

RADIORAMA

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

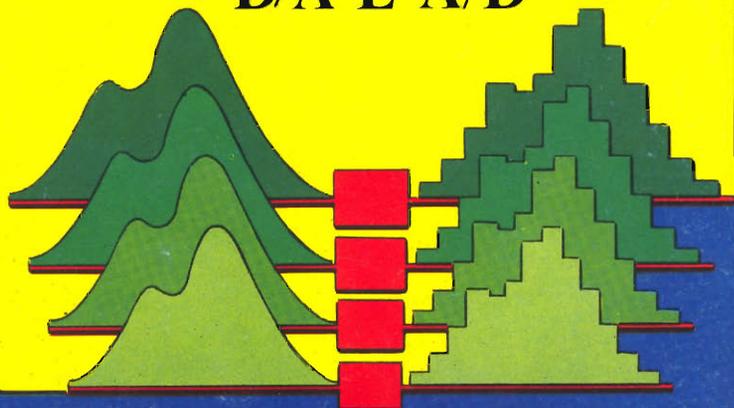


**UN GENERATORE
ELETTRONICO
NUMERICO
DI TROMBA**

LABORATORIO TEST

- Preamplificatore Mitsubishi DA-P10 e Amplificatore di Potenza DA-A15
- Estensore di Dinamica dbx 128

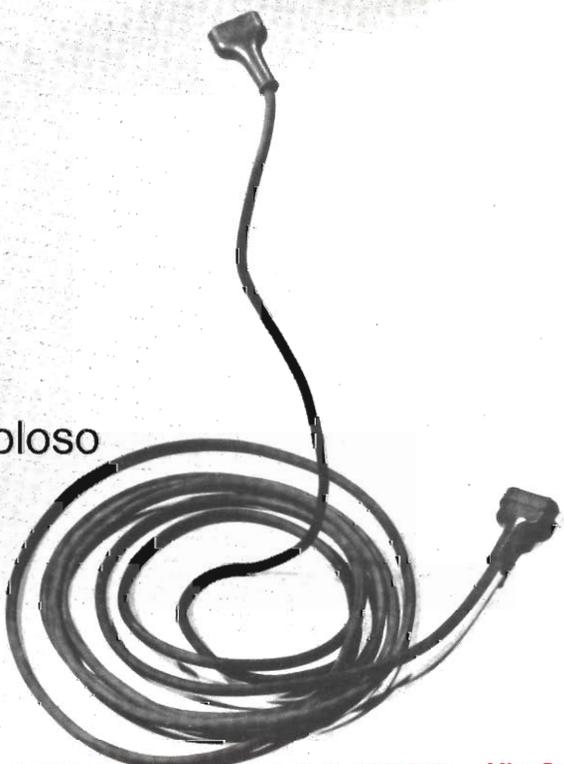
I COME ED I PERCHE' DEI CONVERTITORI D/A E A/D



QUATTRO FACILI PROGETTI CON LED



L'affascinante e favoloso
mondo
dell'elettronica
e dell'elettrotecnica
non ha segreti
per chi
legge RADIORAMA.



AbbonateVi a RADIORAMA C.C.P. 2/12930 **Via Stellone 5**
TORINO 10126 Torino

Abbonamento per un anno L.10.000 Abbonamento per sei mesi L.5.500 Estero per un anno L.20.000

RADIORAMA

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

SOMMARIO

RADIORAMA N. 6

Anno XXIV -
Giugno 1979
Spedizione in
abbonamento postale
Gr. III/70
Prezzo: L. 1.000
Direzione - Redazione
Amministrazione -
Pubblicità:
Radiorama, via Stellone 5,
10126 Torino
Tel. (011) 674.432
(5 linee urbane)

TECNICA INFORMATIVA

La diafonia dinamica	14
Laboratorio test: - <i>Preamplificatore Mitsubishi DA-P10 e amplificatore di potenza DA-A15</i>	21
- <i>Estensore di dinamica dbx 128</i>	25
I come ed i perché dei convertitori D/A e A/D	37
Breve corso sui microprocessori, Parte 4 ^a	51

TECNICA PRATICA

Un generatore elettronico numerico di tromba	4
Semplice circuito oscillatore ad onde quadre	20
Come programmare calcolatori per divertimento e per giochi, Parte 2 ^a	29
Quattro facili progetti con LED	45
Versatile circuito orologio con TTL	64

LE NOSTRE RUBRICHE

Novità librarie	11
Novità in elettronica	12
L'angolo dello sperimentatore	16
Tecnica dei semiconduttori	58
Buone occasioni	65

DIRETTORE RESPONSABILE: Vittorio Veglia.

DIRETTORE AMMINISTRATIVO: Tomasz Carver.

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

IMPAGINAZIONE: Giovanni Lojcano.

AIUTO IMPAGINAZIONE: Giorgio Bonis, Marilisa Canegallo.

SEGRETARIA DI REDAZIONE: Rinalba Gamba.
SEZIONE TECNICA COSTRUTTIVA: Scuola Radio Elettra - Popular Electronics.

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

HANNO COLLABORATO A QUESTO NUMERO:
Renata Pentore, Corrado Pavese, Angiola Gribaudo, Giuseppe De Martino, Ida Verrastro, Lorenzo Sartoris, Adriana Boba, Andrea Barbi, Francesco Cavallaro, Gabriella Pretoto, Mario Duranto, Angela Valeo, Cesare Della Vecchia, Filippo Laudati.

● Il contenuto dell'edizione americana è soggetto a copyright 1979 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 del Tribunale di Torino ● Spedizione in abbonamento postale, gruppo III ● Stampa effettuata dalle Edizioni Piemonte S.p.A., via Marconi, 36 - 12049 Trinità (Cuneo) ● Pubblicità: RADIORAMA, via Stellone 5, 10126 Torino ● Distribuzione nazionale: Diemme Diffusione Milanese, via Taormina 28, tel. 68.83.407 - 20159 Milano ● RADIORAMA is published in Italy ● Prezzo del fascicolo: L. 1.000 ● Abbonamento semestrale (6 fascicoli): L. 5.500 ● Abbonamento per un anno (12 fascicoli): in Italia L. 10.000, all'estero L. 20.000 ● Copie arretrate, fino ad esaurimento, L. 1.000 il fascicolo ● in caso di aumento o diminuzione del prezzo degli abbonamenti verrà fatto il dovuto conguaglio ● I versamenti per gli abbonamenti e le copie arretrate vanno indirizzati a: SCUOLA RADIO ELETTRA S.p.A. - Redazione RADIORAMA, via Stellone 5, 10126 Torino (assegno circolare o bancario o cartolina-vaglia), oppure possono essere effettuati sul C.C.P. N. 2/12930, Torino.

6

GIUGNO 1979



UN GENERATORE ELETTRONICO

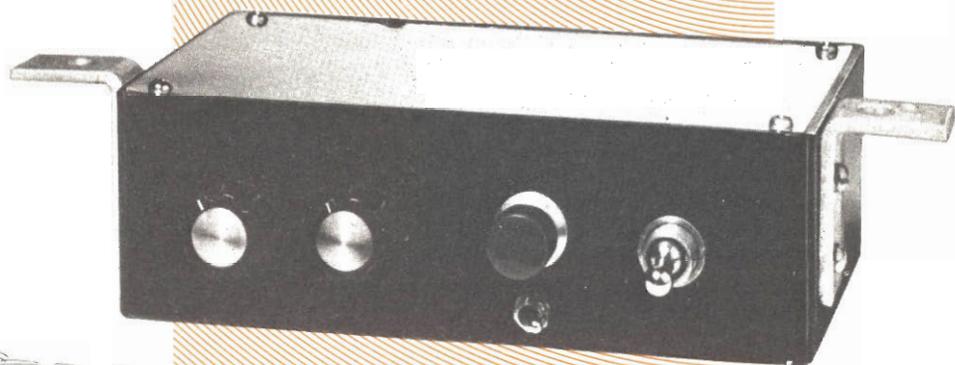
Il progetto che presentiamo genera elettronicamente il suono caratteristico di una tromba, il quale non andrà mai fuori tono, poiché un circuito numerico stabilisce gli intervalli musicali tra le note. Il dispositivo può essere costruito con circuiti integrati TTL logici, temporizzatori 555 e transistori al silicio economici e facilmente reperibili.

Vengono presentate due versioni del circuito: una, con uno stadio d'uscita di alta potenza, richiede 12 Vc.c. d'alimentazione ed è particolarmente adatta come tromba per veicoli o come dispositivo d'incitamento ad applausi in parate od eventi sportivi; l'altra, una versione di bassa potenza, alimentata a rete, può essere usata come segnalatore,

campanello per porte, allarme o semplicemente per attrarre l'attenzione nel corso di conversazioni. Due controlli consentono all'utente di variare sia il tempo sia la tonalità della tromba.

Il circuito - Il temporizzatore sempre in funzione IC1 e i componenti relativi (fig. 1) formano un oscillatore di nota la cui frequenza di funzionamento viene stabilita dalla posizione di R2. L'uscita dell'oscillatore è un'onda quadra con un ciclo di lavoro prossimo al 50% e viene divisa in frequenza con fattori di 10, 12 e 15 rispettivamente da IC2, IC3 e IC4; in questo modo vengono generate le tre note che formano il motivo del-

**Un amplificatore
audio
permette di usare
il dispositivo
in casa o all'esterno**



NUMERICO DI TROMBA

la tromba. La divisione numerica della frequenza fa sì che gli intervalli fra le tre note rimangano costanti; tuttavia, la tonalità può essere variata regolando R2.

Le onde quadre provenienti da IC1 vengono applicate contemporaneamente ai tre divisori di frequenza. IC2, di tipo 7490, funziona come contatore simmetrico divisore per 10 nel seguente modo: i segnali d'entrata vengono inviati al contatore divisore per 5 interno (piedino 1), la cui uscita è collegata all'entrata (piedino 14) del contatore divisore per 2 dello stesso IC. I segnali in uscita che appaiono sul piedino 12 hanno una frequenza pari ad un decimo di quella d'entrata e un ciclo di lavoro del 50%. Un contatore

divisore per 12 (IC3 tipo 7492) è formato in maniera simile collegando tra loro i contatori divisori per 6 e per 2 contenuti nello stesso IC.

Un metodo differente deve essere adottato per realizzare una funzione di divisione per 15. In questo progetto, come stadio divisore per 15 viene usato un contatore avanti-indietro predisponibile tipo 74193, dotato di quattro entrate di dati (piedini 15, 1, 10 e 9) e quattro uscite corrispondenti (piedini 3, 2, 6 e 7). Le uscite del contatore si possono predisporre per formare un numero binario a quattro bit applicando quattro bit alle entrate dei dati e collegando a massa momentaneamente l'entrata di carico (piedino 11). In

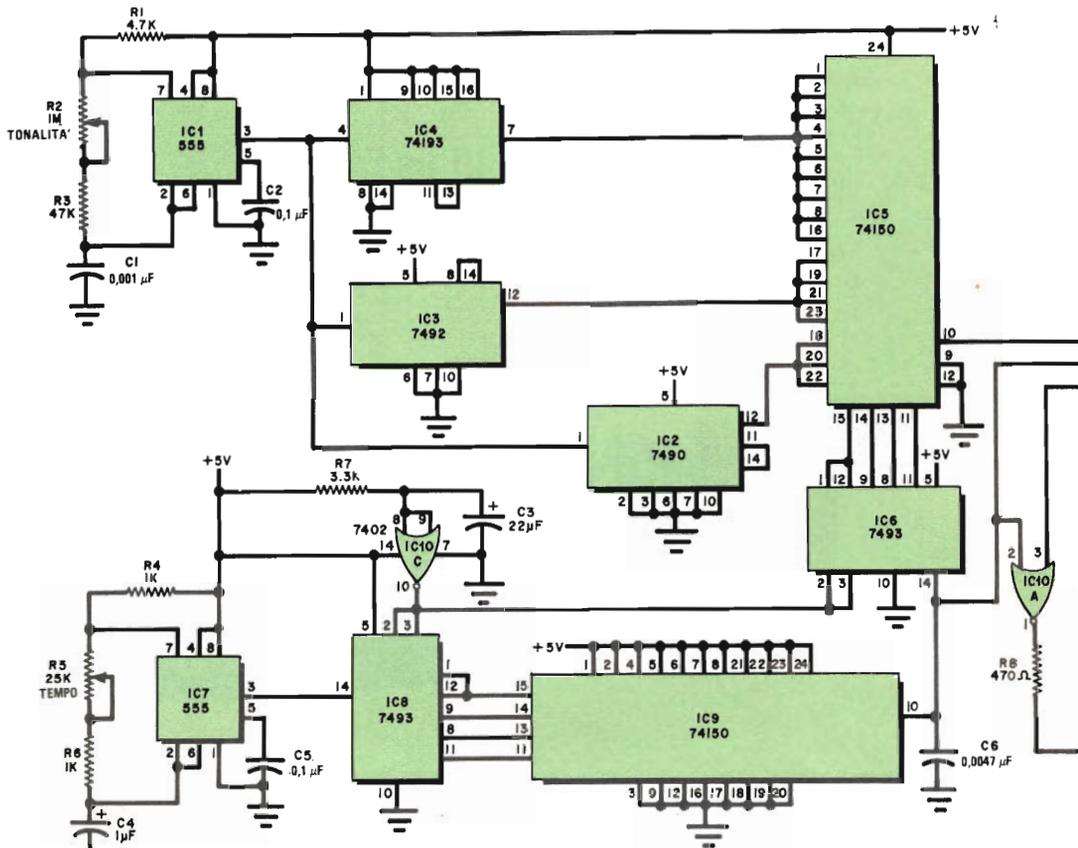


Fig. 1 - Schema elettrico del dispositivo descritto nell'articolo.
Il tempo e le note musicali della tromba vengono generate numericamente.

questo modo, i quattro bit applicati alle entrate appaiono alle uscite.

Dopo che l'entrata di carico ritorna allo stato logico 1, l'IC può contare indietro se gli impulsi sono applicati all'entrata di conteggio indietro (piedino 4), mentre l'entrata di conteggio in avanti (piedino 5) è allo stato logico 1 oppure contare in avanti se gli impulsi sono applicati all'entrata di conteggio in avanti mentre l'entrata di conteggi indietro è allo stato logico 1. In questa applicazione, il 74193 viene usato come contatore indietro; esso viene caricato con il numero binario 1111 (15_{10}) e poi viene fatto contare

indietro a mano a mano che gli impulsi vengono ricevuti da IC1. Quando l'uscita del contatore arriva a 0000 (0_{10}) e l'entrata di conteggio indietro cade allo 0 logico, sul piedino 13 (che costituisce l'uscita di prestito dell'IC) appare uno 0 logico.

Lo 0 logico all'uscita di prestito indica che quindici impulsi provenienti da IC1 sono stati contati da IC3 e che l'IC deve essere di nuovo predisposto a 15 per il successivo ciclo di conteggio. Collegando tutte le entrate dei dati all'alimentazione di +5 V e l'uscita di prestito all'entrata di carico, il contatore si disporrà automaticamente a 15 dopo

MATERIALE OCCORRENTE

- C1** = condensatore ceramico a disco da 0,001 μF
C2-C5 = condensatori ceramici a disco da 0,1 μF
C3 = condensatore elettrolitico da 22 μF - 16 V
C4 = condensatore elettrolitico da 1 μF - 16 V
C6 = condensatore ceramico a disco da 0,0047 μF
C7 = condensatore elettrolitico da 220 μF - 16 V
C8 = condensatore elettrolitico da 10 μF - 16 V
IC1-IC7 = temporizzatori NE555
IC2 = contatore a decade SN7490
IC3 = contatore divisore per 12 SN7492
IC4 = circuito integrato contatore avanti-indietro binario a quattro bit sincrono con entrate predisposte SN74193
IC5-IC9 = selettori-multiplexer di dati da sedici linee a 1 linea SN74150
IC6-IC8 = contatori binari a quattro bit SN7493
IC10 = porta NOR quadrupla a due entrate SN7402
IC11 = stabilizzatore di tensione a 5 V LM340
Q1-Q2-Q4-Q5 = transistori di potenza n-p-n al silicio (GE D42C3 o equivalenti)
Q3-Q6 = transistori di potenza p-n-p al silicio (GE D43C3 o equivalenti)
 I seguenti resistori sono del tipo a strato da 0,25 W - 10%
R1 = 4,7 k Ω
R3 = 47 k Ω
R4-R6 = 1 k Ω
R7 = 3,3 k Ω
R8-R13 = 470 Ω
R9-R11 = 2,2 k Ω
R2 = potenziometro lineare da 1 M Ω
R5 = potenziometro lineare da 25 k Ω
R10-R12 = resistori a strato da 100 Ω - 1 W, 10%
S1 = interruttore semplice da 3 A
SPK = altoparlante a tromba impermeabile da 8 Ω - 15 W
 Circuito stampato o basetta perforata, zoccoli per gli IC, scatola adatta, manopole di controllo, dissipatore di calore (se necessario), pasta termica, morsettiere, filo per collegamenti, stagno, minuterie di montaggio e varie.

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

aver contato indietro fino a zero. Come segnale d'uscita da questo stadio vengono usate le onde quadre che appaiono all'uscita Q del flip-flop D del contatore (piedino 7). L'uscita di questo flip-flop sarà 1 logico per sette impulsi provenienti da IC1 e 0 logico per otto impulsi. Ciò provoca un ciclo di lavoro pari a circa il 47%, valore che è ragionevolmente prossimo al 50%.

Un selettore sequenziale di tono è formato da IC5, un selettore-multiplexer di dati da sedici linee a una linea, e da IC6, un contatore binario a quattro bit 7493. Gli impulsi provenienti dal generatore di battiti, di cui

parleremo dopo, vengono contati da IC6 sulla gamma da 0000₂ a 1111₂. Il numero binario generato da IC6 viene applicato alle entrate "scelta dei dati" di IC5. Mentre IC6 conta in avanti, IC5 sceglie sequenzialmente i segnali provenienti dai divisori di frequenza IC2, IC3 e IC4. Le tre note prodotte dai contatori appaiono alle entrate "dati" di IC5 nell'ordine in cui appaiono nella tromba. In questo modo le note vengono scelte nella giusta sequenza per l'applicazione all'amplificatore di potenza.

Il tempo secondo il quale la tromba viene suonata è stabilito dal generatore di battiti.

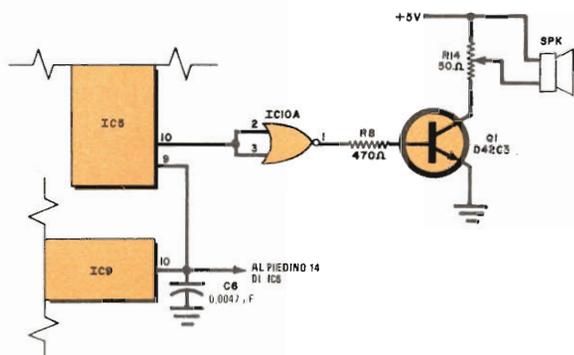


Fig. 2 - Stadio d'uscita per la versione a bassa potenza.

MATERIALE OCCORRENTE PER LO STADIO D'USCITA A BASSA POTENZA

R14 = potenziometro a filo da 50 Ω - 5 W
 SPK = altoparlante da 8 Ω - 5 W
 Filo per collegamenti, scatoletta adatta se l'altoparlante si monta a distanza, morsettiere, stagno, minuterie di montaggio e varie.

Questo circuito stabilisce anche le relazioni di tempo tra le note e le pause e fornisce un segnale orologio al contatore IC6 nel circuito selettore di nota. Il generatore di battiti è formato dal collegamento di IC7 (un temporizzatore 555 oscillatore) di IC8 (un contatore binario a quattro bit tipo 7493) e di IC9 (un selettore-multiplexer di dati da sedici linee a una linea tipo 74150). La frequenza d'oscillazione di IC7, determinata dalla posizione del potenziometro R5, stabilisce l'entità di tempo assegnata a ciascun battito.

Data la natura del motivo, si può usare un battito ripetitivo; le note nella tromba vengono suonate a coppie, ossia viene suonata una nota seguita da una piccola pausa e poi viene suonata la nota successiva seguita da una pausa più lunga. Tutte le note hanno la stessa durata: cinque battiti. La pausa corta che separa le due note che formano una coppia è lunga un battito. La pausa più lunga che separa coppie di note è lunga cinque battiti. Quindi, per un paio di note e due battiti (uno corto, uno lungo) è necessario un totale di sedici battiti.

Il contatore binario IC8 conterà sedici impulsi e poi si riporterà automaticamente a zero fornendo un mezzo opportuno per determinare il passaggio di sedici battiti. Le quattro uscite binarie del contatore (piedini 12, 9, 8 e 11) sono collegate alle quattro entrate scelte dati del multiplexer IC9. Le entrate dati del multiplexer sono collegate o a +5 V oppure a massa. Le prime cinque entrate (da zero a quattro, piedini 4 - 5 - 6 - 7 - 8) sono collegate alla linea a +5 V. Lo stadio

d'uscita del multiplexer è una porta NOR interna, di modo che uno 0 logico appare sul piedino 10 (l'uscita del multiplexer) per i primi cinque battiti. Ciò consente alle porte NOR IC10A e IC10B di far passare una versione invertita del segnale d'uscita sul piedino 10 del circuito integrato multiplexer IC5.

L'entrata 5 (piedino 3) del multiplexer IC9 è collegata a massa per cui al settimo battito sull'uscita del multiplexer appare un 1 logico. Ciò fa rimanere allo zero logico le uscite di IC10A e di IC10B senza tenere conto di cosa si applica all'altra entrata di ciascuna porta; nessun segnale può passare all'amplificatore di potenza durante questo intervallo per cui risulta la pausa di una battuta. Le entrate da 6 a 10 (piedini 2, 1, 23, 22 e 21) sono collegate a +5 V. Quando IC9 sceglie l'entrata 6, la sua uscita va bassa per cui si verificano due condizioni: il contatore IC6 conta un impulso in avanti consentendo a IC5 di scegliere la nota successiva ed inoltre le porte NOR IC10A e IC10B fanno passare i segnali dal multiplexer di nota all'amplificatore di potenza. L'uscita di IC9 rimane bassa durante la decima battuta.

Le ultime cinque entrate (11 - 12 - 13 - 14 - 15 ai piedini da 16 a 20) sono collegate a massa. Ciò fa andare alta l'uscita di IC9 disabilitando l'amplificatore di potenza. Durante questo tempo sono suonate due note, il contatore generatore di battuta (IC8) passa a 0000 e la sequenza di battute si ripete. Affinché tutte le note siano scelte e suonate, la sequenza deve essere ripetuta otto volte. Quando tutte le note sono state suonate, sia

il contatore generatore di battuta IC8 sia il contatore selettore di nota IC6 passeranno a 0000 e il suono della tromba si ripeterà fino a che non si interrompe l'alimentazione. Un circuito di avviamento automatico composto da IC10C, R7 e C3 assicura che IC6 e IC8 comincino a contare da 0000 quando viene fornita l'alimentazione.

I transistori Q1 ÷ Q6 e i resistori R8 ÷ R13 formano l'amplificatore di potenza. La nota scelta da IC5 viene applicata ad una entrata di IC10B, la cui uscita fornisce il pilotaggio di base per Q4 e viene anche applicata ad una entrata di IC10A. La porta IC10A inverte e trasferisce il segnale a Q1 quando l'uscita di IC9 è bassa. Quando l'onda quadra applicata a IC10B va bassa, l'uscita della porta va alta portando in conduzione i transistori Q4, Q5 e Q6, il quale aziona l'altoparlante. L'1 logico all'uscita di IC10B produce anche uno 0 logico all'uscita di IC10A, portando all'interdizione i transistori Q1, Q2 e Q3.

Quando l'uscita di IC10B va bassa, Q4, Q5 e Q6 sono interdetti, l'uscita di IC10A va al-

ta e Q1, Q2 e Q3 vanno in conduzione. Attraverso l'altoparlante scorre di nuovo corrente ma in senso opposto. Naturalmente, i transistori vanno in conduzione e all'interdizione alla frequenza audio della nota scelta. Questo sistema è considerevolmente più complesso dei circuiti di commutazione più comunemente usati ma fornisce una potenza d'uscita molto maggiore.

L'amplificatore assorbe corrente direttamente dall'alimentatore; tuttavia i circuiti integrati TTL richiedono +5 V che vengono forniti da IC11.

Variazioni circuitali - In qualche applicazione particolare possono non essere necessarie l'alta potenza d'uscita e/o la possibilità di suonare con continuità come nel circuito riportato nella *fig. 1*. Possono quindi essere fatte alcune variazioni, come lo stadio d'uscita di potenza più bassa (*fig. 2*) e il circuito di interruzione automatica (*fig. 3*).

Il circuito a interruzione manuale di alta potenza comincerà a suonare la tromba

MATERIALE OCCORRENTE PER L'INTERRUTTORE AUTOMATICO

IC12 = flip-flop doppio tipo D SN7474

Q7 = transistore al silicio p-n-p di potenza (GE D43C3 o equivalente)

Q8 = transistore n-p-n di commutazione 2N2222

I seguenti resistori sono del tipo a strato - 10%

R15 = 1 k Ω - 1/2 W

R16 = 270 Ω - 2 W

R17 = 330 Ω - 1/2 W

S1 = interruttore semplice da 3 A
(facoltativo)

Interruttori a pulsante normalmente aperti e a contatto momentaneo (facoltativi); zoccolo per IC, dissipatore di calore, rondelle di mica, pasta termica, filo per collegamenti, stagno, minuterie di montaggio e varie.

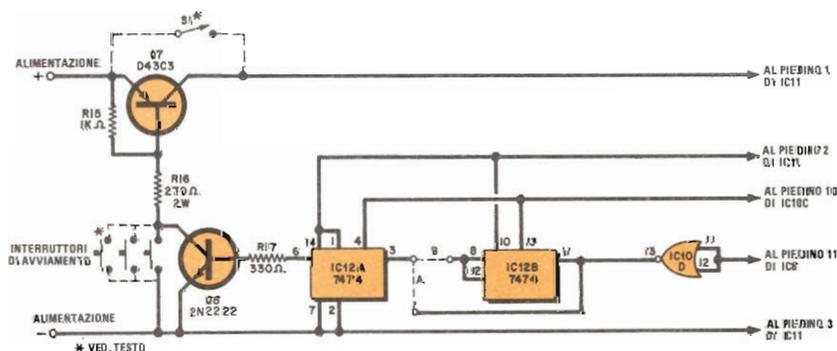


Fig. 3 - Circuito di interruzione automatica con interruttori di avviamento a distanza.

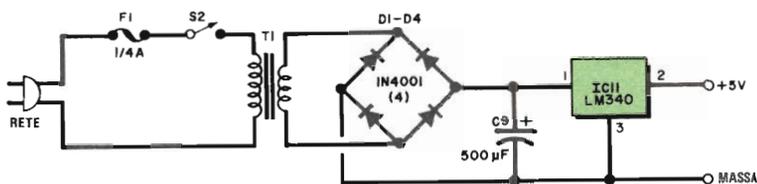


Fig. 4 - Alimentatore a rete per il circuito del dispositivo di bassa potenza.

MATERIALE OCCORRENTE PER L'ALIMENTATORE A RETE

- C9 = condensatore elettrolitico da 500 μ F - 25 V
 D1 ÷ D4 = diodi raddrizzatori al silicio 1N4001
 F1 = fusibile da 0,25 A
 S2 = interruttore semplice da 1 A
 T1 = trasformatore per filamenti da 12,6 V - 1 A

quando l'interruttore generale S1 viene chiuso e continuerà a suonare fino a che S1 non viene aperto. Questa versione è adatta per l'uso in un veicolo o come dispositivo per invitare il pubblico ad applaudire. Tuttavia, se si intende usare in casa l'unità, deve essere impiegato lo stadio d'uscita di potenza piú bassa (nella fig. 4 è riportato il circuito di un alimentatore a rete per la versione di piú bassa potenza).

Se si intende far funzionare il dispositivo in modo che suoni il motivo una volta sola dopo che un interruttore momentaneo (come un interruttore di campanello per porta o un interruttore magnetico di porta) è stato chiuso, deve essere aggiunto il circuito di interruzione automatica. Le due variazioni possono essere usate separatamente o insieme. L'alimentatore della fig. 4 è sufficiente per l'interruzione automatica e anche per lo stadio d'uscita di bassa potenza.

Il circuito di interruzione automatica controlla la tensione fornita allo stabilizzatore IC11. La chiusura di un interruttore momentaneo aziona il circuito fino a che la tromba non ha suonato interamente il motivo. Se viene utilizzato il collegamento indicato con un trattereggio (A), il flip-flop IC12A si commuterà e porterà in conduzione Q8. Ciò a sua volta porta all'interdizione il transistor di transito Q7.

Se invece viene fatto il collegamento "B",

IC12A non si commuterà fino a che la tromba non ha suonato due volte. Naturalmente, si può montare un commutatore a una via e due posizioni per scegliere o il collegamento "A" o il collegamento "B". Parimenti, si può collegare l'interruttore generale S1 in parallelo a Q7 per avere la scelta tra il funzionamento continuo e l'interruzione automatica.

I transistori Q2 ÷ Q6 e i resistori R9 ÷ R13 sono stati omessi nello stadio d'uscita di bassa potenza. La porta IC10A inverte le note ad onde quadre in uscita dal multiplexer IC9 e le applica alla base di Q1. Quando l'uscita di IC10A è alta, Q1 conduce e attraverso l'altoparlante scorre corrente. Il potenziometro R14 funziona come controllo del livello di uscita. Quando l'uscita di IC10A è bassa, il transistor è all'interdizione e attraverso la bobina mobile dell'altoparlante non passa corrente. Come già detto a proposito dello stadio d'uscita di alta potenza, si può vedere che la corrente media che scorre attraverso l'altoparlante è doppia in quel circuito in confronto allo stadio di bassa potenza; in questo modo aumenta di quattro volte la potenza d'uscita.

Se si decide di usare lo stadio a bassa potenza, ci si assicuri di collegare l'uscita del multiplexer IC9 all'entrata stroboscopica del multiplexer IC5. Quando l'entrata stroboscopica è alta, l'uscita del multiplexer rimane alta qualunque siano i livelli logici che appa-

iono alle entrate dati e scelta dati. Uno 0 logico sull'entrata stroboscopica di IC5 consente al circuito integrato di far passare i segnali (in forma invertita) dall'entrata scelta all'uscita. Tutti gli altri collegamenti rimangono invariati sia che si usi il circuito di alta potenza sia quello di bassa potenza.

Costruzione - Per la costruzione si può adottare un circuito stampato oppure collegamenti da punto a punto; la disposizione delle parti non è critica. Per tutti i collegamenti relativi all'alimentazione e allo stadio d'uscita si deve usare filo non più sottile di 0,5 mm. Tutti i collegamenti a massa si devono fare su un solo punto comune.

Se il dispositivo viene montato entro una scatola metallica, IC11 deve essere sistemato all'interno con accoppiamento termico fatto con pasta per dissipatori di calore. La scatola metallica sarà poi collegata a massa o alla linea comune del circuito. Volendo, per IC11 si può usare un piccolo dissipatore di calore di circa 2,5 x 2,5 cm con alette da 1,3 cm. Un dissipatore di calore è necessario se il montaggio è racchiuso entro una scatola non metallica.

L'interruttore generale S1, il controllo di tonalità R2 e il potenziometro di tempo R5 si possono montare in punti opportuni della scatola. L'interruttore generale deve poter sopportare almeno 3 Ac.c. a 12 V. Se si usa il circuito di interruzione automatica, gli interruttori a contatto momentaneo devono poter sopportare 50 mA e, volendo, S1 può essere eliminato.

Per applicazioni su autovetture, si prelevano i +12 V necessari da un punto conveniente, collegandoli poi all'alimentazione del montaggio. Morsettiere a viti montate sulla scatola del montaggio semplificheranno i collegamenti. Se il circuito è montato in una scatola metallica, imbullonando questa al telaio della vettura si avrà il ritorno a massa. Collegando un altoparlante all'uscita audio, si noti che nessuno dei due lati della bobina mobile sia collegato a massa. E' quindi importante che nessuno dei due fili possa accidentalmente far contatto con massa. Si monti l'altoparlante, che deve essere di tipo a tromba per uso esterno, in un posto adatto dentro o sopra il veicolo. La scatola che racchiude il circuito deve essere installata in modo che tutti i controlli siano a portata di mano.

★

NOVITA' LIBRARIE

LE NOSTRE RUBRICHE

**IMPIANTI TELEFONICI
NELLE ABITAZIONI** - Manuale della
collana "L'Installatore Qualificato"
di Alberto Bandini Buti
Formato 21 x 12 cm, pagg. 47 - L. 1.600
Editoriale Delfino, Milano.

Il telefono è diventato ormai un oggetto d'obbligo in tutte le abitazioni, uno strumento indispensabile non solo nella vita di lavoro ma anche fra le pareti domestiche.

A seguito di questo mutato atteggiamento del pubblico verso il telefono e della sua capillare diffusione, si è registrato un maggior interesse di imprenditori, costruttori ed installatori verso questo servizio, la cui predisposizione in sede di costruzione di un edificio è ormai d'obbligo.

L'Editoriale Delfino, sempre sensibile ai problemi tecnici, ha perciò sentito la necessità di inserire anche questo argomento nella sua collana "L'Installatore Qualificato", allo scopo di fornire a quanti - installatori ed imprenditori - trovano nei capitoli di costruzione delle case di abitazione la richiesta di realizzare le canalizzazioni per il "punto telefono" e tutti gli elementi necessari per consentire la predisposizione di questo servizio nel caseggiato da edificare.

Il manuale, realizzato secondo lo schema ormai tradizionale della collana, con il testo a fronte di chiare tavole illustrative, illustra tutte le norme e gli accorgimenti necessari per predisporre canalizzazioni che consentano alle società telefoniche di realizzare un corretto impianto di telefono e di filodiffusione per abitazioni. Questo argomento, di diretta pertinenza dell'installatore, è completato con alcune notizie di telefonia che - pur riguardando opere di esclusiva pertinenza delle società telefoniche - servono a meglio inquadrare l'argomento e meglio capire "perché" si deve operare in un certo modo.

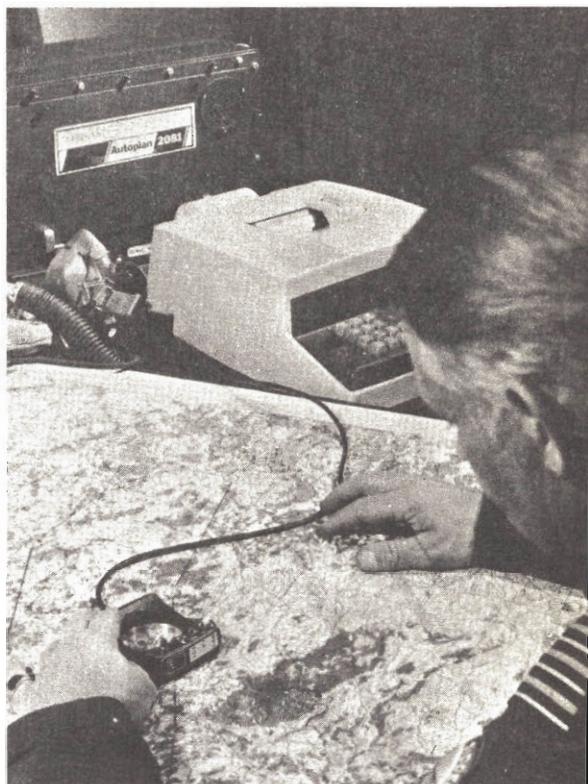
Il manuale non è indirizzato solo a chi è preposto alla realizzazione degli stabili di abitazione, ma anche agli utenti e a quanti sono interessati a conoscere le possibilità che oggi si offrono all'utenza privata con il "punto telefono".

LE NOVITÀ IN ELETTRONICA

ELETRONICA

Un nuovo indicatore automatico del piano di volo per aerei militari è stato realizzato dalla Fetranti Ltd. Denominato Autoplan 2081, esso è in grado di fornire con precisione i dati necessari alla navigazione aerea anche nell'infuriare di una battaglia; è molto economico e semplice da usare.

L'indicatore consiste in una mappa da tavolo, un cursore (entrambi visibili nella foto), un computer, una stampatrice e un pannello di comando. Fornendo le coordinate dei punti fissi attraverso la tastiera e sistemando il cursore su ciascuna coordinata in sequenza, il computer può calcolare la scala, la proiezione e l'orientamento della mappa. I dati concernenti il piano di volo della missione vengono quindi immessi nel computer con un sistema di domande e risposte. Il cursore viene poi mosso lungo la rotta stabilita dell'aereo ed il computer compie i necessari calcoli per la navigazione includendo la direzione da tenere, il punto in cui si deve cambiare rotta, gli eventuali obiettivi, la disponibilità di carburante, ecc., fornendo le informazioni su una striscia di carta, che può essere inserita in un pilota automatico.



A Goonhilly, nel sud-ovest dell'Inghilterra, è stata installata una nuova antenna radio (realizzata dalla ditta inglese GEC-Marconi Ltd.), che svolgerà un ruolo molto importante nel Sistema Europeo di Comunicazioni a mezzo Satellite (ECSS) nella metà degli anni '80.

A differenza di molti sistemi di comunicazione con satellite, l'ECSS userà segnali digitali. I messaggi inviati nello spazio per mezzo di un codice digitale subiscono infatti minori distorsioni e possono essere "compressi" in bande di larghezza inferiore alla banda normale.

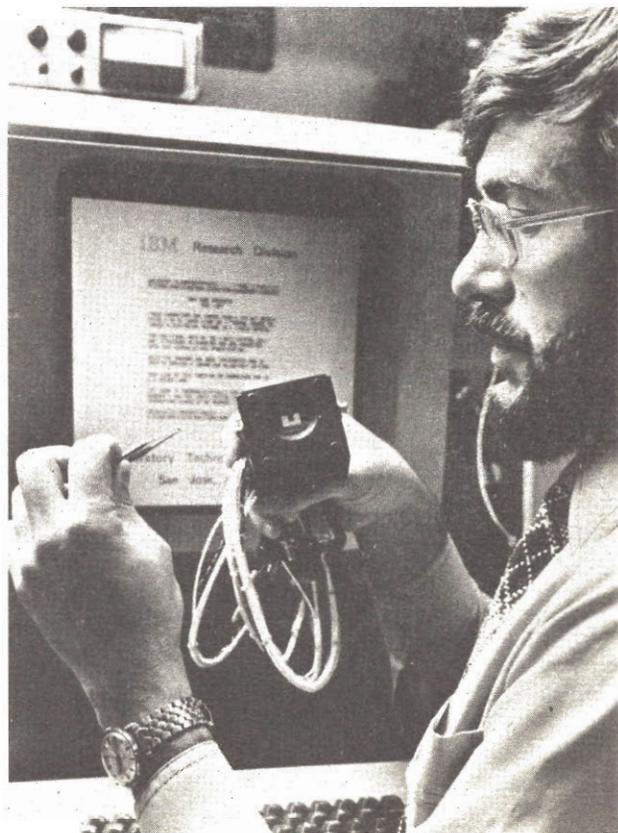
Nel sistema ECSS saranno impiegate frequenze più alte, in quanto il numero delle chiamate telefoniche internazionali raddoppia ogni quattro-cinque anni e lo spazio disponibile nelle bande d'onda attuali è in rapida, continua diminuzione.

Il sistema ECSS richiederà il lancio di due satelliti, nel 1981 e nel 1983. Nel frattempo si condurranno esperimenti usando l'Orbital Test Satellite (OTS), che è stato lanciato all'inizio del 1978; nei prossimi mesi, il satellite, che può trasmettere simultaneamente seimila chiamate telefoniche e due programmi televisivi, sarà usato per sperimentare nuovi metodi di trasmissioni, messaggi e programmi televisivi che impiegano il sistema digitale.



Presso il centro di ricerche delle Poste Britanniche, migliaia di minuscoli transistori chip, difficilmente visibili ad occhio nudo, vengono ricoperti con materiale costoso come l'oro e il titanio e quindi ... gettati a mare: sono infatti componenti vitali nei cavi sottomarini leggeri che giacciono sul fondo dell'oceano e servono a rinforzare il segnale delle chiamate telefoniche transoceaniche. Nella foto si vedono i chip mentre vengono preparati per essere ricoperti a mille per volta.

Presso la Divisione Ricerche IBM è stato realizzato un terminale sperimentale che utilizza una nuova tecnica per far apparire le informazioni sullo schermo. I caratteri vengono formati da un raggio laser in una cella di cristalli liquidi trasparenti, racchiusi tra due pareti di vetro. Il laser, ricavato da una piastrina realizzata con strati alternati di arseniuro di gallio e di arseniuro di alluminio, è in grado di emettere una radiazione continua della potenza di 25 mW. Nella foto è visibile uno dei ricercatori, che trattiene con una pinzetta il laser usato nel terminale sperimentale.



La diafonia dinamica

Quanti ricordano i tempi in cui un valore di distorsione dell'1% veniva considerato "trascurabile", giudicano senza dubbio stupefacenti i miglioramenti introdotti nei moderni amplificatori. Le normali misure della distorsione, sia delle componenti armoniche sia di quelle di intermodulazione, possono essere eseguite attualmente soltanto con l'aiuto di strumenti di misura sofisticati, e pochissime persone potrebbero sostenere con convinzione che un valore di distorsione dello 0,002%, misurato su un amplificatore, indica che questo "suona" meglio di un altro amplificatore, la cui distorsione misurata sia risultata dello 0,02%.

Nonostante ciò, i progettisti di amplificatori sono continuamente alla ricerca di nuove strade per migliorare ulteriormente le prestazioni fornite dai loro apparati. Come è noto, i benefici che si ricavano durante l'ascolto, conseguenti alle innovazioni più recenti, sono impercettibili e in alcuni casi perfino discutibili. Generalmente il "miglioramento" non può essere misurato per mezzo di tecniche già stabilite, ma richiede la

creazione di nuovi metodi di misurazione o l'adozione di apparecchiature apposite. Ciò si verifica, per esempio, nel caso della "diafonia dinamica", che è stato oggetto di studi da parte di diversi costruttori di amplificatori. Si tratta di un fenomeno che avviene a bassissima frequenza, in cui un transitorio sonoro con frequenza al limite inferiore di udibilità, oppure infrasonoro, è presente su un canale stereo ed influenza il segnale alla uscita dell'altro canale. Questo fenomeno è dovuto all'esistenza di un'impedenza in comune nel circuito di alimentazione, che provoca una variazione temporanea dei valori di tensione operativi in un canale quando nell'altro si verifica un assorbimento di corrente molto forte. Alcuni sostengono che, nel caso estremo, il fenomeno può giungere al punto di modulare il segnale presente nel secondo canale con il transitorio a bassa frequenza presente nel primo.

Ci si può domandare quale sia la differenza fra questo tipo di distorsione e la normale distorsione di intermodulazione, al che si potrebbe rispondere che vi sono due differenze fondamentali; la prima è data dal fatto che componenti di alta frequenza e componenti di bassa frequenza non sono presenti nello stesso segnale di ogni canale e, quindi, l'intermodulazione si verifica solamente a causa dell'interazione dovuta all'impedenza in comune presente nel circuito di alimentazione; la seconda è che l'effetto di intermodulazione è provocato non da una modulazione diretta di una forma d'onda per mezzo di una altra, ma invece dall'*involuppo* di un transitorio a bassa frequenza che influenza segnali con frequenza più elevata. Perciò non è possibile rilevare alcuna distorsione di intermodulazione durante una normale misura a regime, mentre questa diviene evidente quando si verifica un transitorio.

Se tale effetto esiste, il modo più logico per eliminarlo è quello di separare i circuiti di alimentazione dei due canali (supponendo che i circuiti degli amplificatori siano già stati progettati in modo da rendere minimi gli effetti provocati da variazioni transitorie della tensione di alimentazione). Ciò può essere fatto con una spesa minima utilizzando sistemi separati per la rettifica ed il filtraggio ed un trasformatore in comune. E' possibile ottenere un isolamento ancora più completo ricorrendo a due trasformatori separati per alimentare i due canali.

Questo è il sistema seguito dai progettisti

dell'amplificatore modello DA-A15 della Mitsubishi, presentato in questo stesso numero della rivista. Naturalmente tale tecnica, che prevede l'impiego di alimentatori e di trasformatori separati, non è nuova; la Harman-Kardon ha utilizzato trasformatori di alimentazione separati per diversi anni nei suoi ricevitori ed amplificatori e, in tempi più recenti, la stessa tecnica è stata adottata negli amplificatori da parte della Kenwood, della Pioneer e di altre case rinomate.

A questo punto due domande sorgono spontanee: è possibile misurare l'effetto che si ottiene utilizzando alimentatori separati (oppure non usandoli)? E' possibile avvertire il suddetto effetto durante una prova di ascolto? La diafonia dinamica può essere misurata applicando un segnale transitorio di bassa frequenza (come ad esempio un impulso, un'onda quadra, oppure un treno di oscillazioni) ai terminali di ingresso di un canale ed un segnale stazionario ad alta frequenza, oppure nessun segnale, ai morsetti di ingresso dell'altro canale. L'ampiezza del segnale di uscita di bassa frequenza rilevato sul secondo canale, paragonata a quella del segnale presente sul primo canale, costituisce una misura della diafonia esistente fra i canali, mentre la modulazione sovrapposta sul segnale di alta frequenza, se è rilevabile, rappresenta una misura dell'effetto probabile causato da questa diafonia sui segnali musicali.

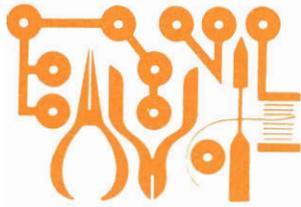
Durante le prove di laboratorio, si è constatato come la diafonia presente su amplificatori dotati di circuiti separati per l'alimentazione fosse troppo bassa per essere misurata, mentre non era stato condotto un numero sufficiente di prove su amplificatori di tipo normale perché queste potessero essere considerate significative. Un altro tipo di prova, che teoricamente si dimostra più sensibile, consiste nel pilotare un canale mediante un segnale di alta frequenza e di basso livello (ad esempio, un segnale a 10 kHz e 0,1 W) e l'altro canale mediante un'onda quadra a 10 Hz a piena potenza, come per esempio 100 W. Visualizzando il segnale ad alta frequenza su un analizzatore di spettro, con una banda molto stretta in modo da ottenere una risoluzione elevata, dovrebbe essere possibile osservare le bande laterali dovute ad un effetto di modulazione anche molto basso (ad esempio, l'analizzatore di spettro mod. 3580A della Hewlett-Packard è in grado di rilevare la presenza di tali bande

laterali fino a livelli di -90 dB od inferiori, che corrispondono a meno dello 0,003%). Pur ricorrendo a questa tecnica, non è stato possibile mettere in evidenza alcun effetto di modulazione eseguendo le misure su amplificatori equipaggiati con circuiti separati per l'alimentazione.

La seconda domanda è invece molto più pertinente; se la "diafonia dinamica" non può essere ascoltata su amplificatori di tipo convenzionale, difficilmente essa può essere considerata un problema grave ai fini della riproduzione sonora, e la sua eliminazione, anche se auspicabile, non è di grande importanza. Secondo alcuni, gli amplificatori esenti da una simile diafonia producono un suono uguale a quello prodotto da altri amplificatori che, presumibilmente, non sono invece esenti da questo effetto.

Con ciò non si vuole insinuare che la diafonia dinamica non esista: nelle condizioni che si possono stabilire in laboratorio durante le misure e con segnali di prova opportuni, certamente il fenomeno può manifestarsi. E' però sufficiente riflettere un momento per capire come esso non sia importante per un ascoltatore. La separazione fra i canali stereofonici a frequenze molto basse risulta drasticamente degradata rispetto alla separazione alle frequenze intermedie nei dischi stereofonici (e qualche volta anche nei sintonizzatori per MF). Questo è di scarsa importanza, poiché la musica dal vivo presenta pochissima o nessuna separazione (direzionalità) alle frequenze molto basse. Per tale motivo un transitorio di bassa frequenza, nel caso in cui si verifichi, risulta presente contemporaneamente in entrambi i canali di riproduzione, approssimativamente con il medesimo livello. Qualsiasi fenomeno di diafonia diretta verrà mascherato dal segnale ad alto livello già presente nell'altro canale, e l'effetto di intermodulazione della frequenza più elevata sarà mascherato dall'alto livello di quei segnali. E' difficile immaginare una situazione "reale", in contrapposizione ad una situazione artificiale ottenibile in laboratorio, in cui possa venire avvertita la diafonia dinamica (a meno che questa sia eccezionalmente forte).

A questo punto, si può concludere che la "diafonia dinamica" è uno dei fenomeni meno dannosi che si verificano durante la riproduzione sonora ed è discutibile l'utilità di impiegare tanti sforzi e di spendere cifre considerevoli per eliminarla, come hanno fatto invece alcuni costruttori. ✱



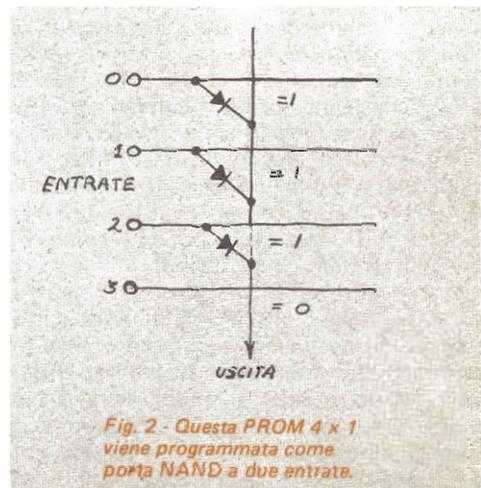
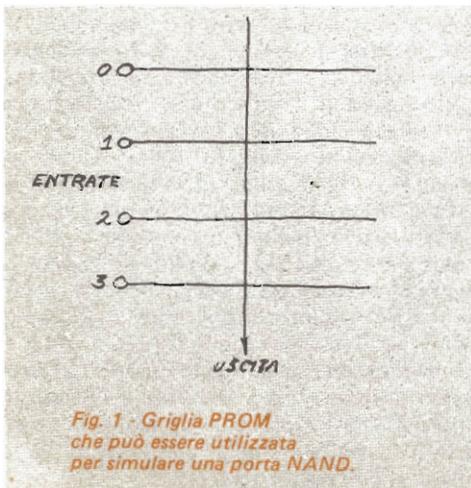
Memorie programmabili a sola lettura

Le memorie semiconduttrici sono forse i piú importanti circuiti elettronici; esse sono presenti in quasi tutti i dispositivi numerici, dai calcolatori tascabili ai computer. Oltre alla loro ovvia applicazione nell'immagazzinare informazioni, queste memorie possono essere usate nella sintesi di forme d'onda insolite, di musica e persino del parlato umano.

Vi sono due tipi basilari di memorie semiconduttrici: le memorie a sola lettura (ROM) sono quelle dalle quali il dato viene solo richiamato, mentre le memorie a lettura e

scrittura (R/W) o memorie ad accesso casuale (RAM) sono quelle nelle quali il dato può essere immesso o dalle quali l'informazione può essere recuperata con la stessa facilità. Le ROM vengono programmate in fase di fabbricazione con dati fissi che non possono essere cambiati.

Alcune ROM, dette PROM, possono essere programmate permanentemente dall'utente. Altre, denominate EPROM, possono essere programmate dall'utente e poi cancellate mediante esposizione alla luce ultravioletta;



dopo la cancellazione, possono essere programmate nuovamente. Le RAM possono essere caricate con informazioni, lette o ricaricate elettronicamente secondo gli stati logici delle linee di controllo delle cellule di memoria LEGGERE e SCRIVERE.

Entrambi i tipi di memorie semiconduttrici immagazzinano l'informazione sotto la forma di cifre binarie, dette brevemente bit, che hanno due stati possibili: lo 0 logico e l'1 logico. I dati immagazzinati si possono raggruppare in centinaia e persino migliaia di bit o in combinazioni di bit e in tal caso sono dette "parole". Le parole comprendenti quattro bit (*nibbles*) o otto bit (*bytes*) sono le più comuni, ma vengono usate anche paro-

le con altre lunghezze. A tale proposito si ricorda che nel numero di marzo 1979 di Radiorama è iniziata la pubblicazione di un articolo suddiviso in cinque puntate, denominato "Breve corso sui microprocessori", nel quale sono trattati dettagliatamente gli argomenti qui accennati.

ROM a diodi programmabili - Un sistema eccellente per il dilettante, allo scopo di approfondire le nozioni relative alle ROM, è montare una ROM o una PROM programmabile nelle quali vengano usati elementi di memoria a diodi. Una PROM di questo tipo è composta da una griglia o complesso di fili d'uscita e d'entrate denominati "linee". Un

Fig. 3 - Circuito per dimostrare il funzionamento della PROM della fig. 2.

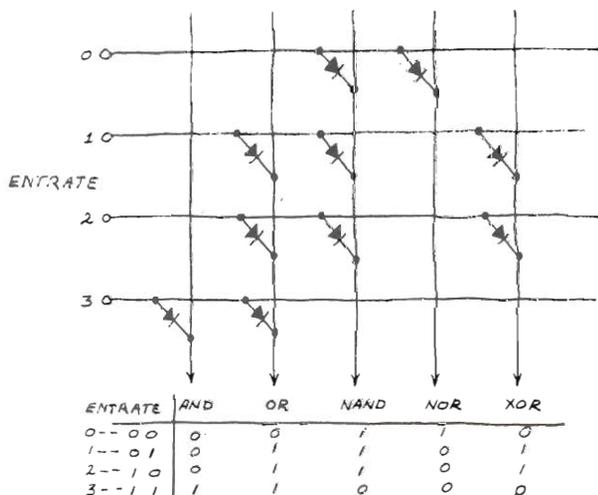
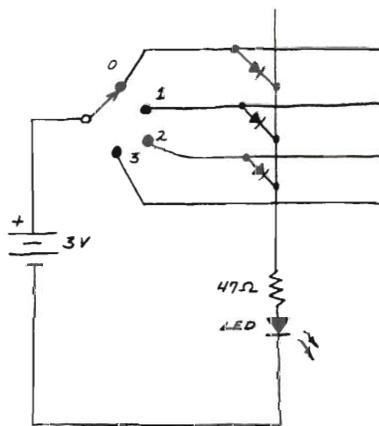
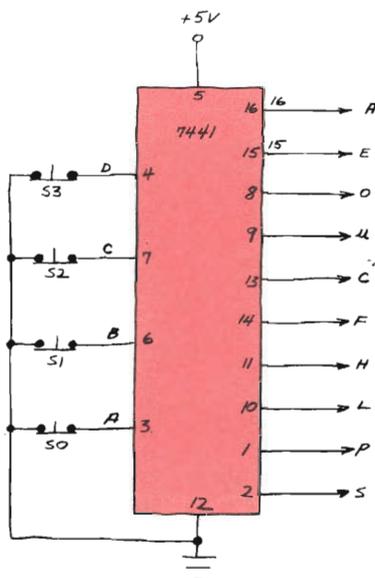


Fig. 4 - PROM a diodi a funzioni multiple.

Fig. 7 - Aggiunta di un decodificatore alla PROM.



NOTE :

- 1) INVERTIRE LE POLARITA' DEI DIODI NELLA PROM
- 2) USARE UNA PRESENTAZIONE A LED CON CATODO COMUNE

S0-S3:
 INTERRUITTORE CHIUSO = 0 LOGICO
 INTERRUITTORE APERTO = 1 LOGICO

come si vede nella *fig. 1*, questa PROM sarà una griglia di linee di 4 per 1. La tabella della verità viene caricata (programmata) nella PROM ponendo un diodo nell'intersezione tra la linea d'uscita e la linea di ciascuna entrata, con il risultato di un'uscita logica 1. Il complesso programmato è rappresentato nella *fig. 2*. La *fig. 3* illustra come sia possibile dimostrare il funzionamento della PROM con l'ausilio di una batteria, di un LED e di un commutatore a quattro posizioni.

Naturalmente, la semplice versione PROM della porta NAND è un piccolo esempio di applicazione della memoria a sola lettura, in quanto i diodi non sono nemmeno necessari. Gli 1 logici infatti si possono rappresentare collegando semplicemente le appropriate linee d'entrata alla linea d'uscita. Tuttavia, i diodi sono essenziali quando la PROM diventa più sofisticata. Per esempio, la *fig. 4* mostra una PROM a diodi che simula le porte AND, OR, NAND, NOR e OR ESCLUSIVO. Senza l'impiego dei diodi, si avrebbe una grande confusione perché la corrente elettrica troverebbe la propria via attraverso le parti sbagliate della PROM con percorsi tortuosi. I diodi eliminano i percorsi non lineari in quanto lasciano passare la corrente in una direzione sola.

Generatore di caratteri PROM a diodi -

Chi desidera acquistare una certa esperienza pratica con le PROM può provare a costruire la PROM a diodi rappresentata nella *fig. 5*. Questa semplice PROM è collegata come generatore di caratteri a sette segmenti e consente di generare fino a dieci caratteri, comprese le cifre da 0 a 9, molte lettere dell'alfabeto e parecchi simboli insoliti.

Anche se si tratta di una prima esperienza con una PROM, si troverà che la programmazione è molto facile. Si supponga di volere una presentazione che possa lampeggiare pa-

Carattere	Segmenti						
	a	b	c	d	e	f	g
A	1	1	1	0	1	1	1
E	1	0	0	1	1	1	1
O	1	1	1	1	1	1	0
U	0	1	1	1	1	1	0
C	1	0	0	1	1	1	0
F	1	0	0	0	1	1	1
H	0	1	1	0	1	1	1
L	0	0	0	1	1	1	0
P	1	1	0	0	1	1	1
S	1	0	1	1	0	1	1

role composte dai caratteri A, E, O, U, C, F, H, L, P e S. Prima di tutto, si scriva una tabella della verità che mostri i segmenti della presentazione che devono essere illuminati per produrre ciascun carattere.

Questa PROM ha dieci linee d'entrata e sette d'uscita e perciò richiede una griglia di dieci per sette fili. La PROM viene programmata inserendo un diodo nell'intersezione di ciascun carattere con la linea di segmento dove nella tabella della verità esiste un 1 logico (fig. 6). Si tratta di una realizzazione molto semplice; per convincersene, si provi a progettare lo stesso generatore di caratteri con porte logiche.

E' possibile migliorare la PROM che genera caratteri sostituendo il commutatore selettore manuale con un decodificatore da BCD a decimale. Ciò richiede ovviamente un IC in più, ma riduce il numero di linee d'entrata da dieci a quattro e rende possibile il collegamento della PROM ad altri circuiti. La fig. 7 mostra come il decodificatore viene collegato alla PROM.

Una versione funzionante di questa PROM a diodi può essere montata su una basetta perforata. Si inseriscano terminali ad innesto

in ogni posizione di bit e si stendano le linee d'entrata e dei segmenti sui lati opposti della basetta per evitare cortocircuiti. I terminali ad innesto consentiranno l'inserzione e la asportazione dei diodi, senza difficoltà. Volendo fare un montaggio più completo, si può collegare permanentemente un diodo in serie con un interruttore semplice a levetta in ciascuna posizione di bit. Chiudendo l'interruttore, si caricherà un 1 logico; aprendo l'interruttore si caricherà uno 0 logico. Se si sceglie questa soluzione, saranno necessari venti interruttori.

Chiunque sia interessato a conoscere gli aspetti pratici delle ROM e delle PROM, costruendo una PROM a diodi imparerà qualcosa circa l'*hardware* (la PROM e il decodificatore), il *software* (la tabella della verità che si intende caricare nella PROM), e il *firmware* (la tabella della verità caricata nella PROM sotto la forma di diodi); conoscerà inoltre che cosa è l'*addressing* (la parola di scelta di carattere a quattro bit applicata all'entrata del decodificatore). Tutti questi argomenti sono fondamentali per comprendere i perfezionati dispositivi logici numerici come i microelaboratori, i calcolatori ed i computer.

★

SEMPLICE CIRCUITO OSCILLATORE AD ONDE QUADRE

Il circuito oscillatore ad onde quadre illustrato nella figura è semplice da realizzare ed è anche economico.

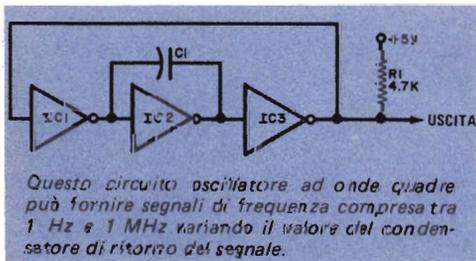
Variando il valore del condensatore C1 tra 300 μ F e 300 pF può fornire segnali di frequenza compresa tra 1 Hz e 1 MHz. Il circuito può essere usato come "orologio" in applicazioni numeriche, come semplice generatore di onde quadre per strumenti di

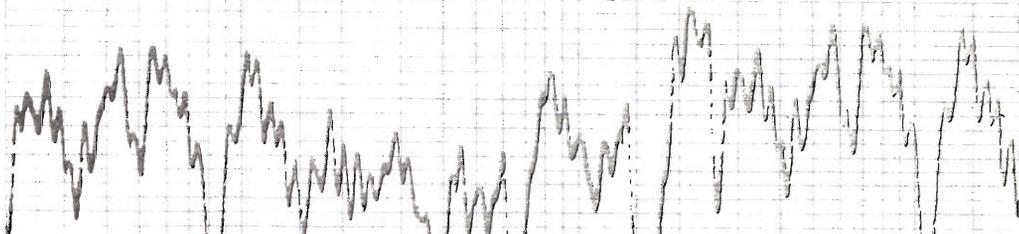
laboratorio o come sorgente di nota per allarmi e strumenti musicali. Il ciclo di funzionamento è circa pari al 50% ed è indipendente dal valore del condensatore di ritorno del segnale, C1.

I tre dispositivi attivi che formano l'oscillatore, IC1, IC2 e IC3, sono tre parti di un normale invertitore sestuplo TTL a collettore aperto tipo 7405. Il resistore di carico R1 è da 0,5 W, mentre il condensatore C1 può essere di tipo ceramico, a pellicola plastica, a carta o elettrolitico, a seconda del valore scelto.

La disposizione delle parti e dei collegamenti non è critica e il circuito può essere montato entro una scatoletta metallica o di plastica con alimentazione incorporata e usato, a scelta del costruttore, come strumento a sé oppure incorporato in un apparato più complesso.

★





LABORATORIO TEST

PREAMPLIFICATORE MITSUBISHI DA-P10 E AMPLIFICATORE DI POTENZA DA-A15

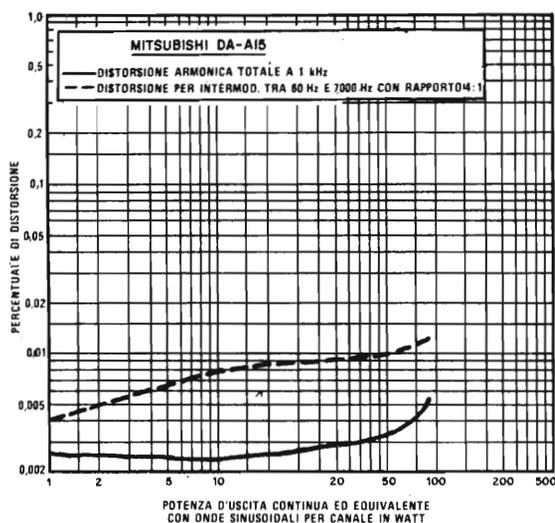


La Mitsubishi, una delle piú importanti ditte costruttrici giapponesi, ha introdotto sul mercato una serie insolita di componenti di lusso ad alta fedeltà, di cui fanno parte il preamplificatore modello DA-P10 e l'amplificatore di potenza DA-A15. Le due apparecchiature vengono vendute come componenti separati, ma sono fisicamente ed elettricamente progettate in modo da poter essere unite per formare un unico amplificatore integrato. La potenza d'uscita specificata per l'amplificatore di potenza è di 150 W per canale su un carico di 8Ω da 20 Hz a 20 kHz, con distorsione armonica e di intermodulazione inferiore allo 0,1% se pilotato da un'entrata di 1 V. Il preamplificatore ha un'uscita nominale di 1 V, ma può effettiva-

mente fornire un'uscita fino a 9 V per pilotare qualsiasi amplificatore commerciale.

I manici forniti con l'amplificatore si possono installare a scelta dell'utente. Quando sono sistemati nella loro sede, consentono di imbullonare il preamplificatore al suo posto per formare un'unica, rigida e pesante unità. Un altro accessorio è uno strumento indicatore della potenza di picco che può essere situato al posto del preamplificatore; in tal caso, quest'ultimo deve essere usato come componente separato.

Il preamplificatore modello DA-P10 ha le dimensioni di 42,5 x 20,4 x 17 cm e pesa 15,8 kg; l'amplificatore di potenza ha la stessa larghezza e la medesima altezza ma è profondo 28,5 cm e pesa 18 kg.



Distorsione armonica totale e distorsione per intermodulazione tra 60 Hz e 7000 Hz.

Descrizione generica - La piú interessante caratteristica presentata dalle due unità è la loro completa separazione dei due canali di segnale. La Mitsubishi ha denominato questo sistema di progetto "costruzione Dual-Monoaural" (doppia monoaurale). Il mod. DA-P10 è letteralmente costituito da due indipendenti preamplificatori monoaurali, che hanno in comune solo il trasformatore (per i due canali vengono usati due alimentatori stabilizzati distinti), il selettore di funzioni, il controllo di volume ed il telaio. Nell'amplificatore di potenza la separazione è ancora piú completa, in quanto ogni canale ha il proprio trasformatore.

I controlli per ciascuno dei canali del preamplificatore sono sistemati in fila orizzontalmente. Essi sono costituiti da un commutatore per un filtro subsonico con un andamento di 12 dB per ottava al di sotto dei 18 Hz, dai controlli di tono per gli alti ed i bassi ad undici posizioni (con una posizione centrale di esclusione) e dal controllo di livello. La grande manopola dell'attenuatore, comune ad entrambi i canali, ha piccoli scatti ad intervalli di 2 dB su gran parte della sua corsa, con gli scatti che aumentano in ampiezza quando il controllo si avvicina alla posizione di -60 dB. Nella posizione finale antioraria l'attenuatore esclude completamente il segnale.

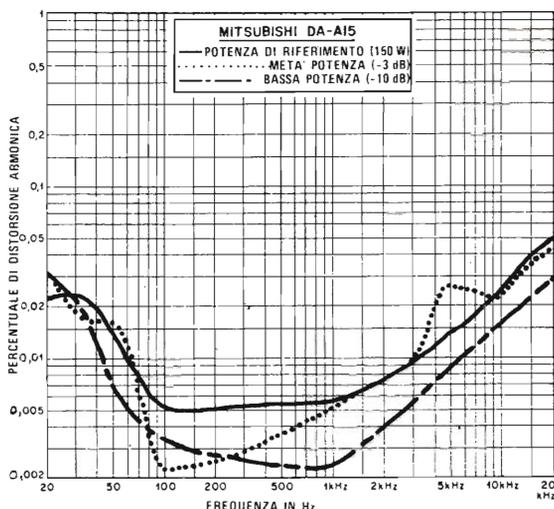
Commutatori a levetta, sistemati lungo la parte inferiore del pannello di controllo, con-

sentono la scelta tra il funzionamento stereo e quello mono, attivano ed escludono la funzione ascolto nastro, accendono e spengono l'apparato. Il selettore d'entrata, posto nell'angolo in alto a destra del pannello, ha posizioni per due cartucce fonomagnetice e due sorgenti di segnale ad alto livello (sintonizzatore e posizione ausiliaria). E' anche presente un jack per cuffia, previsto per azionare una cuffia a bassa impedenza (8 Ω) mediante uno stadio amplificatore distinto, incorporato nel preamplificatore.

Nell'angolo in alto a sinistra del pannello vi è un commutatore per gli altoparlanti, che può collegare all'amplificatore di potenza una di due coppie di sistemi d'altoparlanti ma non entrambe, oppure escludere completamente gli altoparlanti per l'ascolto in cuffia. Per ottenere ciò, le uscite d'altoparlante dell'amplificatore di potenza non sono portate nel preamplificatore come si fa talvolta. Invece, il commutatore controlla relè sistemati nell'amplificatore di potenza, i quali a loro volta controllano la commutazione degli altoparlanti e fanno parte del sistema di protezione dell'amplificatore, sistema che stacca le uscite nel caso di un guasto e fornisce un ritardo di pochi secondi quando inizialmente viene data tensione.

I connettori di segnale sono incassati nel lato destro del preamplificatore.

L'amplificatore di potenza non ha controlli di funzionamento, tranne due controlli



di livello d'entrata regolabili a cacciavite, sistemati presso i connettori d'entrata, ed un commutatore a slitta selettore degli altoparlanti che si usa quando l'amplificatore viene pilotato da preamplificatori che non siano il modello DA-P10. Sono pure presenti due coppie di terminali di tipo a vite per gli altoparlanti. I grandi dissipatori di calore per i transistori d'uscita occupano i due lati del telaio, mentre i due trasformatori d'alimentazione ed i condensatori di filtro dell'alimentatore occupano lo spazio tra i dissipatori di calore.

Quando l'amplificatore di potenza ed il preamplificatore sono accoppiati, un cavo di controllo a distanza unisce i loro zoccoli selettore d'altoparlanti ed un cavo corto unisce le uscite del preamplificatore alle entrate dell'amplificatore di potenza. Il cordone di rete dell'amplificatore di potenza si inserisce in una delle prese di rete soggette ad interruzione del preamplificatore. I diversi cavi si possono ripiegare ed inserire in speciali canaletti ricavati lungo il lato dell'amplificatore di potenza.

Le caratteristiche delle prestazioni elettriche dell'amplificatore e del preamplificatore sono impressionanti. Oltre ai 150 W per canale a bassissima distorsione, la separazione tra i canali specificata per l'amplificatore è di 90 dB a 1 kHz e di 80 dB a 20 kHz, mentre il ronzio ed il rumore in uscita vengono specificati inferiori a 0,3 mV con un'entrata in

cortocircuito. L'uscita specificata di 1 V del preamplificatore è, in realtà, di 9 V massimi. In relazione con la frequenza e la sorgente d'entrata, la separazione tra i canali viene specificata tra 80 dB e 100 dB e la sua entrata di sovraccarico fono a 1 kHz è dichiarata pari a 270 mV.

Misure di laboratorio - L'amplificatore di potenza ed il preamplificatore sono stati provati separatamente ma, per le prove di ascolto, i due apparecchi sono stati uniti ed usati come amplificatore integrato. I controlli di tono del preamplificatore avevano una frequenza di scambio bassa variabile. L'esaltazione od il taglio dei bassi cominciava a frequenze comprese tra 100 Hz e 400 Hz in relazione alla distanza dalla posizione centrale a cui veniva portato il controllo. Le curve di responso agli alti erano "incardinate" a circa 2 kHz. La massima gamma dei controlli di tono era di circa ± 12 dB, più che sufficiente per il loro scopo. Nelle posizioni di escluso, i controlli di tono producevano un responso completamente piatto entro $\pm 0,5$ dB da 20 Hz a 20 kHz.

L'equalizzazione RIAA era parimenti precisa, ben entro i normali limiti degli errori di misura; essa è risultata compresa entro $\pm 0,5$ dB da 20 Hz a 20 kHz, comprendendo l'effetto del responso dell'amplificatore di potenza con i controlli di tono esclusi e non variava in modo apprezzabile se misurata at-

traverso l'induttanza di tipiche cartucce fono. Il filtro subsonico faceva scendere l'uscita di 2,3 dB a 20 Hz e di 14 dB a 5 Hz.

L'uscita specificata di 1 V del preamplificatore veniva fornita con un'entrata ad alto livello di 145 mV o con un'entrata fono di 1,95 mV. Il punto di sovraccarico fono era eccellente: 310 mV. L'uscita, non pesata, di rumore del preamplificatore era inferiore alle possibilità di misura di 100 μ V (80 dB sotto 1 V) attraverso le entrate ad alto livello ed è risultata di -79,2 dB attraverso le entrate fono.

Le uscite del preamplificatore tosavano a 10,3 V. Al livello specificato di 1 V, la distorsione armonica totale era dello 0,0025% a 1 kHz (circa il livello di distorsione residuo dello strumento), dello 0,0056% a 15 kHz e dello 0,047% a 20 Hz. Con 3 V d'uscita, piú che sufficienti per pilotare alla piena uscita qualsiasi amplificatore di potenza, la distorsione a queste tre frequenze era dello 0,0063%, dello 0,01% e dello 0,05%. La distorsione per intermodulazione saliva dallo 0,012% a 1 V allo 0,03% con 3 V d'uscita.

L'amplificatore di potenza ha superato senza difficoltà il periodo di precondizionamento di un'ora ad un terzo della potenza specificata. Una novità presentata da questo apparecchio è l'impiego di elementi sensibili sui dissipatori di calore dell'amplificatore, elementi che cambiano colore passando dal rosso al nero a 60 °C, avvertendo cosí l'utente che i dissipatori di calore non devono essere toccati.

Le uscite tosavano a 178 W per canale su carichi di 8 Ω a 1 kHz. Le uscite su carichi di 4 Ω e 16 Ω sono risultate rispettivamente di 267 W e 112 W. La distorsione di questo amplificatore è risultata tra le piú basse finora misurate e, nella maggior parte delle condizioni, era manifestamente inferiore a quella residua degli strumenti di prova, che è circa dello 0,002%. A 1 kHz, la distorsione armonica totale oscillava dallo 0,0022% allo 0,0027% da un'uscita di 0,1 W a 10 W; saliva allo 0,0036% a 100 W ed allo 0,0056% a 180 W, appena prima del punto di tosatura. La distorsione di intermodulazione si aggirava tra lo 0,004% e lo 0,008% fino a 10 W ed era pari allo 0,013% a 180 W. A differenza di altri amplificatori, la distorsione di questo amplificatore non saliva a livelli di potenza molto bassi.

All'uscita specificata di 150 W, la distorsione armonica totale era circa dello 0,02%

tra 20 Hz e 30 Hz e circa dello 0,005% da 100 Hz a 1 kHz e saliva gradualmente allo 0,04% a 20 kHz. Alle potenze di uscita inferiori, l'andamento della curva di distorsione era simile, anche se le percentuali erano generalmente inferiori. L'amplificatore veniva pilotato ad un'uscita di riferimento di 10 W da un'entrata di 0,27 V e l'uscita non pesata di rumore era un bassissimo -87 dB riferiti a 10 W. Il tempo di salita ad onde quadre di 0,7 μ s è risultato esattamente come specificato e la velocità di funzionamento misurata di 20 V/ μ s era leggermente migliore di quella di 15 V/ μ s dichiarata.

Poiché si tratta di un amplificatore speciale, si è anche misurata la modulazione incrociata tra i due canali. Con l'aiuto dell'analizzatore di spettro Hewlett-Packard modello 3580A, si è potuto verificare che la modulazione incrociata era di -120 dB a 20 Hz, di -110 dB a 1 kHz e di -80 dB a 20 kHz. Questi valori non solo concordano o superano quanto dichiarato dalla casa costruttrice, ma non sono assolutamente misurabili senza l'impiego di sofisticati e costosi strumenti di laboratorio.

Commenti d'uso - Sia l'amplificatore di potenza sia il preamplificatore in esame sono elegantemente rifiniti in nero semilucido, mentre il preamplificatore ha un pannello frontale di alluminio satinato con adatte manopole metalliche. I principali componenti dell'amplificatore di potenza (trasformatori d'alimentazione, condensatori di filtro e dissipatori di calore) sono ben visibili invece di essere nascosti da un coperchio o da un mobiletto e ciò rende l'insieme piú attraente. Quando i due apparecchi sono uniti, formano un sistema amplificatore integrato con potenza e prestazioni eccezionali.

Per il rapporto segnale/rumore, la distorsione, l'uniformità del responso e l'isolamento dei canali, il sistema risulta di molto superiore alla norma. Pochi altri amplificatori possono uguagliare una o piú delle sue caratteristiche singole e forse nessuno presenta la perfezione complessiva delle prestazioni offerte da questo sistema preamplificatore-amplificatore di potenza.

Tesi alla ricerca di certi livelli di prestazioni elettriche, i tecnici della Mitsubishi hanno ritenuto opportuno eliminare alcune funzioni di cui comunemente sono dotati amplificatori di qualità inferiore. E' stata eliminata la *loudness compensation* (compensazione

d'altezza), anche se i controlli di livello separati per ciascun canale amplificatore, oltre alla loro funzione di bilanciamento dei canali, avrebbero reso possibile, per la massima efficacia, l'aggiunta di un sistema compensatore d'altezza ben progettato. Allo stesso modo, l'assenza di un filtro taglia-alto non può essere considerata un difetto, tenuto conto dell'inefficienza della maggior parte di tali filtri. D'altra parte, desta una certa sorpresa il fatto che un amplificatore di tale qualità e di prezzo molto elevato preveda un solo registratore a nastro, dal momento che persino i ricevitori di prezzo medio spesso possono controllare due registratori, offrendo la possibilità di doppiaggio reciproco.

Nessun programma stereo presenterà più di circa 30 dB di diafonia tra i canali alle frequenze medie (molto meno alle frequenze estreme) e ciò potrebbe rendere i 100 dB di diafonia dell'amplificatore Mitsubishi un vero eccesso. Tuttavia, se i livelli normali di modulazione incrociata sono causa di degradazione udibile del segnale, come normal-

mente viene dichiarato, l'amplificatore Mitsubishi certamente stabilisce uno standard a cui l'industria specifica dovrà attenersi. Cosa interessante, la separazione dei canali è tanto grande che sarebbe possibile usare la combinazione DA-P10/DA-A15, come due amplificatori monoaurali indipendenti, con programmi completamente differenti senza che tra i canali si manifesti interazione o modulazione incrociata udibile.

Non si è detto nulla circa il suono della combinazione preamplificatore-amplificatore della Mitsubishi per la semplice ragione che, come altri eccellenti amplificatori, non ha una colorazione sonora. L'attrattiva particolare di questo sistema sta nella sua superba costruzione, nelle sue caratteristiche di qualità superiore e nella sua eleganza. Per coloro che non necessitano della piena potenza del modello DA-A15, è disponibile, a prezzo inferiore, il modello DA-A10 della stessa ditta, il quale, tranne che per la potenza di uscita (che è di 100 W per canale), è identico al modello DA-A15. ★



ESTENSORE DI DINAMICA dbx 128

**UN APPARECCHIO
DI SORPRENDENTE EFFICACIA
ED ECCEZIONALE
VERSATILITÀ**

Gli espansori ed i compressori di dinamica prodotti dalla dbx sono ormai da diversi anni presenti tra le apparecchiature audio, sia tra quelle professionali sia tra quelle destinate all'impiego domestico. In tutto questo tem-

po tali apparecchi hanno subito considerevoli modifiche e miglioramenti, allo scopo di ottenere un sempre migliore funzionamento e di eliminare alcuni indesiderabili effetti secondari. Il più recente, e probabilmente il più efficiente dispositivo della dbx è l'estensore o magnificatore di dinamica mod. 128: un accessorio di grande versatilità, che permette di ottenere riduzione del rumore ed espansione di dinamica, sia separatamente sia contemporaneamente.

Il mod. 128 viene collegato alle prese (ingresso ed uscita) per registratore di un amplificatore o di un ricevitore; il registratore viene poi collegato alle prese presenti sul pannello posteriore del mod. 128. L'appa-



recchio ha un consumo di soli 10 W ed è alimentato dalla normale rete in c.a.

L'apparecchio è assai compatto: ha infatti una larghezza di soli 28 cm, una profondità di 27,5 cm ed un'altezza di 9,5 cm; il peso è di circa 3,5 kg ed il prezzo supera le seicentomila lire.

Descrizione generale - Quando funziona come apparecchio per la riduzione del rumore nelle registrazioni su nastro, il mod. 128 comprime la dinamica del segnale inviato al registratore di un fattore 2:1 (un cambiamento di 20 dB nel segnale di ingresso si traduce cioè in una variazione di 10 dB nel livello di uscita). Il campo di dinamica dell'apparecchio è di circa 110 dB; questo rende teoricamente possibile comprimere un segnale captato "dal vivo" con dinamica di 100 dB in un segnale con dinamica di soli 50 dB, cioè accettabile da ogni buon registratore a bobine e da alcuni dei migliori apparecchi a cassette.

Durante la riproduzione il mod. 128 lavora come espansore, con un'azione esattamente complementare a quella della compressione. Una variazione di livello di 10 dB proveniente dal registratore viene perciò trasformata dai circuiti predisposti dalla dbx nel-

l'originaria variazione di 20 dB. La dinamica del programma musicale non viene perciò alterata dall'insieme delle operazioni di registrazione e di riproduzione effettuate attraverso l'apparecchio mod. 128, mentre ogni rumore aggiunto dal registratore è ridotto di una quantità pari all'espansione che il programma subisce in riproduzione (in pratica sono possibili valori sino a 30 dB). A differenza dei sistemi Dolby e ANRS, il cui funzionamento è fortemente influenzato dai livelli del segnale elaborato dal sistema, il comportamento del sistema dbx è virtualmente indipendente dal livello (un programma con dinamica di 60 dB può essere piazzato in un punto qualunque all'interno della gamma di 110 dB propria del sistema, senza che il risultato finale risulti influenzato).

Per funzionare in modo soddisfacente, un complesso compressore-espansore (compander) deve avere caratteristiche di funzionamento e costanti di tempo esattamente uguali in registrazione ed in riproduzione. Poiché per entrambe le funzioni sono usati gli stessi circuiti, il sistema della dbx è in grado di soddisfare egregiamente questa esigenza. Il principio di funzionamento dell'apparecchio mod. 128 (quello che la dbx ha denominato "sistema dbx II") è assai complesso; una sua

dettagliata descrizione è riportata nel manuale di istruzione che accompagna l'apparecchio. È interessante notare che le caratteristiche di risposta in frequenza proprie di ciascuna delle due operazioni ("codifica" e "decodifica") effettuate dall'apparecchio quando viene usato per la riduzione del rumore non sono per nulla uniformi. Per la registrazione viene infatti usata una preenfasi alle alte frequenze di circa 10 dB, ed una corrispondente deenfasi è usata in riproduzione; ciò ha l'effetto di ridurre il rumore di modulazione che accompagna l'azione dell'elaboratore di segnale sviluppato dalla dbx.

La seconda funzione che l'apparecchio mod. 128 può assolvere è quella di estensore della dinamica o di volume. Questa funzione è ottenuta attraverso un canale di espansione separato, che può essere usato contemporaneamente al sistema per la riduzione del rumore oppure da solo, per esempio nel riprodurre un normale disco od un programma ricevuto da un sintonizzatore per MF. In pratica l'azione del canale per l'estensione di dinamica può essere regolata con continuità da una compressione completa ("infinita") ad un'espansione con fattore di espansione 2; in pratica, la compressione non viene quasi mai usata, tranne che per creare musica di sottofondo o per trattare particolari segnali caratterizzati da una grande varietà di livelli, quali le registrazioni dal vivo di riunioni o dibattiti. Quando la manopola di comando viene portata verso il valore 1.0 (lineare), l'effetto più avvertibile è in genere un cambiamento nel rumore di fondo, che diminuisce sensibilmente durante l'espansione. Con un rapporto di espansione di 1.2 o 1.3, è possibile ottenere una riduzione del rumore degna di nota sulla maggior parte dei programmi musicali, senza che si manifestino effetti secondari avvertibili, e con un contemporaneo incremento nella dinamica del segnale musicale.

Il funzionamento dell'apparecchio viene comandato mediante sei commutatori a pulsante, tre dei quali vengono utilizzati quando l'apparecchio è usato per la riduzione del rumore nella registrazione magnetica. Il pulsante contrassegnato con la scritta *BYP* (abbreviazione della parola *bypass*, cioè "scavalamento") serve ad inviare direttamente il segnale al registratore, senza farlo passare attraverso i circuiti dell'elaboratore dbx; il pulsante contrassegnato con la scritta *REC* inserisce tra l'ingresso e l'uscita verso il registra-

tore il compressore (con rapporto di compressione 2) e la preenfasi alle alte frequenze; il pulsante contrassegnato con la scritta *PLAY* inserisce sull'uscita del registratore l'espansore dbx con rapporto di espansione 2 e la deenfasi alle alte frequenze.

Altri due pulsanti, che servono per usare l'apparecchio come estensore di dinamica, sono contrassegnati con le scritte *PRE* e *POST* e determinano la posizione dell'espansore variabile rispetto ai circuiti per la riduzione del rumore; precisamente, il pulsante *PRE* fa in modo che il programma sia espanso, o compresso, prima di essere registrato, mentre il pulsante *POST* fa in modo che queste operazioni avvengano sul segnale riprodotto (in entrambi i casi l'azione è indipendente da quella del sistema per la riduzione del rumore). Con l'uso opportuno di questi comandi, il mod. 128 è in grado di rendere la qualità di una registrazione su nastro superiore a quella del segnale originario.

Una manopola di comando, posta alla sinistra del pulsante con il quale si inserisce l'estensione di dinamica, permette di far variare il fattore di espansione. Un'altra manopola, contrassegnata dalla scritta *LEVEL*, deve essere usata, aiutandosi con due diodi fotoemettitori (uno rosso e uno giallo) posti sul pannello frontale, per scegliere il livello in corrispondenza del quale l'apparecchio passa dall'espansione alla compressione. Il circuito di espansione può anche essere predisposto in modo da entrare in funzione solo al di sopra di un certo livello (selezionato mediante la manopola *LEVEL*) invece che sull'intera gamma dinamica propria dello strumento. Abbassando il pulsante, il funzionamento passa da lineare a "sopra la soglia"; il dispositivo si può trasformare così, a seconda delle necessità personali, in un apparecchio che elimina la limitazione dei picchi, o che la realizza. In questo genere di funzionamento, l'accensione del diodo color ambra segnala che in quel momento il livello del segnale non viene alterato.

I rimanenti comandi sono l'interruttore di alimentazione, un comando per adattare l'apparecchio al livello di uscita del registratore ed un pulsante per la selezione del segnale di ingresso, avente due posizioni contrassegnate con le scritte *TAPE* e *DISC*. Quando il pulsante è su quest'ultima posizione, tutti i circuiti previsti per lavorare in connessione con il registratore vengono esclusi, ed i circuiti per l'estensione della di-

namica possono lavorare su un segnale proveniente da un amplificatore o da un ricevitore accoppiato all'apparecchio. La scritta DISC si riferisce al fatto che questa posizione è quella adatta per riprodurre gli speciali dischi codificati dalla dbx, assai rari in commercio, sfruttando al massimo i circuiti del mod. 128.

Misure di laboratorio - Il tipo di funzionamento, essenzialmente di tipo dinamico, dell'apparecchio mod. 128 della dbx rende problematica ogni misura quantitativa delle prestazioni. L'unica prova di questo genere è stata la verifica della complementarità delle caratteristiche di compressione e di espansione; per il resto si è valutato l'apparecchio esclusivamente con prove di ascolto.

Impressioni d'uso - Nonostante le sue ridotte dimensioni ed il fatto che sia nato solo come apparecchio accessorio, il mod. 128 è da considerarsi un ottimo dispositivo. Il manuale di istruzioni è veramente completo, ma di non facile lettura. E' quindi consigliabile consultarlo con molta attenzione come un vero e proprio libro di testo sul trattamento dinamico dei segnali, e mettere in funzione l'apparecchio, provando l'effetto dei diversi comandi, solo quando si è ben compreso che cosa dovrebbe accadere in teoria quando essi sono disposti in un certo modo.

Quando si usa l'apparecchio per la riduzione del rumore, il comando del grado di espansione (SLOPE) deve essere posto su 1.0; in caso contrario i rapporti tra i segnali d'ingresso e di uscita risulterebbero alterati. Questo comando non ha una posizione di arresto preferenziale al centro, ma la sua scala è apparsa tarata con precisione.

Con pendenza di circa 1,2 l'espansore è risultato assai efficiente nel ridurre il soffio di fondo presente sui dischi ed all'uscita dei sintonizzatori per MF, con una leggera espansione della dinamica e quasi senza alcun segno di "pompaggio" (un difetto assai comune negli espansori). Il funzionamento è così poco critico che nella maggior parte dei casi non è neppure necessario preoccuparsi dell'effettivo livello dei segnali o del lampeggiare delle lampade di soglia.

E' però come riduttore del rumore che l'apparecchio mod. 128 fornisce le migliori prestazioni. L'entità della compressione introdotta in registrazione può essere valutata mediante un ascolto di controllo durante la registrazione. In questa fase il segnale appare

incredibilmente rumoroso e stridente; quando però esso viene riprodotto attraverso l'apparecchio, si stenta a credere che sia mai stato in forma compressa, poiché ha un suono esattamente uguale, sotto ogni aspetto, a quello del segnale originale, e non si avverte alcuna traccia della doppia elaborazione.

Se usato con un registratore a cassette, l'apparecchio mod. 128 permette di effettuare registrazioni a basso livello (anche a -20 dB, cioè con le lancette degli strumenti che si muovono appena), eliminando così ogni problema di saturazione del nastro alle alte frequenze, mentre il rapporto segnale/rumore in riproduzione resta pari a quello che si ha nel funzionamento a livello normale. Benché il sistema Dolby per la riduzione del rumore possa essere usato insieme con l'apparecchio mod. 128, la dbx fa notare che esso non offrirebbe alcun ulteriore vantaggio e che perciò non conviene metterlo in funzione quando si impiega l'apparecchio in esame.

Un inconveniente del sistema dbx è rappresentato dalla sua incompatibilità con altri sistemi per la riduzione del rumore, quali l'onnipresente Dolby o quello ANRS, o con un impianto di riproduzione privo di alcuna elaborazione. Una registrazione dbx deve cioè essere riprodotta attraverso un decodificatore dbx, poiché è praticamente impossibile ascoltarla in forma codificata. Lo stesso principio vale per i dischi codificati con il sistema dbx: essi hanno una dinamica incredibile se sono riprodotti con l'apparecchio adatto, ma non possono essere ascoltati senza un decodificatore dbx. Inoltre l'apparecchio mod. 128 non prevede la possibilità, mentre si registra, di ascoltare in forma decodificata il segnale musicale registrato sul nastro, poiché ha un solo insieme di circuiti.

A parte le limitazioni sopra accennate, relativamente poco importanti, l'apparecchio mod. 128 costituisce uno dei sistemi più efficaci e versatili per la riduzione del rumore nella registrazione su nastro, ed uno dei migliori sistemi per l'espansione della dinamica a disposizione del dilettante appassionato di registrazione e di alta fedeltà. Per conoscere a fondo il suo funzionamento occorre una certa pratica, dopo di che è quasi impossibile commettere errori; comunque il suo funzionamento è sorprendentemente privo di quegli effetti secondari che spesso accompagnano analoghi sistemi per l'elaborazione dei segnali. ★

COME PROGRAMMARE CALCOLATORI PER DIVERTIMENTO E PER GIOCHI

PARTE 2^A

In questa seconda parte dell'articolo presentiamo altri due giochi adatti ai calcolatori programmabili: il "Gioco del Blackjack" ed il "Volo spaziale". Si ricordi che anche questi due programmi sono scritti in RPN in

modo specifico per il calcolatore Hewlett-Packard HP-25. Tuttavia, disponendo di un calcolatore programmabile diverso, si possono riscrivere i programmi secondo le proprie particolari esigenze.

BLACKJACK (o giuoco del 21)

Le piccole calcolatrici programmabili ordinariamente hanno tasti di funzione decisionale che consentono di sviluppare algoritmi abbastanza complessi con la ripetizione automatica di alcuni segmenti di programma o con il salto condizionale di altri segmenti. Fra le istruzioni del programma presentato nella *fig. 1* sono indicate le funzioni decisio-



nali $x = 0$, $x \geq y$, $x = y$ della calcolatrice scientifica HP25. Nell'ambito del programma, queste funzioni sono come punti nevralgici dove si regola il traffico delle varie operazioni che simulano il giuoco del Blackjack. Il succedersi di tali operazioni si può vedere meglio sotto l'aspetto d'insieme, osservando il diagramma di flusso (*flow chart*) presentato nella *fig. 2*.

Per partecipare al Blackjack i giocatori prendono alternativamente da un mazzo due o piú carte e, sommando i valori delle proprie carte, cercano di arrivare per primi al totale esatto di 21, evitando di superare tale valore. A questo scopo occorre assegnare ad ogni carta del mazzo un preciso valore; ora, stando alle regole del giuoco, si è convenuto di mantenere inalterati i valori facciali: un due vale 2, un tre vale 3, e cosí via fino ai dieci, che vale 10. Ad ogni figura, sprovvista di valore facciale, si è assegnato un valore convenzionale: i fanti, le donne e i re valgono tutti 10; gli assi invece possono valere 1 oppure 11, a piacere dei giocatori.

Per simulare questo giuoco con il calcolatore bisogna formare un mazzo immaginario, dal quale prendere le carte. Nella realtà questo mazzo non può esistere, poiché nel visore della calcolatrice si può ottenere di volta in volta una sola carta, rappresentata da un numero apparentemente casuale, il quale è generato un istante prima dalla stessa calcolatrice. Il procedimento consiste nel considerare numero rappresentativo di una carta il risultato di alcune operazioni eseguite con un numero U assegnato o calcolato in precedenza. Per cominciare, si dovrà assegnare ad U_0 , cioè al primo U , un valore arbitrario compreso fra zero e 1; la calcolatrice troverà poi il valore successivo U_1 , eseguendo le operazioni indicate nella seguente espressione: $U_1 = \text{parte frazionaria di } (\pi + U_0)^5$. Il valore U_1 viene quindi moltiplicato automaticamente per 13, e la parte intera del risultato rappresenterà la prima carta presa dal mazzo. La carta successiva viene offerta dalla calcolatrice con lo stesso procedimento, nel quale però al posto di U_0 si mette U_1 , che nel frattempo è stato conservato in memoria. In generale, la generazione di un qualsiasi numero apparentemente casuale U_i si ottiene con la formula:

$$U_i = \text{parte frazionaria di } (\pi + U_{i-1})^5;$$

il numero rappresentativo della carta relativa ad U_i si ottiene sempre moltiplicando U_i per 13. Il prodotto $U_i \times 13$ non è prevedibile dal

Passo del progr.	Tasto di immissione
00	
01	CLX
02	STO 1
03	STO 2
04	R/S
05	$g \times = 0$
06	GTO 01
07	STO 0
08	RCL 3
09	$g \pi$
10	+
11	5
12	$f y^x$
13	$g \text{ FRAC}$
14	STO 3
15	RCL 4
16	X
17	$f \text{ INT}$
18	1
19	$f x \geq y$
20	GTO 48
21	R↓
22	RCL 7
23	$f x = y$
24	GTO 48
25	R↓
26	$f \text{ FIX } 0$
27	$f \text{ PAUSE}$
28	$f \text{ PAUSE}$
29	$f \text{ FIX } 2$
30	EEX
31	2
32	÷
33	STO 5
34	RCL 0
35	2
36	$f x = y$
37	GTO 42
38	RCL 5
39	STO+ 1
40	RCL 1
41	GTO 45
42	RCL 5
43	STO+ 2
44	RCL 2
45	RCL 0
46	+
47	GTO 04
48	RCL 6
49	GTO 26

Registri

R ₀	Numero del giocatore
R ₁	Punteggio del giocatore 1
R ₂	Punteggio del giocatore 2
R ₃	U_0
R ₄	13
R ₅	Ultima carta
R ₆	10
R ₇	12

Fig. 1 - Programma di giuoco del Blackjack.

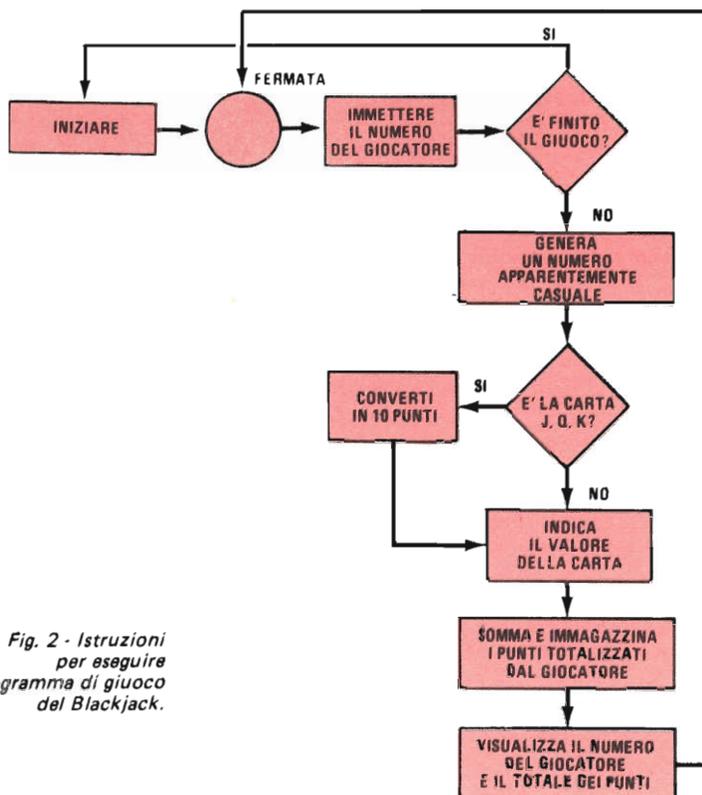


Fig. 2 - Istruzioni per eseguire il programma di gioco del Blackjack.

Operazione	Istruzioni	Dati Unità d'entrata	Tasto di immissione	Dati Unità d'uscita
1	Inserire il programma			
2	Iniziare Immagazzinare U_0 (U_0 è compreso tra 0 e 1) Immagazzinare la costante Immagazzinare la costante Immagazzinare la costante	U_0 13 10 12	STO 3 STO 4 STO 6 STO 7 f PRGM R/S	0.00
3	Immettere il numero del giocatore	1 o 2	R/S	Indica il valore della carta. Indica il numero del giocatore e il suo totale
4	Eseguire l'istruzione 3 finché il gioco è finito			
5	Per terminare il gioco	0	R/S	0.00
6	Per un nuovo gioco, andare all'istruzione 3			

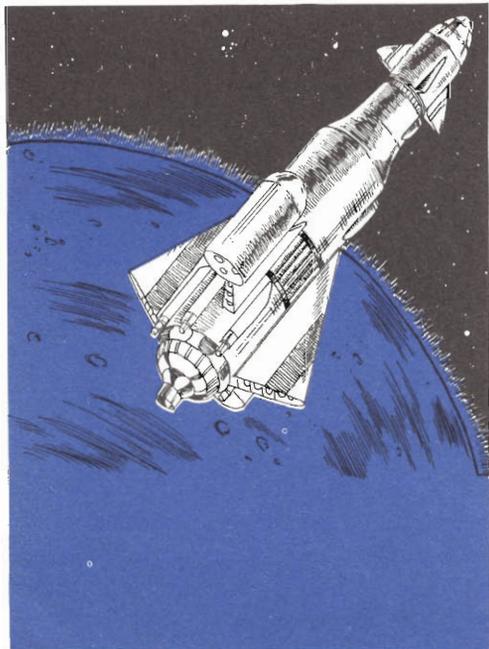
Fig. 3 - Istruzione per condurre il programma del Blackjack.

giocatore, così come non è prevedibile con certezza la carta presa da un mazzo. Si può essere certi però che tale prodotto avrà sempre un valore compreso fra zero e 12, poiché la parte frazionaria del fattore U_i è sempre un numero decimale compreso fra zero e 1. Limitandoci a considerare le parti intere del prodotto $U_1 \times 13$, con i calcoli precedenti si possono ottenere tredici numeri interi, che rappresentano altrettante carte: 0 = fante; 1 = donna; 2 = due; 3 = tre; 4 = quattro; 5 = cinque; 6 = sei; 7 = sette; 8 = otto; 9 = nove; 10 = dieci; 11 = asso; 12 = re. Se in questa serie di carte si escludono i fanti, le donne e i re, ogni numero rappresentativo è uguale al valore della carta assegnata; perciò nei casi considerati la calcolatrice tratta ogni numero rappresentativo come valore della rispettiva carta. Nel caso delle figure fante - donna - re, per ottenere il valore 10 che compete a tali carte occorre svolgere in più un segmento di programma, come si vede nel punto del diagramma di flusso dove è scritto "è la carta J, Q, K?".

La generazione dei numeri apparentemente casuali, U_i e la determinazione dei numeri rappresentativi delle carte occupa il segmento di programma che va da 08 a 17 (fig. 1). Il calcolo del valore assegnato alle figure fante - donna - re occupa il segmento di programma 19 ÷ 23. Tutto il resto del programma prepara la calcolatrice a presentare sul visore il numero rappresentativo della carta estratta, il numero rappresentativo del giocatore (1 oppure 2) e il punteggio totalizzato da ciascun giocatore.

Le istruzioni per eseguire il programma di giuoco sono riportate nella fig. 3. Normalmente quando si prende un asso, la calcolatrice assegna al giocatore il valore 11; qualora si fosse convenuto di assegnare agli assi il valore 1, bisognerà tenerne conto mentalmente; volendo si potrà anche sottrarre dal rispettivo registro il valore eccedente.

In qualsiasi momento di pausa del giuoco si possono cercare i valori totalizzati dai giocatori nei registri R_1 e R_2 . L'ultima carta estratta si trova sempre nel registro R_5 .



VOLO SPAZIALE

Questo programma svolge i calcoli necessari per descrivere come un oggetto (veicolo spaziale) si muoverebbe rispetto a due corpi (pianeti) di dimensioni scelte. Per fare ciò sono sufficienti il calcolatore programmabile, carta millimetrata e matita. Il calcolatore "dice" dove si trova il veicolo spaziale in qualsiasi momento; è possibile "pilotare" personalmente il veicolo cambiandone la velocità e si può persino farlo atterrare su uno dei

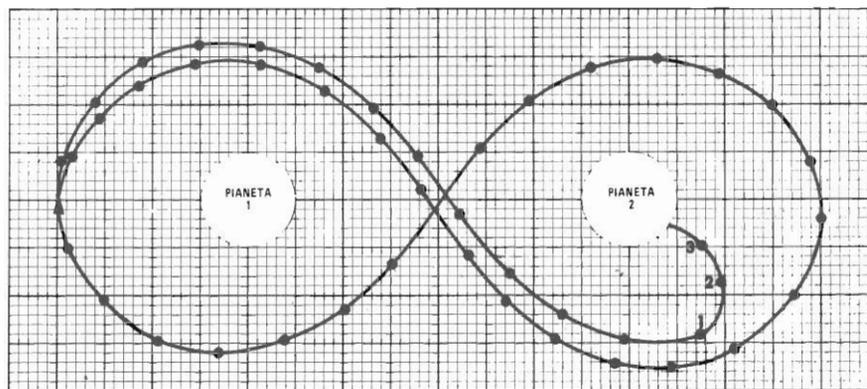


Fig. 1 - Posizioni di partenza: $x = -2$, STO 0; $y = 0$, STO 1. Velocità di partenza: $x = 0$, STO 2; $y = 0,45$, STO 3. Raggio del pianeta 1 : 0,5, STO 4. Raggio del pianeta 2 : 0,5, STO 5. Pianeta 2 = 4 divisioni (passo del programma 24). Retrorazzi: 1 = -0,3; 2 = -0,3; 3 = -0,4. Velocità finale: 0,43 (impatto catastrofico).

due pianeti. Nel caso in cui il veicolo precipiti, il calcolatore è in grado di precisarne la forza d'impatto.

Preparazione del gioco - In primo luogo bisogna fissare sulla carta millimetrata la collocazione dei pianeti; poi si definisce il sistema di riferimento, che consentirà di esprimere con esattezza tutti i movimenti del veicolo spaziale. I centri dei pianeti vanno situati sulla linea orizzontale di mezzeria, a una certa distanza dai margini, avendo cura di interporre fra loro un numero di suddivisioni compreso fra 1 e 9. Ad esempio, nella fig. 1, fra i due centri, andando dal pianeta 1 al pianeta 2 si contano quattro linee verticali più marcate; esse corrispondono a 4 unità di lunghezza misurate sulla retta congiungente dei centri. Questa retta e le relative suddivisioni formano l'asse X del sistema di riferimento. L'asse Y che completa il sistema è costituito dalla retta perpendicolare ad X, passante per il centro del pianeta 1. I valori x che sull'asse X si trovano a destra del pianeta 1 sono considerati positivi; quelli a sinistra sono invece considerati negativi e contraddistinti con il segno -; analogamente i valori y dell'asse Y situati sopra il pianeta 1 sono positivi; quelli situati sotto sono invece negativi. Ogni coppia (x, y) rappresenterà sulla carta millimetrata un punto dello spazio che circonda i due pianeti.

Nella tabella della fig. 2 sono presentati in successione tutti i passi di programma da immettere nella calcolatrice HP25; inoltre sono elencati i vari registri dove si raccoglieranno i dati da assegnare prima di iniziare il gioco. Al passo di programma 12 in sostituzione dell'indicazione generica N si deve introdurre un valore, ad esempio 1; analogamente, al passo 24 si può introdurre il valore 4; questo secondo valore è la distanza che separa i centri dei due pianeti rappresentati nella fig. 1. Al termine della immissione del programma in memoria, si commuta la calcolatrice su RUN (sviluppa i calcoli); si predispone l'arrotondamento a due cifre con i tasti fix 2; infine si torna all'indirizzo 00 d'inizio programma. A questo punto la calcolatrice è pronta per ricevere i dati da immettere nei registri R_0, R_1, \dots, R_6 .

Se, a titolo d'esempio, prendiamo ora i valori indicati nella didascalia della fig. 1, i dati da registrare sono:

- coordinate del veicolo spaziale in posizione di partenza ai registri R_0, R_1 , cioè $x = -2$, STO 0 e $y = 0$, STO 1;
- componenti della velocità iniziale proiettate sugli assi X, Y, cioè rispettivamente $x = 0$, STO 2 e $y = 0,45$, STO 3 (STO 2 è il registro R_2 , STO 3 è il registro R_3);
- raggio dei pianeti ai registri R_4 e R_5 , nell'esempio i due pianeti hanno lo stesso raggio, perciò introduciamo nei rispettivi regi-

Passo del progr.	Tasto di immissione	Commenti
00		Disporre il segnalatore (flag 0)
01	0	Assumere le coordinate del pianeta 1
02	RCL 1	
03	RCL 0	
04	P →	Convertire in distanza radiale.
05	RCL 4	Assumere il valore del raggio del pianeta
06	$x \geq y$	
07	GTO 46	Se la distanza è inferiore al raggio, indica la velocità di impatto.
08	$x \leftrightarrow y$	
09	x	
10	$1/x$	$G = 1/R^2$
11	X	$G = 1/R^2 \times \text{massa}$
12	(N)	
13	÷	Fattore di scala
14	R →	Formato x, y
15	STO - 2	Velocità incrementale per accelerazione
16	R ↓	
17	STO - 3	
18	R ↓	Provare il segnalatore pianeta 1 o 2?
19	$x \uparrow 0$	
20	GTO 29	Andare a P+ (V + A)
21	1	Disporre il segnalatore 1
22	RCL 1	Assumere le coordinate del pianeta 2
23	RCL 0	
24	(N)	
25	→	
26	P →	Convertire in distanza radiale. Assumere il raggio del pianeta 2.
27	RCL 5	
28	GTO 06	
29	RCL 3	Ritornare a V + A
30	STO + 1	
31	RCL 2	
32	STO + 0	P + (V + A)
33	P →	Assumere le coordinate della velocità nel programma in entrata.
34	$x \leftrightarrow y$	Assumere Px, Py
35	STO 6	
36	RCL 1	
37	RCL 0	
38	R/S	Visore, ottenere l'entrata
39	RCL 6	
40	$x \leftrightarrow y$	
41	R →	Aggiungere l'entrata alla velocità precedente.
42	STO + 2	
43	$x \leftrightarrow y$	
44	STO + 3	
45	GTO 01	Ritornare alla gravità
46	RCL 3	
47	RCL 2	Se impatto, assumere il valore dell'ultima velocità.
48	P →	presentazione in 9 cifre.
49	FIX 9	

Registri

- R₀ Posizione x
- R₁ Posizione y
- R₂ Velocità x
- R₃ Velocità y
- R₄ Raggio del pianeta 1
- R₅ Raggio del pianeta 2
- R₆ Direzione del viaggio (0)

Fig. 2 - Programma del volo spaziale.

stri i valori uguali 0,5 STO 4 e 0,5 STO 5 (0,5 = metà distanza fra le due linee di suddivisione più marcate).

Terminata la registrazione dei dati, occorre segnare sulla carta millimetrata la posizione occupata dal veicolo alla partenza, inoltre conviene indicare con una freccia il verso dei successivi spostamenti.

Nella *fig. 1* la posizione di partenza ha le coordinate $x = -2$, $y = 0$; peraltro il senso del movimento è orientato verso l'alto, cioè nel campo dei valori y positivi, essendo $y = 0,45$. Si osservi che la direzione del movimento iniziale è perpendicolare all'asse X , poiché la proiezione della velocità su quell'asse è nulla ($x = 0$, cioè $R_6 = \emptyset$), cionondimeno subito dopo l'istante iniziale il veicolo comincia a orientarsi verso destra, e modificando di istante in istante la sua velocità potrà descrivere in più riprese una traiettoria ad otto-coricato (∞).

Svolgimento del gioco - Per avviare il volo del veicolo si preme il tasto R/S. A questo punto la calcolatrice comincia a simulare ciò che avverrebbe nello spazio per effetto della gravitazione esistente fra i pianeti e il veicolo. Si deve ammettere che la massa del veicolo sia incomparabilmente più piccola di quella dei pianeti, perciò questi ultimi si devono conservare praticamente immobili, mentre il veicolo cede all'attrazione di entrambi e muovendosi può entrare ora nel dominio dell'uno ora nel dominio dell'altro, così come potrebbe anche cadere su uno dei due.

Quando la calcolatrice si arresta, nel visore appare la coordinata x della nuova posizione occupata dal veicolo; per avere anche la coordinata y della stessa posizione basta premere il tasto $x \leftrightarrow y$, in questo modo, conoscendo le coordinate si potrà segnare sul foglio di carta millimetrata il punto occupato dal veicolo. Ora, prima di continuare il volo, occorre premere il tasto 0; con tale manovra si comunica alla calcolatrice che il volo continua alla stessa velocità raggiunta prima dell'arresto. Ripetendo le operazioni un sufficiente numero di volte, se tutto va bene nel grafico apparirà il tracciato di una traiettoria a otto-coricato, se però la velocità iniziale è scarsa, il veicolo non entrerà in orbita e cadrà su uno dei due pianeti.

Il volo del veicolo può essere abbandonato a sé stesso come avviene nel volo inerziale dei satelliti, ma si può anche intervenire manualmente per modificare la traiettoria, va-

riando la velocità del veicolo dopo una lettura di posizione. Infatti, se invece di premere il tasto 0 si introduce un valore positivo o negativo (ad esempio $-0,3$, poi di nuovo $-0,3$ e infine $-0,4$ (*fig. 1*), il veicolo risulterà rallentato e potrà cadere su un satellite. Il giuoco consiste principalmente nel dosare le variazioni di velocità sia per ottenere un'orbita stabile qualora si profili una caduta, sia per ottenere un atterraggio morbido qualora si voglia discendere su uno dei due pianeti partendo da un'orbita stabile.

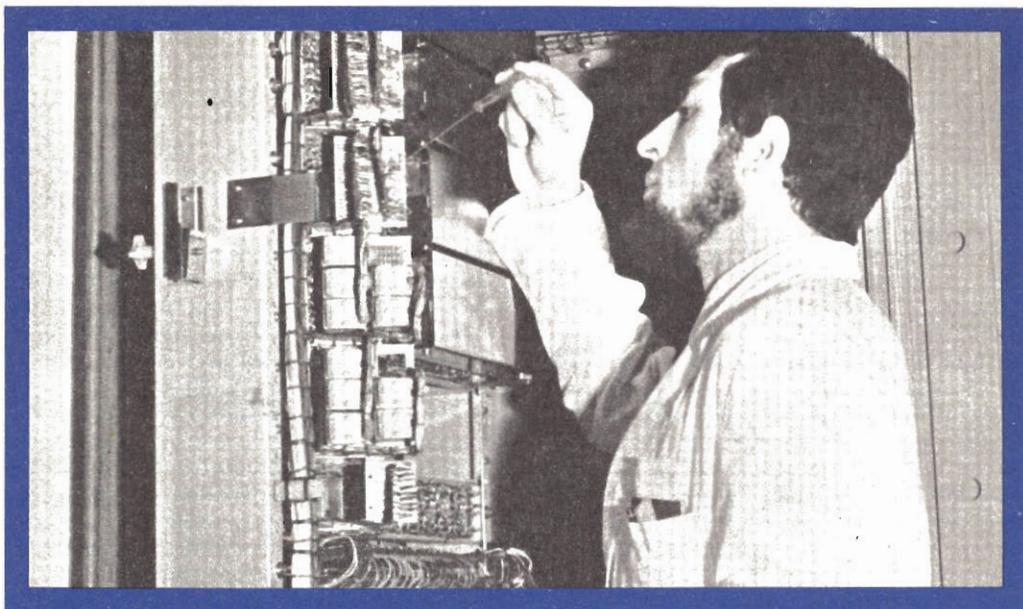
La variazione introdotta con un numero negativo equivale ad una decelerazione prodotta da retrorazzi, mentre quella introdotta con un numero positivo equivale ad una accelerazione. Quando si vuole atterrare, occorre fare attenzione a non decelerare troppo, né troppo poco. Se il numero negativo ha un valore eccessivo, il veicolo riprende quota; se invece ha un valore scarso, avrà un impatto violento al suolo. Le stesse precauzioni vanno prese quando si introducono valori positivi allo scopo di portare il veicolo su un'orbita più esterna. Per correggere un valore negativo si userà un valore positivo e, viceversa, per correggere un valore positivo si userà un valore negativo; il giusto dosaggio dei valori richiede molta pratica.

L'atterraggio morbido viene indicato al termine del calcolo, quando premendo il tasto 0 oppure immettendo un valore negativo o positivo per decelerare o accelerare il veicolo, nel visore appare un numero di nove cifre decimali, minore o al più uguale a 0,250000000; se il numero visualizzato è maggiore, l'impatto del veicolo sul suolo va considerato catastrofico.

Dopo l'atterraggio, per iniziare un altro volo bisogna premere nuovamente i tasti fix 2, tornare all'indirizzo 00, introdurre nei registri i nuovi dati del veicolo e premere il tasto R/S. Le posizioni e i raggi dei pianeti restano inalterati durante lo svolgimento del programma, perciò ad ogni nuovo volo non si richiede la reintroduzione dei rispettivi dati.

Volendo cambiare la distanza fra i pianeti, oppure il raggio di un solo pianeta o anche di entrambi, basterà modificare i valori introdotti rispettivamente al passo di programma 24, per la distanza, e nei registri R_4 e R_5 per i raggi. Si tenga presente che quando i pianeti avessero dimensioni diverse, l'atterraggio morbido diverrebbe particolarmente difficile.

(continua)



UN TECNICO IN ELETTRONICA INDUSTRIALE È UN UOMO DIVERSO

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

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

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

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

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

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

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

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

Preso d'atto Ministero della Pubblica Istruzione N. 1391



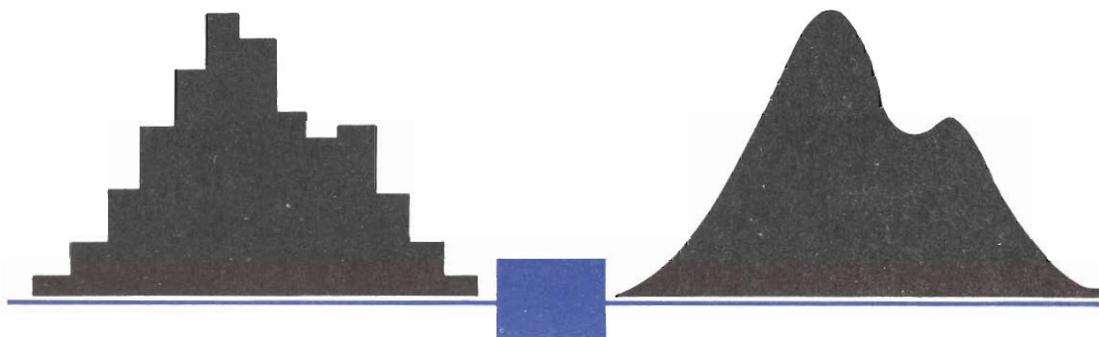
Scuola Radio Elettra

10126 Torino - Via. Stellone 5/533

Tel. (011) 674432

LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA

I COME ED I PERCHE' DEI CONVERTITORI D/A E A/D



Nel campo dell'elettronica si pone spesso il problema di dover confrontare fra loro due mondi differenti, quali quello dell'elettronica analogica e quello dell'elettronica digitale. In passato, i mezzi ai quali si ricorreva per assolvere a questo compito erano estremamente complessi ed abbastanza costosi; negli ultimi anni, tuttavia, l'avvento di nuovi dispositivi e di circuiti piú moderni ha reso possibile ridurre la complessità e diminuire in modo considerevole i costi di tali realizzazioni.

Vi sono fondamentalmente due tipi di circuiti o di dispositivi che possono essere usati per "interfacciare" fra loro i circuiti di tipo analogico con quelli di tipo digitale. Uno di essi serve per trasformare i segnali analogici in segnali digitali ed è noto come convertitore analogico-digitale (A/D). L'altro serve per trasformare i segnali digitali in segnali analogici e viene indicato con il nome di convertitore digitale-analogico (D/A). Descriveremo in questo articolo il funzionamento di entrambi i circuiti.

Dispositivi e circuiti di nuova concezione riducono la complessità ed abbassano il costo dei sistemi di interfacciamento fra segnali analogici e segnali digitali

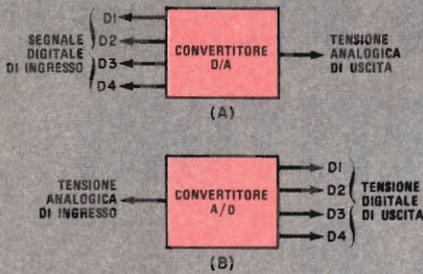


Fig. 1 - I convertitori digitale-analogico (D/A) ed i convertitori analogico-digitale (A/D) svolgono funzioni esattamente opposte.

segnale analogico di uscita costituito dalla tensione di 15 V, mentre il segnale digitale 0000 può rappresentare 0 V. Qualunque valore digitale compreso fra 0000 e 1111 può quindi essere utilizzato per produrre segnali di uscita costituiti da tensioni comprese fra 0 V e 15 V con intervalli di 1 V. In questo esempio, la risoluzione di questo tipo di convertitore D/A a quattro bit risulta pari a 1 V.

Il convertitore A/D mostrato nella fig. 1-b trasforma una tensione analogica nel segnale digitale corrispondente. Utilizzando numeri di quattro bit come nell'esempio precedente, il convertitore A/D è in grado di convertire una tensione di ingresso di 15 V in un segnale digitale che rappresenta il numero binario 1111 (costituito da tutti livelli alti in corrispondenza delle linee di uscita), ed una tensione di ingresso di 0 V nel segnale digitale 0000 (costituito da tutti livelli bassi in corrispondenza delle linee di uscita), e le tensioni intermedie nei rispettivi segnali digitali corrispondenti.

I due schemi disegnati nella fig. 1 illustrano i principi fondamentali di funzionamento dei convertitori D/A e A/D. Esaminiamo ora come viene effettuata praticamente questa operazione di conversione.

Convertitori D/A - Esistono numerosi metodi per eseguire la conversione D/A, ma in questa sede ci limiteremo ad esaminare i due sistemi piú comuni. Il primo metodo è illustrato dal circuito disegnato nella fig. 2, in cui vengono impiegati un amplificatore di tensione operazionale ed una rete di resistori. In questo circuito, gli ingressi digitali sono rappresentati dagli interruttori S1 - S2 - S3 - S4. Se un interruttore è aperto, viene generato uno 0 logico; se è chiuso, viene generato un 1 logico. Si osservi che in questo caso il livello logico 1 rappresenta la tensione il cui valore è pari a V, mentre il livello logico 0 viene rappresentato mediante l'assenza della tensione applicata (dall'interruttore in considerazione) all'ingresso invertente (-) dell'amplificatore operazionale.

Supponendo che nel circuito considerato si sia scelto il valore di R pari a 500 kΩ ed il valore di V pari a 5 V, si possono eseguire i seguenti calcoli.

1) Quando S1 è chiuso e S2, S3 e S4 sono aperti, $I_{in} = 5 \text{ V} / 500 \text{ k}\Omega = 10 \mu\text{A}$ e $-V_{usc}$. (non si dimentichi che l'amplificatore operazionale è utilizzato come invertitore) $= 10 \mu\text{A} \times 100 \text{ k}\Omega$ (il valore del resistore di

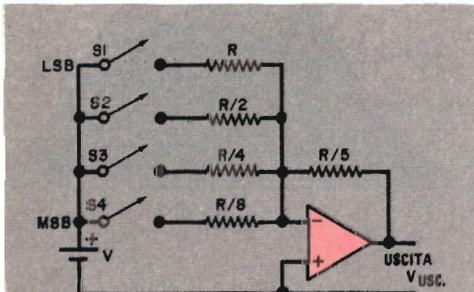


Fig. 2 - Questo convertitore D/A a quattro bit utilizza una rete resistiva ed un circuito con amplificatore operazionale.

D/A e A/D - Lo schema disegnato nella fig. 1 illustra il principio di funzionamento del convertitore D/A. Questo circuito è in grado di accettare un certo numero di linee di ingresso lungo le quali viaggiano segnali costituiti da tensioni che possono assumere qualunque combinazione di valori alti (livello logico 1) e di valori bassi (livello logico 0); il circuito ha la funzione di trasformare questi segnali in un unico segnale, costituito da una tensione analogica che assume valori corrispondenti, e di presentarlo in corrispondenza della linea di uscita. Come esempio, il segnale digitale 1111 (che è l'equivalente del numero decimale 15) può rappresentare il

controreazione, che è pari a $R/5 = 500 \text{ k}\Omega / 5 = 100 \text{ k}\Omega = -1 \text{ V}$.

2) Quando S4 è chiuso e S1, S2 e S3 sono aperti, $I_{in} = 5 \text{ V} / 62,5 \text{ k}\Omega (500 \text{ k}\Omega / 8) = 80 \mu\text{A}$ e $-V_{usc.} = 80 \mu\text{A} \times 100 \text{ k}\Omega = -8 \text{ V}$.

Naturalmente è possibile mantenere nello stato di chiusura più di un interruttore in un certo istante. Se ad esempio S1 e S4 si trovassero nello stato di chiusura e S2 e S3 si trovassero nello stato di apertura, si troverebbe che $I_{in} = 10 \mu\text{A} + 80 \mu\text{A} = 90 \mu\text{A}$ e $-V_{usc.} = 90 \mu\text{A} \times 100 \text{ k}\Omega = -9 \text{ V}$.

Poiché nella fig. 2 sono disegnati quattro interruttori e ciascuno di essi può trovarsi sia nello stato di apertura sia in quello di chiusura, si possono verificare in totale sedici combinazioni. Utilizzando questo tipo di circuito si possono manovrare gli interruttori in modo da ottenere all'uscita dell'amplificatore operazionale una tensione compresa fra 0 V e -15 V con intervalli di 1 V.

Invece di utilizzare interruttori meccanici si possono collegare i terminali di ingresso, costituiti in questo caso dai lati dei resistori volti dalla parte degli interruttori, ai morsetti di uscita di multivibratori bistabili lineari o di contatori decimali TTL. Nel caso in cui si utilizzi il contatore decimale mod. 7490, le

uscite A - B - C - D sostituiscono, rispettivamente, gli interruttori S1 - S2 - S3 - S4. Dal momento che il modello 7490 conta fino a 9 per poi ritornare a 0, il circuito del convertitore D/A produce in corrispondenza dei propri morsetti di uscita una tensione compresa fra 0 e -9 V. Il livello del segnale che rappresenta un 1 logico all'uscita del 7490, o di qualunque altro elemento logico collegato all'ingresso del convertitore D/A, può non essere pari esattamente a 5 V, nel qual caso si rende necessario modificare il valore del resistore di controreazione in modo da ottenere all'uscita sempre una tensione compresa fra 0 e 9 V, compensando il minor valore della tensione di ingresso.

Se si ricorre al circuito costituito dalla rete di resistori, si può sfruttare il vantaggio rappresentato dal fatto che la rete utilizza solamente un resistore per ciascun bit di informazione. Tuttavia, il bit numerico al quale è associato il "peso" maggiore (S4) deve erogare una corrente di intensità di gran lunga più grande di quella di qualsiasi altro interruttore. Per illustrare questo fenomeno con un esempio, si supponga di aver costruito un convertitore D/A con dieci bit; ci si accorgerebbe in tal caso che il bit più significa-

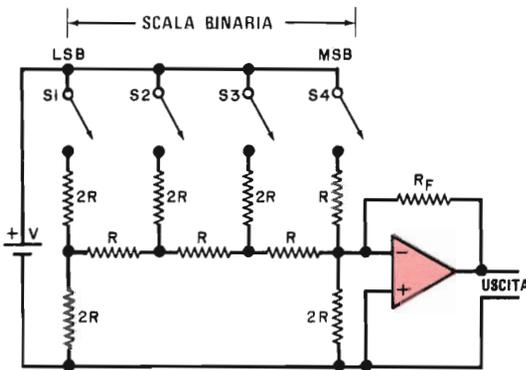


Fig. 3 - In questa scala binaria per la conversione D/A sono utilizzati solamente due valori resistivi.

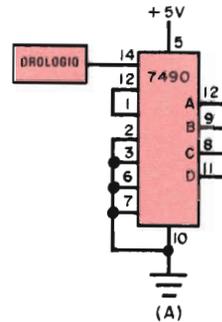
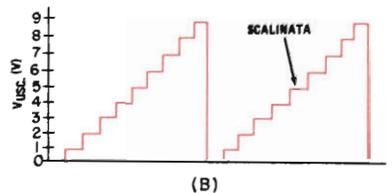


Fig. 4 - Impiego di un contatore decimale TTL 7490 al posto degli interruttori meccanici per ottenere un segnale di uscita a forma di scalinata.



tivo (MSB, cioè *Most Significant Bit*) viene chiamato ad erogare una corrente la cui intensità è pari a 1.024 volte l'intensità della corrente erogata dal bit meno significativo (LSB, cioè *Least Significant Bit*).

Per riassumere, la rete di resistori di pesatura viene costruita con un numero di resistori pari a N , i cui valori sono dati da R , $R/2$, $R/4$, ..., $R/2^N$, collegando ogni dispositivo alla rete in modo che "veda" un valore di resistenza differente. Il dispositivo corrispondente al bit meno significativo eroga una corrente la cui intensità risulta pari a V/R , mentre il dispositivo corrispondente al bit più significativo eroga $N(V/R)$. Ognuno degli ingressi digitali, tuttavia, richiede solamente un resistore.

Un altro tipo di convertitore D/A, il cui schema è disegnato nella *fig. 3*, viene chiama-

to comunemente "scala di resistori binaria". In questo convertitore, ciascun bit digitale fornisce la stessa intensità di corrente. Può essere calcolato matematicamente che il valore della resistenza "vista" da ogni bit è pari a $3R$. Per tale motivo ogni bit digitale fornisce una corrente della medesima intensità. La rete a scala è composta solamente di due valori di resistenza, e precisamente R e $2R$.

Se il valore della tensione all'uscita dell'amplificatore operazionale che compare nella *fig. 3* è uguale al valore della tensione prodotta all'uscita dell'amplificatore che compare nel circuito disegnato nella *fig. 2*, è necessario scegliere il valore del resistore di controreazione R_F in modo tale che esso, assieme alle combinazioni date da R e da $2R$, produca un guadagno dell'amplificatore operazionale pari a $24/5$. In tal caso, se V è uguale a 5 V, la combinazione delle tensioni che costituiscono i segnali di ingresso digitali dà luogo ad una tensione di uscita con lo stesso campo di variazione di quella che si ottiene con il circuito il cui schema elettrico è disegnato nella *fig. 2*.

Gli interruttori $S1$, $S2$, $S3$, $S4$ che compaiono nella *fig. 3* possono essere sostituiti con altrettanti componenti a stato solido, come già visto per il circuito precedente. Collegando, per esempio, i terminali di uscita del modello 7490 ai morsetti di ingresso della rete binaria a scala e inviando al 7490 un segnale di orologio, si otterrebbe, con il circuito il cui schema è disegnato nella *fig. 4-a*, il segnale di uscita con andamento a scaltella illustrato schematicamente nella *fig. 4-b*.

Due termini importanti utilizzati per descrivere il comportamento di un convertitore D/A sono *monotonicità* e *linearità*. La *monotonicità* indica semplicemente che la tensione di uscita corrispondente ad un segnale di ingresso digitale crescente è anch'essa crescente in continuazione fino al valore massimo consentito dalla rete a scala o dalla rete di resistori. La *linearità* indica che la tensione di uscita corrispondente a segnali di ingresso digitali crescenti cambia linearmente (i gradini della scala dovrebbero avere tutti la stessa altezza).

Per concludere, la scala binaria è costruita usando solamente due valori differente di resistenza, precisamente R e $2R$. Ogni dispositivo collegato ai terminali di ingresso della scala "vede" un valore di resistenza costante pari a $3R$. Il bit con numero d'ordine N , cioè il bit più significativo, viene chiamato ad ero-

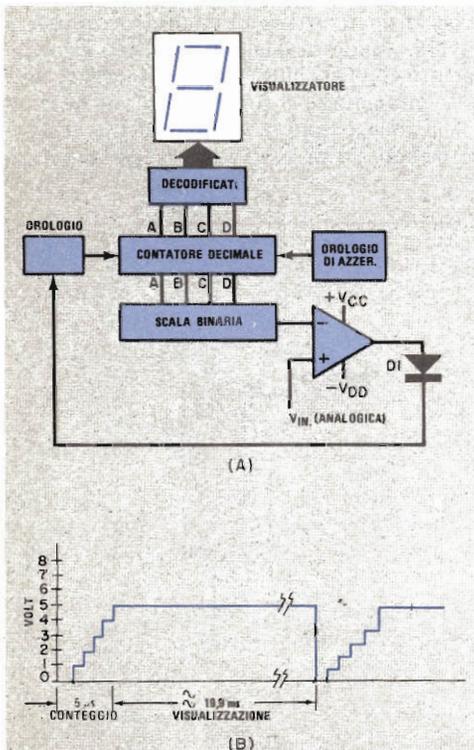


Fig. 5 - Nel particolare (a) è illustrato un semplice voltmetro digitale con portata da 0 V a 9 V; in (b) è illustrata la forma d'onda del segnale di uscita generato.

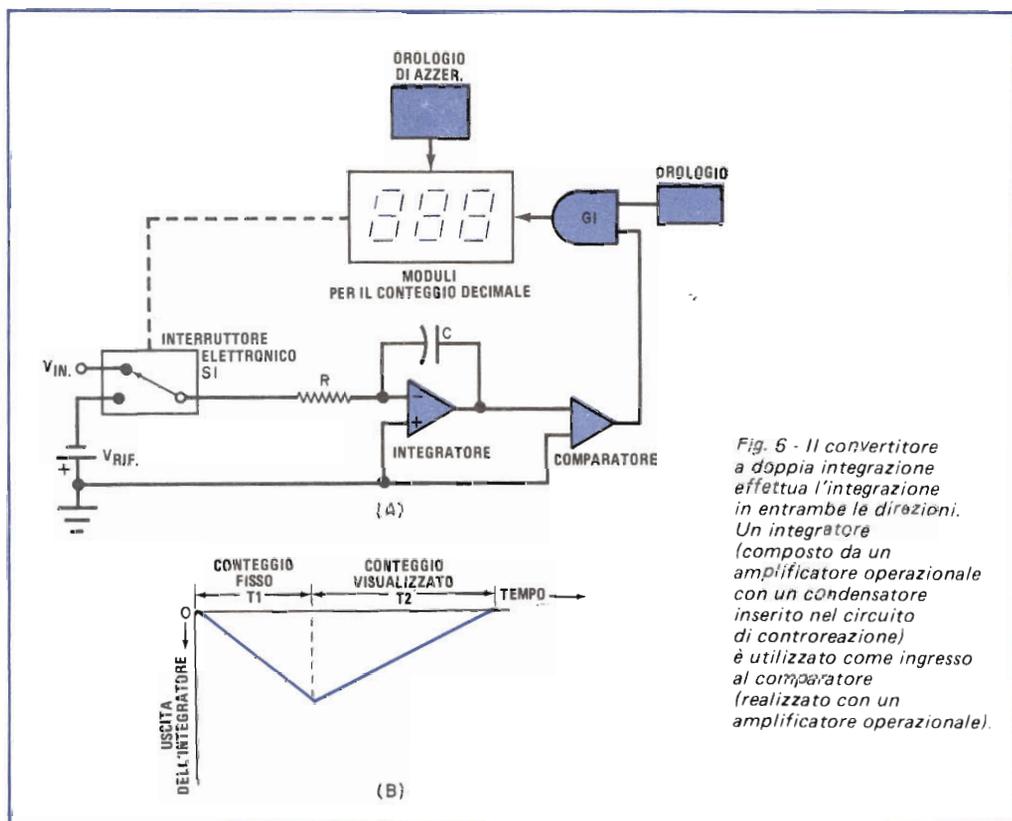


Fig. 5 - Il convertitore a doppia integrazione effettua l'integrazione in entrambe le direzioni. Un integratore (composto da un amplificatore operazionale con un condensatore inserito nel circuito di controreazione) è utilizzato come ingresso al comparatore (realizzato con un amplificatore operazionale).

gare la medesima intensità di corrente del bit meno significativo.

Convertitori A/D - Probabilmente il campo di applicazione in cui i convertitori A/D vengono più frequentemente impiegati è quello dei multimetri digitali, nei quali è necessario convertire una tensione analogica di ingresso in un segnale digitale in modo da poter pilotare i circuiti che provvedono poi a visualizzare il risultato numerico della misura. Esistono numerosi metodi per effettuare questa conversione, quattro dei quali verranno presi in esame in questo articolo.

Lo schema di un semplice multimetro digitale con quattro bit e con portata compresa fra 0 V e 9 V è disegnato nella fig. 5. Nel circuito viene adoperata una scala binaria, un contatore con quattro bit, un decodificatore, un visualizzatore numerico con LED a sette segmenti ed un amplificatore operazionale utilizzato come comparatore. In tutti i casi si supponrà che l'orologio di azzeramento gene-

ri un breve impulso ogni 20 ms, mentre l'orologio genera un impulso di conteggio ogni 0,01 ms (10 μ s). La scala binaria è del tutto simile a quella disegnata nella fig. 3, di modo che la tensione del segnale prodotto all'uscita risulta incrementata di 1 V in corrispondenza di valori digitali crescenti entro un campo compreso fra 0 V e 9 V.

Poiché il contatore passa attraverso tutti i dieci stati in 100 ms, dietro comando dell'orologio, il contatore medesimo è in grado di contare in un tempo massimo di 100 μ s, ed il valore del segnale analogico viene visualizzato per un tempo della durata di 19,9 ms (20 ms - 0,1 ms). In questo particolare circuito, il tempo massimo necessario per effettuare la conversione, cioè l'intervallo temporale impiegato dal contatore per convertire il valore della tensione che rappresenta il segnale analogico di livello più alto e per visualizzarlo, è pari a 100 μ s. Il tempo medio richiesto per effettuare la conversione è di $100 \mu\text{s} / 2 = 50 \mu\text{s}$, mentre il tempo necessa-

rio per aggiornare il dato, cioè l'intervallo di visualizzazione, è pari approssimativamente a 19,9 ms. Ciò significa che ogni 19,9 ms avviene una nuova conversione.

Considerando la *fig. 5-a*, supponiamo che un segnale analogico il cui livello sia pari a 5 V venga applicato all'ingresso non invertente (+) dell'amplificatore operazionale, e

con le lettere ABCD, cominciano a "costruire" una tensione crescente entro la scala binaria fino al raggiungimento del numero 0101 (cioè 5 nel sistema decimale); a questo punto il valore del potenziale applicato dalla scala binaria all'ingresso invertente dell'amplificatore operazionale supera di una quantità piccolissima (dell'ordine di pochi millivolt) il valore della tensione di riferimento applicata all'ingresso non invertente. Non appena si verifica questa condizione, l'uscita dell'amplificatore operazionale si porta molto rapidamente al massimo valore negativo provocando l'arresto dell'orologio. Il contatore rimane nello stato corrispondente al numero 0101 fino al momento in cui non viene generato un impulso di conteggio, in concomitanza con il quale il contatore si ferma ed il ciclo si ripete. Questo processo è illustrato nella *fig. 5-b*. Poiché l'intervallo di visualizzazione è molto più lungo di quello impiegato per il conteggio, il risultato mostrato nel visualizzatore non è soggetto a sfarfallio.

Nel caso del dispositivo illustrato nella *fig. 5*, è importante notare che la precisione del sistema è pari al 10%, cioè 1 V. Questo è dovuto al fatto che la scala che effettua la conversione A/D è costituita da un componente con capacità di quattro bit e con un valore della cifra meno significativa pari a 1 V. Se si desidera ottenere una risoluzione più grande e, conseguentemente, anche una precisione migliore, è necessario aumentare il numero di bit con cui lavora il sistema. Quanto più grande è questo numero, quindi, tanto più elevata risulta la risoluzione e tanto migliore è la precisione.

Occorre notare che il circuito il cui schema è disegnato nella *fig. 5* possiede un visualizzatore in grado di mostrare una intera cifra; esso però può essere trasformato in modo da consentire la visualizzazione di tre cifre "pesando" le uscite di un certo numero di contatori. Se si effettua tale trasformazione, il visualizzatore con tre cifre è in grado di mostrare valori compresi fra 000 e 999.

Il circuito il cui schema è disegnato nella *fig. 6-a* è un convertitore a doppia integrazione (detto anche a doppia pendenza). Esso utilizza un integratore (costituito da un amplificatore operazionale con un condensatore inserito nell'anello di controreazione) come dispositivo di ingresso ad un amplificatore operazionale che funziona come comparatore. Supponendo che la tensione del segnale analogico applicato all'ingresso abbia un va-

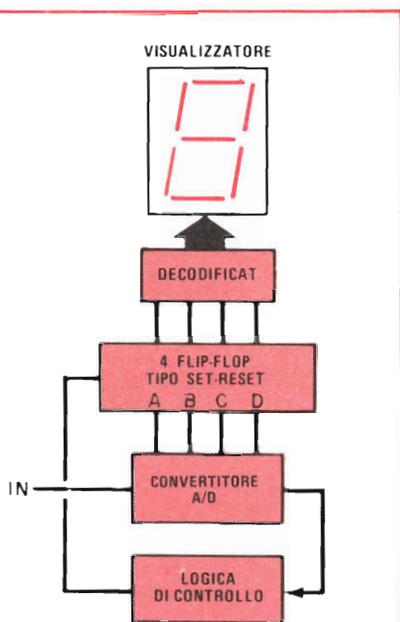


Fig. 7 - In questo convertitore ad approssimazioni successive la tensione analogica viene trasformata dal convertitore A/D impiegando la tecnica del confronto dei bit.

che venga generato un impulso di azzeramento. In questo istante il livello del segnale prodotto all'uscita del convertitore A/D risulta pari a 0 V (*fig. 5-b*). La tensione del segnale di uscita dell'amplificatore operazionale assume il massimo valore positivo (tensione di alimentazione) e, attraverso il diodo D1, che risulta polarizzato direttamente, mette in azione il circuito che genera il segnale di orologio. Il circuito di orologio inizia a funzionare fornendo impulsi di conteggio al contatore decimale, le cui uscite, contrassegnate

lore di 5 V e che il contatore sia appena stato azzerato, l'uscita del circuito si trova nel punto 0 del grafico disegnato nella fig. 6-b.

In questo circuito il contatore decimale possiede mille stati possibili. L'interruttore elettronico S1 collega, in condizioni normali di funzionamento, il segnale di ingresso analogico con l'integratore, che inizia a caricare il condensatore di controreazione in modo lineare fino al momento in cui il contatore decimale non ha effettuato il ciclo completo di conteggio, passando per tutti i mille stati di cui dispone. Nell'istante in cui ciò si verifica, il bit più significativo cambia, passando da 9 a 0, provocando così la commutazione dell'interruttore S1 che disconnette il terminale di ingresso dell'integratore dalla tensione sotto misura che costituisce l'ingresso, collegandolo alla tensione di riferimento V_{rif} . Questo istante è contrassegnato con la sigla T1 nel grafico della fig. 6-b.

A questo punto l'integratore effettua l'integrazione della tensione negativa di riferimento fino a che raggiunge il valore di 0 V. In quest'istante, che è chiamato T2, il comparatore cambia il proprio stato e spegne l'orologio attraverso la porta AND (G1) in modo da evitare qualsiasi altro cambiamento dello stato del contatore decimale. Il contatore rimane quindi fermo in questo particolare stato fino al momento in cui viene prodotto l'impulso di azzeramento successivo, che provoca l'inizio di un nuovo ciclo. Il tempo totale di conversione è dato dalla somma di T1 e T2, e per questo motivo il circuito è chiamato a "doppia pendenza".

Il valore della tensione analogica di ingresso è pari a

$$V_{in} = (N/1000) V_{rif}$$

in cui N indica il conteggio mostrato nel visualizzatore. Se N fosse pari a 185 e V_{rif} fosse pari a 10 V, il valore di V_{in} sarebbe dato da:

$$V_{in} = (185/1000) \times 10 = 1,85 \text{ V.}$$

Il più grande vantaggio offerto dalla conversione a doppia integrazione è dato dalla sua semplicità. E' superfluo aggiungere che la conversione a doppia integrazione trova una estesa applicazione in numerosi tipi di multimetri digitali.

I convertitori A/D esaminati fino a questo punto devono essere fatti passare, dietro controllo di un segnale di orologio, attraverso i loro stati, che possono essere 2^N , in cui N è il numero di bit. Se un convertitore simile a quello il cui schema è disegnato nella

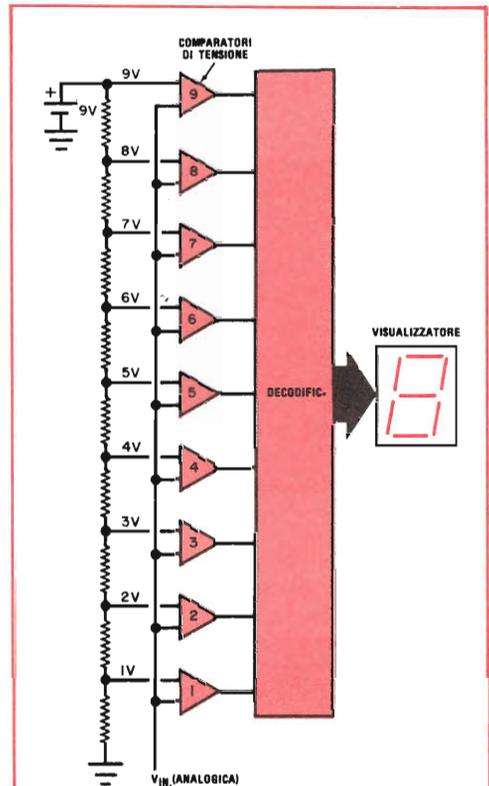


Fig. 8 - Il convertitore A/D di tipo simultaneo è veloce ma ha bisogno di diversi comparatori e resistori.

fig. 5 impiegasse dieci bit, il numero totale di stati sarebbe pari a 2^{10} , cioè pari a 1024. Se vi fosse un impulso di orologio ogni microsecondo, il tempo massimo di conversione sarebbe dato da $2^{10} \times 1 \mu s$, che è pari approssimativamente a 1 ms. Sebbene 1 ms non sia un intervallo temporale molto lungo, in alcune applicazioni può risultare eccessivo.

Uno dei metodi usati per accorciare la durata del tempo di conversione consiste nel fare ricorso ad un circuito chiamato "contatore ad approssimazioni successive", il cui schema logico è disegnato nella fig. 7. Questo sistema è caratterizzato da un tempo di conversione la cui durata è uguale al prodot-

to fra il periodo degli impulsi di orologio ed il numero di bit. Facendo riferimento all'esempio precedente, il tempo di conversione richiesto da questo circuito risulta pari a $10 \times 1 \mu s = 10 \mu s$. Se si confronta questo valore con 1 ms, si vede che il tempo di conversione di un convertitore ad approssimazioni successive è di gran lunga inferiore a quello che caratterizza altri tipi di convertitori A/D.

Nel caso del circuito il cui schema è disegnato nella *fig. 7*, la tensione analogica presente in corrispondenza dei morsetti di ingresso viene trasformata dal convertitore A/D per mezzo del confronto effettuato fra la tensione del segnale di ingresso e la tensione del segnale generato dalla scala binaria al ritmo di un bit alla volta. Il bit più significativo viene confrontato per primo, seguito da tutti gli altri bit in ordine decrescente, fino ad arrivare al bit meno significativo. Come esempio, si consideri un convertitore ad approssimazioni successive con quattro bit. I quattro flip-flop (8, 4, 2, 1) vengono attivati e disattivati iniziando da quello corrispondente al bit più significativo e terminando con quello corrispondente al bit meno significativo. Si faccia l'ipotesi, ora, di applicare al terminale di ingresso un segnale analogico la cui tensione sia di 5 V. Il bit più significativo viene attivato, provocando la comparsa di una tensione analogica del valore di 8 V all'uscita della scala binaria. Poiché questo valore è maggiore del valore di 5 V, il flip-flop corrispondente viene disattivato. In tal modo ha inizio il ciclo.

Il ciclo prosegue con l'attivazione del flip-flop corrispondente al bit successivo in ordine di importanza. Poiché questo flip-flop genera una tensione d'uscita di 4 V, che è inferiore alla tensione di ingresso di 5 V, esso rimane nello stato attivo. Viene poi attivato il flip-flop corrispondente al bit successivo in ordine di importanza, cioè quello che produce una tensione di 2 V, dando origine ad una tensione complessiva all'uscita della scala pari a 6 V (4 V + 2 V). Poiché 6 V è maggiore di 5 V, il flip-flop con peso 2 viene disattivato. Infine viene attivato il flip-flop di peso 1, corrispondente al bit meno significativo, facendo salire la tensione all'uscita della scala al valore di 5 V (4 V + 1 V). Poiché la tensione del segnale presente ai terminali di uscita della scala è uguale a quella del segnale di ingresso applicato al sistema, essendo entrambe pari a 5 V, quest'ultimo

bit viene lasciato nello stato attivo. Gli stati di uscita dei quattro flip-flop sono rappresentati dal numero 0101, che corrisponde ad una tensione di 5 V. Si noti in questo caso che il convertitore si è avvalso di un confronto effettuato con soli quattro bit per convertire la tensione di ingresso.

Il circuito usato nel caso del contatore ad approssimazioni successive è più complesso di quello usato nel caso di altri tipi di convertitori A/D.

Con la conversione A/D simultanea, illustrata nella *fig. 8*, tutti i fenomeni avvengono simultaneamente. Si osservi come in questo circuito venga usato un certo numero di comparatori, realizzati con amplificatori operazionali, e come un terminale di ingresso di ciascun comparatore sia mantenuto ad un potenziale continuo via via decrescente ottenuto mediante una rete resistiva. Il comparatore posto in alto viene collegato, in questo caso, ad una tensione di 9 V ed i valori dei resistori sono scelti in modo tale che ogni comparatore successivo che si incontra scendendo lungo la rete resistiva sia collegato con potenziali decrescenti a intervalli di 1 V. Le uscite di tutti i comparatori sono inviate ad un decodificatore che pilota un visualizzatore in grado di mostrare le cifre da 0 a 9.

Se la tensione del segnale analogico di ingresso è di 5 V, le tensioni dei segnali in uscita prodotti dai comparatori dall'uno al cinque risultano di valore positivo, mentre quelle dei segnali di uscita prodotti dagli altri comparatori risultano di valore nullo (oppure negativo). Il decodificatore converte questa combinazione di 1 e di 0 in modo tale da far apparire sul visualizzatore il numero 5.

Lo svantaggio connesso con l'uso della conversione A/D simultanea è dato dal numero elevato di comparatori e dalla presenza della rete resistiva e del decodificatore associati.

Conclusioni - Nel presente articolo sono stati esaminati diversi metodi comunemente impiegati per interfacciare fra loro il mondo dell'elettronica digitale e quello dell'elettronica analogica. E' superfluo precisare che è stato appena sfiorato l'argomento delle tecniche usate per effettuare la conversione A/D e la conversione D/A. Tuttavia, i circuiti ed i sistemi esaminati in queste pagine dovrebbero consentire al lettore di farsi un'idea sui principi fondamentali di funzionamento dei convertitori A/D e D/A. ★

QUATTRO

FACILI PROGETTI

CON LED

Grazie al fatto che i prezzi dei LED e degli IC CMOS continuano a diminuire, gli sperimentatori elettronici sono invogliati a realizzare parecchi dei molti interessanti progetti possibili con questi dispositivi. I quattro circuiti descritti in questo articolo non solo costituiscono un piacevole diversivo, ma insegnano anche molto a chi li costruisce circa i dispositivi utilizzati ed il loro impiego.

Questi circuiti sfruttano il fatto che i dispositivi CMOS richiedono una corrente bassissima e perciò non viene usato un interruttore generale. La corrente di riposo assorbita dai circuiti integrati CMOS (quando i LED sono spenti) consente alla batteria la normale durata di magazzino. Quando in un progetto viene azionato l'interruttore a pulsante, il circuito svolge il compito per il quale è stato costruito e poi si ferma.

1 **LAMPEGGIATORE ALTERNATIVO**

Come si vede nella *fig. 1*, questo circuito usa un solo invertitore sestuplo CMOS sia per la temporizzazione sia per pilotare i LED che lampeggiano alternativamente. Costruito

con due piccoli LED rossi, il circuito rappresenta un ideale lampeggiatore di incrocio per modelli ferroviari. Con LED di due colori differenti (montati in un solo involucro), il

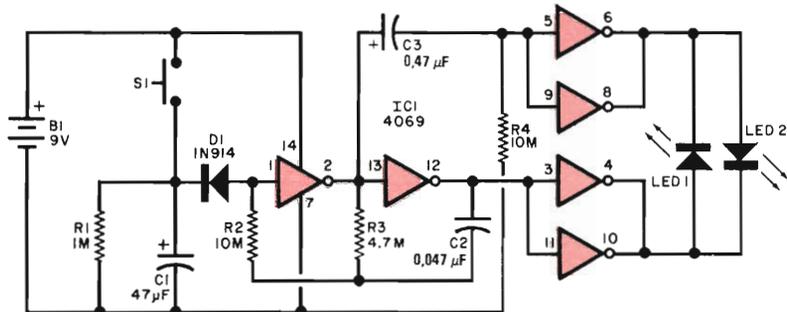


Fig. 1 - Nel lampeggiatore alternativo doppio a LED vengono impiegate porte d'uscita in parallelo per dare ai LED una corrente di pilotaggio maggiore.

MATERIALI OCCORRENTI PER IL LAMPEGGIATORE ALTERNATIVO

- B1 = batteria da 9 V
- C1 = condensatore elettrolitico da 47 μF - 10 V.
- C2 = condensatore a disco da 0,047 μF
- C3 = condensatore elettrolitico da 0,47 μF - 10 V
- D1 = diodo 1N914
- IC1 = invertitore sestuplo CMOS 4069
- LED1-LED2 = diodi emettitori di luce (2 rossi oppure 1 rosso e 1 verde)
- R1 = resistore da 1 M Ω
- R2-R4 = resistori da 10 M Ω
- R3 = resistore da 4,7 M Ω
- S1 = interruttore a pulsante normalmente aperto

circuito può essere usato per ottenere altri effetti.

I resistori R2 e R3 ed il condensatore C2 determinano la frequenza di lampeggiamento, mentre R1 e C1 stabiliscono il tempo complessivo di lampeggiamento. I valori dei componenti specificati nello schema produ-

cono una frequenza di lampeggiamento di due accensioni al secondo e un tempo complessivo di lampeggiamento di 20 s. Per variare la temporizzazione, si sostituiscono i valori dei condensatori in quanto diminuendo il valore dei resistori si aumenta la corrente di riposo erogata dalla batteria.

2 LAMPEGGIATORE SEMPLICE

Nella fig. 2 è rappresentato un lampeggiatore a LED con frequenza variabile. La tensione ai capi di C1 determina la frequenza di lampeggiamento; quando l'interruttore a pul-

sante viene chiuso, il condensatore C1 si carica a 9 V e il lampeggiatore lampeggia rapidamente. A mano a mano che la tensione si scarica attraverso R1, il lampeggiatore rallen-

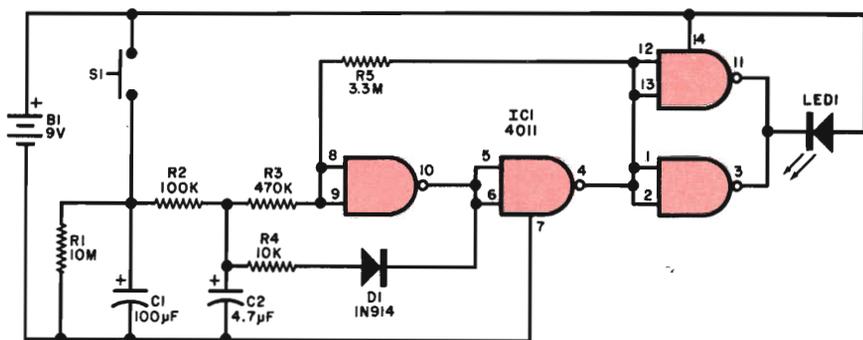


Fig. 2 - Anche nei lampeggiatore a un solo LED vengono utilizzate porte d'uscita in parallelo per pilotare il LED.

MATERIALI OCCORRENTI PER IL LAMPEGGIATORE SEMPLICE

B1 = batteria da 9 V

C1 = condensatore elettrolitico da 100 μF - 10 V

C2 = condensatore elettrolitico da 4,7 μF - 10 V

D1 = diodo 1N914

LED1 = diodo emettitore di luce rossa

IC1 = porta NAND quadrupla a due entrate CMOS 4011

R1 = resistore da 10 $\text{M}\Omega$

R2 = resistore da 100 $\text{k}\Omega$

R3 = resistore da 470 $\text{k}\Omega$

R4 = resistore da 10 $\text{k}\Omega$

R5 = resistore da 3,3 $\text{M}\Omega$

S1 = interruttore a pulsante normalmente aperto

ta fino a che la carica su C1 arriva a circa 4,5 V, punto in cui l'oscillatore si ferma e il LED rimane spento. La frequenza di lampeggiamento viene stabilita dai valori di R2, R3,

R4, R5 e C2. Il condensatore C1 e il resistore di assorbimento R1 determinano il periodo di rallentamento.

3 CONTATORE BINARIO

Nella fig. 3 è rappresentato un circuito che dimostra il funzionamento di un contatore binario a sei bit. Quando l'interruttore a pulsante viene premuto, il circuito inizia a contare da zero (tutti i LED spenti) a 63 (tutti i LED accesi). Raggiunto il conteggio pieno, il circuito si riporta automaticamente a zero e cessa di funzionare. I sei LED si accendono nella sequenza binaria (1, 2, 4, 8, 16, 32) tipica dei contatori numerici.

Quando il pulsante viene premuto, si verificano contemporaneamente due fatti: il contatore IC2 viene riportato a zero dal segnale sul piedino 2, ponendo così tutte le

uscite di IC2 nei loro stati bassi (0 V). Perciò, nessuno dei LED si può accendere. Il secondo fatto è la presenza di un segnale di livello di abilitazione (+9 V) sul piedino 13 di IC1. In questo modo si avvia l'oscillatore (le due porte di mezzo), producendo così un segnale d'entrata per l'IC contatore attraverso l'ultima porta di IC1.

Il contatore allora conta finché è completo, illuminando i LED nella giusta sequenza. Al momento in cui si ha un conteggio, dopo che il pieno conteggio è stato raggiunto, il piedino 3 di IC2 diviene alto. Questo segnale viene invertito dalla prima porta di IC1, e la

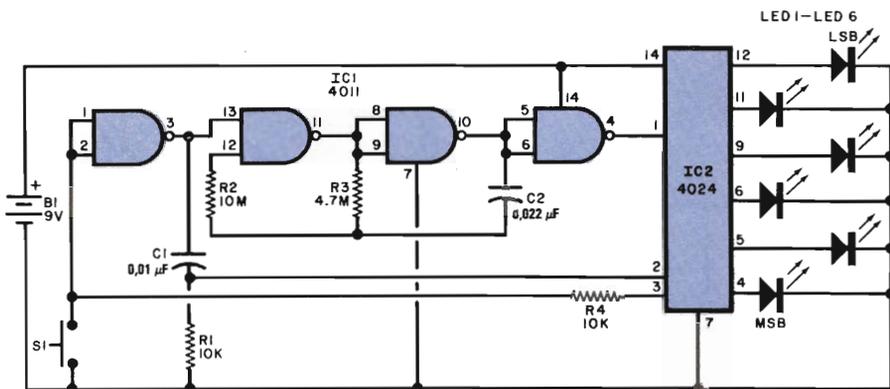


Fig. 3 - Questo semplice contatore binario illustra il conteggio binario di un contatore a sei bit.

MATERIALI OCCORRENTI PER IL CONTATORE BINARIO

B1 = batteria da 9 V

C1 = condensatore a disco da 0,01 µF

C2 = condensatore a disco da 0,022 µF

IC1 = porta NAND quadrupla a due entrate CMOS 4011

IC2 = contatore binario CMOS 4024

LED1 ÷ LED6 = diodi emettitori di luce rossa

R1-R4 = resistori da 10 kΩ

R2 = resistore da 10 MΩ

R3 = resistore da 4,7 MΩ

S1 = interruttore a pulsante normalmente aperto

sua uscita diviene bassa mettendo così fuori funzione l'oscillatore. Il circuito allora rimane nello stato di "tutti i LED spenti" fino a

che il pulsante non viene di nuovo premuto. Il valore di C2 può essere variato per aumentare o diminuire la velocità di conteggio.



4 RUOTA DELLA FORTUNA

Il circuito rappresentato nella fig. 4 è una ruota a dieci LED che gira e produce "clac" udibili quando passa per ciascun punto. La rotazione ha un inizio veloce e poi gradualmente rallenta fino a fermarsi in un punto casuale (producendo un "clac" in ciascuna posizione). Dopo che la rotazione è finita, il LED scelto rimane acceso per circa 10 s e poi si spegne. Il ciclo ricomincia premendo l'interruttore a pulsante.

Dei due soli IC necessari, IC1A, IC1B e IC1C formano un oscillatore a frequenza variabile che funziona esattamente come l'oscillatore del circuito lampeggiatore ripor-

tato nella fig. 2. IC2 è composto da un contatore a decade, da un decodificatore e da uno stadio pilota che alimenta in sequenza dieci LED montati in cerchio. Ogni impulso proveniente dall'oscillatore fa avanzare di un'unità il conteggio.

Gli impulsi dell'oscillatore sono separati da IC1D e amplificati dal transistor Q1 che aziona un piccolo altoparlante. Il condensatore C3 influisce sulla velocità di rotazione, mentre C2 determina il tempo totale in cui la presentazione rimane accesa. La tensione continua ai capi di C2 viene anche applicata a due invertitori separati (IC1E e IC1F) le

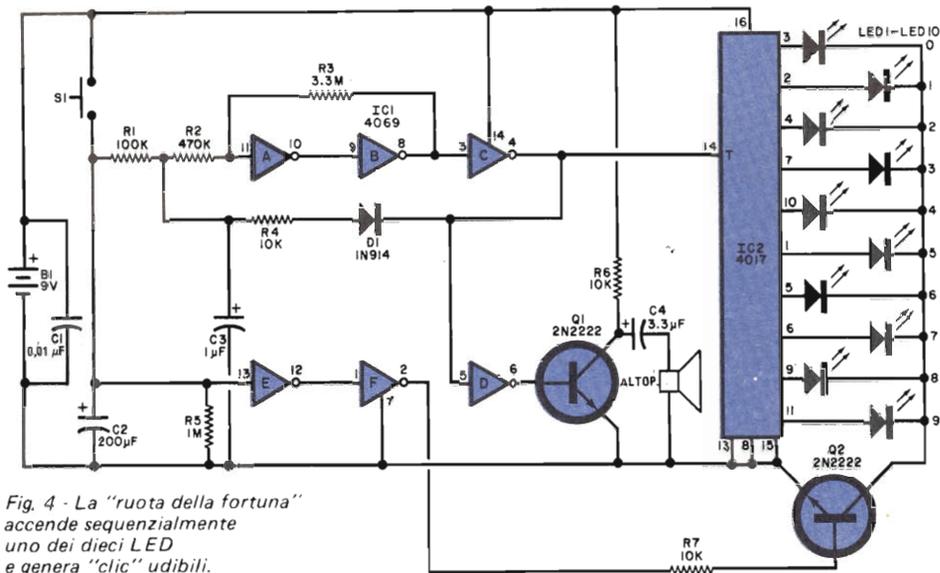


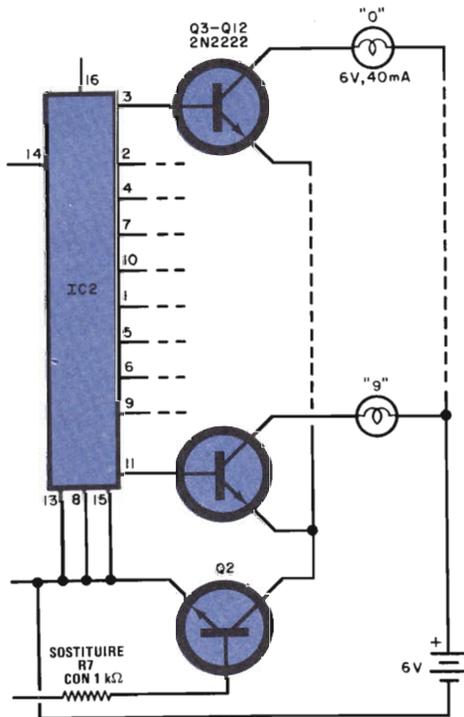
Fig. 4 - La "ruota della fortuna" accende sequenzialmente uno dei dieci LED e genera "clac" udibili.

MATERIALI OCCORRENTI PER LA RUOTA DELLA FORTUNA

- B1 = batteria da 9 V
- C1 = condensatore a disco da 0,01 μF
- C2 = condensatore elettrolitico da 200 μF - 10 V
- C3 = condensatore elettrolitico da 1 μF - 10 V
- C4 = condensatore elettrolitico da 3,3 μF - 10 V
- D1 = diodo 1N914
- IC1 = invertitore sestuplo CMOS 4069
- IC2 = decodificatore e contatore a decade CMOS 4017
- LED1 ÷ LED10 = diodi emettitori di luce rossa
- Q1-Q2 = transistori 2N2222
- R1 = resistore da 100 k Ω
- R2 = resistore da 470 k Ω
- R3 = resistore da 3,3 M Ω
- R4-R6-R7 = resistori da 10 k Ω
- R5 = resistore da 1 M Ω
- S1 = interruttore a pulsante normalmente aperto

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

Fig. 5 - Circuito modificato della ruota della fortuna, nel quale vengono utilizzate convenzionali lampadine da 6 V.



cui uscite sono utilizzate per mandare in conduzione il transistor di commutazione Q2. Quando questo transistor è in saturazione, è possibile l'accensione dei LED. Quando la tensione ai capi di C2 scende, l'uscita dell'invertitore IC1F cade a zero mandando all'in-

terdizione Q2 e spegnendo così i LED.

Impiegando il circuito riportato nella fig. 5 è possibile sostituire i LED con normali lampadine da 6 V, 40 mA. Per far funzionare queste lampadine facoltative è necessaria una batteria da 6 V in più.

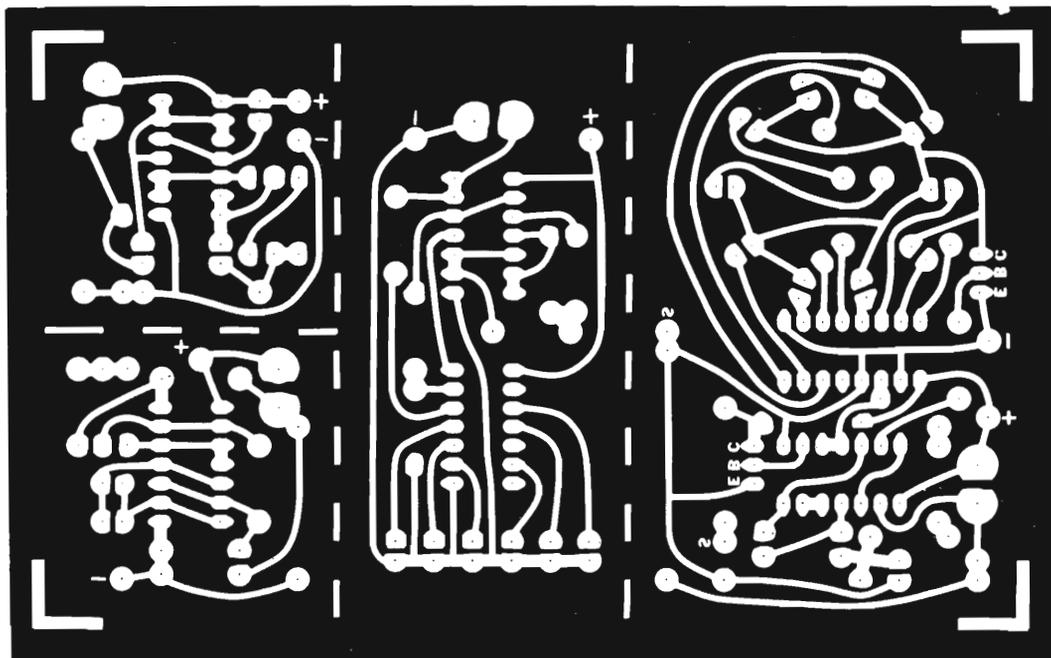
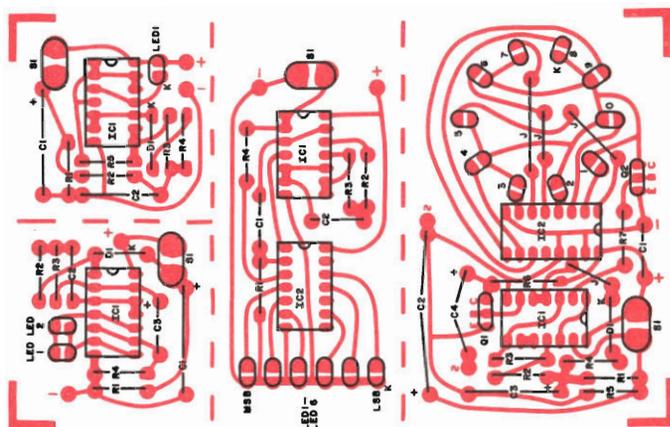


Fig. 6 - Disegno dei circuiti stampati e disposizione dei componenti. I quattro circuiti sono separati da linee tratteggiate.



COSTRUZIONE - Per tutti i progetti presentati si può seguire qualsiasi tecnica costruttiva. Volendo adottare un circuito stampato, si possono seguire uno o tutti i disegni riportati nella fig. 6, nella quale è data anche la disposizione dei componenti. Si installino prima gli elementi passivi e poi gli IC. Si faccia attenzione a rispettare le polarità dei condensatori elettrolitici, dei diodi e degli IC. Per i collegamenti di alimentazione si usi un convenzionale attacco per batteria da 9 V con fili normali, tenendo presente che il filo rosso è il positivo mentre il nero è il negativo. ★

BREVE CORSO SUI MICROPROCESSORI

Parte quarta

PIP-2, UN SEMPLICISSIMO MICROPROCESSORE DIDATTICO

Nella 3^a parte di questa serie di articoli sono state prese in esame le memorie a semiconduttori e si è visto come la logica a tre stati permetta il trasferimento bidirezionale dei dati su un apposito bus; si è pure esaminata l'organizzazione fondamentale di un microprocessore.

In questa 4^a parte presentiamo invece il PIP-2, un semplicissimo microprocessore didattico a quattro bit che, pur non essendo potente come i tipi 8080, Z80, 6502 ed altri microprocessori largamente adottati in pratica, è però molto utile per illustrare le più importanti caratteristiche operative dei microprocessori.

Presentazione del PIP-2 - PIP-2 è la sigla ricavata dalle iniziali delle parole inglesi *Programmable Instruction Processor*. Questo

microprocessore, che deriva dal PIP-1, pur essendo assai semplice, incorpora molti degli elementi tipici dei più raffinati microprocessori; per esempio in esso è inserita una memoria per immagazzinare il programma per cui può essere classificato come microcalcolatore. Poiché il PIP-2 incorporerà anche una ROM di controllo microprogrammabile, il suo gruppo di istruzioni, cioè l'insieme delle istruzioni che può eseguire, può essere modificato o sostituito con istruzioni completamente nuove; di questo specifico argomento ci occuperemo nella 5^a parte di questo breve corso sui microprocessori.

Organizzazione del PIP-2 - Lo schema a blocchi che mostra i principali componenti del PIP-2 è riportato nella *fig. 1*; come si vede, il PIP-2 è un microprocessore che usa bus

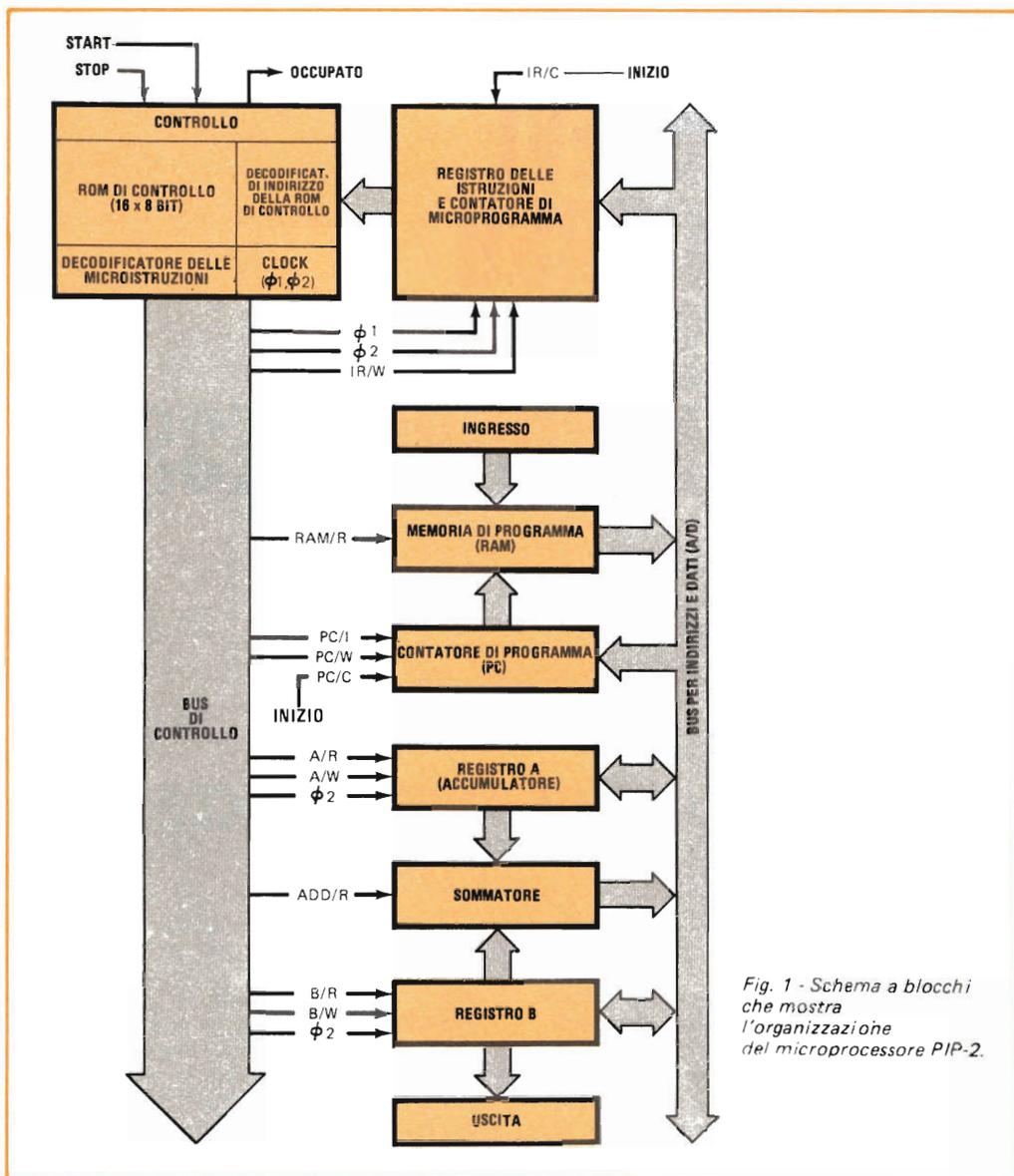


Fig. 1 - Schema a blocchi che mostra l'organizzazione del microprocessore PIP-2.

per il trasferimento dei segnali da un componente all'altro. Tutte le sue sezioni sono infatti collegate ad un bus bidirezionale a quattro bit, che permette di trasferire dati ed indirizzi di memoria da una sezione ad un'altra o a più sezioni collegate allo stesso bus.

Come si è visto nella 3^a parte di questo breve corso, dei vari circuiti collegati ad un bus bidirezionale solo *uno* per volta può tro-

varsi nello stato di lettura, cioè riversare dati sul bus. Nel PIP-2 questa condizione è rispettata grazie alla presenza di porte a tre stati all'uscita di ogni circuito collegato al bus; le uscite dei diversi circuiti restano così normalmente isolate dal bus sino a quando esse non vengono attivate (una alla volta) da un opportuno segnale di abilitazione che proviene dalla sezione di controllo del PIP-2.

Esamineremo ora brevemente tutte le diverse sezioni che compongono il PIP-2.

Ingresso - Una fila di quattro interruttori a levetta, un pulsante *CARICA (Load)* ed un pulsante di *INIZIO (Initiate)* costituiscono i comandi di ingresso del PIP-2. Tutti questi comandi sono mostrati nella *fig. 2*, che presenta un pannello frontale adatto per usare il PIP-2 come microcalcolatore.

Dando alimentazione al PIP-2, i registri A e B, il contatore di programma e la memoria per il programma vengono automaticamente azzerati; a questo punto il programma può essere caricato nell'apposita memoria semplicemente combinando sul gruppo dei quattro interruttori una istruzione binaria od una parola di dati e premendo il pulsante *CARICA*.

Possono essere caricate nella memoria di programma del PIP-2 sino a sedici istruzioni (o parole di dati) da quattro bit. Dopo che il programma è stato caricato, il contatore di programma può essere portato a 0000 premendo l'interruttore *INIZIO*; questo manda il contatore di programma al primo indirizzo della memoria di programma ed il programma è così pronto per essere eseguito.

Memoria di programma - E' questa una memoria da sessantaquattro bit a lettura-scrittura (RAM) organizzata in sedici parole o nibble di quattro bit ciascuna. La RAM ha un'uscita con logica a tre stati che permette di tenere le istruzioni ed i dati in essa contenuti isolati dal bus per indirizzi e dati, sino a quando essi non siano espressamente richiesti.

La memoria di programma ha un solo ingresso di controllo, contrassegnato con la dicitura *RAM/R* (R = lettura). Quando questo ingresso è nello stato logico inferiore, l'uscita a tre stati è abilitata e la RAM invia sul bus dei dati ed indirizzi la parola memorizzata nell'indirizzo specificato dal contatore di memoria; quando invece questo ingresso è allo stato logico superiore, istruzioni e dati possono venire caricati nella RAM.

Contatore di programma - E' questo un contatore binario a quattro bit; il PIP-1 e molti altri microprocessori di tipo commerciale hanno uno speciale registro, cioè il registro degli indirizzi di memoria, che immagazzina il contenuto del contatore di programma sino al momento in cui si deve avan-

zare al successivo indirizzo di memoria. Nel PIP-2 è invece il contatore di programma stesso che serve anche come registro degli indirizzi di memoria.

Il contatore di programma ha tre ingressi di comando. Quando l'ingresso contrassegnato con la sigla *PC/C* è portato allo stato logico inferiore premendo l'interruttore *INIZIO*, il contatore si porta sullo 0000. Il fronte di salita di un impulso applicato all'ingresso *PC/I* incrementa invece di una unità il contatore di programma. Se l'ingresso *PC/W* (W è l'abbreviazione di *Write* cioè "scrivi") è portato allo stato logico inferiore, nel contatore di programma viene scritta la parola binaria che in quel momento si trova sul bus degli indirizzi e dati. E' questa una particolarità molto interessante, poiché significa che il contatore di programma può essere spostato con un salto su qualsiasi indirizzo della memoria di programma.

Registri A e B - Si tratta di normali registri per dati a quattro bit, con uscita a tre stati; ciascuno di essi ha due ingressi di controllo ed un ingresso per il clock (ϕ 2).

Quando l'ingresso *A/R* (o quello *B/R*) è nello stato logico inferiore, i dati contenuti nel registro selezionato vengono trasferiti sul bus per indirizzi e dati. Quando l'ingresso *A/W* (o quello *B/W*) è nello stato logico inferiore, la parola binaria che si trova sul bus per dati ed indirizzi è scritta nel registro selezionato all'arrivo del primo impulso di clock (ϕ 2).

Sommatore - E' un circuito logico combinatorio a quattro bit che somma continuamente il contenuto dei registri A e B. La parola binaria che rappresenta la somma è normalmente isolata dal bus per indirizzi e dati da porte a tre stati. Quando l'ingresso *ADD/R* è portato allo stato logico inferiore, queste porte sono abilitate e la somma viene trasferita sul bus.

Uscita - L'uscita del PIP-2 è costituita da quattro diodi fotoemittitori (LED) che mostrano continuamente il contenuto del registro B. Ovviamente, è possibile collegare al microprocessore dispositivi esterni invece dei LED; un decodificatore da quattro bit a sedici linee permetterà per esempio di inviare un comando ad uno tra sedici dispositivi esterni.

Controllo - Questa sezione è la parte più

importante del microprocessore PIP-2; essa riceve le istruzioni dalla memoria di programma e le esegue ad una ad una sotto il controllo, perfettamente sincronizzato, dei segnali di temporizzazione ($\phi 1$ e $\phi 2$) generati dal clock.

La sezione di controllo consiste in: una ROM da centoventotto bit organizzata in sedici bytes di otto bit ciascuno; un decodificatore di indirizzo; diversi decodificatori di microistruzioni ed un clock a due fasi. Il registro delle istruzioni del PIP-2 serve anche come contatore di microprogramma ed è così strettamente associato alla sezione di controllo che può essere considerato parte di essa.

mediante un codice mnemonico (cioè facile da ricordare), mentre viene invece identificata dal PIP-2 con un nibble di quattro bit, chiamato codice operativo (OP CODE).

Alcune di queste istruzioni occupano solo un indirizzo della memoria di programma, mentre in altre il codice di operazione è seguito da una parola di dati. Le istruzioni di quest'ultimo tipo occupano due posizioni di memoria e vengono anche dette istruzioni con riferimento alla memoria. Per esempio:

0001 (LDA)

1111 (dati)

è una istruzione con riferimento alla memoria che carica nel registro A (LDA) la parola binaria 1111.

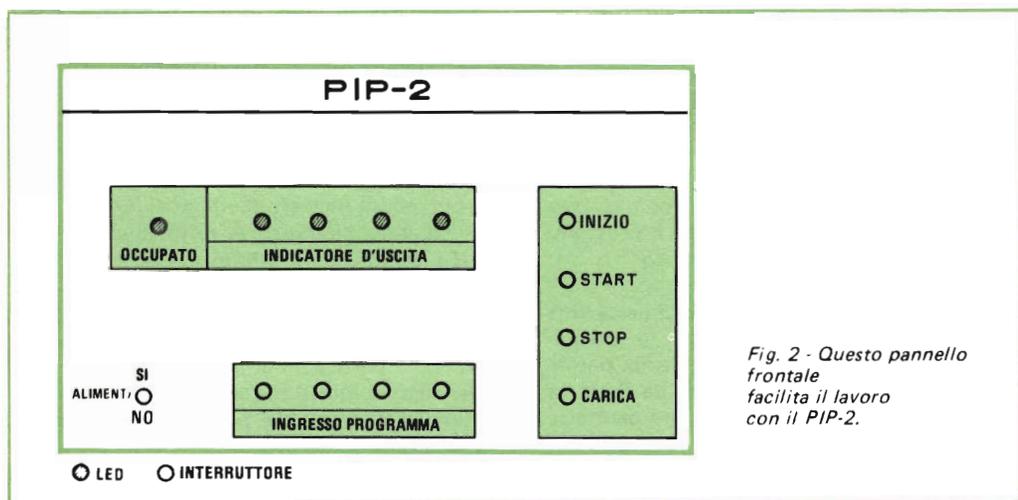


Fig. 2 - Questo pannello frontale facilita il lavoro con il PIP-2.

Nella 5ª parte di questo breve corso sui microprocessori esamineremo lo schema a blocchi della sezione di controllo e ne studieremo in dettaglio il funzionamento; per ora è sufficiente dire che la ROM di controllo contiene una sequenza di microistruzioni, in numero variabile da uno a cinque, per ciascuna delle microroutine necessarie per eseguire le sei istruzioni del PIP-2. Come già detto in precedenza, le singole microistruzioni comandano semplici operazioni quali il trasferimento dei dati da un registro all'altro, ecc.

Le istruzioni del PIP-2 - Il PIP-2 può eseguire sei diverse istruzioni; ciascuna di esse viene identificata dal tecnico programmatore

Nella tabella riportata a pag. 56 sono elencate tutte le istruzioni del PIP-2. Esse sono tanto semplici da non richiedere alcuna spiegazione; il loro impiego pratico risulterà però agevolato se esse sono conosciute a fondo; per tale motivo le esamineremo ad una ad una.

NOP - E' una istruzione che, pur non facendo eseguire alcuna operazione, si dimostra assai utile. Essa può essere inserita in un programma quando si vuol riservare il posto ad una istruzione che verrà poi eventualmente aggiunta in seguito; oppure può occupare il posto di una istruzione che è stata eliminata dal programma, evitando così di dover riscrivere l'intero programma. Infine, l'istruzione NOP può servire per inserire un ritardo

predeterminato nell'esecuzione di un programma, come ad esempio nel caso di un programma che esegue di continuo un ciclo composto da un certo numero di istruzioni, svolgendo così la funzione di temporizzatore.

LDA - Questa istruzione di riferimento alla memoria carica nel registro A il nibble di dati che si trova al successivo indirizzo della memoria di programma. Essa è usata per immagazzinare provvisoriamente un nibble da aggiungere o da trasferire successivamente all'uscita o nel contatore di programma.

ADD - Questa istruzione, che occupa una sola posizione di memoria, dà inizio all'esecuzione di una serie di cinque microistruzioni che *sommano* il contenuto del registro A con il contenuto del registro B e pongono il risultato della somma nel registro A. Questa istruzione è usata per la normale addizione e per incrementare il contenuto del registro A di una quantità specificata (di solito di una unità). Si noti per inciso che questa istruzione usa il registro A come i normali microprocessori usano il registro accumulatore.

JMP - Questa istruzione, molto importante, ordina al contatore di programma di saltare all'indirizzo della memoria di programma specificato dal nibble di dati che segue. La istruzione JMP è utilizzata quando si vuole che un programma (o una parte del programma) venga eseguito di continuo, formando quello che si dice un *loop*, sino a quando il PIP-2 non viene arrestato azionando il pulsante di STOP.

MOV - Questa istruzione, che comanda il trasferimento tra i registri, ha diverse applicazioni. Come istruzione di uscita, essa permette all'operatore del PIP-2 di osservare il contenuto del registro A sull'indicatore di uscita a LED. Essa consente anche, se preceduta dall'istruzione LDA, di eseguire il caricamento del registro B, cioè di ottenere l'equivalente di una ipotetica istruzione LDB. Se invece essa viene seguita dalla istruzione ADD, questa istruzione serve a raddoppiare un numero.

HLT - Questa istruzione, che è un comando di arresto, è sistemata al termine di tutti i programmi del PIP-2; essa disabilita il clock nella sezione di controllo impedendo così al PIP-2 di eseguire qualsiasi ulteriore istruzione.

Nella 5ª parte di questo breve corso esamineremo in dettaglio la microroutine relativa a ciascuna di queste istruzioni, e vedremo

anche come sia possibile aggiungere nuove istruzioni cambiando le microistruzioni contenute nella ROM di controllo; prenderemo invece in considerazione ora le modalità per programmare il PIP-2.

La programmazione - Scriviamo ora un semplice programma per il PIP-2 grazie al quale è possibile incrementare continuamente di una unità il numero contenuto nel registro A e mostrare l'ultimo numero ottenuto sull'indicatore a LED. Il programma è il seguente.

Programma	
Indirizzo di memoria	Codice mnemonico o dati
0000	LDA
0001	0001
0010	ADD
0011	MOV
0100	JMP
0101	0000
0110	HLT

È facile capire come funziona questo programma: quando il PIP-2 è avviato, i due registri A e B vengono azzerati, cioè portati sullo 0000; le prime tre istruzioni hanno i compiti seguenti: caricare 0001 in A, aggiungere A e B e memorizzare la somma sia in A sia in B. La successiva istruzione, cioè la JMP, fa ripartire nuovamente il programma dalla linea 0000; l'istruzione LDA manda perciò in A il numero 0001 e la successiva istruzione addiziona A e B (che contiene ora uno 0001) ottenendo uno 0010 che l'istruzione MOV porta poi in B e perciò anche sull'indicatore.

A questo punto l'istruzione JMP fa nuovamente ripartire il programma dalla linea 0000 ed il procedimento continua. Come risultato, sull'indicatore appaiono in sequenza tutti i numeri da 0000 a 1111, ricominciando ogni volta da capo sino a quando il PIP-2 non viene fermato.

Come si può facilmente constatare, questo programma svolge la funzione di un semplice contatore a quattro bit; non si tratta certamente di una funzione molto complicata; lo stesso PIP-2 contiene nel suo circuito ben due di questi contatori: il contatore di programma ed il registro delle istruzioni.

È però interessante notare che questo

semplice programma può facilmente essere modificato per effettuare un conteggio con incremento *qualsiasi* compreso tra 0000 e 1111, semplicemente cambiando il nibble di dati che segue LDA. In un normale contatore, un lavoro del genere potrebbe essere fatto con poche semplici modifiche del circuito logico, ma con il PIP-2 basta cambiare, con

gioco macchina". Per scrivere il programma oggetto corrispondente al programma sorgente visto in precedenza, basta sostituire l'appropriato codice operativo ai codici mnemonici usati nel programma sorgente; ciò può essere fatto con l'aiuto della tabella che elenca le istruzioni del PIP-2. Il programma in linguaggio macchina risulta perciò il seguente:

ISTRUZIONI DEL PIP-2

Codice mnemonico	Codice operativo	Nibble	Operazione
NOP	1111	1	Nessuna operazione.
LDA (Nibble)	0001 (xxxx)	2	Metti in A il nibble che segue.
ADD	0101	1	Somma A con B; metti la somma in A.
JMP (Indirizzo)	1000 (xxxx)	2	Salta all'indirizzo specificato dal nibble che segue.
MOV	1011	1	Sposta il contenuto di A in B conservando in A il suo contenuto.
HLT	1110	1	Arresta il microprocessore.

un'operazione di pochi secondi, una istruzione. Questo esempio illustra adeguatamente la sorprendente versatilità insita nell'uso di un microprocessore per simulare, grazie ad un accorto uso della programmazione, molte diverse funzioni logiche.

Esecuzione del programma - Il semplice programma esaminato passo per passo è detto "programma sorgente" (*source program*) poiché è scritto usando il codice mnemonico delle varie istruzioni. Affinché esso possa venire caricato nella memoria di programma del PIP-2, deve venire trasformato in "programma oggetto" (*object program*).

Un programma oggetto è scritto usando i numeri binari, cioè è trasformato in un linguaggio comprensibile al calcolatore. Talvolta esso è detto anche "programma in linguaggio

Indirizzo	Programma Sorgente	Programma Oggetto
0000	LDA	0001
0001	0001	0001
0010	ADD	0101
0011	MOV	1011
0100	JMP	1000
0101	0000	0000
0110	HLT	1110

Quando il programma oggetto è stato compilato, può essere facilmente caricato nella memoria di programma del PIP-2. Per far ciò si deve anzitutto alimentare il PIP-2 azionando il relativo interruttore; questa azione azzerava automaticamente tutta la memoria di programma, i registri ed i vari contatori. Si posiziona quindi il gruppo di quat-

tro interruttori esistenti sul pannello frontale secondo il primo codice operativo del programma (0001); un interruttore con la levetta abbassata rappresenta uno 0 logico ed uno con la levetta sollevata un 1 logico. Premendo poi il pulsante di caricamento, il nibble 0001 viene caricato nell'indirizzo 0000 della memoria di programma, mentre il contatore di programma viene automaticamente incrementato di una unità.

I restanti nibble del programma vengono così caricati uno per uno nella memoria di programma; si deve infine premere il pulsante di INIZIO per far tornare il contatore di programma all'indirizzo 0000 della memoria di programma.

A questo punto basta premere il pulsante di START (Avvio); in seguito a ciò, la sezione di controllo richiama la prima istruzione dalla memoria di programma, la carica nel registro delle istruzioni, la decodifica e la esegue. Il programma è così eseguito un passo alla volta, mentre sugli indicatori a LED compare sempre il numero che in quel momento si trova nel registro B.

Si badi che se la frequenza di clock è superiore ad un centinaio di hertz, i LED dell'indicatore sembreranno di continuo tutti illuminati. Poiché il clock di quasi tutti i microprocessori usati in pratica lavora alla velocità di almeno 1 MHz, nel programma deve essere inserito un ritardo se si vuole che i dati da essi generati siano rilevabili dall'osservatore.

Altri programmi per il PIP-2 - Anche se il gruppo delle istruzioni accettabili dal PIP-2 è molto ridotto, è possibile scrivere con esso parecchi programmi; ecco per esempio un programma sorgente che addiziona due numeri e mostra la loro somma:

```
LDA
(primo numero)
MOV
LDA
(secondo numero)
ADD
MOV
HLT
```

Questo è invece un programma che raddoppia un numero:

```
LDA
(numero)
MOV
ADD
HLT
```

E questo infine è un programma che conta con passo di 2:

```
LDA
0002
ADD
MOV
JMP
0000
HLT
```

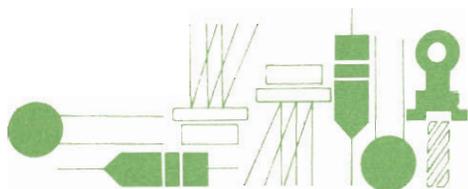
La programmazione degli altri microprocessori - I microprocessori normalmente usati in pratica possono accettare decine di istruzioni. Un tipico microprocessore quale il tipo 6800 o il tipo 8080 ha istruzioni che possono eseguire le seguenti operazioni:

- trasferimento di dati ed indirizzi da un registro all'altro;
- scorrimento o rotazione dei bit in una parola di dati;
- operazioni aritmetiche e logiche di diverso genere;
- salti condizionati od incondizionati in qualunque punto del programma o in una subroutine;
- confronti logici di diverso genere;
- incremento o decremento del contenuto di un registro o di un indirizzo di memoria.

I microprocessori normalmente in uso hanno spesso istruzioni speciali, che possono essere un'esclusività di una data serie. Per esempio, alcuni microprocessori contengono istruzioni che controllano l'accettazione di dati dall'esterno; altri hanno istruzioni che permettono di eseguire operazioni in aritmetica decimale.

La programmazione di questi microprocessori richiede spesso parecchio tempo e molta applicazione, ma chiunque con un po' di pratica può imparare a scrivere semplici programmi. A questo scopo sarebbe particolarmente adatto un microcalcolatore con ingresso da tastiera, ma può anche servire un tipo che preveda l'ingresso attraverso una serie di interruttori a levetta. Molti programmi per microprocessori sono disponibili già pronti, pubblicati su libri e riviste; naturalmente il numero di tali programmi va crescendo insieme con la sempre maggiore diffusione e utilizzazione dei microprocessori.

(continua)



Tecnica dei Semiconduttori

Circuiti numerici di misura - Molti sperimentatori e dilettanti preferiscono autocostruirsi apparati e strumenti anziché acquistarli già montati, magari allo stesso prezzo o ad un prezzo inferiore. Chi rientra in questo gruppo di entusiasti e ha bisogno di uno strumento numerico per i propri progetti può autocostruire le apparecchiature necessarie seguendo le indicazioni riportate nella *fig. 1*, nella *fig. 2*, nella *fig. 3*, in cui sono illustrati tipici circuiti di strumenti a 2 1/2 e 3 1/2 cifre consigliati da vari fabbricanti di semiconduttori.

A questo punto è necessario spendere una parola circa le "1/2 cifre". Normalmente, ogni cifra in un sistema di lettura rappresenta un numero significativo che può essere compreso tra 0 e 9. Così, uno strumento a 2 cifre può fornire letture da 0 a 99 o di frazioni decimali intermedie, a seconda della sensibilità dello strumento, del numero delle portate e della posizione del punto decimale. Tuttavia, che la lettura indicata sia .01, .09, .99, 9.9 oppure 99 vi possono essere solo due cifre significative. Aggiungendo la "mezza" cifra, in realtà un "1" talvolta con un segno di polarità, la lettura mostrerà, per la maggior parte delle applicazioni, fino a tre cifre significative. Mentre uno strumento a 2 cifre può fornire letture solo da 0 a 99, uno strumento a 2 1/2 cifre può fornire letture da 0 a 199. Generalmente, il costo ed i circuiti necessari per aggiungere la mezza cifra sono irrilevanti se confrontati con quelli indispensabili per avere una lettura completa da 0 a 9 cifre e da ciò deriva la popolarità dei circuiti a 1/2 cifra.

Presentato in un bollettino tecnico della

National Semiconductor Corporation, il circuito di misura a 2 1/2 cifre rappresentato nella *fig. 1* richiede solo due dispositivi attivi: un IC di misura ADD2500 (DS8700) e un sistema di lettura a LED a catodo comune e a 2 1/2 cifre simile al NSB3881 o al NSN333. Per il funzionamento, il progetto richiede alimentazioni continue di +5 V (V_{CC}) e di -15 V (V_{EE}) e, con i valori specificati per i componenti, ha una impedenza d'entrata migliore di $0,5 M\Omega$ offrendo una lettura a fondo scala fino a 1,99 V con una precisione del $\pm 1\%$. Costruito per funzionare su una gamma di temperatura da $0^\circ C$ a $+70^\circ C$, l'IC ADD2500 viene fornito in involucro DIP a ventiquattro piedini ceramico o plastico. Incorpora previsioni per l'identificazione e la scelta automatica della polarità, indicazione di supero e di portata insufficiente in uscita, piloti per i segmenti a LED e di cifra e scelta programmabile del punto decimale; inoltre, il dispositivo contiene un orologio interno ed una sorgente di riferimento compensata alla temperatura.

In funzionamento, per la conversione da analogica a numerica l'IC ADD2500 utilizza una doppia tecnica da tensione a frequenza (V/F). Un convertitore V/F serve a sviluppare 3 V fissi ed un segnale continuo con una frequenza proporzionale a R_{IN} , a C_{IN} , alla resistenza della regolazione dello zero e alla tensione d'entrata. Il secondo convertitore V/F funziona sia per fornire una finestra campione, sia per determinare la frequenza di conversione per il conteggio della frequenza in entrata. Poiché la frequenza d'uscita del primo convertitore V/F è direttamente proporzionale alla tensione d'entrata, modi-

ficata da costanti fisse, il conteggio di questo segnale per un intervallo noto fornisce un segnale numerico che è anch'esso proporzionale alla tensione d'entrata. Da questo punto in poi viene adottata la convenzionale logica numerica per sviluppare i segnali pilota di uscita per la visualizzazione. La scelta della autopolarità viene ottenuta mediante un contatore di sbilanciamento controllato da entrate analogiche riferite ad un livello di -3 V , che consente allo strumento di accettare tensioni d'entrata sia positive sia negative.

Poiché la disposizione delle parti e dei collegamenti non è eccessivamente critica, questo circuito non dovrebbe essere un progetto troppo difficile da realizzare per uno sperimentatore medio. Il circuito può essere montato sia su circuito stampato sia su bassetta perforata; secondo il bollettino tecnico tuttavia è consigliabile usare un solo punto di collegamento per le masse sia analogica sia

numerica, allo scopo di evitare inconvenienti dovuti a ritorni di massa. Dopo il montaggio e il controllo, vengono consigliati i seguenti procedimenti di calibratura.

1) - Usando un voltmetro preciso, si regoli il potenziometro di Regolazione della scala per -3 V sul piedino 5 (V_{RIF}).

2) - Con V_N alla massa analogica, si regoli il potenziometro di Azzeramento per una lettura di "00".

3) - Con $1,90\text{ V}$ applicati a V_{IN} , si ritocchi la Regolazione della scala per una lettura di "1,90".

4) - Se necessario, si ripetano le operazioni 2 e 3 al fine di ottenere un buon bilanciamento tra le due regolazioni.

Il circuito relativo ad uno strumento a 3 1/2 cifre della *fig. 2*, rilevato da un bollettino tecnico della Micro Power Systems, presenta maggiori difficoltà di realizzazione. Usando un IC convertitore A/D CMOS monolitico di tipo MP7138, il circuito è stato

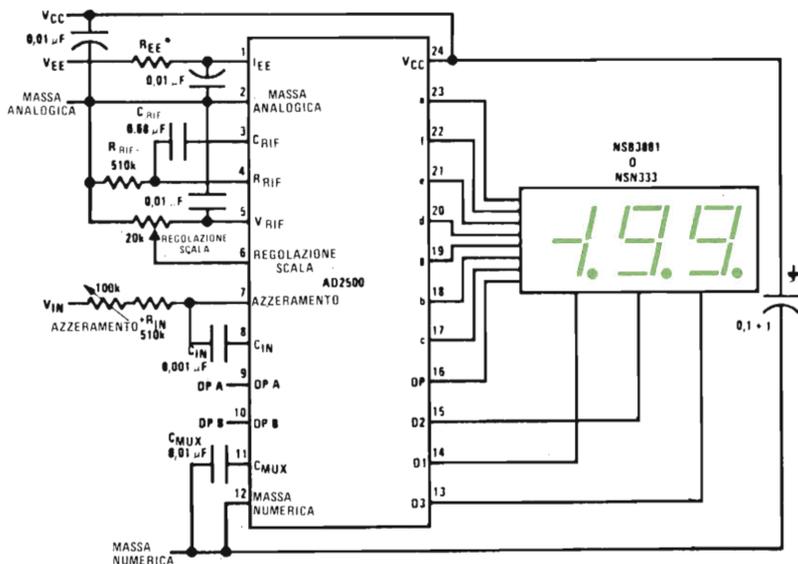


Fig. 1 - Semplice circuito di strumento a 2 1/2 cifre consigliato dalla National Semiconductor.

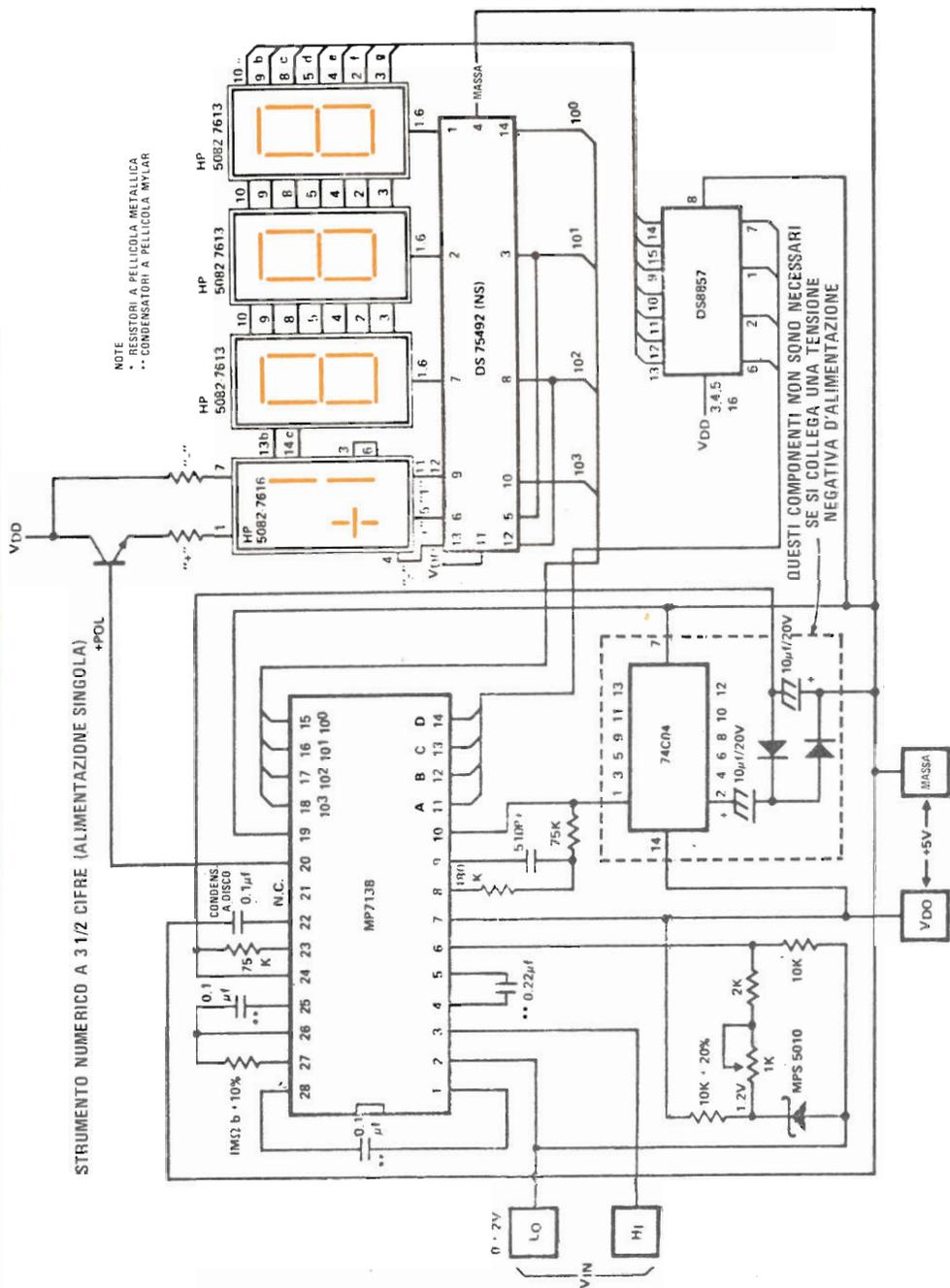


Fig. 2 - Circuito di strumento a 3 1/2 cifre rilevato da un bollettino tecnico della Micro Power Systems.

progettato per funzionare con normale alimentazione singola di 5 Vcc. Fornito in involucri DIP a ventotto piedini sia ceramici sia plastici, il MP7138 comprende un orologio incorporato e tutti i circuiti necessari per fornire una uscita BCD con autozero, autopolarietà e tenuta della visualizzazione, quest'ultima ottenuta applicando uno 0 logico al piedino 21. Il dispositivo viene specificato per funzionare da -40°C a $+85^{\circ}\text{C}$ e, nella maggior parte delle applicazioni, richiede solo tipicamente 10 mW di potenza. Con una impedenza d'entrata estremamente alta, l'IC richiede una corrente d'entrata di soli 10 pA.

Oltre al MP7138, in questo circuito è impiegato un DS8857 pilota LED da BCD a sette segmenti, un DS75492 pilota di cifre sestuplo da MOS a LED, quattro unità di presentazione a LED della serie HP 5082 e un invertitore sestuplo 74C04 oltre ad un diodo zener MPS5010, ad un transistor npn per impieghi generici e a due diodi sempre per impieghi generici. L'invertitore sestuplo 74C04, i due diodi per impieghi generici e i due condensatori elettrolitici da $10\ \mu\text{F}$ - 20 V vengono usati come parte di un alimentatore a tensione negativa che non è necessario se si dispone di un alimentatore doppio da $\pm 5\ \text{Vcc}$.

L'IC MP7138 utilizza una tecnica di conversione da analogica a numerica a doppia pendenza. Come principio, la tecnica a doppia pendenza comporta la conversione della tensione di segnale in entrata in un intervallo di tempo proporzionale che viene poi misurato numericamente. Questo procedimento viene effettuato integrando il segnale d'entrata per un periodo di tempo fisso applicando poi una tensione di riferimento di polarità opposta al condensatore di integrazione, facendo scaricare quest'ultimo ad una frequenza nota. L'intervallo di scarica, convertito in un numero, è proporzionale alla tensione di segnale in entrata durante il periodo iniziale di carica. La frequenza di conversione è determinata dalla frequenza orologio del circuito, con l'IC MP7138 in grado di effettuare fino a quindici conversioni al secondo.

Con i valori specificati per i componenti della *fig. 2*, lo strumento ha una portata di fondo scala di 1,999 V con una precisione tipica di lettura del $\pm 0,05\%$. La visualizzazione scompare automaticamente quando la tensione d'entrata supera la portata di fondo scala. Volendo, la sensibilità dello strumento

può essere aumentata per ottenere una portata di fondo scala di 199,9 mV. Questo si ottiene effettuando le seguenti sostituzioni: il condensatore tra i piedini 1 e 28 con un altro avente un valore di $0,47\ \mu\text{F}$, il condensatore tra i piedini 4 e 5 con un altro del valore di $0,47\ \mu\text{F}$, il resistore tra i piedini 26 e 27 con un resistore del valore di $100\ \text{k}\Omega$, e regolando poi nuovamente la tensione di riferimento applicata al piedino 6. Per una portata fondo scala nominale di "2 volt" viene usata una tensione di riferimento di 1,0 V (piedino 6), mentre per una portata nominale di "200 mV" viene usata una tensione di riferimento di 0,1 V.

Come per il primo circuito descritto, lo strumento a 3 e 1/2 cifre può essere montato seguendo la tecnica costruttiva preferita, utilizzando un circuito stampato o una basetta perforata; naturalmente, si devono adottare le solite precauzioni per evitare di danneggiare i dispositivi CMOS. Dopo il montaggio e il controllo, la sola regolazione necessaria è quella della tensione di riferimento applicata al piedino 6 che deve essere disposta esattamente a 1,0 V per una portata fondo scala di 1,999 V oppure a 0,1 V per una portata di 199,9 mV. L'alimentatore di tensione negativa (comprendente il 74C04, due diodi e due condensatori da $10\ \mu\text{F}$) può essere ommesso se viene usato un alimentatore c.c. doppio collegando il -5 V al piedino 24.

Se l'applicazione prevista esige un consumo più basso come quello richiesto per una lettura a LCD (ossia a cristallo liquido) anziché a LED, si potrà preferire il circuito di strumento a 3 1/2 cifre illustrato nella *fig. 3*. Descritto in un bollettino tecnico della Tele-dyne Semiconductor, il circuito usa questo dispositivo in unione con un sistema di lettura Shelly N. 8654-01, con un flip-flop D doppio 4013, con una porta OR esclusiva quadrupla a due entrate 4070, e con tre decodificatori-pilota da BCD a sette segmenti 4543. Il sistema 8750-01 è un dispositivo CMOS fornito in involucro DIP ceramico o plastico a ventiquattro piedini. Richiedendo per il funzionamento solo 20 mW tipicamente, il convertitore A/D fornisce una lettura fondo scala con una corrente d'entrata di soli $10\ \mu\text{A}$, e ciò consente all'utente di cambiare la portata di tensione variando semplicemente il valore del resistore d'entrata. Con il valore specificato nello schema ($R_{IN} = 1\ \text{M}\Omega$), una lettura di fondo scala indica una entrata di 10 V. Il dispositivo non ha un cir-

PRESENTAZIONE A CRISTALLO LIQUIDO SHELLEY N. 8654-01 O EQUIVALENTE

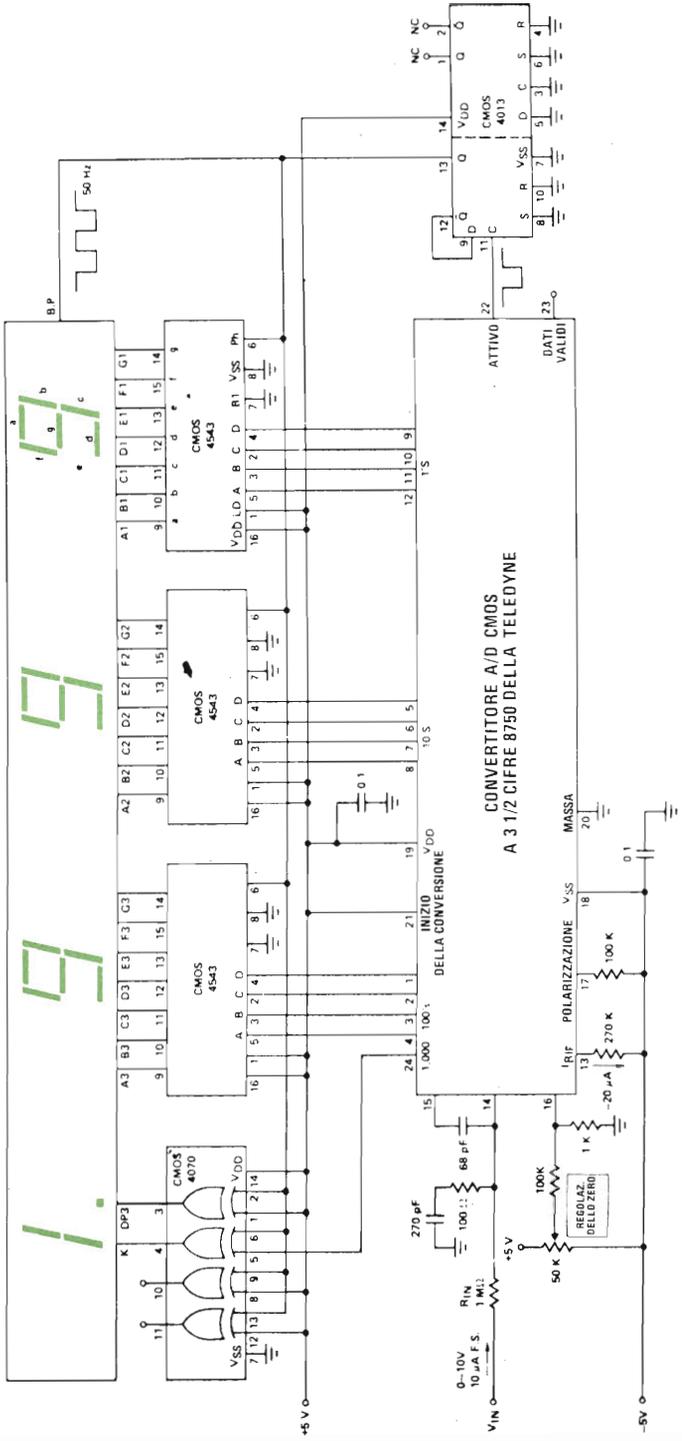


Fig. 3 - Il circuito di strumento a 3 1/2 cifre della Teledyne impiega un sistema di lettura a cristallo liquido. Richiede solo 20 mW e una lettura fondo scala indica un'entrata di 10 V.

cuito di autopolarità e richiede una tensione d'entrata positiva rispetto alla massa circuitale.

Dentro il dispositivo 8750, la conversione da analogica a numerica viene effettuata usando una tecnica di bilanciamento di carica "incrementale". In funzionamento, un amplificatore integra la somma della corrente d'entrata applicata e degli impulsi di una corrente di riferimento per un numero fisso di periodi orologio. La corrente di riferimento è di polarità opposta a quella della corrente d'entrata. Viene contato il numero di impulsi di corrente di riferimento (incrementi di carica) necessario per mantenere la giunzione di somma dell'amplificatore vicino allo zero durante il periodo di conversione. Alla fine della conversione, il conteggio totale viene agganciato alle uscite numeriche in un formato BCD a 3 1/2 cifre. Il numero di impulsi necessario per mantenere il bilanciamento della carica vicina a zero durante ogni periodo di conversione è, naturalmente, direttamente proporzionale alla corrente (o tensione) d'entrata. L'IC 8750 effettua circa cento conversioni al secondo.

Il circuito di strumento a 3 1/2 cifre richiede per il funzionamento un'alimentazione doppia di ± 5 Vcc e può essere montato seguendo qualsiasi tecnica costruttiva purché si prendano le consuete precauzioni per evitare di danneggiare i dispositivi CMOS. Il valore del resistore d'entrata (R_{IN}) è determinato dal valore di tensione di fondo scala voluto, basandosi su un'entrata di $10 \mu A$ per una lettura di fondo scala. Per R_{IN} si deve usare un resistore di precisione o, se lo si preferisce, un piccolo potenziometro che consenta una precisa regolazione della lettura di fondo scala. Oltre a questa, l'unica regolazione necessaria è per l'entrata zero, regolazione che si effettua mediante il potenziometro di azzeramento.

Prodotti nuovi - La Philips ha introdotto i diodi commutatori di banda BA 482/483 per sintonizzatori TV VHF; caratterizzati da bassa capacità parassita ed elettricamente equivalenti al tipo BA 182, questi diodi offrono anche una resistenza diretta molto bassa. I nuovi dispositivi vengono prodotti con l'avanzata tecnologia *whiskerless* che consente di ottimizzare le proprietà elettriche.

Il tipo BA 482 è indicato per circuiti di sintonizzazione, mentre il diodo BA 483 è adatto per circuiti di accoppiamento; en-

trambi sono incapsulati in SOD-58 (DO-34) di vetro e tollerano una tensione inversa continua massima di 35 V.

La Philips ha inoltre presentato due filtri per onde audio superficiali che sostituiscono i tradizionali circuiti LC attualmente impiegati come filtri passa-banda per frequenze intermedie nei televisori a colori e monocromatici.

I nuovi filtri denominati SW 102 e SW 211 offrono anche ottime caratteristiche di ampiezza e di ritardo di gruppo; non richiedono tarature (spesso critiche) durante la fase di produzione dei televisori. La maggior sensibilità richiesta dalle trasmissioni Teletext viene agevolmente raggiunta mediante questi filtri la cui stabilità delle caratteristiche è garantita per l'intera loro durata.

I dispositivi sono caratterizzati da un'impedenza d'ingresso verso il carico di 50Ω e da un'impedenza di carico (bilanciata) di 300Ω ; vengono forniti ermeticamente incapsulati in custodia metallica TO-8 a cinque terminali.

La Siemens ha prodotto il circuito integrato TFA 1001 W, che converte una determinata intensità luminosa in un corrispondente segnale elettrico lineare. Il componente a sei poli comprende un fotodiodo che funge da sonda ed un amplificatore; la corrente di uscita è direttamente proporzionale all'intensità luminosa. Su un'altra uscita è disponibile una tensione standardizzata di 1,35 V che può essere utilizzata come riferimento per circuiti di regolazione (comando dei tempi di esposizione, dell'apertura del diaframma e simili). I casi tipici di impiego del TFA 1001 W, che si presenta racchiuso in una custodia di plastica trasparente, riguardano apparecchi fotografici per immagini fisse e in movimento, esposimetri, flash e barriere luminose. Per realizzare un esposimetro di esecuzione semplice, oltre ad uno strumento a bobina mobile con caratteristica logaritmica, non occorre alcun altro componente.

La Siemens ha inoltre presentato il fotodiodo BPW 34. I fotodiodi di questo tipo vengono impiegati soprattutto come elemento ricevente a raggi infrarossi nei telecomandi TV. Il BPW 34, con una superficie attiva di silicio di $7,6 \text{ mm}^2$, è disponibile come elemento di serie, anche con un filtro per luce diurna incorporato. La variante BP 104 presenta un chip di dimensioni più piccole ($5,1 \text{ mm}^2$). ★

Versatile circuito orologio con TTL

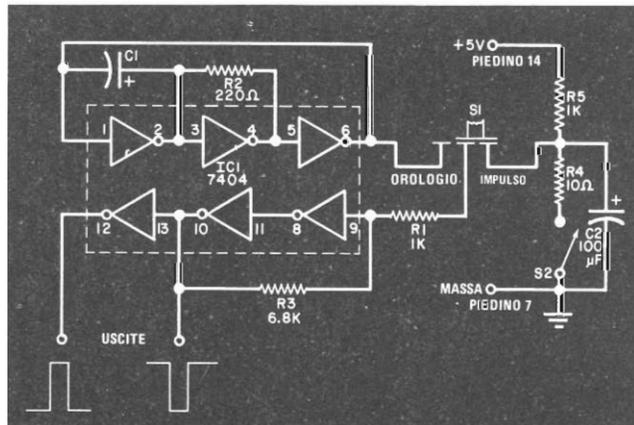
Chi necessita, per i suoi esperimenti numerici, di un semplice circuito orologio e di una sorgente di segnale a impulso singolo combinati, può costruire il circuito illustrato nella figura. Previsto per funzionare con normale alimentazione di 5 Vcc per TTL, lo strumento può essere usato come convenzionale orologio, come orologio a due fasi o come generatore di impulso singolo azionato manualmente.

L'unico dispositivo attivo dello strumento è un normale invertitore sestuplo TTL, IC1. Tre degli invertitori sono collegati insieme come oscillatori, con il condensatore di ritor-

to è determinato dal commutatore di funzione S1. Quando S1 è in posizione "Impulsi", gli impulsi d'uscita vengono forniti ogni volta che l'interruttore a pulsante S2 viene premuto scaricando C2 attraverso R4 e fornendo un segnale a gradino attraverso il resistore di isolamento in serie R1. Nel periodo che intercorre tra un impulso ed il successivo, C2 viene ricaricato attraverso R5. Quando S1 è in posizione "Orologio", l'oscillatore pilota attraverso R1 il multivibratore a un colpo e viene generata una serie continua di impulsi positivi e negativi ad una frequenza determinata dal valore di C1.

Nel circuito vengono usati componenti facilmente reperibili. L'invertitore sestuplo è un normale 7404; il valore e il tipo del condensatore C1 sono determinati dalla frequenza orologio voluta e C2 è un condensatore elettrolitico da 100 μ F - 6 V. S1 è un commutatore a una via e due posizioni del tipo a slitta od a levetta, mentre S2 è un interruttore a pulsante a contatto momentaneo normalmente aperto.

Lo strumento può essere racchiuso, a scelta, in una scatoletta metallica o di plastica o



Questo semplice circuito nel quale viene usato un normale invertitore sestuplo TTL può essere usato come orologio convenzionale, come orologio a due fasi o come generatore di impulso singolo.

no del segnale C1 che determina la frequenza di funzionamento (o frequenza orologio). Il resistore di parallelo R2 polarizza uno degli invertitori nella sua regione attiva per assicurare l'oscillazione. Due degli invertitori sono collegati tra loro come multivibratore modificato a un colpo e forniscono un impulso di uscita negativo, mentre gli altri invertitori servono come convenzionali invertitori-separatori per fornire impulsi positivi.

Il modo di funzionamento dello strumen-

anche nel corpo di una sonda. Se lo strumento viene montato entro una scatola spaziosa, è possibile, volendo, incorporare vari valori per C1, selezionabili per mezzo di un commutatore rotante a più posizioni, onde ottenere parecchie frequenze orologio. I valori tipici possono essere compresi tra una frazione di microfarad e parecchie migliaia di microfarad. A seconda del valore di C1, l'oscillatore può essere fatto funzionare a frequenze comprese tra 1 Hz e 1 MHz. ★



BUONE OCCASIONI

LE NOSTRE RUBRICHE

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

VENDO al miglior offerente i seguenti articoli: riviste varie di radiotecnica; libri vari di radiotecnica; CB 27 canali completo di alimentatore, microfonosmetro; varie - attrezzatura da disegnatore. Rino Vitali, viale Venezia, 50 - 27100 Pavia.

VENDO fotocamera Leicaflex SL, in ottime condizioni ed usata poco con obiettivo Summicron 50 mm, F.2 + 3 filtri originali + borsa originale, a L. 450.000 con l'imbollo originale. Vendo teleobiettivo Elmarit - 180 mm, F.2,8, usato pochissimo, ottime condizioni, L. 450.000 (costo listino L. 600.000). Garanzia scritta personale di 10 giorni per il rimborso. Per chi acquista in blocco sconto L. 50.000. Massima serietà. Consegna e pagamento solo di persona. Giuseppe Callegari, via De Gasperi, n.47 - 21040 Sumirago (Varese). Telefonare (0331) 909.183 ore pasti.

VENDO CB della Sommerkamp 32 canali, 5 W portatile e accessori; piú lineare 50 W mobile; wattmetro; rosmetro. Prezzi trattabili. Giuseppe Rinarelli, via Ponte, 39 - 40047 Riola (Bologna).

CERCO schema elettrico di baracchino "Command 24 ch con microfono Beltek". Saranno rimborsate tutte le spese. Cerco inoltre lineare 27 MHz valvolare minimo 50 W in AM in buono stato, cambio con unità di comando per luci psichedeliche stereo, miscelatore 4 ingressi e amplificatore BF 10 W mono. Scrivere a Marco Betta, via Antonio Meucci, 54 - 04011 Aprilia (Latina).

VENDO orologio digitale National con batteria in tampone luci 3 ch 3000 W con regolazione di sensibilità e per ogni canale. Annata completa di CQ Elettronica 1978. Tratto solo con Roma. Per chiarimenti telefonare al 438.08.49. Mario Gualtieri, largo Beltramelli 1/B - 00157 Roma.

VENDO voltohmetro e frullatore macinacaffé automontati. L. 15.000 l'uno. Allievo S.R.E., ese-

guo a domicilio qualsiasi montaggio elettronico. C. Alberto Ferrazza, Fr. Ronchena - 32020 Lentia (Belluno).

EX ALLIEVO S.R.E. del Corso Radio Stereo MF a transistori eseguirebbe al proprio domicilio montaggi elettronici di qualsiasi tipo per seria ditta. Per accordi scrivere a Pier Giorgio Brun, via Nazionale, 24 - 10060 Castel del Bosco (Torino).

VENDO chitarra elettrica Galanti piú amplificatore Davoli 20-25 W a L. 60.000; regalo inoltre vibrato e esaltatore di acuti autocostituiti da chiudere in scatola. Rivolgersi a: Sergio De Rosa, via Dalmazia, 14 - 80124 Napoli - tel. 625.280.

VENDO saldatore istantaneo 45 W completo di alcuni cm di stagno + 7 altoparlanti normali e alcune riviste di elettronica. Il tutto a L. 27.700. Per accordi scrivere a Rino Alfieri, traversa Polveriera, n. 5 - 80141 Napoli oppure telefonare (ore pasti) al 20.38.81.

L'ANGOLO DEGLI INCONTRI

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

Bruno Mattio, via G. Romita 7 - 12035 Racconigi (Cuneo).

Cerco Allievi che frequentino il Corso Sperimentatore Elettronico per scambio di idee e collaborazione tecnica. Possibilmente a Milano o in tutta Lombardia. Scrivere o telefonare a: Pierluigi Cerutti, via Eustachi, 10 - 20129 Milano - tel. 204.11.63.

Giovane trentenne, universitario lavoratore, appassionato di elettronica conoscerebbe amici avventi lo stesso hobby per scambio materiale, opinioni e RX via radio per gli OM e CB. 7351. Scrivere a: Gaetano Della Gatta, Casella Postale 157 - 80059 Torre del Greco (Napoli).

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 Stellone, 5 - 10126 Torino.

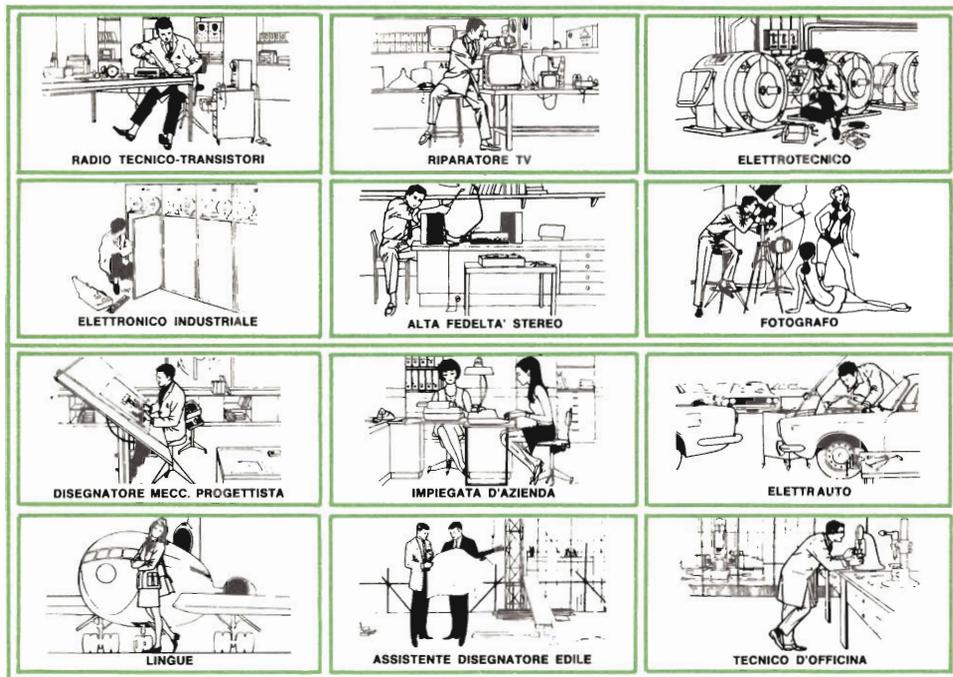
SCRIVERE IN STAMPATELLO

Indirizzo:

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 una settimana i laboratori della Scuola, per un periodo di perfezionamento.

CORSI PROFESSIONALI

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

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

CORSI ORIENTATIVO-PRATICI

SPERIMENTATORE ELETTRONICO
adatto ai giovani dai 12 ai 15 anni.

ELETTRAKIT TRANSISTOR

un divertente hobby
per costruire un portatile a transistori

NON DOVETE FAR ALTRO
CHE SCEGLIERE...

...e dirci cosa avete scelto.

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

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

Scrivete a:

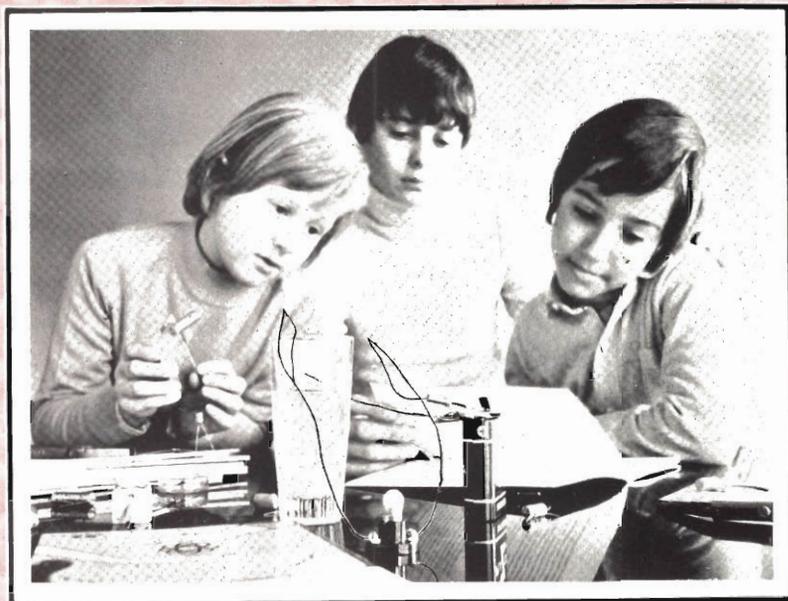


Scuola Radio Elettra

10126 Torino - Via Stellone 5/633

Tel. (011) 674432

ELETRONICA



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'**ELETRONICA**.

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 ELETRONICO**.

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 appassionati lezioni del Corso SPERIMENTATORE ELETRONICO**

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 ELETRONICO**.

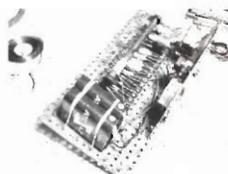
Scrivete alla

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

MONTERETE TRA L'ALTRO



UN ORGANO
ELETRONICO



UN
RICEVITORE MA



Scuola Radio Elettra

10126 Torino - Via Stellone 51 633

Tel.(011) 674432

LE LEZIONI ED I MATERIALI SONO INVIATI PER CORRISPONDENZA



CORSO DI FOTOGRAFIA

per corrispondenza

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

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

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

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