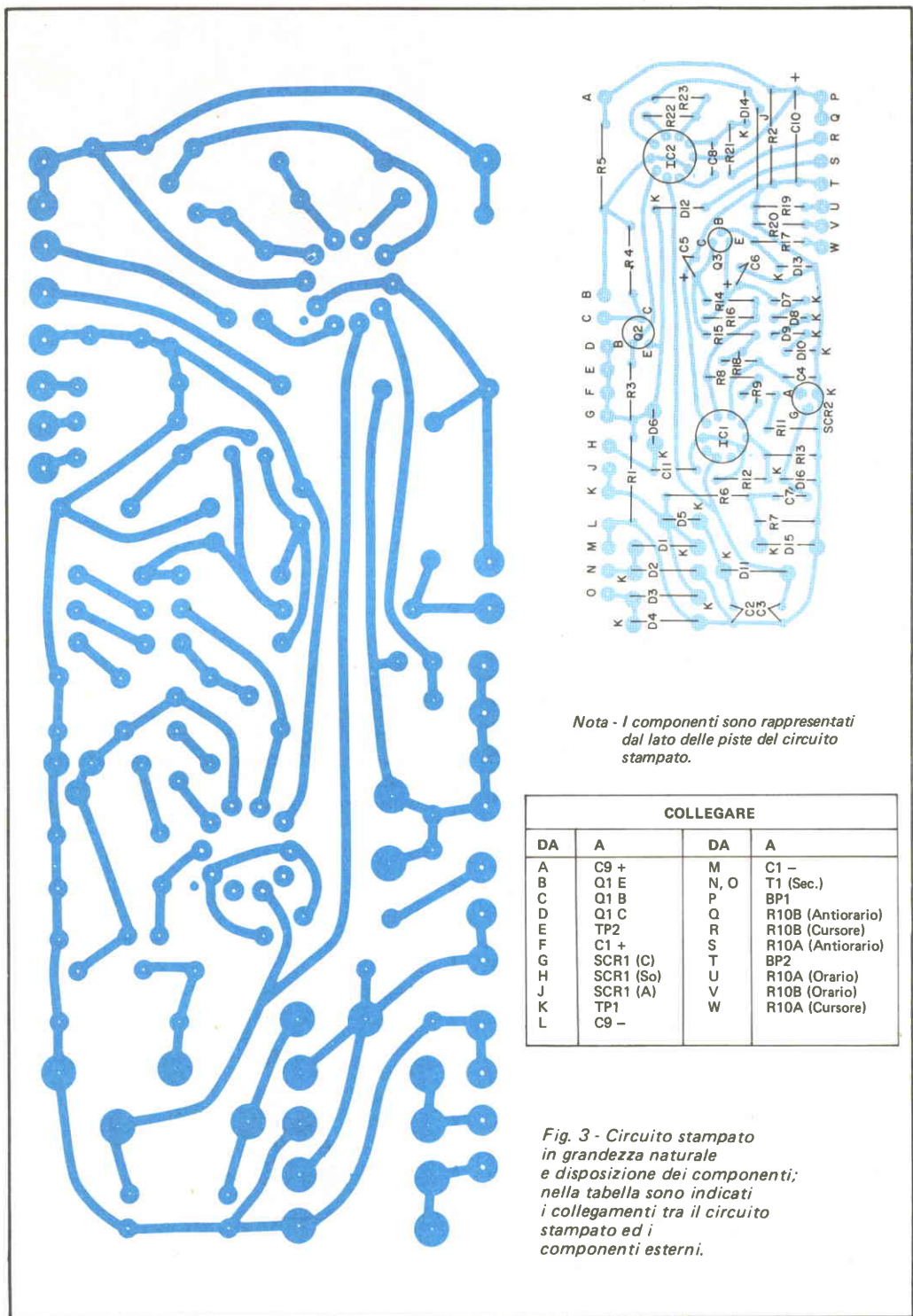
Poiché il potenziale alle estremità antiorarie di R10A e R10B deve essere lo stesso, il potenziale ai capi di C1 sarà 6 V maggiore dell'uscita a causa dell'effetto di D12. Qualsiasi variazione della tensione e/o della corrente d'uscita influirà sulla temporizzazione dell'impulso di conduzione sulla porta di SCR1, mantenendo un potenziale ai capi di Q1.

Costruzione - Il sistema più facile per costruire l'alimentatore consiste nell'usare un circuito stampato, come quello riportato in grandezza naturale nella *fig. 3*. Il circuito però si può anche montare su una basetta perforata usando zoccoli e terminali saldabili. Qualunque sia il metodo adottato, si faccia riferimento alla tabella della *fig. 3* per le istruzioni su come collegare l'insieme della basetta circuitale ed i componenti situati fuori dal circuito stampato.

Per l'alimentatore, si scelga una scatola adatta a contenere comodamente tutti i componenti. Si pratichino sul pannello frontale i fori per il fissaggio del potenziometro R10, dell'insieme lampadina-resistore I1 e dei morsetti BP1 e BP2 e si montino questi componenti nei rispettivi fori.

Si fissino Q1 e SCR1 su un dissipatore di calore alettato da 10 x 6,5 x 2,5 cm, e si pratichino sul pannello posteriore della scatola i fori di montaggio per questo insieme, per il cordone di rete e per il portafusibile. Sistemati al loro posto il portafusibile e l'insieme del dissipatore di calore, si guarnisca l'altro foro con un gommino passacavo per il cordone di rete.

Si montino poi i componenti esterni al circuito stampato e l'insieme del circuito stampato dentro la scatola e si completino i collegamenti facendo riferimento alla tabella



Nota - I componenti sono rappresentati dal lato delle piste del circuito stampato.

COLLEGARE			
DA	A	DA	A
A	C9 +	M	C1 -
B	Q1 E	N, O	T1 (Sec.)
C	Q1 B	P	BP1
D	Q1 C	Q	R10B (Antiorario)
E	TP2	R	R10B (Cursore)
F	C1 +	S	R10A (Antiorario)
G	SCR1 (C)	T	BP2
H	SCR1 (So)	U	R10A (Orario)
J	SCR1 (A)	V	R10B (Orario)
K	TP1	W	R10A (Cursore)
L	C9 -		

Fig. 3 - Circuito stampato in grandezza naturale e disposizione dei componenti; nella tabella sono indicati i collegamenti tra il circuito stampato ed i componenti esterni.

della fig. 3 e alla fig. 1.

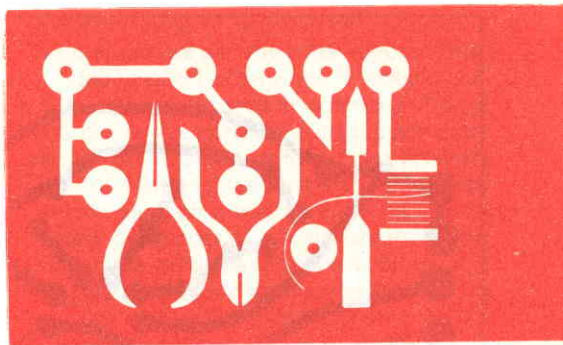
Collaudo ed uso - Per bilanciare le tolleranze dei componenti, IC1 deve essere inizialmente allineato. Per fare ciò saranno necessari un oscilloscopio, un analizzatore ad alta impedenza ed un carico provvisorio. Prima di dare tensione all'alimentatore, si ruoti R10 in senso antiorario, si disponga R18 per la massima resistenza e R9 per il massimo guadagno di tensione sul piedino 2 di IC1. Si colleghi l'oscilloscopio tra TP1 e massa e l'analizzatore tra TP2 e massa, quindi si dia tensione.

Dovrebbe essere presente una piccola tensione su TP2, ma l'oscilloscopio dovrebbe indicare che SCR1 non conduce. Mantenendo la tensione di riferimento alta il più possibile sul piedino 2 di IC1, si regolino R18 e R9 finché SCR1 conduca regolarmente e lo strumento indichi 9 V in TP2. Quando R10 viene ruotato tutto in senso orario, lo strumento dovrebbe indicare 41 V su TP2.

Si cortocircuiti temporaneamente R5 e si colleghi all'uscita, tra BP1 e BP2, un resistore da 12 Ω - 120 W od una combinazione equivalente. Se la lettura su TP2 scende di più di 0,2 V o se SCR1 conduce in modo intermittente, si regoli R9 solo quanto basta per la correzione. Poi, senza carico collegato all'uscita dell'alimentatore, si ruoti R10 in senso antiorario. La lettura su TP2 dovrebbe lentamente scendere a 9 V. Se ciò non avviene, si regoli R9 per una tensione più alta sul piedino 2 di IC1 fino a che non si ha il funzionamento regolare.

Si ruoti di nuovo R10 e si applichi il carico, compensando la caduta di tensione mediante la regolazione di R18. Vi sarà una certa combinazione delle due regolazioni che permetterà a Q3 di mantenere il controllo su IC1 per tutte le gamme specificate di tensione e di corrente. Per ottenere ciò, Q3 deve essere sempre polarizzato in senso diretto. Se ad un certo momento Q3 non assorbe la giusta corrente da R14, significa che ha perso il controllo.

Il giusto allineamento sarà ottenuto quando la tensione sul cursore di R10A sarà la stessa a qualsiasi uscita. Come ulteriore prova, si colleghi l'analizzatore ai capi di Q1 e si noti la variazione di tensione quando R10 viene ruotato in senso orario. Qualsiasi differenza corrisponderebbe alle caratteristiche di tensione zener di D12 a correnti di polarizzazione da 1 mA a 7 mA. ★



IL LASCR

Il raddrizzatore controllato al silicio è noto da parecchio tempo e la maggioranza dei lettori l'avrà sicuramente usato in parecchi circuiti. Esiste tuttavia un tipo di SCR, il cosiddetto LASCR (raddrizzatore controllato al silicio attivato dalla luce), che non viene molto usato dallo sperimentatore.

Con un LED, un paio di resistori, un interruttore e due pile per torce elettriche si può costruire, in pochi minuti, un semplice circuito per la prova dei LASCR, collegando le parti come si vede nella fig. 1. Prima di tutto, si chiuda S1. Normalmente, il LASCR sarà all'interdizione ma un aumento del livello luminoso sulla sua superficie sensibile genererà una fotocorrente che porterà il dispositivo in conduzione. La corrente risultante accenderà il LED. Per riportare il LASCR all'interdizione, si apra S1.

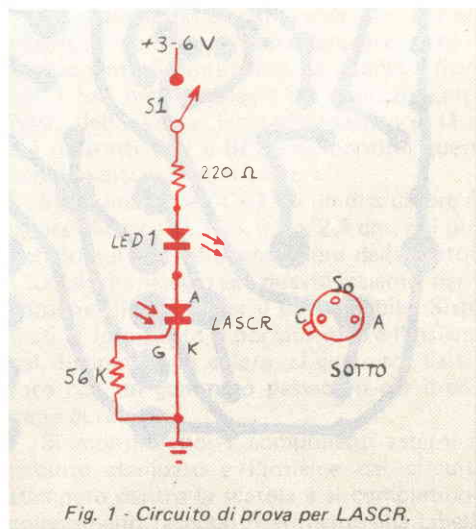
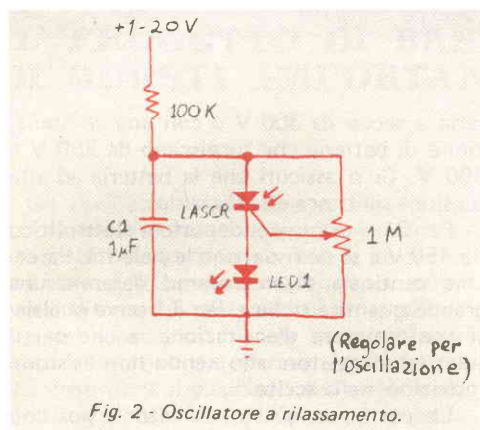


Fig. 1 - Circuito di prova per LASCR.

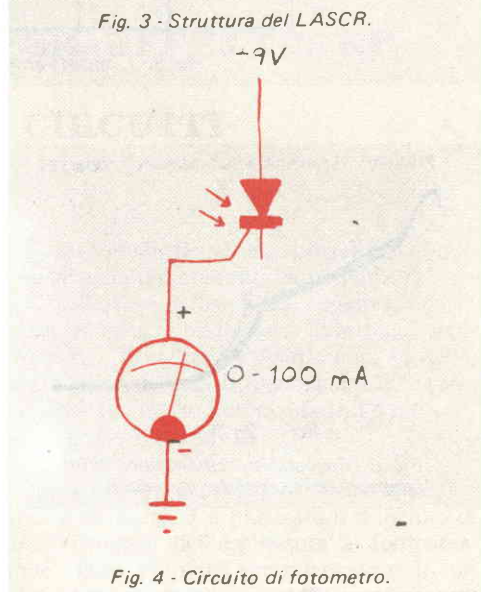
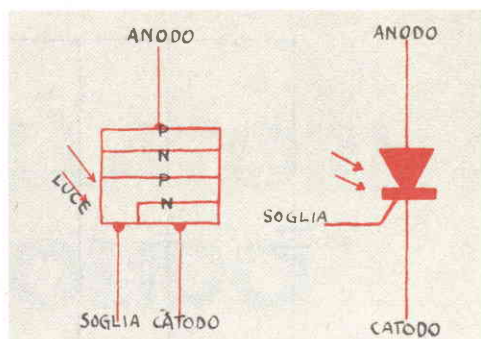
l'angolo dello sperimentatore



Nella *fig. 2* è riportato un semplice circuito nel quale il LASCR funziona come oscillatore a rilassamento a bassa tensione. Il condensatore C1 si carica attraverso il resistore da 100 kΩ fino alla tensione di alimentazione. Il potenziometro è un partitore di tensione, che fornisce parte della carica di C1 alla porta del LASCR. Quando si raggiunge la tensione di conduzione, il LASCR si commuta in conduzione ed assorbe la carica di C1 attraverso il LED. A questo punto C1 è scarico, il LASCR passa all'interdizione, C1 comincia a ricaricarsi ed il ciclo si ripete.

Questo circuito può funzionare con meno di 1 V ma per avviare l'oscillatore con tensioni molto basse si dovrà probabilmente regolare con una torcia elettrica il livello luminoso del LASCR.

Come tutti gli SCR, il LASCR è un dispositivo a quattro strati e tre giunzioni la cui struttura è illustrata nella *fig. 3*. I collegamenti di anodo e di porta formano due terminali



di un transistor p-n-p. Non esiste un terminale di base e quindi non si può usare un convenzionale SCR come un transistor. Però, si possono usare i terminali di anodo e di porta di un LASCR come un fototransistor p-n-p. Per fare ciò, basta montare il circuito di prova della *fig. 4*. Si faccia cadere un po' di luce sul LASCR e si otterrà un fotometro istantaneo. Durante una prova si sono potuti misurare 10 μA di corrente diretta in un tipico LASCR colpito dalla luce di una lampadina spia posta a 50 mm di distanza.

Finora abbiamo parlato solo genericamente di questo componente; vediamo quindi un progetto che dimostra realmente la versatilità del LASCR. Il circuito della *fig. 5* (un lampeggiatore secondario) è ideale per fornire più luce quando si eseguono fotografie con

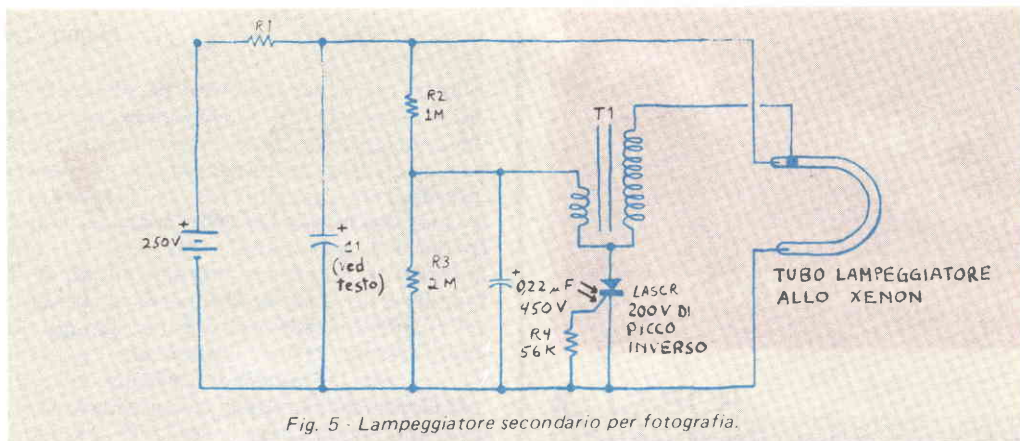


Fig. 5 - Lampeggiatore secondario per fotografia.

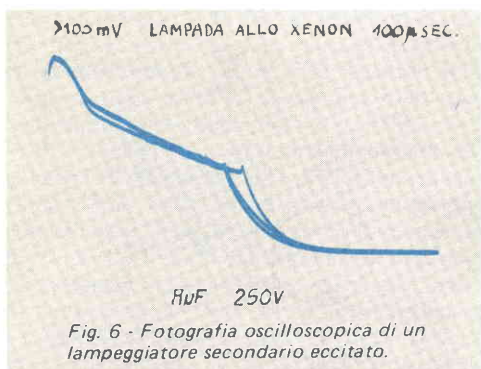


Fig. 6 - Fotografia oscilloscopica di un lampeggiatore secondario eccitato.

lampeggiatore. Chi non si interessa di questo hobby, può usare il circuito come una novità, per dimostrare come un impulso luminoso relativamente scarso può scatenare un lampo accecante da una potente lampada allo xenon.

Il circuito è un lampeggiatore convenzionale ma non bisogna lasciarsi ingannare dalla sua semplicità. Si tenga presente che il condensatore C1 si carica ad una tensione abbastanza alta da far fondere la punta di un cacciavite; quindi si presti attenzione nel realizzare il progetto. Si montino tutte le parti su un pezzo di basetta perforata, si usi filo per collegamenti isolato e, per sicurezza, si ricoprano tutti i fili esposti e le giunzioni con tubetto isolante e con vernice per evitare l'effetto corona. Quindi, si racchiuda il circuito entro una scatola isolata con un'apertura per il tubo lampeggiatore.

Si può alimentare il circuito con una bat-

teria a secco da 300 V o con una combinazione di batterie che forniscano da 250 V a 300 V. Ci si assicuri che la batteria ad alta tensione sia fresca ed efficiente.

Per C1 si usi un condensatore elettrolitico da 450 V e se ne rispettino le polarità. Parecchie centinaia di microfarad daranno una grande quantità di luce. Per T1 serve qualsiasi trasformatore d'eccitazione; anche per il tubo lampeggiatore allo xenon non esistono restrizioni nella scelta.

Le parti per questo circuito si possono eventualmente recuperare dall'economico lampeggiatore (originamente progettato per le macchine fotografiche Instamatic, ora non più costruite), che si può ancora trovare a basso prezzo.

La fig. 6 è la fotografia, effettuata su un oscilloscopio, di parecchi lampi di 0,5 msec ottenuti da un lampeggiatore secondario a LASCR. E' abbastanza impressionante poter ottenere un brillante impulso luminoso solo con una piccola torcia elettrica.

Si può anche rendere il LASCR immune alle luci ordinarie aggiungendo un induttore da 1 mH in parallelo a R4. L'induttore apparirà come un cortocircuito per stati costanti e transienti lenti, mantenendo così il LASCR all'interdizione. Ma un impulso velocissimo proveniente da un lampeggiatore principale supererà l'induttore (che apparirà come un circuito aperto) e il LASCR passerà in conduzione.

Come si è dimostrato, esistono diverse applicazioni per il versatile e trascurato LASCR, alcune si possono provare ed altre si possono ideare personalmente. ★

PROGETTO DEGLI OSCILLATORI A STATO SOLIDO

UN METODO SEMPLICE PER EFFETTUARE IL PROGETTO DI BASE DI QUESTI IMPORTANTI CIRCUITI

Gli oscillatori costituiscono uno dei piú importanti circuiti della tecnica elettronica e sono componenti fondamentali di moltissimi sistemi. Il comportamento di un oscillatore si differenzia da quello di un amplificatore nel senso che, mentre quest'ultimo si limita a moltiplicare per un certo fattore (che costituisce il guadagno dell'amplificatore) il segnale applicato all'ingresso, l'oscillatore trasforma un livello continuo di tensione, applicato al suo ingresso, in un segnale alternato disponibile poi all'uscita. Inespugnabilmente, molte persone in grado di progettare un amplificatore si trovano in difficoltà quando devono progettare un oscillatore.

Esiste una grandissima varietà di oscillatori. Una prima classificazione può essere fatta suddividendoli in oscillatori con funzionamento completamente elettrico ed in oscillatori elettromeccanici. Nel presente articolo ci limitiamo a trattare gli oscillatori della prima categoria, che comprende moltis-

simi tipi frequentemente impiegati nei circuiti elettronici piú comuni; fanno parte di questi l'oscillatore a resistenza negativa, l'oscillatore Hartley, l'oscillatore Colpitts, l'oscillatore RC, l'oscillatore Armstrong, l'oscillatore a valanga, ecc. In particolare, verranno trattati i tipi di oscillatori piú utili e piú convenienti per il dilettante.

Informazioni preliminari - Nello schema a blocchi della *fig. 1* è illustrato il principio di funzionamento dell'oscillatore a controreazione. Esso consiste semplicemente in un amplificatore, al quale è stata aggiunta una rete, tra l'ingresso e l'uscita, che crea l'effetto di controreazione. Una vasta schiera di oscillatori basa il proprio funzionamento sul principio della controreazione; tra questi si possono citare l'oscillatore Hartley, l'oscillatore Colpitts, l'oscillatore Armstrong, ecc., i quali funzionano appunto nello stesso modo, sebbene siano designati con nomi diversi.

Il fenomeno della controreazione può essere descritto se si considera la sorte che subisce il segnale quando passa attraverso il circuito di controreazione per essere nuovamente introdotto nell'ingresso dell'amplificatore. Se questo segnale, all'uscita della rete di controreazione, possiede la medesima fase del segnale che costituisce l'ingresso dell'amplificatore e se la sua ampiezza è sufficientemente grande, esso passa attraverso l'amplificatore e subisce di conseguenza una nuova amplificazione. L'ampiezza del segnale divie-



Fig. 1 - Come si rileva da questo schema a blocchi, un oscillatore è essenzialmente costituito da un amplificatore e da un circuito di controreazione.

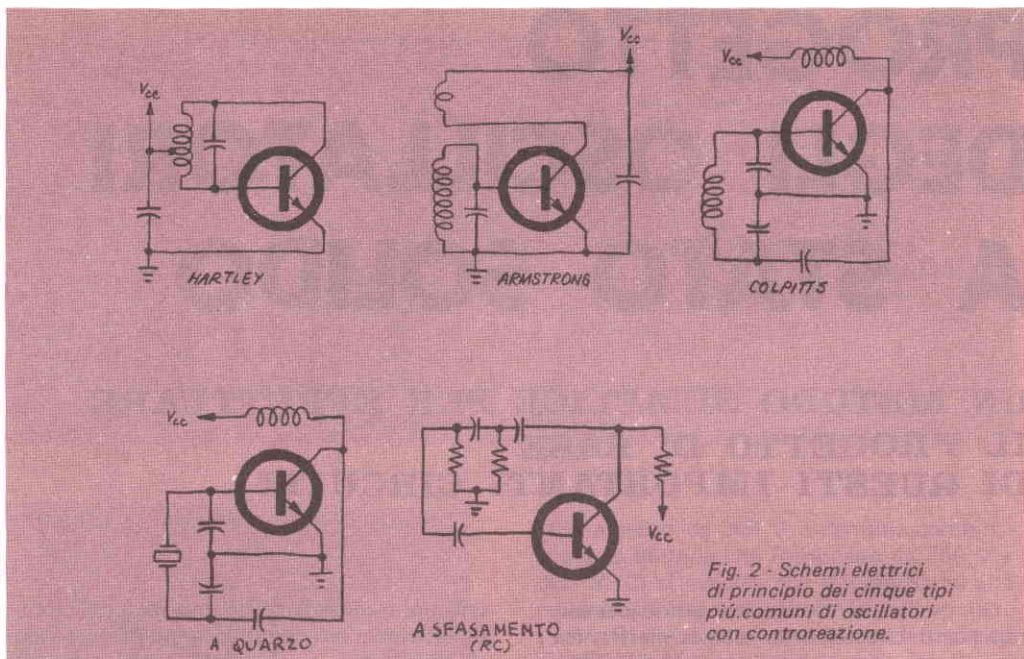


Fig. 2 - Schemi elettrici di principio dei cinque tipi piú comuni di oscillatori con controreazione.

ne cosí ancora piú grande a causa della duplice amplificazione ed il segnale continua a ripresentarsi all'ingresso dell'amplificatore, passando attraverso il circuito di controreazione, provocando una variazione periodica del livello del segnale presente all'uscita del circuito, in modo tale che la tensione continua che costituisce l'alimentazione dell'amplificatore viene trasformata in tensione alternata all'uscita di quest'ultimo. Il segnale cosí generato, disponibile in corrispondenza del morsetto di uscita dell'oscillatore, possiede caratteristiche ben definite se la rete di controreazione viene realizzata per mezzo di un circuito sfasatore del segnale, caratterizzato da un comportamento variabile con la frequenza.

Il meccanismo di controreazione presenta però un inconveniente: se l'energia del segnale aumenta costantemente tutte le volte che il segnale viene amplificato, la sua ampiezza tende a superare la tensione continua di alimentazione; ovviamente questo fenomeno non ha la possibilità di realizzarsi, ma porta come conseguenza ad una "tosatura" della forma d'onda del segnale di uscita, che risulta cosí fortemente distorta. La distorsione è accettabile in alcuni casi, quando la

forma d'onda d'uscita non è critica, ma in molti altri tipi di circuiti, come, ad esempio, nell'oscillatore a frequenza variabile (o vfo) essa tende a dar luogo all'uscita ad un segnale ricco di componenti indesiderate.

Per questo motivo la rete di controreazione deve essere progettata in modo tale da limitare opportunamente l'energia del segnale che viene reintrodotta nell'amplificatore. Un altro sistema adottato frequentemente per evitare la distorsione del segnale di uscita consiste nel ridurre il guadagno dell'amplificatore. Considerando attentamente questi due metodi, si può affermare che, al fine di ottenere all'uscita dell'oscillatore un segnale stabile e privo di componenti spurie, è necessario fare in modo che il guadagno totale dell'oscillatore (tenendo conto delle perdite che avvengono nella rete di controreazione) sia leggermente superiore all'unità. Se invece il guadagno è troppo basso, l'effetto di controreazione diviene insufficiente e l'oscillatore non è in grado di innescare le oscillazioni, comportandosi cosí come un amplificatore dotato di una reazione positiva variabile con la frequenza.

Nella fig. 2 sono riportati gli schemi di cinque tipi basilari di oscillatori che funzio-

nano secondo il principio della controreazione. Il circuito accordato che compare in tutti gli schemi costituisce la rete di controreazione ed ha la funzione di sfasare il segnale di una quantità opportuna in modo da presentarlo, alla propria uscita, in fase con il segnale che si trova all'ingresso dell'amplificatore. Nel caso degli oscillatori del tipo RC (cioè a resistenza e capacità), lo sfasamento totale è pari alla somma degli sfasamenti introdotti da ogni singola cella RC. Lo sfasamento che è necessario introdurre per rimettere in fase tra loro i due segnali che si trovano, rispettivamente, all'ingresso dell'amplificatore ed all'uscita del circuito di controreazione, dipende dalla loro frequenza; poiché il circuito di controreazione è fisso, la condizione di parità di fase è soddisfatta solamente ad una frequenza ben definita, che costituisce la frequenza a cui avviene l'oscillazione.

Il progetto vero e proprio di un oscillatore consiste nel decidere, ad esempio, dove porre la presa centrale della bobina, se si tratta di un oscillatore Hartley, oppure nello stabilire il valore che deve assumere il rapporto tra le capacità, se si tratta di un oscillatore Colpitts, oppure, nel caso dell'oscillatore RC, nell'accertarsi che le perdite del circuito RC non siano talmente grandi da superare il guadagno dell'amplificatore, in modo che vi sia la possibilità di innesco delle oscillazioni.

Nel corso di questo articolo verrà preso in considerazione più dettagliatamente l'oscillatore Colpitts, poiché ha un funzionamento che è rappresentativo anche del funzionamento degli altri tipi di oscillatori ed inoltre è molto indicato in tutti quei circuiti le cui caratteristiche sono critiche e la cui stabilità è importante come, ad esempio, nell'oscillatore a frequenza variabile (vfo). Un altro motivo per cui è interessante approfondire l'analisi del funzionamento dell'oscillatore Colpitts è costituito dalla capacità che questo tipo di oscillatore possiede di generare livelli di potenza abbastanza elevati; l'oscillatore Colpitts, inoltre, può essere facilmente trasformato in un oscillatore a quarzo semplicemente sostituendo la bobina con un cristallo.

La prima fase del progetto di un oscillatore consiste nel decidere quali caratteristiche esso debba possedere; in altre parole, è necessario operare una scelta fra le tre seguenti possibilità. La prima alternativa è co-

stituita da un oscillatore dotato di grande stabilità e che sia in grado di erogare poca potenza. La seconda consiste invece in un oscillatore che possa erogare molta potenza ma che non sia molto stabile. La terza, infine, è rappresentata da un compromesso tra le due caratteristiche e lo scopo che ci si prefigge è quello di progettare un oscillatore il più stabile possibile e che possa erogare la maggior quantità di potenza. La scelta sarà poi dettata dalle esigenze che si hanno e dall'uso che si vuole fare dell'oscillatore. Per ragioni di potenza e di guadagno di tensione, verrà utilizzato, qualunque sia la scelta fatta, un circuito con un transistor connesso ad emettitore comune, in quanto questo tipo di circuito è in grado di erogare una discreta potenza ed ha un buon guadagno di tensione.

Il progetto dell'oscillatore - Se si vuole progettare un oscillatore a frequenza variabile da impiegare in un trasmettitore, la stabilità deve essere eccellente e la forma d'onda perfetta. Inoltre, l'oscillatore deve essere in grado di erogare una potenza di 30 mW, il che non dovrebbe essere difficile da conseguire, sempre mantenendo la massima stabilità.

Come dato di partenza si può assumere una tensione di alimentazione di 9 V, ottenibile per mezzo di una batteria o tramite un alimentatore la cui tensione sia regolata con un diodo zener o con un circuito integrato. Si sceglie inoltre uno schema base, costituito da un oscillatore in classe A, in modo da ottenere la massima stabilità, con una frequenza di lavoro scelta entro la banda degli 80 m (da 3,5 MHz a 4 MHz).

Il progetto dell'oscillatore può essere iniziato disegnando un circuito schematico come quello della *fig. 3*, lasciando indeterminati i parametri. Si passa quindi al calcolo dei parametri più importanti, iniziando dalla resistenza di carico, il cui valore viene calcolato elevando al quadrato il valore della tensione di alimentazione e dividendo il risultato per il valore della potenza di uscita moltiplicato per due; in altre parole, si applica la seguente formula:

$$R_C = V_{CC}^2 / (2P_O)$$

dove R_C rappresenta la resistenza di carico, V_{CC} la tensione di alimentazione e P_O la potenza di uscita. E' bene lasciare un certo margine di sicurezza ponendo $V_{CC} = 7 V$ anziché $= 9 V$; usando il valore di P_O , si ot-

tiene $R_C = 817 \Omega$, che può essere arrotondato al valore di 800Ω , e trascritto al posto giusto nello schema elettrico dell'oscillatore.

Il passo successivo da compiere consiste nel calcolare il valore necessario per l'induttanza. Il calcolo viene compiuto in base al Q della bobina, cioè in base al suo coefficiente di qualità (o di merito). Si ricordi che il coefficiente di qualità di una bobina è definito come il rapporto tra la resistenza in corrente continua dell'avvolgimento e la reattanza che essa presenta ad una certa frequenza. La maggior parte delle bobine ha un valore abbastanza ragionevole del coefficiente di qualità, che dipende però dalla sezione del filo impiegato per effettuare l'avvolgimento: se il filo è troppo sottile, la resistenza che esso offre al passaggio della corrente continua assume un valore eccessivo, per cui la qualità della bobina viene degradata. Si tenga presente che il coefficiente di qualità della bobina che è importante determinare è quello che si ottiene quando la bobina viene posta in parallelo alla resistenza di carico da 800Ω . Il coefficiente di qualità della bobina, quando questa è caricata, prende il nome di "Q caricato" ed è contrassegnato con la lettera Q_C . Esso è pari al rapporto tra la reattanza della bobina ed il valore della resistenza di carico R_C .

Tanto per fare un esempio, se la reattanza della bobina è pari a 800Ω , il rapporto tra le due grandezze, quando l'oscillatore eroga una potenza di 30 mW su un carico resistivo di 800Ω , assume il valore di $800 : 800$ ($1 : 1$) e la larghezza di banda che è possibile ottenere in questa condizione è pari a $3,5 \text{ MHz}$ (la larghezza di banda viene calcolata per mezzo della seguente formula: frequenza del segnale di uscita / $Q = 3,5 \text{ MHz} / 1 = 3,5 \text{ MHz}$). Ricordando che la larghezza

di banda dipende strettamente dal coefficiente di qualità Q , si vede che quanto più stretta è la banda del circuito, tanto migliore è il Q ; naturalmente un valore eccessivamente alto del coefficiente di qualità può provocare inconvenienti. Un valore accettabile del Q , nel caso dell'oscillatore preso come esempio, può essere compreso tra 10 e 20.

La scelta del valore del coefficiente di qualità viene fatta nel nostro caso tenendo presenti le esigenze di stabilità e di purezza della forma d'onda del segnale di uscita che sono necessarie per poter usare l'oscillatore come vfo in un trasmettitore; in base a questa considerazione si sceglie un Q pari a 20. Di conseguenza è necessario progettare la bobina in modo che essa presenti una reattanza di 40Ω .

La scelta del condensatore è invece relativamente semplice. Si fa uso della formula che esprime X_C , cioè la reattanza capacitiva, e che è la seguente:

$$X_C = 1 / (2 \pi f C)$$

dove f rappresenta la frequenza e C la capacità del condensatore; si ricava il valore di C moltiplicando entrambi i membri di questa espressione per C e dividendoli per X_C :

$$C = 1 / (2 \pi f X_C)$$

Sostituendo i valori numerici delle grandezze alle lettere, si ottiene:

$C = 1 / (6,28 \times 3,5 \times 10^6 \times 40) = 1,12 \text{ nF}$
che viene arrotondato al valore di $0,001 \mu\text{F}$ (cioè 1.000 pF). Il valore di C così ottenuto costituisce la capacità totale che è presente nel circuito; di conseguenza, i due condensatori posti a cavallo della bobina hanno una capacità pari al doppio del valore calcolato e, precisamente, hanno una capacità di circa $0,002 \mu\text{F}$. Anche questo valore va trascritto al posto giusto nello schema elettrico dell'oscillatore. La capacità totale C_T è data dalla serie dei due condensatori C_1 e C_2 , cioè:

$$\begin{aligned} C_T &= C_1 \times C_2 / (C_1 + C_2) = \\ &= (0,002 \times 0,002) / (0,002 + 0,002) = \\ &= 0,001 \mu\text{F}. \end{aligned}$$

Il progetto della rete di controreazione - Svolta la parte più facile del lavoro, occorre ora intraprendere il progetto dell'oscillatore vero e proprio. Per prima cosa è necessario scegliere un buon transistor, adatto per funzionare, in alta frequenza ed in grado di dare buone prestazioni a $3,5 \text{ MHz}$. Una rapida scorsa al manuale dei transistori permette di sapere che il modello HEP-50 della Motor-

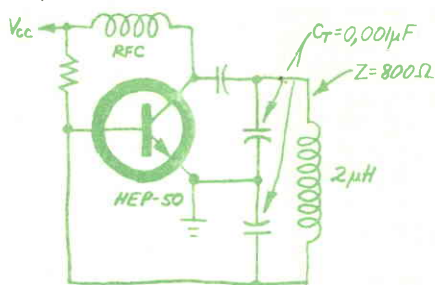


Fig. 3 - Schema di principio del circuito fondamentale dell'oscillatore Colpitts, che impiega la bobina RFC per bloccare la radiofrequenza.

la (oppure il tipo 2N3646) è caratterizzato da un guadagno eccellente alla frequenza di 3,5 MHz. E' bene però non fermarsi a questo risultato, ma fare ancora un passo avanti, in modo da essere sicuri di ottenere un oscillatore a frequenza variabile (vfo) molto stabile.

E' giunto così il momento di disegnare il circuito completo dell'oscillatore, riportando tutti i componenti e non dimenticando di inserire il condensatore di accordo C5. La *fig. 4* mostra il circuito elettrico dell'oscillatore completo di tutti i componenti necessari. Si ponga attenzione al fatto che per ottenere la massima stabilità possibile dovrebbe essere impiegata una sola batteria per la polarizzazione del circuito.

A differenza di quello che potrebbe sembrare, non è sufficiente a questo punto mettere due condensatori da 0,002 μF al posto dei condensatori C1 e C2 per ottenere il valore della capacità totale di 0,001 μF . Non basta neanche introdurre un piccolo condensatore (C5) del valore, ad esempio, di pochi picofarad, e sfilare leggermente il nucleo della bobina L1, per diminuire il valore dell'induttanza, in modo da compensare l'eccessiva capacità presente nel circuito, né è sufficiente introdurre le resistenze di polarizzazione opportunamente dimensionate.

Come già è noto, sussiste il pericolo che la rete di controreazione eroghi troppa energia all'ingresso dell'amplificatore. Per limitare il valore dell'energia, si può aggiungere un resistore nel circuito di emettitore del transistor (come è mostrato dai componenti "fantasma" disegnato con una linea spezzata nella *fig. 4*), in modo da ridurre il guadagno dello stadio di amplificazione. Questa soluzione è valida in molti casi; però se si approfondisce un po' di più il problema, si riesce a trovare una soluzione più generale, valida in tutti i casi possibili.

Informazioni supplementari su come progettare gli amplificatori e sui principi fondamentali dei circuiti si possono ottenere consultando l'articolo "Circuiti a stato solido per gli sperimentatori", pubblicato a pag. 22 del numero di Giugno 1973 di Radiorama. I disegni e le formule contenuti nel riquadro di pag. 25 sono di valido aiuto per calcolare correttamente i valori dei componenti del circuito della *fig. 4*.

Facendo riferimento alle informazioni contenute nella "finestra", è possibile calcolare il guadagno dell'amplificatore. Il valore della resistenza di carico è stato già scelto ed

è pari a 800 Ω ; il β del transistor è pari a 85 (questa informazione può essere ricavata leggendo le specifiche contenute nel foglietto che accompagna il transistor). Polarizzando il transistor in modo che lavori in classe A, esso si trova a funzionare nel mezzo della propria zona caratteristica di lavoro. In base alla legge di Ohm, la massima corrente che lo stadio assorbe è pari a:

$$I = E/R = 9 \text{ V}/800 \Omega = 11 \text{ mA.}$$

Poiché il transistor deve trovarsi nel mezzo della zona caratteristica, è necessaria una corrente di polarizzazione di 5 mA quando il segnale è assente. Consultando le istruzioni contenute nella finestra, si può calcolare l'impedenza di ingresso Z_{in} del transistor, che risulta pari a 400 Ω circa, ed il guadagno dello stadio, che risulta pari a 160. Una regola empirica, valida con una discreta approssimazione nel caso degli oscillatori, suggerisce di dividere il valore del guadagno per 4, ottenendo così 40. Nel caso che l'oscillatore sia del tipo Hartley, per completare il progetto è necessario disporre la presa intermedia della bobina in modo da ottenere un rapporto di trasformazione di 40 : 1.

Il guadagno disponibile dello stadio, che è pari a 40, viene diviso per due quando vengono usati i due condensatori da 0,002 μF posti in serie, in modo che l'amplificazione effettiva risulta pari a 20. Si vede subito che questo valore di amplificazione è ancora eccessivo se si ricorda che per avere la massima stabilità possibile dell'oscillatore il guadagno totale deve essere all'incirca pari ad 1. Come già è stato fatto nel caso dell'oscillatore Hartley, si può porre il rapporto di trasformazione C1/C2 pari a 20; questa soluzione però non è soddisfacente dal punto di vista della potenza che lo stadio è in grado di erogare e viene pertanto scartata. Conviene allora orientarsi verso un'altra strada che renda possibile la realizzazione di un oscillatore in grado di soddisfare ai due requisiti posti all'inizio del progetto, e cioè che sia in grado di erogare al carico una discreta potenza e sia anche molto stabile. Una soluzione soddisfacente è costituita invece dall'adattamento delle impedenze, il quale permette di ottenere il massimo trasferimento di potenza all'interno dell'oscillatore e di fissare il valore del guadagno dell'amplificatore, in modo da avere all'uscita un segnale pulito e privo di componenti indesiderate. Si può affermare che l'adattamento delle impedenze costituisce senz'altro il metodo migliore di realizzazione

di un oscillatore quando si desidera ottenere una certa potenza alla sua uscita.

L'adattamento delle impedenze può essere attuato per mezzo del partitore capacitivo, composto dai condensatori C1 e C2. Il rapporto di trasformazione delle impedenze, nei circuiti accordati, è proporzionale alla seconda potenza del rapporto delle spire (che in questo caso è sostituito dal rapporto stabilito dal partitore capacitivo). Volendo allora porre la capacità del condensatore di accordo C5 pari a circa 100 pF, è necessario determinare i valori di due condensatori, in modo che la capacità risultante, quando essi sono posti in serie, sia pari a circa 900 pF. Il guadagno dell'amplificatore può venire agevolmente controllato e ridotto al valore necessario per mezzo del resistore posto nel circuito di emettitore, e disegnato con tratto discontinuo nel circuito della fig. 4.

Per completare il progetto dell'oscillatore è necessario ricorrere nuovamente ad alcune semplici espressioni algebriche. Innanzitutto è bene rammentare la formula che permette di calcolare la capacità totale (C_T) di due condensatori posti in serie:

$$C_T = (C_1 \times C_2) / (C_1 + C_2).$$

Il valore della capacità totale C_T nel nostro esempio è pari a 900 pF. In secondo luogo si richiama la formula che dà il rapporto delle impedenze di ingresso e di uscita, R_{in}/R_{usc} , in funzione del rapporto di trasformazione, n_{in}/n_{usc} , ed in funzione dei valori dei condensatori del partitore capacitivo:

$$R_{in}/R_{usc} = (n_{in}/n_{usc})^2 = [C_1 / (C_1 + C_2)]^2$$

dove n_{in} e n_{usc} rappresentano, rispettivamente, il numero delle spire di ingresso ed il numero delle spire di uscita di un circuito per l'accoppiamento induttivo. L'espressione precedente può essere trasformata in modo da ottenerne una più semplice per calcolare il valore di C2 e cioè:

$$C_2 = C_T \sqrt{R_{usc}/R_{in}}.$$

Nel nostro esempio i valori che devono essere sostituiti nelle formule sono i seguenti: $C_T = 900$ pF, $R_{usc} = 800 \Omega$, $R_{in} = 400 \Omega$. Effettuando la sostituzione si ottiene

$$C_2 = 900 \sqrt{800/400} = 1.270 \text{ pF}.$$

Il valore di C1 può essere calcolato per mezzo della seguente formula:

$$C_1 = C_T / [1 - (C_T/C_2)] = 3.100 \text{ pF}.$$

I valori delle capacità da utilizzare si ottengono, infine, arrotondando i valori precedentemente calcolati: $C_1 = 0,003 \mu\text{F}$ e $C_2 =$

$= 1.200 \text{ pF}$ ($0,0012 \mu\text{F}$).

Il guadagno in potenza dell'oscillatore è ora il più grande possibile; è però necessario introdurre una certa quantità di controreazione in modo da ottenere all'uscita un segnale pulito. Il resistore "fantasma" della fig. 4 serve proprio a questo scopo ed il suo valore viene facilmente determinato nel modo seguente. Quando il circuito è pronto per essere montato, si deve collegare temporaneamente un potenziometro da 500Ω tra l'emettitore del transistore e la terra, quindi procedere a variarne il valore della resistenza, osservando contemporaneamente la forma d'onda che si ottiene all'uscita per mezzo di un oscilloscopio, fino a che il segnale appare pulito e privo di componenti spurie; senza toccare la taratura del potenziometro, è necessario infine rimuovere questo componente dal circuito e misurarne la resistenza. Si prende poi un resistore fisso del medesimo valore o di valore prossimo a quello della resistenza ora misurata e lo si utilizza come resistore fantasma.

Il progetto dell'oscillatore può dirsi praticamente terminato; a questo punto sono necessari solamente piccoli ritocchi. Il valore della reattanza di C3 dovrebbe essere pari approssimativamente a: $R_C/10 = 800/10 = 80 \Omega$. Ricorrendo alla formula:

$$C = 1 / (2 \pi F X_C)$$

si ottiene il valore della capacità, che risulta pari a 570 pF circa e che può essere arrotondato per eccesso al valore di $0,001 \mu\text{F}$, molto più facilmente reperibile. Il valore della reattanza di C4 dovrebbe essere almeno pari a $R_{in}/(5 \beta)$, cioè pari circa a 1Ω in questo caso (questo valore può venire però modificato, se necessario, per evitare che si verifichino oscillazioni in bassa frequenza). La medesima formula usata per calcolare il valore di C3 permette di calcolare il valore di C4, che risulta pari a $0,05 \mu\text{F}$ circa. E' anche bene porre attenzione al fatto che la resistenza presentata dalla bobina di blocco della radiofrequenza RFC1 al passaggio della corrente continua può limitare il segnale di uscita; per evitare ciò è necessario che il valore della resistenza in continua sia molto inferiore al valore di 800Ω della resistenza di carico R_C . Una bobina da $2,5 \text{ mH}$ presenta una reattanza di 55.000Ω alla frequenza di $3,5 \text{ MHz}$ e quindi dovrebbe essere molto efficace in confronto al valore di 800Ω della resistenza di carico R_C .

A questo punto il progetto è completato

e non rimane altro da fare che montare il circuito e misurare le grandezze che si ottengono per vedere se rientrano nelle specifiche che si erano poste all'inizio.

Ultimi controlli del circuito - Prima di procedere al montaggio definitivo del circuito, è conveniente provarne il buon funzionamento utilizzando una piastrina di montaggio già perforata, nei fori della quale si inseriscono i componenti, e connessioni fatte con fili volanti, eventualmente provvisti di pinzette per assicurare un contatto ottimo ma non permanente. In questo modo è anche possibile ritoccare i valori dei componenti, a seconda della necessità, in modo da garantire un buon funzionamento. Per eseguire più facilmente tutte le operazioni di controllo sul circuito, è utile possedere alcuni strumenti basilari, tra cui un alimentatore variabile di tensione, un misuratore di frequenza per il controllo dell'esatta frequenza di lavoro dell'oscillatore, un oscilloscopio per visualizzare la forma d'onda del segnale di uscita ed un radiorecettore di buona qualità per usi generali che permetta l'ascolto del segnale in modo da controllarne la purezza spettrale e la eventuale presenza di armoniche.

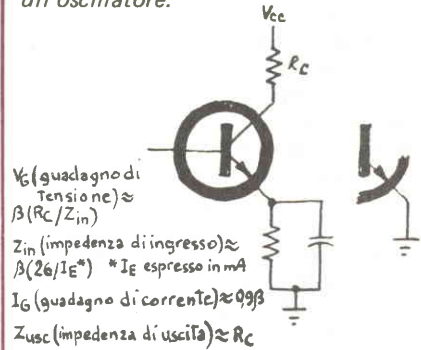
Si può anche fare a meno di alcuni di questi strumenti ed usare altre apparecchiature più semplici; ad esempio, una batteria da 9 V può fare le veci dell'alimentatore variabile di tensione. E' però necessario possedere almeno uno strumento in grado di misurare il segnale di uscita generato dall'oscillatore, per essere sicuri che quest'ultimo stia effettivamente producendo un segnale alternato; a

questo scopo può servire ottimamente un misuratore elettronico di tensione, posto nella portata in corrente alternata, oppure un oscilloscopio.

L'instabilità del segnale di uscita, che può manifestarsi sotto forma di slittamento della frequenza di oscillazione, può essere rivelata provocando un battimento tra il segnale generato dall'oscillatore ed un segnale di riferimento la cui frequenza sia molto stabile, co-

PROGETTO RAPIDO DI UNO STADIO AMPLIFICATORE

Di seguito sono riportate alcune formule empiriche di grande utilità per il progetto di uno stadio amplificatore a transistor utilizzato nella configurazione ad emettitore comune. Integrando queste informazioni con le notizie riportate nell'articolo, è possibile progettare un oscillatore.



I_C (corrente di collettore) $\approx I_E$
 I_E (corrente di emettitore) $\approx V_E/R_E$
 V_E (tensione di emettitore) $\approx V_{CC} [R_2 / (R_1 + R_2)]$
 $R_1 = [(R_2 V_{CC}) / V_E] - R_2$
 $R_2 = 5 R_E$
 V_E = caduta di tensione ai capi di R_E

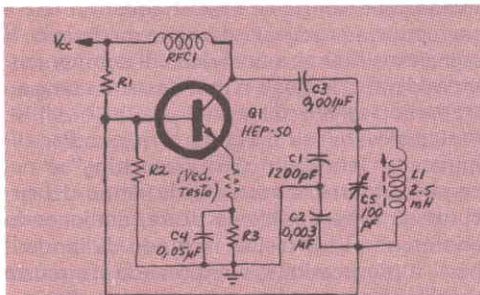


Fig. 4 - Schema elettrico completo dell'oscillatore Colpitts, nel quale, rispetto allo schema della fig. 3, è stato aggiunto un condensatore per l'accordo del circuito oscillante e sono stati riportati i valori di alcuni componenti.

me può essere, ad esempio, il segnale proveniente da un oscillatore controllato a quarzo. Molte cause concorrono a provocare l'instabilità del funzionamento dell'oscillatore e lo slittamento della frequenza del segnale di uscita; tra le più importanti possono venire citate le capacità di ingresso e di uscita del transistor, le quali possono subire variazioni in seguito a cambiamenti della tensione di polarizzazione, della temperatura o della tensione di alimentazione. Altre cause di instabilità sono costituite dalle variazioni dimensionali che la bobina subisce a causa della temperatura e dalle variazioni di capacità dovute ad eccessivo riscaldamento o ad eccessivo raffreddamento. Per minimizzare le conseguenze che derivano dalle variazioni delle grandezze fisiche caratteristiche dei componenti circuitali possono essere adottati i seguenti accorgimenti.

Dal momento che i parametri del transistor non sono affatto costanti ma variano in funzione della tensione di polarizzazione, per ottenere la massima stabilità possibile è necessario fare ricorso al sistema di polarizzazione del transistor che utilizza una sola batteria, oppure una tensione continua stabilizzata. Secondo lo stesso principio, per evitare che i parametri del transistor subiscano variazioni in seguito a cambiamenti della tensione continua di alimentazione V_{CC} , è necessario stabilizzare la tensione di alimentazione per mezzo di un diodo zener, oppure facendo ricorso ad un circuito stabilizzatore di tensione integrato. Per contenere le escursioni delle capacità delle giunzioni del transistor si fa uso di un circuito accordato caratterizzato da un alto valore di Q e da un alto valore del rapporto LC . A questo proposito si può osservare che il vantaggio maggiore consentito dal circuito di Colpitts consiste nel fatto che i condensatori $C1$ e $C2$ (per il cui calcolo si è dovuti ricorrere ad espressioni algebriche e si sono dovuti fare un po' di conti) hanno la tendenza ad assorbire le variazioni delle capacità di ingresso e di uscita del transistor in modo da mascherarne l'effetto. Per realizzare un circuito accordato, dotato di un alto valore del rapporto LC , è necessario costruire una bobina con un piccolo numero di spire, avvolgendo il filo strettamente intorno al supporto della bobina e fermandolo a questa per mezzo di una sostanza adatta, in modo da rendere minima ogni eventuale variazione dimensionale dovuta a cambiamenti di temperatura.

E' consigliabile impiegare condensatori di alta qualità, come ad esempio condensatori del tipo a mica argentata, che sono meno sensibili alla deriva con la temperatura di altri tipi di condensatori. Durante il montaggio si devono seguire alcuni accorgimenti: i collegamenti tra i componenti devono essere mantenuti corti ed i componenti devono essere saldamente ancorati al loro posto per minimizzare ogni eventuale effetto dannoso che deriva dalle vibrazioni; l'oscillatore, una volta montato, dovrebbe poi essere alloggiato in un contenitore ben ventilato.

Ritocchi finali - Per eliminare tutte le oscillazioni spurie, che sono inevitabilmente presenti negli oscillatori a transistori, sono necessari alcuni ritocchi finali. Ci limitiamo però ad esaminare alcuni problemi normalmente presenti nella messa a punto di questi oscillatori ed a suggerirne le soluzioni. Molti inconvenienti, tuttavia, si possono eliminare nella fase di progetto, prima che l'oscillatore venga montato.

Un inconveniente degli oscillatori a transistori è costituito dal cosiddetto "quenching", il quale consiste in una oscillazione a bassa frequenza causata, molto spesso, dalla costante di tempo eccessivamente alta del circuito di "bypass" dell'emettitore. Infatti, a causa della costante di tempo troppo alta, il condensatore di bypass del circuito di emettitore si carica ad un valore di tensione tale per cui il funzionamento del transistor può venire interdetto. Questo fenomeno si ripete con una frequenza di ripetizione inferiore a quella del segnale di uscita e costituisce una oscillazione spuria di bassa frequenza, che è sovrapposta al segnale di uscita medesimo. Il segnale risultante è così ricco di componenti indesiderate, le quali si manifestano come altrettanti segnali, distanziati di pochi kilohertz, rilevabili su un radiorecettore. Per eliminare il fenomeno del "quenching" è necessario ridurre la costante di tempo del circuito di bypass dell'emettitore, diminuendo i valori di $R3$ e di $C4$, in modo da renderli bassi il più possibile, e ritoccando il circuito di polarizzazione per compensare la diminuzione di resistenza.

Un altro problema è costituito da una componente ad alta frequenza che può essere presente nel circuito e da diversi segnali in bassa frequenza dovuti all'induttanza della bobina di blocco della radiofrequenza (RFC). Le oscillazioni di bassa frequenza

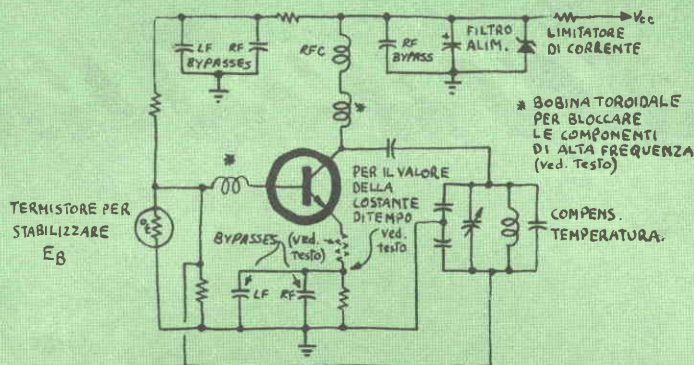


Fig. 5 - Schema elettrico completo di un oscillatore. Il circuito comprende molti accorgimenti che in alcuni casi possono rivelarsi utili mentre in altri sono superflui.

Con la scritta "Bypasses LF RF" sono indicati i condensatori per effettuare il bypass delle componenti di alta frequenza (RF) e di bassa frequenza (LF).

possono venire attenuate per mezzo di condensatori di bypass, mentre i segnali spuri in alta frequenza possono essere ridotti mediante bobine di blocco che presentano un'alta impedenza alle componenti di alta frequenza ed invece un'impedenza trascurabile al segnale utile. Si possono costruire bobine di blocco efficaci introducendo i terminali dei componenti entro particole di ferrite. A questo scopo si prestano bene i nuclei per la regolazione delle bobine ad induttanza variabile, sui quali vengono avvolte una o due spire di filo di rame smaltato; il foro del nucleo è disposto secondo la lunghezza, per cui poche spire di filo smaltato da 0,32 mm, fatte passare attraverso il foro, sono sufficienti per la fabbricazione di una eccellente bobina per il bloccaggio dei segnali ad alta frequenza.

Lo schema elettrico riportato nella fig. 5 illustra tutti i possibili accorgimenti circuitali che possono venire adottati nel progetto di un oscillatore, ma nella maggior parte dei casi molti di essi non sono necessari.

Una volta che il funzionamento dell'oscillatore è stato provato e sono stati eliminati tutti gli inconvenienti ed i segnali spuri, si può procedere al montaggio dei componenti nella forma definitiva. Il modo migliore è quello di usare un circuito stampato; tuttavia, si può anche utilizzare una piastra perforata e connessioni saldate.

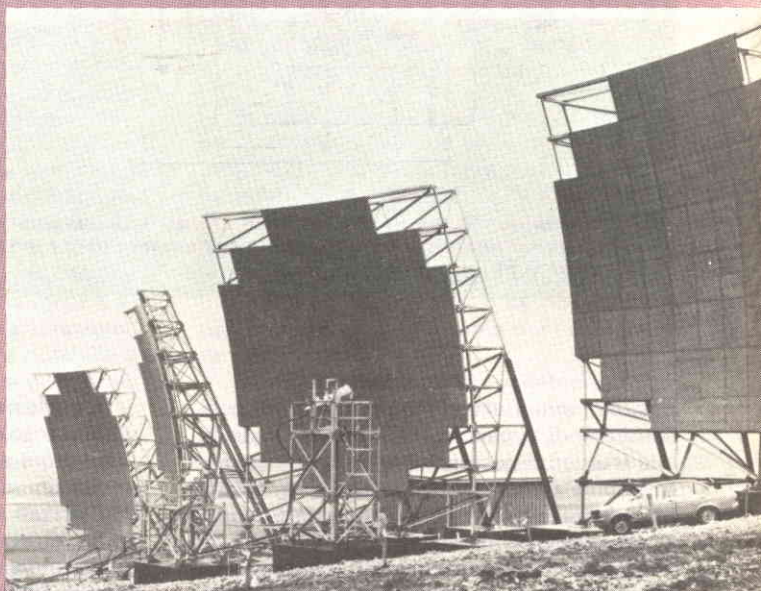
Conclusioni - Nel presente articolo è stato studiato solamente un tipo fondamentale di oscillatore sebbene, ovviamente, ne esistano moltissimi altri tipi. Gli schemi che sono stati riportati ed i metodi illustrati per il progetto di un oscillatore che si adatti alle esigenze individuali sono estremamente semplici e di sicuro affidamento. In base alle spiegazioni fornite è senz'altro possibile progettare oscillatori che servano per un numero molto grande di applicazioni, e che soddisfino ad esigenze estremamente severe, come, ad esempio, oscillatori che funzionino con temperature ambientali molto alte o molto basse, oppure oscillatori dotati di una stabilità altissima.

L'oscillatore del tipo Colpitts può essere facilmente modificato in oscillatore a quarzo semplicemente sostituendo la bobina con un cristallo. L'oscillatore del tipo Hartley può essere progettato in modo da utilizzare bobine già provviste di presa centrale modificando, a seconda delle necessità, il guadagno del sistema per ottenere un funzionamento perfetto mediante l'introduzione della controreazione. L'argomento riguardante gli oscillatori non si esaurisce certamente in queste righe; tuttavia, le nozioni fornite possono già costituire una buona base per coloro che intendono intraprendere esperimenti in questo campo.

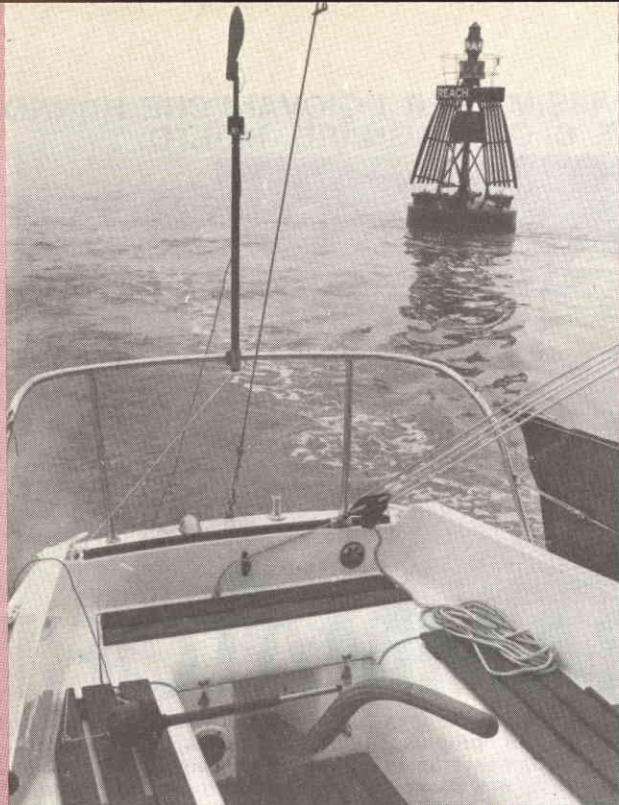
★

NOVITÀ IN ELETTRONICA

Sviluppando la tecnologia relativa alle comunicazioni telefoniche, l'Inghilterra è riuscita ad installare un nuovo sistema di comunicazioni che permetterà al personale distaccato sulle piattaforme nel Mare del Nord, ed addetto all'estrazione petrolifera, di mettersi direttamente in contatto telefonico sia con la terraferma, sia con numerosi altri Paesi. Il sistema garantisce anche la trasmissione ed il ricevimento di messaggi via telex e di dati di computer con qualsiasi condizione meteorologica.



Uno degli ultimi ritrovati della scienza nel campo delle trasmissioni è il radiotelefono ad altissima frequenza, progettato dalla ditta inglese Redifon Telecommunications Ltd. Denominato Sealand 66, l'apparecchio è stato ideato principalmente per navi di grande stazza, ma funziona benissimo su qualsiasi tipo di imbarcazione. Esso permette all'equipaggio di una nave di mettersi in contatto con la terraferma, stando comodamente nelle proprie cabine.



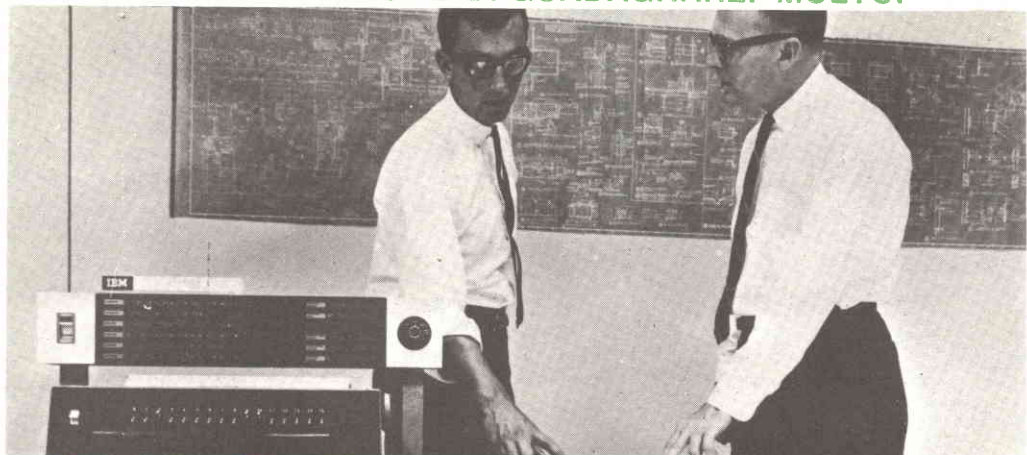
Un nuovo sistema di pilota automatico per yacht da 5 m a 10 m di lunghezza, denominato Autohelm, è stato progettato dalla ditta inglese Nautech Limited. Il dispositivo, che ha ottenuto il Design Council Award 1976, è costituito da un attuatore elettrico per il controllo del timone e da una banderuola che, nel modello Autohelm Plus, è collegata ad una bussola a compasso. Il tutto, facilmente manovrabile da chiunque, garantisce la precisione della rotta stabilita senza l'ausilio di un timoniere, permettendo ai naviganti di disporre del proprio tempo in altre occupazioni secondarie ma non meno importanti.

Le nostre rubriche

Il primo satellite geostazionario europeo, il cosiddetto "GEOS" è corredato di un carico di duemila cavi e di duecentoottanta connettori collegati a ben seicentocinquanta basi metalliche. Questo groviglio di cavi è necessario per il funzionamento del satellite stesso e per gli esperimenti da compiere nello spazio nell'arco di due anni. Il satellite lanciato dal nostro pianeta orbiterà ad un'altezza di 35.000 km. Il suo piano di lavoro, elaborato da ben sette nazioni, prevede studi ed esperimenti sui campi elettromagnetici che circondano la Terra, sulle particelle emesse dal sole, ecc.



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).

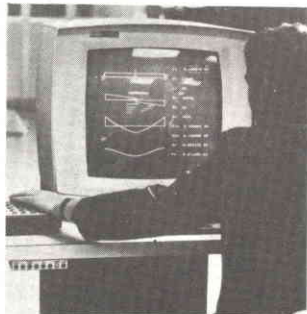
Per venire incontro alle continue richieste e per offrire ai giovani la possibilità di un impiego immediato, di uno stipendio superiore alla media e di una carriera rapidissima, la SCUOLA RADIO ELETTRA ha istituito un nuovissimo corso per corrispondenza:

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.

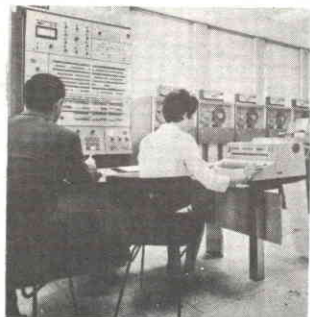
IMPORTANTE: al termine del corso la Scuola Radio Elettra rilascia un attestato da cui risulta la Vostra preparazione. Nel Vostro interesse, richiedeteci subito maggiori informazioni.

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

dolci



LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA

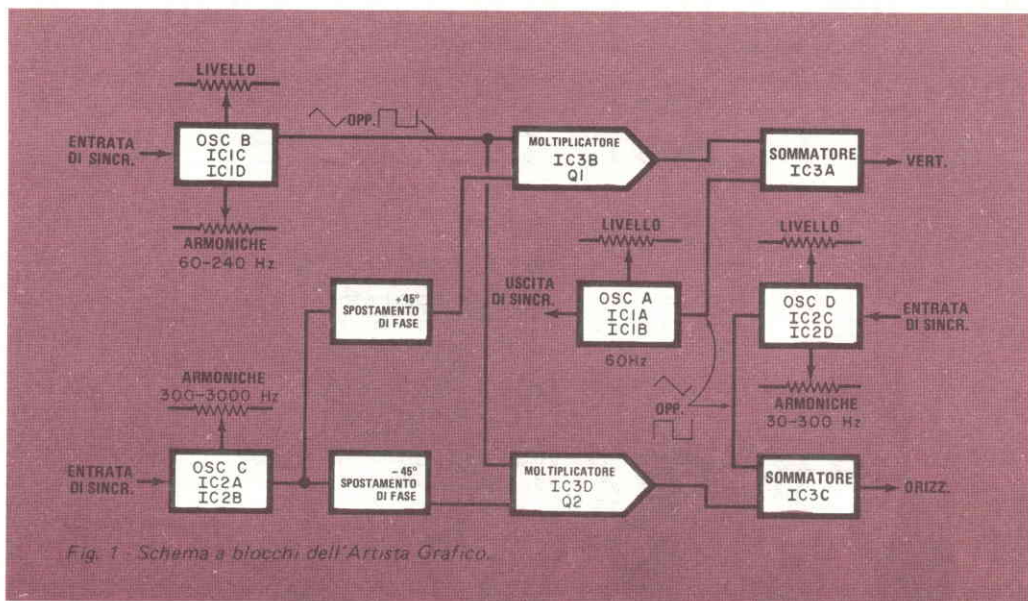
L'ARTISTA GRAFICO PER OSCILLOSCOPIO



Create sul vostro
oscilloscopio eccitanti
disegni tridimensionali
generati da un computer

L'“Artista Grafico” è un generatore di immagini visive, progettato per usare lo schermo a raggi catodici di un oscilloscopio come canovaccio ed il suo fascio elettronico come una spazzola ad alta velocità. Una luce attenuata traccia sullo schermo di un oscilloscopio una delicata sequenza di linee geometriche, che possono formare ad esempio un rettangolo, il quale improvvisamente si ripie-

ga all'indietro e si trasforma in un rotante anello di diamanti. Azionando i controlli dello strumento che descriviamo, si possono produrre questi e molti altri effetti, come pure far ruotare un'immagine in tre dimensioni, comprimerla ed espanderla, romperla in altre forme o farla oscillare lentamente. L'immagine tridimensionale che compare sullo schermo a raggi catodici ha tutta la de-



licata bellezza geometrica ed il dettaglio dei disegni tridimensionali generati da computer.

Nel produrre le figure geometriche, il raggio di un oscilloscopio viene obbligato a seguire due segnali complessi, in relazione armonica tra loro. Reti di spostamento di fase che lavorano in unione con un semplice modulatore aggiungono nell'Artista Grafico un segnale che produce profondità e volume all'immagine dell'oscilloscopio.

Coloro ai quali interessa la musica elettronica, possono anche introdurre il segnale di uscita dell'Artista Grafico in un sistema di amplificazione stereo per sentire le note che accompagnano le immagini sullo schermo. E, cosa ancora piú interessante, possono introdurre nel circuito dello strumento le armoniche di una sorgente musicale invece dei segnali dell'oscillatore. Ciò consente di far vedere le figure create da note musicali in relazione armonica tra loro.

Il circuito - Come si vede nello schema a blocchi della *fig. 1*, alle entrate verticale ed orizzontale di un oscilloscopio vengono collegati due canali di segnali quasi identici dell'"Artista". Questo collegamento produce sul tubo a raggi catodici una traccia nota come una figura di Lissajous, una traccia simile ad un circolo, che è proporzionale allo spo-

stamento verticale ed orizzontale del raggio elettronico dell'oscilloscopio.

Ogni canale è composto di due oscillatori (A e D) che generano forme d'onda quadre e triangolari. Ai segnali prodotti da questi oscillatori viene aggiunto un segnale comune modulato, derivato dagli oscillatori B e C. La forma complessiva della figura di Lissajous è stabilita dai segnali provenienti dagli oscillatori A e D. Per esempio, si ha un semplice rettangolo quando le forme d'onda triangolari formano questi segnali.

La componente di modulazione è composta da una portante variabile d'alta frequenza proveniente dall'oscillatore C e da un involuppo variabile di frequenza media proveniente dall'oscillatore B. La portante viene spostata di fase di $\pm 45^\circ$. La componente a $+45^\circ$ viene modulata dalla forma d'onda B nel moltiplicatore e sommata nel sommatore con la forma d'onda proveniente dall'oscillatore A. Parimenti, la portante a -45° viene modulata dalla forma d'onda B ma viene sommata con la forma d'onda proveniente dall'oscillatore D. Quando le componenti spostate di fase interagiscono nell'oscilloscopio, formano un'altra figura di Lissajous che è perpendicolare con la figura del rettangolo principale, creando così l'illusione tridimensionale del volume.

Ogni oscillatore può essere commutato per generare onde quadre. A seconda dell'oscillatore che viene commutato alle onde quadre, l'immagine può o rompersi in immagini multiple o cambiare il carattere della sua composizione superficiale. Vi sono tre controlli di livello che ripiegano od espandono l'immagine e variano le dimensioni relative delle componenti modulanti. I controlli delle armoniche sono potenziometri che dispongono la frequenza e che vengono usati per regolare il rapporto tra i vari segnali armonici. I rapporti dei segnali, a loro volta, controllano la serie delle immagini visibili.

Per evitare che le immagini ruotino sullo schermo (il che avviene quando le figure vengono derivate da oscillatori non in relazione tra loro), uno dei quattro oscillatori ha una frequenza fissa. L'uscita di questo oscillatore "capo" viene usata per sincronizzare gli altri oscillatori, forzandoli a funzionare ad un multiplo esatto della frequenza di sincronismo.

Oltre che i controlli dell'Artista Grafico, si possono usare i controlli di guadagno orizzontale e verticale dell'oscilloscopio per regolare la larghezza e l'altezza delle immagini.

Dettagli circuitali - Come illustrato nella fig. 2, i quattro oscillatori sono identici, ad eccezione degli elementi che determinano la loro frequenza. L'oscillatore A è fissato a circa 60 Hz da R8 e C1; l'oscillatore B è variabile da 60 Hz a 240 Hz; l'oscillatore C da 300 Hz a 3.000 Hz e l'oscillatore D da 30 Hz a 300 Hz. Gli oscillatori sono collegati nella classica configurazione comparatrice-integratrice.

Prendendo l'oscillatore A come esempio, IC1A impiega R1 e R2 per stabilire il punto di funzionamento a circa $\pm V$ c.c./2. L'uscita di questo comparatore è collegata all'integratore IC1B il quale, a sua volta, è collegato indietro all'entrata di IC1A. Quando l'uscita di IC1A è a -9 V, IC1B carica linearmente C1 attraverso R8; quindi, l'uscita di IC1B è una rampa positiva. Non appena la rampa arriva a V c.c./2, IC1A passa allo stato positivo e IC1B scarica linearmente C1 per iniziare una rampa negativa. Quando questa rampa raggiunge $-V$ c.c./2, IC1A passa allo stato negativo ed il ciclo si ripete.

I potenziometri vengono usati per disporre le frequenze dei tre oscillatori variabili variando le correnti di carica. Le uscite dei comparatori (IC1D, IC2B e IC2C) sono onde

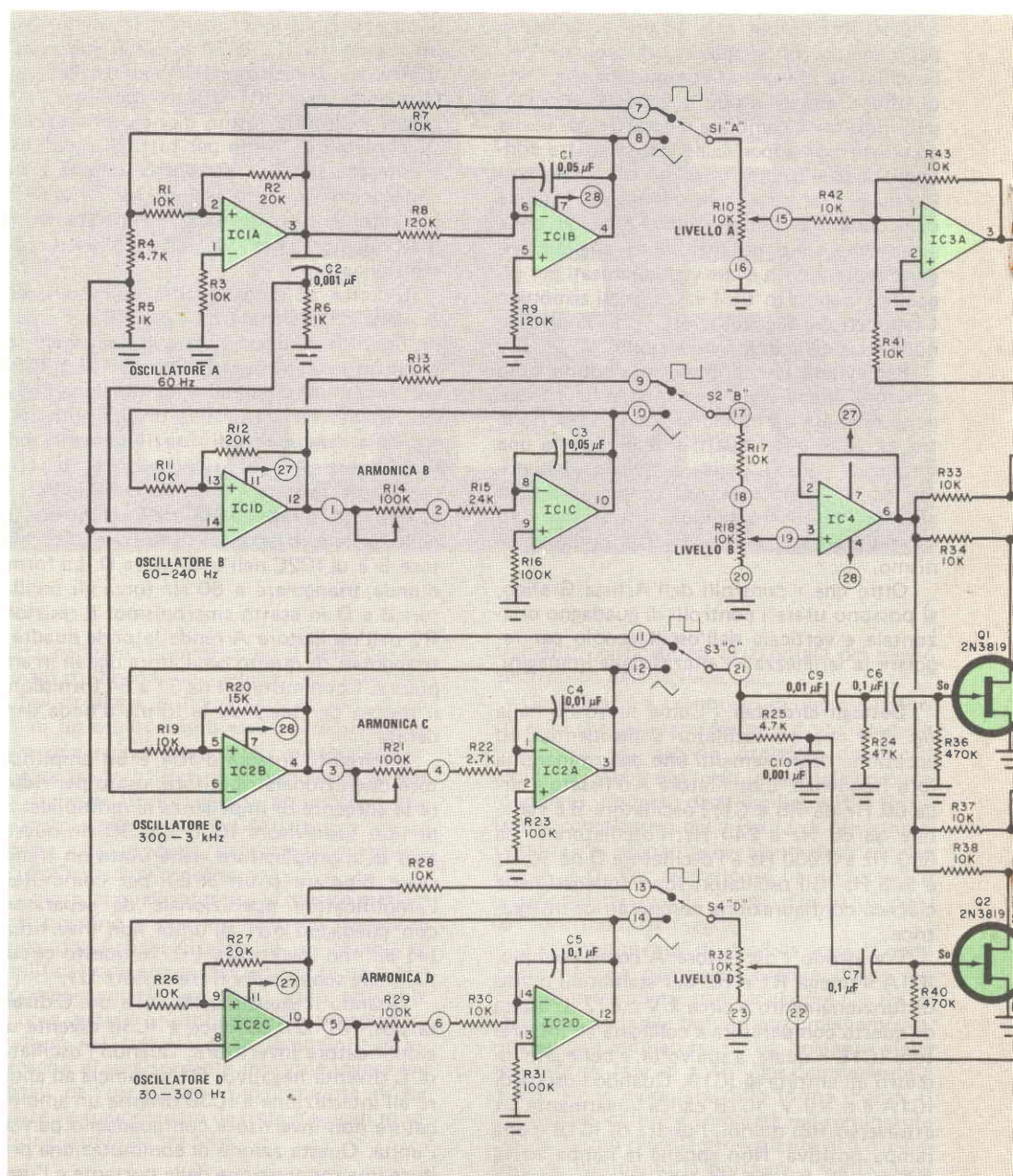
quadre simmetriche, mentre le uscite degli integratori (IC1C, IC2A e IC2D) sono onde triangolari. Il resistore R10 nell'oscillatore a frequenza fissa IC1A/IC1B stabilisce l'ampiezza delle due forme d'onda. Sono previsti controlli di livello per tutti gli oscillatori tranne che per l'oscillatore C, perché è necessario che un solo segnale sia variabile se entrambi i segnali vanno all'entrata di un moltiplicatore per far variare l'uscita del moltiplicatore.

L'uscita ad onda quadra dell'oscillatore A viene differenziata da C2 e R6 per creare un impulso di sincronismo, il quale viene introdotto nell'entrata invertitrice (-) di IC2B per forzare la frequenza di funzionamento dell'oscillatore C ad essere un multiplo esatto della frequenza di funzionamento dell'oscillatore A. Per sincronizzare gli altri oscillatori, l'uscita triangolare dell'oscillatore A viene attenuata da R4 e R5 ed introdotta nelle entrate invertitrici di IC1D nell'oscillatore B e di IC2C nell'oscillatore D. La forma d'onda triangolare a 60 Hz forza gli oscillatori B e D in esatto sincronismo. Il resistore R7 nell'oscillatore A rende le onde quadre e triangolari di questo oscillatore uguali in ampiezza. I commutatori da S1 a S4 forniscono il mezzo per scegliere le forme d'onda desiderate.

Il circuito integrato IC4 è un amplificatore operazionale ripetitore, usato per ridurre la sorgente di impedenza ai moltiplicatori di tipo suddivisore IC3B e IC3D. In questo tipo di moltiplicatore viene usato un transistor bipolare o un JFET per commutare l'amplificatore operazionale da separatore con guadagno pari all'unità non invertitore (+) ad uno invertitore (-). In questo circuito, a tale scopo serve il transistor Q1.

Quando il segnale dell'oscillatore C diventa positivo, Q1 conduce e IC3B diventa un amplificatore invertitore. Quando l'oscillatore C diventa negativo, Q1 comincia ad andare all'interdizione e IC3B diventa un amplificatore non invertitore con guadagno pari all'unità. Questa azione di commutazione produce una soppressione della portante e l'uscita di IC3B risulta un segnale bilanciato a quattro quadranti.

Il segnale dell'oscillatore C è spostato di fase di $+45^\circ$ nella rete C9-R24 e di -45° nella rete C10-R25. In tal modo la forma d'onda di ciascun JFET (Q1 e Q2) è sfasata, producendo un'uscita del moltiplicatore anch'essa sfasata. Le reti C6-R36 e C7-R40 for-



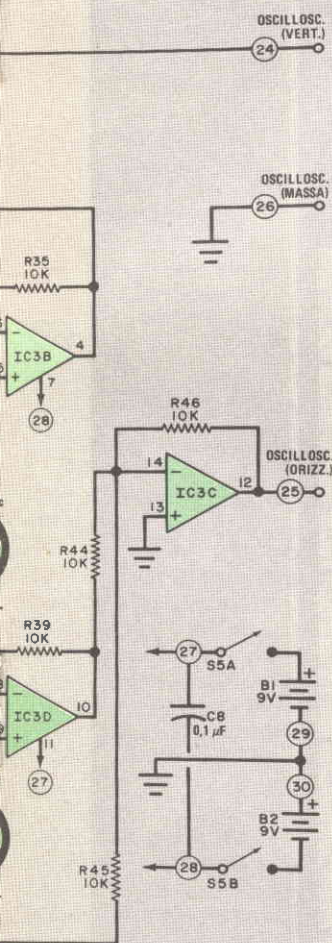
niscono il ripristino c.c. per Q1 e Q2.

L'uscita dal moltiplicatore IC3B viene sommata con il segnale dell'oscillatore A nel sommatore IC3A. L'uscita del moltiplicatore IC3D è sommata con il segnale dell'oscillatore D nel sommatore IC3C. Le uscite dei due

sommatori vengono infine introdotte nell'oscilloscopio per formare le complesse figure di Lissajous.

L'alimentazione viene fornita all'Artista Grafico da due normali batterie da 9 V (B1 e B2). Il condensatore C8 concorre a ridurre

MATERIALE OCCORRENTE



- B1-B2** = batterie da 9 V
C1-C3 = condensatori Mylar da 0,05 μ F
C2-C10 = condensatori Mylar da 0,001 μ F
C4-C9 = condensatori Mylar da 0,01 μ F
C5-C6-C7-C8 = condensatori Mylar da 0,1 μ F - 100 V
IC1-IC2-IC3 = circuiti integrati amplificatori operazionali quadrupli 741
IC4 = circuito integrato amplificatore operazionale 741
J1-J2-J3 = morsetti isolati
Q1-Q2 = transistori ad effetto di campo a giunzione tipo 2N3819
R1-R3-R7-R11-R13-R17-R19-R26-R28-R30-R33-R34-R35-R37-R38-R39-R41-R42-R43-R44-R45-R46 = resistori da 10 k Ω - 1/4 W, 10%
R2-R12-R27 = resistori da 20 k Ω - 1/4 W, 10%
R4-R25 = resistori da 4,7 k Ω - 1/4 W, 10%
R5-R6 = resistori da 1 k Ω - 1/4 W, 10%
R8-R9 = resistori da 120 k Ω - 1/4 W, 10%
R15 = resistore da 24 k Ω - 1/4 W, 10%
R16-R23-R31 = resistori da 100 k Ω - 1/4 W, 10%
R20 = resistore da 15 k Ω - 1/4 W, 10%
R22 = resistore da 2,7 k Ω - 1/4 W, 10%
R24 = resistore da 47 k Ω - 1/4 W, 10%
R36-R40 = resistori da 470 k Ω - 1/4 W, 10%
R10-R18-R32 = potenziometri lineari da 10 k Ω
R14-R21-R29 = potenziometri lineari da 100 k Ω
S1 - S4 = commutatori a slitta od a pallina a 1 via e 2 posizioni
S5 = commutatore a slitta od a pallina a 2 vie e 2 posizioni
 Circuito stampato o basetta perforata, scatola da 19 x 11 x 5 cm, sei manopole, due supporti per batterie, iscrizioni, filo per collegamenti, viti, stagno e minuterie varie.

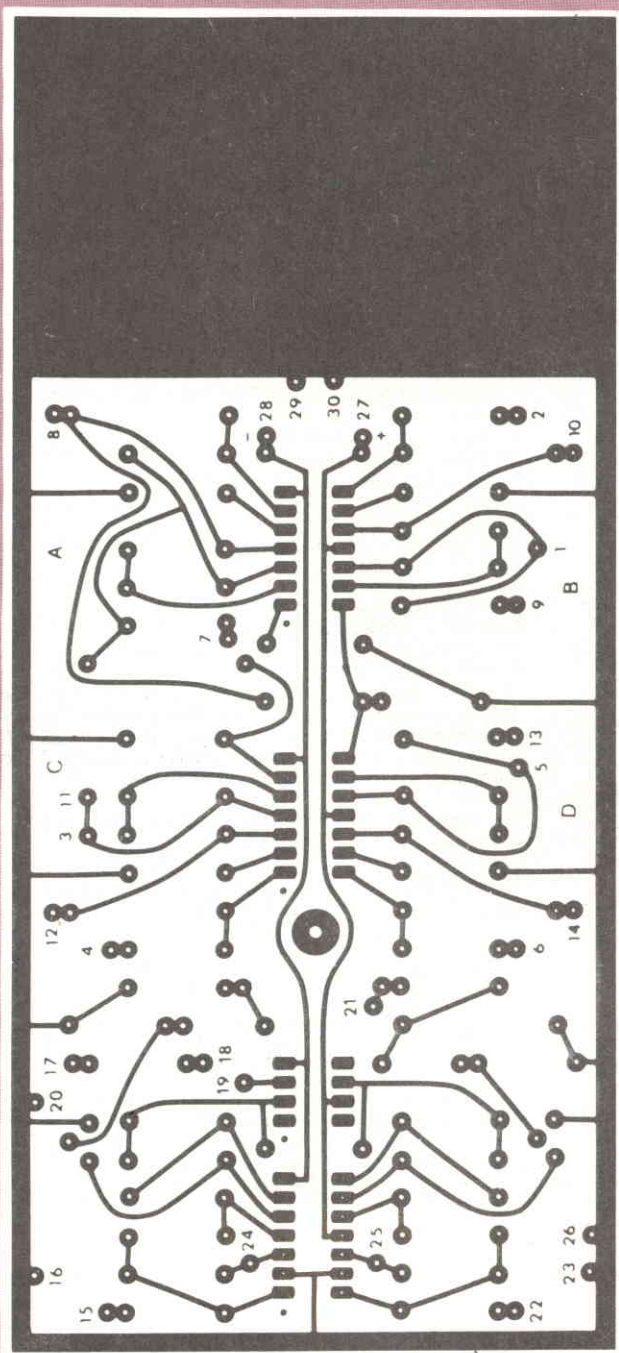
Per l'acquisto dei materiali rivolgersi alla I.M.E.R. Elettronica, Via Saluzzo 11 bis - 10125 Torino.

Fig. 2 - Gli oscillatori sono identici ad eccezione degli elementi che determinano la frequenza.

l'instabilità nei circuiti integrati amplificatori operazionali.

Costruzione - Il montaggio può essere eseguito su circuito stampato o su basetta perforata. Nella fig. 3 sono riportati il disegno

in grandezza naturale del circuito stampato e la disposizione dei componenti. Dopo aver preparato il circuito stampato, si montino in esso i componenti come illustrato, prestando particolare attenzione all'orientamento dei circuiti integrati e dei transistori. Si siste-



mino B1 e B2 nella parte libera del circuito stampato, con i terminali rivolti verso il lato opposto a quello dei componenti, e si fissino con pezzi di filo passanti tra le batterie. Si ponga provvisoriamente da parte l'insieme del circuito stampato.

Si pratichino sul pannello frontale i fori per i sei potenziometri, per i cinque commutatori, per i tre morsetti e per una vite da ferro. Il foro per quest'ultima deve essere esattamente allineato con il foro grande del circuito stampato. Si montino a loro posto i potenziometri, i commutatori ed i morsetti come illustrato nella fig. 4. Si faccia passare una vite attraverso il restante foro, si infili in essa un pezzo di distanziatore di plastica e si stringa con un dado. Il distanziatore deve essere abbastanza lungo, in modo che, quando il dado è stretto, siano ancora visibili circa 6 mm della filettatura della vite. Si contrassegnino i controlli, i commutatori ed i morsetti.

Facendo ancora riferimento alla fig. 2 e alla fig. 3, si eseguano gli ultimi collegamenti.

Uso - L'oscilloscopio usato con l'Artista Grafico deve avere un'entrata orizzontale esterna. Si colleghino i cavi d'uscita dai morsetti dell'Artista alle giuste entrate dell'oscil-

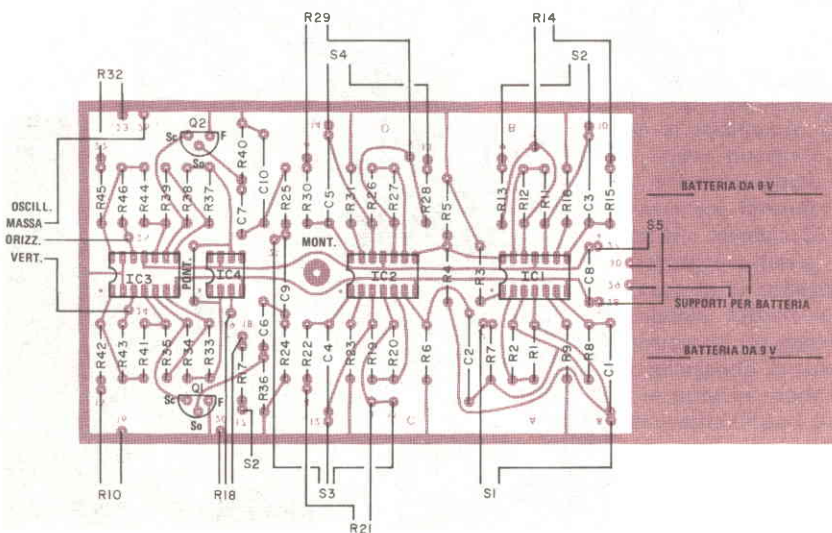
loscopio, si dispongano tutti i commutatori di forme d'onda per l'uscita triangolare e si accendano entrambi gli strumenti.

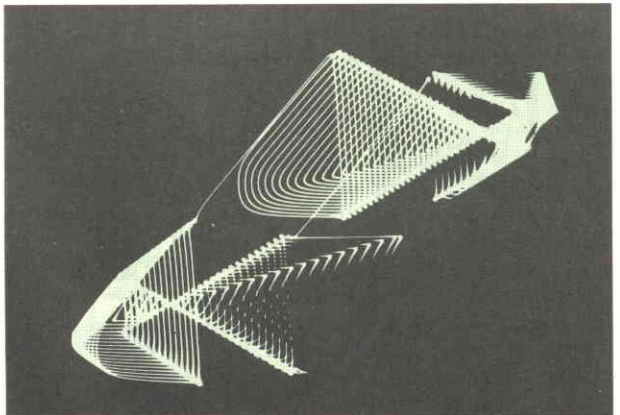
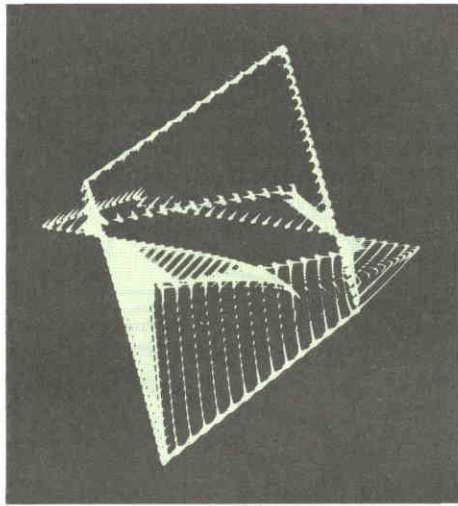
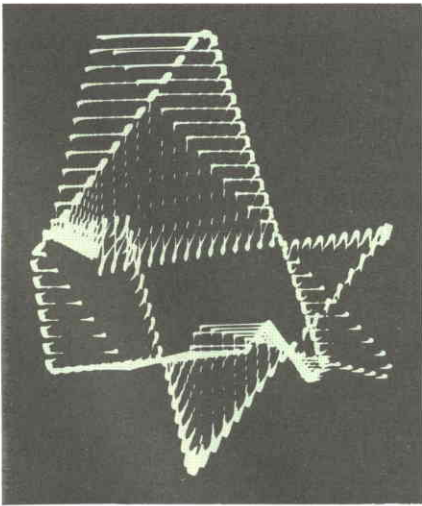
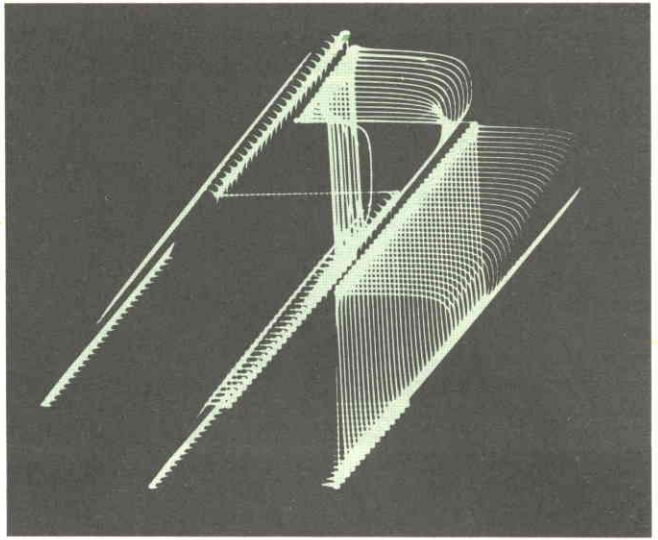
Si disponga il Livello B (LEVEL B) completamente in senso antiorario (escluso). Poiché l'oscillatore B è collegato ad entrambi i moltiplicatori, rendendo zero il livello B si elimina la componente modulata sullo schermo, quindi si dovrebbe vedere solo una semplice figura di Lissajous rettangolare o quadrata. Si regolino ora i controlli di guadagno orizzontale e verticale dell'oscilloscopio, in modo che, quando i controlli di Livello A (LEVEL A) e di Livello D (LEVEL D) siano portati a metà corsa, l'immagine copra la maggior parte dello schermo.

Lentamente si alzi il Livello B: in tal modo si aggiungerà la forma d'onda modulata alla figura esistente. Si regolino ancora il Livello A e il Livello D per un piacevole bilanciamento e per evitare che l'immagine si sposti oltre lo schermo. Si regoli il controllo Armonica B (HARMONIC B) per sincronizzare l'involuppo modulato con l'immagine. Essenzialmente, questo controllo stabilisce il numero dei lobi imposti sulla figura primaria di Lissajous.

Si regoli poi il controllo Armonica C (HARMONIC C) in modo che la portante ad alta frequenza sia in sincronismo con l'im-

Fig. 3 - Illustrazione del circuito stampato e disposizione dei componenti,





Queste fotografie illustrano cinque delle innumerevoli varietà di immagini di forme d'onda possibili.

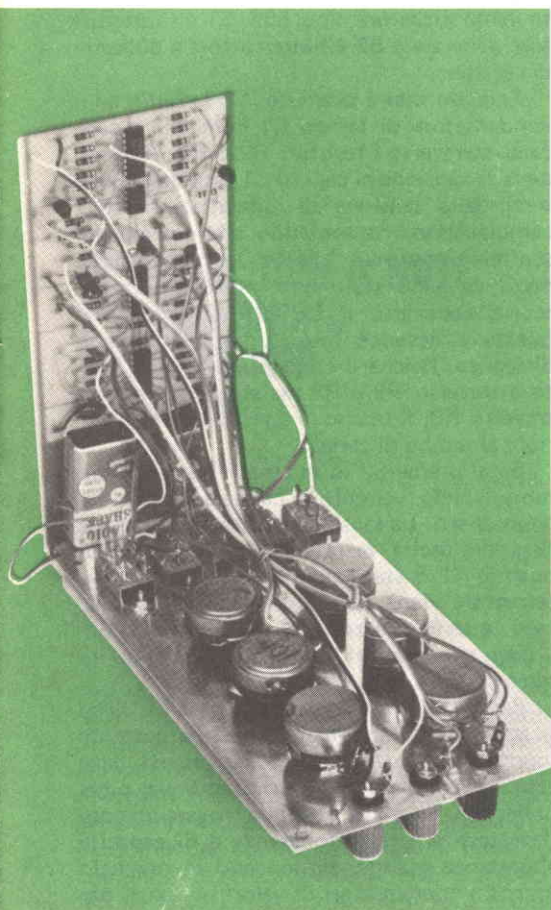
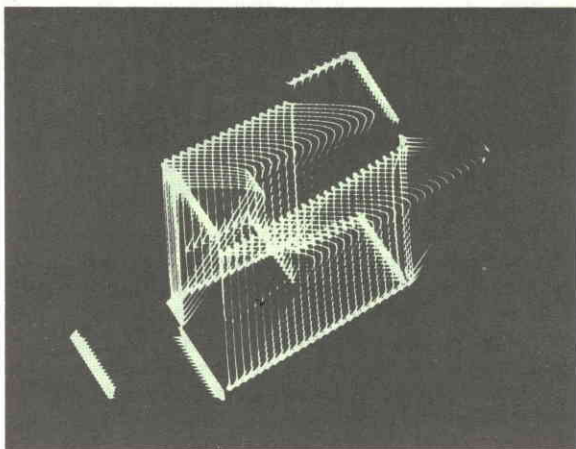


Fig. 4 - Particolari costruttivi del pannello frontale dell'apparecchio.

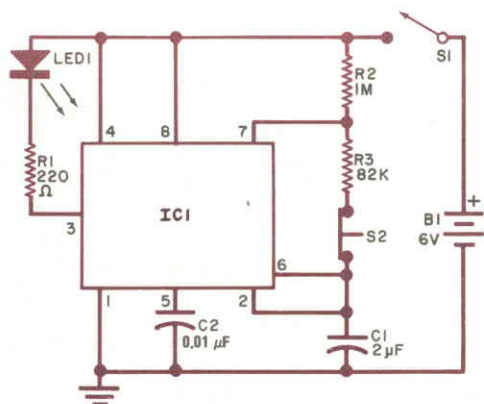
magine: si dovrebbero ottenere cosí delle immagini simili a quelle riportate nelle fotografie. Un'altra possibilità è alterare la famiglia Lissajous usando combinazioni dei commutatori di forme d'onda. Per esempio, commutando la Forma d'onda A (WAVEFORM A) in posizione di onda quadra e portando la Forma d'onda D nella posizione di onda triangolare, si rompe l'immagine in forme separate. Se si considera che sedici sono le combinazioni per i quattro commutatori di forma d'onda, ed a queste va aggiunto l'effetto dei sei controlli di Armoniche e di Livello, ci si rende conto che è molto improbabile vedere due volte la stessa figura.

Acquisita una certa familiarità con il funzionamento dei controlli, si può tentare di collegare una cuffia stereo ai due canali di uscita. I suoni dei quattro oscillatori che si mescolano e si sommano producono affascinanti note di battimento. Si possono persino produrre i suoni spostando i vari controlli.

Alcuni effetti singolari ed interessanti si possono ottenere facendo funzionare l'Artista Grafico alla rovescia. Si prelevi un segnale da una sorgente esterna, come un organo elettronico, e lo si colleghi al posto di uno degli oscillatori. Questo si può fare distaccando l'entrata di un commutatore di forma d'onda e collegando in sua vece il segnale. Si scelgano le note in modo che siano esattamente armoniche dispari o pari dell'oscillatore A che funziona a circa 60 Hz. Le immagini si fermeranno e la loro forma dipenderà dalla particolare forma d'onda che viene suonata. ★

Provate tempo personale

Per provare quanto è preciso il vostro senso del tempo, costruite questo piccolo circuito che impiega un circuito integrato 555 ed in cui un LED lampeggia ogni 1,5 sec (intervallo di tempo che però può essere variato). La prova consiste nel riuscire a premere un pulsante al tempo giusto, in modo da far restare acceso il LED.



MATERIALE OCCORRENTE

B1 = batteria da 6 V

C1 = condensatore al poliestere da 2 µF
(ved. testo)

C2 = condensatore da 0,01 µF

IC1 = circuito integrato temporizzatore
tipo 555

LED1 = LED da 20 mA (T1L 209 della
Texas Instruments o equivalente)

R1 = resistore da 220 Ω - 1/4 W, 10%

R2 = resistore da 1 MΩ - 1/4 W, 10%

R3 = resistore da 82 kΩ - 1/4 W, 10%

S1 = interruttore semplice miniatura

S2 = interruttore a pulsante normalmente
chiuso

Circuito stampato o basetta perforata,
scatoletta adatta, minuterie di montaggio,
quattro piedini di gomma, supporto per la
batteria, filo per collegamenti, stagno e
minuteria varie.

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

Poiché il LED lampeggia per 0,1 sec, e la reazione umana è dell'ordine di 0,3 sec, non è possibile a vista fermare il LED quando è acceso. Prima di azionare il pulsante di prova, è necessario giudicare il tempo che è trascorso dopo che il LED si è spento. Se avete un buon senso del tempo, dovrete essere in grado di "congelare" il LED dopo ogni tre o quattro tentativi.

Il circuito è basicamente un multivibratore stabile costruito con un circuito integrato temporizzatore tipo 555. S1 è l'interruttore generale e S2 è l'interruttore a pulsante di reazione.

Quando non è premuto, S2 è chiuso ed il condensatore di tempo C1 comincia a caricarsi attraverso i resistori R2 e R3. Non appena la tensione ai capi di C1 raggiunge i due terzi della tensione di alimentazione, IC1 cambia stato, consentendo alla corrente di scorrere attraverso LED1. Quando il piedino 3 va nello stato alto, nessuna corrente scorre attraverso il LED. Di conseguenza, questo si accende solo durante l'intervallo di scarica. Poiché il condensatore C1 si carica attraverso R2 e R3 ma si scarica solo attraverso R3, il tempo di scarica è molto inferiore al tempo di carica.

Se si preme S2 in qualsiasi momento durante il ciclo, i circuiti di carica e scarica vengono aperti. La tensione ai capi di C1 rimane fissa e l'uscita resta nello stesso stato di quando S2 è stato premuto. Perciò, se l'interruttore viene aperto mentre il LED è acceso, questo rimarrà acceso. Chiudendo S2, il ciclo riprende dal punto in cui era stato interrotto.

Per LED1 si può usare qualsiasi LED che si accenda brillantemente con una corrente diretta di 20 mA. Il condensatore C1 deve essere a film metallizzato, di tipo Mylar od al poliestere. Se non è possibile trovare un condensatore a stretta tolleranza e di capacità abbastanza grande, si pongano in parallelo parecchi condensatori di valori più bassi per ottenere 2 µF. Per l'alimentazione si può usare qualsiasi sorgente di 6 V, come, ad esempio, quattro pile tipo C in serie. ★

GENERATORI D'INVILUPPO E SEQUENZIATORI

per la musica elettronica

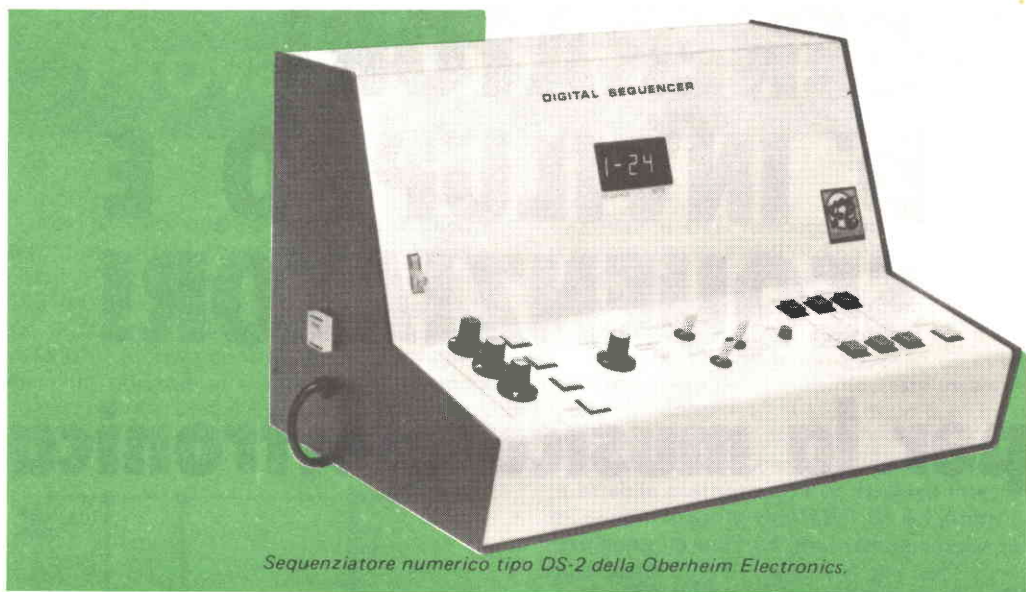
**FORMANO TONI O NOTE
E DETERMINANO
COMBINAZIONI
OD ORDINI**

Qualsiasi sistema musicale elettronico necessita di qualche mezzo per rendere chiare la forma e la sequenza dei toni o delle note prodotte. L'apparecchiatura per ottenere ciò può essere costituita o da un semplice controllo manuale a tastiera per elaborare generatori sequenziali di attacco-sostenuto-decadimento, oppure da computer numerici completi, sequenziatori di sintesi, che specificano tutto circa le note ed il loro ordine di tempo.

Qualsiasi dispositivo che dia forma alle singole note viene detto generatore di inviluppo o controllo di ASD (Attacco-Sostenuto-Decadimento). Se un certo circuito determina quali note o toni si devono susseguire in una certa combinazione o ordine, esso viene denominato un sequenziatore. I sequenziatori possono funzionare su un ritmo fisso e su accordi fissi, oppure su forme casuali provenienti da un circuito compositore come parte di un elaborato sistema computer che basa il proprio lavoro su una serie di linee di guida compositive.

Si è già visto in articoli precedenti sulla musica elettronica che, se si ottiene una forma d'onda che rappresenta l'ampiezza in funzione del tempo di una nota desiderata, tutto ciò che si deve fare è inviarla ad un sistema d'accordo o ad un VCA (amplificatore controllato dalla tensione) per farla modulare o una frequenza base di riferimento o una complessa struttura tonale. In entrambi i modi, alla fine si ottiene una nota i cui componenti di frequenza ed ampiezza sono specificati per tutta la sua durata. Pertanto, da dove proviene la forma d'onda iniziale d'inviluppo e come è generata?

Generazione dell'inviluppo - Nella *fig. 1* sono illustrate alcune caratteristiche che pos-



Sequenziatore numerico tipo DS-2 della Oberheim Electronics.

sono servire per costruire una singola nota o tono. Per semplicità, si supponga che la struttura di frequenza del tono rimanga costante per la sua durata. Se non rimarrà tale, anziché usare semplicemente le stesse tecniche, si inviino i componenti dell'involuppo a filtri invece che a sistemi d'accordo o VCA. Ciò permette di ottenere la forma d'ampiezza base illustrata. Esaminiamo ora le parti individuali della nota prodotta.

L'ATTACCO è il tempo iniziale di salita della nota. Generalmente è compreso tra pochi millisecondi e parecchie centinaia di millisecondi. Le forme d'onda d'attacco spesso hanno un'esponenziale di salita, sebbene nella musica elettronica siano più spesso usate forme d'onda lineari o di carica di condensatore perché sono molto più semplici da generare. Ad eccezione dei blip del corno, le esatte variazioni del tempo totale di attacco non hanno generalmente un'effetto profondo sulla struttura tonale finale.

Il BLIP DEL CORNO è un singolo o doppio blip impulsivo che appare spesso nell'intonazione del corno, e che gli conferisce il caratteristico "morso" della tromba e di altri strumenti d'ottone. Viene spesso ottenuto elettronicamente sommando una breve forma d'onda impulsiva con la normale forma d'onda dell'involuppo.

Il VALORE DI PICCO è la massima ampiezza spesso raggiunta alla fine del periodo

d'attacco. Alcune imitazioni di strumenti tradizionali, particolarmente del corno inglese, hanno un attacco di due valori nei quali molta dell'ampiezza iniziale viene rapidamente raggiunta. Ciò viene seguito da una salita molto più lenta al valore di picco.

La CADUTA è la parte della forma d'onda che va dal livello di picco a zero o ad un certo livello intermedio. Molte intonazioni, particolarmente percussioni, cadono rapidamente da un picco ad un certo livello intermedio a mano a mano che i transistori iniziali ed altri effetti di alta frequenza si spengono rapidamente. Un classico esempio è rappresentato da una campana che fornisce un forte "clang" iniziale seguito da un lungo, puro tono di campana. La caduta è essenziale per la maggior parte delle intonazioni a percussione, particolarmente nella sintesi del pianoforte.

Il SOSTENUTO è il periodo di pausa durante il quale una nota rimane ad un'ampiezza relativamente costante. Può avere una durata brevissima o mancare del tutto in una nota a percussione. Infatti, una percussione può essere definita come una nota che ha un tempo di sostenuto breve o nullo che non è sotto l'immediato controllo del musicista. Se questi può sostenere la nota per un tempo controllato, si ha un'intonazione non a percussione.

La MODULAZIONE DEL CORPO è

qualsiasi addizionale effetto d'ampiezza aggiunto alla nota durante il periodo di sostenuto. Una possibilità è il profondo tremolo a 6 Hz o 7 Hz caratteristico dell'intonazione dell'ottavino o del flauto. Un'altra è l'aggiunta di variazioni casuali di rumore per rompere la "esattezza" (suono elettronico). Negli strumenti tradizionali questo rumore può essere provocato dal fiato, da archi di strumenti a corda, ecc. All'altro estremo, potremmo usare tutti i rumori casuali per il corpo della nota, come nel caso di alcuni effetti di percussione. Filtrando sempre più il rumore, quanto maggiore sarà il grado di filtraggio, tanto più la nota apparirà pura. Quindi, con tecniche di filtraggio o di casualizzazione possiamo ottenere tutto da un fischio puramente casuale ad una nota pura da oscillografo. Gli effetti più musicali sono ovviamente tra questi due limiti.

Il **DECADIMENTO** è la discesa alla fine della nota. In realtà, il decadimento è, come forma, quasi sempre esponenziale, anche se le componenti di frequenza più alta spesso scendono in tempi esponenziali differenti da quelli delle componenti a frequenza più bassa. I tempi di decadimento vanno da una frazione di secondo a parecchi secondi e sono generalmente molto più lunghi dei tempi di attacco. Nei circuiti elettronici ciò può essere invertito per ottenere un tipo di effetto di "nastro riprodotto alla rovescia".

Poiché il decadimento è l'ultima cosa che avviene in una nota e poiché, come du-

rata, è relativamente lungo, ottenere la migliore forma d'onda è molto importante. Deve essere usato un decadimento veramente esponenziale o, ancora meglio, si deve ricorrere a parecchi decadimenti esponenziali su differenti componenti armoniche. Un decadimento approssimato lineare apparirà non reale, un decadimento tronco apparirà ancora peggiore, ed un decadimento che non scende completamente a zero produrrà il ritorno della nota e un rumore di fondo. Fortunatamente, la normale scarica RC di un condensatore è un semplice decadimento esponenziale, anche se si deve essere sicuri che il livello al quale si scarica rappresenti il punto di ampiezza zero del sistema di intonazione o del VCA senza troncamenti o ritorni.

L'**ARRESTAMENTO** è una tecnica di troncamento che viene usata quando si vuole di proposito terminare presto il ciclo di decadimento. In genere si pratica quando si sintetizza il rilasciamento del tasto di un pianoforte. Una forma d'onda di arrestamento non è altro che un'improvvisa accelerazione della costante di tempo di decadimento che causa un decadimento molto rapido ma non generalmente pari a zero.

Gli **EFFETTI POSTERIORI** possono essere riverberazione, eco, o un qualsiasi effetto speciale. Sono normalmente generati separatamente con l'ausilio di una riverberazione o di una tecnica di ritardo su nastro.

Se si esaminano tutte le caratteristiche

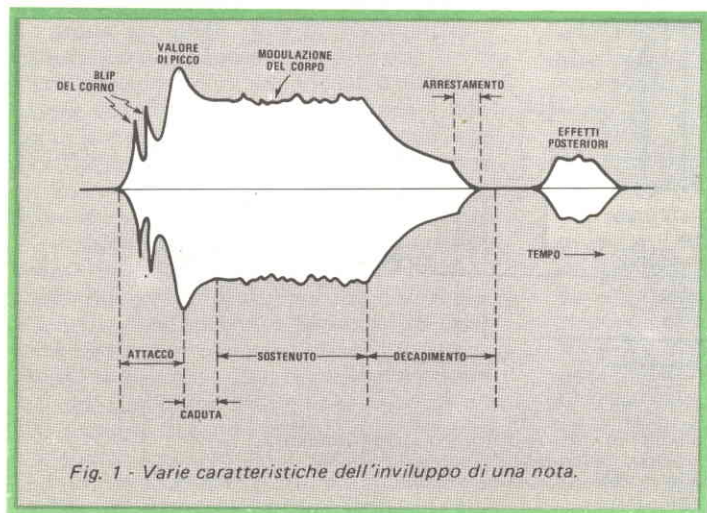


Fig. 1 - Varie caratteristiche dell'inviluppo di una nota.

necessarie in una nota, si può vedere che, come tecnica di generazione base di inviluppo, è necessaria una forma d'onda di attacco-caduta-sostenuto-decadimento. A questi effetti se ne possono aggiungere altri come i blip del corno, la modulazione da rumore, l'arrestamento e gli effetti d'eco per allargare la gamma delle variazioni totali disponibili. Esaminiamo ora qualche circuito che può svolgere questo compito.

Circuiti d'inviluppo - Nella fig. 2 sono riportati tre semplici circuiti di attacco-sostenuto-caduta-decadimento. Il primo (a) è un semplice circuito di attacco-sostenuto-decadimento controllato dal musicista, mentre il secondo (b) svolge le stesse funzioni ma questa volta è controllato da un solo oscillatore monostabile (555). Sovrapponendo i tempi di attacco e di decadimento, si può ottenere una voce di percussione con sostenuto zero.

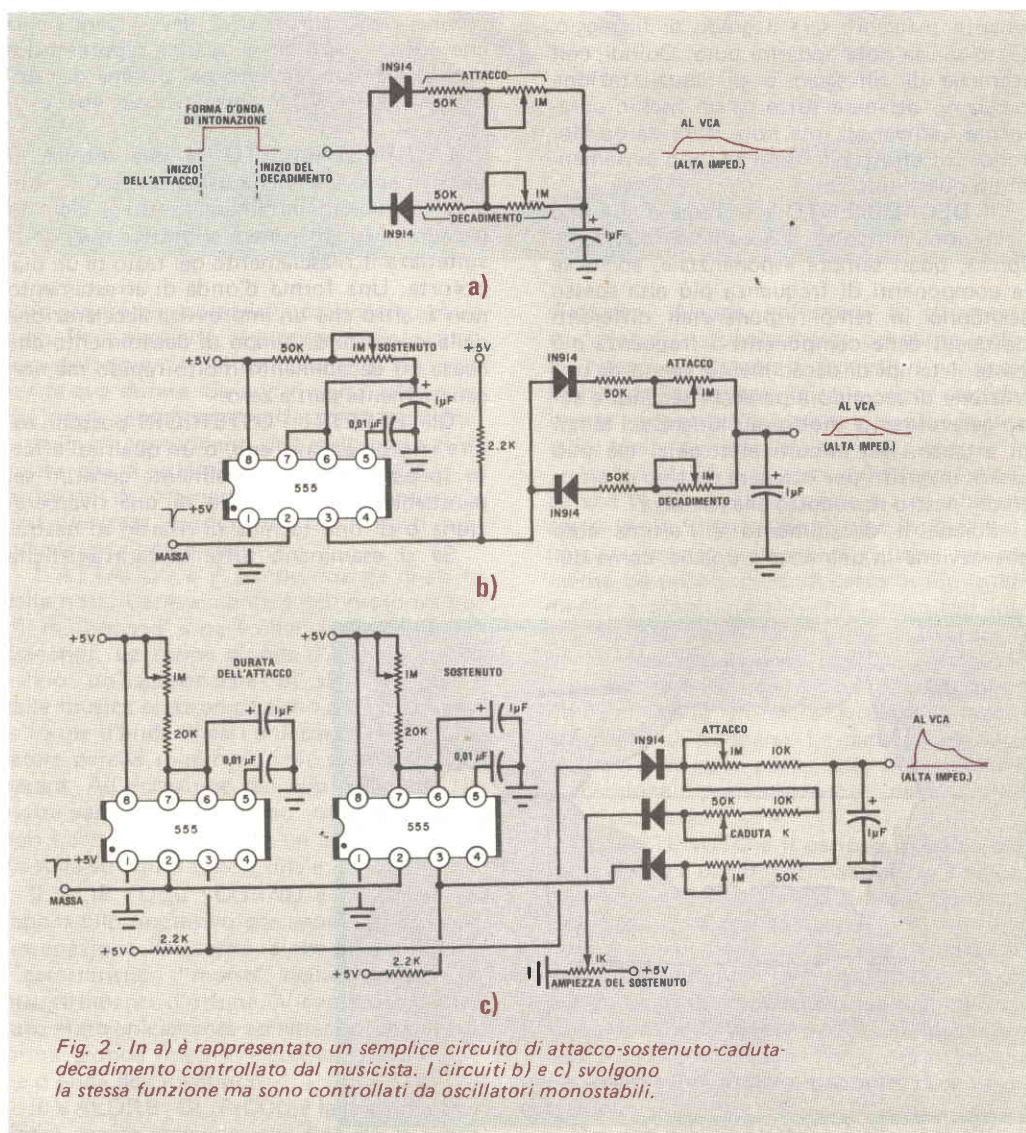


Fig. 2 - In a) è rappresentato un semplice circuito di attacco-sostenuto-caduta-decadimento controllato dal musicista. I circuiti b) e c) svolgono la stessa funzione ma sono controllati da oscillatori monostabili.

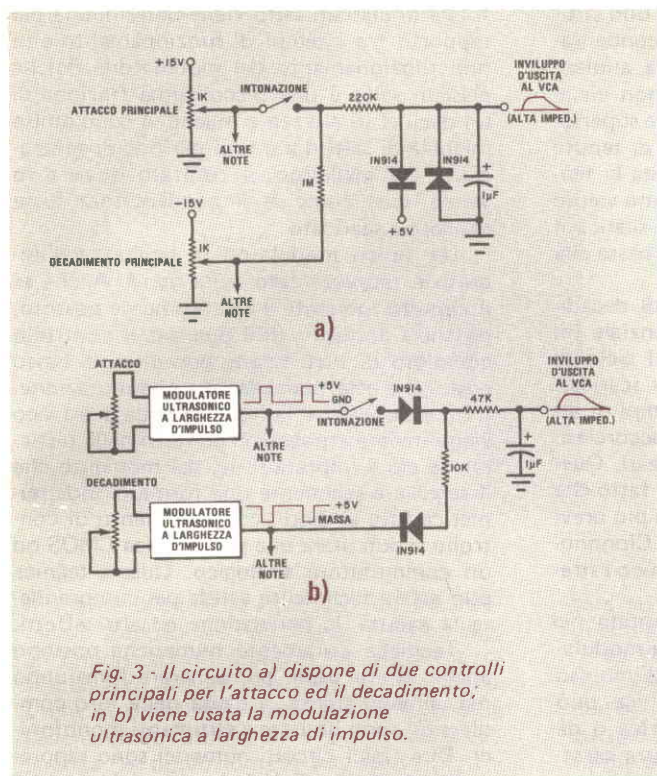


Fig. 3 - Il circuito a) dispone di due controlli principali per l'attacco ed il decadimento; in b) viene usata la modulazione ultrasonica a larghezza di impulso.

Il terzo circuito (c) ha in più un altro oscillatore monostabile per consentire un controllo completo della forma di attacco-caduta-sostenuto-decadimento. Tutti i tre circuiti sono basati sulla carica di un condensatore con un resistore che stabilisce il tempo di attacco e un secondo resistore che scarica il condensatore e determina il tempo di decadimento. Nel circuito c) il secondo resistore che scarica il condensatore alla fine del periodo di attacco viene escluso automaticamente quando la tensione residua del condensatore scende al di sotto del valore dell'ampiezza del sostenuto. Si può anche variare il circuito c) per permettere il funzionamento sequenziale degli oscillatori monostabili con un primo oscillatore che controlli l'attacco, un secondo la caduta, un terzo il sostenuto, un quarto il decadimento, un quinto l'arrestamento e così via.

I tre circuiti della fig. 2 possono essere caricati solo leggermente, il che significa che

possono essere collegati ad un VCA che abbia un'alta impedenza d'entrata, dell'ordine superiore ai 3 MΩ. Se necessario, può essere aggiunto un semplice ripetitore di tensione, un ripetitore a FET od un ripetitore d'emettitore per ottenere una più bassa impedenza d'uscita.

Ciascuno di questi circuiti deve avere i suoi tempi di attacco e di decadimento regolati separatamente. Il problema ora è come ottenere il funzionamento polifonico, in modo che solo uno o pochissimi controlli stabiliscano l'attacco totale per tutte le note contemporaneamente, mentre un secondo gruppo di controlli è assegnato alla funzione di decadimento. Due possibili soluzioni sono illustrate nella fig. 3, una delle quali rappresenta una tecnica nuovissima e molto potente.

Nel circuito a) vi è un controllo di ATTACCO PRINCIPALE per tutte le note ed un controllo di DECADIMENTO PRINCIPALE

PALE che servono tutte le note in uno strumento polifonico. Il tasto carica il condensatore d'uscita nella direzione positiva, aumentando il volume del VCA finché non viene raggiunto un potenziale leggermente superiore a 5 V. A questo punto il diodo di tenuta positiva entra in conduzione e limita la tensione del condensatore ad un massimo valore d'ampiezza. Rilasciando il tasto si scarica il condensatore fino al potenziale di massa alla fine della nota.

Per tempi lunghi di attacco e di decadimento, il tempo di carica è esponenziale (in realtà uno meno l'esponenziale sul ciclo di carica e l'esponenziale sul ciclo di scarica). Tuttavia, a mano a mano che i tempi di attacco o di decadimento vengono accorciati, i tempi di carica diventano più lineari. Questo sarebbe spiacevole ma rimane il fatto che i tempi lineari sono relativi a tempi più brevi e sono quindi difficili da notare. Ciononostante, questo è un circuito polifonico estremamente semplice ed utile.

La tecnica migliore è rappresentata nel circuito b). Essa viene denominata modulazione ultrasonica a larghezza d'impulso (UPWM). E' completamente polifonica, può essere controllata da logica numerica o da alcuni altri semplici mezzi ed assicura caratteristiche di decadimento istantaneamente variabili, anche da un luogo distante, su una vasta gamma.

Il segreto del funzionamento di questo circuito consiste nel commutare rapidamente resistori dentro e fuori del circuito di carica. Un resistore da 47 k Ω risulta effettivamente come una resistenza da 47 k Ω quando una corrente lo attraversa, ma se si riduce la corrente a zero, si comporterà come una resistenza infinita. Se poi si fa passare attraverso lo stesso resistore una corrente per un decimo del tempo di corrente regolare, esso si comporterà come se il suo valore fosse di 470 k Ω , il che conferisce la possibilità di controllare a distanza dozzine e persino centinaia di resistori (con i risultanti tempi di attacco e di decadimento) contemporaneamente.

Per ottenere quanto sopra, si hanno due sorgenti di impulsi i cui cicli di lavoro sono controllati da potenziometri o tensioni di controllo. Queste funzionano a frequenze ultrasoniche caricando e scaricando il condensatore di inviluppo a salti piccolissimi. La pendenza di ciascun salto è stabilita dal resistore di carica o di scarica, mentre l'altezza

totale di ciascun salto viene determinata dal rapporto tra i tempi di funzionamento e di non funzionamento del modulatore. Poiché ciascun salto è una piccolissima frazione di un decibel in altezza e poiché vi sono molte migliaia di salti durante il periodo di generazione dell'inviluppo, il risultato finale è lo stesso, cioè come se il condensatore fosse caricato e scaricato.

Un tipico modulatore a larghezza d'impulso è rappresentato nella *fig. 4*. Anche se il circuito integrato è relativamente costoso, ne sono necessari solo due per il controllo completo di tutti i tasti, con diodi di basso costo che effettuano la vera commutazione. In questo sistema, la forma d'onda di attacco viene inviata attraverso i contatti della tastiera. Se ciò è impraticabile, dal momento che il segnale è realmente una forma d'onda numerica fino ai diodi, come elemento di controllo si può usare una porta logica CMOS od un commutatore analogico. Questa tecnica può essere facilmente estesa per comprendere la caduta, la percussione ed altri effetti.

Tecniche puramente numeriche possono anche essere usate per generare l'inviluppo ma, almeno finora, a causa della loro complessità, sono limitate a strumenti monofonici. Due tipici circuiti numerici sono rappresentati nella *fig. 5*. Nel circuito a) è usato un riferimento del tempo d'entrata proveniente da un oscillatore avviamento/fermata per eseguire sedici conteggi di un contatore binario. Ciascun conteggio viene decodificato ed inviato ad un potenziometro del tipo a slitta. Usando potenziometri a slitta, si può "estrarre" la forma d'onda che si desidera e stabilire la durata totale con la frequenza dei riferimenti di tempo. Si può lasciare funzionare liberamente il circuito per un suono non ottenuto con percussione. Rilasciando poi il tasto, il ciclo continua. Pertanto, quando si preme un tasto, si generano i primi cinque livelli dell'inviluppo, dopodiché il ciclo si blocca nella posizione 5 per tutto il tempo che si mantiene il tasto premuto. Rilasciando il tasto, la nota continuerà nel ciclo di decadimento. Come per la maggior parte degli schemi di inviluppo, è essenziale un qualche tipo di memoria se la frequenza del tasto deve essere ricordata dopo che il tasto è stato rilasciato.

Il vantaggio principale dello schema con potenziometro a slitta è la sua estrema versatilità, specialmente perché si possono generare inviluppi di ogni genere, irreali od estre-

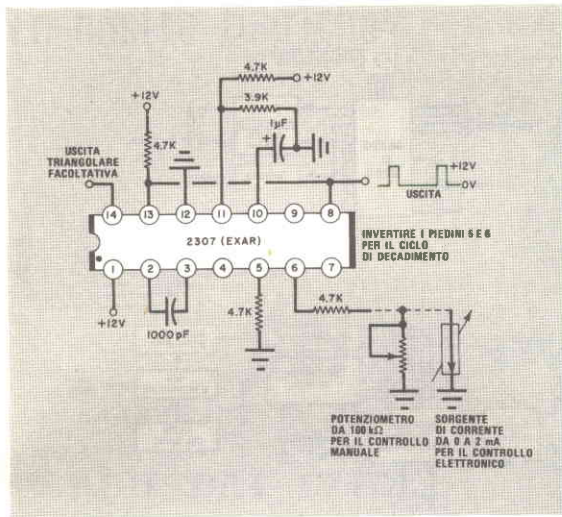


Fig. 4 - Tipico modulatore a larghezza d'impulso. Per il completo controllo di tutti i tasti ne sono necessari due.

mamente difficili da ottenere con uno strumento tradizionale. Tra questi vi sono l'eco, gli impulsi sonori multipli, l'attacco alla rovescia, ecc. Una limitazione a questo schema è che si dovrebbero usare più di trentadue potenziometri a slitta ed un'altra è che la tolleranza dei potenziometri può essere piuttosto restrittiva quando si dispone ciascun cur-

sore ad un valore leggermente differente da quello adiacente.

La programmazione del circuito si effettua rapidamente con una cartolina programmatica di plastica, prima mettendo a posto i cursori e poi usando la carta per disporli al valore desiderato. Dopo aver scelto l'involucro desiderato, si possono montare matrici di

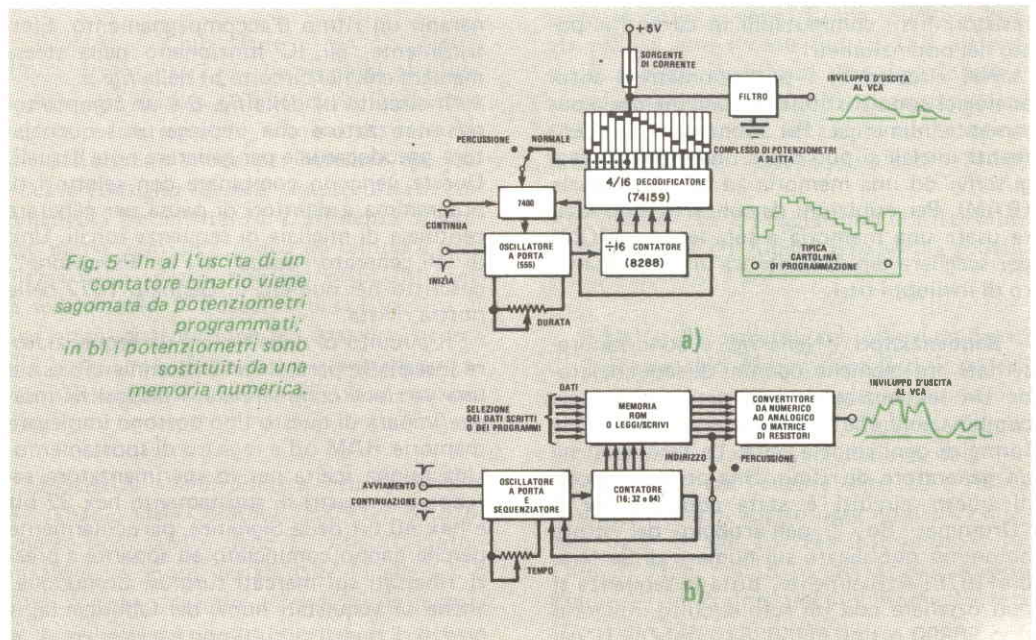
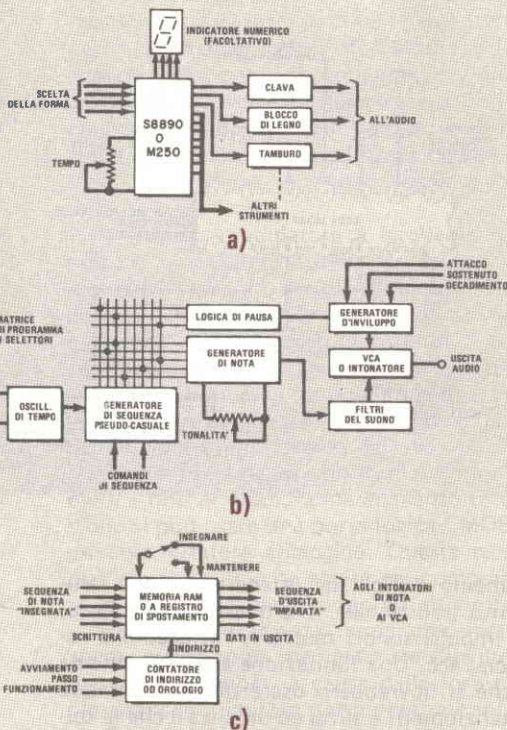


Fig. 5 - In a) l'uscita di un contatore binario viene sagomata da potenziometri programmati; in b) i potenziometri sono sostituiti da una memoria numerica.

Fig. 6 - Tecniche di sequenziazione: a) è un generatore di ritmo; b) è un generatore di forme casuali; c) è un dispositivo insegna/impara.



resistori fissi, commutabili in circuiti al posto dei potenziometri.

Nel circuito b) i potenziometri a slitta analogici sono sostituiti da una memoria puramente numerica. Per montaggi ed esperimenti iniziali si può usare una memoria leggi/scrivi od una memoria ad accesso casuale (RAM). Per esibizioni da concerto, può essere usata una memoria a sola lettura (ROM) per scegliere rapidamente tra un certo numero di involuppi fissi.

Sequenziatori - Nella fig. 6 sono rappresentate tre tecniche comuni di sequenziatori. Un sequenziatore governa l'ordine e le combinazioni che le note seguono anziché la forma di ogni singola nota. La tecnica a) ha un generatore di ritmo. Una prima versione di questi circuiti è stata adottata per il "Drummer Boy", nell'articolo dal titolo omonimo pubblicato sul numero di Settembre 1976. Attualmente, tutta la sequenza si può ottenere con un solo circuito integrato tipo S8890 o tipo M250. Entrambi gli IC ge-

nerano un ritmo d'accompagnamento. Elettricamente, gli IC funzionano nella stessa maniera che nel circuito b) della fig. 5.

Il circuito b) della fig. 6 è un compositore/sintetizzatore che impiega un sequenziatore pseudocasuale per generare note casuali. Queste vengono combinate con selettori di programma e selettori di pausa per generare centinaia di migliaia di sequenze tonali. Uno di tali generatori casuali era lo "Psycotone", descritto nel numero di Gennaio 1972 della nostra rivista.

Il circuito c) della fig. 6 è un sequenziatore insegna/impara, di cui in commercio esiste una versione commerciale. I dispositivi insegna/impara di questo tipo possono impiegare memorie RAM od a registro di spostamento. Una buona scelta per lo sperimentatore sarebbero i registri di spostamento hex 32 bit e hex 40 bit della Signetics, particolarmente perché hanno cominciato ad apparire a prezzi ribassati sui mercati surplus. Comunque, anche se acquistati nuovi dal fabbricante, il prezzo di questi circuiti non è eccessivo. ★

Le nostre rubriche

l'angolo dei

A CURA DI FRANCO RAVERA

FLASH DAI CLUB

BOLOGNA – Sono arrivate al Club, situato sulla ridente collina di Ponticella San Lazzaro di Savena, le prime attrezzature tecniche per il ramo radioelettronico e per la fotografia. L'attività del Club si sta consolidando giorno per giorno; tutti gli Allievi e simpatizzanti della zona possono sin d'ora prendere contatto con l'animatore del Club, telefonando al numero 48.20.64 di Bologna.

ROMA – Club Nade – via G. Alessi, 229/6 – tel. 29.07.35. Le riunioni al Club, aperte ogni domenica mattina, continuano a registrare un sensibile numero di presenti, che affluiscono anche per ottenere un qualificato consiglio tecnico sempre offerto con generosità e competenza. L'affluenza di sempre nuovi Soci crea ormai da tempo il problema dello spazio, non più sufficiente nella sede attuale. E' quindi iniziata la ricerca di una nuova sistemazione più spaziosa, ricerca alla quale sono chiamati a partecipare con eventuali segnalazioni tutti gli Allievi romani.

FOGGIA – Club Elettra – via R. Grieco, 47 (angolo viale Colombo, 200 - tel. 37.576) aperto ogni sabato dalle 17 alle 20 – informazioni nei giorni feriali dalle 11 alle 13. Il Club foggiano, tramite accordi locali, segnala la possibilità per i propri soci di ottenere



sconti sugli acquisti effettuati presso alcuni esercizi cittadini. La concessione dello sconto si ottiene presentando la tessera del Club. Leone Centro – Concessionario GBC – piazza Giordano, 70 – Foggia concede uno sconto fino al 60% su acquisti di valvole, e del 5-10% per radio e TV.

Photo Emmanuel – via Lecce, 41 – Foggia concede uno sconto su articoli del settore fotografico.

General Sport – corso Roma, 80/82 – Foggia pratica uno sconto fino al 15% sugli articoli sportivi distribuiti. Per ogni informazione in merito rivolgersi direttamente al Club di Foggia od al responsabile signor Franco Donofrio (casella postale 23 – 71100 Foggia).

Ricordiamo che a Foggia sono cordialmente invitati anche gli Allievi della vicina provincia di Bari – zona nord.

BARI – Ricordiamo agli Allievi ed Amici di Bari che altri Alunni sono lieti di poterli incontrare per una reciproca collaborazione nello studio, sia presso il Club di Foggia, sia presso il Club Amici della Scuola Radio Elettra – via Tenente Vitti 13 – 70043 Monopoli (Bari), aperto ogni domenica mattina dalle 8 alle 13. Per informazioni sul Club di Monopoli rivolgersi al Sig. Angelo Fiume – via Prolungamento Strada Ferrata 10 – 70043 Monopoli (Bari).

FIRENZE – Club Amici della Scuola Radio Elettra – via Danimarca, 22 – telefono 59.91.31. Il nuovo orario invernale prevede l'apertura ogni venerdì sera alle 21,30, mentre il sabato il Club sarà aperto dalle 16 alle 19 al fine di rendere più facile la partecipazione agli Allievi provenienti dalla provincia e da tutte le zone della Toscana. I responsabili del Club hanno in programma l'organizzazione di una gita a Torino con visita alla Scuola Radio Elettra, mentre per gli Allievi del Corso di Fotografia è in previsione l'alle-

stimento di una mostra fotografica presso la sede del Club.

NOVARA – Club Amici della Scuola Radio Elettra – corso Risorgimento 39 E – telefono 35.315. Oltre alle normali iniziative tecniche, il gruppo di Allievi ed Amici locali si dedica anche al calcio, come possiamo rilevare dalla fotografia pubblicata, nella quale è ripreso appunto il gruppo sportivo novarese, che si batte sempre animatamente ed a cui auguriamo costanti successi.



Il Club di Novara presenta la formazione calcistica prevista per la stagione 1976/77 (foto dell'Allievo Gino Mittino - Novara).

SICILIA

Ricordiamo brevemente gli indirizzi dei Club che l'entusiasmo e la volontà degli Allievi, con l'appoggio dei Funzionari locali della Scuola, hanno permesso di costituire nella Regione.

CATANIA – Club Etna – Amici della Scuola Radio Elettra – via Etnea 193 (secondo ingresso sempre aperto da via Rizzari

5). Per informazioni telefonare al numero 27.17.35.

MESSINA – Club Amici della Scuola Radio Elettra – via Mons. Bruno – is. 356. Per informazioni rivolgersi al Sig. La Rosa – tel. 39.203.

PALERMO – Club Amici della Scuola Radio Elettra – via Sciuti 107. Per informazioni telefonare al numero 25.66.01.

**PREMIATI A PARIGI
GLI "ASPETTI LUCANI"
E LE "POESIE"
DI SAVINO SILENO**

L'Académie Internationale de Lutèce, nell'ambito della ottava edizione del "Grand Concours International", ha attribuito una medaglia d'oro al nostro collaboratore Sig. Savino Sileno, cui porgiamo le più vive felicitazioni.

**ABBONARSI A RADIORAMA
E' PIU' CONVENIENTE**

- Perché si realizza un sensibile risparmio sul prezzo di copertina.
- Perché non si corre il rischio di perdere alcun numero.
- Perché Radiorama giunge puntualmente agli abbonati in qualunque località d'Italia ed all'estero.
- Perché Radiorama contiene ogni notizia sul Club e sulla Scuola Radio Elettra e mette a disposizione gli annunci pubblicati gratuitamente nella rubrica "Buone Occasioni" per proporre ricerche, offerte e scambi di materiali.

Per abbonarsi è sufficiente versare l'importo di L. 8.000 sul conto corrente postale 2/12930 intestato a Radiorama - Torino. I moduli per l'abbonamento (che può decorrenza da qualsiasi mese dell'anno) si trovano spesso inseriti nella rivista e possono anche essere richiesti presso tutti i Club oppure scrivendo a Radiorama - via Stellone 5 - 10126 Torino.



In fotografia il Gruppo Sportivo VIRTUS Scuola Radio Elettra. In piedi da sinistra: il vice-presidente Elso Sogne, il massaggiatore Gianni Pibiri, Cutraro, Olivetti, Miotti, Garbella, Menarello, Coloretto, il presidente Franco Giuliani; accosciati: l'allenatore Onesto, Giuliani, Magnone, Miscia, Mazzini, Barone, Nari e Ribero.

Questi ragazzi partecipano al campionato juniores U.I.S.P.

Si rende noto che è stato istituito il premio "SPORT - MAN - G.S. VIRTUS - SCUOLA RADIO ELETTRA" che consiste in una meravigliosa radio portatile a transistor del Corso ELETTRAKIT, offerto dalla direzione.

Detto premio verrà assegnato al giocatore della VIRTUS S.R.E. che durante il campionato si sarà distinto per tecnica e agonismo calcistico, moralità e presenza.

NOTIZIE dalla STAMPA

SPECIALIZZATI O DISOCCUPATI

"Elettronici o disoccupati - Il generico, il multimansionale sono sempre meno richiesti in un'epoca di crescente, spietata specializzazione" è il titolo di un articolo comparso recentemente su "Il Resto del Carlino" in cui si tratta, a firma del giornalista Florido Borzicchi, dell'esigenza di adeguarsi al progresso tecnologico per non essere tagliati fuori dal processo produttivo.

Nell'articolo si avanzano critiche espresse da esperti sui corsi di formazione professionale gestiti dalle Regioni, dove spesso si guarda più alla quantità di iscritti che alla qualità della preparazione impartita; si avanzano riserve sugli istituti professionali di Stato, che portati a 5 anni di corso sono diventati un doppione degli istituti tecnici.

"Oggi - continua il Borzicchi - nelle industrie c'è l'assoluto bisogno di insegnare agli operai nuove tecniche di lavoro, l'uso di nuove macchine, di nuovi strumenti. Otto anni fa i nostri operai erano periti elettrotecnici e operai elettricisti. Oggi c'è molta elettronica e dobbiamo aiutarli a diventare degli esperti in elettronica".

Sono inviti, o campanelli di allarme, sui quali tutti dovremmo riflettere.

NUOVE NORME INDUSTRIALI PER LE MISURE SU SINTONIZZATORI MF

PARTE
SECONDA

Lo scorso mese, nella prima parte di questo articolo, abbiamo esaminato il Femto-watt, il nuovo livello di riferimento dell'intensità del segnale MF per prove in MF. D'ora in poi, le misure come la sensibilità saranno calcolate con questa unità, cioè con il dBf ($0 \text{ dBf} = 1 \text{ femtowatt} = 10^{-15} \text{ W}$); oltre che semplificare le prove su sintonizzatori, le nuove norme facilitano anche il compito di presentare i risultati in forma grafica.

Tracciamento delle curve - Poiché l'intensità del segnale o, più precisamente, la quantità di potenza del segnale che il sintonizzatore riceve deve essere ora espressa da una funzione logaritmica, la carta semilogaritmica non è più necessaria. Perciò, le curve di silenziamento e di distorsione si possono tracciare su comune carta cartesiana per grafici, come nella *fig. 3*, in cui è rappresentato un gruppo campione di curve di sensibilità monofonica. Si noti che su questo grafico, a circa 25 dBf, è rappresentata la soglia di silenziamento, una caratteristica ora richiesta. Sono inoltre indicati il rapporto di silenziamento (non tutti i circuiti di silenziamento producono un silenzio assoluto tra le stazioni) e l'effetto di isteresi (alcuni circuiti non tagliano l'audio al livello esatto di segnale in cui lo fanno passare).

Altri punti significativi che si possono rilevare da queste curve sono:

(1) la sensibilità utile (circa 10 dBf nel no-

stro caso);

(2) la sensibilità di silenziamento di 50 dB (13 dBf);

(3) la distorsione a 50 dB di silenziamento (circa -43 dB o 0,71%);

(4) la distorsione armonica totale a 65 dBf (-60 dB o 0,1%);

(5) il rapporto segnale/rumore (S/R) a 65 dBf (69 dB).

Alcune prove rimangono più o meno invariate salvo che, come riferimento, viene usato il dBf. Tra le altre vi sono il "risponso in frequenza da 30 Hz a 15.000 Hz", la "distorsione di intermodulazione", la "reiezione immagine", la "reiezione FI", i "responsi spuri", la "soppressione MA" e la "deriva di frequenza". Tra le misure monofoniche secondarie che non sono richieste dall'IHF vi sono il "ronzio e il rumore a 65 dBf", l'"intermodulazione RF", il "fattore di correzione dell'AFC" e l'"errore dell'AFC". Con le nuove norme, sono illustrati dettagliatamente i procedimenti di prova da eseguire per rilevare queste caratteristiche supplementari.

Prove di prestazioni stereofoniche - Queste prove rappresentano uno dei più importanti contributi delle nuove norme. Come già detto nella prima parte dell'articolo, le norme precedenti non coprivano le prestazioni stereofoniche di sintonizzatori e ricevitori MF, per cui ne risultava un quadro incompleto ed inconsistente dei componenti

TAB. II - MODELLO DI FOGLIO DI CARATTERISTICHE

Caratteristica	Monofonico	Stereofonico
Sensibilità utile	10 dBf (1,8 μ V)	20 dBf (5,5 μ V)
Sensibilità di silenziamento di 50 dB	13 dBf	33 dBf
Rapporto S/R (segnale/rumore) a 65 dBf	70 dB	65 dB
Soglia di silenziamento (Soglia stereo)	20-30 dBf (variabile)	30 dBf
Responso in frequenza da 30 Hz a 15 kHz	± 1 dB	+0, -2 dB
Distorsione al silenziamento di 50 dB:		
100 Hz	1,05%	1,0%
1.000 Hz	0,8%	0,9%
6.000 Hz	1,0%	2,0%
Distorsione a 65 dBf:		
100 Hz	0,4%	0,6%
1.000 Hz	0,3%	0,5%
6.000 Hz	0,5%	1,3%
Distorsione di intermodulazione	0,5%	1,0%
Rapporto di cattura	1,3 dB	-
Selettività per il canale adiacente	22 dB	-
Selettività per gli altri canali	80 dB	-
Rapporto di responsi spuri	95 dB	-
Rapporto di reiezione del responso immagine	85 dB	-
Reiezione FI	90 dB	-
Rapporto di soppressione della MA	60 dB	-
Deriva in frequenza	± 30 kHz	-
Separazione stereo:		
100 Hz	-	35 dB
1.000 Hz	-	42 dB
10.000 Hz	-	30 dB
Reiezione dei prodotti di subportanti	-	60 dB
Rapporto di reiezione della SCA	-	65 dB

stereo MF. Con le nuove norme, invece, vengono specificate le prove di prestazioni stereo in MF e i produttori devono dichiarare tutti i tipi di prestazioni che differiscono da quelle relative al sistema monofonico.

Devono quindi essere riportate, insieme alle equivalenti caratteristiche monofoniche, la "sensibilità utile stereo", la "sensibilità di silenziamento di 50 dB in stereo", la "soglia stereo", il "rapporto segnale/rumore a 65 dBf in stereo", il "responso in frequenza stereo", e la "distorsione stereo" (a 50 dB di

silenziamento ed a 65 dBf). Per rendere i valori più realistici, il segnale di modulazione usato deve essere "sinistro = -destro" e non "solo sinistro" o "solo destro" come prima. Ne consegue un segnale composto che non contiene informazioni base di banda ma solo il subcanale stereo e la portante pilota a 19 kHz. Anche se i risultati di queste prove appariranno alquanto più scarsi di prima, riveleranno quale sarà il caso peggiore delle prestazioni.

Un tipico gruppo di curve di sensibilità

stereofonica è riportato nella *fig. 4*. L'azione di commutazione stereo (1) è indicata dalla repentina caduta dell'uscita (S + R + D) e dalla diminuzione del rumore e della distorsione quando il sintonizzatore si commuta nuovamente in mono alla soglia di commutazione stereo. Grazie poi alle scale lineari, le curve sono molto più facili da interpretare. Altri punti salienti sono: (2) la "sensibilità utile in stereo", (3) la "sensibilità di silenziamento di 50 dB in stereo", (4) la "distorsione a 50 dB di silenziamento in stereo", (5) la "distorsione a 65 dB in stereo", (6) il "rapporto segnale/rumore a 65 dB in stereo".

Separazione stereo - In passato, i produt-

tori riportavano le capacità di separazione stereo dei loro prodotti soltanto a 400 Hz o 1.000 Hz. Le nuove norme precisano che la separazione tra i canali deve essere specificata a tre frequenze distinte: 100 Hz, 1.000 Hz e 10.000 Hz. Inoltre, se un sintonizzatore od un ricevitore è provvisto di un circuito di "mescolazione" (per ridurre il rumore sui programmi stereo a debole segnale), con la mescolazione attivata si avrà una separazione ridotta alle medie ed alte frequenze. Per riflettere ciò, il produttore deve dichiarare la separazione a 1.000 Hz e 5.000 Hz in condizioni di mescolazione.

Altre caratteristiche stereo - I circuiti multiplex generano spesso prodotti di alta frequenza che non fanno parte della desiderata informazione audio. Questi prodotti consistono in componenti di portanti a 19 kHz e 38 kHz, che non sono state completamente filtrate, e che, pur se non sono udibili, possono influire negativamente sulle registrazioni fatte da ricevitori per mezzo di registratori provvisti di polarizzazione alternata. Di conseguenza, ora deve essere specificata la "reiezione dei prodotti di subportanti" (espressa in dB con modulazione del 100%).

Inoltre, deve essere indicata in dB con riferimento ad una modulazione del 100% l'abilità dell'apparato a rigettare subportanti SCA (segnali a 67 kHz modulati con musica di fondo). Per questa prova, una subportante SCA a 67 kHz modula del 10% la portante principale. A sua volta, la subportante deve essere modulata da un segnale audio a 2.500 Hz, causando una massima deviazione di subportante di ± 6 kHz, la condizione di "caso peggiore".

Un tipico foglio di caratteristiche - Il foglio di caratteristiche, un breve sommario delle prestazioni del sintonizzatore, riflette tutte le variazioni introdotte dalle nuove norme. Per vedere come apparirà, si consulti la tab. II, la quale non solo elenca tutte le caratteristiche richieste e che abbiamo esaminate, ma offre anche un campione di valori per un moderno apparato di buona qualità. Senza dubbio, l'acquirente potrà rendersi conto meglio delle prestazioni del sintonizzatore che l'ha colpito come aspetto e come suono se considererà le sue caratteristiche basate sulle nuove norme per i ricevitori di radiodiffusione MF. ★

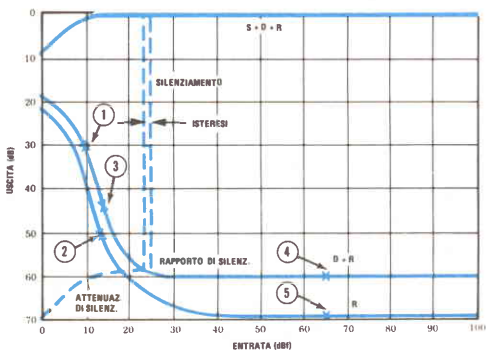


Fig. 3 - Curve di sensibilità monofonica.

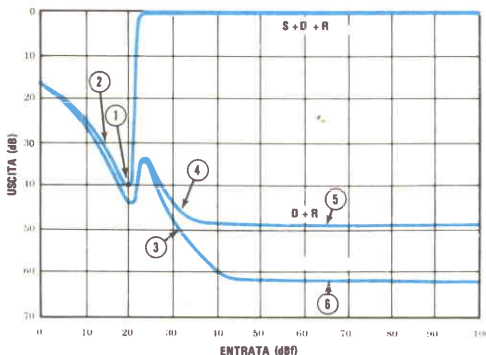
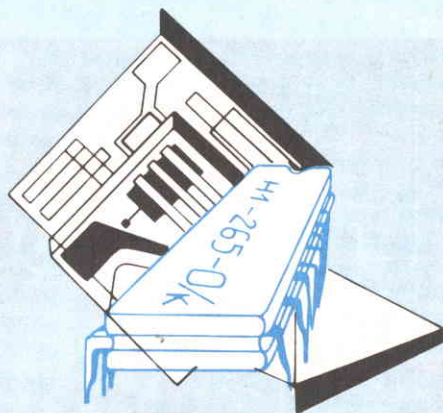


Fig. 4 - Curve di sensibilità stereofonica.

LE NOSTRE RUBRICHE

TECNICA DEI SEMICONDUTTORI



I circuiti lampeggiatori a LED continuano ad essere molto popolari tra gli sperimentatori e i dilettanti. Tra i piú recenti vi è il circuito lampeggiatore doppio riportato nella *fig. 1*, il quale presenta un multivibratore monostabile doppio TTL tipo 74123 (IC1) ed è stato progettato per funzionare con alimentazione normale di 5 V c.c.

La frequenza di lampeggiamento del circuito viene determinata dalle due costanti di tempo RC e, volendo, si possono usare differenti valori di capacità per regolare la frequenza in base alle esigenze personali. I resistori sono da 0,25 W o 0,50 W ed i condensatori sono di tipo elettrolitico da 5 V a 10 V. Si scelgano i resistori limitatori di corrente R1 e R2 (generalmente da 100 Ω a 400 Ω) per ottenere una luminosità di intensità uguale dai due LED.

Il progetto differisce dai circuiti finora pubblicati per il fatto che piú lampeggiatori possono essere collegati in serie per ottenere effetti speciali. Si stacchi il collegamento tra i piedini 1 e 5 e si colleghi il piedino 5 del primo IC al piedino 1 del successivo, continuando in tal senso fino all'ultimo IC; infine si completi il circuito collegando il piedino 5 dell'ultimo IC al piedino 1 del primo. Con questo sistema, i vari LED lampeggeranno in sequenza, con tempi di accensione proporzionali alle costanti di tempo RC di ciascuno stadio. I lampeggiatori a molti stadi in serie possono essere usati come indicatori di direzione, in insegne pubblicitarie e altre simili applicazioni.

Nella *fig. 2* è illustrato invece un circuito interruttore al tocco, progettato per com-

mutare un normale carico c.a. (come una lampada, il motore di un ventilatore e simili) ogni volta che un paio di terminali conduttori viene sfiorato. Il circuito è di particolare interesse perché utilizza un IC in unione con diversi dispositivi semiconduttori separati: un transistor, un triac ed un diodo.

In funzionamento, IC1, un flip-flop dop-

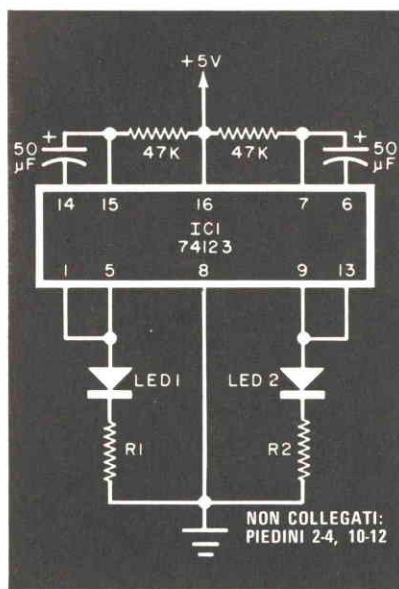


Fig. 1 - Circuito lampeggiatore doppio a LED. Parecchi di questi circuiti possono essere collegati in serie per un lampeggiamento sequenziale.

circuito incorporato sensibile alle condizioni della batteria accende il punto decimale a sinistra della cifra significativa quando la tensione della batteria scende al di sotto di 6,5 V. Il DS8864 viene fornito in involucri di resina a ventidue terminali su doppia fila. Gli altri componenti necessari per un calcolatore completo sono una tastiera a ventidue posizioni, un interruttore, una batteria da 9 V, un IC calcolatore tipo MM5738 ed una unità di presentazione a LED tipo NSN-98A a nove cifre.

La Philips ha aggiunto alla gamma dei transistori per SMPS ad alta frequenza il tipo BUX 82, il quale funziona direttamente dalla tensione di rete rettificata ed è particolarmente adatto per push-pull da 400 W e per circuiti sbilanciati da 100 W fino a 200 W. Alla pari degli altri componenti della stessa serie, il BUX 82 funziona in modo soddisfacente non solo al livello di tensione di rete rettificata, ma anche con variazioni di rete del $\pm 10\%$ che regolarmente intervengono in un'alimentazione da rete.

Tali esigenze possono essere soddisfatte grazie ad una V_{ce} di 400 V ed alla V_{cbo} di 800 V. Le correnti di collettore (media e di picco) sono rispettivamente di 5 A e 8 A.

Le caratteristiche di commutazione veloce, oltre a ridurre al minimo le perdite di commutazione, facilitano il funzionamento alle frequenze alte ($25 \div 50$ kHz).

La Microlem, distributrice ufficiale della Fairchild Semiconductor, ha presentato i regolatori di tensione da 1 A a tensione variabile, sia positivi sia negativi, con i quali risulta completata la gamma dei regolatori di tensione della Fairchild.

Sono disponibili due tipi di regolatori: a tensione fissa ed a tensione variabile. Il primo tipo ha tensioni fisse di 5 V, 6 V, 8 V, 12 V, 15 V, 18 V, 20 V, 24 V per correnti di 100 mA, 500 mA e 1.000 mA, sia su linea positiva sia su linea negativa. Il tipo a tensione variabile è disponibile invece per correnti da 0,5 A a 1 A, sempre sia su linea positiva sia su linea negativa.

Maggiori dettagli e fogli tecnici si possono ottenere a richiesta, scrivendo direttamente alla Microlem, via Monteverdi 5, 20131 Milano.

Nell'intero settore della tecnica di misura, comando e regolazione nonché parzialmente nell'elettronica da intrattenimento trovano sempre maggior impiego unità indicatrici analogiche. Esse sono più facilmente leggibili

e danno la possibilità di ridurre i costi delle apparecchiature. Ciò vale in particolare se in un elemento sono integrati più segmenti indicatori.

Per tutte le applicazioni in cui è vantaggioso un indicatore analogico, per esempio indicatori di livello, indicatori su quadri di comando, indicatori di lunghezza, indicatori di comando e di processo o rappresentazione di diagrammi di distribuzione, il Gruppo Europeo Componenti ITT offre un modulo indicatore in contenitore dual in line con dieci strisce luminose LED.

I dieci canali luminosi disposti adiacenti (diodi GaAsP) sono comandabili mediante MOS o TTL. Grazie all'esatta delimitazione dei canali luminosi con riflettori, si ottiene un'elevata luminosità ed una buona distribuzione della luce, impedendo contemporaneamente un'interferenza ottica. Per tipi di impiego diversi, le strisce luminose LED della ITT sono fornibili nei colori giallo, rosso o verde.

Grazie alla speciale costruzione, è possibile accostare senza intervalli più moduli, senza variare la distanza intermedia delle strisce luminose (misura di reticolo 2,54 mm).

La International Rectifier ha annunciato la produzione di due nuovi thyristori di media potenza, completamente diffusi, da 170 A medi. Prodotte nello stabilimento inglese della International Rectifier, entrambe le serie sono disponibili in contenitore simile al TO-93, con gambo filettato da 3/4-16 UNF oppure M16X1,5.

La serie 171RC, con corrente nominale di 170 A medi alla temperatura di base di 70°C , ha tensioni nominali (VRRM-VDRM) da 100 V a 1.000 V ed una corrente di surge (ITSM) di 3.400 A di picco. Il dv/dt critico è di 200 V/ μsec minimo.

La serie 171RK utilizza la tecnologia I.R. "ACE" gate, che permette alti valori di di/dt fino a 800 A/ μsec e contemporaneamente riduce sensibilmente la potenza ed il tempo di salita dell'impulso di innesco. Questa serie è stata realizzata per applicazioni ad alte tensioni e sono quindi disponibili tensioni nominali da 800 V a 1.600 V (VRRM-VDRM). La corrente nominale di 170 A medi è data per una temperatura di base di 80°C e la corrente di surge (ITSM) è di 3.900 A di picco. Il dv/dt critico è di 500 V/ μsec minimo (valori più elevati sono disponibili su richiesta).

★



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 SCRIVEN-
DO A

Preso d'atto Ministero della Pubblica Istruzione N. 1391

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

IL MISTERIOSO «NEGHISTORE»

UN ELEMENTO A RESISTENZA NEGATIVA, SCAMBIATO PER UN TRANSISTORE, CON MOLTE UTILI APPLICAZIONI.

E' noto che alcuni transistori, se collegati in circuito alla rovescia, presentano una resistenza negativa simile a quella del diodo a tunnel. Cioè, la corrente che attraversa il transistor e la tensione ai suoi capi aumentano finché la tensione arriva ad un certo punto. Poi il transistor si accascia e qualsiasi aumento della corrente provoca una diminuzione della tensione. Per semplificare questa trattazione, chiameremo "neghistori" tali dispositivi e negli schemi li rappresenteremo come normali transistori con l'aggiunta della lettera N.

Trattandosi di componenti normalissimi, chi dispone di una certa scorta di transistori n-p-n al silicio è probabile che scopra di avere anche qualche neghistore; non possono invece essere neghistori i transistori al germanio o quelli al silicio p-n-p.

Parecchi sono i tipi di transistori n-p-n tra i quali si possono trovare neghistori; tra questi citiamo il modello MPS-5172 della Motorola, il 2N2218, il 2N2222, il 2N697. I neghistori possono servire per costruire oscillatori controllati a cristallo ed oscillatori ad onde sinusoidali sintonizzabili, generatori di impulsi a larghezza variabile, sistemi di deflessione per oscilloscopi e molti altri circuiti, tra cui circuiti temporizzatori per il controllo di energia a SCR, circuiti di aggancio per la protezione di stabilizzatori di alimentatori, temporizzatori, ecc.

Come funziona - Il comportamento del neghistore è causato da moltiplicazione a valanga risultante dalla ionizzazione di impatto prodotta dai portatori di cariche mobili.

La caratteristica di resistenza negativa rappresentata nella *fig. 1* si ha quando un 2N2218 viene collegato com'è illustrato. In questo caso, la tensione di accasciamento è di circa 7,7 V. Sfruttando questa caratteristica, il neghistore può essere impiegato per

svolgere alcune funzioni di un diodo a tunnel o di un transistor ad unigiunzione, spesso con circuito esterno più semplice.

Quando viene usato in applicazioni di diodo a tunnel, l'uscita di un neghistore è molto più grande di quella del diodo. Come transistor ad unigiunzione, il transistor inverso dissipa energia soltanto durante l'accasciamento e quindi il suo uso è limitato solo dalla corrente di picco.

Applicazioni - Un circuito utile nel quale viene usato il neghistore è il generatore a denti di sega ed impulsi riportato nella *figura 2*. La frequenza d'uscita è determinata soprattutto da R1, R2 e C1. La corrente attraverso il neghistore è limitata da R2, il quale stabilisce anche la frequenza massima di oscillazione. Pure il resistore R3, tipicamente da $10 \div 20 \Omega$, influisce sulla frequenza, per cui, diminuendo R3, diminuiranno il tempo di salita dell'impulso e la sua ampiezza. Con l'aumentare di C1, l'ampiezza del dente di sega diminuirà perché, raggiunta la tensione minima (detta anche "punto valle" nel campo dei transistor ad unigiunzione), la resistenza del neghistore aumenterà rapidamente. Il punto valle varia da un neghistore all'altro e se i neghistori oscilleranno, l'uscita da picco a picco sarà generalmente superiore a 1 V.

In alcune applicazioni, è necessaria una uscita maggiore. In questo caso, per scaricare C1 si può aggiungere il circuito con SCR rappresentato con linee tratteggiate nello schema. Quando il neghistore si accascia, l'impulso che appare ai capi di R3 ecciterà SCR, scaricando C1 fino alla tensione di saturazione di SCR. Poiché R3 ha un valore molto basso, SCR richiederà una corrente di tenuta superiore a quella che R1 e R2 possono fornire. Quando C1 si sarà scaricato, SCR passerà all'interdizione e C1 ricomincerà a caricarsi. Il

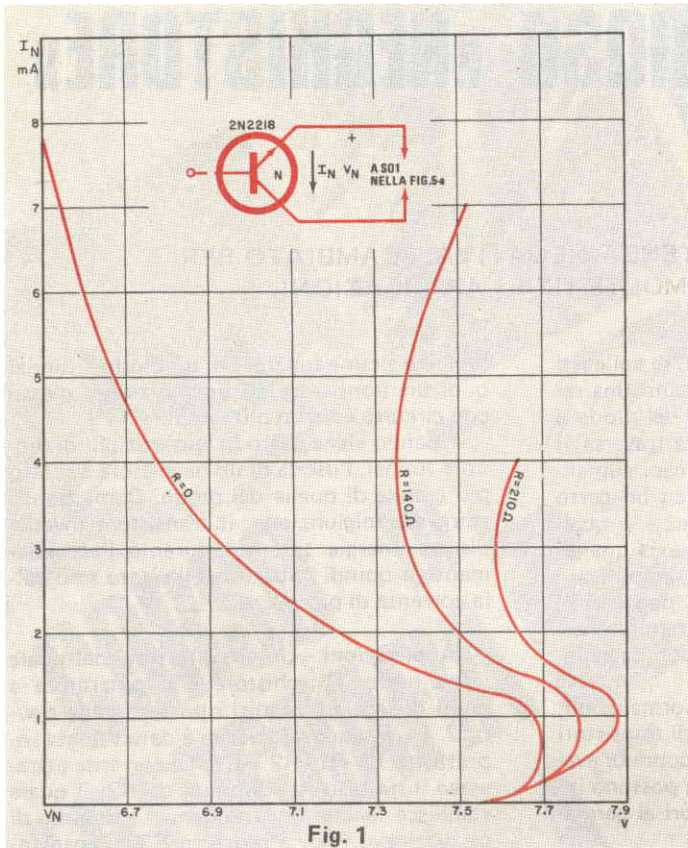


Fig. 1 - Caratteristiche I-V di un tipico neghistere; molti sono i transistori n-p-n che presentano la caratteristica di resistenza negativa.

Fig. 2 - Generatore a denti di sega e ad impulsi. Il circuito con SCR aumenta l'uscita.

Fig. 3 - SCR con polarità invertite. I transistori simulano un SCR.

Fig. 4 - Neghistere usato in un generatore marcatore di frequenza campione.

Fig. 5 - Questi circuiti di prova permettono di identificare i neghisteri usando un oscilloscopio, un voltmetro elettronico (VE) o un voltmetro c.c.

valore di R5 viene scelto per limitare la corrente attraverso SCR. Per scopi di controllo, è stata prevista un'entrata di sincronismo. Con il raddrizzatore SCR montato, l'uscita da picco a picco sarà di circa 8 V.

Si possono ottenere denti di sega rovesciati invertendo i terminali del neghistere e le polarità dell'alimentazione. Tuttavia, in questo circuito non può essere usato un normale SCR e perciò deve essere impiegato l'analogo a transistori di un SCR a polarità invertite (fig. 3). Questa configurazione può essere adottata al posto di un normale SCR in qualsiasi circuito di controllo di energia scambiando i tipi p-n-p e n-p-n.

Una seconda applicazione del neghistere è un oscillatore a cristallo accordato in serie, rappresentato nella fig. 4. In questo circuito, il neghistere viene polarizzato da R1 nella regione di resistenza negativa. Il condensatore C1 accorda l'oscillatore alla frequenza di funzionamento e C2 isola il cristallo dalla

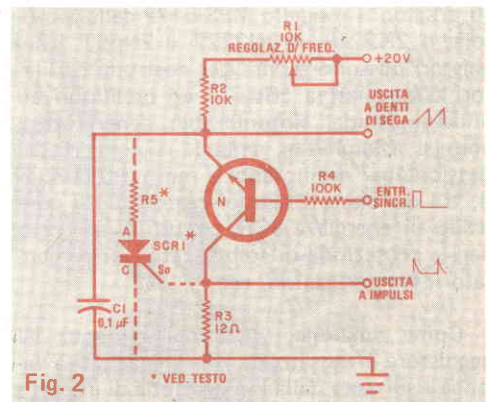
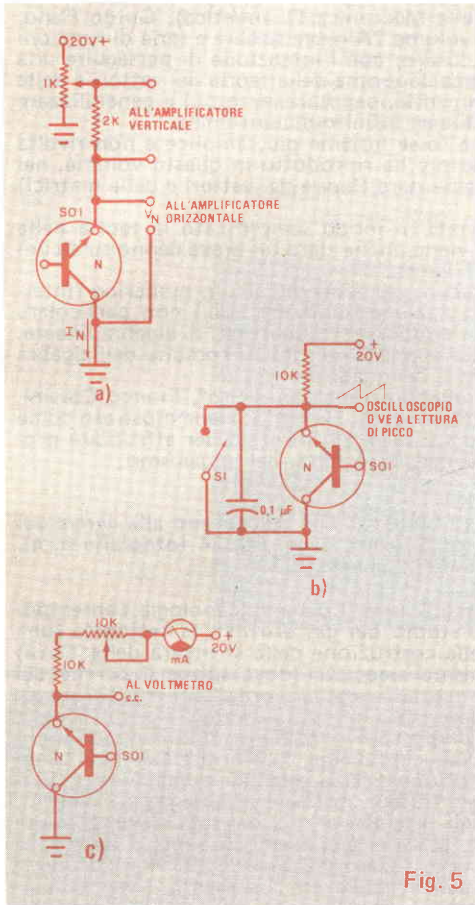
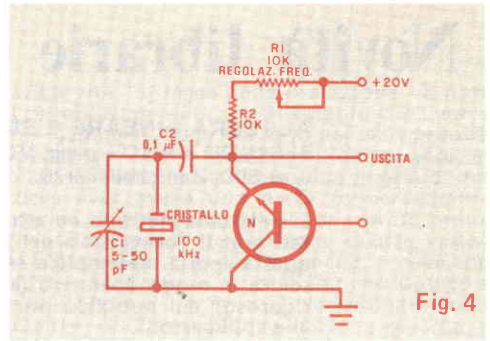
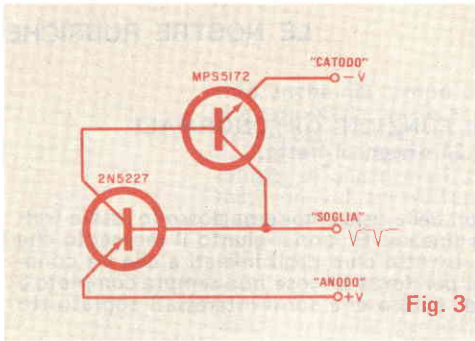


Fig. 2 tensione continua.

Scelta dei neghisteri - Nella fig. 5 sono illustrate tre circuiti di prova che possono servire per identificare i neghisteri in una scorta di transistori al silicio n-p-n. Disponendo



un neghistrore, come nella *fig. 1*. Si regoli la sensibilità verticale dell'oscilloscopio per 0,5 V/cm. Quando l'entrata dell'amplificatore verticale è collegata ai capi del resistore da 2 k Ω , ogni divisione verticale rappresenterà 1 mA di corrente di neghistrore, I_N . Si colleghino le entrate orizzontali com'è illustrato, regolando la sensibilità a 2 V/cm e si regoli il potenziometro da 1 k Ω per tutta la sua corsa, portando così la tensione applicata al circuito da 0 a 20 V. Si noti il movimento della traccia sullo schermo dell'oscilloscopio. Poiché la resistenza è il reciproco della pendenza della curva I-V, una pendenza verso il basso (negativa) significa che il transistore presenta una resistenza negativa.

Il circuito della *fig. 5-b* può essere usato con un oscilloscopio o con un voltmetro elettronico a lettura di picco. Inserendo o togliendo un transistore dallo zoccolo SO1, ci si assicuri sempre che l'interruttore S1 sia chiuso. Dopo aver inserito il transistore e aperto S1, se il dispositivo può funzionare come neghistrore, si vedrà una forma lineare a denti di sega. Se invece non si dispone di un oscilloscopio e nemmeno di un voltmetro elettronico a lettura di picco, si provi il circuito rappresentato nella *fig. 5-c*. Questo circuito di prova non darà nessuna indicazione circa la qualità del dispositivo, ma indicherà se presenta o no una resistenza negativa. Si colleghino un milliamperometro c.c. ed un voltmetro c.c. come illustrato, quindi si avanzi lentamente il potenziometro e si osservi se la corrente aumenta o no mentre la tensione in qualsiasi punto comincia a diminuire. Se questo accade, il dispositivo è un neghistrore. ★

di un oscilloscopio, si usino i circuiti della *fig. 5-a* e della *fig. 5-b*, assicurandosi di inserire i dispositivi con gli emettitori ed i collettori invertiti. Per l'inserzione, si può usare un normale zoccolo per transistori. Il circuito della *fig. 5-a* darà la caratteristica I-V di

ALGEBRA LINEARE E SERIE DI FUNZIONI ORTONORMALI di GUIDO FANO - pagg. VIII-196, 31 disegni al tratto, L. 6.800, Zanichelli 1976.

L'elettromagnetismo ed altri capitoli della fisica moderna possono essere trattati con il formalismo dell'algebra lineare. E' ormai giunto il momento che questa teoria matematica esca dal ristretto club degli iniziati e che sia conosciuta in modo operativo (anche se per forza di cose non sempre completo e rigoroso) dal pubblico più vasto di coloro che sono interessati soprattutto alle applicazioni.

La parte più accessibile della teoria degli spazi lineari è senz'altro quella relativa al caso finito-dimensionale. Per questa ragione, come già fece in un testo precedente (Metodi Matematici della Meccanica Quantistica), Guido Fano, nel compilare - per la Zanichelli - il volume "Algebra lineare e serie di funzioni ortonormali", ha particolarmente curato, con l'intenzione di perseguire una precisa linea didattica, lo svolgimento dapprima della teoria dei vettori e delle matrici in uno spazio a dimensioni finite, per riprendere poi e generalizzare gli stessi concetti di uno spazio di Hilbert infinito-dimensionale.

Volendo offrire una trattazione che fosse insieme più semplice e non rivolta solo alla meccanica quantistica, l'autore ha riprodotto in questo volume, nei Capitoli I e II, solo la parte più elementare (teoria dei vettori e delle matrici) dell'opera precedente.

Nel Capitolo III viene invece trattata in modo semplificato la teoria delle serie e degli integrali di Fourier, e viene anche dato un breve cenno su alcuni operatori rilevanti in uno spazio di Hilbert.

Nel Capitolo IV vengono esposti alcuni elementi di calcolo numerico (interpolazione, differenziazione ed integrazione numerica, ecc.) con particolare accento su quei problemi che sono riconducibili a questioni di algebra lineare. Nel Capitolo V vengono considerate applicazioni di uso comune dell'algebra lineare alla teoria dei circuiti elettrici e dei quadripoli.

Infine nel Capitolo VI, scritto in collaborazione con il Prof. Franco Corsini, Ordinario di Clinica Pediatrica e specialista in Biofisica, viene mostrato come l'algebra lineare offre un linguaggio semplice ed intuitivo per affrontare problemi di distribuzione, eliminazione, ecc. di sostanze nell'organismo.

Haroun Tazieff: VULCANI E TETTONICA - Dal vulcanismo alla deriva dei continenti, traduzione di Nevja Ricci Lucchi, pagg. 98, 24 fotografie b. n., 12 disegni al tratto, 2 tabelle, L. 1.500, Zanichelli 1976.

L'autore illustra in questo libro alcuni aspetti della vulcanologia contemporanea, trattando l'importanza e lo studio dei gas eruttivi, la tettonica (una scienza che studia i meccanismi della costruzione della struttura della Terra) delle regioni vulcaniche, il vulcanismo associato (dove spiega il perché dei terremoti in Cina), il vulcanismo sottomarino, le eruzioni di ignimbriti (piogge di fuoco), lo sprofondamento delle caldere (recinti vulcanici a pareti ripide, formati in seguito all'esplosione o allo sprofondamento di un apparato vulcanico), e ci trasporta attraverso paesaggi favolosi, ora noti e familiari come quello dell'Etna, ora esotici: dall'infiucata Danalia alla gelata Alaska, fino all'eruzione preistorica di Santorino, forse connessa con la leggenda dell'Antartide. E tutto, senza trascurare gli interessi pratici dei suoi studi, come la ricerca di minerali utili e la previsione delle eruzioni, o almeno delle loro conseguenze più catastrofiche. Ampio spazio viene riservato alla tettonica, conseguenza moderna della teoria della "deriva dei continenti" (cioè, i movimenti della crosta terrestre intimamente legati al fenomeno vulcanico, che danno origine ai terremoti), considerata l'idea di centro che unifica gli studi della geologia e di tutte le scienze della Terra. Tra l'altro, la tettonica fornisce una mappa geografica dei vulcani attivi nel mondo e dà inizio ad una spiegazione dei meccanismi che scatenano le eruzioni vulcaniche: la riserva di calore che si genera all'interno della Terra (nella crosta stessa, secondo alcuni geologi, dalla frizione degli strati più profondi della crosta in movimento, secondo altri) nel trascorrere dei millenni è diventata talmente potente da provocare ogni attività interna della Terra, non escluso il vulcanismo.

L'autore, infine, tende a mettere in rilievo il ruolo determinante del vulcani-

smo anche nel campo della vita. La vita - si legge nella prefazione - è nata e si è sviluppata grazie ai miliardi di tonnellate di prodotti volatili, che i vulcani hanno esalato nel corso dei tempi geologici. Nata nel seno dei mari primitivi, la vita vi si è lentamente sviluppata per due o tremila milioni di anni, e la salinità di questi mari, condizionata dalle fumarole (emissione di gas) di innumerevoli vulcani sottomarini, deve aver avuto una parte fondamentale in questo processo. Quando, in seguito, i primi vegetali e poi i primi animali hanno cominciato a popolare le terre emerse per arrivare, questa volta in meno di un miliardo di anni, all'apparizione della specie umana, si deve ancora al vulcanismo non tanto il fatto che gli esseri viventi abbiano potuto sopravvivere, quanto il fatto che si siano evoluti in quel determinato modo. Senza anidride carbonica, elemento primario della esalazione gassosa dei vulcani, non ci sarebbe stata la fotosintesi, cioè la trasformazione di carbonio in materia vegetale: e senza vegetali non ci sarebbero erbivori, senza erbivori niente carnivori, e perciò non ci sarebbe stato l'uomo...

Il linguaggio e l'intenzione del libretto hanno carattere divulgativo: un'opera di divulgazione, quindi, quella di Tazieff, ma di divulgazione "corretta", non riduttiva né banalizzante; necessaria, nel senso di rispondente ad un bisogno sociale come, ad esempio, la semplice lettura consapevole di un quotidiano o di una rivista non specializzata richiede.

SCHEMARIO DI APPARECCHI RADIO RICETRASMITTENTI - Vol. 1 -
Ed. ANTONELLIANA - Via Legnano, 27 - 10128 Torino - L. 18.000



Continue e numerose richieste hanno indotto la Casa Editrice Antonelliana ad intraprendere la pubblicazione di uno Schemario di apparecchiature radio-ricetrasmittenti.

Questo volume, contenente oltre 200 schemi di più di quaranta ditte diverse (fra le più note ricordiamo Hitachi, Grundig, Johnson, Kenwood, Lafayette, National, Pace, Pearce-Simpson, Sanyo, SBE, Sharp, Sommerkamp, Standard, Tenko, Tokai, Zodiac, ecc.), è di validissimo aiuto per tutti coloro che si interessano alla riparazione ed alla messa a punto delle apparecchiature ricetrasmittenti.

MOSTRA - MERCATO di RADIOELETRONICA

2a edizione - Palasport EIB via Orzinuovi

BRESCIA

sabato 12 marzo 1977 ore 9 - 19
 domenica 13 marzo 1977 ore 9 - 18



Informazioni presso **RADIORADUNO** - C.P. 230 - 25100 BRESCIA



BUONE OCCASIONI

Le risposte alle inserzioni devono essere inviate direttamente all'indirizzo indicato su ciascun annuncio.

VENDO saldatore elettrico 220 V - 45 W, 50-60 Hz, nuovo, per L. 2.500. Rivolgersi a Massimo Zocca, via Silvagni 14 - 40100 Bologna - tel. (051) 301.982 (non di mattina).

VENDO alimentatore professionale a c.c., 4 amper, 7-20 V, stabilizzazione migliore dello 0,5%, montato in contenitore in alluminio, con componenti sovradimensionati, protetto contro i cortocircuiti, internamente montato su circuito stampato in veronite, regolazione frontale, entrata 220 V, a Lire 28.000 + spese postali. Amplificatore 5 W BF, 10 W musicali, a L. 5.500 + spese postali. Massima serietà. Pietro Maccaglia, 05020 Castel Dell'Aquila (Terni).

VENDO analizzatore elettronico completo di accessori a L. 35.000 + spese postali in contro assegno. Scrivere a Sandro Di Bartolomeo, via Pancalducci 80 - 62100 Macerata.

ALLIEVO Scuola Radio Elettra con attestato di Sperimentatore Elettronico e diversi anni di esperienza nel campo elettronico, eseguierei per seria ditta montaggi elettronici di qualsiasi tipo; in cambio offro serietà ed esperienza. Per accordi scrivere a Mario Bernardini, via Laghi 14 - 61036 Mercatello (Pesaro).

VENDO tastiera 37 tasti a L. 25.000, 49 tasti a L. 30.000; frequenzimetro mai usato a L. 180.000 trattabili; organo ELKA Mod. 66 OL a lire un milione. Tratto di persona. Giuseppe Balzano, via Roccatagliata 16 - 00152 Roma - tel. 537.6893.

VENDO 44 schemari TV ed. Rostro a L. 1.000 caduno; tester Chinaglia Cortina USI e tester ICE 680/E, entrambi per L. 20.000. Antonio Garda c/o Macagno, via Frejus 1 - 10139 Torino - telefono 442.047.

ANGOLO DEGLI INCONTRI

Riservato ai Lettori ed Allievi che desiderano conoscerne altri: a tutti buon incontro!

Invito allievi della Scuola Radio Elettra residenti nel mio paese e frequentanti il Corso Radio Stereo ad avere scambio di idee tecniche con collaborazione reciproca. Roberto Linzalone, via G. Dorso n. 10 - 70026 Modugno (Bari).

Cerco amici appassionati che frequentano il Corso Radio Stereo a Transistori nella zona di Sassuolo. Piero Ferrari, viale 28 Settembre 74 - 41049 Sassuolo (Modena) - tel. 80.02.82.

MODULO PER INSERZIONE

- Le inserzioni in questa rubrica prevedono offerte di lavoro, cambi di materiale, proposte in genere, ricerche di corrispondenza, ecc., sono assolutamente gratuite e non devono superare le 50 parole. Verranno cestinate le lettere non inerenti al carattere della nostra Rivista.
- Ritagliate la scheda ed inviatela in busta chiusa a: **Radiorama**, Segreteria di Redazione - Sezione corrispondenza - via Sellone, 5 - 10126 Torino.

2/77

SCRIVERE IN STAMPATELLO

Indirizzo:

RADIORAMA

Rivista mensile di informazione tecnica ed elettronica



L'affascinante e favoloso mondo della elettronica non ha segreti per chi legge RADIORAMA



Si prega di scrivere in stampatello

REPUBBLICA ITALIANA
Amministrazione delle Poste e delle Telecomunicazioni
Servizio dei Conti Correnti Postali

Certificato di allibramento

Versamento di L.
(in cifre)
eseguito da
(in lettere)
residente in
via

sul c/c N. 2/12930 intestato a:
RADIORAMA "S.R.E.", - Torino

Addebi (1) 19

Bollo lineare dell'Ufficio accentrante

Bollo a data dell'Ufficio accentrante

N. del bollettario ch-9

Mod. ch. 8

REPUBBLICA ITALIANA
Amministrazione delle Poste e delle Telecomunicazioni
Servizio dei Conti Correnti Postali

Bollettino per un versamento di L.
(in cifre)

Lire
(in lettere)
eseguito da
residente in

sul c/c N. 2/12930 intestato a:
RADIORAMA "S.R.E.", - Via Stellone, 5 - TORINO
nell'Ufficio dei conti correnti di **TORINO**

Addebi (1) 19

Firma del versante
Bollo lineare dell'Ufficio accentrante

Spazio riservato all'ufficio dei conti

Bollo a data dell'Ufficio accentrante

Cartellino del bollettario

L'Ufficiale di Posta

REPUBBLICA ITALIANA
Amministrazione delle Poste e delle Telecomunicazioni
Servizio dei Conti Correnti Postali

Ricevuta di un versamento di L.
(in cifre)

Lire
(in lettere)
eseguito da

sul c/c N. 2/12930 intestato a:
RADIORAMA "S.R.E.", - Torino

Addebi (1) 19

Bollo lineare dell'Ufficio accentrante

Tassa di L.

Bollo a data dell'Ufficio accentrante

numero di accettazione

L'Ufficiale di Posta



Indicare a tergo la causale del versamento

(1) La data deve essere quella del giorno in cui si effettua il versamento.

in **RADIORAMA**

il lettore,
oltre agli articoli
d'informazione,
troverà
un gran numero
di articoli
a carattere
costruttivo,
corredati
di schemi,
elenchi materiali
ed istruzioni
per realizzare
sempre nuovi
ed originali
strumenti
elettronici.

Chi è
già abbonato
conosce i meriti
di questa rivista
e può
essere sicuro
di non sbagliare
rinnovando
l'abbonamento.

Se Lei non è
ancora abbonato
non perda
questa
occasione.

**CONDIZIONI
DI ABBONAMENTO**
abbonamenti
Italia: 8.000 annuale
4.500 semestrale
Estera: 16.000

RADIORAMA è una
EDIZIONE RADIO ELETTRA
via Stellone 5
10126 Torino

AVVERTENZE

Il versamento in conto corrente è il mezzo più semplice e più economico per effettuare rimesse di denaro a favore di chi abbia un c/c postale.

Chiunque, se non è correntista, può effettuare versamenti a favore di un correntista. Presso ogni Ufficio Postale esiste un elenco generale dei correntisti, che può essere consultato dal pubblico.

Per eseguire il versamento il versante deve compilare in tutte le sue parti, a macchina o a mano, purché con inchiostro, il presente bollettino (indicando con chiarezza il numero e la intestazione del conto ricevente qualora già non vi siano impressi a stampa) e presentarlo all'Ufficio Postale, insieme con l'importo del versamento stesso.

Sulle varie parti del bollettino dovrà essere chiaramente indicata a cura del versante, l'effettiva data in cui avviene l'operazione.

Non sono ammessi bollettini recanti cancellature, abruzioni o correzioni.

I bollettini di versamento sono di regola spediti, già predisposti, dai correntisti stessi ai propri corrispondenti; ma possono anche essere forniti dagli Uffici Postali a chi li richieda per fare versamenti immediati.

A tergo dei certificati di allibramento, i versanti possono scrivere brevi comunicazioni all'indirizzo dei correntisti destinatari, cui i certificati anzidetti sono spediti a cura dell'Ufficio Conti Correnti rispettivo.

L'Ufficio Postale deve restituire al versante, quale ricevuta dell'effettuato versamento, l'ultima parte del presente modulo debitamente completata e firmata.

Spazio per la causale del versamento
(La causale è obbligatoria per i versamenti a favore di Enti e Uffici pubblici)

RADIORAMA

Abbonamento annuale L. 8.000

Abbonamento semestrale L. 4.500

decorrente dal Mese di

(Pregosi scrivere in stampatello)

Matricola n°

Nome

Via

Città

Provincia

CAP

Parte riservata all'Ufficio dei conti correnti

N. dell'operazione.

Dopo la presente opera-

zione il credito del conto

è di L.

Il Verificatore

RR 2/77



ELETTRAKIT TRANSISTOR



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

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

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

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

istruitivo; 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:

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



Scuola Radio Elettra

10126 Torino - Via Stellone 5/ 633

Tel. (011) 674432

LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA

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



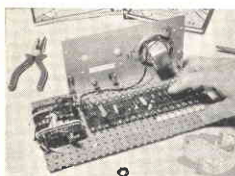
Scuola Radio Elettra

10126 Torino - Via Stellone 5/633

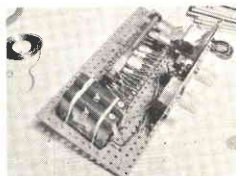
Tel. (011) 674432

Preso d'atto Ministero della Pubblica Istruzione N. 1391

MONTERETE TRA L'ALTRO



UN ORGANO
ELETTRONICO



UN
RICEVITORE MA

LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA